

土木研究所資料

空中写真の植生調査への応用研究

昭和52年5月

建設省 土木研究所

道路部 交通環境研究室

まえがき

この資料は昭和51年度に当研究室が(財)国土開発技術研究センターに委託して実施した「空中写真の植生調査への応用研究」の成果をとりまとめたものである。

この研究は、道路計画立案のための環境アセスメントの一環としての植生調査を空中写真によって行う場合に理解しておかねばならない以下の三つの事項

- (1) 道路計画と植生調査
- (2) 空中写真による植生調査
- (3) 植生判読のための空中写真適正評価調査

を主な内容としている。

調査の初年度であったため、必ずしも十分な成果は得られなかったが、これまであまり明らかにされていなかった空中写真と植生調査との関係について、一応の整理は出来たものと思っている。道路の計画あるいは現場での調査を担当しておられる方々の御参考となるよう今後も引き続いて調査研究を進める予定である。

この研究は上記センターに次の委員から構成された「空中写真の植生調査への応用研究委員会」を設けて行われた。委員長を初め、ご参加いただいた委員および幹事の方々のご協力に深く感謝する次第である。

交通環境研究室 室長 金 安 公 造

“ 研究員 田 中 隆

科学技術庁振興局国際課 中 村 亮

(前交通環境研究室研究員)

空中写真の植生調査への応用研究委員会名簿

委員長	中 島 巖	農林省林業試験場
委員	坂 田 俊 文	東海大学情報技術センター
"	片 岡 寛 純	日本大学農獣医学部林学科
"	金 沢 聖 司	日本道路公団仙台建設局
"	花 市 穎 吾	本州四国連絡橋公団企画開発部
"	埜 本 信 一	建設省道路局企画課
"	野 村 和 正	建設省道路局企画課
"	古 賀 文 雄	建設省国土地理院測図部
"	伊 藤 英 昌	建設省関東地方建設局道路部
委託者側委員	金 安 公 造	建設省土木研究所道路部
受託者側委員	立 石 俊 一	(財)国土開発技術研究センター
幹 事	大 貫 仁 人	農林省林業試験場航測研究室
"	本 江 一 郎	日本大学農獣医学部林学科
"	荻 原 稔	東海大学情報技術センター
"	内 海 東 男	日本道路公団試験所
"	島 田 直 幸	本州四国連絡橋公団企画開発部
"	秋 山 実	建設省国土地理院測図部
委託者側幹事	中 村 亮	建設省土木研究所道路部
受託者側幹事	加 藤 日出雄	(財)国土開発技術研究センター
"	宇治川 正 人	(財)国土開発技術研究センター
オブザーバー	金 沢 正 治	アジア航測株式会社開発本部
"	江 田 敏 幸	アジア航測株式会社調査事業部
"	片 谷 充 克	株式会社 カーターアート
"	永 井 克 正	株式会社 ナック計測部

植生判読のための空中写真適性評価の調査協力団体

農林省 林業試験場

社団法人 日本林業技術協会

アジア航測株式会社

国際航業株式会社

東洋航空事業株式会社

パンフィック航業株式会社

八州測量株式会社

目 次

まえがき	
研究の概要	1
1. 研究の背景と目的	1
2. 研究の内容とすすめ方	1
3. 研究の成果	1
4. 残された問題と今後の課題	9
第1章 道路計画と植生調査	10
1-1 道路計画	10
1-2 植生調査	14
1-3 道路計画と植生調査	15
第2章 空中写真による植生調査	20
2-1 空中写真の種類	23
2-2 空中写真による植生判読	33
第3章 植生判読のための空中写真適正評価調査	47
3-1 第1次調査	47
3-2 第2次調査	60
3-3 調査のまとめ	77
第4章 研究のまとめと今後の課題	78
付 表	80

研究の概要

1. 研究の背景と目的

優れた自然環境を有する地域で道路を建設する際には植生調査を実施することが、環境保全の立場から望まれる。植生調査が行われる場合は植物社会学的群落調査が実施されることが多く、その調査方法は確立しているが、必ず現地調査を要し、そのために多大の時間と労力を費やさねばならない。

一方、空中写真から植生図を作成する方法も技術開発が進み、実際に多くの植生調査で利用されており、道路計画時の植生調査に適用して、現地調査を省略、縮少することができれば時間的に有利である。

しかし、空中写真の種類や判読、解析法によって得られる情報、経費等は大きく異なるので、目的になかった効果的な利用方法を知る必要がある。

本研究は、道路計画に必要な植生情報、各種空中写真の特徴と得られる情報を踏まえた効果的な空中写真の利用法について、基礎的な検討資料を作成することを目的としたものである。

2. 研究の内容とすすめ方

本研究は①道路計画に必要な植生情報とは何か②空中写真にはどのような種類、特徴があり、植生調査に関してどのような適性を持っているか③植生図作成について各種空中写真は実際にどの程度の判読精度・詳度を持っているか、という三つの内容を柱としている。

①、②は既存文献資料に基づいて整理検討を行い、③についてはアンケートにより調査を実施した。

それらの概要は以下のとおりである。

3. 研究の成果

(1) 道路計画と植生調査

① 道路計画

道路計画は将来にわたる道路の需要の適確な把握から始まり、概略的な計画から詳細な計画へと熟度が高まっていく。

直轄国道計画調査の内容を示すと以下のようである。(図1-1, 表1-1, P12, 13)

② 経済調査

投資配分モデル等によって道路の必要性など最も基本的な事項について調査を行う。

ii 道路網調査

道路および交通施設現況、人口、産業等の現況を調査し、将来の交通需要を予測し、これに基づき地域の道路網の計画を立案する。

iii 路線計画調査

立案された道路計画に基づき、特に広域的かつ幹線的な路線について、基本的な計画案の検討を行う。

iv 計画線調査

2～3年継続して調査を行い、概略の道路の位置および構造を決定する。1/5,000～1/2,500の地形図を利用し、本線および比較線の概算工費の比較と問題点の摘出を行う。

v 実測調査

計画線調査で選定された路線について実施計画を作成するための実測調査を行う。
1/1,000～1/5,000の地形図を利用し、線形設計、構造物計画、安全施設の計画等を行う。

② 植生調査

植生調査の種類を大別すると植生を相観によって区分する方法と種の組成によって区分する方法とがある。

相観によって植生を区分する方法とは、植生の林冠や林床が主にどのような種類の植物で構成されているかにより植性を区分する方法で、森林の場合、空中写真では上層の樹木のみが観察されるため、下層の植物は判定できないが、上層木が空中写真から判定できれば、図化を能率的に行うことができる。

種の組成による植生の区分は、まず調査地域内に多数の地点をとり、その地点の群落の構成種全部とその優占度（一定面積内の数量）を調査し、その結果に基づき調査した群落を分類する。このようにして作られた群落の種類を群集という。これによって調査地域内におおむねどのような群集があるかを知った後、全域を踏査し、各地域がどんな群集に該当するかを決定する。一般に一つの地域を群集に区分するには多大な経費と時間が必要である。

このようにして区別される群集にはそれぞれに対応する自然度というものがあり、この数値が高いほど保護すべき植生であるとされている。²⁾

③ 道路計画と植生調査

道路の建設に際しては次の二つを知ることが必要である。

- i 自然環境の指標となる植生を保護、保全するための方策
- ii 緑化等道路の環境を改善するための方策

これらについての指針を得るためには、植物自身の生理生態的特性を正確に把握することが必要であり、その手法として植物社会学的な群落単位を用いた植生調査の有効性が認められて来ているが、道路建設にかかわる具体的手法については研究が進んでいない。

道路建設の情報の収集、整理、分析の過程は概略設計、路線選定、実施設計、施工、管

理に区分できるが、それぞれの段階では植物について次のような調査および配慮が必要である。

i 概略計画の段階

地形、地質、気象等の概要を広範囲に把握し、植生が一度破壊されると回復しない場所、植生の回復に長時間を要する場所、崩壊や土砂の流亡がおこりやすい場所、植生の維持生育に不利な場所等をチェックし、道路の通過を可能な限りひかえる場所を選定し、図上に示す。

ii 路線選定の段階

数本の候補ルートの周辺植生、特に保護されるべきとされた植性について詳細に調査する。また植物に影響のある地質、土壌、標高、方位、傾斜、微地形、気象（風向、風力、日射等）地上水、地下水の現況と変化およびその変化が植生の破壊を惹き起す可能性などを検討し、悪影響の最も少ないルート・構造を選定する。

iii 実施設計の段階

保護または保全されるべき植生の量、位置、生育状況を調査し、土木的施工方法や植生回復のための技術の利用を検討する。

iv 施工・管理・追跡調査の段階

道路周辺の植生の生育状態、特に植生破壊の危険性が指摘された箇所、緑化工等の対策が講じられた箇所の生育状態を調査する。

(2) 空中写真による植生調査

空中写真による調査は他の調査方法に比べ天候障害を受け易く地表面からの情報しか得られないなどの難点もあるが、短い時間で広い領域をカバーした客観的な情報が得られるという特長を持っている。調査に使用される空中写真は植生調査の場合に限定しても様々の種類があり、調査の目的、規模、工期、予算などによって使いわけることが必要である。

① 空中写真の分類

a. 撮影による分類

空中写真はカメラ軸の方向によって垂直写真、斜与真、水平写真にわかれ、斜写真は、さらに高角度斜写真と低角度斜写真にわかれる。一般には垂直写真が使われる。

空中写真は撮影高度により小縮尺写真（高々度写真）、中縮尺写真（中高度写真）、大縮尺写真（低高度写真）に分けられるが、この分類は主観的なものである。一般に縮尺が大きくなるほど高度が低くなり大気の散乱光による影響が小さくなるため、判読も容易になるが、その反面、写る範囲が狭くなり、写真枚数が増加する。

また撮映時期の違いは調査結果に大きく影響し、とくに広葉樹の判読には紅葉期のカラー写真の効果が大きいといわれている。

b. 装置の性能による分類

撮影カメラの画角の大小により、普通角写真、広角写真、超広角写真に分類される。

これらの中で広角写真が最も広く利用されるが、森林調査や急峻な山岳および高層ビル の連立する市街地の測量には、普通角写真が利用される。

C. 感光材料による分類

使用する感光フィルムの種類により、白黒写真とカラー写真に、さらに白黒写真は、パングロ写真と赤外白黒写真に、そして、カラー写真は（リアル）カラー写真と赤外カラー写真に分類される。

C-1 パングロ写真

撮影、写真処理など他の写真に比べ制約が少なく取扱いが簡単であることから、測量・調査用に最も広く使用されている。白黒写真は、カラー写真に比べて、被写体の反射スペクトル・パターンに関する情報は乏しいが、解像力がすぐれているため、被写体の細部の判別にすぐれている。

C-2 赤外白黒写真

植物の葉は、赤外線域の反射量が可視光線域より大きく、また種類による差異も大きいので、植生調査では、パングロ写真よりも判読し易くなるといわれている。植物の反射スペクトルパターンは非植物の反射スペクトルパターンと近赤外部分で著しい差が見られる。樹種による反射スペクトルパターンの差もあり、被写体の反射スペクトルパターンを検討することにより、植生判読を容易にするためのフィルムとフィルターの最適な組合せが検討できる。

C-3 カラー写真（リアルカラー写真）

カラー写真は、白黒写真に比べ情報量が多く、判読もそれだけ容易になるので測量よりも調査用に広く用いられる。ただ大気の影響から、あまり高空からの撮影は、不適当である。リアルカラー写真の特長は、われわれが日常経験している色彩を判断基準として樹種等を類推できることである。

C-4 赤外カラー写真

近赤外線域の感光が赤く発色するように作られたカラー写真で、植物の種類や活力の差などが色調差となって良く表われる。また植物の反射スペクトルパターンは、緑色光でみられる反射率の差よりも近赤外線域でみられる反射率の差のほうが大きい。そのため、樹種や植生判読にはこのフィルムがすぐれている場合が多い。

非植物は近赤外域の反射率が小さいため、裸地や草原や都市地帯等の中に分布するごく小面積の植生が、赤外カラー写真では明瞭に写される。そのため、人間の生活環境と密接な関係をもつ植性の判読に都合が良い。

C-5 マルチバンド写真

マルチバンド写真は、赤外白黒フィルムに特定波長域のみを透過させるフィルターを数種類組合わせて撮影した数種類の波長別白黒写真であり、将来の幅広い応用が期待されている。各波長帯の白黒映像が理想的にとらえられるなら、対象とする植生型を色彩の差として明瞭に写し出すような合成法を検討して、植生判読に容易な画像を作成することができる。

d. 処理方法による分類

原フィルムから印画紙などに焼付ける場合の倍率によって密着写真(1:1)とか引伸写真とかにわけられる。

② 空中写真による植生判読

②-1) 判読因子

写真判読に用いられる因子(判読因子)には長さ、高さ、面積、数、位置などの定量的因子と、形、きめ、パターン、濃淡コントラスト、色彩、陰影などの定性的因子とがある。

写真によって得られる樹冠の平面形や、立体視によって得られる立体形は樹種判定に重要な手がかりとなる。

“きめ”とは、写真像から受ける像構成に関する感触であり、一般に針葉樹は広葉樹よりきめが粗く、同一樹種でも樹令により感触が異って写される。また、中縮尺より小さい写真では、樹種群(林分)が作り出すきめがあり、このきめは樹種・疎密度・大きさにより異ってくる。

写真に写った一つ一つの樹冠や林分にあらわれた陰影は樹種により特有のきめを作り出す。

パターンとは、形、陰影、濃度や色彩によって描かれる絵画的模様であり、地表事物の現象をよく表現している場合が多い。例えば天然林は樹冠が不均一で不斉形であり、人工林は樹冠が均一で樹木の配列が規則的である。

②-2) 判読の手順

空中写真による植生判読は、上述した判読因子と植生分布上の特徴および現地調査によって得られた情報とを総合判断して行われる(図2-9, P35)。

- i 準備作業：必要とする植生区分の精度の検討、その精度を満足させるための空中写真の入手、既存情報の収集、空中写真上への調査対象地域の区画
- ii 土地利用区分と予備相観的植生区分：非植生地域と植生被覆地域との区分を先ず行い、後者を森林地帯、草地、田畑、湖沼、市街地等の土地利用および自然度等の観点から区分する。森林は天然林・人工林の別、樹種、混交割合、樹高、樹冠疎密度等の要因により区分される。区分された各群落には、それぞれの区分要因の区分記分が与えられる(図2-11参照, P36)。
- iii 現地調査の設計：同一記号の群落はほぼ同じ植生型を持っていると考えられるが、同一記号の群落であっても、立地条件の異なるものでは、境界線等をこの区分図上に記入しておく。踏査の道順や調査地点の配置等の調査計画を写真上で検討し明記しておく。
- iv 現地調査：現地調査では、判読結果のチェック、疑問箇所の検討を行う。また植生を詳しく調査し、組成種をもとに群落の細区分を行う。
- v 植生区分図作成：現地調査の結果に基づき判読修正を行い図化する。

②-3) 縮尺別植生判読

樹種判定の場合、縮尺が小さくなるにしたがって樹冠形に関する情報が失われていく。

一般に、カラー写真では1/5,000で針葉樹の樹種判定が、白黒写真では1/3,000位

の大縮尺写真で樹冠の形態からの樹種判定が可能であると考えられている。

一般に、大縮尺写真では、樹種個々の樹冠の形態が判読の大きな鍵となり、縮尺が小さくなるにしたがって、形から色調や“きめ”などが重要になってくる。

広範囲にわたる植生判読を行う場合、マルチステージ方式が有力である(図-2-20, P43)。

(3) 植生判読のための空中写真適性評価調査

調査は2回行った。第1次調査は外観の類型的な特徴から段階的な5つの区分、すなわち、植生の有無、草地・林地の別、人為的影響度合、形状、生育状況、それに植物の種類、群落の区分、自然度区分(5段階、10段階)の9項目についての区分に対する空中写真の適性を調べた。

回答者は植生判読の経験者とし、1室に集合させ設問の説明と質疑を行ってからアンケートに記入させた。アンケートは各植生区分について写真の種類毎に判読可能性を

◎：写真のみで判読可能

○：資料併用で判読可能

△：現地調査、または条件つきで判読可能

×：判読不能

の4段階の評価区分によって回答する内容とした。

画像の種類はパンクロ写真、赤外白黒写真、リアルカラー写真、赤外カラー写真、マルチバンド写真の5種を選び、縮尺は小縮尺(1/30,000以下)、中縮尺(1/20,000～1/12,000)、大縮尺(1/10,000～1/6,000)、超大縮尺(1/4,000以上)の4種類とした。

調査結果は以下のとおりである。

① 植生の有無

○殆どどの写真の種類で写真のみで判読可能である。

○赤外白黒写真の評価がやや低い。

② 草地・林地の区別

○パンクロ、赤外白黒、マルチバンドの小縮尺では資料併用で判読可能である。またそれ以外は写真のみで判読可能である。

③ 人為的影響度合

○小縮尺では資料併用、中縮尺・大縮尺・超大縮尺では写真のみで判読が可能である。

○小縮尺では赤外カラーの評価が比較的高い。

④ 形状(判読区分は無植生、一時植栽、常時植栽、低丈草原、高丈草原、針葉樹、広葉樹混交林の8項目)

○季節による写真の差が大きい。冬が最適、次に秋が適している。

○おむね小・中縮尺は資料併用、大縮尺・超大縮尺は写真のみで判読可能である。

⑤ 生育状況(判読区分は、無植生、水田・畑、牧草地、果樹園、常緑樹、落葉樹、混交林)

の7項目)

○季節の差が大きく冬が適する。

○冬ならばだいたい資料併用で判読が可能である。大縮尺、超大縮尺では写真のみで判読が可能である。

⑥ 種類(優先種で判定)

○冬は不適。春、夏、秋の間に大きな差はないが、大縮尺でカラー、赤外カラーを使用する場合は秋が良い。

○赤外白黒写真がやや不適である。

⑦ 群落(群団, 群集名)

○すべての写真で現地調査を必要とする。

⑧ 植生自然度区分(5段階)

○季節差は大きくない。

○小縮尺では判読不能。中縮尺では現地調査が必要である。

大縮尺、超大縮尺では資料併用で判読可能である。

⑨ 植生自然度区分(10段階)

○季節差は大きくない。

○小縮尺では全部判読不能。中縮尺では種類により現地調査付で可能。超大縮尺ではパンクロ写真以外資料併用でおおむね判読可能である。

以上の結果「1.植生の有無」「2.林地・草地の別」「3.人為的影響度合」「4.形状」「5.生育状況」までは、空中写真のみ、または資料併用で判読可能であり、「7.群落」は、いかなる場合も現地調査が必要とされ、「6.種類」「8.植生自然度区分(5段階)」「9.植生自然度区分(10段階)」は、条件を選べば既存資料との併用で判読可能であることがわかった(表3-5, P59)。

第2次調査ではある樹種(樹林)Xとある樹種(樹林)Yとが区別できるか否かについて調査した。樹種区分は、調査用紙の中の「本調査における植生区分の考え方」のとおりである(P62)。回答者は第1次調査と同様で、回答者に郵送で依頼した。調査結果は以下のとおりである。

① 高山亜高山帯(Q, A1)

高山亜高山帯地域における判読区分は、①常緑針葉低木林、②落葉広葉低木林、③落葉広葉樹林、④常緑針葉樹林の4つである。

秋に撮映したものの評価が高く、またカラー、赤外カラーの判読が他の画像より高い評価を受けている。

高山、亜高山における樹林の判読には中縮尺のリアルカラー撮映を秋に行うのが経費的に見て望ましいと思われる。

② 山地帯(Q, A2)

山地帯における区分は落葉広葉樹・常緑針葉樹であるが、この区分は判別が容易であることが多い。

時期による差異は明らかではない。

③ 丘陵帯 (Q, A3)

丘陵帯における判読区分は、落葉広葉樹林、常緑針葉樹林、常緑広葉樹林の3区分である。丘陵帯における樹林の判読には秋または冬に撮映した適当な種類の画像の写真ならば、小縮尺の写真でも判読し得る。画像の種類ではリアルカラー、赤外カラー、マルチバンド写真が優れているとの評価を受けているが、パンクロ写真でもかなりの情報が得られる。

④ 常緑広葉樹林帯 (Q, B)

常緑広葉樹林帯における判読区分はカン類、シイ類、タブ類の3区分である。これら3種類の判別は大縮尺写真でもむずかしく、常緑広葉樹林の植生調査は現地調査が中心となろう。

⑤ 亜高山帯針葉樹 (Q, C1)

現在各地で森林破壊が叫ばれているのは大部分が亜高山帯の森林である。アンケートでは8つの樹種、シラビソ、コメツガ、アオモリトドマツ、トウヒ、エゾマツ、トドマツ、カラマツ、ヒメコマツの内の2種をくみ合わせ、その2種の判別が出来るか否かについて評価を行った。

小縮尺写真は、落葉するカラマツと他の種類との区分を行うには有効な情報を得ることが出来るが、その他の組合せでは有効な情報は得られない。

中縮尺写真もカラマツと他の樹種との判別は良く出来るが他は不可能な場合が多い。ただ樹冠が大きくパターン認識の行い易いヒメコマツと他の種類との組合せだけは評価がやや高くなっている。

大縮尺写真ではカラマツは写真のみで区別され、ヒメコマツも資料と併用することにより区分出来る場合が増える。シラビソ、アオモリトドマツ、トウヒの区分も現地調査を併用すること等により区分できるようになる。

超大縮尺写真はかなり有効な情報を与えてくれるもののやはり現地調査を伴わなければ判別できない項目がある。

これらのこの結果からみて、写真情報だけで亜高山帯針葉樹の区分を行い林相図を作成することは困難であり、空中写真は現地調査と併用しなければ有効性を発揮しないと考えられる。

⑥ 山地帯落葉広葉樹 (Q, C2)

ここではブナ、ミズナラ、クスギ・コナラ、ケヤキ、サワグルミ、ヤナギ、ハンノキの区分について⑤と同様に判別の可能性を評価した。

小縮尺写真はほとんど役に立たない。

中縮尺写真は小縮尺写真に比べるとかなり有効で、総じて現地調査と併用するなら樹種区分が可能である。

大縮尺写真では樹種の組合せおよび画像の種類によっては既存の資料を併用するだけで林相図が作成できる場合が出てくる。

超大縮尺写真では資料の併用で判別出来る割合が非常に増加する。

画像はおおむね赤外カラー、マルチバンドの評価が高いが、超大縮尺ではリアルカラー写真の評価も高い。

⑦ 山地帯常緑針葉樹 (Q・C3)

ここではツガ、コメツガ、ヒノキ、アスナロ、ウラジロモミ、ヒメコマツ、モミ、スギ、アカマツの8区分について⑥と同様に判別の可能性を評価した。

小縮尺写真ではヒノキ、アスナロ、スギ、アカマツについては有効な情報が得られるが、その他についてはほとんど情報は得られない。

中縮尺写真では現地調査との併用により判別が可能なものが増える。

大縮尺の写真では大部分の組合せが現地調査との併用で区分され、さらにヒノキ、アスナロ、スギ、アカマツに関するものは既存の資料を併用することによって樹種区分が行える。

小・中縮尺ではスペクトル情報を多く含んだ赤外カラー、マルチバンド写真の評価が高いが、大縮尺、超大縮尺ではパターン情報の寄与が高く、画像の解像力にまさるリアルカラー写真の評価も高くなる。またパンクロ写真と他の画像との差は小さくなる。

4. 残された問題と今後の課題

① 道路計画に必要な植生情報について

道路計画に植生調査が必要であることは研究の背景と目的でも述べたが、どの程度の植生調査が必要かつ十分かという検討は、今後の課題として残された。

② 空中写真と植生調査について

空中写真の解析技術、特にマルチスペクトル写真については、研究開発が進められている段階であり、今後発展する写真解析技法であるが、この研究では空中写真一般を研究対象としたため、マルチスペクトル写真の植生調査に対する可能性については十分な検討ができなかった。

③ 空中写真の適性評価の調査について

空中写真の判読可能性は、多くの撮影条件(カメラ、縮尺、フィルム、撮影時期他)と判読、解析条件(立体視、引伸し他)に左右される。この研究では、経費的、時間的な制約から、小規模な調査を実施したため、各写真の傾向、概括的な適性として定性的に示すにとどまった。今後、適性を定量的にデータとして示すことが望まれる。

第1章 道路計画と植生調査

道路計画には、その熟度に応じていろいろな段階があり、道路計画に植生情報を利用する場合にも道路計画の段階に応じた植生情報が必要となってくる。

この章では、道路計画の説明、植生調査の説明さらに道路計画段階と植生調査の対応についての考え方を述べる。

1-1 道路計画

道路計画は、将来にわたる道路の需要の把握から始まり、概略的な計画から詳細な計画へと熟度が高まって行く。

一般に道路計画というと、計画と調査とを総称している場合が多い。狭義に調査とは事業を立案し、事業化を進めるために必要な事項についての情報を収集・整理することであり、計画とは調査の結果得られた情報を利用して事業化についての構想を定めることである。

ここでは、広義に調査と計画を含んだものを道路計画として扱い、国が直轄で行う直轄国道の道路計画および日本道路公団が建設する高速国道に関する道路計画について述べるが、地方公共団体、道路公社等が建設する地方道路、一般有料道路もおおむね上記の道路計画と同様である。

直轄国道と高速国道の道路計画体系を図1-1、図1-2に示す。調査の名称等に多少の違いはあるが大きな差異はない。表1-1に高速道路の道路計画作業を示す。調査の内容は使用する地形図の縮尺によりほぼ決定され、そのまま直轄国道の道路計画に使えるものが多い。

直轄国道計画調査フローに沿って調査の内容を示すと下記のようなものである。

1) 経済調査

道路計画の策定および事業の遂行に当たり投資配分モデル道路のストック量の機能別集計など最も基本的な事項についての調査を行う。

2) 道路網調査

道路および交通施設現況、人口、産業等の配置、土地利用の現況等を調査し、道路交通との関係を明確にした上で、将来の人口、産業等の配置、活動水準および土地利用計画に対応した交通需要を予測する。

予測された交通需要に対応し、全国または地域の整備方針に適合した道路網の計画を立案する。

3) 路線計画調査

立案された道路網計画に基づき、特に広域的かつ幹線的な路線について、その整備方針を含めて基本的な計画案の検討を行う。

4) 計画線調査

計画線調査は、通常工事着手予定より4～5年先行して開始され、2～3年継続し、概略の道路の位置および構造を決定する。道路の位置(路線)の選定では、1/5,000～1/2,500地形図を利用し、線形の連続性、主要道路との交差方式、構造物の規模、切盛土量のバランス、沿道環境保全等を考慮し、コントロールポイントをチェックして本線および比較線の概算工費と問題点の抽出を行う。ルートの決定を支配する長大構造物等があれば、必要に応じて地質調査等の予備調査が実施される。

