

農学部門長 殿

代 表 者 守口 海
助言・評価者 鈴木 保志

令和2年度農学部門個人・グループ研究プロジェクト
成 果 報 告 書

標記について、下記のとおり報告いたします。

記

1. プロジェクト名称 ドローンを用いたウバメガシ資源量推定モデルの開発
2. 研究成果（2ページ程度）

背景と目的

近年の木炭生産量は全国的に減少しているが、高知県では土佐備長炭(ウバメガシを主原料とする白炭の一種)の生産が活発化しており、2018年の白炭生産量は2006年比で4.3倍に増加している(農林水産省2020)。備長炭の製炭業者は既に、主原料であるウバメガシ原木を安定的に確保することが難しくなっている(松岡・三木2017、増田2017)。そのため、他のカシ類を用いた製炭技術や(溝口2019)、ウバメガシの更新・再生技術の検討など(黒岩ら2020)、問題を緩和する取り組みが行われているが、そもそもウバメガシの資源賦存量が不明であるため(松岡・三木2017)、持続的と言えるウバメガシ資源の年利用(伐採・収穫)量等が明確でない。そこで本研究では、航空写真からウバメガシ林を抽出する手法の開発を目的として、ドローンを用いた高精細オルソ画像の生成と目視判読によるウバメガシ林の抽出、および、汎化性能の高いウバメガシ林抽出フィルタの探索を行った。

方法

1. 航空写真データおよび地上データの取得

地上調査および航空写真の取得は、室戸地域の民有林にて行った。RTK測量が可能なGNSS受信機(Drogger社 DG-PRO1RWS)を用いて5点の地上基準点(GCP)を設定した後、2020年11月24日にドローン(DJI社 Mavic Air 2)を用いて航空写真を取得した。さらに、市販のSfMソフト(Agisoft社 Metashape)を用いて、解像度が2.5cm/pixel、10cm/pixelであるオルソ画像をそれぞれ作成した。地上調査として、同GNSS受信機のSLAS(サブメータ級測位補強サービス)受信機能を用いて地理座標と樹種の対応関係を合計25点取得した。その際、12mの検測桿の先端にアンテナ部を取付け、樹冠上部まで上げて測位をすることで、誤差の低減に努めた。

地上調査と 2.5cm/pixel のオルソ画像を照らし合わせながら、目視判読によりウバメガシ林と判断される範囲をポリゴンとして記録した。この作業はウバメガシ・他樹種が混交する2つのサイト(A・B; ともに約 1.5 ha) において行った。

2. 学習・検証用画像の生成

各サイトの範囲内でランダムに生成したサンプル点を用いて、10cm 解像度のオルソ画像から 64 ピクセル四方(6.4m 四方)の画像を 1000 点ずつ作成し、ウバメガシ林・その他の2種類にタグ付けした。その際、画像中心 32×32 ピクセルは全て、全体(64×64 ピクセル)では 80%以上がタグと一致する属性となるように、棄却サンプリングを行った。また、影の方向の情報を消去するため、画像はランダムに回転させた。学習画像の例を図-1 に示す。

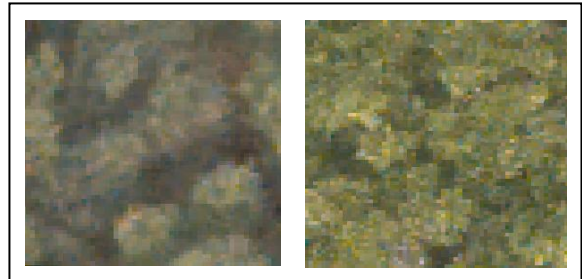


図-1. 学習画像の例. 左の画像はウバメガシ, 右の画像はその他.

3. 候補抽出フィルタ

抽出フィルタはニューラルネットワーク(NN)の構成法の一つである ELM (Extreme Learning Machine) と、その前処理フィルタにより作成するものとし、3つの NN 構成法と 7つの前処理フィルタを組み合わせて、合計 21 の候補を作成した。その前処理のうち 1 つは、現画像のピクセル値を 0~255 から 0~1 にスケールするのみであり、色の絶対値の情報を保存する。なお、ウバメガシは葉の色が比較的暗く、同一写真(同じ時間・露出設定)であれば色による判別がしやすい(図-1)。しかし、撮影時間・露出設定が変化する広域航空写真から、常緑照葉樹林のうちウバメガシ(同じく常緑照葉樹)を抽出することが目的であるため、色の絶対値を用いると汎化性能が低下する可能性がある。そこで、残る 6つの前処理では各学習画像のピクセル値の平均・分散で画素値を正規化し、色の絶対値の情報を消去することで、色の微妙な違いをもとにウバメガシを判別することがないように制約した。紙面の関係のため、ここでは具体的な前処理フィルタの種類や NN の構成法の説明を省略する。

