

第2章 土地利用分布状況

- 2.1. はじめに
- 2.2. 土地利用分布状況
- 2.3. NDVI 分布状況
- 2.4. まとめ

2.1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

わが国の都市は戦後の高度経済成長期を経て、その過程で都市圏への人口集中や業務・生産機能の都市へ集中立地などが図られ、結果として、市街地は広域化し周辺の緑地や生産系緑地は減少していくことになった。生活環境や自然環境の維持・保全を考え、市街化や緑地減少の態様を定量的に把握することは、計画策定段階において重要な資料となり得る。

本章では、北九州市、福岡市、大分市の3都市について、ランドサット TM データと3次元的地形データなどを用いて、2時点間の3都市における土地被覆分類の変化、標高別分布状況、傾斜度別分布状況の変化などの土地利用分布状況を経年的に把握する。同様に、経年的な NDVI の変化、また標高別分布状況、傾斜度別分布状況の変化を把握する。

(2) 使用データ

本研究に用いたランドサット TM データの概要を以下の表 2 - 1 に示す。観測日は、ほぼ同時期ではあるが、若干の違いについては、天候、雲などがデータの精度に影響するためであり、より精度の高いデータを入手するためである。大分市については、1997 年の適切なデータが得られなかったため、1998 年のデータを使用している。北九州市については、観測範囲の関係から、フルシーン、サブシーンの合成により、市域全体のデータを作成している。

表 2 - 1 . ランドサット TM データの概要

	北九州市	福岡市	大分市
観測日	1987年12月14日 1997年2月4日	1987年12月4日 1997年2月4日	1987年12月2日 1998年1月30日
パス ロウ	113-37 (フルシーン) 113-36 (サブシーン)	113-37 (フルシーン)	112-37 (フルシーン)
作成方法	教師付き分類	教師付き分類	教師付き分類
分類手法	最尤法	最尤法	最尤法
グランドトゥールースデータ	1/25,000地形図	1/25,000地形図	1/25,000地形図
地上分解能	約28.5m		

また、これらのランドサット TM データの処理・加工は、PCI (PCI Remote Sensing 社製) と ERDAS Imagine8.5 (ERDAS 社製) を用いて行った。

2.2. 土地利用分布状況

ここでは、北九州市、福岡市、大分市を研究対象としてそれぞれの都市における 1987 年から 1997 年 (大分市は 1998 年) における土地利用分布状況の経年変化を土地被覆分類から 2 次元的に解析する。さらには、土地被覆分類図と標高や傾斜度といった地形データとの統合により 3 次元的な解析を行う。

(1) 土地被覆分類の変化

ここでは、本研究の対象都市である北九州市、福岡市、大分市の3都市について土地被覆状況の把握を行う。

まず研究対象都市の構成比をみってみる。表 2 - 2 に3都市における2ヶ年の土地被覆状況の推移を示す。2時点間の経年変化をみると、全都市において8%以上の緑地が減少し、北九州市、福岡市については、生産系緑地の減少が顕著である。北九州市、福岡市をみると1997年には市街地のメッシュ数が緑地のメッシュ数より多くなっている。この2都市においては市街地内部もしくは周辺部の緑地、生産系緑地が市街地へと変化したと考えられる。

次に、北九州市、福岡市、大分市の土地被覆の経年変化を土地被覆分類図より把握する。図 2 - 1、図 2 - 2、図 2 - 3 は、3都市の土地被覆分類図である。これらの図からも市街地内部、またそ

