

1. はじめに

衛星マルチスペクトルデータを用いた土地被覆状況の分析は多くの研究が行われている。しかし、市街地においては土地被覆分類精度が低い傾向にある。それは市街地が均質な土地被覆を示す形態が少なく、衛星の1ピクセル内に複雑な被覆状況が混在するためと考えられる。本研究ではランドサットデータを用いた市街地の土地利用状況を把握することを目的とし、そのための土地利用面積の推定手法について検討を行った。

2. 使用データと調査対象地域

ランドサットデータは1996年4月26日のL5号TMデータ(パス&スキャン109/35)を使用した。調査対象地域は表1に示す金沢市、高岡市の中心市街地、富山県小杉町の市街地と住宅地を対象範囲とした。メッシュは1Kmの3次地域区分メッシュを分割した500mの1/2分割メッシュをメッシュ区分とし、一部さらにそれを分割した250mメッシュとした(一部異なるものもある)。また、対象領域の土地利用の現況を示す面積比率の算出は平成8年版(1996年)住宅地図帳より対象メッシュ範囲に該当する各土地利用面積を表2に示す6種類の区分で面積を測定した。建ぺい地は住宅地(一戸建て)と事務所、商業施設などの密集した市街地(ビル)の2種類とし、住宅地に関しては敷地も含めその区域全体として面積を測定した。非建ぺい地は道路、空地(土)、空地(緑)、水面の4種類とし表に示す内容の区域を測定した。

表1 分析対象地区

金沢	250mメッシュ 5×5=25メッシュ
小杉	500mメッシュ 3×8=24 "
高岡	500mメッシュ 4×3=12 "
	250mメッシュ 8×6=48 "

表2 面積項目区分

土地項目	内 容
一戸建	住宅地区(周囲の敷地含む)
ビル	商店、事務所、市街地
道路	道路、駐車場、コンクリート空地
空地(土)	空地の裸地、グラウンド
空地(緑)	空地の田畑、樹林、緑地
水面	河川、池

3. 土地利用面積の推定方法

土地利用面積推定の流れを図1に示す。ランドサットデータは当該メッシュのポリゴンを作成し各メッシュで特性値として各バンドの平均値を算出した。その同一範囲で6分類の各土地利用面積を住宅地図帳より測定し、メッシュごとの土地利用面積比率(%)とバンドの平均値の関係から回帰式を作成した。回帰式はバンド1～7までの変数を説明変数として用いたもので行い、各バンドと面積比率の相関係数、偏相関係数、変数増減法の結果を考慮に入れ変数を選択し、2変数による回帰式を作成した。変数を増やすと一般に回帰式の重相関係数は高くなるが地区によるばらつきがでてくるため2変数とした。

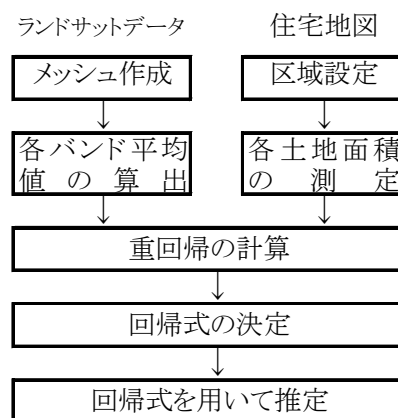


図1 土地面積の推定の流れ

4. バンド値の特性と回帰式について

各バンドと面積比率との相関の特徴として、一戸建面積とバンド4が負の相関、バンド7が正の高い相関を示した。ビル面積、道路面積とバンド1が正の相関、空地(土)はバンド4と正の相関、水面はバンド6と負の弱い相関があり、各地区での回帰式の値を見ていずれの地区でも相関係数の符号が同じかどうかの特性を考慮し変数を選んだ。

回帰式に採用した変数(バンド)および金沢・小杉での回帰式を表3に示す。また、表4にそれぞれの地区での回帰係数の値および重相関係数を示す。結果として表3に示すバンドを回帰式の変数として採用した。採用したバンドは近赤外域波長のバンド4が戸建て、ビル面積などの都市的土地利用項目で負の係数、空地(土)、空地(緑)で正の係数となっており植物量に

表3 式に用いたバンドおよび回帰式(金沢・小杉 n=49)				
項目	バンド	回帰式	修正R	
戸建て	4, 7	$S = -2.02 \times \text{band4} + 1.32 \times \text{band7} + 66.67$	0.677	
ビル	1, 4	$S = 1.50 \times \text{band1} - 0.578 \times \text{band4} - 127.3$	0.651	
道路	1, 2	$S = 2.45 \times \text{band1} + 0.153 \times \text{band2} - 251.8$	0.591	
空地(土)	3, 4	$S = -0.72 \times \text{band3} + 1.44 \times \text{band4} - 19.88$	0.586	
空地(緑)	2, 4	$S = -3.07 \times \text{band2} + 1.93 \times \text{band4} + 49.45$	0.512	
水面	5, 6	$S = -0.335 \times \text{band5} - 0.750 \times \text{band6} + 129.2$	0.653	

