

ISSN 1346-7328  
国総研資料 第845号  
平成27年3月

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.845

March 2015

都市由来植物廃材のエネルギー利用手法等に関する技術資料

緑化生態研究室

Technical note on the energy application methods for plant waste materials derived from urban areas

Landscape and ecology Division

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land,Infrastructure,Transport and Tourism,Japan



都市由来植物廃材のエネルギー利用手法等に関する技術資料

室 長	栗原 正夫
主任研究官	山岸 裕
研 究 官	曾根 直幸

Technical note on the energy application methods for plant waste materials derived from urban areas

Head	Masao Kurihara
Senior Researcher	Yutaka Yamagishi
Researcher	Naoyuki Sone

概要

本資料は、都市における地産地消型再生可能エネルギー活用として、公園等での利用を想定した都市由来植物廃材のエネルギー利用についての検討結果を取りまとめたものである。

キーワード : 植物廃材、エネルギー利用、バイオマス、地産地消

Synopsis

This technical report contains the compiled results of an examination about the energy application methods for plant waste materials derived from urban areas. The examination was made on the supposition that the methods were used in parks and the like as a local production for local consumption type renewable energy utilization.

Key Words :

plant waste materials, energy use, biomass, local production for local consumption



## はじめに

低炭素都市づくりの方策の一つに、公園緑地や街路樹等から発生する剪定枝・刈草等（以下「都市由来の植物廃材」という。）のエネルギー源としての活用がある。また、都市由来の植物廃材の活用は、東日本大震災以降、災害時における自立的なエネルギー確保の観点からも期待されている。しかし、都市由来植物廃材については、従来より緑のリサイクルとして、堆肥化やマテリアル利用としてのチップ化等が行われているが、エネルギー利用が行われている事例は少ない。このような背景のもとに緑化生態研究室で平成24年度から25年度にかけて「都市における地産地消型再生可能エネルギー活用に関する研究」を実施した。本技術資料はそれらの調査結果をとりまとめたものである。

平成24年9月にバイオマス活用推進会議（内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省の7府省の担当政務で構成）において決定された「バイオマス事業化戦略」においては「バイオマス利用技術の現状とロードマップについて」（以下「技術ロードマップ」）が取りまとめられており、現状（2012年）、概ね5年後（2017年ころ）、概ね10年後（2022年ころ）、概ね20年後（2032年ころ）のタイムフレームにおいて、バイオマス利用技術の到達レベルを「研究」「実証」「実用化」の3段階で評価している。本技術資料で対象とした技術の分類・種類は、技術ロードマップで示されたバイオマス利用技術のうち、原料が木質系・草本系が対象であるもの、かつ、公園等での具体的導入を見据え技術レベルが現状及び概ね5年後に実用化と判断されたものを対象とした。また、前述の研究における目的が、剪定枝等の植物発生材を公園等でエネルギー利用するといった小規模分散型の施設を想定しているため、大規模な発電施設といったものは除外している。

本技術資料では、主に、都市由来の植物廃材のエネルギー利用を対象にその成分分析や利用にあたっての課題などを抽出しているが、地域で発生する間伐材等を利用した市販のチップやペレットを用いた小規模分散型の木質バイオマスエネルギー利用を検討する際にも有用な資料となるように心掛けた。

本資料が、バイオマスのエネルギー利用に携わる行政担当者やコンサルタント等の方々参照・活用され、我が国の都市由来の植物廃材のエネルギー利用を検討する上での一助となれば幸いである。

最後に、本資料を作成するにあたり、資料の提供及び調査へのご協力を頂きました国土交通省各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局、全国の公園施設、バイオマス利活用施設の方々及び貴重なご助言を頂いた有識者の皆様方に厚くお礼申し上げます。

平成27年3月

国土交通省 国土技術政策総合研究所  
防災・メンテナンス基盤研究センター  
緑化生態研究室

室長 栗原正夫



# 目次

## 序章

序.1 本技術資料について	1
序.2 本技術資料の構成	2

## 第1章 都市由来植物廃材の発生量・季節変動

1.1 全国直轄事務所アンケート調査	5
1.2 文献調査による全国における植物廃材の発生量の推計	20
1.3 植物廃材の利用可能量・収集方法に関する検討例	41

## 第2章 都市由来植物廃材の性質

2.1 木質バイオマス燃料の種類及び基準	111
2.2 都市由来植物廃材の木質バイオマス燃料としての適性について	126

## 第3章 エネルギー利用手法

3.1 対象とするエネルギー有効利用技術	143
3.2 前処理及び固形燃料化技術	146
3.3 エネルギー転換技術	184
3.4 市販のエネルギー転換機器における燃料仕様特性	206
3.5 都市由来植物廃材のエネルギー利用の事例	208
3.6 都市由来植物廃材のエネルギー利用における課題	212

## 第4章 公園等での植物廃材のエネルギー利用

4.1 従来型の緑のリサイクル手法	219
4.2 災害時における植物廃材エネルギー利用の実態	222
4.3 植物廃材のエネルギー利用の際の燃料加工、保管及び品質確保について	231
4.4 関連法規	251
4.5 都市公園におけるエネルギー需要	256
4.6 公園等での植物廃材のエネルギー利用に関するケーススタディ	270
4.7 公園等における植物廃材のエネルギー利用に関する課題及び普及の可能性	295

## 資料編

資料1 ヒアリング一覧	
資料2 NEDOによる算定方法（参考）	
資料3 ケーススタディ途中計算	
資料4 ケーススタディ図面	





## 序章

---

### 序.1 本技術資料について

本技術資料は、都市における地産地消型再生可能エネルギー活用として、公園等での利用を想定した都市由来植物廃材のエネルギー利用についての検討結果を取りまとめたものである。

そのため、都市由来植物廃材発生量の調査を行い（第1章）、都市由来植物廃材の木質バイオマス燃料としての適性について取りまとめた（第2章）。さらに、公園等でのエネルギー利用を想定し、木質バイオマスの固形燃料化の際に必要な前処理技術及び固形燃料化技術、エネルギー転換技術についてとりまとめた（第3章）。最終章では、公園等でのエネルギー利用を想定し、公園のエネルギー需要調査を行い、気候等の立地条件に対応したエネルギー利用のケーススタディを実施した。

本技術資料は、都市由来植物廃材の公園等での小規模分散型利用を想定しているが、地域で発生する間伐材等を利用した市販のチップやペレットを用いた小規模分散型の木質バイオマスエネルギー利用を検討する際にも有用な資料と考えられるためご活用いただきたい。

なお、公園緑地や街路樹等から発生し廃棄物として処理されている剪定枝・刈草等については、基本的に一般廃棄物としての廃棄物の処理及び清掃に関する法律等の規制対象となる可能性があるため、実際にエネルギー利用を検討するにあたっては、管轄の自治体にお問い合わせいただきたい。

## 序.2 本技術資料の構成

本技術資料の構成及び概要は以下のとおりである。なお、本編の内容で補足的に説明を行う部分については、資料編に掲載した。本技術資料作成の調査にあたっては、有識者ヒアリング、メーカーヒアリング、施設事例ヒアリングを実施した（資料編参照）。

本編

序章

序.1 で本技術資料の位置づけについて説明し、序.2 で本技術資料の構成の解説を行った。

### 第1章 都市由来植物廃材の発生量・季節変動

#### 1.1 全国直轄事務所アンケート調査

全国の国土交通省地方整備局、北海道開発局及び沖縄総合事務局の道路、河川、公園事務所を対象に、剪定や除草等の維持管理の際に発生する植物廃材の発生量を調査するため、植物廃材の発生量に関するアンケート調査を行った。

#### 1.2 文献調査による全国における植物廃材の発生量の推計

全国の自治体及び高速道路等における植物廃材の発生量を把握するため、文献調査及び自治体へのヒアリング等により関連した統計資料を入手し、それらから得られた数量及び原単位等をもとに、全国の自治体及び高速道路における植物廃材の発生量を推計した。さらに、1.1 及び上記の文献調査で得られた結果をもとに、全国における植物廃材の発生量の推定を行った。

#### 1.3 植物廃材の利用可能量・収集方法に関する検討例

河川・道路・公園等の公共事業の維持管理により発生する都市由来植物廃材のほかに、建築廃材、林地残材といった木質バイオマスも含めて、国内2地域で発生量及びエネルギー利用の試算を行った。

### 第2章 都市由来植物廃材の性質

#### 2.1 木質バイオマス燃料の種類及び基準

2.1.1 で木質バイオマス固形燃料の市場流通調査を行い、2.1.2 で現在作成されている基準について取りまとめた。

#### 2.2 都市由来植物廃材の木質バイオマス燃料としての適性について

対象とする都市由来植物廃材について2.2.1 で明確にし、2.2.2 で文献調査及び剪定枝葉等の品質分析を行い、2.2.3 で公園等での植物由来植物廃材の固形燃料化の事例を整理した。それらをもとに、2.2.4 で都市由来植物廃材の燃料としての適性及び留意点についてとりまとめた。さらに、本技術資料で扱うエネルギー利用とは異なるが参考として、2.2.5 で再生可能エネルギーの固定価格買取制度と木質バイオマス、特に剪定枝についてとりまとめた。

## 第3章 エネルギー利用手法

### 3.1 対象とするエネルギー有効利用技術

3.1.1 でバイオマス事業化戦略の結果をもとに、対象とするエネルギー有効利用技術を抽出し、3.1.2 で分類整理した。

### 3.2 前処理及び固形燃料化技術

木質バイオマスは、不定形でかさ密度が小さく、また含水率が高い。さらに燃料不適物の混入も懸念されることから、熱化学的変換や、燃料化の前のプロセスとして、「前処理」が行われる場合が多い。そのため、3.2.1 で前処理及び固形燃料化技術についての概要を整理し、3.2.2 乾燥、3.2.3 破砕、3.2.4 選別、3.2.5 成型、3.2.6 炭化とそれぞれの要素技術について解説した。なお、3.2.2 乾燥では、木質バイオマスの含水率の時系列変化について、文献等調査及び含水率計測調査も追加して行った。

### 3.3 エネルギー転換技術

3.1 で整理したエネルギー利用技術（3.3.1 直接燃焼（専焼）、3.3.2 ガス化（発電・熱利用）、3.3.4 生物化学的変換）について、特徴、概要、基準、システムフロー、基準等を整理した。3.3.3 では、国営公園再生可能エネルギー活用実証事業として、国土技術政策総合研究所から国営公園再生可能エネルギー活用実証研究共同研究体（代表：株式会社森のエネルギー研究所、構成員：学校法人足利工業大学）及び明和工業株式会社への委託研究で実施した都市公園へのガス化発電導入に関する実証実験の事例紹介を行った。

### 3.4 市販のエネルギー転換機器における燃料仕様特性

公園等で利用可能と考えられる中小規模の木質バイオマスを利用したエネルギー利用機器で、国内で導入実績がある機器を対象に、木質バイオマス燃料の仕様及び機器特性について調査を行った。

### 3.5 都市由来植物廃材のエネルギー利用の事例

河川、道路、公園等で発生した植物廃材をエネルギー利用する場合に必要な植物廃材の貯蔵、加工方法についてのヒアリング調査結果を取りまとめた。

### 3.6 都市由来植物廃材のエネルギー利用における課題

3.6.1 で都市由来植物廃材のエネルギー利用に関する文献による事例調査及びアンケート調査を実施し、これらの調査結果及び別途ヒアリングによる調査結果等も参考に、3.6.2 で植物廃材のエネルギー利用に関する現状を整理し、3.6.3 で現段階における課題の抽出し、3.6.4 で今後の可能性についてとりまとめた。

## 第4章 公園等での植物廃材のエネルギー利用

### 4.1 従来型の緑のリサイクル手法

植物廃材の有効利用の方法として従来から行われている堆肥化やマルチング材等に用いるチップ化などの従来型の緑のリサイクル手法について、4.1.1 でその現状について整理し、4.1.2 でエネルギー有効利用と従来型の緑のリサイクルとの共存、役割分担について整理した。

#### 4.2 災害時における植物廃材エネルギー利用の実態

4.2.1 災害時利用調査では、3.6.1 で実施したアンケート調査をもとに東日本大震災の被害が甚大であった岩手県、宮城県、福島県の事例をもとに稼働状況を調査し、さらに、行政資料等をもとに東日本大震災後の植物廃材のエネルギーの利用実態について整理した。4.2.2 では、災害時に植物廃材をエネルギー利用するための備蓄の方法、4.2.3 では従来型の長時間型非常用発電機等の利用との比較を行った。さらに、4.2.4 では震災により発生した植物廃材のエネルギー利用について行政資料等をもとに整理した。

#### 4.3 植物廃材のエネルギー利用の際の燃料加工、保管及び品質確保について

4.3.1 で植物廃材のエネルギー利用の際の木質燃料の含水率等の品質確保について記載し、4.3.2 では、保管に関連した準拠基準について整理した。さらに、4.3.3 で植物廃材のエネルギー利用の際の保管・加工に関する整理を行い、4.3.4 で公園での植物廃材のエネルギー利用を想定したとりまとめを行い、事例等について掲載した。

#### 4.4 関連法規

4.4.1 で関係法規の整理と課題の抽出し、4.4.2 で関連法規に関する事例施設での運用状況に関するヒアリング調査結果を記載した。

#### 4.5 都市公園におけるエネルギー需要

国営公園、都市公園等における園内での電力、灯油等のエネルギー需要について、アンケート等により調査を行い、季節による変動や気候差による違いについて取りまとめた。4.5.1 で調査方法、4.5.2 に調査結果を記載した。

#### 4.6 公園等での植物廃材のエネルギー利用に関するケーススタディ

4.6.1 で公園等で植物廃材のエネルギーの具体的な利用を見据え、エネルギー、コスト、CO<sub>2</sub>収支、安全性・安定性、運営管理、災害時利用の定性的な比較を行うとともに、ケーススタディを行うにあたっての条件整理を行い、公園の立地条件によるエネルギー需要特性及び利用エネルギー機器の組合わせで7つのケースの設定を行った。4.6.2 では、7つのケースでの植物廃材のエネルギー利用施設の公園等への設置に関する具体的項目について整理し、4.6.3 でケーススタディを行い、定量的な比較を行った。なお、ケーススタディの途中計算については、資料編資料3に添付した。

#### 4.7 公園等における植物廃材のエネルギー利用に関する課題及び普及の可能性

植物廃材のエネルギー利用施設を公園等へ設置及び公園で利用する際に発生すると考えられる課題を4.7.1で抽出・整理するとともに、4.7.2で普及の可能性について取りまとめた。

### 資料編

資料1 ヒアリング一覧

資料2 NEDOによる算定方法（参考）

資料3 ケーススタディ途中計算

資料4 ケーススタディ図面

# 第1章 都市由来植物廃材の発生量・季節変動

## 1.1 全国直轄事務所アンケート調査

### 1.1.1 調査の概要

剪定や除草等の維持管理の際に発生する植物廃材の発生量を調査するため、全国の国土交通省地方整備局、北海道開発局及び沖縄総合事務局の河川、道路、公園事務所を対象に植物廃材の発生量に関するアンケート調査を行った。

### 1.1.2 調査対象

調査対象事業所は、河川事業 104 箇所、道路事業 122 箇所、公園事業 18 箇所とし、河川事業・道路事業、河川事業・道路事業・公園事業、河川事業・公園事業を行っている事務所の場合は、それぞれの事業についてアンケート票を送付した。

### 1.1.3 調査時期

アンケートは、平成 25 年 1 月上旬に送付し、平成 25 年 1 月末を目途に回収した。

### 1.1.4 調査項目

調査項目は表 1.1-1～表 1.1-3 に示すとおりである。

表 1.1-1 発生量調査アンケート調査項目（河川事業）

No.	調査項目	質問項目	備考
1	管内の剪定、伐採、除草の状況	所管する全数量	高木、中木、低木、伐採、除草別
		H23 年度作業実施数量	〃
		H23 年度作業実施延べ数量	〃
2	剪定枝、伐木材、刈草の発生量、剪定、伐採、除草の作業実施時期	・年間発生量 ・作業を実施した季節	特定事務所について作業実施時期に代わり月別発生量
3	剪定枝、伐木材、刈草の処理量	年間処理量と処理方法	施設搬入先、資源化の場合は用途
4	刈草の収集日	作業後の収集日の間隔	
5	植物廃材エネルギー利用の技術開発動向	実施の有無	
6	その他		

表 1.1-2 発生量調査アンケート調査項目（道路事業）

No.	調査項目	質問項目	備考
1	管内の剪定、除草の状況	所管する全数量	高木、中木、低木、除草別
		H23 年度作業実施数量	〃
		H23 年度作業実施延べ数量	〃
2	剪定枝、刈草の発生量、剪定、除草の作業実施時期	・年間発生量 ・作業を実施した季節	特定事務所について作業実施時期に代わり月別発生量
3	剪定枝、刈草の処理量	年間処理量と処理方法	施設搬入先、資源化の場合は用途
4	刈草の収集日	作業後の収集日の間隔	
5	植物廃材エネルギー利用の技術開発動向	実施の有無	
6	その他		

表 1.1-3 発生量調査アンケート調査項目（公園事業）

No.	調査項目	質問項目	備考
1	管内の剪定、除草の状況	所管する全数量	高木、中木、低木、除草別
		H23 年度作業実施数量	〃
		H23 年度作業実施延べ数量	〃
2	剪定枝、刈草の月別発生量	月別発生量	
3	剪定枝、刈草の処理量	年間処理量と処理方法	施設搬入先、資源化の場合は用途
4	刈草の収集日	作業後の収集日の間隔	
5	植物廃材エネルギー利用の技術開発動向	実施の有無	
6	その他		

### 1.1.5 調査結果

#### (1) 河川事業

##### 1) 回収状況

104 箇所へアンケートを送付し、63 箇所（61%）から回答があった。このうち 3 箇所については、年間発生量に加えて月別の発生量の調査を行った。

表 1.1-4 発生量調査アンケート回収状況（河川事業）

	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
発送数	18	12	12	11	9	11	10	7	14	0	104
内、特定事務所*					2	1	1	1			5
回収数	13	8	5	6	6	4	7	5	9	0	63
内、特定事務所*					1		1	1			3
回収率	72%	67%	42%	55%	67%	36%	70%	71%	64%		61%

※特定事務所：年間発生量に加えて月別の発生量の調査を行った事務所

##### 2) 剪定、伐採、除草の状況

剪定、伐採木、除草の実施状況を図 1.1-1 に示す。

河川事業では、除草作業が主となるため、管理対象とする剪定樹木数が把握されていない例も見られる。

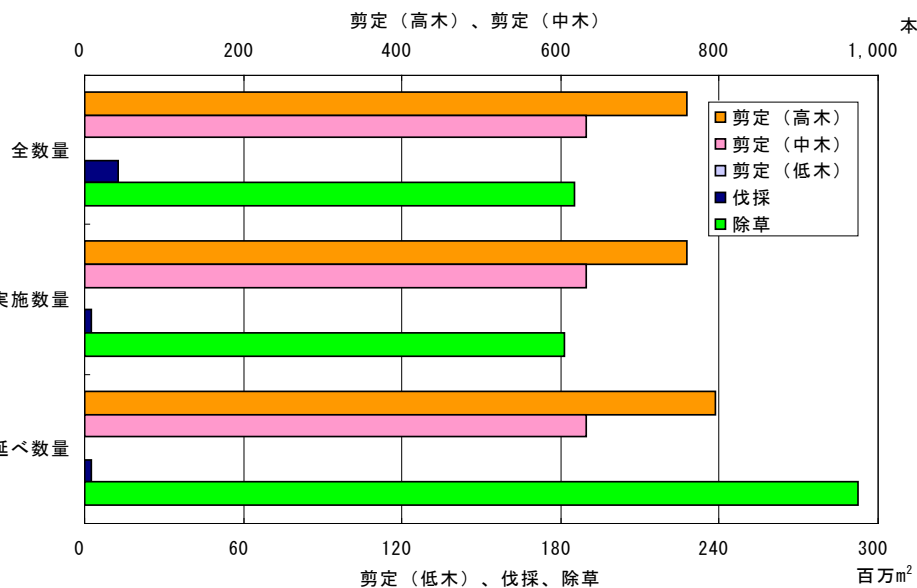


図 1.1-1 剪定、伐採、除草の実施状況（河川事業）

##### 3) 年間発生量

発生量や処理量の表記について、本技術資料では生重量を [t]、絶乾重量を [DW-t] と表記する。なお、アンケート調査結果から絶乾重量への換算方法は、1.2.1(1)を参照されたい。

年間発生量は、表 1.1-5 に示すとおり剪定枝、伐採木が約 8,800 [DW-t]、刈草が約 43,500 [DW-t] となり、圧倒的に刈草の発生量が多い。また、剪定枝、伐採木については伐採木がほとんどを占めている。

表 1.1-5 年間発生量（河川事業）（単位：DW-t/年）

地域	剪定枝、伐採木	刈草	計
北海道	3,057	9,742	12,799
東北	986	6,307	7,293
関東	311	5,683	5,994
北陸	1,531	4,184	5,715
中部	289	4,715	5,004
近畿	58	1,589	1,647
中国	2,159	3,725	5,884
四国	201	1,378	1,579
九州	231	6,141	6,372
合計	8,823	43,464	52,287

植物廃材が発生する作業実施時期については、図 1.1-2 に示すとおり剪定作業は四季を通じて行われているが、伐採は秋から冬にかけて多い。除草は春から夏にかけて実施回数が多く、冬季はほとんど行われていない。

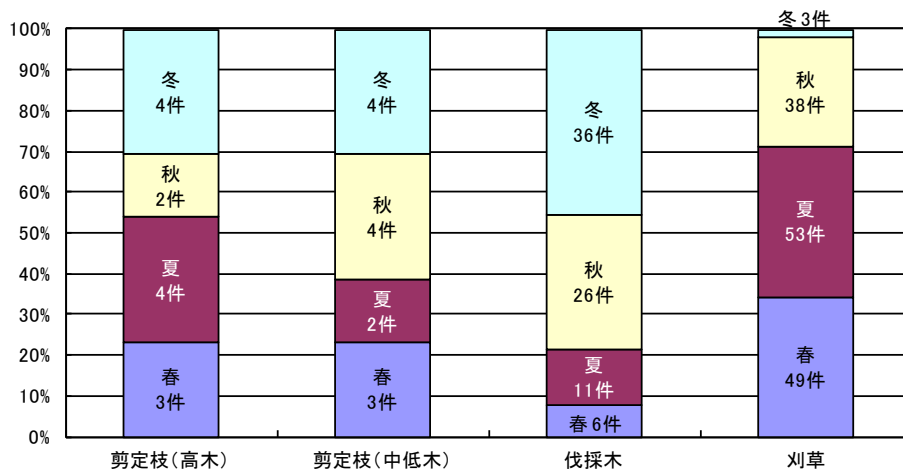


図 1.1-2 作業の実施時期（河川事業）

月別発生量を調査した特定事務所について、数量の記載のあった木曾川下流河川事務所を図 1.1-3 に、実施時期のみ記載のあった三次河川国道事務所、香川河川国道事務所については木曾川下流河川事務所とあわせて植物廃材の発生月を表 1.1-6 に示す。

表 1.1-6 で示すように 3 事務所では、刈草は 4～5 月から発生し、9 月もしくは 1 月まで続く。伐採木は 12 月から 2 月までの冬季にかけて発生している。

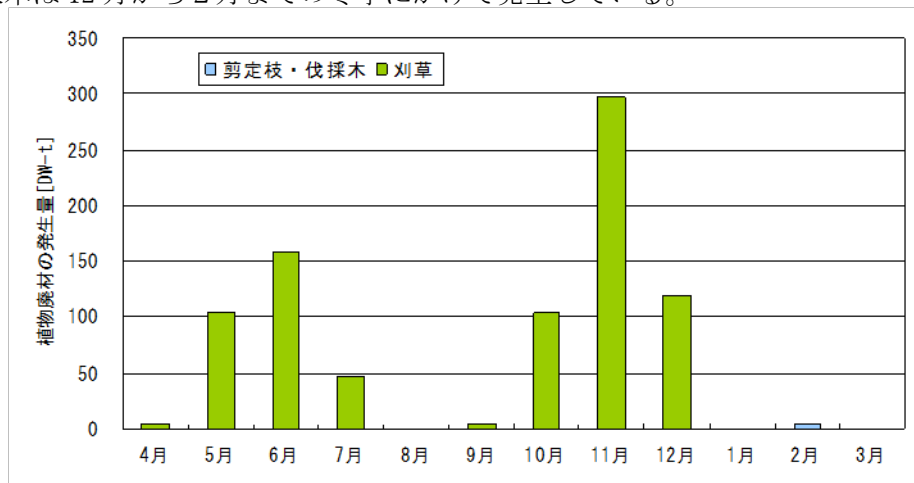


図 1.1-3 植物廃材の月別発生量（木曾川下流河川事務所）



表 1.1-6 植物廃材の発生月（河川事業）

事務所	植物廃材	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	発生量 (DW-t)
三次河川国道事務所(河川)	剪定枝(高木)													-
	剪定枝(中低木)													-
	伐採木													162
	刈草													272
香川河川国道事務所(河川)	剪定枝(高木)													-
	剪定枝(中低木)													-
	伐採木													-
	刈草													96
木曾川下流河川事務所	剪定枝(高木)													-
	剪定枝(中低木)													-
	伐採木													5
	刈草													838

※発生月に色付けしている。

#### 4) 処理方法及び処理量

剪定枝、伐採木及び刈草の処理方法及び処理量を図 1.1-4 に示す。

剪定枝、伐採木は民間の資源化施設への搬入が最も多く、次いでその他有効利用や焼却が行われている。資源化処理は、主にチップ化が行われており、その他有効利用は地域住民等へ無償提供することが多くあげられている。

刈草は未収集・残置が最も多く、次いでその他有効利用、民間資源化となっている。その他有効利用は酪農家へ飼料や敷きわらとして提供されるほか、農家や地域住民へ堆肥原料としての引き渡しがあげられている。

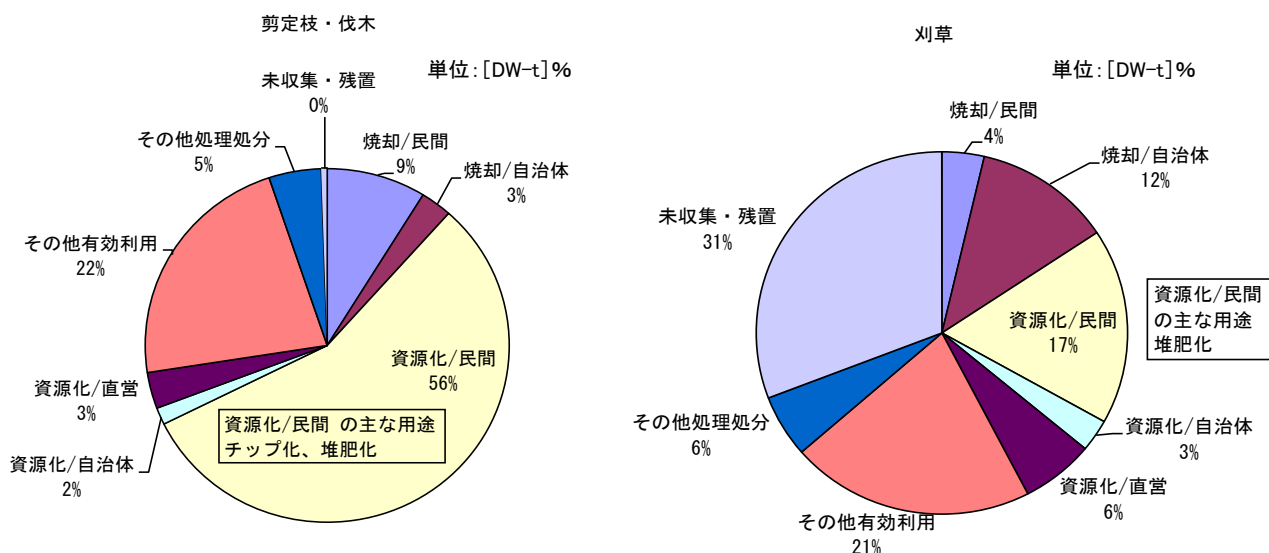


図 1.1-4 処理方法（河川事業）

民間、自治体、直営をあわせた資源化の方法を図 1.1-5 に示す。剪定枝・伐採木ではチップ化が最も多い。また、刈草では堆肥化が最も多い。

燃料化などエネルギー利用については、エネルギー利用と特定できたものだけで、剪定枝・

伐採木で17%、刈草で9%の回答がある。ただし、チップ化については、その後、エネルギー利用も可能であるので実際にはもう少し割合が高くなると考えられる。剪定枝・伐採木の具体的な燃料利用としては、図 1.1-4 に示すとおり資源化については民間の処理業者が最も多いことから、民間での燃料化ということになるが、燃料チップ化（千歳川河川事務所）、バイオマス発電燃料（能代河川国道事務所）、発電所ボイラー用の燃料チップ（江戸川河川事務所）、チップ化・ボイラー燃料（鳥取河川国道事務所）、固形燃料（那賀川河川事務所）等が、刈草では発電所ボイラー用の燃料チップ（江戸川河川事務所）、燃料（高知河川国道事務所）があげられている。

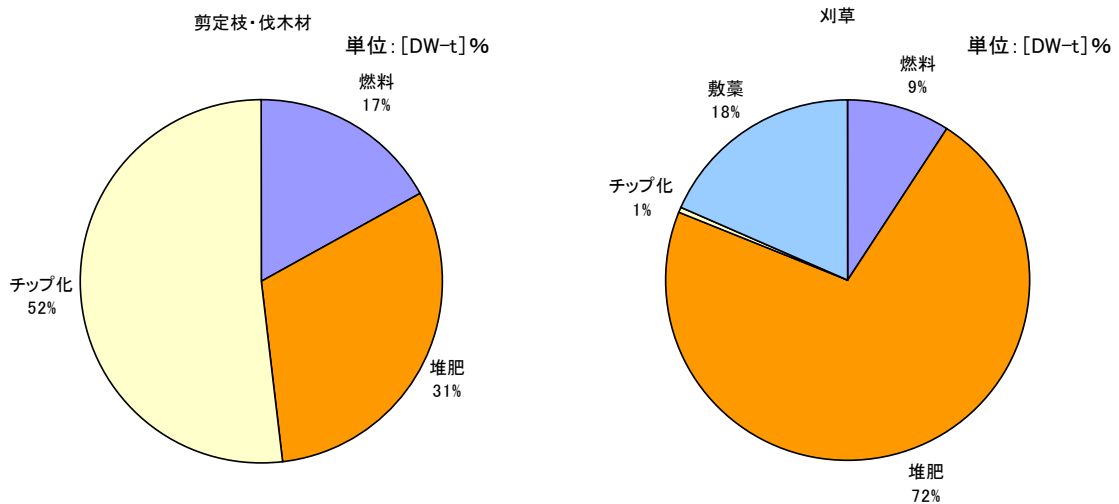


図 1.1-5 資源化の方法（河川事業）

除草作業日から収集日までの日数については、図 1.1-6 に示すとおり 1～3 日後に 33 事務所が収集すると回答している。また、7 日以上残置してから収集する事務所が 16 事務所となっている。いずれにしても河川事業においては除草当日に収集する事務所は 2 事務所と非常に少ない。

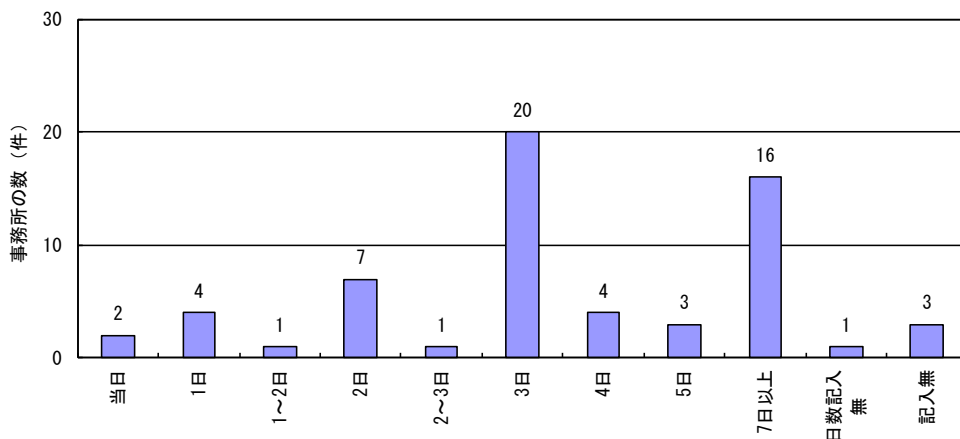


図 1.1-6 除草後から収集までの日数（河川事業）

## (2) 道路事業

### 1) 回収状況

122 箇所（国道事務所、河川国道事務所のうち国道事業担当部署）へアンケートを送付し、63 箇所（52%）から回答があった。このうち、3 事務所については、年間発生量に加えて月別の発生量の調査も行った。

表 1.1-7 発生量調査アンケート回収状況（道路事業）

	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
発送数	35	13	15	5	13	12	9	7	11	2	122
内、特定事務所※			1	1	1		1	1			5
回収数	19	9	6	3	6	6	2	3	7	2	63
内、特定事務所※			1		1			1			3
回収率	54%	69%	40%	60%	46%	50%	22%	43%	64%	100%	52%

※特定事務所：年間発生量に加えて月別の発生量の調査を行った事務所

### 2) 剪定、除草の状況

剪定、除草の実施状況を図 1.1-7 に示す。

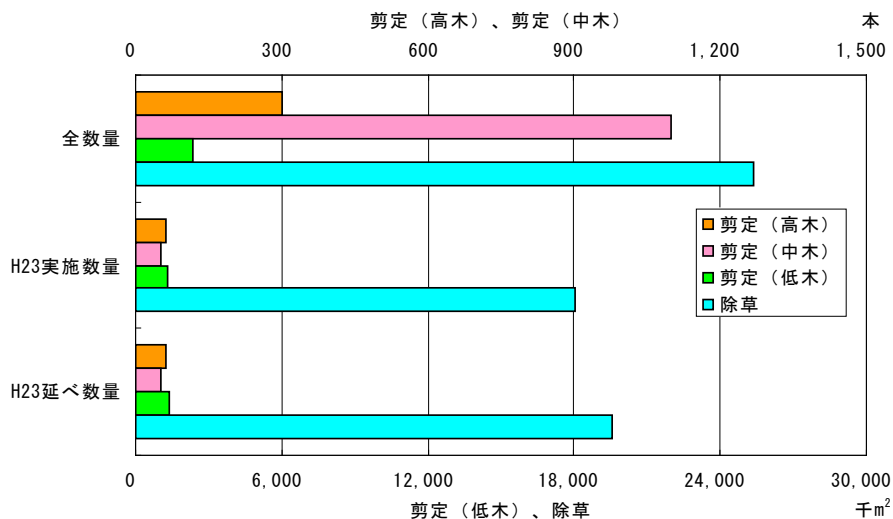


図 1.1-7 剪定、除草の実施状況（道路事業）

### 3) 年間発生量

年間発生量は表 1.1-8 に示すとおり剪定枝が約 3,200 [DW-t]、刈草が約 7,000 [DW-t] である。なお、アンケート調査結果から絶乾重量への換算方法は、1.2.1(1)を参照されたい。

表 1.1-8 年間発生量（道路事業）（単位：DW-t/年）

地域	剪定枝	刈草	計
北海道	332	1,646	1,978
東北	367	640	1,007
関東	616	1,440	2,056
北陸	50	357	407
中部	438	1,007	1,445
近畿	401	506	907
中国	47	44	91
四国	333	158	491
九州	472	1,122	1,594
沖縄	172	79	251
合計	3,228	6,999	10,227

植物廃材が発生する作業実施時期について、図 1.1-8 に示すとおり剪定作業及び除草作業とも冬季がやや少ないが、四季を通じて行われている。

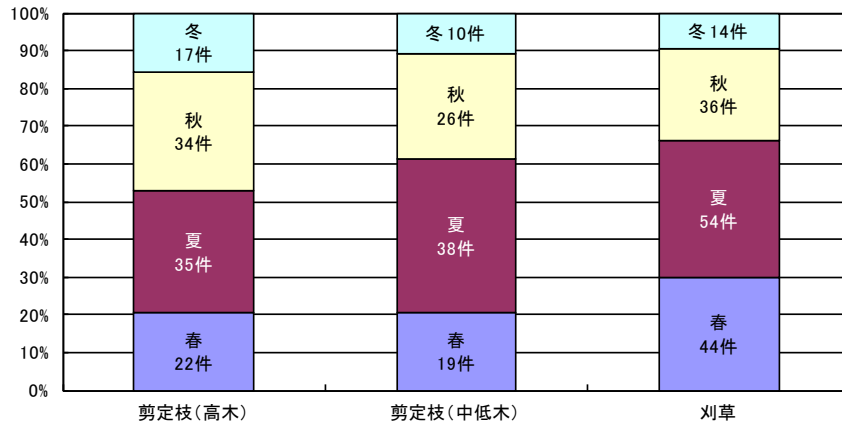


図 1.1-8 作業の実施時期 (道路事業)

月別発生量を調査した特定事務所について図 1.1-9～図 1.1-11 に植物廃材の月別発生量を示す。剪定枝と刈草の区分がなされていない場合もあるので一概には言えないが、剪定枝では11月～3月、刈草では6月～12月に多いと推定される。

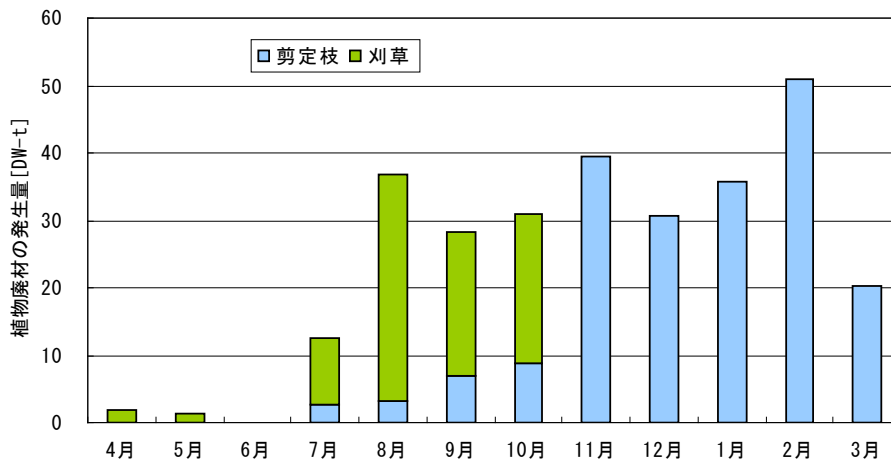


図 1.1-9 植物廃材の月別発生量 (相武国道事務所)

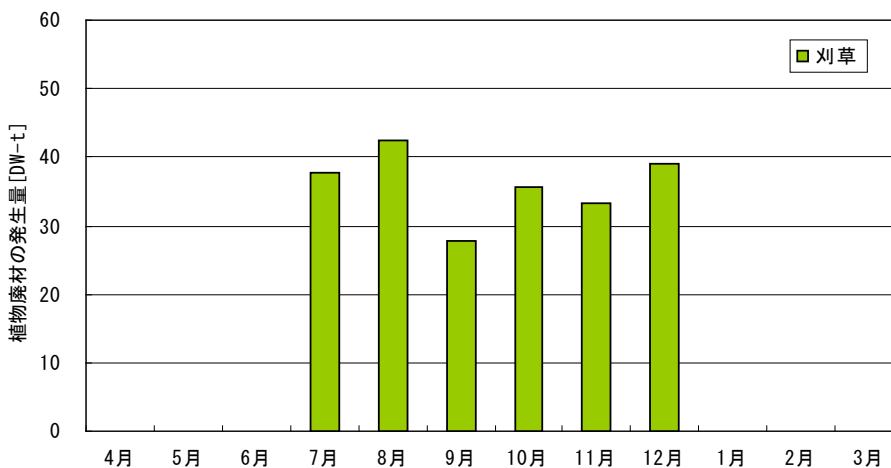
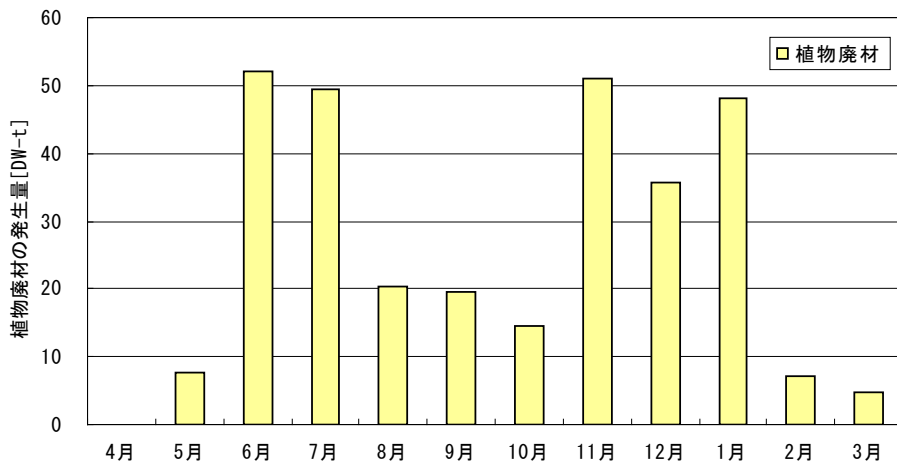


図 1.1-10 植物廃材の月別発生量 (北勢国道事務所)



※剪定枝と刈草の区分の回答はなし。

図 1.1-11 植物廃材の月別発生量 (香川河川国道事務所 (道路))

#### 4) 処理方法及び処理量

剪定枝及び刈草の処理方法及び処理量を図 1.1-12 に示す。

剪定枝は民間の資源化施設への搬入が最も多く、次いで民間の焼却施設、自治体の焼却施設となっている。資源化は主にチップ化、堆肥化が行われている。

また、刈草も剪定枝と同様の処理が行われているほか、未収集残置も多い。

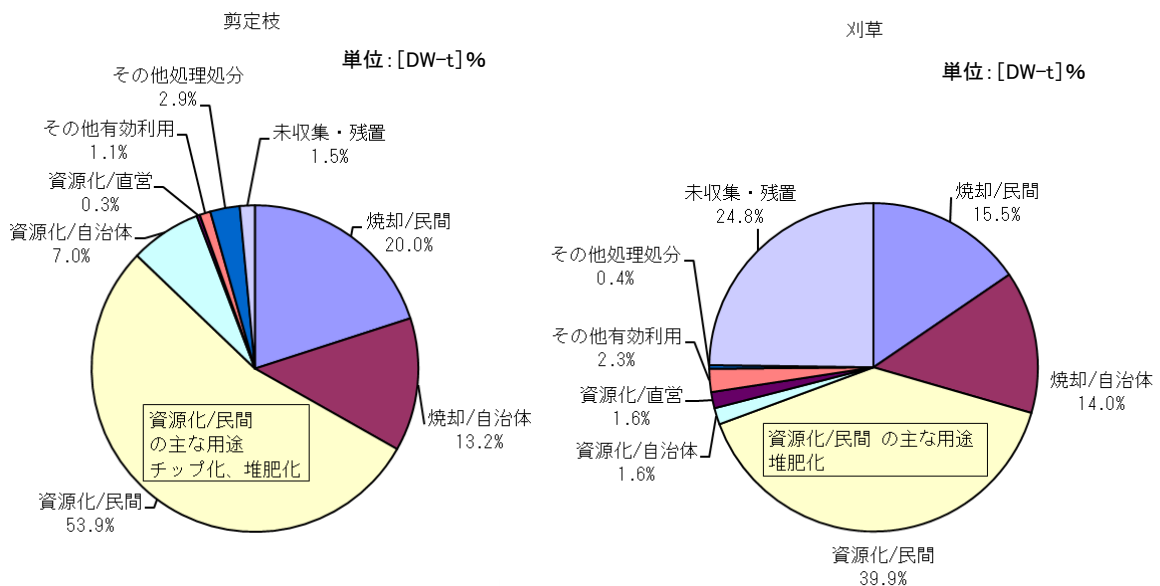


図 1.1-12 処理方法 (道路事業)

民間、自治体、直営をあわせた資源化の方法を図 1.1-13 に示す。剪定枝ではチップ化が、刈草では堆肥化が最も多い。

燃料などのエネルギー利用については、エネルギー利用と特定できたものだけで、剪定枝が7%、刈草で2%の回答がある。こちらも河川事業と同様に、チップ化については、その後、エネルギー利用も可能であるので実際にはもう少し割合が高くなると考えられる。具体的な用途としては、民間の処理業者での資源化ということになるが、剪定枝ではバイオマス発電燃料

(仙台河川国道事務所、福島河川国道事務所)、燃料用チップ(旭川道路事務所、土佐国道事務所)等が、刈草では燃料チップ(三陸国道事務所、仙台河川国道事務所、土佐国道事務所)等があげられている。

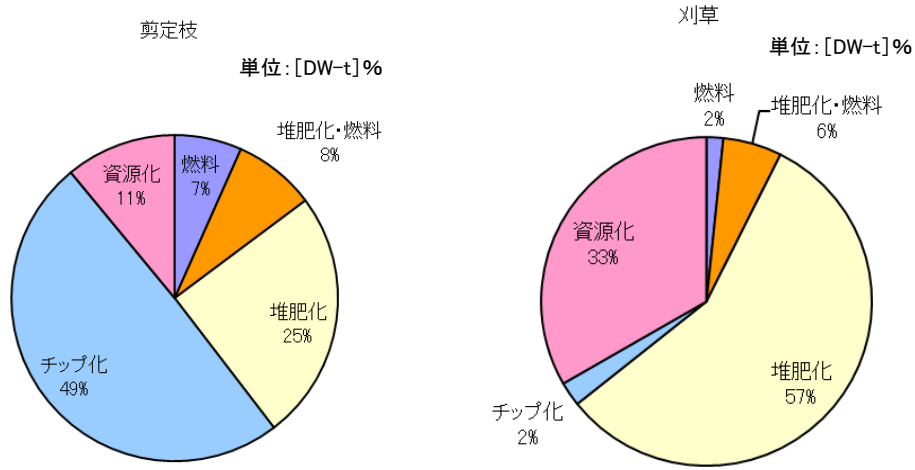


図 1.1-13 資源化の方法 (道路事業)

道路事業において除草作業日から収集日までの日数は、図 1.1-14 に示すとおり除草作業当日に収集する場合は圧倒的に多い。

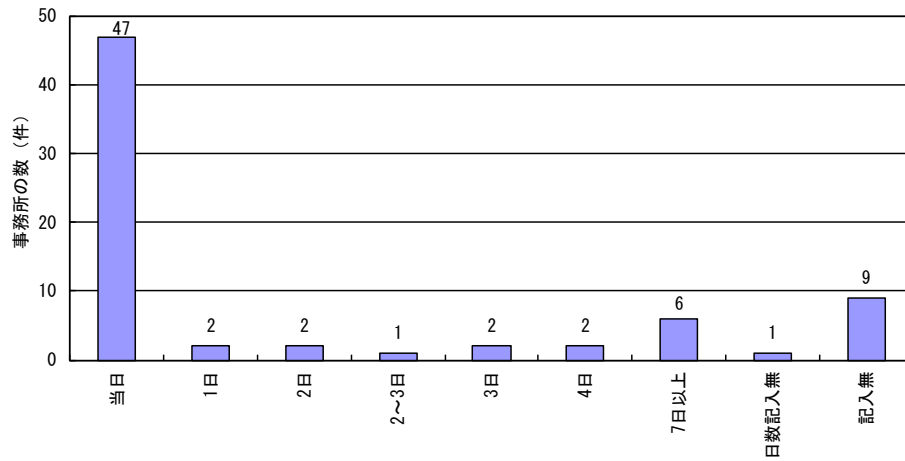


図 1.1-14 除草後から収集までに日数 (道路事業)

(3) 公園事業

1) 回収状況

18 箇所の公園事務所へアンケートを送付し、11 事務所（61%）から回答があった。

表 1.1-9 発生量調査アンケート回収状況（公園事業）

	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
発送数	1	1	5	1	2	3	1	1	2	1	18
回収数	1	1	3	1	1	1	0	1	1	1	11
回収率	100%	100%	60%	100%	50%	33%	0%	100%	50%	100%	61%

2) 剪定、伐採、除草の状況

剪定、除草の実施状況を図 1.1-15 に示す。

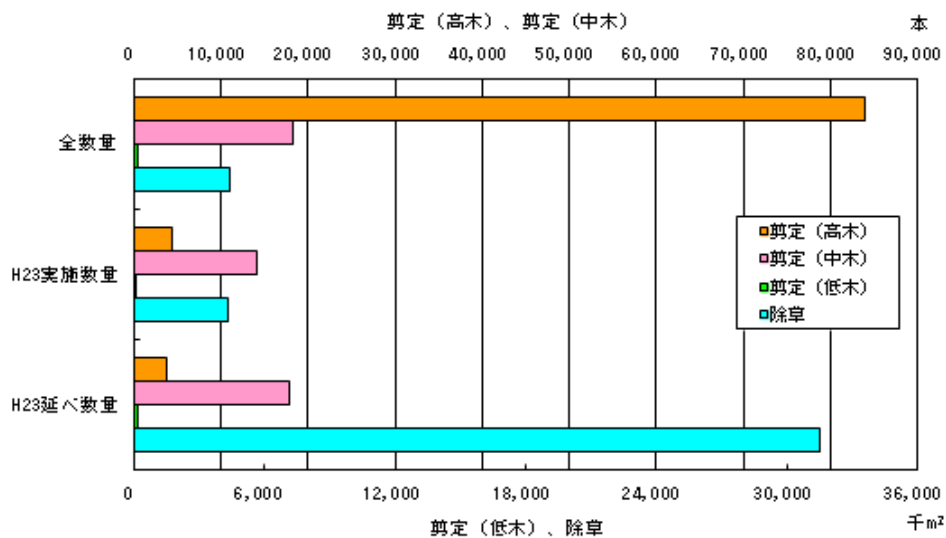


図 1.1-15 剪定、除草の実施状況（公園事業）

3) 年間発生量

公園毎の植物廃材の発生量を表 1.1-10 に示す。なお、アンケート調査結果から絶対重量への換算方法は、1.2.1(1)を参照されたい。

剪定枝は発生のない公園や年間 20 [DW-t] 以下の発生となっている公園が多い。刈草は剪定枝に比べ多く発生しており、200 [DW-t] を超える公園がある。

表 1.1-10 各公園の剪定枝、刈草の年間発生量（公園事業）（単位：DW-t/年）

公園名	剪定枝	刈草	計
国営滝野すずらん丘陵公園	内訳不明	内訳不明	39
国営みちのく杜の湖畔公園	21	88	109
国営ひたち海浜公園	内訳不明	内訳不明	91
国営東京臨海広域防災公園	0.9	0.7	1.6
国営アルプスあづみの公園	10	165	175
国営越後丘陵公園	13	39	52
国営木曾三川公園	0	51	51
淀川河川公園	85	53	138
国営飛鳥歴史公園	86	209	295
国営飛鳥歴史公園（平城宮跡）	0	11	11
国営讃岐まんのう公園	18	177	195
国営吉野ヶ里歴史公園	10	40	50
国営沖縄記念公園	車両台数管理	車両台数管理	車両台数管理

#### 4) 月別発生量

月別発生量の回答があった公園について月別発生量を図 1.1-16～図 1.1-24 に示す。比較的5月から8月にかけて発生量が多い傾向が伺えるが、国営飛鳥歴史公園や国営吉野ヶ里歴史公園のように1月に発生量が多い公園も見られる。

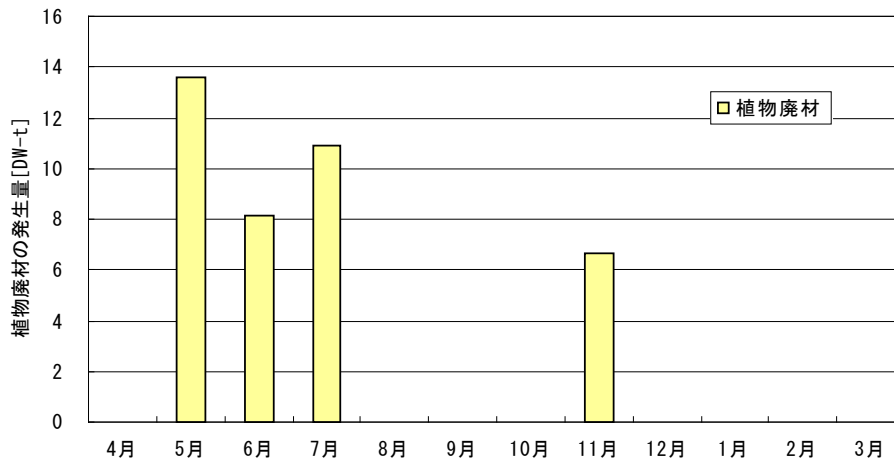


図 1.1-16 植物廃材の月別発生量（国営滝野すずらん丘陵公園）

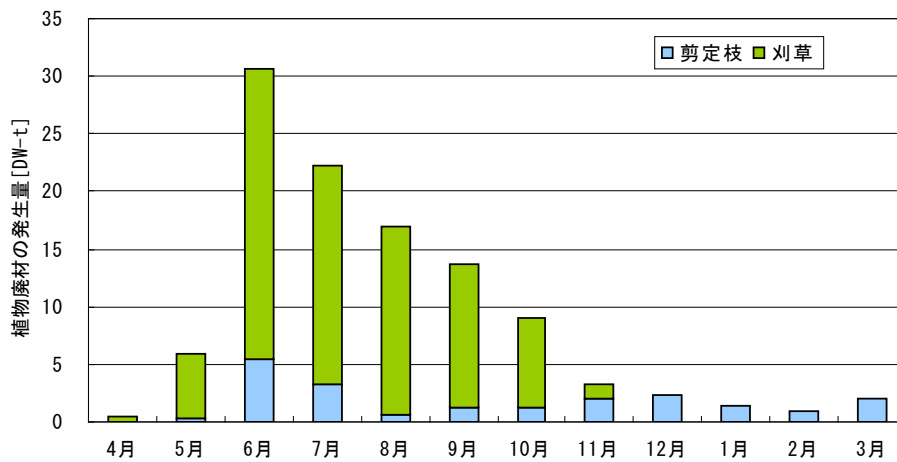


図 1.1-17 植物廃材の月別発生量（国営みちのく杜の湖畔公園）

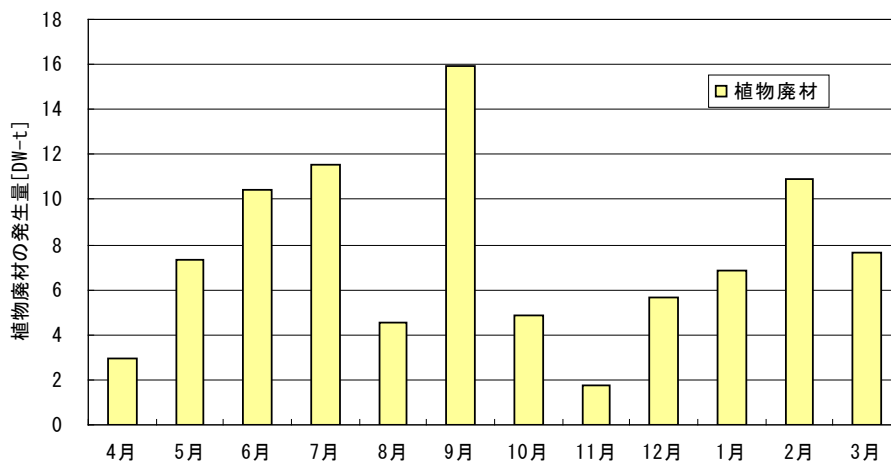


図 1.1-18 植物廃材の月別発生量（国営ひたち海浜公園）



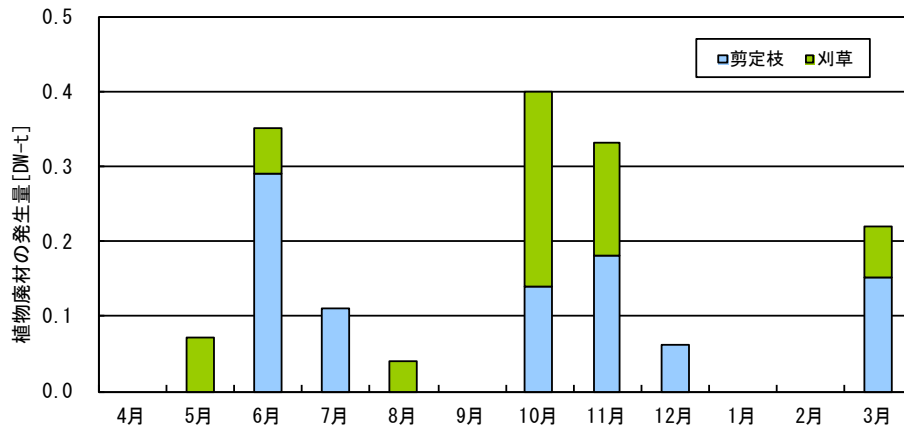


図 1.1-19 植物廃材の月別発生量（国営東京臨海広域防災公園）

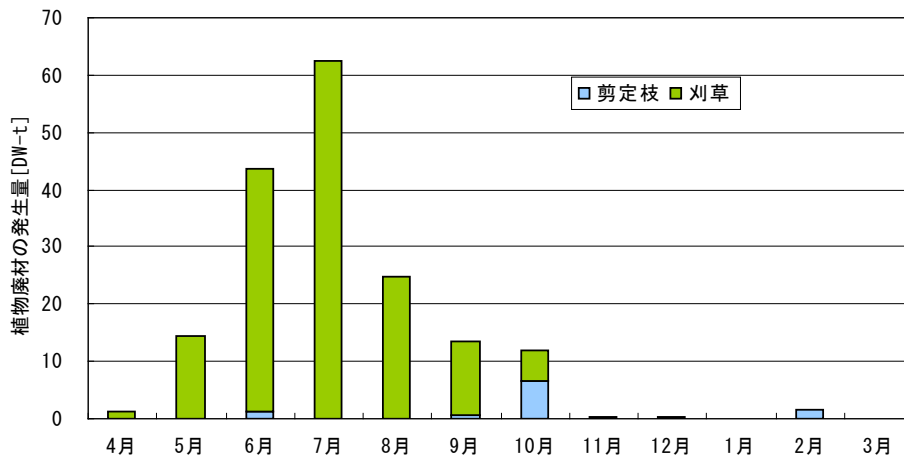


図 1.1-20 植物廃材の月別発生量（国営アルプスあづみの公園）

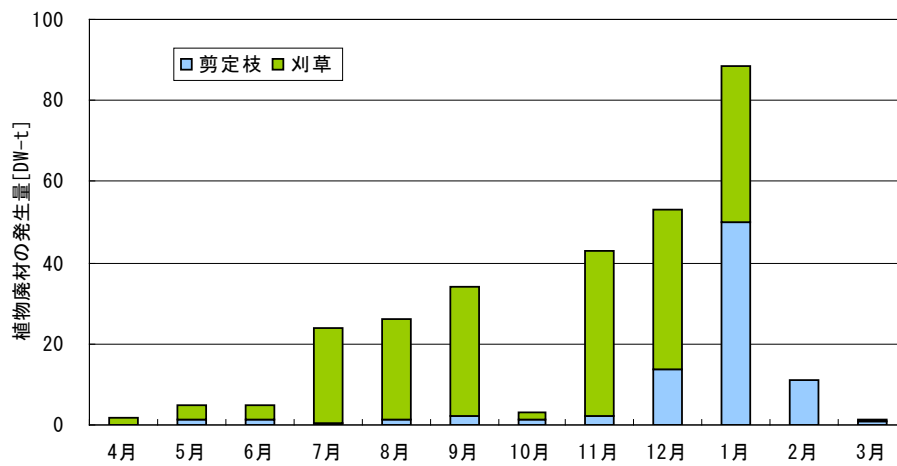


図 1.1-21 植物廃材の月別発生量（国営飛鳥歴史公園）

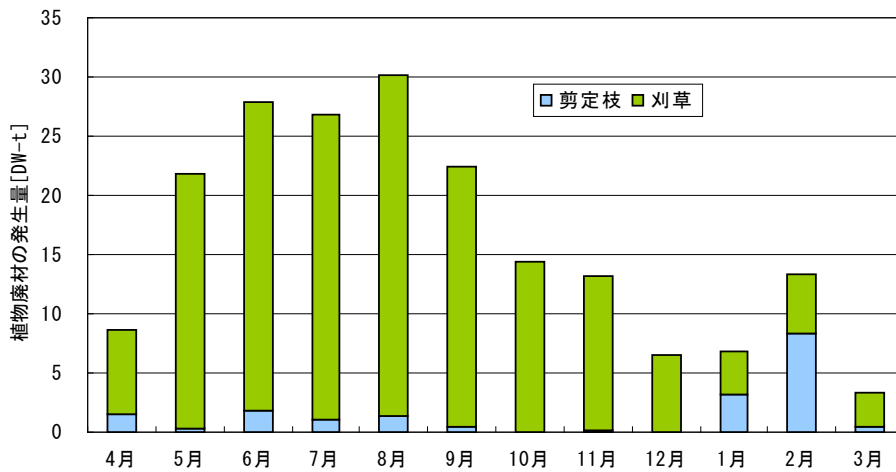


図 1.1-22 植物廃材の月別発生量 (国営讃岐まんのう公園)

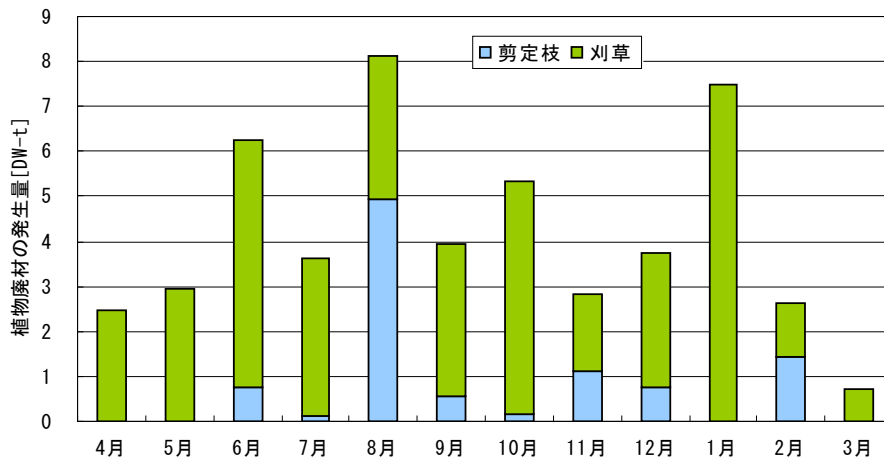


図 1.1-23 植物廃材の月別発生量 (国営吉野ヶ里歴史公園)

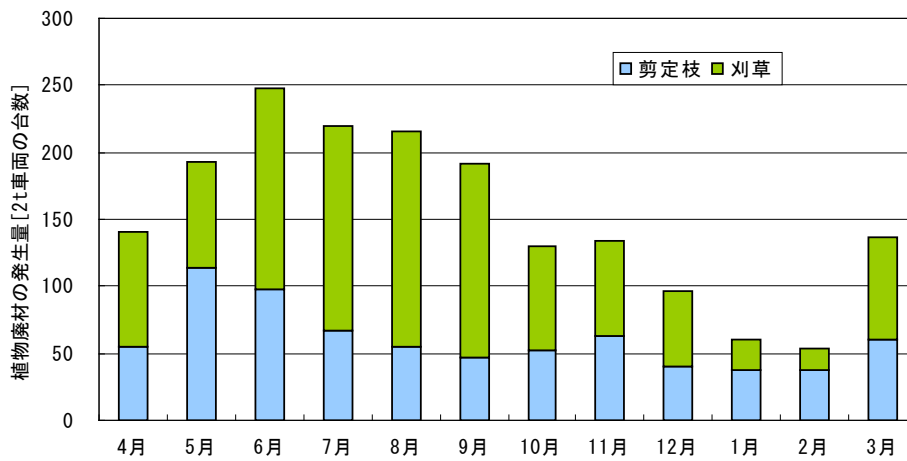


図 1.1-24 植物廃材の月別発生量 (国営沖縄記念公園)

### 5) 処理方法及び処理量

剪定枝及び刈草の処理方法及び処理量を図 1.1-25 に示す。剪定枝は、そのほとんどが直営及び民間施設で資源化が行われている。直営ではチップ化して公園内で堆肥やマルチング材として利用されている。また、刈草も直営の資源化が多く、公園内で堆肥化し、利用されている。刈草では残置が約2割を占めているが発生量が多い国営飛鳥歴史公園でのみ行われている。

なお、公園事業では燃料等の用途での資源化は行われていない。

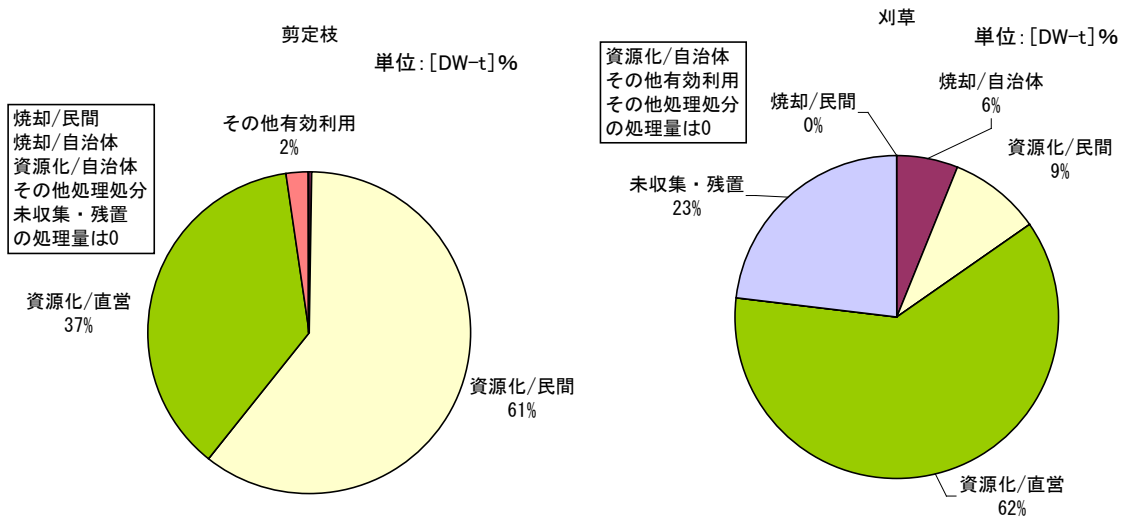


図 1.1-25 剪定枝・刈草の処理方法 (公園事業)

公園事業において除草作業日から収集日までの日数は、図 1.1-26 に示すとおり除草作業当日に収集するケースが多く、1公園を除いて3日以内には集草している。

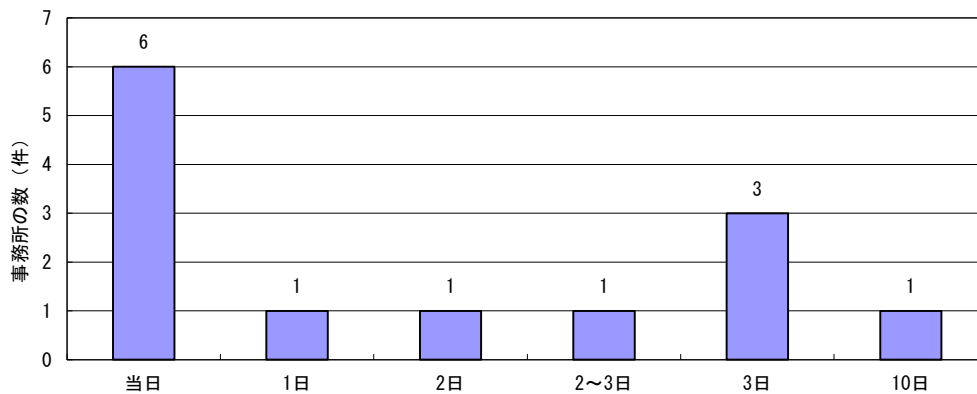


図 1.1-26 除草後から収集までの日数 (公園事業)

## 1.2 文献調査による全国における植物廃材の発生量の推計

全国の自治体及び高速道路等における植物廃材の発生量を把握するため、文献調査及び自治体へのヒアリング等により関連した統計資料を入手し、それらから得られた数量及び原単位等をもとに、全国の自治体及び高速道路における植物廃材の発生量を推計した。さらに、1.1 及び上記の文献調査で得られた結果をもとに、全国における植物廃材の発生量の推計を行った。

### 1.2.1 直轄事業における植物廃材の発生量の推計

#### (1) アンケート調査

アンケート調査では、植物廃材の発生量を重量 (t) で回答するよう依頼しているが、重量で把握していない場合は、重量に代わる単位 ( $m^3$  や  $m^2$  等) とその数量を記載することも可としているため、重量以外で回答のあった発生量の換算方法等を以下に示す。

#### 1) 河川・道路事業

河川・道路事業における換算のフローを図 1.2-1 に示す。なお、重量は最終的に絶乾重量に換算した。

##### (i) 植物廃材の発生量の換算の概要

###### i) 作業実施数量が回答されている場合

アンケート調査では発生重量に加え、剪定作業 (本または  $m^2$ )、伐採面積 ( $m^2$ 、河川のみ)、除草面積 ( $m^2$ ) の実施数量を調査しているため、ともに記載のあった事務所から実施数量当たりの発生重量 (原単位) を算出した。作業実施数量が回答されている事務所は、得られた原単位に作業実施数量に乗じて発生重量とした。

ただし、中木と低木の作業実施数量はそれぞれ (本) と ( $m^2$ ) で調査しているが、発生重量は中低木をあわせて調査しており、各原単位の算出ができない。このため、平成 20 年度 河川・道路等管理由来草木系バイオマス賦存量及び利用方法検討業務報告書 (平成 21 年 3 月 国土交通省総合政策局事業総括調整官室)<sup>1)</sup> (以下「既往資料」という。) による各原単位と回答のあった発生重量から本調査における中木・低木の原単位を設定した。詳細は「(ii) 作業実施数量当たりの発生量」に示す。

###### ii) 容量 ( $m^3$ ) が回答されている場合

発生量が容量で回答されている場合は、剪定枝、伐採木、刈草ごとに単位体積重量を設定し、容量に乗じて重量に換算した。

###### iii) その他

出雲河川事務所では、刈草の一部をロール個数で把握している。アンケート調査票においてロール 1 個当たりの重量の表記があったため、この換算値により重量を算出した。

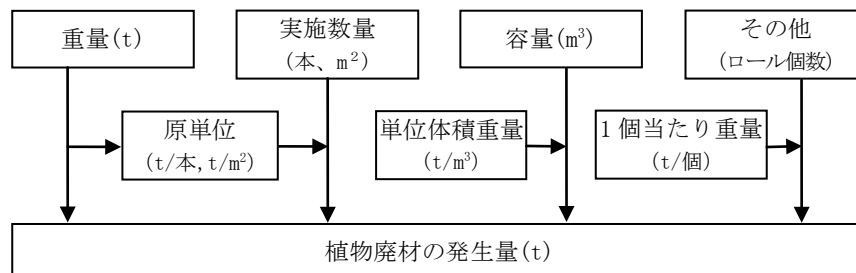


図 1.2-1 植物廃材の発生量の換算 (河川・道路事業)

(ii) 作業実施数量当たりの発生量（原単位）

i) 高木

高木の剪定枝は河川事業においてほとんど発生がないことから、道路事業において剪定作業数量と発生量（t）の記載があった事務所を集計し、原単位を設定した。

表 1.2-1 発生重量の換算値（剪定枝-高木）

植物廃材	原単位	使用したデータ数
剪定枝（高木）	132.91 kg/本	道路事業 20

表 1.2-2 原単位算定に使用したデータ（剪定枝-高木）

No.	事務所	H23 延べ数量 (本)	発生量 (t)	原単位 (kg/本)
1	滝川道路事務所	40	5	125.00
2	深川道路事務所	130	43	330.77
3	旭川道路事務所(第1工務課)	1,343	67.8	50.48
4	士別道路事務所	221	10.45	47.29
5	富良野道路事務所	344	29.3	85.17
6	帯広道路事務所	69	35.5	514.49
7	岩手河川国道事務所	655	15	22.90
8	常陸河川国道事務所_水戸国道	13	3.13	240.77
9	常陸河川国道事務所_日立国道	45	21	466.67
10	常陸河川国道事務所_鹿嶋国道	136	13	95.59
11	常陸河川国道事務所_土浦国道	193	6.09	31.55
12	相武国道事務所	1,878	386.62	205.87
13	羽越河川国道事務所	21	1	47.62
14	富山河川国道事務所	61	1.18	19.34
15	飯田国道事務所	463	76.8	165.87
16	兵庫国道事務所	7,000	170	24.29
17	和歌山河川国道事務所	402	19.4	48.26
18	大洲河川国道事務所	384	15	39.06
19	北部国道事務所	3,230	224	69.35
20	南部国道事務所	3,600	100	27.78
	平均	1,011	62	<b>132.91</b>

ii) 中低木

高木と同様、中低木についても道路事業の調査結果を集計し、原単位を設定する。ただし、アンケート調査では実施数量を中木（本）と低木（m<sup>2</sup>）で調査しているが、剪定作業の実態として中木と低木をあわせて処理が行われるため、発生量は中低木をあわせて調査している。したがって中木、低木ごとの原単位の算出ができない。このため、既往資料による原単位と、回答のあった発生重量から本調査における中木・低木の原単位を設定した（表 1.2-3）。設定方法は以下のとおりである。

表 1.2-3 発生重量の換算値（剪定枝-中木、低木）

植物廃材	原単位	使用したデータ数
剪定枝（中木）	12.99 kg/本	道路事業 14
剪定枝（低木）	1.58 kg/m <sup>2</sup>	道路事業 13

※原単位の設定方法

- 既往資料による原単位 中低木（単独植え） 0.01016 t/本（10.16 kg/本）  
中低木（寄せ植え） 0.00156 t/m<sup>2</sup>（1.56 kg/m<sup>2</sup>）  
既往資料：平成20年度河川・道路等管理由来草木系バイオマス賦存量及び利用方法検討業務報告書  
（平成21年3月 国土交通省総合政策局事業総括調整官室）<sup>1)</sup>
- 既往資料では、高木・中低木（単独植え）・中低木（寄せ植え）の区分で調査を行っていることから、単独植えを中木、寄せ植えを低木と見なし、発生重量と、既往資料の原単位と実施数量を乗じた値との割合を算出し、その割合を既往資料の原単位に乗じて各原単位を算出した。

例) 剪定（中木）H23 実施延べ数量 43 本  
剪定（低木）H23 実施延べ数量 2,560m<sup>2</sup>  
剪定枝（中低木）発生量 11.4t

11.4t

=2.573

$43 \text{ 本} \times 0.01016 \text{ t/本} + 2,560 \text{ m}^2 \times 0.00156 \text{ t/m}^2$

剪定（中木）原単位 0.01016 t/本  $\times 2.573 = 26.1 \text{ kg/本}$

剪定（低木）原単位 0.00156 t/m<sup>2</sup>  $\times 2.573 = 4.0 \text{ kg/m}^2$

表 1.2-4 原単位算定に使用したデータ（剪定枝-中木）

No.	事務所	H23 延べ数量 (本)	割合※1	原単位 (kg/本)
1	旭川道路事務所(第1工務課)	43	2.573	26.1
2	土別道路事務所	39	4.770	48.5
3	岩手河川国道事務所	859	0.693	7.0
4	常陸河川国道事務所_水戸国道	951	0.746	7.6
5	常陸河川国道事務所_鹿嶋国道	452	0.505	5.1
6	常陸河川国道事務所_土浦国道	1,169	0.326	3.3
7	相武国道事務所	472	0.090	0.9
8	富山河川国道事務所	1,170	1.170	11.9
9	多治見砂防国道事務所	1,300	0.360	3.7
10	飯田国道事務所	119	0.989	10.0
11	兵庫国道事務所	2,100	0.638	6.5
12	和歌山河川国道事務所	650	2.834	28.8
13	大洲河川国道事務所	738	0.386	3.9
14	南部国道事務所	100	1.818	18.5
平均		726		<b>12.99</b>

表 1.2-5 原単位算定に使用したデータ（剪定枝-低木）

No.	事務所	H23 延べ数量 (m <sup>2</sup> )	割合※1	原単位 (kg/m <sup>2</sup> )
1	旭川道路事務所(第1工務課)	2,560	2.573	4.0
2	岩手河川国道事務所	14,762	0.693	1.1
3	常陸河川国道事務所_水戸国道	30,011	0.746	1.2
4	常陸河川国道事務所_鹿嶋国道	39,040	0.505	0.8
5	常陸河川国道事務所_土浦国道	19,530	0.326	0.5
6	相武国道事務所	73,843	0.090	0.1
7	富山河川国道事務所	43,374	1.170	1.8
8	多治見砂防国道事務所	9,100	0.360	0.6
9	飯田国道事務所	7,136	0.989	1.5
10	兵庫国道事務所	120,900	0.638	1.0
11	和歌山河川国道事務所	7,979	2.834	4.4
12	大洲河川国道事務所	30,060	0.386	0.6
13	南部国道事務所	6,400	1.818	2.8
平均		31,130		<b>1.58</b>

※1 中低木発生量（実績値）に対して既往資料による原単位と H23 延べ数量を乗じた値の割合  
（表 1.2-4、表 1.2-5 と同）

iii) 伐採木

河川事務所において伐採木の作業数量 (m<sup>2</sup>) と発生量 (t) の記載があった事務所を集計し、原単位を設定した。

表 1.2-6 発生重量の換算値 (伐採木)

植物廃材	原単位	使用したデータ数
伐採木	8.22 t/m <sup>2</sup>	河川事業 20

表 1.2-7 原単位算定に使用したデータ (伐採木)

No.	事務所	H23 延べ数量 (m <sup>2</sup> )	発生量 (t)	原単位 (t/m <sup>2</sup> )
1	岩見沢河川事務所	109,126	886.86	8.1
2	空知川河川事務所	42,000	206	4.9
3	今金河川事務所	7,070	76	10.7
4	釧路河川事務所	1,200	27	22.5
5	留萌開発事務所	24,600	450.3	18.3
6	秋田河川国道事務所	49,000	360	7.3
7	山形河川国道事務所	19,800	360	18.2
8	福島河川国道事務所	6,400	41	6.4
9	阿賀野川河川事務所	98,200	1622	16.5
10	羽越河川国道事務所	70,000	332	4.7
11	黒部河川事務所	240,000	91	0.4
12	金沢河川国道事務所	78,600	23.9	0.3
13	福井河川国道事務所	3,600	74	20.6
14	姫路河川国道事務所	17,480	15	0.9
15	倉吉河川国道事務所	71,800	252	3.5
16	太田川河川事務所	16,118	112	6.9
17	那賀川河川事務所	86,067	208.9	2.4
18	大洲河川国道事務所	5,900	36	6.1
19	中村河川国道事務所	385	0.9	2.3
20	菊池川河川事務所	16,000	50.9	3.2
平均		46,937	261	<b>8.22</b>

iv) 刈草

河川事業と道路事業では、除草面積が大きく異なることから、事業別に原単位を設定することとし、事業毎に除草面積 (m<sup>2</sup>) と刈草発生量 (t) の記載があった事務所を集計し、原単位を設定した。

なお、刈草は、特に河川事業において除草後、現地に残置するケースが多く、収集時には重量が減少する。このため、アンケートで調査した除草から収集までの日数をもとに除草時の重量に換算して原単位を算出した。収集までの日数による減量の換算値は緑化生態研究室で実施した含水率計測調査における重量測定から設定した (表 1.2-11)。

注) この含水率計測調査は、平成 24 年の冬期 (11 月) に屋外 (簡易ビニルハウス内) で保管した 2 種類の刈草の重量変化の平均値を用いたが、夏期に屋外で乾燥させた場合は、乾燥がさらに促進する可能性がある。

表 1.2-8 発生重量の換算値 (刈草)

植物廃材	原単位	使用したデータ数
刈草 (河川事業)	3.36 t/ha	河川事業 21
刈草 (道路事業)	13.05 t/ha	道路事業 45

表 1.2-9 原単位算定に使用したデータ (刈草/河川)

No.	事務所	H23 延べ数量 (ha)	発生量 (t)	原単位 (t/ha)	除草時重量 (t)	除草時原単位 (t/ha)
1	千歳川河川事務所	568.95	165	0.29	183	0.32
2	帯広河川事務所	769.86	2,835	3.68	2,910	3.78
3	遠軽開発事務所	194.79	103	0.53	111	0.57
4	高瀬川河川事務所	51.00	133	2.61	144	2.82
5	秋田河川国道事務所	244.86	544	2.22	581	2.37
6	山形河川国道事務所	620.14	776	1.25	838	1.35
7	福島河川国道事務所	372.60	969	2.60	1,046	2.81
8	荒川上流河川事務所	1,640.62	462	0.28	581	0.35
9	荒川下流河川事務所	464.00	170	0.37	214	0.46
10	金沢河川国道事務所	292.41	194	0.66	210	0.72
11	三重河川国道事務所	530.80	3,260	6.14	3,521	6.63
12	木曽川下流河川事務所	541.30	1,854	3.43	2,002	3.70
13	猪名川河川事務所	102.29	407	3.98	489	4.78
14	姫路河川国道事務所	489.30	1,030	2.11	1,112	2.27
15	和歌山河川国道事務所	406.53	664	1.63	735	1.81
16	岡山河川事務所	667.60	4,235	6.34	4,685	7.02
17	太田河川事務所	234.90	929	3.95	1,003	4.27
18	香川河川国道事務所	78.24	207	2.65	229	2.93
19	大洲河川国道事務所	122.78	978	7.96	1,230	10.02
20	武雄河川事務所	1,298.50	3,940	3.03	4,730	3.64
21	山国河川事務所	40.26	316	7.85	316	7.85
	平均	463.42	1,151	3.03	1,280	<b>3.36</b>

表 1.2-10 原単位算定に使用したデータ (刈草/道路)

No.	事務所	H23 延べ数量 (ha)	発生量 (t)	原単位 (t/ha)	除草時重量 (t)	除草時原単位 (t/ha)
1	札幌道路事務所	12.65	107	8.45	110	8.70
2	深川道路事務所	90.04	2	0.02	2	0.02
3	函館道路事務所	9.10	157	17.25	157	17.25
4	小樽道路事務所	5.52	95	17.19	95	17.19
5	旭川道路事務所植栽	1.22	4	2.86	4	3.27
6	旭川道路事務所旭川	2.17	8	3.69	8	3.69
7	旭川道路事務所神楽	184.18	4	0.02	5	0.03
8	旭川道路事務所未広	16.78	41	2.43	43	2.56
9	士別道路事務所	94.60	86	0.91	113	1.19
10	富良野道路事務所	40.00	1,040	26.00	1,040	26.00
11	室蘭道路事務所	11.77	22	1.86	24	2.04
12	中標津道路事務所	57.99	45	0.77	48	0.83
13	帯広道路事務所	2.32	52	22.45	52	22.45
14	岩手河川国道事務所	55.25	262	4.74	315	5.70
15	三陸国道事務所	22.57	144	6.36	144	6.38
16	湯沢河川国道事務所	7.42	47	6.30	52	7.01
17	山形河川国道事務所	41.06	47	1.13	63	1.53
18	常陸_水戸国道	5.32	327	61.43	327	61.45
19	常陸_日立国道	6.83	172	25.18	172	25.18
20	常陸_土浦国道	1.06	32	29.62	32	30.09
21	常陸_土浦国道維持	7.28	156	21.36	156	21.43
22	常陸_鹿嶋国道維持	9.04	137	15.15	137	15.15
23	大宮国道事務所	61.40	530	8.63	530	8.63
24	千葉国道事務所	76.88	1,300	16.91	1,300	16.91
25	相武国道事務所	12.43	216	17.34	216	17.37
26	甲府河川国道事務所	23.80	126	5.29	126	5.29
27	長野国道事務所	32.20	411	12.77	411	12.76
28	羽越河川国道事務所	8.48	10	1.18	10	1.18
29	富山河川国道事務所	88.50	470	5.31	470	5.31
30	多治見砂防国道事務所	18.53	118	6.38	118	6.37
31	愛知国道事務所	0.12	3	27.50	4	33.33
32	三重県河川国道事務所	68.15	1,012	14.85	1,012	14.85
33	北勢国道事務所	29.35	516	17.57	516	17.58
34	飯田国道事務所	20.24	603	29.78	603	29.80
35	滋賀国道事務所	29.35	479	16.32	479	16.32
36	浪速国道事務所	2.08	9	4.33	9	4.33



No.	事務所	H23 延べ数量 (ha)	発生量 (t)	原単位 (t/ha)	除草時重量 (t)	除草時原単位 (t/ha)
37	兵庫国道事務所	75.74	649	8.57	649	8.57
38	和歌山河川国道事務所	2.62	43	16.55	43	16.44
39	大洲河川国道事務所	9.07	91	10.03	91	10.03
40	土佐国道事務所	12.08	97	8.04	97	8.03
41	福岡国道事務所	34.48	1,044	30.28	1,044	30.28
42	北九州国道事務所	45.20	478	10.58	478	10.58
43	大分河川国道事務所	13.28	173	13.03	173	13.03
44	宮崎河川国道事務所	61.41	990	16.12	990	16.12
45	北部国道事務所	21.94	111	5.05	111	5.06
	平均	31.81	277	12.84	280	<b>13.05</b>

表 1.2-11 刈草の保管時の減量推移

日数	重量変化	単位体積重量(t/m <sup>3</sup> )	日数	重量変化	単位体積重量(t/m <sup>3</sup> )	日数	重量変化	単位体積重量(t/m <sup>3</sup> )
0	100.0	0.08	7	83.3	0.07	14	76.4	0.06
1	97.4	0.08	8	82.0	0.07	15	75.9	0.06
2	94.7	0.08	9	80.6	0.06	16	75.3	0.06
3	92.6	0.07	10	79.5	0.06	17	74.8	0.06
4	90.4	0.07	11	78.5	0.06	18	74.3	0.06
5	88.3	0.07	12	77.5	0.06	19	73.7	0.06
6	85.8	0.07	13	77.0	0.06	20	73.5	0.06

※平成24年11月に屋外（簡易ビニルハウス内）で保管した2種類の刈草の重量変化の平均値。  
網掛け箇所は測定日。測定日以外は直線補間で求めた。

※刈草原単位の算出方法 例) 除草H23実施延べ数量 5,689,500m<sup>2</sup> (=568.95ha)  
刈草発生量 165t  
除草後、収集までの日数 4日  
保管4日後の重量変化 90.4  
除草時重量 182.5t (=165t÷0.904)  
除草時原単位 0.32t/ha (=182.5t÷568.95ha)

(iii) 容量 (m<sup>3</sup>) からの換算

i) 剪定枝・伐採木

発生量が容量で記載された事務所については、単位体積重量を乗じて重量に換算した。単位体積重量は、緑化生態研究室で実施した含水率計測調査における剪定直後の値 (表 1.2-12) とした。また、伐採木も同値により換算した。

表 1.2-12 剪定枝の単位体積重量

	屋外		屋内		平均
	イチョウ	プラタナス	イチョウ	プラタナス	
剪定枝重量 (kg)	68.48	76.56	63.28	86.62	
剪定枝容量 (m <sup>3</sup> )	0.665	0.68	0.618	0.713	
単位体積重量 (t/m <sup>3</sup> )	0.103	0.112	0.102	0.121	0.11

(参考) 植物発生材堆肥化の手引き～緑のリサイクルの実現を目指して～ (道路緑化保全協会, 1998)<sup>2)</sup>では、参考数値として、堆肥化実証プラントへの搬入時の数値として夏季限定、冬季限定とも 0.17t/m<sup>3</sup>の数値を掲載している。

ii) 刈草

発生量が容量で記載された事務所については、単位体積重量を乗じて重量に換算した。単位体積重量は、緑化生態研究室で実施した含水率計測調査における除草時の値 (表 1.2-13) とする。

表 1.2-13 除草直後の単位体積重量

	屋外		屋内		平均
	A-I	B-I	A-II	B-II	
刈草重量 (kg)	44.68	38.12	52.88	41.12	
刈草容量 (m <sup>3</sup> )	0.57	0.57	0.57	0.57	
単位体積重量 (t/m <sup>3</sup> )	0.078	0.067	0.093	0.072	0.08

(参考) 植物発生材堆肥化の手引き～緑のリサイクルの実現を目指して～ (道路緑化保全協会, 1998)<sup>2)</sup>では、参考数値として、堆肥化実証プラントへの搬入時の数値として夏季限定で 0.12t/m<sup>3</sup>、冬季限定で 0.07t/m<sup>3</sup>の数値を掲載している。

iii) その他

出雲河川事務所では、刈草の一部をロール個数で把握している。アンケート回答票にロール 1 個当たりの重量として 5.6kg/ロール個の表記があったため、この換算値により重量を算出した。

2) 公園事業

公園事業では、国営沖縄記念公園事務所において 2t トラック台数での回答があったが、これ以外では国営飛鳥歴史公園事務所が発生する刈草の一部が作業実施数量 (m<sup>2</sup>) で記載があったのを除き重量 (t) もしくは容量 (m<sup>3</sup>) で回答された。

トラック台数からの換算は本アンケート調査において他事例からの推定が困難なため、発生量への換算は行わなかった。また、容量からの換算は、剪定枝が表 1.2-12、刈草が表 1.2-13 を用い、刈草の作業実施数量 (m<sup>2</sup>) からの換算は、その数量が道路事業の平均的な数量に近いので、表 1.2-8 の道路事業の原単位より換算した。

### 3) アンケート調査による植物廃材の発生量

#### (i) 絶乾重量 (DW-t) への換算

生重量から絶乾重量へは、植物廃材毎に含水率 (湿量基準) を設定し、換算した。設定した含水率は、剪定枝は全て 50% とし、刈草は緑化生態研究室で実施した含水率計測調査における調査結果をもとに、事務所毎にアンケートで調査した除草から集草までの日数を考慮して設定した (表 1.2-14)。

表 1.2-14 刈草の含水率

日数	含水率	日数	含水率	日数	含水率	日数	含水率
0	58.2	11	46.7	22	42.6	33	40.2
1	57.0	12	46.0	23	42.4	34	40.0
2	55.9	13	45.6	24	42.2	35	39.7
3	54.8	14	45.2	25	42.0	36	39.5
4	53.7	15	44.8	26	41.8	37	39.3
5	52.6	16	44.4	27	41.6	38	39.0
6	51.2	17	44.0	28	41.4	39	38.8
7	49.8	18	43.6	29	41.1	40	38.6
8	48.9	19	43.2	30	40.9		
9	48.0	20	43.0	31	40.7		
10	47.4	21	42.8	32	40.4		

※平成 24 年 11 月～12 月に屋外 (簡易ビニルハウス内) で保管した 2 種類の刈草の含水率の平均値。網掛け箇所は重量の測定日。

#### (ii) 刈草の事務所別含水率

アンケートで調査した刈草の除草後の収集日数をもとに事務所毎に収集時点での含水率を試算した。事業別の平均値を絶乾重量への換算する際の含水率とした。なお、未記入の事務所は、事業別に記入のあった事務所の収集日数の平均値とした。

表 1.2-15 事務所別の刈草含水率 (道路)

事務所名	収集日数	含水率	事務所名	収集日数	含水率	事務所名	収集日数	含水率
札幌	1	57.0	仙台	4	53.7	北勢	0	58.2
千歳	0	58.2	秋田	7	49.8	飯田	0	58.2
岩見沢	0	58.2	湯沢	4	53.7	福井	0	58.2
滝川	未	57.0	能代	0	58.2	滋賀	0	58.2
深川	0	58.2	能代_維持	1	57.0	浪速	0	58.2
函館	未	57.0	山形	20	43.0	兵庫	0	58.2
八雲	未	57.0	福島	0	58.2	姫路	0	58.2
小樽	0	58.2	常陸_水戸	0	58.2	和歌山	0	58.2
岩内	未	57.0	常陸_日立	0	58.2	倉吉	0	58.2
旭川_植栽	3	54.8	常陸_鹿嶋	0	58.2	松江	0	58.2
旭川_旭川	2	55.9	常陸_土浦	0	58.2	香川	0	58.2
旭川_神楽	7	49.8	常陸_土浦維持	0	58.2	大洲	0	58.2
旭川_末広	2	55.9	常陸_鹿嶋維持	0	58.2	土佐	0	58.2
旭川上川	未	57.0	大宮	0	58.2	福岡	0	58.2
士別	14	45.2	千葉	0	58.2	北九州	0	58.2
士別_第2,3工務	未	57.0	相武	0	58.2	佐賀	0	58.2
富良野	0	58.2	甲府	0	58.2	長崎	0	58.2
室蘭	3	54.8	長野	0	58.2	大分	0	58.2
中標津	2~3	55.9	高田	未	57.0	大隅	0	58.2
帯広	0	58.2	羽越	0	58.2	宮崎	未	57.0
興部	0	58.2	富山	0	58.2	北部	0	58.2
留萌	未	57.0	多治見	0	58.2	南部	0	58.2
青森	0	58.2	岐阜	0	58.2	平均		56.8
岩手	7	49.8	愛知	10	47.4			
三陸	0	58.2	三重	0	58.2			

表 1.2-16 事務所別の刈草含水率（河川）

事務所名	収集日数	含水率	事務所名	収集日数	含水率	事務所名	収集日数	含水率
江別	未	53.7	荒川上流	10	47.4	日野川	2	55.9
千歳	4	53.7	江戸川	10	47.4	出雲	3	54.8
岩見沢	1	57.0	荒川下流	10	47.4	岡山	未	53.7
空知	3	54.8	甲府	7	49.8	太田川	3	54.8
滝川	5	52.6	羽越	7	49.8	三次	5	52.6
今金	1	57.0	信濃川	3	54.8	香川	4	53.7
倶知安	10	47.4	阿賀野川	3	54.8	那賀川	2	55.9
釧路	3	54.8	富山	3	54.8	大洲	10	47.4
帯広	1	57.0	黒部	未	53.7	高知	3	54.8
池田	1	57.0	金沢	3	54.8	中村	3	54.8
遠軽	3	54.8	沼津	3	54.8	武雄	7	49.8
幌延	3	54.8	庄内川	2	55.9	長崎	5	52.6
留萌	未	53.7	豊橋	7	49.8	熊本	2	55.9
高瀬川	3	54.8	三重	3	54.8	八代	未	53.7
岩手	7	49.8	木曾川下流	3	54.8	菊池川	0	58.2
仙台	7	49.8	天竜川上流	7	49.8	大分	2	55.9
秋田	2	55.9	福井	3	54.8	山国川	0	58.2
湯沢	14	45.2	猪名川	7	49.8	宮崎	2	55.9
能代	2	55.9	姫路	3	54.8	川内川	4	53.7
山形	3	54.8	和歌山	4	53.7	平均		53.4
福島	3	54.8	鳥取	7	49.8			
霞ヶ浦	7	49.8	倉吉	1	57.0			

表 1.2-17 事務所別の刈草含水率（公園）

事務所名	収集日数	含水率
国営滝野すずらん丘陵公園事務所	0	58.2
みちのく公園管理センター事務所	4	53.7
国営常陸海浜公園事務所	0	58.2
国営東京臨海広域防災公園	0	58.2
国営アルプスあづみの公園事務所	1	57.0
国営越後丘陵公園事務所	10	47.4
木曾川下流河川事務所	3	54.8
淀川河川事務所	2	55.9
国営飛鳥歴史公園事務所	2	55.9
国営飛鳥歴史公園事務所（平城宮跡）	3	54.8
香川河川国道事務所	0	58.2
国営吉野ヶ里歴史公園事務所	0	58.2
国営沖繩記念公園事務所	0	58.2
平均		56.1

(iii) アンケート調査による植物廃材の発生量

以上の推定方法に基づき整理したアンケート調査による植物廃材の発生量を表 1.2-18 に示す。

表 1.2-18 アンケート調査による植物廃材の発生量  
(単位:DW-t/年)

	剪定枝	刈草	計
道路事業	3,228	6,999	10,227
河川事業	8,823	43,464	52,287
公園事業	244	834	1,078
計	12,295	51,297	63,592

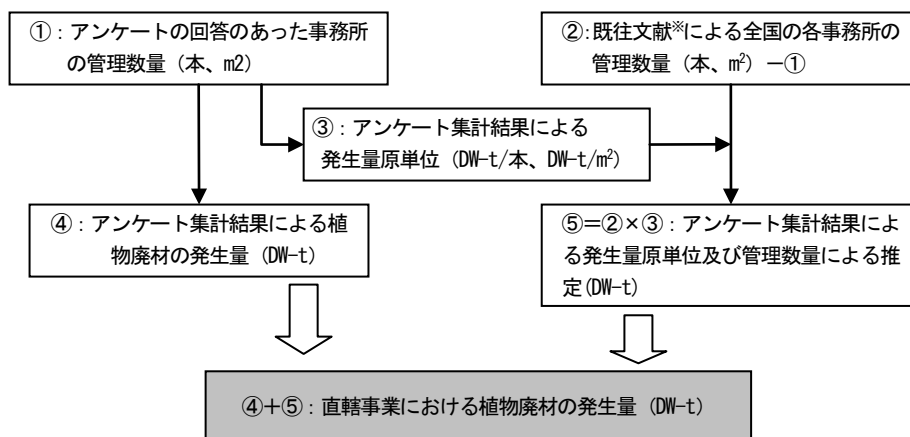
## (2) 全国の直轄事業における発生量の推計

アンケートの回答が得られなかった事務所を含め、全国の直轄事業における植物廃材の発生量を既往資料及びアンケート調査結果をもとに推定する。

### 1) 推計方法

図 1.2-2 に推計方法の概要を示す。

既往文献による全国の事務所の要剪定樹木本数、要除草面積から、アンケートの回答のあった事務所の要剪定樹木本数、要除草面積を差し引き、これにアンケート結果による発生量原単位を乗じて、アンケートの回答が得られなかった事務所の発生量とする。これにアンケートの回答のあった事務所の発生量を加えて、全国の直轄事業における植物廃材の発生量とした。



※平成 20 年度 河川・道路等管理由来草木系バイオマス賦存量及び利用方法検討業務報告書  
(平成 21 年 3 月 国土交通省総合政策局事業総括調整官室)<sup>1)</sup>

図 1.2-2 全国の直轄事業における植物廃材の発生量の推計

### 2) 既往資料による要剪定樹木数、要除草面積

既往資料において、全国の道路、河川、国営公園、ダム事務所に植物廃材の発生量のアンケートを実施しており、道路事務所 109、河川事務所 102 (砂防事務所 2 を含む)、公園事務所 16 から回答があったと報告されている。

本調査で行ったアンケート発送数が、道路事務所 122、河川事務所 104、公園事務所 16 と既往資料の回答事務所に近いものとなっているため、既往資料における要剪定樹木本数、要除草面積を全国の事務所の要剪定樹木数、要除草面積と仮定する。

既往資料における要剪定樹木数と要除草面積を表 1.2-19 に示す。なお既往資料では事業別の数量は記載されていなかったためグラフデータからの推定値である。

表 1.2-19 全国の要剪定樹木数と要除草面積

	高木 (本)	中低木 (単独植え) (本)	中低木 (寄せ植え) (m <sup>2</sup> )	緑地 (千m <sup>2</sup> )
道路事業	476,800	1,873,900	6,265,100	46,700
河川事業	28,000	28,800	289,200	304,400
公園事業	98,200	28,800	481,900	8,900
計	603,000	1,931,500	7,036,200	360,000

本調査における要剪定樹木本数、要除草面積を表 1.2-20 に示す。

表 1.2-20 本調査における要剪定樹木数と要除草面積

	高木 (本)	中木 (本)	低木 (m <sup>2</sup> )	緑地 (千m <sup>2</sup> )
道路事業	300,304	1,098,389	2,384,422	25,334
河川事業	759	632	23,753	184,943
公園事業	72,918	21,135	280,363	4,594
計	373,981	1,120,156	2,688,538	214,871

また、本調査で得られた作業実施数量当たりの植物廃材発生量 (生重量) を表 1.2-21 に示す。なお、公園事業の刈草については、除草面積の規模が河川事業よりも道路事業に近い道路事業の値とした。これに含水率を表 1.2-22 に示す含水率 (剪定枝は50%、刈草は道路、河川、公園の事業毎に集計した事務所の平均値) から、絶乾の原単位を設定する。(表 1.2-23)

表 1.2-21 作業実施数量当たりの植物廃材発生量 (生重量)

	剪定枝 (高木) (kg/本)	剪定枝 (中木) (kg/本)	剪定枝 (低木) (kg/m <sup>2</sup> )	刈草 (t/千m <sup>2</sup> )
道路事業	132.91	12.99	1.58	1.305
河川事業	132.91	12.99	1.58	0.336
公園事業	132.91	12.99	1.58	1.305

表 1.2-22 含水率

	剪定枝 (高木)	剪定枝 (中木)	剪定枝 (低木)	刈草
道路事業	50%	50%	50%	57%
河川事業	50%	50%	50%	53%
公園事業	50%	50%	50%	56%

表 1.2-23 作業実施数量当たりの植物廃材発生量 (絶乾)

	剪定枝 (高木) (DW-kg/本)	剪定枝 (中木) (DW-kg/本)	剪定枝 (低木) (DW-kg/m <sup>2</sup> )	刈草 (DW-t/千m <sup>2</sup> )
道路事業	66.46	6.50	0.79	0.561
河川事業	66.46	6.50	0.79	0.158
公園事業	66.46	6.50	0.79	0.574

表 1.1.2-19、表 1.2-20、表 1.2-23 よりアンケートの回答の得られなかった事務所の植物廃材の発生量を推定する (表 1.2-24)。これにアンケート調査結果の回答を加えて、全国の直轄事業における植物廃材の発生量とする (表 1.2-25)。

表 1.2-24 植物廃材の発生量（本調査で回答の得られなかった分）

(単位:DW-t/年)

	剪定枝計			刈草	
	高木	中木	低木		
道路事業	19,837	11,730	5,041	3,066	11,986
河川事業	2,203	1,810	183	210	18,874
公園事業	1,889	1,680	50	159	2,472
計	23,929	15,220	5,274	3,435	33,332

表 1.2-25 全国の直轄事業における植物廃材の発生量

(単位:DW-t/年)

	剪定枝			刈草		
	アンケート調査 結果による発生 量	既往文献の管理 数量から推定し た発生量	計	アンケート調査 結果による発生 量	既往文献の管理 数量から推定し た発生量	計
道路事業	3,228	19,837	23,065	6,999	11,986	18,985
河川事業	8,823	2,203	11,026	43,464	18,874	62,338
公園事業	244	1,889	2,133	834	2,472	3,306
計	12,295	23,929	36,224	51,297	33,332	84,629

## 1.2.2 全国自治体における植物廃材の発生量の推計

### (1) 植物廃材の発生量の事例

緑のリサイクルプラントにより市内から発生する剪定枝等の植物廃材の利活用を進めている横浜市を対象に植物廃材の発生量を調査した（ヒアリング調査先：横浜動物の森公園 緑のリサイクルプラント）。

横浜市では、横浜市が管理する公園及び街路樹から発生する剪定枝を、市内2箇所の堆肥化施設及び焼却施設等で処理を行っていた。このうち、神明台グリーンコンポストプラントについては施設の老朽化に伴い平成24年3月末をもって廃止しており、現在は横浜動物の森公園内にある緑のリサイクルプラントで堆肥化を行っている。

同施設における平成18年度以降の植物廃材の搬入量（生重量）を表1.2-26に示す。また、刈草、剪定枝について月別搬入量（平成18～23年度までの平均値）を図1.2-3に示す。

表 1.2-26 横浜市緑のリサイクルプラント搬入量実績

※平成24年度は1月末までの実績値  
(単位：t)

#### 刈草・芝

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
H18	0.44	39.86	540.48	161.93	164.58	70.21	51.87	149.00	45.28	11.53	1.09	1.03	1,237.30
H19	4.02	29.52	332.99	363.76	231.97	125.77	152.82	166.21	89.75	86.78	25.35	0.00	1,608.94
H20	3.73	11.45	49.33	51.25	171.25	128.87	149.18	165.81	66.35	19.31	13.23	5.39	835.15
H21	1.13	16.19	61.08	37.97	127.93	95.98	126.33	194.50	69.82	8.53	1.83	2.60	743.89
H22	0.71	38.89	220.86	218.39	132.95	65.82	127.22	145.03	68.60	9.96	4.63	1.77	1,034.83
H23	0.25	0.00	156.97	183.18	79.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	420.04
H24	0.00	0.00	0.00	0.69	10.31	24.95	16.30	52.77	38.58	0.00			143.60
平均値	1.71	22.65	226.95	169.41	151.39	81.11	101.24	136.76	56.63	22.69	7.69	1.80	980.03

#### 剪定枝

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
H18	48.97	134.83	593.85	70.99	330.77	574.47	398.04	167.90	175.72	235.66	130.45	128.88	2,990.53
H19	25.91	128.30	282.09	268.57	229.93	204.52	261.57	253.39	193.57	297.22	331.62	21.51	2,498.20
H20	26.62	177.43	303.44	203.28	148.39	262.71	216.10	213.43	222.16	220.01	417.60	201.70	2,612.87
H21	50.98	120.80	238.16	200.58	224.62	309.43	213.27	258.90	304.64	318.50	2.37	2.68	2,244.93
H22	26.72	74.25	221.93	193.37	150.04	211.55	216.85	240.32	280.12	332.70	327.49	238.66	2,514.00
H23	2.88	0.95	189.79	102.84	99.75	260.25	285.36	197.97	121.10	283.37	344.87	4.35	1,893.48
H24	7.35	54.03	129.44	100.00	80.18	134.86	136.01	276.75	262.73	297.27			1,478.62
平均値	30.35	106.09	304.88	173.27	197.25	303.82	265.20	221.99	216.22	281.24	259.07	99.63	2,459.00

#### 伐採木

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
H18	66.25	0.15	18.69	5.52	9.19	28.77	21.02	7.72	0.33	12.95	5.92	4.45	180.96
H19	0.79	7.00	12.54	10.23	4.32	23.14	15.51	7.07	13.99	43.27	168.09	71.60	377.55
H20	0.00	5.22	4.41	9.50	6.51	11.01	14.27	8.65	6.59	25.62	93.01	39.08	223.87
H21	3.13	2.99	13.23	14.63	13.73	23.26	15.60	32.87	30.00	65.00	54.59	14.26	283.29
H22	2.51	5.03	13.31	29.63	66.16	35.22	20.47	23.04	19.30	71.41	94.89	21.40	402.37
H23	0.00	0.00	40.16	12.35	24.33	56.18	93.26	64.82	26.42	48.84	90.13	2.07	458.56
H24	1.16	4.34	26.98	23.08	19.87	55.51	33.75	42.34	46.61	30.81			284.45
平均値	12.11	3.40	17.06	13.64	20.71	29.60	30.02	24.03	16.11	44.52	84.44	25.48	321.10



## 竹・シュロ

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
H18	30.26	19.05	13.79	8.77	7.83	1.42	7.72	0.86	2.71	2.48	0.00	1.43	96.32
H19	1.78	1.05	2.08	6.98	7.41	0.73	6.63	8.36	8.57	5.35	2.69	0.10	51.73
H20	0.00	0.00	3.56	1.16	12.47	1.63	1.24	10.50	0.89	54.70	8.90	2.31	97.36
H21	0.44	0.00	3.47	20.86	2.86	20.47	1.07	26.98	10.23	13.51	0.00	5.42	105.31
H22	0.94	4.91	4.89	3.38	8.55	2.80	33.58	34.28	22.30	16.43	22.16	7.30	161.52
H23	0.00	0.00	6.72	26.72	32.34	40.68	14.87	21.40	11.74	37.26	34.24	0.78	226.75
H24	0.44	0.14	5.97	20.34	16.17	39.08	5.41	47.56	31.02	24.76			190.89
平均値	5.57	4.17	5.75	11.31	11.91	11.29	10.85	17.06	9.41	21.62	11.33	2.89	123.17

## 根株

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
H18	0.00	0.04	0.54	0.00	1.32	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.04
H19	0.00	3.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	1.20	0.00	5.24
H20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00	1.16
H21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.00	0.34	0.43	0.00	0.00	0.04	1.62
H22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	1.78	0.00	3.45
H23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.77	0.00	1.51
H24	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.76	0.72			2.94
平均値	0.00	0.65	0.09	0.00	0.22	0.33	0.00	0.08	0.07	0.60	0.63	0.01	2.67

## 規格外伐採木

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
H18	51.89	3.19	35.77	6.80	64.27	77.54	81.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	321.01
H19	1.83	38.34	15.58	39.69	22.53	90.09	73.68	43.26	66.62	72.57	84.85	11.16	560.20
H20	0.00	0.00	69.41	50.16	35.36	98.86	47.23	50.09	42.76	60.34	144.29	153.52	752.02
H21	7.39	24.95	26.92	82.13	61.36	71.72	49.76	54.34	80.16	261.97	185.85	243.15	1,149.70
H22	5.49	39.95	52.92	93.56	79.99	118.40	106.11	84.91	108.99	170.80	182.61	108.67	1,152.40
H23	0.00	0.00	54.84	68.10	64.58	307.55	292.29	165.84	82.35	118.15	260.71	0.67	1,415.08
H24	0.00	27.25	100.01	67.47	43.58	86.91	47.00	66.15	119.86	102.75			660.98
平均値	11.10	17.74	42.57	56.74	54.68	127.36	108.44	66.41	63.48	113.97	143.05	86.20	891.74

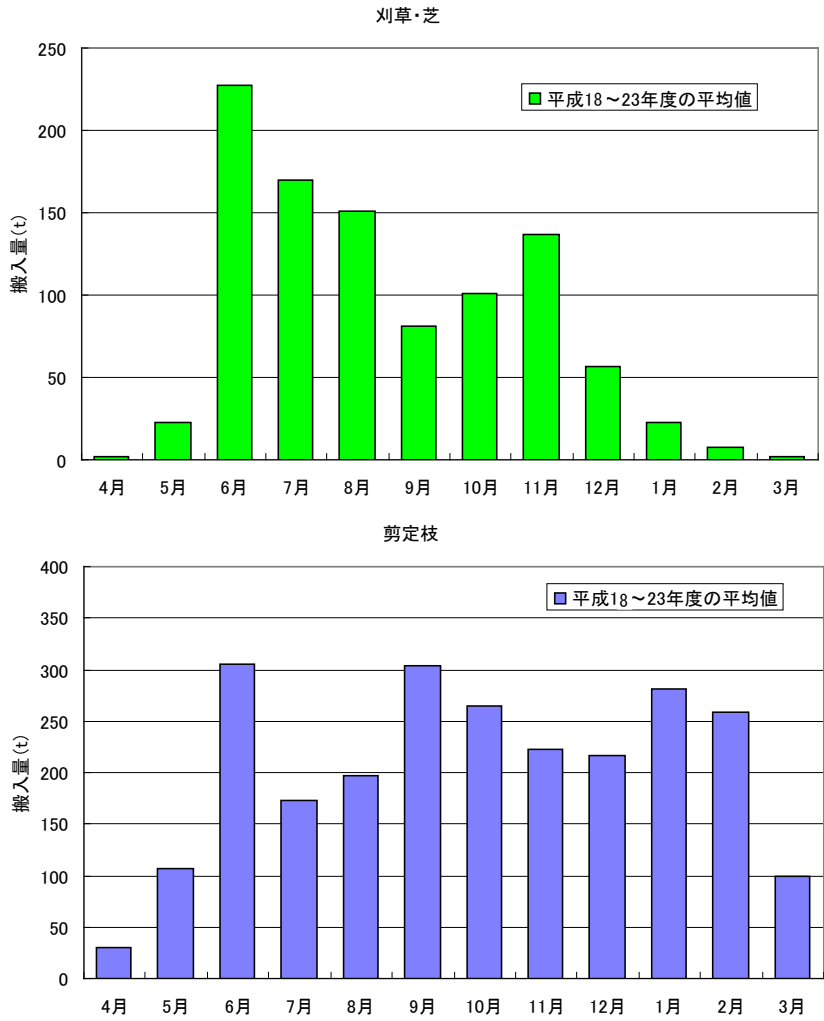
## 規格外根株

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
H18	0.74	0.93	1.16	4.18	9.96	4.63	8.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.40
H19	0.00	3.67	0.25	2.26	0.00	13.71	9.50	16.00	3.52	17.09	96.30	1.29	163.59
H20	0.00	0.00	27.32	6.11	1.57	12.68	13.05	5.69	7.89	15.13	54.79	48.57	192.80
H21	4.56	0.00	4.64	5.49	3.04	13.39	6.84	7.51	31.82	4.00	5.32	0.94	87.55
H22	0.23	1.50	1.40	1.14	1.31	3.13	0.53	2.19	11.92	16.70	12.44	3.50	55.99
H23	0.00	0.00	1.23	6.90	1.39	4.50	37.04	4.62	15.39	14.93	24.98	0.00	110.98
H24	0.00	1.29	4.73	1.19	2.23	3.75	0.32	27.85	1.63	3.96			46.95
平均値	0.92	1.02	6.00	4.35	2.88	8.67	12.63	6.00	11.76	11.31	32.31	9.05	106.89

## 総搬入量

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	累計
H18	198.55	198.05	1,204.28	258.19	587.92	758.18	569.00	325.48	224.04	262.62	137.46	135.79	4,859.56
H19	34.33	211.76	645.53	691.49	496.16	457.96	519.71	494.45	376.02	522.28	710.10	105.66	5,265.45
H20	30.35	194.10	457.47	321.46	375.55	515.76	441.07	454.17	346.64	396.27	731.82	450.57	4,715.23
H21	67.63	164.93	347.50	361.66	433.54	535.06	412.87	575.44	527.10	671.51	249.96	269.09	4,616.29
H22	36.60	164.53	515.31	539.47	439.00	436.92	504.76	529.77	511.23	619.67	646.00	381.30	5,324.56
H23	3.13	0.95	449.71	400.09	302.03	669.16	722.82	454.65	257.00	503.29	755.70	7.87	4,526.40
H24	8.95	87.76	267.13	212.77	172.34	345.06	238.79	514.17	501.19	460.27			2,808.43
平均値	61.77	155.72	603.30	428.73	439.03	562.17	528.37	472.33	373.67	495.94	538.51	225.05	4,884.58

資料 ヒアリング時提供資料より作成



資料 ヒアリング時提供資料より作成

図 1.2-3 刈草・剪定枝の月別搬入量 (平成18～23年度の平均値)

## (2) 植物廃材発生量原単位の試算

「都市内緑地から発生するバイオマス活用方策基礎調査検討業務報告書」(平成24年3月 国土交通省都市局)<sup>3)</sup>において、都市緑地から発生する植物廃材の発生量の原単位を試算している。同報告書では、既往文献による発生量原単位を整理した上で、以下の原単位を示している。

表 1.2-27 植物廃材発生量の原単位の事例

植物廃材	原単位	備考
①道路剪定枝	0.0645 (DW-t)/年/km <sup>※1</sup> (0.129t/年/km)	根拠事例は1件のみ(北海道道における値)
②都市公園剪定枝	0.91 (DW-t)/年/ha <sup>※1</sup> (1.82t/年/ha)	根拠事例4件の平均値
③都市公園草本	4.66 (DW-t)/年/ha	根拠事例5件の平均値

※1 湿潤重量から水分50%として絶乾重量に換算している。

都市内緑地から発生するバイオマス活用方策基礎調査検討業務報告書(平成24年3月 国土交通省都市局)<sup>3)</sup>をもとに作成

### 1) 道路

表 1.2-27 で示す原単位のうち、道路剪定枝については1件の事例に基づく設定となっていることから、本調査においては横浜市緑のリサイクルプラントへの搬入実績をもとに道路剪定枝発生量原単位を試算するものとする。

試算にあたっては、まず、横浜市緑のリサイクルプラントでは、市内から発生する植物廃材の一部を受入しているため、市全体の植物廃材の発生量を推計する。なお、表 1.2-27 で示すとおり東日本大震災による搬入量への影響が読みとれることから、施設搬入量は、平成18～22年度までの平均値を用いるものとする。

「横浜地域におけるバイオマス活用に関する検討業務報告書」(平成21年3月 高速道路関連社会貢献協議会、社団法人日本公園緑地協会)<sup>4)</sup>において横浜市の公園・街路から発生する剪定枝等の現状が整理されている。同報告書によると緑のリサイクルプラントに搬入される植物廃材は市内発生量の39%と試算される(表 1.2-28)。剪定枝についても同割合で緑のリサイクルプラントへ搬入されるものとして、全市で発生する剪定枝量を推計する。

緑のリサイクルプラントへ剪定枝搬入量	2,572t/年(平成18～22年度平均値)
緑のリサイクルプラントへ搬入割合	0.39
全市剪定枝発生量	6,595t/年(推計値)

表 1.2-28 横浜市の公園・街路から発生する剪定枝等(平成19年度)

処理施設	量(t)	割合
緑のリサイクルプラント	5,159	0.39
グリーンコンポストプラント	1,804	0.14
焼却施設	6,211	0.47
民間施設	51	0.00
合計	13,226	1.00

横浜地域におけるバイオマス活用に関する検討業務報告書(平成21年3月 高速道路関連社会貢献協議会、社団法人日本公園緑地協会)<sup>4)</sup>をもとに作成

全市剪定枝発生量に対して表 1.2-27 に示す都市公園剪定枝発生量原単位及び横浜市の都市公園面積、管理道路延長より道路剪定枝の発生量原単位を推計する。

①都市公園剪定枝発生量：

$$\text{発生原単位} \times \text{都市公園面積} = 1.82\text{t/年/ha} \times 1,761\text{ha}^{*1} = 3,205\text{t/年}$$

②道路剪定枝発生量：

$$\text{市内剪定枝発生量} - \text{①都市公園剪定枝発生量} = 6,595\text{t/年} - 3,205\text{t/年} = 3,390\text{t/年}$$

③道路剪定枝発生量原単位：

$$\text{②道路剪定枝発生量} \div \text{市管理道路延長} = 3,390\text{t/年} \div 7,574.4\text{km}^{*2} = 0.45\text{t/年/km}$$

④道路剪定枝発生量原単位（乾重）：含水率を50%とする。

$$\text{③道路剪定枝発生量原単位} \times (1 - \text{含水率}) = 0.45\text{t/年/km} \times (1 - 0.50) = 0.23\text{(DW-t)/年/km}$$

※1 横浜市ホームページ(平成23年10月1日現在)<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/data/kouen/> (H25.2参照)

※2 横浜市ホームページ(平成24年4月1日現在)<http://www.city.yokohama.lg.jp/doro/plan/tokei-data/> (H25.2参照)

また、道路刈草については道路剪定枝の発生量原単位から、1.1 全国直轄事務所アンケート調査において実施した国道の剪定枝、刈草の発生量（乾重）の割合（表 1.1-8、剪定枝：刈草=1：2.17）より設定する。

$$\text{道路刈草発生量原単位（乾重）} : 0.23\text{(DW-t)/年/km} \times 2.17 \approx 0.50\text{(DW-t)/年/km}$$

## 2) 河川

河川については、1.1 全国直轄事務所アンケート調査において推計した直轄河川事業における植物廃材の発生量と国が管理する河川延長から算出した単位河川延長当たり発生量から推計する。

自治体管理の河川から発生する植物廃材を推計するため、表 1.2-25 の直轄事業における発生量と国管理の河川延長より、河川延長当たりの植物廃材発生量を試算した（表 1.2-29）。

この発生原単位を用いて、自治体が管理する河川から発生する植物廃材量を推計する。

表 1.2-29 河川延長当たりの植物廃材の発生原単位

	単位	剪定枝	刈草
河川事業植物廃材発生量	DW-t	11,026	62,338
河川直轄管理延長※（平成23年4月30日現在）	km	10,587.5	10,587.5
河川原単位	DW-t/km	<u>1.04</u>	5.89

※国土交通省河川局ホームページ

[http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/kasen/jiten/toukei/birn82p.html](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/toukei/birn82p.html) (H25.2参照)

## 3) 都市公園

公園剪定枝及び公園刈草（草本）は、表 1.2-27 で示す原単位とする。

### (3) 全国自治体における植物廃材発生量の試算

以上の発生量原単位より、全国自治体における植物廃材の発生量を試算した。

表 1.2-30 全国自治体における植物廃材発生量

区分	原単位 (DW-t/年/*)	数量		発生量 (DW-t/年)	備考	
			単位 (*)			
剪定枝	道路	0.23	1,181,538.2	km	271,800	道路延長：平成23年4月1日現在 <sup>※1</sup>
	河川	1.04	133,450.2	km	138,800	河川延長：平成23年4月30日現在 <sup>※2</sup>
	公園	0.91	115,993	ha	105,600	公園面積：平成23年3月31日現在 <sup>※3</sup>
					516,200	
刈草	道路	0.50	1,181,538.2	km	590,800	道路延長：平成23年4月1日現在 <sup>※1</sup>
	河川	5.89	133,450.2	km	786,000	河川延長：平成23年4月30日現在 <sup>※2</sup>
	公園	4.66	115,993	ha	540,500	公園面積：平成23年3月31日現在 <sup>※3</sup>
	計				1,917,300	

※1 <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2012/nenpo02.html> (H25.2 参照)

※2 [http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/index.html](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/index.html) (H25.2 参照)

※3 [http://www.mlit.go.jp/crd/park/joho/database/t\\_kouen/index.html](http://www.mlit.go.jp/crd/park/joho/database/t_kouen/index.html) (H26.1 参照)

表 1.2-30 の発生量の推計において用いた各数量の実績値を以下に示す。

#### 1) 道路

道路統計年報 2012 (国土交通省道路局ホームページ) より、都道府県が管理する「一般国道指定区間外<sup>※1</sup>」、「一般都道府県道」、「都道府県道」、市町村が管理する「市町村道」とした。

また、表 1.2-35 で用いた高速道路株式会社が管理する道路延長についても合わせて示す。

※1 一般国道のうち、国土交通大臣が管理を行う指定区間に対してこれ以外の区間の都府県及び政令指定都市が管理する国道をいう。

なお、道路統計における道路延長に係わる用語の定義は以下のとおりとなっており、このうち本調査では「実延長」から発生量を推計した。

総延長：道路法の規定に基づき指定又は認定された路線の全延長である。

重用延長：上級の路線に重複している区間の延長である。

未供用延長：路線の認定の告示がなされているが、まだ供用開始の告示がなされていない区間の延長である。

渡船延長：海上、河川、湖沼部分で渡船施設があり、道路法の規定に基づき供用開始されている区間の延長である。

実延長：総延長から重用延長、未供用延長及び渡船延長を除いた延長である。

表 1.2-31 都道府県及び市町村が管理する道路 (平成23年4月1日現在)

道路種別	実延長(km)	道路統計の出所
一般国道指定区間外	31,909.1	道路統計 2012 表 2 <sup>※1</sup>
都道府県道	129,343.0	道路統計 2012 表 2 <sup>※1</sup>
市町村道	1,020,286.1	道路統計 2012 表 2 <sup>※1</sup>
計	1,181,538.2	

※1 <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2012/pdf/dgenkyou02.pdf> (H25.2 参照)

表 1.2-32 高速道路株式会社（東日本、中日本、西日本）が管理する道路（平成 23 年 4 月 1 日現在）

道路種別	実延長(km)	道路統計の出所
高速自動車国道	7,758.0	道路統計 2012 表 38 <sup>※1</sup>
一般有料道路（一般国道）	959.0	道路統計 2012 表 28-2 <sup>※2</sup>
計	8,717.0	

※1 <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2012/pdf/dgenkyou38.pdf> (H25.2 参照)

※2 <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2012/pdf/dgenkyou28.pdf> (H25.2 参照)

## 2) 河川

国土交通省水管理・国土保全局ホームページ統計・調査結果より、「指定区間一級河川」、「二級河川」、「準用河川」とした。なお、河川管理における河川の区分を参考までに以下に示す。

- 一級河川 : 一級水系に係わる河川で、国土交通大臣が指定した河川をいう。
- 指定区間 : 国土交通大臣によって指定された一級河川の管理は、原則として国土交通大臣が行うが、区間と事項を定めて都道府県知事に管理事務の一部を法定受託することができる。この国土交通大臣の指定により知事に法定受託された区間を指定区間という。
- 指定区間外区間 : 国土交通大臣によって指定された一級河川で、都道府県知事が法定受託した区間（指定区間）以外の区間を指定区間外区間（直轄管理区間）という。直轄管理区間の管理は、国またはその地方整備局等の出先機関が行う。
- 二級河川 : 二級水系に係わる河川で、都道府県知事が指定した河川をいう。
- 準用河川 : 河川法の規定の一部を準用し、市町村長が管理する河川をいう。

表 1.2-33 都道府県及び市町村が管理する河川（平成 23 年 4 月 30 日現在）

河川種別	河川延長(km)	出所
指定区間一級河川	77,370.9	一級河川の河川延長等調*都道府県別 <sup>※1</sup>
二級河川	35,834.2	二級河川の都道府県別河川延長等調 <sup>※2</sup>
準用河川	20,245.1	準用河川の都道府県別河川延長等調 <sup>※3</sup>
計	133,450.2	

※1 [http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/kasen/jiten/toukei/birn83p.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/toukei/birn83p.pdf) (H25.2 参照)

※2 [http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/kasen/jiten/toukei/birn105p1.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/toukei/birn105p1.pdf) (H25.2 参照)

※3 [http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/kasen/jiten/toukei/birn105p2.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/toukei/birn105p2.pdf) (H25.2 参照)

## 3) 都市公園

国土交通省都市局ホームページ都市公園データベースより、種別毎の都市公園等整備現況の合計から国営公園の面積の数値を差し引いた数値を用いた。なお、都市公園データベースにおける都市公園等とは以下のとおりである。

- 都市公園等 : 都市公園法に基づき国又は地方公共団体が設置する都市公園、及び都市計画区域外において都市公園に準じて設置されている特定地区公園（カントリーパーク）を指す。

表 1.2-34 都市公園等（平成 24 年 3 月 31 日現在）

区分	面積(ha)	出所
都市公園等	115,993	種別毎の都市公園等整備現況 <sup>※1</sup>

※1 [http://www.mlit.go.jp/crd/park/joho/database/t\\_kouen/index.html](http://www.mlit.go.jp/crd/park/joho/database/t_kouen/index.html) (H26.1 参照)

### 1.2.3 高速道路における植物廃材の発生量の推計

#### (1) 植物廃材の発生量

高速道路における植物廃材の発生量について、中日本高速道路株式会社（以下「NEXCO 中日本」という。）にヒアリング調査を行ったところ「その年の気象条件や近隣の開発状況にもよるが、年間約 22,000t が発生しており、このうち刈草と剪定枝（伐採木を含む）はおおよそ 6 : 4 の重量割合である。」との結果を得た。

#### (2) 植物廃材発生量の原単位

ヒアリング結果をもとに、NEXCO 中日本の供用区間延長より高速道路における植物廃材の発生量原単位を試算する。

①NEXCO 中日本植物廃材発生量：	22,000t/年
②NEXCO 中日本高速道路延長：	1,751km（平成 24 年 3 月 31 日現在） <sup>※1</sup>
③高速道路植物廃材発生量原単位（生重量）：	
①植物廃材発生量÷②道路延長＝22,000t/年÷1,751km＝12.56 t/年/km	
うち、刈草	＝12.56 t/年/km×0.6 ＝ 7.54 t/年/km
剪定枝	＝12.56 t/年/km×0.4 ＝ 5.02 t/年/km
④高速道路植物廃材発生量原単位（絶乾重量）：	
刈草（W=57% <sup>※2</sup> ）	＝7.54 t/年/km×（1-0.57）＝ <u>3.24 (DW-t)/年/km</u>
剪定枝（W=50%）	＝5.02 t/年/km×（1-0.50）＝ <u>2.51 (DW-t)/年/km</u>

※1 独立行政法人日本高速道路保有・債務返済機構ホームページ内、独立行政法人日本高速道路保有・債務返済機構基本説明書（平成 24 年 9 月）<http://www.jehdra.go.jp/pdf/1003.pdf>（H25.2 参照）

※2 本調査で実施した含水率計測調査をもとに、事務所毎に刈草収集時の含水率を推計した。道路事務所の平均値を採用した。

#### (3) 高速道路における植物廃材発生量の試算

以上の原単位より高速道路における植物廃材の発生量を試算する。

表 1.2-35 高速道路における植物廃材発生量

植物廃材	原単位 (DW-t/年/km)	数量 (km)	発生量 (DW-t/年)	備考
剪定枝	2.51	8,717.0	21,900	道路延長：国土交通省道路局ホームページ <sup>※1</sup>
刈草	3.24	8,717.0	28,200	
計			50,100	

※1 平成 23 年 4 月 1 日現在 <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2012/nenpo02.html>（H25.2 参照）

### 1.2.4 ダム流木の発生量の推計

都市由来の植物廃材とは異なるが、自然由来の木質バイオマス資源としてダム流木がある。「全国のダム流木発生量調査」(独立行政法人土木研究所リサイクルチーム 土木学会論文集 G Vol. 63No.1, 22-29, 2007. 1)<sup>8)</sup>では、全国 199 のダムに対してダム流木の発生量に関するアンケート調査を実施している。この調査において「全国発生量を推定できなかった」とあるが、「本研究結果よりアンケート対象ダム（n=199）の流木発生量が把握でき、それは概算で毎年 5.5 万 m<sup>3</sup>に達していることが明らかとなった。それらは積み上げ定形の空隙率 70%、流木比重 0.4、発熱量 15MJ kg<sup>-1</sup>と仮定すれば、230TJ という熱量を有する資源としてとらえることができる。」とある。アンケートの対象ダムに限られるが、この論文をもとにダム流木発生量を、流木比重

0.4を絶乾比重と解釈して推定すると年間15,400 [DW-t]が見込まれる。



図 1.2-4 堆積場の流木の外観（国土交通省東北地方整備局釜房ダム管理所）

### 1.2.5 全国における植物廃材の発生量の推計

以上の推計結果を表 1.2-36 に示す。なお、ダム流木については、全国推計を行っていないので除外した。

事業別では河川事業が最も多いが、道路事業の同程度の発生量となっている。また管理主体別では、都道府県・自治体がそのほとんどを占める結果となった。

表 1.2-36 全国における植物廃材の発生量

(単位：DW-t/年)

区 分		道路	河川	公園	計
直轄事業 (5.2%)	剪定枝	23,065	11,026	2,133	36,224
	刈草	18,985	62,338	3,306	84,629
	計 (割合)	42,050 34.8%	73,364 60.7%	5,439 4.5%	120,853 100.0%
高速道路 株式会社 (1.9%)	剪定枝	21,900	-	-	21,900
	刈草	28,200	-	-	28,200
	計 (割合)	50,100 100.0%	-	-	50,100 100.0%
都道府県 ・市町村 (92.9%)	剪定枝	271,800	138,800	105,600	516,200
	刈草	590,800	786,000	540,500	1,917,300
	計 (割合)	862,600 35.4%	924,800 38.0%	646,100 26.6%	2,433,500 100.0%
計 (100%)	剪定枝	316,765	149,826	107,733	574,324
	刈草	637,985	848,338	543,806	2,030,129
	計 (割合)	954,750 36.7%	998,164 38.3%	651,539 25.0%	2,604,453 100.0%



### 1.3 植物廃材の利用可能量・収集方法に関する検討例

都市由来植物廃材のエネルギー利用を検討するにあたっては、想定するエネルギー需要に応じて、利用の中心となる公園等で発生する植物廃材だけでなく、地域全体で、また、剪定枝に限らず、利用可能な木質バイオマスを視野に入れることが有効である。

対象とする木質バイオマス、収集範囲とする地域スケール、想定するエネルギー需要のうち、どの要素が重要になるかは地域ごとに異なるものと考えられる。そこで本技術資料では、各地域での検討の参考となるよう、それぞれの要素について複数ケースを想定しつつ、適切な収集方法の検討を行った結果を示す。

なお、対象地は、植物廃材の種類及びスケールについて幅広く検討できることを考慮し、東京都八王子市（長池公園）及び宮城県川崎町（国営みちのく杜の湖畔公園）を設定した。

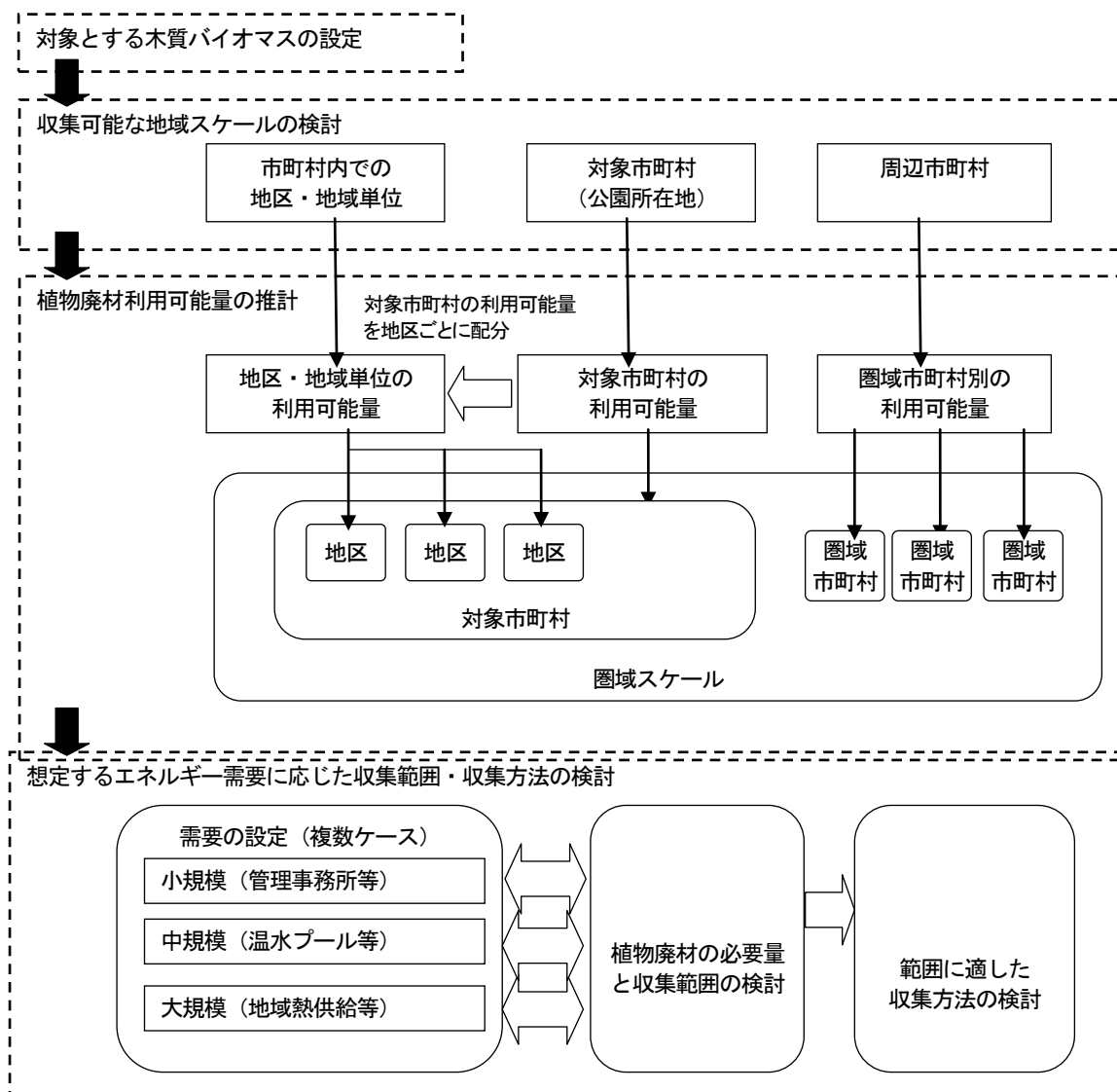


図 1.3-1 検討のイメージ

### 1.3.1 検討対象とする木質バイオマス

公園で発生する剪定枝をはじめ都市における緑の維持管理で発生する植物廃材、さらに、森林の管理や産業活動で発生する木質バイオマスを対象とする。

表 1.3-1 対象植物廃材

植物廃材		NEDO 推計値 の有無
都市における緑の維持管理 (事業系剪定枝)	公園剪定枝	○
	街路樹剪定枝	—
	果樹剪定枝	○
都市における緑の維持管理 (家庭系剪定枝)	家庭剪定枝	—
森林・里山管理 (森林系)	林地残材	○
	切捨て間伐材	○
	里山管理間伐材	—
	タケ	○
産業活動 (産業系)	建築廃材	○
	新・増築廃材	○
	国産材製材廃材	○
	外材製材廃材	○

### 1.3.2 植物廃材利用可能量の算定方針

植物廃材利用可能量の算定にあたっては、対象地域の市町村において、利用可能量の実測値や過去に独自で推計したデータがあれば、それらを最優先に採用する。

新たに、利用可能量を推計する場合は、植物廃材ごとの算定式（後述）を用いるものとし、地域のデータや調査・文献値より原単位やパラメータを設定する。

地域単位のデータ収集が困難な場合については、市町村単位で推計されている NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」のデータを採用する。

以降、植物廃材別に、利用可能量の算定式による推計例を示す。

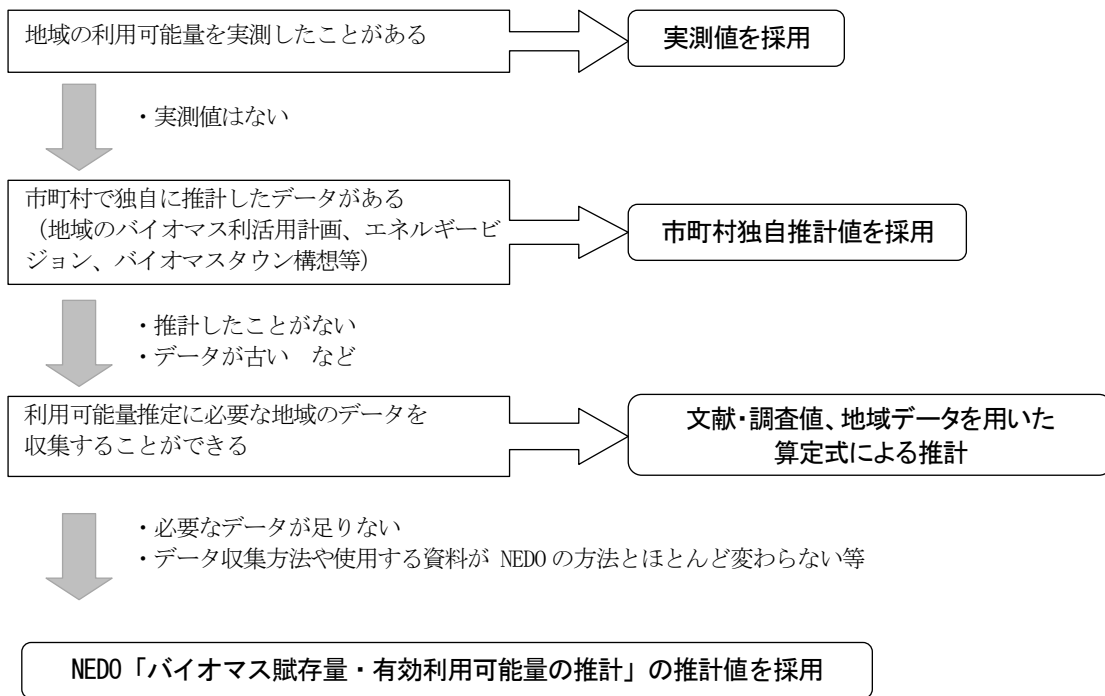


図 1.3-2 植物廃材利用可能量の算定方針

### 1.3.3 植物廃材利用可能量の推計方法

以降、植物廃材別に、算定例による推計方法を示す。名称や式構成が異なるが、算定式の根本的な考え方や使用するパラメータはNEDOの計算式に準じている。また、本検討で示した方法は、数多く存在するバイオマス算定方法の一部であり、所有するデータに応じて、最も適した算定方法を選択することが望ましい。NEDOによる算定方法の概要は資料編（資料2）に添付する。

なお、利用可能量は全て絶乾重量で示す。

#### (1) 公園剪定枝

公園剪定枝の算定例を以下に示す。市町村の都市公園面積に発生原単位を乗じ、さらに、これらから堆肥等で有効利用されている量を除いた量とする。

式のパラメータごとに、パラメータ設定方法、調査・文献値例、NEDO算定方法での設定を比較した表を示す。

公園剪定枝の算定例  
 利用可能量【DW-t/年】  

$$= \text{都市公園面積【ha】} \times \text{公園面積あたり発生原単位【DW-t/ha・年】} \\ \times \text{利用可能率【\%】}$$

表 1.3-2 公園剪定枝算定式のパラメータ設定方法

パラメータ	定義・設定方法など	調査・文献値の例	NEDO <sup>10)</sup> での設定方法
都市公園面積【ha】	・都市公園の合計面積	・市町村要覧、市町村統計書等	・都市公園等整備現況調査
公園面積あたり発生原単位【DW-t/ha・年】	・公園の剪定量実績と剪定面積から推定可能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・0.91DW-t/ha・yr 「都市緑地内から発生するバイオマス活用方策基礎調査検討業務報告書」<sup>3)</sup>より</li> <li>・1.08DW-t/ha・yr 「国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」<sup>9)</sup>より</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・湿重量原単位<sup>11)</sup>1.71 t/ha/yr × (100%-含水率32.6%)<sup>12)</sup></li> <li>・湿重量原単位は三重県<sup>11)</sup>、千葉県<sup>13)</sup>、長崎県<sup>14)</sup>の3事例の平均値</li> <li>・含水率は文献値<sup>12)</sup></li> </ul>
利用可能率【%】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・未利用の割合</li> <li>・排出状況等のヒアリングで推定</li> <li>・全量焼却処理されている場合は100%</li> </ul>	・地域または管轄都道府県でのバイオマス利活用調査値など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・利用可能率は71.3%で一律設定</li> <li>・数値は、大阪府バイオマス利活用推進マスタープラン<sup>15)</sup>の値</li> </ul>

