

衛星リモートセンシングによる 東アジアの植生変動推定

筑波大学第二学群生物資源学類 小柳智和

1. はじめに

植生は温室効果ガスであるCO₂の吸収源としてその重要性が再評価されつつあり (IPCC, 2004), いくつかの国では大規模な植林が行われている。例えば, FAOは2000年から2005年の5年間に東アジアの森林面積が増加したと報告している (FRA2005)。それによれば, アジア・太平洋地域では森林面積は年平均60万ヘクタール以上のペースで増加しており, 特に中国では大規模植林が功を奏し年平均400万ヘクタール以上増加している。それに従えば, 中国では5年間で森林面積が2000万ヘクタール以上増加したことになる。温室効果気体の管理などの観点からは, これらが事実なのかどうか, また, 事実だとすれば, 具体的にどの地域でどのように森林や植生が増加したのかを, 確認することが重要である。しかしながら, 例えば中国で増加したとされる2000万ヘクタールの森林面積は, 日本の国土面積の半分以上に相当するほど膨大なものであり, これを地上調査だけで確認するのは, 困難である。多数の人員を用いて全ての地域に対して地上調査を行うことは可能であるが, 多数の人間が調査に関わることに よって, 個人の主観による影響が大きくなるにつれて, 調査の客観性は失われてしまうだろう。調査結果が温室効果気体の排出権取引などに利用される可能性があることを考慮すると, 調査は客観的かつ公平である必要がある。この条件を満たすことができる調査方法として, 衛星リモートセンシングが挙げられる¹⁾。

そこで本研究では, 高頻度で観測を行っている衛星であるSPOT-VGTとMODISのデータを用いて, 2000年から2005年までの各年の植生指標 (植生の量や活性などと関係づけられる指標) の代表値の変動を調べることにより, 東アジアにおける5年間の植生の変動を推定を行った。

2. 使用データ

研究対象地域は東経95°-150°, 北緯5°-55°の陸域を対象とした。使用したデータは以下の通りである。

- SPOT-VGT S10 NDVIプロダクト; 期間 1998-2005年10日間コンポジット
 - Terra-MODIS MOD09A; Earth Observing System Data Gateway よりダウンロード; 期間 2000-2005年8日間コンポジット
- Terra-MODISのデータは28枚のMODIS-sinタイトルをMODISToolを用いてモザイク処理と投影変換を行った。

3. 解析手法

代表的な植生指標であるNDVI (Normalized Difference Vegetation Index; 正規化差分植生指標) を用いて植生変動の推定を行った。SPOT-VGTはNDVIプロダクトを利用し, MODISはバンド1とバンド2の値よりNDVIデータを作成した。以下の作業をSPOT-VGTのデータ及びMODISのデータについて独立に解析を行った。

3-1. 年間最大NDVIコンポジット

本研究では, NDVIが最大値である時が植生が最も活性が高い時であると仮定し, 各年の最も活性が高い時同士を比較することによって植生の種類や地理的特性に依存せずに植生変動の推定を行うことが可能になると考え, NDVIの代表値として年間最大値を用いた。また, 雲のNDVIは低い値を示すことから, 最大値を抽出することによって, 雲の影響を小さくすることができるという利点もある²⁾。本研究では, 空間分解能 (1つのピクセルの辺の長さ) を1kmの条件で, ピクセル毎の1年間のNDVI最大値をその年の代表値として抽出し, 各年のNDVIコンポジットデータを作成した。

3-2. NDVIの推定回帰線の増減トレンド

各年のNDVIコンポジットデータから各ピクセルのNDVI代表値の6年間の平年値を求め, 横軸を年, 縦軸を各年のNDVI代表値とした単回帰分析をピクセル毎に行い, NDVIの推定回帰線の傾きを求め, この傾きをNDVIの増減トレンドと定義し, NDVIの変動の推定を行った。NDVIの増

