

地球観測衛星画像による土地被覆の経年変化抽出手法の改善に関する検討

環境リモートセンシング研究室 馬場康輔
指導教員 力丸厚, 坂田健太, 入江博樹

1. はじめに

土地被覆とは、植生、水、土壌などの地表面を被覆する表面素材の分布状態のことで、都市の社会的土地利用と深い関連を有している。広域情報をリモートセンシング技術により平野部のみではなく山間部等の現地調査が困難な地区を含む土地利用の変化、開発領域を抽出することは重要である。土地被覆の経年変化の抽出は、従来、森林であるか裸地であるかという論理的な内容で判別されており、森林に裸地が少し増えてきて、森林が徐々に減少した状態などをうまく反映しにくかった。土地被覆状態を地表面の表面素材の被覆程度で、判別していくことで、中間的な状態を加味した、土地被覆の変化の把握を、よりの確におこなえる可能性がある。

2. 研究目的

本研究では土地被覆の経年変化抽出手法の改善を目的とし、LANDSAT-7 ETM+により観測・記録された多時期 ETM+データを使用し、空間分解能を向上させるパンシャープン画像処理を行い、植生変化指標により植生に着目した土地被覆変化領域の抽出を行い、植生変化量により、植生と裸地の中間的な状態を加味した、土地被覆変化状態の把握を行い、変化抽出を行った領域において画素内解析を行い、高解像度の画像により解析精度の検証を行う。

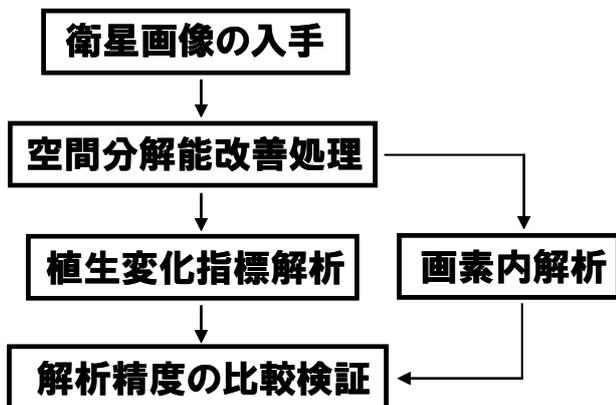


図1 研究フローチャート

3. 対象領域および使用データ

本研究では3時期の長岡市と関東地方のLANDSAT-7 ETM+データを使用した。そのデータ解析範囲を図2に、データ諸元を表1に示す。

本研究では土地被覆変化領域を抽出するのに障害となる積雪や雲などが極力少なく同じ季節で年の違うデータを選んだ。



図2 検討対象の解析範囲 長岡(左) 関東(右)

表1 LANDSAT ETM+データの諸元

Band	波長帯(μm)	空間分解能(m)
1	0.45 ~ 0.52	30
2	0.52 ~ 0.605	30
3	0.63 ~ 0.69	30
4	0.75 ~ 0.90	30
5	1.55 ~ 1.75	30
6	2.09 ~ 2.35	30
7	10.40 ~ 12.50	60
8	0.52 ~ 0.90	15

4. 空間分解能改善処理

空間分解能を向上させることにより、画像解析の精度を向上させ、より詳細な土地被覆変化領域を抽出するために、空間分解能が低いカラー画像と、空間分解能が高いパンクロマチック画像を使用し、空間分解能の高いカラー画像を作成する処理であるパンシャープン画像処理を行う。処理方

法は RGB-HSV 変換といい、RGB 値を HSV 値に変換し、その後 HSV 値の V 値を分解能が高いパングロマチック画像に置き換えて、HSV 値から RGB 値に変換することで高分解能の RGB 画像が得られる処理方法である。しかし、通常パンシャープン画像処理では RGB の Band を使用するが、本研究では、LANDSAT の分解能の高いパングロマチックの画像の波長帯と対応しているのは RGB (Band1,2,3)ではなく、IR, R, G(Band2,3,4)の 3Band のためこの 3Band を使用してパンシャープン画像処理を行った。この空間分解能改善処理により、LANDSAT 画像の空間分解能を 30m から 15m に向上させた図を図 3 に記す。³⁾