## (2) 街路樹剪定枝

街路樹剪定枝の算定例を以下に示す。市町村の道路距離に発生原単位を乗じ、さらに、これらから堆肥等で有効利用されている量を除いた量とする。

式のパラメータごとに、参考データ例、調査・文献値での設定を比較した表を示す。

街路樹剪定枝の算定例 利用可能量【DW-t/年】 $= \text{道路距離【km】} \times \text{道路距離あたり発生原単位【DW-t/km・年】}$ $\times \text{利用可能率【\%】}$
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表 1.3-3 街路樹剪定枝算定式のパラメータ設定方法

パラメータ	定義・設定方法など	調査・文献値の例
道路距離【km】	・市町村道、都道府県道の合計	・市町村要覧、市町村統計書
道路距離あたり発生原単位【DW-t/km・年】	・街路樹剪定量実績と剪定距離から推定可能	・0.23DW-t/km・yr（表1.2-30より） ・0.102DW-t/km・yr（立川市・昭島市実績平均） 「国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」 <sup>9)</sup> より
利用可能率【%】	・未利用の割合 ・排出状況等のヒアリングで推定 ・全量焼却処理されている場合は100%	・地域または管轄都道府県でのバイオマス利活用調査値など

## (3) 家庭剪定枝

家庭剪定枝の算定例を以下に示す。行政人口に発生原単位を乗じ、さらに、これらから堆肥等で有効利用されている量を除いた量とする。

式のパラメータごとに、設定方法例、調査・文献値を比較した表を示す。

家庭剪定枝の算定例 利用可能量【DW-t/年】 $= \text{行政人口【人】} \times \text{人口1人あたり発生原単位【DW-t/人・年】}$ $\times \text{利用可能率【\%】}$
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表 1.3-4 家庭剪定枝算定式のパラメータ設定方法

パラメータ	定義・設定方法など	調査・文献値の例
行政人口【人】	・対象市町村の総人口	・市町村要覧、市町村統計書
人口1人あたり発生原単位【DW-t/人・年】	・剪定枝を分別収集している場合、剪定量排出実績と回収エリア人口から推定可能	・0.0021DW-t/人・yr（立川市実績） 「国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」 <sup>9)</sup> より
利用可能率【%】	・未利用の割合 ・排出状況等のヒアリングで推定 ・全量焼却処理されている場合は100%	・地域または管轄都道府県でのバイオマス利活用調査値など

#### (4) 果樹剪定枝

果樹剪定枝の算定例を以下に示す。品目別に栽培面積に発生原単位を乗じたものを合計し、さらに、これらから堆肥等で有効利用されている量を除いた量とする。

式のパラメータごとに、設定方法例、調査・文献値、NEDO 設定方法を比較した表を示す。

<p>果樹剪定枝の算定例</p> <p>利用可能量【DW-t/年】</p> <p>=品目別利用可能量の合計</p> <p>=<math>\sum</math> (品目別栽培面積【ha】×品目別栽培面積あたり発生原単位【DW-t/ha・年】)</p> <p>×利用可能率【%】</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表 1.3-5 果樹剪定枝算定式のパラメータ設定方法

パラメータ	定義・設定方法など	調査・文献値の例	NEDO での設定方法
品目別栽培面積【ha】	・市町村で把握	・市町村単位で栽培面積が公開されている資料は少ない。	・都道府県栽培面積を結果樹面積で按分し、市町村別栽培面積を推定 ・結果樹面積等は、農林水産関係市町村別データ(年産)(農林水産省大臣官房統計部(2004～2006))
品目別栽培面積あたり発生原単位【DW-t/ha・年】	・排出農家の剪定枝排出実績と栽培面積より推定	・NEDO 採用値	・品目別湿重量原単位×(100%-含水率50%) ・品目別湿重量原単位は論文値(佐野・三浦) <sup>16)</sup> ・含水率は論文値(山下) <sup>17)</sup>
利用可能率【%】	・有効利用されていない割合 ・排出状況等のヒアリングで推定 ・全量焼却処理されている場合は100%	・地域または管轄都道府県でのバイオマス利活用調査値など	・利用可能率76.4%で一定 ・数値は、新潟県 <sup>21)</sup> 、和歌山県 <sup>19)</sup> 、福島市 <sup>18)</sup> 、長野県 <sup>22)</sup> 、静岡県 <sup>20)</sup> の事例の平均値)

(5) 林地残材

林地残材は、山林内で丸太（素材）を加工し、搬出後に残った枝条・末木等とする。

林地残材の算定例を以下に示す。

立木の加工後に林地の残る割合を林地残材率、また森林に残った林地残材のうち回収可能な割合を利用可能率と定義する。樹種別に立木重量に林地残材率を乗じたものを合計し、これに利用可能率を乗じる。

式のパラメータごとに、設定方法例、調査・文献値、NEDO 設定方法を比較した表を示す。

<p>林地残材の算定例</p> <p>利用可能量【DW-t/年】</p> <p>＝樹種別利用可能量の合計</p> <p>＝<math>\sum</math> (樹種別素材生産量【m<sup>3</sup>】÷立木換算係数×容積密度【DW-t/m<sup>3</sup>】×林地残材率【%】) ×利用可能率【%】</p> <p>・立木換算係数：素材生産量（丸太換算）を立木相当に換算するための係数</p> <p>・容積密度：容積あたりの乾燥重量</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

表 1.3-6 林地残材算定式のパラメータ設定方法

パラメータ	定義・設定方法など	調査・文献値の例	NEDO での設定方法
樹種別 素材生産量 【m <sup>3</sup> 】	<ul style="list-style-type: none"> <li>素材生産量を立木重量に換算した数値</li> <li>国や市町村の統計から推定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>都道府県林業統計</li> <li>木材需給報告書 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>都道府県立木重量を推定している。</li> <li>立木重量は、樹種別素材生産量【m<sup>3</sup>/年】÷立木換算係数×密度【t/m<sup>3</sup>】×(100【%】－含水率15【%】)で推定</li> <li>素材生産量は、「木材需給報告書(2009)」<sup>25)</sup>を用いている。</li> <li>樹種別密度は文献値（古賀 2002）<sup>26)</sup></li> </ul>
立木換算 係数	<ul style="list-style-type: none"> <li>文献値</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NEDO 採用値など</li> <li>針葉樹：0.86<sup>23)</sup></li> <li>広葉樹：0.80<sup>23)</sup></li> </ul>	
容積密度 【DW-t/m <sup>3</sup> 】	<ul style="list-style-type: none"> <li>文献値</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中川の論文<sup>※1</sup>に、林種・部位別の含水率データあり</li> <li>日本国温室効果ガスインベントリ報告書の容積密度例) アカマツ 0.451、スギ 0.314、コナラ 0.624</li> </ul>	
樹種別 林地残材率 【%】	<ul style="list-style-type: none"> <li>立木加工後に林地に残る割合</li> <li>森林組合等のヒアリングで推定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NEDO 採用値など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スギ・ヒノキ 0.15、マツ類 0.19、その他の針葉樹 0.24、広葉樹 0.35 で設定</li> <li>数値は論文値（(財)林業科学技術振興所(1985)）<sup>27)</sup></li> </ul>
利用可能率 【%】	<ul style="list-style-type: none"> <li>森林内の林地残材を回収できる割合</li> <li>森林組合等のヒアリングで推定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域または管轄都道府県でのバイオマス活用調査値など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>集材可能面積÷森林面積で設定</li> <li>集材可能面積は、集材範囲を 50m と定義し、林道距離を乗じて算定している。</li> </ul>

※1「エネルギー源としてみた自然環境保全センター周辺里山地域の森林バイオマス（神奈川県自然環境保全センター報告、2005 中川）」<sup>24)</sup>

(6) 切捨て間伐材（里山管理間伐材も含む）

森林育成や里山での維持管理において、間伐された量のうち、搬出されず林地に残った量と定義する。切捨て間伐材の算定例を以下に示す。

切捨て間伐材のうち回収可能な割合を利用可能率と定義し、利用可能量は、樹種別に、森林管理面積に森林管理面積あたり発生量を乗じて合計したものに利用可能率を乗じる方法を基本式とした。

森林管理面積あたり間伐量は、伐採頻度、伐採方法、伐採量等、森林事業・維持管理方法によって、地域ごとに大きく異なる。

有識者ヒアリングより、適正な森林管理を持続的に行うための間伐量の目安として、1.0～2.0 DW-t/ha 年という回答を得た。

森林管理面積あたり間伐量は、都道府県や市町村の森林統計等の年間あたり間伐材積と森林面積から推定可能である。間伐材積実績が不明な場合は、森林蓄積に間伐割合、伐採頻度を設定して推定する。

式のパラメータごとに、設定方法例、調査・文献値、NEDO 設定方法を比較した表を示す。

切捨て間伐材の算定例

利用可能量【DW-t/年】

＝樹種別利用可能量の合計

＝ $\sum$ （森林管理面積あたり間伐量【DW-t/ha・年】×森林管理面積【ha】×（1－既存利用率【%】）×利用可能率【%】）

森林管理面積あたり間伐量【DW-t/ha・年】

＝森林管理面積あたり間伐材積【m<sup>3</sup>/ha・年】×拡大係数×容積密度【DW-t/m<sup>3</sup>】

＝森林材積【m<sup>3</sup>/ha】×材積間伐率【m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>】×間伐頻度【1/年】

×拡大係数×容積密度【DW-t/m<sup>3</sup>】

- ・材積間伐率：材積に対して間伐する割合
- ・拡大係数：材積（幹）を枝・葉を含めた量に換算するための係数
- ・容積密度：容積あたりの乾燥重量



表 1.3-7 切捨て間伐材算定式のパラメータ設定方法

パラメータ	定義・設定方法など	調査・文献値の例	NEDO での設定方法
樹種別 森林管理面積あたり 発生量 【DW-t/ha年】	<ul style="list-style-type: none"> <li>量は地域で異なる</li> <li>森林組合等のヒアリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>持続的な森林管理における間伐量の目安</li> <li>1.0~2.0 DW-t/ha年 (有識者ヒアリングより)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※民有林の場合</li> <li>・市町村量は都道府県量を森林面積で按分</li> <li>・都道府県重量を以下の式で推定している。</li> </ul> $\text{都道府県別重量【DW-t/年】} = \frac{\text{全国未利用間伐材積【m}^3\text{/年】}}{\text{当該都道府県別間伐実施面積【ha】}} \times \frac{\text{全国間伐実施面積【ha】}}{\text{当該都道府県別間伐実施面積【ha】}}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>× 間伐主要樹種構成割合</li> <li>× 立木換算係数</li> <li>× 密度【t/m<sup>3</sup>】</li> <li>× (100【%】 - 含水率【%】)</li> <li>・ 全国未利用間伐材積は、全国間伐材利用量（丸太換算）と間伐材利用率から推定</li> <li>・ 間伐樹種構成割合は、素材生産量の構成割合で仮定</li> <li>・ 立木換算係数は丸太換算値を立木に換算するための値</li> <li>・ 樹種別密度は文献値（古賀 2002）<sup>26)</sup></li> <li>・ 含水率は論文値</li> </ul>
森林管理面積あたり間伐材積 【m <sup>3</sup> /ha年】	<ul style="list-style-type: none"> <li>年間あたり間伐材積を森林面積で除して算定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 都道府県・市町村の森林統計</li> </ul>	
森林材積 【m <sup>3</sup> /ha】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 森林材積、森林面積より算定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 森林管理局資料</li> <li>・ 市町村統計資料</li> </ul>	
材積間伐率	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収穫表、森林管理計画などから設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 市町村収穫表、森林管理計画</li> </ul>	
間伐頻度 【1/年】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 森林管理計画などから推定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 森林管理計画</li> </ul>	
拡大係数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 文献値</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日本国温室効果ガスインベントリ報告書</li> <li>例： スギ(林齢 20 年以下) 1.57 ナラ(林齢 20 年以下) 1.40</li> </ul>	
容積密度 【DW-t/m <sup>3</sup> 】 (密度・含水率)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 文献値</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中川の論文<sup>※1)</sup>に、林種・部位別の含水率データあり</li> <li>・ 日本国温室効果ガスインベントリ報告書の容積密度例) アカマツ 0.451、スギ 0.314、ナラ 0.624</li> </ul>	
樹種別 森林管理面積【ha】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 統計書</li> <li>・ 樹冠面積測定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 都道府県・市町村の森林統計</li> </ul>	
利用可能率【%】	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 森林内の林地残材を回収できる割合</li> <li>・ 森林組合等のヒアリングで推定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域または管轄都道府県でのバイオマス利活用調査値など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 集材可能面積÷森林面積で設定</li> <li>・ 集材可能面積は、集材範囲を 50m と定義し、林道距離を乗じて算定している。</li> </ul>

※1 「エネルギー源としてみた自然環境保全センター周辺里山地域の森林バイオマス（神奈川県自然環境保全センター報告、2005 中川）」<sup>24)</sup>

(7) タケ

適正な竹林伐採によって、排出される量とする。

タケの算定例を以下に示す。

タケのうち回収可能な割合を利用可能率と定義し、利用可能量は、NEDO 算定方法と同様に、竹林面積に竹林面積あたり伐採量を乗じて合計したものに利用可能率を乗じる方法を基本式とした。

竹林面積あたり発生量は、タケの成長期間を 10 年程度と想定し、成長したタケを全量伐採するものとし、蓄積量を成長期間で除して算定する。

タケの算定例

タケ利用可能量【DW-t/年】  

$$= \Sigma (\text{竹林面積あたり伐採量【DW-t/ha・年】} \times \text{竹林面積【ha】}) \times \text{利用可能率【\%】}$$

竹林面積あたり伐採量【DW-t/ha・年】  

$$= \text{竹林面積あたりタケ材積【束/ha】} \div \text{成長期間【10年】} \times \text{密度【t/束】} \times (100\% - \text{含水率})$$

表 1.3-8 タケ算定式のパラメータ設定方法

パラメータ	定義・設定方法など	調査・文献値の例	NEDO での設定方法
竹林面積あたり伐採量【DW-t/ha 年】			<ul style="list-style-type: none"> <li>発生量【t/ha】/伐採周期【年】 × (100【%】 - 含水率【%】) で算定</li> <li>発生量は、島根県の調査報告書<sup>29)</sup> より 120【t/ha】で一定</li> <li>伐採周期は 20 年で想定</li> <li>含水率は、千葉県<sup>30)</sup>の数値より 52%</li> </ul>
タケ材積【束/ha】	・材積、面積より算定	・森林管理局資料 ・市町村統計資料	
成長期間【年】	・文献より想定	・論文(中川 2005) <sup>※1</sup> よりマダケ林で 5~10 年	
密度【t/束】	・文献より想定	・竹 1 束を 30kg と想定(林業実務必携, 東京農工大学) <sup>28)</sup>	
含水率【%】	・文献より想定	・論文(中川 2005) <sup>※1</sup> よりマダケ林 50.1%、モウソウチク林 41.6%	
タケ面積【ha】	・統計書の数値 ・樹冠面積測定	・都道府県・市町村の森林統計	
利用可能率【%】	・未利用の割合 ・森林組合等のヒアリングで推定	・地域または管轄都道府県でのバイオマス利活用調査値など	・既存の利用面積を除いた面積に発生量を乗じて算定(面積比)

※1 「エネルギー源としてみた自然環境保全センター周辺里山地域の森林バイオマス(神奈川県自然環境保全センター報告、2005 中川)」<sup>24)</sup>

(8) 建築廃材

建築物の解体に伴い排出される木くずとする。算定例を以下に示す。

発生量のうち、リサイクルされていない量の割合を利用可能率と定義し、利用可能量は、NEDO算定方法と同様に、解体物の延床面積合計に延床面積あたり発生量を乗じて合計したものに利用可能率を乗じる方法を基本とした。

建築廃材の算定例

利用可能量【DW-t/年】

$$= \text{構造別の解体物からの発生量合計} \times \text{利用可能率}$$

$$= \sum (\text{解体物延床面積あたり発生量【DW-t/ha・年】} \times \text{解体物延床面積【ha】}) \times \text{利用可能率【\%】}$$

表 1.3-9 建築廃材のパラメータ設定方法

パラメータ	定義・設定方法など	調査・文献値の例	NEDOでの設定方法
解体物延床面積あたり発生量【DW-t/ha年】	・市町村等の実績より推定	・NEDO設定値	木造：0.1 <sup>31)</sup> 【t/m <sup>2</sup> 】、鉄筋鉄鋼コンクリート造：0.005 <sup>32)</sup> 【t/m <sup>2</sup> 】、鉄筋鉄鋼コンクリート造以外：0.008 <sup>32)</sup> 【t/m <sup>2</sup> 】 含水率を12% <sup>33)</sup> で設定
解体物延床面積【ha】	・統計書の数値	・都道府県・市町村の統計	都道府県値を構造別に推定 構造別建築着工床延面積から、構造別床面面積の前年度からの増加分を差し引いて推定
利用可能率【%】	・未利用の割合 ・都道府県、市町村へのヒアリング	・地域または管轄都道府県でのバイオマス利活用調査値、建設副産物リサイクル調査など	平成20年度建設副産物実態調査結果詳細データ（国土交通省） <sup>34)</sup> より都道府県別・構造別に設定

(9) 新・増築廃材

建築物の新築・増築に伴い排出される木くずとする。算定例を以下に示す。

発生量のうち、リサイクルされていない量の割合を利用可能率と定義し、利用可能量は、NEDO算定方法と同様に、建築着工物の延床面積合計に延床面積あたり発生量を乗じて合計したものに利用可能率を乗じる方法を基本とした。

新・増築廃材の算定例

利用可能量【DW-t/年】

$$= \text{構造別の建築着工物件からの発生量合計} \times \text{利用可能率}$$

$$= \sum (\text{建築着工床総面積あたり発生量【DW-t/ha・年】} \times \text{建築着工床総面積【ha】}) \times \text{利用可能率【\%】}$$

表 1.3-10 新・増築廃材のパラメータ設定方法

パラメータ	定義・設定方法など	調査・文献値の例	NEDOでの設定方法
建築着工床総面積 あたり発生量 【DW-t/ha年】	・市町村等の実績より 推定	・NEDO設定値	木造 0.0121 <sup>31)</sup> 【t/m <sup>2</sup> 】、 非木造 0.0039 <sup>31)</sup> 【t/m <sup>2</sup> 】 含水率を 12% <sup>33)</sup> で設定
建築着工床総面積 【ha】	・統計書の数値	・都道府県・市町村の統計	建築統計年報 平成 21 年度版 (財団法人建設物価調査会 (2010)) <sup>35)</sup>
利用可能率【%】	・未利用の割合 ・都道府県、市町村への ヒアリング	・地域または管轄都道府県での バイオマス利活用調査値、建 設副産物リサイクル調査など	平成 20 年度建設副産物実態調査結 果詳細データ(国土交通省) <sup>34)</sup> より 都道府県別・構造別に設定

(10) 国産材製材廃材

国産材の丸太から加工に伴い発生する製材くずとする。算定例を以下に示す。

発生量のうち、リサイクルされていない量の割合を利用可能率と定義し、利用可能量は、NEDO算定方法と同様に、樹種別に、素材生産量に残材発生量原単位を乗じて合計したものに利用可能率を乗じる方法を基本とした。

国産材製材廃材の算定例

利用可能量【DW-t/年】

$$= \text{樹種別の加工工程の残材発生量合計} \times \text{利用可能率}$$

$$= \sum (\text{素材生産量あたり残材発生量} \text{【DW-t/m}^3 \cdot \text{年} \text{】} \times \text{素材生産量} \text{【m}^3 \text{】}) \times \text{利用可能率} \text{【\%】}$$

表 1.3-11 国産材製材廃材のパラメータ設定方法

パラメータ	定義・設定方法など	調査・文献値の例	NEDOでの設定方法
素材生産量あたり発生量【DW-t/m <sup>3</sup> 年】	・市町村等の実績より推定	・NEDO設定値	スギ・ヒノキ 0.21【DW-t/m <sup>3</sup> 】、カラマツ 0.20【DW-t/m <sup>3</sup> 】、エゾマツ・トドマツ 0.22【DW-t/m <sup>3</sup> 】、アカマツ・クロマツ【DW-t/m <sup>3</sup> 】、その他国産針葉樹 0.20【DW-t/m <sup>3</sup> 】、国産広葉樹 0.25【DW-t/m <sup>3</sup> 】
素材生産量【m <sup>3</sup> 】	・統計書の数値	・都道府県・市町村の統計	都道府県の量を製造品出荷額等で按分木材需給報告書（農林水産省大臣官房統計部(2009) <sup>36)</sup>
利用可能率【%】	・未利用の割合 ・都道府県、市町村へのヒアリング	・地域または管轄都道府県でのバイオマス利活用調査値、建設副産物リサイクル調査など	有効利用係数を設定し、素材生産量に乗じて算出 スギ・ヒノキ 0.011【DW-t/m <sup>3</sup> 】、カラマツ 0.010【DW-t/m <sup>3</sup> 】、エゾマツ・トドマツ 0.007【DW-t/m <sup>3</sup> 】、アカマツ・クロマツ・その他国産針葉樹 0.011【DW-t/m <sup>3</sup> 】、国産広葉樹 0.013【DW-t/m <sup>3</sup> 】

(11) 外材製材廃材

外材の丸太から加工に伴い発生する製材くずとする。基本算定式を以下に示す。

発生量のうち、リサイクルされていない量の割合を利用可能率と定義し、利用可能量は、NEDO算定方法と同様に、樹種別の素材生産量に廃材発生量原単位を乗じて合計したものに利用可能率を乗じる方法を基本式とした。

外材製材廃材  
 利用可能量【DW-t/年】  
 = 樹種別の加工工程の廃材発生量合計 × 利用可能率  
 =  $\sum$  (素材生産量あたり廃材発生量【DW-t/m<sup>3</sup>・年】 × 素材生産量【m<sup>3</sup>】  
 × 利用可能率【%】)

表 1.3-12 外材製材廃材のパラメータ設定方法

パラメータ	定義・設定方法など	調査・文献値の例	NEDOでの設定方法
素材生産量 あたり廃材発生量 【DW-t/m <sup>3</sup> 年】	・市町村等の実績より 推定	・NEDO 設定値	残廃材の発生率を設定 南洋材 0.13【DW-t/m <sup>3</sup> 】、 北米材 0.19【DW-t/m <sup>3</sup> 】、 北洋材 0.19【DW-t/m <sup>3</sup> 】、 ニュージーランド材・その他 0.20【DW-t/m <sup>3</sup> 】
素材生産量【m <sup>3</sup> 】	・統計書の数値	・都道府県・市町村の統計	都道府県の量を製造品出荷額で按分 木材需給報告書 (農林水産省大臣官房統計部(2009))
利用可能率【%】	・未利用の割合 ・都道府県、市町村へ のヒアリング	・地域または管轄都道府県で のバイオマス利活用調査 値、建設副産物リサイクル 調査など	有効利用係数を設定し、素材生産量に 乗じて算出 南洋材 0.004【DW-t/m <sup>3</sup> 】、 北米材 0.009【DW-t/m <sup>3</sup> 】、 北洋材 0.006【DW-t/m <sup>3</sup> 】、 ニュージーランド材・その他 0.008【DW-t/m <sup>3</sup> 】

### 1.3.4 地区単位の植物廃材利用可能量の設定

地区単位の利用可能量は、対象自治体の植物廃材利用可能量を地区単位の配分して算定する。

地区への配分例を表 1.3-13 に示す。理想的な配分例として、地区単位で属性データが整理されている場合は、その数値で按分するのが望ましい。

しかしながら、これらのデータを地区単位で整理・把握できている市町村は少ないと考えられる。

植物廃材のうち、地区単位での属性データが整備できていないものについては、地区人口、地区面積、地区に占める森林または市街地割合等を用いて概略配分する。

表 1.3-13 植物廃材利用可能量の配分例

植物廃材	理想的な配分例	概略配分例
公園剪定枝 (対象公園分を除く)	都市公園面積による按分	地区人口比率
街路樹剪定枝	道路距離による按分	地区面積×地区に占める市街地・住宅地の割合で按分
家庭剪定枝	地区人口による按分	地区人口比率
果樹剪定枝	果樹園面積による按分	地区面積×地区に占める森林割合で按分
林地残材	樹種別・伐採面積による按分	地区面積×地区に占める森林割合で按分
切捨て間伐材	樹種別・間伐実施面積による按分	地区面積×地区に占める森林割合で按分
里山管理間伐材	樹種別・二次林面積による按分	地区面積×地区に占める森林割合で按分
タケ	竹林面積による按分	地区面積×地区に占める森林割合で按分
建築廃材	解体物件数による按分	地区人口比率
新・増築廃材	新築・増築物件数による按分	地区人口比率
国産材製材廃材	製材所規模（生産量など）	地区面積×地区に占める市街地・住宅地の割合で按分
外材製材廃材	製材所規模（生産量など）	地区面積×地区に占める市街地・住宅地の割合で按分

### 1.3.5 エネルギー利用可能量の算定

対象地域のスケール別の利用可能量をエネルギー換算する。換算に当たっては、絶乾基準発熱量を利用可能量の絶乾重量に乗じて算出した。

絶乾基準発熱量は、樹種・部位によって多少の差があり、樹種分布ごとに設定するのが理想的であるが、本検討では、モデル地域の植生をふまえ、植物廃材を広葉樹・針葉樹・タケという大区分で想定し、下表のように設定する。

表 1.3-14 絶乾基準発熱量

植物廃材	区分	絶乾基準発熱量 (GJ/DW-t)	備考
公園剪定枝 (対象公園分を除く)	広葉樹 (部位混合)	19.7	
街路樹剪定枝	広葉樹 (部位混合)	19.7	
家庭剪定枝	広葉樹 (部位混合)	19.7	
果樹剪定枝	広葉樹 (部位混合)	19.7	リンゴ、クリで想定
林地残材	針葉樹 (部位混合)	21.1	
切捨て間伐材	針葉樹 (部位混合)	21.1	
里山管理間伐材	広葉樹 (部位混合)	19.7	
タケ	タケ (部位混合)	18.9	
建築廃材	針葉樹 (心・辺材)	21.5	スギ・ヒノキを想定
新・増築廃材	針葉樹 (心・辺材)	21.5	スギ・ヒノキを想定
国産材製材廃材	針葉樹 (心・辺材)	21.5	スギ・ヒノキを想定
外材製材廃材	針葉樹 (心・辺材)	21.5	

※絶乾基準発熱量は、「神奈川県産樹木 15 種のバイオマス燃料としての特性評価 (神奈川県自然環境保全センター報告第 1 号. 2004)」<sup>38)</sup>の針葉樹部位混合、針葉樹 (心・辺材)、広葉樹部位混合、タケ部位混合の燃料測定値をもとに設定



### 1.3.6 需要規模別の必要エネルギー量の設定

本検討では、小～中規模需要は公園施設需要を想定、大規模需要は、公園施設に、公園周辺地域での熱供給・電力供給を加えたものを想定し、年間に必要なエネルギー量を設定する。

#### (1) 施設・用途別の必要エネルギーの設定

まず、公園内・公園外の需要施設・用途を下表のように設定する。需要および必要なエネルギーの算定方法を表 1.3-16 に示す。

表 1.3-15 施設・用途別需要・必要エネルギーの設定

区分	施設・用途	需要 (GJ/年)	必要エネルギー (GJ/年)	算出方法
公園内	事務所(暖房)	965	1,206	園内の中央管理棟2,000m <sup>2</sup> を想定 その他次表参照
	事務所(冷房)	907	1,134	〃
	事務所(電気)	819	4,095	〃
	温水プール	5,880	7,350	25m 一般・子供用併設 その他次表参照
	温水プールシャワー	2,408	3,010	上記施設内 次表参照
	動植物園温室	1,129	1,411	800m <sup>2</sup> を想定
	施設園芸	1,789	2,236	1,000m <sup>2</sup> を想定
	避難施設(暖冷房) (関東)	490	613	表 1.3-17 参照
	避難施設(暖冷房) (東北)	386	482	表 1.3-18 参照
公園外	一般家庭1世帯の暖房 (関東)	9	11	家庭用エネルギーハンドブック(2009) 財団法人省エネルギーセンター <sup>38)</sup>
	一般家庭1世帯の暖房 (東北)	25	31	〃
	一般家庭1世帯の電気 (照明・家電等)	18	90	〃

※必要エネルギー量に関しては、熱需要は需要量をボイラーの機器効率0.8で除し、電力需要は発電効率0.2で除して算出している。

表 1.3-16 各施設のエネルギー量推計

施設区分	①	②	③	④
	想定延床面積 (m <sup>2</sup> )	稼働時間 (h)	原単位	熱量 (GJ/年)
事務所 (暖房)	2,000	10	670 kJ/m <sup>2</sup> /h <sup>※1</sup>	965
	④=①*②*③*120/10 <sup>6</sup> ×0.6 (負荷率)			
事務所 (冷房)	2,000	10	840 kJ/m <sup>2</sup> /h <sup>※1</sup>	907
	④=①*②*③*90/10 <sup>6</sup> ×0.6 (負荷率)			
事務所 (電力)	2,000	-	-	819 (電力消費)
	寒冷地公園事務所施設 (2,000m <sup>2</sup> ) の実績値から面積按分			
温水プール	25m 一般・子供用併設	8	2,100 MJ/h <sup>※1</sup>	5,880
	④=②*③*350/10 <sup>6</sup>			
温水プールシャワー	-	8	860 MJ/h <sup>※1</sup>	2,408
	④=②*③*350/10 <sup>6</sup>			
動植物園温室	800	8	840 kJ/m <sup>2</sup> /h <sup>※1</sup>	1,129
	④=①*②*③*350/10 <sup>6</sup> ×0.6 (負荷率)			
施設園芸	1,000	8	1,065 kJ/m <sup>2</sup> /h <sup>※1</sup>	1,789
	④=①*②*③*350/10 <sup>6</sup> ×0.6 (負荷率)			

※ 「ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版」<sup>39)</sup>～熱回収形態とその必要熱量  
 ここで、延床面積及び稼働時間は想定値であり、稼働日数はそれぞれ、暖房で 120 日/年、冷房で 90 日/年、  
 その他の施設は 350 日/年とした。

## (2) 避難施設の熱需要推計

避難所の暖冷房需要については、気象条件によって東北と関東の 2 パターンを想定した。推計の過程と結果を次ページに示す。

避難所は体育館施設を想定している。

熱負荷推計の際にはモデル化した体育館の熱損失係数 Q 値<sup>※1</sup>を活用している。避難施設の床面積 1,000m<sup>2</sup> (収容人数約 340 人)<sup>※2</sup>で設定し、そこに収容可能な人数を算出した。

冷房時は人間からの熱放出が有るため、冷房負荷に加算している。暖房負荷は安全側であるので、考慮しないものとした。

※1 Q 値は内外温度差 1℃あたりに必要な単位面積熱負荷であり、Q 値が低いほど施設の断熱性能が高いことを示す。Q 値に内外温度差と床面積を乗じることで簡易的な熱負荷となる。

参考：一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構 <http://www.ibec.or.jp/pdf/index.htm><sup>41)</sup>

※2 八王子市の避難体育施設の平均面積は約 820m<sup>2</sup>

表 1.3-17 避難施設の熱需要推計（関東：八王子）

番号	項目	単位	数値	備考
①	体育館の想定Q値	W/m <sup>2</sup> /K	5.58	※1
②	設定外気温（暖房）	℃	-2.1	※2
②'	設定外気温（冷房）	℃	31.2	※2
③	設定内部気温	℃	20	仮定値
④	体育館床面積	m <sup>2</sup>	1,000	仮定値
⑤	避難時一人あたり面積	m <sup>2</sup> /人	2.93	※3
⑥	想定収容人数	人	341	④/⑤
a	一人当たり発熱量	W/人	72	※1
b	総発熱量	kW	25	a*⑥/1,000
⑦	暖房負荷推計値	kW	123.4	①* (③-②) *④
⑦'	冷房負荷推計値	kW	87.5	①* (③-②') *④+b、人員負荷考慮
⑧	稼働時間	h/日	10	仮定値
⑨	稼働日数	日	120	冷房は90
⑩	負荷率	-	0.6	仮定値
⑪	期間熱需要（暖房）	GJ/年	320	⑦*⑧*⑨*⑩*3.6/1,000
⑪'	期間熱需要（冷房）	GJ/年	170	⑦' *⑧*⑨*⑩*3.6/1,000
合計		GJ/年	490	⑪+⑪'

表 1.3-18 避難施設の熱需要推計（東北：仙台）

番号	項目	単位	数値	備考
①	体育館の想定Q値	W/m <sup>2</sup> /K	4.7	※1
②	設定外気温（暖房）	℃	-1.7	※2
②'	設定外気温（冷房）	℃	27.9	※2
③	設定内部気温	℃	20	仮定値
④	体育館床面積	m <sup>2</sup>	1,000	仮定値
⑤	避難時一人あたり面積	m <sup>2</sup> /人	2.93	※3
⑥	想定収容人数	人	341	④/⑤
a	一人当たり発熱量	W/人	72	※1
b	総発熱量	kW	25	a*⑥/1,000
⑦	暖房負荷推計値	kW	102.0	①* (③-②) *④
⑦'	冷房負荷推計値	kW	62.2	①* (③-②') *④+b、人員負荷考慮
⑧	稼働時間	h/日	10	仮定値
⑨	稼働日数	日	120	冷房は90
⑩	負荷率	-	0.6	仮定値
⑪	期間熱需要（暖房）	GJ/年	265	⑦*⑧*⑨*⑩*3.6/1,000
⑪'	期間熱需要（冷房）	GJ/年	121	⑦' *⑧*⑨*⑩*3.6/1,000
合計		GJ/年	386	⑪+⑪'

※1 第五回札幌版次世代住宅基準に関する技術検討会議<sup>41)</sup>より。Q値は、「体育館を避難収容施設として利用する場合」で算定した3.3 W/m<sup>2</sup>/Kを基準とし、これに札幌市に対する地域のQ値の比率を乗じて推定している。

※2 気象庁アメダス平年値データ(1981～2010年「八王子」及び「仙台」)<sup>42)</sup><http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

※3 避難者に係る対策の参考資料 内閣府<sup>43)</sup><http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/shutohinan/pdf/sanko01.pdf>

### (3) 規模別の需要設定

以上の施設・用途別設定値を全て用いた場合、小～大の規模別需要と必要エネルギーは下表のようになる。

なお、公園内の需要実績データがある場合は、それを優先する。

表 1.3-19 規模別熱需要の設定

需要		必要エネルギー (GJ/年)
小規模需要	公園管理事務所暖房・冷房・電気	6,435
中規模需要	小規模＋ 公園内施設（温水プール＋温水プールシャワー＋動 植物園温室＋施設園芸＋避難所）	関東：21,055 東北：20,924
大規模需要	中規模＋一般家庭（電気＋暖房）	関東：21,055＋500世帯数×101＝71,555 東北：20,924＋500世帯数×121＝81,424

#### 1.3.7 エネルギー需要に必要な地域スケールの検討

設定したエネルギー需要に対して、処理施設から必要な収集範囲を検討する。

検討手順を以下のとおりとした。

##### 収集可能範囲検討方法（例）

- ① 処理施設から近い地区・圏域の順に植物廃材利用可能エネルギーを累計していき、必要エネルギー需要に達した時点のエリアを収集範囲とする。
- ② 利用可能量を計上する植物廃材については、物性や収集方法、廃棄物処理法、他業種との競争性、調達コストをふまえ、以下のようにグループ化する
  - 1 家庭系剪定枝（家庭剪定枝）
  - 2 事業系剪定枝（公園剪定枝＋街路樹剪定枝＋果樹剪定枝）
  - 3 産業系（建築廃材＋新・増築廃材＋国産材製材廃材＋外材製材廃材）
  - 4 森林系バイオマス（林地残材＋切捨て間伐材＋里山管理間伐材＋タケ）
- ③ まず、対象市町村内の地区において、②で設定した区分の組み合わせで、植物廃材エネルギー利用可能量を処理施設からの距離が近い地区の順に累計していく。
- ④ 対象市町村を超える場合は、対象市町村から近い圏域市町村の順に、②・③と同様の方法を行う。

### 1.3.8 地域スケールに応じた収集方法の検討

収集範囲に応じて、木質バイオマスの種類ごとの収集コスト、法令による規制、既に構築されている廃棄物処理体制との関係等も考慮し、適切な収集方法を検討する。

#### (1) 八王子市長池公園（東京都八王子市）

##### 1) 地域スケール設定

##### (i) 地区・地域単位の設定

中学校の通学区域を単位とし、八王子市を 37 地域に分類する。地区番号・地区名を表に示す。

表 1.3-20 地区単位設定（八王子市）

地区番号	1	2	3	4	5	6
地区名	別所	松木	由木	松が谷	宮上	南大沢
地区番号	7	8	9	10	11	12
地区名	上柚木	鎌水	中山	打越	由井	第三
地区番号	13	14	15	16	17	18
地区名	七国	第一	みなみ野	第五	第六	石川
地区番号	19	20	21	22	23	24
地区名	ひよどり山	櫛田	第七	第四	第二	横山
地区番号	25	26	27	28	29	30
地区名	甲ノ原	陵南	館	横川	長房	檜原
地区番号	31	32	33	34	35	36
地区名	元八王子	四谷	加住	城山	浅川	川口
地区番号	37					
地区名	恩方					

※公園が所在する地区の番号を1番とし、この地区から中心間距離が近い順に番号をつけている。

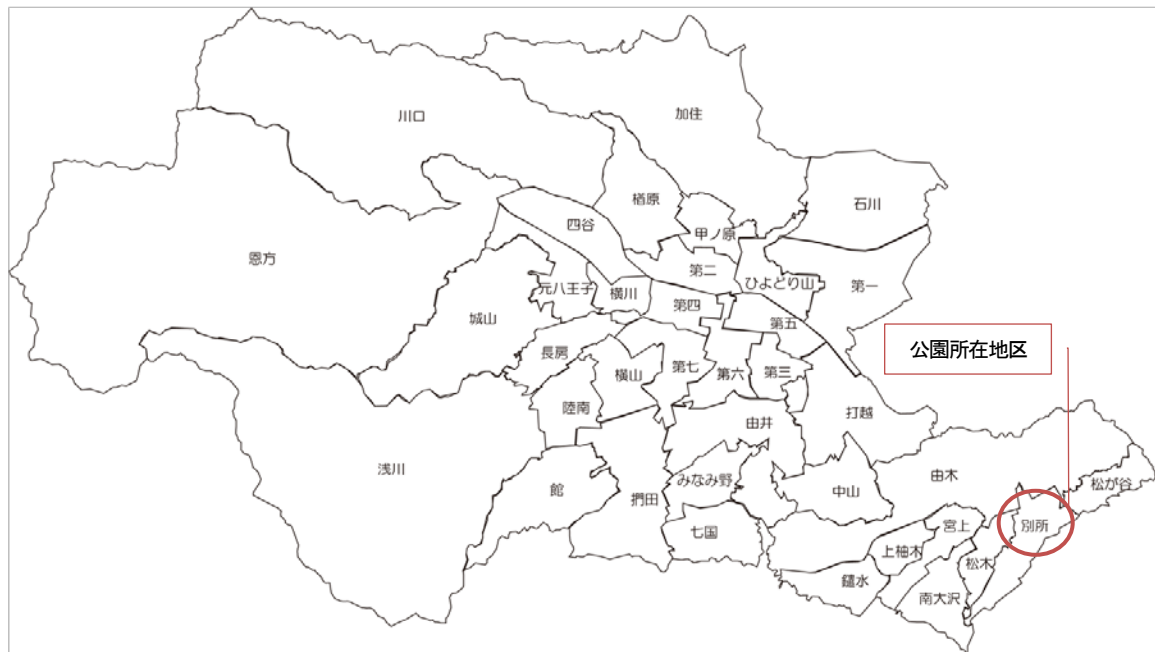
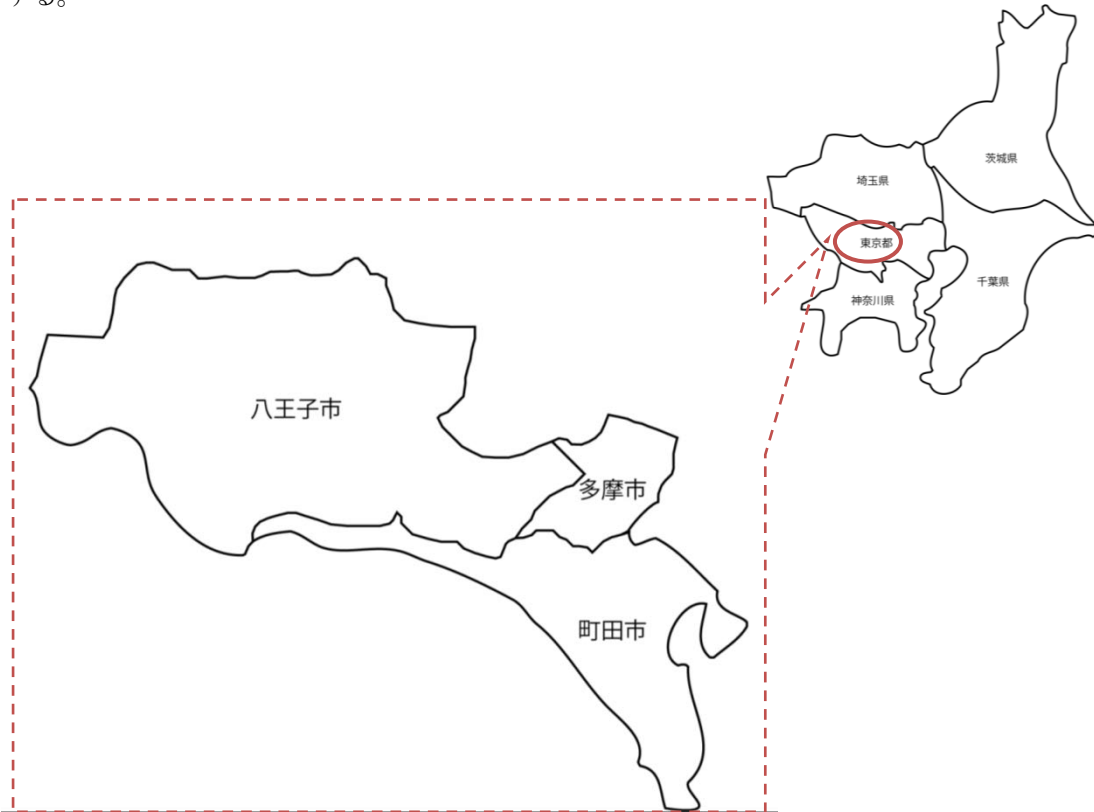


図 1.3-3 地区配置図（東京都八王子市）

(ii) 圏域の考え方

現在、ごみ広域処理として、多摩ニュータウン環境組合（多摩市・八王子市・町田市）で3市の多摩ニュータウン地域のごみを処理している。よって、圏域市町村を多摩市、町田市の2市とする。



圏域市町村		人口(人)	面積(ha)
公園所在地	八王子市	580,053	18,631
圏域	多摩市	147,648	2,108
	町田市	426,987	7,163

※人口は国勢調査(H22)

図 1.3-4 圏域の設定（長池公園）

## 2) 植物廃材利用可能量の算定結果

### (i) 対象市町村・圏域市町村別の利用可能量

既往文献・計画書・統計値をもとに、市町村別の利用可能量を推計する。

表 1.3-21 八王子市の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
対象公園の剪定枝 (長池公園)	0	-	現在足湯の燃料源に利用されていることをふまえ、利用可能率はゼロとした。
公園剪定枝 (全体)	1,319	512	八王子市推計値を絶乾重量に換算 「剪定枝等のエネルギー化実証事業」報告書(平成23年3月) <sup>44)</sup>
街路樹剪定枝	503	-	八王子市推計値を絶乾重量に換算 「剪定枝等のエネルギー化実証事業」報告書(平成23年3月) <sup>44)</sup>
家庭剪定枝	1,218	-	・発生原単位 0.0021 DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究」 <sup>9)</sup> より立川市実績より設定) ・人口は国勢調査値 ・ほぼ全量利用可能と想定
果樹剪定枝	371	319	・りんご、なし、うめ、かき、くりの樹面積に原単位を乗じて算定 ・原単位は「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」 <sup>10)</sup> の設定値を採用 ・ほぼ全量利用可能と推定
林地残材	183	51	八王子市推計値を絶乾重量に換算 「剪定枝等のエネルギー化実証事業」報告書(平成23年3月) <sup>44)</sup>
切捨て間伐材	427	730	八王子市推計値を絶乾重量に換算 「剪定枝等のエネルギー化実証事業」報告書(平成23年3月) <sup>44)</sup>
里山管理間伐材	299	-	・天然林広葉樹の年間成長量(m <sup>3</sup> /年)の90%相当を間伐すると仮定 ・ナラで想定拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m <sup>3</sup> ・利用可能率は20%で想定(八王子剪定枝等のエネルギー化実証事業)報告書(平成23年3月) <sup>45)</sup> を参考)
タケ	40	331	・民有林のタケ材積を推定(1haあたり1000束で想定) ・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定 ・利用可能率は20%で想定(八王子剪定枝等のエネルギー化実証事業)報告書(平成23年3月) <sup>44)</sup> を参考)
建築廃材	1,937	1,937	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	65	65	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	12	12	NEDO 推計値を採用
外材製材廃材	46	46	NEDO 推計値を採用
合計	6,420	4,003	

公園、道路など：八王子市HP<sup>45)</sup> (H25.4.1現在)

(<http://www.city.hachioji.tokyo.jp/profile/data/toshikiban.html>)

世帯・人口：国勢調査(H22)<sup>46)</sup>

森林、林業：東京の森林・林業(平成24年度 東京都産業労働局)<sup>47)</sup>

表 1.3-22 多摩市の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
公園剪定枝	135	188	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市公園面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は1.00DW-t/ha(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究 P.10」<sup>9)</sup>より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
街路樹剪定枝	59	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村道距離に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.23DW-t/km(表1.2-30より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
家庭剪定枝	310	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政人口に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.0021DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究」<sup>9)</sup>より立川市実績より設定)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
果樹剪定枝	16	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>・うめ、くりの樹面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」<sup>10)</sup>の設定値を採用</li> <li>・ほぼ全量利用可能と推定</li> </ul>
林地残材	0	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・皆伐量(m<sup>3</sup>/年)を立木重量に換算して推定</li> <li>・立木換算係数0.86、林地残材率15%(「NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」<sup>10)</sup>より)、</li> <li>・容積密度(スギ)0.314 DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定(八王子剪定枝等のエネルギー化実証事業)報告書(平成23年3月)<sup>44)</sup>を参考)</li> </ul>
切捨て間伐材	0	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林の間伐立木材積(m<sup>3</sup>/年)より推定</li> <li>・(スギ想定)拡大係数1.57、容積密度0.314DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定(八王子剪定枝等のエネルギー化実証事業)報告書(平成23年3月)<sup>44)</sup>を参考)</li> </ul>
里山管理間伐材	0	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然林広葉樹の年間成長量(m<sup>3</sup>/年)の90%相当の間伐すると仮定</li> <li>・ナラで想定拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定(八王子剪定枝等のエネルギー化実証事業)報告書(平成23年3月)<sup>44)</sup>を参考)</li> </ul>
タケ	0	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林のタケ材積を推定(1haあたり1000束で想定)</li> <li>・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定</li> <li>・利用可能率は20%で想定(八王子剪定枝等のエネルギー化実証事業)報告書(平成23年3月)<sup>44)</sup>を参考)</li> </ul>
建築廃材	344	344	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	44	44	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	0	—	NEDO 推計値を採用
外材製材廃材	0	—	NEDO 推計値を採用
合計	908	599	

公園、道路など：統計たま 平成24年版<sup>43)</sup>(<http://www.city.tama.lg.jp/zaisei/kokuzei/017520.html>)

世帯・人口：国勢調査(H22)<sup>46)</sup>

森林、林業：東京の森林・林業(平成24年度 東京都産業労働局)<sup>47)</sup>



表 1.3-23 町田市の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
公園剪定枝 (全体)	0	298	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市公園面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は1.00DW-t/haH24「国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究P.10」<sup>9)</sup>より)</li> <li>・剪定枝リサイクルをふまえ、利用可能率をゼロとした</li> </ul>
街路樹剪定枝	0	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村道距離に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.23DW-t/km(表1.2-30より)</li> <li>・剪定枝リサイクルをふまえ、利用可能率をゼロとした</li> </ul>
家庭剪定枝	0	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政人口に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.0021DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究」<sup>9)</sup>より立川市実績より設定)</li> <li>・剪定枝リサイクルをふまえ、利用可能率をゼロとした</li> </ul>
果樹剪定枝	0	195	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ぶどう、うめ、かき、くりの樹面積より算定</li> <li>・原単位は「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」<sup>10)</sup>の設定値を採用</li> <li>・剪定枝リサイクルをふまえ、利用可能率をゼロとした。</li> </ul>
林地残材	1	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・皆伐量 (m<sup>3</sup>/年) を立木重量に換算して推定</li> <li>・立木換算係数0.86、林地残材率15% (「NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」<sup>10)</sup>より)、</li> <li>・容積密度 (スギ) 0.314 DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (八王子剪定枝等のエネルギー化実証事業) 報告書 (平成23年3月)<sup>44)</sup>を参考)</li> </ul>
切捨て間伐材	49	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林の間伐立木材積 (m<sup>3</sup>/年) より推定</li> <li>・(スギ想定) 拡大係数1.57、容積密度0.314DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (八王子剪定枝等のエネルギー化実証事業) 報告書 (平成23年3月)<sup>44)</sup>を参考)</li> </ul>
里山管理間伐材	68	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然林広葉樹の年間成長量 (m<sup>3</sup>/年) の90%相当の間伐すると仮定</li> <li>・ナラで想定拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (八王子剪定枝等のエネルギー化実証事業) 報告書 (平成23年3月)<sup>44)</sup>を参考)</li> </ul>
タケ	22	72	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林のタケ材積を推定 (1haあたり1000束で想定)</li> <li>・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定</li> <li>・利用可能率は20%で想定 (八王子剪定枝等のエネルギー化実証事業) 報告書 (平成23年3月)<sup>44)</sup>を参考)</li> </ul>
建築廃材	1,883	1,883	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	36	36	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	0	0	NEDO 推計値を採用
外材製材廃材	2	2	NEDO 推計値を採用
合計	2,061	2,498	

公園、道路など：町田市統計書(H25年度)<sup>49)</sup>

<https://www.city.machida.tokyo.jp/shisei/toukei/toukeisyo/47/5.html>

世帯・人口：国勢調査 (H22)<sup>46)</sup>

森林、林業：東京の森林・林業 (平成24年度 東京都産業労働局)<sup>48)</sup>

(ii) 圏域全体での利用可能量

以上より、圏域全体での絶乾重量ベース、熱量ベースの推計結果を示す。

表 1.3-24 圏域全体での利用可能量（絶乾重量ベース）

(単位：DW-t/年)

植物廃材	所在地	圏域		合計
	八王子市	多摩市	町田市	
公園剪定枝	1,319	135	0	1,454
街路樹剪定枝	503	59	0	562
家庭剪定枝	1,218	310	0	1,528
果樹剪定枝	371	16	0	387
林地残材	183	0	1	184
切捨て間伐材	427	0	49	476
里山管理間伐材	299	0	68	367
タケ	40	0	22	62
建築廃材	1,937	344	1,883	4,164
新・増築廃材	65	44	36	145
国産材製材廃材	12	0	0	12
外材製材廃材	46	0	2	48
合計	6,420	908	2,061	9,389

表 1.3-25 圏域全体での利用可能量（熱量ベース）

(単位：GJ/年)

植物廃材	所在地	圏域		合計
	八王子市	多摩市	町田市	
公園剪定枝	25,984	2,660	0	28,644
街路樹剪定枝	9,909	1,162	0	11,071
家庭剪定枝	23,995	6,107	0	30,102
果樹剪定枝	7,309	315	0	7,624
林地残材	3,861	0	21	3,882
切捨て間伐材	9,010	0	1,034	10,044
里山管理間伐材	5,890	0	1,340	7,230
タケ	756	0	416	1,172
建築廃材	41,646	7,396	40,485	89,527
新・増築廃材	1,398	946	774	3,118
国産材製材廃材	258	0	0	258
外材製材廃材	989	0	43	1,032
合計	131,005	18,586	44,113	193,704

※絶乾重量基準の発熱量は表 1.3-14 を参照

(iii) 地区単位での利用可能量

八王子市の植物廃材利用可能量（発熱量ベース）を学校区別に概略的に配分する。

用いた人口比率は学校区の生徒数から算定した。森林割合、市街地住宅地の割合については、「自然環境保全基礎調査 植生調査情報提供（環境省）」の八王子市周辺の植生図を用いて計測した。

表 1.3-26 八王子市の植物廃材利用可能量の配分

植物廃材	概略配分
公園剪定枝 (対象公園分を除く)	学校区生徒数比率
街路樹剪定枝	学校区面積×学校区に占める市街地・住宅地の割合で按分
家庭剪定枝	学校区生徒数比率
果樹剪定枝	学校区面積×学校区に占める森林割合で按分
林地残材	学校区面積×学校区に占める森林割合で按分
切捨て間伐材	学校区面積×学校区に占める森林割合で按分
里山管理間伐材	学校区面積×学校区に占める森林割合で按分
タケ	学校区面積×学校区に占める森林割合で按分
建築廃材	生徒数比率
新・増築廃材	生徒数比率
国産材製材廃材	学校区面積×学校区に占める市街地・住宅地の割合で按分
外材製材廃材	学校区面積×学校区に占める市街地・住宅地の割合で按分

※生徒数は八王子市HP（H25.4.1現在）<sup>45)</sup>より

(<http://www.city.hachioji.tokyo.jp/profile/data/toshikiban.html>)

(単位：GJ/年)

地区番号	名称	公園剪定枝	街路樹剪定枝	家庭剪定枝	果樹剪定枝	林地残材	切捨間伐材	里山管理間伐材	タケ	建築廃材	新・増築廃材	国産材製材廃材	外材製材廃材	合計
1	別所	673	11	622	92	48	113	74	9	1,079	36	0	1	2,758
2	松木	1,137	35	1,050	49	26	60	39	5	1,822	61	1	4	4,289
3	由木	701	453	648	250	132	308	201	26	1,124	38	12	45	3,938
4	松が谷	773	143	714	3	2	4	3	0	1,238	42	4	14	2,940
5	宮上	915	24	845	42	22	52	34	4	1,467	49	1	2	3,457
6	南大沢	478	99	442	46	24	57	37	5	767	26	3	10	1,994
7	上柚木	602	5	556	63	33	77	51	6	965	32	0	1	2,391
8	鎌水	769	11	710	96	51	118	77	10	1,232	41	0	1	3,116
9	中山	658	212	608	47	25	58	38	5	1,055	35	6	21	2,768
10	打越	977	496	902	71	38	88	58	7	1,566	53	13	50	4,319
11	由井	784	314	724	91	48	112	73	9	1,257	42	8	31	3,493
12	第三	536	257	495	0	0	0	0	0	860	29	7	26	2,210
13	七国	763	13	705	132	70	163	107	14	1,223	41	0	1	3,232
14	第一	942	651	869	30	16	37	24	3	1,509	51	17	65	4,214
15	みなみ野	1,108	50	1,024	85	45	105	69	9	1,777	60	1	5	4,338
16	第五	730	307	674	0	0	0	0	0	1,169	39	8	31	2,958
17	第六	645	380	596	3	2	4	3	0	1,034	35	10	38	2,750
18	石川	1,152	299	1,063	27	14	33	22	3	1,846	62	8	30	4,559
19	ひよどり山	555	260	513	13	7	16	10	1	890	30	7	26	2,328

表 1.3-27 八王子市の植物廃材利用可能量の地区配分値

(単位：GJ/年)

地区番号	名称	公園剪定枝	街路樹剪定枝	家庭剪定枝	果樹剪定枝	林地残材	切捨間伐材	里山管理間伐材	タケ	建築廃材	新・増築廃材	国産材製材廃材	外材製材廃材	合計
20	綱田	1,253	275	1,157	94	50	116	76	10	2,008	67	7	27	5,140
21	第七	883	400	816	1	0	1	1	0	1,416	48	10	40	3,616
22	第四	705	285	651	0	0	0	0	0	1,130	38	7	28	2,844
23	第二	683	316	630	0	0	0	0	0	1,094	37	8	31	2,799
24	横山	908	385	838	1	1	1	1	0	1,455	49	10	38	3,687
25	甲ノ原	360	210	333	12	6	14	9	1	577	19	5	21	1,567
26	陵南	516	274	476	13	7	16	11	1	827	28	7	27	2,203
27	館	364	215	336	115	61	141	92	12	583	20	6	21	1,966
28	横川	326	185	301	3	2	4	3	0	523	18	5	18	1,388
29	長房	533	238	492	38	20	47	31	4	854	29	6	24	2,316
30	樽原	535	432	494	55	29	68	44	6	857	29	11	43	2,603
31	元八王子	632	352	584	20	11	25	16	2	1,013	34	9	35	2,733
32	四谷	581	390	537	2	1	3	2	0	932	31	10	39	2,528
33	加住	178	307	165	454	240	560	366	47	286	10	8	31	2,652
34	城山	679	460	627	238	126	293	192	25	1,088	37	12	46	3,823
35	浅川	565	460	521	1,590	840	1,960	1,281	164	905	30	12	46	8,374
36	川口	655	414	604	1,111	587	1,369	895	115	1,049	35	11	41	6,886
37	恩方	730	291	674	2,420	1,278	2,983	1,950	250	1,169	39	8	29	11,821
合計		25,984	9,909	23,995	7,309	3,861	9,010	5,890	756	41,646	1,398	258	989	130,998

表 1.3-28 八王子市の植物廃材利用可能量の地区配分値

#### (iv) エネルギー需要規模に対する地域スケールの検討

小規模・中規模・大規模のエネルギー供給規模を以下のとおりに設定する（詳細は 1.3.6 を参照）。

表 1.3-29 規模別熱需要の設定

需要		供給エネルギー (GJ/年)
小規模需要	公園事務所の暖房・冷房・電気	6,435
中規模需要	小規模＋ 公園内施設(温水プール＋温水プールシャワー＋動植物園温室＋施設園芸)＋ 避難施設	21,055
大規模需要	中規模＋一般家庭 500 世帯（電気＋暖房） ※供給世帯数は、八王子市全体の約 0.2%	71,555

設定した圏域に対して、植物廃材を、「家庭系剪定枝」、「事業系剪定枝（公園剪定枝、街路樹剪定枝、果樹剪定枝）」、「産業系（建築廃材、新・増築廃材、国産材製材廃材、外材製材廃材）」、「森林系（林地残材、切捨て間伐材、里山管理間伐材、タケ）」の4つの区分に集計し、これら単独・組み合わせのケースで必要な収集範囲を算定した。

#### (v) 植物廃材単独での検証

まず、植物廃材単独（ケース1～ケース4）について、必要エネルギーに対する対応範囲を確認する。

##### i) 家庭系剪定枝

八王子市が世帯数の多い地域のため、小規模需要に対して八王子市全区域の約13%、中規模需要では八王子市全区域の約43%の収集範囲で対応可能という結果であった。

しかしながら、大規模需要に対しては、多摩市の発生量も含めた圏域全体でも必要エネルギーの半分に満たない結果となった。この場合については事業系剪定枝等、他の植物廃材を合わせて収集する必要がある。

##### ii) 事業系剪定枝（公園剪定枝、街路樹剪定枝、果樹剪定枝）

家庭系剪定枝と同様、小規模需要に対して八王子市全区域の約10%、中規模需要では八王子市全区域の約29%の収集範囲で対応可能という結果であった。

しかしながら、大規模需要に対しては、多摩市の発生量も含めた圏域全体でも必要エネルギーの約70%となり、約30%が不足する結果であった。この場合については、他の植物廃材を合わせて収集する必要がある。

##### iii) 産業系（建築廃材、新・増築廃材、国産材製材廃材、外材製材廃材）

都市部のため、小規模需要に対して八王子市全区域の8%、中規模需要では八王子市全区域の約23%の収集範囲で対応可能という結果であり、植物廃材の中では、処理施設から近い収集範囲で対応可能と推定される。

大規模需要に対しては、町田市の範囲約66%分を含めた圏域収集であれば、需要に対応可能という結果であった。

**iv) 森林系（林地残材、切捨て間伐材、里山管理間伐材、タケ）**

八王子市は東京都内で比較的森林環境が豊富な地域であり、小規模需要に対して八王子市全域の約 54%、中規模需要では八王子市全域の約 97%の収集範囲に町田市の収集範囲 55%を含めて対応可能という結果であった。

しかしながら、大規模需要に対しては、圏域の多摩市で森林系植物廃材はほとんど発生せず、町田市の発生量も含めた圏域全体でも必要エネルギーの約 30%しか供給できない結果となった。この場合については他の植物廃材を合わせて収集する必要がある。

**(vi) 植物廃材組み合わせの検討**

小～大の需要規模に対して、収集に効率的な植物廃材の組み合わせケースを選定する。

選定にあたっては、需要に必要なエネルギーを供給でき、かつ収集範囲が最小となる植物廃材の組み合わせとした。

**i) 植物廃材単独**

小～大規模需要を通して、「ケース 3 産業系」が最も効率的と判断される。大規模需要の場合は、町田市との圏域処理となる。

**ii) 植物廃材 2 種での組み合わせ**

小～大規模需要を通して、「ケース 8 事業系剪定枝＋産業系」が最も効率的と判断される。八王子市内でカバーできる。

**iii) 植物廃材 3 種での組み合わせ**

小～大規模需要を通して、「ケース 11 家庭系剪定枝＋事業系剪定枝＋産業系」が最も効率的と判断される。八王子市内でカバーできる。

以上より、植物廃材（家庭系剪定枝、事業系剪定枝、産業系、森林系）、および最も収集が効率的な組み合わせケースについて収集範囲を図に示す。

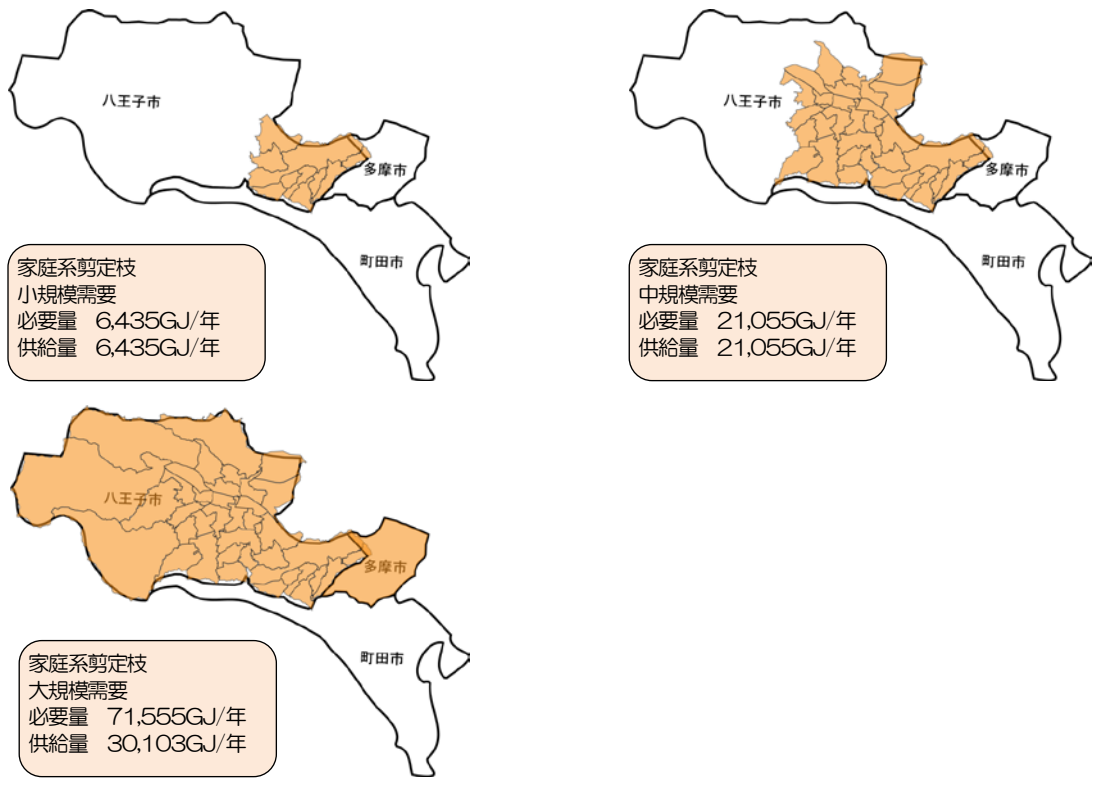


図 1.3-5 家庭系剪定枝の収集範囲（長池公園）

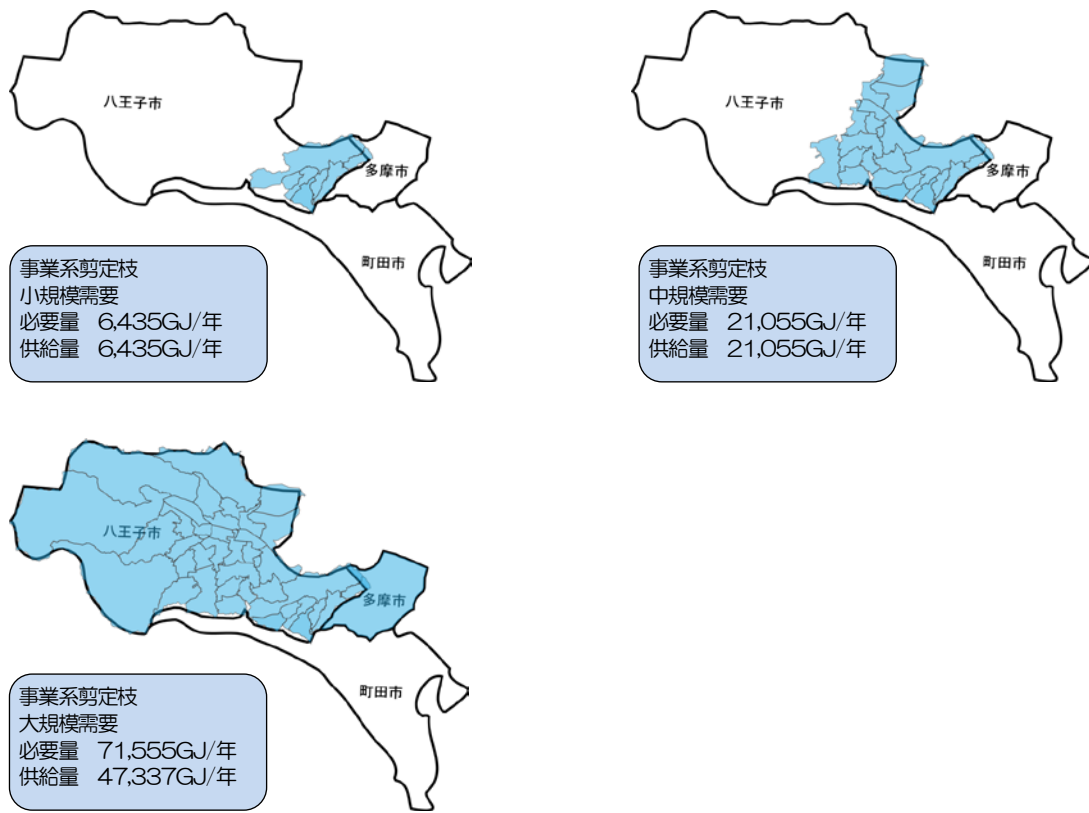


図 1.3-6 事業系剪定枝の収集範囲（長池公園）



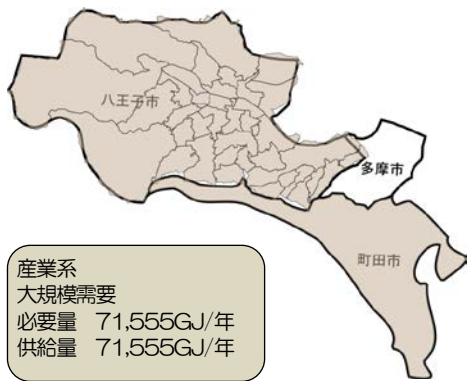
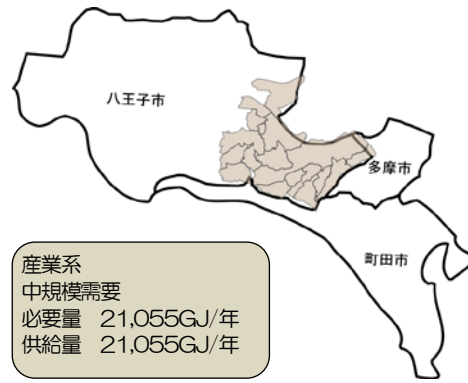


図 1.3-7 産業系の収集範囲 (長池公園)

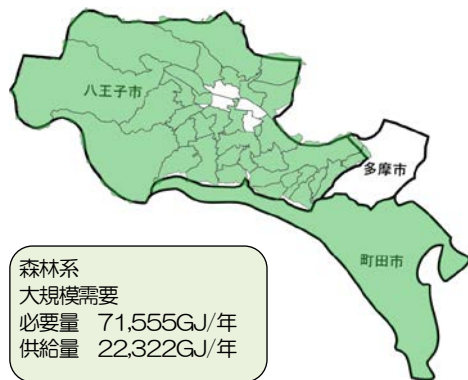
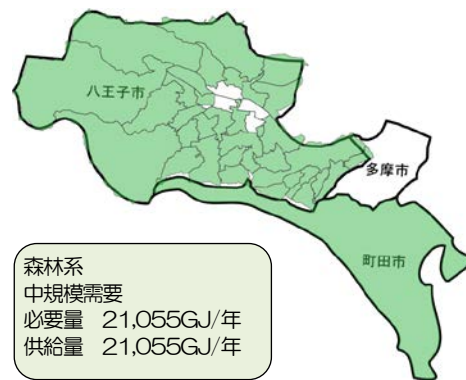
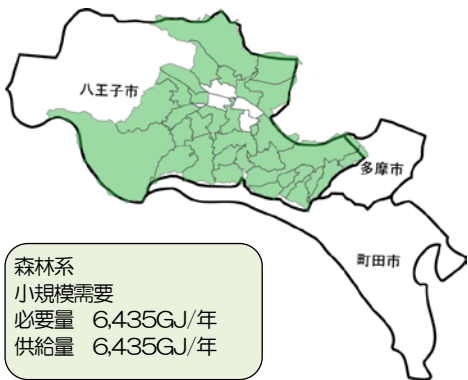


図 1.3-8 森林系の収集範囲 (長池公園)

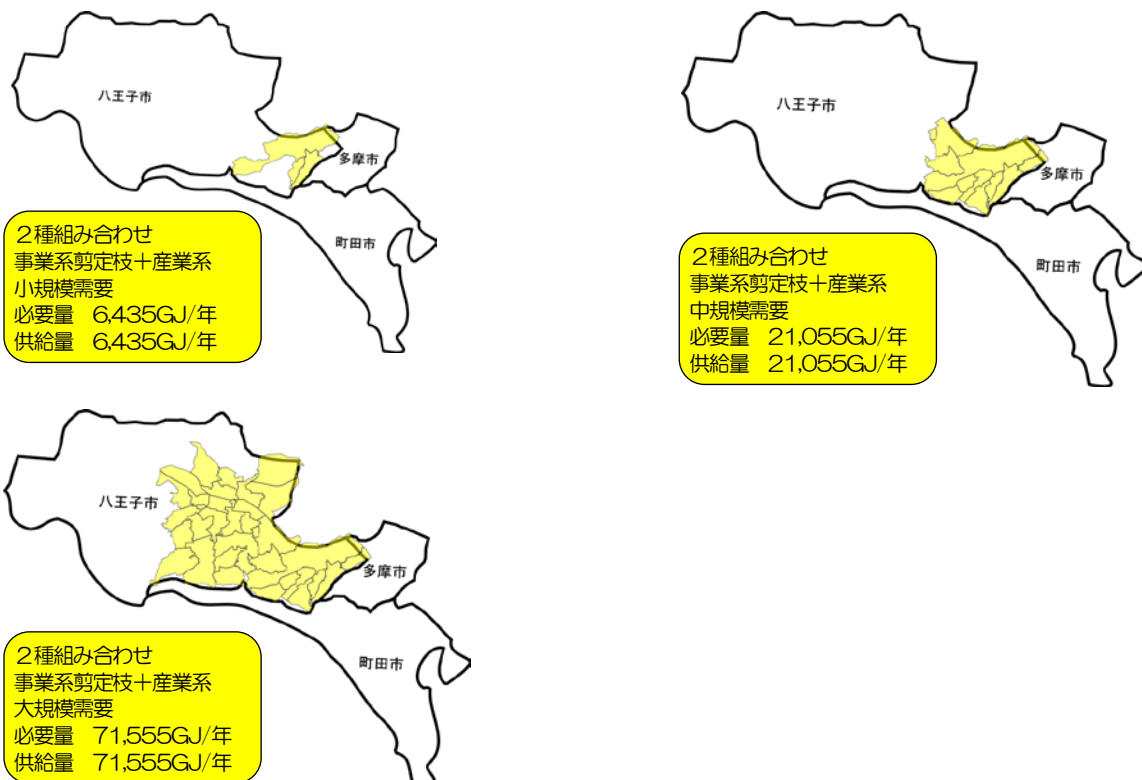


図 1.3-9 事業系剪定枝+産業系の収集範囲（長池公園）

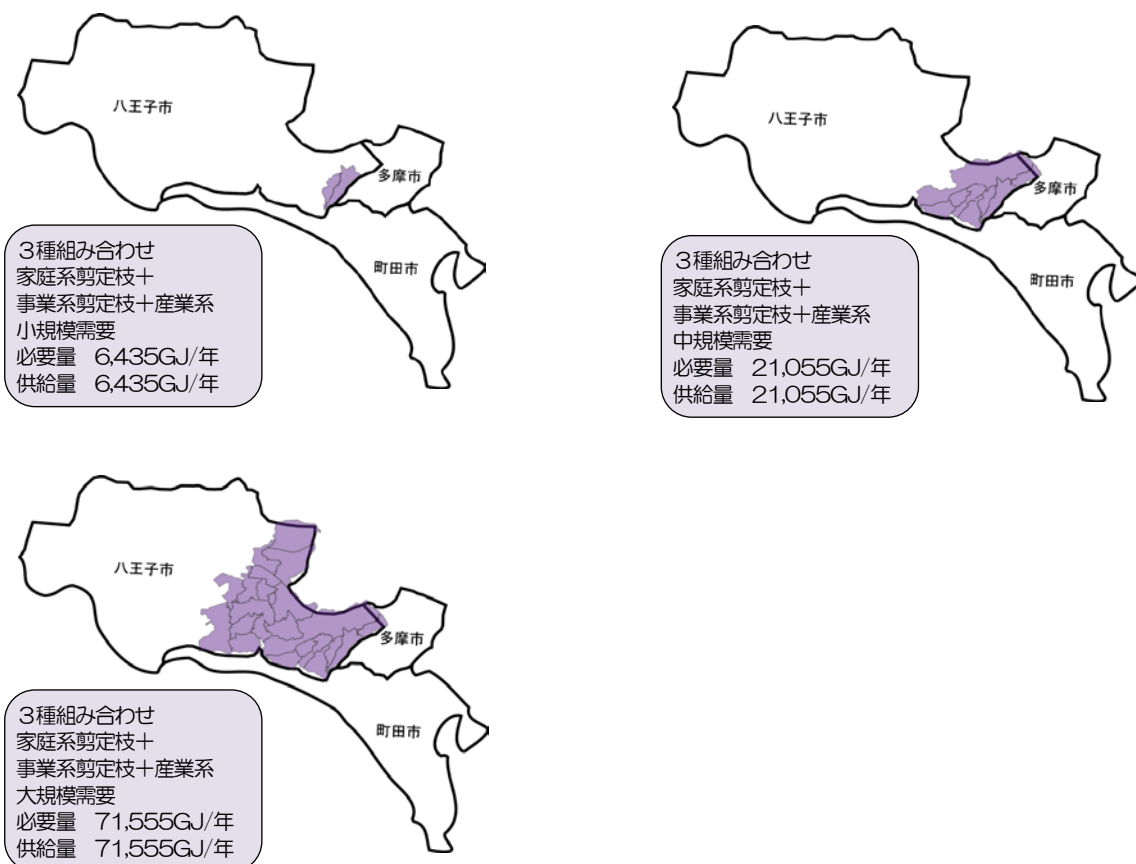


図 1.3-10 家庭系剪定枝+事業系剪定枝+産業系の収集範囲（長池公園）

(2) 国営みちのく杜の湖畔公園（宮城県川崎町）

1) 地域スケール設定

(i) 対象市町村

公園所在地の宮城県川崎町とする。

(ii) 地区・地域の設定

宮城県川崎町の行政区を単位とし、22 地域に分類する。

表 1.3-30 地区設定（宮城県川崎町）

地区番号	1	2	3	4	5	6
地区名	小野	小沢	裏庁下	川内北川	中新町	裏庁上
地区番号	7	8	9	10	11	12
地区名	川内一	本荒町	川内三	碁石	支倉上	前川東部
地区番号	13	14	15	16	17	18
地区名	支倉下	支倉台	川内二	野上	立野	前川西部
地区番号	19	20	21	22		
地区名	本砂金	古関	青根	笹谷		

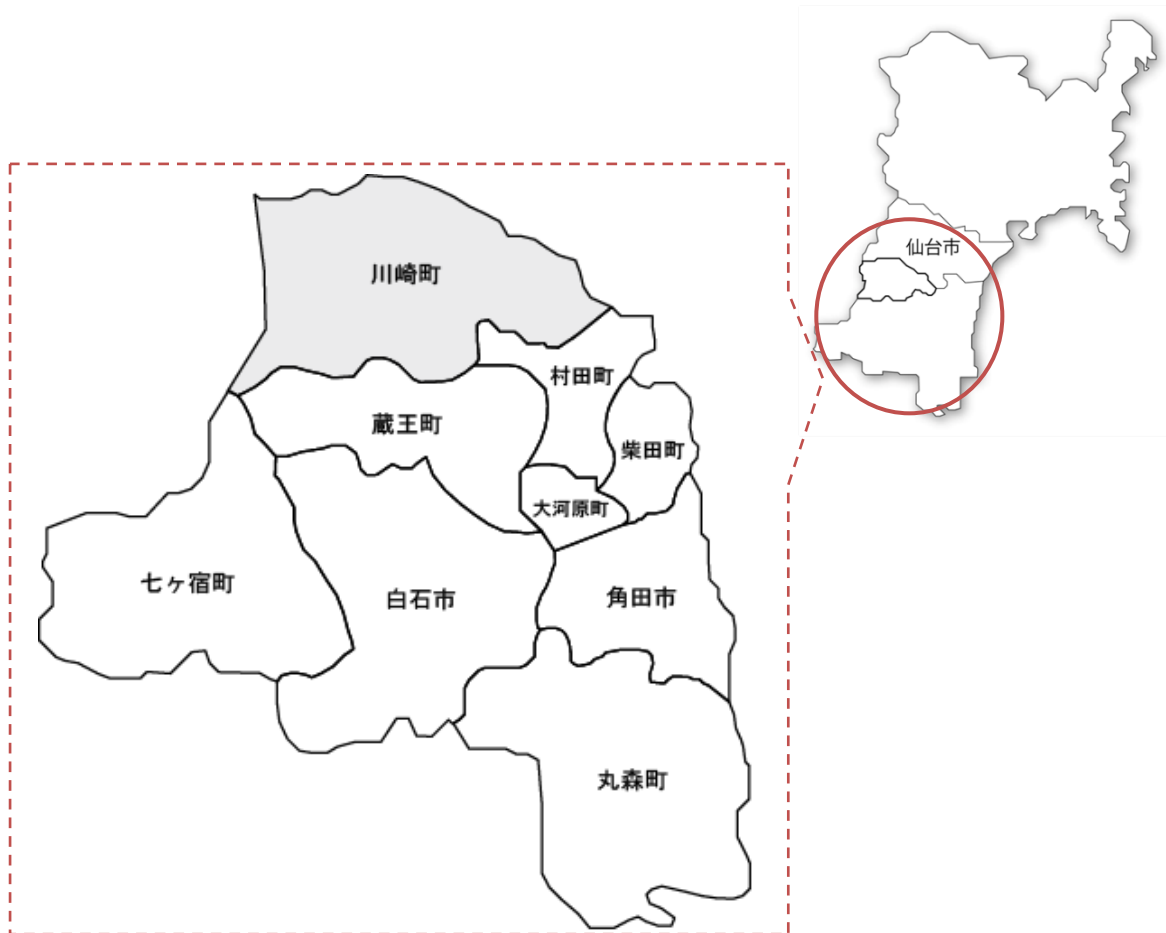
※公園が所在する地区を1番とし、この地区から中心間距離が近い順に番号をつけていく。



図 1.3-11 地区配置図（宮城県川崎町）

(iii) 圏域の考え方

宮城県川崎町は、一般廃棄物（ごみ・し尿）処理・消防・火葬の共同業務を行う一部事務組合である仙南地域広域行政事務組合に参画している。よって、圏域は組合構成市町村である、白石市、角田市、蔵王町、七ヶ宿町、大河原町、村田町、柴田町、丸森町とする。



圏域市町村	人口(人)	面積(ha)	
公園所在地	川崎町	9,643	27,080
圏域	白石市	36,725	28,647
	角田市	31,213	14,758
	蔵王町	12,908	15,285
	七ヶ宿町	1,643	26,300
	大河原町	23,583	2,501
	村田町	11,820	7,841
	柴田町	38,412	5,398
	丸森町	15,134	27,334

人口：住民基本台帳（平成 25 年 3 月）

図 1.3-12 圏域の設定（みちのく杜の湖畔公園）

## 2) 植物廃材利用可能量の算定結果

### (i) 市町村別の利用可能量

既往文献・計画書・統計値をもとに、市町村別の利用可能量を推計する。

表 1.3-31 川崎町の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
公園剪定枝 (全体)	0	252	・みちのく杜の湖畔公園での剪定枝のリサイクル実績をふまえて、利用可能量をゼロとした。
街路樹剪定枝	45	—	・市町村道距離に原単位を乗じて算定 ・原単位は0.23DW-t/km(表1.2-30より) ・ほぼ全量利用可能と想定
家庭剪定枝	21	—	・行政人口に原単位を乗じて算定 ・原単位は0.0021DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」 <sup>9)</sup> より立川市実績より設定) ・ほぼ全量利用可能と想定
果樹剪定枝	0	38	・統計値がないためゼロとした。
林地残材	459	43	・賦存量を川崎町バイオマスタウン構想の値を按分 ・利用可能率は川崎町バイオマスタウン構想を参考に、30%で想定
切捨て間伐材	1,020	55	・賦存量を川崎町バイオマスタウン構想の値を按分 ・利用可能率は川崎町バイオマスタウン構想を参考に、30%で想定
里山管理間伐材	1,762	—	・天然林広葉樹の年間成長量 (m <sup>3</sup> /年) の90%相当を間伐すると仮定 ・(ナラ) 想定拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m <sup>3</sup> ・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県) <sup>50)</sup> の林地残材目標より想定)
タケ	26	181	・タケ材積 ・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定 ・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県) <sup>50)</sup> の林地残材目標より想定)
建築廃材	35	35	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	3	3	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	0	22	・川崎町バイオマスタウン構想より、ほぼ全量有効利用されているとした。
外材製材廃材	0	16	・川崎町バイオマスタウン構想より、ほぼ全量有効利用されているとした。
合計	3,371	645	

公園：地域別統計データベース (2010 時点) (<http://www.e-stat.go.jp/>)<sup>51)</sup>

道路：宮城の道路 (H24 宮城県)<sup>52)</sup>

世帯・人口：国勢調査 (H22)<sup>46)</sup>

森林、林業：みやぎの森林・林業のすがた (H24 宮城県)、宮城南部地域森林計画書 (宮城県)、東北森林管理局 HP<sup>53)</sup> (<http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/>)

表 1.3-32 白石市の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
公園剪定枝 (全体)	35	29	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市公園面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は1.00DW-t/ha (「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」<sup>9)</sup>より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
街路樹剪定枝	121	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村道距離に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.23DW-t/km(表1.2-30より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
家庭剪定枝	79	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政人口に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.0021DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」<sup>9)</sup>より立川市実績より設定)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
果樹剪定枝	32	288	<ul style="list-style-type: none"> <li>・りんごの樹面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は「NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」の設定値を採用</li> <li>・ほぼ全量利用可能と推定</li> </ul>
林地残材	195	67	<ul style="list-style-type: none"> <li>・素材生産量 (m<sup>3</sup>/年) を立木重量に換算</li> <li>・立木換算係数0.86、林地残材率15% (「NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」より)、</li> <li>・容積密度 (スギ) 0.314 DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
切捨て間伐材	946	84	<ul style="list-style-type: none"> <li>・私有林・国有林の間伐立木材積 (m<sup>3</sup>/年) より推定</li> <li>・(スギ想定) 拡大係数1.57、容積密度0.314DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
里山管理間伐材	1,352	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然林広葉樹の年間成長量 (m<sup>3</sup>/年) の90%相当を間伐すると仮定</li> <li>・(ナラ想定) 拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
タケ	213	204	<ul style="list-style-type: none"> <li>・私有林のタケ材積より推定</li> <li>・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定</li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
建築廃材	187	187	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	12	12	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	20	20	NEDO 推計値を採用
外材製材廃材	14	14	NEDO 推計値を採用
合計	3,206	905	

公園：白石市統計書 (H24)<sup>54)</sup> <http://www.city.shiroishi.miyagi.jp/section/kikaku/toukei/index.html>

道路：宮城の道路 (H24 宮城県)<sup>52)</sup>

世帯・人口：国勢調査 (H22)<sup>46)</sup>

森林、林業：みやぎの森林・林業のすがた (H24 宮城県)、宮城南部地域森林計画書 (宮城県)、東北森林管理局 HP<sup>53)</sup> (<http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/>)

表 1.3-33 角田市の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
公園剪定枝 (全体)	27	51	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市公園面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は1.00DW-t/ha (「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書 P.10」<sup>9)</sup>より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
街路樹剪定枝	133	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村道距離に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.23DW-t/km(表1.2-30より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
家庭剪定枝	66	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政人口に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.0021DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」<sup>9)</sup>より立川市実績より設定)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
果樹剪定枝	88	297	<ul style="list-style-type: none"> <li>・りんご、日本なしの樹面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」の設定値を採用</li> <li>・ほぼ全量利用可能と推定</li> </ul>
林地残材	57	21	<ul style="list-style-type: none"> <li>・素材生産量 (m<sup>3</sup>/年) を立木重量に換算</li> <li>・立木換算係数0.86、林地残材率15% (「NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」より)、</li> <li>・容積密度 (スギ) 0.314 DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
切捨て間伐材	256	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林・国有林の間伐立木材積 (m<sup>3</sup>/年) より推定</li> <li>・(スギ想定) 拡大係数1.57、容積密度0.314DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
里山管理間伐材	662	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然林広葉樹の年間成長量 (m<sup>3</sup>/年) の90%相当を間伐すると仮定</li> <li>・(ナラ想定) 拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
タケ	247	158	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林のタケ材積より推定</li> <li>・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定</li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
建築廃材	145	145	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	9	9	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	67	67	NEDO 推計値を採用
外材製材廃材	48	48	NEDO 推計値を採用
合計	1,805	816	

公園：角田市ホームページ(H24.4時点)<sup>55)</sup>

<http://www.city.kakuda.miyagi.jp/seisaku/pagek00022m.shtml>

道路：宮城の道路 (H24 宮城県)<sup>52)</sup>

世帯・人口：国勢調査 (H22)<sup>46)</sup>

森林、林業：みやぎの森林・林業のすがた(H24 宮城県)、宮城南部地域森林計画書(宮城県)、東北森林管理局 HP<sup>53)</sup>(<http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/>)

表 1.3-34 蔵王町の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
公園剪定枝 (全体)	20	16	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市公園面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は1.00DW-t/ha (「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書 P.10」<sup>9)</sup>より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
街路樹剪定枝	53	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村道距離に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.23DW-t/km(表1.2-30より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
家庭剪定枝	27	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政人口に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.0021DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」<sup>9)</sup>より立川市実績より設定)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
果樹剪定枝	275	421	<ul style="list-style-type: none"> <li>・りんご、日本なしの樹面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」の設定値を採用</li> <li>・ほぼ全量利用可能と推定</li> </ul>
林地残材	94	33	<ul style="list-style-type: none"> <li>・素材生産量 (m<sup>3</sup>/年) を立木重量に換算</li> <li>・立木換算係数0.86、林地残材率15% (「NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」より)、</li> <li>・容積密度 (スギ) 0.314 DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
切捨て間伐材	338	52	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林・国有林の間伐立木材積 (m<sup>3</sup>/年) より推定</li> <li>・(スギ想定) 拡大係数1.57、容積密度0.314DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
里山管理間伐材	546	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然林広葉樹の年間成長量 (m<sup>3</sup>/年) の90%相当の間伐すると仮定</li> <li>・(ナラ想定) 拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
タケ	38	170	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林のタケ材積より推定</li> <li>・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定</li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
建築廃材	67	67	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	4	4	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	4	4	NEDO 推計値を採用
外材製材廃材	3	3	NEDO 推計値を採用
合計	1,469	770	

公園：平成24年度版蔵王町統計書<sup>56)</sup>

[http://www.town.zao.miyagi.jp/kurashi/kurashi\\_guide/toukei/index.html](http://www.town.zao.miyagi.jp/kurashi/kurashi_guide/toukei/index.html)

道路：宮城の道路 (H24 宮城県)<sup>52)</sup>

世帯・人口：国勢調査 (H22)<sup>46)</sup>

森林、林業：みやぎの森林・林業のすがた (H24 宮城県)、宮城南部地域森林計画書 (宮城県)、東北森林管理局

HP<sup>53)</sup> (<http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/>)



表 1.3-35 七ヶ宿町の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
公園剪定枝 (全体)	0	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市公園面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は1.00DW-t/ha (「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書 P.10」<sup>9)</sup>より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
街路樹剪定枝	25	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村道距離に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.23DW-t/km(表1.2-30より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
家庭剪定枝	4	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政人口に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.0021DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」<sup>9)</sup>より立川市実績より設定)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
果樹剪定枝	6	22	<ul style="list-style-type: none"> <li>・りんごの樹面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」の設定値を採用</li> <li>・ほぼ全量利用可能と推定</li> </ul>
林地残材	241	38	<ul style="list-style-type: none"> <li>・素材生産量 (m<sup>3</sup>/年) を立木重量に換算</li> <li>・立木換算係数0.86、林地残材率15% (「NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」より)、</li> <li>・容積密度 (スギ) 0.314 DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
切捨て間伐材	674	61	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林・国有林の間伐立木材積 (m<sup>3</sup>/年) より推定</li> <li>・(スギ想定) 拡大係数1.57、容積密度0.314DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
里山管理間伐材	922	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然林広葉樹の年間成長量 (m<sup>3</sup>/年) の90%相当を間伐すると仮定</li> <li>・(ナラ想定) 拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
タケ	1	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林のタケ材積より推定</li> <li>・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定</li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
建築廃材	3	3	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	0	0	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	40	40	NEDO 推計値を採用
外材製材廃材	29	29	NEDO 推計値を採用
合計	1,945	245	

公園：地域別統計データベース (2010 時点)<sup>51)</sup> (<http://www.e-stat.go.jp/>)

道路：宮城の道路 (H24 宮城県)<sup>52)</sup>

世帯・人口：国勢調査 (H22)<sup>46)</sup>

森林、林業：みやぎの森林・林業のすがた (H24 宮城県)、宮城南部地域森林計画書 (宮城県)、東北森林管理局 HP<sup>53)</sup> (<http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/>)

表 1.3-36 大河原町の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
公園剪定枝 (全体)	8	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市公園面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は1.00DW-t/ha (「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書 P.10」<sup>9)</sup>より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
街路樹剪定枝	2	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村道距離に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.23DW-t/km(表1.2-30より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
家庭剪定枝	49	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政人口に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.0021DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」<sup>9)</sup>より立川市実績より設定)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
果樹剪定枝	2	66	<ul style="list-style-type: none"> <li>・りんごの樹面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」の設定値を採用</li> <li>・ほぼ全量利用可能と推定</li> </ul>
林地残材	7	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・素材生産量 (m<sup>3</sup>/年) を立木重量に換算</li> <li>・立木換算係数0.86、林地残材率15% (「NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」より)、</li> <li>・容積密度 (スギ) 0.314 DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
切捨て間伐材	32	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林・国有林の間伐立木材積 (m<sup>3</sup>/年) より推定</li> <li>・(スギ想定) 拡大係数1.57、容積密度0.314DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
里山管理間伐材	88	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然林広葉樹の年間成長量 (m<sup>3</sup>/年) の90%相当を間伐すると仮定</li> <li>・(ナラ想定) 拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
タケ	24	32	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林のタケ材積より推定</li> <li>・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定</li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
建築廃材	167	167	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	10	10	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	0	—	NEDO 推計値を採用
外材製材廃材	0	—	NEDO 推計値を採用
合計	389	292	

公園：大河原町の統計 (H24.3)<sup>57)</sup> <http://www.town.ogawara.miyagi.jp/team/kikaku/toukei/index.html>

道路：宮城の道路 (H24 宮城県)<sup>52)</sup>

世帯・人口：国勢調査 (H22)<sup>46)</sup>

森林、林業：みやぎの森林・林業のすがた (H24 宮城県)、宮城南部地域森林計画書 (宮城県)、東北森林管理局 HP<sup>53)</sup> (<http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/>)

表 1.3-37 村田町の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
公園剪定枝 (全体)	16	13	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市公園面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は1.00DW-t/ha (「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書 P.10」<sup>9)</sup>より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
街路樹剪定枝	54	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村道距離に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.23DW-t/km(表1.2-30より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
家庭剪定枝	25	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政人口に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.0021DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」<sup>9)</sup>より立川市実績より設定)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
果樹剪定枝	8	64	<ul style="list-style-type: none"> <li>・りんごの樹面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」の設定値を採用</li> <li>・ほぼ全量利用可能と推定</li> </ul>
林地残材	42	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・素材生産量 (m<sup>3</sup>/年) を立木重量に換算</li> <li>・立木換算係数0.86、林地残材率15% (「NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」より)、</li> <li>・容積密度 (スギ) 0.314 DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
切捨て間伐材	189	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林・国有林の間伐立木材積 (m<sup>3</sup>/年) より推定</li> <li>・(スギ想定) 拡大係数1.57、容積密度0.314DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
里山管理間伐材	424	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然林広葉樹の年間成長量 (m<sup>3</sup>/年) の90%相当の間伐すると仮定</li> <li>・(ナラ想定) 拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
タケ	61	121	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タケ材積</li> <li>・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定</li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
建築廃材	44	44	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	3	3	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	11	11	NEDO 推計値を採用
外材製材廃材	8	8	NEDO 推計値を採用
合計	885	276	

公園：地域別統計データベース<sup>51)</sup> (2010 時点) (<http://www.e-stat.go.jp/>)

道路：宮城の道路 (H24 宮城県)<sup>52)</sup>

世帯・人口：国勢調査 (H22)<sup>47)</sup>

森林、林業：みやぎの森林・林業のすがた (H24 宮城県)、宮城南部地域森林計画書 (宮城県)、東北森林管理局 HP<sup>53)</sup> (<http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/>)

表 1.3-38 柴田町の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
公園剪定枝 (全体)	28	26	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市公園面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は1.00DW-t/ha (「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書 P.10」<sup>9)</sup>より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
街路樹剪定枝	3	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村道距離に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.23DW-t/km(表1.2-30より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
家庭剪定枝	83	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政人口に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.0021DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」<sup>9)</sup>より立川市実績より設定)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
果樹剪定枝	10	50	<ul style="list-style-type: none"> <li>・りんごの樹面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」の設定値を採用</li> <li>・ほぼ全量利用可能と推定</li> </ul>
林地残材	19	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>・素材生産量 (m<sup>3</sup>/年) を立木重量に換算</li> <li>・立木換算係数0.86、林地残材率15% (「NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」より)、</li> <li>・容積密度 (スギ) 0.314 DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
切捨て間伐材	103	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林・国有林の間伐立木材積 (m<sup>3</sup>/年) より推定</li> <li>・(スギ想定) 拡大係数1.57、容積密度0.314DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
里山管理間伐材	182	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然林広葉樹の年間成長量 (m<sup>3</sup>/年) の90%相当を間伐すると仮定</li> <li>・(ナラ想定) 拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
タケ	111	66	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林タケ材積より推定</li> <li>・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定</li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup>の林地残材目標より想定)</li> </ul>
建築廃材	145	145	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	8	8	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	81	81	NEDO 推計値を採用
外材製材廃材	58	58	NEDO 推計値を採用
合計	831	468	

公園、果樹園：データでみる柴田町<sup>58)</sup> (柴田町ホームページ) 等

道路：宮城の道路 (H24 宮城県)<sup>52)</sup>

世帯・人口：国勢調査 (H22)<sup>46)</sup>

森林、林業：みやぎの森林・林業のすがた (H24 宮城県)、宮城南部地域森林計画書 (宮城県)、東北森林管理局 HP<sup>53)</sup> (<http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/>)

表 1.3-39 丸森町の利用可能量

植物廃材	利用可能量 (DW-t/年)	NEDO 推定値(参考)	設定方法の概要
公園剪定枝 (全体)	15	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市公園面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は1.00DW-t/ha (「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書 P.10」<sup>9)</sup>より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
街路樹剪定枝	99	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村道距離に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.23DW-t/km(表1.2-30より)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
家庭剪定枝	33	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行政人口に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は0.0021DW-t/人・年(「H24 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書」<sup>9)</sup>より立川市実績より設定)</li> <li>・ほぼ全量利用可能と想定</li> </ul>
果樹剪定枝	12	249	<ul style="list-style-type: none"> <li>・りんごの樹面積に原単位を乗じて算定</li> <li>・原単位は「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」の設定値を採用</li> <li>・ほぼ全量利用可能と推定</li> </ul>
林地残材	192	85	<ul style="list-style-type: none"> <li>・素材生産量 (m<sup>3</sup>/年) を立木重量に換算</li> <li>・立木換算係数0.86、林地残材率15% (「NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」より)、</li> <li>・容積密度 (スギ) 0.314 DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup> の林地残材目標より想定)</li> </ul>
切捨て間伐材	876	138	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林・国有林の間伐立木材積 (m<sup>3</sup>/年) より推定</li> <li>・(スギ想定) 拡大係数1.57、容積密度0.314DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup> の林地残材目標より想定)</li> </ul>
里山管理間伐材	1,869	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然林広葉樹の年間成長量 (m<sup>3</sup>/年) の90%相当を間伐すると仮定</li> <li>・(ナラ想定) 拡大係数1.4、容積密度0.624DW-t/m<sup>3</sup></li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup> の林地残材目標より想定)</li> </ul>
タケ	219	176	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民有林タケ材積より推定</li> <li>・重量換算0.03t/束、成長期間10年、含水率50%で設定</li> <li>・利用可能率は20%で想定 (みやぎバイオマス利活用マスタープラン (宮城県)<sup>50)</sup> の林地残材目標より想定)</li> </ul>
建築廃材	101	101	NEDO 推計値を採用
新・増築廃材	6	6	NEDO 推計値を採用
国産材製材廃材	15	15	NEDO 推計値を採用
外材製材廃材	11	11	NEDO 推計値を採用
合計	3,448	793	

公園、果樹園：地域別統計データベース<sup>51)</sup> (<http://www.e-stat.go.jp/>)

道路：宮城の道路 (H24 宮城県)<sup>52)</sup>

世帯・人口：国勢調査 (H22)<sup>46)</sup>

森林：林業：みやぎの森林・林業のすがた (H24 宮城県)、宮城南部地域森林計画書 (宮城県)、東北森林管理局 HP<sup>53)</sup> (<http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/>)

(ii) 圏域全体での利用可能量

以上より、圏域全体での絶乾重量ベース、熱量ベースの推計結果を示す。

表 1.3-40 圏域全体での利用可能量（絶乾重量ベース）

(単位：DW-t/年)

植物廃材	所在地	圏域								合計
	川崎町	白石市	角田市	蔵王町	七ヶ宿町	大河原町	村田町	柴田町	丸森町	
公園剪定枝	0	35	27	20	0	8	16	28	15	149
街路樹剪定枝	45	121	133	53	25	2	54	3	99	535
家庭剪定枝	21	79	66	27	4	49	25	83	33	387
果樹剪定枝	0	32	88	275	6	2	8	10	12	433
林地残材	459	195	57	94	241	7	42	19	192	1,306
切捨て間伐材	1,020	946	256	338	674	32	189	103	876	4,434
里山管理間伐材	1,762	1,352	662	546	922	88	424	182	1,869	7,807
タケ	26	213	247	38	1	24	61	111	219	940
建築廃材	35	187	145	67	3	167	44	145	101	894
新・増築廃材	3	12	9	4	0	10	3	8	6	55
国産材製材廃材	0	20	67	4	40	0	11	81	15	238
外材製材廃材	0	14	48	3	29	0	8	58	11	171
合計	3,371	3,206	1,805	1,469	1,945	389	885	831	3,448	17,349

表 1.3-41 圏域全体での利用可能量（発熱量ベース）

(単位：GJ/年)

植物廃材	所在地	圏域								合計
	川崎町	白石市	角田市	蔵王町	七ヶ宿町	大河原町	村田町	柴田町	丸森町	
公園剪定枝	0	690	532	394	0	158	315	552	296	2,937
街路樹剪定枝	887	2,384	2,620	1,044	493	39	1,064	59	1,950	10,540
家庭剪定枝	414	1,556	1,300	532	79	965	493	1,635	650	7,624
果樹剪定枝	0	630	1,734	5,418	118	39	158	197	236	8,530
林地残材	9,685	4,115	1,203	1,983	5,085	148	886	401	4,051	27,557
切捨て間伐材	21,522	19,961	5,402	7,132	14,221	675	3,988	2,173	18,484	93,558
里山管理間伐材	34,711	26,634	13,041	10,756	18,163	1,734	8,353	3,585	36,819	153,796
タケ	491	4,026	4,668	718	19	454	1,153	2,098	4,139	17,766
建築廃材	753	4,021	3,118	1,441	65	3,591	946	3,118	2,172	19,225
新・増築廃材	65	258	194	86	0	215	65	172	129	1,184
国産材製材廃材	0	430	1,441	86	860	0	237	1,742	323	5,119
外材製材廃材	0	301	1,032	65	624	0	172	1,247	237	3,678
合計	68,528	65,006	36,285	29,655	39,727	8,018	17,830	16,979	69,486	351,514

※絶乾重量基準の発熱量は表 1.3-14 を参照

(iii) 地区単位での利用可能量

川崎町の植物廃材利用可能量（発熱量ベース）を行政区別に配分する。用いた人口属性は行政区人口を用いた。森林割合、市街地住宅地の割合については、「自然環境保全基礎調査 植生調査 情報提供（環境省）」の川崎町周辺の植生図を用いて計測した。

表 1.3-42 川崎町の植物廃材利用可能量の配分

植物廃材	概略配分例
公園剪定枝 (対象公園分を除く)	行政区人口比率
街路樹剪定枝	行政区面積×行政区に占める市街地・住宅地の割合で按分
家庭剪定枝	行政区人口比率
果樹剪定枝	行政区面積×行政区に占める森林割合で按分
林地残材	行政区面積×行政区に占める森林割合で按分
切捨て間伐材	行政区面積×行政区に占める森林割合で按分
里山管理間伐材	行政区面積×行政区に占める森林割合で按分
タケ	行政区面積×行政区に占める森林割合で按分
建築廃材	行政区人口比率
新・増築廃材	行政区人口比率
国産材製材廃材	行政区面積×行政区に占める市街地・住宅地の割合で按分
外材製材廃材	行政区面積×行政区に占める市街地・住宅地の割合で按分

※行政区人口比率は、「川崎町地域公共交通総合連携計画（宮城県川崎町）」を参考に設定

(単位：GJ/年)

地区番号	名称	公園剪定枝	街路樹剪定枝	家庭剪定枝	果樹剪定枝	林地残材	切捨間伐材	里山管理間伐材	タケ	建築廃材	新・増築廃材	国産材製材廃材	外材製材廃材	合計
1	小野	0	33	12	0	256	570	919	13	22	2	0	0	1,827
2	小沢	0	84	4	0	199	442	713	10	6	1	0	0	1,459
3	裏丁下	0	56	24	0	2	5	8	0	43	4	0	0	142
4	川内北川	0	41	12	0	0	0	0	0	22	2	0	0	77
5	中新町	0	71	34	0	0	0	0	0	62	5	0	0	172
6	裏丁上	0	38	27	0	0	1	1	0	49	4	0	0	120
7	川内1	0	24	40	0	113	252	406	6	73	6	0	0	920
8	本荒町	0	38	35	0	8	17	27	0	64	6	0	0	195
9	川内3	0	42	11	0	254	564	909	13	21	2	0	0	1,816
10	碁石	0	18	14	0	363	806	1,299	18	25	2	0	0	2,545
11	支倉上	0	38	20	0	330	734	1,184	17	36	3	0	0	2,362
12	前川東	0	7	14	0	472	1,049	1,693	24	25	2	0	0	3,286
13	支倉下	0	10	10	0	288	639	1,031	15	19	2	0	0	2,014
14	支倉台	0	0	34	0	45	100	162	2	62	5	0	0	410
15	川内2	0	38	14	0	639	1,420	2,291	32	25	2	0	0	4,461
16	野上	0	59	29	0	74	165	267	4	53	5	0	0	656
17	立野	0	23	26	0	523	1,162	1,875	27	47	4	0	0	3,687
18	前川西	0	0	17	0	506	1,125	1,814	26	30	3	0	0	3,521
19	本砂金	0	48	16	0	1,039	2,310	3,725	53	28	2	0	0	7,221
20	古閑	0	18	8	0	1,767	3,926	6,332	90	14	1	0	0	12,156
21	青根	0	189	11	0	2,480	5,511	8,888	126	19	2	0	0	17,226
22	笹谷	0	12	4	0	325	723	1,166	16	8	1	0	0	2,255
合計		0	887	414	0	9,685	21,522	34,711	491	753	65	0	0	68,528

表 1.3-43 川崎町の植物廃材利用可能量の地区



### 3) エネルギー需要規模に対する地域スケールの検討

小規模・中規模・大規模のエネルギー供給規模を以下のとおりに設定する。(詳細は1.3.6を参照)。

ただし、中規模需要で設定する公園内施設需要は、みちのく杜の湖畔公園の電力・熱需要で設定する。

表 1.3-44 規模別熱需要の設定

需要		供給エネルギー (GJ/年)
小規模需要	公園事務所の暖房・冷房・電気	6,435
中規模需要	みちのく杜の湖畔公園電力・熱需要+避難施設	21,957
大規模需要	中規模+一般家庭500世帯(電気+暖房) ※供給世帯数は、川崎町全体の約15%	82,457

※みちのく杜の湖畔公園の電力・熱需要は表4.5-6のアンケート調査結果より、電力需要4,294GJ/年、熱需要4GJ/年

これより、1.3.6と同様の方法で必要エネルギーを算出すると、21,475GJ/年と試算される。

設定した圏域に対して、植物廃材を、「家庭系剪定枝」、「事業系剪定枝(公園剪定枝、街路樹剪定枝、果樹剪定枝)」、「産業系(建築廃材、新・増築廃材、国産材製材廃材、外材製材廃材)」、「森林系(林地残材、切捨て間伐材、里山管理間伐材、タケ)」の4つの区分に集計し、これら単独・組み合わせのケースで必要な収集範囲を算定した。

#### (i) 植物廃材単独での検証

まず、植物廃材単独(ケース1~ケース4)について、必要エネルギーに対する対応範囲を確認する。

##### i) 家庭系剪定枝

小規模需要に対して川崎町・村田町・蔵王町・柴田町・大河原町・角田市の全域および白石市の収集範囲70%の圏域収集で対応可能という結果であった。

しかしながら、中規模需要および大規模需要に対しては圏域全体で収集しても不足が生じた。圏域全体で供給するエネルギーは、中規模需要に対して必要エネルギーの約35%、大規模需要に対しては約9%程度しかない。これら需要規模については事業系剪定枝等、他の植物廃材を合わせて収集する必要がある。

##### ii) 事業系剪定枝(公園剪定枝、街路樹剪定枝、果樹剪定枝)

小規模需要に対して川崎町・村田町の全域および蔵王町の収集範囲約59%の圏域収集で供給可能であった。

中規模需要では、川崎町・村田町・蔵王町・柴田町・大河原町・角田市・白石市・七ヶ宿町の全域および丸森町の収集範囲98%の圏域収集で対応可能であった。

しかしながら、大規模需要に対しては、圏域全体でも必要エネルギーの約27%程度の供給しかできない結果であった。この場合については、他の植物廃材を合わせて収集する必要がある。

##### iii) 産業系(建築廃材、新・増築廃材、国産材製材廃材、外材製材廃材)

小規模需要に対して川崎町・村田町・蔵王町の全域および柴田町の収集範囲約40%の圏域収集

で供給可能であった。

中規模需要では、川崎町・村田町・蔵王町・柴田町・大河原町・角田市の全域および白石市の収集範囲 43%の圏域収集で対応可能であった。

しかしながら、大規模需要に対しては、圏域全体でも必要エネルギーの約 35%程度の供給しかできない結果であった。この場合については、他の植物廃材を合わせて収集する必要がある。

#### **iv) 森林系（林地残材、切捨て間伐材、里山管理間伐材、タケ）**

川崎町には森林資源が豊富にあるため、小規模需要に対して川崎町全区域の約 13%程度の範囲、中規模需要に対して川崎町全区域の約 38%程度の範囲で供給可能であった。

大規模需要に対しては、川崎町・村田町の全域および蔵王町の収集範囲 8%の圏域収集で対応可能という結果であった。

### **(ii) 植物廃材組み合わせの検討**

小～大の需要規模に対して、効率的な収集となる植物廃材の組み合わせを選定する。

選定にあたっては、需要に必要なエネルギーを供給でき、かつ収集範囲が最小となる植物廃材の組み合わせとした。

#### **i) 植物廃材単独**

小～大規模需要を通して、「ケース 4 森林系」が最も効率的な収集となる。大規模需要については村田町・蔵王町との圏域収集となる。

#### **ii) 植物廃材 2 種での組み合わせ**

小～大規模需要を通して、「ケース 8 事業系剪定枝＋森林系」が最も効率的と判断される。大規模需要については村田町との圏域収集となる。

#### **iii) 植物廃材 3 種での組み合わせ**

小～大規模需要を通して、「ケース 11 事業系剪定枝＋産業系＋森林系」が最も効率的と判断される。大規模需要については村田町との圏域収集となる。

以上より、植物廃材（家庭系剪定枝、事業系剪定枝、産業系、森林系）、および最も収集が効率的な組み合わせケースについて収集範囲を図に示す。

家庭系剪定枝  
小規模需要  
必要量 6,435GJ/年  
供給量 6,435GJ/年



家庭系剪定枝  
中規模需要  
必要量 21,957GJ/年  
供給量 7,626GJ/年

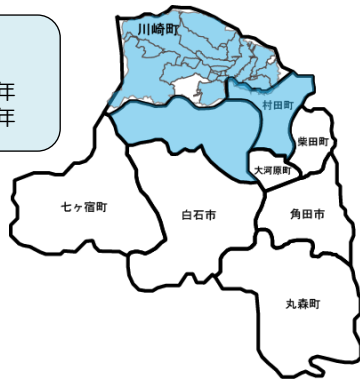


家庭系剪定枝  
大規模需要  
必要量 82,457GJ/年  
供給量 7,626GJ/年

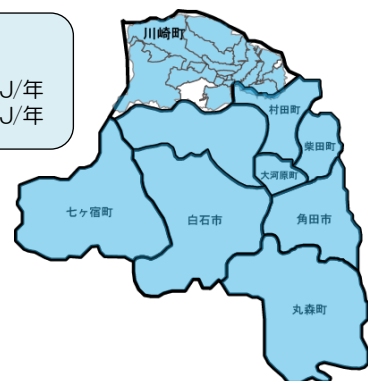


図 1.3-13 家庭系剪定枝の収集範囲 (みちのく杜の湖畔公園)

事業系剪定枝  
小規模需要  
必要量 6,435GJ/年  
供給量 6,435GJ/年



事業系剪定枝  
中規模需要  
必要量 21,957GJ/年  
供給量 21,957GJ/年



事業系剪定枝  
大規模需要  
必要量 82,457GJ/年  
供給量 22,007GJ/年

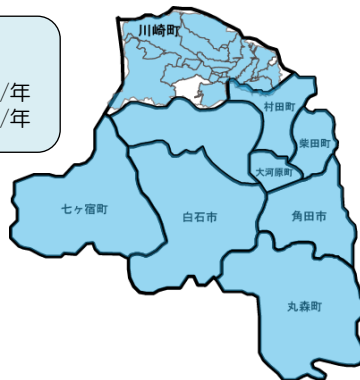
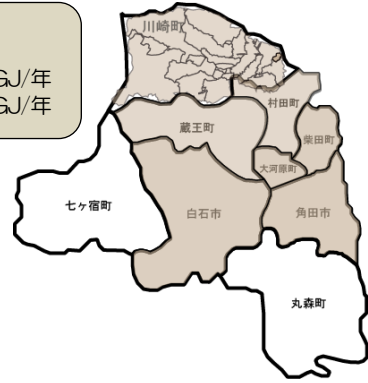


図 1.3-14 事業系剪定枝の収集範囲 (みちのく杜の湖畔公園)

産業系  
小規模需要  
必要量 6,435GJ/年  
供給量 6,435GJ/年



産業系  
中規模需要  
必要量 21,957GJ/年  
供給量 21,957GJ/年



産業系  
大規模需要  
必要量 82,457GJ/年  
供給量 29,207GJ/年



図 1.3-15 産業系の収集範囲 (みちのく杜の湖畔公園)

森林系  
小規模需要  
必要量 6,435GJ/年  
供給量 6,435GJ/年



森林系  
中規模需要  
必要量 21,957GJ/年  
供給量 21,957GJ/年



森林系  
大規模需要  
必要量 82,457GJ/年  
供給量 82,457GJ/年



図 1.3-16 森林系の収集範囲 (みちのく杜の湖畔公園)

2種組み合わせ  
事業系剪定枝+森林系  
小規模需要  
必要量 6,435GJ/年  
供給量 6,435GJ/年



2種組み合わせ  
事業系剪定枝+森林系  
中規模需要  
必要量 21,957GJ/年  
供給量 21,957GJ/年



2種組み合わせ  
事業系剪定枝+森林系  
大規模需要  
必要量 82,457GJ/年  
供給量 82,457GJ/年



図 1.3-17 事業系剪定枝+森林系の収集範囲 (みちのく杜の湖畔公園)

3種組み合わせ  
事業系剪定枝+産業系  
+森林系  
小規模需要  
必要量 6,435GJ/年  
供給量 6,435GJ/年



3種組み合わせ  
事業系剪定枝+産業系  
+森林系  
中規模需要  
必要量 21,957GJ/年  
供給量 21,957GJ/年



3種組み合わせ  
事業系剪定枝+産業系  
+森林系  
大規模需要  
必要量 82,457GJ/年  
供給量 82,457GJ/年



図 1.3-18 事業系剪定枝+産業系+森林系の収集範囲 (みちのく杜の湖畔公園)

### 1.3.9 植物廃材ごとの収集方法パターン

排出される植物廃材を収集するにあたって、その植物廃材が廃棄物に該当する場合、収集・保管・燃料化等の処理において廃棄物処理法上の基準・規制が適用され、許可申請が必要となる。

廃棄物は「占有者が自ら利用し、または他人に有償で売却することができないため不要になったもの」と定義され、廃棄物に該当するかどうかは、原則、物の性状、排出状況・通常取扱形態・取引価値の有無・占有者の意思等を総合的に勘案して判断する必要があるが、検討する植物廃材については、木質バイオマス利活用推進の背景や、実際に燃料として取引・利活用されている状況をふまえると、引取り先において有価で取り引きされるかどうかを廃棄物の判断基準と考える。

有価で引取りされている森林系以外の植物廃材が、有価で取引されない前提で分類すると以下のようなになる。

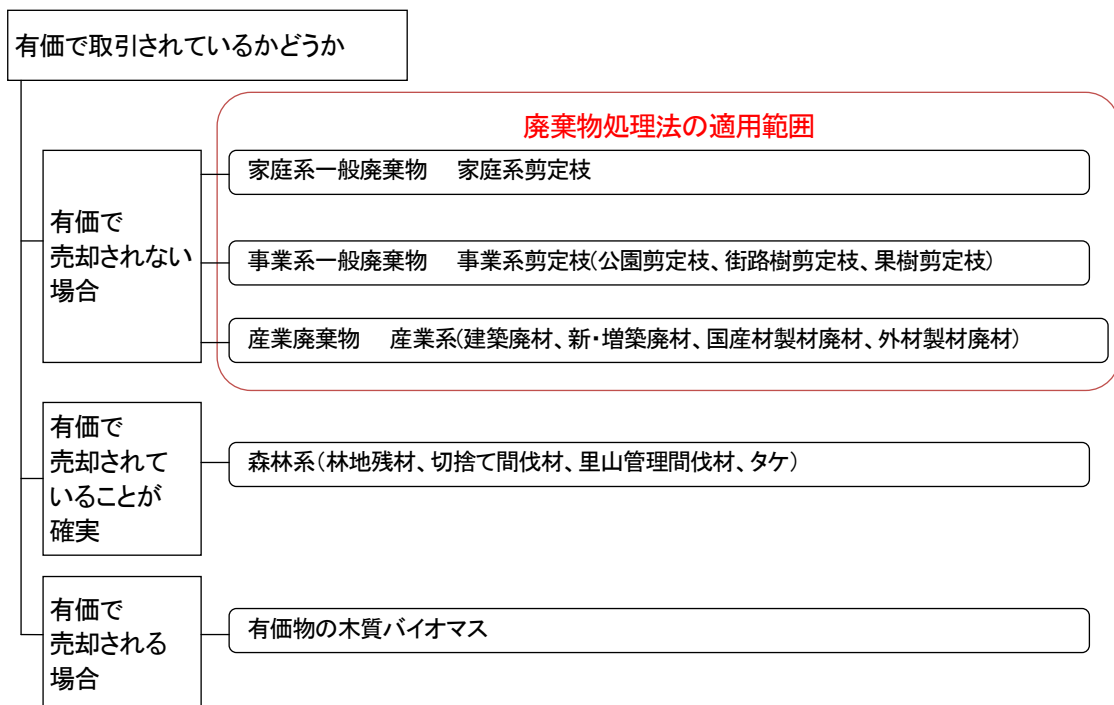


図 1.3-19 廃棄物の該当性および分類

植物廃材ごとの収集方法は、図 1.3-19 に示した、「家庭系剪定枝」、「事業系剪定枝」、「産業系」、「森林系」ごとに分けて収集パターン例を設定した。

収集方法検討にあたって、留意点・特徴を以下に示す。

#### (1) 事業形態

検討する事業は、燃料化とエネルギー供給の2つで構成されるが、地域熱供給等を行うエネルギー供給施設は、使用燃料を基本的に有価で購入しており、また、エネルギー供給を目的とする施設のため、廃棄物処理法で規定する廃棄物処理施設に該当しない。そのため、燃料化施設に搬入される植物廃材が廃棄物に該当する場合、燃料化事業とエネルギー供給事業を分離して検討する必要がある。

#### (2) 燃料化施設の廃棄物処理法上の取扱い

燃料化施設に搬入される植物廃材が廃棄物に該当する場合、燃料化施設は一般廃棄物処理施設または産業廃棄物処理施設に該当し、施設の設置許可、生活環境影響調査等が必要となる。

#### (3) 収集運搬業の許可

植物廃材が一般廃棄物に該当する場合、処理施設まで収集運搬する委託業者は排出場所の所在市町村と処理施設が立地する市町村の一般廃棄物収集運搬許可が必要となる。植物廃材が産業廃棄物に該当する場合、産業廃棄物収集運搬許可が必要となる。

#### (4) 処理業の許可

燃料化施設に搬入される植物廃材が廃棄物に該当する場合、燃料化事業者は一般廃棄物処理業の許可、または産業廃棄物処理業の許可が必要となる。

#### (5) 既存の収集処理業者、処理業者との競合

燃料化事業者による植物廃材の収集や処理は、回収量の大きさによっては、これまで収集や処理してきた事業者への影響を与え、事業者間の競合が懸念される。特に、植物廃材を廃棄物として処理料金を徴収していた処理業者にとって、有価物としての買い取りは事業にとってインパクトが大きい。

以上をふまえ、収集方法を大きく分類すると、「事業者が植物廃材を有価物として買い取る方法」、「事業者が廃棄物として収集・処理する方法」、「植物廃材をチップ等の燃料に加工したものを購入する方法」の3つが考えられ、植物廃材ごとに地域の発生量・処理状況をふまえて、選択することが必要と考える。

表 1.3-45 家庭系剪定枝の収集パターン例

対象植物廃材	家庭系剪定枝		
収集ケース例	家庭から購入	事業者が自ら収集	燃料製造業者から購入
収集イメージ	<p>住民が買取拠点(または燃料化施設)まで持ち込み、事業者側が有価で買い取る</p>	<p>住民がごみとして排出したものを、燃料化事業者側が収集・処理委託を受けて回収する</p>	<p>市町村等が委託する燃料製造事業者から燃料を購入し、エネルギー利用する</p>
燃料化事業での取扱い	有価物	廃棄物	有価物
事業形態	燃料化とエネルギー供給の一体化が可能	燃料化事業とエネルギー供給事業の分離が必要	燃料化とエネルギー供給の一体化が可能
事業者側の支出	<ul style="list-style-type: none"> <li>家庭へ原料買取金の支払い</li> <li>買取拠点から燃料化施設までの運搬費</li> </ul>	燃料化事業者 燃料化施設までの運搬費 エネルギー供給事業者 燃料化事業者へ燃料代支払い	地域の燃料製造事業者へ燃料代支払い
事業者の収入	なし	燃料化事業者 収集委託料、処理委託料	なし
廃棄物処理法上の施設の取扱い	適用なし	燃料化施設は、一般廃棄物処理施設に該当	適用なし
排出者側の収集運搬許可	不要	不要	委託する場合、収集する市町村の一般廃棄物収集運搬
事業者側の収集運搬の許可	不要	燃料化事業者は収集場所と施設所在市町村の一般廃棄物収集運搬	不要
事業者側の処理業の許可	不要	燃料化事業者は処理施設立地市町村の一般廃棄物処理業	不要
既存収集業者との競合	あり	あり	特になし
既存処理業者との競合	あり	あり(市町村との調整)	特になし



表 1.3-46 事業系剪定枝の収集パターン例

対象植物廃材	公園剪定枝、街路樹剪定枝、果樹剪定枝		
収集ケース例	排出者から購入	排出者から処理委託	燃料製造業者から購入
収集イメージ	<p>排出者が有価物として施設まで持ち込み、事業者が有価で買い取る</p>	<p>燃料化事業者が排出者から委託処理を受ける。エネルギー供給事業者が燃料を購入する</p>	<p>排出者が委託する燃料製造事業者から燃料を買い取り、エネルギー利用する</p>
燃料化事業での取扱い	有価物	廃棄物	有価物
事業形態	燃料化とエネルギー供給の一体化が可能	燃料化事業とエネルギー供給事業の分離が必要	燃料化とエネルギー供給の一体化が可能
事業者側の支出	排出者へ原料買取金支払い	エネルギー供給事業者が燃料化事業者へ燃料代支払い	地域の燃料製造業者へ燃料代支払い
事業者の収入	なし	燃料化事業者が処理委託料を得る	なし
廃棄物処理法上の施設の取扱い	適用なし	燃料化施設は、一般廃棄物処理施設に該当	適用なし
排出者側の収集運搬の許可	不要	委託する場合、排出場所および施設立地場所の市町村の一般廃棄物収集運搬	委託する場合、排出場所および製造業者所在場所の市町村の一般廃棄物収集運搬
事業者側の収集運搬の許可	不要	不要	不要
事業者側の処理業の許可	不要	燃料化事業者は一般廃棄物処理業が必要	不要
既存収集業者との競合	特になし	特になし	特になし
既存処理業者との競合	あり	あり	特になし

表 1.3-47 産業系の収集パターン例

対象植物廃材	建築廃材、新・増築廃材、国産材製材廃材、外材製材廃材		
収集ケース例	排出者から購入	排出者から処理委託	燃料等事業者から購入
収集イメージ	<p>排出者が有価物として施設まで持ち込み、事業者が有価で買い取る</p>	<p>燃料化事業者が排出者から委託処理を受ける。エネルギー供給事業者が燃料を購入する</p>	<p>排出者が委託している燃料製造事業者から燃料を買い取り、エネルギー利用する</p>
燃料化事業での取扱い	有価物	廃棄物	有価物
事業形態	燃料化とエネルギー供給の一体化が可能	燃料化事業とエネルギー供給事業の分離が必要	燃料化とエネルギー供給の一体化が可能
事業者側の支出	排出者に原料買取金支払い	エネルギー供給事業者が燃料化事業者に燃料代支払い	地域の燃料製造事業者へ燃料代支払い
事業者の収入	なし	燃料化事業者が排出者から処理委託料を得る	なし
廃棄物処理法上の施設の取扱い	適用なし	燃料化施設は、産業廃棄物処理施設に該当	適用なし
排出者側の収集運搬許可	不要	委託する場合、産業廃棄物の収集運搬	委託する場合、産業廃棄物の収集運搬
事業者側の収集運搬許可	不要	不要	不要
事業者側の処理業許可	不要	燃料化事業者は産業廃棄物処理業が必要	不要
既存収集業者との競合	特になし	特になし	特になし
既存処理業者との競合	あり	あり	特になし

表 1.3-48 森林系の収集パターン例

対象植物廃材	林地残材、切捨て間伐材、里山管理間伐材、タケ	
収集ケース例	原料を購入	チップで購入
収集イメージ	<p>森林組合・林業従事者・森林管理者などが持ち込んだ森林系バイオマスを買取る</p>	<p>森林組合・林業従事者・森林管理者などからチップで買い取り、エネルギー利用する</p>
燃料化事業での取扱い	有価物	有価物
事業形態	燃料化とエネルギー供給の一体化が可能	燃料化とエネルギー供給の一体化が可能
事業者側の支出	森林組合、林業従事者等に原料買取金支払い	森林組合、林業従事者等に燃料代支払い
事業者の収入	なし	なし
廃棄物処理法上の施設の取扱い	適用なし	適用なし
排出者側の収集運搬の許可	不要	不要
事業者側の収集運搬の許可	不要	不要
事業者側の処理業の許可	不要	不要
収集業者との競合	特になし	特になし
再生業者との競合	特になし	特になし

### 1.3.10 輸送コストの試算例

収集方法の検討にあたって、買取価格または収集費用の目安として、まず、輸送距離ごとの処理施設（または回収拠点）までの輸送コストの把握が必要である。

積み込み・輸送・積みおろし方法は多様に存在するが、ここでは、輸送方法を仮定し、植物廃材の区分ごとに集積場所から処理施設までの要する輸送コストを試算して比較する。

なお、輸送の作業範囲は、植物廃材の集積場所での運搬車両への積み込み、輸送、処理施設での積み卸しまでとし、植物廃材集積までの作業（例えば、剪定枝の場合は剪定作業、森林系の場合は伐採・集材・玉切りなど）は含まれていない。

#### 1) 作業条件の仮定

植物廃材ごとの運搬方法等の作業条件については、以下の条件とする。

表 1.3-49 植物廃材の輸送コスト試算における作業条件

	植物廃材 ( ) は集積場所	集積場所での 積み込み	輸送車両仕様	処理施設での 積み卸し
家庭系 剪定枝	家庭剪定枝 (住宅)	自家用車に 袋・ダンボール等 で積み込み	自家用車 (普通乗用車) 積載容量: 0.03m <sup>3</sup> 車両速度 40km/h	引渡し
事業系 剪定枝	公園剪定枝 (公園) 街路樹剪定枝 (街路) 果樹剪定枝 (果樹園)	人力による 手作業	車種: 2tトラック 最大積載重量: 2t 最大積載容量: 4m <sup>3</sup> 車両速度: 40km/h	人力による 手作業
産業系	建築廃材 (工事現場) 新・増築廃材 (工事現場)	グラップル	車種: 10t ダンプトラック 最大積載重量: 10t 最大積載容量: 20m <sup>3</sup> 車両速度: 30km/h	ダンプ 荷降ろし
	国産材製材廃材 (製材所) 外材製材廃材 (製材所)	グラップル	車種: 10t ダンプトラック 最大積載重量: 10t 最大積載容量: 20m <sup>3</sup> 車両速度: 30km/h	ダンプ 荷降ろし
森林系	林地残材 (土場)	グラップル	車種: 10t ダンプトラック 最大積載重量: 10t 最大積載容量: 20m <sup>3</sup> 車両速度: 30km/h	ダンプ 荷降ろし
	切捨て間伐材 (土場) 里山管理間伐材 (土場) タケ (土場)	グラップル	車種: 10t ダンプトラック 最大積載重量: 10t 最大積載容量: 20m <sup>3</sup> 車両速度: 30km/h	グラップル
チップ	剪定枝チップ (チップ製造 場所)	ホイールローダ	車種: 10t ダンプトラック 最大積載重量: 10t 最大積載容量: 20m <sup>3</sup> 車両速度: 30km/h	ダンプ 荷降ろし

※自家用車は、ダンボール1箱分の量を1回分として想定した

## 2) 輸送コスト試算手順

輸送距離ごとの輸送コストを試算する。

ある量の植物廃材の輸送作業に必要な積み込み作業時間、走行時間、積み卸し時間を算出し、それぞれ時間当たり単価を乗じて合計し、これを絶乾重量あたりコストに換算する。

### 輸送コスト算定手順

#### ①輸送 1 回あたり植物廃材積載容量の設定

- ・輸送車両の最大積載重量かつ最大積載容量を超えない範囲の積載容量を算定
- ・植物廃材積載容量【m<sup>3</sup>/回】  
＝車両最大積載重量【t/回】÷植物廃材の輸送時かさ密度【t\*%WB/m<sup>3</sup>】
- ・上記の値が車両最大積載容量を超える場合は、植物廃材積載容量【m<sup>3</sup>/回】＝車両最大積載容量とする。

#### ②作業時間・走行時間の算定

- ・植物廃材量を設定し、作業時間・走行時間を設定する。家庭剪定枝は 0.1m<sup>3</sup>、それ以外は 100m<sup>3</sup>で計算する
- ・植物廃材量の積み込み時間および積み卸し時間【hr】  
＝植物廃材量【m<sup>3</sup>】÷単位時間あたり作業量【m<sup>3</sup>/hr】
- ・植物廃材量の輸送に要する走行時間【hr】  
＝（植物廃材量【m<sup>3</sup>】÷植物廃材積載容量【m<sup>3</sup>/回】）×輸送距離【km】×2÷車両移動速度【km/hr】

#### ③コストの算定

- ・植物廃材量の積み込み時間、走行時間、積み卸し時間にそれぞれに時間当たり単価（別途表に掲載）を乗じて合算する。
- ・生重量 1t 当たりコストに換算する。  
＝植物廃材量の輸送コスト【円】  
÷（植物廃材量【m<sup>3</sup>】÷植物廃材の輸送時かさ密度【t\*%WB/m<sup>3</sup>】）

### 3) 輸送時の植物廃材の物性設定

調査値、文献等を参考に、輸送時における植物廃材の含水率、かさ密度を以下のとおりとする。

表 1.3-50 輸送時の植物廃材の物性設定

植物廃材		輸送時 含水率 (湿) (%-WB)	輸送時 かさ密度 (湿) (t-※%-WB/m <sup>3</sup> )	文献等
家庭系剪 定枝	家庭剪定枝	50	0.23	みちのく杜の湖畔公園の調査値
	公園剪定枝			
	街路樹剪定枝			
事業系剪 定枝	果樹剪定枝	12	0.55	含水率は NEDO「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」の設定値 かさ密度は、産業廃棄物重量換算係数のうち木くずを参考に設定
	建築廃材			
	新・増築廃材			
産業系	国産材製材廃材	44	0.57	含水率およびかさ密度は NEDO「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」の背板、端材、チップくずの値
	外材製材廃材			
森林系	林地残材	50	0.12	含水率・かさ密度は、枝条・端材・末木の長野県林業総合センター調査値を参考
	切捨て間伐材 里山管理間伐材	50	0.4	かさ密度は NEDO「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」の設定値
	タケ	52	1.67	含水率は、密度は NEDO「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」の設定値 かさ密度は「バイオマスハンドブック (社団法人日本エネルギー学会)」 <sup>59)</sup> より、全乾比重 0.8 を湿基準に換算
チップ	剪定枝・森林系 チップ	50	0.25	

※長野県林業総合センター調査値は「一般社団法人林業人材育成支援普及センターホームページ」<sup>60)</sup>より

※産業廃棄物重量換算係数「公益財団法人日本産業廃棄物処理振興センターホームページ」<sup>61)</sup>より

#### 4) 単位時間作業量および時間あたり単価

単位時間および時間単価は、文献・調査の値等をもとに以下のように設定する。

表 1.3-51 時間あたり作業量および単価の設定

植物廃材等	植物廃材 ( )は集積場所	集積場所での 積み込み	輸送車両	処理施設での 積み卸し
家庭系 剪定枝	家庭剪定枝 (住宅)	計上しない	自家用車 (普通乗用車) 燃費 ガソリン 10km/L 640 円/h	計上しない
事業系 剪定枝	公園剪定枝 (公園) 街路樹剪定枝 (街路) 果樹剪定枝 (果樹園)	人力 8.0m <sup>3</sup> /h <sup>※1</sup> 1,900 円/h	車種: 2t トラック 4,090 円/h	人力 8.0m <sup>3</sup> /h 1,900 円/h
産業系	建築廃材 (工事現場) 新・増築廃材 (工事現場)	グラップル 70m <sup>3</sup> /h <sup>※3</sup> 5,800 円/h	車種: 10t ダンプトラック 8,320 円/h	ダンプ荷降ろし 180m <sup>3</sup> /h 5,800 円/h
	国産材製材廃材 (製材所) 外材製材廃材 (製材所)	グラップル 70m <sup>3</sup> /h <sup>※3</sup> 5,800 円/h	車種: 10t ダンプトラック 8,320 円/h	ダンプ荷降ろし 180m <sup>3</sup> /h 5,800 円/h
森林系	林地残材 (土場)	グラップル 70m <sup>3</sup> /h <sup>※2</sup> 5,800 円/h	車種: 10t ダンプトラック 8,320 円/h	ダンプ荷降ろし 180m <sup>3</sup> /h 8,320 円/h
	切捨て間伐材・ 里山管理間伐材 (土場)	グラップル 40m <sup>3</sup> /h <sup>※3</sup> 5,800 円/h	車種: 10t ダンプトラック 8,320 円/h	グラップル 40m <sup>3</sup> /h 5,800 円/h
	タケ (土場)	グラップル 40m <sup>3</sup> /h <sup>※3</sup> 5,800 円/h	車種: 10t ダンプトラック 8,320 円/h	グラップル 40m <sup>3</sup> /h 5,800 円/h
チップ	剪定枝・森林系チップ (チ ップ製造場所)	ホイールローダ 200m <sup>3</sup> /h <sup>※4</sup> 12,290 円/h	車種: 10t ダンプトラック 8,320 円/h	ダンプ荷降ろし 490m <sup>3</sup> /h 5,800 円/h

※1 剪定枝の積み込み・積みおろし作業時間は、収集運搬会社ヒアリングを参考に設定

※2 林地残材、建築廃材、製材廃材のグラップル積込の単位時間あたり作業量は長野県林業総合センター調査値「一般社団法人林業人材育成支援普及センターホームページ」<sup>60)</sup>を参考に設定

※3 切捨て間伐材・タケのグラップル積込と積み卸しの単位時間あたり作業量は、山口県林業指導センター調査値「一般社団法人林業人材育成支援普及センターホームページ」<sup>62)</sup>を参考に設定

※4 チップのホイールローダ積込、ダンプ荷降ろしの単位時間あたり作業量は、「中山間地域における森林バイオマス資源の有効利用技術開発事業 (高知県立森林技術センター研究報告第 34 号 平成 21 年)」<sup>63)</sup>の測定値を参考に設定

※5 自家用車は、40L 袋相当の量を 1 回分として想定し、燃料代 (ガソリン) のみとする。

※6 作業機械および輸送車両の時間単価は、土木積算基準等を参考に、人件費 (運転)、燃料代、機械損料、損耗費の合計で算定している。

## 5) 試算結果

輸送距離ごとの植物廃材の湿重量あたり輸送コストの推移を表に示す。

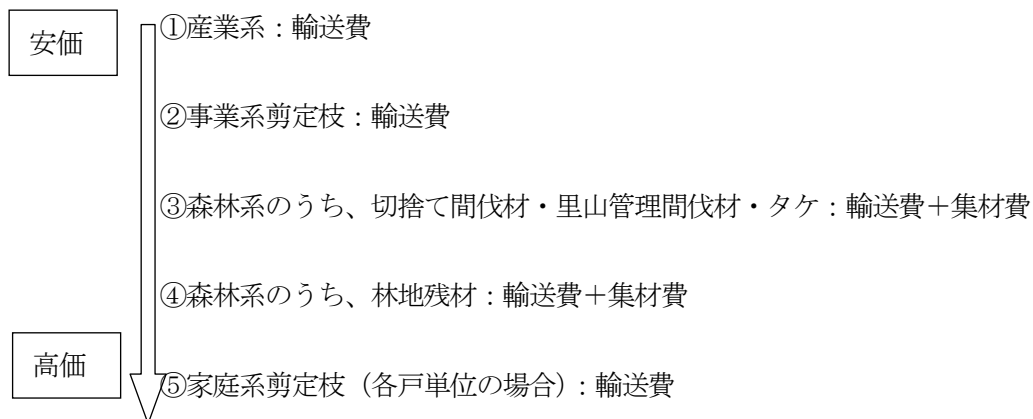
表 1.3-52 湿重量あたり植物廃材の輸送コストの比較

(単位：円/t-※WB)

輸送距離 (km)	家庭系 剪定枝	事業系 剪定枝	産業系		森林系			チップ
	剪定枝 (t-50%WB)	公園剪定枝 街路樹剪定枝 果樹剪定枝 (t-50%WB)	建築廃材 新・増築廃材 (t-12%WB)	国産材・外材 製材廃材 (t-44%WB)	林地残材 (t-50%WB)	切捨て間伐材 里山管理 間伐材 (t-50%WB)	タケ (t-52%WB)	生チップ (t-50%WB)
5	23,600	3,170	510	490	2,250	1,080	450	880
10	47,510	4,300	800	770	3,420	1,430	720	1,440
15	71,110	5,390	1,070	1,040	4,580	1,780	1,010	1,960
20	94,710	6,520	1,360	1,320	5,670	2,100	1,280	2,520
25	118,620	7,610	1,640	1,580	6,830	2,450	1,560	3,080
30	142,220	8,740	1,910	1,840	8,000	2,800	1,830	3,640
35	165,820	9,830	2,200	2,120	9,170	3,150	2,110	4,200
40	189,730	10,960	2,470	2,390	10,330	3,500	2,390	4,760
45	213,330	12,090	2,760	2,670	11,500	3,850	2,660	5,320
50	236,930	13,170	3,040	2,930	12,670	4,200	2,940	5,880
55	260,840	14,300	3,310	3,190	13,750	4,550	3,220	6,400
60	284,440	15,390	3,600	3,470	14,920	4,880	3,500	6,960

※剪定枝や森林バイオマスを原料とした製造後の生チップを想定

植物廃材を原料の状態で調達する場合、実質要するコストは、以下の順になる。





これらの試算をふまえて、植物廃材の収集方式を考察する。

#### ①家庭系剪定枝

各戸単位での排出の場合、かさ比重と1回あたり輸送量が少ないため、輸送コストは他の植物廃材に比べて大幅に高い結果となった。回収にあたっては、地区や町内会単位に拠点を設けるか、町内会等で一括して排出してもらう等の集約化、積載容量の大きな収集車両の活用等が必要と考えられる。

#### ②事業系剪定枝（公園剪定枝、街路樹剪定枝、果樹剪定枝）

家庭系剪定枝（各戸単位）よりも安価となるが、かさ比重は小さいため、輸送コストは高い。遠距離からの輸送は、発生場所または回収拠点等でチップ化して輸送するほうが、輸送コスト削減につながる場合がある。

#### ③産業系（建築廃材、新・増築廃材、国産材製材廃材、外材製材廃材）

植物廃材の中でも、コストが安価となり、処理施設から遠距離の地域からも確保しやすいと考える。さらに、建築廃材は含水率が低いため、実質のエネルギー調達コストで最も安価になると言える。

#### ④森林系のうち林地残材

家庭系剪定枝よりも安価となるが、かさ比重は小さいため、輸送コストは高い。遠距離からの輸送は、発生場所または回収拠点等でチップ化して輸送するほうが、輸送コスト削減につながると考えられる。さらに森林から集積場所までの集材コストは含まれていないため、調達には森林集材方法の効率化が課題となる。

#### ⑤森林系のうち切捨て間伐材、里山管理間伐材、タケ

比較的安価となっているが、森林から集積場所までの集材コストは含まれていないため、調達には森林集材方法の効率化が課題となる。また、輸送部分で比較すると、生チップ輸送よりも安価となることから、集積場所からは、チップ化せずに輸送する方が良いと考えられる。

