

第3講：森林 GIS データの構築（1）

GIS（地理情報システム：Geographic Information System）は、国や地方自治体での行政に関する業務のほか、民間企業の経営支援、電子地図・カーナビをはじめとする個人的用途などの幅広い分野に広く普及し、もはや現代社会に欠かせない重要なツールとなっている。森林行政や森林研究にも GIS の導入・活用が進められているが、森林は都市に比べて多様かつ複雑な構造を有しているため、その情報化は容易ではなく、また公開されている情報も少ない。そのため森林 GIS で扱う森林情報は、自分で収集、調整しなければならないことが多く、それぞれの目的に合わせて、適切なデータ構築手法を選択する必要がある。

そこで本講では2回に分けて森林 GIS データの構築手法を解説する。今回はまず、GIS の構造とその機能について概観し、森林における GIS データの構築手法を整理、解説する。また実際にソフトウェアデジタイザを用いてオルソフォトマップからの情報抽出を実感してみることにしたい。

1. GIS のデータ構造

GIS を一言で言うと「空間情報をもったデータベース」であり、1980 年代に試験的利用が始まった比較的新しい技術である。データベースを空間情報（一般的には地図）と関連付けることにより、その活用範囲が格段に広がることとなり、GIS はコンピュータの処理能力向上にともなって 1990 年代に急速に一般化した。

GIS は下記の質問に答えられるものとされている。

- ・ どこに何があるか（属性検索）
- ・ ある条件を満たす場所はどこか（条件検索）
- ・ 変化はどの程度か（時系列分析）
- ・ あるデータと他のデータの空間的關係は（空間分析）
- ・ あるモデルに従えばどうなるか（モデル分析）

これらを実現するために、GIS の空間情報はレイヤ構造（階層構造）で管理される。GIS データは異なる主題を持ったいくつかのレイヤから構成され、それぞれのレイヤは道路や行政界など、単一の主題を表現する。それぞれのレイヤを重ね合わせたり（インターセクト）、対象物からの距離を区切ったりする（バッファリング）ことにより、新たなレイヤを作ることができるのである。例えば、森林 GIS 上で林相レイヤと所有者レイヤの2つのレイヤを用いたインターセクトによって、所有者ごとの所有林相面積が算出できる。

空間情報の格納形式には、いくつかの種類がある。まず、レイヤ上の任意の図形、すな

わち点（ポイントデータ；杭など）、線（ラインデータ；林道など）、多角形（ポリゴンデータ；小班など）に属性を付加する形式であり、これはベクタ形式と呼ばれる。一方、対象区域をあらかじめ任意の間隔の格子で区切り、その各メッシュに属性を付加した形式をラスタ形式といい、標高値や画像に用いられる。例えばカラー空中写真を正射化した“オルソフォトマップ”は、それぞれの輝度値が保存された青、緑、青の3つのラスタ形式のレイヤを重ね合わせたもの（オーバーレイ）である。また、任意の点で取得された標高値などの場合、正方形の格子ではなく三角形に区切った TIN（不整三角網：Triangulated Irregular Network）形式が用いられることもある。GIS ソフトの種類によって、ラスタデータ処理専用のもの、ベクタデータとラスタデータの連携処理に優れているもの、高度なデータベース機能、解析機能を搭載しているものなど、それぞれ特徴がある。

2. 森林における GIS データの特徴と収集

GIS はあくまでデータ解析ソフトであり、GIS データは別に用意しなければならない。都市域は土地や道路の境界が明確であり、比較的データ化しやすいのに対し、森林域は植林界や路網などを除いて林分の境界が明確でなく、GIS データとして加工、解析しにくい。

例えば森林簿には林小班（以下、小班）を管理単位として樹種や直径などがデータベース化されているが、その値はあくまで各小班における“推定された代表値”であり、小班内部の地形条件によって林相や成長が異なるのが普通である。さらに時にはスギ林分とヒノキ林分が一つの小班として扱われていたり、林道沿いなど小班内の一部だけが他の部分とは異なった施業が行われていたりすることもある。GIS での解析目的とこれらデータが有する精度とをよく勘案し、必要に応じてデータ管理単位の分割やリモートセンシングデータ、現地調査データの補助的利用を計画する必要がある。

