

ArcViewによる土地利用と地形の空間関係分析

Analysis of Relationship between Land Use and Topography using ArcView

張 長平

Changping ZHANG

Abstract: In this approach, the spatial data including digital elevation model (DEM) with 50m resolution, land use in 1/10 of third standard area grid maintained by Geographical Survey Institute, and a GIS software of ArcView and Spatial Analyst are used to evaluate the land use related to topography in the study area around the Youth Park of Aichi prefecture. For clarifying relationship between land use and topography, we need to understand the natural state of land. In this approach, an elevation grid theme (is also known as layer) and its contours, hill shade grid theme, grid themes of slope and aspect of DEM are created by surface menu of an application package of ArcView — Spatial Analyst. Then a display of land use grid theme with the brightness of each land use color controlled by hill shade is made. Through it, we are able to not only see how land use is spatially distributed, but know how land use changes within terrains.

Keywords: digital elevation model (DEM), land use, geographical information systems (GIS), topography

1. GISと環境関連の空間解析

地理情報システム (GIS) を用いた環境関連の空間解析は、環境関連の空間データとGISの空間解析機能が必要である。日本においては、行政機関によって様々な環境関連の空間データが整備され、環境調査、環境計画などに広く利用されている (張, 2003)。そして、最近のGISは、空間データの作成・管理・操作・可視化といった4つの基本機能のほかに、空間解析の能力が増強されつつある。例えば、Spatial Analystは、汎用GISソフトウェアArcViewのエクステンションツールとしてArcViewのベクトルデータに加え、ラスターデータにも使えるようになった。そのため、新しい種類の空間解析が可能となり、見た目にもスマートな地理情報の扱いができるようになった。

その一方、近年、大規模開発によって地形や土地利用が激しく変化し、それが起因となって環境破壊につながった例は多く見られる。このような問題を繰り返さないため不可欠なのは、開発の計画段階で地形と土地利用の現状を的確に把握し、それに基づいた議論をすることである。本稿では、数値地図50mメッシュ (標高) と1/10細分区画土地利用データ、Spatial Analystを用いて事例地域における土地利用と地形の空間分布、およびその間の空間関係を分析し、評価することを試みる。

1.1 Spatial Analyst拡張機能のロード

ArcView上で、Spatial Analystを稼動するために、まず、Spatial AnalystをArcViewにロードしなければならない。

①ArcViewを起動する。

②「ArcView GISへようこそ」ダイアログ・ボックスで、「キャンセル」をクリックする。

③「ファイル」メニューの「拡張機能」を選択する。

④「拡張機能」ダイアログで、「Spatial Analyst」チェック・ボックスをクリックして「OK」ボタンをクリックする (図1)。

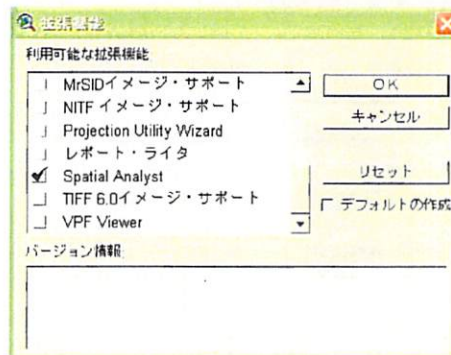


図1

1.2 新規ビューの作成

①「プロジェクト」ウィンドウの左にある「ビュー」をクリックする。

②「新規」ボタンをクリックして新規のビューを開く。

2. 数値地図50mメッシュ (標高) を用いた地形解析

地形は、気候の形成や川の流れ、動植物の生息、人間の行動などありとあらゆる自然現象、人間活動に影響を与えるため、環境調査、環境計画では、1つの基本環境要素として重要視されている。本稿では、2005年に開催される愛知国際博覧会 (略称「愛知万博」) の会場予定地、愛知青少年公園 (愛知県長久手町にある。) を中心にした東西南北20kmの範囲を事例地域として数値地図50mメッシュ (標

高)の平針(2次メッシュコード:523750),豊田北部(523751),瀬戸(523760),猿投山(523761)の標高データを使用する¹⁾。そして,土地利用と地形との関係を明らかにするために Spatial Analystの空間解析機能を使って地形の段彩図やコンター,傾斜角・傾斜方向,陰影地形などの地図を作成する。

2.1 数値地図50mメッシュのシェープ・ファイルへの変換

まず,パソコン内に地図データを格納するフォルダをあらかじめ作成しておき(例えば,C:\¥enshoudata),「数値地図データ変換ツール」を使ってデータ変換を行う。

①数値地図50mメッシュのCD-ROMをパソコンのCD-ROMドライブに入れる。

②「数値地図データ変換ツール」のアイコンをダブルクリックし,「50mメッシュ標高」ボタンをクリックする(図2の上)。

③「50mメッシュ・標高」ダイアログで,左側の「データ一覧」ウィンドウに変換データの図郭番号を選択して「追加」ボタンをクリックすると,右側の「変換対象データ」ウィンドウに追加する。

④「50mメッシュ・標高」ダイアログで,「シェープファイル名」を“mesh50”に入力し,「海部」を“出力しない”に選択する。さらに,「参照」ボタンを使って「出力フォルダ」を“C:\¥enshoudata”に指定して「変換」ボタンをクリックする(図2の下)。

