

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 ² 施設内訳 ・仮設ヤード：2,200 m ² ・発酵棟：2,630 m ² ・貯蔵ヤード：790 m ²	処理能力：25t/日 敷地面積：30,000 m ² 施設内訳 ・プラント棟：500 m ²	(足湯施設) 薪保管場所：約 60m ²	処理能力：10,000m ³ /年 堆肥製造：1,500m ³ /年 敷地面積：4,000 m ² 施設内訳 ・処理棟：1,312 m ² ・袋詰棟：400 m ² ・製品倉庫：600 m ² ・刈草置場：378 m ²	敷地全体：4,500m ² 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"> 平成 23 年度に稼働実績がある事例が 16 件 うち 1 件が平成 23 年 9 月から稼働再開 別の 2 件で焼却灰の農地還元が不可 1 件は 2009 年から稼働実績無 1 件の稼働状況は不明
宮城県	10	4	<ul style="list-style-type: none"> 平成 23 年度に稼働実績がある事例が 4 件 うち 1 件が平成 23 年 9 月から稼働再開
福島県	13	8	<ul style="list-style-type: none"> 平成 23 年度に稼働実績がある事例が 6 件 うち 1 件は自治体外からの燃料供給に変更 1 件は 2008 年から稼働実績無 1 件は運転中止中で再開時期未定

(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

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"> ● 県受託処理分 <ul style="list-style-type: none"> ・災害廃棄物 6,830 ・津波廃棄物 9,200 ● 市町村独自処理分 <ul style="list-style-type: none"> ・災害廃棄物 5,690 ・津波廃棄物 4,350 	<ul style="list-style-type: none"> ● 県受託処理分 620 ※木くず ● 市町村独自処理分 <ul style="list-style-type: none"> ・仙台市 240 ※木くず、流木 	<ul style="list-style-type: none"> ● 県受託処理分 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。 ● 市町村独自分 (仙台市) ボイラー燃料、合板原料、敷き藁代替材等に再生利用。
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

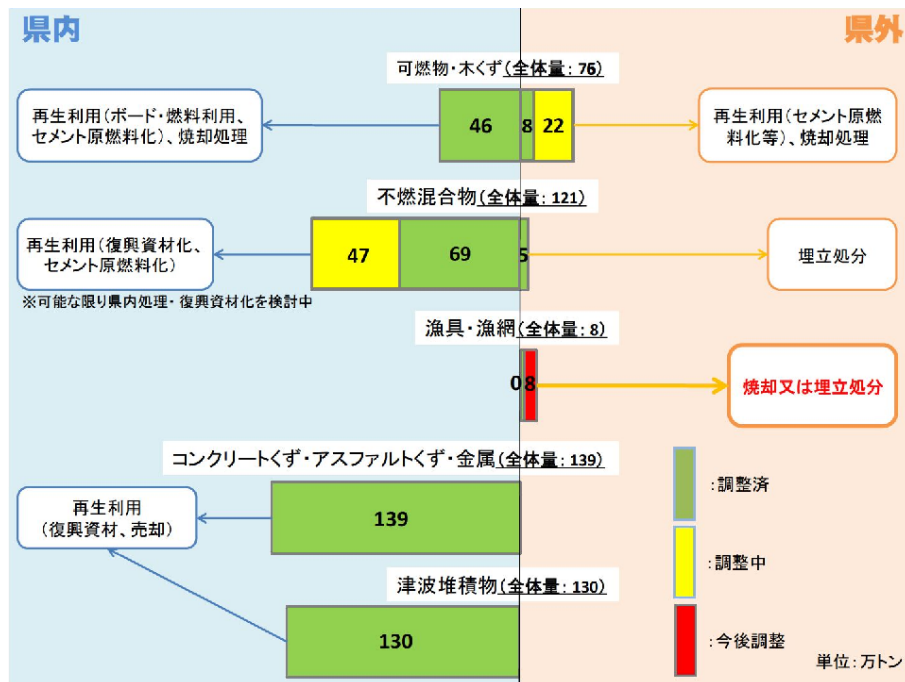
東日本大震災復興対策本部が策定した「東日本大震災からの復興の基本方針」¹⁾に、木質系震災廃棄物の利用の方向性が示されている。

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。

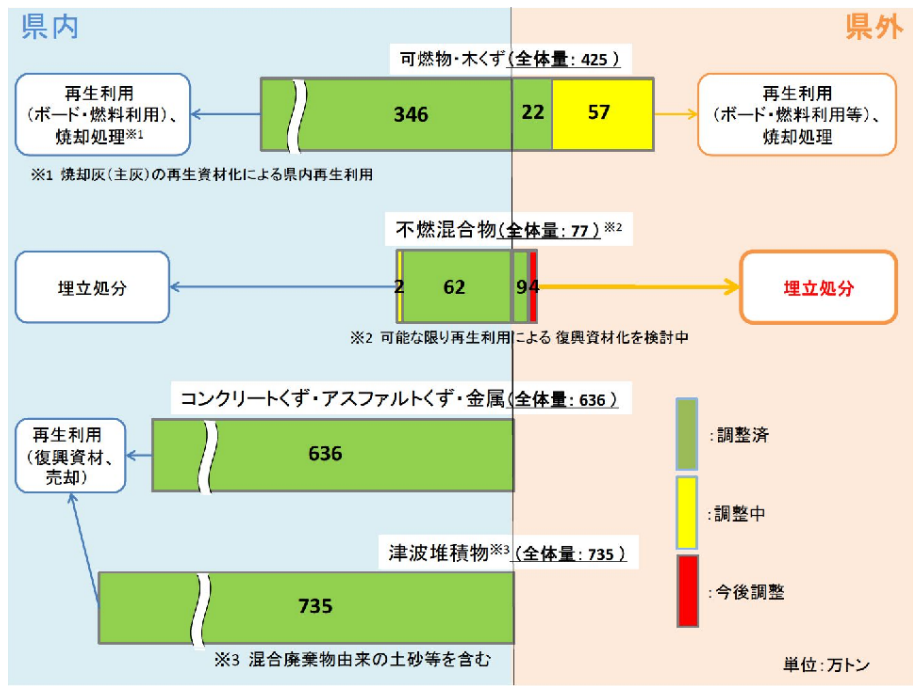
以上、関係文抜粋

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）²⁾

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"> ・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。 ・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。 ・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。 	
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 ³⁾ 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"> ・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。 ・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。 ・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。 	
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 2012⁴⁾)</p>	
出典	<p>バイオマス白書 2012 http://www.npobin.net/hakusho/2012/topix_01.html (H25.3 参照) (株)トモエテクノホームページ http://www.tomoe-techno.co.jp/under/topics1.html (H25.3 参照) (株)アークホームページ http://arc-nippon.com/news/sp_eq2011.shtml (H25.3 参照)</p>	

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>●原木貯蔵は野積み、かつ周辺施設から離して設置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>●設置貯蔵施設は出来るだけ簡素に</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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。 <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>●火災対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。
<p>3. エネルギー供給期間・量、可動性</p>	<p>●地域防災計画との整合・連動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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。
<p>4. 供給するエネルギーの種類、可動性</p>	<p>●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</p> <ul style="list-style-type: none"> ・供給するエネルギーの種類（電力、熱）・方法による。 ・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。 ・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。 ・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。 ・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。

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 ² 。 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 ² 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 ² 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"> 地下燃料タンクの容量：5,000L 燃料の種類：灯油（低位発熱量 34.9MJ/L） 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 m²） 灯油焚きボイラーの効率：85%（メーカーヒアリング値） 吸収式冷凍機の効率：70%（メーカーヒアリング値） 暖房・冷房時間：16 時間/日 暖房日数： $5,000L \times 34.9MJ/L \div (300kW \times 3.6MJ/kW \div 85\%) \div 16h/d = 8.6$ 日 冷房日数： $5,000L \times 34.9MJ/L \div (300kW \times 3.6MJ/kW \div 85\% \div 70\%) \div 16h/d = 6.0$ 日（延べ日数） 	<ul style="list-style-type: none"> 地下燃料タンクの容量：5,000L 燃料の種類：軽油（低位発熱量 36.3MJ/L） 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） 発電効率：30%（カタログ等をもとに想定） 連続発電時間：72 時間連続 発電日数： $5,000L \times 36.3MJ/L \div (100kW \times 3.6MJ/kW \div 30\%) \div 24h/d = 6.3$ 日 	<ul style="list-style-type: none"> 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） 発電規模：330kW 単位処理規模当り発電規模： $330kW \div 20t/日 = 16.5kW/t$ ガス化発電の規模：5t（日量、国内最小規模） 発電規模：5t \times 16.5kW/t = 82.5kW 剪定枝供給量：50t 発電可能日数：50t \div 5t/日 = 10 日 利用可能な発電規模： $82.5kW \times 50\% = 41.3kW$ （ユーティリティ設備で消費、メーカーヒアリング） 熱回収量： $41.3kW（発電規模） \times 5/3 = 68.8kW$ （メーカーヒアリング） 	<ul style="list-style-type: none"> 剪定枝供給量：50t 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） 木質バイオマスボイラーの能力：300kW（試算 1 と同様とした） 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） 吸収式冷凍機の効率：70%（メーカーヒアリング値） 暖房・冷房時間：16 時間/日 暖房日数： $50t \times 12.8MJ/kg \div (300kW \times 3.6MJ/kW \div 80\%) \div 16h/d = 29.6$ 日 暖房日数： $50t \times 12.8MJ/kg \div (300kW \times 3.6MJ/kW \div 80\% \div 70\%) \div 16h/d = 20.7$ 日（延べ日数） 	<ul style="list-style-type: none"> ペレット供給量：10t 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） 総合必要能力：300kW（延 2,000 m²の床面積に供給する能力とし、試算①を参考にした） 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） 暖房・冷房時間：16 時間/日 暖房日数： $10t \times 16.0MJ/kg \div (300kW \times 3.6MJ/kW \div 80\%) \div 16h/d = 7.4$ 日
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"> 木質系廃棄物発生量：306 千 t (表 4.2-2 参照) 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。 <p>② 宮城県 (県受託分のみ)</p> <ul style="list-style-type: none"> 木質系廃棄物発生量：620 千 t (表 4.2-2 参照) 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。
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"> 破碎⇒選別⇒洗浄⇒チップ化 (表 4.2-3 を参考にした) <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"> 一次破碎⇒選別⇒洗浄⇒二次破碎⇒乾燥⇒成型 (造粒) 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。
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[*]) 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"> 木質系廃棄物発生量：306 千 t 全エネルギー供給量：306 千 t × 8.5MJ/kg = 2,601 × 10⁶ MJ (灯油換算量 75 百万 L) <p>② 宮城県</p> <ul style="list-style-type: none"> 木質系廃棄物発生量：620 千 t 全エネルギー供給量：620 千 t × 8.5MJ/kg = 5,270 × 10⁶ MJ (灯油換算量 151 百万 L)
経済性 (賦存量相当)	<p>① 岩手県</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギー賦存量：2,601 × 10⁶ MJ 灯油換算量：75 百万 L 灯油単価：80 円/L (仙台単価、建設物価 2013.2 号) 経済効果：75 百万 L × 80 円/L = 6,000 百万円 <p>② 宮城県</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギー賦存量：5,270 × 10⁶ MJ 灯油換算量：151 百万 L 灯油単価：80 円/L (仙台単価、建設物価 2013.2 号) 経済効果：151 百万 L × 80 円/L = 12,000 百万円
課題	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 特に固体燃料では需要があるか懸念される。 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。 石炭を燃料とする火力発電所での混焼も可能性がある。