### 1.3.11 収集方法の検討手順例

以上をふまえ、必要な植物廃材を確保するための収集方法について検討手順例を示す。

植物廃材ごとに収集方法を選定すると、膨大な組み合わせとなるため、ここでは代表的な組み合わせとして、2ケース選定する。

1 ケース目は、燃料化事業者にとって廃棄物処理法の規制・申請が不要となる方法として、「検討対象全ての植物廃材を有価物として購入するケース」とする。

2 ケース目は、植物廃材の多くが廃棄物として扱われている現状をふまえ、「森林系以外の植物廃材全てを廃棄物として収集・処理するケース」とする。

#### (1) 全植物廃材を有価物として購入するケース

全てを有価物として取り扱うので、排出者側および事業者側に対して、廃棄物処理法に基づく規制・許可等は、ほぼ不要となる。

また、森林系以外の植物廃材は、一般的に、排出者側が処理料金を支払って処理しているので、有価で引取りになれば、排出者側の搬出コスト負担が減り、植物廃材確保に効果があると考えられる。ただし、回収規模によって、その地域の従来からの処理業者との競合を懸念する必要がある。

買取価格が安価な場合、圏域市町村など、燃料化施設から遠方に位置する排出者には、燃料化施設までの輸送代よりも近隣の処理業者に処理を委託するほうが安価になるケースもある。一方で、買取価格が高額になるほど、植物廃材を多く回収できる一方で、原料調達費用が高み、エネルギー供給事業の採算性を低下させる。

#### (2) 森林系以外の植物廃材を廃棄物として収集する場合

燃料化事業者が廃棄物収集運搬業者・処理業者として、剪定枝、産業系の植物廃材を全て廃棄物として収集する。

これらの植物廃材を有償で処理することで、収入源となり、植物廃材調達コストの削減効果がある。

ただし、これらを廃棄物として収集することは、回収規模によって、その地域の従来からの処理業者との価格競争を懸念する必要がある。また、産業廃棄物の産業系については、一部は圏域外の処理業者等へ搬出されているケースもある。

また、廃棄物処理法上の規制として、圏域からの廃棄物を収集する場合、排出者側で、廃棄物収集運搬許可を持つか、または許可をもつ運搬業者に委託する必要がある。

よって、原料確保にあたっては、廃棄物処理法上必要な申請・許可の取得と、地域における廃棄物の流通・処理状況を考慮する必要がある。

### 1.3.12 まとめ

本節では、モデルケースとして、「八王子市長池公園」と「国営みちのく杜の湖畔公園」の2地域について、植物廃材等の利用可能量、エネルギー需給規模に対する収集範囲、有効な収集方法について検討した。

対象とする植物廃材は、家庭系剪定枝、事業系剪定枝（公園剪定枝、街路樹剪定枝、果樹剪定枝）、産業系（建築廃材、新・増築廃材、国産材製材廃材、外材製材廃材）、森林系（林地残材、切捨て間伐材、里山管理間伐材、タケ）とした。

エネルギー需給規模は、公園内施設、災害時避難施設、公園周辺の住宅（500世帯）の電力・熱需要を対象とし、規模の大きさに応じた必要エネルギーを設定した。

#### (1) 八王子市長池公園

公園所在地である八王子市を中心に、ごみの広域処理を行う多摩ニュータウン環境組合の構成自治体である町田市・多摩市を圏域として検討範囲とした。対象範囲では、建築廃材を中心とする産業系の利用可能量が多く、これらをメインに、事業系・家庭系剪定枝を組み合わせた植物廃材であれば、八王子市単独または圏域内で、設定したエネルギー需給規模に対応可能と試算された。

廃棄物処理法による規制適用を受けずに、産業系を燃料として調達するためには、産業系の再生業者から廃材再生チップ等を購入する方法が最も適切と考えられる。ただし、他の廃材再生チップ利用者との競合、圏域内で発生した廃材の一部が圏域外へ流出するなどの流通上の要因から、安定した確保の維持が課題と考えられる。

#### (2) 国営みちのく杜の湖畔公園

公園所在地である川崎町を中心に、ごみの広域処理を行う仙南地域広域行政事務組合の構成市町村である白石市、角田市、蔵王町、七ヶ宿町、大河原町、村田町、柴田町、丸森町を圏域として検討範囲とした。川崎町では森林・里山管理由来の間伐材を中心とする森林系の利用可能量が多く、これらをメインに、事業系剪定枝や産業系を組み合わせた植物廃材であれば、川崎町単独または一部圏域を含めた範囲で、設定したエネルギー需給規模に対応可能と試算された。

森林系の燃料調達にあたっては、原則、廃棄物処理法の規制はなく、地域の森林組合・林業従事者等から原料を購入する形が適切と考えられる。また、森林系のうち林地残材のように比重が小さいものは、輸送コスト低減のために土場等の集積場所でチップ化等の前処理が必要と考える。

ただし、事業採算性という点において、間伐材等の森林内から集積場所までの集材コストの低減が大きな課題と考えられる。

## 参考資料リスト（文献・報告書・資料・ウェブサイト）

- 1) 平成 20 年度 河川・道路等管理由来草木系バイオマス賦存量及び利用方法検討業務報告書  
（平成 21 年 3 月 国土交通省総合政策局事業総括調整官室）
- 2) 建設省 都市局公園緑地課 河川局河川環境課 道路局道路環境課（監修）（1998），植物発生材  
堆肥化の手引き～緑のリサイクルの実現を目指して～，道路緑化保全協会，21p
- 3) 都市内緑地から発生するバイオマス活用方策基礎調査検討業務報告書（平成 24 年 3 月；国土交通  
省都市局）
- 4) 横浜地域におけるバイオマス活用に関する検討業務報告書（平成 21 年 3 月；高速道路関連社会貢  
献協議会，社団法人日本公園緑地協会）
- 5) 横浜市ホームページ  
<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/data/kouen/>  
<http://www.city.yokohama.lg.jp/doro/plan/tokei-data/>
- 6) 国土交通省ホームページ  
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2012/nenpo02.html>  
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2012/pdf/dgenkyou02.pdf>  
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2012/pdf/dgenkyou28.pdf>  
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2012/pdf/dgenkyou38.pdf>  
[http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/index.html](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/index.html)  
[http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/kasen/jiten/toukei/birn82p.html](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/toukei/birn82p.html)  
[http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/kasen/jiten/toukei/birn83p.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/toukei/birn83p.pdf)  
[http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/kasen/jiten/toukei/birn105p1.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/toukei/birn105p1.pdf)  
[http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/kasen/jiten/toukei/birn105p2.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/toukei/birn105p2.pdf)  
[http://www.mlit.go.jp/crd/park/joho/database/t\\_kouen/index.html](http://www.mlit.go.jp/crd/park/joho/database/t_kouen/index.html)
- 7) 独立行政法人日本高速道路保有・債務返済機構ホームページ  
<http://www.jehdra.go.jp/pdf/1003.pdf>
- 8) 牧 孝憲・高橋 正人・落 修一・三宅 且仁・尾崎 正明(2007) 全国のダム流木発生量調査，土木学  
会論文集 G，Vol. 63No.1, 22-29, 2007. 1
- 9) 国営昭和記念公園における再生可能エネルギー活用技術実証研究報告書（平成 25 年 3 月；国土交  
通省国土技術政策総合研究所）
- 10) バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計，独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
ホームページ：<http://appl.infoc.nedo.go.jp/biomass/index.html>
- 11) 三重県(2004) 三重県バイオマスエネルギー利用ビジョン
- 12) 高月 紘(1999) 都市内分散型エネルギー需給技術の温暖化抑制効果と都市環境影響に関する研究平  
成 11 年度報告書
- 13) 千葉県(2004) 千葉県のバイオマス資源量について（千葉県資源循環推進課HP）
- 14) 長崎県(2005) 長崎県バイオマスタープラン
- 15) 大阪府(2006) 大阪府バイオマス利活用推進マスタープラン（H18. 3）
- 16) 佐野貴司・三浦秀一(2003) 木質バイオマスエネルギーの地域別利用可能性に関する研究 第 22 回  
エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集, p329-334

- 17) 山下茂樹ほか(2008) 果樹剪定枝のバイオマス利活用事業構想検討. 農業土木学会大会講演会講演要旨集. 2006. 400-401
- 18) 福島市(2005) 福島市地域新エネルギービジョン
- 19) 和歌山県(2005) 和歌山県木質系バイオマスエネルギー利用調査 報告書
- 20) 静岡県(2005) 静岡県バイオマス総合利活用マスタープラン
- 21) 新潟県(2004) 「バイオマスにいがた」構想
- 22) 長野県(2004) 長野県バイオマス総合利活用マスタープラン
- 23) (株)産業技術サービスセンター(1993) 廃棄物処理・再資源化技術ハンドブック
- 24) 中川(2005) エネルギー源としてみた自然環境保全センター周辺里山地域の森林バイオマス (神奈川県自然環境保全センター報告)
- 25) 農林水産省統計情報部(2009) 平成 18 年木材需給報告書
- 26) 古賀(2002) 木質燃料の特性評価, 群馬県林務部(2003) 平成 13 年度群馬県木質バイオマス検討会報告書
- 27) (財) 林業科学技術振興所(1985) 林地残材の収集・搬送に関する事前評価
- 28) 東京農工大学農学部林学科(1987) 林業実務必携 (第三版(普及版))
- 29) 島根県地域振興部土地資源対策課 (2009) 平成 20 年度島根県木質バイオマス石炭混焼研究会報告書
- 30) 千葉県 (2004) バイオマス総合利活用マスタープラン
- 31) 建設副産物の状況. 建設副産物排出量の将来予測. 国土交通省リサイクルのページ  
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/fukusanbutsu/genjo/index.htm>
- 32) 財団法人建築業協会(2004) 建築物の解体に伴う廃棄物の原単位調査報告書
- 33) 社団法人 日本有機資源協会(2004), 平成 15 年度バイオ生分解素材開発・利用評価事業報告書
- 34) 国土交通省平成 20 年度建設副産物実態調査結果詳細データ(建設廃棄物)  
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/fukusanbutsu/jittaichousa/index01.htm>
- 35) 財団法人建設物価調査会(2010) 建築統計年報 平成 21 年度版
- 36) 農林水産省大臣官房統計部(2009) 木材需給報告書
- 37) 神奈川県産樹木 15 種のバイオマス燃料としての特性評価 (平成 16 年 3 月; 中川重年・松村正治 (神奈川県自然環境保全センター) )
- 38) 家庭用エネルギーハンドブック(2009), 住環境計画研究所 編, 財団法人省エネルギーセンター
- 39) ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版 (平成 16 年 7 月; 全国都市清掃会議)
- 40) 一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構ホームページ  
<http://www.ibec.or.jp/pdf/index.htm>  
<http://www.ibec.or.jp/pdf/sjuutaku7.htm>
- 41) 札幌市ホームページ  
[http://www.city.sapporo.jp/toshi/kenchiku/documents/05\\_06koukakentou.pdf](http://www.city.sapporo.jp/toshi/kenchiku/documents/05_06koukakentou.pdf)
- 42) 気象庁アメダス平年値データ (1981~2010 年「八王子」及び「仙台」)  
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 43) 避難者に係る対策の参考資料, 内閣府ホームページ  
<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/shutohinan/pdf/sanko01.pdf>
- 44) 「剪定枝等のエネルギー化実証事業」報告書 (平成 23 年 3 月; 八王子市)

- <http://www.city.hachioji.tokyo.jp/seikatsu/kankyohozen/ondankaboshi/36220/036224.html>
- 45) 八王子市ホームページ  
<http://www.city.hachioji.tokyo.jp/profile/data/toshikiban.html>
- 46) 総務省ホームページ <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/index.htm>
- 47) 東京の森林・林業 平成24年度版（平成25年3月；東京都産業労働局）
- 48) 多摩市ホームページ <http://www.city.tama.lg.jp/zaisei/kokuzei/017520.html>
- 49) 町田市ホームページ  
<https://www.city.machida.tokyo.jp/shisei/toukei/toukeisyo/47/5.html>
- 50) みやぎバイオマス利活用マスタープラン（平成19年3月発行、平成19年8月改訂；宮城県バイオマス利活用推進委員会）
- 51) 地域別統計データベース（2010時点）（<http://www.e-stat.go.jp/>）
- 52) 平成25年度みやぎの道路（平成25年6月；宮城県土木部）
- 53) 東北森林管理局HP <http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/>
- 54) 白石市ホームページ  
<http://www.city.shiroishi.miyagi.jp/section/kikaku/toukei/index.html>
- 55) 角田市ホームページ  
<http://www.city.kakuda.miyagi.jp/seisaku/pagek00022m.shtml>
- 56) 蔵王町ホームページ  
[http://www.town.zao.miyagi.jp/kurashi/kurashi\\_guide/toukei/index.html](http://www.town.zao.miyagi.jp/kurashi/kurashi_guide/toukei/index.html)
- 57) 大河原町ホームページ  
<http://www.town.ogawara.miyagi.jp/team/kikaku/toukei/index.html>
- 58) データでみる柴田町 <http://www.town.shibata.miyagi.jp/index.cfm/69,0,81,html>
- 59) バイオマスハンドブック（平成21年12月；社団法人日本エネルギー学会）
- 60) 一般社団法人林業人材育成支援普及センターホームページ  
<http://www.foresternet.jp/files/0001/0407/長野県の事例ーその2.pdf>
- 61) 公益財団法人日本産業廃棄物処理振興センターホームページ  
[http://www.jwnet.or.jp/publish/pdf/JW2013\\_10\\_p04-10.pdf](http://www.jwnet.or.jp/publish/pdf/JW2013_10_p04-10.pdf)
- 62) 一般社団法人林業人材育成支援普及センターホームページ  
<http://www.foresternet.jp/files/0001/0403/山口県の事例ーその2.pdf>
- 63) 「中山間地域における森林バイオマス資源の有効利用技術開発事業（高知県立森林技術センター研究報告第34号 平成21年）」

## 第2章 都市由来植物廃材の性質

### 2.1 木質バイオマス燃料の種類及び基準

都市由来の植物廃材のエネルギー利用にあたっては、市場に流通している木質バイオマス燃料の種類や基準を把握しておくことが重要であると考えられる。そのため、2.1.1 で木質バイオマス固形燃料の市場流通調査を行い、2.1.2 で現在作成されている木質バイオマス燃料の基準について取りまとめた。

#### 2.1.1 固形燃料の市場流通調査

##### (1) 薪

##### 1) 材質

針葉樹、広葉樹ともに薪として使用することが可能である。それぞれの特徴を表 2.1-1 に整理する。

表 2.1-1 針葉樹・広葉樹の特徴

樹種		針葉樹	広葉樹
主な原料		モミ、アカマツ、スギ、ツガ、カラマツ、ヒノキ など	ナラ、ブナ、カシ、シラカバ、サクラ、リンゴ など
特徴	長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材質がやわらかく、割りやすい。</li> <li>・重量が軽く、持ち運びが容易。</li> <li>・乾きやすい。</li> <li>・火つけに優れている。</li> <li>・火力が強い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・密度が高く、火持ちが良い。</li> <li>・おき火になりやすい</li> <li>・燃焼性に安定している。</li> </ul>
	短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火力は強いが、高温になりやすい。</li> <li>・油分を多く含んでおり、煤やタールの原因となる。</li> <li>・火持ちが悪い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・硬木で、薪割りに手間がかかる。</li> <li>・乾燥に時間がかかる。</li> </ul>
調達性		全国で調達が可能	調達が困難な地域もある
価格		比較的安価	比較的高価

九州薪・木質ペレット活用協議会ホームページ<sup>1)</sup>を参考に作成 <http://qmaki.com/> (H25.2 参照)

##### 2) 性状

##### (i) 形状

現在、市場に流通している形状を表 2.1-2 にまとめる。

表 2.1-2 薪の形状

形状	形状
原木	立木伐採した原木そのまま、長さ 2m~4m 程度。
玉切り原木	原木を 35cm~40cm 程度に玉切りしたもの。
割木	玉切り原木を割った薪。長さは玉切り原木と同様で 35cm~40cm 程度。
こわ	製材の端材。長物、これを薪用に切った短物がある。

岡崎森林組合ホームページ<sup>2)</sup>を参考に作成 <http://okamori.org/> (H25.2 参照)

##### (ii) 含水率

「森のバイオマスエネルギー（全国林業改良普及協会）<sup>3)</sup>」によると、煤やタールの発生原因となるので、天然乾燥で少なくとも 30%以下に下げて使用するのが良いとされている。

### 3) 品質基準

一律で定められた基準・規格はないが、「森のバイオマスエネルギー（全国林業改良普及協会）」<sup>3)</sup>によると、一般的に長さ 15cm～35cm、厚さ 6 cm～8 cm がストーブに適した形状とされている。また、含水率についても、上述したように 30%以下が良いとされている。

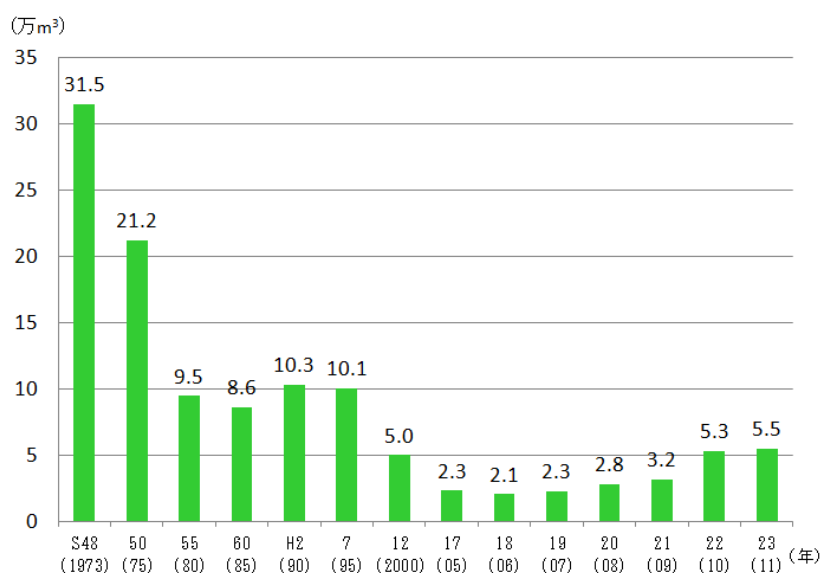
### 4) 価格

販売地域、原木の種類によって異なるが、関東近辺ではナラ材の割木（長さ 35cm 程度、一辺 15cm 程度）で 55,000 円/t 程度、原木玉切（玉切り寸法はユーザー希望）で 30,000 円/t 程度、原木（長さ 100cm 以上）で 22,000 円/t 程度である。いずれも乾燥薪である。

※薪 Club ホームページ<sup>4)</sup> <http://www.makiclubshop.com/71.html> (H25,2 参照) を参考にした

### 5) 産地・供給元

全国の薪の生産量を図 2.1-1 に示す。平成 18 年まで減少傾向が続いていたが、平成 19 年以降は増加傾向にあり、平成 23 年には 5.4 万 m<sup>3</sup> t となっている。



注：数値は丸太換算値。1 層積 m<sup>3</sup> を丸太 0.625 m<sup>3</sup> に換算。  
資料：林野庁「特用林産基礎資料」

出典：平成 24 年度 森林・林業白書(林野庁ホームページ)<sup>5)</sup>

[http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/24hakusyo\\_h/all/a63.html](http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/24hakusyo_h/all/a63.html) (H26.3 参照)

図 2.1-1 薪の生産量の推移

全国の森林組合等で取扱いがある。



## (2) チップ

### 1) 材質

平成 23 年度のチップの原材料は、原木が最も多く 42%、次いで工場残材 31%、解体材・廃材 25%の順となっている。針葉樹、広葉樹別では、針葉樹の需要が多く、広葉樹の 1.9 倍である。過去 5 年間の原材料別木材チップ生産量の推移を表 2.1-3 に示す。

表 2.1-3 木材チップの原材料別生産量（単位：千 t, ()内は%）

年度	木材チップ 生産量	原材料別				針葉樹・広葉樹別	
		原木	工場残材	林地残材	解体材廃材	針葉樹	広葉樹
平成 19	5,894 (100.0)	2,368 (40.2)	2,182 (37.0)	100 (1.7)	1,244 (21.1)	3,087	1,563
平成 20	5,797 (100.0)	2,676 (46.2)	1,913 (33.0)	104 (1.8)	1,104 (19.0)	2,918	1,775
平成 21	5,129 (100.0)	2,398 (46.8)	1,689 (32.9)	108 (2.1)	934 (18.2)	2,598	1,597
平成 22	5,406 (100.0)	2,409 (44.6)	1,837 (34.0)	133 (2.5)	1,027 (19.0)	2,784	1,595
平成 23	5,638 (100.0)	2,376 (42.1)	1,727 (30.6)	145 (2.6)	1,390 (24.7)	2,787	1,461

注：針葉樹・広葉樹別には解体材・廃材は含んでいない 出典：木材統計（農林水産省；平成 19～平成 23 年度版）<sup>6)</sup>

## 2) 性状

### (i) 長さ、幅、厚さ、細長比

全国木材チップ工業連合会から、国内のチップ製造工場の中から 7 施設を対象とし、製紙用チップ、ボード用チップ、燃料用チップなど、様々な製品チップの品質を計測した調査結果が報告されている。このうち、長さや幅、厚さについては、スクリーン（ふるい）にかけ、おおよその大きさを区分しつつ、詳細寸法が計測されている。ここでは、燃料用チップの測定結果について表 2.1-4 に示す。

表 2.1-4 燃料用チップの長さ、幅、厚さと細長比の平均値

材料		長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	細長比 (長さ/幅)
16mm のふるいに 残ったチップ	無垢材	62.72	15.40	9.87	4.40
	合板	34.42	29.71	4.62	1.17
	パーティクルボード	39.18	23.83	7.04	1.65
8mm のふるいに 残ったチップ	無垢材	54.21	9.90	5.37	5.78
	合板	37.84	11.15	2.44	3.76
	パーティクルボード	17.78	16.89	5.21	1.05
	MDF	16.17	15.01	1.41	1.07
4mm のふるいに 残ったチップ	無垢材	47.43	4.63	2.97	11.01
	合板	30.36	4.95	2.31	7.38
	パーティクルボード	11.15	8.30	2.58	1.67

出典：木材チップ等原料転換型事業 調査・分析報告書（平成 23 年度；全国木材チップ工業連合会）<sup>7)</sup>をもとに作成

### (ii) 含水率

含水率も、前述(i)と同様に、全国木材チップ工業連合会が実施した製品チップの品質調査において計測されている。ここでは、燃料用チップの測定結果について表 2.1-5 に示す。

表 2.1-5 広葉樹チップ、針葉樹チップの含水率（重量法）

採取工場	用途	原料・樹種等	含水率（％）	
			乾量ベース	湿量ベース
A 社	燃料用	建築解体材	31	24
B 社	燃料用	根株	31	24
C 社	燃料用	建築解体材	29	22

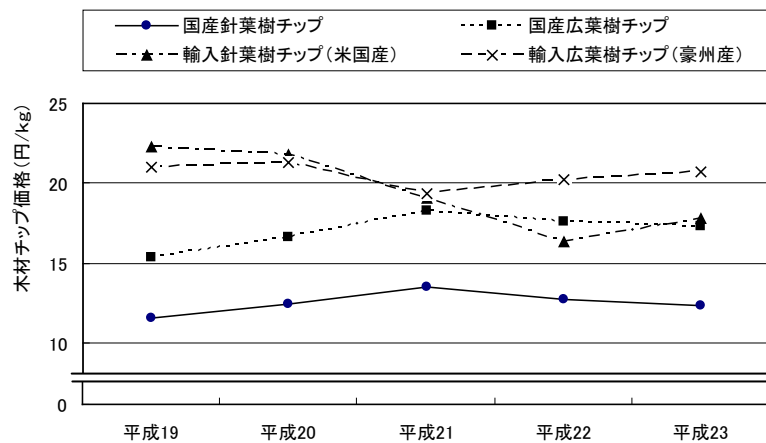
出典：木材チップ等原料転換型事業 調査・分析報告書（平成 23 年度；全国木材チップ工業連合会）<sup>7)</sup> をもとに作成

### 3) 品質基準

後述 2.1.2(1)参照

### 4) 価格

平成 19 年から 23 年までの木材チップの価格の推移を図 2.1-2 に示す。全体的に国内産チップは輸入チップに比べて安価で、その中でも国産針葉樹チップが最も安価で 11.6 円/kg～13.5 円/kg で推移している。

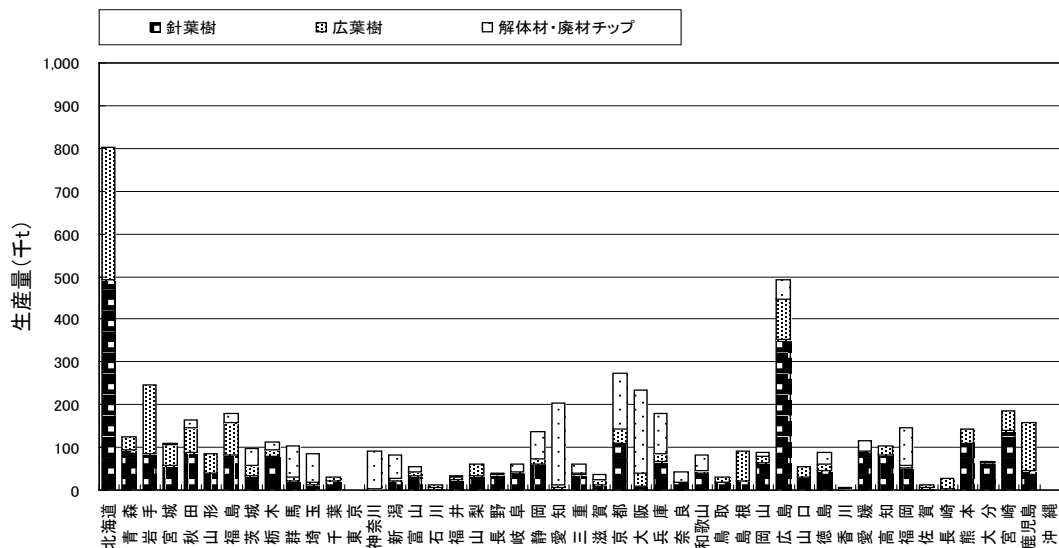


全国木材チップ工業連合会統計資料<sup>8)</sup>をもとに作成 <http://zmchip.com/toukeimokuji.html> (H25.2 参照)

図 2.1-2 木材チップ価格の推移

### 5) 産地・供給元

都道府県ごとの原材料別チップ生産量（平成 23 年度）を図 2.1-3 に示す。平成 23 年の都道府県ごとのチップ生産量は、北海道が全国一で 801 千 t/年、次いで広島県が 492 千 t/年である。原料別では、針葉樹、広葉樹ともに北海道が全国一で、それぞれ 493 千 t/年、308 千 t/年、これに対して解体材・廃材チップは、大阪府が 195 千 t/年、愛知県が 191 千 t/年となっている。なお、東京と沖縄は統計データの公表がなく、図中「0」で表現されている。



木材統計（農林水産省；平成23年度版）<sup>6)</sup>をもとに作成

図 2.1-3 都道府県ごとの原材料別チップ生産量（平成23年度）

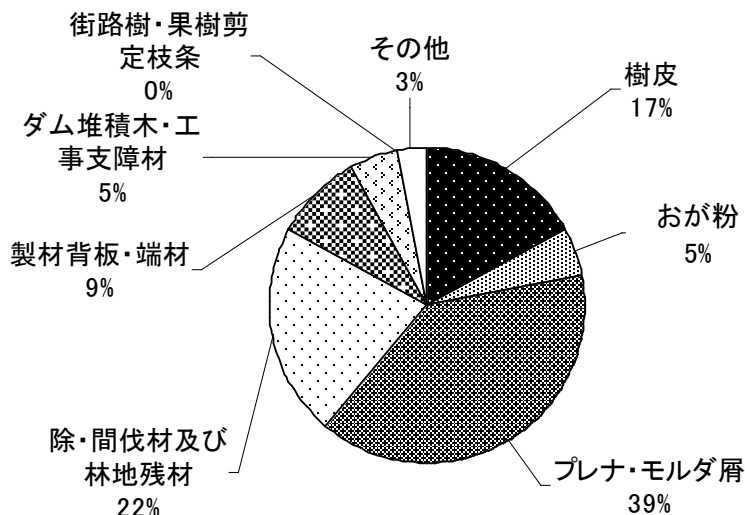
### 6) メーカー

団体・企業等の固有名称は公表しないが、平成24年12月現在、全国木材チップ工業連合会に正会員として19団体（協会・組合等の各種団体16団体、民間企業3団体）、賛助会員として7団体（協会・組合等の各種団体4団体、民間企業3団体）が加盟している。

### (3) ペレット

#### 1) 材質

樹皮、おが粉、プレナ・モルダ屑、除・間伐材及び林地残材、製材背板・端材、ダム堆積木・工事支障材などが主な材質である。それぞれの比率を図 2.1-4 に示す。



出典：木質ペレット及び燃焼機器の市場動向（日本木質ペレット協会セミナー資料；平成 21 年度実績）<sup>9)</sup>

図 2.1-4 木質ペレット原材料の種類別割合

#### 2) 性状

一般社団法人日本木質ペレット協会が平成 23 年 3 月 31 日に制定した「木質ペレット品質規格」において、大きさや粒径、含水率など、性状に係わる基準値が定められている。これらについて、後述 2.1.2(2)にまとめて記載する。

#### 3) 品質基準

後述 2.1.2(2) 参照

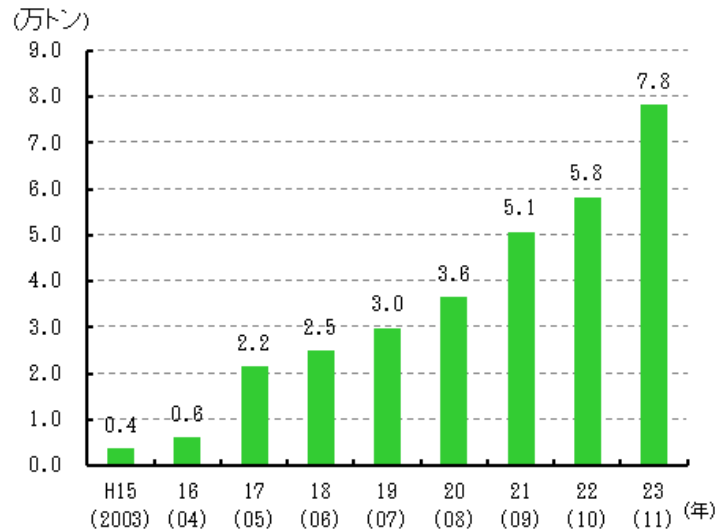
#### 4) 価格

ペレットは原材料の種類により 3 つに分類され、それぞれ価格が異なる。平成 22 年度下期の価格は、ホワイト（木部）を原料としたペレットが最も高く 44 円/kg、次いでバーク（樹皮）を原料としたペレットが 43 円/kg、最も安価なのが全木（混合）を原料としたペレットで 33 円/kg である。※一般社団法人日本木質ペレット協会ホームページ<sup>10)</sup>を参考にした。

(<http://www.w-pellet.org/index1.html> (H25.2 参照))

#### 5) 産地・供給元

木質ペレットの国内生産量は、図 2.1-5 に示すとおり平成 23 年まで増加の傾向を示し、平成 23 年には約 7.8 万 t となっている。



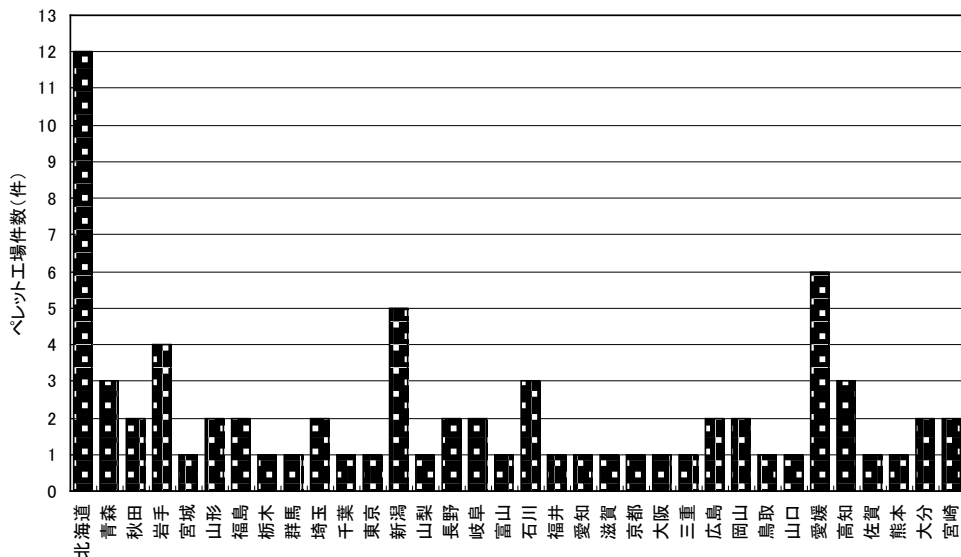
資料：平成 21 (2009) 年までは、林野庁木材利用課調べ。  
平成 22 (2010) 年以降は、林野庁「特用林産基礎資料」。

出典：平成 24 年度 森林・林業白書(林野庁ホームページ)<sup>5)</sup>

[http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/24hakusyo\\_h/all/a63.html](http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/24hakusyo_h/all/a63.html) (H26.3 参照)

図 2.1-5 木材ペレット生産量の推移

都道府県ごとのペレット製造工場の立地数を図 2.1-6 に示す。平成 23 年 6 月現在、ペレットは 34 都道府県、73 工場で製造されている。工場が最も多く立地する地域は北海道、次いで愛媛、新潟、岩手が続いている。



平成 23 年 6 月現在 (一般社団法人日本木質ペレット協会調査結果)<sup>11)</sup>

図 2.1-6 都道府県ごとのペレット製造工場の立地数

## 6) メーカー

団体・企業等の固有名称は公表しないが、平成 24 年 12 月現在、一般社団法人日本ペレット協会に正会員として 59 団体、賛助会員として 8 団体が加盟している。この中で、正会員としてペレット製造に関連する団体は 23 団体 (協会・組合等の各種団体 8 団体、民間企業 15 団体) である。

#### (4) 単位発熱量あたりの市場価格の比較

上記をもとに、単位発熱量あたり市場価格を比較する。原木（薪）やチップが安価であるが、そのほかの木質燃料においても単位発熱量あたりでは灯油と同等程度の価格である。

表 2.1-6 単位発熱量あたりの市場価格の比較

燃料	実勢価格	想定含水率	高位発熱量	熱量単価
薪(ナラ材)	玉切り：30,000 円/t <sup>※1</sup> 原木：20,000 円/t <sup>※1</sup>	30% <sup>※3</sup>	針葉樹木部：14.5MJ/kg <sup>※4</sup> 広葉樹木部：13.8MJ/kg <sup>※4</sup>	玉切り：2.1 円/MJ 原木：1.4 円/MJ
チップ	針葉樹：12.4 円/kg <sup>※1</sup> 広葉樹：17.3 円/kg <sup>※1</sup>	30% <sup>※3</sup>	針葉樹木部：14.5MJ/kg <sup>※4</sup> 広葉樹木部：13.8MJ/kg <sup>※4</sup>	針葉樹：0.9 円/MJ 広葉樹：1.3 円/MJ
ホワイトペレット	44 円/kg <sup>※1</sup>	—	18.4MJ/kg <sup>※5</sup>	2.4 円/MJ
灯油	84 円/L <sup>※2</sup>	—	36.7MJ/L <sup>※6</sup>	2.3 円/MJ

※1 本調査による（平成 23 年値もしくは平成 24 年値）

※2 建設物価（2013.2）<sup>12)</sup>

※3 ヒアリング調査をもとにした想定値

※4 木質バイオマスボイラー導入指針（楸森のエネルギー研究所）<sup>13)</sup>

※5 木質ペレット品質規格（A基準）<sup>10)</sup>

※6 地球温暖化対策地方公共団体実行計画（区域施策）策定マニュアル（環境省）<sup>14)</sup>

## 2.1.2 現在作成されている基準

現在日本で作成されている木質系の固形燃料（チップでは、一部燃料利用に限らない場合がある。）に関する基準としては以下のようなものがある。

### (1) チップに関する品質規格

#### 1) 木材チップの品質基準

##### (i) 木材チップ品質規格（全国木材チップ工業連合会 平成 24 年 5 月 23 日）

平成 24 年 5 月に、全国木材チップ工業連合会により、木材チップに係わる統一的な品質規格基準が定められている。主に製紙用を念頭に置いていると考えられるが、燃料用チップも対象にしていると考えられ、含水率の項目もある。

表 2.1-7 木材チップの品質規格

項目	内容	規格区分 (表示記号)	備考
樹種	①針葉樹チップを主体とするもの・・・ N. スギ、ヒノキ、カラマツ、アカマツ、エゾマツ、トドマツなど、樹種名の表記が必要な場合は主要構成樹種名をカタカナでNの右下に小さく表記する。	N	樹種名表記の例 N <sub>スギ</sub> N <sub>アカマツ</sub>
	②広葉樹チップを主体とするもの・・・ L サクラなど特別な記載が必要な場合は主要構成樹種名をカタカナでLの右下に小さく表記する。	L	樹種名表記の例 L <sub>サクラ</sub>
	③針葉樹、広葉樹等混合チップを主体とするもの・ M	M	タケ等を含む
製造方法	①切削（刃物で切削したもの）・・・ S	S	スクエアチップ ピンチップ、クラッシャーチップ
	②打撃、破砕（ハンマー、クラッシャーなどで木質繊維に沿って砕いたもの）・・・ H	H	
樹皮	①皮無し（白チップ）・・・皮混入率1%以下	Bw	
	②皮付き（黒チップ）・・・皮混入率20%以下	Bb	
	③樹皮チップ・・・粉砕した樹皮を主体とするもの	Ba	
乾燥	乾燥程度（湿量基準の含水率）で4区分する	D1(20%未満) D2(20%以上、30%未満) D3(30%以上、50%未満) D4(50%以上)	湿量基準含水率
異物	金属、プラスチック、土砂など異物を含まないもの		

注1：この規格は流通取引単位の全量について定めるものとし、「主体とする」はその3分2以上を占めるものとする。

注2：湿量基準含水率  $U_w = (W - W_0) / W * 100$  但し W：生重量、 $W_0$ ：絶乾重量  
なお、乾量基準含水率  $U_d = (100 * U_w) / (100 - U_w)$

注3：需要先によって必要ない規格の表示は省略することが出来る。

記号表示例： スギ、切削、皮無し、未乾燥、のチップ … N<sub>スギ</sub>SBwD4  
広葉樹、破砕、皮付き、乾燥、のチップ … LHBbD1

出典：木材チップの品質規格規程について（全国木材チップ工業連合会）<sup>15)</sup> <http://zmchip.com/chipkikaku.html> (H25.2 参照)  
をもとに作成

(ii) 岩手県燃料用木材チップ品質・規格のガイドライン案（平成20年2月作成）<sup>16)</sup>

[http://www.pref.iwate.jp/~hp0552/biomass/chip/chip\\_guide.pdf](http://www.pref.iwate.jp/~hp0552/biomass/chip/chip_guide.pdf)参照

岩手県が作成した燃料用木材チップの品質・規格のガイドライン案（表 2.1-8）。品質基準として、以下の掲載がある。

i) 品質基準

- ① 原材料
- ② 加工方法及び形状
- ③ 標準寸法
- ④ 樹皮含有区分（皮なしチップ、皮付きチップ、樹皮チップ）
- ⑤ 含水率区分（チップに含まれる水分により3種類に区分）
- ⑥ 発熱量（含水率区分に応じ、3種類に区分）
- ⑦ 品質表示

ii) 概要

加工方法及び形状は切削型チップパーで加工したものと規定している。標準寸法についての記載もある。含水率で最大で乾量基準で120%（湿量基準で約55%）であるのは、これ以上だと、ボイラーなどの機器側で利用不可能であるためと考えられる。



表 2.1-8 燃料用木材チップ品質・規格のガイドライン案（岩手県）

燃料用木材チップ品質・規格のガイドライン案	
1	<p><b>目的</b></p> <p>当該ガイドライン案は、チップボイラー<sup>*</sup>の燃料用として供する木材チップについて、これまでの燃焼実例等を基に、望ましい品質・規格を示したものである。</p> <p>県では、安全なボイラー運転に資するため、当該ガイドライン案に沿った燃料用木材チップの製造を推奨することとし、業界関係者に提案する。</p> <p>※チップボイラー：当該ガイドライン案でいうチップボイラーとは、主に施設等の暖房や給湯等の用途に用いられるものを指し、次のようなボイラーは含まない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・製材工場等において、その生産工程から発生する、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令」第2条第2号に規定する木くずに当たるおそれのあるものを燃料として自ら利用するボイラー</li> </ul>
2	<p><b>原材料</b></p> <p>燃料用木材チップの原材料は、原木丸太、製材端材等森林より生産された無垢の一次生産材を用いることとする。</p>
3	<p><b>加工方法及び形状</b></p> <p>燃料用木材チップは、複数の平刃物が装着された切削型チップパーにより加工された短片状のものとする。</p>
4	<p><b>標準寸法</b></p> <p>縦・横 20±5mm、厚さ 4±2mmを標準寸法とする。なお、長尺チップ（長さ 200mm以上）の混入率は1%以下とする。</p>
5	<p><b>樹皮含有区分</b></p> <p>燃料用木材チップは樹皮の含有の有無により、以下の3種類に区分するものとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 皮なしチップ・・・樹皮を含まない木材チップ</li> <li>2) 皮付きチップ・・・皮付き丸太を移動式チップパー等でチップ化した場合等に生産される重量比で20%未満の樹皮を含んだ木材チップ</li> <li>3) 樹皮チップ・・・粉碎した樹皮を主体とする木材チップ（木部を20%以下含んだものも含む）</li> </ol>
6	<p><b>含水率区分</b></p> <p>燃料用木材チップは含まれる水分の割合により、以下の3種類に区分するものとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 低含水率チップ・・・乾量基準の含水率<sup>*</sup>で40%未満</li> <li>2) 標準含水率チップ・・・乾量基準の含水率で40%以上80%未満</li> <li>3) 高含水率チップ・・・乾量基準の含水率で80%以上120%未満</li> </ol> <p>※乾量基準の含水率（%）＝<math>(m - m_0) / m_0 \times 100</math></p> <p>m：水分を含んでいる木材の質量、m<sub>0</sub>：水分を含んでいない木材の質量</p>
7	<p><b>発熱量</b></p> <p>燃料用木材チップの標準発熱量は含水率区分に応じ、以下のとおりとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 低含水率チップ・・・3,546Mcal/t（含水率20%相当）</li> <li>2) 標準含水率チップ・・・2,510Mcal/t（含水率60%相当）</li> <li>3) 高含水率チップ・・・1,888Mcal/t（含水率100%相当）</li> </ol>
8	<p><b>品質表示</b></p> <p>燃料用木材チップの品質表示は以下のとおりとする。</p> <p>（表示例）生産工場名：〇〇木材、販売日：平成〇年〇月〇日、樹種：針葉樹ミックス 樹皮含有区分：皮なしチップ、含水率区分：標準含水率</p>

## 2) 木材リサイクルチップの品質基準

### (i) チップの利用促進基準 建設発生木材勉強会暫定版<sup>17)</sup>

(建設副産物リサイクル広報推進会議 平成15年12月)

<http://www.suishinkaigi.jp/book/panel/pdf/39.pdf> 参照

建設発生木材のリサイクル率を向上させる目的で、チップを原料ごとに分類。A～Dチップ及びダストに分類。

### (ii) 木質リサイクルチップの品質規格

(特定非営利活動法人全国木材資源リサイクル協会連合会 平成22年12月15日)

<http://www.woodrecycle.gr.jp/pdf/hinshitukikaku.pdf>参照

平成22年12月に、特定非営利活動法人全国木材資源リサイクル協会連合会により、品質確保を目的に、木質リサイクルチップの品質規格が定められた。これは、特定非営利活動法人全国木材資源リサイクル協会連合会が(i)チップの利用促進基準 建設発生木材勉強会暫定版を参考に、メーカーやユーザーの意見も踏まえて改良したもの。チップの利用促進基準 建設発生木材勉強会暫定版と同様に、A～Dチップ及Eチップの分類の他に、以下の記載がある。

#### i) 品質規格項目

- ①チップ区分と利用用途標準(表2.1-9、表2.1-10)
- ②製造における留意点(チップサイズ、伐採木・伐根材、含水率、竹材、CCA処理材、畳・草葉・腐朽材、土砂等)
- ③再資源化施設において明らかにする項目
- ④品質試験(含有量試験・性状試験)引用規格
  - ・必須試験(共通:サイズ、全水分 サーマル:発熱量、灰分AC、塩素分)
  - ・その他の試験(重金属項目については、利用目的、ユーザー等の要求により実施する場合がある。)
  - ・品質報告書(メーカー作成用)

表 2.1-9 木質リサイクルチップの品質基準

チップ区分	チップとなる原料	備考
Aチップ (切削チップ含む)	柱、梁材及び幹材等の断面積の大きいもの、無垢材	防腐剤、合板、ペンキ付着物、金属、プラスチック類、土砂等の全ての異物、または樹皮を含まないこと。
Bチップ (切削チップ含む)	Aチップと同様及びパレット、梱包材、解体材等の無垢材で比較的断面積の大きいもの	防腐剤、合板、ペンキ付着物、金属、プラスチック類、土砂等の全ての異物を含まないこと。
Cチップ	Bチップと同様及び合板等	防腐剤、ペンキ付着物、金属、プラスチック類、土砂等の異物を含まないこと。
Dチップ	Cチップと同様及び繊維板、ペンキ、接着剤等の付着したものなど(襖、障子等を含む。)、または枝、除根材等	CCA含有物、金属、プラスチック類、土砂等の異物を基本的に含まないこと。
Eチップ	チップ製造の際の副産物	有害物質、金属を含まないこと

(注) Dチップは、主に燃料に使用することから防腐剤の内CCA処理材のみを対象とする。

出典: 木質リサイクルチップの品質規格について<sup>18)</sup> (特定非営利活動法人全国木材資源リサイクル協会連合会)

<http://www.woodrecycle.gr.jp/pdf/hinshitukikaku.pdf> (H25.2参照)

表 2.1-10 木質リサイクルチップの利用用途

チップ 区分	主な用途														
	マテリアル系 (原料)									サーマル系 (燃料)			その他 <sup>※1</sup>		
	MDF	エタノール	製紙	製紙 (板紙)	木炭	コンポスト	マルチング材	ハードボード・インシュレーションボード	パーティクルボード	燃料	セメント原燃料	高炉還元剤	敷料	水分調整材	培養土
Aチップ	○	○	○	○	○	△ <sup>※2</sup>	○	○	○	○	○	○			
Bチップ				○	○	△ <sup>※2</sup>	○	○	○	○	○	○			
Cチップ									○	○	○	○			
Dチップ									○	○	○	○			
Eチップ					○	△ <sup>※2</sup>				△	○	○	○	○	○

※1：利用目的に応じた品質の区分けを行う。また、C～Dチップの副産物を利用する場合は特に注意を払うこと

※2：コンポストにおいて利用する資材は、異物や防腐剤を含まない伐木材・除根材などとする。

出典：木質リサイクルチップの品質規格について<sup>18)</sup> (特定非営利活動法人全国木材資源リサイクル協会連合会)

<http://www.woodrecycle.gr.jp/> (H25.2 参照)

ii) 概要

表 2.1-11 に必須試験項目を示す。共通でサイズ (長辺) と全水分、サーマルリサイクルとしては、発熱量、灰分、塩素分が示されている。

表 2.1-11 必須試験項目

区分	試験項目	引用規格	規格の名称	基準値
共通	サイズ	JIS Z 8801-1	試験用ふるい—第1部：金属製網ふるい	50 mm以下
	全水分 <sup>※5</sup>	JIS Z 7302 3	廃棄物固形化燃料 — 第3部：水分試験方法	25%以下
サーマルに限る	発熱量	JIS M 8814	石炭類及びコークス類 — ボンプ熱量計による総発熱量の測定方法及び真発熱量の計算方法	3000kcal/kg以上
	灰分	JIS Z 7302 4	廃棄物固形化燃料 — 第4部：灰分試験方法	2.0%以下
	塩素分	下水試験方法 2.4.20.1		0.1%以下

※ ボード類では、パーティクルボードが該当

## (2) ペレットに関する品質規格

### 1) 木質ペレット品質規格（一般社団法人 日本木質ペレット協会 平成 23 年 3 月 31 日）

[http://www.w-pellet.org/news/news\\_04.pdf](http://www.w-pellet.org/news/news_04.pdf) 参照

一般社団法人日本木質ペレット協会が作成した木質ペレット品質規格。品質項目として、以下の記載がある（表 2.1-12）。

※木質ペレット品質規格（全文）は一般社団法人日本木質ペレット協会ホームページ参照  
[http://www.w-pellet.org/images/top/banner\\_hinshitsu.jpg](http://www.w-pellet.org/images/top/banner_hinshitsu.jpg) (H26.12 参照)

表 2.1-12 木質ペレットの品質基準

品質基準	単位	基準		
		A	B	C
直径の呼び寸法 <sup>(1)</sup> D	mm	6、(7)、8		
長さ <sup>(2)</sup> L	mm	L $\leq$ 30mm が質量で 95%以上で、かつ L $>$ 40mm が無いこと		
かさ密度 BD	kg/m <sup>3</sup>	650 $\leq$ BD $\leq$ 750		
含水率（湿量基準） U	% <sup>(3)</sup>	U $\leq$ 10		
微粉率 F	% <sup>(3)</sup>	F $\leq$ 1.0		
機械的耐久性 DU	% <sup>(3)</sup>	DU $\geq$ 97.5		
発熱量 Q	高位発熱量	MJ/kg <sup>(3)</sup>	$\geq$ 18.4 (4, 390kcal/kg)	$\geq$ 17.6 (4, 200kcal/kg)
	低位発熱量	MJ/kg <sup>(3)</sup>	$\geq$ 16.5 (3, 940kcal/kg)	$\geq$ 16.0 (3, 820kcal/kg)
灰分 AC	% <sup>(4)</sup>	AC $\leq$ 0.5	0.5 $\leq$ AC $\leq$ 1.0	1.0 $\leq$ AC $\leq$ 5.0
硫黄 S	% <sup>(4)</sup>	S $\leq$ 0.03		S $\leq$ 0.04
窒素 N	% <sup>(4)</sup>	N $\leq$ 0.5		
塩素 Cl	% <sup>(4)</sup>	Cl $\leq$ 0.02		Cl $\leq$ 0.03
ヒ素 As	mg/kg <sup>(4)</sup>	As $\leq$ 1		
カドミウム Cd	mg/kg <sup>(4)</sup>	Cd $\leq$ 0.5		
全クロム Cr	mg/kg <sup>(4)</sup>	Cr $\leq$ 10		
銅 Cu	mg/kg <sup>(4)</sup>	Cu $\leq$ 10		
水銀 Hg	mg/kg <sup>(4)</sup>	Hg $\leq$ 0.1		
ニッケル Ni	mg/kg <sup>(4)</sup>	Ni $\leq$ 10		
鉛 Pb	mg/kg <sup>(4)</sup>	Pb $\leq$ 10		
亜鉛 Zn	mg/kg <sup>(4)</sup>	Zn $\leq$ 100		

(1) 6mmまたは8mmが望ましい。

(2) 円孔径3.15mmのふるいに残るものを測定対象とすること。

(3) 到着ベース（湿量基準）。

(4) ドライベース（乾量基準）。

### 2) 木質ペレット燃料に関するペレットクラブ自主規格（PC WPFS - 1:2011）<sup>19)</sup>

（ペレットクラブ 2011年6月6日）

出典：ペレットクラブホームページ <http://www.pelletclub.jp/> (H26.4 参照)

ペレットクラブが作成した自主規格。なお、ペレットクラブは、企業・団体会員として、ストーブ製造販売、ボイラ・バーナ製造輸入販売、燃料製造輸入販売、成形機・プラントエンジニアリング等のメーカー等、その他の企業団体として非営利団体が会員となっている。

#### (i) 品質項目

①物理的性質：直径 (D)、長さ (L)、かさ密度 (BD)、真発熱量（低位発熱量）(Q)、灰融点 (DT)、水分 (M)、微粉率 (F)、機械的耐久性 (DU)

②化学的性質：灰分 (A)、塩素 (Cl)、硫黄 (S)、窒素 (N)、銅 (Cu)、クロム (Cr)、ヒ素 (As)、カドミウム (Cd)、水銀 (Hg)、鉛 (Pb)、ニッケル (Ni)、亜鉛 (Zn)、鉄 (Fe)、アルミニウム (Al)、塩化ナトリウム (NaCl)

### (3) 海外の各種木質バイオマス規格

ヨーロッパでは、欧州標準化委員会 (CEN) によって固形バイオマス燃料に関する規格が、欧州規格 (EN) として統一されつつあり、非産業用ペレット、非産業用木質ブリケット、非産業用木材チップ、非産業用薪、燃料草などの非産業用非木質ペレットなどの規格がある。さらに、これらの規格は、ISO17225 シリーズとして改定され平成 26 年 4 月に発行されている。

表 2.1-13 ISO17225 シリーズ

規格番号	標題	標題の邦訳
ISO 17225-1	Solid biofuels -- Fuel specifications and classes -- Part 1: General requirements	固形バイオ燃料－燃料の仕様及び分類－第 1 部：一般要求事項
ISO 17225-2	Solid biofuels -- Fuel specifications and classes -- Part 2: Graded wood pellets	固形バイオ燃料－燃料の仕様及び分類－第 2 部：等級別木質ペレット
ISO 17225-3	Solid biofuels -- Fuel specifications and classes -- Part 3: Graded wood briquettes	固形バイオ燃料－燃料の仕様及び分類－第 3 部：等級別木質ブリケット
ISO 17225-4	Solid biofuels -- Fuel specifications and classes -- Part 4: Graded wood chips	固形バイオ燃料－燃料の仕様及び分類－第 4 部：等級別木材チップ
ISO 17225-5	Solid biofuels -- Fuel specifications and classes -- Part 5: Graded firewood	固形バイオ燃料－燃料の仕様及び分類－第 5 部：等級別薪
ISO 17225-6	Solid biofuels -- Fuel specifications and classes -- Part6: Graded non-woody pellets	固形バイオ燃料－燃料の仕様及び分類－第 6 部：等級別非木質ペレット
ISO 17225-7	Solid biofuels -- Fuel specifications and classes -- Part7: Graded non-woody briquettes	固形バイオ燃料－燃料の仕様及び分類－第 7 部：等級別非木質ブリケット

注) 一般財団法人日本規格協会のホームページ<sup>20)</sup>をもとに作成

## 2.2 都市由来植物廃材の木質バイオマス燃料としての適性について

対象とする都市由来植物廃材の分類を 2.2.1 のとおりとし、2.2.2 の文献調査及び剪定枝葉等の品質分析を行い、2.2.3 で公園等での植物由来植物廃材の固形燃料化の事例を整理した。それらをもとに、2.2.4 で都市由来植物廃材の燃料としての適性及び留意点についてとりまとめた。さらに、本技術資料で扱うエネルギー利用とは異なるが参考として、2.2.5 で再生可能エネルギーの固定価格買取制度と木質バイオマス、特に剪定枝についてとりまとめた。

### 2.2.1 対象とする都市由来植物廃材について

#### (1) 植物廃材の分類

植物廃材の分類としては、以下のとおりとした。落葉については、土等が混入する可能性があり、ここでは除外している。

##### 1) 剪定枝・葉

剪定枝・葉は、剪定枝を一定の長さにするにより、薪としての利用、粉碎または切削することによるチップとしての利用、粉碎・乾燥・成形することによりペレットとしての利用が考えられる。ただし、燃料として用いるには、含水率が高いと考えられるので、乾燥等が必要になると考えられる。

##### 2) 刈草

刈草は、刈草そのものの利用が考えられるが、草丈が長い場合、破碎等が必要である。さらには、減容及び固形燃料化等を目的としたブリケット化及びペレット化による利用が考えられる。刈草についても、含水率が高いと考えられるので、刈草そのものを利用するには、乾燥が必要である。

#### (2) 固形燃料化

植物廃材のエネルギー利用を行うに際して、以下の固形燃料化を考慮した。

##### 1) 剪定枝・葉

①薪、②チップ化、③ペレット化、④炭化

##### 2) 刈草

①刈草そのもの及び破碎したもの、②ペレット化（ブリケット化含む）、③炭化

刈草については、肩掛け式及び人力による草刈では、草丈が長い場合に、燃料として用いるには支障をきたす恐れがあるので、破碎等の処理が必要である。ただし、自走式の草刈り機では、草刈と同時に破碎も行っている場合がある。

## 2.2.2 文献調査及び剪定枝葉等品質分析

以下に、(1)文献調査及び(2)剪定枝葉等品質分析を行った。なお、ここでは、(1)及び(2)ともに2.1.2で示した規格のうち、(2)1)木質ペレット品質規格（一般社団法人 日本木質ペレット協会 平成23年3月31日）を用いて評価することとする。それは、木質ペレット品質規格が、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、HCl、ダイオキシンなどの環境汚染物質の起源となる硫黄、窒素、塩素、及びヒ素、カドミウム、全クロム、銅、水銀、ニッケル、鉛、亜鉛の各重金属に対しての含有量基準値を定めており、窒素の基準値が若干異なるのみで国際的な規格であるEN規格<sup>註)</sup>に準じているからである。さらに、灰分、硫黄、窒素、塩素およびヒ素等の各重金属は、ドライベース（乾量基準）であり、木材を破碎・成型してペレット化する段階で変化はないと考えられ剪定枝葉、チップにも適用可能と考えられるからである。

注)現時点では、ISO17225シリーズに移行している。

### (1) 文献調査

以下に、植物廃材の品質に関して収集した文献名、概要及び前述の木質ペレット品質規格（一般社団法人 日本木質ペレット協会 平成23年3月31日）（以下、規格という）を用いた評価を記載する。植物廃材のエネルギー利用に関連して、植物廃材の品質に関しての分析を行った文献はあまり多くないと考えられる。重金属に関連しては、大気汚染や公害等の影響が考えられるが、比較的新しい文献を対象にした。一部、文献内でも、国際的な基準に準拠して作成した木質ペレット品質規格を評価対象にしている文献もある。後述、表2.2-3に文献で調査した剪定枝葉等の品質分析結果を示す。

#### 1) 独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループリサイクルチーム(2008)：文献①<sup>21)</sup>

出典：草木系バイオマスの組成分析データ集，土木研究所資料第4095号

##### (i) 概要

本資料は、草木系バイオマスの資源化・利用ための基本情報を得ることを目的に、公共の緑地から草本と木本を採取して、その元素分析を行った結果をとりまとめたものである。収録データは、約80種の草木類について、水分と強熱発熱量、高位発熱量のほか37元素の分析値である。

草木類は、北海道から九州までの国直轄の10河川と11国道、北海道南部陣屋川、長万部終末処理場敷地ならびに独立行政法人土木研究所構内から、83種98検体を採取した。採取した試料は、水分と強熱減量を測定するとともに、風乾して粗粉碎、微粉碎を施し、高位発熱量のほかN、C、H、S、Oなどの主要構成元素からCa、K、Mg、Na、P、Si、Fe、B、Al、Mn、Zn、Sr、Ba、Cr、Ni、Cu、Mo、Co、Pb、Li、V、Cd、As、Se、Sn、Be、Ag、In、Sb、Te、Tl、Uなどの微量ならびに極微量元素までを分析した。分析値の表示は、全て絶対乾燥重量当たりの含有量となっている。

ただし、木質ペレット品質規格に定められている灰分、塩素Cl、水銀Hgについての分析は行っていない。

##### (ii) 詳細及び結果

###### i) 草本類

- ・含水率（湿量基準）の平均は67.1%であった。
- ・高位発熱量は、強制乾燥後の計測であるが、平均で17.8MJ/kg-乾重であった。

- ・硫黄Sは、49検体のうち規格外であったものが3検体以外はすべてA規格を満たしていた。
- ・窒素Nは、49検体のうち、規格を満たしていたのが3検体だけであった。
- ・重金属は、すべての検体で規格を満たしていた。

#### ii) 木本類

同じ樹種でも部位毎に分析しており、樹種間より、部位毎の方が、差異が大きかったため、部位毎にまとめる。

- ・含水率（湿量基準）では、主幹及び枝22検体の平均は50.2%、枝葉及び小枝・葉19検体の平均は60.9%、全容4検体の平均は53.5%、樹皮3検体の平均は30.3%、落葉1検体の平均は1.1%であった。
- ・高位発熱量は、強制乾燥後の計測であるが、高位発熱量の計測を行った35検体の平均で18.6MJ/kg-乾重であった。
- ・硫黄Sは、部位別も含めた49検体のうちセンダンの小枝・葉だけが規格外であった。
- ・窒素Nは、主幹及び枝22検体中7検体が規格外、枝葉及び小枝・葉19検体すべてが規格外であった。葉が混じると窒素Nが規格外になることが分かった。その他、全容4検体すべてが規格外、樹皮3検体のすべて規格内、落葉1検体は規格外であった。
- ・重金属は、すべて規格内であった。

## 2) 独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループリサイクルチーム(2009)：文献②<sup>22)</sup>

出典：公共緑地・樹木の管理に由来する草木系バイオマスデータ集，土木研究所資料第4145号

### (i) 概要

本資料は、公共緑地に由来する草木系バイオマスの資源化・利用のための基本情報を得ることを目的に、公共緑地から通常の管理の際に発生する複数種の草木類の混合試料145検体を採取して、その含水率、強熱減量、高位発熱量、元素分析の結果をとりまとめたものである。

本調査では、実際の緑地の草木類は複数種が混在することに配慮し、河川事務所および国道事務所等より、複数種が混合された145試料を採取して行った。分析項目は含水率、強熱減量、高位発熱量、主要構成元素（炭素C、水素H、窒素N、硫黄S、酸素O）である。本資料は、これらの結果をとりまとめたものである。

ただし、木質ペレット品質規格に定められている灰分AC、塩素Cl、ヒ素As、カドミウムCd、全クロムCr、銅Cu、水銀Hg、ニッケルNi、鉛Pb、亜鉛Znについての分析は行っていない。

### (ii) 詳細及び結果

- ・含水率（湿量基準）は、検体収集後の日数も偏っているためかかなりばらつきがあったが、145検体の平均は45.5%であった。
- ・高位発熱量は、145検体を1週間ほどの風乾後に計測を行い、風乾後の含水率の平均が7.1%であったが、高位発熱量の平均は17.3MJ/kgであった。
- ・硫黄Sは、145検体中規格外であったのは、7検体であった。
- ・窒素Nは、刈草が多いためか145検体すべて規格外であった。



3) 霊山(2009)刈草等のバイオマス資源のボイラー燃料利用に着目したペレット製造試験について：文献③<sup>23)</sup>

出典：平成21年度公園緑地研究所調査研究報告，(一社)日本公園緑地協会，pp.42-45

(i) 概要

試験対象としてNEXCOで発生した刈草及び剪定枝をもとに刈草、剪定枝、刈草と剪定枝の混合(1:1)の3種について、普及性も考慮し、簡易に製造できるシステムを用いてペレット製造試験及び性能比較を行っている。

分析の対象は、高位発熱量、低位発熱量、含水率、灰分AC、かさ密度、粉化度、ヒ素As、全クロムCr、銅Cu、全塩素分、硫黄分、窒素分、寸法である。

(ii) 詳細及び結果

表2.2-1にペレット成分分析結果を示す。この表では、品質規格基準として、財団法人日本住宅・木材技術センターの木質ペレット規格原案を参考に行っているが、その後、木質ペレット品質規格(一般社団法人日本木質ペレット協会 平成23年3月31日)として見直しが行われたため、木質ペレット品質規格を基準として、評価することとする。

- ・高位発熱量は、草ペレット、剪定枝ペレット、混合ペレットともC規格を満たしていた。低位発熱量については、草ペレット及び剪定枝ペレットは規格外、混合ペレットは、C規格を満たしていた。
- ・含水率は、草ペレット、剪定枝ペレット、混合ペレットとも規格を満たしていた。
- ・灰分ACは、剪定枝ペレットのみC規格を満たしていた。草ペレット及び混合ペレットは規格外であった。
- ・かさ密度は、草ペレットのみ規格を満たしていた。
- ・粉化度はここでは、評価方法について見直しが行われているため対象外とする。
- ・硫黄Sでは、剪定枝ペレット0.05%でややC規格( $\leq 0.04\%$ )を上回り、草ペレット(0.11%)及び混合ペレット(0.10%)も規格外であった。
- ・窒素Nでは、剪定枝ペレット0.63%でややC規格( $\leq 0.5\%$ )を上回り、草ペレット(1.13%)及び混合ペレット(0.86%)も規格外であった。
- ・全塩素については、草ペレット、剪定枝ペレット、混合ペレットとも規格外であった。
- ・ヒ素Asについては、剪定枝ペレット( $< 1.0\%$ )のみ規格内( $\leq 1$ )、草ペレットはやや基準を上回り、混合ペレットも規格外であった。
- ・全クロムCrでは、草ペレット、剪定枝ペレット、混合ペレットとも規格内であった。
- ・銅Cuでは、剪定枝ペレット(4.9%)のみ規格内( $\leq 10\%$ )、混合ペレット(12%)はやや基準を上回り、草ペレット(17%)も規格外であった。

ただし、後述の2.2.2(2) 剪定枝葉等品質分析結果と比較すると、論文中の結果では、剪定枝ペレットで葉は混じっているせいか、硫黄S、窒素N及び全塩素Clで規格外になっている。

表 2.2-1 ペレット成分分析結果

分析の対象	分析の結果				単位
	草ペレット	剪定枝ペレット	混合ペレット	品質規格基準(参考)	
高位発熱量	17.8	18.1	18.3	16.9以上	MJ/kg
低位発熱量	15.3	15.6	16.0	—	MJ/kg
含水率	7.01	6.02	5.40	15.0未満	%
灰分	11.6	3.48	7.75	8.0未満	%
かさ密度	660	570	602	550以上	kg/m <sup>3</sup>
粉化度	2.60	4.36	6.36	2.0未満	%
ひ素	1.1	<1.0	1.5	測定すること	mg/kg
全クロム	5.4	3.3	8.9	〃	mg/kg
銅	17	4.9	12	〃	mg/kg
全塩素分	0.22	0.10	0.17	〃	%
硫黄分	0.11	0.05	0.10	〃	%
窒素分	1.13	0.63	0.86	〃	%
寸法	区分2	区分2	区分2		

4) 佐藤ら(2012)街路樹から得られた木質バイオマス中の重金属汚染に対する磁気スクリーニング：文献④<sup>24)</sup>

出典：日本エネルギー学会誌，91，118-126

(i) 概要

交通量の推定が可能な広島県内の国道8カ所、高速道路4カ所、東広島市市道3カ所からの街路樹剪定枝などと、汚染が少ないと考えられる東広島市憩いの森1カ所の小径木について、木質チップ、さらに、木質ペレットを製造した。これらの木質バイオマス試料(木質チップ、木質ペレット)について、15種類の金属成分(Na、Mg、Al、K、Ca、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Cd、Pb、Hg)の測定を行った。金属成分については、多くの剪定枝試料で全ての金属について、非産業用の木質ペレットに関する欧州規格(EN14961-2)を下回ったが、銅Cuで5カ所、亜鉛Znで2カ所、カドミウムCdで1カ所欧州規格を上回った。

(ii) 詳細及び結果

ここでは、木質ペレット品質規格に定められているCr、Ni、Cu、Zn、Cd、Pb、Hgの結果をもとに評価する。なお、木質ペレット品質規格については、EN規格の基準および文献値を参考に定めているため、Cr、Ni、Cu、Zn、Cd、Pb、Hgについての基準値は、非産業用の木質ペレットに関する欧州規格(EN14961-2)と同じである。

16カ所(Ni、Cr、Hgについては8カ所)のうち、銅Cuで5カ所、亜鉛Znで2カ所、カドミウムCdで1カ所で平均で木質ペレット品質規格を上回った。いずれかの基準で、木質ペレット品質規格を上回ったのは16カ所中6カ所であった。

5) 早福ら(2002) 落ち葉の焼却から生成するダイオキシン類に関する考察：文献⑤<sup>25)</sup>

出典：大気環境学会誌, 37 (2), 122～130

(i) 概要

家庭用焼却炉を用いて3樹種の落ち葉(ケヤキ、スダジイ、シラカシ)について焼却実験を行い、ダイオキシン類の生成要因の考察を行った。その結果、「①焼却排ガス中のダイオキシン類濃度( $Y$ :ng-TEQ/m<sup>3</sup><sub>N</sub>)と焼却物の塩素含有率( $X$ :%)の間に $Y=308X^{1.3}$ ( $R^2=0.9485$   $n=12$ )の関係式が得られた。②都内の公園と街路の樹木から採取した14樹種の生葉や落ち葉中の塩素含有量比較を行った。その結果、ケヤキの葉は、他の葉に比べ塩素含有量が明らかに多い分布を示した。」などが明らかとなった。

(ii) 詳細及び結果

都内の公園と街路の樹木から採取した14樹種の生葉や落ち葉中の塩素含有量では、木質ペレット品質規格の全塩素C規格(≦0.03%、≦0.3mg/g-leaves)を満たすものは、ヤマザクラ、サクラ、クロマツの3種類だけであった。

ただし、後述の2.2.2(2) 剪定枝葉等品質分析結果と比較すると、論文中の結果では、ケヤキ 2.7mg/g-leaves、クスノキ 1.58mg/g-leaves、プラタナス 0.95mg/g-leaves、シラカシ 0.77mg/g-leaves、スダジイ 0.55mg/g-leaves、剪定枝葉等品質分析結果ではケヤキ 2.8 mg/g-leaves(0.28%)、クスノキ0.4mg/g-leaves(0.04%)、プラタナス2.7 mg/g-leaves(0.27%)、シラカシ0.2mg/g-leaves未満(0.02%未満)、スダジイ0.2mg/g-leaves未満(0.02%未満)であり、ケヤキではほぼ同様であったが、プラタナスでは論文中の数値が小さく、クスノキ、シラカシ及びスダジイでは論文中の数値が大きくなっていた。

## (2) 剪定枝葉等品質分析

### (i) 概要

国土技術政策総合研究所内で採取した、プラタナス、イチョウ、ムクノキ、ケヤキ、トウカエデ、クスノキ、シラカシ、スダジイ、ユリノキ 9 樹種の剪定枝葉及び刈草 2 サンプルについて、①含水率、②発熱量（高位発熱量及び低位発熱量）、③灰分 AC、④硫黄 S、⑤窒素 N、⑥塩素 Cl、⑦ヒ素 As、⑧カドミウム Cd、⑨全クロム Cr、⑩銅 Cu、⑪水銀 Hg、⑫ニッケル Ni、⑬鉛 Pb、⑭亜鉛 Zn の分析を行ったもの。なお、分析結果については、木質ペレット品質規格と比較を行った。

### (ii) 調査方法

表 2.2-2 に採取したサンプル No.、樹種、採取日、分析結果日を示す。

#### i) No. 1~5 について

サンプルについては、平成 24 年 11 月に国土技術政策総合研究所構内緑化温室周辺の樹木から採取した。採取後、葉については冷蔵庫で保管、剪定枝については緑化温室観測室にビニール袋に入れ閉じて保管していたため剪定枝については、含水率が低くならず、少しカビが発生しているものも見られた。プラタナスの葉については、分量が少なかつたため、追加で採取したが、分析検体としては、混ぜ合わせ 1 検体として用いた。

#### ii) No. 6~10 について

クスノキ、シラカシ、スダジイについては、国土技術政策総合研究所構内の剪定作業の際に発生した剪定枝及び葉を採取した。ユリノキについては、構内緑化温室周辺から採取したが、すす病が見られたため、追加で構内のユリノキの剪定枝及び葉を採取し、混合して試料とした。採取した試料については、日当たりのよい緑化温室内で、ビニール袋に入れ、袋を閉じずに保管したため、前年度に採取した試料と比較し含水率が低くなっている。

刈草については、2 サンプルとし、サンプル 1 として、国土技術政策総合研究所構内実験水路前面及びサンプル 2 として構内新交通実験棟前面で採取した。主な草種の構成は以下のとおりである。

- ・サンプル 1（セイタカアワダチソウ：ヨモギ：クズ=8：1：1）
- ・サンプル 2（ススキ：クズ：メドハギ=7：2：1）

表 2.2-2 サンプル採取日

No.	樹種	採取日				刈草	分析結果日
		枝	枝(追加)	葉	葉(追加)		
1	プラタナス	2012.11.13		2012.11.13	12.11.22		2013.1.4
2	イチョウ	2012.11.14		2012.11.14			2013.1.4
3	ムクノキ	2012.11.14		2012.11.14			2013.1.4
4	ケヤキ	2012.11.22		2012.11.22			2013.1.4
5	トウカエデ	2012.11.22		2012.11.22			2013.1.4
6	クスノキ	2013.10.28		2013.10.28			2013.12.25
7	シラカシ	2013.10.28		2013.10.28			2013.12.25
8	スダジイ	2013.10.28		2013.10.28			2013.12.25
9	ユリノキ	2013.10.30	2013.11.1	2013.10.30	2013.11.1		2013.12.25
10	刈草					2013.11.1	2013.12.25

### (iii) 結果

表 2.2-2 にサンプルの採取日及び分析会社へ委託した分析結果日を示す。表 2.2-4 に剪定枝葉等品質分析結果を示す。表 2.2-4 では、木質ペレット品質規格と比較を行っている。

- ・含水率では、平成24年度に採取したものは、剪定枝、葉ともに樹木によりばらつきがあったが、すべて規格外であった。これは、乾燥を行っていないからである。平成25年度に採取したものは、ガラス温室内で乾燥が進んだためか、葉では4樹種中3樹種が、刈草では、2サンプルともに規格内であった。剪定枝については、4樹種ともに規格外であった。
- ・総発熱量、真発熱量についても、乾燥させていないため、含水率が基準に満たないものは規格外となった。しかし、平成25年度に採取した葉では、乾燥が進んだ3樹種が総発熱量、真発熱量ともにA規格を満たしていた。刈草については、2サンプルともに含水率の規格を満たしていたが、サンプル1の真発熱量のみC規格を満たしていた。
- ・灰分ACについては、剪定枝では、すべてC基準であるが、規格を満たしていた。葉及び刈草では、すべて規格外であった。
- ・硫黄Sでは、剪定枝では、ムクノキ、クスノキ、シラカシ、ユリノキでA及びB規格、ケヤキ及びスダジイでC規格を満たしていたが、それ以外で、やや、規格外であった。葉及び刈草では、すべて規格外であった。
- ・窒素Nでは、剪定枝では、すべて規格を満たしていた。葉及び刈草では、すべて規格外であった。
- ・全塩素Clについては、剪定枝では、すべてA及びB規格を満たしていた。葉及び刈草では、シラカシ及びスダジイ以外はすべて規格外であった。9樹種の葉では、平成25年度に分析を行った常緑樹3樹種（クスノキ、シラカシ、スダジイ）で値が小さかった。
- ・ヒ素As、カドミウムCd、全クロムCr、銅Cu、水銀Hg、ニッケルNi、鉛Pb、亜鉛Znの重金属については、刈草のサンプル1で銅がやや規格を上回っていた以外は全て規格を満たしていた。

表 2.2-3 剪定枝葉等品質分析結果 (文献調査)

項目	単位	木質ペレット品質規格			文献①					文献②	文献③			文献④	文献⑤								
					草本類	木本類					複数種の草本類の混合	草ペレット	剪定枝ペレット			混合ペレット							
		A	B	C		主幹及び枝	枝葉及び小枝・葉	全容	樹皮	落葉													
検体数					49	22	19	4	3	1	145			16箇所	14樹種								
水分(含水率)	% <sup>(1)</sup>	≤10			平均67.1	平均50.2	平均60.9	平均53.5	平均30.3	平均1.1	平均45.5 (平均7.1) <sup>注2)</sup>	7.0	6.0	5.4	—	—							
総発熱量(高位発熱量)	MJ/kg <sup>(1)</sup>	≥18.4	≥17.6		平均17.8 <sup>注1)</sup>	上記検体のうち高位発熱量計測を行った35検体の平均18.6 <sup>注1)</sup>				平均17.3 <sup>注3)</sup>	17.8	18.1	18.3	—	—								
真発熱量(低位発熱量)	MJ/kg <sup>(1)</sup>	≥16.5	≥16.0		—	—				—	15.3	15.6	16.0	—	—								
灰分AC	% <sup>(2)</sup>	≤0.5	0.5<AC≤1.0	1.0<AC≤5.0	—	—				—	11.6	3.48	7.75	—	—								
硫黄(S)	% <sup>(2)</sup>	≤0.03	≤0.04		46/49が規格内	センダンの小枝・葉以外の48/49が規格内				138/145が規格内	0.11	0.05	0.1	—	—								
窒素(N)	% <sup>(2)</sup>	≤0.5			3/49が規格内	15/22が規格内	全て規格外	全て規格外	全て規格内	規格外	全て規格外	1.13	0.63	0.86	—	—							
全塩素(Cl)	% <sup>(2)</sup>	≤0.02	≤0.03		—	—				—	0.22	0.1	0.17	—	3/14が規格内								
ヒ素	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤1			全て規格内	全て規格内				—	1.1	<1.0	1.5	—	—								
カドミウム	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤0.5									—	—	—	—	—	—	—	—	15/16が規格内	—			
全クロム	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤10									—	—	—	—	—	—	—	—	5.4	3.3	8.9	全て規格内(8カ所)	—
銅	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤10									—	—	—	—	—	—	—	—	17	4.9	12	11/16で規格内	—
総水銀	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤0.1			—	—				—	—	—	—	—	—	全て規格内(8カ所)	—						
ニッケル	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤10			全て規格内	全て規格内				—	—	—	—	—	—	—	全て規格内(8カ所)	—					
鉛	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤10									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	全て規格内	—
亜鉛	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤100									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14/16で規格内	—

(1)到着ベース(湿量基準)  
(2)ドライベース(乾量基準)  
注1)強制乾燥後に計測したkg-乾重あたりの数値 *斜体*  
注2)1週間ほど風乾した後に計測した数値 **斜体太字**  
注3)1週間ほど風乾した後に計測した数値

A, B  
C  
規格外

表 2.2-4 剪定枝葉等品質分析結果

項目	単位	木質ペレット品質規格			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
					プラタナス		イチヨウ		ムクノキ		ケヤキ		トウカエデ		クスノキ		シラカシ		スダジイ		ユリノキ		サンプル1	サンプル2
		A	B	C	剪定枝	葉	剪定枝	葉	剪定枝	葉	剪定枝	葉	剪定枝	葉	剪定枝	葉	剪定枝	葉	剪定枝	葉	剪定枝	葉	刈草	刈草
水分(含水率)	% <sup>(1)</sup>	≤10			42.0	49.1	54.4	39.1	72.5	39.1	50.9	38.9	59.0	30.2	9.8	31.7	7.4	37.2	7.2	24	11.1	刈草	刈草	
総発熱量(高位発熱量)	MJ/kg <sup>(1)</sup>	≥18.4	≥17.6		11.5	10.5	9.0	5.5	11.5	7.0	13.0	8.5	12.0	7.5	14	19	13	18.5	12	19	14.5	17	17.5	17
総発熱量(高位発熱量)	Kcal/kg <sup>(1)</sup>	≥4,395.8	≥4,204.6		2,747.4	2,508.5	2,150.1	1,314.0	2,747.4	1,672.3	3,105.7	2,030.7	2,866.8	1,791.8	3,400	4500	3,000	4400	2,900	4600	3,500	4,000	4,100	4,000
真発熱量(低位発熱量)	MJ/kg <sup>(1)</sup>	≥16.5	≥16.0		10.5	9.5	8.5	5.0	10.5	6.5	12.0	8.0	11.0	7.0	13	18	12	17	11.5	18	13.5	15.5	16	15.5
真発熱量(低位発熱量)	Kcal/kg <sup>(1)</sup>	≥3,941.9	≥3,822.4		2,508.5	2,269.6	2,030.7	1,194.5	2,508.5	1,552.9	2,866.8	1,911.2	2,627.9	1,672.3	3,100	4200	2,800	4100	2,700	4300	3,300	3,700	3,900	3,700
灰分AC	% <sup>(2)</sup>	≤0.5	0.5<AC≤1.0	1.0<AC≤5.0	1.2	5.3	2.1	9.2	2.2	21.5	2.3	17.5	2.1	10.5	1.9	6.1	2.7	9.4	2.3	5.6	1.3	7.5	6.5	6.7
硫黄(S)	% <sup>(2)</sup>	≤0.03	≤0.04		0.06	0.19	0.05	0.14	0.03未満	0.13	0.04	0.12	0.05	0.1	0.03未満	0.14	0.03未満	0.12	0.04	0.13	0.03未満	0.11	0.11	0.07
窒素(N)	% <sup>(2)</sup>	≤0.5			0.3	1.0	0.5	1.1	0.4	2.1	0.5	1.5	0.4	1.7	0.3	1.4	0.3	1.6	0.4	1.4	0.3	1.1	1.3	0.7
全塩素(Cl)	% <sup>(2)</sup>	≤0.02	≤0.03		0.02未満	0.27	0.02未満	0.44	0.02未満	0.17	0.02	0.28	0.02	0.37	0.02未満	0.04	0.02未満	0.02未満	0.02未満	0.02未満	0.02未満	0.14	0.47	0.31
ヒ素	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤1			0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満
カドミウム	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤0.5			0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満
全クロム	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤10			1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満
銅	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤10			5	3	2	1	3	6	2	6	2	6	2	4	2	4	3	4	3	5	11	3
総水銀	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤0.1			0.01未満	0.03	0.01未満	0.06	0.01未満	0.08	0.01未満	0.08	0.01未満	0.08	0.01未満	0.04	0.01未満	0.07	0.01未満	0.04	0.01未満	0.05	0.02	0.01未満
ニッケル	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤10			1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満
鉛	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤10			1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満
亜鉛	mg/kg <sup>(2)</sup>	≤100			10未満	11	10未満	10未満	10未満	22	10未満	17	31	24	10未満	13	10未満	18	10未満	28	10未満	22	32	28

(1)到着ベース(湿量基準)  
(2)ドライベース(乾量基準)  
注)1MJ = 239 KcalとしてKcalに変換

A, B  
C  
規格外

### 2.2.3 公園等での都市由来植物廃材の固形燃料化の事例

公園等での都市由来植物廃材の固形燃料化の事例を表 2.2-5 に整理した。

#### (1) 剪定枝・葉

剪定枝の葉については、葉のみの利用の想定はないため、主に剪定枝を対象に説明する。

##### 1) 薪

北野清掃工場ポカポカ足湯、万力公園ふれあい動物広場及び万博記念公園で公園内で発生した剪定枝や間伐材を利用した薪の生産が見られた。薪は、薪ボイラーで熱利用の燃料として用いられ、足湯や動物広場内の温水として用いられている。



原料屋外保管場所



ボイラー室（建物左横が足湯）

図 2.2-1 北野清掃工場ポカポカ足湯



薪の保管場所全景



足湯施設全景

図 2.2-2 万博記念公園内木質バイオマス有効活用システム

##### 2) チップ化

新宿御苑及び大井ふ頭中央海浜公園で公園内で発生した剪定枝や間伐材のエネルギー利用としてのチップ化が見られた。チップは、チップボイラーの燃料として、公園内の温室、公園内施設の暖房・給湯の熱源として利用されている。大井ふ頭中央海浜公園では、太陽熱を利用したチップ乾燥施設も設置されている（3.2.2(2)3）。



剪定枝ストックヤード（左側及び奥側）



チップ乾燥施設（ソーラードライシステム）

図 2.2-3 大井ふ頭中央海浜公園

### 3) ペレット化

本技術資料 2.2.2(1)3)文献調査では、NEXCO プラントで発生した刈草、剪定枝をもとに、ペレット製造及び品質分析を行った結果を示した。

### 4) 炭化

公園や河川、道路事務所等で剪定枝等の炭化を行っている事例は見られなかったが、今後の可能性として、本技術資料 3.3.3 事例紹介：都市公園へのガス化発電導入に関する実証実験 で炭化を行ってからのガス化発電実験についての紹介を行っている。炭化することにより、ガス化発電で課題となっているタール分を少なくし、さらに燃料としての長期保存が可能になる。

## (2) 刈草

### 1) 刈草そのもの及び破碎したもの

刈草については、肩掛け式及び人力による草刈では、草丈が長い場合に、燃料として用いるには支障をきたす恐れがあるので、破碎等の処理が必要である。ただし、自走式の草刈り機では、草刈と同時に破碎も行っている場合がある。

公園や河川、道路事務所等での直接の刈草のエネルギー利用の事例は見られなかったが、1.1 全国直轄事務所アンケート調査では、民間の刈草の処理業者の方で燃料として利用している事例が見られ、平成 24 年 7 月にスタートした再生可能エネルギーの固定価格買取制度により、今後、民間での刈草の利用も増加することも予想される。また、ヒアリング調査では、中外炉工業株式会社のロータリーキルン方式のガス化施設では、草本系バイオマスでも利用可能という結果が得られている。

### 2) ペレット化（ブリケット化含む）等

国土交通省中国地方整備局中国技術事務所では、平成 13 年度から官民共同により、多量に発生する刈草の有効利用を目的として、刈草を減容固形化(RDF)する装置[刈草 RDF 製造車]、刈草 RDF を炭化する装置[刈草 RDF 炭化製造車]の開発に成功した。ただし、多目的利用であり、固形燃料化のみを目的とするものではないが、作業効率やコスト、刈草 RDF 炭化製造車では関連法規の適用などで、実用化にはいたっていないということであった。しかし、前述した固定価格買取制度における刈草の需要が増加すれば、このような技術も利用されることが考えられる。



表 2.2-5 公園等での都市由来植物廃材の固形燃料化の事例

事例 No.	1	2	3	4	5	6	7
事業主体	八王子市	山梨市	NPO法人山里倶楽部	環境省	(株)日比谷アメニス・東京都港湾局	国土交通省中国地方整備局 中国技術事務所	2.2.2(1)3) 文献③ 注)
対象施設	北野清掃工場ボカボカ足湯	万力公園ふれあい動物広場 万力林カピバラの湯	万博記念公園内木質バイオマス 有効活用システム	新宿御苑	大井ふ頭中央海浜公園	刈草 RDF 製造車・刈草 RDF 炭化製 造車	ペレット製造試験
所在地	東京都八王子市 北野町 596 番地 3	山梨県山梨市万力 1828	大阪府吹田市 千里万博公園 1 番 1 号	東京都新宿区内藤町 11	東京都大田区、品川区	広島市安芸区船越南 2-8-1	実施場所： (南)東京木材資源活用センター
施設の概要	長池公園内の管理により発生する 剪定枝、間伐材を薪に加工した後、 直接燃焼し、足湯の熱源に利用。	公園内の管理により発生する剪 定枝、間伐材を薪に加工した後、 直接燃焼し、カピバラ園の冬の 温水の熱源に利用。カピバラは冬 期にあかぎれを起こしやすいの で温水を供給している。	公園内で発生する間伐材などを 薪に加工した後、木質ボイラー コージェネレーションシステム(ス ターリングエンジンを付設)にて 利用することで、公園内足湯施設 熱源及び電力に利用。	公園内で発生する剪定枝等をチ ップ化・直接燃焼し、菊栽培の温 室の熱源に利用。	公園内で発生する剪定枝等をチ ップ化、太陽熱乾燥施設(ソーラ ードライシステム)で乾燥した 後、直接燃焼し、公園内施設の暖 房・給湯の熱源に利用。	平成 13 年度から官民共同により、 多量に発生する刈草の有効利用 を目的として、刈草を減容固化 (RDF)する装置[刈草 RDF 製造 車]、刈草 RDF を炭化する装置[刈 草 RDF 炭化製造車]の開発に成功 した。	(試験の概要) NEXCO プラントで発生した刈草、 剪定枝をもとに、ペレットプラ ントで、刈草ペレット、剪定枝ペ レット、刈草と剪定枝の混合ペレ ットを製造し、品質分析を行った。
受入れ原料	剪定枝、間伐材。樹種はコナラ、 クヌギなど。	剪定枝、間伐材	剪定枝、間伐材	剪定枝、間伐材	剪定枝、間伐材	刈草	刈草、剪定枝
原料供給元	市内長池公園	万力公園内	万博記念公園内	新宿御苑内	東京港南部地区海上公園 (主に大井ふ頭中央海浜公園)	河川堤防、道路のり面等	NEXCO プラント
製造する 固形燃料	薪	薪	薪	剪定枝チップ	剪定枝チップ(一部市販の木材チ ップも利用)	刈草 RDF、刈草 RDF 炭化物	刈草ペレット、剪定枝ペレット、 混合ペレット
エネルギー 利用機器	薪ボイラー	薪ボイラー	薪ボイラー(スターリングエンジ ン付き)	チップボイラー	チップボイラー	・刈草 RDF は、エネルギー利用の 他に、緑化基盤材、土壌改良材、 マルチング材等を想定。 ・刈草 RDF 炭化物は、水質浄化材、 土壌改良材、土工用材を想定。	—
加工の概要	・市内の長池公園で間伐材を薪の 大きさに加工 ・現在のところ、市内の長池公園 (20ha) から、年間約 20t の原 料が確保できている。	・公園内の剪定枝発生量及び薪ボ イラーでの使用量(量が少ないた め)は把握していない。	・12 月から 2 月にかけて間伐、 間伐材は年間 100t ぐらい発生 し、大半はチップとして利用さ れるが、うち 10~20t をボイラ 燃料に利用する。 ・6 月半ば以降に 2 週間ぐらいか けて薪割りをを行う。 ・広葉樹林なので、葉の少ない秋 から冬の時期に伐採している。	・年に一度剪定作業・チップ化を 実施(工事委託)。 ・H24 のチップ化実績は約 250m <sup>3</sup> 。	・乾燥処理に併せて移動式チップ パーでチップ化。 ・乾燥施設の処理能力は約 36m <sup>3</sup> / 回(年間 800~100m <sup>3</sup> の乾燥チ ップが生産可能)	・除草機により除草された刈草を 天日乾燥し、集草した後の乾燥 刈草を棒状に減容成形する。 ・刈草成形機は各種ユーティリ ティーとともに 1 台のトラック に乗せ、現地で作業を行う。 ・成形させた刈草 RDF は、炭化製 造車によって現地にて炭化を 行う。	(試験の概要) 同上
加工プロセス フロー	・剪定枝を枝と葉に分け、適度な 大きさに切る薪割り ・作業は、身障者の福祉団体に有 料で委託。	・公園内の整備で発生した剪定木 を適度な大きさにカット。 ・作業は公園管理担当者または業 者にて実施。	・木の伐採 → 玉切り(1m) → 集 材・搬出 → 薪割り → 山積み 乾燥 ・燃料生産は、市民ボランティア による作業実習の形で実施。	・移動式チップパーにより実施。 ・工事委託で実施している。	・破碎 → 乾燥(太陽熱)	・刈草 RDF 破碎機 → サイクロン → 前処 理機 → 成形機 → 排出ノズル ・刈草 RDF 炭化 燃焼(炭化) → 冷却	・NEXCO プラント 一次破碎 → 乾燥(→混合) ・ペレットプラント 二次破碎 → ペレット化
加工物の性状	・1 年以上乾燥した材、ボイラの 規模により、直径 10cm 程度、 長さ 50cm 程度の大きさにする 必要がある。 ・湿量基準含水率は、20%以下が 望ましい。	・ボイラーに入る程度の大きさ (直径 20cm 程度、長さ 50~ 60cm 程度)	・直径 10cm、長さは 50~60cm 程 度 ・保管開始時の薪の含水率は約 40 ~60%である。約 1 年保管して 乾燥させる。湿量基準含水率は 20%以下	・加工物の形状：切削チップ ・大きさ：揃えることが望ましい (現状は揃っていない)。 ・含水率：チップ化直後、乾量ベ ースで 100~110%。	・乾燥後の性状は以下のとおり。 ・高位発熱量：20.8MJ/kg(絶乾) ・湿量基準含水率：約 20% ・灰分：2.4%	・刈草 RDF： 約 φ35mm、長さ 100mm~200mm 程度の棒状	(試験結果) ・高位発熱量、低位発熱量、湿量 基準含水率：表 2.2-1 参照 ・かさ密度：表 2.2-1 参照
加工に必要な 設備、機器	・薪割り機	・チェーンソー、ノコギリ、ナタ、 軽トラック、台車など	チェーンソー、鋸、斧、ナタ、薪 割り機、メジャー、枕木、屋根用 トタン、軽トラック、台車	・工事委託で実施している。	・切削式チップパー(試験利用) ①コマツゼノア SR3000 (能力 2~3m <sup>3</sup> /h) ②マルマテクニカ(能力 8m <sup>3</sup> /h)	・刈草 RDF 製造車 ・刈草 RDF 炭化製造車	・一次破碎機 ・二次破碎機 ・乾燥機 ・ペレット成型機
貯蔵の概要	・貯蔵スペース(薪)：約 8 m <sup>2</sup> (物 置及びシートを被せての屋外 保管)	・獣舎周辺に野積み	・薪は野積みで、雨よけ用にトタ ンを上にかけたただけであり、特 に対策等は講じていない。	・原木ヤード：150 m <sup>2</sup> (野積) ・チップヤード：360 m <sup>2</sup> (屋根付) ・貯蔵日数：チップ化は年 1 回・ 最大貯蔵日数は 1 年	・原木ヤード：420 m <sup>2</sup> (14m×30m、野積) ・チップ乾燥・貯蔵施設：57 m <sup>2</sup>	—	—

注) 事例 No. 7 は、文献調査での事例であるが、公園等でのペレット化の事例が見られなかったため掲載した。

## 2.2.4 都市由来植物廃材の燃料としての適性及び留意点

ここでも、基本として木質ペレット品質規格（一般社団法人 日本木質ペレット協会 平成23年3月31日）の基準をもとに評価を行うこととする。

### (1) 剪定枝・葉

#### 1) 剪定枝

剪定枝は、薪、チップ及びペレットとしての利用が考えられる。

- ・薪、チップとして利用する場合には、剪定枝の含水率は、剪定直後50%程度と考えられる。エネルギー利用の場合に機器側で高含水率に対応していない場合があるので乾燥が必要である。また、チップ化した場合は、高含水率の場合発酵が進むので、注意が必要である。通常、チップ化せずに剪定枝の状態で保管乾燥させ、利用段階でチップ化することが必要である。
- ・発熱量については、前述した霊山の調査研究によると、ペレット化したものではあるが、高位発熱量（18.1MJ/kg）ではC規格（ $\geq 17.6$ MJ/kg）を満たしていたが、低位発熱量（15.6MJ/kg）ではC規格（ $\geq 16.0$ MJ/kg）を満たしていなかった。
- ・灰分ACについては、木質ペレット品質規格のC規格を満たしていると考えられる。
- ・硫黄Sでは、樹種により木質ペレット品質規格を満たしている場合と満たしていない場合があるが、満たしていない場合でも規格を大幅に逸脱しているわけではない。
- ・窒素Nでは、国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査では、全て木質ペレット品質規格を満たしていたが、他の文献では、満たしていない事例も見られた。これは、他の文献では、はっきりと枝と葉を区別していないため、葉が混入した可能性があることも考えられる。
- ・全塩素では、国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査では、全て木質ペレット品質規格を満たしていたが、他の文献では、満たしていない事例も見られた。これも、他の文献では、はっきりと枝と葉を区別していないため、葉が混入した可能性があることも考えられる。
- ・木質ペレット品質規格で定められている重金属については、国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査では、全て規格を満たしていたが、街路樹等を用いた一部の文献では、規格を満たしていない場合もあった。これは、緑化生態研究室の調査では、国土技術政策総合研究所構内で採取したため、本来植物体に含まれていない重金属は、検出されなかったが、公共事業で植栽されている場合は、道路等に面していることもあり、排気ガス等の大気由来の重金属が付着した可能性がある。そのため、注意が必要である。

以上より、剪定枝では、非産業用の木質ペレット品質規格を一部満たしていない場合もあったが、全般的には大きく逸脱することなく満たしており、エネルギー利用を目的とした燃料としての適性が比較的高いと考えられる。ただし、含水率低減のための乾燥が必要で、重金属については、自動車や工場の排ガス等の環境に左右されると考えられる。

#### 2) 剪定した葉

- ・剪定した葉については、国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査では、含水率は、剪定直後は剪定枝より高いと考えられる。
- ・灰分については、国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査では、すべて木質ペレット品質規格を満たしていなかった。
- ・硫黄Sでは、国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査では、すべて木質ペレット品質規格を満たしていなかった。
- ・窒素Nでは、国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査では、すべて木質ペレット

品質規格を満たしていなかった。

- ・全塩素では、国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査では、9樹種中シラカン及びビスタジイの2樹種を除く7樹種で木質ペレット品質規格を満たしていなかった。
- ・木質ペレット品質規格で定められている重金属については、国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査では、剪定枝と同様に全て規格を満たしていた。

以上より、剪定した葉は、含水率が剪定枝よりも高く発酵しやすく、灰分AC、硫黄S、窒素N、全塩素C1で規格を上回っていた。そのため、剪定枝葉をエネルギー利用する際には、剪定枝と葉を分別することが、品質確保につながると考えられる。分別した葉は、刈草とともに堆肥化等を行うことが考えられる。

## (2) 刈草

- ・刈草の含水率は、土木研究所資料第4095号の研究結果では、平均で約67%であった。刈草は、放置すると発酵が進むのでエネルギー利用を考える場合は、乾燥が必要であると考えられる。
- ・発熱量については、前述した霊山の調査研究によると、ペレット化したものではあるが、高位発熱量(17.8MJ/kg)ではC規格( $\geq 17.6$  MJ/kg)を満たしていたが、低位発熱量(15.3MJ/kg)ではC規格( $\geq 16.0$  MJ/kg)を満たしていなかった。国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査では、2サンプル中1サンプルは、高位発熱量、低位発熱量とも規格を満たしていなかったが、1サンプルは、高位発熱量(17.5MJ/kg)ではC規格( $\geq 17.6$  MJ/kg)を満たしていなかったが、低位発熱量(16.0MJ/kg)ではC規格( $\geq 16.0$  MJ/kg)を満たしていた。
- ・灰分については、前述した霊山の調査研究によると、ペレット化したものではあるが、11.6%と木質ペレット品質規格( $\leq 5.0$ %)を満たしていなかった。国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査でも、2サンプルとも6.5%、6.7%で規格を満たしていなかった。
- ・硫黄Sでは、土木研究所資料第4095号の研究結果では、49検体中3検体以外は、A規格を満たしていたが、ペレット化したものではあるが前述した霊山の調査研究では規格を満たしていなかった。国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査でも、2サンプルとも規格を満たしていなかった。
- ・窒素Nでは、土木研究所資料第4095号の研究結果では、49検体中3検体しか規格を満たしていなく、ペレット化したものではあるが前述した霊山の研究結果でも規格を満たしていなかった。国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査でも、2サンプルとも規格を満たしていなかった。
- ・全塩素では、ペレット化したものではあるが前述した霊山の研究結果では規格を満たしていなかった。国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査でも、2サンプルとも規格を満たしていなかった。
- ・木質ペレット品質規格で定められている重金属については、NEXCOプラントに持ち込まれた刈草をペレット化したものではあるが前述した霊山の研究結果では、ヒ素As、銅Cuで規格外であった。国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で行った調査でも、2サンプル中1サンプルの銅Cuが規格をやや上回った。

以上より、刈草については含水率が高く発酵しやすく、灰分AC、窒素N、全塩素C1で規格を満たしていない場合が多い。重金属は自動車の排気ガス等の環境要因に左右されると考えられる。ヒアリングで得られた知見でも、刈草は、剪定した葉と同様に、燃焼した場合にクリンカが発生しやすいと言われており、エネルギー利用よりも堆肥化等の材料としての適性が高いと思われるものの、

草本系バイオマスでも利用可能なガス化発電技術（中外炉工業株式会社のロータリーキルン方式のガス化施設等）、トレファクション（半炭化）技術などの開発により、燃料利用の可能性もあると考えられる。

## 2.2.5 再生可能エネルギーの固定価格買取制度と木質バイオマス（特に、剪定枝）

電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（平成23年法律第108号）に基づく平成24年6月18日経済産業省告示第139号（以下「告示」という。）において、再生可能エネルギー発電設備の区分ごとの調達価格等が定められ、木質バイオマスについても、告示の表第12号に掲げる「森林における立木竹の伐採又は間伐により発生する未利用の木質バイオマス（輸入されたものを除く。）」（以下「間伐材等由来の木質バイオマス」という。）を電気に変換する設備、同表第13号に掲げる「木質バイオマス」（以下「一般木質バイオマス」という。）を電気に変換する設備、同表第14号に掲げる「建設資材廃棄物」（以下「建設資材廃棄物」という。）を電気に変換する設備、同表第15号に掲げる「一般廃棄物発電設備又は一般廃棄物発電設備及び第11号から第14号までに掲げる設備以外のバイオマス発電設備」について、それぞれの区分ごとに調達価格等が定められた。

平成24年6月に林野庁が策定した「発電利用に供する木質バイオマスの証明のためのガイドライン」<sup>26)</sup>では、間伐材等由来の木質バイオマス及び一般木質バイオマスについて調達価格が適正に適用されるように、これらの供給者が、間伐材等由来の木質バイオマスや一般木質バイオマス由来であることの証明に取り組むにあたっての留意事項等を取りまとめている。

この中で一般木質バイオマスとして、間伐材等由来の木質バイオマス及び建設資材廃棄物以外の木質バイオマスで、①製材等残材、及び②その他由来の証明が可能なバイオマス に由来するものとしている。さらに②その他由来の証明が可能なバイオマスとして（ア）森林からの伐採木材の他に（イ）伐採届等を必要としない木材等の例として、果樹等の剪定枝、ダム流木があげられている。さらに、林野庁発行の木質バイオマス発電・証明ガイドライン Q&A（平成24年8月31日版）<sup>27)</sup>では、p29では、公園の剪定枝のことについても言及されている。

以上より、公園の剪定枝についても、再生可能エネルギーの固定価格買取制度のバイオマス燃料として対象になりうるが、通常、公園剪定枝については、一般廃棄物の扱いがなされており、上記の同表第13号（24円（税抜き）/kW）に該当する場合は、一般廃棄物ではないということが原則なので、一般廃棄物に該当するか否かは市町村判断となる。一般廃棄物に該当する場合は、同表第15号（17円（税抜き）/kW）となる。いずれにせよ、今後、木質バイオマスの固定価格買取制度における燃料としての需要が増大した場合には、公園の剪定枝等も固定価格買取制度における燃料としての利用といったことが考えられる。

## 参考資料リスト（文献・報告書・資料・ウェブサイト）

- 1) 九州薪・木質ペレット活用協議会ホームページ <http://qmaki.com/>
- 2) 岡崎森林組合ホームページ <http://okamori.org/>
- 3) 森のバイオマスエネルギー（（社）全国林業改良普及協会発行，2001）
- 4) 薪 Club ホームページ <http://www.makiclubshop.com/71.html>
- 5) 林野庁ホームページ 平成 24 年度 森林・林業白書 全文（HTML 版）p195, 196  
[http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/24hakusyo\\_h/all/a63.html](http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/24hakusyo_h/all/a63.html)
- 6) 木材統計（農林水産省；平成 19～平成 23 年度版の各年）
- 7) 木材チップ等原料転換型事業 調査・分析報告書（平成 23 年度；全国木材チップ工業連合会），全国木材チップ工業連合会ホームページ(<http://zmchip.com/hyousi23.html>)
- 8) 全国木材チップ工業連合会ホームページ <http://zmchip.com/toukeimokuji.html>
- 9) 木質ペレット及び燃焼機器の市場動向（日本木質ペレット協会セミナー資料；平成 21 年度実績）
- 10) 一般社団法人日本木質ペレット協会ホームページ <http://www.w-pellet.org/index1.html>
- 11) 木質ペレット及び燃焼機器の市場動向（日本木質ペレット協会セミナー資料）
- 12) 月刊 建設物価（2013. 2）（一般財団法人 建設物価調査会）
- 13) 木質バイオマスボイラー導入指針（平成 24 年 3 月；(株)森のエネルギー研究所）
- 14) 地球温暖化対策地方公共団体実行計画（区域施策）策定マニュアル（環境省）
- 15) 全国木材チップ工業連合会ホームページ <http://zmchip.com/chipkikaku.html>
- 16) 岩手県ホームページ  
[http://www.pref.iwate.jp/~hp0552/biomass/chip/chip\\_guide.pdf](http://www.pref.iwate.jp/~hp0552/biomass/chip/chip_guide.pdf)（H25. 2 参照）
- 17) 建設副産物リサイクル広報推進会議ホームページ  
<http://www.suishinkaigi.jp/book/panel/pdf/39.pdf>
- 18) 特定非営利活動法人全国木材資源リサイクル協会連合会ホームページ  
<http://www.woodrecycle.gr.jp/>
- 19) ペレットクラブホームページ <http://www.pelletclub.jp/>
- 20) 一般財団法人日本規格協会のホームページ <http://www.jsa.or.jp/default.asp>
- 21) 草木系バイオマスの組成分析データ集（ISSN0386-5878 土木研究所資料第 4095 号）
- 22) 公共緑地・樹木の管理に由来する草木系バイオマスデータ集（ISSN0386-5878 土木研究所資料第 4145 号）
- 23) 霊山明夫（2009）刈草等のバイオマス資源のボイラー燃料利用に着目したペレット製造試験について，平成 21 年度公園緑地研究所調査研究報告，（一社）日本公園緑地協会，pp. 42-45
- 24) 佐藤高晴，佐久川弘，竹田一彦，近藤宏壮（2012）街路樹から得られた木質バイオマス中の重金属汚染に対する磁気スクリーニング，日本エネルギー学会誌，91，118-126
- 25) 早福正孝・辰市祐久・古明地哲人・岩崎好陽（2002）落ち葉の焼却から生成するダイオキシン類に関する考察，大気環境学会誌，37（2），122～130
- 26) 発電利用に供する木質バイオマスの証明のためのガイドライン，林野庁ホームページ  
[http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/hatudenriyou\\_guideline.html](http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/hatudenriyou_guideline.html)（H26. 4 参照）

- 27) 林野庁発行の木質バイオマス発電・証明ガイドライン Q&A, 林野庁ホームページ  
[http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/hatudenriyou\\_guideline.html](http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/hatudenriyou_guideline.html) (H26.4 参照)

### 第3章 エネルギー利用手法

#### 3.1 対象とするエネルギー有効利用技術

##### 3.1.1 バイオマス事業化戦略について

平成 24 年 9 月、技術とバイオマスの選択と集中等による、バイオマスを活用した事業化を重点的に推進し、地域におけるグリーン産業の創出と自立・分散型エネルギー供給体制の強化を実現していくための指針として、バイオマス活用推進会議において「バイオマス事業化戦略」が策定された。

この中で、「バイオマス利用技術の現状とロードマップについて」（以下「技術ロードマップ」）が取りまとめられており、現状（2012 年）、概ね 5 年後（2017 年ころ）、概ね 10 年後（2022 年ころ）、概ね 20 年後（2032 年ころ）のタイムフレームにおいて、バイオマス利用技術の到達レベルを「研究」「実証」「実用化」の 3 段階で評価している。技術ロードマップで示されたバイオマス利用技術の概要及び技術レベルを表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 「バイオマス利用技術の現状とロードマップについて」（抜粋版）

技術	原料	製造物	技術レベル				
			現状	5 年後	10 年後	20 年後	
物理学的変換	固体燃料化	木質系、草本系等	チップ、ペレット等	実用化			
熱化学的変換	直接燃焼（専燃、混燃）	木質系、草本系、鶏ふん、下水汚泥、食品廃棄物等	熱、電気	実用化			
	固体燃料化（①炭化・②半炭化・③水熱炭化）	木質系、草本系、下水汚泥等	固体燃料、バイオコークス	① 実用化 ② 実証（一部実用化） ③ 実証	実用化 実用化 実用化		
	ガス化（発電・熱利用）	木質系、草本系、下水汚泥等	ガス、熱、電気	実証（一部実用化）			
	水熱ガス化	木質系、草本系等	ガス、熱、電気	研究・実証	研究・実証	実証	実用化
	ガス化・液体燃料製造（BTL）	木質系、草本系等	液体燃料（メタノール、ジェット燃料等）	研究・実証	研究・実証	実証	実用化
	液体燃料製造（エステル化）	廃食用油、油糧作物	バイオディーゼル燃料（BDF）	実用化			
	急速熱分解液化	木質系、草本系等	液体燃料（バイオオイル、BDF 等）、化学品	研究・実証	実証	実用化	

技術		原料	製造物	技術レベル			
				現状	5年後	10年後	20年後
熱化学的変換	水熱液化	木質系、草本系等	液体燃料 (バイオオイル、BDF等)	研究・実証	実証	実用化	
	水素化分解	油糧種子(カメリナ、ジャトロパ等)	軽質炭化水素燃料(ジェット燃料、灯油、軽油等)	実証	実用化		
生物化学的変換	メタン発酵 (湿式、乾式)	下水汚泥、家畜排せつ物、食品廃棄物等	ガス、熱、電気	実用化 (一部実証)			
	水素発酵	食品廃棄物等	ガス、熱、電気	研究 (一部実証)	研究・実証	実証	実用化
	糖質・澱粉質系発酵 (第1世代)	余剰・規格外農産物、食品廃棄物 (甜菜、米、小麦等)	エタノール、化学品	実用化			
	セルロース系発酵 (第2世代)	①ソフトセルロース (稲わら等) ②ハードセルロース (間伐材等)	エタノール、化学品	① 研究・実証 ② 研究・実証	実用化 実証		実用化
	ブタノール発酵	糖質・澱粉質系、草本系等	ブタノール	研究・実証	実証	実用化	
藻類由来液体燃料製造 (第3世代)		微細藻類、大型藻類	液体燃料 (軽油代替、ジェット燃料等)	研究	研究・実証	実証	実用化
バイオマテリアル		①糖質・澱粉質系 ②リグニセルロース系 ③セルロースナファイバー	バイオプラスチック・素材	① 実用化 (一部研究・実証) ② 研究・実証 ③ 研究・実証	実証 (一部実用化) 実証 (一部実用化)	実用化 実用化	
バイオリファイナリー		糖質・澱粉質系、木質系、草本系等	バイオマス由来物を基点に多様な化学品・エネルギーを生産	研究・実証	実証	実用化	
資源・収集運搬		木質系、草本系等	①資源開発 ②収集・運搬・保管	① 研究・実証 ② 研究・実証	実証 実用化	実用化	

バイオマス事業化戦略<sup>1)</sup>をもとに作成



### 3.1.2 対象とするエネルギー利用技術の分類

本技術資料で対象とする技術は、技術ロードマップで示されたバイオマス利用技術のうち、原料が木質系、草本系が対象であるもの、また公園等での具体的導入を見据え技術レベルが概ね5年後に実用化と判断されたもの、エネルギー利用技術や製造物が公園での利用に適したものを対象とする。ここでは植物廃材のエネルギー利用技術を対象とするため、「資源・収集運搬」は除外するものとする。

表 3.1-2 公園等での利用に適した植物廃材のエネルギー利用技術の分類

技術		製造物	対象とする具体的技術	備考
物理学的変換	固体燃料化	チップ、ペレット等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・チップ製造</li> <li>・ペレット製造</li> </ul>	公園での製造となるので、原料が廃棄物である RDF は除外した。
熱化学的変換	直接燃焼(専焼)	熱、電気	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボイラー(暖房利用)</li> <li>・ボイラー(冷暖房利用)</li> </ul>	導入規模を考慮し、石炭等との混燃利用、および直接燃焼発電(蒸気発電)は対象外とした。
	炭化	炭、バイオコークス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・炭化(直接、間接燃焼)</li> <li>・バイオコークス</li> </ul>	
	ガス化(発電・熱利用)	熱、電気	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガス化(コージェネレーション)</li> </ul>	ガス利用も可能であるが、公園での利用を考慮し熱と電気の利用のみとした。
生物化学的変換	セルロース系発酵	エタノール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エタノール発酵(第2世代)</li> </ul>	間伐材の技術レベルは10年後ころであるため、ソフトセルロースのみを対象とする。

### 3.2 前処理及び固形燃料化技術

#### 3.2.1 前処理及び固形燃料化技術について

木質バイオマスは、不定形でかさ密度が小さく、また含水率が高い。さらに燃料不適物の混入も懸念されることから、熱化学的変換や、燃料化の前のプロセスとして、「前処理」が行われる場合が多い。木質バイオマスにおいて行われる主な前処理として「破碎」「乾燥」「選別」がある。なお、破碎等、乾燥、選別の順序は、それぞれの施設の機器や対象とするバイオマスの種類により異なると考えられる。また、選別については、公園等で剪定枝等を扱い場合には、土及び葉などの混入しか考えられず、場合により省略することも可能であると考えられる。

チップについては、破碎等によりチップ化が可能であるが、用いるバイオマスの種類により、乾燥が必要な場合もある。本技術資料で扱う前処理及び固形燃料化技術は、主に以下のとおりとする。



図 3.2-1 前処理及び固形燃料化技術の概要

### 3.2.2 乾燥

#### (1) 木質バイオマスの含水率とエネルギー利用の関係

##### 1) 含水率

木質バイオマスの含水率は、「乾量基準含水率」と「湿量基準含水率」で表わされる。それぞれの定義は以下のとおりである。

##### a) 「乾量基準含水率」とは

木材に含まれる水分の重量 (kg) と絶乾状態 (水分が 0) の木材の重量 (kg) の比で、以下の式で求められる。

$$\begin{array}{l} \text{乾量基準含水率\%} \\ \text{(ドライベース:DB)} \end{array} = \frac{\text{木材に含まれる水分重量 (kg)}}{\text{木材の乾燥重量 (kg)}} \times 100$$

##### b) 「湿量基準含水率」とは

木材に含まれる水分の重量 (kg) と木材そのものの重量 (水分を含む ; kg) の比で、以下の式で求められる。

$$\begin{array}{l} \text{湿量基準含水率\%} \\ \text{(ウェットベース:WB)} \end{array} = \frac{\text{木材に含まれる水分重量 (kg)}}{\text{生木の重量 (kg)}} \times 100$$

木質バイオマスの含水率は、着火性や燃焼性、発熱量に直接影響するものである。木本系バイオマスを燃料として利用する場合、その含水率は燃料の種類や燃焼機器の仕様によって決まる。燃料の種類ごと、あるいは燃焼機器の仕様で定められる含水率については後段 3.4 市販のエネルギー転換機器における燃料仕様特性、4.3.1(1) 1) エネルギー利用機器の仕様で定められる含水率を参照するものとし、ここでは国産材 (生材) の湿量基準含水率を示す。

表 3.2-1 国産材の湿量基準含水率

樹種		生材の湿量基準含水率 (%-WB)		
		木部全体	辺材部	心材部
針葉樹	スギ	50~59	57~70	35~70
	ヒノキ	50	60~73	25~30
	アカマツ	54	57~59	26~35
	カラマツ	34~36	44~60	29~30
	トドマツ	57	64~69	37~45
	エゾマツ	55	63~66	29~34
広葉樹	ブナ	42~47	42~47	44~49
	ミズナラ	42~46	44~46	41~46
	ドロノキ	58	44~46	62~67
	ヤチダモ	37	34~35	45~50
	ケヤキ	45	47	44
	アカガシ	41	37	50

出典：木質資源とことん活用読本 (熊崎実・沢辺攻編著) <sup>2)</sup>p37 をもとに作成

## 2) 発熱量

発熱量とは、単位重量の燃料を完全燃焼したときに発生する熱量で、一般的には MJ/kg、kcal/kg、kWh/kg であらわされる。発熱量には「高位発熱量」と「低位発熱量」があり、それぞれの定義は以下である。

- ・高位発熱量 : 燃焼後の生成物を燃焼前の温度に戻し、生成した水蒸気がすべて凝縮した場合の発熱量。
- ・低位発熱量 : 燃料中の水素から生成する水及び本来含まれている水分の蒸発熱を高位発熱量から差し引いた発熱量。

木材の使用時低位発熱量は下式で表わすことができ、全乾木材の高位発熱量は 20MJ/dry-kg 程度、水素含有率を 6%と仮定すると、絶乾時の低位発熱量は高位発熱量より 1.4MJ/dry-kg 程度低くなる。

$$\text{使用時低位発熱量 LHVw[MJ/kg]} = (\text{HHVd} - 2.512 \times (9\text{hd} + \text{Wd})) / (1 + \text{Wd})$$

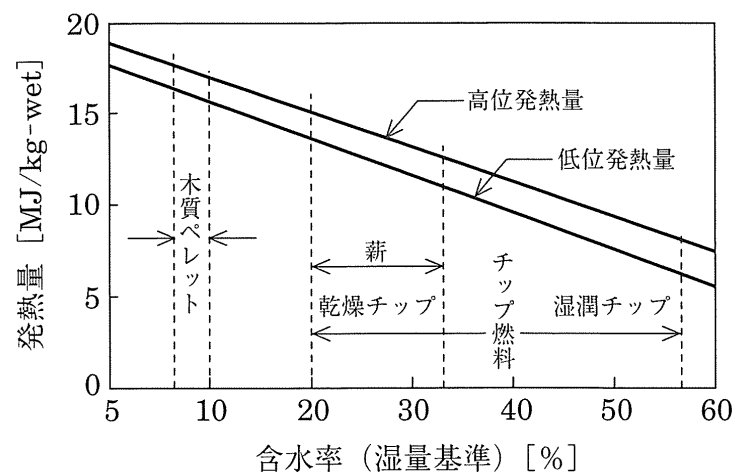
ここで、HHVd : 高位発熱量（無水時）[MJ/kg]

hd : 水素量（全乾時）[kg/kg]

Wd : 含水率（乾量基準；質量分率）[kg/kg]

出典：改訂 4 版木材工業ハンドブック<sup>3)</sup>（17 章 P1, 037 の一部を引用）

木質燃料の含水率と発熱量の関係を図 3.2-2 に示す。



注 無水ベースの高位発熱量を 18.9 MJ/kg として計算

出典：バイオマスプロセスハンドブック（公益社団法人化学工学会・一般社団法人日本エネルギー学会 共編，(株)オーム社発行，2012）<sup>4)</sup>，p238

図 3.2-2 木質燃料の含水率と発熱量の関係

## (2) 乾燥処理

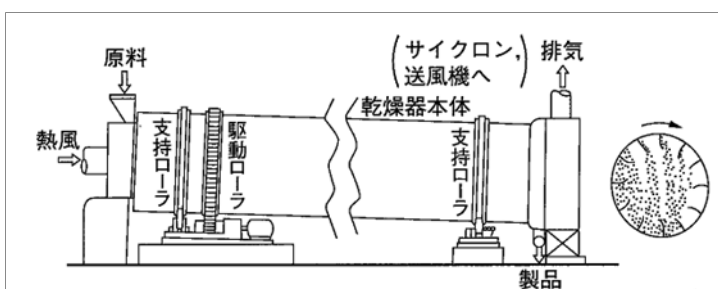
伐採直後の木材等の湿量ベース含水率は50%以上あり、熱化学的変換や燃料化に適した水分量まで水分調整（乾燥）する必要がある。

最も簡単な方法は天日乾燥であるが、ボイラーやガスエンジンの余熱を使って木質バイオマスを乾燥する場合もある。また、原料の端材や製品不適物を燃料に使用して強制乾燥する場合もあり、乾燥方式として「ロータリーキルン方式」や「気流乾燥方式」が多く採用される。また、近年小規模向けの乾燥装置として「ソーラードライシステム」を用いた乾燥装置もある。

木質バイオマスは形状が様々で、含水率も様々ではない。このため、乾燥装置の導入にあたっては、対象とする木質バイオマスの乾燥特性を事前に十分に検討し、適切な乾燥温度を維持でき、かつ安価な熱源を選定する必要がある。また、金属腐食や火災、爆発、排ガスの白煙防止、臭気対策等にも配慮する必要がある。

### 1) ロータリーキルン方式

回転する円筒の中に原料と熱風を通し、攪拌しながら乾燥する方式で、原料を比較的長時間かけて乾燥するため、原料の含水率や形状に合わせた制御が可能である。ただし、設備の設置に大きなスペースが必要である。

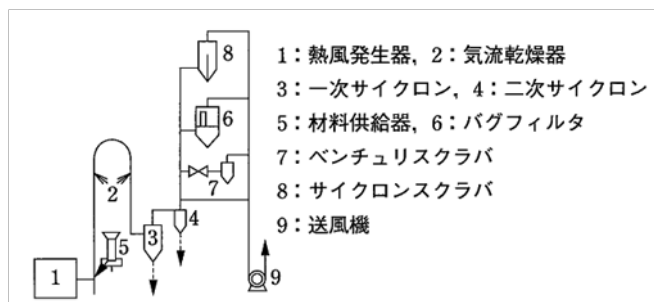


出典：化学工学概論（水科篤郎・桐栄良三編，産業図書株，1979.3）<sup>5)</sup>，p207

図 3.2-3 ロータリーキルン方式のイメージ（例）

### 2) 気流乾燥方式

高速の熱風の中に原料を投入して、混合しながら急速乾燥する方式である。投入する原料は十分に微細化されている必要はあるが、設備の省スペース化、短時間乾燥が可能である。



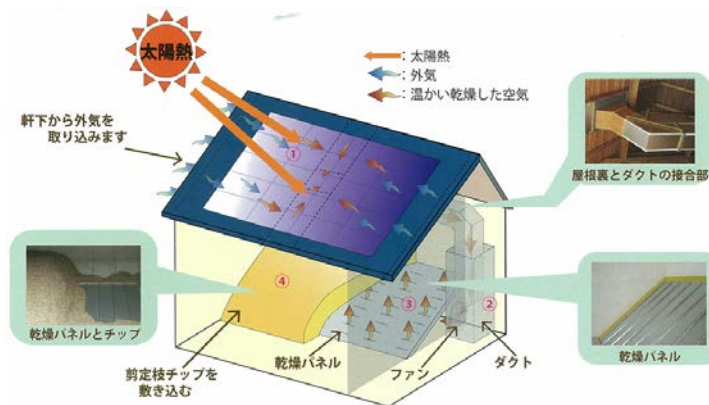
出典：改訂五版 化学工学便覧（社化学工学協会編，丸善株，1988）<sup>6)</sup>，p686

図 3.2-4 気流乾燥方式のイメージ（例）

### 3) ソーラードライ方式

屋根に設置した集熱パネルにより、太陽熱を効率よく利用することで木質チップを乾燥するシステムである。

システムの概要を図 3.2-5 に示す。乾燥施設の軒下から外気を取り入れ、この空気を集熱パネルで吸収した太陽熱で温め、乾燥した空気をダクト、ファンを介して乾燥室内に供給する。



出典：ソーラードライシステムパンフレット（㈱日比谷アメニス）<sup>7)</sup>

図 3.2-5 ソーラードライシステムの概要

### (3) 含水率の時系列変化

木質バイオマスの含水率の時系列的変化について、1) 文献等調査及び 2) 含水率計測調査を行ったので以下に示す。

#### 1) 文献等調査

##### (i) 剪定枝

##### i) 剪定直後の含水率

「草木系バイオマスの組成分析データ集 (ISSN0386-5878 土木研究所資料第 4095 号)」<sup>8)</sup>に、全国の国直轄の 10 河川と 11 国道、北海道南部陣屋川、長万部終末処理場敷地、ならびに独立行政法人土木研究所構内から採取した約 80 種の草木類の含水率、強熱減量、高位発熱量等のデータがまとめられている。前述の第 2 章の表 2.2-3 で示したように、木本では、部位別に表示されており、剪定枝に該当するであろう主幹及び枝 (22 検体) の平均は 50.2%となっている。

##### ii) 剪定後の含水率の変化

#### (a) スギ丸太の天然乾燥中の乾燥特性試験

高知県森林技術センターにおいて、剪定枝ではないが、スギ丸太の天然乾燥に係わる研究が行われている。高知県森林技術センター平成 17 年度研究成果報告書<sup>9)</sup>をもとに、概要を示す (詳細は下記の URL 参照)。

※

[http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030102/files/2009122400246/2009122400246\\_www\\_pref\\_kochi\\_lg\\_jp\\_uploaded\\_attachment\\_21384.pdf](http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030102/files/2009122400246/2009122400246_www_pref_kochi_lg_jp_uploaded_attachment_21384.pdf) (H26.12 参照)

##### ①試験方法

当該研究は、2m 長に切断したスギ立木 63 本を使用し、2 種類の保管場所 (アスファルト上、土上) と、2 種類の保管方法 (地面に直接設置、りん木上に設置) を組み合わせ、1 ヶ月ごとに重量を測定、6 ヶ月間の含水率を調査したものである。

研究期間は 2005 年 8 月 12 日から 2006 年 2 月 13 日の 6 ヶ月間、夏季に剪定した場合の乾燥時期と同時期になる。

##### ②試験結果

- ・ アスファルト上で、りん木を敷く設置方法が最も早く含水率が低下した。
- ・ 部位別の含水率の低下状況では、梢端部の含水率低下が早く、根元部に近くなるほど、含水率の低下は遅い傾向であった。



(アスファルト上の丸太)



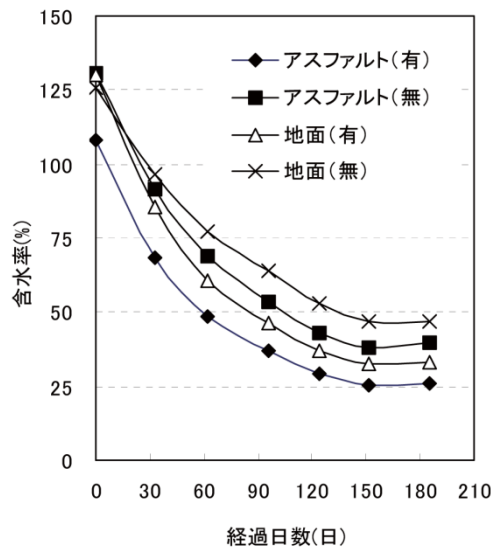
(土上の丸太)



(りん木上の丸太)

出典：高知県森林技術センター平成 17 年度研究成果報告書

図 3.2-6 スギ丸太の設置状況



(2005年8月12日～2006年2月13日)

出典：高知県森林技術センター平成17年度研究成果報告書

図 3.2-7 天然乾燥中のスギ丸太の含水率（乾量ベース）の変化

上記の研究結果から、比較的形の大きい乾燥物の自然乾燥にあたっては、①りん木上に乾燥物を設置するなど風通しの良い状態を確保すること、②乾燥施設の底部はアスファルト構造等とすることが必要で、この乾燥条件であっても25%-DB程度まで乾燥させるには、約5ヶ月の期間を要している。また、径が太い部位については、これ以上の期間を必要とする可能性もある。

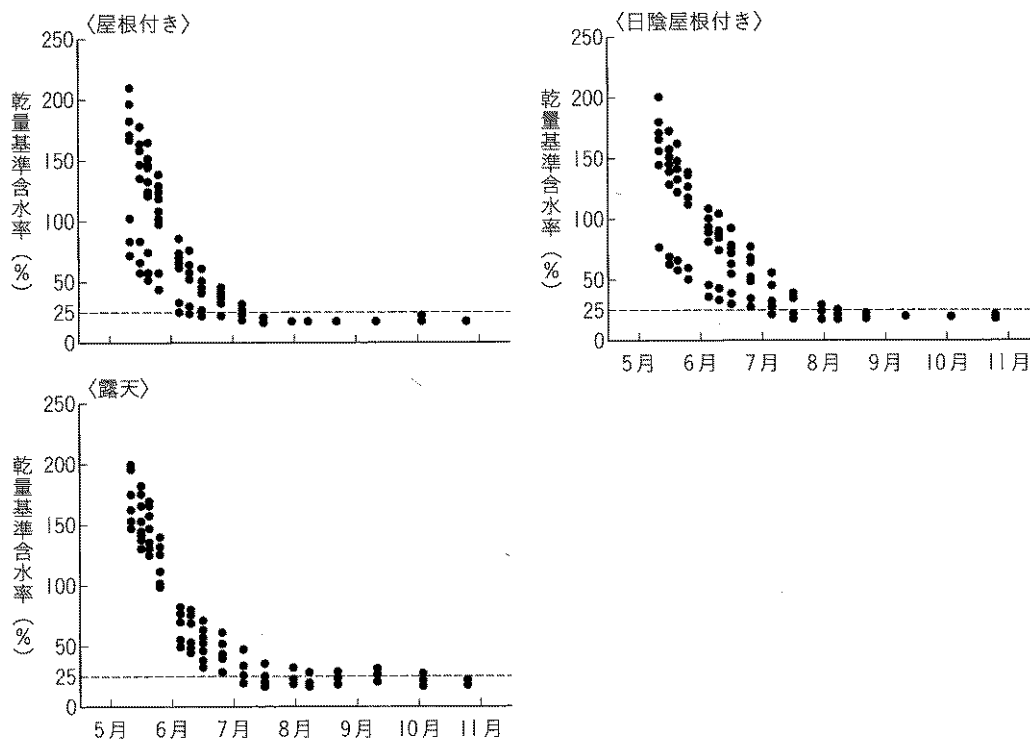
#### (b) アカマツ薪の乾燥経過

剪定枝ではないが、薪の乾燥試験である。

図 3.2-8 は、「木質資源とことん活用読本（熊崎実／沢辺攻編著）」<sup>2)</sup>に記載のあるアカマツ薪の乾燥過程である。薪のサイズの記載はないが、長さは300mm～600mm程度と推測する。乾燥条件は、①屋根付き、②日陰屋根付き、③露天とし、いずれも5月末から風通しを良くした条件下で含水率を計測したものである。いずれも約3ヶ月後の8月末には25%-DB（≒20%-WB）まで乾燥し、6ヶ月程度で一定値に達している。

本ケースは、春季に剪定した場合の乾燥時期と同時期になるが、乾燥物が薪で形状が小さかったことから乾燥も比較的早く進行したものと思われる。また、薪の状態では降雨の影響が小さいことも本ケースから明らかになっている。

ただし、冬季剪定した場合に上記の乾燥期間によらないことも念頭に置く必要がある。



出典：木質資源とことん活用読本（熊崎実・沢辺攻編著）<sup>2)</sup>, p72

図 3.2-8 アカマツの乾燥経過（乾燥実施場所：長野県伊那市）

(c) ヒアリング調査事例

万博記念公園（大阪府吹田市）において、燃料薪の自然乾燥による含水率の計測を行っている。結果を表 3.2-2 に示す。乾燥期間にもよるが、同表は薪加工時と利用時の両日の計測結果で、園内で剪定を行った時点の含水率や原木保管の期間、及び経日的な変化は把握できないが、含水率が 15～30%-WB の状態で利用されている。夏期も通して乾燥させているものは、消費時含水率が概ね 20%-WB 程度以下まで減少している。

表 3.2-2 薪加工時と消費時の含水率

製造日	加工時含水率	消費月	消費時含水率	乾燥期間	水分減少率	樹種
2008年1月	28.9%	2008年4月	27.6%	3ヶ月	1.3%	アラカシ
2008年3月	33.2%	2008年11月	19.6%	8ヶ月	13.6%	アラカシ
2008年6月	47.9%	2009年5月	15.5%	12ヶ月	32.4%	キンドロ
2008年6月	34.2%	2009年10月	21.3%	4ヶ月	12.9%	アラカシ
2008年8月	38.3%	2009年3月	18.8%	7ヶ月	19.5%	サクラ
2009年1月	46.3%	2009年6月	26.5%	6ヶ月	19.8%	ニセアカシア

※上表中の含水率は湿量基準含水率である  
出典：万博記念公園資料<sup>10)</sup>



(ii) チップ

i) チップ化直後の含水率

「草本系バイオマスの組成分析データ集（ISSN0386-5878 土木研究所資料第 4095 号）」に、樹種ごとではないが、広葉樹、針葉樹ごとの含水率がまとめられている。そのデータを表 3.2-3 に示す。

表 3.2-3 広葉樹チップ、針葉樹チップの含水率

和名（俗名等）	試料部位	含水率 （%-全重）
広葉樹・チップ	〈主幹〉	35.1
広葉樹・バーク	〈樹皮〉	21.2
針葉樹・チップ	〈主幹〉	63.9
針葉樹・バーク	〈樹皮〉	44.0
広葉樹・バーク	〈樹皮〉	25.6

出典：草本系バイオマスの組成分析データ集（ISSN0386-5878 土木研究所資料第 4095 号）<sup>8)</sup>をもとに作成

また、木材チップ等原料転換型事業 調査・分析報告書（平成 23 年度；全国木材チップ工業連合会）では、全国 7 ケ所のチップ工場を対象に、建築解体材や原木、背板などから製造されたチップの含水率（乾量ベース、湿量ベース）の調査結果がまとめられている。ここでは、剪定枝の性状に最も近い原木や根株のデータのみを抽出し、表 3.2-4 に示す。

表 3.2-4 広葉樹チップ、針葉樹チップの含水率（重量法）

採取工場	用途	原料・樹種等	含水率	
			乾量ベース （%）	湿量ベース （%）
A 社	製紙用	針葉樹（アカマツ）	23	19
B 社	製紙用	針葉樹（カラマツ）	32	24
	製紙用	広葉樹（国産）	55	35
C 社	燃料用	根株	31	24
		広葉樹（国産）	65	40
		針葉樹（スギ、ヒノキ）	77	43
D 社	製紙用	針葉樹丸太（スギ、ヒノキ）	40	29
E 社	その他	スギ皮入り	40	29
	その他	広葉樹（国産）	46	32

出典：木材チップ等原料転換型事業 調査・分析報告書（平成 23 年度；全国木材チップ工業連合会）<sup>11)</sup>をもとに作成

ii) チップ化後の含水率の変化

(a) スギチップ天然乾燥中の乾燥特性試験 (2005年9月14日～2006年1月19日)

高知県森林技術センターにおいて、スギチップの天然乾燥に係わる研究が行われている。高知県森林技術センター平成17年度研究成果報告書<sup>9)</sup>をもとに、概要を示す(詳細は以下のURLを参照)。※

[http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030102/files/2009122400246/2009122400246\\_www\\_pref\\_kochi\\_lg\\_jp\\_uploaded\\_attachment\\_21384.pdf](http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030102/files/2009122400246/2009122400246_www_pref_kochi_lg_jp_uploaded_attachment_21384.pdf) (H26.12参照)

①試験方法

当該研究は、3種類の保管条件(屋外、屋内、ガラスハウス内)、2種類の保管方法(攪拌の有無、ただし攪拌回数は1回/週)にチップを入れたコンテナを2段積みし、4ヶ月間の含水率の変化を調査したものである。調査に用いたコンテナのサイズは内寸で、474mm×315mm×292mm、側面や底面の格子状になった部分にはビニールシートを貼り付けている。



(屋外のチップ)

②試験結果

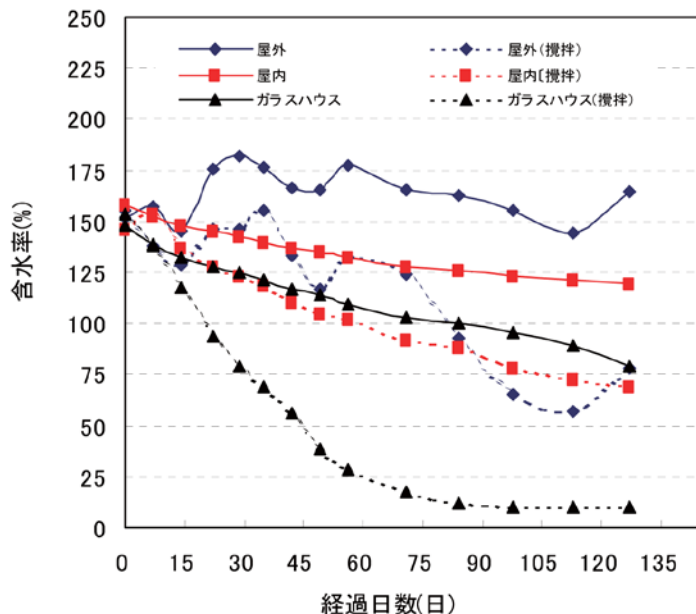
- ・ 屋外の保管したチップは降雨の影響で含水率が増減。
- ・ 屋内では時間経過とともに含水率が低下、特にガラスハウス内は減少傾向が顕著。
- ・ チップ攪拌を行うと含水率は低下する傾向が見られた。



(ハウス内のチップ)

出典：高知県森林技術センター平成17年度研究成果報告書<sup>9)</sup>

図 3.2-9 スギチップの設置状況

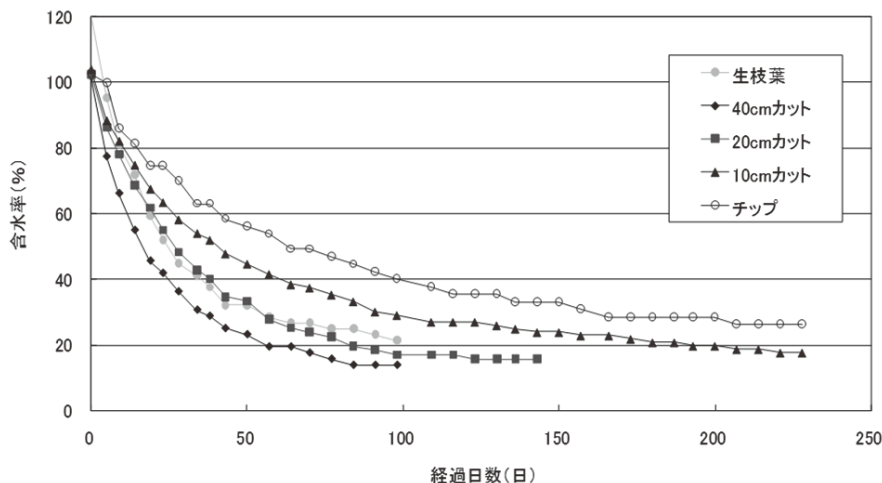


出典：高知県森林技術センター平成17年度研究成果報告書<sup>9)</sup>

図 3.2-10 天然乾燥中のスギチップの含水率(乾量ベース)の変化

(b) 粗破碎・チップの含水率の変化

独立行政法人森林総合研究所が行った「木質バイオマス変換総合技術の開発」のうち、「木質バイオマスの効率的輸送保管のための減容化技術の開発」において、粗破碎・チップの含水率の変化の推移を計測している（図 3.2-11）。同報告によると、含水率が 30%-DB に達するまでに要した日数は、生枝葉 57 日、40cm カット 38 日、20cm カット 57 日、10cm カット 98 日、チップ 166 日で、破砕片の空隙が大きいほど乾燥速度が速く、チップにすると支援乾燥では 25%-DB までにしかな乾燥できないことが報告されている。

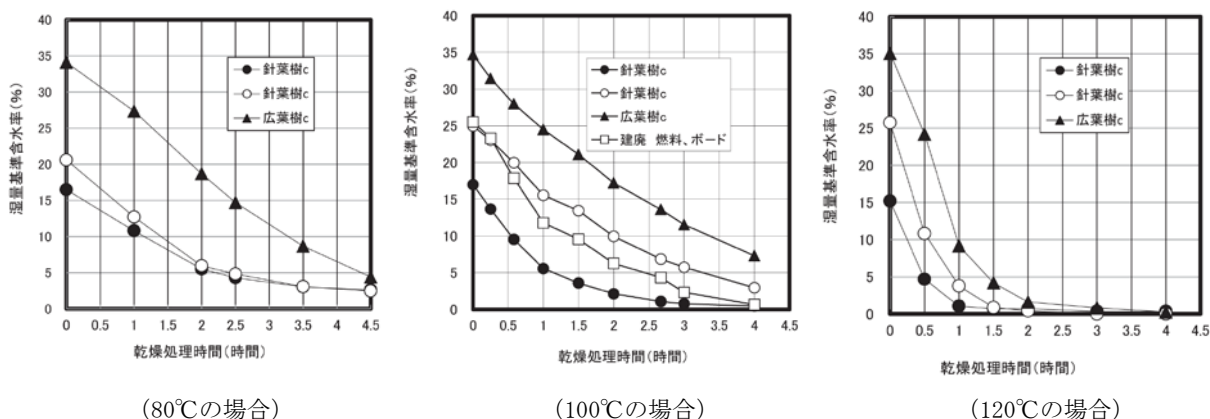


出典：農林水産技術会議（農林水産省）研究成果<sup>12)</sup>  
 第 499 集 地域活性化のためのバイオマスの利用技術の開発(2) 第 3 編  
<http://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2039017291.pdf>

図 3.2-11 粗破碎・チップの含水率の変化

(c) 強制乾燥を行った場合のチップの乾燥特性試験

全国木材チップ工業連合会から、同種同量（約 1 kg）のチップをサンプルとし、80℃、100℃、120℃の条件下で乾燥した場合の試験結果が報告されているので、図 3.2-12 に示す。



出典：木材チップ等原料転換型事業 調査・分析報告書（平成 23 年度；全国木材チップ工業連合会）<sup>11)</sup>  
 図 3.2-12 強制乾燥した場合のチップの乾燥特性（湿量ベース）

(d) ヒアリング調査事例

横浜市グリーン事業協同組合では、乾量ベースで 80%のものが、1ヶ月で 40%まで減少する（チップ；出荷先でのヒアリング値；概略値）ということであった。

### (iii) 刈草

#### i) 刈取り直後の含水率

「草木系バイオマスの組成分析データ集 (ISSN0386-5878 土木研究所資料第 4095 号)」<sup>8)</sup>に、全国の国直轄の 10 河川と 11 国道、北海道南部陣屋川、長万部終末処理場敷地、ならびに独立行政法人土木研究所構内から採取した約 80 種の草木類の含水率、強熱減量、高位発熱量等のデータがまとめられている。前述の第 2 章の表 2.2-3 で示したように、草本類では、検体数 49 の平均で 67.1%となっている。

