

# タイ国有林管理計画開発調査

## 別冊

- I. 国有林管理計画策定ガイドライン
- II. リモートセンシングによる森林土地利用  
モニタリング・マニュアル

1988年3月

国際協力事業団



1938<sup>3</sup>

JICA LIBRARY



1075457(0)



# タイ国有林管理計画開発調査

## 別 冊

- I. 国有林管理計画策定ガイドライン
- II. リモートセンシングによる森林土地利用  
モニタリング・マニュアル

1988年3月

国際協力事業団

国際協力事業団

19383

# I. 国有林管理計画策定ガイドライン





## はじめに

このガイドラインは、1985年から1988年の3年にわたって実施した「タイ国有林管理計画開発調査」の一環として、Kanchanaburi県西部山地一帯の国有林管理の手引きとして役立つよう作成したものである。

「管理」するためには、対象地域を明定するとともに管理の手法を明らかにする必要がある。このガイドラインはこのような管理計画を作成することが初めてであることを念頭に、極力簡易なものとなるよう配慮している。RFDがこのレポートをモデルに他地域において「管理計画」を実験的に作成され、タイ国としての「管理計画策定ガイドライン」を完成されんことを期待するものである。



# 目 次

はじめに

1. 国有林管理計画作成の目的 .....	1
1-1 林業の特性 .....	1
1-2 国有林の使命 .....	1
1-3 タイ国有林の現状 .....	2
2. 国有林の管理計画の作成と管理上の要点 .....	3
2-1 管理計画の指導原則 .....	3
2-2 対象森林の決定 .....	3
2-2-1 土地利用状況調査 .....	3
2-2-2 土地利用適性度の調査 .....	3
2-2-3 境界の確定 .....	4
2-2-4 明認行為 .....	5
2-3 計画期間 .....	5
2-4 森林区画 .....	5
2-4-1 地形図等 .....	5
2-4-2 事業区 .....	6
2-4-3 林班 .....	6
2-4-4 小班 .....	6
2-4-5 欠番・支番 .....	6
2-5 法的規制の確認 .....	7
2-6 森林調査 .....	7
2-6-1 地況調査 .....	7
2-6-2 林況調査 .....	8
2-7 森林施業 .....	11
2-7-1 施業仕組 .....	11
(1) 作業法の決定 .....	11
(2) 樹種 .....	11
(3) 伐期齢・回帰年 .....	12
(4) 特別な森林施業 .....	13

2-7-2 施業基準 .....	16
(1) 基本事項 .....	16
(2) 天然林 .....	16
(3) 人工林 .....	17
(4) 竹林 .....	18
(5) 山岳保全林 .....	18
(6) 流域保全林 .....	18
(7) 国立公園 .....	18
(8) アグロフォレストリー地域 .....	19
2-7-3 標準事業量の決定等 .....	19
(1) 伐採量の決定 .....	19
(2) 造林量の決定 .....	21
3. 事業実行上の留意事項 .....	22
3-1 土壌の種類と森林施業 .....	22
3-2 アグロフォレストリー .....	23
3-3 林業試験調査 .....	23
3-4 国立公園利用計画 .....	24
4. 参考資料 .....	25
4-1 森林調査フローの一例 .....	25
4-2 森林簿様式 .....	26

## 1. 国有林管理計画作成の目的

国有林管理計画作成は、国有林の管理運営上林業の本来有する特殊性と、国有林経営に課せられている使命の達成上から必要とされるものである。

### 1-1 林業の特性

i) 生産期間が長期にわたること。

林業は同じ土地産業である農業、畜産業に比してきわめて生産期間が長く、長期間にわたる一貫した方針の下で経営管理が行われなければ、十分な成果を納め難い。

ii) 生産の行われる区域が広大であること。

広大な区域の森林資源を、管理計画なしに、これを把握し適切に施業することは困難である。

iii) 林木の成熟期が一定していないこと。

林木は、ある程度以上の大きさになれば、それなりの利用価値を生じ、収穫可能となる。しかし、経済的に最も有効に利用するためには、森林の状況や木材をめぐる経済条件に応じた適切な計画の下に運営される必要がある。

iv) 蓄積と収穫量との関係が判然としないこと。

蓄積と収穫量との関係は、資本と利子の関係にたとえられる。収穫量を成長量の範囲にとどめれば蓄積の減少はないが、前述のように林木がある程度以上の大きさに達すると利用可能となるので、しばしば収穫量が成長量の範囲を超え蓄積の減少をもたらす経営の基盤を危うくする。これを防止し正常な森林を維持するため計画が必要となる。

### 1-2 国有林の使命

i) 林産物を供給すること。

国民生活に必要な建築材、薪炭材の供給について、国民に不安を与えないためには、長期的展望にたったの計画が必要である。

ii) 森林の有する公益的機能を発揮すること。

森林は、経済的機能ばかりでなく公益的機能の発揮が要請される。水源かん養、自然公園、野生動物の保護、国民のレクリエーション利用など、国有林として特に配慮して管理・運営する必要がある、そのためには管理計画が不可欠である。

iii) 地域経済や住民の生活に対し寄与すること。

国有林がその地域において、伐採や造林事業を継続的に実施し、地元林産物を提供しあるいは雇用機会を増大することは、大きな恩恵を与えることになる。これらを計画的、継続的に実施するためには、管理計画が必要である。

### 1-3 タイ国有林の現状

タイ国有林は、2,220万haを擁し、国土面積の43%を占めている。

これらの国有林は、過去木材販売、輸出等による国家経済・財政への貢献などとともに経済的、公益的機能の発揮を通じて、国と国民に対し図り知れない恩恵を与えてきた。

しかし、近年森林の減少傾向が著しく、かつて国土の53%を占めていた森林も、現在約29%、1,491万haとなっている。

森林面積推移表

年次	森林面積	比率
	km <sup>2</sup>	%
1961	273,629	53.33
1973	221,707	43.21
1976	198,417	38.67
1978	175,224	34.15
1982	156,600	30.52
1985	149,053	29.05

(注) Landsatによる調査である。

(出典) Forestry Statistics of Thailand 1986. RFD

タイ国には若干の民有林もあるが、これを計算外としても国有林面積との差、約700万haが、伐採跡地や焼畑耕作の放棄地として荒廃化が進んでいるものと推定される。

タイ国政府としては、森林面積の減少をくい止めることを大きな政策目標としているが、そのためには、国有林の管理計画を作成し、これに基づいた周到な管理を行うことが必要である。

## 2. 国有林の管理計画の作成と管理上の要点

国有林管理計画は、対象とする森林の位置、広狭、地域の特性などによって、計画すべき事項に相違、精粗がある。

本ガイドラインにおいては、作成や実行に当たって特に留意しなければならない事項を中心に記載している。

### 2-1 管理計画の指導原則

管理計画を作成する前提として、常に考慮しておくべき事項がある。その1は、森林からの収穫量が将来にわたって継続されること、その2は、森林が有効に利用されること、その3は、国有林としては当然、国土の保全その他公益を優先し国民の福祉の増大に寄与することである。

### 2-2 対象森林の決定

国有林管理計画を作成する区域を明確にする必要がある。この区域は、1つの管理単位ごとに作成するのが普通である。管理単位は森林の管理、開発に一団として取り扱った方が都合のよい区域で、流域管理、森林施業の集約度等も配慮して定められるものである。行政区界や大流域と一致させることができれば、いろいろな点で便利である。

#### 2-2-1 土地利用状況調査

計画を樹立すべき地域が決定したら、その土地の利用状況を概査する。この概査は、管理計画作成の基本方針・境界の確定・地域住民に国有林を利用させる方針等を決定するための準備となる。

国有林は広大なうえ、交通の便の悪い奥地であったりすることから常時監視の目が行き届かず、人が住みついたり、立木の伐採や開墾が行われたりする。

この調査には次の諸点に留意する。なお現地調査は危険が伴うことがあるので、航空写真で判読できるものは航空写真を利用する。

- i) 集落ごとの戸数・人口・生業・種類別土地利用面積。
- ii) 無断で国有林を利用している箇所。
- iii) 無断で国有林の樹木を伐採している箇所。
- iv) 国有林の土地・樹木を売買した箇所。
- v) 国有林を貸付し、あるいは使用を許可している箇所。

#### 2-2-2 土地利用適性度の調査

現実に国有林が利用されている形態とは別に、その土地が、何に利用できるかということを承知しておけば、管理計画を樹立する際に便利である。

土地の利用適性度といっても、森林の場合対象となるのは農業、林業、畜産業のいずれかで、付随的にそれらの住宅か観光地、別荘地があげられる程度であるが、農・林・畜については、気候や交通条件がほぼ似た地域では、土地の「傾斜」と「土壌」から、作業の難易、生育の良否を因子として、その土地の優劣を判断することが可能である。今回、モデル地域での調査によると次表のような結果となっている。

傾斜・土壌型による土地利用適性度

傾斜 土壌 産業	Ne			Be-c			Lv・Be-r			E・I		
	農	林	畜	農	林	畜	農	林	畜	農	林	畜
～5°	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3
6～8°	1	1	1	2	1	1	3	2	2	3	3	3
9～13°	3	1	2	2	1	2	3	2	2	3	3	3
14～18°	3	1	2	3	2	2	3	2	2	×	3	3
19～23°	×	2	3	3	2	2	×	3	3	×	×	3
24～30°	×	2	×	×	3	3	×	×	3	×	×	×
31°～	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

(注) 1は適性度大、2は適性度中、3は適性度小、×は不適地である。後述するが、造林の適地や農民を定着させる場所を選定する場合、現地の傾斜、土壌を調査して本表と照合し、更に本表にはない水の問題を勘案して適否優劣を判断することができる。

### 2-2-3 境界の確定

国有林の境界は（行政区界も含めて）明確のようでは、実際には必ずしも明確でない。特に国有林を利用する慣行のある地域、住民が長年月にわたって先占的に利用している箇所、河川等の流路が洪水によりしばしば移動する箇所などは、境界を隣接者、利用者の意向を聞かずに一方的に決定しようとすると、紛争が発生することがある。これは住民の権利に関することなので、相手側の主張や資料を十分確かめるとともに、国側の根拠法令、資料により相手側に十分説明し説得することが必要である。また権限のない入植者であっても、相手側に権利のないことを納得させ、一定の期間を定めて退去を承知させる。移転先をあっせんできれば比較的スムーズに運ぶことが多い。

相手側と合意できたら（場合によっては強制的に）、境界に境界標を設置する。暫定的には木柱でもよいが、恒久的には番号を付した石柱を埋設すべきである。なお標柱の代わりに固定岩石の利用、土盛りを行ったり、また標柱の下に木炭や陶器の破片を埋め込んで、標柱が破損亡失した時でも復元し易い措置をとることもある。隣接者との合意で境界木として植樹を行うことも一方法である。

境界が定まったら、測量を行い、境界図を作成し、野帳とともに永久保存の措置を



とる。

#### 2-2-4 明認行為

境界が定まったら、道路沿いなど人の目につき易い箇所に、国有林である旨の標示を行う。また無断で林内に入って樹木の伐採・採取、焚火、開墾など、国有林を侵害する行為を禁ずる旨掲示を行う。

特に重要な箇所で人や車輛の侵入を防止しなければならない箇所にはゲートや有刺鉄線による柵を設置する。

要は、国有林に無断で入林してはならないという国の意思を明らかにする措置をとることが大切である。

なお、国有林に対する侵墾、盗伐、放火などが多い地域では、その原因について考察し、根本的な対策を講ずる必要がある。

#### 2-3 計画期間

国有林管理計画は、通常5～10年の期間計画として作成される。その期間が経過したら（実行上はその最終年次に）、改めて調査を行い、実態に適合するよう所要の調整を行って、次の計画に移行する。計画の名称は、その連続性を明らかにするため、最初の計画を、例えば〇〇事業区第1次管理計画、次の計画を第2次管理計画、以下同様につけていく。

なお、大きな経済的変動などで、実情に合わない部分が生じた場合には、臨時に修正を行う。この場合は、〇〇事業区第〇次管理計画第〇回修正計画と称するとよい。

計画期間は、10年とするのが普通であるが、近年は社会・経済の変動が激しく計画期間は10年としても5年ごとに計画を作り直す例もある。

#### 2-4 森林区画

国有林の管理を適切に行うためには、森林の位置、森林資源、その他必要な情報を的確に把握し記録しておく必要がある。その単位として「事業区」・「林班」・「小班」に区分する。

##### 2-4-1 地形図等

森林区画を行う前提として、管理計画を作成する地域についての図面が必要である。図面には、等高線のほか、河川、湖沼、瀑布、道路、建物など主要な地形、地物は記入される必要があるが、これらを地上測量により作成することは経費的、時間的に大変で、最近はほとんど航空写真を利用して作成している。

航空写真から作成した等高線図を基本図として利用する場合の縮尺は、1：5,000か1：10,000の図面が適当である。この基本図は、森林区画に用いる以外に森林管理経営の基礎的資料としてきわめて重要なもので、永久保存扱いとなる。

航空写真を利用して、林相図を作成することができる。林相については後述するが(9～10ページ)、林相の異なるもの(林分)ごとに小班に区分し、森林取り扱いの単位とする。

林相図は、森林施業の集約度によって1:20,000～1:50,000とするが、また基本図の写しに林相を移写して基本図と同じ縮尺の林相図とすることもある。

#### 2-4-2 事業区

2-2対象森林の決定の項で述べた1つの管理単位である。「事業区」、「経営区」、「管理区」などと呼ばれるが、この大きさについては定説がない。しかしながら1人の主任技術者が施業全般を統括しうる範囲が限度といわれ、森林施業がまだ集約的でなく伐採や造林作業の少ない地域では広く、集約的で森林に対する投下労働量の多い地域では小さくなる傾向にある。また、2-1で述べた「指導原則」の中の収穫保続はこの事業区の中で考えるのがもっとも妥当である。

#### 2-4-3 林班

1事業区の中で、森林の位置を明確にし、事業実行の便に供するために設ける固定的な区画単位である。

林班界は主として天然界、行政界で区画され、小流域あるいは小河川の左岸、右岸などのまとまった斜面が該当する。平地林などで天然界がない場合には、道路や防火線などの人工区画を設ける。

林班の大きさは、地形の状況や施業の集約度により一概にいえないが、余り大きくなると森林情報の集計や作業実行上不便となる。場所によって100ha以下の場合もあるが、500～2,000ha程度と考えてよい。

#### 2-4-4 小班

小班は、林相内で、事業実行上の便宜のために設けられる一時的小区画であって、通常、樹種、林令、森林の取り扱いをほぼ同一にする林分、土地の利用区分、行政区分を異にする土地ごとに区分される。

今回の「モデル地域」においては森林に関する情報が十分でないが、航空写真から判読した林相及び管理計画によって小班区分を行った。今後森林の取り扱いの相違や土地の利用区分の相違などの情報の蓄積に伴って細分化していくものである。

#### 2-4-5 欠番・支番

国有林を農業などに転用すると、林班がそっくりなくなってしまう場合がある。そのような場合には、その林班を欠番とし、また新たに国有林に編入した場合には、連続番号とせず1桁上位の番号を付する。

小班は、次の計画樹立の際に改めて番号をつけ直す。その際同一の取り扱いを行う小班で地形の関係等から分離した方がよいと思われる場合には、同一小班とし支番を付して区分する。

## 2-5 法的規制の確認

森林の取り扱いについて、法令や通達によって施業の制限を受ける場合がある。これらについてはあらかじめ関係部局と協議し、その所在、制限内容を把握し、管理計画の内容を明示しておかねばならない。

現在RFD関係の規制森林は次の7種であるが、他省庁のものについても配慮する必要がある（鉦区等）。

なお、最近世界的に自然環境の維持保全についての関心が高まっている。森林行政の担当者、特に計画を立案する担当部門は、このような管理計画の作成を通じて、森林部局が自然環境を保全する担い手であるとの立場を明らかにすることが肝要である。そのためには法的規制の有無にかかわらず、林業技術者として保存すべき価値があると認められる森林については、積極的な保護のための方策を樹てることが望ましい。

- i) 国立公園
- ii) 森林公園
- iii) 野生動物公園
- iv) 野生動物保護区
- v) 禁猟区
- vi) 植物園
- vii) 樹木園

## 2-6 森林調査

森林区画によって森林各部の面積が明らかになったら、それらが、どのような生産力を有しているかについて調査する必要がある。これによって森林資源の内容が解明され、将来の森林の取り扱い方針を決定する重要な資料となるからである。

### 2-6-1 地況調査

地況調査の目的は、計画樹立地の立地条件を明らかにし、林業経営の科学的根拠を得るため、必要に応じ全域及び林小班ごとに調査する。

#### a. 位置

位置は、対象地の所在する経緯度、行政区分、交通関係、林産物の市場との関係等について調査する。

位置図を添付する。

#### b. 気象

対象地内もしくは周辺地域の資料から、気温（年平均、最高、最低等）、降水量（月別雨量）、風（常風、暴風の方向等）について調査する。

#### c. 地勢

主要な山脈の方向，主要な河川，標高（最高，範囲），傾斜度（平，緩，中，急等），傾斜の方向（8方位等）等について調査する。

d. 地質

地質図等により対象地の属する地質時代と基岩の種類等について把握し，現地において確認する。

e. 土壌

既存の土壌図によって，対象地の土壌分布状況を把握する。土壌と林木の成育はきわめて密接な関係があるので，土壌図のない場合には，別途土壌調査を行い土壌図を作成することが望ましい。なお本地域の出現土壌と林木の成育の関係等については，3-1土壌種類と森林施業で説明する。なお，土壌図がなくとも，土性（細土の中に含まれる粘土の量により区分したもの），土壌の深さ（浅，中，深），結合度（堅，軟，粗），湿度（乾，適，湿）によっても林木の成長の良否の大要は把握できるので，この調査を実施する。

