

(研究資料)

## 人工衛星画像解析に基づく林相区分図を用いた 現況森林簿の作成過程

山場淳史・佐野俊和

山場淳史・佐野俊和：人工衛星画像解析に基づく林相区分図を用いた現況森林簿の作成過程，広島県林技セ研報41：31～36，2009.

人工衛星画像解析成果としての林相区分図を用いて，GISの基本操作により現況ベースの森林簿を効率的に作成する過程を検証した。すなわち，ALOS AVENIR-2データを用いて最終的にオブジェクトベース分類により落葉広葉樹林，アカマツ林，草原等，スギ林，ヒノキ林に区分した画像と地番界データをGIS上でインターセクト処理を行い，現況森林簿の作成までの一連の作業を再現し，その過程での問題点等を検証した。大きな問題点としては，インターセクト処理後に100m<sup>2</sup>未満の微小なフィーチャが多く発生し，その処理方法を検討すること等が提示された。

[キーワード]森林計画，森林GIS，リモートセンシング，林相図，データベース

### 1 はじめに

森林情報の効率的な管理・利用のために，国やほとんどの都道府県，さらには先進的な市町村や森林組合等でも，森林GIS（地理情報システム）が導入されるようになってきた。しかし，森林情報の現況との差異，さらには経年変化の把握や更新の困難性といった問題は，いまだに改善されていない（肱黒，2007）。

特に，森林現況の差異については，GIS上で現況の画像と森林計画図を重ね合わせることが可能になったためにかえってその精度問題が顕在化し，修正を必要とする箇所が多数生じた（平井，2007）。一方，従来のようなモノクロ空中写真の判読作業による修正では，作業量が膨大であり（松村，2007），定期的な更新も含めた修正は現実的には不可能である。

このような問題を解決する手段として，衛星リモートセンシングとGISを統合（西川，1998；須崎・原，2002）し，森林情報を効率的かつ再現性のある手法により収集し，データベース化する技術開発やノウハウの蓄積が求められている。

本報では，最も基本的な情報である林相区分の空間的配置の把握をリモートセンシングによって行い，その成果を用いてGISの基本操作・ツールにより現況森林簿としてデータベース化する一連の作業フローを確

