

生態学的モデルによる足尾地域の山林回復予測に関する基礎的研究

宇都宮大学大学院 学生会員 ○戸 舘 光
宇都宮大学大学院 正会員 池田 裕一
宇都宮大学 学生会員 江口 陽祐
宇都宮大学大学院 正会員 飯村 耕介

1. はじめに

栃木県日光市足尾地区は森林の豊かな土地だった。しかし、江戸時代から本格化した銅山の生産活動により森林が破壊され、大規模な荒廃地が形成された。荒廃地の主な成因は森林の乱伐、山火事、銅の精錬時に排出される亜硫酸ガスによる植物の枯死である¹⁾。

そして、現在に至るまで様々な緑化活動が続けられてきた。また、産業遺産の保全と荒廃地の自然回復という2つの観点からの世界遺産登録を目指し、市民活動が行政と共に盛んに行われている。したがって、植生回復の現状を把握し、今までの治山・緑化事業の評価をすることや今後の事業の方針を検討することが必要である。

そこで、本研究では空中写真や衛星データを使ったリモートセンシングによる足尾地域の山林回復の現状把握と、生態学的な植生モデルによる足尾地域の山林回復予測を行う。

表-1 使用したデータ

種類	年代	出典
空中写真	1947, 1976, 2000	国土地理院
MODISデータ	2004～2010	国土環境モニタリング (国土地理院)

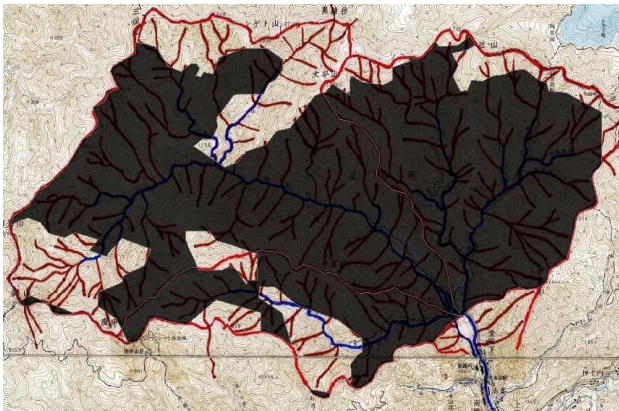


図-1 1947 年裸地分布

2. 植生回復過程の解析

(1) 対象地域と使用データ

対象地域は足尾砂防堰堤の流域56km²である。使用したデータはそれぞれ表-1に示す。空中写真は過去に購入したものを使用した。衛星データには国土地理院が提供しているMODISデータを使用した。これは正規化植生指標NDVIを空間分解能250mで収録したもので、本研究では2004年4月～2010年12月までのデータを使用した。

NDVIは本来 -1～1の実数であるがデータファイルに記録する便宜上0～200の整数値として記録されている。本研究ではこの値のままVIとして使用することにした。

(2) 解析方法

a) 空中写真による植生判読方法

空中写真の判読の際には、地被状態を判別しやすいように実体鏡を用いて立体視を行い、裸地領域の周縁をペンでトレースした。その後トレースした空中写真をスキャナーでデジタル画像化しそれをGISで読み込んだ。その際に空中写真の幾何学的誤差を補正するためGISの機能を利用して精密補正を行った。次にGIS上で、空中写真画像の裸地周縁をトレースしたラインを用いて、裸地領域のポリゴンを作成した。GIS上には予め対象流域のポリゴンが準備してあり、これと裸地領域のポリゴンを重ね合わせてオーバーレイ解析することにより、対象流域の裸地の面積、分布の様子を求めた。

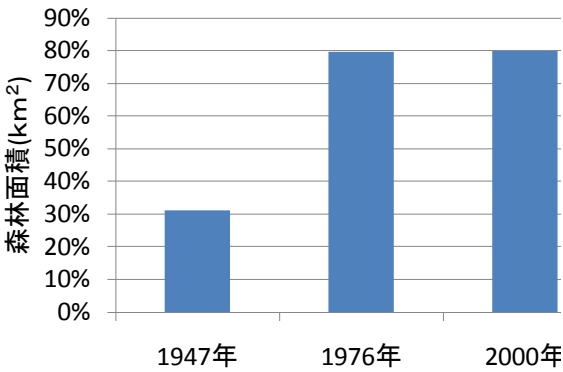


図-2 森林面積変化

キーワード：足尾 植生回復 空中写真 MODIS 3-PG

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学 TEL028-689-6226

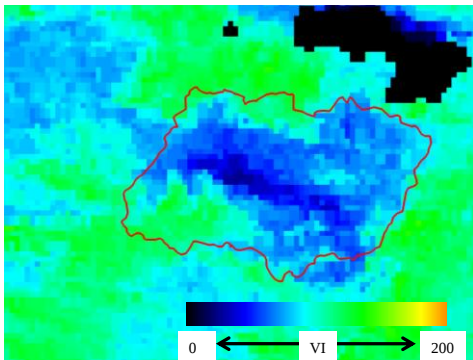


図-3 VI カラーコンター(2004年4月)