の周辺部の緑地、特に低密度の緑地（薄緑）や生産系緑地（水色）の減少が顕著にみられ、これらを中心に市街化していることがわかる。

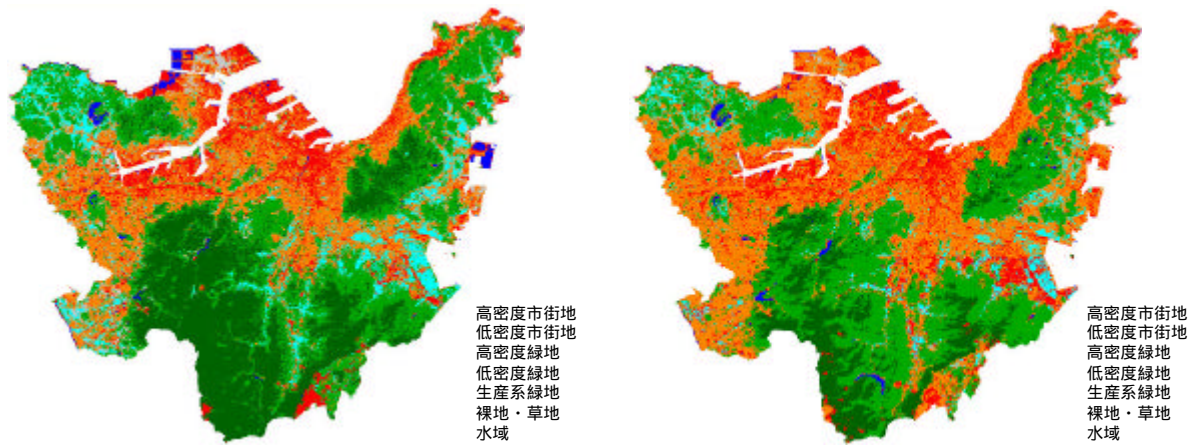


図2 - 1 . 土地被覆分類図（北九州市） 左：1987年、右：1997年

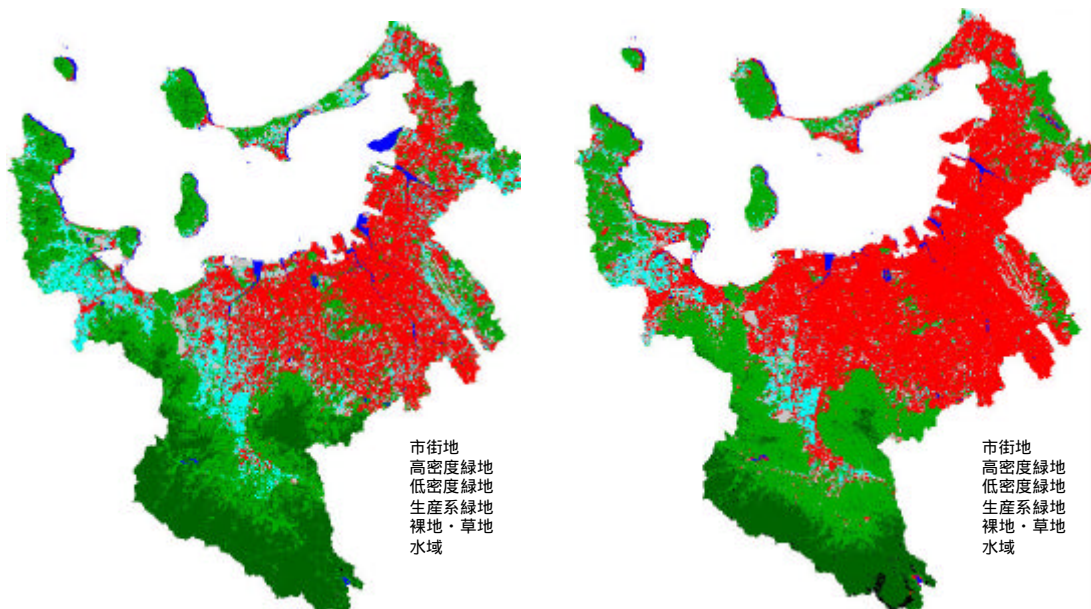


図2 - 2 . 土地被覆分類図（福岡市） 左：1987年、右：1997年

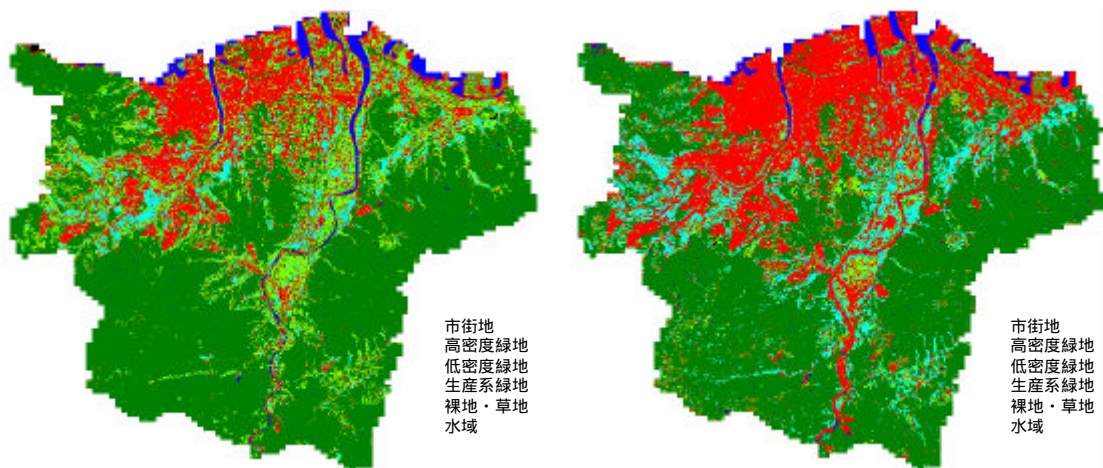


図2 - 3 . 土地被覆分類図（大分市） 左：1987年、右：1998年

表2-2.3 都市の土地被覆メッシュ数及び構成比の経年変化

		北九州市		福岡市		大分市	
		1987年	1997年	1987年	1997年	1987年	1998年
市街地	メッシュ数	65,967	89,361	37,744	59,642	20,542	31,745
	構成比	36.6%	49.6%	29.8%	47.3%	14.6%	22.5%
緑地	メッシュ数	92,684	78,050	61,903	49,509	84,361	71,421
	構成比	51.4%	43.3%	48.8%	39.2%	59.9%	50.7%
生産系	メッシュ数	14,747	10,491	13,386	6,338	23,702	21,853
	構成比	8.2%	5.8%	10.6%	5.0%	16.8%	15.5%
裸地・草地	メッシュ数	4,659	754	10,921	9,074	8,838	12,730
	構成比	2.6%	0.4%	8.6%	7.2%	6.3%	9.0%
水域	メッシュ数	2,186	1,587	2,771	1,582	3,473	3,099
	構成比	1.2%	0.9%	2.2%	1.3%	2.5%	2.2%
合計		180,243	180,243	126,725	126,145	140,916	140,848

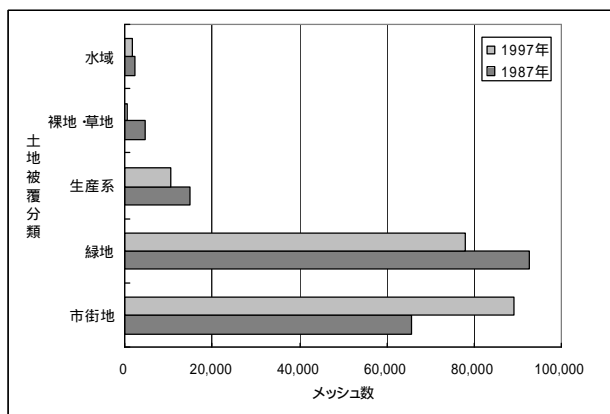


図2-4. 土地被覆分類経年変化(北九州市)

