

第1章 序論

- 1.1. 研究の背景と目的
- 1.2. 本研究に関連する既往の研究
- 1.3. 研究対象都市の概要
- 1.4. 本報告書の構成

1.1. 研究の背景と目的

(1) 研究の背景

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。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。

(2) 研究の目的と手法

緑環境を都市に回復するために、従来利用されていたランドサットTMデータを3次元的地形データや土地利用、市街地情報、さらには国勢調査の調査区データなど、きわめて精度の高い属地データすなわち国土基盤情報と統合的に解析し、従来のリモートセンシングデータを用いた平面的解析では実現できなかった、新しい解析評価手法を確立する。その解析結果によって、都市の緑環境の活性度を評価して明らかにするだけでなく、都市的活動と関連させることによって、緑環境が活用できる条件があるのか否かを数値的な指標で表現し、縮退する都市の緑環境の再生のための資料を提供するための手法を開発すること。この研究によって得られた成果である解析手法は都市の緑環境の評価に限らず、途上国など緑の環境の回復が課題である地域など一般的な緑環境の評価に応用できる。

このような背景のもとに、本論では以下の3点を明らかにすることを目的とする。また、これらにおける分析は全て、リモートセンシング技術と地理情報システム、それらをサポートするプログラミング技術を活用したものである。これらの分析を通じて、都市計画的見地からの緑環境評価を行い、その評価のためのシステムを構築することを目的としている。

土地利用分布状況の把握と手法の適用

ある一都市に限定せず、広範にわたる都市圏を、即ち連坦する都市のそれぞれの都市環境を鑑みた上で、生活環境、業務機能、緑環境等を一体的かつ総合的に検証する必要があるといえる。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¹⁻¹⁾。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環境の変化を把握する手法の確立を行うことは重要である。ここでは、経年変化、形態指標を用いた分布形状の把握、平均連結度数を用いた混合度（集塊度や連坦性）の測定を行い、土地利用特に市街地や緑地の分布状況を明らかにすることを目的とする。

緑環境の特性把握

ここでは、緑環境の現況を把握するために、緑地減少の要因分析、緑地の類型化による緑地の特性把握、市街地が及ぼす緑地の変化や他の土地利用変化との関連性の把握を行う。

(緑地減少の要因分析)

都市の緑地分布や変化の実態を定量的に把握し、要因を明確にすることは、これらの計画作業の基礎資料となるだけでなく、計画実行の数値目標等の設定に大きく貢献できる。さらに、緑地保全計画あるいは配置計画を策定する際に、「なぜこの地点は緑地が減少しているのか」、「対策として何が必要なのか」といった、事前対策が現段階の策定プロセスにおいて欠如している点も補うことができるはずである。ここでは、緑地変化の要因分析に数量化 類分析を用い、緑地の分布や変化の実態について分析を行い、緑環境に影響を及ぼす要因を明らかにすることを目的とする。

(緑地類型化による緑地特性の把握)

都市開発・地域開発を行う際、都市全体の土地利用計画をはじめとし、経済社会計画、更には緑環境、生活環境に至る幅広いコントロール機能が必要になってくる。とりわけ、都市内部及び周辺の緑地を如何に保全していくのが緊急の課題となるであろう。ここでは、現在の緑環境がどのような状況にあるのか、さらに、それらの特徴をどのように分類できるのかを検討し、緑地の保全・活用の指針となるような指標あるいは分類の導出を目的としている。

(空間相互作用モデルを応用した市街地分布影響モデルの導出と適用)

一般的に、市街地が拡散・拡大することにより、緑環境の衰退が起きるとされているが、市街地が緑環境に及ぼす影響度を定量的に把握することが可能になれば、明確にかつ局所的な緑環境保全のための指針を示すことが可能となるはずである。そこで、市街地が及ぼす影響の範囲を定量的に把握するために、市街地分布影響モデルの導出と適用を行い、その影響の範囲における、経年的な緑環境変化や他の土地利用変化構造の態様を明らかにすることを目的としている。

