熱帯林開発における空中写真の利用 (1)

Photogrammetrie as a Basis for the Exploitation of Tropical Hard Wood Forest

中 島 巖*

by Iwao Nakajima

Government Forest Experiment Station.

1. はじめに Preface

近代社会の急速な発展は原始のままの自然を保ち続けてきた未開発熱帯林の上に、世界市場に対する木材資源供給源としての要求を加速的に増大してきている。そして現有する資源量のみならず、将来の生産性をも含めた開発計画の樹立が過去とは比較にならぬ重要さをもつ期待されている。それは有用木材量の把握、生産力の推定あるいは経営計画の設計等正確で新鮮な情報を必要とする分野である。

いうなれば既開発国における森林地域におけると同様な詳細な情報を、より困難な現地調査の条件と、既成の資料の不足の下に集めねばならないことである。

空中写真は従来より未開発地域の調査に不可欠なものとされていた。またむしろそのような地域でこそ効果的な利用が成果を上げていたともいえる。しかしこれらの調査は、現在われわれが当面している未開発地域の現実の開発計画、または作業計画の設計というよりも、むしろ探險的な、あるいはいかなれば総括的な知識を得ることを目的としていたともいえる。

現在、熱帯林調査への要望が、直接に産業経済、また政策に直結したものに变化していることは写真利用にとっても、より高度な手法への要請が期待されるところである。

今後、熱帯林の調査においても、写真は観察、測定、記録の分野を飛躍的に発展させ、また物の判断をより客観的な解析手法へと変貌させる媒体となるであろう。

2. 熱帯林調査と写真情報

Photo-information for Tropical Forest
Survey.

熱帯林調査において、空中写真は従来より地形図、

植生図の作成、また地上調査への準備に、運搬設備や道路計画の資料として用いられて来たが、それらの多くは全体的な予察を目標としており、即地的な開発や作業計画には殆んど役に立たなかったともいえる。

元来いづれの調査部門にあっても総括的な調査と局所的な調査では要求される調査事項も、また詳細性も全く異なるものである。この両者を同時に効率的におこないうる手法というものは工程、経費の面より見ても極めて困難なものといえる。

ただ、ここで今まで、調査というものが、過去より現在に至るまで人間が肉眼で観察し、また頭脳で判断することを基準として設計され、また検討もされて来たものであるという事に気付かねばならない。そして写真利用もこの範囲内において肉眼の能力や人間の行動力を補助するものとして使われて来たものである。

現在いづれの科学分野においても、写真はかつての肉眼観察の忠実な再現や記録の域を脱して、人間の能力を拡張し精密化する重要な手段となって来ている。

森林の調査においても、今日要望されている課題を果たすためには既成の利用法を脱したより効果的な応用が計られねばならない、そして、それは調査基準そのものが写真情報を主体とした観念のもとに設計しなおされた利用法である。

写真はミクロからマクロへと目的に応じた自在な観察眼をもたらし、また地表事物と立地、環境との関連を正しく捕えている。複雑広大な熱帯林も写真情報を調査の主役とすることによって始めて客観的に、また数量的に取扱う事が可能となり適確な情報処理への道が開かれるであろう。

3. 熱帯林調査の要因

Items for Tropical Forest Survey.

森林は生育立地の自然環境と人為的条件の総合によって成立し、また推移してゆくものである。熱帯林の

* 農林省 林業試験場 航測研究室長

構成は、そのほとんどが自然条件によって左右されているといえよう。それは多から少なかれ齊一化される人為的な影響を受けた既開発地域の森林にくらべて、はるかに複雑でほん放である。

いづれの調査分野にあっても、種々様々なものが錯綜して存在しているとき、先づ第一の作業はそれらを類型的なもの毎にグループ分けして整理する索引を作ることである。

写真像から熱帯林の構成や開発条件を判定する場合にも、先づその第一歩は森林型の区分と生育立地の分類から始まる。そして林分構造、生長や被害、あるいは作業条件、等々と細分化してゆく、と同時にその対象面積単位もそれに応じて変化してゆくものである。

