

IV-445

衛星マルチスペクトルデータを用いた土地被覆時系列分析の精度について

東京理科大学 正会員 大林成行、小島尚人

東京理科大学 学生員 櫻井純子

(株)オリエントコンサルタンツ 正会員 武藤恵美子

1. はじめに：衛星マルチスペクトルデータを用いた土地被覆状況の時系列分析は、古くから多くの研究がなされている。その内容は、変化域抽出手法の提案や各時期毎の土地被覆分類図を比較しての変化現象の把握が多くを占めている。このような中、著者らはフラクタルを導入した土地被覆変化の時系列分析に着手した¹⁾。この研究では、観測時期の異なる衛星データから複数の土地被覆分類図を作成した上で、市街地へ変化したと判定される画素（変化画素）を視覚表示した「差画像」を作成し、フラクタル次元を介して変化画素で表現される市街地の形成・成長形態が類型化できることを示した。しかし、分類精度を評価してみると、全ての対象領域において観測時期毎に精度の高い土地被覆分類図は得られず、必ずしも実際に起こった土地被覆変化の全てが差画像上で表現されているわけではない。そこで、本研究では差画像上で表現される事象と誤認される可能性がある事象との関係について検討し、差画像の信頼性を評価する。

2. 差画像の作成：本研究の差画像の作成方法を以下に述べる。

（1）対象領域および対象データの選定：交通網の整備に伴い、今後市街化の進展が予想される東北地方に着目した。なかでも、インターチェンジと鉄道駅の隣接している8地区を検討対象に設定した。また、過去20年間を対象にMSS、MESSRデータのリストの中から雲やノイズ等の影響のないものを検索・選定した。

（2）市街地へ変化した画素の抽出：本研究では以下の手順で市街地へ変化した画素を抽出した。

① 3時期のMSS、MESSRデータに対し、教師付き最尤法分類を用いて土地被覆分類図を作成する。

② 最も新しい時期の土地被覆分類図上で市街地に分類された画素を基準として、時期の違いによって分類結果が変化しない画素を「安定画素」、変化した画素を「変化画素」として抽出する。

（3）差画像の信頼性の評価：3期間での土地被覆分類図の比較を「市街地」と「他の土地被覆」に二分して考える。表-1に土地被覆変化の組み合わせ事象を示す。このときケース8は3期間で1度も「市街地」に関係していないことから、評価対象から省くこととする。この表を見ると、ケース2では市街地が一旦消滅して再び市街化するという事象、ケース5、6、7では市街地がある時期を境に消滅するという事象、現実ではありえない事象を示している。このことから、差画像上で3期間を通じ、常に市街地を示したケース1を「安定画素」、他の土地被覆から最終的に市街地へ変化したケース3、4を「変化画素」として採用した。式-(1)に土地被覆変化の組み合わせ事象の比率 $r_{(k)}$ を示す。ここでは、各対象領域において、ケース1からケース7までの各々の合計を100%とした時に、各ケースが占める割合を算出している。

$$r_{(k)} = M_{(k)} / \sum_{i=1}^7 M_{(i)} \times 100 \quad \dots\dots \quad \text{式-(1)}$$

但し、 $M_{(k)}$ ：土地被覆変化の事象ケースkの画素数、 i ：土地被覆クラス

表-2に、差画像の評価指針を示す。表中に示されている「大」、「中」、「小」は、差画像上で、安定画素もしくは変化画素として表現されるべき画素が、多期間のいずれかの時期で現実の土地被覆状況と異なる項目に分類されることにより、差画像上では表現されない事象に含まれる可能性の大きさを表している。本研究では、ケース2、5、7のうち差画像の信頼性に大きな影響を与えるものと考えられる「大」と評価された事象に着目

表-1 土地被覆変化の組み合わせ事象

	土地被覆変化の組み合わせ事象			差画像
ケース1	市街地	→ 市街地	→ 市街地	安定画素
ケース2	市街地	→ 他の土地被覆	→ 市街地	—
ケース3	他の土地被覆	→ 市街地	→ 市街地	変化画素
ケース4	他の土地被覆	→ 他の土地被覆	→ 市街地	変化画素
ケース5	市街地	→ 市街地	→ 他の土地被覆	—
ケース6	市街地	→ 他の土地被覆	→ 他の土地被覆	—
ケース7	他の土地被覆	→ 市街地	→ 他の土地被覆	—
ケース8	他の土地被覆	→ 他の土地被覆	→ 他の土地被覆	—