## 2-6-2 林況調査

林況調査は，現在の森林の状況を明らかにし，当面の取り扱い方針を決定し，更に将来の森林の取り扱い方針を決定する科学的根拠を得るために行うものである。

a. 植生

森林植物の地理的，生態的分布について，既存資料及び標準地調査によって特徴を明らかにする。森林の分布は地域によって，また学者によっていろいろな区分が用いられているが，タイ国で現在使用している次の森林タイプで説明するのが適当と考えられる。

i) Tropical Evergreen Forest

ii) Mixed Deciduous Forest

iii) Deciduous Dipterocarp Forest

iv) Mangrove Forest

v) Pine Forest

vi) Scrub Forest

vii) Para Rubber Plantation Area

ただし，本地域にはiv)～vii)は存在しない。

b. 樹種

熱帯林は，天然林の場合きわめて多数の樹種によって構成され，また有用樹種と未利用樹種とが混生していることから，これを個別に調査し表示することは困難な作業であるが，収穫調査結果等も利用して，逐次精度を高め，主要樹種別数量が的確に把握できるようにすべきであろう。掲記すべき樹種についてはRFDの通達による。

c. 林齢及び齢級

現在、天然林の林齢について調査することは、いたずらに無用の混乱を引き起こすだけで意味がないと考えられる。当面は人工造林に限定して林齢を掲上すれば足りると考える。

d. 疎密度

疎密度は、区域面積に対する樹冠投影面積の比で示される。熱帯林の場合、上層木と中層木、下層木が判然と分かれており、通常上層木の疎密度で示す。全林を地上調査することは困難で、航空写真の判読によって行うのが普通である。

e. 林種

立木地（天然林、人工林）、無立木地（伐採跡地、未立木地、非森林）に区分して調査する。

f. 林相

林相をどのように区分するかは、施業方針を決める上できわめて重要であるが、次のような区分方法がある。

i) 人工林、天然林、二次（天然）林、伐採跡地

ii) 針葉樹林、広葉樹林、混交林

iii) 山岳林、丘陵林、平地林、湿地林、海岸林

これらを重ねて使う（針葉樹人工林、広葉樹天然林など）場合も多い。林相は航空写真の判読によって行う。

g. 林型

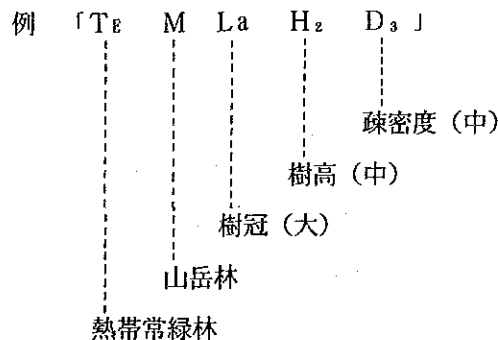
林型は、林冠の状況によって区分するのが普通であるが、樹高階によっても行われる。

i) 林冠層区分（一斉林、二段林、複層林、択伐林、中林など）

ii) 樹高階区分（高木、中木、低木、灌木）

iii) 樹冠大小区分（大、中、小）

今回のモデル地域の林相区分においては、林相と林型及び疎密度を同時に表示する方法により、現地の森林の状況を細分して表示し、分析並びに使用上の便宜を図った。



今回使用した、林相・林型の基準は次表のとおりである。

土地利用・林相区分基準表

大区分	土地利用・林相区分	記号
森林	熱帯常緑林 混交落葉林 落葉フタバガキ林 竹林 二次林	T <sub>E</sub> M <sub>D</sub> D <sub>D</sub> B <sub>F</sub> S <sub>V</sub>
非森林	耕作地 草地・放牧地 集落 河川 湖沼地 裸農園・果樹園 その他	A G V R L B P O

林型区分・基準表

項目	区分基準	記号
森林立地	山岳林 丘陵林 平地林	M H F
樹冠直径	大径木 (上層木平均樹冠直径17m以上) 中径木 ( " 11~17m未満) 小径木 ( " 10m以下)	La Mi Sm
樹網区分	高 (上層木平均樹高 23m以上) 中 ( " 18~22m) 低 ( " 17m以下)	H <sub>3</sub> H <sub>2</sub> H <sub>1</sub>
樹冠疎密度	密 (上層木樹冠占有率 61%以上) 中 ( " 51~60%) 散 ( " 41~50%) 疎 ( " 40%以下)	D <sub>4</sub> D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub>

#### h. 林分構成

林分構成は、胸高直径（胸高周囲）、全樹高、枝下高、本数、材積について、各小班ごとに調査する。しかし、小班ごとに調査することは、多大の労力・経費を要することから、航空写真の判読によって得られた林相図を利用し、同一林相ごとに標準地を設定して、それを調査することにより推定する。

標準地の数、大きさ、形状などは要求される精度や森林内容によって異なる。

与えられた条件の下での標準地の数の算出は、通常の統計処理における標本の抽出方法と変わらないが、森林の場合は追加調査が困難なので、変動係数に相当の安全率を見込み、標本数がやや多目に出るよう配慮すると安心である。

なお、10年の計画期間内（第1分期）に伐採される箇所については、別途全林毎木調査法や標準地を数多く配置し実行に当たって狂いの生じないように注意する。

標準地の調査において、樹高を毎木実測することは容易でないので、標準木を何

本かとり、その樹高を実測して直径と樹高との関係を示す樹高曲線図を作って算出するのが普通である。

枝下高は、利用材積を知るうえで必要な因子であり、測高器、目測等により測定する。

なお、立木材積表（利用材積表）については、その地域の立木に適合するものであるか検討し、適当でない場合は新たに作成し直すことも必要である。

標準地の調査結果を基に、haあたりに換算して各小班ごとにとりまとめ、更に林班、事業区へと集計して、森林簿にとりまとめる。この作業は面積が大きくなると膨大な作業量となるので、コンピューターを使用することが多い。

## 2-7 森林施業

### 2-7-1 施業仕組

今までの作業で、管理計画を作成する地域の状況と森林内容が把握された。この把握された内容を林業経営のため一定の前提条件の下に組織化することを施業仕組を作るといい、管理計画の骨格をなすものである。

#### (1) 作業法の決定

森林生産のすべての過程——伐採、造林、保育など——を一定の原則にしたがって行う方法を作業法という。

作業法は、伐採と更新の方法によって区分する。すなわち伐採は択伐、皆伐に、更新は天然更新、人工更新に分けるのが一般的である。

この双方を組み合わせると択伐天然更新、択伐人工更新、皆伐天然更新、皆伐人工造林の4種になる。必要に応じて更に細分することも可能である。この地方においてははまだ、択伐は天然更新、皆伐は人工更新と割り切って簡単に2種類の作業法があると考えた方がよい。

なお、作業法は小班ごとに定めるが、法令の制限や地形等の関係で伐採のできない箇所、森林以外の箇所については禁伐、施業の見合わせなど作業法を定めない。

#### (2) 樹種

林業経営上、特に留意すべき事項として「適地適木」という言葉がある。

人工造林を行う場合、気候、地形、土壌などの微妙な相違によっても造林成績が異なってくる。いわゆる強度樹種の場合は比較的問題ないが、他地域や外国産樹種の場合は特に慎重な検討が必要となる。この点天然更新の場合は心配ないが、期待する有用樹種が入らず質的に劣化する懸念がある。

今回、モデル地域に造林樹種として選定したのは次表のとおりであるが、これに限らず試験検討を重ねてより有利な樹種を選定することが望ましい。

主要植栽樹種一覽表

	Code Na	樹種	仕立法			適用林型	現地生育	伐期齡(年)	備考	
			Open-planting	樹下植栽	混植					Line-planting
長 伐 期 種	101	<i>Dipterocarpus alatus</i> ROXB.		○		○	TE	有	30 ~ 50	
	201	<i>Tectona grandis</i> LINN F	○				MD	無	50	
	302	<i>Azalia xylocarpa</i> CRAIB.	○				TE・MD	有	30	
	305	<i>Hopea odorata</i> ROXB.		○	○	○	TE	有	30 ~ 50	
	310	<i>Pterocarpus macrocarpus</i> KURZ.	○				TE・MD	有	30 ~ 50	
	564	<i>Xylia kerrii</i> CRAIB. & HUTCH.				○	TE・MD	有	30 ~ 50	
早 成 種	-	<i>Acacia auriculiformis</i> A. CUNN.	○				MD(DD)	無	5 ~ 8	
	-	<i>Acacia mangium</i> WILLD.	○				MD(DD)	無	5 ~ 8	
	-	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> DEHN.	○				MD(DD)	無	5 ~ 8	
	-	<i>Eucalyptus deglupta</i> BL.	○				TE(MD)	無	5 ~ 15	濕潤地
	-	<i>Melia azedarach</i> L.	○				MD(DD)	無	15 ~ 20	

(注) 樹下植栽の場合、上木となるものは特に指定しない(長伐期種、早成種のいずれも可)。

### (3) 伐期齡・回帰年

伐期齡をどのように決めるかは、計画策定上の大きな課題で、場合によっては経営目的を具現するための指標であるともいえるものである。

伐期齡には、自然的伐期齡、工芸的伐期齡、収穫量最多の伐期齡、その他種々の決定方法がある。人工林などの単一樹種の場合の伐期齡の決定は、比較的容易であるが、天然林の場合は、樹種の構成がきわめて雑多で、熱帯樹種の中には未だ利用されないものや樹種によって利用径級が異なるものも多く、伐期齡を一律に定めることはきわめて困難である。

前表植栽樹種の伐期齡の欄は、人工造林をした場合に利用径級に達するであろう年齢を掲上したものである。

現実の伐採の可能性は、生育の良否によって変わってくる。天然林の場合は、上述のように一律に伐期齡を定めることは難しく、択伐作業を指向することになるが、この場合は年齢で示すより利用面から胸高直径(胸高周囲)の大きさを示す方が適当である。

択伐作業の回帰年は、択伐後、林分の状況、特に林木の径級が伐採前の状態に復元するのに要する年数を基準にして定める。

熱帯林の場合、利用される樹種が限定されていること、林道などの設備が十分で



ないこと、樹種別の成長過程の資料がほとんど整備されていないこと等の問題があり、また回帰年は短く定めると1回の伐採可能量が少なくなり、長く定めると1回の伐採可能量は多くなるが、森林環境に及ぼす影響が大きくなるなど、林業経営上の問題も生じてくる。

タイ国では、現在樹種別に太さ制限(Girth Limit)を設け、回帰年を30年に定めて伐採を行っている。30年で元の状態に復元するか否かは、伐採前の林相、伐採数量等、その後の成長状況等によって異なるが、これらの相互関係についての調査資料に乏しく、30年の当否をうんぬんすることは難しい。「モデル地域」においても当面40年とし、資料の蓄積を図ることとしている。

#### (4) 特別な森林施業

広大な森林地域においては、場所によって法令上の制限などから特別な森林施業を行う場合がある。

「モデル地域」の場合には、国立公園があること、林業発展のために農民を定着化させる必要があることなどから、モデル地域を「林業地域」・「保全地域」・「アグロフォレストリー地域」の3つに分け、それぞれの地域について、法令制限の有無、森林の状況によって取り扱いを異にすることとしている。その主なものを掲げると次のとおりである。

##### i) 施業困難地

現在、アクセスが困難、あるいは急斜地等で当面施業を行うことが出来ない箇所。

##### ii) 山岳保全林

地域東部の高標高山岳地帯で、急斜地が多く自然環境維持の観点から施業を行わない箇所。

##### iii) 流域保全林

河川沿いの急斜地で、流域保全のため施業を行わない箇所。

##### iv) 国立公園指定森林

原則として、自然環境維持のため施業を行わない。

ただし、試験林、復旧のための造林、公園利用のための施設設置等を行う。

##### v) 竹林

竹林としての施業を行う。

##### vi) 共用林

定着農民のための薪炭材の供給を可能にする施業を行う。

##### vii) 耕作居住地

定着農民の生活に必要な耕作地、居住地とする。

また、この「モデル地域」には該当がなかったが、野生鳥獣保護林、森林公園

など法令で定められた区域があればそれらを「保全地域」に含める。

以上を表にまとめてみると次のとおりで、このような表を「施業仕組表」という。この施業仕組表を見れば、管理計画の概要や重点を知ることができる。

施業仕組表 (モデル地域を例としたもの)

地域区分	法令等による指定区分	林種等による区分	面積 (ha)		伐採方法	伐採方法	伐採令等	更新方法		備考
			森林	非森林				更新方法	更新樹種	
林業地域	無指定	天然林			択	30年	天然更新	更新樹種	回帰年 30年	
		人工林 一般樹種林 早成樹種林 竹施業困難林 その他			択 小面積, 分散伐採 択 施業見合わせ	50~60 5~10 1~2	人工造林	チーク他 ユーカーリ他		
計		小計								
保全地域	国立公園	山岳保全林			禁					
		流域保全林			禁					
		その他			禁					
		小計								
地域	国立公園 野生鳥獣保護林区 禁猟区 野生動物公園 森林公園 植物園, 樹木園 その他	山岳保全林			禁					
		流域保全林			禁					
		一般保護林			禁					
		試験復旧施設地区 その他			禁 試験目的に応じ伐採			人工造林または天然更新	郷土樹種	
小計										
計										
アグロフォレー地域	無指定	人工林								
		一般樹種林 早成樹種林 共用林 竹耕地 居住その他								
計										
合計										

## 2-7-2 施業基準

森林の育成は長年月を要するので、管理担当者の交替はたびたび起こり得ることである。この場合管理計画書に、森林の取り扱い方法が明定されていれば、森林施業の継続性が確保できる。

施業基準とは、施業仕組表の「林種等による区分」（一般に作業級と呼ばれることが多い）ごとに、森林の取り扱いの基本を示したものである。この指定は将来に及ぶものであるから入念に検討して決定し、いったん指定したからには担当者の恣意による変更を禁じ、施業の継続性を保って当初構想の実現を期すべきものである。以下は「モデル地域」における施業基準例である。

### (1) 基本事項

森林施業は、適切な配慮の下に行えば、森林資源の増殖ばかりでなく、各種公益的機能の発揮に大きく寄与するが、十分な検討がなされないで実施すると問題を生ずる場合がある。したがって常に安全サイドに立ち慎重な態度で実施することを基本とする。

#### a. 保全すべき森林

次の森林は、伐採の対象から除外し保全を図る。

- i) 優良な天然林で、生態・遺伝子保存その他学術上の参考となる森林。
- ii) 貴重な動植物の成育している森林。
- iii) 崩壊のおそれのある急斜地・河川沿いの森林。
- iv) 森林レクリエーション等に利用される森林。
- v) 住民の飲料水の水源にありある森林。
- vi) 法令により伐採の禁止されている森林。

#### b. 伐採・更新方法

天然林は択伐天然更新，人工林は小面積分散伐採による人工造林を行う。伐採しても更新の見込みのない箇所については原則として伐採しない。

また、当面採算の合わない箇所についても施業を見合わせる。

#### c. 搬出施設

林道は、林業経営上の重要な施設である。伐採・搬出のみでなく、造林や森林の管理，定着農民の利便等を勘案して最も効果的な位置に開設すること。また通年利用できるよう排水に適した位置を選定する。

### (2) 天然林

天然林施業は、伐採方法は択伐，更新方法は天然下種更新で行う。この対象地の選定は、地形・地利的条件は森林作業上不適でないが、土壌条件からみて人工造林には向かない箇所である。

#### a. 後継樹の存続

択伐の場合、注意しなければならないのは、後継樹の存続である。市場性の高い樹種、特に大径材の伐採が進行して、残存林分は質的に劣化し、場合によっては回帰年が経過しても次回の伐採適木が急減するおそれがある。

タイ全土を通じてチークの天然生木の産出量が減少したのは、せっきく30年の回帰年をとりながらも、チークに伐採が集中した結果と思量される。

今後このような事態を回避するには、一定比率の優良木の保残と、優良木の保育、植え込みによる育成を図る以外にない。

#### b. 回帰年

択伐の回帰年を40年とすることについては、既に触れたように（13ページ）、厳密な方式によったものでない。一般の場合であれば、森林の蓄積の成長率、択伐率、回帰年の三者には密接な関係があり、回帰年を算出する式も何種か案出されている。

しかし熱帯林の場合、市場性・成長率の問題に加え、不正伐採や焼畑などの攪乱因子もあり、現在計算方式を定めても無意味であり、一応現行のとおりとして、基礎資料の収集を図ることが必要である。

### (3) 人工林

人工林は、多大の労力と経費とを投入して森林を造成させるものであり、その完全な成功を期するために、天然林に比し、すべての点で優位な箇所を選定すべきである。

#### a. 樹種の選定

導入樹種については2-7-1(2)主要植栽樹種一覧表で掲上した。樹種選定上の一般的な注意事項としては、

- i) 成長旺盛な草類に負けない初期成長の優れた樹種、
  - ii) 材質が優れ平均成長量が大きく、かつその最大到達時期の早いもの、
  - iii) 病虫害に対する抵抗性の強いもの、
  - iv) 気候的、土壌的に適用範囲の広いもの、
- があげられる。

#### b. 造林方法

人工造林を進める場合であっても、現存天然林の伐採方法は、慎重に実施すべきで、そのため、

- i) 耕作放棄地、二次林、林相不良の箇所から実施する。
- ii) 小面積、分散伐採を原則とする。
- iii) 伐開面積の連続は極力避け、道路、防火線、保護樹帯等により分離する。
- iv) 造林の支障とならない天然木は保残し、保護樹として活用する。
- v) 伐採した天然木は、販売できるものを除き地元住民の生活資材に供し、なお

余った分については地拵えの際に焼却する。

vi) 植栽間隔は樹種や林地の状況によって異なるが、4 m×4 m植え(625本/ha)とする。

vii) 成育状況は、樹種、植栽間隔により大きく異なるので、実態に応じ、補植、下刈り、つる切り、除伐、間伐を適宜実施する。

#### (4) 竹林

竹類は天然林の下層木として特に上層木の疎開した箇所に多くみられるが、優良な生育を示している箇所を竹林として施業する。

竹材は3～4年生のものが最も良質とされるので、原則として毎年その年齢に達した竹材を収穫する。また不良竹、枯損竹を整理し、陽光が不足する場合は、支障となる雑灌木の除去作業を行う。

なお、竹林として指定された以外の竹株については、天然林の樹冠のうっ閉によって消滅することを期待するが、それまでの間は、利用できる竹材、筍については収穫する。

また人工林化を予定している箇所については、地拵え時に伐倒、根絶を図る。

#### (5) 山岳保全林

山岳地形を呈し急峻で林相は必ずしも良好でない。

ダム上流の水源地帯として重要であり、禁伐とし、特別の施業を行わない。

#### (6) 流域保全林

ダム上流河川の溪岸の急斜地帯である。施業方法は山岳保全林に準ずる。

#### (7) 国立公園

国立公園は、優れた景観を保護する機能と、その優れた景観を利用し国民の保健休養に資するための機能の両面がある。

a. 山岳保全林 (5) に同じ

b. 流域保全林 (6) に同じ

c. 一般保護林

森林の取り扱いとは原則として禁伐とする。

d. 復旧林

農民の耕作、山火事等により粗悪化した地帯で、原則として郷土樹種による人工造林、天然更新による復旧を図る地域である。復旧後はc. に編入する。

e. 試験林

保護を前提とした国立公園は、長期間にわたる成長量調査をはじめ各種試験地として最適であるので、試験林を設置する。試験林は、試験の設定目的に従った施業方法を別途定めて行う。

f. 施設地区

国民の保健休養に資するために、公園道路（車道）、遊歩道、展望台、キャンプ場、オートキャンプ場、休憩施設、宿泊施設、売店、食堂等の各種施設が必要となる。

これらの施設用地を予定しておく必要がある。

#### (8) アグロフォレストリー地域

林業を経営するために必要な労働力の供給源として、また国の社会政策の一環として、国有林内に設置する農民の定着施設である。タイ国においては林業村(Forest Village)、Sor Tor Kor 等の施策が進んでおり、「モデル地域」においては林業村構想によって計画を樹てている。

