

# 森林GIS入門

—これからの森林管理のために—

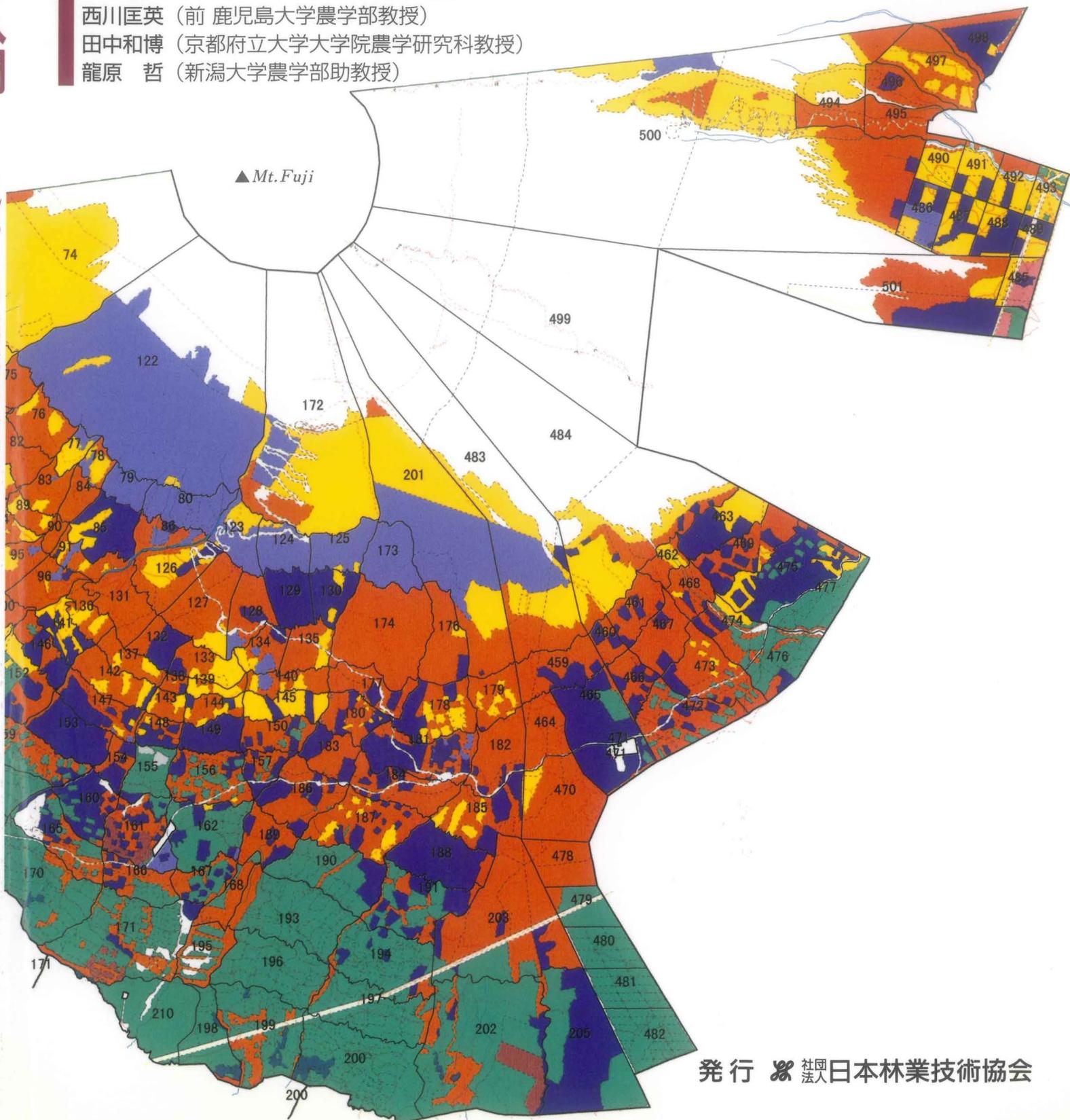
【著者】

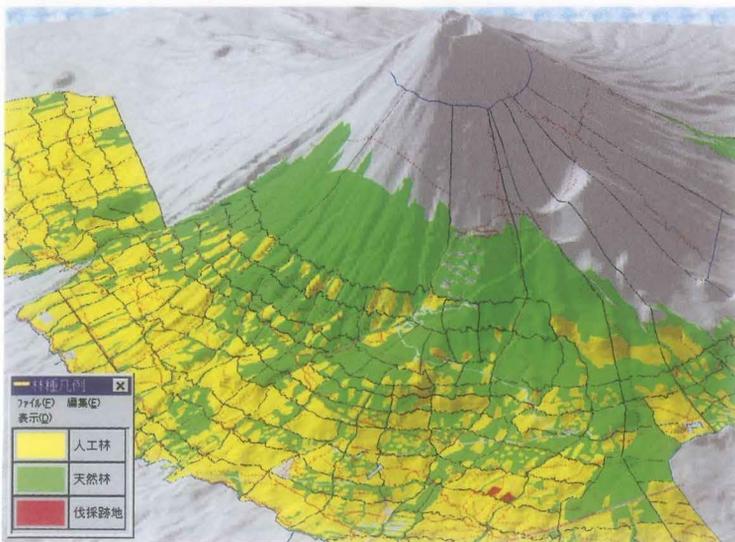
木平勇吉 (日本大学生物資源科学部教授)

西川匡英 (前 鹿児島大学農学部教授)

田中和博 (京都府立大学大学院農学研究科教授)

龍原 哲 (新潟大学農学部助教授)





**【鳥瞰図】**

表紙カバーのモデル地区を鳥瞰図で表現。

(資料提供：関東森林管理局東京分局)

※国土交通省国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)を使用し、PC-Mapping Bird's Viewで作成。

**【表紙カバー】**

関東森林管理局東京分局が進める〈森林基本図情報管理システム〉のモデル地区(静岡森林管理署 富士山地域国有林)の主要樹種別分布図。各小班における現在地位の第1位樹種を表示している。

(資料提供：関東森林管理局東京分局)

# 森林GIS入門

—これからの森林管理のために—



# 森林GISの概念図

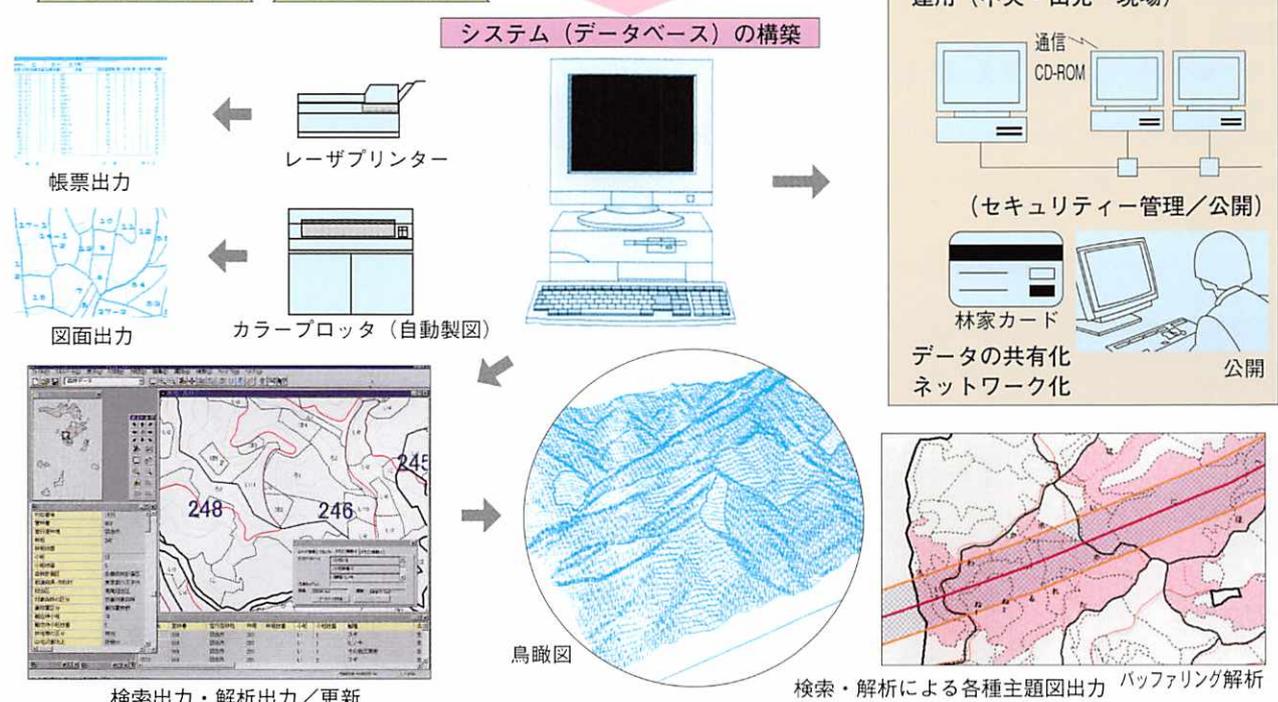
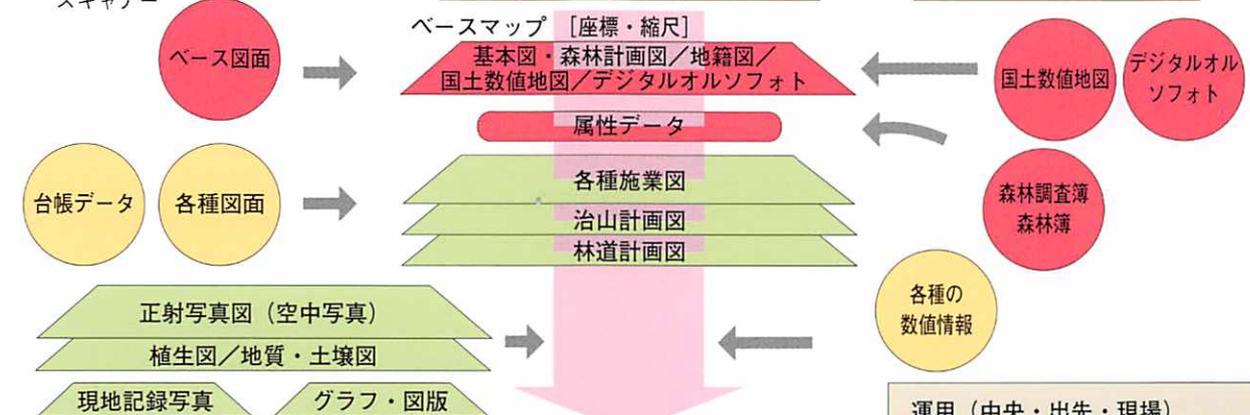
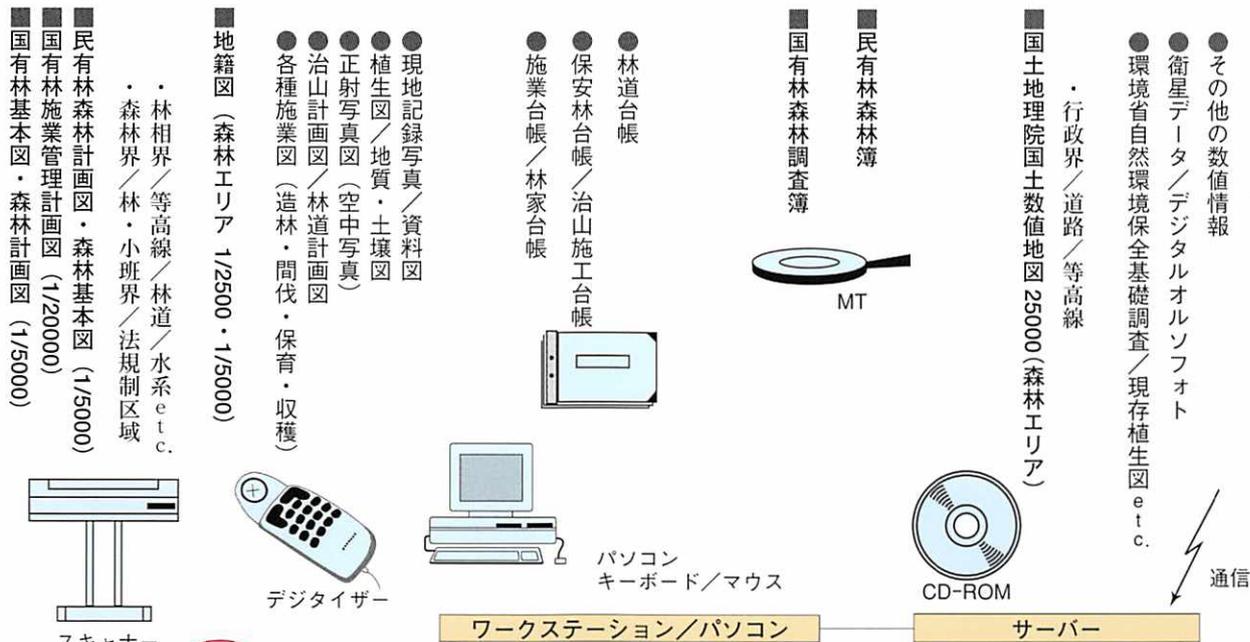
データ  
記憶（入力・保存）

解

析

表示（出力）

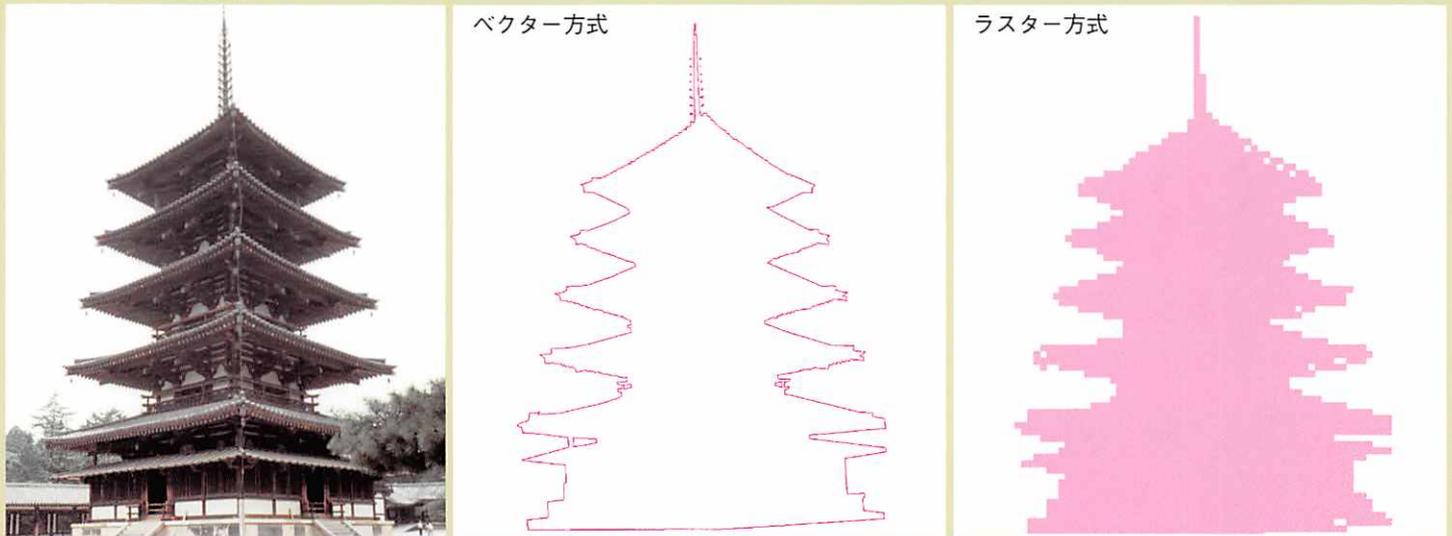
森林地図データ（図面）      森林台帳データ（帳簿）      森林台帳データ（磁気テープ）      各種の地図データ（数値）



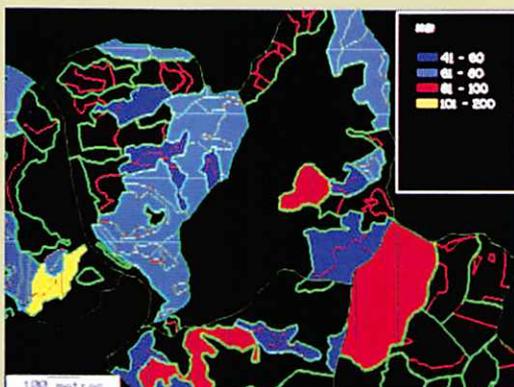
# ●図形等の数値化（デジタル化）

図形等の数値化はベクター方式とラスター方式の2つがある。ベクター方式とラスター方式は相互に変換することができる。ある情報をベクター方式で、他の情報をラスター方式として同一画面に表示することもできる。

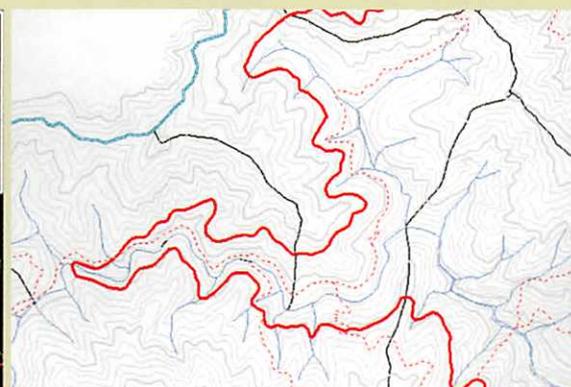
## ●シルエットの数値化



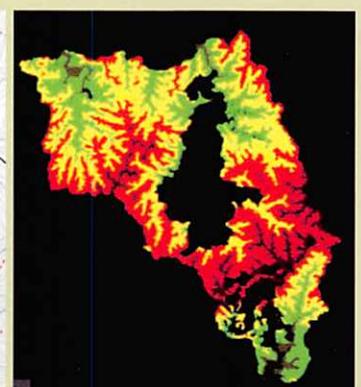
| ベクター方式   | ← [互換] → | ラスター方式  |
|--|----------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>●図形は座標軸（X-Y座標）により、点、線分、面（閉そくした線分。ポリゴンと呼ばれる。）として表わされ、それぞれ属性値（台帳データ）と結合している。</li> <li>●データ構造は複雑となるが、データ量は少なくできる。</li> </ul> | データモデル   | <ul style="list-style-type: none"> <li>●図形はメッシュ（セル）で表わされる。1つのメッシュには1つの属性が与えられる。</li> <li>●データ構造は単純であるが、データ量はメッシュの数だけ必要なので多くなる。</li> </ul>                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>●精度は基図の縮尺・精度による。</li> <li>●操作の対象は点、線分、面。</li> <li>●検索、重ね合わせ、バッファリング解析および線分・周囲長・面積などの処理と計測が正確にできる。</li> </ul>              | 解 析      | <ul style="list-style-type: none"> <li>●精度はメッシュの大きさによる。</li> <li>●操作の対象はメッシュ。</li> <li>●メッシュを単位とした検索、重ね合わせ、バッファリング解析、および線分・周囲長・面積などの処理と計測ができる。</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>●位相構造（空間的な位置関係）の解析が容易。</li> </ul>   | 利 点      | <ul style="list-style-type: none"> <li>●メッシュの操作が基本となるので、重ね合わせ、バッファリング解析などの処理が速い。</li> </ul>   |



①ベクター方式による出力例  
特定の樹種・齢級をもつ小班を検索したものの。



②ベクター方式による出力例  
等高線、水系、林班・小班、林道等が色分けして表示されている。



③ラスター方式による出力例  
標高を標高階別に検索したものの。

## ●地図の入力操作

図面への入力にはデジタイザ入力とスキャナ入力がある。

入力の際には図面の四隅に表示されている座標値をパソコンに入力する。



### ①デジタイザ入力 (座標読取り)

人手により、点や線分を入力していく。ベクター入力に適している。



### ②スキャナ入力 (画像自動読取り)

自動入力により入力の時間と労力は軽減される。図面が複数の属性からなる場合 (等高線や林・小班界、林道が1つになった図面) は、その区別がつきにくいので、属性別の入力等の工夫を要する。

## ●地図の調整

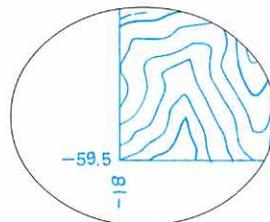
### 座標系・縮尺の確認・入力(変換)

地球は球面体であるので、地図作成にはその目的等によって異なる座標系が使われている。いくつかの地図を重ね合わせるとき、どの座標系であるかの確認が必要で、異なる場合は、座標系の変換を行う。また、縮尺も同一の縮尺となるよう入力 (変換) する。



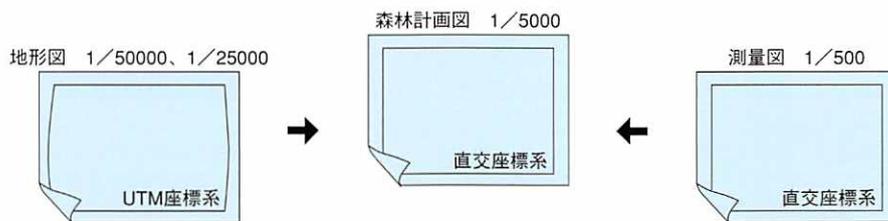
### ①経度緯度による座標系 (UTM座標系)

1/50000、1/25000の地形図はこの座標系による。

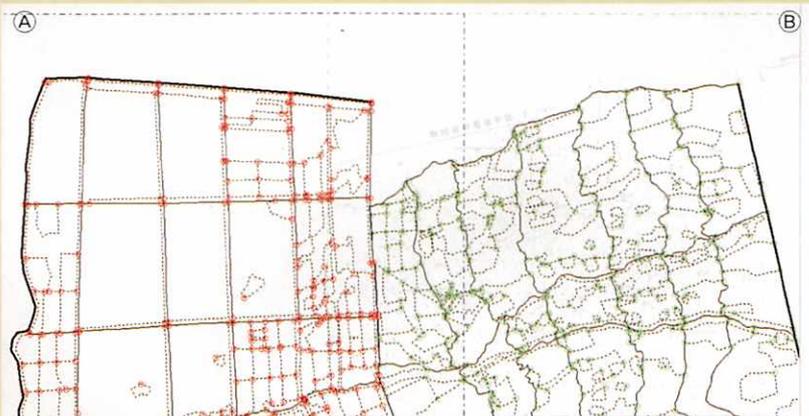


### ②直交座標系 (公共座標系)

森林計画面はこの座標系による。基準点からの距離をkmで表示。

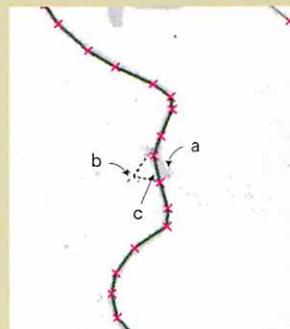


## ●隣り図面との整合 / 図形線の変更



### ①隣り図面との整合

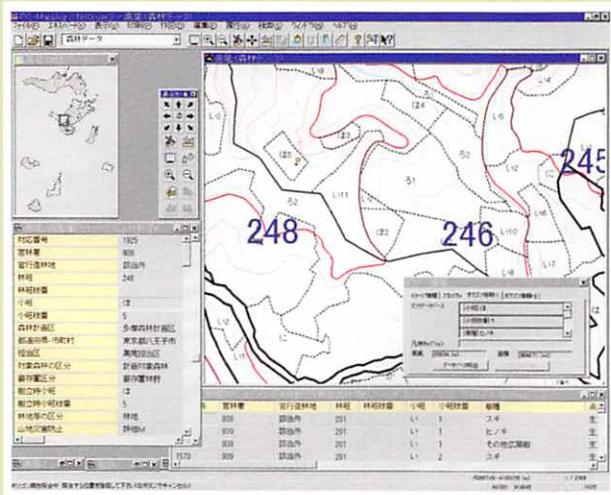
A図 (赤) を前景レイヤ、B図 (緑) を背景レイヤとして整合させたもの。図面どおしの整合では、紙の伸び縮みなどのため区界線や等高線がずれていることが多い。これらの接合は最終的には人手を必要とする。



### ②図形線の変更

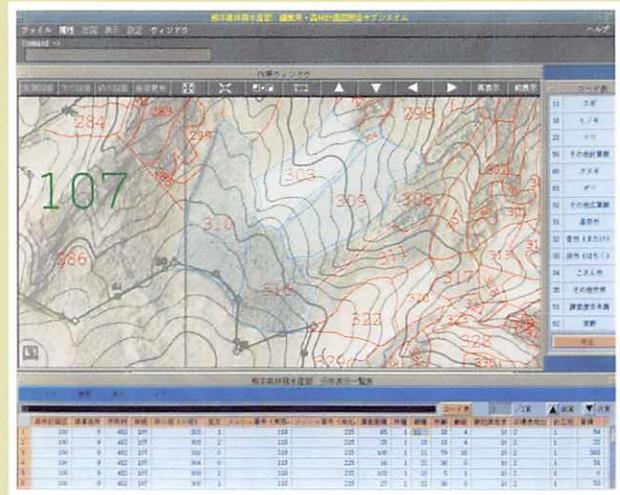
a を c に修正した図。  
b はその途中の操作。

# ●森林管理とGIS



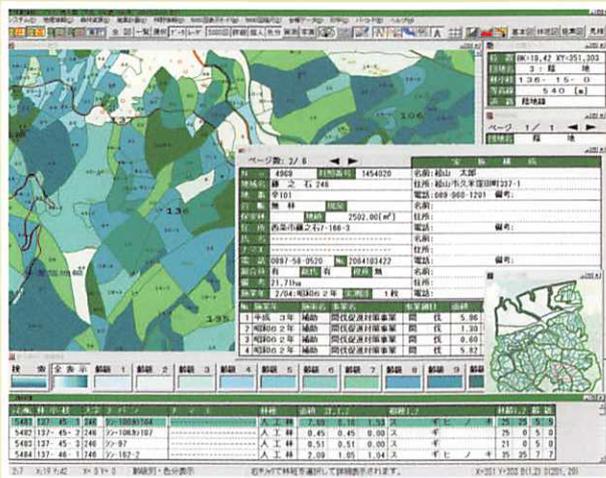
## ① 関東森林管理局・近畿中国森林管理局の「森林基本図情報管理システム」

図面入力は基本図（5000分の1）から。等高線、林・小班界等はベクター化されている。（関東森林管理局）



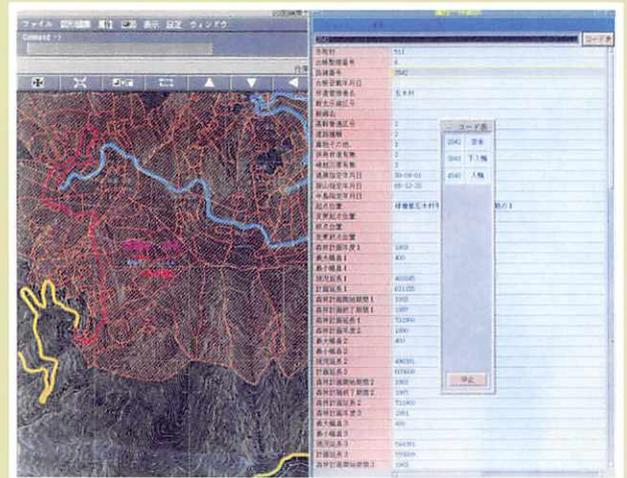
## ② く熊本県林務水産地図情報システム

熊本県では正射写真図をもとに森林計画図（5000分の1）を作成している。正射写真との重ね合わせ画像の表示もできる。（熊本県）



## ③ く林業情報システム・森人類

西条市森林組合が開発したもので、林家のデータベースを充実させている。セキュリティ管理を行っている。（西条市森林組合）



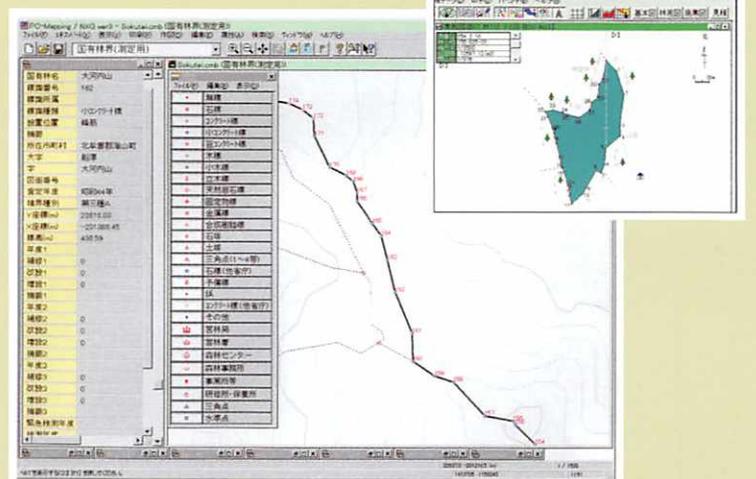
## ④ 林道の管理

林道台帳の帳票と図面を同一画面で表示したり、個別に取り出して表示ができる。また計画線を画面上で表示検討することもできる。（熊本県）



## ⑤ 治山施工の管理

④と同様に治山台帳の帳票と図面を同一画面で表示。現地の記録写真なども取り込める。（近畿中国森林管理局）



## ⑥ 実測値の取り込み

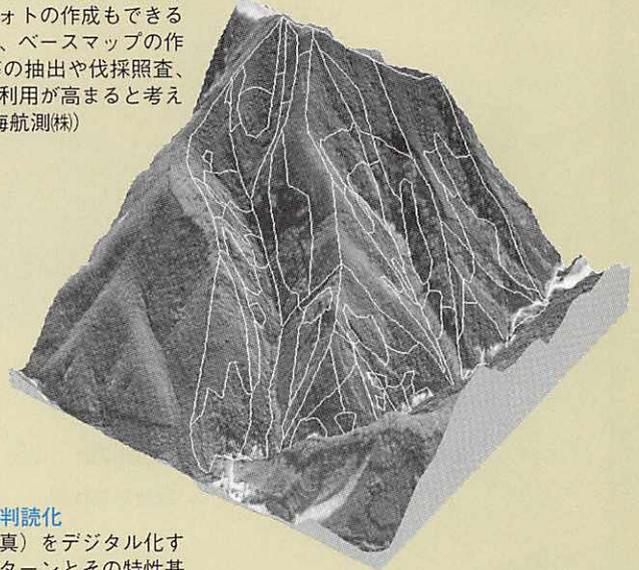
実測値を読み込ませることで任意の縮尺の実測図が表示され、周囲長・面積が表示される（右上・西条市森林組合）。主要な境界等は、実測値から入力する。（近畿中国森林管理局）

# 空中写真とGIS



## ① デジタルオルソフォト

空中写真の歪みを補正したものをオルソフォト（正射写真）と呼び、これをデジタル化して入力することで森林計画図などの図面と合わせた写真像の情報が取り出せる（口絵4ページの熊本県の例参照）。また空中写真から直接デジタルオルソフォトの作成もできるようになり、今後、ベースマップの作成のほか崩壊地等の抽出や伐採照査、林道計画などへの利用が高まると考えられている。（北海航測株）



## ② 空中写真の自動判読化

空中写真（正射写真）をデジタル化することで、画像パターンとその特性基準をもとに目的の林分を抽出することが考えられている。掲載図はこの例で、伐採跡地の抽出を行ったもの。将来、自動判読化により、表示されたパターン区画線と林小班界等とのずれの指摘、また樹種と林齢のパターン等が示したものと森林簿データとの照合等が考えられている。

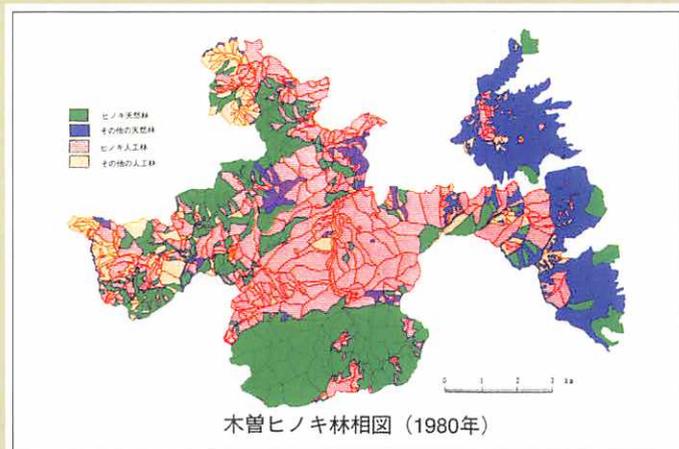
## ③ 三次元森林GIS

空中写真も三次元像に変換できる。地形の三次元表示（数値標高モデル）に、空中写真の画素（デジタル化）を座標変換して重ねると三次元像が得られる。三次元マップとして多様な利用が考えられる。

（伊藤達夫：森林GISとはどういうものか、林業技術 658、6-9、1997より）

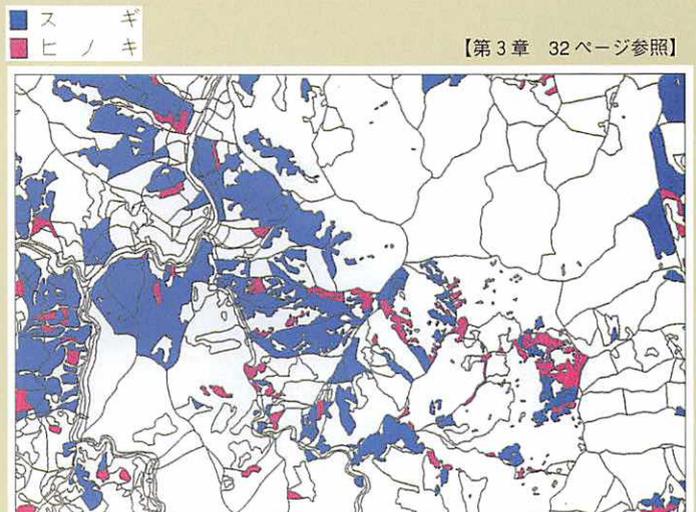
# 本文図版／主題図の例

【第1章 7ページ参照】



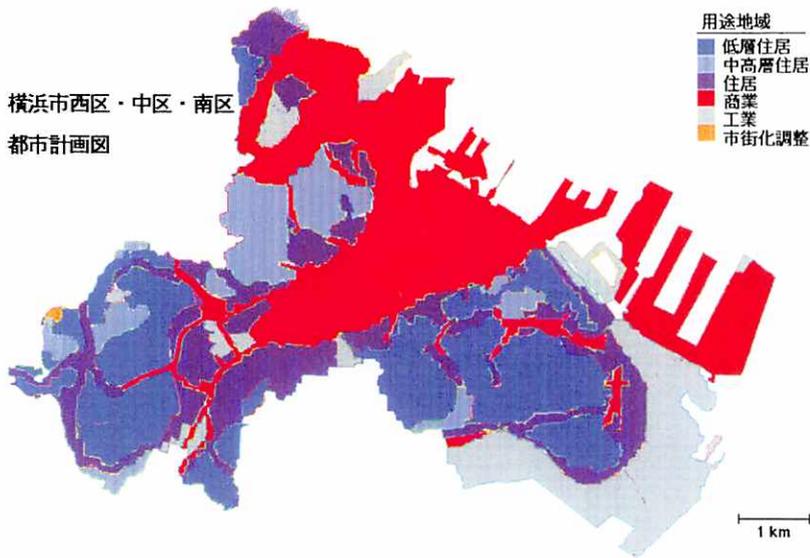
① 「過去100年間における木曾天然林の林相変化」より「1980年の林相」を抽出  
GISは時間軸をもつ地図としても利用される。（木平、峰松）

【第3章 32ページ参照】



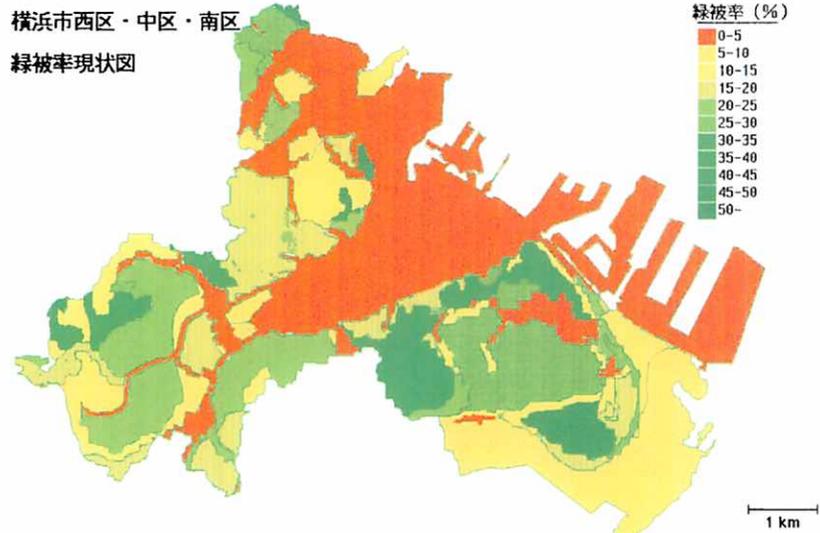
② 間伐適期林分の抽出  
樹種がスギ、ヒノキ、年齢がⅢ～Ⅷのポリゴンを抽出したもの。抽出した林・小班名、面積を表示することもできる。（神奈川県・林政情報システム）

# ●本文図版／環境評価への利用

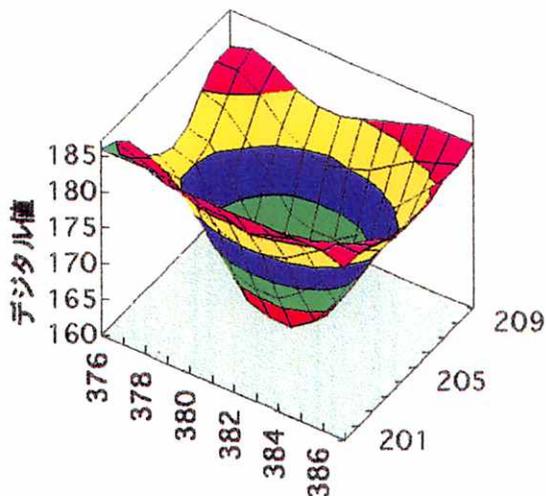


## ①横浜市の緑被率現状図

横浜市の中心部を対象として、都市計画の用途地域別に136のポリゴンに区分し、これにカラー空中写真からの緑被率測定結果(点格子板による)を重ねてポリゴンごとの緑被率を求めた。(阿部初香、1997)



【第3章 47ページ参照】

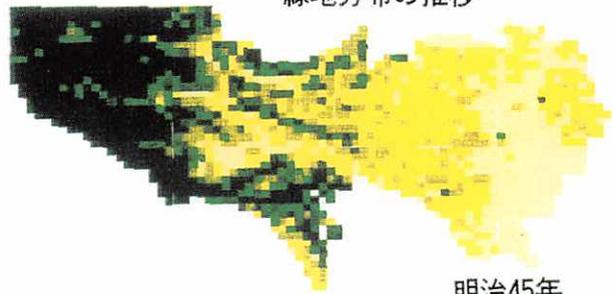


## ②衛星データによる都市温度環境の解析

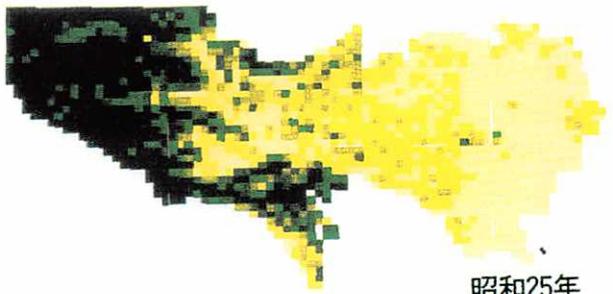
衛星画像と地図の位置合わせを行ったうえで、衛星画像から温度データの画像を作り、その位置ごとの温度を記録した。掲載図は夏季データからクールアイランド(周辺より島状に温度の低いところ)の箇所を取り出し三次元像で示したもの。画像データから都心ではヒートアイランドよりクールアイランドが明瞭に現れることがわかった。(鈴木 圭、1992)

【第3章 48ページ参照】

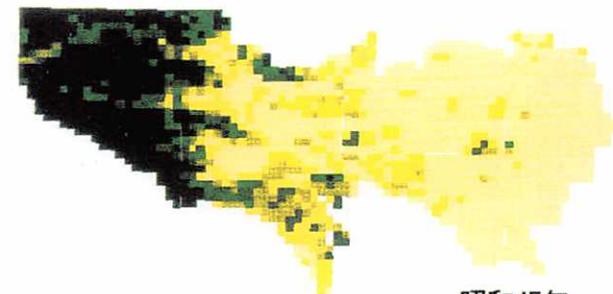
### 緑地分布の推移



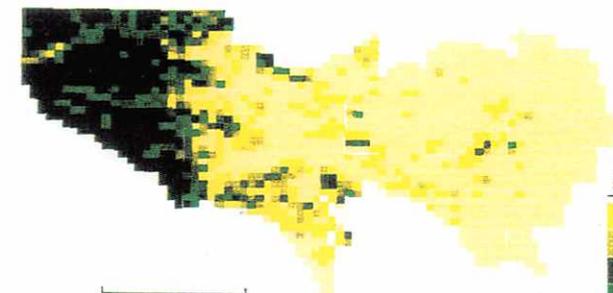
明治45年



昭和25年

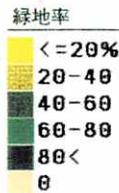


昭和45年



平成2年

20 km



昭和25年～昭和45年



昭和45年～平成2年

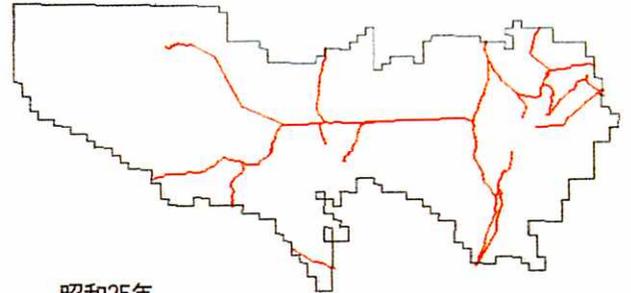


#### Legend

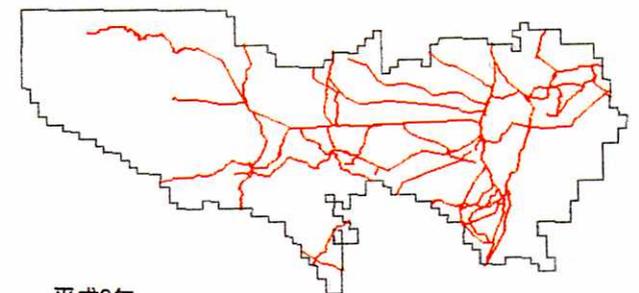
- 緑地率が減少
- 緑地率が増加
- 変化なし

20 km

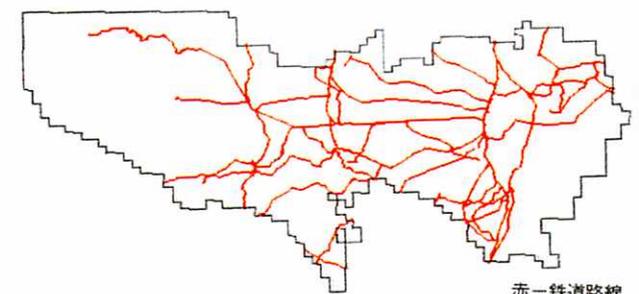
明治45年



昭和25年



平成2年



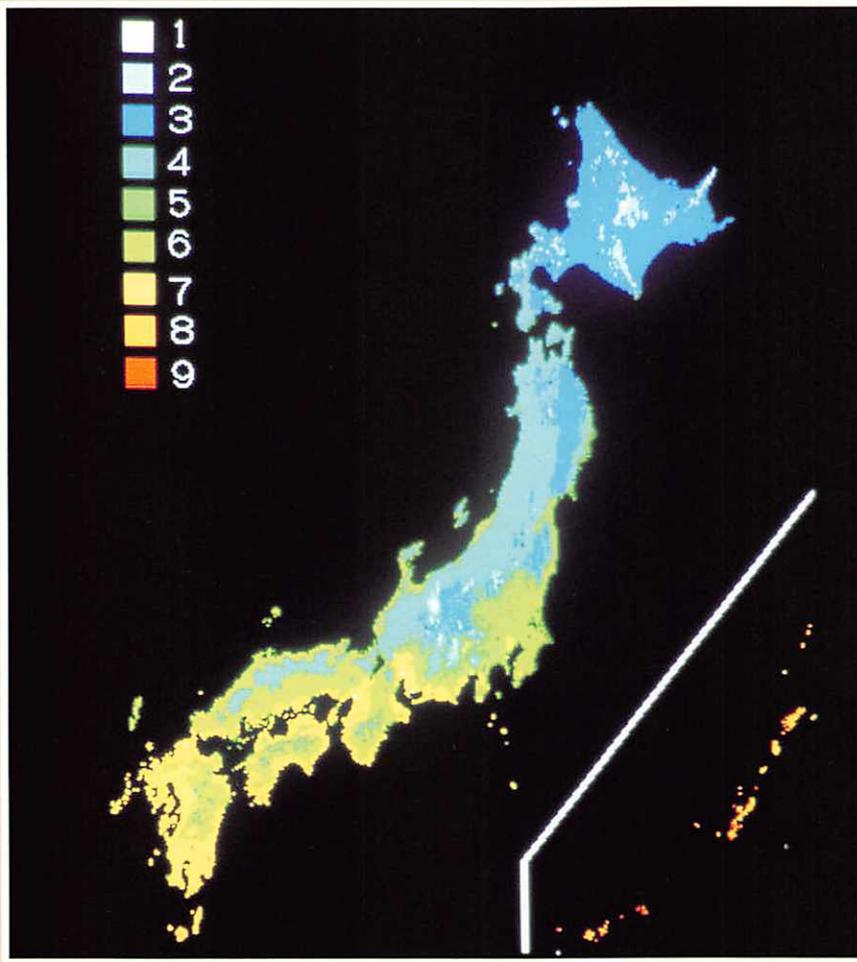
赤一鉄道路線

#### ③ 東京都の100年間の緑地分布の変化

明治45年から現在に至る数時点の地形図(5万分の1)をもとに、各時点の緑地分布メッシュ図およびこの間の緑地分布変化メッシュ図を作成した。

メッシュ図(ラスターデータ)の場合、緑地分布が単純化されて表示され、全域の傾向がつかみやすく、その推移もわかりやすい。GISの手法は視覚的に優れた地理情報を提供する(宮本麻子、1996)

## ●本文図版／環境評価への利用



### ④日本列島潜在自然植生の推定（分布図）

環境条件データと現存する自然植生データとの対応関係をモデル化し、そのモデルから潜在自然植生を推定。このモデルでは選択可能な選択肢（自然植生）の中から1つの選択肢（自然植生）をとる確率を環境条件から推定し、その確率が最も高い植生をそのメッシュの潜在自然植生とした。モデルのパラメータは現存する自然植生のメッシュから求めた。多種類にわたる膨大な情報量を駆使し目的の地理情報を取り出すうえで、GIS手法は欠かせないものとなっている。（池口 仁・武内和彦、1993）

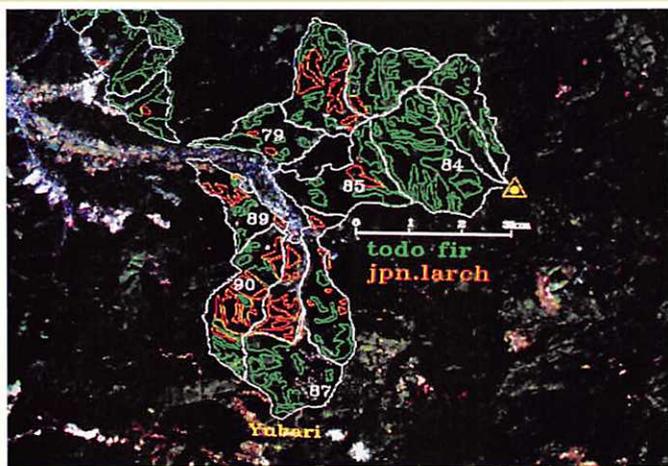
- 1：高山帯植生
- 2：亜高山帯植生
- 3：北海道型冷温帯植生
- 4：日本海型冷温帯植生
- 5：太平洋型冷温帯植生
- 6：内陸型暖温帯植生
- 7：沿岸型暖温帯植生
- 8：亜熱帯非石灰岩地植生
- 9：亜熱帯石灰岩地植生

【第3章 54ページ参照】

## ●本文図版／衛星データの利用

リモートセンシングの技術とGISの技術を組み合わせることで環境の変化などを効率よくモニタリングすることができる。

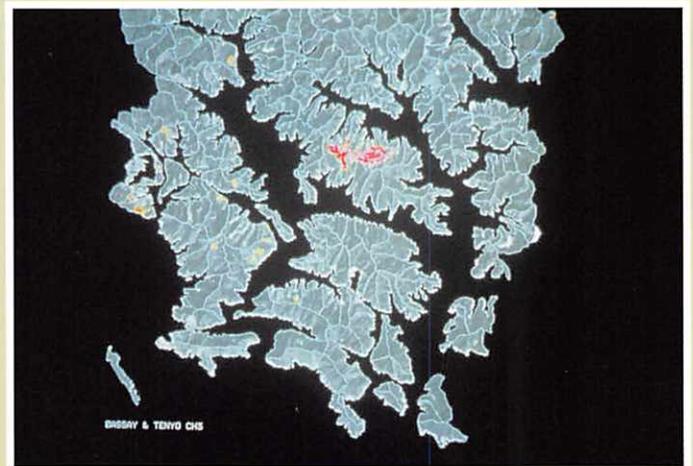
【第3章 40ページ参照】



### ①衛星データとGISによる森林のモニタリング

衛星画像に林小班界を重ねて表示。トドマツ（緑色）、カラマツ（オレンジ色）の人工林の分布が表示されている。（加藤正人、1990）

【第4章 61ページ参照】



### ②衛星データによる森林の伐採照査

2年間の差があるランドサットデータを用いて林地の転用（赤色部分）と森林伐採（黄色部分）を抽出。（日林協、1997）

## 〈刊行に寄せて〉

わが国の国土面積のおよそ3分の2は、多様な樹種・林齢・林相からなる森林がさまざまな自然的条件、社会的条件の異なる地域に分布しています。これらの森林は、それ自体が木材等の資源の供給源となるばかりでなく、国土および自然環境を保全し、国民の生活と生態系の持続性を確保する重要な基盤となっています。

一方で、森林は、その生育・造成に極めて長期間を必要とし、樹木の成熟期が不明確なこともあり、ともすれば無計画に森林の伐採が行われかねないものです。このため、森林計画制度により、森林の施業が合理的かつ計画的に行われ森林の有する多面的な機能が高度に発揮されるよう、国等が森林所有者等を政策的に誘導することとしています。

森林に対する国民の要請が多様化、高度化する中で、このような森林計画制度をより実効あるものにするためには、個々の森林の状況やそれを取り巻く環境についてリアルタイムにより正確に把握することがいっそう重要となっています。

現在、森林の属地的な情報の基礎となっている森林簿は、森林の基本単位である小班ごとに整備され、小班位置が記された森林計画図とともに、わが国の森林資源情報の基礎データとなっています。こうした中で、全国で3500万余りに上る小班データについては、その状況は絶えず変化していることから、これらデータの適切な整備・管理がますます重要になっています。

近年の電算機の飛躍的な進歩はこれまで困難であった図面処理等の電算化を容易にし、図面データと数値データを取り込んで一元的に解析・処理することのできる地理情報システム（GIS）が脚

光を浴びるようになってきています。GISは、数年前までは限られた研究者の間で使われる特殊なものでしたが、難解なシステム構成を熟知しないユーザーでも簡単に扱えるシステムの開発が進んだこと、コンピュータの性能向上によりパソコンレベルでも十分な情報の解析・処理が可能となったことなどから、一般の行政分野等においてその導入が進められているところです。

こうした中で、GISによれば、今まで多大な時間を割いて都道府県職員等が行っていた森林簿情報や森林計画図の作成・更新作業のみならず、数多くの評価因子の解析を必要とする的確な森林の機能評価や、それに基づく効果的な施業計画の作成、さらにはリモートセンシング技術と結びついた、よりリアルタイムで正確な森林資源状況の把握等に有効であることが見込まれていることから、森林・林業の行政分野においても急速に導入されつつあります。

関係中央省庁の局長レベルで構成されるGIS関係省庁連絡会議が平成7年に設置され、平成8年度から3年間を基盤形成期、平成11年度から3年間を普及期としてGISの普及に努めることが決定されたことも踏まえて、林野庁としても庁内連絡会議を設け、森林計画の分野におけるGISの普及に努めてきたところです。

このような時期にあって、本書が、これから森林GISを活用しようと考えられている実務担当者のもとより、広く森林・林業関係者にとって手軽なGISの入門書として十分に活用されることを願ってやみません。

1998年2月 長野冬季五輪の年に

林野庁計画課長 加藤 鐵夫

## 〈刊行にあたって〉

わが国の森林計画ならびに森林の管理・経営の根幹をなすもの——それは、〈縮尺5000分の1・10mコンター・林小班界・林種区分等の表示〉という実務性を持った森林図（基本図・森林計画図）を全国の国有林・民有林に整備したこと、および森林の属性・資源量を林小班ごとに把握した森林調査簿・森林簿を整備したこと、そしてこれらの整備は原則として5年ごとに更新されてきたというものであります。これらを支えてきた技術が、昭和30年代に始まった航空撮影（空中写真）による図化であり、40年代末から導入されたコンピュータの利用でありました。

そして現在、コンピュータの進歩は図面等のデータと多種多様な数値データとを一元的に解析・処理する新しい地理情報システム（GIS）を台頭させました。この数年の間にその技術はいっそう進み、機器の改良に加えて操作の習熟はこれまで専門家の扱う領域から今ではパソコン操作レベルにまでなっています。

GISの登場は、新しいタイプの情報の提供ばかりでなく、画期的な“管理システム”としての評価も高く、行政をはじめさまざまな分野でもGISの導入・実務化への動きがみられるようになりました。森林分野においてもGISの導入・実用化は広域なエリアの計画・管理・経営に効率性と多様な森林情報の提供を付加する次世代の技術として期待は大きいものがあります。

しかしながら、このシステムをわが国の森林計画、管理・経営の業務等に導入・運用していくためには、導入・整備のための環境づくりをはじめ、データベースの作成に関する検討、造林・保育・収穫・治山・林道等の分野での実務性を高める検討、また流域の管理・動植物等の自然環境の評価・森林の空間利用等での利用に関わる検討、さらにはデータの更新や公開・セキュリティーの方策などシステムの運用に関する検討など、さまざまな課題が残されており、今後私たち自身の手でこれらの課題に対処し解決を図っていくことが重要となっています。「森林GIS」はこれから作り上げていくシステムだといえましょう。

本書は、すでに森林分野でも導入が始まっているGISについて、林務関係者に限らず森林との関わりを持つ多くの人たちに、「森林GIS」とはどのようなものであるのか、その現状と将来展望はどのようなものであるのか等を考えていただくための手引書・入門書として刊行いたしました。

本書の執筆は、森林GISの先駆者である木平勇吉先生をリーダーに、大学で教鞭を執られている西川匡英、田中和博、龍原 哲の各先生方の熱意あるご協力を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。また本書には図版等の成果図を多数引用させていただきました。引用掲載のご承諾をいただきました各位に併せて厚く御礼申し上げます。

1998年2月

社団法人 日本林業技術協会 理事長 三 澤 毅

## 〈本書の執筆にあたって〉

森林にかかわる職場でGISを使う方々に、すぐに役立つことを目的としてこの本を執筆しました。したがって、身近で日常的に必要な課題や状況を対象として、GISを具体的にわかりやすく説明するように努め、概論やコンピュータプログラムの仕組み(アルゴリズム)の説明は最小限におさえました。

地図を扱う都市計画、土地利用、交通などの分野でもGIS技術は使われており、出版物もあります。ところが森林分野に応用するには森林や林業に特有の課題を解くための工夫が求められます。この本は森林管理とGISとを結びつける工夫をまとめたものであり、「森林GIS」の技術書です。

これからのGISは、特定の専門家だけが使う道具ではありません。地図を作る、地図を使う、現地でデータを収集する、データを解析するなど多くの仕事にかかわります。したがって、GISの基礎的な知識は相当に広い範囲の人々にも必要となります。このような広い意味でのGISユーザーを読者層として編集しました。

第1章は、あらゆる森林技術者に必要なGISの基礎を述べ、全体像と基本機能を明らかにしました。これに対し、第2章は、地理情報処理を担当する専門家を対象に相当詳しく細部を記述しています。第3章、第4章は、森林業務へのGIS導入やレベルアップを企画するのに役立つように、先進的な事例を紹介し、第5章は、システムの運用と管理を扱い、第6章では日本での地理情報の現状と入手方法をまとめました。

ところで、この本の副題は「これからの森林管理のために」です。GISの導入には「従来の森林管理」の作図作業をコンピュータ化するだけでなく、この機会に「これからの森林管理」の内容を考えるという目的があります。

森林の役割と価値についての社会的な評価は大きく変わりました。生物の多様性を軸にした持続的な森林管理と大気環境・CO<sub>2</sub>問題への貢献が国際的に認知されてきました。これらの世界的な動向の中で、日本の森林管理について1997年12月の林政審議会の答申は、重要な課題を指摘しています。それは「社会に開かれた森林」、「地域の人々の生活と環境への結びつき」、「国民の共通財産としての森林」を実現する森林の管理です。そのためには、まず、森林の状況を正しく、わかりやすく社会に伝えることです。森林情報の公開の手段として、答申は「これからの森林管理」においてGISへ大きな期待を寄せています。「間伐が必要な林分や実施状況の把握に必要な情報基盤(地理情報システム・GIS)の整備・活用を推進すること」、「流域における上下流連携のための合意形成の促進にあたっては、流域ごとの森林の状況が容易に把握できるよう、民有林・国有林一本の図面を作成すること」、「情報の開示を積極的に行い、国民に対する説明責任を果たすことが不可欠である」と述べられています。

