

第3章 土地利用分布特性の把握

- 3.1. はじめに
- 3.2. 分析の流れとその手法
- 3.3. 形態指標の適用
- 3.4. 平均連結度数の適用
- 3.5. まとめ

3.1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

近年の人間や都市を取り巻く環境は急激な変化を見せている。環境を見ると窒素酸化物、硫黄酸化物などによる環境悪化に加えて、市街地の進展により都市内と周辺の緑の環境は縮退の一途をたどっている。すなわち、都市近郊の住宅開発や、市街地内未利用空地等の利用化によって緑の環境は絶対的に規模が縮小しているのである。そして、その現象は居住者の生活環境上の問題にとどまらず、地球規模で進行している森林の減少と連動し大規模な環境問題の一翼を担っている。このような問題に対して、西欧先進国、とりわけドイツにおいては都市内及び周辺の緑環境を回復する取り組みをきわめて組織的、制度的に実行し効果をあげている。すなわちビオトープ（自然生態系環境ゾーン）に代表される成果である。日本においては、近年の〈環境基本法〉の制定によって自治体の環境基本計画が立案されるようになったが、都市の環境、とりわけ緑の環境の現状と、緑の周辺環境の状態を統合して評価することは技術的な確立を見ていないのが現状である。

従来、日本の都市計画で策定されていた緑のマスタープランでは、必ずしも緑環境の適切な評価に基づいているとは言えず、したがって恣意的な計画になる可能性が大きい。マクロな視点から都市の緑環境を評価し、計画に反映する手法が求められているといえる。

ある一都市に限定せず、広範にわたる都市圏を、即ち連担する都市のそれぞれの都市環境をみた上で、生活環境、業務機能、緑地環境等を一体的・総合的に検証する必要があるといえる。これは、広域の生活圈、商業圏を形成する上でも有効であると考えられ、このような流れは、広域市町村連合といった都市間での総合的発展を進めようとする流れに現れている。

これらの事象を広域に検証する際に顕在化してくるのは、無秩序な市街化、乱開発とそれに伴う緑地環境の悪化といった点である。都市計画区域内だけでなく、区域外においても分散型市街地の形成が多く見られ、集団開発よりも個別開発が大部分を占めることが既にわかっている³⁻¹⁾。市街化調整区域内における現在の市街化の傾向は、大規模な宅地造成や、郊外に大規模店舗等がまとまりを見せずに展開する「高・低密度分散型市街地」、「高・低密度集中型市街地」等の多様なタイプの市街地形成や、都市中心部の空洞化、いわゆるドーナツ化現象を引き起こし、市街地のスプロール化を容認せざるを得ないといった悪循環の潮流もみられる。このような背景のもと、都市計画的見地から緑地環境の変化を把握する手法の確立を行なうことは重要である。

(2) 既往関連研究の整理と本論の位置付け

土地利用変化と緑地環境の分布と変遷に関する研究では、坂口他³⁻²⁾の土地利用変化と緑地分布の規模から緑地の減少傾向を把握した研究があり、土地利用変化を用途地域との混合パターンにより関連性を明らかにした佐藤³⁻³⁾の研究がある。又、用途地域指定を基準とした適正な土地利用形態の在り方を考察した吉川他³⁻⁴⁾の研究がある。これらの研究では市街地あるいは緑地等の変化を規模や形態、用途地域などから考察したものである。また、土地利用混合度の把握手法には多くの蓄積がある。代表的な手法として、Join 分析、Clump 分析、エントロピー (Entropy)、Moran の第一測度、塊状植生比率を用いた都市植生の評価手法の代表的な例がある。

- (1) Join 分析^{3-5)3-6)3-7)3-8) 3-9) 3-10)3-11) 3-12) 3-16)}
- (2) Clump 分析³⁻⁶⁾
- (3) エントロピー (Entropy)^{3-6) 3-11) 3-12)}
- (4) Moran の第一測度³⁻¹⁶⁾
- (5) 塊状植生比率を用いた都市植生の評価^{3-13) 3-14)}

土地利用混合度の測定手法には代表的な5つの指標がある。その中でも代表的な手法である Join 分析、Clump 分析は、接合条件を「2区域が一辺を共有する場合」と定めているのに対し、Moran の第一測度「Queen 型」ではそれに加えて「2区域が一辺または一頂点を共有する場合」としている。本研究で提案する手法は、Moran の第一測度では取り扱われなかった、「一つのカテゴリーが形成する領域」に焦点をおき、その領域が持つ連担性を指標化し、さらに、メッシュの特性値を用いてその

有効性を検証する。そして、提案する手法により土地利用分布特性、特に緑地分布特性の把握上、どの測定範囲が特徴的であるのかを明らかにし、特性値との関連性を明らかにしていくことを目的としている。ここで用いる指標には、ランドサット TM データより生成される、土地被覆分類図（市街地、緑地、生産系緑地、裸地草地、水域の5カテゴリーにて作成）と NDVI（正規化植生指標 = Normalized Vegetation Indicator）を用いる。

3.2. 分析の流れとその手法

ここでは2つの土地利用分布特性の把握手法を適用する。一つは形態指標、もう一つは平均連結度数である。それぞれを次に説明する。

(1) 形態指標

形態指標とは、その形状（まとまっているか否か）を示す指標である。土地被覆分類図より市街地又は緑地と判別されたメッシュを抽出する。次に地点（ i, j ）を中心として東西、南北方向に1km四方における同一土地利用が形成する領域において形態指標を測定する。形態指標 f は以下の式により算出される。

$$f = k \cdot \frac{S}{L^2}$$

S は計測するグループの総面積、 L はその周長である。また、 k は係数であり、ここでは16となる。係数16を用いることで、 f を0から1の間で示すことができる。形態指標は f が1に近いほどまとまった分布の形状であることを示し、逆に0に近いほどいびつで散在した分布の形状をしているといえる。図3-1にその概念を示す。

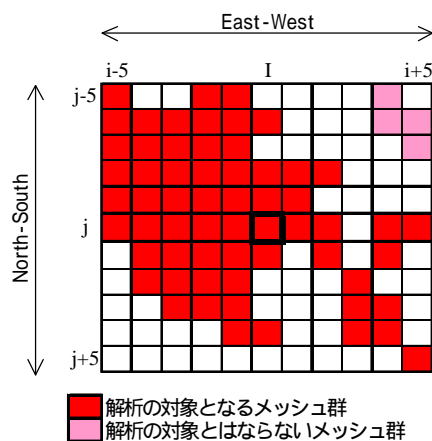


図3-1. 形態指標の算出概念図

(2) 平均連結度数

ここでは、我々が提案する連結度数、連結総数、平均連結度数の定義について説明する。

【連結度数（CN値）】

連結度数（;CN [Connections Number] 値、または CN_{xy} ）の定義は次のとおりである。まず、計測しようとするメッシュが解析対象の土地利用のカテゴリー（例えば緑地）である場合 $P_{xy}=1$ を与え、解析対象外（緑地以外）の場合は $P_{xy}=0$ を与える。次に、解析対象メッシュ（core）と隣接する全方向（横、縦、斜方向）の周辺メッシュ（object）のカテゴリーを判定する。object が core と同じカテゴリーを有する場合、接合するメッシュに名目尺度の変