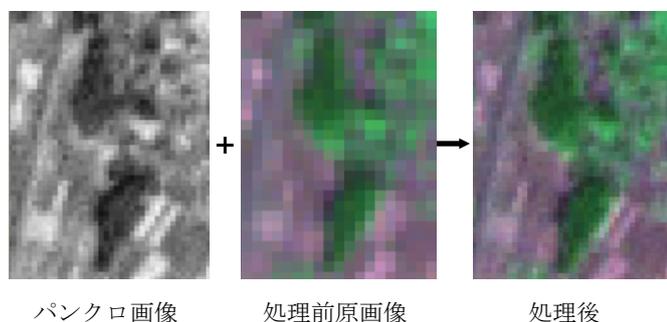


図 3 パンシャープン処理結果

5. 植生変化指標解析

従来植生の量を見るために行われてきたもののひとつとして NDVI があるが、NDVI は、年度における傾向を見ることは可能であるが、閾値の適切な設定が必要となる。それが不適切な場合、分類結果に誤差が多く含まれることとなる。¹⁾ また、年度間の比較は困難である。そこで、以下の式を用いて、植生の経年変化の抽出を行った。これは植生域では IR が高く、R が低いという傾向を利用して、時期 1、2 の 2 つの時期で解析を行ったとき、時期 1 の植生量が多ければ多いほど値が高く、時期 2 の植生量が多ければ値が低くなる式である。ただし、この式は植生域に対してのみの指標である。この指標式を用い植生変化指標画像を作成した。本研究ではこの式を植生変化指標と呼ぶ。²⁾ 計算式を式 (1) に記す。

$$\text{植生変化指標} = \frac{IR_1 \times R_2 - IR_2 \times R_1}{IR_1 \times R_2 + IR_2 \times R_1} \quad \dots (1)$$

IR₁: 時期1における近赤外線 (band4) R₁: 時期1における赤 (band3)
 IR₂: 時期2における近赤外線 (band4) R₂: 時期2における赤 (band3)