##### a. 人工林

林業村住民が、労働の場として、また林内農業の場として活用するとともに、併せて森林資源の造成を図るためのものである。造成方法等については林業地域内と同様である。

##### b. 共用林

林業村住民の自家用薪炭材の供給林である。原則として皆伐による萌芽更新とする。なお自家用薪炭材については、他の天然林等の末木枝条、枯損木等も利用する。

##### c. 竹林

林業村住民の自家用の竹材供給林である。施業方法は林業地域内と同様である。

##### d. 耕作居住地

林業村住民の住宅と付属する耕作地の用地である。林業村構想においては1戸当たり2.4haを想定している。

### 2-7-3 標準事業量の決定等

管理計画においては、将来にわたって事業量がどのように推移するかを把握し、当面する計画期間（第1分期）については具体的に事業箇所、事業量を指定する必要がある。

#### (1) 伐採量の決定

管理計画の指導原則の1つが「収穫の保続」にあることは既に述べた。

収穫の保続とは、量的にも質的にも毎年一定の収穫が永久に可能な状態を示すのである。しかし、現況森林の状況（例えば老齢過熟林、幼齡林、天然林、人工林など）や、林業の集約度、林業技術水準、社会経済的背景などの相違から、考え方や算出方法に差異があり一概に結論は出し難い。

最もポピュラーで基本的なものは法正林の考え方で、法正林（の蓄積）と現実林分（の蓄積）との差を埋めるため、いろいろな算式が考察されている(Kameraltaxe

法, Hundeshagen 法, etc.)。

しかしながら、熱帯林の状況及びタイ国の森林行政の現状からすると、収穫規制を成長量に基礎をおく方式では実施困難で、把握の容易な面積平分法によることが適当と判断される。

現在タイ国で実施している伐区方式(30年回帰方式)も面積平分法の一つであるが、事業上の都合により分けられた色彩が強く、収穫保続の視点が乏しい。

面積平分法の適用に当たっては、単純な面積平分でなく、土地生産力、法的規制の程度等を勘案して面積平分法を適用すればよりの確であろう。

なお、収穫量の保続計算は、施業仕組表の「林種等による区分」ごとに計算するのが建て前であるが、そのみでの保続が困難であれば、全体を通じて保続ができればよい。

(注) タイ国では、天然林が大部分である現存森林を、どの程度人工林化するか、また大面積の未立木地を天然更新に委ねるか人工造林をするのか、早成樹種の割合をどの程度にするのかなどによって、保続計算も大きく変わってくる。この決定には土壌調査など技術的問題もあるが、最終的には政策の問題である。

#### a. 天然林

天然林として施業する区域の標準伐採量は、上記面積平分法によって標準年伐面積を算出する。

$$\text{標準年伐面積} = \frac{\text{天然林施業面積}}{\text{回帰年}}$$

収穫の単位は面積であるが、材積に換算したい時には、既往の収穫調査の資料等からha当たりの収穫量を想定して面積に乗ずればよい。

#### b. 人工林

当面の人工林の収穫量は、人工林化すべき土地の上木を何年間で整理するか、保残木をどの程度残すかという問題である。これは造林の進め方の問題で、地拵えから新植、保育保護までの労力資金等の問題、苗木の準備等一切を勘案して決定する必要がある。仮に年間100haの造林が可能と判断されると、100haの林地の上木が伐採の対象木となる。収穫量としては対象木の総量に保残率と利用率とを考慮したものとなる。将来の人工林の収穫量は、造林面積にha当たりの収穫予想量を乗じて算出するが、当面は蓄積がどのように推移するという参考資料にとどまる。

#### c. その他

上記以外にも、林道開設や農地敷の支障木、被害木などの発生が見込まれる。これらは継続的な収穫量でないので、場所が確定しているものについては数量を掲上するが、それ以外のものについては見込まない。



(2) 造林量の決定

造林量は、(1) の b. で算出された面積である。

このほか、天然林の質的向上を図るために植え込みや保育を計画する場合には、これらについても数量を定めておく。

### 3. 事業実行上の留意事項

#### 3-1 土壌の種類と森林施業

「適地適木」は森林施業の鉄則である。森林をめぐる自然環境の因子としては、地形、地質、気象、植生などいろいろあるが、なかでも土壌は、これらの複雑な要因が絡み合い、総合化されてできたものであり、逆に土壌を調べると、これらの自然環境をある程度類推することも可能である。したがって、森林の取り扱いを定めるには、その対象地がどのような土壌で構成されているかを把握することが大切である。

地形と土壌の関係で例を示すと、斜面の上部は水に溶け易い成分が洗い流されて、斜面下部に集積する。また、斜面上部は常風の影響を受け乾燥し易く、下部は流水が集まってくるので湿性に傾き易い。

土壌を形勢する物質を母材というが、これは花崗岩、石灰岩、火山灰など場所によって異なる。土壌生成の当初はこれらの母材の性質が強く残っているが、土壌として成熟していくにつれ、前述の気象や植生の影響を受けて変化していく。同じ母材でも土壌の性質が変わるのはそのためである。

熱帯地方では、気温が高く、地域によって雨季・乾季の差が明瞭で雨量に大きな差がある。そのため、

- i) 雨量の多い所では、有機物の分解がきわめて早く、温・寒帯のように地上に有機物が堆積することが少ない。
- ii) 蒸発量が降水量よりも多く地下水位が高い場合、土壌が乾燥するばかりでなく地中の塩基類が表層へ運ばれてくる。そのため土壌は強いアルカリ性を呈する。

逆に降水量の多い地帯では、表層近くの塩基類ばかりでなく鉄やアルミニウムまで洗い流されて溶脱減少を呈する。

などの特徴がある。

土壌の状況を知るためには、既に作成された土壌図があれば、その土壌図を利用すればよいが、ない場合には、地域の広狭に応じ、それなりの土壌調査を行ってから森林施業の方針を決定すべきである。

土壌の分類には、いろいろな方式があり、今回のモデル地域については、調査報告書と土壌図で明らかにしてあるので、これを参照されたい。

なお、次の事項だけは森林施業の常識である。

- i) 深い土壌の所は、地味がよく、林木の成長に好適である。
- ii) 軟い土壌の所は、土壌の物理性がよく林木の成長に好適である。
- iii) 林木の根が地中深く入っている所は、植林して好結果を得ることが多い。
- iv) 青白色の土層（グライ層）が出現する場合には、地下水層があることを示し、林木の成長には好ましくない場合が多い。

- v) 赤褐色のラテライト層やプリンサイトのみられる場合は、土壌が固結化して森林の成長に好ましくない場合が多い。

### 3-2 アグロフォレストリー

アグロフォレストリーの採用にはいろいろな目的があるが、これは国の意志決定にかかわる問題である。今回のモデル地域においては、森林の整備推進の一方法として考えている。アグロフォレストリーの内容の決定に当たっては、

- i) 森林整備に必要な事業と事業量。
- ii) そのために必要な年間労働量。
- iii) その必要な労働量を充足するための必要農家戸数。
- iv) その農家戸数を維持するための土地その他必要施策。

という検討を行っている。

ここで問題とすべきは、林業関係の計画（必要事業量）は、後年次においても修正変更は可能であるが、いったん入植させた農民は、これらの林業における雇用量をあてにして生活するものであるから、事業量の減少計画はないことを前提にして、むしろ当初から安全サイドでの計画を樹立すべきと考える。

また、長年月にわたる期間の中においては、農民の生活水準、雇用に対する感覚等の変化も十分に予想されることであり、常にこれらに対する動向をチェックして、農作物に対する市場確保、有利作物の指導なども含め農民の生活を維持向上させつつ、森林整備を進めることが肝要である。

### 3-3 林業試験調査

林業試験調査の項目は、数えあげればきりがなが、当面当地方でもっとも必要と考えられるものは「成長量試験」であろう。

成長量試験を設計する場合の留意事項は、

#### a. 人工林

- i) 樹種別に設定する。できれば1樹種につき数箇所が望ましい。
- ii) 面積は最小1haの方形の繰り返しで四周が伐開されておらず、かつ地形がなるべく等しい箇所を選定する。
- iii) 試験地の四周には標識を設置し、境界木にはペンキ等で印をつけて区域を明らかにし、できれば毎木に番号札をつける。
- iv) 早成樹種にあっては毎年、その他の樹種については5年ごとに毎木ごとに直径、樹高、材積を測定し、台帳に登載する。
- v) 被害林、間伐木等についても、その伐採年次、材積等を台帳に必ず登載する。
- vi) 保育（補植、下刈り、除伐、つる切り、間伐）を行った年次、数量、人工、金

額等も登載する。

b. 天然林

i) 天然林は、林相ごとに試験地を設ける。

ii) 面積は、2 haの方形または長方形の繰り返しとする。四周が伐開されておらず、地形が斉一であることが望ましい。

iii) 試験地の標識設置等は人工林に準ずる。

iv) 測定は、5年ごとに毎木につき樹種、直径、樹高、枝下高、材積、利用材積を調査し、台帳に登載する。

v) 被害木、間伐木、保育等の調査、記帳は人工林に準ずる。

c. 台帳類の保管

成長量試験はきわめて長年月を要することから、担当部局、担当者がしばしば交替するので、これらの台帳類を厳重に保管し、後継者に引き継がれるようにするほか、適当な機会に中間整理し印刷発表しておくことが望ましい。

d. 試験地は、コンセッションその他人為の入ることの少ない国立公園内に設定することが適当と考えられる。

### 3-4 国立公園利用計画

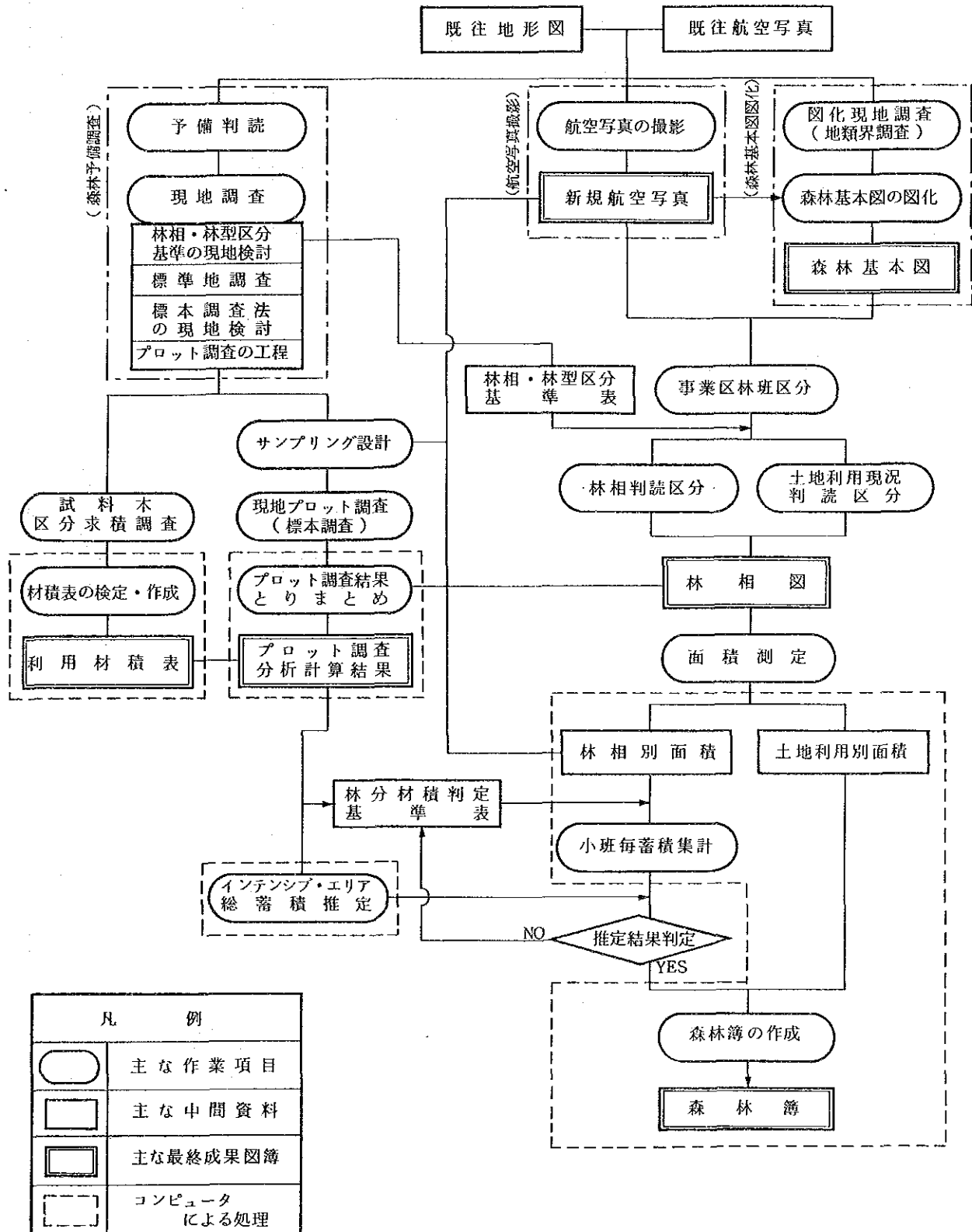
国立公園は、国にとって貴重な自然景観や自然環境を維持して次世代国民に引き継ぐと同時に、広く国民に対しレクリエーションの場として利用させることが目的である。すなわち、保護計画と利用計画とが一体となって、国立公園管理計画が作成される必要がある。

国立公園の保護計画は、森林利用に関する規制を強化すること、あるいは既に破壊された箇所についての復元措置を講ずることで、比較的容易に実施することが可能であるが、利用計画については、国民のニーズ、設置すべき施設、それらの維持管理方法、自然保護や森林利用との調整など検討すべき課題が多く、資金上の問題もあり容易でない。

現在、国立公園審議会で審議決定される仕組みとなっているが、地元住民や関係者の意向をくみ上げ、利用の増大を期すべきと思われる。特に、本地域においては、道路網の整備がもっとも急ぐべき事項と考えられる。

## 4. 参考資料

### 4-1 森林調査フローの一例





## II. リモートセンシングによる森林土地利用 モニタリング・マニュアル





## 序

広域の地球資源についての状況を把握するためには、リモートセンシング(Remote Sensing)による技法がきわめて有効である。リモートセンシングは、直接手を触れないで、離れた所から対象物や現象に関する情報を収集し、対象物や現象の識別や解釈を行う技術である。

広い意味でのリモートセンシング技法には、空中磁気探査や地下探査が含まれるが、ここでは次のように定義する。

『リモートセンシングは、航空機や人工衛星などのプラットフォームに搭載したセンサーを用いて、地表の対象物から反射または放射される電磁波を収集し、それらのデータから対象物や現象に関する情報を得る技術をいう。』

航空機や人工衛星などから得られたリモートセンシングデータは、広域の情報を短時間で収集でき、かつ時系列的な変化を捉えることにも有効性を発揮する。このようなリモートセンシングデータの特徴を生かし、環境の保全、災害の防止、国土の合理的利用、農林水産資源の把握、鉱物資源の探査といったさまざまな調査に利用することができる。

本マニュアルは、これらのリモートセンシングデータの利用のうち、特に森林調査をとりあげ、森林土地利用マニュアルとしてまとめたものである。なお、第1部は、リモートセンシングについて、第2部はリモートセンシングによる森林土地利用マニュアル、第3部は、ケーススタディ「タイ国における森林土地利用モニタリングの事例」をまとめた。



# 目 次

序

第1部 リモートセンシングについて	1
1. 概 要	1
2. 原 理	1
3. 解析の流れ	3
4. リモートセンシング・データ	3
4. 1. プラット・フォームの種類	3
4. 2. センサの種類	4
4. 3. データの特徴	8
5. リモートセンシング・データの利用状況	8
6. 調査の利点	9
第2部 リモートセンシングによる森林土地利用モニタリング	12
1. 概 要	12
2. モニタリングの方法	12
2. 1. 調査内容の把握	12
2. 2. 調査方法の検討	13
2. 3. データの存在状況の把握	14
2. 4. データ収集	18
2. 5. データの処理と解析	18
2. 5. 1. 処理方法	18
2. 5. 2. 解析方法	20
2. 5. 3. 解析の流れ	20
2. 6. デジタル画像解析	20
2. 6. 1. 概 要	20
2. 6. 2. 画像解析システム	22
2. 6. 3. 輝度補正	22
2. 6. 4. 幾何補正	23
2. 6. 5. フォールスカラー画像の作成	23
2. 6. 6. 土地被覆分類	24
2. 6. 7. その他の地理情報	25

2. 6. 8. 画像データベースの構築 .....	25
2. 6. 9. 画像のオーバーレイ解析 .....	25
第3部 ケーススタディ「タイ国におけるリモートセンシングによる 森林土地利用モニタリングの事例」 .....	28
1. 概 要 .....	28
2. 調査内容 .....	28
2. 1. 調査目的 .....	28
2. 2. 調査範囲 .....	28
2. 3. 調査項目 .....	30
2. 4. 使用したデータ .....	31
2. 5. 使用システム .....	31
2. 6. 調査方法と結果 .....	33
3. まとめ .....	49

## 第1部 リモートセンシングについて

### 1. 概要

リモートセンシングとは、航空機や人工衛星などのプラットフォームに搭載されたセンサーを用いて、地表の対象物から反射または放射される電磁波を収集し、それらのデータから対象物や現象に関する情報を得る技術をいう。

リモートセンシングにより得られるデータは、広域の情報を短時間で収集でき、かつ時系列的な変化を把握するのにきわめて有効性を発揮する。これらのデータは、処理・解析を経て、各種の調査に利用される。

データを収集するプラットフォームには、人工衛星、航空機、地上特殊車などが用いられる。これらのプラットフォームは、調査の範囲の規模、及びデータ収集するセンサーの種類によって決められる。

リモートセンシングで用いられるセンサーは、カメラ、スキャナ、テレビカメラなどがある。リモートセンシングでは、ガンマ線からミリ波やセンチ波までの広い領域が利用されるが、現在最も多く利用されているのは、可視光の領域と近赤外及び遠赤外の領域である。

収集されるデータは、写真などのアナログ・データとコンピュータによる解析に便利のように、デジタルデータに処理される。写真などのアナログ・データは、対象物の位置や分布が把握し易い。一方、デジタル・データは、コンピュータの自動分類や画像強調などの画像処理を経て、別の画像を作りあげることができ、対象物を異なる側面から把握することができる。

### 2. 原理

全ての対象物（物体）は、その種類によって固有の電磁波の反射特性を持ち、反射してくる電磁波の強さを人工衛星や航空機などから、電磁波の波長ごとに観測し、地表面の物体を識別する。これがリモートセンシングの原理である（図-1、参照）。

電磁波は、波長ごとに図-2、に示す波長帯で呼ばれ、リモートセンシングで取り扱われる波長域は、紫外線からマイクロ波までの領域である。

可視光は、人間の眼で見える範囲の電磁波で、青色は波長が短く、赤色は波長が長い。これより更に波長が長くなると、赤外線領域に入る。赤外線は、波長によって近赤外、中赤外、遠赤外に分けられる。赤外線より長波長は、いわゆる電波であり、そのうちマイクロ波が代表的なものである。