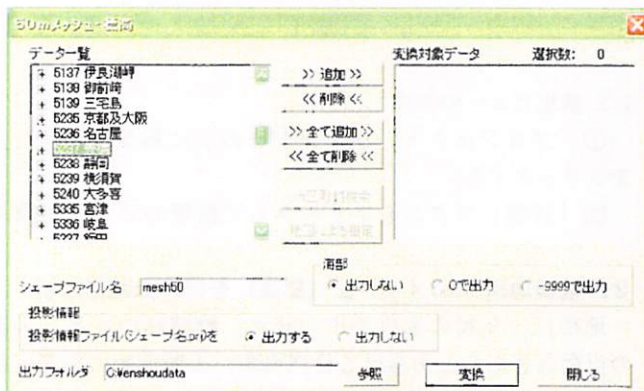
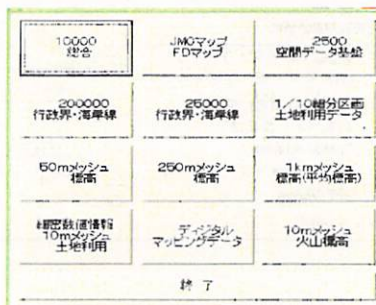


図2 数値地図データ変換ツール

2.2 標高ポイント・レイヤの追加

つぎに,変換された数値地図50mメッシュのシェープ・ファイルを1つの標高ポイント・レイヤ(ArcViewでは,テーマという)としてビュー・ウィンドウに追加する。

①「テーマを追加」ボタンをクリックする。

②「テーマを追加」ダイアログの右のウィンドウで,シェープ・ファイルの入ったフォルダ(例えば,C:\¥enshoudata)まで移動して,左のウィンドウで,シェープ・ファイル(例えば,mesh50.shp)をクリックして,[OK]ボタンをクリックする。

③ビュー項目の「mesh50.shp」テーマのチェック・ボックスをクリックして,標高ポイント・テーマを表示する。

2.3 地図投影法の指定

国土地理院の数値地図50mメッシュ(標高)は,ユニバーサル横メルカトル(UTM)図法を採用している。UTMの座標系は,地球全体を経度6°ごとに60の帯(ゾーン)に分け,その各帯内の中央の子午線を中央経線とするものである。日本付近はUTMゾーン51~56に属し,西日本は51,52,53ゾーン,東日本は54,55ゾーンに相当する(表1)。したがって,数値地図50mメッシュ(標高)を用いて地形解

表1 日本付近のUTMゾーン

UTMゾーンNo.	ゾーンの範囲(東経)	中央子午線
51	120° ~ 126°	123°
52	126° ~ 132°	129°
53	132° ~ 138°	135°
54	138° ~ 144°	141°
55	144° ~ 150°	147°
56	150° ~ 156°	153°

析する際に,次のように投影法を指定しなければならない。

①「ビュー」メニューのプロパティをクリックする。

②「ビュー・プロパティ」のダイアログで,「地図の単位」と「距離の単位」をともにメートル(m)にして,「投影法」ボタンをクリックする(図3の左)。

③「投影法プロパティ」ダイアログで,「標準」を選択し,「カテゴリ」を“UTM-1983”(横メルカトル図法)に,「種類」を“Zone 53”にして「OK」ボタンをクリックする(図3の右)。

④「ビュー・プロパティ」の「OK」ボタンをもクリックする。

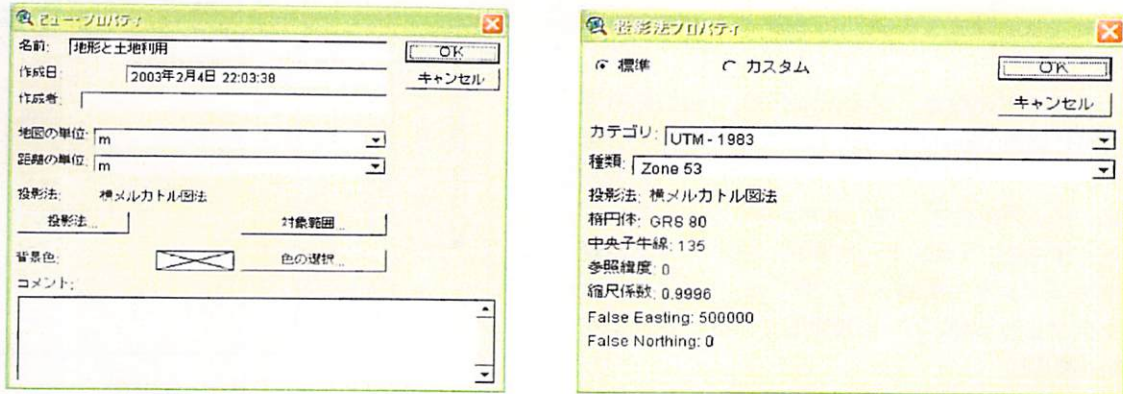


図 3

2.4 段彩図の作成

標高ポイント・テーマにサーフェス作成の補間機能を適用すれば、連続的なグリッド・テーマを作成できる。

①ビュー項目の「mesh50. shp」テーマをクリックしてアクティブにする。

②「サーフェス」メニューの「補間」を選択する。

③「出力グリッドの設定」ダイアログで、「出力範囲の設定」を“同じ範囲：mesh50. shp”にして「OK」ボタンをクリックする（図4の上）。

④「補間」ダイアログで、「メソッド」を“スプライン”に、「Z値フィールド」を“Elev”に、「重み」を“0.1”に、「タイプ」を“Tension”にして「OK」ボタンをクリックする（図4の下）。