緑環境評価のためのシステム開発

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。つまり、環境管理に限らず、防災、災害対策、交通計画など時々刻々と変化する都市環境を総合的に評価し、各種計画策定へと結びつく一元化されたシステムの構築が必要なのである。ここでは、都市における緑環境の把握、および緑の配置計画を、GISをメインツールにランドサット TM データ、数値地図 2500 (空間データ基盤) 等の汎用データを用いて定量的に市街地及び緑地と都市の諸活動との関係性を解析し、緑環境の活用条件の指標化を行うための都市緑環境評価システムを構築することを目的としている。

(3) 当該研究の独創性

本研究の独創性は、平面情報処理技術として大きな発展を遂げてきたリモートセンシング技術を立体的な地表面解析の技術として発展させ、緑地の活性度の評価に応用することである。さらに、現在国土地理院で整備が進められている地形の数値情報をはじめとするいわゆる国土空間データ基盤情報を組み込んで、活性度だけでなく地形条件や社会条件との関連性のなかで総合的に緑地を評価し保全するための手法にまで高めることである。

従来のリモートセンシングの解析技術では地表面の立体的な状態を考慮して解析を進めることは一般的には行われていない。しかし、地表面の地形条件を解析に組み込まねば、地表面、特に土地の植生についての条件を評価したことにはならないのではないかという問題意識を持っていたのである。研究代表者においては、景観研究についての蓄積があり、特に地形解析については十分な実績をもっておりランドサット TM データ解析との統合化によって、新しい事実が見えてくることが予想される。例えば、標高と緑地の活性度、土地の傾斜と活性度、斜面の方向と活性度、さらには都市の人口集積・土地利用やインフラ整備と緑地の関係などである。このような関係を明らかにすることによって緑地評価と保全の方向性を明らかにすることが可能となる。

1.2. 本研究に関連する既往の研究

(1) 土地利用分布状況の把握と手法の適用を行った研究

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として、坂口他¹⁻²⁾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¹⁻³⁾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¹⁻⁴⁾の研究がある。

土地利用混合度や分布形状の把握手法には多くの蓄積があり、代表的な手法として、Join 分析¹⁻⁵⁾¹⁻⁶⁾¹⁻⁷⁾¹⁻⁸⁾¹⁻⁹⁾¹⁻¹⁰⁾¹⁻¹¹⁾¹⁻¹²⁾¹⁻¹³⁾、Clump 分析¹⁻⁶⁾、エントロピー (Entropy)¹⁻⁶⁾¹⁻¹¹⁾¹⁻¹²⁾、Moran の第一測度¹⁻¹³⁾などの代表的な例がある。また、メッシュデータを活用した様々な分析手法も提案されている¹⁻¹⁴⁾。メッシュデータに限らず、統計データを活用した人口動態、経済などの都市間の比較に関する手法なども多く提案されている¹⁻¹⁵⁾¹⁻¹⁶⁾。

(2) 緑環境の特性把握を定量的に分析した研究

(緑地減少の要因分析)

特に緑地の分布状況に着目し、その特性を定量化した研究では、岩見ら¹⁻¹⁷⁾によるポテンシャルの概念を用い、緑被率とメッシュ間距離を指標に緑環境評価を行った研究、青木¹⁻¹⁸⁾による緑量と緑地への近接性を指標に、人口分布特性から緑環境水準を試算した研究、坂口ら¹⁻²⁾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る。また、緑地保全のための評価を行った例として文ら¹⁻¹⁹⁾による研究、地形的条件を考慮して、斜面緑地の残存状況を調査・分析した金子ら¹⁻²⁰⁾による研究、緑地の残存規模の特性について明らかにした田代ら¹⁻²¹⁾による研究がある。

(緑地類型化による緑地特性の把握)

緑地に限らず土地利用の分布特性を把握した既往研究がある。その中で緑地を対象を絞り、緑地を含めた環境保全に関連する研究としては、保全緑地を選定するための緑地の価値を評価する手法の開発を行った文ら¹⁻¹⁹⁾、大都市の沿岸地域における土地利用を総体的に把握するために GIS を活用して、その評価とシステムを開発した宮崎ら¹⁻²²⁾、土地分級評価のために AHP 法を用い、宅地の適正を指標化した大林ら¹⁻²³⁾の事例がある。さらに緑地分布や変化についての研究では、ポテンシャルの概念を用い、緑被率とメッシュ間距離を指標に緑環境評価を行った岩見ら¹⁻¹⁷⁾、緑量と緑地への近接性を指標に、人口分布特性から緑環境水準を試算した青木¹⁻¹⁸⁾、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坂口ら¹⁻²⁾、地形的条件を考慮して、斜面緑地の残存状況を調査・分析した金子ら¹⁻²⁰⁾、緑地の残存規模の特性について明らかにした田代ら¹⁻²¹⁾の事例がある。また、宅地開発に関する指針を定めた資料もある¹⁻²⁴⁾。これらの研究は、特に緑地の分布状況に着目し、その特性を定量化あるいは分類を行ったものである。