森林において GIS データを収集する方法として、下記の4種類が挙げられる。

2.1 公開されているデータの利用

各種の統計データ、地図データ、リモートセンシングデータが、無料あるいは有料で公開されている。ウェブサイトからダウンロードできる日本国内の省庁発行の公開データをいくつか紹介すると、国土地理院のサイトでは地図データとして 1/25,000 などの地図画像（ラスタデータ）、1/25,000 および 1/2,500 の空間データ基盤（ベクタデータ）、50m メッシュの標高データなどが利用できるほか、総務省は自治体ごとおよび約 500m メッシュの国勢調査等の集計結果、環境省は自然環境保全基礎調査（いわゆる緑の国勢調査）、国土交通省は土地利用等に関する統計データなど、各省庁がそれぞれ集計したデータをダウンロードすることができる。

これらの公開データは比較的広域にわたるものが多いが、都市域でしか整備されていない場合もある。データの精度や解像度は比較的低いが、日本全土や都道府県、市町村レベルなどの大面積の解析には有効なデータである。なお、都道府県などの協力が得られれば、小班単位の詳細な森林 GIS データが使用できることもある（個人情報の漏洩には注意が必要）。

2.2 リモートセンシングデータからのデータ抽出

リモートセンシングデータを分析することによって必要なデータを抽出する方法としては、古くから空中写真の判読や濃度解析、写真測量が行われてきた。また大面積の解析には、ランドサットをはじめとする衛星リモートセンシングデータも利用されてきたが、いずれの方法も多大な労力および費用が必要であった。しかし近年では IKONOS などの高解像度衛星データや高精度な LIDAR データ（Light Detection And Ranging：上空から地表面にレーザーパルスを照射することにより表層面と地表面の両方の標高データ得るもの）が比較的安価で手に入るようになってきており、気軽に小面積での解析に用いることが可能になってきている。近年では空中写真でも赤外線センサを搭載したデジタルカメラへの移行が進められており、さらに詳細なデータ取得が可能になりつつある。ただし、リモートセンシングデータは中心投影図として公開されることが多く、GIS で用いるには画像解析ソフトを用いるか、または幾何補正済みのデータを購入する必要がある。

リモートセンシングデータは過去に取得されたものにさかのぼって購入、利用することができ非常に便利であるが、データの取得は天候に左右され、また急傾斜地では斜面の向きと太陽位置の関係から陰が生じ、解析に工夫が必要となることも多い。

2.3 既存の図面のデジタイジング

既存の図面のデジタイジングによるデータを抽出は、GIS が普及する以前から、地形図の等高線から地形モデルを生成するためによく利用されてきた方法である。民有林では、1/5,000 の森林基本図（図 3.1）が各都道府県から公開されており、簡単に手に入る、もっとも詳細な森林情報の一つである。しかし森林基本図はあくまで紙に書かれた図面である。土壤図や地質図など、各機関が公開している地図データは、たとえデジタルデータとして提供されていても、ほとんどの場合、紙図面を単にイメージスキャナで読み込んで画像ファイル化されているだけであり、GIS で用いるためにはこれらの区分境界を電子化しなければならない。

ここで用いられるのがデジタイザと呼ばれる装置（写真 3.1）で、図面をデジタイザ上に貼り付け、座標系を設定した上で、図面上の任意の点の座標を読み取る。手間はかかるが、コンピュータと接続することにより、図面を直接、GIS 上にベクタデータとして取り込むことができる。図面サイズに合わせたイメージスキャナと十分な画像処理能力をもったパ