数 $d_{ij} = 1$ 、そうでない場合は $d_{ij} = 0$ を与え、総和をとる。CN 値の算出式を式(1)に、概念図を図3 - 2に示す。(x, y は図3 - 2中の表記を参照。)

$$CN_{xy} = P_{xy} \sum_{i=x-1}^{x+1} \sum_{j=y-1}^{y+1} d_{ij} \dots\dots(1)$$

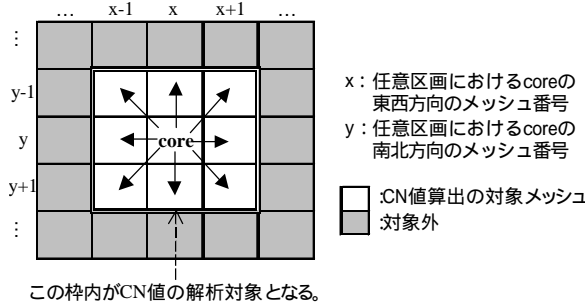


図3 - 2 . CN 値算出の概念図

【連結総数 (CTN 値)】

連結総数 (;CTN [Connections Total Number]値、または CTN_{xy})は、任意の地域 ($n \times n$ メッシュ、ただし n は奇数をとる) を設定し、その $n \times n$ メッシュの地域内において、CN 値の総和を取り、その値を当該メッシュの CTN 値とするものである。CTN 値を測定するにあたり中心として設定したメッシュと同じカテゴリーによって領域を形成するメッシュの名目尺度を $d_{ij} = 1$ として与え、それ以外のメッシュには $d_{ij} = 0$ を与える。これにより CTN_{xy} は以下の式(2)により与えられる。また、CTN 値の概念図を図3 - 3に示す。(x, y は図3 - 3中の表記を参照。)

$$CTN_{xy} = \sum_{i=x-\frac{n-1}{2}}^{x+\frac{n-1}{2}} \sum_{j=y-\frac{n-1}{2}}^{y+\frac{n-1}{2}} h_{ij} CN_{ij} \dots\dots(2)$$

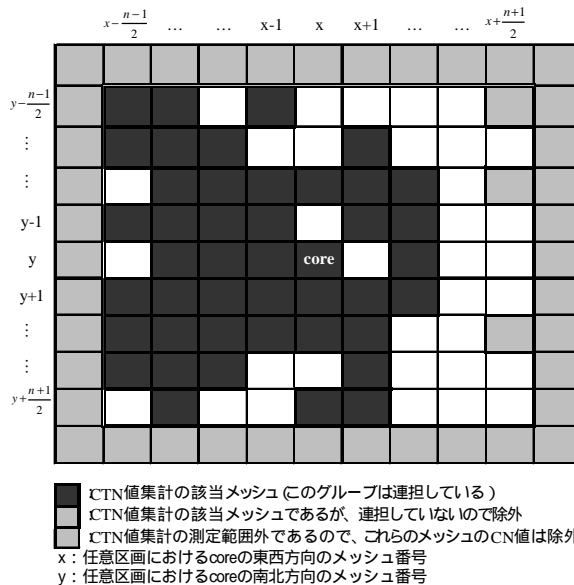


図3 - 3 . CTN 値算出の概念図

【平均連結度数 (C 値)】

図3 - 3において、coreと同じカテゴリーによって領域を形成するメッシュの名目尺度を $c_{xy} = 1$ として与え、領域外のメッシュには $c_{xy} = 0$ を与える。また、測定地域において core と同じカテゴリーを有するメッシュに、名目尺度の変数 $c_{xy} = 1$ を与え、別のカテゴリーを有す

る場合は $x_y = 0$ を与える。連坦性を示す C_{xy} は以下の式(3)により与えられる。(x, y は図3 - 3中の表記を参照。)

$$C_{xy} = \frac{CTN_{xy}}{\sum_{i=x-\frac{n-1}{2}}^{x+\frac{n-1}{2}} \sum_{j=y-\frac{n-1}{2}}^{y+\frac{n-1}{2}} d_{ij} \cdot h_{ij}} \dots\dots (3)$$

この式により算出される C_{xy} を平均連結度数 (C 値と略記) と呼ぶことにする。この値を持って集塊度を測定することとする。C 値が高い値を示すと、その領域内の連坦性は高いといえ、低いと逆のことがいえる。(0.0 C 9.0)

(3) 平均連結度数の考え方

本分析は、Moran の第一測度「Queen 型」を拡張したものである。前述したとおり、Join 分析、Clump 分析では集塊度の測定の基本的な考え方として、辺を介して接合するメッシュをカウントし、Moran の第一測度「Queen 型」では、辺に加えて点を介して接合するメッシュをカウントし、その値もって集塊度の測定を行なっている。我々の取った独自の手法は、「Queen 型」に加えて、任意の領域内で連続的に形成されているメッシュ群に着目し、その領域を形成する個々のメッシュの集塊度の特性を明らかにしたことにある。

例えば、図3 - 4のような2つの緑地分布の形態を示す地域があったとする。(図中破線部分が緑地帯である。) パターン1のような場合は緑地群を形成する全てのメッシュが辺を介して接合しているため特に集塊度の測定に問題はない。しかし、パターン2のように辺を介するのではなく、点を介して連続的に分布するメッシュが存在する場合(パターン2の太線で囲ったメッシュ)、Join、Clump 等の分析では集塊度の測定の対象とならない。しかし、「Queen 型」や我々が提案する本分析ではそのメッシュは1つの領域を構成するメッシュとしてカウントされる。

さらに Moran の第一測度「Queen 型」では、図3 - 5で示すパターン3のような場合、その測定範囲において形成されている領域 A、B も含めた土地利用の混合度を測定するために、当該地域の中心となるメッシュがどのような土地利用の形態を持ち、特徴があるのかといった測定までを明確に導出することはできない。

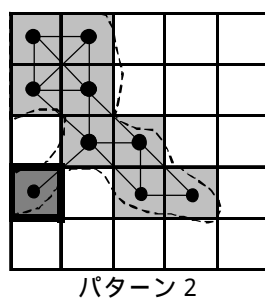
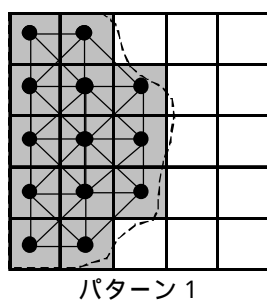


図3 - 4 . 分布図

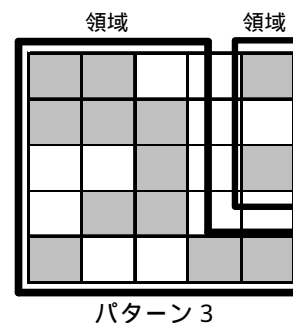


図3 - 5 . 分布図

しかし、我々が取る手法では、測定範囲において中心となるメッシュがどのような分布形態を持ち、どのような連坦性、集塊度を持っているのかを示すことができる。

メッシュデータでは、排他的な土地利用の取り扱いをすることが例として多い。メッシュデータの精度が 10m などの細密なものであればこのような問題はないと考えられるが、50m を超えるメッシュデータを利用する集塊度や連坦性の厳密な測定にはこのような点が問題となってくる。したがって、本分析は連坦性や集塊度、さらにその領域の特性を示す上で有効な手段の1つであると考えられる。

3.3. 形態指標の適用

本節では、土地利用分布の形状を定量的に把握するために、形態指標の適用を行う。また、形態指標と各種社会的環境要因との関連性を明らかにする。

(1) 形態指標の分布状況

適用を行い、形態指標の分布状況を考察する。ここでは北九州市を例にあげる。図3-6～図3-9に北九州市における市街地と緑地の形態指標分布図を示す。

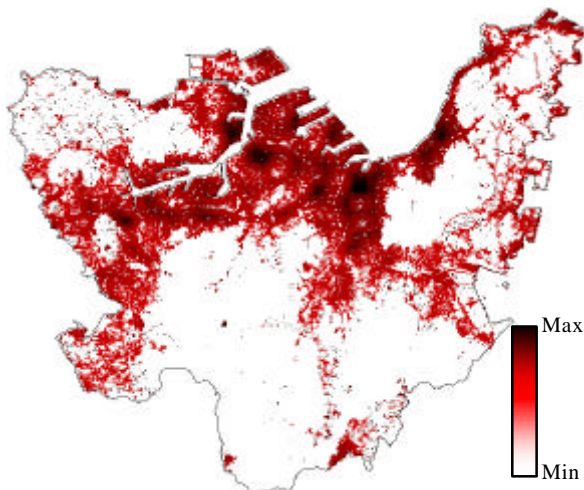


図3-6. 市街地形態指標分布図(1987年)