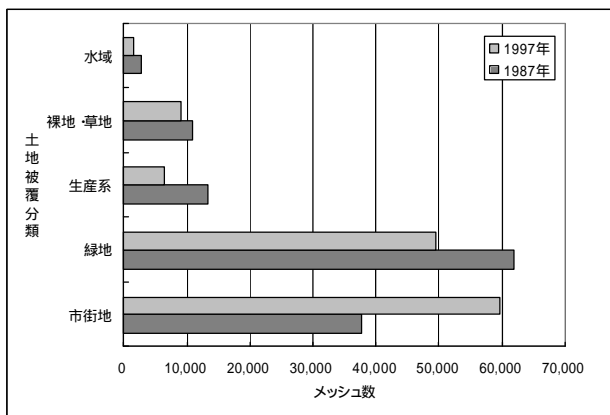


図2-5. 土地被覆分類経年変化(福岡市)

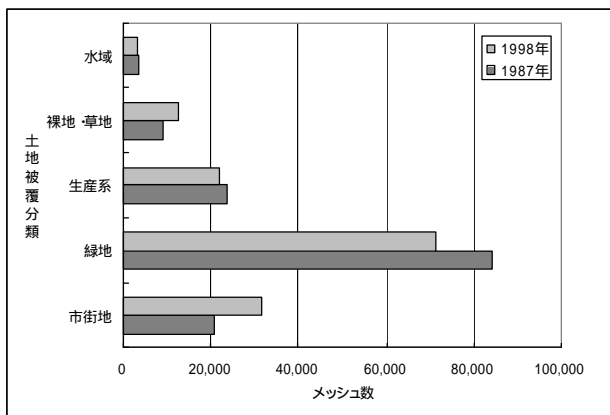


図2-6. 土地被覆分類経年変化(大分市)

(2) 標高別分布状況

ここでは、3都市における土地被覆分類の経年変化、特に市街地、緑地の変化量と増加率、減少率を前項で作成した土地被覆分類図と標高データをもとに、3次元的に把握する。標高データを標高0~10、11~20、21~30、31~50、51~100、101~200、201~400、401~(m)の8つに分け、それぞれの市街地、緑地の変化を把握する。

表2-3、表2-4、表2-5、及び図2-7、図2-8、図2-9は北九州市、福岡市、大分市における2時点間の市街地、緑地変化量と増加率、減少率を示したものである。これをもとに3都市についての標高別の土地利用状況を把握する。

まず、北九州市では市街地の増加量が標高0~10mの間で7,141メッシュと最も多い。それと比較して緑地の減少量1,660メッシュと大きな差があることがわかる。これは市街地へ変化したのが緑地だけでなく、生産系緑地、裸地・草地からの変化量が多かったためである。逆に緑地の減少量が最も多かったのは標高51~100mの間で3,221メッシュ減少している。標高101mを越えるあたりからは、緑地の減少量が市街地の増加量を上回っている。これは開発途中の土地が裸地・草地等に判別されたためと考えられる。

福岡市については北九州市と同様の傾向がみられ、平野部での市街地の増加量が8,989メッシュと最大値を示した。しかし、緑地の減少量については標高0~10mの間で3,132メッシュと最大である。

大分市では、他の2都市とは違う傾向を示している。標高21mを越えたあたりから緑地の減少が顕著にみられ、特に標高51~100mの間で4,100メッシュと緑地の減少量が最大であった。また市街地の増加量についても同標高間での増加が他の標高エリアと比較し、かなり大きな値を示している。大分市ではこの標高の範囲における宅地開発が近年特に著しく、それに伴うインフラ整備が大きな要因であると考えられる。

3都市に共通しているのは、平野部での市街化が著しいことである。また緑地の減少は、標高51~100m付近の宅地開発や、それに伴う道路整備などのインフラ整備にも大きく影響されることがわかる。

表2-3 標高別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率(北九州市)

	年次	0~10m	~20m	~30m	~50m	~100m	~200m	~400m	401m~
市街地	1987年	32,129	9,969	6,915	8,244	5,467	958	210	1,167
	1997年	39,270	12,932	9,370	11,570	8,980	2,416	930	2,725
	増加量	7,141	2,963	2,455	3,326	3,513	1,458	720	1,558
	増加率	18.2%	22.9%	26.2%	28.7%	39.1%	60.3%	77.4%	57.2%
緑地	1987年	3,441	4,196	4,187	6,248	15,166	22,493	25,984	10,944
	1997年	1,781	2,671	2,706	3,895	11,945	20,590	25,151	9,309
	減少量	1,660	1,525	1,481	2,353	3,221	1,903	833	1,635
	減少率	48.2%	36.3%	35.4%	37.7%	21.2%	8.5%	3.2%	14.9%

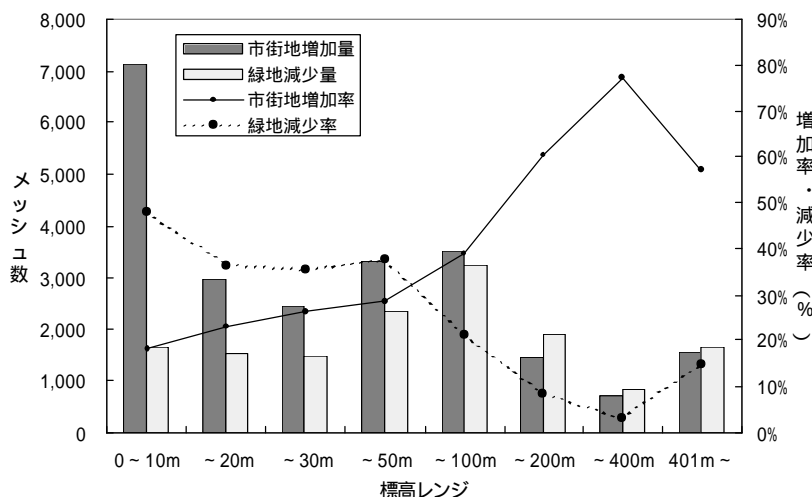


図2-7 標高別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率(北九州市)

