

平成 17 年度自然環境保全基礎調査植生調査
植生図数値化手法検証業務
報告書

平成 18 年 3 月
アジア航測株式会社

目次

1	検討の目的.....	1
2	検討方法	1
2.1	検討フロー	1
2.2	検討に使用したデータ	2
2.3	検討対象地域.....	3
3	検討方法	4
3.1	比較データの抽出方法	4
3.2	凡例の統合	5
4	検討結果	10
4.1	データ抽出法の比較.....	10
4.1.1.	第 5 回調査で実施した小円選択法の検証	13
4.1.2.	データ抽出法ごとに把握されるメッシュ数の比較.....	14
4.2	第 5 回調査と第 6 回調査との比較	14
4.2.1.	全体的傾向	14
4.2.2.	実面積による比較	14
4.2.3.	メッシュ毎の比較	17
5	まとめ	19

1 検討の目的

第5回自然環境保全基礎調査植生調査（以下、「第5回調査」という）では縮尺 1/5 万の図が作成されたが、集計は小円選択法による 3 次メッシュデータに基づいたもので実施された。

その後各種データの GIS 化が進み、平成 9 年度に「自然環境情報 GIS CD」、平成 12 年度に「自然環境情報 GIS CD 第 2 版」が完成したことで、1 つ 1 つのポリゴンを対象とした詳細な面積単位での解析が可能となった。

一方、平成 11 年度から開始された第 6 回自然環境保全基礎調査植生調査（以下、「第 6 回調査」という）では縮尺が 1/2.5 万に改められるとともに凡例体系も再整備された。平成 16 年度業務からは GIS 仕様が定められ GIS データが成果品の 1 つとなった。これは平成 17 年度開始の「第 7 回自然環境保全基礎調査 植生調査」（以下、「第 7 回調査」という）でも踏襲されている。

植生調査の目的は全国規模の植生の把握と過去からの植生変化を把握することであるが、その比較を行う際、データ化の方法の違いや作成基準（縮尺、凡例体系）が問題となる可能性が指摘されている。しかしこれまで実際に検証は行われてこなかった。

そこで本業務は第 5 回調査と第 6 回調査の植生図 GIS データを用いて、データ化手法の違い及び植生図作成基準が比較解析に及ぼす影響を検証し、植生図を使う上での留意点を明らかにすることを目的とする。

2 検討方法

2.1 検討フロー

図 2.1 に本業務での検討フローを示す。

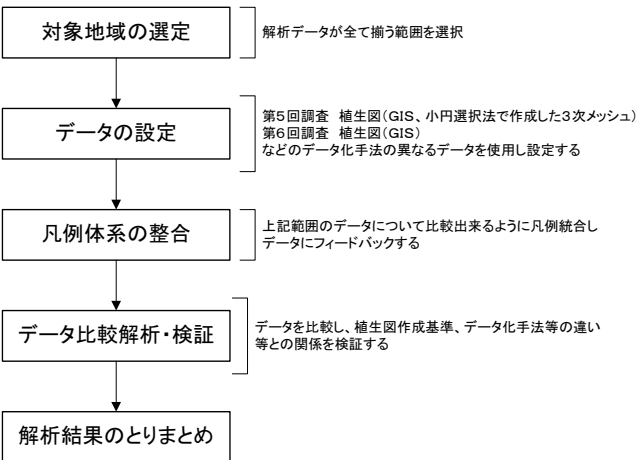


図 2.1 検討フロー

なお、検討結果の一部は平成 17 年度の第 1 回植生分科会において発表し、奥富座長を始め部会委員らより意見を頂戴した。

2.2 検討に使用したデータ

検討に使用したデータは、表 2.1 に示す 5 種類のデータである。

表 2.1 比較に使用したデータ

データ名称	縮尺	データの形態	データ化の方法
第 5 回調査 植生図	1/50,000	3 次メッシュデータ	小円選択法
		GIS データ shape ファイル	ポリゴンとしての図面通りの形態を維持
第 6 回調査 植生図	1/25,000	GIS データ shape ファイル	ポリゴンとしての図面通りの形態を維持

小円選択法とは 3 次メッシュの中心に直径 250m の円（図中の赤丸）を置き、その中で優占する植生をそのメッシュのデータとする方法である（図 2.2）。

これは分布面積の小さい植生をメッシュ化の際に漏らさない方法として、第 1 回の植生調査業務で検討がなされたものである。当時の検討内容の詳細は参考資料 1 と 2 を参考のこと。



図 2.2 小円選択法

※○は小円（直径 250m）、黒い線は 3 次メッシュの線を示す。
3 次メッシュの線は概ね 1km 四方の大きさを持つ。

¹ 環境庁編「緑の国勢調査—自然環境保全調査報告書—」（昭和 51 年 3 月）260-261p。なお当時は植生自然度調査という名称で実施。

2.3 検討対象地域

検討対象地域は、GIS 化製品仕様書（以下、「GIS 仕様」）に則り作成され、構造化された植生図 GIS データが作成されている地域の中から、図 2.3 のとおり神奈川県、山梨県、静岡県の 3 県にまたがる 20 図郭部分の地域を選択した。

この地域は平成 15 年度の GIS 仕様検討地域、平成 16 年度植生原図整備地域、平成 16 年度丹沢大山業務での整備地域であり、全てアジア航測の担当整備地域であり現地の状況などを熟知していることも選択の 1 つの理由である。

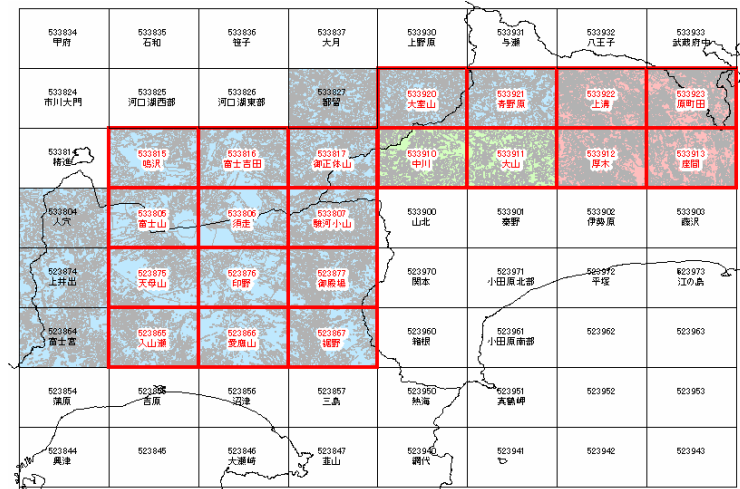


図 2.3 全検討対象地域 図中の赤枠地域

なおこの報告書では特にこだわらない限り、図郭は日本測地系（旧測地系）の 2 次メッシュとして扱うものとし、3 次メッシュはこの 2 次メッシュを東西南北に 10 分割したものとして定義している。

3 検討方法

実際の解析を行う前にデータの処理方法やデータの比較方法を検討した。

3.1 比較データの抽出方法

過去の植生調査でのデータ化方法を踏まえ、今回は下記の 5 つのデータ抽出方法でデータを比較した（表 3.1）。

- 第 5 回植生調査データに対して行うデータの抽出方法
 - a. 第 5 回調査実施時の目視による測定値（公表済 既存データ）
 - b. GIS の解析機能によって求めた小円選択法による測定値
 - c. GIS によるポリゴン面積測定値
- 第 6 回調査データに対して行うデータの抽出方法
 - d. GIS の解析機能によって求めた小円選択法による測定値
 - e. GIS によるポリゴン面積測定値

表 3.1 比較に使用するデータの抽出方法

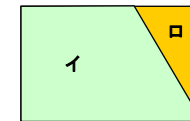
	小円選択法による代表値		GIS による面積実測値
	目視	GIS による測定	
第 5 回調査 縮尺 1/5 万	a	b	c
第 6 回調査 縮尺 1/2.5 万		d	e

a は 3 次メッシュという単位で把握される数値であるため、b～e についても 3 次メッシュ単位でとりまとめた数値として比較を行っており、比較は原則面積ではなくメッシュ数で行っている。

c と e の GIS による面積測定値は当初 3 次メッシュの個々のメッシュ毎に比較を行うことを目的としていたために、当初 GIS 計測によって 3 次メッシュ内の最大面積を占める植生を求め、それが全体を占めるとして計算を解析を実施した（図 3.1）。

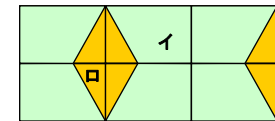
しかしこの手法で解析を進めたところ、広域に分布する植林地などの植生を過剰に評価してしまうことが判明したため、検討対象地域の 20 面全域で植生毎の面積を集計した後、3 次メッシュ数に換算し直し²、その数値を持って他の項目との比較を行うこととした。

初期に実施した抽出方法



GIS によってイが最大面積であることを判定した後、イがこの 3 次メッシュ全体をしめるものとした。ロは無視される。

変更した抽出方法



全域（この図では 6 メッシュ分）について植生毎に GIS によって面積を求め、植生毎に 3 次メッシュ相当の面積 1km²で割ることで 3 次メッシュ数を算出した。この場合ロも 1 メッシュ相当のメッシュ数は確保される。

図 3.1 GIS による実面積測定値算出方法 模式図

² この地域全体の面積は約 2099km²、3 次メッシュの 1 メッシュを 1km²とすると図面数は 20 面なので 2000km²となる。そこで、GIS 計測面積×2000km²÷2099km²によってメッシュ数を算定した。

3.2 凡例の統合

比較を行う上でのもう1つの課題は凡例である。

第5回調査は都道府県単位の凡例体系となっていたため、都道府県によって凡例が異なる、都道府県境界でポリゴンがずれるなど幾つかの問題点が指摘されており、そのままでは第6回調査との比較が出来ないことがわかっている。

