

この方法の細部や実例の説明は省く（新版林業実務必携第2章・測樹を参照されたい）。

林分成長量を収獲表によって求める場合、いろいろな方法があるが、いずれの場合でも求めた値を従来は立木度のみで修正していたが、さらに地位係数で修正するとより良い結果が得られる。ただし、

$$\text{立木度} = \frac{\text{現実林 ha 断面積}}{\text{収獲表 ha 断面積}}$$

$$\text{地位係数} = \frac{\text{現実林主林木平均樹高}}{\text{収獲表主林木平均樹高}}$$

$$\text{林分生産係数} = \text{立木度} \times \text{地位係数}$$

$$\begin{aligned} \text{現実林の材積または成長量} \\ = \text{収獲表の材積または成長量} \times \text{林分生産係数} \end{aligned}$$

収獲表による成長量や材積の推定法の詳細については上記括弧内の書または節末文献を参照されたい。

5-1-6 収獲表の基準

開発途上国には収獲表は少いが、目下作成しつつあるので、その読み方などについて若干付言しておく。

インドネシアの林業試験場では既述のように10樹種の収獲表を公表している。表は次のように示されている。

- ・林齢 (Age) : 5年ごと。
- ・上層高 (Upper Height) : 5-1-4-2 で説明したように 0.25 ha 内の 0.01 ha の 25プロットの最高木 25本の平均樹高。100本/ha にあたる。英国では Top Height という。

次いで、主林木 (Main Stand, 英国では Main Crop), と副林木 (Thinnings) において、主林木については ha あたり本数, 主林木平均直径 (主林木の算術平均直径), 平均樹高 (同様算術平均), 断面積合計, 材積 (この材積は成材材積を示す。単木の成材材積は木の幹節であれ、枝であれ、直径 7cm 以上の部分の材積合計で株の材積は含まない。この点は日本と異なるので注意が必要である)。

副林木については、成材材積とその累計材積を示している。

総材積はその年次の主林木の成材材積と副林木の成材材積の累計材積の和を示している点注意を要する。(主林木と副林木の材積の合計だけではな

く過去の間伐木の材積をも含んでいる。

平均成長量は上の総材積を林齢で除したもののみを示している。

連年成長量は各年次の総材積の差を期間年数5で除したものの。

以上のように収穫表としては最低の要件を備えている。ただし、地位は3ないし6区分としている。

望ましいのは利用者の便を考えて、各地位ごとに年齢別に平均樹高範囲を示すこと、倒林木の本数を記載すること、成材材積は直径7cm以上の部分について示しているが、利用を考えた直径を考えて、例えば、英国のように18cm以上、24cm以上の成材材積を示すことは熱帯林の現状より必要ではないかと思われる。

5-1-7 形質調査の基準

5-1-7-1 形質調査の意義

林木にはさまざまな形状、外観、欠点、腐朽などがあり、これが利用上重要な影響をもたらす。したがって、これらの特徴を分類し、見積もり、数量化することができれば調査結果の利用者にとり、有意義で詳細な情報を提供することになるので極めて必要なことと思われる。

5-1-7-2 総材積の査定

多くの場合、立木の外部に表われた欠点は2つの大きなカテゴリーに分けられる。すなわち、木材のある用途については受容しうる欠点と材の一部をこの用途に不向きにするような欠点である。この種の欠点をもつ材の部分(欠点部分)の材積を粗材積から減じた残りの材積を総材積ということとは受容のとおりである。

幾多の調査報告に製材総材積とか合板用総材積の推定値が対応する粗材積から製材や合板生産には欠点あるものとして区分された部分を減じて求められている。これは普通のやり方だが、熱帯広葉樹混交林の調査では総材積の概念の妥当性、有用性はうたがわしい。

すなわち、形質調査には常に主観的な要素がはいりこむものだが、これら欠点を、科学的に区分分類し、評価した上で、主観的要素を最少にとどめなければならない。このことは調査が経営者あるいは所有者側で多く行なわれ、利用者側で行なわれることがない熱帯林業ではとくに重要である。調査による製材総材積は、製材に有効に使用される材積に対応しないかも知れない。