立するとともに，その精度等の検証を行い，それらの過程での課題等を提示することを目的とする。

なお，本報は平成15（2003）年から平成19（2007）年の5年間で行われた研究課題「ITを使った森林調査の効率化に関する研究」の成果の一部である。

### 2 方法

#### 2.1 対象区域

研究対象区域は，広島県山県郡北広島町の旧芸北町の範囲とした（図1）。広島県農林水産部（2008）に

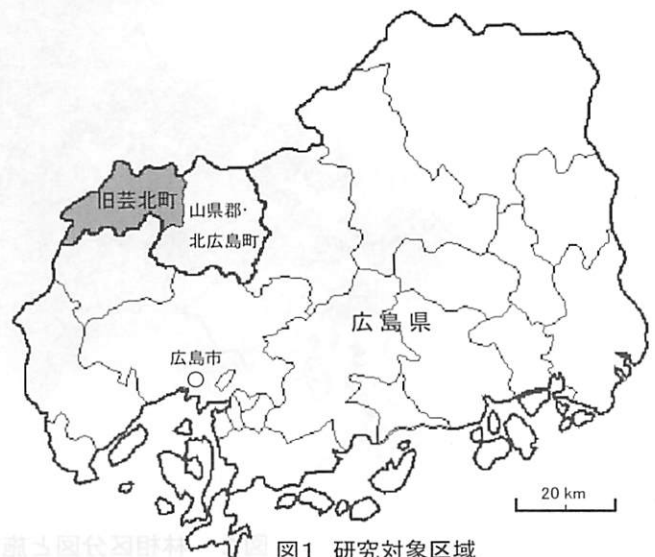
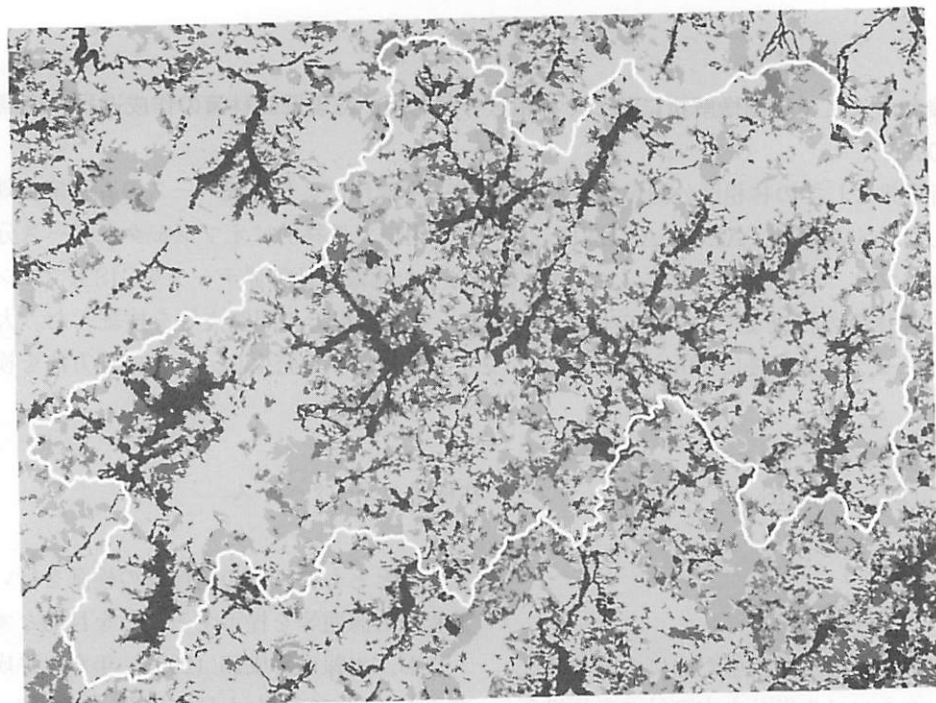


図1 研究対象区域

よれば、当該区域の森林面積は22,283ha、うち地域森林計画対象民有林面積は21,918haである。民有林における人工林は8,645ha（人工林率39.4%）であり、そのうちの6,391ha（73.9%）をヒノキが占める。また民有林における天然林のうち、広葉樹が81.5%を占める。

この範囲は、国土調査（地籍調査）が完了しており（山本ら、2001）、既に国土調査成果としての地籍図を県森林GISデータとして整備済みである。このため、林小班（地番）単位の森林簿情報を整備すれば、現地の森林所有単位の森林資源情報を正確に把握可能となる。



- 落葉広葉樹林
- マツ林（アカマツ林）
- 草地等
- スギ林
- ヒノキ林
- 森林以外

0 5 10 km

衛星画像解析による林相区分図  
（白線枠は旧芸北町界）



森林簿地番ポリゴン

図2 林相区分図と施業区分図の重ね合わせ

## 2. 2 林相図作成方法

本報で用いた人工衛星画像解析成果である林相区分図(図2)は、佐野・山場(2008)によるものである。すなわち、地上分解能10mのALOS AVENIR-2データ(2006年9月23日撮影)を用いて、次の手順により解析を行い作成した。(1)全バンドを用いたピクセルベースの教師なし分類による森林および森林以外の区分、(2)森林域のみの画像からバンド間演算によりスギ・ヒノキ林とその他の森林を判読しやすい画像を作成、(3)オブジェクトベース分類(村上, 2007)によりスギ・ヒノキ林を抽出、(4)スギ・ヒノキ以外の森林を全バンド画像からオブジェクトベース分類により落葉広葉樹林、アカマツ林、草原等に分類、(5)2回のグラウンドトゥルースにより修正、(6)分類されたラスタ画像をベクタデータ(シェープファイル形式)に変換・出力。