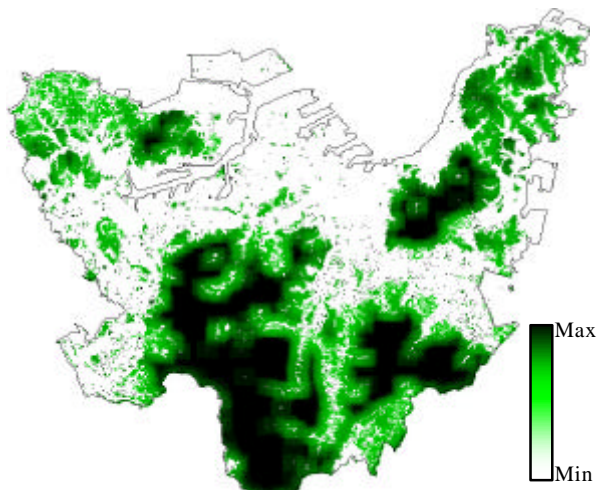


図3-8. 緑地形態指標分布図(1987年)

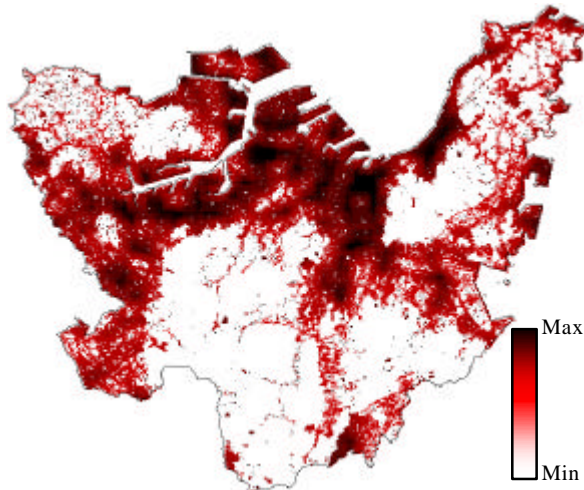


図3-7. 市街地形態指標分布図(1997年)

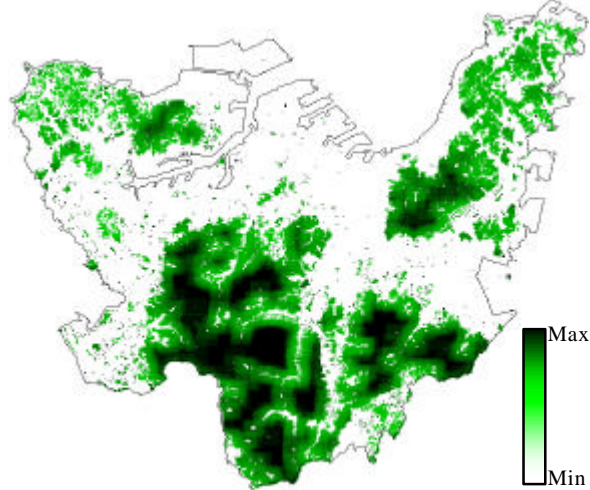


図3-9. 緑地形態指標分布図(1997年)

市街地の方をみると市の北側、市街地中心部の形態指標がほぼ最大値になっていることがわかる。また南部の方でも新たに市街地と判別された部分が多くみられる。それと対応するように緑地の形態指標が低下しているのがみてとれる。市街地と緑地の両方の変化に共通してみられるのは、変化している地域が主に国道や都市高速道路等のインフラの周囲に集中しているということである。つまり、都心部のインフラ整備による緑地環境の衰退が進んでいるのではないかとということである。それと前述したように、標高50～100mの間での変化が激しいことがわかる。これは近年、このような山間部の中腹を中心に大規模な宅地造成がなされてきたからであると考えられる。

(2) 数量化 類分析による要因分析

ここでは算出された形態指標を外的要因、北九州市の社会的環境要因のデータ（九州自動車道、インターチェンジ、国道、小学校、中学校、高等学校、大学、公園、駅までのそれぞれの距離と、標高、傾斜度）を説明変数として、数量化 類分析を行い、形態指標の分布にどのような要因がはたっているかを探る。表3-1と表3-2に外的基準を市街地と緑地の形態指標とした数量化 類分析の結果を示す。これによると、市街地の形態指標の場合、重相関係数が0.675、緑地の形態指標の場合は0.655が得られた。また、それぞれの項目別に見た場合、九州自動車道のインターチェンジと標高に関しては、市街地と緑地の形態指標に共通して大きな要因となっていることがわかる。このように、市街地の拡大、緑地の減少には、その都市の地形特性が大きく関わっていることがわかる。

表3-1. 数量化 類分析結果（市街地）

外的基準変数：形態指標（97年市街地）- 測定範囲1 km x 1 km

項目	カテゴリ	度数	カテゴリ平均	カテゴリスコア	レンジ	偏相関係数
九州自動車道	0-1000	11992	0.706	-0.093	0.120	0.101
	~3000	18207	0.724	-0.011		
	~5000	12091	0.648	0.026		
	~10000	30128	0.450	0.026		
	10000~	16943	0.304	0.012		
インターチェンジ (九州自動車道)	0-2500	12494	0.859	0.377	0.594	0.442
	~5000	20335	0.646	0.100		
	~7500	19291	0.614	0.024		
	~10000	14433	0.359	-0.155		
	10000~	22808	0.314	-0.217		
都市高速道路	0-500	17028	0.465	-0.218	0.519	0.322
	~1000	13661	0.489	-0.208		
	~2000	17616	0.570	-0.099		
	~4000	23024	0.547	0.125		
	4000~	18034	0.608	0.301		
インターチェンジ (都市高速道路)	0-1000	17979	0.453	0.149	0.401	0.235
	~2000	23509	0.526	0.122		
	~3000	12352	0.615	0.057		
	~5000	19912	0.551	-0.116		
	5000~	15609	0.585	-0.252		
国道	0-250	17042	0.536	-0.011	0.086	0.081
	~500	11292	0.559	0.022		
	~1000	18355	0.554	0.024		
	~2000	19201	0.622	0.035		
	2000~	23471	0.453	-0.050		
小中学校	0-250	13811	0.504	-0.026	0.050	0.053
	~500	24042	0.537	-0.013		
	~750	17050	0.581	0.005		
	~1000	10596	0.595	0.024		
	1000~	24062	0.508	0.014		
高等学校	0-750	15563	0.446	-0.111	0.282	0.218
	~1500	20723	0.479	-0.080		
	~3000	28594	0.542	0.025		
	~5000	14118	0.530	0.063		
	5000~	10363	0.805	0.171		
大学	0-1000	10588	0.500	-0.007	0.160	0.190
	~2000	16895	0.488	-0.063		
	~3000	15645	0.460	-0.080		
	~5000	22587	0.517	0.022		
	5000~	23648	0.667	0.080		
公園	0-500	15087	0.534	0.033	0.126	0.143
	~1000	25636	0.556	0.043		
	~1500	17371	0.555	0.035		
	~2000	9147	0.511	-0.039		
	2000~	22120	0.523	-0.084		
駅	0-750	16759	0.574	0.047	0.182	0.152
	~1000	9495	0.533	0.045		
	~2000	30730	0.568	0.047		
	~3000	13525	0.599	-0.007		
	3000~	18852	0.422	-0.136		
標高	0-10	40438	0.454	-0.072	0.231	0.214
	~20	12932	0.532	-0.029		
	~30	9370	0.561	0.022		
	~50	11570	0.628	0.061		
	50~	15951	0.694	0.158		
傾斜度	0	19909	0.425	0.019	0.121	0.111
	0.1~0.5	18088	0.549	0.045		
	~1.0	13260	0.593	0.023		
	~3.0	20571	0.596	-0.008		
	3.0~	17533	0.552	-0.076		