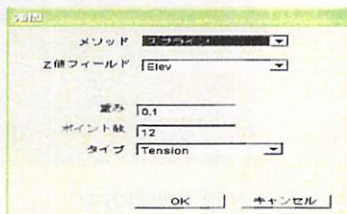
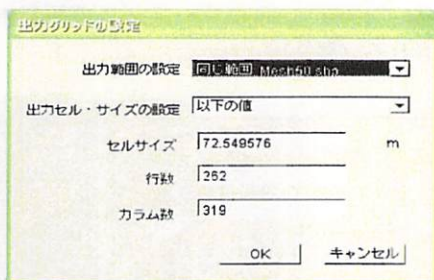


図 4

⑤新規作成されたテーマ名「mesh50. shpのサーフェス」をダブル・クリックする。

⑥「凡例エディタ」ダイアログで、「カラー・ランプ」を“標高#2”にして「適用」ボタンをクリックすると（図5の上）、9つの高度帯を示す地形段彩図が表示される（図5の下）。

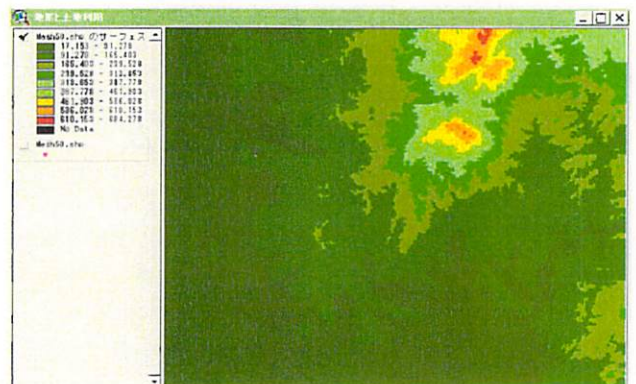
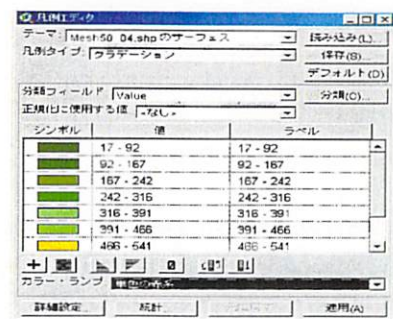


図 5 地形段彩図

2.5 地形解析機能

傾斜は、浸食や土壌の堆積に影響を与えるため、土地利用や土壌分布、斜面崩壊、土砂崩れを調査する際に重要な要素となり得る。Spatial Analystには、上記の標高ポイント・テーマと段彩図を表示するグリッド・テーマからコンター、傾斜角、傾斜方向、陰影地形の新規テーマを生成する機能群をもっている。

1) コンター

コンターは、地形を等間隔な高さ（例えば、50m間隔）をもつ等値線で再現する。さらに、コンターと段彩図を重ね合わせて表示すれば、対象地域の地形の詳細を視覚的に判明することができる。

①「mesh50. shp」テーマをクリックしてアクティブにする。

②「サーフェス」メニューの「コンターを作成」を選択する。

③「出力グリッドの設定」ダイアログで、「出力範囲の設定」を“同じ範囲：mesh50.shp”にして「OK」ボタンをリッくする。

④「補間」ダイアログで、「OK」ボタンをリッくする。

⑤しばらくすると、「コンターを作成」ダイアログが現れ、その中で「コンター間隔」を“50”に、「ベース・コンター」をデフォルト値“0”に設定して「OK」ボタンをリッくする（図6）。

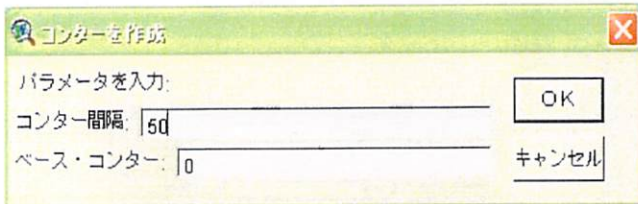


図6

⑥新たな「コンターmesh50.shp」テーマが表示される。段彩図の「mesh50.shpのサーフェス」テーマをチェックして下図のように重ね合わせて表示することができる（図7）。

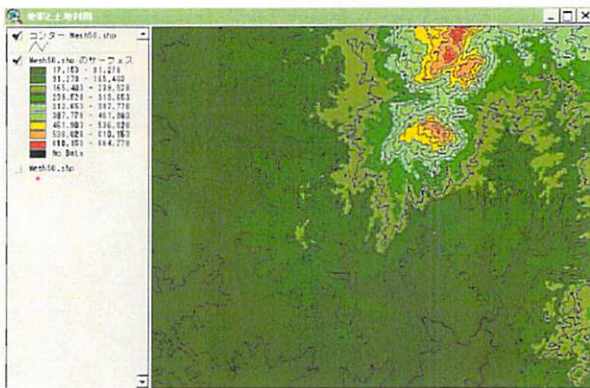


図7 コンターと段彩の重ね合わせ表示

2) 傾斜角

住宅建設や農地造成のときは、平坦な建設地を選定し斜面崩壊や土砂崩れなどの危険区域を避けるため、事前の地形調査をしなければならない。そこでは、地形の傾斜角を調べるのは最も重要な作業の1つになっている。