#### ii) 刈取り後の含水率の変化

##### (a) 牧草の乾燥試験

北海道立天北農業試験場において、集約放牧用の牧草であるペレニアルライグラス(図中は「PR」で表記)をサンプルとした乾燥試験が行われている。北海道立農業試験場集報第 75 号 (1998)<sup>13)</sup>をもとに、概要を示す(詳細は下記の URL 参照)。

※<http://www.agri.hro.or.jp/center/kankoubutsu/syuhou/75/75-8.pdf> (H24.11 参照)

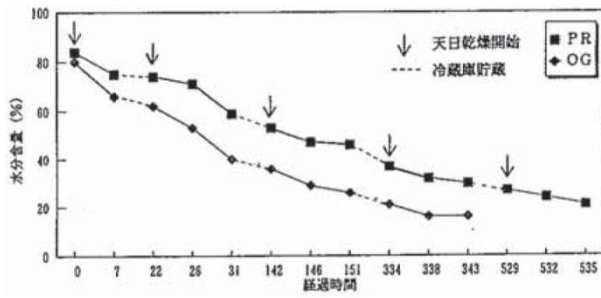
##### ①試験方法

当該試験は、天日乾燥及び 25℃に設定した通風乾燥器内での、サンプル全体及び部位ごとの含水率の推移、茎と葉の構成割合による含水率への影響などについて、オーチャードグラス(図中は「OG」で表記)と比較しながら調査したものである。

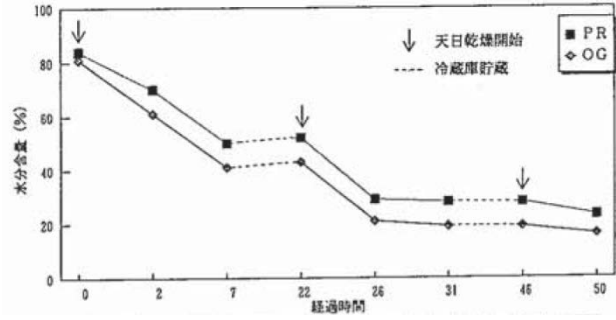
天日乾燥は、サンプルを午前 10 時に刈取り、反転は晴天日 1 日につき 3 回実施、夜間や日中でも天日乾燥に適さない気象条件時には 4℃で冷蔵保管している。また、通風乾燥器内での乾燥試験では、プラスチック容器(300mm×390mm×80mm; 底部に通風溝あり)にサンプルを広げて実施している。

##### ②試験結果

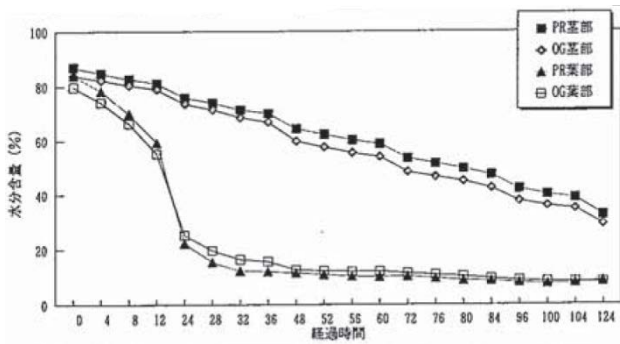
- ・ 6 月 30 日に刈り取った 1 番草は、気象条件が不良なために両サンプルとも乾燥に長い時間を要したが、ペレニアルライグラスはオーチャードグラスに比べて含水率の低下が遅い。7 月 25 日に刈り取った 2 番草も同様の傾向であった。
- ・ 部位ごとの乾燥試験では、草種間で含水率の低下速度に差が生じていない。
- ・ 茎と葉の構成割合を変化させた乾燥試験では、茎の割合が高くなるにしたがって、減少傾向が鈍化する。



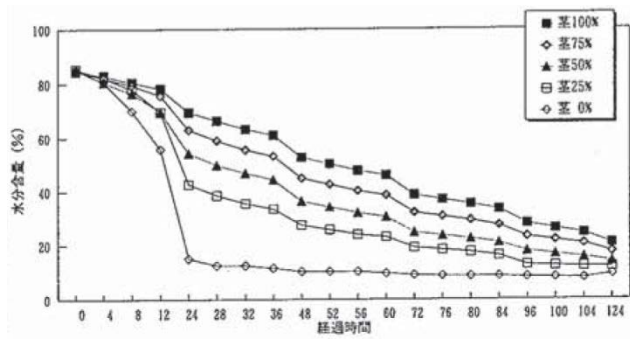
出典：北海道立農業試験場集報第75号(1998)<sup>13)</sup>  
 図 3.2-13 天日乾燥における含水率の推移  
 (1番草；6月30日刈)



出典：北海道立農業試験場集報第75号(1998)<sup>13)</sup>  
 図 3.2-14 天日乾燥における含水率の推移  
 (2番草；7月25日刈)



出典：北海道立農業試験場集報第75号(1998)<sup>13)</sup>  
 図 3.2-15 茎部及び葉部の含水率の推移  
 (1番草；6月17日刈)



出典：北海道立農業試験場集報第75号(1998)<sup>13)</sup>  
 図 3.2-16 茎葉比と含水率の推移  
 (ペレニアルライグラス、1番草；6月25日刈)

## 2) 含水率計測調査

剪定枝の剪定、剪定枝のチップ化及び刈草の刈草直後からの含水率の変化を把握するため、含水率調査を実施した。

### (i) 試験の実施方法

#### i) 試験に使用した試料の性状、数量

表 3.2-5 試験に使用する試料の概要

種類	樹種等	数量
剪定枝	・プラタナス ・イチョウ	各樹種とも 0.5m <sup>3</sup> 以上で2サンプル (2箇所での保管実験を行うため)
チップ化した剪定枝	・プラタナス ・イチョウ	各樹種とも 0.3m <sup>3</sup> 程度 <sup>注)</sup> で2サンプル (2箇所での保管実験を行うため)
刈草	・刈草 A (ススキ、クズ、セイタカアワダチソウほか) ・刈草 B (チガヤ、メドハギほか)	刈草 A、B とも 0.5m <sup>3</sup> 程度で2サンプル (2箇所での保管実験を行うため)

注) チップについても剪定枝と同様に 0.5 m<sup>3</sup>程度を想定していたが、予想よりかなり重量があり、0.3 m<sup>3</sup>とした。剪定枝については、空隙率がかなりあったため、0.5 m<sup>3</sup>以上とした。

#### ii) 試験試料の採取 (剪定・刈取り)

##### (a) 剪定枝・チップ化した剪定枝

###### a) 剪定及び作業場所

国土交通省国土技術政策総合研究所緑化圃場内の樹木を剪定し、その場でチップ化した。

###### b) 作業期間

剪定：平成 24 年 11 月 14 日 天候：晴れ

チップ化：平成 24 年 11 月 15 日 天候：晴れ

###### c) チップ化

移動式小型チップパーを現地に持ち込みチップ化した。

###### d) チップパーの形式：株式会社大橋 GS121GB

チップ化作業に使用した機器の概要を表 3.2-6 に示す。

なお、本機では、送り速度の変えることにより粒度を調整できる機能があり、試験においては送り速度を最速に設定し、最も粒度が粗くなるようにした。

表 3.2-6 チップ化作業に使用した機器の概要

項目	内容	写真
メーカー名	株式会社大橋	
型式	樹木粉碎機 GS121GB	
破砕刃	チップパーナイフ 2枚 シュレッダーナイフ 8枚	
スクリーン	φ8mm	
その他	送り速度を調整することにより粒度を調整。	

###### e) 採取方法

剪定枝については葉の部分は除去し、枝部のみとした。チップ化した剪定枝 (以下、「剪定枝チップ」という。) についても枝の部分のみとし、一度に剪定した剪定枝の一部を剪定枝、残分

をチップ化した。その後、採取したものをフレコンバック（容量1m<sup>3</sup>）に収納した。  
 剪定枝及び剪定枝チップのフレコン積込み状況を図 3.2-17 及び図 3.2-18 に示す。



図 3.2-17 プラタナスのフレコン積込み状況



図 3.2-18 イチョウのフレコン積込み状況

剪定作業を二日間（初日：剪定、翌日：チップ化）に渡って行ったことから、初日に剪定した試料を剪定作業実施日と翌日の重量の変化を調査した。調査結果は表 3.2-7 に示すとおり、イチョウ、プラタナスともに約1%程度の減量があった。

表 3.2-7 剪定作業実施日と翌日の重量変化

樹種	11/14	11/15
イチョウ	1,866.0 (100.0%)	1,842.8 (98.8%)
プラタナス	3,621.0 (100.0%)	3,573.0 (98.7%)

重量 (g)、( ) 内は重量比

(b) 刈草

a) 草刈及び作業場所

国土技術政策総合研究所敷地内で構内の維持管理の除草作業箇所2箇所（刈草A、B）を選定した。

b) 作業期間

平成24年11月7日（水）天候：晴れ

c) 採取方法

刈り取った刈草A、Bをフレコンバック（容量1m<sup>3</sup>）に収納した。

d) 刈取機

刈取機は、BARONESS 自走式草刈機を用いたため、刈草はかなり粉碎された形になっている。

刈り取り作業の実施状況を図 3.2-19 に示す。

（刈り取り中）

（刈草Aのフレコン積込み）

（刈草Bのフレコン積込み）



図 3.2-19 刈り取り状況

刈り取った刈草A、Bの草種と概ね比率を表 3.2-8、表 3.2-9 に示す。なお、刈草Bでは、集草の際には試料採取地点付近の樹木（ユリノキ、コナラ、オガタマノキ、シラカシ等）の落ち葉の混入が避けられなかった。

表 3.2-8 刈草Aの草種とその比率

草種	比率
ススキ	60%
クズ	20%
セイタカアワダチソウ	20%
計	100%

表 3.2-9 刈草Aの草種とその比率

草種	比率
メドハギ	30%
チガヤ	20%
オオアワダチソウ	20%
シナダレススメガヤ	10%
ヨモギ、クマザサほか	10%
計	100%



### iii) 保管

#### (a) 保管方法

試料は、輸送及び重量測定の作業性を考慮し、フレコンバックに貯蔵・保管した。

フレコンバックの通気性を確保するため、開口部に縫い合わされた縛り口のついた生地（白地の部分）を切り取り、保管時には試料が露出する部分まで袋上面を折り返すとともに、おおよそ20cm（円周方向）×10cm（垂直方向）の間隔で孔を開けた。

#### (b) 保管場所

保管場所は、茨城県つくば市の分析会社敷地内の屋外と屋内の2箇所で行った。屋外は駐車場敷地内に簡易ビニールハウスを設置し保管した。屋内は、分析会社社屋地下駐車場に保管した。



図 3.2-20 フレコン保管時の状況とフレコンバック仕様

(屋内地下駐車場)

(屋外ビニールハウス)



図 3.2-21 保管場所

#### (c) 外気温の測定

保管場所の環境要因の影響を把握するために、気温、湿度の計測を行った。外気温はロガー機能付温度計、室内はロガー機能付き温湿度計を用いて、測定期間中の外気温、貯蔵庫内の室温・湿度を測定する。測定点数は以下とする。併せて、測定期間中の天候も記録した。

外気の温度	1点
屋内地下駐車場内の温湿度	3点
ビニールハウス内の温湿度	3点

#### iv) 含水率計測方法

##### (a) 含水率計測方法

含水率の計測方法は、剪定及び草刈直後からの刈草、剪定枝及び剪定枝チップの重量を一定期間計測し、計測終了時に、刈草、剪定枝及び剪定枝チップのサンプルの含水率を測定し、その値を元に、剪定及び草刈直後からの重量計測日の含水率を推定することとした。

##### (b) サンプル含水率の計測方法

なお、サンプルの含水率の計測方法は以下のとおりである。

重量測定最終日に試料の一部を採取し、含水率を測定した。

採取する試料は次のとおりとする。

刈 草：フレコンの表面、中段、底部から各1検体

剪 定 枝：細い枝、太い枝を混ぜて1検体

剪定枝チップ：フレコンの表面、中段、底部から各1検体

刈草は約40g～100g、剪定枝及びチップは約200g～300gを105℃～110℃で、約10時間乾燥させた後、放冷を2時間行った。なお、この方法は以下の下水試験方法の一般汚泥試験をもとに設定した。

① 試料10～50g ( a g ) を秤量瓶にはかりとり、これをなるべく少量の水で蒸発皿又ははるつぼに洗い入れ、ウォーターバス上で蒸発乾固する。

② これを105～110℃で2時間加熱乾燥の後、デシケーター中で室温まで放冷した後、質量をはかり、この質量と蒸発皿の質量の差 ( b g ) を求め、次式によって、試料中の蒸発残留物 ( 固形分 ) 及び含水率 ( 水分 ) の百分率を算出する。

$$\text{蒸発残留物 ( 固形分 ) ( \% )} = \frac{b}{a} \times 100$$

$$\text{含水率 ( 水分 ) ( \% )} = 100 - \text{固形分 ( \% )}$$

出典：下水試験方法 上巻 2012年版 (公益社団法人 日本下水道協会) <sup>14)</sup>

(ii) 含水率推定結果

(a) 刈草

a) サンプル含水率測定

含水率測定結果を表 3.2-10、表 3.2-11 に示す。

- 重量測定最終日に含水率測定用試料をサンプル採取し、含水率を測定した。刈草は、試料毎に表面、中段、底部から含水率測定用の試料を採取し、測定した。
- 同じ草種を比較すると屋内の方が含水率は低い。
- B-I を除き、表面から順に含水率は高くなる。
- 採取した3箇所での平均値では、屋内、屋外ともに、刈草Aよりも刈草Bの方が含水率は低い。
- 表面は乾燥が進んでおり、B-II を除き中段部と下段部の含水率の差が少ない。

表 3.2-10 含水率測定結果の概要 (刈草)

(単位：%)

	屋外		屋内		全平均	屋外平均	屋内平均
	A-I	B-I	A-II	B-II			
表面	6.8	9.6	8.2	9.6	8.6	8.2	8.9
中段	50.9	41.2	47.8	14.4	38.6	46.1	31.1
底部	59.6	39.7	51.3	35.3	46.5	49.6	43.3
平均	39.1	30.2	35.8	19.8	31.2	34.6	27.8

表 3.2-11 含水率測定結果 (刈草)

刈草		乾燥前(g)	乾燥後(g)	含水率(%)	
屋内	A-I	表面	45.07	42.02	6.8
		中段	174.08	85.41	50.9
		底部	120.29	48.65	59.6
	B-I	表面	67.54	61.03	9.6
		中段	102.56	60.29	41.2
		底部	112.60	67.95	39.7
屋外	A-II	表面	60.44	55.50	8.2
		中段	103.28	53.91	47.8
		底部	78.11	38.02	51.3
	B-II	表面	40.93	36.99	9.6
		中段	62.98	53.89	14.4
		底部	95.24	61.65	35.3

b) 保管期間中の含水率の推移

- 保管期間中の含水率の推移を重量及び含水率の測定結果から推定した結果を表 3.2-12、表 3.2-13、図 3.2-22 に示す。

表 3.2-12 保管期間中の含水率の推移 (刈草)

(単位：%)

刈草	屋外		屋内		全平均	屋外平均	屋内平均
	A-I	B-I	A-II	B-II			
測定開始日	57.6	58.7	70.3	62.4	62.3	58.2	66.4
測定終了日	39.1	30.2	35.8	19.8	31.2	34.6	27.8
減少	18.5	28.6	34.6	42.6	31.1	23.6	38.6

※測定終了日は、表 3.2-10 の平均値とした。測定開始日は推定した結果である。

表 3.2-13 重量測定期間中の含水率の変化

No	日付	重量割合				含水率(100%換算)			
		屋外		屋内		屋外		屋内	
		A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
1	2012/11/7 (水)	100	100	100	100	57.6	58.7	70.3	62.4
2	2012/11/9 (金)	95	94	94	92	55.5	56.2	68.4	59.2
3	2012/11/12 (月)	90	86	84	80	53.0	52.2	64.8	52.8
4	2012/11/14 (水)	87	80	78	74	51.4	48.2	61.9	49.1
5	2012/11/16 (金)	84	77	75	73	49.3	46.8	60.5	48.4
6	2012/11/19 (月)	80	75	72	69	47.3	44.7	58.6	45.6
7	2012/11/26 (月)	76	71	67	64	44.5	42.0	55.4	41.1
8	2012/12/3 (月)	75	69	63	60	43.3	40.3	52.8	37.5
9	2012/12/17 (月)	71	65	57	55	40.2	36.9	48.2	31.8
10	2012/12/28 (金)	69	63	54	52	38.3	34.9	44.9	28.1
11	2013/1/11 (金)	73	62	51	50	42.1	33.9	41.6	24.8
12	2013/1/25 (金)	73	61	49	48	41.6	32.1	38.9	22.5
13	2013/2/8 (金)	70	59	46	47	39.1	30.2	35.8	19.8

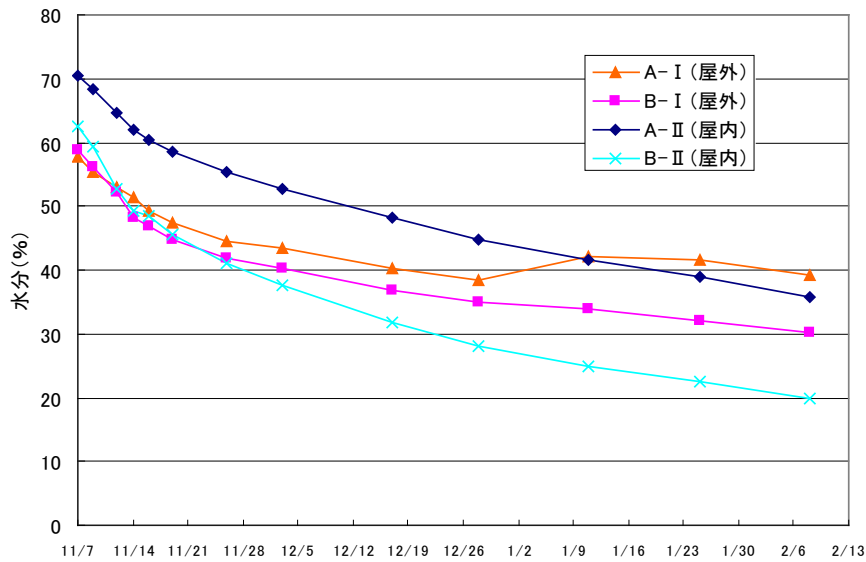


図 3.2-22 含水率の推移 (刈草)

(b) 剪定枝

a) サンプル含水率測定

含水率測定結果を表 3.2-14、表 3.2-15 に示す。

- ・ 重量測定最終日に含水率測定用試料をサンプル採取し、含水率を測定した。
- ・ 含水率測定用試料は、枝の太さが偏らないよう採取した。
- ・ 3 試料の平均値では屋内保管は、屋外保管に比べ 12%低い。
- ・ 樹種別にみると屋外、屋内ともイチヨウの方がそれぞれ 3%、9%高い。
- ・ 屋内保管は、高温低湿の環境にあることから、屋外保管に比べ含水率は 12%低い。また、樹種別にみると、屋外、屋内ともイチヨウの方がそれぞれ 9%、14%高い。

表 3.2-14 含水率測定結果の概要 (剪定枝)

(単位：%)

剪定枝	屋外		屋内		全平均	屋外平均	屋内平均
	C-I イチヨウ	D-I ブラタナス	C-II イチヨウ	D-II ブラタナス			
含水率	27.4	24.1	18.4	9.9	19.9	25.7	14.2

表 3.2-15 含水率測定結果 (剪定枝)

剪定枝		乾燥前(g)	乾燥後(g)	含水率(%)
屋外	イチヨウ C-I	265.57	192.78	27.4
	ブラタナス D-I	362.54	275.27	24.1
屋内	イチヨウ C-II	245.75	200.57	18.4
	ブラタナス D-II	313.03	281.95	9.9

b) 保管期間中の含水率の推移

- ・ 保管期間中の含水率の推移を重量及び含水率の測定結果から推定した結果を表 3.2-16、表 3.2-17、図 3.2-23 に示す。

表 3.2-16 保管期間中の含水率の推移 (剪定枝)

(単位：%)

刈草	屋外		屋内		全平均	屋外平均	屋内平均
	C-I イチヨウ	D-I ブラタナス	C-II イチヨウ	D-II ブラタナス			
測定開始日	38.1	38.7	41.8	41.5	39.5	38.4	41.7
測定終了日	27.4	24.1	18.4	9.9	19.9	25.7	14.2
減少	10.6	14.7	23.4	31.6	19.6	12.7	27.5

※測定終了日は、表 3.2-14 の測定結果である。測定開始日は推定した結果である。

表 3.2-17 重量測定期間中の含水率の変化

No	日付	重量割合				含水率(100%換算)			
		屋外		屋内		屋外		屋内	
		C-I	D-I	C-II	D-II	C-I	D-I	C-II	D-II
1	2012/11/15 (木)	100	100	100	100	38.1	38.7	41.8	41.5
2	2012/11/22 (木)	98	96	94	92	36.6	36.5	38.2	36.8
3	2012/11/29 (木)	96	94	90	87	35.7	35.1	35.6	32.8
4	2012/12/6 (木)	95	93	87	82	35.0	34.3	33.3	29.0
5	2012/12/13 (木)	94	91	84	78	33.8	32.3	31.0	24.9
6	2012/12/20 (木)	92	89	82	75	32.9	31.2	29.1	21.7
7	2012/12/27 (木)	91	88	80	72	32.2	30.2	27.3	18.9
8	2013/1/4 (金)	90	87	78	70	31.4	29.2	25.6	16.9
9	2013/1/10 (木)	90	86	77	69	30.8	28.4	24.2	15.3
10	2013/1/24 (木)	88	83	74	67	29.6	26.6	21.3	12.6
11	2013/2/7 (木)	85	81	71	65	27.4	24.1	18.4	9.9

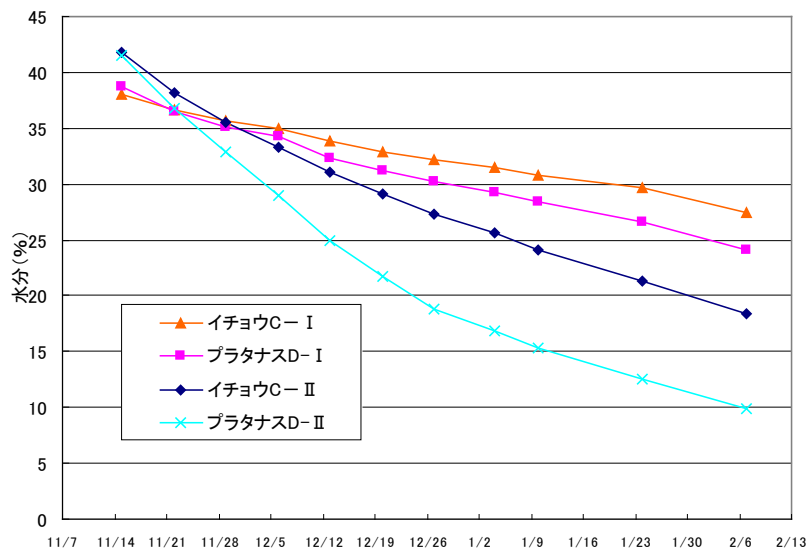


図 3.2-23 含水率の推移 (剪定枝)

(c) 剪定枝チップ

a) サンプル含水率測定

含水率測定結果を表 3.2-18、表 3.2-19 に示す。

- ・ 重量測定最終日に含水率測定用試料をサンプル採取し、含水率を測定した。
- ・ 2 試料の平均値では屋内保管は、屋外保管に比べ 9 % 低い。
- ・ 樹種別にみると屋外、屋内ともイチヨウの方がそれぞれ 15%、7 % 高い。
- ・ 概ね表面の含水率が低いが、イチヨウ E-I については他の試料に比べ含水率が高い結果となった。要因を断定することは難しいが、ビニールハウス内の結露水が含まれた可能性は考えられる。

表 3.2-18 含水率測定結果の概要 (剪定枝チップ)

(単位: %)

剪定枝	屋外		屋内		全平均	屋外平均	屋内平均
	E-I イチヨウ	F-I プラタナス	E-II イチヨウ	F-II プラタナス			
表面	42.9	19.9	12.9	12.8	22.1	31.4	12.9
中段	49.2	38.4	44.5	35.1	41.8	43.8	39.8
底部	51.3	40.5	45.9	35.0	43.2	45.9	40.4
平均	47.8	32.9	34.4	27.6	35.7	40.4	31.0

表 3.2-19 含水率測定結果 (剪定枝チップ)

刈草		乾燥前(g)	乾燥後(g)	含水率(%)	
屋外	イチヨウ E-I	表面	234.23	133.81	42.9
		中段	268.26	136.36	49.2
		底部	340.76	166.05	51.3
	プラタナス F-I	表面	235.40	188.47	19.9
		中段	269.47	166.11	38.4
		底部	275.42	163.77	40.5
屋内	イチヨウ E-II	表面	203.89	177.64	12.9
		中段	325.27	180.50	44.5
		底部	363.50	196.56	45.9
	プラタナス F-II	表面	264.61	230.63	12.8
		中段	274.00	177.71	35.1
		底部	280.67	182.54	35.0

b) 保管期間中の含水率の推移

- ・ 保管期間中の含水率の推移を重量及び含水率の測定結果から推定した結果を表 3.2-20、表 3.2-21、図 3.2-24 に示す。

表 3.2-20 保管期間中の含水率の推移 (剪定枝チップ)

(単位: %)

刈草	屋外		屋内		全平均	屋外平均	屋内平均
	E-I イチヨウ	F-I プラタナス	E-II イチヨウ	F-II プラタナス			
測定開始日	57.0	45.0	57.1	48.0	51.5	51.0	52.5
測定終了日	47.8	32.9	34.4	27.6	35.7	40.4	31.0
減少	9.3	12.0	22.6	20.4	15.8	10.6	21.5

※測定終了日は、表 3.2-18 の平均値とした。測定開始日は推定した結果である。

表 3.2-21 重量測定期間中の含水率の変化

No	日付	重量割合				含水率(100%換算)			
		E-I	F-I	E-II	F-II	E-I	F-I	E-II	F-II
1	2012/11/15 (木)	100	100	100	100	57.0	45.0	57.1	48.0
2	2012/11/22 (木)	96	93	91	92	55.2	40.8	52.9	43.3
3	2012/11/29 (木)	93	91	85	88	53.9	39.4	49.6	40.8
4	2012/12/6 (木)	92	90	81	85	53.2	38.8	47.2	38.8
5	2012/12/13 (木)	90	88	78	82	52.4	37.8	44.9	37.0
6	2012/12/20 (木)	89	87	75	80	51.7	37.1	43.1	35.4
7	2012/12/27 (木)	88	87	73	79	51.1	36.6	41.4	34.0
8	2013/1/4 (金)	87	86	72	77	50.6	36.2	40.0	32.7
9	2013/1/10 (木)	86	85	70	76	50.1	35.5	38.9	31.7
10	2013/1/24 (木)	84	84	68	74	49.1	34.3	36.7	29.6
11	2013/2/7 (木)	82	82	66	72	47.8	32.9	34.4	27.6

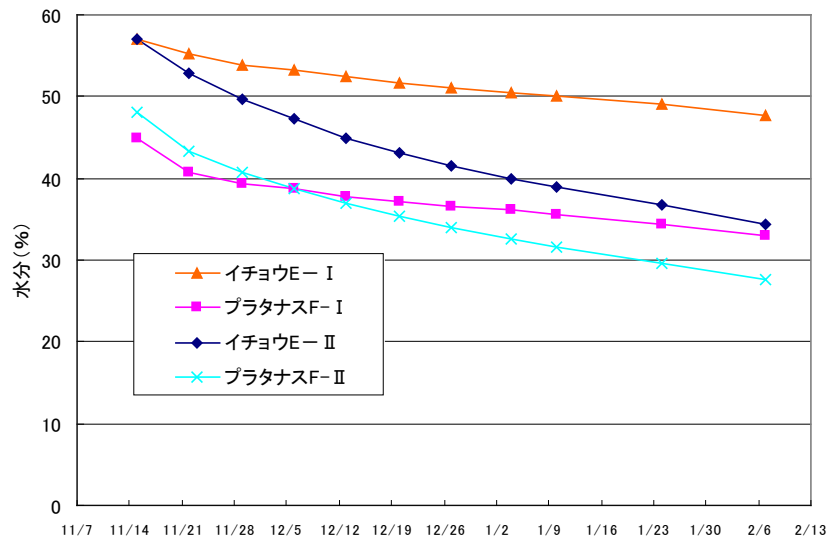
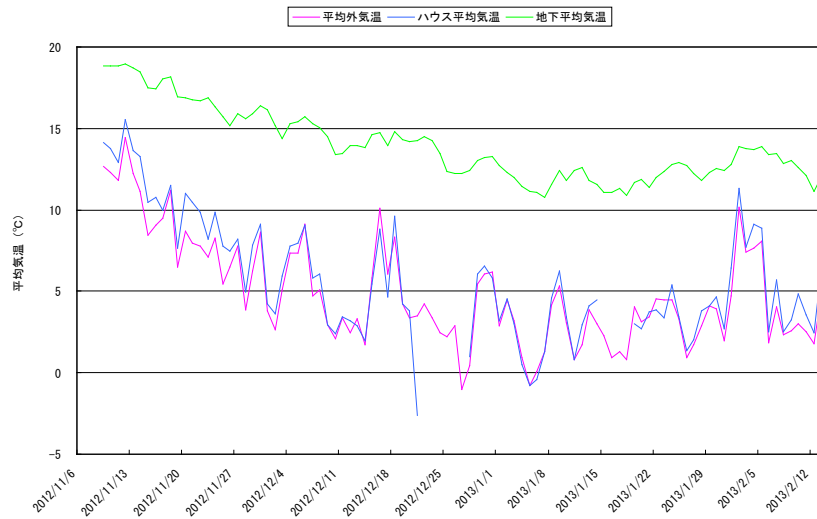


図 3.2-24 含水率の推移 (剪定枝チップ)



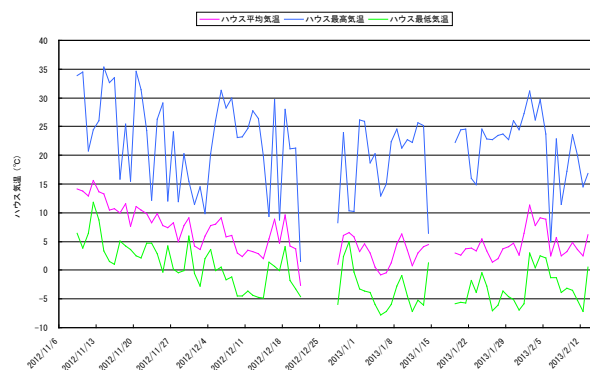
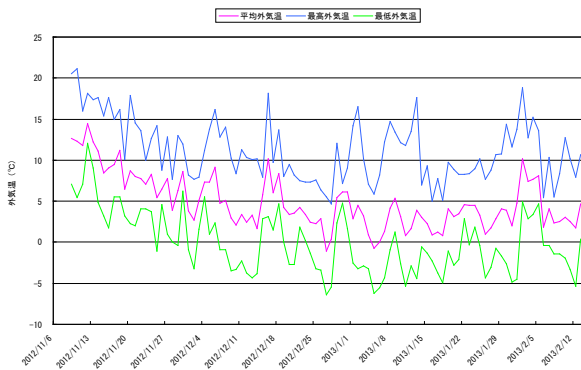
ii) 計測期間中の温度・湿度・天気

重量測定中において屋外、ハウス内、地下駐車場内に温湿度計を設置し、温度、湿度を測定した。測定結果を以下に示す。



※ハウス内：12/22～27 及び 1/15～18 は欠測

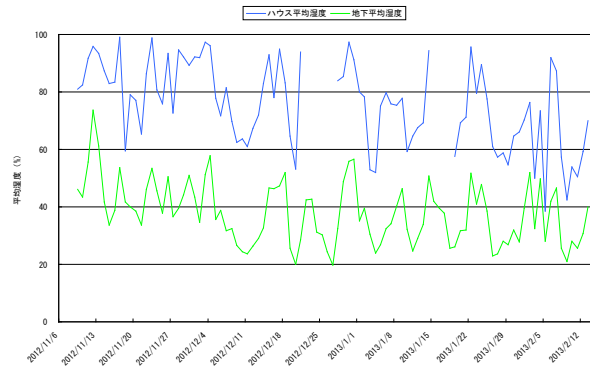
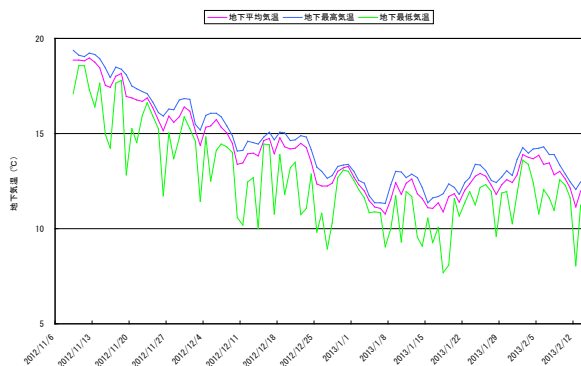
図 3.2-25 測定期間中の平均温度（屋外・ハウス内・地下駐車場内）



※ハウス内：12/22～27 及び 1/15～18 は欠測

図 3.2-26 測定期間中の外気温  
（平均・日最高・日最低）

図 3.2-27 測定期間中のハウス内温度  
（平均・日最高・日最低）



※ハウス内：12/22～27 及び 1/15～18 は欠測

図 3.2-28 測定期間中の屋内駐車場内温度  
（平均・日最高・日最低）

図 3.2-29 測定期間中の平均湿度  
（ハウス内、地下駐車場内）

### 3.2.3 破碎

#### (1) 破碎等

##### 1) 破碎処理

大型ごみやコンクリートがら、廃タイヤなどの廃棄物や木質バイオマスをリサイクルに適したサイズに加工するプロセスで、破碎機が用いられる。

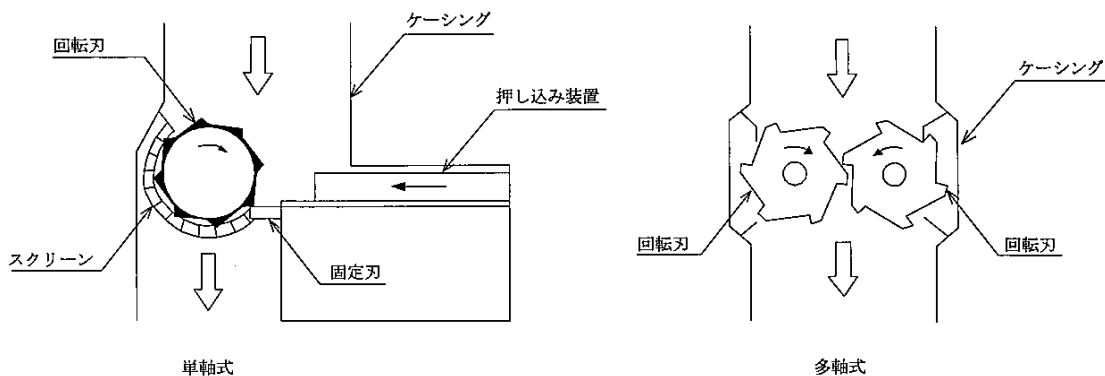
破碎処理の原理は、塊状固体に外力を加えて細かく砕くものであり、加える外力によって、「圧縮式破碎機」（押しつぶし作用）、「剪断式破碎機」（切断、引き裂き作用）、「衝撃式破碎機」（ハンマ等による衝撃作用）に区分することができる。

これらの選択は、処理対象物の種類と目的とする破碎寸法から決定されるが、木質系バイオマスを対象とした破碎機には、「剪断式破碎機」と「衝撃式破碎機」が採用されている。

##### (i) 剪断式破碎機

剪断式破碎機は、木材、伐根、丸太などの廃材や廃タイヤ、じゅうたんなど木質系や軟質系の廃棄物等の破碎処理として広く普及しているもので、回転するローターに取り付けられた切断刃が比較的低速に回転し、処理物を細かく破碎するものである。

回転する軸の数で単軸式（一軸式）と多軸式（二軸式、三軸式など）があり、また切断刃の型式としてディスク型とスクリー型がある。



出典：ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版（社団法人全国都市清掃会議）<sup>15)</sup>

図 3.2-30 剪断式破碎機のイメージ（例）

##### (ii) 衝撃式破碎機

衝撃式破碎機は、高速回転するローター（回転体）に取り付けられたハンマが処理物と衝突することによる衝撃力で細かく破碎するものである。

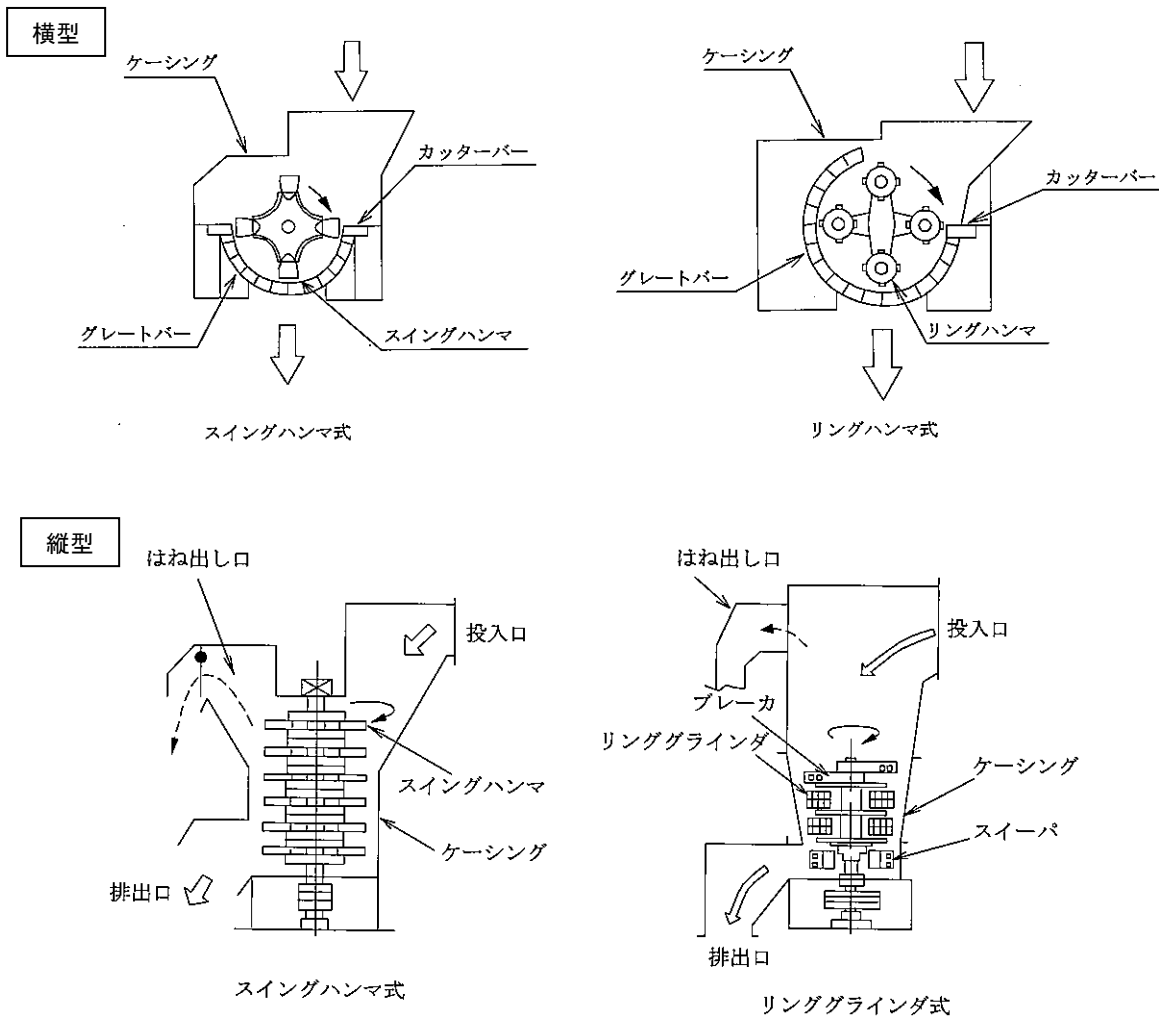
ローターの軸の方向により横型と縦型とに区分され、またハンマの種類にリングハンマとスイングハンマがある。これらを組み合わせて横型リングハンマ式破碎機、横型スイングハンマ式破碎機、縦型リングハンマ式破碎機、縦型スイングハンマ式破碎機の4種類に分類できる。

なお、このように高速回転するハンマによる衝撃作用による破碎機を粉碎機と呼ぶことがある。

##### 2) 切削処理

原木等を粒径が細かく一様なサイズに加工するプロセスで、切削機が用いられる。切削機にはディスク型とドラム型がある。ディスク型は刃のついた回転円盤に原木等を押し当てて切削する技術である。原木等が一様に刃にあたるので切削サイズが安定し、刃数やディスクの回転数を変えることで切削サイズも調整できる。一方、ドラム型はドラムの慣性力を利用する技術である。

大型化すれば効率は上がるが、刃が原木等にあたるまでの時間差で切削サイズにばらつきが生じる場合がある。



出典：ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版（社団法人全国都市清掃会議）<sup>15)</sup>

図 3.2-31 衝撃式破砕機のイメージ (例)

## (2) チップ化

チップ化は木材や木質バイオマス（林地残材、製材所発生廃材、建設系解体材等）を機械的に細かく木片にする技術である。製造される木材チップは、その製造方法と形状から「破砕チップ」と「切削チップ」に分けられる。

破砕チップは、建築解体材や木製梱包資材、廃パレット等廃木材を原料として、前述 1) 破砕処理に記載した破砕機を使用して製造されるチップである。一方、切削チップは、原木や製材背材等を原料に刃物で切削加工して製造するチップで、前述 2) 切削処理に記載した切削機が用いられる。

チップは、利用用途によって使用されるチップの種類や要求される品質が異なる。例えば、製紙用には切削チップが使用されるほか、板紙用では破砕チップも使用される。また、木質ボード用には切削チップとともに破砕チップも多く使用されている。燃料用チップには主として破砕チップが使用されるが、小規模施設においてはサイロでのブリッジ防止等のため、粒径が細かく揃っている切削チップが適している。現在、小型の切削型チップパーは輸入代理店も増えてきており、数は少ないが国内メーカーもある。また、燃料用チップは、他の用途に使用されるチップに比べると品質への要求は緩やかである。ただし、CCA 処理木材、金属類、プラスチック類、土砂類は含まないよう事前に選別が必要である。

破砕チップを製造する破砕機の原理は前述したように、剪断式と衝撃式がある。切削チップを製造する切削機（チップパー）には、チップ工場に設置する定置型と、車両に積み込んで現場にてチップ化を行う移動式がある。また移動式でも小口径の木材等を処理する小型チップパーがある。いずれもローター（回転体）に取り付けられたナイフやディスク状のカッターが高速回転し、木材等を切削していくものである。

### 1) フロー

対象とする原料は剪定枝である。概略製造フローを図 3.2-32 に示す。

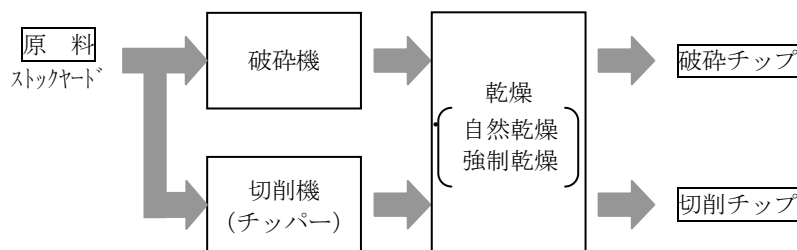


図 3.2-32 チップ製造の概略フロー

### 2) 概要

チップ化は木材や木質バイオマス（林地残材、製材所発生廃材、建設系解体材等）を機械的に細かく木片にする技術である。製造される木材チップは、その製造方法と形状から「破砕チップ」と「切削チップ」に分けられる。

破砕チップと切削チップの違いを表 3.2-22 に示す。

表 3.2-22 破碎チップと切削チップの比較

	破碎チップ	切削チップ
形態	 細長い繊維状	 薄い方形状
製造方式	<p>【ハンマーミル方式】 ハンマーの打撃による衝撃力で破碎する。</p> <p>【カッターミル方式】 固定刃と回転刃によるせん断力で破碎する。</p>	<p>【ドラムチップパー方式】 横から入ってくる材をドラムに取り付けられた刃で連続的に切断する。</p> <p>【ディスクチップパー方式】 回転盤に取り付けられた刃で材を削り取っていく。</p>
機械耐久性	特にハンマータイプは異物に強い。	カッターによる切削では、石などの異物により刃こぼれが生じるので、異物を取り除くことが望ましい。刃を研ぐことで能力を維持することができる。
主な用途	堆肥原料、マルチング材、吹きつけ材	製紙パルプ用原料
取扱いの容易性	燃料貯留槽でブリッジになったり、供給装置で詰まったりしやすく、トラブルの原因になりやすい。	破碎チップに比較して、取扱いが比較的に容易である。

### 3) 特徴

チップの特徴を表 3.2-23 に示す。

表 3.2-23 チップの特徴

成分組成	木材(樹皮なし)の平均的な組成は、炭素 48~52%、水素 5.8~6.5%、酸素 38~42%、窒素及び灰分 0.5~2%である。
含水率	乾燥程度(湿量基準の含水率)で4区分されているが、含水率が55%を超えるとエネルギー回収は難しい。
発熱量	<p>全乾木材の高位発熱量は 20MJ/dry-kg 程度、全乾木材の水素含有量が 6%、と仮定すると、全乾木材の低位発熱量は高位発熱量より 1.4MJ/dry-kg<sup>※</sup>程度低くなる。</p> <p>使用時低位発熱量: <math>LHV_w [MJ/kg] = (HHV_d - 2.512 \times (9hd + Wd)) / (1 + Wd)</math></p> <p>ここで、HHV<sub>d</sub>: 高位発熱量(無水時) [MJ/kg]、hd: 水素量(全乾時) [kg/kg]、 Wd: 含水率(乾量基準; 質量分率) [kg/kg]</p> <p>(改訂 4 版木材工業ハンドブック<sup>3)</sup>, 17 章, p1037 を一部引用)</p>

### 4) 準拠基準等

現在、統一的な品質基準が、木材チップは全国木材チップ工業連合会、リサイクルチップは特定非営利活動法人全国木材資源リサイクル協会連合会において定められている。

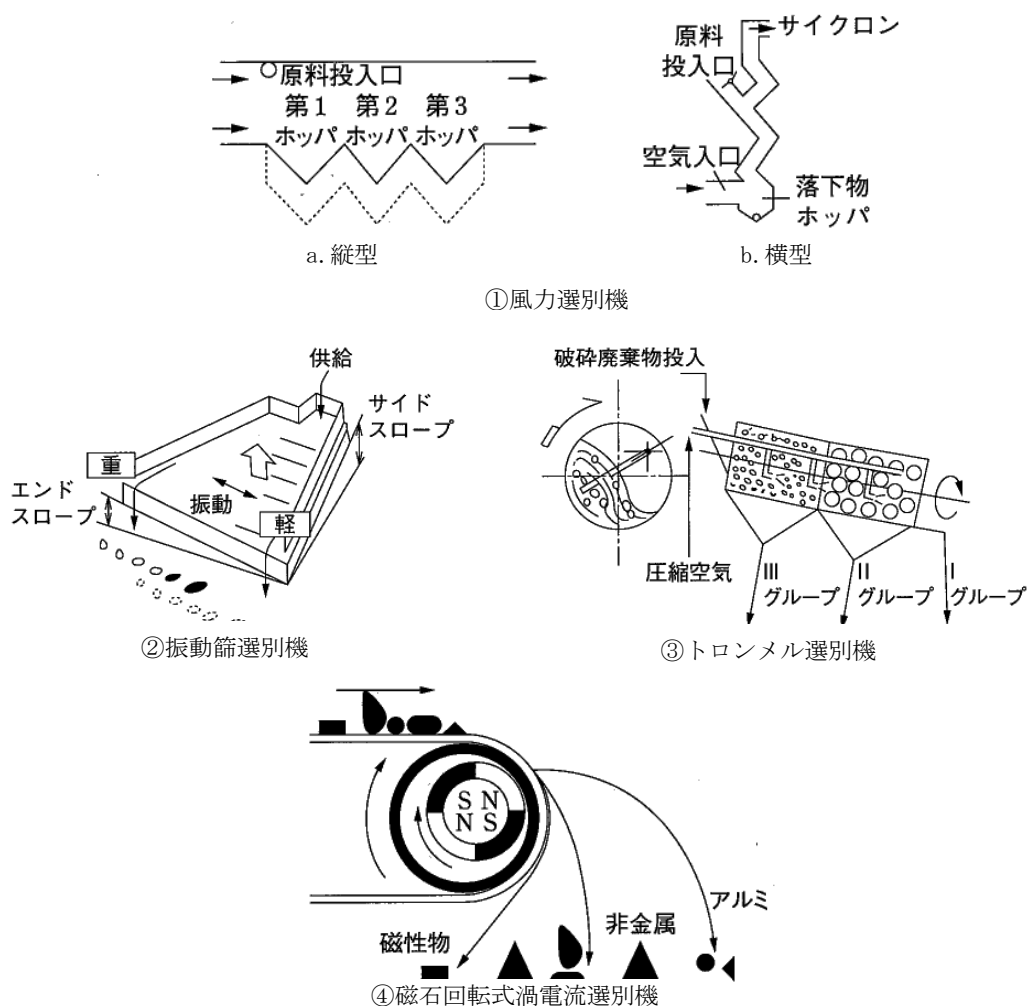
(前述 2.1.2(1)参照)

### 3.2.4 選別

廃棄物系バイオマスの選別処理は、不燃物や有害物の除去だけでなく、燃料の信頼性や維持管理の容易性の向上を目的に行われる。選別処理技術は原料の選別プロセスにおける状態から湿式、半乾式、乾式に分類され、また分離の原理としては被破壊特性差、比重差、粒径差、磁気特性差、光学的特性差等があり、これらを単独もしくは組み合わせて使用される。

木質バイオマスでは、粒径制御、金属や土砂等の不純物の除去、ポリ塩化ビニル等の不適物の除去が主目的であり、乾式として風力選別機、ふるい選別機、トロンメル選別機、磁気選別機等が用いられる。

剪定枝をエネルギー原料として利用する場合、葉部は灰分が多くエネルギー化に適さないため、枝部と葉部を分ける作業も必要となる。現在、これらの作業は手作業であり、作業効率化のためにも技術開発が待たれるところである。



出典：H17 年度産廃処理業の許可申請講習会テキスト，第9章中間処理  
(財)日本産業廃棄物処理振興センター，2005)<sup>16)</sup>，pp. 65-68，pp. 74-75，p. 96

図 3.2-33 選別機のイメージ (例)

### 3.2.5 成型

#### (1) ペレット化

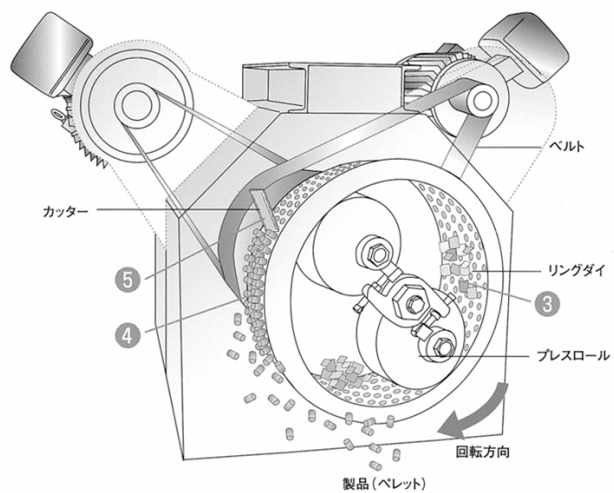
ペレット化は、丸太や樹皮、枝葉等の木質バイオマス为原料とし、これらの原料を細かい顆粒状まで粉砕し、それを乾燥・圧縮して円筒状に固める成形技術である。ペレットの大きさは製品の品質基準に定められており、長さ10mm～25mm、直径6mm～10mmのものが主流である。また、ペレットの特徴の一つに接着剤を必要としないことが挙げられる。これは、木材の組成要素の一つであるリグニンが、おが粉を加熱・圧縮するプロセスにおいて軟化し、接着剤としての役割を果たすからである。このため、ペレットの成分は、原料として利用した木質バイオマスの成分と同じで、不要な水分を除去して凝縮固化した分、熱量は原料の木質バイオマスより高くなる。

ペレット製造では、前処理として破砕、選別、乾燥、粉砕が行われる。成型はペレタイザーと呼ばれる設備で行われる。

ペレタイザーは、定量供給装置と原料の最終的な調湿を行うコンディショナ、成型工程部及びその駆動部からなる。投入された原料は、加熱・圧縮され、中～大規模設備ではローラーによりリングダイの穴から押し出されて直径が揃い、これをカットして一定の長さに調節される。なお、小規模設備の成型工程部はリングダイ方式ではなく、水平ディスク押し出し方式が採用されている。

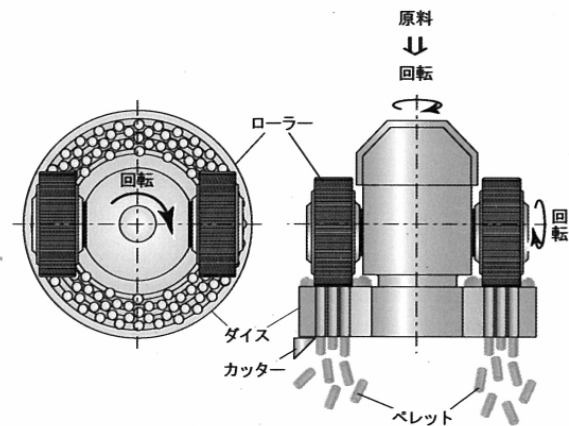
成型直後のペレットは高温・多湿でもろいため、形崩れする恐れがある。このため、特に製品販売する事業所では、強制通風により急速冷却する必要がある。ただし、小規模のもの、あるいは地産地消的にペレットを利用する場合は、冷却プロセスを省略している場合も多い。

冷却後のペレットは、振動ふるいや回転ふるい等を使用して、成型不良品を除去する。ここで除去された成型不良品は改めて成型プロセスにもどされることもあるが、乾燥プロセスの熱源として利用されるものもある。



出典：(株)御池鐵工所ホームページ<sup>17)</sup>

図 3.2-34 リングダイ式成型プロセスの概要



出典：(株)アースエンジニアリングパンフレット<sup>18)</sup>

図 3.2-35 水平押し出し方式成型プロセスの概要

#### 1) フロー

対象とする原料は剪定枝、刈草である。概略製造フローを図 3.2-36 に示す。小規模施設の場合や、ペレットを地産地消的に利用する場合、冷却機や選別機を省略する場合もある。

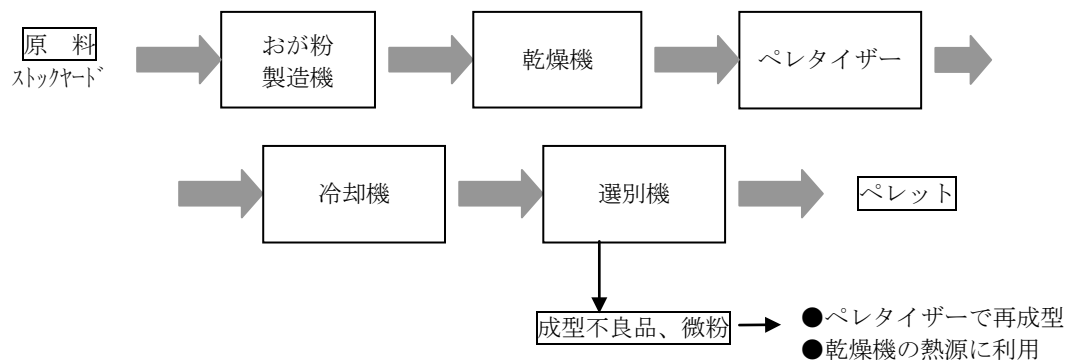


図 3.2-36 ペレット製造の概略フロー

## 2) 概要

丸太や樹皮、枝葉等の木質バイオマス为原料とし、これらの原料を細かい顆粒状まで粉碎し、それを乾燥・圧縮して棒状に固める成形技術である。冷却後、製品化の最終プロセスとして選別が行われるが、ここで撥ねられた成型不良品や微粉は、改めて成型プロセスに戻されるか、乾燥プロセスの熱源として利用される。

## 3) 特徴

ペレットの大きさは製品の品質基準に定められており、長さ10～25mm、直径6～10mmのものが主流である。また、ペレットの特徴の一つに、リグニンの効果により接着剤を必要としないことが挙げられる。



図 3.2-37 木質ペレット（ホワイト）

表 3.2-24 木質ペレットの特徴

成分組成	原料と同様の組成。
含水率	品質基準に定められており、製品の含水率は10%以下に抑えられている。
発熱量	品質基準で定められているが、一般的には、かさ密度 650kg/m <sup>3</sup> 、低位発熱量は 17.6～19.4MJ/kg（湿量基準）程度である。

出典：バイオマスハンドブック第2版（一般社団法人日本エネルギー学会編，㈱オーム社発行，2009）<sup>19)</sup>p149をもとに作成

## 4) 準拠基準等

ペレットには、一般社団法人日本木質ペレット協会の品質基準がある。前述 2.1.2(2) 参照



## (2) R D F 化

Refuse Derived Fuel の略語、直訳するとごみ固形化燃料である。家庭から排出される生ごみや廃プラスチック、木くず、紙くず等の可燃ごみを細かく砕き、乾燥・加工し、固形燃料化する技術である。R D F の大きさは、標準仕様書 (TS-Z0011 ; 日本工業標準調査会) で定められており、長さは 10mm~100mm、直径 10mm~50mm である。

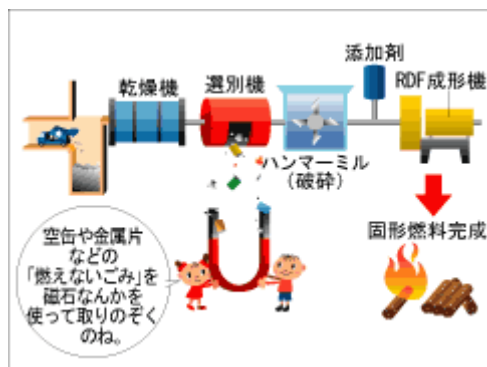
主な特徴として以下があり、現在、熱供給や発電用の燃料として用いられている。

- ・ 粒度や比重が均一となり、安定した性状である。
- ・ 熱量の変動も少なく燃焼制御が容易で、エネルギーの有効利用を図ることができる。
- ・ 燃焼温度が高温になるので、ダイオキシンの発生を抑制できる。
- ・ 乾燥・圧縮・固化しているので輸送効率が高く、貯蔵にも適している。
- ・ 製造して R D F を一箇所に集めて、大規模熱供給・発電事業が展開できる。

R D F 製造の標準的な製造工程は、破碎→選別→乾燥→安定剤添加→形成であるが、破碎から安定剤添加までのプロセスは、プラントメーカーそれぞれのノウハウにより順序が前後する場合もあり、破碎と選別は一次と二次に細分化される場合もある。

安定剤としては消石灰が添加され、腐敗の原因となる微生物の殺菌、塩化ビニルが混入している場合の燃焼時に発生する塩化水素の中和、廃プラスチック等の形成しにくい原料のつなぎ等の役割を果たす。

なお、国土交通省中国地方整備局中国技術事務所において、平成 13 年度より、刈草のリサイクルを目的に官民共同で「刈草 R D F 製造車」「刈草 R D F 炭化物製造車」の開発に着手し、これに成功したが、実用化までには至っていない。(表 2.2.5 No.6 参照)



出典：一般社団法人新エネルギー財団ホームページ<sup>20)</sup>  
[http://www.nef.or.jp/enepolicy/sub03\\_03.html](http://www.nef.or.jp/enepolicy/sub03_03.html) (H25.1 参照)

図 3.2-38 R D F 製造のイメージ



図 3.2-39 刈草 R D F  
(国土交通省中国地方整備局  
中国技術事務所提供)

### 3.2.6 炭化

#### (1) 炭化

木材等のバイオマス（酸素）の供給を遮断または制限して、約 400℃～600℃に加熱し、気体（木材が原料の場合；木ガス）、液体（酢液、タール）、固体（炭）の生成物を得る技術である。炭の製造を主目的とする技術を「製炭」、気体や液体の回収・利用を主目的にする技術を「乾留」といい、両方合わせて炭化と呼ぶが、最終的に炭の生成につながる「製炭」を炭化と呼ぶことが多い。

炭化は、燃焼とならんで最も古典的なバイオマスのエネルギー転換技術の一つであるが、設備が安価で運転操作が容易という利点を有し、炭の製造方法としてだけではなく、例えば下水汚泥や都市ごみ、刈草等の低質バイオマスの簡便な減容化手段としても有効で、さらに有機炭素のかなりの割合を炭として安定に固定化することができるので温暖化対策にも貢献できる技術として注目されている。

現在実働している炭化装置（炉）は、従来からの炭窯と称される小型回分式から、大規模連続式まで多種多様であり、運転方式、炉の形式や形状等で分類すると表 3.2-25 になる。

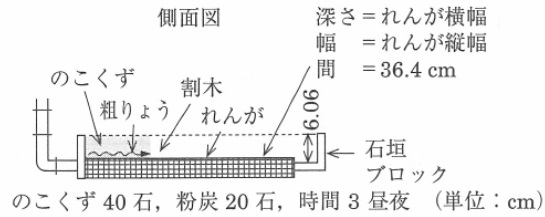
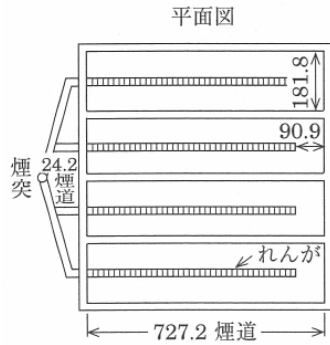
様々なバイオマスに適用が可能であり、炉の形式によって、前処理方法も異なってくる。

公園での設置においては、連続式が産業用（大規模向け）に開発されたことから、回分式が現実的と思われる。

表 3.2-25 炭化炉の概要

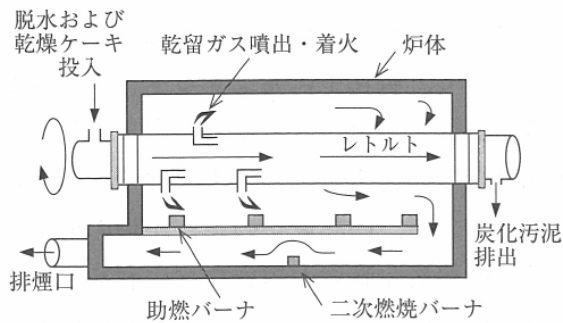
炉の運転方式・形状など			特徴
回分式	開放型	簡易式	最も簡単な炭焼法で、築がまをしない。
		平炉式	国内で開発された伏焼法の進化型（図 3.2-40 参照）。
	密閉型	炭窯式	昔ながらの炭焼がま、鋼板製や移動型もある。
		トロリー式	炭材と製品の移動が容易。炉の熱効率がよく、工場生産に適する。オガライトの炭化等に使用。
		攪拌式	近年普及しつつあるが、熱効率は良くない。主に、外熱式であるが、内熱併用型もある。高水分の炭材に使用。
連続式	回転型	ロータリー式	外熱式が多いが内熱式もあり、内熱式の操作は向流、並流の両方で行われる。熱効率は高い（図 3.2-41 参照）。
		反復揺動式	炉の胴体が一定周期、角度で反復揺動する。基本的にはロータリー内熱式であるが、駆動系が複雑で高価。
	縦型	流動床式	おがくずの内熱炭化で、安定な炭化状態を連続維持できる。炉頂部から噴出した炭はサイクロンで捕集する（図 3.2-42 参照）
		多段攪拌式	木材乾留用の一段攪拌式 SIFIC 炉、ランビオット炉の不均一炭化を改善。比較的高水分の炭材処理が可能（図 3.2-43 参照）
	横型	攪拌式	基本的には内熱式であるが、送風を任意に設定でき、多様な炭材を処理できる。もみ殻の炭化に適用（図 3.2-44 参照）。
		スクリー式	回転部分が少ないので機密性が保持、均一炭化が可能。内熱式と外熱式があり、外熱式では酢液を回収（図 3.2-45 参照）。

出典：バイオマスハンドブック第2版（一般社団法人日本エネルギー学会編，㈱オーム社発行，2009）<sup>19)</sup>p124 をもとに作成



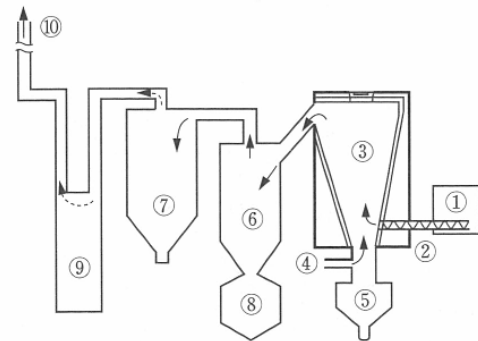
出典：炭(岸本定吉著, 創森社発行, 1998)<sup>21)</sup>, p. 201

図 3.2-40 平炉 (回分式・開放型)



出典：大同特殊鋼パンフレット<sup>22)</sup>

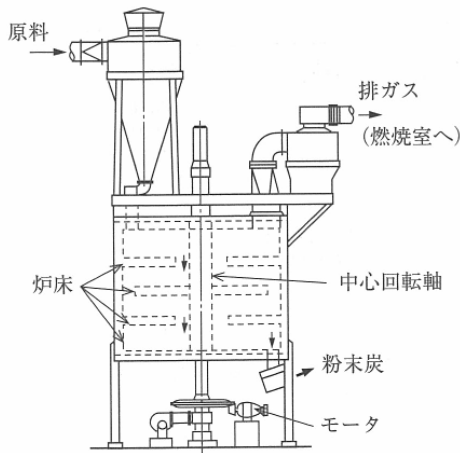
図 3.2-41 下水汚泥炭化用ロータリー炉 (連続式・回転型)



① 原料槽, ② スクリューフィーダ, ③ 流動炭化炉, ④ 流動化ガス取入れ口, ⑤ 異物受け, ⑥ 第一サイクロン, ⑦ 第二サイクロン, ⑧ 製品受け, ⑨ タール分離器, ⑩ 煙突

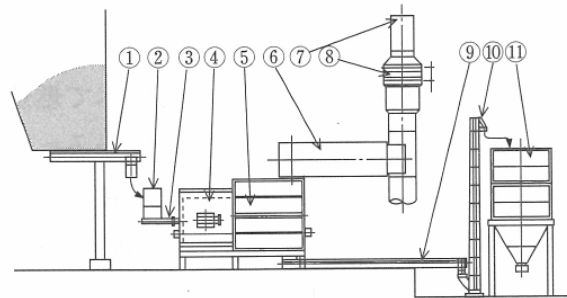
出典：木材工業ハンドブック改訂3版(丸善株)<sup>23)</sup>, p855

図 3.2-42 流動床炉(連続式・縦型)



出典：木材工業ハンドブック改訂3版(丸善株)<sup>23)</sup>, p855

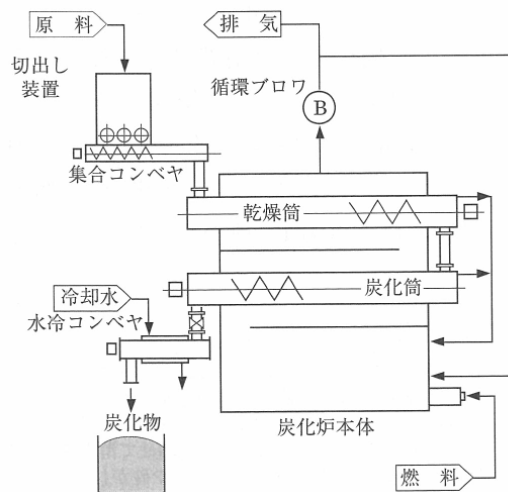
図 3.2-43 多段攪拌炉(連続式・縦型)



① チップ取出しスクリュー ⑦ 乾式集じん装置  
② チップ供給ホッパ ⑧ 煙突  
③ チップ供給スクリュー ⑨ 木炭チップ消火装置  
④ チップ着火室 (1) ⑩ 木炭チップ搬送  
⑤ チップ炭化室 (2) バケットエレベータ  
⑥ ガス冷却装置 ⑪ 木炭チップ貯留槽

出典：関西産業パンフレット<sup>24)</sup>

図 3.2-44 攪拌炉 (連続式・横型)



出典：東海テクノパンフレット<sup>25)</sup>  
 図 3.2-45 スクリュー炉（連続式・横型）

### 1) フロー

対象とする原料は剪定枝、刈草である。概略の製造フローを図 3.2-46 に示す。

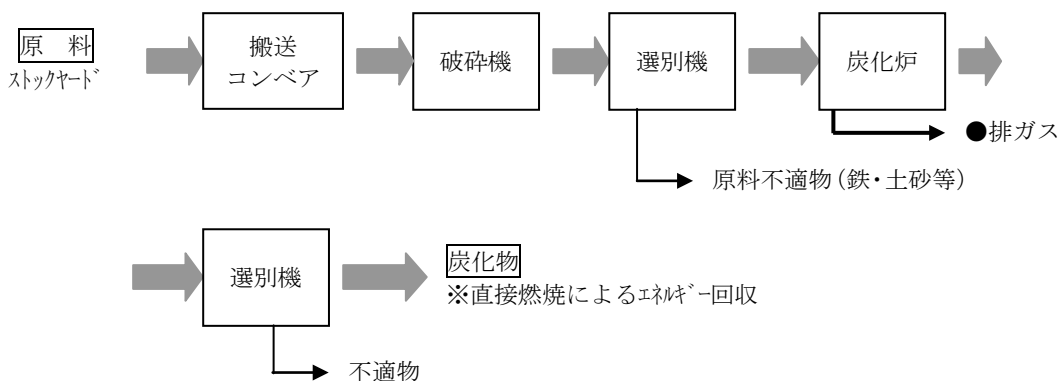


図 3.2-46 炭化の概略フロー

### 2) 概要

木材等のバイオマスを空気（酸素）の供給を遮断または制限して、約 400℃～600℃に加熱し、気体（木材が原料の場合；木ガス）、液体（酢液、タール）、固体（炭）の生成物を得る技術である。炭の製造を主目的とする技術を「製炭」、気体や液体の回収・利用を主目的にする技術を「乾留」といい、両方合わせて炭化と呼ぶが、最終的に炭の生成につながる「製炭」を炭化と呼ぶことが多い。最も古典的なバイオマスのエネルギー転換技術の一つ。実績は多い。

### 3) 特徴

生成物の収率や木ガスの組成、発熱量は、原料の種類や炭化温度によって異なる。

表 3.2-26 炭化の特徴

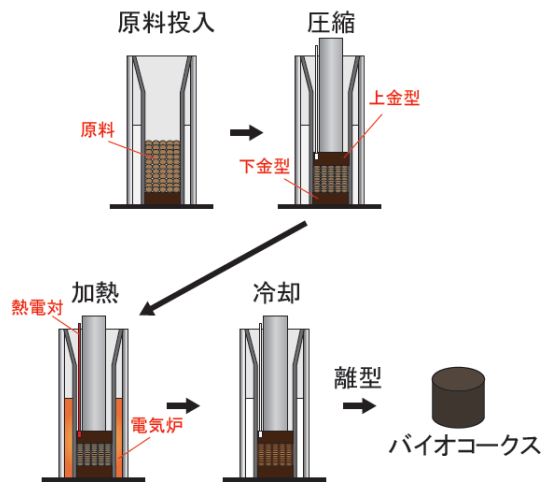
結果		樹種と温度			樹種と温度			
		広葉樹材			針葉樹材			
		300	400	500	300	400	500	
生成物量%	木炭	45.9	33.6	29.8	49.2	35.4	31.5	
	木酢液	24.7	23.8	30.2	24.0	26.7	27.7	
	木タール	16.8	21.1	21.3	14.4	21.4	22.8	
	木ガス	12.1	16.0	18.5	12.1	15.3	18.0	
	損失	0.5	0.5	0.2	0.3	1.2	0.0	
木炭組成 (%)								
C		73.5	83.4	90.5	74.3	84.2	90.4	
H		5.1	3.9	3.2	5.3	4.3	3.4	
木ガス	比重 (空気=1)	1.32	1.24	1.17	1.30	1.24	1.15	
	熱量 (LHV) [MJ/m <sup>3</sup> ]	5.59	9.06	11.37	6.01	9.06	11.93	
	組成 [vol%]	CO <sub>2</sub>	65.4	57.1	50.7	64.3	57.9	49.3
		CO	30.4	30.2	29.9	29.1	29.2	29.7
		CH <sub>4</sub>	1.6	8.4	14.6	3.6	9.3	15.7
		C <sub>n</sub> H <sub>n</sub>	1.5	2.5	2.2	1.0	1.9	2.1
H <sub>2</sub>		1.1	1.8	2.6	2.0	1.7	3.2	

出典：芝本，栗山：木材炭化（朝倉書店）<sup>26)</sup>，p34

## (2) バイオコークス

バイオコークスとは、含水率を調整したバイオマス原料を粉砕し、圧力を加えて固めた固形燃料であり、炭化ではなく固形化転換技術であるため、原材料から製造できる重量収率がほぼ100%である。

バイオコークスの製造工程の概念図を図 3.2-47 に示す。バイオコークスの単位重量あたり発熱量は木質系ペレットとほぼ同等の約 20MJ/kg であり、石炭コークス比で 60%~70%程度である。



(左：イタドリ、右：籾殻)

図 3.2-47 バイオコークスの製造工程の概要

図 3.2-48 バイオコークス

### 1) フロー

対象とする原料は剪定枝、刈草である。概略の製造フローを図 3.2-49 に示す。

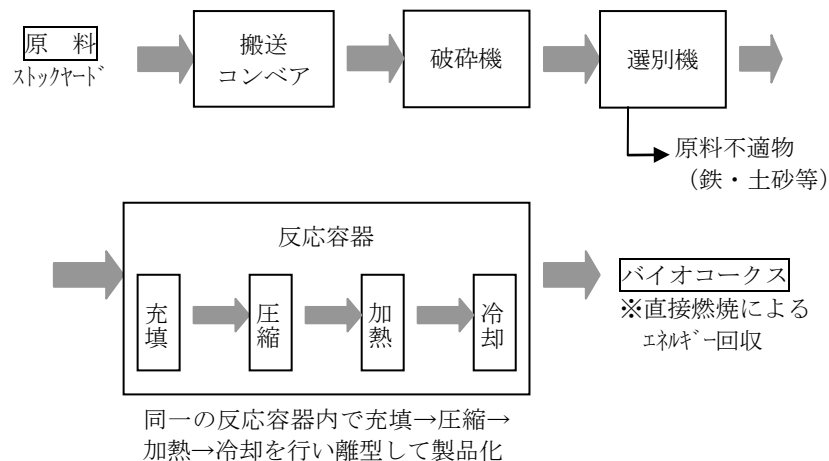


図 3.2-49 バイオコークス製造の概略フロー

## 2) 概要

含水率を調整したバイオマス原料を粉砕し、これを加圧・加熱して固形燃料を製造する技術である。炭化に分類しているが、炭化ではなく固形化転換技術であるため、原材料から製造できる重量収率がほぼ 100%である。原料も木本系・草本系バイオマスをはじめ、樹皮を含む製材工場残材、きのこ菌床、コーヒーかすやジュース搾りかす、食料品製造残さ、汚泥など、様々である。

## 3) 特徴

バイオコークスの長所として、原料を固形化転換するため燃料化による減量がほとんどない、高い硬度と大きい比重を持ち高温で安定した燃焼が期待できる、植物由来であればほとんどのものが原料として利用可能で資源量が拡大するなどが挙げられる。今後の開発課題として、製造能力がやや低く大量生産する場合にはイニシャルコストが嵩むことなどが挙げられる。

平成 24 年度から大阪府高槻市において実用化プラントが稼動。その他実証試験施設は複数ある。

## (3) トレファクション

木材工業 (vol. 67, No.12. 560-565 2012)<sup>27)</sup>によれば、トレファクションとは「低温炭化」「半炭化」と訳される。さらに、「国際エネルギー機関 (IEA) の Technology roadmap<sup>※)</sup> ではトレファクションを「無酸素雰囲気下、200~300℃で行う熱処理」と定義している。この温度領域での熱処理はこれまで主にマテリアル用途として用材やボード用チップに対して行われており、耐朽性、寸法安定性の向上、吸湿性の低下、油、アンモニア等の吸着性の向上等が報告され、熱処理木材等の実用化学品が流通している。トレファクションは燃料用途の熱処理を意味するようになり、ペレット化処理と組み合わせてエネルギー密度、エネルギー収率の向上、石炭との混焼率の向上を目指すところに特徴がある。通常はチップを熱処理後、再粉砕してペレットにする方法が採用されている。」<sup>27)</sup>とされている。

※[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012\\_Bioenergy\\_Roadmap\\_2nd\\_Edition\\_WEB.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Bioenergy_Roadmap_2nd_Edition_WEB.pdf)

### 3.3 エネルギー転換技術

表 3.1-2 で整理したエネルギー利用技術について、特徴、概要、基準、システムフロー、基準等を整理する。

#### 3.3.1 直接燃焼（専焼）

##### (1) ボイラー（暖房利用・冷房利用）

##### 1) フロー

対象とする燃料はチップ、ペレット、薪である。概略フローを図 3.3-1 に示す。

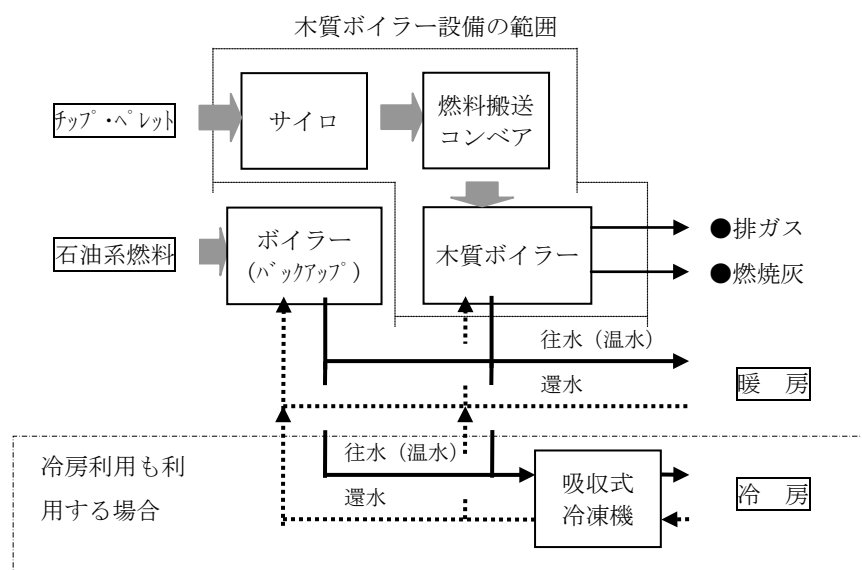


図 3.3-1 直接燃焼の概略フロー

##### 2) 概要

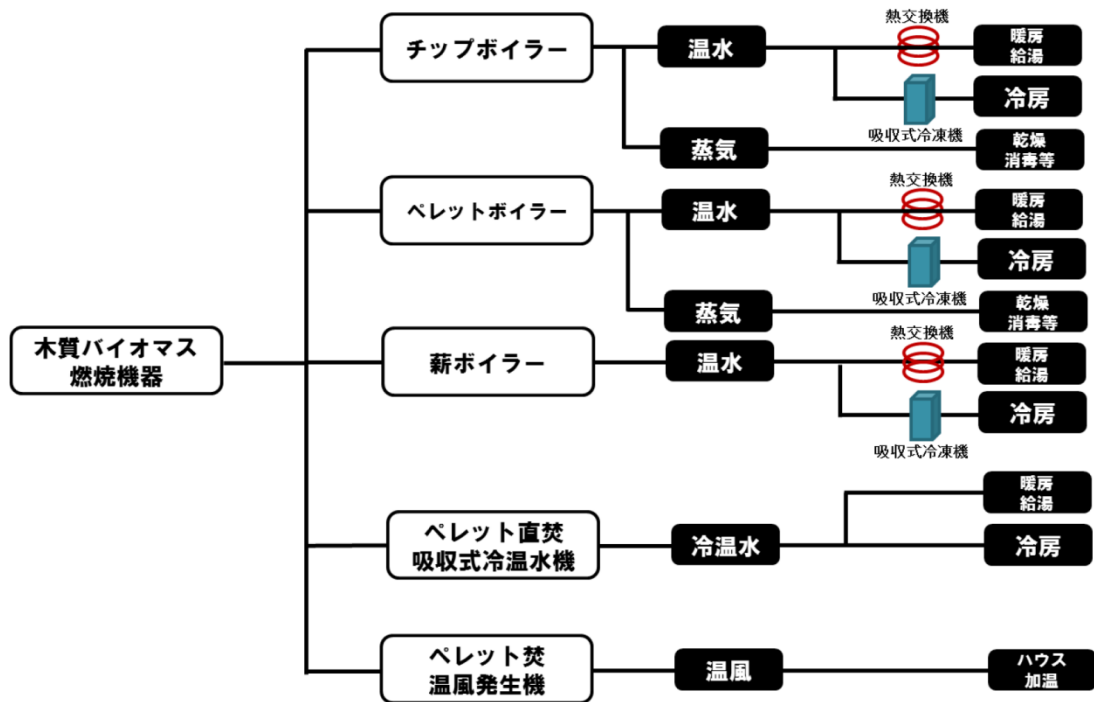
木質バイオマスのエネルギー利用方法として最も普及している熱利用技術である。一般的に、エネルギー転換効率として、発電が 30%程度、熱電併給が 75%であるのに対し、ボイラーによる熱利用は 80%以上と言われている。従来から製材業や木材加工業において、工場で発生する木くずのボイラー利用が行われていたが、近年小型木質ボイラーの開発が進み、チップやペレットを効率的に燃焼できるようになり、化石燃料の暖房機器と十分に張り合えるレベルに達した。

##### 3) 種類

木質バイオマスボイラーを大別すると使用する燃料の性状から、「チップボイラー」「ペレットボイラー」「薪ボイラー」の 3 つに分けられる。また、需要形態に応じて「温熱利用」「冷熱利用」があり、「温熱利用」についてはさらに「温水利用」と「蒸気利用」に区分される。

木質バイオマスボイラーの種類を図 3.3-2 に示す。





出典：木質バイオマスボイラー導入指針（平成 24 年 3 月、(株)森のエネルギー研究所）<sup>28)</sup>

図 3.3-2 木質バイオマスボイラーの種類

#### 4) 特徴

木質ボイラーを安定的に運転するためには、燃料の含水率は重要な要素で、チップボイラー、薪ボイラーともに湿量ベース含水率で 30%程度以下がよいとされる（メーカーヒアリング結果）。また、小型チップボイラーの場合、サイロでのブリッジ現象を防止する観点から、チップは粒径の揃った切削チップが適している。

ボイラーは、冷缶状態からの起動では着火から所定の出力が得られるまで数時間かかり、また完全停止にも数時間かかる。また、負荷変動に対する追従性も緩慢であるため、導入にあたっては下記について検討する必要がある。さらに、停電等の不慮の事故に備え、逆火防止機能についても検討する必要がある。

表 3.3-1 木質バイオマスボイラーの導入時の留意点

ボイラー選定	導入施設の熱負荷特性を踏まえ、負荷変動の影響を受けない出力レベルに設定する。
バックアップ機能	負荷変動に対する追従性が緩慢であるため、基本的にベース負荷対応が望ましい。したがって、ピーク時対応設備を考慮する必要があり、その一例に油焼きボイラーや貯湯槽の設置がある。

木質バイオマスボイラーの種類ごとに、利用可能な用途、本体の特徴及びユーティリティ設備等について表 3.3-2 に示す。

表 3.3-2 木質バイオマスボイラーの特徴

種類	温水	蒸気	温風	冷水	本体特徴	サイロ構造・燃料供給装置
チップ ボイラー	○	○	△	※	<p>乾燥チップのみ対応のボイラーと生チップも対応可能なボイラーで燃焼室の構造が異なる。生チップ対応のボイラーは、移動式ストーカー炉として、燃料を乾燥させながら燃焼させるため、構造が複雑かつ本体サイズが大きくなる。</p> <p>乾燥チップ対応機種はペレットと同様に固定床炉を採用しているものが多い。</p> <p>ボイラー本体の構造は切削チップと破砕チップによる違いはない。</p>	<p>&lt;燃料サイロ&gt; <b>切削チップ・破砕チップ</b> 屋内保管が必須であり地下式、半地下式、地上式と導入施設の地形や、チップの搬送車両に応じて選択する。</p> <p>&lt;燃料供給装置&gt; <b>切削チップ</b> ペレット同様スクリーコンベアを用いることが多い。多段階のスクリーを連結させると詰まる可能性が高くなる。</p> <p><b>破砕チップ</b> 切削チップに比べて詰まることが多いので、ベルトコンベアや油圧プッシャーを用いることが望ましい。</p>
ペレット ボイラー	○	○	○	※	<p>燃料の含水率、形状が一定であるため、燃焼室や燃料供給機構(スクリー)が簡素でコンパクト化されている。ガンタイプバーナー型と下込型の2種類の構造がある。</p>	<p>湿気や水滴から守られる構造になっている必要がある。FRPの飼料用サイロに保管されている例が多く見られるが、サイロ補給時に高所作業が発生し危険が伴う場合がある。</p> <p>燃料供給は、スクリーコンベアが用いられる。</p>
ペレット焚 吸収式冷 温水機	○	—	—	○	<p>基本的な構造は化石燃料の二重効用吸収冷温水機と同様であり、加熱源にペレットバーナーを用いている。温水投入の単効用吸収式冷凍機より効率が低い。</p>	同上
薪 ボイラー	○	—	—	※	<p>燃料タンクと燃焼室が一体になっている。固定床炉であり、薪は人力で投入する。ガス化燃焼を行ない、乾燥前の薪にも対応する機種もある。</p>	<p>バッチ式の投入となるため、薪の保管場所が必要。屋外でも問題はないが雨をしのげる屋根は必要となる。</p>

※温水対応吸収式冷凍機を使用すれば可能(温水入温度の確認を要する)

出典：木質バイオマスボイラー導入指針（平成24年3月、㈱森のエネルギー研究所）<sup>28)</sup>

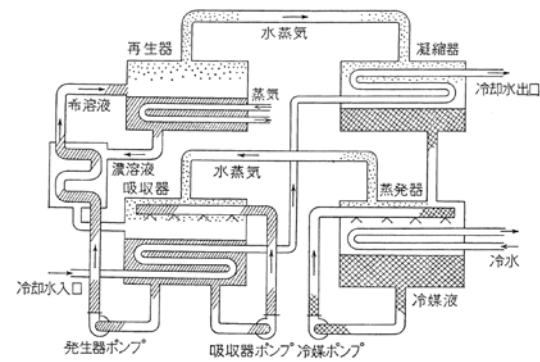
## 5) 冷房利用する場合の留意点

木質ボイラーからの温水で吸収式冷凍機を作動させ冷房を行う技術である。吸収式冷凍機へ供給する温水温度は約 90℃である。この温水供給温度が低下すると冷房能力は大幅に低下する。木質ボイラーは負荷変動に緩慢であるため、負荷追従性の良い油焚きボイラーを設置し、温水供給温度を設計値に維持させる必要がある。また、油焚きボイラーは冷房期の補助熱源という位置づけだけではなく、暖房期の補助熱源としての機能も有する必要がある。

### 【吸収式冷凍機の技術的特長】

【原理】蒸発器、吸収器、再生（発生）器、凝縮器から構成される。循環水には水と臭化リチウム（LiBr）の混合溶液を用いる。蒸発器内で冷水から熱を奪って水が蒸発し水蒸気になる。この水蒸気は吸収器に入り内部で LiBr の溶液に吸収される。水蒸気を吸収した希溶液はポンプにより熱交換器を経て再生（発生）器に入る。この中で蒸気により加熱され、希溶液中の水蒸気は追い出されて濃溶液となり、吸収器に戻る。追い出された水蒸気は低圧の凝縮器で凝縮し、水となって吸収器に戻る。

【特徴】長所として、駆動用の大型モーターが少なく運転時の騒音・振動が少ない、蒸気による搬送のため搬送動力が少ない、制御性が良く、運転費が安価、過負荷になっても事故につながらないなどが挙げられる。短所としては、設備寸法・重量が大きい（冷却塔等の付帯設備が必要）、東京以西では冷凍機のためのボイラー容量が暖房用の約 2 倍必要、冷却水温度が低くなりすぎた場合には結晶事故が発生しやすい、設備が高価であるなどが挙げられる。

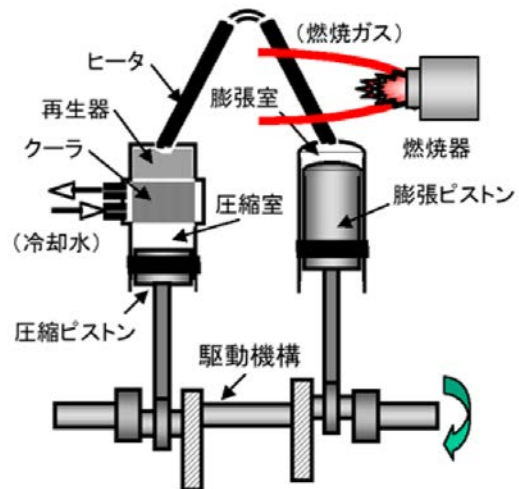


参考図 吸収式冷凍機のしくみ

出典：空気調和ハンドブック改訂 3 版（井上宇市編）<sup>29)</sup>

## 6) 小型発電装置の組み合わせ

大阪の万博記念公園で木質ボイラーとスターリングエンジンを組み合わせた実証事例がある。スターリングエンジンとは、密閉式外燃機関で、作動ガスにヘリウムや水素等の非凝縮性ガスを用い、作動ガスの膨張圧縮によって外部出力を発生する熱機関である。最も基本的なスターリングエンジンは、シリンダとピストンで囲まれた膨張室と圧縮室、加熱器、再生器、放熱器、ピストンを駆動させる駆動機構から構成される。



(独) 産業技術総合研究所 提供<sup>30)</sup>

図 3.3-3 基本構造

### 3.3.2 ガス化（発電・熱利用）

#### (1) フロー

対象とする原料は剪定枝、刈草である。概略の製造フローを図 3.3-4 に示す。

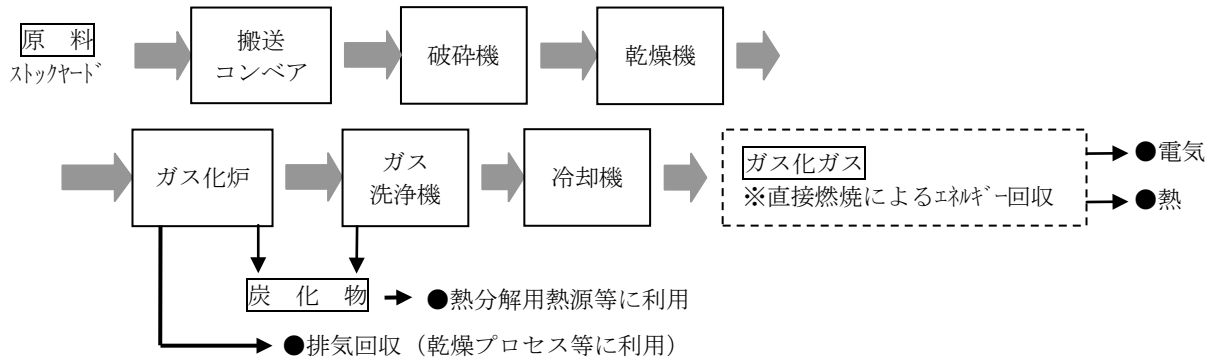


図 3.3-4 ガス化の概略フロー

#### (2) 概要

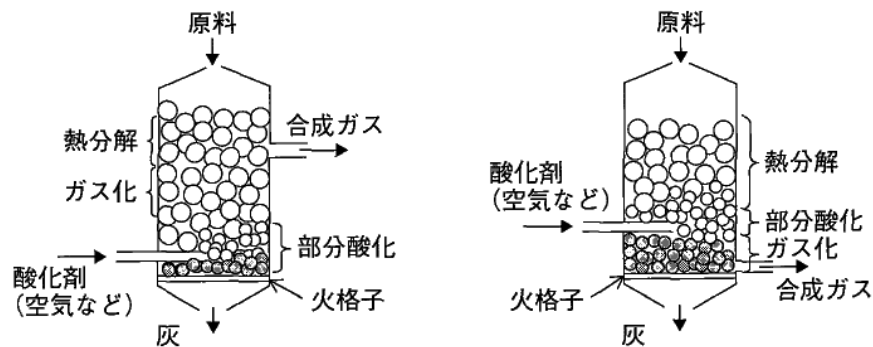
炭素を含む有機化合物を無酸素状態、あるいは完全燃焼する状態よりも酸素供給量を減らした状態で加熱し、熱分解と化学反応によって可燃性ガスを製造する技術である。ガス化形式は 200 種類以上あり、ガス化温度、ガス剤の種類、加熱方式、炉の形式の組み合わせによって決まる。現在、わが国では主に小規模分散型発電技術として、また輸送用液体燃料製造技術としての用途を目的に開発が進められている。

#### (3) 種類

小規模向きとして「固定床式」「外熱式ロータリーキルン式」、中規模向きとして「流動床式」、大規模向きとして「噴流床式」があり、それぞれの概要を以下に示す。

##### 1) 固定床式

直接ガス化に分類される。ガス化炉に投入された原料がガス化炉内を時間をかけながら移動する間に熱分解反応が起こるもので、原料の滞留時間は数十分から数時間である。原料の移動は自重で行う場合と、機械的に行う場合があるが、ガス化炉の上部に原料を供給し、上から下へ移動させる場合が多い。一方、熱分解で発生したガスは固体の隙間を流れて最終的に合成ガスとしてガス化炉の外に出る。固定床式はガスの流れる方向によって、アップドラフト方式(上向流方式)、ダウンドラフト方式(下向流方式)と呼ぶ。



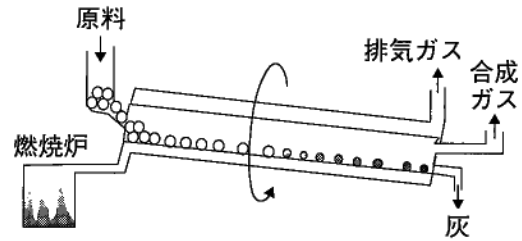
出典：バイオマス技術ハンドブック

(財団法人新エネルギー財団編/社団法人日本エネルギー学会編集協力, (株)オーム社発行, 2008) <sup>31)</sup>p145

図 3.3-5 固定床式の概略構造

## 2) 外熱式ロータリーキルン式

間接ガス化に分類される。ガス化炉は別に設置する熱源設備で熱風を発生させ、これをガス化炉に供給してガス化炉内の温度を上昇させてガス化を行う方式である。発熱量の高い合成ガスが得られることが最大のメリットである。



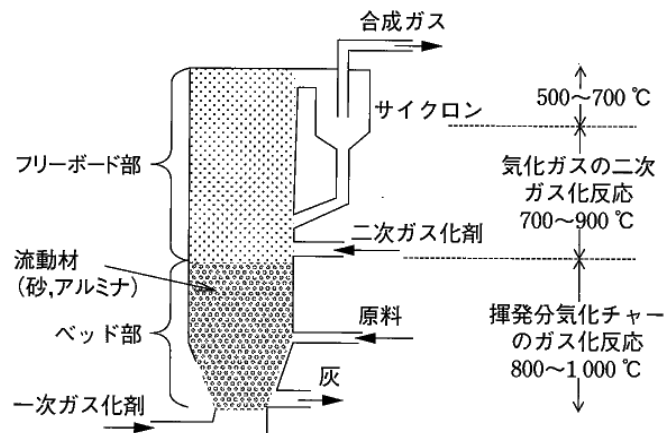
出典：バイオマス技術ハンドブック（㈱オーム社発行，2008）<sup>31)</sup>，p147

図 3.3-6 外熱式ロータリーキルン式の概略構造

## 3) 流動床式

直接ガス化に分類される。破碎したバイオマスを空気や水蒸気等の一次ガス化剤で浮遊させて流動材の中で加熱して分解、ガス化する。流動材は砂やアルミが使用される。浮遊した流動材は熱を効率的に伝え、均一な反応温度の中で効率よくガス化できる。

流動材が流動するガス化炉の下部をベッド部、その上の空間をフリーボードと呼ぶ。原料はベッド部に供給され流動材と接触することでガス化する。フリーボード部のガスをサイクロンを通すことで、ガスから灰分、流動材、未燃分炭素等の固体を取り除き、合成ガスを取り出す。

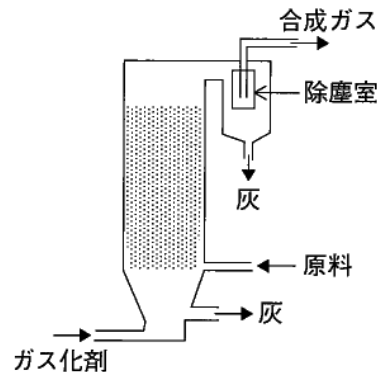


出典：バイオマス技術ハンドブック（㈱オーム社発行，2008）<sup>31)</sup>，p146

図 3.3-7 流動床式の概略構造

## 4) 噴流床式

直接ガス化に分類される。バイオマスを細かく破碎し、空気や水蒸気の流れに乗せて加熱し、ガス化させる方式である。ガス化剤の気流で原料を攪拌・ガス化するので、原料を1mm以下に破碎する必要があるものの、原料をガス化炉に投入して約1秒後にガス化する。ガス化の構造は流動床に似ているが、この方式では流動材を使用しない。



出典：バイオマス技術ハンドブック（㈱オーム社発行，2008）<sup>31)</sup>，p147

図 3.3-8 噴流床式の概略構造

#### (4) 特徴

それぞれの方式ごとの特徴を表 3.3-3 にまとめる。

表 3.3-3 ガス化方式ごとの特徴

形式	燃料滞留時間	生成ガス熱量	生成ガスチオール [g/m <sup>3</sup> -N]	副生物	運転制御	適性規模発電 [kW]
固定床						
アップドラフト方式	長	低	10 ~30	多	簡単	<2,000
ダウンドラフト方式	長	低	0.5 ~3	多	簡単	<500
流動床	中	中	数	中	中	200~2,000
噴流式	短	中	<0.1	少	複雑	2,000<
外熱式キルン	長	高	数	中	簡単	<500

出典：バイオマス技術ハンドブック（㈱オーム社発行,2008）<sup>31)</sup>,p144

#### (5) 留意点

有識者及びメーカーヒアリングで得られた、管理運営面での主な留意点を以下に挙げる。

- ・ タールの発生量を減少させるため、投入原料の含水率は低いことが望ましく、投入する原料は湿量ベース含水率で30%以下程度を目標とする。
- ・ 植物廃材のうち、刈草は灰分が高くクリンカ発生の原因となるため、原料に適さない。ただし、外熱式ロータリーキルン式では処理した実績もあり、導入時に原料としての適正性について踏み込んだ検討が必要である。
- ・ 運転管理の面では、小規模プラントでも作業が煩雑で、専門運転員の配置が必要である。
- ・ プラントの立ち上げ、立ち下げにかなりの時間を要し、また炉が低温状態ではタールが発生するなどの課題があり、基本的には24時間連続運転が原則となっている。

### 3.3.3 事例紹介：都市公園へのガス化発電導入に関する実証実験

(国営公園再生可能エネルギー活用実証事業)

#### (1) 実験の概要

国土技術政策総合研究所では、平成24年度に、国営昭和記念公園（東京都立川市・昭島市）と国営みちのく杜の湖畔公園（宮城県川崎町）の2か所の国営公園をフィールドとして、小規模ガス化発電技術に関する実証実験を行った。

実証実験の対象技術については、国土交通省都市局において民間企業等からの提案を公募し、「国営公園再生可能エネルギー活用事業評価委員会」で選定された（図3.3-9参照）。2つの実証実験は、国土技術政策総合研究所から提案者である民間企業等への委託研究として実施し、それぞれの公園における小規模ガス化発電の導入可能性を評価した。結果の概要は図3.3-10に示すとおりであり、詳細については後述する。

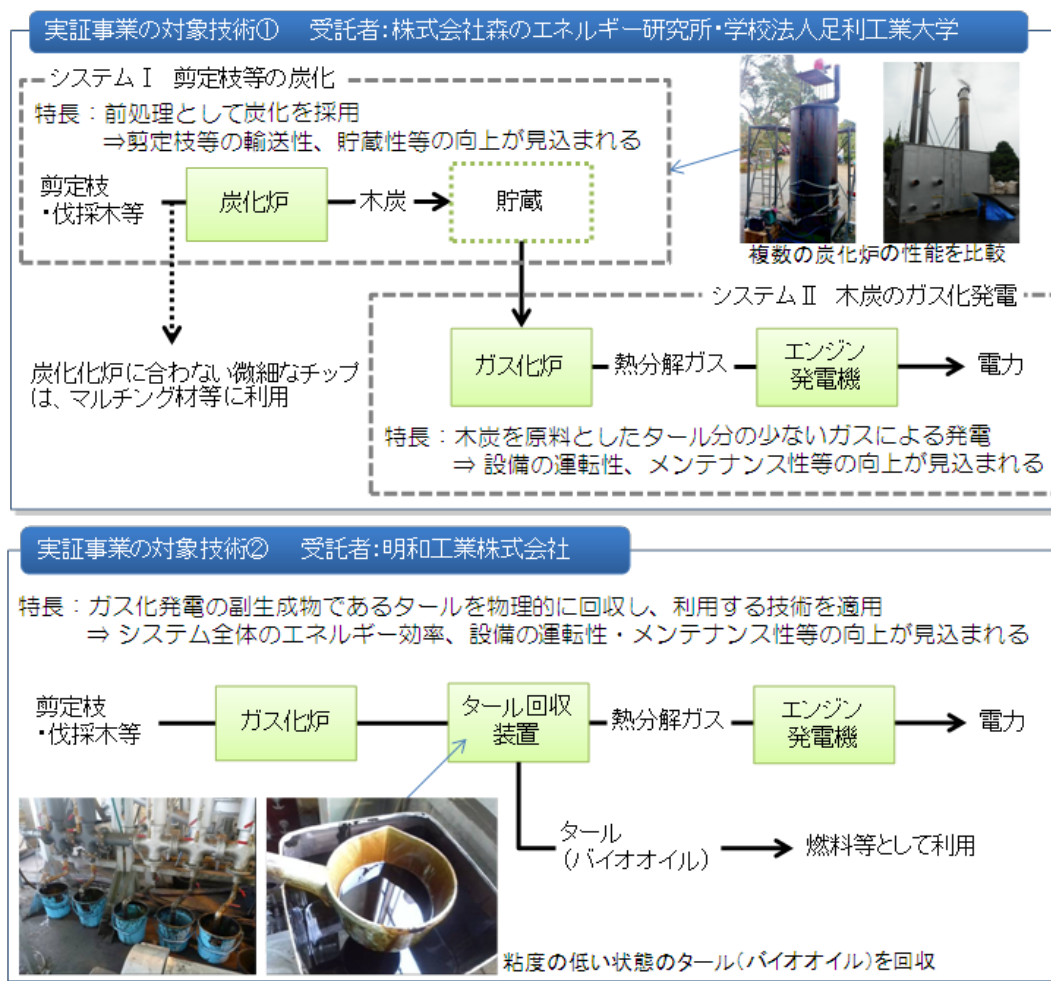
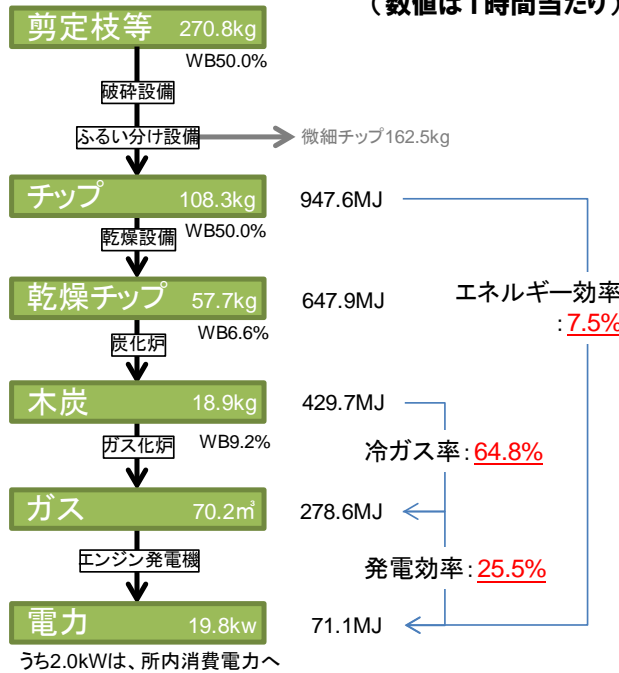


図 3.3-9 実証実験の対象とした技術の概要

実証実験の主な結果① 受託者:株式会社森のエネルギー研究所・学校法人足利工業大学

■実験結果に基づいた炭化-ガス化発電システムのフロー (数値は1時間当たり)



■二酸化炭素排出量の削減効果(試算)

CO<sub>2</sub>削減量 = 購入電力の削減分 8.2kg-CO<sub>2</sub>/h

➡ **年間11t-CO<sub>2</sub>※の削減が可能**

※国営昭和記念公園における剪定枝・伐採木等の年間発生量(176t-dryと推定)を全て炭化-ガス化発電システムで処理した場合。

■炭化によるタール削減等の効果

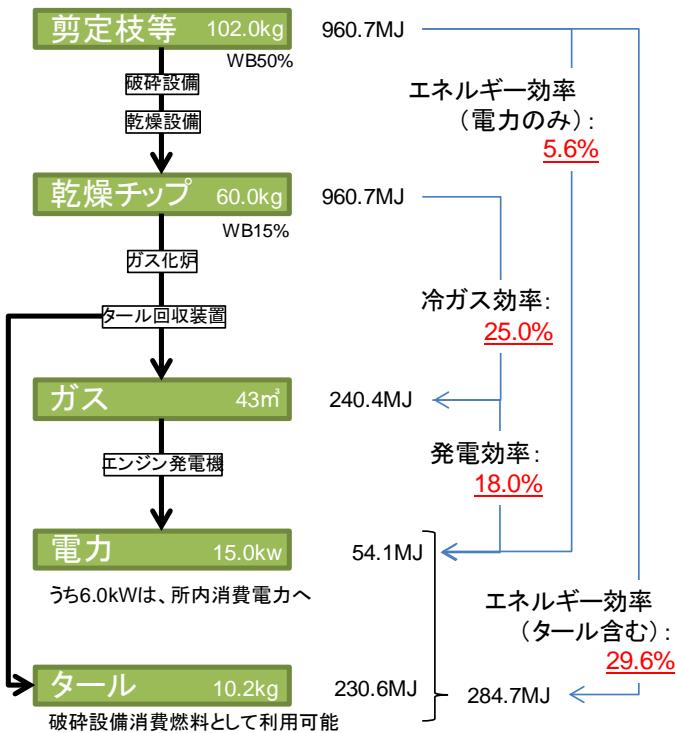
ガス化炉形式(原料)	タール量(mg/Nm <sup>3</sup> )
アップドラフト(生木)※	30,000-150,000
アップドラフト(炭)	352-804
ダウンドラフト(生木)※	15-500

※生木データは『Energy from biomass (World Bank technical paper no.422)』より引用。

➡ **実験用のアップドラフト炉でも、通常のダウンドラフト炉並みのタール濃度への低減を確認**

実証実験の主な結果② 受託者:明和工業株式会社

■実験結果に基づいたガス化発電システムのフロー (数値は1時間当たり)



■二酸化炭素排出量の削減効果(試算)

購入電力の削減分 4.9kg-CO<sub>2</sub>/h  
タール燃料代替分 16.0kg-CO<sub>2</sub>/h  
CO<sub>2</sub>削減量 20.9kg-CO<sub>2</sub>/h

➡ **年間3.7t-CO<sub>2</sub>※の削減が可能**

※国営みちのく社の湖畔公園における剪定枝・伐採木等の年間発生量(9.1t-dryと推定)を全てガス化発電システムで処理した場合。

■回収したタール(バイオオイル)の有用性



タール温度を70°Cに保つと、良好に燃焼した  
タールによるノズル等の閉塞は見られなかった

➡ **回収したタール(バイオオイル)は燃料として利用可能であることを確認**

図 3.3-10 実証実験の主な結果



(2) 国営昭和記念公園をフィールドとして行った実証実験

1) 実験方法

実験は、図 3.3-11 に示す機器を用いて行った。

 <p><b>破砕機</b> デュラテック社製 3010T</p>	 <p><b>トラックスケール</b> 宝計機製作所製 RM-10T</p>	 <p><b>赤外線水分計</b> ケット科学研究所製 FD-600</p>
 <p><b>燃研式自動ボンベ熱量計</b> 島津製作所製 CA-4AJ</p>	 <p><b>炭化炉</b> 内熱式</p>	 <p><b>ガス化炉</b> 固定床アップドラフト方式</p>
 <p><b>ガス発電機</b> 自動車用ガソリンエンジンと誘導電動機を直結</p>	 <p><b>電力測定機</b> 日置電機製クランプオンパワーハイテスタ 3169</p>	

図 3.3-11 実験に用いた主要機器一覧

## 2) 実験結果

### ■木質バイオマス発生量

国営昭和記念公園における木質バイオマス発生量（表 3.3-4）とサンプリング調査で求めた乾燥重量（表 3.3-5）により、国営昭和記念公園における年間の木質バイオマス発生量は、204.4dry-t/yr と推定された。なお、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO）による公園剪定枝賦存量の原単位 1.15dry-t/ha・yr<sup>32)</sup>をもとに国営昭和記念公園の剪定枝発生量を推定すると 190.0dry-t/yr となり、既往の知見ともほぼ整合するものであった。また、サンプリングした木質バイオマスの低位発熱量は、含水率 50%で 15.3MJ/dry-kg であった。

また、公園周辺で発生が見込まれる木質バイオマスについては、表 3.3-6 のとおり推定された。これらをすべて国営昭和記念公園における発電に利用できるかは不明であるが、把握可能な最大の賦存量として活用を想定することとした。

表 3.3-4 国営昭和記念公園における木質バイオマス発生量

	H15	H20	H21	H22	H20～H22平均
剪定枝等(m <sup>3</sup> /yr)	1,130	1,500	1,000	815	1,105
開園面積(ha)	148.7	162.5	162.5	165.3	163

※H15については秋山<sup>33)</sup>を、H20～H22については国土交通省の公表資料<sup>34)</sup>を引用。

表 3.3-5 木質バイオマスの乾燥重量

	重量 (t)	体積 (m <sup>3</sup> )	かさ比重 (t/m <sup>3</sup> )	含水率 (%)	乾燥重量 (dry-t/m <sup>3</sup> )
試料A	13.360	42.386	0.315	44.9	0.174
試料B	11.145	36.461	0.306	43.7	0.172
試料C	14.695	42.386	0.347	40.6	0.206
加重平均			0.324	42.9	0.185

表 3.3-6 木質バイオマス発生量推定値 (dry-t/yr)

	国交省	東京都	立川市	昭島市	合計
公園	204.4	3.0	215.0	32.4	454.8
道路	7.5	3.9	22.6	26.0	60.0
家庭	-	-	370.3	-	370.3
合計	211.9	6.9	607.9	58.4	885.1

※国交省が管理する道路、東京都が管理する公園及び道路については、NEDOによる原単位<sup>32)</sup>をもとに推計した。立川市及び昭島市が管理する公園及び道路については各市役所の担当部局への聞き取りによって得られた年間発生量をもとに、含水率 50%と仮定して推計した。また立川市においては家庭等から排出される剪定枝等を可燃ごみとは別に回収しており、担当部局への聞き取りによって得られた年間発生量をもとに含水率 50%と仮定して推計した。



図 3.3-12 国営昭和記念公園の木質バイオマス



図 3.3-13 木質バイオマス処理（運搬）作業

### ■木質バイオマスのチップ化

チップの粒度分布は表 3.3-7 のとおりであり、全体の6割程度が4.75mmのふるいを通過する微細なものであった。この粒度特性は、後にガス化での作業上の問題の原因となっており、木質バイオマスをガス化に適した粒度に破碎する技術がガス化発電の課題の一つであることが改めて示された。

表 3.3-7 チップの粒度分布

ふるいの目開き (mm)	通過重量百分率 (%)
26.50	100.00
19.00	98.79
9.50	82.57
4.75	60.64
2.00	37.94



図 3.3-14 チップ化後の剪定枝

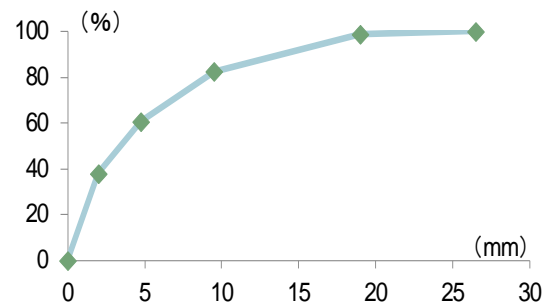


図 3.3-15 チップの粒度分布

### ■チップの炭化

炭化は計 14 回行い、炭化の程度を示す歩留まり（木炭重量/投入チップ重量）の平均値は 0.317、木炭の含水率の平均値は 9.21%であった。炭化歩留まりと製造した木炭の組成（水分を除く）の関係は図 3.3-17 のとおりであり、歩留まりを下げれば揮発分の割合が小さくなり、逆に灰分の割合は大きくなること、また固定炭素の割合は歩留まり 0.3 近辺の時に最大になることが示唆された。



図 3.3-16 炭化後の剪定枝

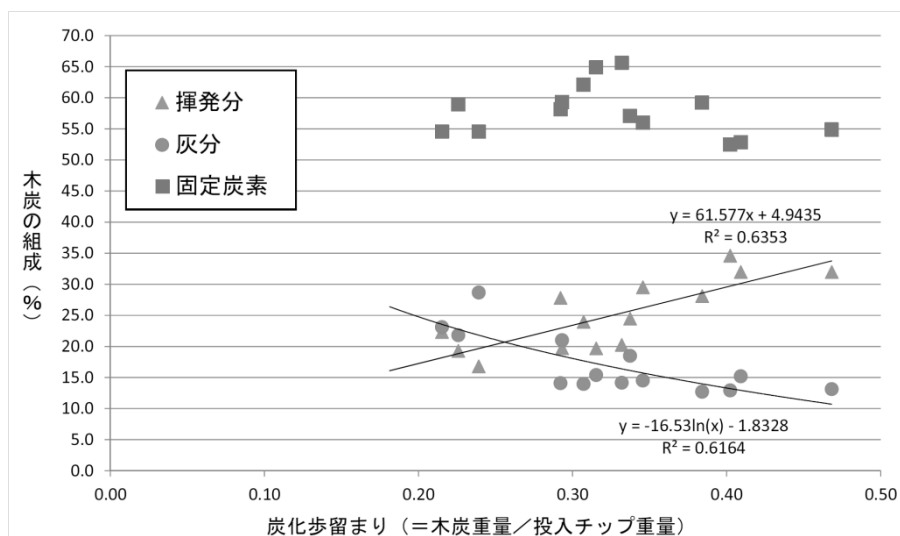


図 3.3-17 炭化の程度と木炭の組成の関係

### ■木炭によるガス化発電

剪定枝等を原料とした木炭をすべて用いてガス化発電を行ったところ、ガス化炉内に詰まりが発生してしまったため、目開き 5mm のふるいに留まる木炭に限定して利用した。ガス化発電に用いた木炭については、当初供給量から炉内残量と排気口前に設置したサイクロンでの捕集量を減じて実際に消費した量を測定した。結果は表 3.3-8 に示すとおりであった。

ガス化発電のメリットは、土地利用が稠密な都市に適した小型のシステムでも高効率が見込まれることであり、今回の実験結果でも吉川<sup>35)</sup>が想定している約 20% と同等の効率で発電を行うことができた。また、ガス化発電の実用化に向けた課題となっているタールについては、一般にガス化炉(今回使用した形式と同じアップドラフト炉)で生成したガス中のタール濃度が 30~150g/Nm<sup>3</sup>とされている<sup>36)</sup>のに対し、本研究では 780mg/Nm<sup>3</sup>と抑えることができしており、タールによる配管閉塞や機器トラブルの頻度が抑制されることで作業上の効率性向上が見込まれる結果となった。

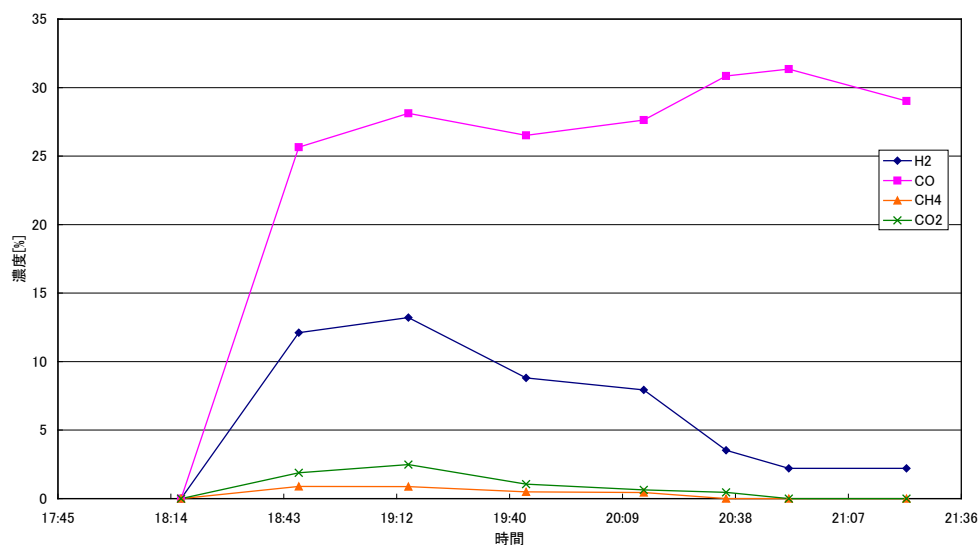


図 3.3-18 ガス化の結果 (2013 年 1 月 9 日の例)

表 3.3-8 ガス化発電実験の結果

日付		2013/1/9	2013/1/22
稼働時間	(min)	244	196
炭消費量	(dry-kg)	33.78	29.60
時間当たり炭消費量	(dry-kg/h)	8.31	9.06
供給炭低位発熱量	(MJ/dry-kg)	25.04	25.05
消費熱量	(MJ)	845.85	741.54
生成ガス熱量	(MJ)	548.44	442.72
冷ガス効率(炭～ガス)	(%)	64.84	59.70
発電出力	(MJ)	140.04	121.68
発電効率(ガス～電力)	(%)	25.53	27.48
発電効率(炭～電力)	(%)	16.56	16.41
タール濃度	(mg/Nm <sup>3</sup> )	—	780.00

### 3) 導入効果の試算

#### ■物質フロー及びエネルギーフローの整理

稼働時間の長い2013年1月9日のガス化発電実験結果を用いて、これまでの測定で得られた含水率、発熱量から、木質バイオマスを原料としたガス化発電における物質フロー及びエネルギーフローを整理した(図 3.3-19)。実験用設備より1回り大きい規模(木炭消費量8.31dry-kg/h→17.16dry-kg/h)を想定すると、ガス化炉及び発電機を1時間稼働させることで135.3dry-kgの木質バイオマスの処理を行い19.8kWhの発電を行うことが可能である。規模については、1日当たり6時間稼働と仮定し園内で発生する木質バイオマス(204.4dry-t/yr)を処理するために年間250日間、土日祝日を除きほぼ毎日稼働する体制を想定し設定したものである。

実際には、剪定枝等を雨の当たらない屋根の下などに保管しておき、比較的規模の大きい破砕機及び炭化炉を定期的に稼働し木炭を貯蔵しつつ、必要に応じてガス化発電を行う作業体制が想定され、剪定枝等の乾燥の程度によっては効率性の向上も見込まれる。

フロー	含水率 (%)	重量		発熱量	
		(wet-kg)	(dry-kg)	(MJ/dry-kg)	(MJ)
剪定枝等	50.0	270.7	135.3	15.30	2,070.5
↓ 破砕機 <sup>※1</sup>					
チップ	50.0	108.3	54.1	15.30	828.2
↓ 炭化炉					
木炭	9.21	18.90	17.16	25.04	429.7
↓ ガス化炉 <sup>※2</sup>					
熱分解ガス					278.4
↓ ガス発電機 <sup>※2</sup>					
電力					71.0 (19.8kWh)

※1 破砕後5mm未満のチップを振り分け40%に減量すると想定した。(表 3.3-7)

※2 木炭の発熱量、冷ガス効率、発電効率は、2013/1/9の結果を採用した。(表 3.3-8)

図 3.3-19 ガス化発電における物質フロー及びエネルギーフロー  
(ガス化炉・ガス発電機の稼働時間1時間当たり)

■木質バイオマス発生量に対応した導入効果の検討

表 3.3-6 の木質バイオマス発生量と図 3.3-19 のエネルギー収支を元に年間発電量を想定し、経営収支（コスト）の観点から電力料金及び処理費用の削減効果、温室効果ガス削減の観点からCO2 排出量削減効果を試算した（表 3.3-9）。なお、設備稼働電力として2.0kW を見込み、供給可能電力の原単位は17.8kW とした。

ケース1 は国営昭和記念公園の園内で発生する木質バイオマスをすべて利用した場合、ケース2 は周辺の公園や道路、立川市が回収している家庭等からの剪定枝を含めて利用した場合とした。

表 3.3-9 発電量・効果の試算

	原単位(/h)	試算値 (/yr)	
		ケース1 園内発生量を 全て利用	ケース2 周辺発生量を 含めて利用
剪定枝等の処理量 <sup>※1</sup>	(dry-t)	0.135	204.4
	(wet-t)	0.271	358.0
供給可能電力	(kwh)	17.8	26,951
電力料金削減効果 <sup>※2</sup>	(円)	282	426,627
処理費用削減効果 <sup>※3</sup>	(円)	5,400	3,270,400
CO2排出量削減効果 <sup>※4</sup>	(kg-CO2)	8,241	12,478.1
	(円)	24	36,062

※1 図 3.3-19 の剪定枝等の1時間当たり処理量を原単位とし、国営昭和記念公園において発生する木質バイオマスについては含水率42.9%、周辺から発生する木質バイオマスについては含水率50.0%として試算した。

※2 東京電力HP<sup>37)</sup>の業務用電力(契約電力500kw以上)電気料金より、夏季16.65円/kWh及びその他季15.55円/kWhを月数で按分し、15.83円/kWhとした。

※3 環境省資料<sup>38)</sup>より市町村における剪定枝・伐採木の処理費用の大半が10円/wet-kg~30円/wet-kgであることから原単位を20円/wet-kgとし、各ケースの試算にあたっては木質バイオマス処理量の40%分の処理費用が削減されるものとした。

※4 温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度HP<sup>39)</sup>より東京電力の原単位(0.463kg-CO<sub>2</sub>/kWh)を引用した。貨幣価値換算は、国土交通省<sup>40)</sup>より2,890円/t-CO<sub>2</sub>を引用した。

(3) 国営みちのく杜の湖畔公園をフィールドとして行った実証実験

1) 実験方法

実験は、図 3.3-20 に示す主要機器を用いて行った。全体のフローは図 3.3-21 のとおり。



図 3.3-20 実験に用いた主要機器一覧

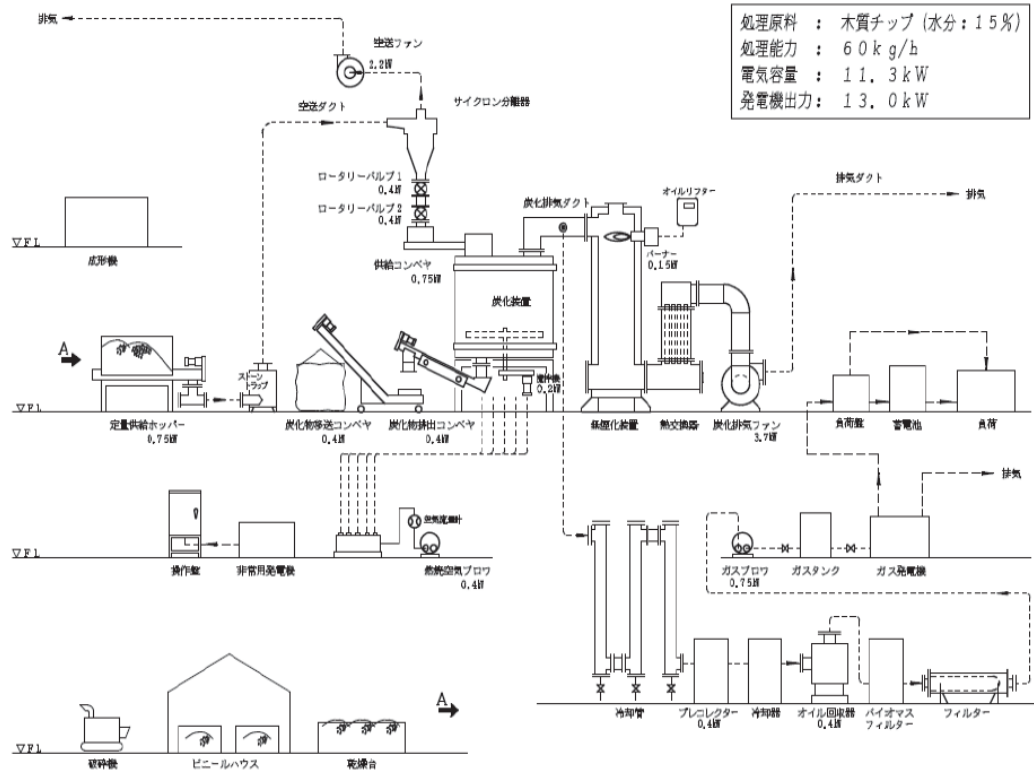


図 3.3-21 実験設備の全体フロー図

## 2) 実験結果

### ■木質バイオマス発生量

国営みちのく杜の湖畔公園における木質バイオマス発生量(表 3.3-10)とサンプリング調査(表 3.3-11、表 3.3-12)で求めた乾燥重量(表 3.3-13)により、木質バイオマス発生量は、9.1dry-t/yrと推定された。

また、公園周辺で発生が見込まれる木質バイオマスとしては、隣接する釜房ダムで回収される流木があり、その量は、洪水の状況などにより年間変動が大きいものの、直近3年間の平均として25.4 dry-t/yrと推定された。なお発生量の調査にあたっては、現在堆肥化されている落ち葉や刈り草についてもあわせて把握した。

表 3.3-10 木質バイオマス発生量 (単位：m<sup>3</sup>)

場所	国営みちのく杜の湖畔公園		釜房ダム	
	剪定枝、伐採木発生量	芝、草、除草等	流木	
平成 20 年度	167	—	2,810	—
平成 21 年度	136	(35)	2,594	44 (34)
平成 22 年度	174	(45)	2,107	496 (243)
平成 23 年度	—	(63)	—	144 (54)
平均	159	(48)	2,504	228 (110)

注：括弧内の数値は、国営みちのく杜の湖畔公園については、チップ化後、釜房ダムについては処分量

表 3.3-11 木質バイオマスのかさ比重

No	1	2	3	4	5	6
採取場所	国営みちのく杜の湖畔公園					釜房ダム
試料名	落ち葉	刈草(新)	刈草(古)	刈草(発酵)	剪定枝(破碎後)	流木(破碎後)
かさ比重 (t/m <sup>3</sup> )	0.084	0.037	0.021	0.350	0.225	0.150

表 3.3-12 木質バイオマスの含水率

No	1	2	3	4	5	6	7
採取場所	国営みちのく杜の湖畔公園					釜房ダム	—
試料名	落ち葉	刈草(新)	刈草(古)	刈草(発酵)	剪定枝(破碎後)	流木(破碎後)	木材
水分 (%)	35.0	74.0	57.4	64.1	15.4	25.1	5~50

表 3.3-13 木質バイオマスの年間発生量

場所	国営みちのく杜の湖畔公園		釜房ダム	
	剪定枝、伐採木発生量	芝、草、除草等	流木	
平均発生量	159 m <sup>3</sup>	(48 m <sup>3</sup> )	2,504 m <sup>3</sup>	228 m <sup>3</sup> (110 m <sup>3</sup> )
(かさ比重例)	—	0.225	0.037	— 0.15
(水分率例)	—	15.4%	74%	— 25.1%
乾物重量	—	9.1t	24.1t	— 25.6t

注：括弧内の数値は、国営みちのく杜の湖畔公園については、チップ化後、釜房ダムについては処分量



### ■木質バイオマスのチップ化

みちのく杜の湖畔公園で発生する木質バイオマスが少量であったため、実験設備でのガス化発電実験にあたっては、実験施設周辺で収集された木質バイオマスを試料として用いた。国営みちのく杜の湖畔公園で活用が想定されるバイオマスは大半が流木であり、枝葉の少ない幹部分が主体であると考えられたことから、試料も幹部分を用いた。(図 3.3-22)



図 3.3-22 ガス化発電実験に使用した原料  
上段：スギ 下段：ニセアカシア  
(ともに左が破碎前、右が破碎後)

■木質バイオマスによるガス化発電

チップ化した原料を用いて、樹種別にガス化発電実験を行った。結果として、樹種による大きな違いはなく、ガスからの発電効率は約 18%となった。また、本技術の特徴である燃料として利用可能なオイルの回収量は、原料に対するエネルギー収率は 22~24%となった。

表 3.3-14 ガス化発電実験結果

	スギ(針葉樹)	ニセアカシア(広葉樹)
ガス	46 m <sup>3</sup> /h	45 m <sup>3</sup> /h
発熱量	274MJ/h	258MJ/h
発電量	13.7kW	13.2kW
(発熱量換算)	(49MJ/h)	(48MJ/h)
発電効率	18.0%	18.4%
(対原料エネルギー収率)	4.6%	4.2%

表 3.3-15 オイルの回収量

	スギ(針葉樹)	ニセアカシア(広葉樹)
オイル	12.4 kg/h	12.0 kg/h
(対原料重量収率)	20.7%	19.9%
発熱量	261MJ/h	251MJ/h
(対原料エネルギー収率)	24.2%	22.4%

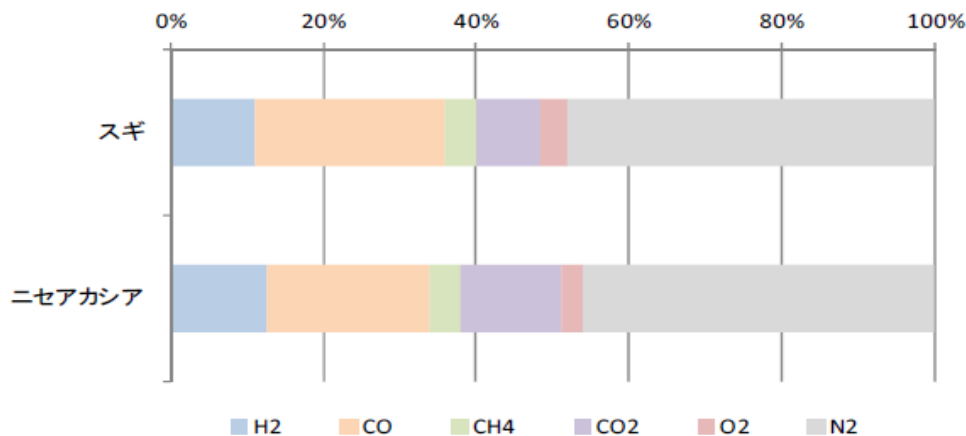


図 3.3-23 熱分解ガスの組成

3) 導入効果の試算

■物質フロー及びエネルギーフローの整理

ガス化発電実験結果を用いて、これまでの測定で得られた含水率、発熱量から、木質バイオマスを原料としたガス化発電における物質フロー及びエネルギーフローを整理した(図 3.3-24)。ガス化炉及び発電機を1時間稼働させることで51.0dry-kgの木質バイオマスの処理を行い15.0kWhの発電を行うことが可能である。これをもとに、システムを1時間稼働した際の、CO<sub>2</sub>削減効果を表 3.3-16に整理した。

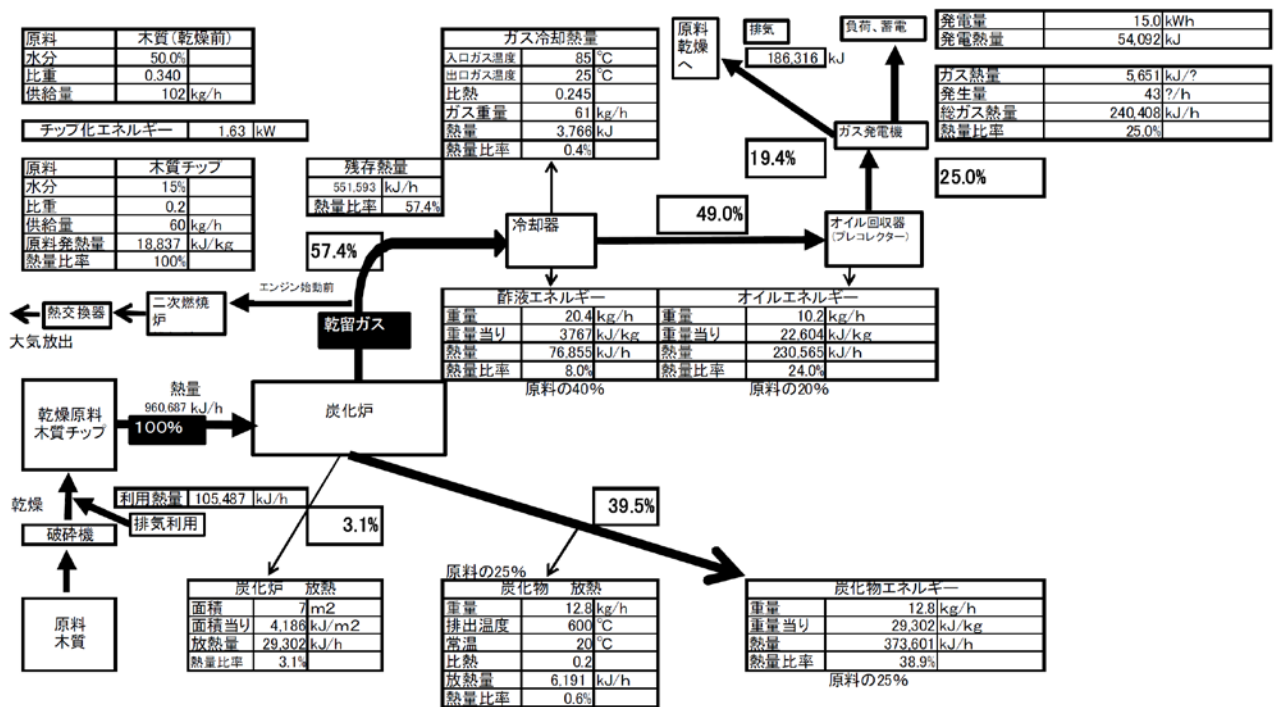


図 3.3-24 実験結果に基づくガス化発電の物質フロー及びエネルギーフロー

表 3.3-16 CO<sub>2</sub>排出量削減効果の試算

項目		重量	エネルギー	備考	
入力	原料	原料	60.0 kg-wet/h	961 MJ/h	ガス化炉投入ベース
	投入エネルギー	電力		22 MJ/h	所内動力数・負荷率より
		補助燃料		0 MJ/h	想定せず(立上のみ)
		合計		22 MJ/h	
出力	(中間製品)	炭化物	13 kg/h	374 MJ/h	
		酢液	20 kg/h	77 MJ/h	
		バイオオイル	10 kg/h	231 MJ/h	
		バイオガス		240 MJ/h	ガス発電機利用
	合計		921 MJ/h		
	生成エネルギー	炭化物	13 kg/h	374 MJ/h	
		酢液	20 kg/h	77 MJ/h	
		バイオオイル	10 kg/h	231 MJ/h	
		電気	-	54 MJ/h	
		熱	-	120 MJ/h	
合計		855 MJ/h			
主要評価指標	エネルギー収支	エネルギー収支(電力)		2.5	回収エネルギー/投入エネルギー
		(電力、オイル)		13.2	
		(電力、オイル、炭)		30.5	
	エネルギー回収率	エネルギー回収率(電力)		5.5%	回収エネルギー/(原料エネルギー+投入エネルギー)
		(電力、オイル)		29.0%	
		(電力、オイル、炭)		67.0%	
	収率	収率(電力)		5.6%	回収エネルギー/原料エネルギー
		(電力、オイル)		29.6%	
(電力、オイル、炭)			68.5%		
CO <sub>2</sub> 削減効果	プロセス排出	(動力・電力)		3.3 kg-CO <sub>2</sub> /h	所内電力分
	削減効果	(電力削減)		8.2 kg-CO <sub>2</sub> /h	発電電力分
		(オイルの重油代替)		16.0 kg-CO <sub>2</sub> /h	オイルの重油代替利用分
		(オイル・炭の重油代替)		41.9 kg-CO <sub>2</sub> /h	オイル・炭の重油代替利用分
	差引削減	(電力、オイル)		20.9 kg-CO <sub>2</sub> /h	電力、オイル利用による
		(電力、オイル、炭)		46.8 kg-CO <sub>2</sub> /h	電力、オイル、炭利用による

■木質バイオマス発生量を踏まえた導入効果の試算

表 3.3-13 の木質バイオマス発生量と図 3.3-24 のエネルギー収支を元に年間発電量を想定し、経営収支（コスト）の観点から電力料金及び処理費用の削減効果、温室効果ガス削減の観点からCO<sub>2</sub>排出量削減効果を試算した（表 3.3-17）。なお、設備稼働電力として6.0kWを見込み、供給可能電力の原単位は9.0kWとした。

表 3.3-17 発電量・効果の試算

		原単位(/h)	試算値(/yr)
剪定枝等の処理量 <sup>※1</sup>	(dry-t)	0.051	34.7
	(wet-t)	0.060	40.8
供給可能電力	(kwh)	9.0	6,124
電力料金削減効果 <sup>※2</sup>	(円)	135.0	96,935
処理費用削減効果 <sup>※3</sup>	(円)	1200.0	326,588
CO <sub>2</sub> 排出量削減効果 <sup>※4</sup>	(kg-CO <sub>2</sub> )	20.900	14,220.2
	(円)	60.401	41,096

※1 図 3.3-24 の剪定枝等の1時間当たり処理量を原単位とし、含水率15%として試算した。

※2 東北電力HP<sup>41)</sup>などの業務用電力電気料金より、15円/kWhとした。

※3 環境省資料<sup>38)</sup>より市町村における剪定枝・伐採木の処理費用の大半が10円/wet-kg～30円/wet-kgであることから原単位を20円/wet-kgとした。

※4 温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度HP<sup>39)</sup>より東北電力(0.1517kg-CO<sub>2</sub>/J)、重油代替0.0693kg-CO<sub>2</sub>/Jを引用した。貨幣価値換算は、国土交通省<sup>40)</sup>より2,890円/t-CO<sub>2</sub>を引用した。

(4) まとめ

本実証実験では、国営公園をモデルとし、都市公園における木質バイオマスを活用したガス化発電技術について実証実験を行い、その導入可能性を検証した。結果として、都市公園の剪定枝等を用いてガス化発電を行うことは技術的に可能であり、一定程度のエネルギー効率を見込めることが明らかとなった。また、国営昭和記念公園をフィールドとした実験では炭化プロセスを組み込むことによりタール問題に寄与するとともに、植物廃材の貯蔵性や輸送性を向上させられる可能性があること、みちのく杜の湖畔公園をフィールドとした実験では、燃料利用が可能な形でタールを回収することで全体のエネルギー効率を向上させられる可能性があることが示唆された。

一方で実際に導入するにあたっては、コストの観点から、電力料金削減効果やCO<sub>2</sub>排出量削減効果よりも、廃棄物処理費用削減効果の方が相対的に重要であり、個々のケースに応じて建設費用や維持費用も含め、慎重に検討する必要があることが明らかとなった。また、木質バイオマスの適切な前処理技術（乾燥や破砕）の選定や、公園内だけでなく周辺地域から利用可能なバイオマスを収集する仕組みの構築が、効率性の向上に寄与する重要なポイントであることも示唆された。

### 3.3.4 生物化学的変換

#### (1) セルロース系発酵

##### 1) エタノール化（第2世代）

#### (i) フロー

対象とする原料は刈草である。概略の製造フローを図 3.3-25 に示す。

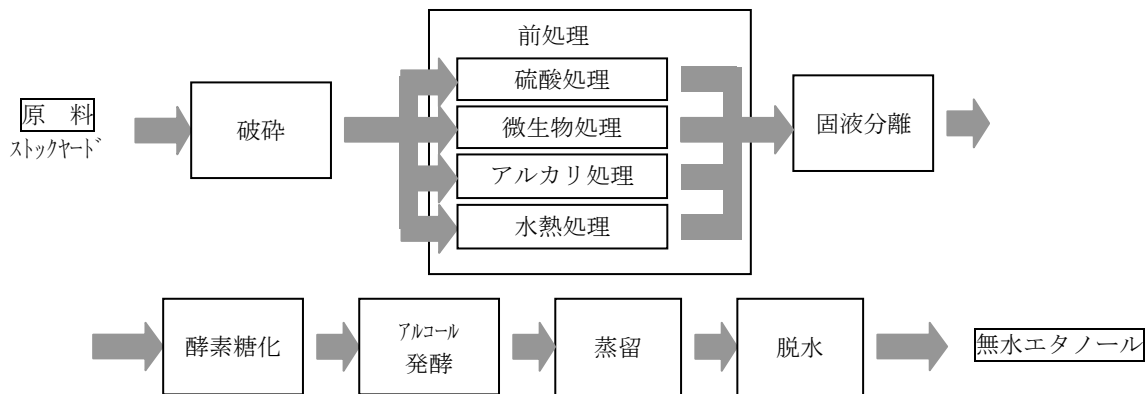


図 3.3-25 噴流床式の概略構造

#### (ii) 概要

木質系、草本系のセルロース原料を硫酸処理、微生物処理、アルカリ処理、水熱処理等の前処理を行い、酵素糖化したのちにアルコール発酵し、エタノールを精製する技術である。国内では2003年から国産バイオエタノールの小規模実証事業が開始され、大阪府堺市で2007年に建設廃材等を原料として製造する世界初のプラントが稼働している。

