

# 都市緑化樹木の CO<sub>2</sub> ストック変化量把握に関する研究

Research on estimating the amount of CO<sub>2</sub> fixed by planted trees in cities

(研究期間 平成 18～21 年度)

環境研究部 緑化生態研究室  
Environment Department  
Landscape and Ecology Division

室長 松江 正彦  
Head Masahiko MATSUE  
主任研究官 飯塚 康雄  
Senior Researcher Yasuo IIZUKA  
研究員 久保田 小百合  
Research Engineer Sayuri KUBOTA

We investigated the amount of growth of planted trees in cities using stem analysis to estimate the amount of CO<sub>2</sub> fixed by planted trees in cities.

## 〔研究目的〕

京都議定書において、日本は 2008 年から 2012 年の間に温室効果ガスを基準年（1990 年）と比較して 6% 削減することが義務づけられている。政府が作成した「京都議定書目標達成計画」では、温室効果ガスの排出削減、吸収等に関する対策・施策が掲げられており、都市緑化については国民にとって最も日常生活に身近な吸収源対策として位置づけられている。国土交通省では都市緑化等の植生回復による CO<sub>2</sub> 吸収量を取りまとめることとしているが、都市公園や街路樹に多用されている樹木については、CO<sub>2</sub> の吸収・固定量を把握するための既存知見が十分ではない。そこで、CO<sub>2</sub> 吸収量の報告や目標に向けての達成状況の把握、今後の対策の評価を行うに当たって、算定の基となるわが国固有の CO<sub>2</sub> 固定量の原単位や算定式の作成が求められている。そこで本研究では、日本における都市緑化樹木の年間 CO<sub>2</sub> 固定量を把握し、算定式を作成することを目的とする。

## 〔研究内容〕

樹木は吸収した CO<sub>2</sub> を体内に固定することで成長している。一方、樹木の炭素 (C) 含有量は樹種に関わらず木質部の乾燥重量の 50% 程度であることが知られている。このことから、樹木 1 本の木質部全体の乾燥重量が分かれば、その樹木が吸収・固定した CO<sub>2</sub> 量を推定することができる。

国土技術政策総合研究所では、これまでに関東地方の平野部に生育するクスノキ、シラカシ、マテバシイ、ケヤキ、イチョウ、プラタナス類を対象として年間 CO<sub>2</sub> 固定量算出の算定式を作成してきた。また、クスノキとケヤキの算定式については、別途東北、九州の樹木を対象に行った結果との比較を行ったが、関東のもの

と有意差は確認されず、現算定式は東北から九州の間の平野部では地域差を考慮しなくても使用できると判断した。

平成 21 年度は前述の樹種の他に日本の都市緑化に多用されているモチノキ、ヤマモモ、ハナミズキ、モミジバフウ（タイワンフウ含む）を対象とし、年間 CO<sub>2</sub> 固定量の算定式を作成した。

## 〔研究方法〕

CO<sub>2</sub> 固定量の算定対象は、木質化することで長期間固定が継続する幹・枝・根（木質部）とし、葉は短期間で失われるため除外した。

調査方法は、対象樹種の形状寸法を測定した後、伐倒・伐根作業を行い（写真 1、2）、生重、乾重、樹齢等を計測し、樹木 1 本あたりの年間 CO<sub>2</sub> 固定量算出の算定式を作成した。（図 1）