①「mesh50.shpのサーフェス」テーマをクリックしてアクティブにする。

②「サーフェス」メニューの「傾斜角を計算」を選択する。

③新たな「mesh50.shpのサーフェスの傾斜角」テーマが表示される（図8）。

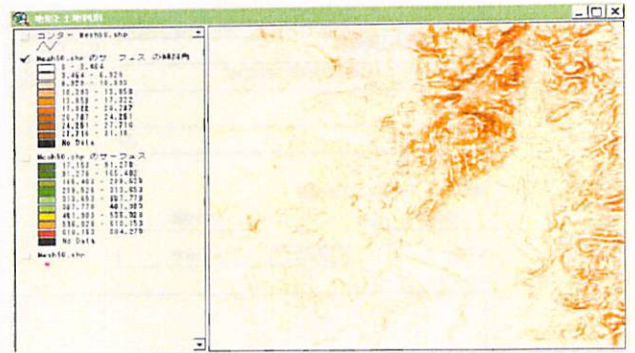


図8 傾斜角

図8に示されるように、地形の傾斜角は、9つのクラスに分けられ、最も濃い茶色のクラス（27.716°～31.180°）から最も薄い茶色のクラス（0°～3.464°）へと、色が薄くなるにつれて傾斜角度が下がっていく。

3) 傾斜方向

この機能は、居住環境評価で最適な土地を検索するために南向き傾斜をすべて検出したり、植物の多様性調査で研究対象地域の各地点の日照度を計算したりする際に良く利用される。

①「mesh50.shpのサーフェス」テーマをクリックしてアクティブにする。

②「サーフェス」メニューの「傾斜方向を計算」を選択する。

③新たな「mesh50.shpのサーフェスの傾斜方向」テーマが表示される（図9）。

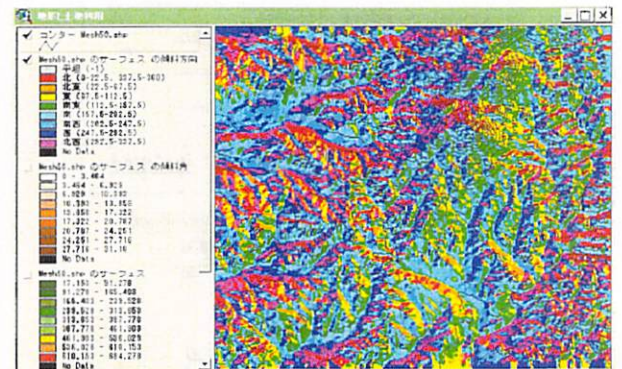


図9 傾斜方向

図9では、傾斜方位は、45度ごとに分けられ、北、北東、東、南東、南、南西、西、北西という8方向で表示されている。

4) 陰影処理

陰影地形図法は、陰影によって地形の起伏を表現する最も成功した手法である。陰影処理では、太陽の方位と高度によって様々な効果を出せる。

①「mesh50.shpのサーフェス」テーマをクリックしてアクティブにする。

- ②「サーフェス」メニューの「陰影処理」をクリックする。
- ③「陰影処理」ダイアログ・ボックスで、「太陽方位」をデフォルト値“315”に、「太陽高度」をデフォルト値“45”にして「OK」ボタンをクリックする。
- ④新たな「mesh50_04.shpのサーフェスの陰影」テーマが表示される（図10）。

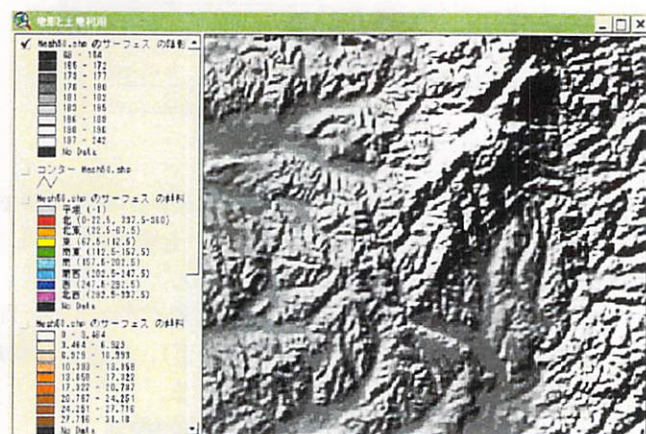


図10 陰影地形

3. 土地利用図の作成

土地利用関係のデータは、行政機関によって主に2種整備された。その1つは日本全国の「1/10細分区画土地利用」であり、もう1つは首都圏・中部圏・近畿圏の「10mメッシュ土地利用データ」である。本稿は、土地利用と地形との空間関係を分析する際に、前者の1/10細分区画土地利用データを使用することにする²⁾。その土地利用区分は表2に表される。