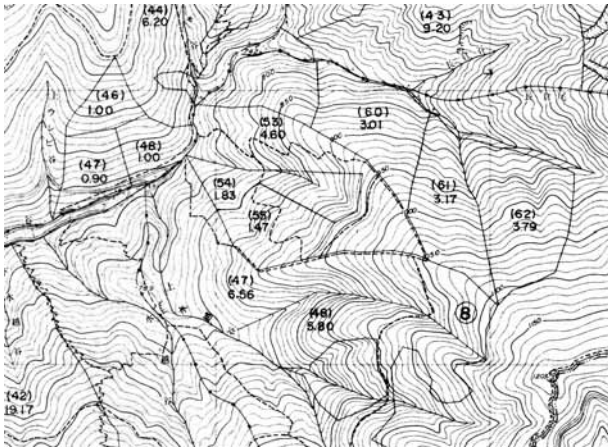


図 3.1 森林基本図



写真 3.1 デジタイザ

ソコンがある場合には、デジタイザではなくイメージスキャナを用いて図面を画像化し、自動認識処理を行って境界を座標化する方法もある。ただし図面には不必要な情報も多く記載されているので、前処理・後処理が必要になる。また電子化した図面を GIS 上にラスターデータとして読み込み、別レイヤで必要な情報をベクタ情報として作成する方法もある。

既存の図面を用いる場合に注意すべき点は、作成した GIS データの位置情報の精度である。デジタイザで作成したデータは、図面をいくら正確にトレースしたとしても元の図面の精度よりも高くなることはない。元の図面の位置情報が不正確であれば、GIS データも不正確になる。常に元の図面のデータがどのような方法で作成されたか、その精度はどの程度か、を意識しながらデータを使用する必要がある。例えば森林基本図の小班の境界や等高線の精度は、その図面が作成された時点の林相に関係する。これは森林基本図が空中写真を元に作成されているからであり、空中写真を撮影した時期に新植地であった林分では精度が高く、逆に密な林分であった場合には小さな谷が抜けていることもある。

2.4 現地調査

上記の 3 つの方法は、すべて実際の森林に出向かなくても可能なデータ作成法である。しかし調査、研究の場合にはより細かいオリジナルデータの取得が必要になるのが普通である。対象地域の一部で標本調査を行い、リモートセンシングなどの他の情報との相関を元に全域のデータを推定することも多い。いずれにしても GIS データとするには、調査を行った地点の位置情報が必要になる。

位置情報の取得には、従来、既存の基準点からコンパス測量またはトランシット測量を行うことによって座標の算出が行われてきたが、そもそも森林域では基準点密度が低いこ



写真 3.2 GPS 測量による基準点の設置

とが多いため、この作業には多大な労力が必要となる。近年では、GPS（汎地球測位システム：Global Positioning System）を用いて直接座標の取得を行うことが多くなってきた。しかし森林内におけるGPSの精度管理法はまだ研究段階にあり、信頼できる座標を取得するためには、高精度なGPSを用いて林道上など上空が開けた場所に基準点を新設し（写真3.2）、その基準点から地上測量を行う必要がある。基準点にTS（トータルステーション：Total Station レーザー距離計とコンピュータを内蔵したトランシット）を設置し、立木位置などの測定を高精度に行う方法もある。これらの詳細は、次講で扱う。

3. デジタイザによるGISデータの作成

それでは実際に、デジタイザを用いてGISデータを作成してみよう。といっても、デジタイザを人数分そろえることはできないので、ここではソフトウェアデジタイザを用いて画像から座標を取得する。プリントアウトされたグラフを数値化するのにも使用できる便利な方法である。ソフトウェアデジタイザはいくつか公開されており、GISソフト自体にも同様の機能がついている場合が多いが、今回はフリーソフトである「簡易デジタイザEZDig Ver.2.2（H. Tsuneki 氏作）」を使用する。

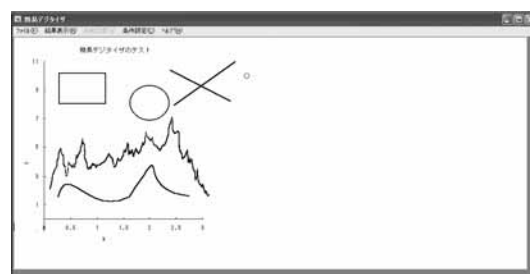
(1) EZdig の起動

デスクトップ上に“コンピュータ利用と森林科学3,4”というフォルダがあるので、その中の“第3回”フォルダを開き、プログラム本体“EZdig32.exe”を起動する。まずは、サンプル画像を用いて、簡単な操作を習得してみよう。