地球表面に到達する電磁波は、通常のリモートセンシングで対象とする波長帯域では、地表面、すなわち最も外側に表われた面を観測しているといつてよい。

図-3. は、代表的な地表面の物質についての反射スペクトル特性を模式的に示したものである。

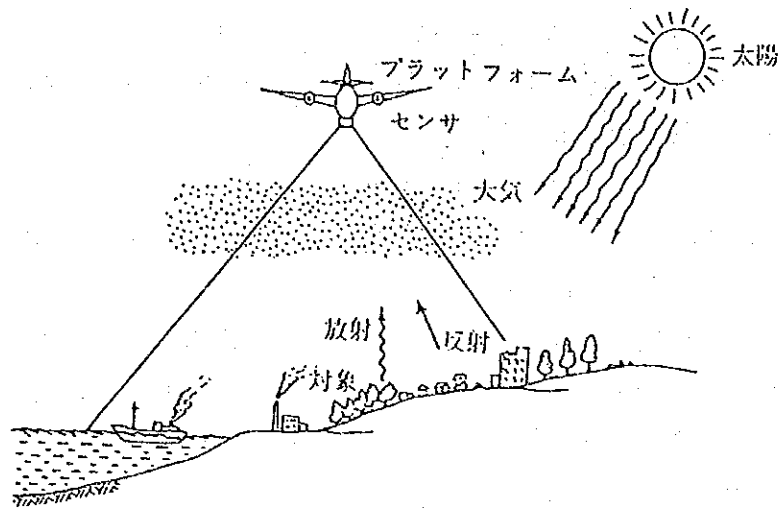


図-1. リモートセンシングによるデータ収集

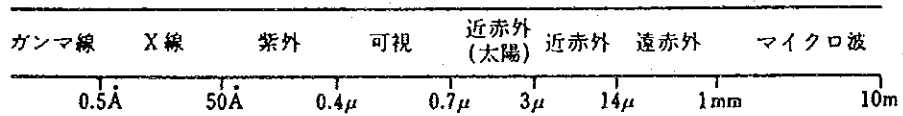


図-2. 電磁波のスペクトル

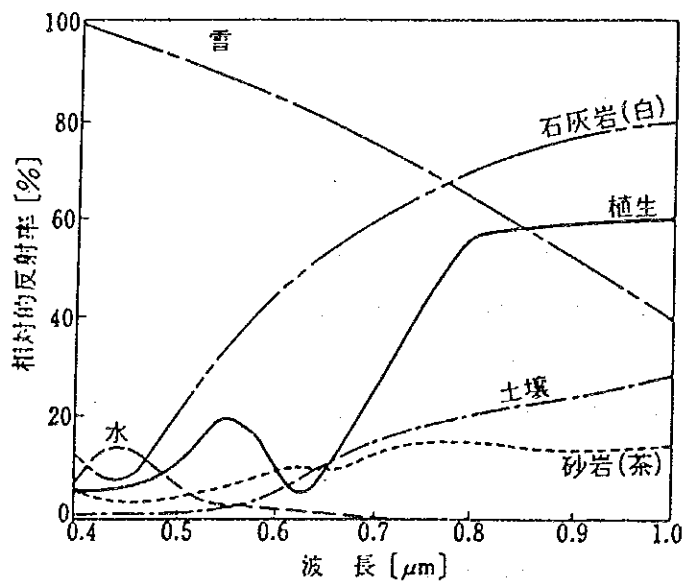


図-3. 一般的な反射スペクトル分布  
(U.S. Geological Surveyによる)



表-1. 主要な地球観測衛星の内容

地球観測衛星	打上げ年度	打上げ国	主要な搭載センサ	観測波長域 μm	分解能 (m)	観測幅 (km)	軌道高度 (km)	観測周期 (日)	対象分野
LANDSAT-1号	1972.7 (機能停止)	USA	MSS	0.5~0.6	80	185	920	18	地球を対象とし、 陸域~水域まで広く 利用されている。
-2号	1975.1 (機能停止)			0.6~0.7					
-3号	1978.3 (機能停止)			0.7~0.8 0.8~1.1					
LANDSAT-4号	1982.7	USA	MSS	同上	同上	180	700	16	同上
-5号	(機能停止) 1984.3		TM	0.45~0.52	30	180	700	16	同上
				0.52~0.60					
					0.63~0.69	120			
					1.55~1.75				
				10.40~12.50					
				2.08~2.35	30				
SPOT-1号	1986.2	仏	HRV	0.51~0.73	10	60	830	26	同上 ステレオ視できる ため地形図作成が 可能
				0.50~0.59	20				
				0.61~0.68					
				0.79~0.86					

(2) 航空機

- 1) 双発機 -- 航空機搭載用のMSS
- 2) 単発機 -- 空中写真
- 3) ヘリコプター -- 斜め写真
- 4) 模型飛行機, 模型ヘリコプター -- 極低空空中写真

(3) 地上特殊車

- 1) クレーン車
  - 2) チェリーピッカー
- } 物体の反射特性や放射特性の観測

4. 2. センサの種類

現在使われているセンサの感知できる領域と電磁波との関係を示したものが図-4.である。

(1) カメラ (空中写真)

航空機用カメラを用いて撮影される空中写真は、使用フィルムとフィルタの組み合わせにより、次の3とおりに分けられる。



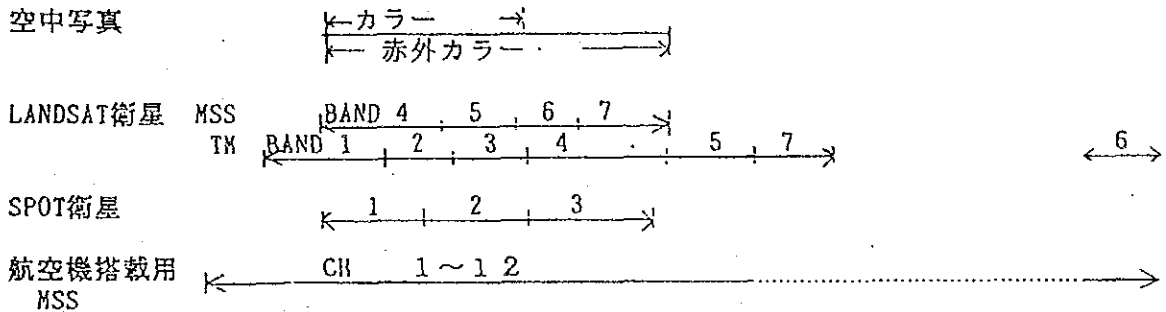
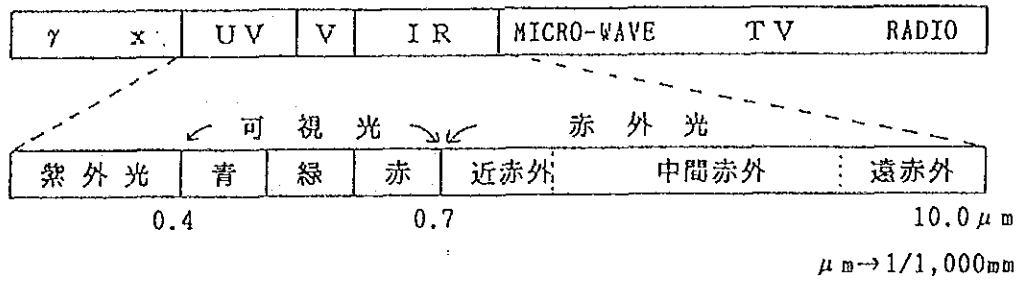


図-4. センサと電磁波領域

- 1) パンクロ写真……可視光領域を白黒フィルムに記録したもの。  
(白黒)
- 2) カラー写真……可視光領域をカラーフィルムに記録したもの。
- 3) 赤外カラー写真……可視光領域のうち、緑色光、赤色光と近赤外光をカラーフィルムに記録したもの。

## (2) LANDSAT衛星のMSS

LANDSAT衛星のMSSは、マルチスペクトル・スキャナー(Multispectral Scanner: MSS)と呼ばれる走査方式の放射計で、可視光(緑色光と赤色光)と近赤外光を4つの波長帯(バンド)に分けて記録される。MSSは、LANDSAT 1~5号まで搭載されているセンサで、180km×180kmを1シーンとし、最小分解能80mである。図-5. に外観を示す。

- 1) バンド4 = 0.5~0.6  $\mu\text{m}$  (可視光の緑色光)
- 2) " 5 = 0.6~0.7 (可視光の赤色光)
- 3) " 6 = 0.7~0.8 (近赤外光)
- 4) " 7 = 0.8~1.1 (近赤外光)

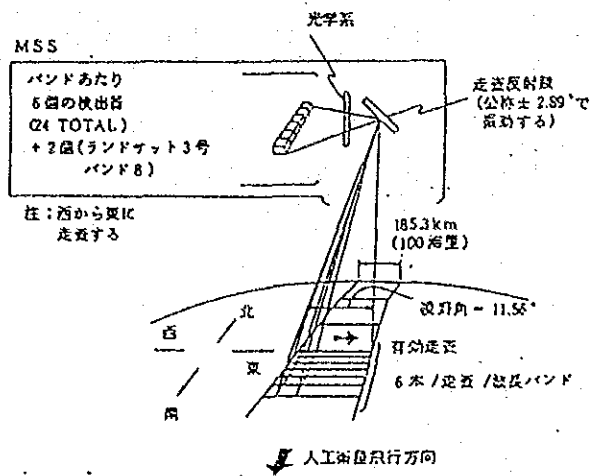


図-5. LANDSAT MSSの外観

### (3) LANDSAT衛星のTM

LANDSAT衛星のTMはセマティック・マップパー(Thematic Mapper:TM)と呼ばれ、MSSと同様の走査式の放射計で可視光～遠(熱)赤外光までを7つの波長帯に分けて記録されている。

TMはLANDSAT 4号から搭載されており、180km×180kmを1シーンとし、最小分解能30mである。図-6.に外観を示す。

- 1) バンド1 = 0.45 ~ 0.52  $\mu\text{m}$  (可視光の青色光)
- 2) " 2 = 0.52 ~ 0.60 ( " 緑色光)
- 3) " 3 = 0.63 ~ 0.69 ( " 赤色光)
- 4) " 4 = 0.76 ~ 0.90 (近赤外光)
- 5) " 5 = 1.55 ~ 1.75 (中間赤外光)
- 6) " 6 = 10.40 ~ 12.50 (遠赤外光)
- 7) " 7 = 2.08 ~ 2.35 (中間赤外光)

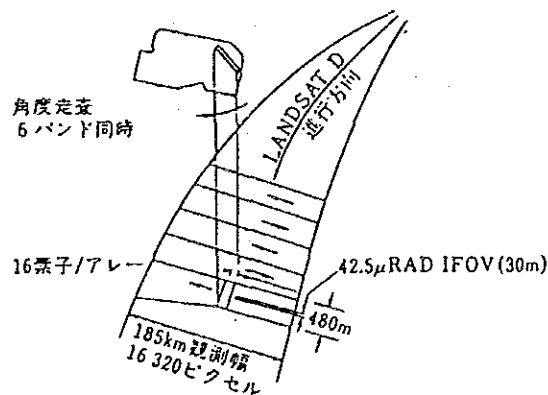


図-6. LANDSAT TMの外観

#### (4) SPOT衛星のHRV

HRV (High Resolution Visible Imaging Instrument) はフランスから打ち上げられたSPOT衛星に搭載されたセンサであり、2種のデータを持つ。

- 1) パンクロマチック・モード :  $0.51 \sim 0.73 \mu\text{m}$ を白黒単一バンドで記録。
- 2) マルチスペクトル・モード : バンド 1 :  $0.50 \sim 0.59 \mu\text{m}$   
" 2 :  $0.61 \sim 0.68$   
" 3 :  $0.79 \sim 0.86$

パンクロマチック・モードの場合は最小分解能約10m、マルチスペクトル・モードでは、約20mである。HRVの最大の特徴は、図-7.のように、ステレオ視ができる点にある。

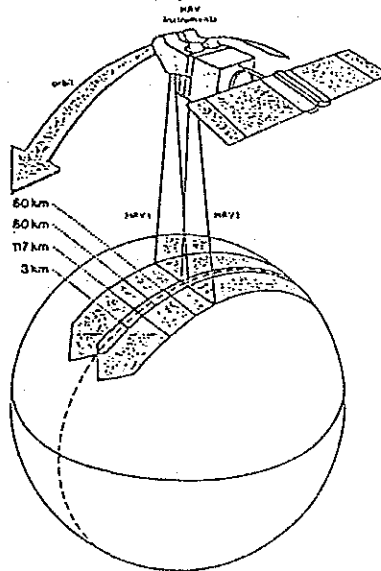


図-7. SPOT HRVの外観

#### (5) 航空機搭載用のMSS

これはLANDSATの場合と同様の方式のMSSを航空機搭載用にしたものである。LANDSAT MSS に比べ、低空から高精度で、可視光～遠(熱)赤外光までを記録しているものである。高度1,000mで観測した場合、最小分解能を2.5mとなる。図-8.にその外観を示す。水温や地熱調査など広い分野で利用されているセンサである。

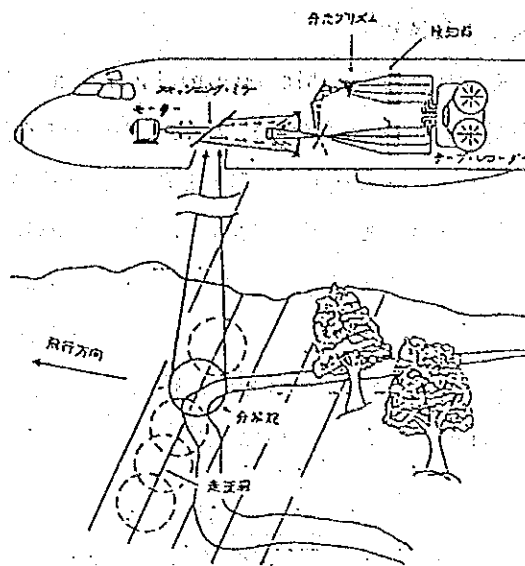


図-8. 航空機搭載用MSSの外観

#### 4. 3. データの特徴

- 1) 可視光データ ..... 我々が日常、物体を見ているのと同じ波長域でながめたデータであり、例えば汚濁水パターンを解析するには可視光の赤色光データが最適である。
- 2) 近赤外光データ ..... 植生の活力、地表面の含水区分を測定するのに適している。
- 3) 中間赤外光データ ..... 岩石の変質度、地質構造の解析、植生と非植生の区分などに最適といわれている。
- 4) 遠赤外光データ ..... 地熱、水温などの温度分布をとらえるのに適している。

#### 5. リモートセンシング・データの利用状況

リモートセンシング・データは、多くの国々で、さまざまな形で利用されている。その主な利用分野は、農業、林業、鉱物、土地利用、地質、水産、海洋、気象、環境、地理、水文、雪氷、火山、地震、土木建設等の分野であり、最近ではエネルギーや考古学の分野にまで利用されるようになってきた。

以下にリモートセンシング・データの利用例を示す。

- ①世界の主要小麦生産国における小麦の作付面積の推定。
- ②気象変動による森林面積の変動の調査。
- ③火山爆発の監視。
- ④積雪分布のモニタリング。

- ⑤湖の水質，沿岸域の海洋汚染，湖の富栄養化等の水質，大気汚染等の監視。
- ⑥海面水温分布の把握。
- ⑦森林の資源量の推定。
- ⑧森林の病虫害域や伐採域の監視。
- ⑨穀物作付面積や収穫量の推定。
- ⑩土地利用や土地被覆等の監視。
- ⑪地図情報の更新等。
- ⑫洪水の被害調査。
- ⑬水源地のモニタリング。
- ⑭野生動物の生息環境調査等。

## 6. 調査の利点

リモートセンシング・データによる森林に関する情報は、画像解析及び画像判読によって、数多くの情報が得られることがわかった。

それらの特性を、地上、航空機、人工衛星の各段階においてまとめると、表-2. のようになる。この表から判断すると、地上のリモートセンシングでは、定性的及び定量的な精度が非常にすぐれている一方、広域性、周期性、経費低廉度などにおいて劣っていることがわかる。

航空機によるリモートセンシングでは、緊急性、定性的精度がすぐれているが、周期的、定量的及び数量的精度、経費低廉性において劣っている。

上記に比べて、人工衛星によるリモートセンシングでは、緊急性以外の条件ですぐれていることを示している。

以上の特性をふまえて、今後のリモートセンシングによる森林のモニタリングを進めていく上で、その他の地理情報を画像データベース化し、有機的に利用することによって、図-9. に示すような森林管理システムを構築するためのアプローチとなろう。

表-2. リモートセンシングによる情報収集方法のいろいろな特性の比較

観測の特性 リモートセンシングシステム	広域性	広域同時性	周期性	緊急性	定性的精度	定量的精度	数量的精度	経費低廉性
地上観測調査による情報収集	△ 広域性をもつためには多くの地上観測施設が必要	△ 不可能	△ 連続観測、周期観測が著しく困難	○ 緊急な事態の観測に間に合わない	◎ 高い詳細度	◎ 計測可能	○ 可能だが量的能力はない	△ 広域性のネットワークを設定するには費用が増大する
航空機観測による情報収集	○ 広域性をもつためには、かなりの数の航行撮影が必要	○ 航行時間の差は、無視できるとしても広域性は左記と同じ	△ 周期観測を行なうと経費が増大する	◎ 航空機の待機等に若干の検討を要するが適切	◎ 解像度にすぐれている	△ 一部の対象を除いて定量的測定はむずかしい	△ 可能だが経費が高い	△ 広域性の撮影には費用が増大する
人工衛星観測による情報収集	◎ 広域性は人工衛星の特長	◎ 広域同時性は人工衛星の特長	◎ 周期性 (LANDSATでは18日) は、人工衛星の特長	△ LANDSAT-1, 2のみを考えると問題がある	○ 解像度に限界あり LANDSATで80m	△ 一部の対象を除いて定量的推定には補助データを必要とする	◎ 最適	◎ 衛星打上げ、受信装置の費用を除けばデータ入手にはたいして費用はかからない