フィルタの作成はサイト A から生成した画像のみで行った。フィルタの性能はサイト A への適用結果の目視評価のほか、サイト A・B の学習画像・テスト画像を用いて計算した F 値(再現率と適合率の調和平均)の比較によって評価した。

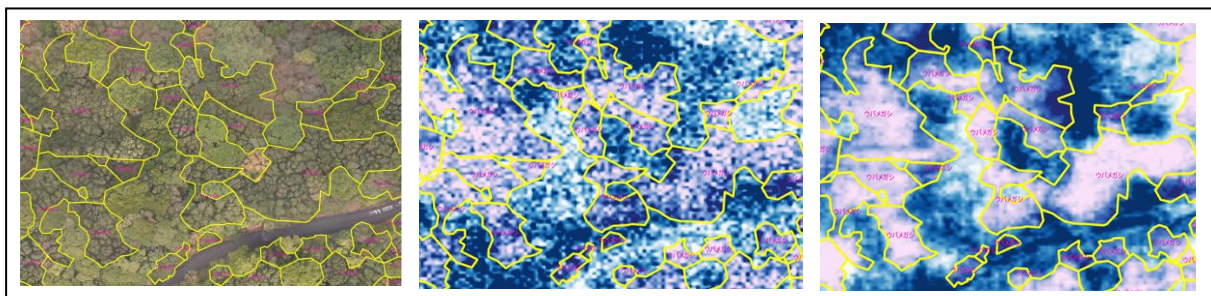


図-2. 元画像(サイト A)と分類結果. 左は元画像, 中央は RGB を 0-1 にスケールした画像を入力データとした場合の最良手法の適用結果, 右は最良手法の適用結果. 白がウバメガシ, 青がその他とした分類であり, 正解ラベルがウバメガシである範囲は薄赤色で着色している.

結果と考察

RGB を 0-1 にスケールした画像をそのまま入力データとして使う場合は、GSI-ELM (Zhao et al. 2017) を NN の生成に用いたときに、サイト A の学習データに関する F 値が最大となった(F=0.931)。しかし、サイト A 全体に適用するとノイズが大きく(図-2 中央)、過剰適合していると考えられた。21 の候補手法のうち、最も良い結果を与えたのは、3 層の隠れ層を持つ NN と、ピクセル値が正規化された画像を、若干の修正を加えた多重解像度解析にかけたうえで入力データとして用いるものであった(図-2 右)。サイト A における F 値は 0.830 と高くはなかったが、サイト B から生成したテストデータを用いた場合、F 値 0.648 であり、その低下幅は比較的小さかった。ELM は学習時間が非常に短く、様々な NN 構造を試すことができるが、その反面、扱えるモデルには制約がある。そのため、入力データとして画像の特徴をよく表す情報が明示的に与えられることにより、分類性能が向上したと考えられる。

謝辞

本研究は、調査林分の所有者および管理者の方々のご多大なご協力のもと行った。また、樹種調査およびオルソ画像の作成には池添厚亮君にご協力いただいた。ここに感謝申し上げる。

参考文献

- 黒岩宣仁・渡辺直史・藤本浩平・和食敦子・黒岩準彦 (2020) ウバメガシ林の再生に関する研究. 高知県立森林技術センター令和元年度研究成果報告書: 23-24.
- 増田和也 (2017) 木炭用原木調達をめぐる相補と競合: 高知県室戸市佐喜浜における製炭業とその変容. 生態人類学会ニューズレター 23: 28-30.
- 松岡勇介, 三木敦朗 (2017) 土佐備長炭の生産拡大下における後発生産者の課題. 信州大学環境科学年報 39: 52-56.
- 溝口泰彬・市原孝志・山中秀直 (2019) カシ備長炭の収率および品質向上に関する研究. 高知県立森林技術センター研究報告 42: 26-35.
- 農林水産省 (2020) 特用林産物生産統計調査. https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokuyo_rinsan/ (2021 年 2 月 22 日参照)
- Zhao et al. (2017) Gram-Schmidt process based incremental extreme learning machine. Neurocomputing 241: 1-17.

3. 研究助言・評価者のコメント (300 字程度)

高知県の室戸地域では、備長炭が地域振興における重要な役割を担っている。本研究は、その生産が近年活発化することで原材料となるウバメガシ資源が困難となりつつある一方、具体的な資源状況は資料不足を一因としてよく分かっていない点に着目し、ウバメガシ資源の管理に必要な情報をまず収集・整備しようと試みたものである。ドローンや RTK、近年利用可能となったサブメータ級測位サービスを利用して現状の調査を行い、近年発展してきた計算技術を利用してウバメガシの抽出フィルタが作成された点、特に汎化性能を考慮してある種の情報は使わないという制約が取り入れられており、現実利用可能なフィルタを設計することを意識した研究デザインが採用されている点が評価できる。推定の精度向上、また影響する基礎的な素因の解明など、今後の発展に期待したい。

4. 研究成果の公開実績・予定

本研究は追加調査を行ったうえで、論文として投稿する予定である(投稿先は未定)。