

ランドサットデータを用いた演算指標による土地被覆の把握手法の検討*
 A study on the estimation methods of the land-cover characteristics in urban area
 by using LANDSAT data*

天野智順**, 二ノ宮孝章***, 炭谷七恵****

By Norimasa AMANO, Takaaki NINOMIYA, Nanae SUMITANI

1. はじめに

ランドサットデータ等の衛星リモートセンシングデータを用いた土地被覆状況の把握は広域的、周期的な土地被覆データが得られ、特に詳細なメッシュなどの土地利用データの得られにくい地方都市や周辺地域での都市計画の検討時の重要なデータと成りうる。リモートセンシングデータによる土地被覆分類手法に関する研究は多く行われているが、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は分類精度が高くなく、様々な分類手法の検討が行われている¹⁾。

また、分類とは別に植生指標と同様のバンド間の演算による都市域の土地被覆状況を示す指標の提案が河邑ら^{2,3)}、大橋ら⁴⁾において行われており、これらの演算指標による被覆状況の把握手法の検討を行う必要があると考えられる。

そこで本研究ではランドサットデータを利用した市街地でのより広域的な土地利用状況の把握手法を検討することを目的とし、バンド値やその演算指標を用いて実際の都市域の土地被覆状況との関連性を検討し、都市域の状況を示すバンド演算指標の特性とデータの撮影時期による変動特性について季節や撮影日の相違による特性を検討し、その結果を用いて周辺地域への適用を行った。

2. データおよび方法

データは表-1に示す撮影日時のランドサットTMデータを用いた。調査対象地域は富山県高岡市の中心市

表-1 ランドサットデータの撮影日の気象状況

撮影日	天気 ¹⁾	雲量 ¹⁾ (10分比)	日照時間 ¹⁾ (h)
1986/4/14	晴		11.1
1986/8/20	快晴		11
1991/5/14	快晴	0.8	12.3
1994/8/26	快晴	0.5	10.9
1995/8/29	快晴	0.5	11.7
1996/4/25	晴	1.5	11.7
1997/10/21	快晴	0	9.4
1999/3/17	晴一時曇	5	8.9
1999/8/8	晴	4.3	11.2
2000/5/6	晴一時曇	4.8	8.7

1)天気,雲量,日照時間は富山県伏木気象所の値 は富山の値

街地地区および小杉町の市街地と住宅団地周辺を分析対象とし、土地利用の現況を示すデータとして1989年8月20日と1997年11月2日の2時期の対象地区周辺の航空写真デジタルデータをパソコンに取り込み、その画像上で対象地区内の表-2に示す5種類の区分で同一土地利用を示す地区のポリゴンを作成した。これらの地区を選定するときは調査年の間に土地利用変化がないように、上記の航空写真データの2時点で土地利用の変化のない地区を選んだ。土地被覆(利用)種別として、建ペイ地は「住宅」(一戸建て)の街区を選び、敷地も含めその区域全体として地区を選定した。非建ペイ地は農地の「田畑」、樹林値、草地等の「緑地」、グラウンドなどの「裸地」、「道路・駐車場」の4種類とし表-2に示す内容の区域を高岡、小杉地区でそれぞれ20地点程度選定した。地区数に差があるのは対象範囲にそれぞれの区分に該当する適当な大きさの地区が多くあるかないかの差があるためである。

これらのデータから先に航空写真上で選んだ同一地区についてランドサットデータからバンド値と演算指標値を読みとり、各地区での7バンドと演算指標の平均値を算出した。

分析ではまず、バンド演算指標も含めたバンド値間

*キ-ワズ：ランドサットTMデータ,土地被覆,バンド演算指標
 **正会員,工修,富山県立大学短期大学部環境工学科,講師
 〒939-0398 富山県射水郡小杉町黒河5180 Tel.:0766-56-7500, Fax:0766-56-7804
 ***非会員,(株)アイザック
 ****非会員,富山県立大学

