

IV-70

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に関する研究

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 武藤恵美子、熊谷樹一郎

1. はじめに：交通輸送手段としてその重責を担っている道路や鉄道は、自然環境の変化や地域開発に大きなインパクトを与えている。鉄道駅周辺の市街化や高速道路沿線の環境変化が数年の単位で大きく様変わりする地域が数多くなってきたこともその証拠の一つと言える。このような社会基盤整備とあいまって、周辺環境の変化を的確に把握・分析するとともに、将来にわたって適正な国土の計画／利用へと展開していくアプローチが今後益々必要とされてくる。その手段の一つとして、広域性、周期性等の特徴を持つ衛星データから作成される土地被覆分類図の利用に期待が寄せられている。土地被覆分類図の作成に関する研究は、古くから着手され数多くの成果が蓄積されてきているが、トレーニングデータの選定方法や使用する分類手法、さらには分類精度の評価方法の問題等、今なお多くの議論が交わされており、さらに衛星データを用いた土地被覆状況の時系列分析においては、月別・季節別さらには数十年にもおよぶ時間変遷を考慮した上で分類精度を論じることになるため、問題はより複雑化する。適用の範囲や利用目的に応じて許容できる分類精度を入念に検討するとともに、実用性ある利用方法を提案していく姿勢も重要である。そこで、本研究では既往の衛星データを用いた土地被覆状況の時系列分析に関する研究成果を収集・整理することによって、多時期画像を扱う場合に生じる問題点を整理した¹⁾。この結果を基に本研究の位置付けと取り扱う範囲を明確にした上で、主要道路と鉄道沿線を対象領域として取り上げ、土地被覆状況の変遷を分析するとともに得られる知見を要領よく整理する書式を提案した。さらに、衛星データを用いた時系列分析の効用と限界を明確にし、その制約下において実用に供することのできる一連の時系列分析の流れを提示した。

2. 研究の内容：本研究での流れを図-1に示す。

（1）対象領域および対象データの選定：対象領域および対象データについては、本研究の成果に直接影響するものであり、時間をかけて慎重かつ入念に検討作業を進めた。本研究では、首都圏に隣接していること、また人口密度が全国平均の半分であることからゆとりのある開発の実施が期待されている東北地方に着目した。なかでも、供用開始後長い年月を経ており、しかも周辺環境の変化が著しい東北自動車道および東北新幹線沿線に着目し、インターチェンジと鉄道駅が隣接している白石、福島、郡山、白河、鹿沼、久喜といった6つの市を検討対象地区として絞り込んだ。さらに、季節の違いや気象等の観測条件を考慮しつつ、過去20数年間にわたって蓄積されてきた膨大な量の衛星データをすべて検索・チェックし、時系列分析に適したものをMSS、MSSRのデータリストの中から選定した。

（2）土地被覆分類図の作成：土地被覆分類図の作成に際し、本研究では広く一般に利用されている教師付き最尤法分類を採用した。トレーニングデータの選定作業は、①複数の時期にわたって土地被覆の変化のない箇所を選定する、②複数の時期にわたり、衛星データ上で明らかに土地被覆の変遷が確認できる箇所を選定し、それぞれの時期で対応する土地被覆クラスを適宜命名するといった2つの視点から進めることとした。この方法は、トレーニングデータの選定に際して最も基本に立ち返った方法と言える。