これらの区分の基準と要因の第一の条件としては先づ写真像にて明らかに判定の可能な分類であることである。

第二には開発利用上の取扱が異なる条件からの分類である。

1. 森林型の分類 Forest Type Classification

熱帯林の分類は既応においても各地域について多くの報告がある。それらはそれぞれ地域的に、また分類者の見解によって異なる点はあるが、そのいづれもは従来より写真上からも最も適確に判定される分野であった。それらの主なものを地域的に上げれば次のようなものである。

〈地域〉

マレー半島	森林型(8型)	千田文七郎
フィリッピン	" (13型)	F.A.O. C. Masabe
サラワク	" (5型)	梶, 岩本
カリマンタン	" (4型)	Skiman, 大谷滋
ニューギニア	" (8型)	岩本光
カンボジア	" (11型)	USAID(1962)
その他	タイ (Loetch 1956), スリナム (Heinsdijk 1952), セイロン (Merrit, Ranatunya(1959) de

Fig. 1. 林型垂直模式図

Diagrammatic Aerial photo Appearance of Tropical Forest.

Rosayro 1959) 等がある。

これらは生育立地の垂直位置的配分と水系状態と最もよく関連をもっており、総合して見れば次の形とその複合型とすることが出来よう。

1. 塩水湿地林 Salt water swamp Forest.
2. 海岸林 Costal Forest.
3. 淡水湿地林 Fresh water swamp Forest.
4. 河岸浸水林 Inundulated scrub Forest.
5. 低木林 Dwalf bush Forest.
6. 低地林 Lowland Forest.
7. 丘陵林 Hilly Forest.
8. 山岳林 Mountenious Forest.
9. 泥炭林 Peat Forest.
10. 石灰岩林 Limestone Forest.
11. 草原 Sabanna.

これらはそれぞれの森林型における安定型であり、その間には、天然または人為による破壊型、あるいは推移の過程にある混合型や二次林 (Secondary Forest) が存在する。

2. 地況の分類 Terrein Type Classification.

原生天然林の構成は生育立地の地況と極めて密接に関連している。それは地質、土壤の差と同時に気象条件等が成因を左右する点が多いからである。またこの地況は開発にあたっての伐採や搬出、またその後の経営に大きく影響を及ぼす要素である。

熱帯林を地況の面より見れば次のような大分類がある。

- (1) 海岸平地 Costal flat terrein.

Saltwater swamp. Mangrove assesible forest. Costal forest を含み、冲積、堆積土壤、または隆起地形・湿地帯ある事が多い。

- (2) 内陸平地 Inland flat terrein.

旧河床跡、河岸彎曲部には湿地帯、湿性土壤があり、丘陵沿には乾性土壤地帯となる。

- (3) 丘陵地形 Relifed terrein.

- (4) 浸蝕地形 Eroded terrein.

山腹傾斜は急、尾根は鋭形、地形模様複雑、石灰岩地層が浸蝕せられた場合には小模様パターン、しばしば山脚部に湿地を見る。

- (5) 山麓地形 Lower-mountainous terrein.

緩傾斜地形、乾燥性地帯、水流急。

- (6) 山岳地形 Mountenious terrein.

傾斜急、山頂付近は露出岩帯あることあり、傾斜方位の差によりしばしば植生

Fig. 1 Salt water swamp. (Mangrove) 1/15000×3/2
塩水湿地林(マングローブ)