◎：非常にすぐれている

○：ややすぐれている。または普通

△：やや劣る

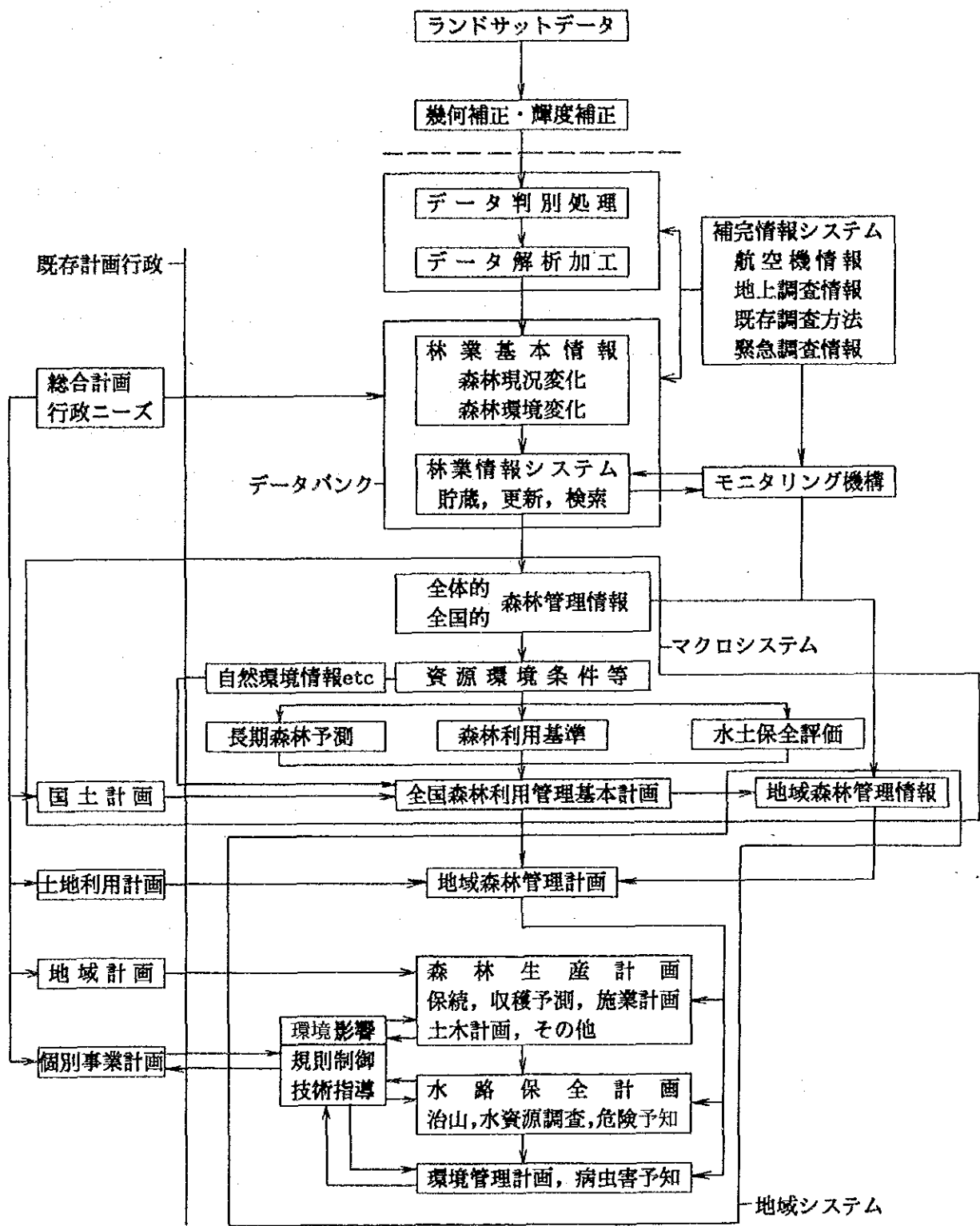


図-9. リモートセンシングを利用した森林管理概念図

## 第2部 リモートセンシングによる森林土地利用モニタリング

### 1. 概 要

森林土地利用モニタリングとは、一般に森林の現況を把握するとともに、地域に応じた森林の管理を合理的に行うために実施されることが多い。広域の森林土地利用モニタリングを短期間にほぼ同程度の精度で実施するには、リモートセンシング・データを用いるのがきわめて有効である。およそ森林区域は、世界的にみても山地部に分布することが多く、よほど狭い範囲を対象としない限り、現地にて踏査を重ねることは、きわめて困難である。

森林土地利用モニタリングに適したリモートセンシング・データとは、人工衛星あるいは航空機によるものが考えられる。両者は、調査の対象となる範囲の規模と調査内容によって使い分けが必要となってくる。人工衛星データは森林のマクロな把握に適しており、一方、航空機データは、調査目的に応じて、その都度縮尺を変えることができるのが利点である。

森林調査を進めるには、一般に次の手順による。

- ①調査内容を十分把握する。
- ②目的に応じた調査方法を検討する。
- ③データの存在状況を調べる。
- ④データを収集する。
- ⑤画像解析を実施する。
- ⑥画像解析結果を検討し、森林資源を評価する。
- ⑦調査結果を検討する。

以下に、モニタリングの方法について順を追って説明する。図-10.には、一般的なモニタリングのフローチャートを示す。

### 2. モニタリングの方法

#### 2. 1. 調査内容の把握

森林土地利用モニタリングの目的を十分に把握し、目的にかなう調査内容を総合的に検討する。この場合、調査範囲、精度等を十分考慮して、合理的な調査方法を選択する。

一般的な調査目的は、森林資源の現況把握と森林管理に必要な基礎資料の収集が主である。

森林資源の現況把握とは、樹種、面積、蓄積等の把握が主体であり、一方、森林管理に必要な基礎資料には、地質、土壌、土地利用、災害状況、水文などと森林との関連



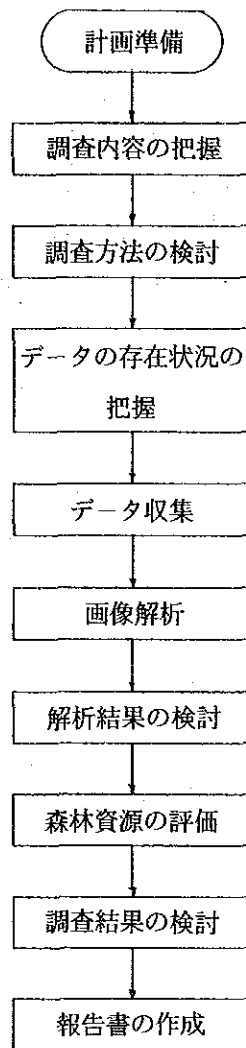


図-10. 一般的なモニタリングのフローチャート

性を分析した資料が中心となる。表-3. には、主要な森林調査項目例を示す。

## 2. 2. 調査方法の検討

2. 1. で把握した調査内容を満足する調査方法を検討する。調査方法の主なものは、次のとおりである。

### ① データの存在状況の把握

人工衛星や航空機によるリモートセンシング・データを中心として、その他調査に必要な地形図、主題図（地質図、土壌図、植生図等）、参考文献の存在状況を調べる。

### ② データ収集

調査に必要なデータを関係機関を通じて入手する。適当な既存データがない場合、

表-3. 主要森林調査項目例

調査項目	主 要 内 容
森林資源調査	主要樹種別, 径級別, 面積, 蓄積, 地利 (森林層比, 標本点抽出, 現地確認, etc.)
地域森林計画調査	森林簿の改定(林小班別樹種, 材積成長量) 保統計画表の作成, 長期収穫予想表作成 期間内の作業量(植・伐量), 個所指定, 治山・土木作業指定 (経営図, 林相図, 地質図, 土壌図等の作成改定, 道路計画図彙)
治山全体調査 (主として既往崩壊地 等の復旧)	流域別重要度判定(溪流荒廃)(地況, 地質, 気象, 保全対象) 流域別荒廃現況予測調査(不安定土砂量, 災害歴, 林況, etc.) 事業計画調査(治山施設事業, 保安林施設事業)
山地災害危険地調査 (豪雨による災害発生 予測)	山地崩壊調査(地況, 山腹傾斜, 横断面形, 湧水, 土層, 林相, etc.) 地すべり調査(基盤, 対象土壌, 移動状況, 保全対象etc.) 洪水発生危険地区判定調査(地況, 林況, 保全対象, 雨量, 洪水比, 流域水文移行特性)
森林被害情報調査	風水害, 雪害, 病虫害, 獣害, 煙害, 火災, 伐採支障木, その他
木材需給対策調査	木材備蓄対策, 林業構造改善, 林産物流通改善対策

新たに観測するか、他のデータを用いる。

③ 画像解析

入手したデータを基に画像解析し、森林資源の評価のために主題図、評価図を作成する。

④ 森林資源の評価

主題図、評価図を基に森林資源の評価を行う。

⑤ 結果の検討

以上の調査結果をまとめ、結果の検討を加える。

2. 3. データの存在状況の把握

人工衛星データのうち、LANDSATデータは周期的にデータを得やすいことと解像力が妥当な大きさであることから、きわめて利用性が高いといえる。LANDSATデータには、MSS(解像力80m)とTM(解像力30m)の2種類のセンサーが搭載されていることは、すでに述べたが、これらについては調査目的により使い分ける必要がある。

LANDSATデータの存在状況は、調査対象地域をカバーしている地上の受信センターにおいて、データが管理されており、ここで観測日と雲量を調べることによ

て調べることができる。図-11., 12.にLANDSATのカバーレッジ・マップ,  
表-4. には雲量リストの一例を示す。

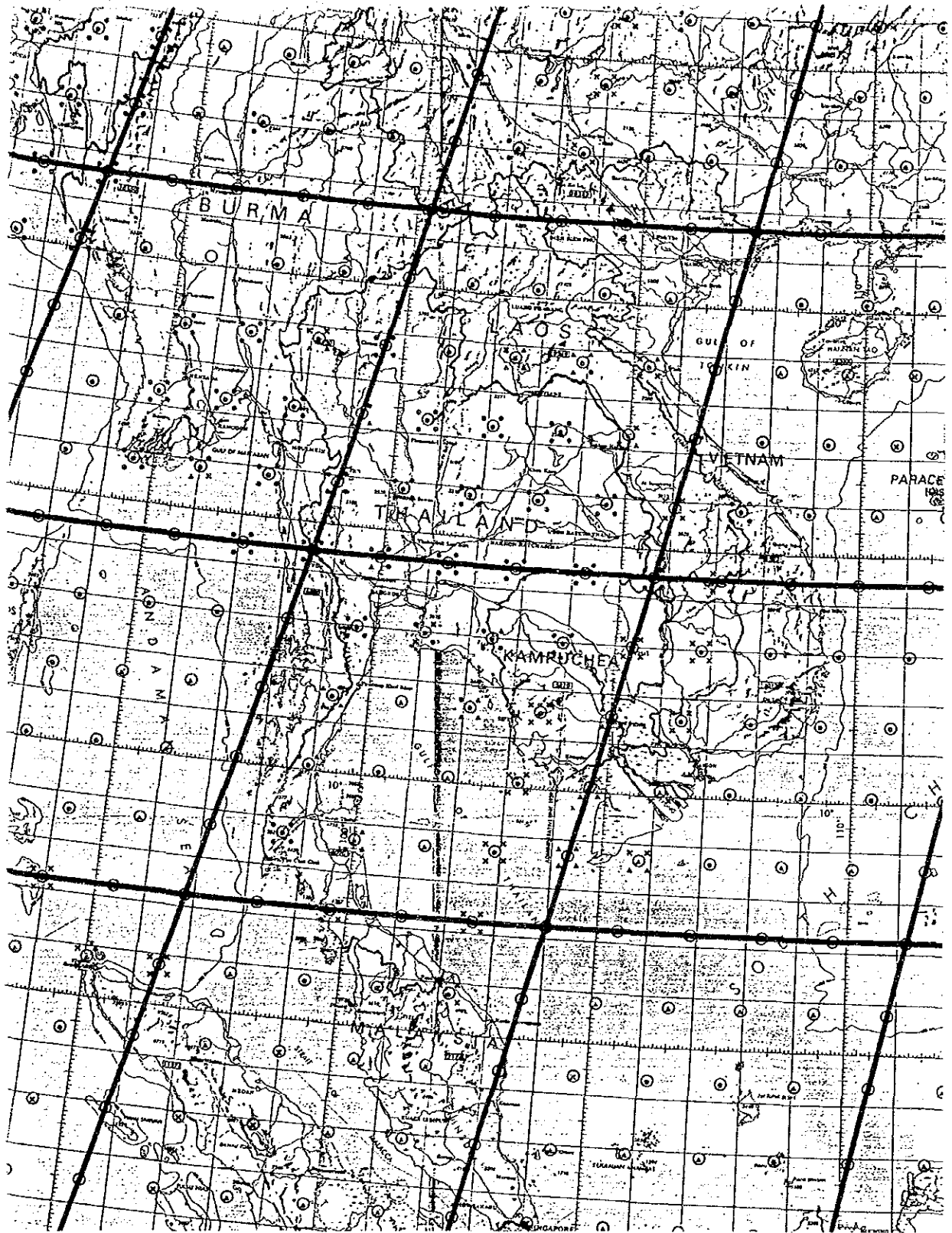


図-11. LANDSAT 1~3号カバーレッジマップ

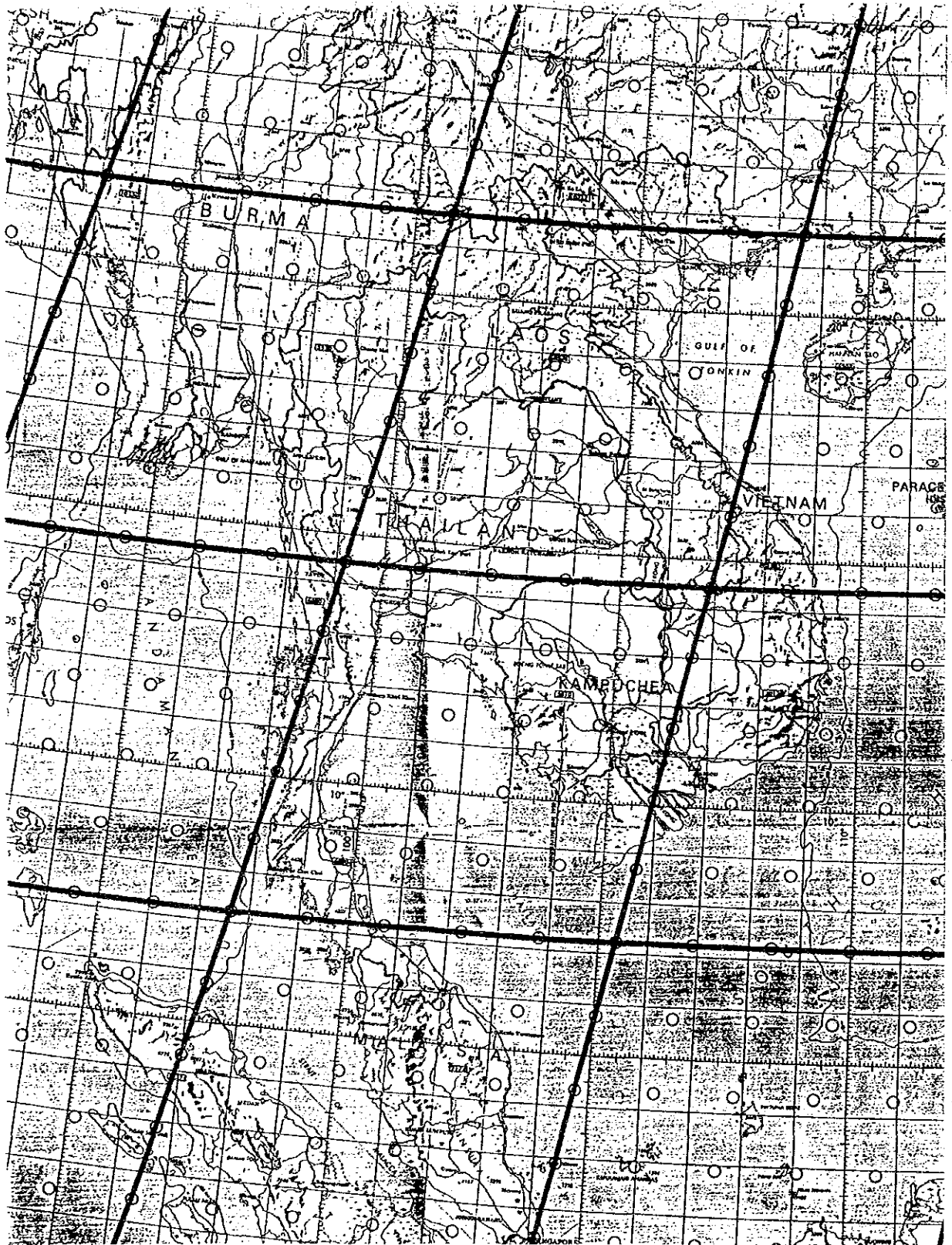


図-12. LANDSAT 4~5号カバーレッジマップ

表-4. LANDSAT-4 DATA CATALOG (彙集リスト)

PATH-ROW	DD/MM/YY	NASA-ID.	CLOUD COVER QUALITY				PATII-ROW	DD/MM/YY	NASA-ID.	CLOUD COVER QUALITY							
			1	2	3	4				1	2	3	4				
139-42	020186	41266-03562	9	3	8	3	139-45	011086	41538-03574	8	4	7	1	8			
	180186	41282-03555	3	1	5	4		171086	41554-03575	0	1	0	1		8		
	030286	41298-03553	1	0	0	0		139-46	020186	41266-03575	3	4	5		5	8	
	190286	41314-03550	2	0	0	0			190286	41314-03563	0	1	0		1	8	
	070386	41330-03543	1	4	0	0			100586	41394-03563	3	5	1		3	8	
	080486	41362-03542	0	5	0	6			140-37	090186	41273-04002	1	2		1	2	8
	100586	41394-03545	4	2	1	1				250186	41289-04000	0	0		0	0	8
	011086	41538-03563	8	9	9	8				100286	41305-03593	0	1		0	0	8
	171086	41554-03564	9	9	9	9				140386	41337-03583	2	3		3	1	8
	139-43	020186	41266-03564	3	0	1				0	300386	41353-03581	8		7	3	4
180186		41282-03562	0	0	0	0	140-38	090186		41273-04004	1	1	1	2	8		
030286		41298-03555	0	0	0	0		250186	41289-04002	0	0	0	0	8			
190286		41314-03552	0	0	0	0		100286	41305-03595	1	1	3	2	8			
070386		41330-03550	0	0	0	0		260286	41321-03592	8	7	1	1	8			
080486		41362-03544	0	3	0	3		140386	41337-03590	3	1	4	1	8			
100586		41394-03552	1	1	2	1		300386	41353-03583	0	0	0	0	8			
011086		41538-03565	8	9	3	8		010586	41385-03592	3	4	1	5	8			
171086		41554-03570	7	8	3	8		081086	41545-04011	9	9	9	9	8			
139-44		020186	41266-03571	0	0	0	0	140-39	090186	41273-04011	1	1	1	1	8		
	180186	41282-03564	0	0	0	0	250186		41289-04004	0	0	0	0	8			
	030286	41298-03562	0	0	1	0	100286		41305-04002	5	2	2	0	8			
	190286	41314-03555	0	0	0	0	260286		41321-03594	0	0	0	0	8			
	070386	41330-03552	0	2	0	2	140386		41337-03592	2	0	1	3	8			
	080486	41362-03551	1	1	1	1	300386		41353-03590	1	0	2	0	8			
	100586	41394-03554	1	1	1	1	010586		41385-03594	1	3	1	1	8			
	011086	41538-03572	8	8	9	7	081086		41545-04013	9	9	8	8	8			
	171086	41554-03572	1	5	0	1	140-40		090186	41273-04013	0	0	1	1	6		
	139-45	020186	41266-03573	0	0	2			3	250186	41289-04011	0	0	0	0	8	
180186		41282-03571	0	0	0	0		100286	41305-04004	3	2	6	5	8			
030286		41298-03564	3	7	7	7		070386	41330-03554	0	0	0	0	8			
190286		41314-03561	0	0	0	0		100586	41394-03560	2	5	3	3	8			
070386		41330-03554	0	0	0	0		139-45	020186	41266-03562	9	3	8	3	8		
190286		41362-03542	0	5	0	6	180186		41282-03555	3	1	5	4	8			
011086		41538-03563	8	9	9	8	030286		41298-03553	1	0	0	0	8			
171086		41554-03564	9	9	9	9	190286		41314-03550	2	0	0	0	8			