表2-4. 標高別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率（福岡市）

	年次	0~10m	~20m	~30m	~50m	~100m	~200m	~400m	401m~
市街地	1987年	21,776	8,772	4,461	1,957	626	26	8	0
	1997年	30,765	13,359	7,270	4,442	2,476	369	132	32
	増加量	8,989	4,587	2,809	2,485	1,850	343	124	32
	増加率	29.2%	34.3%	38.6%	55.9%	74.7%	93.0%	93.9%	100.0%
緑地	1987年	4,881	3,217	3,232	5,263	9,354	10,321	12,583	12,993
	1997年	1,749	1,248	1,517	3,179	7,372	9,698	12,291	12,453
	減少量	3,132	1,969	1,715	2,084	1,982	623	292	540
	減少率	64.2%	61.2%	53.1%	39.6%	21.2%	6.0%	2.3%	4.2%

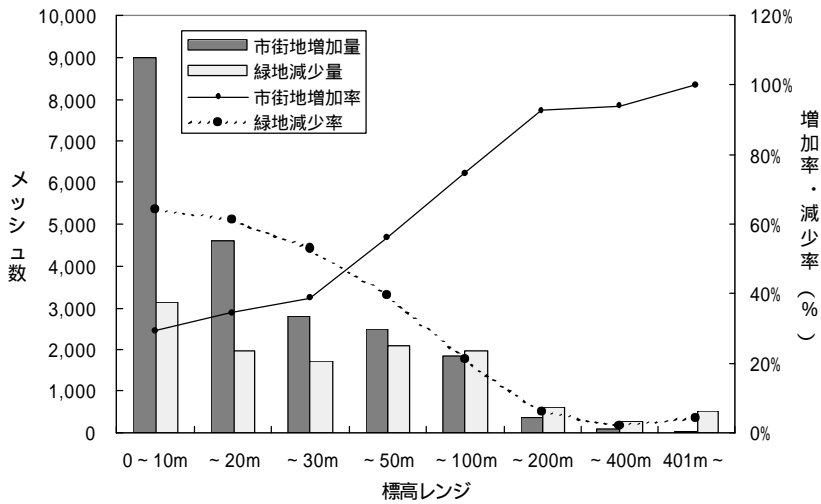


図2-8. 標高別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率（福岡市）

表2-5. 標高別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率（大分市）

	年次	0~10m	~20m	~30m	~50m	~100m	~200m	~400m	401m~
市街地	1987年	13,091	2,602	993	1,804	2,037	204	20	0
	1998年	15,829	3,437	1,326	2,487	3,204	479	30	71
	増加量	2,738	835	333	683	1,167	275	10	71
	増加率	17.3%	24.3%	25.1%	27.5%	36.4%	57.4%	33.3%	100.0%
緑地	1987年	2,854	2,574	3,089	7,944	24,223	23,010	15,440	5,227
	1998年	1,707	1,793	2,367	6,191	20,123	21,101	14,451	4,325
	減少量	1,147	781	722	1,753	4,100	1,909	989	902
	減少率	40.2%	30.3%	23.4%	22.1%	16.9%	8.3%	6.4%	17.3%

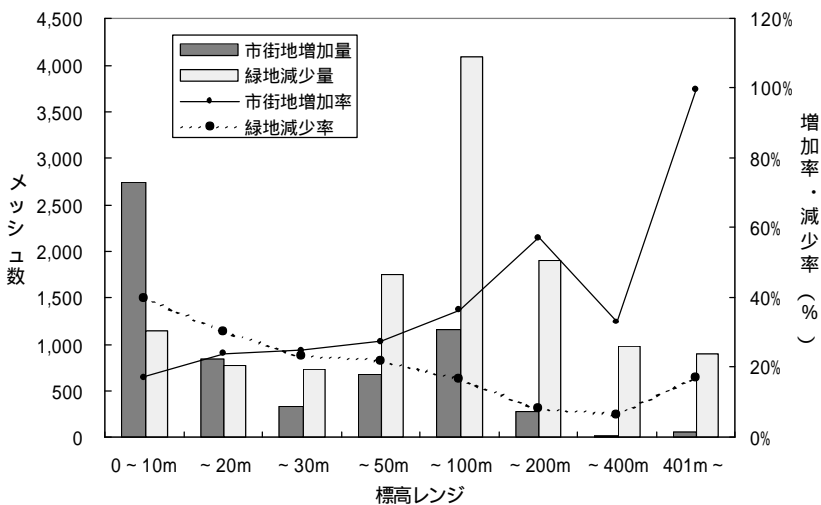


図2-9. 標高別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率（大分市）

(3) 傾斜度別分布状況

ここでは、3都市における2時点間の市街地、緑地について傾斜度データを用いて、傾斜度0°～5°、6°～10°、11°～15°、16°～の4つに分け、市街地及び緑地の分布状況を把握し、またそれぞれの都市における市街地、緑地の経年変化を把握する。

表2-6、表2-7、表2-8及び図2-10、図2-11、図2-12は北九州市、福岡市、大分市の市街地、緑地変化量と増加率、減少率を示したものである。

3都市に共通して傾斜度0°～5°の範囲において市街地分布が集中しており、市街地の増加もこのエリアに集中している。

北九州市、福岡市については、この範囲において市街地の増加量が緑地の減少量を上回っている。この2都市については、傾斜の緩やかな地域において、緑地のみでなく生産系緑地、裸地・草地から市街地へ変化したと考えられる。

