

3-4 森林計画（森林経理）

林業では生産期間が数十年、ときには、百年、2百年の長期にわたり、その間の誤まった施策の結果が判明するのははるか数十年後であるため、取り返しのつかない結果を生ずることが広々にしてある。そのため林業の実行を相級的、秩序的に行なう必然性が生まれ、森林に対する施策の計画を作成する方法を研究する学問が17,8世紀からドイツを中心に発生し、19世紀の後期から20世紀の前半に森林経理学としてほぼ完成されたが、第2次大戦後の新技術の開発により、その部分的な改良が図られてきている。すなわち、西ドイツの各州は1970年代に入り、森林の公益的機能を重視し、森林経理規程の大きな改正を行なっている。日本の国有林も戦後になり三度も改正を行なってきた。一方発展途上国は施策計画構成規程（森林経理規程）のようなものはない国が多く、あっても日本やドイツのように精密詳細な規程ではなく、極めてラフで、東南アジア諸国ではコンセッションを得た企業が5年又は10年の大ざっぱな森林施策計画を作るにすぎない。この計画はどちらかと言えば事業計画に近いものである。もっともインドネシアのPerhutaniのように優れた森林施策計画を作っているものもあるが、これは例外的で、中南米地域では東南アジア地域以下の状況である。このようなラフな計画で戦後現在まで推移した途上国では、木材の過伐、伐採木の粗放な利用、Shifting Cultivation（移動耕作）、森林放火、盗伐などのため急激な森林減少を来している。この状態は日本の明治初年の状態によく類似しているが、また日本の戦中戦後の森林の過伐による治山治水機能の低下とも若干類似した点が見受けられる。

日本ではこれに対処し、林業基本法を定め、森林資源に関する基本計画と林産物の需給の長期見通しを行ない、それに基づく全国森林計画を定めて、森林の取り扱いについての進路を示しているが、これと同じような形でタイ、マレーシア、インドネシア等でも長期の展望に立った全国規模の森林計画を発表している。これについては別途節を改めて説明するが、いずれにしても無計画な森林の取り扱いは森林資源の破壊に達するもので、適切な森林計画の体系ならびにその忠実な実行の重要性を痛感するものである。

次に東南アジア諸国の施策計画の現況を述べるが、これらの国の林業に最も大きな影響を与えているのは英国林業（ジャワ島はドイツ、オランダ）である。英国の森林経理方式は、ドイツ林学の流れをくむ日本の林業技術者には余り知られていないので、その特色のある点を説明しておく。（英

国林学もドイツ林学を原流とする点では日本と変りはないが、彼らは熱帯林作業で興味ある方式を考案している。)

3-4-1 森林の区画

一 施業計画の対象となる森林の地域を施業計画区(Working plan area)というが、施業上のためには林地を区画して林班(Compartment)を作るのが通例である。林班は恒久的なもので、各種の記録をとどめるための単位とされている(日本の記録単位は小班)。林班は恒久的であるから、その境界は不変のもの、例えば尾根とか、大きな河川や溪谷などの自然の地形、地物で長年月でも不変のものが選ばれる。人工的なものでも道路とか防火線などの恒久的なものは良いが、伐開線や歩道のようなものは変わる可能性があるので選ばれない。林班面積は集約林業地や人工林の多い地方では比較的小さいが、粗放林業地や天然林の多い地方では林班面積は一般に大きい。特に途上国では大きく1,000ha単位の林班は珍しくない。

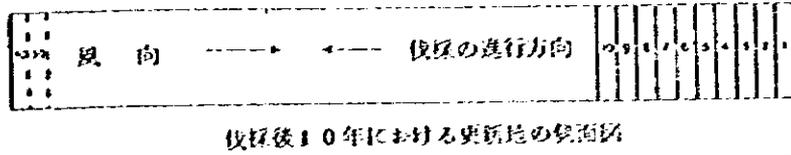
林班内に施業上取り扱いを異にする林分があれば小班(Sub-Compartment)を設けるのが普通であるが、途上国ではほとんどが択伐作業ないし天然更新を主体とする作業を行なっているので、小班を設けている場合は少ない。Enrichment Plantingはよく行なわれるが、そのような箇所も小班としない。日本の国有林の小班設定基準のように樹種または作業種が異なる場合、林齢、地位、地利または運搬系統が著しく異なる場合、土地利用区分または行政区分が異なる場合に設けるといふ詳細なものでなく、小班とは単に施業上の単位(Silvicultural Unit of Management)と考えられている。

次いで同一の施業法、取扱いを受ける林小班を集めて作業級(Working Circle, W.C.)を組成する。W.C.は施業計画の全域又は一部をカバーするものである。さらに施業上の理由から、一箇所の伐採面積が過大となって望ましくない時や一つのW.C.が経れていたりしてコンセンションをうける者が異なる何人かであったりする場合は、W.C.を伐採列区(Felling Series)に分割する。

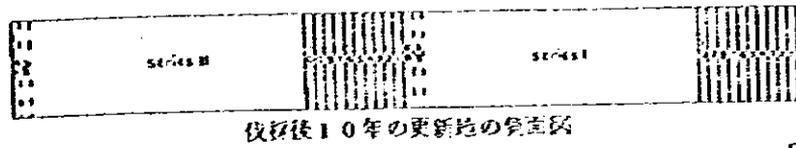
Seriesというのは、その目的が法正齢階を実現し、維持するための施業上の単位で、Felling Seriesとは取移の計算を独立して行うSeriesで、伐採および更新をコントロールするために作られるものとされている。W.C.が分割されないときは当然伐採列区も一つになる。

図3-4-1の(a)では等面積の年伐区の40の齢階の1伐採列区を含む

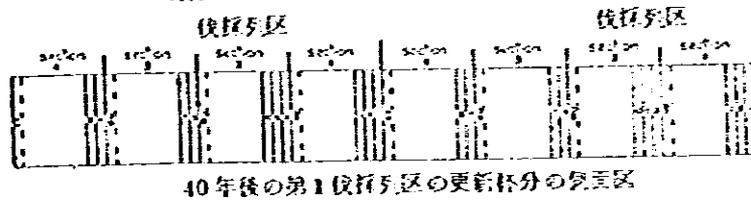
(a) 40の年伐区を有する作業級(伐採列区がわけられていない。当初10年の伐採計画)



(b) 2つの伐採列区に分割された作業級(当初10年の伐採計画)



(c) 同一作業級内の伐採列区がそれぞれ4つの伐区群にわけられたときの最初の10年の伐採順序を示す。



W.C.を示す。年伐区の面積は輪伐期40年でW.C.の面積を割ったもの。この側面図は当初10年分の齡階の配列を示す。

(b)は1 W.C.が2伐採列区に分割された場合で両伐採列区的面積は等しくなる必要はない。

また、針葉樹の人工林の場合のように年伐区を接接させることは営業上危険なことが多い(森林火災, 気象害, 病虫害等のため)。そのような場合には, (c)のように1伐採列区をCutting Section(Hiebsblock: 仮訳伐区群)に分割する。

(c)図は1伐採列区を4伐区群に分け、各伐採列区内の伐採順序は次のように定め、年伐区が接続しないよう考慮している。

伐採年	伐採指定伐区群
1年目	第1
2年目	第2
3年目	第3
4年目	第4
5年目	第1
6年目	第2
7年目	第3
8年目	第4
⋮	
39年目	第3
40年目	第4

各伐区の齡階差は4年となる。以上の説明は皆伐作業についてであったが、傘伐作業(UniformまたはShelterwood System)では齡級が齡階に代り、分期伐区(Periodic CoupeまたはPeriodic Block, P.B.)が年伐区にとって代わる。それで(a)では当初10年の年伐区は1つのP.B.を形成し10年(1分期とする)間に下種伐、受光伐、終伐により漸次伐採更新される。この結果、第1齡級(1-10年)のP.B.ができ、40年の輪伐期の終りには作業級全体として、それぞれ4つの齡級(31-40, 21-30, 11-20, 1-10)からなる4つのP.B.に変わることになる。1作業級または1伐採列区のP.B.の数は輪伐期を更新期間でわれば求められる。

P.B.の法正面積は伐採列区の面積をP.B.の数でわったものに等しい。更新期間は更新樹種、気候、土壌などにより異なるが、途上国では15~45年である。

択伐作業を行なう多層天然林ではFelling Cycle(回帰年)を定め、全林をCutting Section(伐区群)にわけて作業する。伐区群の面積は全林面積を回帰年でわったものが法正とされる。回帰年は15~45年が途上国では普通である。輪伐期(Rotation)や伐期齡は択伐林では余り意味はない。作業が林齡でなく径級や樹高のようなサイズで行われ、林齡とは無関係であるからである。しかし、択伐林でよくRotationという語が用いられる。これは回帰年という意味で使用されているので誤用である。

なお、前出のPeriodic Blockに対し、単にBlock, Permanent Block,

Floating Block, Single Blockなどの用語が東南アジア始め英連邦諸国で用いられるので、これらについて説明しておく。その前に、より広い概念としてForest Reserve, National Forest Landという用語について説明しておく必要がある。Forest Reserveは、今後永久に森林(多くの場合国有林)として経営することが確定された森林で、最近ではPermanent National Forestと呼ぶようになりつつある。National Forest Landは、現在は国有林であるが将来森林が伐採されたあと、森林として放棄していくか、農地その他に転用して行くか未定の森林で、このような森林は東南アジアには非常に大きい面積を占めている。

さて、単にBlockというときは、かなりまとまった広大な森林団地を指す。このBlock内に1伐採列区が設けられることが普通である。例えば、1回のコンセッション地域をBlockという場合もある。

Permanent Periodic BlockはFixed Periodick Blockともいい、例えば采伐作業の場合に各林班に分期を指定してBlockを構成するが、計画の検訂の際でも各Blockを構成する林班を変えないで、常に同一Blockに属せしめる場合、Permanent(またはFixed)Periodic Blockとよび、このような場合の収獲予定法をPermanent Block Methodという。この場合の年主伐材積収獲はCottaの式

$$\frac{V}{P} + \frac{1}{2} V_i \quad (V \text{ は 1 P.B. の 実 刻 蓄 積, } P \text{ は 更 新 期 間 年 数, } i \text{ は 年 成 長 率})$$

に、すべてのBlockの間伐材積を加えたものを年収獲量と定めている。この方法は采伐、漸伐作業における面積平分法であることが知られるであろう。

しかし、実行上この方法は極めて硬直的で実態にあわないことが多い。実際に1分期経過し、次期の計画を構成(検訂)するとき、前分期中に風害とか病虫害にあい早急に更新を要する壮齡林分を生じたが、この林分は伐採指定が後年のP.B.にはいつている場合がある。また早期伐採指定P.B.にはいつている林分で成長が遅いため、その時期に伐採できないものもあることが判明したとする。その場合は、現実に即応してBlockの構成替を行う。従って出来あがったBlock内の林班は相接続するものとはならず、飛んでいる場合も生じよう。この場合のBlockはRevocable Periodic Block(可変P.B.)という。この方法の例としては、インドのビハール州のShorea robustaノランティ(インドではSalという)の択伐林を40~50年で一様に采伐した(Uniform System)森林に転換した際に用いて

いる。さらにこの方法を具体的にのべると、まず上述のようにして、6のP.B.が定められたとしよう。その第1分期指定のP.B.Ⅰは更新ブロックでP.B.Ⅱは更新済ブロックで、P.B.Ⅲは次期更新林分だから更新準備のために特別な施業が必要である。従って、この3P.B.は独立したブロックとする必要があるが、中間のP.B.ⅣからP.B.Vまでは単に同じような間伐をするだけであるので、P.B. Intermediateとして分けないでまとめてしまう。以上がRevocable P.B.法(可変P.B.法)である。この方法が更に進められてSingle(またはFloating) Periodic Block法が開発された。この単一P.B.法では分期内に更新を要する林分の選択には、造林上の要件、経済的要因、林分の位置などを総合して判断する。利用保護の面からも林分の伐採、更新の順序も狂わせられるであろう。この方法では、更新ブロックのみを決めるもので、計画の検討の秘度これをやり直す。従って単一P.B.法とよばれ、また検討の度ごとに変わるからFloating P.B.法(流動的P.B.法)とも呼ばれる(前章バングラディッシュ・ナッタゴンでの施業)。

早急に更新を要する林班を選び、更新ブロックに割り当てる方法は2つある。その1つはまず、恒久的P.B.法と同様に輪伐期の整数分、例えば $\frac{1}{5}$ とする。単一P.B.の面積は伐採列区面積の $\frac{1}{5}$ とされ、先に要更新林分とされた林分を再吟味し、合計 $\frac{1}{5}$ になるよう調整する。もう一つの方法は、これとは逆で、要更新林分はすべて更新ブロックに編入される。その場合ブロック面積が伐採列区面積の $\frac{2}{11}$ ならばブロックの更新年数は輪伐期の $\frac{2}{11}$ とする。収獲予定量の計算は可変P.B.法も単一P.B.法も恒久的P.B.法と同様Cotta式による。ただし、単一P.B.法の第2法では更新期間に対するものでなく、20年の施業計画上の分期に対するものであり、20年経過して検討で新ブロックが作られる際に、また改めて伐採収獲予定量を計算する。

3-4-2 収獲予定法(収獲規制)

3-4-2-1 ブランデイス法の収獲予定法

ブランデイス(Brandis)による施業法は森林施業の嚆所として述べたが、ここではその収獲予定について述べる。

その手順はまず全林の一定の胸高直径(または周囲)以上の毎木について胸高周囲または直径を測る。ついで、これを周囲級(直径級)にまとめる。各級の木が上の級に進むに要する平均年数を求める。各級の木が最上級(伐採利用級)に達したときの残存率を定める。

Brandis法の基礎となる考え方にまず有効本数(Working Stock基準本

数)がある。今回帰年を1年として考えると、成長期間前は伐採すべき木は1本もないことになるが、成長期間後は利用級に達した本数だけ伐採可能になる。ある年の中央で伐採するとすれば利用径級に達する本数の半分は伐採可能となる。従って、常にその年に進級する本数だけ伐採するには、全林の利用級に進級する本数の半分に相当する利用級に達した木の本数が、年初に残っていなければならない。この本数と進級木の本数の半分の合計が伐採され、進級木の残り半分は、翌年に伐採されることになる。このように利用級には常に進級木本数の半分に等しい本数が残っていなければならない。これを基礎本数または有効本数(Working Stock W.S.)という。Brandis法を次の例により説明する。

級	胸高周囲 ft.	現存本数	(在級) 年進級 年数	1級として伐採見込本数率	主伐木として伐採見込本数
I	7以上	31,580	—	95	30,000
II	6-7	24,175	26	85	18,000
III	4.5-6	38,570	37	70	27,000
IV	3-4.5	64,000	32	50	32,000
V	1.5-3	112,000	30	25	28,000

上表のようなデータが収集されたとしよう。

周囲1フィート成長するのに25年、7フィート以上の利用級になるのに平均150年かかるとする。輪伐期は150年とし、回帰年を30年とすれば、1輪伐期には5回帰年となる。26年間にII級木18,000本のすべてが、利用級のIに達する。回帰年30年だから残りの4年間にIII級木27,000本のうち $\frac{4 \times 27,000}{37} = 2,920$ 本がI級に進級する。それゆえ、1回帰年30年間の進級本数は $18,000 + 2,920 = 20,920$ 本で年平均進級本数は697本=690本となる。30年の回帰年で年690本収穫するにはW.S.として $690 \times \frac{30}{2} = 10,350$ 本のI級木の本数が必要となる。I級木は30,000本あるので $30,000 - 10,350 = 19,650$ の余剰があり、これが伐採できる。従って第1回帰年に $\frac{19,650}{30} = 655$ 本を進級本数相当分690本と合せて1,345本伐採できることになる。もし余剰本数を2回帰年で伐採することになると年に $690 + \frac{19,650}{60} = 1,017$ 本伐採できることになる。これがBrandis法の第1の収穫予定法である。

第2の方法は、最小の級VまでのすべてがI級になる全年数にわたっての平均進級本数をもとにW.S.を定める方法である。この全年数は125年だから、II~Vの総本数105,000本を125で割れば、125年間にわたる平均

進級本数 840 本を得る。従って W.S. は $840 \times \frac{30}{2} = 12,600$ 本となり、この本数が常に 1 級木になければならない。余剰本数は $30,000 - 12,600 = 17,400$ となる。125 年間に伐採しうる木の年平均本数は W.S. を残し、 $\frac{135,000 - 12,600}{125} = 970$ 本となろう。

第 1 回帰年だけを考えると、第 1 回帰年の年平均進級本数は 690 本で、W.S. に対する余剰本数は $30,000 - 12,600 = 17,400$ でこれを 2 回帰年で伐採するとすれば年伐 $\frac{17,400}{60} = 290$ 本となり、第 1 回帰年の伐採可能本数は $690 + 290 = 980$ 本となる。これらを総合勘案して、安全率を見れば年伐採本数は 900 ~ 950 本位に定められる。後実な成長データもなく、情報も少ない熱帯天然林では伐採量を低めに定めるのは賢明であるが、伐採量が過少だと更新、成長を阻害しがちであることをも留意して決定する。なお、この本数による規制はやや厄介なので、1 級木の木数の何%を伐るといような本数の伐採率を指定することも行われている。この場合の 1 級木の総本数は現在の 1 級木本数と下位の級かつ進級した本数の半分となる。上の例では 20,920 の $\frac{1}{2}$ すなわち 10,460 と 30,000 との合計 40,460 本となる。今、毎年の伐採本数が 900 本 30 年で 27,000 本と指定されればその百分率は $\frac{27,000 \times 100}{40,460} = 66\%$ となり、現場では 1 級木 3 本のうち 2 本伐採すればよいこととなり作業が容易となる。この方式は現実の森林には 1 級木が均一に分布していないから、本数による方法よりも安全で実行が容易なことからインドのメランティ Shorea (Sal) などに広く使用され、スミティス (Smythies) の公式としてインドで用いられている。

なお、立木材積表がある場合は、本数の代りに材積で経理してもよく、ない場合でも本数でなく胸高断面積で経理した方が造林上、営業上勝るといわれている。というのは、本数では林木の大きさを表わすことができないが、断面積、材積は林木の大きさや樹冠の大きさを示すから、択伐林などの林冠調節などには便利な指標となるからである。

3-4-2-2 ブラスネットの収獲予定法

ブラスネット (N.V. Brasnett) が 1952 年に公表した収獲予定の方法は、次項に述べるレイエス (Martin Reyes) の方法と共に東南アジアにおける天然林営業に広く用いられている収獲予定法である。この方法は熱帯地方の木質の天然広葉樹林に対する収獲予定法として考案され、フィリピン、マレーシアはじめ熱帯地方に広く普及しているにもかかわらず、日本はもちろん欧米諸国にはほとんど紹介されていないので、ここでは実例とともにやや

詳しく説明することとする（この方法は北海道のような天然林の多い地方では、日本でも応用の可能性があると思われる。）。

この方法では、まず経済的に利用可能な樹種の径級を考え、その径級に達するに必要な年数から輪伐期を想定する（経済的というのは伐採、販売、天然林の補整、保育等すべての作業の費用を考えて伐採しても十分ペイすることを意味する）。伐採方法は非皆伐作業をとるものとする。この輪伐期をもとに天然林を法正状態に導く期間 Conversion Period（改良期間または誘導期間、略 C.P.）を定める。一般に輪伐期に等しいか、それより少し短か目に定める。

老齢天然林を永い期間の輪伐期で一巡伐採することは、全林にはすでに過熟木もあり、また壮幼稚樹もあり、経済的にも造林的にも生態学的にも大きな損失を来す。このような観点からも、熱帯過熟天然林では非皆伐特に択伐作業が当面適しよう。それも理論的には全林を毎年択伐するのが最良と思われるが、これは経済的にも事業実行上も不可能に近い。Brasnett 法では、上の改良期間を 2 回帰年に分ける。そのわけに当たり、まず現在の利用径級を例えば胸高直径 50 cm と定める。そして改良期間 C.P. の $\frac{1}{2}$ の年数でこの直径に達するものの現在の直径を定め、これから上の直径の本はすべて剥定することとする。そうすれば改良期間の半ばを 1 回帰年とすれば、第 1 年目に伐った択伐区は再び伐れるようになる。しかし、問題は第 1 回帰年の年伐量と第 2 回帰年の年伐量は異なってくることは必然であることにある。第 1 回帰年には一般に大径木が多量に存し、年伐量も第 2 回帰年より多いだろう。もちろん、第 2 回帰年には搬出路その他の伐出条件も第 1 回帰年よりは改良され、市場でもより小さい径級のものも販売できるようになり、未利用樹種の利用開発も進められるという外部条件の改善もある。しかしいずれにしても単位面積からの収穫量は第 2 回帰年に少ないことが予想されるので、第 2 回帰年の伐採面積はより大きくなるであろう。今両回帰年の年収穫量の均等をはかるために次のように考える。

a = 現在の単位面積あたりの利用可能材積、 b = 輪伐期の半ばすぎに期待できる利用可能材積、 x = 第 1 回帰年の年数、 y = 第 2 回帰年の年数、 $x + y$ = 輪伐期年数、林地面積 F とすると、

$$\frac{F \cdot a}{x} = \frac{F \cdot b}{y} \rightarrow \frac{y}{x} = \frac{b}{a} \rightarrow \frac{x+y}{x} = \frac{a+b}{a}$$

これから $x = \frac{x+y}{\frac{a+b}{a}} = \frac{\text{輪伐期}}{1 + \frac{b}{a}}$ となり、第 1 回帰年の年数が求まり、輪伐

期 - r = 第2回帰年数となる。回帰年が求まれば年採伐面積、年採伐材積も自然に決定されてくる。以下にその手順を示す。

- ① 目的樹種に適する輪伐期を選び、それを改良期間 (C.P.) とする。
- ② C.P. の $\frac{1}{2}$ の年数で利用径級の下限に達すると推定される直径を最下級の限界として、それ以上の林木の直径を測定して任意の級に分ける。
- ③ 利用径級以上の単位面積あたりの平均材積、すなわち伐採許容量を計算する。
- ④ 伐採にあたり残存される径級の木の中で C.P. の $\frac{1}{2}$ 年数経過後の単位面積あたりの平均材積を計算する。伐採時の損傷、枯損も考慮する。
- ⑤ ③で推定した材積と④で推定した材質との比で C.P. を2回帰年に分ける。すなわち、

$$\text{第1回帰年数} = \frac{\text{C.P. 年数}}{1 + \frac{\frac{1}{2} \text{ C.P. 年後の残存木材積}}{\text{現在の ha あたり伐採許容量}}}$$

$$\text{第2回帰年数} = \text{C.P. の年数} - \text{第1回帰年数}$$

- ⑥ 改良期間中の保続年収獲量は

$$\frac{\text{現在林の伐採許容量} - \text{安全を見込んだ備蓄量(%)}}{\text{第1回帰年数}}$$

となり、利用径級以上はすべて伐採されるが、年伐材積を一定とするため、年伐面積は毎年変る。しかし、年平均伐採面積は第1回帰年では $\frac{\text{全林面積} - \text{備蓄林面積(%)}}{\text{第1回帰年数}}$ 、第2回帰年では $\frac{\text{全林面積} - \text{備蓄林面積(%)}}{\text{第2回帰年数}}$ となる。

例1 マレーシアのフタバガキ科林で、次の調査結果を得た。備蓄林は10%、輪伐期80年、利用直径28インチ、40年間の直径成長は平均12インチ。

現 在 林			枯死率	40年後の残存林		
直径級 in	1エーカー あたり 本 数	皮なしの 材 積 cu. ft.		直径級 in	1エーカー あたり 本 数	皮なしの 材 積 cu. ft.
16-19	24	伐採	40%	28-31	14	315
20-23	12	しない	33	32-35	08	245
24-27	08		25	36-39	06	240
28-31	10	225	伐 採 済			
32-35	02	62				
36-39	02	80				
40~	24	1,123				
計		1,490				800

$$\text{第1回帰年数} = \frac{80}{1 + \frac{800}{1,490}} = 52$$

$$\text{第2回帰年数} 80 - 52 = 28$$

$$1,000 \text{ エーカーにつき, 年収穫量} = \frac{1,490,000(1-0.1)}{52} = 25,700 \text{ cu. ft.}$$

$$\text{第1回帰年の年平均伐区面積} = \frac{1,000(1-0.1)}{52} = 17.3 \text{ エーカー}$$

$$\text{第2回帰年の年平均伐区面積} = \frac{1,000(1-0.1)}{28} = 32.14 \text{ エーカー}$$

もし現在の蓄積がより大きい場合。 40インチ以上の木の平均直径は50インチであつたが、材積は10%少ない40インチで計算されている。もし、材積は210立方フィート増すとすれば現在在積は1,700 cu. ft./エーカーとなる。その場合には、第1回帰年数は54年、第2回帰年数は26年となる。年収穫量は1,000 エーカーに対し、28000立方フィート、第1回帰年の年平均伐採面積は16.6 エーカー、第2回帰年のそれは34.6 エーカーとなる。

もし、第1回帰年の利用径級が28インチから32インチにあげられると、エーカーあたり利用材積は1,265立方フィートに減少する。第2回帰年40インチ以上の木の枯死率を25%とすると、その本数は0.75本となり、第2回帰年のエーカーあたり材積は1,190立方フィートとなる。第1回帰年数は41年、1,000 エーカーに対し年平均伐採面積は、21.9エーカー、第2回帰年は31年で、年平均伐採面積は23 エーカーとなる。改良期間中の年平均収穫量は27,700立方フィートで、推定成長量は予想枯死量より多いことを示している(最大径級の木の材積は直径40インチの材積で計算した。)

例2 アフリカの黄金海岸で *Entandrophragma* 属を主とする森林で次のデータを得た。この森林の最小利用胸高周囲は9フィートで、暫定輪伐期は100年で、胸高周囲の10年間の成長量は平均1フィートと推定されたが、安全を見て50年に1フィートとして計算した。この地方には材積表がなかったので胸高断面積を使用した。安全率として備蓄林分を15%見た。枯死率は前の例より小さいのは本数が少ないためである。この森林からの収穫は現在エーカー0.25本にすぎない。

現 在 林			枯 死 率 %	50年後の残存林		
周 圍 級 ft.	エーカー 木 数	断 面 積 sg. ft.		周 圍 級 ft.	エーカー 木 数	断 面 積 sg. ft.
3 - 5	0.52	利用 しない	25 20	7-9	0.39	?
5 - 7	0.25					
7 - 9	0.16	1.92 3.20 5.12	125	9-11	0.20	1.6
9 - 11	0.24			11 -	0.12	1.37
11 -	0.28					
計						2.97

$$\text{第1回帰年数} = \frac{100}{1 + \frac{2.97}{5.12}} = 63$$

第2回帰年数 37年

$$1,000 \text{ エーカーあたり年収獲断面積} = \frac{5,120(1-0.15)}{63} = 69 \text{ 立方フィート}$$

第1回帰年の年平均伐採面積

$$\frac{1,000(1-0.15)}{63} = 1.35 \text{ エーカー}$$

第2回帰年の年平均伐採面積

$$\frac{1,000(1-0.15)}{37} = 2.30 \text{ エーカー}$$

3-4-2-3 レイエスの収獲予定法

この方法はレイエス(Martin Reyes)が1968年発表したもので、フィリピンのフタバガキ科林の択伐作業を論じた論文の中で述べたもので、その公式はフィリピンの森林作業法の項で述べたとおりである。ここではさらに詳しく実例をあげて説明する。この方法はBrasnett法の改良法とも考えられる。すなわち、Brasnett法やBrandis法と同じく、枯死率や成長量の推定が必要で、BrasnettのConversion PeriodをPeriod of Adjustment(調整期間)と呼んでいる。調整期間は普通60年または70年でその半分の30年または35年を1回帰年とし、第2回帰年に伐採されず残された最小径級(例えば20~30cm)の木が第3回帰年には利用径級の大部分を占めるように、調整期間や回帰年が定められる。今この計算を実例により説明する。

例. フィリピンのSamar島の南部の森林72,699haに対する作業計画では調整期間を70年、回帰年を35年とし、成熟木が点在する地域では20~70cm直径級のを少なくとも60%残存し、成熟木が密生する地域では20~70cm直径級のは約40%残存する方針をとった。データは次のとおり。

有効林地面積 60,697 ha

調整期間：70年，回帰年：35年

今後35年後における残存林木の直径と材積の予測

直径 cm	本数 / ha	残存本数 (枯死率 25%)	35年後 の直径 cm	1本あたりの平均 丸太本数	1本あたりの材積 m ³	総材積 m ³
20	14.00	10.50	35	3.0	0.96	10.08
30	8.52	6.39	55	3.0	2.37	15.14
40	6.15	4.61	70	3.5	4.49	20.70
50	3.94	2.96	80	3.5	5.86	17.35
60	2.89	2.17	85	4.0	7.56	16.41
70	1.77	1.33	95	4.0	9.44	12.56
計	37.27	27.96				92.24

つぎに利用直径を50cm以上，60cm以上，70cm以上と変化させ，また60cmと70cmは70%，80%以上は100%伐採した場合，35年後どのような材積の林になるかを計算してみると次のとおりである。

直径 cm	50cm以上伐採			60cm以上伐採			70cm以上伐採			60cmと70cmは70% 、80cm以上100%		
	本数	到達直径 cm	材積 m ³	本数	到達直径 cm	材積 m ³	本数	到達直径 cm	材積 m ³	本数	到達直径 cm	材積 m ³
20	10.50	35	10.08	10.50	35	10.08	10.50	35	10.08	20cmの材積は計算に入れない。		
30	6.39	55	15.14	6.39	55	15.14	6.39	55	15.14	6.39	55	15.14
40	4.61	75	20.70	4.61	70	20.70	4.61	70	20.70	4.61	70	20.70
50				2.96	80	17.35	2.96	80	17.35	2.96	80	17.35
60							2.17	85	16.41	2.17	85	16.41
70										1.33	95	12.56
計	21.50		45.92	21.46		63.27	26.63		79.68	17.46		82.16