そこで検討対象地域の全出現凡例をGISデータから抽出し、新たに比較解析用の凡例体系を作成し解析に使用することとした（表 3.2、表 3.3）。

比較解析用の凡例としては、原則第6回調査で用いる統一凡例に合わせる形とし、多くのデータで1対1の対応が可能となるようにした。

また第5回調査と第6回調査とで凡例の対応が多対1になる場合は、第6回調査の凡例体系を1段上に上がる形（細区分→中区分のような形）で凡例を対応させた。

表 3.2 第5回調査データについての解析用凡例体系

※MAJOR1、NAME とは第5回調査データのGISの属性で、MAJOR1はGIS用の凡例である。

※MAJOR1は群落コードに1対1で番号を振ったものであり同じ植生でも異なった番号となっている場合がある。

集計用凡例		第5回調査GISデータ凡例		
比較用凡例コード	比較用凡例名	MAJOR1	NAME	群落コード
020602	フジハタザオーオンタデ群集	1015	フジハタザオーオンタデ群集	10204I
050102	シラビソ－オオシラビソ群集	2005	シラビソトウヒ群団	20500
		2011	シラビソ－オオシラビソ群集	20502A
050105	カラムツ群落	2018	カラムツ群落	20700
060108	タカネノガリヤス－ダケカンバ群集	2020	ミドリユキザサ－ダケカンバ群団	20800A
080100	ダケカンバ群落(III)	3011	ダケカンバ群落	30400
100000	伐採跡地群落(III)	3008	伐跡群落	30300A
130101	ヤマボウシ－ブナ群集	4015	ヤマボウシ－ブナ群集	40201A
130104	オオモミジガサ－ブナ群集	4028	オオモミジガサ－ブナ群集	40204
130200	イヌブナ群落	4024	イヌブナ群集	40203A
140101	ウラジロモミ－コメツガ群落	4139	ウラジロモミ－コメツガ群落、ハリモミ群落	43300B
140102	カニコウモリ－ウラジロモミ群集	4041	ウラジロモミ群落	40400
140601	コカンスゲ－ツガ群集	4030	ツガ－コカンスゲ群集	40208
140801	シノブカグマーヒノキ群集	4046	ヒノキ群落	40600A
		4047	ヒノキ－シノブカグマ群集	40601C
160202	イワボタン－シオジ群集	4067	ミヤマクマワラビ－シオジ群集	41000A
160403	オオモミジ－ケヤキ群集	4123	ケヤキ群落	42500A
190000	岩角地・風衝地低木群落	4093	自然低木群落	41700A
		4132	ミズナ－リョウブ群集	41701B
210201	フジアカショウマーシモツケソウ群集	4109	フジアカショウマーシモツケソウ群集	41801
220102	クリ－ミズナラ群集	5009	クリ－ミズナラ群落	50300A
220700	アカシデ－イヌシデ群落(V)	5020	アカシデ－イヌシデ群落	50400A
		7122	イヌシデ群落	73600
220902	レンゲツツジ－シラカンバ群集	5030	レンゲツツジ－シラカンバ群落	50502D
240101	ニシキウツギ－ノリウツギ群落	5035	ニシキウツギ－ノリウツギ群落	50700A
250100	ササ群落(V)	5042	ササ草原	50900A
250105	ハコネダケ群落	5046	ハコネダケ群落	50903D
250200	ススキ群団(V)	5049	ススキ群団	51000A
		5055	カワラマツバ－ススキ群落	51002E
		5056	ススキ－ホクチアザミ群落	51003F
260000	伐採跡地群落(V)	5066	伐跡群落	51400A
270101	シラカン群集	6053	シラカン群集	60900A
270500	ウラジロガシ群落	6020	サカキ－ウラジロガシ群集	60400A
271201	ヤブコウジ－スダジイ群集	6074	ヤブコウジ－スダジイ群集	61301A
271601	イノデ－タブノキ群集	6107	イノデ－タブ群集	61401A
280101	シキミ－モミ群集	6002	モミ－シキミ群集	60100A
290104	ヤマツツジ－アカマツ群集(自然林)	4057	アカマツ群落	40800
300101	コクサギ－ケヤキ群集	6038	コクサギ－ケヤキ群集	60500J
300102	イロハモミジ－ケヤキ群集	6039	ケヤキ－イロハモミジ群集	60501B
320200	ヤナギ低木群落(VI)	6144	河辺ヤナギ低木群落	62200A
		6150	ネコヤナギ－タチヤナギ群落	62201C
320401	タマアジサイ－フサザクラ群集	4141	タマアジサイ－フサザクラ群集、ヤシャブシ群落	43400B
400100	シイ・カシ二次林	7017	シイ・カシ萌芽林	70200A
400104	シラカン屋敷林	6190	シラカン・ケヤキ屋敷林	65700
410100	コナラ群落	7002	コナラ群落	70100A
		7006	クヌギ－コナラ群集	70101A
		7007	コナラ－クヌギ群集	70101C
		7011	オニシハバ－コナラ群集	70103B

		7012	コナラークリ群落	70104
		7013	コナラークリ群集	70104B
420101	ヤマツツジ・アカマツ群集	7081	アカマツ群落	71000A
440000	低木群落	7095	林縁性つる一低木群落	72000A
440200	クズ群落	7096	クズ群落	72000B
450100	ススキ群団(VII)	7054	ススキ群団	70600A
		7061	アズマネザサーススキ群集	70602D
		7063	アズマネザサーススキ群集	70602J
		7064	チガヤーススキ群落	70603F
460000	伐採跡地群落(VII)	7036	伐跡群落	70300A
		7038	ベニバナボロギク・ダンドボロギク群落	70301C
		7040	クサイチゴータラノキ群集	70302E
470400	ヨシクラス	8008	ヨシクラス	80300A
470501	ツルヨシ群集	8019	ツルヨシ群集	80500A
470502	オギ群集	8023	オギ群集	80600A
490000	砂丘植生	8040	砂丘植生	80900A
520401	フジアザミ・ヤマホタルブクロ群集	4110	フジアザミ・ヤマホタルブクロ群集	41802
540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	9016	スギ・ヒノキ・サワラ植林	90103A
540200	アカマツ植林	9011	アカマツ植林	90101A
540300	クロマツ植林	9013	クロマツ植林	90102A
540700	カラマツ植林	9024	カラマツ植林	90201B
540902	ニセアカシア群落	9047	外国産広葉樹植林	90600A
541000	その他植林	9032	クスノキ植林	90401B
541102	ウラジロモミ植林	9006	ウラジロモミ植林	90107C
541103	シラビソ植林	9009	シラビソ植林	90115H
541200	その他植林(落葉広葉樹)	9035	落葉広葉樹植林	90500A
		9044	ヤマハンノキ植林	90507E
550000	竹林	9055	竹林	90700A
560100	ゴルフ場・芝地	5062	シバ群団	51100A
		7068	シバ群団	70700
		9082	牧草地	91500A
		9083	人工草地	91500C
		9095	ゴルフ場	91501B
570100	路傍・空地雑草群落	7072	路傍雑草群落	70900A
		7077	クズ・カナムグラ群落	70901B
		7079	ヨモギ群落	70903D
570101	畑放棄雑草群落	9077	ヒメムカシヨモギ・オオアレチノギク群落	91400B
570200	果樹園	9064	落葉果樹園	90900A
		9066	桑園	91000
		9070	苗圃	91200
570201	茶畑	9068	茶畑	91100
570202	常緑果樹園	9062	常緑果樹園	90800
570300	畑地雑草群落	9072	畑地雑草群落	91300A
570400	水田雑草群落	9098	水田雑草群落	91600A
570500	水田放棄雑草群落	9101	休耕田雑草群落	91700A
580100	市街地	9902	市街地	A0100A
		9935	広いコンクリート地	A1000
580101	緑の多い住宅地	9905	緑の多い住宅地	A0200A
580200	残存・植栽樹群をもった公園、墓地等	9907	公園、墓地等	A0200C
580300	工場地帯	9915	工場地帯	A0300
580400	造成地	9919	造成地	A0400A
		9925	造成地、裸地	A0400L
580600	開放水域	9931	開放水域	A0600A
		9932	開放水域	A0600C
580700	自然裸地	9933	自然裸地	A0700

表 3.8 第6回調査データについての解析用凡例体系

集計用凡例		第6回調査統一凡例	
比較用凡例コード	比較用凡例名	凡例コード	凡例名
020602	フジハタザオ・オンタデ群集	010201	コケモモ・ミネヤナギ群落
		020602	フジハタザオ・オンタデ群集
050102	シラビソ・オオシラビソ群集	050102	シラビソ・オオシラビソ群集
050105	カラマツ群落	050105	カラマツ群落
060108	タカネノガリヤス・ダケカンバ群集	060108	タカネノガリヤス・ダケカンバ群集
080100	ダケカンバ群落(III)	080100	ダケカンバ群落(III)
100000	伐採跡地群落(III)	100000	伐採跡地群落(III)
130101	ヤマボウシ・ブナ群集	130101	ヤマボウシ・ブナ群集
130104	オオモミジガサ・ブナ群集	130104	オオモミジガサ・ブナ群集
		130108	クワガタソウ・ブナ群落
130200	イヌブナ群落	130200	イヌブナ群落
140101	ウラジロモミ・コメツガ群落	050104	コメツガ群落
		140101	ウラジロモミ・コメツガ群落
		141300	ハリモミ群落
140102	カニコウモリ・ウラジロモミ群集	140102	カニコウモリ・ウラジロモミ群集
140601	コカンスゲ・ツグ群集	140601	コカンスゲ・ツグ群集
140801	シノブカグマ・ヒノキ群集	140801	シノブカグマ・ヒノキ群集
160202	イワボタン・シオジ群集	160202	イワボタン・シオジ群集
160403	オオモミジ・ケヤキ群集	160403	オオモミジ・ケヤキ群集
		160600	オオバアサガラ群落
190000	岩角地・風衝地低木群落	190000	岩角地・風衝地低木群落
		190200	ヤシヤブシ群落
210201	フジアカショウマ・シモツケソウ群集	210201	フジアカショウマ・シモツケソウ群集
220102	クリ・ミズナラ群集	220102	クリ・ミズナラ群集
220700	アカシデー・イヌシデ群落(V)	220700	アカシデー・イヌシデ群落(V)
		410400	アカシデー・イヌシデ群落(VII)
		410800	ケヤキ群落(VII)
220902	レンゲツツジ・シラカンバ群集	220902	レンゲツツジ・シラカンバ群集
240101	ニシキウツギ・ノリウツギ群落	240101	ニシキウツギ・ノリウツギ群落
250100	ササ群落(V)	250100	ササ群落(V)
250105	ハコネダケ群落	250105	ハコネダケ群落
250200	ススキ群団(V)	250200	ススキ群団(V)
260000	伐採跡地群落(V)	260000	伐採跡地群落(V)
270101	シラカシ群集	270101	シラカシ群集
270500	ウラジロガシ群落	270500	ウラジロガシ群落
271201	ヤブコウジ・スダジイ群集	271201	ヤブコウジ・スダジイ群集
271601	イノデ・タブノキ群集	271203	ホソバカナワラビ・スダジイ群集
		271601	イノデ・タブノキ群集
280101	シキミ・モミ群集	270300	アカガシ群落
		280101	シキミ・モミ群集
290104	ヤマツツジ・アカマツ群集(自然林)	290104	ヤマツツジ・アカマツ群集(自然林)
300101	コクサギ・ケヤキ群集	300101	コクサギ・ケヤキ群集
300102	イロハモミジ・ケヤキ群集	300102	イロハモミジ・ケヤキ群集
		300200	ムクノキ・エノキ群落
320200	ヤナギ低木群落(VI)	320200	ヤナギ低木群落(VI)
320401	タマアジサイ・フサザクラ群集	180400	ヤマハンノキ群落
		180500	河辺ヤシヤブシ群落
		320401	タマアジサイ・フサザクラ群集
		320600	河辺ヤシヤブシ群落(VI)
400100	シイ・カシ二次林	400100	シイ・カシ二次林
		400102	アカガシ二次林