本書は、実用的でわかりやすい技術書として執筆しましたが、森林を保全し、その価値を高め、社会から支持される管理を実現しようという願望を、それぞれの執筆者は持っています。

1998年2月

執筆者を代表して 木平 勇吉

## CONTENTS

# 森林GIS入門

—これからの森林管理のために—

- 表紙カバー図提供：関東森林管理局東京分局
- 表紙カバー図・口絵図制作協力：国土地図株式会社
- 掲載図等の出典は、各章末に示しました。

- 刊行に寄せて
- 刊行にあたって
- 本書の執筆にあたって

## I. 森林管理とGIS【木平】

1. コンピュータが作る地図 ..... 1
  - (1) 地理情報の記憶（入力・保存）
  - (2) 地理情報の解析
  - (3) 地理情報の表示（出力）
2. GIS導入の第1段階—現在の森林管理の方法に役立つGIS ..... 3
  - (1) 森林計画図等の作成と修正
  - (2) 森林の条件検索図の作成—属性情報検索
  - (3) 地図の重ね合わせ図の作成—空間情報検索
  - (4) 地図の縮尺、座標系、ゆがみの調整
  - (5) 地図管理の体系化
3. GIS導入の第2段階—森林管理制度の革新に役立つGIS ..... 5
  - (1) 地理情報データベースの構築
    - 1) 主題地図の体系化
    - 2) 比較可能性の保証
    - 3) 座標系と地図の分割方法
    - 4) 時系列の体系
  - (2) 地理情報データベースの管理方法
    - 1) 集中管理と分散管理
    - 2) 信頼性の保証
    - 3) 外部委託と内部運用
  - (3) 地理情報データベースの利用と公開
    - 1) 通信技術の活用
    - 2) データの公開
4. GIS発展の歴史 ..... 8
  - (1) カナダ、アメリカでの構想と試作—GIS揺籃期の1970年代
  - (2) 汎用ソフトウェアとしてのGIS—商品化の1980年代
  - (3) 小型化・低価格化によるGISの普及—日常的な道具としての1990年代
  - (4) 地理情報の公開と共有—ネットワーク化とGISの将来—

◎引用文献・参考文献

## II. GISの仕組み—基本的な機能【龍原】

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. GISの基本構造           | 11 |
| (1) GIS (地理情報システム) とは |    |
| ①情報の入力                |    |
| ②情報の保存                |    |
| ③情報の解析                |    |
| ④情報の出力                |    |
| (2) 地図とGIS            |    |
| ①情報の保存                |    |
| ②情報の分析                |    |
| ③情報の表示                |    |
| 2. データモデル             | 13 |
| (1) ベクターモデル           |    |
| (2) ラスターモデル           |    |
| 3. データ解析機能            | 14 |
| (1) ベクターデータの解析        |    |
| 1) 検索                 |    |
| 2) 統合                 |    |
| 3) 重ね合わせ              |    |
| 4) バッファリング            |    |
| 5) 計測                 |    |
| (2) ラスターデータの解析        |    |
| 1) 検索                 |    |
| 2) 重ね合わせ              |    |
| 3) バッファリング            |    |
| 4) 計測                 |    |
| 4. データの入力             | 18 |
| (1) データの入力            |    |
| ①キーボード                |    |
| ②デジタイザ                |    |
| ③スキャナ                 |    |
| (2) 他のデジタルデータの取り込み    |    |
| 5. データの出力             | 20 |
| (1) 文字                |    |
| (2) 図面                |    |
| ①コロプレス図               |    |
| ②分類図                  |    |
| ③等値線図                 |    |
| (3) デジタルデータ           |    |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 6. データベースの構築           | 22 |
| (1) ベクターデータベースの構築      |    |
| 1) データの構造              |    |
| 2) データベース構築の流れ         |    |
| ①図面 (空間) データの入力        |    |
| ②属性 (非空間) データの入力       |    |
| ③図面データと属性データの結合        |    |
| (2) ラスターデータの作成         |    |
| ①範囲                    |    |
| ②解像度 (分解能)             |    |
| (3) ベクターモデルとラスターモデルの比較 |    |
| (4) ベクター化とラスター化        |    |
| 7. デジタル標高モデル (DEM)     | 26 |
| (1) DEMとは              |    |
| (2) データモデル             |    |
| 1) ラスターモデル             |    |
| 2) 三角形不規則網 (TIN) モデル   |    |
| ◎引用文献・参考文献             |    |

## III. 森林管理へのGISの応用【西川/木平/龍原】

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1. 都道府県、森林管理局など広域森林計画へのGISの応用【西川】 | 29 |
| (1) GIS導入の経過                      |    |
| (2) 森林情報の記憶、作図、表示                 |    |
| (3) 検索・解析・支援システム                  |    |
| 2. 地域の森林計画へのGISの応用【西川】            | 32 |
| (1) 既存の行政データと流域資源情報の統合化           |    |
| (2) 流域の森林資源供給予測                   |    |
| (3) 森林組合等での林業情報システム               |    |
| 3. 森林の機能評価へのGISの応用【西川】            | 35 |
| (1) 森林・土地利用図に見る狭山丘陵の変遷            |    |
| (2) 森林の各種機能の評価と地図表示               |    |
| (3) 森林風致・レクリエーションへのGISの応用         |    |
| 4. 森林の総合管理システムへのGISの応用【西川】        | 40 |
| (1) 森林資源の調査とモニタリング                |    |
| (2) 施業計画へのGISの応用                  |    |
| (3) 森林の総合管理への応用                   |    |

◎引用文献・参考文献（1節～4節）

5. 地形に関するGISの応用【木平】…………… 43

  (1) 地形解析の基礎

    1) 傾斜と方位の測定

    2) 起伏量の測定

    3) 表面積の測定

    4) 標高階別面積と体積の測定

  (2) 地形と森林の鳥瞰（ちょうかん）

    1) 地形の投影方法

    2) 林相の表現

    3) 鳥瞰図の利用

  (3) 山地斜面の日射量の推定

    1) 計算の原理

    2) 適用事例

  (4) 可視域の判定

    1) 林道開設と森林景観の変化の予測

    2) 展望可能域の解析

6. 環境評価に関するGISの応用【木平】…………… 47

  (1) 都市計画と緑被率

    1) 地図の作成方法

    2) 用途別地域と緑被率の分析

  (2) 都市開発と土地利用の変化

    1) 緑地分布図の作成方法

    2) 緑地分布と変化

  (3) 東京都心の熱環境

    1) 緑地地図の作成方法

    2) クールアイランドの判定

7. 防災に関するGISの応用【木平】…………… 49

  (1) 台風による浅間山国有林の風倒被害

    1) 調査の方法

    2) 調査結果

  (2) 阪神・淡路大震災の被害データの作成

    1) 被害直後に作られた被害地図

    2) 災害データベースの利用

  (3) 防災研究の手法

◎引用文献・参考文献（5節～7節）

8. 森林生態に関するGISの応用【龍原】…………… 52

  (1) 野生動物の行動圏解析

  (2) 野生動物の生息域の推定

  (3) 日本列島潜在自然植生の推定

9. 国際協力におけるGISの応用【龍原】…………… 54

  (1) 災害復旧計画

  (2) 造林普及計画の評価

◎引用文献・参考文献（8節～9節）

#### IV. 森林情報システムへの発展【田中】

1. デジタルオルソフォト…………… 57

  (1) デジタルオルソフォトを用いた崩壊地の抽出

  (2) GISによるデジタルオルソフォトの作成

  (3) デジタルオルソフォトの普及

2. リモートセンシング…………… 59

  (1) 向上する地上分解能

  (2) 進むGISとの一体化

  (3) 植生指数

  (4) CVA（変化ベクトル解析）

  (5) 伐採照査への応用

  (6) 森林モニタリングシステム

3. GPS…………… 62

  (1) 森林地帯におけるGPSの応用の可能性

  (2) 利用しやすくなる相対測位法

  (3) GPS搭載ヘリコプターからのレーザーキャナによる3次元計測

4. 数値地図…………… 64

  (1) 数値地図50mメッシュ（標高）

  (2) メッシュデータを用いた森林の機能評価

5. 森林データベース…………… 66

  (1) 森林簿

  (2) 森林モザイク論

  (3) システム収穫表

6. ネットワーク化…………… 68

  (1) GISデータのネットワーク化の特徴

  (2) データ更新体制のネットワーク化

  (3) 中央のGISの役割

  (4) クリアリングハウス

  (5) インターネットで利用できるGIS

◎引用文献・参考文献

## V. 森林GISの導入と運用【田中】

1. 導入時の問題点 ..... 73
2. 導入の目的 ..... 74
  - (1) 森林情報のデジタル化
  - (2) 林業地理情報の記録
  - (3) 森林組合等による森林資源情報の管理
  - (4) GISを核とした次世代型森林簿の構築
  - (5) リモートセンシング画像の活用
  - (6) 自然環境データの整備
3. データの更新と管理 ..... 76
4. 専門性が高い地形解析機能 ..... 77
5. 導入へのステップ ..... 77

◎引用文献・参考文献

## VI. 国土空間データ基盤整備【田中】

1. 地理情報システム学会 ..... 79
2. 国土空間データ基盤 ..... 81
  - (1) NSDIPA
  - (2) OpenGIS
3. 国土交通省国土地理院 ..... 81
  - (1) GIS研究会
  - (2) 数値地図2500(空間データ基盤)
  - (3) 数値地図25000(地図画像)
  - (4) 地図の時代から空間データの時代へ
4. 旧国土庁 ..... 82
  - (1) 国土空間データ基盤等に関する長期計画
  - (2) 国土数値情報
5. 農林水産省林野庁 ..... 84
  - (1) 近畿中国森林管理局のGIS「FORMS(仮称)」
  - (2) 地図情報システム推進事業
  - (3) 森林管理局が所有する森林情報
6. 環境省 ..... 85
  - (1) 自然環境保全基礎調査
  - (2) 現存植生図
  - (3) 巨樹・巨木林分布図
  - (4) 動植物分布メッシュ図

- (5) 環境指標種調査
  - (6) 種の多様性調査
  - (7) EICネット
7. 地球規模での空間データ基盤整備 ..... 87
    - (1) UNEP/GRID
    - (2) 地球地図

◎引用文献・参考文献

## ●参考資料

1. GIS関連用語 ..... 90
2. 森林GISの関連ホームページ ..... 94
3. GISソフトウェア ..... 96
4. 参考図書 ..... 99

## ●著者紹介

【本書で使用する森林図・簿等の名称について】

国有林と民有林では森林図・簿の名称が異なっていますが、本書で使用している「基本図」、「森林計画図」という名称は、簿冊との照合ができる林班・小班をもつ図面として用いており、明確な使い分けはしていません。また簿冊の名称は国有林では「森林調査簿」、民有林では「森林簿」と呼ばれていますが、これについても明確な使い分けはしていません。

(参 考)

国有林：基本図＝縮尺5千分の1。国有林野の境界、行政区界、森林計画区界、国有林野の区画（林班・小班界）、地物、標高、等高線等を記入。

※施業管理計画の樹立に際して作成（「国有林野経営規程の運用通達」で規定）

森林計画図＝縮尺5千分の1。広域流域界、行政区界、林班界、小班界、森林計画区界、林道、森林の種類等を記入。

※国有林の地域別の森林計画の樹立に際して作成（「地域森林計画の樹立等に関する規程の実施について」で規定）

施業管理計画図＝縮尺は基本図を縮小し、2万分の1が標準。これに機能類型、国土保全林の区分、保護林、レクリエーションの森、生産群、法令等による地域指定、林種、齢級、林道その他の路網等を記入。

※基本図に同じ。

民有林：森林計画図＝縮尺5千分の1。森林基本図の写しに、林班・小班界、林道、森林の種類等が記入された図面。

※「地域森林計画の樹立等に関する規程の実施について」に定めるところに準じて作成。

森林基本図＝縮尺5千分の1。空中写真の図化成果を用い、行政区界、林班界を記入して作成した等高線の入った地形図的性格の図面。

# I 森林管理とGIS

育林、伐採、治山、林道、保護、計画など林業家や行政官がかかわる森林のあらゆる種類の仕事を森林管理と考えると、森林管理では地図を資料として用いることが多い。その地図の作り方と使い方を効率よくするために生まれたコンピュータ技術が地理情報システム(Geographic Information System)であり、その頭文字をとって「GIS(ジー・アイ・エス)」と呼ばれている。このGISが森林管理の仕事にどのように役立つかの概要をこの章で述べる。本章の目的はGISに関するコンピュータ知識の説明ではなく、地図に描かれた情報を使った森林のよりよい管理方法を理解することである。したがって、ここでは森林管理に直接かかわるか、関心を持つ広い範囲の読者を対象にして、GISによる地図作りと、地理情報を森林管理の仕事に活用するための基本的な事項を述べる。

## 1 コンピュータが作る地図

身近にある4種類の地図を見て、いずれにも共通する特徴を挙げてみる(図1-1を参照)。地図が持っている性質をあらためて見直すことは、GISを理解し上手に使いこなすうえで役立つ。

- 地図には特定の主題が描かれ、それらの所在地、形、隣接する境界など位置関係が示されている。
- 色や模様、記号や文字で説明され、目で見て判断でき、だれもが理解しやすい。
- 必要な範囲が、適切な縮尺で表示され、紙面に描かれている。
- 特定の時点における状況が描かれている。

ところが、これらの地図を作ったり、入手して使いこなすには次のようないくつかの難点がある。

①まず、地図を作るには、測量結果などの資料を得たう

えで、紙面に製図し印刷するために多くの手間と時間とがかかる。正確に描こうとすればなおさらである。

- ②地図に描かれた内容は時間とともに変わる。森林では伐採や植栽が行われたり、林道が開設される。そのたびに内容を修正しないと地図の信頼性がなくなる。修正すべき内容を入手して地図を作り直すには多くの手間がかかる。
- ③図1-1のように4つの地図にはそれぞれの主題が描かれているが、その範囲、縮尺、記号などが異なる。紙を直接的に重ね合わせて複数の地図を比較し解析するのは容易ではない。
- ④国有林と民有林の森林図(基本図・森林計画図)を例にすると、森林調査簿・森林簿と照合することにより地図の内容がわかる。地図と説明台帳とは対になっており、両者の内容は一致していないといけない。
- ⑤紙の地図の保管には広い場所が必要である。多くの種類の地図を体系だてて管理するには苦勞が多い。さ

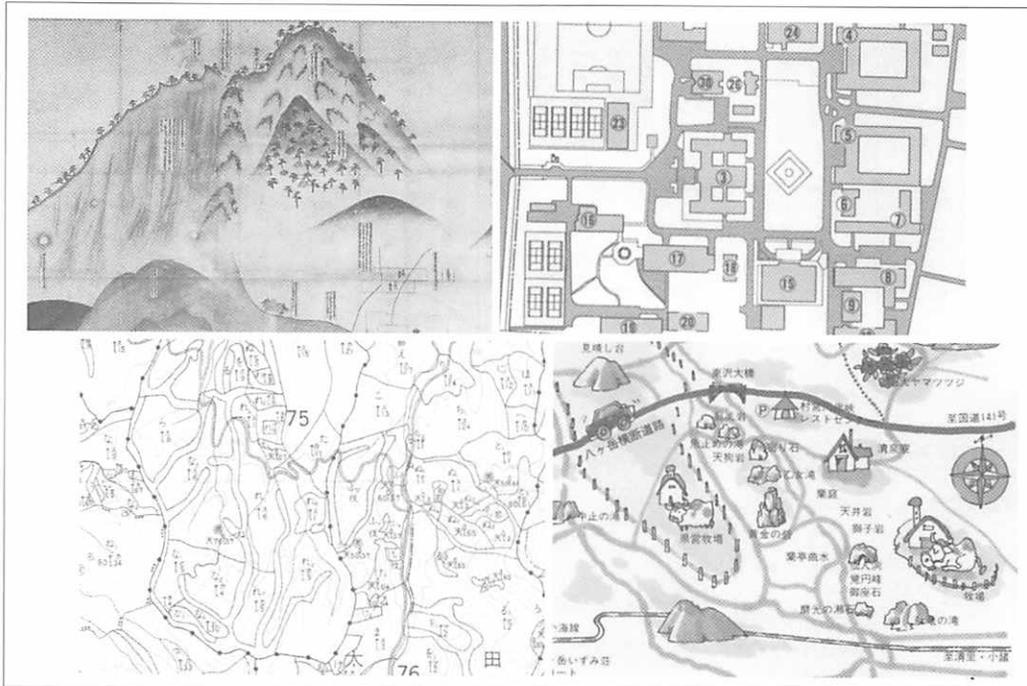


図 1-1 主題が描かれた地図  
昔の地形の見取り図(左上)、  
森林区画図(左下)、大学キャン  
パス図(右上)、観光図(右下)

らに紙の地図は破れる、汚れる、伸び縮みするなどの欠点がある。

これらの地図の難点を補い、地図の特徴を生かすために開発されたコンピュータ技術が GIS である。その基本原理は地図上に描かれている内容を数値化(デジタル化)することである。その具体的な方法は第 II 章で説明するが、この章では基本的な機能を説明して GIS の概念を描いてみる。

地理情報システム・GIS とは、地図上に描かれた物の位置、形、大きさ、結びつきなど空間上の所在位置と形態に関する地理情報を扱うために作られたコンピュータ・ソフトウェアと装置との総称であり、次の 3 つの機能を必ず持っている。

- 地理情報の記憶(入力・保存)
- 地理情報の解析
- 地理情報の表示(出力)

### (1) 地理情報の記憶(入力・保存)

地理情報とは、地表にある物の所在と形に関することであり、場所についての情報である。森林、農地、都市の所在状況を示す地図は代表的な地理情報である。地図上に描かれる内容を数値に変換してコンピュータ媒体に蓄える機能を記憶と呼ぶ。記憶機能は、データの入力と

保存の仕事からなる。地図内容を数値に変換する方法はベクター方式(ベクターモデルによるベクターデータ化)とラスター方式(ラスターモデルによるラスターデータ化)とがある。詳細は第 II 章で述べるが、そのイメージを口絵(2 ページ)に示す。また、地図の内容を説明する台帳が対になって作られ、地図と台帳とは相互にプログラムで結ばれている。

### (2) 地理情報の解析

コンピュータ媒体に記憶された地理情報を土地利用、資源開発、環境保全などのために使う場合には、まず、地理的關係や性質を検索する。あるいは複数の地図を重ね合わせる(図 1-2)。そして利用者が必要とする新しい地理情報を作る。これを解析機能と呼び、検索、重ね合わせ、縁取り、部分拡大、縮尺、長さや面積の測定、投影、座標変換などの作業を含む。

### (3) 地理情報の表示(出力)

解析された地理情報を地図や表の形で紙面、あるいはコンピュータの画面に描く機能を表示あるいは出力と呼ぶ。

要約すると、GIS とはコンピュータを使った地図に関する 1 つの情報制度である。天然資源や自然環境の地

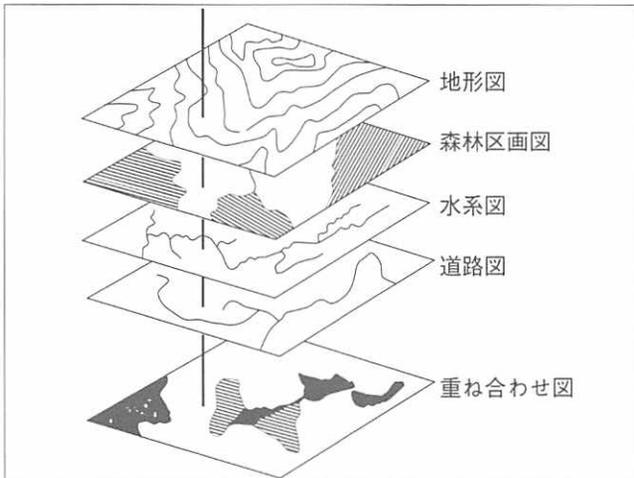


図1-2 重ね合せによる解析 地形図、森林区画図、水系図、道路図を重ねて、新しい重ね合わせ図を作る

理的分布について互いの関わりを解析し、有用な情報を計画立案者に目で見える形で提供する。したがって、広く地表に分布している森林を対象とする森林管理の仕事にとって、GISは大きく貢献していく可能性を持っている。

さて、GISを森林管理に役立てる場合、導入に関しては次の2つの段階が考えられる。第1の段階は、現在の組織による、現在の仕事のやり方にしたがって、地図をより使いやすくすることである。森林計画図をはじめ各事業に必要な地図や図面を作るのに、より手間を少なく、より安く、より早く、より正確にすることである。これまでの製図担当者の仕事をコンピュータが手伝うことであるといえる。

第2の段階は、現在の仕事の手順と方法とを根底から改革できるように、地図や資料を含めた情報の形式、内容、流れを設計し直すことである。森林管理の仕事の制度をあらためて再構築することであるともいえる。例えば、森林計画の現場で、森林簿と森林計画図の情報が通信技術により使えるなどが想定される。なお、この章のおわりに、GIS 発展の歴史を概説する。

## 2 GIS導入の第1段階 —現在の森林管理の方法に役立つGIS

それぞれの組織が行っている現在の仕事の仕組みのな

かで、地図をより有効に利用するためにGISを使うことを試みてみる。このため森林資源の基本台帳である現在の森林計画図と森林簿制度を取り上げる。

### (1) 森林計画図等の作成と修正

森林簿は文字と数字で書かれているから、多くの場合はコンピュータ化されている。ワープロの画面で森林簿を開き、ページをめくって必要な小班をさがす。その内容を読み、あるいは書き直す。このような使い方は日常化している。これに対し、地図のコンピュータ化は進んでいないが、GISにより可能になる。森林計画図は、国有林や多くの都道府県では現在のところ、マイラー紙に描かれた原図と、そのコピーが使われている。5年ごとに、森林簿の改訂に合わせて新しい森林計画図が人手により作り換えられるので非常に手間がかかる。5年ごとの森林計画図の作り直しの作業は次のとおりである。

- 森林区画を構成する小班（あるいはそれ以下の区画）の境界線の一部を地図上で変更する。それにより小班は新たに分割、合併、変更される。
- 小班の名称、林種、施業方法などの内容（属性）を変更する。
- 森林区画の変更に伴う面積の再計算を行う。

これらの作業を図1-3のようにGISを使って行うことにより、森林計画図修正の作業は大幅に軽減され、地図の内容は新しくなり、修正に伴う誤りも少なくなる。

この方法を行うには、まず最初に、森林計画図のすべてがGISにより数値化されてコンピュータ媒体に記憶されなければならない。したがって森林計画図の新規作成作業の重要さは理解されやすいが、修正作業は無視されたり過小評価されがちである。両者は切り離せない仕事であり、筆者はあえて修正作業を強調して説明した。

### (2) 森林の条件検索図の作成—属性情報検索

GISは、計画立案や環境評価などのために必要となるさまざまな地図を必要に応じて森林計画図から作り出す。例えば、将来の伐採や植栽の予定箇所、間伐を必要とする林分、災害危険区域、レクリエーション開発の可能区域、環境保護区域などを示す地図を作り出す。

これらは森林簿の中から与えられた条件に該当する小

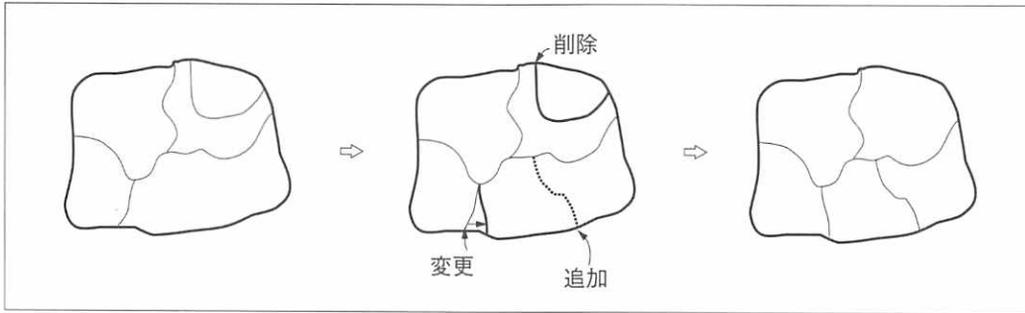


図1-3 森林計画図の修正作業  
修正前(左)、境界の追加・削除・変更(中央)、修正後(右)

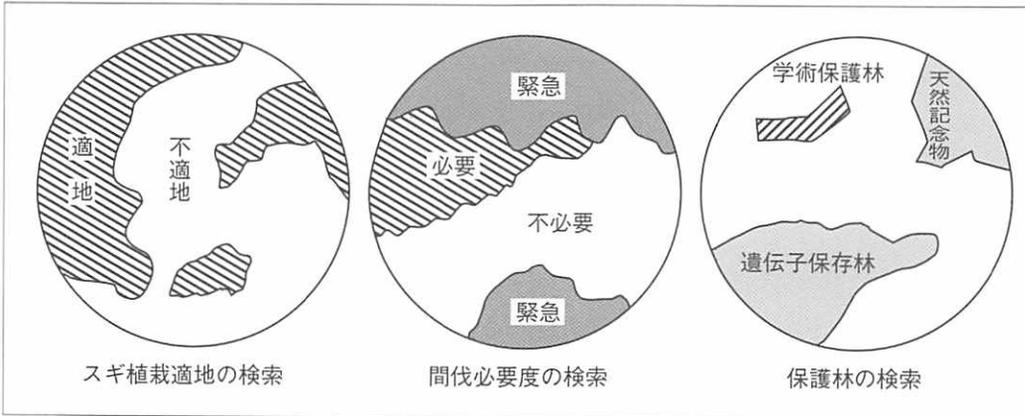


図1-4 検索図の作成  
標高と地形と土壌型からスギ植栽適地の検索(左)、林齢と立木密度から間伐の必要度の検索(中央)、森林簿の属性記録から保護林の検索(右)

班を選び出す作業と、地図の上から判断できる地形や地利、林分の位置関係から条件に該当する区域を選び出す作業とにより、検索図は自動的に作られる。色塗りすることにより、わかりやすく明快な地図ができあがる。これはGISの最も基礎的な機能である。(図1-4)

### (3) 地図の重ね合わせ図の作成—空間情報検索

先に述べた属性情報検索とは主に森林簿の内容から選り出された。これに対して、地形図、森林区画図、水系図、道路図など多くの種類の地図を重ねて、それぞれについて与えられた条件をすべて満足させる場所を選び出すことが重ね合わせ図の作成である(図1-2)。従来は手作業で、透明紙に描かれた2枚の地図を重ねるなど簡単なことはできたが、複雑な作業は不可能であった。このように複数の地図の重ね合わせはGISの得意な機能である。

### (4) 地図の縮尺、座標系、ゆがみの調整

森林計画図は直交座標系で1/5000に全国的に統一されているが、森林に関する他の地図は作成機関や作成目的により縮尺、座標系、範囲、表記法が異なる。それら規格の異なる地図を調整し、共通化して比較できるよう

にすることが地図の調整作業である。

GISには縮尺の変更、座標系の変換、ゆがみの調整、表示範囲の指定などの機能がある。あとで述べるがベクターデータとラスターデータとの変換も可能である。森林地図を作る情報源については第IV章で述べるが、植生、土壌、地質、動物、被害などの調査報告をはじめ、測量図、空中写真、リモートセンシング画像、数値地図、GPS(汎地球測位システム)など多くの方法で得られる地理情報を、調整して利用することはGISの特技である。

### (5) 地図管理の体系化

森林計画図は市町村単位でも数十枚、県単位では数百枚になりその量は膨大である。計画立案のたびに更新されると、整理も大変であり保管場所に困る。その他の様々な種類の地図を体系だてて管理することは実務上極めて難しい。1つの機関の中でも地図はいくつかの所に分散して管理されていることが多い。作成方法や信頼性も不ぞろいである。

これに対して、地図がGISによりコンピュータ媒体に納められると整理しやすい。体系だててプログラムで管理するなら地図は整然と保管され、容易に引き出し利

用できる。利用者の要求に応じて、必要な部分が、求められる形式で直ちに印刷できる。地図管理の体系化はGISの大きな特徴である。

以上の5つの仕事を人手をかけず、早く、正確にする可能性をGISは持っている。したがって、現在の仕事の流れや計画制度の範囲の中で地図を使いやすくして、機能を高めるのに役立つ。これらを実現することがGIS導入の第1段階である。

## 3 GIS導入の第2段階 —森林管理制度の革新に役立つGIS

これまでに述べた導入の第1段階は、現在、職場で行われている地図の使い方の改良であり、日常的に経験している不便を解消していくことが目的であった。

これに対し、導入の第2段階は地理情報の形や流れを大幅に変え、森林管理制度を変えることを目指している。したがって、どのような情報制度による森林管理が必要かは、組織、仕事の内容、目的により全く異なる。新しく情報制度の設計図を描くにあたり、必要となる基本的な事項を説明する。

### (1) 地理情報データベースの構築

森林管理は森林資源、自然環境、社会状況についての所在場所と所在状態を知ることから始まる。組織だててそれらの情報を集め、体系的に整理し、広く利用者に提

供する制度を地理情報データベースと呼ぶ。データベースが備えなければならない主な要件は以下の4つである。これらを構築することがGIS導入の第2段階の目的である。

#### 1) 主題地図の体系化

林相図、林道図、保安林図、野生動物生息図などは作成機関、作成時期、作図法が異なる。それらを集めて、比較可能な形に変換して、森林管理のために必要な主題図の体系化を行う。

まず、どのような主題図をデータベースに収録するかを計画する。基本的な森林区画図や伝統的な林相図だけでなく、自然環境を知るのに必要な植生図、希少動植物分布図、地質、土壌、そして社会環境を知るのに必要な地域の人口、地勢と交通、土地価格、レクリエーション利用などが必要になる。また広域環境にかかわる酸性雨、大気汚染、温度分布、降水量、地下水などの情報も検討されよう。地形図や気象図など他の組織が持っているデータベースの利用も考えて、森林管理に必要な、しかし、過大にならない範囲で主題を体系的に選ぶ。一般に使われる地図を表1-1に挙げてみる。

#### 2) 比較可能性の保証

多くの種類の地図を論理的な解析に使うためには共通の型に変換することが必要である。すなわち対象地を同じにする、縮尺を同じにする、ベクターデータやラスターデータに変換する、地図表示法と記号を統一するなど、異なった地図を相互に比較できるようにすることが必要である。地図と説明台帳が整い、必要な情報が選べる、論理的な関連があるなどの条件が整って、比較可能

表1-1 データベースに収録する主題地図の例

|          |   |
|----------|---|
| 森林資源     | 森林計画図、基本図、所有区分図、林相図、樹種図                   |
| 保護林      | 保安林図、自然公園図、林木遺伝子保存林図、試験林図、生態系保護地域図、学術保護林図 |
| 自然立地     | 土壌図、地形図、地質図、降雨量図、降雪量図                     |
| 動植物      | 野生動物生息図、野鳥生息図、植生図、希少動植物分布図                |
| 水、土、防災   | 河川図、湖沼図、ダム位置図、災害図、危険予測図                   |
| レクリエーション | レクリエーション施設図、文化財・史跡図                       |
| 林業       | 人工林図、立地図、林齢図、材積図・成長量図、施業区分図、育林・伐採計画図、林道図  |
| 地域社会     | 土地利用図、都市(市町村)計画図、交通図                      |
| 広域環境     | 大気汚染図、酸性雨図                                |

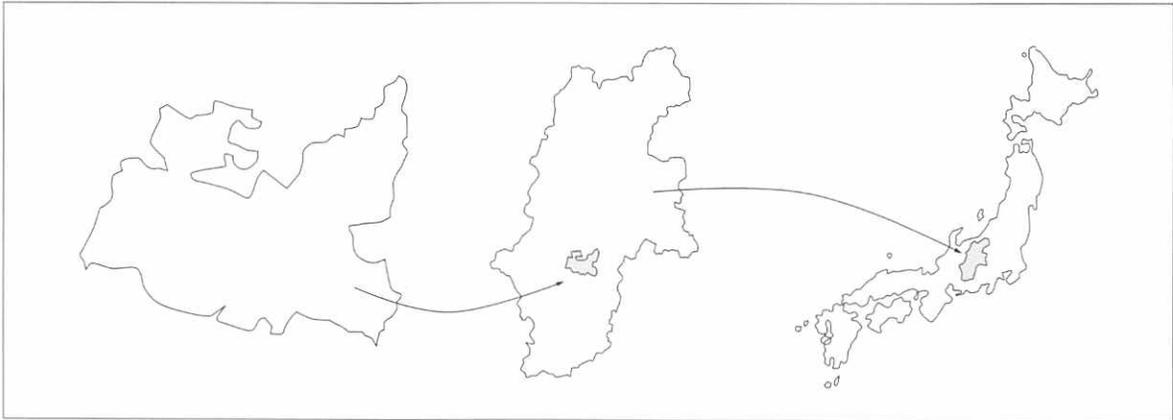


図1-5 地図の分割方法の階層構造 市町村（左）、都道府県（中央）、日本（右）の位置が正しく組み込まれる

性が保証されると地理情報データベースとなる。紙の地図が棚やマップケースに保管されている状態は、十分に利用できないからデータベースとは呼ばない。

### 3) 座標系と地図の分割方法

地図は座標系を持っている。比較的狭い範囲では直交座標系、広域では経度緯度による座標系などがあるが、座標系が公的な制度であれば変換は容易である。しかし、独自の座標系の地図は共通化が必要となる。

小さな単位区域はより広い区域の部分を構成しなければならない。市町村・都道府県・日本全国、国有林・民有林、森林・非森林、緯度経度、メッシュなどによる地図の分割方法を組織的に作り、小区域と大区域の地理的な階層構造を保証できるように設計する。この区域の分割方法が整っていると小班・林班の林分レベルから、全国レベルの森林までの地理情報の整合性が保証される（図1-5）。

### 4) 時系列の体系

地図は特定時点における森林の状態を表示している。しかし、すでに述べたが、森林の状態は刻々と変わるので、常に地図の修正が迫られる。現在、地図によって1年ごと、5年ごとなどに修正が行われるが、この地図内容の時間変化を記録することが時系列の体系である。1時点の情報だけとしての地図ではなく、過去、現在、そして将来の状態を表現できる地図のことを時間軸を持つ地図と呼ぶ。時間軸を持つことは紙の地図では非常に困難であるが、GISにより数値化された地図では可能である。現在の森林簿制度は時間軸を持たないので過去の森林の状態を再現することは不可能である（図1-6）。

## (2) 地理情報データベースの管理方法

データベースには最初に地図を作成する初期入力の仕事と、その後の世話をする管理の仕事とがある。初期入力には大きな労力がかかるが、1回限りである。それに対して管理は経常的に新しい資料を追加したり修正を行う必要がある。データの追加、削除、変更を担当する組織と手順をあらかじめ設けることが重要である。

### 1) 集中管理と分散管理

管理方法としては、修正する資料を一定期間保管しておき、一度に集中的にデータを更新するバッチ方式と、修正する資料が得られるたびに、直ちに入力してデータを更新していくリアルタイム方式がある。また、それらの仕事が特定の専門機関に任されて、一切を取り仕切る集中管理方式と、データを入手した人が入力する分散管理方式とがある。これまでは「バッチ方式+集中管理方式」が主流であったが、今後は「リアルタイム方式+分散管理方式」に移る可能性が高い。

GISが組織に定着するにつれて地図を使う機会が増え、修正データはあちこちで発生するであろう。また、コンピュータの扱い方が簡単になるのでデータを得た人が即座に入力する方が効率がよい。現在のワープロでは原稿作成者が直接、即座に入力している。原稿の入力をコンピュータセンターへ委託したりはしない。データの修正が日常的になるにつれて、リアルタイム方式で分散管理方式になる。

### 2) 信頼性の保証

入力や修正の作業が分散するにつれて、その内容の信頼性を保証する管理体制がいる。これは専門職が一元的

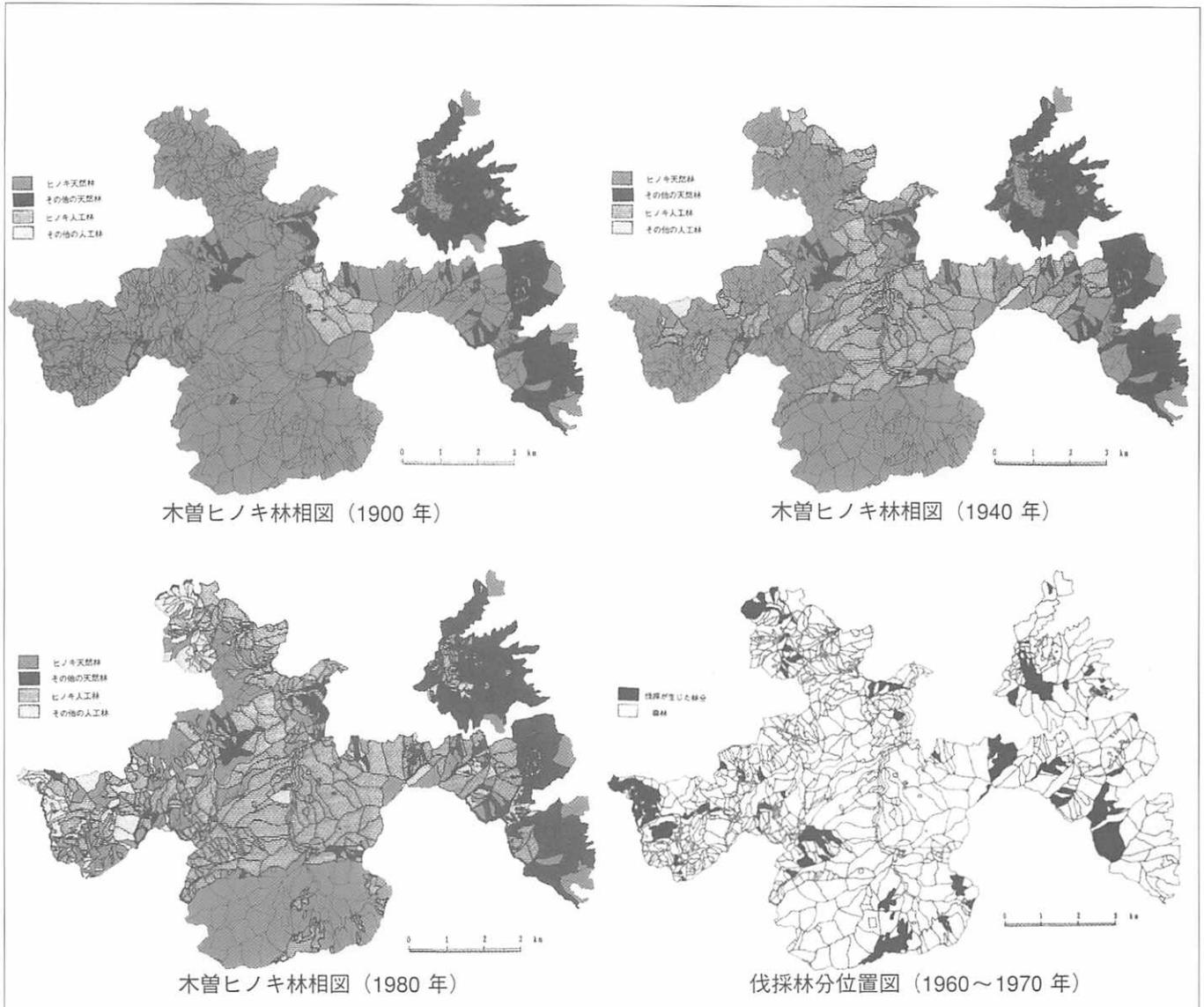


図 1-6 時系列の地図：過去 100 年間における木曽天然林の林相変化

木曽ヒノキ林相図 (1900 年、1940 年、1980 年) および 1960 年から 1970 年までの伐採林分位置図  
(木平・峰松, 1995)

(1980 年の林相図は口絵ページに掲載)

に集中管理して責任を持つことになる。またデータベースの規模が大きくなるにつれて、整理したり消したりして、管理しなければならない。このようにバッチとリアルタイム、集中と分散の方式の組合せを組織化して、能率と信頼を高めるような責任体制を確立しなければ、GISは機能しない。データベースの管理方法が不備であると、人手と費用がかさみ、さらには地図は使いものにならない、というみじめな結果に陥る。

### 3) 外部委託と内部運用

データベースの管理はリアルタイムで分散管理方式にして、信頼性を保つために専門職による一元的な責任体

制が必要であると先に述べた。これらのことを組織外部のコンピュータ会社と内部の職員がいかに分担するかは経費、人材、成果に深く関わる。筆者の経験では、GISの運用を外部に委託する場合よりも内部運用を主にしたほうが、GIS導入の実利は大きいと推察する。日本の現状では75%を内部運用、25%を外部に委託するのがよいと思うが、内部にGIS運用の人材と熱意がないと成功はおぼつかない。

### (3) 地理情報データベースの利用と公開

データベースの構築の目的は、それを森林管理の実務

に役立つことである。したがって、利用と公開の方法を整える必要がある。

### 1) 通信技術の活用

データベースが整うと、地図を使う人の数も機会も多くなる。手軽な方法で、すぐに地図を入手し使えることが望ましい。利用に関してもリアルタイムで分散方式が必要になる。必要な地図が机の上で、いつでも短時間に入手できる体制を整えなければならない。さらに、中央、出先、現場のいずれでもデータベースを利用できる体制が作られると強力な管理手段となる。そのために、通信技術によるネットワーク化は必然である。多くの人が利用できる条件は、データを入手する手段があり、データが使いやすく信頼性があり、そして、操作が容易で経費が安いことである。

### 2) データの公開

ある組織が持つ地理情報データベースのうち、どの範囲は公開できるかをあらかじめ決めておき、公開方法についてのサービスが必要である。提供される場所、時間、方法、料金などが明確であれば、受け手にとっては都合がよい。特に官庁が開発した公共的な森林データの公開には十分なサービスが準備されなければならない。森林管理への地域住民の参加と合意形成の基礎となるからである。

地図は目で見て容易に判読できる材料である。森林が身近なものとなっている今日、一般社会の人々に森林の状態を知らせ、森林の理解を進める材料として地図は大切である。地図は森林管理のための専門的な材料であると同時に、森林と社会とを結ぶ材料でもある。データの公開について、設計段階で具体化することは GIS の導入に欠くことができない。

## 4 GIS 発展の歴史

GISは広大な森林や土地の状態を地図化する手段として生まれ、今日では、農林業の土地利用計画、都市計画、ガス・電気の施設配置からカーナビゲーションなど日常生活にまで利用されるようになった。しかし、その歴史

はわずか30年にすぎない。その発展の段階を4つに分けて概説する。

### (1) カナダ、アメリカでの構想と試作—GIS<sup>ようらん</sup>揺籃期の1970年代

コンピュータのハードとソフトにより動くGISの発展は、基本的にコンピュータの発展を土台としている。とりわけ、地図を読み取る座標読取り装置(ディジタイザ)や画像判読装置(スキャナ)などの入力装置と、地図を描く自動製図装置(プロッタやプリンタ)などの出力装置の開発に強く依存している。

GISはカナダの森林調査で誕生した。広大なカナダの国土の大半を占める北方森林は無人地帯であり、地上調査が困難な所である。また、航空写真から地図を作成するにも人手で処理するには資料の量が多すぎて不可能である。そこで考えられたのがコンピュータによる地図作りである。広域森林について大量の地図を作る方法として地図データの数値化が1970年代前半に試みられた。入出力装置の開発が進み、カナダの天然資源局やアメリカの地理局、土地管理局、森林局、林業試験場などの連邦政府、州政府、ウェイヤーハウザー社などの大企業により、個別に、それぞれの管理目的に沿ったGISの開発競争が始まった(表1-2)。

数値化された地図がコンピュータに入力され、重ね合わせなどの解析が行われ、新しい地図がコンピュータから作り出されるようすは当時の森林管理者に驚きと夢を与えた。GISは森林や土地管理にとって画期的なシス

表1-2 1970年代のカナダ、アメリカでのGISの開発事例

|              |   |
|--------------|---|
| カナダ天然資源局     | 土地利用図、森林現況図                                 |
| アメリカ内務省地理局   | 数値地形図、土地所有権、水資源管理                           |
| アメリカ内務省土地管理局 | 土地利用計画、森林管理計画、野生動物管理計画、国立公園計画               |
| アメリカ農務省森林局   | 森林資源調査、病虫害防除、水保全、環境保全、山火事防止、土地保全、レクリエーション計画 |
| ウェイヤーハウザー社   | 森林資源調査、木材収穫計画、社有林経営                         |
| アメリカ林業試験場・大学 | 州有林管理、研究開発                                  |

テムであり、それを使うことは社会的なステータスと考えられた。官庁も企業もいかに多くの種類の地図を、いかに精密に数値化するかの方法を競い、大型コンピュータを使って多額の開発費と多くの人材とが投入された。

しかし、GISが現場に導入されて定着するには至らなかった。機能は高度であるが操作が複雑で、費用のかかる方法であったために現場での利用にはまだ多くの障害が残されていた。このように1970年代はGISの揺籃期であり、将来へのめざましい発展の基礎が築かれた。

## (2) 汎用ソフトウェアとしての GIS -商品化の 1980 年代

カナダやアメリカの官庁と大企業が行った研究開発の成果は、GISの基本構造を確立させた。対象が森林、農地、水、天然資源、野生動物などと異なっていたが、地図情報を数値化しての記憶、解析、表示することについては共通した機能が設計された。そして独自に GIS を開発する必要はなくなり、ソフトウェア企業が汎用的な商品を作り、販売する時代になった。

いろいろな名前の GIS 商品がカナダとアメリカで開発され、世界中の官庁、企業、研究機関が購入し使い始めた。ソフトウェアは開発者と利用者との間での試行錯誤を通じてしだいに使いやすくなり、ユーザーは利用目的に合うプログラムを市場で選び購入することが可能になった。GISは世界中の市場に流通する商品となり、各国での森林管理のための GIS 利用の水準は大幅に飛躍した。このように1980年代はGISが汎用ソフトウェアとして商品化された時代である。

## (3) 小型化・低価格化による GIS の普及—日常的な道具としての 1990 年代

市場商品として GIS プログラムを自由に選べる時代となり、利用者はコンピュータの高度な知識や技術に縛られることはなくなった。地図を扱う便利な道具として GIS を森林管理にいかに応用するかに専念できる時代となった。それを実現したのは GIS の小型化と低価格化である。特に地図や画像の入力装置、地図を印刷する出力装置の小型化と低価格化は、GIS を個人が使える小道具とした。官庁、企業、大学では部門ごと、あるいは個

人の机の上で使うことができるので、先に述べた地図情報のリアルタイムで分散型の利用が可能となってきた。

手元にあるコンピュータを通じて、必要な地図が即時に入手でき、解析できることにより、GISは現場の仕事に実際に役立つ道具となりつつある。それは地図処理の能率向上にとどまらず、森林管理制度の変革が期待できるような水準にまでなってきた。ワープロの普及は日本では1985年前後であったが、それから約10年後に、地図を管理する手ごろな小道具としての役割を GIS は果たそうとしている。

## (4) 地理情報の公開と共有—ネットワーク化と GIS の将来

GISが日常的に使える便利な道具になろうとしている今日、これからの課題の1つは地理情報のソースデータをいかにして得るかである。

記憶、解析、表示の機能はそろっていてもデータがなければ何もできない。データとして伝統的な紙の地図だけではなく、空中写真や衛星データ等のリモートセンシングや国土地理院の数値地図などの公共データ、官庁や学会が作る報告などの相互利用が必要になる。これからの課題は、整理された地理情報ができる限り広く公開され、社会の共有財産として利用できることである。そのために、通信技術を使うネットワーク型の森林管理の方法を作ることが、GIS の将来の課題である。

GISの発展の歴史をまとめると、まず、伝統的な森林管理の基本的な資料である森林簿・森林地図の制度を支援し、能率化する方法として GIS が開発された。それにより、今まではできなかった地図情報の処理水準を向上させた。次に、GIS の技術とデータを基礎にして、新しい森林管理の制度を構築することが期待されるようになった。さらに、技術的な面での革新だけではなく、これからの森林管理に必要な情報公開についての技術者の意識改革を引き起こすものとなりつつある。

情報公開制度の充実により、地域の人々は森林問題を知ることができる。そして社会的な合意が形成されるのに役立つ。情報公開とは官庁の業務資料の公開だけではない。人々が森林を知る機会を積極的に提供することでもある。森林体験が少なく、専門的な知識を持ち合わせ

ない人々に森林の所在や役割を説明することが情報公開である。これは自然解説（インタープリティング）や環境教育でもある。地図や映像など GIS が作り出す材料は、目で見て容易に感覚的に理解できる。林小班区画図、人工林・天然林や針葉樹・広葉樹を塗り分けた林種・林相図だけでは退屈である。GIS を駆使して作る環境図、空中写真と風景写真とを組み合わせた華やかな地図は森林の姿をいきいきと伝える。このような情報公開と解説・教育を通して人々の森林への関心は広がる。

終わりに、第1章では地理情報システム・GISは新しい技術であるが、森林管理に必要な、そして使いやすい道具であることを強調した。GISのイメージは急速に変わっていく。高度なコンピュータ知識を駆使して動かす高価で複雑な装置という印象は薄れ、だれでもが気楽に使える日常的な職場の小道具になるであろう。しかし、

現実には GIS の導入と稼働のために担当者は過大な労働を負担し、多くの時間を費やし、高額な初期投資や運用経費に追われている。そのうえ、GIS効果への過大な、安易な期待に直面して苦しんでいる。この現実の難しい状況を改善する方法は、職場の多くの人々が GIS を知り、使い、その可能性についての理解を深めることである。そのために、本書では専門家だけでなく、職場の他の業務の人々も読者対象として GIS を概説した。職場での研修の材料として使えるであろう。

#### 【引用文献・参考文献】

- 1) 西川 治：アトラス [日本列島の環境変化]、202pp、朝倉書店、1995
- 2) 久保幸夫：新しい地理情報技術、168pp、古今書店、1996
- 3) 木平勇吉：森林モザイク論、水利科学 217、p 1-7、水利科学研究所、1994
- 4) 高阪宏行・岡部篤行：GISソースブック、365pp、古今書店、1996

# GISの仕組み

## －基本的な機能－

この章では、GISが提供する基本的な機能を紹介しながらGISの仕組みについて説明する。まず、第1節と第2節ではGISの全体的な構成と地理情報の基本的な表現方法について概説する。次に、第3節から第5節まではGISの機能を実例を交えながら紹介する。第6節ではGISを用いたデータベースの構築方法について説明する。最後に第7節では3次元表示や地形解析に用いられる標高の表現方法について紹介する。

## 1 GISの基本構造

### (1) GIS (地理情報システム) とは

GISの機能をひとくちにいうと位置に関する情報を取り扱うことができる情報システムということができる。従来から多量の情報を保存し、それを検索したり、分析したりする機能はデータベースによって提供されてきた。GISもこれと同様の機能を持っている。ただし、従来取り扱っていたものは文字情報、数値情報だけであったが、GISではこれらの情報だけでなく、位置情報も同時に取り扱うことができるのである。すなわち、帳簿や帳票に書かれているような情報だけでなく、図面として表されている情報をも同時に取り扱うことができる点に特徴がある。したがって、図面と帳票とを統合的に管理するとともに、これら両方の情報を解析する機能を提供する情報システムということができる。

GISの全体概念については口絵(1ページ)に示しているが、GISの中核機能について示すと図2-1のようになり、その機能は大きく「情報の入力」、「情報の保存」、「情報の解析」、「情報の出力」、の4種類に分類することができる。

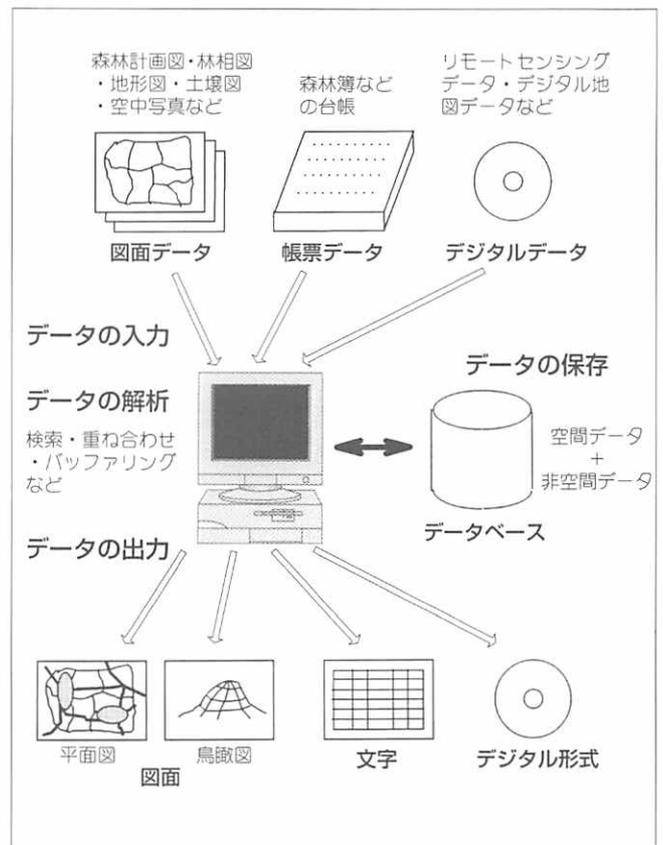


図2-1 GISの機能

GISの機能はデータの入力、保存、解析、出力の4種類に分けられる。GISでは帳票データと図面データ、その他のデジタルデータを統合的に取り扱うことができ、データの入力から出力までの機能を一貫して提供している。

- ①情報の入力 観測されたり測定された情報を計算機で処理できるような形式(数値化)で入力する機能を提供している。森林簿などの帳票だけでなく森林計画図、地形図、土壤図などの図面、さらには空中写真も入力することができる。また、人工衛星から取得したデータや数値地図のようにすでに計算機で扱うことができる形式になっている情報も取り込むことができる。
- ②情報の保存 上述したように帳票に関する情報と図面に関する情報を統合的に管理する機能を提供している。通常データの量は非常に多くなるが、これら2種類の情報を相互に関連させながら、多量の情報を効率的に管理している。
- ③情報の解析 保存された情報を分析するさまざまな機能を提供している。ある情報について検索を行ったり、複数の図面を重ね合わせたりすることができる。特に GIS の特徴は空間的な分析を行うことができる点にある。例えば、60年生以上の人工林である小班名の一覧を検索できるだけでなく、林道から300m以内、傾斜が10度以下で60年生以上の人工林がある場所を検索することができるのである。
- ④情報の出力 分析した結果を画面に表示したり紙に印刷したりする機能を提供している。最も簡単な出力は表形式の文字出力であるが、このほかに平面図や

鳥瞰図などの図面として出力することができる。出力の際には必要な情報のみを選択して出力することができる。また、他のシステムで利用できるように形式にして出力することもできる。

これらの機能を用いることによって、GISは森林管理などにおける意志決定の支援を行うことができる。

GISはこのような機能を提供するためのハードウェアおよびソフトウェアから構成されている。ハードウェアは図2-2のように計算機をはじめとていくつかの装置から構成されている。情報の入力のためには、キーボードのほか、デジタイザやスキャナが用いられる。デジタイザは図面を手で入力するのに利用され、スキャナは図面を自動的に入力するのに利用される。情報の保存にはハードディスクや光磁気ディスクなどの大容量の補助記憶装置が必要となる。情報の出力にはディスプレイのほか、プリンタやプロッタが用いられる。プロッタは特に図面の出力に利用される出力装置で、いろいろな大きさのものがあるが、A0サイズなどの大きな図面を描くことが可能なものも提供されている。

## (2) 地図と GIS

地理情報の保存や表示の道具として伝統的には地図が

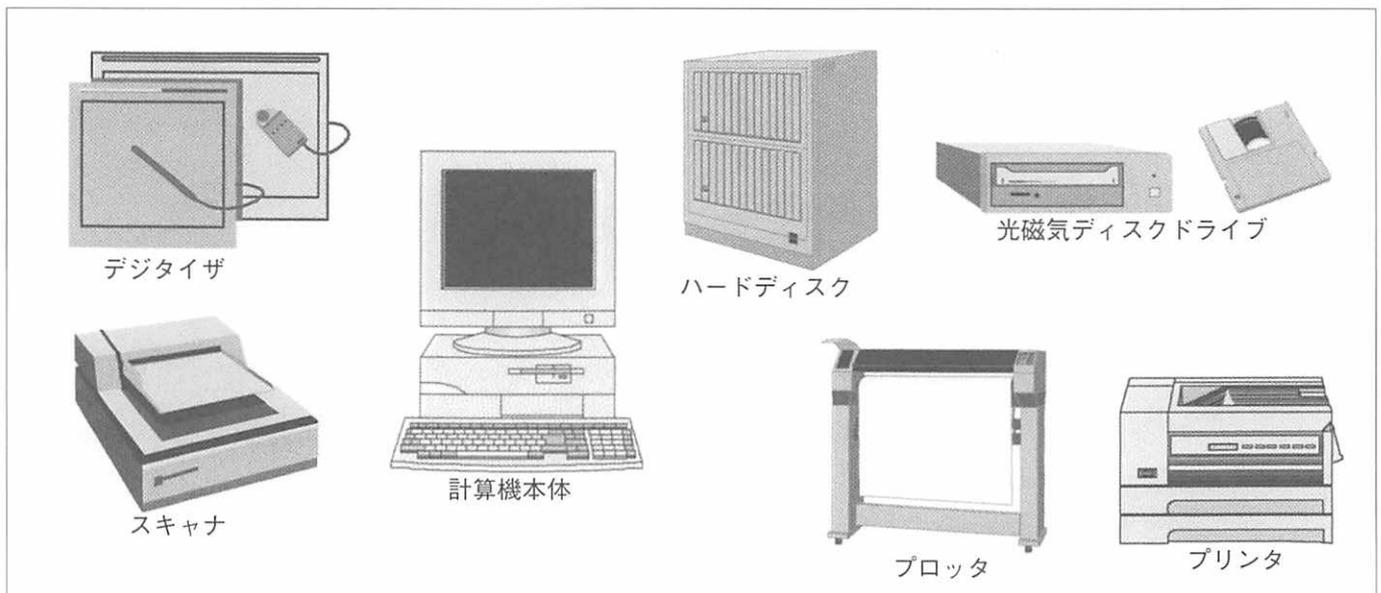


図2-2 GISのハードウェア構成

GISはコンピュータの本体のほか、デジタイザやスキャナなどの入力装置、ハードディスクや光磁気ディスクなどの大容量の補助記憶装置、プリンタやプロッタなどの出力装置から構成される。