平均 0.539
標準偏差 0.375
重相関係数 0.675
* 外的基準変数

表3-2. 数量化 類分析結果（緑地）

外的基準変数：形態指標（97年緑地）- 測定範囲1 km x 1 km

項目	カテゴリ	度数	カテゴリ平均	カテゴリスコア	レンジ	偏相関係数
九州自動車道	0-1000	14886	0.368	-0.042	0.124	0.160
	~2000	14149	0.521	0.061		
	~4000	20219	0.472	0.019		
	~8000	19176	0.471	-0.001		
	8000~	9620	0.237	-0.063		
インターチェンジ (九州自動車道)	0-3000	16657	0.354	-0.060	0.082	0.236
	~4000	11413	0.477	0.052		
	~5000	13831	0.558	0.087		
	~7000	20748	0.478	0.054		
	7000~	15401	0.307	-0.152		
都市高速道路	0-2000	21573	0.340	-0.004	0.239	0.102
	~4000	19125	0.447	0.010		
	~6000	15104	0.468	0.048		
	~8000	11480	0.506	-0.008		
	8000~	10768	0.459	-0.034		
インターチェンジ (都市高速道路)	0-2000	11685	0.329	0.023	0.075	0.093
	~4000	22629	0.434	0.016		
	~6000	18082	0.427	-0.040		
	~8000	12397	0.468	-0.031		
	8000~	13257	0.491	0.035		
国道	0-1000	11722	0.316	0.015	0.169	0.209
	~2000	20026	0.387	0.042		
	~3000	21807	0.481	0.048		
	~4000	15073	0.476	-0.060		
	4000~	9422	0.484	-0.121		
小中学校	0-750	14430	0.273	-0.050	0.147	0.205
	~1000	10278	0.294	-0.066		
	~1500	19679	0.366	-0.043		
	~2000	13407	0.516	0.045		
	2000~	20255	0.623	0.081		
高等学校	0-1500	11449	0.299	-0.045	0.120	0.150
	~3000	22321	0.370	-0.050		
	~5000	16821	0.450	0.014		
	~6000	11637	0.464	0.023		
	6000~	15822	0.573	0.070		
大学	0-2000	9685	0.359	0.013	0.031	0.055
	~3000	9533	0.383	0.014		
	~5000	25055	0.389	-0.011		
	~7000	19916	0.449	0.013		
	7000~	13861	0.570	-0.017		
公園	0-1500	1592	0.307	0.065	0.082	0.052
	~2500	5404	0.286	-0.006		
	~3500	8128	0.306	-0.010		
	~4500	9898	0.333	-0.017		
	4500~	53028	0.488	0.003		
駅	0-1500	11184	0.343	0.018	0.057	0.052
	~2500	17400	0.391	-0.008		
	~3500	34918	0.438	-0.009		
	~4500	13916	0.542	0.016		
	3000~	632	0.355	0.049		
標高	0-50	11055	0.246	-0.066	0.274	0.342
	~100	11945	0.239	-0.145		
	~200	20590	0.355	-0.070		
	~300	14721	0.571	0.091		
	300~	19733	0.629	0.129		
傾斜度	0.0~3.0	10010	0.263	-0.020	0.086	0.109
	~5.0	10301	0.312	-0.042		
	~8.0	26812	0.419	-0.011		
	~10.0	16811	0.503	0.019		
	10.0~	14316	0.577	0.044		

平均 0.432
標準偏差 0.293
重相関係数 0.655
* 外的基準変数

数量化 類分析の結果より、その都市の地形特性、特に標高と形態指標は大きく関わりがあることがわかった。そこで各都市における形態指標の変化を標高別にまとめてみる。その結果を表3-3～表3-8に示す。市街地については、北九州市、福岡市で標高の比較的低いエリアでの形態指標の平均値が1987年から1997年にかけて上昇している。それに対して、大分市では逆に低下しているのがわかる。これは、北九州市、福岡市の平野部における市街化が飽和状態に達しつつあり、大分市の平野部では市街地分布が拡散的に広がったことを示している。緑地について比較すると、各都市とも比較的高い標高のエリアで形態指標の平均値が低下している。つまり、どの都市においても山間部における開発が進み、緑地群が減少し、その形状がいびつなものへと変化したことを示している。

表3-3. 北九州市標高別市街地形態指標平均値

	標高 (m)	0~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~200	200~400	400~
メッシュ数	1987年	33,037	9,969	6,915	8,244	5,467	958	210	1,167
	1997年	40,438	12,932	9,370	11,570	8,980	2,416	930	2,725
平均値	1987年	0.259	0.236	0.191	0.172	0.196	0.276	0.487	0.265
	1997年	0.391	0.375	0.322	0.269	0.225	0.247	0.308	0.285

表3-4. 福岡市標高別市街地形態指標平均値

	標高 (m)	0~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~200	200~400	400~
メッシュ数	1987年	21,894	8,772	4,461	1,957	626	26	8	0
	1997年	31,561	13,359	7,270	4,442	2,476	369	132	33
平均値	1987年	0.136	0.099	0.109	0.182	0.371	0.748	0.972	0.000
	1997年	0.366	0.279	0.227	0.164	0.211	0.558	0.640	0.464

表3-5. 大分市標高別市街地形態指標平均値

	標高 (m)	0~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~200	200~400	400~
メッシュ数	1987年	12,940	2,582	974	1,799	2,033	197	17	0
	1997年	15,558	3,415	1,316	2,461	3,137	457	29	58
平均値	1987年	0.147	0.221	0.339	0.249	0.275	0.568	0.353	0.000
	1997年	0.131	0.169	0.247	0.204	0.243	0.436	0.805	0.833

表3-6. 北九州市標高別緑地形態指標平均値

	標高 (m)	0~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~200	200~400	400~
メッシュ数	1987年	3,466	4,196	4,187	6,248	15,166	22,493	25,984	10,944
	1997年	1,783	2,671	2,706	3,895	11,945	20,590	25,151	9,309
平均値	1987年	0.318	0.214	0.217	0.248	0.265	0.473	0.770	0.723
	1997年	0.327	0.233	0.202	0.247	0.239	0.355	0.613	0.579

表3-7. 福岡市標高別緑地形態指標平均値

	標高 (m)	0~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~200	200~400	400~
メッシュ数	1987年	4,934	3,217	3,232	5,263	9,354	10,321	12,583	12,999
	1997年	1,751	1,248	1,517	3,179	7,372	9,698	12,291	12,453
平均値	1987年	0.376	0.331	0.282	0.245	0.299	0.570	0.854	0.866
	1997年	0.351	0.322	0.278	0.246	0.222	0.350	0.643	0.666

表3-8. 大分市標高別緑地形態指標平均値

	標高 (m)	0~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~200	200~400	400~
メッシュ数	1987年	2,854	2,574	3,089	7,944	24,223	23,010	15,440	5,227
	1997年	1,707	1,793	2,367	6,191	20,123	21,101	14,451	4,325
平均値	1987年	0.346	0.254	0.210	0.227	0.308	0.544	0.818	0.748
	1997年	0.316	0.270	0.231	0.219	0.243	0.354	0.377	0.207

3.4. 平均連結度数の適用

(1) 測定範囲別に見るC値の変化

ここでは、測定範囲が変化することによって、C値がどのような変化を見せるのかを把握する。測定に用いるデータは、1987年の土地被覆分類の緑地である。測定範囲は、表3-9のとおりである。メッシュサイズの中心間距離が測定範囲の距離となる。測定範囲はメッシュの中心間距離を基準としている。用いたデータは50mのメッシュデータである。

表3-10は緑地の測定範囲別C値の統計量である。図3-10は緑地の測定範囲別C値の平均値と標準偏差の推移を示したものである。緑地については、平均値は測定範囲が2000m四方に拡大するにつれて減少しているが、2000m四方を超えると一旦上昇し3500m四方で2度目のピークに達している。これは、緑地が広域的に分布する場合に起こる現象と考えられる。つまり、測定範囲が2000m四方へと拡大する際、その測定範囲内での緑地群は他の土地利用が混在する地域を含んでいるために一旦C値は減少する。しかし、測定範囲が2000m四方を超えて3500m四方に達する間に、