ついで未択伐と択伐が前に行われた両地域にわけてその広葉樹林について，上述の結果に基づき試算をして見ると，次表のとおりで60cmと70cmの70%，80cm以上100%伐採した場合が調整期間中に最も収穫量が多いことが判明するので，これをもって伐採許容量とする（年伐標準面積は $60,697 \div 35 = 1,734$ ha）。

$$\begin{aligned}
 \text{年伐許容量 (A.A.C.)} &= \frac{\Lambda (V_0 + V_r)}{C.C. 2} = \frac{\text{年伐標準面積} \times (V_0 + V_r)}{2} \\
 &= \frac{287,011.68 + 142,465.44}{2} = \frac{429,477.12}{2} \\
 &= 214,738.56 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

直径級群	原生林伐採		第2回目の伐採		計 70年間の 伐採量
	ha あたり 材積 m ³	1,734ha上の 年伐材積 m ³	ha あたり 材積 m ³	1,734ha上の 年伐材積 m ³	
50 cm 以上	19486	337,887.24	45.92	79,625.28	416,368.08
60 cm 以上	17888	310,177.92	63.27	109,710.18	418,865.04
70 cm 以上	15934	276,295.56	79.68	138,165.12	413,593.68
60cm, 70cm は 70 ㎉					
80cm以上100 ㎉	165.52	287,011.68	82.16	142,165.44	429,477.12

欠点、損傷、伐出の際のロスを11%とすると $214,738.56 \times 0.89$
 $= 191,117.32$ すなわち年伐量は $191,117 \text{ m}^3$ となる（前掲の $f =$
 $1 - 0.11 = 0.89$ となる）。この結果のチェックとして Brasnett の公
式を用いている。

調整期間70年、残存林の35年後のhaあたり材積は 82.16 m^3 、現在
林の ha あたり材積は 165.52 m^3 だから

$$\text{第1回帰年数} = \frac{70}{1 + \frac{82.16}{165.52}} = 47 \text{ 年}$$

第2回帰年数は23年となる。

現在林の年伐量は全面積 \times ha あたり材積 \div 第1回帰年数 $= 60,697 \times$
 $165.52 \div 47 = 213,756.75 \text{ m}^3$ 、第2回帰年における残存林分の年伐
量は同様にして $60,697 \times 82.16 \div 23 = 216,820.24 \text{ m}^3$ となる。

この平均は $215,288.49 \text{ m}^3$ で利用率 $f = 0.89$ をかけると $191,606.76$
 m^3 となる。

これと Reyes の方法で求めた $191,117.32 \text{ m}^3$ を比較すると、その差は
僅か 489.44 m^3 で Brasnett 式の計算値の0.25%にすぎない。

Reyes の方法は Brasnett のように輪伐期に相当する調整期間を設け
るが、それを等しい2回帰年にわけると異なる。大筋は Brasnett 式
と変りはない。Brasnett 式は森林の現況を考慮に入れ、調整期間中の年
伐量の変動をできるだけ少なくするように回帰年を調整する点で、Reyes
の方法よりは進んでいると思われるが、Reyes の方法は計算が簡単で、
種々の伐採方式が比較できる点で便利である。しかし、いずれの方式も
正確な枯死率の推定、成長量の推定を必要とする。なお、両式とも常に
期首材積を用いている点や Brasnett 式では第1回帰年数が調整期間の
 $\frac{1}{2}$ でない場合も、この時の材積を計算の基準に使っていることは正確さ
を欠くが、熱帯林の現況より見てこの程度のラフさは許されよう。

1979年この式について Los Baños大学の A.V. Revilla はこの式は余りに単純で森林産業は永遠に続くのに単に2回帰年しか考えていない。しかも第1、第2回帰年の伐採許容量が等しいといっているが、果してそうであろうか。第1回帰年には森林は成熟木過熟木よりなるので、伐採量は第2回帰年の伐採量より多くなるのが期待される。実際に第1回の択伐では1ha 60 m³~180 m³が彼の予期モデルによると、30 m³~120 m³にしかならない。これによっても年伐許容量は第1回帰年と第2回帰年とでは等しくならぬであろう(この点については Brasnett 式は、両回帰年の伐採量が等しくなるように回帰年数を調整しているので Reyes式にまさるが、第3回帰年以降はどうなるかの見通しは全くつかないという点で両方法ともに批判されよう。もちろん、検討という作業で回帰年を検討して行けば最終的には安定した回帰年数はいつかは定まるだろう)。Revilla氏が最も問題視している点は、伐採許容量を等しくすることに目を奪われ、保続収獲という森林産業の本質を軽視していることである。つまり、彼はこの式では年伐量と対応する成長量とを一致させることは少しも考えられていないということである。

したがって、この式は改良されるべきだが、一方、成長量の過大推定や非効率的な択伐実行や森林保護の実行による退伐をひき起すことはなかったことを認めている。

彼によれば異齡林の収獲規程には、その複雑さから伐採許容量の決定には数量による公式は適さないということで、彼独自の方法を提案している。その手順は次のとおりである。

- 産業林を地位級にまとめる(質的、量的に)。
- 各種の伐採様式を考えて、各地位級ごとに老齡林の伐採許容量を決定し、妥当な収獲予想モデルに基づき第2回帰年、第3回帰年……の伐採許容量を保続収獲が得られるまで計算する。この計算を回帰年数を変えて実行する。
- 各伐採様式に最適の回帰年を決定する。
- 回帰年と伐採様式各組合せに対し、第1回帰年から保続収獲を得るまで伐採許容量を計算し、最大の保続収獲を与えるかまたは望ましいと思われる回帰年と伐採様式の組合せを採用する。これはまた需要計画と関連しても行われよう。
- 長期計画の展望にたつた木材需要計画を作りあげる。
- 伐採許容量計画と木材需要計画を対比する。

○将来の年木材需要量が年伐許容量を上まわれれば、以上のやり方を見直して、需要に応ずる別の森林開発計画を展開する。

以上が Revilla の方法で、一見日本の保続表計算と似ている。特に異なる点は彼は需要を重視していることである。

最後に彼は正確な成長量の推定を強調しているが、これは択伐作業では特に重要なことで、既往に発表されたいかなる経理方式でも成長量の正確な推定がなければ、過大推定は森林の破壊と保続の破壊をきたし、過小推定は経済上の損失、森林の質の悪化などをきたす。勿論、過大推定よりは過少推定の方は、後で修正がきくという点で無難であると述べている。

3-4-3 各国の森林計画

3-4-3-1 フィリピンの森林計画

フィリピンの森林経営計画については、各コンセッションが5年を1期として作成し、5年毎に検訂し、政府の認可を得ることになっている。

これにつらなる森林計画の体系としては、まず全国森林計画が作成され、さらに Forest District Office (営林署) 単位に、その所管地域全体 (林野全体を含む) に対し森林の多面的利用経営計画を作っている。この中にはコンセッション地域も含まれている。コンセッションナーは林業技術者を雇い、上記の森林経営計画を作成する。前章で述べたように、フタバガキ科林は回帰年35年・40年・45年の3種の択伐作業を採用し、松林は母樹保残による天然更新 (ha15~20本) により、マングローブ林は交互帯状択伐によっている。主体となるフタバガキ科林の収穫規制は前述の Reyes の方法によっている。コンセッション地域のこのような収穫規制に対し、コンセッションの上位の営林署単位の収穫規制は面積平分法によっている。

この経営計画の細部は次のとおりである。

① 土地利用

フィリピンの土地は農地、工業用および商業用地、住宅地、再定住地、鉱業用地、林地、放牧地などにわけられ、更に林地は要存地国有林

(Forest Reserve または Permanent Forest) にわけられる。ただし、傾斜18%以上は不要存地とすることはできないし、傾斜50%以上の林地を放牧地とすることも法律で禁じられている。傾斜18%以下でも種々の制約があり、水源地、コンセッション地、国立公園、野生鳥獣保護区域、その他の森林は不要存地にはできないことになっている。フィリ

ピンでは Forest Reserve のほかに Forest Reservation と呼ばれる地域があるが、これは大統領が特定の目的のために森林にしておくよう定めた土地で、固定公衛などはその例である。これに対し Forest Reserve は林業を営むために保留された森林である。なお、単なる国有林は、国有地でありながら森林とすべきかどうか未決定のものを指す。フィリピンでは林地 (Forest Land) というときは、この国有林 (Public Forest) と Forest Reserve (Permanent) Forest と Forest Reservation を指す。

② 計画内容

計画の期間はフィリピンでは5年間で地況調査その他調査を行なった上、農業法を決定し、伐採許容量を計算の上、各種事業計画を定めている。この進め方は他の国も同様であるが、日本と異なる点は、伐採許容量の計算や開発計画に重点がおかれている。

地況調査においては森林区画も行なわれるが、コンセッションはまずブロック (分区) にわけられる。この分区はまちまちで例えば Aguinaldo のコンセッションではコンセッション面積 162,000 ha で分区数 23、最小面積 3,400 ha、最大面積 16,000 ha、平均面積 7,000 ha 余になっている。Arañez のコンセッションでは総面積 72,700 ha を平均面積 10,400 ha の 7 分区にわけている。この分区をさらに林班または 100 ha のセクションに分け、さらに地種別林種別面積を調べる。1 例を挙げると次のとおりである。

① Permanent Forest (永久林)

○ Operable Area (事業対象地)

 Virgo Forest (原生林)

 Logged-Over (既往択伐林)

○ Second Growth (二次林)

○ Inoperable Area (事業外地)

 伐採跡地で成立本数不足

 灌木林

 市場性のない森林

 沼沢地

 農地、移動耕作地、居住地

② 不変存地

地況については、さらに事業所適地や水の供給、河川の状態（流送のため）、土壌保全の状態、放牧に適するかどうか、野生鳥獣保護区域とすべきかどうかなどを調べる。

林況調査は大部分が蓄積調査に終始するが、この調査法は森林調査の章（フィリピンの林分調査の項）で詳述してあるので省く。この森林調査が進めば、伐採許容量の計算に着手する。伐採許容量の計算に着手する。伐採許容量の計算は最も重要なもので、そのためにはできる限りの情報を収集をしなければならぬ。既往の試験地のデータ、類似森林の研究成果などを活用して、既述のReyesの方法で伐採許容量の計算を行なう。ついで伐採木の選定方針を確立する。この方針については森林経営の項を参照されたい。

次に具体的な計画に入り、伐出方法、器械施設や搬出路の計画を行なう。さらに利用計画を立て、自ら製材する場合、工場計画を大まかに作成する。

造林計画は林分改良計画、苗畑計画、植栽計画などについて案を作る。

さらに森林保護計画として、侵襲、濫用、森林破壊、病虫害に対する対策を示す必要がある。

試験研究については、例えば成長量、枯損量の調査、残存林分の保育方法、未利用樹種の利用開発などについて指示しておく。

以上が大体コンセッションナーの作る経営計画の大要であるが、この外に経営の目的をとくに別項として記載しているのが常である。その目的としてはビジネスとしての目的、造林上の目的、社会的な目的があげられている。このうち社会的な目的としては従業員的生活水準の向上、フィリピン人の技術者労働者の雇用、木材利用の効率化をはかり企業利潤を増大し、税金をより多く政府に納め、雇用者の福祉を増進し、地方経済の発展に資するといふようなことがあげられる。造林上の目的としては健全で良質の森林を造成し、立木度の低い所は再造林し、保樹収獲の基盤を確立し保育、補植等も行ない、森林の構造、密度の改善をはかり最良の質、最大の成長量を得るのがねらいとするようなことであろう。

コンセッションの森林経営計画の調査は、蓄積調査が主体で計画も伐出計画に重点がおかれ、経営計画としては偏っている感があり、このことは以下のマレーシア、インドネシア、タイでも同様で計画としては十分でない。計画書そのものも先進国のそれに比べれば極めて簡単である（ただし、インドネシアのPerhutaniは例外である。）。

3-4-3-2 インドネシアの森林計画

インドネシアの森林計画制度は、1967年公布された林業基本法にその根拠をおいている。インドネシアの森林は、この法律によってすべて国の管理下におかれている。森林はその目的・使命・機能に応じて保安林、生産林、保護林、休養および狩猟林の4つに分けられる。そして政府は森林の多目的利用、生産などについての全般的計画を作成することになっている。1970年には林業計画に関する政令が公布され、林業計画の内容を規定し、さらに蓄積調査と測量は政府が行なうよう定められた。全国林業計画は中央の林業総局の責任で作成され、これは国の企画庁の示した一般方針にそい、特に企画庁の農業部の協力を得、土地利用部や関係部との連絡調整をはかって行なわれる。インドネシアの一般林業計画は25年を1期として作られ、5年ごとに改訂されこの計画に基づき、地域計画、州計画が作成される。一連の計画をあげると次のとおりになる。

- 国家林業計画
- 地域林業計画
- 部門別林業計画
 - ・ 再 造 林
 - ・ コンセプション
 - ・ 林 産 業
 - ・ 人的資源など
- 州林業計画
- 林業開発プロジェクト計画

① 全国林業計画(1975~2000)

1975年に1975~2000年にわたる林業の国家計画が発表された。ここにその内容の概要を述べる。全文は概観、森林と林業、予期、開発と利用の4章からなる(巻末資料として全文添付)。

概観において、位置(北緯6°かつ南緯11°、経度95°~114°)、島嶼、山系、地形、気象(平均気温25℃、範囲19°~33℃、降水量平均2,190mm、範囲700~3,600mm)、土壌などの自然条件と植生(主要樹種 *Dipterocarp*, *Araucaria*, *P. Merkusii*, *Gonystylus*, *Agathis*, *Mangrove*, *Palm* 類、地産植生は火災跡地のスグ類)、土地利用(総面積19,000万haうち林野12,000万ha、農地その他7,000万ha、土地利用計画未確立)、社会(1970年人口12,000万、成長率2.5%、2000年には22,500万になる見込み、人口の65%はジャワ島に集中、労働人

口は総人口の60%、うち65%は農業に就労、文盲率高し)、経済(GNP、生活水準は向上中、インフレの抑制必要)について述べている。

第Ⅱ章の森林と林業については、まず森林の現況について述べている。特に森林が移動耕作により破壊され、草原化していることを憂えている。このような森林の破壊は3,000万haにもなるといっている。この森林破壊は保護林などにも危害が及んでいる。しかし、全森林のうち6,500万haはhaあたり85m³の有用樹種の蓄積を有している。森林復旧計画は開発5年計画でも重視されている。

森林計画の現況を見ると、各森林経営単位、森林利用単位ごとに20年、10年、5年、1年の事業計画を有している。これまでは数州のみ地域計画ないし州計画を有するに過ぎないが、これらの計画をもとに森林施業計画や事業計画が作られている。20年の長期計画は中央の林業総局の認可が必要だが、州の機構が整備してきたことと、州の開発計画との整合関係から、ある段階までのものの認可は州に委任しなければならないとしている。

森林利用の現況は外領の熱帯林の開発(植栽、保育、収穫、林産物の加工処理、流通販売)はコンセッションナーにゆだねられている。1975年末までに企業267、森林面積26,204百万ha、総投資額10兆米ドル、出願中の企業379、森林面積は39,156,000haとなっている。これら企業は種々の理由からその義務を完全には履行していないが、州の発展には無視できない役割を果たしている。

第Ⅲ章予副ではまず経済については、インドネシア経済は上昇傾向にあり、国民の生活水準も高まり、官民の投資も増大し、雇用の機会も増えるだろうが、問題は人口の急増(とくにジャワにおいて)である。すなわち、社会経済面より見て、2000年には人口22,500万人になり、その70%はジャワに集中することである。農業は依然主体であるが、集約化され、労働力の大部分は工業、商業に吸収されるため、保健、司法や保健を含むサービス部門の活動は必然的に停滞するだろう。森林の利用は地方の開発、安住を促進させ、森林の経営も周辺社会の発展につながるだろう。

森林は次第に農地化して減少するだろうが、森林の公益的機能を要求される地域を林地化して、森林を保全する必要がある。木材生産も内需に応じるとともに、外貨獲得のため輸出品として必要である。保護林休養林も、経済、社会、文化、科学の分野の進歩のため、国際協力を密にして拡大し、施業改良をする必要がある。

林産物は将来、国内の人口増、1人当たりの消費量の増とともに輸出面の増が見込まれる。外需は合板工業用だが、内需は建築パルプ用である。流通については余り変化は見られず、内需の主流はジャワで輸出先はアジア諸国（主に日本）、ヨーロッパ（オランダ、英国、ドイツ）、アメリカ（カナダ、アメリカ合衆国）となる。一方、木材加工業の発展に伴って、取引商品は完成品、半完成品となる。

第Ⅳ章は開発と利用で全体の結びとなる肝要な箇所である。まず、インドネシア全国森林調査を衛星写真、空中写真、地上調査を併用して行ない、土地利用パターンを確立して、森林地域の確定をする。第一に優先的に保安林を指定し、一方休養林、生産林の指定を行なう。その推定面積は次のとおり。

○保安林	約4,500万ha
○生産林	約4,000万ha
○自然保護および休養林	約1,000万ha
○保留林	約2,500万ha

国有林はできるだけ最善の営業を確保するため、公益的機能の発揮を主とする森林管理区と経済的機能を主とする森林利用区に分ける。森林管理区には保安林、自然保護林、休養林、動物生息地などが含まれる。森林利用区は面積がそれぞれ100,000haとするようにしている。これらの森林はさらにブロックと林班に分けられる。治山や水源地造林を主とする復旧造林と林産物の生産を目指す再造林は合せて当面3,000万haを目標とし、毎年150万haを計画する。コンセッション地内のこれらの事業は企業の責任で、コンセッション地外の林地では政府の責任で実行する。

自然保護の面では国立公園や生物の生息圏を設定し、これらの地域外でも植物の保護を図り、人間の生活の質を高める。そのために1,000万haの林地が必要であると推定している。なおこれら地域の経営は学際的な協力を要する。

森林の利用開発は前進的な採収と最大便益の原則に基づいて行なう。開発の具体的目標は生産林の4,000万haと保留林の2,700万haで全森林の75%、4,800万haは生産可能で年伐許容量5,100万 m^3 、標準生産量約3,700万 m^3 である。このほかジャワの人工林から年50万 m^3 が加わり、今後の再造林地からの収穫も紀元2000年以降は期待されよう。

林産工業の面では、そのねらいは最大生産原理の実現、木材の付加価値の増大、雇用機会の増大、GNPの増大にあるとし、木材を加工

して市場に出し、丸太での輸出は最低にとどめるとしている。用途別丸太の推定量は製材用1800万㎡、単板合板用400万㎡、輸出用1500万㎡である。対象と考えている工場は製材工場ではコンセッション100、それ以外1,000、単合板工場はコンセッション30、それ以外2つがさしあたり考えられている。それ以外にもパルプ紙工場なども考えられている。

流通面でのわらいは庶民の手に入る価格で内需に応ずること、国の収入を増すこと、森林と林業発展の資金を獲得することにある。紀元2000年までに内需は丸太換算で1人0.1㎡/年として2000万㎡/年、海外の需要はアジアだけでも6500万㎡となり、これだけでも輸出割当計画1500万㎡を突破する。このうち日本へは1980年から1900万㎡輸出され、その後2,100万㎡に増加しよう。ただし、需要はインドネシアの森林の潜在生産力(5,100万㎡)や期待生産量(3,700万㎡)をこさないだろう。ジャワは内需の中心地であるから、各島間の輸送の改善が必要である。

ついで施設や基盤整備について論じている。この中ではまず法律とくに林業基本法について説明し、機構にもふれている。人的資源については職員のインドネシア化のため、教育、訓練の必要性をうたっている。また、種々の林業機関団体の連絡活動の強化をはかるため、ジャカルタに林業センターを設立する緊急性を訴えている。また中央と地方官庁の通信網の拡大改良や、データ情報センターの必要性も述べられている。

研究については、優先目標は森林土壌、熱帯林、人工林(生産性や他の機能をも含む)においており、林産加工、流通の研究も続けるべきとしている。

教育では技能者の訓練を続けるとしており、普及面では森林開発、保全(水、土壌)への社会的な参加を招くことをねらうようにすると述べている。

② 森林林業計画(Working Plan)

インドネシアでは前述のようにジャワの森林はPerhutaniが経営管理し、外領の森林は林業総局の直轄営林局が管轄しており、森林林業計画の作成も、前者は直接自らの手で行ない、後者はコンセッションナーが行なうことが義務づけられている。

Perhutaniの森林林業計画の期間は10年で、ほとんどチーク、メルクシマツ、アガチスの人工造林地が大部分で、外領とはちがい林場はもちろん小班まで区画し、小面積皆伐が主体で収獲規制は面積平分法になっている。この森林林業計画は日本や欧州先進国のものに優るとも劣ら

ぬ精密なものが作られている。付属簿冊や図面も大部のものが営林署ごと
に調製されている。これは第二次大戦前、オランダが森林施業計画を
重視していたことによる。したがって、ドイツ森林經理の流れをくむ
日本の森林施業計画とも類似しているので、これについては省略し、外
領のコンセッション地区における森林施業計画について、その概要を述
べる。

コンセッションの森林施業計画は20年計画、5年計画、1年計画の
3種あり、前2者は林業総局長の認可を必要とするが、1年計画はいわ
ゆる業務計画（伐採計画が中心）で生産局長の認可のみでよい。現在ま
で20年計画作成済面積は約4,000万ha、5カ年計画作成済面積は500
万ha余といわれている。施業計画の内容は前述フィリピンの場合と極
めて類似しているのでとくに述べない。ただし、回帰年の決め方が異な
っており、択伐木の最小直径が50cm、40cm、30cmに対しそれぞれ35
年、45年、55年と規定されている。しかし実際上は択伐最小直径50cm、
回帰年35年が普通で1970年の林業総局長の通達でも、臨時的に35
年とすると述べられている。なお、前章の森林施業法で述べたように年
伐許容量は、 $\frac{1}{35} \times (\text{直径50cm以上の総材積}) \times 0.8$ である。ただし、生
産局ではこれにさらに0.7をかけたものをもって年伐許容量としている。
これは1haあたり年成長量を1 m^3 とし、35年には35 m^3 なることを假定し
て決めたものと説明されている。この回帰年35年の問題点は、コンセ
ッションの契約期間が20年であるので、当初20年は保続収穫を得ら
れるかも知れないが、次期の契約期において年伐許容量が変わってくる
ことが考えられることである。しかも、当初の択伐期は比較的地利のよ
い所であろうが、次期は地利の悪い所に伐採箇所が移っていくことにな
らう。なお、回帰年35年におけるこの年伐許容量は全立木蓄積の229
倍となる。

前項の国家計画で述べたように、森林開発利用の具体的目標は6,700
万haの国有林（永久林4,000万ha、保留林2,700万ha）の75%、5,100
万haで年伐許容量5,100万 m^3 、指定生産量3,700万 m^3 となっているが、
1974年までの調査結果では調査総面積50,458千ha、うち森林実面積
37,401千ha、最大年伐許容量は約4,500万 m^3 となっている。

今までの所は控え目な假定でもあり、推定値が不正確であったにして
は、収穫量は良かった。しかし今後は作業地の条件、成長量のいかに
よっては果たして従来どおりの成果があがるかどうかは不明である。た

だ、将来は育林技術の改善と販売可能樹種がふえる見込みや、収穫木の利用率の向上により収穫はそれほどおちないか向上することが期待される。

収穫規制は面積でなく、材積であるので年伐面積はときには全面積の $\frac{1}{35}$ 以上になることもある。

③ インドネシアの森林調査報告書（グリーンブック）

林業基本法で森林調査は政府が行なうことになっている。したがって、前章森林調査で述べたように森林調査は、林業総局の計画局が州と共同で行なっており、コンセッショナーの作成する物業計画の基礎となっている。この調査報告は緑色の表紙を付してコンセッショナーに渡される。これを通常グリーンブックというが、これの森林調査方法は前章で詳述してあるので、ここではその内容および取りまとめ様式を掲げておく。

緒言

A 序 論

B 地域の自然条件

- a 位 置
- b 地 勢
- c 地質および土壤
- d 気 候

C 社会経済

- a 人 口
- b 交通・通信

D 林 況

- a 植 生
- b 立木材積
- c 更 新
- d 利 用

E 結言と勧告

参考文献

付 録

- 地域内樹種名表
- 地域内の樹種別、直径階別 ha 平均本数材積表
- 帯状標本地内 ha あたり樹種別直径階別本数材積表
- 森 林 図 50 万分の 1

- 地質図 200万分の1
- 土壌図 250万分の1
- 水界地理図 100万分の1

次にこれらの内容について若干補足説明する。

A 序論

調査目的、情報収集方法、使用地図、調査結果の概要を示す。

B 地域の自然条件

気候の項では、降水関係については特に月別に降水量、降水日数を調べる。

C 社会経済

人口については男女別人口、1km²あたり人口、労働人口、人種、言語、宗教、生活源となる産業、生活状態、林業労働の現況、賃銀、消費物価、教育施設、保健施設、地方特有の病気などについて調べる。

D 林況

調査結果に基づき、地床植生、森林の概況をまとめる。

蓄積については実行した調査について詳細に述べ、規定直径（例えば35cm）以上のhaあたり本数材積を直径級別（例えば35~49, 50~59, 61~69のように）、樹種別にまとめ、また利用可能の本数材積を国内用、輸出用に分けて示す。この蓄積についてはできるだけ詳細に調べ、結果を各種の表にまとめて示す。

更新については、更新調査の方法とともに調査結果を報告する。

利用の項では、過去にうけた森林の危害とともに伐採状況（伐採木の樹種、直径、伐採方法、集材方法、伐採面積など）について調べる。輸送については河川の状況、季節、道路の状態、船による輸送などにつき調べる。そのほか山土場、貯木場、作業所、事業所の位置や場所の状況、労働者の調達関係についても調べる。

E 結言と勧告

上の調査結果の要点をまとめて、必要な勧告をする。

以上のような内容で森林培養計画の前業（予業）にあたる諸調査のほぼすべてをつくしているのので、これに基づいて森林区画などの補足的業務を行えば、培養計画の作成はできる。

熱帯林における培養計画調査では、先進国とちがう点としては、熱帯特有の各種病気と保健施設関係、子弟の教育条件、人種、宗教、労働力の社会的な状態と伐出輸送の条件について精査しているのが特色としてあげら

れる（コンセッション契約で医療施設，教育施設の設置の要望や義務を求められることがある。）。

3-4-3-3 マレーシアの森林計画

マレーシアの森林はすべて政府の所管下にあり，西マレーシアの国土の1320万haのうち548万haにあたる720万haは森林である。このうちの518万haを恒久的な森林，すなわち永久林（Permanent Forest Estate）とし，他を農地その他の土地利用に開発するとしているが，最近の急速度の伐採の進行，農地開墾により森林資源の減少は著しく，このままでは1988年までに残存している州有林（永久林以外の森林）はすべて伐りつくされ，現在の年木材生産量990万m³は1993年までには，495万m³に激減するであろうと懸念されている。マレーシアでは国家5カ年計画を策定しており，その第4次計画（1981～1985年）作成にあたり，現在の森林資源を保全し社会・経済への悪影響を軽減するよう計画とは別に次の対策をとるべきであるとされた。

- 518万haの恒久林（P.F.E.）の早急の確定
- 320,045haの現在の年伐面積を永久林で71,870ha州有林で68,799haに減ずること。
- 森林資源調査の実行
- 将来の木材供給不足に備え，早成樹種の造林
- 天然林の集約な営業と開発
- 営業と利用における研究強化
- 技術者の集約的訓練の実行（特に営業と利用面において）

この第4次計画の内容と方針は，

- より有効な森林資源配分計画，効率的な収穫作業，最適森林資源利用によって，残存天然林資源のバランスある利用を確保するよう慎重で控え目な森林経営方針をとる必要がある。
- 効率的な木材加工・処理，工場経営の改善，最終製品の新規な販売マーケティングにより収穫した原材料のより完全な利用を確保する必要がある。
- 内需は勿論，将来は輸出することも考えて，資産の更新を確保するよう動的で拡大発展的な木材生産政策をとることが絶対的に必要である。

以上の方針の下に、①森林資源経営、②森林資源開発、③林業研究、④林産研究、⑤教育訓練、⑥基盤整備の6プログラムの外に第3次計画より継続のもの7つのプロジェクトを加えて23プロジェクトが計画された。①は国の森林資源調査、統計、施策と開発の3つのプロジェクト、②はプロジェクトとして天然林への補植の実施、からなるが全般的に研究分野に力を注いでいる。

上述のような背景の下で、マレーシアの森林施策計画は戦後次第に変わって来ている。木材生産やコンセッション中心の計画が次第に公益的機能を重視し、また森林を住民の福祉や所得向上に役立てるといった姿勢もうかがわれる。

次にこの国の施策計画の大要を述べる。

マレーシアにおける森林施策計画は、州政府が作るものとコンセッションナーが作るものとの2者がある。すなわち、州の森林局 (State Forest Department) が州全体を保護の単位として、州全体を一括して計画を作成する。一方、コンセッションナーは、コンセッションを1 Working Circle (作業級)として、収獲保護を考えて森林施策計画を作る。経理期間は以前は10年であったが、今は5-10年とのことである。収獲規制は政府の施策計画では面積平分法をとっているとのことであるが、コンセッションでは面積を考慮した Brasnett の方法によっている。

ここでは政府の作成する施策計画 (Working Plan) を同国の Forestry Manual その他により述べることにする。

同国では森林を単なる州有林と永久林 (Forest reserve, Reserved Forest, Permanent Forest (Estate), P.E.と略す)にわけるとは既述のとおりだが、州有林はもともと緩斜ないし平坦で農業見込地であるので、現在も計画的に処分開発し、農民を入れているので伐採計画はあるが、正式の森林施策計画はない。したがって森林施策計画の対象は永久林となる。ここでは通常どおりの森林区画が行われ、林小班が設定され、林班界標も設置されることになっているが、実際はコンセッションを得て始めて林班が設けられる (マングローブ林は年代区を小班とする)。森林区画のために測量が行われ、地図が作られるが、森林局が作る場合は4インチ・1マイル ($\frac{1}{15,840}$) の縮尺であるが、一般のマレーシア測量局の地図は2インチ1マイル ($\frac{1}{31,680}$) である。

永久林は1950年に保護林 (海拔1,000 ft以上) と生産林 (海拔1,000

以下)にわけられた。

森林施業計画の作成の基本方針は、伐採が秩序だった方向に進むよう、収穫保続をベースとして作成する。保続は主要樹種の成長が明らかでないので、面積経理とするとしている。年伐面積は1950年代は対象森林面積の $\frac{1}{70}$ とされていたが、現在は $\frac{1}{40}$ や $\frac{1}{50}$ もある。