表2 土地利用区分（1/10細分区画土地利用）

土地利用区分名	区分番号
田	1
その他の農用地	2
森林	5
荒地	6
建物用地	7
幹線交通用地	9
その他の用地	A
河川地及び湖沼	B
海浜	E
海水域	F
ゴルフ	G

3.1 「1/10細分区画土地利用」からデータ抽出

1/10細分区画土地利用データは、1次地域メッシュ単位でCD-ROMに収録され、約5年ごとに更新される。1/10とは、3次地域メッシュの1/10で約100m四方の土地利用状況を示したものである。その一方、上述したように50mメッシュ標高データが2次地域メッシュ単位で収録されるので、両者の地域メッシュ単位の整合性は欠けていることが分かる。そのため、自前のデータ抽出プログラムland10_arcを

開発し、それを使って土地利用データを2次メッシュ単位で1/10細分区画土地利用データから抽出する。データ抽出プログラムland10_arcは以下のように実行する。

①MS-DOSのプロンプトで、実行コマンドは以下の通りである。

land10_arc [抽出方式] [ディレクトリ] [ファイル名]

ここで、[抽出方式]、[ディレクトリ]、[ファイル名]は、3つのオプションで、次のように定められる。

[抽出方式] = $\begin{cases} 0 & \text{全部データ} \\ 1 & \text{指定された経度・緯度}^{3)}\text{範囲内のデータ} \\ 2 & \text{指定された行政区域内のデータ} \end{cases}$

[ディレクトリ]は、1/10細分区画土地利用データが入っているディレクトリ、

[ファイル名]は、1/10細分区画土地利用データ名である。

本研究では、国土地理院によって整備された1997年の「1/10細分区画土地利用」データを用いて、コマンド

land10_arc 1 C:\¥enshoudata L03-09M-23-01_0.txt

を実行する。

②「抽出方式」= 1の場合は、「西南端の経度・緯度（west, south）を入力して下さい：」に“137, 35.083”を、「東北端の経度・緯度（east, north）を入力して下さい：」に“137.25, 35.25”を入力してリターンする。「抽出方式」= 2の場合は、「行政コードを入力して下さい：」に“23226”を入力してリターンする。

3.2 新規属性テーブルの追加

抽出された土地利用ポイント・データ（ここでは、L03-4zones.txt）をArcViewの属性テーブルに追加する。

①「プロジェクト」ウィンドウの左にある「テーブル」をクリックする。

②「追加」ボタンをクリックする。

③「テーブルを追加」ダイアログで、「表示するファイル種類」を“デリミタを含むテキスト (*.txt)”にし、右側のウィンドウで土地利用ポイント・データが保存されているフォルタまで移動して、左のウィンドウで“L03-4zones.txt”をダブル・クリックすると、新規テーブルが追加される（図11）。

経度	緯度	土地利用
137.000000	35.083167	A
137.001250	35.083167	A
137.002500	35.083167	7
137.003750	35.083167	A
137.005000	35.083167	A
137.006250	35.083167	7
137.007500	35.083167	7
137.008750	35.083167	5
137.010000	35.083167	5
137.011250	35.083167	5
137.000000	35.084000	7
137.001250	35.084000	7
137.002500	35.084000	7

図11

3.3 経度・緯度で定義されたポイント・テーマの追加

- ①「ビュー」メニューから「イベント・テーマの追加」を選択する。
- ②「イベント・テーマを追加」ダイアログで、「Xフィールド」を“経度”に、「Yフィールド」を“緯度”にする(図12)。
- ③「OK」ボタンをクリックすると、新規の土地利用ポイント・テーマL03-4zones.txtが追加される。

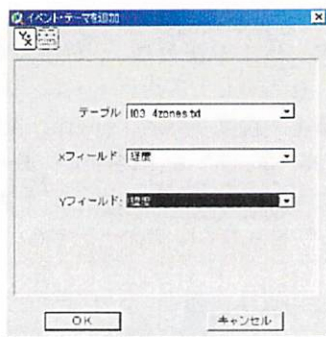


図12

3.4 ポイント・テーマをグリッドに変換

上記の土地利用ポイント・テーマを行と列からなるラスター型データへと変換する。ArcViewでは、このような形式のデータをグリッドデータと呼ぶ。

- ①ポイント・テーマL03-4zones.txtをクリックしてアクティブにする。
- ②「テーマ」メニューの「グリッドに変換」を選択する。
- ③「変換: L03-4zones.txt」ダイアログの右側のウィンドウで、グリッド・データを保存しようとするフォルダ(例えば、C:\Enshoudata)まで移動して、左側の「グリッド名」に“L03_4zones”を入力して「OK」ボタンをクリックする。
- ④「変換: L03-4zones.txt」ダイアログで、「出力範囲の設定」を“同じ範囲: L03-4zones.txt”に、「セルサイズ」を“120”にして「OK」ボタンをクリックする(図13)。