広域的に連続して分布している緑地群が現れ、その緑地群の集塊度が高いために C 値が増加する傾向があるものと考えられる。したがって、北九州市においては、2000m 四方から 3500m 四方の範囲内の緑地における集塊度や連坦性の変化がおきる距離圏であるということがいえる。

表 3 - 9 . 測定範囲

	メッシュサイズ	測定範囲
1	11×11	500m×500m
2	21×21	1000m×1000m
3	31×31	1500m×1500m
4	41×41	2000m×2000m
5	51×51	2500m×2500m
6	61×61	3000m×3000m
7	71×71	3500m×3500m
8	81×81	4000m×4000m
9	91×91	4500m×4500m
10	101×101	5000m×5000m

表 3 - 10 . 緑地測定範囲別 C 値統計量

測定範囲	レンジ	最小値	最大値	平均値	標準偏差
500m	8.000	1.000	9.000	8.218	1.293
1000m	8.000	1.000	9.000	8.211	1.233
1500m	8.000	1.000	9.000	8.209	1.203
2000m	8.000	1.000	9.000	8.208	1.186
2500m	7.997	1.000	8.997	8.209	1.174
3000m	7.991	1.000	8.991	8.211	1.165
3500m	7.974	1.000	8.974	8.211	1.158
4000m	7.965	1.000	8.965	8.210	1.152
4500m	7.955	1.000	8.955	8.209	1.148
5000m	7.950	1.000	8.950	8.207	1.144

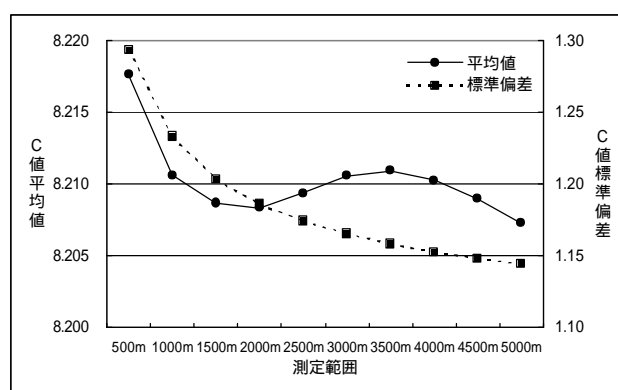


図 3 - 10 . 緑地測定範囲別 C 値平均値と標準偏差の変化

(2) 測定範囲別の C 値と NDVI の関連性

ここでは、測定した測定範囲別の C 値と NDVI との関連を明らかにする。仮に C 値が高い値を示せば、その地点や領域は植生の活性度が高いといえるはずである。この点を検証するために、植生の活性度を示す NDVI を用いる。測定の中心となるメッシュ (core、表中では測定地点と記す) における NDVI と、C 値と同じ測定範囲内における同一カテゴリー (ここでは緑地) かつ、そのカテゴリーが連坦している全メッシュの NDVI の平均値を算出したものを用いる。以降、この測定範囲別の NDVI の平均値を NDVI 平均値と記す。

(測定範囲別の NDVI の傾向把握)

表 3 - 11 は緑地における測定範囲別の NDVI 平均値の統計量である。図 3 - 11 は緑地における測定範囲別の NDVI 平均値の平均値と標準偏差の推移を示したものである。

表 3 - 11 . 緑地測定範囲別 NDVI 統計量

測定範囲	レンジ	最小値	最大値	平均値	標準偏差
測定地点	1.07	0.51	1.58	1.194	0.152
500m	0.73	0.71	1.44	1.177	0.096
1000m	0.67	0.70	1.37	1.170	0.086
1500m	0.59	0.74	1.33	1.165	0.080
2000m	0.55	0.77	1.32	1.161	0.076
2500m	0.50	0.80	1.30	1.157	0.074
3000m	0.46	0.82	1.28	1.154	0.071
3500m	0.44	0.84	1.28	1.150	0.070
4000m	0.42	0.85	1.27	1.147	0.068
4500m	0.40	0.86	1.26	1.144	0.066
5000m	0.40	0.86	1.26	1.141	0.065

これによると緑地を中心とした場合の測定範囲別の NDVI 平均値は、測定範囲が拡大するにつれて減少する傾向がある。また、他の土地利用が混在してきているという傾向を把握できる顕著な測定範囲は現れていない。つまり、緑地を中心とした場合の NDVI 平均値の変化は、他の土地利用などの植生活性度が低い地点が、測定範囲が拡大する当初から混在している傾向があるといえる。

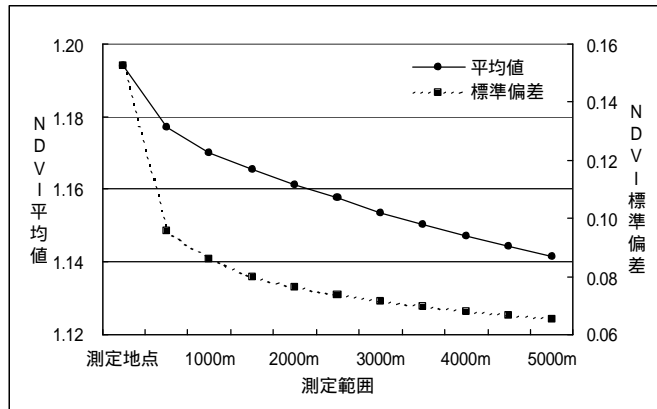


図3 - 11 . 緑地測定範囲別 NDVI 平均値と標準偏差の変化

(緑地の C 値と NDVI との関係)

緑地の連坦性と植生の活性度の関係は、緑地の形成と保全に関して論じる際に重要である。そこで、緑地での測定範囲別 C 値と NDVI の関係を見てみる。表3 - 1 2、図3 - 1 2 は C 値と NDVI の相関係数とその推移を示したものである。

表3 - 1 2 . 緑地測定範囲別 C 値 - NDVI 相関係数

測定範囲	C値と測定地点NDVI 相関係数	C値とNDVI平均値 相関係数
500m	0.234	0.525
1000m	0.218	0.563
1500m	0.208	0.569
2000m	0.201	0.561
2500m	0.195	0.546
3000m	0.190	0.528
3500m	0.186	0.509
4000m	0.183	0.490
4500m	0.179	0.470
5000m	0.176	0.451

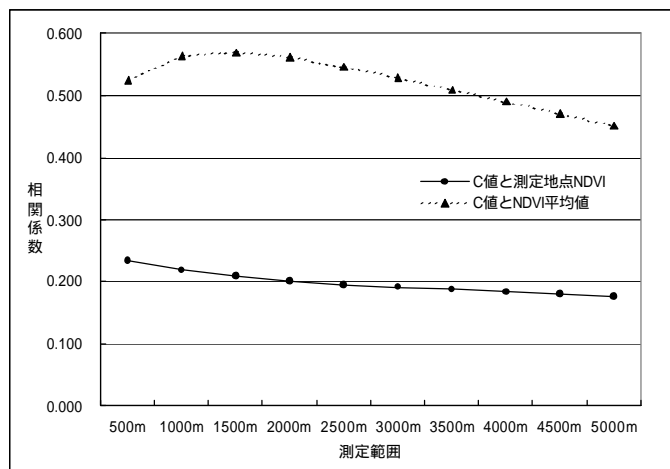


図3 - 1 2 . 緑地測定範囲別 C 値 - NDVI 相関係数

相関係数はいずれも 1% 水準で有意である。相関係数が全般に高く、変動が大きいのは NDVI 平均値を用いたものである。C 値は測定範囲が 2000m 四方に拡大するにつれて減少し、2000m 四方を超

えると一旦上昇し 3500m 四方で2度目のピークに達し、その後減少していることが図6よりわかっている。また、NDVI 平均値は逆に減少する傾向が図7よりわかっている。したがって、緑地の場合、C 値と NDVI の関係は正の相関である。