## 2. 3 現況森林簿作成方法

変換されたベクタデータをGISアプリケーション(本報ではESRI社ArcView9.2を使用)にレイヤ追加し、県森林GISの森林簿データの一構成単位である地番界データ(21,187レコード)(図2)のオーバーレイによるインターセクト処理を行った。なお、このインターセクト処理とは入力レイヤでオーバーレイレイヤをくりぬくオーバーレイ解析ツールであり、両レイヤの境界線で分割されたそれぞれのフィーチャが個別の属性を持つフィーチャクラスが出力される。

この出力されたフィーチャクラスの属性テーブルをエクスポートし、表計算ソフトウェアでインポートした上で小班と林相区分によるクロス集計を行うことにより、現況林相ベースの森林簿データベースを作成した。なお、属性テーブルには、あらかじめ各ポリゴンの面積を演算させて追加しておく必要がある。また、今回は表計算ソフトウェアに最大行数が1,048,576行の表計算ソフトウェアMicrosoft Office Excel2007を使用

したが、実際の森林計画編成業務等で広範囲を対象とする解析では、さらに膨大なレコード数となることが想定されるため、集計にはデータベース管理ソフトウェアによる操作が必要になる。

## 3 結果と考察

### 3. 1 林相図の作成と検証

作成された林相図レイヤを旧芸北町の範囲でクリップしたところ、総フィーチャ数は3,379件となった。各林相区分のフィーチャ数および面積は、表1のとおりとなった。

林相区分ごとのフィーチャ数は1070件のマツ林が最も多く、次いでヒノキ林(694)、落葉広葉樹林(581)、スギ林(472)、草地等(217)の順であった。

フィーチャ当たり面積(平均的なパッチサイズに相当するとみなされる)は22.1haの落葉広葉樹林が最も大きく、次いでヒノキ林(7.3)、マツ林(3.0)、スギ林(2.2)、草地等(1.9)の順であった。

このことから、落葉広葉樹林はバラツキがあるもののパッチサイズが比較的大きくかつまとまって配置されている一方で、スギ林や草地等は小面積のパッチが点在することを意味していると考えられた。また、マツ林についてはフィーチャ数の多さに対してパッチサイズが小さく、分断・細分化されている構造となっていることを示している。ヒノキ林については、公的な造林事業による大規模な植栽と個人所有者の小規模な植栽の混在が影響していると考えられる。

また、参考までに、同表に各林相区分に該当する森林簿上の区分を再編し、それぞれの対応を示した。全体的には林相区分と実際の森林簿の面積は概ね合致したが、森林簿の面積と比較して最も過大なのは落葉広葉樹林であり、最も過小なのはヒノキ林である傾向が確認された。これは落葉広葉樹林に分類された中に、植栽後に林冠が閉鎖していない若齢ヒノキ林で草本・

表1 林相区分ごとの面積および全体に対する比率

林相区分		単位: ha; %; 個						
集計方法		落葉広葉樹林	マツ林	草地等	スギ林	ヒノキ林	その他※	合計
衛星画像解析結果	面積	12840	3198	415	1049	5042		22543
	(%)	(57.0)	(14.2)	(1.8)	(4.7)	(22.4)		(100.0)
	フィーチャ数	581	1070	217	472	694		3379
	フィーチャ当たり面積	22.1	3.0	1.9	2.2	7.3		6.7
	SD	33.9	6.0	3.6	4.8	20.5		
民有林種内訳※	面積	10524	3047	475	1382	6391	99	21918
	(%)	(48.0)	(13.9)	(2.2)	(6.3)	(29.2)		(100.0)

※広島県林務関係行政資料による。その他は「その他針葉樹」。

低木類と混交している林分や、人工林の生育不良地で広葉樹類が優占している林分、さらにはアカマツと混交している林分等が含まれているためと考えられる。

実際に、林相区分の分類結果について、機械的に選出した箇所に対しGoogle Earthの高分解能衛星画像を用いて検証を行った結果では約80%が合致したが、上述のようなケースも確認された(佐野・山場, 2008)。