用いられてきた。また、地図は地理情報の分析にも用いることができる。情報の保存、解析、表示についてGISが地図と異なる点をまとめると次のようになる。

- ①情報の保存 地図は1枚の図葉の上に非常に多くの情報を載せることができ、情報を効率的に保存することができる。これに対して、GISで地理情報を処理するためには情報を計算機で取り扱えるようにしなければならないが、そのためには膨大なデータ量を必要とする。しかし、GISでは縮尺の異なる複数の地図から得られた情報でも縮尺の統一がなされて、あたかも1枚の地図のように保存することができるという利点がある。
- ②情報の分析 GISでは空間的な検索、図面上での計測、図面の重ね合わせなど、従来地図を用いて人手で行っていた作業を計算機によって行わせる機能を提供している。
- ③情報の表示 地図では何枚かに分割されている領域でもGISでは連続した1枚の図面として取り扱うことができる。また、表示する領域や縮尺を自由に変えられるので、一部分の領域だけを表示したり、大縮尺の図面や小縮尺の図面を自由に作ることができる。多くのGISは3次元表示の機能を持っており、利用者が指定した位置から見た鳥瞰図を作成することができる。さまざまな情報の中から一部の情報だけを取り出して表示することができ、土地利用図などのある特別な目的を持った地図(主題図)を作成することもできる。

地図は目的別に分けると一般図、主題図の2種類に分かれる。一般図は多目的に使用できるように作られたもので、河川や湖沼、道路や学校などのさまざまな事物を表している地図である。一般図の代表的なものに国土基本図がある。これに対して、主題図はある特定の目的(主題)について表した地図である。主題図には主題に応じて土壌図、土地利用図、林相図、植生図など様々な地図がある。主題図には、土地利用区分や植生などの定性的なものや気温、気圧、降水量などの定量的なものも両方ある。これらの地図はGISの重要な情報源となっている。一方で、このような地図の書き方はGISの図面出力としても利用される。GISには通常様々な情報が

保存されているが、この中の一部の情報のみが取り出されて主題図として出力される。

## 2 データモデル

現実の世界は非常に複雑で情報量は無限であるが、GISではこのような現実の世界を有限のデータベースの中で表現しなければならない。そのためには現実の情報の一部分を取り出して単純化することが必要になる。そこで、GISでは現実の世界の情報を計算機の情報として表現するための規則(データモデル)を持っている。

この規則には主としてベクターモデルとラスターモデルの2種類がある。図2-3にそれらの例を示す。一般にベクターモデルはデータの構造が複雑である反面、図2-3のように図形などを正確に表すことができる。これに対してラスターモデルではデータの構造は簡単であるが、データが不正確になりやすい面を持っている。

### (1) ベクターモデル

このモデルでは図形が線分や点によって表される。実世界には例えば、林小班界、河川、道路などさまざまなものが存在しているが、このような実世界の要素はすべて線分や点によって表される。この種類の情報は大きく分けると、「点」、「線」、「面」の3種類に分類される。「点」として表現されるものには土壌調査や降水量調査を行っ

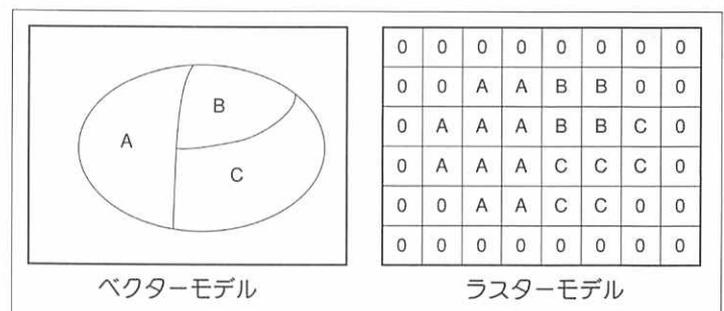


図2-3 GISで用いられる主なデータモデル

同じ情報をベクターモデルで表した場合とラスターモデルで表した場合を示している。ベクターモデルではデータの位置が線や点で表現されるのに対して、ラスターモデルではデータが規則的な格子状に表される。

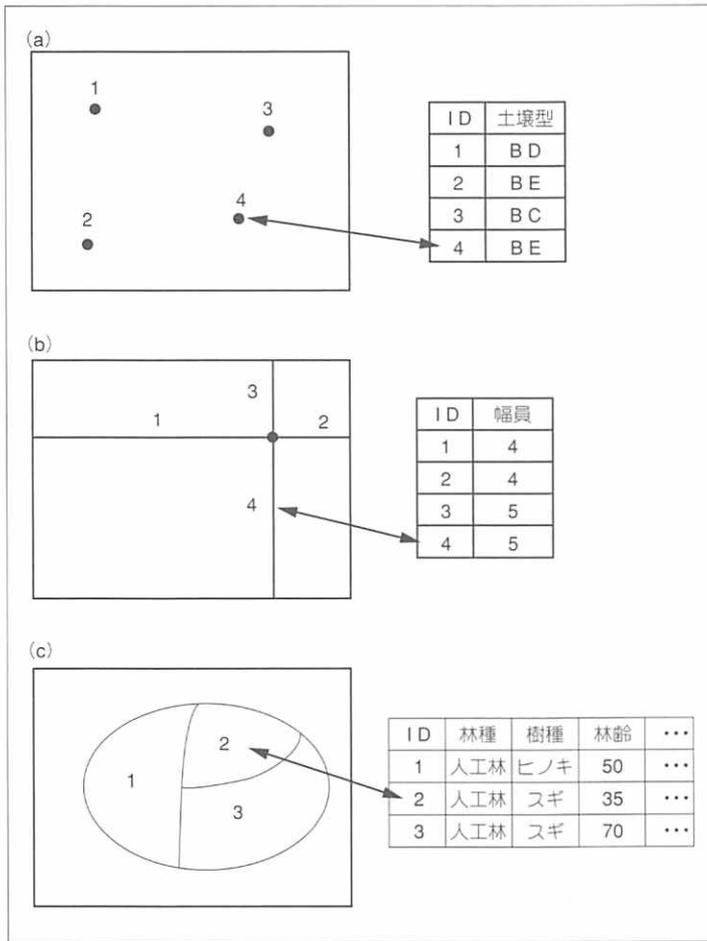


図 2-4 ベクターモデルの概念

(a) 点データの例で土壌調査地点、(b) 線データの例で道路、(c) は面データの例で小班、をそれぞれ示している。いずれも左側の図は図面データで、右側の表は属性データである。両者はデータベース内で互いに連結されている。

た地点などがある。「線」は線分やその集合として表される。これによって表現されるものには道路や河川などがある。「面」は線分によって囲まれる領域として表される。これによって表現されるものには市町村などの行政区域、林小班、土壌型や植生で分割された区域などがある。

他方、このような実世界の要素は通常、何らかの特性(属性)を持っている。この種類の情報は文字や数値によって表される。「点」として表される土壌調査地点の例では各地点における調査結果がこれに当たる。「線」として表される道路の場合には各道路の名前や幅などの情報が対応している。また、「面」として表現される小班には、各小班の林況や地況の情報などがある。このモ

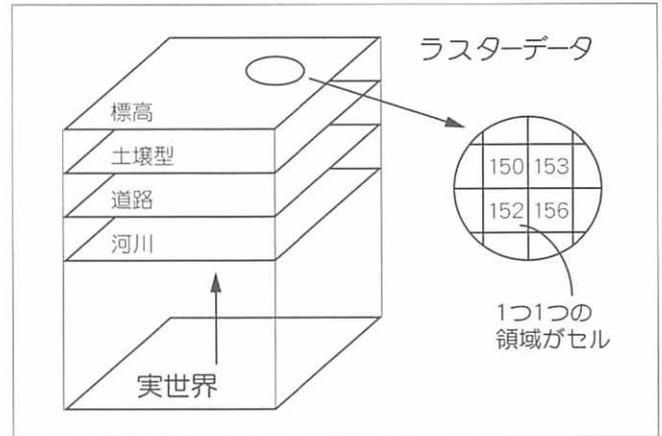


図 2-5 ラスターモデルの概念

1種類の情報がセルとその値から構成される1つの層として表現される。セルの値によって各場所の特性が表される。

デルでは図 2-4 に示されるように、図面上の各図形に対してそれに関する属性の情報が対応している。

## (2) ラスターモデル

このモデルによって表されるデータは通常メッシュデータと呼ばれているものである。すなわち、このモデルでは対象地域を基盤目状の規則的な格子に分割する。この格子に分割された1つ1つの領域をセルという。各セルは何らかの値を持ち、その場所の特性を示すことができる。あたかも1枚の地図に1種類の情報が描かれているように情報が保存される。例えば、標高を表す場合には各格子は標高の値を持ち、土壌型を表す場合には各格子は土壌型の値を持つことになる。もし、実世界の情報のうち標高、土壌型、道路、河川の4種類の情報を表そうとすると、図 2-5 のようにそれぞれの情報に対して1つの層が用意され、合計で4つの層が必要となる。表現したい特性の数だけ層が必要となるので、通常は情報は多層構造となって表される。

# 3 データ解析機能

## (1) ベクターデータの解析

### 1) 検 索

多くのデータの中から利用者が指定した条件に合致す

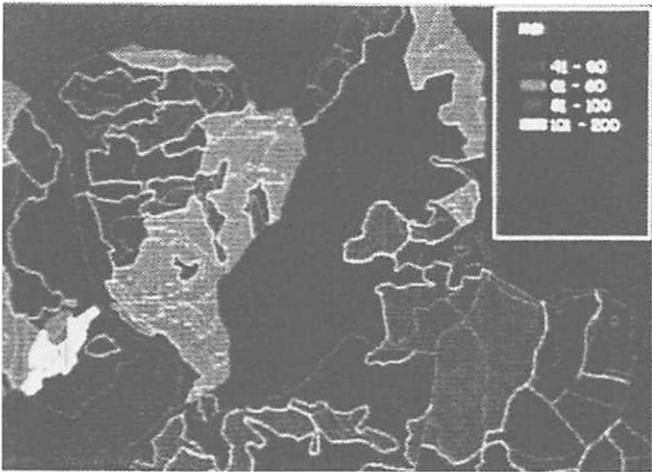


図 2-6 ベクターデータの検索例

スギまたはヒノキの人工林で林齢41年以上の小班を検索した結果を示している。抽出された小班は林齢を基に分類されている（口絵(2 ページ)参照）。

るデータを抽出する機能である。条件の指定では加減乗除などの記号、「～より大きい」、「～より小さい」、「～と等しい」、「～以上」、「～以下」、「かつ」、「または」などを利用することができる。例えば、伐採可能小班を検索したい場合に、「樹種がスギまたはヒノキ、かつ、林齢が41年以上」などという条件を指定することができる。検索された結果は文字情報として一覧表の形で出力することもできるし、いくつかの色や模様で分類された図面として出力することもできる。図 2-6 には林齢別に分類して出力した例を示す。

## 2) 統合

分割されているいくつかの領域を利用者が指定した属性によって統合する機能である。次ページの図 2-7 で示されている例では森林計画図の小班別に区分されている図面から、林相が同じ領域を統合し、林相図を作成する場合である。同じ林相を持つ小班が隣接する場合、その小班の境界線を除去し、2つの領域が統合されることになる。

## 3) 重ね合わせ

複数の主題図を重ね合わせることによって地理情報を解析する機能である。複数の図面を合成して、両方の図面から必要な情報を取り出し、新しい図面を作ることができる。ベクターデータにおける重ね合わせには、「点」と「面」、「線」と「面」、「面」と「面」の3種類がある。

「点」を「面」に重ね合わせる場合、どの点がどの面に含まれるかが計算され、その結果として各「点」が持つ属性情報に「面」の属性情報が追加される。図 2-8 では、点データである土壤調査地点と面データである林相図を重ね合わせた例を示している。土壤調査地点の属性として土壤型の情報があり、林相図の属性として樹種の情報があるとする。重ね合わせの後、土壤調査地点の属性として、林相図から得られる樹種の情報を追加することができる。

「線」を「面」に重ね合わせる場合、線は面の境界線によって分割されるので、「線」の数が増加することになる。結果として、「線」の属性情報に「面」の属性情報が追加される。図 2-9 では、線データである道路と面データである小班を重ね合わせた例を示している。道路の属性として道路番号の情報があり、小班の属性として林班名、小班名の情報があるとする。重ね合わせの後、道路の属性として、小班図から得られる林班名、小班名の情報を追加することができる。

「面」同士を重ね合わせる場合、面同士の境界線が交差するところで分割されるので、「面」の数が増加することになる。分割された「面」の属性情報には、元のデータの属性を含むことができる。図 2-10 では、面データである斜面傾斜図と林相図を重ね合わせた例を示している。斜面傾斜図の属性として傾斜級の情報があり、林相図の属性として樹種の情報があるとする。重ね合わせの後、新たに生成された面の属性として、斜面傾斜図から得られる傾斜級の情報と林相図から得られる樹種の情報を含むことができる。

## 4) バッファリング

ある物を取り囲む領域(緩衝領域)を生成する機能である。指定された図形の周囲に指定された距離分だけ離れた位置に境界線を生成する。この操作の対象は図 2-11 に示されるように点、線、面のいずれでもかまわない。例えば、林道からの距離に応じて森林を地利区分する場合、湖周辺の領域を保護区域にする場合などにこの機能を利用することができる。

## 5) 計測

2つの地点を指定してその地点間の距離を求めることができる。また、面の面積、線の長さや面の周囲長を計

## ベクターデータの解析（統合・重ね合わせ・バッファリング）

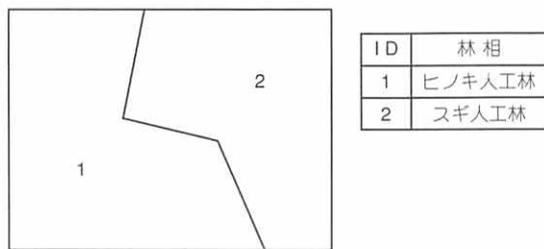
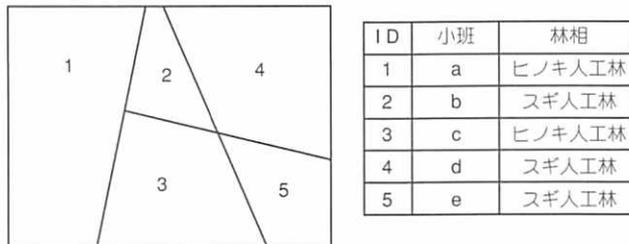


図 2-7 2つの領域の統合

a 小班と c 小班はヒノキ人工林であり、b 小班、d 小班、e 小班はスギ人工林であるので、それぞれ 1 つの領域として統合された。

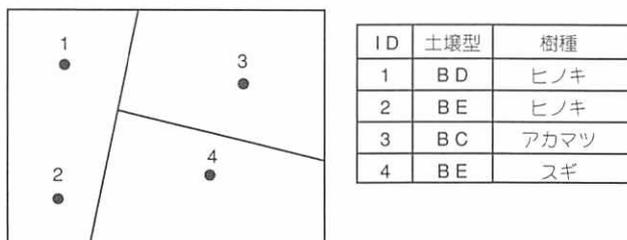
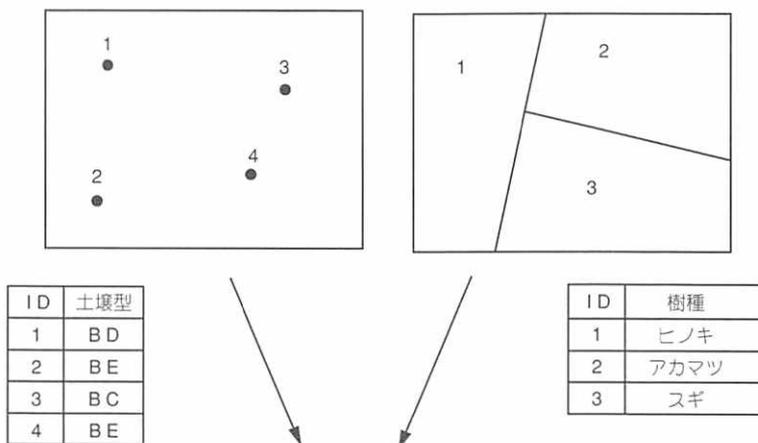


図 2-8 点と面の重ね合わせ

土壌調査地点(点データ)と林相図(面データ)を重ね合わせた例である。重ね合わせの後、土壌調査地点の属性として、林相図から得られる樹種の情報が追加された。

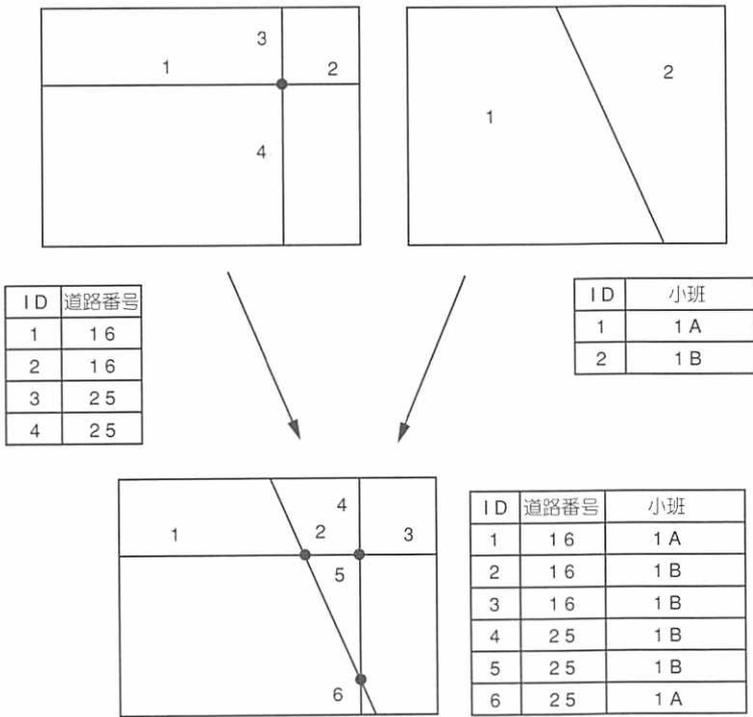


図 2-9 線と面の重ね合わせ  
道路(線データ)と小班(面データ)を重ね合わせた例である。重ね合わせの後、道路の属性として、小班図から得られる林班名、小班名の情報が追加された。

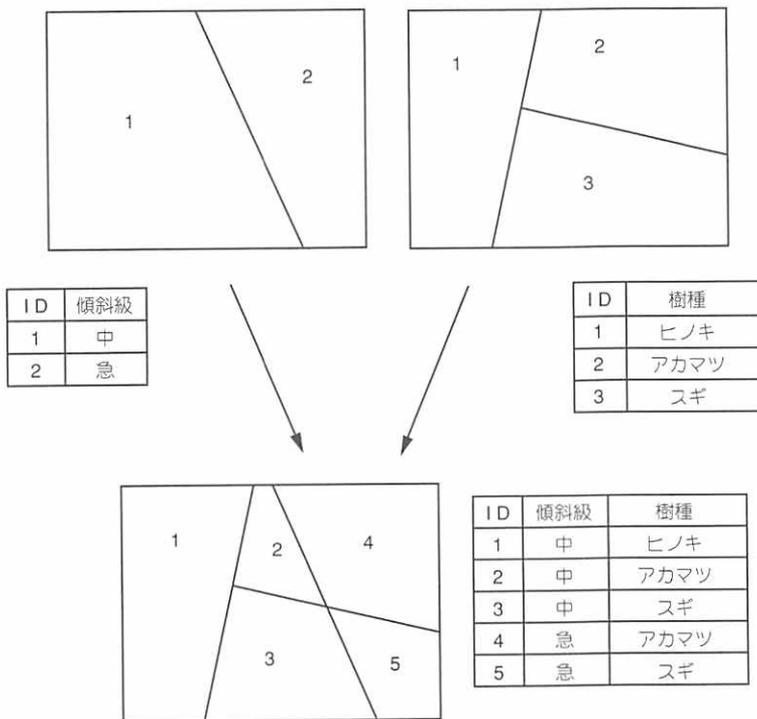


図 2-10 面と面の重ね合わせ  
斜面傾斜図と林相図を重ね合わせた例である。重ね合わせの後、新たに生成された図面の属性として、斜面傾斜図からは傾斜級の情報が、林相図から樹種の情報が得られた。

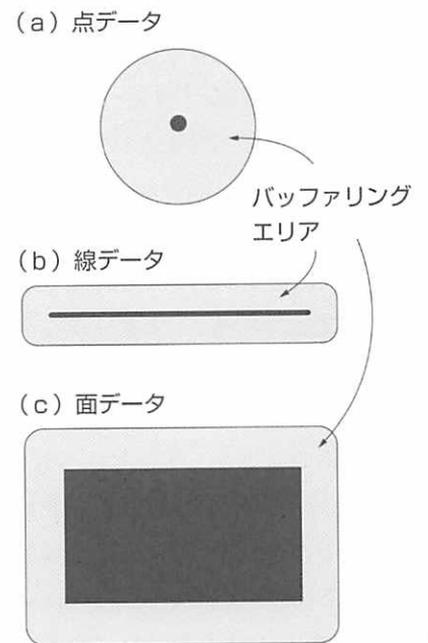


図 2-11 バッファリング  
点、線、面いずれの場合にも一定の距離だけ離れた領域を生成することができる。

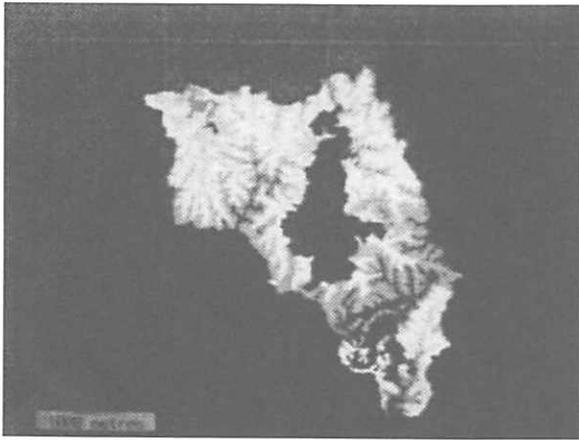


図 2-12 ラスターデータの検索例  
標高で検索した結果で標高別 100m 未満、100m 以上 200m 未満、…のように分類されている。(口絵参照)

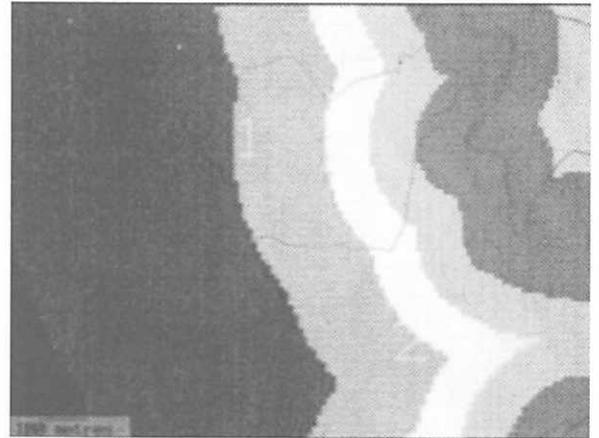


図 2-13 ラスターデータのバッファリング例  
林道からの距離がそれぞれ 100m、200m、300m、500m、1000m 以内となる領域に区分されている。

算することができる。これらの値は図形の座標を基に計算される。

## (2) ラスターデータの解析

### 1) 検 索

利用者が指定した条件によってセルを検索して表示することができる。例えば、標高値の情報を用いて標高別に 100m 未満、100m 以上 200m 未満、…のように分類する場合などがある(図 2-12)。検索された結果はいくつかの色や模様で分類された図面として出力することができる。

### 2) 重ね合わせ

複数の図面を重ね合わせることによって新しい図面を生成する機能である。ラスターデータにおける重ね合わせでは、入力層の各セルの値に応じて出力層の各セルに値を割り当てる。値を割り当てるための条件式には加減乗除、「～より大きい」、「～より小さい」、「～と等しい」、「～以上」、「～以下」、「かつ」、「または」などを利用することができる。例えば、林相と林齢という 2 種類の情報を用いて伐採可能地域を求めたい場合を考えてみる。「林相がスギ人工林またはヒノキ人工林、かつ、林齢が 41 年以上」という条件を設定すると、2 種類のデータから該当するセルを示した新たな図面を生成することができる。

### 3) バッファリング

ある領域を取り囲む領域(緩衝領域)を生成する機能である。指定された領域の周囲に指定された距離だけ離れた位置の内側のセルに指定した値を与える。例えば、林道を表すセルを基に、林道からの距離に基づく地利級の区分を行うことができる。図 2-13 では林道からの距離がそれぞれ 100m、200m、300m、500m、1000m 以内となる領域に区分した例を示している。

### 4) 計 測

同じ値を持つセルの領域の面積や周囲長を計算することができる。これらの値はセルの数を数えることによって計算される。例えば、林相と林齢という 2 種類の情報を重ね合わせて伐採可能地域を求めた場合に、その面積を求めることができる。

## 4 データの入力

GISへのデータの入力は、現実の世界の情報を計算機の情報(デジタル形式)に変換する作業である。帳票や野帳に書かれた文字や数値などの情報と地図などの図面になっている情報の 2 種類の情報を入力することになる。データが何もない状態では、すでに述べたような入力装置を用いてデータの新規入力を行う。また、すでに

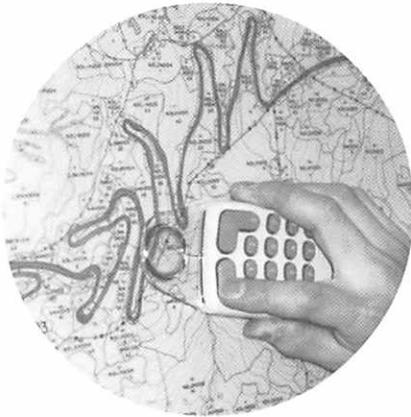


図 2-14 デジタイザ

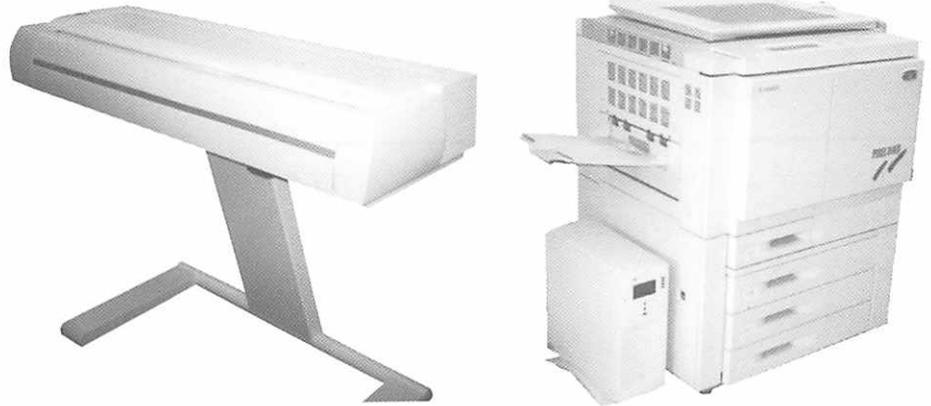


図 2-15 スキャナ（高速スキャナとカラーズキャナ（右））

入力されたデータを利用する場合もある。データの新規入力には膨大な手間と労力が必要で、GISの利用における大きな問題点の 1 つとなっている。したがって、デジタルデータを多くの人やシステムで共有したり、相互に変換して用いることができればこのような入力の問題を軽減することができる。

### （1）データの入力

- ①キーボード 属性に関する文字や数値を手入力するのみに用いられる。
- ②デジタイザ（図 2-14） 地図や写真から図面に関する情報を入力するのに最も一般的な装置で人手で入力する場合に用いられる。地図や写真をデジタイザに貼り付けた後、入力したい点を人手で 1 つ 1 つ入力する。線を入力する場合には、入力したい線に沿って適当な間隔で点を取り、それを入力していく。GIS ではこのような作業を支援するためにデータの入力および入力したデータの編集を支援する機能を提供している。
- ③スキャナ（図 2-15） 図面に関する情報を地図や写真から自動的に入力する装置である。適切に利用すればデータ入力の時間と労力を節約することができる。しかし、スキャナで図面を入力するためには汚れや書き込みなどのよけいなものがない図面を用いなければならない。線が複雑な図面ではエラーが多くなるのは避けられない。また、複数の属性を持つデータが 1 枚の図面にある場合、どの線が何を表すかを

認識するのは難しいなどの問題があり、入力したいものだけを描き移してそれを使って入力する場合もある。一般に画像入力などのラスタデータの入力にはスキャナは適している。地図入力などのベクターデータの入力の場合には、データの状態によってデジタイザが適している場合とスキャナが適している場合がある。一般に、図面上によけいなものがなく、データも込み入っていない地図にはスキャナが適している。

### （2）他のデジタルデータの取り込み

GISでは直接データを入力するほか、すでにデジタル化されているデータを取り込むこともできる。その主なものを挙げると以下ようになる。これに関しては第 IV 章の「森林情報システムへの発展」で詳しく説明する。  
〈他のデジタルデータ〉

- ①リモートセンシングデータ
- ② GPS（汎地球測位システム）データ
- ③デジタル地図データ…「数値地図」の標高データや行政界データなど
- ④他の GIS のデータ…一般にシステムによってデータ形式が異なっているので、他のシステムのデータを用いる場合には、データ形式の変換が必要となる。

# 5 データの出力

GISではデータを解析した結果を画面や紙に出力する機能を持っている。出力の形式としては文字、図面、デジタルデータなどがあるが、特に図面を描けることにGISの特徴がある。

## (1) 文字

文字での出力の場合、表形式で出力されることが多い。出力装置としてはプリンタが用いられる。これは従来のデータベースなどと同様である。図2-16の出力例は検索結果を文字で出力した例でスギ林の小班の一覧表である。

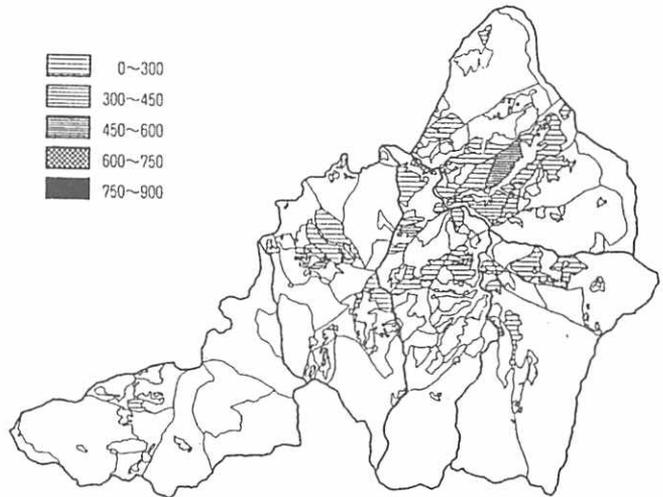
## (2) 図面

図面での出力の場合、平面図やグラフ、鳥瞰図などがある。出力装置としてはプロッタ、プリンタが用いられる。

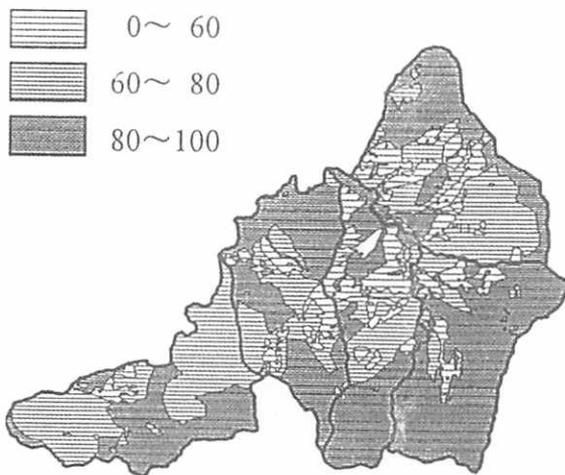
| 林班 | 小班 | 面積   | 樹種 | 林齢 |
|----|----|------|----|----|
| 5  | c1 | 1.25 | スギ | 56 |
| 8  | c7 | 0.86 | スギ | 68 |
| 9  | c3 | 2.50 | スギ | 74 |
| 12 | c6 | 1.37 | スギ | 70 |

図2-16 文字出力の例  
利用者が指定した情報を表形式で出力することができる。

(a) コロプレス図の例—林分材積 (m<sup>3</sup>/ha)



(b) 分類図の例—保健文化機能



(c) 等値線図の例—等高線

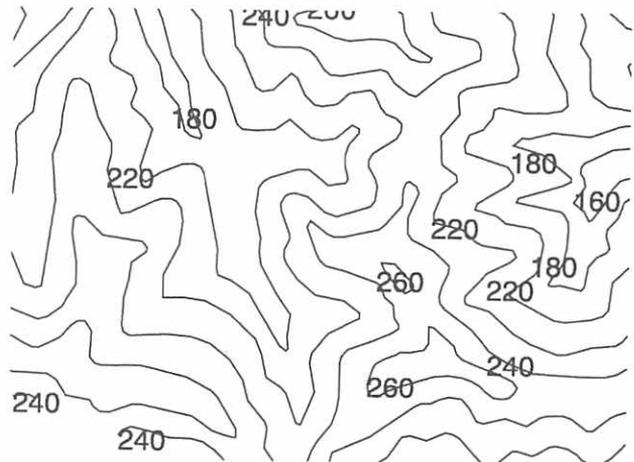


図2-17 図面出力の例

(a) コロプレス図の例。スギのha当り材積を小班別に示している。細線は小班界、太線は林班界を示している。(Tatsuhara, 1995) (b) 分類図の例。森林の持つ保健文化機能を100点満点で評価した結果を示した図である。(東京大学農学部附属演習林, 1995)。(c) 等値線図の例。標高を示した図である。数値は標高値を示している。

平面図としてよく用いられるものとして次の3種類の図がある。それぞれの例を図2-17に示す。

- ①コロプレス図 データとは独立に決められた領域ごとにデータの値を表す図である。市町村別の統計値、例えば、森林面積、森林率、人工林率、素材生産量などを示すのに用いられる。また、小班ごとの立木本数、蓄積、平均樹高などを表すこともできる。
- ②分類図 同じ性質を持つ領域に区分した図である。植生図、土壌図、土地利用図などの例がある。コロプレス図と異なる点は、コロプレス図はデータとは独立した境界線が用いられているのに対して、分類図では境界線はデータによって変化することである。すなわち、同じ地域を対象とした地図においても、例えば

- 植生図と土壌図では図面の中の区域は異なっている。
- ③等値線図 同じ数値の点を結ぶ線(等値線)によって表された図である。代表的なものに等高線図がある。気温、気圧、降水量などの定量的なデータを表現するのに用いられる。

図面を描く場合、表示領域、縮尺、地図に載せる事物などを指定する必要がある。また、図面を印刷する場合、結果だけでなく位置を参照することができる情報も同時に印刷すると図面がわかりやすくなる。例えば、伐採可能な小班を抽出して図面に印刷する場合、林道や河川などを同時に記載することによって小班の位置関係を明瞭に把握することができる。特にラスタデータの場合

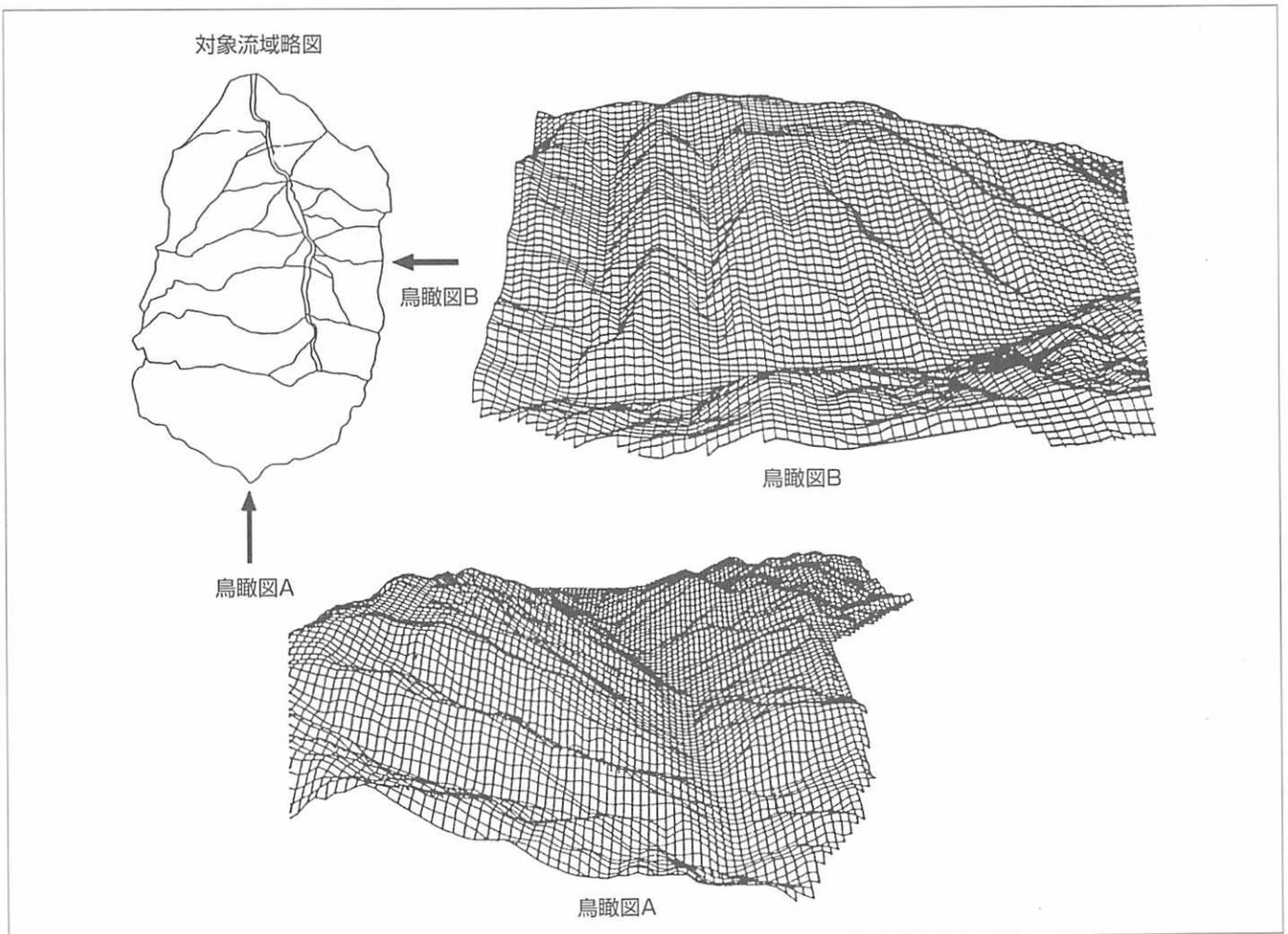


図2-18 鳥瞰図の例  
 富士川水系早川支流の春木川流域の鳥瞰図を示している。図Aと図Bは同じ流域を対象としているが、視点を変えて描いた図である。(津脇、1994)

合、セルの値を出力しただけでは、各セルがどの場所を示しているのかがわかりにくいので、特にその必要性が高い。

また、鳥瞰図は3次元表示の図面であり、ある視点から地表面がどのように見えるかを表したものである。鳥瞰図を出力する場合、表示領域、縮尺、地図に載せる事物などの平面図における出力条件の他に視点の位置と高さ、視線の方位と角度、視界の範囲などの条件を指定する必要がある。図2-18に鳥瞰図の例を示す。この例では同じ領域を異なった方向から見た図が示されている。

### (3) デジタルデータ

デジタルデータはフロッピーディスクや光磁気ディスクなどに出力される。あるいはネットワークを通じて送信されることもある。この形式のデータは他のシステムやソフトウェアで使う場合に利用される。

つは、従来のデータベースで扱っていた文字情報、数値情報などの何らかの属性を表すデータで非空間データと呼ばれる。

### (1) ベクターデータベースの構築

#### 1) データの構造

実世界の要素をコンピュータの情報として表現したものをオブジェクト（フィーチャ）と呼ぶ。林小班界を示す線、河川を示す線、道路を示す線はすべてオブジェクトとして表される。他方、このような実世界の要素は通常、何らかの特性を持っている。森林の例では、小班界に対応する小班の林況や地況の情報などである。このような種類のデータは属性と呼ばれ、属性の実際の値を属性値という。実世界の要素が持っている情報のうち空間データはオブジェクトとして表され、非空間データである特性は各オブジェクトに対応する属性値として記述される。

空間データは位置を示す座標値と位相構造（トポロジー）として保存、参照される。位相構造とはオブジェクト間の空間的な位置関係を示すものである。GISソフトの1つであるARC/INFOの場合、位相構造として点と線の接続関係、線による面の指定、線による面の隣接関係についての情報を保存する。図2-19にその例を示す。(a)ではどの点にどの線が接続しているかが表現されている。点に接続している線を調べることにより、

## 6 データベースの構築

本章1節で述べたようにGISが扱うデータは2種類のデータから構成される。1つは図面データのように位置情報を持ったデータで空間データと呼ばれる。もう1

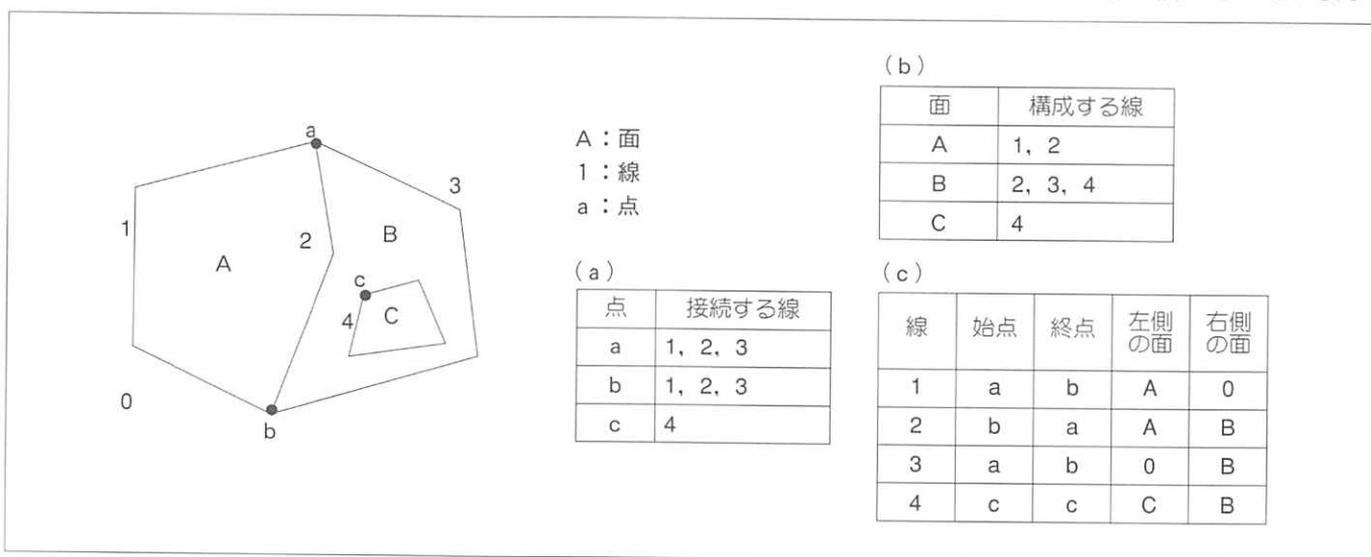
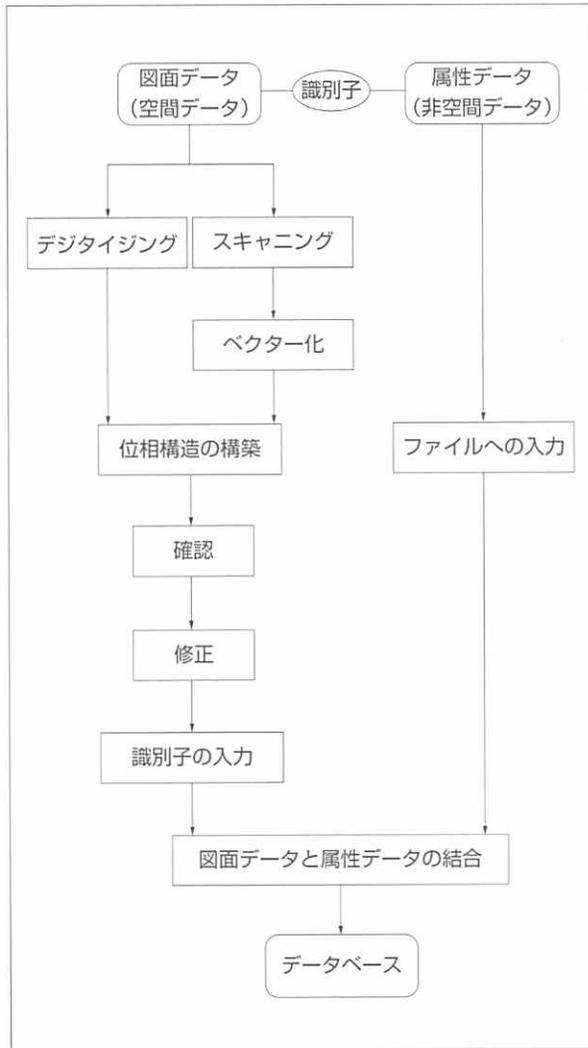


図2-19 位相構造の定義例（ARC/INFOの場合）

(a) どの点にどの線が接続しているかが表現されている。(b) 面がどの線から構成されているかが表現されている。(c) 線の始点と終点から方向を定め、線の左右に存在する面が何かが表現されている。

線同士の接続関係を把握することができる。(b)では領域がどの線から構成されているかが表現されている。面は線を連続的につなぐことによって表されるが、その面の構成要素を把握することができる。(c)では線の始点と終点から方向を定め、線の左右に存在する面が何かが表現されている。面を構成している線について左右の面を調べることにより、2つの面が隣接しているかどうかを把握することができる。

他方、属性データは表形式に保存される。1つ1つのデータはレコードと呼ばれ、各レコードの属性を示すための領域をフィールドという。例えば、森林簿では各



小班のデータがレコードであり、樹種、蓄積、土壌型、斜面の方位など林況や地況の属性がフィールドとなる。また、空間データと結合するために、この属性データの情報としてオブジェクト固有の識別子のフィールド(林班・小班名)が含まれていなければならない。

### 2) データベース構築の流れ

ベクターデータベースの構築は図2-20のような手順からなっており、大きく分けると①図面データの入力、②属性データの入力、③図面データと属性データの結合、の3段階に分けられる。以下に一般的な手順について説明する。

①図面(空間)データの入力 図面の点や線はデジタイズしたり、スキャナで走査した後にベクター化したりして入力される。入力された空間データからシステムが位相構造を生成する。しかし、通常位相構造生成の過程で図2-21に示されるようなオーバーシュート、アンダーシュートなどの問題によって位相構造がうまく生成できない部分が生じるので、これらの問題点を修正する必要がある。この修正はシステムの提供する機能によって一律に行うこともできるが、手で編集しなければならないことが多い。この編集では線を移動したり、削除したり、分割したりする作業を行う。したがって、初めの入力がよければ後の編集作業は少なくなるし、入力が悪ければ編集作

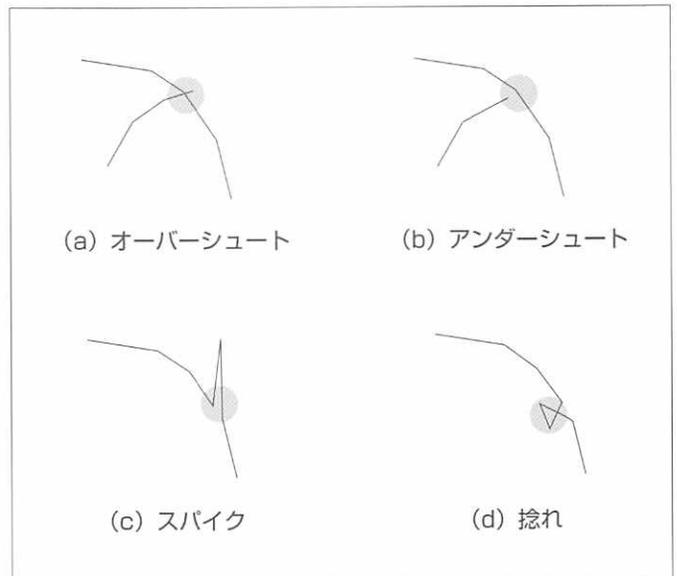


図2-21 位相構造生成過程におけるエラーの例

図2-20 ベクターデータのデータベース構築の一般的な流れ

ベクターデータのデータベースを構築する場合、図面データと属性データをそれぞれ入力し、データを識別するためのコードで結合する。

業は多くなることになる。次に各オブジェクト固有の識別子を入力する。システムの機能によって自動的に識別子を入力することもできるが、識別子に意味を持たせる場合には人手で入力することになる。以上のようなデータはあらかじめ定義された地図座標系上の座標として保存される。

- ②属性(非空間)データの入力 キーボードなどで各オブジェクトに対応する属性データを入力する。
- ③図面データと属性データの結合 図面データと属性データはそれぞれに固有の識別子によって結合される。図面データ内にあるオブジェクトに付けられた識別子と属性データの識別子フィールドの値が一致するデータがそれぞれ対応づけられる。以上の結果、データベースが構築される。

森林の分野における典型的な例である森林計画図、森林簿の場合は以下ようになる。まず図面データとして森林計画図の林小班界を入力する。属性データとして森林簿の林況や地況の情報を入力する。識別子として林班や小班を識別するコードを入力し、これを基に森林計画図と森林簿が結合されることになる。ただし、通常同じ小班名が別の林班にも存在しているので、識別子の付け方には注意が必要である。同一データベース内では同じ

識別子を持つ小班は1つでなければならないので、小班のコードは小班名だけでなく、林班名と小班名を組み合わせるなどの工夫が必要である。

## (2) ラスターデータの作成

ラスターモデルにおけるセルとその値の集合はレイヤと呼ばれ、それによって1つの特性が表される。ラスターデータを作成するためには最初にレイヤの範囲と解像度を定める必要がある。

- ①範囲 ラスターデータの対象領域で定義される。通常は東西方向の座標と南北方向の座標によって示される。同じ解像度では、範囲が広がるほど必要なセルの数も多くなる。
- ②解像度(分解能) ラスターモデルにおける地理空間の最小単位であるセルの大きさとして定義される。セルの形は通常は正方形や長方形である。長方形のセルの場合には10m×15mのように表される。高解像度のデータではセルの大きさが小さく、多くのセルが必要とされるのに対して、低解像度のデータではセルの大きさが大きく、必要なセルの数は少なくなる。

実世界からラスターデータを作成する場合、まず図2-22のように図面上に格子をかぶせる。そして、各

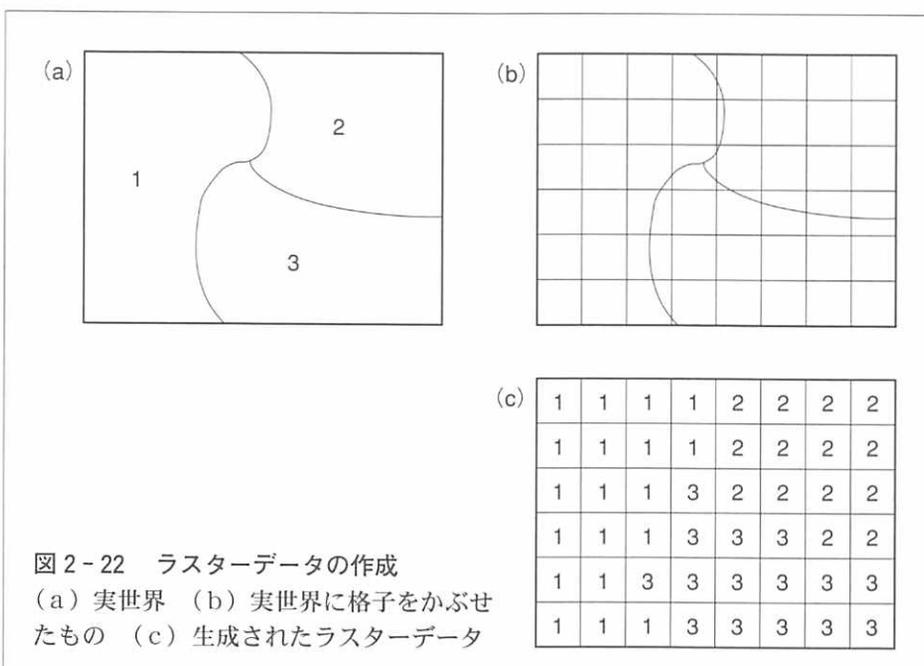


表2-1 コード化の例

| コード | 林型        |
|-----|-----------|
| 1   | スギ人工林     |
| 2   | ヒノキ人工林    |
| 3   | マツ人工林     |
| 4   | モミ人工林     |
| 9   | その他針葉樹人工林 |
| 11  | 針葉樹天然林    |
| 12  | 広葉樹天然林    |
| 14  | 竹林        |
| 0   | 苗畑・作業所    |

東京大学千葉演習林におけるGISで用いられた林型コード。実際のデータはこの表のコードで表されている。

セルにはそのセルの属性に対応した値やコードを与え、これを入力する。この結果、ある属性についてのラスターデータが作成される。ラスターデータの値には整数、実数、アルファベットなどが用いられる。通常は1つのセルは1つの値しか持てないことになっている。また、例えば表2-1のように属性をコード化し、セルの値とすることもある。

例えば、林相図のラスターデータを作成することを考えてみる。最初に図2-22の(a)のような実世界があるとすると、これに格子をかぶせると(b)のようになる。表2-1のように各林相に対応するコードを決めておくと、林相に対応したコードを各セルのコードとすることができる。その際、1つのセルに2つ以上の林相が含まれることがある。このような場合には各セルで最大面積を占める林相をそのセルの林相としたり、セルの中心点の林相をそのセルの林相としたりする。以上の結果、(c)のようなデータができ上がる。

### (3) ベクターモデルとラスターモデルの比較

前項で説明した2種類のデータモデルにはそれぞれ長所、短所があり、データの種類やGISを使う目的によってより適切なモデルを選択することが望ましい。両者の違いをまとめると、表2-2のようになる。

ベクターデータは位置座標を持ったオブジェクトで表現されているため、図形の位置情報をより正確に表現することができる。データの精度は用いる図面の縮尺に依

存することになる。また、対象領域すべてについて表現する必要はなく、利用する領域のデータだけを保存すればよいので、データ量は比較的少なくすることができる。その反面、位相構造を表現しないといけなないので、データ構造は複雑になりやすい。

これに対して、ラスターデータは値を持ったセルによって表現されているため、データはすべて一定の形を取り、データ構造は非常に簡単である。しかし、対象領域全体に対して何らかのデータを持つ必要があるため、データ量が多くなりがちである。また、データの単位がセルなので、図形を正確に表現することが難しく、データの精度は解像度に依存している。すなわち、セルの大きさを小さくすると、データはより正確になるが、データ量が多くなり、セルを大きくすると、データ量を少なくすることができるが、データの精度が悪くなる。

ベクターデータではオブジェクト(林小班界や道路・河川などの線データ)を扱う操作が多いので、ネットワークの解析など位相構造に関する解析は比較的容易にでき、しかも処理速度が速い。また、オブジェクトの属性の比較や統計処理などは関係データベース管理システムが扱うため容易にできる。しかし、重ね合わせやバッファリングなどは難しく、処理速度も遅くなる傾向がある。

これに対して、ラスターデータではセルの操作によってデータの解析を行うので、重ね合わせやバッファリングなどの処理は容易にでき、処理速度も速い。逆に、位

表2-2 ベクターデータとラスターデータの比較

|                    | ベクターデータ                                   | ラスターデータ                          |
|--------------------|---|----------------------------------|
| データの表現             | 位置座標を持ったオブジェクト<br>データ構造が複雑<br>データ量を少なくできる | 値を持ったセル<br>データ構造が簡単<br>データ量が多くなる |
| 図形の表現              | 位置情報が正確である<br>精度は基図の縮尺に依存する               | 不正確になり得る<br>精度は解像度に依存する          |
| 操作の対象              | オブジェクト                                    | セル                               |
| 重ね合わせ・バッファリングなどの解析 | 難しい<br>遅い                                 | 容易にできる<br>速い                     |
| 位相構造の解析            | 容易にできる<br>速い                              | 難しい<br>遅い                        |

相構造の取り扱いができないため、このような解析は難しく、処理速度も遅くなる。

#### (4) ベクター化とラスター化

GISのソフトウェアではベクターデータを中心としたものとラスターデータを中心としたものがあるが、たいていの場合、他のデータモデルのデータも取り扱うことができる。また通常、データモデルを変換する機能が提供されている。すなわち、ラスターデータをベクターデータに変換するベクター化、ベクターデータをラスターデータに変換するラスター化の機能によって異なるデータモデルのデータを生成することが可能である。

ラスター化では境界線で区分されている領域からラスターデータのレイヤを生成することができる。例えば、ベクターデータの林相図をラスターデータに変換する場合、表2-1のようなコードに応じた値を各セルに与えている。また、ベクターデータの道路図をラスターデータに変換する場合には、例えば、道路がある領域を「1」、それ以外の領域を「0」と定義し、その値を各セルに与えることができる。これに対して、ベクター化はラスター化の逆の操作であり、各セルが持っている値を基に、同じ値を持つ領域の境界線を生成することができる。