表3 - 13 は C 値と NDVI 平均値の相関係数の変化量を示したものである。表3 - 13 からわかるように測定範囲が 500m 四方から 1000m 四方に変化する際、相関係数の変化量が大きくなっていることがわかる。測定範囲別の C 値の変化を示した図6で、2 回目の C 値ピーク時の距離である 3500m 四方付近での相関係数の変化量はそれほど大きくはなっていない。また、緑地についての C 値と NDVI 平均値の相関係数の変化量は、2000m 四方を超えると-0.015 から-0.020 付近で落ち着きはじめていることがわかる。

表3 - 13 . 相関係数変化量 - 緑地 - (C 値と NDVI 平均)

測定範囲	C値とNDVI平均値 相関係数変化量
500m -1000m	0.038
1000m -1500m	0.006
1500m -2000m	-0.007
2000m -2500m	-0.015
2500m -3000m	-0.019
3000m -3500m	-0.019
3500m -4000m	-0.019
4000m -4500m	-0.020
4500m -5000m	-0.019

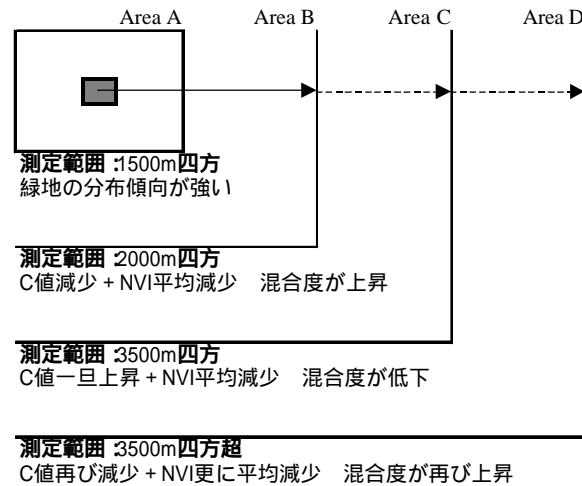


図3 - 13 . 緑地の分布傾向 (概念図)

(結果)

ここでは、C 値と NDVI との関連性を明らかにしてきた。これは土地利用混合度を客観的な指標を用いて検証する方法の一つである。本章の冒頭部分で述べた「C 値が高ければ NDVI も高いはずである」という仮説のもとに、C 値と NDVI の分布を比較した際、測定範囲内における NDVI 平均値を用いた相関係数が高い傾向が明らかになった。これは、C 値自体が「測定範囲の連坦性や集塊度を表すものである」ため、「C 値と同じ測定範囲の NDVI 平均値を用いた方が相関係数は高くなる」という当然の結果であるといえる。したがって、本提案手法で得られる C 値が緑地分布の特性を把握する上で有効な指標であるといえることができる。

(3) 緑地分布傾向把握

ここでは、これまでに得られた結果から、北九州市における緑地の分布傾向を、概念図を用いて考察する。図3 - 13 はこれまでに得られた結果から、測定範囲の変化によって緑地がどのような分布傾向を示すのかを表した概念図である。

測定範囲が 1500m 四方付近で C 値と NDVI 平均値が最も高い値を示しており、1500m 四方付近が緑地に関しては土地利用の混在傾向が最も低い測定範囲であると言え

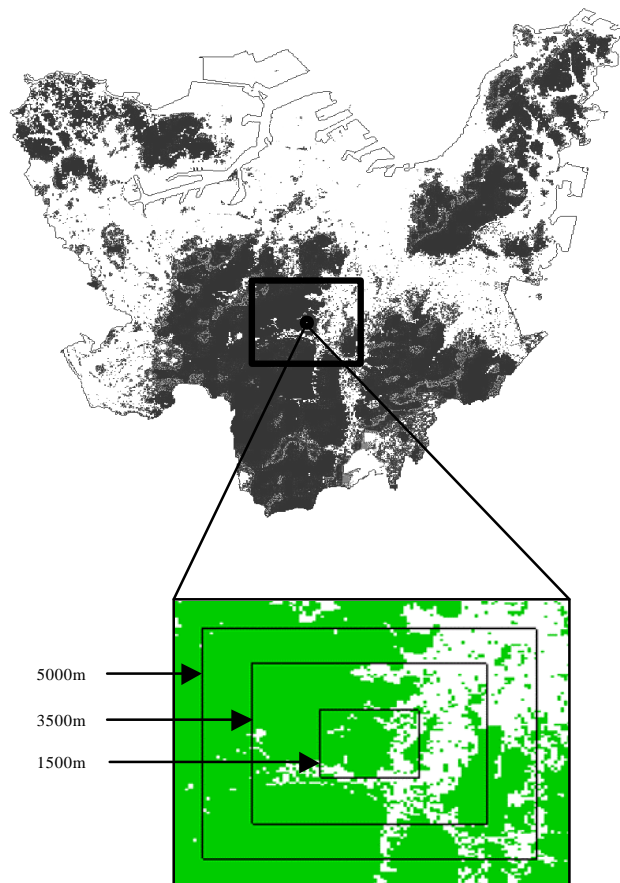


図3 - 14 . 緑地の分布傾向

る。NDVI平均値は測定範囲の拡大で一貫して減少する傾向がある。しかし、C値は2000m四方を超えて一旦上昇を見せ、3500m四方で再びピークを迎える。これは、3500m四方付近で再び大きな緑地帯が測定範囲内に含まれるようになってくるためである。その後、測定範囲が拡大することで、他の土地利用の混在が強まり、C値は減少する傾向がある。

図3-14は緑地においてこのような分布傾向を見せている地点を抽出したものである。図からもわかるように、測定範囲が1500m四方を超え始めると他の土地利用（白い部分）が多く含まれ始め、混合度が高くなっていくことが明らかに示されている。3500m四方に近づくにつれて再び緑地の分布傾向が強まり、3500m四方付近では緑地の分布傾向が非常に高くなっていることがわかる。しかし、3500m四方を超えると、再び他の土地利用の混在が始まり混合度が高くなっていることがわかる。

(4) 市街地と緑地への平均連結度数適用結果

平均連結度数の市街地と緑地への適用結果を、図3-15～図3-18に示す。測定範囲は50mメッシュで1500m四方(31×31メッシュ)にて行った。

市街地では、C値の高い地点が大幅に増加して分布していることがわかる。市街地が拡大するにつれて、市街地の連坦性や集塊度も同時に高くなっていることを示している。緑地については、市街地と逆の傾向であり、緑地の連坦性と集塊度が特に南部の緑地群で低下していることがわかる。

なお、参考までに、2001年の大分市(Aster Productより作成)への適用結果を図3-19と図3-20に示す。

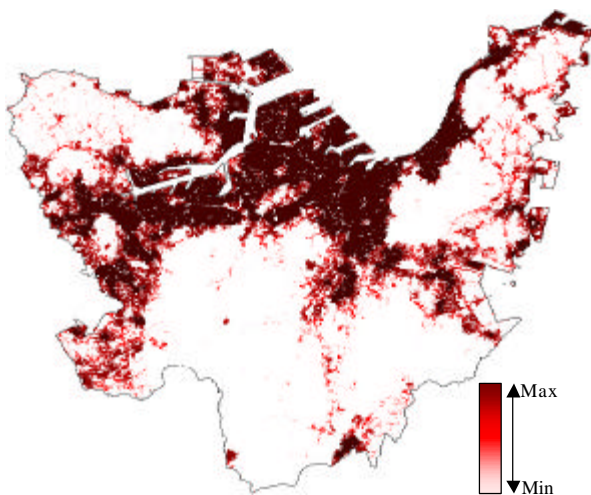


図3-15 . 適用結果(1987年:市街地)