Working Circle (作業級)は、最小限1日10ton (500立方フィート)の製材生産を行なう工場を1以上恒久的に維持できることなど、用材燃材その他林産物の需要に応じ得る面積をもつことが必要とされる。各コンセッションはこの作業級に対しWorking Planを作るが、州全体に対する森林施業計画としてはManagement W.P.と呼ばれるものが作られる。

森林施業計画の内容は、

- 作業級内の永久林の面積
- 蓄積、重要樹種についての説明
- 通信連絡の現況と将来に起こりそうな要請
- 過去の伐採利用と作業の強度、既に伐採された面積、手入れのおくれた面積
- 製材工場(申請中のもの)
- 今後の施業方針
 - ・ 伐採 — 年伐区
 - ・ 造林 — 天然更新、人工造林
- 通信、境界、測量
- 収入 期間の推定値
- 支出 同上
- その他
- 照査
- 地図

のとおりであり、計画書はできるだけ簡潔にタイプで5~10頁でよいとしている。ただし照査は今分期における照査の方法を説明し、規定の様式で行なうことを指示している。

しかし、最近のやや上位の計画(例えばKuantan Forest Management UnitのPlan)では先進国のものに近くなり、位置、境界、交通と基盤整備状況、気候、地質、地形、水系、森林の概況、地域社会の人口、雇用、各種産業の状況、特に木材関連産業などの一般的事項を調査し、森林資源調査を行なったうえ、土地利用計画を定め永久林を画定し、収穫予定を行

ない、当初の5年の全面的な利用計画、永久林については当初3年と初年度の作業計画をも示している。また必要な試験研究計画を示し、最後に収支の予想も行なっている。この計画で特に顕著なのは成長量の調査を十分に行ない、それから回帰年の検討の結果30年と決定し、一方、各種の伐採方式(各種の最小伐採直径、各種の伐採率など)をシミュレーションにより比較計算し、最良のものを選ぶという近代的手法を取り入れている。森林調査方法も1975年その指針を発表している。この方法については、森林調査の項で述べているので詳細は省くが、調査項目のみ若干説明しておく。

傾斜：平均斜度を%で示す。

位置：尾根筋、斜面上部・中部・下部など、沢沿い、平坦地など

方位：8方位

地表の状態：岩石地、石礫地、侵食地、浸水地、沼沢地、採掘場、石切場等

地床植生：竹やベルタムの茂みの数、蔓の繁茂状態、その他

海拔高：0~500 ft, 500~1,000 ft, 1,000~1,500 ft, 1,500~2,000 ft, 2,000~2,500 ft, 2,500 ft 以上にわけて記す。

樹種別直径別本数

胸高直径18インチ以上の本：RP(胸高または根張りの上2.5フィートの直径と採材可能丸太(16ft長)本数と丸太の品質をPrime(ベニヤ用), Good(製材用), Poor(利用価値なし)にわけて記す。

胸高直径, 12以上18インチまでの本は樹種名とRPの直径, 樹勢, 幹形, 欠点などを調べておく。

更新状況調査として稚樹, 幼樹の樹種名あるいは本数の調査を行なう。

一方, FAOの協力により森林調査を西マレーシアとサラワクで1970年代の前半に行なっており, その調査事項のうちで参考になるものとして, 立木度を次のとおりに区分している。

密度	断面積密度	材積密度	うっぺい度
密 中 疎	9.2 m ² /ha	105 m ³ /ha	67%以上
	4.6~9.2 m ² /ha	35~105 m ³ /ha	33~67%
	0~4.6 m ² /ha	0~35 m ³ /ha	33%以下

他の事項についてはフィリピンの場合と大同小異でフィリピンに比べて古いので説明を省く。

3-4-3-4 タイの森林計画

タイにおける森林利用は1850年頃から始められたが、この時代は北部のチーク林に根ざっていた。森林は国王の所有に属しているが、当時は木材の伐採は自由であった。しかし、チークのみは地方の首長に立木代金を払って伐採の許可を得ていた。この制度はチーク林を荒廃に導いたので、チュラロンコン王の時代に北部のチークを保全する対策がとられた。

ついで1896年タイの森林局(Royal Forest Department)が創設され、森林の管理権が地方の首長から国に移った。森林局はチーク林を周辺の森林と併せて大きい森林区域を設定し、回帰年を12年、ついで現行の30年に延長し、他の広葉樹とともに作業級を作り、択伐作業を主とする施業計画を作成するようになった。1913年の森林保全法でチーク以外の貴重な広葉樹の伐採も政府が規制することができるようになった。1949年の森林法の修正で、200以上の樹種が稀少木として保護木に指定され、現在は857の伐採列区に対し、施業計画が作られている。1962年に第1次国家経済社会開発計画(1961~1962年)が発表され、林業開発計画もその一環として定められ、国土の約50%に近い2500万haを森林として保存することになった。その後、人口の急増とともに国土の約40%の2000万haを森林(うち1,000万haは水源地帯の保安林、あとは生産林)とすることで森林面積を減じたが、第3次国家経済・社会開発計画(1972~1976年)では、もとの2500万haを国有林として残すことに戻った。しかしながら現実には、人口の急増による林地の農地化による森林の減少のほか、森林の違法伐採、焼畑移動耕作、林地の不法占拠による森林の破壊が急速に進み、1961年に国土の55%であった森林は1973年には38.6%、1977年には25.5%と急激に減少し、今やタイ国の最も大きな問題の一つとなっている。中でも移動耕作による森林の破壊は大きく、タイの全土の12.6%はこの影響下にあると推定されている。現在、毎年25万~30万haの森林は移動耕作により破壊されており、その累計400万haが移動耕作で破壊されたとしている。このうち220万haは水源地帯にあり、早急に復旧を要望されている。とくにタイの重要な森林地帯である北部タイに住む山岳部族は年成長率5%の人口増加を示し、急斜地の森林を耕地化し、食糧の増大、ダムの堆砂、洪水の頻発等を来たしている。このように国有林として保存された永久林で生活し、生計を得ているものは、全国で100万世帯、600万人に達すると推定されている。

以上の問題への対策として、王室森林局や国営企業である木材公社(Po-

rest Industrial Organization)は林業村(Forest Village)の設立などによる住民の定住化に努力している。これについては次章で詳しく述べる。

このような状況下で作成された国家経済・社会計画の第4次計画(1977-1981年)における全国森林計画の内容は次のとおりである。

① 全国森林計画

① 林業の概観

1961年のタイの林地調査によれば、国土の57%すなわち182百万ライ(2,912万ha)が森林でおおわれていることがわかった。しかしながら、1974年の衛星写真判読の結果、タイの森林面積は119百万ライ(1,904万ha)すなわち国土の約37%にすぎないことがわかった。したがって、この13年間に森林の開拓がおよそ63百万ライ(1,008万ha)、平均して年間4.8百万ライ(768,000ha)に達した。開拓された林地の多くは次の地域にあるものである。北東部、北部、中央タイ上部、西部。開拓の多くは移動耕作の結果で、住民は林地を皆伐し、とうもろこし、陸稻、タピオカ、豆類や高地作物を栽培している。

森林開拓の過程は通商、商取引のため林木の違法伐採から始まる。ついで、半ば皆伐された林地は製炭資材を集めるため小径木を伐採する人々により侵害され、最後にはその土地は耕作のため裸地化される。

第3次計画期間中RFD(森林局)は年に4百万ライ(6,400ha)造林し、PIOも年に1百万ライ(1,600ha)造林した。しかし森林開拓は平均年に4.8百万ライ(768,000ha)に及んだ。明らかに、再造林事業は極めて遅々として、森林開拓の現在の進度においつき得ない。

激しい森林開拓に伴って、耕地は急速に増加している。1960年に全耕地面積は49百万ライ(784万ha)であったが、1975年には109百万ライ(1,744万ha)に達した。これは年に4百万ライ(64万ha)すなわち年率6%の耕地の拡大を意味するものである。

② 林業上の諸問題

国家の発展に必要な天然資源の保全をおびやかす林地の急速な破壊の因をなす要素として次の3つがあげられる。

- 保留国有林で森林伐採権を付与する際、森林資源保全の必要性に対する配慮が十分でなかった。伐採権保有者の数が増しつづけると共に、その需要も増大したため、その需要に応ずるため、コンセッションの面積の増大に余りにも重点がおかれすぎた。

しかも、コンセッション地内の事業の監督は、伐採許可された立木の本数やコンセッションの協定に定められた林木の植栽に対する監査の両者の面に関して依然不十分である。植栽は伐採権保有者からPIOに移されたが、この事態の改善は余りはつきりしなかった。

森林開拓の急速の進展は、隣接林地内の伐採権保有者が行ったかくれた伐採に主として起因するもので、彼らは伐採権を付与された林地を保留国有林内の違法伐出作業の前線基地として利用していた。

- 森林開拓の原因として、また土地をもたない農民、劣悪な土壌のため生計を立てられない農民や山岳種族による保留国有林地への不法侵入があげられる。これらの連中は不法に林地を占有して新しい土地を得るのみならず、立木を伐採して木材商人から代金の支払いをうけていた。
- 急激な森林の開拓はまた経済基盤整備の諸施設に過大な投資をした反面、天然資源の保全を企図したプロジェクトには十分な投資を行わなかった結果である。公道、ダム、貯水施設の建設や自立定住地の設立も森林開拓を便ならしめ、おし進めた。

㉑ 森林資源保全の目標

林地は重要な国の資産である。この面から、急速な森林開拓は検討されなければならぬ。第4次計画で、森林資源保全目標は立てられ、その最も重要な目標としては次のことがあげられる。

- 全国土の少なくとも37%は森林としなければならない。
- 現在の森林開拓の年速度4.8百万ライ(768千ha)を年50万ライ(8万ha)をこえない程度に減らすべきだろう。
- 再造林は年500万ライ(8万ha)の目標に到達するよう促進し、再造林費を減ずるため新技術を取り入れる。
- 第4次計画期間中に野生生物保護区域を12区域から22区域に、国の保留地(国立公園)を13から20に増加し、森林保護の事業が拡大されよう。
- 国のすべての水源地域とくに北部、北東部地域を優先して、再造林計画が実施されよう。

㉒ 開発戦略と方法

上記の目的を達成するため、林地保全のための多数の進んだ戦略が、第4次計画期間中実行するために作成された。

- 原生林

森林伐採権の数を減らす目的で1977年に伐採権を付与する際の方針、規定、手続きや採否基準が再検討されよう。とくに保留国有林内にあるコンセッションの数は減らされよう。その結果コンセッション地を違法伐採の前線基地として利用することは一層困難となろう。コンセッションは主として、その林地の大多数の立木が濫取引の目的で伐採可能な段階に到達したような地域に対して付与されるだろう。

保留国有林、水源地帯林、野生生物保護区域および国有保留地の現況と規模に関する調査は実行されよう。ただし、最も問題の多い地域から始められよう。

再造林事業はF I Oにその全責任をとらせないでプロジェクトごと、地域ごとに私企業に下請けに出されるだろう。政府は再造成林費を減ずるよう十分苗木を供給することに一層努力を集中するだろう。新しい再造林運動は新しい林地および政府が林地として維持すべきであると考えている荒廃化した林地に集中するだろう。

保留国有林、野生生物保護地区や国有保留地(国立公園)と指定された林地には不法占居を防ぐにたるだけの数の官吏が当てられよう。

○不法侵入された森林

不法侵入された森林の調査を促進して、どの地域が保留国有林として残すべきか、どの地域を解放すべきかを決定することとする。その結果、適切な対策—再造林をするか、土地の権利証書を発行するか、いずれかの方法がとられよう。国土局、土地開発局、森林局が共同で実行できるような特別の調査プロジェクトを促進するよう努力、資金が準備されよう。

土地権利証書は、政府が法的に開墾のため解放すると決定した侵入林地に生活している住民にはできるだけ早く交付されよう。

保全および再造林計画の項目や実行内容はとくに緑地化のよりひどい水源地域に対し作成されよう。これらの実行計画や内容は主として再造林計画を促進するような計画となろう。セット化した計画を作る調査が実行されるだろうし、またこれらのプロジェクトには海外からの融資も必要とされよう。

○林産物

丸太や木材の輸送地帯は明確に設定しておかなければならないが、輸送に関する規制はコンセッションに従ってきめられよう。同時に、森林保護部門も強化されなければならない。

新らしい製材工場、現存工場の拡充の申し出に対する承認については、現在の能力が当該森林コンセッションからの丸太の供給推定量と一致するよう、制約が課されよう。

あらゆる種類の丸太および関連林産物の輸出は禁じられるだろう。かつ、これら制約は厳重に実施されるだろう。

以上が第4次計画の林業分野であるが、これから推察されるようにタイは1972年からは木材の輸入額は輸出額を上回り、かつての木材輸出国は輸入国に転じた。このような事態や既述のまだ第4次計画に述べられている事態を招来した根本にはタイの土地利用計画が確立していないことにあると思われる。また1977年までに永久国有林(第4次計画にいう保留国有林)として指定された面積が1,468haにすぎず、測量し境界の確定したものは約1,000haの857箇所にとぎず、年伐許容量も約813万³とも1,270万³ともいわれており、林業の実行面、行政面の立ち遅れが目立ち、これらが、今日のタイにおける林業上の諸問題を惹起した誘因とみなされよう。

② タイの森林林業計画

王室森林局は、次の7種の森林林業計画と3種の特用林産事業計画を作成している。

○ チーク林林業計画	62
○ 長期コンセッションのチーク林以外の森林林業計画	304
○ 地元供用林または多目的林業計画	122
○ 鉄道林林業計画	14
○ 工業用燃料林林業計画	10
○ 煙草乾燥用燃料林林業計画	37
○ マングローブ林林業計画	308
○ 採脂事業計画	5
○ Melanorrhoea 樹脂事業計画	10
○ Corypha採葉事業計画	4

チーク林林業計画は普通他の森林の林業計画と場所が重なっているため、コンセッショナーは事実上チークと他の森林の両コンセッションを得ることとなる。上の1～2番目と7番目の林業計画は長期(普通30年)のコンセッションを許可する場合のものであるが、他のものはその特定目的のためのものである。

一般の森林林業計画における林業は、前章に述べたように回帰年30年

の択伐作業で区域面積は4,000 haから300,000 haにわたるが、20,000～50,000 haが最も多い。

森林を地形によりほぼ等面積に10林班に区分し、各林班をさらに3分し、年伐区を形成し10林班を30年で一巡する。収穫規制はしたがって面積によるが、選木は王室森林局の職員によって行なわれる。選木は、胸高周囲が一定の大きさ以上のものに対して行なわれ、この最小周囲は樹種により異なる。

チーク	190cm
フタバガキ属 (アラタス)	250cm
(トルピナータス)	250cm
Shorea Obtusa	100cm
Pterocarpus Macrocarpus	100cm
Spongia Pinnata	200cm
Xylia Kerrii	150cm

など、約250種に対して35～250cmの伐採制限周囲が定められている。

マングローブ林は約480haの伐採列区にわけられ、前章に述べたように交互帯状皆伐方式をとり、帯の巾は40mで輪伐期は30年である。コンセッションの契約期間は、その半分の15年であるので各帯状伐区は15年に1度伐採されることになる。皆伐とはいいながら、胸高周囲15cm未満は残存する。伐採前、ラインプロット法で全体の胸高周囲15cm以上の木の蓄積を計算し、年伐量を求める。帯の半数は15年で伐採され、残りの半数は第2回帰年に伐採することになる。年伐区の境界と伐採の監督は政府職員によって行なわれる。マングローブ林の一事業区面積は100ha～3,000haにわたる。

地元供用林は地元の住民の需要に応ずるもので、一事業区面積は、6,000ha～130,000haに及ぶ。

漁業計画のための調査は各林班をラインプロット法で行ない、地種及び林種を区分し、立木密度、樹種、胸高周囲、品質(形質)、採材できる丸太本数、材積、地勢、傾斜、更新状況などを調べる。次にこれらのうち、若干の項目につき説明しておく。

地林種区分の一例

Teak Plantation

Non-Teak Plantation

Tropical Evergreen Forest

Hill Evergreen Forest
Mixed Deciduous Forest With Teak
Mixed Deciduous Forest Without Teak
Dry Dipterocarp Forest (High Open)
Dry Dipterocarp Forest (Scrub)
Old Clearing Area
Shifting Cultivation Area
Agricultural Land
Non-Forest Area
Pine Forest
Savannah

他の一例をあげると、

Tropical Evergreen Forest
Hill Evergreen Forest
Dry Hill Forest
Pine Forest
Dry Evergreen Forest
Moist Upper Mixed Deciduous Forest
Dry Upper Mixed Deciduous Forest
Lower Mixed Deciduous Forest
High Deciduous Dipterocarps Forest
Scrub Deciduous Dipterocarps Forest
Mixed Thorn Scrub
Savannah
Deserted Shifting Cultivation
Occupancy

立木密度

20%以下, 21~40%, 41~60%, 61%以上の閉鎖度に分ける。

3-4-3-5 インドの森林計画

インドにおける組織的な森林管理の導入は、アジアでは恐らく最も古いと思われる。例えば、U.P.州で森林部のできたのは1855年(安政2年)で、インドの森林法が公布されたのは1978年(明治11年)、U.P.州のDehra Dun事業区の商業計画の作成されたのは1882年(明治15年)で、

日本より20～30年早かった。もちろん、日本でも徳川時代に尾張藩は木曾に材木奉行を置いたり、輪伐制度も実施しているが、国として森林法を定め、施業計画を作成したのはアジアではインドが始めてではなかろうか。第1次の計画作成より今日まで数次の検訂を経ており、現在はかなり進歩した計画を作成していると思われる。したがって入手している施業計画は些か古いとは思われるが、その内容は現在の一般的な東南アジア諸国のものより精密と思われるので敢えて以下に紹介しておく。

計画作成の前業（予業）として、次の事項につき調査する。

○地域の概要

- ・位置 経緯度，比隣の状況
- ・地勢 山系，水系
- ・地質 基岩，土壌
- ・気候 気温，降水について特に詳しく調べ，関連して水の供給関係も調べる。場所により降雪も。
- ・事業区内の各森林の配置状況
- ・境界関係
- ・法的状況 永久林，保留林，保安林その他の区分
- ・森林に対する地元の有する各種の権利関係 コンセッションについての調査
- ・定住地の調査
- ・森林開墾
- ・放牧関係

○森林の概要

- ・主要樹種別森林に区分し，取りまとめる。
- ・森林における各種危害（火災，気象，人為，大動物，昆虫，寄生植物，侵食の害など）を調べる。

○林産物の利用

- ・地元の森林に対する慣習，要望
- ・林産物（用材，薪材，木炭，竹類，樹脂，草，その他特用林産物）の利用状態と市場の状況
- ・木材の他地方への輸送の難易
- ・木材の利用の方法（立木のまま木材業者か製材工場に売られるか，業者は地元かどうか。伐出輸送はどのような方法をとるかなど。）
- ・伐出費用

- ・林産物価格の過去，現在の価格
- 林業労務関係
 - ・林業教員
 - ・教員の業務分担
 - ・労務の供給関係
- 沿革の調査
 - ・施業計画樹成前の歴史
 - ・各次施業計画の概要とその実行結果，各作業級ごとに施業法，伐期齡，蓄積調査法，収穫予定法，主伐の指定法などをまとめ，その実行成果を調べる。
- 各林小班的成長量，収穫量算出の根拠を示す。

以上が前業で本業として，次の事項を調査し立案する。

- 本計画作成の根拠
 - ・経営の目的
 - ・作業級の構成
 - ・森林区画
 - ・計画の期間
- 各作業級についての調査と施業計画の樹立
 - ・作業級の構成内容および植生の特色
 - ・森林区画。ブロック，林小班的確定
 - ・伐採列区の形成
 - ・主林木の解析と評価：主林木につき径級別材積の調査を行ないまとめる。
 - ・林相図の作成
 - ・地位級の調査：主林木平均樹高または平均直径により，各小班的地位級を査定し，ブロック別にまとめ本数，材積を示す。地位級の区分は次のとおり。

主林木の平均樹高により区分するのが原則で，その区分は I(115 ft 以上)，I/II(105～115 ft)，II/III(95～105 ft)，III(85～95 ft)，III(75～85 ft)，III/N(65～75 ft)，N(65 ft 以下)，
(Borea Oblusa 林の例)
 - ・齡級分配状態
 - ・更新状態
 - ・作業法の決定，この当時は Periodic Block に対 Uniform System

(拿伐作業) による天然 林をとっており、各分期所属 Block を第 1 分期 (1 分期 20 年) を P.B.I, 以下 P.B.II, P.B.III, P.B.IV とし各分期ごとに作業内容の概要を示していたが、既述のように、中間の Block はまとめ中間ブロックとするようになった。この項においては P.B.I の施業法をとくに詳細に示すことが必要である。

- ・ 輪伐期の計算：将来の利用直径をもとに輪伐期を決定する。
 - ・ 改良期が必要あればその検討を行なう。
 - ・ 収穫予定：択伐作業級には Smythies 式、皆伐、拿伐作業級には面積平分法、折衷平分法、Cotta 式、Heyer 式を用いる。
 - ・ 各ブロックへの林小班の配分
 - ・ 回帰年の設定
 - ・ P.B.I における各種の作業、伐出、更新、下刈、除伐などのほか、中間級の保育、とくに間伐等について検討する。更新済ブロックでは残存木の伐採について指示し、その収穫量を計算する。
 - ・ 年伐量の計算：伐採指定林小班について、伐採制限直径 (18 インチまたは 20 インチ) 以上の材積より求める。年伐量は ± 20% の増減を認める。他に間伐木、残存木の収穫材積を見込む。
 - ・ 森林保護：特に火災について
 - ・ 放牧、採草などがあれば、その規制について検討する。
 - 森林保護について特に火災の対策を検討する。
 - 採指業など特記する森林施業に関連するものがあれば、その詳細について検討する。その他、保護上必要なものについての伐採規制を検討する。
 - 道路、歩道計画の検討
 - 建造物の計画と水供給計画の検討
 - 境界の維持、所有界、林小班界の維持、保全の検討
 - 照査と林班の沿革、火災の記録について要領を検討し指示する。
 - 将来の収支見込を推定し、計画作成に要した費用などをまとめる。
- インドの施業計画の内容は大体以上のものであり、他に林相図、事業図等も正確なものが作成されている。

3-4-3-6 ホンジュラスの森林計画

ホンジュラスは緯度的には北緯 13 度 ~ 16 度に位置しており、面積は 1,120 万 ha で日本の $\frac{1}{3}$ 、タイの $\frac{1}{5}$ 強の小国であるが、国土の 65% は海拔 600m ~

1,500 mの山地で、森林は68%もあり、林業の国内産業に占める比重が高い。森林も熱帯降雨林、広葉樹林、マツ類林、マングローブ林と多彩である。特に中央山地はカリビアマツ、オオカルバマツの森林が多く、製材工業の急速の発展により過伐状態にある。ホンジュラスの森林はすべて国のもので、私有地上の木でも管理権は国にある。1974年CONDEFORの設立後、同国の国有林経営基盤が確立し、経営計画も次第に作られ始めている。ホンジュラスの経営計画はUNDPの協力で作られ、調査方法に進んだ面が見られる。まず、その事項を見ると、

- 土地所有関係：ホンジュラスでは目下土地の権利関係を調査して、地籍台帳を整備中でこの事業はかなり進んでいる。

地方により国有林内に民地が数多く散在している。特に放牧地、農地、コーヒー園などが多い。

- 概況

- ・地 理

- ・地質、地形、土壌

- ・気 候

- ・林産物の販売条件：搬出、輸送の条件、道路条件、CONDEFORの示す販売条件、販売価格等

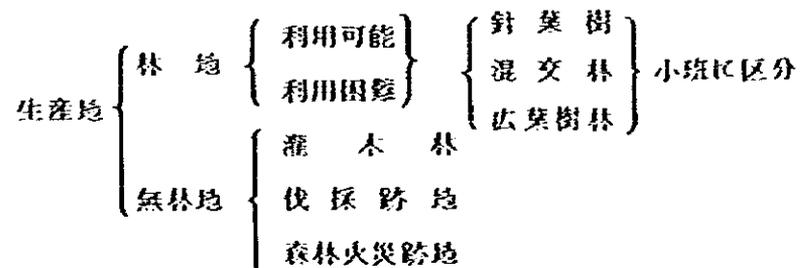
- ・地元におけるマツヤニ採取業の状態

- ・地域社会：地元の産業、特に農業牧畜業、移動耕作について。人口については人口密度、人口成長率、生活状態、労務、賃金など。

- 森林資源

- ・森林図の作成：既製の地図、空中写真判読による。区分は次のとおり。

林地と森林外地にわけると、森林外地は湖沼・河川・市街地・村落・路線・道路・農耕地等である。林地は生産地と非生産地にわけられる。非生産地は池沼地・裸地・マングローブ林・岩石地などである。生産林は次のようにわけると、



針葉樹、広葉樹はそれぞれの樹種が閉鎖度80%を占めるもの。
 混交林はその中間でいずれか20%の閉鎖度を有するもの
 基本図は $\frac{1}{10,000}$, 写真判読図 $\frac{1}{10,000}$, 林班図 $\frac{1}{10,000}$,
 写真判読ならびに林班図 $\frac{1}{10,000}$, 地質図 $\frac{1}{50,000}$ を作製する。

- ・森林区画：林班小班の区画基準を示し、林小班区分を行なう。
- ・森林調査：計画に必要な森林調査を行なう。この調査は一般調査と林班調査にわかれる。調査の事項は林地の利用現況、材積及び森林構成要素、天然更新、その他に要約される。これらについては後述する。

○将来における森林の経営要路

- ・樹種の選択：現実の林況より想定する。
- ・輪伐期：保続性収益性の原則のもとに検討するが、利用、成長その他を合わせ考察して決める。
- ・主伐指定の方針の検討と決定
- ・間伐の実行方針の検討と決定：間伐開始年、残存本数、方法など。
- ・天然更新：母樹の選定方針とその伐採についての検討、主伐後の天然更新成積調査など
- ・人工更新：天然更新不良地への補整事業に関する検討、林地直播、播種などの方法、費用
- ・天然更新：播種、林地直播の各種費用の比較検討
- ・樹脂採取事業について実行方法の検討と実行方針の検討：特に木の成長ならびに質に対する影響の検討、事業の収利性の検討、採脂業組合の調査

○成長量と伐採量の計算

- ・成長量調査の結果を取りまとめ、伐採量の計算を求める。計算式は $\frac{V}{U} + \frac{V}{U} \times \text{年成長率} \times 5$ (Vは総蓄積、Uは輪伐期、計画期間は10年)でColla式和田式と類似のものである。
- ・第1分期指定と10年間における主伐量の推定を年度別に行なう。
- ・樹脂採取生産量の推定

○火災跡地、林種転換林、灌木林などの再造林計画の作成

- 間伐計画
- 火災対策計画
- 道路の新設維持計画

- 苗畑事業計画
 - 山元製材事業の検討
 - 事業所の設営の検討，特に火災予防，消防のための設備器具についての計画をする。
 - 管理について
 - ・ 職員，人員，俸給の試算
 - ・ 労務者，必要人数，賃金の推定
 - ・ 簿記会計のあり方
 - ・ 経営の監査方法について検討し，勧告する。
 - 林産物の販売の方法，収入予測
 - 本計画実行に要する費用を計算し，その経済性を検討する。
- 大略上記のことを検討し，計画するが森林調査について若干付言する。
閉鎖度と林分平均樹高区分と地図上の記号は次のとおりとする。

		樹 高 (m)				
		25m	20m	15m	8m → 0m	
密 度 (%)	↑ 80%	A 1	A 2	A 3	A 4	更 新 林 分
	60%	B 1	B 2	B 3	B 4	
	40%	C 1	C 2	C 3	C 4	
	20%	D 1	D 2	D 3	D 4	
	5% ↓	E 1	E 2	E 3	E 4	
		農地，灌木林，村落など				

林木の年齢または成熟度による区分：更新林分，壮齡林分，中齡林分，成熟林分，過熟林分

森林調査は円形プロット法による。半径 3.98m (面積 50㎡)，7.98m (面積 200㎡)，17.84m (面積 17.84㎡) の同心円内で，それぞれ樹高 1.3 m 以下，胸高直径 11 cm 未満，11 cm 以上の木の木数または胸高直径などの調査をする。

土性：粘土・壤土・砂壤土・砂土・砂礫土・岩石土

傾斜：5の倍数の%で表わす。

樹冠級区分は：優勢木・中庸木・劣勢木・被圧木と区分し、その区分方法は既述のフィリピンにおける区分と同様である（詳細はJICAのホンジュラス国森林調査事前調査書を参照のこと）。

ホンジュラスの施策計画樹成事業は開始したばかりではあるが、各国及びFAOの協力を得て着実に進展している。しかしながら、伐採事業の方が先行しすぎて林業と林産業が跛行状態にある県もあり、一般に伐採の進行に対し造林の立ち遅れが目立ち、他の途上国同様現在の状態が続けば、将来木材の供給難に落ち込むことは必至である。したがって正確な施策計画を早急に全国の森林に対して作成し、これに基づく忠実な実行が望まれる。

参 考 文 献

- Brasnett, N.V. : Planned Management of Forests 1953
- Osmaston, F.C. : The Management of Forests 1968
- Endacott, N.D. : Derivation of a Commercial Plantation Program for The Philippines. To The Year 2000 from Wood Supply/Demand Projections, Vol.1 Phi/72/006, Project Working Paper No10 1977
- PICOP : Procedures in Forest Management & Plantation Development
- Revilla, A.V. : Yield Prediction in Cut-Over Dipterocarp Stands in The Philippines 1979
- Timber Management Plan of GERMAN B. ARANEZ, Inc. 1969
- Timber management (2nd Rev.) for Aguinaldo Development Corporation 1970
- Revised Forestry Codes of The Philippines. Presidential Decree No 705 1985
- Revilla, A.V. : Determination of Allowable Cut from The Philippine Dipterocarp Forests 1979
- Serna, C.B. & Morales, D. : Forest Management Systems in the Philippines 1979

