

リモートセンシングによる広葉樹林の樹種識別方法の検討

—岐阜県高山市の市有林を事例として—

森と木のクリエイター科 林業専攻 田中 裕子

1. 研究背景と目的

広葉樹林は、日本の森林面積の約半分を占める。一方、広葉樹材の国内需要量のうち、国産材の自給率は約 1 割と低く、大部分はチップとして使用されており、国内の広葉樹が有効に活用されているとはいえない。国産広葉樹材の利用促進には、資源量の把握が必要不可欠だが、有用樹種の所在に関する基本的な情報が不足している。

近年、森林調査は人工衛星やドローン、地上レーザー等のリモートセンシング技術の導入により飛躍的に進歩しており、人工林では精度の高い樹種識別、材積の推定が可能になっている。これらの技術の広葉樹林への適用も期待されるが、広葉樹林には多様な樹種が混生しており、針葉樹と同等の精度を確保するのは難しいとされている。

本研究では、ドローンの画像情報から AI による樹種識別が可能な森林解析ソフトウェアを用いて、広葉樹の樹種識別精度を検証することを目的とする。本手法の有効性を示すことにより、従来の広葉樹林における毎木調査にかかる労力の低減、および国産広葉樹材の利用促進に向けた計画策定に必要な基礎的な森林資源情報を得ることに貢献すると考えた。

樹種識別はコナラとミズナラを対象とした。

2. 調査対象地

解析対象地は、岐阜県高山市の 3 地域（荘川町、一之宮町、岩井町）の市有の広葉樹林とした（図-1）。高山市は、有用広葉樹の利用促進に積極的に取り組んでいる。3 地域それぞれに、20m×20m の方形調査プロットを 4 か所設定し、コナラもしくはミズナラが存在するプロットが少なくとも 1 か所以上になるようにした。



図-1. 調査対象地

①荘川町、②一之宮町、③岩井町。高山市役所提供資料を改変。

3. 調査方法

空撮には、カメラドローン Mavic Air (Da-Jiang Innovations Science and Technology Co., Ltd. (DJI)) を使用した。自動飛行のためのフライトプランの作成には、Mission Planner (ArduPilot.org) と Litchi (VC Technology Ltd.) を用いた。撮影は 2025 年 8 月に行った。撮影した画像から作成したオルソ画像 (SfM ソフトウェア DF BIRD/DeepForest Technologies 株式会社 (以下、DFT 社) により作成) を用い、2025 年 8 月～9 月に現地調査を行った。オルソ画像上に現地で整合の取れた高木の樹種を記録 (森林現地調査用アプリ DF Walker/DFT 社) した。



図-2. ドローン撮影 (左)、現地調査 (右)

4. 解析方法

オルソ画像を用いてコナラとミズナラの樹種識別を行った。識別には、DF Scanner Pro Ver. 1.6 (DFT 社) を使用した。同ソフトを用いて、オルソ画像上の調査プロット内における樹冠を個体ごとにポリゴン化し、各樹冠の樹種を教師データとして整理した。内蔵モデルを用いた「教師なしの樹種識別」と、教師データを学習させた「教師ありの樹種識別」の 2 手法で解析した。正答率は、対象樹種とその他樹種を正しく識別できた本数をプロット内の全体的本数で除して算出した。正しく識別できなかったケース (誤識別) には、その他樹種をコナラ、ミズナラとしてしまう取り違えと、コナラ、ミズナラをその他樹種として識別してしまう取りこぼしがある。取りこぼしをわかりやすくするために、対象樹種が存在するプロットのみで、対象樹種を識別できた本数を、プロット内の対象樹種の本数で除した数値も示した。

4.1 教師なしの樹種識別

内蔵の樹種識別モデルを用いて、①コナラのみを解析した場合、②ミズナラのみを解析した場合、③コナ

ラおよびミズナラを一度に解析した場合の3通りの識別精度を検証した。

4.2 教師ありの樹種識別

現地調査より得られた樹種情報を教師データとして読み込ませ、コナラとミズナラのそれぞれの正答率を算出した。各地域で調査した4プロットのうち、1プロットを答え合せ用プロットに設定し、残りの3プロットの樹種情報を学ばせた場合の正答率を、①コナラとミズナラ以外の全樹種の情報を与えた場合と、②コナラとミズナラ以外はその他樹種として学ばせた場合の2手法で解析した。さらに、答え合せ用の1プロットに対し、③3地域11プロットの樹種情報を学ばせた場合と、④11プロット分の教師データに加えて、別途入手した高山市丹生川町の樹種情報を学ばせた場合の2通りで正答率を算出した。本来は1枚のオルソ画像で解析することが望ましいが、3地域分を1枚に統合することが難しかったため、③④は教師データから12パターンの識別モデルを作成して解析する手法をとった。