#### (iii) 特徴

バイオエタノール燃料生産における課題として、原料となるバイオマス量が確保できない、生成したエネルギー量に対して投入したエネルギー量が多い、結果としてコスト高に陥ってしまうことが挙げられる。第1世代と呼ばれる糖やデンプン系原料からの製造では、原料が食物と競合し穀物相場を押し上げる状況をまねいたため、セルロース系原料から製造する第2世代技術の開発が期待される場所である。

##### i) 糖質・デンプン質からの製造

サトウキビやビート等の糖質系原料では、ミルでつぶしてジュースを搾り、製糖化工程を経て濃縮、砂糖の結晶化を行う製糖技術の一部として確立されている。含まれる成分はグルコース、フルクトース、スクロースで、酵母で容易に発酵できる。

デンプン質の場合は、イモ類や穀物を粉碎した後に100℃以上で蒸煮し、液化アミラーゼで糖化し、糖化アミラーゼでグルコースにまで糖化して、酵母により発酵する。

##### ii) セルロースからの製造

セルロース系原料の場合は、主にセルロース、ヘミセルロース、リグニンの3成分がかたい複合体を構成している上、セルロース分子もかたい結晶構造であり、このままの状態では糖化酵素セルラーゼがセルロース分子に近づけない。このため、硫酸処理、微生物処理、アルカリ処理、水熱処理等の前処理を行い、セルロース、ヘミセルロース、リグニンに分離して糖化する。

### 3.4 市販のエネルギー転換機器における燃料仕様特性

公園等で利用可能と考えられる中小規模の木質バイオマスを利用したエネルギー利用機器で、「チップボイラー」、「薪ボイラー」、「ペレットボイラー」、「薪ストーブ」、「ペレットストーブ」、「ガス化発電設備」について、国内の導入実績が多いメーカーをそれぞれ3社（ペレットボイラーは4社）抽出し、基本的な設備仕様、燃料仕様について調査した。なお、ガス化発電については国内の導入実績が少ないことから、国内で小規模施設の導入実績のあるメーカー2社と、国内メーカーで海外に導入実績のあるメーカー1社を対象とした。

以下に燃料仕様の特性について記載する。

#### (1) チップボイラー

チップの種類については、切削チップ・破砕チップ両方に可能なもの、破砕チップが望ましいとしているもの、切削チップとしているもの様々であった。

含水率が、高含水率対応の機器で50～55%-WBまで、乾燥チップ対応で、33～40%-WBまで対応していた。

なお、バークの混入比について制限している機器もあった。

#### (2) 薪ボイラー

乾燥薪対応では、含水率20%-WB以下で、高含水率も燃焼可能という機器もあった。薪の長さは900mm～1000mm以下であった。商用電源は、全ての機種で必要であった。

#### (3) ペレットボイラー

ペレットの種類では、木部・全木が対象及びバーク混入率に制限を設けているメーカー、木部・全木・樹皮に対応しバーク混入100%まで対応しているメーカーもあった。含水率等については、日本木質ペレット協会の基準に準拠するものが多かった。

#### (4) 薪ストーブ

「薪の含水率は、20%-WB以下、できれば15%-WB程度が望ましい。」ということで、薪ボイラーに比較し含水率の制限が厳しいものとなっていた。薪の長さメーカーの機種にもよるが、300mm以下の機種から、最大で1000mm以下のものまでであった。商用電源については、一部の機種については、電源が必要ということであったが、不要というものが多かった。

#### (5) ペレットストーブ

ペレットの種類としては、木部・全木ペレット及び木部ペレットを対象としていた。含水率等の基準については、最低限日本木質ペレット協会やペレットクラブの品質基準に準拠したもの、さらには、かつ、メーカーの燃焼試験に合格したもの、及び前述の品質基準に準拠していることが望ましいとしているメーカーもあった。商用電源はすべてのメーカーで必要であった。いずれにしても、前述のペレットボイラーより厳しい基準になっている。

#### (6) ガス化発電システム

中外炉工業株式会社のロータリーキルン式ガス化+ガスエンジン発電機では、山口県岩国市及び熊本県阿蘇市で実証試験が行われ、それらの機器を移設して宮城県南三陸処理区では災害対策（表4.2-3参照）、秋田県横手市では実証事業が行われている。形状や水分の異なる様々なバイオマスが利用可能で、間伐材（岩国市）、刈草（阿蘇市）、災害瓦礫（南三陸町）などが利用可能である。

月島機械株式会社の固定式ダウンドラフト型ガス化+ガスエンジン発電機では、岩手県葛巻町と埼玉県秩父市で実証試験が行われたが、秩父市の施設は、現在も稼働中である。原料は、

間伐材をチップ化したもので、岩手県葛巻町のヒアリング結果では20～50mmの切削チップ、埼玉県秩父市のヒアリングでは、30mm程度の切削チップということであった。

篠田株式会社の多層式ガス化装置＋ガスエンジン発電機では、木材チップ条件は、針葉樹・広葉樹に対応、枝葉は使用不可、大きさとして約30mm～70mm、木屑2%以下ということであった。

含水率は、いずれの施設も、施設内での人工乾燥も含めてではあるが15%-WB以下ということであった。

### 3.5 都市由来植物廃材のエネルギー利用の事例

河川、道路、公園等で発生した植物廃材をエネルギー利用する場合に必要な植物廃材の貯蔵、加工方法について、ヒアリングを行ったので、表 3.5-1 に概要を示す。

また、環境省新宿御苑管理事務所から公園内のストックヤードの平面図、断面図、ボイラー室平面図を提供頂いたので、図 3.5-1 及び図 3.5-2 に参考図として添付する。

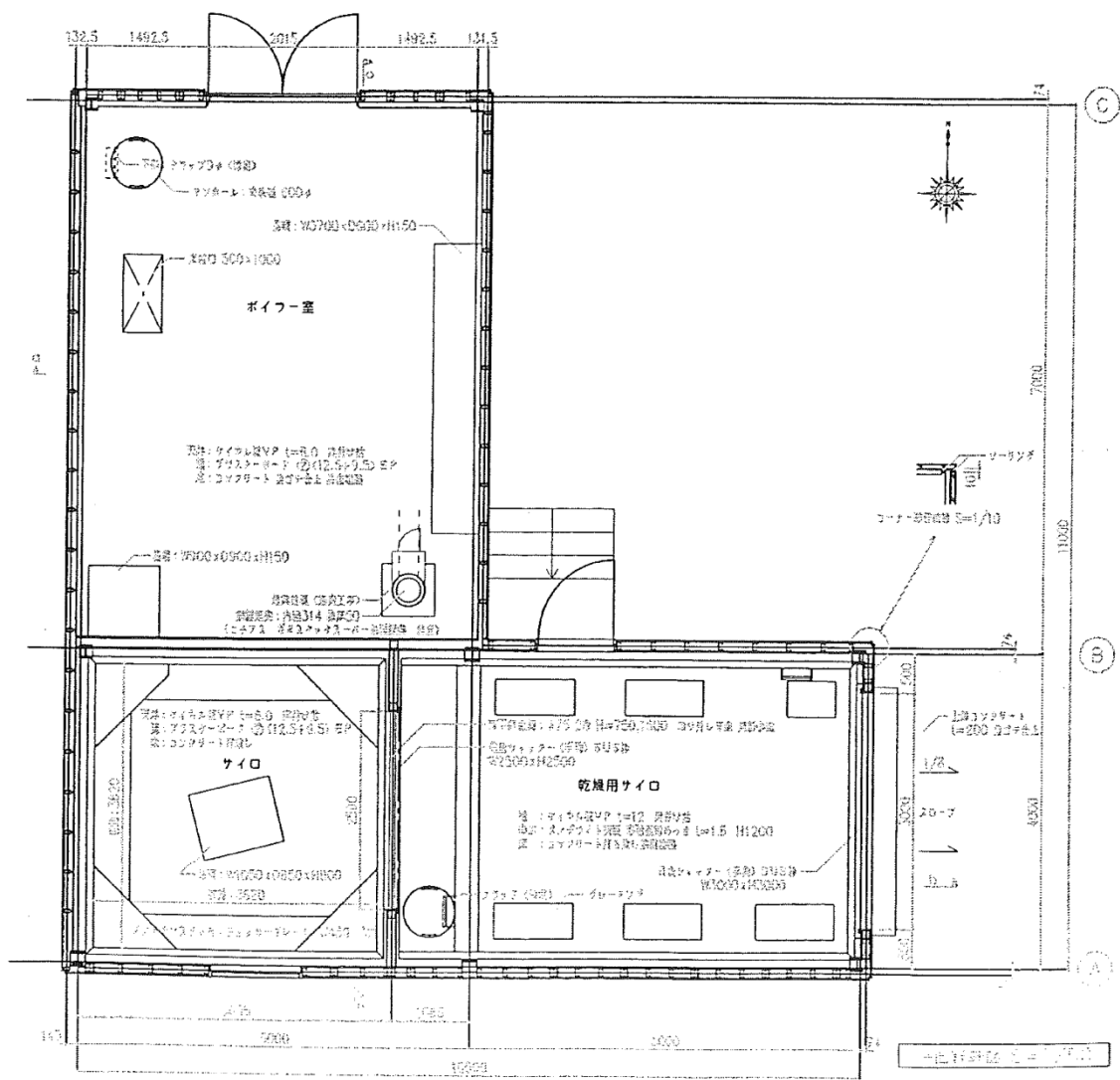


表 3.5-1 ヒアリング結果の概要

事例 No.	1	2	3	4	5	6
事業主体	環境省	最上町	山口県森林組合連合会	㈱日比谷アメニス	銘建工業株式会社	やまがたグリーンパワー株式会社
対象施設	新宿御苑	最上ウェルネスプラザ	木質ペレット製造施設	大井ふ頭中央海浜公園	自社工場	木質バイオマス発電施設
所在地	東京都新宿区内藤町 11	山形県最上町大字向町	山口県山口市滝町 1 番 1 号	東京都大田区、品川区	岡山県真庭市勝山 1209	山形県村山市大字富並字大沢 4083-1
施設の概要	公園内で発生する剪定枝等をチップ化・直接燃焼し、菊栽培の熱源に利用。	森林で間伐された木材をチップ化し、施設全体の冷暖房・給湯用の熱源に利用。	間伐材等の未利用森林資源を木質ペレット燃料に加工、県内の木質ペレットボイラー導入施設へ供給することにより、エネルギーの地産地消を推進するとともに、地域林業の活性化に寄与する。	公園内で発生する剪定枝等をチップ化、ソーラードライシステムで乾燥した後、直接燃焼し、暖房・給湯の熱源に利用。	集材製造時に発生する「プレーナ屑」からペレットを製造し、ストーブ、蒸気・温水ボイラー、発電用の熱源として利用。	未利用の林業系バイオマスと果樹園から発生する果樹剪定枝をガス化発電の燃料源として利用。
受入れ原料	剪定枝	間伐材を原料とするチップ	スギ・ヒノキ間伐材を原料とする木質チップ	剪定枝	集材製造工程で発生する「プレーナ屑（平削り屑）」が 100%	間伐材、産業廃棄物（建築廃材）、果樹、道路・公園から発生する剪定枝等から製造した木質チップ
原料供給元	公園内	町内（山林）	市内	南部地区公園	社内	市内及び周辺地域
貯蔵の概要	・原木ヤード：150 m <sup>2</sup> （野積） ・チップヤード：360 m <sup>2</sup> （屋根付） ・貯蔵日数：チップ化は年 1 回・最大貯蔵日数は 1 年	・3 基のチップボイラー毎に燃料貯蔵施設がある。 ・3 号機の貯蔵容量は 80m <sup>3</sup> （4m×4m×深さ 5m）。 ・1、2 号機は蓋付きの貯留施設であったが、現在は上屋付きに改造している（湿気対策）。	・大部分は原木の状態屋外に保管。 ・チップは屋根つきヤードに保管	・原木ヤード：420 m <sup>2</sup> （14m×30m、野積） ・チップ乾燥施設：57 m <sup>2</sup>	・プレーナ屑はサイロ（約 600m <sup>3</sup> ）で保管。 ・含水率が低いので発酵防止や発火防止などの心配がない。	・積みおき高さは発火防止の 5m 以内となる 4m として設計。
加工の概要	・年に一度剪定作業・チップ化を実施（工事委託）。 ・H24 のチップ化実績は約 250m <sup>3</sup> 。	・加工は行っていない。	・H23 のペレット製造・販売実績：394t。 ・H23 に原料乾燥プロセス用ボイラーを灯油焚きから木質ボイラーに更新。	・乾燥処理に併せて移動式チップパーでチップ化。 ・乾燥施設の処理能力は 40m <sup>3</sup> /回（年間 800～100m <sup>3</sup> の乾燥チップが生産可能）	・社内製造工程からそのまま受け入れており、それに合わせたペレット製造工程になっている。	・加工は行っていない。 ・木チップは関連会社（やまがたグリーンリサイクル株式会社）で製造している。
加工プロセスフロー	・移動式チップパーにより実施。 ・工事委託で実施している。	—	・一次破碎→乾燥→二次破碎→乾燥養生→ペレット造粒	・破碎→乾燥（ソーラー）	・ペレット造粒のみ（プレーナ屑を原料としているので前処理なし）	—
加工物の性状	・加工物の形状：切削チップ ・大きさ：揃えることが望ましい（現状は揃っていない）。 ・含水率：チップ化直後、乾量ベースで 100～110%。	—	・一般販売有り。 ・高位発熱量：18MJ/kg ・湿量基準含水率：5% ・長さ：10mm 以上、（社）地域環境資源センターホームページ <sup>※1</sup>	・乾燥後の性状は以下のとおり。 ・高位発熱量：19.1MJ/kg（絶乾） ・湿量基準含水率：29.8% ・灰分：2.4%	・低位発熱量：16.8MJ/kg ・湿量基準含水率：8%以下 ・長さ：30mm 以下 ・灰分：0.3%以下	—
加工に必要な設備、機器	・工事委託で実施している。	—	・一次破碎機、二次破碎機（おが粉製造機）、木くずボイラー、ロータリーキルン式乾燥機、ペレタイザ	・切削式チップパー ①コマツゼノア SR3000（能力 2～3m <sup>3</sup> /h） ②マルマテクニカ（能力 8m <sup>3</sup> /h）	・ペレタイザ（㈱御池鉄工所 ①型式 SPM-500、処理能力 1 t/h×2 台 ②型式不明、処理能力 3 t/h×1 台	—
備考	4.3.4(2)1(i)ii)①参照 4.3.4(2)1(iii)ii)①参照	4.3.4(2)1(iii)ii)④参照		4.3.4(2)1(iii)ii)②参照		4.3.4(2)1(i)ii)③参照

※1: <http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/static/5/35/535050100.html#top> (H25.3 参照) <sup>43)</sup>





図面の出所：環境省新宿御苑管理事務所

図 3.5-2 新宿御苑のボイラー室平面図

### 3.6 都市由来植物廃材のエネルギー利用における課題

#### 3.6.1 都市由来植物廃材のエネルギー利用に関する調査

##### (1) 植物廃材のエネルギーの活用事例文献調査

表 3.6-1 に示した事例収集のための参考資料、および各種文献、インターネットをもとに事例調査を行った。調査件数は約 500 件となったため、本技術資料では「技術の分類」ごとの件数（表 3.6-2 参照）を示す。

表 3.6-1 事例収集のための参考資料

資料名	作成機関
バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第3版)	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
エネルギー利用可能な木質バイオマスに関する最新動向調査 調査報告書	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
バイオマス利活用技術情報提供システム(最新版) ( <a href="http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/">http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/</a> )	(社)地域資源循環技術センター
RPS 管理システムバイオマス発電設備一覧(最新版) ( <a href="http://www.rps.go.jp/">http://www.rps.go.jp/</a> )	資源エネルギー庁
地域バイオマス発見活用促進事業「バイオマス利活用施設データ」(最新版) ( <a href="http://www.jora.jp/txt/kbm/facilities/index.html">http://www.jora.jp/txt/kbm/facilities/index.html</a> )	農林水産省、(社)日本有機資源協会
バイオマスタウン構想バイオマス情報ヘッドクォーター ( <a href="http://www.biomass-hq.jp/">http://www.biomass-hq.jp/</a> )	(株)東大総研
バイオマス利活用の取組事例集の web 情報	農林水産省、地方農政局
新エネ百選 ( <a href="http://www.nedo.go.jp/activities/DA_00478.html">http://www.nedo.go.jp/activities/DA_00478.html</a> )	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
その他（メーカーパンフレット、バイオマス燃料製造業協会等の知見、WEB 情報、既往知見など）	

表 3.6-2 「技術の分類」ごとの調査件数

固体燃料化	直接燃焼 (専焼)	炭化	ガス化 (発電・熱利用)	セルロース系 発酵	合計
88	382	19	27	2	518

固体燃料化の内訳

チップ	ペレット	その他	計
12	60	16	88

## (2) 植物廃材のエネルギーの活用事例アンケート調査

### 1) 調査の概要

国内で木質バイオマスのエネルギー利用を行っている 518 件の事例に関してアンケートを実施し、204 件（39%）から回答を得た。

### 2) 調査対象

発送先リストは省略する。

### 3) 調査時期

アンケートは、平成 25 年 1 月上旬に送付し、平成 25 年 1 月末を目途に回収した。

### 4) アンケート調査項目

施設の概要（施設名称、供用開始年、助成の有無等）、維持管理、燃料化技術の区分、バイオマスの処理実績、原料受入時の課題、原料の貯蔵方法・安全対策、燃料の製造量・性状・発熱量等、燃料の用途、燃料の貯蔵方法・安全対策、設備の概要、廃棄物処理法に基づく許可について調査した。

### 5) アンケート調査

#### (i) アンケート回収数

固体燃料化の回収数は 88 施設中 31 施設、直接燃焼・ガス化は 409 施設中 164 施設、炭化は 19 施設中 9 施設、セルロース系発酵は 2 施設中 0 施設、合計 204 施設の回答があった。

表 3.6-3 アンケート調査の回収状況

技術の分類	発送数 (施設)	回収数 (件)	回収率 (%)
固体燃料化	88	31	35%
直接燃焼・ガス化 ※共通フォーマットで発送	409	164	40%
炭化	19	9	47%
セルロース系発酵	2	0	0%
計	518	204	39%

#### (ii) アンケート調査結果

回答結果のうち剪定枝、刈草の受け入れ状況について以下に示す。

##### i) 固体燃料化

###### (a) 剪定枝

31 施設中 7 施設で剪定枝の受け入れを行っているという回答があった。このうちチップ化が 4 施設（うち 1 施設はペレット施設も所有）、ペレット化が 2 施設、薪が 1 施設であった。

剪定枝の受け入れに当たっての課題として、問題がないとの回答が 3 施設に対して、水分が多い（2 施設）、搬入量の変動が多い（3 施設）、品質にばらつきがある（2 施設）、前処理に手間がかかる（3 施設）があげられている。（重複回答可）

###### (b) 刈草

31 施設中 2 施設で刈草の受け入れを行っているという回答があった。このうちチップ化が 1 施設（ペレット施設も所有）、ペレット化が 1 施設であった。

刈草の受け入れに当たっての課題として、問題なしが 1 施設（ただし、自由回答として、草

の根は破砕機に通す事が出来ないので受入れしていないとの回答あり。)、課題として搬入量の変動が多い(1施設)があげられている。

## ii) 直接燃焼・ガス化

### (a) 剪定枝

164施設中16施設で剪定枝の受け入れを行っているという回答があった。このうち直接燃焼が11施設、ガス化が2施設、未記入が3施設であった。

剪定枝の受け入れに当たっての課題として、問題がないという回答が2施設に対して、発生量が少ない(3施設)、水分が多い(9施設)、搬入量の変動が多い(5施設)、品質にばらつきがある(5施設)、前処理に手間がかかる(5施設)、その他として「低発熱」、「燃料として不適」、「土砂の付着が多い」があげられている。(重複回答可)

### (b) 刈草

164施設中7施設で刈草の受け入れを行っているという回答があった。このうち直接燃焼が4施設、ガス化が1施設、未記入が2施設であった。

刈草の受け入れに当たっての課題として、問題がないという回答が1施設に対して、水分が多い(4施設)、搬入量の変動が多い(3施設)、品質にばらつきがある(2施設)、前処理に手間がかかる(2施設)、その他として「低発熱」、「設備にまきつく」があげられている。(重複回答可)

## iii) 炭化

### (a) 剪定枝

9施設中5施設で剪定枝の受け入れを行っているという回答があった。

剪定枝の受け入れに当たっての課題として、問題がないという回答が1施設に対して、水分が多い(1施設)、搬入量の変動が多い(3施設)、品質にばらつきがある(2施設)、前処理に手間がかかる(1施設)、その他として「処理過程でガス発生量・タール分が多い」があげられている。(重複回答可)

### (b) 刈草

9施設中3施設で刈草の受け入れを行っているという回答があった。

刈草の受け入れに当たっての課題として、問題がないという回答が1施設に対して、品質にばらつきがある(1施設)、その他として「刈草は別途施設(堆肥化)で処理している」があげられている。(重複回答可)

## 3.6.2 植物廃材のエネルギー利用に関する現状

### (1) 剪定枝のエネルギー利用

剪定枝のエネルギー利用については、直接燃焼による熱利用の事例が多い(八王子市長池公園、新宿御苑など)。発電については、万博記念公園(大阪府吹田市)において園内の植物廃材を活用した木質ボイラーコージェネレーションシステム(スターリングエンジンを付設)利用が行われている。また木質チップの燃料の一部に剪定枝が使用されている事例がある。例えば、やまがたグリーンリサイクル株式会社では、間伐材等と混合(間伐材7割に対して剪定枝等の廃棄物系が3割程度)して木質チップ化し、関連会社のやまがたグリーンパワー株式会社のガス化発電施設の燃料に使用されているが、現状の混入割合程度であれば問題なく稼働していると

のことである。

なお、大規模なボイラー・発電施設や石炭混焼発電施設においも、量はわずかではあるが、剪定枝が搬入され、エネルギー利用されている。

## (2) 刈草のエネルギー利用

刈草のエネルギー利用については、事例が少なく、熊本県阿蘇市において、ロータリーキルン方式のガス化技術によりススキを原料としたエネルギー化実証の実績があるが、現在休止中である。

公園や河川、道路事務所等での直接の刈草のエネルギー利用の事例は見られなかったが、民間の刈草の処理業者の方で燃料として利用している事例が見られた。国土交通省中国地方整備局中国技術事務所では、平成 13 年度から官民共同により、多量に発生する刈草の有効利用を目的として、刈草を減容固形化(RDF)する装置[刈草 RDF 製造車]、刈草 RDF を炭化する装置[刈草 RDF 炭化製造車]の開発に成功した。ただし、多目的利用であり、固形燃料化のみを目的とするものではないが、作業効率やコスト、刈草 RDF 炭化製造車では関連法規の適用などで、実用化にはいたっていないということであった。(2.2.3(2)2) 参照)

なお、刈草のエネルギー化技術、もしくは前処理技術として期待されるものに「トレフアクション」があり、現在研究が進められている。

### 3.6.3 現段階における課題

#### (1) 発電

##### 1) ガス化

ガス化発電については、NEDO の実証事業等により、多くの実証実験が行われているが、現在までに実用化されている事例は多くない。「バイオマス事業化戦略」においてガス化は、下水汚泥で実用化としているものの、それ以外は現時点において実証段階の技術レベルと位置づけられ、5年後の実用化にむけた技術的な課題としては次のものが挙げられている。

- ・エネルギー利用効率の改善
- ・タール等の抑制・除去・利用技術の開発
- ・小型高性能ガス化炉の開発
- ・ガス化原料調整のための効率的なバイオマス粉碎技術の開発
- ・高耐久・高効率なガス利用設備（ガスエンジン等）の開発

バイオマス事業化戦略におけるこのような課題に加え、有識者ヒアリングにおいても技術的な課題が挙げられたものの、小規模分散型エネルギー供給システム、特に発電システムとしては有効な方法であるため、今後の技術開発が待たれるところである。

##### 2) スターリングエンジン

ガス化発電以外の発電技術としては、スターリングエンジン付き木質ボイラーがある。ヒアリング調査からは発電出力が少ないことや、安定した出力が得られないとの意見もある。

#### (2) 熱利用

木質バイオマスボイラーによる暖房・給湯等の熱利用については、主に間伐材を原料とする木質チップボイラーなど数多くの実績がある。ただし、エネルギー利用施設からは燃料の安定供給に対する不安や、含水率等の一定品質の確保といった要望も聞かれた。

### 3.6.4 都市由来植物廃材のエネルギー利用への適用可能性

#### (1) ガス化発電

東日本大震災の発生により電力供給が寸断され、避難・救助活動に大きな影響を及ぼした。平時はもとより災害時に、ライフラインが復旧するまでの数日間、最低限必要な電力を自立的に確保する必要がある。具体的な手法として常用発電機や長時間型非常用発電機の設置があるが、災害の影響で燃料源である石油系燃料の供給が遮断された場合、安定的な電力供給が確保できないことも懸念される。このため、電力の供給方法については、多くの選択肢を準備しておくことが必要である。

ガス化発電もその一手法であり、公園において定常的に発生する剪定枝や伐採木を燃料源として利用可能で、さらに宮城県南三陸町に設置された日処理量 20t のガス化発電プラントがそうであるが、災害瓦礫の中で比較的ダメージの少ない木質系災害廃棄物を燃料源として利用することも可能である。

「バイオマス事業化戦略」において概ね5年後の実用化と位置づけられているものの、ガス化発電は都市空間で調達可能なバイオマスを燃料源とする発電システムとして現実的な方法であり、技術開発による早期の実用化が待たれるところである。

#### (2) 熱利用

熱利用では、技術的な熟度から薪やチップ、ペレットを燃料としたバイオマスボイラーによる直接燃焼が現実的な選択肢と言える。また、直接燃焼では導入実績の多い暖房給湯利用に加え、最上町や山口県の施設のように吸収式冷凍機とシステム化することで冷房利用も可能となる。

燃焼の効率性では、既に石油系燃料焚きのボイラーと充分張り合えるレベルに達してきたが、課題もある。具体的には、導入時（設計時）の課題として負荷変動に緩慢であること、部分負荷運転に限界があることなどがあり、また運転時の課題として原料の含水率の管理、異物の混入防止などが挙げられる。



## 参考資料リスト（文献・報告書・資料・ウェブサイト）

- 1) バイオマス事業化戦略（平成 24 年 9 月、バイオマス活用推進会議）  
<http://www.maff.go.jp/j/press/shokusan/bioi/pdf/120906-02.pdf>
- 2) 木質資源とことん活用読本（熊崎実先生／沢辺攻先生編著，社団法人農山漁村文化協会発行，2013. 3）
- 3) 改訂 4 版木材工業ハンドブック（森林総合研究所監修，丸善株，2004. 3）
- 4) バイオマスプロセスハンドブック（公益社団法人化学工学会・一般社団法人日本エネルギー学会 共編，株オーム社発行，2012. 5），p238
- 5) 化学工学概論（水科篤郎・桐栄良三編，産業図書株，1979. 3），p207
- 6) 改訂五版 化学工学便覧（社化学工学協会編，丸善株，1988. 3）
- 7) ソーラードライシステムパンフレット（株日比谷アメニス）
- 8) 草木系バイオマスの組成分析データ集（ISSN0386-5878 土木研究所資料第 4095 号）
- 9) 高知県森林技術センター平成 17 年度研究成果報告書（中山間地域における森林バイオマス資源の有効利用技術開発事業（スギ丸太とスギチップ天然乾燥中の乾燥特性の把握）），p22-23  
[http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030102/files/2009122400246/2009122400246\\_www\\_pref\\_kochi\\_lg\\_jp\\_uploaded\\_attachment\\_21384.pdf](http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030102/files/2009122400246/2009122400246_www_pref_kochi_lg_jp_uploaded_attachment_21384.pdf)
- 10) 平成 17 年度～平成 21 年度 バイオマス等未活用実証試験 公園内木質バイオマス有効活用システム実証試験事業 成果報告書 平成 22 年 3 月：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（共同研究先）特定非営利活動法人里山倶楽部
- 11) 木材チップ等原料転換型事業 調査・分析報告書（平成 23 年度；全国木材チップ工業連合会），全国木材チップ工業連合会ホームページ（<http://zmchip.com/hyousi23.html>）
- 12) 農林水産技術会議（農林水産省）研究成果  
第 499 集 地域活性化のためのバイオマスの利用技術の開発（2）第 3 編，p157  
<http://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2039017291.pdf>
- 13) ペレニアルライグラスの乾燥利用の検討，北海道立農業試験場集報第 75 号（1998），p38  
<http://www.agri.hro.or.jp/center/kankoubutsu/syuhou/75/75-8.pdf>
- 14) 下水試験方法 上巻 2012 年版（公益社団法人 日本下水道協会）
- 15) ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版（社団法人全国都市清掃会議）
- 16) H17 年度産廃処理業の許可申請講習会テキスト第 9 章中間処理（財）日本産業廃棄物処理振興センター（2005），pp. 65-68，pp. 74-75，p. 96
- 17) 株御池鐵工所 ホームページ <http://www.miike.co.jp/guide/spm/guide.pdf>
- 18) 株アースエンジニアリングパンフレット
- 19) バイオマスハンドブック第 2 版（一般社団法人日本エネルギー学会 編，株オーム社発行，2009. 12）
- 20) 一般社団法人新エネルギー財団ホームページ  
[http://www.nef.or.jp/enepolicy/sub03\\_03.html](http://www.nef.or.jp/enepolicy/sub03_03.html)
- 21) 岸本定吉著，炭，創森社発行，1998
- 22) 大同特殊鋼パンフレット
- 23) 木材工業ハンドブック改訂 3 版（丸善株），p855
- 24) 関西産業パンフレット
- 25) 東海テクノパンフレット
- 26) 芝本，栗山：木材炭化（朝倉書店），p34
- 27) 吉田貴紘・佐藤哲也・大原誠資（2009）トレファクションによる高性能木質ペレット「ハイパー木質ペレット」の技術開発，木材工業，vol. 67, No.12. 560-565，（社）日本木材加工技術協会
- 28) 木質バイオマスボイラー導入指針（平成 24 年 3 月、株森のエネルギー研究所）  
[www.mori-energy.jp/pdf/lca\\_boilershishin.pdf](http://www.mori-energy.jp/pdf/lca_boilershishin.pdf)

- 29) 空気調和ハンドブック改訂3版(井上 宇市編,丸善出版,1982.1)
- 30) 独立行政法人 産業技術総合研究所 プレス発表資料 寒冷地用最適コージェネ・システムの開発  
-スターリングエンジン採用で家庭用の発電・給湯バランスを自由自在に-(平成18年8月2日発表)  
[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2006/pr20060802/pr20060802.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2006/pr20060802/pr20060802.html)
- 31) バイオマス技術ハンドブック(財団法人新エネルギー財団編/社団法人日本エネルギー学会編集協力, 株式会社発行, 2008.10)
- 32) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構: バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計:  
<<http://apl.infoc.nedo.go.jp/biomass/index.html>>, 2011.3.31 更新, 2012.7.17 参照
- 33) 秋山義典(2005): 国営昭和記念公園におけるみどりのリサイクル事情  
資源環境対策 41(5), 18-21
- 34) 国土交通省都市局(2012): 国営公園再生可能エネルギー実証事業説明書(別添資料4 国営公園における植物廃材の発生量), 1pp
- 35) 吉川邦夫(2011): バイオマスの低カロリーガス化と分散型発電, 吉川邦夫・森塚秀人監修「バイオマスを利用した発電技術」: シーエムシー出版, 14pp, 74-87 に所収
- 36) P. Quaak, H. Knoef and H. E. Stassen (1999): Energy from biomass- a review of combustion and gasification technologies- (World Bank Technical Paper): The World Bank, 99pp
- 37) 東京電力: 業務用電力(契約電力500kW以上): 東京電力ホームページ,  
<<http://www.tepco.co.jp/e-rates/corporate/charge/charge07-j.html>>, 2013.09.18 更新,  
2013.09.18 参照
- 38) 環境省(2006): 中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会廃棄物の区分等に関する専門委員会(第1回)資料3 木くずの現状について: 環境省ホームページ,  
<<http://www.env.go.jp/council/former2013/03haiki/y0312-01.html>>, 2013.07.16 更新,  
2013.08.20 参照
- 39) 環境省: 平成23年度の電気事業者ごとの実排出係数・調整後排出係数等の公表について(お知らせ): 環境省ホームページ,  
<<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=15912>>, 2012.11.06 更新, 2013.08.20 参照
- 40) 国土交通省: 公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編): 国土交通省ホームページ  
<<http://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/090601/0906012.html>>, 2013.04.19 更新,  
2013.9.20 参照
- 41) 東北電力ホームページ: <http://www.tohoku-epco.co.jp/>
- 42) 曾根直幸・山岸 裕・栗原 正夫・大場 龍夫・河野 良彦・根本 泰行(2014): 都市公園における木質バイオマスを活用したガス化発電技術の導入可能性に関する研究: ランドスケープ研究 77(5), 693-696
- 43) (社)地域環境資源センターホームページ  
<http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/static/5/35/535050100.html#top>
- 44) バイオマスエネルギー導入ガイドブック 第3版、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
- 45) エネルギー利用可能な木質バイオマスに関する最新動向調査 調査報告書((独)新エネルギー・産業技術総合開発機構)
- 46) バイオマス利活用技術情報提供システム(最新版) <http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/>
- 47) RPS 管理システムバイオマス発電設備一覧(最新版) <http://www.rps.go.jp/>
- 48) 地域バイオマス発見活用促進事業「バイオマス利活用施設データ」(最新版)  
<http://www.jora.jp/txt/kbm/facilities/index.html>
- 49) バイオマスタウン構想バイオマス情報ヘッドクォーター <http://www.biomass-hq.jp/>
- 50) 新エネ百選 [http://www.nedo.go.jp/activities/DA\\_00478.html](http://www.nedo.go.jp/activities/DA_00478.html)

## 第4章 公園等での植物廃材のエネルギー利用

---

### 4.1 従来型の緑のリサイクル手法

植物廃材の有効利用の方法として従来から行われている堆肥化やマルチング材等に用いるチップ化などについて、植物廃材のエネルギー有効利用する場合の緑のリサイクルとの共存、役割分担について比較整理を行った。

#### 4.1.1 緑のリサイクルの現状

##### (1) 事例調査

全国の自治体等で、植物廃材のリサイクルを行っている施設として、緑のリサイクルセンター等を抽出し、施設の概要などを整理した。

特に、横浜市グリーン事業協同組合、福岡市緑のリサイクルセンター、吹田市万博記念公園、東日本高速道路、中日本高速道路については、ヒアリング調査を行ったので概要を表 4.1-1 に示す。

##### (2) 緑のリサイクルの現状

緑のリサイクルは、剪定枝や刈草を破砕し、そのままマルチング材として利用したり、野積みし発酵させて堆肥化する資源化の方法である。技術的には確立されているものの、できあがった堆肥の利用先が課題といわれている。

中日本高速道路では、新東名高速道路建設工事の供用開始により、工事現場において植生基盤として利用する堆肥の需要がなくなったため、緑のリサイクル施設の稼働を停止し、民間のリサイクル施設に搬入へとシフトしている。また、東日本高速道路では、同様に道路建設工事が少なくなっていることから、農業関係での堆肥利用を模索する中、東日本大震災による原発事故から現状では農業利用を見送り、堆肥化を減容化処理として位置付けている。

表 4.1-1 ヒアリング結果（植物廃材のリサイクル施設）の概要

事例 No.	1	2	3	4	5
事業主体	横浜市グリーン事業協同組合	福岡市緑のリサイクルセンター	吹田市万博記念公園	中日本高速道路株式会社	東日本高速道路株式会社
所在地	横浜市旭区上白根町 1442-5 (横浜動物の森公園)	福岡県福岡市東区蒲田 5 丁目 14-2 (福岡市環境局施設部クリーンパーク東部)	大阪府吹田市千里万博公園 1 番 1 号万博公園 自然文化圏内	山梨県河口湖町船津 6663 (河口湖 IC 内)	茨城県土浦市中村西根 (桜土浦緑化資材プラント)
概要・規模	処理能力：4,800t/年 敷地面積：12,000 m <sup>2</sup> 施設内訳 ・仮設ヤード：2,200 m <sup>2</sup> ・発酵棟：2,630 m <sup>2</sup> ・貯蔵ヤード：790 m <sup>2</sup>	処理能力：25t/日 敷地面積：30,000 m <sup>2</sup> 施設内訳 ・プラント棟：500 m <sup>2</sup>	(足湯施設) 薪保管場所：約 60m <sup>2</sup>	処理能力：10,000m <sup>3</sup> /年 堆肥製造：1,500m <sup>3</sup> /年 敷地面積：4,000 m <sup>2</sup> 施設内訳 ・処理棟：1,312 m <sup>2</sup> ・袋詰棟：400 m <sup>2</sup> ・製品倉庫：600 m <sup>2</sup> ・刈草置場：378 m <sup>2</sup>	敷地全体：4,500m <sup>2</sup> 程度 屋外ヤード式 積み高さは 3m 以内
設備	移動式チップパーや重機類	一次破砕機、磁選機、二次破砕機、重機類		裁断機、混合機、熟成枞、袋詰装置、重機類	重機類
受入れ原料	公園や街路で発生する剪定枝、刈草、伐採木 (倒木)、根株、竹、その他	剪定樹木 (街路樹や公園から発生する剪定樹 木、市民持ち込み)	有用幹材、その他幹材、剪定枝、竹、草等	剪定枝、刈草	剪定枝、刈草
供給元	横浜市内 (18 区中 7 区)	福岡市内	園内	八王子・大月・甲府の 3 保全サービスセンタ ーの剪定枝・刈草	高速道路の維持管理で発生した剪定枝、刈草
受入量	4,500t (H23 実績)、詳細は表 1.2-26 参照	4,200t (搬入量：H23 実績)	年間約 160t (有用幹材：20t、その他の幹材：40t、 剪定枝：70t、竹：20t、草等：7t)	発生量は年間 22,000t、このうち約 40%が剪 定枝、伐採木。	
受入条件 (異物の除去)	(異物の除去) 混入物があり、対策は処理プロセス上重要	・長さ 2 m・直径 15 c m 以下であること。 ・金属類・プラスチック・ビニール・ひも等 を除去しておくこと。 ・剪定樹木に根株がついている場合は分離す ること。 (異物の除去) ・針葉樹や松などの処理不適物を選別して東 部工場に搬出し焼却処分している。針葉樹、 松を不適物扱いとしているのはヤニ油が機 器に悪影響を与えるため。 ・鉄類などは、プラントの磁選機で取り除い ている。		(異物の除去) ・刈草にはコンビニ袋・バーストゴムくず・ ペットボトルなどがかなり混入する。発酵熟 成後に篩にかけるなどするが、厳密には除去 できない。自己使用なので少々の混入には許 容している。	(異物の除去) ・伐採ではないので異物の混入は少ないが、 泥は混じって搬入されることはある。 ・ビニール袋等の混入もあるが、堆肥化の際の 選別段階で除去する。
植物廃材の 保管方法	・原料は敷地内で野積み。チップ化したもの はヤード (屋根付) で保管。 ・火災対策として、消火設備を設置、野積み の原料には散水。 ・植物廃材の保管に関して、横浜市資源循環 局の規制 (高さ制限：3.5m) がある。			・破砕した後の原料が発火しやすい。高さを 3m 以上積上げないことや、風通しが良いと 発火しやすいのでシート養生することなど の対策を実施。	・屋外ヤード式で、積み高さは 3m 以内とし ている。 ・消火栓を設置している。
リサイクルの 種類	堆肥化： 破砕→発酵→ふるい分け→貯蔵→袋詰め 幹材はチップ化 堆肥 2,000t、チップ 700~800t 出荷 ・堆肥化以外にも、チップ化によるマテリア ル利用やパーティクルボード原料としての チップの出荷を行っている。出荷するチップ の含水率は、受入側の基準に従っており、現 状は、乾量基準で 40% で出荷している。	堆肥化： 一次破砕→磁選機→二次破砕→堆積 (野積 み)	①有用幹材：パルプ用に販売 ②その他の幹材：20t 程度薪にしボイラー燃 料、その他は、チップ化しマルチング材利用 や堆肥化 ③剪定枝：チップ化しマルチング材利用や堆 肥化 ④竹：炭化、燻煙加工し販売 ⑤草：堆肥化の他は草捨て場に廃棄	堆肥化： 破砕→発酵→熟成→袋詰め (現状) ・大半はリサイクルをしているが、約 1 割が 自ら堆肥を製造、その他は外部民間リサイク ル業者に処理費用を払って引き渡し、減って きてはいるが一部農家への現物引き渡しも ある。約 5% はリサイクルできないごみであ り、産業廃棄物として業者に処理委託。	堆肥化： 破砕→畝立て・切り返し→ふるい分け (現状) ・近年、建設工事が少なくなり、工事での堆 肥の利用が減少、農業関係での使用を検討し ていたが、一昨年の大震災の影響により中断 している。少ないながらも工事で利用する か、もしくは減容処理として活用しているの が現状である。
メンテナンス 人員	処理 2~3 名、事務 2 名	11 名		1~2 名	2 名
備考				・建設工事が終わってきているので自ら使う ところがなくなり、徐々に製造も減少 ・他に鮎沢リサイクルプラントや新東名工事 区間でも実施	他に潮来、那須、富岡の緑化資材プラントが ある (東京支社管内)。

#### 4.1.2 エネルギー有効利用における緑のリサイクルとの共存、役割分担

2.2.4 で記したとおり、刈草はその特性からエネルギー利用よりは堆肥化が有効との意見を有識者ヒアリングでも頂いた。したがって植物廃材のエネルギー有効利用を進めていくとしても刈草については堆肥化等により有効活用していくことが望ましい。

また、4.4.1 で記したとおり一般廃棄物である剪定枝を公園以外から回収する場合、一般廃棄物処理業として行うこととなり、公園管理者が行う事業には馴染まないと考えられる。このため、エネルギー需要に満たないような剪定枝の発生量となる公園では、緑のリサイクル手法（堆肥化等）を取り入れることや、民間の資源化施設への搬入などが考えられる。

さらに、エネルギー有効利用可能な公園においても剪定枝の葉部分は、剪定枝等の中でも灰分が多く、含水率も高いことから、これらを取り除いたものをエネルギー利用に用い、葉は堆肥化等を行うことが考えられる。

表 4.1-2 緑のリサイクル方法との共存、役割分担

	剪定枝（葉）	剪定枝（葉以外）	刈草
エネルギー利用	葉は灰分が多いため、焼却灰の発生量が多くなり、また、ペレット製造の場合、ペレットの強度、生産性を低下させる原因になるためエネルギー利用にはむかない。	エネルギー利用は可能。	灰分、窒素分が多いと想定され、葉と同様の課題が懸念される。エネルギー利用にはむかない。
緑のリサイクル（堆肥化等）	堆肥化が望ましい。	需要に見合った発生量がなければ堆肥化等が考えられる。	堆肥化が望ましい。

## 4.2 災害時における植物廃材エネルギー利用の実態

### 4.2.1 災害時利用調査

#### (1) 東日本大震災で被災した施設の稼働状況

「3.6.1(1) 植物廃材のエネルギーの活用事例文献調査」において抽出した事例のうち、東日本大震災の被害が甚大であった岩手県、宮城県、福島県の事例について、アンケート結果で把握した稼働状況を表 4.2-1 に取りまとめる。

表 4.2-1 被災 3 県に立地するバイオマス利用施設の稼働状況

県名	事例数 アンケート 発送数	アンケート 回収数	施設の稼働状況
岩手県	38	18	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 23 年度に稼働実績がある事例が 16 件</li> <li>うち 1 件が平成 23 年 9 月から稼働再開</li> <li>別の 2 件で焼却灰の農地還元が不可</li> <li>1 件は 2009 年から稼働実績無</li> <li>1 件の稼働状況は不明</li> </ul>
宮城県	10	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 23 年度に稼働実績がある事例が 4 件</li> <li>うち 1 件が平成 23 年 9 月から稼働再開</li> </ul>
福島県	13	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 23 年度に稼働実績がある事例が 6 件</li> <li>うち 1 件は自治体外からの燃料供給に変更</li> <li>1 件は 2008 年から稼働実績無</li> <li>1 件は運転中止中で再開時期未定</li> </ul>

#### (2) 東日本大震災後の植物廃材のエネルギーの利用実態

##### 1) 被災 3 県の木質系廃棄物の利用計画量

公表されている行政資料をもとに、東日本大震災で発生した岩手県、宮城県、福島県それぞれの木質系廃棄物の発生量及びリサイクル方法について表 4.2-2 に取りまとめた。岩手県では木質ボード原料やセメント利用することとしているが、宮城県及び福島県では一部を燃料として利用する方針である。

表 4.2-2 被災 3 県における木質系廃棄物の利用状況

県名	災害廃棄物		施設の稼働状況
	全体量 (千 t)	木質系廃棄物 (千 t)	
岩手県	5,250	306	二次仮置場において破砕・選別を行い、中間処理施設を経て木質ボード原料、セメント利用することを基本としている。
宮城県	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 県受託処理分</li> <li>・ 災害廃棄物 6,830</li> <li>・ 津波廃棄物 9,200</li> <li>● 市町村独自処理分</li> <li>・ 災害廃棄物 5,690</li> <li>・ 津波廃棄物 4,350</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 県受託処理分 620</li> <li>※ 木くず</li> <li>● 市町村独自処理分</li> <li>・ 仙台市 240</li> <li>※ 木くず、流木</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 県受託処理分</li> <li>木くずと可燃系混合物から選別された木質系廃棄物を加えた 72 万トンが木材材料や燃料等として利用する計画。</li> <li>● 市町村独自分 (仙台市)</li> <li>ボイラー燃料、合板原料、敷き藁代替材等に再生利用。</li> </ul>
福島県 (いわき市)	702	95	可能な限りパーティクルボードや燃料チップへの再生を進めるが、木くずの形状、塩分の含有、放射性物質の付着等により再生利用が困難なものは市清掃センター等の一般廃棄物焼却施設において焼却する。

## 2) 東日本大震災後の植物廃材のエネルギー利用実態

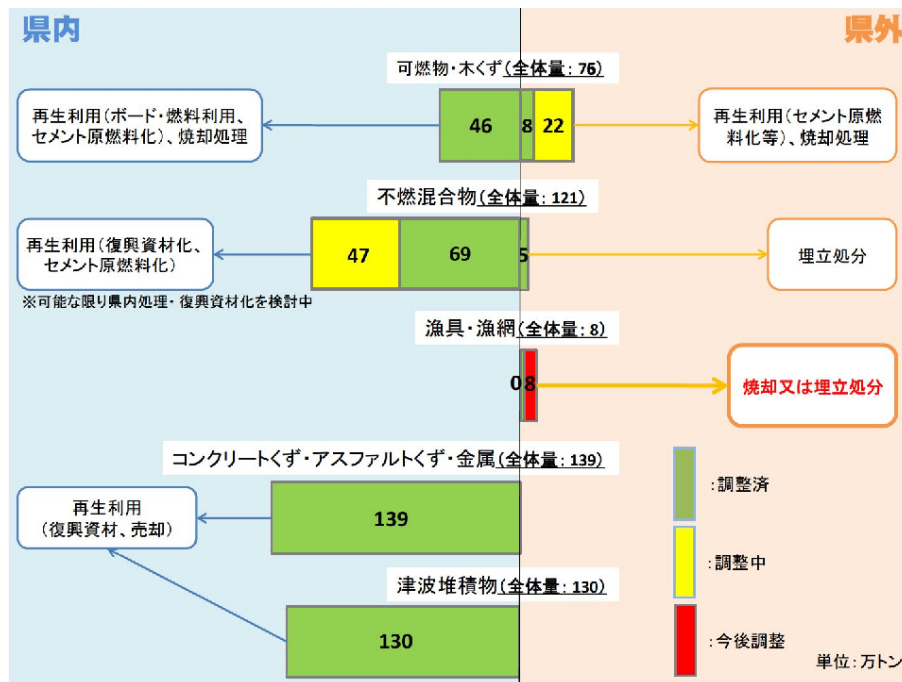
東日本大震災復興対策本部が策定した「東日本大震災からの復興の基本方針」<sup>1)</sup>に、木質系震災廃棄物の利用の方向性が示されている。

東日本大震災からの復興の基本方針

5. 復興施策  
 (3) 地域経済活動の再生  
 ④ 林業  
 (ii) 木質系震災廃棄物を活用した先導的なモデルとして、復興住宅や公共建築物、漁港等の共同利用施設、園芸施設等への熱電供給を推進するとともに、将来的には、未利用間伐材等の木質資源によるエネルギー供給に移行することで、環境負荷の少ない木質バイオマスを中心とした持続可能な林業経営・エネルギー供給体制を構築する。

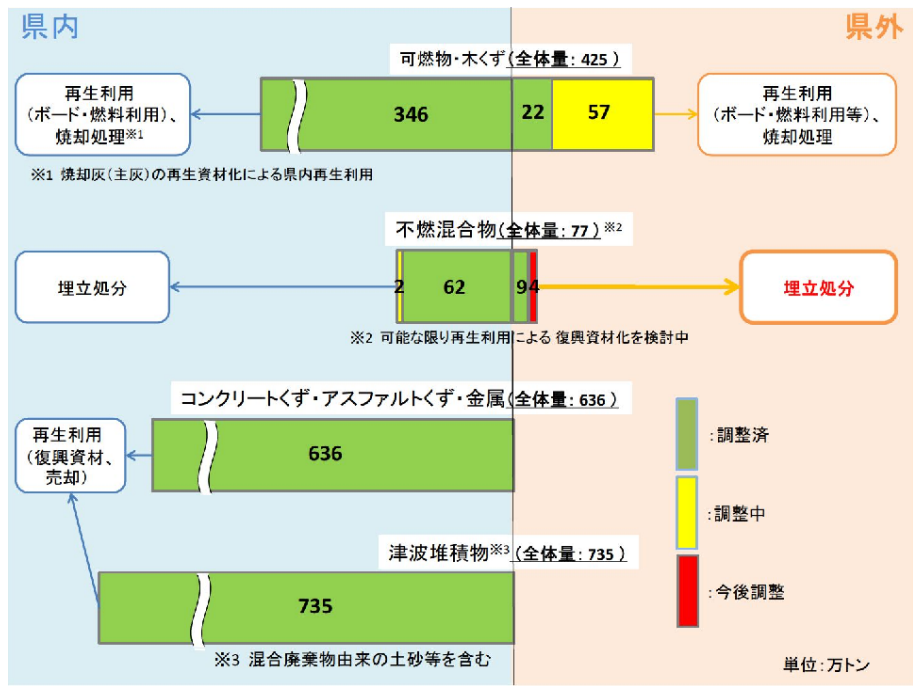
以上、関係文抜粋

基本方針にもとづき復旧・復興が進められ、その状況が復興庁より「復興の現状と取り組み」として毎月公表されている。この中で、木質系廃棄物の利用状況もエネルギー利用量だけではなく、マテリアル利用も含めた全体量が報告されているので、岩手県と宮城県の取り組み状況を図 4.2-1～図 4.2-2 に示す。また、熱電併給の具体的事例を表 4.2-3～表 4.2-4 に示す。



出典：復興の現状と取り組み（平成 25 年 1 月 10 日；復興庁）<sup>2)</sup>

図 4.2-1 災害廃棄物の処理フロー（岩手県）



出典：復興の現状と取り組み（平成 25 年 1 月 10 日；復興庁）2）

図 4.2-2 災害廃棄物の処理フロー（宮城県）



表 4.2-3 被災瓦礫をガス化発電処理した事例

事例の名称	災害瓦礫によるバイオマスガス化発電	
設置場所	宮城県南三陸町	
事例の概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・宮城県が共同企業体に当該地域の災害廃棄物処理業務を委託、平成 24 年 9 月に処理施設が完成。平成 25 年 8 月の処理完了を目指し直ちに施設を稼動した。</li> <li>・処理施設は焼却処理施設とともに、ガス化発電施設が設置され、分別後比較的良質な木くずはエネルギー回収され、施設内で利用されている。</li> <li>・ガス化発電施設は、前処理・洗浄設備、チップ化設備、ガス化発電設備で構成される。</li> </ul>	
設備概要	原料	被災建築物を解体、分別、チップ化したもの。津波塩害支障木をチップ化したもの。
	受入れ量	20t/日（含水率 50%以下） ※事業期間内で 4,500t の木くずを処理する
	発電容量	330kW
	熱供給能力	550kW
	エネルギー供給先	災害時廃棄物処理場内
	備考	発電機：180kW×1 台（熊本県阿蘇市より借り受け） 30kW×5 台（国産ガス専焼エンジン） 津波で東北電力の商用電力系統が津波被害を受けたことから、施設内に設置するディーゼル発電機と連系、系統復旧後はこれに連系。
フローシート		
出典	日本エネルギー学会第 8 回バイオマス科学会議 投稿論文 0-604 <sup>3)</sup> 震災瓦礫によるバイオマスガス化発電の事例－宮城県南三陸処理区における報告－（中外炉工業）笹内兼一、西山明雄、谷口美希、伊藤嘉文、（清水建設）岩淵雅和、須々田嘉彦	


表 4.2-4 被災瓦礫を薪ボイラー燃料にした事例

事例の名称	つながり・ぬくもりプロジェクト	
設置場所	岩手県大槌町	
事例の概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東日本大震災発生直後から、バイオマス産業社会ネットワーク、岩手・木質バイオマス研究会、環境エネルギー政策研究所等が中心となり、「つながり・ぬくもりプロジェクト」を立ち上げ、再生可能エネルギーにより支援を行ってきた。</li> <li>・バイオマスの支援では、津波被害を受けた大槌町吉里吉里地区に薪ボイラーを設置、被災材を薪にしてボイラー燃料とし、2,000名以上の被災者を対象に、お風呂のサービス提供をおこなった。</li> <li>・サービス開始当初は、ボランティアにより運営されていたが、後に被災者が主体的に薪作りを行い、お風呂を運営するようになった。</li> </ul>	
設備概要	原料	被災木
	受入れ量	—
	発電容量	—
	熱供給能力	二次燃焼型薪ボイラー 65-70kW×1台 無電源対応薪ボイラー 100kW×1台
	エネルギー供給先	大槌町吉野地区の仮設浴場
	備考	風呂の給湯、足湯、暖房、食器洗いなどに使用可能。この設備では家庭用風呂300Lでおおよそ9浴槽分を、また3トンの浴槽を約1時間で張り込むことができる。
写真	 <p>被災地に導入された薪ボイラー (写真提供：つながり・ぬくもりプロジェクト)</p>	 <p>薪づくりをする被災者やボランティア (出典：バイオマス白書2012<sup>4)</sup>)</p>
出典	バイオマス白書2012 <a href="http://www.npobin.net/hakusho/2012/topix_01.html">http://www.npobin.net/hakusho/2012/topix_01.html</a> (H25.3参照) (株)トモエテクノホームページ <a href="http://www.tomoe-techno.co.jp/under/topics1.html">http://www.tomoe-techno.co.jp/under/topics1.html</a> (H25.3参照) (株)アークホームページ <a href="http://arc-nippon.com/news/sp_eq2011.shtml">http://arc-nippon.com/news/sp_eq2011.shtml</a> (H25.3参照)	

#### 4.2.2 備蓄

文献調査やヒアリング調査結果、及びこれまでの災害廃棄物に係わる調査結果を踏まえ、以下に災害時に対応した植物廃材のエネルギー利用として適切な貯蔵・備蓄方法を検討するための考え方を記載する。

表 4.2-5 適切な貯蔵・備蓄方法を検討するための考え方

視点	具体的内容
<p>1. 耐震性・簡易性・利用可能な条件</p>	<p>●<b>原木貯蔵は野積み、かつ周辺施設から離して設置</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・多少含水率が高い原料でも薪として利用可能である。このため、原木は周辺施設の倒壊・崩壊に影響しない場所に設置し、災害時に原木を容易に調達し、薪加工ができるよう工夫する。</li> </ul> <p>●<b>設置貯蔵施設は出来るだけ簡素に</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー利用設備において異物の混入は、効率の低下だけではなく、設備故障の要因になる。震災時に貯蔵施設が倒壊・崩壊した場合、原料に異物が混入し、これを取り除く手間が増える。</li> <li>・また、貯蔵施設の倒壊・崩壊で原料が瓦礫の下敷きになっても、これらの瓦礫を容易に取り除くことができるよう、例えばビニールハウス程度の簡単な構造や、軽量・少量の資材で設置することも重要である。</li> </ul> <div data-bbox="416 869 898 1182" style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">参考写真 新宿御苑の例</p> <p>新宿御苑では、床をコンクリート、腰壁をブロック構造、上部壁及び屋根は短管を柱材として波付プラスチック板で構築されている。平時の機能を十分に果たしつつ、安価で建造が可能な構造である。</p> <p>一方、災害で崩壊した場合も資材が少ないため瓦礫等の発生が少なく、瓦礫となった資材を容易に取り除くことができる。</p>
<p>2. 安全性</p>	<p>●<b>火災対策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平時、災害時を問わず、乾燥木材やチップの保管については火災対策に配慮する必要がある。延焼の影響のない場所への設置、不慮の出火に備えて消火器や散水機器の設置を行う。</li> </ul>
<p>3. エネルギー供給期間・量、可動性</p>	<p>●<b>地域防災計画との整合・連動</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・公園等に設置する植物廃材を利用したエネルギー利用設備を地域防災計画に位置づけ、災害発生→初動→応急対策の流れの中で、①どれくらいの期間、②どの形状のものを（チップ、ペレット、薪）、③どれくらいの量、④どこで利用するか、⑤どこに供給するか 等について検討する。</li> <li>・上記①～⑤に適応し、貯蔵・備蓄方法も集中型か分散型かを見極める。</li> </ul>
<p>4. 供給するエネルギーの種類、可動性</p>	<p>●<b>地域ニーズに合わせたエネルギーを供給、これに対応した保管方法</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・供給するエネルギーの種類（電力、熱）・方法による。</li> <li>・電力の場合、公園内で調達できる原料の量から考えて発電プラントは一箇所となる。このため、保管ヤードも必然的に一箇所になる。</li> <li>・熱利用の場合、集中利用としてボイラー設置、分散利用として複数施設へのストーブ設置がある。</li> <li>・ボイラー設置の場合は電力利用（発電）と同様の考え方となるが、ストーブ利用の場合は、保管ヤードを集中型にも分散型にも展開できる。また、原木ヤードは一箇所、短期的に必要な燃料貯蔵庫は分散型とする複合型にすることも可能である。</li> <li>・公園でのエネルギー利用形態・設置する設備の種類を踏まえ、これに合わせた燃料の供給体制や貯蔵・備蓄方法を検討する。</li> </ul>

#### 4.2.3 従来の方法との比較

従来方法として化石燃料の備蓄（灯油焚きボイラー）、長時間型非常用発電機、植物廃材のエネルギー利用として木質バイオマスボイラー、ガス化発電、ペレット・薪ストーブについて比較した。比較表を表 4.2-6 に示す。

従来方法と植物廃材のエネルギー利用について5ケースの比較を行ったが、化石燃料の備蓄、ガス化発電、木質バイオマスボイラーは運転に電気が必要になる。ただし、ガス化発電は、ガス化プロセスが立ち上がれば電気は自賄いできるので、メリットがある。

植物廃材のエネルギー利用について着目すると、比較的長期間エネルギー供給が可能で、耐震性や安全性は関連法令や基準等に従って設計・建設するため、当然のことながら従来方式に劣ることはない。したがって、植物廃材のエネルギー利用は災害時のエネルギー源として十分に期待できるものと思われる。

しかしながら、経済性については従来方式よりも高価であることは否めなく、導入にあたっては留意する必要がある。

表 4.2-6 従来方法との比較

エネルギー利用形態	化石燃料の備蓄	非常用発電機の設置	植物廃材を利用したエネルギー利用		
設備機器	灯油焚きボイラー	長時間型非常用発電機	ガス化発電	木質バイオマスボイラー	ペレット・薪ストーブ
設備稼働の条件	電源が必要。	内部バッテリーで始動するため電源不要。	ガスプラント立ち上げ時に電源が必要。	電源が必要（薪ストーブについては不要な機種もある）	・ほとんどのペレットストーブで電源が必要であるが、換気を煙突で行う機種については電源が不要なものもある。薪ストーブは不要。
供給するエネルギーの種類	熱（暖房・冷房）	電気	電気、熱（暖房・冷房）	熱（暖房・冷房）	熱（暖房）
エネルギー供給期間	条件：地下油槽 5,000L、対象面積 2,000 m <sup>2</sup> 。 灯油：暖房で約 9 日、冷房で約 6 日（試算 1 参照）。	条件：地下油槽 5,000L、発電規模 100kW。 長時間型非常用発電機の連続運転時間は 72 時間まで。潤滑油等の状況を点検し、再稼働が可能（試算 2 参照）。運転可能日数は延 6 日程度。	条件：災害発生時の原料量によるが、仮に 50t の剪定枝がある場合とする。稼働日数は連続運転で 10 日間、利用可能エネルギーは 1 時間当たり電力が約 40kW、熱が約 65kW（試算 3 参照）。	条件：災害発生時の原料量によるが、仮に 50t の剪定枝がある場合とし、対象面積は 2,000 m <sup>2</sup> とする。暖房で約 30 日、冷房で約 21 日（試算 4 参照）。	条件：災害発生時の残量によるが、仮に 10t のペレットが調達可能であった場合とし、対象面積は延 2,000 m <sup>2</sup> とする。暖房で約 7 日（試算 5 参照）。
	試算 1	試算 2	試算 3	試算 4	試算 5
	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下燃料タンクの容量：5,000L</li> <li>燃料の種類：灯油（低位発熱量 34.9MJ/L）</li> <li>灯油ボイラーの能力：300kW（国営滝野すずらん丘陵公園と同程度の能力、暖房対象面積 2,000 m<sup>2</sup>）</li> <li>灯油焚きボイラーの効率：85%（メーカーヒアリング値）</li> <li>吸収式冷凍機の効率：70%（メーカーヒアリング値）</li> <li>暖房・冷房時間：16 時間/日</li> <li>暖房日数：<math>5,000L \times 34.9MJ/L \div (300kW \times 3.6MJ/kW \div 85\%) \div 16h/d = 8.6</math> 日</li> <li>冷房日数：<math>5,000L \times 34.9MJ/L \div (300kW \times 3.6MJ/kW \div 85\% \div 70\%) \div 16h/d = 6.0</math> 日（延べ日数）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下燃料タンクの容量：5,000L</li> <li>燃料の種類：軽油（低位発熱量 36.3MJ/L）</li> <li>発電機の能力：100kW（4.5 のエネルギー調査結果の平均値；130kW より設定）</li> <li>発電効率：30%（カタログ等をもとに想定）</li> <li>連続発電時間：72 時間連続</li> <li>発電日数：<math>5,000L \times 36.3MJ/L \div (100kW \times 3.6MJ/kW \div 30\%) \div 24h/d = 6.3</math> 日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>試算条件：宮城県南三陸町の事例を参考にした。処理規模：20t（日量、連続運転）</li> <li>発電規模：330kW</li> <li>単位処理規模当り発電規模：<math>330kW \div 20t/日 = 16.5kW/t</math></li> <li>ガス化発電の規模：5t（日量、国内最小規模）</li> <li>発電規模：5t <math>\times</math> 16.5kW/t = 82.5kW</li> <li>剪定枝供給量：50t</li> <li>発電可能日数：<math>50t \div 5t/日 = 10</math> 日</li> <li>利用可能な発電規模：<math>82.5kW \times 50\% = 41.3kW</math>（ユーティリティ設備で消費、メーカーヒアリング）</li> <li>熱回収量：<math>41.3kW（発電規模） \times 5/3 = 68.8kW</math>（メーカーヒアリング）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>剪定枝供給量：50t</li> <li>剪定枝の低位発熱量：12.8MJ/kg（木質バイオマスボイラー導入指針（榊森のエネルギー研究所）を参考にした）</li> <li>木質バイオマスボイラーの能力：300kW（試算 1 と同様とした）</li> <li>木質バイオマスボイラーの効率：80%（木質バイオマスボイラー導入指針（榊森のエネルギー研究所）を参考にした）</li> <li>吸収式冷凍機の効率：70%（メーカーヒアリング値）</li> <li>暖房・冷房時間：16 時間/日</li> <li>暖房日数：<math>50t \times 12.8MJ/kg \div (300kW \times 3.6MJ/kW \div 80\%) \div 16h/d = 29.6</math> 日</li> <li>暖房日数：<math>50t \times 12.8MJ/kg \div (300kW \times 3.6MJ/kW \div 80\% \div 70\%) \div 16h/d = 20.7</math> 日（延べ日数）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ペレット供給量：10t</li> <li>剪定枝の低位発熱量：16.0MJ/kg（日本ペレット協会のペレット規格 C 基準値）</li> <li>総合必要能力：300kW（延 2,000 m<sup>2</sup>の床面積に供給する能力とし、試算①を参考にした）</li> <li>木質バイオマスボイラーの効率：80%（FF 式ペレットストーブの効率；ヒアリング値）</li> <li>暖房・冷房時間：16 時間/日</li> <li>暖房日数：<math>10t \times 16.0MJ/kg \div (300kW \times 3.6MJ/kW \div 80\%) \div 16h/d = 7.4</math> 日</li> </ul>
耐震性	建築基準法の他、関連法令に準拠して設置。	同左	同左	同左	ユーザー判断で設置
安全性	被害状況を調査してからの利用が望ましい。	同左	産業プラントであり、他システムより被害状況の調査は煩雑。	被害状況を調査してからの利用が望ましい。	ユーザーが状況を判断し利用する。
可動性	集中利用となるため可能性はない。	同左	同左	同左	ストーブ、燃料ともに持ち運びが可能。
コスト	既存施設に組み込まれている場合が多い。	既存施設に組み込まれている場合が多いが、新設するのであればイニシャルコスト 100kW 規模で 2～3 千万円程度（建屋含まず、概算見積り）。	最低処理量 5t/日規模で、イニシャルコストは 4～4.5 億円程度（メーカーヒアリング）。	300kW 規模チップボイラーでイニシャルコスト 30,000 千円（本体のみ、チップパーは移動式が確保できるものと仮定しイニシャルに計上せず）。	性能・デザインにもよるが 1 台当り 30～60 万円程度。

#### 4.2.4 震災により発生した植物廃材のエネルギー利用について

東日本大震災で発生した災害廃棄物のうち、植物廃材のエネルギー利用について、利用実態、加工方法、活用した場合のエネルギー供給量、コスト収支、問題点を整理する。

表 4.2-7 震災により発生した植物廃材のエネルギー利用の整理

検討項目	検討内容
利用実態 (計画)	<p>① 岩手県</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>木質系廃棄物発生量：306 千 t (表 4.2-2 参照)</li> <li>処理計画の概要：二次仮置場において破碎・選別を行い、中間処理施設を経て木質ボード原料、セメント利用することを基本としている。</li> </ul> <p>② 宮城県 (県受託分のみ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>木質系廃棄物発生量：620 千 t (表 4.2-2 参照)</li> <li>処理計画の概要：木くずと可燃系混合物から選別された木質系廃棄物を加えた 72 万トンが木材材料や燃料等として利用する計画。</li> </ul>
加工方法	<p>① チップ化 (ボイラー、ガス化燃料)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>破碎⇒選別⇒洗浄⇒チップ化 (表 4.2-3 を参考にした)</li> </ul> <p>② ペレット化 (ボイラー、ストーブ化燃料)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一次破碎⇒選別⇒洗浄⇒二次破碎⇒乾燥⇒成型 (造粒)</li> <li>発生量から、処理プラントは比較的大規模になるものと想定するが、製品化ではなく、あくまでも「処理」「減容化」が目的と考え、成型プロセス後段の冷却・選別プロセスは省略できるもとした。</li> </ul>
エネルギー 供給量	<p>試算条件：木質系廃棄物発生量の全てがエネルギー化できるものと想定して試算する (賦存量の試算)。原料の含水率は湿量ベースで 50% (低位発熱量 8.5MJ/kg<sup>*</sup>) とした。 ※木質バイオマスボイラー導入の手引き (榊森のエネルギー研究所) を参考にした。</p> <p>① 岩手県</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>木質系廃棄物発生量：306 千 t</li> <li>全エネルギー供給量：306 千 t × 8.5MJ/kg = 2,601 × 10<sup>6</sup> MJ (灯油換算量 75 百万 L)</li> </ul> <p>② 宮城県</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>木質系廃棄物発生量：620 千 t</li> <li>全エネルギー供給量：620 千 t × 8.5MJ/kg = 5,270 × 10<sup>6</sup> MJ (灯油換算量 151 百万 L)</li> </ul>
経済性 (賦存量相当)	<p>① 岩手県</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー賦存量：2,601 × 10<sup>6</sup> MJ</li> <li>灯油換算量：75 百万 L</li> <li>灯油単価：80 円/L (仙台単価、建設物価 2013.2 号)</li> <li>経済効果：75 百万 L × 80 円/L = 6,000 百万円</li> </ul> <p>② 宮城県</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー賦存量：5,270 × 10<sup>6</sup> MJ</li> <li>灯油換算量：151 百万 L</li> <li>灯油単価：80 円/L (仙台単価、建設物価 2013.2 号)</li> <li>経済効果：151 百万 L × 80 円/L = 12,000 百万円</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築物を中心とした木質系廃棄物も少なくなく、釘やボルトの混入が多いものと思われる。自動化されたシステムにおいては、異物の混入・堆積はシステム停止の原因になるだけでなく、最悪の場合は故障に至ってしまう。前処理として磁選機を設置する場合も想定され、コスト増の要因になる。</li> <li>塩害木は生木であり、塩分除去のため洗浄 (水洗い) が必要になる可能性がある。このため、含水率は原木の状態以上になることも想定される。復興事業はスピードが要求されることから、時間をかけて天日乾燥はできず、乾燥プロセスに莫大なエネルギーが必要になる。</li> <li>特に固体燃料では需要があるか懸念される。</li> <li>ガス化の場合は、低カロリーガスでも安定して発電可能な国産発電機が必要となる。</li> <li>石炭を燃料とする火力発電所での混焼も可能性がある。</li> </ul>

## 4.3 植物廃材のエネルギー利用の際の燃料加工、保管及び品質確保について

### 4.3.1 品質確保

#### (1) 含水率

##### 1) エネルギー利用機器の仕様で定められる含水率

前述 3.4 に記載したエネルギー利用機器の仕様で定められる含水率を表 4.3-1 にまとめる。なお、調査値では乾量基準と湿量基準が混在しているが、表 4.3-1 では湿量基準に統一して記載した。

一般的に、薪は原木を玉切りし自然乾燥して使用する燃料である。一方、ペレットは原木をおが粉化・機械乾燥した後に成型する燃料、チップは原木を自然乾燥した後に破碎・切削したものである。ペレット製造の際には省エネルギー化に観点から、またチップ製造時にはエネルギー密度を高める観点および貯蔵時の発酵防止の観点から、燃料としての薪に求められる含水率程度まで自然乾燥することが望ましい。

表 4.3-1 エネルギー利用機器の仕様で定められる含水率

区分	含水率		
	メーカー値	メーカー名 (参考)	
チップボイラー	33.3%-WB (50%-DB)	シュミット社 (スイス)	33%-WB 注)高含水率対応は 50%-WB
	50%-WB (100~120%-DB)	” ※1	
	40%-WB (66.7%-DB)	KOB (オーストリア)	
	50%-WB (100%-DB)	オヤマダエンジニアリング株式会社※1	
薪ボイラー	17%-WB (20%-DB)	シュミット社 (スイス)	17%-WB 注)高含水率でも燃焼可 能な機器も有り。
	20~30%-WB (25~43%-DB)	株式会社アーク	
	17%-WB (20%-DB)	エーテーオー株式会社	
薪ストーブ	20%-WB	ダッチウエストジャパン株式会社	20%-WB
	20%-WB	石村工業株式会社	
	20%-WB	笛木熔接工業株式会社	
ペレットボイラー	9%-WB (10%-DB)	シュミット社 (スイス)	10%-WB
	9%-WB (20%-DB)	株式会社御池鐵工所	
	10%-WB	二光エンジニアリング株式会社	
	10%-WB (20%-DB)	矢崎総業株式会社	
ペレットストーブ	10%-WB※2	サンボット株式会社	10%-WB※2
	10%-WB	株式会社山本製作所	
	10%-WB※2	株式会社トヨトミ	
ガス化発電	15%-WB	中外炉工業株式会社	15%-WB
	15%-WB	月島機械株式会社	
	15%-WB	篠田株式会社	

注)メーカー聞き取り値が乾量ベースの場合は湿量ベースに換算して記載している (含水率欄の () 内数値はメーカー聞き取り値である)。※1: 高含水率対応ボイラーの数値 ※2: 最低限遵守すべき数値

## 2) 剪定枝等の自然乾燥条件

自然乾燥の目標値を薪ストーブの概ねの性能補償値である 20%-WB (≒25%-DB) とした場合について、以下に示す既往文献や報告書をもとに自然乾燥に必要な条件を整理した。結果を表 4.3-2 に示す。

なお、海外の文献「Wood Fuels Handbook(2009)」<sup>7)</sup>によると、木質チップは 30%-WB 以下まで乾燥させると生物学的な安定性の問題なしに保管に適するとされている。

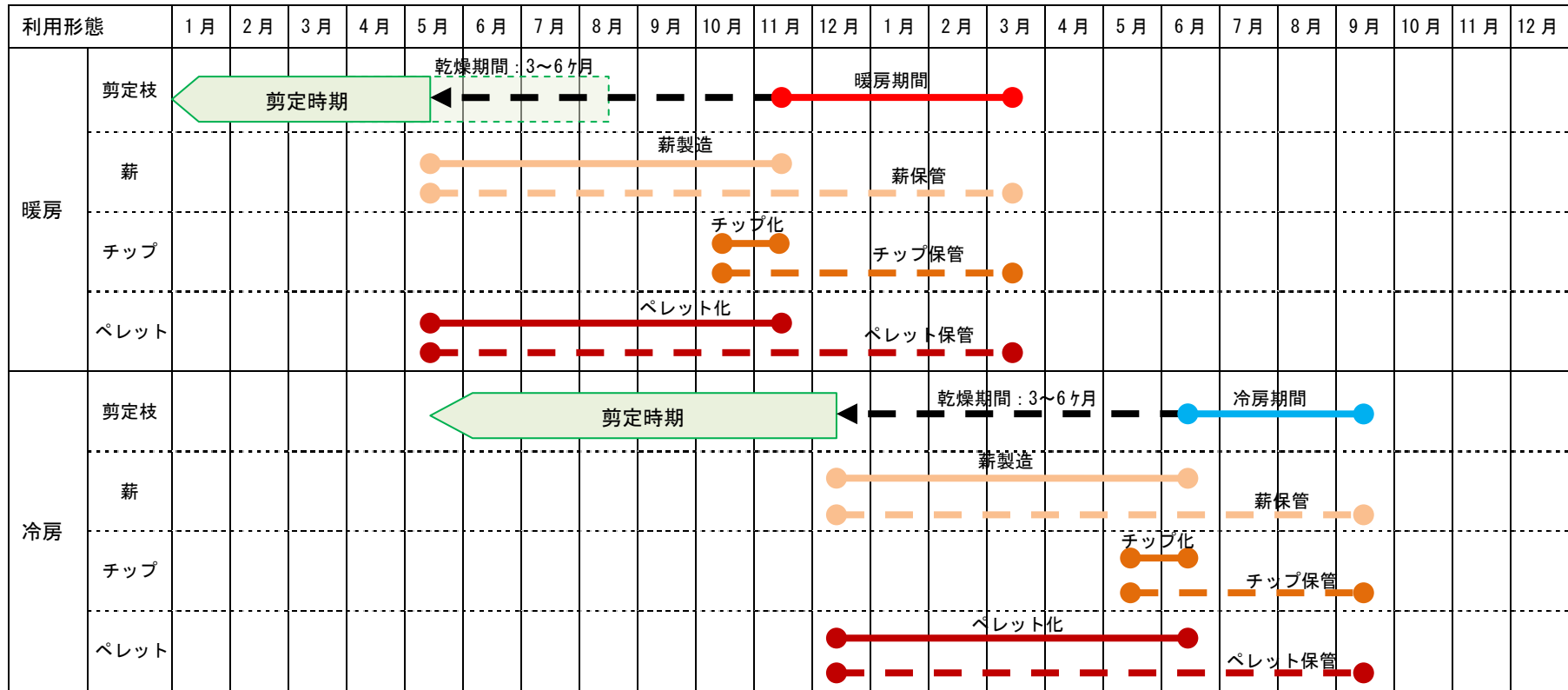
表 4.3-2 剪定枝の自然乾燥条件の取りまとめ

保管状態	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶保管施設の底部はアスファルト、またはコンクリート仕上げであること。薪棚では枕木を台座にしている。</li> <li>▶風通しが良い状態であること。</li> <li>▶陽の当る場所が望ましいが、日陰でも乾燥に支障ない。</li> <li>▶屋根があるのが望ましいが、降雨の影響は少ない。</li> <li>▶出来れば周辺湿度が低いことが好ましい。</li> <li>▶夏期の方が乾燥に有利である。</li> </ul>
乾燥物（原料）の形状	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶長さ・径ともに小さい方が乾燥に有利。</li> </ul>
乾燥期間（時間）	<p>①乾燥物の形状：小（参考：薪～1m 長程度、梢端部程度の径）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶乾燥時期、保管状況によるが、夏期には約3ヶ月で含水率は 20%-WB 程度まで低下（前述 3.2.2(3)1)(i)ii)(b)及び(c)参照）。</li> <li>▶地域によって差はあるが、8月中旬ころまでに剪定した原料は当該年の暖房用燃料として利用が可能である。冷房用燃料として利用できる原料は概ね3月中旬ころまでに剪定した原料である。</li> </ul> <p>②乾燥物の形状：大（参考：2m 長以上）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶乾燥時期、保管状況によるが、間伐材や主幹など比較的径が大きく、長さが長いものについては、含水率 20%-WB まで自然乾燥させるのに5ヶ月以上要する（前述 3.2.2(3)1)(i)ii)(a)参照）。</li> <li>▶地域によって差はあるが、5月中旬ころまでに剪定した原料は当該年の暖房用燃料に使用可能である。冷房用燃料として利用できる原料は、前年の12月中旬ころまでに剪定した原料である。</li> </ul> <p>※乾燥の期間は長さのほか、太さにも影響されるので留意が必要である。</p>

表 4.3-3 に一定の含水率に達するまでの乾燥期間からみた剪定時期と利用時期の関係の一例を示す。こからは、乾燥時期や地域によっても異なると考えられる。なお、ペレットについては、基本的に人工乾燥が必要である。



表 4.3-3 剪定時期と利用時期の関係 (例)



## (2) 副産物の適正処理を踏まえた原料の剪定・処理

植物廃材を燃料として利用した場合の副産物は灰であり、灰は原料中に含まれる灰分に比例して排出量が増える。廃棄物の減量化という観点だけではなく、エネルギー利用設備の燃焼阻害、維持管理面においても灰の排出量は少なく抑えることが望ましく、そのために燃料用木質チップの品質規格やペレット品質基準に準拠した原料を利用する必要がある。

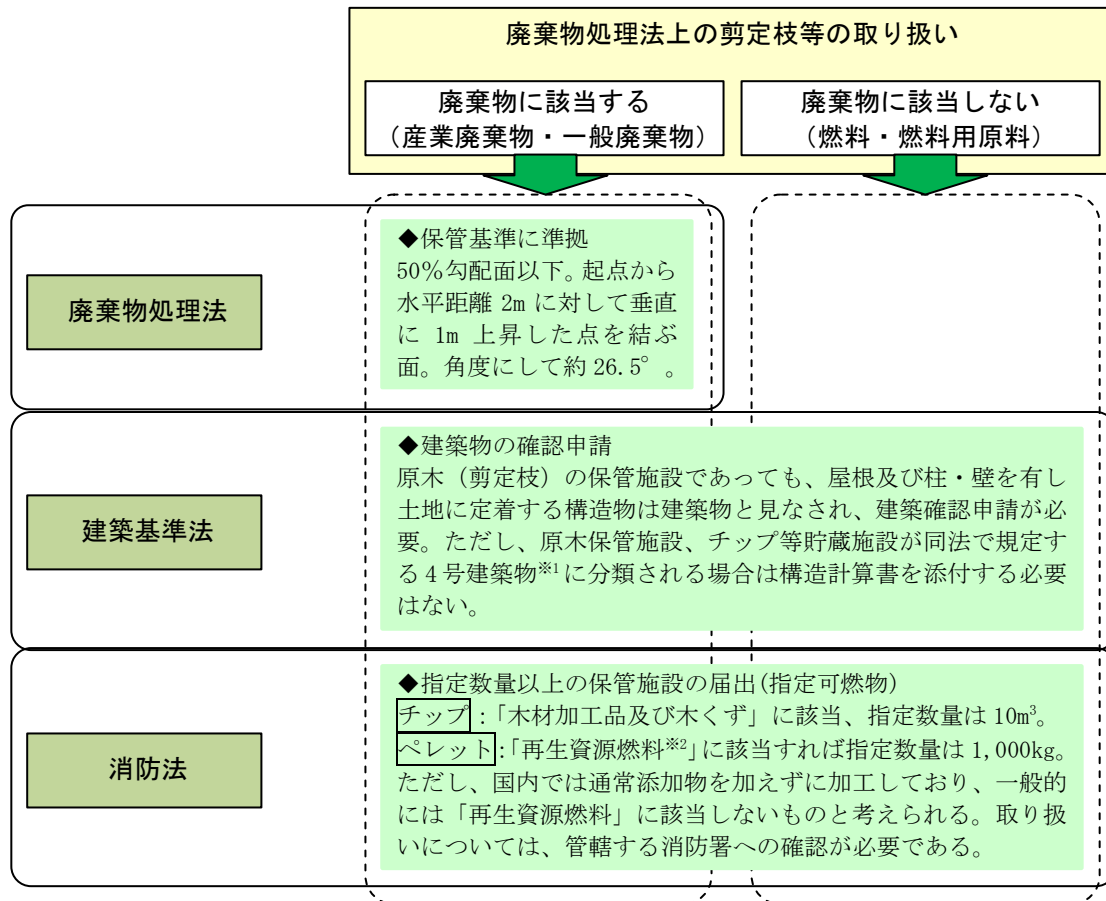
また、灰には有害物質が含まれる可能性がある。特に街路樹では重金属やPMの付着が懸念されるので、有害物質についても灰分と同様に、燃料用木質チップの品質規格やペレット品質基準に準拠した原料を利用する必要がある。

環境省の通知<sup>※</sup>により、木質ペレット又は木質チップを専焼ボイラーで燃焼させて生じた焼却灰のうち、有効利用が確実で不要物とは判断されない場合は産業廃棄物に該当しない。ただし、塗料や薬剤を含む、もしくはそのおそれのある廃木材又は当該廃木材を原料として製造したペレット又はチップと混焼して生じた焼却灰の場合は、産業廃棄物の燃え殻に該当するので、産業廃棄物として処理する必要がある。燃え殻の具体的な処理方法としては埋立処分が一般的である。

※平成25年6月28日付け環廃産発第1306282号 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長通知「規制改革実施計画」（平成25年6月14日閣議決定）において平成25年6月中に講ずることとされた措置（バイオマス資源の焼却灰関係）

#### 4.3.2 保管に関連した準拠基準

公園内で剪定枝等やチップ・ペレットを貯蔵・保管する場合、廃棄物処理法、建築基準法、消防法に準拠して施設を整備する必要がある。ここでは、それぞれの法令について体系的に整理する。



※1 建築物の種類 1号（法別表第一(イ)欄の特殊建築物で床面積の合計が 100 m<sup>2</sup>を超えるもの。）、2号（木造で①階数が 3 以上のもの、②延べ面積が 500 m<sup>2</sup>を超えるもの、③高さが 13m、軒の高さが 9m を超えるもの）、3号（木造以外で①階数が 2 以上のもの、②延べ面積が 200 m<sup>2</sup>を超えるもの）に該当しない建築物。

※2 東京消防庁監修の「少量危険物と指定可燃物の運用基準」<sup>9)</sup>によると、再生資源燃料は「木材加工品又は木くずを成形して燃料とする場合は、既に指定されている指定可燃物としての火災危険性に変化が生じないことから、再生資源燃料に該当しない。ただし、木くずや汚泥に添加剤を加えて加工するなど、物品が持つ本来の性状が変化する場合には、再生資源燃料に該当する。」とされている。（国内で製造される木質ペレットは、木材の組成要素の一つであるリグニンが製造プロセスにおいて接着剤の役割を果たすため、添加剤を一切使用しない。）

図 4.3-1 剪定枝の貯蔵・保管に関する準拠法令

#### 4.3.3 植物廃材のエネルギー利用の際の燃料加工、保管及び品質確保に関する整理

これまでの調査結果をもとに植物廃材をエネルギー利用する際の燃料加工、保管及び品質確保方法について整理する。

##### (1) 剪定枝

###### 1) 保管方法

- ・ 剪定枝の積みおき高さは廃棄物処理法の保管基準（50%勾配面以下。起点から水平距離2mに対して垂直に1m上昇した点を結ぶ面。角度にして約26.5°。）に従う。
- ・ 燃料化の方法としてはチップ化、ペレット化、RDF化等があるが、いずれも原料の水分低下が必須である。天日乾燥やビニールハウス内貯蔵で含水率の低下をはかる。
- ・ 豪雪地帯では、冬季の含水対策として屋根付きの貯留施設を設置することも考えられる。
- ・ チップ化後は、発酵・発火が懸念されるため、剪定枝のまま保管することが有効である。ただし、湿潤ベース含水率で30%以下まで乾燥させた場合には発酵が促進されないため、長期保管も可能である。
- ・ チップの積みおき高さは最大でも3m以内とする。（やまがたグリーンリサイクル株式会社の例では、発火、発酵させないように積み上げ高は3m以内としている。）
- ・ ペレットやRDF等の加工を行った場合は、規格等で定める湿潤ベース含水率10%以内の品質を確保したうえで保管する。

###### 2) 燃料加工方法

- ・ 必要に応じて破砕機等の投入口に見合った大きさまで切断する。
- ・ 加工後の燃料は使用するボイラー等の燃焼装置との適応性が重要である。燃焼装置に応じ燃料の形状、大きさにするとともに、含水率についてはボイラー等の燃焼装置の適合範囲内に加工する。
- ・ 剪定枝のペレット化においては乾燥設備が必要となる。

##### (2) 刈草

###### 1) 保管方法

- ・ 刈草の積みおき高さは廃棄物処理法の保管基準（50%勾配面以下。起点から水平距離2mに対して垂直に1m上昇した点を結ぶ面。角度にして約26.5°。）に従う。
- ・ 燃料化の方法としてはペレット化、RDF化等があるが、いずれも原料の水分低下が必須である。刈草の残置が可能であれば、現場にて乾燥させることもできるが、これでも不足する場合はビニールハウス内で貯蔵するなどにより含水率の低下をはかる。

###### 2) 燃料加工方法

- ・ 加工後の燃料は使用するボイラー等の燃焼装置との適応性が重要である。燃焼装置に応じ燃料の形状、大きさにするとともに、含水率についてはボイラー等の燃焼装置の適合範囲内に加工する。

#### 4.3.4 公園での植物廃材のエネルギー利用を想定したとりまとめ

##### (1) 必要施設のとりまとめ

これまでの調査結果をもとに公園内等に貯蔵、加工施設を設置する場合を想定し、ストックヤード、乾燥施設、チップ化施設等の必要な施設についてとりまとめる。

##### 1) 剪定枝

剪定枝のエネルギー利用する場合の燃料形態としては、チップ化、ペレット化のほか、剪定枝は枝葉主体で嵩比重が小さいため不向きといえるが、薪についても考えられる。

##### (i) 薪

薪として利用する場合に必要な設備を表 4.3-4 に示す。

表 4.3-4 剪定枝を薪として利用する場合に必要な設備

設備	概要
ストックヤード	剪定枝の保管、天日乾燥用に設置する。乾燥が足りない場合はビニールハウス等を設置する。
薪割り機	剪定枝を薪ストーブに投入できる大きさまで切断する。 自走式の薪割り機や電動式の薪割り機がある。
燃料保管庫	製造した薪を保管する。

##### (ii) チップ

チップとして利用する場合に必要な設備を表 4.3-5 に示す。

表 4.3-5 剪定枝をチップとして利用する場合に必要な設備

設備	概要
ストックヤード	剪定枝の保管、天日乾燥用に設置する。乾燥が足りない場合はビニールハウス等を設置する。
破砕機等への投入用重機	破砕機等のホッパに投入するための重機が必要である。緑のリサイクル施設やチップ化施設では油圧ショベルが使用されることが多い。
切削機または破砕機	所定の大きさとする切削機または破砕機を設置する。
選別機	一定の大きさの燃料を確保するため、ふるい分け機など選別機を設置する。
搬送設備	各設備を搬送するための設備としてコンベアを設置する。
チップ搬送用重機	保管庫等へ移動する際の重機としてショベルローダーが使われることが多い。
燃料保管庫	製造したチップを保管する。

### (iii) ペレット

ペレットとして利用する場合の必要な設備を表 4.3-6 に示す。

表 4.3-6 剪定枝をペレットとして利用する場合の必要な設備

設備	概要
ストックヤード	剪定枝の保管、天日乾燥用に設置する。乾燥が足りない場合はビニールハウス等を設置する。
破碎機等への投入用重機	破碎機等のホッパに投入するための重機が必要である。緑のリサイクル施設やチップ化施設では油圧ショベルが使用されることが多い。
破碎機・粉碎機	おが粉状になるまで破碎、粉碎を行う。
乾燥機	所定の含水率になるまで乾燥を行う。
成型機	ペレットを製造する。
冷却機	製造したペレットを冷却する。ただし、小規模の場合、地産地消的な利用であれば省略している場合もある。
選別機	篩いによって粉化したものを選別する。小規模の場合は手作業で選別している場合もある。
搬送設備	各設備を搬送するための設備としてコンベアを設置する。
袋詰め・フレコン投入装置	ペレットを袋詰めもしくはフレコンに投入するための装置を設置する。小規模の場合は手作業で選別している場合もある。
燃料保管庫	製造したペレットを保管する。

## 2) 刈草

刈草のエネルギー利用する場合の燃料形態としては、ペレット化が考えられるが、2.2.4、4.1.2 で既述したとおり、エネルギー利用にはむかないと考えられるため省略する。

## (2) 公園内における剪定枝、刈草等の貯蔵施設の参考事例

### 1) 燃料の種類ごとの保管方法

保管方法については、前述の法令に準拠した上で、地域特性や公園のエネルギー施設特性、燃料供給体制や搬入頻度等を踏まえて、施設ごとに検討することとなる。ここでは、公園及びこれ以外の施設における保管方法の事例を参考に、公園でのエネルギー利用を想定した場合の保管方法について取りまとめる。

#### (i) 原木（剪定枝）

##### i) 事例を踏まえた公園での保管方法

公園でのエネルギー利用を想定した場合の保管方法については特に基準等はないが、後述の事例をみると、アスファルトもしくはコンクリート舗装した場所での野積みが基本であり、屋根を設置しているケースもある。また、受入れ原料をサイズや部位ごとに類別化し、あるいは保管場所を区分しているところもあり、表 4.3-2 に記載した剪定枝の自然乾燥条件にほぼ一致している。

屋根付きの保管施設については、建築確認申請が必要なものも見受けられる。消火設備については、地域ごと、もしくは施設管理者の判断となっているものと思われ、統一性はない。

##### ii) 貯蔵・保管事例

###### ① 新宿御苑

- ・ 管 理 者：環境省新宿御苑管理事務所
- ・ 施設位置：東京都新宿区
- ・ 原料種類：施設内で発生する剪定枝。保管ヤード規模は野積み部が約 150 m<sup>2</sup>、屋根付き部が約 120 m<sup>2</sup>
- ・ 原料用途：燃料用チップ
- ・ 受入条件：なし
- ・ 保管方法：野積み、一部屋根下で保管（図 4.3-2）。
- ・ そ の 他：・ 防火・消火設備は設置していない。  
・ 表 2.2-5 No.4、表 3.5-1 No.1、図 3.5-1 参照



図 4.3-2 保管状況（新宿御苑管理事務所）

② ズーラシア緑のリサイクルプラント

- ・ 管 理 者：横浜市グリーン事業協同組合
- ・ 施設位置：神奈川県横浜市
- ・ 原料種類：横浜市 18 区中 7 区の公園や街路で発生する剪定枝等
- ・ 原料用途：パーティクルボード原料、堆肥原料
- ・ 受入条件：申請書の提出
- ・ 保管方法：野積み
- ・ そ の 他：
  - ・ 消火設備の設置のほか、野積み原料に散水を実施。幹部と枝葉部に区分して保管。
  - ・ 廃棄物処理法上の施設許可、業許可有り。
  - ・ 表 4.1-1 No 1 参照



図 4.3-3 保管状況（ズーラシア緑のリサイクルプラント）

③ やまがたグリーンリサイクル(株)

- ・ 管 理 者：同社
- ・ 施設位置：山形県村山市
- ・ 原料種類：産業廃棄物（建設廃材、伐根等）、一般廃棄物（道路等剪定枝、果樹剪定枝、河川支障木等）及び間伐材
- ・ 原料用途：燃料用チップ
- ・ 受入条件：なし
- ・ 保管方法：野積み（発火・発酵防止のため高さ 3m に制限）
- ・ そ の 他：施設用途：バイオマスリサイクル工場、廃棄物処理法上の施設許可、業許可有り。



図 4.3-4 保管状況（やまがたグリーンリサイクル(株)）



④ 真庭市バイオマス集積基地

- ・ 管 理 者：真庭市
- ・ 施設位置：岡山県真庭市
- ・ 原料種類：林地残材、製材端材、樹皮
- ・ 原料用途：燃料用チップ
- ・ 受入条件：幹の部分で長さが 50cm 以上のもの
- ・ 保管方法：野積み
- ・ そ の 他：H17 バイオマスエネルギー地域システム化実証事業（NEDO）で市の複数事業者の協力得て実施。



図 4.3-5 保管状況（真庭市バイオマス集積基地）

## (ii) 薪

### i) 事例を踏まえた公園での保管方法

薪の保管（乾燥）にとって重要な条件は「風通し」の良さであり、日陰であっても、屋根なしの露天であっても保管・乾燥が可能である。事例では、風通しに配慮しつつ、薪棚の下部には枕木や木製パレットを設置するなど、地面に直接置かないような配慮もされている。

### ii) 貯蔵・保管事例

#### ① 万博記念公園リサイクル施設

- ・ 管 理 者：NPO 法人里山倶楽部
- ・ 施設位置：大阪府吹田市
- ・ 原料種類：公園内の伐採木（主にアカシア、コナラなど）
- ・ 薪の用途：薪ボイラー燃料
- ・ 保管形状：直径 10cm、長さ 50～60cm
- ・ 保管方法：保管・乾燥棚：野積みで雨よけにトタンを上部に置く
- ・ そ の 他：・ 約 1 年間乾燥後に使用

・ 表 2.2-5 No. 3、表 4.1-1 No. 3 参照



薪の保管場所（全景）



薪乾燥棚（野積み）

図 4.3-6 保管状況（万博記念公園リサイクル施設）

#### ② 北野清掃工場 ポカポカ足湯

- ・ 管 理 者：八王子市
- ・ 施設位置：東京都八王子市
- ・ 原料種類：市内長池公園で発生する間伐材等（同公園内で薪割り・乾燥）
- ・ 薪の用途：薪ボイラー用
- ・ 保管形状：直径 10cm・長さ 50cm 程度の乾燥薪
- ・ 保管方法：物置内、及びシート被覆により水濡れ（雨）を防ぐ
- ・ そ の 他：表 2.2-5 No. 1 参照



図 4.3-7 保管状況（北野清掃工場ポカポカ足湯）

### (iii) チップ

#### i) 事例を踏まえた公園での保管方法

公園でチップボイラーを設置する場合、燃料チップの調達方法は、「公園内製造（自前／委託）」、「都度購入」の2通りがある。前者の「公園内製造（自前／委託）」の場合、一般的には乾燥原木を一定程度、一度にチップ化し、ストックヤードで貯蔵・保管して必要に応じてボイラー近傍に設置するサイロに移送・投入する。一方、「都度購入」の場合は外部より購入・配送されたチップをサイロに投入する。

このように、チップの貯蔵・保管施設には、「ストックヤード」と「サイロ」の2種類がある。以下にその保管方法を記載する。

#### (a) スtockヤードにおける保管方法

比較的長期間の使用量を対象にした貯蔵・保管施設で、エネルギー利用機器の規模にもよるが、施設規模は比較的大きなものになるものと考えられる。構造を規定する基準等はないが、燃料チップの貯蔵・保管施設であるため、降雨の影響を受けない構造とする必要があり、建屋、簡易な構造であっても壁・屋根を有する構造物になる。

建築の確認申請ならびに、チップは指定可燃物であるため指定数量 10m<sup>3</sup>を超える施設となる場合は届出が必要になる。

#### (b) サイロにおける保管方法

サイロは大きく、地上式と地下式に区分される。地上式は地下を掘り下げる必要がないのでイニシャルコストは安価であるが、一般的にチップはダンプトラックで搬入し、そのまま投入するので、地下式もしくはアプローチ道路を設置して半地下式とするケースが多い。

地下式の場合、地上部に油圧式のふた、またはスライド式のふたを設置しているケースもあるが、ダンプトラックの荷台部が入れる程度の上屋を設置しているケースがある。積雪地では上屋を設置する事例が多い。

ストックヤードと同様にサイロについても、建築基準法ならびに指定数量以上のチップを貯蔵・保管する場合は消防法の適用を受ける。

サイロからボイラーへの搬送方法には、代表的なものとしてロータリーアーム方式、ムービングフロア方式の2タイプがある。概要を表 4.3-7 に示す。

表 4.3-7 サイロからボイラーへの搬送方法（チップ）

	ロータリーアーム式	ムービングフロア方式
模式図		
概要	<p>弾力性のある鉄製のアームを持った回転アーム（ロータリーアーム）を使い、チップを搔寄せて中央のスクリーコンベアに落とし込み、ボイラーに送り込む。</p> <p>この方式はペレットでも使用することが可能である。</p>	<p>プシュフィーダー方式とも呼ぶ。平行でスライドするラダー（はしご状のもの）が前後に動き、チップをサイロの片方の端から他方にあるコレクティングスクリーウの方向へ送る。チップは直接ラダー上に投入されるので、ムービンフロアはサイロ下部に設置される。</p> <p>この方式のほとんどはチップで採用されている。</p>
適用ボイラー規模	500kW 以下	500kW 以上

「木質資源とことん活用読本（熊崎実・沢辺攻編著）」<sup>10)</sup>, p111 を参考に作成

ii) 貯蔵・保管事例

① 新宿御苑

- ・ 管 理 者：環境省新宿御苑管理事務所
- ・ 施設位置：東京都新宿区
- ・ 受入チップ：切削チップ
- ・ ヤ ー ド：屋根付きストックヤード。360 m<sup>2</sup>のうち、240 m<sup>2</sup>がチップヤード。
- ・ サ イ ロ：地下式 10m<sup>3</sup>（シャッター付上屋有り）
- ・ 搬送方式：ロータリーアーム式
- ・ そ の 他：・ 防火・消火設備は設置していない。  
・ 表 2.2-5 No.4、表 3.5-1 No.1 参照



図 4.3-8 保管状況



図 4.3-9 チップ搬送設備(ロータリーアーム式)



図 4.3-10 地下サイロの入口部

② 大井ふ頭中央海浜公園

- ・ 管 理 者：(株)日比谷アメニス
- ・ 施設位置：東京都品川区
- ・ 受入チップ：切削チップ
- ・ ヤード：シャッター付き建屋（57 m<sup>2</sup>）
- ・ サイロ：地上式 15m<sup>3</sup>（コンテナ内）
- ・ 搬送方式：ロータリーアーム式
- ・ そ の 他：
  - ・ チップヤードに機械式乾燥装置（ソーラードライシステム）を設置。
  - ・ チップ貯蔵は、指定可燃物として届出。
  - ・ 表 2.2-5 No.5、表 3.5-1 No.4 参照

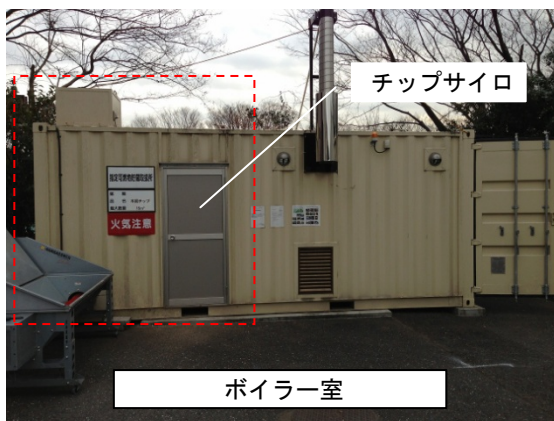


図 4.3-11 チップサイロ及びボイラー室



図 4.3-12 チップヤード



図 4.3-13 チップ受入設備

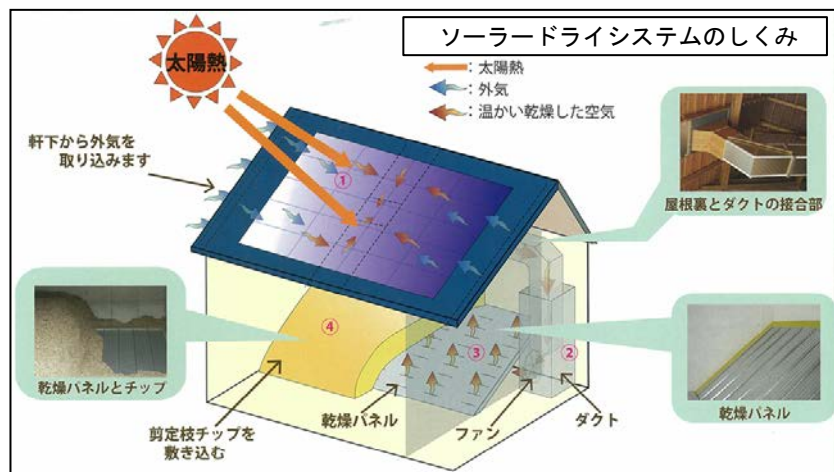


図 4.3-14 ソーラードライシステム

③ 岩手県営屋内温水プール

- ・ 管 理 者：岩手県
- ・ 施設位置：岩手県岩手郡雫石町
- ・ 受入チップ：切削チップ
- ・ ヤ ー ド：なし（チップ購入）
- ・ サ イ ロ：地下式 80m<sup>3</sup>（シャッター付上屋有り）
- ・ 搬送方式：ムービングフロア式
- ・ そ の 他：チップ貯蔵は指定可燃物として届出。



チップサイロ

図 4.3-15 チップサイロ



チップサイロ内部

図 4.3-16 チップサイロ内部

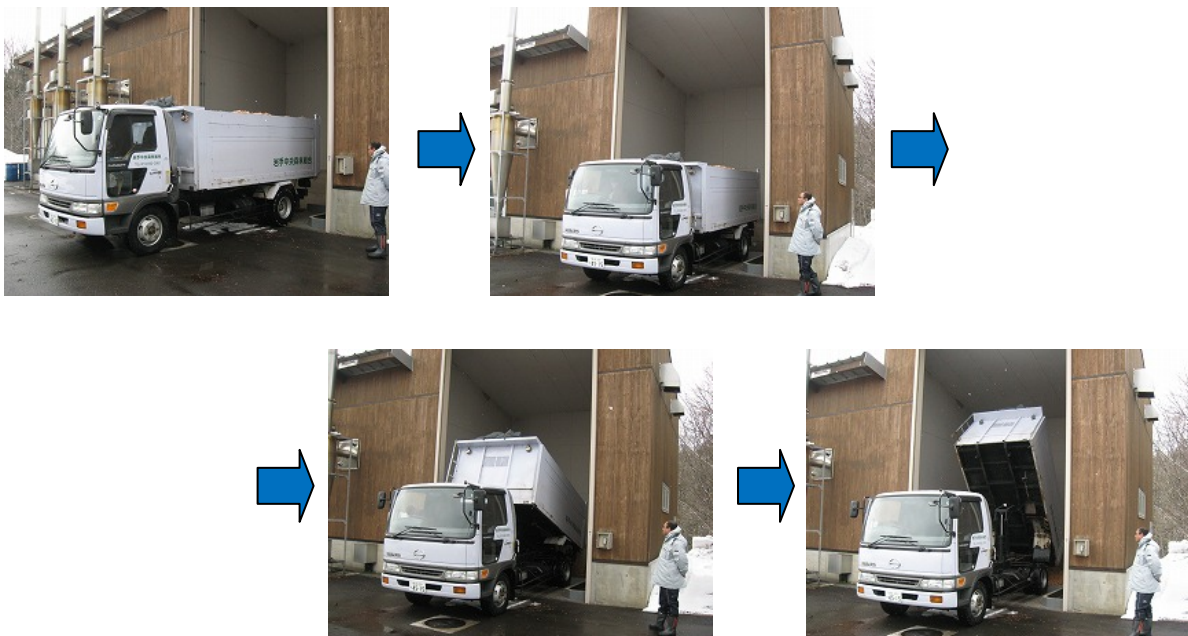


図 4.3-17 チップ搬入状況

④ 最上町ウェルネスプラザ

- ・ 管 理 者：最上町
- ・ 施設位置：山形県最上郡最上町
- ・ 受入チップ：破碎チップ
- ・ ヤード：なし（チップ購入）
- ・ サイロ：地下式：3基（1、2号機用 67m<sup>3</sup>（写真）、3号機用 80m<sup>3</sup>）。1・2号機用は当初、スライド蓋式を採用していたが、湿気対策としてシャッター付上屋を設置して蓋は開けっ放しにする工夫をした。
- ・ 搬送方式：ムービングフロア式
- ・ そ の 他：・チップ貯蔵は指定可燃物として届出。

・表 3.5-1 No.2 参照



図 4.3-18 地下式サイロ



図 4.3-19 増設した上屋

⑤ 南富良野森林組合

- ・ 管 理 者：同組合
- ・ 施設位置：北海道空知郡南富良野町
- ・ 取扱チップ：破碎チップ
- ・ ヤード：屋内（ガラスハウス）
- ・ そ の 他：施設用途：チップ製造施設雪氷と太陽熱を活用した乾燥システムを導入。

木質バイオマス&雪氷エネルギーのカップリング

- ①外気を雪山の中を通過させ、低温除湿空気(結露)を作る。
- ②その空気を乾燥ハウス内のファンで室内上部に運ぶ。
- ③ハウスの屋根をフィルム張りにし太陽光の熱溜まりを造る。
- ④この熱溜まり空気と低温除湿空気を混合し、ハウス内の床から堆積してあるピンチップに吹き出し乾燥させる。

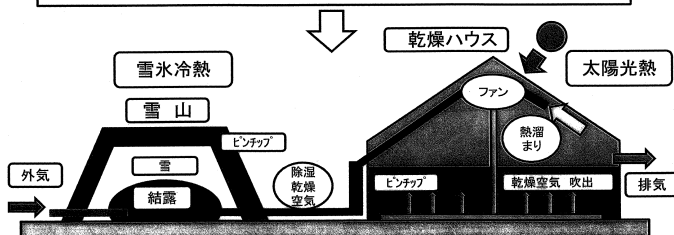


図 4.3-20 特殊外装フィルム乾燥ハウス  
(雪氷乾燥システム)



図 4.3-21 屋内での保管（乾燥）状況

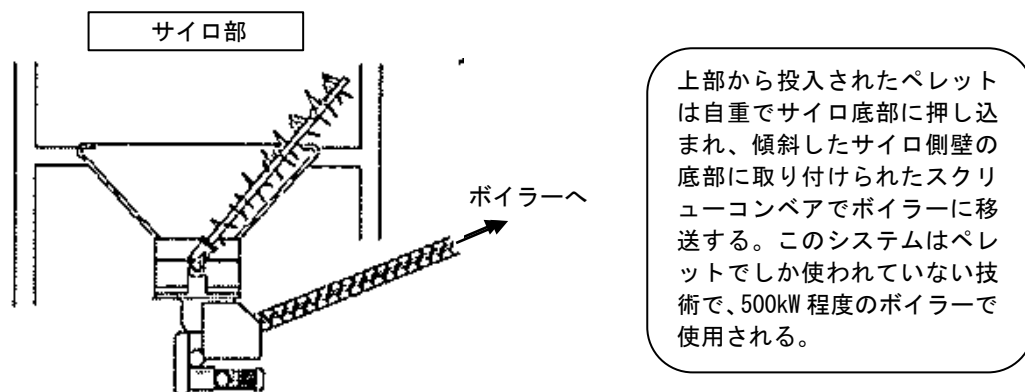


#### (iv) ペレット

##### i) 事例を踏まえた公園での保管方法

ペレットは燃料として外部から購入する事業者が多く、一般的にはボイラー近傍に設置するサイロが貯蔵・保管施設となる。ペレット用のサイロについては、チップと同様に地下式を採用する事例はあるが、フレコンパックで搬入するケースが多いので、地上式を採用している事例もある。地上式サイロの材質は鋼板製のほか、FRP製もある。

サイロからボイラーへの搬送方法には、チップ利用施設でも導入実績の多いロータリーアーム式（表 4.3-7 参照）のほか、セントラルディスチャージ方式もある（図 4.3-22 参照）。



「木質資源とことん活用読本（熊崎実・沢辺攻編著）」<sup>10)</sup>, p111 を参考に作成

図 4.3-22 セントラルディスチャージ方式の概要

##### ii) 貯蔵・保管事例

###### ① 福井県総合グリーンセンター

- ・ 管 理 者：福井県
- ・ 施設位置：福井県坂井市
- ・ サイロ：屋外鋼板製 19m<sup>3</sup>
- ・ 搬送方式：ロータリーアーム方式
- ・ その他：
  - ・ 上部よりペレット投入。
  - ・ ペレット貯蔵は指定可燃物として届出。



図 4.3-23 ペレットサイロ

② 足寄町役場・足寄こどもセンター

- ・ 管 理 者：足寄町
- ・ 施設位置：北海道足寄郡足寄町
- ・ サ イ ロ：屋内鋼板製 11.2m<sup>3</sup>×2基
- ・ 搬送方式：エア圧送
- ・ そ の 他：
  - ・ ボイラー建屋の壁面にペレット投入口を設置。
  - ・ ペレット貯蔵は指定可燃物として届出。消火器を設置。

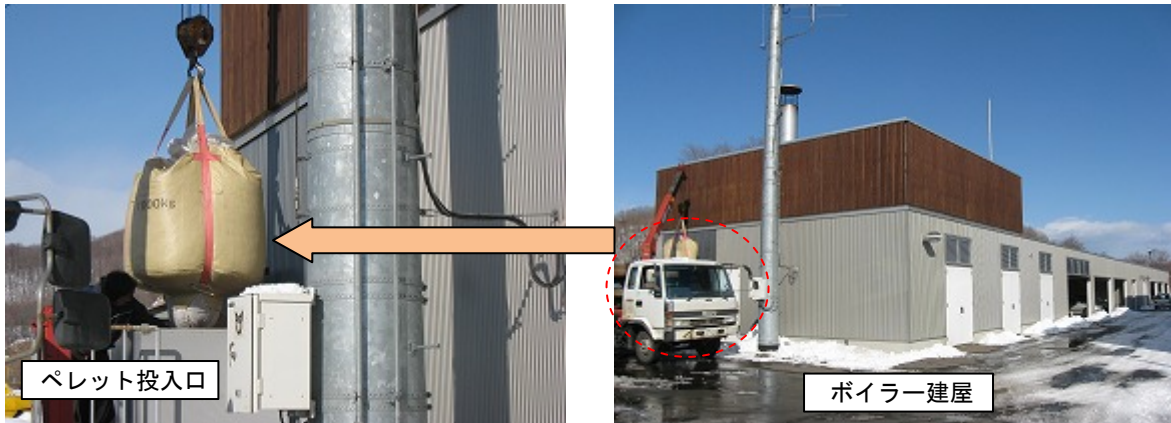


図 4.3-24 ボイラー建屋及びペレット投入口

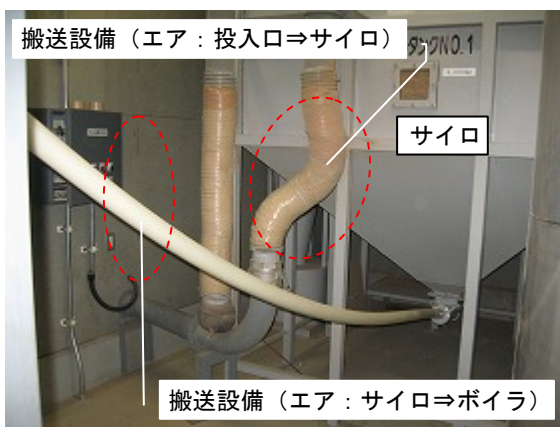


図 4.3-25 サイロ及び搬送設備



図 4.3-26 ペレットボイラー

## 4.4 関連法規

### 4.4.1 関係法規の整理

公園等で植物廃材のエネルギー利用する際に適用が考えられる主な関連法規を表 4.4-1 に示す。

表 4.4-1 主な関連法規

関連法規名	関連する事項
廃棄物の処理及び清掃に関する法律 (廃棄物処理法)	・処理能力が 5t/日以上（焼却施設にあっては 200kg/h 以上又は火格子面積 2㎡ 以上）の廃棄物処理施設は都道府県知事の許可が必要。
ダイオキシン類対策特別措置法	・焼却施設の排ガスに含まれるダイオキシン類について、規制値を定めている。
大気汚染防止法	・ばい煙発生施設として各種ボイラーの排出基準値が定められている。
消防法	・一定以上の指定される可燃物を保管する場合は消防署へ届出が必要。
建築基準法	・廃棄物処理施設を設置する場合は、都市計画における位置決定が必要。

#### (1) 廃棄物処理法

##### 1) 廃棄物か否かの判断

廃棄物該当性の判断については、「廃棄物とは、占有者が自ら利用し、又は他人に有償で譲渡することができないために不要となったものをいい、これらに該当するか否かは、その物の性状、排出の状況、通常の見取り形態、取引価値の有無及び占有者の意思等を総合的に勘案して判断すべきものであること。

廃棄物は、不要であるために占有者の自由な処理に任せるとぞんざいに扱われるおそれがあり、生活環境の保全上の支障を生じる可能性を常に有していることから、法による適切な管理下に置くことが必要であること。したがって、再生後に自ら利用又は有償譲渡が予定される物であっても、再生前においてそれ自体は自ら利用又は有償譲渡がされない物であることから、当該物の再生は廃棄物の処理であり、法の適用があること。」<sup>※1</sup>とされている。

※1 平成 25 年 3 月 29 日付け環廃産発第 1303299 号環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長通知  
「行政処分の指針について」<sup>12)</sup>

なお、廃棄物か否かを判断する際の要素の一つとして、輸送費の取扱があるが、その考え方として表 4.4-2 に示す考え方が、産業廃棄物が対象ではあるが、「産業廃棄物の占有者（排出事業者等）がその産業廃棄物を、再生利用又は電気、熱若しくはガスのエネルギー源として利用するために有償で譲り受ける者へ引渡す場合においては、引渡し側が輸送費を負担し、当該輸送費が売却代金を上回る場合等当該産業廃棄物の引渡しに係る事業全体において引渡し側に経済的損失が生じている場合であっても、少なくとも、再生利用又はエネルギー源として利用するために有償で譲り受ける者が占有者となった時点以降については、廃棄物に該当しないと判断しても差し支えないこと。」<sup>※2</sup>とされている。

※2 平成 25 年 3 月 29 日付け環廃産発第 13032911 号環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長通知  
「「エネルギー分野における規制・制度改革に係る方針」（平成 24 年 4 月 3 日閣議決定）において平成 24 年度に講ずることとされた措置（廃棄物処理法の適用関係）について」<sup>13)</sup>

表 4.4-2 廃棄物を判断する際の輸送費の取り扱い  
(再生利用又はエネルギー源として利用)

発生側での価格	輸送形態		原料の扱い
有償	利用側が収集		廃棄物ではない
	発生側が持ち込む	発生側での価格 > 輸送コスト	廃棄物ではない
		発生側での価格 ≤ 輸送コスト	廃棄物ではない
逆有償			廃棄物

さらに、バイオマス発電の燃料関係について、バイオマス発電燃料の廃棄物該当性の判断方法及び各種判断要素の基準等について通知されている。この通知によれば廃棄物の該当性は前述の「行政処分の指針」<sup>※1</sup>と同様、5つの判断要素の基準（①その物の性状、②排出の状況、③通常の見取り形態、④取引価値の有無及び⑤占有者の意思）等を総合的に勘案して判断すべきものであるとしている。

※3 平成25年6月28日付け環廃対発第1306281号、環廃産発第1306281号環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課長、産業廃棄物課長通知  
「規制改革実施計画」（平成25年6月14日閣議決定）において平成25年6月中に講ずることとされた措置（バイオマス発電の燃料関係）について<sup>14)</sup>

## 2) 廃棄物の分類

廃棄物処理法では、産業廃棄物を定義した上で、産業廃棄物以外を一般廃棄物としている（法第2条）。

産業廃棄物は、事業活動に伴って生じた廃棄物のうち、政令で定めるものとされており、木くずの定義（政令第2条2項）は以下に示すとおりである。

### 【木くず】

- ・建設業に係るもの（工作物の新築、改築又は除去に伴って生じたものに限る。）
- ・木材又は木製品の製造業（家具の製造業を含む。）、パルプ製造業、輸入木材の卸売業及び物品賃貸業に係るもの
- ・貨物の流通のために使用したパレット（パレットへの貨物の積付けのために使用したこん包用の木材を含む。）に係るもの並びにポリ塩化ビフェニルが染み込んだものに限る。）

上記のように産業廃棄物となる木くずは、発生する業種が限定されている。剪定枝はこれらに該当しないため一般廃棄物となる。なお、家庭から発生する生活系廃棄物と区分する場合は、事業系一般廃棄物と呼ばれる。

刈草については、産業廃棄物として定める種類に該当するものがないことから、これも事業系一般廃棄物として扱われる。

一般廃棄物の処理は、市町村が定める一般廃棄物処理計画に基づき、市町村の管理のもと適正処理する仕組みとなっている。したがって自区内処理（一部事務組合、広域連合による枠組みもある）が原則となり、産業廃棄物のように市町村をまたがって広域的に処理することは行われてはいない。広域的に処理するためには、廃棄物の発生元の市町村と廃棄物の処理施設がある市町村との協議を経ていることが必要となる。

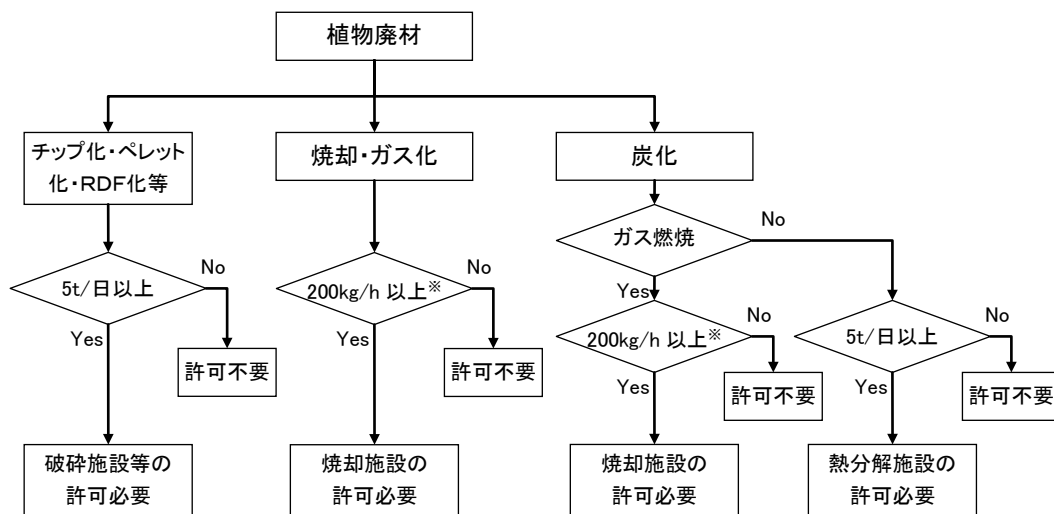
## 3) 一般廃棄物処理施設

一般廃棄物を処理する施設（ごみ処理施設）のうち、処理能力が1日当たり5トン以上（焼却施設にあっては、処理能力が1時間当たり200kg以上のもの又は火格子面積が2㎡以上）の施設を設置する場合、都道府県による許可が必要となる（法第8条第1項、政令第5条第1項）。

許可が必要な全ての施設において、設置前に廃棄物処理法に基づいて「生活環境影響調査」を行う必要があるほか、焼却施設と最終処分場を設置する場合は、さらに都道府県が専門家の意見を聞いて生活環境への適正な配慮が行われているかが、判断された上で、許可される。都道府県によっては、許可申請を行う前に事前協議を必要とする場合も多く、建設に至るまでに相当の期間（通常は1年以上）を有している。

事例調査のヒアリング等を踏まえ、植物廃材を処理する場合の廃棄物施設への適用例を以下に示す。

- 植物廃材をチップ化・ペレット化・RDF化等を行う場合、1日当たり5トン以上の能力を有する施設は、破碎施設等の許可が必要である。
- 植物廃材を焼却する場合で、1時間あたり200kg以上の能力を有する施設は、焼却施設の許可が必要である。
- 植物廃材をガス化発電する場合で、1時間あたり200kg以上の能力を有する施設は、焼却施設の許可が必要である。
- チップ化した植物廃材を燃料として有価で購入する場合、ボイラーや発電施設は廃棄物処理施設に該当しない。
- 植物廃材を炭化し、発生するガスを燃焼しない場合で、1日当たり5トンを超える施設は、熱分解施設の許可が必要である。
- 植物廃材を炭化し、発生するガスを燃焼する場合で、1時間あたり200kg以上の能力を有する施設は、焼却施設の許可が必要である。



※200kg/h 以上もしくは火格子面積 2m<sup>2</sup> 以上

図 4.4-1 処理方式による廃棄物処理法の許可

なお、産業廃棄物処理施設の許可を取得していれば、届出を行うことにより同様の性状を有する一般廃棄物を処理することが可能となっている（法第15条の2の5）。

#### 4) 一般廃棄物処理業

一般廃棄物の処理を業として行うためには、管轄する市町村の許可が必要（法第7条第6項）となる。つまり一般廃棄物処理施設の設置者以外で発生する一般廃棄物を処理する場合は、設置許可のほかに業の許可が必要となる。

## 5) 副産物

事業所等に設置されているボイラー等から発生する燃焼後の灰や集じん設備で捕捉されるすすは、それぞれ産業廃棄物の「燃え殻」、「ばいじん」に該当する（法第2条4項、政令第2条12項）。また、燃え殻、ばいじんの中でも政令や環境省令で定める有害物質について基準値を超える場合は、特別管理産業廃棄物に該当する（政令第2条の4第5項）。処分する場合は、廃棄物処理法で定める基準に従い処理する必要がある。

### (2) ダイオキシン類対策特別措置法

ダイオキシン類対策特別措置法では、特定施設を定め（法第2条2項、政令第1条）、特定施設から排出されるダイオキシン類の排出基準値を定めている（法第8条1項、省令第1条の2）。

廃棄物焼却炉は、大気排出基準適用施設として定められており、規模要件に該当する場合は排出基準が適用される（政令第1条）。なお、ダイオキシン類対策特別措置法における規模要件は、火床面積0.5㎡以上又は焼却能力が時間当たり50kg以上（政令第1条）となっており、廃棄物処理法や後述する大気汚染防止法よりも規模要件が厳しい。したがって、廃棄物処理法の適用にならない焼却施設等にあってもダイオキシン類対策特別措置法の適用を受ける場合がある。

### (3) 大気汚染防止法

大気汚染防止法では、工場や事業場に設置されるばい煙発生施設を定め（法第2条2項、政令第2条）、ばい煙発生施設毎に排出基準を定めている（法第3条第1項・第2項他）。大気汚染防止法のばい煙発生施設には、焼却施設とともにボイラー等エネルギー利用施設にも適用される。ばい煙発生施設のうち、植物廃材のエネルギー利用施設にかかわる施設を表4.4-3に示す。

表 4.4-3 ばい煙発生施設

番号	ばい煙発生施設名称	該当規模要件
1	ボイラー(熱風ボイラーを含み、熱源として電気又は廃熱のみを使用するものを除く。)	環境省令で定めるところにより算定した伝熱面積(以下単に「伝熱面積」という。)が10㎡以上であるか、又はバーナーの燃料の燃焼能力が重油換算一時間当たり50リットル以上であること。
2	水性ガス又は油ガスの発生用に供するガス発生炉及び加熱炉	原料として使用する石炭又はコークスの処理能力が一日当たり20トン以上であるか、又はバーナーの燃料の燃焼能力が重油換算一時間当たり50リットル以上であること。
11	乾燥炉(一四の項及び二三の項に掲げるものを除く。)	火格子面積が1㎡以上であるか、バーナーの燃料の燃焼能力が重油換算一時間当たり50リットル以上であるか、又は変圧器の定格容量が200kVA以上であること。
13	廃棄物焼却炉	火格子面積が2㎡以上であるか、又は焼却能力が一時間当たり200kg以上であること。
29	ガスタービン	燃料の燃焼能力が重油換算一時間当たり50リットル以上であること。

### (4) 消防法

市町村の消防法に係わる条例（火災予防条例）により一定の基準を超える火気使用設備を設置する場合は市町村への届出が必要である。木質バイオマスボイラについては、例えば東京都の火災予防条例では規模に係わらず届出が必要である。

また、消防法第9条の4では「わら製品、木毛その他の物品で火災が発生した場合にその拡大が速やかであり、又は消火の活動が著しく困難となるものとして政令で定めるもの」を指定可燃物と定めている。そして危険物の規制に関する政令第1条の12において「別表第4の品名欄に掲げる物品で、同表の数量欄に定める数量以上のもの」が指定可燃物として位置づけられおり、「木

材加工品及び木くず」の指定数量が10m<sup>3</sup>、また「再生資源燃料」の指定数量が1,000kgと定められている。

再生資源燃料は、「少量危険物と指定可燃物の運用基準」（東京消防庁監修）<sup>9)</sup>において「木材加工品又は木くずを成形して燃料とする場合は、既に指定されている指定可燃物としての火災危険性に変化が生じないことから、再生資源燃料に該当しない。ただし、木くずや汚泥に添加剤を加えて加工するなど、物品が持つ本来の性状が変化する場合には、再生資源燃料に該当する。」とされている。木質ペレットは、日本では、通常添加剤を加えずに加工しているので、再生資源燃料には該当しないと考えられる。ただし、先進事例において木質ペレットが再生資源燃料に該当するとの消防署からの指導により、再生資源燃料として届出を行っているケースもあることから、木質ペレットを利用する場合は、管轄する消防署へ確認が必要である。

なお、木質チップを利用する施設については「木材加工品及び木くず」の区分に従い、10m<sup>3</sup>以上の保管施設となる場合には指定可燃物の届出を行っている。

#### (5) 建築基準法

建築基準法において都市計画区域内に廃棄物処理施設を設置する場合は、都市計画において位置が決定されている必要がある（法第51条1項）。ただし、特定行政庁が都道府県都市計画審議会の議を経て、その敷地の位置が、都市計画上支障がないと認めて許可した場合は、新築もしくは増築を行うことができるとされている（法第51条1項）。

### 4.4.2 ヒアリング

関係法規のとりまとめに際し、事例調査を行った全ての施設について関連法規のヒアリングを実施した。このうち5施設について概要を整理する。

表 4.4-4 関連法規に関するヒアリング

調査先	廃棄物処理法	公害関連法令	その他
やまがたグリーンリサイクル株式会社 (チップ燃料製造)	産業廃棄物及び一般廃棄物を受け入れ燃料化しているため施設及び業の許可を取得している。	大気、水質、騒音・振動、悪臭の規制の対象外である。	指定可燃物の届出を行っている。
やまがたグリーンパワー株式会社 (ガス化発電施設)	関連企業（やまがたグリーンリサイクル株式会社）でチップ化した燃料を購入するので、廃棄物処理法に係る許可は不要である。	大気汚染防止法の特定施設に該当する。	指定可燃物の届出を行っている。 施設を設置している村山市及び隣接する大石田町と環境保全協定を結んでいる。
埼玉県秩父市 (ガス化発電施設)	廃棄物に該当する原料を使用していないので、許可は不要である。	大気汚染防止法の特定施設に該当する。	指定可燃物の届出を行っている。
北海道栗山町 (炭化施設)	前処理の破砕機は届出（市町村が設置する場合は許可の代わりに届出）、炭化施設は5t/日未満のため届出の対象外であるが、熱分解施設として設置報告は行っている。	どれも該当しないが、自主基準値を設けている。	消防法の適用を受けている。
最上町 (木質チップボイラ)	廃棄物に該当する原料を使用していないので、許可は不要である。	大気汚染防止法の特定施設に該当する。	指定可燃物の届出を行っている。

## 4.5 都市公園におけるエネルギー需要

### 4.5.1 調査方法

#### (1) 調査の概要

公園等で必要となるエネルギー源およびエネルギー量について調査を行った。

#### (2) 調査の時期

アンケートは、平成24年12月上旬に発送し、平成24年12月末を目途に回収した。

#### (3) 調査対象

調査対象は国営公園、都市公園、次世代エネルギーパーク、緑のリサイクルセンターが隣接する公園とした。

##### 1) 国営公園

全国17箇所の国営公園を対象とした。

表 4.5-1 アンケート調査の対象公園（国営公園）

No.	公園名	No.	公園名
1	国営滝野すずらん丘陵公園	10	淀川河川公園
2	国営みちのく杜の湖畔公園	11	国営飛鳥歴史公園
3	国営ひたち海浜公園	12	国営明石海峡公園
4	国営武蔵丘陵森林公園	13	国営備北丘陵公園
5	国営昭和記念公園	14	国営讃岐まんのう公園
6	国営東京臨海広域防災公園	15	国営海の中道海浜公園
7	国営アルプスあづみの公園	16	国営吉野ヶ里歴史公園
8	国営越後丘陵公園	17	国営沖縄記念公園
9	国営木曽三川公園		

##### 2) 都市公園

国内の都市公園が大小併せて約100,000件あることから、1989（平成1）年に緑の文明学会と（社）日本公園緑地協会が選定した「日本の都市公園100選」<sup>15)</sup>の中から、北海道、東北、北陸・甲信越、中国、四国、九州それぞれの地域1箇所ずつ、人口が集中する関東、東海、関西はそれぞれ5箇所、2箇所、2箇所、比較的大規模で園内施設が多い公園をアンケート調査対象として選定した。

表 4.5-2 アンケート調査の対象公園（都市公園）

No.	所在地		公園名
1	北海道	札幌市	中島公園
2	東北	秋田市	千秋公園
3	関東	真岡市	井頭公園
4		さいたま市	大宮公園
5		川口市	グリーンセンター
6		台東区	上野恩賜公園
7		渋谷区	代々木公園
8	北陸・甲信越	射水市	太閤山ランド
9	東海	浜松市	館山寺総合公園
10		松坂市	中部運動公園
11	関西	大阪市	大阪城公園
12		明石市	明石公園
13	中国	宇部市	ときわ公園
14	四国	松山市	城山公園
15	九州	北九州市	響灘緑地



### 3) 次世代エネルギーパーク

経済産業省において、地球環境と調和したエネルギーの在り方に関する国民の理解の増進を図るため、太陽光等の再生可能エネルギー設備や体験施設等を整備した「次世代エネルギーパーク」の取り組みを推進している。

平成 24 年 3 月現在、41 施設が次世代エネルギーパークに認定されており、この中で拠点施設が公園施設である 8 施設を対象施設に選定した。

表 4.5-3 アンケート調査の対象公園（次世代エネルギーパーク）

No.	所在地	公園名	
1	稚内市	稚内公園	
2	北海道	札幌市	円山公園
3		札幌市	円山動物園
4	関東	太田市	北部運動公園
5	中部	花可児市	フェスタ記念公園
6	関西	東近江市	布引運動公園
7		洲本市	ウェルネスパーク五色
8	九州	長崎市	ハウステンボス

### 4) 緑のリサイクルセンターが隣接する公園

緑のリサイクルセンターが隣接する公園として以下の 3 施設を選定した。

表 4.5-4 アンケート調査の対象公園（緑のリサイクルセンター）

No.	所在地	公園名	
1	関東	品川区大田区	大井ふ頭中央海浜公園
2		横浜市	横浜動物の森公園
3	関西	大阪市	花博記念公園鶴見緑地

### (4) アンケート調査項目

公園の基本事項（面積、年間利用人数等）、公園内に立地する施設（用途）、公園全体の月別エネルギー使用量、商用電力の契約形態、常用発電機の有無・燃料の種別・容量、非常用発電機の有無・燃料の種別・容量、再生可能エネルギーの導入状況、剪定枝や刈草等のエネルギーの公園内での利用可能性・余剰エネルギーの周辺地域への供給可能性について調査した。

### (5) アンケート回収状況

アンケートは 43 票（国営公園 17 票、都市公園 15 票、次世代エネルギーパーク 8 票、緑のリサイクルセンター 3 票）を送付し、28 票（国営公園 12 票、都市公園 8 票、次世代エネルギーパーク 5 票、緑のリサイクルセンター 3 票）が回収された。回収率は 65%である。

### (6) ヒアリング調査

本調査において、植物廃材をエネルギー源としたケーススタディを実施するため（4.6）、公園のヒアリング調査は、公園内の具体的な施設を対象に、ケーススタディに必要な諸元を把握することを目的にアンケート調査を行った公園から 3 公園程度抽出してヒアリング調査を実施した。

#### 4.5.2 調査結果

##### (1) アンケート調査結果概要

##### 1) アンケート調査結果

国営公園、都市公園、次世代エネルギーパーク、緑のリサイクルセンターが隣接する公園のアンケート調査結果を表 4.5-5～表 4.5-6 に示す。

表 4.5-5 公園エネルギーアンケート調査結果（公園の施設概要）

No.	公園区分	名称	施設概要			公園内施設																				
			計画面積 (ha)	開園面積 <sup>※</sup> (ha)	年間利用人数 <sup>※</sup> (人)	管理棟	レストハウス	飲食施設	図書館	資料館	記念館	屋内体育施設	屋外体育施設	屋内プール	屋外プール	屋内遊戯施設	屋外遊戯施設	温浴施設	宿泊施設	キャンプ場	動物園	植物園	水族館	テーマパーク	その他	
1	国営公園	国営滝野すずらん丘陵公園	395.7	395.7	650,000	○	○	○		○		○	○					○	○							
2		国営みちのく杜の湖畔公園	647.4	321.9	636,000	○										○	○		○							
3		国営ひたち海浜公園	350.0	191.9	963,000	○		○				○	○													
4	国営アルプスあづみの公園	堀金・穂高地区	94.0	27.0	363,000	○	○	○																	○公園事務所	
		大町・松川地区	255.0	79.0	159,000	○	○	○																		
		計	349.0	106.0	522,000																					
5	国営越後丘陵公園	400.0	298.4	462,000	○	○	○									○										
6	国営木曾三川公園	138タワーパーク	26.4	20.4	1,820,000	○	○	○																	○ツインタワー	
		アquaret 水郷パークセンター	17.1	8.1	60,000	○																			○パーク・ナー棟、環境学習センター	
		かさだ広場・各務原アクト・アクト	117.2	22.1	300,000																					○屋外トイレ
		カルチャービレッジ	16.3	14.2	346,000	○						○														
		ワールドネイチャープラザ	31.5	25.0	167,000																					○屋外トイレ
		河川環境楽園	41.9	32.9	3,671,000	○																				○体験学習施設
		フラワーパーク江南	38.9	11.3	600,000	○		○																		○体験学習施設
		計	390.4	233.8	8,368,000	○																			○	
7	淀川河川公園	1,216.0	233.6	5,720,000	○																					
8	国営飛鳥歴史公園	59.7	46.1	780,000	○				●										●						●文化庁施設	
9	国営明石海峡公園	淡路地区	96.1	39.5	385,000	○		●																	○温室	
		神戸地区	233.9	0.0	0																					
		計	330.0	39.5	385,000																					
10	国営讃岐まんのう公園	350.0	198.0	422,000	○	○	○							○	○			○	○					○体験学習館、茶室・工房など		
11	国営海の中道海浜公園	539.4	292.0	1,854,000	○	○	○						○	○				○	○				○			
12	国営吉野ヶ里歴史公園	54.0	38.3	605,000	○	○			○																	
13	都市公園	埼玉県川口市 グリーンセンター	15.9	15.9	485,000	○	○							○										○		
14		東京都台東区 上野恩賜公園	53.0	53.0	2,000,000	○		○							○						○				●飲食施設	
15		富山県射水市 太閤山ランド	118.1	95.9	631,000	○		○			○														●教育文化施設	
16	静岡県浜松市 館山寺総合公園	はままつフラワーパーク	30.0	30.0	300,000	○	○	○							○									○		
		動物園	14.6	14.6	349,000	○																	○			
		計	44.6	44.6	649,000																					
17	三重県松阪市 中部台運動公園	46.0	46.0	500,000	○						○	○		○										○猿舎		
18	兵庫県明石市 明石公園	54.8	54.8	2,590,000	○		○					○														
19	愛媛県松山市 城山公園	58.9	52.1	965,000	○		○	●	●	●														○ロープウェイ、●放送施設		
20	福岡県北九州市 響灘緑地	196.0	28.3	367,000	○		○								○						○	○				
21	エネルギーパーク	北海道稚内市 稚内公園	45.2	45.2	257,000		○			○	○					○							○			
22		北海道札幌市 円山公園	70.0	-	-	○																				
23		群馬県太田市 北部運動公園	19.0	18.1	270,000	○																				
24		岐阜県花可児市 花フェスタ記念公園	80.7	80.7	275,000	○	○	●			○				○								○			
25		兵庫県洲本市 ウェルネスパーク五色	-	-	311	○	○	○			○	○			○	○	○									
26	緑の	大阪府大阪市 花博記念公園鶴見緑地	119.6	119.6	-	○	○	○			○	○	○												○体験学習施設	
27	リサイクル	横浜市 横浜動物の森公園	103.3	54.1	959,000	○	○	○													○					
28		東京都大井ふ頭中央海浜公園	45.3	45.3	587,000	○		○																		