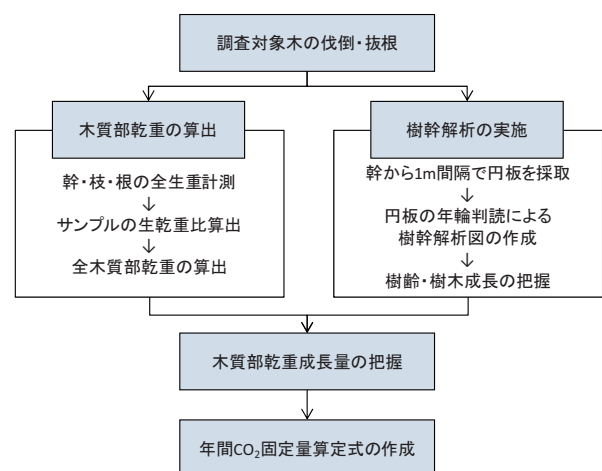


図 1 調査方法



写真1 地上部の伐倒作業

写真2 地下部の抜根作業

表1 調査対象樹木の概要および木質部乾重、樹齢

樹種	モチノキ				ヤマモモ				ハナミズキ				モミジバフウ			1	
樹木No.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	
植栽地	千葉県袖ヶ浦市				千葉県袖ヶ浦市				千葉県袖ヶ浦市				千葉県袖ヶ浦市			千葉県長生郡長柄町	
形状寸法	樹高(m)	8.8	9.5	8.9	9.2	9.9	10.0	11.2	8.3	8.8	5.1	7.4	8.1	11.7	20.0	11.1	15.2
	胸高直径(cm)	27.8	25.1	33.6	23.8	25.5	30.1	47.7	31.2	18.2	17.2	19.8	14.6	15.6	43.3	30.2	38.7
木質部乾重(kg)	幹	191.3	132.9	292.9	176.9	121.1	226.7	464.3	207.9	87.2	51.6	66.5	49.0	56.6	469.2	164.2	389.7
	枝	176.8	156.4	284.5	123.3	221.5	304.7	526.2	340.6	78.3	64.7	55.5	32.4	18.4	387.2	117.6	391.8
	根	159.3	167.3	177.1	136.3	144.3	164.8	319.7	166.0	69.3	60.8	43.9	39.8	33.9	603.0	133.3	307.2
	合計	527.4	456.7	754.4	436.5	487.0	696.2	1310.2	714.6	234.8	177.1	165.8	121.1	108.8	1459.4	415.1	1088.7
樹齢(年)	53	40	46	42	45	67	85	47	31	25	31	36	18	33	38	45	

【研究結果】

対象樹木の概要および木質部乾重、樹齢を表1に示した。なお、同じマンサク科フウ属であることから成長に大きな差はないと考え、タイワンフウをモミジバフウに含め、算定式の作成を行った。

1. 胸高直径と木質部乾重の相対成長式

一般に、樹木の各器官の重量等の物理量 (Y) と樹木の形状寸法 (X) との間には、

相対成長式  $Y = aX^b$  (a, b は定数) が成り立つことが知られている。そこでモミジバフウについて、過年度の研究と同様に伐倒時の胸高直径と木質部乾重の関係を相対成長式で近似させた (図2 (d))。しかし、モチノキ、ヤマモモは調査対象木の胸高直径に偏りがあったことから、また、ハナミズキは調査対象木の胸高直径の4本の差が小さかったことから、過年度の方法では相対成長式で関係を表すことができなかった。そのため、各樹種の代表的な (移植による