5) 実測調査

計画線調査で選定された路線について実施計画を作成するための実測調査を行う。

路線設計では、1/1,000～1/500地形図を利用し、線形設計、構造物計画、安全施設の計画等を行う。また、軟弱地盤、地すべり等の対策工法などの検討を行う。

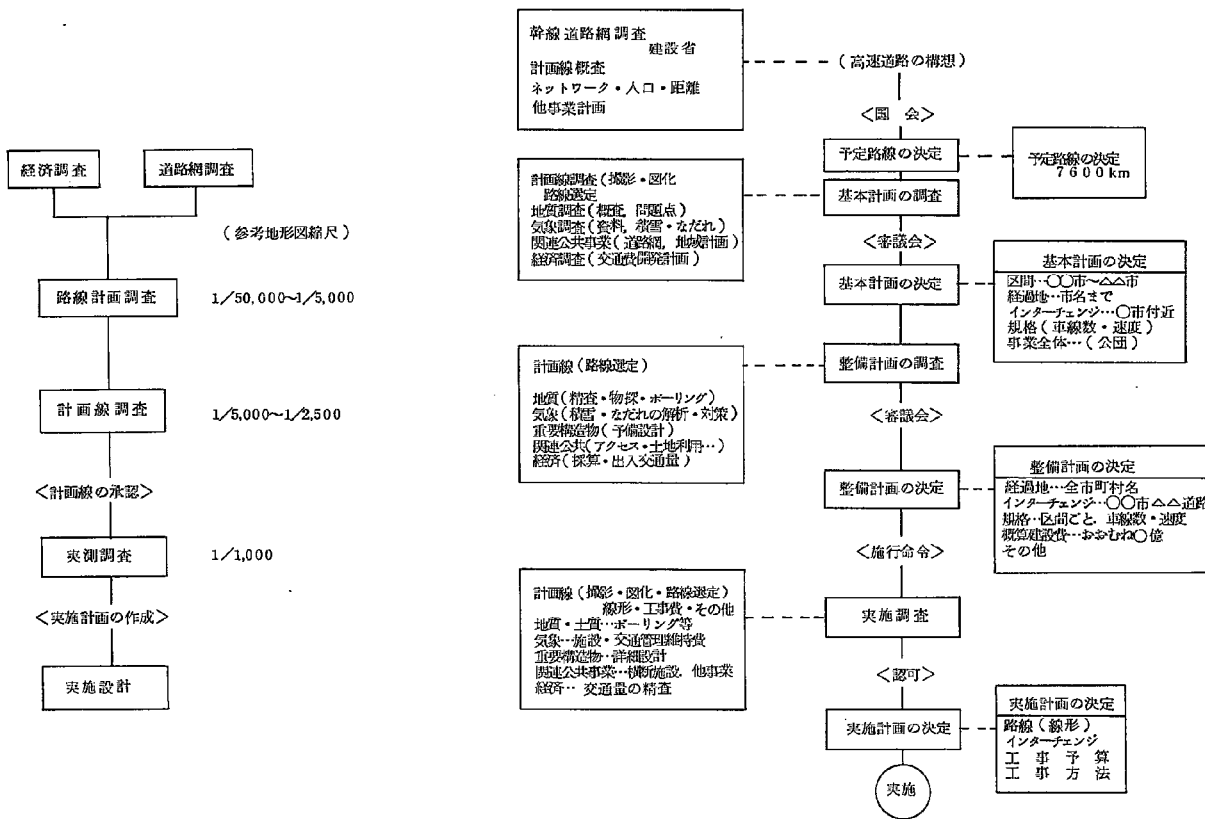


図1-1 直轄国道計画調査フロー

図1-2 高速国道計画調査フロー

表 1-1 高速自動車国道の路線決定までの作業

作業の区分	地形図の縮尺	作 業	作 業 の 目 的	作業における留意事項	調査資料または項目	決 定
概略計画	$\frac{1}{50,000}$ ~ $\frac{1}{25,000}$	平地部：社会的に可能と思われる通過位置、鉄道、主要道路との交差位置、長大橋の架橋位置を想定してフリーハンドで比較線を含めてルートを入れる。 山地部：等高線をたどりながら概略の平面、縦断勾配を想定して（トンネルの位置を決める）フリーハンドで比較線を含めてルートを入れる。	1. 想定される設計速度に対する標高基準をとり得るか、否かの判定 2. 土工工事の難易性を考慮し比較線を含めた路線計画帯（巾1km~500m程度）の決定	1. 本段階においては、経験者（地形、地質、構造物等）による現地調査が重要である。 2. 既往のデータをできるだけ集めて施工面から総合的に判定する。	$\frac{1}{50,000}$ 地形図 交通調査	基本計画の決定
路線選定	$\frac{1}{5,000}$ ~ $\frac{1}{2,500}$	平 面：① $\frac{1}{25,000}$ によるルートを参考に、附帯施設（I、C）の位置を考慮してフリーハンドの線形を入れる。 ② フリーハンドで入れた概略線形に対して、線形の基本事項を遵守して、円曲線クロノイド定規を使用し、線形要素の裏付けを行う。 縦 断：① 原地形線を中心線に沿って水平方向H= $\frac{1}{500}$ 垂直方向V= $\frac{1}{500}$ で記入し、コントロールポイントを決めて概略計画線形をフリーハンドで入れた後、定規を用いて数値的な裏付けを行う。 その他：① 平面と縦断線形との調和を検討するため問題になる箇所については概略透視図を描く。 ② $\frac{1}{50,000}$ による路線計画の結果を $\frac{1}{25,000}$ 図になし て全体的な平面線形を検討する。 ③ 地形によっては $\frac{1}{5,000}$ では路線選定が無理な場合もある。	1. 平面基本線形の決定 2. 縦断基本線形の決定 3. I、Cの位置決定 4. 比較線調査 5. 縦断事業費の算定	1. 設計基準の限界値は最低の基準であるから出来るだけ大きな値を用いる。 2. 一つの設計速度を持つ区間を短くしないで、20Km以上とする。 3. 軟弱地盤は短かく渡る。 4. 土工計画を考慮する。 5. 社会的制約で平面線形が先行し、縦断線形が後になり、バランスの悪い線形になる可能性があるため注意を要す。	1. 現況調査 2. 土質調査（軟弱地盤） 3. 地質調査（トンネル切土） 4. 埋蔵文化財調査 5. 都市計画、地域計画 6. 農林改善計画 7. 主要道路改良計画 8. 河川改善計画	整備計画の決定
実施計画	$\frac{1}{1,000}$	平 面： $\frac{1}{5,000}$ による基本線形を基礎にして、さらに詳細なコントロール条件を考慮して、 $\frac{1}{1,000}$ 用の定規を用いて図解法による線形設計を行う。 縦 断：原地形線はH= $\frac{1}{1,000}$ V= $\frac{1}{200}$ で中心線に沿って記入し、さらに詳しくコントロールポイントの位置、最少必要高を算出して $\frac{1}{5,000}$ による縦断線形を基本とし、平地部においては盛土を低く工費を下げる方向で縦断線形を入れる。 その他：① 地形との調和、平面縦断線形との組合わせを検討するため普通透視図を描く。 ② $\frac{1}{5,000}$ 地形図で路線選定ができなかった区間について $\frac{1}{1,000}$ により所定の作業を行う。	1. 中心線の決定 2. 実施計画の作成（金体事業費の算定）	1. 詳細になった地形的条件のもとで、長大法面、架橋位置について、局部的な比較線との比較検討を行う。 2. インター位置を考慮し、本線線形を決める。 3. コントロールポイント自体を変えることも検討する。 4. 土工量のバランスを検討する。	1. 同上の詳細 2. 水理調査	実施計画の決定

1-2 植生調査

植生（ある地域を覆っている植物群）の調査の種類は、利用する目的によって、いろいろな場合が考えられるが大別すると植生を相観（一群の植物の外観）によって区分する方法と、種の組成（どんな種類の植物がともに棲息しているか。）によって区分する方法とがある。この時区分された単位を群落という。

1-2-1 相観によって植生を区分する方法

相観によって植生を区分する方法とは調査地域の植生の林冠（森林の上部を構成する樹冠の集り）や林床（森林の下部を構成する低木や下草の集り）が主にどのような種類の植物で構成されているかを一見して判断し、植生を区分する方法で例えば、林冠の構成種により、タブ型、シイ型、カン型、ウバメ型、ナラ型、ブナ型、ヒノキ型、ツガ型のように分けられ、林床群の構成種によりキミズ型、ヒロハノコギリシダ型、カツモウイノデ型、カナワラビ型、イタチベニ型、キジノオ型、スゲ型、ササ型、ハイシキミ型、オシダ型等に分けられる。（図1-3参照）

森林のように上層を構成している種と下層を構成している種が異なる場合、空中写真では、上層の樹木のみが観察されるため下層の植物は判定できないが、上層木が空中写真から判定できれば、その面的な広がりを写真から求めて図化を能率的に行なうことができる。

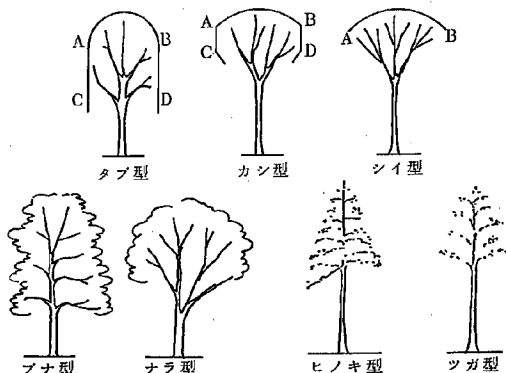


図1-3 林冠群植生類型模式図

タブ型はA Bの球面の曲率が大、ACBDの円筒面が発達して散光型の樹型であるが、シイ型はA Bの球面の曲率小、円筒面は全く発達していない。曲率的な直射光型である。カン型は両者の中間である。落葉のブナ型は散光型、ナラ型は直射光型、針葉のヒノキ型は散光型、ツガ型は直射光型である。

（「東亜の自然植生」より）

1-2-2 種の組成により植生を区分する方法

種の組成による植生の区分は次のように行われる。まず調査地域内に多数の地点をとり、その地点の群落の構成種全部とそれらの種の優占度（一定面積内の数量）を調査し、その結果に基づき調査した群落を分類する。このようにして作られた群落の種類を群集という。これにより調査地域内におおむねどのような群集があるかを知った後、全域を踏査し、各地域がどの群集に該当するかを決定する。この時決定の決め手となる植物の種を標徴種という。決定には標徴種の他、相観、地形との対応等様々の手段が用いられる。

このようにして分けられた群集の例を挙げる。表日本のブナ林はスズタケ、シロモジ、タンナサワタギ、コハウチワ、カエデの標徴種をもつブナスズタケ群集、裏日本のブナ林はチンマザサ、ハウチワカエデ、オオバクロモジ、ヒメモチ、ムシカリの標徴種をもつ、ブナチンマザサ群集として区別されている。

このようにして区別されている群集には、それぞれに対応する自然度というものがある。自然度とは自然な植生に加えられた人為等の破壊作用（例えば伐採、開墾、山火事等）の程度を示す値であり、この数値が高いほど破壊作用の程度は小さい。またこの自然度が高い植生ほど安定である一方、一度破壊されると回復がむずかしくしたがって保護すべきものとされている（図3-1参照）。

また、ある地点における植生の人為等による破壊作用がすべて停止した時、将来その立地に最終的に生ずると予想される植生を潜在自然植生という。

ちょうど動物や植物の種が種一属一科一目一……というさらに大きな単位にまとめられていくように、群落も群集一群団一オールドルー……という大きな単位にまとめられていくが、一般に一つの地域を群集に区分するには多大な経費と時間が必要である。

1-3 道路計画と植生調査

道路の建設に際しては次の二つを知ることが必要である。

- (1) 自然環境の指標となる植生を保護、保全するための方策。
- (2) 緑化等道路の環境を改善するための方策。

これらに関する現在および将来における指針を得るには、植生の存在している地域の現時点における気象、地形、地質等の様々な自然条件とこれに対応する植物自身の生理・生態的特性を正確に把握し、これを分析することが必要であるが、植生は土木構造物等と異なり、時間の経過とともに変化するものであり、植物の生理、生態的特性を把握するにはこの変化を的確に把握し、さまざまな植物が、いかなる群落に生育できるかを知らなければならない。現在、この変化を把握するために植物生態学の手法が活用できると期待されており、その手法として、植物社会学的な群落単位を用いた植生調査の有効性が認められて来ている。しかし、道路建設における自然への影響把握のための具体的手法については研究が進んでおらず、用途に応じた植物に関する必要な情報の質と量の範囲は確定していない。以下は道路計画と植生調査の関係について一応考えられ

る対策を示すものであるが、確定しているものではないことをお断りしておく。

ここでは一応道路建設の具体的な工事着手前に必要とされる様々な情報の収集、整理、分析の過程を概略設計、路線選定、実施設計、施工、管理に区分する。そのそれぞれの段階で必要とされる情報の種類と内容は、表1-2のとおりであり、それぞれの段階では植物について次のような調査および配慮が必要である。

1-3-1 調査の目的

1) 概略計画の段階

道路建設の対象となる地域の植生と植生に影響を与えている地形、気象等の概要を広範囲に把握し、保護の要請が高く学術的に貴重な植生や破壊され易い自然環境等の有無を調査し、道路の通過を可能な限りひかえるべき自然条件を有する土地を選定する。

2) 路線選定の段階

選定された数本の候補ルートについて周辺植生を詳細に調査する。特に概略計画の段階で保護されるべきと考えられた地域やその周辺について調査し、道路を建設した場合における植生への影響を予測し、最も適当と思われるルートを選定する。

3) 実施設計の段階

ここまでの調査で示された地域の自然環境の変化について詳しく予測し、道路建設による自然への影響を最少とするため必要な道路構造、施工法等について具体的な技術指針を検討する。

4) 施工、管理、追跡調査の段階

この段階では、各段階の調査の方法や判断が適当であったかどうか、各種の措置が効果を表わしているか等を検討し、もし重要な影響が出ているなら、その対策を構ずる。

1-3-2 調査の方法

1) 概略計画の段階

① 現存植生の調査

この段階では、道路建設の対象となる広範な地域についての概略の情報を得る。特に植生の現況と位置の把握を主とするため、できるだけ既存の植生図や以前の調査の資料があれば、それらを利用する。この段階では、空中写真を利用することが効果的であろうと予想される。その地域に詳しい専門家や、地元の人達への聞き込みを行う。時間等に余裕があれば精度を高めるため現地踏査を行う。

② 植生に影響する環境の調査

1) 地形地質……既存の土壤図、地質図により植性が一度破壊されると回復しない場所、植生の回復に長時間を要するような場所、崩壊や土砂の流亡がおりやすい場所、植生の維持生育に不利な場所等をチェックする。

(例) 岩石地、急傾斜地

ii) 気象……風向、風力、気温、雨量など気象資料を調べ、植生を破壊した時、回復が困難であると思われる場所及びその原因となる気象要素をチェックする。

iii) その他……その地域特有のものや、研究や経験により植生に重大な影響があると思われるものは調査しておく。

(例) 潮風、動物による食害

③ 調査結果の検討

以上の調査により、貴重な植生、優れた植生、回復の困難な植生等保護の対象とすべきものを有する地域又は、地点を図上に理由がわかるように示しておく。

2) 路線選定の段階

① 各ルート周辺の現存植生調査

この段階では、候補とされるルートは絞られており、検討の対象範囲もかなり狭くなっている。したがって概略計画の段階で、保護すべきとされた地域や、その周辺は現地踏査を行うなどして、現存植生の種類や群落の構造、(例えば林冠・林床の有無等)規模等を把握し、植生図を作成する。貴重なもの、特殊なものなどは、ここでもチェックしておく。

② 植生に影響する環境の調査

i) 地質・土壌……崩壊の可能性、土壌の構造、栄養状態を調査する。

ii) 標高、方位、傾斜、微地形……地形図により、植生の破壊につながりやすい条件、破壊された植生の回復に不利な条件などをチェックしておく。

iii) 気象……道路の開設により、風向、風力、日射などにどのような影響が生ずるか調べ、植生にとって危険なものをチェックしておく。

iv) 地上水や地下水……水脈の切断、地下水位の変化などが生じ、植生の破壊を惹き起こさないかどうか検討する。

v) 工法……多量の切り盛りや捨土が生じないかどうかなど、構造工法の選択により現状の自然条件等に対する影響の程度をチェックする。

③ 調査結果の検討

以上の調査により、現存植生や、それを取りまく自然及び社会環境への悪影響の最も少ない構造、ルートを選定する。

3) 実施設計の段階

この段階の調査は、現地踏査などにより、場所によってはかなり精度の高いものが要求される。

① 沿道の調査

i) 植生……保護または、保全されるべきとされた植生の量、位相生育状況などを調査する。

ii) 地形……切、盛土の規模、位置等を調査する。

iii) 地質……崩壊の危険のある地質を現地調査する。

iv) 地上水、地下水……水流の状況を現地踏査により確かめておく。

② 技術的調査

なるべく現存する植生を破壊しないように、またもし破壊が行われるなら速やかに植生が回復するような技術の利用を検討する。例えば、移植や工事により生ずる裸地の緑化技術について検討する。

4) 施工、管理、追跡調査の段階

施工にあたっては、現場担当者は、調査の結果をよく理解し、植生がよく保護されるよう留意しなければならない。また工事期間中は、現場を視察し、工事の状況を調査し、必要な指示を与えなければならない。

植生への影響は、長期にわたって現われるものがあり、緑化工の効果も長時間を要するものがある。長期にわたって、良好な状態を保ってゆくには、施工後もできるだけ回数多く現地を調査し、必要な措置を時宜を得て構じてゆかなくてはならない。またこのような長期の調査によって今後の植生保護のための貴重な参考が得られる。

考えられる調査項目は次のとおりである。

① 保護すべき植生の調査

樹勢、枝葉密度、葉の色や大きさ、病虫害など、植生の活力に係わることを調査する。

② 植生に影響する環境の調査

地形や地質などで危険性が指摘された地点は、その植生の生育状態を調査するとともに、崩壊箇所、水の流れ出している箇所、特に風の影響を受けやすい箇所などの状態を調査する。

③ 緑化工の調査

緑化工が行われた地点では、植物の生育状態を調査する。

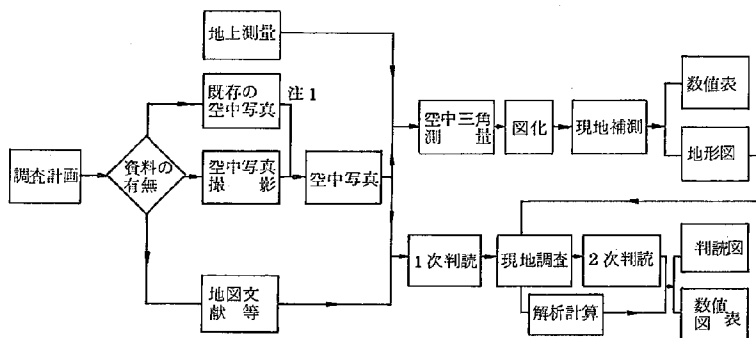
表 1 - 2 道路計画と植生調査

計画・設計 の 段 階	調 査 の 目 的	調 査 の 項 目	調 査 の 内 容	調 査 の 時 期
概略計画	道路計画対象地域の自然環境を把握する。強く保護すべきものを発見する。	現存植生図による 現存地質図・地形図 気象資料 現地調査 専門家などの意見	1/50,000 現存植生 図の作成と自然度や、 保存を要する程度の方 格	計画決定に先だって 行う。
路線選定	路線を決定するために必要な自然環境の状況をできるだけ詳しく把握する。	現地調査による植生 図の作成 資料や現地調査による 地形・地質・気流 等の植生生育環境の 調査 植生と社会とのかか わりあいの調査	1/5,000~1/10,000 現存植生図、潜在自然 植生図の作成 技術的対応	路線決定に先だって 行う。
実施設計	決定された路線周辺の自然環境を詳しく把握し、取られるべき技術・工法を検討決定する。	現地調査による植生 の把握 現地の調査による地形・地質等の把握 各種の植生保護土木 技術の比較検討	1/500~1/2,000 現存植生図、潜在自然 植生図、立地区による 緑化指針	工事実施設計に先だ って行う。
施工・管理 追跡調査	工事中・工事後の管理 今後のための参考資料 を得る。	現地調査（植生の活 力度、崩壊、排水の 状態、緑化工の成否 等）	標準仕様による施工管 理、影響調査と植生 園化、緑化の追跡	工事施工中 工事施工後（定期的） および必要時）

第2章 空中写真による植生調査

一地表面を空中から撮影した写真—空中写真による調査は、他の調査方法に比べて、天候障害を受け易く地表面からの情報しか得られないなどの難点もあるが、短い時間で広い領域をカバーした客観的な情報が得られるという特長を持っていることから、地球表面に係わる調査には欠かすことのできない手段として広く利用されている（表2-1空中写真の利用分野参照）。

空中写真による調査は、通常、図2-1に図示した流れにしたがって行われるが、植生調査の場合も全く同じ手順による。



注1. 既存の空中写真は表2-2に示すとおり。

図2-1 空中写真による調査の流れ図

表 2-1 空中写真の利用分野

アメリカ写真測量学会の編集リストから抜萃

Aeronautical engineering (航空工学)	Land classification (土地区分)
Agronomy (農業経済)	Mapping and surveying (図化、測量)
Appraisals of land resources (土地資源の評価)	Military target analysis (標的解析)
Archeology (考古学)	Mineralogy (鉱物学)
Astronomy (天文学)	Mosaics (写真地図)
Bench protection (護岸)	Natural resources inventories (天然資源埋蔵量)
Biology (生物学)	Oceanography (海洋学)
Boundary delineation (境界線判読)	Police protection (警察)
Charting of water depths (潮図の作成)	Production and marketing (生産と販売)
Control surveys (管理調査)	Range management (分区管理)
Crop yield predictions (農産物生産予測)	Real estate zoning (不動産区分)
Disease and insect detection (病虫検出)	Recreation planning (レクリエーション計画)
Drainage studies (汚染分析)	Relief model construction (地形模型)
Ecology (生態学)	Reservoir capacities (貯水能力)
Engineering structures (構造物工学)	River currents and tides (川流と潮)
Erosion problems (侵食問題)	Satellite tracking (衛星追跡)
Fire protection (火災予防)	Sociological studies (社会学)
Fish migrations (魚の移動)	Soil surveys and trafficability (土質調査と交通量)
Flight planning (飛行計画)	Space exploration (宇宙探検)
Flood control (洪水防止)	Stockpile inventories (貯蔵量)
Food production (食料生産)	Taxation of land (不動産課税)
Forestry (林学)	Traffic control (交通制御)
Frost damage (霜被害)	Transportation studies (輸送研究)
Geography (地理学)	Triangulation networks (三角測量網)
Geology (地質学)	Urban area analysis (都市域解析)
Glacial studies (氷河の研究)	Valuations of property (財産の評価)
Highway planning (道路計画)	Watershed management (流域管理)
Hydrology (水理学)	Wildlife management (野生動物管理)
Irrigation planning (灌漑計画)	Zoology (動物学)

INTERPRETATION OF AERIAL PHOTOGRAPHS

T. EUGENE AVERY 1968より

表 2-2 既存の空中写真例

(日本測量協会 1973 を一部改訂)

撮影 計画機関	撮影地域	撮影年	写真縮尺	カメラ(レンズ) f/口径	感光乳剤	照会、申込先	備 考
米 軍	日本全 域	1946~48	約 1:40,000	(メトロゴン) 15/23	パンクロ	日本地図センター	
"	鉄 道 沿 線 主要平野部	1946~48	約 1:10,000	(メトロゴン) 15/23	パンクロ	日本地図センター	
林 野 庁 都道府 県	山地部	1952~	約 1:20,000	主としてワイルド RC5a, RC8 21/18	パンクロ	日本林業技術協会 都道府県 林務課	
官公庁・公団 民間会社	日本各地 部 分 的	1952~	1:4,000 1:30,000	各種カメラ	各 種	計画機関もしくは は航測会社	
国土地理院 (1:25,000) 地形図用	日本各地	1956~	1:33,000 または 1:40,000	ツアイス RMK ワイルド R C 15/23	パンクロ	日本地図センター	
" 1:25,000 5,000 (国土基本図用)	平野部	1960~	1:10,000 または 1:20,000	ツアイス RMK ワイルド R C 15/23	パンクロ	日本地図センター	
" 1:25,000 (線地理図)	首都50km圏	1973~74	1:18,000	各種 マルチバンドカメラ 15/5.6~8	赤外白黒 B.G.R, IR バンド	国土地理院	
" (国土利用 計画用)	日本各地	1974~	1:8,000 1:10,000 1:15,000	ツアイス RMK ワイルド R C 15/23	カラー	日本地図センター	
" (土地利用 情報研究所)	中川流域 埼玉県南部	1975.7.6	1:10,000 1:20,000 1:80,000 1:40,000 1:55,000 1:53,000	RC8 15/23 マルチバンドカメラ RC9 9/23 DS-1250 MMS IRA-301	P.CIRCIR IR P MSS Th 景2	国土地理院	

註 1 f/S fは焦点距離cm, Sは画素サイズcm

2 P. パンクロ, C カラー, IR 赤外白黒, CIR 赤外カラー, MSS マルチスキャナー Th サーマル

調査に使用される空中写真は、植生調査の場合に限定しても表 2-3 に示すように種々様々であって、調査の目的、規模、工期、予算などによって違ってくる。

本章では、写真選定の基礎となる空中写真の種類とその性質ならびに空中写真による植生判読について述べる。

表 2-3 植生関係空中写真の利用状況例

目 的	内 容	使用空中写真	対象地域	計画機関	備 考
森 林	森林基本図	林相調査	普通角 バンクロ 1:20,000	国・有・民・有林	林野庁他
	熱帯林	"	広 角 バンクロ 1:10,000	熱帯林地域	外国政府館社
	森林資源	"	広 角 バンクロ 1:10,000	所有林	造林会社
緑 地	緑地現況図	土地利用調査	マルチシントカメラ赤外白黒 1:18,000	首都 50 Km 圏	国土地理院
	緑の 国勢調査	植生調査	既存空中写真	日本全国	環境庁
	"	植生現存量	広 角 バンクロ 1:20,000	関東地方	"
	緑地計画	植生分布	広 角 カラー 1:12,500 赤外カラー 1:10,000	県・市	地方自治体
環境調査	都市環境	樹木活力	狭角 赤外カラー	首都圏	科学技術庁
	影響調査	"	" 赤外カラー 1: 8,000	火力発電所周辺	電力会社
	河川環境	植生分布	広角 カラー 1: 5,000 狭角 赤外カラー 1: 8,000	河川敷	建設省 地方建設局
	ダム環境	現存植生	狭角 赤外カラー 1: 8,000	西瀬戸地区	通産省
道路環境	山岳道路の森林 に及ぼす影響	MSS カラー 1:40,000 赤外カラー 1:10,000	南ア・スーパー林道	農林省 林業試験場	
	トンネルの植生 に及ぼす影響	狭角 赤外カラー 1: 5,000		建設省 地方建設局	

2-1 空中写真の分類

近年、リモートセンシングという新しい調査技術が開発されるにつれ、空中から情報を得る手段も多様化してきた。図 2-2、2-3 にこれらセンサの分類と波長帯域、表 2-4 に各方式の比較を示す。この節では主に写真方式に焦点を絞って記述する。

空中写真は、表 2-5 に示すように、撮影方法、使用カメラ及び写真材料、処理方法、用途などによって幾通りにも分類することができる。

2-1-1 写真像の種類

a. 撮影方法による分類

a-1 カメラ軸の方向による分類

カメラ軸の方向または角度によって、垂直写真、斜写真、水平写真に分れ、斜写真は、さらに高角度斜写真と低角度斜写真に細分される(図 2-4 参照)。

垂直写真よりも斜写真の方が判読し易く、写る面積も広がるが、傾きによる像の偏位によって平面的な計測が難しくなる。このため調査には主として垂直写真が使われ、斜写真（または水平写真）は、調査範囲の全景をとらえ、展示しようとする場合など補助的に利用されることが多い。

注) 用語の呼称については確定していないものが多くあるが本報告書で使用した用語は研究の主旨から、厳密な検討を行ったものではない。

例) 赤外白黒・赤外黒白、リアルカラー・ナチュラルカラー

赤外カラー・フォールスカラー、狭角レンズ・長焦点レンズ

高角度斜写真・弱斜写真、低角度斜写真・強斜写真

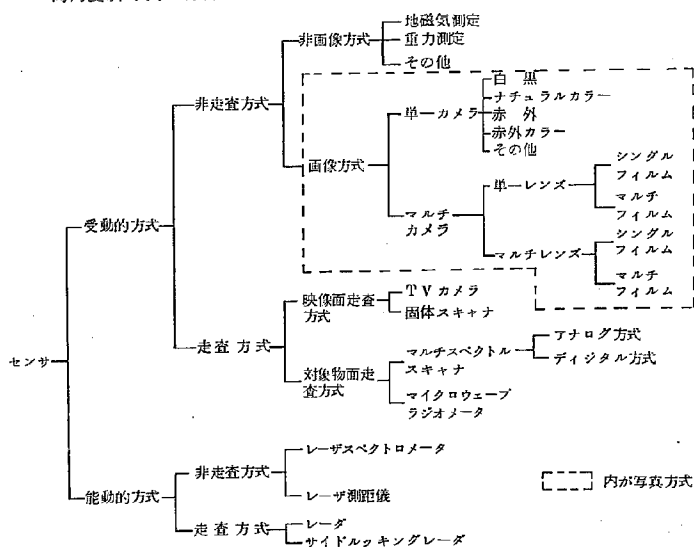


図-2.2 センサの分類

(「リモートセンシングノート」より)

センサ	波長 (μm)	紫外 可 視 光 近赤外 中赤外 遠赤外 マイクロウェーブ											
		0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.5	5.5	8.0	14.0	1000	10000	100000
単カメラ	白黒フィルム	—											
	カラーフィルム	青, 緑, 赤											
	赤外フィルム	—											
	赤外カラーフィルム	青, 緑, 赤											
マルチバンドカメラ		—											
サーマルスキャナ		—											
マルチスペクトルスキャナ (MSS)		—											
レーダ		—											
マイクロウェーブラジオメータ		—											
LANDSAT MSS		—											
LANDSAT RBV		—											

図-2.3 主なセンサと波長帯域 (「リモートセンシングノート」より)

表 2.4 センサ方式の比較

センサ方式	長 所	短 所
写真方式	空間的な解像度が優れている。 情報容量が大きい。 信号対雑音比が大きい。	フィルムの回収。 波長範囲がフィルムによって限定される。 (フィルムの実用感光範囲: 0.3~0.9 μm) フィルムの非直線的な応答。
ビジコン方式	小さく、軽い。	波長範囲が写真と同程度。 ラスタ走査における位置のひずみが残る。
走査方式 (MSS)	観測波長帯域が広い (0.3~20 μm)。 放射測定精度が高い。	装置が複雑である。 センサの飛行姿勢安定が必要である。
レーダ方式	全天候で使用できる。 偏光測定	高価である。 解像度が低い。

(「リモートセンシング」: 江森他 より)

表 2.5 空中写真の種類

分類基準		写真像の種類				備考
撮影方法	撮影方向	垂直写真 傾度 5° 以内	斜写真 傾度 5° 以上	水平写真		
	撮影高度	高々度写真	中高度写真	低高度写真		
	写真縮尺	小縮尺写真	中縮尺写真	大縮尺写真	超大縮尺写真	
	撮影時期	春期撮影写真 (新緑期)	夏期撮影写真	秋期撮影写真 (紅葉期)	冬期撮影写真 (落葉期)	
カメラ	画角 焦点距離	狭角写真	普通角写真 60°	広角写真 90°	超広角写真 120°	
	用途	測量用写真		偵察用写真		
感光 材料属性	感光乳剤	パンクロ写真	赤外白黒写真	カラー写真	赤外カラー写真	
	波長帯	単バンド写真		マルチバンド写真		
処理方法	写真処理	密着写真	引伸写真	集成写真	オルソフォト	
	その他処理	分解写真	合成写真	パノラマ写真	ストリップ写真	

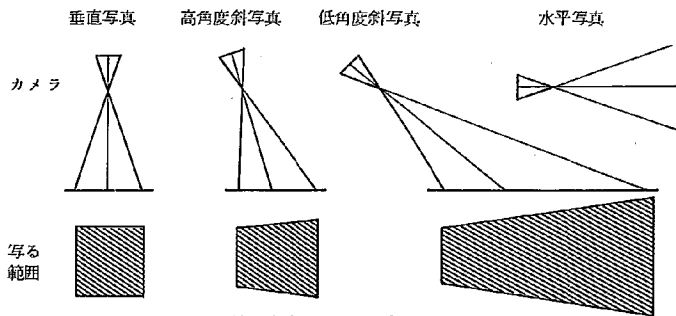


図 2-4 カメラ軸の方向による各種空中写真

a-2 撮影高度、写真縮尺による分類

撮影高度をH、焦点距離をf、写真縮尺をSとすれば、図2-5から明らかなように、 $S = \frac{1}{L} = \frac{f}{H}$ となり、写真縮尺は焦点距離に比例し、撮影高度に反比例する。

したがって、撮影高度と写真縮尺による分類は、表裏の関係にあり、高々度写真、中高度写真、低高度写真は、それぞれ小縮尺写真、中縮尺写真、大縮尺写真に対応する。この分類は、多分に主観的なもので、高々度、中高度、低高度、及び小縮尺、中縮尺、大縮尺を数量的に明示することは難しい。

