

熱帯泥炭林のオイルパーム農園への転換にともなう炭素蓄積量変化の評価

環境資源学専攻 地域環境学講座 生態環境物理学 村田 祥子

1. はじめに

東南アジアに広く分布する熱帯泥炭林がオイルパームのプランテーション（農園）に転換されている。転換の過程で排出される大量の二酸化炭素（CO₂）を定量化するには、泥炭林のバイオマス測定して伐採にともなう炭素損失量を見積もるとともに、農園開設後の泥炭の好氣的分解量を推定する必要がある。本研究では、農園への転換前後に UAV による空中撮影を行い、樹高、地表面高の空間分布、および CWD を積み上げた列（スタッキングロー）の高さを求め、炭素蓄積量を推定した。

2. 方法

研究サイトはマレーシアサラワク州の熱帯泥炭地（1° 24' N, 111° 24' E）で、2017～2018 年にかけて転換が行われた場所（5 ha）である。UAV にマルチスペクトルカメラ（RedEdge, Micasense 社）と RGB カメラ（ILCE-7, SONY 社）を搭載し、自動で空中撮影を行った。また毎木調査および地上基準点での位置情報の取得を行い実測値からアロメトリー式（Monda et al., 2015）を用いて地上部（AGB）と地下部（BGB）のバイオマスを計算した。さらに 3 次元オブジェクト作成ソフト（Metashape, Agisoft 社）を用いて、各カメラの空撮画像から数値表層モデル（DSM）と数値標高モデル（DEM）を作成した。これらから ArcGIS10.5（ESRI 社）を用いて DSM と DEM の差を求めて高度を抽出し、樹高、地盤高およびスタッキングローの高さを推定し、バイオマスや炭素蓄積量を評価した。

3. 結果と考察

面積単位で推定樹高の平均値、中央値および合計値を計算し、毎木調査から得られたバイオマスとの回帰分析（ $n=48$ ）を行ったところ、平均値、中央値ともに有意な正の相関が得られ（ $P<0.001$ ）、AGB、BGB 共に中央値を用いると決定係数が上昇した。また、NIR およびレッドエッジを含む 5 バンドを用いることで、AGB、BGB 共に精度が上昇した（ $R^2=0.37, 0.29$ ）。得られた関係式から推定した総バイオマスと炭素蓄積量は、それぞれ 563, 282 t ha⁻¹であった。

地盤高の変化について、伐採前後で DEM を作成し比較したところ、時間変化がみられたが、GPS 測定の精度向上やスタッキングローと地表を識別する方法の開発が進めば精度の上昇が期待できる結果となった。さらに、スタッキングローのみの DSM とそれ以外での DEM の差から、スタッキングローの高さを推定した。実測値と比較すると、比較的良好な結果（ $R^2=0.57, RMSE=0.36$ m）が得られた。また、地上観測から得られた関係式を用いてスタッキングローの炭素蓄積量を計算すると、2018年4月で 16.9 t、2019年11月で 8.03 t となり、1年7ヶ月で半減したことがわかった。

4. まとめ

空撮画像を用いて森林の立体モデルを作成し、樹高の推定を行った。一定面積ごとに樹高の空間代表値と森林バイオマス（AGB、BGB）との関係を解析した結果、非線形回帰を行い 5 バンドの中央値を使用することで最も高い決定係数が得られた。また、スタッキングローに関しては、樹高の場合よりもさらに高い決定係数が得られ、伐採後の CWD 分解量を評価することができた。地表面高の変化から伐採後の地盤沈下を評価するためには、今後の研究で GCP 情報の追加や地上観測データの利用などを試みる必要がある。