表-2 土地被覆区分と調査対象地区数

被覆区分名	土地被覆の状況	調査地区数	
		高岡	小杉
住宅	主に一戸建て住宅の街区	20	20
田畑	田畑等の農地	20	16
緑地	樹林地、草地	2	32
裸地	グランド、土の空地	18	14
道路 駐車場	コンクリートに覆われた道路、駐車場	30	8

の関連について考察を行った。各土地被覆地区との関連についてどのような関係が見られるか考察を行った。

さらにこれらのランドサットデータが季節によりどう変動するか同一地区での値を比較することにより、季節による特性や同一季節においても撮影日での変動があるかについて検討を行った。

3. バンド演算指標について

演算指標については筆者が行った研究⁵⁾で市街地での土地利用面積比率との関連が見られた表-3に示すバンド演算値を用いた。それぞれ都市的土地被覆面積比率を求める回帰式に説明変数で取り上げたバンドでこれらの演算指標について検討した。ここで取り上げた演算指標は(BAND4-BAND3)/(BAND4+BAND3)が植生指標であり、(BAND7-BAND4)/(BAND7+BAND4)が河邑ら^{2,3)}の都市化指標 UI、(BAND2-BAND4)/(BAND2+BAND4)が大橋ら⁴⁾の開発化指標 DI として提案されており、これらの指標と土地被覆との関連を検討する(以後指標名は BAND を省いた表示とする)。

これらの土地利用の面積比率と各バンド値と相関を

表-3 バンド演算指標の特徴

演算指標	特徴
$(4-3)/(4+3)$	緑地との相関が高い(=NVI)
$(7-4)/(7+4)$	住宅との相関が高い(=都市化指標)
$(2-4)/(2+4)$	道路との相関が高い(=開発化指標)

表-4 バンド値、演算指標間の相関係数 (小杉全地区n=90 1994/8/26)

単相関	1	2	3	4	5	6	7	$(4-3)/(4+3)$	$(7-4)/(7+4)$	$(2-4)/(2+4)$
1	1.000									
2	0.914	1.000								
3	0.924	0.967	1.000							
4	-0.179	0.175	0.030	1.000						
5	0.773	0.907	0.885	0.276	1.000					
6	0.579	0.315	0.427	-0.761	0.210	1.000				
7	0.904	0.875	0.909	-0.182	0.861	0.582	1.000			
$(4-3)/(4+3)$	-0.819	-0.598	-0.706	0.659	-0.439	-0.855	-0.795	1.000		
$(7-4)/(7+4)$	0.753	0.527	0.619	-0.677	0.442	0.857	0.818	-0.957	1.000	
$(2-4)/(2+4)$	0.718	0.444	0.542	-0.786	0.269	0.881	0.685	-0.972	0.953	1.000

表-5 住宅地区内の建物面積比率とバンド値、演算指標の相関係数 (小杉、高岡地区 n=88)

	1	2	3	4	5	6	7	$(4-3)/(4+3)$	$(7-4)/(7+4)$	$(2-4)/(2+4)$
建物面積比率	0.816	0.663	0.508	-0.572	0.624	-0.683	0.818	-0.822	0.867	0.791

