

IV-270

衛星リモートセンシングデータを用いた土地分級評価モデルにおける
分級評価要因の選定方法について

東京理科大学 正会員 大林 成行

東京理科大学 正会員 藤田 圭一

東京理科大学 正会員 小島 尚人

○東京理科大学 学生員 大庭 将宣

1. はじめに 最近の衛星データの利用動向を見ると衛星データを単独で利用するというよりも、数値地形モデルから得られる情報や地形、地質、土壌といった国土に内在する情報を融合利用することによって、土地利用計画、農地振興計画、緑化計画等、国土の面的な調査、計画分野への実用化研究がさかに行われるようになってきた。諸外国ではGISとリモートセンシングを有機的に結び付けて利用し、種々の付加価値のある情報を抽出する研究が見られる¹⁾。このような衛星データの利用動向を踏まえて、著者らは国土の面的な評価手法として、土地利用基本計画を様々な視点から支援する「土地分級評価手法」に着目して研究を展開してきた。その結果、衛星リモートセンシングデータや地形、地質、土壌といった種々の情報を潜在因子として定義し、数量化Ⅱ類およびミニマックス2群判別手法を中核とした「潜在因子モデル」を開発した。しかし、このモデルでは分級評価項目を説明できると考えられる因子をあらかじめ設定した上で処理を行うことから、適切な潜在因子（一般には分級評価要因と言われる）を選定するといった点については十分とは言えない。そこで本研究では数量化Ⅲ類を導入し、潜在因子間の関連性を分析するとともに分級評価を行う上で適切と考えられる潜在因子を選定するアルゴリズムを組込んだので、その内容について報告する。

2. 数量化Ⅲ類の適用概念 潜在因子モデルの詳細については参考文献2)に述べてあるので割愛するが²⁾、潜在因子モデルでは数量化Ⅱ類を通じて算出される偏相関係数によって分級評価項目とあらかじめ設定した潜在因子間の関係を分析することができる。しかし、潜在因子間のみの相関関係やデータ構造の分析については十分とは言えない。数量化Ⅱ類を使用する場合、理論の上では互いに相関の高い潜在因子があると分析精度が低下することがよく指摘される。そこで、本研究では潜在因子モデルに数量化Ⅲ類を組込んでこの点に対処した。数量化Ⅲ類ではあらかじめ選定した潜在因子間の相関係数を算出し、高い相関を示す潜在因子の組を見出す。このうち、数量化Ⅱ類で算出した偏相関係数の小さい方の潜在因子を削除し、以降の処理に用いる潜在因子を残す。

3. 設定する潜在因子の違いに伴う的中率の変化

(1) 検討ケース 潜在因子モデルではミニマックス2群判別手法を用いて、目的とする評価項目に対する「適・不適」といった2つの判別結果を基に分級評価を行う。この判別精度を表す的中率は、設定する潜在因子の違いに伴って変化する。そこで、本研究では次の検討ケースを設定して的中率の変動を調べた。

ケース1：前述した数量化Ⅱ類と数量化Ⅲ類の分析を通して設定した潜在因子を用いた場合の的中率

ケース2：ケース1と比較するためにあらかじめ選定した潜在因子を用いた場合の的中率

(2) 処理結果および考察 本研究では農地の保全・開発といった土地利用計画では最も基本とも言える「畑地適性評価」をテスト評価主題として設定した。ケース1の検討として、まず数量化Ⅲ類を用いてあらかじめ設定した潜在因子間の相関係数を算出し

た結果を表-1に示す。表中、相関係数が高いものについて枠で囲ってある。この時、畑地適性の「有・無」を外基準として数量化Ⅱ類によって分析した結果を表-2に示す。表-1で枠を囲った組合せのうち、表-2の偏相関係数の順位の高いものを採用すると、地形分類、表層地質、標高因子が削除される。他方、起伏量

表-1 数量化Ⅲ類による相関係数の算出結果

	衛星	土壌	傾斜区分	標高	斜面方位	地形分類	起伏量	表層地質
衛星データ	—	—	—	—	—	—	—	—
土壌	0.606	—	—	—	—	—	—	—
傾斜区分	0.397	0.245	—	—	—	—	—	—
標高	[0.725]	0.508	0.535	—	—	—	—	—
斜面方位	0.468	0.603	0.191	0.491	—	—	—	—
地形分類	0.548	[0.854]	[0.827]	0.575	0.640	—	—	—
起伏量	0.415	0.253	0.001	0.540	0.225	[0.747]	—	—
表層地質	0.325	0.001	0.346	0.329	[0.819]	[0.892]	0.001	—
谷密度	0.061	0.063	0.101	0.105	0.105	0.103	0.093	0.074

因子は、地形因子が除去されるので残される。残された6つの潜在因子を用いてミニマックス2群判別を行った結果がケース1に対応し、図-1(a)のようになる。また、図-1(b)は表-2で示したすべての潜在因子を用いた場合の処理結果であり、ケース2に対応する。ケース1とケース2では数量化された個体の分布状態に大きな違いは見られない。

ケース1の的中率は84.1%であり、ケース2の83.4%より0.7%高い。この違いは分級評価図上でケース1の方が適地として判別される画素数が10画素程少なくなる程度であり、ケース1とケース2での有意な差はないと言える。また、個体の分布状態は正規分布に従っていないことから、的中率の有意差検定を行うことは信頼性の点で得策ではない。