- Nitsson, N.E., Marsh, H.E. & Singh, K.D.
 Identification and Planning of a National
 Forestry Inventory for The Philippines.
 Phi/72/006, Project Working Paper No 15 M. Nop
 1978
- インドネシア林業基本法および関係諸法規　日本インドネシア協会
- P.T. Indokaju のコンセッション契約　1977
- 中央カリマンタン地方の Bulk-Arut 森林地帯調査報告書
- Silviculture and Management　PP 35-39
- Forestry Planning　PP 86-87
- 林業総局：Pedoman Tebang Pilih Indonesia　1980
- 林業総局：Peraturan Inventarisasi Hutan Jati dan Peraturan
 Penyusunan Rencana Pengaturan Kelestarian Hutan
 1974
- 林業総局：Survai Kelompok Hutan S. Nyahing -- S. Lawa Propinsi
 Dati I Kalimantan/Timur　1980
- 林業総局：Engineering Survey Guidelines　1970
- 林業総局：Survey Directory　1967
- 林業総局：Forestry National Plan　1975
- Forestry Dep. Headquarters : Forestry in Peninsular Malaysia
- Forestry Dep. Headquarters : Kuantan Forest Management Unit
 1977
- Forestry Dep. Headquarters : Forestry Manual
- Forestry Dep. Headquarters : A Guide for Fieldwork　1975
- FAO : A Description of Metrotopology and Techniques Used in
 the Inventory of Selected Areas of Mixed Dipterocarp
 Forest in Saravak　1974
- FAO : 西マレーシアの森林資源調査
- FAO : National Forest Policy　1978
- Anan Nalampon : Forest Resources in Thailand　1978
- Kiankamsorn, B. : Forest Inventory of Thailand by Landsat
 Imagery　1978
- Kian Eadkeo : Forestry in Thailand　1979
- Anan Nalampon: Harvesting and Silvicultural Techniques in
 Mangrove Forest of Thailand　1979

- o Chandrasekharan, C. : Forests and Forestry in Thailand 1980
- o Klankamsorn, B. : Organization and Functions of the Forest
Management Division 1980
- o Chuasonboon, S. : Aerial Photos for Forestry in Thailand 1980
- o Aggarwal , K.L. : Fourth Working Plan for the Kulu & Serai
Forests, 1949-50 to 1979 - 80 1949
- o Chandra, R. : Revised Working Plan For the Kangra Forest
Division 1951 - 52 to 1980 - 81 1952
- o Shai, R. : Working Plan for the Dehra Dun Forest
Division 1949 - 50 to 1958 - 59 1954
- o CIDA-COIDEFOR : Proyecto de Inventario Forestal del Macizo
Central, Normas de Inventario 1978
- o Jan Troensegaard : Distrito Forestal de Mostrativo de Jutiapa,
Plan de Ordenacion (1975-1985) 1978

3-5 森林管理

3-5-1 森林管理の位置づけ

東南アジアの開発途上国の森林は、その気候、風土の下に、熱帯降雨林、熱帯緑雨林（モンスーン林）を主たる林相として成立している。したがって、そこに体系づけられる林業技術には、かなり類似したものが見られるが、林業政策なり森林経営となると、必ずしもそうではなく、逆に、かなり異なった様相を帯びている。とくに、森林管理という幅広い分野では、国の発展経緯を基盤に、一国のポリシーから一経営体の具体的手段に至るまで、多彩な広がりを見せている。

その理由を端的に云えば、国の発展の過程において、独自の社会、経済機構が森林に強く反映され、新生国家となった後であっても、その足跡は長く影響を与えているということであろう。

しかし、さまざまな経緯の中にあつて、森林管理機能が醸成され、管理体系が整備され、多彩な施策が講じられてきた背景には、森林開発や地元農民の焼畑移動耕作等によって生じる森林荒廃、農業の発展と裏腹の関係にある森林地帯の後退等、開発途上国共通の問題が底流にあることは否めない。

以上の観点から、本節では、タイにおける森林荒廃、マレーシアにおける土地利用区分、インドネシアにおける地域農民の対応、各国における森林管理の組織と運営を述べ、最後に、森林管理の総合対策とも言うべき Agroforestry の実例を紹介する。

3-5-2 森林保全（タイ）

森林の荒廃とこれに対する保全対策は、一国の経済発展の経緯と深いかわり合いをもつものであるが、かつて植民地であったところは、植民地政策の一環として推進された農業展開とのかかわり合いがとくに強い。

開発途上国における農業展開は、一般的には、まず、森林内やその近辺で粗放的な採取農業が営まれるが、その中で、比較的自然条件に恵まれている地方では、資本が蓄積され、それを基盤に、生産性の高い農業が形式され、さらに、低加工の農産工業が発生する。つぎのステップでは、植民地支配国の資本により、国際商品の生産がプランテーション方式を主力に導入され、モノカルチャーの特色を強めていくことになると言われる。これらの農業用地は、当然、森林の伐採に伴って拡大されていくものであるが、拡大の仕組や速度は、作物の種類、農民のビヘビア、社会環境等

によって異なり、それによってもたらされる森林荒廃の様相も、またさまざまである。

タイ北部の土地利用状況をひとくちで説明すると、メナム河支流域の堆積平野では稲作が行なわれ、そこに続く丘陵地帯ではチークを主体とした森林伐採が行なわれている。稲作は主に地域農民によって営まれ、チークの伐採はイギリス、フランスおよびデンマークの資本力により実行され、とりわけ、イギリスの影響が強かった。

1934年から1979年に至る45年間のチーク丸太の生産は表3-5-1の通りであるが、第二次大戦期間を除いて多少の増減はあったものの、年間100千^m~200千^mの間で推移しており、とくに乱伐、過伐の傾向は見当らない。この理由は、19世紀末から20世紀初頭にかけて、王室森林局は森林管理組織と森林施業体系を整備し、ブランディス法による秩序ある伐採が行なわれてきたためであろう。

しかし、チーク材の国際的評価が定着していくにつれて、一部の製材業者や近隣の農民による不法伐採が増え始め、王室森林局の強力な防止策にもかかわらず統計に乗らない伐採量はほう大なものになり、一説によると、統計数量に匹敵する多量の不法伐採が連年繰り返されてきたと言われている。さらに、最近では、この傾向はチークから他の有用樹種にも波及し、森林の荒廃は急速に広がっていった。

表3-5-1 チーク材の年別生産量

年次	生産量	年次	生産量
1934	231,813 ^{m³}	1957	187,691 ^{m³}
35	217,215	58	181,261
36	174,219	59	163,530
37	194,500	1960	153,664
38	168,635	61	105,665
39	110,811	62	123,324
1940	69,589	63	143,977
41	163,473	64	143,999
42	62,158	1965	256,683
43	68,201	66	151,283
44	58,711	67	182,067
1945	54,687	68	263,514
46	88,266	69	296,407
47	97,251	1970	233,942
48	238,837	71	298,869

1949	192,459 ^{m³}	1972	177,934 ^{m³}
1950	244,762	73	188,441
51	258,651	74	254,273
52	261,306	1975	216,169
53	328,172	76	263,700
54	408,002	77	298,920
1955	305,875	78	?
56	200,295	79	96,216

(注①) Forestry Development in Thailand(1960)およびForestry and Wood industry in Thailand (1980)による。

② 1978年の生産量は上記出典にはないが、FAOのAnnual Report 1979によれば134,632m³とされている。

③ 上記2出典の数値のうち、1966、1967年は一致しない。

さらに、稲作地帯で漫性的に生じている余剰人口が生活のために森林に侵入し、チーク等の有用樹種の不法伐採のほか、薪炭用原木の盗伐、焼畑耕作等を行なって、森林の荒廃に拍車をかけてきた。

いっぽう、北部国境周辺の山岳地域の森林の荒廃が関心を集めるようになった。これは、山岳民族による焼畑移動耕作(Shifting cultivation)による影響であるが、第二次大戦後、ビルマ、ラオス方面から大量の山岳民族が流入し、山岳地域の森林は加速度的に荒廃の度を拡げている。

タイにおける森林荒廃は北部一帯に比較的集中しているが、森林内で生活を営む人口は約1.2百万世帯、6.7百万人と言われ、これは、タイ全人口の約15%に相当するものである。また、タイ全土の約13%が焼畑ないしは焼畑のために退化しつつある森林で、年間250~300千haの森林が失われているとも言われている。

焼畑移動耕作は、前述の通り稲作地帯に生じる余剰人口と山岳民族が主役で、森林を生活基盤としている点では共通しているが、前者の場合は農業賃労働者となったり、外部からの資金を導入してタピオカ、サトウキビ、キャッサバ、ボンベイ寒(ケナフ)等の工業作物を栽培するなど、しだいに経営規模が大型化し、山岳民族の場合、一耕作面積が2~3haであるのに対して、丘陵地帯の場合は100~150haとなっている。

森林荒廃の特徴は森林の質的退化にもある。タイの熱帯雨林地域ではプランデイス法によって収穫規制が行われてきたが、その収穫直後に、有用樹種の中層木や薪炭用原木が不法伐採されるために、天然林の生態系バランスが崩れて森林が荒廃していくというプロセスが指摘されている。

表3-5-2 ランドサット1号と2号による1973年と1977年の衛星写真から見た森林の比較

	総面積 (Km ²)	ランドサット衛星による森林面積		地域の変化		枯死率 %	現存する 森林 %
		1973年 (Km ²)	1977年 (Km ²)	Km ²	%		
北部	171,775	95,812	68,588	27,254	28.43	803	3992
東北部	174,407	47,466	27,519	26,423	55.67	1274	1578
東部	36,394	15,036	6,524	8,512	56.61	1357	1793
中部	67,189	23,970	12,398	11,657	48.63	1520	1845
南部	70,188	18,435	16,756	6,343	34.41	236	2387
計	519,953	200,749	131,785	80,189	39.94	999	2535

財) Forestry and forest industry in Thailand 1980

表3-5-2は、1973年と1977年の2回に亘って、ランドサット1号、2号からの衛星写真で森林荒廃の状況を査定したものである。これによれば、全上の38%が森林であるが、このうち13%は生態系が破壊され、退化しつつある森林であることを示している。1950年に発表された森林面積56%に比べると、27年間に20%の減少を見たことになる。

3-5-3 土地利用区分(西マレーシアの例)

マレーシアの半島地域(以下「西マレーシア」という。)の産業は、イギリスの主導によって、ゴム、スズを中心に発展した。第二次大戦後、マレーシアはイギリスの植民地支配から脱したが、新たに導入されたオイルパームの栽培によっても、モノカルチャーの特徴は衰えず、大規模なプランテーションを主軸とする土地利用開発を推進してきたという点では、経済政策の基調は独立以前に比べて大きな変化をきたしているとは考えられない。

ゴムとオイルパームの栽培が、西マレーシアで確固たる地位を築いた原因は、その恵まれた自然条件があったにせよ、国際商品として優位を保ちながら需要浮沈の波をうまく乗り切ってきたこと、イギリス植民地時代に大量のインド人を労働者の主力として投入し、その後熟労働力が順調に供給されていること、品種改良を中心に栽培、土地利用等の技術開発研究に大きな成果を挙げたこと等にあると言われている。これらの実績は、森林経営、森林管理の立場からも注目されるべきことであり、西マレーシアが他の開発途上国に比べて異なった林業政策のポリシーを打ち出していることと関連する問題であろう。

西マレーシアでは、土地利用が国の基本政策の中心課題として、農業を軸に推進されてきたため、利用度の低い森林は低地から丘陵地帯へ、さらに

山岳地帯へと押し上げられていったが、国民経済全体としての土地利用の視点からは、その方が一層効率的であるとの認識により、林業側からの不満はとくに出していない。むしろ、土地利用の推進過程で生産される木材を有効に活用するという方針が打ち出され、早くから丸太の輸出禁止措置をとって加工度の向上策を指向したため、木材工業が高水準で発展するという成果を挙げた。

西マレーシアの土地利用区分は、1960年代の後半に確立されて現在に至っているが、その分類基準はつぎの通りである。

- I 鉱業最適地
- II 大規模農業開発最適地
- III 中規模農業開発最適地
- IV 林業最適地
- V 水資源およびレクリエーション等のための保護地

この分類は土地利用重要性の順位をも示したものであり、森林は、鉱業、農業の開発要請によって、いつでも後退しうるものとして位置づけられている。山林局 (Forest Department) がつい最近まで土地鉱業省 (Ministry of Lands and Mines) に所属していたことも、その辺の事情を物語るものであろう。

1979年時点における西マレーシアの森林面積は、表3-5-3に示す通り7.20百万haであり、全土の約55%を占めている。さらにこの森林面積のうち約47%に相当する3.28百万haが上記土地利用区分上の林業最適地で、Permanent Forest Estate (PFE) と名付けられている。また大規模または中規模農業開発最適地に含まれる森林は総森林面積の約26%に相当する2.02百万haあり、現在は森林経営の対象として運営されているが、将来、農業側からの要請があれば、自動的に用途の変更がなされるものとなっている。

以上述べたごとく、将来に亘って経営の対象となる森林は全体の半分程度に過ぎないが、さらに、現在、木材生産可能と目される森林となると、2.47百万haに落ち込み、全体の35%にとどまる。これは、森林資源の重要な部分を占める開発林が、すでに半ば近く伐採されてしまったことを意味するものである。

このような森林後退の現状は、森林の経営管理上、二つの重要な問題を提起している。

表3-5-3 西マレーシアの森林面積

林業最適地	森林面積 (百万ha)		木材生産可能面積 (百万ha)
	構成比(%)		
原生林	1.26	17.9	1.26
開発林	2.02	28.8	1.21
計	3.29	(46.7)	2.47
保護林	1.90	27.1	-
農業開発最適地			
原生林	0.56	5.4	0.56
開発林	1.46	20.8	0.73
計	2.02	(26.2)	1.29
合計	7.02	100.0	3.76

引 Forestry in Peninsular Malaysia 1980

その一つは、伐採方式の問題である。

西マレーシアでは、森林施業法の章で詳述したように、伝統的な方式として、Regeneration Improvement Felling(RIF)と名づけられた施業法が長い間実施されてきたが、第二次大戦後の1948年、新たにMalayan Uniform System(MUS)が開発されて注目を浴びた。この方式は拿伐作業が基本になっており、低地林においては天然更新も良好で小径木は薪炭需要にも対応できることから、かなりの成果を挙げた。

ところが、森林が低地から丘陵へ、さらに山岳地域に後退するにつれて、MUS方式では十分な更新が期待できないことが判った。その理由として、尾根筋では種子の成育が不良であること、伐木集運材の機械化に伴ない下種伐、後伐の技術が行き詰ったこと、大面積伐採では天然下種が十分に行なわれにくいこと等が挙げられている。

そのため、山岳林伐採の更新方法として、新たに、MUS方式を修正したSelective Management System(SMS)が提唱されるようになった。SMS方式は、伐採対象木の選定および回帰年を、森林状態によってケースバイケースとし、MUS方式のような一斉林型を期待するものではなく、山地林に適した施業と将来林型を狙ったものである。

第二の問題は人工造林である。

西マレーシアの人工造林は、研究面での歴史は古く、樹種の選定、育種、適地等に関しては数多くの業績があるにもかかわらず、造林労働者の確保が十分でないために、人工造林の実績が思う様に進まないという問題である。

ゴム、オイルパーム等は、エステート、小規模経営 (Small holder) 共に、一時的に大量の労働力を必要とする栽培作物である。これら農業プランテーションの労働力の給源は、地域の農民層が主体となっているが、本来、それらは賃金労働者の性格が強く、かりに、余剰労働力が生じても、農業の拡大や都市に吸収されるケースが多い。タイの稲作地帯に見られる余剰労働力の森林侵入現象は、西マレーシアでは殆んどないとされている。

このように、地域の農民は、ゴム、オイルパーム等との連けいの基盤の上に存立しているため、雇用条件の悪い造林労働への供給が極めてむずかしい状態となっている。

西マレーシアは、その開発進度と林業の歴史の旧さからみて、かなりの造林地があるかの如き印象を受けるが、点在する造林地は大半が試験的造林地で、統計的にも 1979 年現在で、僅か 150 千 ha に過ぎないのである。さらに、第 4 次マレーシア計画 (The Fourth Malaysia Plan 1981~1985 年) においても、熱帯性マツ類 (*Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa*), *Albizia falcata*, *Eucalyptus spp.* 等の早成樹種を、年間 5,423 ha (13,400 acres) 造林するにとどまり、計画終了時の全造林面積は 200 千 ha に満たない。

この点に関する評述は別の項で触れることとするが、ジャワ島で造林が活発に進められてきた理由は、労働集約的な農業を基盤として、農業プランテーションと共存していることを挙げることができる。つまり、ジャワ島の造林は、西マレーシアにおけるゴム、オイルパーム等の栽培と同じパターンによって行われてきたと言えよう。このことは、開発途上国における造林の決め手ともなる問題であり、先進国が造林援助を行なうに当たって、最優先に考慮すべき問題でもある。

3-5-4 森林経営 (ジャワの例)

タイの森林荒廃は、タイ経済の基盤とも言うべき農業が、耕地面積の拡大から集約化の方向に転換したことによって生じる稲作地帯の余剰人口および第二次大戦後に大量に国内に流入した山岳民族によってもたらされたと言っても過言ではないであろう。また、西マレーシアでは、土地利用区分が農業の拡大面から確立されていったため、森林は山岳地帯へ押し上げられたばかりでなく、地域の農民は農業プランテーションとの連けいを深めゴムの栽培では世界に冠たる実績をもたらしているものの、森林の造成

には支障をきたしているという皮肉な現象が見られる。

タイの森林荒廃も西マレーシアの造林停滞も、農業問題を無視しては解決の糸口がつかめないという点では共通しているが、これから述べるジャワ島(マドウラ島を含む。)の林業は、地域の農業と共存しながら際立った成果を挙げており、その点、問題解決の糸口となるものと考えられる。

インドネシアの森林は、樹種の多様性と豊かさにおいて、他の東南アジア諸国の追随を許さないが、ジャワ島の森林は、熱帯降雨林と熱帯雨林をベースに、チーク等の人工林が広く分布しているという点で代表的な地域である。

ジャワ島の森林面積は、全土の約21%に相当する2.9百万haであるが、その内訳は天然林(保護林、薪炭林を含む)が約1.2百万ha、人工林が約1.7百万haとなっており、人工林率は全森林面積中63%に達している。とくに中部ジャワ営林局管内では、チークの人工林が56%を占め、他の樹種を含めると、人工林率は実に87%に達している。(表3-5-4参照)

表3-5-4 ジャワの森林面積(1978年)

上段:面積ha

下段:構成比%

種別	unit	UNIT I 中部ジャワ	UNIT II 東部ジャワ	UNIT III 西部ジャワ	合計
人 工 林	チーク	369,265 563	475,880 36.0	167,430 17.3	1,012,575 344
	マツ類	167,971 257	199,791 15.1	170,590 17.6	538,355 183
	アカチス	32,046	23,974	77,625	133,645
	その他	49	18	80	145
	計	569,285 86.9	699,643 52.9	415,645 12.9	1,684,575 57.2
天 然 林		86,918	623,494	552,455	1,262,867
		131	171	571	128
合 計		656,203 100.0	1,323,139 100.0	968,100 100.0	2,947,442 100.0

附 A Glimpse of Perum Perhutani 1980

これらの森林は、Perum Perhutani と名づけられる国営企業によってドイツ林学をベースとした持続経営が行なわれる反面、森林の経済的、公共的両機能の調和を図りつつ、多種目に亘る事業が行われているなど、充

実された経営管理体系の下に、先進林業国に優るとも劣らない業績を挙げている。1978年における、Perum Perhutani の主な事業実績は表3-5-5の通りである。

表3-5-5 Perum Perhutaniの主な事業
(1978年の年間事業量)

造林事業		その他の林産物生産事業	
チーク	約 50,000 ha	マツヤニ	5,343 t
マツ類	約 9,000 ha	カユブチ油	120,006 l
アガチス	約 5,000 ha	テレピン油	402,281 t
その他		シラック塗料	129 t
丸太生産事業		絹糸	4,279 kg
チーク	476,185 m ³	(まゆ)	55,501 kg
チーク以外	89,265 m ³	農業関連事業	
炭炭材	234,583 Sm	稲作	
木材加工事業		トウモロコシ	50,000 t
製材	298,25 m ³		(20,000 ha)
モザイク	11,123 m ²	牧草	419 ha
パグット	126,171 m ²	林内植民	3,600 戸
単板(つき板)	19,861 m ²		
パネル	19,861 m ²		

註) A Glimpse of Perum Perhutani 1980 より合成

とくに注目に値するものは、造林の成果であろう。

インドネシアにおける1979年の造林実績は約80haと推定されるが、このうち80%に相当する64千haがジャワ島に集中している。この傾向は過去10年の実績でも同じであるが、ジャワ島の造林が、長い間、Tumpang-sari と呼ばれる方式を主体に行なわれてきたことを特記する必要がある。

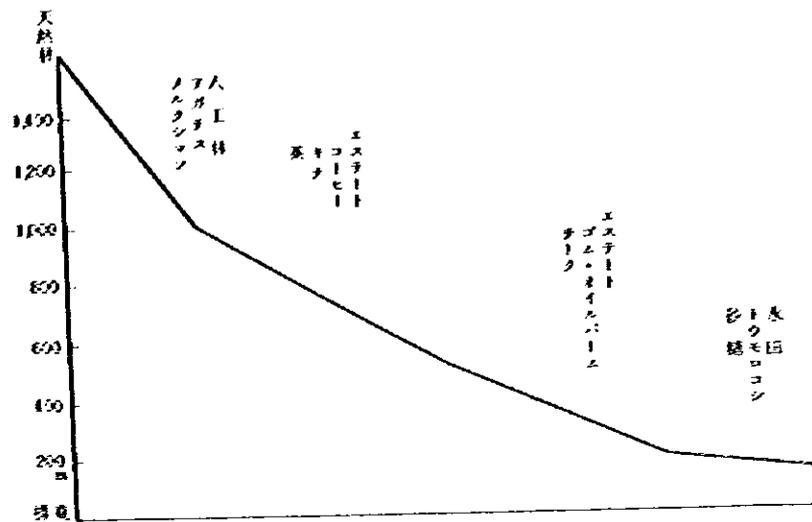
ジャワ島は、植民地時代、他の東南アジア諸国とは異なった農業エステートを発展させたと言われる。例えば、西マレーシアでは、ゴム、オイルパーム等、二、三種類の農作物の栽培、生産に限定されているのに対し、ジャワ島ではゴム、オイルパームのほか、チーク、コーヒー、キニーネ、ファイバー、茶、ココア、カボック、こしうり等多種多様な国際商品の産出を可能にした。その理由は、ジャワ島が、多数の火山の噴出物による土壌成分の補給と火山の長い裾野の標高1,000m位以下では作物の栽培が可能であるという恵まれた自然条件のほか、ジャワ島が有数の人口密度地域であり、エステートの展開が地域農民との連携によって実現できたことが挙げられる。

オランダは、植民地時代、エステートを発展させるに当たり、1854年、地域農民の土地占有を慣習法(Adat)によって認めて保護を図ると共に、

その労働力を利用して、自然条件に適合するさまざまなエステートを発展させていったのである。

現在のジャワ島におけるエステートを中心とする標高差土地利用区分を模式的に示すと図3-5-1の通りとなる。

図3-5-1 ジャワ島における土地利用区分模式図



出 所 フォレストの見た東南アジア林業・野村 勇・1970

ジャワ島のエステートは、1930年代をピークにして、その後停滞し、比重はスマトラに移って行くが、その理由は

- ジャワ島の農業開発に土地利用上限界が見られたこと。
- ジャワ島の代表的エステート農産物である砂糖の国際的位置が著るしく後退したこと。
- 新しく登場したゴム、オイルパームはジャワ島よりスマトラが適地であること。

等が挙げられているが、裏を返せば、むしろ、農業エステートと共存しながら展開されてきたチーク林等の林業エステートがジャワ島において大きなウエイトをもつに至ったことを示すものであろう。

チークの造林は18世紀に地域農民による播種造林をもって開始され、19世紀の末、タウンヤ法が導入され、さらに、20世紀の初頭、タウンヤ法にギンネム (*Laucaena glauca*) が庇陰樹として混植されることになり、チークの造林技術が確立されたと言われる。

タウンヤ法は、地域農民に降種、トウモロコシ、トウガラシ等の間作を許すかわりに、チークの造林、下刈等の作業をやらせる方法で、農業エステ

一トが、米作から国際商品へ作物転換を図ったために生じた米不足を補うという点から定着したという説もある。

ジャワ島では、チークのほか熱帯性マツ類(主に *Pinus merkusii*)、アガチス (*Agathis loranthifolia*)、ラサマラ (*Altingia excelsa*)、ジュウンジン (*Albizzia falcata*)、アカシア (*Acacia decurens*)、ケレタ (*Swintonia* spp)、ローズウッド (*Dalbergia latifolia*)、ユーカリ類 (*Eucalyptus* spp)、チェンバカ (*Michelia* spp)、パムール (*Pterospermum javanicum*)、カランバヤン (*Anthocephalus indicus*) 等の造林を行なっているが、これらは主に Tumpang-sari 方式によって推進されている。この方式は、前述の通り、地域農民が農業を営むかたわら造林を行なうもので、ビルマ起原の農林複合方式のタウンヤの一方式である。

Perum Perhutani は、Tumpang-sari 方式を推進するに当たって、次の諸点を強調している。

- ① ジャワ島の人口過密性に鑑み、食糧の確保は最優先される。
- ② 農作物の栽培は農業の分野であるが、造林とタイアップすることは相互扶助 (Gotong yorong) の成果である。
- ③ 農作物の品種改良、増収策が系統的に推進できる。
- ④ 地域農民の収入増が図れ、生活が安定する。

なお、Perum Perhutani は、林業労働の確保を図るために、Tumpang-sari 方式を、さらにコンパクトにまとめた Base Camp System を打ち出している。このシステムは、いわゆる林業労働者の職住一体を目指すもので、生活環境の改善、子弟の教育の向上にかなりの力点を置き、1974 年に発足し、1979 年末までに約 300 にのぼる Base Camp が完成した。

以上述べた如く、ジャワ島の森林経営管理は Perum Perhutani という国営企業体によって綿密に行なわれているが、その基盤をなすものは、古くから伝承されている慣習法 (Adat) に支配された村落共同体であり、そこに居住する農民の農林連けいブレ-の精神であろう。この方式をインドネシアの他地域、東南アジア諸国にそのまま導入することはむずかしいが、それぞれの地域や国のさまざまな諸条件を勘案した農林連けいブレ-の定着化は、今後の開発途上国における森林経営管理上、大きな課題となるであろう。そういう点で、後述するタイの農林複合プロジェクトとしての Forest Village System とともに注目すべきものである。

3-5-5 森林管理組織

3-5-5-1 タイの森林管理組織

① 王室森林局(RFD)。

タイでは、チーク林の盗伐、乱伐を防止するため、1896年にチェンマイに山林局が置かれたことが経営管理組織の始まりであることでも分かる通り、森林荒廃を阻止することを主眼とし、永久林地をForest Reserveとして、その保守に全力を傾けている感がある。タイでは、海岸部のマングローブ林を除いて、全上の森林が国王の所有であり、経営管理の責任は、タイ王室森林局(Thai Royal Forest Department:RFD)が負っている。

RFDの業務は、森林の持続生産を図り、森林資源の適正な利用と保全を図りながら、木材生産を挙げるための森林基本計画を策定して林野の経営管理を行なうとともに、試験研究も併せて行なう。他の国のように林業試験場を独立機関としていない。

RFDの、技術的部局は次の通りである。(1980年現在)

① 経営部(Forest Management Division)

森林資源調査、永久林管理、航空写真による資源分析、図化、チーク林管理、森林鉄道、木材工業等に関する業務及び試験研究を行なう。

② 管理部(National Forest Land Management Division)

森林保全、林野利用、森林調査、地形図作成・測量、林業技術に関する業務及び試験研究を行なう。

③ 業務部(Forest Control Division)

森林伐採等々の交付、森林監視機関の監督等に関する業務を行なう。

④ 造林部(Silviculture Division)

森林改良、森林生態、造林等の研究、開発に関する業務及び試験研究を行なう。

⑤ 林産研究部(Forest Product Research Division)

木材生産、木材工業、特殊林産物の研究、開発に関する業務及び試験研究を行なう。

⑥ 流域管理部(Watershed Management Division)

広域総合計画、流域内での再造林と公共施設の拡充に関する業務及び試験研究を行なう。

⑦ 野生鳥獣保護管理部(Wildlife Conservation Division)

野生鳥獣の保護、保全、研究に関する業務を行なう。

① 国立公園部 (National Park Division)

国立公園の管理と発展に関する業務を行なう。

以上の各部署は、職務上独立した権限を与えられており、また、長官は森林経営管理の任務を遂行するために、3名の副局長 (Deputy Director) によって補佐されている。

④ 以上の技術的部署のほか、秘書部、人事部、経理部の各部署がある。

地方管理組織には、21の地方森林局、72の県森林部、634の森林事務所がある。地方森林局は中間管理組織として、管轄区域内の森林経営の業務を行ない、且つ、森林開発の監督、指導を委ねられている。県森林部および森林事務所は、いわば現場管理組織であるが、タイ独特の組織といえる。すなわち、RPDと地方森林局は上下関係としてたて割り組織であり、命令系統、権限委譲が直線的になされ、且つ、身分的にもRPDの職員であるのに対して、県森林部および森林事務所は県知事の指揮下にある。したがって、RPDや地方森林局の職員は、県森林部や森林事務所の職員を指揮したり監督する権限を持たず、林業技術上の提言を呈示するに過ぎない。この種の組織機構は、しばしば森林経営管理上混乱のもとになっていると言われる。

RPDの森林保護政策とは別に、冒頭に述べた森林荒廃をチェックするため、内務省管轄の森林警察部の組織がある。この職務は不法伐採、焼畑耕作等をチェックし、併せて、林産物の盗難を防ぐことであるが、組織上、RPDの指揮下にはない。