解析結果より局所抽出した土地被覆変化領域を図 3.4.5 に示す。

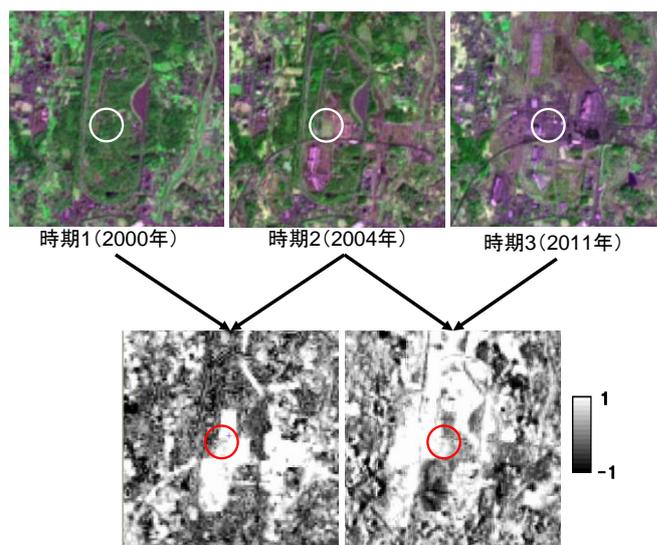


図 3 関東地方の植生変化指標解析結果①

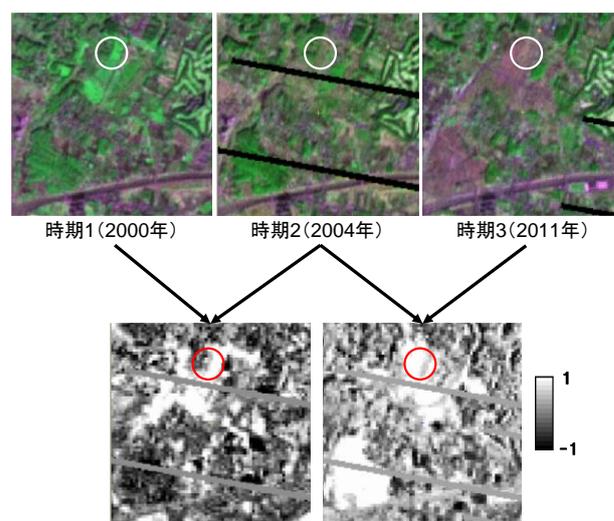


図 4 関東地方の植生変化指標解析結果②

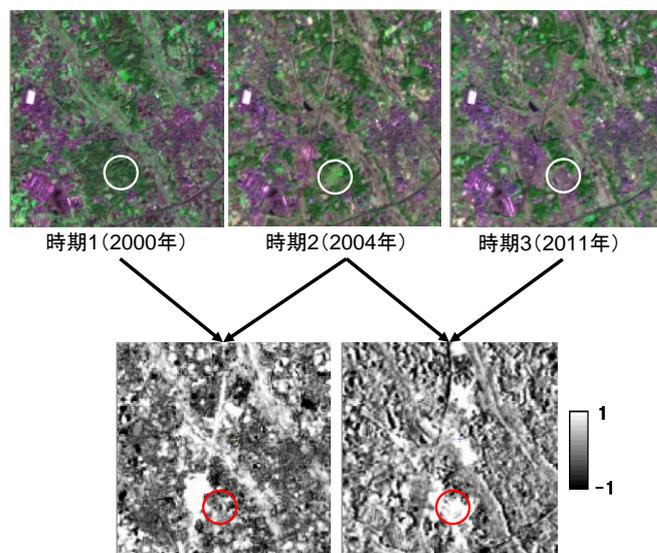


図 5 関東地方の植生変化指標解析結果③

関東地方の植生変化指標解析結果①の抽出箇所は 2000 年には日本自動車研究所のテストサーキットがあったが、開発が進み、今現在はつくば研究学園駅へ土地被覆変化をいていたことが確認できた。②の抽出箇所は千葉県印西市で、植生だった箇所が、経年変化により土壌に変化したことが分かる。③の抽出箇所は茨城県つくば市下萱丸で、植生だった箇所が、大規模な開発が進み、経年変化により土壌に変化したことが分かる。

6. 画素内解析

画素内解析は、衛星画像の 1 つのピクセルについて、ピクセル中に存在するカテゴリーの純粋なスペクトル情報が複数混合されたものと考え、1 ピクセル内の各カテゴリーの占有率を逆算するというものである。構成するカテゴリー（エンドメンバー）を農地や森林域において構成比率の高い植生、土壌、水に設定した。植生変化指標結果の図 3.4.5 の解析結果と同領域の 3 時期において画素内解析を行った。画素内解析を行うのに必要な各々の年代、バンド、カテゴリー別の平均値、及び標準偏差を各々のカテゴリーの経年変化していないピュアピクセルから 49 ピクセル標本抽出を行い、標準ユークリッド距離を算出した。標本抽出を行った領域の図を図 6 に示す。標準ユークリッド距離計算式を (2) に記す。

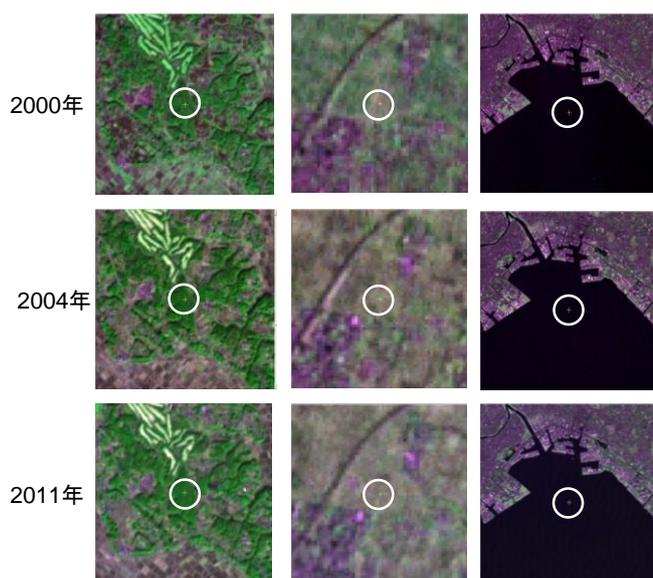


図6 エンドメンバー標本取得箇所

$$d = \sqrt{\left(\frac{x_1 - y_1}{\sigma_1}\right)^2 + \left(\frac{x_2 - y_2}{\sigma_2}\right)^2 + \left(\frac{x_3 - y_3}{\sigma_3}\right)^2} \dots (2)$$

d : 標準ユークリッド距離

x : 解析画素の画素値 y : エンドメンバーの値

σ : エンドメンバーの標準偏差

1, 2, 3, はそれぞれ緑, 赤, 近赤外, の band2, 3, 4

標準ユークリッド距離を用い、植生変化指標図で抽出を行った、植生指標解析結果①, ②, ③と同じ領域で画素内解析を行った。また、解析領域には水の領域はないと判断し、土壌と植生について画素内解析を行った。式を (3), 結果を表 2.3.4 に記す。

$$\text{土壌の面積} = d_2 / (d_1 + d_2) \quad \text{植生の面積} = d_1 / (d_1 + d_2) \quad (3)$$

d_1 : 土壌の標準ユークリッド距離

d_2 : 植生の標準ユークリッド距離

表 2 解析領域①の画素内解析結果

	植生面積	土壌面積
2000 年	84%	16%
2004 年	44%	56%
2011 年	12%	88%

表 3 解析領域②の画素内解析結果

	植生面積	土壌面積
2000 年	92%	8%
2004 年	34%	66%
2011 年	5%	95%

表 4 解析領域③の画素内解析結果

	植生面積	土壌面積
2000 年	88%	12%
2004 年	37%	63%
2011 年	20%	80%

7. 解析精度の検証

高空間分解能衛星画像を用い、画素内解析を行った領域①, ②, ③と同じ緯度、経度の部分を抽出し、画素内解析により算出した土壌と植生の占有率の結果との比較を行う。また、高空間分解能衛星画像は近年の画像しか取得できないため検証作業は 2011 年の結果について行った。比較検証図を図 6, 7, 8 に示す。