## 7 デジタル標高モデル (DEM)

GISには3次元表示の機能や地形に関する解析を行うための機能があるが、この機能を実現するためには地表面のモデルをコンピュータの情報として持つ必要がある。地形解析機能はGISの各種機能の中で注目されている機能の1つであるので、このモデルについて特に1節を設けて説明する。なお、応用例に関しては第三章の「森林管理へのGISの応用」を参照していただきたい。

#### (1) DEM とは

デジタル標高モデル(Digital Elevation Model DEM)は地表面の高さをデジタル形式で表現したものである。同様な言葉にデジタル地形モデル (Digital Terrain

Model DTM)がある。「Terrain (地形)」は標高だけでなく地表面の特性を意味しているが、DTMもたいていの場合、地表面の標高をデジタル化したものを指している。標高の表示には等高線があるが、等高線は数値的な処理を行うのに適さないため、DEMが開発された。DEMにより地形の表示や地形に関する解析をコンピュータ上で容易に行うことができるようになった(図2-12および図2-18を参照)。GISでは等高線からDEMを生成する機能やDEMの異なるデータモデル間でデータを変換する機能、DEMから等高線を生成する機能が提供されている。

#### (2) データモデル

DEMで用いられるデータモデルにはラスターモデルとTINモデルがある。

##### 1) ラスターモデル

ラスターモデルでは地表面を碁盤目状の規則的な格子に分割する。この格子に分割された1つ1つの領域であるセルに標高値を与える。各セルの標高値は標本点の標高値や等高線の値を補完することによって計算される。このモデルの欠点は、セルの大きさが同じであるため、対象地域のすべてにわたり標高点の密度が同じになることである。地形の起伏が大きい場合には密度を高くすべきであるし、起伏が少ない場合には密度を低くしてもよいが、密度を場所によって変えることはできない。また、山頂の標高や窪地の最も低い位置の標高が表されないことがある。例えば、ある山の高さが1135mであるが、一番高い等高線の高さが1125mのとき、その山頂は1125mと計算されてしまう。

##### 2) 三角形不規則網(Triangulated Irregular Network TIN) モデル

このモデルはベクターモデルの一種であり、図2-23のように不規則な間隔で取られた標本点を頂点とした三角形の集合によって地表面をモデル化する。三角形の頂点に標高値が与えられている。TINモデルの三角形はいろいろな大きさにとることができるので、一様でない地形に適用できる。すなわち、地形が複雑なところには小さい三角形を多く、比較的平坦な地形のところには大き

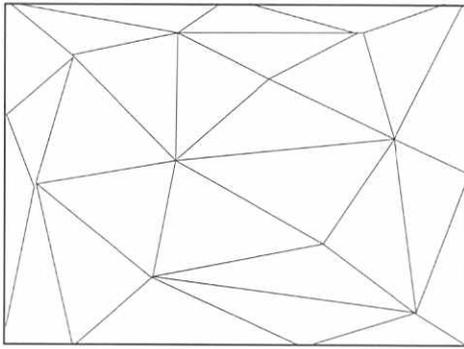


図 2-23 三角形不規則網 (TIN)

不規則な間隔で取られた点を頂点とした三角形の集合を考え、三角形の各頂点に標高値を与えることによって地表面をモデル化する。

い三角形を少なく配置することにより、起伏の少ない場所のデータ数を減らすとともに、起伏の大きい場所に多くのデータを使うことができる。また、TINモデルでは山頂や峠などの標高を標本点として取ることにより、ラスタモデルより正確で効果的に地形を表現することが

できる。TINモデルではラスタモデルに比べて一般に保存すべきデータ量は少なくなる。

【引用文献・参考文献】

- 1) パスコ：初めての ARC/INFO、パスコ、東京、1995
- 2) ビジュアル・サイエンス：TerraSoft DTMリファレンスガイド、80pp、ビジュアル・サイエンス、東京、1993
- 3) 慶應義塾大学環境情報学部久保研究室訳：GIS 入門、382pp、慶應義塾大学、藤沢、1993
- 4) 慶應義塾大学環境情報学部久保研究室訳：GIS 技術論、383pp、慶應義塾大学、藤沢、1993
- 5) Tatsuhara, S. : Predicting growth of coniferous plantations using a stand table database. Jpn. J. For. Plann.24: 25-32.1995
- 6) Tatsuhara, S., Nagumo, H., Suzuki, M. and Saito, K. : Geographical distribution of forest types in the Tokyo University Forest in Chiba. Bull. Tokyo Univ. For. 92: 135-143.1994
- 7) 東京大学農学部附属演習林：秩父演習林自然環境調査報告書（平成6年度）、314pp、東京大学農学部附属演習林、東京、1995
- 8) 津脇晋嗣：TerraSoftを用いた作業の一例、J. PC Forestry 12: 18-22.1994



# 森林管理へのGISの応用

この章ではGISが森林管理の仕事に応用された実例を紹介する。都道府県や国有林の資源調査・流域管理計画などの行政面、森林組合の情報管理業務などについて、先進機関での使い方の説明を通じて、森林のどのような分野で、どのように応用できるのかの可能性を示す。また、地形、環境評価、防災、森林生態、国際協力などの各専門分野での技術的な応用例と研究例の紹介を通じて、森林の地理情報処理を向上させる手順を示す。

## 1 都道府県、森林管理局など広域森林計画へのGISの応用

### (1) GIS 導入の経過

林野庁が平成3年11月に行った森林簿等に関する情報関連のアンケート調査によれば、都道府県および営林局（現 森林管理局）のうち、36%がデータベースを利用しているが、ファイル化のみの段階が59%であることがわかった。そのうち GIS を利用している都道府県で、本格的な GIS を利用しているものは神奈川県、兵庫県などに限られ、メッシュシステムを利用しているのが3県あった。しかし、平成8年9月に日林協が行った森林GISに関する調査によれば、GISの導入済み（システム設計の開始を含む）15県、計画中1県、検討中21県、未検討あるいは情報収集の段階10県となっており、5年間に急速なGIS導入の動きがみられる。

現在都道府県レベルでいえば、先に述べた神奈川、兵庫県に次いで、熊本県、千葉県、富山県、新潟県、岩手県、北海道庁などが本格的あるいは一部テスト的に導入している。この場合、本格的なGISの導入が主流であるが、図形情報の入力、更新、修正に主眼を置いた都道

府県や、国土数値情報、環境省、気象庁等既存の情報の利用を主体としたメッシュ情報システムを開発した都道府県もある。GIS導入は都道府県全体の情報の総合管理の一環として、あるいは都市計画、農水産部局との共同利用、林務部独自利用といった、いくつかの利用形態がみられる。

GISはデータの表示・出力と変更・更新、データの検索・解析を基本的な機能として有しており、これらの機能を十分活用することによって各種の業務を支援する資料を作成することができる。それぞれの機能ごとに応用例を挙げてみる。

### (2) 森林情報の記憶、作図、表示

都道府県や森林管理局では、地図情報としては森林計画図や基本図を利用し、また属性情報としては森林簿・森林調査簿を用いて、森林計画情報を整備することが現実的である。GISでは地図データの入力と修正、更新が最大の課題であろう。

小班界は地籍調査が完了していない場合、何らかの方法で森林計画図の小班界を確認する必要がある。熊本県では昭和53～58年度に県内全域の正射写真図を用いてロットリングペンで樹種、林齢などを判読し林相界を



図3-1 GIS入力原図 正射写真図を使用している（熊本県）

記入した。これを小班として林小班の番号を付し、行政界と林班界を入れ、森林計画図の原図とした（図3-1）。この原図を入力用マイラーへトレースし、イメージスキャナで読み取った。県全域の森林計画図753面、小班数にすると90万ポリゴンの入力を平成7～9年に実行した。これら図簿の修正、更新は、補助造林、融資造林、林地開発など行政資料を基に修正を行う。ここで入力される地図は、林道作業道、保安林区域、公園区域、漁業操業区域、鳥獣保護区域などである。

神奈川県は昭和54年から林政情報システムを導入した。熊本県と同様に正射写真図を基に地図情報を入力し、その後機器の変更・更新に伴うシステムの改良、データの更新・修正・追加を行ってきたが、平成4年から地形図のデータを整備しており、また定型的な作業では簡易利用システムが用意されている。これは複雑なコマンドを使用せずに図面などを出力することができる。現在入力されているデータは、県全域で319面ある森林計画図をベースとしたベクターデータと地況などのラスターデータに分けられる（表3-1、2）。属性データに関しては市販のデータベースソフトを用いてパソコン

表3-1 ポリゴンデータ（ベクターデータ）（神奈川県）

| 項目     | 内容                          |
|--------|-----------------------------|
| 林種     | 竹林、採石場、採土場、草地、伐採跡地、崩壊地、荒廃渓流 |
| 樹種     | スギ、ヒノキ、マツ、その他針葉樹、広葉樹        |
| 樹高     | 各樹種についての林分平均樹高（m単位）         |
| 林齢     | 各樹種についての植栽年度（西暦）            |
| 齢級     | 各樹種についての齢級                  |
| 立木本数階  | 各樹種についての立木本数階（ha当たり）        |
| 樹冠疎密度  | 各樹種についての樹冠疎密度               |
| 森林所有形態 | 公有林、会社有林、社寺有林等              |
| 保安林    | 12種の保安林                     |
| 自然公園   | 国立、国定、県立公園の特別地域等            |
| 都市計画区域 | 用途区域、市街化区域等                 |
| 法規制    | 砂防指定地等の法規制                  |
| 林班     | 各市町村ごとの林班番号                 |
| 面積     | ポリゴンの面積                     |
| 材積     | ポリゴン内の立木の材積                 |
| 成長量    | ポリゴン内の立木の成長量                |
| 行政界    | 市町村の行政界                     |

表3-2 メッシュデータ（ラスターデータ）（神奈川県）

| 項目     | 内容   |
|--------|--|
| 標高     | 50m×50mメッシュごとの中心標高（m単位）                                      |
| 傾斜     | 50m×50mメッシュごとの斜面傾斜角<br>周囲8メッシュに対し、メッシュ間距離、比高差より求める           |
| 斜面方位   | 50m×50mメッシュごとの斜面方位<br>周囲8メッシュに対し、最も傾斜度の高い方位                  |
| 局所地形   | 50m×50mメッシュごとの局所地形（10タイプ）<br>斜面方位（8方位）に平坦地と凹地を加えた10タイプ       |
| 日射量    | 12月22日（冬至）正午における50m×50mメッシュごとの日射量<br>斜面の傾斜度と方位から解析し百分率で表したもの |
| 年平均気温  | 50m×50mメッシュごとの年平均気温<br>メッシュの斜面方位、傾斜、標高から推定式により推計             |
| 年平均降水量 | 50m×50mメッシュごとの年平均降水量<br>メッシュの標高から推定式により推定                    |
| 表層地質   | 神奈川県教育委員会作成の1/50,000地質図                                      |
| 森林土壌   | 1/100,000土壌図と一部1/5,000土壌図                                    |

背景データ（ラスターデータ）（神奈川県）

| 項目 | 内容      |
|----|---------|
| 地形 | 等高線、家屋等 |

上で検索・集計ができるようになっている。

森林管理局では汎用的な GIS というより、単目的・単機能的なソフトを使うことが多いようだ。例えば近畿中国森林管理局では、パソコン版地図ソフトを用いて、5000分の1の基本図を2万分の1に縮小した施業管理計画図を入力し、〈森林基本図情報管理システム〉を作った。この方式のメリットは2万分の1の施業管理計画図を使うと5000分の1の基本図に比べ入力経費が16分の1で済むということ、またもう1つのメリットは、基本図はA0判と大きく、分割して読み取ることとなるため、その結合にかかる時間と経費を節約できること。さらには、林小班界、道路河川、文字、等高線等が4色用に分版されているので入力編集に効率がよいことである。この森林基本図情報管理システムでは、森林現況の把握、各種計画の樹立、集計業務など森林整備部、計画部の大部分の仕事を処理できるものと期待されており、現在近畿中国森林管理局管内全部の森林調査簿データと三重森林管理署全域の地図情報が入力されたため、三重森林管理署をモデル署として各種業務の応用試験を行っている。

関東森林管理局東京分局では、現在上記のソフトを用いて森林調査簿の項目の画面表示による森林計画への応用を図っている。例えば、過去数十年計画編成時に現地調査、空中写真、林班沿革簿などにより森林資源を把握してきたため、小班ごとの樹種の内容がかなりはっきり

している。表紙カバー図は、静岡森林管理署管内モデル地区の主要樹種別分布（現在地位の第1位の樹種）を画面表示したもので、森林資源の基礎情報として極めて重要なものである。また森林調査簿に記入されている国土保全林、自然維持林、空間利用林、木材生産林に応じた機能区分や単層林、複層林、育成天然林、天然生林による施業区分は、それぞれ画面表示を行うことにより機能を考慮した施業計画や施業の集団化計画に役立っている（図3-2）。

上記の2つの森林管理局の経験では、次のような点が実務担当者に歓迎されている。

- 1) ワープロの感覚で簿冊のデータ入力ができる。
- 2) 図面と簿冊（データ）を同一画面で見ながら、データ入力や書類の作成ができる。
- 3) 森林調査簿の樹種、齢級、機能などの項目の検索と画面表示が可能である。
- 4) 保安林台帳、治山台帳など台帳類が大幅に削減でき、光磁気ディスクなどで保存できる。
- 5) 地図データを通じて計画課以外の部局の書類と結合できる。
- 6) 林内の未測量箇所の座標の測定、小班の分割、面積測定が画面上でできる。
- 7) 崩壊地の写真、堰堤、山腹工事の現況写真がスキャナで入力でき、よりの確な計画が立てられる。
- 8) 林道や架線の設計が画面上でできる。地形の立体

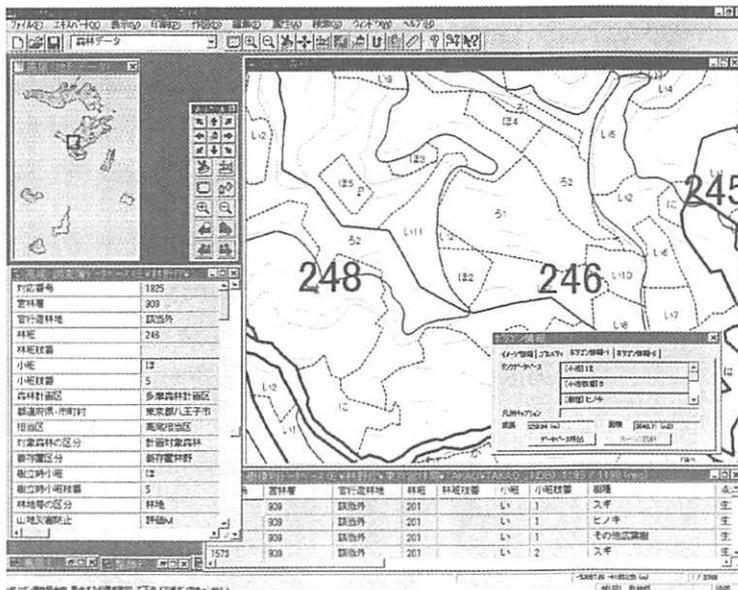
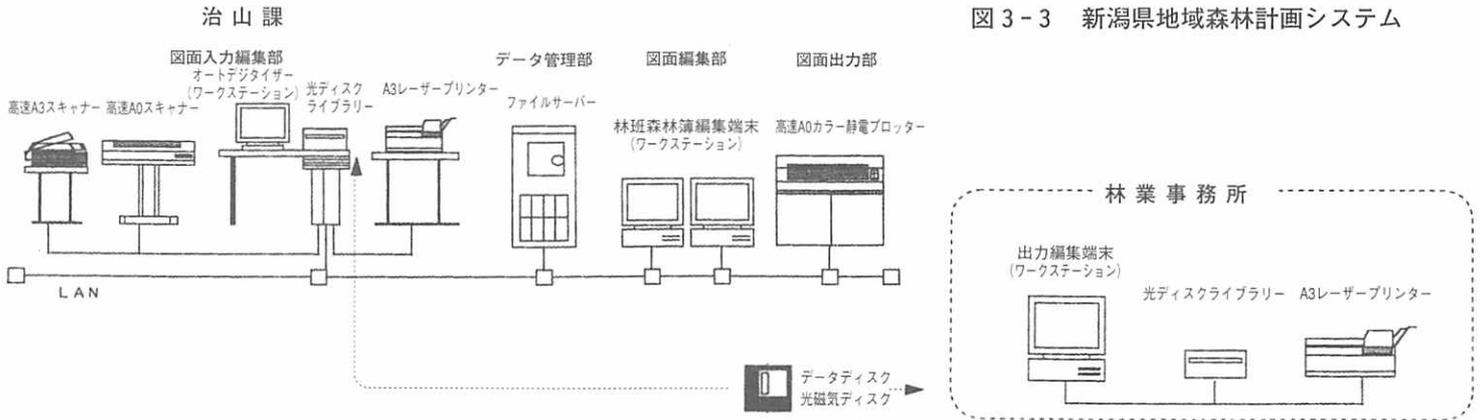


図3-2 関東森林管理局東京分局、近畿中国森林管理局がすすめている森林基本図情報管理システム

茨城森林管理署管内全域、東京神奈川森林管理署管内の高尾山国有林、静岡森林管理署管内の富士山地域国有林および三重森林管理署全域がモデル計画区として GIS が導入されている。画面は、同システムによる簿冊と図面の同一画面の表示。

図 3-3 新潟県地域森林計画システム



化、鳥瞰図の機能を使えば、計画の多角的検討ができる。

### (3) 検索・解析・支援システム

森林情報の検索・表示機能としては、単独または同一画面での表示、調査簿データの検索（例えば、林齢、土壌型、間伐箇所、機能類型、生産群など）がその主な用途であるが、森林管理局では崩壊地などの台帳、写真類の表示、森林倶楽部の散策コースの表示も可能となった。神奈川県では森林機能配置図の表示、間伐期林分の表示、林道利用区域の抽出、林道からの距離別の森林分布状況の出力など多岐にわたっている。

解析機能としては、線などから外側に一定の距離を指定し領域を作成するバッファリング、重ね合わせ（オーバーレイ）、地利級、立地級の算出、機能評価図の作成などがその主なものであるが、次に述べる 2～4 節に多くの例がみられる。ここでは神奈川県が行った間伐林分の抽出の事例を示す。間伐を実行するには、ある程度まとまった範囲で集団間伐を行うとコストの削減を図ることが可能になる。樹種と齢級（樹齢を 5 年単位にまとめたもの）の地図を用いて、樹種をスギ、ヒノキ、齢級をⅢからⅧ齢級までと指定し、重ね合わせを行った結果、口絵（5 ページ）にみられる色付きの範囲が間伐適期の林分と判定される。この図を基に集団間伐の計画を立てることができる。

都道府県などの行政機関では、森林計画に伴う編成、実行、施業計画など各種の計画業務があり、たいへんな労力を必要としていることから、GISの解析機能を生か

して各種の支援システムを作成している場合が多い。このほか出先機関との連携も必要になる。例えば、兵庫県では平成 5 年度より森林計画図と主要な森林計画情報（森林マスターデータ）を関連づけてデータベース化し、さらに地域森林計画策定の各種支援システムの構築を進めている。神奈川県ではわが国で最初に林政情報システムを導入したこともあり、早くから支援システムが作成されている。例えば地域森林計画の編成、保安林整備計画の策定、造林長期計画の策定、森林災害防除計画の策定、治山・林道計画の策定、自然公園計画・国土利用計画、荒廃地の調査、土地利用基本計画、治山・林道台帳の整備、森林のゾーニングなどである。

新潟県では、全县の森林計画図 1150 枚の入力が完了した。県事務所にワークステーションを配置したことで、事務所での運用が可能である（図 3-3）。

## 2 地域の森林計画へのGISの応用

市町村、森林組合など地域レベルでのGISの利用は、よりきめ細かいものとなり、多様な地域目的に応じたGISの利用とそのシステム化が図られている。

### (1) 既存の行政データと流域資源情報の統合化

GISの利用に当たっては、まず既存の利用可能なデータを地図化することから始められる。現在行政に関するデータ類は、組織によって別々に整備されているが、対

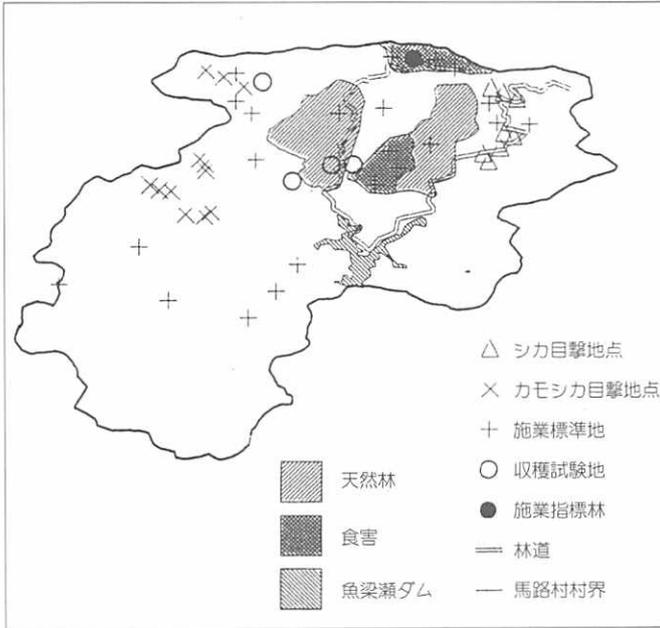


図 3-4 流域資源情報の統合イメージ (松村ら、1995)

象となる地域は地図上で同一であるため、GIS の導入によってこれらを複数の層を成す構造 (レイヤ) として取り入れ、重ね合わせれば、統一して扱える。

ここではモデルとして森林総合研究所四国支所が実施した高知県馬路村の例を示す。行政界を外枠とする地図上に、林道、林小班界、森林簿情報、定期観測が行われている施業試験地情報、シカ、カモシカの食害情報、目撃情報を重ね合わせて示したものが図 3-4 である。施業試験地は四国全土に1980年から1986年までスギ225箇所、ヒノキ261箇所設定され、1985年から1991年まで2回目の測定がなされている。これらのデータは林野庁が全国規模で行う収穫試験地情報とともに地図データベース化されている。

このようにいくつかのデータベースを結合させると、例えば、試験地データを実際の施業指針や収穫予測に利用することが可能になる。シカ、カモシカの生息域の分布に加えて、標高、傾斜、植生などの情報を新たに重ね合わせれば、被害対策への有益な情報を提供することができる。

## (2) 流域の森林資源供給予測

流域からどれくらいの木材が搬出可能であるかは、資源の現存量と搬出コスト (林道からの距離と傾斜に影響される) に依存する。このような関連情報の整備は GIS

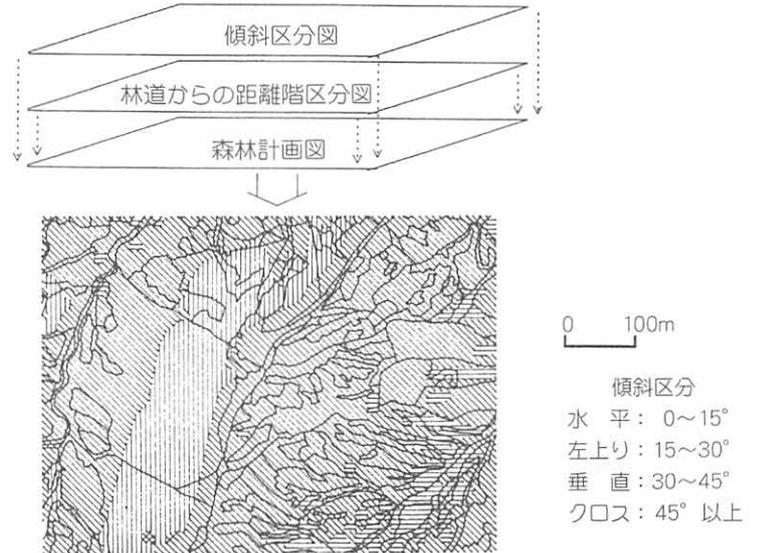


図 3-5 国土数値情報から作成した傾斜区分図と森林計画図 (実線) の重ね合わせ (斉藤ら、1994)

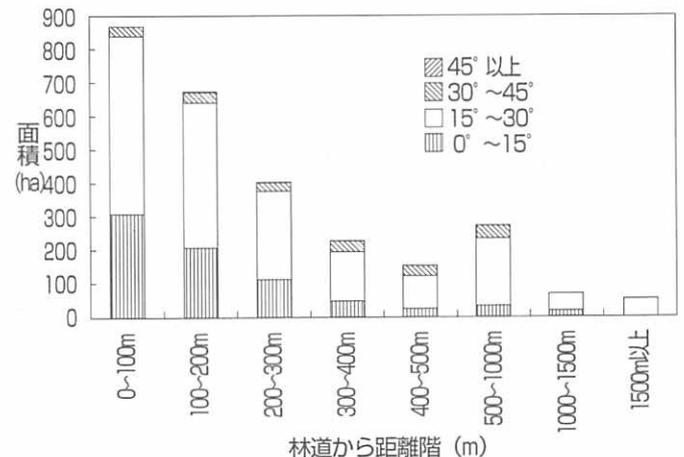


図 3-6 南足柄市の林道からの距離階別・傾斜別に見た成熟林分面積 (40 年生以上) (斉藤ら、1994)

を使うと非常にわかりやすくなる。森林総合研究所では、神奈川県南足柄市内のモデル地区を対象に木材の供給可能量を重ね合わせの手法を用いて推定した。その基になる地図として森林計画図、林道からの距離階区分図、傾斜区分図を用意した。まず先に述べたバッファリングの機能を用いて林道からの距離別に小班を抽出した。次に国土数値情報から傾斜区分図を作成し、これらに森林計画図を重ね合わせ、林小班界に付加したものが図 3-5 である。図 3-6 は林道からの距離階別・傾斜別の成熟林分面積を示している。

林道からの距離や林地の傾斜区分は林業活動上重要な

情報であるにも関わらず、活用できる状態になっていない。このように国土数値情報など既存の情報や GIS の基本的な機能を利用することによって流域の伐出計画を支援するシステムを作ることも可能になった。

### (3) 森林組合等での林業情報システム

当初森林組合用に開発された情報システムも地域のニーズに合ったシステムに改良していく必要がある。例えば熊本県球磨村森林組合で使用されている林業情報システムは、昭和 60 年度よりシステム設計を行い、現在森林資源管理、施業の集団化など 8 つのサブシステムを開発してきた(図 3-7)。森林資源管理サブシステムでは、森林簿や森林の現況ならびに計画表など森林の属性に関する帳簿情報と小班界や林道を含んだ森林計画情報の処理・解析を行う。また施業の集団化サブシステム



図 3-7 林業情報システムの体系(球磨村森林組合)

では、植栽、間伐、主伐などの施業の集団化を行い、コストの低減を図るため、必要な帳簿や地図の情報をデータベースから検索し、組み合わせ、その結果を帳票や地図に表示する。

このようなサブシステムの開発を進めるとともに、資源管理を主とした情報を測量や作業班管理などに相互利用することに努めている。またこの林業情報システムを用いて施業履歴をデータに入れ、施業計画に役立たせる試み(和歌山県龍神村)が行われており、最近ではタワーヤードなど高性能機械運用の支援システムとして、タワーヤードと各小班の距離や高低角を調べながら、機械を適用できる範囲を表示し、別のサブシステムである森林資源管理システムから間伐適期林分を選び出し、合わせて表示することによりタワーヤードの作業が可能かどうかを判定するシステムが開発されている(静岡県森林組合連合会)。

森林組合、大学演習林、市町村では既存の GIS ソフトを使用するケースが多いが、地元のメーカ等が開発した GIS を使用するケースも増えている。

愛媛県西条市の森林組合では等高線などの地形情報をイメージスキャナによる入力と重ね合わせて使いやすくしている。この GIS ソフトは、①操作が簡単である、②知りたい事がらが早く見つかる、③地図と知りたい事がらが同時にみれるの 3 点をモットーに作られた。そのね

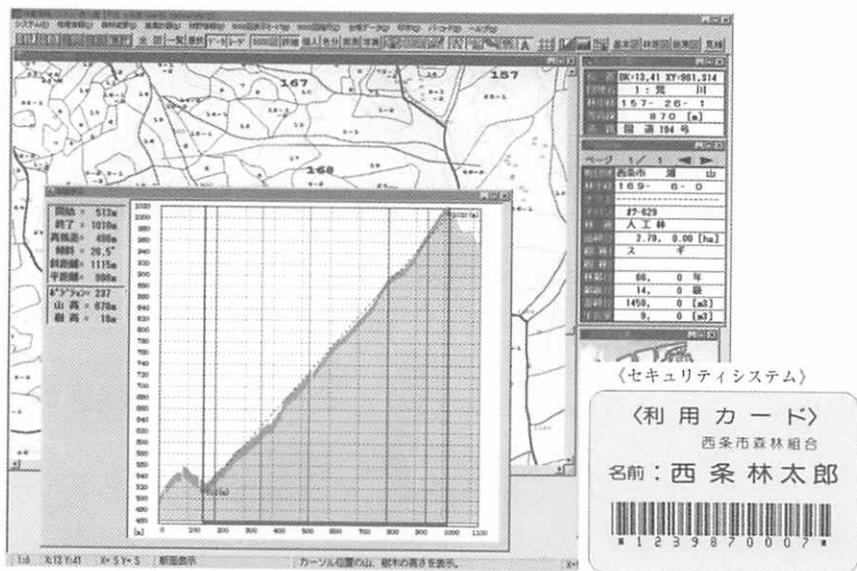


図 3-8 西条市森林組合が使用している林業情報システム

利用カードを使い個人のプライバシーを守っている。(西条市森林組合・㈱マイクロシステム)

表 3-3 西条市森林組合の入力情報

| 区分    | データ入力          | 摘要                                     |
|-------|----------------|--|
| 資源情報  | 林小班            | 県備付の森林簿を参考にする                          |
|       | 所在地番           | 西条市大字、小字、地番                            |
|       | 所有者            | 西条市税務課土地台帳                             |
|       | 面積             | 公簿面積、森林簿面積ほか                           |
|       | 樹種             | すぎ、ひのき、ざつほか                            |
|       | 林齢             | 平成5年現在(自動更新)                           |
|       | 蓄積             | 見込幹材積(自動更新)                            |
| 地理情報  | その他            | 普通林、保安林の別ほか                            |
|       | 全体林班図<br>森林基本図 | 西条市全域の位置関係を示す<br>地形図 }を重ね合わせ<br>河川・道路図 |
| 組合情報  | 施業図            | 林小班図 }を重ね合わせ<br>シンボル図<br>森林基本図         |
|       | 施業計画           | 団地共同森林施業計画                             |
|       | 林家構成           | 組合員・林家の家族の所有区分                         |
|       | 施業実績           | 過去に実施された手入れの履歴書                        |
| 実測図管理 | 測量済の図面との照合     |  |

らいは個別林家にとっては、森林の所在、施業情報、収穫予測といった個別森林についての情報から、収穫の方法、時期や価格見積もり、施業委託に到るまでの情報提供である。さらに集団間伐、林道・作業道の開設、高性能機械の利用、事業の収支予測、作業班就労計画などにあって、GISを利用して共同化や協業化など効率化を図る仕組みになっている。入力データは資源情報、地理情報、組合情報に分かれているが、組合情報として過去に実施された施業履歴や測量済みの図面との照合ができるよう実測図の入力も可能である(図3-8、表3-3)。

主な機能としては森林計画図(等高線表示)と森林簿、山林台帳、個人台帳、施業実績簿、実測図、現場写真などを関連付けて、簡単にデータの表示や検索ができる。林種、樹種、施業年度、齢級別というように主題ごとに林小班界別に色分けして表示される。また流域を指定すれば、その流域の山林所有者のリストの出力、伐採や造林事業を共同で行うための費用見積もり、市場単価からの収入見込みが表示される。さらにこれらの収支に関してはいろいろな施業方法に応じてシミュレーションを行い、納得のいく話し合いをすることを目的としている。このほかソフトには現場のニーズをくみ上げたいくつかの工夫がみられる。例えば、地図とデータが1つの画面でみられること、等高線には標高データが入力してあり、山の断面図が表示できることなどである(図3-8)。また個人のプライバシーを守るため、利用カードを使い、本人以外のデータは名前が表示されないようになっている。

同様に高知県梶原町の森林組合でも独自のシステムが稼働している。このシステムではGIS単体でなく、他のシステムと総合的にリンクされ、共通データは一元的

に管理され、入力効率を上げている(図3-9)。入力端末機を6台設置し、担当者が自由に使えるように配慮されている。収支報告、生産性など各種業務分析にノートパソコン10台を使用し、基幹システムからデータを抽出して、各自の資料を作成する。

いずれにしても森林組合、活性化センターなど現場に近くなればなるほど、ユーザーが使いやすいシステムが望まれる。例えば、導入目的をはっきりする、ユーザーの要望が組み込めるシステムにする、システムは無理なく段階を追って開発する、導入後の運用を明確にするといった地道な努力が必要になる。

### 3 森林の機能評価へのGISの応用

森林や土地の利用は歴史的にも急激な変遷をたどっており、これに対する国民の関心も高い。このような土地の面的な利用の解析へのGISの応用は、森林・林業分野でも広く見られるようになった。

#### (1) 森林・土地利用図に見る狭山丘陵の変遷

地図情報を用いて森林や土地利用の変遷を明らかにするにはGISはいちばん適している。次に挙げる例は、GISを理解するには最もわかりやすいものである。アニメの「トトロの森」で有名な埼玉県狭山丘陵は東京都の水源地として確保されてきた。しかし戦後レジャー産業や住宅など開発が進む一方、自然保護を目的として土地の買い上げを行うナショナルトラスト運動が起こった。この狭山丘陵の変遷をみるため、土地利用図(1/25000)と航空写真を用いて林地および草地(緑)、農地(茶)、ゴルフ場(赤)、その他(住宅地、商業地、工業地など)(白)に色分け区分し、1912年から1923、1946、1961、1976、1992年と80年にわたる変遷を調べた。ここでは、1912年と1992年の土地利用の状況を示しておく(図3-10)。

さらに土地利用の変化を数量的に表すため、作成した土地利用図に500mのメッシュをかけ、土地利用図を456個に分割した。各メッシュにおいて最も広い面積を

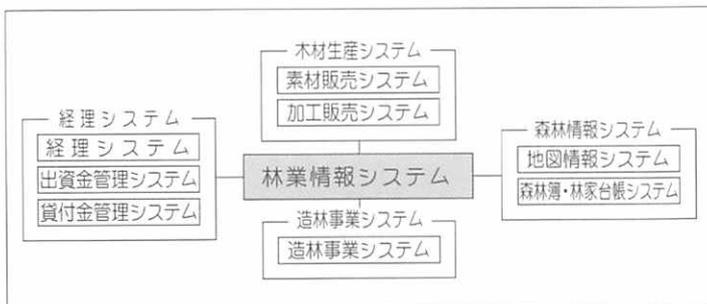
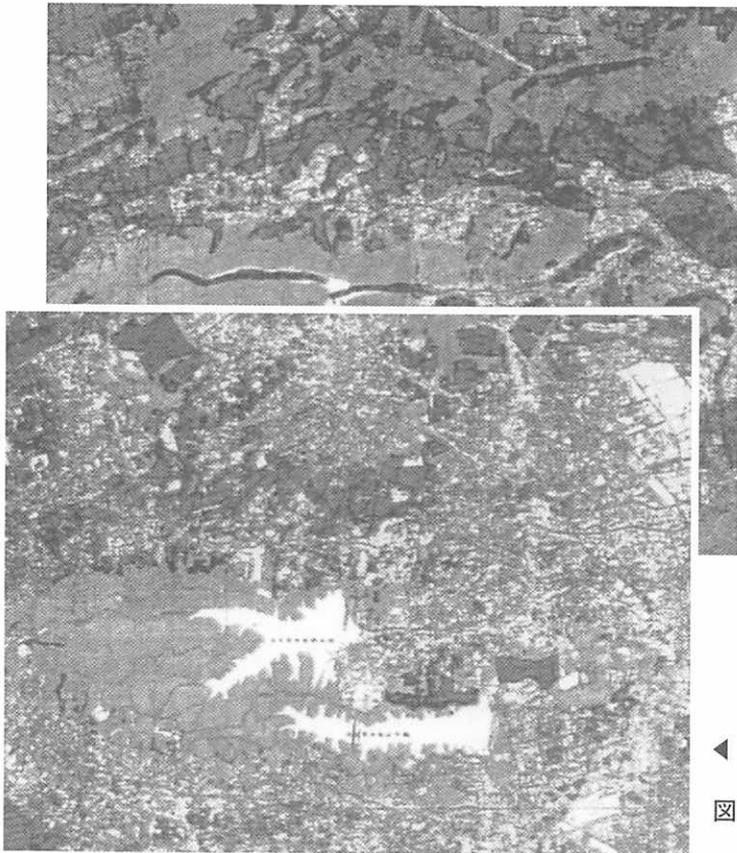


図3-9 梶原町森林組合のシステム体系



◀ 1912年

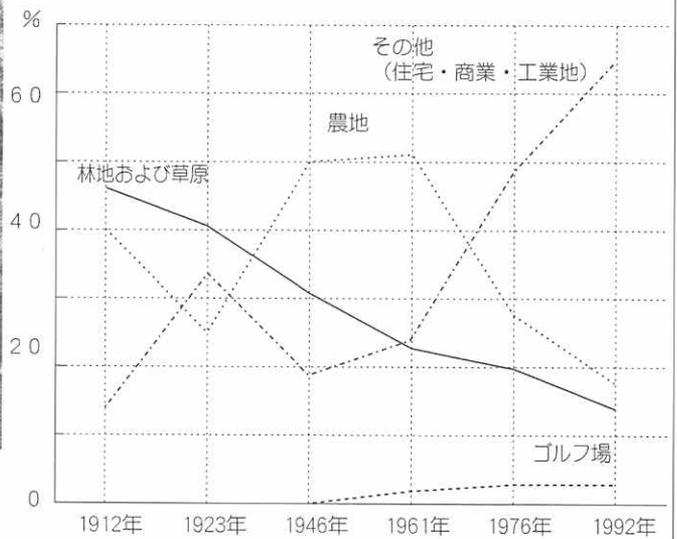


図 3-11 狭山丘陵の土地利用の経年変化

(根岸, 1995)

◀ 1992年

図 3-10 狭山丘陵の変遷 (根岸, 1995)

占める色をそのメッシュの代表色として、代表色からなる表をつくり、各年度の変化を表したものが図 3-11 である。これらの図をみると林地および草地、農地が著しく減少し、宅地・商業地・工業地が増大しているようすがよくわかる。

## (2) 森林の各種機能の評価と地図表示

林野庁が行った従来の森林の公益的な機能に加え、新しい観点から独自の評価を行い、GISを用いて地図化する試みが都道府県で行われつつある。

千葉県では木材生産、水源かん養、山地災害防止、生活環境保全、保健文化の各機能のほか、独自に3項目、すなわち森林資源と生産基盤の整備状況、水源かん養機能と森林整備状況、森林の総合利用と森林立地状況についても機能評価を行っている。このためGISを用いた評価を行っており、例えば3項目ではダム の位置や所有者の所在、社会的な条件や標高、地質などの自然環境的な条件をクロス集計し、評価値を5段階に分けて、評価図を作成している。

滋賀県では千葉県の機能評価の項目のほか自然環境保全機能を合わせて6項目の評価を行っている。この場合も自然科学的な面と社会科学的な面を取り入れた総合的な解析を目的としており、このため、パソコン版GISを用いて評価因子となる土壌、地質、地形などのポリゴン入力を行ったり、林小班情報の入力、写真判読結果による植生情報の入力などを行い、最終的には例えば水源かん養機能評価では、琵琶湖保全区域の設定を目指している。

一方、2,170haの総面積を持ち、林班数47、小班数693を有する東大の千葉演習林では、木材等生産、水源かん養、山地災害防止、生活環境保全、保健文化の機能を林齢、樹種、林種、林分構成因子(断面積疎密度、上層樹高、立木密度など)、管理状態、林道からの距離などをカテゴリー化し、評点を与えて評価(得点評価法)する試みを行った。ここで用いられている評価体系は、1991年に林野庁が実施した「森林の整備水準、機能計量等調査報告書」に基づいている。

木材等生産機能では、平均成長量、林道からの距離、

表 3-4～8 森林の各種機能の評価基準（東京大学附属千葉演習林）（鄭・南雲、1994）

表 3-4 木材等生産機能の評価基準

| 評価要因    | カテゴリー区分 |      |     |
|---------|---------|------|-----|
|         | H       | M    | L   |
| 平均成長量   | 15.0    | 10.0 | 0.0 |
| 林道からの距離 | 15.0    | 10.0 | 0.0 |
| 管理状態    | 20.0    | 10.0 | 0.0 |
| 基礎得点    | 50.0    |      |     |

L、M、Hは次の各評価要因のカテゴリーを意味している。  
 平均成長量の大きさ：L、5m<sup>3</sup>未満；M、5～8m<sup>3</sup>；H、8m<sup>3</sup>以上。  
 林道からの距離：L、500m以上；M、500～300m；H、300m未満。  
 管理状態：L、間伐等の管理が行われていない；M、間伐等の管理が不十分である；H、間伐等の管理が適切に行われている。

表 3-5 水源かん養機能の評価基準

|                | カテゴリー区分 | 評点    | 得点  |              |
|----------------|---------|-------|-----|--------------|
|                |         |       |     | 林齢（ウェイト=0.6） |
|                | 16～20   | 0.2   | 12  |              |
|                | 21～30   | 0.5   | 30  |              |
|                | 31～40   | 0.7   | 42  |              |
|                | 41～50   | 0.8   | 48  |              |
|                | 51～70   | 0.9   | 54  |              |
|                | 71年以上   | 1.0   | 60  |              |
| 疎密度（ウェイト=0.2）  | 3以下     | 0.0   | 0   |              |
|                | 4～5     | 0.7   | 14  |              |
|                | 6～8     | 1.0   | 20  |              |
|                | 9以上     | 0.8   | 16  |              |
| 管理状態（ウェイト=0.2） | 針葉樹     | 管理 不良 | 0.0 | 0            |
|                |         | 管理 可  | 0.4 | 8            |
|                |         | 管理 良  | 0.7 | 14           |
|                |         | 管理 優  | 1.0 | 20           |
|                | 広葉樹     | 管理 良  | 0.5 | 10           |
|                |         | 管理 優  | 1.0 | 20           |

(注) 管理形態は除間伐・枝打ちの管理程度を意味する。

表 3-6 山地災害防止機能の評価基準

| 林種     | 評価要因   | ウェイト | A | B   | C   | D   |
|--------|--------|------|---|-----|-----|-----|
| 針葉樹人工林 | 間伐等管理  | 0.3  | 0 | 100 |     |     |
|        | 断面積疎密度 | 0.2  | 0 | 60  | 100 | 80  |
|        | 平均林齢   | 0.5  | 0 | 30  | 70  | 100 |
| 針葉樹天然林 | 疎密度    | 0.3  | 0 | 60  | 90  | 100 |
|        | 林齢     | 0.7  | 0 | 50  | 80  | 100 |
| 広葉樹人工林 | 間伐等管理  | 0.2  | 0 | 100 |     |     |
|        | 疎密度    | 0.2  | 0 | 60  | 90  | 100 |
|        | 林齢     | 0.6  | 0 | 50  | 70  | 100 |
| 広葉樹天然林 | 疎密度    | 0.2  | 0 | 70  | 90  | 100 |
|        | 林齢     | 0.8  | 0 | 60  | 80  | 100 |

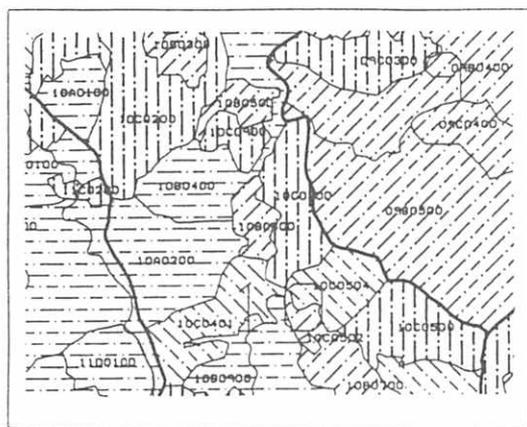
ここで、A、B、C、Dは次の各評価要因のカテゴリーを意味している。  
 間伐等管理：A、間伐等の管理が行われてない；B、間伐等の管理が行われている。  
 断面積疎密度：A、3以下；B、4～7；C、8～9；D、10。  
 平均林齢：A、15年以下；B、16～30；C、31～50；D、51年以上。

表 3-7 生活環境保全機能の評価基準

|       | カテゴリー区分       | 得点   |
|-------|---------------|------|
| 樹種    | 落葉樹           | 10.0 |
|       | 常緑樹           | 20.0 |
| 上層木樹高 | 10 m 以下       | 10.0 |
|       | 10～15m        | 30.0 |
|       | 15～18m        | 40.0 |
|       | 18 m 以上       | 50.0 |
| 立木密度  | 750 本/ha以下    | 10.0 |
|       | 750～2000 本/ha | 20.0 |
|       | 2000 本/ha 以上  | 30.0 |

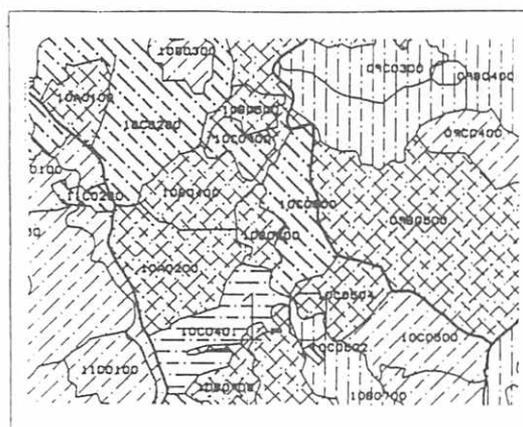
表 3-8 保健文化機能の評価基準

| 林種        | カテゴリー区分  | ウェイト      | 得点       |      |
|-----------|----------|-----------|----------|------|
|           |          |           |          | 天然林  |
|           | 二次林      | 天然林       | 0.51     | 70   |
| 面積        | 天然林      | 5ha 未満    | 0.29     | 0    |
|           |          | 5～20ha    | 0.29     | 50   |
|           |          | 20～50ha   | 0.29     | 70   |
|           |          | 50 ha 以上  | 0.29     | 100  |
|           |          | 二次林       | 0.2ha 未満 | 0.15 |
|           |          | 0.2～0.5ha | 0.15     | 30   |
|           |          | 0.5～1.0ha | 0.15     | 50   |
|           |          | 1.0ha 以上  | 0.15     | 100  |
|           | 人工林      | 0.2ha 未満  | 0.08     | 0    |
|           |          | 0.2～0.5ha | 0.08     | 30   |
| 0.5～1.0ha |          | 0.08      | 50       |      |
|           | 1.0ha 以上 | 0.08      | 100      |      |
| 平均傾斜角     | 二次林      | 20° 以上    | 0.03     | 0    |
|           |          | 10～20°    | 0.03     | 40   |
|           |          | 5～10°     | 0.03     | 70   |
|           |          | 5° 未満     | 0.03     | 100  |
| 平均標高      | 天然林      | 500m 未満   | 0.04     | 0    |
|           |          | 500～1000m | 0.04     | 70   |
|           |          | 1000m 以上  | 0.04     | 100  |
| 林齢        | 天然林      | 100 年未満   | 0.17     | 50   |
|           |          | 100 年以上   | 0.17     | 100  |
|           | 二次林      | 20 年未満    | 0.31     | 0    |
|           |          | 20～39 年   | 0.31     | 40   |
|           |          | 40～59 年   | 0.31     | 70   |
|           |          | 60 年以上    | 0.31     | 100  |
|           | 人工林      | 20 年未満    | 0.64     | 0    |
|           |          | 20～39 年   | 0.64     | 30   |
|           |          | 40～59 年   | 0.64     | 50   |
|           |          | 60～79 年   | 0.64     | 80   |
|           | 80 年以上   | 0.64      | 100      |      |
| 間伐実施率     | 人工林      | 50 % 未満   | 0.28     | 0    |
|           |          | 50～80 %   | 0.28     | 70   |
|           |          | 80 % 以上   | 0.28     | 100  |
| 林道からの距離   | 天然林      | 100m 未満   | 0.18     | 0    |
|           |          | 100m 以上   | 0.18     | 100  |



木材機能  
 0 - 20  
 20.1 - 40  
 40.1 - 60  
 60.1 - 80  
 80.1 - 100  
 東京大学農学部附属千葉演習林  
 Scale 1: 7000

図 3-12 木材等生産機能の分布図 (鄭・南雲, 1994)



優勢機能  
 木材生産林  
 水源かん養林  
 災害防止林  
 環境保全林  
 保健文化林  
 東京大学農学部附属千葉演習林  
 Scale 1: 7000

図 3-13 優勢機能の分布図 (鄭・南雲, 1994)

管理状態に分け、カテゴリー区分を行い、得点を与えた。ただし森林がある限りこの機能を保有するので基礎点として、定点 50 を加算する (表 3-4)。水源かん養機能では、林齢、断面積疎密度、樹種、管理状態に分け、また山地災害防止機能では、人工林、天然林別に、断面積疎密度、林齢、間伐等管理に分けそれぞれ評価基準を与えた (表 3-5、6)。生活環境保全機能では、主として騒音防止機能を考え、樹種、上層木樹高、立木密度で評価した (表 3-7)。保健文化機能では、林相によって景観評価が異なることから森林のタイプを天然林、二次林、人工林に分けて評価要因を選択した (表 3-8)。すなわち天然林の評価要因は、林地面積、林道からの距離、林齢、平均標高、二次林の評価要因は、林齢、林地面積、平均傾斜角、人工林の評価要因は、林齢、林地面積、間伐実施率となっている。各機能ごとの総合点は、各評価要因の得点にウェイトを乗じてその和を求めることによって得られる。

実際の作業では、GISにより森林簿情報と等高線から標高、傾斜角、傾斜方位を算出し、さらにバッファリング機能を用いて各小班の持つ機能を求めている。このようにして求めた小班ごとの木材等生産機能の得点を表したものが図 3-12 である。また同じ地域でそれぞれの機能で優勢な機能を表示すると図 3-13 のようになる。

昭和 50 年代に林野庁が数量化法による森林の機能別調査を全国的に行い、都道府県ではこれをもとに機能配

置図を作成して各種の森林計画に利用しているが、東京大学千葉演習林の事例は、GISを用いて森林の機能を評価・表示したのものとしては、新しい試みであり、地域的なきめ細かい機能評価を可能にしたといつてよい。

### (3) 森林風致・レクリエーションへの GIS の応用

森林風致への GIS の利用では、GIS の持つ鳥瞰図、3 次元表示などの機能を利用した視覚的な景観計画作成の研究は最も一般的なもので、成果も多く出ている。ここでは、京都御所を含む東山地区約 10km × 7km をモデルに、被視頻度と植生の面から森林の風致機能の評価を行った例を示す。

森林が人々から眺望される頻度 (被視頻度) は、地形と人口の分布に影響されることから、標高データに基づいて数値地形モデルを作成し、市街地域の人口分布を考慮するグラビティモデルを用いて森林の被視状況を明らかにした。

グラビティモデルとは、ニュートンの万有引力に由来するもので、地理学では 2 地点間の相互作用の測度を表すと考えられている。その値は 2 地点の質量の積を 2 地点間の距離で除せば求められる。

質量の代わりに 2 地点の人口を当てはめたものは、人口グラビティモデルと呼ばれている。ある地点の被視頻度は人々によってどの程度見られやすいかを表わすもので、その値は人口グラビティモデルをもとにして、その周辺の

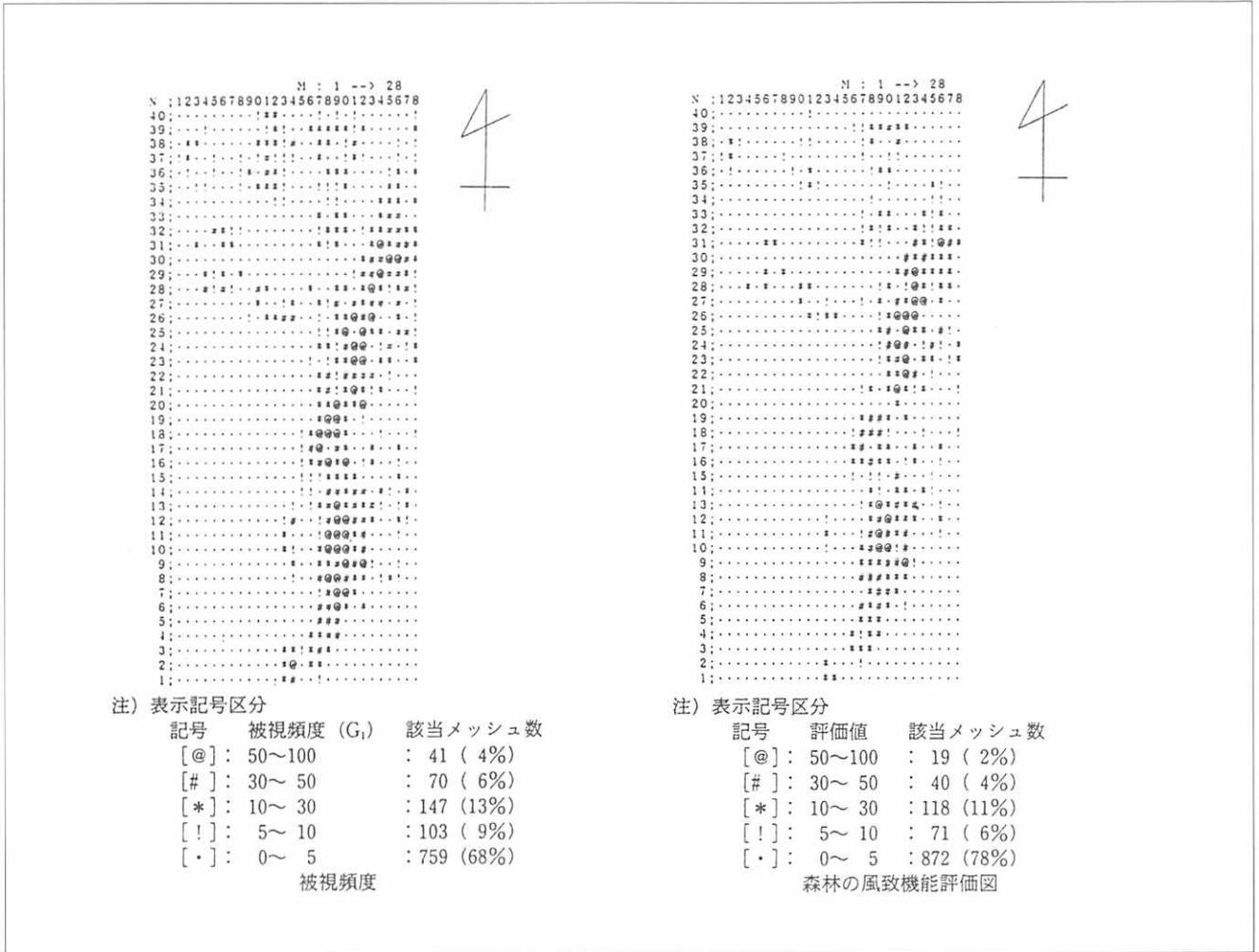


図 3-14 被視頻度 (左図) と風致機能評価図 (右図) (野田ら、1989)

あらゆる地点の人口と 2 地点間の距離、視線入射角 (ある地点を眺望したときの視線の角度) を算出し求めることができる。また、好ましいと感ずる植生は、明るい開放感のあるものが高いとして、落葉広葉樹、常緑広葉樹、針広混交林、マツ、針葉樹、その他の順に 4,3,2,1 とウェイトを考えることにする。

森林の風致機能評価値は、被視頻度と植生によるウェイトから決められるとして、両者の積で表すことができる。

図 3-14 は被視頻度と風致機能評価値の計算結果を 0~100 の範囲に基準化したものである。これを見ると、被視頻度が高かったものが、植生のウェイトが低いため、相対的に評価値が低くなるなど風致計画策定の足がかりに使用することができる。

また図 3-15 は同じ地区を数値地形モデルの鳥瞰図で表したものである。

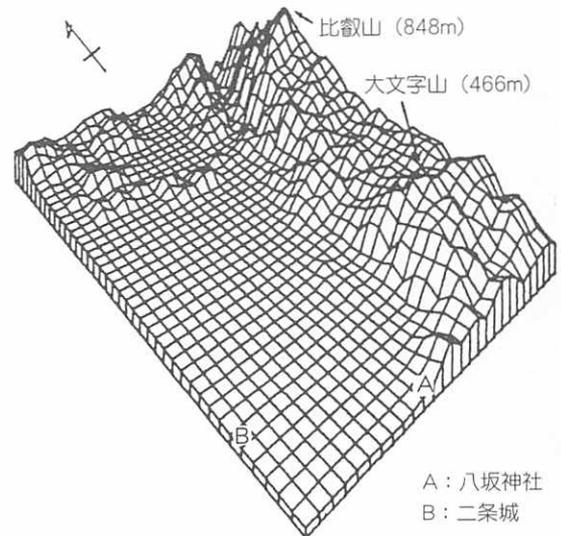


図 3-15 数値地形モデルの鳥瞰図 (野田ら、1989)

## 4 森林の総合管理システムへのGISの応用

現在のGISの利用は、地図の表示、属性情報の検索・表示に中心が置かれている。今後GISは森林の多面的な機能を考慮した総合的な森林計画策定の手段としてますますその役割が重要視されてくるであろう。わが国でもいくつかの分野でそのようなGISの利用が始まっている。

### (1) 森林資源の調査とモニタリング

衛星リモートセンシングとGISを統合して森林のモニタリングを行うことは、最も期待される分野である。例えば、北海道庁では、トドマツ、カラマツ林で衛星データ上に小班界を表示、重ね合わせ、拡大表示を行うことによって、各小班の林況のチェックや不成績造林地の抽出が可能になった。また同じ林齢の小班表示によって各小班の間伐適期の判定をしたり、林分状態の比較によって経営区全体の地位の判定にも役立つことがわかった。