根回し等の影響が小さく、樹齢が大きい) 樹木1本を樹幹解析し、その結果から胸高直径と木質部乾重の関

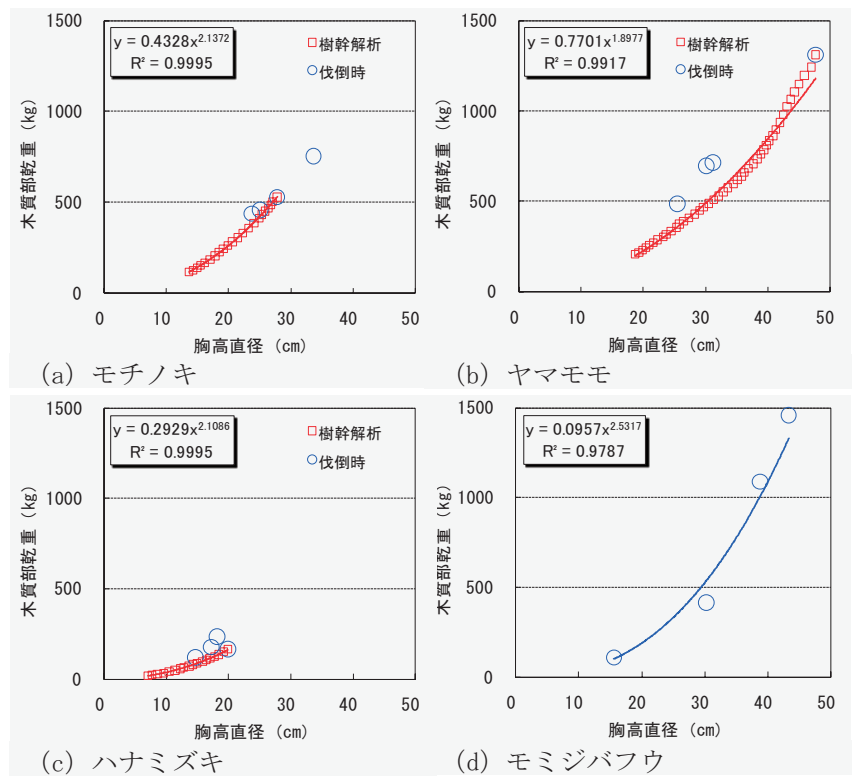


図2 胸高直径と木質部乾重の相対成長式

係を相対成長式に近似させた (図 2 (a~c))。なお、移植前後では環境等が大きく変化し、樹木の成長に影響を及ぼすため、移植後のデータのみを使用した。結果は、全ての樹種で決定係数が 0.9 以上であった。

また、樹幹解析に用いなかった樹木もほぼ求めた曲線上にのっており、この相対成長式は各樹種の成長特性を示しているといえる。

## 2. 樹齢と胸高直径の関係

次に胸高直径が樹齢とともにどのように成長するかを明らかにするため、樹齢と胸高直径の関係を調べた。過年度の研究では、伐倒時の樹齢と胸高直径を樹種ごとに散布図で表し、関係を把握していた。しかし、本研究では樹齢の 4 本の差が小さかったこと、樹齢に偏りがあり調査本数が少なかったことから、過年度の方法で関係を把握することができなかった。そのため、過年度の研究の「樹齢と胸高直径の関係は、個々の樹木における樹齢と胸高直径の関係 (樹幹解析による) と同様の関係を示す」という結果から、樹幹解析により得られた個々の樹木の年輪 (樹齢) および年輪幅 (幹直径) を樹種ごとに散布図で表し、関係を把握した。その結果、ほぼ直線の関係であることが示され、決定係数はモチノキ、ヤマモモ、ハナミズキで 0.9 以上、モミジバフウでも 0.8 以上であった (図 3)。

## 3. 年間木質部乾重成長量算定式の作成

年間木質部乾重成長量は、胸高直径 (X) における木質部乾重と、1 年後の増加量 (c) を加えた胸高直径 (X+c) における木質部乾重の差となることから、以下の式で表すことができる。

$$Y = a(X+c)^b - aX^b = a\{(X+c)^b - X^b\}$$

Y: 年間木質部乾重成長量 (kg/年)

X: 胸高直径 (cm)

a, b: 胸高直径と木質部乾重の相対成長式から得られる定数

c: 胸高直径の年間成長量 (cm/年)