しかし、アカマツと落葉広葉樹の混交林分については、将来的な植生遷移を考慮すると、落葉広葉樹林に区分しても差し支えないという考え方もある。特に、松枯れ被害が発生しているような地域では、その取扱いには異なる基準が必要になるであろう。

このように、地上分解能10m程度の中分解能衛星画像を用いた林相図の作成については、林相レベルの現況を把握するには十分な精度であると認められた一方で、異なる樹種が混交する林分の取扱いについては対象地域の特性も踏まえながら検討する必要があると考えられる。

### 3. 2 現況森林簿の作成と検証

GISアプリケーション上でのインターセクト処理による出力フィーチャクラスの属性データ件数は51,952件で、当初の地番データ件数の約2.5倍に増加した。これは林相図がラスタ画像ベースで作成されているため、その解像度(ピクセルサイズ)に影響されたジャギー状の周縁ラインと、地番あるいは施業区分の境界

ラインが交差する箇所に微小なフィーチャの断片が大量に発生したことが原因であった(図3)。

図4にインター処理後のフィーチャサイズ区分別のフィーチャ数を林相区分ごとにヒストグラムとしてまとめた。微小フィーチャに関しては、50m<sup>2</sup>未満の極めて微細なフィーチャや100m<sup>2</sup>以上1000m<sup>2</sup>未満のサイズよりは、50m<sup>2</sup>以上100m<sup>2</sup>未満のサイズのフィーチャが多く存在していることが確認された。

このため、実際の運用に当たっては、このような100m<sup>2</sup>未満の微小フィーチャの取扱いを検討する必要があると考えられる。具体的には、一定の面積や、パッチ形状の複雑さ(Turner et al., 2001)の指標としてよく使用される面積に対する周長の比(P/A)等を基準に、隣接する林相区分への統合等の処理が想定される。

いずれにしても、インポートされた属性テーブルを基に、クロス集計ツールにより、行ラベルに林班-準林班-小班(地番)、列ラベルに林相区分カテゴリ名、値フィールドにはフィーチャの面積合計を指定しクロス集計を行えば、現況森林簿を容易に作成することができる。