(空間相互作用モデルを応用した市街地分布影響モデルの導出と適用)

空間相互作用モデルは、空間的な位置関係により人間活動と施設の分布あるいは商圈などを定量的に把握し、その関係性を明らかにしようとするために開発された、数理的モデルである。この手法は空間相互作用モデルと一般的に呼ばれているが、中には重力モデル、ハフモデル、エントロピー、ロジットモデルなどがあり、その応用分野としては前記のとおりである。人間活動や施設との関連などを扱った例としては、多くの蓄積がある。土地利用に応用した例として、空間相互作用モデルではないが、ポテンシャルの概念を用いた緑地環境評価を行った岩見¹⁻¹⁷⁾らの例がある。しかしながら、土地利用分布や緑地環境評価において空間相互作用モデルを応用した適用例¹⁻²⁶⁾¹⁻²⁷⁾はいくつかみられるものの、厳密に他の土地利用との関連性まで取り扱った例はみられない。

(3) GIS を用いてシステム開発を行った研究

武内・恒川らは文献¹⁻²⁷⁾において、環境変化の予測・評価への有効性や、環境資源管理についての計画策定を、地理情報システム (GIS) や関連する GIS データを用いた環境情報システムにおいて行うことの意義を訴えている。地理情報システム (GIS) を用いた解析システムや都市環境を含む

評価システムでは、大貝ら¹⁻²⁸⁾による土地利用計画策定支援のためのシステム構築や、山川ら¹⁻²⁹⁾による GIS を用いた交通施設と土地利用分布との関連性分析、大久保ら¹⁻³⁰⁾によるリモートセンシングを活用した地理環境情報システム、斎藤ら¹⁻³¹⁾による景観の視点からの森林計画への GIS の応用、村上ら¹⁻³²⁾による都市熱環境解析モデルの構築、伊藤¹⁻³³⁾による GIS への森林の生産・公益的機能の管理手法の可能性についての考察等、その他多くの報告がある。

1.3. 研究対象都市の概要

本研究では、大分市、北九州市、福岡市を研究対象都市とした。各都市の現況については以下のとおりである。

(1) 大分市

大分市は九州の東部に位置し、大分平野を中心とした商工業都市である。1964年に新産業都市の指定を受け、豊富な水資源や労働力を生かして、鉄鋼、化学、石油など基礎素材産業やIC等の加工組立産業を誘導した、戦後日本の高度経済成長の典型的な事例の都市の一つである。また、1997年に中核市へと移行している。面積は360.84km²、人口は426,979人(平成7年国勢調査)である。

表1-1. 国勢調査

年	世帯数	人口	昼間人口	DID人口	DID面積(km ²)
S.40	55,896	226,417	237,315	105,361	13.6
S.45	71,131	260,584	276,523	134,849	21.0
S.50	94,725	320,237	340,864	174,836	30.8
S.55	117,173	360,478	379,159	228,204	48.3
S.60	129,105	390,096	408,420	258,314	53.2
H.2	142,170	408,501	426,665	291,529	61.6
H.7	158,310	426,979	446,062	308,457	64.2



Landsat TM-5 Date:1998.1.30 (RGB=3:2:1)