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。

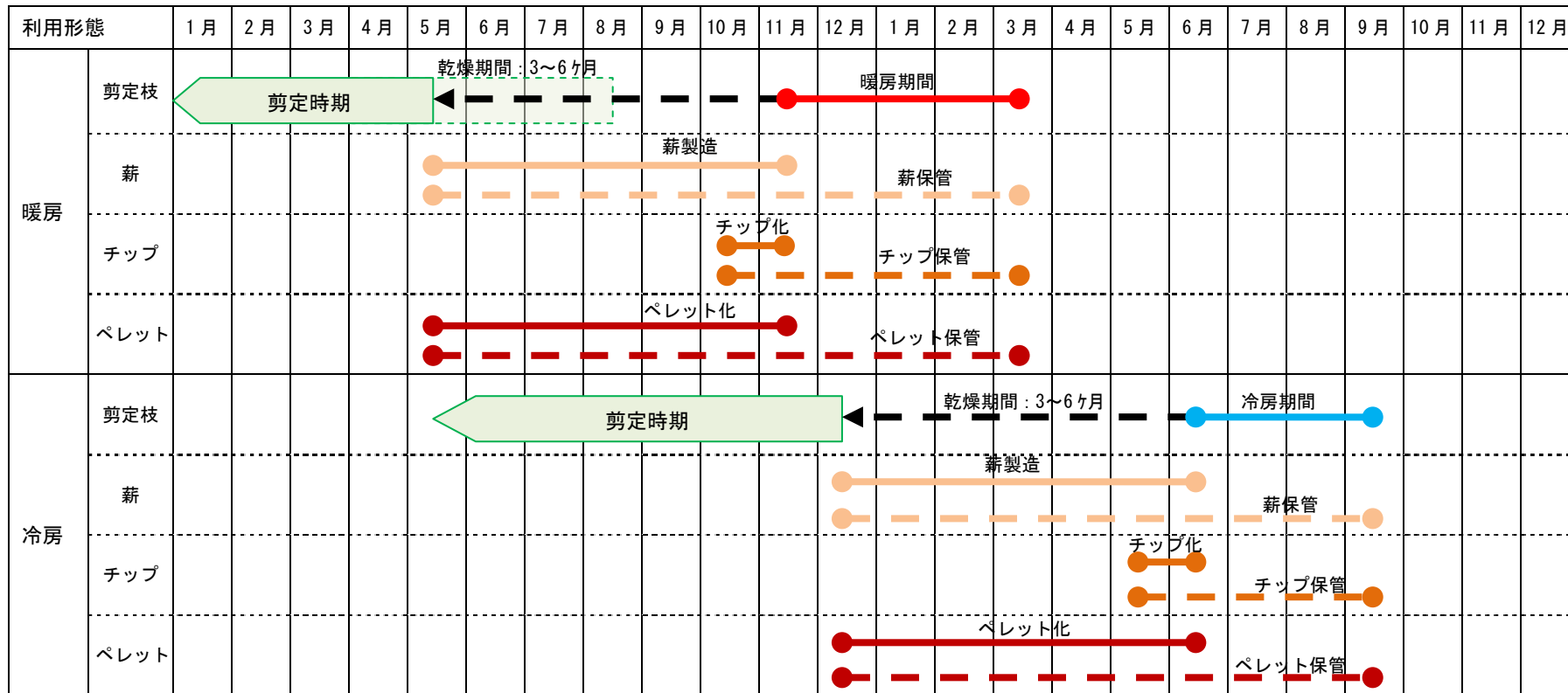
なお、海外の文献「Wood Fuels Handbook(2009)」⁷⁾によると、木質チップは 30%-WB 以下まで乾燥させると生物学的な安定性の問題なしに保管に適するとされている。

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"> ▶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。 ▶風通しが良い状態であること。 ▶陽の当る場所が望ましいが、日陰でも乾燥に支障ない。 ▶屋根があるのが望ましいが、降雨の影響は少ない。 ▶出来れば周辺湿度が低いことが好ましい。 ▶夏期の方が乾燥に有利である。
乾燥物（原料）の形状	<ul style="list-style-type: none"> ▶長さ・径ともに小さい方が乾燥に有利。
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"> ▶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）。 ▶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。 <p>②乾燥物の形状：大（参考：2m 長以上）</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶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）。 ▶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。 <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。

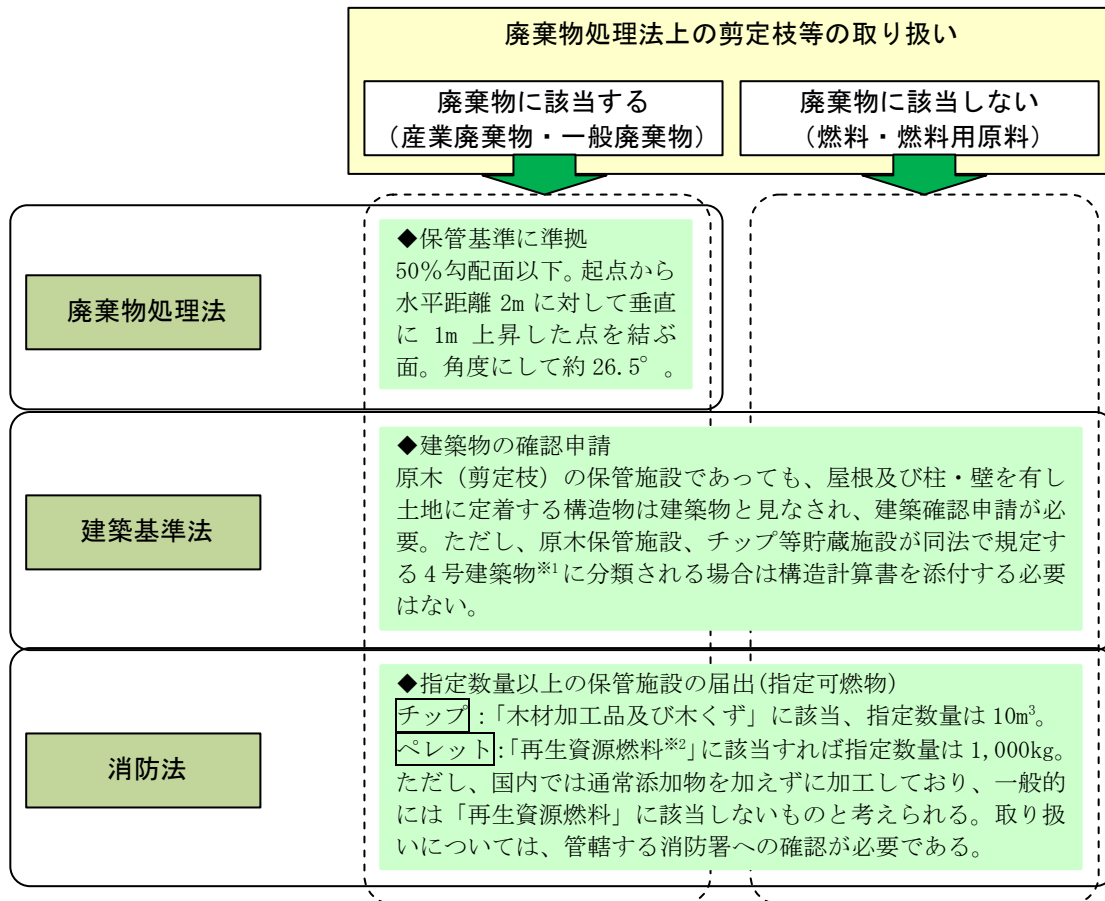
また、灰には有害物質が含まれる可能性がある。特に街路樹では重金属やPMの付着が懸念されるので、有害物質についても灰分と同様に、燃料用木質チップの品質規格やペレット品質基準に準拠した原料を利用する必要がある。

環境省の通知[※]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 m²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 m²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 m²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」⁹⁾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。
切削機または破碎機	所定の大きさとする切削機または破碎機を設置する。
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い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 m²、屋根付き部が約 120 m²
- ・ 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

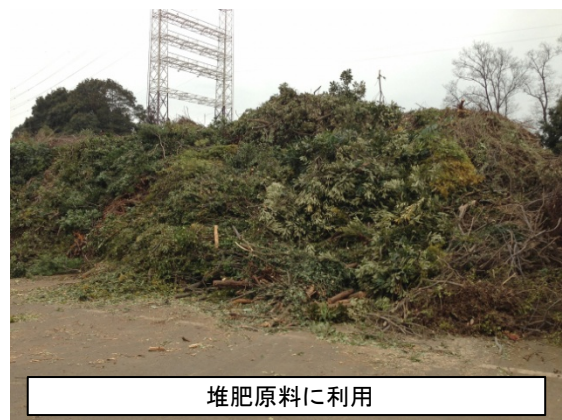


図 4.3-3 保管状況（ズーラシア緑のリサイクルプラント）

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 10m³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