図3-16は衛星画像の拡大画像にトドマツ、カラマツの人工林を一筆単位でポリゴン表示したものである。これに小班の位置を重ねた写真を携帯し、現地調査をすると濃い緑に写る箇所はトドマツなどの針葉樹を中心とし

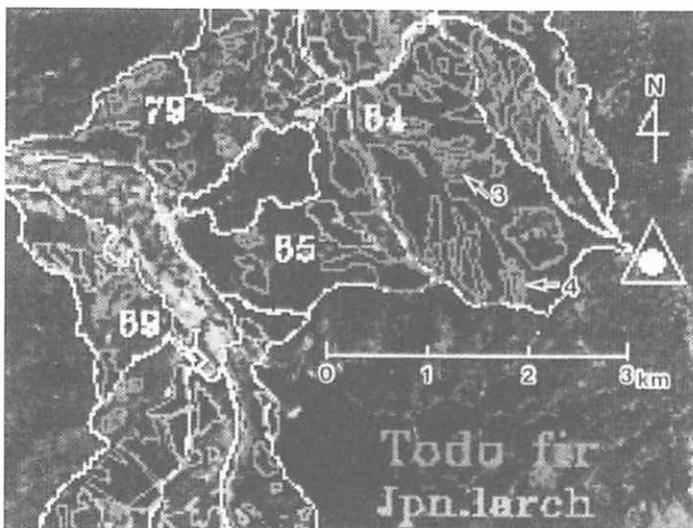


図3-16 トドマツ・カラマツ人工林衛星画像に小班界を重ねて表示(加藤, 1990)(口絵(8ページ)参照)

た林齢の高い閉鎖林で、薄い緑は若齢の人工林、あるいは不成績地でいまだに閉鎖していない林分であることがわかった。矢印3、4はトドマツ人工林で被害を受けていることを示している。

このように衛星リモートセンシングだけでは判読が難しい場合でも、既存の地図類(林小班界、植生図、土壌図など)と重ね合わせて用いることにより、判読しやすくなり、森林のモニタリングをより精度よく行うことができることを示している。

### (2) 施業計画へのGISの応用

持続可能な森林経営を行ううえで、森林の物的な保続性を持つことは重要である。地域森林施業計画でも認定基準の1つに保続性が保たれているかどうかをチェックするようになってきている。ここに挙げる例は、面積平分法を用いて保続計画にGISを導入する試みである。収穫予定法の一つである面積平分法は5~20年程度の分期を設け、分期の繰り上げ、繰り下げを行いながら分期ごとの伐採面積を等しくしようとするもので、第2輪伐期以降は法正齢級配置になる。

対象地のモデル森林は総面積102.5 haで、6林班24小班に区画されている(表3-9)。まず全林を1作業級で輪伐期を60年とし、これを20年の分期に分けた(図3-17)。まず更新や森林保護を考えた伐採列区を2つ(1、2、3および4、5、6)設け、隣り合う林班が同じ分期にならないように工夫する。すなわち、2、4林班を第1分期、3、5林班を第2分期、1、6林班を第3分期とする。

ここで次のような方針をとることとする。

- ①各分期の面積をほぼ均等になるように小班の所属分期を変更する。
- ②伐期齢が過大または過小な小班は所属分期を変更する。
- ③2-bのような大面積の小班は風の影響などを考え、小面積の伐採を行い、幼齢林を挟み込むことによって森林の保護を図る。

この結果、表3-10、図3-18のようになった。ここで2-c、4-b、5-aは未熟林のため、また4-dは未立木地のため第1回目の輪伐期に編入しないこととし、

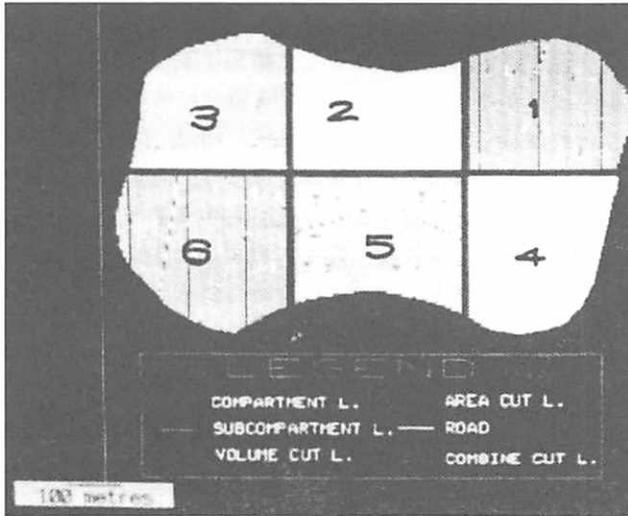


図 3-17 最初の収穫予定図

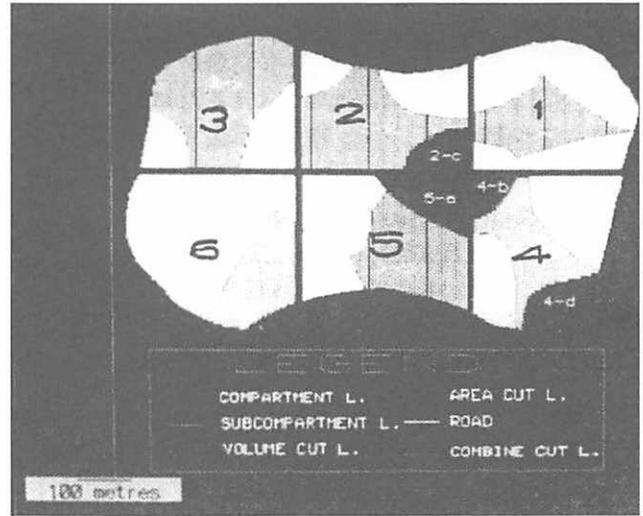


図 3-18 面積平分法による予定図

表 3-9 森林簿

| 林班 | 小班  | 面積    | 林齢     | 地位 | 総蓄積     |
|----|-----|-------|--------|----|---------|
| 1  | 1-a | 2.50  | 5      | 3  | 15.00   |
|    | 1-b | 2.50  | 75     | 4  | 1005.00 |
|    | 1-c | 10.50 | 5      | 4  | 52.50   |
|    | 1-d | 1.25  | 90     | 3  | 718.75  |
|    | 1-e | 1.75  | 20     | 3  | 113.75  |
| 2  | 2-a | 2.50  | 75     | 4  | 1005.00 |
|    | 2-b | 15.75 | 40     | 3  | 3150.11 |
|    | 2-c | 1.00  | 20     | 3  | 65.00   |
| 3  | 3-a | 4.75  | 40     | 4  | 788.50  |
|    | 3-b | 11.75 | 15     | 4  | 317.25  |
|    | 3-c | 0.75  | 100    | 3  | 472.50  |
| 4  | 4-a | 3.00  | 90     | 3  | 1725.00 |
|    | 4-b | 2.80  | 20     | 3  | 182.00  |
|    | 4-c | 7.50  | 50     | 3  | 2062.50 |
|    | 4-d | 1.20  | 0      | 4  | 0.00    |
|    | 4-e | 1.00  | 30     | 3  | 129.00  |
| 5  | 5-a | 2.25  | 20     | 3  | 146.25  |
|    | 5-b | 1.80  | 40     | 3  | 360.00  |
|    | 5-c | 11.20 | 25     | 4  | 828.80  |
|    | 5-d | 1.50  | 5      | 3  | 9.00    |
| 6  | 6-a | 1.75  | 40     | 4  | 290.50  |
|    | 6-b | 6.00  | 5      | 3  | 36.00   |
|    | 6-c | 4.75  | 0      | 3  | 0.00    |
|    | 6-d | 2.75  | 100    | 3  | 1732.50 |
|    | 合計  | 24    | 102.50 |    |         |

(南雲ら, 1993)

表 3-10 面積平分法による収穫計画 (1 分期: 20 年)

| 分期 | 林班 | 小班   | 面積    | 伐期齢   | 総収穫量    |
|----|----|------|-------|-------|---------|
| 1  | 1  | 1-b  | 2.50  | 85    | 1138.00 |
|    | 1  | 1-d  | 1.25  | 100   | 788.00  |
|    | 2  | 2-a  | 2.50  | 85    | 1138.00 |
|    | 2  | 2-b1 | 12.00 | 50    | 3300.00 |
|    | 3  | 3-c  | 0.75  | 110   | 502.00  |
|    | 4  | 4-a  | 3.00  | 100   | 1890.00 |
|    | 4  | 4-c  | 7.50  | 60    | 2655.00 |
|    | 5  | 5-c1 | 1.00  | 35    | 133.00  |
|    | 6  | 6-d  | 2.75  | 110   | 1843.00 |
|    |    | 合計   |       | 33.25 |         |
| 2  | 2  | 2-b2 | 3.75  | 70    |         |
|    | 3  | 3-a  | 4.75  | 70    |         |
|    | 3  | 3-b  | 11.75 | 45    |         |
|    | 4  | 4-e  | 1.00  | 60    |         |
|    | 5  | 5-b  | 1.80  | 70    |         |
|    | 5  | 5-c2 | 10.20 | 55    |         |
|    | 合計 |      | 33.25 |       |         |
| 3  | 1  | 1-a  | 2.50  | 55    |         |
|    | 1  | 1-b  | 2.50  | 40    |         |
|    | 1  | 1-c  | 10.50 | 55    |         |
|    | 1  | 1-d  | 1.25  | 40    |         |
|    | 1  | 1-e  | 1.75  | 70    |         |
|    | 5  | 5-d  | 1.50  | 55    |         |
|    | 6  | 6-a  | 1.75  | 90    |         |
|    | 6  | 6-b  | 6.00  | 55    |         |
|    | 6  | 6-c  | 4.75  | 50    |         |
|    | 6  | 6-d  | 2.75  | 40    |         |
|    | 合計 |      | 35.25 |       |         |

第2回目の輪伐期には第1分期に入れる。また未立木地6-c、4-dには直ちに造林する。

このような操作を行うと、表3-10に見るように各分期の面積がほぼ等しくなったため、第1分期の材積をもって許容伐採量とすると第1分期の標準年伐採量は669.4m<sup>3</sup>となる。第1回目の輪伐期後の合計面積は表3-10に示すように法正状態となっていることがわかる。GISを使えば、このように小班を図形上で動かし、分期ごとの面積や材積を確かめながら、対話型の操作を行うことにより求める収穫予定計画を実行することができる。

以上のことはいわば長期的に法正状態に誘導していこうとする分期ごとの長期の施業計画であるが、これとリンクする中期、短期の施業計画も作成されている。中期計画では最初の1分期である5ないし10年間の計画を具体化していくもので、下刈り、つる切り、間伐、主伐などの作業に必要な労働量や作業面積を決める。さらに短期計画になると小班に予定されている各作業に必要な労働量をいかに適切に配分するかの月間計画となっている。

### (3) 森林の総合管理への応用

カナダのモデルフォレストは、10万 ha以上の森林地域を全国から10箇所選び、連邦および州政府、研究所、企業、環境保護団体、先住民などがパートナーとなって協議会を作り、木材生産と環境との調和や野生生物との共存を図りつつ持続的な森林管理を行うプロジェクトである。モデルフォレストで開発されたいろいろな合意形成やGISの技術は類似の条件を持つ地域に移転され、普及されていくことが目標とされている。このモデルフォレストは国際的なネットワークとして広がっており、わが国も高知県(四万十川流域)、北海道(石狩川流域)でモデルフォレストを設定したばかりである。これらの地区では、当面はGISを用いて、森林資源や環境に関する既存の行政情報を地図化していくことから始まっている。

このような発想のものは、三重県でも行われている。当県ではマトリックス予算と称して、縦割り予算の弊害

をなくすため、環境、情報、人権・いじめなど主要22項目のテーマについて、県民のニーズに合わせた横断的で総合的な取り組みをしている。その一環として宮川流域を森林、川、海、地域を一体としてとらえ、豊かな自然環境の保全・復元や、流域資源の活用を図る宮川流域ルネッサンス事業がある。これに呼応して三重大と県庁では、宮川流域の自然生態系に関する行政情報をGISを用いて地図化し、データベースを作ることを試みている。

#### 【引用文献・参考文献】(1節～4節)

- 1) 林野庁：平3・次期森林資源調査システム開発調査報告書、95-112、1992
- 2) 田島裕志：森林GISに関する都道府県の取組み状況の概要、林業技術658、18-24、1997
- 3) 大岩禎一：熊本県におけるGISの導入・開発の状況、森林航測、177、9-13、1996
- 4) 鈴木宏一：神奈川県林政情報システムについて、森林航測、177、7-8、1996
- 5) 神奈川県：神奈川県林政情報システム、1996
- 6) 齊藤侑三：PC-Mapping/Windowsを活用した森林基本図管理システムの取り組み、森林航測、177、4-6、1996
- 7) 新潟県：新潟県地域森林計画システム、1997
- 8) 松村直人ほか：多目的資源管理のためのGIS利用法の検討、日林関西支論4、17-20、1995
- 9) 斉藤和彦・白石則彦・高橋文敏：GISを利用した地域資源の推移と供給予測システムの開発、平6年研究成果選集、10-11、1994
- 10) 近藤洋史：林業情報のシステム化とその応用、林構情報87、4-12、1994
- 11) 天野正博：林業情報のシステム化とその応用—高性能林業機械運用の支援、林構情報、88、4-10、1994
- 12) マイクロシステム：森人類、www.bekkoame.or.jp/microsys/
- 13) 根岸聖志：狭山丘陵の変遷に関する土地利用図の作成、東京農工大卒業論文、1-51、1995
- 14) 鄭 躍軍・南雲秀次郎：GISを利用した森林機能による類型区分、日林誌、76、522-530、1994
- 15) 野田 巖・天野正博・沢田耕作：森林の風致機能の計量的評価、100回日林論、93-96、1989
- 16) 加藤正人：衛星リモートセンシングとGISに基づく森林管理の展望、林業分野におけるリモートセンシングの利用、現状・問題点・将来展望、日本リモートセンシング学会、109-118、1990
- 17) 南雲秀次郎・鄭 躍軍・龍原 哲：GISを利用した収穫予定システムの作成、44回日林関東支論、41-42、1993

# 5 地形に関するGISの応用

## (1) 地形解析の基礎

地形図では等高線、色、段彩、ぼかしなどの方法で地形が表現されている。GISでは数値地形(数値標高)モデル DTM (DEM) という方法を使う。数値地形モデルとは、特定の地点の位置と標高とを表示する数値の集まりでもって地形を表現するものである。現在、実際に使われているのは、対象地に規則正しい格子をかぶせて、各格子点の標高で地形を表す方法である。格子の形と間隔は利用目的によるが、例えば1辺が100mの正方形を例示してみる(図3-19)。

各格子点の標高が並べられた数表は数値地図と呼ばれる。国土院は日本全国を覆う体系的な数値地図(格

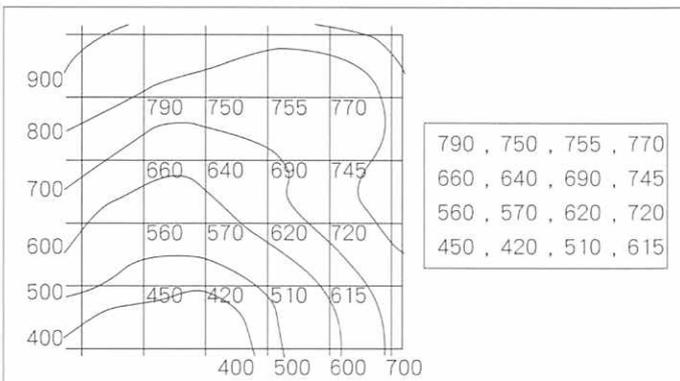


図3-19 数値地形モデルの概念  
等高線地形図(左)と数値地図(右)

子間隔は50m、250m、1km)を作成しているので簡単に入手できる。しかし、間隔を小さくしたり、特殊な形の格子を必要とする場合は自分で作らなければならない。この数値地図を用いて地形を構成する要素である斜面傾斜、斜面方位、起伏量、表面積、標高階別面積、体積を測定する基礎的な方法を概説する。

### 1) 傾斜と方位の測定

等高線地形図の場合には地図上に小さな円、あるいは方眼をかけて、その中を通る等高線の数を数えて傾斜をはかった。(寺田法、松井法、方眼法)。数値地図では格子で囲まれた小さな地表面は曲りのない平面と仮定する。そして、周囲の3格子点を通る三角形を計算で求めて、その三角形の傾斜および方位をもって、地表面の傾斜および斜面方位とする。このような考え方を地形モデルと呼ぶ(図3-20)。

### 2) 起伏量の測定

起伏量とは地形解析の指標で、単位面積内の最高点と最低点の高度差、相隣り合う2つの地形要素(山頂と谷底など)の間の高度差、切峰面と切谷面との高度差の3つの定義がある。起伏量は単位面積の増大とともに増加するが、やがて一定になる傾向がある。数値地図では1つの格子面を単位面積とするなら、その周囲の4格子点の標高の最高値と最低値との差をもって起伏量とすることができる。

### 3) 表面積の測定

地形の表面積を測定することは、等高線地形図では困難であるが、数値地図を用いると近似値を求めることができる。図3-21において、9つの格子点の座標値が与えられ、格子間隔は*l*とする。格子点a b

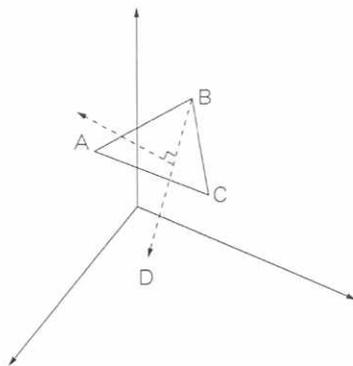


図3-20 傾斜と方位の測定方法

- ① 3つの格子点ABCを頂点とする三角形を求める
- ② その三角形の最大傾斜線BDの傾斜角を求める
- ③ その三角形の垂線を求め、その方位角を求める

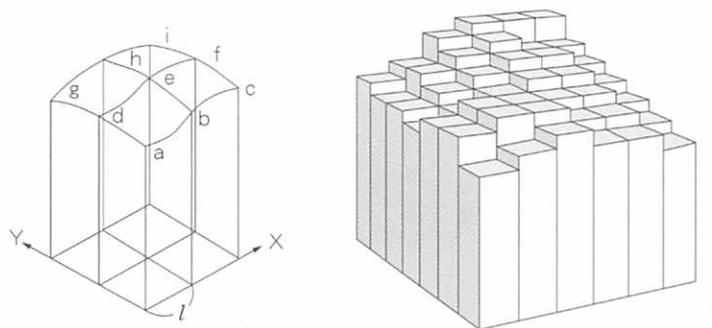


図3-21 表面積の測定方法(左)および標高階別面積と体積の測定方法(右)

cの3点を通る2次曲線を定める。同様にd e fと、g h iを通る曲線を定める。これら3本の曲線を通り、Y軸に平行な2次曲線を考える。この曲線によりaからcまでの範囲を区分求積することにより表面積を近似的に求める。表面積は地形の傾斜と褶曲とに高い相関があり、表面積と水平面積との比は、地形の複雑さを示す指標となる。

#### 4) 標高階別面積と体積の測定

等高線図では、隣り合う2つの等高線で囲まれた細長い帯状の区域の面積を計れば標高階別面積は求められるが現実的な方法ではない。数値地図では各格子点の標高がその近くの小さな区域の標高を代表すると仮定することにより、対象地全体の標高階別面積を測定できる。また、1つの格子面を上端とする角柱の体積を累計することにより地形全体の体積(土量)が測定できる(図3-21)。このように数値地図を用いて地形モデルを作ることにより、山地の地形の分析は容易にできる。

### (2) 地形と森林の鳥瞰(ちょうかん)

数値地図は計算による地形の解析に便利ではあるが、

標高値がぎっしりと並んだ数表であるから感覚的には地形は想像できない。しかし、その数値を画像に変換すると、人間の視覚により判断できるようになる。この目的で作られるのが鳥瞰図であり、地形の3次元表示と呼ばれる。鳥瞰図とは数値地図に基づいて、地形を写真で写すのと同じ状況を組み立てて表示する画像である。失われた過去や予想される未来の姿を、あるいは実際にはカメラを持っていけない場所からの姿を描くなどおもしろい性質を持っている。数値データを視覚的な画像に変換する技術はグラフィックスと呼ばれるが、地形や森林の鳥瞰図もそれに含まれる。

#### 1) 地形の投影方法

鳥瞰図を作るために対象地に一定間隔の正方格子をかぶせる。これは数値地図そのものである。それぞれの格子点の投影点を計算し(図3-22を参照)、隣り合う格子点の投影点を互いに直線で結ぶ。これはブロック・ダイアグラムと呼ばれる方法で、山岳地形の凸凹や褶曲が感じられる。投影対象に対する投影中心と投影面の位置や向きを投影条件という。条件を変えることによりさまざまな鳥瞰図ができる。カメラの位置(投影中心)と、地表にかぶせられた格子の各格子点の位置(投影対象)

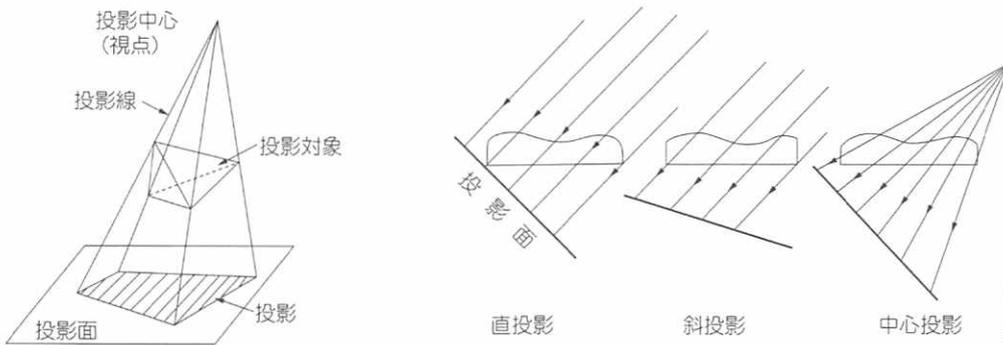


図3-22 投影の用語(左)と投影方法(右)

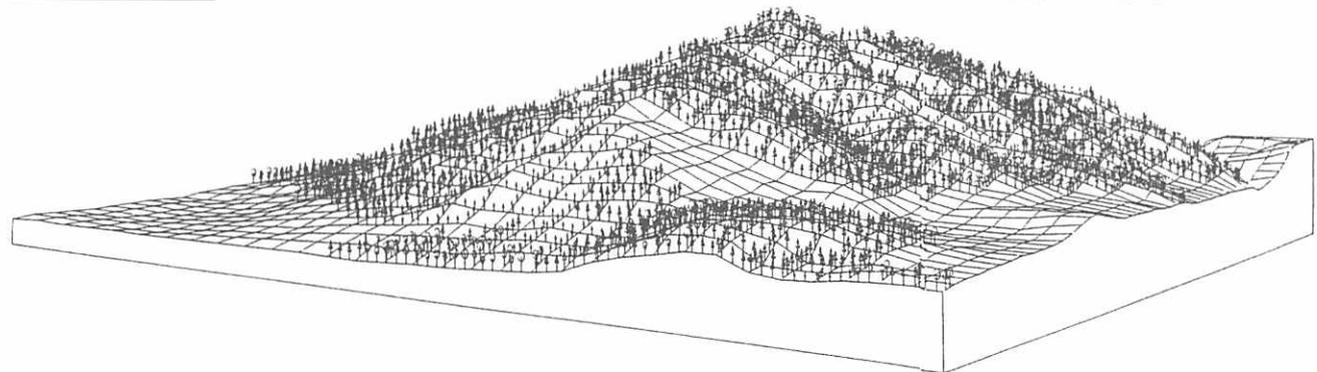


図3-23 地形と林相の鳥瞰図

(木平, 1978)

と、図を描く紙面あるいはフィルム面の位置（投影面）が与えられると、鳥瞰図の位置（投影）は座標変換式で計算される。

この作業で大切なことは格子間隔と投影条件の設定である。でき上がった図を見て、再び投影条件を変える試行錯誤により美しい鳥瞰図ができあがる。カメラが真下を見下ろすと地形の凸凹が感じられなくなり、また、あまり地上近くで横から見ると、前面の山に視野が遮られて全体の鳥瞰ができない。

### 2) 林相の表現

地形の鳥瞰図ができたら、次に地面に林相を描いてみる。高いところに立って実際の森林を鳥瞰的に眺めると林相は色や樹冠の丸みなどの雰囲気判断できるが、決して単木の樹形が見えるわけではない。鳥瞰図では、林相を写真のように実物どおり描くことはしない。慣習的に使われており、しかも視覚的に理解できる針葉樹と広葉樹の記号を山肌に植え付けて表現したのが図 3-23 である。

### 3) 鳥瞰図の利用

鳥瞰図は、例えば、皆伐区域を設定するときに伐採後の眺望を事前に評価するために使える。予定される伐区の大きさと位置を与えて、伐採後の鳥瞰図を作ると、伐区がどのように見えるか、景観がいかにか損なわれるかについて判断できる。また、登山の楽しみとして広い眺望は欠かせない。展望台やスカイラインの道路などを設計する場合、どのような眺望が開けるかという評価がわかる。これについては可視域問題として別に述べる。また、大規模な土木工事で、例えばダムによる水没、埋め立て、切り取りなどにより地形を変える場合に、工事完成後の地形の鳥瞰図を作れば工事設計書の事前評価となる。

実際の状態を忠実に描くだけではなく、数値を加工し

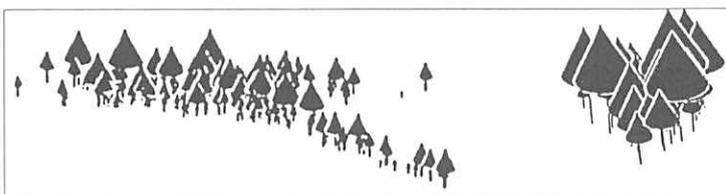


図 3-24 北極圏での化石の森の復元図:全体(左)と部分拡大(右) (野堀ほか、1997)

て高低を強調したり部分的に変形させた姿を描くことにより対象地の特徴を強調することもできる。あるいは推定される過去の地形や林相を視覚化するのに有効である。コマ撮り画面として鳥瞰図を連ねることにより、時間的あるいは位置的な変化を動画として作ることもできる。

鳥瞰図は山岳や森林など実際に見えるものを描いてきたが、実際には見えない事象を視覚的に表現することができる。例えば、森林の地位や地利、人口分布など地域傾向面と呼ばれる社会的な地域の性質を表示するのに役立つ。

カナダの北極海の島で、4500 万年前の化石の森が発見され、株の所在位置と直径が測定された。それに基づいて投影図を作り、往時の林分の立体的な構造が視覚的に再現された。この森はクライマックスに達した多層林で、下層木や稚樹を持つ構造であることが判明した(図 3-24)。

### (3) 山地斜面の日射量の推定

地球が受ける太陽エネルギーは、大気圏外では太陽に垂直な平面  $1\text{cm}^2$  あたり、毎分  $1.98\text{cal}$  でほぼ一定である。太陽光線が大気圏に入ると空気や雲などにより吸収・散乱される日射と、直進してくる直達日射とに分かれる。数値地図により、森林の斜面に照りつける直達日射量を推定した事例を紹介する。

#### 1) 計算の原理

太陽から直進する日射量は、太陽の位置と斜面の方位

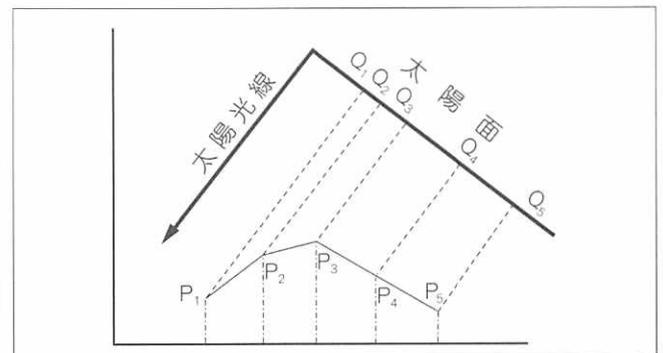


図 3-25 直達日射量の推定方法 直投影図の面積を求める (渡辺、1984)

と傾斜により理論的に定まる。数値地図により格子面に分割された地形の方位と傾斜はすでに述べた方法で求める。ある時刻における太陽の位置を与えると1つの格子面に達する日射量は、直投影面の面積に相当する。これは無限遠点にある太陽を視点とした直投影により作られる投影図である。図の格子面の面積は太陽からの直達日射量に相当する。起伏量の大きい山岳地では他の斜面に遮られて陰が生じるので、その部分は日射が届かないとして除かれる。太陽の位置は緯度と時刻と季節とにより計算できる（図3-25）。

## 2) 適用事例

対象地は長野県の本谷国有林 2,789ha で、そこに50m×50mの正方格子が設定された。そこは5枚の基本図からなり、メッシュ数は11,156個である。太陽の位置の移動は30分間隔として、日の出から日の入りまでの直達日射量が計算された。このようにして求められた結果に、近くの松本測候所の全天日射量と日照率の資料を加え、季節別の日射量の変化が求められた。さらに散乱日射量を加えられた。

この調査結果はカラマツの地位推定の1つの因子として用いられた。地位の推定には多くの因子が用いられるが、数値地図から傾斜、方位、標高、日射量などの因子が計算で求められた。

## (4) 可視域の判定

数値地図を用いて地表の2点が互いに見通せるかどうかを計算することを可視域の問題という。すなわち、その間に山があれば視線を遮るので見えない。数値地図により、この視線を遮る地形の有無を判定する方法を説明する。1つの例は、林道が山地に開設された場合、その林道が対岸の観光地からどの程度見えるか、という問題である。2つ目は、地球の表面は球体であることを前提として、ある地点から展望できる範囲を求めるものである。

### 1) 林道開設と森林景観の変化の予測

林道開設は森林の管理に欠くことができないが、樹林を帯状に切り開くので景観を損ねる。特に景勝地やレクリエーション地域では路線の位置に十分な配慮が必要になる。この問題をGISの手法で検討する。

対象地は箱根の芦ノ湖の西岸である。ここは国有林でスギとヒノキの壮齢人工林であり、芦ノ湖の景観にとって極めて重要な部分である。しかし、人工林は過密になり、林床は裸地化して、そこから土砂が湖に流入する事態が生じているので、間伐作業のために林道開設が検討された。ここでは、林道の配置に伴う対岸からの景観の変化を予測した。

林道路線の位置を3通り設計した。一方、対岸は観光地であり、多くの訪問者の訪れる点である。そこから林道がどのように見えるかを投影法により予測し、その結果から、林道開設の可否と最適案を見いだした。

## 2) 展望可能域の解析

展望はレクリエーションにとって重要な要素である。次に広い範囲における展望を数値地図を用いて解析した事例を説明する。

与えられた2点が互いに見通せるかどうかは、その視線を遮る地形があるかを判定すればよい。対象地に格子をかぶせ数値地図を作る。与えられた点Aから他の1つの格子点を結び、その間に視線を遮る地形の有無を判定する。この作業をすべての格子点について繰り返して調べると、Aからの可視域がわかる。それを図示したのが可視域図である。

しかし、対象域が広がると、2点間の可視判定には地球が丸みを持った球体であることを計算に入れなければならない。球体の影響は2点間の距離が5kmの場合で標高が0.5m、10kmで2mであるから無視できる。しかし、20kmで8m、30kmで18mとなり、考慮しなければならない。この球体上の2点間の可視判定には、数値地図を3次元の極座標に変換することによりできる（図3-26）。

応用例として、5万分の1地形図、長野県の「伊那」「高遠」「赤穂」「市之瀬」の地域について、4,967点の格子点を設けた。視点を信州大学屋上として、可視域を計算で求めた。広域であるため地表を球体とした。可視の判定はある場所の見晴らしの程度を表すものである（図3-27）。

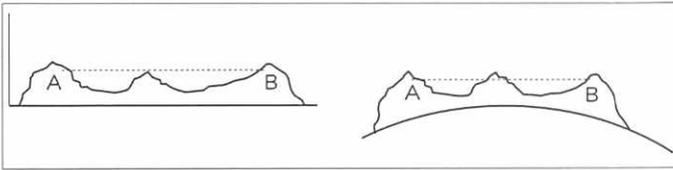


図 3-26 広域の可視域の判定  
地表を平面とする場合は見える（左）が、  
球体とする場合は見えない（右）

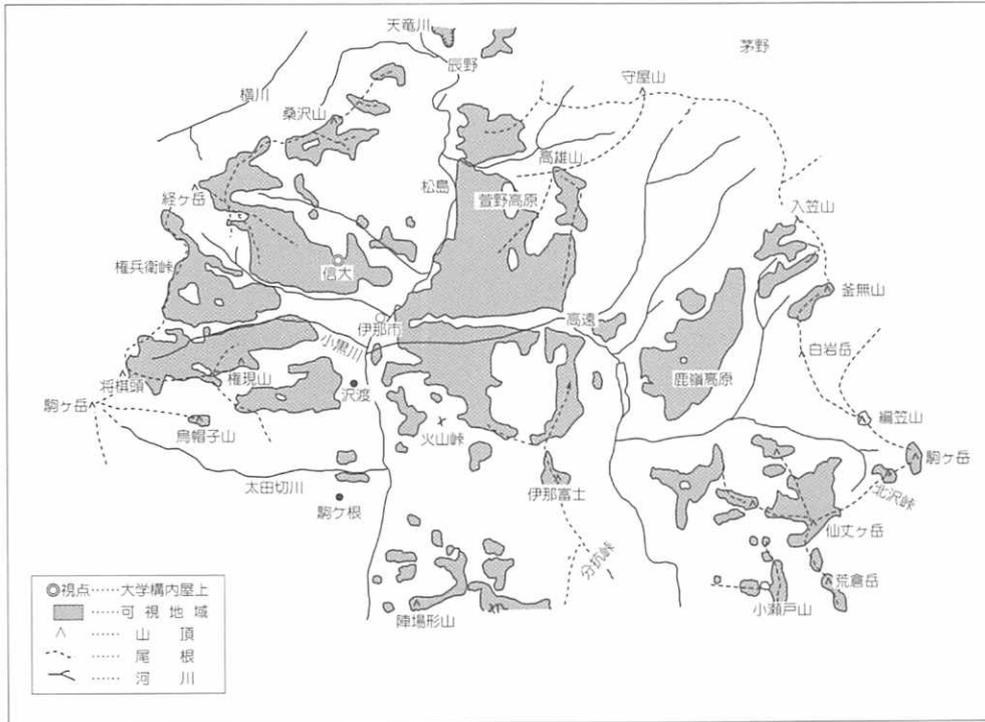


図 3-27 信州大学から展望できる地域（福岡、1981）

## 6 環境評価に関するGISの応用

森林に関わる環境としての気象、水、緑地などの状態を調べるために、GISで環境地図を作る。対象が広域になるに従って、全体を概観できる縮小された地図は有効である。時間的な変化を知るには2時点での地図の対比が有効である。

ところで、森林計画制度により体系立てて作られる林相図などと違って、気象や水などについては調査制度はなく、研究報告などに依存している。目的、縮尺、表記方法は異なっているが、GISにより有効な利用が可能になってきた。ここでは都市計画における緑地保全計画について横浜市の事例を紹介する。次に、都市域の拡大について時間的な変遷を報告する。また、大都市の熱環境

として、東京都でのヒートアイランド（周囲より温度が異常に高い地域）とクールアイランド（温度が低い地域）をリモートセンシングとGISを使って分析した例を説明する。

### （1）都市計画と緑被率

横浜市の都市計画の中で緑地計画を策定するために、GISを用いて緑被率の現状と将来の予測を行った事例を報告する。

#### 1) 地図の作成方法

対象地は横浜市の中心部の西区、中区、南区で、ここは商業地域であり、緑地の少ない横浜でも特に少ない地域である。資料として都市計画法による用途別地域図（低層住居、中高層住居、住居、商業、工業、市街化調整区域など）をGISによりポリゴン図として入力した（口絵(6ページ)を参照）。ポリゴン数は136である。

カラー航空写真を使い、点格子板(25点/cm<sup>2</sup>)を用いて、用途別地域ごとの緑被率を判読した。ここでの緑被地とは、樹林地、草地、農耕地である。写真上では面積にゆがみがあるので、ポリゴンごとに、(緑地の格子点数/区域全体の格子点数)で緑被率を求めた。

## 2) 用途別地域と緑被率の分析

用途別地域ごとの緑被率の高さは、市街化調整区域、低層住居地、中高層住居地、住居地、商業地、工業地の順となった。緑被率図を描くことにより、視覚的に地域的な緑の分布が理解でき、都市の緑地保全や緑化の資料として有効である。この現状地図を基礎にして、横浜市の緑化計画に基づく10年後の緑被率地図を作った。都市計画へのGISの典型的な応用例である。

## (2) 都市開発と土地利用の変化

東京都は明治以降の100年余の間に、関東大震災、第二次世界大戦、戦後の復興と高度経済成長を経て、市街地を拡大し、鉄道路網を発達させた。しかし、急速な都市域の拡大は緑地を減少させて、都市環境を悪化させた。これからの都市緑地の保全と修復の問題に取り組む前段として、GISを用いて東京都の緑地分布の過去100年間の変化を地図で示した例を説明する(口絵(7ページ)参照)。

### 1) 緑地分布図の作成方法

対象地は東京都全域で、5万分の1の地形図で明治45年、大正10年、昭和5年、昭和25年、昭和45年、平成2年に作成されたものを用いた。そして、(i)それぞれの時点における緑地メッシュ図、(ii)期間中に生じた緑地の変化量メッシュ図、(iii)鉄道路線図を作った。メッシュの大きさは地形図を東西、南北に20等分として、400個のメッシュとし、その大きさは104.8haである。さらにこれを縦、横5等分にして小メッシュを作った。その大きさは4.19haである。メッシュに含まれる小メッシュのうち「緑地」と判定される小メッシュの割合を緑地率と定義した。メッシュごとに、2時点間の緑地率の変化を緑地の増減とした。鉄道と電車路線は線情報として入力した。なお、緑地の種類を自然緑地、公共施設の緑地、住居地の緑地に分けた。

## 2) 緑地分布と変化

明治45年、昭和25年、昭和45年、平成2年における緑地分布の推移を口絵(7ページ)に示す。

それぞれの期間における緑地の増減を図化した。例として戦後(昭和25年)から高度成長期(昭和45年)までと高度成長期から平成2年までの場合を示す。

明治45年以降の緑地メッシュ図を作成した結果、東京都の都市域の拡大に伴う緑地の変化が示された。メッシュ法というラスターデータにより緑地分布が単純化され全域の傾向がはっきりわかり、広域で長い時間の変化を視覚的に理解するのに役立つ地理情報である。

## (3) 東京都心の熱環境

建物や道路などがコンクリートで固められた大都会は、夏はより暑く感じられ、樹木が多い公園や緑地では涼しく感じられる。土地被覆状況と温度との関係について、商工業地、住宅、空き地の中では、緑地と水面は夏の酷暑を和らげることが知られている。これについて衛星画像とGISを組み合わせて、東京ドームを中心に14.5km×14.5kmの範囲について分析した調査結果を説明する。冬期データとして1月、夏期データとして8月を使い、パソコンと簡易画像処理ソフトで解析した。

### 1) 緑地地図の作成方法

緑地と水面は地表温度に影響すると想定して、その所在地、形、面積を国土地理院の1万分の1地形図を使いGISソフトにより測定した。温度分布画像の作成のために衛星画像と地形図との位置を調整した。はっきりと識別できる地上基準点を数点さがして、画像と地図との位置合わせを行う。そのうえで、衛星画像から温度データの画像を作り、その位置ごとの温度を記録した。

### 2) クールアイランドの判定

夏期のデータから温度の低い島状の部分を見つけ、その部分を拡大して、3次元立体図を作成した。次にクールアイランドに関わる緑地と水面の面積と温度低下との関係を求めた(口絵(6ページ))。画像データから都心ではヒートアイランドよりクールアイランドが明瞭に現れることがわかった。

気温低下を生じる涼源面積は5ha程度が必要である。その場合、水面で7℃、緑地で5℃、緑地が散在する場

合で3℃の低下がみられた。冷源面積が3ha以下になると温度低下はばらつき温度低下は明瞭ではなくなる。

この調査では、ベクターデータで作られた都市地図と、衛星画像のラスターデータとを合わせて、温度分布と地表の水面や緑地との関係を明らかにした。リモートセンシングデータによる都市の熱環境の分析にGISを組み合わせた例である。

## 7 防災に関するGISの応用

森林にかかわる自然災害として地滑り、土石流、洪水など土砂と水とによる災害が日本では多く、いたるところで潜在的な危険性が潜んでいる。また、台風による森林被害も頻繁に生じている。これらの自然災害を防ぎ、被害を最小に食い止めるには発生の状況を把握し、発生の予知と災害対策が必要である。この分野へのGISの応用例として、風倒被害調査、地震災害データ、土砂災害および防災研究について説明する。

### (1) 台風による浅間山国有林の風倒被害

1982年8月長野県の北東部を襲った台風10号により、浅間山山麓に広がるカラマツ人工林は、広い範囲にわたり甚大な風倒被害を受けた。被害の程度は地形、林相、林齢により異なるので、地図上に被害をまとめた。調査は空中写真の判読と地上調査により行い、その結果からGISにより風倒被害地図を作った。その状況と地形図、林相図、林齢図とを重ね合わせて、相互の関連を明らかにした。

表 3-11 被害林分の分類と基準

| グループ名 | 被害率        | 被害形態 |
|-------|------------|------|
| I     | 大 (70%以上)  | 根倒れ木 |
| II    | 大 (70%以上)  | 傾斜木  |
| III   | 中 (70~30%) | 根倒れ木 |
| IV    | 中 (70~30%) | 傾斜木  |
| V     | 小 (30%以下)  |      |

### 1) 調査の方法

対象地は風倒被害が集中した浅間山の中腹 2,300haで、標高は1,100~1,400mまでで、大部分がカラマツ人工林であるが、老齢や若齢の天然林も混在している。地上調査の結果、被害の程度を形態により5つのグループに分類した(表3-11)。

この基準により、風倒発生の2ヵ月後に撮影された空中写真から対象全域を判読し、結果を基本図に描いた。この基本図の被害グループごとの区画線、林小班界、すべての等高線をデジタイザで測定した。被害林分および林小班がベクターデータとして入力され、等高線から地形が数値化された。

地上調査では被害グループごとに標準地調査を行い、被害形態、風倒方向、樹形、直径、樹高を調べ、立木位置図を作成した。

### 2) 調査結果

風倒被害地図、林小班別林相図、地形図とを重ね合わせて、被害程度と風倒方向、地形、林相、林齢、樹種について関連を求めた。

被害地図と対応する要因とを1枚の地図にプロットにより重ね書きした。それらの重ね合わせ地図は、被害程度と地形、林齢などの関係を明らかにした。

この風倒被害調査で用いられた方法は、地図データの入力をデジタイザで行い、重ね合わせはプロットで紙面に重ね書きして判読するという、GISの初期のものである。多くの手間と長い時間を要したが、その反面、調査の方法、入力、出力、重ね合わせのあらゆる過程について、調査者が考え、データを確認し、理解を深めながら

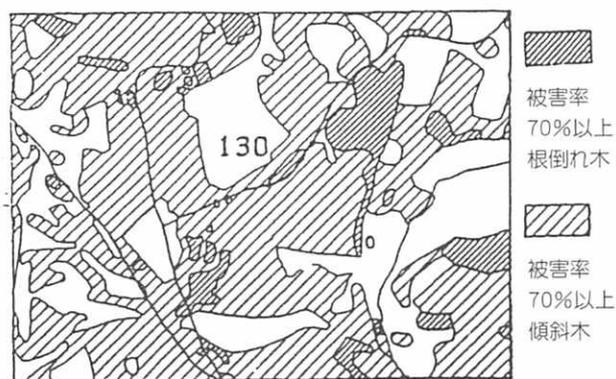


図 3-28 風倒被害図 (1982年台風10号、浅間山国有林) (木平, 1984)

実行できたという長所があった。台風により生じた大規模な風倒被害の実情を地理情報としてまとめた事例である（図3-28）。

## （2） 阪神・淡路大震災の被害データの作成

1995年神戸で起こった大震災は、家屋の倒壊被害と多くの人的被害を伴った。被害の深刻さとともに、都市における膨大で複雑な情報の処理について課題を残した。瓦礫、交通・通信や水道施設などの破壊、避難仮設建物などの所在状況の地図作成と活用において、GISの応用が試みられた。

### 1） 被害直後に作られた被害地図

災害の発生直後から神戸大学、京都大学防災研究所、奈良大学、都市計画学会、建築学会、地理情報システム学会、被害自治体などの機関は緊急調査を行い、さまざまな被害地図を作成した（図3-29）。それぞれの調査方法と使われた資料は異なるが、共通した所は災害の所在地と状況が地理データとして地図に描かれ、数値データベース化されたことである。

作成された地図は、犠牲者の被災位置、道路上の瓦礫の分布と、1ヵ月後、3ヵ月後、6ヵ月後の瓦礫撤去状況、家屋倒壊の分布、仮設建物の分布、避難所と避難エリア、水道配水管網と破損箇所、災害延焼家屋である。

### 2） 災害データベースの利用

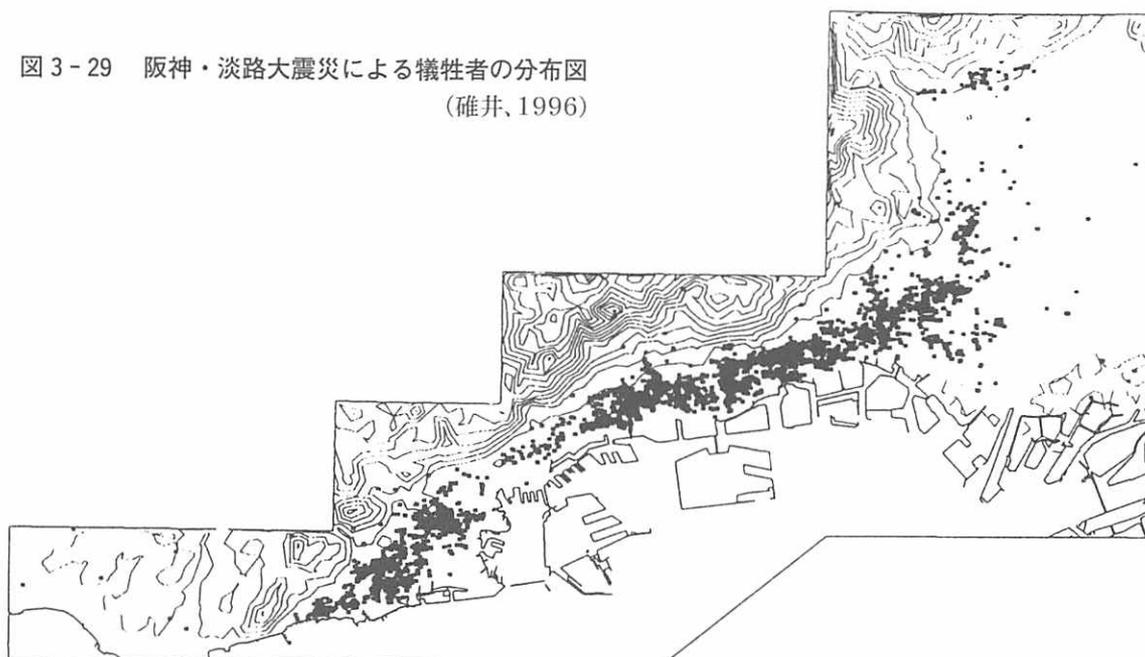
災害実態や復興状況を素早く地図化して視覚的に表現することは、災害対策の初動体制や復旧の計画策定に役立つ。さらに、災害データを分析し、今後に生じる事態を予測して対策を立て、被害を最小にするために使われる。平常時から情報を統合して、災害に強い地域づくりを目指す。このような情報体制は防災GISと呼ばれている。

例えば、家屋、固定資産管理や住民基本台帳がデータベースとして日常から整っていれば、災害時での被害把握、撤去業務、被害者確認などが迅速に行われる。災害という予想しない事態が起こったときに、それらを整理して地図に視覚化することにより対策が立つ。また、被害地域の状況は刻々と変化するので、GISはそれを管理できる。

### （3） 防災研究の手法

GISは防災研究の手法として今日相当に広く用いられている。地表の土砂、水、樹林の状態の調査結果を地図化する手段として使うだけでなく、災害発生の原因の分析や、危険性の予測など高度な解析にも応用されている。地表面で起こる災害を研究するには、地図は極めて重要な情報であるから、GISの役割は大きい。

図3-29 阪神・淡路大震災による犠牲者の分布図  
(確井, 1996)



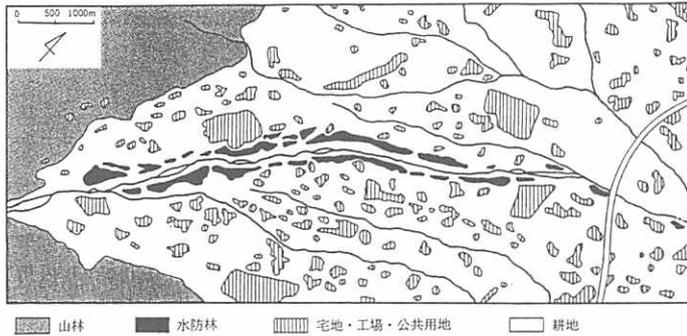


図 3-30 水害防備林と土地利用 (渡辺, 1997)

例えば河畔林のモザイク構造について、河畔林は河川に沿って成立するが、洪水により破壊されたり、位置が変わる。堆積土砂の粒径や水分環境により樹種や構造も変わる。河畔林の破壊と回復の履歴を空中写真で追い、その結果を地図化して、動態が明らかにされた。この研究でGISがどのように使われたかは明らかでないが、平面空間情報の時間的変化を明らかにする手法として、GISは有効である。

水害防備林は河川にそって樹林をもうけて、洪水を防止する伝統的な治水の方法である。氾濫流の流速を落としたり、土砂を林内に堆積させて耕地を守ることが目的で古くから用いられていたが、昭和10年代以降の河川改修などにより大幅に減少している。大戦中の食糧増産と耕地開発、都市開発などの影響をうけて消滅したり、レクリエーション園地に変化したりしている。河川ごとに具体的に、水害防備林の所在を地図上に示し、時代ごとの変化を見ると、地域の地形、河川の施設、周囲の土地利用などの社会状況の影響を読みとることができる(図3-30)。水害防備林の所在と、歴史的な変遷を研究する方法として、GISは有効な手法である。

雲仙普賢岳の噴火について、衛星データを用いて被害区域が原因ごとに区画された。火砕流によるもの、火山ガスによるもの、火山灰によるものの範囲が判明した。また、被害状況の拡大のようすが時間の変化とともに把握された。これらは分類画像により表示されたがGISによる分析は有効である(図3-31)。

洪水、土石流、侵食などによる地形変化を正確に知ることは砂防・治山、環境保全計画に欠かせない。空中写真と地形図との組み合わせにより正確な地形変化が追跡されている。山火事の発生状態の表示にもしばしば使わ

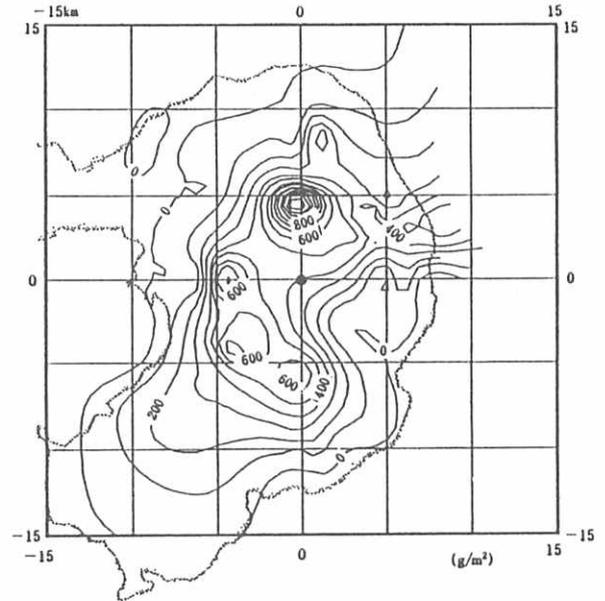


図 3-31 島原半島普賢岳の降灰分布図 (1991年8月) (松本, 1993)

れている。地表という平面現象の地図表示だけではなく、山火事の火とその高温の立体空間分布を測定し、火事の仕組みを分析するという新しい実験もGISにより行われている。

【引用文献・参考文献】(5節～7節)

- 1) 阿部初香：航空写真による横浜市の緑被率の測定と緑被率の将来変化の予測、東京農工大学卒業論文、78pp、1997
- 2) 碓井照子：防災GISと災害データベース、GISソースブック、p305-314、古今書院、1996
- 3) 木平勇吉：森林の鳥瞰図、森林航測 118、p3-9、1978
- 4) 木平勇吉：カラマツの風倒被害、長野県林業指導所技術情報、p18-20、1984
- 5) 鈴木 圭：リモートセンシングによる都市温度環境の解析、東京農工大学卒業論文、55pp、1993
- 6) Nobori Y., Hayashi K., Kumagai H., Kojima S., Lepage B. and Sweda T.: Reconstruction of a tertiary fossil forest from the Canadian High Arctic using three-dimensional computer graphics, Journal of Forest Planning, Vol.3-1 p49-54, 1997
- 7) 福岡尚武：“可視域の判定”視覚解析に関する研究、信州大学卒業論文、24pp、1981
- 8) 松本光朗：人工衛星からみた雲仙普賢岳噴火による森林被害、森林航測 169、p7-12、1993
- 9) 宮本麻子：東京都における緑地分布の推移に関する研究、東京農工大学大学院修士論文、1996
- 10) 渡辺真悟：山地斜面の日射量の推定、信州大学卒業論文、136pp、1984
- 11) 渡辺一夫：水害防備林の今日的意義、森林計画学会誌 29、p25-34、1997

# 8 森林生態に関するGISの応用

## (1) 野生動物の行動圏解析

山根ら(1994, 1996)は野生ニホンジカ、ニホンザルの行動圏を地形や植生と関連させて分析し、これらの野生動物がどのような環境の場所を行動圏として選択しているかを調べた。その基本的な処理の流れは図3-32の

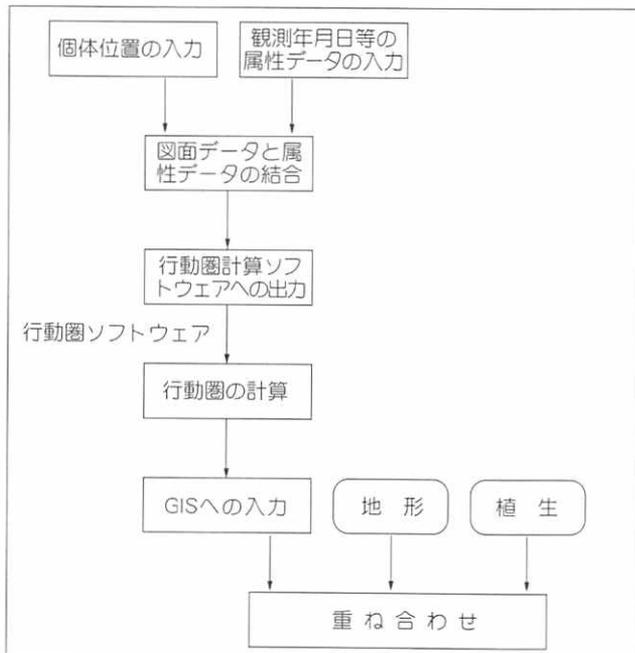


図3-32 野生動物の行動圏解析の流れ図

表3-12 若齢オスニホンジカ的环境選択の集計結果

|                        |      | 時期A  | 時期B |
|------------------------|------|------|-----|
| 行動圏サイズ (ha)            | 95%  | 11   | 18  |
|                        | 75%  | 7.3  | 10  |
|                        | コア   | 5.6  | 7   |
| 95% 行動圏内<br>ササ優占面積 (%) |      | 40.5 | 41  |
| 斜面方位 (%)               | なし   | 24   | 30  |
|                        | 西    | 0    | 47  |
|                        | 北    | 0    | 5.4 |
|                        | 東    | 55   | 0.4 |
|                        | 南    | 21   | 18  |
| 斜面傾斜階 (%)              | ~10° | 24   | 31  |
|                        | ~20° | 0.5  | 0.5 |
|                        | ~30° | 30   | 27  |
|                        | ~40° | 31   | 33  |
|                        | 40°~ | 27   | 11  |
| 備考                     |      | 分散前  | 分散後 |

(山根ら、1994)

ようになる。

ニホンジカの例では神奈川県山北町においてシカに小型発信機を付けることによって個体位置を測定した。GISにはシカの個体位置を入力するとともに、観測年月日・時刻、個体識別名からなる属性情報も入力した。これらの情報から行動圏の位置を求め、その結果から行動圏の図面を作成した。他方、地形図、植生図を入力し、行動圏のデータを地形や植生と重ね合わせた。オスジカは初め母親とともに生活するが、最初の発情を迎える時期に母親から離れていく。この過程の若オスの行動圏と植生図を重ね合わせた結果は図3-33のようになり、行動圏の空間的な配置と主要なエサ場であるスズタケが下層に優占する場所との関係が明確に示された。また、時期別の行動圏を植生と斜面特性について分類すると、表3-12のような結果となり、発情を迎える前と後でどのような環境を選択したかが示された。

ニホンザルの例では、北アルプス南部の高瀬川源流域において発信機を用いて位置を測定する方法と直接観察する方法によって観測した結果をGISに入力した。図面情報は観察地点と遊動ルートであり、属性情報は観測方法(直接観察した地点か、発信器で定位した地点か)、泊まり場(サルの群が夜休む場所)、観察状況(全群か