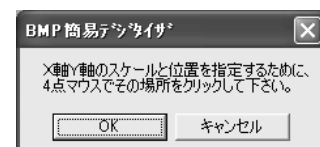
(2) サンプル画像を開く

<ファイル>メニューから<画像読込>を選択し、“第3回”フォルダにある“SAMPLE1.gif”ファイルを選択し、<開く>ボタンを押す。すぐに「データ書き込みファイルの指定」画面が開くので、ファイル名に“sample1.csv”と打ち込み、<開く>ボタンを押す。CSVファイルとはカンマ区切りテキストファイルのことで、異なるデータベースソフト間でのデータのやりとりによく用いられるファイル形式である。



(3) 座標系の設定

デジタイザは座標を取得するものであるので、当然、座標軸とスケールを設定しなければならない。右のようなダイアロ



グが現れたら，＜OK＞を押し，座標系を設定しよう。まず，x 軸の設定である。原点にマウスカーソルを合わせ，左クリックすると，その座標値を尋ねるダイアログが現れる。ここでは 0 を入力して＜OK＞を押し。続いて x 軸目盛りの 3 の部分にマウスカーソルを合わせ，左クリックする。また座標値を尋ねるダイアログが現れるので，ここでは 3 を入力して＜OK＞。これで x 軸の設定は終了した。次に y 軸も同様に設定しよう（ただしこのプログラムにはクセがあり，y 軸は大きい方（11）から先に設定し，原点は第 2 点として設定しなければならない）。y 軸の指定が終了すると，右のような画面が現れる。軸スケールはリニアや対数などが選べるが，ここでは x 軸，y 軸とも「リニア」を選択する。ついでに「軸を直交させる」にもチェックを入れておこう。「データ計算方法」は CSV ファイルに保存するデータ内容のことで，距離や面積を自動計算することもできるが，今回は「X，Y 座標」のみにチェックを入れておく。すべて正しく入力したら，＜OK＞を押し。

(4) 座標の取得

いよいよ座標の取得である。このサンプル画像には，グラフや四角形，円などが書かれている。まずは四角形の座標を取得しよう。四角形の任意の頂点にマウスカーソルを合わせ，左クリックすると，系列名を尋ねるダイアログが現れるので，“rectangle”など適当な名前を付けて＜OK＞。選んだ頂点の隣の頂点にマウスカーソルを合わせ左クリックし，四角形を一周しよう。これで四角形の座標が CSV ファイルに保存された。＜結果表示＞メニューで，取得した座標値などを確認することができる。最後に＜条件設定＞メニューを押すと，この系列の取得を終了することができる。「目盛りの値と種類入力」の画面に戻るので，＜OK＞を押して，円やグラフなどの座標も取得してみよう。全てのデータ取得が終わったら，「目盛りの値と種類入力」の画面で＜Cancel＞を押し，＜ファイル＞メニューからプログラムを終了する。

< Windows パソコン操作の基本 >

- (左クリック) 選択：マウスの左ボタンを押す
- (右クリック) サブメニューの表示：マウスの右ボタンを押す
- (ダブルクリック) 実行：素早く左クリックを 2 回
- (ドラッグ) 対象を左クリックしたまま、マウスを動かす
- (ドラッグ&ドロップ) ドラッグ後、マウスの左ボタンを離す
- (ファイルのコピー) コントロールキー (Ctrl) を押したままドラッグ&ドロップ
- (ファイルの移動) シフトキー (Shift) を押したままドラッグ&ドロップ
- (ショートカットの作成) Ctrl と Shift を押したままドラッグ&ドロップ
- (コピー) Ctrl+C (切り取り) Ctrl+X (貼り付け) Ctrl+V (繰り返し) Ctrl+Y

(5) エクセルでの CSV ファイルの編集

“ Ezdig ” フォルダの中には “ sample1.csv ” というファイルができています。このファイルに取得した座標値が保存されている。

“ sample1.csv ” をダブルクリックして、エクセルで開いてみよう。右のような数値の並んだ状態が表示される。1 行目は計測に用いた画像ファイル名、2,3 行目は x 軸と y 軸のスケール、3 行目は系列名、4 行目以下には取得した x,y 座標が記述されている。この座標値の羅列を、使用する GIS ソフトにインポートできる状態に編集すればよい。今回は、これらの取得された図形をエクセルのグラフ機能で確認しよう。