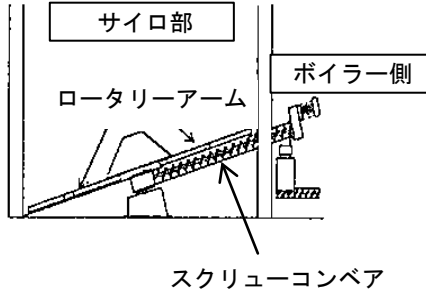
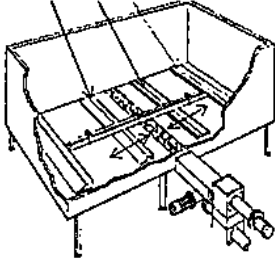
サイロは大きく、地上式と地下式に区分される。地上式は地下を掘り下げる必要がないのでイニシャルコストは安価であるが、一般的にチップはダンプトラックで搬入し、そのまま投入するので、地下式もしくはアプローチ道路を設置して半地下式とするケースが多い。

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。 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。 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）」¹⁰⁾, 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 m²のうち、240 m²がチップヤード。
- ・ サ イ ロ：地下式 10m³（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 m²）
- ・ サイロ：地上式 15m³（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

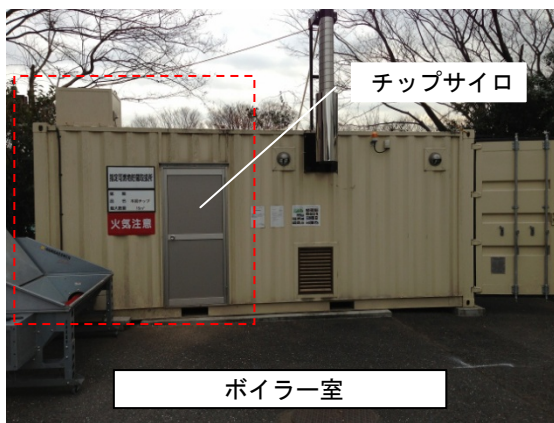


図 4.3-11 チップサイロ及びボイラー室



図 4.3-12 チップヤード



図 4.3-13 チップ受入設備

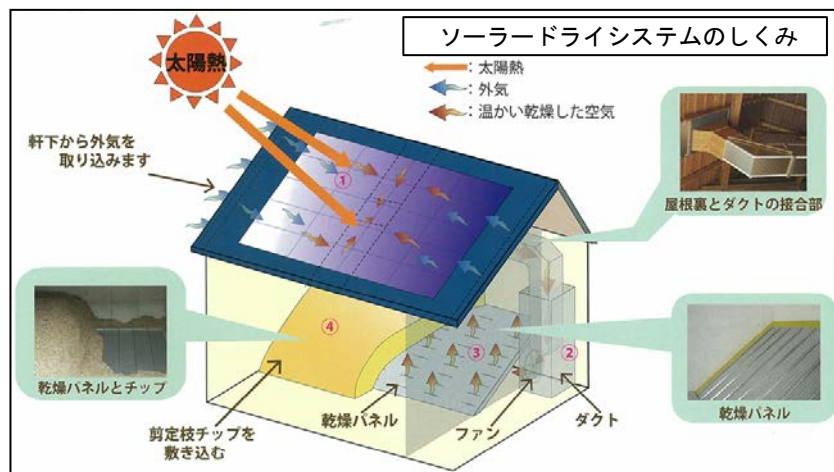


図 4.3-14 ソーラードライシステム

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 80m³（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 67m³（写真）、3号機用 80m³）。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。

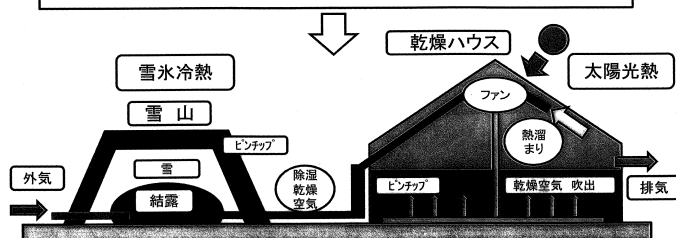


図 4.3-20 特殊外装フィルム乾燥ハウス
(雪氷乾燥システム)



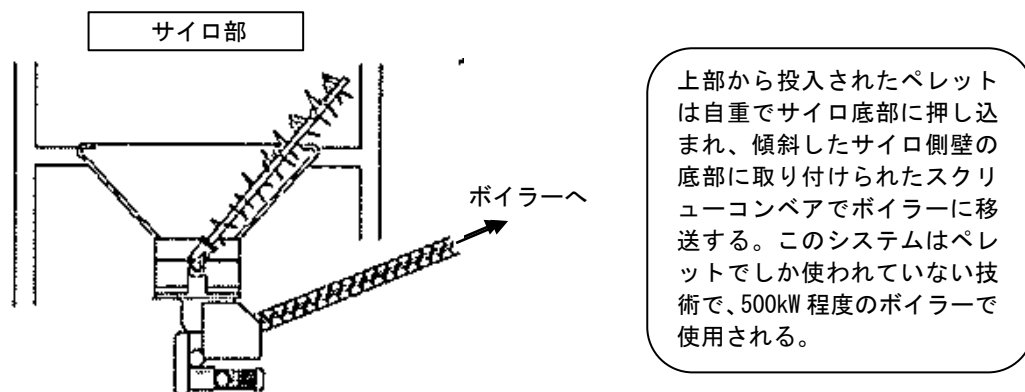
図 4.3-21 屋内での保管（乾燥）状況

(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）」¹⁰⁾, 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 19m³
- ・ 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 11.2m³×2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。

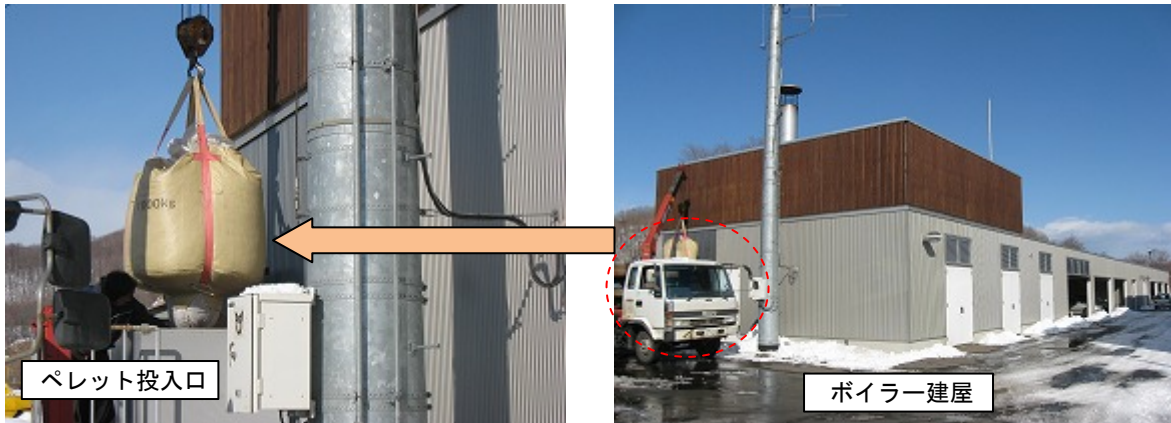


図 4.3-24 ボイラー建屋及びペレット投入口

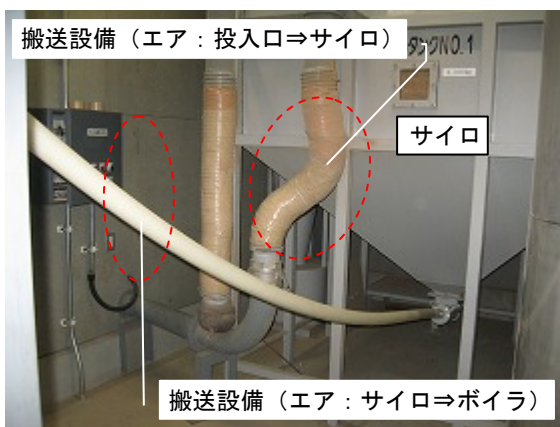


図 4.3-25 サイロ及び搬送設備



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。」^{※1}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」¹²⁾

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。」^{※2}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」¹³⁾

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」^{※1}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¹⁴⁾

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。

<p>【木くず】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。

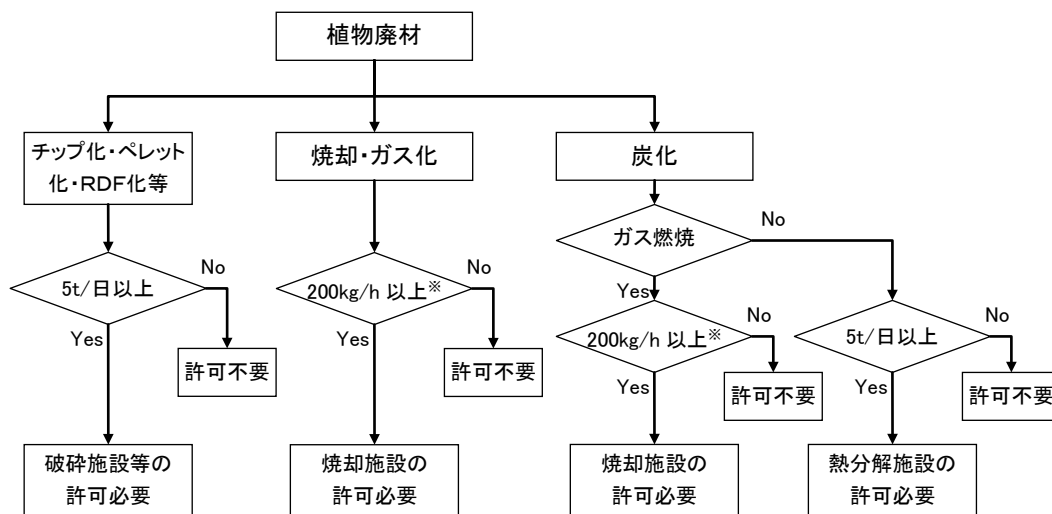
3) 一般廃棄物処理施設

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 2m² 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ーについては、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10m³、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)⁹⁾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、10m³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」¹⁵⁾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 [※] (ha)	年間利用人数 [※] (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。

