

第7章 GISを用いた緑地環境評価システムの構築

- 7.1. はじめに
- 7.2. GISによるシステム開発
- 7.3. システムの適用
- 7.4. まとめ

7.1. はじめに

(1) 研究の背景と目的および既往関連研究の整理

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。その中で、武内・恒川らは文献⁷⁻¹⁾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、環境情報システムにおいて行うことの意義を謳っている。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。

地理情報システム（以下 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⁷⁻²⁾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⁷⁻³⁾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⁷⁻⁴⁾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⁷⁻⁵⁾による景観の視点からの森林計画への GIS の応用、村上ら⁷⁻⁶⁾による都市熱環境解析モデルの構築、伊藤⁷⁻⁷⁾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。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おり、その方向性および根拠を具体的な数値で示されている例は少ない。

本研究では、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、空間データ基盤等の汎用データを用いて数量的に緑地及び市街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い、都市緑地環境解析システムを構築することを最終的な目的としている。本稿では、1) システムの構成とその概要、データの処理方法、2) 構築されたシステムで行った初期段階の解析とその結果、について述べることとする。なお、本研究の特長としては、空間データ基盤を活用することにある。本研究では、空間データ基盤を、都市的活動を示す数値的な指標として取り扱う。

緑地評価システムの構築の方法としては、まず、解析を行い、次にその解析手法や結果をベースにし、GUI 環境でユーザーが評価のための指標の選択・重みづけを行える環境を整えることとする。最終的には、重要と考えられる緑地の検索・緑地保全計画等を行えるようシステムの構築を進める。図7-1. システム構築のフローに従い、以下に説明する。

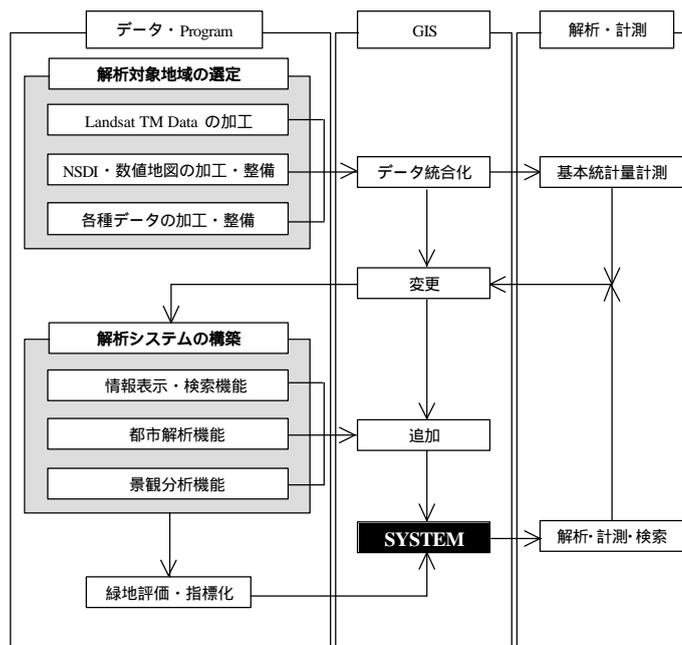


図7-1. システム構築のフロー

(2) 対象地域の選定

今回は、福岡県北九州市のデータをもとに解析・システム構築を行い、検証を行う。

(3) データの構築

使用したデータの一覧を表7-1に示す。本研究で作成した土地被覆分類図は次の、人工構造物を示す市街地、緑地、生産系緑地、裸地草地、水域の5カテゴリーである。また、GIS上での解析を行うために、約28.5m×28.5mのピクセルサイズを約50m×50mに変換し、GIS上にポイントをプロットしていった。この約50mというピクセルサイズは数値地図50mメッシュ(標高)に起因し、両データの座標を一致させている。数値地図50mメッシュ(標高)は1/25,000地形図を基図として、等高線から計算によってメッシュの中心点の標高値が収められた数値標高モデル(DEM)データである。地形図(2次メッシュ)を経度方向及び緯度方向に200等分し、実距離が約50mの精度を持つメッシュデータとして整理されている。その他、道路・公共施設等のデータは数値地図2500(空間データ基盤)のデータを加工し、解析を行いやすいデータ構造に作り変えた。数値地図2500(空間データ基盤)は構造化されたデータで、1/2,500の都市計画基本図を原資料として作成されている。