このように、いったん重ね合わせ処理を行った現況ベースの森林簿データベースを作っておけば、目的に応じて編集を行い、業務に活用可能である。

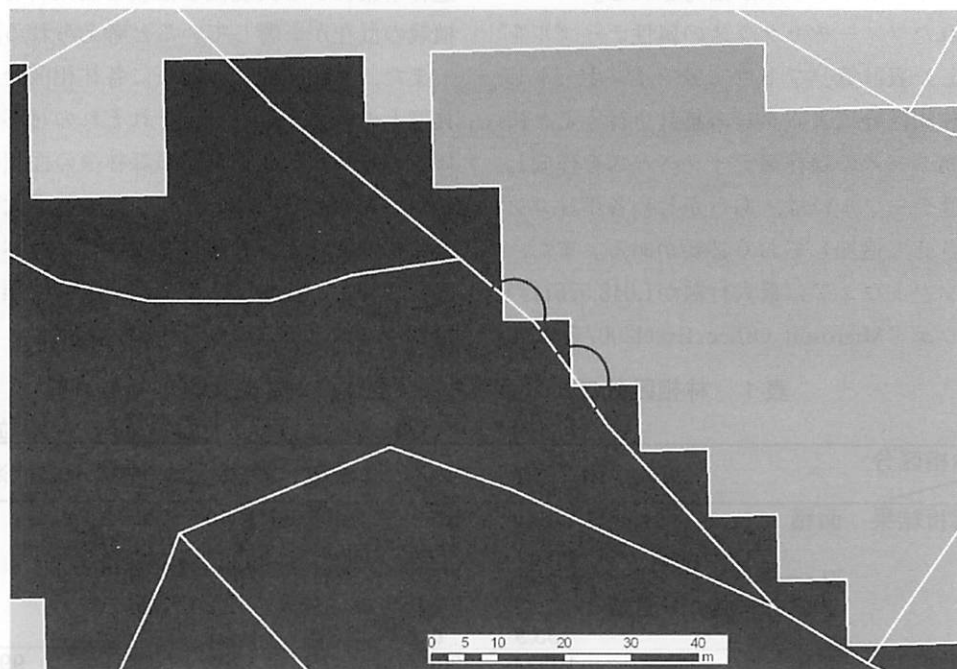


図3 ポリゴンの断片の発生箇所(Oの箇所)