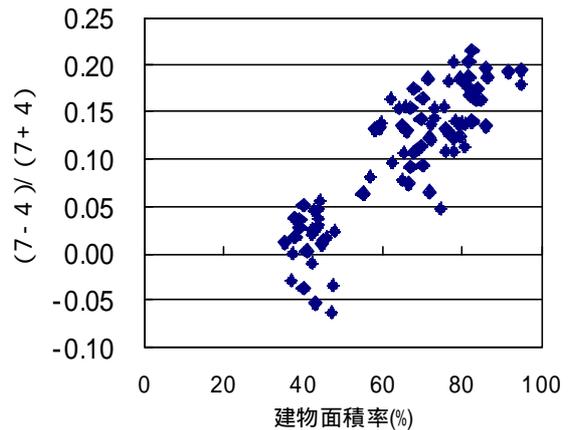


図-1 $(7-4)/(7+4)$ と建物面積比率との相関

みると、その主な特徴として、住宅面積比率はバンド7と正の、バンド4と負の高い相関を示した。ビル面積や道路面積比率はバンド1, 2は正の相関を示し、一戸建て同様バンド4と負の高い相関を示し、回帰式における回帰係数の符号も同様の傾向を示した⁵⁾。これはバンド1, 2, 7が人工構造物に対する特性を示すものと考えられる。

さらに1996/4/25のデータを用いて高岡、小杉地区内の住宅地での各地区における建物面積比率を求め、バンド値、演算指標との相関を求めたものを表-5に示す。また、 $(7-4)/(7+4)$ と建物面積比率との関係を図-1に示す。これによるとバンド1, 7や $(7-4)/(7+4)$ で地区内建物面積比率と正の高い相関が見られ、 $(4-3)/(4+3)$ やバンド4, 熱との関連のあるバンド6と負の相関が見られる。この演算指標と住宅地区との相関が高いことが考えられる。また、表-4に示す5種類の被覆地区全域での各バンド値、演算指標間の相関を見ると $(4-3)/(4+3)$ は他のすべての指標と負の関係が見られた。

図-2, 図-3の各土地被覆別に示した分布状況を見ると

$(2-4)/(2+4)$ と $(7-4)/(7+4)$ を比べると $(7-4)/(7+4)$ の方が緑地と住宅の判別ができると考えられる。また、 $(2-4)/(2+4)$ と $(4-3)/(4+3)$ は負の相関がかなり強く、指標として裏返しの関係が見られた。

4. バンド値、演算指標の季節及び撮影時期の変動特性

ランドサットデータが季節によりどのような差がでるかについて高岡、小杉地区で検討した。

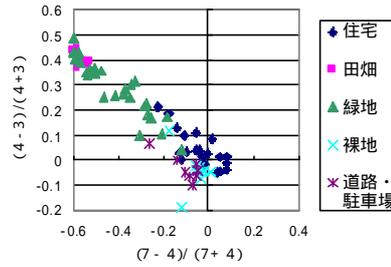


図-2 土地被覆別散布図 (小杉 1994.8.26)

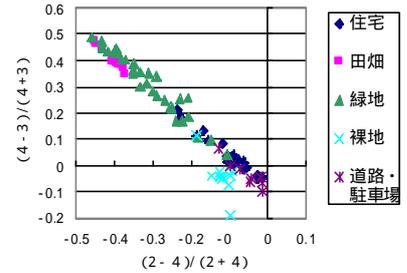


図-3 土地被覆別散布図 (小杉 1994.8.26)

季節変動として高岡地区での表-6に示す3月、5月、8月、10月のデータを比較した。季節変動では冬期間は積雪があるため省いてある。この表-6は例として住宅地区内でのバンド値の最大値と最小値の範囲を示したもので、3, 10月の変動が小さく、8月の変動幅が最も大きいと考えられる。また、表-7, 8に示す5月、8月について撮影日の異なるデータの範囲を見ると5月では撮影日により変動範囲が小さいものがあったりするが、8月では変動がいずれの撮影日のデータでも他の季節に比べ変動が大きく、また、撮影日による差が少ないと言える。これらの特性は他の土地被覆状況地区や演算値指標においてでも同様の傾向である。

表-6 バンド値の最大値と最小値の差 (高岡住宅n=20)

	1999/3/17	1991/5/14	2000/5/6	1999/8/8	1997/10/21
バンド1	9	12	6	20	6
バンド2	4	8	4	14	4
バンド3	9	14	8	22	5
バンド4	8	26	11	28	7
バンド5	14	26	14	31	16
バンド6	4	21	6	6	8
バンド7	18	24	16	27	14