表4 回帰式における回帰係数													
	メッシュ数	戸建て				ビル				道路			
		band4	band7	定数項	修正R	band1	band4	定数項	修正R	band1	band2	定数項	修正R
小杉・金沢	49	-2.016	1.319	66.67	0.677	1.501	-0.578	-127.32	0.651	2.448	0.153	-251.78	0.591
小杉	24	-2.251	0.519	129.76	0.508	0.668	-0.021	-68.48	0.426	2.041	-3.031	-63.14	0.256
金沢	25	-2.071	1.869	35.39	0.862	1.147	-0.219	-103.02	0.350	-4.935	12.688	10.14	0.663
高岡4x3	12	-1.639	1.056	57.62	0.645	2.699	-1.914	-199.84	0.719	5.774	-4.242	-453.58	0.871
高岡6x8	48	-1.764	1.396	44.82	0.760	2.518	-1.860	-181.21	0.696	7.705	-7.682	-517.28	0.776
	メッシュ数	空地(土)				空地(緑)				水面			
		band3	band4	定数項	修正R	band2	band4	定数項	修正R	band5	band6	定数項	修正R
小杉・金沢	49	-0.721	1.443	-19.88	0.586	-3.073	1.925	49.45	0.512	-0.335	-0.750	129.25	0.653
小杉	24	0.079	1.232	-63.79	0.558	-2.154	1.707	25.21	0.259	-0.298	-1.189	182.07	0.665
金沢	25	-1.729	2.051	20.79	0.751	-0.083	0.079	0.194	0.286	-0.408	-0.579	112.84	0.644
高岡4x3	12	-0.494	1.687	-42.52	0.375	-4.325	2.267	92.06	0.899	-1.678	-1.682	227.01	0.756
高岡6x8	48	0.346	1.521	-92.62	0.561	-5.650	2.919	120.47	0.829	-0.171	-1.740	234.52	0.809

比例する物理的な特性と一致している。空地(土)でバンド3, 4を使った式となり、空地(緑)はバンド2, 4の関数となった。NVIなどの関係とすこし異なる結果となった。これは対象地域が中心市街地主体のため、空地(緑)の面積比率が少なく、該当するバンドとの相関があまり高くならなかったためである。

また、各地区での係数を求めた結果、戸建て、ビル、空地(緑)、水面面積では係数の符号が一致しており、地域による差が小さかったが、符号のことなるものや係数の値に差があるもの、相関の低いものなどがなどもあり、道路、空地(土)での回帰式の適用性については検討が必要である。

5. 他の手法との比較

回帰式による面積推定の精度を比較するため、従来の教師付き分類(最尤法)、教師なし分類(を同一区域で行い各メッシュ内でのそれぞれの土地利用面積比率を求め、住宅地図で求めた値との相関を求めた(表5)。教師なし分類のクラスタリングは10分類で行い結果から今回の6分類に当てはめた。結果を見

表5 面積推定手法の比較(住宅地図の面積との相関)

		戸建て	ビル	道路	空地(土)	空地(緑)	水面
	回帰式(金・小)	0.915	0.433	0.634	0.720	0.272	0.714
金沢	回帰式(金)	0.941	0.442	0.698	0.775	0.286	0.727
	教師無し分類	0.939	0.210	0.860	0.472	0.351	0.747
	教師付き分類	0.746	0.171	0.340	0.306	0.380	0.889
小杉	回帰式(金・小)	0.475	0.472	0.150	0.481	0.252	0.734
	回帰式(小)	0.571	0.506	0.265	0.609	0.258	0.700
	教師無し分類	0.916	0.338	-0.053	0.305	0.722	0.659
	教師付き分類	0.845	0.158	0.263	0.290	0.771	0.754
高岡4x3	回帰式	0.722	0.778	0.896	0.545	0.919	0.896
	教師無し分類	0.751	0.347	0.436	0.778	0.695	0.770
	教師付き分類	0.769	0.832	0.879	0.737	0.750	0.742
高岡8x6	回帰式	0.775	0.715	0.787	0.586	0.879	0.890
	教師無し分類	0.152	-0.207	-0.065	0.277	-0.093	0.056
	教師付き分類	0.224	-0.154	-0.191	0.172	0.079	0.296

ると戸建て面積ではいずれも高い相関で差が少ないがビル、道路面積では分類で幾分低い傾向にあるが回帰式でも地区により低い値になることがある。空地(土)、空地(緑)では地区によりそれぞれ結果が異なっており、水面面積では回帰式による結果の方が幾分高い傾向にある。高岡での分類では大きいメッシュ区分では相関が高いが小さいメッシュでは極端に低くなっており、誤分類が見られた。

6. まとめ

回帰式による面積推定の方法は従来の分類より精度がいいとは一概には言えないが、戸建て面積などの都市指標として用いることが出来る。しかし、道路となどの非建ペイ地で地区により異なる係数や相関が低い結果となりそれらに比率の高い地域での考察が必要である。また、他時期のデータや異なる地域での適用を検討しておく必要がある。