Fig. 2. Fresh water swamp. Lowland 1/20,000×3/2
淡水湿地林と低地林

Fig. 3. Dwarf Bush & Lowland Forest
低林, 低地林

Fig. 4. Inland Flat terrain
内陸平地林

Fig. 5. Hilly Eroded terrain 1/20,000×3/2
丘陵形と浸蝕地形

Fig. 6. Mountainous Terrain 1/30,000×3/2
山岳地形

Fig. 7. Secondary Forest by Shifting Cultivation
1/20,000 焼畑農法とそれによる二次林

Fig. 8. A Example of Large Scale Photographs
1/1,000×3/2 大縮尺写真例

に急変化あり。

(7) 台地形 Terres

これらの分類は、写真を立体鏡して地性線(尾根線、水系線、傾斜変換線)を写真上に記入することによって極めてよく、その区別、分布を明らかにすることができる。地質構造線の判定は基岩の性質、構造の変化を捕える上で非常に有効である。これら地形区分の明らかな境界位置には、しばしば明瞭な構造線を見ることができる。

写真上に引かれた地性線、構造線は、平面図上に移写真するが、前項森林型とよい関連を示すのが常である。

通常、この地性線その他と、森林型を移写した平面図を調査の基本図とするが、その作業は既存の小縮尺

地図(1:100,000, 1:200,000が存在する事が多い)を写真縮尺近くに拡大したもの、またはモザイク、テンプレート展開によって作成された平面図を基準とすることが多い。または図解法によって作図されること

Fig. 2

(ニユーギニア) 地性線地況図と森型図 (上)

もあるが、その際も主点、および補点の三角鎖の展開の間に写真像を移写して作成される。

これらはすべて熱帯林において極めて適切な方法であって、迅速な調査基本図の作成には高性能測定機械よりも簡易な手法が目的に合う場合が多い。

3. 樹種および樹種群の分類 Species and their Group.

熱帯林において、写真上より樹種の制定を行なうことについては過去より多くの試みがある。

熱帯地方では一地域に生育する樹種は極めて多く、これらを個々に制定することは地上調査においても極めて困難な場合が多い。

過去の報告の多くは写真上より個別に樹種の判定を行なうことは、特殊な生育立地、あるいは特に単一のものが群落をなして生育する場合、特定の樹種、といった場合を除いては困難である、としている。

過去の報告において、写真上より判定可能とされたものには「表1」の如きものがある。

もともと、いろいろな樹種が交り合っている天然林では、特に広葉樹の種類を写真上から判定することは、既応の資料の積み重ねがあり、また現地検討の容易な既開発地域の森林においても困難なものである。

しかしながら熱帯地方において、経済的利用価値があり、すなわち調査を必要とする樹種は全生育樹種のうち10%以下の種類しかないであろう。

Table 1 Mein Tree Species which can be Possible to Identify from Air photographs

写真上判定されると報告された主な樹種

セ レ ベ ス Celebes	Anthocephalus Macrophyllus (Paijmams 1951)	Compnosperma sp.
インドネシア Indonesia	Campor (Dryobalanop sp.) Mangrove [(Rhizurphora), Niue fruct, cens) Nitung (Oureospera filamentosa) Gelam (Meluleuca sp.) Sago (Metruxylon sp.) (Haninbal 1952)	
ニューギニア Newginia	Aguthis Arancaria (A.D. Boon 1956)	
タ イ Thailand	Yarng (Dip terocapus alatus (Young)	
カンボジア Canbozia	Dipterocarpus intricatus (Rollet)	
セ イ ロ ン Ceylon	Hora (Diplerocarpus zeylanicus D. hispidus) thiniga (Doona congestiflora)	
ア フ リ カ Africa	Silk cotton (Oiba pentondra) umbrella tree (Muunga smithii) (D.A. Francis 1957)	
ス リ ナ ム Sylinam	baloem (Virola surinamensis) matakki (Symphonia globilifera) (Heinsdijk)	
英領ギアナ British Giana	Mora (Mora excelsa) morabuphea (Mora gong grijpui) green heart (Ocotea rodiaci) (Swellengrebel 1959)	