一方、大分市については、他の2都市と傾斜度0°～5°の範囲で異なった傾向を示しており、この範囲の緑地の減少量が市街地の増加量を上回っている。大分市では、傾斜の緩やかな地域において減少した緑地のほとんどが市街地に変化したと考えられる。

また傾斜度5°以上の範囲については、3都市ともに緑地の減少量が上回っている。この範囲における市街地の増加は、傾斜度の上昇に伴い、開発が困難になることや法的規制により抑制されていることによるといえる。逆に緑地の減少においては道路整備などによる開発が要因として考えられる。とりわけ大分市においては、緑地の減少量と市街地の増加量の差が大きく、これは丘陵地の宅地開発によるところが大きいと考えられる。

表2-6 傾斜度別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率（北九州市）

	年次	0～5°	～10°	～15°	16°～
市街地	1987年	61,882	3,772	306	7
	1997年	80,657	7,890	804	10
	増加量	18,775	4,118	498	3
	増加率	23.3%	52.2%	61.9%	30.0%
緑地	1987年	29,892	47,792	14,883	117
	1997年	20,311	43,423	14,201	115
	減少量	9,581	4,369	682	2
	減少率	32.1%	9.1%	4.6%	1.7%

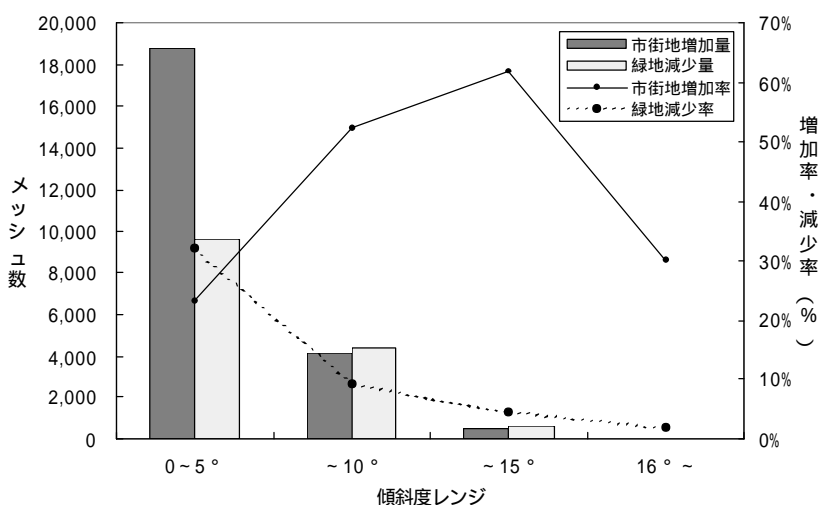


図2-10 傾斜度別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率（北九州市）

表2-7. 傾斜度別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率(福岡市)

	年次	0~5°	~10°	~15°	16°~
市街地	1987年	37,552	169	23	0
	1997年	58,720	841	81	0
	増加量	21,168	672	58	0
	増加率	36.0%	79.9%	71.6%	0.0%
緑地	1987年	28,942	29,158	3,801	2
	1997年	17,942	27,892	3,673	2
	減少量	11,000	1,266	128	0
	減少率	38.0%	4.3%	3.4%	0.0%

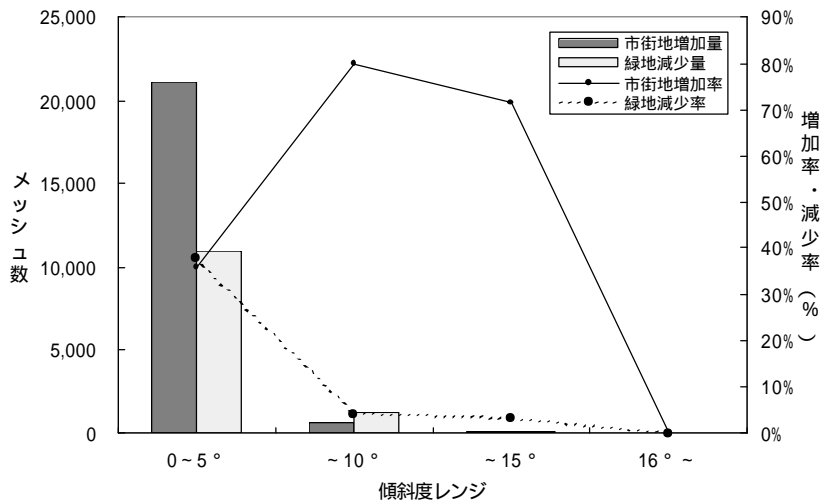


図2-11. 傾斜度別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率(福岡市)

表2-8. 傾斜度別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率(大分市)

	年次	0~5°	~10°	~15°	16°~
市街地	1987年	20,163	517	56	15
	1998年	25,628	1,093	127	15
	増加量	5,465	576	71	0
	増加率	21.3%	52.7%	55.9%	0.0%
緑地	1987年	29,324	37,081	15,600	2,356
	1998年	21,805	33,503	14,545	2,205
	減少量	7,519	3,578	1,055	151
	減少率	25.6%	9.6%	6.8%	6.4%