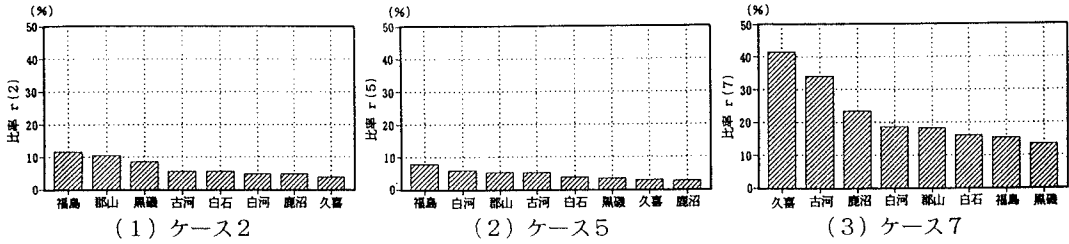


図-1 ケース別の順位統計量

し、それぞれの土地被覆変化の組み合わせ事象の比率 $r(k)$ について、その占める割合が大きいものから順に並べたグラフを図-1に整理した。以下に、これらの考察結果を述べる。

3. 差画像の評価:

(1) ケース1に対する考察: 2時期目が「他の土地被覆」とされた場合、

ケース2と誤認される確率が高く、3時期目が「他の土地被覆」とされた場合、ケース5に誤認される確率が高いケースである。ケース2において福島、郡山地区は10%と比較的高い値を示している。これは、2時期目が雲で覆われていた地域が部分的にあったため、土地被覆の状況が把握できない領域が存在したことが原因と考えられる。また、ケース5についてはどの地域も10%以下と低い値を示していることから差画像に対する信頼性に大きな影響を及ぼす可能性は低いものと考えられる。

(2) ケース3に対する考察: 3時期目が「他の土地被覆」と誤分類された場合、ケース7と誤認される確率が高いケースである。古河、久喜地区は40%前後の高い値を示しており、2時期目が観測雑音の影響を受けたことが原因と考えられる。ケース7は全体的に比率 $r(k)$ の値が高いため差画像を使用する際に注意が必要である。

(3) ケース4に対する考察: 1時期目が「市街地」と誤分類された場合、ケース2と誤認される確率が高いケースである。ケース2はケース5と同様、全体的に比率 $r(k)$ の値は低いものとなっており、差画像に対する信頼性に大きな影響を及ぼす可能性は低いものと考えられる。

4. まとめ: 差画像に対して、表-2に示す評価指針を設けることから以下に述べる2点の知見が得られた。

① ケース2、5、7の比率 $r(k)$ が低い値を示している場合は、観測時期ごとの分類精度は良く、多時期画像間で精度は安定している。比率 $r(k)$ が低いことは、差画像を評価する上での「必要条件」となる。

② ケース2、5、7の比率 $r(k)$ が高い値を示すとき、データのノイズ、雲やその影等の影響から差画像の信頼性は低くなる。このような場合には、観測時期別に作成される土地被覆分類図に立ち戻って検証し、トレーニングデータを選定し直す、あるいはテクスチャ等の空間情報をスペクトル情報に付加して分類する等といった分類精度を高める処理を施すといった対応も必要となる。

本研究では3時期にわたる時系列分析の例を取り上げたが、比較する土地被覆分類図が多時期にわたる程、土地被覆の変化事象の組み合わせとその解釈は、よりいっそう複雑となる。差画像の信頼性評価を厳密に行うことは不可能であるが、本研究で示した差画像に対する評価方法は、土地被覆の時系列分析を支援する手段の一つとして寄与できるものと考えている。

【参考文献】1) 大林、小島、武藤: 衛星マルチスペクトルデータを用いた土地被覆時系列分析におけるフラクタルの適用可能性、日本リモートセンシング学会第16回学術講演会論文集、pp.89~90、1994年5月

表-2 差画像の評価指針

差画像上に表現されている事象	誤認される可能性のある事象						
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7
	ケース1	大	中	大	中	小	大
ケース3	中	大	中	小	中	大	中
ケース4	大	中	小	大	中	大	中