

摂南大学工学部 正会員 熊谷 樹一郎
 学生員 ○ト部 裕満

1. はじめに

近年、国土の保全と有効な利用を考える上で、衛星リモートセンシングデータ（以降、衛星データ）やGISデータが用いられている。これらのデータの特徴は広域的、かつ、空間的な点である。特に衛星データについては、土地被覆分類図が作成され、「市街地」などに判別された領域の大きさと位置が従来までの議論の対象となってきた。一方で、土地被覆分類結果を土地利用の問題などに適用していくには、土地被覆がどのような分布状態にあるか、といった点も明らかにする必要がある。土地被覆が混在した状況にあれば土地利用についてもスプロールの発生している可能性が高くなる¹⁾。つまり、どの位置にどのような分布状態の土地被覆がどのような規模であるのか、といった問題を土地被覆の分布の複雑さと広がり²⁾の大きさといった2つの面から分析するアプローチが大切なものとなる。

そこで、本研究では衛星データを対象に土地被覆の局所的な複雑さを考慮した空間分析手法を開発した。具体的には、衛星データから得られる土地被覆情報を対象に、ウィンドウ処理を通じて無秩序性といった複雑さを表すエントロピーの概念を適用し、得られた値を複雑度指数として定義した。さらに、土地被覆項目ごとに複雑度指数と面積占有率との関連性を明らかにした上で、その特徴空間から土地被覆の分布状態を判別分析し、画像化する手法を開発した。

土地被覆情報には土地利用状態が大きく反映されており、本研究で開発した手法によって土地利用の混在している場所などが広域的な側面から見出されることが期待できる。

2. 対象領域および対象データ

対象とした領域は、香川県西部の丸亀市周辺である。解析の対象とした衛星データは、1997年4月26日に観測されたLANDSAT/TMデータである。この衛星データからあらかじめ土地被覆分類図を作成している。土地被覆分類図の分類精度は、区分精度

の平均値が98.7%、誤分類率の平均値が2.1%となっており、解析に十分耐えうる結果が得られている。

3. 土地被覆の複雑さを考慮した空間分析手法の開発

(1) 面積占有率および複雑度指数の計算：作成した土地被覆分類図を対象に15画素×15画素のウィンドウ処理を適用し、ウィンドウ内での土地被覆項目ごとの面積占有率を画素単位で計算した。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 はウィンドウ内の総画素数、 N_i は i クラスに分類された画素数である。

同様に、ウィンドウ内での土地被覆項目ごとのエントロピーを計算している。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態を対象とすることから、情報のエントロピー(E_i)がマイクロ系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²⁾。本研究ではウィンドウ内で計算されたエントロピーの値を複雑度指数と定義している。

$$E_i = \log \{N_i / (N_{i1}! N_{i2}! \dots N_{ik}!)\} \cdot 1 / N_i \\ = - \sum f_{ij} \log f_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, k) \quad (2)$$

ただし、 N_{ij} は i クラスに分類された画素が独立した面を形成する画素数であり、

$$N_i = N_{i1} + N_{i2} + \dots + N_{ik} \quad (3)$$

$$f_{ij} = N_{ij} / N_i \quad (4)$$

である。

(2) 空間分析手法の考え方：式(1)および式(2)から得られる2つの値が、お互いに独立した値であれば土地被覆の空間的な分布状態について全く新しい情報が得られることになる。一方で、式(2)より、複雑度指数はある土地被覆項目のウィンドウ内での総画素数とも関連性があることから、面積占有率との関連性を比較する必要がある。

4. 解析結果

(1) 面積占有率と複雑度指数の関連性：図-1 は対象領域における土地被覆項目「市街地」の面積占有率を横軸に、複雑度指数を縦軸に取った散布図である。全ての土地被覆項目について、確認したところ図-1 のように三角形やL字型に近い分布形状になることが分かった。このことは、複雑度指数の高い地域では小規模の画素グループが離散的に分布し、複雑度指数の低い地域では小規模から大規模にわたった画素グループが少数個で分布していることを示している。つまり、図-1 は、土地被覆分布の広がりや複雑さを表した特徴空間と解釈することが可能である。