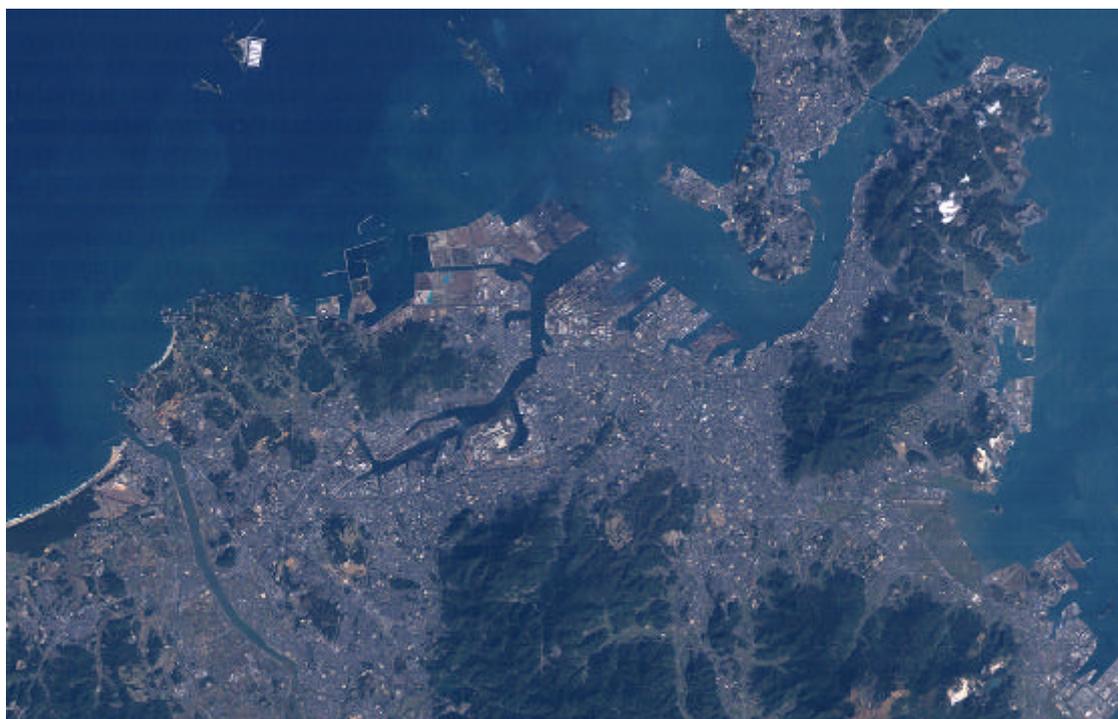
図1-1. 大分市周辺を含む True Color 画像

(2) 北九州市

北九州市は、北は玄海灘、東は瀬戸内海に囲まれた、九州最北端に位置する工業都市である。昭和38年に門司・小倉・若松・八幡・戸畑の五市が、世界初の対等合併をして、現在の北九州市となった。戦中から戦後の日本の産業・経済を支えた八幡製鉄所を中心とした世界有数の重化学工業地帯を有している。面積は482.39 km²、人口は1,019,598人（平成7年国勢調査）である。

表1 - 2 . 国勢調査

年	世帯数	人 口	昼間人口	DID 人口	DID 面積(km ²)
S.40	271,365	1,042,688	1,089,350	891,031	98.1
S.45	297,233	1,042,620	1,097,389	879,853	112.3
S.50	323,856	1,058,442	1,115,649	891,329	130.8
S.55	351,310	1,065,078	1,121,011	915,401	141.2
S.60	358,382	1,056,402	1,108,500	905,778	144.0
H.2	367,341	1,026,455	1,068,385	910,137	152.8
H.7	388,741	1,019,598	1,058,927	916,641	154.4



Landsat TM-5 Date:1997.2.4 (RGB=3:2:1)