とすれば写真上からの樹種判定についても個別の種類の判定は何等必要ではなく、有用な樹種が生育する可能性のある群落を判定すればよいことである。

写真上から観察しえられる樹種群の型は、極めて多く生育する樹種の中で、特に上層樹冠層を形成し、その地域、地況に応じた優勢木樹種で構成されるものの像である。

熱帯林においては、これらの一定径級以上に生長する樹種が、全樹種中で利用上の価値を占める割合は非常に大きく、またそれらの樹種のみが開発対象樹種との間に示す関係は非常に高い。(Heinsdijk の Scanada における報告1957~58によれば、その相関係数は0.85を示す)。

これらの樹種群は内部の混交状態や立地条件を類型化して行くことによって、より詳細な内部の植生、土壌、地質、等を推定することを可能にする。

天然林においては、樹種の出現というものは決して不規則、無統制なものではない。森林型と地況の型に応じて、一定の範囲に限られたものが生育するのである。つまり存在する可能性のあるものは定まっているものであり、その範囲内での出現をしらべればよいものである。

例としてマレー半島、およびボルネオ島における各森林型に出現する有用樹種の一覧表を「表2」「表3」に示す。(大谷滋：熱帯林、参照)

各熱帯林地域の林型別に出現する有用樹種を見れば、

各林型にわたって出現するものもあるが、それらは適応性に富んだ広い分布をもつものであり、また各地域に類似の樹種を見る場合は、その両地域に気象、地質、地型に共通性を認めることが出来る。

これらの樹種のどれが出現しているものであるか、またその比率はどのようなか、を予察することが熱帯林での樹種群判定の目標である。

写真上から、そのより処となるものは樹冠形と樹冠色調、およびそれらの交り方である。

樹冠形は樹種固有の差をよく示すが、樹冠色調については生長、開花、落葉、

表 2 マレー半島の森林型によるフタバガキ科樹種の分布表

Dipterocarp Tree-Species Distribution According to the Forest-Type in Malay
Peninsular. (Compiled by Bunshichiroo Senda. 1961.)

注 グループ記号 A. パラウ類 B. 白ラワン類 C. 黄ラワン類 D. 赤ラワン類(以上すべて Shorea 属) E. メラワン
(ヤカール類) F. クルイン(アビトン類) G. メルサワ類 H. ルサック類 I. クブール類

1. 塩水湿地 **swamp-forest.**

- (A) — (B). *Shorea dealbata*. (C) — (D). *Shorea platycarpa*.
(D). *S. Teysmanniana*, s. *rugosa* v. *uliginosa*. (E). *Hopea reginosa*.
(E). *H. Mengarawan* (F). *Dipterocarpus coriaceus*, *D. chartaceus*.
(F). *D. senivestitus* (?). (G). *Anisoptera marginata*. (H). *Vatica*
(I). *Wallichii*

2. 林海岸丘陵林 **Coastal Hillis.**

- (A). *S. glauca*, *S. lumutensis*, *S. Maxwelliana*. (B). *S. gratisima*.
(B). *S. Sericeiflora*. (C). *S. multiflora*. (D). *S. ovata*, *S. cutisii*.
(E). *H. Nutans*, *H. Griffithii*, *H. Johorensis*, *H. pedicelata*, *H. Beccariana*.
(F). *D. alatus*, *D. rigidus*, *D. fagineus*, *D. grandiflorus*, *D. penangianus*.
(F). *D. rotundifolius*. (G). *A. curtisii*. (H). *V. odorata*, *V. cinerea*, *V. polli*.
(H). *V. pollida*, *V. Stifulata*, *V. cuspidata*, *C. malajanum*, *C. melanoxylon*.

3. 河岸林 **Riparian fringes.**

- (A) — (B). *S. assomica* f. *globifera*. (C) — (D). *S. Macrantha*.
(D). *S. Hemsleyana*, *S. Palembangica*. (E). *H. Sangal*, *H. odorata*, *H. Mengarawan*.
(E). *H. kelantanensis*. (F). *D. apterus*, *D. oblongifolius*. (G) — (H). *V. Lobata*, *V.*
Bancana, *V. Wallichii*. (I). *Dry. oblingifolia*.