一般的には、縮尺が大きくなるほど高度も低くなり大気の散乱光による影響も小さくなるため判読も容易になるが、その反面、写る範囲が狭くなり写真枚数が増加する。

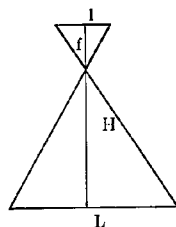


図2-5

a-3 撮影時期による分類

撮影時期は、調査結果に重大な影響を与える要因であるが、撮影時期による分類、または呼称は意外に少ない。時期は季節にしたがって、春期、夏期、秋期、冬期に区分されることが多いが、樹木を調査対象とする場合には、新緑期、紅葉期、落葉期、また積雪調査の場合には無雪期、積雪期などの呼称がある。

植生調査、ことに広葉樹の判読には紅葉期のカラー写真の効果は大きいといわれている。

b. 装置の性能による分類

撮影カメラの画角の大小により、普通角写真、広角写真、超広角写真に分類される。

これらの中で、広角写真が最も広く利用されるが、森林調査や急峻な山岳地及び高層ビルの連立する市街地の測量には、普通角写真が利用される。

普通角の長焦点写真は、画面周辺部の光量低下も少なく、その特徴を活かし大縮尺図化や写真濃度を重視する調査に使用される。

また、超広角写真は、一枚の写真に包含される面積が大きいので、広域を短期間で測量調査する必要がある場合、たとえば、開発途上国の地図空白地域の測量などに利用される。

C. 感光材料による分類

使用する感光フィルムの種類により、白黒写真とカラー写真に、さらに白黒写真は、パンクロ写真と赤外白黒写真に、そして、カラー写真は（リアル）カラー写真と赤外カラー写真に分類される。

C-1 パンクロ写真

パンクロ写真は、全彩色写真とも呼ばれ、可視光線域全域にわたって感光した白黒写真で、撮影、写真処理など他の写真に比べ制約が少なく取扱いが簡単であることから、測量調査用に最も広く使用されている。

C-2 赤外白黒写真

赤外白黒写真は、可視光線から近赤外線域に感ずる赤外線白黒フィルムに近赤外線のみを透過させるフィルターを用いて撮影した写真で、赤外線の特徴である——水に吸収される、クロロフィル効果、大気中を透過する力が強い——などの点が活用できる場面に用いられる。

植物の葉は、赤外線域の反射量が可視光線域より大きく、また、種による差異も大きくなるので、植生調査では、パンクロ写真よりも判読し易くなる。

C-3 カラー写真

カラー写真は、白黒写真に比べ情報量が多く、判読もそれだけ容易になるので測量よりも調査用に広く用いられる。ただ大気の散乱光の影響から、あまり高空からの撮影は、不適当である。

C-4 赤外カラー写真

赤外カラー写真は、フォールスカラー写真とも呼ばれ近赤外線域の感光が赤く発色するように（図2-6参照）つくられた特殊なカラー写真で、植物の種類や活力の差などが色調差となって良く表われる。このため植生調査、病虫害の発見、土壌水分差の調査等には効果的である。

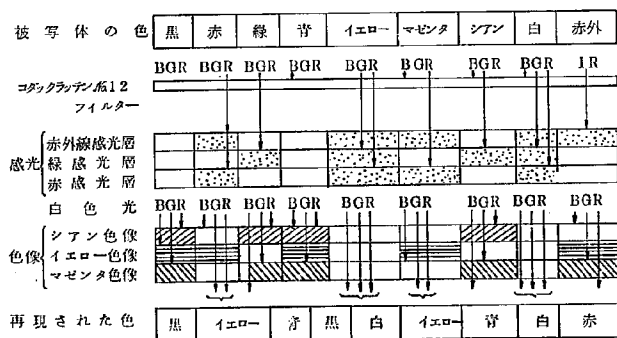


図2-6 コダックエクタクローム インフारेッド エアロ フィルムの色再現過程

C-5 マルチバンド写真

マルチバンド写真は、赤外白黒フィルムに特定波長域のみを透過させるフィルターを数種類組合わせて撮影した数種類の波長別白黒写真である。

通常、B-青、G-緑、R-赤、IR-赤外の4種の波長域をとらえる4バンド写真が使用されるが、B、G、Rバンドの画像にそれぞれB、G、Rのフィルターを用いて合成すれば、リアルカラー写真が得られ、G、R、IRバンドの画像にB、G、Rのフィルターで合成すれば、赤外カラー写真が得られるなどの特徴をもっている。

しかし、合成の際、画像ズレから像が鮮明さを欠き易く、画面サイズが小さい(測量調査用の約1/7の面積)などの難点もある。

マルチバンド写真は、現在、各種解析法が開発されつつあり、将来の幅広い応用が期待されている。

d. 処理方法による分類

原フィルムから印画紙などに焼付ける場合の倍率によって密着写真(1:1)と引伸写真とに区別される。

通常、密着写真はハンディで取扱い易いが判読結果等を記入するスペースが少なく、細部が見え難いという難点がある。

引伸写真は、通常2~4倍に引伸ばした写真が最も多く使われるが、その倍率は判読図または、基図の縮尺に合致させた方が効率的である。

空中写真の分類には、上述のほか用途別(例えば偵察用写真とか、測量用写真など)の分類などもあるが写真特性とは、直接関係がないので説明を省略する。

2-1-2 カメラ(スキャナー)の種類

写真判読に適した空中写真選択に必要な写真特性のうち、像の大きさ、偏位、鮮明度、写る範囲など量的な性質は、撮影高度およびカメラの傾きのほか、カメラの性能(焦点距離、画角、画角サイズ等)によっても定まる。

以下、通常用いられるカメラの種類及び性能について表2-6および図2-7に示す。

表 2.6 カメラ・スキャナーの種類

型 式			焦点距離	画面の 大きさ	フィルム	特 性
カメラ	偵察用カメラ		100 150mm	5.7×5.7	70mm	測量用に比べ 高分解能 低 Fナンバー 歪曲収差補正小
	測量 調査 用カメラ	狭角レンズ	300mm	23×23	240mm	偵察用に比べ 広 角 歪曲収差補正 内部定位明示
		普通角レンズ	210mm	18×18	190mm	
		広角レンズ	150mm	23×23	240mm	
		超広角レンズ	90mm	23×23	240mm	
	マルチバンド カメラ	マルチレンズ カメラ	100mm 150mm	5.4×10.3 9×9	240mm	偵察用と同じ 4 バンド同時撮影 4 バンド同時撮影 4 種フィルム
		マルチカメラ	100mm	5.7×5.7	70mm	
スキャナー	マルチスベクトルスキャナー			5.7 巾	130mm	磁気テープ 11チャンネル 可視光域 7 近赤外線 3 同時撮像 遠赤外線 1
	サーマルスキャナー			5.7 巾	70mm	フィルムまたは磁気テープで遠赤外線撮像

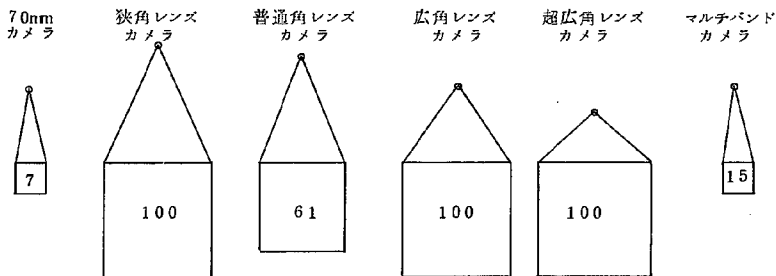


図 2-7 各種カメラの被覆面積比較

(同一縮尺の場合の被覆面積比較)

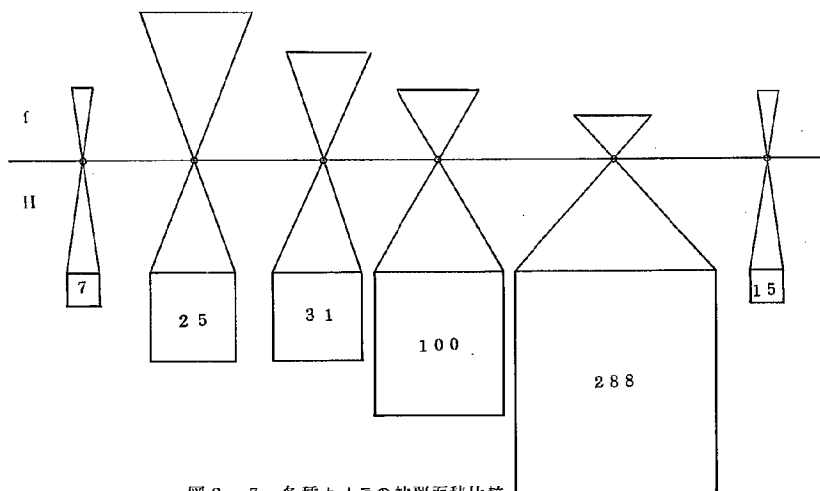


図 2-7 各種カメラの被覆面積比較
(同一高度の場合の被覆面積比較)

2-1-3 フィルム・フィルターの種類

カメラまたはレンズが空中写真の量的な性質に関係するとすれば、フィルム・フィルターは写真の質的な特性に関与する要素と見なすことができる。以下に、通常用いられているフィルム、フィルターの種類および性能について表 2-7 および図 2-8 に示す。

表 2-7 フィルム・フィルターの種類

タイプ	フィルム名	ベース厚さ	感光度	解像力 line/mm	タイプ	フィルター 名 称
パングロ	航空用フィルム SS フジ	100μ	ASA 125			コダック ラッセン
	" SSS フジ	"	" 250		Y1	#3
	プラスX エアログラフィック 2402	"	APS 200	100	Y2	#8
	トライX エアログラフィック 2403	"	" 650	80	Y3	#12,15
	ダブルX エアログラフィック 2405	"	" 320	100	Q	ライト レッド
赤外白黒	インフラレッド エアログラフィック 2424	"	" 200	80	R	#25
	マルチニクトルインフラレッド エアリアル SO-289	"	" 100	63	IR	#89B
	エプロクローム インフラレッド 2443	"	" 40	63	B O R IR	#47B #57A #25 #88A
赤外 カラー	エプロカラー ネガティブ 2445	"	100	80	Y3	#12,15
カラー	ウオーターベストレーション エアリアルカラー SO-224	"	40	125	UV	HF3
						ヘーズ フィルター

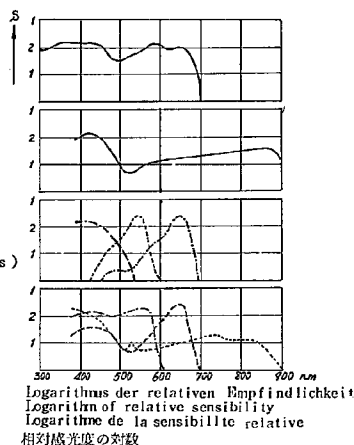
フィルムの分光感度曲線

Panchromatisch
Panchromatic
Panchromatique
パンクロマ

Infrarotempfindlich
Infrared sensitive
Sensible à l'infrarouge
赤外

Farbfilm (3 Schichten)
Color film (three-layer)
Film couleurs (trois couches)
カラーフィルム (3層)

Farbinfrarotfilm
Color infrared film
Film infrarouge couleurs
赤外カラーフィルム

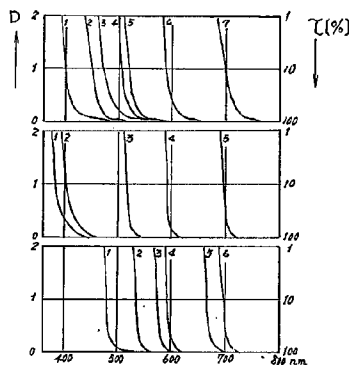


フィルターの分光吸収曲線

Kodak Wratten
1 IR-3 (2B)
2 No. 3 (Acro1)
3 No. 8 (K2)
4 No. 12 (Minus Blue)
5 No. 15 (J)
6 No. 25 (A)
7 No. 89B (IR)

Wid
1 Sandwich Color
2 Haze filter
3 Dark yellow
4 Light red
5 Infrared

Zeiss
1 B
2 D
3 E
4 F
5 I
6 K



Transmissionsgrad		Dichte	
Transmittance	τ	Density	D
Transmittance		Densité	
透過率		濃度	

写真測量ハンドブック (画像工学研究所 1976)

図 2-8 フィルムの分光感度曲線とフィルターの分光吸収曲線

2-2 空中写真による植生判読

2-2-1 判読因子

空中写真は、撮影瞬間の地表事物の電磁波反射特性を忠実になんらの省略もなしに捕えた記録像である。写真の判読とは、この記録像を計量、推測、判定することにより、地表事物に関する情報を抽出し、利用し易い形に整理することであるといえる。写真判読に用いられる因子（判読因子）には、直接数量として測れるもの、長さ、高さ、面積、数、位置（座標）などの定量的因子と数量としては、直接は測ることのできないもの、形、きめ、パターン、濃淡コントラスト、色彩（色調）、陰影などの定性的因子とがある。前者の定量的因子の計測は、写真測量学として発達し、現在ではきわめて精度の高い測定が可能であり、写真上に画かれた判読区界の地図化は容易である。ここでは、定性的因子のうち、植生判読に有効的に利用されるものについて述べる。

- (1) 形：個々の地表物体はそれぞれ特有の形をもち形だけでも物体の判別は、可能な場合が多い。しかし、写真上で見る物体の形は、真上からの視線でとらえた平面形であり、ふだん見慣れている水平視線でとらえた縦断形とは著しく形を異にしている。この点にのみ注意すれば、形は、植生判読にとって有力な因子となる。

樹種判定を地上でする時、枝条の出方や葉のつき方などの樹形が鍵になるように、樹冠の平面形や立体視によって得られる立体形が写真による樹種判定には、重要な手がかりとなる。特に、中縮尺以上の写真では有力である。

- (2) きめ：“きめ”とは、写真像から受ける像構成に関する感度であり、被写体の素材や形態、構造、色調、陰影特性によって、柔らかい感じに写ったり、粗い感じに写ったり、いろいろな感度を示す。森林の場合も、樹種による樹冠形、葉の大きさや付着量、付着の仕方、枝の大きさなどの樹種個々の形態により、それぞれ特有の“きめ”を示す樹冠を有する。一般に、針葉樹は、広葉樹より、きめが粗く、同一樹種でも樹令により感度が異なって写される。また、中縮尺より小さい写真では樹冠内の“きめ”は明らかでなくむしろ樹種群（林分）が作り出す“きめ”がみえる。このきめは、樹群の構成（樹種、樹冠、横断形、縦断形、疎密度）や大きさにより異なる。

- (3) 陰影：写真にうつった一つ一つの樹冠には、枝葉の形態により特有の陰影があらわれ、樹種により特有の“きめ”をつくり出す。林冠層でも樹冠の連なりにより陰をつくる。

この陰が、樹種や植生型を判読する手がかりとなる。また孤立木や林縁木の樹冠が投影する陰影の形は、ふだん見慣れている樹木の形態を描き出すため、樹種判定に役立つ。しかし、山の背面に生ずる面的な陰影は、地形の起伏の判断を容易にはするが、陰の中の植生判読を困難にする。

- (4) 濃淡コントラストと色彩（濃度と色調）：地表の事物は、太陽から放射する電磁波に對する固有の反射スペクトル・パターンを有していて、白黒写真は、この反射スペクトル・パターンをフィルムとフィルターの組合わせによってできる感光波長帯内での積分値としての白

黒の濃淡コントラスト（濃度）として、カラー写真は、複感光波長帯での積分値の組合せとしての色彩として、表現したものである。すなわち、濃度や色彩は、被写体の反射スペクトルパターンに関する情報を表現するものであるから、植生判読に有力な鍵となる。しかし、これは、撮影する時刻や季節、大気条件、撮影条件、被写体の地表面での位置、写真処理条件等により影響を受ける。

一般には用いる写真毎に、グランドツルースと色調との対応づけによって、はじめて判読の手がかりになり得る。

- (5) パターン：以上のべた形、陰影、濃度や色彩によって総合的に描かれる絵画的模様（パターン）は、地表事物の現象をよく表現している場合が多い。大縮尺写真では、個々の事物はそれ自体特有のパターンを持ち中縮尺写真では個々の構成状態が、小縮尺写真では大規模の植生変化が、特有のパターンを描き出す。

例えば、樹冠が不均一で不斉形な天然林と樹冠が均一で配列が規則的で直線的な人工林とのつくり出すパターンは、それぞれの縮尺の写真上では、それぞれ特有なものとなる。

2-2-2 判読の手順

空中写真による植生判読は、上述した判読因子と植生分布上の特徴、および、現地調査によって得られた情報とを総合判断して行なわれる（図2-9）。ここでは、一般的な空中写真を使用した植生区分図作成の手順について説明する。

- (1) 準備作業：必要とする植生区分の精度の検討、その精度を満足させるための空中写真（種類、縮尺、撮影時期、撮影条件、写真処理条件等）の入手、植物学的予備情報の収集、既存情報（植生図、地形図、森林経営管理図、地質図、土壌図、降水量・積雪深図、温度指数図等）の収集、空中写真上への調査対象地域の区画
- (2) 土地利用区分と予備相観の植生区分：非植生地域と植生被覆地域との区分を先ず行い、後者を森林地帯、草原・草地、田畑、雑草地、河川敷、湖沼、市街地、住宅地等の土地利用及び自然度の観点から区分する。そして、それぞれをさらに写真像の特徴をとらえながら細分していく。ここでは、森林地帯の区分の方法について述べることにする。

森林は、通常、表2-8に示す要因を使用することにより図2-10の区分方法で区分される（Classification）。ここで行われる区分は、あくまで上層優占種群による相観植生区分である。区分にあたっては、疑問箇所等気のついたことをメモしておくとい。ここで区分された各群落には、それぞれの区分要因の区分記号が与えられる。（図2-11参照）

区分	大分類	樹冠の特徴		樹種	判 断		
		小分類	大分類		色調	きめ	陰影
針葉樹	大まかに分ければ円錐形、または大が点きり広がり、または大が点きり広がり	上がり広がり円錐形、頂上が通常丸い、枝もめだつて突出しない	スギ	黒灰色	やや粗	濃い	
		せまき卵形、頂上は丸い	ヒノキ	スギよりやや明るい	ち密な構成、やわらかい感じ	淡い	
		円錐形	カラマツ	枝も明るい、灰白色	(変化多い)	樹形をあらわす、顕著しやすい	
		せまい円錐形で対称的、頂上はとがる、枝はめだたない	シラベ、イロシラビン、トウヒ	濃い	粗面	濃い	
		せまい円錐形、頂上はしばしば鈍角、枝は前よりめだたない	セイシャツ、トウヒ	濃い	枝状	濃い	
	大が点きり広がり、または大が点きり広がり	不規則形、ときとしてとがった頂上をもつ	サウセンゴヨウ	淡灰色	やわらかい	淡い	
		濃密で不規則形、または広がり、枝はめだたない	ヒメコマツ	濃い	ち密	濃い	
		不規則な円錐形、枝がめだつ	ツグミ、コメツガ	濃い	変化多い	濃い	
		枝がめだたない円錐形	アロマツ	明灰色	やわらかい	淡い	
		樹冠は開いた形、上からは円形					
夏落葉広葉樹	葉の形、大まかに分ければ、大が点きり広がり、または大が点きり広がり	円錐形で、よく伸びた長形または卵形、林の小部分を作る	シナノキ	淡灰色	やわらかい	淡い	
		不規則に丸い、または大きな葉形、または卵形	ミズナラ	灰色	やや粗	ややむら	
		不規則な丸い、または大きな葉形、または卵形	イヌヤナギ、アサギ	白〜灰色	滑らか	内部に影	
		不規則な丸い、または大きな葉形、または卵形	カシ、ミズナラ	灰色	やや粗	内部に影	
		白い又状、群生	シラカンバ	白い	小枝〜葉状	比較的濃い	
	小はれ形、または大が点きり広がり、または大が点きり広がり	開いた形が不規則形	ヤマナラシ	前に比べて白く、ない	粗	(群生しない)	
		扇状、あるいは大が点きり広がり、または大が点きり広がり	ハナカサネ、ヤマモミジ	灰	ち密	不明瞭	
		せまい、幹は分岐しない	ハコヤナギ	やや濃灰	ち密	やや濃い	
		幹が分岐せず、枝は上向き	ヤナギダモ	灰	やわらかい	濃い	
		大形、幅広い A、頂上がへこむ B、とちる	A ハルニレ、B カツラ	やや濃灰	やわらかい	濃い	
冬落葉広葉樹	大が点きり広がり、または大が点きり広がり	せまき小枝が暗く見える、枝が幹に対して鋭角で上向き	ハコヤナギ	幹は暗い	粗	濃い	
		丸形、枝は幹から横向きにでる	ヤマナラシ	幹、小枝が明るい	やわらかい	淡い	
		大きな枝が直角にでる	ミズナラ	幹は暗い	粗	濃い枝、淡い	
		枝細く、小枝多く密生	ブナ	幹は明るい	時に縞状	淡い	
		大きな枝が幹と鋭角をなす	カワラ	小枝は明るい	塊状	先端不明	
	幹が下枝のところで終る、または大が点きり広がり	太く強った樹冠が長い枝、幹によりつくられる	ハルニレ	枝は暗い	やわらかい	濃い	
		幹と白枝は白い	シラカンバ	白く明るい	やわらかい	やや濃い	
		大枝が細く長い	ハナカサネ、ミズナラ、イヌヤナギ	塊状	粗	濃い	
		大木となり群生しない	イヌヤナギ、ミズナラ、イヌヤナギ	先端は暗い	粗	濃い	
		細枝があらわい	ヤナギダモ	細線あり	粗	濃い	
常緑樹	幹が一本で樹冠は広く張る、または大が点きり広がり	幹と大枝の白くならないもの	シナノキ	葉状	やや粗	やや濃い	
		急に先が白くなる、はつきりした枝をもつ					

図2-9 樹種判読要綱

表 2-8 森林型区分の要因

1. 天然林・人工林
2. 樹種・樹種群
3. 混交割合と混交型
4. 樹冠層構成
5. 樹高階
6. 樹冠疎密度と疎密度型
7. 立木本数
8. 樹冠直径
9. その他

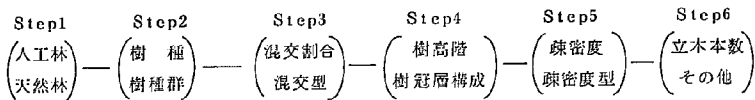
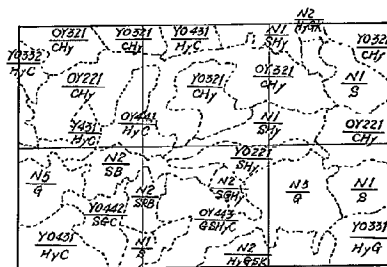


図 2-10 森林型区分の方法

アメリカ，カリフォルニア地方の植生分布図調査に行なわれている判読記号の例を a と b に示す。



a. 判読記号の例

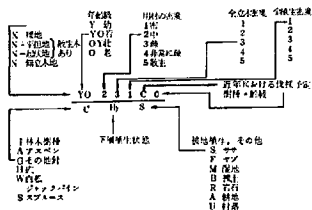


図 2-11 植生区分の記号化

- (3) 現地調査の設計：上層優占種群から見て、ほぼ同一記号の群落は、同じ植生型をもっていると考えられるが、立地条件（傾斜度・位置・地形、地質・土壌等）を勘案して、同一記号の群落であっても、立地条件の異なるものでは、境界線等をこの区分図上に記入しておくことよい。現地調査にあたっては、出現する記号の植生型や、また、区分にあたって生じた疑問箇所をすべて踏査できるように踏査の道順や調査地点の配置等の調査計画を写真上で検討し明記しておく。
- (4) 現地踏査と第一次現地調査：現地調査では、判読結果のチェック、植生記号と実際の植生との対応、疑問箇所の現地検討を行う。現地調査では、天然林・2次林・成林した人工林や新植地、草地などそれぞれ適切な方形を設定し植生調査を行う。その結果については、上層優占種群ごとの群落組成表を作成し、さらに下層の特徴的な組成種群をもとに群落の細区分を行う。また、植生型の出現する仕方を立地や林の状態からまとめ、空中写真からは、直接判読できない林床植生型も、人為の加わり方や林の状態、立地（主に地形）や土壌の乾湿との対応をつけることにより、空中写真判読より区分できるような知識を得るよう努める。
- (5) 植生区分図作成：現地調査の結果に基づき、相観植生区分の判読修正を行い、また、林床植生区分を行う。出現する植生型に対して、相観植生区分と林床植生区分との重合わせにより、区界の統廃合を行い最終的に植生系を定めてはめながら区分（identification）を行う。この結果については、第2次補間現地調査を行い、作業進行中に出てきた疑問点や調査もれを現地検討し、全般的な確認、補正を行い完成させる。これまでの作業は、すべて空中写真を立体視することにより、写真上で行われる。そして完成した植生区分結果を適当な縮尺で図化して、植生図としての形を整える。また、写真上に区分された代表的および特異な植生型は、今後の植生判読を行うときの「基準」を与えたり、個人的なためよりの判読能力を養成するためや、植生型の凡例化のための資料として、写真判読資料（ステレオグラム）として、整理し、保管するとよい。この場合、写真条件（フィルムの種類、使用したレンズ、カメラ・フィルターの情報、撮影高度、撮影年月日、基線長等）、植生名（群落組成表、特色、判読についてのコメント等）、地況（標高、方位、傾斜、地質、土壌等）、その他（調査年月日、地域名、地上写真等）の内容について併記しておくことよい。

2-2-3 画像別植生判読

パンクロ写真・赤外線黑白写真・リアルカラー写真

地表事物が反射または放射する電磁波の構成特性は、その事物の物理的性質や化学的組成の違いにより、それぞれ特有のパターンを持つ。そして、写真は乳剤としての感光特性とフィルターの透過特性の組合わせにより、この電磁波の反射スペクトル・パターンを白黒の濃淡コントラストや色彩の映像として記録する。

すなわち、黑白写真の濃淡コントラストとは、ある波長域のそのパターンの積分値であり、カラー写真の色彩は複数波長帯での積分値の組合わせを示している（図2-15）。

植物の電磁波の反射スペクトル・パターンを可視光と近赤外線域でみると、図2-12に

みられるようなパターンを持っていて、植物の反射スペクトル・パターンは、非植物の反射スペクトル・パターンと近赤外部分で著しい差がみられる。

図2-14に樹種の違いによる反射スペクトル・パターンの差を示す。Incense cedarは、可視光域では、他の樹種に比べて高い反射率を示していて、 $0.5 \sim 0.6 \mu$ の範囲で差が大きい。Mountain dogwoodは、近赤外線域($0.7 \sim 1.0 \mu$)で他よりも高い反射率を示し、Douglas firは、全般的に低い反射率を示している。このことから、パンクロフィルムやエクタクローム・カラー・フィルムでは、Incense cedarが、他よりも明るく写される。

同様に、赤外線白黒フィルムでは、Mountain dogwoodが、他よりも明るく写される。Douglas firは、すべてのフィルムで暗く写される。このように、被写体の反射スペクトル・パターンを検討することにより、その被写体が、どのようなフィルムとフィルターの組合わせによって、どのように写されるかを推測することができる。反対に濃淡コントラストや色彩の差を大きくして、植生判読を容易にするための、フィルムとフィルターの最適な組合わせを検討できる。

一般に、カラー写真は、白黒写真に比べて植生判読がし易いように感じられる。これは、肉眼が白黒の濃淡コントラストを判別する場合よりも、色彩での変化を判別する方が、判別できる情報量が大きいことによる。しかし、カラー写真上での色彩は、同一樹種でも、同じ色彩として写されることが少なく、変異する幅が大きい等、効果を十分に活用できない場合も多い。

リアルカラー写真の特徴は、地表で普段に見慣れているのと同じ色彩で、被写体が表現されることで、樹種や植生を判定する場合に、われわれが日常経験している色彩を判断基準として樹種等を類推できることである。

白黒写真は、カラー写真に比べて被写体の反射スペクトル・パターンに関する情報は乏しいが解像力(カラー写真の解像力=80本/mm,パンクロ写真=100本/mm)が、すぐれているため、被写体の細部の判別にすぐれている。

赤外カラー写真

赤外カラー写真は、可視域の緑色光と赤色光および近赤外線域($0.7 \sim 1.0 \mu$)の3波長帯域に反応する3つの感光層を持つフィルムで、図2-6のような発色法を持つ偽似カラー写真である。植物の反射スペクトル・パターンは、可視域の緑色光部分の反射率により、近赤外線域に大きな反射率を持っていて、緑色光でみられる反射率の差よりも、近赤外線域でみられる反射率の差のほうが大きい。そのため、樹種や植生判読には、このフィルムはすぐれている場合が多い。針葉樹と広葉樹とでは、図2-13でみられるように近赤外線域で差が大きいので、このフィルムでは、一般に広葉樹は明るい色に、針葉樹は暗赤紫色に写される。(図2-15)また、樹種間による反射率の差は、近赤外線域のほうが可視域より大きいので、リアルカラー写真より、赤外カラー写真でのほうが、樹種による色彩の差が明瞭に写される場合が多い。

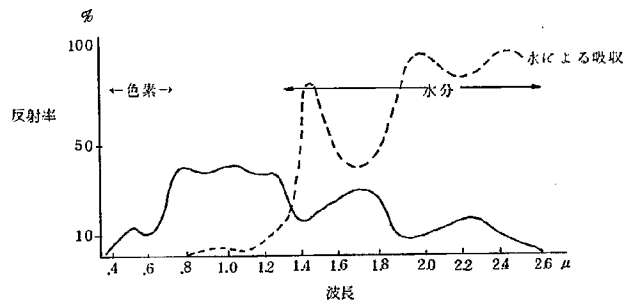


図2-12 緑色植物の反射スペクトルパターン

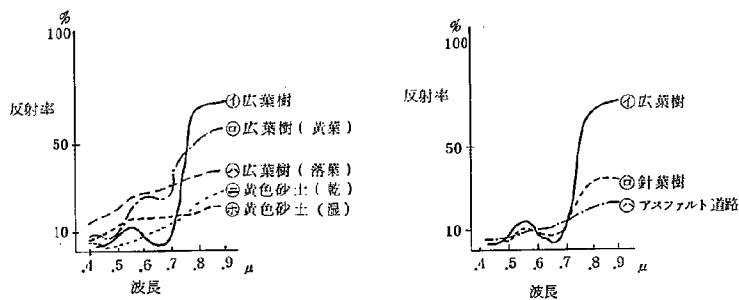


図2-13 各種事物の反射スペクトルパターン

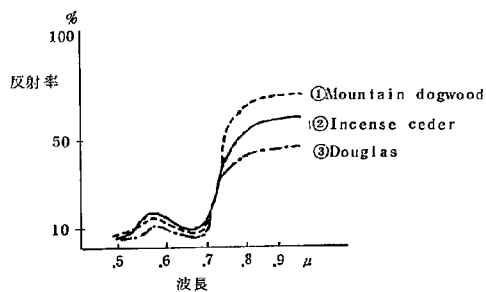


図2-14 樹種のちがいによる反射スペクトルパターンの差

7/7/5

非植物は近赤外域の反射率が小さく、植物のそれと大きな差があるため、パンクロ写真では、全面、白色にぬけてしまうような裸地や草原や都市地帯等の中に分布するごく小面積の植生が、赤外カラー写真では明瞭に写される。そのため、人間の生活環境と密接な関係をもつ植生の判読に都合がよい。また、樹葉密度や疎な林間の下層植生状況の把握にも、このフィルムは有効である。

