

都市緑化樹木の CO₂ 固定量算定における精度向上に関する研究

Research on improvement of the method to estimate the amount of CO₂ fixed by planted trees in cities
(研究期間 平成 23~27 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター
Research Center for
Land and Construction Management
緑化生態研究室
Landscape and Ecology Division

室長 栗原 正夫
Head Masao KURIHARA
主任研究官 武田 ゆうこ
Senior Researcher Yuko TAKEDA

We investigated the amount of growth of planted trees in cities using stem analysis to estimate the amount of CO₂ fixed by planted trees in cities.

【研究目的及び経緯】

京都議定書において、日本は第 1 約束期間（2008～2012 年）の温室効果ガス排出量を 1990 年比で 6% 削減することを義務づけられており、毎年「排出・吸収量の目録（インベントリ）」を国連気候変動枠組条約事務局へ報告している。第 2 約束期間（2013～2019 年）には参加しないものの、国際的な枠組に基づき報告を継続する必要がある。

温室効果ガスの吸収源となる都市緑化等については、京都議定書第 3 条 4 項の対象となる「植生回復」活動として位置づけられており、国土交通省では都市緑化等の植生回復による CO₂ 固定量を取りまとめることとしており、日本独自の樹種について吸収係数を設定する等、算定精度の向上が課題となっている。そのため、これまで国土技術政策総合研究所では、伐倒・掘り取りにより得たデータを用いて、イチョウ、ケヤキ、クスノキ、シラカシについて CO₂ 固定量の算定式の作成を行ってきたが、伐倒と掘り取りに時間と費用を要することから、伐倒を行わずに非破壊で樹木の CO₂ 固定量を推定するための研究を行っている。

【研究内容】

今年度は、過年度に抜倒・掘り起こしにより計測した樹木の形状寸法、重量データ及び測量により計測した樹木の形状寸法、重量、体積、比重等のデータを用いて樹種毎の CO₂ 固定量予測式を作成するとともに、これらのデータ及び既往資料を整理分析し、簡便な相対成長式の作成についても検討を行った。

【研究結果】

1. 樹木データ及び樹木特性の整理

国総研が過年度（平成 2～25 年）に調査した樹木（21 種 223 本）のデータを整理し、全樹木のデータを一覧にした調査木シート及び 1 本毎に情報を記載し

た調査木カルテを作成した。

また、都市緑化に一般的に用いられる樹種として、国総研資料 No. 780「わが国の街路樹 VII」の全国樹種別高木本数の上位樹種 500 種について、樹形、最大樹高、成長速度、比重等の情報を文献から整理した。

2. 樹種毎の CO₂ 固定量予測式の作成

既往研究では、どの樹種も胸高直径は毎年一定量増加するという結果が得られているため、調査対象木の胸高直径と樹齢のデータを用いて、樹種毎に樹齢と胸高直径の直線回帰式を求めた。表-1 に、樹種毎の樹齢と胸高直径の直線回帰式、その決定係数及び解析に使用した本数を示す。

表-1 樹齢 (X) と胸高直径 (Y) の直線回帰式

樹種	回帰式	R ²	n
クロガネモチ	$Y = 0.473X + 5.259$	0.954	6
シラカバ	$Y = 0.200X + 16.533$	0.029	3
ソメイヨシノ	$Y = 1.185X + 0.691$	0.902	12
トウカエデ	$Y = 0.700X + 3.323$	0.836	12
ハナミズキ	$Y = 0.467X - 0.600$	0.960	3
プラタナス	$Y = 1.065X + 1.798$	0.900	8
マテバシイ	$Y = 0.962X - 1.832$	0.937	12
メタセコイア	$Y = 5.350X - 153.450$	0.914	3
モチノキ	$Y = 5.100X - 251.200$	0.999	3
モミジバフウ	$Y = 0.844X + 11.250$	1.000	2
ヤマモモ	$Y = 0.337X + 16.084$	0.440	8
ユリノキ	$Y = 3.213X - 10.763$	0.500	5

次に、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)

が成り立つため、既往研究にならい胸高直径と木質部乾重の相対成長式を作成した。なお、ここで、解析に必要である木質部乾重のデータが不足する樹種

については、木質部乾重の推定値を用いる。地上部乾重のデータがある場合には、IPCC ガイドラインで示された地上部に対する地下部の比率 0.26 を乗じて根の乾重を推定し、地上部乾重と合わせて木質部乾重の推定を行った。また、地上部体積のデータがある場合には、地上部体積に比重を乗じて地上部乾重を推定し木質部乾重の推定を行った。表-2 に、樹種毎の胸高直径と木質部乾重の相対成長式、その決定係数及び解析に使用した本数を示す

表-2 胸高直径 (X) と木質部乾重 (Y) の相対成長式

樹種	回帰式	R ²	n
クロガネモチ	$Y = 0.051X^{2.689}$	0.969	6
シラカバ	$Y = 14.683X^{0.802}$	0.484	3
ソメイヨシノ	$Y = 0.214X^{2.208}$	0.775	12
トウカエデ	$Y = 0.097X^{2.474}$	0.973	12
ナナカマド	$Y = 0.195X^{2.266}$	0.880	3
ハナミズキ	$Y = 0.122X^{2.423}$	0.775	7
ブラタナス	$Y = 0.057X^{2.714}$	0.983	8
マテバシイ	$Y = 0.154X^{2.412}$	0.742	12
メタセコイア	$Y = 0.007X^{3.112}$	0.998	3
モチノキ	$Y = 5.372X^{1.347}$	0.996	4
モミジバフウ	$Y = 0.211X^{2.271}$	0.894	6
ヤマモモ	$Y = 0.093X^{2.481}$	0.896	8
ユリノキ	$Y = 0.299X^{1.899}$	0.990	5

