

海岸林の生育評価に対する小型 UAV の応用

日大生産工 ○朝香智仁
日大生産工 岩下圭之
日大生産工 工藤勝輝
愛知工大 山本義幸

1 はじめに

クロマツは海岸林として一般的な樹種であるが、その管理手法については全国共通のものはなく、地域により異なっており、体系的な管理手法は十分に確率されていない¹⁾。そのため、適切な管理がなされない場合には、海岸林は脆弱な林へと変遷していつてしまうことから、本数密度管理基準などの基礎資料が必要になる²⁾。とりわけ、樹高は「形状比」、「枝下高比」および「地位指数曲線」など海岸林の健全性の指標として用いられることがあり、そのデータの重要性は極めて大きいと思われる。航空レーザ測量成果を用いることで、海岸クロマツ林の樹高を推定する方法も考えられるが、現状では航空レーザ測量を毎年実施することはコスト面から容易くない。また、クロマツ林のような針葉樹では、レーザが必ずしも樹冠の頂端にあたらないため、全てのクロマツの樹高が測定できるとは限らない。そこで、本研究では、航空レーザ測量よりも安価に観測ができる小型無人航空機（Uninhabited Airborne Vehicle：UAV）に着目し、小型 UAV が観測した空中写真を利用して海岸クロマツ林の樹高を推定する手法について、現地調査結果を基に検証することを目的とした。

2 研究手法

研究対象地域は、九十九里海岸林の一部（約 250m × 200m）とした。この地域は保安林に指定されたクロマツ林が生育しており、林内には遊歩道も設けられているため、毎木調査がしやすいことから研究対象地域として適地であると考えた。

次節では、小型 UAV が観測した空中写真からのクロマツ林の樹高推定手法と、樹高推定結果を検証するための現地調査手法について述べる。なお、小型 UAV の仕様は表-1 に示すとおりである。

2.1 小型 UAV による観測および樹高推定手法

本研究で使用した小型 UAV は、GPS 連動でシャッターを切れるデジタルカメラを搭載してお

表- 1 小型 UAV の仕様

重量	1.8kg
サイズ	0.85m × 0.85m × 0.15m
最大ペイロード	500g
飛行高度	150-250m
飛行時間	15 分
推奨飛行距離	半径 300m
耐風	10m/s
搭載センサー	デジタルカメラ (Ricoh GX200)

り、指定したウェイポイントへの移動と撮影を自動で実行できる。また、空中写真測量システムは、複数のデジタル写真と撮影時の位置情報を用いて内部標定・外部標定を行い、数値表層モデル（Digital Surface Model：DSM）およびオルソモザイク画像が生成できる。DSM は地理座標系のグリッドに標高に換算した地表面高さを格納したデータであるが、空中写真測量を実施した直後の DSM は楕円体高であるため、最終的にはジオイド高さを差し引いて標高に換算したデータを解析に用いることにした。使用したジオイドモデルは、国土地理院発行のジオイド 2000（Ver.4.0）である。

地物の高さは、地盤からの高さであるので、DSM から既存の地盤高のデータである数値標高モデル（Digital Elevation Model：DEM）との差分を計算することで、地物の高さを求めることができる。よって、本研究では DSM と DEM の差を樹高と仮定した。空中写真測量によって生成した DSM の利点は、撮影基線長間における重複部分の視差差によって高さを推定するため、レーザ測量よりも樹冠の頂端の高さを推定できる可能性が高いところにある。実際の観測にあたっては、対地高度 100m で空中写真を撮影することにし、オーバーラップ率 60 % 以上、サイドラップ率 30 % 以上を観測条件とした。この場合、一回で撮影できる範囲は 144m × 108 m であり、地上分解能は約 0.03m となるため、得られる DSM およびオルソ

Application of a Small Uninhabited Airborne Vehicle to Assess Growth Environments
in Coastal Forests.