表-7 バンド値の最大値と最小値の差 (小杉住宅n=20)

	1986/4/14	1991/5/14	1996/4/25	2000/5/6
バンド1	10	12	8	4
バンド2	7	8	5	3
バンド3	12	12	10	4
バンド4	13	19	14	16
バンド5	21	18	19	13
バンド6	5	22	8	7
バンド7	12	16	21	16

表-8 バンド値の最大値と最小値の差 (小杉住宅n=20)

	1986/8/20	1994/8/26	1995/8/29	1999/8/8
バンド1	13	10	12	15
バンド2	8	6	6	7
バンド3	17	12	12	13
バンド4	33	21	29	22
バンド5	23	20	17	29
バンド6	8	6	6	6
バンド7	17	15	17	22

また、表-9に示すように異なる撮影日間の相関を見ると8月のデータでは各年の観測データはいずれのバンド値、演算指標でも相関が0.9程度と高く、分布状況を見ても同じ値を示している。さらに演算値指標の方がバンド値よりも値が同じ値になる傾向が見られた。これは値を正規化しているためと考えられる。その他の季節間の分布では変動幅の差による差があるため、相関的には高い場合でも同じ地点でのバンド値に差が出る傾向が多く見られた。

表-9 (7-4)/(7+4)指標の撮影日別の相関係数 (小杉n=90)

	1986/8/20	1994/8/26	1995/8/29	1999/8/8
1986/8/20	1.000			
1994/8/26	0.919	1.000		
1995/8/29	0.934	0.928	1.000	
1999/8/8	0.899	0.949	0.925	1.000

	1986/4/14	1991/5/14	1996/4/25	2000/5/6
1986/4/14	1.000			
1991/5/14	0.732	1.000		
1996/4/25	0.734	0.818	1.000	
2000/5/6	0.671	0.878	0.783	1.000

次に各土地被覆種別に示した分布状況を散布図から見ると、図-4~7に示すように季節別の分布状況では3, 10月の分布変動幅が小さい季節では演算指標において被覆別の分布が同じ所に分布し、区分しづらく、図-2, 3, 8, 9に示す5, 8月では住宅、道路・駐車場と緑地、田畑の分布による区分が可能であると考えられるが、(2-4)/(2+4)は5月では田畑の特性が住宅と同じになる傾向がある。これは田畑の被覆状況が

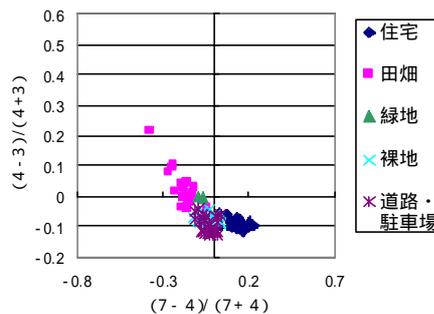


図-4 土地被覆別散布図 (高岡 1999.3.17)

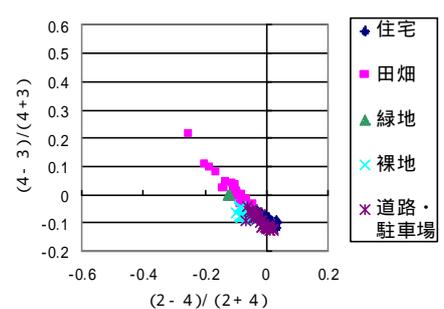


図-5 土地被覆別散布図 (高岡 1999.3.17)

水面であったりとな変していることが考えられ、さらにバンド2の値が5月のデータで他時期と比べ高く出る傾向が見られた。

$(7-4)/(7+4)$ は $(2-4)/(2+4)$ に比べ住宅と緑地、田畑とを区別する傾向があり、 $(2-4)/(2+4)$ は道路・駐車場をより示す傾向が見られた。