(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）

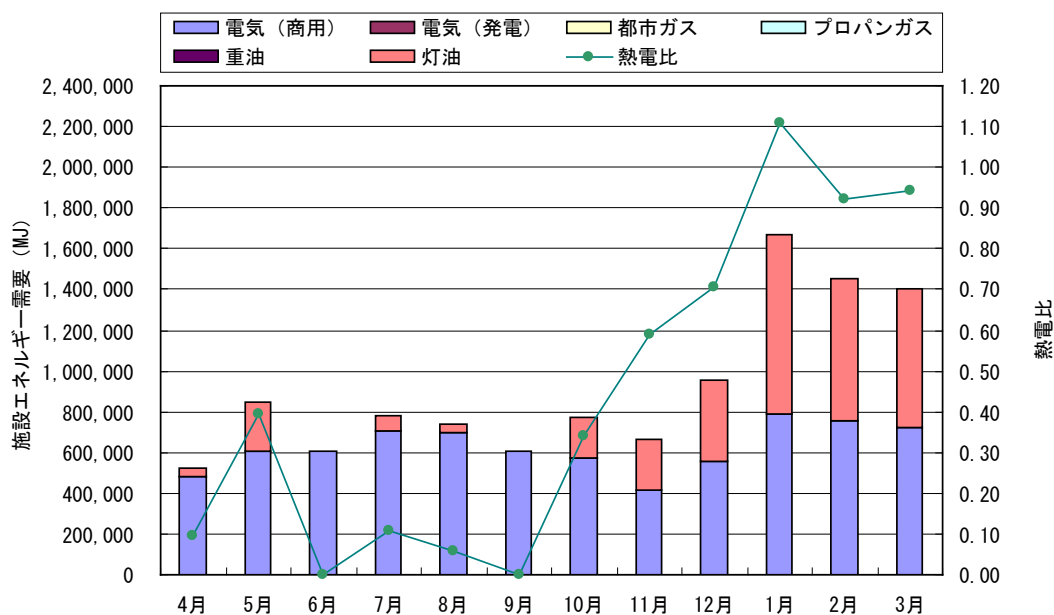
ここでは、国営公園 12 施設のエネルギー使用実態を図 4.5-1～図 4.5-12 に示す。

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。

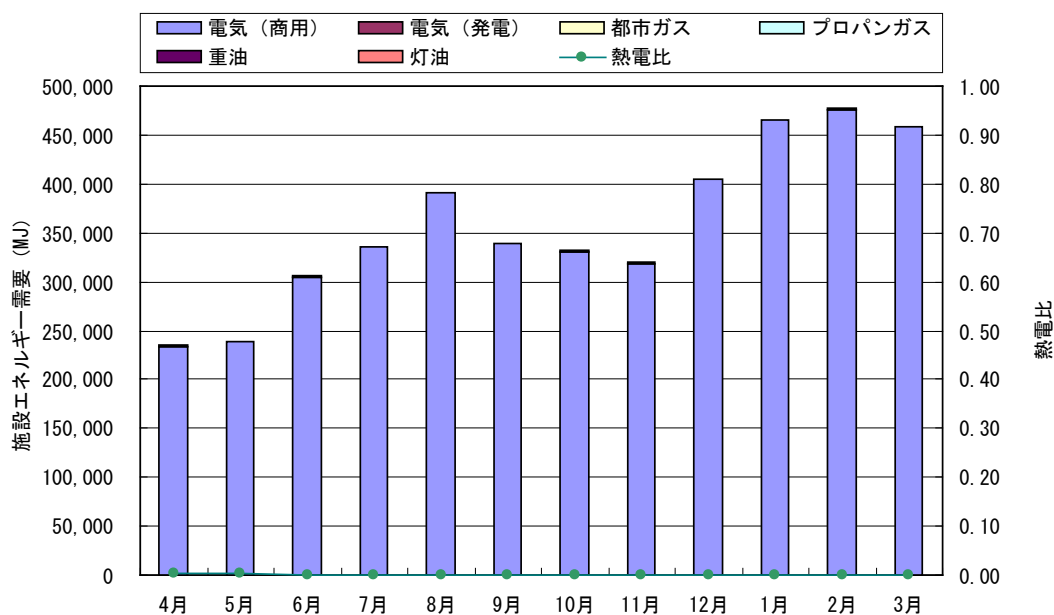
電気による冷暖房も熱需要と置き換えると、公園の熱需要は大きく「暖房需要型」「冷房需要型」「冷暖房需要型」に分けることができる。

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。



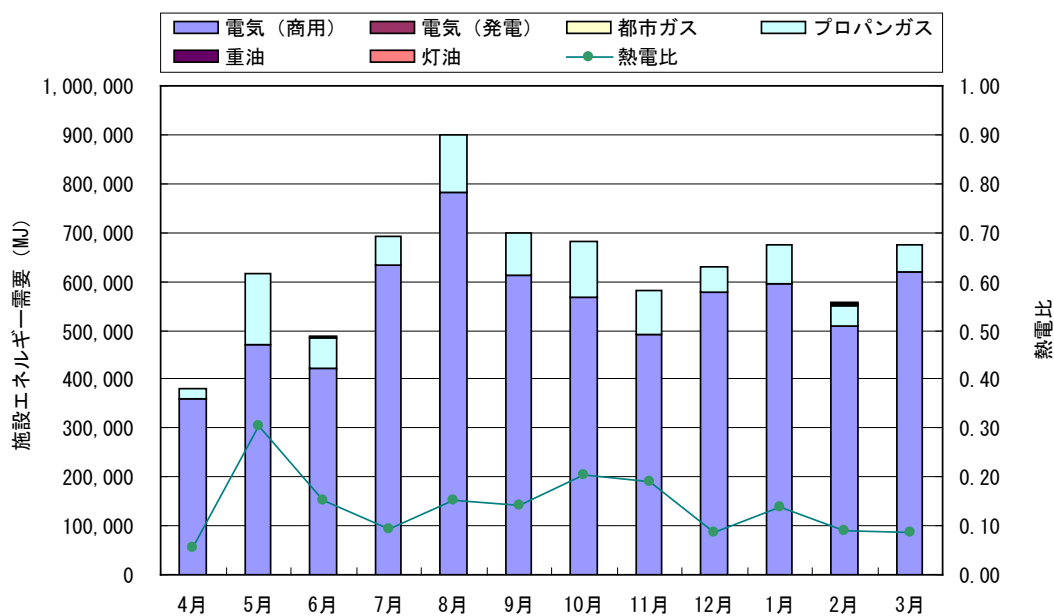
アンケート調査結果をもとに作成

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

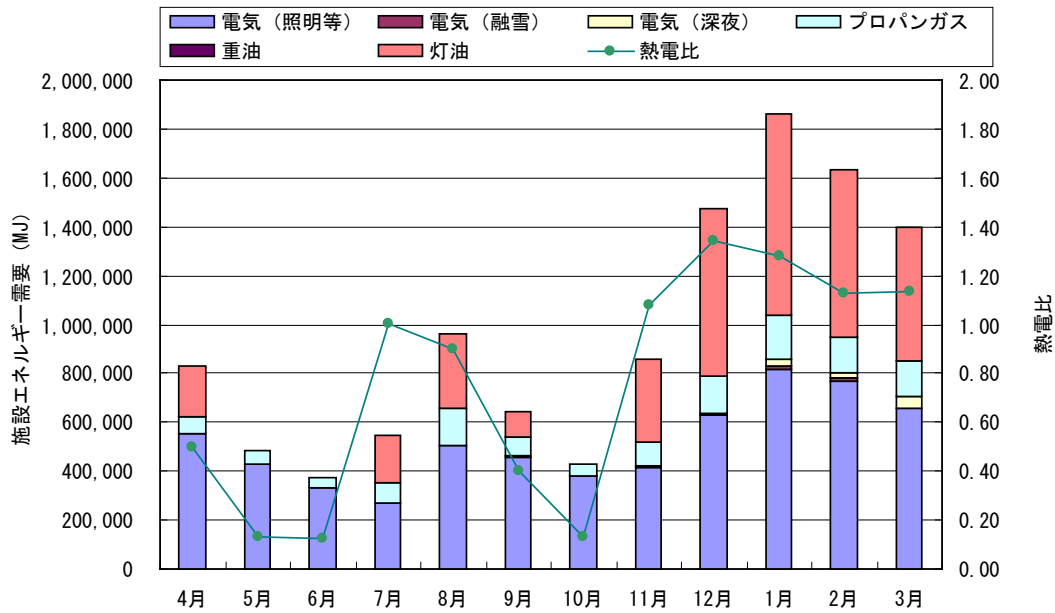
図 4.5-2 国営みちのく杜の湖畔公園のエネルギー使用実態（国営公園；宮城県）