（3）差画像を用いた時系列分析方法の提案：複数の時期

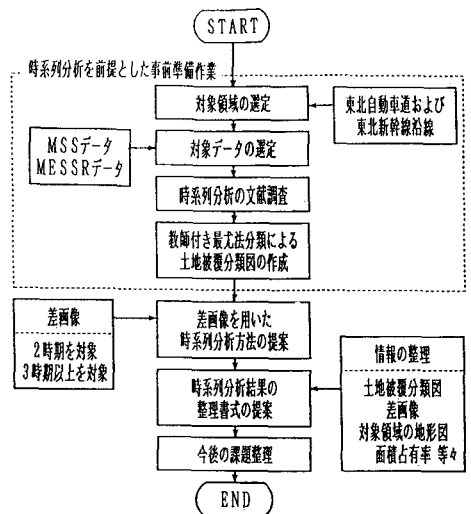


図-1 研究の流れ

別に作成された土地被覆分類図は、センサや観測条件等の相違による様々な条件を持っているため、多時期にわたる分類図から土地被覆状況の変化を的確に捉えることは困難である。本研究では、土地被覆状況の変遷を把握する上で効果的な支援情報となる差画像を提案し、その有効性を検討した。具体的には多時期にわたる分類図を比較する場合、分類結果が時期毎に変化することに着目し、表-1に示す表現形態の差画像を作成した。画素毎に分類結果が変化しただけを色分けし表現している点、多時期にわたって分類結果が全く変化しない画素を「安定画素」、様々に変化する画素を「不安定画素」と定義し、評価にあいまじ性を持たせている点に特徴がある。不安定画素は言うまでもなく、安定画素についても必ずしも現地の土地被覆の変遷の状態を正しく捉えているとは限らないが、不安定画素を差画像上に色分けして表現し、積極的に評価・分析に取り込むことにより、新たな情報を得る可能性もある。この差画像は土地被覆項目別に作成されることから、個別の分類図の相互比較では見逃しがちである画素単位の土地被覆変化を容易に把握できる点も特徴である。さら

表-1 差画像の色付けの意味とその解釈

	ケース名	画素の 変化回数	差画像上で の色付け	差画像の解釈
安定画素	ケース 1	0 回	赤 色	現地において、着目する分類クラスの土地被覆状況から変化がなかった可能性が高い地域である。
	ケース 2	1 回	青 色	現地において、着目する分類クラスの土地被覆状況について変化が起こった可能性が高い地域である。
	ケース 3	2 回	緑 色	現地の土地被覆状況の変遷については、土地被覆分類図での変化内容の確認が必要であり、さらに詳細は現地との照合が必要な地域である。
		3 回	黄 色	現地の土地被覆状況の変遷については、土地被覆分類図での変化内容の確認および詳細な現地との照合が必要な地域である。
不安定画素				

（注）色付けについては整理書式に添付するカラー画像参照

番号 ②-2 地域名 福島地区（福島県福島市周辺） 2時期差画像 赤：変化なし 青：変化あり 市街地 基準データ：1991年 樹林 基準データ：1979年 1981年～1991年 1979年～1981年 2時期差画像 2時期差画像 多時期差画像 赤：変化なし 青：変化1回 緑：変化2回 市街地 基準データ：1991年 樹林 基準データ：1979年 1981年～1991年 1979年～1981年 3時期差画像 3時期差画像 所見		番号 ②-1 地域名 福島地区（福島県福島市周辺） 地形図 土地被覆分類図（最尤法） (1)1979年 5月21日(MSS) 土地被覆分類図 分類精度評価 ・区分精度 ・誤分類率 ・クラス間数値 ・PCC ・面積占有率 (2)1981年 4月22日(MSS) 土地被覆分類図 (3)1991年 4月19日(MSSR) 土地被覆分類図	
--	--	---	--

図-2 時系列分析結果の整理書式（カラー画像添付）

に、差画像と個別の分類図との相互比較を通じてより詳細な分析が期待できることは言うまでもない。手法論的、精度論的な基礎研究をないがしろにしては技術の進歩は有り得ないが、衛星データから得られる情報の限界と効用を十分に考慮した上で、効果的な利用方法を導く具体的な指針を提示することも重要である。

（4）時系列分析結果の整理書式の提案：一連の時系列分析結果から得られる情報は多岐にわたるため、分析結果を土地利用計画の策定等へ有効利用する際には、効率よく情報を整理することが必要となる。本研究では、土地被覆分類図と差画像等の情報を複合的に利用していくことを念頭においた新たな整理書式を提案した。図-2に示すように、時系列分析結果として得られた土地被覆分類図や差画像だけでなく、分析結果を評価する上で必要な地形図や分類精度評価結果等が掲載されている。書式に用いる差画像の掲載パターンは時系列分析結果の利用目的によって種々の組み合わせが可能となり、分析結果は貴重な情報となる。本書式は土地利用計画等の技術者を支援する時系列分析の情報媒体として、広く利用されることが期待できる。

3. まとめ：衛星データの実利用化を目的とし、単に土地被覆分類図や差画像の提供のみに留まらず、実用的な時系列分析結果の利用方法を提示した。さらに、時系列分析結果のデータベース化を図っていくことにより、将来の社会整備に伴う環境変化のモニタリング等様々な分野のニーズへの貢献が期待される。

【参考文献】1) 瀬戸洋一、古村文伸：異種センサ間比較による変化解析方法の一提案、日本リモートセンシング学会誌、Vol. 10 No. 1、pp5～17、1990年