一方、空中写真は、調査項目と調査範囲とを考慮したうえで、適切な縮尺の空中写真が存在するか否かを調べる。

## 2. 4. データ収集

人工衛星データ及び空中写真のリモートセンシングデータは、関係機関を通じて入手する。

ここでは、特にLANDSATデータの入手方法について記す。

- ① 図-11. 及び図-12. に示すLANDSATカバーレッジマップより調査範囲を含むLANDSATの軌道を検索する。LANDSAT衛星の軌道は、南北方向がPATH, 東西方向がROWで示される。カバーレッジ・マップの○印が軌道の中心を示す。LANDSATデータの1シーンは180km×180kmであり、隣接シーンとは20～30kmの範囲がラップしている。
- ② 次に、表-4. に示すような雲量リストから、観測時期、雲量、画質を検討する。なお、表-4. の雲量リストの見方は、次のとおりである。

PATH-ROW : ①で説明済み  
DD/MM/YY : 観測年月日  
NASA-ID : NASAのコード番号  
CLOUD COVER : 1シーンを4分割し、左上を1, 右上を2, 左下を3, 右下を4として、雲量を示す。(例 0は0%, 8は80%)  
QUALITY : 画質(8以上が良)
- ③ 場合によって、雲量が1シーン内に多いとしても、観測時期との関係から調査地域に雲がない場合がある。その場合にはタイ国において備えているクイックルック写真を用いて、雲の位置を確認することも可能である。
- ④ シーンが決まれば、タイ国リモートセンシングセンターを通じて、表-5. のオーダー用紙に必要事項を記入し、データを入手する。
- ⑤ データの種類は、アナログデータ(写真類)とデジタルデータ(磁気テープ)に区分され、解析方法に応じてデータを選択する。

## 2. 5. データの処理と解析

### 2. 5. 1. 処理方法

データの処理方法は、(1)写真処理によるアナログ方式と、(2)コンピュータ処理によるデジタル方式とに大別される。

- (1) 写真処理によるアナログ方式……加色合成ビューワーによるカラー画像の作成(LANDSAT MSS の場合、各バンド毎のポジフィルムに青、緑、赤の光をあて、カラー画像をつくる。)

表-5. LANDSATデータオーダー用紙

# LANDSAT ORDER FORM

THAILAND REMOTE SENSING CENTER  
NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THAILAND

196 Phahonyothin Rd., Bangkok, Bangkok 10900

Tel. 5790116, 5791370-9 Ext. 401, Telex no. 82213 NARECOU TH

**PURCHASER :**

Name \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

Address \_\_\_\_\_

Ref. no. \_\_\_\_\_

Phone \_\_\_\_\_ Telex \_\_\_\_\_

Objective \_\_\_\_\_

**SHIP TO :**

Type of order  Standing order  Priority  General

Type of payment  Standing account  Check/Draft  Cash

No. \_\_\_\_\_

REMARKS \_\_\_\_\_

I Standard Photographic Products

Page..... of.....

LS	PATH-ROW	DATE	PRODUCT CODE	B/W(Band)				COLOR Subscene*				TOTAL QTY.	UNIT PRICE	MASTER FEE	TOTAL PRICE
				4	5	6	7	1	2	3	4				

\*  112 Color Print  $\geq$  1:250,000  
 314 Subscenes

SUB TOTAL ( I )

II Standard Digital Products (Computer Compatible Tapes)

LS	PATH-ROW	DATE	PRODUCT CODE	CCT		FORMAT			TOTAL QTY.	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
				CORR.	UNCORR.	CCRS BIL	TELE BIL	EDC BSQ			

III Special Surcharges

SUB TOTAL ( II )

Special acquisition <input type="checkbox"/> Classifying CLD COV <input type="checkbox"/> not classifying .....	scenes	
Non standard framing .....	scenes	
Scale enhancement by Bulk Processing System .....	scenes	

**PRICE IS SUBJECT TO CHANGE**

Shipping and handling cost will be charged for shipment outside Thailand

TOTAL ( I+II+III )  
PRIORITY SURCHARGE 50 %  
SHIPPING CHARGE 10 %  
GRAND TOTAL ( Page..... )

\*For accession aids ( Catalog & Inventory data ) and special products ( 70mm film, diazochrome , etc. ), please contact User Services directly at the above address.

Received by ..... Date .....  
or Mailed by .....

**PAYMENT MUST ACCOMPANY ORDER**

(2) コンピューター処理によるデジタル方式……デジタル画像解析システムを用いた自動判別

## 2. 5. 2. 解析方法

データの解析方法は、(1)写真を用いて解析者の目視判読による解析と、(2)デジタル画像解析システムと解析者の対話処理に基づく解析に大別される。

(1) 写真を用いて、解析者の目視判読による解析……地質構造判読

(2) デジタル画像解析システムと解析者の対話処理に基づく解析

① リモートセンシングデータの単一情報からの解析……従来から行われていたデジタル画像解析

② リモートセンシングデータと他の地理的な情報を用いた複合的な解析……新しいデジタル画像解析で、地理情報システム (GIS) の1つとしてリモートセンシングデータを位置づける。

## 2. 5. 3. 解析の流れ

データ解析のための具体的な流れを図-13. に示す。

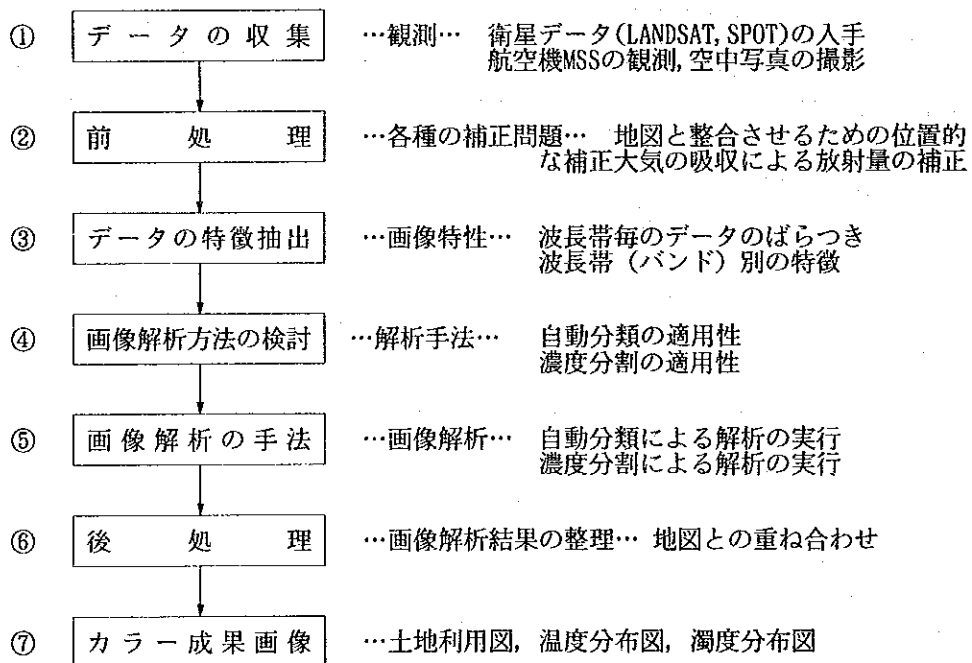


図-13. データ解析の流れ

## 2. 6. デジタル画像解析

### 2. 6. 1. 概要

リモートセンシングで用いられるデータは、画像解析によって調査しやすい画像に変換される。画像解析には、専用の画像解析システムを用いる。一般的な画像解析の手順は次のとおりである。



- ①データの入手
- ②輝度補正
- ③幾何補正
- ④フォールスカラー画像の作成
- ⑤土地被覆分類
- ⑥その他の地理情報の収集
- ⑦画像データベースの構築
- ⑧画像のオーバーレイ解析

図-14. には、一般的な画像解析のフローチャートを示す。

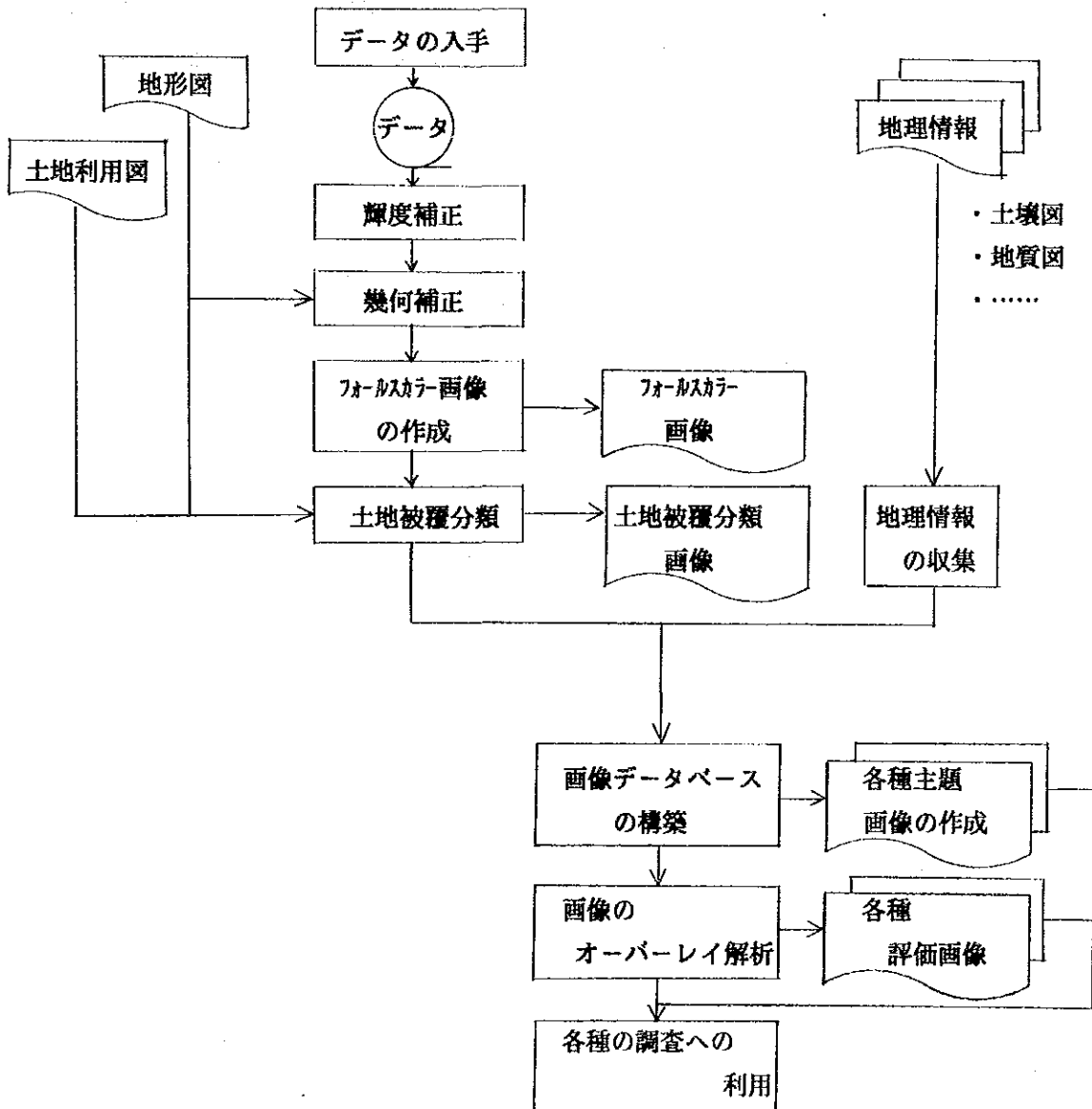


図-14. 一般的な画像解析のフローチャート

## 2. 6. 2 画像解析システム

画像解析を進めるためのシステムは、汎用、ミニコン、パソコンのホストコンピュータ、イメージ・プロセッサが中心となる。入力装置には、磁気テープ装置、ディジタイザーが、出力装置には、カラーディスプレイが最低限必要となる。図-22.には、画像解析システムの一例を示す。

## 2. 6. 3. 輝度補正

LANDSATの画像は、そのままの数値でディスプレイに表示したり画像化すると、階調が全体に暗い場合がある。特に、2時期以上の画像を比較して検討を加えるなど不便を感じる。そこで、通常は判読し易い画像となるように、輝度補正の処理を行う。

特に、ここでは2時期の画像データに対し、輝度補正する方法について述べる。2時期の観測時期は、季節、天候などが異なるため、互いの輝度を補正することによって、時期的な差異をある程度まで縮めることができる。

- 1) 2時期の同一範囲の画像に対するヒストグラムを作成する。
- 2) 一方のヒストグラムを基準として、まずヒストグラムのピークをそろえる。
- 3) 係数にかけて、全体に同様のヒストグラムとなるようにする。

図-15. に輝度補正の概念図を示す。

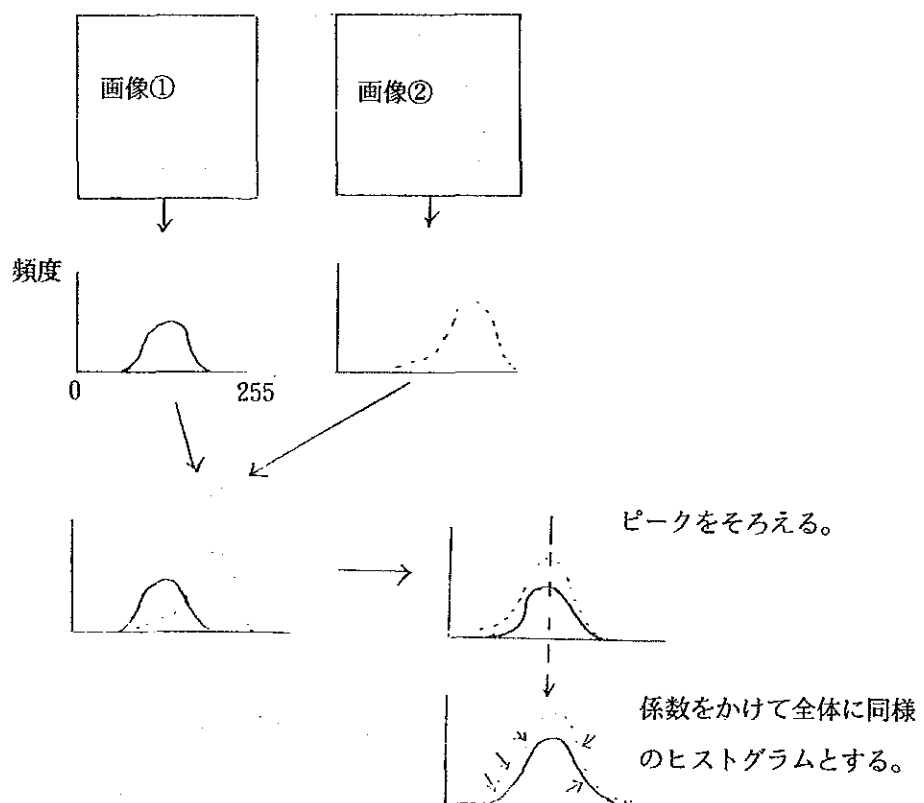


図-15. 輝度補正の概念図

#### 2. 6. 4. 幾何補正

リモートセンシング・データによって得られる画像は、さまざまな歪が生じている。幾何補正は、オリジナルの観測データに対して、地形図と位置関係が同じようにするために座標変換するものである。

LANDSAT 画像を幾何補正するためには、まず地上基準点 (GCP : Ground Control Point) を選定する。地上基準点には、画像上及び地形図上で明瞭な点とし、水涯線、河川、道路などの屈曲部を用いるのがよい。選定した基準点に対し、画像上及び地形図上で座標を選定し、座標変換を行う。地図座標を  $(x, y)$ 、画像座標を  $(u, v)$  とすると、次式により変換する。

$$x = a_1 u + a_2 v + a_5$$

$$y = a_3 u + a_4 v + a_6$$

未知係数  $a_1 \sim a_6$  は、4 個以上の地上基準点の座標から、最小二乗法により求められる。

座標を変換する場合、地形図の位置に対応するオリジナル画像がないことが多い。したがって近隣の入力画像から何らかの方法でその点に対応する画像データを内挿する必要がある。内挿の方法には、最近隣内挿 (nearest neighbor)、共一次 (bi-linear)、三次たたまみ込み内挿 (Cubic Convolution) の 3 通りがあり、一般に最近隣内挿が用いられる。図-16. には、内挿の概念図を示す。

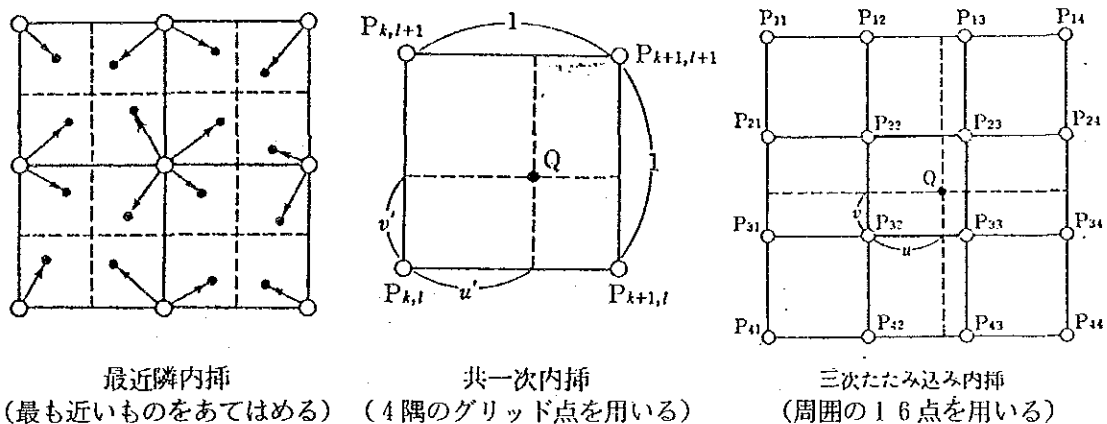


図-16. 内挿の概念図

#### 2. 6. 5. フォールスカラー画像の作成

LANDSAT MSS データは、4 つのバンドに分かれていることはすでに述べた。それぞれのバンドごとのモノクロ写真によっても、その特徴によってある程度の判読は可能である。しかし、これらを組み合わせてカラー合成することによって、モノクロ写真では見えないものを判読することができる。