現実問題として分級評価項目を説明付ける上で最適な潜在因子を選定することは困難と言える。しかし、的中率の大小によって分級評価図上では十数画素程度の違いが現れることから、少なめに適地を抽出する場合には高い的中率を示す潜在因子を用い、逆の場合には低い中率を示す潜在因子を用いるといったように評価者の柔軟な対応が必要となる。得られる分級評価図を現地ヘフィードバックすることによって評価者自らが、結果の妥当性を検証することが不可欠な要素となることは言うまでもない。

結論として潜在因子モデルでは数量化Ⅱ類の信頼性を保ち、汎用性を持たせる上でケース1のように数量化Ⅲ類を通じて選定される潜在因子の組合せを優先して採用することが適切であると言える。

4. まとめ 潜在因子モデルは、現実には得られる現象データ(衛星データや各種地理データ)をもとに、統計処理に従う一連の評価モデルである。このようなモデリングの方法は最も広く普及しているものであるが、得られる結果の解釈には十分に注意する必要がある。すなわち、複雑な問題に対しては非常に多くの仮定が必要になるし、曖昧な問題に対しては一意的なモデルで評価することには限界があり、現実のものとか離れた結果となる危険性を多分に含んでいるからである。今後はこのような曖昧性に対処するような数量化理論、例えばファジー理論を組み込んだ分級評価モデルの拡張を課題として考えている。

【参考文献】1) CAROL A. JOHNSTON AND JOHN BONDE: Quantitative Analysis of Ecotones Using a Geographic Information System, Photo. Eng and Remote Sensing, Vol. 55, No. 11, PP. 1643~PP. 1647, 1989.

2) 大林成行、小島尚人、石原利信: 衛星リモートセンシングデータを適用した分級評価支援システムに関する考察、土木学会第17回関東支部技術研究発表会講演概要集、PP. 254~PP. 255, 1990年3月

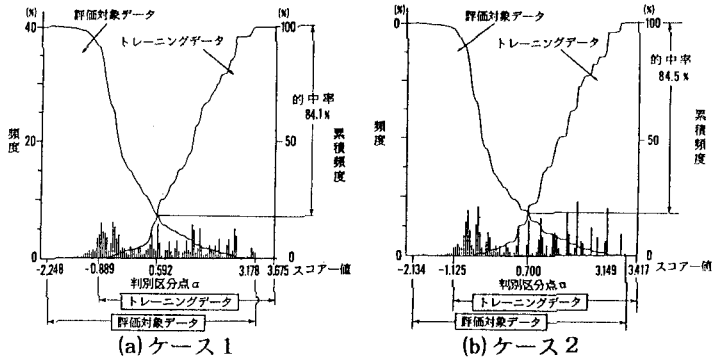


図-1 使用する潜在因子の違いに伴う的中率の比較
(ミニマックス2群判別結果)

表-2 数量化Ⅱ類の算出結果

潜在因子 (分級評価要因)	カテゴリ 数値	相関係数 (レンジ)	潜在因子 (分級評価要因)	カテゴリ 数値	相関係数 (レンジ)
地形因子			高度因子		
溶岩流	0.190		(以上~未満: m)		
スコリア丘	-0.182		0~100	0.422	
火口	-0.034		100~200	-0.082	
カルデラ	-0.506		200~300	-0.308	
礫斜面	-0.001	0.073 (1.207)	300~400	-0.206	
急斜面	0.123		400~500	-0.188	
一般斜面	0.097		500~	-0.240	
人工改変地	-0.054		起伏因子		
崖	-0.852		(以上~未満: m)		
崖頂	0.085		0~3	0.336	
崖底	-1.918		3~6	-0.037	
崖頂溶岩流	-0.062		6~9	-0.070	
スコリア	0.049	0.043 (3.002)	9~12	-0.124	
降下火山灰	-0.017		12~15	-0.199	
砂、礫	-0.041		15~20	-0.166	
火口	0.257		20~25	-0.170	
海	-2.745		25~30	-0.069	
黒ボク土	0.432		30~	0.401	
粗粒黒ボク土	0.132		谷密度因子		
人工改変地	-1.127	0.194 (1.599)	0 (例)	-0.009	
岩石地	-0.046		1	-0.037	
層厚黒ボク土	-0.955		2	0.048	
砂丘未熟土	-1.006		3	-0.076	
火山灰堆積物未熟土	-0.087		4	-0.136	
斜面因子			5	-0.380	
北東	0.016		(クラス解析画像)		
東	0.197		クラス1	0.099	
南東	0.655	0.090 (2.872)	クラス2	-0.436	
南	0.575		クラス3	-0.416	
南西	0.393		クラス4	0.277	
西	-0.238		クラス5	1.176	
北西	0.041		クラス6	-0.065	
平地	0.013		クラス7	-0.367	
谷	2.655		クラス8	-0.323	
谷	0.504		クラス9	-0.795	
3~8	0.050		外的基準		
8~15	-0.144	0.070 (0.927)	現状型設定法による トレーニングデータ (現況機地)	1.540	
15~20	-0.213		評価対象地域 (現況機地以外)	-0.147	
20~30	-0.303				相関比 = 0.226
30~	-0.423				