

IV-58

衛星データから得られた空間情報を
都市化領域の比較に適用した場合の効果について

摂南大学 正会員 熊谷樹一郎
農業環境技術研究所 正会員 小川 進
非会員 斎藤 元也

1. はじめに

社会インフラの整備に伴った土地利用の変化プロセスには様々な形態がある。このような変化が人類の生活環境に及ぼす影響はもとより、生態系、水環境、ひいては地球環境に及ぼすインパクトを分析していくことは、今後も重要な研究テーマとなる。影響分析といった観点から見ると、開発地域の広がり方そのものも重要な解析対象であるが、周辺地域の土地利用状況の変遷を空間的に分析していく試みも大切なものとなる。

一方で、人工衛星から観測されるデータ(以降、衛星データ)は、Landsat 1号の打ち上げから30年近くの間に継続して蓄積されてきた。積み重ねられてきたデータを対象に土地利用の変化を把握しようとする研究は様々な面から進められており、現在に至っても興味深い結果が得られてきている。

しかしながら、衛星データから都市域の広がりなどを抽出した例は多いが、都市域周辺の土地被覆状況の変遷を分析した例はそれほど多くない。衛星データから得られる画像情報は空間的な分布状況を知る上で貴重な資料となりうるものの、定量的な分析法については現在に至っても多くの議論が進められている。

そこで、本研究では衛星データを基に、都市域の周辺地域における土地被覆状況の空間的な変遷に関する分析を試みた。具体的には、1984年から約7年おきに観測された衛星データを対象に土地被覆分類図を作成し、都市域周辺における土地被覆項目ごとの面積占有率を求めた。さらに、空間的な複雑さを表すエントロピーの概念を適用し、土地被覆状況の変遷を分析する上での効果を検証した。

2. 対象領域および対象データ

対象とした領域は岡山県と香川県を含む瀬戸内地方とした。対象領域では、瀬戸大橋の開通に伴って様々な面で変化のあったことが推定される。なお、ここでは紙面の都合上、香川県の多度津市から琴平市近郊約15km四方の領域での解析結果を一例として紹介する。解析の対象とした衛星データは、1984年5月8日、1990年5月6日、1997年4月26日といったほぼ同じ季節に観測されたLandsat TM データである。これら14年間で取得されたそれぞれの衛星データから土地被覆分類図を作成した。

3. 指標の計算方法

(1) 面積占有率

面積占有率(A_i)は、次のように計算される。

$$A_i = N_i / N \quad (1)$$

ここで、 N は対象領域全体の画素数、 N_i は i クラスに分類された画素数である。

(2) エントロピー

画像に対するエントロピーとしては、同時生起行列に基づくテクスチャ特徴量としてのエントロピーなどが従来から用いられている。本研究では、分類結果の空間的な分布状況を対象とすることから、情報のエントロピー(P_i)がミクロ系1個あたりのエントロピーと等価であることに着目し、スターリングの公式を用いて次のようにエントロピーを計算した¹⁾。

$$\begin{aligned} P_i &= \log \{N_i / (N_i! \cdot N_{i2}! \cdot \dots \cdot N_{ik}!)\} \cdot 1 / N_i \\ &= - \sum_j f_{ij} \log f_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, k) \end{aligned} \quad (2)$$

キーワード：衛星リモートセンシングデータ、空間情報、エントロピー

〒572-8508 寝屋川市池田中町17-8 TEL:0720-39-9122 FAX:0720-39-6599 E-mail:kumagai@civ.setsunan.ac.jp

ただし、 N_i は i クラスに分類された画素が面を形成する画素数、 $N_i = N_{i1} + N_{i2} + \dots + N_{in}$ 、 $f_{ij} = N_{ij} / N_i$ である。

4. 解析結果

（1）土地被覆分類

本研究では、1984年の時点で都市域であった場所をあらかじめ対象外とした上で、土地被覆項目を水田地帯、麦作地帯、草地、裸地、水域といった5項目に設定した。1990年および1997年の時点で都市域に変化した箇所は「裸地」の分類項目に統合することとした。分類手法としては教師付き最尤法を用いている。表-1に分類

表-1 分類結果

Date	May 8, 1984		May 9, 1990		April 26, 1997	
Items	Division accuracy (%)	Error ratio (%)	Division accuracy (%)	Error ratio (%)	Division accuracy (%)	Error ratio (%)
Paddy	100.0	5.0	96.3	8.7	98.7	3.9
Wheat	97.1	6.2	94.5	5.4	98.4	2.9
Grass	93.9	5.0	97.8	9.0	100.0	3.8
Water	96.6	3.4	99.1	1.9	98.1	1.7
Bare soil	100.0	0.0	94.6	9.6	99.1	3.0
Average	97.5	3.9	96.4	4.9	98.9	3.7

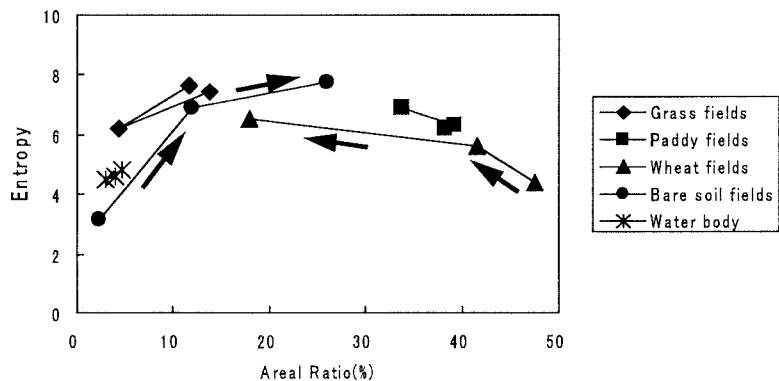


図-1 面積占有率とエントロピーの時間変化

結果を示す。分類の基準としたトレーニングデータの精度は区分精度で平均96%以上、誤分類率も平均で5%以下であることから、解析に十分耐えうる結果が得られているといえる。

（2）考察

図-1に面積占有率をX軸、エントロピーをY軸とした散布図を示す。散布図では14年間で代表的な土地被覆の変遷が矢印のように現れている。この領域でのエントロピーのピークは20～30%の面積占有率にあることが推定できる。二値化画像の場合、生起確率50%でエントロピーが最大になることが知られている。その一方で、土地被覆項目が2つより多くなる場合にはエントロピーの変化が多様になる。したがって、本研究でのエントロピーの適用方法によって得られた解は、土地被覆の変遷パターンを特徴づけるための情報が示唆された結果と解釈できる。図-1では裸地（都市域）の大幅な面積増加とともにその分布状態が複雑になってきていることが見受けられる。また、麦作地帯の面積は大幅に減少しているが、エントロピーの上昇は裸地ほどではない、といった特徴が把握できる。

5. まとめ

以上のように、ある領域における土地被覆の変遷パターンが面積比率とエントロピーによって表現されていることが明らかになった。土地被覆項目ごとの変遷を図化することによって、影響分析への支援情報の提供が期待できる。また、散布図上での土地被覆の変遷を把握することで、都市の発展形態がより詳細に区分できる可能性がある。衛星データの解像度や分類精度の問題から必ずしも土地被覆の変化が土地利用の変遷と結びつくとは限らないが、複雑さを考慮した影響分析に展開可能な結果が得られたものと考えている。

本研究の試みが空間的な分析法に関する研究に対して何らかの形で寄与できれば幸いである。

【参考文献】1) Donald L. Turcotte: *Fractals and Chaos in Geology and Geophysics*, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1997.