※公園開園面積はH24, 12, 1現在、年間利用者数はH23実績  
上表中「○」は光熱費支払いが公園管理範囲内、「●」は個別対応（公園管理範囲外）を示す。

表 4.5-6 公園エネルギーアンケート調査結果

No.	公園区分	名称	施設概要			エネルギー使用実態				稼働面積当り			商用電力			非常用発電機				再生可能エネルギー導入実績		
			計画面積 (ha)	開園面積* (ha)	年間利用人数* (人)	電力需要 (MJ/年)	熱需要 (MJ/年)	計 (MJ/年)	熱電比 年間平均	電力需要 (MJ/m <sup>2</sup> ・年)	熱需要 (MJ/m <sup>2</sup> ・年)	計 (MJ/m <sup>2</sup> ・年)	契約形態	契約電力 (kW)	契約電圧 (V)	形式	規模 (kW)	電圧 (V)	連続運転時間		燃料	
1	国営公園	国営滝野すずらん丘陵公園	395.7	395.7	650,000	7,527,033	3,497,768	11,024,801	0.46469	19,022	8,839	27,861	業務用ウーセント	502	6,600	ディーゼル	170	210	10	軽油	薪ストーブ(H8:休憩室の補助暖房)	
2		国営みちのく杜の湖畔公園	647.4	321.9	636,000	4,294,196	4,454	4,298,650	0.00104	13,340	14	13,354	高圧業務用	447	6,600	ディーゼル	50	210	48	軽油	ペレットボイラ(H23)、ペレットは購入	
3		国営ひたち海浜公園	350.0	191.9	963,000	6,640,364	933,322	7,573,686	0.14055	34,603	4,864	39,467			ディーゼル	80	210	24	軽油			
4	国営アルプスあづみの公園	掘金・穂高地区	94.0	27.0	363,000	3,516,601	4,312,922	7,829,523	1.22645	130,244	159,738	289,982	高圧業務用	303	6,600	ディーゼル	37.5	210	18.8	軽油	太陽光発電(H14:年間発電量16.3kWh)	
		大町・松川地区	255.0	79.0	159,000	2,697,503	969,336	3,666,839	0.35935	34,146	12,270	46,416	高圧業務用	240	6,600		75	210	18.8	軽油		
													高圧業務用	28	6,600		50	210-105	18.8	軽油		
													高圧深夜	114	6,600		-	-	-	-	-	
		計	349.0	106.0	522,000	6,214,104	5,282,258	11,496,362	0.85004	58,624	49,833	108,457	-	-	-	-	-	-	-	-		
5		国営越後丘陵公園	400.0	298.4	462,000	5,236,586	4,446,322	9,682,908	0.84909	17,549	14,901	32,450	業務用ウーセント	452	6,600							太陽光発電(H12:規模14kW、発電状況不明)
6	国営木曾三川公園	138タワーパーク	26.4	20.4	1,820,000	2,271,791	442,235	2,714,026	0.19466	111,362	21,678	133,040		283	6,600	ディーゼル	500	420	15	A重油		
		アケワールド水郷パークセンター	17.1	8.1	60,000	384,949	9,432	394,381	0.02450	47,525	1,164	48,689										
		かさだ広場・各務原アウトフィールド	117.2	22.1	300,000	32,737	0	32,737	0.00000	1,483	0	1,483	従量電灯B	20A								
		カルチャービレッジ	16.3	14.2	346,000	444,820	0	444,820	0.00000	31,325	0	31,325	高圧業務用	123	6,600	ディーゼル	74	210	14	軽油		
		ワールドネーチャープラザ	31.5	25.0	167,000	48,454	0	48,454	0.00000	1,938	0	1,938	従量電灯B	60A								
		河川環境楽園	41.9	32.9	3,671,000	5,018,042	1,821	5,019,863	0.00036	152,524	55	152,579	高圧業務用	344	6,600							
		フラワーパーク江南	38.9	11.3	600,000	1,124,153	0	1,124,153	0.00000	99,483	0	99,483	高圧業務用	147	6,600							
		長良川サービスセンター	88.9	88.7	79,000	1,027,805	35,825	1,063,430	0.03466	11,587	402	11,989		157	6,600	ディーゼル	50	210	64	軽油		
		木曾三川公園センター	12.2	11.1	1,325,000	2,824,204	48	2,824,252	0.00002	254,433	4	254,437		352	6,600	ディーゼル	75	210-105	64	軽油		
		計	390.4	233.8	8,368,000	13,176,955	489,161	13,666,116	0.03712	56,367	2,092	58,459	-	-	-	-	-	-	-	-		
7		淀川河川公園	1,216.0	233.6	5,720,000	786,524	435,457	1,221,981	0.55365	3,367	1,864	5,231	エリアごとに受電(低圧)			ディーゼル	40	210	83	軽油		
8		国営飛鳥歴史公園	59.7	46.1	780,000	833,510	632	834,142	0.00076	18,080	14	18,094	高圧AS他	86	6,600	ディーゼル	80	210	55	軽油		
9	国営明石海峡公園	淡路地区	96.1	39.5	385,000	2,674,931	0	2,674,931	0.00000	67,720	0	67,720	高圧負荷率別契約S	245	6,600	ディーゼル	300	6,600	72	軽油		
		神戸地区	233.9	0.0	0								-	-	-	-	-	-	-	-		
		計	330.0	39.5	385,000	2,674,931	0	2,674,931	0.00000	67,720	0	67,720	-	-	-	-	-	-	-	-		
10		国営讃岐まんのう公園	350.0	198.0	422,000	5,014,425	673,976	5,688,401	0.13441	25,325	3,404	28,729	高圧負荷率別契約	440	6,600	ディーゼル	91	210	72	灯油		
11		国営海の中道海浜公園	539.4	292.0	1,854,000	20,752,285	39,805	20,792,090	0.00192	71,069	136	71,205	高圧	4,473	6,600	ディーゼル	200	6,600	72	A重油	太陽光発電(H21:規模5kW、発電状況不明)	
12		国営吉野ヶ里歴史公園	54.0	38.3	605,000	1,435,139	0	1,435,139	0.00000	37,471	0	37,471	高圧	194	6,600	ディーゼル	255		3	軽油		
13	都市公園	埼玉県川口市 グリーンセンター	15.9	15.9	485,000	3,880,096	7,104,019	10,984,115	1.83089	244,031	446,794	690,825										
14		東京都台東区 上野恩賜公園	53.0	53.0	2,000,000	3,360,181	35,813	3,395,994	0.01066	63,400	676	64,076	高圧業務用	279	6,600	ディーゼル	80	210		A重油		
15		富山県射水市 太閤山ランド	118.1	95.9	631,000	4,153,449	531,929	4,685,378	0.12807	43,310	5,547	48,857		1,300	6,600	ディーゼル	96	210		軽油		
16		静岡県浜松市 はままつフラワーパーク	30.0	30.0	300,000	3,007,060	5,118,760	8,125,820	1.70225	100,235	170,625	270,860	高圧業務用WE	221	6,600							
		館山寺総合公園	14.6	14.6	349,000	4,172,393	401,984	4,574,377	0.09634	285,780	27,533	313,313	高圧業務用	219	6,600	ディーゼル	400	6,600		軽油		
		計	44.6	44.6	649,000	7,179,453	5,520,744	12,700,197	0.76896	160,974	123,783	284,757	-	-	-	-	-	-	-	-		
17		三重県松阪市 中部台運動公園	46.0	46.0	500,000	350,205	69,165	419,370	0.19750	7,613	1,504	9,117			ディーゼル	38	210	1	軽油			
18		兵庫県明石市 明石公園	54.8	54.8	2,590,000	2,295,559	38,668	2,334,227	0.01684	41,890	706	42,596										
19		愛媛県松山市 城山公園	58.9	52.1	965,000	2,557,390	5,051,254	7,608,644	1.97516	49,086	96,953	146,039	複数契約									
20	福岡県北九州市 響灘緑地	196.0	28.3	367,000	5,014,785	673,976	5,688,761	0.13440	177,201	23,815	201,016	業務用季節別電力A	200	6,600	ディーゼル	160	210	13	A重油			
21	エネルギーパーク	北海道稚内市 稚内公園	45.2	45.2	257,000	52,383	0	52,383	0.00000	1,159	0	1,159									風力発電(H10:225kW)	
22		北海道札幌市 円山公園	70.0	-	-	409,380	37,208	446,588	0.09089													
23		群馬県太田市 北部運動公園	19.0	18.1	270,000	170,437	0	170,437	0.00000	9,416	0	9,416	業務用	67	240						太陽光発電(H19:37kW;47,345kWh/年)	
24		岐阜県花可児市 花フェスタ記念公園	80.7	80.7	275,000	5,169,178	5,326,175	10,495,353	1.03037	64,054	66,000	130,054	高圧業務用	580	6,600	ディーゼル	65	210	3	軽油	太陽光発電(H22:0.75kW×2;5,395kWh/年)	
25		兵庫県洲本市 ウェルネスパーク五色	-	-	311	4,764,166	5,758,470	10,522,636	1.20870				高圧負荷率別契約S	466	6,600						太陽光発電(H22:20kW;29781kWh/年)	
26	緑のサイクル	大阪府大阪市 花博記念公園鶴見緑地	119.6	119.6	-	42,442,875	2,476,378	44,919,253	0.05835	354,874	20,706	375,580	特別高圧A	3,000	22,000	ディーゼル	4台設置					
27		横浜市 横浜動物の森公園	103.3	54.1	959,000	12,606,072	6,858,956	19,465,028	0.54410	233,014	126,783	359,797	業務用季節別電力2	686	6,600	ディーゼル	160	210	23	軽油		
28		東京都大井町 頭中央海浜公園	45.3	45.3	587,000	4,335,702	1,507,526	5,843,228	0.34770	95,711	33,279	128,990	業務用電力	870	6,600	ディーゼル	38	210	1	軽油	太陽熱(H23:40㎡)、チップボイラー(H23:100kW)	

## (2) 公園におけるエネルギー需要の詳細（月別エネルギー需要）

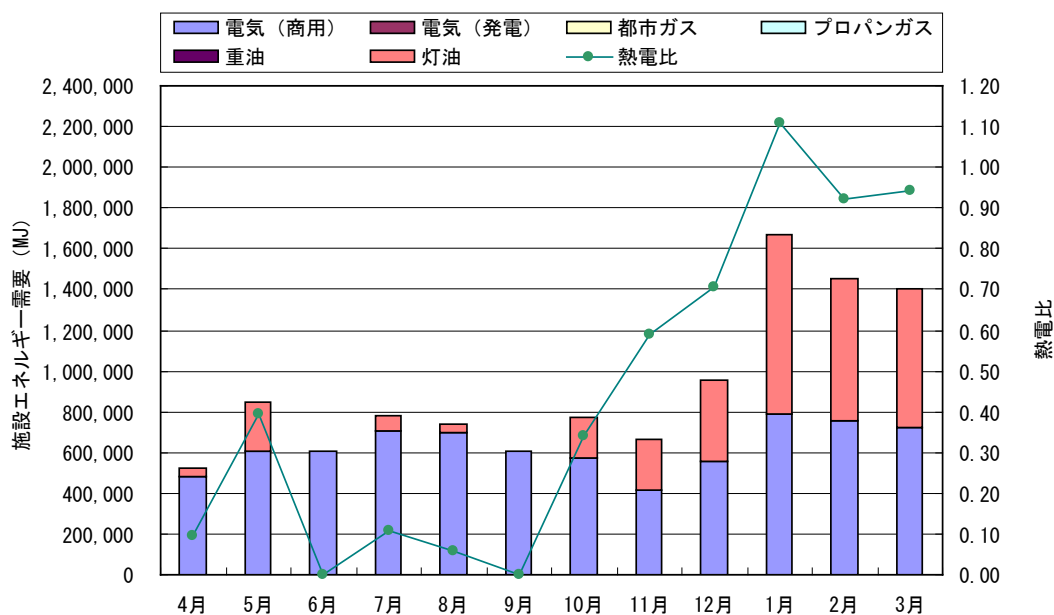
ここでは、国営公園 12 施設のエネルギー使用実態を図 4.5-1～図 4.5-12 に示す。

熱エネルギーの需要特性として、全国的に一年を通して給湯需要のある公園が多い。灯油や重油の使用量が高い地域は北海道、東北、北陸・甲信越に集中し、暖房需要であるものと想定する。また、地域によらず植物園（都市公園、エネルギーパーク）が併設されている公園では、冬季の熱需要が高くなっている。

一方、電気エネルギーの需要特性は、中国、四国、九州において冷房需要と想定されるピークが夏季に発生している。また、関東、中部、関西では冷房需要に加えて、電気暖房と想定されるもう一つのピークが冬季に現れている。

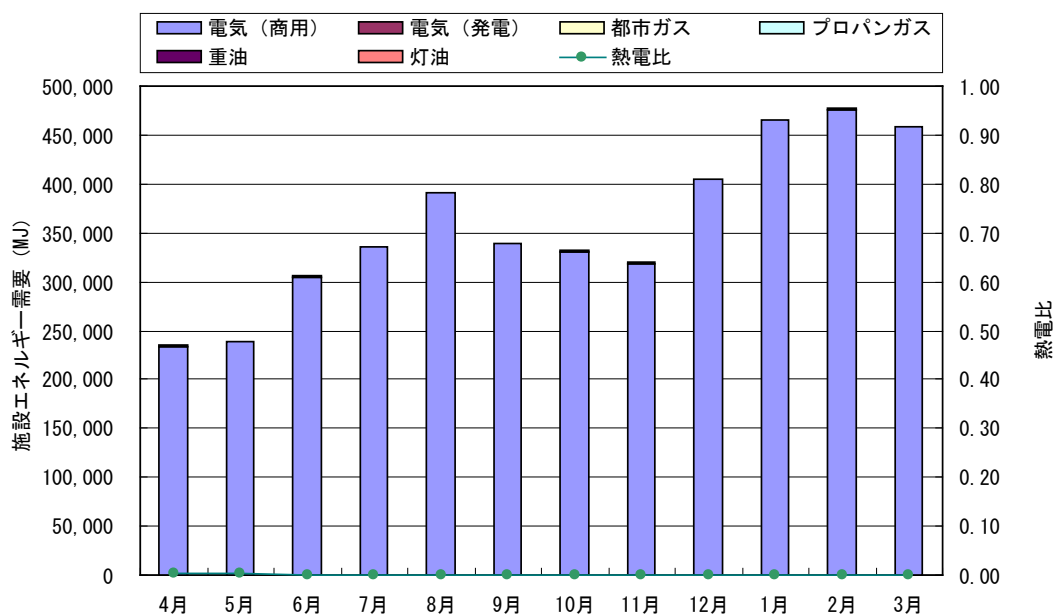
電気による冷暖房も熱需要と置き換えると、公園の熱需要は大きく「暖房需要型」「冷房需要型」「冷暖房需要型」に分けることができる。

冷暖房のエネルギー源として植物廃材を利用する場合、暖房利用では「木質バイオマスボイラー」、冷房利用では「木質バイオマスボイラー+吸収式冷凍機」で対応することが可能である。発電用のエネルギー源として利用する場合は、公園内で調達できる植物廃材の量から考えて「ガス化+ガスエンジン」が現実的であるが、公園の電力需要に占める発電量は僅かになるものと想定する。



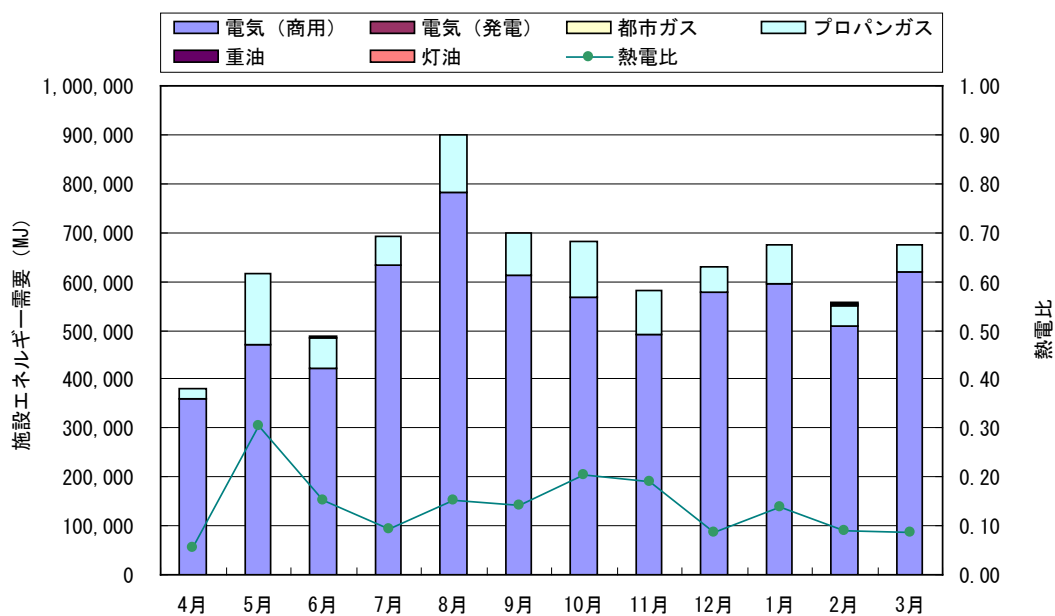
アンケート調査結果をもとに作成

図 4.5-1 国営滝野すずらん丘陵公園のエネルギー使用実態（国営公園；北海道）



アンケート調査結果をもとに作成

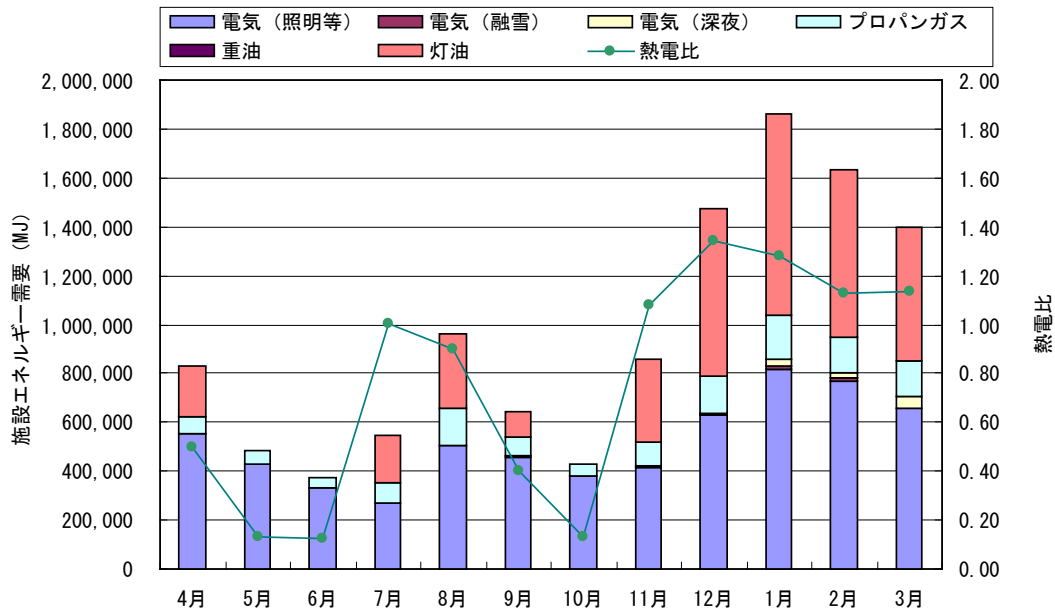
図 4.5-2 国営みちのく杜の湖畔公園のエネルギー使用実態（国営公園；宮城県）



アンケート調査結果をもとに作成

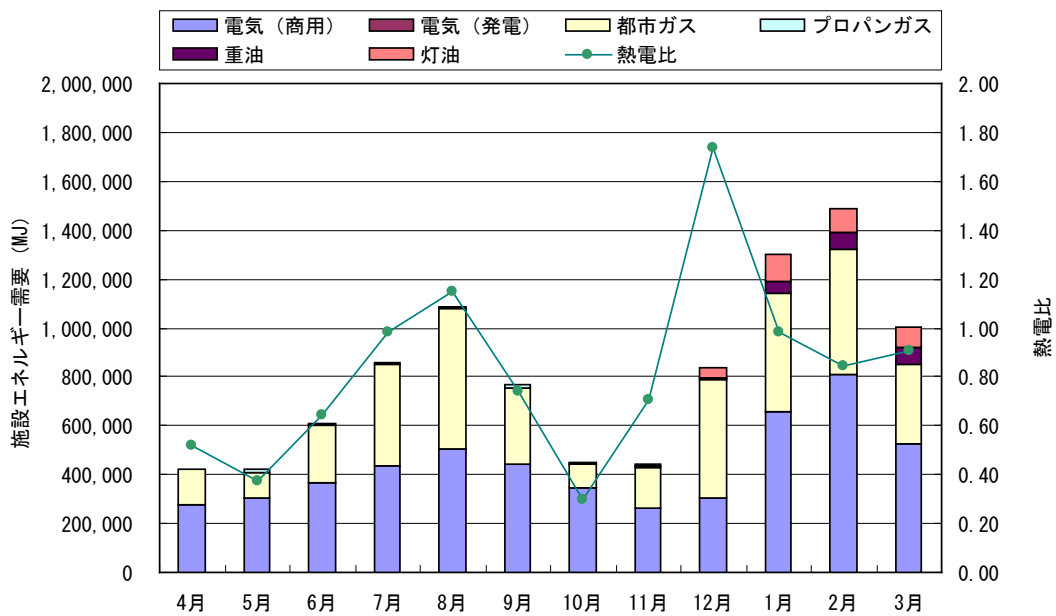
図 4.5-3 国営ひたち海浜公園のエネルギー使用実態（国営公園；茨城県）

熱電比とは：建物や施設などの熱需要を電力需要で除した値（割合）。コージェネレーション導入の導入を検討する際の指標となる。



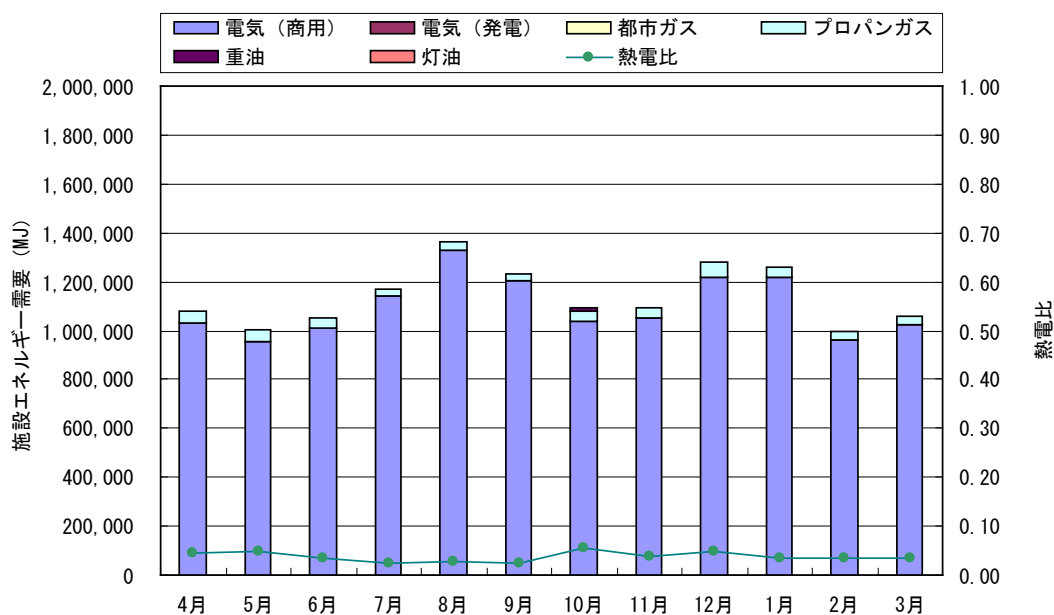
アンケート調査結果をもとに作成

図 4.5-4 国営アルプスあづみの公園のエネルギー使用実態 (国営公園；長野県)



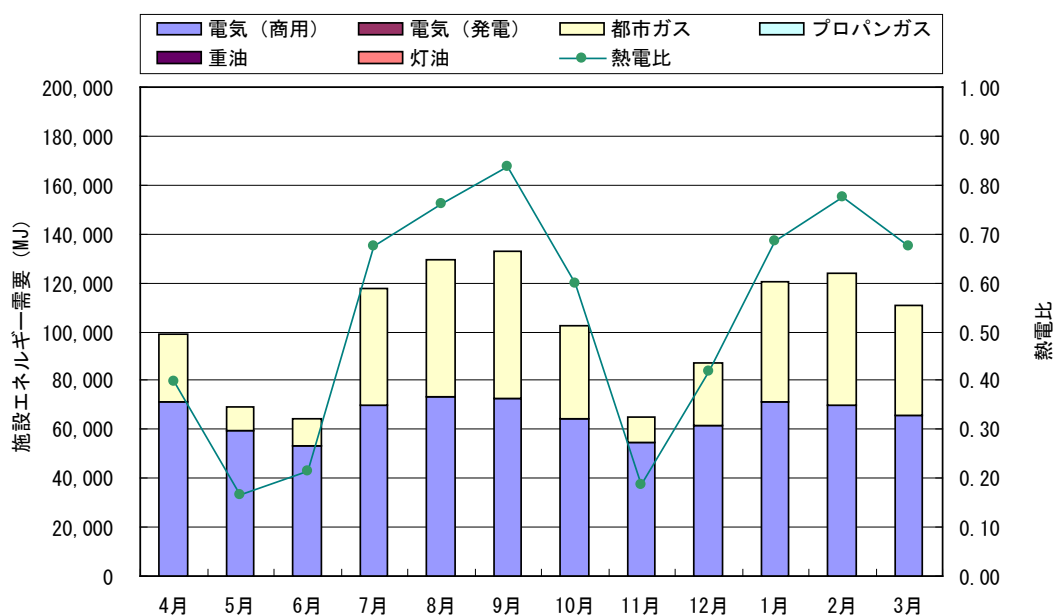
アンケート調査結果をもとに作成

図 4.5-5 国営越後丘陵公園のエネルギー使用実態 (国営公園；新潟県)



アンケート調査結果をもとに作成

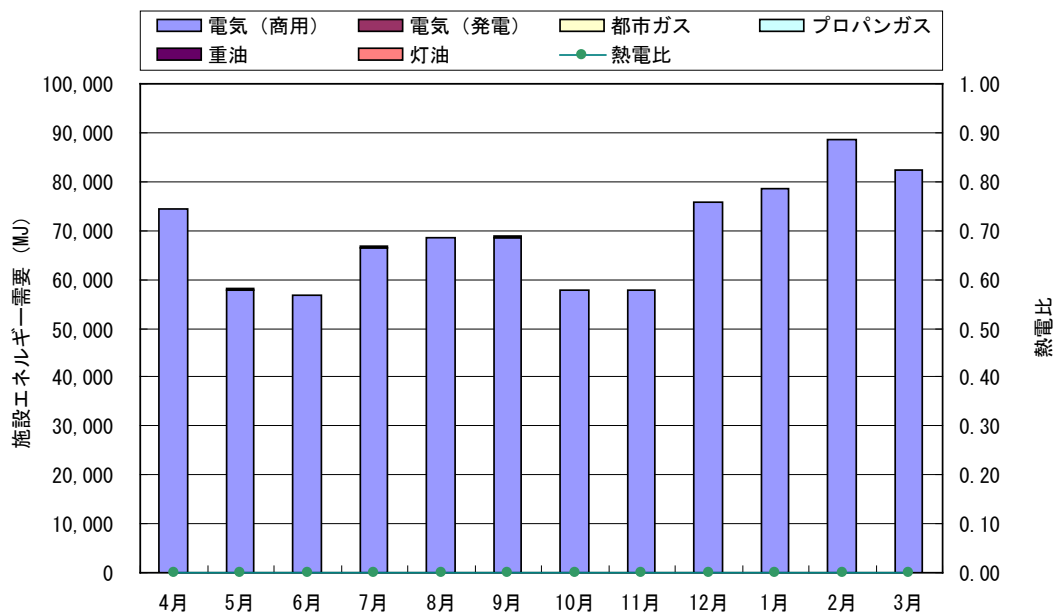
図 4.5-6 国営木曽三川公園のエネルギー使用実態 (国営公園；岐阜県)



アンケート調査結果をもとに作成

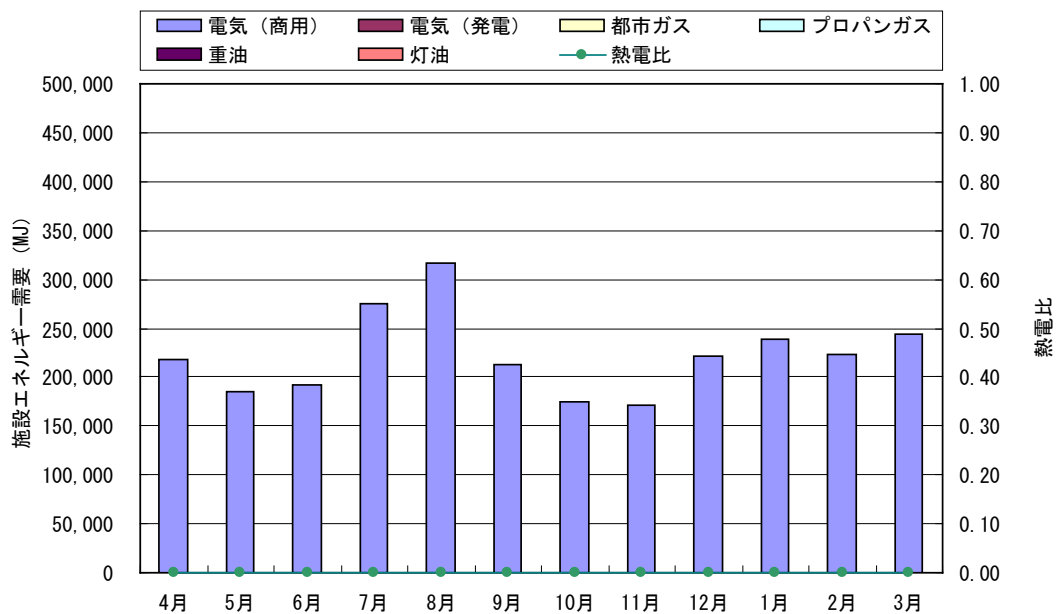
図 4.5-7 淀川河川公園のエネルギー使用実態 (国営公園；大阪府)





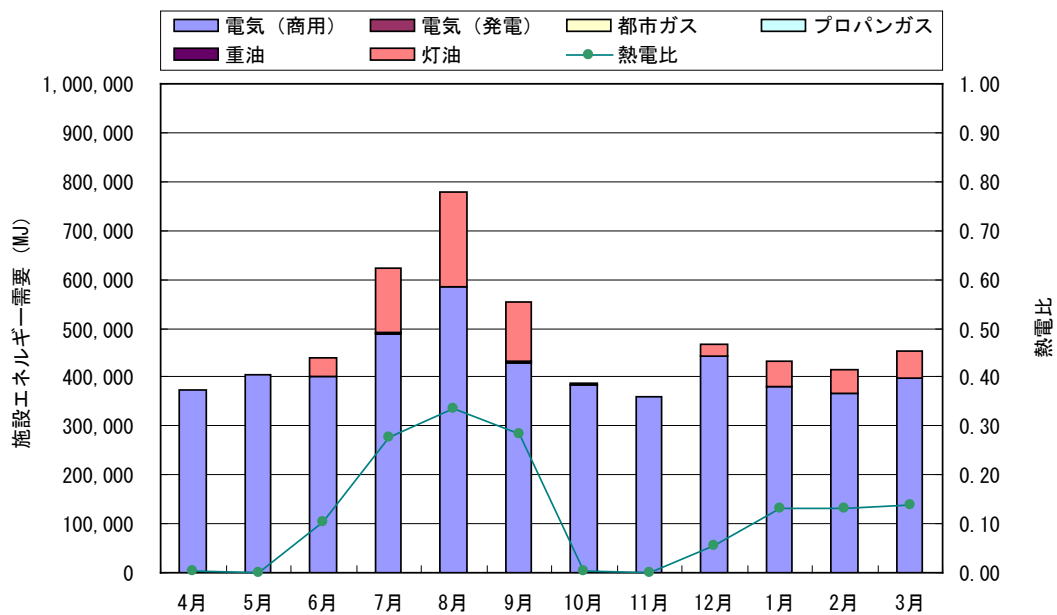
アンケート調査結果をもとに作成

図 4.5-8 国営飛鳥歴史公園のエネルギー使用実態 (国営公園；奈良県)



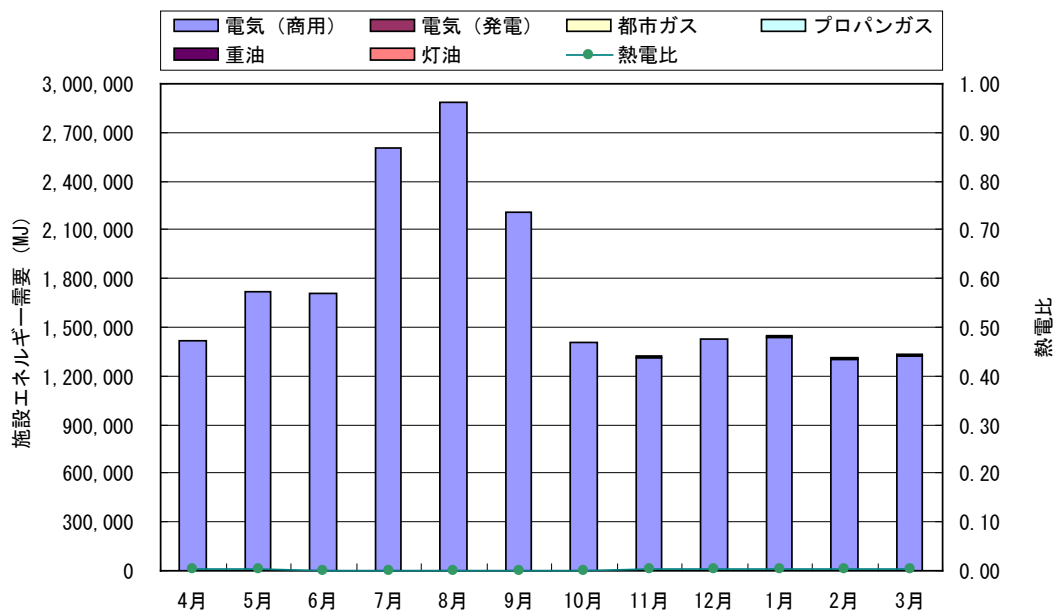
アンケート調査結果をもとに作成

図 4.5-9 国営明石海峡公園のエネルギー使用実態 (国営公園；兵庫県)



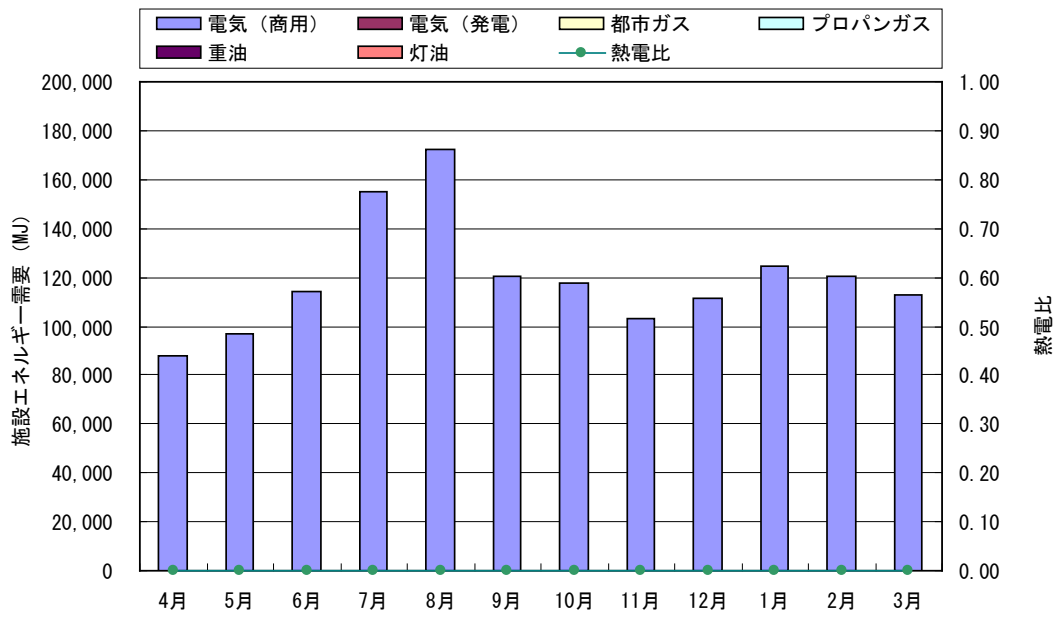
アンケート調査結果をもとに作成

図 4.5-10 国営讃岐まんのう公園のエネルギー使用実態 (国営公園；香川県)



アンケート調査結果をもとに作成

図 4.5-11 国営海の中道海浜公園のエネルギー使用実態 (国営公園；福岡県)



アンケート調査結果をもとに作成

図 4.5-12 国営吉野ヶ里歴史公園のエネルギー使用実態 (国営公園；佐賀県)

(3) ヒアリング調査（ケーススタディ事例の抽出）

1) 調査対象施設の抽出

本調査において、植物廃材をエネルギー源としたケーススタディを実施するため（4.6）、公園のヒアリング調査は、公園内の具体的な施設を対象に、ケーススタディに必要な諸元を把握することを目的に実施する。

ケーススタディでは地域ごとの熱需要に着目し、モデルケースを「暖房需要型」「冷房需要型」「冷暖房需要型」を3ケース設定することとした。このため、ヒアリング調査の対象公園は、アンケート調査結果をもとにモデル作成に参考となる施設を抽出する。ヒアリング対象の公園を表4.5-7に示す。

表 4.5-7 ヒアリング対象の公園

モデルケース	公園の名称（国営公園）	公園のエネルギー需要
暖房需要型	滝野すずらん丘陵公園 ※北海道札幌市に立地する公園。特に1月～3月に暖房需要が高い。	
冷房需要型	海の中道海浜公園 ※福岡県福岡市に立地する公園。電気冷房と思われるが、特に7月～9月の冷房需要が特に高い。	
冷暖房需要型	ひたち海浜公園 ※茨城県ひたちなか市に立地する公園。冷暖房ともに電気と思われるが、冷房需要は7・8月、暖房需要は12月～3月に高い。	

## 2) ヒアリング調査結果

滝野すずらん丘陵公園、海の中道海浜公園、ひたち海浜公園のヒアリング結果を表 4.5-8 に示す。

表 4.5-8 ヒアリング調査結果

	滝野すずらん丘陵公園	海の中道海浜公園	ひたち海浜公園
調査対象施設	管理棟	管理棟	管理棟
構造・階数・延床面積	RC造、地上2階 延床面積 2,298 m <sup>2</sup>	RC造、地上2階 延床面積 2,166 m <sup>2</sup>	RC造、地上2階 延床面積 2,513 m <sup>2</sup>
施設利用日数・時間	通年(一部期間休日あり) AM8:30~PM17:45	363日	350日/年程度 8時間/日
暖房期間・燃料・システム	10月1日~5月5日 灯油ボイラ 290kW×1台	11月上旬~4月上旬 A 重油と電気・ファンコイルユニット	12月~3月 電気・個別パッケージ方式
暖房設定温度	80℃ (ボイラ出口温度)	24℃~25℃ (室内)	20℃ (室内)
冷房期間・燃料・システム	サーバー室、監視室 電気冷房	5月下旬~9月下旬 電気・ファンコイルユニット (冷凍機)	7月~9月 電気・個別パッケージ方式
給湯利用の実態 (燃料使用量等)	個別電気温水器	ガス湯沸し器・プロパンガス	
管理棟近傍の施設情報	車庫棟	研修宿泊施設、マリーナ	なし
再生可能エネルギーの設置状況	なし	なし	なし
有資格者情報	いない	いない	いない
燃料庫設置にあたっての留意事項	現在、灯油・ガソリンの貯槽あり	消防法のみ	

## 4.6 公園等での植物廃材のエネルギー利用に関するケーススタディ

### 4.6.1 公園等で植物廃材のエネルギーを利用する際の比較

文献調査結果及びヒアリング調査結果をもとに、公園での具体的な利用を見据え、エネルギー、コスト、CO<sub>2</sub>収支、安全性・安定性、運営管理、災害時利用の定性的な比較を行う。

#### (1) エネルギー利用形態別の原単位比較

##### 1) 対象とするエネルギー原料

本調査では、公園等で発生する剪定枝や刈草のエネルギー利用の可能性を検討するため、有識者ヒアリングをはじめ、事例ヒアリング、メーカーヒアリングを行ってきた。ヒアリング調査結果の詳細はそれぞれの章で報告しているが、一連のヒアリング調査において以下の理由から刈草はエネルギー利用には適さず、むしろ堆肥化が有効と指導頂いた。このため、ケーススタディでは、公園から発生する剪定枝のみを対象とし試算する。

- ・ 灰分が多く、クリンカの発生原因となる。
- ・ 炭素分が少なく、含水率が高いことから高カロリー化が期待できない。
- ・ 木部に比べてミネラル分が豊富なので土壌還元に適している。

##### 2) エネルギー利用形態別の比較

公園での具体的な利用を見据え、熱利用と発電利用について比較を行う。ここで対象とする技術区分は、第3章で示した技術の分類のうち、熱利用として直接燃焼、発電利用としてガス化とした。また、直接燃焼は小型ボイラーで専焼が可能な「薪」「チップ」「ペレット」を対象とし、発電は小規模施設への導入に適しているガス化、発電形式はガスエンジン式（発電のみ、コージェネレーションタイプ）とする。

文献調査結果及びヒアリング調査結果をもとに取りまとめた比較表を表 4.6-1～表 4.6-12 に示す。定量比較については ケーススタディで示すが、剪定枝が保有する熱量を1とした場合、ガス化発電のエネルギー回収量はコージェネレーションで0.48程度、発電単独では0.18程度と低い。これに対し、直接燃焼のエネルギー回収量は薪、チップ、ペレット全てにおいて0.85程度と高い値となる。

表 4.6-1 エネルギー利用形態別の原単位比較

技術分類	直接燃焼			ガス化	
	薪	チップ	ペレット	発電のみ	コージェネ対応
必要な設備類	ボイラー	破砕機、サイロ、ボイラー	破砕機、おが粉製造機、(乾燥機)、ペレタイザ、(冷却機)、サイロ、ボイラー ※( )は必要に応じて設置する設備を示す。	破砕機、サイロ、ガス化設備、ガスエンジン発電機、窒素パージ設備	破砕機、サイロ、ガス化設備、ガスエンジンコージェネレーション、窒素パージ設備
エネルギー回収率 (原単位)	ボイラーの設計値を満足する薪を使用する条件で燃焼効率は80~90%であり、エネルギーポテンシャルは85%が利用可能(平均値)。 ※燃焼効率はヒアリング調査による。	ボイラーの設計値を満足するチップを使用する条件で、燃焼効率は85%程度であり、エネルギーポテンシャルの85%が利用可能。 ※木質バイオマスボイラー導入指針(梶森のエネルギー研究所 <sup>16)</sup> による。	低含水率で安定しており燃焼効率85%。ただし、ペレット製造時に微粉化するものもあり、利用可能な量は低下する。 ※木質バイオマスボイラー導入指針(梶森のエネルギー研究所 <sup>16)</sup> による。	冷ガス効率は60程度。ガスエンジンの発電効率は30%程度であるので、利用可能なエネルギーは60%×30%=18%程度となる。設備の稼働に必要な電力供給が必要なため、出力は更に低下する。 ※冷ガス効率及び発電効率はヒアリング調査結果をもとにした想定値。	コージェネの発電効率を30%、熱回収効率を50%とすると、60%×(30%+50%)=48%程度となる。設備の稼働に必要な電力供給が必要なため、出力は更に低下する。 ※冷ガス効率及び発電効率はヒアリング調査結果をもとにした想定値。
維持管理	①運転員 ・薪づくりに2名程度必要であるが、ボイラー設備管理は公園の日常業務の範囲内で可能。 ②定期点検 ・年4回程度のメーカーメンテナンスが必要。 ※ヒアリング調査による。	①運転員 ・チップ製造に2名程度必要であるが、ボイラー設備管理は公園の日常業務の範囲内で可能。 ②定期点検 ・年4回程度のメーカーメンテナンスが必要。 ※ヒアリング調査による。	①運転員 ・ペレット製造に2名程度必要であるが、ボイラー設備管理は公園の日常業務の範囲内で可能。 ②定期点検 ・年2回程度のメーカーメンテナンスが必要。 ※ヒアリング調査による。	①運転員 ・チップ製造に2名程度。 ・ガス化はシステムが複雑であり、専門運転員が必要：2名程度。 ②定期点検 ・ガス化設備は年に1~2回大規模補修、発電機は1,000時間に1回メンテナンスが必要。 ※ヒアリング調査による。	同左
プロセス電源・熱源	・燃焼制御に商用電力が必要であるが、電気不要のボイラーがあり水道光熱費が不要な場合もある。 ・薪の乾燥は自然乾燥(野積み)が一般的。	・破砕及びボイラー稼働のための電力が必要。 ・原木の自然乾燥後にチップ化するので乾燥エネルギーは必要ない。	・破砕、おが粉製造、成型、冷却プロセスにおいて電力が必要。 ・機械乾燥が必要であるが熱源は製造時の製品不適物や微粉化したものを使用する。	・システム立ち上げ時に化石燃料及び商用電力が必要。DSS 運転の場合は使用量が増える。 ・ガス化時に必要な熱源はガス化の副生物であるチャーを燃焼して得る。	同左
安全性・安定性	●安全性 ・剪定枝の状態で保管するため発酵しない。ただし、火災対策は必要。 ・煙や臭気など、周辺地域への配慮・対策が必要。 ・PM(浮遊微粒子状物質)の発生量が多く、モニタリングが必要。 ・焼却灰の適正処理(重金属が含まれている可能性あり)。 ●安定性 ・葉部は灰分が多いので、取り除いたものを燃料として使用する。 ・ボイラーの仕様範囲内に含水率を抑える(カロリーの安定化、煙道火災の抑制など)。	●安全性 ・原料貯蔵時の火災対策が必要。 ・チップの貯蔵は発酵が促進される可能性が高いので長期間の貯蔵は避ける。 ・煙や臭気など、周辺地域への配慮・対策が必要。 ・焼却灰の適正処理(重金属が含まれている可能性あり)。 ●安定性 ・葉部は灰分が多いので、取り除いたものを燃料として使用する。 ・ボイラーの仕様範囲内に含水率を抑える(カロリーの安定化、煙道火災の抑制など)。	●安全性 ・原料貯蔵時の火災対策が必要。 ・煙や臭気など、周辺地域への配慮・対策が必要。 ・火災対策が必要。 ・焼却灰の適正処理(重金属が含まれている可能性あり)。 ●安定性 ・葉部は灰分が多いので、取り除いたものを燃料として使用する。 ・含水率が10%以下なので長期間の貯蔵に適している。 ・カロリーが一定で安定した出力が期待できる。	●安全性 ・原料貯蔵時の火災対策が必要。 ・CO対策。 ・可燃ガスの窒素パージ。 ・排ガス対策。 ・タールの適正処理。 ・燃焼残渣の適正処理(重金属が含まれている可能性あり)。 ●安定性 ・出力の安定性の確保、タール発生抑制のため、投入するチップの含水率を低く抑える。 ・クリンカ発生防止のため、葉部を取り除いた原料を使用する(葉部は灰分が多い)。	同左

表 4.6-2 エネルギー利用形態別の原単位比較（その2）

技術分類	直接燃焼			ガス化	
	薪	チップ	ペレット	発電のみ	コージェネ対応
災害時への対応	電源不要のボイラーがあり、東日本大震災でも導入実績がある。	再生可能エネルギーと蓄電池の組み合わせなど、常時利用できる電源システムが必要である。	同左	システム立ち上げ時に一時的に電源が必要になる。蓄電池等で対応可能である。	同左
コスト ・イニシャル： 設備費 ・ランニング： 維持管理費、 水道光熱費	・イニシャル：小 ・ランニング：小	・イニシャル：小～中 ・ランニング：小～中	・イニシャル：中 ・ランニング：中	・イニシャル：大 ・ランニング：大	・イニシャル：大 ・ランニング：大
CO <sub>2</sub> 収支	・▲0.284kg-CO <sub>2</sub> /kWh	・▲0.186kg-CO <sub>2</sub> /kWh	・▲0.122kg-CO <sub>2</sub> /kWh	・▲0.304kg-CO <sub>2</sub> /kWh	・▲0.267kg-CO <sub>2</sub> /kWh
	試算1	試算2	試算3	試算4	試算5
	<ul style="list-style-type: none"> <li>薪ボイラー出力：60kW～75kW</li> <li>灯油ボイラーの効率：85%</li> <li>ユーティリティ：消費電力 300W（メーカーカタログ値）</li> <li>灯油のCO<sub>2</sub>排出原単位：0.0678kg-CO<sub>2</sub>/MJ</li> </ul> ※地球温暖化対策地方公共団体実行計画（区域施策編）策定マニュアル（環境省） <sup>17)</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>電力のCO<sub>2</sub>排出原単位：0.55kg-CO<sub>2</sub>/kWh</li> </ul> ※地球温暖化対策地方公共団体実行計画（区域施策編）策定マニュアル（環境省） <sup>17)</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>単位エネルギー当り収支：（設備運転時に発生するCO<sub>2</sub>）                -（木質ハ<sup>イ</sup>イマス代替によるCO<sub>2</sub>削減量）                = (0.3kW×1h×0.55kg-CO<sub>2</sub>/kWh - 60kW×1h×3.6MJ/kWh÷85% ×0.0678kg-CO<sub>2</sub>/MJ) ÷ (60kW×1h)                = -0.284kg-CO<sub>2</sub>/kWh</li> </ul>	後段「4.6.3 ケーススタディ」の試算結果をもとに推計する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>チップボイラー出力：70kW（4.6.3 ケーススタディ ケース②の試算結果参照）</li> <li>熱供給量：114,030kWh（同上）</li> <li>システム導入によるCO<sub>2</sub>削減量：28,452kg-CO<sub>2</sub>（同上）</li> <li>チップ製造時のCO<sub>2</sub>排出量：3,745kg-CO<sub>2</sub>（同上）</li> <li>ボイラー使用時のCO<sub>2</sub>排出量：3,548kg-CO<sub>2</sub>（同上）</li> <li>単位エネルギー当り収支：(3,745kg-CO<sub>2</sub>+3,548kg-CO<sub>2</sub>-28,452kg-CO<sub>2</sub>) ÷ 114,030kWh = -0.186kg-CO<sub>2</sub>/kW</li> </ul>	試算2の試算過程を参考に、チップボイラーをペレットボイラーに置き換えた場合を想定してCO <sub>2</sub> 収支を試算する。なお、ペレット製造時のCO <sub>2</sub> 排出原単位は、後段「4.6.3 ケーススタディ」のケース①をもとに設定する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>ボイラーへの投入エネルギー量：143,352kWh（4.6.3 ケーススタディ ケース②の試算結果参照）</li> <li>ペレット製造時のCO<sub>2</sub>排出量原単位：7,472kg-CO<sub>2</sub>÷97,691kWh=0.076kg-CO<sub>2</sub>/kWh ※（4.6.3 ケーススタディ ケース①の試算結果参照）</li> <li>ペレット製造時のCO<sub>2</sub>排出量：0.076kg-CO<sub>2</sub>/kWh×143,352kWh = 10,895kg-CO<sub>2</sub></li> <li>単位エネルギー当り収支：(10,895kg-CO<sub>2</sub>+3,548kg-CO<sub>2</sub>-28,452kg-CO<sub>2</sub>) ÷ 114,030kWh = -0.122kg-CO<sub>2</sub>/kWh</li> </ul>	後段「4.6.3 ケーススタディ」の試算結果をもとに推計する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>発電規模：22kW（4.6.3 ケーススタディ ケース③の試算結果参照）</li> <li>電力供給量：51,620kWh（同上）</li> <li>システム導入によるCO<sub>2</sub>削減量：28,391kg-CO<sub>2</sub>（同上）</li> <li>チップ製造時のCO<sub>2</sub>排出量：12,702kg-CO<sub>2</sub>（同上）</li> <li>システム使用時のCO<sub>2</sub>排出量：0kg-CO<sub>2</sub>（同上）</li> <li>単位エネルギー当り収支：(12,702kg-CO<sub>2</sub>+0kg-CO<sub>2</sub>-28,391kg-CO<sub>2</sub>) ÷ 51,620kWh = -0.304kg-CO<sub>2</sub>/kW</li> </ul>	後段「4.6.3 ケーススタディ」の試算結果をもとに推計する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>発電規模：42kW（4.6.3 ケーススタディ ケース④の試算結果参照）</li> <li>電力供給量：48,870kWh（同上）</li> <li>熱供給量：114,030kWh（同上）</li> <li>システム導入によるCO<sub>2</sub>削減量：26,879kg-CO<sub>2</sub>+28,452kg-CO<sub>2</sub>=55,331kg-CO<sub>2</sub>（同上）</li> <li>チップ製造時のCO<sub>2</sub>排出量：11,916kg-CO<sub>2</sub>（同上）</li> <li>システム使用時のCO<sub>2</sub>排出量：0kg-CO<sub>2</sub>（同上）</li> <li>単位エネルギー当り収支：(11,916kg-CO<sub>2</sub>+0kg-CO<sub>2</sub>-55,331kg-CO<sub>2</sub>) ÷ (48,870kWh+114,030kWh) = -0.267kg-CO<sub>2</sub>/kW</li> </ul>
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>薪割りには人力で、労力が必要になるが、コスト面、エネルギー回収率、維持管理性に優れており、小規模施設向きである。</li> <li>電源不要タイプもあり、災害時熱源設備として導入が可能である。</li> <li>また、薪として貯蔵しておくことで、薪ストーブの燃料としても利用が可能で、災害時の暖房として利用できる。</li> <li>ただし、PMの発生量が多く国内基準に準拠した対応が必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定出力を確保するため、特に燃料チップの含水率管理が重要になる。</li> <li>コスト面、エネルギー回収率、維持管理性に優れており、小規模施設向きである。</li> <li>災害時にチップボイラーを運転する場合は再生可能エネルギー+蓄電池等の常時利用できる電源が必要になる（ただし、剪定枝は薪ストーブの燃料としても利用が可能）。</li> <li>吸収式冷凍機と組み合わせることで冷房利用も可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定した燃料性状で、安定出力が期待できる。</li> <li>ただし、設備費が高む、製造に要するエネルギーが大きいなど、小規模では課題もある。</li> <li>災害時にペレットボイラーを運転する場合は再生可能エネルギー+蓄電池等の常時利用できる電源が必要になる（ただし、剪定枝は薪ストーブの燃料としても利用）。</li> <li>吸収式冷凍機と組み合わせることで冷房利用も可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コストや維持管理性で課題はあるものの、小規模分散型エネルギーシステム、特に発電システムとしては有効な方法であるので、今後の技術開発が待たれるところである。</li> </ul>	同左



## (2) 公園諸元による比較

### 1) 剪定枝発生量

#### (i) 公園における発生量

##### i) 国営公園

本調査で実施した植物廃材発生量調査のうち、剪定枝の発生量を表 4.6-3 にまとめる。公園によって様々であるが、淀川河川公園、国営飛鳥歴史公園が多く年間 90 [DW-t] 程度が発生している。

表 4.6-3 国営公園における剪定枝発生量

公園名	剪定枝発生量 (DW-t/年)
国営みちのく杜の湖畔公園	21
国営東京臨海広域防災公園	0.9
国営アルプスあづみの公園	10
国営越後丘陵公園	13
国営木曾三川公園	0
淀川河川公園	85
国営飛鳥歴史公園	86
国営讃岐まんのう公園	18
国営吉野ヶ里歴史公園	10

本調査で実施したアンケート調査による（有効回答が得られた公園のみ記載）  
容積から重量換算したものも含んで記載している

##### ii) 都市公園

ヒアリング調査の対象とした東京都大井ふ頭中央海浜公園（東京都）と新宿御苑（東京都）、万博記念公園（大阪府）において、剪定枝発生量を把握した。新宿御苑の回答は容積値であったが、他の2公園は重量値で回答頂き、発生量は年間 150～160t/年、この全量を園内で処理している。

表 4.6-4 都市公園における剪定枝の発生量（生重量）

公園名	剪定枝発生量 (t/年)
東京都大井ふ頭中央海浜公園	151
新宿御苑	(250m <sup>3</sup> )
万博記念公園	160

##### iii) 発生量

剪定枝の発生量は公園の規模、維持管理の方法等で発生量が異なるが、国営公園の調査結果や都市公園の実績を踏まえると、最大でも 200t/年（生重量）と想定するのが妥当と判断する。

## (ii) 周辺地域からの受入れの可能性

### i) 緑のリサイクルセンターの受入れ量

緑のリサイクルセンターについて、横浜市、福岡市、吹田市、中日本高速道路(株)、東日本高速道路(株)の事例を調査した(4.1.1)。当該施設では周辺地域もしくは高速道路で発生する様々な植物廃材を受入れ、堆肥化している。このうち、剪定枝の受入量を把握できた横浜市、福岡市、中日本高速道路(株)の3事例について表4.6-5にまとめる。

表 4.6-5 緑のリサイクルセンターにおける剪定枝の受入れ量 (H23 実績)

施設名	剪定枝発生量(生重値) (t/年)	備考
横浜市緑のリサイクルプラント	1,893	表 1.2-26 参照
福岡市緑のリサイクルセンター	4,200	表 4.1-1 No.2 参照
中日本高速道路(株)管内の緑のリサイクルセンター	22,000 ※上記のうち約40%が 剪定枝、伐採木。	表 4.1-1 No.4 参照

### ii) 公園へのアクセスや周辺環境への影響を踏まえた公園での受入れ可能性

緑のリサイクルセンターでは、当該地域で広範囲にわたり剪定枝や刈草等の植物廃材を受入れ、堆肥化している。

現在、競合先が増えたこと、また公共工事の減少などによりニーズが減ったことから、需要先を確保するのが年々難しくなっており、堆肥化の目的が将来的に「有効利用」から「減容化」に移行していくことが懸念される(ヒアリング調査結果)。このため、受け入れる植物廃材の種類や部位ごとの特性に応じてリサイクル用途を選択していくことが今後植物廃材の有効利用を推進する上で重要になる。このような取り組みは、既に横浜市緑のリサイクルプラントや万博記念公園(吹田市)で実施されており、横浜市緑のリサイクルプラントでは剪定枝や伐採木等をチップ化しパーティクルボードの原料として出荷、万博記念公園では、有用幹材をパルプ用に販売しており、その他の幹材も一部薪ボイラーの燃料として利用している。特に、万博記念公園での取り組みは、脱温暖化、エネルギーセキュリティ、災害時のエネルギー源の確保の観点から注目すべき取り組みである。

表4.6-3～表4.6-5からも明らかのように、それぞれの地域内で発生する剪定枝発生量は公園内での発生量と比較して極めて多く、将来的にはエネルギー利用も期待される場所である。

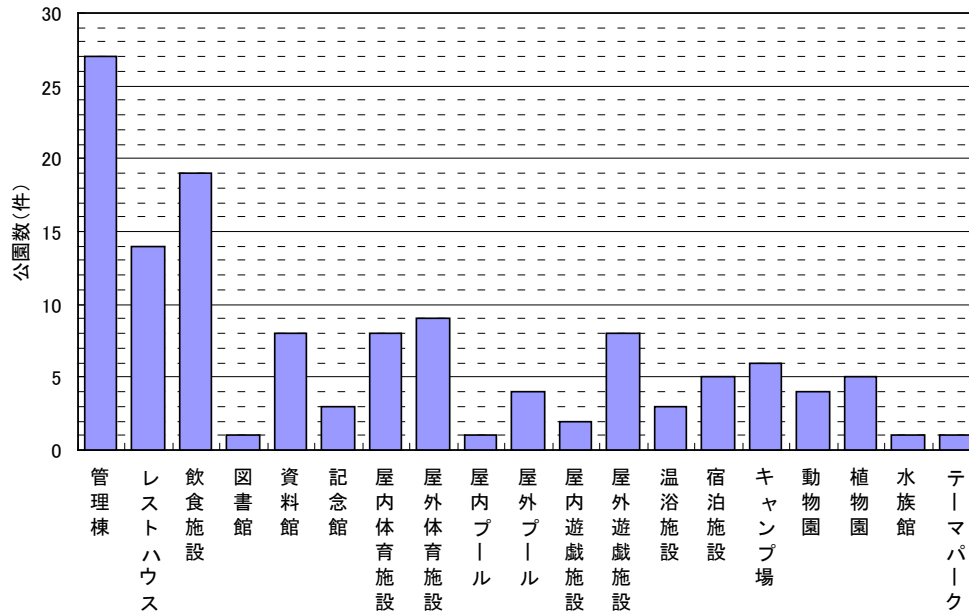
現在のところ、植物廃材の広域利用にあたっては様々な課題があるものと予想するが、スケールメリットによる事業採算性も期待できるため、今後、個別に地域特性等を踏まえながら広域利用に向けた可能性を模索・検討していくことが望ましいものとする。

## 2) 公園内の施設

アンケート調査結果で得られた公園の施設概要を図4.6-1に示す。28施設中27施設に管理棟があり、飲食施設が24施設、レストハウスが19施設と続く。屋内・外を問わず体育施設、屋外遊戯施設が併設されている公園も比較的多く8～9施設程度であるが、屋内遊戯施設やプール施設、水族館が併設されている公園は少ない。

前述1)で示したが、公園内で調達できる剪定枝は限られており、公園内の複数の施設あるいは広範囲にエネルギー供給することは、量的に難しいものとする。したがって、ケーススタディでは公園内の一施設を抽出してシミュレーションすることが現実的である。対象とする施設は、

本ケーススタディが国内の大小様々な公園でバイオマスエネルギーの導入を検討する際の資料となるよう、どの公園にも共通してある施設であることが望ましく、ここでは管理棟をモデル施設とする。



公園エネルギー使用実態アンケート調査をもとに作成

図 4.6-1 公園内の施設

### 3) 公園の地域性

4.5 でも記載したが、灯油や重油の使用量は北海道、東北、北陸・甲信越で冬季にピークが発生しており、暖房需要であるものと想定する。

一方、電気エネルギーの需要特性は、中国、四国、九州において冷房需要と想定されるピークが夏季に発生している。また、関東、中部、関西では冷房需要に加えて、電気暖房と想定されるもう一つのピークが冬季に現れている。

電気による冷暖房も熱需要と置き換えると、公園の熱需要は大きく「暖房需要型」、「冷房需要型」、「冷暖房需要型」に分けることができる。

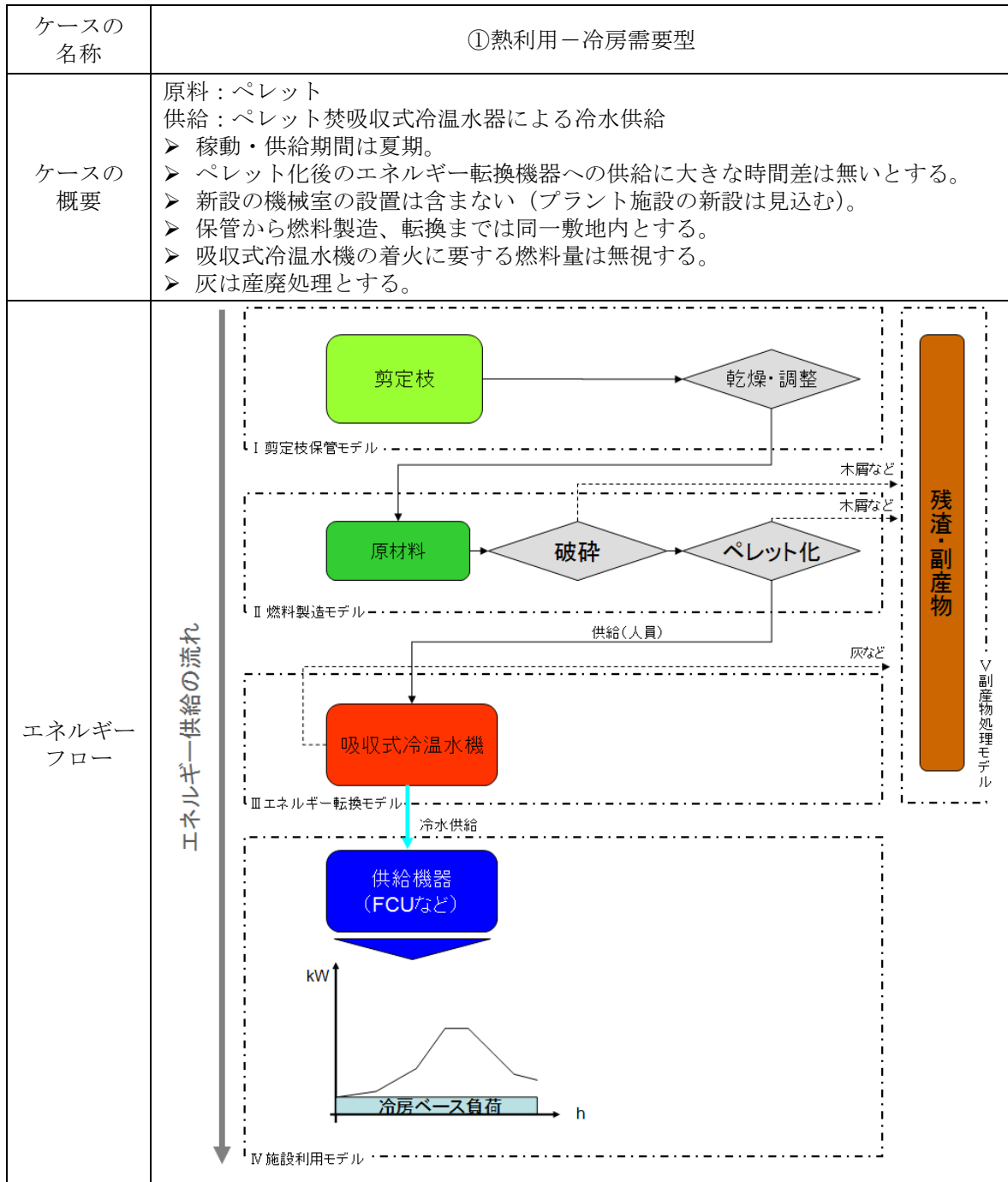
ケーススタディでは、地域性の比較を行うため、「暖房需要型」、「冷房需要型」、「冷暖房需要型」をモデルとして試算する。

### (3) エネルギー製造フロー

上記を踏まえ、ケーススタディを前提としたエネルギー製造フロー（概略モデル）を以降に示す。

なお、コスト収支・物質収支などのケーススタディの範囲はエネルギー転換までとし、二次側の空調機や既設電気設備の改造などは含めない。

#### 1) 熱利用－冷房需要型



2) 熱利用－暖房（給湯）需要

<p>ケースの 名称</p>	<p>②熱利用－暖房（給湯）需要</p>
<p>ケースの 概要</p>	<p>原料：チップ 供給：チップボイラーによる温水供給</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 稼動・供給期間は冬期。</li> <li>➢ チップ化後のエネルギー転換機器への供給に大きな時間差は無いとする。</li> <li>➢ 新設の機械室の設置は含まない（プラント施設の新設は見込む）。</li> <li>➢ 保管から燃料製造、転換までは同一敷地内とする。</li> </ul>
<p>エネルギー フロー</p>	<p>エネルギー供給の流れ</p> <p>Ⅰ 剪定枝保管モデル</p> <p>Ⅱ 燃料製造モデル</p> <p>Ⅲ エネルギー転換モデル</p> <p>Ⅳ 施設利用モデル</p> <p>残渣・副産物</p> <p>木屑など</p> <p>灰など</p> <p>供給(人員)</p> <p>温水供給</p> <p>kW</p> <p>h</p> <p>暖房ベース負荷</p> <p>・Ⅴ 副産物処理モデル</p>

3) 電力需要

<p>ケースの名称</p>	<p>③電力需要</p>
<p>ケースの概要</p>	<p>原料：チップ          供給：木質バイオマスのガス化、ガスエンジンによる電力供給</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 稼動・供給期間は電力需要期間。</li> <li>➤ チップ化後のエネルギー転換機器への供給に大きな時間差は無いとする。</li> <li>➤ 電力供給の接続に関する既設設備改造費などは見込まない。</li> <li>➤ 新設の機械室の設置は含まない（プラント施設の新設は見込む）。</li> <li>➤ 保管から燃料製造、転換までは同一敷地内とする。</li> </ul>
<p>エネルギーフロー</p>	<p>エネルギー供給の流れ</p> <p>I 剪定枝保管モデル</p> <p>II 燃料製造モデル</p> <p>III エネルギー転換モデル</p> <p>IV 施設利用モデル</p> <p>供給機器 (照明など)</p> <p>電力ベース負荷</p> <p>残渣・副産物</p> <p>木屑など</p> <p>灰など</p> <p>供給(人員)</p> <p>電力供給</p> <p>乾燥・調整</p> <p>破碎</p> <p>ガス化炉+ガスエンジン</p> <p>原材料</p> <p>剪定枝</p> <p>kW</p> <p>h</p>

4) 電力需要+暖房（給湯）需要

ケースの名称	④電力需要+暖房（給湯）需要
<p>ケースの概要</p>	<p>原料：チップ            供給：木質バイオマスのガス化、ガスエンジンによる電力供給+ガスエンジンからの熱回収による熱供給</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 稼動・供給期間は電力需要期間、熱供給は冬期、または給湯需要期間。</li> <li>➢ チップ化後のエネルギー転換機器への供給に大きな時間差は無いとする。</li> <li>➢ 電力供給の接続に関する既設設備改造費などは見込まない。</li> <li>➢ 新設の機械室の設置は含まない（プラント施設の新設は見込む）。</li> <li>➢ 保管から燃料製造、転換までは同一敷地内とする。</li> <li>➢ エネルギーバランスによっては、暖房負荷に設備規模を設定し、電力は成り行きとする。</li> </ul>
<p>エネルギーフロー</p>	<p>The diagram illustrates the energy flow process, divided into five main stages:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>I 剪定枝保管モデル (Wood Chip Storage Model):</b> Starts with '剪定枝' (Wood chips) in a green box, which undergo '乾燥・調整' (Drying/Adjustment) in a grey diamond.</li> <li><b>II 燃料製造モデル (Fuel Production Model):</b> '剪定枝' are converted into '原材料' (Raw material) in a green box, which then undergo '破碎' (Crushing) in a grey diamond. '木屑など' (Wood chips, etc.) are shown as byproducts.</li> <li><b>III エネルギー転換モデル (Energy Conversion Model):</b> '原材料' are processed in a 'ガス化炉+ガスエンジン' (Gasification furnace + Gas engine) in a red box. '供給(人員)' (Supply of staff) is also shown. '灰など' (Ash, etc.) are byproducts.</li> <li><b>IV 施設利用モデル (Facility Use Model):</b> The 'ガス化炉+ガスエンジン' provides '温水供給' (Hot water supply) to '供給機器 (FCUなど)' (Supply equipment like FCU, etc.) in an orange box, and '電力供給' (Electricity supply) to '供給機器 (照明など)' (Supply equipment like lighting, etc.) in a yellow box.</li> <li><b>V 副産物処理モデル (Byproduct Treatment Model):</b> A vertical orange bar on the right represents '残渣・副産物' (Residue/byproducts).</li> </ul> <p>At the bottom, two graphs show power (kW) over time (h):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The left graph shows '暖房ベース負荷' (Heating base load) as a solid orange area under a fluctuating line.</li> <li>The right graph shows '(電力ベース負荷)' (Electricity base load) as a solid yellow area under a fluctuating line.</li> </ul>

5) 冷暖房需要

ケースの名称	⑤冷暖房需要
<p>ケースの概要</p>	<p>原料：チップ            チップボイラーによる暖房(冬期)及びボイラー温水による吸収式冷凍機の稼動(夏期)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 稼動・供給期間は、温水供給は冬期、冷水供給期間は夏期。</li> <li>➢ チップ化後のエネルギー転換機器への供給に大きな時間差は無いとする。</li> <li>➢ コストなどのケーススタディの範囲はエネルギー転換までとする。</li> <li>➢ 新設の機械室の設置は含まない(プラント施設の新設は見込む)。</li> <li>➢ 保管から燃料製造、転換までは同一敷地内とする。</li> <li>➢ エネルギーバランスによっては、暖房(もしくは冷房)負荷に設備規模を設定し、冷房(もしくは暖房)は成り行きとする。</li> </ul>
<p>エネルギーフロー</p>	<p>エネルギー供給の流れ</p> <p>Ⅰ 剪定枝保管モデル</p> <p>Ⅱ 燃料製造モデル</p> <p>Ⅲ エネルギー転換モデル</p> <p>Ⅳ 施設利用モデル</p> <p>Ⅴ 副産物処理モデル</p> <p>残渣・副産物</p> <p>供給(人員)</p> <p>木屑など</p> <p>木屑など</p> <p>灰など</p> <p>吸収式冷温水機(冷凍機)</p> <p>(ボイラー)</p> <p>冷水供給</p> <p>温水供給</p> <p>供給機器(FCUなど)</p> <p>供給機器(FCUなど)</p> <p>kW</p> <p>h</p> <p>冷房ベース負荷</p> <p>暖房ベース負荷</p>



6) 電力需要+暖房（給湯）需要

<p>ケースの名称</p>	<p>⑥電力需要+暖房（給湯）需要</p>
<p>ケースの概要</p>	<p>原料：チップ          チップボイラーによる温水供給+ボイラーからの入熱によるスターリングエンジン          電力供給（熱回収有）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 稼動・供給期間は電力需要期間、熱供給は冬期、または給湯需要期間。</li> <li>➢ チップ化後のエネルギー転換機器への供給に大きな時間差は無いとする。</li> <li>➢ 電力供給の接続に関する既設設備改造費などは見込まない。</li> <li>➢ 新設の機械室の設置は含まない。（プラント施設の新設は見込む）。</li> <li>➢ 保管から燃料製造、転換までは同一敷地内とする。</li> <li>➢ エネルギーバランスによっては、暖房負荷に設備規模を設定し、電力は成り行きとする。</li> </ul>
<p>エネルギーフロー</p>	<p>The diagram illustrates the energy flow process, divided into five models:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>I 剪定枝保管モデル (Trimmed Branch Storage Model):</b> Shows '剪定枝' (Trimmed branches) entering a '乾燥・調整' (Drying/Adjustment) stage, producing '木屑など' (Wood chips, etc.).</li> <li><b>II 燃料製造モデル (Fuel Manufacturing Model):</b> Shows '原材料' (Raw material) entering a '破碎' (Crushing) stage, producing '灰など' (Ash, etc.).</li> <li><b>III エネルギー転換モデル (Energy Conversion Model):</b> Shows '供給(人員)' (Supply (personnel)) entering a 'ボイラー' (Boiler) stage. The boiler provides '温水供給' (Hot water supply) to '供給機器 (FCUなど)' (Supply equipment (FCU, etc.)) and '入熱' (Heat input) to a 'スターリングエンジン' (Stirling engine). The engine provides '電力供給' (Power supply) to '供給機器 (照明など)' (Supply equipment (lighting, etc.)).</li> <li><b>IV 施設利用モデル (Facility Use Model):</b> Shows two graphs of power (kW) vs. time (h). The left graph shows '暖房ベース負荷' (Heating base load) with a peak. The right graph shows '(電力ベース負荷)' (Electricity base load) with a peak.</li> <li><b>V 副産物処理モデル (By-product Treatment Model):</b> A vertical bar on the right labeled '残渣・副産物' (Residue/by-product).</li> </ul> <p>Energy flow labels include '熱回収' (Heat recovery) from the engine back to the boiler, and '電力供給' (Power supply) from the engine to the lighting equipment.</p>

7) 熱利用—ストーブ対応

ケースの名称	⑦熱利用—ストーブ対応
<p>ケースの概要</p>	<p>原料：ペレットまたは薪            供給：個別ストーブ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 稼動・供給期間は夏季。</li> <li>➤ 公園内で発生する剪定枝で薪、またはペレットを製造。</li> <li>➤ 複数の施設にストーブを設置し、燃料を供給。</li> <li>➤ 災害等で電力が遮断された場合、ガス化設備や木質ボイラーが運転不可能となる。</li> <li>➤ 冬季の避難生活に備え、無電源で熱供給可能な方式も提案。</li> <li>➤ 灰は産廃処理とする。</li> </ul>
<p>エネルギーフロー</p>	<p>The diagram illustrates the energy flow from raw materials to individual heating devices. It is divided into three main stages:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>I 剪定枝保管モデル (Branch Storage Model):</b> 剪定枝 (Trimmed branches) are processed through 乾燥・調整 (Drying/Adjustment).</li> <li><b>II 燃料製造モデル (Fuel Production Model):</b> 原材料 (Raw material) goes through 破碎 (Crushing) and then ペレット化 (Pelletization). This stage produces 木屑など (Wood chips) and 木屑など (Wood chips) as byproducts.</li> <li><b>III エネルギー転換モデル (Energy Conversion Model):</b> The pellets are used in 個別暖房機器 (個別ペレットストーブ) (Individual heating devices (pellet stoves)). This stage produces 灰など (Ash) as a byproduct.</li> </ul> <p>Byproducts (木屑など, 灰など) are managed in <b>V 副産物処理モデル (Byproduct Treatment Model)</b>, which is labeled as 残渣・副産物 (Residue/Byproduct). The flow is also labeled as エネルギー供給の流れ (Energy supply flow).</p>

#### 4.6.2 植物廃材のエネルギー利用施設の公園等への設置に関する取りまとめ

植物廃材のエネルギー利用施設を公園等へ設置する場合に想定される公園内での配置、施設の規模等について表 4.6-6 整理する。

表 4.6-6 植物廃材のエネルギー利用施設の公園等への設置

ケースの名称		①熱利用－冷房需要型	②熱利用－暖房（給湯）需要	③電力需要	④電力需要+暖房（給湯）需要	⑤冷暖房需要	⑥電力需要+暖房（給湯）需要	⑦熱利用－ストーブ対応
原料		ペレット	チップ	チップ又はペレット	チップ又はペレット	チップ又はペレット	チップ又はペレット	ペレットまたは薪
供給（利用）		ペレット焚吸収式冷温水器による冷水供給	チップボイラーによる温水供給	木質バイオマスのガス化、ガスエンジンによる電力供給	木質バイオマスのガス化、ガスエンジンによる電力供給+ガスエンジンからの熱回収による熱供給	ボイラー及び吸収式冷凍機による温冷水供給	チップボイラーによる温水供給+ボイラーからの入熱によるスターリングエンジン電力供給（熱回収有）	個別ストーブ
公園内での配置	燃料製造	剪定枝の集積しやすい場所に設置。（外部委託することも考えられる。）	剪定枝の集積しやすい場所に設置。（外部委託することも考えられる。）	剪定枝の集積しやすい場所に設置。（外部委託することも考えられる。）	剪定枝の集積しやすい場所に設置。（外部委託することも考えられる。）	剪定枝の集積しやすい場所に設置。（外部委託することも考えられる。）	剪定枝の集積しやすい場所に設置。（外部委託することも考えられる。）	剪定枝の集積しやすい場所に設置。（ペレットの場合外部委託することも考えられる。）
	供給施設	管理棟に近接して設置。	管理棟に近接して設置。	管理棟の近くが望ましいが、離れていても設置は可能。	管理棟に近接して設置。	管理棟に近接して設置。	管理棟に近接して設置。	管理棟内に設置。
施設規模		<ul style="list-style-type: none"> <li>対象施設 冷房需要地にある公園の管理棟</li> <li>延床面積 2,000 m<sup>2</sup></li> <li>冷房期間 4月～10月</li> <li>稼動時間 9時間/日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象施設 暖房需要地にある公園の管理棟</li> <li>延床面積 2,000 m<sup>2</sup></li> <li>暖房期間 11月～4月</li> <li>稼動時間 9時間/日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象施設 公園の管理棟（共通）</li> <li>延床面積 2,000 m<sup>2</sup></li> <li>電力供給期間 通年</li> <li>稼動時間 9時間/日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象施設 暖房需要地にある公園の管理棟</li> <li>延床面積 2,000 m<sup>2</sup></li> <li>暖房期間（電力供給期間） 11月～4月</li> <li>稼動時間 9時間/日</li> <li>電力供給期間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象施設 冷暖房需要地にある公園の管理棟</li> <li>延床面積 2,000 m<sup>2</sup></li> <li>冷暖房期間 冷：7月～9月 暖：12月～3月</li> <li>稼動時間 9時間/日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象施設 暖房需要地にある公園の管理棟</li> <li>延床面積 2,000 m<sup>2</sup></li> <li>暖房期間（電力供給期間） 11月～4月</li> <li>稼動時間 9時間/日</li> <li>電力供給期間</li> </ul>	剪定枝発生量 200tを全量ペレット化
機器の種類	燃料製造	1)ペレット製造 ストックヤード 破砕機・粉碎機 成型機 搬送設備 燃料保管庫	2)チップ製造 ストックヤード 切削機または破砕機 燃料保管庫	1) ペレット製造 又は 2)チップ製造	1) ペレット製造 又は 2)チップ製造	1) ペレット製造 又は 2)チップ製造	1) ペレット製造 又は 2) チップ製造	1) ペレット製造 又は 3) 薪 ストックヤード 薪割り機 燃料保管庫
	供給施設	燃料サイロ ペレット焚吸収式冷温水器	燃料ピット チップボイラー	燃料ピット ガス化炉 ガス冷却塔 排ガス処理設備 ガスエンジン 灰搬出装置	燃料ピット ガス化炉 ガス冷却塔 排ガス処理設備 ガスコジェネ 灰搬出装置	燃料ピット チップ又はペレットボイラー 吸収式冷凍機	燃料ピット チップ又はペレットボイラー スターリングエンジン	ペレットストーブ又は薪ストーブ
エネルギー供給量		<ul style="list-style-type: none"> <li>熱供給量 96,300kWh</li> <li>※後述ケーススタディによる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱供給量 114,030kWh</li> <li>※後述ケーススタディによる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力供給量 51,620kWh</li> <li>※後述ケーススタディによる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力供給量 48,870kWh</li> <li>熱供給量 114,030kWh</li> <li>※後述ケーススタディによる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱供給量 76,680kWh</li> <li>※後述ケーススタディによる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力供給量 3,258kWh</li> <li>熱供給量 114,030kWh</li> <li>※後述ケーススタディによる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱供給量 ペレット 414,960kWh 薪 371,280kWh</li> <li>※後述ケーススタディによる</li> </ul>
エネルギー供給先		管理棟	管理棟	管理棟	管理棟	管理棟	管理棟	管理棟内諸室
メンテナンス		委託	委託	委託	委託	委託	委託	委託
人員	燃料製造	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名
	供給施設	不要 (他業務と兼務)	不要 (他業務と兼務)	2名×2交代	2名×2交代	不要 (他業務と兼務)	不要 (他業務と兼務)	不要
負荷モデル対象（後述モデル設定方法参照）		冷房：海の中道海浜公園	暖房：滝のすずらん公園	電力：滝のすずらん公園	暖房及び電力： 滝のすずらん公園	冷暖房：ひたち海浜公園	暖房及び電力： 滝のすずらん公園	—

### 4.6.3 ケーススタディ

#### (1) ケーススタディの基本構成

ケーススタディでは、植物廃材発生量と供給先のエネルギー需要のバランスを勘案し、最適な燃料製造やエネルギー転換施設の規模を算定し、物質収支、エネルギー収支、イニシャル・ランニングコストを算定する。ケーススタディの前提条件をまとめたものを以下に示す。

#### －ケーススタディの前提条件－

##### A: 剪定枝の発生

- ・対象とする植物廃材は剪定枝のみとする。
- ・年間発生量は、100 DW-t/年（含水率 50%）とする。
- ・「剪定枝の収集運搬および保管」、「剪定枝からの燃料製造」、「エネルギー供給」の一連の作業は公園敷地内で実施するものとする。

##### B: 剪定枝の保管

- ・発生した剪定枝のうち、エネルギー供給燃料製造に最低限必要な量だけを運搬する。
- ・剪定枝発生場所から保管場所までの往復距離を 3 km とする。
- ・1日あたりの収集・保管作業時間は 5 時間とする。
- ・自然乾燥で原料含水率を 20%まで減少させてから、ペレット・チップに加工する。ただし、薪は、加工した状態で自然乾燥させて、そのまま燃料として利用する。

##### C: 燃料の製造

- ・保管施設・燃料製造施設・エネルギー供給施設・供給先（管理棟）は隣接しているものと仮定し、これら施設間の輸送距離は無視する。
- ・燃料製造は、必要なエネルギー供給量に見合った量の燃料を製造するものと仮定する。
- ・ペレットの含水率は、成型工程での水分減少をふまえ、10%とする。
- ・チップおよび薪の含水率は、自然乾燥後の含水率から大きく変わらないものとして、20%とする。
- ・ペレット製造工程は、1次破碎・二次破碎・圧縮成型の3段階とする。
- ・製造したペレット、チップについては、最低でも 10 日分の燃料利用量を保管できるスペースを確保する（薪は保管設備不要）。

##### D: エネルギー供給

- ・エネルギー供給先は公園管理棟とする。
- ・エネルギー供給規模は、年間を通して余剰電力・余剰熱が生じないように、基本的に供給先（管理棟）のエネルギー需要のベース負荷で設定する。
- ・エネルギーの供給期間・時間帯は、年間を通して余剰電力・余剰熱が生じないように、基本的にエネルギー需要期間・時間帯と同じとする。
- ・発電を行うエネルギー供給施設の発電出力は、エネルギー供給施設での自家消費分も賄える規模とする。
- ・チップボイラーは乾燥チップ対応とする。

##### E: 副産物の処理

- ・エネルギー供給に伴う副産物（主に灰）は、公園外の廃棄物処理業者に処理を委託する。
- ・エネルギー供給場所から副産物処理委託先までの往復距離を 10km とする。
- ・1日あたりの搬出作業時間は 5 時間とする。

##### F: コスト試算の考え方

- ・剪定枝によるエネルギー供給システム単独で必要なコストを把握するために、一連の作業に必要な人員と機器を新規に整備するものと仮定して、コストを算定する。

## 1) モデルの構成

ケーススタディの全体構成を図 4.6-2 に示す。

基本的に、剪定枝の収集から施設へのエネルギー供給までの各工程順に、「剪定枝保管モデル」、「燃料製造モデル」、「エネルギー転換モデル」、「副産物処理モデル」、「エネルギー利用モデル」の5つから構成されており、各モデルで施設規模、作業人数、ユーティリティ等を算定し、物質・エネルギー収支、コストを整理する。

## 2) 規模算定の基本的な流れ

図 4.6-2 に示すように、各モデルでの施設規模算定の流れは、工程順と逆に、以下のようなになる。

- ① 「V施設利用モデル」の利用先エネルギー需要から電力または熱の供給能力を設定
- ② 「IIIエネルギー転換モデル」でエネルギー供給量に必要な燃料使用量を計算
- ③ 「II燃料製造モデル」で燃料使用量を製造するのに必要な原材料供給量を計算
- ④ 「I剪定枝保管モデル」で原材料供給に必要な剪定枝保管量を計算
- ⑤ 保管量 $\leq$ 発生量の場合、各モデルで施設規模やユーティリティ等を計算

剪定枝保管量が剪定枝発生量を上回る場合、供給能力を改めて設定し直す。

以降、各モデルの設定条件、計算方法等、ケーススタディ算定結果については資料編（資料3）に掲載する。

モデル設定、物質収支、エネルギー収支、コスト検討の流れ

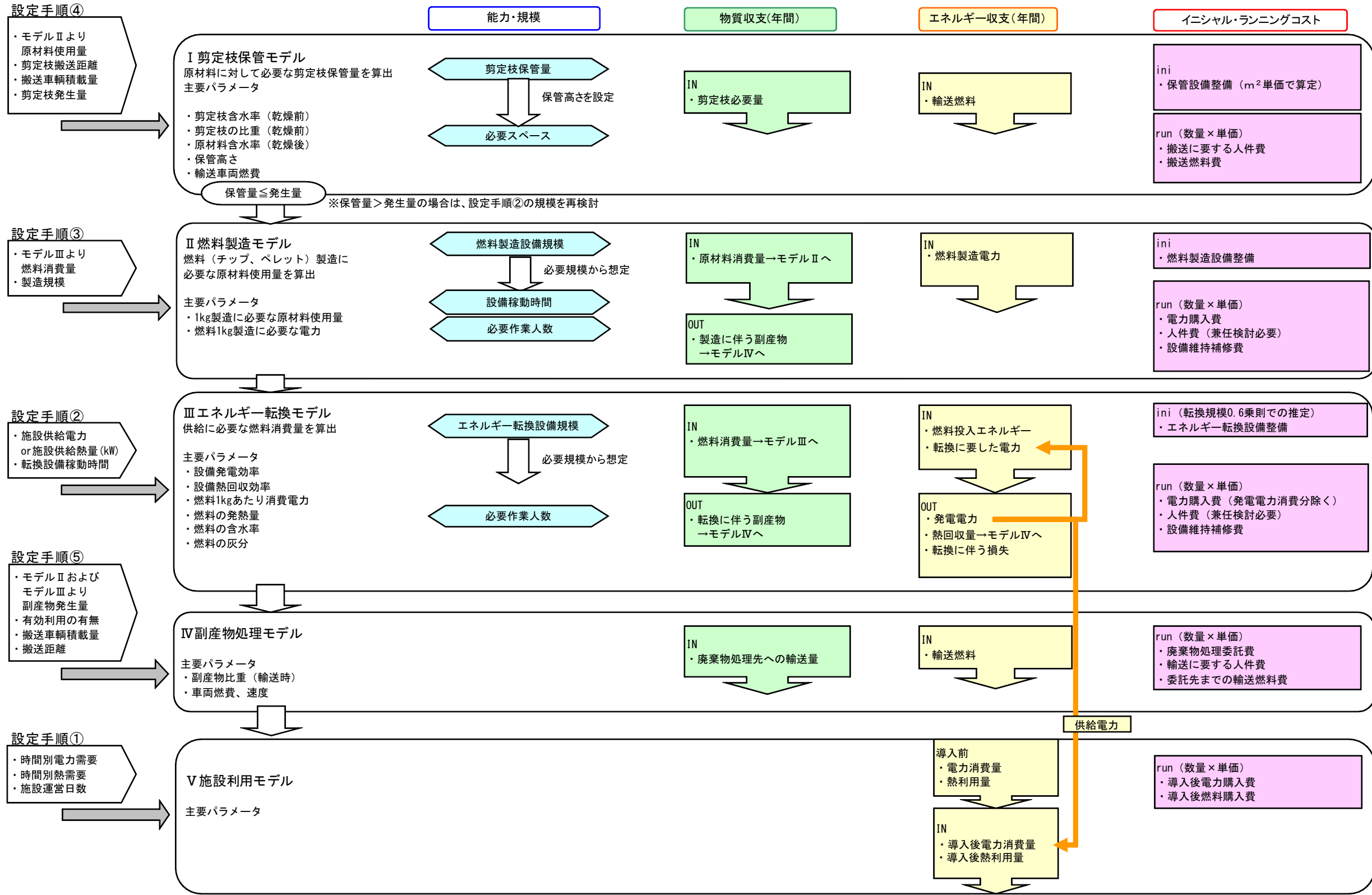


図 4.6-2 ケーススタディの全体構成

## (2) ケーススタディ算定結果のまとめ

各ケースの算定結果の一覧を表 4.6-7 に示す。

いくつかのポイントを以下に示す。

- ・施設へ熱供給するケースのうち、ケース④「熱分解ガス化発電」を除くケースでは、必要とする剪定枝は発生量の1/3～1/5程度で済んでいる。
- ・エネルギーを製造するために投入したエネルギーは、ケース③「熱分解ガス化発電(電力供給)」を除き、供給エネルギーの約1～2割となっている。
- ・ケース③「熱分解ガス化発電(電力供給)」では、供給エネルギーの約6割に相当するエネルギーを投入しており、エネルギーおよびCO<sub>2</sub>削減効果は低く、エネルギー製造単価も大幅に増加するため、電力単独ではなく、熱電供給の形が望ましい。
- ・供給先のエネルギー需要条件が同じであるケース④「熱分解ガス化発電(熱電供給)」とケース⑥「ボイラー+スターリングエンジン」を比べると、エネルギーやCO<sub>2</sub>削減効果自体では、ケース⑥の発電効率が低いため、ケース④「熱分解ガス化発電」の方が高い。一方、エネルギー製造単価では、ケース④「熱分解ガス化発電」の単価は、熱分解ガス化設備のイニシャルコストの影響で、ケース⑥の約3倍となっている。
- ・エネルギー製造単価は、ケース⑦の薪ストーブのケースが最も安価な結果であった。その他のケースは重油1kWh相当単価の倍以上となっている。  
※資料編 資料3 p 資 3-17 表 1.1-7 より重油1L当りのkWhは $39.1\text{MJ/L} \div 3.6\text{MJ/kWh} = 10.9\text{kWh/L}$ 。また、重油1kWh当り単価はp 資 3-17 【5.4.4】より80円/L。したがって、 $80\text{円/L} \div 10.9\text{kWh/L} = 7.3\text{円/kWh} \Rightarrow$  約8円/kWh
- ・ケース③「熱分解ガス化発電(電力供給)」、ケース⑦「ストーブ利用」を除くケースについては、施設で熱需要のない時期に設備を稼働しない条件となっており、通年を通じた需要を確保できれば、エネルギー製造単価はさらに安価にできると考えられる。
- ・本調査のケーススタディでは、剪定枝の回収・燃料製造・熱供給を公園内で全て行うという前提で、これに必要な作業人員を新たに雇用した場合に必要な費用として計上している。そのため、例えば、従来の公園管理の作業員による兼任や燃料製造の外注化などの導入によって、人件費の削減が可能と考えられる。



表 4.6-7 ケーススタディ算定結果一覧

No.	区 分	ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤	ケース⑥	ケース⑦
1	対象需要(kWh/年)	冷房 205,769	暖房(給湯) 196,548	電力 227,545	電力 227,545 暖房(給湯) 196,548	冷暖房 136,575	電力 227,545 暖房(給湯) 196,548	暖房
2	剪定枝使用量(DW-kg/年)	19,067	28,670	97,236	91,224	19,937	29,974	94,349 (97,843)
3	燃料製造能力(DW-kg/hr)	ペレット 180	チップ 160	チップ 160	チップ 160	チップ 160	チップ 160	ペレット 180 (薪 0)
4	燃料製造設備稼働日数(日)	13	22	76	71	16	23	ペレット 66 (薪 0)
5	エネルギー転換方式	吸収式 冷温水機	チップ ボイラー	熱分解ガス化 発電	熱分解ガス化 発電	チップボイラー +冷凍機	ガス化ボイラー +S E	ペレット Or 薪ストーブ
6	発電出力(kW)	—	—	22	42	—	2	—
7	熱供給(kW)	50	70	—	70	40	70	95 (85)
8	エネルギー転換設備稼働日数(日)	214	181	365	181	213	181	182
9	施設供給電力(kWh/年)	—	—	51,620	48,870	—	3,258	—
10	施設供給熱量(kWh/年)	96,300	114,030	—	114,030	76,680	114,030	414,960 (371,280)
11	投入/施設供給(kWh/kWh %)	約 17%	約 13%	約 55%	約 16%	約 13%	約 9%	約 20% (約 1%)
12	施設エネルギー削減率	冷房 約 39%	暖房 約 51%	電力 約 10%	電力+暖房 約 32%	冷暖房 約 49%	電力+暖房 約 25%	—
13	施設 CO <sub>2</sub> 削減率	冷房 約 30%	暖房 約 42%	電力 約 12%	電力+暖房 約 24%	冷暖房 約 41%	電力+暖房 約 14%	—
14	イニシャルコスト(千円)	96,017	63,243	223,711	272,570	58,204	75,217	151,340 (89,554)
15	ランニングコスト(千円/年)	3,194	2,229	18,098	13,670	1,988	2,494	6,103 (2,554)
16	施設削減コスト(電力・重油換算) (千円/年)	658	812	466	1,437	543	873	2,727 (2,996)
17	エネルギー製造単価(円/kWh)	77	40	510	150	56	46	26 (11)

※製造単価に占める年間イニシャルコストは、補助金等活用前提で建設費 1/2、施設の耐用年数をプラント 10 年、保管設備 30 年の条件で計算している。

※ケース⑦の 2 列書きの箇所は、左側がペレットストーブ、右側( )が薪ストーブの数値である。

### (3) 太陽光発電および風力発電の導入検討

管理棟周辺に太陽光発電および小型風力発電を設置し、発電した電力を管理棟で利用する場合の発電規模・コストを試算する。なお、規模算定において、気象データは東京都の数値を用いる。

※「過去の気象データ 東京」(気象庁)<sup>18)</sup>

[http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec\\_no=44&block\\_no=47662&year=&month=&day=&view=](http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=44&block_no=47662&year=&month=&day=&view=)

#### 1) 太陽光発電の検討

##### (i) 発電規模

発電規模は以下の条件とする。

- ・パネル規模 : 240W (1.65m×1m) の太陽光パネルを想定
- ・設置方法 : 2段1組とし、架台によって設置
- ・設置対象 : 管理棟屋根 1,000m<sup>2</sup> (50m×20m) の内、半分を設置対象とする
- ・配置 : 図面参照
- ・パネル枚数 : 120枚<sup>\*</sup>  
※50m÷1.65=30.3      2段×30枚×2列=120枚
- ・設備容量 : 28.8kW

##### (ii) 発電電力量の計算

年間発電量は、「JIS C8907:2005 太陽光発電システムの発電電力量推定方法」(日本工業標準調査会 <http://www.jisc.go.jp/app/JPS/JPS00020.html>)<sup>19)</sup>に基づく以下の計算式で算定する。

発電電力量(kWh/年) = 定格出力(kW) × 斜面日射量(kWh/m <sup>2</sup> ・日) × 日数(日) × 総合設計係数 ÷ 標準日射強度
-------------------------------------------------------------------------------------

各パラメータは以下の条件とする。

##### ① 定格出力

(i)より 28.8kW とする。

##### ② 斜面日射量

「NEDO 日射量データベース閲覧システム」<sup>20)</sup>を用いて、傾斜角 30 度、真南方向における東京都の月別日射量を用いる。

##### ③ 総合設計係数

「太陽光発電導入ガイドブック (NEDO)」<sup>21)</sup>より 0.7 で設定する。

##### ④ 標準日射強度

1kW/m<sup>2</sup>

以上より算定結果を表 4.6-8 に示す。この結果、年間発電量は約 27,500kWh/年となる。

表 4.6-8 太陽光発電年間発電量（東京 傾斜角 30°、真南）

区分	定格出力 (kW)	斜面日射量 (kWh/m <sup>2</sup> ・日)	日数 (日)	発電電力量 (KWh)
4月	28.8	4.36	30	2,637
5月		4.27	31	2,669
6月		3.59	30	2,171
7月		3.78	31	2,362
8月		4.14	31	2,587
9月		3.23	30	1,954
10月		3.19	31	1,994
11月		3.16	30	1,911
12月		3.31	31	2,069
1月		3.79	31	2,369
2月		4.00	28	2,258
3月		3.97	31	2,481
合計				365

(iii) コスト

イニシャルコストおよびランニングコストは、固定価格買取制度の調達価格等算定委員会資料に示されている方法で算定する。

表 4.6-9 太陽光発電のコスト

区分	項目	単位	金額	算定方法
イニシャルコスト	建設費	円	12,585,600	10-50kW クラス規模単価 43.7 万円/kW
ランニングコスト	修繕費・諸費	円/年	201,000	建設費の 1.6%/年
	一般管理費		28,000	修繕費・諸費の 14%/年
	計		229,000	

※算定方法は「調達価格等算定委員会（第8回） - 平成 25 年度調達価格検討用基礎資料（平成 25 年 1 月 21 日）」<sup>22)</sup>より引用

建設費の 1/2 を補助金等を活用するものとして、設備の耐用年数を 10 年と想定した場合の 1kWh あたり製造単価は、約 31 円/kWh となる。

## 2) 小型風力発電

小型風力発電での年間発電量を試算する。

### (i) 発電規模

太陽光と同様の設備容量程度とし、ここでは30kW/基とする。

### (ii) 発電電力量

試算では風力発電の出力曲線と風速出現率分布を用いて、以下の式により算出する。

※出典：風力発電導入ガイドブック（2008年2月改訂版(NEDO)）<sup>23)</sup>p65

正味の年間発電量(kWh) = 年間発電量 × 利用可能率 × 出力補正係数

年間発電量(kWh) =  $\sum (V_i \times f_i \times 8,760(h))$

$V_i$  : 風速階級  $i$  の発電出力(kW)

$f_i$  : 風速階級  $i$  の出現率

風力発電の定格出力を下図の出力曲線で想定する。

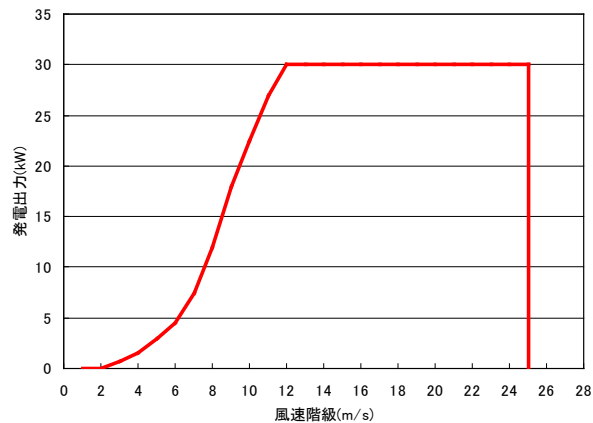
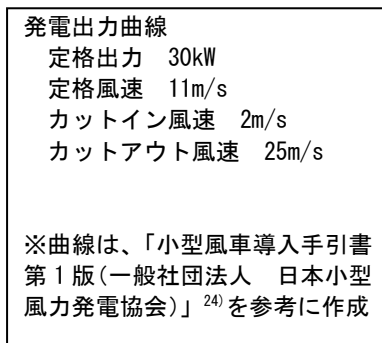


図 4.6-3 出力曲線（発電出力 30kW）の想定

風速出現率はデータが存在しない場合、一般的には形状係数  $k=2$  のワイフル分布であるレーレ分布を用いて予測する。

試算では東京都年平均風速 3.3m/s を用いる（過去の気象データ 東京）（気象庁）。

$$\text{風速 } v \text{ の出現率} = \frac{\pi V}{2 V_0^2} \exp \left\{ -\frac{\pi}{4} \left( \frac{V}{V_0} \right)^2 \right\}$$

$V$  : 風速  
 $V_0$  : 年平均風速

これらより、年間発電電力量は表 4.6-10 に示すように、約 23,500kWh/年と試算される。

表 4.6-10 年間発電量の試算（発電出力 30kW の場合）

風速階級 (m/s)	発電出力 30kW			
	平均風速	3.3m/s	年間時間	8,760h
	利用可能率	95%	出力補正	90%
	年間出現率	年間出現 時間 (hr)	風速階級ごと	
発電出力 (kW)			正味発電量 (kWh)	
0.0	0.00%	0	0.0	0
0.5	3.50%	307	0.0	0
1.0	6.70%	587	0.0	0
1.5	9.20%	806	0.0	0
2.0	10.80%	946	1.0	809
2.5	11.50%	1,007	1.5	1,291
3.0	11.30%	990	2.0	1,693
3.5	10.40%	911	2.5	1,947
4.0	9.10%	797	3.0	2,044
4.5	7.50%	657	4.0	2,247
5.0	5.90%	517	5.0	2,210
5.5	4.50%	394	6.5	2,190
6.0	3.20%	280	8.0	1,915
6.5	2.20%	193	10.0	1,650
7.0	1.50%	131	12.0	1,344
7.5	0.90%	79	15.0	1,013
8.0	0.60%	53	18.0	816
8.5	0.30%	26	20.5	456
9.0	0.20%	18	23.0	354
9.5	0.10%	9	25.0	192
10.0	0.10%	9	27.0	208
10.5	0.10%	9	28.5	219
11.0	0.10%	9	30.0	231
11.5	0.10%	9	30.0	231
12.0	0.10%	9	30.0	231
12.5	0.10%	9	30.0	180
計	100.0%	8,760	—	23,471

(iii) コスト

イニシャルコストおよびランニングコストは、固定価格買取制度の調達価格等算定委員会資料に示されている方法で算定する。

表 4.6-11 小型風力発電のコスト

区分	項目	単位	金額	算定方法
イニシャルコスト	建設費	円	9,270,000	規模単価 30.9万円/kW
ランニングコスト	修繕費・諸費・一般管理費	円/年	180,000	年間0.6万円/kW

※算定方法は「調達価格等算定委員会(第8回) - 平成25年度調達価格検討用基礎資料(平成25年1月21日)」<sup>22)</sup>より引用

なお、建設費の1/2を補助金等を活用するものとして、設備の耐用年数を10年と想定した場合の1kWhあたり製造単価は、約27円/kWhとなる。

3) まとめ

このケースは、東京都の気象データに基づく検討のため、地域によって発電電力量は異なる。1kWhあたり製造単価は、一般電力単価よりは依然高額であるものの、剪定枝エネルギー利用での単価よりも安価であった。

太陽光発電および風力発電導入は、管理棟施設の電力削減や、剪定枝エネルギー製造での補助電力として有効と考えられる。

※補足

なお、各ケースの図面作成に当たっては、以下を参考としつつ、メンテナンススペースなどをヒアリング結果などから設定している。

表 4.6-12 機器参考表

機器	参照機器
剪定枝保管場所	事例ヒアリング 「新宿御苑」 図面を参照
小型木質破砕機	富士鋼業 <a href="http://www.fujikogyo.co.jp/kogatatub/kogatatub.html">http://www.fujikogyo.co.jp/kogatatub/kogatatub.html</a>
二次破砕機	御池鐵工所カタログを参照
ペレット製造機	アースエンジニアリング <a href="http://www.earth-eec.co.jp/wood/ef-bl.html">http://www.earth-eec.co.jp/wood/ef-bl.html</a>
吸収式冷温水発生器	矢崎総業 バイオアロエース (冷温水) <a href="http://airconditioner.yazaki-group.com/product/aroace_pellet.html">http://airconditioner.yazaki-group.com/product/aroace_pellet.html</a> スーパーアロエース (冷水) <a href="http://airconditioner.yazaki-group.com/product/aroace_k.html">http://airconditioner.yazaki-group.com/product/aroace_k.html</a>
ボイラー	巴商会 木質バイオマスボイラー <a href="http://www.tomoeshokai.com/catalogue/biomass.pdf">http://www.tomoeshokai.com/catalogue/biomass.pdf</a> 技術資料・カタログを参照
熱分解ガス化プラント	中外炉工業 バイオマス発電システム <a href="http://www.chugai.co.jp/env/11_biomass/01.html">http://www.chugai.co.jp/env/11_biomass/01.html</a>
ボイラー+スターリングエンジン	NEDO 「バイオマスなど未活用エネルギー実証試験 公園内木質バイオマス有効活用システム実証試験事業」 成果報告書 P20 等 <a href="https://app5.infoc.nedo.go.jp/disclosure/Search">https://app5.infoc.nedo.go.jp/disclosure/Search</a>
ペレットストーブ	株式会社さいかい <a href="http://www.saikai-sangyo.com/items_ss.htm">http://www.saikai-sangyo.com/items_ss.htm</a> エンバイロファイヤー <a href="http://www.aiwa-pellet.com/catalog/enviro.html">http://www.aiwa-pellet.com/catalog/enviro.html</a> 等を参照
太陽光パネル	伊藤組モテック <a href="http://www.itogumi-motech.jp/modules.php">http://www.itogumi-motech.jp/modules.php</a>
風力発電	東京電機大学 <a href="http://www.mlab.im.dendai.ac.jp/~assist/windpower/data.html">http://www.mlab.im.dendai.ac.jp/~assist/windpower/data.html</a>

## 4.7 公園等における植物廃材のエネルギー利用に関する課題及び普及の可能性

植物廃材のエネルギー利用施設を公園等へ設置及び公園で利用する際に発生すると考えられる課題を抽出・整理するとともに普及の可能性について取りまとめる。

### 4.7.1 課題の抽出

#### (1) 燃料

燃料としての安定供給・品質の面から見た課題を整理する。

- 植物廃材の発生量が限られており、公園のエネルギー需要に見合った量の確保が難しい。一部の施設での利用を想定すると、事業の採算性で課題が残る。
- 発生時期に偏りがある。冬季の発生量は少ないが、一方、暖房需要を考えると冬季に利用が集中する。
- ささまざまな樹種の剪定枝が混在すると性状の不安定さが増す。さらに高含水率、農薬の混入なども懸念される。また、自然由来の重金属の含有が懸念される。
- 剪定枝に葉が混じる場合は、灰分が多くなるため、燃焼後の灰が多く発生する。なお、燃焼灰は燃え殻として産廃処理する必要がある。また、ボイラー燃焼の際にはクリンカが発生しやいため運転管理に注意を要する。
- チップ燃料の場合、燃料の大きさが不均一であるとともに長尺物が混入すると燃料供給の際にブリッジを起こしやすくなる。

#### (2) エネルギー利用

エネルギー利用面から見た課題を整理する。

- ガス化発電については実用化に向けて引き続き実証が必要な技術といえる。また、公園のエネルギー需要特性からは毎日、稼働停止を繰り返すD S S運転方式が望まれるが、ガス化発電は24時間連続運転を想定した技術であるため、立ち上げ、立ち下げ時に化石燃料を必要とするなど、効率が悪くなる。
- ボイラーの場合、ボイラー毎に燃料の含水率等の適性範囲が異なるので、各ボイラーに適合する燃料を供給できるよう品質管理が必要となる。
- また、バックアップ用もしくは併用運転する油炊きボイラーが必要である。
- 油炊きボイラーに比べると広いスペースが必要であるとともに、燃料運搬用にチップの場合はダンプトラック、ペレットであればフレコンバックの積み卸し可能なトラック（クレーン装置付き）が使用されるため、燃料製造場所から利用先までこれらが走行可能な道路が必要となる。
- 木質バイオマスボイラーによる暖房・給湯の事例は多いが、冷房を行うシステムの事例が少ない。
- ストープの場合は、一般的な薪である割木に比べると剪定枝は細く、嵩比重も小さいため、燃料供給の手間も多く発生する。また、灰分が多いため灰出し作業の頻度が多くなる。

#### (3) 関連法令

- 植物廃材は有価物としての取扱が行わなければ、一般廃棄物として廃棄物処理法の適用を受ける。燃料製造施設については廃棄物処理法で定める1日当たり5トンを超える場合は、

都道府県知事の許可が必要となる。また、エネルギー利用施設では燃料が一般廃棄物扱いとなれば、時間あたり 200kg 以上もしくは火格子面積 2m<sup>2</sup>以上の施設は都道府県知事の許可が必要となる。この場合はさらにダイオキシン類対策特別措置法の適用も受ける。

- 公園内から発生する以外の植物廃材を受入る場合は、有価物と見なされない場合は、廃棄物処理業に該当するため、業の許可も必要となる。

#### 4.7.2 普及の可能性

公園施設における植物廃材のエネルギー利用の普及方法については、これまで資源化等が行われてはいたものの一部は焼却処理されている植物廃材のエネルギー利用を進めることにより、二酸化炭素排出量の削減効果、廃棄物の排出抑制効果、雇用創出効果などをアピールしながら普及することが考えられる。

##### (1) 二酸化炭素排出量の削減効果

剪定枝をエネルギー利用することによって化石燃料の使用が抑制され、二酸化炭素排出量の削減につながる。

##### (2) 廃棄物の発生抑制効果

処理処分される廃棄物の発生量が削減されることにより焼却処理などに伴う大気への環境負荷や、最終処分量を削減することができる。

##### (3) 雇用創出効果

燃料製造等のプラントの運転において数名程度の雇用創出効果が期待される。



## 参考資料リスト（文献・報告書・資料・ウェブサイト）

- 1) 東日本大震災からの復興の基本方針（東日本大震災復興対策本部）
- 2) 復興の現状と取り組み（平成 25 年 1 月、復興庁）
- 3) 笹内兼一・西山明雄・谷口美希・伊藤嘉文・岩渕雅和・須々田嘉彦(2012)：震災瓦礫によるバイオマスガス化発電の事例－宮城県南三陸処理区における報告－（バイオマス科学会議発表論文集（8）, 58-59, 一般社団法人日本エネルギー学会）
- 4) バイオマス白書 2012（NPO 法人バイオマス産業社会ネットワーク (BIN) ホームページ）  
[http://www.npobin.net/hakusho/2012/topix\\_01.html](http://www.npobin.net/hakusho/2012/topix_01.html)
- 5) ㈱トモエテクノホームページ <http://www.tomoe-techno.co.jp/under/topics1.html>
- 6) ㈱アークホームページ [http://arc-nippon.com/news/sp\\_eq2011.shtml](http://arc-nippon.com/news/sp_eq2011.shtml)
- 7) Wood Fuels Handbook(2009) WWW.BIOMASSTRADECENTRES.EU, 51P
- 8) 平成 25 年 6 月 28 日付け環産産発第 1306282 号 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長通知「規制改革実施計画」（平成 25 年 6 月 14 日閣議決定）において平成 25 年 6 月中に講ずることとされた措置（バイオマス資源の焼却灰関係）
- 9) 少量危険物と指定可燃物の運用基準 改定第 2 版（東京消防庁監修, 公益財団法人東京防災救急協会, 2012. 6）
- 10) 木質資源とことん活用読本（熊崎実・沢辺攻編著, 社団法人農山漁村文化協会発行, 2013. 3）
- 11) ソーラードライシステムパンフレット（㈱日比谷アメニス）
- 12) 平成 25 年 3 月 29 日付け環産産発第 1303299 号環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長通知「行政処分の指針について」
- 13) 平成 25 年 3 月 29 日付け環産産発第 13032911 号環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長通知「「エネルギー分野における規制・制度改革に係る方針」（平成 24 年 4 月 3 日閣議決定）において平成 24 年度に講ずることとされた措置（廃棄物処理法の適用関係）について」
- 14) 平成 25 年 6 月 28 日付け環産産発第 1306281 号、環産産発第 1306281 号環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物対策課長、産業廃棄物課長通知「「規制改革実施計画」（平成 25 年 6 月 14 日閣議決定）において平成 25 年 6 月中に講ずることとされた措置（バイオマス発電の燃料関係）について」
- 15) 日本の都市公園 100 選（1990）（社団法人日本公園緑地協会）
- 16) 木質バイオマスボイラー導入指針（平成 24 年 3 月、㈱森のエネルギー研究所）  
[www.mori-energy.jp/pdf/lca\\_boilershishin.pdf](http://www.mori-energy.jp/pdf/lca_boilershishin.pdf)
- 17) 地球温暖化対策地方公共団体実行計画（区域施策編）策定マニュアル（環境省）
- 18) 過去の気象データ 東京（気象庁）  
[http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec\\_no=44&block\\_no=47662&year=&month=&day=&view=](http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=44&block_no=47662&year=&month=&day=&view=)
- 19) JIS C8907: 太陽光発電システムの発電電力量推定方法 日本工業標準調査会 ホームページ  
<http://www.jisc.go.jp/app/JPS/JPS00020.html>
- 20) 日射量データベース閲覧システム（NEDO）<http://app7.infoc.nedo.go.jp/>
- 21) 太陽光発電導入ガイドブック 2000 年改訂版（NEDO）
- 22) 調達価格等算定委員会（第 8 回）-平成 25 年度調達価格検討用基礎資料（平成 25 年 1 月 21 日）（経

済産業省)

[http://www.meti.go.jp/committee/shotatsu\\_kakaku/pdf/008\\_02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/shotatsu_kakaku/pdf/008_02_00.pdf)

23) 風力発電導入ガイドブック (2008年2月改訂版 (NEDO))

<http://www.nedo.go.jp/library/fuuryoku/guidebook.html>

24) 小型風車導入手引き書 第1版 (一般社団法人 日本小型風力発電協会, 2012.7)

[www.jswta.jp/wp-content/themes/jswta/images/20120801.pdf](http://www.jswta.jp/wp-content/themes/jswta/images/20120801.pdf)

25) 富士鋼業 <http://www.fujikogyo.co.jp/kogatatub/kogatatub.html>

26) 御池鐵工所カタログ

27) アースエンジニアリング <http://www.earth-eec.co.jp/wood/ef-bl.html>

28) 矢崎総業

バイオアロエース (冷温水)

[http://airconditioner.yazaki-group.com/product/aroace\\_pellet.html](http://airconditioner.yazaki-group.com/product/aroace_pellet.html)

スーパーアロエース (冷水)

[http://airconditioner.yazaki-group.com/product/aroace\\_k.html](http://airconditioner.yazaki-group.com/product/aroace_k.html)

29) 巴商会 木質バイオマスボイラー <http://www.tomoeshokai.com/catalogue/biomass.pdf>

技術資料・カタログを参照

30) 中外炉工業 バイオマス発電システム [http://www.chugai.co.jp/env/11\\_biomass/01.html](http://www.chugai.co.jp/env/11_biomass/01.html)

31) NEDO 「バイオマスなど未活用エネルギー実証試験

公園内木質バイオマス有効活用システム実証試験事業」成果報告書

P20等 <https://app5.infoc.nedo.go.jp/disclosure/Search>

32) 株式会社さいかい [http://www.saikai-sangyo.com/items\\_ss.htm](http://www.saikai-sangyo.com/items_ss.htm)

33) エンバイロファイヤー <http://www.aiwa-pellet.com/catalog/enviro.html>

34) 伊藤組モテック <http://www.itogumi-motech.jp/modules.php>

35) 東京電機大学 <http://www.mlab.im.dendai.ac.jp/~assist/windpower/data.html>

## 都市由来植物廃材のエネルギー利用手法等に関する技術資料

### 【資料編】

- 資料1 ヒアリング一覧
- 資料2 NEDOによる算定方法（参考）
- 資料3 ケーススタディ途中計算
- 資料4 ケーススタディ図面



## 資料1 ヒアリング一覧



# 有識者ヒアリング

No.	氏名	所属	役職等	専門分野
1	井田 民男 様	近畿大学	准教授	バイオコークス
2	熊崎 実 様	筑波大学	名誉教授	木質バイオマスエネルギー全般
3	坂井 正康 様	長崎総合科学大学	教授	熱化学的変換技術
4	沢辺 功 様	岩手大学	名誉教授	固体燃料化
5	鈴木 勉 様	北見工業大学	教授	熱化学的変換技術
6	中込 秀樹 様	千葉大学	教授	木質バイオマスエネルギー全般
7	横張 真 様	東京大学	教授	緑地環境計画全般
8	寺田 徹 様	東京大学	助教授	都市近郊里山のバイオマス利用
9	横山 伸也 様	鳥取環境大学	教授	熱化学的変換技術
10	吉川 邦夫 様	東京工業大学	教授	熱化学的変換技術
11	阿部 一成 様	岩手県林業技術センター	主査専門研究院	固体燃料化
12	大原 誠資 様	森林総合研究所	コーディネーター	木質バイオマス燃料化全般
13	斎藤 年央 様	福井総合グリーンセンター	研究員	固体燃料化
14	坂西 欣也 様	産業総合技術研究所	コーディネーター	木質バイオマスエネルギー利用技術全般
15	永石 博志 様	産業総合技術研究所北海道センター	総括主幹/産業技術総括調査官	スターリングエンジン
16	大場 龍夫 様	(株)森のエネルギー研究所	代表取締役	木質バイオマスエネルギー全般
17	泊 みゆき 様	バイオマス産業社会ネットワーク	理事長	木質バイオマスエネルギー全般

順不同

# メーカーヒアリング

No.	技術の分類	技術の種類	メーカー名	本社所在地
1	前処理	前処理（貯蔵・搬送）	(株)オカドハザック	岡山県岡山市
2		前処理（破砕）	富士鋼業(株)	静岡県藤枝市
3			(株)御池鐵工所	広島県福山市
4		前処理（ペレット製造）	(株)アースエンジニアリング	石川県金沢市
5		前処理（高温高圧処理）	クボタ環境サービス(株)	東京都台東区
6	固体燃料化	ペレット製造	(株)イワクラ	北海道苫小牧市
7	直接燃焼	熱利用	岩手県工業技術センター	岩手県盛岡市
8			(株)トモエテクノ、(株)巴商会	東京都千代田区
9			(株)アーク	新潟県新潟市
10		熱利用・冷房	矢崎総業(株)	東京都港区
11			(株)朝日工業社	東京都港区
12	ガス化	発電・熱利用	(株)ジャパンプルーエナジー	東京都千代田区
13			荏原環境プラント(株)	東京都大田区
14			(株)中外炉工業	大阪府大阪市
15			ヤンマー(株)	大阪府大阪市
16			バイオマスエナジー(株)	長崎県諫早市
17	直接燃焼・ガス化	発電・熱利用	J F Eエンジニアリング(株)	東京都千代田区
18	炭化	炭化	ナラサキ産業(株)	北海道札幌市
19			明和工業(株)	石川県金沢市
20	セルロース系発酵	エタノール	月島機械(株)	東京都中央区



# 事例調査ヒアリング

No.	技術の分類	技術の種類	施設設置場所	事業主体	事業名称・事業内容
1	固体化燃料	チップ製造	北海道 南富良野町	南富良野町森林組合	林地残材のチップ化。特殊フィルムを用いたハウスによる乾燥を実施
2			山形県村山市	やまがたグリーンリサイクル(株)	木質バイオマスリサイクル工場
3			東京都品川区・大田区	東京都、(株)日比谷アメニス	大井ふ頭中央海浜公園
4		ペレット製造	北海道足寄町	足寄町	足寄町木質バイオマス資源利用促進事業
5			北海道南幌町	南幌町、広教資材(株)	稲わらペレット製造
6			岩手県住田町	住田町	住田町での木質バイオマスエネルギーの取り組み
7			山梨県山梨市	山梨市	山梨市次世代エネルギーパーク
8		RDF製造	高知県仁淀川町	仁淀川町	高知県仁淀川流域エネルギー自給システムの構築実験事業
9			広島県広島市	中国地方整備局中国技術事務所	剪定枝・刈草のRDF
10	直接燃焼	熱利用	北海道足寄町	足寄町	足寄町木質バイオマス資源利用促進事業
11			岩手県雫石町	岩手県	岩手県営屋内プールへの新エネルギーの導入
12			宮城県白石市	医療法人蔵王海仙南サナトリウム	太陽熱高度利用システム及び木質バイオマスボイラ（出力360kW）を導入
13			東京都新宿区	環境省新宿御苑管理事務所	新宿御苑：剪定枝を燃料とするボイラ熱利用
14			東京都八王子市	八王子市	市内公園から発生する樹木を燃料とする木質バイオマスボイラを設置
15			福井県坂井市	福井県総合グリーンセンター	公園施設内にペレットボイラを設置しハウス等に熱供給
16			岡山県真庭市	真庭市	真庭市木質バイオマス活用地域エネルギー循環システム化実験事業
17			高知県仁淀川町	仁淀川町	高知県仁淀川流域エネルギー自給システムの構築実験事業
18			熱利用・冷房	山形県最上町	最上町
19	山梨県山梨市	山梨市		山梨市次世代エネルギーパーク	
20	山口県山口市	山口県		総合的複合型森林バイオマスエネルギー地産地消社会システムの構築実証・実験事業	
21	発電・熱利用	北海道札幌市	北海道地域暖房(株)	RDFによる地域熱供給事業	
22		岩手県住田町	住田町	住田町での木質バイオマスエネルギーの取り組み	
23		大阪府吹田市	万博記念公園	NPO法人山里倶楽部	
24		岡山県真庭市	銘建工業(株)	真庭市木質バイオマスエネルギー地域循環事業	
25	炭化	北海道栗山町	栗山町	炭化施設（生ごみを除く、紙ごみ、木類を炭化、小規模な炭化施設）	
26		山形県山辺町	東北カーボン(株)	連続型反復揺動式炭化反応炉	
27	バイオコークス	大阪府高槻市	高槻市バイオコークス事業創出地域協議会	バイオコークス製造施設	
28	ガス化	発電利用	岩手県葛巻町	葛巻町	エネルギー自給のまちづくり
29		発電・熱利用	山形県村山市	やまがたグリーンパワー(株)	山形バイオマス発電事業プロジェクト
30			埼玉県秩父市	秩父市	次世代型環境学習施設
31			石川県金沢市	明和工業(株)	国営公園（みちのくの杜）における再生可能エネルギー活用技術実証研究
32			熊本県阿蘇市	阿蘇市	草本系バイオマスのエネルギー利活用システム実験事業

※上記の一覧表では技術の分類、技術の種類の順に整理しているが、固体化燃料と直接燃焼を同じ市町村で行っている足寄町、住田町、山梨市、仁淀川町は、固体化燃料の後に続けて直接燃焼のヒアリングシートを示す。



## 資料2 NEDOによる算定方法（参考）



## 1. 公園剪定枝

市町村ごとの賦存量は、市町村の都市公園面積に発生原単位を乗じて算定する方法となっている。

有効利用可能量は賦存量に利用可能率を乗じて算出する形となっており、利用可能率は、地域に関わらず、全国一律となっている。

### 1) 賦存量

- ・市町村の都市公園で樹木の剪定作業で発生した枝葉を対象とする。

#### 市町村別賦存量【DW-t/年】

$$= \text{市町村別都市公園面積【ha】} \times \text{発生量【t/ha・年】} \times (100【\%】 - \text{含水率【\%】})$$

- ・都市公園面積：「平成 21 年度末 都市公園等整備現況調査（国土交通省 都市・地域整備局 公園緑地課(2009)）」<sup>1)</sup>
- ・発生量：1.71【t/ha・年】（三重県<sup>2)</sup>、千葉県<sup>3)</sup>、長崎県<sup>4)</sup>の3事例の平均値）
- ・含水率：32.6%（「都市内分散型エネルギー需給技術の温暖化抑制効果と都市環境影響に関する研究 平成 11 年度報告書（高月鉦(1999)）」<sup>5)</sup>）

### 2) 有効利用可能量

- ・既存利用されているものを除いた量としている。

$$\text{市町村別有効利用可能量【DW-t/年】} = \text{市町村別賦存量【DW-t/年】} \times \text{利用可能率【\%】}$$

- ・利用可能率：71.3%（「大阪府バイオマス利活用推進マスタープラン（H18.3 大阪府）」<sup>6)</sup>）

NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」<sup>7)</sup>を一部抜粋・加筆

## 2. 果樹剪定枝

利用可能率は地域に関わらず、全国一律となっている。

### 1) 賦存量

- ・農林水産省が行っている作況調査の対象 17 品目の栽培で剪定により発生する量

**市町村別賦存量【DW-t/年】 = 各品目の剪定枝賦存量の総和 × (100【%】 - 含水率【%】)**

**市町村・品目別剪定枝賦存量【t/年】**

**= 市町村・品目別栽培面積【ha】 × 品目別発生量【t/ha・年】**

**市町村・品目別栽培面積【ha】**

**= 市町村・品目別結果樹面積比 × 都道府県・品目別栽培面積【ha】**

**市町村・品目別結果樹面積比**

**= 市町村・品目別結果樹面積【ha】 ÷ 都道府県・品目別結果樹面積【ha】**

- ・品目別発生量【t/ha・年】

ミカン 4.1、ナツミカン 4.5、ハッサク 3.8、リンゴ 4、日本ナシ 5、西洋ナシ 3.7、モモ 4、スモモ 1.8、ネーブルオレンジ 2.8、ブドウ 2.8、サクランボ 2.8、ウメ 2.8、ビワ 2.8、カキ 6.3、クリ 4.7、イヨカン 3.8

上記は、「木質バイオマスエネルギーの地域別利用可能性に関する研究. 第 22 回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集. p329-334(佐野貴司・三浦秀一 2003)」<sup>8)</sup>

キウイフルーツ 2

「内子町バイオマスエネルギー利活用調査事業報告書. 内子町産業建設課(2006)」<sup>9)</sup>

- ・品目別結果樹面積：「農林水産関係市町村別データ(年産)(農林水産省大臣官房統計部(2004~2006))」
- ・含水率：50% (「果樹剪定枝のバイオマス利活用事業構想検討. 農業土木学会大会講演会講演要旨集. 2006. 400-401 (山下茂樹ほか (2008))」<sup>10)</sup>)

### 2) 有効利用可能量

- ・既存利用されているものを除いた量としている

**市町村別有効利用可能量【DW-t/年】 = 市町村別賦存量【DW-t/年】 × 利用可能率【%】**

- ・利用可能率：76.4% (新潟県<sup>11)</sup>、和歌山県<sup>12)</sup>、福島市<sup>13)</sup>、長野県<sup>14)</sup>、静岡県<sup>15)</sup>の事例の平均値)

NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」を一部抜粋・加筆

### 3. 林地残材

市町村ごとの賦存量は、都道府県賦存量を森林面積で按分する方法となっている。

#### 1) 賦存量

- ・丸太（素材）集材時に切り落とされ、山林に放置された末木、枝条、根元部等の残材
- ・アカマツ・クロマツ、スギ、ヒノキ、カラマツ、エゾマツ・トドマツ、その他の針葉樹、広葉樹が対象

#### 市町村別賦存量【DW-t/年】

$$= \text{都道府県別賦存量【DW-t/年】} \\ \times (\text{当該市町村別森林面積【m}^2\text{】} \div \text{当該都道府県別森林面積【m}^2\text{】})$$

#### 都道府県別賦存量【DW-t/年】主要樹種別賦存量の合計

$$\text{主要樹種別賦存量【DW-t/年】} = \text{主要樹種別立木重量【DW-t/年】} \times \text{林地残材率}$$

#### 主要樹種別立木重量【DW-t/年】

$$= \text{主要樹種別素材生産量【千 m}^3\text{/年】} \times 10^3 \div \text{立木換算係数} \times \text{密度【t/m}^3\text{】} \times (100\text{【\%】} - \text{含水率【\%】})$$

- ・森林面積：各都道府県が発行している森林・林業統計書、林業要覧等
- ・林地残材率：スギ・ヒノキ 0.15、マツ類 0.19、その他の針葉樹 0.24、広葉樹 0.35  
「林地残材の収集・搬送に関する事前評価（（財）林業科学技術振興所(1985)）」<sup>17)</sup>
- ・主要樹種別素材生産量：平成 18 年木材需給報告書（農林水産省統計情報部(2009)）」<sup>18)</sup>
- ・立木換算係数：針葉樹：0.86、広葉樹：0.80
- ・密度：スギ 0.38【t/m<sup>3</sup>】、ヒノキ 0.44【t/m<sup>3</sup>】、アカマツ 0.52【t/m<sup>3</sup>】、クロマツ 0.54【t/m<sup>3</sup>】、カラマツ 0.50【t/m<sup>3</sup>】、エドマツ 0.43【t/m<sup>3</sup>】、トドマツ 0.40【t/m<sup>3</sup>】、その他の針葉樹 0.43【t/m<sup>3</sup>】、広葉樹 0.60【t/m<sup>3</sup>】 「木質燃料の特性評価（古賀(2002)）」<sup>19)</sup>
- ・含水率：15%（気乾含水率の全国平均値）

#### 2) 有効利用可能量

- ・林地残材の集材距離を林道から山側斜面 25m、谷側斜面 25m、合計 50m と仮定し、この範囲から集材できる林地残材量を有効利用可能量とし推計している。

##### (a) 市町村別林道延長が公表されている場合

#### 市町村別有効利用可能量【DW-t/年】

$$= \text{市町村別賦存量【DW-t/年】} \times (\text{当該市町村別林道延長【m】} \times \text{集材距離【m】} \\ \div \text{当該市町村別森林面積【m}^2\text{】})$$

##### (b) a 以外で、地域別林道延長が公表されている場合

#### 市町村別有効利用可能量【DW-t/年】

$$= \text{市町村別賦存量【DW-t/年】} \times (\text{当該地域別林道延長【m】} \times \text{集材距離【m】} \\ \div \text{当該地域別森林面積【m}^2\text{】}) \times (\text{当該市町村別森林面積【m}^2\text{】} \div \text{当該地域別森林面積【m}^2\text{】})$$

##### (c) a、b 以外で、都道府県別林道延長のみの場合

#### 市町村別有効利用可能量【DW-t/年】

$$= \text{市町村別賦存量【DW-t/年】} \times (\text{当該都道府県別林道延長【m】} \times \text{集材距離【m】} \\ \div \text{当該都道府県別森林面積【m}^2\text{】})$$

- ・集材距離：50m
- ・林道延長、森林面積：各都道府県が発行している森林・林業統計書、林業要覧等

NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」を一部抜粋・加筆

#### 4. 切捨て間伐材

市町村ごとの賦存量は、都道府県の賦存量を森林面積で按分する方法となっている。都道府県の賦存量は、切捨て間伐丸太材積全国値を間伐面積で按分し、間伐樹種の構成割合・密度・含水率を用いて間伐材重量を算出している。

市町村ごとの有効利用可能量は、林道距離から集材可能範囲を設定し、賦存量に森林面積に占める集材範囲面積の割合を乗じて算出している。パラメータである集材距離は全国一律（50m）で設定している。

##### （国有林の場合）

##### 1) 賦存量

- ・間伐材のうち、樹形の悪いものや、採算が合わないために搬出されずに山林に放置されたもの
- ・アカマツ・クロマツ、スギ、ヒノキ、カラマツ、エゾマツ・トドマツ、その他の針葉樹、広葉樹が対象

##### 市町村別賦存量【DW-t/年】

＝都道府県別賦存量【DW-t/年】

×（当該市町村別国有林森林面積【m<sup>2</sup>】÷当該都道府県別国有林森林面積【m<sup>2</sup>】）

都道府県別賦存量【DW-t/年】：主要樹種別切捨て間伐材乾燥重量の合計

都道府県別主要樹種別切捨て間伐材重量【DW-t/年】

＝切捨て間伐丸太材積【千 m<sup>3</sup>/年】×10<sup>3</sup>×（当該都道府県別間伐実施面積【ha】÷全国間伐実施面積【ha】）  
×間伐主要樹種構成割合÷立木換算係数×密度【t/m<sup>3</sup>】×（100【%】－含水率【%】）

- ・国有林森林面積：各都道府県が発行している森林・林業統計書、林業要覧等
- ・切捨て間伐丸太材積：1,951【千 m<sup>3</sup>/年】「第5回 農林水産業TF（第2回 林業専門部会）（HP資料）」<sup>20)</sup>
- ・都道府県別間伐面積：第61次平成21年国有林野事業統計書（林野庁 平成20年度）<sup>21)</sup>
- ・間伐主要樹種構成割合：主要樹種別素材生産量の構成割合と仮定
- ・主要樹種別素材生産量：平成18年木材需給報告書（農林水産省統計情報部(2009)）<sup>18)</sup>
- ・立木換算係数：針葉樹：0.86、広葉樹：0.80
- ・密度：スギ0.38【t/m<sup>3</sup>】、ヒノキ0.44【t/m<sup>3</sup>】、アカマツ0.52【t/m<sup>3</sup>】、クロマツ0.54【t/m<sup>3</sup>】、カラマツ0.50【t/m<sup>3</sup>】、エドマツ0.43【t/m<sup>3</sup>】、トドマツ0.40【t/m<sup>3</sup>】、その他の針葉樹0.43【t/m<sup>3</sup>】、広葉樹0.60【t/m<sup>3</sup>】「木質燃料の特性評価（古賀(2002)）」<sup>19)</sup>
- ・含水率：15%（気乾含水率の全国平均値）

##### 2) 有効利用可能量

- ・林地残材の集材距離を林道から山側斜面25m、谷側斜面25m、合計50mと仮定し、この範囲から集材できる林地残材量を有効利用可能量とし推計した。

##### (a) 市町村別国有林林道延長が公表されている場合。

市町村別有効利用可能量【DW-t/年】

＝市町村別賦存量【DW-t/年】×（当該市町村別国有林林道延長【m】×集材距離【m】  
/当該市町村別国有林森林面積【m<sup>2</sup>】）

##### (b) a以外で、都道府県別国有林林道延長のみ場合

市町村別有効利用可能量【DW-t/年】

＝市町村別賦存量【DW-t/年】×（当該都道府県別国有林林道延長【m】×集材距離【m】  
/当該都道府県別国有林森林面積【m<sup>2</sup>】）

- ・集材距離：50【m】
- ・市町村別国有林野林道延長：各都道府県が発行している森林・林業統計書、林業要覧等
- ・都道府県別国有林野林道延長：第61次平成21年国有林野事業統計書（林野庁平成20年度）<sup>21)</sup>

NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」を一部抜粋・加筆



(民有林の場合)

1) 賦存量

(a) 市町村別間伐実施面積が公表されている場合。

$$\text{市町村別賦存量【DW-t/年】} = \text{都道府県別賦存量【DW-t/年】} \\ \times (\text{当該市町村別間伐実施面積【ha】} / \text{当該都道府県別間伐実施面積【ha】})$$

(b) a. 以外で、地域別間伐実施面積が公表されている場合。

$$\text{市町村別賦存量【DW-t/年】} = \text{都道府県別賦存量【DW-t/年】} \\ \times (\text{当該地域別間伐実施面積【ha】} / \text{当該都道府県別間伐実施面積【ha】}) \\ \times (\text{当該市町村別民有林森林面積【ha】} / \text{当該地域別民有林森林面積【ha】})$$

(c) a、b 以外で、都道府県別間伐実施面積のみの場合。

$$\text{市町村別賦存量【DW-t/年】} = \text{都道府県別賦存量【DW-t/年】} \\ \times (\text{当該市町村別民有林森林面積【ha】} / \text{当該都道府県別民有林森林面積【ha】})$$

都道府県別賦存量【DW-t/年】：主要樹種別切捨て間伐材乾燥重量の合計

都道府県別主要樹種別切捨て間伐材重量【DW-t/年】

$$= \text{全国未利用間伐材積【千 m}^3\text{/年】} \times 10^3 \times (\text{当該都道府県別間伐実施面積【ha】} / \text{全国間伐実施面積【ha】}) \times \text{間伐主要樹種構成割合} \div \text{立木換算係数} \times \text{密度【t/m}^3\text{】} \times (100\% - \text{含水率【\%】})$$

全国未利用間伐材積【m<sup>3</sup>/年】

$$= (\text{間伐材利用量【万 m}^3\text{/年】} \div \text{間伐材利用率【\%】} - \text{間伐材利用量【万 m}^3\text{】}) \times 10^4$$

- ・ 間伐実施面積、民有林森林面積：各都道府県が発行している森林・林業統計書、林業要覧等
- ・ 全国間伐実施面積および間伐材利用量：林野庁(2010)平成 21 年度森林・林業白書<sup>22)</sup>
- ・ 間伐材利用率：30%：林野庁(2010)平成 21 年度森林・林業白書
- ・ 間伐主要樹種構成割合：平成 18 年木材需給報告書（農林水産省統計情報部(2009)）
- ・ 立木換算係数：針葉樹：0.86、広葉樹：0.80
- ・ 密度：スギ 0.38【t/m<sup>3</sup>】、ヒノキ 0.44【t/m<sup>3</sup>】、アカマツ 0.52【t/m<sup>3</sup>】、クロマツ 0.54【t/m<sup>3</sup>】、カラマツ 0.50【t/m<sup>3</sup>】、エドマツ 0.43【t/m<sup>3</sup>】、トドマツ 0.40【t/m<sup>3</sup>】、その他の針葉樹 0.43【t/m<sup>3</sup>】、広葉樹 0.60【t/m<sup>3</sup>】「木質燃料の特性評価（古賀(2002)）」
- ・ 含水率：15%（気乾含水率の全国平均値）

2) 有効利用可能量

- ・ 林地残材の集材距離を林道から山側斜面 25m、谷側斜面 25m、合計 50m と仮定し、この範囲から集材できる林地残材量を有効利用可能量とし推計した。

(a) 市町村別民有林林道延長が公表されている場合。

$$\text{市町村別有効利用可能量【DW-t/年】} \\ = \text{市町村別賦存量【DW-t/年】} \times (\text{当該市町村別民有林林道延長【m】} \times \text{集材距離【m】} \\ / \text{当該市町村別民有林森林面積【m}^2\text{】})$$

(b) a 以外で、地域別民有林林道延長が公表されている場合

$$\text{市町村別有効利用可能量【DW-t/年】} \\ = \text{市町村別賦存量【DW-t/年】} \times (\text{当該地域別民有林林道延長【m】} \times \text{集材距離【m】} / \text{当該地域別民有林森林面積【m}^2\text{】}) \times (\text{当該市町村別民有林森林面積【m}^2\text{】} / \text{当該地域別民有林森林面積【m}^2\text{】})$$

(c) a、b 以外で、都道府県別民有林林道延長のみの場合

$$\text{市町村別有効利用可能量【DW-t/年】} \\ = \text{市町村別賦存量【DW-t/年】} \times (\text{当該都道府県別民有林林道延長【m】} \times \text{集材距離【m】}) / \text{当該都道府県別民有林森林面積【m}^2\text{】}$$

- ・ 集材距離：50[m]
- ・ 民有林林道延長：各都道府県が発行している森林・林業統計書、林業要覧等

NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」を一部抜粋・加筆

## 5. タケ

市町村ごとの賦存量は、市町村別竹林面積に発生原単位を乗じて伐採周期で割り返して年間あたりの量を算出する方法となっている。

有効利用可能量は、すでに生産で利用されている竹林面積を除いた面積で算出する方法となっている。

### 1) 賦存量

**市町村別賦存量【DW-t/年】**

$$= \text{市町村別竹林面積【ha】} \times \text{発生量【t/ha】} / \text{伐採周期【年】} \times (100【\%】 - \text{含水率【\%】})$$

- ・市町村別竹林面積：「山林等における地球温暖化防止のための森林整備に関する調査(林野庁(2005))」<sup>23)</sup>  
「2000年世界農林業センサス報告書第1巻都道府県別統計書－林業編－(農林水産省大臣官房統計部(2001))」<sup>24)</sup>
- ・発生量：120【t/ha】「平成20年度島根県木質バイオマス石炭混焼研究会報告書(島根県地域振興部土地資源対策課(2009))」<sup>25)</sup>
- ・伐採周期：20年(想定値)
- ・含水率：52%「バイオマス総合利活用マスタープラン(千葉県2004)」<sup>26)</sup>

### 2) 有効利用可能量

- ・竹材、タケノコに利用されているものを賦存量から除いた量を有効利用可能量とした。

**市町村別有効利用可能量【DW-t/年】**

$$= (\text{市町村別竹林面積【ha】} - \text{市町村別既存利用面積【ha】}) \times \text{発生量【t/ha】} / \text{伐採周期【年】} \times (100【\%】 - \text{含水率})$$

- ・市町村別竹林面積：「山林等における地球温暖化防止のための森林整備に関する調査(林野庁(2005))」<sup>23)</sup>  
「2000年世界農林業センサス報告書第1巻都道府県別統計書－林業編－(農林水産省大臣官房統計部(2001))」<sup>24)</sup>
- ・既存利用面積(竹材)：生産面積「特用林産基礎資料(農林水産省)」<sup>27)</sup>
- ・既存利用面積(タケノコ)：生産面積「特用林産基礎資料(農林水産省)」<sup>27)</sup>、  
都道府県別の主要品種および主要市町村の生産比率「野菜の生産状況表式調査(農林水産省(2008))」<sup>28)</sup>で推計
- ・発生量：120【t/ha】「平成20年度島根県木質バイオマス石炭混焼研究会報告書(島根県地域振興部土地資源対策課(2009))」<sup>25)</sup>
- ・伐採周期：20年(想定値)
- ・含水率：52%「バイオマス総合利活用マスタープラン(千葉県2004)」<sup>26)</sup>

NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」を一部抜粋・加筆

## 6. 建築廃材

市町村ごとの賦存量は、都道府県賦存量を建築着工床面積で按分する方法となっており、都道府県賦存量は構造別に解体延床面積（推定）に発生係数を乗じて算出している。

市町村ごとの有効利用可能量は、都道府県有効利用可能量を建築着工床面積で按分する方法となっている。都道府県有効利用可能量は、賦存量に構造別減量化（縮減）・最終処分率を乗じて算出する。構造別減量化（縮減）・最終処分率は都道府県ごとに設定されている。