② 木材公社 (FIO)。

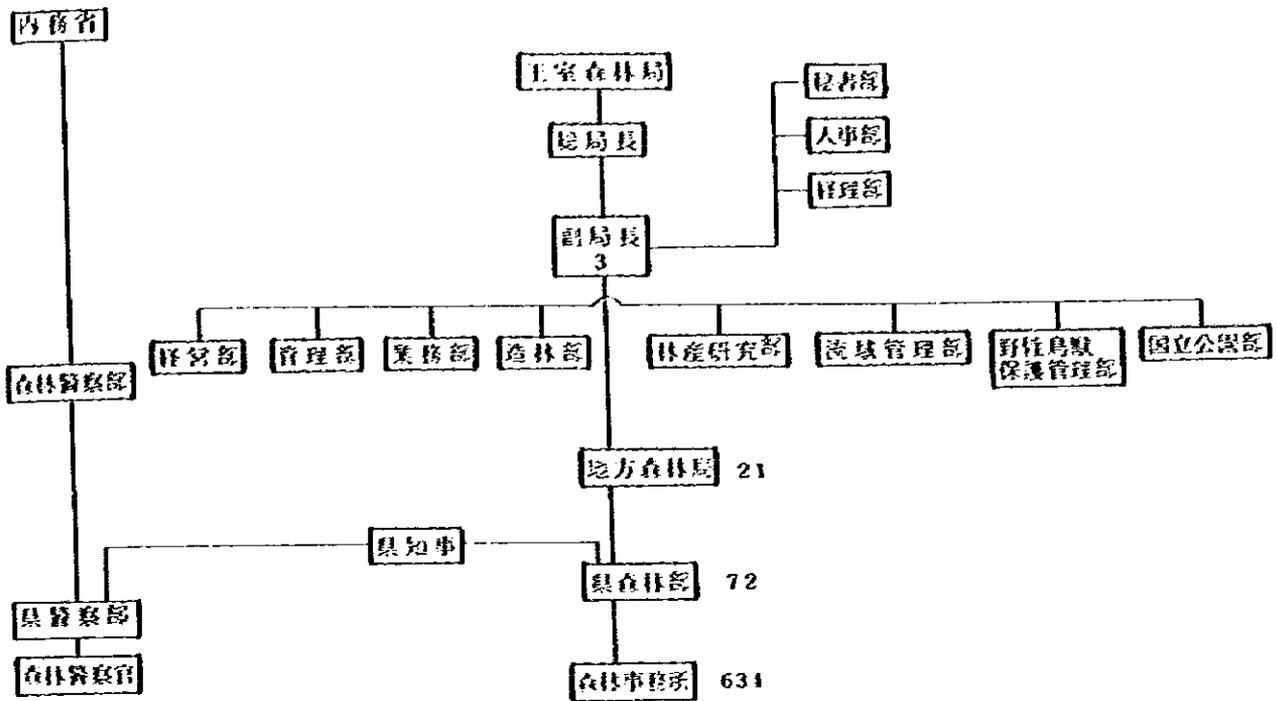
RPDが行政機関であるのに対して、木材公社 (Forest Industries Organization: FIO) という公企業体がある。FIOは、1956の王室布告によって、100% 政府出資の独立採算制企業として発足した。

FIOの設立主旨は

- 林業、林産業のあらゆる面から国家と国民に奉仕すること
- 森林利用、製材、人工乾燥、木材防霉、木材乾溜、合板、繊維板、家具の工場を設立、運営すること。
- 丸太生産および造林の事業を行なうこと。

等であり、現に、FIOの経営管理組織は北部木材生産部、東部および東北木材生産部、西部および南部木材生産部、販売部、造林部、および各種木材工場となっている。

図3-5-2 タイの森林管理組織図(1979年末現在)



生産部はRFOから発給される伐採免許によって木材生産を行なう部局であり、タイ産チークの約75%の生産シェアを持っているほか、森林地域に頻発する不法伐採の押収木の競売権を持っている。

タイの植林事業におけるPIOの役割りは非常に大きい。すなわち、現在、PIOは

- PIOが自主的に造林を行なう。
- PIOが各県と契約して造林を行なう。
- 国家発展計画の一環として、PIOの純収益の20%を造林費にあてて造林を行なう。

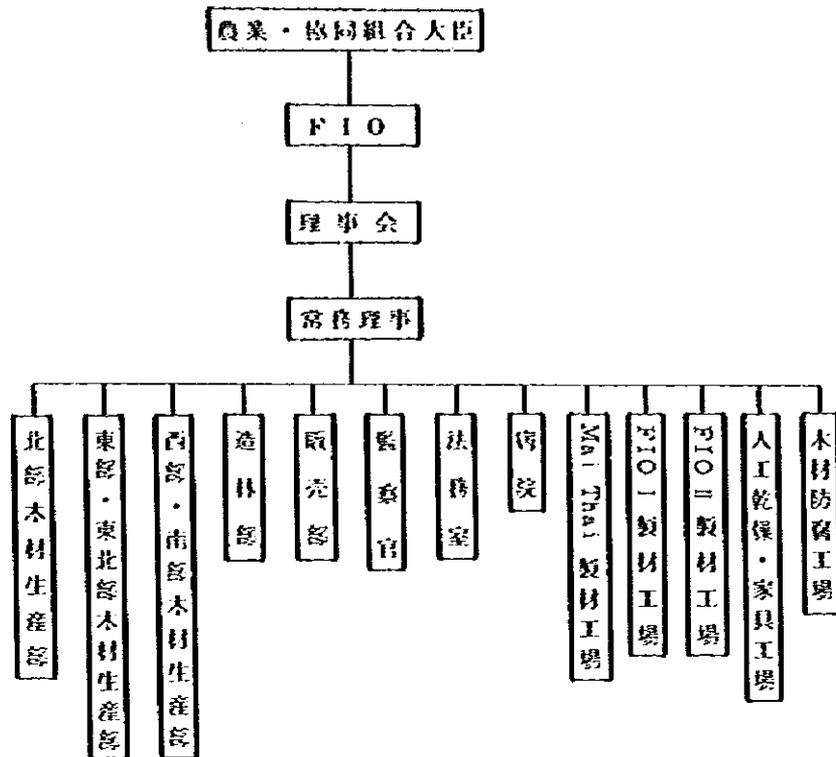
等によって実施されており、造林面積は年間平均約6,000ha程度である。

PIOは、Forest Villagesを建設して農林混交事業を実施しているが、この詳細は後述する。

PIOの経営管理組織で注目されることは、事業毎にたて割り組織となっていることである。例えば木材生産部門では、地域別に部を構成し、各々が該当地域の木材生産部門を統轄するという機構、木材工業部門では各種木材工場を直轄するという機構をもっている。このような組織は、いわば

一種の事業部制であり、RFDの行政組織と対照的なものである。

図3-5-3 FIOの管理組織図(1979年末現在)



3-5-5-2. 西マレーシアの森林管理組織

西マレーシアの森林は、潜在的には国の所有となっているが、実質的な管轄権は州政府にあるということが特徴である。各州は森林に関する単独の法律を制定する権能をもち、連邦政府のポリシーを反映させながら、実質的な森林の経営管理を行なっている。

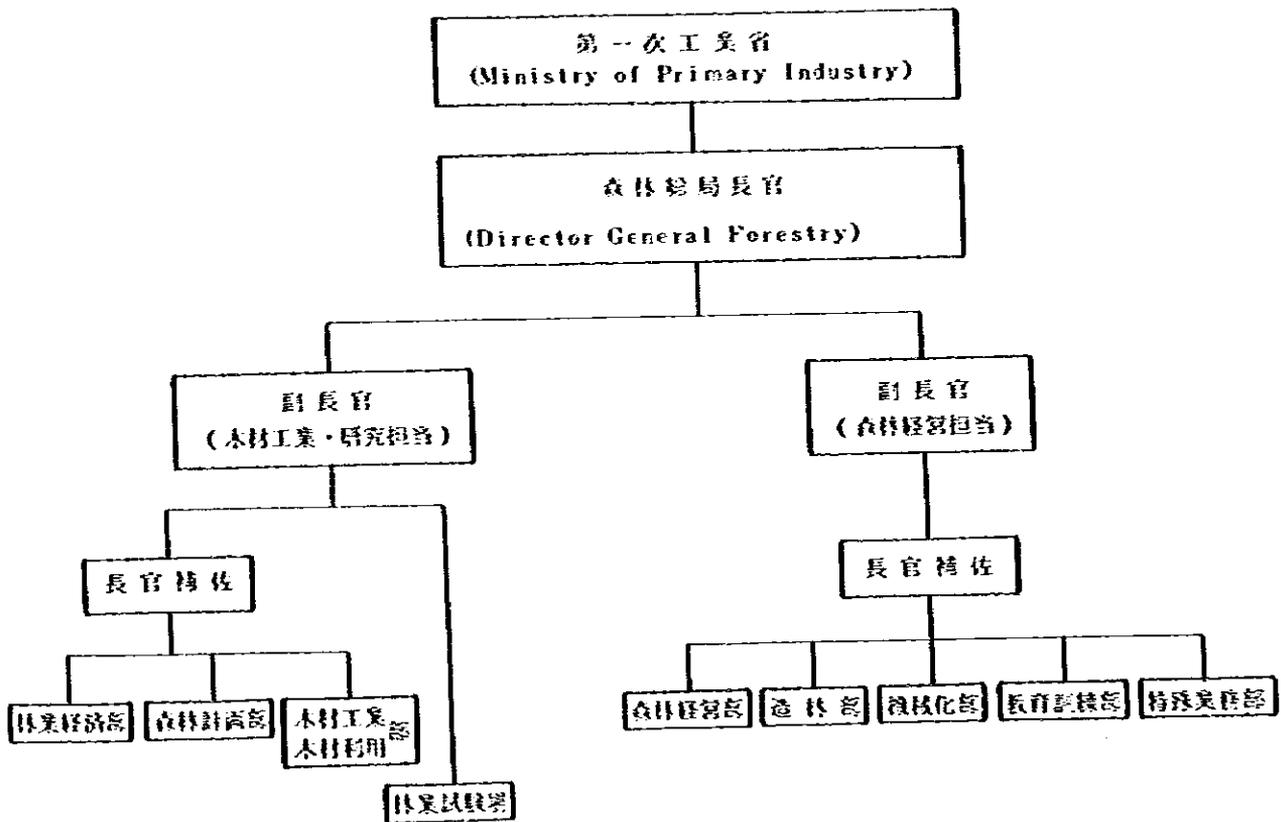
西マレーシアの森林管理組織は、以上の基本理念に基づいて構成されている。したがって、大筋としては、連邦政府の森林局(Forestry Department Headquarters)は州政府森林局(State Forest Department)に対する技術的なアドバイスという面での責任をもつにとどまり、地方分権制を建てまえとした制度と言えよう。

- 西マレーシアの森林政策の基本は、1977年8月29日、国家森林小委員会で提案され、1978年4月10日、国家土地委員会で承認された。すなわち
- 木材生産およびその他林産物の供給を行ない、併せて、流域管理を体系づけるため、積極的に森林エステートを整備すること。
 - 自然または社会の影響で発生する森林荒廃を防ぐこと。

- 森林経営管理を積極的に行なうこと。
 - 林産物の利用開発を行なうこと。
 - 木材工業の振興，林産物流通の合理化を促進すること。
 - 科学技術の振興を図ること。
 - 森林生態の研究を発展させること。
 - 木材貿易を発展させること。
- の諸方針である。

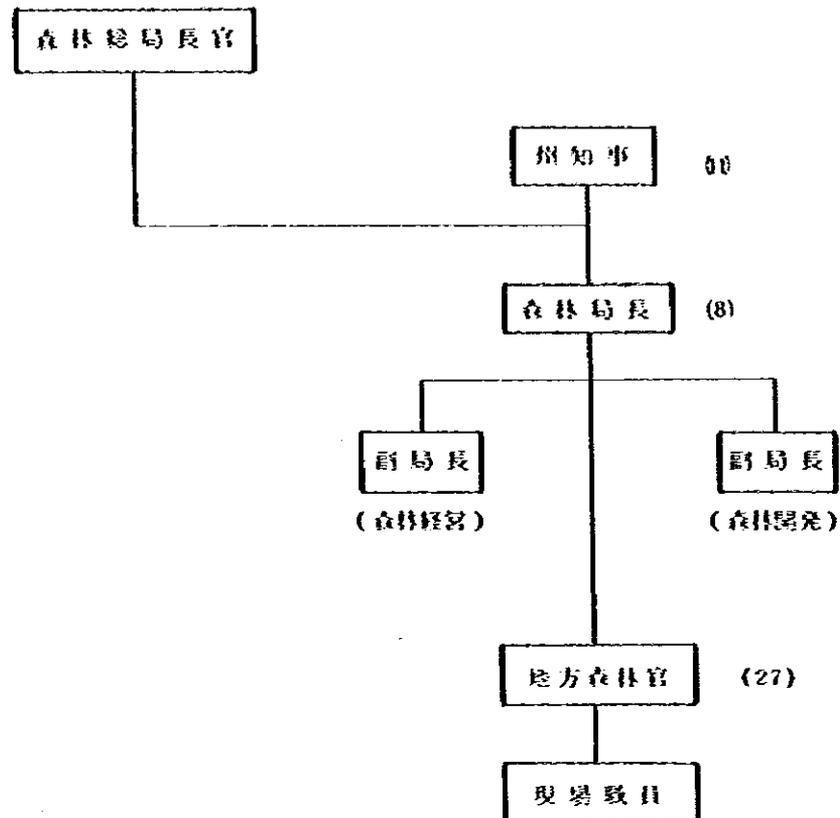
森林行政組織は，以上の目的を遂行するため，図3-5-4の通り編成されている。(1980年11月現在)

図3-5-4 西マレーシアの森林管理組織図
(本局)



(注) 特殊業務部は，総局長の特命事項を扱う。

図3-5-4 西マレーシアの森林管理組織
(州 政 府)



(注) ()内数字は、機関の数を示す。

州政府の行政組織は、州知事の下に森林局長を置き、2名の副局長が業務を分担し、そこにスタッフとして、州森林官が配属されている。森林局は原則として1州1局であるが、ケダ、ペリス、ペナンの3州を合せて、マラッカ、ネグリスンピランの2州を合せて1局に統合されているため、11州8局となっている。

州森林局の下には、地方森林官が居り、現場職員(Uniform Field Staff)と共に、下部管理組織を構成している。

連邦森林局の機能は、ポリシーの決定のほかは、州森林局に対する補助的、アドバイザー的役割りが主なものである。したがって、森林経営管理の実行権限は殆んど州森林局にある。たとえば、森林伐採権交付、木材工業の設立認可等の権限は州森林局に帰属している。

3-5-5-3. インドネシアの森林管理組織

インドネシアの森林管理組織は、農林大臣の下に置かれた林業総局と、州政府に所属する州森林局、地方森林事務所等によって構成されているが、ジャワ島の森林は林業総局から分離され、国営企業である Perum Perhutani の経営管理下にある。

ジャワ島を除く外領の森林管理組織は、図 3-5-5 のその 1、その 2 のように、西マレーシアの組織と類似しているが、機能的には逆の関係にある。すなわち林業総局の本局は、多くの権限を留保しており、州森林局は、林業総局本局の補助的な部分が多い。たとえば、森林伐採権の交付は林業総局本局の権限であるが、その前段に行なわれる森林調査もまた林業総局本局の権限であり、州森林局は人的協力の域を出ない。しかし、森林伐採権の交付を受けた民間企業が森林開発を実行する場合、その監督権限や、州独自の森林プロジェクトについては州森林局、地方森林事務所の権限である。

インドネシアは、第3次五カ年計画(1979年～1983年)において、森林と生活環境の関係を重視しており、政策の基本を次のように明らかにしている。

- 開発対象の森林、土地、水およびエネルギーの天然資源を綿密には握、決定すること。
 - 天然資源を開発、加工するに当たっては、生活環境を保護するために、天然資源および生活環境の質を守り、かつ保全にあさわしい技術を用いること。
 - 開発の実施に当たり、常に、生活環境に与える影響について慎重な考慮を払うこと。
 - 損われた天然資源の復旧、復元のためには、その流域を調査し、森林、土地および水の保安計画を強化すること。
- さらに、具体的な施策として
- 森林、土地および水の安全保護対策
 - 森林開発に当たって現行規則を遵守させる対策。とくに、乱伐を防ぐ対策
 - 丸太輸出を減少させ、加工材輸出を増大させる対策
 - 造林を積極的に行なう対策
- 等を義務づけている。

図3-5-5 インドネシアの森林管理組織
その1 (本局)

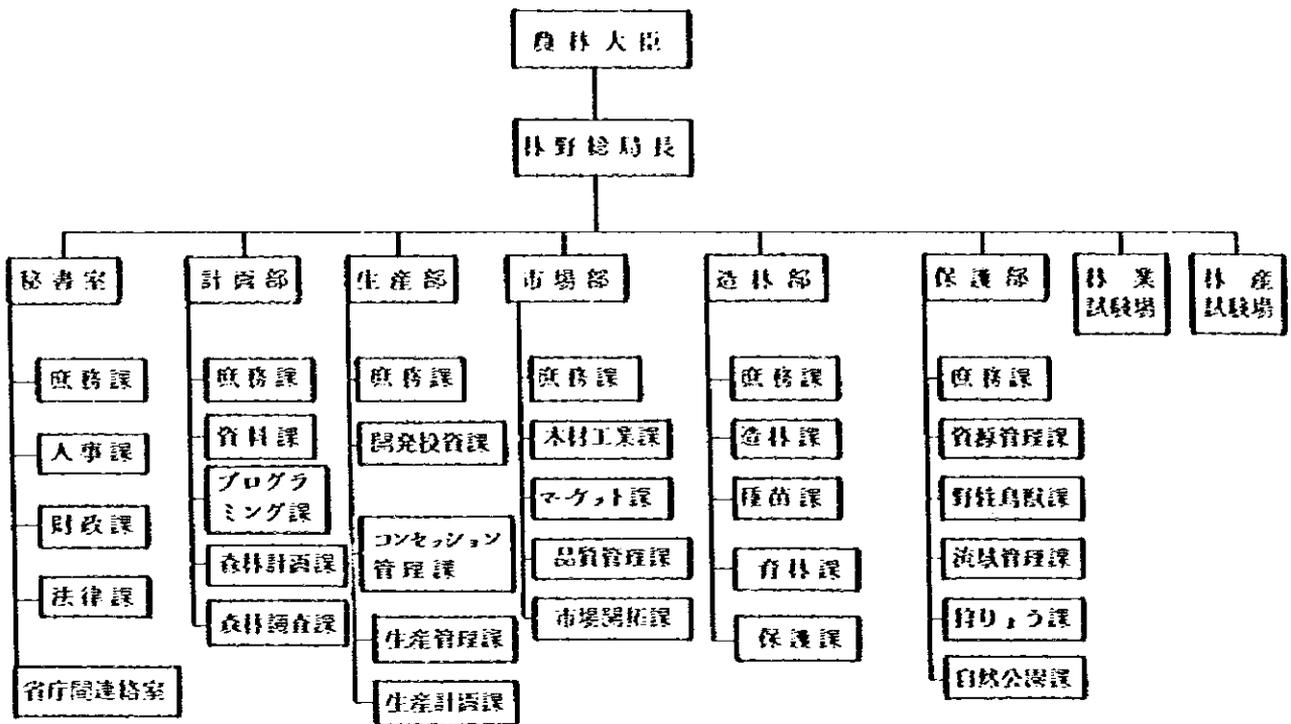
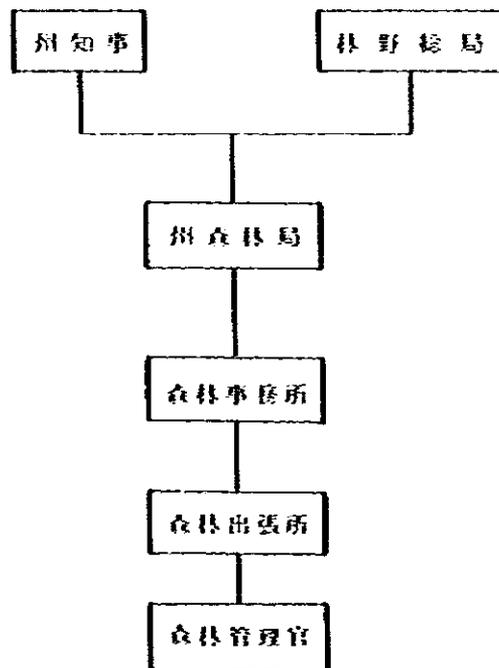


図3-5-5 インドネシアの森林管理組織
その2 (州政府)



林業総局本局の組織機構は以下の通りである。(1979年末現在)

総局長

秘書室(庶務, 人事, 財政, 法律, 省庁間連絡)

計画部(庶務, 資料しゅう集, 保管, プログラミング, 森林経営計画~コン
セッションの場合, 森林調査)

生産部(庶務, 森林開発投資, 生産技術, コンセッション管理, 生産物管
理, 生産計画)

市場部(庶務, 木材工業, マーケット, 品質管理, 市場開拓)

造林部(庶務, 造林, 種苗, 育林, 保護)

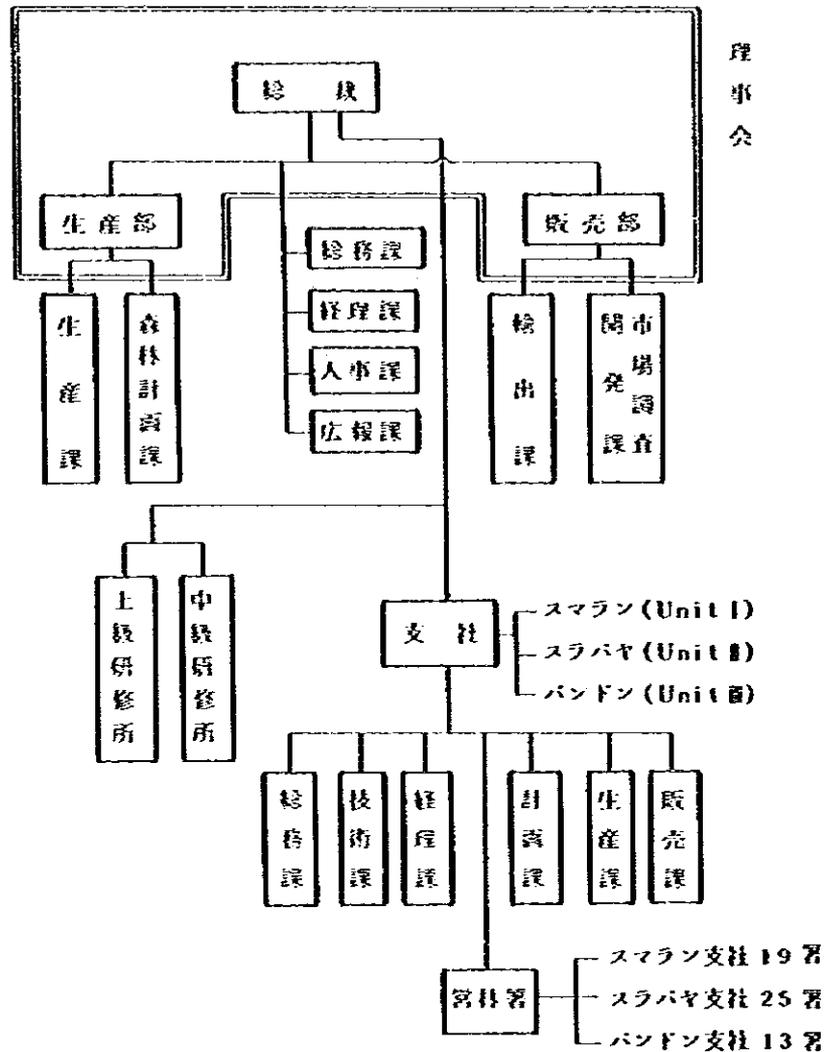
保護部(庶務, 資源管理, 野性鳥獣, 流域管理, 狩りょう, 自然公園)

つぎに Perum Perhutani の経営管理組織は, 1808年に中部ジャワ, スマランに営林署を設置したのに始まり, 長い間, 林業総局の一部門として位置づけられてきたが, 1972年に林業総局から分離し, 名実共に, 独立した企業体となった。一地域のみについて, 権限を全面的に企業体に移譲している例は, 他の東南アジア諸国には見られないケースである。

Perum Perhutani の経営管理組織は図3-5-6の通りであるが(1979年末現在)わが国の国有林経営管理組織に似ている。

なお, インドネシアの林業は, 外領では, 外国資本の導入によって大規模な伐採が行なわれ, その年間生産量は約3.0百万m³にも達している反面, ジャワ島の如き, きめ細かな保続経営が行なわれているということは, 他国に類を見ない現象と言えるであろう。

図3-5-6 Perum Perhutani (本社、支社)の管理組織



3-5-6 山村振興(タイの例)

3-5-6-1. 山村振興政策の背景

タイでは、今世紀初頭からチーク林を主体とする大規模な森林伐採が行なわれるようになると、にわかには森林保護の重要性が叫ばれはじめた。最初の森林保護法は1898年に制定された。そのあと1913年に森林保全法が制定され、森林保護対策の足がかりが一応整ったわけである。第二次大戦時には、農耕地と木材への需要は増大し、それまでの状況は一変して、法律による規制はほとんど効果を発揮できなくなった。その間お

よびその後、1941年、48年、60年と3回に亘って森林法が改正され、その結果、森林警察と森林自警団が設立された。にもかかわらず、タイ森林は、土地を持たない農民と山岳民族によって不法侵入、盗伐、焼畑耕作が続いていった。現在、全人口の約13%を占める「林内耕作民」の問題は、社会政策、農業政策の欠陥として人道主義の次元で促えようとする動きすらある。森林の不法伐採、薪炭原木、林産物の採取、農業の拡大、鉱山事業、焼畑農業、乾期に行なわれる無分別な火入れを含めた不法森林侵害と不法占拠等によって森林荒廃は進展していくが、それにより派生する自然環境のバランスの崩壊、野性鳥獣の減少、下流域の洪水等、一般国民への影響が明らかに現われていると言われている。

1943年には、タイ国土の約63%が森林に覆われていたが、1950年代の後半には56%に落ち、さらに、1969年、RFDの算定では50%という森林率を保っていると報告されたが、最近の調査によると、3-5-2で述べた通り38%にダウンし、このうち13%は生態系が破壊され、退化しつつある森林であるということである。とりわけ、常緑広葉樹林とチークを伴う落葉広葉樹林の枯渇が重大事態であるとされている。この理由は、気候を不順にし、肥沃な土壌を流亡させ、有用樹資源を失なうことになるからである。

焼畑農業は、伝統的にそれを営んできた部族や稲作地帯の余剰人口によって生計の手段である。焼畑によって生じる森林の消失は年間25万から30万haに及ぶと見なされるが、このうち、約50%が重要流域内にあるということである。

人口密度の稀薄な状況下では、焼畑移動耕作の利用サイクルが長いので、自然に森林に回復するなどして、大きな森林破壊をもたらさないという説もあるが、焼畑移動耕作を手段にして生活しているタイ北部の山岳民族（1975年の調査では、2,000千haに亘る地域で焼畑移動耕作を行なっている北部地方14県の部族で、主にカレン、メオ、ヤオ、ティン、ラフ、リシュの6部族）の場合、人口の年増加率が5%と推定され、急斜面での焼畑耕作が増えてきており、溪流状態の悪化、崩壊による表土の流亡、ダムや貯水池の土砂沈澱作用が激しくなっている。

3-5-6-2. Forest Villages System

前述のような現状から、森林荒廃をこれ以上促進させないために現存林の保護、保全を徹底すると共に、不法侵入者の定住生活の保障、雇用機会

の準備、社会基盤の整備等の山村振興策を進めながら、併せて、荒廃した森林を造林して復元することとし、その具体的施策の一環として登場したのが Forest Villages System (FVS) である。

FVSはビルマのタウンヤ法を修正したものが採用され、次のような目的をもったものである。

- 焼畑耕作者の定住化
- 森林資源の改良
- 地方定住者の社会生活の安定化と生活水準の向上
- 現金収入の道を確保し、都市部への人口流出の防止を図る。

農業との提携の方式は、東南アジア諸国ではしばしば見られるところであるが、いずれの場合も、造林政策や伐採、利用、造林の連動効果を求めるといふ、特定の目的が先行しているものであるが、タイのFVSは、その点、多目的な農林業対策、山村振興対策とすることができよう。このSystemは、木材公社(FIO)によるものと、王室森林局(RFD)によるものとの2種類あり、それぞれ方式が異っている。

3-5-6-3. FIOのForest Villages

FIOは、1967年3月、業務の一環である国有林を推進する目的でFVSを導入した。その点、設立当初は特定の目的に絞られていた観があるが、しだいに多目的役割を持つようになり、それにつれて、移住者の関心や反応が高まったと言われている。

FIOは1967～1968年からFVSの建設を開始し1979年までに35のForest Villagesが活動しており、さらに、目下15村を建設中である。

① チーク林地帯のFVS。

移転耕作者や稲作地帯の余剰人口を森林事業計画地域内に集め、チークの造林に必要な労働力確保の便宜を図ることを狙いとしたものである。

Forest Villagesが形成された後、構成員は農作物栽培を行なうかたわら造林の労働力を提供し賃金を得る。最大の規模は100世帯の収容力をもっている。造林事業区となる面積は一定ではないが、基準としてはチークの伐期60年として、年間造林面積1,000ライ、(160ha)、合計面積60,000ライ、(9,600ha)の法正林を期待している。

FVS建設には、一戸当たりの居住地、農耕地として1ライ、(0.16ha)の土地が提供され、年間10ライ(1.6ha)の新植地への間作が認められる。住居の建築費は一部FIOが負担し、この自家用地は占有権のみを認め、そこに永住することが確認された時点で所有権を移譲することになっている。

各家屋には、水と40kWの電力が供給される。これらの代価ならびに施設に要する配管費、架線費はFIOが負担する。

インフラ関係は、上記のほか、医療施設、寺院、学校、集会所、店舗、保養施設等の公共施設をもっている。

各世帯につき、2名ずつが森林事業の担い手として義務づけられ、役務に対する賃金が支払われる。ただし、それ以外の人員は、正規の待遇は与えられない。

FIOのFVSは、前述の通りクウンヤ方式をベースとしたもので、チーク造林と農作物栽培との混合事業である。

一世帯の事業面積は1年間に10ライ、(1.6ha)が基準になっている。チークの伐期が60年であれば、60年後における一世帯が従事して造成された造林地は600ライ、(96ha)ということになる。これらの事業地は、前述の居住地、農耕地として供与される1ライ、(0.16ha)とは別個のものである。居住地、農耕地には住民の占有権が与えられるが、事業地は小作権の性格をもつものである。