次に、直線回帰式と相対成長式の両方が作成できた樹種について、作成した式から樹種毎の年間木質部乾重成長量予測式を作成し、木質部乾重中の炭素の含有量と CO₂ と C の分子比から CO₂ 固定量に換算し、年間 CO₂ 固定量予測式を作成した (表-3)。

表-3 樹種毎の年間 CO₂ 固定量予測式

樹種	年間 CO ₂ 固定量予測式
クロガネモチ	$Y = 0.943 \{ (X+0.473)^{2.689} - X^{2.689} \}$
シラカバ	$Y = 26.944 \{ (X+0.200)^{0.802} - X^{0.802} \}$
ソメイヨシノ	$Y = 0.393 \{ (X+1.185)^{2.208} - X^{2.208} \}$
トウカエデ	$Y = 0.178 \{ (X+0.700)^{2.474} - X^{2.474} \}$
ナナカマド	$Y = 0.358 \{ (X+0.847)^{2.266} - X^{2.266} \}$
ハナミズキ	$Y = 0.224x \{ (X+0.467)^{2.423} - X^{2.423} \}$
ブラタナス	$Y = 0.104 \{ (X+1.065)^{2.714} - X^{2.714} \}$
マテバシイ	$Y = 0.283 \{ (X+0.962)^{2.412} - X^{2.412} \}$
メタセコイア	$Y = 0.013 \{ (X+5.350)^{3.112} - X^{3.112} \}$
モチノキ	$Y = 9.857 \{ (X+5.100)^{1.347} - X^{1.347} \}$
モミジバフウ	$Y = 0.387 \{ (X+0.844)^{2.271} - X^{2.271} \}$
ヤマモモ	$Y = 0.494 \{ (X+0.337)^{2.209} - X^{2.209} \}$
ユリノキ	$Y = 0.549 \{ (X+3.213)^{1.899} - X^{1.899} \}$

X: 胸高直径、Y: 年間年間 CO₂ 固定量

4. 簡便な式の作成

次に、全ての樹種を統合して式を作成したところ、

樹齢と胸高直径の直線回帰式は図-1、胸高直径と木質部乾重の相対成長式は図-2 のとおりとなった。

なお、測量データにより作成した式の傾きが大きくなったが、これは全体の式の傾きが、相対的に木質部乾重の小さかった大径木 4 本の影響を受けたためと思われる。

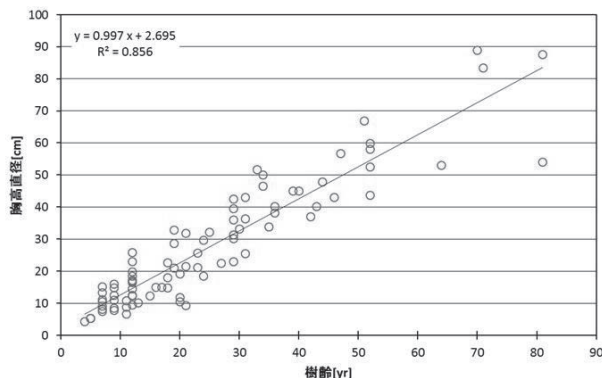


図-1 樹齢と胸高直径の直線回帰式 (全樹種)

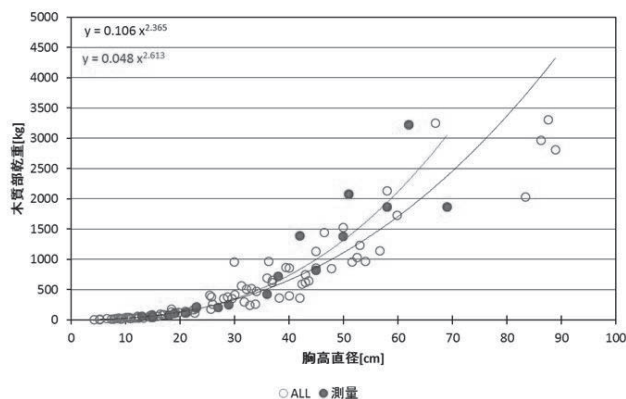


図-2 胸高直径と木質部乾重の相対成長式 (全樹種)

また、樹木タイプ別 (落葉樹、常緑樹、落葉広葉樹、常緑広葉樹等) と樹形別 (広円柱形、球形、狭円錐形) に分類した相対成長式を作成した。

次に、作成した式から推定した木質部乾重と実際の木質部乾重の推定誤差 RE を算出した。

$$RE[\%] = \frac{100}{n} \sum \frac{|w - \hat{w}|}{w}$$

n: 標本数、w: 実測値、 \hat{w} : 推定値
樹種毎に作成した式では樹種により RE が 0.02% ~ 37% と大きく差があった。全ての樹種を統合した式では RE が 27%、樹木タイプ別では 14% ~ 26%、樹形別では 17 ~ 21% となり、樹形別の当てはまりが最もよかった。

5. 今後の課題

不足している樹種、樹齢の調査を行い、CO₂ 固定量予測式の精度を高める必要がある。