400104	シラカシ屋敷林	400104	シラカシ屋敷林
		410802	ケヤキ屋敷林
410100	コナラ群落	410101	クリーコナラ群集
		410102	クスギーコナラ群集
		410103	オニシバリーコナラ群集
		410700	アカメガシワーカラスザンショウ群落
420101	ヤマツツジーアカマツ群集	420101	ヤマツツジーアカマツ群集
440000	低木群落	430200	メダケ群落
		430400	アズマネザサ群落
		440000	低木群落
440200	クス群落	440200	クス群落
450100	ススキ群団 (VII)	450101	アズマネザサーススキ群集
		450103	チガヤーススキ群落
460000	伐採跡地群落 (VII)	460000	伐採跡地群落 (VII)
470400	ヨシクラス	470400	ヨシクラス
470401	ミソソバーヨシ群落	470401	ミソソバーヨシ群落
470501	ソルヨシ群集	470501	ソルヨシ群集
470502	オギ群集	470502	オギ群集
520401	フジアザミーヤマホタルブクロ群集	520401	フジアザミーヤマホタルブクロ群集
540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林
540200	アカマツ植林	540200	アカマツ植林
540300	クロマツ植林	540300	クロマツ植林
540700	カラマツ植林	540700	カラマツ植林
540902	ニセアカシア群落	540902	ニセアカシア群落
541000	その他植林	541000	その他植林
541102	ウラジロモミ植林	541101	モミ植林
		541102	ウラジロモミ植林
541103	シラビソ植林	541103	シラビソ植林
		541104	トウヒ植林
541200	その他植林(落葉広葉樹)	541200	その他植林(落葉広葉樹)
550000	竹林	550000	竹林
		550100	モウソウチク林
		550200	マダケ・ハチク林
560100	ゴルフ場・芝地	560100	ゴルフ場・芝地
		560200	牧草地
570100	路傍・空地雑草群落	570100	路傍・空地雑草群落
570101	畑放棄雑草群落	570101	畑放棄雑草群落
570200	果樹園	570200	果樹園
570201	茶畑	570201	茶畑
570202	常緑果樹園	570202	常緑果樹園
570300	畑地雑草群落	570300	畑地雑草群落
570400	水田雑草群落	570400	水田雑草群落
570500	水田放棄雑草群落	570500	水田放棄雑草群落
580100	市街地	580100	市街地
580101	緑の多い住宅地	580101	緑の多い住宅地
		580800	残存・植栽樹群地
580200	残存・植栽樹群をもった公園、墓地等	580200	残存・植栽樹群をもった公園、墓地等
580300	工場地帯	580300	工場地帯
580400	造成地	580400	造成地
580600	開放水域	580600	開放水域
580700	自然裸地	470504	カワラハハコーヨモギ群団
		510300	岩壁植生
		580700	自然裸地

4 検討結果

4.1 データ抽出法の比較

データ抽出法別の全出現群落数を算出したものを表 4.1 データ抽出法ごとの抽出群落数に示す。

c と e はそれぞれの調査回における検討対象地域の全出現凡例を抽出するため、それに対しての構成比も示した。

表 4.1 データ抽出法ごとの抽出群落数

データ抽出法	第5回植生調査			第6回植生調査	
	a.小円選択法(目視)	b.小円選択法(GIS)	c.GIS面積実測値	d.小円選択法(GIS)	e.GIS面積実測値
抽出群落数	52	50	73	53	74
全出現凡例に対する比率(%)	71	68	100	72	100
抽出されない凡例の3次メッシュ数	10	9	—	16	—
全3次メッシュ数	2,000				

一方 a～e.のデータ抽出法別に見た出現頻度上位 20 群落までの結果を表 4.2 に、それらを順位およびメッシュ数で図示したものを図 4.1、

図 4.2、図 4.3 に示す。なお c と e のメッシュ数は補正済み（3.1 参照）の数値を使用して図化している。全群落についての表は資料 1 を参考のこと。

表 4.2 調査回別データ抽出法別の群落出現頻度上位 20 傑

凡例コード	凡例名	第5回調査						第6回調査					
		a.小円選択法(目視)		b.小円選択法(GIS)		c.GIS面積実測値		d.小円選択法(GIS)		e.GIS面積実測値			
		順位	メッシュ数	順位	メッシュ数	順位	メッシュ数	※補正済みメッシュ数	順位	メッシュ数	順位	メッシュ数	※補正済みメッシュ数
540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	1	468	1	469	1	485	462	1	564	1	569	543
580100	市街地	2	216	3	218	3	195	186	4	129	4	145	138
220102	クリミズナラ群集	3	204	2	219	2	211	201	2	195	2	198	189
570300	畑地雑草群落	4	186	4	189	4	186	177	3	145	3	154	147
570400	水田雑草群落	5	105	5	106	5	119	114	9	70	7	86	82
410100	コナラ群落	6	95	6	85	7	81	77	10	46	12	46	44
250200	ススキ群団(V)	7	84	7	82	6	89	85	11	44	11	47	45
540700	カラマツ植林	8	81	8	77	9	80	76	8	76	8	84	80
130101	ヤマボウシーブナ群集	9	72	9	71	8	81	77	7	76	9	75	71
450100	ススキ群団(VII)	10	61	10	64	10	66	63	23	13	22	14	14
050102	シラビソーオオシラビソ群集	11	42	11	45	11	48	46	13	36	13	42	40
560100	ゴルフ場・芝地	12	35	13	32	12	42	40	12	44	10	48	45
580700	自然裸地	13	30	14	31	14	34	33	18	20	21	17	16
140801	シノブカグマーヒノキ群集	14	28	12	33	15	32	31	33	5	25	12	12
240101	ニシキウツギーノリウツギ群落	15	27	15	29	13	38	36	38	3	39	5	4
570201	茶畑	16	23	18	22	18	23	22	19	19	18	21	20
580600	開放水域	17	22	16	24	21	22	21	15	28	16	22	21
540200	アカマツ植林	18	22	17	23	19	23	22	20	19	19	20	19
541103	シラビソ植林	19	18	19	19	22	16	15	14	29	14	29	28
580101	緑の多い住宅地	20	17	20	19	17	25	23	5	121	5	120	114

注）この表のデータ抽出法別の順位は各データ抽出法で出現頻度の多いものから 1 から順に番号を振ったものであり、並びは a. 小円選択法（目視）の順位にあわせたものである。

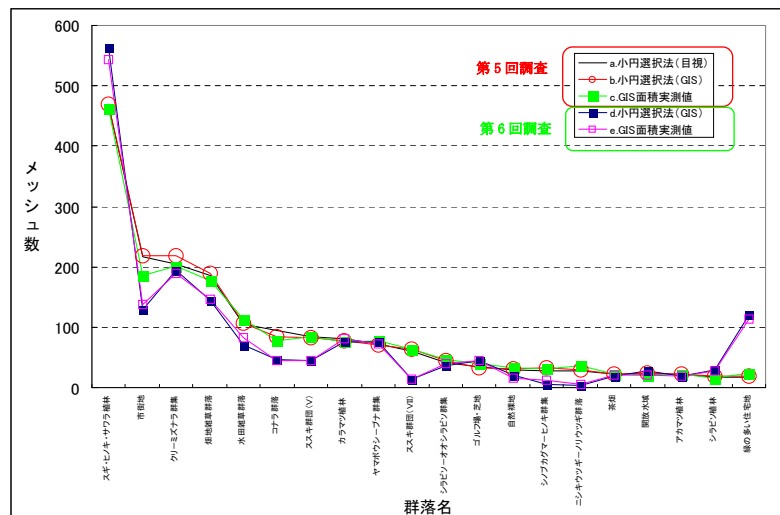


図 4.1 調査回別データ抽出法別群落別メッシュ数

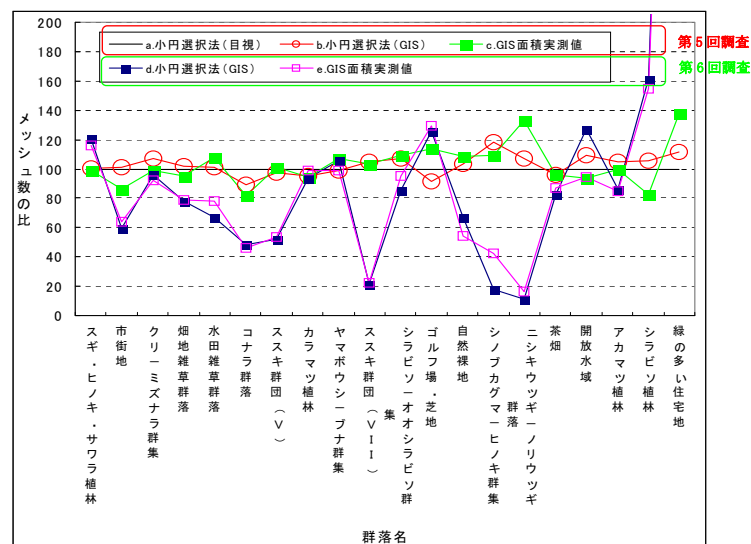


図 4.2 調査回別データ抽出法別群落別メッシュ数 (群落別に a の面積を 100 としたものの)

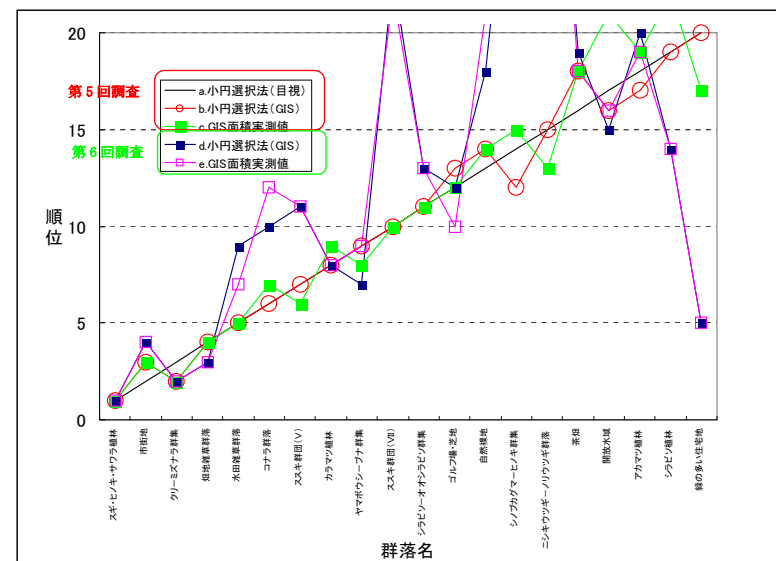


図 4.3 調査回別データ抽出法別群落別メッシュ数順位 (群落別の出現頻度の順位を示したもの)

