

物部川流域における植生回復期間と 地形環境因子との関係

1240052 川越 捷平

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

E-mail:240052c@ugs.kochi-tech.ac.jp

本研究は、森林の多面的機能を発揮できる森林管理に役立てるべく、過去の人工衛星画像から植生が回復したと見られる箇所の正規化植生指標を基準に植生回復期間を評価し、GIS の数値地形解析技術を用いて算出した地形環境因子と植生回復期間との関係から植生回復期間を広域的に推定する手法の開発を目指した。その結果、植生回復期間と地形環境因子との関係は認められず、地形環境因子を用いた植生回復期間の推定についても高い精度は得られなかった。

Key Words : Landsat, Google Satellite, ALOS, QGIS, NDVI, 重回帰分析, VIF

1. 序論

(1) 背景

地形の急峻な日本において、森林は国土の大半を占めており、山地における表面侵食防止や斜面崩壊防止等の公益的機能を有している。大雨の年間発生回数が増加している近年では、森林の公益的機能の維持が土砂災害防止に重要である。

今後の森林管理の観点として、林野庁¹⁾は「将来にわたって持続的に多面的機能を発揮できるよう、多様で健全な森林へと誘導する必要」があるとしている。森林の生産力や自然的・社会的条件を踏まえた適切な森林管理を行うことで、森林の多面的機能の発揮につなげる考えである。

図子²⁾は、林地の生産力を表す地位指数と GIS により算出した地形環境因子との関係性を求め、地位指数を広域的に推定した。さらに、地位指数に基づく今後の森林管理のゾーニングを行った。

本研究では、地位指数の代わりとして人工衛星画像を用いて抽出・算出した植生回復期間を対象とす

る。森林の伐採や斜面崩壊等から植生が回復した期間と地形環境因子との関係を調査し、植生回復期間を広域的に推定することで、森林の多面的機能を発揮できる森林管理に役立つと考えられる。

(2) 目的

本研究では、高知県香美市物部川流域における植生回復期間と地形環境因子との関係について明らかにし、植生回復期間を広域的に推定する手法を開発することを目的とする。

(3) 本研究の独自性

本研究は、人工衛星 Landsat の衛星画像から抽出した植生回復箇所を基に ALOS の土地被覆分類および Landsat の正規化植生指標(NDVI)で評価した植生回復期間と QGIS により算出した地形環境因子との関係性を解析する。

図子²⁾は、地位指数を野外調査により測定したスギの樹高と林齢からボカスギ成長曲線に当てはめ求めた。中尾ら³⁾は、航空機 LiDAR により高解像度で測定したスギ人工林の樹高と森林 GIS に含まれた林

齢から成長モデルを構築した。本研究では、森林の成長を評価する基準を伐採等で発生する植生回復期間とした。人工衛星画像から植生回復があったと判別される箇所を目視で抽出し、土地被覆分類を用いた植生区別、NDVIの時系列増加量に閾値を設けて植生回復期間の評価を行った。

2. 対象エリア

対象エリアの位置図を図-1に示す。対象エリアは、高知県香美市物部川流域を中心とする63.7km×46.4kmで取得した。



図-1 対象エリア(全国市区町村界データ⁴⁾をもとに作成)

3. 解析

(1) 解析手順

本研究のフローを図-2に示す。

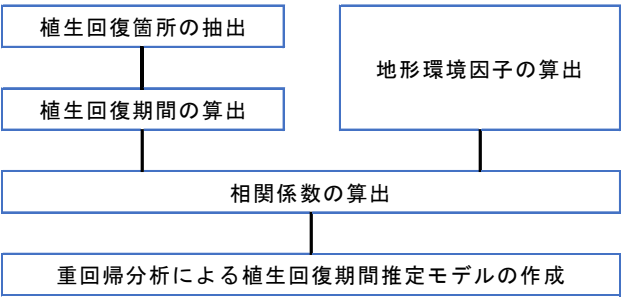


図-2 解析フロー

(2) 植生回復箇所の抽出

表-1に植生回復箇所の抽出に用いた人工衛星画像を示す。対象エリアにおける植生回復箇所の抽出を1990年から2015年の期間で、5年刻みで行った。

抽出方法は、表-1に示した年月日のLandsat衛星画像のフォールスカラー画像とGoogle Satellite画像(撮影年月:2021年5月)をQGIS内でレイヤを重ねて表示し、フォールスカラー画像上で植生が無いと判断でき、且つGoogle Satellite画像上で植生が回復している箇所を目視でポリゴン抽出し、それらを植生回復箇所とした。

植生回復箇所を抽出後、数値標高モデルから算出した土地陰影図を用いて、斜面方位が大きく変化する尾根部や谷部に着目し、ポリゴン分割を行った。例として、図-3に1995年の植生回復箇所の抽出に用いた同地点のLandsat衛星画像⁵⁾およびGoogle Satellite画像⁶⁾、斜面分割に用いた陰影図、作成した植生回復箇所のポリゴンを示す。