4. 石灰岩地帯 **Limestone rocks**

- (A) — (B). *S. Talura*. (C). (D). — (E). *H. ferrea*, (F). (G) — (H). *V. cinerea*.
(I). *Pent. siamesis*.

5. 低地林 **Lowland Dipterocarp Forest.** (Up to 1000 ft. from sea level.)

- (A). *S. Guiso*, *S. Leavis*, *S. collina*, *S. Meodiana*, *S. elliptica*, *S. Materiali*
(A). *S. Atrinervosa*, *S. Foxworthyl*, *S. ochrophloia*, *S. Maxwelliana*.
(B). *S. Talura*, *S. Rosinoso*, *S. Deakbafa*, *S. hypochra*, *S. Lamellata*.
(B). *S. bracteolata*, *S. bentongensis*, *S. assamira* f. *globifera*.
(C). *S. sq. B. S. peltata*, *S. Gibbosa*, *S. Maxima*, *S. Hopeifolias*, *S. multiflora*.
(C). *S. Faguestiana*, *S. resina-nogro*, *S. balanocarpoides*.
(D). *S. sq. B. S. sq. C. S. Ovalis*, *S. Lepidota*, *S. parvifolia*, *S. Kunstleri*
(D). *S. Leprosula*, *S. pauciflora*, *S. acuminata*, *S. johorensis*, *S. Leptoclados*
(D). *S. desyphylla*, *S. platycarpa*, *S. macroptera*, *S. Sihgkwang*.
(E). *H. Dyeri*, *H. Nutans*, *H. Sangal*, *H. Helferi*, *H. Nervosa*, *H. Minimma*.
(E). *H. Lativollia*, *H. Griffithii*, *H. Subalata*, *H. Auriculata*, *H. pubesens*
(E). *H. Johorensis*, *H. myrtifolia*, *H. feruginia*, *H. Beccariana*, *H. Sublancelata*
(E). *H. Semicuneata*, *H. Glauceseens*, *H. dryobalanoides*, *H. Mengarawan*.
(E). *H. Polialthoides*.
(F). *D. Lowii*, *D. Dyeri*, *D. Baudii*, *D. Kerrii*, *D. apterus*, *D. Crinitus*, *D. Cornutus*.
(F). *D. Haseltii*, *D. sostulatus*, *D. Kunstleri*, *D. Concavus*, *D. Charlaceus*.
(E). *grandiflorus*, *D. verrucosus*, *D. Sublamellatus*, *D. obtise obtusifolius*.
(F). *D. Semivestitus*, *D. appendiculatus*, *D. Pseido-fagineus*, *D. Palembangicus*.
(G). *A. Leavis*, *A. costata*, *A. oblonga*, *A. scaphula*, *A. marginata*, *A. megistocarpa*.
(G). *A. megistocarpa*, *A. nioptera*.
(H). *V. bella*, *V. Nitens*, *V. Lowii*, *V. cinerea*, *V. odorata*, *V. flovida*.
(H). *V. Maingavia*, *V. Stafiana*, *V. perakensis*, *V. Havilandii*, *V. Ridleyana*.
(H). *V. Scortechinii*.
(I). *B. Haimii*, *P. Iucida*, *P. globosa*, *P. densiflora*, *Dry. aromatica*.

6. 丘陵林 **Hill Dipterocarp Forest.** (Up to 2,500 ft. from 1,000 ft.)

- (A). *S. laevis*, *S. Glausa*, *S. submontana*.
(B). *S. hypochra*, *S. reginosa*, *S. lamellatae*.
(C). *S. resinanigra*, *S. balanocarpoides*, *S. maxima*, *S. multiflora*, *S. blumtensis*.
(D). *S. ovata*, *S. curtisii*, *S. kunstleri*, *S. leprosula*, *S. parvifolia*.
(D). *S. dasyphylla*, *S. acuminata*, *S. fauciflora*, *S. maroptera*, *S. sq. B.*
(E). *H. sulcata*, *H. Pieri*, *H. nutans*, *H. auriculata*, *H. peruginia*.
(E). *H. Becariana*, *H. glaucesens*, *H. pedecelata*, *H. Semicunata*.
(F). *D. fostutatus*, *D. gracilis*, *D. cerinitus*, *D. fagineus*, *D. gracilis*.