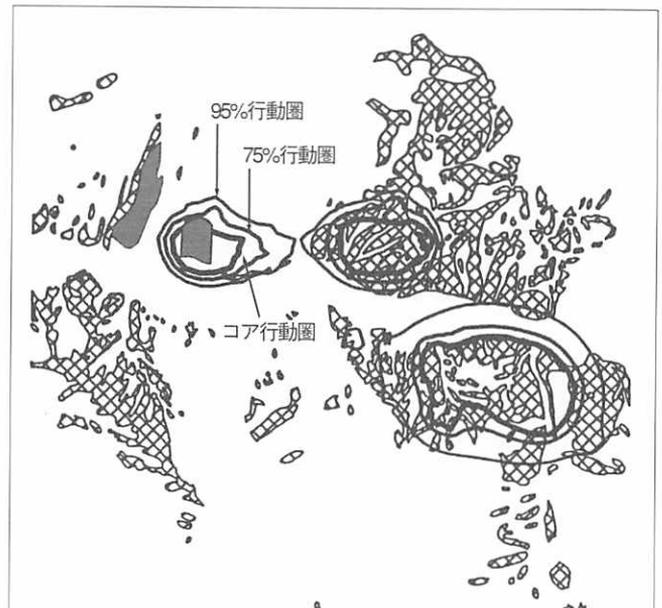


図3-33 若齢オスニホンジカの2時点の行動圏と植生図の重ね合わせ表示

格子はスズタケ優占地、濃いメッシュは伐採跡地群落。行動圏は、外側から95%、75%、コア行動圏。(山根ら、1994)

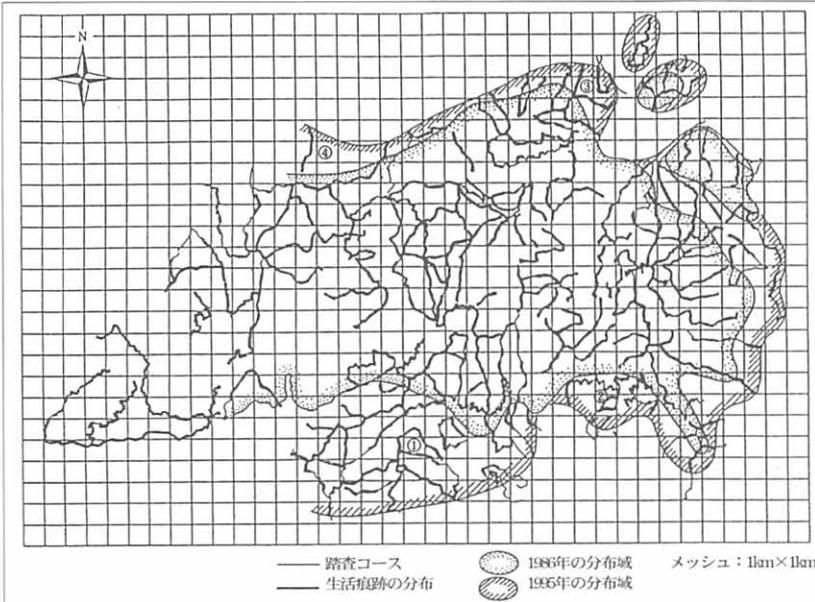


図 3-34  
ニホンジカの分布域

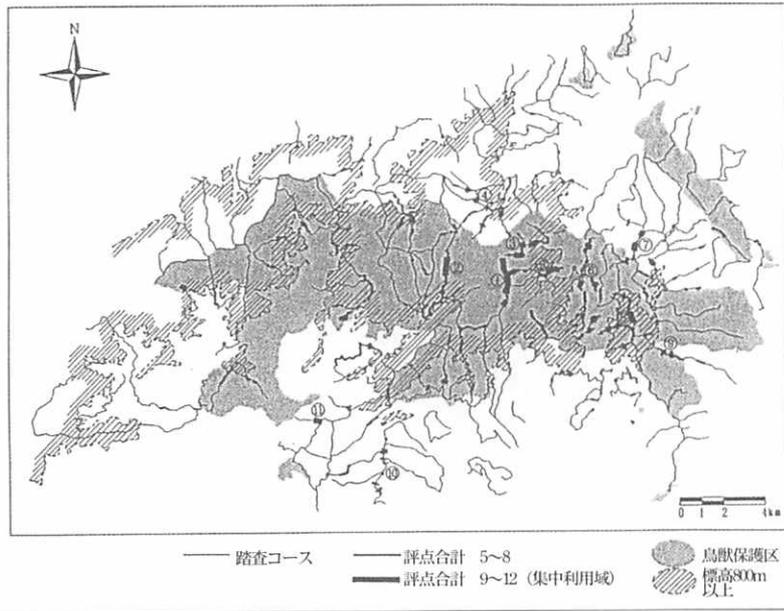


図 3-35  
ニホンジカの集中利用域

((財)神奈川県公園協会ほか, 1997)

分群か)、および観察年月日である。次に、群の確認位置、泊まり場の位置、遊動ルートから季節的行動圏を計算した。季節的行動圏と等高線図とを重ね合わせた結果、冬の行動圏が標高1600m付近の河床に小さく形成されること、春になると夏の行動圏を含む形で拡大すること、夏には2600m付近の高標高域に完全に移ること、秋になると再び冬の行動圏を含む形で行動圏が拡大することがとらえられた。

## (2) 野生動物の生息域の推定

神奈川県(1997)では、丹沢山地のほぼ全域にあたる42,700haについてシカ的生活痕跡の出現状況の調査を

行い、ニホンジカの分布域および集中利用域を明らかにした。調査は主要な尾根、登山道、林道等を踏査し、ほぼ偏りなく調査対象地域を網羅するように行った。調査項目は以下のとおりである。

- ①食痕：出現頻度により 4 段階に判定
- ②糞：出現の程度により 4 段階に判定
- ③小さい糞：出現の有無により 2 段階に判定
- ④足跡：出現の有無により 2 段階に判定
- ⑤けもの道：踏査コース上を横切る本数
- ⑥たな場：出現の有無により 2 段階に判定
- ⑦樹皮喰い跡：出現の有無により 2 段階に判定
- ⑧角こすり跡：出現の有無により 2 段階に判定

- ⑨シカの直接観察：個体の目撃の有無により2段階に判定、足音・警戒音等の有無により2段階に判定
- ⑩矮小化した植物：出現頻度により4段階に判定

これらの調査データをGISに入力して集計と図化を行った。上記の①～⑨の調査項目についての調査結果を重ね合わせることで、シカの生活痕跡の分布状況が図3-34のように示された。シカの分布域は生活痕跡を示す地点の最外郭部を連続的に結ぶことで確定した。この結果、シカの分布域が丹沢山地のほぼ全域にわたっていることが明らかになった。また、集中利用域の決定には①食痕、⑩矮小化した植物の項目を用いた。まず、それぞれの項目について0から3の4段階の評点を与えた。踏査コースの両側を調査しているため、評点を合計すると最低点は0で最高点は12となる。合計した点数が9～12となる所を特に利用度の高い区域とみなし、集中利用域とした。この分布は図3-35に示されるように丹沢山地の中央部の主稜線周辺に分布していた。この結果、集中利用域の多くが800m以上の標高域に分布していることが明らかになった。また、集中利用域と狩猟規制の配置を重ね合わせた結果、集中利用域のほとんどが鳥獣保護区内に存在していることが明らかになった。以上のことから、標高800m以上の鳥獣保護区内にニホンジカが集中的に存在することが示された。

### (3) 日本列島潜在自然植生の推定

池口・武内(1993)は気候的、土地的条件から理論的

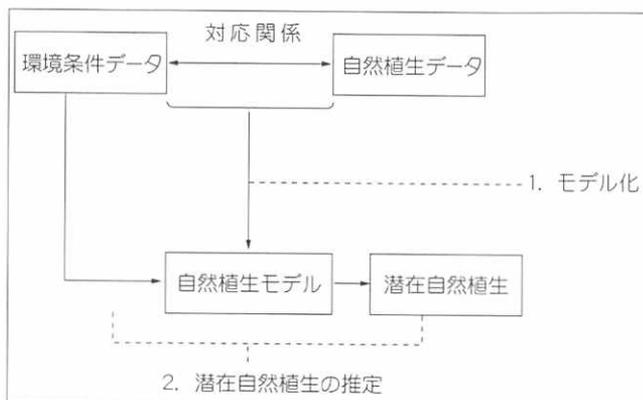


図3-36 潜在自然植生推定の流れ(口絵参照)  
(池口・武内, 1993)

に推定される潜在自然植生の推定を日本列島に対して試みた。気候的条件、土地的条件などの環境条件と残存する自然植生との対応をモデル化し、そのモデル(環境条件-自然植生モデル)から潜在自然植生を推定した。図3-36にこの過程の概念図を示す。解析に用いたデータは、現存する自然植生の分布については環境庁の全国植生データ、気候的条件については気象庁のメッシュ気候値、土地的条件については国土数値情報を利用した。全国植生データは環境庁が過去4回行った全国自然環境保全基礎調査のうち第1回から第3回までの調査結果を数値化したものである。第2回と第3回の調査地域を合わせると全国を覆っているため、ここではこれらの植生調査データを用いた。メッシュ気候値は気象庁の観測データを基に未観測地点の気候値を地形因子などを用いて多変量解析で予測したものであり、気温、降水量などの情報が整備されている。国土数値情報には国土の自然条件、経済・社会に関するデータなどの情報がある。ここでは地形分類、表層地質、土壌のデータを用いた。

環境条件-自然植生モデルの導出にあたり、現存する自然植生のメッシュを植生データから抽出し、得られた自然植生メッシュを沿岸型暖温帯植生、日本海型冷温帯植生など9つに分類した。また、環境条件としては、吉良の暖かさの指数および寒さの指数、最寒月平均気温、最暖月平均気温、寒候期降水量、標高、起伏、土壌(未熟土)、地質(石灰岩)を用いた。このモデルでは、選択可能な選択肢(自然植生)の中から1つの選択肢(自然植生)を取る確率を環境条件から推定し、その確率が最も高い植生をそのメッシュの潜在自然植生とした。モデルのパラメータは現存する自然植生のメッシュから求めた。このモデルを用いて、日本列島の潜在自然植生の推定を行った結果は口絵(8ページ)に掲げた成果が得られた。

## 9 国際協力におけるGISの応用

### (1) 災害復旧計画

日本林業技術協会(1995)は熱帯地域における林野火

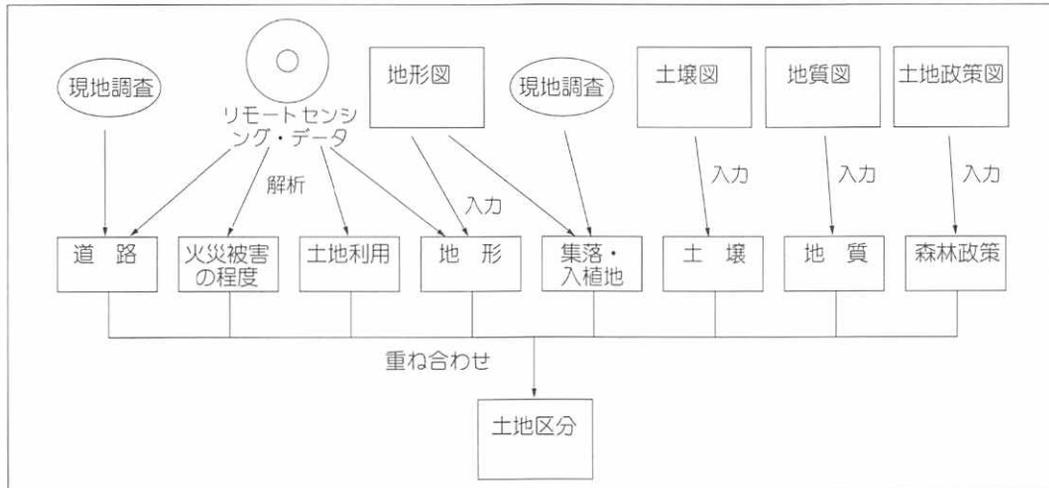


図 3-37 GIS を利用した土地区分の流れ

既存の地図、リモートセンシングデータ、現地調査から 8 種類の情報を作成し、それらを重ね合わせることで土地区分図を作成した。

災による大規模災害地に対して、災害復旧計画を作成する手法の開発を行った。対象地はインドネシアの東カリマンタン州クタイ国立公園とその周辺である。まず、リモートセンシングデータを解析することによって火災跡地を抽出した。次に、火災跡地を復旧する方法として自然復旧（天然更新）と人工復旧（人工造林）を考え、跡地をどちらの方法で復旧するかを判定を行うために土地区分を行った。さらに人工復旧すると判定された箇所について、地ごしらえ法、樹種、保育法などの造林方法の判定指針を検討した。対象域内やその周辺で火災跡地に類似した場所での人工造林の成功事例を実態調査し、これを基にして造林方法の各要素について具体的な指針を表した。

この手法では最初の土地区分のところで GIS が利用されている。この処理の基本的な流れは図 3-37 のようになる。土地区分の要因としては火災被害の程度、地形、土壌、地質、土地利用、道路、集落・入植地、森林政策の 8 種類の自然条件、社会条件を利用した。

GISへの入力は既存の地図を入力したり、リモートセンシングデータの解析結果を利用した。また、現地調査で得られた情報で修正、補足したものもある。これらの 8 つの図面を重ね合わせることで各箇所に評点をつけた。例えば、地形条件などから自然のままでは植生の復旧が見込めず土砂流出などの災害の危険がある箇所や道路に近く比較的廉価に復旧造林が図れる箇所は人工

復旧に区分されるようになっている。逆に、湿地などのため性急には商用樹種による回復が見込めず天然更新にゆだねたほうがよい箇所や、道路から遠く、人工造林するには道路の整備などで経済的負担を要する箇所は自然復旧に区分されるようになっている。総合評点によって自然復旧に期待する所、人工復旧すべき所、中間型の 3 段階に区分した。

## (2) 造林普及計画の評価

永田ら（1997）は、社会開発型 ODA 事業である東北タイ造林普及計画（REX）の成果を計る方法として、調査票調査と GIS を利用した評価方法を試みた。REX はタイ国王室林野局と JICA によって行われたもので、主な事業内容は苗木生産配布、普及、訓練、展示林造成である。苗木の樹種は地域住民の需要を反映して、約半数がユーカリで、残りはチークやビルマカリンなどの郷土樹種を中心とした。

この GIS は東北タイ村落情報システム（NETVIS）と呼ばれるものである。永田（1995）によると、この GIS はタイで行われている村落基礎データ調査の東北地方における調査結果をデータベース化し、その内容を可視化したものである。このデータには人口・世帯数などの基本的な情報に加えて、生活環境、生産環境、教育や衛生に関する状況など、社会経済的な情報が網羅されている。また、地図を作成するために必要な個々の村落の緯

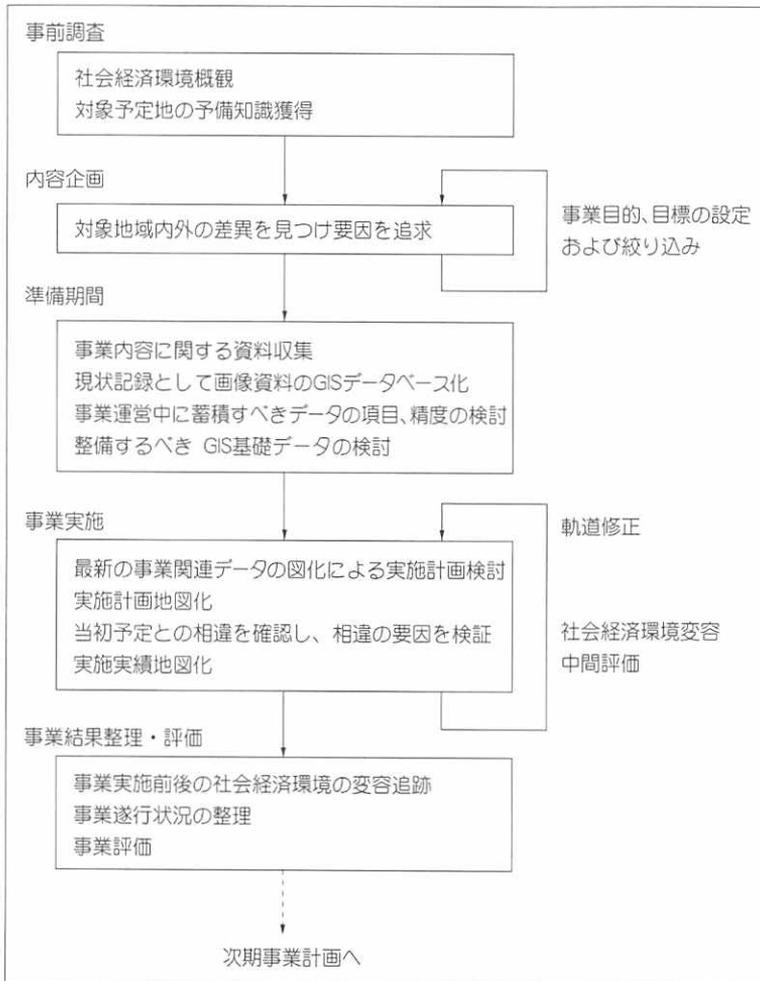


図 3-38 社会開発型 ODA の各段階における GIS の関与 (永田ら, 1997)

度経度の情報も含まれている。

他方、調査票調査では村落内におけるユーカリの造林や伐採について調査した。さらに、調査票調査のほかに、得られた資料を検証するために、タイ国王室林野局が発行した林業統計などの資料を収集した。

以上のように収集した調査票調査の結果などの資料を

NETVISで地図化した。NETVISから得られたいくつかの種類を図表を概観したり、重ね合わせたりし、仮説を立ててその仮説に沿った図表を作成した。また、必要に応じて統計処理を行った。新たな出力結果を基に再び議論を行い、新たな仮説へとフィードバックを繰り返した。その結果、造林動向や REX の実証検証および将来予測に関する結論を得た。例えば、私有地内のユーカリ造林の立地分析でキャッサバ耕作経営規模と相関性が高いが、労働力の過不足との相関性が低いことが判明した。また、REX 事業展開の立地分析で他の事業や民間部門が入りにくい、水田単作地域などの村落へ対象を徐々に移していくことが REX の役割であることを結論づけた。このような試みを基に社会開発型 ODA における GIS 活用のモデルを図 3-38 のように提案した。

【引用文献・参考文献】(8節～9節)

- 1) 池口 仁・武内和彦：数値地理情報を用いた日本列島の潜在自然植生の推定、造園雑誌、56:343-348、1993
- 2) 神奈川県公園協会・丹沢大山自然環境総合調査団企画委員会：丹沢大山自然環境総合調査報告書、635pp、神奈川県環境部、横浜、1997
- 3) 永田好克：村落データベースを基にした東北タイ村落情報システム (NETVIS) の開発、GIS -理論と応用、4(1):19-26、1996
- 4) 永田好克・河野泰之・吉田憲悟・竹田晋也：社会開発型 ODA 事業における GIS の役割 - 東北タイ造林普及計画 (REX) を例として -、GIS -理論と応用、5(1):55-62、1997
- 5) 日本林業技術協会：熱帯林災害復旧技術確立調査報告書、62pp、日本林業技術協会、東京、1995
- 6) 山根正伸・古林賢恒・永田幸志：GIS を用いた野生ニホンジカの行動圏解析手法、日林論、105:469-470、1994
- 7) 山根正伸・泉山茂之・望月敬史：高山・亜高山帯に生息するニホンザルに GIS を用いた環境選択解析、第 107 回日本林学会大会講演要旨集、302、1996

# 森林情報システムへの発展

GISは、情報を空間的に位置づけることができるデータベースであり、地形解析機能も合わせ持つシステムである。よって、GISを単なる地図管理システムとして利用するにとどまるのではなく、GISを核としたデータベースを構築し、それらのデータを処理・解析するシステムと組み合わせ、総合的な森林情報システムへと発展させていくことが必要である。

ところで、いま、森林の保全に関して求められているものは、次の5つの分野に関する技術とシステムと人材である。すなわち、①森林のモニタリング、②森林の評価、③森林の修復、④森林の予測、そして、⑤森林計画への住民参加と合意形成、である。データベース機能と解析機能を合わせ持つGISは、これら5つの分野を結びつけるものとして重要な役割を担うことになる。

ここでは、森林GISを核とした総合的な森林情報システムの構築を念頭に置いて、関連する技術分野の最近の動向を紹介する。まず、森林のモニタリングに関することとして、デジタルオルソフォト、リモートセンシング、GPSについて概略を紹介する。次に、森林評価の際の地形解析に関することとして、50mメッシュになって使いやすくなった数値地図について概略を紹介する。森林の予測に関しては、成長シミュレーションシステムのデータと互換性を持つことができる新しい森林データベースの必要性について述べる。最後に、森林GISを核とした森林情報システムのネットワーク化について展望する。

## 1 デジタルオルソフォト

森林をモニタリングする技術の1つとして空中写真が広く利用されてきた。しかし、空中写真は、レンズを通して撮影されたものであるので中心投影となっており、歪みを持っているので、そのままでは取り扱いにくい。したがって、空中写真のユーザー側での一般的な利

用方法は、写真に写っている内容や特徴を観察して地上のようすを推定するという写真判読が中心であった。

写真の歪みを補正したものをオルソフォト（正射写真）という。オルソフォトに加工してあれば距離の計測や面積計算ができるのでたいへん便利である。しかし、作成には非常に高い経費がかかるため、なかなか普及していないのが実情である。オルソフォトをデジタル化してラスタデータに変換したものは、デジタルオルソフォトと呼ばれている。それはGISに取り込めるので、



図 4-1 人工林内に侵入している広葉樹林帯の例  
 デジタルオルソフォトを写真判読しトレースしたものを GIS に入力した。三重大学附属演習林 15 林班。標高 700m 以上の所では谷に沿って、広葉樹が葉脈状に侵入していた。田中和博・川村啓一・木住野泰明・彭道黎（未発表）

背景の画像として使われることが多い。

### (1) デジタルオルソフォトを用いた崩壊地の抽出

デジタルオルソフォトを GIS に読み込むと、崩壊地の抽出と解析は、以下のように簡単に行うことができる。

まず、対象地のデジタルオルソフォトをコンピュータの画面に表示し、その上に林小班界を重ねて、崩壊地がどの林小班に属するのかを確かめる。小班の詳細な情報を知りたいときは、その小班のポリゴンをマウスでクリックすると、属性情報が画面に現れる。また、等高線呼び出し、それを表示させてもよい。

次に、崩壊地の位置と面積を計測し、その結果をデータベースに登録する。具体的には、マウスを使ってカーソルを崩壊地に沿って動かしていくことによって崩壊地のポリゴンを作成し、それを GIS に登録する。崩壊地の水平面積は自動的に計算される。

崩壊地の現場を撮影した写真があれば、それを GIS に入力しておき、必要に応じて呼び出せるようにすることもできる。

最後に、GIS の検索機能を使って、その崩壊地に関する属性情報を引き出し、それらの情報を指定した様式で出力する。出力用紙には、崩壊地の所在地、公共座標、面積のほか、所属する林小班の基本情報などが、地形図や写真とともに印刷される。

このように、デジタルオルソフォトと GIS を使うと、崩壊地抽出の作業と記録を同時併行的に行うことができる。伐採照査や林道の確認、人工林内に侵入している広葉樹林帯の抽出なども、同様の手法で行える(図 4-1)。

### (2) GIS によるデジタルオルソフォトの作成

GIS ソフトの中には、デジタルオルソフォトを作成することができる高度な機能を持つものがある(口絵(5 ページ)を参照)。あるいは、空中写真からトレースによって抜き出した伐採跡地等の図面を正射図面に変換することができる機能を持つソフトがある。したがって、都道府県の林業技術センター等に、こうした機能を備えた GIS が導入され、リモートセンシング技術と併用されるようになると、森林をモニタリングする技術が格段に向上すると予想される。

### (3) デジタルオルソフォトの普及

日本でデジタルオルソフォトを作成するとアメリカで作成した場合と比較してかなり高額な費用がかかるといわれている。ヨーロッパでは、安価な空中写真が発売されている。また、日本のあるメーカーは、最近、2 枚の空中写真からデジタルオルソフォトを小一時間で作成するシステムを開発した。こうした状況から推察すると、近い将来、デジタルオルソフォトは安価になり入手しや

すくなくて急速に普及するものと予想される。

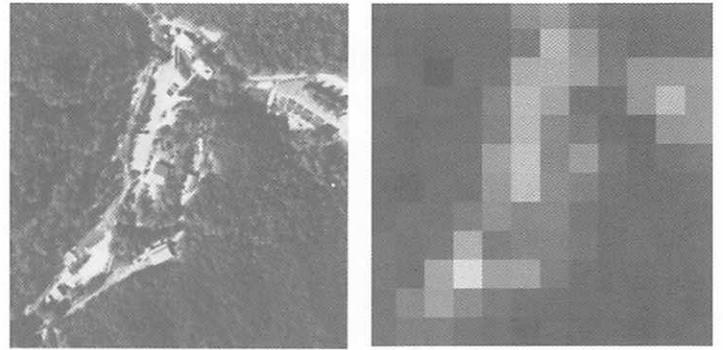
現在、空中写真は林野庁・都道府県と国土地理院によって定期的に撮影され、有償で交付されているが、デジタルオルソフォトが有償で交付されるようになる可能性もある。デジタルオルソフォトのような基礎的な情報は、国土空間データ基盤整備事業の1つとして国家事業として整備されていくことが望まれる。

## 2 リモートセンシング

リモートセンシングとは、太陽光の反射や、地上から放射される電磁波等を人工衛星等のセンサでとらえ、それらのデータを画像にしたものを処理・解析することによって、地上の資源の有無などを遠隔探査する技術のことである。海や森林などのように広い地域に分布するものの状況を一度に把握することができ、また、周期的に観測できるので、環境モニタリングには欠かせない技術である。

### (1) 向上する地上分解能

森林分野で最もよく利用されている資源探査衛星はランドサット衛星であり、1972年以来観測を続けている。



QuickBird (解像度 1m)  
シミュレーション結果

Landsat TM (解像度 30m)  
シミュレーション結果

図4-2 地上分解能の異なるリモートセンシング画像の比較  
空中写真から作成したシミュレーション画像によって解像度を比較した。(石橋, 1997)

ランドサットのセンサの地上分解能は、MSS(マルチスペクトラルスキャナ)センサが80m、TM(セマティックマップ)センサが30mである。地上分解能が30mということは、資源探査衛星のセンサが地上の30m四方の区域を一つの点(画素)としてとらえていることを意味している。したがって、地上分解能の値が小さくなるほど、細かいところまでよく見えるようになる。表4-1および図4-2に示したように、最近、地上分解能が3mあるいは1mの衛星が相次いで打ち上げられたので、今後は、空中写真の精度には及ばないものの相当細かな解析ができるようになると思われる。例えば大きな

表4-1 主な資源探査衛星の地上分解能

| 人工衛星名     | 打ち上げ国<br>または会社名 | 開始時期<br>または予定時期 | 回帰日数    | 地上分解能                        |
|-----------|-----------------|-----------------|---------|------------------------------|
| LANDSAT   | アメリカ            | 1972 ~          | 16 日    | MSS : 80 m, TM : 15 m・30 m   |
| NOAA      | アメリカ            | 1984 ~          | 毎日可     | 1.1 km                       |
| SPOT      | フランス            | 1986 ~          | 26 日    | 2.5 m・10 m・20 m              |
| MOS       | 日本              | 1987 ~          | 17 日    | 50 m                         |
| JERS-1    | 日本              | 1992 ~          | 44 日    | OPS : 18mX24m, SAR : 18mX18m |
| QuickBird | Digital Globe 社 | 2001~           | 1~3.5 日 | 0.61 m・2.44 m                |
| IKONOS    | Space Imaging 社 | 1999 ~          | 11 日    | 0.82 m・3.3 m                 |
| OrbView-3 | ORBIMAGE 社      | 2003 ~          | 2~3 日   | 1 m・4 m                      |
| EROS-A1   | キプロスImageSat社   | 2000 ~          | 2~7 日   | 1.8 m                        |

(2003.5現在の資料より)

木であれば1本1本を識別することもできるようになる。なお、軍事衛星の地上分解能は非常に高精度であって、十数センチであるといわれている。

また、最近打ち上げられた人工衛星の中には、合成開口レーダ (SAR) といって、雲や雨を透過して地上を観測することができるセンサを搭載したものもある。これは、衛星側から電磁波を送信してその反射を受信するものである。

このように、衛星リモートセンシング技術の発達は目覚ましいものであり、日本の森林のように1つ1つの区画が小さい森林に対しても応用の可能性が広がってきた。近い将来、リモートセンシングの利用は、森林モニタリングの分野においても急速に拡大するであろう。

## (2) 進む GIS との一体化

リモートセンシングの画像データはラスターデータに分類されるので、GISでリモートセンシングの画像データを取り扱うこともできる。しかし、そうするにはいくつかの前処理が必要となる。衛星から送られてくる画像データは波長域ごとに観測されたものであるので、まず最初に、利用目的に応じてそれらのデータを組み合わせる必要がある。データの組み合わせ方については、すでにいろいろな方法が提案されており、後で述べる植生指数も、そうした組み合わせ法の1つである。次に、リモートセンシングの画像データを経度緯度等の座標と対応させるための位置合わせの作業が必要になる。こうした前処理を行うには熟練を要するので、GISの技術者がこの作業を行うには少し無理がある。しかし、リモートセンシングの技術者がGISを利用する場合は、このような技術的な問題はないので、リモートセンシングの技術者は至極当たり前にGISを利用しており、リモートセンシング技術とGIS技術との一体化が急速に進んでいる。

ところで、前世紀末には地上分解能が1m以下の資源探査衛星が打ち上げられ、その画像が商業ベースで提供されるようになったが、画期的なのは、画像の歪みなどが補正され、しかも、画像を構成する1つ1つの画素(ピクセル)ごとに標高の値が付加された状態で提供されているということである。すなわち、デジタルオルソ

フォトにメッシュデータの数値標高モデル (DEM) を組み合わせたようなリモートセンシング画像が安価に提供されている。その結果、GISの技術者もリモートセンシングの画像を容易に解析できるようになり、GISとリモートセンシングとの一体化はますます進みつつある。

なお、GISでは、リモートセンシングの画像データを背景の画像として使い、その上にポリゴンを重ねて表示することが多い。

## (3) 植生指数

衛星リモートセンシングでは、衛星センサは、太陽光の反射を波長帯ごとにとらえ、その強弱を記録している。例えば、ランドサットのTMは7つの観測波長域(チャンネル)を持っている。波長別太陽光反射率は物体によって異なり、固有の分光反射パターンを持っているので、植物、土、水などを区別することができる。植生の分光反射特性は、近赤外波長帯で高く、赤色波長帯で低い反射率なので、この特性を利用して、幾つかの植生指数が提案されている。最もよく用いられる植生指数は、正規化植生指数(Normalized Difference Vegetation Index:NDVI)と呼ばれるもので、

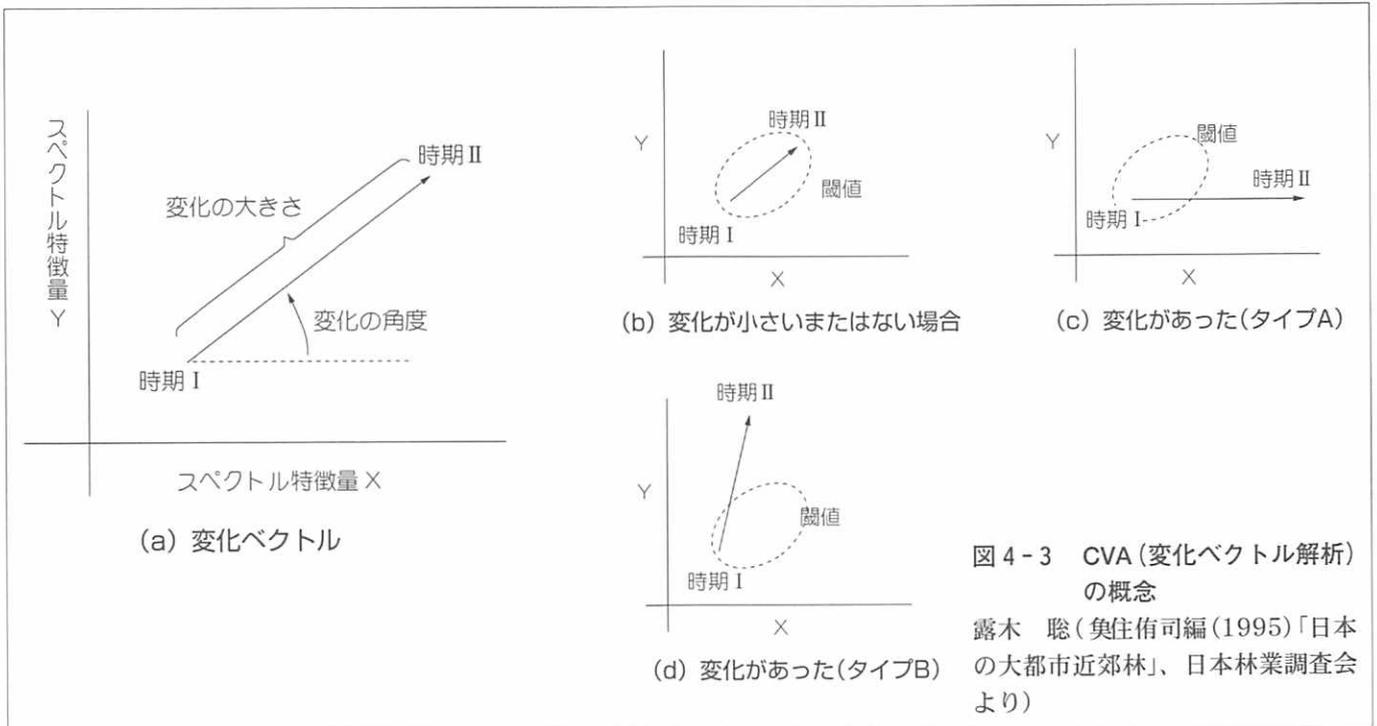
$$NDVI = \frac{\text{近赤外波長帯反射量} - \text{赤色波長帯反射量}}{\text{近赤外波長帯反射量} + \text{赤色波長帯反射量}}$$

で表される指数である。

NDVIは、緑資源が豊かなほど大きな値を取る傾向があり、植生の回復度を示す指標としても使われている。なお、植生には季節変化があるので、2時期のデータを比較する場合は、同一季節のデータを選ぶ必要がある。

## (4) CVA (変化ベクトル解析)

同一場所の異なる時期の画像を比較して、大きな変化が生じた場所を抽出する方法の1つにCVA (Change Vector Analysis:変化ベクトル解析)がある(図4-3)。この方法は、衛星リモートセンシングの画像を構成する画素(ピクセル)ごとに2つの時期の値を比較して、その変化の大きさと方向をベクトルで表現して解析する方法である。衛星リモートセンシングの画像は、撮影時期が異なると撮影条件の微妙な違いにより、たとえ対象物



それ自身にはほとんど変化がなくても、センサが受信する分光反射特性が微妙に異なり、若干異なった画像となる。この場合、衛星データを特定の地図と重ねるために行われる地理補正の影響等も含まれてくる。したがって、撮影時期の異なる画像は、大なり小なり変化しているのが普通である。これらの変化の中から、特に著しい変化をしている地点を抽出する方法がCVAである。

具体的な手法については専門書に譲るが、ランドサットのTMのデータを利用する場合は、6種類のバンドのデータを主成分分析法により第1と第2の主成分に要約して解析している。主成分分析を行うと、第1主成分にはデータの明るさを表す指標（ブライトネス）、第2主成分には植生の存在を表す指標（グリーンネス）が得られ、植生が消失すると、ブライトネスが増大し、グリーンネスが減少すること、そして、植生が回復するとその反対の傾向があることなどが知られている。なお、画像に雲がかかっている場合などは、前もって、その場所を解析対象から除外しておく必要がある。

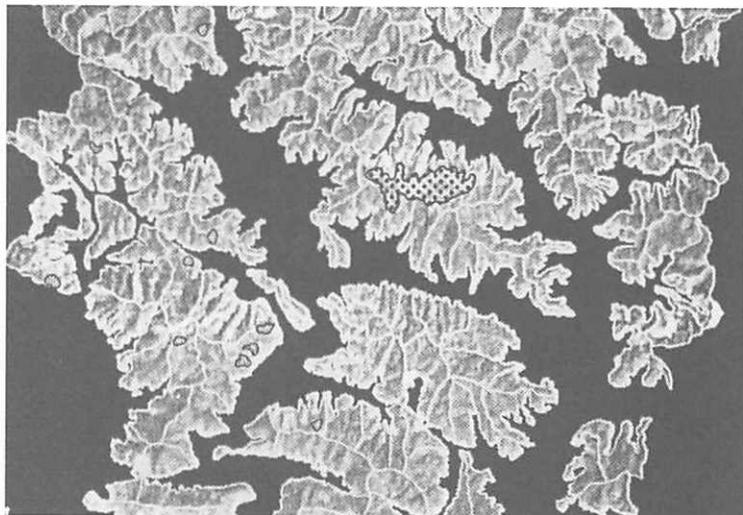
#### (5) 伐採照査への応用

リモートセンシングの解析結果は、GISで処理されることにより、さらに詳細に解析される。例えば、CVA等

の技法により森林の伐採箇所が抽出されたとしよう。リモートセンシングの技術を適用したことにより、森林の伐採箇所を示す画像を得ることはできた。しかし、個々の伐採箇所がどのような森林であったのかを知るには、さらに他の図表との突き合わせが必要になる。この突き合わせの作業は手間のかかる仕事であり、また、まちがいを起こしやすい作業であるが、GISを利用することでこれを円滑に処理することができる。さらに、GISの検索機能等を活用することにより、伐採箇所に関する統計量を林小班別に求めたり、各種の集計計算を行うことができる。口絵(8ページ)および図4-4の画像は、日本林業技術協会が岐阜県下において行った伐採照査の一例である。2年間の差のあるランドサットデータを用いて林地の転用と森林伐採を抽出した結果を示している。

このようにリモートセンシングの技術とGISの技術を組み合わせることにより、環境の変化等を能率よくモニタリングすることができる。この2つの技術の組み合わせは、リモートセンシングから見ると、GISは後処理をしてくれるものであり、GISから見ると、リモートセンシングはGISにデータを提供してくれるものである。今後、環境モニタリングの分野では、GISの地理データの変更は、主としてリモートセンシングから提供され

図4-4 2年間の差があるランドサットデータを用いた  
林地の転用と伐採の抽出(日本林業技術協会)  
細い網点は伐採箇所。粗い網点は林地転用箇所(口絵  
(8ページ)参照)



るデータに基づいて行われるようになると予想されている。

#### (6) 森林モニタリングシステム

以上見てきたように、衛星リモートセンシングの画像から、植生の消失場所を抽出したり、植生の回復度合いを調べたりする技術は、かなり定着してきた。今後、地上分解能の高い画像が得られるようになるので、衛星データを利用した環境モニタリング技術は飛躍的に発展するものと予想されている。GISは、衛星データを既存のデータと対応させるための道具として必須のものとなるであろう。

現在、衛星リモートセンシングの画像解析は、高度な技術を持つ熟練者によって行われているが、雲の画像の処理など臨機応変な対応が必要とされるため、将来とも、専門家の手によって解析が行われることになると予想される。したがって、衛星データの画像や解析結果を森林GISに取り込んでいくためには、リモートセンシングを担当する専門の部署が必要となる。森林モニタリングには、マニュアルどおりにはいかない作業が多く含まれるため、また、次々に新しい内容の仕事が発生する可能性もあるので、本庁や現場のニーズにきめ細かく対応していくためにも専門の部署の設置が必要となろう。森林モニタリングを担当する部署は、変化を抽出し、その変化の度合いに応じて意思決定を行う、あるいは、意思決定のための資料を作成する部署であるので、意思決定機関と綿密な連携が取れるような部署にすることが第

1の要件である。

都道府県の場合であれば、林業試験場あるいは林業技術センター等に衛星リモートセンシングとGISを組み合わせた森林モニタリングの部署を設置し、伐採照査や崩壊地などを定期的に観察したり、植生指数の変化とその動向を調べたりすることが必要であろう。また、予期せぬ変化が観察された場合は、現地事務所に連絡し、現場の視察や調査を行うことができる体制作りも必要である。

ところで、GISの第1の機能は、図面も処理することができるデータベースの機能であるので、データの更新体制はたいへん重要な課題である。森林GISでは、データの更新は、現地事務所での通常業務の中で行われるものと、衛星リモートセンシングの画像解析を利用した空からのモニタリングによるものとの2本立てで行われるようになるであろう。

---

## 3 GPS

---

GPS(Global Positioning System: 汎地球測位システム)は、人工衛星から電波を受信することによって現在位置を知る測位システムである。測量をはじめとして、自動車のナビゲーションシステム等にも利用されており、広範囲の分野で応用が期待されている。

### (1) 森林地帯におけるGPSの応用の可能性

GPSを行うには、最低4個の人工衛星の電波を受信しなくてはならない。しかし、GPSの電波は直進性が高く、光波とよく似た性質を持っているので、山岳地では山の地形に、林内では樹木の枝葉や幹に遮られると受信できなくなるという問題がある。GPSを森林地帯でそのまま応用することは難しいが、尾根筋や、皆伐跡地など開空度の高い地点での受信は可能なので、そこを基準点とし、光波測距儀と経緯儀とを一体化したトータルステーション等の最新の測量機器と組み合わせることにすれば、従来よりも格段と精度の高い測量結果が得られるものと期待されている。

森林GISを核とする森林情報システムの中で、GPSは次の3つの理由により、その応用の可能性が注目されている。1つは、GPSを主体とした精度の高い測量によって得られた座標を直接GISに入力して利用しているというものである。2つめは、国家森林資源調査などを多段サンプリング調査で行う場合であるが、リモートセンシングの画像や航空写真を使って地上調査の場所を選定するので、そのようにして決められた地上調査地点にGPSを利用して到達しようというものである。そして3つめは、発想を変えて、測定対象地点をGPS測量するのではなく、GPS搭載カメラのように観測者の位置をGPSで測量し、その位置情報を森林環境のモニタリングに生かそうとするものである。

## (2) 利用しやすくなる相対測位法

GPSの測位法には、大きく分けて、単独測位と相対測位がある。単独測位は1台の受信機だけを使い、現在位置を測位する方法であって、手軽な方法ではあるが、精度は低く、約100mの誤差を伴う。相対測位法は、複数の受信機を用いる方法であって、1台を既知の点に設置し、もう1台を測位したい場所に設置して、2台の受信機の観測結果を基に2台の受信機の相対的な位置関係を求めて測位する方法である。相対測位法にも幾つかの方法がある。一般的な相対測位法は、ディファレンシャルGPS(DGPS)と呼ばれるもので、既知点における既知の位置データとGPS測位データとの誤差情報を、別回線でGPS利用者に伝送し、これを補正情報として利用するもので、精度は10m以下である。最も精

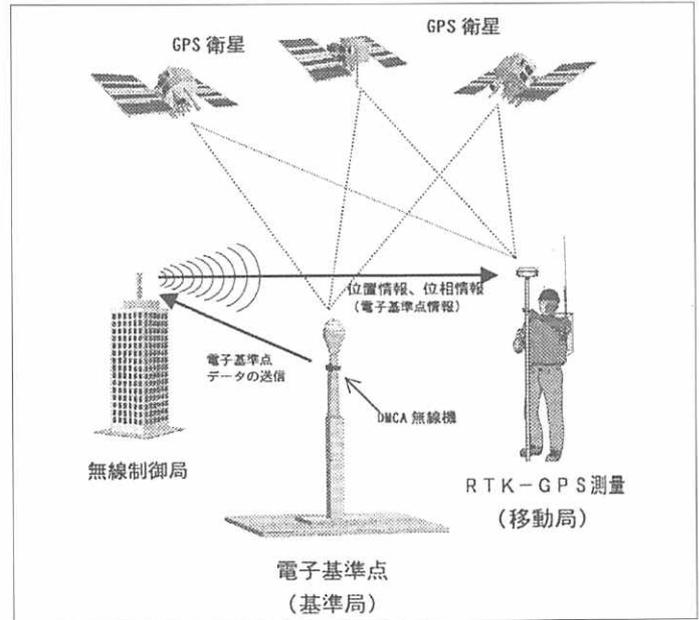


図4-5 電子基準点を利用したRTK-GPS測位の概念図  
(国土地理院の資料より)

度が高い相対測位法は、干渉測位法と呼ばれるもので、2台の受信機の受信内容をリアルタイムで比較し、電波の干渉の性質を利用して2地点間の相対的な位置関係を測位する方法であって、精度は1~2cmである。

相対測位法では、2台の受信機が必要になるが、最近、既知の固定点に設置したGPSの受信内容を電波で送信するサービスが以下で紹介するとおり相次いで始まった。このサービスを利用すれば、ユーザーは1台のGPS受信機と送られてくる電波の受信機兼解析装置を持ち歩くだけで、精度の高いGPS測位ができることになる。

まず、海上保安庁は、日本周辺海域を航行する船舶の安全航行を支援するため、海上無線航行用中波無線標識局の中波無線標識(ラジオビーコン)の電波を使ってDGPSの補正情報を送信するサービスを1997年3月27日より始めた。現在では日本全国の沿岸がカバーされている。この方法は、沿岸地域の森林調査に利用できる可能性がある。

次に、JFN(Japan FM Network)系列の全国34局のFM放送局では、FM多重放送によるDGPSサービスを、1997年5月20日より開始している。カーナビゲーションの高精度化が主目的であるが、森林調査への応用も考えられる(衛星測位情報センター、<http://www.gpex.co.jp/>)。

## 4 数値地図

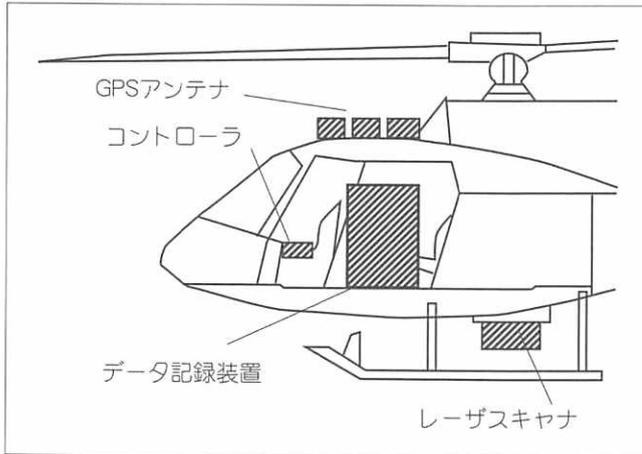


図 4-6 GPS とレーザスキャナを搭載したヘリコプターの概念図 (村上ら、1997)

一方、国土地理院は、全国約 900 箇所の電子基準点で GPS の連続観測をしているが、その受信情報を輸送トラックなどの無線通信に使われている移動無線センターの DMCA (Digital Multi-Channel Access System) を使って伝送するサービスの公開実験を平成 9 年度から平成 11 年度にかけて実施した。また、高精度の干渉相対測位法を利用したリアルタイムキネマティック GPS 測量 (RTK-GPS 測量) のデータのうち、日本全域をカバーする 645 点のデータを平成 15 年 6 月より解放しており、このデータを利用する位置情報サービス事業者を募集している (図 4-5) ((社)日本測量協会 <http://www.jsurvey.jp/data.htm>)。

### (3) GPS 搭載ヘリコプターからのレーザスキャナによる 3 次元計測

GPS を搭載したカメラが市販されている。写真の一部に撮影年月日や経度緯度等の情報が表示されるため便利である。この考えを発展させたものとして、GPS を搭載したヘリコプターから、スキャン型のノンミラーレーザ測距儀を使って地表を 3 次元計測する手法が実用化されつつある。ヘリコプターの位置を GPS で測位するとともに、レーザビームの方位角や俯角も計測し、それらの情報を地上に持ち帰り、スキャンした画像を解析するシステムである (図 4-6)。災害時の情報収集のために開発されたものであるが、森林調査にも応用できる。

国土交通省国土地理院は基本的な地図の情報をデジタル化した数値地図を作成し、日本地図センターを通して頒布している。このほかに、国土の利用状況をコード化・数値化した数値情報もある。数値地図ならびに数値情報の種類と内容は表 4-2 のとおりである。詳細については国土地理院監修、日本地図センター編集・発行の「数値地図ユーザズガイド」を、最新情報については、国土地理院あるいは日本地図センターのホームページならびにファクシミリ情報BOXサービスを参照されるとよい。なお、平成 14 年 4 月 1 日から世界測地系に対応したデータが提供されている。数値地図の価格は、CD-ROM 1 枚が 7,500 円であって、数値地図 2500 (空間データ基盤) の場合は、いくつかの市町村ごとにまとめて CD-ROM に格納されている。数値地図 25000 (地図画像) の場合は、20 万分の 1 地勢図 1 図葉に含まれる 2 万 5 千分の 1 地形図すべて (64 面相当) が 1 枚の CD-ROM に収録されており、日本全国が 75 枚の CD-ROM でカバーされている。

これらの数値地図のうち、縮尺や対象地の関係もあって、現在のところ、森林関係でよく利用されているのはメッシュの標高データである。

### (1) 数値地図 50m メッシュ (標高)

GIS の地図データは、ラスタデータとベクターデータに大きく 2 分されるが、ラスタデータに分類される特別なデータ形式としてメッシュデータがある。これは一定の間隔ごとに縦横にメッシュを切り、その交点、すなわち、格子点に目的とするデータの値を与えたものである。特に、各格子点に標高等を与えたものは数値標高モデル (DEM: Digital elevation model) または、数値地形モデル (DTM: Digital Terrain Model) と呼ばれている。DEM は、標高の値を持つ画素 (ピクセル) が所定の間隔で配列しているとみなすことができるので、ラスタデータに分類される。

国土地理院が刊行している DEM には、50m、250m、

表 4-2 数値地図・数値情報の主な種類とその概要

| 数 値 地 図                              | 概 要   |
|--------------------------------------|---|
| 数値地図 2500 (空間データ基盤)<br>CD-ROM        | GISの基礎データとして作成された大縮尺のデータで、空間データを正しい位置に配置するための骨格となる基本的なベクターデータ。このデータは、2500分の1国土基本図の図郭(東西2km、南北1.5km)ごとに分割されている。  |
| 数値地図 25000 (地図画像)<br>CD-ROM          | 国土地理院の25000分の1地形図を0.1mmのピッチで数値化した画像データ(ラスターデータ)。印刷された25000分の1地形図とほぼ同様の画像を表示することができる。1枚のCD-ROMに、原則として20万分の1地勢図1面分(25000分の1地形図64面相当)の25000分の1地形図の画像ファイルが圧縮されて格納されている。 |
| 数値地図 10000 (総合)<br>FD<br>一部地域はCD-ROM | 国土地理院の10000分の1地形図から、建物の形状、等高線、植生以外の項目を数値化したベクター形式の都市部の詳細な地図データ(首都圏、中部圏、近畿圏および県庁所在市の一部)。一般的な地図がコンピュータ上で表示できる。データはフロッピーディスク1枚に1万分の1地形図1面分が格納されている。                    |
| 数値地図 25000 (海岸線・行政区)<br>CD-ROM       | 国土地理院の25000分の1地形図から、行政区(市区町村の境界)と海岸線、主な湖岸線のみを数値化したベクター形式の地図データ。市区町村をポリゴンとして確認できるデータ。全国のデータがCD-ROM1枚に収録されている。毎年更新されている。  |
| 数値地図 50mメッシュ(標高)<br>CD-ROM           | 国土地理院の25000分の1地形図から読み取った標高データ。地表を約50m×50mのメッシュに区切り、その中心点の標高を記録している。約50m間隔の標高データ(DEM)である。全国のデータが3枚のCD-ROMに収録されている。   |
| 数値地図 250mメッシュ(標高)<br>CD-ROM          | 数値地図50mメッシュ(標高)と同様の標高データであるが、地表を約250m×250mのメッシュに区切り、その中心点の標高を記録している。約250m間隔の標高データ(DEM)である。全国のデータが1枚のCD-ROMに収録されている。   |
| 数値地図 1kmメッシュ(標高)<br>CD-ROM           | 地表を約1km×1kmのメッシュに区切り、その中心点の標高を記録している。約1km間隔の標高データ(DEM)である。全国のデータが250mメッシュのデータと一緒に1枚のCD-ROMに収録されている。このデータは、地形の起伏が明瞭なため画像表現に適している。                                    |
| 数値地図 1kmメッシュ(平均標高)<br>CD-ROM         | 数値地図250mメッシュ(標高)データより、1kmメッシュ内に含まれる標高値(4×4=16点)の平均値を記録している。約1km間隔の標高データ(DEM)である。全国のデータが250mメッシュのデータと一緒に1枚のCD-ROMに収録されている。このデータは地形モデルの解析に適している。                      |
| 数 値 情 報                              | 概 要   |
| JMCマップ(旧FDマップ)<br>CD-ROM             | 縮尺20万分の1~50万分の1程度の精度と密度のベクター形式の地図データで、行政区、道路、鉄道、河川、湖沼、海岸線等の線データ、市区町村名、役所・役場、山岳等の標記を表す点データで構成されている。全国のデータが1枚のCD-ROMに収録されている。70,000円                                  |
| 1/10細分区分土地利用データ<br>CD-ROM            | ラスター形式の土地利用データである。3次メッシュの1/10、すなわち、約100m×100mのメッシュの中の土地利用が12分類(田、畑、果樹園、その他樹木畑、森林、荒地、建物用地、幹線交通用地、その他の用地、内水池、海浜、海水域)のコードで記録されている。全国のデータがCD-ROM1枚で提供されている。             |
| 数値地図25000(地名・公共施設)<br>CD-ROM         | 国土地理院の25000分の1地形図に表示されている地名及び公共施設のデータベース。全国のデータが1枚のCD-ROMに収録されている。7,500円  |
| 国土数値情報<br>CD-ROM<br>無償ダウンロード         | 国土に関する地理的情報を数値化したもの。昭和50年代から平成2年にかけて作成された。自然的条件、基幹的施設、法規制指定等約100種類のファイルがあり、それぞれ全国について整備されている。   |
| 細密数値情報(10mメッシュ土地利用)<br>CD-ROM        | 3大都市圏(首都圏、中部圏、近畿圏)の宅地利用動向調査によって整備された10mメッシュの土地利用等のデータ。各圏5時期、全15枚のCD-ROM。各9,000円   |

FD: フロッピーディスク、参考資料: 日本地図センターのリーフレット

1km、および平均標高に関する1kmの計4種類のメッシュデータがある。いずれも2万5千分の1の地形図を基に作成されている。

付属のソフトを使うと、位置、距離、面積、傾斜、比高などの計算が行えるほか、陰影で立体感をつけた等高線図を描いたり、段彩と立体等高線図を組み合わせた表現ができる（表紙カバーの鳥瞰図を参照）。

森林関係では縮尺5000分の1の地図がよく利用されているが、50mメッシュは5000分の1の地図上では1cm間隔となる。したがって、この程度の間隔で標高値が得られるのであれば、森林関係の分野でも、いろいろな利用ができそうである。仮に、20m間隔の等高線が実務で必要であるとしよう。水平距離50mに対して垂直距離が20mとなる傾斜角は約22度であるので、角度が20度程度以下の傾斜地で利用する場合は、50mメッシュでも十分に対応できるものと思われる。

森林GISの導入に際しては、等高線のベクター化に多額の費用がかかっている。等高線のベクター化は望ましいことではあるが、本当に、早期に、必要なのだろうか。当面、森林計画図からラスター化したものあるいは国土地理院刊行の50mメッシュで代用することはできないのだろうか。森林GISの導入に際しては、十分に検討してもらいたい。数値地図25000（地図画像）はラスターデータではあるが茶色版（等高線、崖等）が含まれている。したがって、森林GISの導入目的によっては、しばらくの間は50mメッシュとラスターの等高線の併用で対応し、ベクターの等高線が刊行されるのを待つという選択肢もある。また、本章2節で紹介したように、地上分解能が1m以下の衛星リモートセンシング画像がDEM付きで市販されているのでそれを利用するという選択肢もある。ただし、森林GISを治山や林業土木の仕事に応用する場合は、やはり、最低でも縮尺5000分の1の精度の等高線が必要になる。

## （2）メッシュデータを用いた森林の機能評価

地形解析等を行うには、アナログ的な等高線よりもデジタルなメッシュのほうが使いやすいという側面がある。その理由は、メッシュデータであれば、コンピュータで使われる「配列」で演算処理がしやすいからであ

る。例えば、配列を使うと、メッシュデータから傾斜や方位を計算させたり、鳥瞰図を描くことが容易にできる。また、少し複雑なプログラムを使えば、雲がない場合の季節別の日射量を推定したり、一定の雨が降った場合の地表流の流れ方や集まり方の傾向などをシミュレーションすることができる。

森林分野では、メッシュデータ等を使って、メッシュごとに林地の潜在的な土地生産力や森林の多様な機能を推定した応用例がいくつか報告されている。この評価法は、森林が潜在的に有している能力、すなわち、ポテンシャルを評価するので、一般に、「ポテンシャル評価」と呼ばれている。森林のポテンシャルは、森林のおかれた自然条件と森林の状態そのものによって決まるので、地況要因や林況要因をデータとして数量化法によってポテンシャル評価値を求めることが多い。地況要因のうち標高、傾斜、局所地形、方位などがメッシュデータから求められる。これらの情報に、既存の表層地質図や土壌図などから読み取った情報を加えて、地況要因のデータとすることが多い。最近では、GISのバッファー機能を利用して林道や河川からの一定距離の範囲を求め、それらのデータも加味して森林の機能を評価している。

---

# 5 森林データベース

---

森林GISを核とした総合的な森林情報システムでは、GISはデータベースとして重要な役割を担うことになる。ここでは、まず、森林データベースとしての森林簿の現状を紹介し、次に、近未来の森林データベースについて構想を述べる（図4-7）。