アンケート調査結果をもとに作成

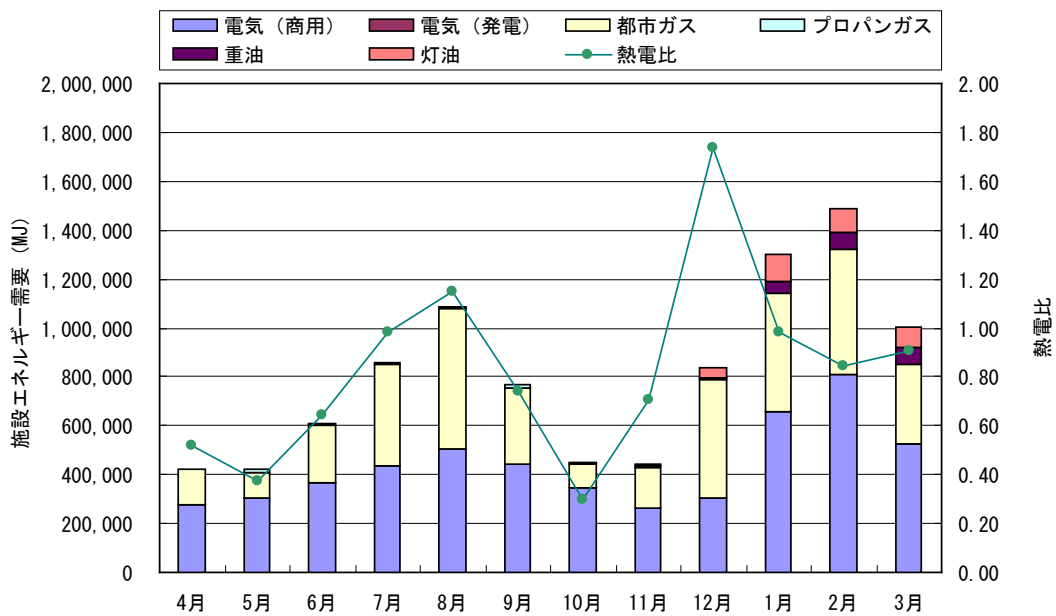
図 4.5-3 国営ひたち海浜公園のエネルギー使用実態（国営公園；茨城県）

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。



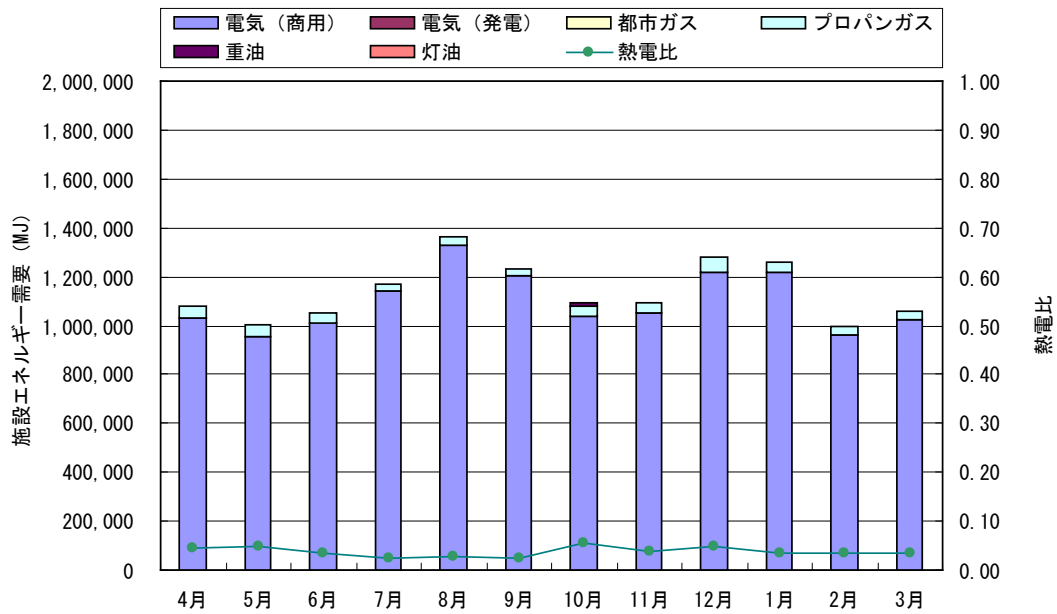
アンケート調査結果をもとに作成

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)



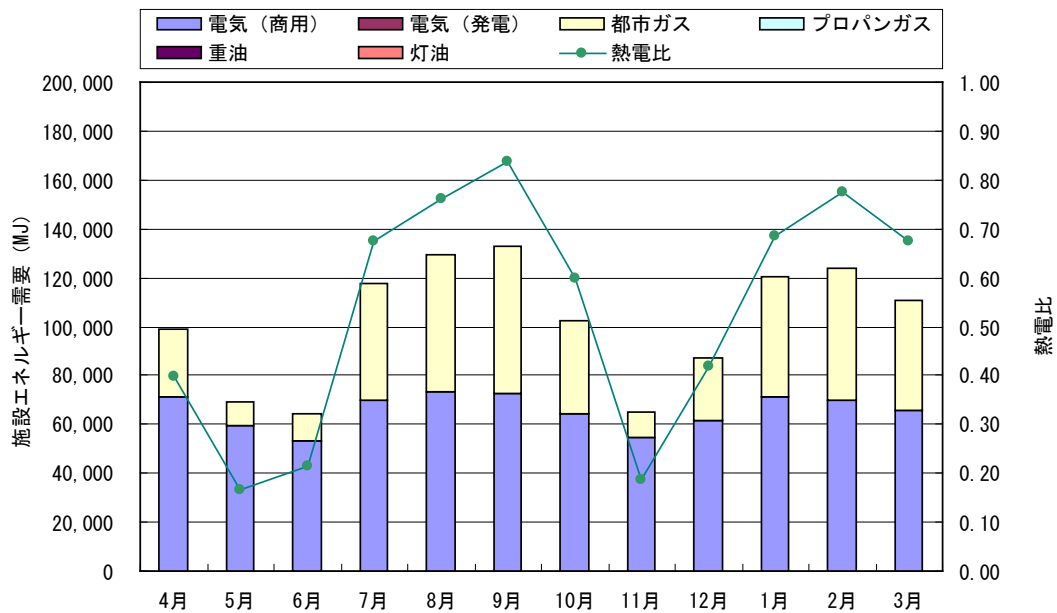
アンケート調査結果をもとに作成

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)



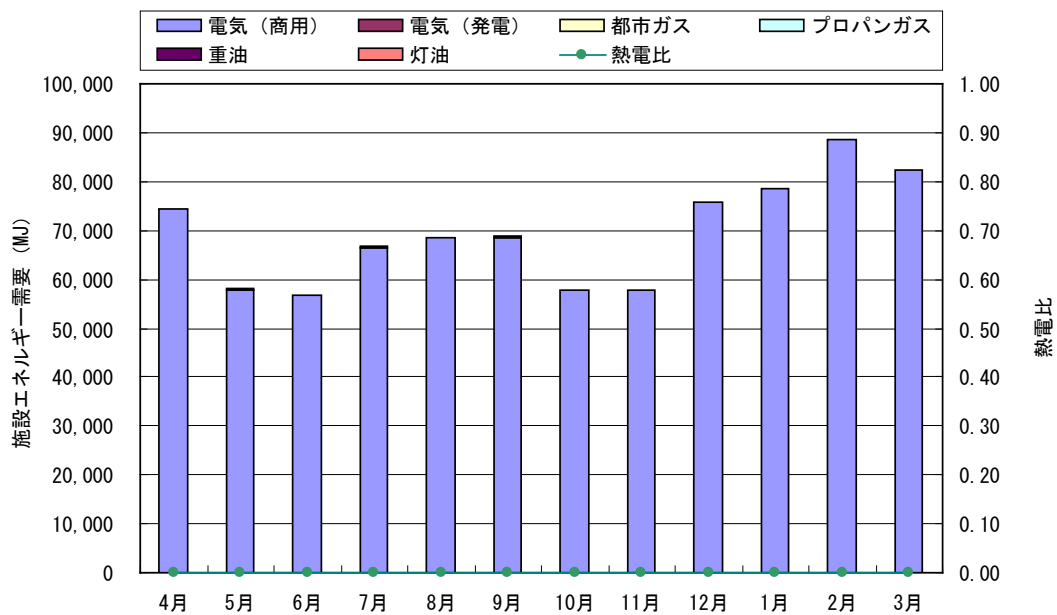
アンケート調査結果をもとに作成

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)



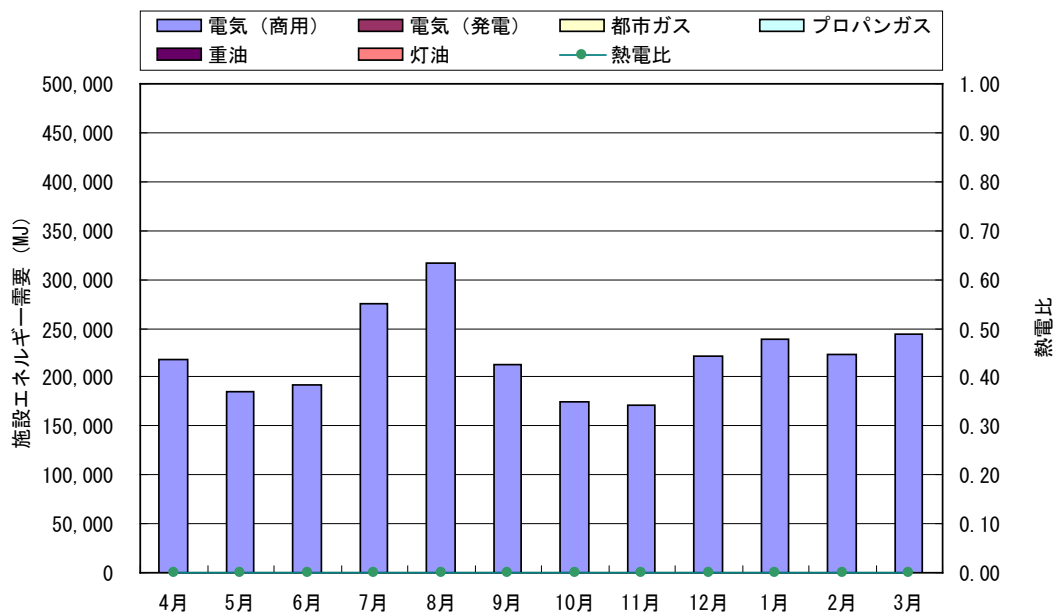
アンケート調査結果をもとに作成

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)