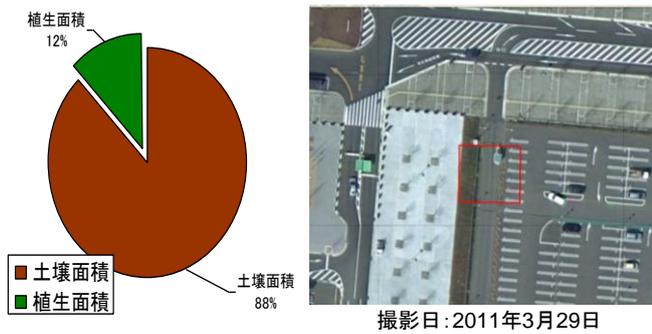


図6 解析領域①画素内解析精度比較検証図

2011年の解析領域①の画素内解析結果は植生面積が12%、土壌面積が88%であったが、高解像度衛星画像で解析領域内は植生と土壌ではなく、開発が進みコンクリートであることが分かる。この結果より、エンドメンバーを植生と土壌以外にも設定する必要があることが示唆された。

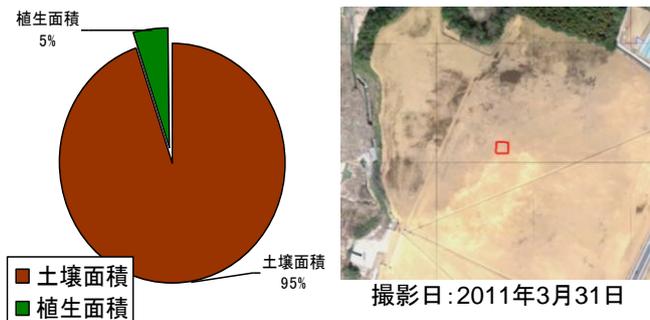


図7 解析領域②画素内解析精度比較検証図

高解像度衛星画像では100%土壌が確認できたが画素内解析の結果では95%となり、正確な解析精度を得ることができなかった。

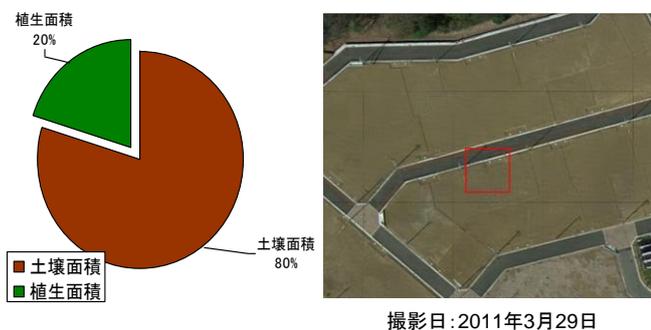


図8 解析領域③画素内解析精度比較検証図

高空間分解能衛星画像では植生部分は確認されず、土壌とコンクリートが確認できるが、画素内解析結果では植生が20%と大きく誤差がある結果になった。この誤差の要因としてエンドメンバーを設定したカテゴリ数、最初に設定したエンドメンバーの値によるものが多くを占めていると考察する。

8. まとめ

パンシャープン画像処理を行ったことで空間分解能の向上により、経年変化抽出精度が向上した。

植生変化指標を用いることで植生の経年変化を量的な変化で表すことができ、中間的な状態の土地被覆把握ができた。これにより、従来行われてきた質的に土地被覆の経年変化を把握するのではなく、ではなく量的に土地被覆の経年変化把握の可能性が示唆された。

植生変化指標図より抽出した領域で画像内解析を行うことで、植生と土壌の1ピクセルあたりの占有面積を算出することができたが、高空間分解能衛星画像と解析精度の比較検証を行ったが、完全に値は一致せず誤差が見られた。」

参考文献

- 1) 近藤昭彦, グローバルリモートセンシングによる植生・土地被覆変動の抽出とその要因解析, 水文・水資源学会誌, 2004, 461p
- 2) 永田 圭, 時系列 MODIS 観測データを用いたオーストラリア南部の作物生育状態の経年比較, 長岡技術科学大学大学院修士論文, 2009, 30p
- 3) JAXA 宇宙航空研究開発機構 : <http://www.sapc.jaxa.jp/use/challenge/process/rtho.html> (accessed Sep.2011)