表7-1. 使用データ一覧

区分	データ名	データ型	内容	元データ
区域	区域	ベクタ(ポリゴン)	各区域	数値地図2500(空間データ基盤)
用途地域	用途地域	ベクタ(ポリゴン)	各用途地域(12種)	北九州市所有(6HP形式)
交通	道路	ベクタ(ライン)	道路中心線	数値地図2500(空間データ基盤)
	鉄道路線	ベクタ(ライン)	路線	数値地図2500(空間データ基盤)
	鉄道駅	ベクタ(ポリゴン)	駅舎構内	数値地図2500(空間データ基盤)
	IC	ベクタ(ポイント)	九州自動車道	数値地図2500(空間データ基盤)
施設	学校	ベクタ(ポリゴン)	小学校・中学校・高等学校	数値地図2500(空間データ基盤)
	公園緑地	ベクタ(ポリゴン)	都市公園	数値地図2500(空間データ基盤)
	公共施設	ベクタ(ポリゴン)	幼稚園・保育園・公民館等	数値地図2500(空間データ基盤)
	国勢調査データ	人口	ベクタ(ポリゴン)	平成7年国勢調査(福岡県・大分県)
衛星データ	土地被覆分類図	ラスタ	1987.91.97.98年	Landsat TM Data, Aster
	NDVI	ラスタ	1987.91.97.98年	Landsat TM Data, Aster
地形条件	標高	ラスタ	50mメッシュ	数値地図50mメッシュ(標高)
	傾斜度	ラスタ	50mメッシュ	数値地図50mメッシュ(標高)
背景画像	土地被覆分類図	ラスタ(Bitmap)	3D Texture Mapping用	Landsat TM Data
	NDVI	ラスタ(Bitmap)	3D Texture Mapping用	Landsat TM Data
	True Color	ラスタ(Bitmap)	3D Texture Mapping用	Landsat TM Data
	Natural Color	ラスタ(Bitmap)	3D Texture Mapping用	Landsat TM Data

7.2. GISによるシステム開発

(1) 開発環境

ランドサット TM データの加工は PCI Remote Sensing Corp.製の PCI および ERDAS 社製の ERDAS Imagine8.5 で行い、システム構築は Informatix 社製の空間情報システムである SIS(ver5.2)と ESRI 社製の ArcView8.1 をそれぞれ、Microsoft Visual Basic 6.0 と Microsoft Visual Basic for Application(VBA)でカスタマイズして行った。動作・開発環境は、以下の表7-2のとおりである。

表7-2. 動作・開発環境

	DELL Precision WS610MT	DELL Precision WS420
CPU	Pentium Xeon 600MHz	Pentium 1.0GHz
RAM	512MB	384MB
HDD	10GB	16GB
OS	Windows NT Workstation 4.0 (SP4)	Windows 2000 Professional (SP1)
Tool	PCI, ERDAS Imagine, SIS	ERDAS Imagine, ArcView
Customize	Microsoft Visual Basic 6.0	Visual Basic for Application

(2) システムの構成

GIS上でシステム化を行う際に、重要な点として、エンドユーザーによる操作性の問題がある。如

何に容易に、解析を行うことが可能かがこのようなシステムの開発の際に重要となってくる。基本的な空間解析は、GISのデフォルトの機能を用いればよいが、本報告のような特殊な解析を行う際は、プログラミング技術を活用したシステム化が不可欠となってくる。図7-2はArcView上で作成したグラフィカルユーザーインターフェイス(GUI)である。

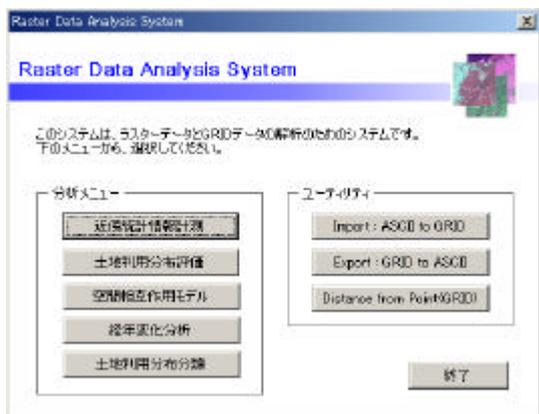


図7-2 . GUI画面 (ArcView上)

