

ランドサットデータによる回帰式を用いた都市域での土地利用面積比率推定法の適用\*

A study on application of estimation methods of land-use proportion in urban area  
by means of regression analysis of LANDSAT data\*

天野智順\*\*

By Norimasa AMANO\*\*

1. はじめに

ランドサットデータ等の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、市街地を含む都市域の土地被覆分類を行う場合、これまでの分類手法では特に市街地において分類精度があまり高くない傾向にある。これは市街地が均質な土地被覆を示す形態が少なく、衛星データの単一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。そのため、都市域の土地被覆状況の分類精度をよくなる手法としてテクスチャを考慮した分類手法<sup>1)</sup>や複数時期のデータを用いた手法<sup>2)</sup>の検討等が行われている。

本研究ではランドサットデータを用いた市街地で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として回帰式を用いた面積推定手法について検討を行い、その有効性、問題点等について検討を行い、周辺地域への適用について検討を行った。

2. 土地利用面積の推定方法およびデータ

ランドサットデータは1996年4月25日のL5号TMデータ(パス&ロウ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地区および富山県小杉町の市街地と住宅団地周辺を分析対象とした。

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メッシュのポリゴンを作成し各メッシュでの特性値として1~7の各バンドの平均値を算

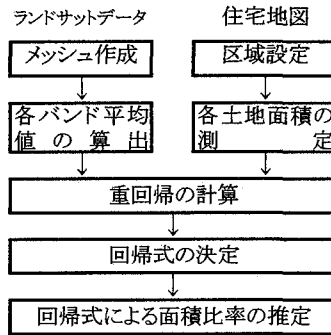


図1 土地面積の推定の流れ

出した。メッシュは1Kmの3次地域区分メッシュを分割した1辺おおよそ500mの1/2分割メッシュをメッシュ区分

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、コカート空地
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

単位とし、一部さらにそれを4分割した250mメッシュとした(一部異なるものもある)。

また、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内の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。土地利用項目として、建ペイ地は住宅地(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、建ペイ地に関しては敷地も含めその区域全体としての面積を測定した。非建ペイ地は道路、空地(土)、空地(緑)、水面の4種類とし表2に示す内容の区域を住宅地図帳より面積測定した。

その同一メッシュごとでの土地利用面積比率(%)と

\*キーワード: リモートセンシング, 土地利用, 都市計画

\*\*正員, 工修, 富山県立大学短期大学部環境工学科, 講師

〒939-0398 富山県小杉町黒河 5180 TEL0766-56-7500, FAX0766-56-7804

E-mail: amano@pu-toyama.ac.jp

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までの各平均値を説明変数とし、面積比率を目的関数として解析を行い、各バンド平均値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回帰式の変数を選択し、2変数による面積推定式を作成した。変数を増やすと一般に回帰式の重相関係数は高

くなるが解析対象地区により選択される変数や係数にばらつきがでてくるため、2変数とした。

### 3. 回帰式の検討および他の手法との比較

回帰式に採用した変数(バンド)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。

回帰式に用いるバンドを検討するため、各バンドと面積比率との相関等を調べた。その主な特徴として、一戸建、ビル面積とバンド4が負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、変数増減法等の結果を顧慮して変数を選んだ。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線波長のバンド4が一戸建て、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)で正の係数となり、植物量に比例する物理的特性と一致している。空地(土)面積でバンド3、4を使った式となり、空地(緑)面積はバンド2、4の関数となり、NVIなどの関係とすこし異なる結果となったが、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、バンドと

表3 式に用いたバンド

項目	バンド	修正R*
一戸建	4, 7	0.677
ビル	1, 4	0.651
道路	1, 2	0.591
空地(土)	3, 4	0.586
空地(緑)	2, 4	0.512
水面	5, 6	0.653

\*修正Rは小杉・金沢の値

表4 回帰式における回帰係数および重相関係数

メッシュ数	一戸建て				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

の相関が表れなかったと考えられる。

各地区での係数を求めた結果、一戸建て、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、道路、空地(土)面積などでは符号の異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ともあり、回帰式の適用性については検討が必要である。

次に回帰式による面積推定の精度を従来の教師付き分類(最尤法)、教師なし分類と比較するため同一メッシュ内でのそれぞれの土地利用面積比率を各手法で求め、住宅地図で求めた値との相関を比較した。結果を表5に示す。

教師なし分類のクラスタリングは10分類で行いその結果を6分類の土地項目に当てはめた。結果を見ると一戸建て面積ではいずれも高い相関で差が少ないがビル、道路面積では従来の分類法で幾分低い傾向にあるが回帰式による結果でも地区により低い値

表5 各面積推定手法による面積比率の住宅地図面積との相関係数

		一戸建て	ビル	道路	空地(土)	空地(緑)	水面
		金沢	回帰式(金・小)	0.915	0.433	0.634	0.720
	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

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。高岡での従来の分類手法では500mメッシュ区分での相関は高いが250mメッシュでは極端に低くなっており、誤分類が見られる結果となった。

#### 4. 周辺域への回帰式による面積推定の適用

金沢、高岡、小杉のそれぞれの地区について回帰式による面積比率推定を解析対象区域の周辺地域に外挿し、それらの区域での6つの土地項目面積比率を求め現状と一致しているかを検討した。対象区域は分析地域を含む500mメッシュ区分した8×10メッシュの地域とした。高岡、小杉地ではその中の3地区の区域について住宅地図より土地利用面積を測定し、回帰式による推定値との比較を行った。