また赤外線が水分に吸収されるため、赤外カラー写真は土壌や土質等の判定にも役立つ。深出した砂利や崩壊土等は白く、水分を含むものは、その度合により淡緑から濃緑へと変化する等、農耕地や造成地などでの含水率の差が顕著な色調差で発色する。

このフィルムでは、また、河川、湖水等での水域が暗青色に写され、明確に判読できるし、湖沼中の浮遊植物も明瞭に判別できる。

マルチスペクトル写真

マルチスペクトル写真は、可視域、近赤外域をいくつかの波長帯域に区分して、それぞれの波長帯域毎に白黒映像としてとらえる（図2-16）写真である。各波長帯域毎の白黒映像が理想的にとらえられるなら、マルチスペクトル写真像は、色分解が正確にできるばかりでなく、各像が中間処理なしにそのまま使用でき、バンドの選択やフィルターの組合わせにより、いろいろなカラー合成像を作成することができる。すなわち、対象とする植生型を色彩の差として明瞭に写しだすような合成法をいろいろ検討し、植生判読に容易な画像を作成することができるということであり、被写体のもつ反射スペクトル・パターンの特長を十分に活用して、植生判読が行える。

2-2-4 縮尺別植生判読

写真の縮尺が、写真像に与える影響は大きい。写真の濃淡コントラストや色彩に影響を与える因子として

①被写体の反射特性、②大気条件、③フィルムの感光特性、④フィルターの透過特性の4つがあげられるが、写真縮尺の大小は、一般に撮影高度の高低による場合であるため、写真の縮尺が変わることにより変化するものは、大気条件のみであり、（図2-17）、他の3つの条件は変わらないと考えられる。Payleighの法則によれば、大気による散乱光の量は、散乱される電磁波の波長の4乗に逆比例するから、緑色光（ $0.5 \sim 0.6 \mu$ ）は、赤色光（ $0.6 \sim 0.7 \mu$ ）より散乱量が多くなり、青色光（ $0.4 \sim 0.6 \mu$ ）は、緑色光より多くなる（図2-18）。これは大気中のヘイズ効果と呼ばれる。撮影高度が高くなれば、それだけ大気の影響をうける量が多くなり、フィルムにとらえられる電磁波のエネルギーは減少する。パンクロフィルムに、ラッテン15（黄色）フィルターを組合わせれば、この影響を減少させることができるが、ラッテン47Bフィルターを組合わせると、この影響をまともに受けるため、縮尺 $1/10000$ より小縮尺の写真では、写真像は霧のかかったようにぼんやりしたものになり、色調差がなくなってしまう。同じように、小縮尺の（リアル）カラー写真も、ヘイズカット（黄色）フィルターを組合わせないと識別力のないものになる。赤外線写真や赤外カラー写

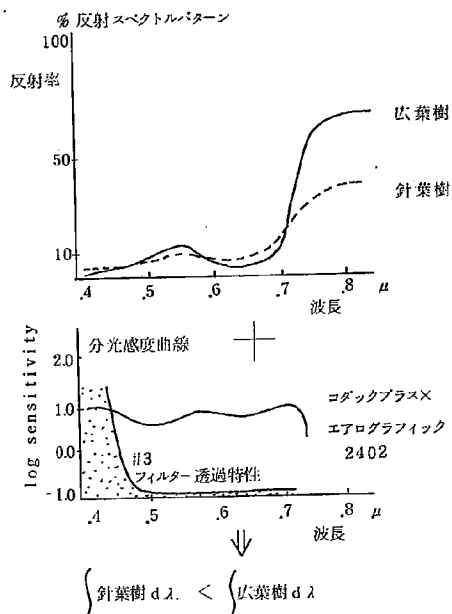


図2-15 赤外カラー写真における広葉樹と針葉樹の明度の差

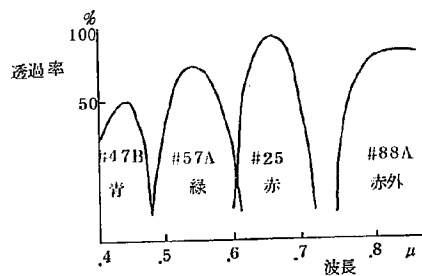


図2-16 マルチスペクトルカメラに使用されるフィルターの透過域

真は、この点有利であり、衛星写真や高高度写真で赤外カラー写真が使用されるのは、この理由による。

肉眼で写真を判読する場合、肉眼の解像力が7本～8本/mmであるから、判別できる詳細度は、観測する道具（装置）により異なり、また、立体視することにより変わる。

樹種判定の場合、縮尺が小さくなるにしたがって、樹冠形に関する情報が失われていく。判別できる像の詳細度はフィルムの解像力や被写体の大きさにも関係している。フィルムの解像力は小縮尺の写真を拡大視して判読する場合に影響を与える。エゾマツやトドマツの大径木は、縮尺1/10,000でも樹冠の形を判別できるが、1/5,000では、はるかに容易に樹冠形から樹種判定が可能となる。

一般に、カラー写真では1/5,000で針葉樹の樹種判定が、白黒写真では1/3,000位の大縮尺写真で樹冠の形態からの樹種判定が可能であると考えられている。

一般に、大縮尺写真では樹種固有の樹冠の形態が判読の大きな鍵となり、縮尺が小さくなるにしたがって、形から色調や“きめ”などが重要になってくる。中縮尺写真では色調と形が個々の樹種の判定の鍵となり、小縮尺は個々の樹種の色調や形は埋没し、樹種群がおりなす平均的な色調と“きめ”が鍵になってくる。

一般に、写真縮尺と樹種判定の精度の関係を実験するとき、写真縮尺と詳細度を組合せたものとして、地上解像力が使われる。図2-19にはこの地上解像力と判読精度の傾向を示している。

広範囲にわたる植生判読を行う場合、一枚の写真に含まれる面積が多くなれば、広範囲を均一な精度で区分することができるし、また、作業能率が上昇する。この場合写真は、小縮尺になってしまい、詳細な植生判読が難しくなる。それぞれの縮尺の写真の持っている特色を十分活用して、広範囲にわたり精度の高い植生図を作成するためには、図2-20に示すようなマルチ・ステージ方式が有力である。

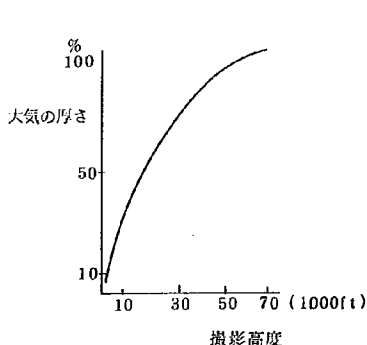


図2-17 撮影高度と大気の厚さ

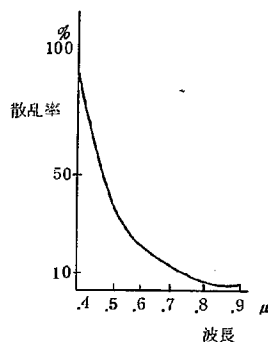


図2-18 波長の大小による散乱量のちがひ

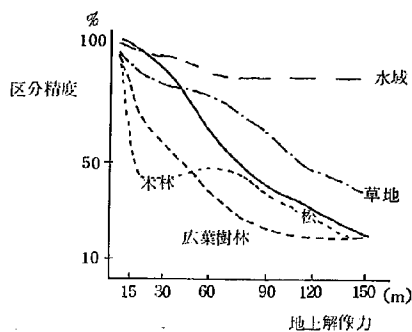


図 2-19 地上解像力と判読精度

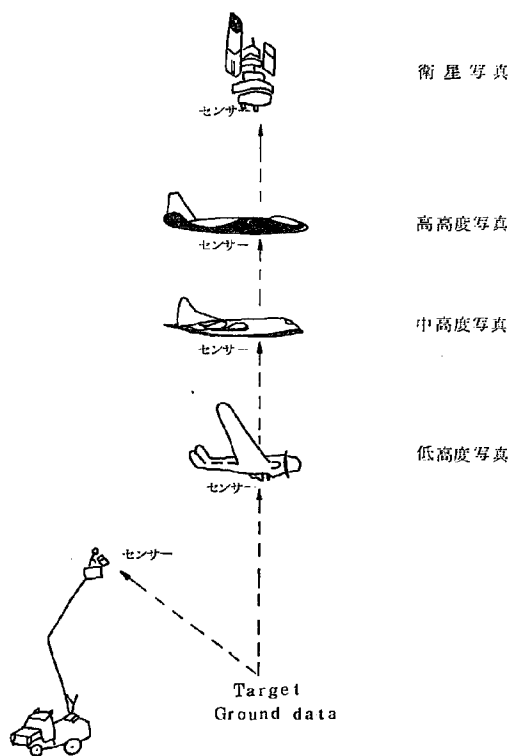
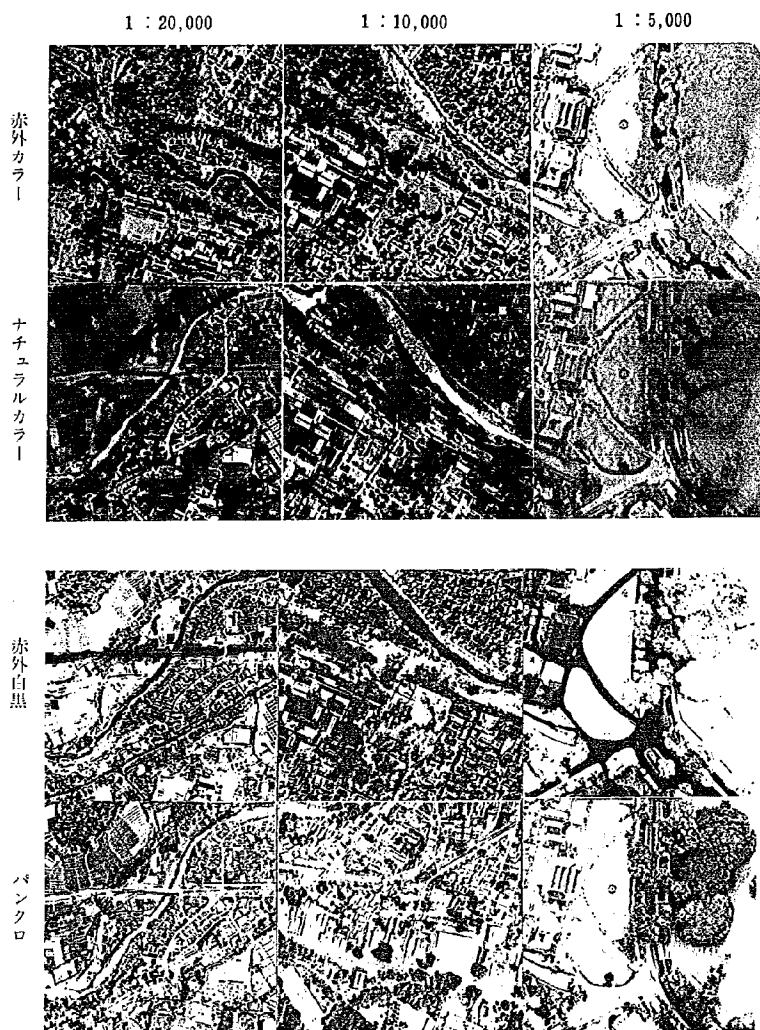
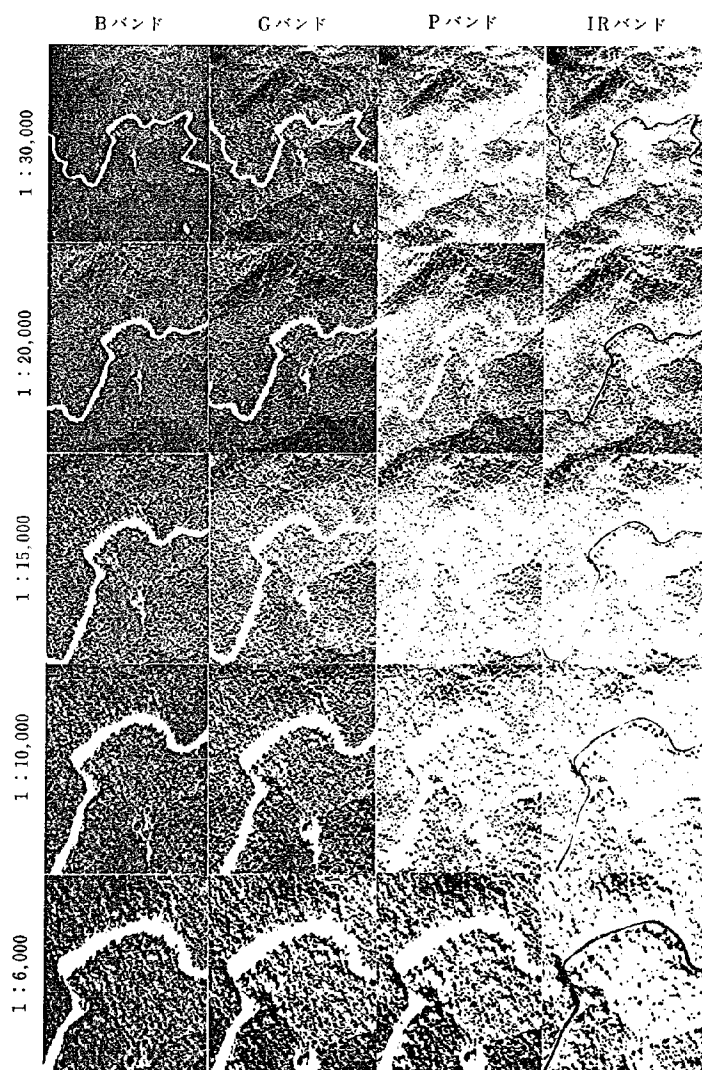


図 2-20 マルチステージ方式

画像・縮尺別空中写真



縮尺別マルチバンド写真

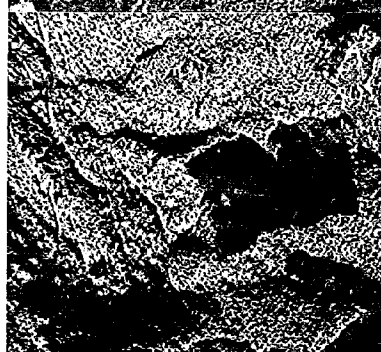


季節別カラー写真

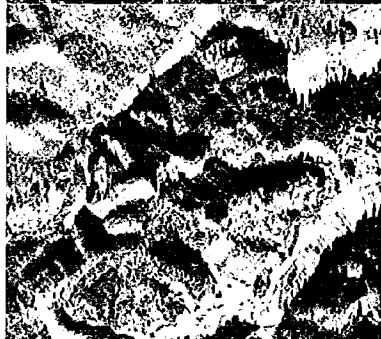
縮尺 1 : 10,000



(9月上旬)



紅葉期
(11月上旬)



落葉期
(1月中旬)

第3章 植生判読のための空中写真適性評価の調査

本調査は、各種の植生調査に対する空中写真の適性と効果的な利用法を判断することを目的としたものである。

調査の内容は、用意した各種の植生区分について、空中写真の種類（画像、縮尺、季節等）ごとに判読の可能性を評価するものである。

調査は2回行われた。第1次調査は、植生区分として9種を用意し、各植生区分に対する空中写真の概括的な適性を調べた。第2次調査は、具体的な樹種名を挙げ、樹種相互の判読可能性を中心に調べたものである。なお、両調査とも、回答者として植生判読の経験者を対象とした。

3-1 第1次調査

3-1-1 調査概要

調査概要と回答者の植生判読経験年数を表3-1、表3-2に示す。空中写真の判読可能性に対する評価は、画像、縮尺、季節の他に各種の条件が左右することが予想されたので、評価に対する条件の不統一を避けるため、回答者は1室に集合し、設問の説明と質疑を行ってから記入する方法を採用した。

また、各種の空中写真を具体的に認識することを容易にするために、写真例をサンプルとして示した。

表3-1 調査概要

項 目	内 容
日 時	昭和51年10月8日
回 答 方 法	内容の説明、質疑の後に調査用紙に記入し、回収した。
場 所	国土開発技術研究センター会議室
調 査 対 象	植生判読経験者
回 答 者 数	11名

表3-2 回答者の植生判読経験年数

経験年数	人 数	経験年数	人 数
1年	1人	7	1人
3	2	不 明	1
4	4		
5	2	計	11

3-1-2 判読区分

植生を区分する方法は数多くあるが、本調査では、外観の類型的特徴から段階的な5つの区分即ち、植生の有無、草地・林地の別、人為的影響度合、形状、生育状況、それに植物の種類、群落の区分、及び植生情報の複合的加工指標である植生自然度区分（5段階、10段階）の9つの植生区分を用意した。（図3-1、第1次調査 調査用紙参照）。アンケートは、各植生区分について、写真の種類毎に判読可能性を

- ◎： 写真のみで判読可能
- ： 資料併用で判読可能
- △： 現地調査、または条件つきで判読可能
- ×： 判読不能

の4段階の評価区分によって回答する内容になっている。

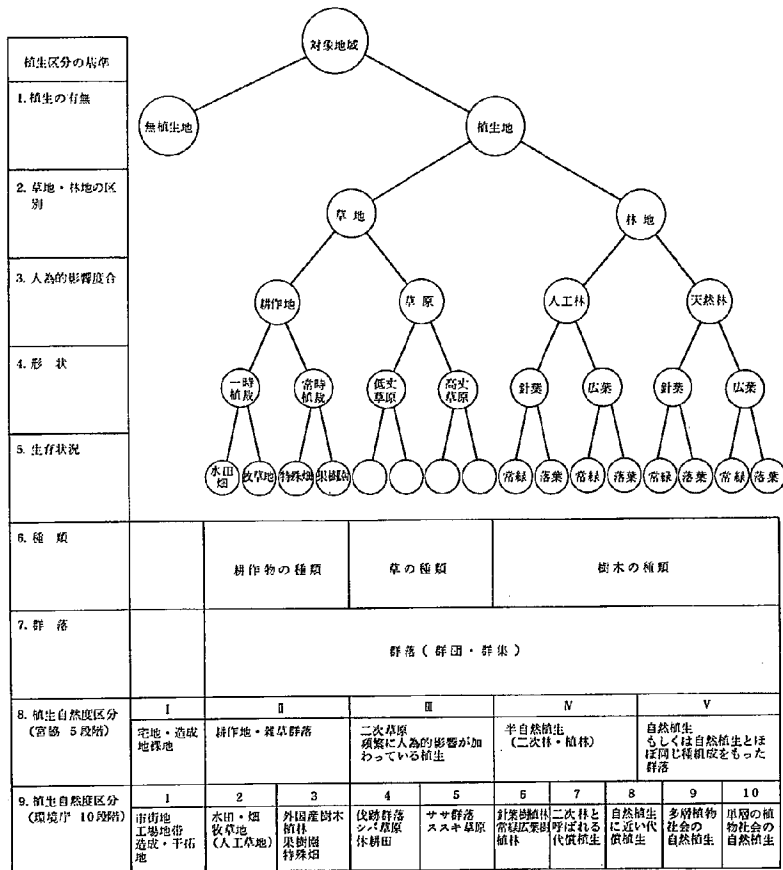
写真の種類は、画像の種類として、パンクロ写真、赤外白黒写真、（リアル）カラー写真、赤外カラー写真、マルチバンド写真の5種を選び、縮尺を、小縮尺（ $1/30,000$ 以下）、中縮尺（ $1/20,000 \sim 1/12,000$ ）、大縮尺（ $1/10,000 \sim 1/6,000$ ）、超大縮尺（ $1/4,000$ 以上）の4種に分けた。

評価に際しての判断条件として、

- ① 縮尺は原縮尺とし、引伸ばして使用して良い。
- ② 立体視することを前提とする。
- ③ 判別最少単位面積を5mm平方とする。
- ④ 写真上での判別について評価し、図化については考慮しない。

とした。なお、調査の実施段階での回答者との質疑による合意事項を表3-3に示す。

図 3-1 第1次調査 調査用紙
空中写真による植生調査の植生区分と植生自然度区分(宮脇・環境庁)



適要 縮尺区分 S:1/30,000以下, M:1/20,000~1/12,000, L:1/10,000~1/6,000, UL:1/4,000以上
評価区分 ◎:写真のみで判読可能, ○:資料併用で判読可能, △:現況又は条件付で判読可能, ×:判読不能
調査最小単位面積 17ヘクタール 100m²
その他 イ 写真縮尺は原縮尺とする。
ロ 使用写真は立体写真。
ハ マルチバンド写真は合成写真又は単バンド写真。
ニ 条件付判読可能な場合は条件を註記する。

表 3-3 各植生区分の評価に際しての合意事項

植生区分の基準	合 意 事 項
1. 植生の有無	・「植生地」とは、緑被率 20 多以上の土地とする。
2. 草地・林地の区別	・「草地」と「裸地」との区別は行わなくてよい。
3. 人為的影響度合	・林地の区分に評価の基準を合わせる。 ・アカマツ林は 10 ～ 20 年経つと人が手を加えなくなる。 従ってアカマツ林には「半人工林」という区分を設ける。
4. 形 状	・「混交林」という区分を設ける。 春、夏、秋、冬の季節別に評価する。(5 以下同様)
6. 種 類	・森林については土層の優占種(最も数量の多い種)で判定する。 即ち樹木一本毎に判定しなくて良い。
7. 群 落	小縮尺の現存植生図も利用できる資料として扱う。

3-1-3 調査結果

回答者数が約 10 名と少数であることと、評価の区分が定性的であることから、結果の吟味は、中央値(メジアン)の比較を主眼にして行った(図 3-1, P 84)が、調査結果の理解を容易にするため、ここでは◎○△×にそれぞれ 3 点, 2 点, 1 点, 0 点の点数を与え、(リッカートの簡略法)各項目の判読成績の平均値を表に示すことにし、集計結果等は巻末に示すことにした。したがって、以下の考察に述べることは、いずれもおおよその傾向を示したものであり、統計的有意性を持った結論ではない。

なお、表中の 2 点以上の平均点には、// をほどこした。

また、マルチバンド写真については、色合成写真または、単バンド写真を使用すると想定したので、マルチバンド写真の特徴を生かした利用法が、評価されたものではない。

各植生区分ごとに、判読のカテゴリー、考察、自由回答の主な意見を示す。

1) 植生の有無(表 3-4-1)

〔判読のカテゴリー〕

1. 無植生 2. 植 生

〔考 察〕

- ・殆どどの写真の種類で写真のみで判読可能である。
- ・赤外白黒写真の評価がやや低い。

〔自由回答の主な意見〕

- ・赤外白黒写真の小縮尺では、草地と裸地の区別が難しい。

・水中植物は判別が困難である。

表 3-4-1

植生区分の基準		写真の 種類	パン クロ	赤外 白黒	カ ラ ー	赤外 カラー	マルチ バンド
1. 植生の有無							
縮 尺							
小 縮 尺		2.3	2.1	2.7	2.7	2.7	
中 縮 尺		2.7	2.5	2.9	2.9	2.9	
大 縮 尺		2.9	2.5	2.9	2.9	2.9	
超大縮尺		2.9	2.8	2.9	2.9	2.9	

2) 草地・林地の区別 (表 3-4-2)

(判読のカテゴリー)

1. 無植生 2. 草 地 3. 林 地

(考 察)

・パンクロ、赤外白黒、マルチバンドの小縮尺では資料併用で判読可能である。またそれ
以外は写真のみで判読可能である。

表 3-4-2

植生区分の基準		写真の 種類	パン クロ	赤外 白黒	カ ラ ー	赤外 カラー	マル チ バンド
2. 草地・林地の 区別							
縮 尺							
小 縮 尺		1.9	2.1	2.5	2.6	2.2	
中 縮 尺		2.6	2.5	2.7	2.7	2.5	
大 縮 尺		2.8	2.8	2.8	2.9	2.9	
超大縮尺		2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	

3) 人為的影響度合 (表3-4-3)

(判読のカテゴリー)

1. 無植生 2. 耕作地 3. 草原 4. 人工林 5. 天然林 6. 半人工林

(考察)

- ・小縮尺では資料併用, 中縮尺, 大縮尺, 超大縮尺では写真のみで判読が可能である。
- ・中央値の比較では画像による差は少ないが, 小縮尺では赤外カラーの評価が比較的高い。

(自由回答の主な意見)

- ・スギ, ヒノキを中心とした造林地はすべての写真で判読可能。

表3-4-3

植生区分の基準 3. 人為的影響度合	写真の種類 縮尺	パンタロ	赤外白黒	カラー	赤外カラー	マルチバンド
	小 尺 縮	1.7	1.7	2.1	2.3	2.0
	中 縮 尺	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6
	大 縮 尺	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
	超大縮尺	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9

4) 形状 (表3-4-4)

(判読のカテゴリー)

1. 無植生 2. 一時植栽 3. 常時植栽 4. 低丈草原 5. 高丈草原
6. 針葉樹 7. 広葉樹 8. 混交林

(考察)

- ・季節による写真の差が判読可能性に強い影響を与えている。季節は冬が最適, 次に秋が適している。
- ・おおむね小, 中縮尺は資料併用, 大縮尺, 超大縮尺では写真のみで判読可能である。
- ・小中縮尺で春・夏に判読を行う場合は赤外カラーの評価が高い。

(自由回答の主な意見)

- ・異なる季節の写真を重ねると判読が容易である。

表 3-4-4

植生区分の基準		写真の 種類	パン クロ	赤 外 白 黒	カ ラ ー	赤 外 カ ラ ー	マ ル チ バ ン ド
4. 形 状							
縮 尺		季節					
小縮尺 1/30,000以下	春	1.2	1.5	1.8	2.0	1.8	
	夏	0.6	1.2	1.3	1.5	1.2	
	秋	1.1	1.5	1.9	2.1	1.5	
	冬	1.7	1.9	2.0	2.0	2.0	
中縮尺 1/20,000 ~1/12,000以下	春	1.8	2.0	2.1	2.2	2.1	
	夏	1.5	1.8	1.6	2.0	2.0	
	秋	2.0	2.2	2.3	2.4	2.3	
	冬	2.3	2.4	2.5	2.5	2.5	
大縮尺 1/10,000 ~1/6,000	春	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	
	夏	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	
	秋	2.3	2.5	2.5	2.8	2.6	
	冬	2.6	2.5	2.7	2.7	2.7	
超大縮尺 1/4,000以上	春	2.6	2.5	2.7	2.8	2.8	
	夏	2.5	2.7	2.7	2.8	2.8	
	秋	2.6	2.8	2.8	2.8	2.8	
	冬	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	

5) 生育状況 (表 3-4-5)

(判読の категория)

1. 無植生 2. 水田・畑 3. 牧草地 4. 果樹園 5. 常緑樹
6. 落葉樹 7. 混交林

(考 察)

- ・季節の差が大きく、冬は通すが、夏は通さない。
- ・冬ならば小縮尺の赤外白黒写真以外は、だいたい資料併用で判読が可能である。
また大縮尺、超大縮尺では写真のみで判読が可能である。
- ・春・夏・秋ではパンクロ、赤外白黒の評価がやや低い。

表 3-4-5

植生区分の基準		写真の種類	パンクロ	赤外白黒	カラ	赤外カラー	マルチバンド
5. 生育状況							
縮尺		季節					
小縮尺 1/30,000以下	春	0.7	0.8	1.1	1.5	1.4	
	夏	0.3	0.4	0.5	0.8	0.7	
	秋	0.8	0.8	1.5	1.5	1.5	
	冬	1.6	1.3	1.5	1.6	1.6	
中縮尺 1/20,000 ~1/12,000	春	1.0	1.2	1.5	1.9	1.8	
	夏	0.6	0.7	0.9	1.2	1.2	
	秋	1.3	1.3	2.1	2.1	2.1	
	冬	2.1	2.1	2.4	2.5	2.4	
大縮尺 1/10,000 ~1/6,000	春	1.6	1.7	1.8	2.2	2.0	
	夏	1.0	1.1	1.1	1.4	1.4	
	秋	1.7	1.6	2.3	2.4	2.3	
	冬	2.5	2.5	2.6	2.7	2.5	
超大縮尺 1/4000以上	春	1.9	1.9	2.0	2.3	2.2	
	夏	1.0	1.1	1.1	1.6	1.7	
	秋	2.2	2.0	2.5	2.5	2.4	
	冬	2.6	2.6	2.7	2.7	2.6	

6) 種類 (表3-4-6)

(判読のカテゴリー)

植物の種類

(考 察)

・冬は不適、春、夏、秋の間に大きな差はないが、大縮尺でカラー、赤外カラーを使用する時は秋が良い。

・赤外黒写真がやや不適である。夏、秋ではカラー、赤外カラーの評価がやや高い。

(自由回答の主な意見)