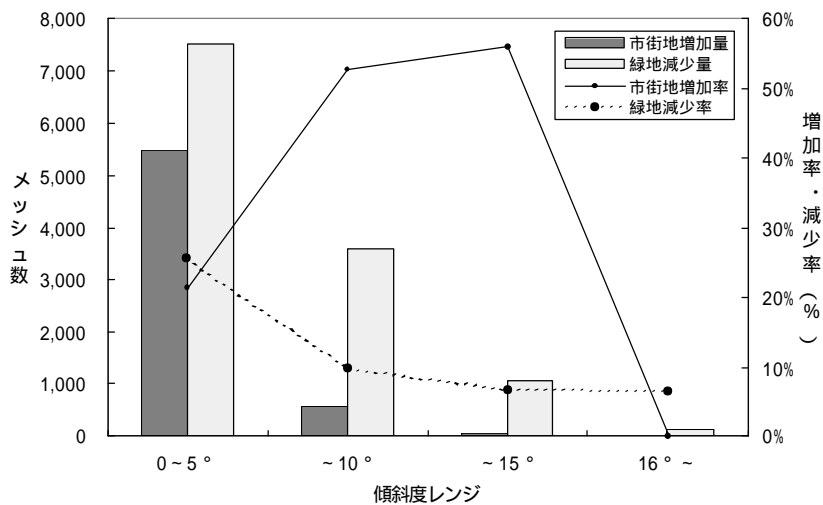


図2-12. 傾斜度別の市街地・緑地変化量と増加率・減少率(大分市)

2.3. NDVI 分布状況

ここでは、研究対象都市における2時点間のNDVI分布状況の経年変化を、地形的条件（標高と傾斜度）も考慮に入れて把握する。

(1) NDVI の変化

まず本研究では、ランドサット TM データを用い緑地情報を得ているが、緑地の植生活性度を測るための指標として正規化植生指標「NDVI」を利用する。NDVI の算出方法は以下の式による。式中の Band3 と Band4 はランドサット TM データのバンド 3、4 に相当する。

$$NDVI = \frac{Band\ 4 - Band\ 3}{Band\ 4 + Band\ 3}$$

本研究で算出した NDVI の値は理論的には 0 ~ 200 の範囲を取るが実際には 40 ~ 180 程度の範囲であり、その値が高いほど植生活性度が高いと考えられる。この NDVI をもとに作成した 3 都市の 1987 年と 1997 年の NDVI 分布図を図 2 - 13、図 2 - 14、図 2 - 15 に示す。これをみると、山地の緑地の多い地域ではどの都市においても NDVI が高いことがわかるが、一般的に、NDVI はその特性として季節や観測時点の気象条件に敏感に反応するため、単純な経年の比較は困難と考えられる。

(2) 標高別分布状況

ここでは、標高データとの統合により NDVI の 3 次元的分布特性を把握していく。表 2 - 9、表 2 - 10、表 2 - 11 に北九州市、福岡市、大分市の NDVI と標高のクロス集計表を示す。

表 2 - 9 . NDVI と標高のクロス集計 (北九州市)

年次	NDVI \ 標高	標高							
		0 ~ 10m	~ 20m	~ 30m	~ 50m	~ 100m	~ 200m	~ 400m	401m ~
1987年	0 ~ 60	91	4	2	1	1	2	0	0
	61 ~ 90	17,524	2,643	1,406	1,314	1,314	896	690	867
	91 ~ 120	25,526	12,036	9,282	12,037	12,438	9,661	11,199	6,829
	121 ~ 150	3,935	2,992	2,677	3,484	8,927	13,339	14,212	4,454
	151 ~	5	4	4	1	8	107	225	80
1997年	0 ~ 60	414	177	53	45	94	77	24	4
	61 ~ 90	15,141	2,619	1,640	1,541	1,547	1,549	2,467	1,400
	91 ~ 120	25,100	9,986	7,573	9,750	8,566	5,327	6,050	3,958
	121 ~ 150	6,066	4,407	3,650	5,054	10,767	13,285	13,280	5,700
	151 ~	360	490	455	447	1,714	3,767	4,505	1,168

表中の度数はメッシュ数

表 2 - 10 . NDVI と標高のクロス集計 (福岡市)

年次	NDVI \ 標高	標高							
		0 ~ 10m	~ 20m	~ 30m	~ 50m	~ 100m	~ 200m	~ 400m	401m ~
1987年	0 ~ 60	179	11	7	6	1	0	0	1
	61 ~ 90	12,327	1,808	682	344	159	54	159	548
	91 ~ 120	25,304	13,872	8,280	6,048	4,562	2,100	2,840	4,413
	121 ~ 150	3,201	1,829	1,675	3,134	6,612	7,697	8,683	7,384
	151 ~	47	9	33	100	325	645	982	713
1997年	0 ~ 60	893	44	23	30	10	5	20	32
	61 ~ 90	11,421	2,085	787	420	272	138	369	821
	91 ~ 120	24,180	12,898	7,404	5,051	3,825	1,460	1,884	2,874
	121 ~ 150	4,406	2,361	2,179	3,371	5,832	6,745	7,522	6,954
	151 ~	158	141	284	760	1,720	2,148	2,869	2,378

表中の度数はメッシュ数

表 2 - 11 . NDVI と標高のクロス集計 (大分市)

年次	NDVI \ 標高	標高							
		0 ~ 10m	~ 20m	~ 30m	~ 50m	~ 100m	~ 200m	~ 400m	401m ~
1987年	0 ~ 60	372	13	3	8	13	6	0	0
	61 ~ 90	8,760	603	200	291	409	437	547	140
	91 ~ 120	19,431	7,902	4,046	5,985	8,256	4,237	3,136	934
	121 ~ 150	4,270	2,528	2,723	6,940	20,110	16,406	8,888	3,341
	151 ~	107	107	131	447	2,142	3,417	2,975	864
1998年	0 ~ 60	1,205	48	26	38	25	28	11	2
	61 ~ 90	8,533	766	279	411	583	683	812	229
	91 ~ 120	19,411	7,142	3,549	6,226	10,232	4,895	2,979	1,188
	121 ~ 150	3,639	3,052	3,030	6,242	16,523	14,161	8,420	2,966
	151 ~	152	145	219	754	3,567	4,736	3,324	894