表-1 抽出に用いたLandsat衛星画像

年度	月日	使用衛星
1990	5/9	Landsat5
1995	3/20	
2000	5/4	
2005	3/31	
2010	1/24	
2015	3/27	Landsat8

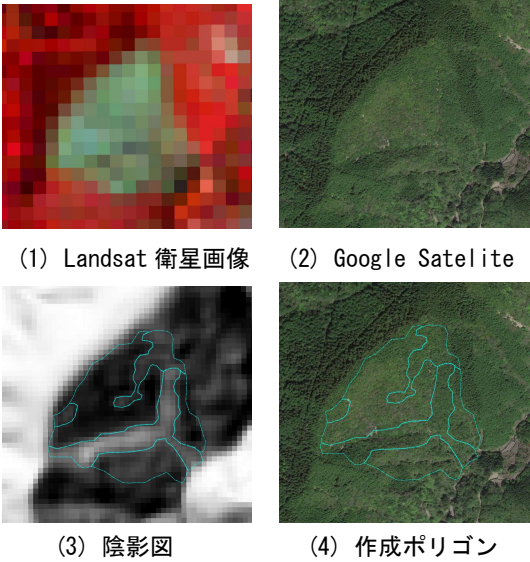


図-3 植生回復箇所の抽出過程

(3) 植生回復期間の算出

1995年3月20日の衛星画像から抽出した植生回復箇所(計456地点)を、以下に示す分類に基づいて

選別を行い、計 263 地点を植生回復期間の算出対象とした。

まず、植生回復の開始時期を 1995 年に統一するため、1995 年抽出の植生回復箇所の中で、1990 年抽出の植生回復箇所と地点が被っているものを除外した。また、植生回復箇所の抽出にはいずれも 1 月から 5 月の期間の衛星画像を用いており、ある地点の植生が落葉樹である場合には単に落葉期である地点を誤って植生回復箇所と見なしている可能性がある。そこで、ALOS 高解像度土地利用土地被覆図⁶⁾を用いて、各植生回復箇所での常緑樹および落葉樹の区別を行い、落葉樹に該当したものを植生回復期間の算出対象から除外した。

次に植生回復期間の算出を行うために、1995 年から 2023 年の落葉期を除く 5 月から 10 月の期間の Landsat 衛星データを対象に、可視域赤の反射率(R)および近赤外域の反射率(IR)から、式(a)より正規化植生指標(NDVI)を算出し、対象となる各ポリゴン範囲での NDVI の平均値を該当ポリゴンの NDVI の代表値とした。

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \quad (a)$$

各植生回復箇所について、1995 年 3 月 20 日を基準とする時系列ごとの NDVI の増加量を可視化した。さらに 1995 年 3 月 20 日を原点として、NDVI を目的変数、植生回復の開始時期以降の時系列を説明変数とする線形回帰直線を作成した。以下の図-4 に例を示す。

1995 年抽出の植生回復箇所と他年度で抽出した植生回復箇所との重なりや、QGIS での衛星画像確認等の判断材料から、ある地点の植生が回復したと判断できる NDVI の閾値を設定した。閾値のラインと回帰直線が交わった箇所の時系列における 1995 年 3 月 20 日からの経過日数を植生回復期間と定義した。本研究では、NDVI の閾値を 0.15 とした。

(4) 地形環境因子の算出

本研究で扱う地形環境因子とは、植生回復期間との関係を分析する自然条件を指す。本研究では、QGIS の数値地形解析モジュールを用いて、標高、斜

面方位、斜面傾斜、開度、横断曲率、縦断曲率、総曲率、尾根到達距離、溪流到達距離、流出寄与域、地形湿潤指数、年平均気温、年平均全天日射量、年降水量の全 14 種類の地形環境因子を算出した。地形環境因子の選定に関しては、図子²⁾が算出したものを参考に、本研究では新たに年降水量を追加した。地形環境因子の算出には、国土数値情報の平年値メッシュデータ⁸⁾および基盤地図情報の 10m メッシュ数値標高モデル(DEM)⁹⁾を使用した。年平均気温および年平均全天日射量、年降水量に関しては、平年値メッシュデータの属性データから算出を行い、それら以外の地形環境因子は全て DEM から算出した。

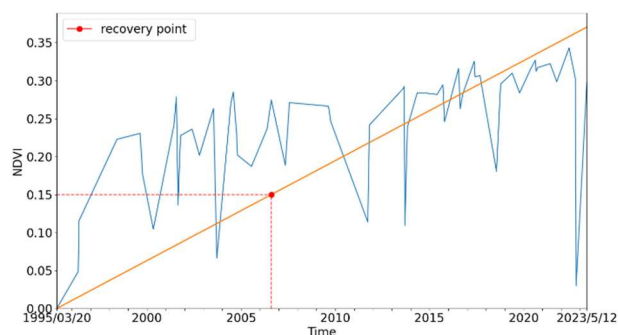


図-4 時系列ごとの NDVI 増加量

(5) 相関係数の算出

植生回復期間と各地形環境因子の相関係数を算出した。ここで、すべての地形環境因子は各植生回復箇所の範囲での平均値とした。

(6) 重回帰分析による植生回復期間推定モデル作成

対象地点の 8 割を訓練用データ、残り 2 割を検証用データとし、その訓練用データに対して植生回復期間を目的変数、各地形環境因子を説明変数とする重回帰分析を行った。本研究では、多重共線性を避けるために VIF を計算し、VIF の値が 10 未満の説明変数のみを用いた。