・一斉林では判読が容易だが、混交林では困難である。

・標高差があるときは、紅葉状態にばらつきがあるので注意を要する。

表3-4-6

植生区分の基準		写真の種類	パンクロ	赤外白黒	カラー	赤外カラー	マルチバンド
6. 種 類							
縮 尺		季 節					
小縮尺 1/30,000以下	春	0.2	0.2	0.4	0.5	0.2	
	夏	0.2	0.2	0.4	0.5	0.2	
	秋	0.2	0.2	0.5	0.5	0.2	
	冬	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	
中縮尺 1/20,000 ～1/12,000	春	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	
	夏	0.5	0.5	0.7	0.8	0.7	
	秋	0.5	0.5	0.8	0.9	0.9	
	冬	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	
大縮尺 1/10,000 ～1/6,000	春	1.3	1.2	1.4	1.5	1.3	
	夏	1.2	1.0	1.5	1.6	1.4	
	秋	1.3	1.3	2.0	2.1	1.7	
	冬	0.8	0.7	0.8	0.8	1.0	
超大縮尺 1/4,000以上	春	1.6	1.6	1.8	1.9	1.7	
	夏	1.4	1.3	1.7	1.8	1.5	
	秋	1.5	1.5	2.1	2.2	1.8	
	冬	1.4	1.3	1.4	1.4	1.3	

7) 群 落 (表3-4-7)

(判読のカテゴリー)

群落(群団, 群集)名

(考 察)

- すべての写真で現地調査を必要とする。
- 春, 夏, 秋は, 小, 中縮尺で判読不能である。冬は大縮尺, 超大縮尺でも判読不能である。

(自由回答の主な意見)

- 縮尺が小さい方が見分けやすい場合もある。

表3-4-7

植生区分の基準		写真の種類	パンクロ	赤外白黒	カラ	赤外カラ	マルチバンド
7. 群 落							
※は1点以上の平均点							
縮 尺	季節						
小縮尺 1/30,000以下	春	0.	0.	0.	0.	0.	
	夏	0.	0.	0.1	0.1	0.1	
	秋	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	
	冬	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
中縮尺 1/20,000 ~1/12,000	春	0.2	0.1	0.3	0.5	0.4	
	夏	0.2	0.1	0.4	0.5	0.4	
	秋	0.2	0.1	0.3	0.5	0.4	
	冬	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	
大縮尺 1/10,000 ~1/6000	春	0.6	0.5	0.7	0.8	0.9	
	夏	0.6	0.5	0.7	0.7	0.8	
	秋	0.5	0.5	0.8	0.9	0.9	
	冬	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	
超大縮尺 1/4,000以上	春	0.8	0.7	0.9	1.0*	0.9	
	夏	0.8	0.7	0.9	0.9	0.8	
	秋	0.8	0.7	1.0*	1.1*	0.9	
	冬	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	

8) 植生自然度区分 (5段階) (表3-4-8)

(判読のカテゴリー)

1. 宅地・造成地 2. 耕作地・雑草群落 3. 二次草原 4. 半自然植生
5. 自然植生

(考 察)

- ・季節差は大きくない。
- ・小縮尺では判読不能である。中縮尺では現地調査が必要である。
- ・大縮尺・超大縮尺では資料併用で判読可能である。

表3-4-8

植生区分の基準		写真の 種類	パン ク ロ	赤 外 白 黒	カ ラ ー	赤 外 カ ラ ー	マ ル チ バ ン ド
8. 植生自然度 (宮脇5段階)	縮 尺	季節					
	小縮尺 1/30,000以下	春	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
		夏	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
		秋	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5
		冬	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5
	中縮尺 1/20,000 ~1/12,000	春	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0
		夏	0.8	0.6	1.1	1.1	1.1
		秋	0.9	0.8	1.3	1.3	1.3
		冬	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0
	大縮尺 1/10,000 ~1/6,000	春	1.5	1.5	1.8	1.8	1.8
		夏	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8
		秋	1.7	1.7	2.0	2.1	1.9
		冬	1.5	1.5	1.6	1.6	1.8
	超大縮尺 1/4,000以上	春	1.8	1.8	2.1	2.1	2.0
		夏	1.9	1.9	2.1	2.1	2.0
		秋	1.9	1.9	2.3	2.3	2.3
		冬	1.6	1.6	1.9	1.9	1.8

9) 植生自然度区分(10段階)(表3-4-9)

(判読の 카테고리)

1. 植生の殆んど残存しない地区
2. 耕作地, 緑の多い住宅地
3. 樹園地
4. 背丈の低い草原
5. 背丈の高い草原
6. 植林地
7. 一般には, 二次林と呼ばれる代償植生地区
8. 代償植生であっても, 特に自然植生に近い地区
9. 自然植生のうち多層の植物社会を形成する地区
10. 自然植生のうち単層の植物社会を形成する地区

(考 察)

・季節差は大きくない。

・小縮尺では全部判読不能である。中縮尺では写真により現地調査付で判読可能である。

超大縮尺ではパンクロ写真以外資料併用でおおむね判読可能である。

(自由回答の主な意見) 自然度区分のうち1~6は, 判読が容易だが, 7~9は困難である。

表3-4-9

植生区分の基準		写真の種類	パンクロ	赤外白黒	カラ I	赤外カラ I	マルチバンド
9. 植生自然度 (環境庁10段階)							
※は1点以上の平均点							
縮 尺		季節					
小 縮 尺 1/30000以下	春	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	
	夏	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	
	秋	0.3	0.4	0.5	0.6	0.5	
	冬	0.3	0.4	0.5	0.6	0.5	
中 縮 尺 1/20000 ~1/12000	春	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	
	夏	0.5	0.5	0.7	0.8	0.7	
	秋	0.5	0.5	0.9	1.0*	0.9	
	冬	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8	
大 縮 尺 1/10000 ~1/6000	春	1.0*	1.1*	1.4*	1.4*	1.3*	
	夏	0.9	0.9	1.4*	1.4*	1.3*	
	秋	0.9	0.9	1.5*	1.5*	1.4*	
	冬	0.8	0.8	1.2*	1.2*	1.3*	
超大縮尺 1/4000以上	春	1.4*	1.5*	1.5*	1.6*	1.5*	
	夏	1.4*	1.5*	1.6*	1.7*	1.5*	
	秋	1.5*	1.6*	1.8*	1.8*	1.6*	
	冬	1.4*	1.4*	1.6*	1.5*	1.5*	

以上の結果をまとめて表3-5に示す。

「1. 植生の有無」「2. 林地・草地の別」「3. 人為的影響度合」「4. 形状」「5. 生育状況」までは、空中写真のみ、または、資料併用で判読可能であり、「7. 群落」は、いかなる場合も現地調査が必要とされる。「6. 種類」「8. 植生自然度区分(5段階)」「9. 植生自然度区分(10段階)」は、条件を選べば既存資料との併用で判読可能である。集計結果の中には、◎(写真のみで判読可能)から×(判読不能)までの4段階全てに回答があるケースもあった。

これには以下のような原因が考えられる。

- ① 回答者の経験年数の違い、経験してきた写真の違いなど回答者の技術レベルの差。
- ② 評価区分(◎○△×)に対する考え方が異なる。
- ③ 判断の際の条件設定(想定地域、樹種他)の違い。

表3-5 第1次調査 調査結果のまとめ

植生区分の基準	最も高かった中央値				画 像		季 節	
	小縮尺	中縮尺	大縮尺	超大縮尺	影響	適したもの	影響	適したもの
1. 植生の有無	◎				小	カラー 赤外線カラー マルチバンド		
2. 草地、林地の区別	◎				小	カラー 赤外線カラー		
3. 人為的影響度合	○	◎			小			
4. 形 状	○		◎		中	カラー 赤外線カラー	中	秋（冬）
5. 生育状況	○	◎			大	カラー 赤外線カラー	大	冬
6. 種 類	×	△	○		大	カラー 赤外線カラー	中	夏、秋
7. 群 落	×	△			小	赤外線カラー	大	春、夏
8. 植生自然度(5段階)	×	△	○		中	カラー 赤外線カラー マルチバンド	中	春、秋
9. 植生自然度(10段階)	×	△		○	中	カラー 赤外線カラー マルチバンド	中	夏、秋

3-2 第2次調査

3-2-1 調査方法

第1次調査より、生育状況の区分までについては、空中写真の利用によって良く判定されることが判明した。その結果をふまえ、第2次調査は回答者ではばらつきが大きく、さらに回答者から「判定内容を良く理解できなかった」という声が多く聞かれた「種類」の判定に重点を置いて実施した。

判定者は、第1回目と同様で農林省林業試験場、日本林業協会、航測会社5社に郵送で依頼した。

調査内容は、資料2第2次調査用紙のとおりである。

3-2-2 判読区分

判読作業は、classification(区分)と、identification(同定)の過程があることは前に述べたが、ここではこれらの過程の中間的なものとして、ある樹種(樹林)Xとある樹種(樹林)Yとが区別できるか否かについて調査した。樹種区分は、調査用紙の中の「本調査における植生区分の考え方」(P62)のとおりである。この表は、わが国の代表的な植物群落の中から質および量の面から委員会を選定した群落において、高木層を形成する樹種を選定したものであり、環境庁が行った緑の国勢調査(自然環境保全調査)報告書(51.3)に掲載されている森林群落中、植林地を除く森林群落(約17万km²)の87.1%に当たる14万8千km²がQ.C 1~3に含まれている樹種により占められている。

植生判読のための空中写真適性評価の調査(第2次)

本調査は植生判読に関する空中写真の適性を評価することを目的としたものです。各質問及び記入上の注意をよく読んで御記入ください。(個人で回答しても、複数で相談しても結構です。)

記入上の注意

1. 「画像の種類」

本調査では、空中写真の種類として、下記の5つの写真を取りあげました。

- ① パンクロ写真 ② 赤外白黒写真 ③ カラー写真 ④ 赤外カラー写真
⑤ マルチバンド写真

2. 「縮 尺」

写真の原縮尺を意味し、引伸して使用する場合は原版の縮尺です。本調査では4段階に区分しました。

- ⑤ 小縮尺 $1/30,000$ 以下, ⑩ 中縮尺 $1/20,000 \sim 1/12,000$
① 大縮尺 $1/10,000 \sim 1/6,000$ ④ 超大縮尺 $1/4,000$ 以上

3. 「判読可能性」

植生判読の可能性を4段階に区分しました。

◎写真のみで判読可能 ○資料併用で判読可能

△現地調査又は条件付で判読可能 ×判読不能

ただし、判読に使用する写真は立体写真で、写真上で $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ の大きさを最小の判読単位とします。また、マルチバンド写真は色合成写真及び単バンド写真です。

4. 植生の区分

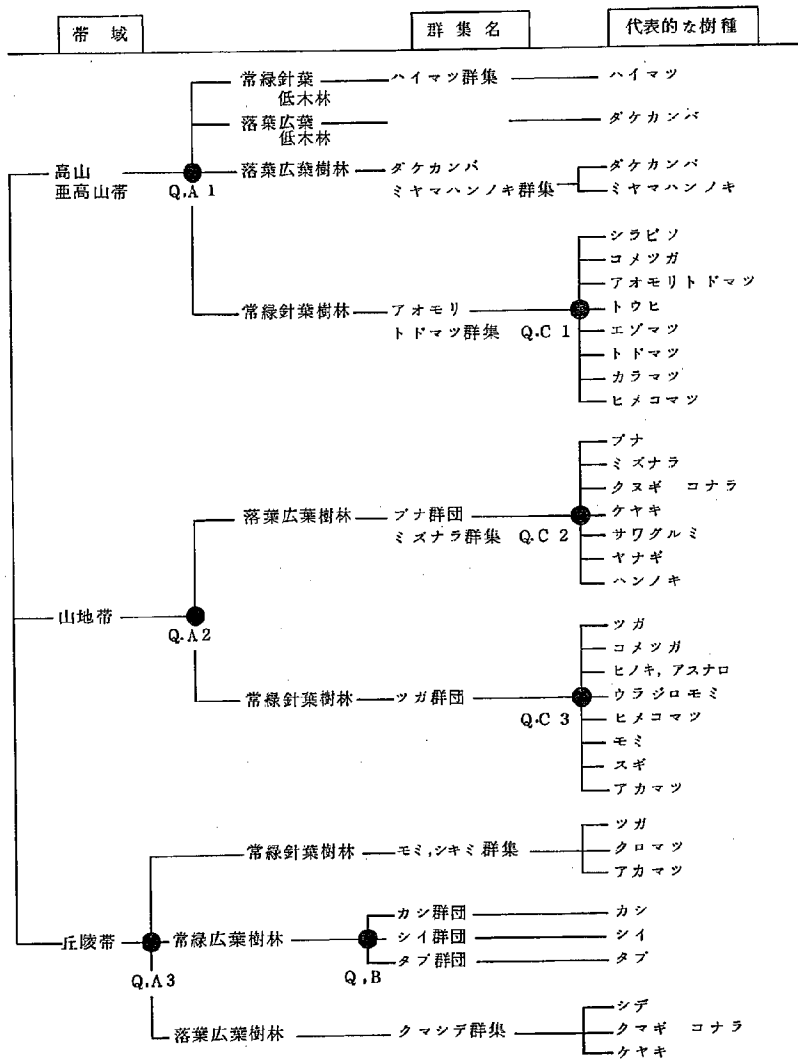
本調査では全国の植生を次ページの様子に分類しています。図の中でQ、○○とあるのは、対応する質問の記号です。

5. 区分の基準

植生区分する基準として、常緑 — 落葉 — 広葉 — 針葉、樹高、樹種等を組み合わせた基準を各質問ごとに示してあります。

しかし、2つ以上の区分が混在している地域は○○混交林という区分を設けることにします。

本調査における植生区分の考え方



質問A

植生の3つの帯域ごとに回答用紙が用意されています。

写真の種類、縮尺、季節別に判読可能性を記入してください。

A 1は、高山亜高山帯、A 2は山地帯、A 3は丘陵帯を対象とした場合です。

質問B

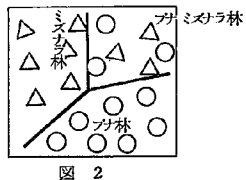
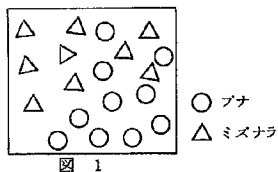
質問A 3で評価した丘陵帯の、常緑広葉樹林を対象として、カシ、シイ、タブの3樹種が判読できるかどうか評価してください。

質問C

質問Cは、隣接している2樹種の境界が判読できるかどうかを評価するものです。例えば、図1のような写真をもとに図2のような樹種境界を判読することについてその可能性を評価してください。回答用紙は、3つの樹林帯を対象に、1つの樹林帯は、5つの写真の種類ごとに用意してあります。

回答用紙のたての樹種名と、横の樹種名が交差する「らん」にそれらの樹種相互の判読可能性について、縮尺別に記入してください。

(記入例)



樹 種	縮 尺	樹 種	2. コメツガ	3. アオモリトドマツ	4. トウヒ	5. エゾマツ
		S	M	L	UL	
1. シラビン	S	×	×	×	△	
	M	△	×	△	△	
	L	○	△	○	○	
	UL	◎	○	○	○	
2. コメツガ	S		×	△	△	
	M		△	○	○	
	L		○	○	○	
	UL		◎	◎	◎	
3. アオモリトドマツ	S				△	×
	M				○	△
	L				◎	△
	UL				◎	○

質問D

植生判読の経験年数を記入してください。

なお、複数で相談した場合は、主に回答された方の年数でお答え下さい。

年	1. 個人
	2. 複数

注：○をつけてください。

3-2-3 調査の結果

調査の結果、回収票は10票であり、その集計結果を、表3-6に示す。設問A、B（表3-6-1～表3-6-4）は、撮影時期別にも調査を行い、設問C（表3-6-5～表3-6-16）は、調査量が膨大になるため最も判読の行い易い時期の写真を使って判読した場合の評価を前提としている。

以下、今回の調査について判読対象項目別の特徴を述べる。

1) 高山亜高山帯（Q、A1、表3-6-1）

高山亜高山帯地域における判読区分は、①常緑針葉低木林、②落葉広葉低木林、③落葉広葉樹林、④常緑針葉樹林の4つである。

ここで特徴的なのは、秋に撮影したものの評価が高く、またカラー、赤外カラーの判読が他の画像より高い評価を受けている。これは紅葉により落葉樹と常緑樹の区分が容易なためであろう。

縮尺の大きくなるに従って評価は高くなっているが、中縮尺でも現地調査をすることなしに区分が可能であるとしている回答者の割合は高い。高山・亜高山帯における樹林の判読には、中縮尺のリアルカラー撮影を秋に行うのが経費的に見て望ましいと思われる。

表 3-6-1

判読対象区域		写真の種類	パンタロ	赤外白黒	カラー	赤外カラー	マルチバンド
高山 亜高山帯							
縮尺	季節						
小縮尺 1/30,000以下	春	1.1	0.7	1.2	1.4	1.1	
	夏	0.9	0.8	1.1	1.3	1.1	
	秋	1.2	1.1	1.7	1.6	1.3	
	冬	1.0	0.7	1.3	1.2	0.9	
中縮尺 1/20,000 ~1/12,000	春	1.6	1.4	2.3	2.3	1.8	
	夏	1.5	1.4	2.1	2.1	1.8	
	秋	1.9	1.8	2.3	2.2	2.0	
	冬	1.5	1.4	1.7	1.6	1.5	
大縮尺 1/10,000 ~1/6,000	春	2.2	2.1	2.7	2.6	2.2	
	夏	2.2	2.1	2.7	2.7	2.2	
	秋	2.2	2.2	2.9	2.8	2.4	
	冬	1.8	1.5	1.9	1.8	1.7	
超大縮尺 1/4,000以上	春	2.5	2.3	2.9	2.8	2.4	
	夏	2.5	2.4	2.8	2.8	2.3	
	秋	2.5	2.4	2.9	2.8	2.4	
	冬	1.9	1.7	2.1	2.0	1.8	

2) 山地帯 (Q, A 2, 表 3-6-2)

山地帯における判読区分は、①落葉広葉樹林 ②常緑針葉樹林の2区分である。この区分は、針葉樹-広葉樹区分が即ち常緑樹-落葉樹区分となるので判別は容易であることが多い。

しかし落葉期の写真では、落葉樹における葉の情報がなくなるため落葉樹の樹種判別に關する情報は得ることが出来ない。

時期による差異は一般に大きな差とは言えない。

山地帯における樹林の判読では、小縮尺の写真でどのような画像の種類でも、かなり目的は達せられるだろう。

表 3-6-2

判読対象区域		写真の 種類	パン クロ	赤外 白黒	カラ ー	赤外 カラー	マルチ バンド
山 地 帯							
縮 尺		季節					
小縮尺 1/30,000以下	春	1.9	1.8	2.1	2.3	2.0	
	夏	1.6	1.6	1.7	2.0	1.6	
	秋	1.8	1.8	1.9	2.2	1.9	
	冬	1.8	1.8	2.0	2.0	1.9	
中縮尺 1/20,000 ～1/12,000	春	2.2	2.1	2.5	2.6	2.4	
	夏	2.2	2.1	2.5	2.6	2.3	
	秋	2.3	2.2	2.7	2.6	2.3	
	冬	2.3	2.1	2.5	2.3	2.3	
大縮尺 1/10,000 ～1/6,000	春	2.5	2.5	2.8	2.8	2.4	
	夏	2.5	2.4	2.8	2.7	2.3	
	秋	2.6	2.5	2.8	2.7	2.4	
	冬	2.6	2.5	2.6	2.5	2.4	
超大縮尺 1/4,000以上	春	2.8	2.6	2.9	2.9	2.8	
	夏	2.7	2.7	2.8	2.8	2.7	
	秋	2.8	2.6	2.8	2.8	2.8	
	冬	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	

3) 丘陵帯 (QA3 表3-6-3)

丘陵帯における判読区分は、①落葉広葉樹林(シデ類、クスギ、コナラ、ケヤキ等)、②常緑針葉樹林(ツガ、クロマツ、モミ等)、③常緑広葉樹林(シイ、カン、タブ類)の3区分である。

きめ、色調により落葉樹において落葉樹と常緑樹の区分は容易であり、そのため秋冬期の写真では落葉広葉樹と常緑広葉樹の判別は易しい。またパターンでは広葉樹-針葉樹の区分が容易であるため、パターン情報により常緑針葉樹-常緑広葉樹の判別が可能である。したがって葉の有無や色により落葉広葉樹と常緑広葉樹の区分がなされる紅葉期あるいは、落葉期(冬)の写真が最も容易に判読作業が行える。

調査結果もそれを裏付けており、小縮尺写真においてさえも区分出来る結果となっている。

そのため丘陵帯における樹林の判読は秋又は冬に撮影した適当な種類の画像の写真ならば小縮尺の写真でも十分行い得る。画像の種類ではリアルカラー、赤外カラー、マルチバンド写真が優れているとの評価を受けているが、パンクロ写真でもかなりの情報が得られる。

表3-6-3

判読対象区域		写真の種類	パンクロ	赤外白黒	カラー	赤外カラー	マルチバンド
丘陵帯							
縮尺		季節					
小縮尺 1/30,000以下	春	1.3	1.2	1.4	1.5	1.3	
	夏	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	秋	1.4	1.5	1.9	2.0	1.8	
	冬	1.7	1.7	1.9	1.8	1.9	
中縮尺 1/20,000 ~1/12,000	春	1.6	1.6	1.9	2.2	1.8	
	夏	1.4	1.3	1.5	1.7	1.5	
	秋	1.8	1.8	2.1	2.4	2.2	
	冬	2.1	2.1	2.3	2.3	2.3	
大縮尺 1/10,000 ~1/6,000	春	2.0	2.2	2.6	2.5	2.3	
	夏	1.8	1.7	2.1	2.1	2.0	
	秋	2.5	2.5	2.8	2.6	2.4	
	冬	2.6	2.4	2.7	2.5	2.5	
超大縮尺 1/4,000以上	春	2.5	2.4	2.7	2.7	2.6	
	夏	2.4	2.3	2.6	2.6	2.3	
	秋	2.8	2.7	2.9	2.9	2.7	
	冬	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	

4) 常緑広葉樹林帯 (Q.B.表3-6-4)

常緑広葉樹は、我國の潜在自然植生の中に占める割合が高いが、この地域は人間の生産活動のための条件がきわめて良いため、大部分が開発され、現在残っている自然の常緑広葉樹は、非常に少なくなっている。我國の常緑広葉樹は、カン類、シイ類、タブ類がほとんどであるが、これらの区分の中での樹種判別は、現地調査でも難しい場合があり、ここでは、これら3種類を区分する判別にとどめた。

結果を表3-6-4に示すが、大縮尺写真でも、これら3種類の判別は難しく、大縮尺写真と現地調査の組み合わせにより写真が利用できると考えている割合が多い。

我國で、カン、シイ、タブの林が残されてる地域は限られており、大面積であることはきわめてまれである。そのため、常緑広葉樹林の植生調査は、現地調査が中心となり、空中写真の利用は、生育形態、地理的情報等を得ることが中心的役割となろう。

表3-6-4

判別対象区域		写真の 種類	バン ク ロ	赤 外 白 黒	カ ラ 1	赤 外 カラ 1	マ ル チ バ ン ド
常緑広葉樹林帯							
※は1点以上の平均点							
縮 尺	小縮尺 1/30,000以下	春	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		夏	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		秋	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2
		冬	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2
	中縮尺 1/20,000 ～1/12,000	春	0.4	0.3	0.7	0.8	0.6
		夏	0.2	0.2	0.4	0.6	0.4
		秋	0.6	0.6	0.8	0.9	0.8
		冬	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9
	大縮尺 1/10,000 ～1/6,000	春	0.7	0.6	1.0*	1.1*	0.9
		夏	0.3	0.3	1.0*	1.0*	0.7
		秋	0.7	0.7	1.3*	1.3*	1.0*
		冬	0.8	0.8	1.2*	1.2*	1.1*
	大縮尺 1/4,000以上	春	0.9	0.9	1.4*	1.6*	1.2*
		夏	0.8	0.9	1.2*	1.3*	1.0*
		秋	1.0*	1.1*	1.4*	1.6*	1.3*
		冬	1.1*	1.2*	1.3*	1.4*	1.4*

5) 亜高山帯針葉樹 (Q-C 1, 表 3-6-5)

亜高山帯の成育区分については、前述したとおりである。

ここでは、亜高山帯の針葉樹に限定した樹種区分について判別評価を行った。

亜高山帯の針葉樹は、生育地域が気候的、地形的等の条件が人間の生活の場として厳しい環境にあるため、開発されることが少なく、我国の最も代表的自然林として残されている場合が多い。現在各地で森林破壊が叫ばれているのも大部分が亜高山帯の森林である。そのためこの地域は、代表的な樹種を選び出して、それらの樹種間で区分できるか否かについて判別評価を行い、結果を写真の縮尺別に一枚の表にまとめた。ここで選出した樹種は、① シラビソ ② コメツガ ③ アオモリトドマツ (オオンシラビソ) ④ トウヒ ⑤ エジマツ ⑥ トドマツ ⑦ カラマツ ⑧ ヒメコマツの8種類である。

以下縮尺別に考察を述べる。

i) 小縮尺写真 (1/30,000 以下)

小縮尺写真は、落葉するカラマツと他の種類との区分に使う場合は有効な情報を得ることができるが、その他の組み合わせの区分に使う場合は有効な情報は得られない。カラマツの判別も落葉広葉樹 (特にダケカンバ) と混交した場合には、落葉広葉樹との判別が難しいと思われる。

赤外カラー、マルチバンド写真が他の種類の画像に比べてわずかに高い評価を受けている場合があるが、これはスペクトル情報が寄与しているためであろう。

ii) 中縮尺写真 (1/20,000 ~ 1/12,000)

この段階もカラマツと他の樹種の判別は良くできるが、他は不可能な場合が多い。ただ、樹冠が大きく、パターン認識の行い易いヒメコマツと他の種類との組み合わせだけは評価がやや高くなっている。反対にパターンによる判別がされにくいシラビソ、アオモリトドマツ、トウヒの判別は困難と考えられる。

画像の中では、小縮尺同様スペクトル情報が多く含まれている写真で他より高い評価を受けている場合が見られる。中縮尺写真は、カラマツ、ヒメコマツを他と区分する目的で利用できる可能性がある。

iii) 大縮尺 (1/10,000 ~ 1/6,000)

大縮尺写真の段階では、植生調査にかなり有効な情報が得られる。カラマツは写真のみで区別され、ヒメコマツも資料と併用することにより区分できる場合が増える。また画像の種類による違いが表われる。スペクトル情報を多く含んだ赤外カラー写真、マルチスペクトル写真が他の画像よりよい結果を与える組み合わせは増加している。中縮尺では判別しにくかったシラビソ、アオモリトドマツ、トウヒの区分も赤外カラーマルチバンドを用いれば現地調査を併用すること等により区分できるようになる。

iv) 超大縮尺写真 (1/4,000 以上)

超大縮尺は、樹種区分にかなり有効な情報を与えてくれる。

しかし、この段階でも判別しにくい樹種間区分 (例えばシラビソ-アオモリトドマツ

など)は、やはり現地調査を伴わなければ判別できないとしている者が大勢を占めている。

v) 亜高山帯針葉樹のまとめ

カラマツ、ヒメコマツに係わる区分については、中縮尺写真でも有効な情報を得られるが、その他の樹種の組合わせについて区分を行うには、大縮尺写真、超大縮尺写真が必要となる。いずれにしても写真情報だけで、亜高山帯針葉樹特に常緑針葉樹の区分を行い林相図を作成することは困難であり、現地調査と併用して、現地調査情報を撮影地域に広げるような使用法が写真の有効的な利用法と考えられる。

表 3-6-5 亜高山帯常緑針葉樹林（アオモリトドマツ群集）における写真の種類毎の樹種判別可能性

////// は、2.0 以上の値

縮尺	樹種	パ ン ク ロ					赤 外 白 黒					カ ラ ー					赤 外 カ ラ ー					マ ル チ バ ン ド														
		コ メ ツ ガ	ア オ モ リ ト ド マ ツ	ト ウ ヒ	ト ド マ ツ	カ ラ マ ツ	ヒ メ コ マ ツ	コ メ ツ ガ	ア オ モ リ ト ド マ ツ	ト ウ ヒ	ト ド マ ツ	カ ラ マ ツ	ヒ メ コ マ ツ	コ メ ツ ガ	ア オ モ リ ト ド マ ツ	ト ウ ヒ	ト ド マ ツ	カ ラ マ ツ	ヒ メ コ マ ツ	コ メ ツ ガ	ア オ モ リ ト ド マ ツ	ト ウ ヒ	ト ド マ ツ	カ ラ マ ツ	ヒ メ コ マ ツ											
小縮尺 1/30000 以下	シラビン	0.1	0.1	0.1		0.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.9	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	1.3	0.4	0.4	0.2	0.1		1.3	0.3	0.3	0.3										
	コメツガ		0.1	0.1		1.2	0.3		0.1	0.1		1.2	0.3		0.1	0.1	1.3	0.4		0.2	0.1		1.3	0.5	1.3	0.3										
	アオモリトドマツ			0.1		0.8	0.1			0.1		0.8	0.1			0.1	1.0	0.2			0.1		1.3	0.5		1.2	0.4									
	トウヒ					1.0	0.1					0.9	0.1				1.1	0.2					1.4	0.4		1.2	0.2									
	エゾマツ				0.1	0.8	0.1				0.4	0.8	0.1			0.4	0.9	0.1			0.2	1.2	0.3			0.3	1.0	0.2								
	トドマツ カラマツ	平均=0.41				1.0	0.1	平均=0.40				0.9	0.1	平均=0.49				1.1	0.3	平均=0.59				1.3	0.4	平均=0.55				1.2	0.3					
中縮尺 1/20000 1/12000	シラビン	0.2	0.2	0.2		1.5	0.5	0.3	0.2	0.2		1.3	0.5	0.5	0.2	0.2	1.4	0.6	0.9	0.4	0.4	2.0				1.0	0.9	0.4	0.3	1.8	1.0					
	コメツガ	0.3	0.2			1.5	0.4		0.2	0.1		1.5	0.5		0.3	0.3	1.5	0.7			0.6	0.7	1.9	1.1		0.5	0.5		1.8	0.9						
	アオモリトドマツ			0.2		1.4	0.6			0.2		1.5	0.6			0.2	1.5	0.7			0.4		1.9	1.2			0.3		1.8	1.1						
	トウヒ					0.9	0.4					0.9	0.6				1.0	0.7											1.8	0.8						
	エゾマツ				0.4	1.3	0.4				0.8	1.4	0.6			0.6	1.4	0.8				0.6	1.6	0.9			0.9	1.7	1.0							
	トドマツ カラマツ	平均=0.61				1.0	0.4	平均=0.70				1.3	0.4	平均=0.86				1.7	0.7	平均=1.16				1.8	1.1	平均=1.08				1.7	0.8					
大縮尺 1/10000 1/6000	シラビン	0.4	0.3	0.4		2.0	0.9	0.5	0.2	0.3		1.8	0.9	0.8	0.3	0.4	2.9	1.4	1.3	0.7	0.7	2.5				1.4	1.2	0.7	0.6	2.5				1.3		
	コメツガ		0.4	0.6		1.0		0.5	0.5			2.0	0.9		0.7	0.7	2.1	1.2		1.0	1.0	2.4				1.5		0.9	0.8	2.5				1.4		
	アオモリトドマツ			0.2		1.7	0.9			0.2		1.8	0.9		0.3		2.3	1.3			0.7		2.6	1.6			0.5		2.6	1.5						
	トウヒ					1.9	1.0					1.8	1.0				2.3	1.2				2.3				1.5				2.3				1.4		
	エゾマツ				1.0	2.1	1.0				1.0	2.0	1.0			1.0	2.2	1.3				1.1	2.4	1.6					0.8	2.3	1.4					
	トドマツ カラマツ	平均=1.16				1.5	0.9	平均=1.09				1.8	1.0	平均=1.38				2.3	1.3	平均=1.62				2.6	1.4	平均=1.52				2.6	1.2					
超大縮尺 1/4000 以上	シラビン	0.7	0.4	0.7		2.4	1.1	0.7	0.4	0.6		2.3	1.1	1.4	1.3	0.5	0.6	2.7	1.7	1.5	0.9	1.0	2.7				1.8	1.4	0.9	1.1	2.9				1.7	
	コメツガ		0.9	0.6		2.3	1.1		0.8	0.6		2.3	1.1		1.1	1.1		2.5	1.5			1.1	1.1	2.8				1.9		1.1	1.1	2.9				1.7
	アオモリトドマツ			0.6		2.2	1.1			0.6		2.1	1.4			0.8		2.5	1.6			1.0		2.8	1.9			0.9		2.9	1.7					
	トウヒ					2.1	1.1					2.1	1.1				2.5	1.6					2.7	1.8					2.7	1.7						
	エゾマツ				1.3	2.4	1.0				1.3	2.3	1.1			1.1		2.7	1.6				1.4	2.7	1.9					1.3		2.7	1.6			
	トドマツ カラマツ	平均=1.40				2.6	1.1	平均=1.38				2.4	1.2	平均=1.62				2.5	1.6	平均=1.90				2.7	1.7	平均=1.81				2.7	1.4					