図7-2のように、ユーザーが容易に解析を行えるよう配慮を行った。図7-3はこのシステムをGIS (ArcView上)で実行中のものである。

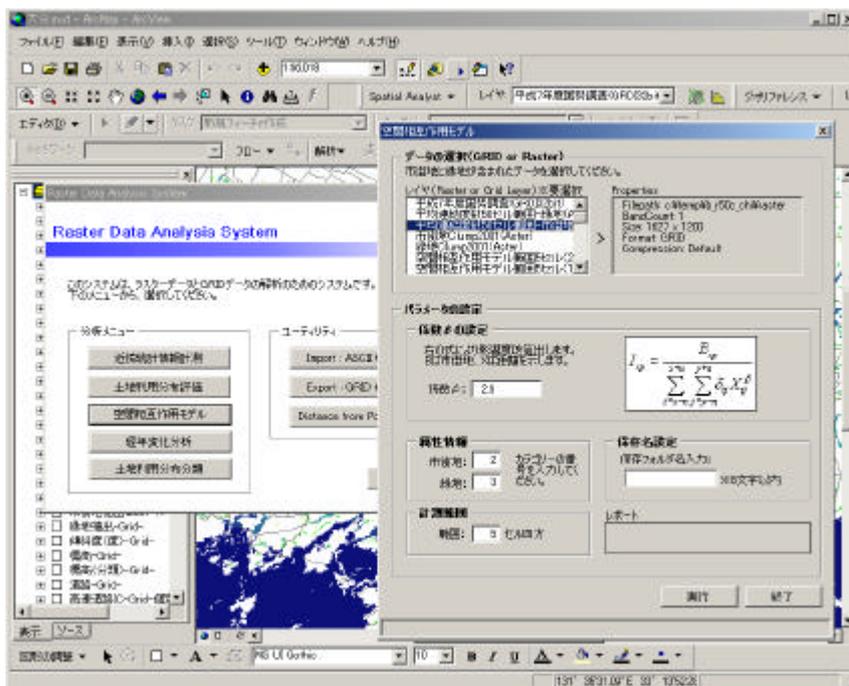


図7-3 . ラスター解析実行中画面 (ArcView上)

また、解析結果を統計解析ソフトなどで利用可能なように、ユーティリティの構築も同時に行っている。更に、他の解析 (例えば、C や Basic など) による解析結果も、GIS上で展開可能なようにカスタマイズも行っている。

SISおよびArcView上にて構築したシステムの機能は大きく次の3種に分類される。

情報表示・検索機能 (SIS、ArcView)

道路や公園、駅などの表示や、属性情報把握、また、標高 200m以上にある 1997 年度の緑地と

いった条件検索も可能である。(図7-4)

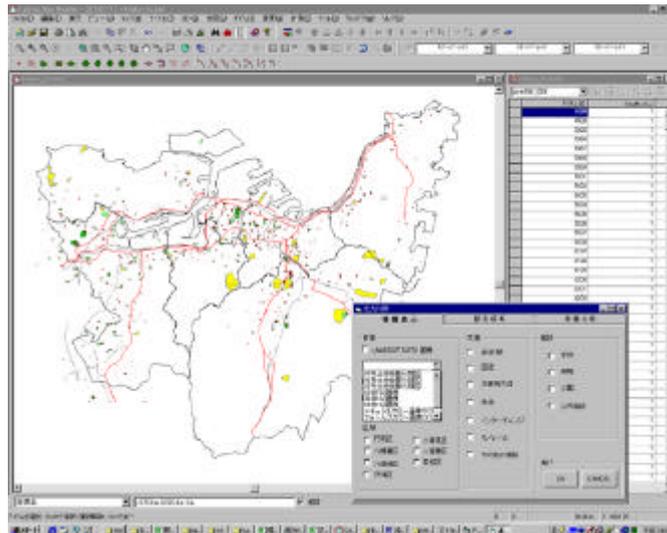


図7-4. 検索機能実行中画面 (SIS上)

景観分析機能 (SIS)

3次元表示や、断面図作成、可視不可視分析等の景観分析を行う。将来的には、建物データも入力し、景観シミュレーションを行う。(図7-5)