### 1) 賦存量

- ・建築物に解体に伴い発生した木材とする。

**市町村別賦存量【DW-t/年】**

**＝都道府県別賦存量【DW-t/年】**

**× (当該市町村別建築着工床延面積【m<sup>2</sup>/年】 / 当該都道府県別建築着工床延面積【m<sup>2</sup>/年】)**

**都道府県別賦存量【DW-t/年】**

**＝木造建築解体木材量【DW-t/年】 + 鉄骨鉄筋コンクリート造建築解体木材量【DW-t/年】**

**+ 鉄骨鉄筋コンクリート造以外の築解体木材量【DW-t/年】**

**構造別建築解体木材量【DW-t/年】**

**＝ {H20年構造別建築着工床延面積【m<sup>2</sup>/年】 - (H20年構造別床延面積【m<sup>2</sup>/年】 - H19年構造別床延面積【m<sup>2</sup>/年})} × 構造別建築廃材木材発生係数【t/m<sup>2</sup>】 × (100【%】 - 含水率【%】)**

- ・建築着工延床面積：「建築統計年報 平成 21 年度版（財団法人建設物価調査会(2010)）」<sup>29)</sup>
- ・構造別建築着工床延面積：「建築統計年報 平成 21 年度版（財団法人建設物価調査会(2010)）」<sup>29)</sup>
- ・構造別床延面積：「固定資産の価値等の概要調書(家屋)(都道府県別表)(総務省自治税務局固定資産税課・資産評価室(2008、2009))」<sup>30)31)</sup>
- ・構造別建築廃材木材発生係数：木造：0.1【t/m<sup>2</sup>】、鉄筋鉄鋼コンクリート造：0.005【t/m<sup>2</sup>】、鉄筋鉄鋼コンクリート造以外：0.008【t/m<sup>2</sup>】  
「建設副産物の状況、建設副産物排出量の将来予測（国土交通省リサイクルのページ）」<sup>32)</sup>  
「建築物の解体に伴う廃棄物の原単位調査報告書（財団法人建築業協会(2004)）」<sup>33)</sup>
- ・含水率：12% 「平成 15 年度バイオ生分解素材開発・利用評価事業報告書（社団法人 日本有機資源協会(2004)）」<sup>34)</sup>

### 2) 有効利用可能量

- ・賦存量のうち、再資源化量を除く量とした。

**市町村別有効利用可能量【DW-t/年】**

**＝都道府県別有効利用可能量【DW-t/年】**

**× (当該市町村別建築着工床延面積【m<sup>2</sup>/年】 / 当該都道府県別建築着工床延面積【m<sup>2</sup>/年】)**

**都道府県別有効利用可能量【DW-t/年】**

**＝木造構造別建築解体木材有効利用可能量【DW-t/年】 + 非木造構造別建築解体木材有効利用可能量**

**構造別建築解体木材有効利用可能量【DW-t/年】**

**＝構造別建築解体木材量【DW-t/年】 × 構造別減量化（縮減）・最終処分率**

- ・建築着工延床面積：「建築統計年報 平成 21 年度版（財団法人建設物価調査会(2010)）」<sup>29)</sup>
- ・構造別減量化・最終処分率：都道府県別・構造別に数値を設定。  
「平成 20 年度建設副産物実態調査結果詳細データ（国土交通省）」<sup>35)</sup>

NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」を一部抜粋・加筆

## 7. 新・増築廃材

市町村ごとの賦存量は、市町村の建築着工床面積に発生原単位を乗じて算定する方法となっている。

市町村ごとの有効利用可能量は、賦存量に減量化・焼却処分率を乗じて算出している。減量化・焼却処分率は都道府県ごとに設定されている。

### 1) 賦存量

- ・建築物に新築・増築に伴い発生した木材の端材などの木くずとする。

**市町村別賦存量【DW-t/年】**

**= 木造新・増築廃材【DW-t/年】 + 非木造新・増築廃材【DW-t/年】**

**構造別新・増築廃材【DW-t/年】**

**= (構造別建築着工床延面積【m<sup>2</sup>/年】 × 建設副産物搬出原単位【t/m<sup>2</sup>】) × (100【%】 - 含水率【%】)**

- ・構造別建築着工床延面積：「建築統計年報 平成 21 年度版（財団法人建設物価調査会(2010)）」<sup>29)</sup>
- ・建設副産物搬出原単位：木造 0.0121【t/m<sup>2</sup>】、非木造 0.0039【t/m<sup>2</sup>】  
「建設副産物の状況. 建設副産物排出量の将来予測(国土交通省リサイクルのページ)」<sup>32)</sup>
- ・含水率：12% 「平成 15 年度バイオ生分解素材開発・利用評価事業報告書（社団法人 日本有機資源協会(2004)）」<sup>34)</sup>

### 2) 有効利用可能量

- ・賦存量のうち、再資源化量を除く量とした。

**市町村別有効利用可能量【DW-t/年】**

**= 木造新・増築廃材有効利用可能量【DW-t/年】  
+ 非木造新・増築廃材有効利用可能量【DW-t/年】**

**構造別新・増築廃材有効利用可能量【DW-t/年】**

**= 構造別新・増築廃材【DW-t/年】 × 構造別減量化・焼却処分率**

- ・構造別減量化・最終処分率：都道府県別・構造別に数値を設定。  
平成 20 年度建設副産物実態調査結果詳細データ（国土交通省）」<sup>35)</sup>

NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」を一部抜粋・加筆

## 8. 国産材製材廃材

市町村ごとの賦存量は、都道府県賦存量を製造品出荷額で按分する方法となっており、都道府県賦存量は、樹種別に、素材生産量に発生係数を乗じて算出している。

市町村ごとの有効利用可能量は、都道府県有効利用可能量を製造品出荷額で按分する方法となっており、都道府県有効利用可能量は、樹種別に、素材生産量に残廃材利用係数を乗じて算出している。残廃材有効利用可能係数は、全国一律となっている。

### 1) 賦存量

- ・国内産の丸太（＝素材）から、木材製品に加工する工程で発生する残廃材とする
- ・アカマツ・クロマツ、スギ、ヒノキ、カラマツ、エゾマツ・トドマツ、その他の針葉樹、広葉樹が対象

**市町村別賦存量【DW-t/年】**

**＝都道府県別賦存量【DW-t/年】**

**×(当該市町村別製造品出荷額等【万円】/当該都道府県別製品製造品出荷額等【万円】)**

**都道府県別主要樹種別残廃材量【DW-t/年】**

**＝(主要樹種別素材生産量【千m<sup>3</sup>/年】×10<sup>3</sup>×主要樹種別木質残廃材発生係数【DW-t/m<sup>3</sup>】**

**主要樹種別木質残廃材発生係数【DW-t/m<sup>3</sup>】**

**＝{(木質残廃材の発生率×重量換算係数【t/m<sup>3</sup>】)×(100【%】－含水率【%】)}の残廃材合計**

- ・製造品出荷額等：各都道府県が発行している工業統計（各都道府県）<sup>36)</sup>
- ・主要樹種別素材生産量：「木材需給報告書（農林水産省大臣官房統計部(2009)）」<sup>18)</sup>
- ・主要樹種別木質残廃材発生係数：スギ・ヒノキ 0.21【DW-t/m<sup>3</sup>】、カラマツ 0.20【DW-t/m<sup>3</sup>】、エゾマツ・トドマツ 0.22【DW-t/m<sup>3</sup>】、アカマツ・クロマツ【DW-t/m<sup>3</sup>】・その他国産針葉樹 0.20【DW-t/m<sup>3</sup>】、国産広葉樹 0.25【DW-t/m<sup>3</sup>】
- ・木質残廃材の発生率：「製材工場における木質残廃材の発生と利用（伊神・田村(2003)）」<sup>37)</sup>
- ・重量換算係数および含水率：「木材工業ハンドブック（改定3版）表 15.50」<sup>38)</sup>

### 2) 有効利用可能量

- ・賦存量のうち、すでに利用されている量を除く量とした。

**市町村別有効利用可能量【DW-t/年】**

**＝都道府県別有効利用可能量【DW-t/年】**

**×(当該市町村別製造品出荷額等【万円】/当該都道府県別製品製造品出荷額等【万円】)**

**都道府県別主要樹種別有効利用量【DW-t/年】**

**＝(主要樹種別素材生産量【千m<sup>3</sup>/年】×10<sup>3</sup>×主要樹種別木質有効利用可能係数【DW-t/m<sup>3</sup>】**

**主要樹種別木質有効利用可能係数**

**＝[{(木質残廃材の発生率×(焼・棄却率+その他率)}×重量換算係数【t/m<sup>3</sup>】)×(100%－含水率)]**

- ・製造品出荷額等：各都道府県が発行している工業統計（各都道府県）
- ・主要樹種別素材生産量：「木材需給報告書（農林水産省大臣官房統計部(2009)）」
- ・主要樹種別木質残廃材有効利用係数：スギ・ヒノキ 0.011【DW-t/m<sup>3</sup>】、カラマツ 0.010【DW-t/m<sup>3</sup>】、エゾマツ・トドマツ 0.007【DW-t/m<sup>3</sup>】、アカマツ・クロマツ・その他国産針葉樹 0.011【DW-t/m<sup>3</sup>】、国産広葉樹 0.013【DW-t/m<sup>3</sup>】
- ・木質残廃材の発生率、処理方法率：「製材工場における木質残廃材の発生と利用（伊神・田村(2003)）」

NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」を一部抜粋・加筆

## 9. 外材製材廃材

市町村ごとの賦存量は、都道府県賦存量を製造品出荷額で按分する方法となっており、都道府県賦存量は、外材ごとに、素材生産量に発生係数を乗じて算出している。

市町村ごとの有効利用可能量は、都道府県有効利用可能量を製造品出荷額で按分する方法となっており、都道府県有効利用可能量は、外材ごとに、素材生産量に木質残廃材有効利用可能係数を乗じて算出している。木質残廃材有効利用可能係数は、全国一律となっている。

### 1) 賦存量

- ・外材（＝素材）から、木材製品に加工する工程で発生する残廃材とする
- ・南洋材、北米材、北洋材、ニュージーランド材、その他外国産材が対象

**市町村別賦存量【DW-t/年】**

**＝都道府県別賦存量【DW-t/年】**

**×（当該市町村別製造品出荷額等【万円】/当該都道府県別製品製造品出荷額等【万円】）**

**都道府県別外材別残廃材量【DW-t/年】**

**＝（外材別素材生産量【千m<sup>3</sup>/年】×10<sup>3</sup>×外材別木質残廃材発生係数【DW-t/m<sup>3</sup>】**

**外材別木質残廃材発生係数【DW-t/m<sup>3</sup>】**

**＝{（木質残廃材の発生率×重量換算係数【t/m<sup>3</sup>】）×（100【%】－含水率【%】）}の残廃材合計**

- ・製造品出荷額等：各都道府県が発行している工業統計（各都道府県）
- ・外材別素材生産量：「木材需給報告書（農林水産省大臣官房統計部(2009)）」
- ・外材別木質残廃材発生係数：南洋材 0.13【DW-t/m<sup>3</sup>】、北米材 0.19【DW-t/m<sup>3</sup>】、北洋材 0.19【DW-t/m<sup>3</sup>】、  
ニュージーランド材・その他 0.20【DW-t/m<sup>3</sup>】
- ・木質残廃材の発生率：「製材工場における木質残廃材の発生と利用（伊神・田村(2003)）  
うち南洋材は、「日本木材総合センター(1998)調査」
- ・重量換算係数および含水率：「木材工業ハンドブック（改定3版）表 15.50」

### 2) 有効利用可能量

- ・賦存量のうち、すでに利用されている量を除く量とした。

**市町村別有効利用可能量【DW-t/年】**

**＝都道府県別有効利用可能量【DW-t/年】**

**×（当該市町村別製造品出荷額等【万円】/当該都道府県別製品製造品出荷額等【万円】）**

**都道府県別外材別有効利用量【DW-t/年】**

**＝（外材別素材生産量【千m<sup>3</sup>/年】×10<sup>3</sup>×外材別木質有効利用可能係数【DW-t/m<sup>3</sup>】**

**外材別木質有効利用可能係数**

**＝{[(木質残廃材の発生率×(焼・棄却率+その他率))]×重量換算係数【t/m<sup>3</sup>】}×(100%－含水率)}**

- ・製造品出荷額等：各都道府県が発行している工業統計（各都道府県）
- ・外材別素材生産量：「木材需給報告書（農林水産省大臣官房統計部(2009)）」
- ・外材別木質残廃材有効利用係数：南洋材 0.004【DW-t/m<sup>3</sup>】、北米材 0.009【DW-t/m<sup>3</sup>】、  
北洋材 0.006【DW-t/m<sup>3</sup>】、ニュージーランド材・その他外国産材  
0.008【DW-t/m<sup>3</sup>】
- ・木質残廃材の発生率、処理方法率：「製材工場における木質残廃材の発生と利用（伊神・田村(2003)）」

NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」を一部抜粋・加筆

## 参考資料リスト（文献・報告書・資料・ウェブサイト）

- 1) 国土交通省 都市・地域整備局 公園緑地課(2009) 平成 21 年度末 都市公園等整備現況調査
- 2) 三重県(2004)三重県バイオマスエネルギー利用ビジョン
- 3) 千葉県(2004)千葉県のバイオマス資源量について（千葉県資源循環推進課HP）
- 4) 長崎県(2005)長崎県バイオマスタープラン
- 5) 高月紘(1999)都市内分散型エネルギー需給技術の温暖化抑制効果と都市環境影響に関する研究平成 11 年度報告書
- 6) 大阪府(2006)大阪府バイオマス利活用推進マスタープラン (H18. 3)
- 7) バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計, NEDO ホームページ  
<http://appl.infoc.nedo.go.jp/biomass/>
- 8) 佐野貴司・三浦秀一(2003)木質バイオマスエネルギーの地域別利用可能性に関する研究. 第 22 回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集. p329-334
- 9) 内小町 (2006) 内子町バイオマスエネルギー利活用調査事業報告書. 内子町産業建設課
- 10) 山下茂樹ほか (2008) 果樹剪定枝のバイオマス利活用事業構想検討. 農業土木学会大会講演会講演要旨集. 2006. 400-401
- 11) 新潟県(2004)「バイオマスにいがた」構想
- 12) 和歌山県(2005)和歌山県木質系バイオマスエネルギー利用調査 報告書
- 13) 福島市(2005)福島市地域新エネルギービジョン
- 14) 長野県(2004)長野県バイオマス総合利活用マスタープラン
- 15) 静岡県(2005)静岡県バイオマス総合利活用マスタープラン
- 16) 各都道府県が発行している森林・林業統計書、林業要覧等
- 17) (財)林業科学技術振興所(1985)林地残材の収集・搬送に関する事前評価
- 18) 農林水産省統計情報部(2009)平成 18 年木材需給報告書
- 19) 古賀(2002)木質燃料の特性評価  
群馬県林務部(2003)平成 13 年度群馬県木質バイオマス検討会報告書
- 20) 内閣府規制会議農林水産業 TF(平成 21 年 7 月 14 日)  
第 5 回 農林水産業TF(第 2 回 林業専門部会) (HP 資料)  
[http://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/minutes/wg/2009/0714\\_02/agenda.html](http://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/minutes/wg/2009/0714_02/agenda.html)
- 21) 林野庁(2010)第 61 次平成 21 年国有林野事業統計書 (平成 20 年度)
- 22) 林野庁(2010)平成 21 年度森林・林業白書
- 23) 林野庁 (2005) 山林等における地球温暖化防止のための森林整備に関する調査
- 24) 農林水産省大臣官房統計部 (2001) 2000 年世界農林業センサス報告書第 1 巻都道府県別統計書－林業編－(全 47 冊)
- 25) 島根県地域振興部土地資源対策課 (2009) 平成 20 年度島根県木質バイオマス石炭混焼研究会報告書

- 26) 千葉県 (2004) バイオマス総合利活用マスタープラン
- 27) 農林水産省 (2002, 2003, 2007, 2008, 2009) 特用林産基礎資料
- 28) 農林水産省 (2008) 野菜の生産状況表式調査
- 29) 財団法人建設物価調査会 (2010) 建築統計年報 平成 21 年度版
- 30) 総務省自治税務局固定資産税課・資産評価室 (2008)  
平成 19 年度固定資産の価値等の概要調書 (家屋) (都道府県別表)
- 31) 総務省自治税務局固定資産税課・資産評価室 (2009)  
平成 20 年度固定資産の価値等の概要調書 (家屋) (都道府県別表)
- 32) 建設副産物の状況. 建設副産物排出量の将来予測. 国土交通省リサイクルのページ  
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/fukusanbutsu/genjo/index.htm>
- 33) 財団法人建築業協会 (2004) 建築物の解体に伴う廃棄物の原単位調査報告書
- 34) 社団法人 日本有機資源協会 (2004) 平成 15 年度バイオ生分解素材開発・利用評価事業報告書
- 35) 国土交通省平成 20 年度建設副産物実態調査結果詳細データ (建設廃棄物)  
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/fukusanbutsu/jittaihouka/index01.htm>
- 36) 各都道府県が発行している工業統計、(各都道府県)
- 37) 伊神・田村 (2003) 製材工場における木質残廃材の発生と利用
- 38) 木材工業ハンドブック (改定 3 版) 表 15. 50 (乾燥基準含水率より湿潤基準含水率へ変換)



## 資料3 ケーススタディ途中計算



## 1.1 各モデルの設定条件、計算方法等

### (1) I 剪定枝保管モデル

このモデルでは、必要な剪定枝を剪定枝発生場所から保管場所まで運搬し、乾燥保管する工程について、剪定枝保管量、保管規模や保管作業に要する作業員を算定する。

なお、各ケースの統一条件を以下のとおりとする。なお、1.1(1)～(4)にかけてモデルパラメーターを設定しているものは、斜文字にしてある。

- ・発生場所から保管場所までの往復距離：3 km
  - ・剪定枝の搬送車両の積載容量：4 m<sup>3</sup>/台
  - ・1日あたりの保管・運搬の実作業時間 5時間
- ※車両準備、片付け、休憩等の時間を除いた時間とする

#### 1) 剪定枝保管規模の算定

剪定枝保管量、必要保管面積は以下の式で算出する。

原材料使用量は「燃料製造モデル」から算定した数値である。また、年間剪定枝保管量は年間剪定枝発生量を超えないものとする。

$$\text{【1.1.1】 剪定枝保管量 (kg (50\%-w. b) / 年)}$$

$$= \text{原材料使用量 (DW-kg / 年)} \div (1 - \text{乾燥前剪定枝含水率} / 100\%)$$

$$\text{【1.1.2】 剪定枝保管容量 (m}^3\text{/年)}$$

$$= \text{【1.1.1】} \div 1,000 \div \text{乾燥前剪定枝のかさ比重 (t (50\%-w. b) / m}^3\text{)}$$

$$\text{【1.1.3】 保管必要面積 (m}^2\text{/年)} = \text{【1.1.2】} \div \text{保管時の高さ (m)}$$

#### 2) 必要車両台数および作業人数

剪定枝の運搬に必要な車両台数および作業人数、必要作業日数は以下の手順で算定する。

$$\text{【1.2.1】 輸送回数 (回 / 年)} = \text{【1.1.2】} \div \text{車両積載容量 (m}^3\text{/回)} (4.0\text{m}^3\text{/回)}$$

$$\text{【1.2.2】 総走行距離 (km / 年)} = \text{【1.2.1】} \times \text{往復距離 (km / 回)} (3.0\text{km / 回)}$$

$$\text{【1.2.3】 走行時間 (hr / 年)} = \text{【1.2.2】} \div \text{車両速度 (km / hr)}$$

$$\text{【1.2.4】 積み卸し・保管作業時間 (hr / 年)} = \text{【1.2.1】} \times \text{輸送1回あたり作業時間 (hr / 台)}$$

$$\text{【1.2.5】 総作業時間 (hr / 年)} = \text{【1.2.3】} + \text{【1.2.4】}$$

$$\text{【1.2.6】 必要作業日数 (日 / 年)} = \text{【1.2.5】} \div \text{1日の作業時間 (5 hr / 日)}$$

$$\text{【1.2.7】 必要車両台数 (台)} = \text{【1.2.5】} \div \text{【1.2.6】} \div \text{1日の作業時間 (5 hr / 日} \cdot \text{台)}$$

$$\text{【1.2.8】 必要人数 (人)} = \text{【1.2.7】} \times \text{車両1台あたり作業人数 (人 / 台)}$$

#### 3) ユーティリティ

輸送車両燃料に必要な軽油消費量を算出する。

$$\text{【1.3.1】 軽油消費量 (L / 年)} = \text{【1.2.2】} \times \text{車両燃費 (L / km)}$$

#### 4) エネルギー収支

投入エネルギーとして、車両燃料用軽油を計上する。

$$\text{【1.4.1】 軽油消費量 (kWh / 年)} = \text{【1.3.1】} \times 37.7 \text{ (MJ / L)} \div 3.6 \text{ (MJ / kWh)}$$

※軽油発熱量 37.7 (MJ/L) 及び電力熱量単位換算 3.6 (MJ/kWh) は、表 1.1-7 参照

## 5) コスト

### ①イニシャルコスト

原材料保管施設整備費を以下の式で算定する。なお、保管面積には、製造燃料の保管面積も含めて算定するものとする（【2.1.5】燃料保管面積は燃料製造モデルで別途試算）。

【1.5.1】原材料・燃料保管施設整備費（円）

$$= (【1.1.3】 + 【2.1.5】) \times \text{保管面積あたり単価 (円/m}^2\text{)}$$

### ②ユーティリティ

車両燃料の軽油費を計上する。

【1.5.2】軽油購入費（円/年）＝【1.3.1】×軽油価格（円/L）

### ③人件費

保管に要する作業での人件費を計上する。

【1.5.3】人件費（円/年）

$$= 1 \text{ 人当たりの総作業時間 (【1.2.5】 / 人)} \times 【1.2.8】 \times \text{時間単価 (円/hr)}$$

### ④その他

ケーススタディでは日常管理で使用する車両の活用を想定し、車両の機械損料等は見込んでいない。

## 6) モデルパラメータ一覧

以上の計算で用いるパラメータを以下に示す。

表 1.1-1 モデルパラメータ（剪定枝保管モデル）

計算式	項目	単位	設定値
【1.1.1】	乾燥前の剪定枝含水率	%	50.0
【1.1.2】	乾燥前剪定枝のかさ比重	t (50%-w. b)/m <sup>3</sup>	0.1
【1.1.3】	保管時の高さ	m	2.0
【1.2.3】	輸送車両速度	km/hr	30.0
【1.2.4】	輸送1回あたり作業時間	hr/回	0.5
【1.2.8】	搬送・保管作業人数	人/台	2.0
【1.3.1】	保管場所までの輸送車両燃費	km/L	3.0
【1.5.1】	保管面積あたり単価	円/m <sup>2</sup>	90,000
【1.5.2】	軽油価格	円/L	130
【1.5.3】	作業時間単価	円/hr	1,500

**【1.1.1】乾燥前の剪定枝含水率**

「都市内緑地から発生するバイオマス活用方策基礎調査検討業務報告書 平成24年3月 国土交通省都市局」<sup>1)</sup>p10を参考に一般的な含水率として想定

**【1.1.2】乾燥前剪定枝のかさ比重**

緑化生態研究室での実験結果をもとに設定

**【1.1.3】保管高さ**

事業者ヒアリング（環境省新宿御苑（チップ屋外保管）、岩手県宮屋内プール（チップ屋内保管））より設定

**【1.2.3】【1.2.4】【1.2.8】【1.3.1】のパラメータ**

廃棄物収集運搬業者1社に、4m<sup>3</sup>車両での運搬量・運搬物の条件を提示してヒアリングした結果

**【1.5.1】保管面積あたり単価**

木質チップヤード（北海道滝上町 面積200m<sup>2</sup>、鉄骨屋根、杭基礎なし）の工事費より設定  
18,000千円÷200m<sup>2</sup>=90,000円/m<sup>2</sup>

**【1.5.2】軽油価格**

H24年度小売価格全国平均推移から設定（資源エネルギー庁 石油製品価格調査）<sup>2)</sup>  
<http://oil-info.ieej.or.jp/price/price.html> (H25.3参照)

**【1.5.3】作業時間単価**

運転と積み下ろし・保管作業を兼任とし、作業時間における積み下ろし・保管作業のウェイトが高いことから、全て普通作業とみなし、  
H24年度普通作業員設計労務単価<sup>3)</sup>の全国平均を8時間割した数値から設定  
[http://www.zenken-net.or.jp/roumuhi\\_tyosa/koukyo\\_6.html](http://www.zenken-net.or.jp/roumuhi_tyosa/koukyo_6.html) (H25.3参照)

## (2) II 燃料製造モデル

このモデルでは、乾燥後の剪定枝から燃料（チップ又はペレット）を製造するために必要な原材料使用量や製造日数等を算定する。なお、ケース⑦の薪ストーブ利用については、人力とし、燃料製造設備は整備しないこととする。

### 1) 燃料製造規模の設定

燃料製造規模を設定し、製造日数、燃料製造に必要な原材料使用量を算定する。

燃料製造機器は、現在販売されている製造機器の中で小規模クラスのものを採用するとし、その機器の処理能力とする。1日あたりの稼働時間は8時間で設定する。

燃料使用量は「エネルギー転換モデル」の式【3.1.3】で算定する。

#### 【2.1.1】製造能力

製造能力      dry ベース (DW-kg/hr) = wet ベース製造能力 × (1 - 燃料含水率/100%)  
wet ベース: ペレット 200kg(\*%-w. b)/hr、チップ 200kg(\*%-w. b)/hr

日製造規模    dry ベース (DW-kg/日) = 製造能力 dry ベース × 8 hr/日  
wet ベース (kg(\*%-w. b)/日) = 製造能力 wet ベース × 8 hr/日

\*の含水率は、ペレット 10%、チップ 20%とする

#### 【2.1.2】稼働時間

年間稼働時間 (hr/年) = 【3.1.3】燃料使用量 (DW-kg/年) ÷ 【2.1.1】dry ベース

年間稼働日数 (日/年) = 年間稼働時間 (hr/年) ÷ 8 hr/日

#### 【2.1.3】原材料使用量

dry ベース (DW-kg/年) = 燃料使用量 (DW-kg/年) × 燃料 1 kg あたり必要原材料 (DW-kg/DW-kg)

wet ベース (kg(20%-w. b)/年)

= 原材料使用量 dry ベース (DW-kg/年) ÷ (1 - 原材料含水率 20%/100%)

製造燃料の保管については、最低でも 10 日間分の燃料使用量を確保するものとし、燃料保管面積を以下の方法で算定する。

#### 【2.1.4】燃料保管容量

i) 10 日分の燃料使用量 (kg(\*%-w. b))

= 【3.1.3】燃料使用量 (kg(\*%-w. b)/年) ÷ エネルギー供給設備の年間稼働日数(日/年) × 10 日

※エネルギー供給設備の年間稼働日数は、「(3) III エネルギー転換モデル」の前提条件で設定

ii) 【2.1.1】燃料の日製造規模が 10 日分の燃料使用量を超える場合、

燃料保管容量 (m<sup>3</sup>)

= 燃料日製造規模 (kg(\*%-w. b)/日) × 1 日 ÷ 1,000 ÷ 燃料のかさ比重 (t/m<sup>3</sup>)

iii) 【2.1.1】燃料の日製造規模が 10 日分の燃料使用量に満たない場合、

燃料保管容量 (m<sup>3</sup>)

= 10 日分の燃料使用量 (kg(\*%-w. b)) ÷ 1,000 ÷ 燃料のかさ比重 (t/m<sup>3</sup>)

\*の含水率は、ペレット 10%、チップ 20%とする

$$\text{【2.1.5】 燃料保管必要面積 (m}^2\text{)} = \text{【2.1.4】} \div \text{保管時の高さ (m)}$$

なお、ケース⑦の薪ストーブについては、保管場所で薪に加工した状態で自然乾燥した後、そのまま燃料利用するため、燃料保管スペースは不要とする。

## 2) 作業人数の設定

本編 表 4.6-1 より、作業時間 8h あたりの作業人数を 2 人とする。

$$\text{【2.2.1】 作業人数 (人/8h)} = 2$$

## 3) ユーティリティ

消費する電力を以下の式で計上する。算定に用いる原材料使用量は wet ベースとする。

$$\text{【2.3.1】 電力消費量 (kWh/年)} = \text{【2.1.3】} \times \text{原材料 1 kg あたり消費電力 (kWh/kg (20\%-w. b))}$$

※算定に用いる原材料使用量【2.1.3】は wet ベースとする

## 4) エネルギー収支

投入エネルギーとして購入電力を計上する。

$$\text{【2.4.1】 電力消費量 (kWh/年)} = \text{【2.3.1】}$$

## 5) コスト

### ①イニシャルコスト

燃料製造施設整備費は、採用機器のイニシャルコストとする。

$$\text{【2.5.1】 燃料製造施設整備費 (円)}$$

$$\text{【2.5.2】 製造能力あたり単価 (千円/kg/hr)} = \text{【2.5.1】} \div \text{【2.1.1】} \div 1,000$$

※算定に用いる製造能力【2.1.1】は wet ベースとする

### ②ユーティリティ

電力購入費を計上する。

$$\text{【2.5.3】 電力購入費 (円/年)} = \text{【2.3.1】} \times \text{購入電力価格 (円/kWh)}$$

### ③人件費

製造作業での人件費を計上する。

$$\text{【2.5.4】 人件費 (円/年)}$$

$$= \text{【2.2.1】} \times \text{年間稼働日数 (日/年)} \times \text{施設稼働時間 (8 hr/日)} \times \text{時間単価 (円/hr)}$$

ただし、ケース⑦の薪ストーブ利用については、以下の式で薪加工作業費を算定する。

$$\text{人件費 (薪加工作業費) (円/年)}$$

$$= \text{【2.1.3】 wet ベース} \times \text{薪 1 kg 当たり製造単価 (円/(kg (20\%-w. b)))}$$

### ④施設維持管理費

燃料製造設備の維持管理費を以下の式で算定する。

$$\text{【2.5.5】 燃料製造設備維持管理費 (円/年)}$$

$$= \text{【2.5.1】} \times \text{整備費に対する維持管理費の割合 (\%)}$$

## 6) モデルパラメータ

以上の計算で用いるパラメータをケース別に表 1.1-2 と表 1.1-3 に示す。パラメータ値は事例やメーカーヒアリング結果をもとに設定した。

表 1.1-2 規模算定等のパラメータ（燃料製造モデル）

計算式	項目	単位	ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤	ケース⑥	ケース⑦
			ペレット	チップ	チップ	チップ	チップ	チップ	ペレット or 薪
【2.1.3】	燃料 1kg あたり 必要原材料	DW-kg /DW-kg	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
【2.1.4】	燃料のかさ比重	t/m <sup>3</sup>	0.65	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.65 (-)
【2.1.5】	燃料の保管高さ	m	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0 (-)
【2.3.1】	原材料 1kg あたり 消費電力	kWh /kg (20%-w. b)	0.57	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.57 (0.00)

※ケース⑦の 2 段書き箇所は、上段はペレット、下段 ( ) は薪の数値。なお、前述のとおり薪ストーブは、燃料保管スペースは不要としているため、一部数値は未計算。

【2.1.3】 燃料 1 kg あたりに必要な必要原材料

- ペレット：事業者ヒアリング（北海道南幌町広教資材（株）、北海道足寄町、岩手県住田町）より、残さはほとんど発生しないとのことで、比率を 1.00 とした。
- チップ：事業者ヒアリング（山形県村山市やまがたグリーンリサイクル（株））より、残さはほとんど発生しないとのことで、比率を 1.00 とした。

【2.1.4】 燃料のかさ比重

- ペレット：「木質ペレット品質規格（一般社団法人日本木質ペレット協会）」<sup>4)</sup>の品質基準で設定
- チップ：「バイオマス技術ハンドブック（財新エネルギー財団編）」<sup>5)</sup>P.22 の木材チップのかさ密度より設定

【2.1.5】 燃料の保管高さ

事業者ヒアリング（環境省新宿御苑（チップ屋外保管）、岩手県宮内屋内プール（チップ屋内保管））より設定

【2.3.1】 原材料 1 kg あたり消費電力

時間あたり消費電力÷時間あたり処理量

●ペレット製造

小型木質破砕機 メーカー 1 社聞き取り（富士鋼業）より  
消費電力 37kW÷時間あたり処理量 200kg/hr≒0.19kWh/kg

二次破砕機 メーカー 1 社聞き取り（御池鉄工所）より  
消費電力 37kW÷時間あたり処理量 200kg/hr≒0.19kWh/kg

ペレタイザ メーカー 1 社聞き取り（アースエンジニアリング）より  
消費電力 37kW÷時間あたり処理量 200kg/hr≒0.19kWh/kg  
総計 0.57 kWh/kg

●チップ製造

小型木質破砕機 メーカー 1 社聞き取り（富士鋼業）より  
消費電力 37kW÷時間あたり処理量 200kg/hr≒0.19kWh/kg



表 1.1-3 コストパラメータ (燃料製造モデル)

計算式	項目	単位	ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤	ケース⑥	ケース⑦
			ペレット	チップ	チップ	チップ	チップ	チップ	ペレット or 薪
【2.5.1】	燃料製造施設整備費	千円	64,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	64,000 (-)
【2.5.1】	製造能力	kg/hr	200	200	200	200	200	200	200 (-)
【2.5.3】	購入電力価格	円/kWh	20	20	20	20	20	20	20 (-)
【2.5.4】	作業時間単価	円/hr	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500 (-)
【2.5.4】	薪 1 kg あたり製造単価	円/kg	-	-	-	-	-	-	- (12)
【2.5.5】	整備費に対する 維持管理費の割合	%	3	3	3	3	3	3	3 (-)

※製造能力あたり基準単価および基準となる製造能力の数値は wet ベースとする

※ケース⑦の 2 段書き箇所は、上段はペレット、下段 ( ) は薪の数値

#### 【2.5.1】燃料製造施設整備費（設置費用込み）

製品価格に設置費用等の経費を上乗せした場合の概算価格で設定した。なお、建屋は安価で簡易的な設備とし、建築工事費は計上していない。

- ・ペレット 小型木質破砕機：メーカー1社聞き取り（富士鋼業）  
2次破砕機：メーカー1社聞き取り（御池鉄工所）  
ペレタイザ：メーカー1社聞き取り（アースエンジニアリング）
- ・チップ：メーカー1社聞き取り（富士鋼業）

#### 【2.5.3】購入電力価格

電力会社（北海道・東北・東京）<sup>6)7)8)</sup>の低圧電力契約の基本料金および料金単価の平均値を用いて、以下の仮定で設定した。

（仮定条件）

- ・契約電力 40kW（処理能力 200kg/h 小型木質破砕機を想定）
- ・基本料金 1,169 円/kW（北海道電力、東京電力、東北電力の低圧電力契約平均値）
- ・電力量料金 12.8 円/kWh（北海道電力、東京電力(夏季以外)、東北電力(夏季以外)の低圧電力契約平均値）
- ・電力会社からの電力＝機器負荷消費電力と仮定し、基本料金 5%引きとする
- ・原料 100,000DW-kg を、フル稼働させて短期間で破砕すると仮定
- ・1日当たり稼働時間は8時間とし、この時間帯の機器の需要率は100%と仮定

（1ヶ月あたり電力使用量および電力料金）

- ・フル稼働時間：100,000DW-kg ÷ 200kg/hr ≒ 500h
- ・フル稼働月数：500h ÷ 8h/日 ÷ 30日/月 ≒ 2ヶ月
- ・1ヶ月あたり電力使用量：500h ÷ 2ヶ月 × 40kW ≒ 10,000kWh
- ・1ヶ月あたり電力料金：40kW × 1,169 円/kW × 0.95 + 10,000kWh × 12.8 円/kWh ≒ 172,422 円

よって、電力量 1kWh あたり単価：172,422 円 ÷ 10,000kWh = 17.2

賦課金や燃料調整での増額を考慮し、20 円/kWh とした

北海道電力 HP (H25.3 参照) <http://www.hepco.co.jp/>

東北電力 HP (H25.3 参照) <http://www.tohoku-epco.co.jp/>

東京電力 HP (H25.3 参照) <http://www.tepco.co.jp/index-j.html>

#### 【2.5.4】作業時間単価

H24 年度普通作業員設計労務単価の全国平均の 8 時間割で算定した。

[http://www.zenken-net.or.jp/roumuhi\\_tyosa/koukyo\\_6.html](http://www.zenken-net.or.jp/roumuhi_tyosa/koukyo_6.html) (H25.3 参照)

#### 【2.5.4】薪 1kg あたり製造単価

事例ヒアリング（八王子市）より、加工費 240,000 円/年 ÷ 薪 20t/年 = 12 円/kg

#### 【2.5.5】維持管理費の割合

「バイオマス技術ハンドブック（財新エネルギー財団編）」<sup>5)</sup>P168 で、メンテナンス費は「建設費の 2～4% ほどを見込む」と記載されており、この中間値 3% を採用した。

### (3) III エネルギー転換モデル

このモデルでは、燃料から供給する電力・熱に転換するために必要な製造規模、作業人数等を算定する。

#### 1) エネルギー転換規模の設定

エネルギー転換設備規模は以下の条件、式で算定する。

- ・供給量相当の発電規模(kW)は、利用先の電力または熱需要量を元に設定する。ただし、ケース③およびケース④の熱分解ガス化発電設備については、発電した電力の一部を自家消費するものとし、自家消費分を見込んだ規模とする。  
ここで、供給電力分の発電電力に対する（自家消費電力+供給電力）の発電電力の比率を「自家消費分追加係数」と定義し、供給電力見合いの発電規模にこの係数を乗じることで、自家消費分を見込んだ発電規模を算定する。
- ・基本的に需要ベース負荷とし、利用施設から余剰電力・余剰熱は発生しないようにする。
- ・日稼働時間および年間稼働日数は、原則エネルギー需要時間帯に合わせるが、需要が極端に少ない月については、その月は運転しないものとする。

$$\begin{aligned} \text{【3.1.1】 発電規模 (kW)} &= \text{施設への供給電力相当の発電規模 (kW)} \times \text{自家消費分追加係数} \\ \text{熱供給規模 (kW)} &= \text{施設への供給熱量相当の規模 (kW)} \end{aligned}$$

燃料使用量および燃料使用に伴い発生する副産物は以下の式で算定する。

$$\begin{aligned} \text{【3.1.2】 燃料エネルギー (kW)} &= \text{【3.1.1】} \div \text{発電効率 or 熱回収効率} \\ &\quad \text{※熱電供給の場合は熱供給規模で算定する} \end{aligned}$$

#### 【3.1.3】 燃料使用量

$$\begin{aligned} \text{dry ベース (DW-kg/年)} &= \text{燃料使用量 (kg(*\%-w. b)/年)} \times (1 - \text{燃料含水率} \%/100\%) \\ \text{wet ベース (kg(*\%-w. b)/年)} &= \text{【3.1.2】} \times 3.6 \text{ (MJ/kWh)} \times \text{年間稼働日数 (日/年)} \times \text{日稼働時間 (hr/日)} \\ &\quad \div \text{燃料発熱量 (MJ/kg(*\%-w. b))} \end{aligned}$$

\*の含水率は、ペレット 10、チップ 20 とする

$$\begin{aligned} \text{【3.1.4】 副産物発生量 (DW-kg/年)} &= \text{【3.1.3】} \times \text{燃料灰分 (dry ベース)} \\ &\quad \text{※算定に用いる燃料使用量【3.1.3】は dry ベースとする} \end{aligned}$$

#### 2) 作業人数の設定

ボイラー、冷凍機等の熱供給設備の場合は、燃料製造設備と兼任させるものとし、0人とする。ガス化発電設備については本編 表 4.6-6 より、2人/8h とする。

$$\text{【3.2.1】 作業人数 (人/8h)} = 2 \text{ (ガス化発電の場合)}$$

### 3) ユーティリティ

ボイラー、冷凍機等の熱供給設備で消費する電力を以下の式で計上する。

$$\begin{aligned} \text{【3.3.1】 電力消費量 (kWh/年)} &= \text{【3.1.3】} \times \text{燃料 1kg あたり消費電力 (kWh/kg (*\%-w. b))} \\ &\text{※算定に用いる燃料使用量【3.1.3】は wet ベースとする} \\ &\text{*の含水率は、ペレット 10、チップ 20 とする} \\ &\text{発電設備の場合は消費電力ゼロとする} \end{aligned}$$

### 4) エネルギー収支

投入エネルギーとして消費電力を計上する。

$$\text{【3.4.1】 電力消費量 (kWh/年)} = \text{【3.3.1】}$$

転換後の利用施設へ供給エネルギーされる電力・熱エネルギーを計上する。

$$\begin{aligned} \text{【3.4.2】 供給電力 (kWh/年)} \\ &= \text{【3.1.1】} \div \text{自家消費分追加係数} \times \text{年間稼働日数 (日/年)} \times \text{日稼働時間 (hr/日)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{【3.4.3】 熱供給 (kWh/年)} \\ &= \text{【3.1.1】} \times \text{年間稼働日数 (日/年)} \times \text{日稼働時間 (hr/日)} \end{aligned}$$

また、発電設備の場合は、転換後の設備での自家消費電力も計上する。

$$\begin{aligned} \text{【3.4.4】 自家消費電力 (kWh/年)} \\ &= \text{【3.1.1】} \times \text{年間稼働日数 (日/年)} \times \text{日稼働時間 (hr/日)} - \text{【3.4.2】} \end{aligned}$$

### 5) コスト

#### ①イニシャルコスト

エネルギー転換設備整備費は、供給能力の大きさに応じて価格を推定する 0.6 乗則を用いるものとし、メーカーヒアリングをもとに基準となる能力と基準価格を設定し、以下の式で計算する。

$$\begin{aligned} \text{【3.5.1】 エネルギー転換設備整備費 (円)} \\ &= \text{基準価格 (円)} \times \{ \text{【3.1.1】} / \text{基準となる能力 (kW)} \}^{0.6} \end{aligned}$$

※0.6 乗則については、「廃棄物処理施設建設工事等の入札・契約の手引き（平成 18 年 7 月環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部）<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=7331>」<sup>9)</sup>を参照

$$\text{【3.5.2】 供給能力あたり単価 (千円/kW)} = \text{【3.5.1】} \div \text{【3.1.1】} \div 1,000$$

#### ②ユーティリティ

電力購入費を計上する。

$$\text{【3.5.3】 電力購入費 (円/年)} = \text{【3.3.1】} \times \text{購入電力価格 (円/kWh)}$$

#### ③人件費

エネルギー転換作業での人件費を計上する。

$$\begin{aligned} \text{【3.5.4】 人件費 (円/年)} \\ &= \text{【3.2.1】} \times \text{年間稼働日数 (日/年)} \times \text{日稼働時間 (hr/日)} \times \text{時間単価 (円/hr)} \end{aligned}$$

#### ④施設維持管理費

燃料製造設備の維持管理費を以下の式で算定する。

$$\begin{aligned} \text{【3.5.5】 エネルギー転換設備維持管理費 (円/年)} \\ &= \text{【3.5.1】} \times \text{整備費に対する維持管理費の割合 (\%)} \end{aligned}$$

## 6) モデルパラメータ

以上の計算で用いるパラメータを以下に整理する。パラメータ値は事例やメーカーヒアリング結果をもとに設定した。

表 1.1-4 規模算定等のパラメータ（エネルギー転換モデル）

計算式	項目	単位	ケース① 吸収式 冷温水	ケース② チップ ボイラー	ケース③ ガス化 発電	ケース④ ガス化 発電	ケース⑤ ボイラー +冷凍機	ケース⑥ ボイラー +SE	ケース⑦ ストーブ
【3.1.1】	自家消費分追加係数	—	1.00	1.00	1.40	1.40	1.00	1.00	1.00
【3.1.2】	発電効率	KWh/kWh	0.00	0.00	0.15	0.15	0.00	0.02	0.00
【3.1.2】	熱回収効率	KWh/kWh	1.00	0.80	0.00	0.25	0.80	0.75	0.85 (0.75)
【3.1.3】	燃料の含水率	%	10.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0 (20.0)
【3.1.3】	燃料発熱量	MJ /kg(*%-w. b)	16.6	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	16.6 (14.4)
【3.1.4】	燃料灰分 (dry ベース)	DW-kg /DW-kg	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
【3.3.1】	燃料 1kg あたり 消費電力	kWh /kg(*%-w. b)	0.06	0.18	0.00	0.00	0.18	0.05	0.09 (0.00)

※\*の含水率は、ペレット 10、チップ 20 とする

※SE：スターリングエンジンの略

※ケース⑦の 2 段書き箇所は、上段はペレット、下段 ( ) は薪の数値

### 【3.1.1】 自家消費分追加係数

発電した電力を自家消費する設備はガス化発電（ケース③及びケース④）のみとする。

ガス化発電事例ヒアリング（中外炉工業）より、自家消費分は供給可能量（事例では売電）に対して概ね 40% ぐらい（180kW 発電で約 50kW を施設消費）であったことから、発電規模は必要供給規模の 40% 増として、1.4 とした。

### 【3.1.2】 発電効率および熱回収効率

ケース① 吸収式冷温水機：メーカー 1 社聞き取り（矢崎総業）より  
冷房能力 105kW 概ね 1.00 とした。

ケース② チップボイラー：メーカー 1 社聞き取り（巴商会）より、  
暖房能力 30kW で、効率 80% 以上とことから 0.8 とした。

ケース③④ ガス化発電：事例ヒアリング（中外炉）より、  
処理量 5 t/日（180kW 発電）の施設で、原料熱量に対する発電効率 15%  
（ガス化 50% × エンジン発電効率 30%）、熱回収効率 25%（ガス化 50%  
× エンジン熱回収 50%）

ケース⑤ ボイラー+冷凍機：メーカー 1 社聞き取り（矢崎総業）より概ね 0.8 とした。

ケース⑥ ボイラー+SE：事例ヒアリング（万博記念公園）より、  
発電規模 1 kW での実証試験結果をもとに設定した。

ケース⑦ ペレットストーブ：暖房能力 10kW クラスで、メーカー 2 社（さいかい産業、エンバイロフ  
アイヤー）の平均より、0.85 とした。

ケース⑦ 薪ストーブ：暖房能力 10kW クラスで、メーカー 2 社（HWAM 社、Dutchwest 社）の平  
均より、0.75 とした。

（次ページへ続く）

### 【3.1.3】 燃料含水率と燃料発熱量

ペレットの含水率

木質ペレット品質規格（一般社団法人日本木質ペレット協会）の品質基準で設定した。

チップおよび薪の含水率

原料の自然乾燥後の含水率 20%から変わらないものとする。なお、自然乾燥後の含水率 20%は、和歌山県農林水産総合技術センターの木材乾燥試験結果（報告書 P.2-85）より、冬季・夏季の屋外乾燥の含水率を参考に設定した。

燃料発熱量

「木質バイオマスボイラー導入指針（株式会社森のエネルギー研究所 H24 年 3 月）」<sup>10</sup>の P.3 図表 3 「バイオマス含水率と低位発熱量の関係」より、ペレット・チップの設定含水率から読み取って設定した。

### 【3.1.4】 燃料灰分

事例ヒアリング（森林総合研究所、銘建工業㈱）より、木部 0.5%、葉・バーク 1.0%の中間値で設定した。

### 【3.3.1】 燃料 1 kg あたり消費電力

ケース① 吸収式冷温水機：メーカー 1 社聞き取り（矢崎総業）より

冷房能力 105kW、消費電力 1.27kW ÷ ペレット消費 22.2kg/hr = 0.06kWh/kg

ケース② チップボイラー：メーカー 1 社聞き取り（巴商会）より、

暖房能力 30kW、消費電力 1.9kW ÷ 処理量 10.6kg/hr = 0.18kWh/kg

ケース③④ ガス化発電：発電電力で賄うため、消費電力はゼロとする

ケース⑤ 冷凍機：メーカー 1 社聞き取り（矢崎総業）

冷房能力 70kW

冷凍機の 1 時間あたりの消費電力 160Wh/h

ボイラーから冷凍機への必要熱量

100kWh/h (360MJ/h) ÷ ボイラー効率 0.8 ÷ 燃料発熱量 18MJ/kg = 26kg/h

よって燃料 1 kg あたり冷凍機電力 → 160Wh/h ÷ 26kg/h = 0.006kWh/kg

ボイラー電力に比べると無視できる数値なので、ボイラー 0.18kWh/kg と同値とする

ケース⑥ ボイラー+SE：万博公園実証試験データより

消費電力 10.2MJ (2.8kWh) ÷ 投入燃料 (60kg) = 0.05kWh/kg

ケース⑦ ペレットストーブ：メーカー 2 社（さいかい産業、エンバイロファイヤー）の平均より

暖房能力 10kW クラス

消費電力平均 170W ÷ 消費燃料平均 1.9kg/hr = 0.09kWh/kg

ケース⑧ 薪ストーブ：電力使用量はゼロと仮定する

表 1.1-5 コストパラメータ (エネルギー転換モデル)

計算式	項目	単位	ケース① 吸収式 冷温水	ケース② チップ ボイラー	ケース③ ガス化 発電	ケース④ ガス化 発電	ケース⑤ ボイラー +冷凍機	ケース⑥ ボイラー +SE	ケース⑦ ストーブ
【3.5.1】	基準価格	千円	23,000	9,000	400,000	400,000	10,000	17,000	500 (400)
【3.5.1】	基準発電出力 または基準熱出力	kW	105 熱	30 熱	180 発電	180 発電	70 熱	1 発電	10 熱
【3.5.3】	購入電力価格	円/kWh	20	20	20	20	20	20	20
【3.5.4】	作業時間単価	円/hr	-	-	1,500	1,500	-	-	-
【3.5.5】	整備費に対する 維持管理費の割合	%	3	3	3	3	3	3	3

※ケース⑤は冷凍機のみ価格 ※ケース⑦の2段書き箇所は、上段はペレット、下段 () は薪の数値

**【3.5.1】 基準価格と基準発電出力**

ケース① 吸収式冷温水機: メーカー1社聞き取り (矢崎総業) より基準熱出力 105kW の概算工事費

ケース② チップボイラー: メーカー1社聞き取り (巴商会) より、基準熱出力 30kW の概算工事費

ケース③④ ガス化発電 : 事例ヒアリング (中外炉) より基準発電出力 180kW の概算工事費

ケース⑤ 冷凍機 : メーカー1社聞き取り (矢崎総業)  
冷凍機の価格を算定後、別途チップボイラー価格を加えて算定する。  
基準熱出力 70kW の概算工事費

ケース⑥ ボイラー+SE : 万博公園事例ヒアリングより、基準発電出力 1kW の概算工事費

ケース⑦ ペレットストーブ: メーカー2社 (さいかい産業、エンバイロファイヤー) の平均より、基準熱出力 10kW 相当の価格

ケース⑦ 薪ストーブ : メーカー2社 (HWAM 社、Dutchwest 社) の平均より、基準熱出力 10kW 相当の購入価格

**【3.5.3】 購入電力単価**

【2.5.3】と同様

**【3.5.4】 作業時間単価**

H24年度普通作業員設計労務単価の全国平均の8時間割で算定した。

[http://www.zenken-net.or.jp/roumuhi\\_tyosa/koukyo\\_6.html](http://www.zenken-net.or.jp/roumuhi_tyosa/koukyo_6.html) (H25.3参照)

**【3.5.5】 維持管理費の割合**

「バイオマス技術ハンドブック (財新エネルギー財団編)」<sup>5)</sup>P168 で、メンテナンス費は「建設費の2~4%ほどを見込む」と記載されており、この中間値3%を採用した。

#### (4) IV副産物処理モデル

このモデルでは、エネルギー転換において発生した副産物を処理する工程について、必要処理量、作業に要する作業員を算定する。

なお、各ケースの統一条件を以下のとおりとする。

- ・ 製造場所から委託先までの往復距離：10km
  - ・ 副産物搬送車両の積載容量：4 m<sup>3</sup>/台
  - ・ 1日あたりの保管・運搬の実作業時間 5時間
- ※車両準備、片付け、休憩等の時間を除いた時間とする

##### 1) 副産物処理量の算定

年間副産物処理量は「エネルギー転換モデル」で算定した副産物発生量【3.1.4】とする。

$$\text{【4.1.1】 副産物処理量 (m}^3\text{/年)} = \text{【3.1.4】} \div 1,000 \div \text{副産物のかさ比重 (DW-t/m}^3\text{)}$$

##### 2) 必要車両台数および作業人数

副産物の運搬に必要な車両台数および作業人数、必要作業日数は以下の手順で算定する。

$$\text{【4.2.1】 輸送回数 (回/年)} = \text{【4.1.1】} \div \text{車両積載容量 (m}^3\text{/回)} (4\text{m}^3\text{/回)}$$

$$\text{【4.2.2】 総走行距離 (km/年)} = \text{【4.2.1】} \times \text{往復距離 (km/回)} (10\text{km/回)}$$

$$\text{【4.2.3】 走行時間 (hr/年)} = \text{【4.2.2】} \div \text{車両速度 (km/hr)}$$

$$\text{【4.2.4】 積み卸し・保管作業時間 (hr/年)} = \text{【4.2.1】} \times \text{輸送1回あたり作業時間 (hr/回)}$$

$$\text{【4.2.5】 総作業時間 (hr/年)} = \text{【4.2.3】} + \text{【4.2.4】}$$

$$\text{【4.2.6】 必要作業日数 (日/年)} = \text{【4.2.5】} \div \text{1日の作業時間 (5 hr/日)}$$

$$\text{【4.2.7】 必要車両台数 (台)} = \text{【4.2.5】} \div \text{【4.2.6】} \div \text{1日の作業時間 (5 hr/日} \cdot \text{台)}$$

$$\text{【4.2.8】 必要人数 (人)} = \text{【4.2.7】} \times \text{車両1台あたり作業人数 (人/台)}$$

##### 3) ユーティリティ

輸送車両燃料に必要な軽油消費量を算出する。

$$\text{【4.3.1】 軽油消費量 (L/年)} = \text{【4.2.2】} \times \text{車両燃費 (L/km)}$$

##### 4) エネルギー収支

投入エネルギーとして、車両燃料用軽油を計上する。

$$\text{【4.4.1】 軽油消費量 (kWh/年)} = \text{【4.3.1】} \times 37.7 \text{ (MJ/L)} \div 3.6 \text{ (MJ/kWh)}$$

##### 5) コスト

###### ① ユーティリティ

車両燃料の軽油費を計上する。

$$\text{【4.5.1】 軽油購入費 (円/年)} = \text{【4.3.1】} \times \text{軽油価格 (円/L)}$$

###### ② 人件費

副産物処理に要する人件費を計上する。

$$\text{【4.5.2】 人件費 (円/年)}$$

$$= 1 \text{人あたりの総作業時間 (【4.2.5】 / 人)} \times \text{【4.2.8】} \times \text{時間単価 (円/hr)}$$



③副産物処理委託費

以下の式で計上する。

【4.5.3】副産物処理委託費（円/年）

$$= \text{【3.1.4】副産物処理量(DW-kg/年)} \times \text{処理委託単価 (円/DW-kg)}$$

6) モデルパラメータ

以上の計算で用いるパラメータを以下に整理する。収集運搬に関するパラメータは廃棄物収集運搬業者へのヒアリングを参考に想定した。

表 1.1-6 モデルパラメータ（副産物処理モデル）

計算式	項目	単位	設定値
【4.1.1】	副産物のかさ比重	DW-t/m <sup>3</sup>	0.84
【4.2.3】	輸送車両速度	km/hr	40.00
【4.2.4】	1回あたり作業時間	hr/回	0.50
【4.2.7】	搬送・保管作業人数	人/台	2.00
【4.3.1】	処理場所までの輸送車両燃費	km/L	3.00
【4.5.1】	軽油価格	円/L	130
【4.5.2】	作業時間単価	円/hr	1,500
【4.5.3】	処理委託単価	円/DW-kg	10

【4.1.1】副産物のかさ比重

都市ごみ処理システムの分析・計画・評価（技報堂出版 松藤敏彦著）<sup>1)</sup>P.6 より、収集時の焼却灰のかさ密度で設定

【4.2.3】【4.2.4】【4.2.7】【4.3.1】のパラメータ

廃棄物収集運搬業者1社に、4m<sup>3</sup>車両での運搬量・運搬物の条件を提示してヒアリングした結果

【4.5.1】軽油価格

H24年度小売価格全国平均推移から設定（経済産業省 資源エネルギー庁 石油製品価格調査）<sup>2)</sup>  
[http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum\\_and\\_lpgas/pl007/results.html](http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl007/results.html) (H25.3参照)

【4.5.2】作業時間単価

運転と積み下ろし・保管作業を兼任とし、作業時間における積み下ろし・保管作業のウェイトが高いことから、全て普通作業とみなし、  
 H24年度普通作業員設計労務単価の全国平均を8時間割した数値から設定  
[http://www.zenken-net.or.jp/roumuhi\\_tyosa/koukyo\\_6.html](http://www.zenken-net.or.jp/roumuhi_tyosa/koukyo_6.html) (H25.3参照)

【4.5.3】処理委託単価

廃棄物処理業者1社に焼却灰処理費用をヒアリングした結果

## (5) Vエネルギー利用モデル

### 1) 施設のエネルギー削減量

このモデルでは、エネルギー転換設備から供給する電力、熱によって、施設のエネルギー削減効果を確認する。

削減量および導入後のエネルギー使用量は以下の式で算定する。施設での電力および熱の使用量は、5.6.7の負荷モデルで設定する。

$$\text{【5.1.1】 電力削減量 (kWh) = 施設への供給電力 【3.4.2】}$$

$$\text{【5.1.2】 熱削減量 (kWh) = 施設への熱供給量 【3.4.3】}$$

$$\text{【5.1.3】 導入後電力消費量 (kWh) = 施設での電力消費量 - 【5.1.1】}$$

$$\text{【5.1.4】 導入後熱消費量 (kWh) = 施設での熱消費量 - 【5.1.2】}$$

### 2) エネルギー削減率

システム全体の環境評価として、エネルギー削減率を以下のように定義する。

$$\text{【5.2.1】 エネルギー削減率 = システム全体でのエネルギー削減量 / 施設でのエネルギー消費量}$$

$$\text{【5.2.2】 システム全体でのエネルギー削減量}$$

$$= \text{施設への供給によるエネルギー削減量} - \text{システム全体でのエネルギー増加量}$$

$$\text{【5.2.3】 施設への供給によるエネルギー削減量 = 電力削減 【5.1.1】 + 熱削減 【5.1.2】}$$

$$\text{【5.2.4】 システム全体でのエネルギー増加量}$$

$$= \text{保管に伴う軽油消費量 【1.4.1】} + \text{燃料製造に伴う電力消費量 【2.4.1】} + \text{エネルギー転換に伴う電力消費量 【3.4.1】} + \text{副産物に伴う軽油消費量 【4.4.1】}$$

### 3) CO<sub>2</sub>削減率

CO<sub>2</sub>削減率を以下のように定義する。なお、熱量はすべて重油量で換算して、重油消費 CO<sub>2</sub>で評価する。

$$\text{【5.3.1】 CO}_2\text{削減率 = システム全体での CO}_2\text{削減量 / 施設での CO}_2\text{排出量}$$

$$\text{【5.3.2】 システム全体での CO}_2\text{削減量}$$

$$= \text{施設への供給による CO}_2\text{削減量} - \text{システム全体での CO}_2\text{増加量}$$

$$\text{【5.3.3】 施設への供給による CO}_2\text{削減量}$$

$$= \text{【5.1.1】 の電力 CO}_2\text{換算} + \text{【5.1.2】 の重油 CO}_2\text{換算}$$

$$\text{【5.3.4】 システム全体での CO}_2\text{増加量}$$

$$= \text{【1.4.1】 の軽油 CO}_2\text{換算} + \text{【2.4.1】 の電力 CO}_2\text{換算} + \text{【3.4.1】 電力 CO}_2\text{換算} + \text{【4.4.1】 の軽油 CO}_2\text{換算}$$

また、エネルギーおよび CO<sub>2</sub>を算定するにあたって、用いる発熱量および排出係数は下表のとおりとする。

表 1.1-7 発熱量および排出係数

区分	品目	単位	数値	備考
発熱量	軽油	MJ/L	37.7	温室効果ガス算定・報告・公表制度ウェブサイト 排出係数一覧
	重油	MJ/L	39.1	温室効果ガス算定・報告・公表制度ウェブサイト 排出係数一覧
	電力	MJ/kWh	3.6	熱量単位換算
CO <sub>2</sub> 排出係数	軽油	kg-CO <sub>2</sub> /L	2.58	温室効果ガス算定・報告・公表制度ウェブサイト 排出係数一覧
	重油	kg-CO <sub>2</sub> /L	2.71	温室効果ガス算定・報告・公表制度ウェブサイト 排出係数一覧
	電力	kg-CO <sub>2</sub> /kWh	0.55	温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度ウェブサイト 電気事業者別排出係数 (2011年実績) 代替値

温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度ウェブサイト<sup>12)</sup> (H25.3 参照) <http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/>

#### 4) 施設での削減コスト

システム全体を通して、購入電力と燃料の削減コストを以下の式で算出する。なお燃料は重油換算で算出するものとする。

##### 【5.4.1】 購入電力削減 (kWh/年)

= 施設供給による電力削減 【5.1.1】 - 燃料製造に伴う電力消費量 【2.4.1】 - エネルギー転換に伴う電力消費量 【3.4.1】

##### 【5.4.2】 購入電力削減コスト (円/年) = 【5.4.1】 × 購入電力単価

##### 【5.4.3】 燃料削減の重油換算値 (L/年)

= (施設供給による熱削減 【5.1.2】 - 保管に伴う軽油消費量 【1.4.1】 - 副産物に伴う軽油消費量 【4.4.1】) × 3.6 (MJ/kWh) ÷ 重油発熱量 (39.1 MJ/L)

※重油発熱量は表 1.1-7 に記載

##### 【5.4.4】 燃料削減コスト (円/年) = 【5.4.3】 × 重油単価 (80 円/L)

※H24 年度小売価格全国平均推移から設定 (資源エネルギー庁 石油製品価格調査)  
<http://oil-info.ieej.or.jp/price/price.html> (H25.3 参照)

#### 5) システムでのエネルギー製造単価

エネルギー製造単価は、施設に供給するエネルギー (電力+熱) を製造するために要した年間費用 (イニシャルコスト+ランニングコスト) より、エネルギー製造単価を以下の式で算定する。

##### 【5.5.1】 エネルギー製造単価 (円/kWh)

= {イニシャルコスト年間費用 (円/年) + ランニングコスト (円/年)}  
÷ {供給電力 【5.1.1】 (kWh/年) + 供給熱量 【5.1.2】 (kWh/年)}

##### 【5.5.2】 イニシャルコストの年間費用 (円/年)

= イニシャルコスト対象費用 (円) ÷ 耐用年数 (年)

なお、イニシャルコストの年間費用は、以下の条件で算定する。

- ・ 補助金等を活用できると仮定し、対象となる費用はイニシャルコストの 50% とする。
- ・ 耐用年数は、プラント 10 年、剪定枝保管施設 30 年とする。

(6) 冷暖房・電力負荷の時間モデル設定方法

ケーススタディのための、エネルギー供給施設の各種負荷を設定する。

各ケースに対応した、モデルは以下の表の通りとし、それぞれのモデルの設定方法を次項以降に示す。モデル設定に当たっては、本編 表 4.5-8 のヒアリング調査結果を参照とし、エネルギーの供給対象は、本編 表 4.6-6 に示した通り、施設の管理棟のみを対象とした。

表 1.1-8 ケーススタディと需要モデルの対応表

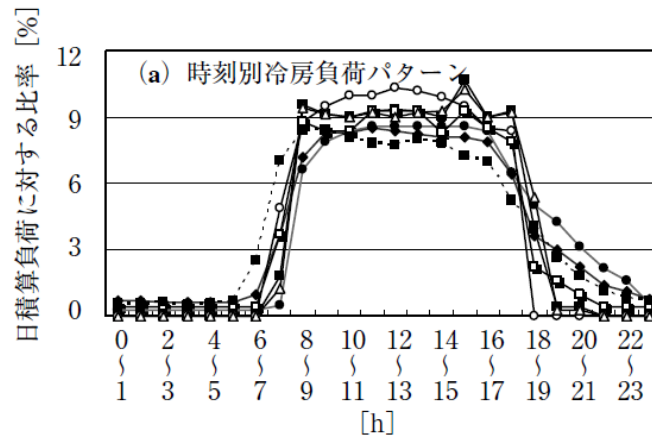
ケーススタディ \ 需要モデル	A 冷房負荷 (海の中道海浜公園)	B 暖房負荷 (滝野すずらん丘陵公園)	C 冷暖房負荷 (ひたち海浜公園)	D 電力負荷 (滝野すずらん丘陵公園)
ケース① 冷房需要型	● (ペレット)			
ケース② 暖房(給湯)需要		● (チップ)		
ケース③ 電力需要				● (チップ)
ケース④ 電力需要+暖房(給湯)需要		● (チップ)		● (チップ)
ケース⑤ 冷暖房需要			● (ペレット)	
ケース⑥ 電力需要+暖房(給湯)需要		● (チップ)		● (チップ)
ケース⑦ 熱利用ーストーブ対応				

## 1) A:冷房負荷モデル

冷房ベース負荷設定方法の考え方を以下に示す。

- ① 主な冷房機器が吸収式冷凍機のように、専用の燃料を使用するものの場合、また、冷房のみの電力消費量が判明する場合は、「B:暖房負荷モデル」と同様の設定方法とする。
- ② 施設全体の電力消費量の中に冷房負荷が含まれている場合、実質の消費量は判断が困難なため、推計によってモデルを設定する。
- ③ 一般的な大規模事務所施設の単位面積当たり年間冷房負荷<sup>※</sup>に、施設面積を乗じて、年間冷房負荷推計値とする。
- ④ 冷熱供給期間を設定する。
- ⑤ 冷熱供給期間内での電力消費量の割合に、②の年間冷房負荷推計値を乗じたものを、その月の冷房負荷とする。
- ⑥ ⑤で設定した各月の冷房負荷に対し、暖房と同様に、下図の冷房の時刻別負荷パターンを参考に、1日の時間別冷房負荷モデルを設定する。その際、施設の稼働時間外は全て消費量を「0」とし、全体で100%になるように稼働時間内で比率を上乗せする。

※「空調調和ハンドブック改訂第5版」<sup>13)</sup> 建物用途別熱負荷原単位の大規模事務所の年間冷房負荷を採用



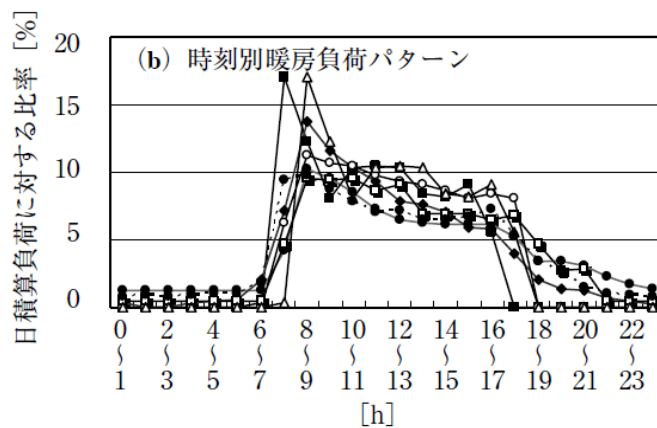
出典: 空調調和衛生工学便覧第14版3 空調調和編 (編集・発行 空調調和・衛生工学会, 2010) <sup>14)</sup> 第8章事務所施設 p354

図 1.1-1 時間別冷房負荷モデル

## 2) B:暖房負荷モデル

暖房ベース負荷設定方法の考え方を以下に示す。

- ① ヒアリング結果から、年間の月別燃料消費量を整理する。燃料の消費量に発熱量及びボイラー効率を乗じたものを、各月の供給熱量とする。
- ② 各月の供給熱量を日数で割り、日あたり供給熱量とする。その後、下図の暖房時刻別負荷モデルを参考に、1日の時間別暖房負荷モデルを設定する。その際、施設の稼働時間外は全て消費量を「0」とし、全体で100%になるように稼働時間内で比率を上乗せする。
- ③ 作成した時間別暖房負荷モデルの数値の範囲内で、ケーススタディ上のベース負荷を設定する。実際のシミュレーション上は公園内の剪定枝発生量と比較し、フィードバックしながら、発生量の範囲内での供給量を設定していく。



出典：空気調和衛生工学便覧第14版3 空気調和編（編集・発行 空気調和・衛生工学会，2010）<sup>14)</sup>第8章事務所施設 p354

図 1.1-2 時間別暖房負荷モデル

## 3) C:冷暖房負荷モデル

冷暖房ベース負荷設定方法の考え方を以下に示す。

- ① 単一の空調機による冷暖房の切替を想定する。
- ② 冷暖房期間以外の電力消費量平均値を、冷暖房期間の電力消費量から差引く。
- ③ ②を冷暖房に消費する電力消費量とする。
- ④ 空調機の COP を設定し、電力消費量に乗じることで各月の冷暖房負荷とする。
- ⑤ 時間別の設定方法は前述の暖房モデルと同様とする。

※COP とは冷暖房の平均エネルギー消費効率のことで、投入エネルギーに対してどの程度冷暖房として供給できるかを示したもので、「成績係数」とも言う。

## 4) D:電力量ベース負荷

電力量ベース負荷設定方法の考え方を以下に示す。

- ① 月ごとの電力消費量を整理する。
- ② 施設の稼働時間を設定し、毎月の電力使用量を稼働時間で除したものを時間負荷<sup>\*</sup>とする。

<sup>\*</sup>本検討は、公園内植物廃材発生量で賄うべき電力需要ベース負荷を設定するためのものであるため、施設内照明負荷、冷暖房など動力負荷は、稼働時間内に大きな差はないという前提で設定した。

(7) 冷暖房・電力負荷の設定モデル

上記に従って設定したそれぞれのモデルについて以下に整理する。

1) 需要モデル A (冷房負荷主体)

冷房負荷主体としては九州の公園を想定した。

推計の結果、最小約 16,000kWh/月、最大約 52,000kWh/月、平均約 29,000kWh/月となった。

前述の時刻別モデルの設定方法に従うと、最小値である 5 月の時間別の負荷は約 50~60kW と推計される。

表 1.1-9 設定値諸元

項目	諸元
名称	国営海の中道海浜公園
想定	冷房負荷需要地
管理棟延床面積	2,166m <sup>2</sup>
使用燃料	-
燃料供給用途	-
電力供給用途	管理棟照明、チリングユニット、外調機、FCU、ボイラー、ポンプなど
施設稼動時間設定	9時～18時(9時間)

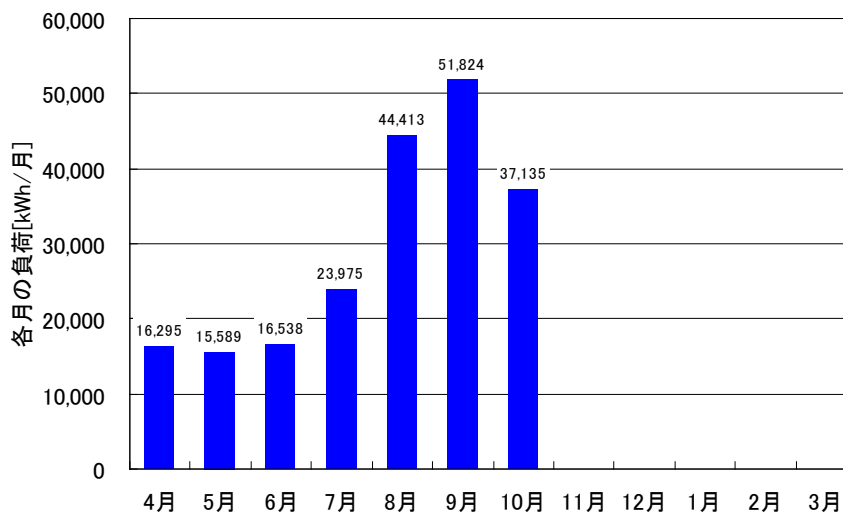


図 1.1-3 各月の冷房負荷推計値

※ヒアリング調査時に提供された管理棟のエネルギー使用量をもとに、モデル設定方法に従い推計して作成  
(本編 表 4.5-8 参照)

5月

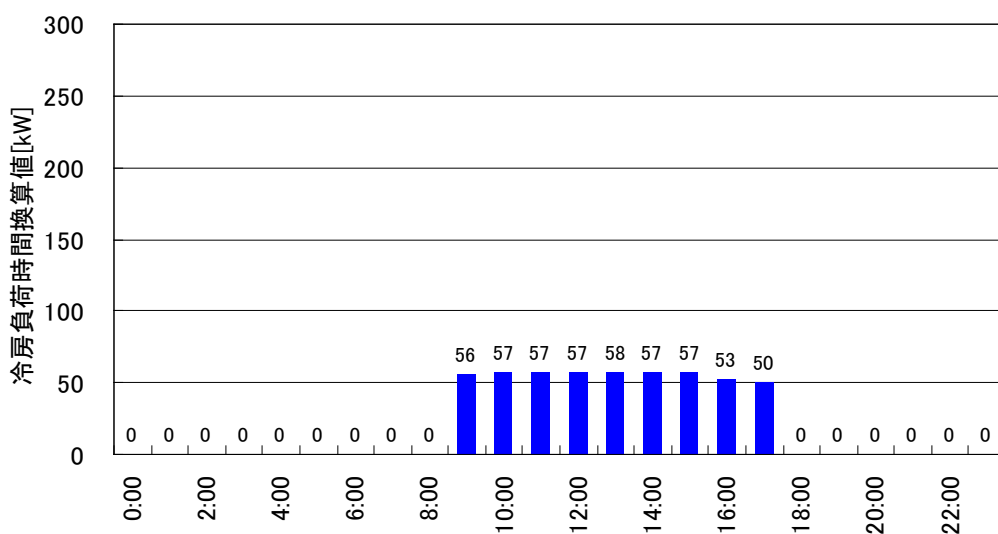


図 1.1-4 時間別冷房負荷設定値

**【時間別負荷計算手法】**

①

	冷房負荷推計値 (kWh/月)	供給熱量換算 (MJ/月)	日数	kWh/日
4月	16,295	58,661	30	543
5月	15,589	56,121	31	503
6月	16,538	59,537	30	551
7月	23,975	86,311	31	773
8月	44,413	159,888	31	1433
9月	51,824	186,567	30	1727
10月	37,135	133,686	31	1198
11月		0	30	0
12月		0	31	0
1月		0	31	0
2月		0	28	0
3月		0	31	0
合計	205,770	0	365	-

②

パーセント設定	時刻	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
0	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	8:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.1	9:00	60	56	61	86	159	192	133	0	0	0	0	0
11.4	10:00	62	57	63	88	163	197	137	0	0	0	0	0
11.4	11:00	62	57	63	88	163	197	137	0	0	0	0	0
11.3	12:00	61	57	62	87	162	195	135	0	0	0	0	0
11.5	13:00	63	58	63	89	165	199	138	0	0	0	0	0
11.4	14:00	62	57	63	88	163	197	137	0	0	0	0	0
11.4	15:00	62	57	63	88	163	197	137	0	0	0	0	0
10.5	16:00	57	53	58	81	151	182	126	0	0	0	0	0
9.9	17:00	54	50	55	77	142	171	119	0	0	0	0	0
0.0	18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

③ 単位:kW

①推計した日負荷を、②図 1.1-1 のグラフを参考におおよそグラフと同じようなパターンに設定した時間別負荷割合に応じて割り振ることによって、③時間負荷を設定する。



## 2) 需要モデルB（暖房負荷主体）

暖房負荷主体としては北海道の公園を想定した。

推計の結果、最小約 4,300kWh/月、最大約 43,000kWh/月、平均約 27,000kWh/月となった。年平均負荷の半分以下である 10 月、5 月を除いた最小値は 4 月の負荷であり、前述の時刻別モデルの設定方法に従うと、時間別の負荷は約 60～100kW と推計される。

表 1.1-10 設定地諸元

項目	諸元
名称	国営滝野すずらん丘陵公園
モデル	暖房負荷需要地
管理棟延床面積	2,292m <sup>2</sup>
使用燃料	灯油
燃料供給用途	暖房
電力供給用途	管理棟照明、ボイラー、ポンプ、電気温水器など
施設稼動時間設定	8時～17時（9時間）
灯油発熱量	36.7MJ/L
ボイラー効率	0.9

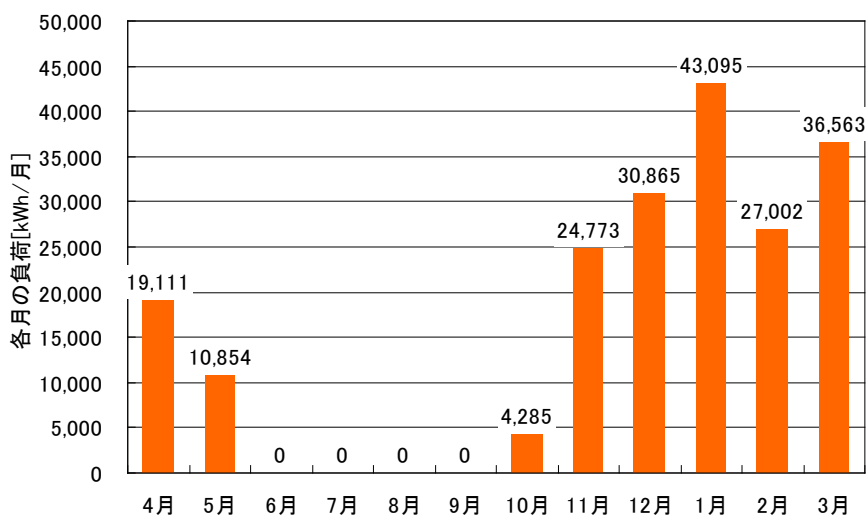


図 1.1-5 各月の暖房負荷推計値

※ヒアリング調査時に提供された管理棟のエネルギー使用量をもとに、モデル設定方法に従い推計して作成  
(本編 表 4.5-8 参照)

4月

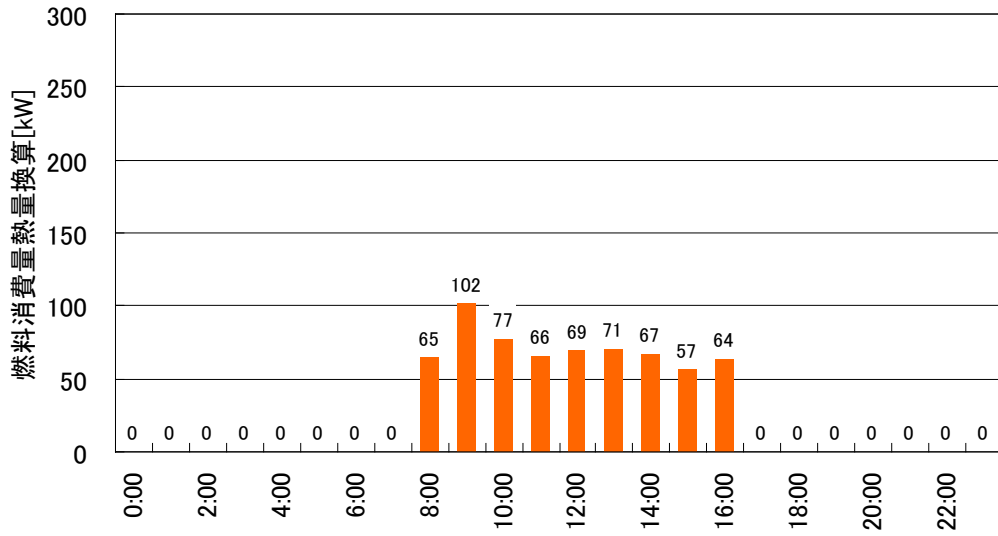


図 1.1-6 時間別暖房負荷設定値

**【時間別負荷計算手法】**

①

	燃料量 (L/月)	供給熱量換算 (kWh/月)	供給熱量換算 (MJ/月)	日数	kWh/日
4月	2,083	19,111	68,801	30	637
5月	1,183	10,854	39,074	31	350
6月				30	0
7月				31	0
8月				31	0
9月				30	0
10月	467	4,285	15,425	31	138
11月	2,700	24,773	89,181	30	826
12月	3,364	30,865	111,113	31	996
1月	4,697	43,095	155,142	31	1390
2月	2,943	27,002	97,207	28	964
3月	3,985	36,563	131,625	31	1179
合計	21,422	218,385	786,187	365	-

②

パーセント設定	時刻	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
0.0	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.2	8:00	65	36	0	0	0	0	14	84	101	141	98	120
16.0	9:00	102	56	0	0	0	0	22	132	159	222	154	188
12.1	10:00	77	42	0	0	0	0	17	100	120	168	116	142
10.4	11:00	66	36	0	0	0	0	14	86	103	144	100	122
10.9	12:00	69	38	0	0	0	0	15	90	108	151	105	128
11.1	13:00	71	39	0	0	0	0	15	91	110	154	107	131
10.6	14:00	67	37	0	0	0	0	15	87	105	147	102	125
8.9	15:00	57	31	0	0	0	0	12	73	88	123	86	105
10.0	16:00	64	35	0	0	0	0	14	82	99	139	96	118
0.0	17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

③

単位: kW

①推計した日負荷を、②図 1.1-2 のグラフを参考におおよそグラフと同じようなパターンに設定した時間別負荷割合に応じて割り振ることによって、③時間負荷を設定する。

### 3) 需要モデルC (冷暖房負荷)

冷暖房負荷主体としては関東の公園を想定した。

推計の結果、冷房においては最小約 11,000kWh/月、最大約 22,000kWh/月、平均約 18,000kWh/月となった。最小値である9月の時間別の負荷は約 40kW と推計される。

また、暖房においては最小約 14,000kWh/月、最大約 30,000kWh/月、平均約 21,000kWh/月となった。最小値である3月の時間別の負荷は約 40~80kW と推計される。

表 1.1-11 設定地諸元

項目	諸元
名称	国営ひたち海浜公園
モデル	冷暖房負荷需要地
管理棟延床面積	2513.3m <sup>2</sup>
使用燃料	-
燃料供給用途	-
施設稼動時間設定	8時～17時(9時間)
空調機想定 COP	冷房：4 暖房：3

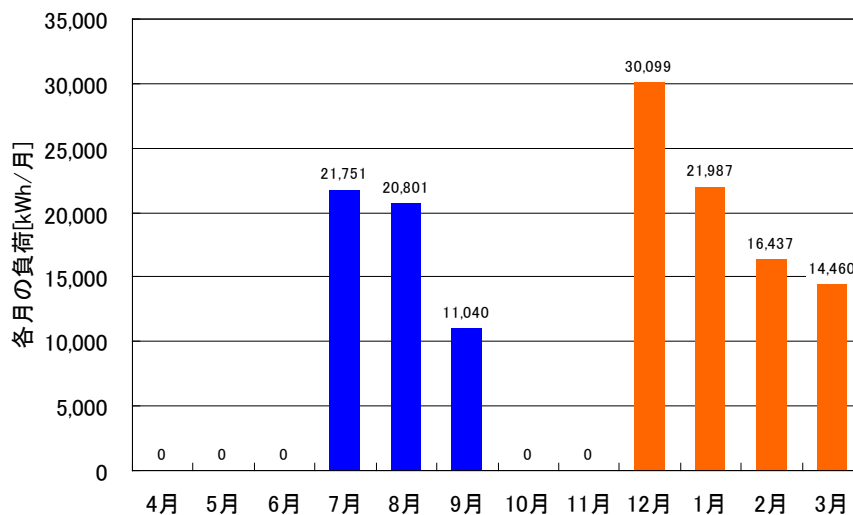


図 1.1-7 各月の冷暖房負荷推計値

※ヒアリング調査時に提供された管理棟のエネルギー使用量をもとに、モデル設定方法に従い推計して作成  
(本編 表 4.5-8 参照)

9月

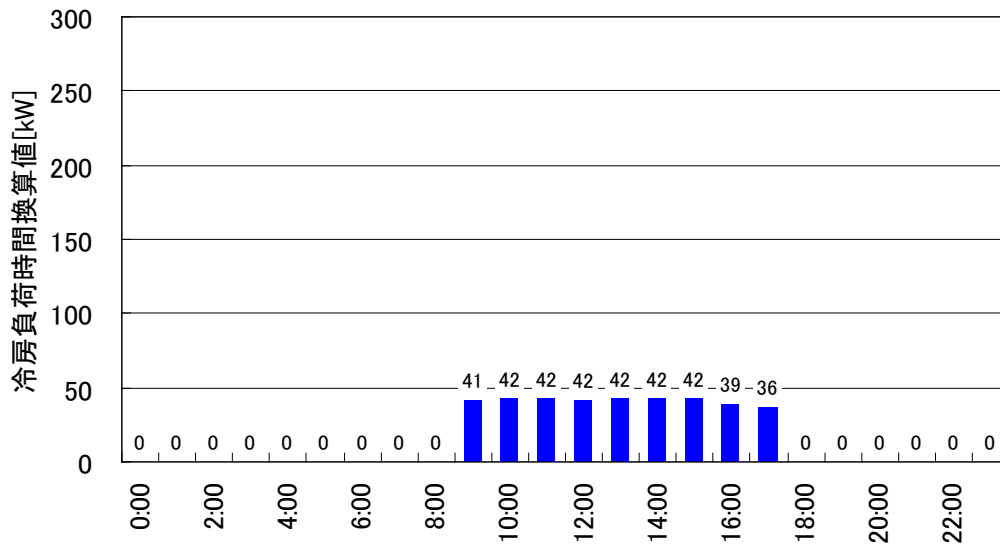


図 1.1-8 時間別冷房負荷設定値

3月

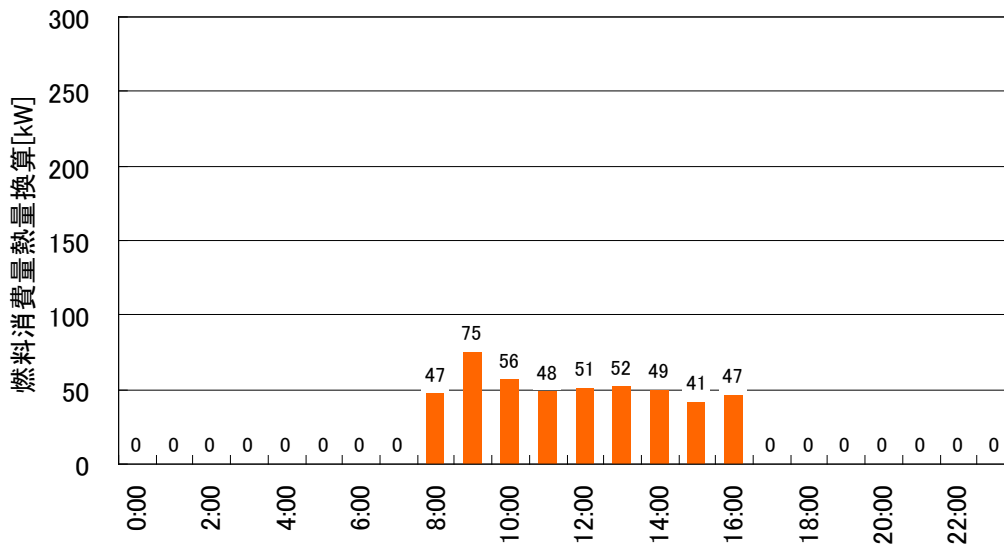


図 1.1-9 時間別暖房負荷設定値

【時間別負荷計算手法】

①

月	冷房負荷推計値 (kWh/月)	供給熱量換算 (MJ/月)	日数	kWh/日
4月		0	30	0
5月		0	31	0
6月		0	30	0
7月	21,751	78,305	31	702
8月	20,801	74,883	31	671
9月	11,040	39,744	30	368
10月		0	31	0
11月		0	30	0
12月		0	31	0
1月		0	31	0
2月		0	28	0
3月		0	31	0
合計	53,592		365	-

①推計した日負荷を、②図 1.1-1 のグラフを参考におおよそグラフと同じようなパターンに設定した時間別負荷割合に応じて割り振ることによって、③時間負荷を設定する。

②

③

パーセント設定	時刻	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
0	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	8:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.1	9:00	0	0	0	78	75	41	0	0	0	0	0	0
11.4	10:00	0	0	0	80	77	42	0	0	0	0	0	0
11.4	11:00	0	0	0	80	77	42	0	0	0	0	0	0
11.3	12:00	0	0	0	79	76	42	0	0	0	0	0	0
11.5	13:00	0	0	0	81	77	42	0	0	0	0	0	0
11.4	14:00	0	0	0	80	77	42	0	0	0	0	0	0
11.4	15:00	0	0	0	80	77	42	0	0	0	0	0	0
10.5	16:00	0	0	0	74	71	39	0	0	0	0	0	0
9.9	17:00	0	0	0	70	67	36	0	0	0	0	0	0
0.0	18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

【時間別負荷計算手法】

①

月	燃料量 (L/月)	供給熱量換算 (kWh/月)	供給熱量換算 (MJ/月)	日数	kWh/日
4月				30	0
5月				31	0
6月				30	0
7月				31	0
8月				31	0
9月				30	0
10月				31	0
11月				30	0
12月		30,099		31	971
1月		21,987		31	709
2月		16,437		28	587
3月		14,460		31	466
合計		82,983		365	-

①推計した日負荷を、②図 1.1-2 のグラフを参考におおよそグラフと同じようなパターンに設定した時間別負荷割合に応じて割り振ることによって、③時間負荷を設定する。

②

③

パーセント設定	時刻	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
0.0	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.2	8:00	0	0	0	0	0	0	0	0	99	72	60	47
16.0	9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	155	113	94	75
12.1	10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	117	86	71	56
10.4	11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	101	74	61	48
10.9	12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	106	77	64	51
11.1	13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	108	79	65	52
10.6	14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	103	75	62	49
8.9	15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	86	63	52	41
10.0	16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	97	71	59	47
0.0	17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

#### 4) 需要モデルD (電力負荷)

電力モデルは、暖房モデルと同様に寒冷地の公園の事例を採用した。暖房用の燃料が電力消費量とは別に計上されているためである。

推計の結果、電力消費量は最小約 13,600kWh/月、最大約 29,000kWh/月、平均約 19,000kWh/月となった。前述の時刻別モデルの設定方法に従うと、最小値である 10 月の時間別の負荷は約 50kW と推計される。

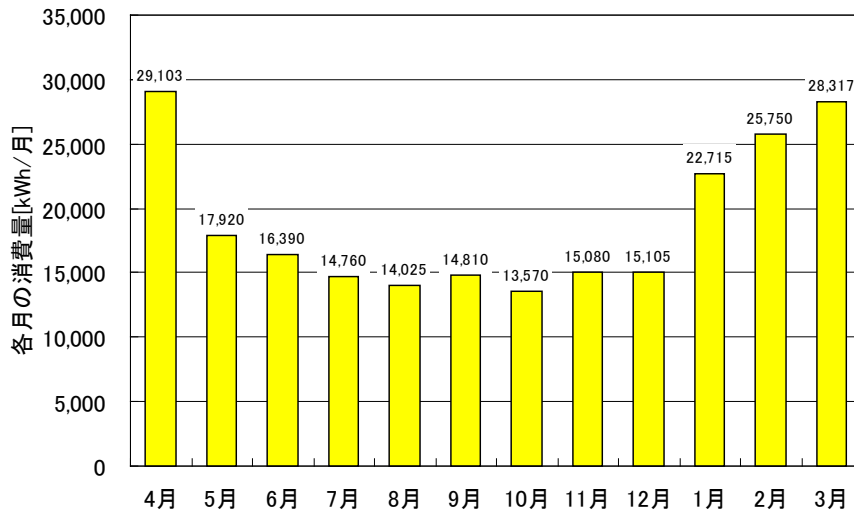


図 1.1-10 各月の電力負荷推計値

※ヒアリング調査時に提供された管理棟のエネルギー使用量をもとに、モデル設定方法に従い推計して作成  
(本編 表 4.5-8 参照)

#### 10月

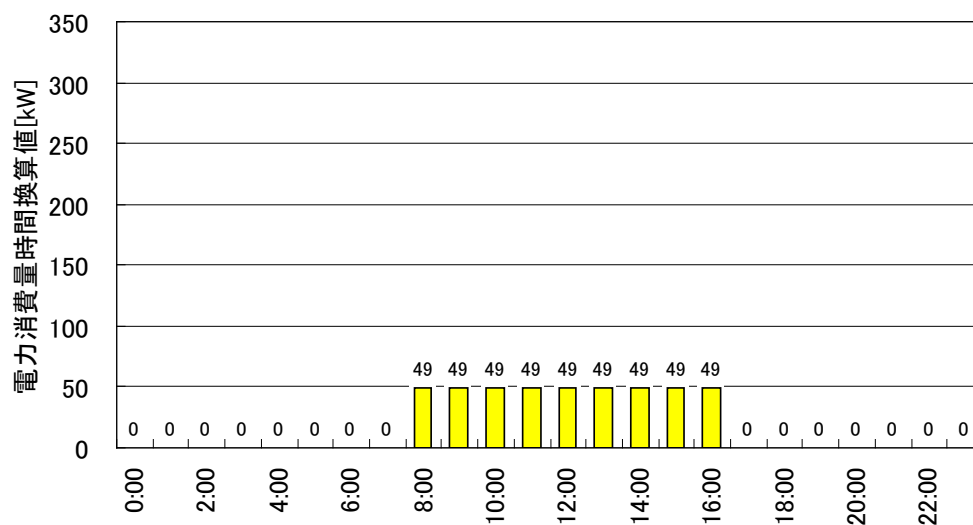


図 1.1-11 時間別電力負荷設定値

【時間別負荷計算手法】

①

	電力消費量 (kWh/月)	日数	kWh/日
4月	29,103	30	970
5月	17,920	31	578
6月	16,390	30	546
7月	14,760	31	476
8月	14,025	31	452
9月	14,810	30	494
10月	13,570	31	438
11月	15,080	30	503
12月	15,105	31	487
1月	22,715	31	733
2月	25,750	28	920
3月	28,317	31	913
合計	227,545	365	-

①推計した日負荷を、施設稼働時間を考慮して均等とした、時間別負荷割合に応じて割り振ることによって、③時間負荷を設定する。

②

③

		単位: kW											
時刻		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
0.0	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.1	8:00	108	64	61	53	50	55	49	56	54	81	102	101
11.1	9:00	108	64	61	53	50	55	49	56	54	81	102	101
11.1	10:00	108	64	61	53	50	55	49	56	54	81	102	101
11.1	11:00	108	64	61	53	50	55	49	56	54	81	102	101
11.1	12:00	108	64	61	53	50	55	49	56	54	81	102	101
11.1	13:00	108	64	61	53	50	55	49	56	54	81	102	101
11.1	14:00	108	64	61	53	50	55	49	56	54	81	102	101
11.1	15:00	108	64	61	53	50	55	49	56	54	81	102	101
11.1	16:00	108	64	61	53	50	55	49	56	54	81	102	101
0.0	17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 1.2 ケーススタディ算定結果

以上より、ケーススタディごとに算定結果を示すとともに、施設仕様、ユーティリティ、作業人員、物質収支およびエネルギーフロー、コスト、配置図面を示す。

### (1) ケース① 熱利用－冷房需要

剪定枝をペレットにし、吸収式冷温水器で冷熱を供給する。

- ・ 剪定枝発生量:100 DW-t/年
- ・ 剪定枝発生場所から保管場所までの往復距離：3 km
- ・ エネルギー転換設備から廃棄物処理施設までの往復距離：10km
- ・ 冷熱需要モデル A
- ・ 供給先の年間冷熱需要：約 205,800kWh/年
- ・ 供給規模設定：50kW(月需要量が最小となる月でベース負荷を設定)
- ・ 冷熱供給時間：4月から10月までの214日、1日あたり9時間(DSS 運転)
- ・ ペレット製造工程：1次破碎・2次破碎・圧縮成型の3段階
- ・ ペレットの含水率は、成型工程での水分減少をふまえ、10%
- ・ ペレット製造時間：1日あたり8時間(DSS 運転)
- ・ ペレット製造設備および吸収式冷温水器の耐用年数：10年
- ・ 原材料および燃料保管施設の耐用年数：30年

#### 1) 施設仕様 (表 1.2-1 を参照)

- ・ 供給に必要な剪定枝の量は年間約 19 DW-t/年となり、剪定枝発生量の約 19%程度であった。
- ・ 残る剪定枝 81 DW-t/年 (81%) は、刈草とともに緑のリサイクルとして利用可能である。
- ・ 副産物処理量は約 1.5 DW-t/年となった。
- ・ 年間を通して必要な作業は2人で対応可能である。

#### 2) 導入効果 (図 1.2-2 を参照)

- ・ 施設での年間冷熱需要の約 47%を占める 96,300kWh/年をペレットで代替することができた。
- ・ システム全体で投入されたエネルギーは約 15,900kWh/年となり、供給エネルギーの約 17%を占めており、システム全体での削減量は約 80,500kWh/年となる。
- ・ 供給施設の熱需要におけるエネルギー削減率は約 39%、CO2 削減率は約 30%であった。

#### 3) コスト (表 1.2-4 および図 1.2-3 を参照)

- ・ イニシャルコスト合計は、約 96,000 千円であった。コスト内訳は、吸収式冷温水器が約 15%、原材料保管施設が約 18%、ペレット製造設備が約 67%となった。
- ・ ランニングコスト (ユーティリティ、人件費、維持管理費、その他の合計) は、年間約 3,200 千円/年であり、うち維持管理費が約 75%と大部分を占めている。
- ・ エネルギー削減量 80,500kWh/年を重油削減額 (重油 1L 80 円で想定) に換算すると、約 658 千円/年となり、削減額によるイニシャルコストの回収は厳しい (計算式【5.4.4】で算定)。
- ・ 設定した耐用年数をもとに、イニシャルコストの 1/2 を補助金等で充当した場合、イニシャルおよびランニングの年間コストより算定したエネルギー製造単価は、1 kWh あたり約 77 円と試算され、重油 1 kWh あたり価格 (約 8 円) の約 10 倍となる (計算式【5.5.1】で算定)。



表 1.2-1 施設仕様 (ケース①)

区分	仕様	単位	数値	備考
保管設備	剪定枝保管量	DW-kg/年	19,067	計算式【2.1.3】で算定
	剪定枝保管容量	kg (50%-w. b)/年	38,134	計算式【1.1.1】で算定
	保管必要面積	m <sup>3</sup>	381	計算式【1.1.2】で算定
		m <sup>2</sup>	191	計算式【1.1.3】で算定
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値
	必要作業日数	日/年	12	計算式【1.2.6】で算定
	搬送車両積載量	m <sup>3</sup> /台	4	モデル設定値
	必要車両台数	台	1	計算式【1.2.7】で算定
燃料製造設備	燃料種別		ペレット	
	燃料使用量	DW-kg/年	19,067	計算式【3.1.3】で算定
		kg (10%-w. b)/年	21,186	計算式【3.1.3】で算定
	日製造規模	DW-kg/日	1,440	計算式【2.1.1】で算定
		kg (10%-w. b)/日	1,600	計算式【2.1.1】で算定
	製造能力	DW-kg/h	180	計算式【2.1.1】で算定
		kg (10%-w. b)/h	200	計算式【2.1.1】で算定
	日稼働時間	h/日	8	モデル設定値
	年間稼働日数	日/年	13	計算式【2.1.2】で算定
	年間稼働時間	h/年	104	計算式【2.1.2】で算定
	燃料保管容量	m <sup>3</sup>	2	計算式【2.1.4】で算定
	燃料保管面積	m <sup>2</sup>	1	計算式【2.1.5】で算定
エネルギー転換設備	供給方式		熱供給	
			吸収式冷温水	
	熱供給能力	kW	50	モデル設定値
	年間熱供給量	kWh/年	96,300	計算式【3.4.3】で算定
	日稼働時間	h/日	9	モデル設定値
	年間稼働日数	日/年	214	モデル設定値
年間稼働時間	h/年	1,926	モデル設定値	
副産物処理	処理方式		委託処理	
	副産物処理量	DW-kg/年	1,526	計算式【3.1.4】で算定
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値
	必要作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定
	搬送車両積載量	m <sup>3</sup> /台	4	モデル設定値
	必要車両台数	台	1	計算式【4.2.7】で算定

表 1.2-2 ユーティリティ (ケース①)

区分	項目	単位	数値	備考
保管	軽油	L/年	95	計算式【1.3.1】で算定
燃料製造	電力	kWh/年	13,585	計算式【2.4.1】で算定
エネルギー転換	電力	kWh/年	1,270	計算式【3.4.1】で算定
副産物処理	軽油	L/年	3	計算式【4.3.1】で算定

表 1.2-3 必要作業人数 (ケース①)

区分	作業	単位	数値	備考
保管	人数	人	2	計算式【1.2.8】で算定
	作業日数	日/年	12	計算式【1.2.6】で算定
燃料製造	人数	人	2	計算式【2.2.1】で算定
	作業日数	日/年	13	計算式【2.1.2】で算定
副産物処理	人数	人	2	計算式【4.2.8】で算定
	作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定

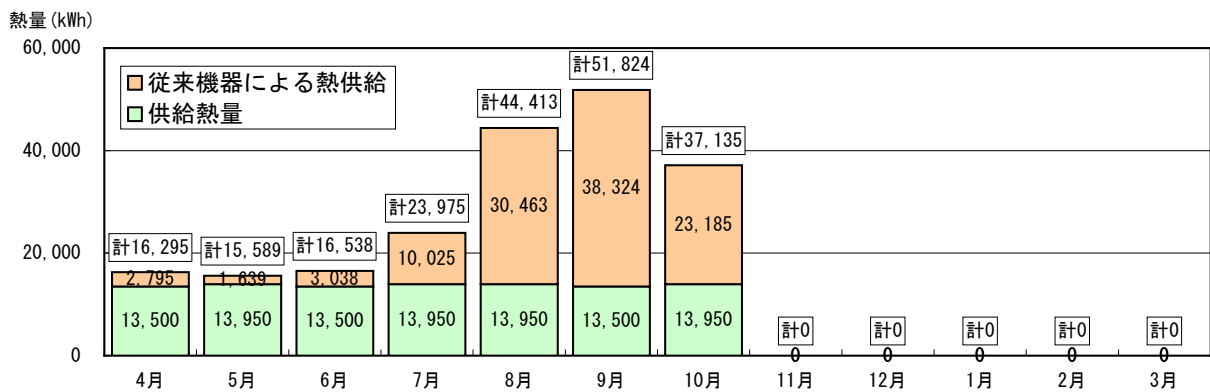


図 1.2-1 施設へのエネルギー供給状況 (ケース①)

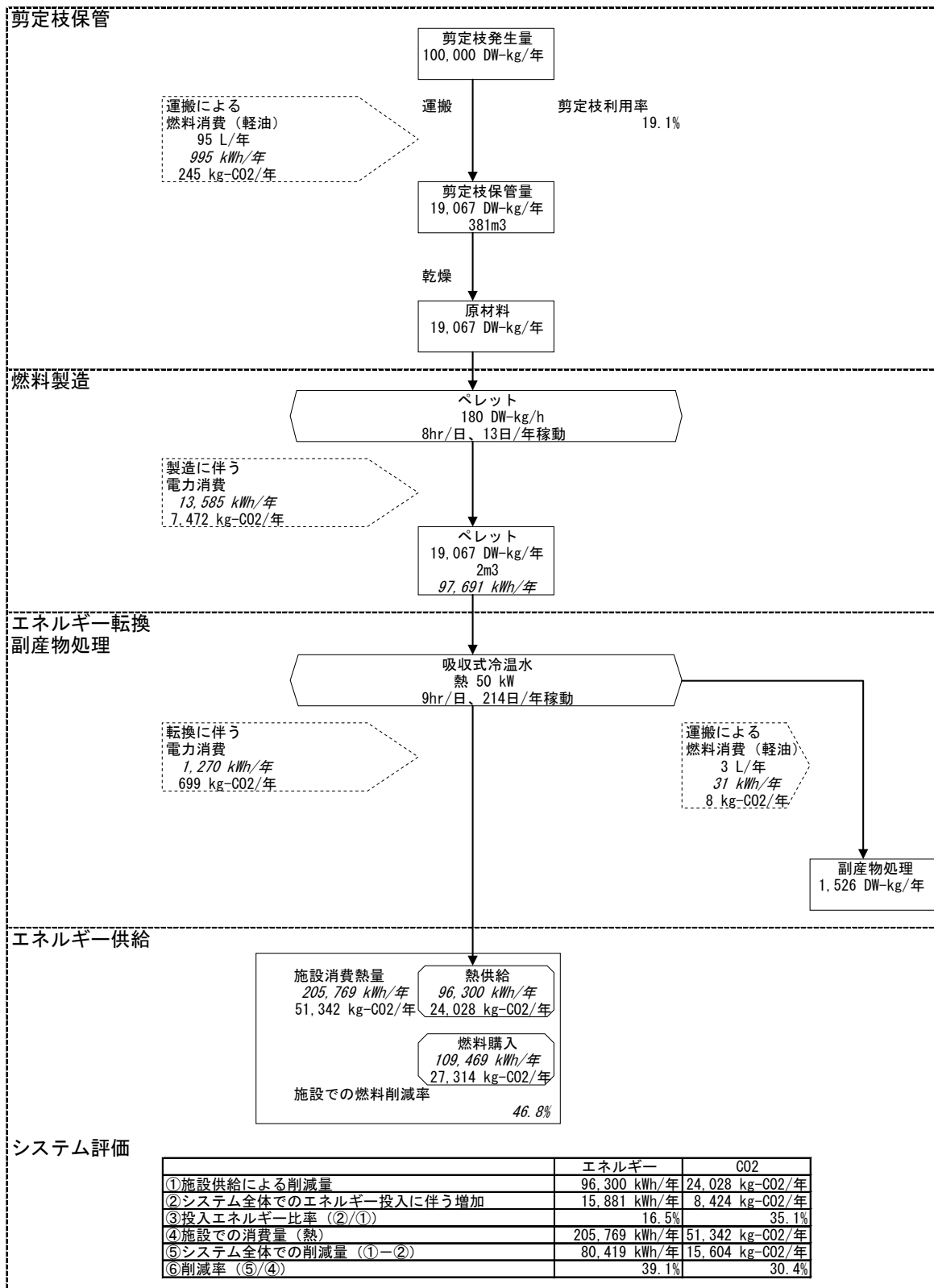


図 1.2-2 物質収支およびエネルギーフロー (ケース①)

表 1.2-4 コスト算定結果一覧（ケース①）

イニシャルコスト

(単位：円)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
保管設備	原材料・燃料保管施設	m <sup>2</sup>	192	90,000 円/m <sup>2</sup>	17,280,000
					17,280,000
燃料製造設備 ペレット	製造施設整備費	kg/h	200	320 千円/kg/h	64,000,000
					64,000,000
エネルギー転換設備 吸収式冷温水	転換施設整備費	kW	50	295 千円/kW	14,737,000
					14,737,000
全体					96,017,000

※燃料製造設備製造能力の数値はwetベースとする

ユーティリティ

(単位：円/年)

区分	項目	単位	数量	単価	金額
保管	軽油	L	95	130 円/L	12,350
	計				12,350
燃料製造 ペレット	購入電力	kWh	13,585	20 円/kWh	271,700
					271,700
エネルギー転換 吸収式冷温水	購入電力	kWh	1,270	20 円/kWh	25,400
					25,400
副産物処理	軽油	L	3	130 円/L	390
					390
全体					309,840

人件費

(単位：円/年)

区分	作業	単位	数量	単価	金額
保管	搬入保管	h	116	1,500 円/h	174,000
燃料製造	製造作業	h	208	1,500 円/h	312,000
エネルギー転換	転換作業	h	0	1,500 円/h	0
副産物処理	副産物搬出	h	2	1,500 円/h	3,000
全体					489,000

設備維持管理費

イニシャルコスト×比率で算定

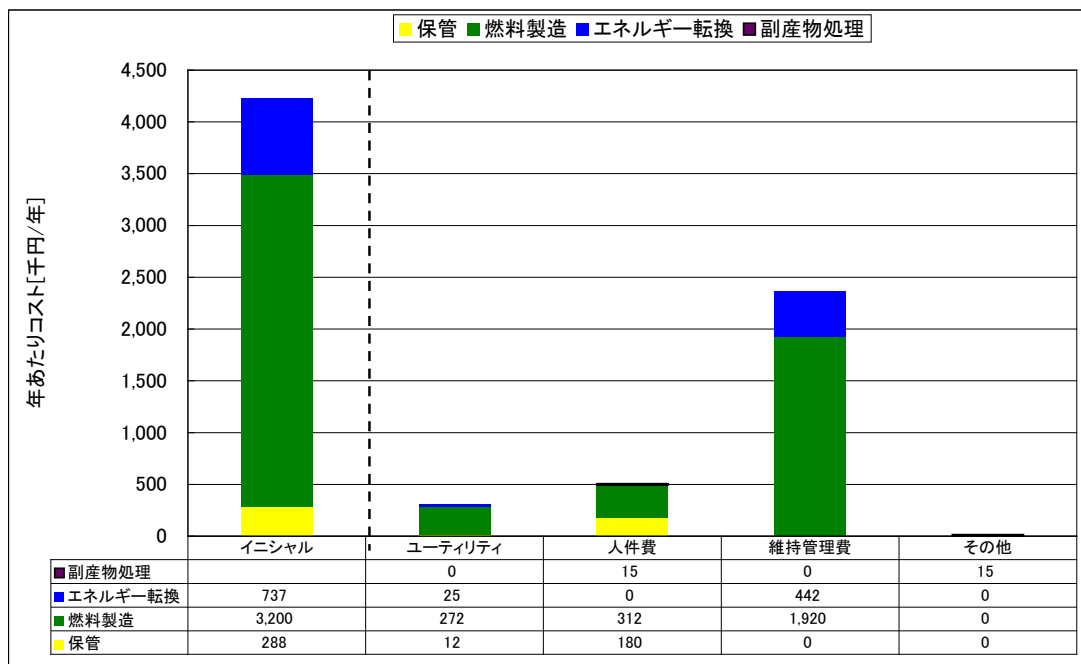
(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
燃料製造設備	製造施設	%	3		1,920,000
					1,920,000
エネルギー転換設備	転換施設	%	3		442,000
					442,000
全体					2,362,000

その他費用

(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
副産物処理 委託処理	1 転換時副産物処理委託費	DW-kg	1,526	10 円/kg	15,260
全体					15,260



イニシャルコストの年間コスト換算条件

- ・建設費の1/2を補助金等で充当するものとし、これらの相当額を除く。
- ・耐用年数：保管設備30年、プラント10年で設定した。

図 1.2-3 年間コスト比較 (ケース①)

## (2) ケース② 熱利用—暖房（給湯）需要

剪定枝をチップにし、チップボイラーで暖房または給湯の温熱を供給する。

- ・ 剪定枝発生量：100 DW-t/年
- ・ 剪定枝発生場所から保管場所までの往復距離：3km
- ・ エネルギー転換設備から廃棄物処理施設までの往復距離：10km
- ・ 暖房需要モデル B
- ・ 供給先の年間暖房需要：約 196,500kWh/年
- ・ 供給ベース負荷設定：70kW(月需要量が最小となる月で設定)
- ・ 熱供給時間：11月から4月までの181日、1日あたり9時間(DSS 運転)
- ・ チップの含水率は、自然乾燥時から変わらないものとし、20%
- ・ チップ製造時間：1日あたり8時間(DSS 運転)
- ・ チップ製造設備およびチップボイラーの耐用年数：10年
- ・ 原材料および燃料保管施設の耐用年数：30年

### 1) 施設仕様（表 1.2-5 を参照）

- ・ 供給に必要な剪定枝の量は年間約 29 DW-t/年となり、剪定枝発生量の約 29%程度であった。
- ・ 残る剪定枝 71 DW-t/年（71%）は、刈草とともに緑のリサイクルとして利用可能である。
- ・ 副産物処理量は約 2.3 DW-t/年となった。
- ・ 年間を通して必要な作業は2人で対応可能である。

### 2) 導入効果（図 1.2-5 を参照）

- ・ 施設での年間暖房需要の約 58%を占める約 114,000kWh/年をチップ燃料で代替することができた。
- ・ システム全体で投入されたエネルギーは約 14,800kWh/年となり、供給エネルギーの約 13%を占めており、システム全体での削減量は約 99,200kWh/年となる。
- ・ 供給施設の熱需要におけるエネルギー削減率は約 51%、CO<sub>2</sub>削減率は約 42%であった。

### 3) コスト（表 1.2-8 および図 1.2-6 を参照）

- ・ イニシャルコスト合計は、約 63,200 千円であった。コスト内訳は、チップボイラーが約 24%、原材料保管施設が約 41%、チップ製造設備が約 35%となった。
- ・ ランニングコスト（ユーティリティ、人件費、維持管理費、その他の合計）は、年間約 2,200 千円/年であり、うち維持管理費が約 50%を占めている。
- ・ エネルギー削減量 99,200kWh/年を重油削減額に換算すると、約 812 千円/年となり、削減額によるイニシャルコストの回収は厳しい(計算式【5.4.4】で算定)。
- ・ 設定した耐用年数をもとに、建設費の 1/2 を補助金等で充当したと仮定した場合、イニシャルおよびランニングの年間コストより算定したエネルギー製造単価は、1 kWh あたり約 40 円と試算され、重油 1 kWh あたり価格（約 8 円）の約 5 倍となる(計算式【5.5.1】で算定)。

表 1.2-5 施設仕様 (ケース②)

区分	仕様	単位	数値	備考	
保管設備	剪定枝保管量	DW-kg/年	28,670	計算式【2.1.3】で算定	
		kg (50%-w. b)/年	57,340	計算式【1.1.1】で算定	
	剪定枝保管容量	m3	573	計算式【1.1.2】で算定	
	保管必要面積	m2	287	計算式【1.1.3】で算定	
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値	
	必要作業日数	日/年	18	計算式【1.2.6】で算定	
	搬送車輛積載量	m3/台	4	モデル設定値	
	必要車輛台数	台	1	計算式【1.2.7】で算定	
燃料製造設備	燃料種別		チップ		
	燃料使用量	DW-kg/年	28,670	計算式【3.1.3】で算定	
		kg (20%-w. b)/年	35,838	計算式【3.1.3】で算定	
	日製造規模	DW-kg/日	1,280	計算式【2.1.1】で算定	
		kg (20%-w. b)/日	1,600	計算式【2.1.1】で算定	
	製造能力	DW-kg/h	160	計算式【2.1.1】で算定	
		kg (20%-w. b)/h	200	計算式【2.1.1】で算定	
	日稼働時間	h/日	8	モデル設定値	
	年間稼働日数	日/年	22	計算式【2.1.2】で算定	
	年間稼働時間	h/年	176	計算式【2.1.2】で算定	
燃料保管設備	燃料保管容量	m3	10	計算式【2.1.4】で算定	
	燃料保管面積	m2	5	計算式【2.1.5】で算定	
	エネルギー転換設備	供給方式	熱供給 ボイラー		
		熱供給能力	kW	70	モデル設定値
		年間熱供給量	kWh/年	114,030	計算式【3.4.3】で算定
		日稼働時間	h/日	9	モデル設定値
		年間稼働日数	日/年	181	モデル設定値
		年間稼働時間	h/年	1,629	モデル設定値
副産物処理	処理方式		委託処理		
	副産物処理量	DW-kg/年	2,294	計算式【3.1.4】で算定	
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値	
	必要作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定	
	搬送車輛積載量	m3/台	4	モデル設定値	
	必要車輛台数	台	1	計算式【4.2.7】で算定	

表 1.2-6 ユーティリティ (ケース②)

区分	項目	単位	数値	備考
保管	軽油	L/年	143	計算式【1.3.1】で算定
燃料製造	電力	kWh/年	6,809	計算式【2.4.1】で算定
エネルギー転換	電力	kWh/年	6,451	計算式【3.4.1】で算定
副産物処理	軽油	L/年	3	計算式【4.3.1】で算定

表 1.2-7 必要作業人数 (ケース②)

区分	作業	単位	数値	備考
保管	人数	人	2	計算式【1.2.8】で算定
	作業日数	日/年	18	計算式【1.2.6】で算定
燃料製造	人数	人	2	計算式【2.2.1】で算定
	作業日数	日/年	22	計算式【2.1.2】で算定
副産物処理	人数	人	2	計算式【4.2.8】で算定
	作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定

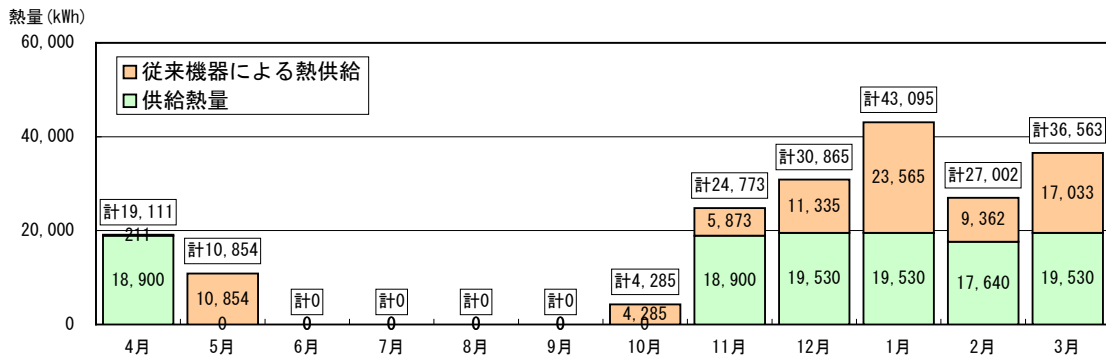


図 1.2-4 施設へのエネルギー供給状況 (ケース②)



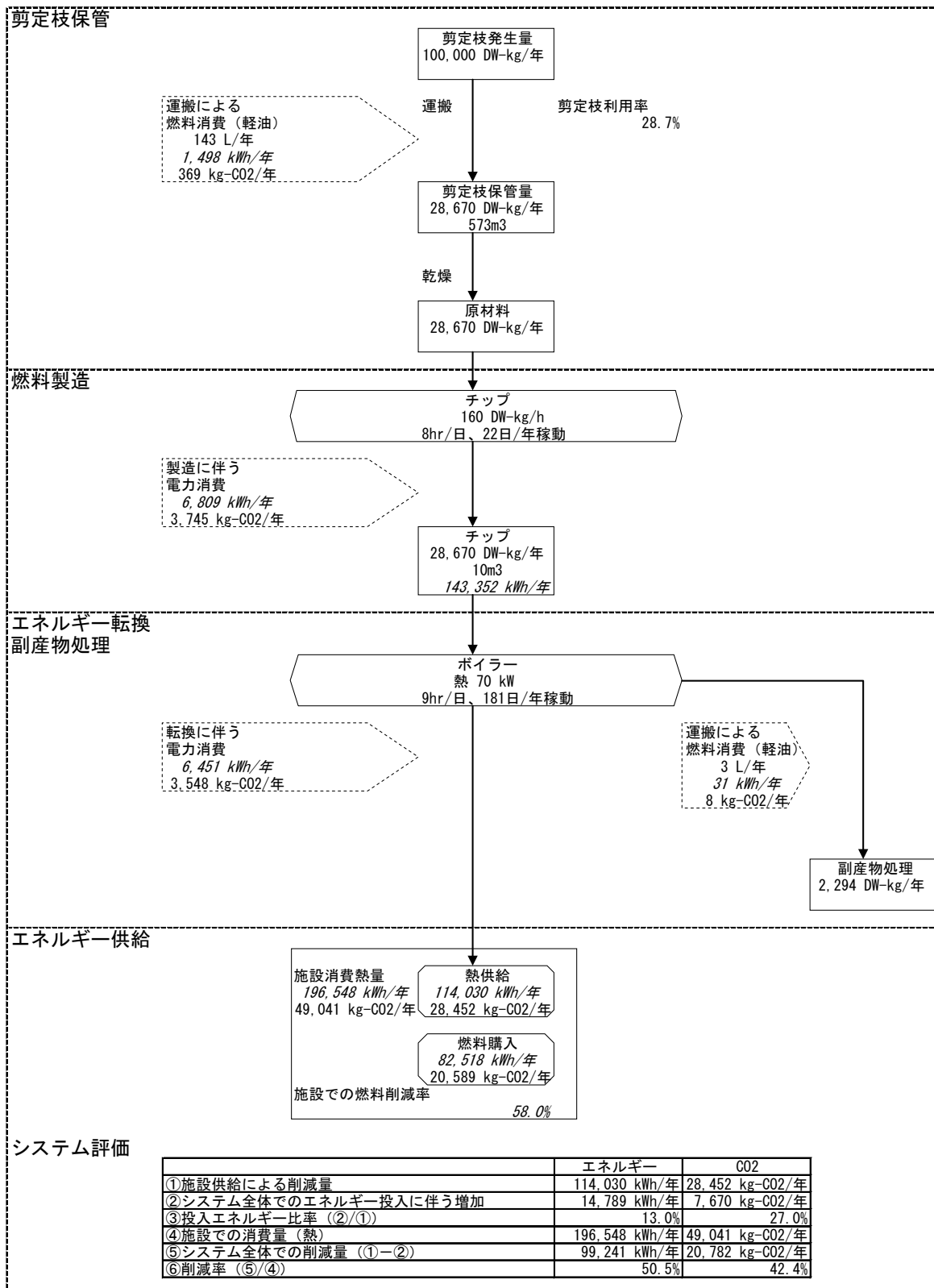


図 1.2-5 物質収支およびエネルギーフロー (ケース②)

表 1.2-8 コスト算定結果一覧（ケース②）

イニシャルコスト

(単位：円)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
保管設備	原材料・燃料保管施設	m2	292	90,000 円/m2	26,280,000
					26,280,000
燃料製造設備 チップ	製造施設整備費	kg/h	200	110 千円/kg/h	22,000,000
					22,000,000
エネルギー転換設備 ボイラー	転換施設整備費	kW	70	214 千円/kW	14,963,000
					14,963,000
全体					63,243,000

※燃料製造設備製造能力の数値はwetベースとする

ユーティリティ

(単位：円/年)

区分	項目	単位	数量	単価	金額
保管	軽油	L	143	130 円/L	18,590
	計				18,590
燃料製造 チップ	購入電力	kWh	6,809	20 円/kWh	136,180
					136,180
エネルギー転換 ボイラー	購入電力	kWh	6,451	20 円/kWh	129,020
					129,020
副産物処理	軽油	L	3	130 円/L	390
					390
全体					284,180

人件費

(単位：円/年)

区分	作業	単位	数量	単価	金額
保管	搬入保管	h	172	1,500 円/h	258,000
燃料製造	製造作業	h	352	1,500 円/h	528,000
エネルギー転換	転換作業	h	0	1,500 円/h	0
副産物処理	副産物搬出	h	2	1,500 円/h	3,000
全体					789,000

設備維持管理費

イニシャルコスト×比率で算定

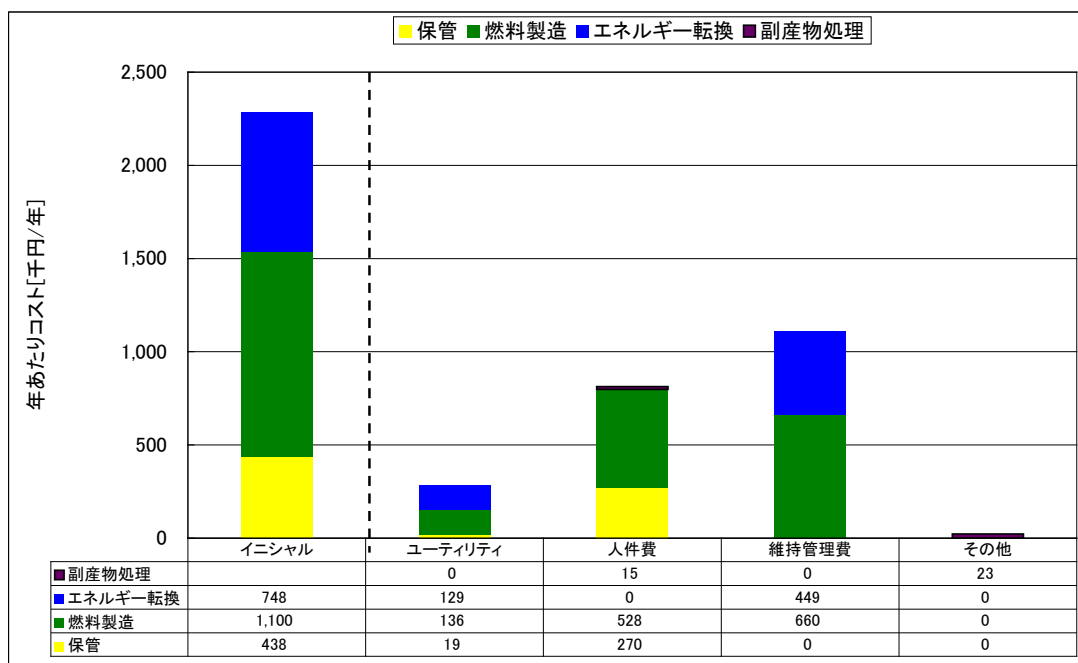
(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
燃料製造設備	製造施設	%	3		660,000
					660,000
エネルギー転換設備	転換施設	%	3		449,000
					449,000
全体					1,109,000

その他費用

(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
副産物処理 委託処理	転換時副産物処理委託費	DW-kg	2,294	10 円/kg	22,940
					22,940
全体					22,940



イニシャルコストの年間コスト換算条件

- ・ 建設費の 1/2 を補助金等で充当するものとし、これらの相当額を除く。
- ・ 耐用年数：保管設備 30 年、プラント 10 年で設定した。

図 1.2-6 年間コスト比較 (ケース②)

### (3) ケース③ 電力需要

剪定枝をチップにし、熱分解ガス化発電で電力を供給する。

- ・ 剪定枝発生量：100 DW-t/年
- ・ 剪定枝発生場所から保管場所までの往復距離：3 km
- ・ エネルギー転換設備から廃棄物処理施設までの往復距離：10km
- ・ 電力需要モデル D
- ・ 供給先の年間電力需要：約 227,500kWh/年
- ・ 発電に必要な剪定枝の年間量が年間発生量 100 DW-t/年以内になるように、発電規模は電力需要ベース負荷（50kW）から徐々に減らして調整する。
- ・ 電力供給時間：1年間 365 日、1日あたり 9 時間（DSS 運転）
- ・ チップの含水率は、自然乾燥時から変わらないものとし、20%
- ・ チップ製造時間：1日あたり 8 時間（DSS 運転）
- ・ チップ製造設備および熱分解ガス化発電施設の耐用年数：10 年
- ・ 原材料および燃料保管施設の耐用年数：30 年

#### 1) 施設仕様（表 1.2-9 を参照）

- ・ 剪定枝必要量が発生量以内に収まるようにした結果、発電出力は 22kW となった。
- ・ 供給に必要な剪定枝の量は年間約 97 DW-t/年となり、剪定枝発生量の約 97%であった。
- ・ 残る剪定枝 3DW-t/年（3%）は、刈草とともに緑のリサイクルとして利用可能である。
- ・ 副産物処理量は年間約 7.8 DW-t/年であった。
- ・ 年間を通して必要な作業は 4 人で対応とし、剪定枝保管作業期間に 2 人充当する。

#### 2) 導入効果（図 1.2-8 を参照）

- ・ 施設での年間電力需要の約 23%を占める約 51,600kWh/年をチップで代替することができた。
- ・ システム全体で投入されたエネルギーは約 28,300kWh/年となり、供給エネルギーの約 55%を占めており、システム全体での削減量は約 23,300kWh/年となる。
- ・ 供給施設の電力需要におけるエネルギー削減率は約 10%、CO<sub>2</sub>削減率は約 12%程度である。

#### 3) コスト（表 1.2-12 および図 1.2-9 を参照）

- ・ イニシャルコスト合計は、約 223,700 千円であった。コスト内訳は、熱分解ガス化発電が約 50%、原材料保管施設が約 40%、チップ製造設備が約 10%となった。
- ・ ランニングコスト（ユーティリティ、人件費、維持管理費、その他の合計）は、年間約 18,100 千円/年であり、うち人件費が約 74%と大部分を占めている。
- ・ エネルギー削減量 23,300kWh/年を電力削減額（1kWh 20 円で想定）に換算すると、約 467 千円/年となり、削減額によるイニシャルコストの回収は厳しい（計算式【5.4.2】で算定）。
- ・ 設定した耐用年数をもとに、建設費の 1/2 を補助金等で充当したと仮定した場合、イニシャルおよびランニングの年間コストより算定したエネルギー製造単価は、1 kWh あたり約 510 円と試算され、購入電力 1 kWh あたり価格（約 20 円）の約 25 倍となる（計算式【5.5.1】で算定）。

表 1.2-9 施設仕様 (ケース③)

区分	仕様	単位	数値	備考	
保管設備	剪定枝保管量	DW-kg/年	97,236	計算式【2.1.3】で算定	
		kg (50%-w. b)/年	194,472	計算式【1.1.1】で算定	
	剪定枝保管容量	m <sup>3</sup>	1,945	計算式【1.1.2】で算定	
	保管必要面積	m <sup>2</sup>	973	計算式【1.1.3】で算定	
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値	
	必要作業日数	日/年	58	計算式【1.2.6】で算定	
保管設備	搬送車輛積載量	m <sup>3</sup> /台	4	モデル設定値	
	必要車輛台数	台	2	計算式【1.2.7】で算定	
燃料製造設備	燃料種別		チップ		
	燃料使用量	DW-kg/年	97,236	計算式【3.1.3】で算定	
		kg (20%-w. b)/年	121,545	計算式【3.1.3】で算定	
	日製造規模	DW-kg/日	1,280	計算式【2.1.1】で算定	
		kg (20%-w. b)/日	1,600	計算式【2.1.1】で算定	
	製造能力	DW-kg/h	160	計算式【2.1.1】で算定	
		kg (20%-w. b)/h	200	計算式【2.1.1】で算定	
	日稼働時間	h/日	8	モデル設定値	
	年間稼働日数	日/年	76	計算式【2.1.2】で算定	
	年間稼働時間	h/年	608	計算式【2.1.2】で算定	
燃料製造設備	燃料保管容量	m <sup>3</sup>	17	計算式【2.1.4】で算定	
	燃料保管面積	m <sup>2</sup>	9	計算式【2.1.5】で算定	
	エネルギー転換設備	供給方式	電力供給 熱分解ガス化発電		
		発電能力	kW	22	計算式【3.1.1】で算定
		年間発電電力	kWh/年	72,270	計算式【3.4.2】+【3.4.4】
		うち自家消費	kWh/年	20,650	計算式【3.4.4】で算定
		日稼働時間	h/日	9	モデル設定値
エネルギー転換設備		年間稼働日数	日/年	365	モデル設定値
		年間稼働時間	h/年	3,285	モデル設定値
副産物処理	処理方式		委託処理		
	副産物処理量	DW-kg/年	7,780	計算式【3.1.4】で算定	
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値	
	必要作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定	
副産物処理	搬送車輛積載量	m <sup>3</sup> /台	4	モデル設定値	
	必要車輛台数	台	1	計算式【4.2.7】で算定	

表 1.2-10 ユーティリティ (ケース③)

区分	項目	単位	数値	備考
保管	軽油	L/年	486	計算式【1.3.1】で算定
燃料製造	電力	kWh/年	23,094	計算式【2.4.1】で算定
副産物処理	軽油	L/年	10	計算式【4.3.1】で算定

表 1.2-11 必要作業人数 (ケース③)

区分	作業	単位	数値	備考
保管	人数	人	4	計算式【1.2.8】で算定
	作業日数	日/年	58	計算式【1.2.6】で算定
燃料製造	人数	人	2	計算式【2.2.1】で算定
	作業日数	日/年	76	計算式【2.1.2】で算定
エネルギー転換	運転	人/8h	2	計算式【3.2.1】で算定
	作業日数	日	365	モデル設定値
副産物処理	人数	人	2	計算式【4.2.8】で算定
	作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定

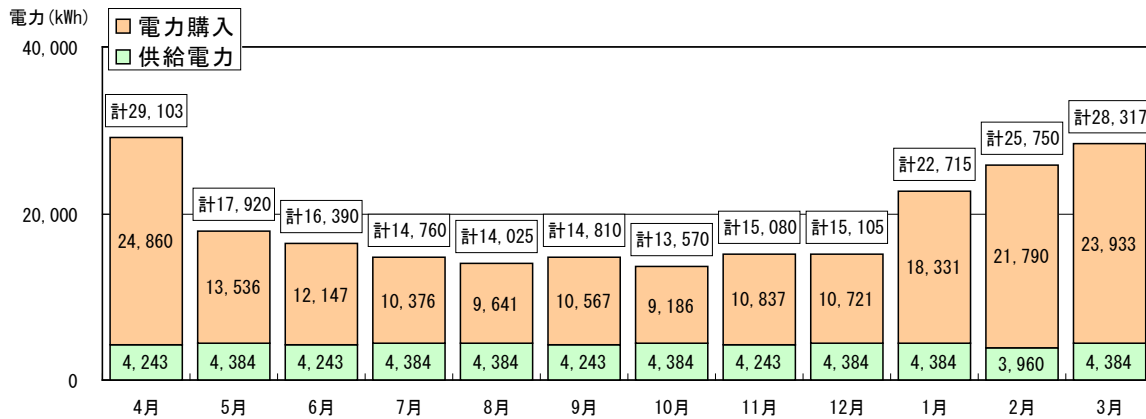


図 1.2-7 施設へのエネルギー供給状況 (ケース③)

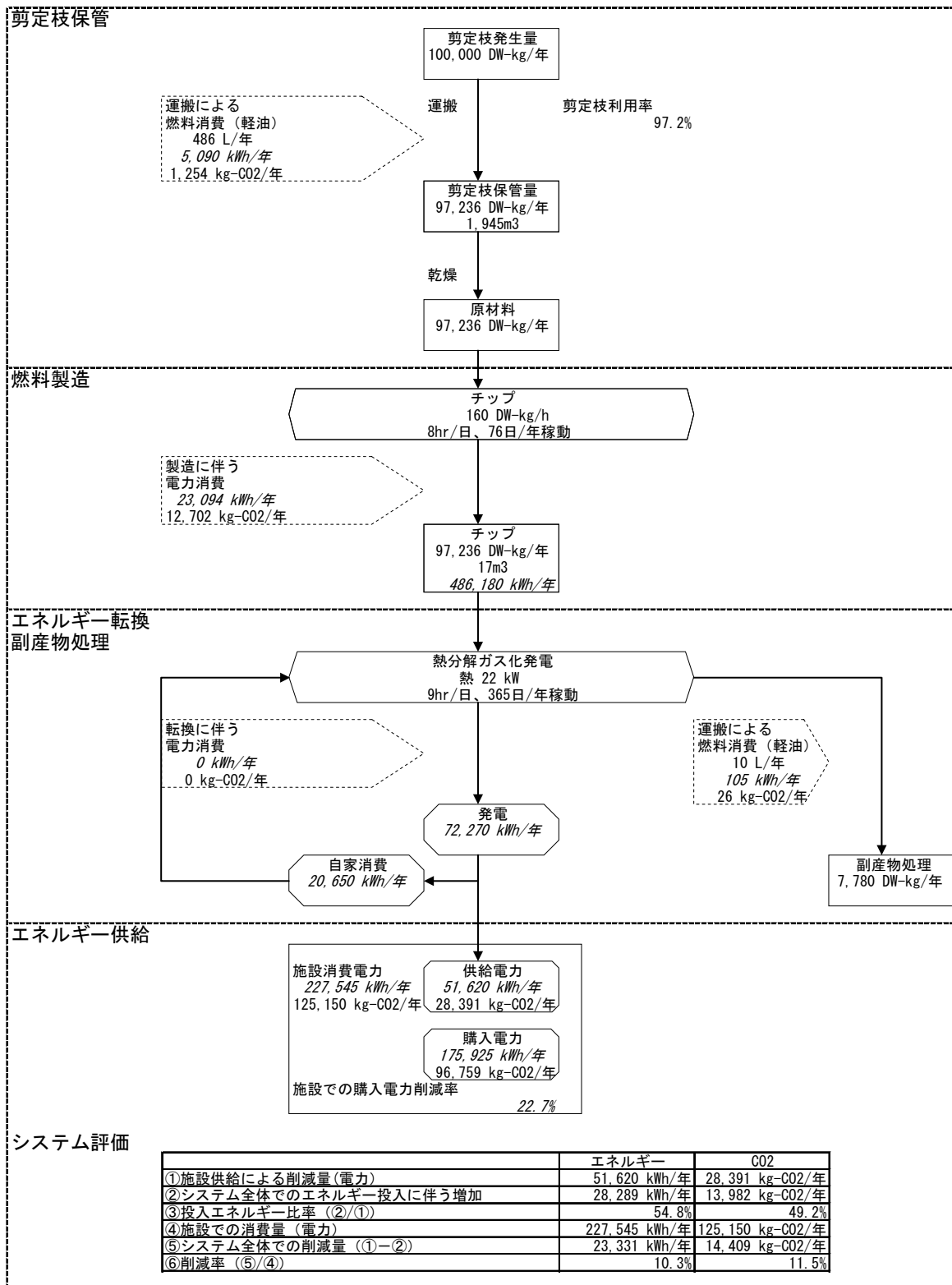


図 1.2-8 物質収支およびエネルギーフロー (ケース③)

表 1.2-12 コスト算定結果一覧 (ケース③)

イニシャルコスト

(単位：円)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
保管設備	原材料・燃料保管施設	m <sup>2</sup>	982	90,000 円/m <sup>2</sup>	88,380,000
					88,380,000
燃料製造設備 チップ	製造施設整備費	kg/h	200	110 千円/kg/h	22,000,000
					22,000,000
エネルギー転換設備 熱分解ガス化発電	転換施設整備費	kW	22	5,151 千円/kW	113,331,000
					113,331,000
全体					223,711,000

※燃料製造設備製造能力の数値はwetベースとする

ユーティリティ

(単位：円/年)

区分	項目	単位	数量	単価	金額
保管	軽油	L	486	130 円/L	63,180
	計				63,180
燃料製造 チップ	購入電力	kWh	23,094	20 円/kWh	461,880
					461,880
エネルギー転換 熱分解ガス化発電	購入電力	kWh	0	20 円/kWh	0
					0
副産物処理	軽油	L	10	130 円/L	1,300
					1,300
全体					526,360

人件費

(単位：円/年)

区分	作業	単位	数量	単価	金額
保管	搬入保管	h	1,168	1,500 円/h	1,752,000
燃料製造	製作作業	h	1,216	1,500 円/h	1,824,000
エネルギー転換	転換作業	h	6,570	1,500 円/h	9,855,000
副産物処理	副産物搬出	h	4	1,500 円/h	6,000
全体					13,437,000

設備維持管理費

イニシャルコスト×比率で算定

(単位：円/年)

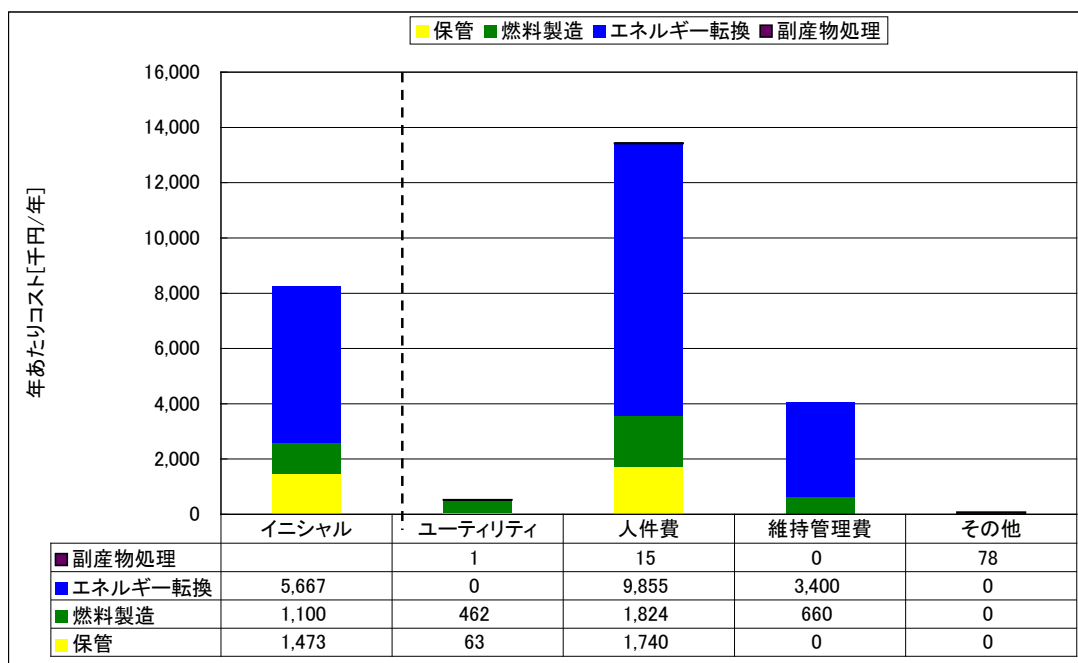
区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
燃料製造設備	製造施設	%	3		660,000
					660,000
エネルギー転換設備	転換施設	%	3		3,400,000
					3,400,000
全体					4,060,000

その他費用

(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
副産物処理 委託処理	転換時副産物処理委託費	DW-kg	7,780	10 円/kg	77,800
					77,800
全体					77,800





イニシャルコストの年間コスト換算条件

- ・建設費の1/2を補助金等で充当するものとし、これらの相当額を除く。
- ・耐用年数：保管設備30年、プラント10年で設定した。

図 1.2-9 年間コスト比較（ケース③）

#### (4) ケース④ 電力需要+暖房（給湯）需要

剪定枝をチップにし、熱分解ガス化発電で電力と暖房（給湯）を供給する。

- ・ 剪定枝発生量：100 DW-t/年
- ・ 剪定枝発生場所から保管場所までの往復距離：3 km
- ・ エネルギー転換設備から廃棄物処理施設までの往復距離：10km
- ・ 電力需要は需要モデル D、暖房需要は需要モデル B
- ・ 供給先の年間電力需要：約 227,500kWh/年
- ・ 供給先の年間熱需要：約 196,500kWh/年
- ・ 暖房需要ベース負荷に合わせて供給するものとし、発電出力 42kW、熱回収 70kW
- ・ 電力および熱の供給時間：熱需要のある11月から4月までの181日、1日あたり9時間 (DSS運転)
- ・ チップの含水率は、自然乾燥時から変わらないものとし、20%
- ・ チップ製造時間：1日あたり8時間 (DSS 運転)
- ・ チップ製造設備および熱分解ガス化発電施設の耐用年数：10年
- ・ 原材料および燃料保管施設の耐用年数：30年