森林の伐採、火入れ、地ごしらえ等の事業は、一般的に1月から3月に行なわれる。チークの造林は4月下旬から5月上旬、農作物の作付けは7月以降という順序で行なう。チークの植付間隔は、4m×4mまたは8m×2mが標準で、農作物は造林木から少なくとも50cm以上離れて栽培することになっている。

農作物は、小麦、ボンベイ蔥(ケナフ)、豆類、陸稻、トウガラシ、バナナ、キャッサバ、さつまいも、西瓜等多彩である。これらの農作物は、チーク造林後、3年間、連年栽培を奨励している。これは、下刈りの省略を配慮したものである。

賃金支払いの基準は、おおむね以下の通りである。

- チーク造林の労賃は1ライ(0.16ha)当たり160パーツ(8米ドル)である。この内訳は、森林伐採50パーツ、火入れ、地ごしらえ40パーツ、植つけ20パーツ、植植、除草20パーツ、下刈り30パーツ(下刈りの30パーツは、植植率5%以内の場合に支払われる。植植率6~15%の場合25パーツ、16~25%の場合20パーツ、それ以下の場合支払いはない)
- 農作物の栽培は、造林目標面積10ライ(1.6ha)の70%以上であれば、1ライ当たり100パーツ(5米ドル)、すなわち100%達成した場合は1,000パーツ(50米ドル)の労賃が支払われる。さらに、3年間連続して100%以上の達成がなされた場合は、報償金として1,500パーツ(75米

ドル)が得られる。

○4年目以降の農作物については、目標を達成すれば、毎年1,000 パーツ(50米ドル)が支払われるが、これを連続して栽培すれば、さらに1ライ当たり50 パーツ(2.5米ドル)の報償金が支払われる。

以上を要約すると、造林目標達成率100%、枯損率5%以内、農作物3年連続栽培を仮定し、一世帯当たりの3年間合計は次の通りとなる。

- 造林賃 4,800 パーツ(240米ドル)
- 農作物栽培賃 6,000 パーツ(300米ドル)
- 報償金 1,500 パーツ(75米ドル)
- 計 12,300 パーツ(615米ドル)

このほかに農産物収入が加わる。この収入は、一種の小作料であり、平均すると年間5,000 パーツ(250米ドル)となり、上記の造林賃から報償金までを加えると、年間9,100 パーツ(455米ドル)の収入となる。

なお、1979年のForest Villagesの農家の収入を表3-5-6に示す。

表3-5-6 FIOによるForest Villagesの各所帯の定期収入

	Forest Villageの設立年	所帯数	収入額 米ドル				1所帯1カ目 あたり金収入
			造林賃	農作物 栽培賃	報償金	農作物 収入	
1	Thuns Kwian(1968)	36	11,360	2,928	1,325	2,064	457
2	Mae Mai(1968)	30	14,669	1,498	475	-	475
3	Mae Moh(1968)	31	47,361	6,782	3,575	27,130	777
4	Mae Chang(1968)	74	15,566	7,685	3,050	31,670	653
5	Khun Mae Come Me(1968)	52	7,240	4,398	1,100	11,545	394
6	Khao Kra Yang(1968)	63	36,162	5,545	2,100	7,359	680
7	Mae Sai Come(1971)	69	11,212	7,802	2,500	38,936	730
8	Mae Hor phra(1971)	53	18,828	1,217	250	1,486	340
9	Mae Lee(1971)	35	6,715	1,608	300	6,114	350
10	Ban Dan Lan Hoi(1971)	44	14,488	3,687	1,225	8,980	540
11	Mae Jam(1973)	43	8,113	2,391	725	10,015	410
12	Mae La Moe(1975)	14	3,931	418	-	842	309
13	Sri Sachanalai(1975)	47	23,622	4,191	75	10,015	682
14	Som Dej(1975)	100	65,937	10,050	2,275	67,214	1,212
15	Sra Keo(1975)	52	25,896	1,755	150	9,951	605
16	Karn Janadit(1975)	25	19,380	324	325	423	682
		828	330,180	62,279	20,050	234,587	
		1所帯 あたり	399	75	25	288	
		全収入に占める 比率	50.7% 51		13%	36.6%	

(注) Forestry and forest industry in Thailand 1980

FIOのFVS社設立後12年を経過しており、いくつかの問題点が指摘されるようになった。その大半が事業実行上の社会問題である。すなわち、Forest Villages 事業地内に相変らず不法侵入者が居住していること、Forest Village 形成に伴う地元農民の反対、村の単位100世帯、1,000ライ(50ha)の造林目標の達成が困難となっていること、一世帯2名という構成員の制限があるため、新規に構成員を補充するにも支障があり、また他の場所に就労の場を求めて村を去る世帯があること、定住者が土地の所有権を容易に得られないこと等である。

これらの問題点に対して、その解決策として、次の諸事項が提案されている。

- 造林地の保護について、早急に技術的対策を確立すること。
- 12~18才の青少年、婦人に対して、森林作業、敷物編み、製炭、養蚕等の技術訓練を施す。
- 村内で発生する諸問題について、各自の自覚をもって、協同して問題解決に当たるようにする。そのため、農産物の共同市場への参加、協同組合等の設立を検討する。

② ゴム産地のFVS。

FIOは、タイの東部と南部地方に1976年以降、マツ類等の造林とゴムの造林を混合で行なうFVSの形式を始めている。村の規模や一世帯の割当て面積はFIOによる原述のForest Villagesと全く同様であるが、造林間隔は4×8mを標準とし、ha当たり、ゴムと他の樹種を交互に列状に、それぞれ156本ずつ造林する。

造林から樹液採取開始期までの6年間、FIOは育林経費を全額負担する。7年目以降は各世帯がゴムの樹液を採取し、その収入もしくは天然ゴムの収入から30%をFIOに納入する方式がとられる。

なお、造林木、ゴムとも、伐期令は30年とし、所有はFIOに属する建前となっている。

ゴム混合林方式は、全員収入が極めて良いとされている。一計算例であるが、ゴム混合林の場合、金利5%と見込んで、造林、撫育費はha当たり6,570米ドル、ゴムの混合林でない場合は3,840米ドルとなる。30年後、FIOには、ゴム混合林からは、ゴムの廃木、造林木代金に加えて、年利5%で、樹液採取の30%相当の複合収入があり、合計13,790米ドルとなるのに対して、ゴム混合林でない場合は5,630米ドルに留まり、ゴム混合林の経営は極めて高い収益をもたらす。

一方、村民にとっても収入増が見込まれる。すなわち、造林後6年間、一

世帯当たり毎年10ライ(1.6ha)の造林面積に対し、構成員2名が300日稼働するとして、その労賃と農作物栽培の収入は880米ドルが見込まれる。これは、チーク林地帯のForest Villagesの場合にくらべ約倍の収入となる。さらに、7年目からは、樹液の採取が始まり、1ha当たり平均650米ドルの収入が可能とされている。16年目には、一世帯当たり8haに達することになり、年収は5,000~5,500米ドルに達する。

3-5-6-4. RFDのForest Villages

RFDは、1975年、FIOに遅れること7年にしてForest Village System構想をうち出した。

この構想は、再植民とも言うべきものであり、分水嶺、奥地森林地帯、造林予定地等に不法定住ないしは焼畑耕作を行なって生活している者を、対象とするものである。新たに定住する各世帯には、2.5haの土地が与えられ、村長、村会議員選出権も与えられる。全体的インフラ関係はFIOの場合と大略似ている。

RFOとその上部団体である「特定森林の割当て委員会」がForest Villages計画を担当してきたが、1979年末現在で25の村(約2,455世帯)が建設された。各村の規模は300~1,000世帯が標準であるが、現状では、まだ、かなりの余裕がある。

Forest Village建設に当たっては次の目標を掲げている。

- 国有林内の特定森林を長期または永続的に木材生産と国土の環境保全のために役立たせる。
- 荒廃した森林や特定森林内の農耕不適地に造林を行ない、森林を回復させる。
- 特定森林の荒廃を予防する。
- 農村の余剰人口や特定森林内のいたるところに散在している定住者を、一定の場所にまとめ、政府の援助と雇用を容易にする。

計画の詳細と指導基準は次のとおりである。

- 荒廃した森林や流域部に残さない森林内のForest Villageに定住する者には、村の自治運営をゆだねる。
- 政府は農耕地として、一世帯当たり15ライ(2.5ha)の土地の使用権を認める。使用権は相続を認める。定住の期限はとくに定めない。
- 村にはRFDと他の政府機関とによって、適切な職業訓練、灌漑、道路、学校、医療設備、農作物担保の信用貸付け、住宅地区建設等が行なわれる。
- 村の周辺を造林指定地とし、林業労働の機会を与える。

○村が形成された後は、農業協同組合を設立し、農産物の生産、流通等を機能的に運営させる。

・以上の通り、RFDのForest Villagesは、森林内に不法定住している者を対象としていること、一村の規模が、最大1,000世帯と大きいこと、世帯の構成員に制限がないこと、造林と農作物の間作方式は一律に規定しないが、耕作面積の最低20%は造林の義務があること等、FIOのForest Villages Systemに比較すると、いくつかの相異点がある。また、本来、RFDの構想は、森林内の不法定住者の排除と荒廃した森林の回復に主眼を置いているため、村の建設には、多分に政策的な面が強く、計画策定、実施に当たっては、県単位で、知事、警察部、農務部、農地部、森林部、協同組合理、教育部等が参画する建前になっている。

Forest Villagesの造林事業は、農耕面積一村当たり年間1,500ライ(240ha)に対して300ライ(50ha)以上が義務づけられている。

造林樹種は、*Melia arzedarach*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia aureculaeformis*で、これらは、主として薪炭原料や足場、稲かき等の丸太の生産を期待し、伐期は30年としている。造林コスト試算を表3-5-7に示す。

表3-5-7 1979年試算の造林経費(1ライ当たり)

	パーツ
造林機種、火入れ、地ごしらえ、	
整地、造林、下刈り(3方年)	190
苗畑、苗木(25%の植付分を含む)	125
運搬資金、一般管理費	85
管理費(2年目~5年目:1方年105パーツ)	120
計	1,120

⑩ National Report Thailand 1980. 4.9

このような義務造林のほかに、村民は農耕不適地や河川流域等の政府造林に就労する機会が与えられている。

また、農作物栽培では、FIOの場合と同様な種類が対象になっており、共同事業的色彩が強い。

3-5-6-5. FAO/UNDPのプロジェクト

タイ東北地方で、造林のプロジェクトが最近計画されている。この計画は、いわゆる、林内植民方式で、定住希望者を一般から募り、FIO, RFD

の Forest Villages System を参考にした村づくりである。

3-5-6-6. 世銀のプロジェクト

世界銀行の援助を得て、目下、2つの提案がなされている。そのひとつは、RFDが建設計画を策定した Forest Villages に融資を行なうものと、他のひとつは、FIOが新たに荒廃した森林を対象に Forest Villages を建設するプロジェクトへの協力である。

3-5-6-7. 森林管理組合

この構想は、土地発展計画の一環として生まれてきたもので、農業の盛んな地域を中心に、農民が森林管理組合を結成して、周辺の森林の育成、保護に当たるといものである。ただし、現在のところ、実施の段階に至っていない。

3-5-6-8. その他の山村振興計画

FIO, RFD, FAO/UNPP, 世界銀行, 森林管理組合等の山村振興策のほか、次のような計画が進行中である。

① RFDの流域管理部によるもの。

この構想は、河川流域地帯の森林内に不法定住している者を対象とし、一定の区域に集結させ、農作物を栽培させると共に、流域管理を主眼とした造林を実施して森林を回復しようとするものである。

流域管理の対象となる森林は次の通り2分類される。

① 河川流域に分布する森林で、森林の状態が比較的良好なもの

② 森林の荒廃が見られるもので

③ 河川流域に分布する森林

④ ③以外で、土地が平坦であったり、起伏状の地形で、農耕に適しているもの。

このうち、①に該当する森林は、全費用をかけて保護される。②-③に該当する森林は回復の手段を講じ、必要によっては造林する。④-⑥は村のベースとなるところで、200~300世帯を単位に農耕地、居住地、公共施設を形成する。

この計画では、10年間に、一村当たり190haの造林が義務づけられ、村の総面積は、500~1,250haを必要とする。一世帯の農耕地は2.4ha、居住地は0.98haとし、「生涯賃貸」方式をとり、法定相続人への相続を認めることにしている。賃貸料は1ライ(0.16ha)当たり年間1パーツ(0.05米ドル)である。

前記①及び②-④の森林保護、造林等の事業は、村の定住者を中心に行な

われるところは、一般的な Forest Village Systemと同様である。

② 内務省によるもの

これは土地利用区分計画の一環として考えられたものである。

RFBは、土地開発局、農地局、協同組合促進局等と共同で、土地利用の類型化と土地開発計画を検討中である。これは、食糧生産適地と林産物供給を主体とする永久森林とを分離設定することを目的としたもので、現在のところ、永久森林(Reserve forest)以外の土地について具体的計画を樹てることで一致していると言われている。

事業のしくみはForest Villages Systemを基本に置き、森林内の不法定住者を主な対象としているところは、他のプロジェクトの場合と同じである。

③ 総合開発関連プロジェクト

この構想は2つに分けられる。すなわち、高地開発と低地開発である。高地開発とは、タイ北部の山岳民族を対象とした社会開発で、72のプロジェクトごとに、農業の近代化、水資源利用の拡大、薪炭林の整備、インフラの拡充を主眼とし、併せて、造林を推進するものであり、Forest Villages Systemである。

低地開発は80のプロジェクトごとに、高地開発の場合と同様の事業を行なうが、造林については、市場性を考慮して、伐期8~10年の早生樹種を導入することとしている。

3-5-7 森林開発の体系(インドネシアの例)

— コンセプション林業の考察 —

3-5-7-1 森林開発の背景

最近の林業総局による森林調査によれば、インドネシアの森林面積は約121百万haと見つもられ(全国土の65%)、これを機能的に分類したものが1976年に公表された。その分類を表3-5-8, 9, 10に示す。

この森林分類の中で、森林開発が可能と思われる面積は生産林の全部、保留林の一部に該当する約65百万haであると言われている。しかし、この面積には、低蓄積の森林、低木林、裸地等が含まれているため、実際に、用材生産が可能な森林となると、約50百万ha程度となる。

インドネシア択伐法では、回転年を35年と定めているから、ha当たりの有用樹種の平均蓄積が50m³、生産係数を0.7と仮定すれば、年間の上限伐採許容量は50百万m³となる。

$$50,000,000 \times \frac{1}{35} \times 50 \text{ m}^3 \times 0.7 = 50,000,000 \text{ m}^3$$

ただし、この数値は、50百万haの森林が適切な管理システムに乗り、森林施業計画が全開された時点のことであり、その到達年度は、1990年と期待されている。したがって、現在の時点では、投資額、木材の需給関係、インドネシア国内における加工能力、価格等の因子によって伐採量が調整されているということもできる。

因みに、過去数年の丸太生産量は表3-5-11の通りである。

表3-5-8 インドネシアの森林面積

地 域	森林面積・千ha	構成比・%
カリマンタン	11,981	31.7
西イリアン	31,000	25.6
スマトラ	26,005	21.5
スラウェシ	11,388	9.3
マ ル ク	5,800	1.8
ジャワ/マドラ	3,082	2.5
スサテンガラ	2,240	1.7
合 計	121,496	100.0

(出) 林業総局 1976年

表3-5-9 インドネシアの林種

分 類	森林面積・千ha	構成比・%
木材生産林	17,212	38.8
保護林	24,537	20.2
天然保留林	3,752	3.2
保留林	15,965	37.8
計	121,496	100.0

(出) 林業総局 1976年

表3-5-10 インドネシアの森林推定蓄積

地 域	立木蓄積・100万m ³			合 計 ・100万m ³
	経 済 林		非 経 済 林	
	フタバガキ科 樹 種	非フタバガキ科 樹 種		
カリマンタン	1,190	236	265	1,691
西イリアン	112	293	205	610
スマトラ	553	61	131	728
スラウェシ	36	40	23	99
マ ル ク	121	63	34	218
ジャワ/マドラ	—	2	1	3
スサテンガラ	5	1	1	7
計	2,027	699	660	3,386

(出) ① 林業総局 1976年

② 経済林のha当たり蓄積推定 $2,726 \text{ 万 m}^3 \div 50 \text{ 百万 ha} = 54 \text{ m}^3$

表3-5-11 インドネシアの丸太生産量

1969年	6,000	Tm ³
1970	10,900	
1971	13,700	
1972	17,700	
1973	26,200	
1974	23,300	
1975	16,300	
1976	23,800	
1977	26,600	
1978	26,000	
1978	24,000	

(注) 林業総局 1976年

前項の森林管理組織でも述べたように、インドネシアの森林管理の中央機関は農林省に所属する林業総局(KEHUTANAN)である。その主な機能は、森林の開発計画、開発規整、森林利用の調整、造林、森林保護等である。これらの機能の遂行に際しては、林業総局の権限が、かなり強く、各州知事に所属する州森林局は、個々のプロジェクト、一部の権限を除いては、林業総局のアシスタント的な部分が多い。

例えば、森林開発を行なうに際して必要な森林伐採権の交付は原則として農林大臣の権限に属し、また、投資額、森林開発計画(森林開発計画を構成するもの)等の許可は林業総局長の権限として保留されている。

開発事業の基盤は森林伐採権(HPH)であるから、森林の開発権は、現実的には、コンセッションに附随されたものと見て差支えないであろう。

1967年以降、民間企業に対してもコンセッションが与えられるようになり、それ以前に与えられていた、一部の州森林局、政府関係機関、すなわち、ジャワ島 Perum Perhutani、カリマンタン、西イリアン等の P. T. Inhutani(I, II, III)を加えると、森林コンセッションの面積は約44,023千haに達している。その内訳は次の通りである。

コンセッション発給済	33,468 千ha	(1977年末現在)
Perum Perhutani	3,082	千ha
P. T. Inhutani(I, II, III)	3,000	
州森林局	700	
民間企業	26,686	

なお、民間企業の内訳は、国内企業323社、外国企業14社、合弁会社70社となっている。1975年以降は、コンセッションの取得が、国内企業のみ限定することに改正されたため、例えば、わが国から資本を投入して開発事業を行なう場合、一般的には合弁会社を設立することになる。その場合、森林伐採権は合弁会社には与えられず、インドネシア側パートナーのみが、所有することになる。したがって、合弁会社は、コンセッション所有者と請負契約を結んで事業を行なうことになり、潜在的な森林開発権は合弁会社にはない。しかし、実質的には、合弁会社が、その森林の管理を行ない、併せて採業計画を策定することになる。

3-5-7-2. 森林開発投資

インドネシアは、その経験に基づき、前記コンセッション所有者に森林開発および採業計画策定の権限を附与するという新しいシステムを設定した。この基本的な考え方に基づいて、1967年に投資のガイドラインとなるべき2つの投資法が制定された。

- 外国投資法 法律№1 1967年
- 国内投資法 法律№6 1967年

この2つの法律は、林業基本法とほぼ同時に制定され、それ以降は、森林開発、木材加工事業の投資は、国内と外国の投資者いずれも可能ということになった。

コンセッションは20年の期間で与えられ、延長も可能となっているが、林業基本法で強調されているように、恒続林思想に立脚した収獲規整がコンセッション所有者別に作られ、保続の単位をコンセッションごとに定めているため、かりに、他のコンセッションで木材生産が減少しても、それを振り替えることはしない。したがって、前に述べた通り、インドネシア全体の総面積をベースに年伐量を推定すると50百万㎡にもなるが、事業が進んでいるところと、殆んど開発されていないところとあるため、実際の生産量が少なくなっている一面もあるわけである。

インドネシア政府は、近隣諸国の経験についての調査、FAOからの資料しゅう集、インドネシア自身の経験等から、森林開発に当たっては、次の事項を定めた。

- ① コンセッション所有者は、木材加工工場を建設しなければならない。
- ② インドネシア政府は、丸太輸出量の制限を計画的に実施する。
- ③ コンセッション所有者は、コンセッションにおける造林の強化を図らなければならない。

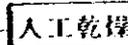
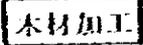
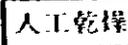
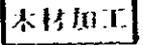
これらの基本理念が、現実的に、どのような規制、規則となっているか、
1981年1月現在では、以下の通りとなっている。

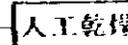
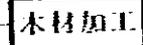
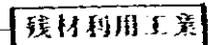
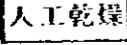
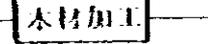
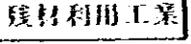
すなわち(①)については

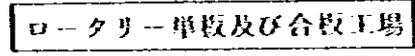
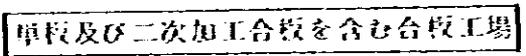
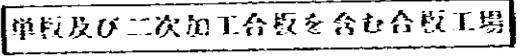
○国内投資法、外国投資法とも、新規に事業を行なう場合は、丸太生産を
主体としたものは認可されない。

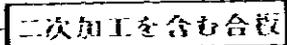
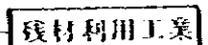
○丸太生産と木材工業を組み合わせるに当たって、木材工業を製材工場のみとする場合は、国内投資法では認可されるが、外国投資法では不認可となる。

○外国投資法では、優先業種の具体的様態を以下の通り定めている。

・木材生産+木材工業(例示: ——)
又は木材工業(例示: ——)のみ

・木材生産+木材工業(例示: ——
—)又は木材工業(例示: —
——)のみ

・木材生産+木材工業(例示: )又は木
材生産+木材工業(例示: )又
は木材工業(例示: )のみ

・木材生産+木材工業(例示: —
—)又は単板及び残材利用を含む合板工場のみ

・木材生産+木材チップ工場又は木材チップ工場のみ

・木材生産+パルプ工場又は木材生産+紙・パルプ工場又は紙パルプ工場
のみ

・人工造林会社の設立

また(②)については、丸太輸出を行なおうとする者は、インドネシア国内で販売
することを義務づけられ、丸太輸出許可量は、現在、(1981年2月末)
国内販売量の50%を限度としている。

(③)については、生産丸太1mにつき4米ドルを政府に納入する。ただし、
造林を行なおうとする場合は、納入額の範囲内で取りくずすことができる。

3-5-7-3. 森林開発の手順

① グリーンブックの作成

現在、森林伐採権(HPH)は、インドネシア企業にのみ与えられること
になっているが、コンセッション取得に先立ち、林業総局計商局が、林区

の地況、林況、社会環境等を調査した「グリーンブック」を作成する。

グリーンブックは、計画局の技官が、当該林区を管轄する州森林部の技官の応援を得て現地調査を行なって作成するもので、その内容の主な事項は次の通りである。

- 林区の位置、面積
- 地形、地勢、地質
- 主な樹種（経済樹種、非経済樹種）
- 蓄積（45 cm 以上）
- 地利
- 林区内、および近隣の人口、主な産業
- 公共施設、交通
- 港湾

② 森林契約 (Forest Agreement)

グリーンブックによって、コンセッション取得予定者は、投資方式（国内投資か外国投資）、投資額等を勸案のうえ、林業総局長官との間に、「森林契約 (Forest Agreement)」を取り交わす。

森林契約の性格は、コンセッションを交付するに当たり、交付権者たる政府と取得予定者が取り交わす基本契約であると同時に、その森林開発がインドネシア経済の発展に寄与する建前から、コンセッション取得予定者が、森林開発事業として、やらねばならぬ事項、守らねばならぬ事項を政府に対して約束するという誓約書でもある。

その主な事項は、以下の通りである。

- 関係法律、規則の遵守
- 定義
- コンセッションの交付約束
- 森林開発を行なう企業の業務内容
- 森林の基本原則
 - 伐採禁止木
 - 生態系破壊の防止
 - 火災の予防
 - 事業計画の作成
 - 林業専門家の登用
 - 生産活動をチェックする政府権限
- 森林区域

- 面積, 位置
- 森林管理の義務
- 航空写真撮影義務
- 択伐作業の遵守
- 一貫木材工業建設義務
- 企業活動の内容
 - 第1次5カ年計画
 - 第2次5カ年計画
 - 投資規模と計画
 - 道路通過権
- 投資方式
- インドネシア人雇用の使賃と訓練
- 健康, 安全
- 森林内における慣習法(Adat)の権利
- 河川のしゅんせつと河床の固定
- 国産品の優先使用
- 違反事項および処置

③ 森林伐採権(HPH)の交付

森林契約締結後,森林伐採権取得予定者は,農林大臣宛て,森林伐採権の交付を申請し,ha当たり1,000ルピア(約1.5米ドル)を納入した後,交付される。

森林伐採権は,位置,面積,期間を定め,その他,森林契約と重複するさまざまな義務事項が列記される。なお,これに伴ない,実質的な森林管理,経営の権利が取得者に移される。

なお,交付は,農林大臣の「森林伐採権交付決定書」および林業総局長の「同附属書」によって行われ,取得者のほか,法務大臣,内務大臣,大蔵大臣,労働移民大臣,投資調整委員会長,その他関係官庁部局に関係書類が送られる。

④ 事業実行のための投資申請

森林伐採権取得者は,森林開発を行なうに際し,これを国内投資法でやるか外国投資法でやるかを決める。

国内投資法の場合は,事業の主体者が国内企業であり,資金は国内または外国から調達することになる。また,外国投資法の場合は,事業の実行について,外国からパートナーを募り,外資の導入を得て,合弁会社を設立して行なう。

したがって、外国の企業が森林開発を行なう場合、国内投資法では、森林伐採権所有者の行なう事業に必要な資金を融資するにとどまるが、外国投資法では、森林伐採権所有者と共同出資による合弁会社を設立し、事業に参画できるという違いがある。

ただし、前述の通り、森林伐採権は合弁会社のものとならないため、形式的には、合弁会社は、森林伐採権所有者から森林開発の事業を請負うということになる。

外国投資法で事業を行なう場合は、「外国投資申請書」を林業総局経由で外資委員会(BKPM)に提出する。

この申請書の主な内容は次の通りである。

○事業計画

- ・法律
- ・参加者
- ・計画の技術的記述
- ・販売
- ・財政
- ・税金
- ・輸入税減免
- ・外貨送金
- ・人員

○添付書類

- ・森林契約書
- ・合弁会社基本契約書
- ・森林伐採権所有者との請負契約書
- ・事業5カ年計画
- ・後継リスト
- ・その他必要書類

なお、この申請書の認可は大統領の権限である。

⑤ 森林施業計画

グリーンブック、森林契約書、投資申請書の3通には、それぞれ事業計画的な要素は含まれているが、さらに詳細な森林施業計画は、事業を開始する時点で、年次計画5カ年計画、20カ年計画を提出することになっている。とくに、年次計画および5カ年計画は、伐区の設定、森林調査、年伐量、作業種の決定、更新方法等、森林施業計画の基本的事項を盛り込むと

とになっている。

参考文献

- 東南アジア林業の展開 塩谷 勉 1969 地球出版
- 世界の森林資源問題とわが国の対応 資源調査会 1978 科学技術庁
- 南洋材 須藤彰司 1970 地球出版
- 世界の有用木材300種 林業試験場 1978 加工協会
- フォレストーの見た東南アジア林業 野村 勇 1970 日本木材新聞
- インドネシア木材産業の現状と見通し JETRO 1979 同上
- Forest Exploitation in South East Asia ~ Dy. Y
Sudhakara Rao 1979
- インドネシア第5次5カ年計画 1980 日本インドネ
シア協会
- Twelfth session of the working party on the manage-
ment of mountain watersheds 1978 FAO
- Forestry in Peninsular Malaysia 1980 Forest
Department Headquarters in Malaysia
- Some effects of fire on dipterocarp forest
community 1970 Kasetsart
University, Thailand
- National report, Thailand 1980 RFD
- Organization, function and responsibilities
of the Royal Forest Department 1980 RFD
- Organization and function of the Forest
management division 1979 RFD
- Division of silviculture:Royal Forest
Department, Thailand 1979 RFD
- A glimpse of Perum Perhutani 1980 Perhutani
- The Kemasul pine plantation project, Peninsular
Malaysia 1980
- Organization chart of KEHUTANAN 1979
- Forestry and forest industries in Thailand
1980
- Forest Village : FIO 1974
- National forest reserve improvement programme
by the Forest Village Method : RFD 1980

4. 森林施業と国際協力

本章では、開発途上国に対する森林施業に関する協力において、方法論的あるいは制度的あり方を考察することとし、このための途上国の森林施業上の課題を背景として捉え、これに基づく地域的、分野的協力の方向を述べることとする。

4-1 森林施業と国際協力

本節では、森林施業に関する国際協力の方法論的・制度的考察の基礎として、開発途上諸国の森林施業の水準、動向、課題等を明らかにする。

このことを、まず、地域別に大観してみると、アフリカ地域では、およそ、15百万haの森林については、ある程度集約な森林調査が行なわれ、産業的な伐出事業への情報、資料となっている。森林の施業法については、数カ国の林業研究機関が、熱帯降雨林の天然更新施業の試験研究を行って、作業方式を開発しているが、林況の変異の大きいことから、これら方式は複雑に過ぎるため、最近では、簡易化する方向にある。

また、アフリカ地域の幾つかの国では、天然更新よりも人工造林の施業に重点を置いている。この人工造林は、当初は高品質（高伐期）樹種の植栽を指向したが、現在では、大量の工業用原料材を供給することを目途としている。主たる造林樹種は、オクメ、ターミナリア、ユーカリ等である。しかしながら、人工造林施業は、歴史が浅く、長期の試験成果を得たものでないので、信頼性は限定的なものである。

アフリカの天然更新、人工造林のいずれについても、多くの樹種の生態、生理等の智識や、森林の動態に関する智識は不十分である。

次は、アジア・太平洋地域における森林施業の水準であるが、これは、森林の管理形態により大きな差異がある。林地として打采とも管理される森林は、一般に、何らかの森林施業をうけている。

この地域の森林施業の技術水準は一世紀以上にわたる経験と研究を基幹としている。マレーシア林分更新改良施業法は他の熱帯諸国により採用された傘伐施業法の先駆をなすものである。この方法やフィリピン式択伐施業法等は、この一世紀の経験と研究により開発されたものである。有名なマレー均等傘伐施業法は、研究よりも経済条件による偶然の所産であったが、研究により改良されている。しかし、これらの施業法は、あたか

も他の施業法と同じように、すべて普遍的に適用されるべきものではなく、これらを異なる林況に適するよう改善するには熟練した林業技術者を必要とするものである。

アジア・大洋州地域には古くからの人工造林地が、一部の国には、かなり存在するが、人工造林に重点をおくことについては、現状におけるアフリカ地域ほど顕著ではない。現在の地域研究課題は、①潜在収穫量の増大方法の開発、②針広両造林地の新植、保育の最良の方法を含む天然更新、人工造林のいずれにもよる山地林の造林研究、③各種の立地の生産指数の決定、④伐木集運材における材の損傷の研究、⑤林分改良のための植栽や特用林産物の間収穫の研究、⑥樹種試験、林木育種、⑦肥料試験、⑧混農林業の研究である。

しかし、いくつかの制度上の問題があり、上記の課題研究に対する努力は多くの障害を受けている。

最後に、中南米地域における森林施業の現在の水準は極めて多様である。森林資源調査の行なわれた地方は多少はあるが、その精度は開発目的に対し十分とは言えない。皆伐林地は施業が放置され、実質的に非生産状態となっている。植物学的探究は何十年も遅められており、その最も活潑な計画の一つとしてブラジルにおけるものが挙げられる。森林の構造と機能に関する研究はパナマで行なわれている。森林の一つの系としての機能やその系内の個々の構成要素の役割は最近若干のセンター（プエルトリコ、コスタリカ、ベネズエラ等）で研究された。天然林の更新、林木の成長の研究はプエルトリコ、ブラジル、コスタリカで行なわれている。

中南米地域の熱帯林の施業技術の知識はアジアよりはるかに立ち遅れている。外来有用樹種の植栽地も若干トリニダードとブラジルで研究のために設定された。

次に、国際機関での森林施業に関する重点事項をみると。

FAOは森林施業、造林、伐木集運材技術、育種ならびに経営上の研究や職員の研修といった別の分野においても努力活動を続ける一方、最近では地方の農村の発展において果す林業の役割、燃料、混農林業および貧民の経済的向上に関連する他のプロジェクトに一層重点をおくようになってきている。

また、UNESCO/MABは、森林施業については、人と自然環境の保全という観点から、生態学的な手法による研究と研修のパイロット的プロジェクトをもっている。

なお、近年におけるFAO/UNDPによるプロジェクト及びレポートのうち、森林施業（森林調査、森林計画等）に関するものを、次に掲げた。これらを見ると、やはり、森林調査が遅れているアフリカ地域および中南米地域に対しては、森林資源調査（forest inventory）に重点がおかれている。こゝには掲げなかったが、森林管理のうち、とくに、watershed management および range management のレポートはアジア地域に多く、このことも地域性を表わしていると云えよう。

森林施業に関するFAO/UNDPレポート

アフリカ地域

アルジェリア

- **Developpement et Amenagement Forestiers.-Inventaire des massifs forestiers de l'Aures. 1971.**

カメルーン

- **Forest and Forest Industries Development.-Forest management and silviculture. 1970.**

コンゴ

- **Planification de la Mise en Valeur des Ressources Forestieres de la Zone de Sibite-Zanago.**
 - **Execution et résultats de l'inventaire, 1973.**
 - **Amenagement du massif forestier, 1973.**
- **Planification de la Mise en Valeur des Ressources Forestieres du Nord Congo**
 - **Photointerpretation et reconnaissance preliminaire, 1976.**
 - **Inventaire forestier du Nord Congo, 1977.**

ガボン

- **Developpement Forestier.**
 - **Etude sur l'amenagement de la forêt des lacs du Nord, 1972.**
 - **Estimation des volumes commercialisables, 1973.**
 - **Perspectives d'amenagement forestiers pour l'ensemble du Gabon, 1976.**
 - **Inventaire forestier dans le contre-est du Gabon, 1976.**

マダガスカル

- **Inventaire et Mise en Valeur de Certaines Perimetres Forestiers.**
 - **Inventaire forestier du massif de Pierenana, 1973.**

マ リ

- Aménagement de la Faune des Parcs et Réserves, 1975.