図7-5. 3次元表示：テクスチャマッピング付属 (SIS上)

都市解析機能 (ArcView)

これまで行ってきた、ラスタ (メッシュ) データの解析手法を GIS 上で展開し、GUI 環境で行えるようにしたものに加え、バッファリング解析、ネットワーク解析など、GIS の特徴的な解析を行えるようにしたものである。このシステムを体系的に図7-6にまとめる。なお、これらの機能は以下の4つに大きく分けられる。

1：地形的解析による土地利用分布解析

地形的条件 (標高・傾斜度) をもとに、土地利用の分布をカテゴリー化するツールである。

2：社会的要因関連分析ツール

人口と緑地などの距離関係から、分布規模や緑地までの距離などを測定し、評価する。また、空間データ基盤などのベクターデータをラスタ化し、バッファを発生させるツールを含んでいる。

3：土地利用分布解析ツール

経年変化や本報告で行った解析を含んでいる。

4：変換ツール

他の解析（例えば、C や Basic など）による解析結果を、GIS 上で展開するためのツールである。また、GIS の解析結果を ASCII 形式で Export する機能も含んでいる。

地形条件による土地利用分布解析



社会的環境要因関連分析ツール

人口分布距離計測



ラスターバッファ作成



土地利用分布解析ツール

経年変化分析



空間相互作用モデル



土地利用分布特性



変換ツール

ASCII to ESRI GRID



ESRI GRID to ASCII



図7-6. 都市解析機能一覧

(3) 各データの読込手法

本研究で使用した SIS では、基本的に特別な処理なしで既存のデータを読み込むことが可能であるが、例外もある。その点について触れておく。

1) 数値地図 2500 (空間データ基盤)

数値地図 2500 は特別な処理を行わず読み込むことが可能である。しかし、そのままの状態では編集が不可能であり、また、各区画が 1 アイテムとなっている。そのため、スキーマが利用できない状態である。この点を解消するために以下の方法で処理を行った。スキーマとは、情報の属性・検索・分析表示の出力に際し、その表示するフォーマットを指定するための機能である。

Index File で必要なデータを入力

全てのアイテムを選択し、「複製」する。

必要なデータを選択し、新規レイヤーに複製

2) 数値地図 50m メッシュ (標高)

数値地図 50m メッシュ (標高) は、SIS においてグリッドデータという形式で読み込まれる。使用・編集に際しては、グリッドデータから標高値毎の Q ゾーンアイテムを作成する必要がある。既存のアイテムから指定した距離 (範囲) 内の領域を Q ゾーンと呼ぶ。これにより発生された領域 (正方形のセルにより構成) のアイテムを Q ゾーンアイテムと呼ぶ。

3) ランドサット TM データ

GIS 上で解析を行うために、従来の 28.5m × 28.5m の Pixel サイズを (X,Y)=(57.84m, 46.21m) として、GIS 上にプロットを行った。(図 7-7) この各ポイントに ID (通し番号) を与え、その ID と外部データである CSV 形式で編集されたランドサット TM データと接続する。

これにより、各ポイントに市街地や緑地といった属性データを与えている。

この変換は、数値地図 2500 (標高) を基準としており、この作業により両データの座標を一致させている。50m へと変換を行った理由の一つとして、28.5m もの精度となると、あまりにも大量なポイント数となり、適度に間引く必要があったためである。

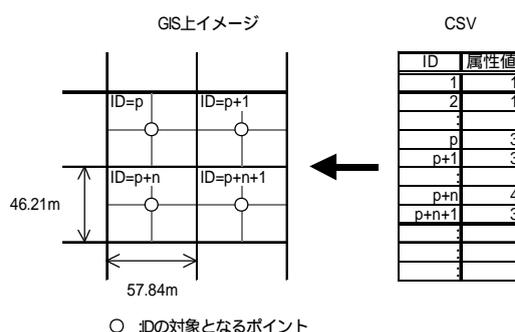


図 7-7 . ID (ポイント) と属性値の関係

作業の手順は以下のとおりである。

ポイントアイテムに外部データ (CSV) を接続。

検索クエリーで 1 つの土地被覆を検索し選択する。その後別のレイヤーに複製。

を土地被覆のカテゴリー分繰り返し、それぞれのレイヤーでカウントし、グリッドアイテムを作成。

グリッド間演算を行い、作成されたグリッドアイテムを 1 つのアイテムとして保存する。

例) $b87*1+g87*2+a87*3+f87*4+w87*5$

この処理により、作成されたグリッドアイテムは市街地から水域などの属性値をもつことができる。なお、ArcView 上では、ERDAS Imagine の IMG 形式を直接取り込むことが可能となっているため、SIS 上のみでこれらの作業を行った。