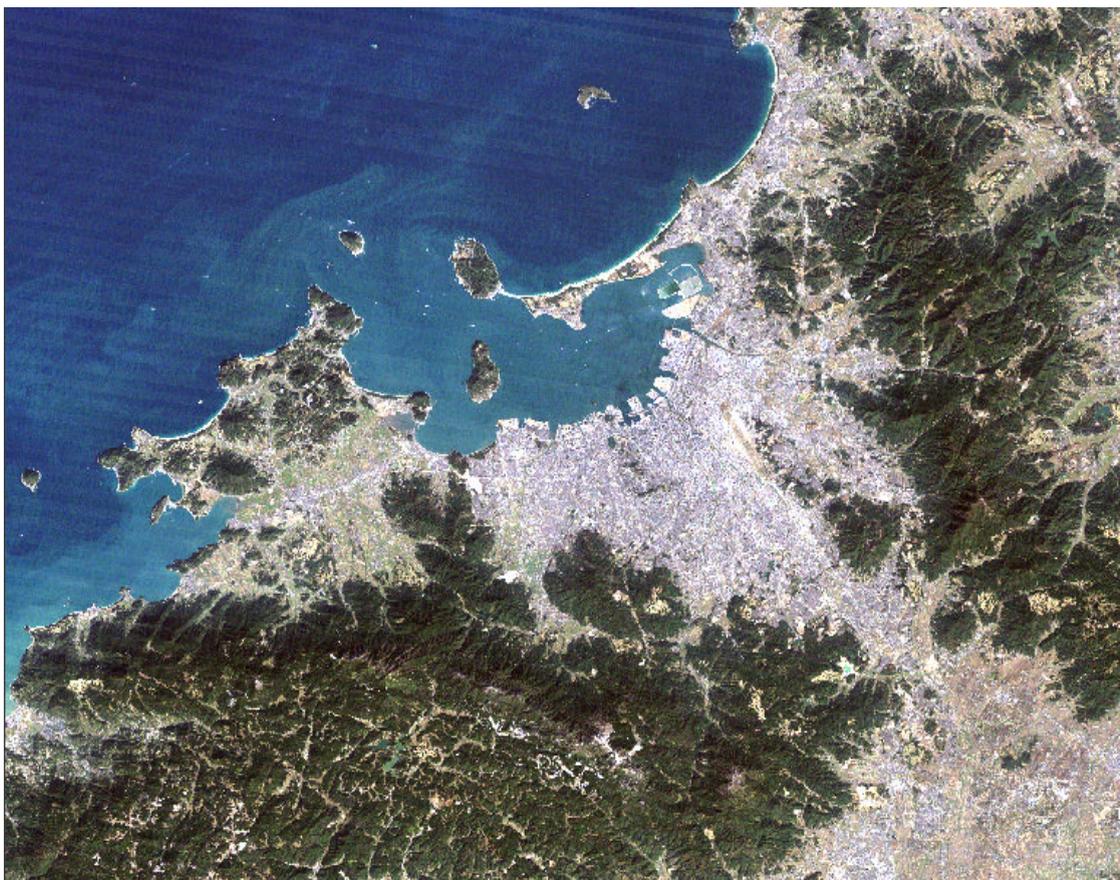
図1 - 2 . 北九州市の True Color 画像

(3) 福岡市

福岡市は、北は玄界灘に面し、背後は背振、三郡、犬鳴山系が囲み、半月型の福岡平野の中心に位置している。政府系機関、大企業の支店、金融・サービス業の集積をみせており、福岡県だけでなく、九州・西日本の中心都市として発展してきた。市域面積約338 km²、人口は1,284,836人（平成7年国勢調査）である。

表1 - 3 . 国勢調査

年	世帯数	人 口	昼間人口	DID人口	DID面積(km ²)
S.40	210,069	769,176	836,887	572,332	50.9
S.45	264,823	871,717	982,859	720,202	82.0
S.50	333,928	1,002,201	1,131,906	859,430	104.2
S.55	397,013	1,088,588	1,228,452	999,477	129.6
S.60	433,418	1,160,440	1,311,195	1,077,029	133.6
H.2	490,915	1,237,062	1,409,342	1,164,226	141.9
H.7	544,176	1,284,795	1,479,086	1,225,787	147.6



Landsat TM-5 Date:1997.2.4 (RGB=3:2:1)

図1 - 3 . 福岡市周辺部を含む True Color 画像

1 . 4 . 本報告書の構成

本報告書は本章を含めて、全8章で構成されている。

第2章では、ランドサットTMデータより作成される土地被覆分類図とNDVIを用いて、各都市の土地利用とNDVIの分布状況と変化の態様を経年的に把握する。またその際に、地形的条件(標高と傾斜度)も考慮して、分布状況を把握する。

第3章では、土地利用の分布特性(分布の形状や連坦性・集塊度)を測定するために、形態指標と平均連結度数の導入と適用を行う。これにより、特に市街地と緑地の分布状況を定量的に把握を行

う。

第4章では、緑地の減少地点を抽出し、その地点を対象として数量化 類分析により緑地減少要因を把握する。

第5章では、緑地地域の特性を把握するために、各種社会的環境要因を考慮して、数量化 類分析、クラスター分析により、緑地地域を類型化し、その特性を明らかにする。

第6章では、緑地変化に影響を与える市街地を定量的に把握するために、空間相互作用モデルを応用した市街地分布影響モデルの導出と適用を行い、土地利用変化の態様を把握する。