6) 山地帯落葉広葉樹 (Q.C 2 表 3-6-6)

山地帯落葉広葉樹には、ブナ林のように我国の代表的極相林として自然価値がきわめて高い森林から薪炭林を放置した雑木林のようなものまで自然の価値は変化に富んでいる。

一方判別の手掛りとなる樹冠は、針葉樹と異なり非常に複雑で同じ樹種でも個々にそれぞれ異なった樹冠を持つため、パターンによる判別は針葉樹に比べると容易ではない。

我国の山地帯落葉広葉樹は非常に多いが質(極相林に近いかな否か)および量を検討して山地帯落葉広葉樹には次の樹種を選択した。①ブナ ②ミズナラ ③クヌギ、コナラ

④ケヤキ ⑤サワグルミ ⑥ヤナギ ⑦ハンノキ

次に縮尺別に特徴を述べる。

i) 小縮尺写真 (1/30,000 以下)

小縮尺写真は、山地帯落葉広葉樹の判別にはほとんど役に立たない。純林を作ることがまれである山地帯落葉樹広葉樹では、樹冠に一定性のないことなどから、群落の判別にとって小縮尺写真の利用価値は小さいであろう。

ii) 中縮尺写真 (1/20,000 ~ 1/12,000)

小縮尺写真に比べると写真がかなり有効な情報を与えてくれることを表 3-6-6 は示している。樹種間の判別結果では、サワグルミやヤナギのように沢に多く見られ、地形条件等により生育環境が限定されている樹種では、周辺の環境条件も加味できるため区分がよくできるとの見方もあるが、総じて大きな差異は見られず、現地調査と併用するなら、樹種区分をすることができる。画像間の差異は、スペクトル情報(色情報を含む)の有無によりやや異なり、スペクトル情報がいっている方が判別結果は良いと思われる。

iii) 大縮尺写真 (1/10,000 ~ 1/6,000)

大縮尺写真は、現地調査と併用することにより、樹種区分が可能であり、樹種の組合せおよび画像の種類によっては、既存の資料を併用するだけで、林相図が作成できる場合もあり、かなり有効な情報を提供してくれる。画像間の差異は中縮尺より大きくなる傾向を示している。

iv) 超大縮尺写真 (1/4,000 以上)

超大縮尺写真では、資料の併用で判別できる割合が非常に増加している。

スペクトル情報よりパターン情報に重きを置く現在の判読技術においては、スペクトル情報を多く与えてくれるが画質の劣るマルチスペクトル写真は、必ずしもよい結果を与えておらず、カラー写真の方がよい情報を提供してくれることもある。

表 3-6-6 山地帯落葉広葉樹林(ミズナラ群団)における写真の樹種毎の樹種判別可能性

縮尺	写真の 種類	ベ ン タ ロ					赤 外 白 黒					カ ラ ー					赤 外 カ ラ ー					マ ル チ バ ン ド									
		ミズ ナラ	クス ギ・コナ ラ	ケ ヤ キ	サ ワ グ ル ミ	ヤ ナ ギ	ミズ ナラ	クス ギ・コナ ラ	ケ ヤ キ	サ ワ グ ル ミ	ヤ ナ ギ	ミズ ナラ	クス ギ・コナ ラ	ケ ヤ キ	サ ワ グ ル ミ	ヤ ナ ギ	ミズ ナラ	クス ギ・コナ ラ	ケ ヤ キ	サ ワ グ ル ミ	ヤ ナ ギ	ミズ ナラ	クス ギ・コナ ラ	ケ ヤ キ	サ ワ グ ル ミ	ヤ ナ ギ	ハ ン ノ キ				
小縮尺 1/30000 以下	ブナ	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2			
	ミズナラ		0.1	0.1	0.2	0.2	0.2		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1	0.2	0.2	0.2			0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3				
	クスギ・コナラ			0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1			0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	0.2	0.2		0.1	0.2	0.2	0.2				
	ケヤキ				0.1	0.2	0.2				0.1	0.1	0.1			0.1	0.2	0.2			0.2	0.3	0.2			0.2	0.3				
	サワグルミ					0.1	0.1				0.1	0.1				0.1	0.1				0.1	0.1				0.1	0.1				
	ヤナギ		平均=0.13				0.1	平均=0.10				0.1	平均=0.12				0.1	平均=0.17				0.1	平均=0.18				0.1				
中縮尺 1/20000 1/12000	ブナ	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	0.8	0.5	0.7	0.6	0.9	0.9	0.9	0.5	0.6	0.8	0.9	0.8	
	ミズナラ		0.3	0.3	0.5	0.6	0.6		0.3	0.4	0.4	0.4	0.5		0.3	0.5	0.6	0.6	0.8		0.6	0.6	0.7	0.6	0.9		0.4	0.6	0.7	1.0	
	クスギ・コナラ			0.4	0.4	0.4	0.4			0.3	0.4	0.4	0.3			0.7	0.6	0.6	0.6			0.6	0.7	0.7	0.6		0.5	0.6	0.7	0.7	
	ケヤキ				0.4	0.5	0.6				0.3	0.4	0.5			0.5	0.6	0.7			0.6	0.8	0.7			0.6	0.9	0.8			
	サワグルミ					0.5	0.4					0.4	0.4			0.5	0.6			平均=0.68			0.5	0.6			平均=0.69		0.6	0.7	
	ヤナギ					0.5		平均=0.41				0.4			平均=0.59			0.4			平均=0.66			0.5				0.7			
大縮尺 1/10000 1/6000	ブナ	0.8	1.0	0.7	1.0	1.2	1.0	0.6	1.0	0.7	0.9	1.0	0.9	0.8	1.2	0.6	1.2	1.4	1.3	1.0	1.3	1.1	1.3	1.5	1.6	0.7	1.3	1.2	1.5	1.4	
	ミズナラ		0.6	0.8	1.0	1.1	1.2		0.4	0.8	0.8	0.9	1.0		0.6	0.9	1.1	1.3	1.3		0.9	1.0	1.1	1.3	1.3		0.8	1.0	1.2	1.4	1.4
	クスギ・コナラ			0.9	1.0	1.0	1.1			0.6	1.0	1.0	0.8			0.3	1.3	1.4	1.5			0.2	1.4	1.5	1.6		1.0	1.1	1.3	1.3	
	ケヤキ				0.8	1.1	1.0				0.6	1.1	0.9			1.0	1.5	1.3				1.2	1.3	1.4				1.2	1.3	1.5	
	サワグルミ					0.8	0.7					0.8	0.7			平均=1.09		1.1	0.9		平均=1.21			1.2	1.1		平均=1.20			1.1	1.0
	ヤナギ					0.7						0.8				1.0				1.0			1.2					1.1			
超大縮尺 1/4000 以上	ブナ	1.0	1.3	1.1	1.3	1.6	1.7	0.9	1.2	0.9	1.1	1.4	1.4	1.0	1.5	1.3	1.5	1.7	1.8	1.1	1.5	1.4	1.6	1.8	1.8	1.2	1.3	1.3	1.3	1.7	1.7
	ミズナラ		1.0	1.1	1.1	1.6	1.5		0.8	1.0	1.0	1.4	1.4		1.1	1.3	1.2	1.6	1.6		1.2	1.2	1.4	1.7	1.7		1.2	1.3	1.3	1.6	1.6
	クスギ・コナラ			1.1	1.4	1.5	1.4			1.0	1.3	1.4	1.4			1.4	1.6	1.6	1.6			1.6	1.6	1.7	1.7		1.4	1.5	1.6	1.3	
	ケヤキ				1.2	1.5	1.3				1.1	1.4	1.3			1.4	1.7	1.7				1.5	1.8	1.8				1.5	1.6	1.6	
	サワグルミ					1.3	1.2				1.1	1.1			平均=1.46		1.4	1.4		平均=1.54			1.4	1.5			平均=1.44			1.4	1.5
	ヤナギ					1.1					1.0						1.2				1.2								1.3		

v) 山地帯落葉広葉樹のまとめ

小縮尺写真は、判読作業には、周辺環境を把握することを除いて不向きである。

中縮尺写真、大縮尺写真は、現地調査と併用することによって樹種区分が可能で、超大縮尺は資料との併用でかなり区分できる結果となっている。画像の種類によって特徴を発揮できる縮尺があるようで、中縮尺では、スペクトル情報のはいった赤外カラー写真、マルチバンド写真が優れていると評価されている場合があり、超大縮尺写真では、リアルカラー写真もよい評価を受けている場合がある。

7) 山地常緑針葉樹 (Q.C 3 表 3-6-7)

山地常緑針葉樹は、自然林で大面積を占めることは、我国においては少ないが、半人工林、人工林を含めると非常に大きな面積を占めるため、今回の調査項目に含めた。

山地常緑針葉樹は、①ツガ ②コメツガ ③ヒノキ、アスナロ ④ウラジロモミ

⑤ヒメコマツ ⑥モミ ⑦スギ ⑧アカマツの8区分とした。

次に各縮尺別に特徴を述べる。

i) 小縮尺写真 (1/30,000以下)

小縮尺写真では、ヒノキ、アスナロ、スギ、アカマツのように大面積を占めることが多く、群落としてパターン認識の行ない易い樹木については有効な情報を若干与えてくれるが、その他の樹木については組合わせによっては、全く有効でない場合もある。特に、ツガとコメツガ・ウラジロモミ・ヒメコマツ・モミ、コメツガとウラジロモミ・ヒメコマツ・モミ、ヒメコマツとウラジロモミ、モミとウラジロモミにおいてはほとんど情報を与えてくれない。

小縮尺写真はスギ、ヒノキ、アスナロ、アカマツの区分を行なうには利用できるが、他の組合わせでは使えないと思われる。画像間の差も大きくない。

ii) 中縮尺写真 (1/20,000 ~ 1/12,000)

中縮尺写真では、一部の組合わせを除いて現地調査との併用により判別が可能なものが多くなる。

しかし、ツガとコメツガ、モミのようによく似ている樹種では判別できないとしている者が多い。

画像間の差異ではスギとツガ・コメツガの組合わせのように赤外カラー写真、マルチバンド写真の評価が高いものがある。

現地調査との併用を行うことを考えるなら、中縮尺の写真の情報がかなり有効であろう。

iii) 大縮尺写真 (1/10,000 ~ 1/6,000)

大縮尺の写真を用いることにより、大部分の組合わせが現地調査との併用で区分され、さらにヒノキ、アスナロ、スギ、アカマツに関するものでは、既存の資料を併用することによって樹種区分が行える。

画像間の差異では、大縮尺写真では、パターン情報の寄与が高く、画像のキマが荒く

なるマルチバンド写真の評価が悪くなるため必ずしもパンクロ写真よりカラー写真やマルチバンド写真の方が判別能力が大きいはと限らなくなる。

iv) 超大縮尺写真 ($1/4000$ 以上) (表 3-6-16)

超大縮尺写真では、樹木の個々の形状が明瞭になるためキメの細かいパンクロ写真の評価と他の種類の画像との差が小さくなる。

この段階の写真では、林相図の作成に多くの情報を与えてくれるが、空中写真のみで樹種区分を行うことは難しい。

v) 山地帯常緑針葉樹のまとめ

小縮尺写真は、判読作業にスギ、ヒノキ、アスナロ、アカマツの区分以外は不向きである。中縮尺写真は、現地調査との併用によって多くの情報を与えてくれる。

大縮尺写真は、既存の資料との併用で区分できる組合わせもある。超大縮尺写真は、ほとんど既存の資料との併用で区分できるが、ツガ・コメツガのように似ている樹種間では、現地調査が必要である。

画像の種類では小縮尺、中縮尺写真では、スペクトル情報を多く含んだ赤外カラー写真、マルチバンド写真の評価がやや高いが、大縮尺、超大縮尺写真においてはパターン情報の寄与が高く、画像の解像力にまさるリアルカラー写真の評価も高くなり、またパンクロ写真と他の画像との差も小さくなる。

特に、針葉樹を対象にしているため、同じ樹種では同じ形状を示すことが多いので、パターンの情報は、非常に重要な要素となる。

表 3-6-7 山地帯常緑針葉樹林(ツガ群団)における写真の種別毎の樹種判別可能性

縮尺	樹種	写真の 種類	パンクロ					赤 外 白 黒					カ ラ ー					赤 外 カ ラ ー					マ ル チ バ ン ド														
			コ メ ツ ガ	ヒ ノ キ ・ ア ス ナ ロ	ウ ラ ジ ロ モ ミ	モ ミ	ス ギ	ア カ マ ツ	コ メ ツ ガ	ヒ ノ キ ・ ア ス ナ ロ	ウ ラ ジ ロ モ ミ	モ ミ	ス ギ	ア カ マ ツ	コ メ ツ ガ	ヒ ノ キ ・ ア ス ナ ロ	ウ ラ ジ ロ モ ミ	モ ミ	ス ギ	ア カ マ ツ	コ メ ツ ガ	ヒ ノ キ ・ ア ス ナ ロ	ウ ラ ジ ロ モ ミ	モ ミ	ス ギ	ア カ マ ツ	コ メ ツ ガ	ヒ ノ キ ・ ア ス ナ ロ	ウ ラ ジ ロ モ ミ	モ ミ	ス ギ	ア カ マ ツ					
小縮尺 1/30000 以下	ツガ	ガ	0	0.3	0	0.1	0	0.4	0.2	0	0.3	0	0.1	0	0.4	0.2	0	0.2	0	0.1	0	0.5	0.5	0	0.5	0.1	0.1	0	0.8	0.8	0	0.3	0	0.1	0	0.5	0.5
	コメツガ	ガ		0.3	0	0.1	0	0.4	0.2		0.3	0	0.1	0	0.4	0.2		0.2	0	0.1	0	0.5	0.5		0.5	0	0.1	0.1	0.8	0.8		0.4	0	0.1	0	0.6	0.6
	ヒノキ・アスナロ	ガ			0.2	0.1	0.1	0.3	0.2			0.2	0.1	0.1	0.2	0.2			0.2	0.1	0.1	0.4	0.4			0.3	0.3	0.3	0.4	0.5			0.3	0.3	0.3	0.4	
	ウラジロモミ	ガ				0.1	0	0.4	0.2				0.1	0	0.5	0.3				0.1	0	0.6	0.4				0.1	0	0.7	0.4			0.1	0	0.5	0.3	
	ヒメコマツ	ガ					0.1	0.5	0.1					0.1	0.4	0.1					0.2	0.6	0.1					0.3	0.7	0.2				0.2	0.5	0.2	
	モミ	ミ																																		0.5	0.4
	スギ	ギ																																		0.8	
中縮尺 1/20000 1/12000	ツガ	ガ	0.2	0.7	0.2	0.4	0.2	1.1	1.0	0.2	0.8	0.3	0.4	0.1	1.2	1.1	0.1	1.1	0.3	0.4	0.1	1.4	1.4	0.1	1.3	0.3	0.4	0.2	1.8	1.6	0.1	1.1	0.3	0.4	0.2	1.5	1.3
	コメツガ	ガ		0.7	0.3	0.5	0.3	1.0	0.9		0.8	0.3	0.5	0.3	1.1	1.0		0.9	0.3	0.5	0.3	1.5	1.5		1.1	0.3	0.5	0.3	1.9	1.8	1.0	0.3	0.5	0.3	1.7	1.6	
	ヒノキ・アスナロ	ガ			0.5	0.6	0.6	0.9	1.0			0.6	0.7	0.7	0.8	0.9			0.7	0.8	0.8	1.0	1.1			0.9	1.0	1.0	1.2			0.8	0.9	0.9	0.8	1.0	
	ウラジロモミ	ガ				0.4	0.1	1.1	0.9			0.5	0.1	1.1	0.9				0.8	0.2	1.2	1.2				0.9	0.4	1.5	1.3			0.7	0.3	1.4	1.1		
	ヒメコマツ	ガ					0.5	1.0	0.5				0.5	1.1	0.6				0.8	1.3	0.7					0.9	1.4	0.8				0.8	1.4	0.8			
	モミ	ミ						1.0	1.0				1.0	1.1					1.4	1.5						1.6	1.6						1.4	1.4			
	スギ	ギ																																	1.7		
大縮尺 1/10000 1/6000	ツガ	ガ	0.4	1.3	0.6	0.7	0.5	1.9	1.8	0.4	1.2	0.6	0.7	0.4	1.8	1.8	0.3	1.5	0.7	0.8	0.4	2.1	2.1	0.3	1.5	0.6	1.1	0.5	2.4	2.4	0.3	1.5	0.6	0.9	0.5	2.1	2.1
	コメツガ	ガ		1.5	0.6	0.7	0.5	1.8	1.9		1.5	0.6	0.8	0.5	1.9	1.9		1.6	0.6	0.8	0.7	2.2	2.2		1.7	0.7	0.9	0.7	2.2	2.2		1.5	0.6	0.9	0.7	2.1	2.1
	ヒノキ・アスナロ	ガ			1.2	1.2	1.2	1.5	1.9			1.2	1.2	1.2	1.5	1.8			1.5	1.6	1.6	1.7	2.0			1.6	1.8	1.7	1.9	2.0		1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	
	ウラジロモミ	ガ				0.9	0.5	1.9	1.8			0.9	0.3	1.9	1.8				1.4	0.6	2.0	1.8				1.5	0.5	1.9				1.4	0.5	1.8	1.8		
	ヒメコマツ	ガ					1.0	1.6	0.8				1.1	1.6	1.2				1.4	2.1	1.4					1.3	2.2	1.5				1.3	2.0	1.4			
	モミ	ミ																																	1.8	1.9	
	スギ	ギ																																	2.2		
超大縮尺 1/4,000 以上	ツガ	ガ	0.6	1.7	0.8	1.1	0.7	2.3	2.3	0.6	1.8	0.8	1.1	0.7	2.3	2.3	0.7	2.1	0.9	1.3	0.8	2.4	2.4	0.7	2.0	0.7	1.4	0.7	2.5	2.5	0.6	1.9	0.8	1.1	0.7	2.3	2.4
	コメツガ	ガ		1.7	0.8	1.2	0.8	2.1	2.1		1.8	0.7	1.1	0.8				2.2	1.0	1.3	0.9	2.2	2.2		2.2	0.9	1.3	1.0			2.0	0.9	1.1	0.9		2.1	2.1
	ヒノキ・アスナロ	ガ			1.5	1.6	1.6	2.1	2.1			1.6	1.6	1.7	2.2	2.2			1.9	2.0	1.9	2.3	2.3			1.9	2.0	1.9	2.3	2.3		1.7	1.8	1.7	2.0	2.1	
	ウラジロモミ	ガ				1.3	0.7	2.3	2.3				1.2	1.7	2.3	2.3				1.8	1.9	2.3	2.3				1.8	1.0	2.1	2.3			1.6	0.7	2.1	2.1	
	ヒメコマツ	ガ					1.5	1.9	1.3				1.5		1.5				1.8	2.1	1.6					1.8	2.1	1.6					1.7			2.1	2.1
	モミ	ミ																																	2.2		
	スギ	ギ																																	2.5		

3-3 調査のまとめ

第1次調査と第2次調査の結果から、以下のことが判明した。

- 1) 植生の有無、草地林地の区別、人為的影響度合、形状、生育状況については、写真情報のみで十分判別は行い得る。
- 2) 植生自然度区分は、大縮尺以下の大きさの写真と他の資料を組合わせなければ判別できない。
また、10段階区分では、判別者による個人差も大きい。
- 3) 上層の情報しか得られない空中写真により、群落区分を行うことは不可能であり、現地調査と組合わせること等、他の情報を付加して使用することにより、写真の情報は生かされる。
- 4) 種類の判別は、最も評価のばらつきが多い区分であり、一概に論ずることはできない。すなわち、樹種の組合わせにより、写真のみで判別されたり、ほとんど区分できなかったりする場合がある。
- 5) 調査全体を通じて、個人差によるばらつきが見られたが、植生区分の理解度、想定地域、経験の差異等によるものと思われ、調査法については、今後に残された課題である。

4 研究のまとめと今後の課題

空中写真による植生判読に焦点を当てて、道路計画と植生調査、空中写真による植生調査、植生判読アンケート調査について研究を進めて、一応の成果を得た。特に空中写真のハード、ソフトの両面における技術の現状を把握し、空中写真とは、どのような技術的経路を経て情報が、具現され、それがどのように利用されているかについて、過去の成果のまとめが行われ、さらに、植生調査の分野において、何を読み取ることが、できるかについて、空中写真からのメニュー案を提示することができたことは、大きな成果であろう。

しかし、判読という個人の問題に帰着する技術に対してスペクトルの組合わせによる判読の読みを研究することの必要性、さらに、道路計画とのかかわり等、今後の研究に残された問題も多い。

以下に、今年度の研究を通じて得られた、今後の課題について列挙する。

i) 空中写真全体に係わるもの

- i-1) 判読者の能力による植生判読の精度に関するもの
- i-2) 他の調査方法と比較した時間的、空間的特徴
- i-3) 現地調査の方法および他の情報の利用法
- i-4) 植生以外の情報（地形、地質等）の植生調査への利用法
- i-5) 大縮尺カラー写真の検討

ii) 赤外領域を含む写真に係わるもの

- ii-1) 赤外領域の利用法（単独利用）
- ii-2) マルチスペクトル写真のスペクトル情報の利用法（複合利用）
- ii-3) 活力度等植生図に係わるもの以外の利用法
- ii-4) 地図学的問題（標定等）の検討
- ii-5) 形態とスペクトルの組合わせ利用

iii) 道路計画と植生との係わり合いに関するもの

- iii-1) 道路計画の段階に対応した植生情報の種類
- iii-2) 植生分類を空中写真で行うための提案手法

iv) 自然環境アセスメントに関するもの

- iv-1) 植生情報の道路計画への利用法
- iv-2) 植生以外の情報（地形、地質、土地利用等）と植生情報（活力度等を含む）の道路計画への利用法

v) その他

- v-1) 周辺植生、およびのり面植生の遷移の把握に関するもの
- v-2) 空中写真の植生に関する事例の収集

多くの問題を列挙したが、この委員会では、今後、“道路計画と植生との係り合い”について検討することを第1のテーマに、さらに、“自然環境アセスメント”“道路建設後のモニタリング”についての議論を、展開することを期待したい。

参 考 文 献

- 1) 「昭和49年度 自然環境アセスメント小委員会報告書」
S 5 0.3 (社)日本道路協会
- 2) 「道路緑化マニュアル作成のための調査研究報告書」
S 5 0.2 道路緑化保全協会
- 3) 「東空の自然植生」
鈴木 時 夫
- 4) 「航空写真による新しい森林のしらべ方」 中 島 巖
1966 林業技術振興所
- 5) 「空中写真利用による森林調査法に関する研究」 中 島 巖
林業試験場研究報告 第251号 1973
- 6) 「道路建設に伴う森林伐採の生態系に与える影響に関する研究」
1974.7, 1975.3, 1976.3 環境庁
- 7) 「リモートセンシングノート」 -原理と応用-
日本リモートセンシング協会, 技報堂
- 8) 「リモートセンシング」
S 4 9.1 0 キャノンイメージ
- 9) 「リモートセンシングによる植生調査」
S 5 1 土木研究所

付 表

表 3-4 第 1 次調査集計表

◎	写真のみで判読可能
○	資料併用で判読可能
△	現地調査又は条件付で判読可能
×	判読不能

表 3-4-1

植生区分の基準
1. 植生の有無

縮 尺	写真の 種類	パン タ ロ				赤 外 白 黒				カ ラ ー				赤 外 カ ラ ー				マ ル チ バ ン ド			
		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
小 縮 尺		5	4		1	4	4	1	1	8	1	1		8	1	1		7	3		
中 縮 尺		7	3			6	3	1		9	1			9	1			9	1		
大 縮 尺		9	1			7	1	2		9	1			9	1			9	1		
超 大 縮 尺		9	1			8	2			9	1			9	1			9	1		

表 3-4-2

植生区分の基準
2. 草地・林地の区別

縮 尺	写真の 種類	パン タ ロ				赤 外 白 黒				カ ラ ー				赤 外 カ ラ ー				マ ル チ バ ン ド			
		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
小 縮 尺		3	4	2	1	3	5	2		6	3	1		7	2	1		5	2	3	
中 縮 尺		7	2	1		6	3	1		8	1	1		8	1	1		6	3	1	
大 縮 尺		9		1		9		1		9		1		9		1		9		1	
超 大 縮 尺		9	1			9	1			9	1			9	1			9	1		

表 3-4-3

植生区分の基準
3. 人為的影響度合

縮 尺	写真の 種類	パン タ ロ				赤 外 白 黒				カ ラ ー				赤 外 カ ラ ー				マ ル チ バ ン ド			
		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
小 縮 尺		2	4	3	1	2	4	3	1	3	6		1	5	4		1	3	5	1	1
中 縮 尺		6	3	1		6	3	1		6	3	1		6	3	1		7	2	1	
大 縮 尺		9	1			9	1			9	1			9	1			9	1		
超 大 縮 尺		9	1			9	1			9	1			9	1			9	1		

表 3-4-4

植生区分の基準
4. 形 状

縮 尺 季節	写真の種類	パンク				赤外白黒				カラ				赤外カラ				マルチバンド			
		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
小 縮 尺 1/30000 以下	春		4	5	2	1	5	3	2	3	3	5		4	3	4		3	3	5	
	夏		2	3	6	1	3	4	3	2	1	6	2	3	1	6	1	1	2	6	2
	秋		4	4	3	1	5	3	2	3	4	4		3	6	2		2	3	5	1
	冬	3	3	4	1	4	3	3	1	5	2	3	1	5	2	3	1	4	4	2	1
中 縮 尺 1/20000 ~ 1/12000	春		1	7	3		4	3	4		4	3		5	3	3		4	4	3	
	夏		1	4	6		3	3	5		3	2	5	1	4	3	4		4	3	4
	秋		1	9	1		3	7	1		4	6	1		4	7			4	6	1
	冬	3	8			4	7				5	6			5	6			5	6	
大 縮 尺 1/10000 ~ 1/6000	春	5	6			6	5				5	6			7	4			7	4	
	夏		4	6	1		4	7			5	5	1		6	5			5	6	
	秋		4	6	1		5	6			7	3	1		9	2			7	4	
	冬	7	4			7	4				8	3			8	3			8	3	
超 大 縮 尺 1/4000 以上	春	7	4			7	4				8	3			9	2			9	2	
	夏	7	3	1		8	3			8	3			9	2			9	2		
	秋	8	2	1		9	2			9	2			9	2			9	2		
	冬	8	3			8	3			8	3			8	3			8	3		

表 3-4-5

植生区分の基準
5. 生 育 状 況

準 況	写真の種類	パンク				赤外白黒				カラ				赤外カラ				マルチバンド						
		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×			
縮尺季節	春		1	6	4		2	5	4		3	6	2		1	5	3	2		1	3	6	1	
小縮尺 1/30000以下	夏				3	8			1	2	8			6	5		2	5	4		1	1	3	6
	秋		3	3	5			3	3	5	2	3	4	2	3	2	4	2	3	1	3	1	6	1
	冬	3	3	3	2	2	3	2	4	3	3	2	3	3	4	1	2	3	3	3	2			
	春		3	5	3		5	3	3	1	5	4	1	3	5	2	1	2	6	2	1			
中縮尺 1/20000 ～1/12000	夏		1	5	5		2	4	5		2	6	3		4	5	2	1	3	4	3			
	秋		6	2	3		5	4	2	3	7		1	3	7			1	3	7	1			
	冬	5	4			2	5			2	5	5	1		6	4	1		4	7				
	春	3	2	5	1	3	3	4		1	3	4	3	1	5	4	1	1	3	6	1	1		
大縮尺 1/10000 ～1/6000	夏	1		8	2	1	1	7	2	1	1	7	2	1	4	4	2	2	2	5	2			
	秋	2	5	3	1	2	4	4		1	5	5		1	6	4			1	5	5	1		
	冬	7	3	1		7	3	1		7	4			8	3				6	5				
	春	4	3	3	1	3	5	2	1	4	4	2	1	5	5		1	5	4	1	1			
超大縮尺 1/4000以上	夏		2	7	2		3	6	2		3	6	2	2	5	2	2	3	3	4	1			
	秋	4	6			1	3	6	1	1	6	4	1		7	3	1		5	5	1			
	冬	7	4				7	4			8	3			8	3			7	4				