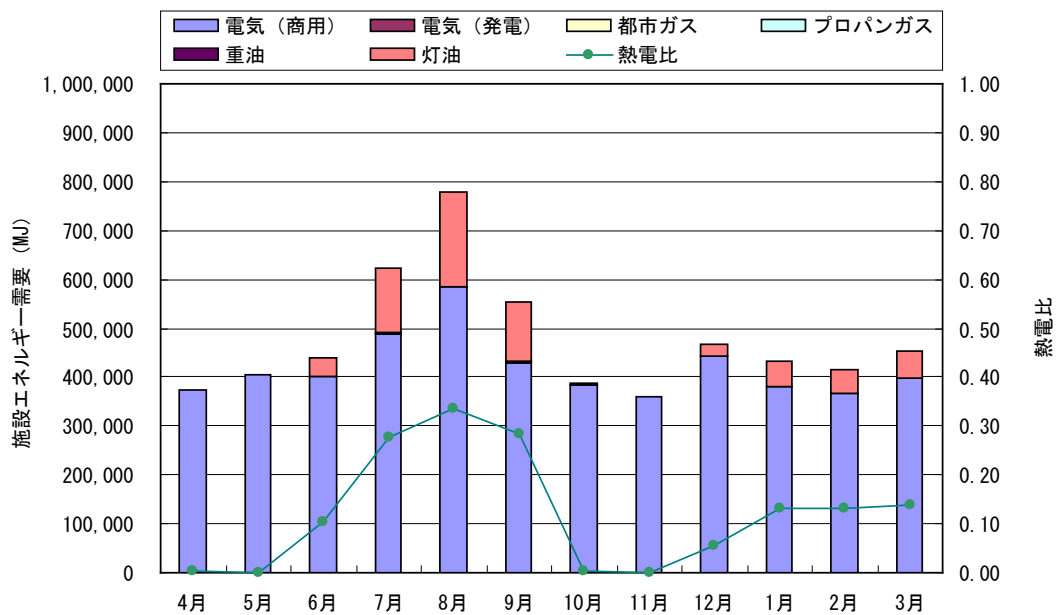
アンケート調査結果をもとに作成

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)



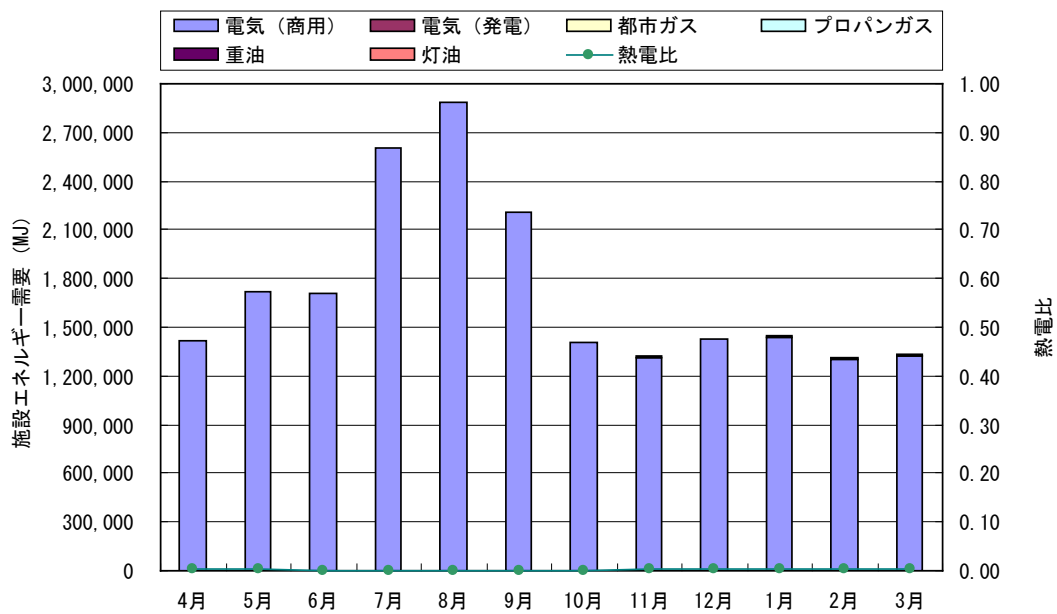
アンケート調査結果をもとに作成

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)



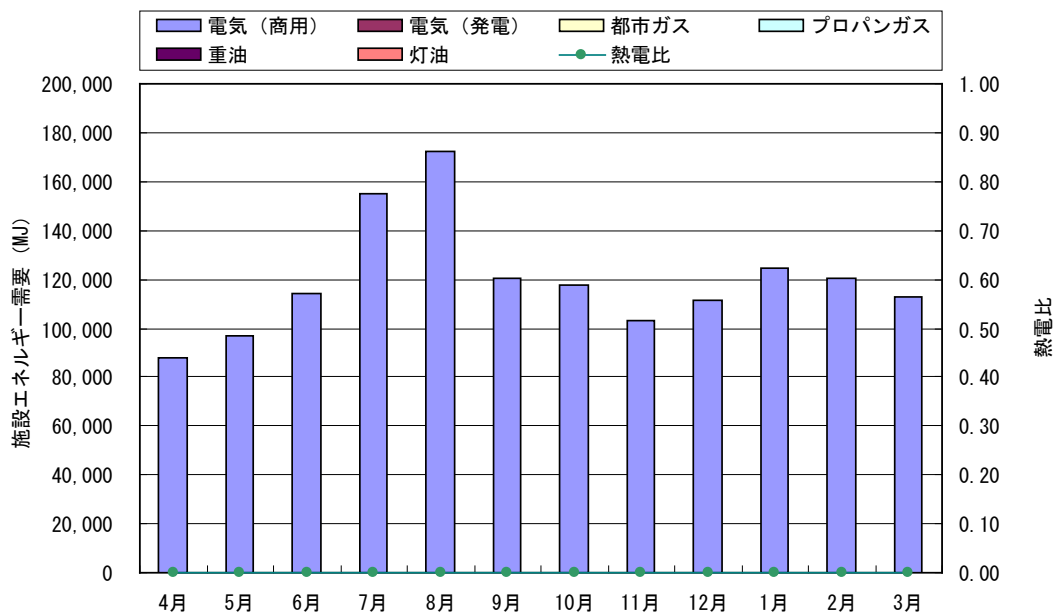
アンケート調査結果をもとに作成

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 ²	RC造、地上2階 延床面積 2,166 m ²	RC造、地上2階 延床面積 2,513 m ²
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、CO₂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 ¹⁶⁾ 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 ¹⁶⁾ 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 ₂ 収支	・▲0.284kg-CO ₂ /kWh	・▲0.186kg-CO ₂ /kWh	・▲0.122kg-CO ₂ /kWh	・▲0.304kg-CO ₂ /kWh	・▲0.267kg-CO ₂ /kWh
	試算1	試算2	試算3	試算4	試算5
	<ul style="list-style-type: none"> 薪ボイラー出力：60kW～75kW 灯油ボイラーの効率：85% ユーティリティ：消費電力 300W（メーカーカタログ値） 灯油のCO₂排出原単位：0.0678kg-CO₂/MJ ※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） ¹⁷⁾ <ul style="list-style-type: none"> 電力のCO₂排出原単位：0.55kg-CO₂/kWh ※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） ¹⁷⁾ <ul style="list-style-type: none"> 単位エネルギー当り収支：（設備運転時に発生するCO₂） -（木質バイオマス代替によるCO₂削減量） = (0.3kW × 1h × 0.55kg-CO₂/kWh - 60kW × 1h × 3.6MJ/kWh ÷ 85% × 0.0678kg-CO₂/MJ) ÷ (60kW × 1h) = -0.284kg-CO₂/kWh 	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"> 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） 熱供給量：114,030kWh（同上） システム導入によるCO₂削減量：28,452kg-CO₂（同上） チップ製造時のCO₂排出量：3,745kg-CO₂（同上） ボイラー使用時のCO₂排出量：3,548kg-CO₂（同上） 単位エネルギー当り収支：(3,745kg-CO₂ + 3,548kg-CO₂ - 28,452kg-CO₂) ÷ 114,030kWh = -0.186kg-CO₂/kW 	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 ₂ 収支を試算する。なお、ペレット製造時のCO ₂ 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"> 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） ペレット製造時のCO₂排出量原単位：7,472kg-CO₂ ÷ 97,691kWh = 0.076kg-CO₂/kWh ※（4.6.3 ケーススタディ ケース①の試算結果参照） ペレット製造時のCO₂排出量：0.076kg-CO₂/kWh × 143,352kWh = 10,895kg-CO₂ 単位エネルギー当り収支：(10,895kg-CO₂ + 3,548kg-CO₂ - 28,452kg-CO₂) ÷ 114,030kWh = -0.122kg-CO₂/kWh 	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"> 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） 電力供給量：51,620kWh（同上） システム導入によるCO₂削減量：28,391kg-CO₂（同上） チップ製造時のCO₂排出量：12,702kg-CO₂（同上） システム使用時のCO₂排出量：0kg-CO₂（同上） 単位エネルギー当り収支：(12,702kg-CO₂ + 0kg-CO₂ - 28,391kg-CO₂) ÷ 51,620kWh = -0.304kg-CO₂/kW 	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"> 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） 電力供給量：48,870kWh（同上） 熱供給量：114,030kWh（同上） システム導入によるCO₂削減量：26,879kg-CO₂ + 28,452kg-CO₂ = 55,331kg-CO₂（同上） チップ製造時のCO₂排出量：11,916kg-CO₂（同上） システム使用時のCO₂排出量：0kg-CO₂（同上） 単位エネルギー当り収支：(11,916kg-CO₂ + 0kg-CO₂ - 55,331kg-CO₂) ÷ (48,870kWh + 114,030kWh) = -0.267kg-CO₂/kW
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 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。 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 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）。 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 安定した燃料性状で、安定出力が期待できる。 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。 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）。 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	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 ³)
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からも明らかなように、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。