(2) 判別分析結果：そこで、本研究では代表的な土地被覆分布箇所を選定し、その場所での面積占有率と複雑度指数の値を基準として画像全体を対象とした判別分析を実施した。判別分析には尤度関数などを用いることも考えられるが、基準データが正規性をもつか否かといった問題があることから、今回はマハラノビスの距離を採用している。基準領域としては「中心市街地」、「郊外地」、「農村地帯」、「混在地」を土地被覆分類図より選定した。

判別結果を図-2 に示す。詳細は発表時に譲るが、4 クラスに判別された領域には基準データの土地被覆状況と似かよった地域が抽出されている。全体では、「混在地」と判別された領域が「中心市街地」の周囲から広く分布していることが特徴的である。

(3) 開発した分析手法の応用：本研究で開発した手法は、技術者が基準領域を選定することによって、技術者の知識と経験が判別結果に反映されるといった特徴を持っている。さらに、衛星データを用いていることから、より広域な領域での分析や過去の状態との比較も可能であり、技術者が意思決定する際に様々な角度から支援情報を提供できる。したがって、開発した分析手法は国土レベルから市・町・村レベルまでの都市計画や農村計画などにおいて幅広く活用できる。例えば、判別分析した結果は市街化区域・市街化調整区域の線引きを再検討するための資料として利用していくことが可能である。本研究の対象領域では水田と宅地の混在する土地利用が見られたことから、土地被覆項目「市街地」と「水田」の両方で「混在地」として判別された領域が土

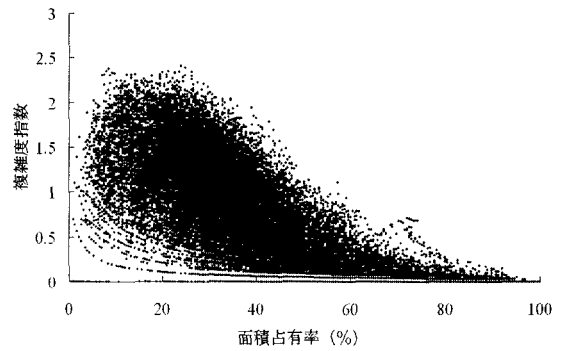


図-1 複雑度指数と面積占有率の散布図

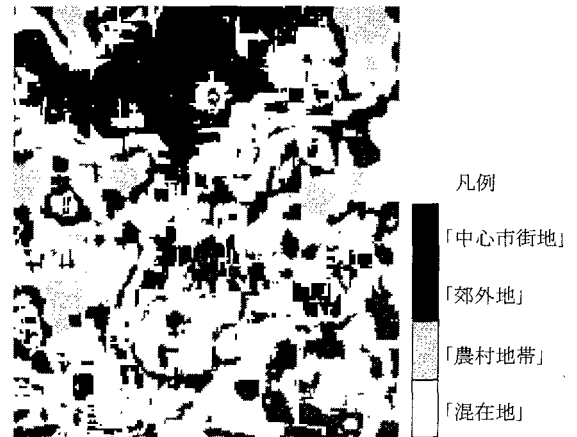


図-2 土地被覆項目「市街地」の判別結果画像

地利用現況を詳細に調査・検討する上での候補地域となるであろう。

5. まとめ

複雑度指数と面積占有率を併用し、判別分析を行った結果、基準領域として選定した場所と同質の分布状態の領域を判別できることが明らかになった。本研究で開発した手法は、各種の計画プロセスに対して支援情報の提供といった視点から応用できるものと考えている。

【参考文献】

- 1) 熊谷樹一郎、小川進、斎藤元也：衛星データを適用した都市周辺の変遷に関する分析の試み、環境情報科学論文集、No13、pp.109~114、1999 年
- 2) Donald L. Turcotte: *Fractals and Chaos in Geology and Geophysics*, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1997.