4) 平成 7 年国勢調査 (CMS) … (人口) 福岡県

今回は、各町毎の人口データを境域データ (ベクターデータ) とリンクさせ、トポロジーを発

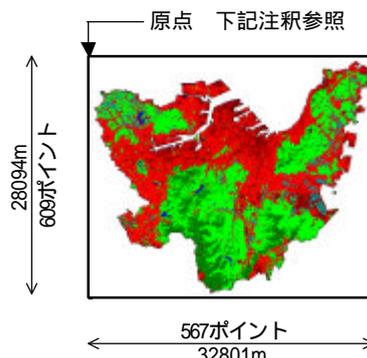
生させた後、ポリゴンアイテムとして作成した。トポロジーデータとは、空間的な位相関係を持ったデータで、リンクとノードと呼ばれるデータで構成されている。このデータを用いるとポリゴン間の境界線を1本のラインで表現可能となる。この作業上、調査区データとの座標が完全に一致していないため、各区毎にデータを入力し、その後拡大、縮小、移動を行った上で、数値地図2500との一致を図った。この処理により、作成させたポリゴン数は713である。

5) 用途地域

用途地域データは北九州市役所より、ご提供いただいた。デフォルトでは ArcInfo・ArcView のファイルフォーマットである Shp 形式の状態ではあるが、座標系を平面直角座標系()に設定することで、数値地図2500の座標系と完全に一致させることができた。

(4) ベクターデータのラスター化手法(SIS上のみ)

本システムでは、システムの下で解析を行った結果を汎用的に利用可能なようにベクターデータをラスターデータに展開できるようにカスタマイズを行っている。図7-8の枠内の画像は北九州市の土地被覆を示すものであるが、これらはポイントの集合であり、それぞれ平面直角座標系(19座標系())のX座標とY座標を持っている。したがって、図左上のポイントを一一致させることができれば次式によりラスター化(メッシュデータ化)が可能となる。



注釈
 図中原点とは、
 1)平面直角座標系()による原点(-30193m,107479m)
 2)50mメッシュにおける原点(0,0)を示すものである

$$X_{point} = \frac{-30139 - X_m}{32801} \times 567$$

$$Y_{point} = \frac{-107479 - Y_m}{28094} \times 609$$

X_{point}, Y_{point} : ラスター化後の座標値(50mメッシュ)
 X_m, Y_m : 平面直角座標系()の座標値

図7-8 . ラスター化手法

この式により、各メッシュの座標値が決定し、その座標値にラスター化の際、属性値を与えていく。

7.3 . システムの適用

ここでは、前項により構築されたシステムを用いた解析を行う。

(1) 人口密度と市街地・緑地分布傾向の関連性について

本システムを利用して、人口密度と市街地と緑地の分布傾向の関連性について、基礎的な解析を行っている。ここではその説明を行う。

図7-9に北九州市の平成7年国勢調査(人口)福岡県に基づく調査区別のポリゴンで示された人口密度の分布を示す。人口密度を12段階で分け(表7-3)、全713調査区から人口密度0(人/ha)の44調査区と人口密度560(人/ha)の徳力団地3と人口密度988(人/ha)の大字吉志の2調査区を除いた全667調査区について、それぞれのクラスの被覆割合を集計した(表7-4)。また、図7-10は市街地と緑地の1987

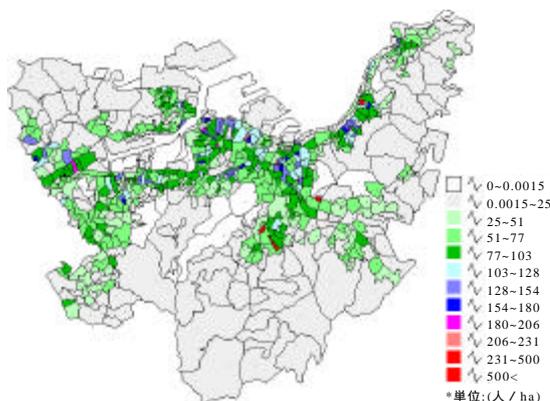


図7-9 . 人口密度分布(平成7年国勢調査)