重回帰分析により得られた植生回復期間の推定モデルについて、訓練用データおよび検証用データの両者の決定係数および平均二乗誤差(RMSE)を算出し、推定モデルの精度を評価した。

4. 結果および考察

(1) 相関分析の結果

表-2 に植生回復期間と各地形環境因子の相関係数を示す。結果として、植生回復期間との有意な相関の見られる地形環境因子は見られなかった。植生回復期間と最も高い相関を示した地形環境因子は斜面傾斜であり、相関係数は -0.4 の負の相関を示した。斜面傾斜が大きくなると日射が林分全体に当たるため、植生回復期間が短くなるためと考えられる。

図子は対象樹種をスギのみとし、地位指数と地形環境因子との関係性から地位指数を高い精度で推定した。しかし、本研究は、衛星画像のみを用いた植生回復箇所の抽出手法を取っており、広葉樹の区別は実施したものの樹種の特定が出来ていない。そのため、樹種による植生回復期間の差異や地形環境因子との関係性の違いが混在していることで、明確な地形環境因子との関係が見えなくなっていることが考えられる。

表-2 植生回復期間と各地形環境因子との関係

地形環境因子	相関係数	地形環境因子	相関係数
標高	0.081	尾根到達距離	0.047
斜面方位	-0.232	溪流到達距離	0.206
斜面傾斜	-0.407	流出寄与域	-0.021
開度	-0.358	地形湿潤指数	0.078
横断曲率	0.080	年平均気温	0.016
縦断曲率	-0.065	年平均全日射量	0.000
総曲率	0.083	年降水量	0.215

(2) 重回帰分析の結果

植生回復期間の推定モデルの決定係数は、訓練用データが 0.37 、検証用データが 0.09 となった。RMSEは、訓練データが 697.32 日、検証用データが 522.55 日となり、推定精度は低い結果となった。

図-5 に検証用データにおける植生回復期間の算出値と推定モデルによる予測値との関係を示す。算出値と予測値との関係を見ると、 $1:1$ の直線に対して点が全体的に散らばっており、推定モデルの決定係数およびRMSEの数値が表す推定精度の低さが見られる。

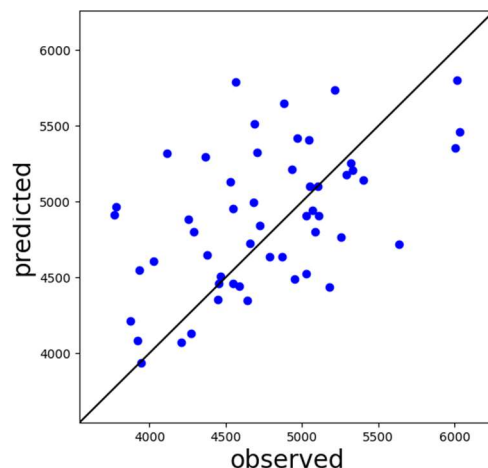


図-5 植生回復期間の算出値と予測値の比較

5. まとめ

本研究の結果、植生回復期間と地形環境因子との関係は明らかにできず、地形環境因子を用いた植生回復期間の推定についても高い精度が得られなかった。今後の課題として、衛星画像から抽出した植生回復箇所の樹種を特定する手法を取り入れることで植生回復期間と地形環境因子との関係が明らかになるかを調査する必要がある。また、今回は1995年抽出の植生回復箇所のみを選別し、解析対象としたが2000年から5年刻みの植生回復箇所も同様に解析対象に加えることも考えている。

参考文献

- 1) 林野庁：森林・林業・木材産業の現状と課題，2024
- 2) 図子光太郎：GISによる地形解析技術を利用した林地生産力の推定，富山県林業技術センター，2004
- 3) 中尾勝洋ほか：航空機LiDAR，森林GIS，機械学習モデルを用いた地域スケールにおけるスギ人工林の樹高成長の評価，2021
- 4) 全国市区町村界データ：<https://www.esrij.com>
- 5) USGS：EarthExplorer，<https://earthexplorer.usgs.gov>
- 6) Google マップ：<https://www.google.co.jp/maps>
- 7) JAXA：ALOS 高解像度土地利用土地被覆図
<https://earth.jaxa.jp/ja/data/2562/index.html>
- 8) 国土数値情報ダウンロードサービス，
<https://nlftp.mlit.go.jp/>
- 9) 基盤地図情報ダウンロードサイト
<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>