##### 1) 施設仕様（表 1.2-13 を参照）

- ・ 供給に必要な剪定枝の量は年間約 91 DW-t/年となり、剪定枝発生量の約 91%であった。
- ・ 残る剪定枝 9 DW-t/年（9%）は、刈草とともに緑のリサイクルとして利用可能である。
- ・ 副産物処理量は約 7.3 DW-t/年となった。
- ・ 年間を通して必要な作業は4人で対応可能である。

##### 2) 導入効果（図 1.2-11 を参照）

- ・ 施設での年間電力需要の約 22%を占める約 48,900kWh/年をチップで代替することができた。
- ・ 施設での年間熱需要の約 58%を占める約 114,000kWh/年をチップで代替することができた。
- ・ システム全体で投入されたエネルギーは約 26,500kWh/年となり、供給エネルギーの約 16%を占めており、システム全体でのエネルギー削減量（電力+熱）は約 136,400kWh となる。
- ・ 供給施設におけるエネルギー削減率（電力+熱）は約 32%、CO2 削減率（電力+熱）は約 24%であった。

##### 3) コスト（表 1.2-16 および図 1.2-12 を参照）

- ・ イニシャルコスト合計は、約 272,600 千円であった。コスト内訳は、熱分解ガス化発電が約 61%、原材料保管施設が約 31%、チップ製造設備が約 8%となった。
- ・ ランニングコスト（ユーティリティ、人件費、維持管理費、その他の合計）は、年間約 13,700 千円/年であり、うち人件費が約 54%を占めている。
- ・ エネルギー削減量 136,400kWh/年を電力削減額（1 kWh 20 円で想定）および重油削減額（1 L 80 円で想定）に換算すると、約 1,437 千円/年となり、削減額によるイニシャルコストの回収は厳しい（計算式【5.4.2】および【5.4.4】で算定）。
- ・ 設定した耐用年数をもとに、建設費の 1/2 を補助金等で充当したと仮定した場合、イニシャルおよびランニングの年間コストより算定したエネルギー製造単価は、1 kWh あたり約 150 円と試算され、重油 1 kWh あたり価格（約 8 円）の約 20 倍となる（計算式【5.5.1】で算定）。

表 1.2-13 施設仕様 (ケース④)

区分	仕様	単位	数値	備考
保管設備	剪定枝保管量	DW-kg/年	91,224	計算式【2.1.3】で算定
		kg (50%-w. b)/年	182,448	計算式【1.1.1】で算定
	剪定枝保管容量	m3	1,824	計算式【1.1.2】で算定
	保管必要面積	m2	912	計算式【1.1.3】で算定
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値
	必要作業日数	日/年	55	計算式【1.2.6】で算定
	搬送車両積載量	m3/台	4	モデル設定値
	必要車両台数	台	1	計算式【1.2.7】で算定
燃料製造設備	燃料種別		チップ	
	燃料使用量	DW-kg/年	91,224	計算式【3.1.3】で算定
		kg (20%-w. b)/年	114,030	計算式【3.1.3】で算定
	日製造規模	DW-kg/日	1,280	計算式【2.1.1】で算定
		kg (20%-w. b)/日	1,600	計算式【2.1.1】で算定
	製造能力	DW-kg/h	160	計算式【2.1.1】で算定
		kg (20%-w. b)/h	200	計算式【2.1.1】で算定
	日稼働時間	h/日	8	モデル設定値
	年間稼働日数	日/年	71	計算式【2.1.2】で算定
年間稼働時間	h/年	568	計算式【2.1.2】で算定	
	燃料保管容量	m3	32	計算式【2.1.4】で算定
	燃料保管面積	m2	16	計算式【2.1.5】で算定
エネルギー転換設備	供給方式		熱電供給 熱分解ガス化	
	発電能力	kW	42	計算式【3.1.1】で算定
	年間発電電力	kWh/年	68,418	計算式【3.4.2】+【3.4.4】
	うち自家消費	kWh/年	19,548	計算式【3.4.4】で算定
	熱供給能力	kW	70	モデル設定値
	年間熱供給量	kWh/年	114,030	計算式【3.4.3】で算定
	日稼働時間	h/日	9	モデル設定値
	年間稼働日数	日/年	181	モデル設定値
	年間稼働時間	h/年	1,629	モデル設定値
副産物処理	処理方式		委託処理	
	副産物処理量	DW-kg/年	7,299	計算式【3.1.4】で算定
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値
	必要作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定
	搬送車両積載量	m3/台	4	モデル設定値
	必要車両台数	台	1	計算式【4.2.7】で算定

表 1.2-14 ユーティリティ (ケース④)

区分	項目	単位	数値	備考
保管	軽油	L/年	456	計算式【1.3.1】で算定
燃料製造	電力	kWh/年	21,666	計算式【2.4.1】で算定
副産物処理	軽油	L/年	10	計算式【4.3.1】で算定

表 1.2-15 必要作業人数 (ケース④)

区分	作業	単位	数値	備考
保管	人数	人	2	計算式【1.2.8】で算定
	作業日数	日/年	55	計算式【1.2.6】で算定
燃料製造	人数	人	2	計算式【2.2.1】で算定
	作業日数	日/年	71	計算式【2.1.2】で算定
エネルギー転換	運転	人	2	計算式【3.2.1】で算定
	作業日数	日	181	モデル設定値
副産物処理	人数	人	2	計算式【4.2.8】で算定
	作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定

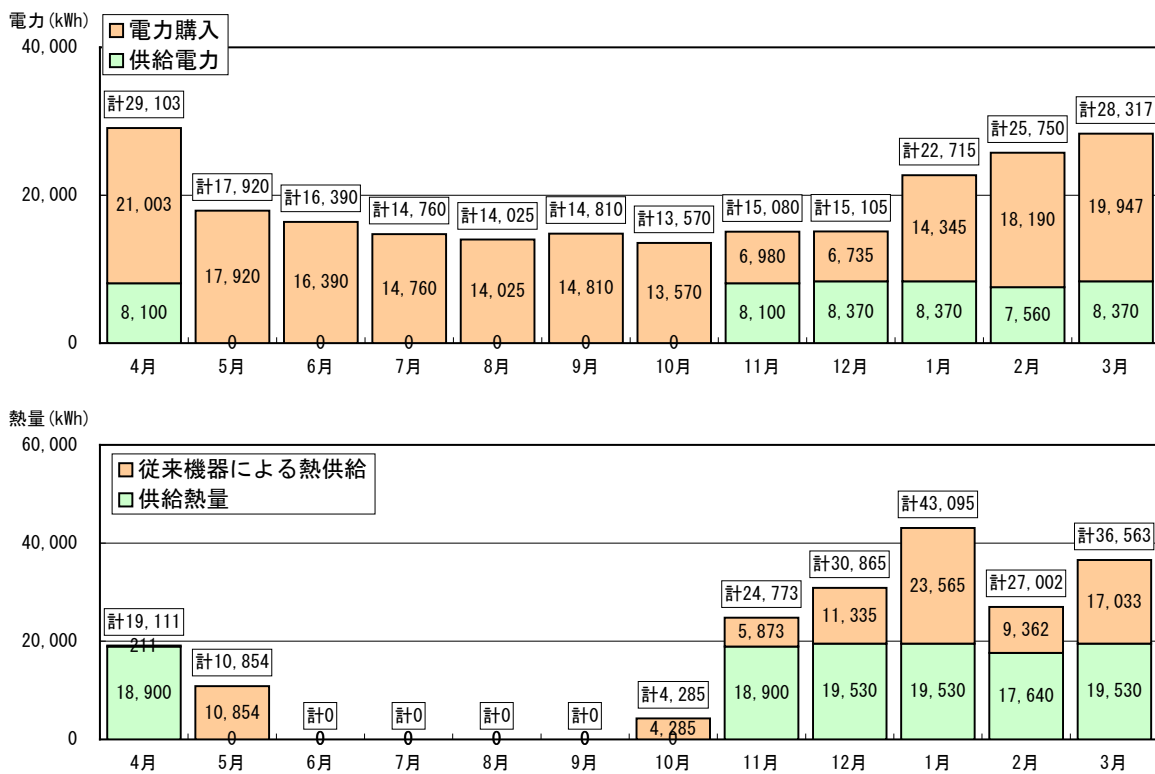


図 1.2-10 施設へのエネルギー供給状況 (ケース④)

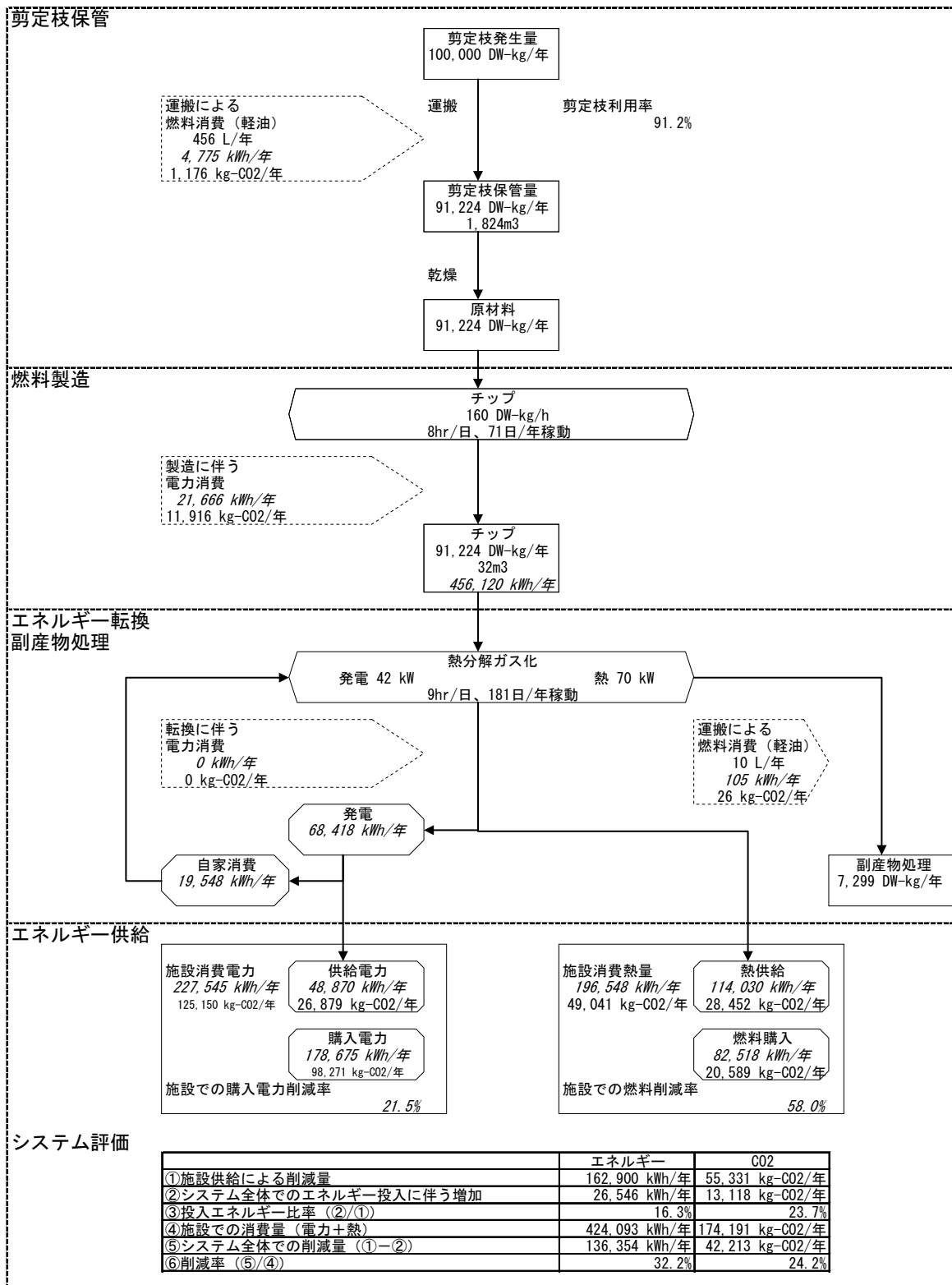


図 1.2-11 物質収支およびエネルギーフロー (ケース④)

表 1.2-16 コスト算定結果一覧（ケース④）

イニシャルコスト

（単位：円）

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
保管設備	原材料・燃料保管施設	m <sup>2</sup>	928	90,000 円/m <sup>2</sup>	83,520,000
					83,520,000
燃料製造設備 チップ	製造施設整備費	kg/h	200	110 千円/kg/h	22,000,000
					22,000,000
エネルギー転換設備 熱分解ガス化	転換施設整備費	kW	42	3,977 千円/kW	167,050,000
					167,050,000
全体					272,570,000

※燃料製造設備製造能力の数値はwetベースとする

ユーティリティ

（単位：円/年）

区分	項目	単位	数量	単価	金額
保管	軽油	L	456	130 円/L	59,280
	計				59,280
燃料製造 チップ	購入電力	kWh	21,666	20 円/kWh	433,320
					433,320
エネルギー転換 熱分解ガス化	購入電力	kWh	0	20 円/kWh	0
					0
副産物処理	軽油	L	10	130 円/L	1,300
					1,300
全体					493,900

人件費

（単位：円/年）

区分	作業	単位	数量	単価	金額
保管	搬入保管	h	548	1,500 円/h	822,000
燃料製造	製造作業	h	1,136	1,500 円/h	1,704,000
エネルギー転換	転換作業	h	3,258	1,500 円/h	4,887,000
副産物処理	副産物搬出	h	4	1,500 円/h	6,000
全体					7,419,000

設備維持管理費

イニシャルコスト×比率で算定

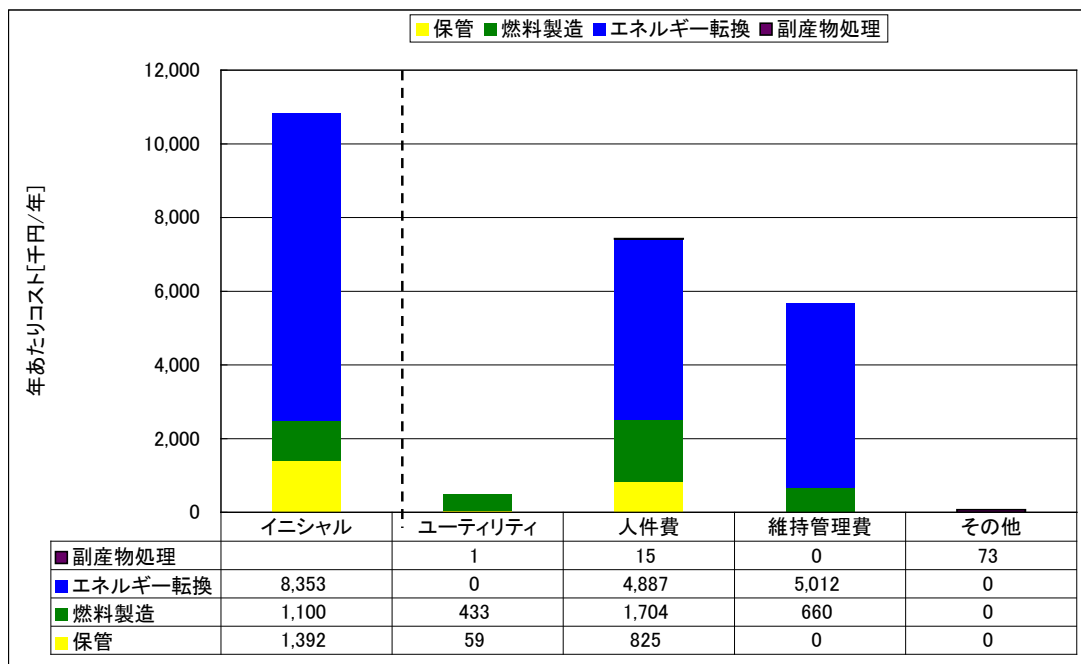
（単位：円/年）

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
燃料製造設備	製造施設	%	3		660,000
					660,000
エネルギー転換設備	転換施設	%	3		5,012,000
					5,012,000
全体					5,672,000

その他費用

（単位：円/年）

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
副産物処理 委託処理	転換時副産物処理委託費	DW-kg	7,299	10 円/kg	72,990
					72,990
全体					72,990



イニシャルコストの年間コスト換算条件

- ・建設費の1/2を補助金等で充当するものとし、これらの相当額を除く。
- ・耐用年数：保管設備30年、プラント10年で設定した。

図 1.2-12 年間コスト比較 (ケース④)

## (5) ケース⑤ 冷暖房需要

剪定枝をチップにし、チップボイラーと冷凍機を用いて暖房と冷房を供給する。

- ・ 剪定枝発生量: 100 DW-t/年
- ・ 剪定枝発生場所から保管場所までの往復距離: 3 km
- ・ エネルギー転換設備から廃棄物処理施設までの往復距離: 10km
- ・ 冷暖房需要は需要モデル C
- ・ 供給先の年間冷暖房需要: 約 136, 600kWh/年
- ・ 熱回収 40kW (暖房需要ベース負荷に合わせて設定)
- ・ 熱供給時間: 7月から9月まで、12月から3月までの合計213日、1日あたり9時間(DSS運転)
- ・ チップの含水率は、自然乾燥時から変わらないものとし、20%
- ・ チップ製造時間: 1日あたり8時間(DSS運転)
- ・ チップ製造設備およびチップボイラー+冷凍機の耐用年数: 10年
- ・ 原材料および燃料保管施設の耐用年数: 30年

### 1) 施設仕様 (表 1.2-17 を参照)

- ・ 供給に必要な剪定枝の量は年間約 20 DW-t/年となり、剪定枝発生量の約 20%であった。
- ・ 残る剪定枝 80 DW-t/年 (80%) は、刈草とともに緑のリサイクルとして利用可能である。
- ・ 副産物処理量は年間約 1.6 DW-t/年であった。
- ・ 年間を通して必要な作業は2人で対応可能である。

### 2) 導入効果 (図 1.2-14 を参照)

- ・ 施設での年間熱需要の約 56%を占める 76,700kWh/年をチップで代替することができた。
- ・ システム全体で投入されたエネルギーは約 10,300kWh/年となり、供給エネルギーの約 13%を占めており、システム全体でのエネルギー削減量は約 66,400kWh/年となる。
- ・ 供給施設の冷暖房需要におけるエネルギー削減率は約 49%、CO<sub>2</sub>削減率は約 41%であった。

### 3) コスト (表 1.2-20 および図 1.2-15 を参照)

- ・ インシヤルコスト合計は、約 58,200 千円であった。コスト内訳は、ボイラー+冷凍機が約 31%、原材料保管施設が約 32%、チップ製造設備が約 37%となった。
- ・ ランニングコスト (ユーティリティ、人件費、維持管理費、その他の合計) は、年間約 2,000 千円/年であり、うち維持管理費が約 60%を占めている。
- ・ エネルギー削減量約 66,400kWh/年を重油削減額 (1L 80 円で想定) に換算すると、約 543 千円/年となり、削減額によるインシヤルコストの回収は厳しい (計算式【5.4.4】で算定)。
- ・ 設定した耐用年数をもとに、建設費の 1/2 を補助金等で充当したと仮定した場合、インシヤルおよびランニングの年間コストより算定したエネルギー製造単価は、1 kWh あたり約 56 円と試算され、重油 1 kWh あたり価格 (約 8 円) の約 7 倍となる (計算式【5.5.1】で算定)。



表 1.2-17 施設仕様（ケース⑤）

区分	仕様	単位	数値	備考	
保管設備	剪定枝保管量	DW-kg/年	19,937	計算式【2.1.3】で算定	
		kg(50%-w. b)/年	39,874	計算式【1.1.1】で算定	
	剪定枝保管容量	m3	399	計算式【1.1.2】で算定	
	保管必要面積	m2	200	計算式【1.1.3】で算定	
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値	
	必要作業日数	日/年	12	計算式【1.2.6】で算定	
	搬送車輛積載量	m3/台	4	モデル設定値	
	必要車輛台数	台	1	計算式【1.2.7】で算定	
燃料製造設備	燃料種別		チップ		
	燃料使用量	DW-kg/年	19,937	計算式【3.1.3】で算定	
		kg(20%-w. b)/年	24,921	計算式【3.1.3】で算定	
	日製造規模	DW-kg/日	1,280	計算式【2.1.1】で算定	
		kg(20%-w. b)/日	1,600	計算式【2.1.1】で算定	
	製造能力	DW-kg/h	160	計算式【2.1.1】で算定	
		kg(20%-w. b)/h	200	計算式【2.1.1】で算定	
	日稼働時間	h/日	8	モデル設定値	
	年間稼働日数	日/年	16	計算式【2.1.2】で算定	
	年間稼働時間	h/年	128	計算式【2.1.2】で算定	
燃料保管設備	燃料保管容量	m3	8	計算式【2.1.4】で算定	
	燃料保管面積	m2	4	計算式【2.1.5】で算定	
	エネルギー転換設備	供給方式	熱供給 ボイラ+冷凍機		
		熱供給能力	kW	40	モデル設定値
		年間熱供給量	kWh/年	76,680	計算式【3.4.3】で算定
		日稼働時間	h/日	9	モデル設定値
	年間稼働日数	日/年	213	モデル設定値	
	年間稼働時間	h/年	1,917	モデル設定値	
副産物処理	処理方式		委託処理		
	副産物処理量	DW-kg/年	1,595	計算式【3.1.4】で算定	
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値	
	必要作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定	
	搬送車輛積載量	m3/台	4	モデル設定値	
	必要車輛台数	台	1	計算式【4.2.7】で算定	

表 1.2-18 ユーティリティ (ケース⑤)

区分	項目	単位	数値	備考
保管	軽油	L/年	100	計算式【1.3.1】で算定
燃料製造	電力	kWh/年	4,735	計算式【2.4.1】で算定
エネルギー転換	電力	kWh/年	4,487	計算式【3.4.1】で算定
副産物処理	軽油	L/年	3	計算式【4.3.1】で算定

表 1.2-19 必要作業人数 (ケース⑤)

区分	作業	単位	数値	備考
保管	人数	人	2	計算式【1.2.8】で算定
	作業日数	日/年	12	計算式【1.2.6】で算定
燃料製造	人数	人	2	計算式【2.2.1】で算定
	作業日数	日/年	16	計算式【2.1.2】で算定
副産物処理	人数	人	2	計算式【4.2.8】で算定
	作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定

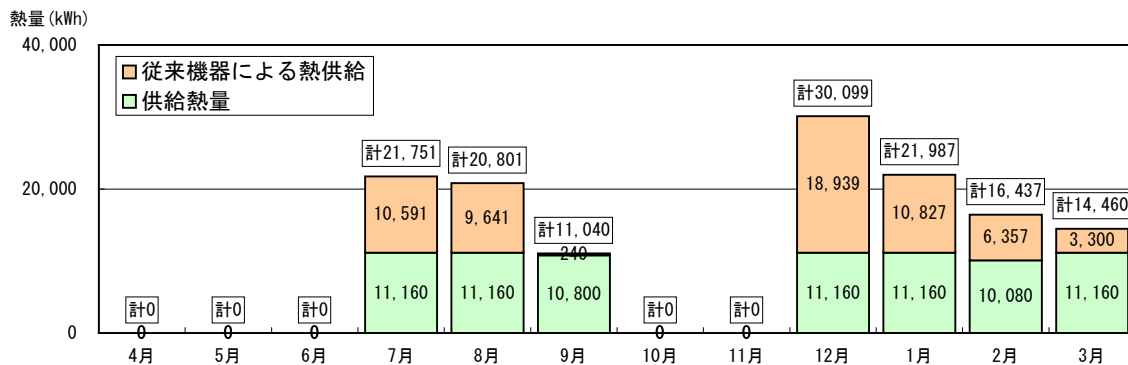


図 1.2-13 施設へのエネルギー供給状況 (ケース⑤)

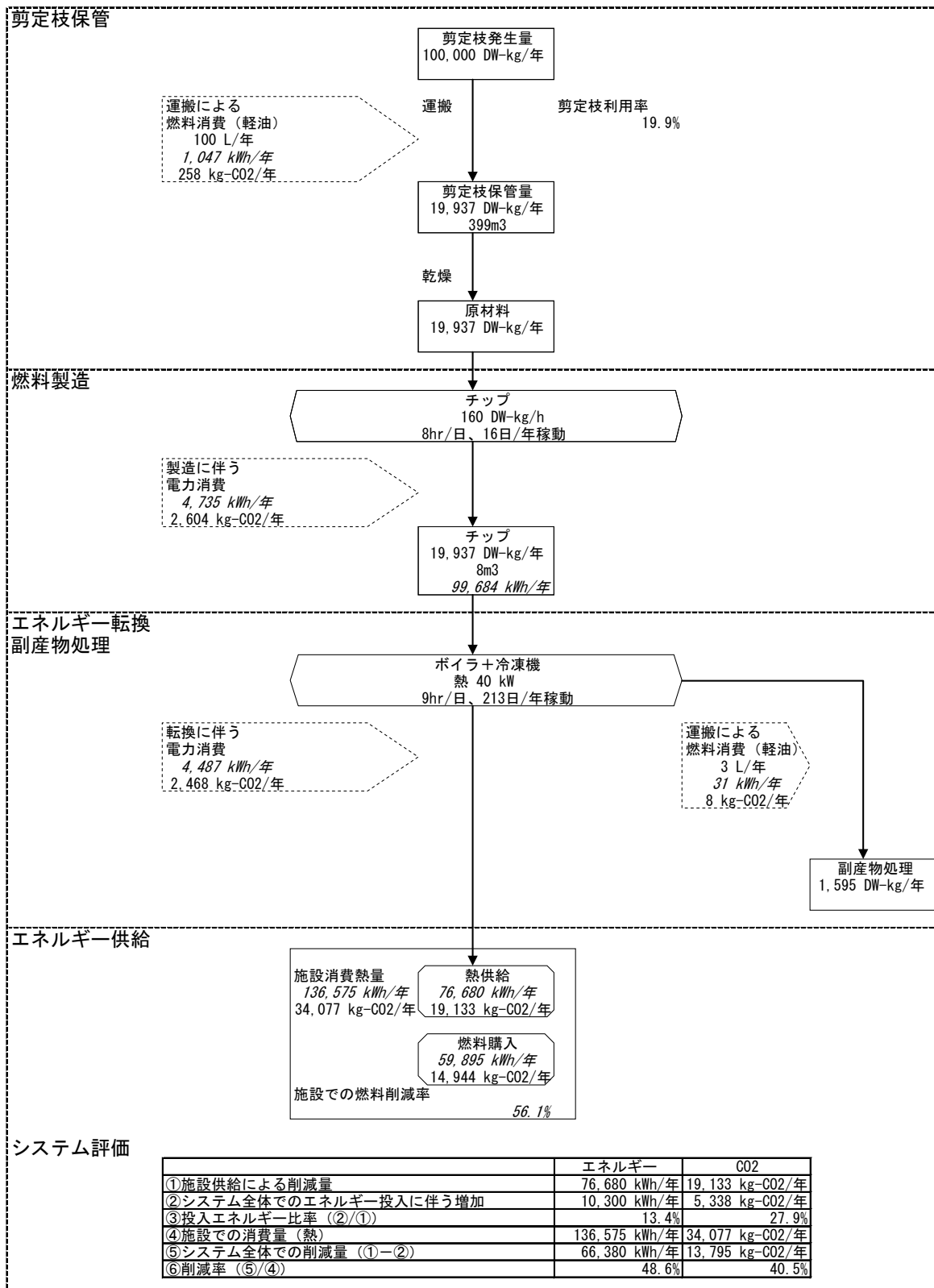


図 1.2-14 物質収支およびエネルギーフロー（ケース⑤）

表 1.2-20 コスト算定結果一覧 (ケース⑤)

イニシャルコスト

(単位：円)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
保管設備	原材料・燃料保管施設	m2	204	90,000 円/m2	18,360,000
					18,360,000
燃料製造設備 チップ	製造施設整備費	kg/h	200	110 千円/kg/h	22,000,000
					22,000,000
エネルギー転換設備 ボイラ+冷凍機	転換施設整備費 冷凍機	kW	40	179 千円/kW	7,148,000
	転換施設整備費 ボイラ	kW	40	267 千円/kW	10,696,000
					17,844,000
全体					58,204,000

※燃料製造設備製造能力の数値はwetベースとする

ユーティリティ

(単位：円/年)

区分	項目	単位	数量	単価	金額
保管	軽油	L	100	130 円/L	13,000
	計				13,000
燃料製造 チップ	購入電力	kWh	4,735	20 円/kWh	94,700
					94,700
エネルギー転換 ボイラ+冷凍機	購入電力	kWh	4,487	20 円/kWh	89,740
					89,740
副産物処理	軽油	L	3	130 円/L	390
					390
全体					197,830

人件費

(単位：円/年)

区分	作業	単位	数量	単価	金額
保管	搬入保管	h	120	1,500 円/h	180,000
燃料製造	製造作業	h	256	1,500 円/h	384,000
エネルギー転換	転換作業	h	0	1,500 円/h	0
副産物処理	副産物搬出	h	2	1,500 円/h	3,000
全体					567,000

設備維持管理費

イニシャルコスト×比率で算定

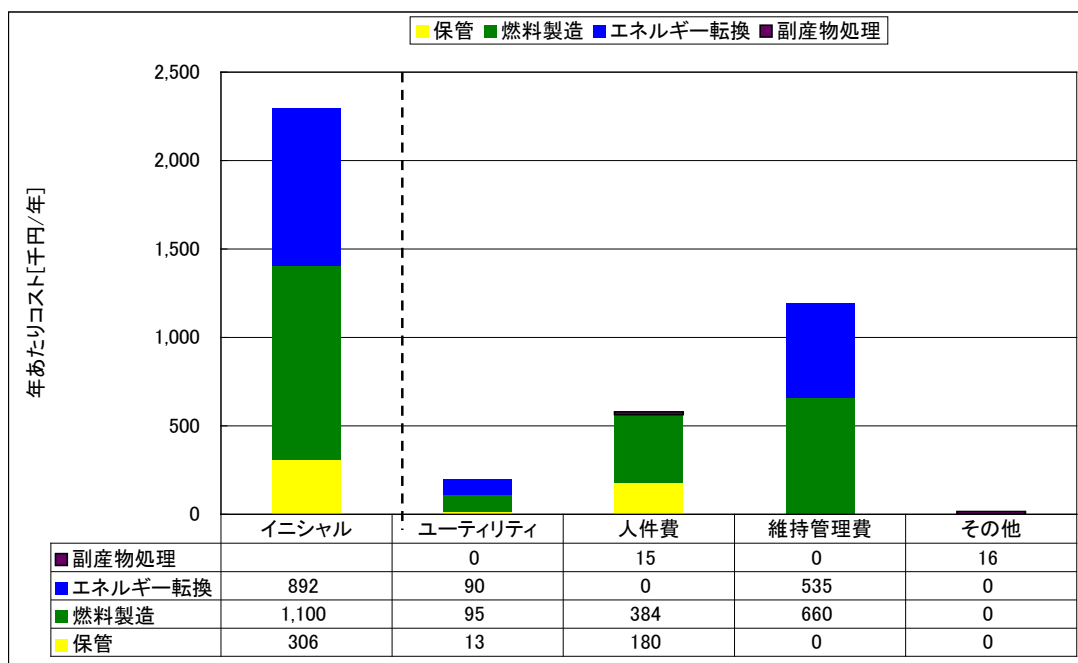
(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
燃料製造設備	製造施設	%	3		660,000
					660,000
エネルギー転換設備	転換施設	%	3		535,000
					535,000
全体					1,195,000

その他費用

(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
副産物処理 委託処理	転換時副産物処理委託費	DW-kg	1,595	10 円/kg	15,950
					15,950
全体					15,950



イニシャルコストの年間コスト換算条件

- ・建設費の1/2を補助金等で充当するものとし、これらの相当額を除く。
- ・耐用年数：保管設備30年、プラント10年で設定した。

図 1.2-15 年間コスト比較（ケース⑤）

## (6) ケース⑥ 電力需要+暖房（給湯）需要

剪定枝をチップにし、ガス化ボイラー+スターリングエンジン(SE で表記)で電力と暖房を供給する。

- ・ 剪定枝発生量:100 DW-t/年
- ・ 剪定枝発生場所から保管場所までの往復距離: 3 km
- ・ エネルギー転換設備から廃棄物処理施設までの往復距離: 10km
- ・ 電力需要は需要モデル D、暖房需要は需要モデル B とした。
- ・ 供給先の年間電力需要: 約 227, 500kWh/年
- ・ 供給先の年間熱需要: 約 196, 500kWh/年
- ・ 熱需要ベース負荷に合わせて設定→発電出力 2 kW 熱回収 70kW
- ・ 電力および熱供給時間: 11月から 4 月までの合計181日、1日あたり 9 時間(DSS 運転)
- ・ チップの含水率は、自然乾燥時から変わらないものとし、20%
- ・ チップ製造時間: 1日あたり 8 時間(DSS 運転)
- ・ チップ製造設備およびガス化ボイラー+S E の耐用年数: 10 年
- ・ 原材料および燃料保管施設の耐用年数: 30 年

### 1) 施設仕様 (表 1.2-21 を参照)

- ・ 供給に必要な剪定枝の量は年間約 30 DW-t/年となり、剪定枝発生量の約 30%であった。
- ・ 残る剪定枝 70 DW-t/年 (70%) は、刈草とともに緑のリサイクルとして利用可能である。
- ・ 副産物処理量は年間約 2.4 DW-t/年発生した。
- ・ 年間を通して必要な作業は 2 人で対応可能である。

### 2) 導入効果 (図 1.2-17 を参照)

- ・ 施設での年間電力需要の約 1%を占める約 3,300kWh/年をチップで代替することができた。
- ・ 施設での年間熱需要の約 58%を占める約 114,000kWh/年をチップで代替することができた。
- ・ システム全体で投入されたエネルギーは約 10,600kWh/年となり、供給エネルギーの約 9%を占めており、システム全体でのエネルギー削減量 (電力+熱) は約 106,700kWh/年となる。
- ・ 供給施設におけるエネルギー削減率 (電力+熱) は約 25%、CO<sub>2</sub>削減率 (電力+熱) は約 14%であった。

### 3) コスト (表 1.2-24 および図 1.2-18 を参照)

- ・ イニシャルコスト合計は、約 75,200 千円であった。コスト内訳は、ガス化ボイラー+S E が約 34%、原材料保管施設が約 37%、チップ製造設備が約 29%となった。
- ・ ランニングコスト (ユーティリティ、人件費、維持管理費、その他の合計) は、年間約 2,500 千円/年であり、うち維持管理費が約 57%を占めている。
- ・ エネルギー削減量 106,700kWh/年を電力削減額 (1 kWh 20 円で想定) および重油削減額 (1 L 80 円で想定) に換算すると、合計で約 873 千円/年となり、削減額によるイニシャルコストの回収は厳しい (計算式【5.4.2】および【5.4.4】で算定)。
- ・ 設定した耐用年数をもとに、建設費の 1/2 を補助金等で充当したと仮定した場合、イニシャルおよびランニングの年間コストより算定したエネルギー製造単価は、1 kWh あたり約 46 円と試算され、重油 1 kWh あたり価格 (約 8 円) の約 6 倍となる (計算式【5.5.1】で算定)。

表 1.2-21 施設仕様（ケース⑥）

区分	仕様	単位	数値	備考
保管設備	剪定枝保管量	DW-kg/年	29,974	計算式【2.1.3】で算定
		kg (50%-w. b)/年	59,948	計算式【1.1.1】で算定
	剪定枝保管容量	m3	599	計算式【1.1.2】で算定
	保管必要面積	m2	300	計算式【1.1.3】で算定
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値
	必要作業日数	日/年	18	計算式【1.2.6】で算定
	搬送車輛積載量	m3/台	4	モデル設定値
	必要車輛台数	台	1	計算式【1.2.7】で算定
燃料製造設備	燃料種別		チップ	
	燃料使用量	DW-kg/年	29,974	計算式【3.1.3】で算定
		kg (20%-w. b)/年	37,467	計算式【3.1.3】で算定
	日製造規模	DW-kg/日	1,280	計算式【2.1.1】で算定
		kg (20%-w. b)/日	1,600	計算式【2.1.1】で算定
	製造能力	DW-kg/h	160	計算式【2.1.1】で算定
		kg (20%-w. b)/h	200	計算式【2.1.1】で算定
	日稼働時間	h/日	8	モデル設定値
	年間稼働日数	日/年	23	計算式【2.1.2】で算定
年間稼働時間	h/年	184	計算式【2.1.2】で算定	
	燃料保管容量	m3	10	計算式【2.1.4】で算定
	燃料保管面積	m2	5	計算式【2.1.5】で算定
エネルギー転換設備	供給方式		その他 ガス化ボイラ+S E	
	発電能力	kW	2	計算式【3.1.1】で算定
	年間発電電力	kWh/年	3,258	計算式【3.4.2】+【3.4.4】
	うち自家消費	kWh/年	0	計算式【3.4.4】で算定
	熱供給能力	kW	70	モデル設定値
	年間熱供給量	kWh/年	114,030	計算式【3.4.3】で算定
	日稼働時間	h/日	9	モデル設定値
	年間稼働日数	日/年	181	モデル設定値
	年間稼働時間	h/年	1,629	モデル設定値
副産物処理	処理方式		委託処理	
	副産物処理量	DW-kg/年	2,398	計算式【3.1.4】で算定
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値
	必要作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定
	搬送車輛積載量	m3/台	4	モデル設定値
	必要車輛台数	台	1	計算式【4.2.7】で算定

表 1.2-22 ユーティリティ (ケース⑥)

区分	項目	単位	数値	備考
保管	軽油	L/年	150	計算式【1.3.1】で算定
燃料製造	電力	kWh/年	7,119	計算式【2.4.1】で算定
エネルギー転換	電力	kWh/年	1,873	計算式【3.4.1】で算定
副産物処理	軽油	L/年	3	計算式【4.3.1】で算定

表 1.2-23 必要作業人数 (ケース⑥)

区分	作業	単位	数値	備考
保管	人数	人	2	計算式【1.2.8】で算定
	作業日数	日/年	18	計算式【1.2.6】で算定
燃料製造	人数	人	2	計算式【2.2.1】で算定
	作業日数	日/年	23	計算式【2.1.2】で算定
副産物処理	人数	人	2	計算式【4.2.8】で算定
	作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定

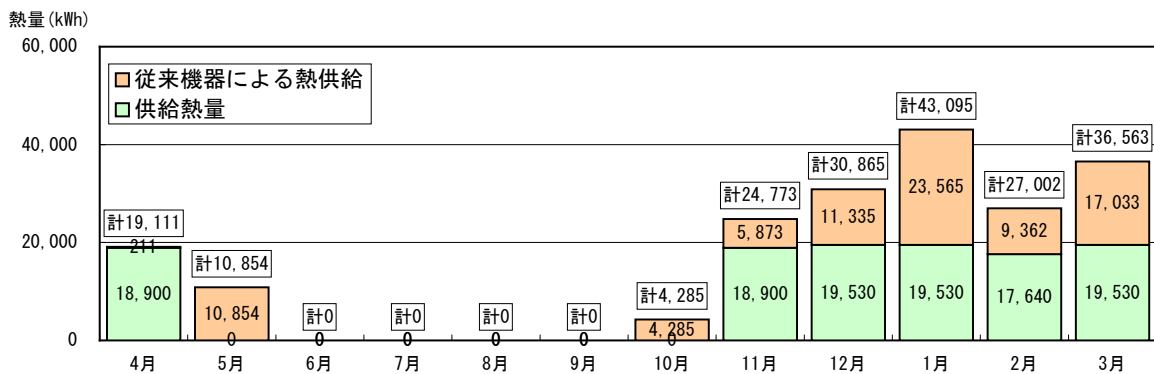
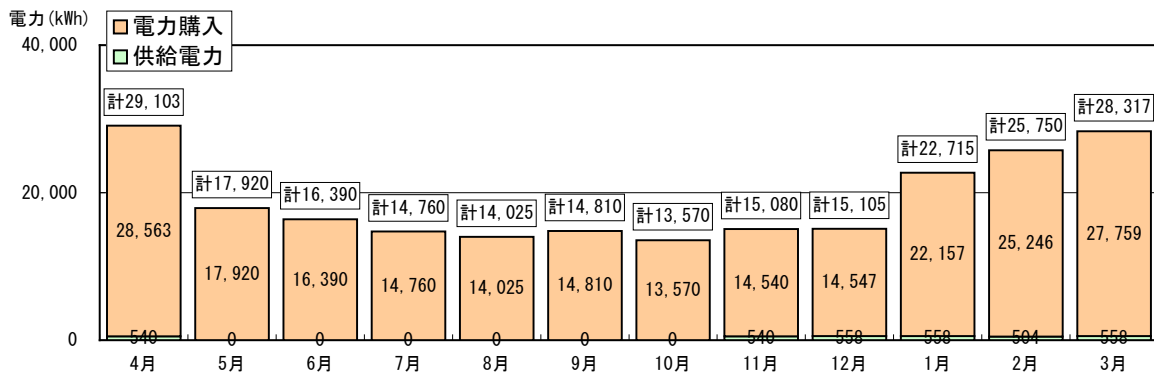


図 1.2-16 施設へのエネルギー供給状況 (ケース⑥)



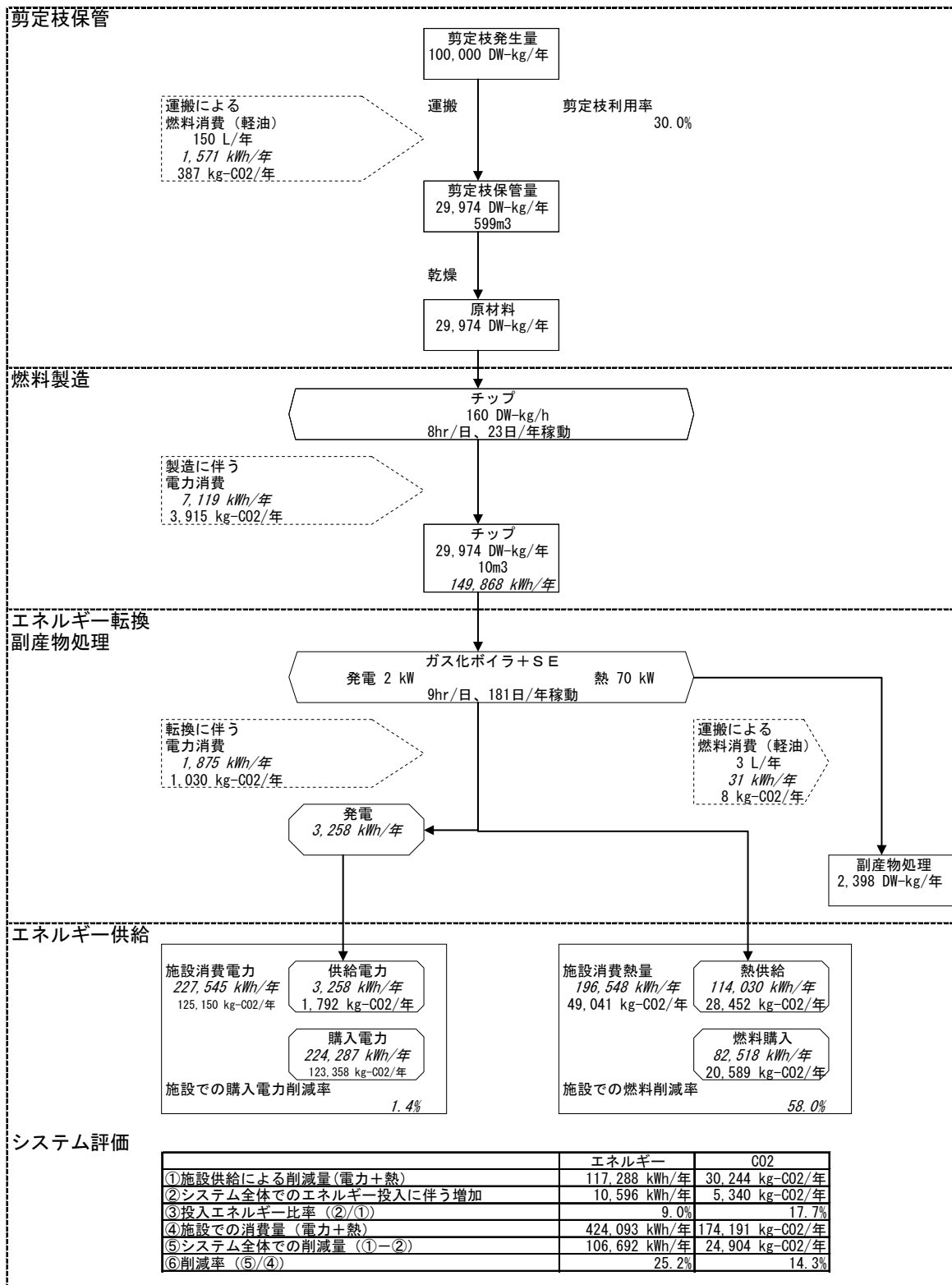


図 1.2-17 物質収支およびエネルギーフロー (ケース⑥)

表 1.2-24 コスト算定結果一覧 (ケース⑥)

イニシャルコスト

(単位：円)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
保管設備	原材料・燃料保管施設	m <sup>2</sup>	305	90,000 円/m <sup>2</sup>	27,450,000
					27,450,000
燃料製造設備 チップ	製造施設整備費	kg/h	200	110 千円/kg/h	22,000,000
					22,000,000
エネルギー転換設備 ガス化ボイラ+S E	転換施設整備費	kW	2	12,884 千円/kW	25,767,000
					25,767,000
全体					75,217,000

※燃料製造設備製造能力の数値はwetベースとする

ユーティリティ

(単位：円/年)

区分	項目	単位	数量	単価	金額
保管	軽油	L	150	130 円/L	19,500
	計				19,500
燃料製造 チップ	購入電力	kWh	7,119	20 円/kWh	142,380
					142,380
エネルギー転換 ガス化ボイラ+S E	購入電力	kWh	1,873	20 円/kWh	37,460
					37,460
副産物処理	軽油	L	3	130 円/L	390
					390
全体					199,730

人件費

(単位：円/年)

区分	作業	単位	数量	単価	金額
保管	搬入保管	h	180	1,500 円/h	270,000
燃料製造	製造作業	h	368	1,500 円/h	552,000
エネルギー転換	転換作業	h	0	1,500 円/h	0
副産物処理	副産物搬出	h	2	1,500 円/h	3,000
全体					825,000

設備維持管理費

イニシャルコスト×比率で算定

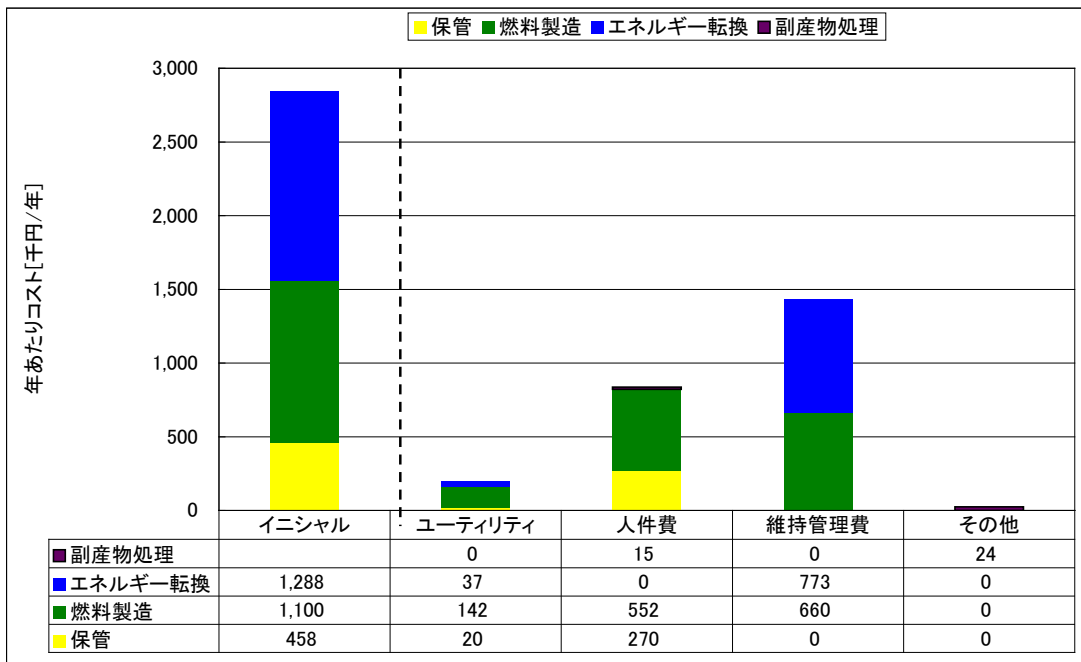
(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
燃料製造設備	製造施設	%	3		660,000
					660,000
エネルギー転換設備	転換施設	%	3		773,000
					773,000
全体					1,433,000

その他費用

(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
副産物処理 委託処理	転換時副産物処理委託費	DW-kg	2,398	10 円/kg	23,980
					23,980
全体					23,980



イニシャルコストの年間コスト換算条件

- ・建設費の1/2を補助金等で充当するものとし、これらの相当額を除く。
- ・耐用年数：保管設備30年、プラント10年で設定した。

図 1.2-18 年間コスト比較 (ケース⑥)

## (7) ケース⑦ 熱利用ストーブ対応

冬期間の非常用熱源として、発生する剪定枝をストーブによる熱供給を行う。燃料がペレットと薪のケースに分けて評価する。

### ケース⑦-1 ペレットストーブの場合

- ・剪定枝発生量：100 DW-t/年
- ・剪定枝発生場所から保管場所までの往復距離：3 km
- ・エネルギー転換設備から廃棄物処理施設までの往復距離：10km
- ・剪定枝をほぼ全量使用するとし、供給可能規模を算定する。
- ・熱供給時間：10月から3月までの182日、1日24時間供給(連続運転)
- ・ペレット製造時間：1日あたり8時間製造(DSS 運転)
- ・ペレット製造工程：1次破碎・2次破碎・圧縮成型の3段階
- ・ペレットの含水率は、成型工程での水分減少をふまえ、10%
- ・ペレット製造設備およびペレットストーブの耐用年数：10年
- ・原材料および燃料保管施設の耐用年数：30年

#### 1) 施設仕様 (表 1.2-25 を参照)

- ・剪定枝発生量 100 DW-t/年をほぼペレットに加工する場合、熱供給規模は 95kW (10kW ペレットストーブ約 10 台分) となった。
- ・供給に必要な剪定枝の量は年間約 94 DW-t/年となり、剪定枝発生量の約 94%であった。
- ・残る剪定枝 6 DW-t/年 (6%) は、刈草とともに緑のリサイクルとして利用可能である。
- ・副産物処理量は年間約 7.5 DW-t/年発生した。
- ・年間を通して必要な作業は 2 人で対応可能である。

#### 2) 導入効果 (図 1.2-19 を参照)

- ・年間約 415,000kWh/年の熱供給が可能である。
- ・システム全体で投入されるエネルギー (電力や軽油) は約 81,700kWh/年であり、供給熱の約 20% を占めている。
- ・年間削減できるエネルギーは約 333,300kWh/年となる。

#### 3) コスト (表 1.2-28 および図 1.2-20 を参照)

- ・イニシャルコスト合計は、約 151,300 千円であった。コスト内訳は、ペレットストーブが約 1%、原材料保管施設が約 57%、ペレット製造設備が約 42%となった。
- ・ランニングコスト (ユーティリティ、人件費、維持管理費、その他の合計) は、年間約 6,100 千円/年であり、うち人件費が約 40%を占めている。
- ・削減可能エネルギー約 333,300kWh/年を重油削減額 (1L 80 円で想定) に換算すると、合計で約 2,727 千円/年となり、削減額によるイニシャルコストの回収は厳しい (計算式【5.4.4】で算定)。
- ・想定した耐用年数をもとに、建設費の 1/2 を補助金等で充当したと仮定した場合、イニシャルおよびランニングの年間コストより算定したエネルギー製造単価は、1 kWh あたり約 26 円と試算され、重油 1 kWh あたり価格 (約 8 円) の約 3 倍となる (計算式【5.5.1】で算定)。

表 1.2-25 施設仕様 (ケース⑦-1 ペレット)

区分	仕様	単位	数値	備考
保管設備	剪定枝保管量	DW-kg/年	94,349	計算式【2.1.3】で算定
	剪定枝保管容量	kg (50%-w. b)/年	188,698	計算式【1.1.1】で算定
	保管必要面積	m <sup>3</sup>	1,887	計算式【1.1.2】で算定
		m <sup>2</sup>	944	計算式【1.1.3】で算定
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値
	必要作業日数	日/年	57	計算式【1.2.6】で算定
	搬送車輛積載量	m <sup>3</sup> /台	4	モデル設定値
	必要車輛台数	台	1	計算式【1.2.7】で算定
燃料製造設備	燃料種別		ペレット	
	燃料使用量	DW-kg/年	94,349	計算式【3.1.3】で算定
	日製造規模	kg (10%-w. b)/年	104,832	計算式【3.1.3】で算定
		DW-kg/日	1,440	計算式【2.1.1】で算定
	製造能力	kg (10%-w. b)/日	1,600	計算式【2.1.1】で算定
		DW-kg/h	180	計算式【2.1.1】で算定
		kg (10%-w. b)/h	200	計算式【2.1.1】で算定
	日稼働時間	h/日	8	モデル設定値
	年間稼働日数	日/年	66	計算式【2.1.2】で算定
	年間稼働時間	h/年	528	計算式【2.1.2】で算定
	燃料保管容量	m <sup>3</sup>	9	計算式【2.1.4】で算定
	燃料保管面積	m <sup>2</sup>	5	計算式【2.1.5】で算定
エネルギー転換設備	供給方式		熱供給 ペレットストーブ	
	熱供給能力	kW	95	モデル設定値
	年間熱供給量	kWh/年	414,960	計算式【3.4.3】で算定
	日稼働時間	h/日	24	モデル設定値
	年間稼働日数	日/年	182	モデル設定値
	年間稼働時間	h/年	4,368	モデル設定値
副産物処理	処理方式		委託処理	
	副産物処理量	DW-kg/年	7,549	計算式【3.1.4】で算定
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値
	必要作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定
	搬送車輛積載量	m <sup>3</sup> /台	4	モデル設定値
	台	1	計算式【4.2.7】で算定	

表 1.2-26 ユーティリティ (ケース⑦-1 ペレット)

区分	項目	単位	数値	備考
保管	軽油	L/年	472	計算式【1.3.1】で算定
燃料製造	電力	kWh/年	67,224	計算式【2.4.1】で算定
エネルギー転換	電力	kWh/年	9,435	計算式【3.4.1】で算定
副産物処理	軽油	L/年	10	計算式【4.3.1】で算定

表 1.2-27 必要作業人数 (ケース⑦-1 ペレット)

区分	作業	単位	数値	備考
保管	人数	人	2	計算式【1.2.8】で算定
	作業日数	日/年	57	計算式【1.2.6】で算定
燃料製造	人数	人	2	計算式【2.2.1】で算定
	作業日数	日/年	66	計算式【2.1.2】で算定
副産物処理	人数	人	2	計算式【4.2.8】で算定
	作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定

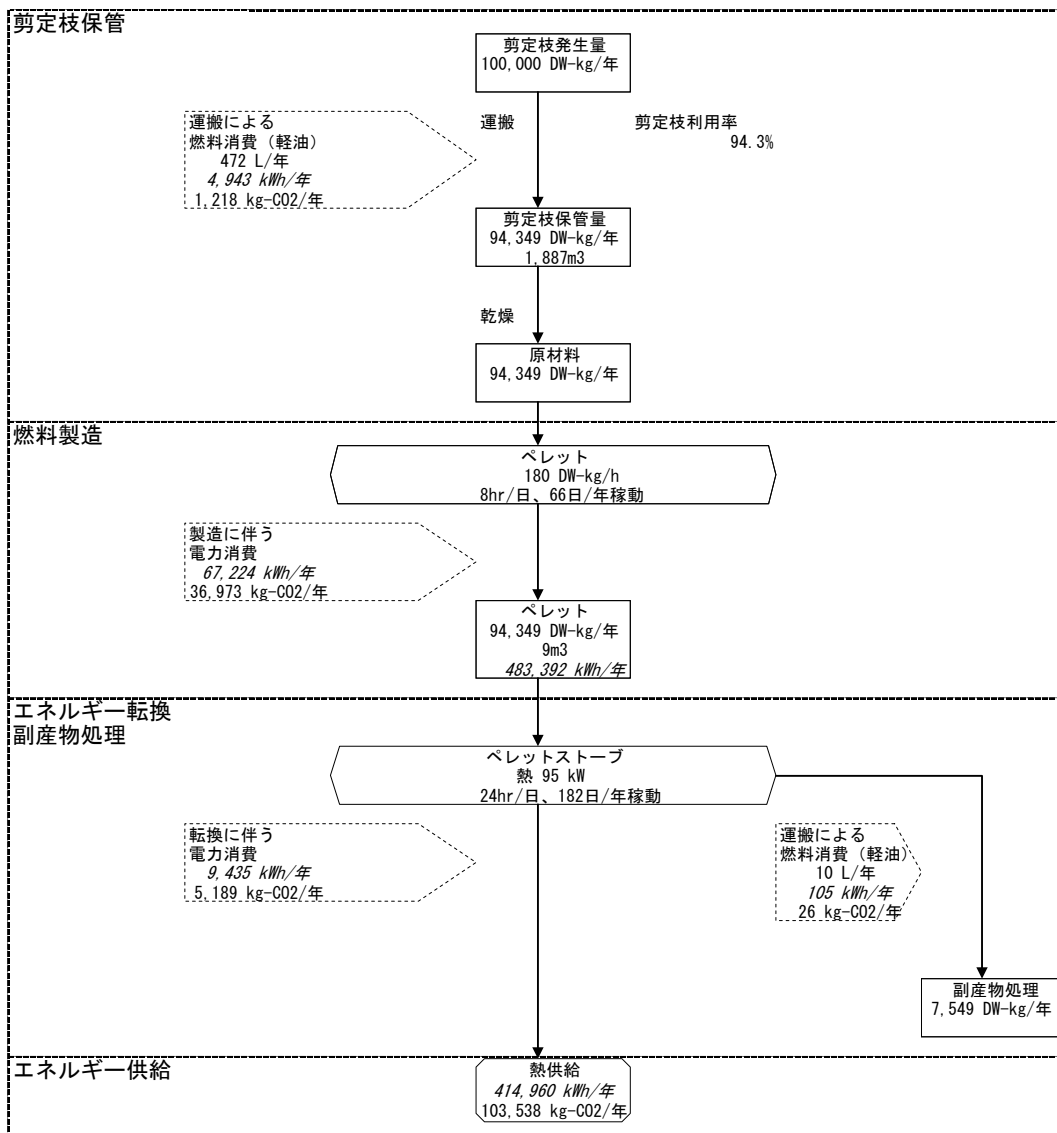


図 1.2-19 物質収支およびエネルギーフロー (ケース⑦-1 ペレット)

表 1.2-28 コスト算定結果一覧 (ケース⑦-1 ペレット)

イニシャルコスト

(単位：円)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
保管設備	原材料・燃料保管施設	m <sup>2</sup>	949	90,000 円/m <sup>2</sup>	85,410,000
					85,410,000
燃料製造設備 ペレット	製造施設整備費	kg/h	200	320 千円/kg/h	64,000,000
					64,000,000
エネルギー転換設備 ペレットストーブ	転換施設整備費	kW	95	20 千円/kW	1,930,000
					1,930,000
全体					151,340,000

※燃料製造設備製造能力の数値はwetベースとする

ユーティリティ

(単位：円/年)

区分	項目	単位	数量	単価	金額
保管	軽油	L	472	130 円/L	61,360
	計				61,360
燃料製造 ペレット	購入電力	kWh	67,224	20 円/kWh	1,344,480
					1,344,480
エネルギー転換 ペレットストーブ	購入電力	kWh	9,435	20 円/kWh	188,700
					188,700
副産物処理	軽油	L	10	130 円/L	1,300
					1,300
全体					1,595,840

人件費

(単位：円/年)

区分	作業	単位	数量	単価	金額
保管	搬入保管	h	566	1,500 円/h	849,000
燃料製造	製造作業	h	1,056	1,500 円/h	1,584,000
エネルギー転換	転換作業	h	0	1,500 円/h	0
副産物処理	副産物搬出	h	4	1,500 円/h	6,000
全体					2,439,000

設備維持管理費

イニシャルコスト×比率で算定

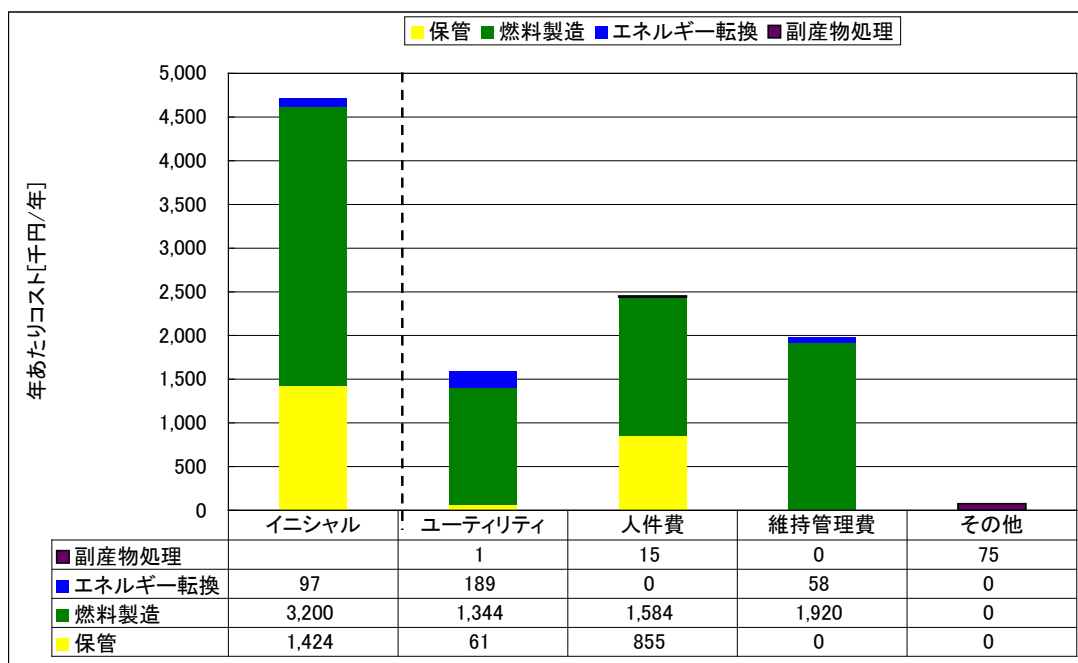
(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
燃料製造設備	製造施設	%	3		1,920,000
					1,920,000
エネルギー転換設備	転換施設	%	3		58,000
					58,000
全体					1,978,000

その他費用

(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
副産物処理 委託処理	転換時副産物処理委託費	DW-kg	7,549	10 円/kg	75,490
					75,490
全体					75,490



イニシャルコストの年間コスト換算条件

- ・ 建設費の 1/2 を補助金等で充当するものとし、これらの相当額を除く。
- ・ 耐用年数：保管設備 30 年、プラント 10 年で設定した。

図 1.2-20 年間コスト比較（ケース⑦-1 ペレット）



## ケース⑦-2 薪ストーブの場合

- ・ 剪定枝発生量：100 DW-t/年
- ・ 剪定枝発生場所から保管場所までの往復距離：3 km
- ・ エネルギー転換設備から廃棄物処理施設までの往復距離：10km
- ・ 剪定枝をほぼ全量使用するとし、供給可能規模を算定する。
- ・ 熱供給時間：10月から3月までの182日、1日24時間供給とする（連続運転）。
- ・ 原材料保管施設で薪に加工した状態で自然乾燥した後、燃料として利用する。
- ・ 薪の含水率は、自然乾燥時から変わらないものとし、20%
- ・ 薪ストーブの耐用年数：10年
- ・ 原材料保管施設の耐用年数：30年

### 1) 施設仕様（表 1.2-29 を参照）

- ・ 剪定枝発生量 100 DW-t/年をほぼ薪に加工する場合、熱供給規模は 85kW（10kW ペレットストーブ 約 9 台分）となった。
- ・ 供給に必要な剪定枝の量は年間約 98 DW-t/年となり、剪定枝発生量の約 98%であった。
- ・ 残る剪定枝 2DW-t/年（2%）は、刈草とともに緑のリサイクルとして利用可能である。
- ・ 副産物処理量は年間約 7.8 DW-t/年発生した。
- ・ 年間を通して必要な作業は 2 人で対応可能である。

### 2) 導入効果（図 1.2-21 を参照）

- ・ 年間約 371,300kWh/年の熱供給が可能である。
- ・ システム全体で投入されるエネルギー（軽油）は約 5,200kWh/年であり、供給熱の約 1%を占めている。
- ・ 年間削減できるエネルギーは約 366,000kWh/年となる。

### 3) コスト（表 1.2-32 および図 1.2-22 を参照）

- ・ イニシャルコスト合計は、約 89,600 千円であった。コスト内訳は、薪ストーブが約 2%、原材料保管施設が約 98%となった。
- ・ ランニングコスト（ユーティリティ、人件費、維持管理費、その他の合計）は、年間約 2,500 千円/年であり、うち人件費が約 93%を占めている。
- ・ 削減可能エネルギー約 366,000kWh/年を重油削減額（1L 80 円で想定）に換算すると、合計で約 2,996 千円/年となり、削減額によるイニシャルコストの回収は厳しい（計算式【5.4.4】で算定）。
- ・ 想定した耐用年数をもとに、建設費の 1/2 を補助金等で充当したと仮定した場合、イニシャルおよびランニングの年間コストより算定したエネルギー製造単価は、1 kWh あたり約 11 円と試算され、重油 1 kWh あたり価格（約 8 円）の約 1.4 倍となる（計算式【5.5.1】で算定）。

表 1.2-29 施設仕様 (ケース⑦-2 薪)

区分	仕様	単位	数値	備考
保管設備	剪定枝保管量	DW-kg/年 kg (50%-w. b)/年	97,843 195,686	計算式【2.1.3】で算定 計算式【1.1.1】で算定
	剪定枝保管容量	m <sup>3</sup>	1,957	計算式【1.1.2】で算定
	保管必要面積	m <sup>2</sup>	979	計算式【1.1.3】で算定
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値
	必要作業日数	日/年	59	計算式【1.2.6】で算定
	搬送車両積載量 必要車両台数	m <sup>3</sup> /台 台	4 1	モデル設定値 計算式【1.2.7】で算定
燃料製造設備	燃料種別		薪	
	燃料使用量	DW-kg/年 kg (20%-w. b)/年	97,843 122,304	計算式【3.1.3】で算定 計算式【3.1.3】で算定
エネルギー転換設備	供給方式		熱供給 薪ストーブ	
	熱供給能力	kW	85	モデル設定値
	年間熱供給量	kWh/年	371,280	計算式【3.4.3】で算定
	日稼働時間	h/日	24	モデル設定値
	年間稼働日数	日/年	182	モデル設定値
年間稼働時間	h/年	4,368	モデル設定値	
副産物処理	処理方式		委託処理	
	副産物処理量	DW-kg/年	7,826	計算式【3.1.4】で算定
	1日の作業時間	h/日	5	モデル設定値
	必要作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定
	搬送車両積載量 必要車両台数	m <sup>3</sup> /台 台	4 1	モデル設定値 計算式【4.2.7】で算定

表 1.2-30 ユーティリティ (ケース⑦-2 薪)

区分	項目	単位	数値	備考
保管	軽油	L/年	489	計算式【1.3.1】で算定
副産物処理	軽油	L/年	10	計算式【4.3.1】で算定

表 1.2-31 必要作業人数 (ケース⑦-2 薪)

区分	作業	単位	数値	備考
保管	人数	人	2	計算式【1.2.8】で算定
	作業日数	日/年	59	計算式【1.2.6】で算定
副産物処理	人数	人	2	計算式【4.2.8】で算定
	作業日数	日/年	1	計算式【4.2.6】で算定

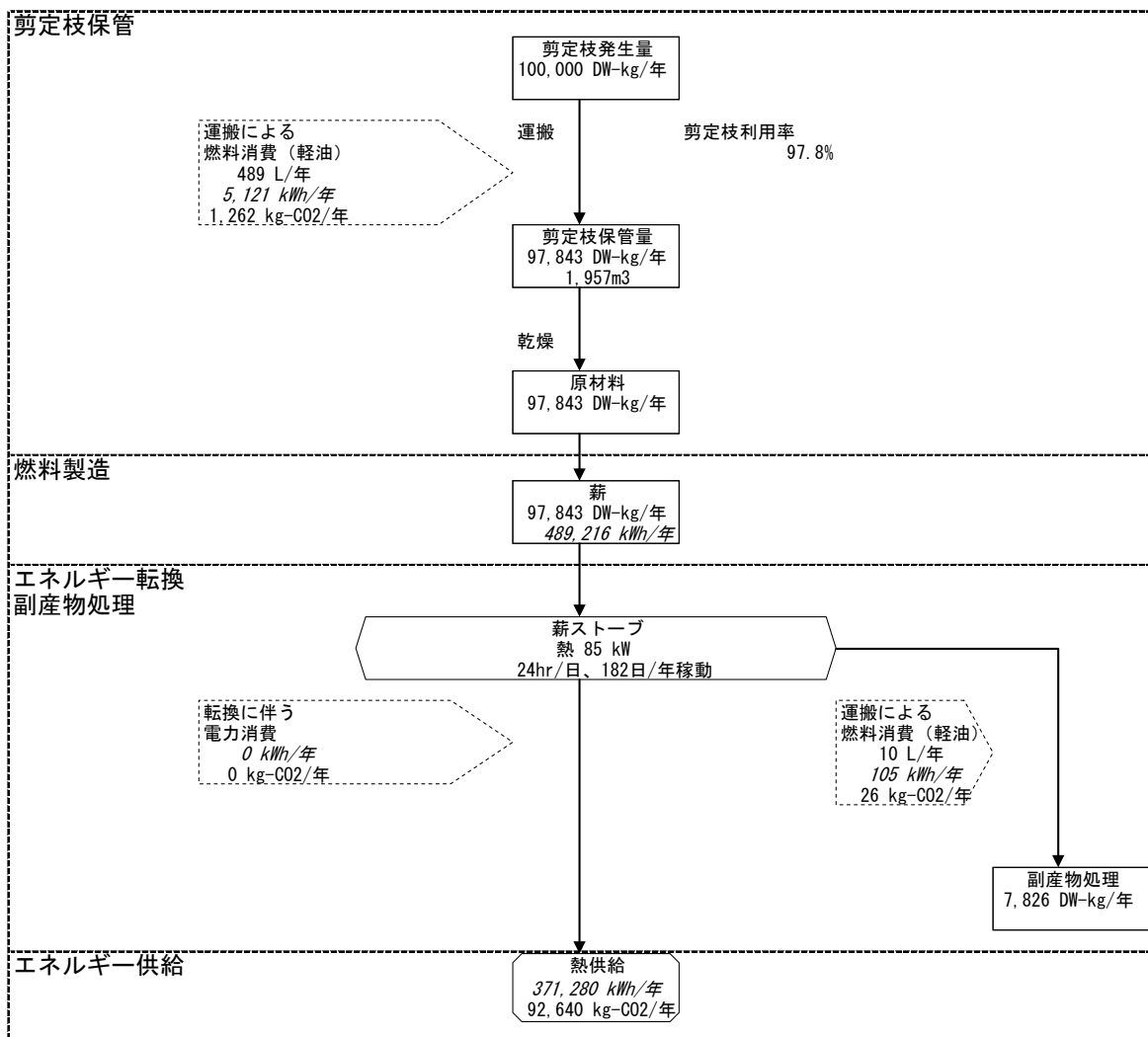


図 1.2-21 物質収支およびエネルギーフロー (ケース⑦-2 薪)

表 1.2-32 コスト算定結果一覧 (ケース⑦-2 薪)

イニシャルコスト

(単位：円)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
保管設備	原材料保管施設	m2	979	90,000 円/m2	88,110,000
					88,110,000
エネルギー転換設備 薪ストーブ	転換施設整備費	kW	85	17 千円/kW	1,444,000
					1,444,000
全体					89,554,000

※燃料製造設備製造能力の数値はwetベースとする

ユーティリティ

(単位：円/年)

区分	項目	単位	数量	単価	金額
保管	軽油	L	489	130 円/L	63,570
	計				63,570
副産物処理	軽油	L	10	130 円/L	1,300
					1,300
全体					64,870

人件費

(単位：円/年)

区分	作業	単位	数量	単価	金額
保管	搬入保管	h	588	1,500 円/h	882,000
燃料製造	製造作業	kg	122,304	12 円/kg	1,468,000
副産物処理	副産物搬出	h	4	1,500 円/h	6,000
全体					2,356,000

設備維持管理費

イニシャルコスト×比率で算定

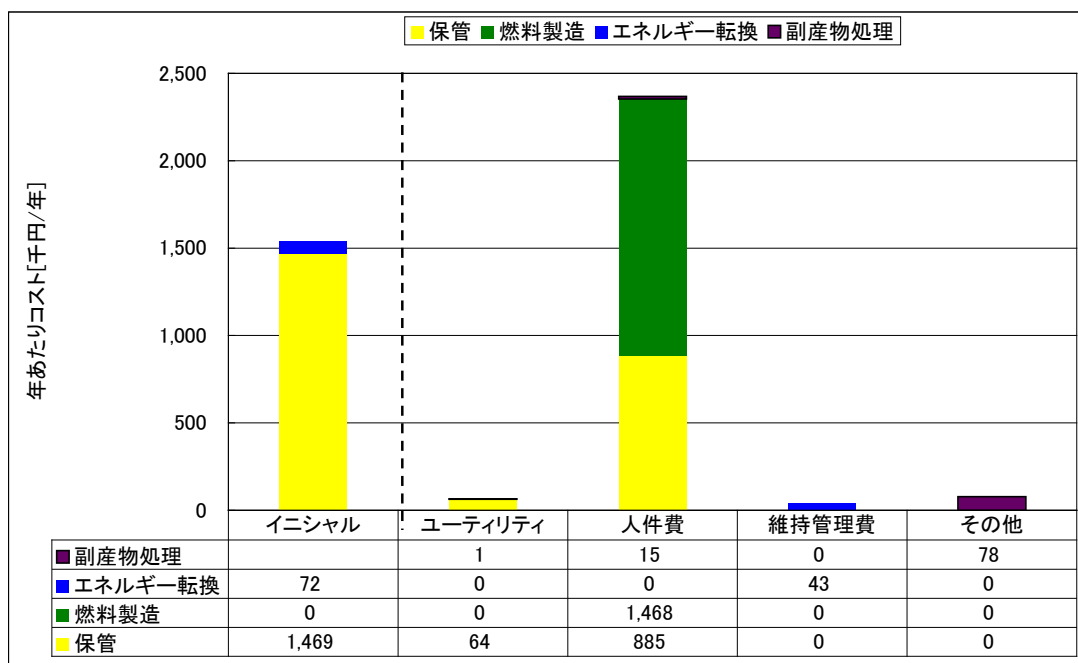
(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
エネルギー転換設備	転換施設	%	3		43,000
					43,000
全体					43,000

その他費用

(単位：円/年)

区分	対象設備	単位	数量	単価	金額
副産物処理 委託処理	転換時副産物処理委託費	DW-kg	7,826	10 円/kg	78,260
					78,260
全体					78,260



イニシャルコストの年間コスト換算条件

- ・ 建設費の 1/2 を補助金等で充当するものとし、これらの相当額を除く。
- ・ 耐用年数：保管設備 30 年、プラント 10 年で設定した。

図 1.2-22 年間コスト比較 (ケース⑦-2 薪)

## 参考資料リスト（文献・報告書・資料・ウェブサイト）

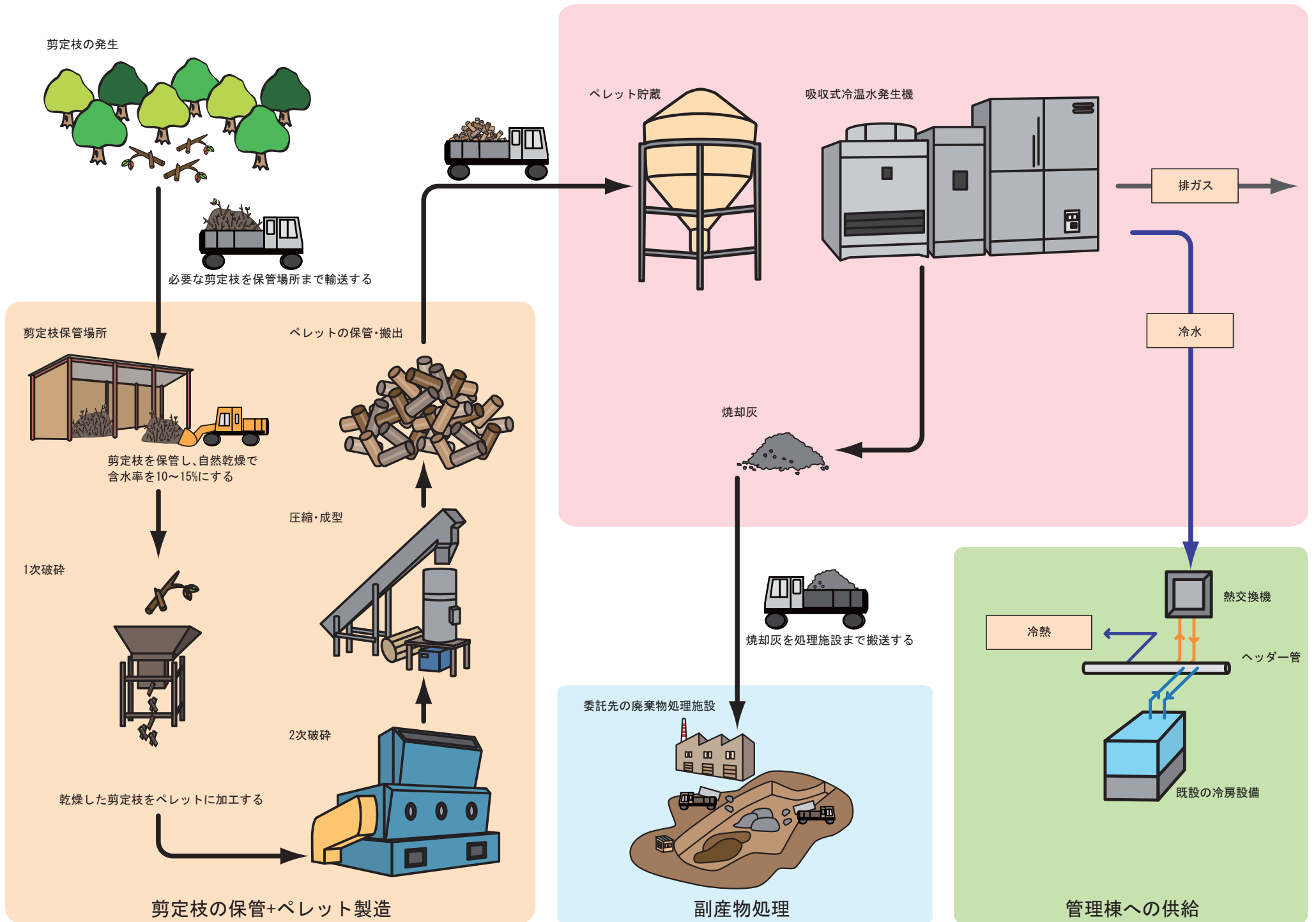
- 1) 都市内緑地から発生するバイオマス活用方策基礎調査検討業務報告書（平成 24 年 3 月，国土交通省都市局）
- 2) 石油製品価格調査（経済産業省資源エネルギー庁ホームページ）  
[http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum\\_and\\_lpgas/pl007/results.html](http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl007/results.html)
- 3) H24 年度普通作業員設計労務単価（一般社団法人 全国建設業協会）  
[http://www.zenken-net.or.jp/roumuhi\\_tyosa/koukyo\\_6.html](http://www.zenken-net.or.jp/roumuhi_tyosa/koukyo_6.html)
- 4) 木質ペレット品質規格（一般社団法人日本木質ペレット協会）
- 5) バイオマス技術ハンドブック（財団法人新エネルギー財団編／社団法人日本エネルギー学会編集協力，オーム社，2008. 10）
- 6) 北海道電力 HP (H25. 3 参照) <http://www.hepco.co.jp/>
- 7) 東北電力 HP (H25. 3 参照) <http://www.tohoku-epco.co.jp/>
- 8) 東京電力 HP (H25. 3 参照) <http://www.tepco.co.jp/index-j.html>
- 9) 廃棄物処理施設建設工事等の入札・契約の手引き（平成 18 年 7 月環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部）<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=7331>
- 10) 木質バイオマスボイラー導入指針（株式会社森のエネルギー研究所，H24 年 3 月）  
[www.mori-energy.jp/pdf/lca\\_boilershishin.pdf](http://www.mori-energy.jp/pdf/lca_boilershishin.pdf)
- 11) 都市ごみ処理システムの分析・計画・評価（技報堂出版 松藤敏彦著）
- 12) 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧（環境省）  
<http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/>
- 13) 空気調和ハンドブック改訂第 5 版（井上宇市編，丸善出版，2008. 1）
- 14) 空気調和衛生工学便覧第 14 版 3 空気調和編（編集・発行 空気調和・衛生工学会，2010. 4）

## 資料4 ケーススタディ図面





① 熱利用一冷房需要 (ペレット焚吸収式冷温水発生機による冷熱供給フロー)

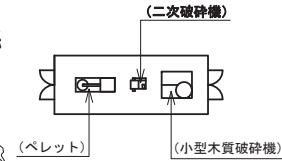
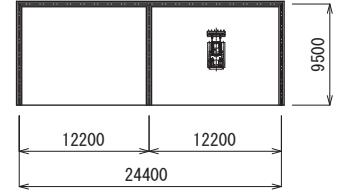


# ケース①熱利用一冷房需要型

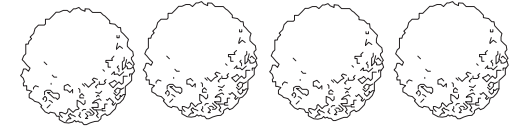
S=1 : 500



## 剪定枝 保管・乾燥ヤード



## 参考図(新宿御苑)

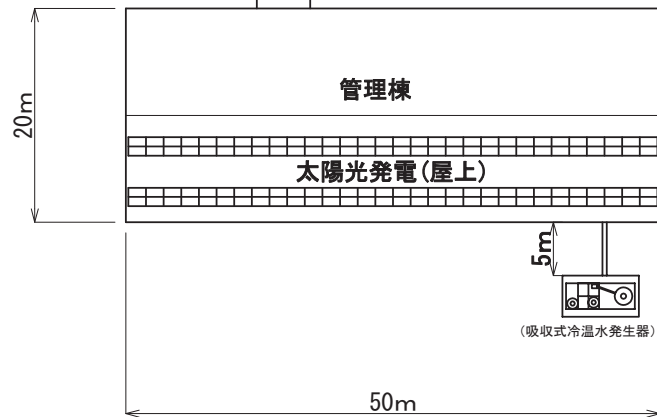


駐車場

5m

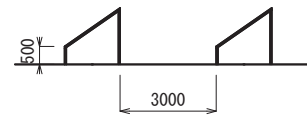
管理棟

太陽光発電(屋上)



(吸収式冷温水発生器)

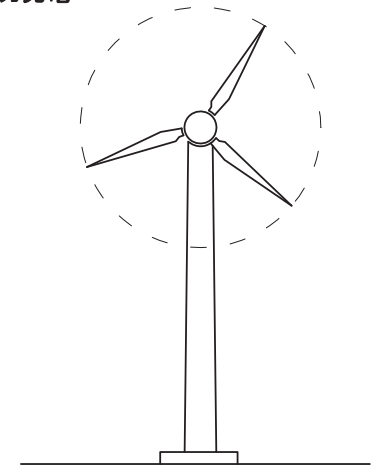
## 太陽光パネル



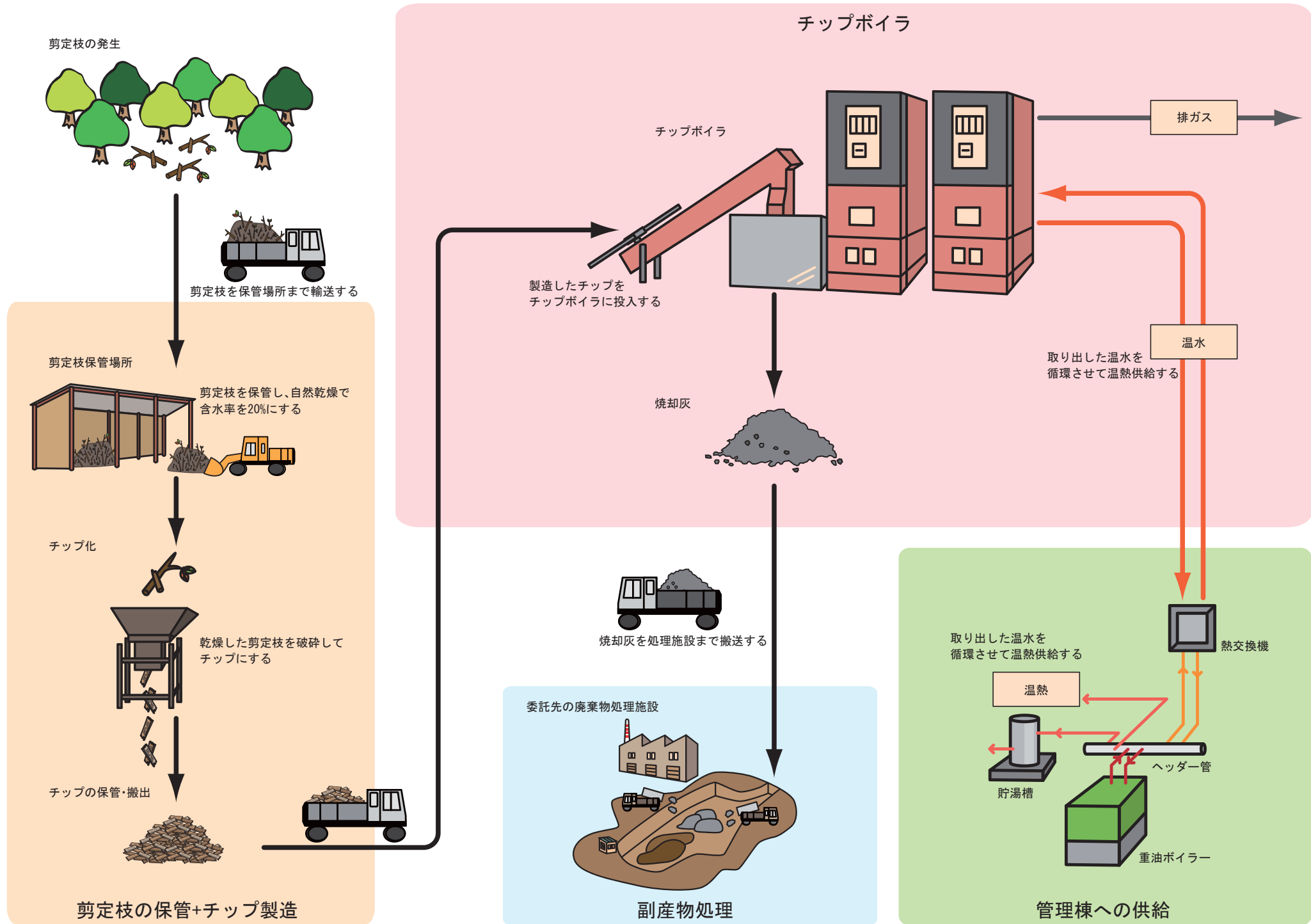
図は関東を想定。設置場所の緯度の高低・気象条件によって、傾斜角・パネル間隔は変動する。

- 例1) 北海道などの高緯度積雪地域 傾斜角40°  
(雪落しのため 最適傾斜角35°) 架台1.5m以上
- 例2) 九州などの低緯度温暖地域 傾斜角26°  
(10cm以上の積雪の出現率無し) 架台0.5m

## 風力発電



② 熱利用一暖房(給湯)需要 (チップボイラによる温熱供給フロー)



# ケース②熱利用—暖房(給湯)需要

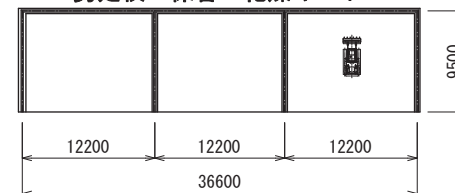
S=1:500



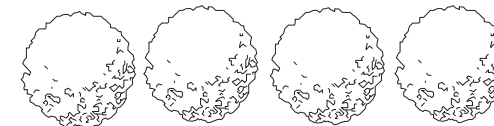
(小型木質破砕機)



剪定枝 保管・乾燥ヤード

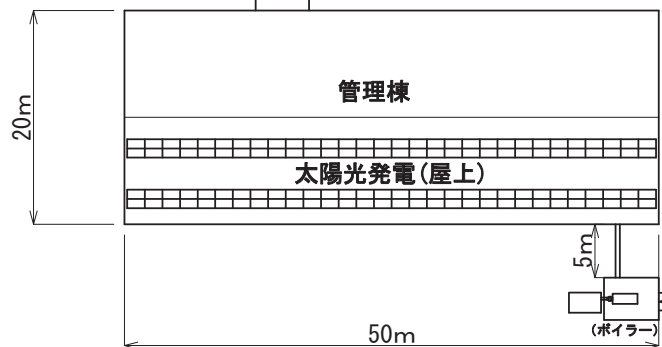


参考図(新宿御苑)

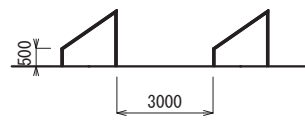


駐車場

5m



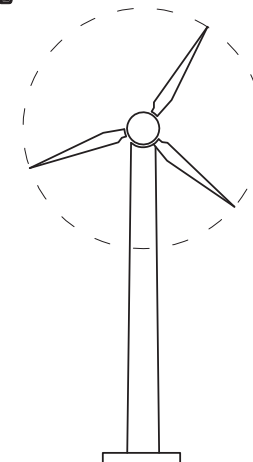
太陽光パネル



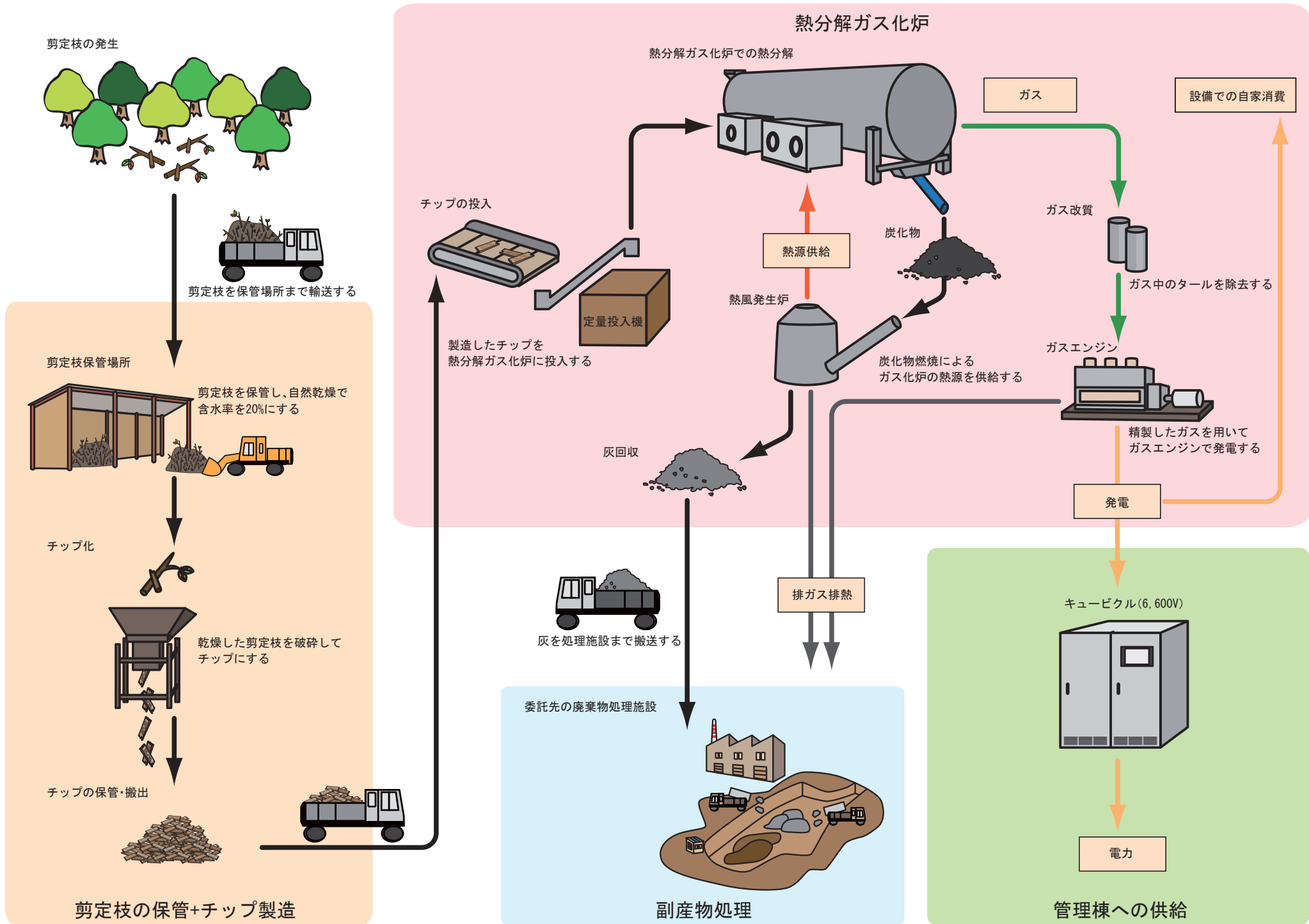
図は関東を想定。設置場所の緯度の高低・気象条件によって、傾斜角・パネル間隔は変動する。

- 例1) 北海道などの高緯度積雪地域 傾斜角40° (雪落しのため 最適傾斜角35°) 架台1.5m以上
- 例2) 九州などの低緯度温暖地域 傾斜角26° (10cm以上の積雪の出現率無し) 架台0.5m

風力発電

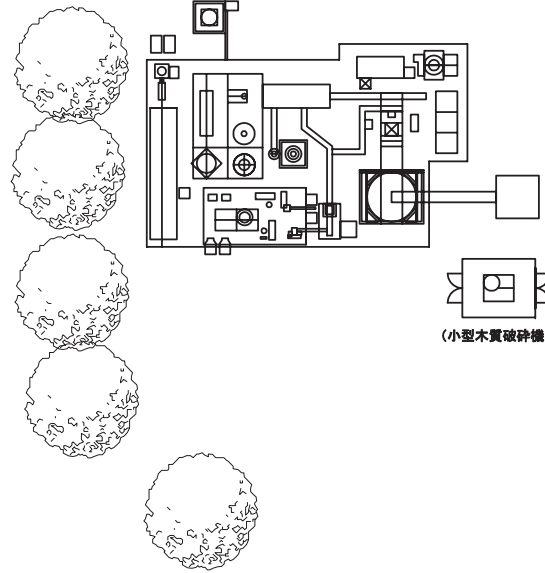


### ③電力需要 (熱分解ガス化炉による電力供給フロー)

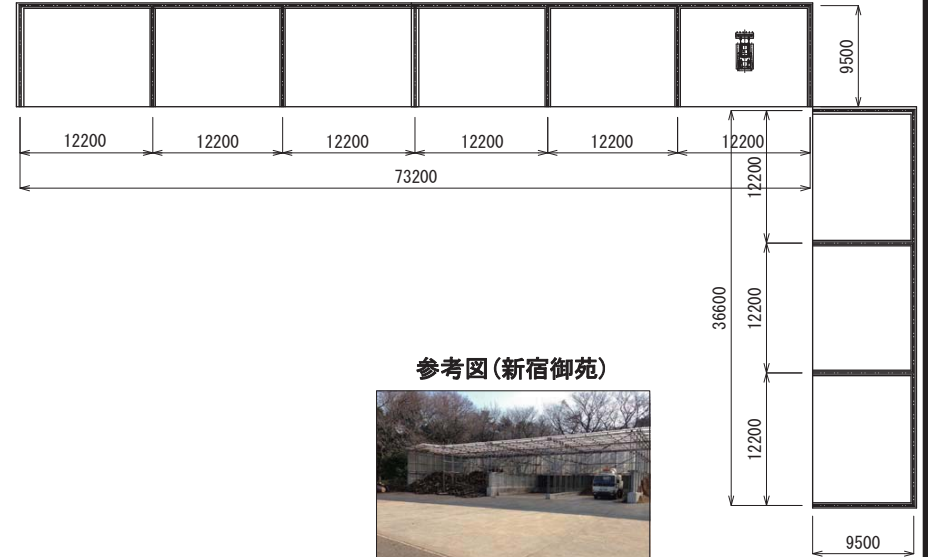


# ケース③電力需要

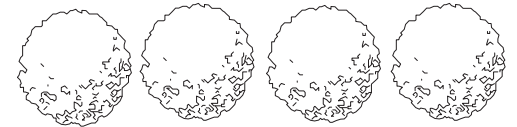
S=1:500



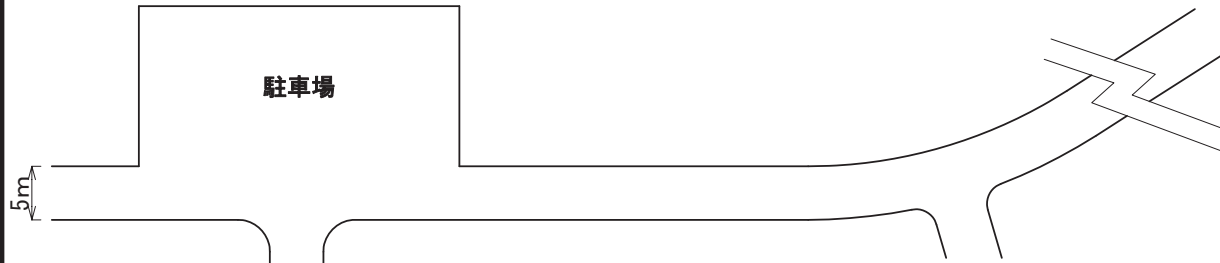
## 剪定枝 保管・乾燥ヤード



参考図(新宿御苑)

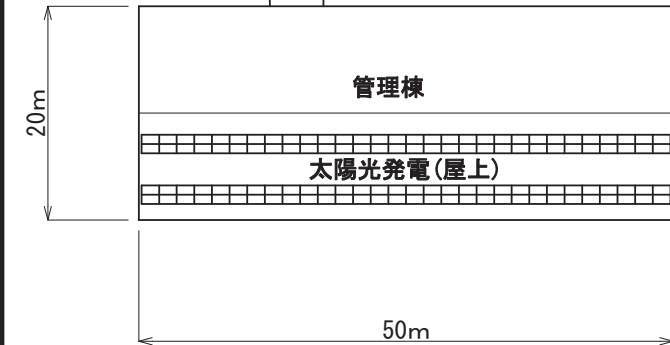


駐車場

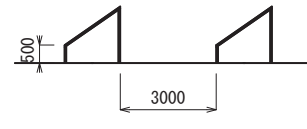


管理棟

太陽光発電(屋上)



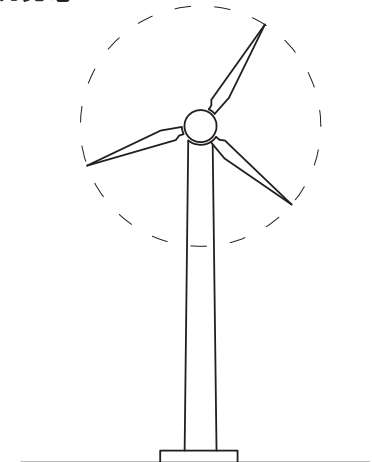
## 太陽光パネル



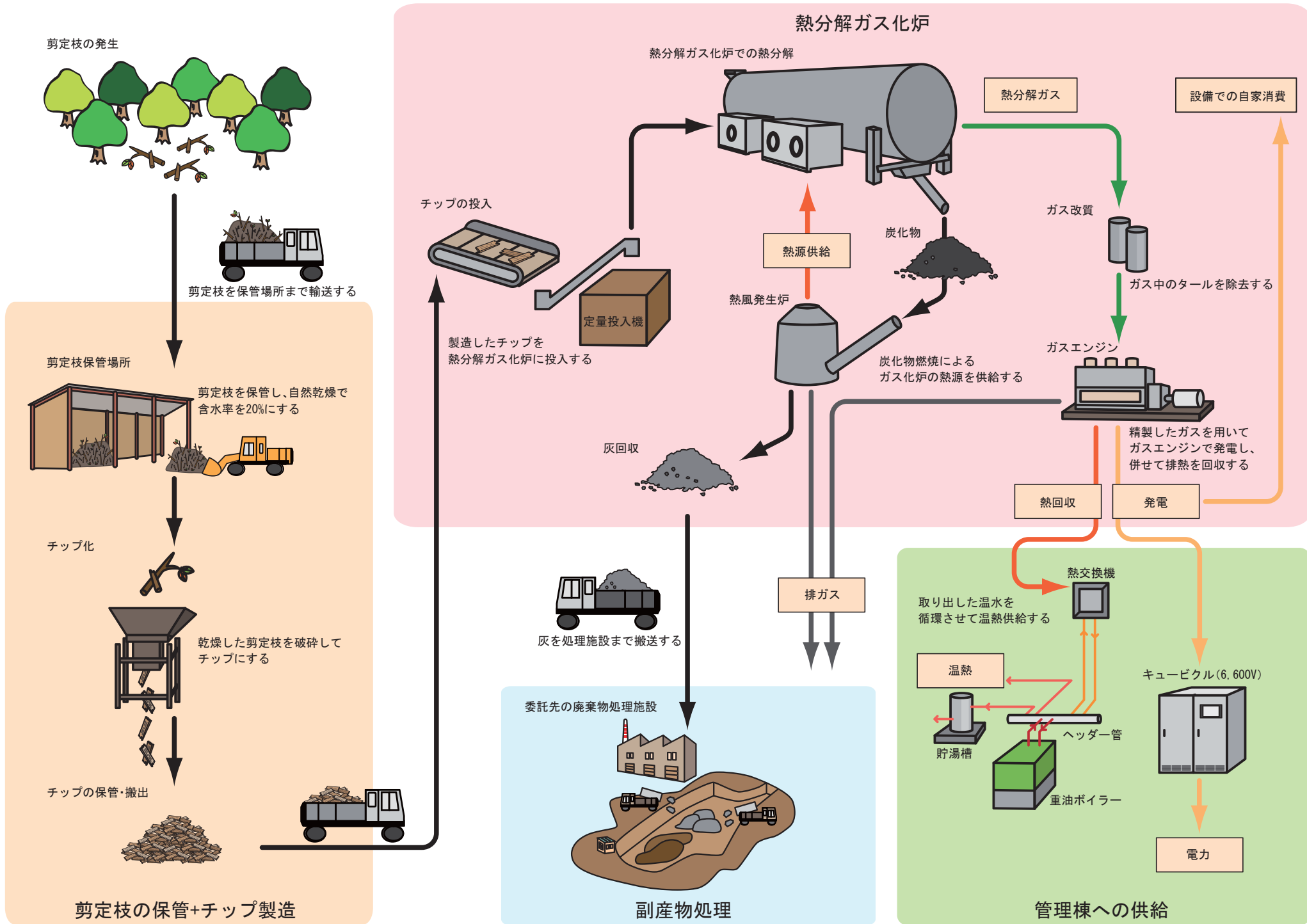
図は関東を想定。設置場所の緯度の高低・気象条件によって、傾斜角・パネル間隔は変動する。

- 例1) 北海道などの高緯度積雪地域 傾斜角40°  
(雪落しのため 最適傾斜角35°) 架台1.5m以上
- 例2) 九州などの低緯度温暖地域 傾斜角26°  
(10cm以上の積雪の出現率無し) 架台0.5m

## 風力発電



④ 電力需要+暖房(給油)需要 (熱分解ガス化炉による電力および温熱供給フロー)

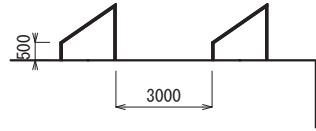


# ケース④電力需要+暖房(給湯)需要

S=1:500



## 太陽光パネル

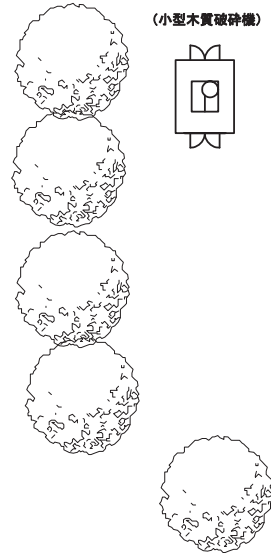


図は関東を想定。設置場所の緯度の高低・気象条件によって、傾斜角・パネル間隔は変動する。

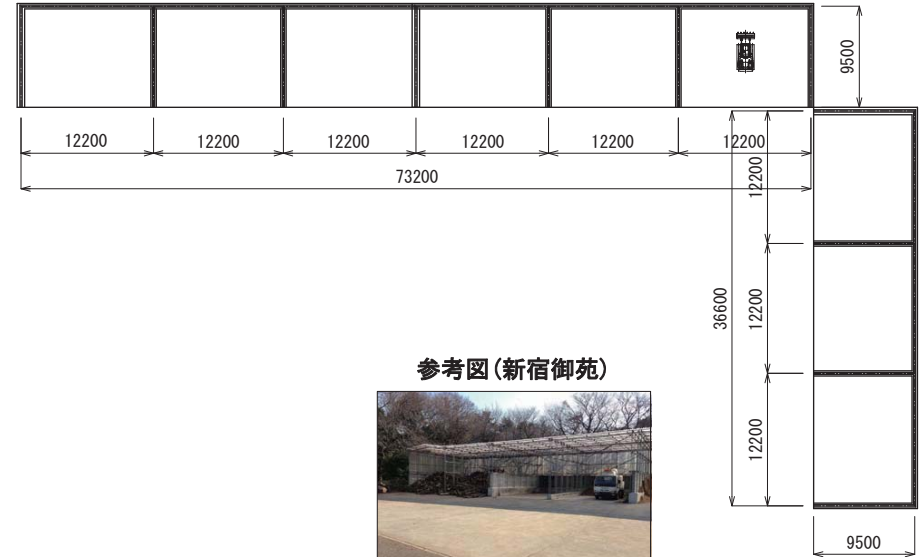
例1) 北海道などの高緯度積雪地域 傾斜角40°  
(雪落しのため 最適傾斜角35°) 架台1.5m以上

例2) 九州などの低緯度温暖地域 傾斜角26°  
(10cm以上の積雪の出現率無し) 架台0.5m

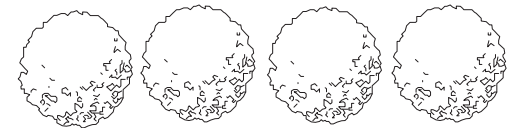
(小型木質破砕機)



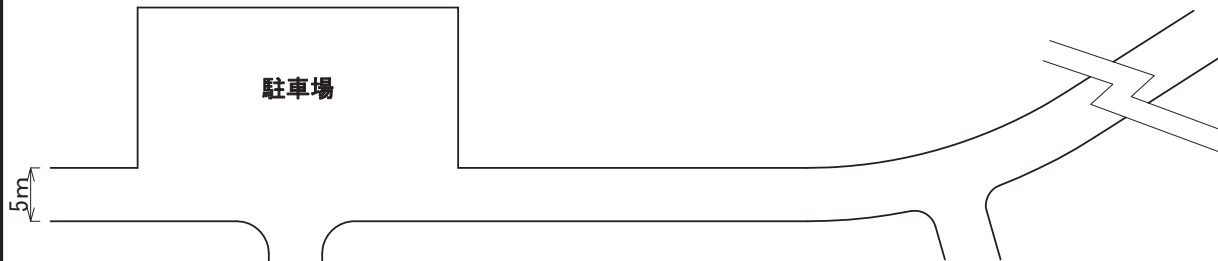
## 剪定枝 保管・乾燥ヤード



参考図(新宿御苑)

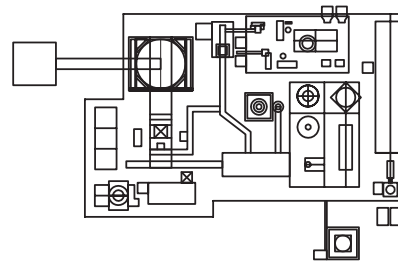
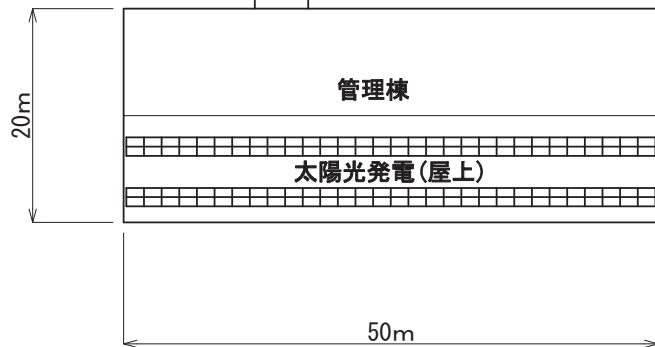


## 駐車場



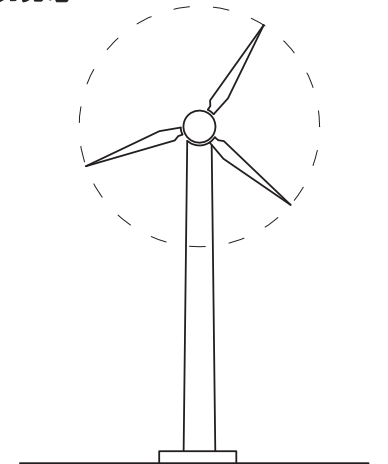
## 管理棟

## 太陽光発電(屋上)



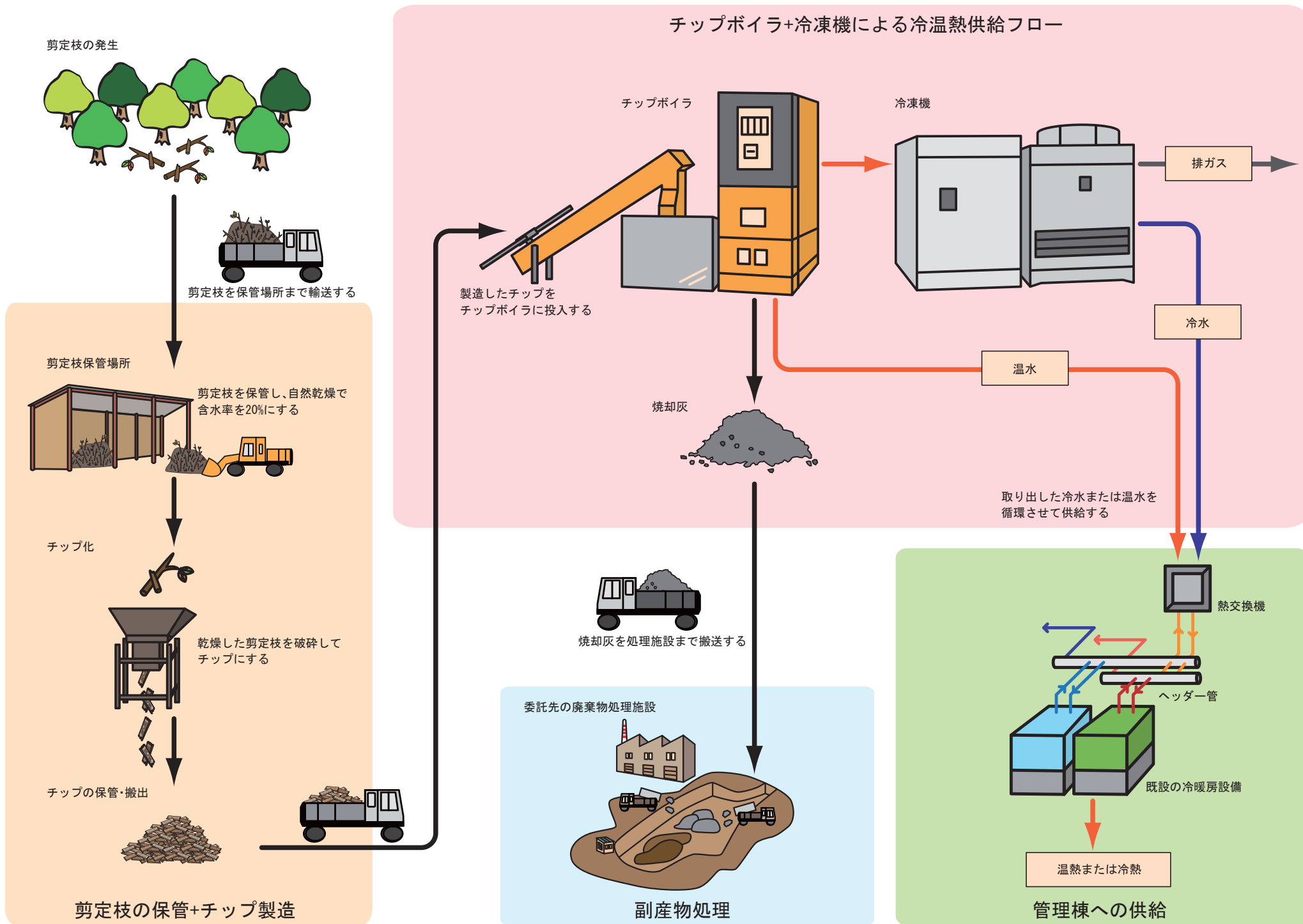
※管理棟に熱供給するため、近傍に配置した。

## 風力発電





⑤ 冷暖房需要 (チップボイラ+冷凍機による冷温熱供給フロー)



# ケース⑤冷暖房需要

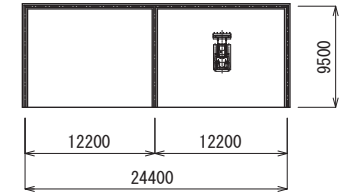
S=1:500



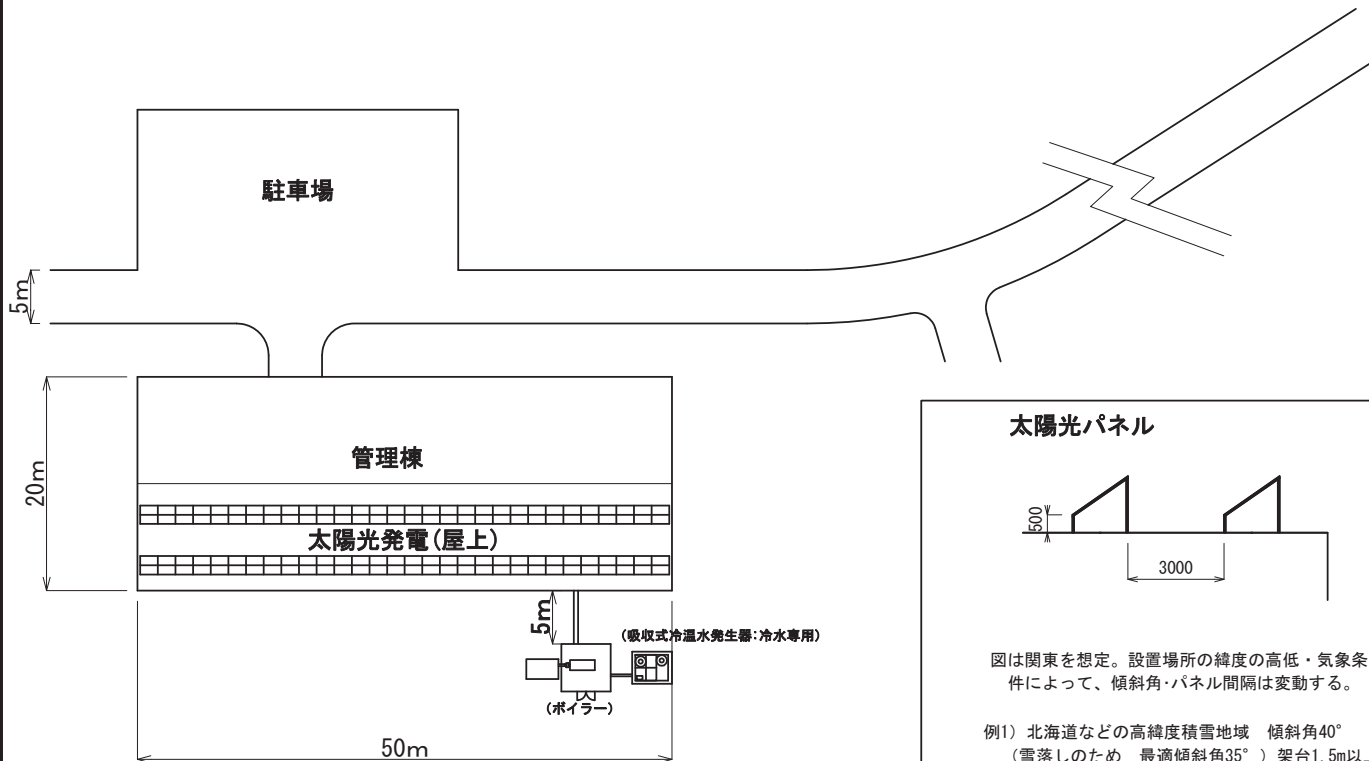
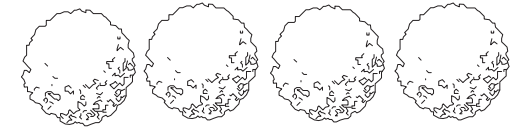
(小型木質破砕機)



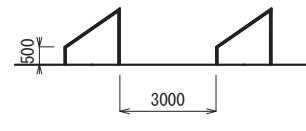
剪定枝 保管・乾燥ヤード



参考図(新宿御苑)



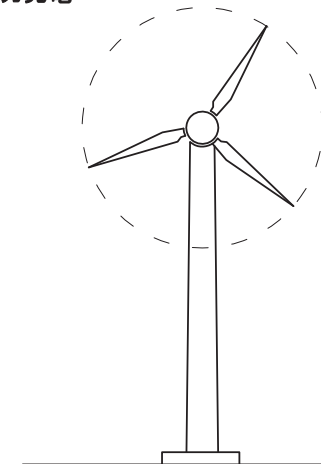
## 太陽光パネル



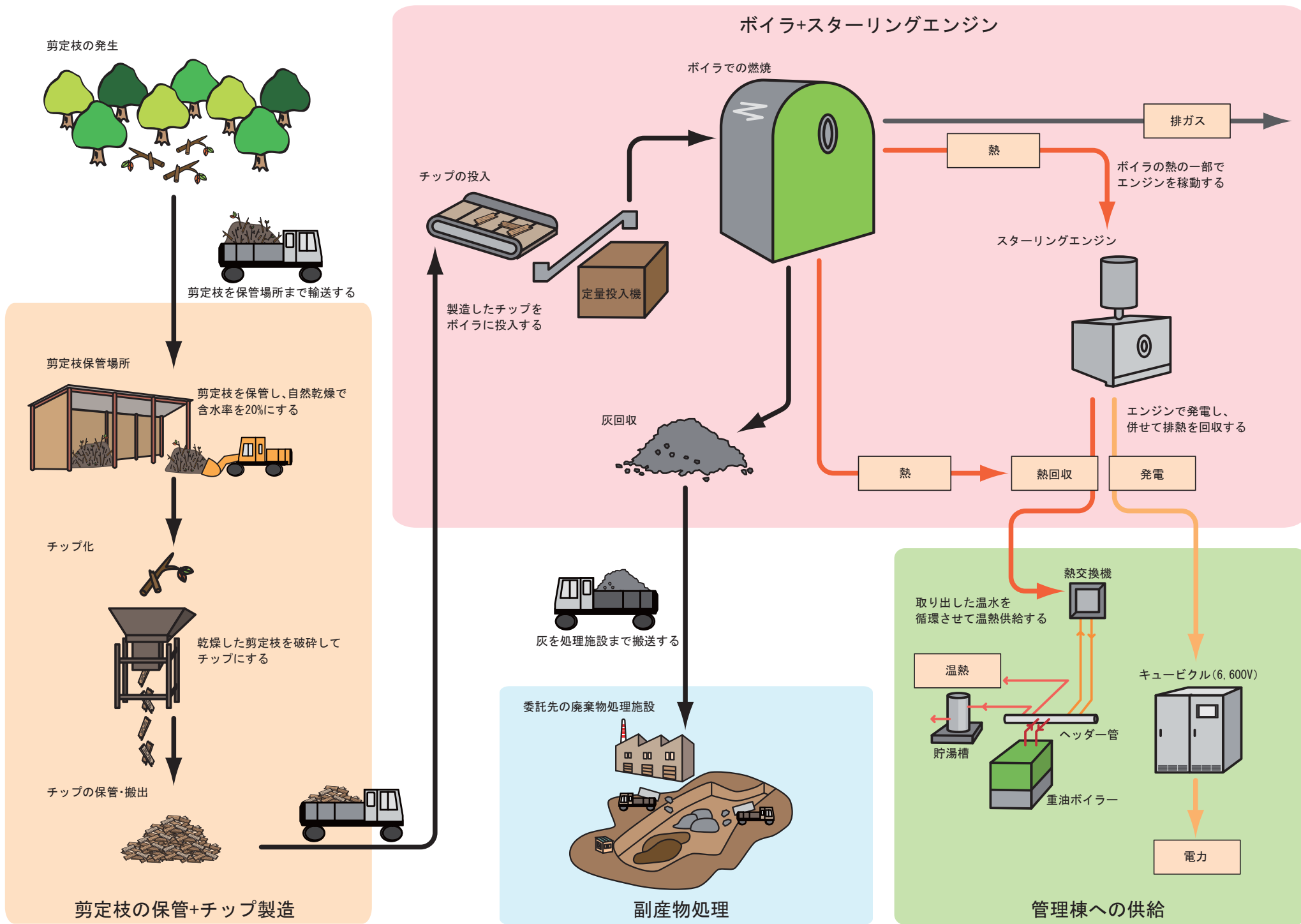
図は関東を想定。設置場所の緯度の高低・気象条件によって、傾斜角・パネル間隔は変動する。

- 例1) 北海道などの高緯度積雪地域 傾斜角40°  
(雪落しのため 最適傾斜角35°) 架台1.5m以上
- 例2) 九州などの低緯度温暖地域 傾斜角26°  
(10cm以上の積雪の出現率無し) 架台0.5m

## 風力発電



⑥ 電力需要+暖房需要 (ボイラ+スターリングエンジンによる発電電力および温熱供給フロー)



ケース⑥電力需要+暖房需要

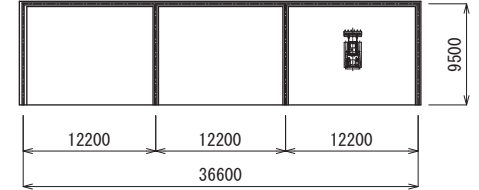
S=1 : 500



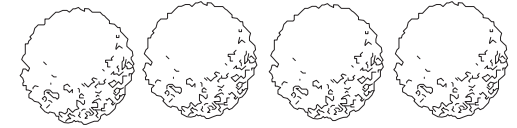
(小型木質破砕機)



剪定枝 保管・乾燥ヤード



参考図(新宿御苑)

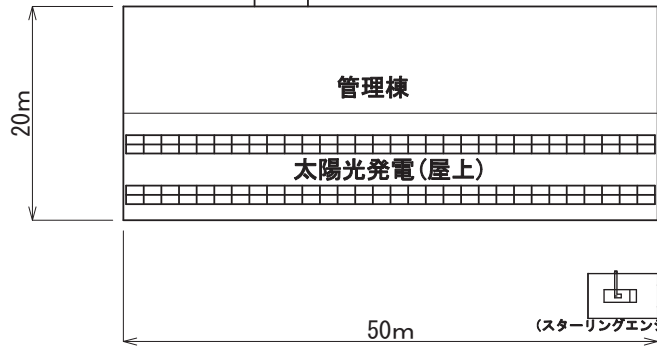


駐車場

5m

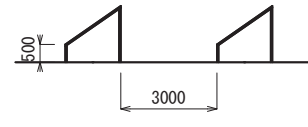
管理棟

太陽光発電(屋上)



(スターリングエンジン)

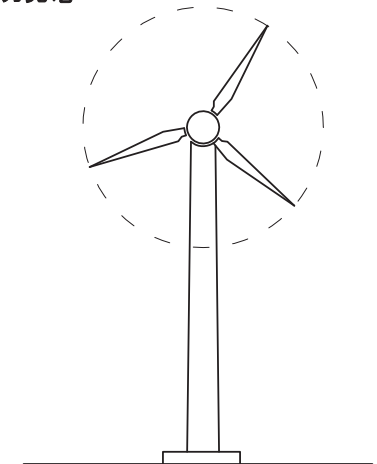
太陽光パネル



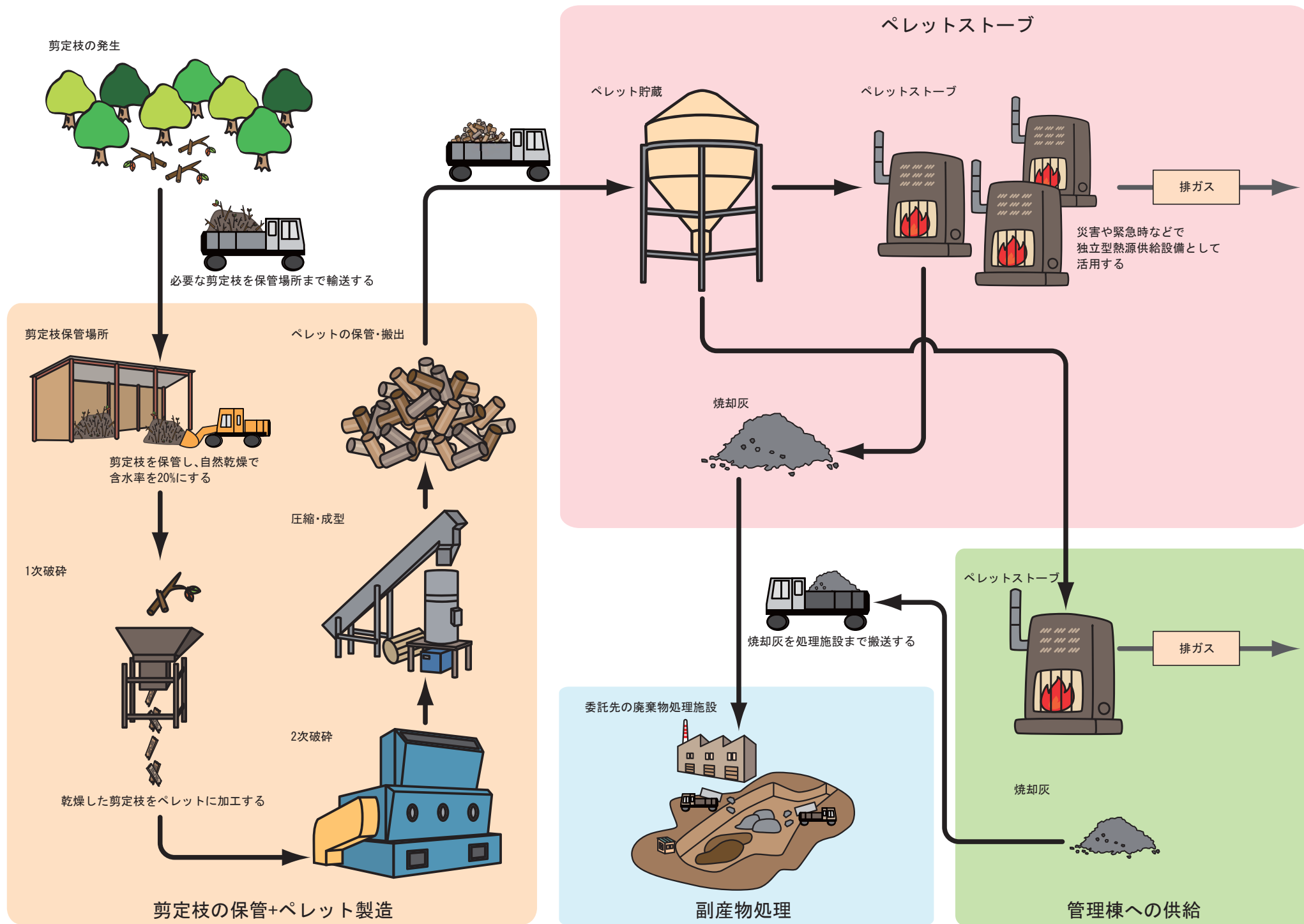
図は関東を想定。設置場所の緯度の高低・気象条件によって、傾斜角・パネル間隔は変動する。

- 例1) 北海道などの高緯度積雪地域 傾斜角40°  
(雪落しのため 最適傾斜角35°) 架台1.5m以上
- 例2) 九州などの低緯度温暖地域 傾斜角26°  
(10cm以上の積雪の出現率無し) 架台0.5m

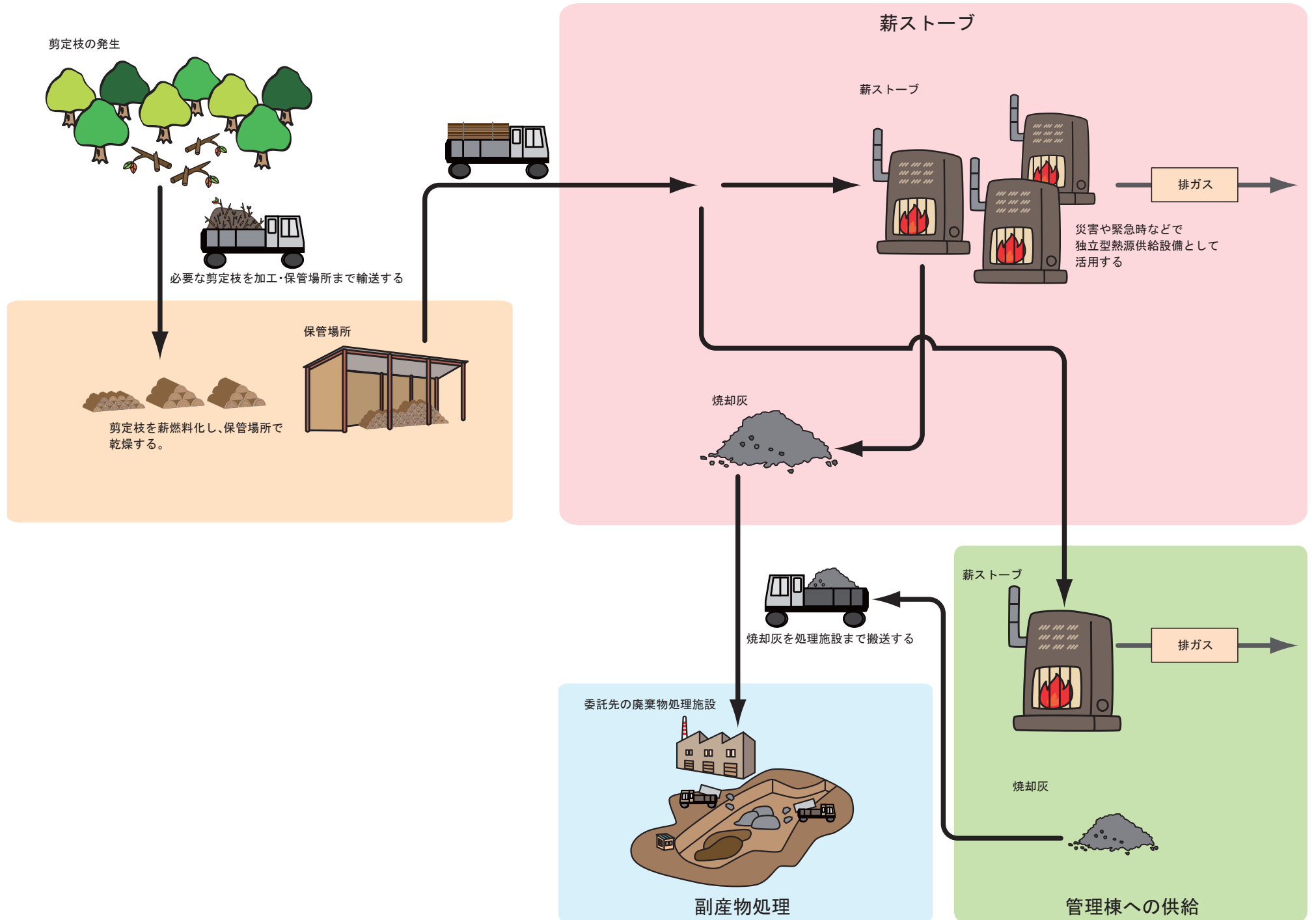
風力発電



⑦-1 熱利用一ストーブ対応 (ペレットストーブによる温熱供給フロー)



⑦-2 熱利用一ストーブ対応 (薪ストーブによる温熱供給フロー)

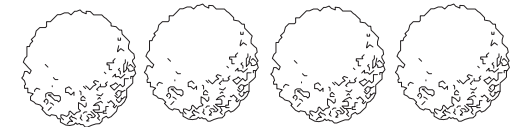
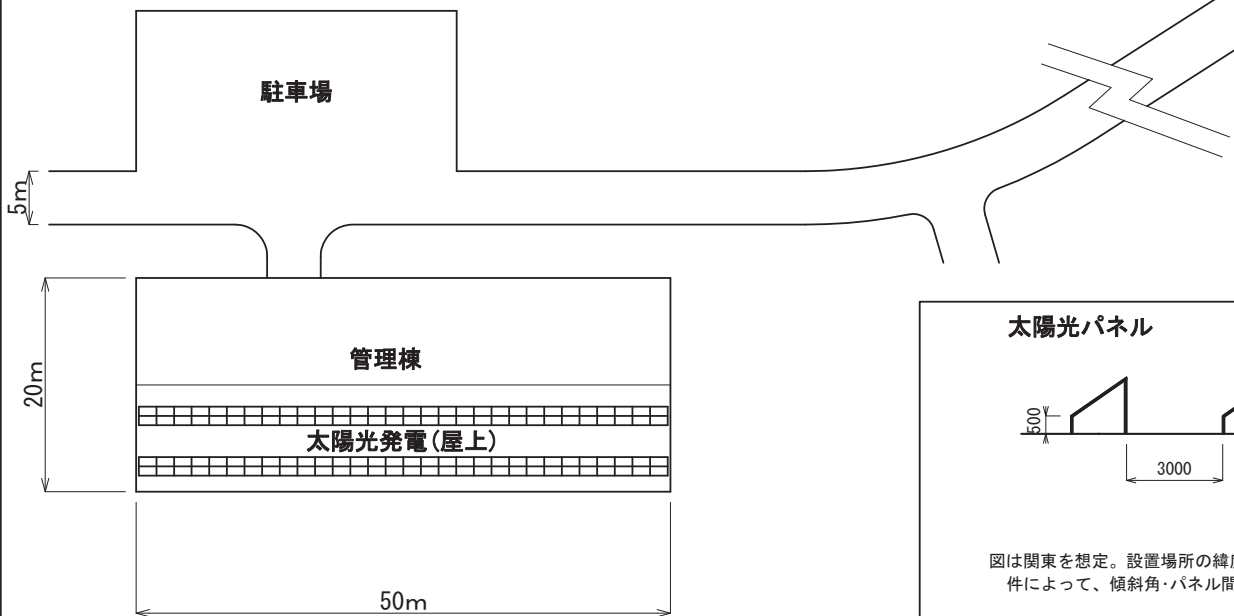
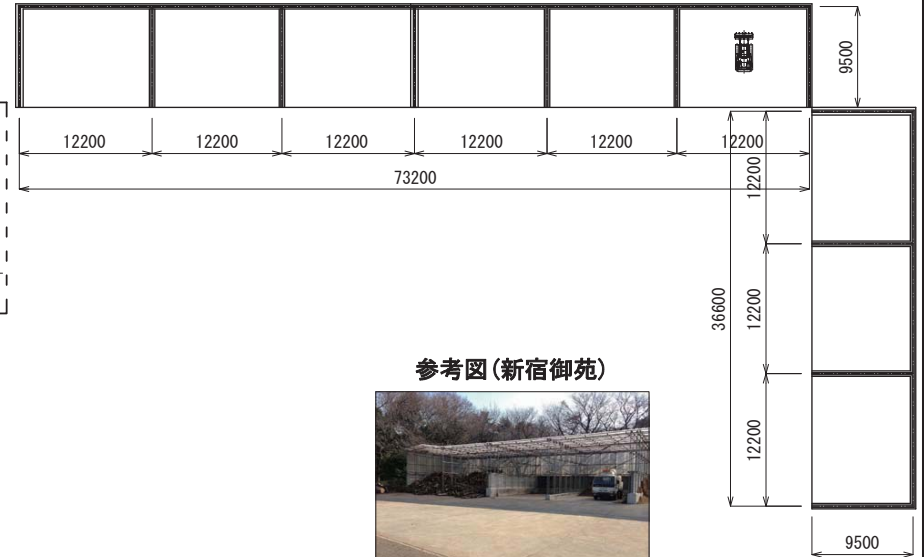
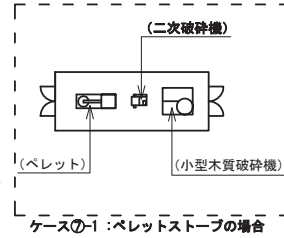


# ケース⑦熱利用一ストーブ対応

S=1:500



ケース⑦-1:ペレットストーブ  
ケース⑦-2:薪ストーブ



### 太陽光パネル

図は関東を想定。設置場所の緯度の高低・気象条件によって、傾斜角・パネル間隔は変動する。

例1) 北海道などの高緯度積雪地域 傾斜角40°  
(雪落しのため 最適傾斜角35°) 架台1.5m以上

例2) 九州などの低緯度温暖地域 傾斜角26°  
(10cm以上の積雪の出現率無し) 架台0.5m

### 風力発電

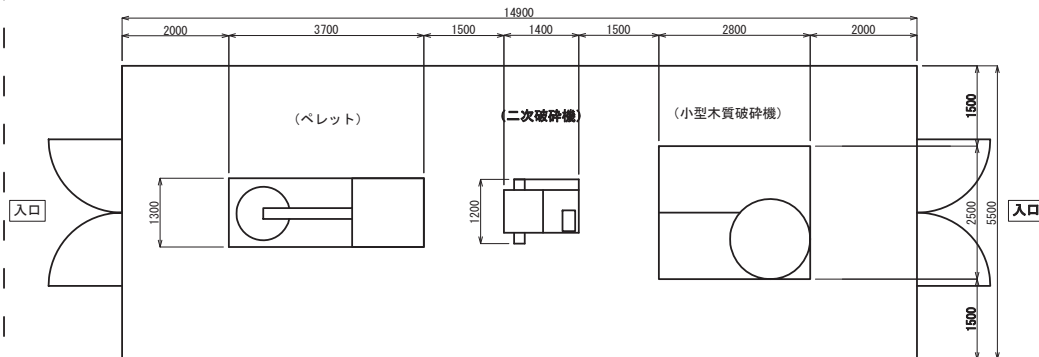
# ケース⑦熱利用ストーブ対応

S=1:100

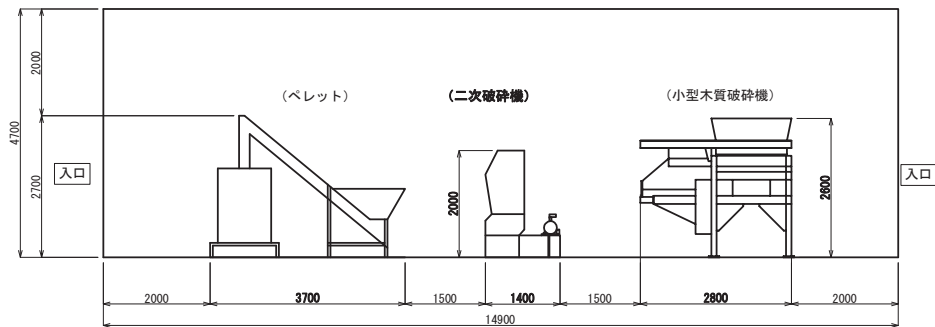
## ケース⑦-1:ペレットストーブ

### 燃料製造

#### 平面図



#### 断面図

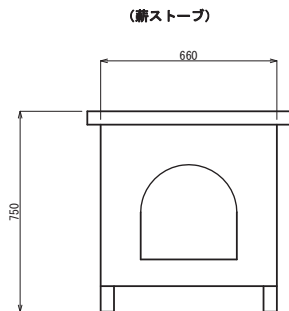


### 燃料転換

## ケース⑦-2:薪ストーブ

#### 正面図(参考)

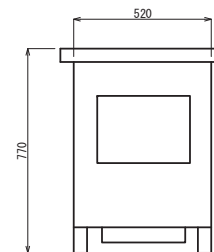
S=1:20



#### 正面図(参考)

S=1:20

#### (ペレットストーブ)





-----  
国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

No. 845                      March 2015

編集・発行 ・国土技術政策総合研究所

-----  
本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課    TEL 029-864-2675