ト ー ゴ

- Développement des Ressources Forestières.
- Reconnaissance des ressources forestières et inventaire forestier, 1971.

アジア 大洋州地域

インド

- Pre-investment Survey of Forest Resources.
- Forest resources survey, 1971.
- Yield and costs of industrial wood and bamboo, 1971.

マレーシア

- Forestry and Forest Industries Development.
- An inventory of the mixed dipterocarp forest of Sarawak, 1975.
- A national forest inventory of West Malaysia, 1974.

フィリピン

- Demonstration and Training in Forest, Forest Range and Watershed Management.
- Forest management, 1971.
- Land-use economics, 1971.
- Watershed management, 1971.
- Range management, 1971.
- Wildlife management, 1971.

スリランカ

- Pre-investment study on Forest Industries Development.
- Forest resources and Management, 1971.

タ イ

- Inventory Methods for Tropical Forest, 1956.
- Forest Inventory of the Northern Teak Bearing Provinces, 1958.
- A Working Plan for the Mae-Ngao Forest, 1962.
- Forest Inventory of the North Eastern Region, 1963.

中南米地域

ブラジル

- Forest Development and Research.
- Research needs in silviculture and forest management, 1972.
- Forest Inventory in the Amazon Valley, 1957~1962.

チリー

- Fortalecimiento del Programa Forestal Nacional.
- El manejo de las reservas forestales Chilenas, 1973.

コロンビア

- Estudio de Preinversion para el Desarrollo Forestal en los Valles del Magdalena y del Sinú.
- Inventario forestal, 1970.
- Silvicultura y manejo de bosques tropicales, 1970.

ドミニカ

- Inventario y Fomento de los Recursos Forestales.
- Inventario forestal, 1973.
- Plan modelo de manejo forestal, 1972.

エクアドル

- Estudio de Preinversion para el Desarrollo Forestal del Noroccidente.
- Informe final : Manejo forestal, 1970.

ガテマラ

- Estudio de Preinversion sobre Desarrollo Forestal.
- Informe final : Fotointerpretacion mapéo e inventario, 1971.
- Informe final : Estudio silvicultoras de suelos y de manejo, 1971.

グアテマラ

- Forest Industries Development Survey.
- Inventory of the Ebini-Itakiarea, 1971.
- Inventory of a selected area in the northwest district, 1971.

ジャマイカ

- Forestry Development and Watershed Management in the Upland Regions.
- Forest inventory of Jamaica, 1972.
- Parks and recreation in Jamaica, 1972.

- Watershed management & soil conservation activities in Jamaica,
1973.

ニカラグア

- Investigation sobre el Fomento de la Produccion de los Bosques del Noroeste de Nicaragua.
- Inventario forestal de bosques latifoliados, 1972.
- Elementos basicos para el manejo de los pinares, 1973.
- Plan de manejo del pino, 1973.
- Inventario de los pinares en reserva forestal del Norte, 1974.

パナマ

- Inventariacion y Demostraciones Forestales.
- Inventario forestal del distrito de Donoso, 1971.

パラグアイ

- Proyecto de Desarrollo Forestal y de Industrias Forestales.
- Inventario forestal de reconocimiento, 1974.
- Silvicultura y ordenacion forestal, 1973.

ペルー

- Manejo y Utilizacion Integral de Bosques Tropicales, 1965.

スリナム

- Forestry Development
- Forest inventory, 1975.

ベネゼラ

- Estudio de Preinversion para el Desarrollo Forestal de la Guyana Venezolana.
- Informe final: El plan de la ordenancia forestal, 1971.

アルゼンチン

- Inventario y Desarrollo Forestal del Noroeste.
- Reconocimiento forestal de la region noroeste, 1977.

ホンジュラス

- Planification y administracion del desarrollo forestal, 1971.

メキシコ

- Inventario forestal nacional, 1965.

次に、わが国と開発途上国とのバイラテラルな林業協力あるいは共同研究のうちの森林産業に関するものをみてみると、JICAによる協力プロジェクト

および調査と農林省・熱帯農業研究センターによる共同研究がある。

JICAの協力としては、森林施業技術そのものに、直接、協力する例は必ずしも多くはないが、その幾つかを挙げると、ブラジル・サンパウロの林業研究協力プロジェクトの協力項目の一つとして、リモート・センシング手法による森林調査がある。また、パラグアイの林業開発技術協力プロジェクトでは、その実習林において、南米亜熱帯林の天然林施業法の技術開発が期待されている。さらに、インドネシア・サマリンダのムラワルワン大学との研究協力プロジェクトでは、フタバガキ科熱帯降雨林の自然環境的調査研究が採り上げられている。一方、開発調査の範ちゅうでは、林業資源調査として、インドネシア・中部ジャワ（マツ人工林）、フィジー（ココナツ林）、パラグアイ・東部（天然林）、ホンジュラス・モスティア（マツ天然林）等に対する航空写真とサンプリング手法による森林調査（forest inventory）が行なわれているほか、インドネシア・ムシ河流域管理計画、フィジー人工林施業調査等、数多くの森林施業関連の調査協力が行なわれている。

次に、農林省・熱帯農業研究センターによる林業部門の共同研究は、主として、マレーシアと一部フィリピンとの間で行なわれてきた。これは、林業試験場・大学等（マレーシア・PRI、フィリピン・UPGF）と共同で、熱帯地域における育林技術に関する研究がプロジェクトとして採上げられた。この中の森林施業に関連する項目としては、①熱帯地域の天然更新法（天然林の森林型と立地環境、更新樹種の生態と生理、主要樹種の更新法と保育法）、②熱帯地域の人工更新法、③熱帯地域の遠地判定技術が挙げられる。このプロジェクトは一応の完結をみて、近く報告書の完成が期待されている。

一方、開発途上国における森林施業に関する国際的な調査研究についてのUNCTADの会議報告をみると、重視すべき森林施業分野として掲げているのは次の事項である。

「森林資源調査と土地利用区分」。これは、森林施業の基礎となるもので、既述のように、森林資源調査は多くの国で行なわれてきた。しかし、その成果に基づき合理的な土地利用区分とくに農業的利用との調整あるいは農業的利用のなかでの適正な森林開発に結びついてないうらみがある。これの改善のために、森林資源調査において、土地利用や森林資源の変化についての情報を得るようすべきであると提唱されている。

「アグロフォレストリー」。林業と農業の一体化ないし共存を促進する

いわゆるアグロフォレストリーは、未だ発足段階である。この分野での研究、実地の検証、情報の交換は現在拡大されつつある。最近設立されたケニア国のナイロビの International Council for Research in Agro-forestry はとくにアグロフォレストリーを発展させる任務を帯びている。

「天然林養業」。これまで天然林養業の研究に対する国際的協力はないがしるにされてきた。これは、熱帯林の生態系の構造、機能、動態に関する智識の欠如のため、天然更新を図ることの困難性が主因である。天然林養業のための造林研究者も乏しく、新しい天然更新技術の開発ができないのが現状である。しかし、若干の特定な条件下での採用すべき養業法は十分知られている。また、これと関連して、伐木集運材技術と天然林養業との研究が行なわれており、伐木集運材が、大なり小なり森林の破壊や生産材の損傷を起すことへの関心が深まっている。

「人工造林」。上述の天然林養業と対照的に、人工造林に関する養業に対する国際協力は盛んである。人工造林造林の開発、大規模な人工造林事業が、アフリカ地域、アジア・大洋州地域、中南米地域のそれぞれで、数カ国に渉って実行されてきた。

次に、わが国ととくに関係の深いフィリピン、インドネシア、マレーシア、各国の森林養業に関する研究動向を、そのテーマから以下に採ってみよう。

まず、フィリピンの森林養業に関する研究テーマについて見てみると、一つは、多目的森林養業 (Multiple-use Forest Management) に関する研究プログラムが大きく採り上げられており、もう一つは、やはりフタバガキ科森林を主対象とする収穫技術の研究である。前者は、幾つかの研究プロジェクトに分かれている。「多目的利用実験林の多目的資源価値の調査」「木材資源の開発と養業」、「水資源の開発と養業」、「野生生物の発展と養業」、「レクリエーション価値の開発と養業」、「森林副産物の開発と養業」、「空閑地の開発と養業」等であり、これらのプロジェクトの中の調査項目としては、例えば、“The economic, social and ecological impact of selective logging in Oriental Mindoro.” “Natural regeneration of abandoned skid roads, spur roads and log landings in Oriental Mindoro.” “The impact of selective logging on water yield.” “Establishment, management, protection and harvesting of forest plantation at Multiple-use Experimental Forest” 等がみられる。

一方、後者の収穫技術に関する研究プロジェクトとして、林業試験場（FORI）が企図しているものは「フタバガキ科林に対する最適収穫技術の決定についての研究」。「フィリピンのマツ林に対する収穫技術の研究」。「マングローブ林に対する収穫技術の研究」。等がある。

フィリピンの次に、インドネシアの森林施業に関する近年の研究テーマを、林業試験場報告でみると次のとおりである。

- The silvicultural system for the tropical rainforest in Indonesia, 1971.
- Volume table for *Rhizophora* SPP. in Bengkalis Riau, 1974.
- Local volume table for individual tree, 1976.
- Regeneration and residual standing stock survey on loggedover area in Batanghari, Jambi, 1976.
- Sampling error and sampling intensity (%) for forest survey in Luar, Jawa, 1976.
- An evaluation of Indonesian selection cutting system in Pulau Laut, 1977.
- Regeneration and standing stock on loggedover area in Stagan, Pvlau Laut, South Kalimantan, 1977.
- Regeneration and standing stock study on loggedover area in Palembang, South Sumatera 1977. 1978.
- Clearbole volume table for *Shorea* SPP. in Lampung, 1977.
- Clearbole volume table for *Dactyloctenium aegyptium* in Central Kalimantan, 1978.
- Regeneration and standing stock study on logged-over area in Marangin, Jambi, 1978.
- The possibility of the Indonesian reselective cutting system in the tropical rain forest of South Pagai Island, 1978.
- The influence of thinning discipline to the product of *Pinus melkusii* sap at experiment plot in Aek Na Uli, North Sumatera, 1978.
- Clearbole volume table of *Altingia excelsa* in Garut, Sumedang, Sukabumi, 1978
- The study of regeneration and the possibility of applying the Indonesian selective cutting system at ferest complex of

Kumpoh river, Jambi, 1978.

- An evaluation of Indonesian selective cutting system in Tabalong-Tuti forest Complex, South Kalimantan, 1978.
- The influence of light intensity to the growth and biomass of *Mikania micrantha*, 1979.
- Regeneration and standing stock study on logged-over area at Ketapanh, West Kalimantan, 1979.
- Regeneration and standing stock study on logged-over area in East Kota Waringin, Central Kalimantan, 1979.
- The enumeration method of border plots in sampling for the estimation of standing stock, 1979.
- The influence thinning discipline (S%) to the product of *Pinus merkusii* sp. at experimental plots of Matio, Habinsaran, 1979.

以上の研究テーマのうち、インドネシア択伐施業法の適用及び熱帯降雨林の択伐跡地の天然更新及び林分構成についての研究が多いのは、これが同国の森林施業の発展を大きく左右する課題だからである。次に多い材積表の作成は、同国の広大な地域に広がる数多くの樹種の収穫業務に必要なデータとして、今後、各地各樹種について作成されることが期待される。これらのほか、森林調査におけるサンプリング法の研究及び間伐研究が行なわれている。

さらに、マレーシアの森林施業に関する研究は、その歴史の旧さに比例して、東南アジア諸国のなかで最も充実していると云えよう。同国の林業試験場(FRI)の報告による1976から1980年までの森林施業関係の研究プロジェクトは、次のとおりである。

〔山地林の更新〕

- 各種の取扱い下の山地林伐採跡地における稚樹の生育、生存、発生、(1968~72・設置, 1977・調査)
- 山地林の有用樹種の稚樹・稚樹の分布・発生と地形との関係(1977・調査)
- 更新林分の構成と生育、(1956~66・設置, 1977・調査)
- 更新林分における規定造林措置のためのサンプリング手続きの開発、(1977~78・調査)
- 伐採残存林分における伐採損傷木の回復と成長経過、(1976・調査)
- ラインプランティングによる10樹種の成長及び成林、(1972・設置、

(1972・設置, 1977・調査)

「マレー森林の生態調査」

- 低地フタバガキ科森林の組成・構造・成長,

(1947・設置, 1977~78・調査)

- 山地フタバガキ科森林の組成・構造・成長(同上)

- 低地フタバガキ科森林の皆伐跡における植生遷移の様相と動態,

(1971・設置, 1978・調査)

「人工造林地の造成」

- 人工林造成の3方法の比較と固有数樹種による造成, (1977・調査)

- *Araucaria hunstenii* と *Araucaria cunninghamii* の植栽間隔試験,

(1978~80・調査)

「流域管理」

- 山地林の伐採の前後における沈積量及び水質の変化,

(1975・設置, 1978・調査)

- 山地林における水収支に与える伐採及び更新経緯の影響, (1977・調査)

「倒樹」

- カリビアマツの材積表調製, (1976・調査)

「マングローブ林の更新」(1976~1980・調査)

以上でも判るように、マレーシアの森林造業に関する研究動向としては、伐採事業表が低地林から山地林へ移ったことにより、山地林の適切な択伐造業のための調査研究が重視されている。

4-2 森林施業への協力のあり方

本節では、前節に述べた開発途上国における森林施業の技術水準、国際協力の動向、研究課題等を背景として、わが国の協力の方向を主として、制度的、方法的観点から、分野別に述べることとし、技術的問題は次の第5章で述べることとする。

まず、「測樹」の分野であるが、この分野で協力の対象となるのは、材積表とくに立木材積表作製であろう。途上国の立木材積表は、チーク、マホガニー、マツ等の造林木及び有用フクバガキ科天然木の一部について、幾つかの国で作成されているに過ぎない。森林資源の合理的な把握と開発利用のためには、造林木の全樹種及び天然木の有用樹種について、地域別の立木材積表の作成が必要であり、これへのわが国の協力が考えられる。この協力は、プロジェクト協力によるよりも、個別専門家派遣による継続的協力あるいは開発調査による成果品の作成という形態が適している。

測樹の分野では、このほか、丸太・製材品の計測、あるいは grading (品等区分)の問題があるが、これは、開発途上国の木材産業の発展にとって重要なキーポイントであるにも拘らず、開発途上国自身では気づいてない分野である。わが国の協力として、木材規格、マーケティングを含めた、この分野での専門家派遣、とくに林業行政機関に対するアドバイザーの形での派遣は、開発途上国の林産物の附加価値の増大という意味からも、裨益するところが大きいと考えられる。

測樹分野で、開発途上国に遅れているのは、森林の成長量の把握であり、成果品で云えば収穫表の調製である。先進国の林業経営の合理性の追求は、つまるところ、正確な成長予測に基づく収穫保続にあった。これまで述べてきた熱帯林の各種各様の天然林施業法あるいは人工林施業法も、正しい林分成長量の把握あるいは収穫表の存在なくしては、期待する成果を挙げえない。このような観点から、これらに関する協力として、研究協力プロジェクトあるいは、個別専門家派遣の形で、長期の固定プロジェクトの調査あるいは多様な立地、齢級の人工林の調査等の地道な基礎研究が考慮されるべきであろう。

次は、「森林調査」の分野である。前述のように、この分野では、JICAが開発調査の一環としての林業資源調査の名のもとに、サンプリング法による Forest Inventory を数カ国において実施してきている。この森林資源調査は、前章で述べたように、とくに中南米、アフリカ地域が東南アジアに較べて遅れていることから、今後は中南米、アフリカ地域に点

をおくべきものと考えられる。そして、全般に云えることは、森林資源調査が単に森林蓄積の把握とその伐出利用を目的とするものでなく、もっと多面的な、例えば、流域管理、地域開発、土地利用区分、環境アセスメント等を目的とするものとして発展すべきであろう。なお、タイの例にみるような、人工衛星のランドサットのデータをこの分野で活用することが、とくに開発途上国について有効である。

これの協力方式としては、開発調査が最適で、長期調査員派遣、研修員受入れも必要である。

一方、一定林分に対する森林調査、いわゆる林分調査については、専門家派遣の対象としてよりも、開発協力による施策計画調査の作成が考えられる。ただし、技術協力プロジェクトのなかで、トレーニングの課題の一つとして相手国技術職員への林分調査研修が考えられる。これは、森林行政組織が確立していないか、その歴史の浅い途上国において必要なものである。

次は、「森林施業法」の分野は、天然林施業法と人工林施業法の2に分けて論じられるが、いずれにおいても、この分野でのプロジェクト方式の協力が考えられる。

天然林施業に関する協力プロジェクトについては、前述のインドネシア・カリマンタンにおけるJICAとムラワルワン大学との熱帯降雨林施業研究の協力、あるいは、マレーシアにおける熱帯農業研究センターとマレーシア林業試験場とのフタバガキ科林施業の共同研究が既に実施されているが、いずれも、その規模、期間が十分でない。天然林施業は、長期間の試験研究と、多様性のある熱帯林の解明とが必要なことから、より実際的な天然林施業法の確立のために、十分な規模（1保護単位の対象森林とこれの施業に必要な機械・器具）と期間（断続期間を置いての1回帰年間）をもったプロジェクト方式の協力が望まれる。この種の協力プロジェクトは、東南アジアのみならず、ひろく世界の熱帯林諸国の注目と期待を集めるものである。

なお、このような意図を有するJICAのプロジェクトとして、開発協力事業費によるアマゾン実証プロジェクト（人工林施業も含まれているが）の構想があるが、予算科目の違いはとも角として、これは、天然林施業に関するプロジェクト方式の協力の一つの原型でもあり、この種の協力の実施が今後の重要課題である。

人工林施業に関する協力プロジェクトについては、すでにJICAの造林

協力プロジェクトとして、フィリピン・パンタバンガン、インドネシア・南スマトラ、パラグアイ・イクブア等があって、人工造林技術の開発改良、移転普及が行なわれているが、これらは現状においても、将来は益々造林技術と同時に人工林産業との関連を深めていくプロジェクトである。

現状のこれらのプロジェクトは、草原乃至皆伐跡地への人工造林の方式であり、用材林産業である。しかし、途上国の人工林産業は、既述のように多様な目的と方式があることから、今後は各国のニーズと自然的、社会経済的条件にマッチした人工林産業に関する技術協力プロジェクトが重視されるべきである。

例えば、目下の焦眉の急とも云うべき問題として、農林複合経営（アグロ・フォレストリー）による人工林産業への技術協力がある。

これについては、前章で述べているように国によって、地域によって適用手法がかなり異なり、技術協力プロジェクトによる十分な調査、検討を行ない、各地に達した方式の開発が望まれる。

さらに、一般人工林産業で検討すべき協力事項としては、熱帯降雨林でのライン・プランティング方式の産業技術、あるいは、密度管理（人工林の間伐技術）等があるが、これらは、造林協力プロジェクトの中での採上げ、もしくは、個別専門家派遣の形が考えられる。

また、JICAの開発調査によるホンジュラスの林業資源調査においては、そのマツ林の産業基準の作成が含まれている。このような比較的単純な林相、自然条件の場合は、森林調査から産業基準の作成に至る一連の協力を開発調査の形で短期間に実施することが可能である。

次は、「森林計画」の分野であるが、森林計画の内容そのものは、当該国の林業政策に関わるものであるので、これに直接協力することは稀である。しかし、森林計画の作成手法、例えば、木材の需給予測方法、収穫予測（収穫規制）などへの協力として、林業行政機関へのアドバイザーの形や研究者の形での個別専門家の派遣が考えられる。

なお、FAO等の国際機関の協力では、途上国の「林業開発計画」あるいは「林産業開発計画」等を森林調査と併せて実施しているが、これは、JICAの業務でいえば開発調査に相当するものである。

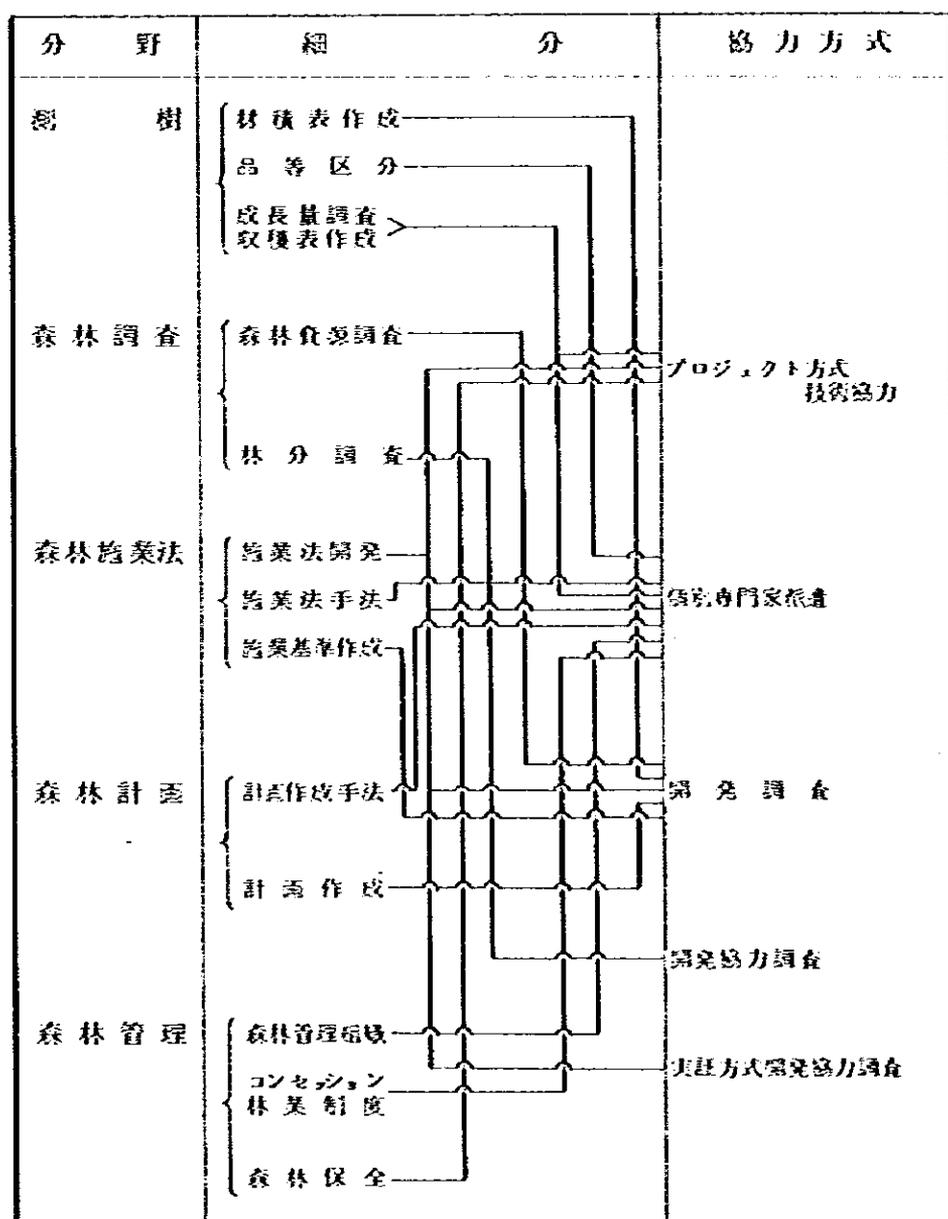
最後に、「森林管理」の分野であるが、まず、森林管理組織（行政組織）に関しては、林業の未発達な途上国（必ずしも最貧国とは限らない）については、マルチラテラルな協力として、FAOが林野行政に関するアドバイザーを駐在させるなどして、管理組織に関する助言、勧告を行なって

いる例があるが、管理組織は、当該国のポリシーに関することでもあるので、バイラテラルな協力は相手国の余程の強い要請と協力理解がない限りは困難であろう。

開発途上国に多いコンセッション林業に関する規則、制度の問題についても上記と同様に行政当局の問題であるので、協力の対象とはなり難く、アドバイザーによる助言勧告が限度であろう。

森林管理への協力の重要目標は、前述のアグロ・フォレストリーを主体とするプロジェクト方式の協力であるこれは森林施業法と森林管理が連結した造林プロジェクトとなる。

以上を要約して図式化すれば次のとおりである。



参 考 文 献

- FAO : List of UNDP Reports, Forestry Department.
FO : MISC/97/7, 1979.
- Forest Research Inst. : Indeks Bibliografi Penerbitan
Indonesia Lembaga Penelitian Hutan
(インドネシア林業試験場研究テーマ集)
1979.
- Forest Research Inst. : FRI Research Pamphlet
Malaysia Research Programme 1976~1980
1976

5. 森林施業の計画基準

森林施業の計画基準は、他の林業技術の専門分野の基準、例えば、造林基準、伐木集運材基準等と異なり、統一的な基準を定めることは本来的に困難である。

何故ならば、森林施業は、単純に技術合理性のみで定まるべきものではなく、その国の、あるいは、その地域の自然条件、技術水準は勿論のこと、社会条件、経済条件等に応じて定められるべきものである。

自然条件をまず考えてみても、とくに熱帯林は、その構成が暖帯林、亜寒帯林と比べて複雑であり、画一的な基準の適用は不適當である。また、開発途上国の林業のおかれている社会的、経済的環境は各種・各様であり、このために、林業政策も大きな相違がある。森林施業は、その国の林業政策と深くかかわり合うものであるから、この点からも画一的な基準の設定は好ましくない。

この社会・経済環境と森林施業のあり方を、わが国の例でみれば、戦後復興期の環境下では、戦中に生じた原野への大造林の開始、天然林施業から人工造林への転換が著しかった。その次の経済成長期に入ると、機械化林業による大量伐採、大面積造林、あるいは、近代化・合理化された森林調査と経営管理が行なわれた。そして経済の安定成長が求められる時代になると、小面積施業、自然環境保全、人工造林から天然林施業への見直しが行なわれた。