年から1997年の変化割合を示したものである。

表7-3 人口密度のレンジ毎基本集計

人口密度 (人/ha)	度数 (調査区)	割合 (%)	メッシュ数
0 ~	44	6.17%	-
0.0015 ~	182	25.53%	111950
25 ~	113	15.85%	14721
51 ~	149	20.90%	17012
77 ~	107	15.01%	10211
103 ~	55	7.71%	4084
128 ~	37	5.19%	1804
154 ~	13	1.82%	438
180 ~	5	0.70%	156
206 ~	3	0.42%	78
231 ~	3	0.42%	165
500 ~	2	0.28%	-

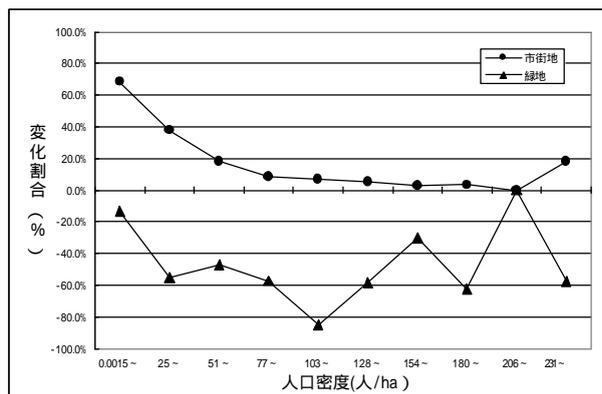


図7-10 市街地と緑地の変化割合(1987年-1997年)

表7-4 市街地・緑地分布と人口密度の関連

人口密度 (人/ha)	市街地			緑地		
	1987年	1997年	変化割合	1987年	1997年	変化割合
0.0015 ~	21928	36954	0.685	64536	74420	-0.133
	0.196	0.330		0.577	0.665	
25 ~	8905	12275	0.378	1570	3521	-0.554
	0.605	0.834		0.107	0.239	
51 ~	12825	15170	0.183	1324	2508	-0.472
	0.754	0.892		0.078	0.147	
77 ~	9003	9776	0.086	290	680	-0.574
	0.882	0.957		0.028	0.067	
103 ~	3778	4035	0.068	26	172	-0.849
	0.925	0.988		0.006	0.042	
128 ~	1695	1784	0.053	15	36	-0.583
	0.940	0.989		0.008	0.020	
154 ~	399	410	0.028	23	33	-0.303
	0.911	0.936		0.053	0.075	
180 ~	148	153	0.034	3	8	-0.625
	0.949	0.981		0.019	0.051	
206 ~	77	77	0.000	1	1	0.000
	0.987	0.987		0.013	0.013	
231 ~	122	144	0.180	16	38	-0.579
	0.739	0.873		0.097	0.230	

上段 ...メッシュ数
下段 ...被覆割合

表7-4と図7-10によると、人口密度が低い地域での市街地の増加傾向と、緑地の減少傾向が見られる。特に、市街地増加の傾向は、人口密度0.0015(人/ha)以上と25(人/ha)以上の地域で顕著に表れている。また、緑地では、人口密度0.0015(人/ha)、206(人/ha)を除く全てのレンジで30%以上の減少傾向を示していることがわかる。この減少傾向は平均値46.7%と非常に高い値である。それに対して、市街地増加の平均値は16.9%であり、緑地と比べるとそれほど大きくはない。

図7-11と図7-12はそれぞれ、市街地と緑地の被覆割合と人口密度の関連性を示したものである。それぞれにおいて各年度の指数近似曲線を求めたところ、以下のような近似式が得られた。

市街地	1987年	$y = 1.00 - 0.5055e^{-0.2609x}$ $R^2 = 0.722$
	1997年	$y = 1.00 - 0.1987e^{-0.2447x}$ $R^2 = 0.629$
緑地	1987年	$y = 0.2717e^{-0.2162x}$ $R^2 = 0.599$
	1997年	$y = 0.1298e^{-0.2167x}$ $R^2 = 0.589$