4.1.1. 第5回調査で実施した小円選択法の検証

小円選択法は細かい植生単位も漏らさず抽出できるように考案された手法であるが、表 4.1 の抽出群落数のおり、全植生群落（c 及び e）の約 7 割が抽出されていることがわかる。

また抽出漏れとなった群落の合計メッシュ数について c 及び e の 3 次メッシュ数で集計すると 9～16 メッシュとなり、その数は全体のわずか 0.5% 程度であることがわかる。

これらを踏まえると実用上特に問題のないレベルで抽出されているものと考えられる。

また a の第 5 回調査の小円選択法は判定が目視に於いて行われているが、その検証を GIS 計測値である b のデータに対して行った。

全 3 次メッシュ数 2,000 のうち、群落が一致するものは 1,728 メッシュで全体の約 86% が一致する結果となった。残りの 14% については判定ミスなども含まれるが、概ね図 4.4 のような場合であり、目視では判定が難しいものがあつたと考えられる。

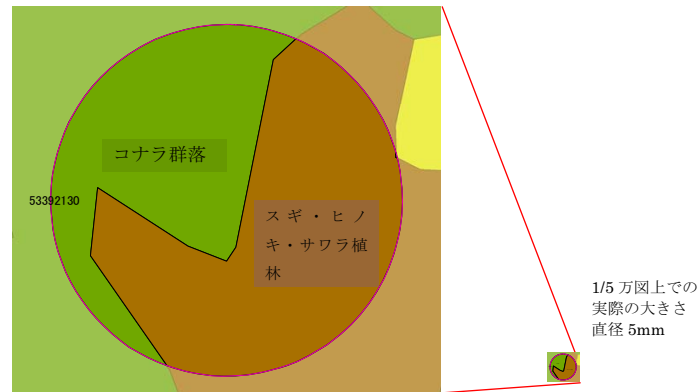


図 4.4 目視で判断が困難な例 3 次メッシュ 53392130

GIS での計測の結果、小円内のコナラの面積は 2.2ha、スギ・ヒノキ・サワラ植林の面積は 2.8ha となっており、b ではスギ・ヒノキ・サワラ植林に区分される。

一方目視で計測された a ではコナラ群落に設定されている。

1/5 万図上では直径 5mm の円（図右側）を読み取ることになるが、この例からもこのような判定誤差が十分に含まれたものであることが分かる。

4.1.2. データ抽出法ごとに把握されるメッシュ数の比較

表 4.2 及び図 4.1、図 4.2、図 4.3 を群落別にデータの抽出法に着目して見ると以下のような傾向が見られる。

- ・ 実際の面積値から計算した c と e のメッシュ数と、a、b、d の小円選択法の値とはほぼ同じ数値となる。
- ・ 多少の誤差はあるが概ね 20% 程度の範囲内に含まれていると言える。

4.2 第5回調査と第6回調査との比較

次いで調査回に着目して両者の比較を実施した。

比較検討にあたり、単なる植生の増減だけでなく、第 6 回調査での凡例の見直し、縮尺の違いや図化基準の変更などによる凡例適用の違いなどの影響も含まれることが考えられるため、全体的な状況について触れた後に個別の変化傾向について触れ、その要因を検討することとした。

個別の変化傾向を検討する場合、メッシュ化データのみでその作業を実施すると、メッシュ化による情報の変換が変化の真の要因を分かりにくくしてしまうことが考えられる。特に今回のように比較をする両者で調査手法が変わっている場合にはその傾向が大きくなるため、まず始めに GIS データの実面積による比較を行うこととした。

4.2.1. 全体的傾向

- ・ スギ・ヒノキ・サワラ植林、ゴルフ場・芝地、緑の多い住宅地を除くとほぼ全ての群落でメッシュ数が減少している。
- ・ 順位で見ると、ヤマボウシブナ群集、シラビソ植林、緑の多い住宅地で上がっている。一方市街地、水田雑草群落、コナラ群落、ススキ群団（V）、ススキ群団（VII）、シラビソ・オオシラビソ群集では下がっている。

4.2.2. 実面積による比較

全対象地域の改変地のうち、代表的な変化パターンについて表 4.3 と図 4.5 に示した。

変化要因のうち 1、2、4、5 は通常起こりえる変化であり、特に図 4.1 等でスギ・ヒノキ・サワラ植林地が大幅に増加していることなどは植林地の拡大がもたらした変化であることが分かる。

3 は主に凡例の適用の違いの影響による変化である。

第 5 回調査の植生図は実際には大部分が第 2 回、第 3 回調査の時の植生図であり、凡例も当時の知見に基づいたものである。しかし既に作成から 20 年程度の時間を経過していることから、その後の調査研究の進歩を踏まえ第 6 回調査時点もしくは実際の植生図作成の時点で凡例について解釈を変更した結果が含まれたものとなっている。

表 4.3 第5回調査から第6回調査への主な改変パターンとその改変理由

化	化 ターン	第5回調査(調査 1979, 1984)		第6回調査(調査 2004)		面積 a	その他の
		凡例名	凡例名	凡例名	凡例名		
1. 植林地の	二次林 植林	二次林	コナラ群落	植林	スギ・ヒノキ・サワラ植林	5,824	地、丘 地に 植林地の
			クレーミズナラ群落		スギ・ヒノキ・サワラ植林	3,621	
	二次草原 植林	二次草原	ススキ群落(V)		スギ・ヒノキ・サワラ植林	2,290	辺で にみ れる ターン
			ススキ群落(VII)		スギ・ヒノキ・サワラ植林	2,012	
	耕作地 植林	耕作地	畑地雑草群落		スギ・ヒノキ・サワラ植林	1,234	畑の植林地化
2. 自然	二次林 自然林	二次林	クレーミズナラ群落	自然林	ヤマボウシ・ナナハダ群落	1,287	20 の 化 面積が い
	二次林 二次林	二次林	クレーミズナラ群落	二次林	クレーミズナラ群落	1,649	低木二次林が自然 により 木二次林に
3. 凡例 用による 違	その他 自然草原	その他	自然草原	自然草原	クレーミズナラ群落	1,225	の凡例 用 第6回で された
	二次林 二次林	二次林	コナラ群落	二次林	アサダ・イヌシダ群落(V)	3,388	凡例 用の違い
			クレーミズナラ群落		アサダ・イヌシダ群落(V)	3,085	
					コナラ群落	1,521	
	二次草原 二次草原	二次草原	ススキ群落(VII)	二次草原	ススキ群落(V)	1,486	クラス域の り の 違
	耕作地 市街地等	耕作地	畑地雑草群落	市街地等	緑の多い住宅地	2,075	凡例 用による 違
	市街地等 市街地等	市街地等	市街地	市街地等	緑の多い住宅地	4,409	
4. 市街地化	耕作地 市街地等	耕作地	畑地雑草群落	市街地等	市街地	2,053	市街地化
5. 耕作地の 作	耕作地 市街地等	耕作地	水田雑草群落	耕作地	畑地雑草群落	1,604	水田を畑に
6. 常 り ない ターン	植林 二次林	植林	スギ・ヒノキ・サワラ植林	二次林	コナラ群落	3,879	常 ない 化
					アサダ・イヌシダ群落(V)	2,058	
					クレーミズナラ群落	1,609	
	植林 植林	植林	アカマツ植林	植林	カラマツ植林	1,307	い れ の の 違いの 性 り



図 4.5 第5回調査から第6回調査にかけて主な改変のあった地域

図 4.1 等でも見られるように緑の多い住宅地が大幅に増加している。

図 4.6 は市街地である神奈川県相模原市地域の土地利用変化を示したものであるが、緑や黄色で示した部分で緑の多い住宅地が増加していることが分かる。

この地域では実際の増加よりもむしろ縮尺や植生図化に関連する事項が大きく影響している。特にオルソ画像と GIS による図化を行うと、地図の縮尺以上に地物が判読できるためその影響が大きく関係している。

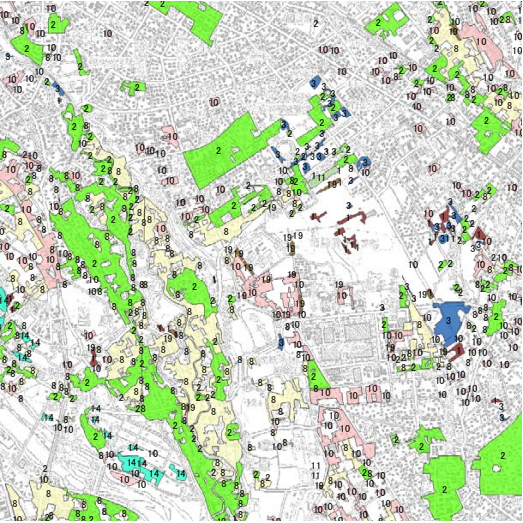


図 4.6 市街地における土地利用変化

緑：市街地→緑の多い住宅地、黄：畑地→緑の多い住宅地、赤：畑地→市街地

表 4.4 市街地、緑の多い住宅地等の面積は市街地、緑の多い住宅地と、改変前の土地利用と考えられる水田、畑などの農地の面積を抽出したものであるが、緑の多い住宅地の面積増加分が 9,516ha、市街地と農地の減少分が 8,154ha でありこの両者がほぼ相殺されていることが分かる。

表 4.4 市街地、緑の多い住宅地等の面積

	第5回調査	第6回調査	増減
市街地	21,125	19,803	-1,322
緑の多い住宅地	2,457	11,973	9,516
市街地+緑の多い住宅地	23,582	31,776	8,194
水田、畑	20,035	13,203	-6,832
市街地+緑の多い住宅地+水田、畑	43,617	44,979	1,362

注) 面積の単位は ha

4.2.3. メッシュ毎の比較

a、b、d のデータ抽出法を用いて 3 次メッシュ毎の群落の比較を行った。

10 メッシュ以上の変化のあった主な変化パターンを a→d、b→d それぞれ表 4.5 と表 4.6 に示す。

表 4.5 第 5 回調査の小円選択法抽出結果 (a.目視) と第 6 回調査の小円選択法抽出結果 (d.GIS)