## （1）森林簿

GISは地図情報と属性情報から構成されるが、森林GISの属性情報として、一般に利用されているのは森林簿の情報である。国有林では森林調査簿が林野庁の森林情報システムに登録されており、民有林では都道府県の森林簿が電算化されている。そこで、これらの属性情報を個々の林分に対応させていけば、森林GISを取りあ

えず立ち上げることはできる。しかし、現行の森林簿にも幾つかの問題がある。

第1の問題は、森林簿は現況を表すものであるため、それだけではGISの属性情報としては不十分であるというものである。枝打ちや間伐等の過去の施業履歴の情報も含んだ形の属性情報を整備する必要がある。

第2の問題は、森林簿に記載されている情報が現実と少しずつ乖離<sup>かいり</sup>していき、今では、奥地林など場所によっては、見過ごせない状態になっている所もあるという問題である。森林簿では、森林の現況に大きな変更がない限り森林簿は自動更新されていくが、その場合、森林蓄積等は主に林齢から推測されている。したがって、奥地林などのように手入れ不足で成長が思わしくない所では、帳簿上の値と現実の値とが徐々に食い違ってきている。森林GISを活用するためには、正しいデータが入力されていることが大前提となる。そのため、森林の現況を把握するモニタリングシステムならびに森林の成長を予測するシステムを拡充し、常に、森林簿に最新の情報が入力されるようなシステムに整備し直す必要がある。

第3の問題は、森林の区画に関する問題である。従来、森林は林小班の概念によって区画されてきた。しかし、GISの登場により各種の地形解析が行われるようになった結果、地形解析の結果を林小班界と重ね合わせて利用することが多くなっている。そのため、場所によっては、小班を細区分する必要も生じており、それに合わせて、森林簿の内容も変更する必要が生じている。例えば、いま、ある小班がGISの地形解析の結果に基づいてA、B、2つの新しい小班に分割されたとしよう。森林簿に登録してあった地利級等の属性データは、AとBを1区画とみなした場合の平均化されたデータであったので、そのままでは使えないことになる。A、Bそれぞれに新しい地利級のデータを入力しなければならない。

以上のように、現行の森林簿には改良すべき点がいくつかある。GISの導入を機に、将来の課題として、図面や画像にも対応した形の新しい森林簿について検討し、GISの機能を十分に生かすことができるような森林簿の開発に取り組む必要がある。GISの導入を、森林簿電算

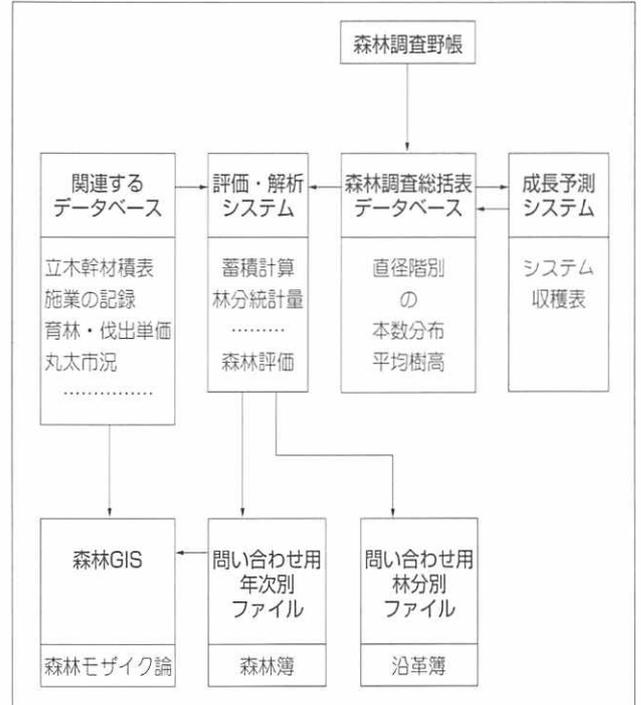


図4-7 森林資源データベースの基本設計

化の総仕上げととらえるのではなく、図面のデジタル化を含む本格的な情報化時代の幕開けであると認識しなければならない。さらに、将来の森林データベースは、以下に述べる森林モザイク論に対応できるものである必要がある。

## (2) 森林モザイク論

森林は多様性に富むので、場所ごとに林分構造や成長動向が異なる。したがって、ある地域の森林を空から眺めると、様々な森林がモザイク状に分布しているのが見える。1つの森林地域については、過去には過去の森林モザイクがあり、それが変化して、現在の森林モザイクにつながっている。そして、当然、未来の森林モザイクもある。このように、森林の場所的な分布をモザイクとしてとらえ、それを時間軸に位置づけて森林計画を考察する考え方は森林モザイク論(木平、1994)と呼ばれている。

森林GISは、森林モザイクを表現するシステムでもある。したがって、森林GISのデータベースには、過去や現在のデータばかりでなく、未来に関する予測値が入力されていても何ら差し支えはない。むしろ、現在の

森林計画に従って実行すると将来どうなるかという予測値が森林 GIS に入っていたほうが、森林環境影響評価等には都合のよいことが多いであろう。森林データベースには、成長シミュレーションの結果も入力するという視点が必要である。

### (3) システム収穫表

システム収穫表(木平、1992、1995)は、様々な状態にある林分について、様々な施業が行われた場合の将来の成長過程を、パソコンとの会話によって、自在に予測することを目的として開発されたものである。特に、丸太の長級別、径級別の利用材積を予測できることを開発目標にしている。1990年度から本格的な開発が始まり、現在、11種類のプロトタイプシステムが開発されているが、森林簿などの森林データベースと関連させたシステムの開発は今後の課題である。

ところで、システム収穫表は、丸太の利用材積の予測を基本機能として持っているので、システムに入力するデータとして、直径階別の立木本数と直径階別の平均樹高を必要とする。直径階別の立木本数と平均樹高は、森林調査の総括表として作成されるものであるので、システム収穫表に必要なデータベースは、森林調査総括表のデータベースと同じである。システム収穫表では、この点を考慮に入れて、システム収穫表の予測結果も、直径階別の立木本数と平均樹高にしている。したがって、森林調査総括表のデータベースには、森林調査結果だけではなく、将来の予測値も同じ形式で登録されることになる。結局、森林モザイク論に適した次世代森林データベースは、森林調査総括表を内包したデータベースである必要がある。そして、次世代森林データベース構想の中では、現行の形の森林簿は、新しい森林データベースから作成される問い合わせ専用の帳票として位置づけられることになる。

---

## 6 ネットワーク化

---

最近のコンピュータ技術の進展には目覚ましいものが

あり、インターネットの普及でさえ、こんなに便利なものだったとは、当初は想像もできなかった。したがって、今後の発展のようすなど皆目見当もつかないのであるが、情報ネットワークが今よりも格段に進歩していることは確かなことであろう。今、我々にできることは、ネットワーク化とは何かということの原点に立ち返って考察し、その方向性を見失わないことである。

ネットワーク化を考える場合のキーワードは、オープン、双方向、分散処理などであろう。すなわち、開示されたある一定のルールに従って、個々のコンピュータ間で情報を双方向でやり取りし、それらの情報に基づいて各々が得意な領域の処理を行い、その結果をまたネットワーク上で交換して、次の課題に取り組むという内容である。こうした基本構想に基づいて、森林 GIS のネットワーク化を考えてみよう。

### (1) GIS データのネットワーク化の特徴

個々のデータは個々の出来事(イベント)に対応したものである。基本的に必要なデータは5W1H、すなわち、いつ、どこで、だれが、何を、どういうわけで、どうした、という内容のデータである。このうち、どこでという場所情報をコンピュータが認識できる形でデータ化し、活用しようというのが GIS である。従来のデータベースでも場所情報は入力されていたが、どこどこ市町村の何丁目何番地、あるいは、何林班何小班という記述であったので、その場所の隣に何があるのかといった情報は、人間には理解できても、コンピュータには理解できなかった。GIS は、場所情報を、基本的には経度緯度で管理し、空間情報に座標を持たせることによって、コンピュータにも空間の位置関係を認識させようというものである。

現在、行政区域、街区、道路、河川、鉄道などの基本的な空間データについては、国で整備する方向で動いており、国土地理院からは数値地図 2500 (空間データ基盤) が刊行されている。このため、ユーザーは、いちいち経度緯度を認識することなく GIS を使うことができ、また、公的な基盤データの座標が共通なので、ネットワークを通して、相互にデータを交換したり、共有することができる。個々のユーザーは、国や地方自治体が整

備した空間データ基盤に、それぞれの情報を貼り付けていくことになる。

## (2) データ更新体制のネットワーク化

森林GISにおいていちばん重要なことは、必要なデータが正しく入力されており、また、最新情報に更新されているかということである。GISを導入するときは、既存の紙の地図をデジタイザやスキャナを使って数値化するマップデジタイズが必要となるが、これは、森林空間データの基盤を整備することなので、基本的には行政が取り組む仕事であろう。また、空中写真等から写真測量技術を利用して直接デジタル地図情報を取得するデジタルマッピングについても、公的な基盤データについては、国や地方自治体で整備すべき課題であろう。

森林GISの導入時点では、個々のユーザー、例えば、林野庁や地方自治体の各担当部署、森林組合、林業家は、公的に整備された森林空間データ基盤をそれぞれのGISに取り込み、そこにそれぞれの属性情報等を貼り付けていく。したがって、森林情報は、必然的に、分散的に各部署等に格納されていくことになる。つまり、最新の情報は各現場や部署に存在し、中央で持っておいたほうが有効な情報だけが、ネットワークを通して中央のGISに送られるという構造である。一般的に言って、情報は、その情報を判断し、意思決定をする機関に集中させなくてはならない。このため、各部署でどういう情報を持ち、中央でどういう情報を持つかという問題を考える場合は、各部署と中央の役割分担を明確にし、責任の所在も明確にする必要がある。しかし、森林のように非常に多様性に富み、また、地域性の高いものについては、すべての情報を1箇所に集中させても、それらの情報を一律に処理するわけにもいかず、また、それらの情報の内容を判断する人間のほうが森林の多様性についていけず、的確に対応できなくなるおそれも高いことから、中央での森林情報の一括管理は現実的ではないと考えられる。

森林GISを導入した後のデータ更新については、各部署の日常業務の中で各部署が責任を持って実行するしかないであろう。中央の役目は、変更されたデータの整合性や妥当性をチェックすることになると思われる。森

林GISのデータのうち、地図データについては、GPSやトータルステーションを使った現地測量の結果が直接GISに入力されるようになり、属性情報についても、日常業務の中で変更されていくようになるであろう。このようにして、各部署の森林GISのデータは日々書き換えられていく。

データ更新のもう1つの方法は、リモートセンシング画像の解析結果のGISへの取り込みである。しかし、リモートセンシング画像の解析には高度な技術や判断そして設備を必要とするので、個々の部署でこれを行うことは無理である。リモートセンシングの専門部署を設け、そこで、一元的に処理するのがよい。したがって、リモートセンシング関係のデータはリモートセンシングの部署に蓄積されることになり、必要に応じて、ネットワークを通して、各部署に情報を提供するという構図になる。

## (3) 中央のGISの役割

本庁などで使われる中央のGISは、現場のGISとは異なる性格を帯びることになる。中央のGISは、公的な資料の作成や検索、照会のために使われるものであり、そのデータベースの内容は十分な審査や確認を経たものでなくてはならない。そのデータ量の多さと責任の重大さという理由により、パソコン版のGISでは到底対処できないものである。データの改ざんなどの犯罪に対しても安全装置が働くシステムでなくてはならない。

中央のGISのデータ更新については、例えば、毎月1日現在あるいは毎年4月1日現在のデータを、各現場のGISから吸い上げて登録することが考えられる。もし、中央で最新の情報が必要になった場合は、ネットワークを通して現場のGISにアクセスし、そのデータを暫定データとして取り扱うことにすればよいであろう。

文書をワープロで作成することと文書を公式に管理することが異なるように、図面等をGISで作成することと、図面とその属性情報を公式に管理することとは異なる。公式に管理するのは中央のGISが担う役割である。

なお、中央のGISのデータを、定期的にCD-ROMに落としておき、配布あるいは刊行することも考えられ

る。

#### (4) クリアリングハウス

森林 GIS は、そのデータの多様性、地域性といった特徴を考慮に入れると、ネットワークを通して分散処理的にデータを整備して利用していくことになると思われる。そうでない森林 GIS は、必要なデータがなかなか入力されないばかりでなく、データ更新も頓挫するであろう。

また、森林は公益的な機能を持っているので、森林に関するデータの一部は、ネットワークを通して公開される必要がある。

森林 GIS のネットワーク化を進めるには、森林に関するデータが、どこに、どういう形であるのかを案内するシステム、すなわち、クリアリングハウスが必要になる。クリアリングハウスとは、地理情報の所在や規格、利用可能性の情報等をインターネット上で流通、検索できる情報提供組織と設備を総称したものである。森林 GIS では、非公開と公開の2種類の森林クリアリングハウスが必要になるであろう。非公開のクリアリングハウスは、主に、国、地方自治体、森林組合、第3セクター等が、森林管理の業務のために使うデータが登録されているものである。個人のプライバシーに関する情報等も取り扱われるため非公開にする。公開のクリアリングハウスは、森林に関心を持つ一般の人々を対象にしたものであって、インターネットのホームページを経由して、広く不特定多数の人が自由にアクセスできるものである。公開する情報の内容については、今後議論を深めていく必要があるが、基本的には、今までに公表されてきた報告書や図面をデジタル化したものが中心となるであろう。今後、地域の住民の環境意識の高まりから、森林の公益的な機能に対する要請も多くなり、地域の住民が森林計画に参加する機会も増えていくと予想されるが、計画を立案する関係者と地域住民との間で森林情報を共有する手段として、公開型のクリアリングハウスが果たす役割は大きい。

なお、クリアリングハウスには、地理情報の所在等が一定の書式で書かれたデータが入力されているが、このデータのことをメタデータという。

#### (5) インターネットで利用できる GIS

最近、インターネットの Web 環境で GIS を公開することができるソフトが市販された。これは、ホームページに GIS を登録しておき、インターネットを通して送られてくる不特定多数のユーザの要求に応じて、そのユーザに GIS の検索結果や GIS で作成した地図等を送信するものである。これを使うと、各ユーザはあたかも自分が所有している GIS を操作するような感覚で、地理情報を入手することができる。

例えば、ある地域の森林 GIS が、この種のソフトを使って公開されているとしよう。この地域の森林に関心がある人は、インターネットでこの GIS を呼び出す。すると、その地域の地図が表示され、同時に、画面の片隅に幾つかのボタンが表示される。ボタンを操作することによって、その地域の森林分布図や植生図などユーザの目的に応じた主題図を描くことができる。また、自然観察路などの地図も呼び出すことができ、観察目的や季節に応じた最適な自然観察路を検索することもできる、というような内容である。地域の森林資源情報や自然環境情報、あるいは、生活環境情報などは、公共性が高い情報なので、このような情報公開システムを通じて、当事者、地域住民、行政担当者が情報を共有するという時代になりつつある。

#### 【引用文献・参考文献】

- 1) 石橋弘光：高解像度リモートセンシングデータを利用した森林情報の抽出、三重大学修士論文、142pp、1997
- 2) 太田猛彦他編：森林の百科事典、丸善、826pp、1996
- 3) 高阪宏行・岡部篤行編：GIS ソースブック データ・ソフトウェア・応用事例、古今書院、365pp、1996
- 4) 木平勇吉：システム収穫表、文部省科学研究費研究成果報告書、No.02304022、東京農工大学農学部、138pp、1992
- 5) 木平勇吉：森林モザイク論、水利科学 217、p1-7、1994
- 6) 木平勇吉：システム収穫表プログラム、文部省科学研究費研究成果報告書、No.04556019、東京農工大学農学部、198pp、1995
- 7) 建設省国土地理院（監）：数値地図ユーザズガイド（第2版補訂版）、日本地図センター、512pp、1998
- 8) 佐野 真・坂本知己・土屋俊幸：GIS を利用した流域管理計画策定の試み、日本林学会誌 78、p1-9、1996
- 9) 森林総合研究所関西支所：緑資源の総合評価による最適配

- 置計画手法の解説、森林総合研究所関西支所、60pp、1995
- 10) 武内和彦・恒川篤史編：環境資源と情報システム、古今書院、219pp、1994
  - 11) 田中和博：森林の成長モデル、森林科学 3、p28-31、1991
  - 12) 田中和博：森林資源管理情報システムにおける成長予測システムの役割と課題、日本林学会論文集 106、p189-192、1995
  - 13) 田中和博：森林計画学入門 - 1996年版 -、森林計画学会出版局、192pp、1996
  - 14) 田中和博・今枝 仁・川村啓一・大内山弘美・窪田清伸・坪井知美：三重大学附属演習林における GPS の受信状況と林分構造、第 44 回日本林学会中部支部大会論文集、p23-26、1996
  - 15) 田中和博・藤田昌也・坪井知美：GPS とピッターリッヒ法を併用した森林調査法 (I) その利点と応用上の問題点、第 103 回日本林学会大会発表論文集、p119-120、1992
  - 16) 地理情報システム学会 森林計画分科会：期待される森林 GIS 像、地理情報システム学会 (京都府立大学、伊藤達夫)、51pp、1996
  - 17) 地理情報システム学会 用語・教育分科会編：地理情報科学用語集、地理情報システム学会 (長岡造形大学、四茂野英彦)、175pp、1997
  - 18) 土屋 淳・辻 宏道：やさしい GPS 測量、日本測量協会、376pp、1991
  - 19) 露木 聡：リモートセンシングと流域管理、森林計画学会誌 16、p189-193、1961
  - 20) 露木 聡：森林資源調査における GPS 利用の可能性
  - ディファレンシャル GPS 測位精度の比較、森林計画学会誌 23、p45-58、1994
  - 21) 露木 聡：消えゆく都市近郊林 - リモートセンシングによるモニタリング -、日本の大都市近郊林 - 歴史と展望 -、p33-51、日本林業調査会、1995
  - 22) 日本測地学会：新訂版 GPS 人工衛星による精密測位システム、日本測量協会、272pp、1989
  - 23) 日本リモートセンシング研究会編：リモートセンシング用語辞典、共立出版、321pp、1989
  - 24) 日本リモートセンシング研究会編：図解リモートセンシング、日本測量協会、308pp、1992
  - 25) 向井幸男：最近の商業用リモートセンシング衛星の動向、森林航測 179、p18-21、1996
  - 26) 村井俊治：リモートセンシングデータと地形モデルを利用した洪水流出モデルの開発、森林計画学会誌 17、p113-120、1991
  - 27) 村上広史・筒井俊洋・柴田 拓・岩浪英二：ヘリコプター搭載レーザスキャナの 3 次元計測精度、写真測量とリモートセンシング 36 (3)、p58-61、1997
  - 28) 矢口 彰：GPS 測量時代の基準点 - 電子基準点網の整備 -、森林航測 180、p11-14、1996
  - 29) 渡辺 宏：新森林航測テキストブック、日本林業技術協会、258pp、1980
  - 30) 渡辺 宏：GIS とリモートセンシング技術の組み合わせ、林業技術 658、p28-31、1997
- その他に、関係機関のホームページと取材先で入手した見聞内容や配付資料等を参考にした。



# 森林GISの導入と運用

最近GISのソフトが充実してきているので、森林計画図等の図面をコンピュータに記憶させ森林簿等の属性情報と関連づけをして情報検索等に利用することは、それほど難しいことではない。十分な予算があれば実行可能なことである。しかし、それだけでは森林GISが導入されたとは言いがたい。ある時点の情報しか入力されていない森林GISは、情報の内容が古くなるにつれて、やがてほとんど利用されなくなるであろう。森林GISは一種のデータベースであるので、常に最新のデータが入力され、データベースの内容が定期的に更新されていくようなシステムを構築する必要がある。そのためには、各職場の仕事の内容や流れを見直して高度情報化時代に適したものに変更するとともに、システムの運用体制の確立や人材の育成も図らねばならない。

## 1 導入時の問題点

一般的にいつて、システムの導入や設計に際しては、だれが、何を、どのように利用するためのシステムなのかを明確にし、フローチャートに表すことが基本となる。したがって、関係する分野や職場の専門家がプロジェクトチームを組み、徹底的に議論をして、細部にわたるまで、データの流れや解析・処理方法を確認しておく必要がある。しかし、森林GISに関しては、表5-1に示すように、主な問題が5つあり、システムの導入を難しくしている。

実際のところ、GISの有用性や応用の可能性を十分理解できていない段階で、森林GISの導入を検討せざるをえないというのが大方の現状である。その結果、ともすれば、取りあえずの対応として、現行の作業をコンピュータで処理するだけのシステムを構築してしまうお

それがある。つまり、森林計画図などの図面情報と、森林簿などの属性情報をデータ入力し、それらのデータをコンピュータの中で関連づけて、検索できるようにしたシステムを構築するだけで終わってしまうという心配がある。そのようにして導入された森林GISは、一般に、新しく発生したデータを入力する体制が整備されていないことが多いので、やがて最新情報が入力されなくなり、ほとんど利用されないことになりかねない。また、そのような森林GISでは、GISの高度な地形解析機能や空間解析機能もほとんど利用されず、また、属性情報についても、複数の帳票を関連づけて解析することができるリレーショナルデータベース機能を有効に利用することはないであろう。したがって、森林GISの導入にあたっては、GISの機能をよく理解し、できれば、パソコン版のGISソフトを試験的に導入して試行を重ねることによって、導入検討委員会のメンバー全員がGISの機能や応用の可能性を納得したうえで、それぞれの職場に適した森林GISを検討するのがよいと考える。

表 5-1 森林 GIS 導入時の主な問題点

| 主な問題点                            | 内 容   |
|----------------------------------|---|
| 〔問題点 1〕 GISの高い汎用性に由来する問題         | 一般のGISには様々な機能が備わっているので、それらの機能の中から森林管理でよく使われるものを選び、森林GIS用に手直しをして使いやすいソフトにする必要がある。そのためには、まず、森林管理の専門家がGISの基本機能を理解し、そのうえで、ユーザーとしての要望をソフトの開発者であるシステムエンジニアに提示しなければならない。   |
| 〔問題点 2〕 GISの多様な機能に関する問題          | GISには、データベース機能と地形解析機能という2つの側面があり、それがシステムの設計をわかりにくいものになっている。GISの地形解析機能が森林管理にどのように利用できるかについては、まだ、あまりよく知られていないのが現状であり、この機能の利用については、ユーザーの側から要望を提示することが難しい。  |
| 〔問題点 3〕 GISを主にデータベースとして利用する場合の問題 | 現場では、森林GISはデータベースとして利用されることが多い。すなわち、図面や帳票の管理、各種の問い合わせに対応した検索、そして、業務に必要な各種の集計計算である。しかし、森林・林業関係の多くの職場では、データの入出力を日常業務の中で行うことになる本格的なデータベースの導入はおそらく未経験のことである。データベースの導入は、それ自体が事務処理に関して、大幅な改革を伴うものであるため、森林GISの導入に際しては、GISの導入とデータベースの構築という2つの作業を同時並行的に行わなくてはならない。 |
| 〔問題点 4〕 森林の境界や境界測量の際の縄伸び等に関する問題  | GISの導入に際しては、個々の森林の区画をコンピュータに入力することになるが、その区画が明確でない所も多い。その理由としては昔の図面には概略図しか描かれていないことのほか、最近では、後継者不足のために現場を知る人が少なくなっていること、森林の手入れ不足により境界が判然としなくなっていることなどが挙げられる。場合によっては、GISの導入と並行して、あるいは、将来の課題として、現地の測量や境界の確定などを行わねばならない。                                       |
| 〔問題点 5〕 多種多様なソフトが存在するという問題       | 森林GISとひとくちにいっても、実に様々な種類のソフトが開発されており、その内容や機能あるいは操作性がソフトによって異なる。あるデータ処理について、カタログには可能と書かれていてもそれが実務レベルで容易にできることなのかどうかを実際に確かめたほうがよい。また、マニュアルがわかりやすく書かれているかどうかも大切なことである。森林GISの内容や操作性は、どのソフトをベースにシステムを構築するかによって、大幅に変わってくる。                                       |

## 2 導入の目的

森林 GIS は、その目的や用途によって幾つかの種類に分類される。例えば、国や県が行政に使う森林GISと、各事務所や森林組合等が現場で使う GIS とでは、その機能や内容はおのずと違ったものになる。また、個々の林業家の森林GISは、家計簿的な性格を帯びてくる。したがって、森林 GIS に対するイメージは、その人その人の立場によって少しずつ異なっており、そのことが森林 GIS の導入に際して思わぬ失敗を招く。つまり、イメージばかりが先行し、こんなはずではなかったと後悔することがある。森林GISの導入目的を明らかにし、何

をどこまで、どのように利用しようとしているのかを、はっきりさせておくことが肝心である。すべての機能を備えた森林 GIS を導入することは理想ではあるが、予算上の制約もあるので、どの部門から導入していくのか、あるいは、どの部門がいちばん必要としているのかを見定めなくてはならない。

森林 GIS 導入の目的としては、次の 6 つの事がらが重要である。

### (1) 森林情報のデジタル化

まず第 1 の目的は、森林情報のデジタル化にある。紙の上に書かれていた帳票や図面等の森林情報をコンピュータで管理するためには、それらの情報を数値情報に変換してコンピュータが認識できるようにしなければ

ならない。こうした作業をデジタル化という。コンピュータネットワークを通して情報のやり取りをする高度情報化時代に対応するためには、森林に関する情報も早急にデジタル化する必要がある。ところで、一般に、森林情報は図面を伴うものであるので、森林情報のデジタル化は森林 GIS の導入と実質的には同じことであると考えてよい。

森林情報のデジタル化には、大きく分けて、狭い意味でのデジタル化と広い意味でのデジタル化の2種類がある。狭い意味でのデジタル化とは、現在、我々が進めようとしている森林 GIS であって、現在使用している図面をベクター化して、各ポリゴン等に森林簿等の属性情報を貼り付けるものである。広い意味でのデジタル化とは、森林に関するあらゆる情報をデジタル化し、それらの情報を GIS を使って検索できるようにすることである。

後者の場合のデジタル化は情報の保存と検索を主目的とするものであるので、必ずしもベクター化する必要はなく、当面は、まず、ラスター形式でデジタル化しておき、必要に応じてベクター化を進めていけばよい。ラスター形式のデジタル化は技術的には難しいものではなく、原理的には、デジタルカメラで撮影した画像をパソコンを使って編集・保存する電子アルバムと同じである。ラスター形式による森林情報のデジタル化の参考例としては、三重大学生物資源学部山地保全学教室と林業土木コンサルタンツ前橋支所が共同で作成した「足尾の森林—破壊と回復の歴史—」というCD-ROMがある。これは足尾の森林に関して集められたあらゆる情報を1枚のCD-ROMに納めたものである。

## (2) 林業地理情報の記録

導入の第2の目的は、今までに知識や経験として蓄えられてきた膨大な量の林業地理情報を、今のうちに、きちんとした形で記録に残すことにある。どこにどんな山があって、あそこは育ちがいいとか悪いとかといった林業地理情報は、林業労働者の知識や経験として彼らの頭の中に蓄積されていることが多い。林業労働者の高齢化と後継者不足という現状を考えると、それらの情報を今のうちにきちんと整理してデータベースにしておかな

いと、やがて消失してしまうおそれがある。試験研究機関や現場に早急に森林 GIS を導入する必要がある。

## (3) 森林組合等による森林資源情報の管理

森林組合の広域合併が行われた結果、森林組合の職員であっても、どこにどんな森林があるのかが把握できなくなっている。加えて、林業従事者の減少などにより、山のことがわかる人が少なくなっており、いろいろな問い合わせが森林組合等に寄せられるようになってきている。こうした問い合わせに対し、迅速に対応し、それに伴う事務処理を効率化するために、各森林組合等に森林 GIS を導入する必要がある。また、これに併せて、森林 GIS のオペレータを早期に養成し、データの入出力や更新を自分たちで処理できるようにする必要がある。

## (4) GIS を核とした次世代型森林簿の構築

地域の森林資源情報を表すものとして、現在、最も利用されているものは、森林簿である。したがって、森林簿のデータを、森林 GIS の属性データとして入力する事例が多く見受けられる。しかし、現在使われている森林簿にも、第IV章で述べたように、いくつかの問題がある。まず、第1の問題は、森林簿は現況を表すものであるため、これだけでは GIS の属性情報としては不十分であるという問題である。過去の施業履歴等の情報も属性情報として GIS に入力する必要がある。第2の問題は、森林簿に記載してある情報が現実と少しづつ乖離<sup>かいり</sup>していき、今では見過ごせない状態になっている所もあるという問題である。例えば、帳簿上は、ここにこれだけの人工林があるとされている所が、実際には不成績造林地で成長が思わしくないということもしばしば見受けられるようになってきている。

森林 GIS を活用するためには、森林現況の変化に伴い、最新のデータが入力されていくシステムにしなければならない。森林 GIS の導入を契機として、従来の森林簿を見直し、GISの属性情報として利用されることを主目的とした次世代型の森林簿を早急に構築し、森林簿のデータを絶えず更新していくシステムを作る必要がある。

### (5) リモートセンシング画像の活用

森林の現況調査には、多大の経費と時間、そして労力がかかる。そこで、代替手段として、リモートセンシングの画像を解析することによって森林情報を収集することが考えられている。リモートセンシングについては、最近、解像度が数メートルの画像が得られるようになったので、今後、この分野の研究が飛躍的に進歩することが予想されている。したがって、リモートセンシング等のモニタリング技術によって収集された画像情報を有効に利用していくための道具として、森林 GIS の導入は必要である。また、これに伴い、森林 GIS とリモートセンシングの両方に精通した専門技術者を都道府県などの研究機関で早急に養成する必要がある。

### (6) 自然環境データの整備

地域の住民が森林 GIS に期待するものは、林業に関するデータだけではない。森林は公益的な機能を持っているので、地域住民は、自分たちの生活や暮らしを豊かにしてくれる存在としての森林にも強い関心を持っている。水源林の維持管理や、秩序ある土地利用のために、森林 GIS が利用されることを望んでいる。今後、地域の自然環境データの整備に対して需要が高まることが予想されるので、そのためのデータベースとして森林 GIS の導入は必要である。

---

## 3 データの更新と管理

---

森林 GIS は地図付きのデータベースであるから、データの更新はたいへん重要な問題である。データの更新が日常業務の中でできるかどうか、森林 GIS の成否の鍵を握ると言っても決して過言ではない。

一般的に言って、データベースは日常業務の中でデータが絶えず更新されていてこそ初めてその本来の役割を果たす。データベースが成功している身近な例としては、交通機関等の座席予約システム、コンビニエンスストア等の POS システム、図書館などの蔵書貸し出しシステムなどがあるが、いずれの場合も、日常業務の窓口

で次々とデータが更新されるシステムになっている。一方、データの更新体制が不備な場合は、最新のデータが入力されなくなり、データベースとしての機能を失い、そのうちだれも利用しなくなる。

森林 GIS の導入に際しては、だれがデータの更新をするのかを決めておくことは、ある意味ではいちばん大切なことである。データ入力を外注に出すという方法もあるが、初期のデータを整備する場合はともかく、日常業務では望ましいことではない。なぜなら、日常業務のほかに、データ入力を外注化するための資料を作成するという二度手間作業になるからである。また、自分たち自身でデータを入力していると、いろいろと気がつくことが必ずあり、そうした経験を通じてシステムが改良されていくという利点もある。

以上の理由により、森林 GIS のデータ更新は、できるだけ現場に近い職場で、職員自らが行うのがよいと考えられている。その日の出来事は、一両日中に処理できるような体制を整備することが望ましい。現場サイドで更新されたデータは仮登録され、別に組織された審査部門でチェックを受けた後、本登録されるようなシステムがよい。このようなデータ更新システムの下で、現場の森林 GIS のデータは日々更新されていくことになる。なお、現場で使われる森林 GIS は、操作性や維持管理の容易性等の理由により、パソコン版の GIS がよい。また、市販の表計算ソフトやデータベースソフトとデータの互換性があり、その操作も基本的なところは共通していて容易であることが重要である。

一方、国や都道府県の本庁などで使われる中央の GIS は、現場の GIS とは異なるものとなる。第 IV 章の第 6 節でも述べたように、中央の GIS は、公的な資料の作成や検索、照会のために使われることが多いので、そのデータベースの内容は必ずしも最新の情報である必要はない。定期的に更新されるものでよい。成長に伴う森林の変化の遅さを考慮に入れると、毎月 1 日現在、あるいは、毎年 4 月 1 日現在のデータを、現場の GIS から吸い上げて更新する方法で十分であろう。この作業は決まりきった内容なので、外注化してもよいと考える。なお、中央の GIS は、システム運用の安全管理のことを考えると、ワークステーション版あるいはネットワーク

対応型パソコン版の GIS がよい。また、情報化時代といわれながらもコンピュータのネットワーク化がなかなか進まない現状を考えると、定期的に更新したデータを CD-ROM に保存し、各部署に配布するのも 1 つの手であると考え。CD-ROM であれば、不注意によってデータが書き換えられるという心配がなく、取り扱いも便利である。

ところで、GIS はデータベースでありながら、地形解析機能や意思決定支援機能を兼ね備えたシステムでもある。つまり、GIS 中のデータを引き出してきて、それらのデータを解析したり加工したりすることができるシステムである。「地図付きワープロ」と例えてもよい側面を持っている。したがって、将来的には、担当の職員ひとりひとりが端末、あるいは、パソコンを持ち、GIS を利用して、様々な文書や図面を作成することになるであろう。そうした仕事の 1 つとして、データの更新が行われるようになるのが理想である。

以上述べてきたように、森林 GIS の機能を十分に利用するためには、現場を中心に GIS を配備し、そこでデータを更新するのがよい。

## 4 専門性が高い地形解析機能

GIS の 3 つの代表的な機能、すなわち、データベース機能、地形解析機能、意思決定支援機能のうち、地形解析機能は専門的な知識を必要とする機能である。GIS には、バッファリング機能、TIN 機能をはじめとして各種の地形解析機能が付加されているが、中でも高度な専門的技術や判断を必要とするのは、3次元空間を解析する場合に使われる一連の機能である。3次元空間解析機能は、鳥瞰図を描いたり、景観評価をする場合などに利用されるが、立体的に表現されている地形図の上にリモートセンシング等の画像を貼り付けたりするときなどには、解析や処理が試行錯誤的に繰り返されるので、定型処理では到底対処できないものである。一律な処理ができず操作が複雑になるので、専門家が必要となる。

すでに述べたように、今後は、衛星リモートセンシ

ング等によるモニタリングが主流になると考えられるので、衛星リモートセンシングと GIS の両方に精通した画像処理の専門家を養成することが急務である。都道府県に GIS を導入する場合は、林業技術センター等に、リモートセンシングと GIS の両方ができる専門家を少なくとも数名は配置する必要があると思われる。

データの更新について、一般の職員と画像処理の専門職員との役割分担は、次のようなものになるであろう。まず、一般の職員は、通常業務の中でデータを更新していく。主な更新内容は、属性情報の変更とポリゴン等ベクターデータの簡単な修正、測量結果の入力などである。一方、林業技術センター等に配属された GIS の専門職員の主な業務は、ある定められたプロジェクトに関連したデータ更新である。例えば、定期的なモニタリングに関わる仕事としては、衛星リモートセンシングや空中写真等の解析結果を GIS に入力する作業があり、長期的な仕事としては森林環境影響評価等に基づく新しい図面等の作成、突発的な仕事としては各種自然災害の被害状況やメカニズムの地理情報学的な解析などが挙げられる。さらに、インターネットを通しての森林情報の公開に関わるデータの更新なども、林業技術センター等に配属された専門職員の仕事であろう。

## 5 導入へのステップ

森林 GIS を導入する際の標準的なステップを示すと、次ページの表 5-2 のようになる。

### 【引用文献・参考文献】

- 1) 伊藤達夫：森林 GIS とはどのようなものか、林業技術 658、p6-9、1997
- 2) 木平勇吉：これからの森林管理と森林 GIS の役割、林業技術 658、p3-5、1997
- 3) 田島裕志：森林 GIS に関する都道府県の取り組み状況の概要、林業技術 658、p18-24、1997
- 4) 田中和博：森林資源管理情報システムにおける成長予測システムの役割と課題、日本林学会論文集 106、p189-192、1995
- 5) 田中和博：森林計画学入門 — 1996 年版一、森林計画学会出版局、192pp、1996

表5-2 森林GIS導入へのステップ

| ステップ                        | 検討内容   |
|-----------------------------|--|
| 第1段階：前準備                    | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 導入準備委員会の発足</li> <li><input type="checkbox"/> GISに関する情報収集、先進事例の視察</li> <li><input type="checkbox"/> システム概念図の作成</li> <li><input type="checkbox"/> 関係部署、関係者のリストアップ</li> <li><input type="checkbox"/> プロジェクトチームの発足<br/>(各分野から業務に精通している人を選ぶ)<br/>(GISに詳しい人は若干名でよい)</li> <li><input type="checkbox"/> GISならびにリモートセンシングの専門技術者の養成</li> </ul>                 |
| 第2段階：基本設計                   | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 導入目的、導入方針の設定と確認</li> <li><input type="checkbox"/> 関連するデータならびに図面のリストアップ</li> <li><input type="checkbox"/> システムで行う仕事の内容およびデータの流れの確認</li> <li><input type="checkbox"/> データベースの設計と確認</li> <li><input type="checkbox"/> システム構築の設計と確認</li> <li><input type="checkbox"/> データ更新に関する役割分担の取り決めと確認</li> <li><input type="checkbox"/> システム導入事業全体計画の作成</li> </ul> |
| 第3段階：試験運用                   | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> パソコン版GISの導入</li> <li><input type="checkbox"/> モデル地区の選定</li> <li><input type="checkbox"/> モデル地区の基本データの入力</li> <li><input type="checkbox"/> GISの諸機能ならびに操作性の試験</li> <li><input type="checkbox"/> GISを用いた解析内容の検討</li> <li><input type="checkbox"/> 基本設計の見直し</li> <li><input type="checkbox"/> 全体計画の修正</li> </ul>   |
| 第4段階：詳細設計                   | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> データの流れの最終チェック</li> <li><input type="checkbox"/> 役割分担の確認と要員の確保</li> </ul>   |
| 第5段階：初期データの作成               | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 本システムの導入</li> <li><input type="checkbox"/> 森林簿など各種属性データの電子化</li> <li><input type="checkbox"/> 森林計画図など各種図面のデジタル化</li> <li><input type="checkbox"/> 本システムの試験運用</li> <li><input type="checkbox"/> パソコン版GISとのデータ交換試験</li> <li><input type="checkbox"/> 初期データCD-ROMの作成</li> </ul>   |
| 第6段階：GISの利用体制ならびにデータ更新体制の整備 | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 利用の手引き、マニュアル等の作成</li> <li><input type="checkbox"/> 担当職員の教育と演習</li> </ul>   |
| 第7段階：通常業務実地試験               | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> システムサポート体制の確立</li> <li><input type="checkbox"/> プロジェクトチームの解散</li> <li><input type="checkbox"/> サポートチームの発足と任命</li> <li><input type="checkbox"/> システムの改良、バージョンアップ</li> </ul>   |
| 第8段階：GIS専門職員による新たな基本図面の作成   | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 簡易オルソフォトマップの作成</li> <li><input type="checkbox"/> 地形解析機能を応用した各種主題図の作成</li> </ul>  |
| 第9段階：森林GISの公開に向けての準備        | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> プロジェクトチームの発足</li> <li><input type="checkbox"/> 公開内容の検討</li> <li><input type="checkbox"/> インターネットへの接続、試験運用</li> </ul>   |
| 第10段階：森林GISの公開              |  |

6) 地理情報システム学会 森林計画分科会：期待される森林GIS像、地理情報システム学会（京都府立大学、伊藤達夫）、51pp、1996

7) 松村直人：森林GISの世界、林業技術 658、p10-12、1997

# 国土空間データ基盤整備

本章では、日本における国土空間データ基盤整備の経過、ならびに、行政組織等による整備状況について、主として1997年8月までに収集した資料を基に、2003年5月時点での修正を加え概説する。

## 1 地理情報システム学会

GISは、アメリカを中心として、1980年代の後半から急速に発達した分野であり、日本に地理情報システム学会（略称GISA）が設立されたのは1991年11月のことである。学会の目的は、地理情報システムに関わる、あらゆる理論的・応用的研究を行い、議論し、発展させていくことにある。毎年秋に研究発表大会を開催しており、「GIS—理論と応用」という学術雑誌を年2回発行している。また、ニューズレターを年4回発行している。事務局は東京都立大学都市研究所都市管理・計画研究室（TEL&FAX 0426-77-4049）に、関西支部は大阪工業大学工学部都市デザイン工学科空間デザイン研

究室内(FAX 06-6957-2131)にある。詳しくは、当学会のホームページ(<http://www.soc.nii.ac.jp/gisa2/>)を参照のこと。

日本のGIS学会が果たした社会的役割としては、特筆すべきことが2点ある。

1つは、1995年1月17日に起きた阪神・淡路大震災の復旧・復興作業に対して、関西支部が中心となってボランティア活動を行い、膨大な量のデータ処理や事務処理にGISを応用して成果を上げたことである。アメリカにはFEMA（連邦緊急管理庁）があり、GISが災害対応に利用されていることが知られていたが、阪神・淡路大震災が契機となって、防災GISの有用性と必要性が広く認識されることとなった。

もう1つは、日本もアメリカにならって国土空間データ基盤を緊急に整備する必要があるという危機意識のも

表6-1 地理情報システム学会の提言事項

|   |
|---|
| 1995年1月31日  |
| 空間データは、社会資本としての役割を果たすものであると認識し、そのうち社会基盤として重要であるものについては、その整備と流通を、国家事業として速やかに、かつ効果的に推進すること。   |
| これらの整備にかかわる法制度上、行政上、技術上の諸問題を解決するため、次のような業務を行う組織・体制を政府部内に整備されたいこと。   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 社会基盤として整えるべき空間データの種別および内容の総合調整</li> <li>2. 上記空間データの内容を表すための標準様式の制定</li> <li>3. 上記空間データの流通および利用（電子ネットワーク化を含む）にかかわる総合調整</li> <li>4. その他、社会基盤として整えるべき空間データの円滑な整備にかかわる事務</li> </ol> |

とに、1995年1月31日に、各省庁に対して、「空間データの社会基盤整備に関する提言書」を提示したことである(表6-1)。これが契機となって、政府部内には、地理情報システム関係省庁連絡会議が設置され、また、旧建設省には空間データ基盤整備委員会とGIS研究会が、旧国土庁にはGIS整備推進研究委員会が設置された。民間レベルでは、国土空間データ基盤推進協議会が設立された。1996年10月には、大阪で、「空間データ基盤整備事業とGIS」という講演会が開催されたが、その講演会の内容と関係資料をまとめた資料集が関西支部より有償で頒布されている。この資料集には、阪神・淡路大震災におけるGISの活用事例についても報告がなされている。

なお、GIS学会には分科会(SIG:Special Interest Group)があり、GISの中の様々な研究分野について、より深い議論と研究発表を行う場となっている。森林関係の分科会は下記のとおり以前は3つあったが現在は2つである。

①森林計画：代表は伊藤達夫氏(京都府立大学大学院

TEL & FAX 075-703-5635)

森林計画の分野におけるGISの応用に関する研究活動を行っている。1996年に刊行された森林GISシンポジウムの報告書「期待される森林GIS像」の中では、森林GISの現状やシステム開発に伴う諸問題が報告されている。

②Forest View：代表は斉藤馨氏(東京大学大学院) 森林の環境や景観に関する情報を整備・解析・評価し計画を作成することを支援するために、GISとCG(コンピュータグラフィックス)を応用した手法・システムの開発・運用に関する情報交換を行っていた。特に、森林景観をデジタル化したものに観測データをリンクさせ、それらの情報を国土空間データに位置づけることについて研究をしていた(活動休止中)。

③バイオリージョン：代表は田中和博(京都府立大学大学院 TEL & FAX 075-703-5629)

森林を含めた生命地域(バイオリージョン)の自然環境GISに取り組んでいる。特に、動植物の生息分布状

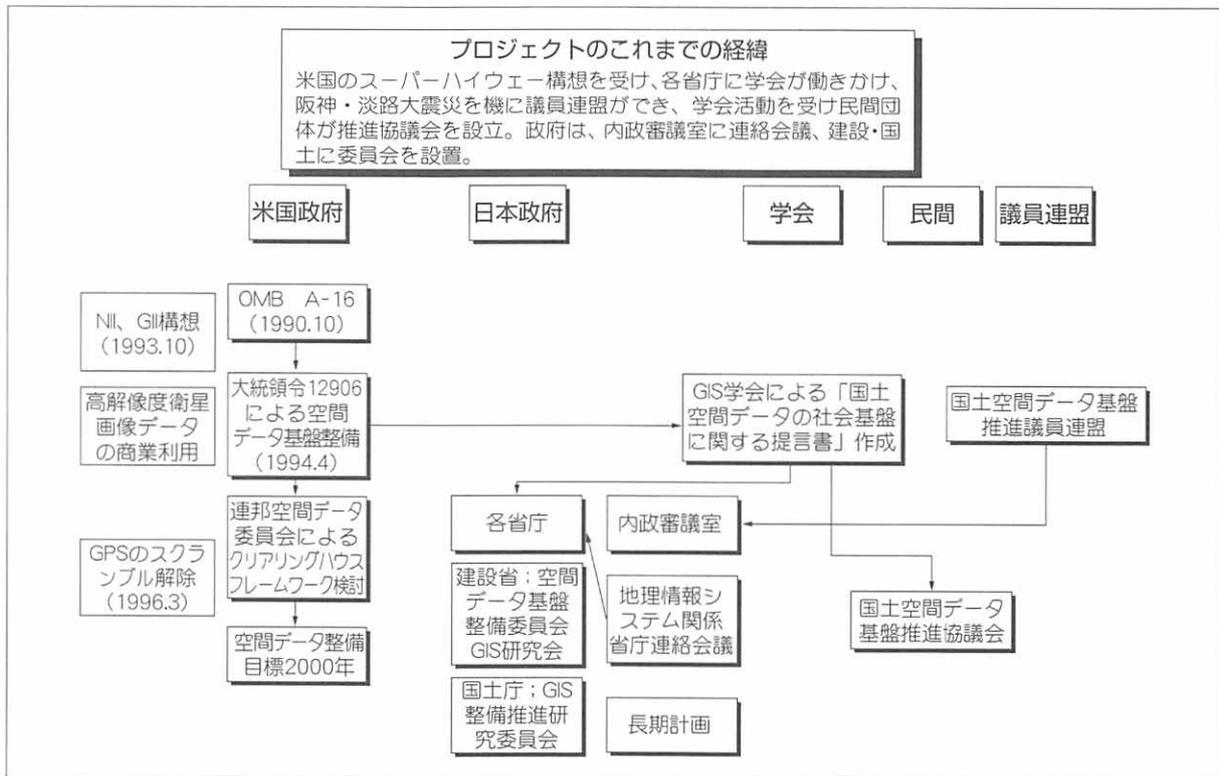


図6-1 国土空間データ基盤整備プロジェクトの経緯

今井 修 (1996)：国土空間データ基盤整備プロジェクトについて。森林GISシンポジウム「期待される森林GIS像」報告書(地理情報システム学会森林計画分科会)に加筆。

況等を GIS を利用してデータベース化する研究をしている (<http://af2.kpu.ac.jp/BioGIS.html>)。

## 2 国土空間データ基盤

高度情報化社会を構築するためには、光ファイバー網による情報通信ネットワークの整備、ならびに、位置情報をコンピュータに認識させるための空間データ基盤の整備が必要である。しかし、地図データのベクター化には多額の初期投資を必要とするので、空間データ整備の重複投資を避け、また、GISデータの相互利用を促進するために、国や地方公共団体が基本的な空間データを整備することが望ましい。アメリカのクリントン大統領は、1994年4月に、国家が全米の空間データ基盤(National Spatial Data Infrastructure)を整備すべきであるという内容の大統領行政命令を出した。これを受けて、アメリカでは、2000年を目標に、データの整備ならびにクリアリングハウスの整備を進めた。日本でも、1995年1月に、地理情報システム学会から提示された提言書が契機となって、国土空間データの基盤整備が推進されることとなった(図6-1)。

### (1) NSDIPA

日本では、1995年10月に、民間団体の国土空間データ基盤推進協議会(National Spatial Data Infrastructure Promoting Association)が設立された。これは、地理情報システム学会の提言事項の実現を、政府、自治体、各関係機関に求めるとともに、政府、地方自治体、民間における空間データ利用の共有化によって産業経済の振興を図ることを目的としたものである。参加企業は80社を超え、シンクタンク、財団法人、コンサルタント業界、ソフト業界、ハードメーカー、測量・地図業界、データ利用分野など多方面にわたる。現在、国内外の空間データ基盤整備の現状・動向調査、ならびに、国土空間データ基盤に関する広報活動を行っている。詳しくは、ホームページ(<http://www.nsdipa.gr.jp/>)を参照のこと。

### (2) OpenGIS

Open Geodata Interoperability Specification とは、異なるコンピュータ環境の間で、コミュニケーションの手段を通じて、空間情報を相互に利用するための仕様のことである。1993年にアメリカ国防総省の先端技術を民間に移転するための組織が設置され、それが母体となり、1994年に、欧米の各省庁、大学、民間企業が参加する非営利団体 OGC (OpenGIS Consortium, Inc.) が設立された。OGC は、国際標準化機構の地理情報システムに関する委員会 (ISO/TC211) など他の標準化団体と密接に連絡を取り合いながら仕様の策定を進め、また、共通仕様の検証を行っている。

## 3 国土交通省国土地理院

国土地理院の仕事のうち、森林 GIS に直接に関係するものは、GIS研究会等による空間データ基盤整備の方向付けと、数値地図等の刊行である。なお、最新の情報については、ホームページ(<http://www.gsi.go.jp/>)を参照のこと。

### (1) GIS 研究会

旧建設省(現国土交通省)は、1995年8月に、空間データ基盤の整備を全国に展開するため、省内に空間データ基盤整備委員会を設置し、また、GISの標準化を図り空間データ基盤の効率的な整備を推進し幅広い利用を促進するために、学識経験者からなるGIS研究会を、旧通商産業省(現経済産業省)の協力を得て設置した。

GIS研究会は、第1次報告を1996年2月に、第2次報告を1996年5月に発表している。

第1次報告では、空間データ基盤を効率的に整備し、だれもが利用できるようにするためには、標準化が不可欠であるとし、①空間データ基盤のメタデータの標準化、②位置参照の標準化、③GISの基本ソフトウェアの標準化が重要であると報告している。ここで、位置参照の標準化とは、町丁目の住居表示を経緯度の位置座標に置き換えるアドレス・マッチングを主な内容とする

ものである。また、空間データ基盤整備を推進するためには、クリアリングハウスの構築や、CALS（情報通信ネットワークによる生産・調達・運用支援統合情報システム）との連動、ISOの国際標準化との連携が必要であると報告している。

第2次報告は、「情報ハイウェイ時代にふさわしい社会を目指して」と題するものであり、空間データ基盤整備を21世紀初頭までにひととおり完了することを目指して、今後取り組むべき施策が述べられている。空間データ基盤の整備としては、国土地理院が都市部では2500分の1のレベル、山間部では25000分の1のレベルの空間データ基盤ならびにオルソフォトを整備し、国や地方公共団体は、施設管理者として自らが管理する施設の台帳図をデジタル化し、施設管理へのGISの導入を図ることとしている。その他としては、空間データの公開に伴う、プライバシー保護、セキュリティ確保等について検討する必要があると報告している。

## (2) 数値地図 2500 (空間データ基盤)

数値地図2500(空間データ基盤)は、GISの基礎データとして作成された大縮尺のデータである。空間データを正しい位置に配置するための骨格となる基本データとして、縮尺2500分の1の国土基本図に表示されている。当初は行政区域・海岸線、街区、道路線、道路中心線、河川中心線、鉄道、内水面、建物、基準点の9項目がベクター化されていたが、平成14年8月より世界測地系に対応したものが刊行されており、データ項目から、道路線と河川中心線が省かれた。全国の主要地域が16枚のCD-ROMに収録されている。各7,500円である。

## (3) 数値地図 25000 (地図画像)

25000分の1の地形図を0.1mmのピッチで数値化したラスターデータ(TIFF形式)である。画像データは、印刷図に用いる墨版(道路、鉄道、建物、行政界、建物記号等)、褐版(等高線、崖等)、藍版(水部、等深線等)、注記版の4種類のデータが項目別に収録されている。ただし、等高線等は、建物等がある場所では途切れているので、ベクター変換をする場合は、等高線をつなぎ合わせる補助作業が必要となる。なお、等高線のベクター化

については、国土地理院としては白紙の状態である。この数値地図は、平成11年7月に全国整備が完了したことにより平成11年10月から更新版が刊行されている。CD-ROMには20万分の1の地勢図1図葉に含まれる25000分の1の地形図のすべて(64面相当)が収録されており、日本全国が75枚のCD-ROMでカバーされている。

## (4) 地図の時代から空間データの時代へ

国土地理院は、国土基本図をはじめとして地形図、地勢図、土地利用図などの地図を刊行してきたが、空間データの時代に移行すると、縮尺の概念がなくなり、注記が属性情報に替わり、また、データ更新もそれぞれの部署で部分的に短期間ごとに繰り返行われるようになる。このような状況下における国土地理院の新しい役割については今後の課題であり、関係機関との調整が必要とされている。

---

# 4 旧国土庁

---

旧国土庁(現国土交通省)は地理情報システム整備推進研究委員会を設け、国土空間データ基盤の整備に取り組んだ。

ところで、1995年1月のGIS学会の提言を受け、同年9月に課長級の地理情報システム関係省庁連絡会議が内閣内政審議室に設置されたが、この会議は1996年9月には局長級の連絡会議となり、同年12月には国としての長期計画を決定した。

## (1) 国土空間データ基盤等に関する長期計画

関係省庁連絡会議は、1996年6月に中間取りまとめを発表し、同年12月に国土空間データ基盤の整備およびGISの普及の促進に関する長期計画を決定した。この長期計画は、基盤形成期の計画と、普及期の計画に大きく二分されていた。まず、1996年度からおおむね3年間をGIS推進の基盤形成期とし、クリアリングハウスの構築、メタデータの標準化、国土空間データ基盤の

表 6-2 主な国土数値情報

| 分類   | ファイル名             | 資料年度                      | データの種類 | 内容                               |
|------|-------------------|---------------------------|--------|----------------------------------|
| 指定区域 | 砂防指定・地すべり危険箇所メッシュ | S 52                      | メッシュ   | 100 m メッシュ                       |
| 指定区域 | 地すべり・急傾斜地崩壊危険箇所   | S 52                      | 点データ   | 所管、面積、勾配、地形、法指定地域                |
| 指定区域 | 森林・国公有地メッシュ       | H 6                       | メッシュ   | 国有地9分類、公有林、公有農牧場                 |
| 自然   | 自然地形メッシュ          | S 56                      | メッシュ   | 標高、傾斜度、山岳、谷密度、地形、地質、土壌           |
| 自然   | 気候値メッシュ           | S 28~57                   | メッシュ   | 降水量、気温、積雪                        |
| 土地関連 | 土地利用メッシュ          | S 51<br>S 62<br>H 3       | メッシュ   | 100 m メッシュで、田、畑、果樹園、森林、建物、水などに分類 |
| 国土骨格 | 行政界・海岸線           | S 60<br>H 2<br>H 7<br>H 8 | ポリゴン   | 市区町村の境界線<br>海岸線                  |
| 産業統計 | 農業センサスメッシュ        | S 50<br>S 55              | メッシュ   | 人口、耕地面積<br>使用機械、家畜頭数             |
| 水文   | ダム                | S 57                      | 点データ   | 位置、コード、規模<br>貯水量、竣工日             |
| 水文   | 河川                | H 7                       | 線ベクター  | 名称、位置                            |
| 水文   | 水文観測所             | S 52                      | 表      | 位置、種別、雨量、流量                      |

標準化を行い、また、データ整備主体の相互の調整を図る組織を設けることとしていた。その後のおおむね3年間で普及期とし、国と地方公共団体が協力して、21世紀始めまでにGISの全国的普及を進め、国土空間データ基盤のひとつの整備を完了するとしていた。なお、空間データ基盤の上に掲載される、国土にかかわる統計情報等の表形式の空間データは「基本空間データ」と呼ばれている。

## (2) 国土数値情報

国土数値情報は、全国総合開発計画、国土利用計画などの国土計画の策定や実施を支援するために作られているデジタルデータである。旧国土庁が発足した昭和49年度より開始され、平成2年までデータの作成・更新が行われていた。データの形式は、点データ、ベクター、ポリゴン、メッシュ、表と様々である。なお、国土数値

情報は、国土交通省のホームページ (<http://www.mlit.go.jp/ksj/>) から無償でダウンロードできる。

国土数値情報は、指定区域、沿岸域、自然、土地関連、国土骨格、施設、産業統計、水文の8分野に大きく区分されており、ファイルの総数は100を超えている。森林GISに関連するものも多数あり、主なものを紹介すると、砂防指定・地すべり危険箇所メッシュ、森林・国公有地メッシュ、自然地形メッシュ、気候値メッシュ、土地利用メッシュ、農業センサスメッシュなどがある(表6-2)。このうち、土地利用メッシュは、100mメッシュで土地利用形態が10数個に分類されており、昭和51年、62年、平成3年の3年度分のデータがある。

## 5 農林水産省林野庁

林野庁の仕事は、国有林野の管理経営と民有林野の指導監督に大きく二分されるので、それぞれの業務に適した森林 GIS が必要である。国有林野を管理するための森林 GIS については、現在、近畿中国森林管理局の三重森林管理署管内、関東森林管理局東京分局の茨城森林管理署管内、静岡森林管理署富士山地域国有林および東京神奈川森林管理署の高尾山国有林で試験的に導入が進められているが、林野庁の財政事情もあり、本格的な導入は未定である。しかし、地域林業を活性化させるためには、流域管理システムの GIS を早急に開発する必要があり、これに併せて国有林全域をカバーする森林 GIS を早期に導入する必要がある。