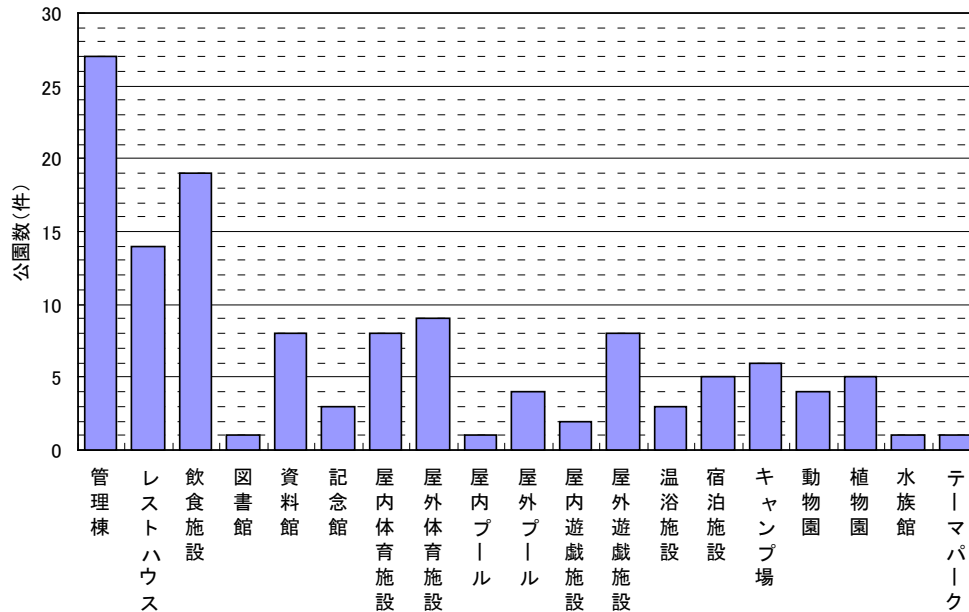
現在のところ、植物廃材の広域利用にあたっては様々な課題があるものと予想するが、スケールメリットによる事業採算性も期待できるため、今後、個別に地域特性等を踏まえながら広域利用に向けた可能性を模索・検討していくことが望ましいものとする。

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。

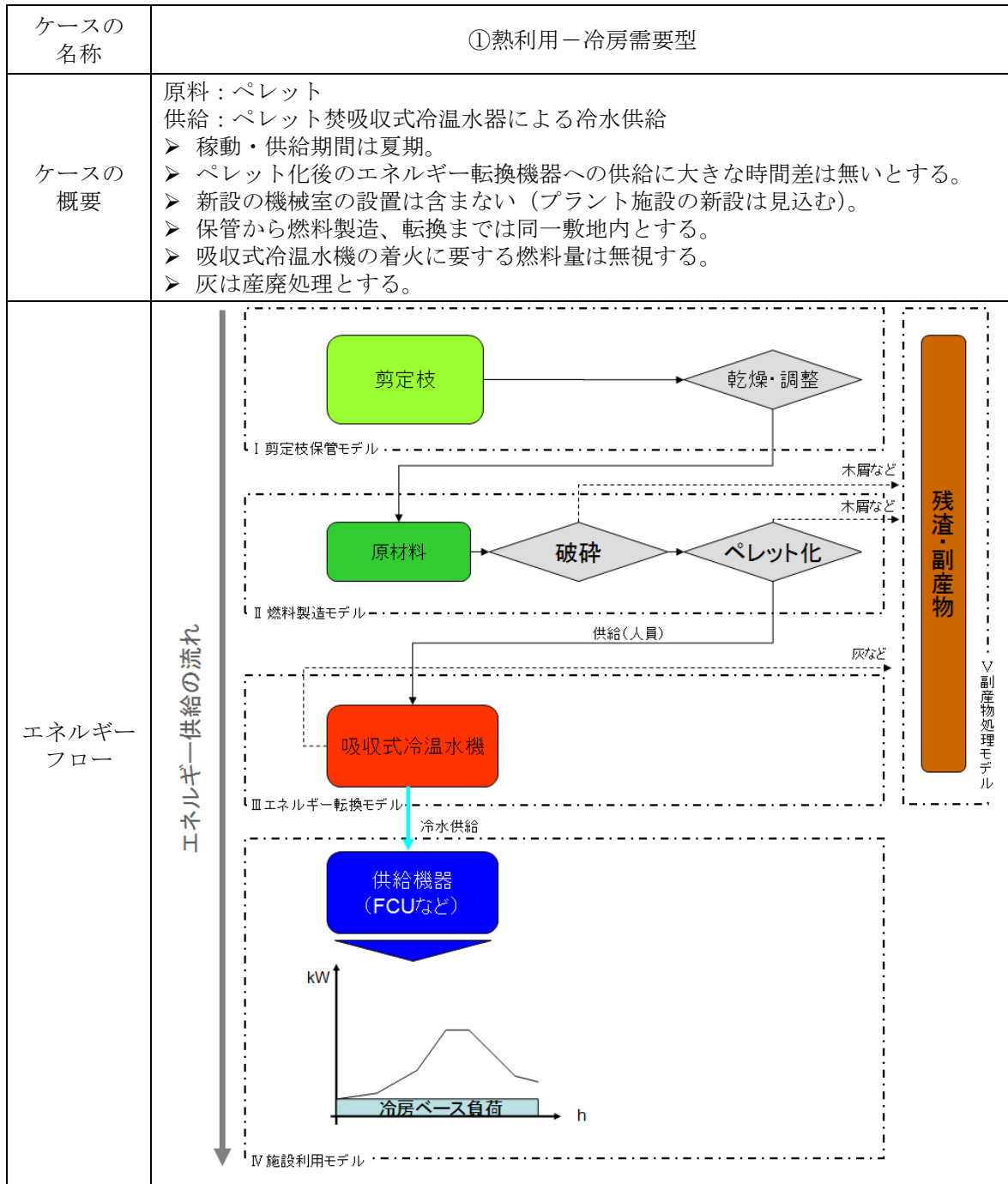
ケーススタディでは、地域性の比較を行うため、「暖房需要型」、「冷房需要型」、「冷暖房需要型」をモデルとして試算する。

(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"> ➤ 稼動・供給期間は冬期。 ➤ 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。 ➤ 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）。 ➤ 保管から燃料製造、転換までは同一敷地内とする。
<p>エネルギー フロー</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; position: absolute; left: 250px; top: 410px;">エネルギー供給の流れ</p> <p style="position: absolute; left: 300px; top: 260px;">I 剪定枝保管モデル</p> <p style="position: absolute; left: 300px; top: 340px;">II 燃料製造モデル</p> <p style="position: absolute; left: 300px; top: 430px;">III エネルギー転換モデル</p> <p style="position: absolute; left: 300px; top: 680px;">IV 施設利用モデル</p> <p style="position: absolute; left: 800px; top: 340px; writing-mode: vertical-rl;">残渣・副産物</p> <p style="position: absolute; left: 840px; top: 430px; writing-mode: vertical-rl;">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"> ➤ 稼動・供給期間は電力需要期間。 ➤ 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。 ➤ 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。 ➤ 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）。 ➤ 保管から燃料製造、転換までは同一敷地内とする。
<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>木屑など</p> <p>灰など</p> <p>供給(人員)</p> <p>電力供給</p> <p>kW</p> <p>h</p> <p>電力ベース負荷</p> <p>供給機器 (照明など)</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>残渣・副産物</p>

4) 電力需要+暖房（給湯）需要

<p>ケースの名称</p>	<p>④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 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"> ➢ 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。 ➢ 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。 ➢ 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。 ➢ 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）。 ➢ 保管から燃料製造、転換までは同一敷地内とする。 ➢ 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。
<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"> I 剪定枝保管モデル (Wood Chip Storage Model): Starts with '剪定枝' (Wood chips) in a green box, which undergo '乾燥・調整' (Drying/Adjustment) in a grey diamond. II 燃料製造モデル (Fuel Production Model): '剪定枝' are processed 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. III エネルギー転換モデル (Energy Conversion Model): '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 (staff)) is also shown. '灰など' (Ash, etc.) are shown as byproducts. IV 施設利用モデル (Facility Use Model): 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 (FCU, etc.)) in an orange box, and '電力供給' (Electricity supply) to '供給機器 (照明など)' (Supply equipment (lighting, etc.)) in a yellow box. Below these are two graphs showing power (kW) over time (h): one for '暖房ベース負荷' (Heating base load) and one for '(電力ベース負荷)' (Electricity base load). V 副産物処理モデル (Byproduct Treatment Model): A vertical orange bar on the right represents '残渣・副産物' (Residue/byproduct), with '副産物処理モデル' (Byproduct treatment model) indicated. <p>A vertical arrow on the left indicates the overall 'エネルギー供給の流れ' (Energy supply flow).</p>

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"> ➢ 稼動・供給期間は、温水供給は冬期、冷水供給期間は夏期。 ➢ 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。 ➢ 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。 ➢ 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)。 ➢ 保管から燃料製造、転換までは同一敷地内とする。 ➢ 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。
<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>