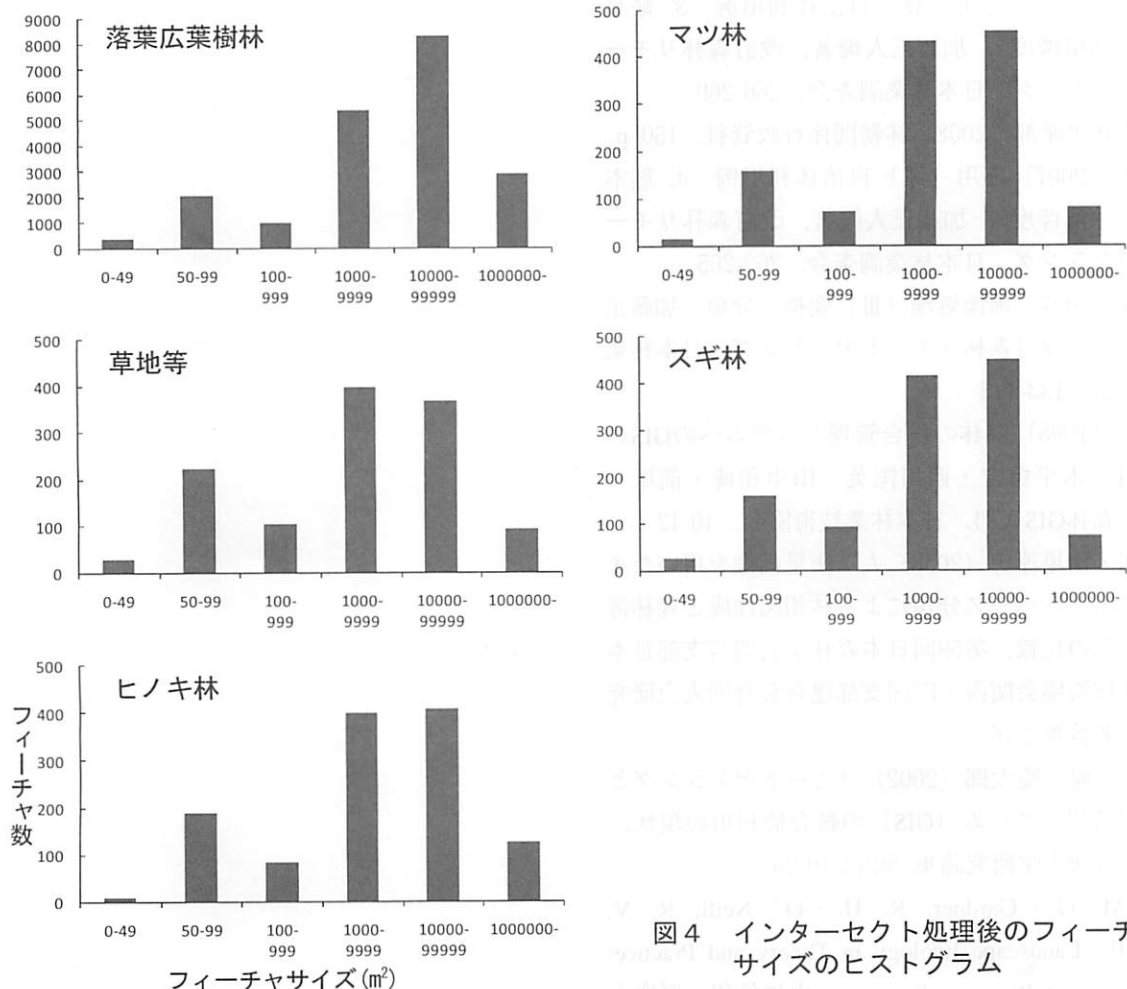


図4 インターセクト処理後のフィーチャサイズのヒストグラム

#### 4 おわりに

現在、広島県では、平成19(2007)年度より森林GISを導入し、森林・林業・自然保護等に関する様々な情報の統合化を行い、庁内LANを経由して関係職員の業務に使用されている。また、その一部は各市町や森林組合等に普及版システムとして提供されている。さらに、従来の空中写真の撮影または購入に代替して、人工衛星画像(ALOS二次メッシュ加工品)を購入し、森林計画編成作業に用いることとなった。

現状では森林現況の目視把握のように従来の空中写真の代用としての利用に限定されている。また、ALOS画像のカタログが現状では全県を網羅していないことも将来的な利用計画に影響していると言わざるを得ない。

しかしながら、これまで述べてきたように、人工衛星画像解析成果としての林相区分図を用いて、GISの基本操作により現況ベースの森林簿を効率的に作成することが可能であると考えられる。

今後は、本報で明らかになったいくつかの技術的課題を解消していき、実際の森林計画編成業務のなかで運用可能なシステムを構築し、提案する必要がある。

#### 謝辞

本研究のとりまとめに際し、広島県立総合技術研究所西部工業技術センター生産技術アカデミーの弓場憲生副主任研究員と同研究所保健環境センターの山本哲也副主任研究員には有益なご助言とご助力をいただきました。また、県農林水産局農林整備部林業課森林計画グループの方々には、研究成果の移転に関して多大なご意見とご提案をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

#### 引用文献

脇黒直次(2007) 森林組合におけるGIS利用. 森林科学 500:12-15

- 平井 實 (2007) 応用 (Ⅶ) 自治体利用例 3. 岐阜県 (高解像度). 加藤正人編著, 改訂森林リモートセンシング. 日本林業調査会. 266-269
- 広島県農林水産部 (2008) 林務関係行政資料. 150 p
- 松村慎也 (2007) 応用 (Ⅶ) 自治体利用例 4. 熊本県 (中解像度). 加藤正人編著, 改訂森林リモートセンシング. 日本林業調査会. 262-265
- 村上拓彦 (2007) 画像処理 (Ⅲ) 変換, 分類. 加藤正人編著, 改訂森林リモートセンシング. 日本林業調査会. 133-143
- 西川匡英 (1998) 森林の総合管理システムへのGISの応用. 木平勇吉・西川匡英・田中和博・龍原哲, 森林GIS入門. 日本林業技術協会. 40-42
- 佐野俊和・山場淳史 (2008) 人工衛星画像を用いたオブジェクトベース分類による林相図作成と森林簿情報との比較. 第59回日本森林学会関西支部日本森林技術協会関西・四国支部連合会合同大会研究発表要旨集: 16
- 須崎純一・原 慶太郎 (2002) リモートセンシングと地理情報システム (GIS) の統合的利用の現状. 東京情報大学研究論集 5(2): 19-26
- Turner, M. G.・Gardner, R. H.・O' Neill, R. V. (2001) Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process. Springer. 中越信和・原慶太郎監訳 (2004) 景観生態学: 生態学からの新しい景観理論とその応用. 文一総合出版. 399 p
- 山本哲也・東 敏生・佐野俊和・弓場憲生 (2001) 環境に配慮した森林土木事業導入手法の検討ーGISによる森林モニタリング及び法面緑化工施工地における在来植物の侵入状況ー. 広島県立林業技術センター研究報告: 1-1