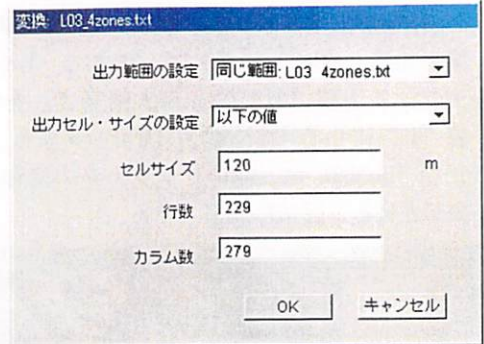


図13

- ⑤「変換フィールド: L03_4zones.txt」ダイアログで、「セル値のフィールドを選択:」を“土地利用”にして「OK」ボタンをクリックする(図14の上)。

- ⑥「属性の結合: L03_4zones.txt」ダイアログで、「はい」ボタンをクリックすると(図14の下), 新規土地利用グリッド・テーマL03_4zonesが作成される。

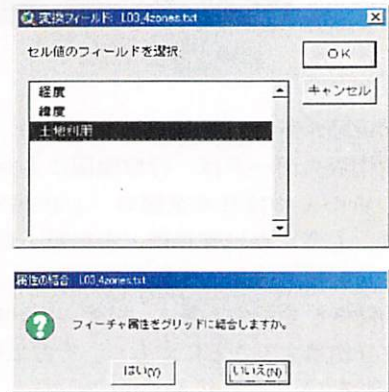


図14

3.5 土地利用凡例の作成

- ①凡例部のテーマ名「L03_4zones」をダブル・クリックして凡例エディタを開く。

- ②「凡例エディタ」ダイアログで、表2の土地利用区分名を参照して「ラベル」フィールドに入力する。「シンボル」フィールドを1つ1つダブル・クリックして、「カラー・パレット」から好みの色を選択する(図15)。

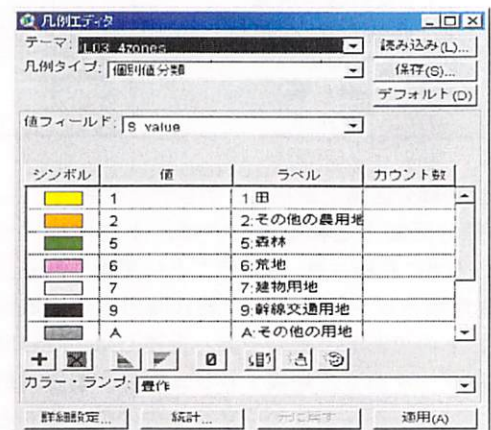


図15

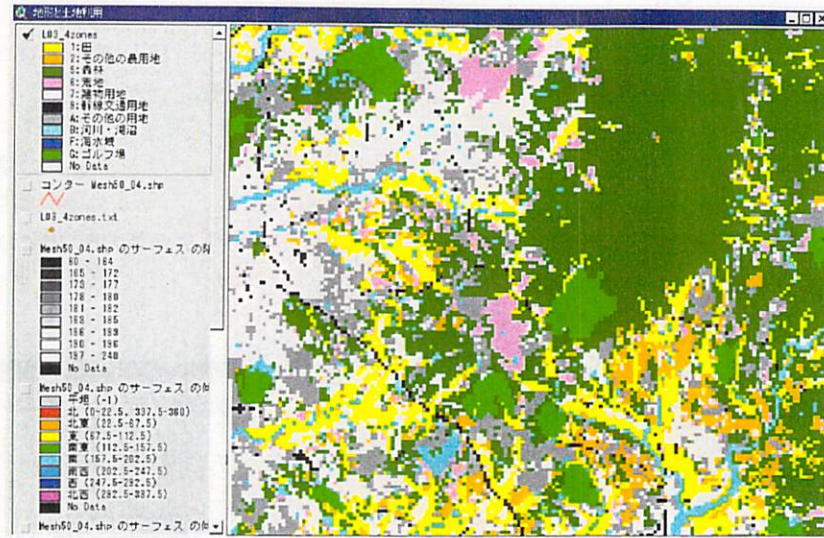


図16 土地利用図

- ③「適用」ボタンをクリックして新しい凡例を再描画すると、土地利用図が作成される（図16）。

4. 土地利用と地形の空間関係分析

地形は土地利用を制限するが、土地利用は地形の形成や変化を引き起こしている。土地利用と地形の空間関係を分析する際に、データの探索を簡単にするため、地形の高度帯を再分類する必要がある。これにより、土地利用と地形をチャートに一緒に表現することができる。

4.1 地形を再分類

まず、地形段彩図「mesh50.shpのサーフェス」で9つの高度帯を5つのクラスに再分類する。

- ①「mesh50.shpのサーフェス」テーマをクリックしてアクティブにする。
- ②「解析」メニューの「再分類」を選択する。
- ③「値を再分類」ダイアログで、「分類」ボタンをクリックする。
- ④「分類」ダイアログで、「クラスの数」を“5”に、「値を丸める位置」を“d”にして「OK」ボタンをクリックする（図17）。

古い値	新しい値
17 - 162	1
162 - 267	2
267 - 421	3
421 - 556	4
556 - 651	5
No Data	No Data

図17 地形を再分類

- ⑤「値を再分類」ダイアログで、「OK」ボタンをクリックして地形サーフェスを再分類する。
- ⑥チェック・ボックスをクリックして「再分類：mesh50.shpのサーフェス」テーマを表示する。
- ⑦凡例部のテーマ名「再分類：mesh50.shpのサーフェス」をダブル・クリックして、「凡例エディタ」を開く。
- ⑧「凡例エディタ」ダイアログで、「凡例タイプ」を“グラデーション”に、「分類フィールド」を“Value”に、「カラー・ランプ」を“地形#2”にそれぞれ設定して、「適用」ボタンをクリックすると、再分類された地形段彩図が現れる（図18）。

