

無人航空機を利用した街路樹の CO₂ 固定量の推定について

史 中超 研究室

1561049 高 達 構

1. 研究の目的・背景

近年、人間の活動を原因とした気候変動が地球規模の問題となっている。2015 年には第 21 回気候変動枠組条約締約国会議において温室効果ガス排出削減のための国際的枠組み「パリ協定」が採択された。パリ協定は温室効果ガスの排出を抑制し吸収源を整備することで、温室効果ガスを排出しない脱炭素社会の実現を目指している。

街路樹を含む都市緑地は都市に良好な景観を生み、火災時の延焼防止、ヒートアイランド現象の緩和、生物多様性の創出、二酸化炭素の吸収・固定など様々な機能を持っている。特に二酸化炭素の吸収・固定機能は、脱炭素社会を実現していく上で、より重要になってくる機能の一つである。森林の二酸化炭素固定機能と比較して都市緑地の二酸化炭素固定機能についての研究は進んでおらず、街路樹を管理する行政も街路樹が持つ機能について定量的な調査は行っていない。

本研究では無人航空機を利用して樹木が固定している二酸化炭素量の推定を行い、現時点での技術的な課題などについても検証する。

2. 研究の方法

本研究では、実際に自動車や歩行者が行き交う街中で実験を行うことが困難であるため、無人航空機の飛行は東京都市大学横浜キャンパスの中庭で行う。対象とする樹木として横浜キャンパスの樹木の内、街路樹の基本的な樹形に近いクスノキ、シダレザクラ、アキニレ 8 本を対象とする。

植物は光合成によって空気中の二酸化炭素を取り込み、植物体を形成している。柳井らの研究[1]と森林総合研究所の研究[2]から以下の手順で二

酸化炭素固定量を推定する。

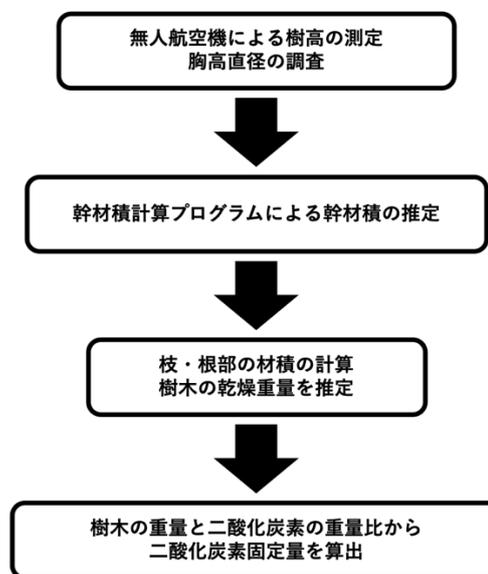


図 1 二酸化炭素固定量の推定フロー

3. 小型無人航空機による撮影とデータ解析

無人航空機による樹高の測定には、複数の写真画像から撮影対象の三次元モデルを生成する多視点ステレオ写真測量 (SfM : Structure from Motion) を用いる。SfM は一般的な無人航空機に標準的に搭載されているデジタルカメラと衛星測位システムによる位置情報を利用して三次元の点群データを得ることができ、従来のリモートセンシング技術において利用されてきたレーザーセンサーによる三次元データの取得方法より費用を抑えることができる。本研究では SfM を行う為のソフトウェアとして、Agisoft 社の PhotoScan を用いる。

無人航空機で撮影した写真画像には、本体に搭載されている衛星測位システムによって、それぞれの写真ごとに緯度、経度、高度の座標データや写真の撮影方向が記録されている。PhotoScan は

それらの情報をもとに、連続して撮影した写真から自動で三次元の点群データや三次元モデル、数値表層モデル (DSM: Digital Surface Model) などを作成できる。

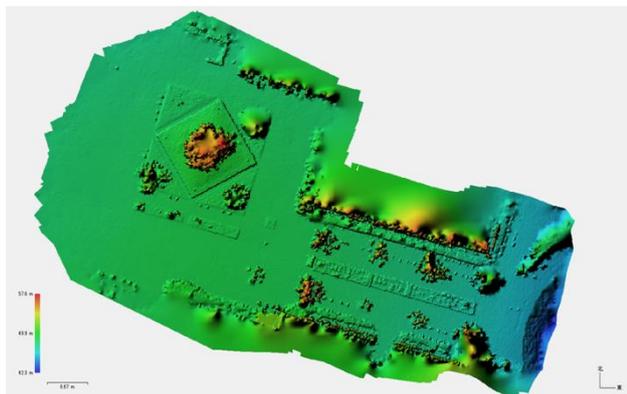


図 2 PhotoScan によって生成された DSM

PhotoScan によって生成された DSM データから、それぞれの樹木の最高点から地面の高さを引き、樹高とする。胸高直径はそれぞれの樹木の地面から 1.2m の部分の幹の太さを円周率 π で除した値とする。

測定した樹高と胸高直径から、森林総合研究所が作成した表計算ソフト Excel のユーザー定義関数、幹材積計算プログラムによって、地面から樹木の先端までの幹の体積である立木幹材積を推定する。

樹木が固定している二酸化炭素量を算出する式として森林総合研究所の研究から次式を用いる。

$$C = V \times D \times BEF \times (1+R) \times CF \times 44/12$$

C : 二酸化炭素固定量 (kg)

V : 幹材積 (m^3)

D : 容積密度 (kg/m^3)

未乾燥状態の材積と乾燥状態の重量比

BEF : 拡大係数

幹と枝・葉の比

R : 地下部・地上部比

幹・枝・葉と根の比

CF : 炭素含有率

樹木と炭素の重量比

表 1 は測定によって得られた各樹木のデータと式によって導き出された樹木による二酸化炭素固定量である。

表 1 測定結果と計算結果

	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	幹材積 (m^3)	CO ₂ 固定量 (kg)
クスノキ	8.60	53.22	0.71	1.23
シダレザクラ	6.23	24.54	0.12	0.21
アキニレ 1	8.91	26.67	0.21	0.27
アキニレ 2	6.96	24.73	0.14	0.18
アキニレ 3	8.60	24.54	0.17	0.22
アキニレ 4	9.20	30.97	0.28	0.36
アキニレ 5	10.17	34.92	0.39	0.51
アキニレ 6	7.29	16.23	0.07	0.09
アキニレ 7	6.13	16.36	0.06	0.07
アキニレ 8	8.29	28.46	0.22	0.28

4. まとめ

本研究では、無人航空機による SfM によって樹高を測定し二酸化炭素固定量を推定した。従来、樹高の測定に使用されていたレーザースキャナーと比較してより安価で一般的なデジタルカメラによるデータから樹高を得られた。しかし本来、樹高とは樹木の根本から樹木の先端までの高さである。無人航空機での上空からの撮影では、樹木の根本は樹冠に覆われているため観測することはできず、より正確な樹高の測定にはさらなる研究が期待される。

参考文献

- [1] 柳井重人・市村恒士 (2005) 都市公園における樹木の二酸化炭素固定効果の推定に係わる課題, 都市緑化技術, No. 56, p32-39,
- [2] 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所: 森林による炭素吸収量をどのように捉えるか

[http://www. ffpri. affrc. go. jp/research/dept/2climate/kyuushuuryou/](http://www.ffpri.affrc.go.jp/research/dept/2climate/kyuushuuryou/)