図-10に示す演算指標による周辺地域を含めたグレースケール画像を見ると8月のデータによる画像はいずれも類似した画像で、 $(7-4)/(7+4)$ では住宅の現況をよく示していると考えられる。

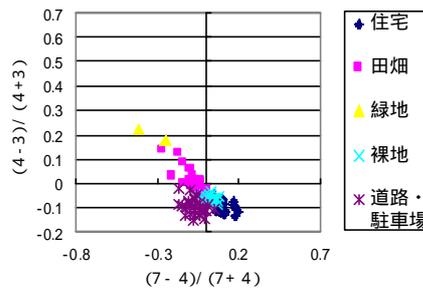


図-6 土地被覆別散布図 (高岡 1997.10.21)

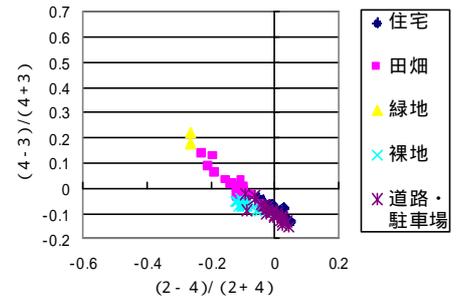


図-7 土地被覆別散布図 (高岡 1997.10.21)

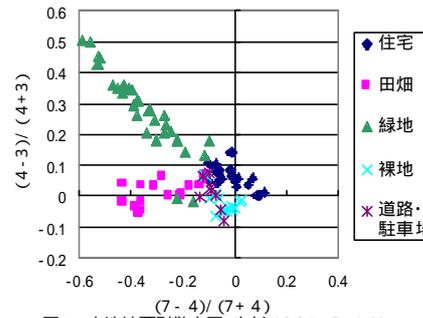


図-8 土地被覆別散布図 (小杉 1991.5.14)

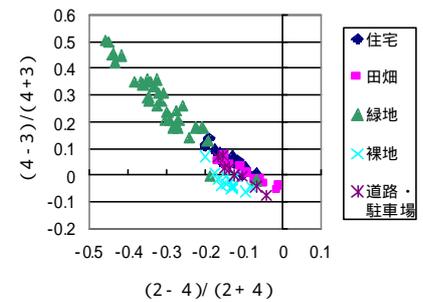


図-9 土地被覆別散布図 (小杉 1991.5.14)

5. まとめ

ランドサットデータを用いた演算指標による都市域の土地被覆の把握手法について検討を行い、それらの季節や撮影時期による変動特性等を考察した。

演算指標の特性では $(7-4)/(7+4)$ が住宅地との関連が強く、市街地の状況を示す指標として都市の土地利用状況をマクロに把握するのに有効であると考えられる。また、撮影時期の特性として夏期のデータがバンド特性が一定している傾向にあった。

また、田畑等の被覆に変化があるものについては撮影時期により異なる特性を示す場合があり注意が必要である。

最後に、今回の研究に用いたランドサットデータはSpaceImaging/宇宙開発事業団から提供を受けたものである。

参考文献

- 1) 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
- 2) 河邑真他「広域衛星画像を利用した多段階土地被覆分類方法についての検討」,土木学会年次講演概要 Vol. 51 CS-176, pp352-353, 1996



図-10 $(7-4)/(7+4)$ 画像 (小杉 1994/8/26)

- 3) Makoto K et.al. 「QUANTITATIVE EVALUATION AND ITS INFLUENCE ON THE NATIONAL ENVIRONMENT IN URBAN AREAS USING SATELLITE DATA」,土木学会年次講演概要集 Vol.53 CS-216, pp.430-431, 1998
- 4) 大森,後藤「衛星リモートセンシングを用いたウォーターフロント地域の開発前後に見る熱環境変化」,土木学会年次公演概要集 Vol.54 CS-14, pp28-29, 1999
- 5) 天野智順「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比率面積推定法の適用」,土木計画学研究講演集 Vol.23(2), pp.491-494, 2000