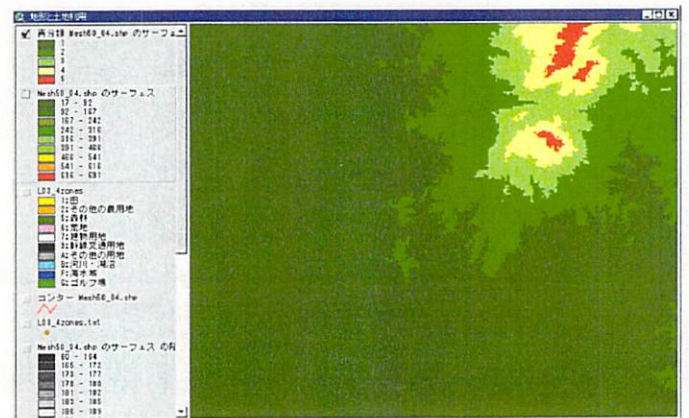


図18 再分類された段彩図

4.2 土地利用区分別面積の集計

つぎに、愛知青少年公園を中心とした事例地域において、土地利用区分ごとの面積はどれくらいのかを求めてみよう。

- ①「L03_4zones」テーマをクリックしてアクティブにする。
- ②「解析」メニューの「ゾーン別の集計」を選択する
- ③「ゾーン別の集計」ダイアログで、「集計する変数を含むテーマを選択」を“再分類Mesh50.shpのサーフェス”にして「OK」ボタンをクリックする（図19の上）。
- ④「ゾーン別の集計」ダイアログで、「チャートを作成する統計の選択」を“Area”にして「OK」ボタンをクリックすると（図19の下），土地利用区分面積のヒストグラムが表示される（図20）。

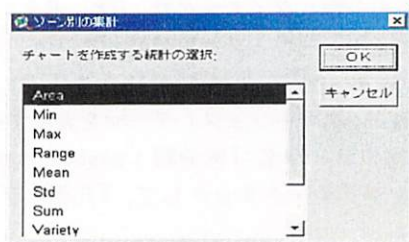
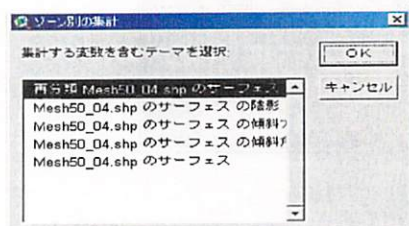


図19

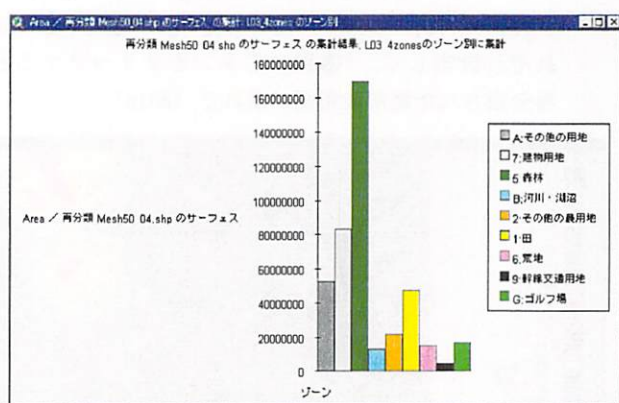


図20 土地利用区分面積のヒストグラム

土地利用区分面積のヒストグラム（図20）により，事例地域では，森林，建物用地，農用地の土地利用が多く見られる。それは，名古屋市近郊に位置する市町村において森林がまだ多く残されており，建物用地や農業用地も広く分布していることが明らかになった。

4.3 陰影地形土地利用図

土地利用図の各セルの表示に使った色の明度を陰影地形図の値に基づいて変化させると，陰影地形土地利用図を作成することができる。

- ①凡例部のテーマ名「L03_4zones」をダブル・クリック

する。

- ②「凡例エディタ」ダイアログで，「詳細設定」ボタンをクリックする。

- ③「詳細オプション」ダイアログで，「輝度のテーマ」を“mesh50.shpのサーフェスの陰影”に，「セルの最小輝度」を“0”に，「セルの最大輝度」を“100”に設定して「OK」ボタンをクリックする（図21）。