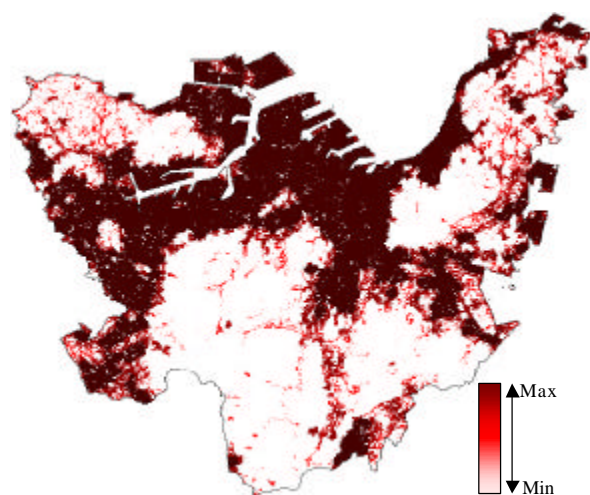


図3-16 . 適用結果(1997年:市街地)

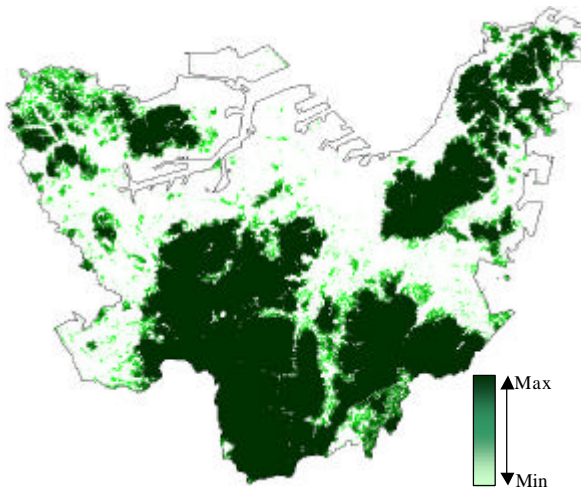


図3-17 . 適用結果(1987年:緑地)

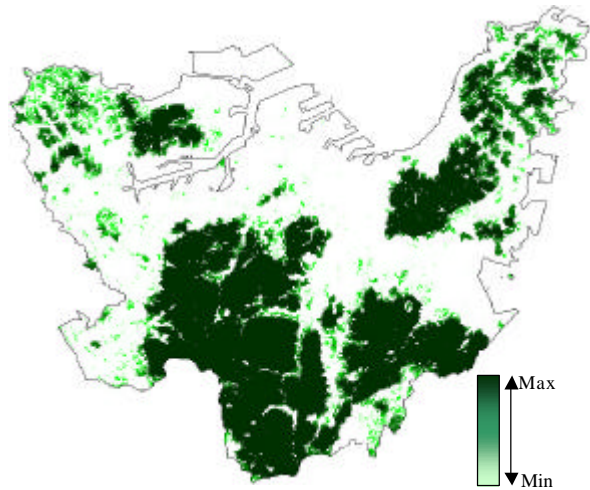


図3-18 . 適用結果(1997年:緑地)

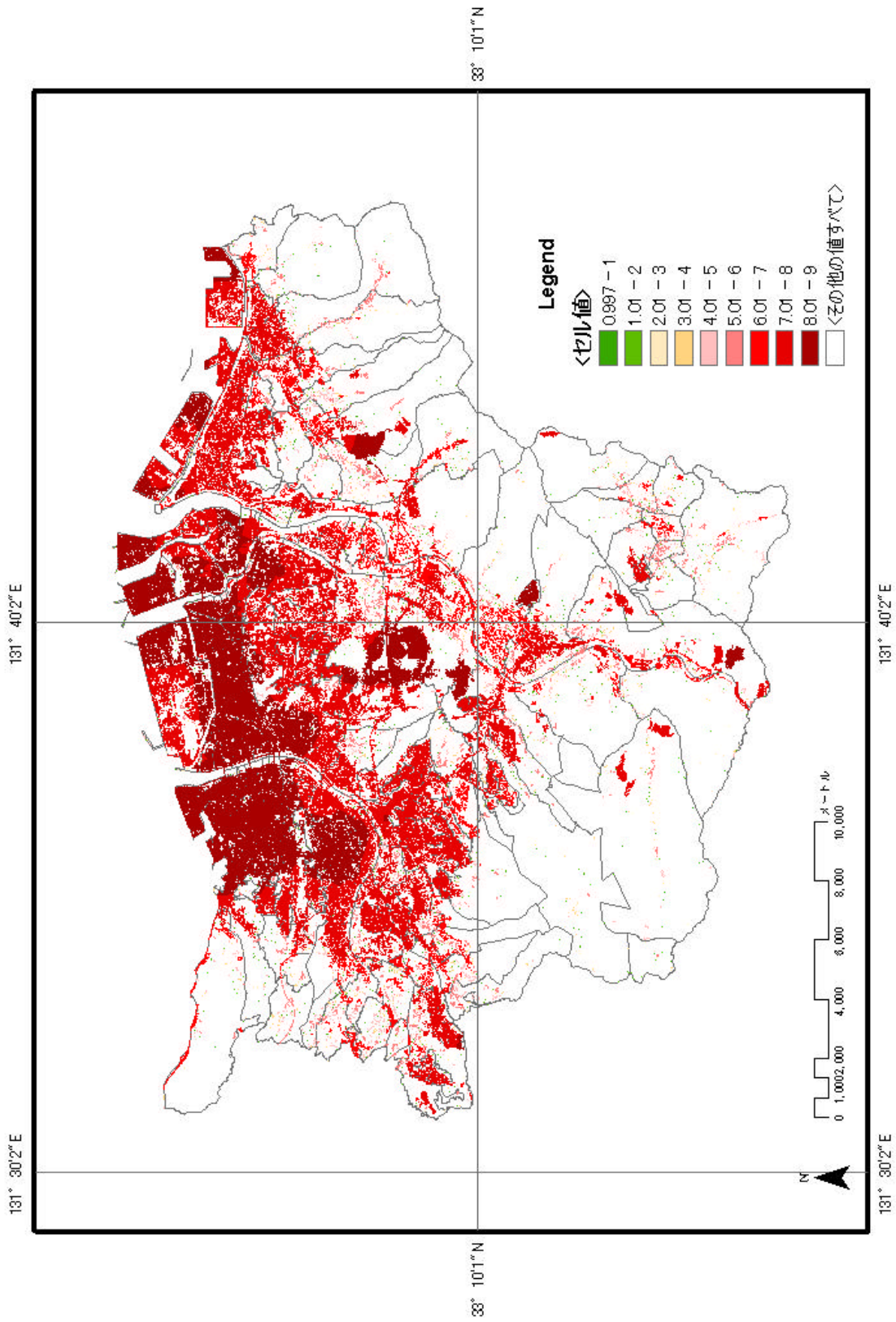


図3 - 19 . 平均連結度数 (市街地) の大分市への適用 測定範囲 50Pixel
(Aster Product, Resolution=15m, Date=2001.4.4)