第5回調査		第6回調査		3 次メ ッシュ数
a. 小円選択法 (目視)		d. 小円選択法 (GIS)		
凡例コード	凡例名	凡例コード	凡例名	
410100	コナラ群落	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	49
580100	市街地	580101	緑の多い住宅地	46
220102	クリーミズナラ群集	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	36
410100	コナラ群落	220700	アカシデーイヌシデ群落 (V)	36
220102	クリーミズナラ群集	220700	アカシデーイヌシデ群落 (V)	34
540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	410100	コナラ群落	23
570400	水田雑草群落	570300	畑地雑草群落	20
220102	クリーミズナラ群集	410100	コナラ群落	17
220102	クリーミズナラ群集	130101	ヤマボウシブナ群集	16
570300	畑地雑草群落	580100	市街地	16
570300	畑地雑草群落	580101	緑の多い住宅地	16
250200	ススキ群団 (V)	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	16
450100	ススキ群団 (V I I)	250200	ススキ群団 (V)	14
540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	220102	クリーミズナラ群集	13
540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	220700	アカシデーイヌシデ群落 (V)	12
450100	ススキ群団 (V I I)	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	12
580700	自然裸地	020602	フジハザオーオンタデ群集	12
540700	カラマツ植林	540200	アカマツ植林	11
570400	水田雑草群落	580101	緑の多い住宅地	10
540700	カラマツ植林	541103	シラビン植林	10
240101	ニシキウツギーノリウツギ群落	220102	クリーミズナラ群集	10
540200	アカマツ植林	540700	カラマツ植林	10

表 4.6 第 5 回調査の小円選択法抽出結果 (b.GIS) と第 6 回調査の小円選択法抽出結果 (d.GIS)

第5回調査		第6回調査		3 次メッシュ数
b. 小円選択法 (GIS)		d. 小円選択法 (GIS)		
凡例コード	凡例名	凡例コード	凡例名	
410100	コナラ群落	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	49
580100	市街地	580101	緑の多い住宅地	46
410100	コナラ群落	220700	アカシデーイヌシデ群落 (V)	36
220102	クリーミズナラ群集	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	36
220102	クリーミズナラ群集	220700	アカシデーイヌシデ群落 (V)	34
540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	410100	コナラ群落	23
570400	水田雑草群落	570300	畑地雑草群落	20
220102	クリーミズナラ群集	410100	コナラ群落	17
250200	ススキ群団 (V)	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	16
570300	畑地雑草群落	580101	緑の多い住宅地	16
570300	畑地雑草群落	580100	市街地	16
220102	クリーミズナラ群集	130101	ヤマボウシブナ群集	16
450100	ススキ群団 (V I I)	250200	ススキ群団 (V)	14
540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	220102	クリーミズナラ群集	13
580700	自然裸地	020602	フジハタザオ・オンタデ群集	12
450100	ススキ群団 (V I I)	540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	12
540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	220700	アカシデーイヌシデ群落 (V)	12
540700	カラマツ植林	540200	アカマツ植林	11
540700	カラマツ植林	541103	シラビン植林	10
540200	アカマツ植林	540700	カラマツ植林	10
240101	ニシキウツギーノリウツギ群落	220102	クリーミズナラ群集	10
570400	水田雑草群落	580101	緑の多い住宅地	10

代表的な変化について比較したものを表 4.7 代表的な改変地域の変化メッシュ数及び改変面積に示す。

表 4.7 代表的な改変地域の変化メッシュ数及び改変面積

第 5 回	第 6 回	データ抽出法での比較数値			
		小円選択法		c →e (GIS 実測値の比較)	
		a→d 目視と GIS 計測値の比較	b→d ともに GIS 計測値		
		変化メッシュ数	変化メッシュ数	改変面積 (ha)	変化メッシュ数 補正值
コナラ群落	スギ・ヒノキ・サワラ植林	49	49	5, 824	56
クリーミズナラ群集	スギ・ヒノキ・サワラ植林	36	36	3, 621	35
市街地	緑の多い住宅地	46	46	4, 409	42

植林地や緑の多い住宅地が増加しているという傾向は 4. 2. 2 と同様であるが、改変面積については若干の違いが見られることが分かる。

5 まとめ

本業務では第5回調査と第6回調査の植生図 GIS データを用い、データ化手法の違い及び植生図作成基準が比較解析に及ぼす影響を検証した。

第5回調査時点では小円選択法というデータ化の手法がとられたが、小円選択法によるデータ集計結果を GIS の集計結果と比較した結果によると大きな差はなく、GIS の普及していない当時としてのデータ化手法としては十分なものであることが分かった。

しかし比較解析等を行う場合、第6回調査で植生図の図化縮尺や凡例基準が変更になったことが評価解析には重要であるということもあわせて判明した。

今回の検討結果について植生分科会の奥富座長にヒアリングを行ったところ、神奈川地域については旧植生図の精度は比較的高いため、他の地域でも検証を行う必要があるというご意見を頂いた。

今回の検討対象地域の第6回調査の植生図はアジア航測が作成した地域であり、事前に地域の特徴や凡例の特徴を理解していたため、ある程度の解析時の問題点を把握しておくことが出来たが、一般の利用を想定した場合、単純な凡例比較が出来ないことなどを考え合わせると、データの操作には植生並びに植生図に関してある程度知識を有するものが行うことが望ましいといえる。

資料 1 調査回別データ抽出法別の植生メッシュ数 全群落

凡例 コード	凡例名	a.小円選択法 (目視)			b.小円選択 法 (GIS)			c. GIS実測面積			d.小円選択 法 (GIS)			e. GIS実測面積		
		順位 3次メッ シュ数	順位 3次メッ シュ数	順位 3次メッ シュ数	順位 3次メッ シュ数	順位 3次メッ シュ数	順位 3次メッ シュ数	補正済み メッシュ数	面積 a	順位 3次メッ シュ数	順位 3次メッ シュ数	順位 3次メッ シュ数	順位 3次メッ シュ数	補正済み メッシュ数	面積 e	
540100	スギ・ヒノキ・サワラ植林	1	468	1	469	1	485	462	48,499	1	564	1	569	542	56,941	
220102	クリ・ミズナラ群集	2	216	3	218	3	195	186	19,508	4	129	4	145	138	14,522	
580100	コナラ群集	3	204	2	219	2	211	201	21,125	2	185	2	198	189	19,803	
410100	コナラ群集	4	189	4	189	4	186	177	18,565	3	145	3	154	147	15,405	
570300	畑地雑草群落	5	105	5	106	5	119	114	11,911	9	70	7	86	82	8,594	
570400	水田雑草群落	6	95	6	85	7	81	77	8,123	10	46	12	46	44	4,609	
250200	ススキ群団 (V)	7	84	7	82	6	89	85	8,902	11	44	11	47	45	4,711	
540700	カラマツ植林	8	81	8	77	9	80	76	8,003	8	76	8	84	80	8,432	
130101	ヤマボウシ・ブナ群集	9	72	9	71	8	81	77	8,072	7	76	9	75	71	7,488	
450100	ススキ群団 (VII)	10	61	10	64	10	66	63	6,633	23	13	22	14	14	1,435	
540200	アカマツ植林	11	42	11	45	11	48	46	4,822	13	36	13	42	40	4,209	
560100	ゴルフ場・芝地	12	35	13	32	12	42	40	4,167	12	44	10	48	45	4,751	
050102	シラビソ・オオシラビソ群集	13	30	14	31	14	34	33	3,428	18	20	21	17	16	1,701	
580700	自然雑地	14	28	12	33	15	32	31	3,209	33	5	25	12	12	1,234	
240101	ニシキウツギ・ノリウツギ群落	15	27	15	29	13	38	36	3,779	38	3	39	5	4	464	
580600	開放水域	16	23	18	22	18	23	22	2,320	19	19	18	21	20	2,096	
140801	シノブカグマ・ヒノキ群集	17	22	16	24	21	22	21	2,154	15	28	16	22	21	2,180	
570201	茶畑	18	22	17	23	19	23	22	2,309	20	19	19	20	19	1,960	
541103	シラビソ植林	19	18	19	19	22	16	15	1,554	14	29	14	29	28	2,928	
580101	緑の多い住宅地	20	17	20	19	17	25	23	2,457	5	121	5	120	114	11,973	
250300	伐採跡地群落 (V)	21	15	21	16	20	22	21	2,189	41	2	48	3	3	285	
580300	工場地帯	22	14	22	13	25	14	13	1,409	16	26	15	23	22	2,277	
580400	造成地	23	13	23	12	16	25	24	2,539	31	7	32	9	8	862	
130200	イヌブナ群落	24	11	25	10	29	9	9	896	22	16	23	14	13	1,356	
541102	ウラジロモミ植林	25	11	29	6	24	14	13	1,413	21	18	20	19	18	1,882	
220700	アカシデ・イヌシデ群落 (V)	26	10	24	10	30	9	8	870	6	113	6	107	102	10,721	
140102	カニコウモリ・ウラジロモミ群集	27	9	26	10	31	9	8	865	26	11	29	9	9	913	
570200	果樹園	28	9	34	4	23	15	15	1,547	47	1	42	3	3	313	
460000	伐採跡地群落 (VII)	29	8	28	8	26	11	11	1,105	41	4	43	3	3	300	
290104	ヤマツツジ・アカマツ群集 (自然林)	30	7	27	9	27	10	9	958	48	1	55	1	1	96	
020602	フジ・ハタザオ・オオタデ群集	31	6	30	5	32	9	8	844	17	23	17	21	20	2,137	
060108	タカネノカリヤス・ダケカンバ群集	32	6	32	5	34	4	4	437	37	3	37	5	5	545	
520401	フジササミ・ヤマボタル・フクロ群集	33	5	33	5	28	9	9	897	25	11	24	13	12	1,281	
050105	カラマツ群落	34	4	36	3	37	3	3	334	28	9	27	11	10	1,091	
250100	ササ群落 (V)	35	4	43	1	58	0	0	41					0	26	
140101	ウラジロモミ・コマツガ群落	36	3	35	3	38	3	3	289	36	4	33	8	8	788	
280101	シキミ・モミ群集	37	3	37	3	41	2	2	193	32	6	31	9	8	873	
470502	オキ群集	38	3	40	2	35	4	4	397	40	3	44	3	3	292	
570100	雑草・空地雑草群落	39	3	45	1	42	2	2	151	27	11	26	12	11	1,204	
570202	常緑果樹園	40	3	38	2	36	3	3	348	50	1	54	1	1	108	
180202	イロハタシ・シオン群集	41	2			59	0	0	34	30	8	35	7	6	671	
300102	イロハミジケヤキ群集	42	2	41	2	53	1	1	79					3	276	
420101	ヤマツツジ・アカマツ群集	43	2	39	2	39	2	2	223	24	12	28	10	10	1,002	
480000	砂丘植生	44	2					0							0	
540300	クロマツ植林	45	2	49	1	51	1	1	85					1	69	
130104	オオモミガサ・ササ群集	46	1	31	5	33	5	5	506	29	8	34	7	7	695	
190000	道角地・風衝地低木群落	47	1			43	2	2	182	35	5	30	9	8	896	
250105	ハコブタ群落	48	1	48	1	45	1	1	130	44	1	53	1	1	108	
270101	シラカシ群集	49	1	50	1	44	2	2	159					2	165	
271801	イノデ・タフノキ群集	50	1			72	0	0						0	11	
550000	竹林	51	1			46	1	1	112	49	1	49	2	2	172	
570101	開放雑草群落	52	1			47	1	1	111					1	60	
080100	ダケカンバ群落 (III)	53		47	1	50	1	1	98	43	2	41	3	3	315	
100000	伐採跡地群落 (III)	54		42	1	48	1	1	106	46	1	60	0	0	42	
140601	コナラ群集	55				57	0	0	41	34	5	36	7	6	662	
180403	オオモミ・ヤキ群集	56				52	1	1	80	45	1	47	2	2	228	
210201	フシガサ・ヨモギ・シオン群集	57				56	1	1	69					0	24	
220902	レンガツツジ・シラカンバ群集	58				66	0	0	6	51	1	66	0	0	24	
270500	ウラジロガシ群落	59		44	1	40	2	2	217					0	24	
271201	ヤブコウジ・スタジイ群集	60				67	0	0	4					0	4	
300101	コサギ・ケヤキ群集	61				64	0	0	11					0	27	
320200	ヤナギ低木群落 (VI)	62				68	0	0	3	53	1	70	0	0	12	
320401	タマアサ・フサザクラ群集	63				63	0	0	14					2	221	
400100	シイ・カンシ・次林	64		45	1	55	1	1	75	39	3	38	5	5	505	
400104	シラカシ・雑草林	65				62	0	0	13					1	73	
440000	低木群落	66				65	0	0	9	42	2	40	4	4	370	
440200	クズ群落	67				73	0	0	1					0	20	
470400	ヨシ群落	68				70	0	0	2					0	15	
470401	ミソソバ・ヨシ群落	69						0						0	8	
470501	ツルヨシ群落	70				49	1	1	101					0	48	
540902	ニセアカシア群落	71				71	0	0	1					0	38	
541000	その他雑林	72				69	0	0	3					2	169	
541200	その他雑林 (落葉広葉樹)	73				54	1	1	79					0	11	
570500	水田放棄雑草群落	74				61	0	0	18					0	34	
580200	残存・植栽樹群をもった公園、墓地等	75				60	0	0	25	52	1	52	2	1	157	