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"> ➢ 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。 ➢ 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。 ➢ 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。 ➢ 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）。 ➢ 保管から燃料製造、転換までは同一敷地内とする。 ➢ 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。
<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"> I 剪定枝保管モデル (Trimmed Branch Storage Model): Shows '剪定枝' (Trimmed branches) entering a '乾燥・調整' (Drying/Adjustment) process, producing '木屑など' (Wood chips, etc.). II 燃料製造モデル (Fuel Manufacturing Model): Shows '原材料' (Raw material) entering a '破碎' (Crushing) process, which is supported by '供給(人員)' (Supply (Personnel)). III エネルギー転換モデル (Energy Conversion Model): Shows 'ボイラー' (Boiler) receiving '入熱' (Input heat) from the boiler stage and '温水供給' (Hot water supply) from the boiler. The boiler provides '電力供給' (Power supply) to the 'スターリングエンジン' (Stirling engine). The Stirling engine provides '熱回収' (Heat recovery) back to the boiler and '電力供給' (Power supply) to the '供給機器(照明など)' (Supply equipment (lighting, etc.)). IV 施設利用モデル (Facility Use Model): Shows '供給機器(FCUなど)' (Supply equipment (FCU, etc.)) receiving '温水供給' (Hot water supply) from the boiler. Below this are two graphs showing power demand over time (h): '暖房ベース負荷' (Heating base load) and '(電力ベース負荷)' (Power base load). <p>On the right side, a vertical bar labeled '残渣・副産物' (Residue/By-product) indicates the output of '灰など' (Ash, etc.) from the crushing stage and 'V 副産物処理モデル' (By-product treatment model).</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"> ➤ 稼動・供給期間は夏季。 ➤ 公園内で発生する剪定枝で薪、またはペレットを製造。 ➤ 複数の施設にストーブを設置し、燃料を供給。 ➤ 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。 ➤ 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。 ➤ 灰は産廃処理とする。
<p>エネルギーフロー</p>	<p>The diagram illustrates the energy flow from raw wood to individual heating devices. It is divided into three main stages:</p> <ul style="list-style-type: none"> I 剪定枝保管モデル (Wood branch storage model): Starts with '剪定枝' (Trimmed branches) in a green box, which undergo '乾燥・調整' (Drying/adjustment) in a grey diamond. II 燃料製造モデル (Fuel production model): '剪定枝' are converted into '原材料' (Raw material) in a green box. This material goes through '破碎' (Crushing) and 'ペレット化' (Pelletization), both in grey diamonds. '供給(人員)' (Supply by staff) is indicated between these two steps. III エネルギー転換モデル (Energy conversion model): The pellets are used in '個別暖房機器 (ペレットストーブ)' (Individual heating device (Pellet stove)) in a red box. <p>By-products (残渣・副産物) are shown in an orange vertical bar on the right, including '木屑など' (Wood chips, etc.) from the drying stage and '灰など' (Ash, etc.) from the pelletization stage. Model V (副産物処理モデル) is associated with these by-products.</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"> 対象施設 冷房需要地にある公園の管理棟 延床面積 2,000 m² 冷房期間 4月～10月 稼動時間 9時間/日 	<ul style="list-style-type: none"> 対象施設 暖房需要地にある公園の管理棟 延床面積 2,000 m² 暖房期間 11月～4月 稼動時間 9時間/日 	<ul style="list-style-type: none"> 対象施設 公園の管理棟（共通） 延床面積 2,000 m² 電力供給期間 通年 稼動時間 9時間/日 	<ul style="list-style-type: none"> 対象施設 暖房需要地にある公園の管理棟 延床面積 2,000 m² 暖房期間（電力供給期間） 11月～4月 稼動時間 9時間/日 電力供給期間 	<ul style="list-style-type: none"> 対象施設 冷暖房需要地にある公園の管理棟 延床面積 2,000 m² 冷暖房期間 冷：7月～9月 暖：12月～3月 稼動時間 9時間/日 	<ul style="list-style-type: none"> 対象施設 暖房需要地にある公園の管理棟 延床面積 2,000 m² 暖房期間（電力供給期間） 11月～4月 稼動時間 9時間/日 電力供給期間 	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"> 熱供給量 96,300kWh ※後述ケーススタディによる 	<ul style="list-style-type: none"> 熱供給量 114,030kWh ※後述ケーススタディによる 	<ul style="list-style-type: none"> 電力供給量 51,620kWh ※後述ケーススタディによる 	<ul style="list-style-type: none"> 電力供給量 48,870kWh 熱供給量 114,030kWh ※後述ケーススタディによる 	<ul style="list-style-type: none"> 熱供給量 76,680kWh ※後述ケーススタディによる 	<ul style="list-style-type: none"> 電力供給量 3,258kWh 熱供給量 114,030kWh ※後述ケーススタディによる 	<ul style="list-style-type: none"> 熱供給量 ペレット 414,960kWh 薪 371,280kWh ※後述ケーススタディによる
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

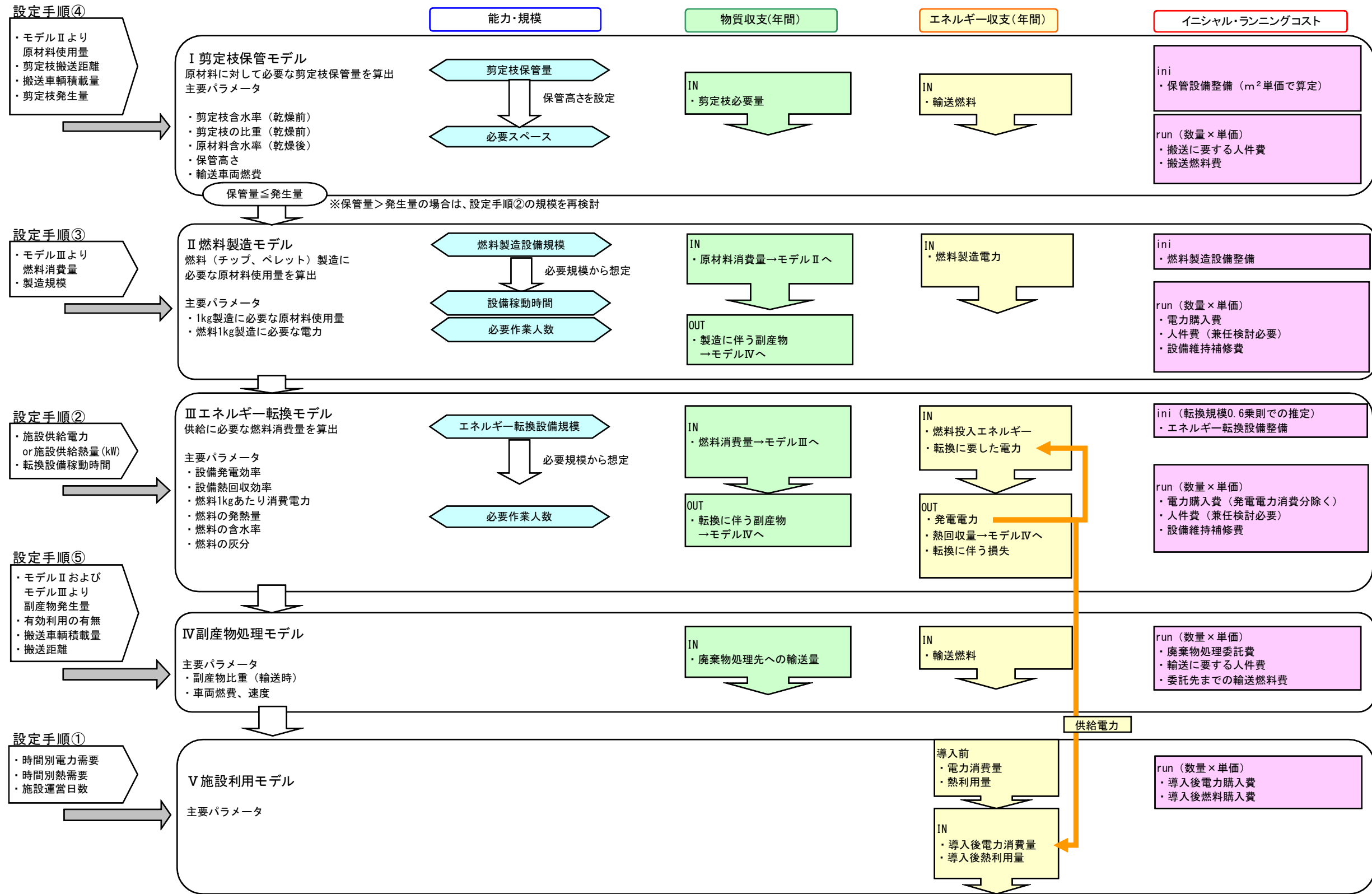


図 4.6-2 ケーススタディの全体構成

(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CO₂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CO₂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動しない条件となっており、通年を通し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 ₂ 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)¹⁸⁾

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 1,000m² (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^{*}
※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>)¹⁹⁾に基づく以下の計算式で算定する。

$$\begin{aligned} & \text{発電電力量 (kWh/年)} \\ & = \text{定格出力 (kW)} \times \text{斜面日射量 (kWh/m}^2 \cdot \text{日)} \times \text{日数 (日)} \times \text{総合設計係数} \div \text{標準日射強度} \end{aligned}$$

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」²⁰⁾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)」²¹⁾より 0.7 で設定する。

④ 標準日射強度

1kW/m²

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 ² ・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）」²²⁾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)）²³⁾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。

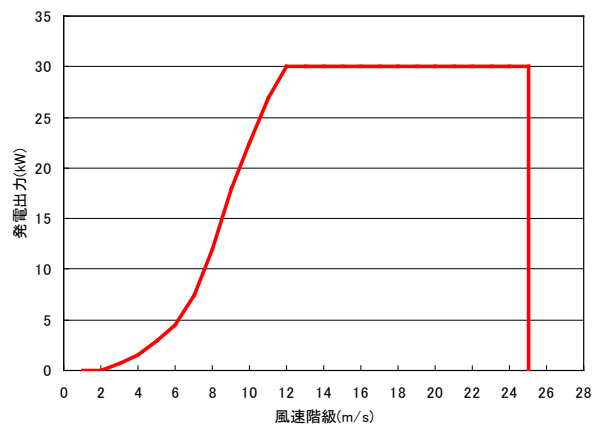
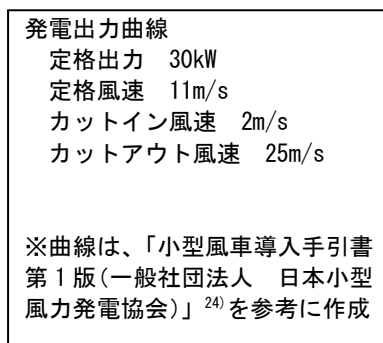


図 4.6-3 出力曲線（発電出力30kW）の想定

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)」²²⁾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 http://www.fujikogyo.co.jp/kogatatub/kogatatub.html
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 http://www.earth-eec.co.jp/wood/ef-bl.html
吸収式冷温水発生器	矢崎総業 バイオアロエース (冷温水) 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
ボイラー	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
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 http://www.chugai.co.jp/env/11_biomass/01.html
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 https://app5.infoc.nedo.go.jp/disclosure/Search
ペレットストーブ	株式会社さいかい http://www.saikai-sangyo.com/items_ss.htm エンバイロファイヤー http://www.aiwa-pellet.com/catalog/enviro.html 等を参照
太陽光パネル	伊藤組モテック http://www.itogumi-motech.jp/modules.php
風力発電	東京電機大学 http://www.mlab.im.dendai.ac.jp/~assist/windpower/data.html

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 2m²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、これまで資源化等も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
- 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
- 7) Wood Fuels Handbook(2009) WWW.BIOMASSTRADECENTRES.EU, 51P
- 8) 平成 25 年 6 月 28 日付け環産発第 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 日付け環産対発第 1306281 号、環産発第 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」
- 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
- 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=
- 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

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

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

スーパーアロエース (冷水)

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

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

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>