- ④「凡例エディタ」ダイアログで「適用」をクリックする。

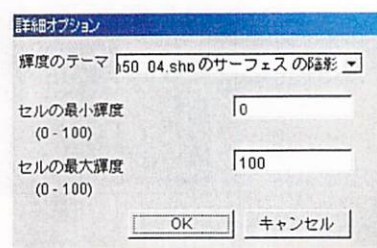


図21

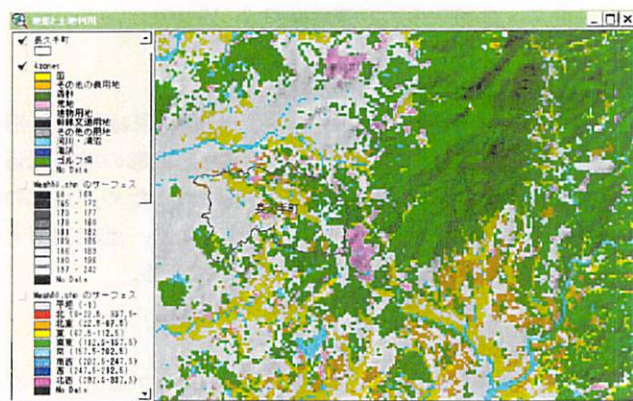


図22 陰影地形土地利用図

陰影地形土地利用図（図22）は，ラスター型地図の合成機能を利用して地図の相互可視性を有し，それによって土地利用とその地形上の分布の全貌を把握できる。この図に見られるように，建物用地や農業用地，ゴルフ場は西部と東南部の平野部に広がっており，森林は東部の丘陵地帯に集中的に分布している。したがって，この地域の土地利用は名古屋都市圏周辺地域の土地利用特徴が良く示されるものだと考えられる。

4.4 土地利用と地形との関係

土地利用と地形との関係を統計的に解明するために，高度帯ごとに土地利用がどう分布しているかを調べる必要になる。

- ①「再分類mesh50.shpのサーフェス」テーマをクリックしてアクティブにする。
- ②「解析」メニューの「ゾーン別ヒストグラム」を選択する。
- ③「ゾーン内のヒストグラム」ダイアログで，「ゾーン

を定義するフィールドを選択：」を“Value”にして「OK」ボタンをクリックする。

- ④「ゾーン内のヒストグラム」ダイアログで、「ヒストグラムの値を定義するテーマを選択：」を“L03_4zones”にして「OK」ボタンをクリックすると、高度帯別土地利用ヒストグラム「L03_4zonesのヒストグラム」のチャート・ウィンドウが表示される（図23）。
- ⑤全体が表示されるようにチャート・ウィンドウを拡大する。

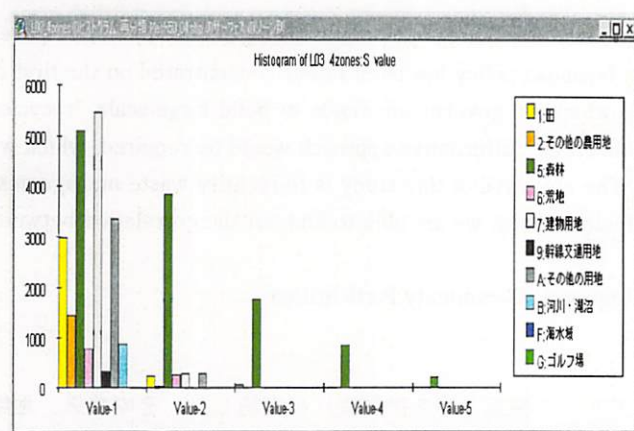


図23 高度帯別土地利用ヒストグラム

この高度帯別土地利用ヒストグラム（図23）では、各種の土地利用が比較的低い地域（レベル1と2の高度帯、即ち、標高17～287m（図17を参照））に分布し、とくにここには森林（レベル3と4と5の高度帯）が大量に残っていることと、287m以上の比較的高い地域には、地形の高さが増えるにつれ森林の面積がより少なくなることが示されている。したがって、名古屋市近郊地域に残されている森林をもっと大事に保護しなければならないだろう。

5. おわりに

本研究は、数値地図50mメッシュ（標高）と1/10細分区分土地利用を基本データとして事例地域における土地利用と各種の地形分布図を作成した上で、GISの空間解析機能

を用いて土地利用と地形の空間関係を明かにした。本来、地形を含む地表上に分布する地物は時間と共に生起、変化、消滅する。したがって、土地利用と地形の空間分析に際しては、土地利用、地形、およびその空間関係が時間と共にいかに変化するかは、今後の課題である。

注

1) その対象地域の範囲を経度・緯度で表示すると、西南端は東経137°と北緯35°5′、東北端は東経137°15′と北緯35°15′である。

2) このデータは、2001年4月から既にインターネットによる無償提供を行っている (<http://nlfp.mlit.go.jp/ksj> を参照されたい)。

3) ここの経度・緯度は「十進経緯度」である。十進経緯度とは、経度・緯度の値を角度の度単位の小数で表わしたものである。経度・緯度を十進経緯度に変換するのは次式のように行われる。

$$\text{十進経緯度} = (\text{経度} \cdot \text{緯度の}) \text{度数} + \text{分数} \div 60 + \text{秒数} \div 3600$$

例えば、本研究の対象地域の範囲は、西南端の十進経緯度が東経137°と北緯35.083°に、東北端の十進経緯度が東経137.25°と北緯35.25°になる。

文 献

- ESRI編（1996）：ArcView Spatial Analystユーザーズ・ガイド。
- 建設省国土地理院監修（1992）：数値地図ユーザーガイド、（財）日本地図センター。
- 張 長平（2003）：環境関連の空間データと環境情報システム、名古屋産業大学論集第3号、181-187。
- 村山祐司・森本健弘・田中耕市（2001）：地理学専攻学生を対象としたGIS教育—土地利用分析を題材に一、筑波大学人文地理学研究 25、77-100。