注) 表の並び順は「a. 小円選択法 (目視)」の順位を基本にした。

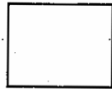
(5) メッシュ読取の手法についての検討

植生図における群落型の分布を、メッシュ表示に変換するに当って、いく通りかの読み取り方について検討し、その精度等について考察した。

ア 各手法及びその特徴

(1) 多面積群落選択法

メッシュ内において、最も面積の大きい群落型で代表する。同面積の場合には自然度の高い群落型で代表する。この場合、同ランクの時には、コード番号の若い群落型で代表する。

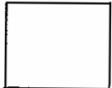


特徴：一定以上のまとまった面積を持たない群落型は欠落する。

(2) 植生群落選択法

メッシュ内において、最も自然度の高い群落型で代表する。同ランクの場合には、面積の多い方を取り、さらに同面積の場合には、コード番号の若いもので代表する。

(径3mm以下の群落は無視する)



特徴：局地的な、特殊群落も拾われる半面が必要以上に大きくなる。

(3) 交点選択法

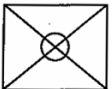
メッシュ内の中心点に位置する群落型で代表する。



特徴：偶然性が最も強い。

(4) 小円選択法

メッシュ内の中央に直径5mmの円(約5ha)を設定し、その円内において多面積を占める群落型で、そのメッシュ全体を代表する。同面積の場合は自然度の高いものを取り、さらに同ランクの場合には、コード番号の若い群落型で代表する。



特徴：3の偶然性を是正し、1における欠落を防止するものである。

イ ケース・スタディ

以上の4手法について、平地から山岳地に至る植生の性格の異なる次の3図幅を用い作業を行った。

- 古川 —— 古川市の市街地や大小の集落地を中心に水田地帯が広がり、周辺(宮城県)に丘陵性の里山が位置している。
- 岩ヶ崎 —— 面積の多くが、100~300mの低山地によって占められており、これらの谷あい及び開口部に、水田、集落が立地している。
- 栗駒山 —— 栗駒山(1,627m)をはじめとして、面積の多くが、400~500m以上の山地によって占められており、谷あいに小規模の水田と集落が立地する。

植生図に透明メッシュ・マスクをかけ、以上の4方法での群落型の読み取りを行い各々について各群落型ごとのメッシュ数を集計し、これに各図幅の1メッシュ当りの面積を乗じたものと測定による当該群落の面積とを比較した。

なお面積の測定は、日本林業技術協会発行の点格子によった。

その結果、(1)、(2)については当初から予想されたとおりいちいちのし片よりをみせ、(3)、(4)については、ほぼ同様の結果であった。これらの結果を自然度判定委員会にはかったところ、(1)と(2)の長所をあわせもった(4)、すなわち小円選択法によって、若干の修正を加え作業を行うこととなった。

ウ 小円選択法によるメッシュ変換の基準

(1) あらかじめ、ポリエステル・フィルム上の各メッシュ中心に直径5mmの円を整図しておき、その円内において多面積を占める群落型で、そのメッシュ全体を代表するものとする。

(2) 小円内において、2つ以上の群落型がほぼ等面積を占める場合は円心に位置する群落型で代表するものとする。

(3) さらに(2)において、円心上に群落の境界が位置する場合は、当該ユニット全体で、最大面積を占める群落型で代表するものとする。

(4) 水面についても群落型と同様に取り扱うが、以上の手法で、水面と評価されたユニットは空白として線でかこみ、チェックをできるようにした。

なお、読み取りのミスをふせぐため内水面には・印を記入することとした。また地図上水面であっても、水辺植物群落及び沈水植物群落などの表示のあるものは、その群落で読み取ることとした。

Nakagoshi, N., Hikasa, M., Koarai, M., Goda, T. & Sakai, I. (1998)
Grid map analysis and its application for detecting vegetation changes in Japan
Applied Vegetation 1 : 219-224

Applied Vegetation Science 1: 219-224, 1998
© IAVS, Opulus Press Uppsala. Printed in Sweden

219

Grid map analysis and its application for detecting vegetation changes in Japan

Nakagoshi, Nobukazu¹, Hikasa, Mutsumi¹, Koarai, Mamoru², Goda, Toshiyuki³ & Sakai, Isao³

¹Graduate School for International Development and Cooperation, Hiroshima University, 1-5-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima 739-8529, Japan; Fax +81 824 24 6904; E-mail nobu@ipc.hiroshima-u.ac.jp;

²Nature Conservation Bureau, Environment Agency, 1-2-2 Kasumigaseki, Tokyo 100-8975, Japan;
Tel. +81 3 3581 3351; ³Asia Air Survey, Co. Ltd., 4-2-18 Shinjuku, Tokyo 160-0022, Japan; Tel. +81 3 5379 2155

Abstract. Grid maps are used as a basic vegetation data base in Japan; they are simplified from vector-based vegetation maps. We estimated the frequency error or lack of information corresponding to reduced resolution and examined the reliable limits of this data base. We produced 10 grid maps on five different scales from 50 m to 1000 m using two different methods using both the whole cell (W-method) and only the central circle (C-method) from a vegetation map at scale 1:25 000. We found that patches larger than the area of a cell on a vector-based map could be kept almost certainly on any map, but many patches of less than the cell size were lost. The number of missing patches with the C-method is fewer at every scale than those with the W-method. Though the value of Morisita's $C\lambda(p)$ index showed that the similarity with the original map was high – from the 50-m to the 200-m resolution – it was increasingly lower on the 400-m and 1000-m grid maps. The values of the Shannon index on the original map, 50-m and 100-m grid maps were not different, but they decreased from the 200-m to 1000-m grid maps. Because the vegetation data base of the Japanese Environment Agency used a 1000-m C-method grid map, we found that much information on patches less than 100 ha had disappeared. Information about dominant vegetation or large patches is almost accurate in this data base.

Keywords: Cell size; Patch size; Resolution.

Introduction

The grid map technique was developed in geography. Grid maps can show both continuously varying attributes without boundaries (e.g. gradients, physiognomy, temperature), and discontinuous attributes with boundaries (vegetation, soil, land use) in the same unit. Before more advanced computing systems such as geographic information systems (GIS) became popular, data for grid maps could be easily computerized and analysed statistically. When remote-sensing technology developed rapidly during the 1980s, grid maps are more and more often used as the standard data base for landscape analysis in many countries (Driese et al. 1997).

Real, complex forms of objects in landscapes are simplified in grid maps. Grid maps may contain 'errors'

in that they do not always describe correct information on real vegetation, such as area perimeter. They may also lack information on existing vegetation patches which cannot be described because they are too small. Henderson-Sellers et al. (1985) and Meentemeyer & Box (1987) pointed out that lack of spatial information corresponds to reduced resolution. Turner et al. (1989b) compared grid maps of different grain size, which were produced by aggregating adjacent pixels, by indices measuring diversity, dominance and contagion. Landscape ecologists also studied errors related to the change in scales using remote sensing data (e.g. Nellis & Briggs 1989; Benson & MacKenzie 1995; Moody & Woodcock 1995). However, there have been few studies which attempted to quantify the accuracy or errors based on real patch size, although patches are an important element in landscape analysis. The main purpose of this study is to clarify the relationship between cell size and error.

A further aim is to examine a digital data base for Japanese vegetation in a grid form. Initially, vegetation maps in Japan were based on phytosociological units, e.g. that of the Ozegahara basin by T. Suzuki in 1954. From 1969 to 1976 a standard vegetation map covering the whole of Japan was produced for the Cultural Agency of the Ministry of Education, Science and Culture. This was an actual vegetation map at a scale of 1:200 000. The Japanese Environment Agency also made actual and potential natural vegetation maps at a scale of 1:50 000 in 1973. The vegetation maps were made and based on aerial photographs and field surveys. Actual and potential vegetation maps were constructed at the same scale during the second (1979) and third surveys (1983-1986). Since 1973, information on physiognomy, climate and society has been routinely digitized. The standard data style was a grid map on which the cell size is approximately 1000 m × 1000 m. Subsequently, similar grid maps of actual and potential natural vegetation were made during the fourth survey (1988-1992). This map was produced from the above-mentioned actual vegetation map at a scale of 1:50 000. Typically, the attribute of a cell is the largest vegetation type in the whole cell.

220

Nakagoshi, N. et al.