5. 結果と考察

5.1 現地調査結果

現地調査によりオルソ画像上で樹冠を確認できたのは25種200本の立木であった。3地域の樹種構成は、コナラ(45本)、ミズナラ(35本)、ホオノキ、クリ、ウダイカンバ等であった。コナラは荘川町のみで生育しており、ミズナラは荘川町Plot 4、一之宮町Plot 2~4、岩井町Plot 1~2のみであった。丹生川町の樹種構成は21種177本で、コナラは0本、ミズナラは40本であった。

5.2 教師なしの樹種識別の結果と考察

表-1に示す通り、①コナラは取り違えが多く正答率は平均57%であった。コナラのあるプロットのみでみると取りこぼしが少なく87%であった。②ミズナラでは全体とミズナラのあるプロットのみでの正答率がほぼ変わらず、それぞれ66%と65%であった。③では正答率は46%に悪化した。

内蔵モデルでは、一度に識別するよりも、いずれかで識別した方が正答率は高くなった。コナラの取りこぼしはミズナラと比較して少なかった。これは本ソフトにコナラの樹冠画像がミズナラよりも多く記録されていることに起因すると考えられる(DFT社への聞き取り)。

教師なし	コナラ (%)	ミズナラ (%)
①コナラのみ	57 (87)	—
②ミズナラのみ	—	66 (65)
③ミズナラ&コナラ	46 (75)	46 (30)

表-1. 教師なしの樹種識別結果ⁱ

5.3 教師ありの樹種識別の結果と考察

表-2①~④の通り、いずれの方法でもコナラ、

ミズナラとも7~8割と高い正答率であった。コナラは、教師なしと比べて教師ありでは取り違えが大幅に減った(教師なしで60~78本に対し、教師ありでは16~20本)。一方、取りこぼしの数は教師なしでも教師ありでも10本以内であった。ミズナラの場合も取り違えはコナラ同様に減少したが、取りこぼしが多くなり、教師なしでは10~14本に対し、教師ありでは22~28本であった。

教師ありでの両樹種の取り違えの減少から、現地調査で収集したその他樹種のデータを学ばせる重要性が確認できた。全樹種を教師データとすると、解析結果の樹種構成が教師データの樹種構成に近くなる傾向があったため、対象樹種以外をその他樹種とする②の方法を試したが、正答率はあまり変わらず、コナラでは減った取りこぼしが、ミズナラで増えた。取りこぼしは、コナラでは③④よりも①②で少なかった。これは、①②で地域ごとに教師データを与える手法をとったことに起因すると考えられる。コナラは荘川町のみ、かつ4プロット全てにあったため、①②で取りこぼしが少なかった。③では取りこぼした9本のうち8本、④では5本中3本のコナラがミズナラに識別されていた。③④では全地域のミズナラを教師データとして与えたため、AIが、識別対象のコナラの葉の色や形が教師データとして与えたミズナラの方に、より近いと判断したと考えられる。ミズナラでは①②よりも③④で取りこぼしが少なくなった。荘川町ではPlot 4にしかミズナラがないため、①②ではPlot 1~3を教師データとしてPlot 4を解析すると、ミズナラをコナラに識別してしまった。ミズナラの取りこぼしは、特に一之宮町で多く、③④での数値の改善は荘川町、岩井町での取りこぼしの減少に因るところが大きい。一之宮町では、撮影時にAIが正しく樹種識別できる特徴を捉えた画像が取得できなかった可能性がある。

教師あり	コナラ (%)	ミズナラ (%)
①全樹種	87 (89)	79 (33)
②対象以外はその他樹種	88 (97)	82 (21)
③11プロット	86 (66)	74 (41)
④11プロット+丹生川町	89 (78)	79 (46)

表-2. 教師ありの樹種識別結果^{i, ii}

6. まとめ

コナラは教師ありで実用レベルの識別精度といえる。ミズナラは現段階では安定した識別精度とはいえないが、より多くの樹冠画像を学ばせていくことで、識別精度の向上が期待できる。

ⁱ ()内は、対象樹種が生育するプロットの「対象樹種識別本数/対象樹種本数」の平均値。

ⁱⁱ ①③④の識別結果は、比較のための便宜上、コナラ、ミズナラ以外の樹種をその他樹種に識別していれば、本来の樹種とは異なっても正答として計上。