### (1) 近畿中国森林管理局の GIS 「FORMS (仮称)」

近畿中国森林管理局の計画課製図係が中心となって開発した森林資源管理システム (Forest Resources Management System) (森林基本図情報管理システムとも呼ばれる) は、地図会社が開発した Windows 対応のデジタルマッピング・GIS ソフトが基になっており、地理情報の作成・編集ソフト、ベクターデータへの変換ソフト、イメージデータの編集・加工ソフトの3つのソフトから構成されている。1992年3月に試験的に導入されて以来、各種の試行、検討が行われ、改良されてきた。開発の目的は、森林基本図の管理、森林の現況の把握、各種計画の樹立、集計業務、事務所内のネットワーク化、森林管理署とのデータの共有化などである。最近では、写真などの画像を保管する電子アルバムの機能に対しても関心が寄せられている。属性データには、林野庁の森林情報システムに登録されている森林調査簿のデータを用いている。なお、森林情報システムのデータは5年ごとに更新され、DAT (デジタルオーディオテープ) で保管されている。また、座標系は公共座標系を標準としている。

FORMS (仮称) は、現場でじっくりと開発されてきた GIS だけに、随所に様々な工夫がなされており、使いやすくなっている。例えば、簡単な CAD 機能が追加

されていたり、画面をズームインした場合でも、画面上に必要なラベルが必ず表示されるようになっているなどの工夫がなされている。また、部外者には知られたくないデータについては、特定の職場の端末でしか取り扱えないようにしてあるなど秘密保持についても配慮がなされている。地形解析機能については、開発経費の関係もあり、現在は、オーバーレイ機能、バッファリング機能など、必要最小限の機能を導入している。

近畿中国森林管理局の製図係には、縮尺2万分の1の精密な施業管理計画図が属性別に4版に分版されて保管されているので、これらを原本として図面を入力している。特に、等高線は、「ネズミ版」と呼ばれている等高線だけの図面を使って入力し、ラスターデータをベクター化して、等高線にも属性情報を持たせている。なお、等高線の間隔は20mである。また、国土地理院の50mメッシュデータが、鳥瞰図の作成に利用されている。

近畿中国森林管理局の森林 GIS は、図面を作成・編集することを目的として計画課の製図係によって開発されたという経緯を持つため、システム導入の目的が明確であり、また、データ更新の責任体制も明確である。このため、システムの構想はかなり具体化している。この森林 GIS が各森林管理署に1台ずつ配備され、全庁的に稼働するようになれば、森林空間のデータ基盤整備体制が確立することになり、森林 GIS 「FORMS (仮称)」は図面付き森林データベースとして有効に利用されていくものと思われる。この森林 GIS 構想では、製図係の仕事は、林野庁において地図センターの役割を果たすことになる。

残る課題は、森林 GIS のデータを、他の各部署でどのように利用していくかという問題である。これについては、各部署でパソコン版 GIS を導入し、それぞれの仕事に適した GIS を開発していけばよいと考える。特に、地形解析機能や意思決定支援機能は、職務内容に応じて特化してもやむをえないのではないだろうか。つまり、一式の GIS システムで、あらゆる仕事を処理しようとするのではなく、それぞれの職場に応じた森林 GIS を個々に開発していくほうが実用的なのではないだろうか。そのほうが小回りが利くシステムになり、改良もしやすいであろう。

表 6-3 森林管理局が所有する主な森林情報

| 種 類     | 内 容              |          |
|---------|------------------|----------|
| 《 図 面 》 | 森林計画図・基本図        | 5 千分の 1  |
|         | 施業管理計画図（機能類型色付き） | 2 千分の 1  |
|         | 営林署管内図（森林計画区界あり） | 20 万分の 1 |
|         | 営林署管内図（森林計画区界なし） | 20 万分の 1 |
| 《計画書等》  | 施業管理計画書          |          |
|         | 国有林の地域別森林計画書     |          |
|         | 土壌調査報告書          |          |
|         | 伐採造林計画簿・森林調査簿    |          |

近畿中国森林管理局の森林 GIS 構想は、基本図面を地図係が整備し、各部署では仕事の内容に合わせて簿冊をリンクさせていろいろと活用していこうという内容のものである。すなわち、共通の森林空間基盤データと個々の作業データとが階層構造的に区別されているところに特徴がある。

森林管理局では、管内国有林の施業計画、森林計画のために別記の図面等を作成している。これらの図葉等は、民有林と同様に一般向けとしては刊行されていない。なお、これらの森林情報は現在のところ一部を除いてまだデジタル化されていない（表 6-3）。

## （2）地図情報システム推進事業

林野庁は、森林 GIS の導入と普及を図るために、地図情報システム推進事業を、平成 8 年度から 10 年度までの予定で行っている。この推進事業は、都道府県を対象としたもので、事業内容は、地図情報システムの推進のため、システム設計・プログラミングを行うとともに、テスト用データの入力およびシステム運用テストを行うものである。補助率は 2 分の 1 である。この事業を推進する社会的な背景としては、社会経済活動の成熟化に伴い、森林に対する国民の関心や期待が多様化していること、また、持続可能な森林経営の確立が求められていることなどが挙げられている。これらの社会的な要請に対応するために、森林に関する各種の多様な情報を迅速に処理することができ、かつ、それらの情報を視覚的にもわかりやすく提供することができる森林 GIS を早急に整備する必要があるとしている。特に、奥山天然林の利用と保護、都市近郊林の保全、機械化林業の推進等を課題としている各地域において、森林 GIS の開発に対するニーズが増大していることが推進事業を実施する動機となっている。

# 6 環境省

「林業 GIS」ではなく、「森林 GIS」を導入する趣旨は、森林の公益的な機能、あるいは、森林を中心とした自然環境についても GIS を整備することにある。環境省が持っているデータのうち、GIS に入力可能なものとしては、以下に示すようなデータがある。なお、これらのデータの内容については同省自然環境局生物多様性センターが管理・運営を行っている生物多様性情報システム (J-IBIS: Japan Integrated Biodiversity Information System) に詳しく紹介されている (<http://www.biodic.go.jp/J-IBIS.html>)。

## （1）自然環境保全基礎調査

環境省は、自然環境保全法第 4 条の規定に基づき、「緑の国勢調査」とも呼ばれる自然環境保全基礎調査をおおむね 5 年ごとに行っている。この調査は、地形、地質、植生、野生動物等自然環境の保全のための施策に必要な基礎資料を整備するために行われるものである。調査対象は、陸域、陸水域、海域、生態系の 4 つの大きなグループに分けられている。1973 年に第 1 回目の調査

## （3）森林管理局が所有する森林情報

表 6-4 環境省の自然環境保全基礎調査情報（陸域）の一例

| 調査名          | 調査回次             | 内 容   |
|--------------|------------------|---|
| 植生自然度調査・植生調査 | 第 1～5 回          | 第 1 回は 1/20 万図。第 2・3 回は 1/5 万図<br>第 4 回以降は、ランドサットで抽出した植生改<br>変地のみを修正。 |
| 特定植物群落調査     | 第 2・3 回<br>第 5 回 | 第 3 回は第 2 回の追加調査と経年変化調査。<br>約 5000 件。原図は 1/5 万図。                      |
| 巨樹・巨木林調査     | 第 4・6 回          | 一定の太さ以上の樹木を抽出。約 64,500 件。<br>原図は 1/5 万図。                              |
| 環境指標種調査      | 第 3～6 回          | 身近な生き物調査。3 次メッシュ情報。   |
| 動物分布調査       | 第 2 回            | 対象種は限定されている。ほ乳類・鳥類は<br>5km メッシュ情報。                                    |
| 動植物分布調査      | 第 3・4 回          | 対象動物は全種。3 次メッシュ情報。  |
| 種の多様性調査      | 第 1・2 期          | 第 4 回までの動物分布調査の後継。対象は<br>動物と高等植物。2 次・3 次メッシュ情報。                       |

調査回次と調査年度  
 第 1 回：1973、第 2 回：  
 1978・79、第 3 回：  
 1983～87、第 4 回：1988  
 ～92、第 5 回：1993～98、  
 第 6 回：1999～2003、  
 多様性調査：第 1 期 1994  
 ～99、第 2 期 2000～

が行われ、1999～2003 年にかけて第 6 回目の調査が行われている。陸域、陸水域における主な調査は表 6-4 のとおりである。

## (2) 現存植生図

「緑の国勢調査」の中で、最も代表的な分布図が現存植生図である。第 1 回目は 20 万分の 1 の図が作成されたが、第 2 回目以降は 5 万分の 1 の図が作られており、日本全体では 1,293 枚の図面になる。現存植生図は、1978・79 年の第 2 回調査と 1983～87 年の第 3 回調査でいちおう完成し、この図面が基本となっている。1988～92 年の第 4 回調査以降は、ランドサットで植生改変地のみを抽出し修正している。これらの分布データは、ポリゴン化されている。これらの分布図を応用する場合の問題点としては、スギとヒノキが区別されていないこと、人工林が齢級別に表現されていないことなどが挙げられる。

## (3) 巨樹・巨木林分布図

ベクター化されたデータとして、陸域では、特定植物群落図と巨樹・巨木林分布図がある。いずれも原図は 5 万分の 1 の図である。巨樹・巨木林分布図は、第 4 回の調査時に、一定の太さ以上の樹木を抽出したもので、データ数は 55,798 本に及ぶ。第 6 回のデータ数は

64,479 本であるがまだデジタル化されていない。

## (4) 動植物分布メッシュ図

第 2 回に行われた動物分布調査では、ほ乳類、鳥類、両生類・は虫類、淡水魚類、昆虫類に分けて調査が行われた。ほ乳類分布メッシュ図とは、大型獣 8 種、すなわち、ニホンザル、ニホンジカ、ツキノワグマ、ヒグマ、イノシシ、キツネ、タヌキ、アナグマを対象として、聞き取りにより生息絶滅情報を収集し、その結果を分布メッシュ(約 4.5km×5.5km)図に表示したものである。

第 3 回と第 4 回では、全種を対象とした動物分布調査が行われ、3 次メッシュ情報にまとめられた。1994 から行われている「種の多様性調査」は、第 4 回までの動物分布調査の後継として位置づけられるものであり、動物と高等植物を対象として調査が行われている。2 次または 3 次のメッシュ情報にまとめられる予定である(表 6-5、表 6-6)。

## (5) 環境指標種調査

いわゆる「身近な生き物調査」の結果を取りまとめたものであり、3 次メッシュ情報である。

## (6) 種の多様性調査

生物多様性条約、ならびに、アジェンダ 21 の中で示

表 6-5 環境省等で使われているメッシュの種類と単位

| 種類     | メッシュ単位        | 備考                       |
|--------|---------------|--------------------------|
| 3次メッシュ | 約 1 km×1 km   | 1/25000 地形図を縦横それぞれ 10 等分 |
| 5倍地域   | 約 5 km×5 km   | 1/25000 地形図を 4 分割したメッシュ  |
| 2次メッシュ | 約 10 km×10 km | 1/25000 地形図と同一のメッシュ      |
| 5万分の1  | 約 20 km×20 km | 1/5 万地形図と同一のメッシュ         |
| 1次メッシュ | 約 80 km×80 km | 1/20 万地勢図と同一のメッシュ        |

標準地域メッシュコード体系 (JIS-C6304-1976) に準拠

表 6-6 種の多様性調査で使われている調査票の種類

|          |  |
|----------|--|
| 種の多様性調査票 | E 表 (ある特定の場所に生息する種を調べたもの)<br>N 表 (ある特定の種が生息する場所を調べたもの) |
|----------|--|

された生物多様性保全のための行動指針を受けて、日本の生物多様性保全施策の基礎となる資料を得ることを目的として、1994年から全国を対象として実施されている調査である。第 4 回まで実施された動植物分布調査の後継と位置づけられている。国が都道府県および民間に委託して、文献調査、標本調査、現地調査を実施している。文献・標本調査では、E 票、N 票の 2 種類の調査票、現地調査では EF 票と NF 票の 2 種類の調査票が使われている。

### (7) EIC ネット

国立環境研究所のホームページ(<http://www.nies.go.jp/index-j.html>)の中に、EICネットのホームページ(<http://www.eic.or.jp/>)がある。EICネットは、環境情報の案内・交流サイトであって、環境情報の所在や入手方法がわかる環境情報ガイドなどを提供しており、財団法人環境情報普及センターによって運用されている。平成 13 年 4 月の独立行政法人化に伴い内容が大幅に変更になり、環境情報ナビゲーションと環境コミュニケーションを 2 本柱とするサービスを提供している。環境情報ナビゲーションでは、関連するホームページ、白書、書籍などを検索したり、メニューキーとカテゴリーキーを駆使することで、情報の種類と内容について絞り込んでいくことができるようになっている。環境コミュニケー

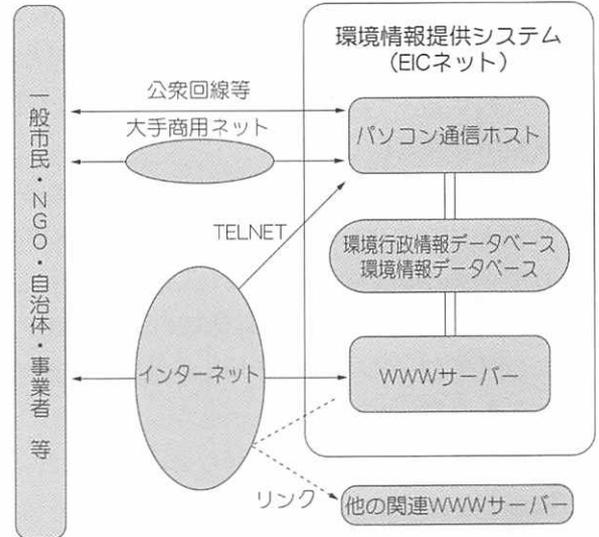


図 6-2 環境情報提供システム (EIC ネット) の概念図 (国立環境研究所のホームページより)

ションには、イベント情報、環境 Q & A、フォーラムの 3 つのメニューが用意されている。EIC ネットは、一種のクリアリングハウスのような役割を果たしている (図 6-2)。

## 7 地球規模での空間データ基盤整備

最後に、日本の国土空間データ基盤整備とは直接の関係はないが、日本も貢献している地球規模での空間データ基盤整備について、2 つの事例を紹介しておく。

### (1) UNEP / GRID

地球規模の環境資源データベースを作成している国際組織としては、国連環境計画 (UNEP) が 1985 年に開始したプロジェクトの GRID がある。GRID とは Global Resource Information Database の略称であって、日本語では「地球資源情報データベース」と呼ばれている。当初は、国連の地球環境監視システム (GEMS) の一部として設置されていたが、1991 年には GEMS から独立し UNEP の独立機関となった。

GRID は、主としてリモートセンシングと GIS の技術を応用して、地球規模の環境に関するデータを収集・保

管し、それらの情報を行政官や研究者に提供している。本部はナイロビのUNEP本部内に設置されたプログラム活動センターに置かれ、世界14カ国にGRIDセンターが設置されている。

日本には、1991年5月に、つくば市にある国立環境研究所内にGRID-つくばが設置され、1992年4月よりデータの提供を開始している。GRID-つくばの主な活動内容は、アジア・太平洋地域の社会経済データベースの開発と、アジア地域の植生指数図の作成である。また、タイのAIT（アジア工科大学）にはGRID-バンコクが設置されており、日本から派遣されたJICAの専門家が中心となって、アジア地域のデータベースの開発に取り組んでいる。

なお、詳しくは、UNEP/GRID-つくばのホームページ(<http://www.cger.nies.go.jp/grid-j/index.html>)を参照のこと。

## (2) 地球地図

1992年の地球サミットでは、持続可能な開発のための人類の行動計画としてアジェンダ21が採択された。その中には、科学的な基盤を強化することによって、生態系と人間社会に関連するデータを収集、分析、統合し、意思決定のための情報を整備する必要があることが盛り込まれている。地球規模での地理情報の整備は以前から行われてきたが、データ未整備地域や精度の著しく低い地域が存在し、また、規格も統一されていないなどの問題があった。1992年に、日本の建設省（現在の国土交通省）は、国際的な協力のもとで地球規模の地理情報を整備する「地球地図」の構想を提唱した。1996年には地球地図国際運営委員会が設立され国際的な推進体制が確立された。

地球地図とは、地球環境問題の解決、持続可能な開発の推進のために作成される地球規模の地図であって、解像度1kmまたは100万分の1の地図に相当する精度のデジタル地理情報からなるものである。ベクターデータ

とラスターデータがあり、ベクターデータは、交通網（道路、鉄道、橋など）、水系（内水面、河川、ダムなど）、境界（行政界、海岸線など）、人口集中地区（都市域、居住地など）の4項目をVPF形式で整備したものであり、ラスターデータは経度差および緯度差30秒の領域を1画素とするバイナリーデータであって、標高、植生、土地被覆、土地利用をBIL形式で整備したものである。

地球地図プロジェクトへの参加国・地域数は、2002年8月現在、125に及ぶ。地球地図のデータは、2000年に開催された「地球地図フォーラム2000広島」において、地球地図第1版の一般公開が開始され現在に至っているが、2002年12月現在で公開されている地球地図データは12カ国になる。なお、日本は、2000年11月28日に公開している(<http://www.gsi.go.jp/>)。詳しくは、地球地図のホームページ(<http://www1.gsi.go.jp/geowww/globalmap-gsi/globalmap-gsi.html>)を参照のこと。

### 【引用文献・参考文献】

- 1) 稲葉和雄：GIS 傍 巡る業界・学会・官界の動き、林業技術658、p25-27、1997
- 2) 建設省国土地理院（監）：数値地図ユーザズガイド（第2版補訂版）、日本地図センター、512pp、1998
- 3) 酒井 武・齊藤 三：森林GISの導入と稼働 一大阪営林局と東京営林局における森林GIS稼働の実際一、林業技術658、p13-17、1997
- 4) GIS研究会：GIS研究会第二次報告「情報ハイウェイ時代にふさわしい社会を目指して」、国土地理院技術資料、21pp、1996
- 5) 武内和彦・恒川篤史編：環境資源と情報システム、古今書院、219pp、1994
- 6) 地理情報システム学会：「空間データ基盤整備事業とGIS」資料集、地理情報システム学会、129pp、1996
- 7) 地理情報システム学会 森林計画分科会：期待される森林GIS像、地理情報システム学会（京都府立大学、伊藤達夫）、51pp、1996

その他に、関連機関のホームページと取材先で入手した見聞内容や配付資料等を参考にした。

# 参 考 資 料

---

## 1. GIS 関連用語

---

### アイランド island

島。別のポリゴンの中に含まれる（閉合される）ポリゴンのこと。

### アーク 線要素 arc

面として表示するには困難な地図要素。例えば等高線、河川のような線状の対象物に用いられる。順番付きのX-Y座標の集合となる。

### バッファリング 緩衝領域 buffering

点、線、面などの図から外側に一定の距離を指定し領域を作成すること。例えば、林道の各点から100m以内の領域を作成することなど。

### CAD Computer Aided Design

コンピュータを利用した自動製図・設計システム。グラフィックディスプレイを利用して対話的に図形処理を行う。

### 地球地図 Global Mapping

国土交通省は1992年に国際的な協力の下で、地球環境変動の把握に必要な地理情報を整備する「地球地図」の構想を打ち出した。これは解像力1kmまたは縮尺100万分の1地図相当の地理情報からなり、標高、植生、土地利用、行政界、人口、河川、鉄道などの内容となっている。

### デジタイザ digitizer

座標入力装置。平板に図面を貼り、カーソルまたはペンを図上で動かすことによって点、線、面の座標を計測する。

### デジタルオルソフォト digital orthophoto

オルソフォト（正射写真）をデジタル化してラスタデータに変換したもの。GISに取り込めるため背景の画像として使用されることが多い。

### DEM デジタル標高モデル

Digital Elevation Modelの略。地表面の高さをデジタル形式で表現したもの。DTMを参照。

### DTM デジタル地形モデル

Digital Terrain Modelの略称。地形を一定間隔の縦横の格子で区切り、その交点の地表面の特性、例えば標高を表したものをいう。GISで等高線のデータからDTMを作成する。DEMとほぼ同じ意味に用いられる。

### GPS 汎地球測位システム

Global Positioning Systemの略称。人工衛星からの電磁波を受信することによって現在の位置を知る測位システムである。GPSの電磁波は直進性があるため、山岳地や森林内では受信が困難である。4個以上の人工衛星を同時に受信する必要があるが、1台の受信機を用いる場合と複数の受信機を用いる場合がある。

### GRID

地球資源情報データベースといい、Global Resource Information Databaseの略称。国連環境計画(UNEP)が1985年に開始したプロジェクトで、コンピュータ処理可能な環境に関する地図情報を提供している。ナイロビのUNEPに本部があり、日本では筑波にある国立環境研究所に「GRIDつくば」が設置されている。

### グリッド grid

等間隔の縦横の線により領域が形成される。これをセルといい、セル内には数値や各種の情報が割り当てられる。

### 方位角 azimuth

子午線（通常は経線の北方向）から時計回りに測定した線の水平角。

### ISO/TC211 地図データの標準化

ISO (国際標準化機構) は製品規格の世界共通化、特に環境重視型の経営の規格化を図っている民間組織であるが、その下には様々なTC (技術委員会) が設置されている。TC211は地理情報システムに関する委員会。

### 19座標系 (公共座標系、新平面直角座標系)

日本を19の座標系に区切り、それぞれに平面直角座標系を設ける。公共座標系、新平面直角座標系ともいう。森林関係では、基本図、森林計画図などにこの座標系を用いている。



### 基準点 control point

航空写真などで測量やその他の幾何学的な関係を表すために用いられる点で、位置座標や標高が明確な点が選ばれる。

### 空間データ

図面のように位置情報をもつデータを「空間データ」という。これに対して文字情報、数値情報など何らかの属性を表すデータを「非空間データ」という。

### クリアリングハウス clearing house

クリアリングハウスはデータの所在、規格、アクセス方法などの情報を一般に提供するためのシステム。アメリカ合衆国ではホームページとして作成し、インターネットによるアクセスも可能である。

### 経度緯度座標系

経度、緯度によって表される座標系である。単位はラジアン。地理座標系ともいう。

### 国土空間データ基盤 National Spatial Data Framework

国土空間データ基盤とは、空間データを地球上の正しい位置に対応づけるための枠組みとなるデータ。道路、鉄道、水系、基準点などの骨格的な情報と位置参照の仕組みで構成されている。

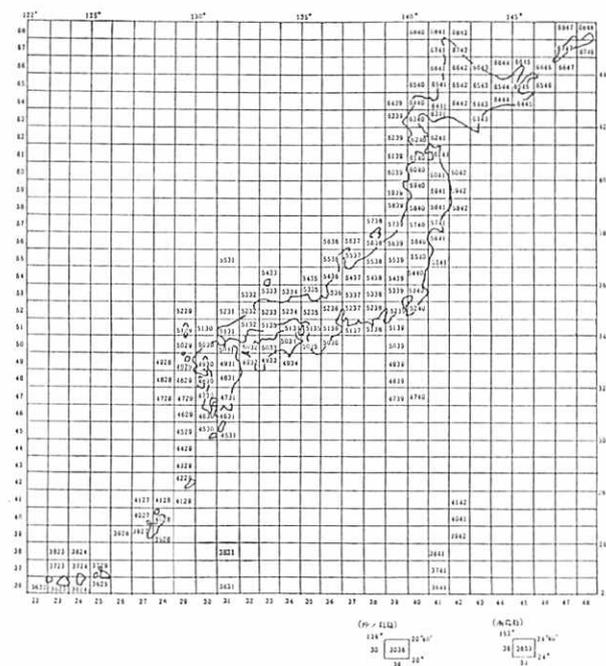
### 国土数値情報

国土数値情報は、地形、土地利用、行政界など国土に関する地理情報を数値化 (標準地域メッシュコードおよび行政区画コードがある) し、磁気テープなどに記録したもので、国土交通省が維持管理している。

### 標準地域メッシュコード体系

日本の全国土を対象としており、標準地域メッシュは、20万分の1地勢図に相当する1次メッシュ (約80km × 80km)、2.5万分の1地形図の大きさに相当する2次メッシュ (約10km × 10km)、この2次メッシュを縦横10等分した3次メッシュ (約1km × 1km) で構成する。3次

標準地域メッシュの第1次区画



メッシュは「基準地域メッシュ」とも呼ばれている。標準地域メッシュコード体系に準拠したデータを「標準地域メッシュデータ」と呼んでいる。このメッシュは経線と緯線を等分して作られているため、正確な正方形メッシュではない。国土数値情報、メッシュ気候値、緑の国勢調査はこの系に準拠している。

#### レイヤ layer

GISでは地理情報を複数の層構造のもとに表示、解析することができる。この場合、1つ1つの層をレイヤという。例えば、土壤図、林相図、行政界図が層構造をなしていると、1つ1つは土壤図レイヤ、林相図レイヤ、行政界図レイヤと称する。

#### メタデータ meta data

空間データ基盤の規格、特徴などを記述したデータのこと。クリアリングハウスにはメタデータとして地理情報の所在等が一定の様式で入力されている。

#### ネットワーク解析 network analysis

道路網などの網状のデータモデルを対象として、最適ルートの計算、ネットワーク間での施設の最適な立地などネットワーク間の位置に関する解析技術。

#### オーバーレイ overlay

重ね合わせのことで、いくつかの図面情報を重ね合わせて地理情報を解析する機能のこと。図の重ね合わせに伴ない、属性情報もデータ処理される。

#### ポイント 点要素 point

その形が狭くて線や面では、表示できないようなもの。例えば、山頂、三角点などで、ひと組のX-Y座標で表される。

#### ポリゴン 面要素 polygon

空間に閉じた領域をいう。ポリゴンは、林班、林相区分、行政界など等質なものの区分に用いられる。その領域を囲む線要素（アーク）で表される。

#### ラスタデータ

通常メッシュデータといわれ、対象地を基盤目状の規則的な格子に分割し、分割された領域（セルという）ごとに、その場所の特性を示す（例えば、植生、土壌など）。各メッシュ内で優占するカテゴリをそのメッシュの代表値とすることが多い。

#### ピクセル pixel

画素ともいい、リモートセンシングでよく使われ、画像を作り上げる最小の要素。

#### リレーショナル・データベース relational database

1つのデータベースは同じ項目からなるデータが多数集まった表からできている。例えば、森林簿は森林所有者別に住所、所有面積、樹種、林齢、蓄積などの項目ごとにデータが入っている。これらの複数の表を組み合わせた複雑な処理が可能なデータベースをリレーショナル・データベースという。

#### スキャナ scanner

紙またはマイラなどに描かれた図面を光学的に読み取る装置。

#### 数値情報

地図の情報をデジタル化したもので、国土地理院は標高、海岸線、行政界、地図画像などの基本的な地図情報をフロッピーディスクまたはCD-ROMの形で日本地図センターを通じて頒布している。

#### 正規化座標系

メッシュデータ解析によく用いられる。メッシュ図の左下隅を原点(0,0)とする。

#### セントロイド centroid

図心。ある領域を構成する全ポイントの座標の平均値をセントロイドと称し、そのポリゴンの代表点とする。

#### セル cell

グリッド参照

**主題図 thematic map**

主題図は、ある特定の主題を表現した地図で、その地理的な分布の構造的な特色を表示する。GISでは1つのレイヤごとに主題図を割り付ける。例えば林班をポリゴンで表現し、それを「林班」という主題図として表示する。主題図はこのほか等高線、林道網図、各種法令の適用区域などいろいろなケースが考えられる。

**対話型 interactive**

ユーザーとコンピュータの間で双方向の電子的なやり取り（対話）ができるシステム。

**TIN Triangulated Irregular Network**

数値地形データから地形を解析表示するため、地表面を不定な三角形の連続した集合体としてとらえ、三角形の頂点には標高値が与えられる。このラスタモデルにより正確にかつ効果的に地形を表現できるようになった。

**トポロジー topology**

地図を構成する点、線、面といった要素の間の空間的な関係（位相関係）を分析する。図形演算などの空間解析を行う際に必要。

**UTM 座標系**

国際的に統一された平面直角座標系で、経度6度の間隔ごとに60の帯で地球上をカバーし、それぞれを基点として横メルカトル投影を行う。

**ユーザーインターフェイス user interface**

人間がコンピュータを使う場合の使い勝手のことで、ハードウェアではディスプレイ、マウス、キーボードが関係し、ソフトウェアでは、コマンドの操作性、データ入力の能率性などに影響する。

**ベクターデータ**

図形情報を点、線、面の3種類によって表現し、それぞれをX-Y座標のベクトルで記述する。例えば土壌調査地点は「点」として表現し、道路、河川等は「線分とその集合」とし、林小斑などは線分によって囲まれる「領域」として表す。

**属性情報（属性データ） attribute data**

GISではベクターやラスタースタートに応じて格納される文字情報を属性情報または非空間データという。例えば、森林簿データを入力する場合、所有者の名称、住所、森林面積、樹種、蓄積などが属性情報となる。近年マルチメディア化が急速に進んでいるので、文字情報のほか、画像情報、音声情報の入力も可能になった。

**座標系 coordinate system**

ある点の空間的な位置を表すための参照空間をいい、わが国では19座標系、UTM座標系、経度緯度座標系などがよく使われている。

備考：ジョージ B.コルト著、村井俊治、那須 充訳、実務者のための地理情報システム、インターナショナル・トムソン・パブリッシング・ジャパン社、その他を参考。

---

## 2. 森林 GIS の関連ホームページ

---

### 利用上の注意

1. ここに掲載したいいわゆるアドレスは、書籍の書名・章・節といった構成に例えると、書名に相当するもの、直接章や節を開くためのものが混在しています。書名に相当するアドレスを開くと目次が掲載されていますので、そこから章・節などを開くこともできます。書名に相当するアドレスは、国内の場合「～.jp/」までが目安となります。

2. アドレスのほかに目次（メニュー）あるいは簡単な内容紹介を併記したものもありますが、ホームページの世界では開設・内容変更・アドレス変更・廃止などが頻繁に起こりえますのでご注意ください。

3. 使用するブラウザによって開くことができない場合が、また、アクセスに際してアクセス権を必要とする場合がありますのでご注意ください。なお、上記の書名相当までのアドレスであれば、ほとんどの場合に開くことが可能です。

### 《国・機関・学会・団体等》

国土地理院 ● <http://www.gsi.go.jp/>

What's new?, 国土地理院について、測地測量と地殻活動、地図と国土の情報、研究とその報告、地図と測量の科学館、リンク集、Kids & family、地理調査と地球地図、検索、年末・年始スペシャル

日本地図センター ● <http://www.jmc.or.jp/>

日本地図センターの概要、日本地図センターのご案内、地図等について、空中写真・基本図等について、数値地図情報について、JMC マップ・その他数値地図利用ソフトについて、ファクシミリ情報 BOX サービス

国土交通省 ● <http://www.mlit.go.jp/>

最新情報、国土交通省の紹介、白書、最新地価情報掲示板、国土に関するデータ（国土数値情報）、国土空間データ基盤について

国土数値情報 ● <http://www.nla.go.jp/ksj/index.html>

国土数値情報とは、国土数値情報の整備状況

地理情報システム学会（GISA） ● <http://www.gisa.t.u-tokyo.ac.jp/>

国土空間データ基盤推進協議会（NSDIPA） ● <http://ux01.so-net.or.jp/~nsdipa/>

国土空間データ基盤推進協議会（略称：NSDIPA）の案内、空間データ基盤や地理情報システム（GIS）に関する情報を提供

リモート・センシング技術センター（RESTEC） ● <http://www.restec.or.jp/>

会社案内、ニュースレター、発表論文および蔵書目録、イベント情報および委員会情報、データの配付案内、データ利用例、プログラムライブラリ、地球観測用語一覧、関連ホームページへのリンク、投書箱

環境省環境情報提供システム（EIC ネット） ● <http://www.eic.or.jp/>

環境行政情報（環境庁報道発表資料、環境庁行事予定表等の環境速報、行政資料、環境法令等）、環境情報（環境情報源情報、エコライフガイド、環境保全活動促進情報、イベント情報等）

環境庁 EIC ネット ● <http://www.eic.or.jp/Emain.html>

トピックス、環境庁行政情報、環境情報、環境情報検索、パソコン通信版 EIC ネット、環境関連のリンク

国立環境研究所環境情報センター ● <http://www.nies.go.jp/japanese/eic-j/contents.html>

環境情報センターについて、オンラインデータベース、アノニマスデータ提供

森林総合研究所 ● <http://ss.ffpri.affrc.go.jp/>

研究所概要、研究成果情報、森林・林業関係データベース、研究室等ホームページ、ワークショップ・シンポジウム、関係 WWW サイト

農業環境技術研究所情報解析システム研究室 ● <http://das.niaes.affrc.go.jp/>

農業研究センター・研究情報部の研究態勢、圃場監視カメラ試験サイト、定時定点画像観測システム、Java である、情報解析システム研究室が関係するインターネットプロジェクト、日本の衛星画像データベース、農環研衛星画像カタログデータベース、Other Related Services

ITC (ILWIS) ● <http://www.itc.nl/>

Education, Research, Advisory, ILWIS

GRASS ● <http://www.cecer.army.mil/grass/>

NEW!, GIS - Related References

MIPS (オープン GIS) ● <http://www.opengis.co.jp/>

地図および画像処理システム TNTmips の紹介、TNTmips のよくある質問 (FAQ)、TNTmips の基本操作

SPANS ● <http://crc.co.jp/crc/>

森林 GIS フォーラム ● <http://fgisf.ac.affrc.go.jp/For GIS.html>

森林 GIS の応用と普及を目指した産官学の組織。最新情報。森林 GIS フォーラムのシンポジウムの案内、ニューズレターの発行。

#### 《民間企業等》

アジア航測 ● <http://www.ajiko.co.jp/>

プロフィール、トピックス、業務紹介、総合研究所紹介、人事情報

インフォマティックス ● <http://www.informatix-inc.com/>

製品案内、サービス案内、イベント情報、事例紹介、求人情報、会社案内、社員のページ、関連ページ

国際航業 (Earth Finder) ● <http://www.kkc.co.jp/>

日本の山、会社案内、入社案内、ニュースで見る国際航業、GIS、地図/測量、海、道路、都市、河川、環境、Earth Finder、土壌・地下水汚染診断システム

シェラシステム ● <http://www.dtinet.or.jp/>

スペースイメージング社 ● [http://www.spaceimage.com/home/browse/sanfran/003002\\_browse.html](http://www.spaceimage.com/home/browse/sanfran/003002_browse.html)

パシフィックコンサルタンツ ● <http://www.pacific.co.jp/>

会社概要、業務紹介、トピックス、求人情報

パスコ (ARC/INFO) ● <http://www.pasco.co.jp/>

マイクロシステム (森人類) ● <http://www.bekkoame.or.jp/microsys/>

CADIX ● <http://www.cadix.co.jp/>

ERDAS inc. (Imagine) ● <http://www.erdas.com/>

JAPAN GIS/MAPPING SCIENCES RESOURCE GUIDE ● <http://www.cast.uark.edu/jpgis/>

DIRECTORIES, GEOSPATIAL DIGITAL DATA, MAGERY, GOVERNMENT PUBLISHED MAPS

Mapinfo corporation (Mapinfo) ● <http://www.msr.mes.co.jp/>

### 3. GIS ソフトウェア

●平成9年8月11日現在

#### ●数値地図利用ソフト

凡例 1:10000(総合) 行:25000(海岸線・行政界) 標:50m・250m・1km(標高) F:FDマップ 国:国土数値情報 土:1/10細分区画土地利用データ

| ソフト名                   | 主な機能   | 利用する数値地図               | 対応機種                       | 会社名(担当者)<br>TEL<br>FAX   |
|------------------------|--|------------------------|----------------------------|--|
| Bird's View 50         | 複数ファイル結合、任意の折れ線断面図、鳥瞰図、等高線図、可視マップ、面積・距離測定、出力     | 標(50)                  | Win95                      | (勲日本地図センター<br>販売促進部(沖野)<br>03-3485-5414<br>03-3465-7689)                           |
| Bird's View 250        | Bird's View 50と同機能                               | 標(250)                 |                            |  |
| Bird's View PRO        | Bird's View 50と同機能<br>50mと250m使用可                | 標(50・250m)             |                            |  |
| FDマップ<br>ラスタープラス       | FDマップ(Win版)と土地利用データ、250m、1kmメッシュとの重ね合わせ          | 標(250m/1km)、<br>F、土    | Win3.1                     | 研究第1部<br>03-3485-5418<br>03-3485-5593  |
| SPANS GIS<br>(PC/EWS版) | GISシステム<br>空間解析処理、重ね合わせ                          | 1、行、標<br>F、国           | OS/2                       | CRC総合研究所<br>地球科学部<br>03-5634-5653(大野)<br>03-5834-7340                              |
| SPANS Explorer(PC版)    | SPANS GISの空間解析ツール、チャート機能、デジタイズ機能のみ               |                        | Win3.1                     |  |
| SPANS MAP(PC版)         | SPANS GISの主題図機能のみ                                |                        | Win3.1                     |  |
| 3DMAP                  | 各オプション(等高線図、鳥瞰図、DXFコンバーターシステム)を選択                | 1、行、標                  | Win3.1                     | 東芝ケーエスシステム<br>営業技術部<br>03-3663-0481(鈴木)<br>03-3663-5535                            |
| 地域情報システム<br>(RIPS)     | 地域データ登録、表示選択、シミュレーション                            | 行                      | 98<br>Win3.1               | システム科学研究所<br>03-3833-6418<br>03-3838-8413  |
| SIS                    | GISシステム(PC版)<br>データ編集、分析・検索、入出力、トポロジー機能、ネットワーク対応 | 1、行、標                  | Win3.1<br>WinNT<br>Win95予定 | (株)インフォマティクス<br>営業部<br>03-5460-1810<br>03-5460-1805                                |
| OM-SAT/FD              | 接合、計測、指定行政界抽出、画像との重ね合わせ、入出力、拡大縮小                 | 行、F                    | 98                         | 沢潟(オモダカ)電子<br>03-3944-8961(堀内)<br>03-3944-8972                                     |
| Glcompo                | GIS構築ツール<br>市販RDBとリンク、ラスター・ベクター表示、重ね合わせ可         | 1、行、F<br>標<br>(50・250) | Win3.1<br>Win95<br>(対応中)   | (株)コミュニケーション・<br>プランニング<br>03-3490-3570(野崎)<br>03-3490-3585                        |
| Visual・Finder          | 拡大、縮小、重ね合わせ、色分け3D表示(標高)、画像ファイル生成                 | 1、行、標<br>F             | Win3.1<br>WinNT            | プロセスシステム<br>03-3440-3332(江田)<br>03-3440-3433                                       |
| 数値地図表示システム<br>(仮称)     | 標高データにベクトルデータ重ね合わせ表示可、表示設定、データ登録                 | 1、行、標<br>F             | Win3.1                     | 社会調査研究所<br>0424-76-5186(開発部)<br>0424-76-5198<br>0424-23-1111(営業1部)<br>0424-23-2009 |

|                             |   |            |                                      |  |
|-----------------------------|---|------------|--------------------------------------|--|
| 数値地図ASSIST                  | 任意の方向に回転、拡大、縮小、シェーディング機能、データ出力                  | 標          | Win3.1<br>Win95<br>WinNT             | アウストラータ<br>0975-43-1491 (赤峰)<br>0975-43-3910       |
| PC-CONTOUR                  | データを曲面補間し任意間隔に等高線発生・出力                          | 標          | 98                                   | I. S. P<br>011-261-1622                            |
| TN-CONTOUR                  | メッシュデータより自動三角網を生成し、鳥瞰図・等高線計算、作画                 | 標          | 98                                   | 011-210-0255                                       |
| LAND-FORMS                  | 造成設計システム<br>等高線計算から路線切り出し、計画入力、土量計算、作画          | 標          |                                      |  |
| Geo Base                    | GIS構築のミドルウェア、高速描画、市販の開発言語による開発、市販RDBとリンク        | 1、行、標<br>F | Win3.1                               | コボプラン<br>06-997-4550 (安井)<br>06-997-3940           |
| GenaMap                     | GISシステム<br>空間解析、ネットワーク解析、検索機能                   | 1、標        | UNIX(OKITAC、HP、SUN)                  | 沖電気<br>048-431-8326 (星)<br>048-431-9111            |
| 地図組<br>(MapExpert Ver 1.30) | データ登録、各種表示設定、入出力、検索                             | 1、行        | 98<br>Win3.1                         | 国際航業 東京支店<br>03-3288-5667<br>03-3262-6343          |
| ボーリングデータ管理システム              | 登録、検索、出力 (ボーリング結果・柱状図)                          | 1、行        | 98                                   | 全国地質業協会<br>03-3818-7411 (池田)<br>03-3818-7474       |
| 地盤-BASE                     | 登録、検索、出力 (ボーリング結果・柱状図)                          | 1、F        | 98                                   | 基礎地盤コンサルタンツ<br>03-5276-6225 (増見)<br>03-3234-7439   |
| 3Dマップジェネレータ                 | 高速スクロール、回転、重ね合わせ、3次元表示、断面表示                     | 行、標        | 専用CPU                                | 古野電気 航機部<br>03-5687-0429 (久保)<br>03-5687-0383      |
| MapGrafix                   | GISシステム<br>計測、解析、登録、分析、管理、マーケティング               | 1、行        | MAC                                  | パシフィックコンサルタンツ<br>0423-72-6331 (占部)<br>0423-72-6394 |
| ARC/INFO                    | GISシステム<br>各種データ解析<br>ネットワーク対応                  | 1、行<br>標、F | EWS<br>(Sun、HP、<br>IBM、NEC)          | パスコ 企画販売部<br>03-3715-1601 (雨宮)<br>03-3715-1807     |
| PC-ARC/INFO                 | ARC/INFOと同機能                                    |            | Win3.1                               |  |
| ArcView Ver2 (英語版)          | デスクトップGISシステム、地図・属性データ編集、空間分析、ネットワーク対応          |            | Win3.1<br>WinNT<br>Macintosh         |  |
| ArcView2 for Win            | ArcView Ver2 (英語版)の日本語版。<br>漢字コード自動変換機能を付加      |            | 98、Win3.1<br>WinNT                   |  |
| 数値地図データ変換ツール                | 変換ファイル形式にデータ変換、ARC/INFO、PC-ARC/INFO、ArcViewで利用可 |            | ARC/INFOか<br>ArcView動作<br>環境 (Mac以外) |  |
| MAPPシステム                    | 地形プロファイルの作成、電波伝播路のクリアランス解析                      | 国          | SUN、HP                               | 構造計画研究所<br>03-3382-6761 (村田)                       |
| ACE Ver2.0<br>地域環境分析システム    | GISシステム<br>地域診断、計画、施策、入出力、編集、集計、計測              | 1、行、標<br>国 | UNIX                                 | (株)環境管理センター<br>0426-68-3900 (石川)<br>0426-68-3939   |

|                        |  |       |                            |   |
|------------------------|--|-------|----------------------------|---|
| MORPHOTERRA Ver2.0     | 画像演算、強調、統計、変形、1 / 1万データと標高データの合成         | 1、標   | MAC                        | システム研究所<br>03-3469-7447 (佐久間)<br>03-3469-7453               |
| Mapメーカー                | レイヤの登録、DBと地図のリンク、データ分析、検索、出力             | 1、行、F | Win3.1                     | カーネル<br>075-361-1841 (仙波)<br>075-361-1844                   |
| Mapview II             | GISシステム<br>拡大縮小、スクロール、重ね合わせ、ネットワーク対応     | 1、行   | NEC/EWS<br>SUN<br>Win3.1   | NEC STAR OFFICE応用技術部<br>03-3456-7459<br>03-3456-7467        |
| Mapinfo Win版 Ver. 4.0J | GISシステム<br>戦略的地図情報分析システム                 | 1、行、標 | Win95<br>WinNT<br>Win3.1   | 三井造船システム技研(株)<br>商品事業部<br>043-274-6181 (山本)<br>043-274-6182 |
| Mapinfo Mac版           |  |       | MAC                        |   |
| Mapinfo SUN版           |  |       | SUN                        |   |
| Mapinfo Desktop-mini版  | Professionalの機能を限定した廉価版                  |       | Win95、WinNT<br>Win3.1      |   |
| PC-Mapping             | GISシステム<br>他アプリケーションとの関係、DBマネージャー        | 1     | Win3.1<br>WinNT<br>Win95予定 | (株)マップコン<br>03-3847-6221 (近藤)<br>03-3847-6223               |
| DXFファイルコンバータ           | データをCAD用DXFファイルに変換                       | 1、行、F | 98<br>Win3.1<br>MAC        | トラストシステム<br>03-5431-7858 (三田)<br>03-5431-7859               |
| 数値地図コンバータ              | データをDRA-CAD用ファイルに変換、地図要素毎に別レイヤに収録        | 1     | 98<br>Win3.1               | 構造システム<br>03-3235-5781 (堀池)                                 |
| Map DB                 | 属性追加 (文字・線または多角形・イメージ等) 検索、距離面積計測、表示属性指定 | 1     | Win3.1<br>WinNT            | システム21 情報支援システム部<br>03-3536-5840 (森田)<br>03-3532-3796       |
| 行政用地図管理システム            | 地図と属性の一括管理、分析、シミュレーション、検索                | 1     | Win3.1                     | 東京カートグラフィック(株)<br>03-3392-6717 (開発室)<br>03-3393-2004        |
| GPSマイクロセンター            | 戦略的地図利用ナビゲーションシステム<br>カード型データベースとのリンク    | 1、行、F | Win3.1                     | 松下電工(株)電子回路部品事業部<br>発売：日本地図共販(株)<br>(牽井・小林)<br>03-3294-5220 |
| Map Brothes            | 自在な視点から3D表示が可能、インターネット対応                 | 標     | Win95                      | (株)インターリミテッドロジック<br>0426-78-1202 (山崎)<br>0426-78-1203       |

### ●数値地図 2500 (空間データ基盤) 利用ソフト

| ソフト名                | 主な機能         | OS                      | 会社名 (担当)                   | 電話、FAX                       |
|---------------------|--------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| ActiveMapPro Ver2.0 | GIS          | Win95                   | (株)カーネル<br>営業部 (仙波)        | 075-361-1841<br>075-361-1844 |
| Mapinfo             | GIS          | Win95、NT、3.1<br>Mac、SUN | 三井造船システム技研(株)<br>技術部 (山本)  | 043-274-6213<br>043-274-6182 |
| プライムメリディアン          | GIS<br>3次元解析 | Win95、NT、3.1            | (株)ビジュアル・サイエンス<br>営業部 (小田) | 03-3542-3130<br>03-3542-3135 |

【備考】上記のソフト一覧は日本地図センターが提供する「FAX情報BOXサービス」より、森林関連のものを抜粋して掲載した。

## 4. 参考図書

- 入門地理情報システム  
J. スター／J. エステート著、岡部篤行・貞広幸雄・今井 修 訳  
235pp、共立出版、1992
- 第2版、計算幾何学と地理情報処理  
伊理正夫 著  
296pp、共立出版、1993
- 最新 森林航測テキストブック  
渡辺 宏 著  
264pp、日本林業技術協会、1993
- 環境資源と情報システム  
武内和彦・恒川篤史 著  
220pp、古今書院、1994
- 行政とビジネスのための地理情報システム  
高阪宏行 著  
240pp、古今書院、1994
- 地理情報システム入門－入門とマスター  
町田 聡 著  
178pp、山海堂、1994
- 実務者のための地理情報システム  
G. B. コルト著、村井俊治・那須 充 監訳  
169pp、インターナショナル・トムソン・パブリッシング・ジャパン、1994
- ジオインフォマチックスの世界  
村井俊治 著  
276pp、日本測量協会、1995
- 国土基本図図式  
建設省国土地理院 著  
65pp、日本測量協会、1995
- 実務者のためのGPS測量  
佐田達典 著  
153pp、日本測量協会、1995
- アトラス〔日本列島の環境変化〕  
西川 治 (監)  
202pp、朝倉書店、1995
- 消えゆく都市近郊林－リモートセンシングによるモニタリング〔日本の大都市近郊林－歴史と展望－所収〕  
露木 聡 分担執筆 (住侑司編著)  
p33～51、日本林業調査会、1995
- 森林計画学入門－1996年版  
田中和博 著  
192pp、森林計画学会出版局、1996
- 地理情報の処理  
秋山 実 著  
151pp、山海堂、1996
- 地理情報科学の新展開  
久保幸夫・巖 網林 著  
248pp、日科技連出版社、1996
- GISワークブック 基礎編  
村井俊治 著  
180pp、日本測量協会、1996
- GISワークブック 技術編  
村井俊治 著  
169pp、日本測量協会、1996
- わかりやすいリモートセンシングと地理情報システム

- 日本リモートセンシング研究会 編  
177pp、宇宙開発事業団、1996
- 森林 GIS シンポジウム「期待される森林 GIS 像」報告書  
伊藤達夫 編  
45pp、地理情報システム学会森林計画分科会、1996
- GIS 研究会報告・解説  
建設省大臣官房技術調査室・国土地理院(監)  
126pp、(財)日本建設情報総合センター、1996
- GIS ソースブッケーデータ・ソフトウェア・応用事例  
高阪宏行・岡部篤行(編)  
365pp、古今書院、1996
- GIS データブック1996(日本の地理情報システムの紹介)  
日本建設情報総合センター 編  
345pp、(財)日本建設情報総合センター、1996
- 新しい地理情報技術  
久保幸夫 著  
168pp、古今書院、1996
- 市町村 GIS 導入マニュアル地理情報システム  
地図情報システムによる市町村  
土地情報整備研究会編 著  
198pp、ぎょうせい、1997
- 数値地図ユーザーズガイド(第2版補訂版)  
建設省国土地理院(監)  
512pp、日本地図センター、1998
- リモートセンシング解析の基礎  
長谷川 均 著  
138pp、古今書院、1998
- 地図学用語辞典〈増補改訂版〉  
日本国際地図学会地図用語専門部会編  
545pp、技報堂、1998
- 地理情報システムを学ぶ  
中村和郎・寄藤 昂・村山祐司 著  
212pp、古今書院、2000
- 地理情報学入門  
野上道男・岡部篤行・貞広幸雄・隈元 崇・西川 治 著  
163pp、東京大学出版会、2001
- 地理情報システムを用いた空間データ分析  
張 長平 著  
194pp、古今書院、2001
- GIS の基礎と応用 空間情報の統合化技術  
電気学会・空間情報統合化技術調査専門委員会 編  
284pp、オーム社、2001
- 地理情報技術ハンドブック  
高阪宏行 著  
481pp、朝倉書店、2002
- GIS の応用 地域系・生物系環境科学へのアプローチ  
C. A. ジョNSTON 著、小山修平・橘 淳治 訳  
241pp、森北出版、2003
- GIS の原理と応用  
巖 網林 著  
267pp、日科技連出版、2003



## 【著者紹介】

---



### ●木平 勇吉 (このひら ゆうきち)

日本大学生物資源科学部教授

研究分野は地理情報システム、収穫表と保続収穫計画、市民参加と合意形成など。1936年京都市生まれ。京都大学農学部林学科卒業。林野庁、長野営林局、富士通ファコム勤務を経て、1970年信州大学農学部助教授、教授。1990年東京農工大学教授。2000年より現職。この間、ワシントン大学客員助教授、ニュージーランド政府招聘研究員、メルボルン大学客員教授を歴任。農学博士。1996～97日本林学会会長。2003年～現在 林政審議会会長。

著書に、『森林科学論』（編著・朝倉書店）、『森林環境保全マニュアル』（編著・朝倉書店）、『流域環境の保全』（編著・朝倉書店）など。

---



### ●西川 匡英 (にしかわ きょうえい)

前 鹿児島大学農学部教授

1937年鳥取県生まれ。1964年北海道大学農学部林学科卒業。1966年北海道大学大学院農学研究科修士課程修了。同年農林省林業試験場経営部測定研究室に勤務。1978年海外林業調査技術情報室長、1988年農水省森林総合研究所資源計画科長、1994年林業経営部長を経て、1996年鹿児島大学農学部教授、2003年3月退職。農学博士。著書に『日本の大都市近郊林－歴史と展望』（共著、日本林業調査会 1995）、『天然林の調査法－空間パターンと林分構造の解析』（森林計画学会出版局 1998）など。

---



### ●田中 和博 (たなか かずひろ)

京都府立大学大学院農学研究科教授

1953年生まれ。1976年名古屋大学農学部林学科卒業。1981年名古屋大学大学院農学研究科林学専攻博士課程修了。東京大学農学部助手、三重大学農学部講師、同助教授を経て、1998年より現職。農学博士。森林計画学会理事。GIS学会バイオリージョン分科会代表。

主な著書：『日本の大都市近郊林－歴史と展望』（共著、日本林業調査会 1995）、『森林計画学入門』（森林計画学会出版局 1996）など。

---



### ●龍原 哲 (たつはら さとし)

新潟大学農学部助教授

1963年広島市に生まれる。1988年東京大学大学院農学系研究科林学専攻修士課程修了。東京大学農学部助手を経て、1997年より現職。博士(農学)。論文に、「Modelling volume growth for two-storied sugi (*Cryptomeria japonica*) stands」、「Predicting growth of coniferous plantations using a stand table database」など。

---

# 森林 GIS 入門

-これからの森林管理のために-

---

1998年3月25日発行  
2003年9月25日第2刷

定 価／本体2400円＋税

著 者／木平勇吉・西川匡英・田中和博・龍原 哲

発行所／社団法人 日本林業技術協会  
〒102-0085 東京都千代田区六番町7  
TEL. 03-3261-5281 (代) FAX. 03-3261-5393 (代)  
振替 00130-8-60448番

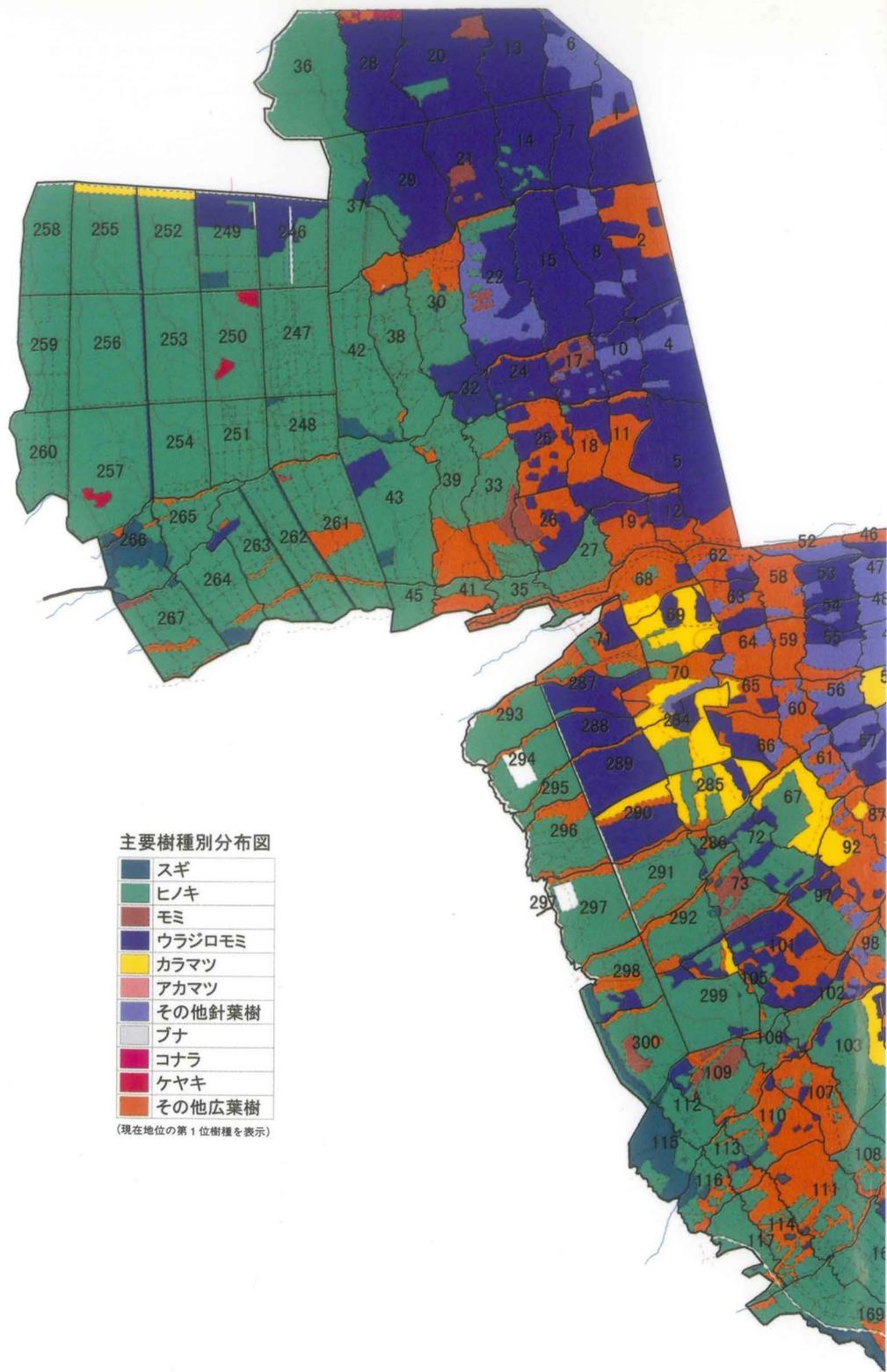
©Y.KONOHIRA, K.NISHIKAWA, K.TANAKA and S.TATSUHARA 2003. Printed in Japan

---

ISBN 4-88964-001-0 C 3061







主要樹種別分布図

|        |
|--------|
| スギ     |
| ヒノキ    |
| モミ     |
| ウラジロモミ |
| カラマツ   |
| アカマツ   |
| その他針葉樹 |
| ブナ     |
| コナラ    |
| ケヤキ    |
| その他広葉樹 |

(現在地位の第1位樹種を表示)

定価(本体2400円+税)

ISBN4-88964-001-0 C3061 ¥2400E