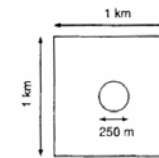


Fig. 1. Cell size and method of raster map construction by the Environment Agency, Japan. The attribute of a cell is the largest vegetation type in a central circle with a diameter of 250 m.

However, in the fourth survey by the Environment Agency a different method was used: a central circle (250 m in diameter) of a cell was taken instead of the whole cell (Fig. 1). In this way, the largest vegetation type within the central circle is the attribute of the cell. The report (Anon. 1994) stated that with this method the risk for missing small patches and including errors can be minimized. However, the report did not clarify how accurate the new method was compared with the previous one.

Mizoguchi (1986) pointed out the weakness in this data base system. Analysis of this data base is difficult because we do not know its reliability. Hess (1994) argued that the lack of information on possible errors ultimately limits our ability to draw statistically valid conclusions about the degree of correlation between landscape pattern and ecological processes. Actually, environmental planners anticipate that ready-made data bases will become useful for environmental impact assessments, planning and conservation (Simomura et al. 1987). If we can determine the type and size of these errors in the data base of the Environment Agency we would know better for which purposes the data base could be applied.

We produced some grid maps at different scales and with different methods from a vegetation map in vector form and examined the ratio of remaining patches, similarities between the original map and the grid maps. Then we determined the optimum resolution of the grid maps in relation to the purpose of the map.

Methods

Grid maps

We used the actual vegetation map of Hiwa-cho, Hiroshima Prefecture in Japan on a scale of 1:25 000 (Nakagoshi et al. 1989) as the original map. The original map was based on aerial photos and field surveys, as the Environment Agency's maps. Its minimum mapping unit was 25 m × 25 m. The total research area was 1600 ha (4 km from north to south, 4 km from east to west), and there

were 15 vegetation types. All patches were registered and their areas and perimeters were measured. We constructed 10 grid maps with five different resolutions (the side length of the cells being 50, 100, 200, 400 and 1000 m) and using two different methods, using the whole cell: W-method, and the central circle: C-method (Fig. 2). The diameter of the central circle is a quarter of the side length of a cell, as in the Environment Agency's fourth survey. We recorded not only vegetation types but also the number of patches as attributes of cells, in order to find which spatial information about these patches remained. In the case of cells having patches of the same type on both 400 m and 1000-m grid maps, all of them were recorded.

Statistical analysis

The percentage of missing patches on the 10 grid maps was calculated and the relative areas of the remaining patches were compared with those of missing patches. We also calculated the percentage of each vegetation type to check any increase or decrease due to change in resolution.

After this analysis, the similarities between the original map and the 10 grid maps were calculated by means of two indices. The first one is the $C\lambda(p)$ index (Morisita 1959) which calculates the similarity between two samples based on the number and amount of common vegetation types:

$$C\lambda(p) = \frac{2 \sum_{i=1}^n P_{1i} P_{2i}}{\{\lambda(p) + \lambda(p)'\} \sum_{i=1}^n P_{1i} \sum_{i=1}^n P_{2i}} \quad (1)$$

$$\lambda(p) = \frac{\sum_{i=1}^n P_{1i}^2}{\left(\sum_{i=1}^n P_{1i}\right)^2}$$

where P_{1i} is the proportion of the vegetation type i of sample 1, and n is the number of vegetation types present. If two samples are identical, the value of $C\lambda(p)$ is nearly 1.0. With this approach we can show relative similarity between the original map and any grid map.

The other method used was the Shannon index (Shannon & Weaver 1962):

$$H = - \sum_{i=1}^n (P_i) \log(P_i) \quad (2)$$

where P_i is the proportion of the vegetation type i , and n is the number of vegetation types present. The Shannon index is widely used as a measure of diversity in landscapes.

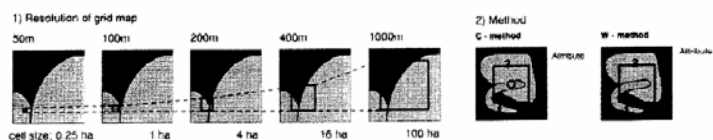


Fig. 2. 1. Different resolutions; resolution is described by the side length of a cell. 2. Method to determine the attribute of a cell. Example of a case where the attributes of a cell differ between the C- and the W-method.

Results

Estimation of error with reducing resolution

The percentage of missing patches was only 4.2 % at the 50 m resolution using the C-method, but it increased rapidly with reduced resolution (Table 1). About 90 % of the patches disappeared on the 1000-m grid map. We compared the relative areas of remaining and missing patches, and calculated the maximum size of missing patches and minimum size of remaining patches (Fig. 3). We found that the patches larger than a cell area would almost certainly remain on any map. The minimum size of remaining patches on the 1000-m grid map was smaller than those on the 400-m grid map. This is because a cell with a coarser resolution often included more than one patch. For example, if a cell includes some patches of vegetation type 1 and their total area is largest, its attributes would be vegetation type 1. In this case, even small patches could remain. Table 2 illustrates the number of patches and mean patch size of the original map. It shows that vegetation types with a smaller area have fewer patches. Generally, vegetation types with a small area are more difficult to keep on a coarser-grid map than large vegetation types. In fact, vegetation types with a smaller area, notably types 7, 8, 10, 11 and 12 were lost on the 200-m to 1000-m grid maps (Table 2). This table shows two problems with coarser grid maps. A 1000-m grid map shows only four or five vegetation types of a total of 15 types in the actual landscape. On the 1000-m grid map, the total area of dominant vegetation types for a whole region such as types 1 and 2 were estimated to be larger than the actual area.

Although the similarity with the original map was high at 200-m resolution, it decreased rapidly on the 400 m and 1000-m grid maps (Fig. 4). The main cause of decrease in value on coarser-resolution maps is the reduction of the vegetation types present. At the 1000-m resolution, the C-method grid maps have one vegetation type more than the W-method maps (Table 2); hence the value of the Shannon index for the C-method grid maps was higher than for the W-method maps. The values of the Shannon index on an original map, 50-m and 100-m

grid maps were not different, but decreased on 200-m, 400-m and 1000-m grid maps (Fig. 5) – because coarser maps have fewer cells.

Both the similarity and diversity based on the C-method were larger than those produced by the W-method. We also found that the number of missing patches in the C-method was less than with the W-method (Table 1). These results seem to indicate that the C-method is able to minimize the loss of small patches as was also reported by the Environment Agency.

Examination of vegetation data of the 4th survey

Taking the previous results into consideration, we examined the data of the 4th survey by the Japanese Environmental Agency, using a 1000-m C-method grid map. Tables 3 and 4, which were reproduced from the Agency's report (Anon. 1994), were combined in a grid-based digital data base. It was shown above that grid maps with a coarser resolution lack many vegetation types and contain certain errors related to the area of the real vegetation. Hence, these aggregations based on coarse grid maps include information for preservation strategies on the basis of the Agency's report.

Table 3 shows the sum and percentage of each vegetation type for the total area of Japan compared to the 3rd survey. The alpine vegetation has changed much since then; the subalpine vegetation changed from primary to

Table 1. Number and proportion of missing patches on each grid map.

Method	Side length of cell (m)	Number		Proportion (%)
		Original	Grid map	
C-method	50	13	13	4.2
	100	72	23	23.1
	200	182	58	58.5
	400	262	84	84.2
	1000	266	85	85.5
W-method	50	21	6	6.7
	100	113	36	36.3
	200	212	68	68.2
	400	272	87	87.5
	1000	281	90	90.3

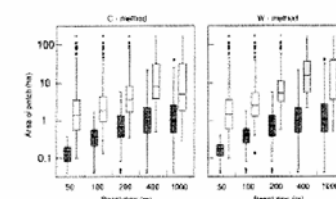


Fig. 3. Area of missing patches (hatched) and remaining patches (open).

secondary vegetation in this period. *Fagetea* forest decreased significantly. The *Camellietea* primary forests decreased as well, they occurred in small patches. The secondary vegetation was also largely lost on the map due to exploitation and conifer plantation. The natural herbaceous vegetation decreased in small areas. On the other hand, monoculture conifer plantations and cropland areas increased even in the economic slump of forestry and agriculture. Residential and commercial areas, included in 'the others', also increased, due to urbanization. The total area of dominant vegetation types was estimated to be larger than the actual area.

Table 4 shows the extension of vegetation types of different degrees of naturalness for the Japanese vegetation as compared to those in the third survey. Naturalness is estimated as the absence of human impact; its ranking from 10 to 1 is based on the concept of potential natural vegetation (Tuxen 1956; Zerbe 1998). If a certain vegetation is close to the potential natural vegetation, its naturalness is ranked high. Vegetation types of rank 10 to 7 decreased in the area – they were converted into planta-

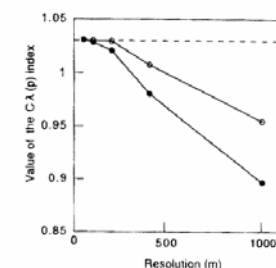


Fig. 4. Similarity between original map and each grid map. ○ = C-method, ● = W-method; — = Value (1.030) when one map is equivalent to the original map.

tions. Secondary short grasslands of degree 4 increased because golf courses and ski courses were extended. Arable land of degree 2 and urban areas of degree 1 further increased.

The observation of these vegetation changes is taken mainly from the information on large patches (detected in cells of > 100-ha; we do not have complete information on patches smaller than the cell size. Consequently, we cannot detect whether the small patches of these vegetation types increased or decreased. For example, alpine vegetation in Table 3 did not change. This means that large patches of alpine vegetation have been preserved well. But vegetation types with a small area such as mire vegetation may have disappeared or been reduced in some areas (Nakagoshi & Abe 1995).

Table 2. Number and mean size (ha) of patches of each vegetation type, and the proportion (%) of each vegetation type in the research area of Hiwa-cho.