上記式により作成した各樹種の年間木質部乾重成長量算定式を表 2 に示した。

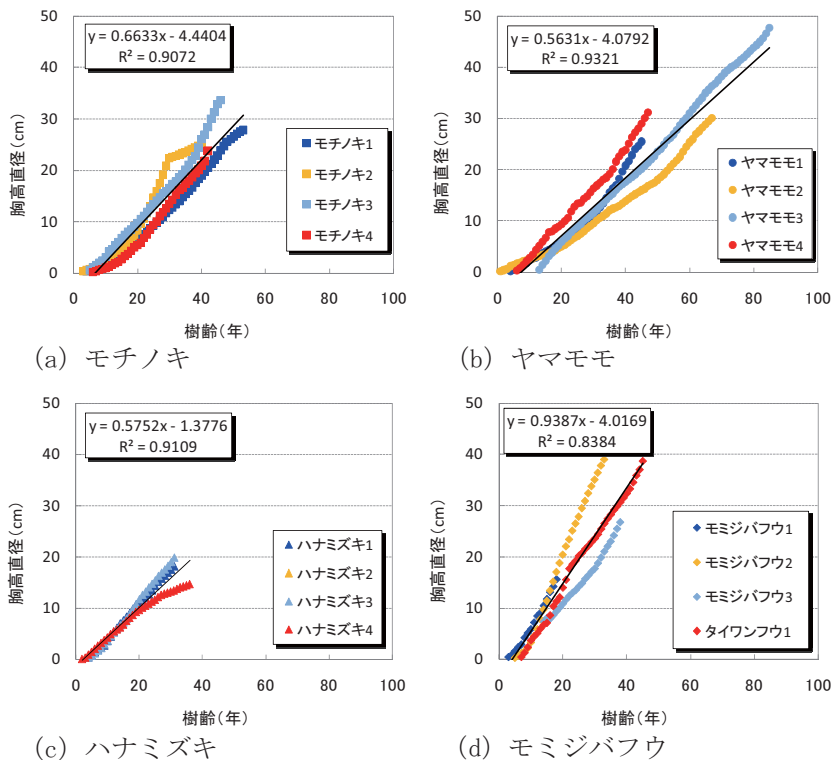


図 3 樹齢と胸高直径の関係

表 2 年間木質部乾重成長量算定式

樹種	年間木質部乾重成長量算定式
モチノキ	$Y=0.4328\{(X+0.66)^{2.1372}-X^{2.1372}\}$
ヤマモモ	$Y=0.7701\{(X+0.56)^{1.8977}-X^{1.8977}\}$
ハナミズキ	$Y=0.2929\{(X+0.58)^{2.1086}-X^{2.1086}\}$
モミジバフウ	$Y=0.0957\{(X+0.94)^{2.5317}-X^{2.5317}\}$

Y: 年間木質部乾重成長量 (kg/年) X: 胸高直径 (cm)

表 3 年間 CO<sub>2</sub> 固定量算定式

樹種	年間CO <sub>2</sub> 固定量算定式
モチノキ	$Y=0.7935\{(X+0.66)^{2.1372}-X^{2.1372}\}$
ヤマモモ	$Y=1.4119\{(X+0.56)^{1.8977}-X^{1.8977}\}$
ハナミズキ	$Y=0.5370\{(X+0.58)^{2.1086}-X^{2.1086}\}$
モミジバフウ	$Y=0.1755\{(X+0.94)^{2.5317}-X^{2.5317}\}$

Y: 年間CO<sub>2</sub>固定量 (kg/年) X: 胸高直径 (cm)

## 4. 年間 CO<sub>2</sub> 固定量算定式の作成

年間木質部乾重成長量に木質部の炭素 (C) 含有量 50% を乗じることにより、年間の炭素固定量を求めた。そして、CO<sub>2</sub> と C の分子量の比 (44/12) を乗じることにより、年間 CO<sub>2</sub> 固定量算定式を作成した (表 3)。算定式をグラフ化したものを図 4, 5 に示した。グラフ上でそれぞれの曲線が示されている範囲は、今回調査を