Tomohito ASAKA, Keishi IWASHITA, Katsuteru KUDOU and Yoshiyuki YAMAMOTO

モザイク画像も同程度の地上分解能となる。なお、小型 UAV の観測は 2010 年 5 月 18 日に実施した。

2.2 現地調査手法

現地調査は、小型 UAV による観測の翌日 (2010 年 5 月 19 日)、観測範囲から無作為に抽出したクロマツを対象にクロマツの位置と樹高を測定した。調査は、調査対象木の位置と樹高を求めることを目的とし、合計 5 名で実施した。調査対象木の位置は、地理座標系が既知な基準点を原点とする X,Y 座標をトータルステーション (Nikon NST-305c) によって求め、後日、X,Y 座標を地理座標系に変換して求めることにした。なお、測量の際は、調査対象木の根元に水準器付きのプリズムスタッフを据えて X,Y 座標を測定した。

樹高は、伸縮式の樹高計によって測定した調査対象木に選定したクロマツの根元から樹冠の頂端までの高さとした。測定の際は、頂端に樹高計の先端が到達しているかを、測定補助者がある程度離れた場所から判定することとした。

3 結果と考察

図-1 は、小型 UAV が観測した空中写真をオルソモザイクした画像に、現地調査によって樹高を測定した調査対象木の位置図を重ねたものである。図中の「B.M.」は地理座標が既知な基準点であり、「T.P.*」は移器点である。なお、オルソモザイク画像の空間分解能は 0.05m である。また、図-2 は、 x 軸に空中写真を利用して推定した樹高、 y 軸に現地調査によって測定した樹高をプロットした散布図である。相関分析の結果、相関係数 $R=0.742$ (決定係数 $R^2=0.551$) であり、比較的、良好な精度で樹高を推定できることがわかった。また、小型 UAV の観測日は、瞬間的に風速が強くなることがあり、機体が予め設定したウェイポイントより流されてしまうことが数回あった。研究対象地域から最も近い内陸側の気象庁茂原観測所の 10 分間風速を確認したところ、観測中であった午前 10 時から 12 時までの間では 6.9-9.5m/s の風速が毎時間観測されていた。よって、空中写真の観測としては不利な条件下での結果であり、条件が整えばさらなる精度が見込めると考えられる。

4 おわりに

九十九里海岸林を研究対象地域として、小型 UAV による空中写真の撮影および空中写真測量システムによる画像処理を実施し、空間分解能 0.05m の DSM およびオルソモザイク画像が得られた。また、研究成果より良好な精度で海岸クロマツ林の樹高を推定できることが示された。

小型 UAV は対地高度が約 100m のため、被雲による観測制限が無いなど海岸クロマツ林の調査方法として有用であることが示された。また、使用した UAV には近赤外カメラを搭載することも



図- 1 小型 UAV が観測した空中写真 (オルソモザイク画像) および調査対象木の位置

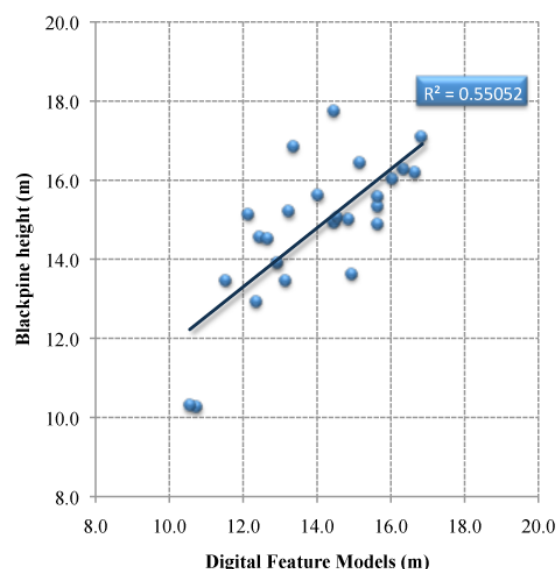


図- 2 DSM から推定した樹高と毎木調査結果との比較

できるため、今後、植生の定量的な生育調査にも応用できると考えている。

参考文献

- 1) 樽谷宜彦, 岩崎 健: 効率的な松林保全再生手法の提案, 平成 21 年度九州国土交通研究会, II 部門『暮らし・環境・景観』, No.7, 2009.
- 2) 貞清秀男: 海岸クロマツ林の本数密度管理に関する調査, 九州森林研究, No.61, pp.86-87, 2008