第7章では、これらの分析手法を GIS 上で展開し、システムとして構築を行う。

第8章では、各章をまとめて総括とする。

【参考文献】

- 1-1) 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
- 1-2) 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
- 1-3) 佐藤誠治：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
- 1-4) 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
- 1-5) 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.79-84，1997.11
- 1-6) 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
- 1-7) 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
- 1-8) 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，No.495，pp.147-154，1997.5
- 1-9) 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，pp.667-668，1997.9
- 1-10) 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，pp.543-544，1995.9
- 1-11) 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
- 1-12) 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，pp.115-120，1991
- 1-13) 奥野隆史：都市と交通の空間分析，大明堂，1996
- 1-14) 日本科学技術研究所：メッシュデータによる都市構造パターンの特性把握手法開発報告書，昭和55年度国土情報利用手法開発調査，1980
- 1-15) 鈴木富志郎，加藤恵正，津川康雄：地域分析の技法，古今書院，1988
- 1-16) 大友篤：地域分析入門，東洋経済新報社，1997
- 1-17) 岩見良太郎，川上秀光，呂斌：ポテンシャル概念にもとづく緑環境評価と緑地価値の計測，日本都市計画学会学術研究論文集，第22号，pp.13-18，1987.11
- 1-18) 青木陽二：緑環境水準の評価指標の算定方法に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，第17号，pp.481-486，1982.11
- 1-19) 文泰憲，萩島哲，大貝彰，岩尾襄：メッシュデータによる都市内緑地保全のための評価手法に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，第27号，pp.547-552，1992.11
- 1-20) 金子忠一，蓑茂寿太郎：都市における残存斜面緑地の特性についての調査研究 - 特に、川崎市における調査をふまえて - ，日本都市計画学会学術研究論文集，第20号，pp.367-372，1985.11
- 1-21) 田代順孝，杉本亮一：オープンスペース計画から見た緑被地の残存規模特性，日本都市計画学会学術研究論文集，第24号，pp.115-120，1989.11
- 1-22) 宮崎隆昌，中澤公伯：東京湾沿岸地域における土地利用の総体的把握と分析システムの開発 - 大都市沿岸域における環境評価方法に関する研究，日本建築学会技術報告集，第9号，pp.213-218，1999.12
- 1-23) 大林成行，小島尚人：階層化意思決定法を導入した土地分級評価アルゴリズムの構築，土木学会論文集，No.546 / VI-32，pp.169-179，1996.9
- 1-24) 宅地開発便覧編集委員会：宅地開発便覧，鹿島研究所出版会，pp.74-75，1974
- 1-25) 小林優介，福井弘道，石川幹子：小流域を単位とした森林分布の評価手法とその適用，日本都市計画学会学術研究論文集，No.36，pp.271-276，2001.11
- 1-26) 後藤忍，盛岡通，藤田壮：都市域における指標生物の生育特性による緑地の生態学的連続性の評価，環境情報科学論文集，No.13，pp.43-48，1999
- 1-27) 武内和彦，恒川篤史環境資源と情報システム，古今書院，1994
- 1-28) 大貝彰，渡辺公次郎，五十嵐誠：パーソナルコンピュータ上で稼動する GIS を用いた土地利用計画策定支援ツールの試験的開発，日本都市計画学会学術研究論文集，第34号，pp.751-756，1999.11
- 1-29) 山川仁，古賀正人：GISを用いた交通施設近接性が土地利用に与える影響の分析，H9 年土木学会第52回年次学術講演会，pp.432-433，1997
- 1-30) 大久保彰人他：福岡県地理環境情報システムの機能と衛星リモートセンシング情報の応用，地理情報システム学会講演論文集，pp.33-36，1993
- 1-31) 斎藤馨他：森林景観計画のための地理情報システム応用に関する考察 - Forest View のプロセス検討 - ，地理情報システム学会講演論文集，pp.29-32，1993
- 1-32) 村上雅博他：都市環境と地理情報システム，GIS - 理論と応用 - ，vol3，No.2，pp.19-25，1995
- 1-33) 伊藤達夫：森林計画と地理情報科学，GIS - 理論と応用 - ，vol3，No.2，pp.33-34，1995