表中の度数はメッシュ数

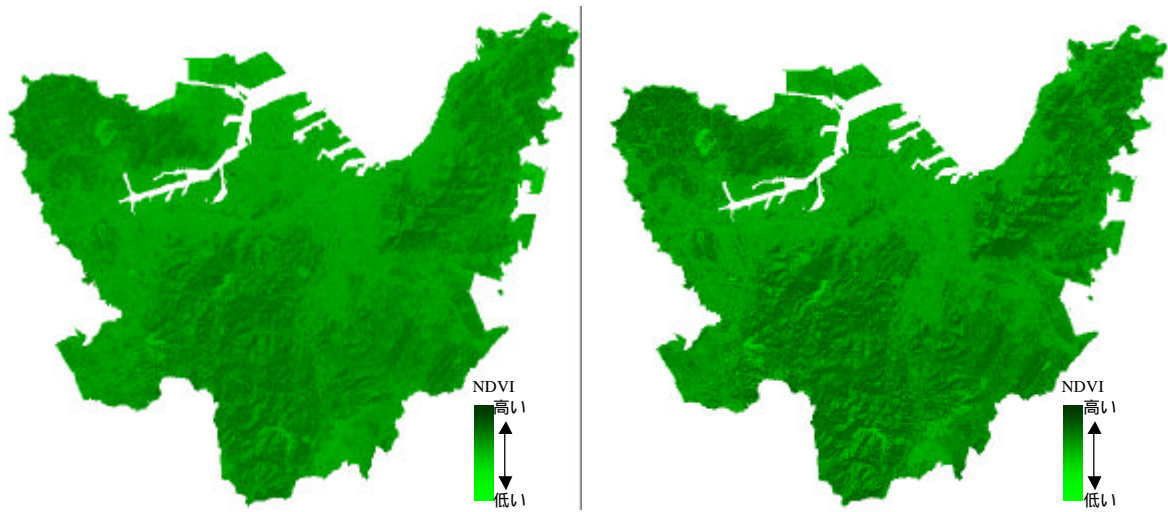


図2 - 4 . NDVI分布図 (北九州市) 左 : 1987年、右 : 1997年

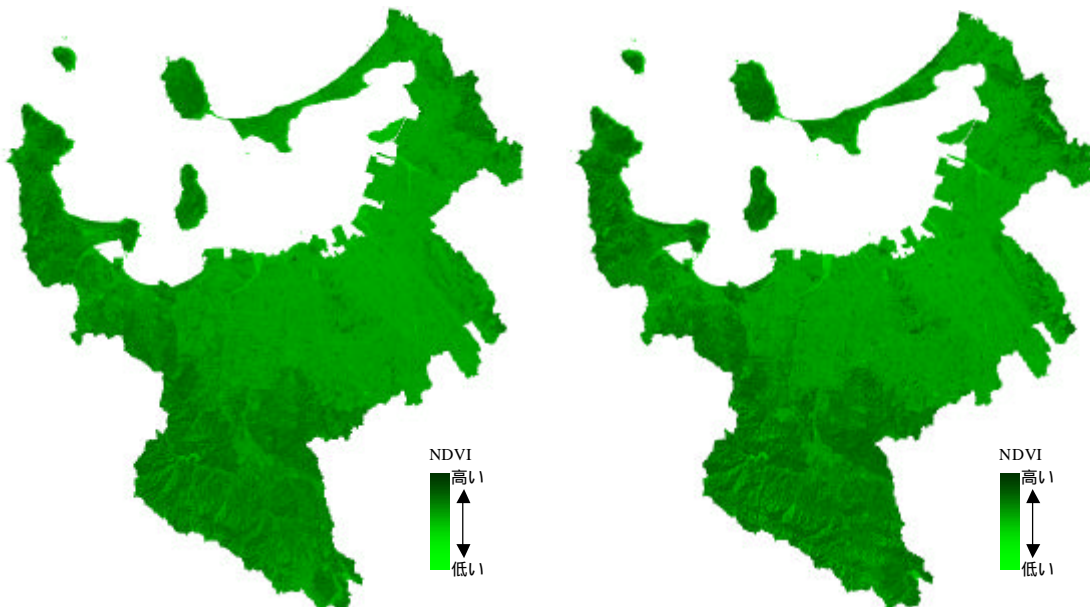


図2 - 5 . NDVI分布図 (福岡市) 左 : 1987年、右 : 1997年

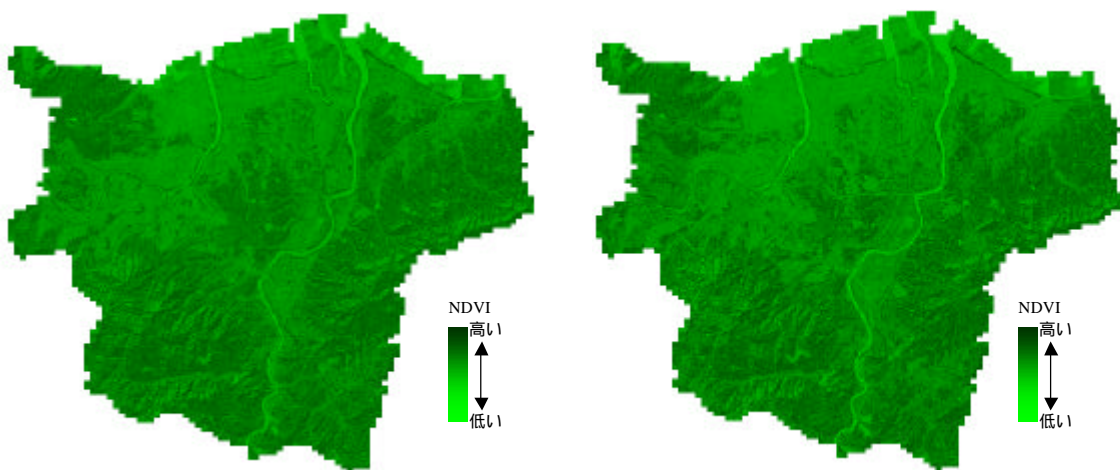


図2 - 6 . NDVI分布図 (大分市) 左 : 1987年、右 : 1998年

これらを見ると、どの都市においても平野部での NDVI は 61～120 の間で集中していることがわかる。これは市街地内またはその周辺部の緑地の植生活性度が低い緑地から高い緑地まで混在していることを示している。逆に標高 101m を越える辺りからどの都市についても NDVI が 121 以上のメッシュが目立つようになる。つまり、山間部で緑地は植生活性度が高く、高密度であることを示す。

(3) 傾斜度別分布状況

次に、傾斜度データとの統合による NDVI の傾斜度別の分布状況をみていく。表 2 - 1 2、表 2 - 1 3、表 2 - 1 4 は NDVI と傾斜度のクロス集計である。各傾斜度における NDVI の分布特性をみていくと傾斜度 0°～5°の間に NDVI が 120 以下のそれほど植生活性度の高くない地域が集中している。これは市街地内及びその周辺部の地域と考えられる。また傾斜度 6°～10°の間で NDVI が 121 を越える植生の高い地域が集中している。傾斜度 11°を越える地域のメッシュ数自体が少なくなるが、その中でも NDVI が 121 以上の地域の比率が高くなっていることがわかる。

これらのことから、開発可能な傾斜の緩やかな地域については植生の活性度が失われやすく、開発されにくい急傾斜の地域になると植生の活性度は失われにくいと考えられる。

表 2 - 1 2 . NDVI と傾斜度のクロス集計 (北九州市)

年次	傾斜度		0～5°	～10°	～15°	16°～
	NDVI					
1987年	0～60		93	8	0	0
	61～90		23,874	1,811	948	40
	91～120		67,807	24,384	6,759	65
	121～150		20,262	26,326	7,410	22
	151～		51	228	155	127
1997年	0～60		789	61	38	0
	61～90		21,796	3,736	2,311	65
	91～120		58,508	13,955	3,842	25
	121～150		27,342	28,238	6,603	28
	151～		3,652	6,767	2,478	9

表中の度数はメッシュ数

表 2 - 1 3 . NDVI と傾斜度のクロス集計 (福岡市)

年次	傾斜度		0～5°	～10°	～15°	16°～
	NDVI					
1987年	0～60		202	3	0	0
	61～90		15,318	575	188	0
	91～120		59,067	7,133	1,219	0
	121～150		18,181	19,930	2,103	1
	151～		513	2,008	332	1