最も多く利用されているカラー合成は、

第4バンド：青（B）フィルター

第5バンド：緑（G）フィルター

第7バンド：赤（R）フィルター

で、フォールスカラー合成と呼ばれている。

第4バンド：赤（R）フィルター

第5バンド：青（B）フィルター

第7バンド：緑（G）フィルター

によるカラー合成は、肉眼でみる色に近いので、ナチュラルカラーと呼ばれている。

表-6. には、フォールスカラー画像上の対象物に対する特徴を示す。

表-6. フォールスカラー画像の特徴

種別 対象物	フォールスカラー	
	457 BGR	457 RBG
雪	真 白	真 白
厚い雲	(カゲあり)	(カゲあり)
うすい雲	白	白
もや	やや白	やや白
森林	赤	緑
耕作物, 野草地	桃 (黄褐)	黄 褐
裸地	白	白
湿润地	うす青	赤 紫
市街地	うす青	赤 紫
水部 (汚濁)	うす青	赤 紫
" (普通)	濃 青	青 紫
陰影	黒	黒

## 2. 6. 6. 土地被覆分類

リモートセンシングで用いられる代表的な分類の方法は、大別すると次のものがある。グラント・トルース（画像データに対応する地上の対象物やその周辺環境を調べ、画像データと対象物の関係を明らかにすること）データを用いた分類と、用いない分類に分けられる。グラント・トルース・データを用いた分類には、最尤法（Maximum Likelihood Method）、ツリー型分類がある。一方、グラント・トルース・データを用いない分類の代表的なものは、クラスター分類である。

森林調査の土地被覆分類には、主に最尤法分類を用いることが多い。分類の手順は、以下のとおりである。

- 1) フォールスカラー画像とグラント・トルース・データとから分類する項目を決める。
- 2) 画像上で明瞭に分類できる区域を教師 (Training Field) として抽出し、統計量

(データの平均値、分散)を計算する。

- 3) 教師として抽出した領域に含まれる画素について、分類項目毎に分類し、分類の判別効率を計算し、不要な教師を省き、繰り返し計算を行う。
- 4) 判別効率が妥当となれば、画像全体について分類を行う。その際、1画素ごとにそのデータがどの項目に分類されるかが自動的に判定される。
- 5) 同一分類項目(例えば森林)であっても、日向と日影では地表の反射特性が異なるため、初めに別々に分類し、最終的に同一項目に統合する。

#### 2. 6. 7. その他の地理情報

森林土地利用モニタリングを進める場合、LANDSATデータのみによる画像解析は、土地利用状況をマクロに把握するには十分なデータを提供してくれる。しかし、これらの土地利用状況と他の地理情報(土壌、地形、地質等)との関係を把握することによって、森林管理上、きわめて重要な基礎資料を得ることになる。

例えば、土地利用状況と土壌の関係では、林木の種別に適した土壌を、地形との関係では立地条件の適正を、地質との関係では適合性を把握することができるとともに、今後の土地利用計画をたてる上で有効となる。

そこで、森林管理上必要となる地理情報を収集するが、その場合、できるだけ既存の調査資料から必要な情報を入手する。適当な情報がない場合には、地形図や既存資料、現地調査等によって情報を作成する。

#### 2. 6. 8. 画像データベースの構築

人工衛星データを含めて、調査に必要な主題図を図-17. の概念図のように画像データベース化することにより、後述の画像の解析に利用可能となる。

既存の土壌図や地形図を用いて作成した主題図はポリゴン(多角形)の図形の集まりである。これらのポリゴンデータは、ディジタイザーを用いて座標値(X, Y)及び属性をもたせて入力することができる。コンピュータによりポリゴンデータを任意の大きさのラスタ・データ(例 1画素を100m×100mとする)に変換し、オーバーレイ処理し易いデータに統一する。

森林調査に有効な主題図は、林相図、植生図、地質図、土壌図、斜面方向図、斜面傾斜図などであり、これらを画像データベース化して、それぞれの関係を調べることによって、地域特性を把握することができる。

#### 2. 6. 9. 画像のオーバーレイ解析

画像間のオーバーレイ処理を施すことによって、土地分級や変化量の算出が容易に行うことができる。一般に、オーバーレイ処理の方法には、①INDEX法、②OVERLAY法、③MATRIX法があげられる。次に、簡単に説明を加える。

##### (1) INDEX法

INDEX法は、用いる主題図(土壌、傾斜、地質など)、区分(傾斜0~5°、

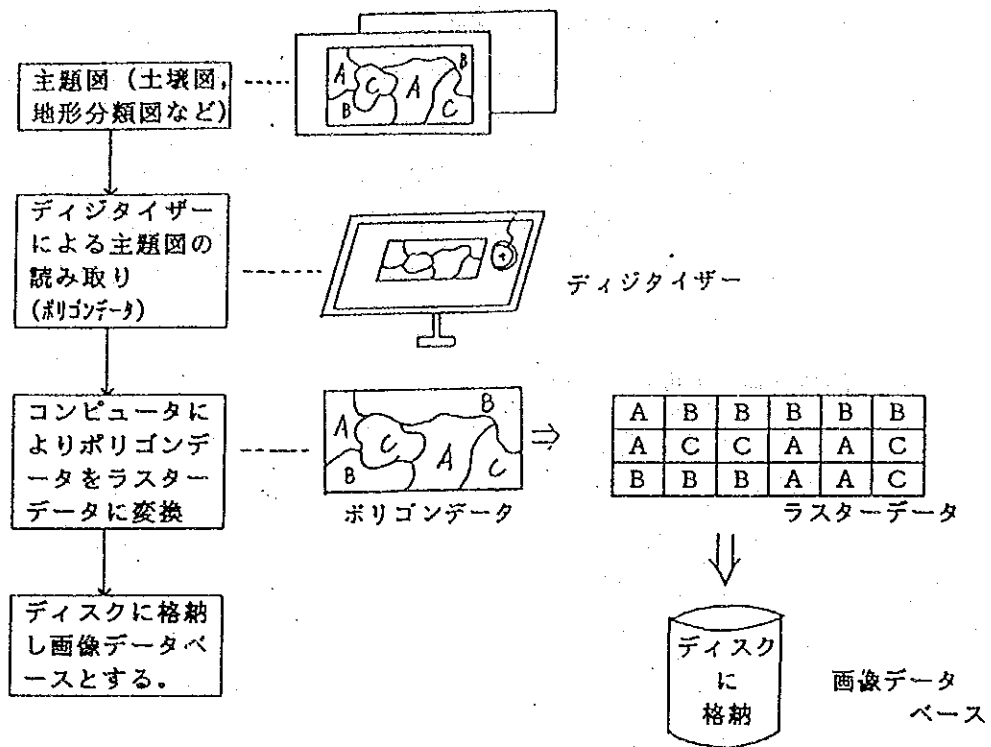


図-17. 画像データベースの概念図

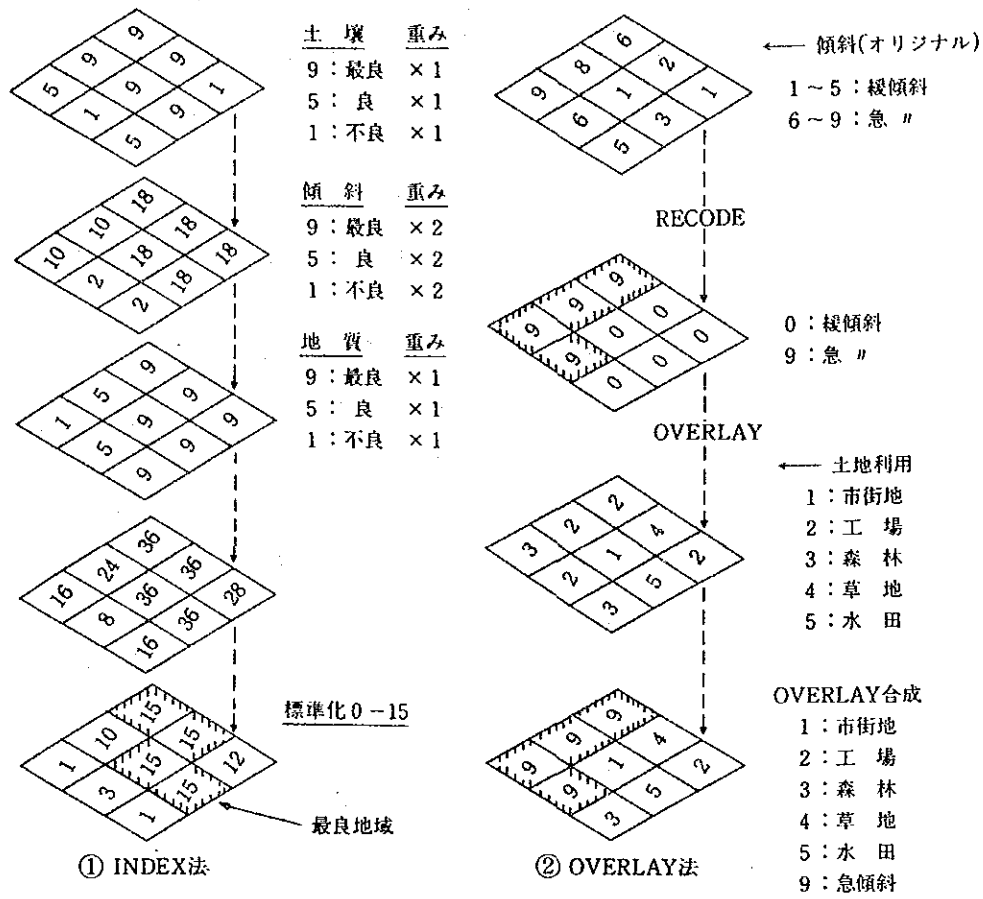
6~10°, ...など)に重みづけを行い、主題図間の加算結果の合計点によって分級していくもので、図-18. ①の例では傾斜の重みを2としている。

(2) OVERLAY法

OVERLAY法は、オーバーレイしようとする情報のうち、特定の区分についてのみオーバーレイ処理しようとするものであり、図-18. ②の例では、急傾斜地を挿入するためのものである。

(3) MATRIX法

MATRIX法は、図-18. ③の例に示すように2つの情報(土地利用と傾斜)を用い、各区分の組み合わせに応じたマトリックスを作成し、各マトリックスに効用値を定め、これによってオーバーレイ処理していくものである。



傾斜

	0~3°	3~8°	8~15°	15°以上
水田	1 0	2 1	2 2	2 3
畑	1 4	2 5	3 6	4 7
草地	1 8	2 9	3 10	4 11
森林	1 12	2 13	2 14	3 15

③ MATRIX法

図-18. オーバーレイ処理の概念図

## 第3部 ケーススタディ「タイ国におけるリモートセンシングによる森林土地利用モニタリングの事例」

### 1. 概要

このケーススタディは、2時期のLANDSATデータを用いて、タイ国西部の国有林地域の一部を対象とし、リモートセンシングによる森林土地利用モニタリングを行った一事例である。

本モニタリングは、主としてデジタル画像解析により、LANDSATデータにより土地被覆分類を実施し、土地利用状況を把握した。

土地利用状況の把握に当たっては、既存の土地利用図を用いて、分類結果の一部を検証するとともに、土地利用の経年変化についても検討を加えた。

調査対象地域は、タイ国西部のKanchanaburiの北西部に位置するSrinagarindダムに隣接する国有林地域であり、その対象面積は、約21,000haである。

調査は、2時期のLANDSATデータ（1983・12・13, 1987・1・30）の土地被覆分類により、時期別の土地利用状況を把握するとともに、林相図との検証をふまえ、2期間間の土地利用水位状況についても把握した。

その結果、1983年と1987年の土地利用状況の比較では、森林面積が約1.5万haに減少し、畑地が約2,000haから5,000haに増加している。面積比率では、全体の約3/4以上あった森林が、約1/2に減少している。

### 2. 調査内容

#### 2. 1. 調査目的

このケーススタディは、リモートセンシングによる森林土地利用モニタリングの一事例として行ったものである。ここでは、2時期のLANDSATデータを用いて、デジタル画像解析により土地被覆分類を行い、土地利用状況を把握するとともに、森林面積の推移状況を把握することを主な目的とした。

#### 2. 2. 調査範囲

調査範囲は、タイ国西部Kanchanaburiの北西部にあるSrinagarindダムに隣接する国有林地で、本調査の対象面積は約21,000haに及ぶ。この地域は元来、密生した熱帯雨林地域であるが、入植により伐採が進み、耕作地が増加している。したがって森林分布状況の的確な把握と管理が要求されている地域である。図-19. に調査位置図を示す。



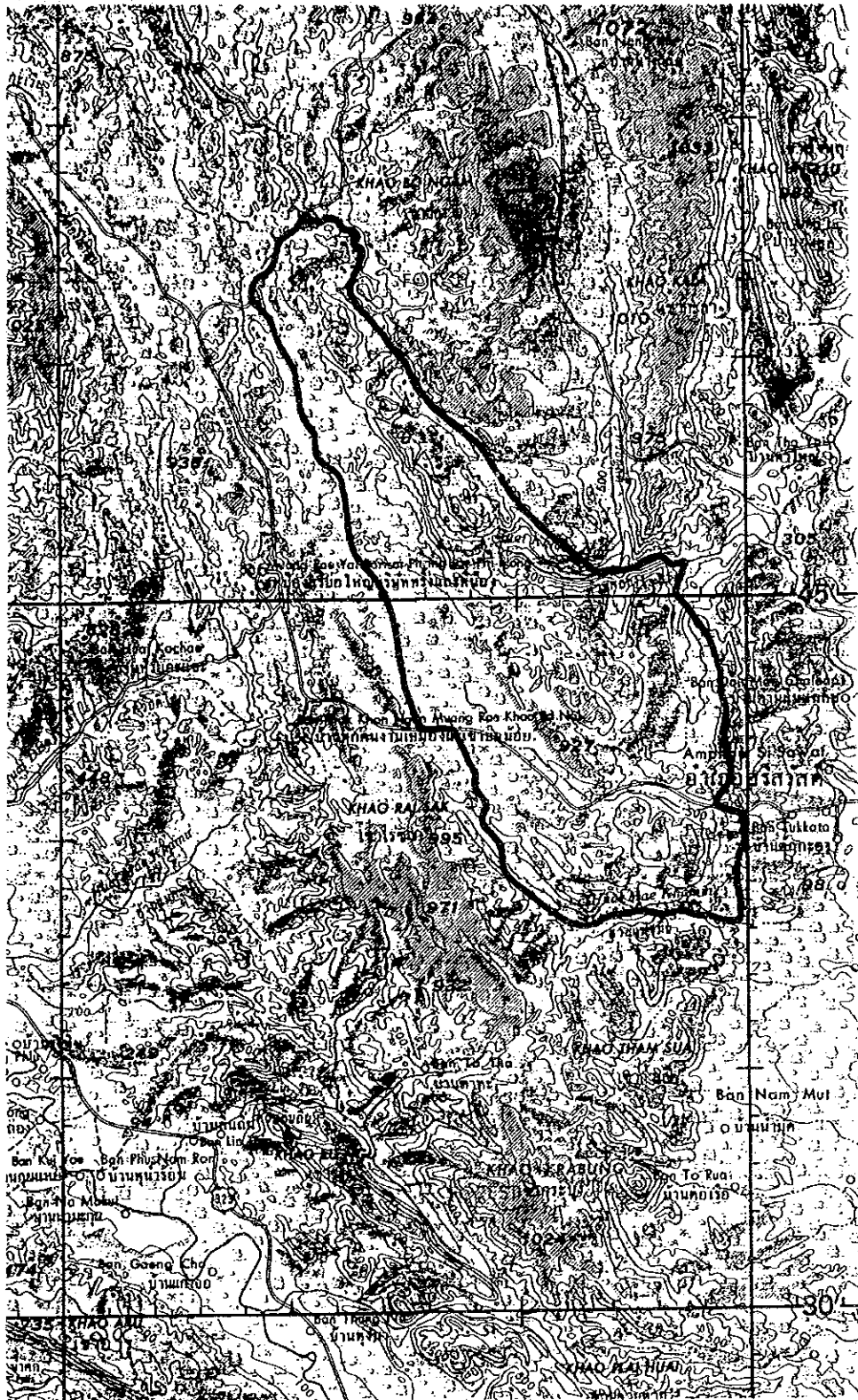


图-19. 调查位置图 (1/250,000)

## 2. 3. 調査項目

このモニタリングの主な項目は次のとおりである。図-20. には、フローチャートを示す。

- (1) LANDSAT MSSデータの幾何補正
- (2) 土地被覆分類の実施
- (3) 森林土地利用状況の把握
- (4) 経年変化量の把握
- (5) 土地被覆分類の精度の検証
- (6) とりまとめ

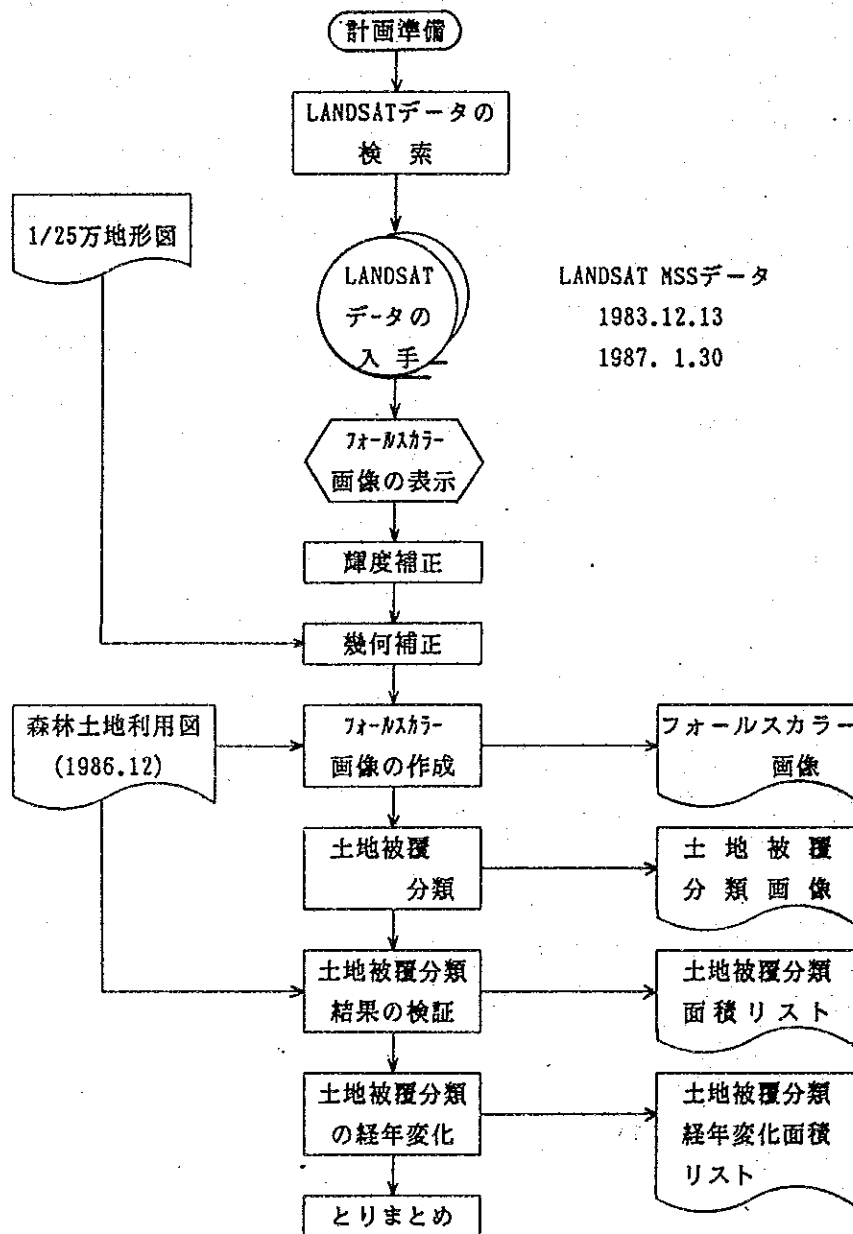


図-20. 森林土地利用モニタリングの調査フローチャート

## 2. 4. 使用したデータ

### (1) LANDSAT MSSデータ

調査範囲を含む2時期のMSSデータ(CCT:コンピュータ適合磁気テープ)を使用した。表-7. は、使用したLANDSATデータの一覧である。

表-7. 使用したLANDSATデータの一覧

センサー	LANDSAT No.	PATH-Row	観測年月日
MSS	L-4	130-50	1983. 12. 13
MSS	L-5	130-50	1987. 1. 30