b) MODISデータの解析方法

国土環境モニタリング²⁾よりダウンロードしたデータはバイナリ形式なので、解析のためフリーウェアのRSPを用いてcsv形式に変換した。また、裸地分布の様子を知るためVIのカラーコンター図を作成し、bmp形式に変換した。csv形式のデータはExcelに取り込み対象流域の年間平均VIを求め、値の増減により植生の回復状況をモニタリングした。bmp形式のデータはGISに取り込み、対象流域のポリゴンと重ねて流域内のVIが低い位置の分布を調べた。

(2) 解析結果

a) 空中写真による判読結果

例として図-1に1947年の判読結果を示す。黒い部分が裸地である。図-2に流域全体の森林面積をグラフにしたものを示す。このグラフより、植生が回復していることがわかる。1947年から1976年の間に裸地が半分以下にまで減少しており、1956年から本格化した緑化事業の効果によるものと考えられる。この期間では人の手の入りやすい場所、植生へのダメージが少なかった場所などの緑化がかなり進められた。その一方で、1976年から2000年の間では作業が困難な場所等で事業が行われたため、裸地の回復が限定的なものになったと考えられる。

b) MODISデータによる判読結果

図-3に2004年の4月のVIのカラーコンターを示した。この図は色が青に近いほどVIの値が低いことを示している。赤い線で囲まれているのは対象領域である。図-4に足尾地域と草木ダム周辺のVIの年平均値の経年変化を示す。また図-4を見ると、草木ダム周辺に比べ足尾地域のVIが低いことがわかる。草木ダムは足尾地域から近く、気象条件等が似ている³⁾ことから、足尾地域の植生が回復すれば同程度のVIを示すと予測される。草木ダム周辺のVI値も足尾地域と同様な経年変化を示している。

このように、MODISデータから提供されるVI値を用いて、

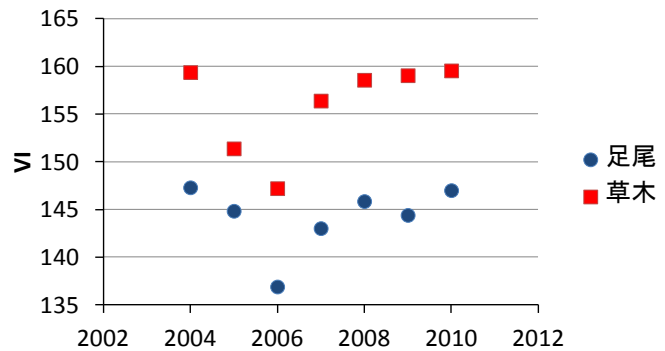


図-4 VI 年変化

植生状況の経年変化や植生の似ている地域との比較ができる。

3. 生態学的モデルの適用

本研究では生態学的植生モデルとして3-PG(Physiological Principles in Predicting Growth)モデルを採用する。このモデルは1997年に提案された、光合成を含む樹木の生理・生態学的挙動を記述する森林動態モデルである。他のモデルと比較して少ないパラメータでシミュレーションを行うことができ、リモートセンシングのデータとの親和性も高い。

3-PGモデルの基礎式を以下に示す。

$$\Delta W_F = \eta_F P_n - \gamma_F W_F \Delta t - m_F \frac{W_F}{N} \Delta N \quad (1)$$

$$\Delta W_R = \eta_R P_n - \gamma_R W_R \Delta t - m_R \frac{W_R}{N} \Delta N \quad (2)$$

$$\Delta W_S = \eta_S P_n - m_S \frac{W_S}{N} \Delta N \quad (3)$$

W_x は各部位のバイオマスであり、 x の部位である F, R, S はそれぞれ葉、根、幹を表している。 η_x は分配比である。 P_n は純生産量で γ_x はリターフォールの割合、 m_x は樹木が枯死した場合に樹木1本あたりに失うバイオマスの割合である。 N は立木密度(tree/ha)である。バイオマスから胸高直径、樹高、幹体積、LAI(葉面積指標)が求められる。

3-PGモデルから求められた値と、リモートセンシングによって得られた値を比較してモデルの適合性を検討していく。最終的には構築されたモデルを用いて足尾の山林回復についての将来予測を行う。

参考文献

- 1) 秋山智英：森よ、よみがえれ 足尾銅山の教訓と緑化作戦、農文協、1990。
- 2) 国土地理院：国土環境モニタリング、<http://www1.gsi.go.jp/geowww/EODAS/ndvi-download.html> (2012年1月現在)
- 3) みどり市教育委員会：みどり市地域文化財総合整備計画報告書、2008。