適用区域の状況と面積推定結果例を図2～8に示す。ここでは一戸建て面積+ビル面積の合計比率および空地(緑地+土)面積のメッシュごとの面積比率

を10%単位で色分けして表した。

金沢では中心部の市街地では比率が高く示し、中心の兼六園周辺や河川のある地区では比率が低くなっており、緑地+土の状況は市街地の逆の地域で高くなっており、かなり一致している。

高岡でも金沢同様に市街地、その他の状況をよく示していた。小杉については現況と異なる市街地でないところでその特性を示すメッシュがあり、検討が必要である。

周辺メッシュ区域への適用においては各面積の比率合計が100%で無い場合が多くそれらを修正する必要があること、また、マイナスの比率になることがあり、それらは0として扱うなどの問題がある。ここではマイナスの値は0とし、合計が100%になるよう修正した結果を表してある。

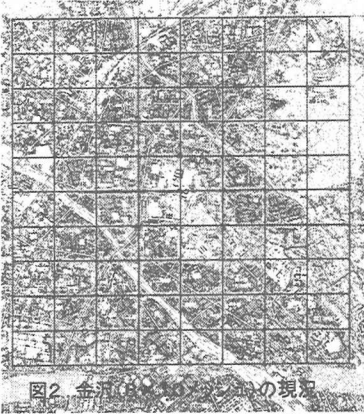


図2 金沢(10×10メッシュ)の現況

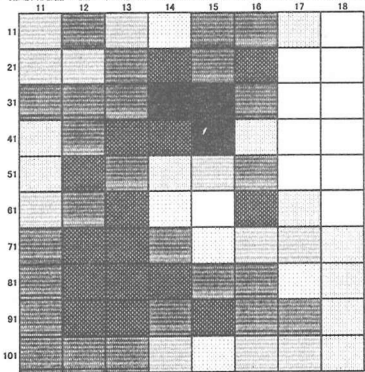


図3 一戸建て+ビル面積比率(金沢)

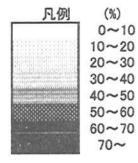


図4 高岡(10×8メッシュ)の現況

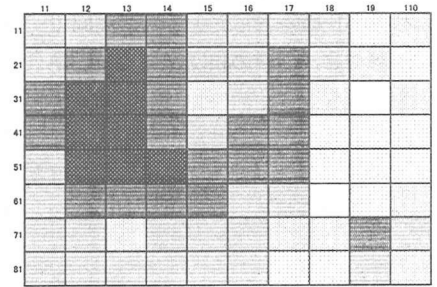


図5 一戸建て+ビル面積(高岡)

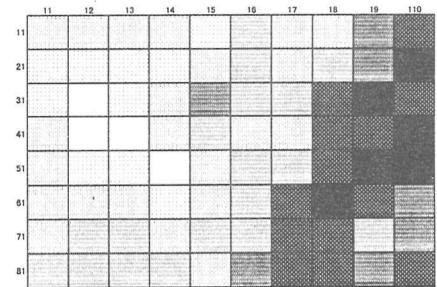


図6 空地(土+緑)面積(高岡)

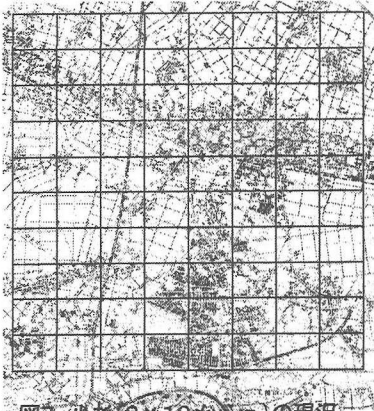


図7 小杉(8×10メッシュ)の現況

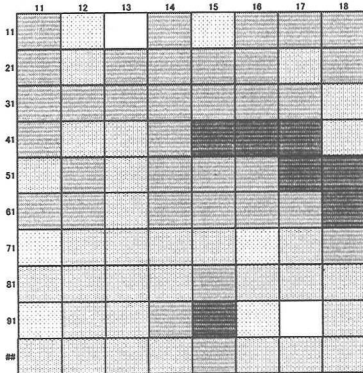


図8 一戸建て+ビル面積(小杉)

住宅地図より土地利用面積を測定し回帰式による推定値との比較を行ったところ、高岡で一戸建て面積、小杉でビル面積の相関が低く、空地(土)面積はいずれでも低く、その他の面積は相関が高かった。一戸建てとビルを合わせた市街地としての大まかな状況は現況と合うが地区によっては現況と異なる結果になる場合がある、適用の場合の課題と考えられる。

## 5. まとめ

回帰式による面積推定手法についての検討を行った。従来の分類手法より精度がいいと必ずしも言えないが、一戸建て面積、ビル面積等は特定のバンド値と関連性が見られ、都市の状況を示す指標として用いることが出来る。しかし、道路、空地面積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。

### 【参考文献】

- 1) 斎藤郁雄、石原修「ランドサットTM画像のテクスチャに基づく市街地形態の推定 推定に関する研究その2」,日本建築学会計画系論文報告集447,pp27-34,1993
- 2) 平川秀樹、高木直樹「マルチテンポラル人工衛星データによる土地利用の分類精度に関する研究」,日本建築学会計画系論文集480,pp61-68,1996