1997年	0～60		981	63	13	0
	61～90		14,753	1,135	425	0
	91～120		53,759	4,921	896	0
	121～150		20,886	16,897	1,586	1
	151～		2,902	6,633	922	1

表中の度数はメッシュ数

表 2 - 1 4 . NDVI と傾斜度のクロス集計 (大分市)

年次	傾斜度		0～5°	～10°	～15°	16°～
	NDVI					
1987年	0～60		405	10	0	0
	61～90		10,002	681	579	125
	91～120		43,112	7,025	3,133	657
	121～150		27,781	26,620	9,490	1,315
	151～		1,790	5,446	2,652	302
1998年	0～60		1,205	48	26	38
	61～90		8,533	766	279	411
	91～120		19,411	7,142	3,549	6,226
	121～150		3,639	3,052	3,030	6,242
	151～		152	145	219	754

表中の度数はメッシュ数

2.4.まとめ

本章では、ランドサット TM データを用いて作成した土地被覆分類図と NDVI を用いて、北九州市、福岡市、大分市の市街地・緑地分布特性、NDVI 分布特性を地形的条件も考慮しながら、以下の分析を行った。

まず土地利用分布を明らかにするため土地被覆分類を使用し、2次元的な分析を行い、さらに標高、傾斜度といった地形データとの統合による3次元的な分析を行った。これらの分析により研究対象である3都市についての市街化と緑地減少の態様を明らかにした。

次に、NDVIの分布状況を明らかにした。2次元的な分布特性の把握をNDVI分布図の作成により行った。ここでも地形データとの統合によるNDVIの分布状況を3次元的に把握した。これらの分析により得られた知見を以下にまとめる。

(1) 2次元的土地被覆分類の変化

全都市において8%以上の緑地が減少し、特に北九州市、福岡市については、生産系緑地の減少が顕著である。この2都市においては市街地内部あるいは周辺部の緑地、生産系緑地が市街地へと変化したと考えられる

(2) 3次元的土地被覆分類の変化

標高ではどの都市も標高が高くなるにつれて市街地の割合が減少し、緑地の割合は増加しているが北九州市だけは標高400m以上の地域で市街地が20%程度増加している。

傾斜度については3都市とも0°~5°の範囲に市街地が集中し、市街地の増加もこの範囲に集中している。

(3) 2次元のNDVIの変化

NDVI分布図から判断すると、NDVIは観測時の天候、気温等に影響されるため、NDVIの経年変化を確認することは困難である。したがって経年変化をみるためにはNDVIの標準化などを行う必要があるのではないかと考えられる。

(4) 3次元のNDVIの変化

各標高におけるNDVIの分布特性として、3都市ともに標高の低い地域では植生活性度の低い地域と高い地域が混在している。逆に標高が高くなるにつれ、植生活性度の高い地域の集中がみられるようになる。

各傾斜度におけるNDVIの分布特性としては、傾斜度0°~10°で植生活性度の高い地域が最も集中して存在している。