このように、わが国の社会経済と森林施業のパターンのタイムシリーズは、現在の開発途上国の経済発展の度合と森林施業のクロスセクションとも見えるのである。

以上の論拠から、本章に述べる各分野の基準は、画一的な準則ではなく、まず、3の「森林施業の現状」で述べた各国、各地域の実態を整理、検討のうえ、その問題点と留意事項を主体とすることとする。そして、可能な限り、一定条件下における基準を例示することとした。

5-1 測樹の基準

開発途上国は、それぞれ歴史、伝統、社会、経済、とくに森林の利用、木林の市場の慣習により測樹の方法に異なる点があるが、その底流をなす考え方には共通の点もかなりある。ここではこれを踏まえてこれら諸国にかかわり適用する測樹基準を記述することとした。

5-1-1 使用用語の基準

① 胸高と Reference Height (基準高)

胸高 (Breast Height, B H) は、英国式では天然林で 4 フィート 6 インチ (1.37 m)、人工林で 4 フィート 3 インチ (1.296 m) の国が多いが、メートル法を採用している国では日本の 1.2 m 以外は 1.3 m が全部である。

また、英国式を採用している国も、本家の英国はすでに立木については 1971 年メートル法に転換しており、マレーシアも 1982 年にメートル法に転換するとのことで、漸次メートル法に移行するものと思われるので、胸高は 1.3 m とする。胸高は傾斜地では山麓の地際から木の中心線に平行に上方 1.3 m の距離の木の部位とする。平地で傾斜している木では、木の傾斜している内側の地際から傾斜している中心線に平行な線上で 1.3 m の木の部位とする。

根張りのある木では、根張りの影響が胸高に及んでいる場合は、根張りの影響の終わった部位より 20 cm または 30 cm 上部とするが、できれば 20 cm に統一したい。現在根張りが胸高に達していなくとも、主伐時には根張りが胸高以上に達すると思われる樹種については、主伐時において査定される根張りの最上部を基準高とする。基準高は RF または RH と略す。

② 樹 高

① 全樹高 (Total Height) : 地際から木の頂端 (頂端のわからない木では樹冠最上部) までの距離。高さではないから、樹高が同一でも傾斜木は垂直木より高さは低い。木の器色部は直線として測ることは各国共通している。

② 枝下高点 (Crown Point) : 生枝、枯死を問わず、樹冠を構成する枝のうち最も下の枝の着生点をいう。広葉樹の多くは、幹はこの点から分かれて樹冠を形成する。この点から下に孤立した枝が何本かあっても枝間の距離が丸太定尺の半分以上ある場合はこれらの枝を無視する。

③ 幹 (Stem) : 枝分れして主幹の明らかな木では、地際から枝下高点までを言い、太枝を生せず主幹が明らかな木では地際から木の頂端ま

でを指す。

分岐木の場合は分岐点の位置がBHまたはRHの下にある場合はそれぞれ別倒の木とし、上にある場合は1本の木とする。

㉞ 主幹高 (Bole Height) : 地際から樹下高点までの距離。

Clear Length ともいう。

㉟ 利用高 (Merchantable Height) : 地際から木の利用可能部分までの距離。幹の樹冠内部まで直徑的に利用可能部分が延長していればその最上限までの距離。Bole Heightに等しいか、異なる場合もあるが、調査者の主観により異なることもあるので、定められた利用最小直徑に等しいかより大なところに止めておくことがよい。

㊱ 株高 (Stump Height) : 剝樹の面では地際から伐株点までの距離で胸高直徑の長さを以前ドイツの剝樹では取っていたが、現在は、実地面で自動鋸の導入により、集約林業地帯ではかなり低い伐根高となった。したがって、剝樹上では人工林で10cmまたは15cmとすることが望ましい。天然林は国により20cmと30cmが現在用いられているが、できれば20cmに統一するとよい。ただし、根張りのある木では根張りの終端部とする。

㊲ 利用長 (Merchantable Length) : 伐採利用される木の部分の長さの和、ただし、落葉をも含む。利用高との差は株高と欠点部の長さである。立木では、上部の欠点部の長さの確定が困難である。また、森林調査者と伐採夫とは異なる場合もある。とくに表面に表われない欠点がある場合は然り。市場、調査地の地形、伐出方法が流動的であるような熱帯広葉樹林ではこのことは特にいえる。

㊳ 欠点長 (Defective Length) : 利用可能とされた幹部の途中で、曲り、節、傷、萎れなどで利用できない部分が幾箇所もある場合、その部分の長さの合計を指す。したがって、 $\text{利用高} = \text{利用長} + \text{欠点長} + \text{株高}$ となる。

㊴ 樹冠長 (Crown Length) : 枝下高点より木の先端または樹冠最上部までの距離。

③ 直 徑 (Diameter)

幹幹に直交する平面で木を切った場合生ずる図形を凸平面とみなし、この凸平面の両側における平行2接線の距離を普通直徑とみなしている。ただし、樹幹解析の場合は木の中心部の髓心を通る直線の長さをいい、両者は必ずしも一致しない。

周囲長も上の凸平面の周囲の長さをいう。

5-1-2 測定方式の基準

5-1-2-1 測定単位と測定上の級区分

既述のように測定はメートル法によるものとし、直径はセンチメートル (cm)、周囲もセンチメートル cm、樹高、長さはメートル (m)、樹皮の厚さはミリメートル (mm)、直径成長量はセンチメートル、またはミリメートル (cm, mm) が普通である。

直径、樹高、長さの級区分の巾は次の因子を考慮して定める。

- 従来からの慣行
- データの使用目的
- 測定に使用する器具器械とその精度
- 測定の困難度や樹形などの環境条件
- 測定者の技量、訓練の程度
- 他の資料との等質性、比較性の考慮

最後の項目につき若干付言する。

- ① FAO では直径級巾は普通 5 cm または 10 cm をすすめているが、測定する最小直径は 2.5 cm の倍数 (5 cm, 7.5 cm, 10 cm, 15 cm) と異なるため、調査間の比較は容易でない。少くとも用薪別に最小測定直径は各国とも共通にし、級巾は 10 cm が望ましい。
- ② 英国方式を用いるときは、級界をメートル法の級界にほぼ等しくすることが望ましい。これは直径級は 2 インチまたは 4 インチ巾に、長さや樹高級は 5 フィートまたは 10 フィートにすると、ほぼ一致する。

表 5-1-1 は FAO が推奨しているメートル法と英国式の最小の標準的な級界を示すものである。

表 5-1-1 森林調査における標準的な最小直径、樹高級

その1 直径

メートル法 cm	近似的に対応する英国法 ins	cm で示した現実の対応直径
0 ~ 5	0 ~ 2	0.00 ~ 5.08
5 ~ 10	2 ~ 4	5.08 ~ 10.16
10 ~ 15	4 ~ 6	10.16 ~ 15.24
15 ~ 20	6 ~ 8	15.24 ~ 20.32
20 ~ 25	8 ~ 10	20.32 ~ 25.40
25 ~ 30	10 ~ 12	25.40 ~ 30.48
etc	etc	etc

その2 樹 高

メートル法 m	近似的に対応する英国法 ins	caで示した実際の対応樹高
(0 - 0.3)	(0 - 1)	(0.0 - 0.305)
0.3 (3 - 1.5)	0 - 10 (1 - 5)	0.0 - 3.048 (0.305 - 1.524)
(5 - 3.0)	(5 - 10)	(1.524 - 3.048)
3 - 6	10 - 20	3.048 - 6.096
6 - 9	20 - 30	6.096 - 9.144
9 - 12	30 - 40	9.144 - 12.192
12 - 15	40 - 50	12.192 - 15.240
15 - 18	50 - 60	15.240 - 18.288
18 - 21	60 - 70	18.288 - 21.336
21 - 24	70 - 80	21.336 - 24.384
24 - 27	80 - 90	24.384 - 27.432
27 - 30	90 - 100	27.432 - 30.480
30 - 40	100 - 130	30.48 - 39.62
40 - 50	130 - 160	39.62 - 48.77
50 - 60	160 - 190	48.77 - 57.91
etc		

⑧ 調査データの利用者が材積のみに関心がある場合は、直径級の代りに等断面積の級区分もよい。その理由は、材積と断面積の統計的關係はほぼ一次で直径より材積推定に利便なことである。

断面積級は例えば熱帯の広葉樹混交林では最小利用径級以上に対して用い、直径級はこの径級以下の直径の木に対して用いる。というのは後者の直径級別の本数推定の方が、商業上材積推定よりも重要であるからである。また、この方法は、利用直径以上の木の材質推定について調査間の比較をしたいときなど応用できる便利がある。

級の区分巾が大きくなると、対応する誤差も大となる。Loetch らによれば、この誤差を次のように説明している。

- この誤差の成分は2ある。
- 系統的な成分(傾り)としては級内の木の実際の平均と中央値との差や、この直径級の木と平均断面積と中央直径に対応する断面積との差がその因をなす。これらの差は直径級内の直径分布などから生ずる。
- ランダムな成分のものとしては、森林調査ではサンプリングを用いた場合のサンプリングエラーがあげられる。

この誤差を最終結果の誤差計算の際、考慮に入れることは煩雑で厄介である。この誤差は級の巾共に増大するから、級の巾を小さくし、この誤差が無視できるようにするとよい。

㉞ 括 約：直径は1cmに単位にまとめ、5捨6入法によることとする。
周囲を直径テープにより測定する場合は、直径と同じとする。直径テープでなく、単に巻尺による場合は、4cmまたは5cm括約がよいと思われる。

樹高は特別な場合は0.5m、普通1m単位とし、括約は端数切捨てとする。

丸太の場合は、長さは10cm単位、直径は1cm単位、括約は5捨6入法とする。

成長錐の錐片の長さは、2cm単位とする。

なお、樹幹腐朽や区分求積の場合は、括約しないで読む。

5-1-2-2 測定法と測定用器具器核

① 基準（胸高）直径と周囲

主に実用性の理由から輪尺は熱帯林の調査では用いることは少ない。木がかなり大きいこと、根張りの高いこと、気根のあること、労働条件が困難なことにより、輪尺は熱帯林には適さない。

巻尺は伐倒木や根張りの高さが約2m以下の立木で用いる。巻尺を熱帯林で使用するには次の注意が必要。

- フェイバーガラスのテープが最良
- テープの0の点に鈎があると大木でも一人で測定できる。
- 測定の際テープを水平にまわせなかったり、たるんだりするおそれがある。とくに大きい木で然り、注意が肝要。
- 幹につるがまいてあるのが普通だから、測定箇所を切るか、できれば、テープはつるの下を通す。
- 長さの目盛り（cmまたはinches）や板界が、テープの一面に記されていること。板界は特別のインキでかいておくとよい。2mより高い胸高直径の測定の際は次の項を参照のこと。
- 胸高が異常で測定に適さないときは、胸高にできるだけ近い等距離の2カ所の直径を測り、平均したものをを用いる。
- 分岐木（二叉木）の扱いは既述のとおり。

② 幹の上部直径の測定

この測定器具は各種考案されている。簡単なもの必ずしも最も不精確とは言えない。要はその扱い方と測定者の熟練度によること大きい。

根張りのため胸高直径が測定できないときは根張りのすぐ上かまたはその上の基準高を測定する。基準高が余り高くないときは、金属柱または木

製の棒の上面に目盛を付けたものを用い、幹の片端に0の所をあてて、測定者の方に向けて、直径級を測る方法が考えられる。熱帯林では、測定者は木から余り遠くに立つことはできない(一般には15m以内)ので視差による誤差を無視できない。そこで、目盛りは木と測定者の水平距離を考慮した修正を行なったものでなければならない。このような簡単な考案器具は西アフリカの調査で用いられた。フィンランド式の放物線輪尺やビイルティモア杖(Biltimore Stick)の原理に基づいた考案器具も上述の上部直径測定に用いられよう。

任意の高さの直径を測定する器械は精巧であり、価格も高いが、興味あるものを若干あげておく。

- Wheeléのペンタプリズム：金属のレールの上に固定したプリズムと可動性のプリズムをつけたもので、プリズム間の距離が直径と等しくなるようにしてある。欠点はレールの長さが測定する木の最大のものと等しくしておかねばならないので、熱帯林では適さない。
- Diatrombのような器械：2つの指標が木の両端と一致するようにする。ただし、測定者の目と木との距離は一定にする。
- Bitterlichのワイドスケールのレラスコープは、熱帯林で上部直径を測るには役立つが、上部直径がよく見えないことが多いので精確な測定は必ずしも可能でないが、数年前発売されたテレレラスコープは優れたもので、下のデンドロメーターに替るものである。
- Bar and Stroudのデンドロメーターは拡大レンズがあり、精確だが使用が煩雑で高価すぎる。

③ 高さの測定

立木の高さの測定は、幾何学の公式により、材積を推定する場合には諸上部直径を測定することがあるので、その箇所の高さを測る必要が生じ、また材積表を用いたり、材積式により材積を求めるときは、直径のほかに樹高を測らなければならない。

熱帯林の場合、直径と樹高を測らなければならない一般材積表でなく、いわゆる地方材積表すなわち一変数材積表を用いることが多い。この場合は直径だけ測定すればよい。この方が効率の点からみて有利である。

器械としては俵箱式の測率は直接測定が可能で正確だが、樹高の小さい木にしか用いられないという不便がある。

注：Telerelasop, Dendrometerは東京付近では林業試験場、東京農工大などにある。

クリステンは安くて便利だが、正確さに欠け樹高15m以上になると不正確であるが、途上国ではよく用いられている。ブルーノライス(Blume Leiss)やハガ(Haga)は正確だが、測定に時間を要し、木と測定者間の距離をかなりとらなければならないので、熱帯林のように下層植生が多い場合はどうかと思われる。

スウント(Suunto)のようなクリノメータも使えるが、直接樹高を器核から読みとれず、傾斜角を測り計算しなければならない。

レラスコープは上部直径とその点の高さも同時に測定できる利点があるし、応用のきく点、極めて便利な器核である。

④ 樹皮の測定

胸高ならびに上部諸直径は立木では皮の上から測るが、利用材積(途上国では無皮材積表が多い)は皮を含まない。したがって、皮付直径と無皮材積との関係が問題となる。それゆえ皮の厚さの測定という問題が生じてくる。

立木材積が材積式(無皮材積を用いて作ったもの)を用いて推定したのでなければ、無皮材積は、胸高の皮厚を測定し、計算した換算係数を用いて、皮付材積から計算しなければならない。

立木を伐採し、材積式を作れる状態なら、無皮材積を求めておいて、皮付胸高直径との材積式を作るが最良である。この場合、皮の厚さは、物指しを丸太の面にあてて測る。

器具としてはスウェーデンの樹皮計があるが、皮の厚さの測定は過少、過大になることが極めて多く、慎重さと熟練が要求される。

⑤ 年齢の査定

年齢の査定は針葉樹やチークなどを除き、一般に熱帯林では困難である。

調査の方法には2種ある。1は成長筈による方法であるが、根元に成長筈を挿入することが困難なことから、根株は一般に不整形で、挿入しても中心を通すことは極めて困難である。

したがって、伐根をさがして伐根の年輪数を数えた方が効率的である。しかし、この場合は伐根高に達する年数を加算しなければならない。伐根高に達する年齢は付近の同じ樹種の幼稚樹を伐採して推定する。ただし、伐採木の過去の生育環境がわからないのでこの年齢は概略のものにすぎないが、5~10年以上異なることはなかろう。伐根に孔や腐れがあり不明なときは地上高がほぼ伐根高に等しく、その孔や腐朽部の大きさに類似した同じ樹種数本をさがし、伐根高に等しい高さで伐採して年輪を調べ、そ

の平均を腐朽部や孔の年輪数とすればよい。Balsiger, Lorey, Fluryなどの経済誌もあるが、いずれも実用上問題はある。

5-1-3 材積計算の基準

5-1-3-1 材積に関する用語

調査では、そこで使用している材積の定義を明確にかつ客観的に述べておくことが極めて重要である。例えば、胸高直径は何cm以上の木を切るのか、枝は材積に含まれているのか、上部直径何cmまでの材積か、皮を含むのか、材積は粗材積かまたは欠点部を省いた材積なのか、純材積すなわち利用材積は造材されると思うものを指すのか。造材液りをも含むものかなどについて明確に述べられていないことがある。これらを明確にしておくことは結果の利用者とり重要なことである。次にFAOの諸調査に表われたいろいろの材積の定義を中心に説明する。

① 粗材積 (Gross Volume)

皮を含まない、欠点部分をひかない木の特定部分の材積、使うときは木のどの部分の材積かを明示すること、例えば、全粗材積のように。

一般に粗材積といえは、皮の材積を含むほうが多いので、FAOでのこの定義と違うから注意を要する。また、特定部分というのは、梢端や枝の最小直径何cmまで材積に算入すると定めたとき、それまでの部分を指す。

② 純材積 (Net Volume)

上記材積より欠点部分や利用できない材積を減じたもの。

この材積が木の特定部分をさす場合は、前記の例のようにわかるようにして用いる。

③ 全材積 (Total Volume)

木の主幹の材積、広葉樹によく見られるように主幹が明らかでないときは、枝下高点までの材積をいう。主幹が大枝をもたず、明らかなものは頂端までの材積をいう。

④ 枝条材積 (Branch Volume)

主幹以外の枝条材積。

⑤ 用材材積 (Industrial Volume)

円材の利用可能な純材積で伐採や製造工程の利用基準(標準的な採材と思われる)による歩液りを控除しないもの、丸太材積と他の利用材積の和に等しい。

⑥ 丸太材積 (Log Volume)

ベニヤ丸太, 製材用丸太, 枕木用丸太, くい用丸太, 電柱用丸太となる材積。この材積にはパルプ材, チップボードや他の工業用材をも含む。

⑦ 他の利用材積 (Other Usable Volume)

丸太材積として一括してあげられないような木で柱, パルプ材, チップボードや他の産業用材となるものの材積。ID

⑧ 成材材積 (Thick Wood)

伐採点以下の材積を除いた, 木の皮付直径7 cm以上の部分の材積をいう。ドイツでは皮付材積を指すが, 東南アジア諸国では無皮材積を指す。

以上のように種々わけられるが, 立木では空弱, 腐朽の判定が難しいので, 普通材積表は, 株の材積を除いた無皮材積の上部の利用最小直径または枝下高点までの部分の材積を示すので粗材積とよんでよかろう。実用上これ以上のことは困難であるので材積といえばこの粗材積を示すものとする。(ただし, 樹皮容積は含まない。)

○ 材積の単位について

材積の単位として単に木の粗材積をm³で表わす方法とアメリカのように製材で表わす方法があるが, 後者は製材方法で区々な値を示し(アメリカ

注: 上の industrial, log, other usable とか特定部分の材積というときに Commercial という形容詞をつけて, 一定条件下で経済的に採材できる材積を区別していうことができる。また, FAOでは末口直径が利用径板以上の丸太が少くとも1本以上採れる木 (Commercial Tree)では, 次のような区分をしたくわしい調査をした例もある。
(すべて無皮材積)

① 全幹材積 (Total Stenwood Volume) : 株から枝下衰点までの全幹材積。

② 健全幹材積 (Sound Stenwood Volume, SS) : ①より材の内径の腐朽部分や空弱を排除した材積, 空弱は孔をあけ針金などを透して推定する。

③ 工業用粗幹材積 (Gross Industrial Stenwood Volume, GIS) : 枝下衰点の直下にてぶ, 葉などがあり, 利用できないときは, その部分を①より除いた材積。粗材積に対応。

④ 工業用健全幹材積 (Sound Industrial Stenwood Volume, SIS) : ③より空弱部腐朽部を除いた材積。

⑤ 工業用純幹材積 (Net Industrial Stenwood Volume, NIS) : 幹径の健全部の寸さ5インチ以上の材積を③より除いたもの。

には70以上のLog Ruleがある), その数値の差が大きいので, 前者を利用した方がよい。東南アジアその他熱帯圏の開発途上国も前者によっている。表示は国により小数点以下1桁から3桁まで示しているが, 2桁程度が妥当と思われる。

5-1-3-2 材積の査定法

単木の材積を知りたいとき, 材積表があれば, それによるのがよいが, その材積は既述のどのような材積を示すのか, 知っておかなければならないため材積表の説明書をよく読んでおく必要がある。材積表がないときは, 立木の場合はテレレラスコープやデンドロメーターにより区分求積を行えばよい。区分求積式としては, Smalian式, Huber式, Newton(Riecke)式を利用するが, 円錐体, 放物線体, ナイロッドのいずれにも誤差のないのが, Riecke式で, Smalian式は絶対値でHuber式の2倍の過大誤差, Huber式は過少誤差だが, その絶対値はSmalian式の半分であることを知っているといふ。したがって, 普通Huber式による区分求積が無難とされているが, 東西アジアではSmalian式で計算したデータで材積表を制作している場合が多いので注意を要する。区分求積にあたり投径直径, 胸高直径, 利用高, 枝下高点の所の直径を各区分の直径のほかにも測定しておく必要がある。

材積表を作る場合にはフリーハンドを用いる方法と材積式を用いる方法があるが, 東南アジアでよく用いられる式として

$V = a + b_1 D^2 H$ の式があるが, 世界的に用いられる式としては山本-Schumcher式

$$V = a D^{b_1} H^{b_2}$$

ほかにオーストラリア式

$$V = a + b_1 D^2 + b_2 H + b_3 D^2 H$$

などがよく用いられる。

(V :材積, D :胸高直径, H :樹長, a, b_1, b_2, b_3 は回帰定数, 回帰係数)

この材積表を用いるときは D と H の測定が必要だが, H の測定に時間がかかるので, H は10本おきとか20本おきに測定して, D と H の関係曲線をフリーハンドで描き(いわゆる胸高曲線), これより上述の材積表を利用して, 直径対材積の表すなわちLocal Volume Table 地方材積表を作り, 材積を求めるのが便利である。このような標本木をとるにあたっては, ランダムがよいが, ランダムは通常厄介だから胸高直径を測定し

て行きながら一定本数おきにとるとよい。ただし、この場合、大径木は少なくなる傾向があるので、大径木の割合を多くする必要がある。理想は各直径級同じ本数が望ましい。もし、林分材積を精度高く推定したいなら、各直径級の材積合計比または断面積合計比に比例する本数を抽出するとよい。

樹高曲線を作ったり、地方材積表を一般材積表より作ったりするときの抽出本数は100本前後が望ましい。

材積推定に細りの関数式を定め、これを用いて材積推定することが考えられる。この場合の細りは、木のある高さの直径が胸高直径に対する比として求める。この細りが木の高さの関数として式を定めたものが細りの関数式である。胸高直径と各区分高を割り、式からこの区分高の直径を求め、区分材積を算出し合計して材積を求める。

5-1-4 林分における測樹の基準

既述の測樹の方法は単木でも林分でも適用するが、林分においては次のような諸項目が問題となる。

5-1-4-1 林分の平均直径

林分の平均直径には従来から種々のものが提唱され、用いられている。したがって、平均直径といっても国によって意味が異なる場合があるので注意を要する。

算術平均直径は全林木の直径合計を本数合計でわった単純なもので、日本などの平均直径というところを指す。

2乗平均直径は直径の2乗平均に対応する直径で断面積平均木の直径ともまた断面積平均直径ともいう。今林の総本数をN本、直径を d_i ($i=1, \dots, N$)、断面積を g_i とすると

$$g = \frac{\sum_{i=1}^N g_i}{N} = \frac{\pi}{4} \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N} \quad \cdot \quad \bar{g} = \frac{\pi}{4} \bar{d}_g^2$$

とすると、

$$\bar{d}_g = \sqrt{\frac{g}{\frac{\pi}{4}} \times 2} = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{N}} \quad (\bar{d}_g \text{ は断面積平均木直径})$$

この \bar{d}_g は林分材積推定や林況をよく示すものとして欧州大陸では、林分平均直径として最もよく用いられる。また、林分の平均木や標準木決定の基準直径としても用いられる。これは林分の材積平均木の直径に近いと

いう長所を有するからである。

ワイゼの平均直径は林分内の木の直径の大きい方から数えて40%のところの木の直径をいう。この直径は上の \bar{d}_1 に近いので厄介な計算をしないですむという利点がある。

中央断面積直径は、林分の木の直径を大小の順に並べて合計断面積を算出し、等しく2分したときの境い目の直径である。近似的には木の直径の大きい順に30%目に位する直径が相当する。

具体的な計算例は省略するが、数値は小さい順から算術平均直径<断面積平均直径<ワイゼの平均直径<中央断面積平均直径の順になる。

現場で利用し易いのは計算を余り必要としないワイゼの平均直径である。

5-1-4-2 林分の樹高

樹高は直径とともに林の状態を示す指標として重要な要素である。林分を代表する樹高として次のようなものが従来から用いられている。

算術平均樹高は林内の総林木樹高の平均である。幼齡林などで生物学的計的目的に用いられる。

断面積平均木樹高は断面積平均直径に対応する樹高で、直径対樹高曲線で断面積平均直径に対応する樹高から求める。

ワイゼの平均樹高、中央断面積木の樹高も同様にして求める。

断面積平均木樹高はドイツの収獲表で用いられ、したがって、地位査定のもルクマークとされているほか、ドイツの林分材積表を利用するとき、よく用いられる。

これと同じように収獲表で用いられる樹高にローライ(Lorey)の平均樹高がある。これは断面積を重みとした平均樹高で断面積平均樹高と数値的に余り差はない。

平均高で林分の特徴を表わすには若干問題がある。何となれば平均高はとくに皆伐一斉林では、林分の成長などに余り関与しない下層木の樹高をも含むからである。したがって、普通収獲表などでは上層木の樹高のみを示し、これを地位判定の基準その他に利用している。この上層高にも国により異なった定め方をしている。

先進国の収獲表はすべて主林木と副林木にわけて各種の数値を示している。樹高はすべて主林木欄に掲示してあり、地位の判定はすべてこれによっている。この主林木欄の平均樹高は一応上層高と考えられるが、この上層高には次のようなものがある。

日本ではそのとき間伐を行ったとして残存する木の樹高の算術平均をも

って示している。

これに対してドイツのワイゼの上層高は、直径の大きい順に20%をとり、その断面積平均木樹高を指す。百分率でなく、本数で示している場合もある。ドイツのBayernではha 100本、ドイツのBaden-Württembergでは同様にして200本の断面積平均木樹高を用いている。インドネシアの林業試験場の方法も興味ある。ha 100本の樹高の平均をとるのには変りはないが、50m×50mの試験地を10m×10mのプロットに区分し、各プロットで最高の本の樹高を割り平均している。また、ブルフタニや英国もこれと似た方法を採用しているが、英国は最大直径木100本/haの樹高を平均して上層高としている。

上述のように各種の方法あり、それぞれ特色、欠点もあるが、大同小異であるので、主観がはいらず、計算が簡単なものが望ましいが、理論的にはインドネシアの林業の方法がよいと思われるが、実用的には、相互に100m間隔のライン上に100m間隔の0.1haのプロットで樹高の高いものから順次に10本とる方法が便利であろう。

5-1-5 成長量測定の基準

成長量の測定は対象が単木の場合と林分の場合がある。単木の場合は年輪があれば樹幹解析や成長錐による方法と、立木のまま一定期間の前後において胸高直径と樹高を測定し、両成長量を査定した上で材積表を利用し、材積成長量を確定する方法がある。最後の方法は年輪の有無が関係ないので、熱帯広葉樹林では広く応用される。林分の場合はこの固定試験地法によるほか、マツ林やチーク林の場合は成長錐法によることができる。

5-1-5-1 成長錐による方法

現在最良の成長錐は、スウェーデン製のもので、他のものはすぐ切れ味が悪くなる傾向がある。成長錐を使う場合、しっかり固定しないと樹皮がくだけてしまうおそれがあるので、最近固定バンドが発売されている。成長錐の挿入箇所、方向は胸高直径測定箇所と幹尺の脚と幹の接点から幹尺の尺度板に平行に挿入する。測定は皮厚、過去5年間と過去10年間の半径成長量を読む。測定単位は胸高直径も鋸片での長さもmm単位とする。過去5年前、10年前の皮付半径は樹皮の成長は材部の成長と同じ割合と仮定して推定し、5年間、10年間の年平均直径成長量、率を求める。ただしこの場合の樹高成長が不明であるので材積成長は求まらないが、直径対樹高商標ができているときは過去の直径より樹高が求まるので、立木材

積表を利用して材積成長量を求めればよい。単木でなく1林分で多数の木の成長調査を行った場合は、直径を横軸、成長量または半を縦軸にとり、フリーハンドで、直径対成長量(半)曲線を求めて、それによるとよい。以下の材積を求める手法は上と同様である。

5-1-5-2 固定試験地による方法

この方法は固定試験地(Permanent Sample Plot)を一定の期間年数ごとに測定して、成長量を求める方法で、一般に林業試験場、国有林などで行なわれる。

この場合、測定位置を常に固定することが大切で直径測定位置には+印を白ペンキで付し、樹木番号はその上方に書いておく。直径は+印を基準として、直交2方向の直径を測定し、また、樹囲を巻尺で測定しておく。樹高測定は正確に読んでおくこと。よく前の測定値より後の測定値が小さい場合が起る。林分材積の推定は立木材積表による方法と、インドネシアのようにHartig法のような方法を用いることが考えられる。精密な立木材積表のない場合は後者の方法を採用以外に道はなからう。

大規模に行なうには調査法による方法がある。

定期的に行なう資源調査法をContinuous Forest Inventory (C.F.I.)といい、北欧3ヶ国、スイス、オーストリア、アメリカ合衆国の一部などで行なわれておるが、その場合、Permanent Sample Plotを設けて成長量を調査している。その場合の用語について述べておく。

進界成長量(Ingrowth, P)：測定されるように定められた最小直径階以下の木が成長して、最小直径以上に達した木を進界木といい、その本数または材積の量を進界成長量という。

枯損量(Mortality)：火災、病虫害、災害などで枯損し、利用できなかった木の本数、材積。

期首、期末の本数、材積を V_1 、 V_2 、期間中に伐採利用されたものの量を C とする。

純成長量(Net Growth)： $I_{n+p} = V_2 + C - V_1$ (進界成長を含む)

” $I_n = V_2 + C - V_1 - P$ (調査法でいう成長量)

純増加量(Net Increase)： $I_d = V_2 - V_1$

粗成長量(Gross Growth)：

○ $I_p = V_2 + C + M - P - V_1$ (進界成長量を含まない)

○ $I_{g+p} = V_2 + C + M - V_1$ (進界成長量を含む)