- (F). *D. sublamellatus*. *D. pseudofagneus*.
 (G). *A. laevis*. *A. Curtisii*.
 (H). *V. sp. A. Lowii*. *V. patula*. *V. nitens*. *V. Cinera*. *V. Cuspidata*.
 (H). *V. perakensis*. *V. Stapfiana*. *V. Scortechinii*.
 (I). *Balanocarpus heimii*.

7. 山腹林 **Upper Dipterocarp forest.** about 2,500 ft. (750 m)

- (A). *S. cillista*. *S. submantana*. (B).—(C). *S. maxima*. (D). *S. ovata*. *S. platyclados*.
 (E). *H. mantana*. *H. beccariana*. (F). *D. retusus*. *D. costatus*. *D. acutangulus*.
D. Gracilis. (G).—(H). *V. patica* sp. A. *V. palula*. *V. heteroptera*.
 (I). *Balanocarpus heimii*.

8. 山岳カン林 **Mountain oak Forest.** about 4,000 ft. (1,200 m)

9. 山岳上部林 **Tropical upper mountain rain forest formation.** about 5,000 ft. (1,500 m)

Note:

- (A). Balau group of *Shorea*. (B). Meranti Pa'ang group of *Shorea*.
 (C). Meranti Damar Hitam group of *Shorea*. (E). *Hopea* group.
 (F). *Dipterocarpus* gr. (G). *Anisoptera* group. (H). *Vatica* and *Cotyledonium* group.
 (I). *Parashorea*, *Pentacme*, *Balanocarpus* & *Dryobalanops* groups.

表 3 ボルネオ島の主要森林型と主要樹種の分布表

Main Forest Type and Distribution of Main Timber Species in Borneo Inland.

(Kalimantan, Sarawak, Brunei & n. Borneo.)

Y. Kaji. et M. Iwamoto. 1959.

1. 海岸湿性林 **Coastal Dune Forest.**

Casuarinaceae, distributes partially, and some Coconut Palms.
 These forests occur only Sarawak and British north Borneo.
 It seems not so important in this island.

2. 塩水湿地林 **Salt Water Swamp Forest.**

Rhizophora spp. (Bakau.)
Ceriops spp. (Tingi.)
Avicenia officinalis L. (Api-api.)
Sonneratia spp. (P'rapat.)
Bruguiera parvifolia Wet A. (Beus.)

3. 淡水湿地林 **Fresh Water Swamp Forest.**

Dryobalanops spp. (Kapur.)
Gonystylus bancanus. (Ramin.)
Xylocarpus spp. (Taruntum ritting.)
Dyera spp. (Djelutong.)
Shorea spp. (Meranti.)
Melanorrhoea spp. (Rengas.)
Dipterocarpus spp. (Keruing.)
Palaquium spp. (Punak.)
Xylocarpus spp. (Njirih.)
Fam. Laur. (Medang.)
Anthocephalus Cadamba. (Djabon. Kalampajan.)
Meteroxylon spp. (Sago-Yashi.) are not seen as vigorous as in Salt
 Water Forests, and diameters of average trees in above mentioned species are not as large as
 seen in Hill Forests, and generally medium
 Standing stock/ha. of this forest type is average 260 m³ in Brunei and size it seems poorer than
 in Hill Forests.

4. 丘陵林 **Hill Forest.**

Shorea spp. (Meranti.) *Dryobalanops* spp. (Kapur.)
Dipterocarpus spp. (Keruing.) *Vatica* spp. (Resak.)
Koompassia spp. (Kempas.) *Eusideroxylon* Z.B. (Belian.)
Shorea guiso Bl. (Selangan batu merah.) *Intsia* spp. (Merbzu.)
Palaquium spp. (Njatoh.) *Diospiros montana* spp. (Eboney.)