表 3-4-6

植生区分の基準	
6. 種	類

縮 尺 季節		写真の種類				パンクロ				赤外白黒				カラ				赤外カラ				マルチバンド			
		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
小 縮 尺 1/30000 以下	春			2	9				2	9				4	7		1	3	7			2	9		
	夏			2	9				2	9				4	7		1	3	7			2	9		
	秋			2	9				2	9				1	3	7	1	3	7			2	9		
	冬			1	10				1	10				2	9			2	9			1	10		
中 縮 尺 1/20000 ~ 1/12000	春			6	5				5	6				1	5	5		2	3	6		1	5	5	
	夏			6	5				5	6				1	6	4		2	5	4		2	4	5	
	秋			6	5				5	6				2	5	4	1	1	5	4		3	4	4	
	冬			5	6				4	7				5	6			4	7			1	4	6	
大 縮 尺 1/10000 ~ 1/6000	春			5	4	2			5	3	3			6	3	2		1	5	4	1		6	2	3
	夏			5	3	3			4	3	5			7	2	2	1	7	1	2			7	1	3
	秋			1	3	5	2	1	3	5	2			1	9	1		2	8	1			8	3	
	冬			2	5	4			1	5	5			1	7	3		1	7	3			2	7	2
超 大 縮 尺 1/4000 以上	春			2	4	4	1	1	6	3	1	2		5	4			3	4			1	6	4	
	夏			2	3	3	3	1	4	3	3	3	4	2	2	3	5	1	2	1		7	3		
	秋			2	3	4	2	1	5	3	2	2	8	1		3	7	1				1	7	3	
	冬			2	2	5	2	1	3	5	2	2	2	5	2	2	2	5	2			1	3	5	2

表 3-4-7

植生区分の基準	
7. 群	落

縮尺季節	写真の種類	パンクロ				赤外白黒				カラ				赤外カラ				マルチバンド					
		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×		
小縮尺 1/30000以下	春				11				11				11				11				11		
	夏				11				11				1	10			1	10			1	10	
	秋				1	10			1	10			2	9			2	9			1	10	
	冬				1	10			1	10			1	10			1	10			1	10	
中縮尺 1/20000 ~1/12000	春				2	9			1	10			3	8			6	5			4	7	
	夏				2	9			1	10			4	7			6	5			4	7	
	秋				2	9			1	10			3	8			5	6			4	7	
	冬				2	9			1	10			2	9			3	8			3	8	
大縮尺 1/10000 ~1/6000	春				7	4			5	6			1	6	4		1	7	3		1	8	2
	夏				7	4			6	5			1	6	4		1	6	4		1	7	3
	秋				6	5			5	6			1	7	3		1	8	2		1	8	2
	冬				5	6			3	8			5	6			5	6			6	5	
超大縮尺 1/4000以上	春				2	5	4		1	6	4		3	4	4		3	5	3		2	6	3
	夏				2	5	4		1	6	4		3	4	4		3	4	4		2	5	4
	秋				2	5	4		1	6	4		3	5	3		3	6	2		2	6	3
	冬				2	3	6		1	4	6		2	3	6		2	3	6		1	4	6

表 3-4-8

植生区分の基準
8. 植生自然度 (宮脇 5 段階)

		写真の 種類	バン ク ロ				赤 外 白 黒				カ ラ ー				赤 外 カ ラ ー				マ ル チ ベ ン ド			
			◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
縮 尺 季節		春		1	1	9		1	1	9		2	1	8		2	2	7		2	1	8
小 縮 尺 1/30000 以下	夏		2		9		2		9		2	1	8		2	2	7		2	1	8	
	秋		1	2	8		1	2	8		2	2	7		2	3	6		2	2	7	
	冬		1	2	8		1	2	8		2	2	7		2	3	6		2	2	7	
	春		2	4	5		2	4	5		2	7	2	1	1	6	3		2	7	2	
中 縮 尺 1/20000 ~ 1/12000	夏		1	2	2	6		2	3	6	1	2	5	3	2	1	4	4	1	2	5	3
	秋		1	2	3	5		2	5	4	1	2	7	1	2	1	6	2	1	2	7	1
	冬		1	4	6		1	4	6		2	7	2	1	1	6	3		2	7	2	
	春		1	5	4	1	1	5	4	1	2	6	2	1	2	6	2	1	2	6	2	1
大 縮 尺 1/10000 ~ 1/6000	夏		3	4	2	2	3	4	3	1	3	5	2	1	3	5	2	1	3	5	1	2
	秋		2	5	2	2	2	5	3	1	3	5	3		3	6	2		3	5	2	1
	冬		1	5	3	2	1	5	3	2	2	5	2	2	2	5	2	2	2	5	2	2
	春		3	4	3	1	3	4	3	1	4	4	3		4	4	3		4	4	2	1
超 大 縮 尺 1/4000 以上	夏		4	3	3	1	4	3	3	1	5	3	2	1	5	3	2	1	5	3	1	2
	秋		4	3	3	1	4	3	3	1	5	4	2		5	4	2		5	4	2	
	冬		3	3	3	2	3	3	3	2	4	3	3	1	4	3	3	1	4	3	2	2
	春		3	4	3	1	3	4	3	1	4	4	3		4	4	3		4	4	2	1

表 3-4-9

植生区分の基準
9. 植生自然度 (環境庁 10 段階)

縮 尺 季節		写真の 種類	バン ク ロ				赤 外 白 黒				カ ラ ー				赤 外 カ ラ ー				マ ル チ ベ ル ド			
			◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
小 縮 尺 1/30000 以下	春			2	9		1	1	9		2		9		2	2	7		2	1	8	
	夏			2	9		1	1	9		2		9		2	2	7		2	1	8	
	秋			3	8		1	2	8		2	1	8		2	3	6		2	2	7	
	冬			3	8		1	2	8		2	1	8		2	3	6		2	2	7	
中 縮 尺 1/20000 ~ 1/12000	春		2		9		2		9		2	3	6	1	1	3	6		3	2	6	
	夏		2	1	8		2	1	8		2	4	5	1	1	4	5		2	4	5	
	秋		2	2	7		2	2	7		2	6	3	1	1	6	3		2	6	3	
	冬		1	2	8		1	2	8		2	3	6	1	1	3	6		2	4	5	
大 縮 尺 1/10000 ~ 1/6000	春		3	5	3		3	6	2	1	4	4	2	1	4	4	2	1	3	5	2	
	夏	1	2	3	5	1	2	3	5	1	4	4	2	1	4	4	2	1	3	5	2	
	秋		3	4	4		2	6	3	1	4	5	1	1	4	5	1	1	3	6	1	
	冬		2	5	4		2	5	4	1	4	2	4	1	4	2	4	1	3	5	2	
超 大 縮 尺 1/4000 以上	春	1	4	4	2	2	4	3	2	2	4	3	2	3	3	3	2	2	4	3	2	
	夏	2	3	3	3	2	4	2	3	2	4	4	1	3	3	4	1	2	4	3	2	
	秋	2	3	4	2	3	3	2	3	3	2	3	3	5		3	3	5	2	4	1	
	冬	2	3	3	3	1	5	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	4	2	3	

		P	IR	C	IC	MB															
1. 植生の有無	S	○	○	○	○	○															
	M	◎	◎	◎	◎	◎															
	L	◎	◎	◎	◎	◎															
	UL	◎	◎	◎	◎	◎															
2. 草地，林地 の区別	S	○	○	○	○	○															
	M	◎	◎	◎	◎	◎															
	L	◎	◎	◎	◎	◎															
	UL	◎	◎	◎	◎	◎															
3. 人為的影響 度合	S	○	○	○	○	○															
	M	◎	◎	◎	◎	◎															
	L	◎	◎	◎	◎	◎															
	UL	◎	◎	◎	◎	◎															
		春					夏					秋					冬				
		P	IR	C	IC	MB	P	IR	C	IC	MB	P	IR	C	IC	MB	P	IR	C	IC	MB
4. 形 状	S	△	○	○	○	○	×	△	△	△	△	△	○	○	○	△	○	○	○	○	○
	M	○	○	○	○	○	△	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	L	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	UL	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
5. 生育状況	S	△	△	△	○	△	×	×	△	△	×	△	△	△	△	△	○	△	○	○	○
	M	△	△	○	○	△	△	△	△	×	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	L	△	○	○	○	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	UL	○	○	○	○	△	△	△	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
6. 種 類	S	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	M	△	×	△	×	△	×	△	△	×	△	×	△	△	×	△	×	×	×	×	×
	L	△	△	○	○	△	△	○	○	○	△	△	○	○	○	△	△	△	△	△	△
	UL	○	○	○	○	△	△	○	○	○	△	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△
7. 群 落	S	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	M	×	×	×	△	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	L	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×	△	△	△	×	×	×	×	×	×
	UL	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×
8. 植生自然度 区分（宮脇5 段階）	S	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	M	△	△	△	△	△	×	×	△	△	△	△	△	△	△	×	×	△	△	△	△
	L	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	UL	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9. 植生自然度 区分（環境庁 10段階）	S	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	M	×	×	×	×	×	×	×	△	△	△	×	×	△	△	△	×	×	×	×	×
	L	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	UL	△	○	○	○	△	○	○	○	○	△	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○

図 3-1 第1次調査における回答結果の中央値

表 3 - 6 第 2 次調査集計表

表 3 - 6 - 1

判読対象区域		写真の種類	バンク				赤外				カラ				赤外カラ				マルチバンド			
高山 亜高山帯			◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
縮 尺	季節		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
小 縮 尺 1/30000 以下	春	1	1	6	2		1	5	4	1	1	7	1	1	2	7			3	5	2	
	夏		2	5	3		1	6	3	1	1	6	2	1	2	6	1		3	5	2	
	秋	1	2	5	2		3	5	2	2	4	3	1	1	5	3	1		5	3	2	
	冬		2	6	2		1	5	4	2		7	1	1	1	7	1		2	5	3	
中 縮 尺 1/20000 ～ 1/12000	春	1	4	5			4	6		4	5	1		5	3	2		2	4	4		
	夏	1	3	6			4	6		4	3	3		5	1	4		3	2	5		
	秋	2	5	3			1	6	3		5	3	2		5	2	3		4	2	4	
	冬	2	2	5	1		1	3	5	1	2	4	3	1	2	3	4	1	2	2	5	1
大 縮 尺 1/10000 ～ 1/6000	春	2	8				3	5	2		7	3			6	4			4	4	2	
	夏	2	8				2	7	1		7	3			7	3			4	4	2	
	秋	3	6	1			4	4	2		9	1			8	2			5	4	1	
	冬	2	4	4			2	2	5	1	4	2	3	1	3	3	3	1	3	2	4	1
超 大 縮 尺 1/4000 以上	春	5	5				4	5	1		9	1			8	2			4	6		
	夏	5	5				4	6			8	2			8	2			4	5	1	
	秋	6	3	1			5	4	1		9	1			8	2			5	4	1	
	冬	4	2	3	1		3	2	4	1	5	1	4		4	2	4		3	3	3	1

表 3 - 6 - 2

判読対象区域		写真の種類	バンク				赤外白黒				カラー				赤外カラー				マルチバンド			
山地帯			◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
縮尺	季節		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
小縮尺 1/30000以下	春		3	4	2	1	2	5	2	1	4	4	1	1	5	4		1	3	5	1	1
	夏		2	3	4	1	2	3	4	1	2	4	3	1	3	5	1	1	2	3	4	1
	秋		3	3	3	1	3	3	3	1	3	4	2	1	5	3	1	1	4	2	3	1
	冬		2	5	2	1	2	5	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	3	4	2	1
中縮尺 1/20000 ~ 1/12000	春		4	4	2		3	5	2		6	4			7	2	1		5	4	1	
	夏		4	4	2		3	5	2		6	3	1		6	3	1		4	5	1	
	秋		5	3	2		4	4	2		7	3			6	3	1		5	3	2	
	冬		5	3	2		3	5	2		5	5			4	5	1		5	3	2	
大縮尺 1/10000 ~ 1/6000	春		5	5			6	3	1		8	2			9	1			5	4	1	
	夏		5	5			5	4	1		8	2			8	1	1		4	5	1	
	秋		6	4			6	3	1		8	2			8	1	1		6	2	2	
	冬		6	4			6	3	1		6	4			6	3	1		6	2	2	
超大縮尺 1/4000以上	春		8	2			8	2			9	1			9	1			8	2		
	夏		7	3			7	3			8	2			8	2			7	3		
	秋		8	2			8	2			8	2			8	2			8	2		
	冬		7	3			7	3			7	3			7	3			7	3		

表 3 - 6 - 3

判読対象区域		写 真 の 種 類	パ ン ク ロ				赤 外 白 黒				カ ラ				赤 外 カ ラ				マ ル チ バ ン ド			
縮 尺			◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
季節																						
小 縮 尺 1/30000 以下	春		5	3	2		4	4	2		5	4	1	1	4	4	1		5	3	2	
	夏		3	5	2		3	5	2		3	5	2		3	5	2		4	3	3	
	秋		1	5	1	3	2	4	1	3	3	4	2	1	4	3	2	1	3	4	1	2
	冬		2	5	1	2	3	3	2	2	4	3	1	2	3	4	1	2	4	3	1	2
中 縮 尺 1/20000 ～ 1/12000	春		5	5			1	4	5		3	3	4		5	2	3		3	2	5	
	夏		5	4	1		4	5	1	2	2	5	1	3	2	4	1	1	4	4	1	
	秋		3	3	3	1	3	3	3	1	6	2	2		6	2	2		5	2	3	
	冬		5	2	2	1	4	4	1	1	6	2	1	1	5	3	1	1	6	2	1	1
大 縮 尺 1/10000 ～ 1/6000	春		3	5	1	1	4	4	2		7	2	1		7	1	2		5	3	2	
	夏		2	5	2	1	2	4	3	1	3	5	2		4	3	3		3	4	3	
	秋		5	5			6	3	1		8	2			7	2	1		6	2	2	
	冬		7	2	1		6	2	2		7	3			6	3	1		7	1	2	
超 大 縮 尺 1/4000 以上	春		6	3	1		5	4	1		8	1	1		8	1	1		7	2	1	
	夏		5	4	1		4	5	1		7	2	1		7	2	1		4	5	1	
	秋		8	2			7	3			9	1			9	1			8	1	1	
	冬		8	1	1		8	1	1		8	2			8	2			8	2		

表 3 - 6 - 4

判読対象区域		写真の 種類	パン ク ロ				赤 外 白 黒				カ ラ				赤 外 カ ラ				マ ル チ バ ン ド			
常緑広葉樹林帯			◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
縮	尺	季節																				
小 縮 尺 1/30000 以下	春				1	8			1	8			1	8			1	8			1	8
	夏				1	8			1	8			1	8			1	8			1	8
	秋				1	8			1	8		1	1	7		1	1	7			2	7
	冬				2	7			2	7		1	1	7		1	1	7			2	7
中 縮 尺 1/20000 ~1/12000	春		1	2	6		1	1	7		1	4	4		1	5	3		1	3	5	
	夏				2	7			2	7			4	5			5	4			4	5
	秋		2	1	6		2	1	6		2	3	4		2	4	3		2	3	4	
	冬	1	1	1	6	1	1	1	6	1	1	2	5	1	1	3	4	1	1	3	4	
大 縮 尺 1/10000 ~1/6000	春		2	2	5		1	3	5		3	3	3	1	3	4	2		2	4	3	
	夏				3	6			3	6		2	5	2		2	5	2		1	4	4
	秋		2	2	5		2	2	5		1	2	5	1	1	2	5	1		3	3	3
	冬	1	1	2	5	1	1	2	5	1	2	4	2	1	2	4	2	1	2	3	3	
超 大 縮 尺 1/4000 以上	春		2	4	3		1	6	2		4	5			5	4			4	3	2	
	夏				7	2			8	1		2	7			3	6			2	5	2
	秋		2	5	2		2	6	1	1	2	6		1	3	5			4	4	1	
	冬	1	1	5	2	1	1	6	1	1	2	5	1	1	3	4	1	1	1	3	4	1

縮 尺		写 真 の 種 類	
S	1/30,000 以下	P	パ ン ク ロ
M	1/20,000 ~1/12,000	1R	赤 外 白 黒
L	1/10,000 ~1/6,000	C	カ ラ ー
UL	1/4,000 以上	1C	赤 外 カ ラ ー
		MB	マ ル チ バ ン ド

図 3-2 Q.A1~3, Q.Bに対する回答の中央値

判読対象区域	縮尺	季 節 種 類	春					夏					秋					冬				
			P	1R	C	1C	MB	P	1R	C	1C	MB	P	1R	C	1C	MB	P	1R	C	1C	MB
高山亜高山帯		S	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	○	△	△	△	△	△
		M	○	△	○	○	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	△
		L	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○
		UL	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
山 地 帯		S	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		M	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		L	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		UL	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
丘 陵 帯		S	○	△	○	○	○	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		M	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		L	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		UL	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
常緑広葉樹林帯		S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		M	x	x	△	△	x	x	x	△	x	x	x	△	△	△	x	x	x	△	△	△
		L	x	x	△	△	x	x	△	△	△	x	x	△	△	△	x	x	△	△	△	△
		UL	△	△	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

図 3-2-1

表 3-6-5-①

判読対象区域	縮 尺
亜高山帯常緑針葉樹 (アオモリトドマツ群集)	1/30,000 以下

樹種	樹種 評価 区分 画像	2. コ メ ツ ガ				3. ア ト オ ド モ マ リ ツ				4. ト ウ ヒ				5. エ ゾ マ ツ				6. ト ド マ ツ				7. カ ラ マ ツ				8. ヒ メ コ マ ツ			
		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
1. シラビン	P			1	9			1	9			1	9								1	2	2	5			1	9	
	1R			1	9			1	9			1	9								1	2	2	5			2	8	
	C			2	8			1	9			1	9								1	3	1	5			2	8	
	1C			4	6			2	8			1	9								1	3	4	2			4	6	
	MB			4	6			2	8			1	9								1	3	4	2			3	7	
2. コメツガ	P							1	9			1	9								1	3	3	3			3	7	
	1R							1	9			1	9								1	3	3	3			3	7	
	C							1	9			1	9								1	4	2	3			4	6	
	1C							2	8			1	9								1	3	4	2			5	5	
	MB							1	9			2	8								1	3	4	2			3	7	
3. アオモリ トドマツ	P								1	9											1	2	1	6			1	9	
	1R								1	9											1	2	1	6			1	9	
	C								1	9											1	3	1	5			2	8	
	1C								1	9											1	3	4	2			5	5	
	MB								1	8											1	3	3	3			4	6	
4. トウヒ	P																				1	2	3	4			1	9	
	1R																				1	2	2	5			1	9	
	C																				1	3	2	4			2	8	
	1C																				1	3	5	1			4	6	
	MB																				1	3	3	3			2	8	
5. エゾマツ	P																1	6		1	2	1	6			1	8		
	1R																1	1	6		1	2	1	6			1	8	
	C																1	1	7	1	3	6			1	8			
	1C																	2	7		1	3	3	3			3	6	
	MB																	2	5		1	3	1	5			2	7	
6. トドマツ	P																				1	2	3	4			1	8	
	1R																				1	2	2	5			1	8	
	C																				1	3	2	4			3	6	
	1C																				1	3	4	2			4	5	
	MB																				1	3	3	3			3	6	
7. カラマツ	P																									1	2	2	5
	1R																									1	3	6	
	C																									1	2	1	6
	1C																									1	2	4	3
	MB																									2	3	5	

表 3-6-5-②

刊読対象区域	縮 尺
亜高山帯 常緑針葉樹 (アオモリトドマン群集)	1/20,000 ~ 1/12,000

樹種	樹種 評価 区分 画像	2 コ メ ツ ガ				3 ア ト オ ド モ マ リ ツ				4 ト ウ ヒ				5 エ ゾ マ ツ				6 ト ド マ ツ				7 カ ラ マ ツ				8 ヒ メ ム シ ツ						
		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×			
1. シラビン	P			2	8			2	8			2	8									1	5	2	2			5	5			
	IR			3	7			2	8			2	8									1	4	2	3			5	5			
	C		1	3	6			2	8			2	8									1	4	3	2			6	4			
	IC		2	5	3			4	6			4	6									1	8	1			2	6	2			
	MB		1	6	3			4	6			3	7									1	6	1	2		2	6	2			
2. コメツガ	P							3	7			2	8									1	5	2	2			4	6			
	IR							2	8			1	9									1	4	4	1			5	5			
	C							3	7			3	7									1	4	4	1		1	5	4			
	IC						1	4	5			7	3									1	7	2			3	5	2			
	MB							5	5			5	5									1	6	3			1	7	2			
3. アオモリ トドマツ	P											2	8									1	3	5	1			6	4			
	IR											2	8									1	4	4	1			6	4			
	C											2	8									1	4	4	1		1	5	4			
	IC											4	6									1	7	2			4	4	2			
	MB											3	6									1	6	3			3	5	2			
4. トウヒ	P																					1	5	1	3			4	6			
	IR																					1	5	1	3			6	4			
	C																					1	5	2	2			7	3			
	IC																					1	8	1			3	4	3			
	MB																					1	6	3			1	6	3			
5. エゾマツ	P																					3	4	1	3	4	2		4	5		
	IR																					1	4	3	1	4	3	2		5	4	
	C																					1	3	5	1	3	5	1		7	2	
	IC																						5	4	1	4	5			1	6	2
	MB																					1	4	2	1	5	4			2	5	2
6. トドマツ	P																					1	4	3	2			4	5			
	IR																					1	3	4	2			4	5			
	C																					1	6	2	1			6	3			
	IC																					1	6	3			3	5	1			
	MB																					1	6	2	1			2	4	3		
7. カラマツ	P																											1	3	3	3	
	IR																											1	1	4	4	
	C																											3	3	4		
	IC																											7	3			
	MB																											1	4	4	1	

表 3-6-5-③

判読対象区域	縮 尺
亜高山帯 常緑針葉樹 (アオモリトドマツ群集)	1/10,000 ~ 1/6,000

樹種	樹種 評価 画像	樹種 評価 画像	2. コメツガ				3. アオモリマツ				4. トウヒ				5. エゾマツ				6. トドマツ				7. カラマツ				8. ヒメコマツ							
			◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×				
1. シラビン	P				4	6			3	7			4	6									4	2	4			2	5	3				
	IR				5	5			2	8			3	7									2	5	2	1		2	5	3				
	C				1	6	3			3	7			4	6								5	4		1		4	6					
	IC	1	3	4	2				7	3		2	3	5									6	3	1			4	6					
	MB				5	2	3			1	5	4		1	4	5							5	5			1	4	3	2				
2. コメツガ	P									4	6			5	5								4	3	3			3	4	3				
	IR									5	5			5	5								2	6	2			2	5	3				
	C									1	5	4		1	5	4							3	6	1			3	6	1				
	IC								1	1	5	3		2	6	2							5	4	1			5	5					
	MB								2	5	3		1	6	3								5	5			1	4	3	2				
3. アオモリ トドマツ	P													2	8								3	3	4			1	7	2				
	IR													2	8								2	4	4			1	7	2				
	C													3	7								4	4	2			3	7					
	IC													1	5	4							7	2	1			6	4					
	MB													5	4								6	4			1	5	2	2				
4. トウヒ	P																						3	3	4			2	6	2				
	IR																						2	4	4			2	6	2				
	C																						3	4	3			2	8					
	IC																						4	5	1			5	5					
	MB																						4	6			1	4	3	2				
5. エゾマツ	P																						1	5	1	3	5	2		2	5	2		
	IR																						2	4	2			2	6	2		2	5	2
	C																						3	3	3	4	4	2			3	6		
	IC																						4	2	3	6	2	2			5	4		
	MB																						2	3	2	4	5	1		1	4	2	2	
6. トドマツ	P																						4	4	2			1	6	2				
	IR																						2	5	2	1		2	5	2				
	C																						5	4	1			3	6					
	IC																						8		2			4	5					
	MB																						7	2	1			1	3	2	3			
7. カラマツ	P																												3	4	3			
	IR																												1	5	4			
	C																												3	3	4			
	IC																												3	5	2			
	MB																												2	5	2	1		

表 3-6-5-(4)

判読対象区域	縮 尺
亜高山帯 常緑針葉樹 (オモリトドマン群集)	1/4000 以上

樹種	樹種 評価区分 画像	2. コメツガ				3. アオモリ トドマツ				4. トウヒ				5. エゾマツ				6. トドマツ				7. カラマツ				8. ヒメコマツ			
		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
1. シラヒツ	P		1	5	4		1	2	7		7	3																	
	1R		1	5	4		1	2	7		6	4																	
	C		4	5	1		1	3	6		6	4																	
	1C	1	4	4	1		1	6	3		3	4	3																
	MB	1	4	3	2		2	5	3		3	5	2																
2. コメソガ	P							2	5	3		1	4	5															
	1R							1	6	3		1	4	5															
	C							2	7	1		3	5	2															
	1C					1	1	6	2		2	7	1																
	MB					1	1	6	2		4	3	3																
3. アオモリ トドマツ	P										6	4																	
	1R										6	4																	
	C										1	6	3																
	1C										1	8	1																
	MB										1	7	1																
4. トウヒ	P																												
	1R																												
	C																												
	1C																												
	MB																												
5. エゾマツ	P																2	5				5	4	1			2	5	2
	1R																1	1	5	1		5	3	2			3	4	2
	C																1	2	3	3		6	3	1			5	4	
	1C																2	2	3	2		8	1	1			1	6	2
	MB																3	3	1			7	2	1			1	4	3
6. トドマツ	P																												
	1R																												
	C																												
	1C																												
	MB																												
7. カラマツ	P																												
	1R																												
	C																												
	1C																												
	MB																												

図 3-2-2 Q.C 1 に対する回答の中央値

判 読 対 象 区 域

高山市・宮崎県 (アオモリトドマツ群集)

写真の 樹種	縮 尺	小縮尺 1/30000以下				中縮尺 1/20000~1/12000								大縮尺 1/10000~1/6000				超大縮尺 1/4000以上									
		2コメツガ	3アトウヒ	4エゾマツ	5カラマツ	6ヒメコマツ	7コメツガ	8アトウヒ	9エゾマツ	10カラマツ	11ヒメコマツ	12コメツガ	13アトウヒ	14エゾマツ	15カラマツ	16ヒメコマツ	17コメツガ	18アトウヒ	19エゾマツ	20カラマツ	21ヒメコマツ	22コメツガ	23アトウヒ	24エゾマツ	25カラマツ	26ヒメコマツ	
1 シラビ	P	×	×	×			△	×	×	×		○	△	×	×	×		○	△	△	×	△				○	△
	IR	×	×	×		○	△	×	×	×		○	△	×	×	×		○	△	△	×	△				○	△
	C	×	×	×			△	×	×	×		○	△	△	×	×		○	△	△	×	△				○	△
	IC	×	×	×			△	×	×	×		○	△	△	△	△		○	△	△	△	△				○	△
2 コメツガ	P	×	×	×			△	×	×			○	△		×	△		×	△	△	△					○	△
	IR		×	×			△	×		×	×	○	△		△	△		△	△	△	△	△				○	△
	C		×	×		○	×		×	×		○	△		△	△		△	△	△	△	△				○	△
	IC		×	×			△	△		△	△	○	△		△	△		△	△	△	△	△				○	△
3 アオモリ トドマツ	P		×			×	×		×			△	△		×			○	△		△					○	△
	IR		×			×	×		×			○	△		×			○	△		△					○	△
	C		×			△	×		×			○	△		×			○	△		△					○	△
	IC		×			△	×		×			○	△		×			○	△		△					○	△
4 トウヒ	P						△	×				○	×					○	△							○	△
	IR						△	×				○	△					○	△							○	△
	C						△	×				○	△					○	△							○	△
	IC						△	×				○	△					○	△							○	△
5 エゾマツ	P					×	×	×				×	△	×		△	○	△			△	△	△			○	△
	IR					×	×	×				×	△	△		△	○	△			△	△	△			○	△
	C					×	×	×				×	△	△		△	○	△			△	△	△			○	△
	IC					×	×	×				×	△	△		△	○	△			△	△	△			○	△
6 トドマツ	P						△	×				○	×					○	△							○	△
	IR						△	×				△	×					○	△							○	△
	C						△	×				○	△					○	△							○	△
	IC						△	×				○	△					○	△							○	△
7 カラマツ	P							△					△													○	△
	IR												△													○	△
	C												△													○	△
	IC							△					○													○	△

表 3-6-6-①

判読対象区域	縮 尺
山地帯・落葉広葉樹 (ブナ群田・ミズナラ群集)	1/30,000以下

樹種	樹種 評価区分 像	2 ミズナラ				3 クスギ・コナラ				4 ケヤキ				5 サワグルミ				6 ヤナギ				7 ハンノキ			
		○	△	×	●	○	△	×	●	○	△	×	●	○	△	×	●	○	△	×	●	○	△	×	
1 ブナ	P			2 8			2 7			1 9			1 9			1 9			1 9			1 9			
	IR			1 9			1 8			1 9			1 9			1 9			1 9			1 9			
	C			1 9			1 8			1 9			1 9			1 9			1 9			1 9			
	IC			1 9			1 8			2 8			2 8			2 8			2 8			2 8			
	MB			1 9			1 8			1 9			2 8			2 8			2 8			2 8			
2 ミズナラ	P						1 8			1 9			2 8			2 8			2 8			2 8			
	IR						1 8			1 9			1 9			1 9			1 9			1 9			
	C						1 8			1 9			2 8			2 8			2 8			2 8			
	IC						1 8			1 9			2 8			2 8			2 8			2 8			
	MB						1 8			1 9			3 7			3 7			3 7			3 7			
3 クスギ・コナラ	P									1 9			1 9			1 9			1 9			1 9			
	IR									1 9			1 9			1 9			1 9			1 9			
	C									1 9			1 9			1 9			1 9			1 9			
	IC									1 9			2 8			2 8			2 8			2 8			
	MB									1 9			2 8			2 8			2 8			2 8			
4 ケヤキ	P												1 9			2 8			2 8						
	IR												1 9			1 9			1 9						
	C												1 9			2 8			2 8						
	IC												2 8			3 7			2 7						
	MB												2 8			3 7			3 7						
5 サワグルミ	P															1 9			1 9						
	IR															1 9			1 9						
	C															1 9			1 9						
	IC															1 9			1 9						
	MB															1 9			1 9						
6 ヤナギ	P																		1 9						
	IR																		1 9						
	C																		1 9						
	IC																		1 9						
	MB																		1 9						

