

II-33

Landsat画像を用いた都市化の進展状況の判読に関する一考察

京都大学防災研究所 正員 ○近森秀高・宝 馨・岡 太郎

1. はじめに 流域の洪水危険度を評価する上で土地被覆の変化を把握することは極めて重要であるが、従来、流域の土地被覆状況は、現地調査などの人手のかかる作業によって把握せざるを得なかった。近年、最新の土地被覆状況を観測できる有用な手法として、人工衛星・航空機などによるリモートセンシングが注目されている。ここでは、京都南部巨椋低平流域(図1)における都市化の進展状況を把握することを目的として、1984年、1992年の2時期に撮影されたLandsat画像を用いて、この期間内に都市化された地域の判読に教師付き分類法による土地被覆分類手法を用いた場合と、教師データを用いずに主成分分析法を適用した場合の判読精度を比較検討した結果を示す。

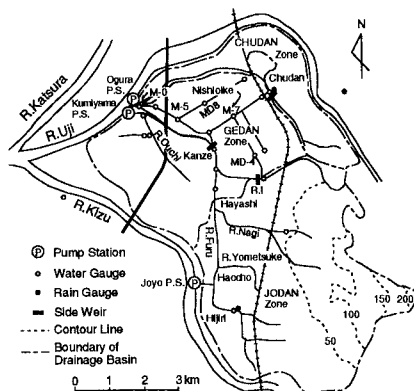


図1 巨椋流域

2. 解析資料 解析には1984年10月および1992年10月の2時期に撮影された巨椋流域のLandsat TM画像(解像度30m×30m)の7バンドのうち、バンド6を除く6バンドを用いる。また、分類精度評価、土地被覆改変部の判読精度の評価を行う際に用いる土地被覆の真値として、1985年および1991年の細密数値情報の土地利用マップ(解像度10m×10m)を用いる。細密数値情報に示される17項目の土地利用区分は厳密には土地被覆とは一致しないが、ここではこれらの17項目を6個の大まかな分類にまとめて表したものを土地被覆の真値を示す参照データとして代用することにした。画像解析にはUSACERL(U.S.Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratories, アメリカ工兵隊建設工学研究所)が開発した地理情報システムGRASS(Geographic Resources Analysis Support System)を用いた。

3. 最尤法を用いた土地被覆分類 代表的な教師付き分類法である最尤法を用いて、2時期のLandsat画像を水田、畑地、道路および市街地(都市域)、裸地、林地、水域の6種の土地被覆(カテゴリー)に分類した。1992年の画像の巨椋流域内の分類結果を誤差行列で例示すると表1のようになる。表中のUA(User's Accuracy)、PA(Producer's Accuracy)は次式で表される。

$$PA_i = \frac{x_{ii}}{x_{i+}} \times 100, \quad UA_i = \frac{x_{ii}}{x_{i+}} \times 100$$

ここに、 x_{+j} : 参照データのカテゴリーjの画素数、 x_{i+} : カテゴリーiに分類された画素数。

この表から、水域、裸地などの土地被覆の判読精度は低い、道路および市街地などの都市域の判読精度は高いことが分かる。また、1984年および1992年の2時期の分類結果を比較対照して、この期間内に道路・都市域以外の非都市域から道路・都市域に変わった画素を新たに都市化された地域(都市化地域)と見なす。同様にして1985年および1991年の2時期の細密数値情報の土地利用マップを比較して都市化地域を抽出し、これらの結果を誤差行列の形式で表2に示す。この表を見ると、都市化地域の判読率はPA=13.8%、UA=46.6%であり、表1の道路・都市域の分類結果に比べ、著しく低下していることが分かる。これは、1984年以前からの都市域の判読率に比べ、1984年以降都市化された地域の判読率が劣っていることを示している。ただし分類画像を見ると、幅員の大きい道路や敷地面積の広い集合住宅などはほとんど判読されており、Landsat画像の解像度では捉えられない小面積の新築住宅などが都市化地域の判読率に悪影響を及ぼしているものと思われる。

表1 Landsat画像による土地被覆分類(1992年)

細密数値情報	分類結果						計	UA (%)
	水田	畑地	道路・都市域	裸地	森林域	水域		
水田	89068	6150	3565	1056	2116	1700	103655	85.93
畑地	39258	19587	23408	5349	12336	3332	103270	18.97
道路・都市域	13100	11026	165220	15668	7685	3600	216299	76.39
裸地	2309	1026	9038	2436	4929	401	20139	12.10
森林域	410	1137	1321	657	37501	285	41311	90.78
水域	142	147	1801	263	2500	618	5471	11.30
計	144287	39073	204353	25429	67067	9936	490445	
PA (%)	61.73	50.13	80.85	9.58	55.92	6.22		

4. 主成分分析法を用いた都市化地域の抽出 (1) ある特定の期間内の土地被覆の変化を判読する手法として、主成分分析法を用いた方法がある。Richards (1993)は、山火事のあった山林域の2時期のLandsat TM画像を対象に、各画素を個体、2画像のバンド6を除く各6バンド、合計12バンドの輝度値を変量として主成分分析法を適用し、植生の焼失地域および回復地域等を分類判読している。ここでは、同様の手法を巨椋流域のLandsat TM画像に適用し、都市化地域の抽出を行った。第2、3、4主成分得点に基づく輝度値マップから合成画像を作成すると、新設道路や新築の住宅など都市化された地域が緑色で表示されることが分かった。しかし、各主成分の相関図などから都市化地域を抽出することはできなかった。

(2) 2時期の画像を用いて、以下のような解析を行った。

1) 対象画像に含まれる各画素について、1984年の第*i*バンドの輝度値を $x_1(i)$ 、1992年の第*i*バンドの輝度値を $x_2(i)$ とし、 $x_{21}(i) = 128 + (x_2(i) - x_1(i))/2$ ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 7$) のような輝度値 $x_{21}(i)$ を持つ画像を作成する。

2) 1)で得られた画像に含まれる各画素を個体、 $x_{21}(i)$ ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 7$) の6個の輝度値を変量として、主成分分析法を適用する。

以上のような手順で得られた主成分得点を輝度値とする画像を作成し検討した結果、都市化が進行した地域で第3主成分得点が小さくなる傾向が見られた。第3主成分得点に基づく輝度値が115以下の画素を都市化地域と見なして分類を行った結果と、細密数値情報から得られた都市化地域との比較を誤差行列の形式で表3に示す。この表から、表2と比較して遜色のない結果が得られていることが分かる。

この結果から、ここで提案した手法は、教師データを用いずに特定の期間内に都市化が進行した地域を抽出するためには有用であると言える。

参考文献 Richards, John A. : Remote Sensing Digital Image Analysis : An Introduction — 2nd rev. and enl. ed., Springer-Verlag, 1993.

表2 最尤分類法による都市化地域の抽出

細密数値情報	最尤分類法による結果		計	UA (%)
	都市化地域	その他		
都市化地域	8793	10065	18858	46.6
その他	54924	416663	471587	88.4
計	63717	426728	490445	
PA (%)	13.8	97.6		

表3 主成分分析法を用いた都市化地域の抽出

細密数値情報	主成分分析法による結果		計	UA (%)
	都市化地域	その他		
都市化地域	7686	11172	18858	40.8
その他	62571	409016	471587	86.7
計	70257	420188	490445	
PA (%)	10.9	97.3		