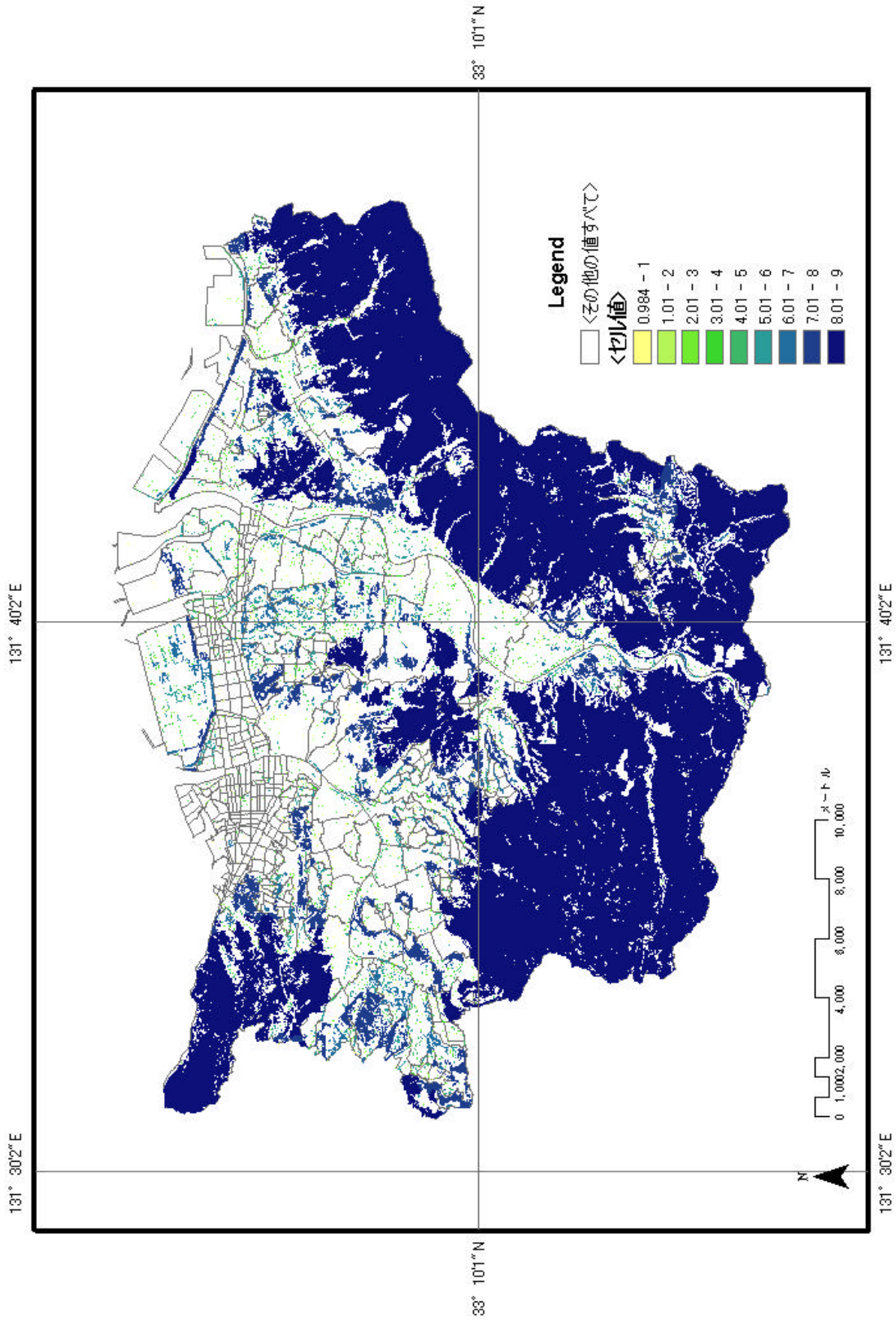


図3 - 20 . 平均連結度数（緑地）の大分市への適用 測定範囲 50Pixel
(Aster Product, Resolution=15m, Date=2001.4.4)

3.5.まとめ

(形態指標の適用について)

ここでは、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 3 次元地形データ及び市街地情報を用いて、北九州市、福岡市、大分市を対象に市街地・緑地の分布状態を比較した。また形態指標を用いて市街地・緑地の分布形態を捉え、数量化 類分析によりその要因を探った。その結果、市街地・緑地の分布特性として各都市の地形特性やインフラの存在が大きく関わっていることがわかった。これらをもとに 3 都市に対する知見を述べると、北九州市では平野部における市街化が飽和状態に達しつつあり、山間部での開発が著しい。福岡市では地形の大部分を福岡平野が占め、北九州市と同様に市街化が飽和状態に達しつつあり、今後は隣接地域への市街化が幹線道路を中心にすすむと考えられる。大分市は他の 2 都市と比べてそれほど市街化が進んでいないが、山間部の開発による緑地環境の変化は共通している。平野部でも近年、高速道路の開通により郊外への大型店舗の進出等による都市活動の広域化で市街化が加速すると考えられる。このように、どの都市についても今後の緑地環境への配慮が重要であるといえる。以上のことが今回の研究で得られたが、今後の展開として、他の都市的諸活動との関連性や個々の緑地群が内在させる重要度を指標化することにより、これからの都市開発ける緑地環境保全の方向性を明らかにしていくことが重要な課題である。

(平均連結度数の適用について)

提案手法より得られる C 値が測定範囲の変化によってどのような値を示すかを把握し、その有効性を植生の活性度を表す特性値の NDVI を用いて検証を行なった。そして、それらの結果を用いて、緑地分布傾向の特徴的な地点を抽出し、その特徴と提案手法の有効性を検証した。本章で得られた結論は以下のとおりである。

測定範囲の変化における C 値の変動

解析対象が緑地の場合、C 値は測定範囲が 2000m 四方に拡大するにつれて減少しているが、2000m 四方を超えると一旦上昇し 3500m 四方で 2 度目のピークを迎える。その後、3500m 四方を越えると更に減少傾向を示す。

C 値の有効性

本分析で用いた C 値が高ければ、NDVI も高いはずであるという観点のもと、C 値の有効性の検証を行なった。C 値の高い地点では、NDVI 平均値も高い値を示すことがわかり、緑地の連坦性や集塊度を測定する際、C 値を用いることの有効性を確認できた。

以上のように、C 値を用いて緑地の分布傾向の特徴を測定範囲から明らかにすることができた。また、C 値の有効性を NDVI を用いて検証した結果、本手法が緑地分布の特徴を把握する上で有効な手段の一つであるとの結論に達することができた。さらに、土地利用や都市活動の関連性を明らかにしていくことで、都市が持つ潜在的な土地利用変化の傾向や今後の動向を考察する上でも有用な手段の一つであろう。

【参考文献】

- 3-1) 水口俊典：土地利用計画とまちづくり-規制・誘導から計画協議へ-、学芸出版社、1997
- 3-2) 坂口利裕他：ポイントサンプリングデータを用いた緑地分布と変化の把握、日本都市計画学会学術研究論文集、第 28 号、pp.385-390、1993.11
- 3-3) 佐藤誠治(1990)、「土地利用の変化と用途地域との関連 - 大分市におけるケーススタディ - 」、日本都市計画学会学術研究論文集、第 25 号、pp.379-384、1990.11
- 3-4) 吉川徹他：用途地域指定の趣旨から見た土地利用変遷の分析 - 神奈川県川崎市を対象とした実態分析 - 、日本都市計画学会学術研究論文集、第 25 号、pp.373-378、1990.11
- 3-5) 小出治：土地利用混合度の適用並びにその検定、日本都市計画学会学術研究論文集、第 12 号、pp.79-84、1977.11
- 3-6) 玉川英則：土地利用の秩序性の数理的表現に関する考察、日本都市計画学会学術研究論文集、第 17 号、pp.73-78、1982.11
- 3-7) 吉川徹：メッシュデータに立脚した同種・異種土地利用の集塊性の把握手法、日本建築学会計画系論文集、第 520 号、pp.227-232、1999.6
- 3-8) 吉川徹：メッシュデータに立脚した土地利用の集塊性の把握手法について、日本建築学会計画系論文集、第 495 号、pp.147-154、1997.5

第3章 土地利用分布特性の把握

- 3-9) 吉川徹：メッシュデータを使った異種・同種の土地利用の集塊性の分析手法, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1 分冊, pp667-668, 1997.9
- 3-10) 吉川徹：同一辺数比率に着目したメッシュ土地利用データ分析手法, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1 分冊, pp543-544, 1995.9
- 3-11) 文泰憲, 萩島哲, 大貝彰：土地利用混合度指標に関する研究, 日本都市計画学会学術研究論文集, 第 26 号, pp.505-510, 1986.11
- 3-12) 恒川篤史, 李東根他：土地利用混在の定量化手法, 環境情報科学, 第 20 巻第 2 号, pp115-120, 1991
- 3-13) 山崎正晴, 伊藤邦明他：塊状植生被覆を用いた都市植生の評価手法に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1 分冊, pp.655-656, 1998.9
- 3-14) 関谷忠夫, 伊藤邦明他：都市域における植生の「連続性」「塊状性」に関する定量化手法, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1 分冊, pp.679-680, 1996.9
- 3-15) 武内和彦, 恒川篤史：環境資源と情報システム, 古今書院, 1994
- 3-16) 奥野隆史：都市と交通の空間分析, 大明堂, 1996