表 3-6-6-②

判 読 対 象 区 域	縮 尺
山地帯・落葉広葉樹 (ブナ群田・ミズナラ群集)	1/20000 ~ 1/12000

樹種	樹種像	評価区分	2 ミズナラ				3 クスギ・コナラ				4 ケヤキ				5 サワグルミ				6 ヤナギ				7 ハンノキ				
			◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	
1 ブナ	P				4	6				4	5			4	6	1	3	6		1	5	4		1	4	5	
	IR				4	6				4	5		1	3	6	1	4	5			5	5			5	5	
	C				3	7				4	5			5	5	2	6	3		1	7	2		1	6	3	
	IC				5	5				6	3			6	4	2	5	3		1	7	2		2	5	3	
	MB				5	5				5	4			6	4	1	6	3		1	7	2		1	6	3	
2 ミズナラ	P								3	6			3	7	1	3	6		1	4	5		1	4	5		
	IR								3	6			4	6		4	6			4	6			5	5		
	C								3	6			5	5		1	4	5		1	5	4		1	6	3	
	IC								5	4		1	4	5		2	3	5		1	5	4		1	7	2	
	MB								4	5			1	4	5		2	3	5		2	4	4		2	6	2
3 クスギ・コナラ	P												4	6		1	6			4	6			4	6		
	IR												3	7		4	6			4	6			3	7		
	C												7	3		6	4			6	4			6	4		
	IC												6	4		1	5	4		1	5	4		1	7	5	
	MB												5	5		1	4	5		1	5	4		1	5	4	
4 ケヤキ	P															4	6		1	3	6		1	4	5		
	IR																3	7			4	6			5	5	
	C																5	5		1	4	5		1	5	4	
	IC																1	4	5		1	6	3		1	5	4
	MB																1	4	5		2	5	3		1	6	3
5 サワグルミ	P																				5	5			4	6	
	IR																				4	6			4	6	
	C																				5	5			6	4	
	IC																				5	4			6	4	
	MB																				6	4			7	3	
6 ヤナギ	P																								5	5	
	IR																								4	6	
	C																								4	6	
	IC																								5	5	
	MB																								7	3	

表 3-6-6-③

判 読 対 象 区 域	縮 尺
山地帯・落葉広葉樹 (ブナ群田・ミズナラ群集)	1/10000 ~ 1/6000

樹 種	樹 種 評 価 区 分 面 像	2 ミズ ナラ	3 ク ス ギ コ ナ ラ	4 ケ ヤ キ	5 サ ワ グ ル ミ	6 ヤ ナ ギ	7 ハ ン ノ キ
		○△×	○△×	○△×	○△×	○△×	○△×
1 ブ	P	1 6 3	2 5 2	2 3 5	3 4 3	5 2 3	3 4 3
	IR	1 4 5	2 5 2	3 1 6	3 3 4	3 4 3	2 5 3
	C	1 6 3	3 5 1	3 3 4	2 8	4 6	3 7
	IC	2 6 2	4 4 1	3 5 2	3 7	5 5	6 4
	MB	2 5 3	4 4 1	4 4 2	4 4 2	6 3 1	5 4 1
2 ミズナラ	P		5 4	1 6 3	3 4 3	4 3 3	5 2 3
	IR		4 5	2 4 4	3 2 5	2 5 3	3 4 3
	C		5 4	2 5 3	3 5 2	4 5 1	4 5 1
	IC		1 6 2	2 6 2	3 5 2	4 5 1	4 5 1
	MB		7 2	2 6 2	4 4 2	5 4 1	5 4 1
3 クスギ コナラ	P			2 5 3	3 4 3	3 4 3	4 3 3
	IR			1 4 5	4 2 4	4 3 3	2 4 4
	C			4 5 1	4 5 1	4 6	5 5
	IC			4 4 2	5 4 1	5 5	5 5
	MB			3 4 3	4 3 3	4 5 1	4 5 1
4 ケヤキ	P				2 4 4	4 3 3	3 4 3
	IR				2 2 6	4 3 3	3 3 4
	C				3 4 3	5 5	3 7
	IC				4 4 2	3 7	4 6
	MB				5 2 3	6 3 1	6 3 1
5 サワグルミ	P					1 6 3	1 5 4
	IR					2 4 4	2 3 5
	C					2 7 1	1 7 2
	IC					3 6 1	3 5 2
	MB					3 5 2	3 4 3
6 ヤナギ	P						1 5 4
	IR						2 4 4
	C						1 8 1
	IC						3 6 1
	MB						3 5 2

表 3-6-6-④

判 読 対 象 区 域	縮 尺
山地帯・密葉広葉樹 〔ブナ群田・ミズナラ群集〕	1/4,000以上

樹種	樹種 評価 画像	2 ミズナラ				3 クスギ コナラ				4 ケヤキ				5 サワグルミ				6 ヤナギ				7 ハンノキ			
		○	△	×	●	○	△	×	●	○	△	×	●	○	△	×	●	○	△	×	●	○	△	×	
1 ブナ	P		2	6	2		4	4	1	1	2	4	3		4	5	1		6	4		1	5	4	
	IR		2	5	3		4	3	2		3	3	4		3	5	2		4	6			4	6	
	C		1	8	1		5	4			3	7			5	5			7	3		1	6	3	
	IC		2	7	1		5	4			4	6			6	4			8	2			8	2	
	MB		4	4	2		4	4	1		5	3	2		4	5	1		7	3			7	3	
2 ミズナラ	P						4	1	4		3	5	2		3	5	2		6	4			5	5	
	IR						3	1	5		3	4	3		3	4	3		4	6			4	6	
	C						4	2	3		3	7			3	6	1		6	4			6	4	
	IC						4	3	2		2	8			4	6			7	3			7	3	
	MB						4	3	2		4	5	1		4	5	1		6	4			6	4	
3 クスギ コナラ	P										2	7	1		4	6			5	5			4	6	
	IR										2	6	2		4	5	1		4	6			4	6	
	C										4	6			6	4			6	4			6	4	
	IC										6	4			6	4			7	3			7	3	
	MB										5	4	1		6	3	1		6	4			6	4	
4 ケヤキ	P														4	4	2		5	5			3	7	
	IR														4	3	3		4	6			3	7	
	C														4	6			7	3			7	3	
	IC														5	5			8	2			8	2	
	MB														6	3	1		6	4			6	4	
5 サワグルミ	P																		4	5	1		3	6	1
	IR																		3	5	2		3	5	2
	C																		5	4	1		4	6	
	IC																		5	4	1		5	5	
	MB																		5	4	1		6	3	1
6 ヤナギ	P																						3	5	2
	IR																						3	4	3
	C																						3	6	1
	IC																						5	4	1
	MB																						5	3	2

図 3-2-3 Q.C2 に対する回答の中央値

恒 説 対 象 区 域		山地帯・落葉広葉樹（ブナ群・ミズナラ群集）																																				
縮 尺		小縮尺 1/30000 以下					中縮尺 1/20000 ~ 1/2000					大縮尺 1/10000 ~ 1/6000					超大縮尺 1/4,000 以上																					
写 真 の 樹 種	樹 種 解 説	2 ミズナラ	3 クスギ	4 ケヤ コナラ	5 サワグルミ	6 ヤナ ギ	7 ハンノ キ	2 ミズナラ	3 クスギ	4 ケヤ ギ	5 サワグルミ	6 ヤナ ギ	7 ハンノ キ	2 ミズナラ	3 クスギ	4 ケヤ コナラ	5 サワグルミ	6 ヤナ ギ	7 ハンノ キ	2 ミズナラ	3 クスギ	4 ケヤ ギ	5 サワグルミ	6 ヤナ ギ	7 ハンノ キ	2 ミズナラ	3 クスギ	4 ケヤ コナラ	5 サワグルミ	6 ヤナ ギ	7 ハンノ キ							
		コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ	コナラ						
1ブナ	P	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△							
	IR	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△								
	C	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△								
	IC	×	×	×	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△								
	MB	×	×	×	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△								
2ミズナラ	P		×	×	×	×	×		×	×	×	×	△		△	△	△	△	△			△	△	△	△			△	△	△	△							
	IR		×	×	×	×	×		×	×	×	×	△		×	△	△	△	△			×	△	△	△			×	△	△	△							
	C		×	×	×	×	×		×	×	×	×	△			△	△	△	△				△	△	△				△	△	△							
	IC		×	×	×	×	×		△	△	△	△	△			△	△	△	△				△	△	△				△	△	△							
	MB		×	×	×	×	×	×	△	△	△	△	△		△	△	△	△	△				△	△	△				△	△	△							
3クスギコナラ	P			×	×	×	×			×	×	×	×				△	△	△					△	△					△	△	△						
	IR			×	×	×	×			×	×	×	×				△	△	△					△	△					△	△	△						
	C			×	×	×	×			△	△	△	△				△	△	△					△	△					△	△	△						
	IC			×	×	×	×			△	△	△	△				△	△	△					△	△					△	△	△						
	MB			×	×	×	×			△	△	△	△				△	△	△					△	△					△	△	△						
4ケヤギ	P				×	×	×				×	×	×					△	△						△	△					△	△	△					
	IR				×	×	×				×	×	×					×	△						△	△					△	△	△					
	C				×	×	×				△	△	△					△	△					△	△					△	△	△						
	IC				×	×	×				△	△	△					△	△					△	△					△	△	△						
	MB				×	×	×				△	△	△					△	△					△	△					△	△	△						
5サワグルミ	P					×	×					△	×						△						△							△	△	△				
	IR					×	×					×	×						△						△							△	△	△				
	C					×	×					△	△						△						△							△	△	△				
	IC					×	×					△	△						△						△							△	△	△				
	MB					×	×					△	△						△						△							△	△	△				
6ヤナギ	P						×						△						△							△							△	△	△			
	IR						×						×						△							△							△	△	△			
	C						×						×						△							△							△	△	△			
	IC						×						×						△							△							△	△	△			
	MB						×						×						△							△							△	△	△			

表 3-6-7-①

判読対象区域	縮 尺
山地帯 常緑針葉樹 (ツガ群団)	1/30000以下

樹種	樹種 評価 画像	樹種 区分	2 コ メ ツ ガ				2 ヒ ノ キ ア ス ナ ロ				3 ウ ラ ジ ロ モ ミ				5 ヒ メ コ マ ツ				6 モ ミ				7 ス ギ				8 ア カ マ ン			
			○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	
			樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種
1 ツガ	P				10			3 7			10			1 9			10			4 6			2 8							
	IR				10			3 7			10			1 9			10			4 6			2 8							
	C				10			2 8			10			1 9			10			1 3 6			1 3 6							
	IC				10			5 5			1 9			1 9			10			1 6 3			1 6 3							
	MB				10			3 7			10			1 9			10			5 5			5 5							
2 コメツガ	P							3 7			10			1 9			10			4 6			2 8							
	IR							3 7			10			1 9			10			4 6			2 8							
	C							2 8			10			1 9			10			1 3 6			1 3 6							
	IC							5 5			10			1 9			1 9			1 6 3			1 6 3							
	MB							4 6			10			1 9			10			6 4			6 4							
3 ヒノキ アスナロ	P									2 8			1 9			1 9			3 7			2 8								
	IR									2 8			1 9			1 9			2 8			2 8								
	C									2 8			1 9			1 9			4 6			4 6								
	IC									3 7			3 7			3 7			4 6			5 5								
	MB									3 7			3 7			3 7			3 7			4 6								
4 ウラジロモミ	P												1 9			10			4 6			2 8								
	IR												1 9			10			5 5			3 7								
	C												1 9			10			1 4 5			4 6								
	IC												1 9			10			1 5 5			4 6								
	MB												1 9			10			5 5			3 7								
5 ヒメコマツ	P															1 9			5 5			1 9								
	IR															1 9			4 6			1 9								
	C															2 8			1 4 5			2 8								
	IC															3 7			1 5 4			2 8								
	MB															2 8			5 5			2 8								
6 モミ	P																		4 6			3 7								
	IR																		4 6			3 7								
	C																		1 3 6			5 5								
	IC																		1 5 4			5 5								
	MB																		5 5			4 6								
7 スギ	P																					1 4 5								
	IR																					1 4 5								
	C																					2 4 4								
	IC																					3 3 4								
	MB																					2 4 4								

表 3-6-7-②

判 説 対 象 区 域	結 尺
山地帯、常緑針葉樹 (ツガ群団)	1/20000 ~ 1/12000

樹種	樹種 評価区分 樹種	2 コ メ ツ ガ				3 ヒ ノ キ ア ス ナ ロ				4 ウ ラ ジ ロ モ ミ				5 ヒ メ コ マ ツ				6 モ ミ				7 ス ギ				8 ア カ マ ツ				
		◎	△	×	◎	△	×	◎	△	×	◎	△	×	◎	△	×	◎	△	×	◎	△	×	◎	△	×	◎	△	×		
1 ツガ	P		2	8			2	3	5			2	8		1	2	7			2	8		2	7	1		2	6	2	
	IR		2	8			2	4	4			3	7		1	2	7			1	9		2	8		2	7	1		
	C		1	9			2	7	1			3	7		1	2	7			1	9		1	2	7		1	3	5	
	IC		1	9			5	3	2			3	7		1	2	7			2	8		1	6	3		1	4	5	
	MB		1	9			3	5	2			3	7		1	2	7			2	8		5	5			3	7		
2 コメツガ	P						2	3	5			3	7		1	3	6			3	7		1	8	1		1	7	2	
	IR						2	4	4			3	7		1	3	6			3	7		1	9			1	8	1	
	C						2	5	3			3	7		1	3	6			3	7		1	3	6		1	4	4	
	IC						4	3	3			3	7		1	3	6			3	7		1	7	2		1	6	3	
	MB						3	3	4			3	7		1	3	6			3	7		7	3			6	4		
3 ヒノキ アスナロ	P											1	3	6		1	4	5		1	4	5	2	5	3		2	6	2	
	IR											1	4	5		1	5	4		1	5	4	1	6	3		1	7	2	
	C											1	5	4		1	6	3		1	6	3	2	6	2		2	7	1	
	IC											2	5	3		3	4	3		3	4	3	3	4	3		3	6	1	
	MB											2	4	4		3	3	4		3	3	4	2	4	4		2	6	2	
4 ウラジロモミ	P															1	2	7			1	9		2	7	1		1	7	2
	IR															1	3	6			1	9		1	9			1	6	2
	C															1	6	3			2	8		2	8			2	8	
	IC															1	7	2			4	6		5	5			3	7	
	MB															2	3	5			3	7		4	6			2	7	1
5 ヒメコマツ	P																				1	3	6	2	6	2			5	5
	IR																				1	3	6	2	7	1			6	4
	C																				1	6	3	3	7			7	3	
	IC																				1	7	2	4	6			1	6	3
	MB																				1	6	3	4	6			1	6	3
6 モミ	P																													
	IR																													
	C																													
	IC																													
	MB																													
7 スギ	P																													
	IR																													
	C																													
	IC																													
	MB																													

表 3-6-7-③

判読対象区域	縮 尺
山地帯 .. 常緑針葉樹 (ツガ群団)	1/10,000 ~ 1/60,000

樹種	樹種 評価 画像	樹種 評価 画像	2 コ メ ツ ガ				3 ヒ ノ キ ア ス ナ ロ				4 ウ ラ ジ ロ モ ミ				5 ヒ メ コ マ ツ				6 モ ミ				7 ス ギ				8 ア カ マ ツ			
			○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×	
			樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種	樹種
1 ツガ	P			4	6		4	5	1		1	4	5		1	5	4			5	5		9	1			8	2		
	IR			4	6		3	6	1		1	4	5		1	5	4			4	6		8	2			8	2		
	C			3	7		5	5			2	3	5		1	6	3			4	6	2	7	1		2	8			
	IC			3	7	1	4	4	1		1	4	5	1	1	6	2			1	3	6	4	6			4	6		
	MB			3	7	1	3	6			1	4	5	1	1	4	4			1	3	6	2	7	1		2	7	1	
2 コメツガ	P						5	5			1	4	5		1	5	4			1	3	6		8	2			9	1	
	IR							5	5			1	4	5		2	4	4		1	3	6		9	1			9	1	
	C							6	4			1	4	5		1	6	3		1	5	4	1	8	1		2	8		
	IC							1	5	4			1	5	4	1	6	3		1	5	4	2	8			4	6		
	MB							1	3	6			1	4	5	1	6	3		1	5	4	1	9			2	7	1	
3 ヒノキ アスナロ	P											3	6	1		3	6	1		3	6	1		6	3	1	1	7	2	
	IR											3	6	1		4	4	2		3	6	1		6	3	1	1	6	3	
	C											5	5			7	2	1		6	4		7	3		1	8	1		
	IC											6	4		1	6	3		1	5	4		1	6	3		2	6	2	
	MB											4	6		1	4	4	1		1	3	6		1	4	5		1	5	4
4 ウラジロモミ	P														1	7	2			1	3	6		9	1			8	2	
	IR														1	7	2			3	7		9	1				8	2	
	C														4	6				1	4	5	1	8	1			8	2	
	IC														1	3	6				5	5	3	4	3		2	5	3	
	MB														1	2	7				5	5	1	6	3		1	6	3	
5 ヒメコマツ	P																			2	6	2		7	2	1		2	5	3
	IR																			3	5	2		7	2	1		4	4	2
	C																			4	6		1	9				5	4	1
	IC																			1	1	8		2	8			6	3	1
	MB																			1	1	5		1	8	1		6	2	2
6 モミ	P																						5	5				7	3	
	IR																						4	6				6	4	
	C																						1	7	2		1	8	1	
	IC																						2	6	2		2	7	1	
	MB																						1	6	3		1	7	2	
7 スギ	P																											4	4	2
	IR																											2	6	2
	C																											3	6	1
	IC																											4	5	1
	MB																											3	6	1

表 3-6-7-④

判 読 対 象 区 域	縮 尺
山地帯・常緑針葉樹 (ツガ群団)	1/4,000 以上

樹種	樹種 評価区分 像分	樹種 像分	2 コ メ ツ ガ				3 ヒ ノ キ ア ス ナ ロ				4 ウ ラ ジ ロ モ ミ				5 ヒ メ コ マ ツ				6 モ ミ				7 ス ギ				8 ア カ マ ツ				
			◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	
1 ツガ	P		2	2	6	2	3	5			2	4	4	1	1	6	2		1	5	4	3	7			5	4	1			
	IR		2	2	6	2	4	4			3	2	5	1	1	6	2		2	3	5	2	8			4	6				
	C		2	3	5	3	5	2			2	5	3	1	3	4	2		2	4	4	4	6			4	6				
	IC		1	5	4	3	4	3			1	5	4	1	3	5	1		1	5	4	5	5			5	5				
	MB		1	4	5						1	6	3	1	2	4	3		1	5	4	4	5	1		4	6				
2 コメツガ	P					2	3	5			2	4	4	1	2	5	2		1	6	3	2	7	1		3	6	1			
	IR					2	4	4			2	3	5	1	1	6	2		1	6	3	2	8			3	7				
	C					3	6	1			2	6	2	1	3	4	2		1	7	2	4	6			4	6				
	IC					4	4	2			1	7	2	1	2	6	1		1	8	1	5	5			5	5				
	MB					2	6	2			1	7	2	1	2	4	3		1	7	2	4	5			4	6				
3 ヒノキ アスナロ	P										1	4	4	1	1	5	3	1	1	4	5	3	6	2		3	6	1			
	IR										1	5	3	1	1	6	1	2	1	5	4	3	5	1	1	3	6	1			
	C										3	3	4		3	4	3		3	3	4	4	4	2		4	5	1			
	IC										3	3	4		3	4	3		3	3	4	4	4	2		4	5	1			
	MB										1	5	4		1	6	3		1	5	4	2	6	2		2	7	1			
4 ウラジロモミ	P														1	3	4	2		2	3	5	3	6	1		3	6	1		
	IR														1	2	5	2		7	3	5	3	7			3	7			
	C														2	4	4			3	5	2	4	5	1		4	5	1		
	IC														2	4	4			3	4	3	4	3	3		4	5	1		
	MB														1	4	5			1	5	4	3	5	2		2	7	1		
5 ヒメコマツ	P																		1	3	6		2	6	1		5	3	2		
	IR																		1	3	6		2	7	1		6	3	1		
	C																		2	4	4		4	6			7	2	1		
	IC																		2	4	4		4	6			7	2	1		
	MB																		1	5	4		3	7			7	2	1		
6 モミ	P																					2	6	2		2	6	2			
	IR																					2	6	1		3	5	2			
	C																					5	3	2		4	5	1			
	IC																					5	3	2		5	4	1			
	MB																					3	5	2		4	5	1			
7 スギ	P																										6	3	1		
	IR																										4	5	1		
	C																										6	4			
	IC																										7	2	1		
	MB																										6	3	1		

図3-2-4 Q.C3に対する回答の中央値

判 読 対 象 区 域		山地帯・常葉針葉樹（ツガ群団）																															
縮 尺		小縮尺 1/30,000以下								中縮尺 1/20,000～1/12,000								大縮尺 1/10,000～1/6,000								超大縮尺 1/4,000以上							
写真の 樹種	樹種 の種類	2 コメツガ	3 ヒノキ	4 ウラジロ モミ	5 ヒメコマツ	6 モミ	7 スギ	8 アカマツ	2 コメツガ	3 ヒノキ	4 ウラジロ モミ	5 ヒメコマツ	6 モミ	7 スギ	8 アカマツ	2 コメツガ	3 ヒノキ	4 ウラジロ モミ	5 ヒメコマツ	6 モミ	7 スギ	8 アカマツ	2 コメツガ	3 ヒノキ	4 ウラジロ モミ	5 ヒメコマツ	6 モミ	7 スギ	8 アカマツ				
		P	IR	C	IC	MB	P	IR	C	IC	MB	P	IR	C	IC	MB	P	IR	C	IC	MB	P	IR	C	IC	MB	P	IR	C	IC	MB		
1ツ	P	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
	IR	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
	C	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
	IC	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
	MB	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
2コメツガ	P		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×			
	IR		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×			
	C		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×			
	IC		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×			
	MB		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×			
3ヒノキ アスナロ	P			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×	×			
	IR			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×	×			
	C			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×	×			
	IC			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×	×			
	MB			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×			×	×	×	×	×	×			
4ウラジロ モミ	P				×	×	×	×				×	×	×	×				×	×	×	×				×	×	×	×	×			
	IR				×	×	×	×				×	×	×	×				×	×	×	×				×	×	×	×	×			
	C				×	×	×	×				×	×	×	×				×	×	×	×				×	×	×	×	×			
	IC				×	×	×	×				×	×	×	×				×	×	×	×				×	×	×	×	×			
	MB				×	×	×	×				×	×	×	×				×	×	×	×				×	×	×	×	×			
5ヒメコマツ	P					×	×	×					×	×	×					×	×	×					×	×	×	×			
	IR					×	×	×					×	×	×					×	×	×					×	×	×	×			
	C					×	×	×					×	×	×					×	×	×					×	×	×	×			
	IC					×	×	×					×	×	×					×	×	×					×	×	×	×			
	MB					×	×	×					×	×	×					×	×	×					×	×	×	×			
6モミ	P						×	×						×	×						×	×						×	×	×			
	IR						×	×						×	×						×	×						×	×	×			
	C						×	×						×	×						×	×						×	×	×			
	IC						×	×						×	×						×	×						×	×	×			
	MB						×	×						×	×						×	×						×	×	×			
7スギ	P							△							△														△	△			
	IR							△							△														△	△			
	C							△							△														△	△			
	IC							△							△														△	△			
	MB							△							△														△	△			

図 3-2-5 図 3-2-2 を写真の種類別にまとめたもの

図 3-2-5

有装対象区域 赤点山部 常緑針葉樹	画像の種類 縮尺	バンクロ	赤外白黒	カラー	赤外カラー	マルチバンド
S 小縮尺 1/30000 以下						
M 中縮尺 1/20000 1/12000						
L 大縮尺 1/10000 1/6000						
区分の基準 1 シラビン 2 コナツギ 3 アサマツトドック 4 トウヒ 5 ユヅマツ 6 トドマツ 7 カラマツ 8 ヒノコマツ	U/L 超大縮尺 1/1000 以上					

注 この図は図 3-2-2 を、縮尺・縮尺別に整理したものである

図 3-2-6 図 3-2-3 を写真の種類別にまとめたもの

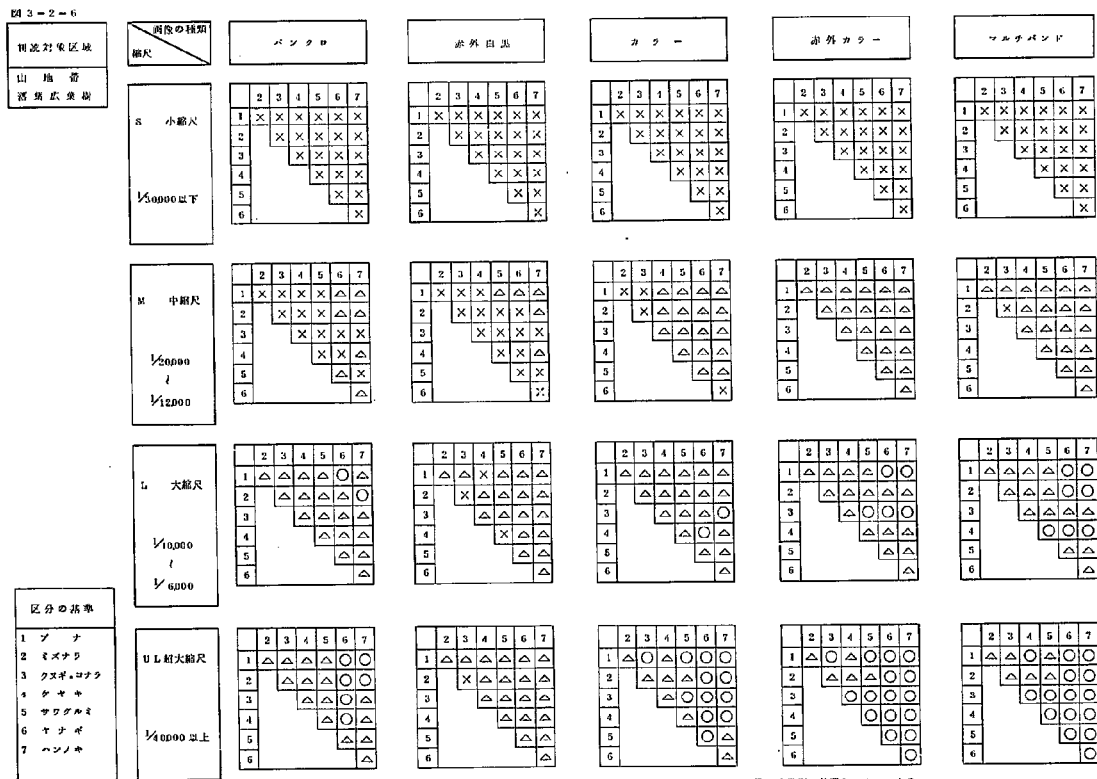


図 3-2-7 図 3-2-4 を写真の種類別にまとめたもの

図 3-2-7

写影対象区域
山 崖 帯
常 緑 針 葉 樹

図像の種類
縮尺

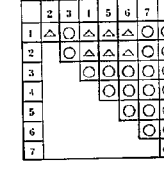
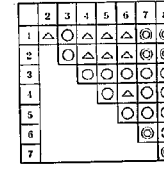
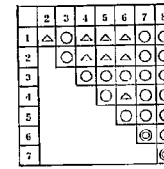
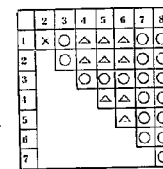
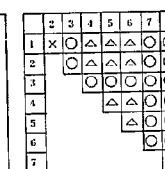
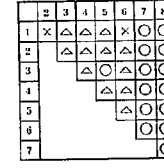
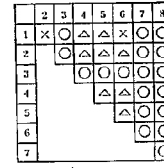
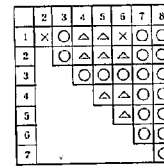
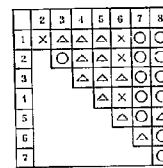
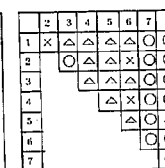
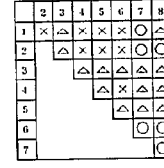
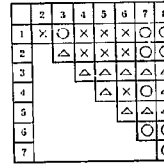
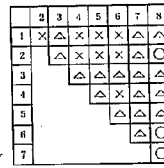
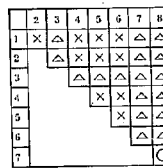
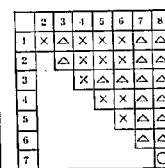
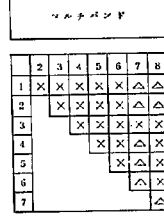
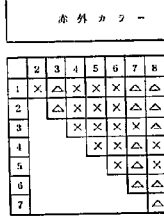
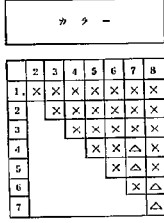
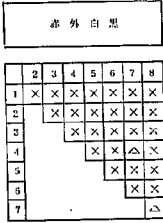
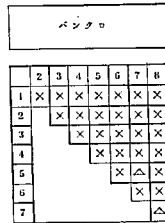
S 小縮尺
 $\frac{1}{50000}$
以下

M 中縮尺
 $\frac{1}{50000}$
/ $\frac{1}{20000}$

L 大縮尺
 $\frac{1}{10000}$
/ $\frac{1}{5000}$

区分の名称
1 ツ ガ
2 ロノツガ
3 ヒメノ、アサノ
4 クラタロモ
5 ヒメノツガ
6 セミ
7 スギ
8 アカマツ

U L 超大縮尺
 $\frac{1}{40000}$ 以上



注 この図は図 3-2-4 を画像・縮尺別に整理したものである