No.	Vegetation type	Patches/vegetation type			C-method (%)					W-method (%)				
		No.	Mean size (ha)	Orig. map (%)	50	100	200	400	1000	50	100	200	400	1000
1	<i>Castaneo-Quercetum crispulae</i> (h ≥ 8 m)	44	16.1	44.4	43.9	42.6	44.5	52.0	62.5	44.2	45.9	49.0	58.0	68.8
2	<i>Castaneo-Quercetum crispulae</i> (3 ≤ h < 8 m)	15	11.2	10.5	10.1	10.4	11.2	9.0	12.5	10.30	10.9	11.0	11.0	18.8
3	<i>Rhododendro reticulatum-Piceum densiflorum</i> (h ≥ 8 m)	57	1.0	2.3	2.6	2.5	3.5	0	0	2.4	1.3	1.2	0	0
4	<i>C. japonica, C. obtusa</i> plantation (h ≥ 8 m)	90	2.1	11.8	12.1	13.4	11.00	8.0	12.5	11.7	10.6	9.0	4.0	0
5	<i>C. japonica, C. obtusa</i> plantation (3 ≤ h < 8 m)	45	4.9	13.9	14.2	14.4	13.8	17.0	6.2	14.2	14.2	13.2	14.0	6.2
6	<i>C. japonica, C. obtusa</i> plantation (h < 3 m)	3	1.3	0.2	0.2	0.3	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0
7	<i>Arabis-Rubus crataegifolii</i>	3	0.7	0.1	0.1	0.2	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0
8	<i>Mallos japonicus</i> community	25	2.8	4.3	4.3	4.5	3.2	1.0	0	4.4	4.2	3.00	4.0	0
9	<i>Arundinaria pygmaea-Miscanthum sinensis</i>	3	0.5	0.1	0.1	0.1	0.2	0	0	0.1	0	0	0	0
10	<i>Phytolactoxylon torreyae var. f. pubescens</i> plantation	18	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0
11	Deciduous orchard (<i>Castanea crenata</i>)	1	0.5	<0.1	0.0	0.1	0	0	0	0.0	0	0	0	0
12	Upland fields (weed comm. of the <i>Chenopodiaceae</i>)	9	0.9	0.5	0.6	0.5	1.00	0	0	0.6	0.4	0.5	0	0
13	Rice fields (<i>Oryza sativa</i>)	11	15.1	10.4	10.5	10.0	10.0	11.0	6.2	10.5	10.8	12.0	8.0	6.2
14	Parks and open fields	1	3.7	6.2	0.2	0.2	0.5	0	0	0.2	0.3	0.5	0	0
15	Inhabited areas	7	2.1	0.9	0.9	0.6	1.00	0	0	1.0	0.8	0.5	1.0	0
Total		312	5.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Table 3. The sum and percentage of each vegetation type in the total area of Japan.

Vegetation type	The 3rd investigation (1983-1986)		The 4th investigation (1988-1992)		Change	
	Number of cells	%	Number of cells	%	Number of cells	%
Alpine and arctic primary vegetation	1158	0.3	1158	0.3	-	0.0
Sub-alpine and boreal primary vegetation	16 147	4.4	16 110	4.4	-37	0.0
Sub-alpine and boreal secondary vegetation	10 020	0.5	10 74	0.3	74	0.0
Forest primary vegetation	45 148	12.3	44 704	12.1	-444	-0.1
Forest secondary vegetation	42 232	11.5	41 612	11.3	-620	-0.2
Camellia primary vegetation	6 070	1.6	5964	1.6	-106	0.0
Camellia secondary vegetation	57 886	15.7	57 131	15.5	-755	-0.2
Riparian, wetland, salt marsh, and desert vegetation	2513	0.7	2488	0.7	-25	0.0
Plantation, cultivated land	169 460	46.0	170 824	46.3	1364	0.4
Others	26 806	7.3	27 545	7.5	739	0.2
Total	368 470	100.0	368 610	100.0	140	0.0

Discussion

Relationship between cell size and patch disappearance

There are two approaches to determine the optimum resolution of a grid map. The first approach is the use of patches. The result of this study indicates that there are two main factors which determine whether information about the patch is kept or not. One factor is the patch size. If the size of the patch is larger than that of the cell, its information is almost certainly kept. The other factor is the attribute of the patches. If the attribute of a patch is a dominant one, the probability of its information being kept is high. Therefore we suggest applying a cell size larger than the object. If the object is large, it is enough to produce a grid map at a coarse scale. It would be best to find functional minimum sizes for the vegetation. To determine the minimum functional size, we need many studies about the function of each object. For example, Frissel et al. (1986) showed the hierarchical organisation of a stream system and its habitat subsystems. Shugart & West (1981) indicated a spatial scale for disturbance areas

and sustainability of landscapes. These studies are very useful to understand minimum patch size and to decide the appropriate size of a grid map. A frequently discussed problem in the field of landscape ecology is the scaling

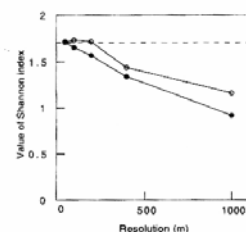


Fig. 5. Shannon index of each grid map. ○ = C-method; ● = W-method. --- = Value of the Shannon index (1.711) on the original map.

Table 4. Extension (number of cells) and percentage of vegetation types of different degree of naturalness in Japan.

Naturalness	Vegetation type	Third investigation		Fourth investigation		Change	
		Number of cells	%	Number of cells	%	Number of cells	%
10	Natural grassland	4038	1.1	4 011	1.1	-27	0.0
9	Natural forest	66 979	18.2	66 394	18.0	-585	-0.2
8	Secondary forest (replaced forest)	20 046	5.4	19 733	5.4	-313	-0.1
7	Secondary forest	70 484	19.1	69 030	18.7	-1454	-0.4
6	Plantations	91 029	24.7	92 072	25.0	1 043	0.3
5	Secondary tall grassland	5737	1.6	5 626	1.5	-111	0.0
4	Secondary short grassland	5939	1.6	6 498	1.8	559	0.2
3	Orchards	6 798	1.8	6 817	1.8	19	0.0
2	Rice fields	76 945	20.9	77 311	21.0	366	0.1
1	Urban areas, exploited land	14 841	4.0	15 420	4.2	579	0.2
	Natural open land	1392	0.4	1 416	0.4	24	0.0
	Water surfaces	4170	1.1	4 211	1.1	41	0.0
	Unidentified	72	0.0	71	0.0	-1	0.0
	Total	368 470	100.0	368 610	100.0	140	0.0

problem in landscape analysis (e.g. Turner et al. 1989a). However, such functional studies have not yet been well developed. The second best approach is to apply the finest resolution possible in terms of time and costs. In this case we state below which size patches are omitted.

The second approach is to survey an entire region. If we analyse a landscape, the details about all landscape elements are not always necessary. Using a 100-m grid map we could calculate almost equal diversity values as for a map at a scale of 1:25 000. Errors involved in the conversion from vector maps into grid maps will be equal at other scales. We should decide for an optical resolution in accordance with the purpose of the map. Additionally, using the C-method reflects the landscape structure more accurately than the W-method at the same resolution.

Reliability of the vegetation data base in Japan

We conclude that much information about patches < 100 ha will have disappeared from the vegetation data base at the Environment Agency, Japan. Especially about all patches < 1 ha disappeared while applying the current method (Anon. 1994). Consequently, this data base gives largely reliable information about dominant vegetation or large patches, but information about minor vegetation types or vegetation in small patches is often inaccurate. In other words, we must apply the Environment Agency's data base for the analysis of large vegetation stands more than 100 ha in area.

Land use in Japan is very complex and there are few vegetation patches of above several hundred ha. Natural vegetation which should be protected is often found in small patches, e.g. wetlands, riparian vegetation and grasslands and those cannot be recorded. We therefore recommend the construction of finer-scale grid maps or an other type of data base in order to more accurately record the distribution of rare plant communities over the country.

Acknowledgements. We would like to thank the Environment Agency, Japan for providing its vegetation data base. Dr. Hagen S. Fischer kindly suggested the submission of this paper. This study was supported in part by a Grant-in-Aid for Scientific Research (No. 07308066) from the Ministry of Education, Science, Sports and Culture, Japan.

References

- Anon. 1994. The report of the 4th basic survey for environmental conservation. Environment Agency & Asia Air Survey, Tokyo. (Japanese with English summary.)
- Benson, B.J. & MacKenzie, M.D. 1995. Effects of sensor spatial resolution on landscape structure parameters. *Landscape Ecol.* 10: 113-120.

Driese, K.L., Reiners, W.A., Merrill, E.H. & Gerow, K.G. 1997. A digital land cover map of Wyoming, USA: a tool for vegetation analysis. *J. Veg. Sci.* 8: 133-146.

Frissell, C.A., Liss, W.J., Warren, C.E. & Hurley, M.D. 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification - Viewing streams in a watershed context. *Environ. Manage.* 10: 199-214.

Henderson-Sellers, A., Wilson, M.F. & Thomas, G. 1985. The effect of spatial resolution on archives of land cover type. *Clim. Change* 7: 391-402.

Hess, G. 1994. Pattern and error in landscape ecology: A commentary. *Landscape Ecol.* 9: 3-5.

Meentemeyer, V. & Box, E.O. 1987. Scale effects in landscape studies. In: Turner, M.G. (ed.) *Landscape heterogeneity and disturbance*, pp.15-34. Springer-Verlag, New York, NY.

Mizoguchi, K. 1986. On the problems of natural environmental data from nature survey of Japan as data base. *J. Jpn. Inst. Landscape Archit.* 49: 161-166. (Japanese with English summary.)

Moody, A. & Woodcock, C. 1995. The influence of scale and spatial characteristics of landscape on land-cover mapping using remote sensing. *Landscape Ecol.* 10: 363-379.

Morisita, M. 1959. Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. E. (Biol.)* 3: 65-80.

Nakagoshi, N. & Abe, T. 1995. Recent changes in mire vegetation in Yawata, southwestern Japan. *Wetlands Ecol. Manage.* 3: 97-109.

Nakagoshi, N., Someya, T., Kamada, M. & Nehira, K. 1989. Actual vegetation map of Hiwa-cho, Hiroshima Prefecture in Japan. *Misc. Rep. Hiwa Museum Nat. Hist.* 28: 1-10.

Nellis, M.D. & Briggs, J.M. 1989. The effect of spatial scale on Konza landscape classification using textural analysis. *Landscape Ecol.* 2: 93-100.

Shannon, C.E. & Weaver, W. 1962. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, IL.

Shimomura, A., Maeda, T. & Murata, T. 1987. On the quantitative grasp of space features on the natural landscape area by the ready-made environmental data base. *J. Jpn. Inst. Landscape Archit.* 50: 268-279. (Japanese with English summary.)

Shugart, H.H. & West, D.C. 1981. Long-term dynamics of forest ecosystem. *Am. Sci.* 69: 647-652.

Suzuki, T. 1954. *Forest and bog vegetation within Ozegahara Basin*. Sci. Rept., pp. 428-479.

Turner, M.G., Dale, V.H. & Gardner, R.H. 1989a. Predicting across scales: Theory development and testing. *Landscape Ecol.* 3: 245-252.

Turner, M.G., O'Neill, R.V., Gardner, R.H. & Milne, B.T. 1989b. Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern. *Landscape Ecol.* 3: 153-162.

Tüxen, R. 1956. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Angew. Pflanzensoziol. (Stolzennau)* 13: 5-42.

Zerbe, S. 1998. Potential natural vegetation: validity and applicability in landscape planning and nature conservation. *Appl. Veg. Sci.* 1: 165-172. (This issue.)

Received 3 December 1997;

Revision received 19 October 1998;

Final revision received 7 November 1998;

Accepted 7 November 1998.