	A	B	C
1	データファイル: C:\Ezdig\sample1.csv		
2	x 軸 リニア		
3	y 軸 リニア		
4	rectangle		
5	0.274448	10.23175	
6	0.274448	8.066667	
7	1.164038	9.066667	
8	1.164038	10.19683	
9	0.274448	10.23175	
10	circle		
11	1.618297	8.171429	
12	1.646688	7.71746	
13	1.712934	7.403174	
14	1.607571	7.123809	
15	1.911672	6.948206	
16	2.0347	6.948206	
17	2.148285	7.053968	
18	2.26183	7.333333	
19	2.337539	7.682539	
20	2.385031	8.066667	
21	2.347038	8.415873	
22	2.308148	8.765079	
23	2.242902	8.974803	
24	2.167182	9.184127	
25	2.081483	9.288889	
26	1.986845	9.32381	
27	1.873817	9.253968	
28	1.769716	9.114285	
29	1.70347	8.834921	
30	1.646688	8.555555	
31	1.618297	8.171429	
32	cross1		
33	2.384858	10.44127	
34	2.347038	9.341174	

(6) グラフ用データの作成

エクセルのグラフで表示するためには、このデータを整形しなければならない。元のデータでは 2 列分のスペースにデータが並んでいるが、グラフ表示では、x 座標値は 1 列目に、対応するそれぞれの系列の y 座標値を 2 列目以降に記述する必要がある。

< 現在の状態 >

系列名1	
x座標	y座標
x座標	y座標
x座標	y座標
x座標	y座標
x座標	y座標
系列名2	
x座標	y座標
x座標	y座標
x座標	y座標
x座標	y座標

< グラフ表示用 >

	系列名1	系列名2	系列名3
x座標	y座標		
x座標	y座標		
x座標	y座標		
x座標	y座標		
x座標	y座標		
x座標	y座標		
x座標		y座標	
x座標		y座標	
x座標		y座標	
x座標			y座標

このときの操作を間違えると、せっかく取得したデータが消えたり、間違った数値に置き換わったりするので、前ページの < Windows パソコン操作の基本 > を参考にして、慎重に作業しよう。

(7) エクセルグラフでの表示

整形が終わったら、データの範囲を選択して、< 挿入 > メニューから < グラフ > を選択しよう。グラフウィザードが現れるので、「散布図」を選択し、形式を右下の「データポイントを折れ線で結んだマーカーなしの散布図」を選んで < 完了 > を押すと、グラフが表示される。グラフ上の各場所をダブルクリックするか、あるいはグラフを選択した状態のときのみ表示される < グラフ > メニューの < グラフオプション > を選択することで、色やパターンなど、細かくカスタマイズできる。読み込んだ元の画像と比較して、うまく座標化できたか確認してみよう。元画像はファイルを右クリックして現れるサブメニューの < プレビュー > で見ることができる。

演習問題

“ EZdig ” フォルダにある “ kobutochi.bmp ” は京都大学フィールド科学教育研究センター和歌山研究林第 4,5 林班における 500m×500m の範囲のオルソフォト画像である。

- (1) 林道，人工林（すべて新植地），崩壊地の地図をエクセルのグラフで表せ
- (2) 画像範囲における次の値を算出せよ（人工林および崩壊地以外の部分はすべて天然林と仮定し，林道の敷地面積は無視せよ。計算はエクセルで行うこと）

林道延長距離（m）

林道密度（m/ha）

人工林面積（ha）

崩壊地の面積（ha）

人工林率（%）

（例題のヒント）

$$\text{累積距離} = \sum \sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2}$$

$$\text{多角形の面積} = \left| \frac{\sum (x_i - x_{i+1})(y_i + y_{i+1})}{2} \right|$$

エクセルの数式での表現

$$a \times b \quad \rightarrow \quad a * b$$

$$a^b \quad \rightarrow \quad a^b$$

$$\sqrt{a} \quad \rightarrow \quad \text{sqrt(a) または } a^{0.5}$$