5. 山岳林 **Montana Forest.**

Agathis spp.
Quercus spp.
Castanea spp.

Note:

Most Forest;
Over 970-1100 m. in Mt. Eulit. area.
Over 1,800-2,700 m. in Mt. Kinabalu. area.

6. 二次林 **Second Growth Forest.** (Niji Rin.)

Anthocephalus Cadamba Miq. (Djabon.)
Octomeles Sumatrana. (Benuang.)
Parinarium oblongifolium Hook. (Mergasing.)
Alstonia spp. (Pulai.)
? (W'ngun.)
Eugenia spp. (Djamba-Oba.)
Fam. Laur. (Medang.)
Ochanostachys amentacea M. (Piloeng.)
Tristania spp. (Perawan.)
Vatica spp. (Resak.)
Cratoxylon arborescens Bl. (Gerongang.)

あるいは立地条件、撮影条件によって変化が多く、ことにしばしば季節に関係なく同一樹種であっても不規則な生育過程を示す熱帯地方では、極めて不確実であると考えられることがある (Swellingrebel 1959)。

しかし類似した樹種群間の相異、あるいは特定樹種の発見には、それぞれの色調とその交り具合は重要な要素である。

樹冠の混交形は、熱帯林のみならず、すべての天然林において林分構造を示す有効な要素の一つであり、大別すれば、均等混交、塊状混交、団状混交。あるいは地質、土壌因子の影響による列状混交等がある。

これらにより森林型を分類してゆけば、それぞれの樹種群のうちには、次のような普遍的な群落形のある事に気付く。

1. 湿性土壌、沖積層にのみ出現するもの。
2. 1. と混生し、やや乾燥性平地にも出現するもの。
3. 乾燥性土帯にのみ出現するもの。
4. 急傾斜地に多くあらわれるもの
5. 岩石地に出現するもの。
6. 湿地帯、河岸、旧河床にのみあらわれるもの。

これらは前記のようなリスト中のものが、それぞれ環境に応じて分布するものである。

樹種群の判定の場合に、その難易を大きく左右するものに撮影条件がある。

ことに縮尺は樹型、混交型判別の最大の要素である。既応の報告の多くは縮尺 1 : 20,000 前後の写真を用いた場合が大半であり、例少ない中縮尺 (1 : 10,000 ~ 1 : 15,000) 写真を用いたものでは、いうまでもなくより良い結果を示している。

写真の性能の向上した現在、またもし既開発林業地と同様に調査目的に応じて縮尺の選定が可能であれば

ば、この樹種群制定の能力は飛躍的に高まるであろう。(Fig. 8 参照)

なお太陽高度が高く、樹冠層からの反射が強いため、いわゆる画像中に、サンスポット、シヤドウスポットが表われ色調にむらが生ずる場合が非常に多いので、単一写真による判定は誤りを生ずることや困難が生じる場合があるので注意しなければならない。

写真上より明らかに判定しうる特定の樹種があるときには、たとえその樹種が何等開発上に有用ではないものであるとしても、それによってその樹種と一社会を形成する樹種群を見出す重要な鍵である。

4. 林分構造 Stand Structure.

森林の構成を整理分類するには、従来より樹高階の構成、あるいは直径級別本数分布、等を基準として用いる場合が多い。熱帯林において、これを写真上よりおこなう場合について述べて見よう。

(1) 上層木樹高階, Hight Class of Upper Stages.