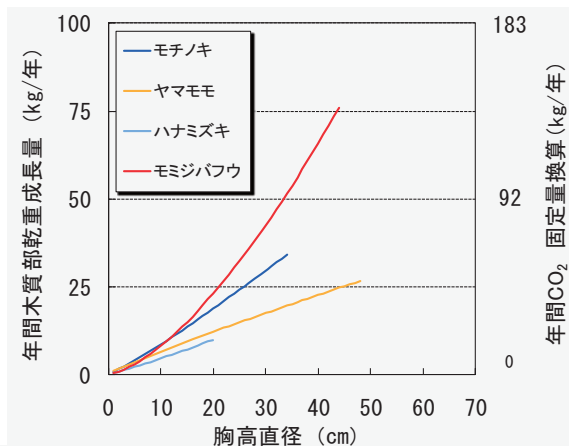


図4 胸高直径と年間木質部乾重成長量の関係

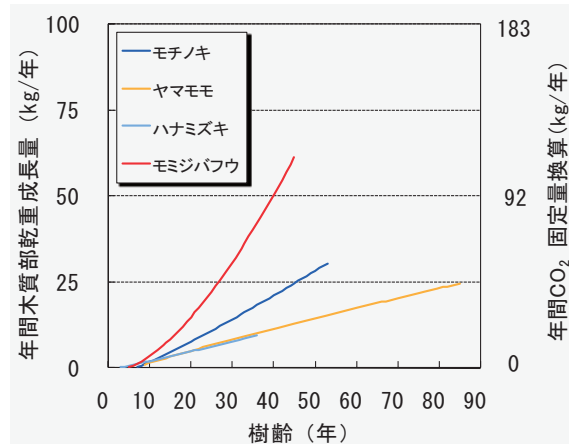


図5 樹齢と年間木質部乾重成長量の関係

行った範囲である。胸高直径が大きくなるほど、樹齢が大きくなるほど年間木質部乾重成長量は大きくなる傾向を示した。

過年度の研究の樹種も含めた胸高直径と年間木質部乾重成長量の関係の比較では、モチノキ、モミジバフウは概ね過年度と同様の傾向を示したが、ヤマモモ、ハナミズキは、胸高直径に伴う成長量が過年度に比べ小さかった(図6)。また、樹齢と年間木質部乾重成長量の関係の比較では、モミジバフウは過年度と同様の傾向を示したが、モチノキ、ヤマモモ、ハナミズキは樹齢に伴う成長量が過年度に比べ著しく小さかった(図7)。理由として、過年度に行った樹種と比較して、モチノキ、ヤマモモ、ハナミズキの成長が遅いことが挙げられる。

[まとめ]

本研究により日本の都市緑化に利用されている樹木の内、街路樹の本数でみると約半数の樹木に対して算定式を作成することができた。そこで今後、より多くの樹種に対して算定式を作成することが求められている。しかし、伐倒・抜根を伴う現方法では、調査対象樹種や本数を増やすことが難しいため、伐倒・抜根を行わずに非破壊で効率的に、樹木の重量を推定できる方法を確立する必要がある。

[参考文献]

- 1) 藤原宣夫・山岸裕・村中重仁(2002)都市緑化樹木によるCO<sub>2</sub>固定量の算定方法に関する研究, 日本緑化工学会誌, (28)1:26-31.
- 2) 三浦伊八郎・西田屹二(1933)木材科学, 丸善出版, 35-36pp.
- 3) 佐藤大七郎(1973)陸上植物群落の物質生産I a—森林一, 共立出版.

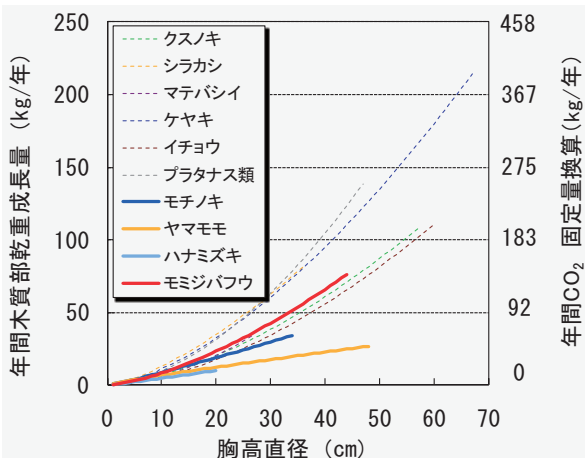


図6 胸高直径と年間木質部乾重成長量の関係 (過年度の研究成果含む)

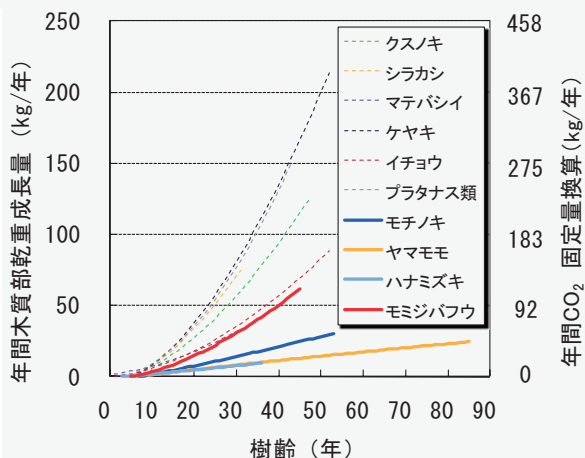


図7 樹齢と年間木質部乾重成長量の関係 (過年度の研究成果含む)

- 4) 松江正彦・長濱庸介・飯塚康雄・村田みゆき・藤原宣夫(2009)日本における都市樹木のCO<sub>2</sub>固定量算定式, 日本緑化工学会誌, (35)2:318-324.