ただし、x はレンジの通し番号とする。したがって、表6 - 3によると、0.0015 (人 / ha) が 1 となり、231 (人 / ha) は 10 となる。これにより各レンジでの予測値を得ることができる。

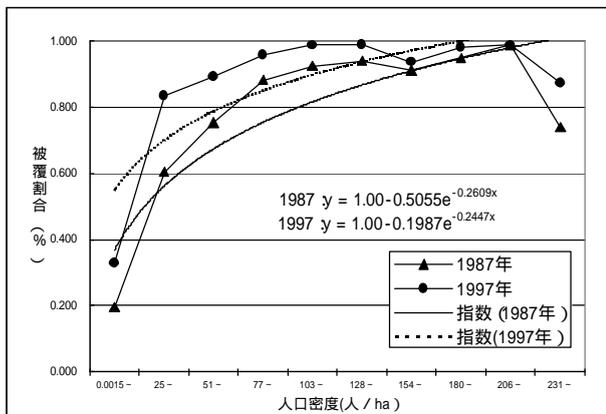


図7 - 1 1 . 市街地被覆割合と指数近似曲線

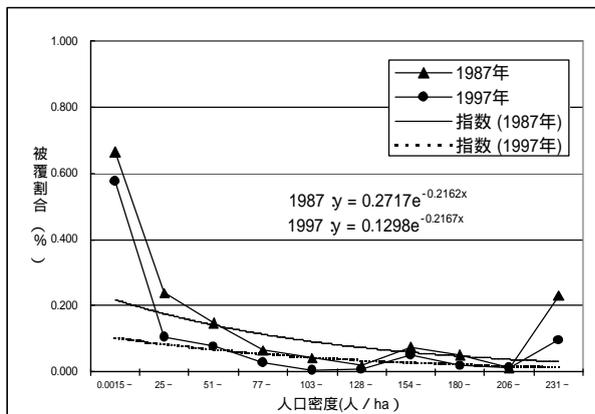


図7 - 1 2 . 緑地被覆割合と指数近似曲線

この式より得られることは、(1) 市街地、緑地ともに全体的な増加率および減少率のレンジ(幅)が狭くなっていること。次に、(2) 市街地では、1987年から1997年にかけて被覆率が増加していること。緑地では、1987年から1997年にかけて被覆率が低下していることが明らかである。

(2) 土地利用分布特性把握手法の適用

本報告での解析手法を、ArcView上でシステム化を行った。詳細な分析結果は、各章で述べているのでここでは、結果のみを示すこととする。ArcView上でラスター解析を行う利点として、衛星データなどのIMG形式(ERDAS Imagine)を特別な加工処理を行うことなく、Import可能であるという点が挙げられる。これは、GIS上でのシステム利用という観点から、エンドユーザーの操作性を格段に向上できるという効果もある。

(平均連結度数の適用)

図7 - 1 3は操作画面、図7 - 1 4はArcView上での平均連結度数(第3章)適用結果である。衛星データは、Aster Productを利用している。表示結果は、大分市中心部周辺を含んだものである。

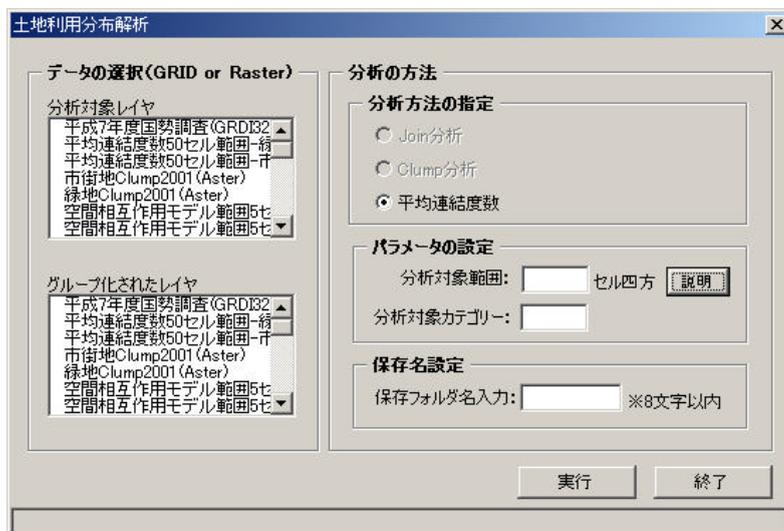


図7 - 1 3 . 平均連結度数の操作画面 (ArcView上)