他の地域、ことに既開発林地における人工林についてよく用いられる樹高 (単木樹高、林分平均高、等) は全地表がほとんど樹冠で被われていることの多い熱帯地方においては、写真上の測定が極めて困難か、あるいは不可能である。一方熱帯林においては立木の全樹高、また個々の木の樹高はほとんど測定する必要のない要素でもある。すなわち必要なものは利用樹高、しかも上層樹冠層を形づくる有用樹群のみの利用樹高階である。しかも、これらはこの段階ごとに、ほとんど一定な層をなすことが多いといえる。それは当概林分での上層木の利用級の直径階ごとに対応する区分を見出せは一つの目安となるであろう。

例	推定中央径	対応樹高階	摘 要
	20~30cm	15~20m	小丸太、チップ

30～54cm	20～30m	小径材
55～70cm	30～35m	中径材
70～	35m～	大径材

これらの区分は、写真の立体観測によって十分に可能である。また代表的樹冠群についての視差測定による樹高推定値は有効な指針である。この際においても個々の、あるいは精密な全樹高の値を得るものを目的とするのではなく、樹冠層の階層区分の基準作成が必要なものである。

(2) 樹冠疎密度 Crown density class.

樹高階の区分と同じく、全林木の樹冠閉鎖度は、あまり有効な分類要素ではない。

樹冠の複層した過密林ではその測定の困難な理由もあるが、上層木の閉鎖度、(疎密度)が分類のよい指標であり、特に利用材積の値とは高い相関をもつものである。樹冠数の算定は単木の樹冠が明瞭な疎林以外は大縮尺写真によっても効果は少ないであろう。この場合においても目的とするのは林分構造の段階分けにあるからである。その区分は通常下記程度が適切と思われる。

1) 0～25%	散生林	Open
2) 25～45%	疎林	Medium
3) 45～75%	中	Semidense
4) 75～100%	密林	Dense

この判定は樹冠疎密度板を用いて容易に行ないうる、また、より細かな数値で表わすためにはドットテンプレートを用いて、一定面積区画内で点が樹冠像の上におちる比率を算定する。

(3) 樹冠直径 Crown diameter.

上層木樹冠を形成する立木の樹冠直径は、有用樹種の材積値と高い相関を示すことが多く報告されている。Swellingrebell (1959) と Pajamans (1951) はセレベスの森林について、また Miller (1959) は北ボルネオとタンガニカにおいて、樹冠直径と幹直径には著しい一次の相関があることを示し、Macabes はフリッピンにおいて、樹冠直径より根株の直径、利用材表、利用材積を求める式を作成している。その他にも多くの報告があるが、いずれも利用材の量とは高い関

連をもち、熱帯林での一つの重要な測定要素と考えられる。

(4) 局所環境 Stand condition.

個々の林分の局所の環境は、前提の如き大分類の内において、それぞれの森林を動的にとらえ、生育の予測、また作業条件等の判定に極めて重要な資料である。それらは方位、傾斜、位置、地形、等の要素によって成立する。

方位は季節風の影響の多い地域ではことに重要である。8方位か4方位に区分する。

地表傾斜は0～4°(平)、5～14°(緩)、15～29°(中)30°(急)の4段階に分けるのが通常であり、傾斜測定板によって観察分類する。位置は、その林分の集水面上の位置を示すものであり通常谷、下面、上面、尾根の4段階とする。

地形は、その林地の地形上の形、すなわち山頂、山腹、凸面、山腹凹面、山腹平面、低平地、台地、等に分ける。

これらは写真上で容易に判定しうる要素である。これらの林型区分の面積的な単位は、帯状、団状等、特殊な森林、また未立木地、二次林、等を除いては一林分として取扱われる最小単位面積以上でなければならない。それは既開発林地にあっては1～2haとされているが、未開発熱帯林においては、はるかに大きな集団を単位とするものである。なお、モザイク写真、または基本図上に設定したコードラートを一単位とすることは適切な方法であろう。

これらの類型的な分類の型の写真像を編集した基準判例は極めて有効な判定の鍵である。また森林毎に集積されたこれらの資料は、それぞれの要因の相互の関連、あるいは森林の性質、成因を明らかに解析する資料を形づくるものである。

熱帯林においては、写真像と対比させた詳細な調査資料が不足していることが、調査を困難にしている第一の原因である。これは今後の重要な課題である。

(この項続く)