減トレンドは1年間のNDVIの増加量を表している。得られたNDVIの増減トレンドに対して、棄却域両側5%の条件で検定を行った。帰無仮説はNDVIの増減トレンドが0とし、対立仮説はNDVIの増減トレンドは0でないとした。帰無仮説が棄却されたピクセルはNDVIが有意に変動しているピクセルであり、有意な変動をしているピクセルのみ抽出を行った。

3-4. 結果の検証

各センサーから得られたNDVIの増減トレンドが整合的であるかどうかの確認を行った。また、衛星データから得られたNDVI変動と実際の地上での植生変動が整合的であることを確認するために、衛星データから得られたNDVIの増減トレンドと現地情報を用いて調べた植生の変動を対照した。

3-5. モンゴルにおける2000年から2005年の偏差

モンゴルにおける各年のNDVIの偏差(2000年から2005年の6年間の平年値との差)をNDVIコンポジットデータから、東経95°-120°、北緯40°-55°-の範囲でピクセル毎に求めた。求めた偏差を用いて、モンゴルにおける植生変動の傾向を調べた。

4. 結果と考察

SPOT-VGTから得られたNDVIの増加トレンドを図1に、NDVIの減少トレンドを図2に示す。得られた結果を以下に示す。

- SPOT-VGTとMODISから得られたNDVIの増減トレンド分布図の対照結果は共にNDVIの増減トレンドは整合的であった。
- 中国東北から華北で顕著なNDVIの増加が見られた。
- モンゴル東部で顕著なNDVIの減少が見られた。

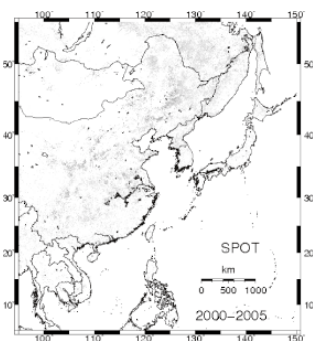


図1 SPOT-VGTによる増加トレンド

- NDVIの変動と植生の変動は、今回確認した2地点についてはNDVI変動と植生変動が整合的であることがわかった。
- モンゴル東部の減少は2004年以降に強い負の偏差が見られたことから、2003年以降に減少が始まったと考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究で用いた異なるセンサーによる結果の対照によって、衛星センサーから得られたNDVIの増減トレンドの対照結果は整合的であったため、NDVIの増減トレンドのある程度確実性のあるものであった。今後の課題としては、植生変動の原因を調べることやNDVIの変動と地上の植生の変動が対応していることを調べるために、増加及び減少が顕著な地点の植生の状態を更に多くの地点について調べる必要がある。具体的には以下の方法を用いる予定である。

- DCP (Degree Confluence Project)による地上情報の利用³⁾
- NDVI変化地点について詳しい人物に対し聞き取り調査
- 自然災害(山火事など)に関する文献の活用

【参考文献】

- 1) 山形与志樹ら(2001): *日本リモートセンシング学会誌*, 21(1), pp. 43-57.
- 2) Holben, B. N. (1986): *Int. J. Remote Sensing*, 7(11), pp. 1417-1434.
- 3) 岩男弘毅ら(2006): *写真測量とリモートセンシング*, 45(4), pp. 35-46.

【謝辞】 本研究は、環境省地球環境研究総合推進費「21世紀の炭素管理に向けたアジア陸域生態系の統合的炭素収支研究」(代表: 及川武久)の支援を受けた。

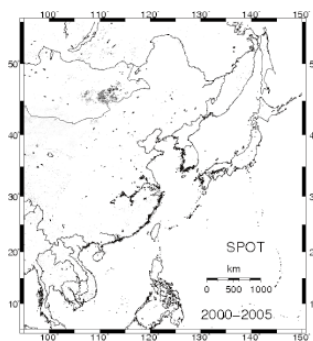


図2 SPOT-VGTによる減少トレンド