### (2) 1/25万地形図(タイ国作成)

1/25万地形図は、調査範囲の確認やLANDSATデータの幾何補正に用いた。使用した地形図の図郭割を図-21. に示す。

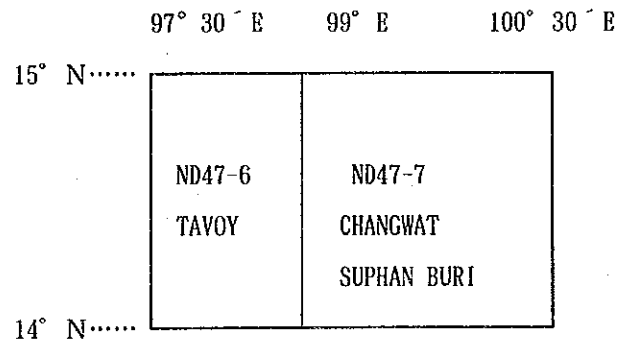


図-21. 使用したタイ国地形図の図郭割図

### (3) 林相図

1/1万林相図は、土地被覆分類の検討に用いた。ここで用いた林相図は、1986年12月撮影の1/2万空中写真の判読結果によるものである。

## 2. 5. 使用システム

本調査で使用したデジタル画像解析システムの構成は図-22. に示すとおりである。このシステムの中核部はVAX-11/730とイメージプロセッサからなる。主な入力装置は各種の地理情報入力のためのディジタイザー、写真情報入力用のビデオディジタイザー、である。出力装置はカラーディスプレイと画像を写真記録するためのフォトプリンターとグラフィック・カメラ及びハードコピー装置である。このほか、写真情報や地図・地理情報の入力用のカラードラムスキャナーや補助計算用としてFACOM S3500システムとイメージプロセッサ、及びパーソナルコンピュータPC9801Eを備えている。

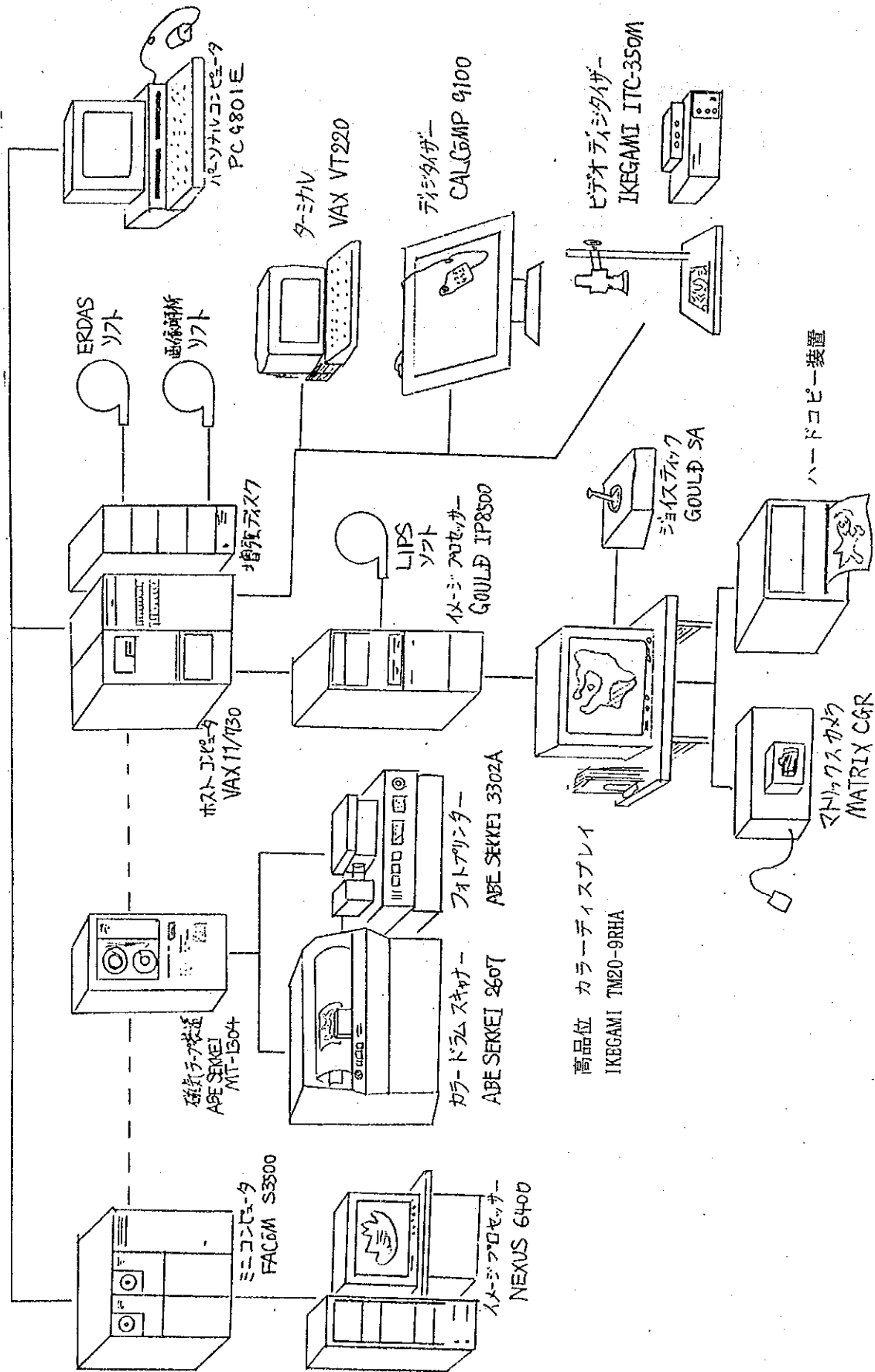


図-22. 使用したデジタル画像解析システムの構成

## 2. 6. 調査方法と結果

### (1) LANDSATデータの入手

調査範囲をカバーするLANDSAT MSSデータのうち、雲量リストにより雲量、画質を検索し、2時期のLANDSATデータをCCT (Computer Compatible Tape : コンピューター適合テープ) で入手した。

### (2) 輝度補正

2時期のデータの観測時期は、季節、天候などが異なるため、互いの輝度を補正することによって、時期的な誤差をある程度縮めることができる。そのために、2時期の画像に対するヒストグラムをとり、輝度を補正した。

### (3) 幾何補正

LANDSATデータが地形図と整合するように幾何補正を施した。1/25万地形図を用い、LANDSAT画像上と地形図上の両方で明瞭に識別できる地上基準点 (GCP=Ground Control Point) を選定して行った。ここではニアレストネイバー法により行い、補正後の画素サイズを50m×50mとした。

### (4) フォールスカラー画像の作成

幾何補正後のLANDSAT MSSデータを用い、フォールスカラー画像を作成した。MSSの各バンドと出力画像の色との対応は次に示すとおりである。

赤色 バンド7データ (近赤外域) near-infra-red

緑色 バンド5データ (可視赤色域) visible red

青色 バンド4データ (可視緑色域) visible green

フォールスカラー画像は、カラーディスプレイに出力し、GCPの測定や土地被覆分類の教師選定等に使用した。

図-23., 24. には、フォールスカラー画像を示す。



( 1983.12.13 )



Fig. 23 LANDSAT FALSE COLOR IMAGE





( 1987.1.30 )



Fig. 24 LANDSAT FALSE COLOR IMAGE



(5) 土地被覆分類

2 時期の幾何補正済みの LANDSAT MSS データを用いて、最尤法による土地被覆分類を実施した。最尤法とは、画素単位の画像データについて、あらかじめ指定された複数のカテゴリーのうちのいずれに属するかを判別する統計的手法である。今回の分類では、①森林(forest)、②畑地(field)、③草地(grasses)、④荒地(Waste land)、⑤裸地 (rough field)、⑥水域 (water) の 6 項目に区分した。

- 1) 森林：森林（森林Ⅰ：深赤色，森林Ⅱ：紫色，森林Ⅲ：明赤色，森林Ⅳ：暗赤色）
- 2) 畑地：耕作地
- 3) 草地：低木・草原等の緑地
- 4) 荒地：植生がほとんどなく、岩石・砂等におおわれた地域
- 5) 裸地：植生がまったくなく、岩石等が露出している地域
- 6) 水域：河川・湖等の水面

図-25. は1983年，図-26. は1987年の土地被覆分類画像を示す。また表-8. は1983年，表-9. は1987年の判別効率一覧表を示す。

表-8. 最尤法分類の判別効率 (1983) (%)

教師判別カテゴリー	森林 I	森林 II	森林 III	森林 IV	畑地	草地	荒地	裸地	水域
森林 I	57.4	0	21.1	3.1	3.8	0	0	0	0
森林 II	0	100	0	1	0	0	0	0	0
森林 III	38.3	0	74.6	1.6	3.8	0	0	0	0
森林 IV	2.1	0	0	68.8	5.7	8.3	0	0	0
畑地	2.1	0	2.8	4.7	83.0	8.3	0	0	0
草地	0	0	1.4	21.9	3.8	83.3	0	0	0
荒地	0	0	0	0	0	0	100	0	0
裸地	0	0	0	0	0	0	0	100	0
水域	0	0	0	0	0	0	0	0	100

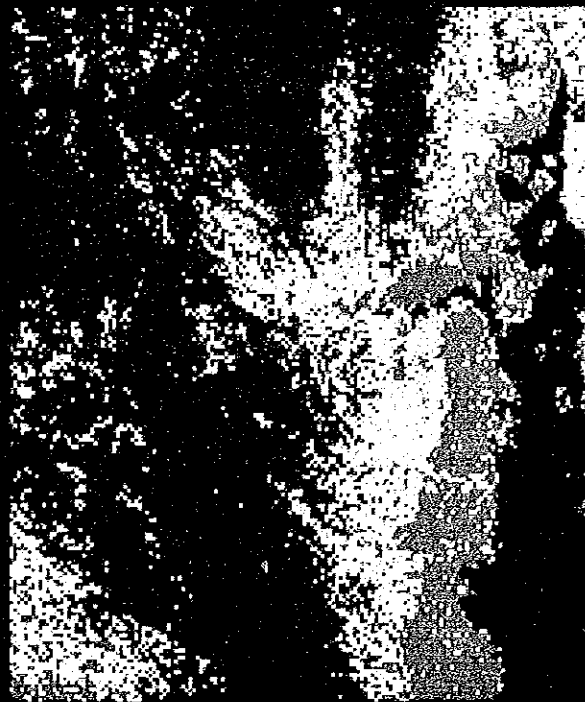


( 1983.12.13 )



Fig.25 LAND COVER CLASSIFICATION MAP

( 1987.1.30 )



FOREST  
FIELD  
GRASS LAND  
WASTE LAND  
BARREN LAND  
WATER

Fig.26 LAND COVER CLASSIFICATION MAP



表-9. 最尤法分類の判別効率 (1987) (%)

教師 判定 カテゴリー	森林 I	森林 II	森林 III	森林 IV	畑地	草地	荒地	裸地	水域
森林 I	100	0	0	0	0	0	0	0	0
森林 II	0	100	0	0	0	0	0	0	0
森林 III	0	0	100	0	0	0	0	0	0
森林 IV	0	0	0	93.5	0	0	0	0	0
畑地	0	0	0	6.5	96.7	8.7	0	0	0
草地	0	0	0	0	3.3	91.3	0	0	0
荒地	0	0	0	0	0	0	100	0	0
裸地	0	0	0	0	0	0	0	100	0
水域	0	0	0	0	0	0	0	0	100

① 1983. 12の観測

各カテゴリー別面積は、表-10. のようになった。

表-10. 土地被覆分類結果 (1983)

ha (%)

区分	森林	畑地	草地	荒地	裸地	水域	計
面積(ha)	15,724.75	1,838.50	1,949.25	1,011.75	185.25	12.25	20,721.75
	(75.8)	(8.9)	(9.4)	(4.9)	(0.9)	(0.1)	(100.0)

この時期のデータでは、調査地域の約76%が森林におおわれている。畑地は谷部や森林域の周辺に散在し、荒地・裸地は湖岸を中心に分布している。画像上から判断する限りでは、この地域は自然のままの熱帯雨林であろう。

② 1987. 1の観測

各カテゴリー別面積は、表-11. のようになった。

表-11. 土地被覆分類結果(1987)

ha (%)

区分	森林	畑地	草地	荒地	裸地	水域	計
面積(ha)	10,433.00	5,140.75	3,432.75	1,599.50	80.25	34.50	2,0721.75
	(50.3)	(24.8)	(16.6)	(7.7)	(0.4)	(0.2)	(100.0)

この時期のデータは、森林の伐採が大きく進み、森林域の周辺部や内陸部の広い地域に畑が分布している。湖岸から内陸にかけては、荒地・草草が拡がり、広い面積の森林が失われている様子がみられる。調査範囲については、特に畑地面積の増加が著しい。

(6) 土地被覆分類の精度検証

1986年撮影の航空写真による土地利用現況と1987年 LANDSAT土地被覆分類結果とを重ね合わせ、土地被覆分類の精度検証を行った。

土地被覆分類の結果を検証するために、調査範囲の一部地域について、LANDSATデータとほぼ同一時期に撮影した空中写真の判読結果を用いて作成した林相図をポリゴンディジタイザーによってデジタルデータ化し、林相区分ごとに属性値を与えて画像データとして作成した(図-27,参照)。幾何学的には、(5)の土地被覆分類結果との整合性をもたせた。表-12.にはLANDSATデータによる土地被覆分類結果と、林相図からの土地利用の面積のチェック表を示す。

表-12. 土地被覆分類と林相図のクロスチェック表 <ha>

林相図		LAND COVER						
		森林	畑地	草地	荒地	裸地	水域	計
森	T <sub>e</sub>	1,123	35	12	0	0	2	1,172
	M <sub>b</sub>	3,092	972	563	645	18	0	5,290
	D <sub>b</sub>	0	8	0	63	0	0	71
林	B <sub>r</sub>	54	17	12	45	1	0	129
	S <sub>r</sub>	116	22	4	36	0	0	178
	計	4,385	1,054	591	789	19	2	6,840
A		213	90	21	34	2	0	360
G		28	13	1	0	0	0	42
B		94	8	2	2	0	0	106
P		0	2	1	16	1	0	20
V		4	7	1	1	1	0	14
計		9,109	2,228	1,208	1,631	42	4	14,222

(7) 重ね合わせによる経年変化量の把握

2時期の土地被覆分類結果を重ね合わせて、経年変化量の把握を行った(図-28,参照)。表-13.に2時期の各カテゴリー別の面積を示す。

経年変化量の算定結果より、次のようなことが把握できた。

1) 1983年には調査範囲の3/4以上が森林であったが、1987年には調査範囲の1/2に減少している。減少した森林域の半分以上は畑地に変化しており、森林が伐採されて畑地に転用された状況が、数字の上でも明らかになっている。畑地のほか、草地への変化量もかなり多いが、これは、伐採後、畑地として利用されない領域と考えられる。



( 1986.12 )

- FARM LAND
- PLANTATION
- VILLAGE
- GRASS LAND
- BARREN LAND
- tropical ever green FORESTS
- mixed deciduous FORESTS
- deciduous dipterocarp FORESTS
- bamboo FORESTS
- secondary FORESTS
- OTHERS

Fig.27 FOREST TYPE MAP





■	FOREST	---	>	FOREST (no change)
■	FOREST	---	>	FIELD
■	FOREST	---	>	GRASS LAND
■	FOREST	---	>	WASTE LAND
■	FOREST	---	>	BARREN LAND
	WATER			
	Other Categories			

Fig. 28 ANNUAL VARIANCE MAP ON 'FOREST'  
 ( 1983 ---> 1987 )



表-13. 土地被覆分類の経年変化 (1983年→1987年) (ha)

1987 1983	森 林	畑 地	草 地	荒 地	裸 地	水 域	計
森 林	10,434.00	2,834.50	1,946.50	460.75	25.75	23.25	15,724.75
畑 地	0.00	1,019.50	721.00	94.75	2.25	1.00	1,838.50
草 地	0.00	819.75	538.50	568.75	22.00	0.25	1,949.25
荒 地	0.00	409.50	207.25	380.75	14.00	0.25	1,011.75
裸 地	0.00	55.00	19.50	94.50	16.25	0.00	185.25
水 域	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	9.75	12.25
計	10,434.00	5,140.75	3,432.75	1,599.50	80.25	34.50	20,721.75

2) 畑地・草地・荒地は、データ上の特性が互いに類似しており、現地においても、年による互いの変動が多い。面積の上でも、この3者は入り混じった状況を示している。いずれの分類項目にも多少の植生があり、土壌はほぼ同一であることから、この現象は妥当であるといえよう。

3) 水域面積が1983年と1987年とで異なっており、また他のカテゴリーへの変化分が集計されているが、これは、年による水涯線の変化によるものと推測される。1983年に比べて、1987年の方が水域が広がっており、その多くは森林部分であったと判断される。

### 3. まとめ

以上のような調査事例により、LANDSATデータを用いた森林面積の経年変化量把握のモニタリング手法が示された。この手法は、2時期のLANDSATデータによる土地被覆分類の変化を、重ね合わせにより抽出するところに大きな特徴がある。衛星画像を利用するため、解析範囲に制限はなく広範囲の処理が可能である。画素サイズが50m×50mと大きいため、小さな植生区分の分類には適さないが、広範囲の森林域の変化のように、マクロな視野による大面積の領域の把握のための手法として、現地調査が現実的に不可能なだけに、有効な手法であるといえよう。





JICA