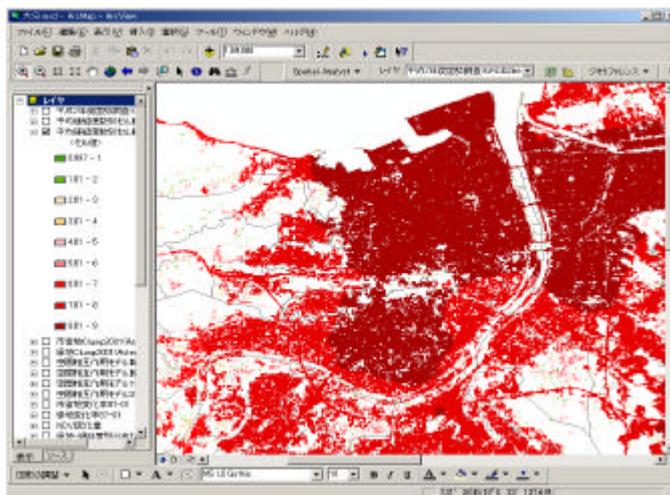


図7-14．平均連結度数の適用（ArcView上）

（市街地分布影響モデルの適用）

図7-15、図7-16は同様に、市街地分布影響モデル（第6章）の適用を行った例である。表示結果も同様である。



図7-15．市街地分布影響モデルの操作画面（ArcView上）

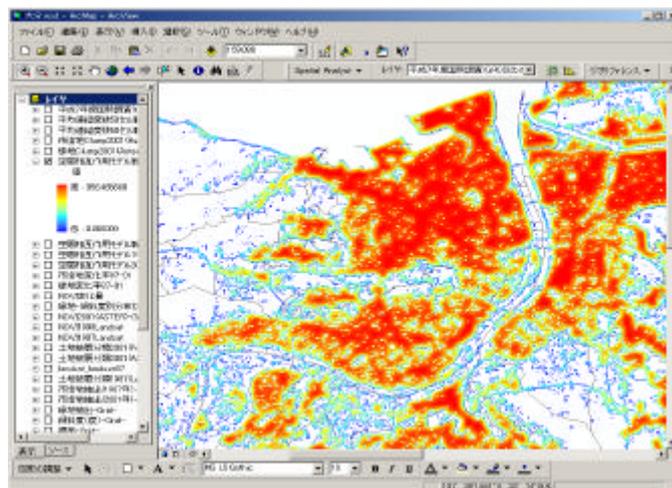


図7-16．市街地分布影響モデルの適用（ArcView上）

7.4.まとめ

ここでは以下のように一連のデータの加工・整理、そして基礎的な解析について述べてきた。

- (1) 本システムの位置付けと概要
- (2) 本システムの特徴
- (3) データの取り扱い
- (4) 基礎的な解析結果

このような大規模なデータを利用した GIS 上でのシステム開発においては、解析などを行う際、

パフォーマンスの低下と解析後のデータをどう利用するのか、という問題点が残されている。この問題を解消するために、データ容量の低下、解析結果のデータ形式の汎用性の向上、それに伴う解析プログラムの改善などが必要となる。また、この研究はデータソースを主にランドサット TM データ、空間データ基盤に求めていることにより、データが整備されている地域であれば、即解析・都市間比較が行える状態でのシステムが求められる。したがって、開発者レベルでのデータの読み込や解析後のデータの取り扱いなど、汎用性と一般性という面での向上が今後の主な課題である。

【参考文献】

- 7-1) 武内和彦, 恒川篤史: 環境資源と情報システム, 古今書院, 1994
- 7-2) 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ソールの試験的開発, 日本都市計画学会学術研究論文集, 第 34 号, pp.751-756, 1999.11
- 7-3) 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, 土木学会第 52 回年次学術講演会, pp.432-433, 1997
- 7-4) 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
- 7-5) 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
- 7-6) 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
- 7-7) 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