たとえ調査者の見地から生ずる偏りは無視できるものとわれわれが考え

でも、いわゆる統材積が使用できる材積とは極めて異なるという別の理由がある。そのうちから若干次に引用しておく。

- ① 立木の形質調査では見ることができず十分予測できない、したがって外部観察から正確に推定できない内部の欠点が存在する場合は極めて多い。
- ② 大抵の熱帯広葉樹混交林では、材質に影響を及ぼすと思われる地位や環境因子について知識が不完全である。この点は、林業人や伐出業者により以前から詳細に知られてきている多くの先進国の森林の場合とは異なる。造運材べりや棄てられる材のパーセンティジの評価は先進国の場合ははるかに容易である。
- ③ 熱帯広葉樹林の利用条件の変化が急速で著しい。(需要が大であるときは低質材でも受け入れる国内外の市場の変化、地方の木材加工施設の改変、伐出単位の大きさ、実行方法の機械化ならびに変化等)。

それ故、統材積を評価するに用いられる欠点材積の規定も1,2年後には適用できなくなるかもしれないし、“統材積”と実際使われるものとの差はなお一層増すかもしれない。

これらのすべての理由から“統材積”の査定は熱帯広葉樹混交林では、少くとも経済的にはあまり役立つものとは思われない。しかし、これだけが形質調査の唯一の目的ではない。この調査は森林調査の面では次のような有益な応用面を有しているものである。

① 同一林分の形質の定期的な比較

形質調査は、蓄積コントロールするに役立つ。一定の林分を繰返し調査を行なう場合、この調査により林分内の形質上の特性の変化や欠点が生起する状況を研究することが可能になり、もし第1回の調査に比べて、第2回の調査が良い結果であれば、形質や欠点が実際改善され、営業の効果を意味することになる。

同じことが、数箇所の林分を比較研究する場合にも言えるだろう。

② 今後の研究のための立木材積の層別

立木材積を異なる形質級に層別することは形質についての推定を行なうにあたり有用である。これはとくに利用歩合すなわち利用率の査定の場合に有用である。

各形質級の利用率が異なれば、形質級を確定して利用率を推定することが可能となり、利用率査定法が改善されよう。

5-1-7-3 形質調査法

説明の都合上、形質の調査法を外部特徴と欠点の査定、内部欠点の査定の方法の2つに分けられよう。外部特徴と欠点は伐倒木は当然のこと立木でもしらべられるが、立木の内部欠点の推定は部分的で多少不正確な観察のみによらざるを得ないだろう。

特殊な森林調査では標本となった全部の木（あるいはその副次標本となった全部の木）に形質調査（外部または内部の特徴と欠点）を行ない、かつ材積式を作るための標本木を伐倒し、その一部の標本について形質調査を行なってもよい。それにより、立木の観察から得られた形質のデータを改善するため、回帰分析を用いることもできる。伐倒木からは更に形質の指標となるものが求められようが、通常指標としては、立木と伐倒木から得られたデータ同士が比較できるよう、評定または計量化の体系を同じにしなければならない。

① 外部特性と欠点の評価

① 評価の記録単位

外部特性と欠点の評価には、立木、伐倒木ともに基本的に2つのアプローチがとられる。

○ 区分概念

樹幹を数区分に分つ。各は絶対長、相対長、可変長のいずれでもよい。各区分の形質は別々に評価する。

○ 樹木概念

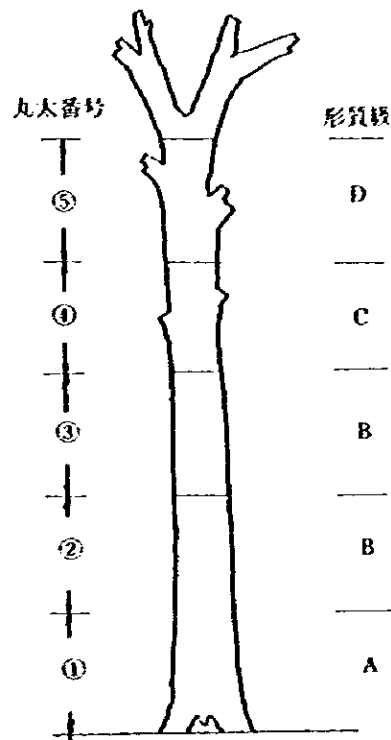
幹を一連の選ばれた形質数または欠点数にしたがい区分する。

② 区分概念

○ 絶対長区分（図5-1-1参照）

幹の区分の長さは、地方的な要請により定められた仕様書により一定とされている。標準長として5m（約18ft）が区分長として用いられることが多い。各区分材積は細り関数によるか、材積式の決定に用いた標本木から誘導した全幹粗材積の百分率に基づくか、あるいは区分の中央直径を測定して査定すればよい。欠点はそれに相当する区分にあてはめるよう注意する。

図5-1-1 形質査定一定長区分

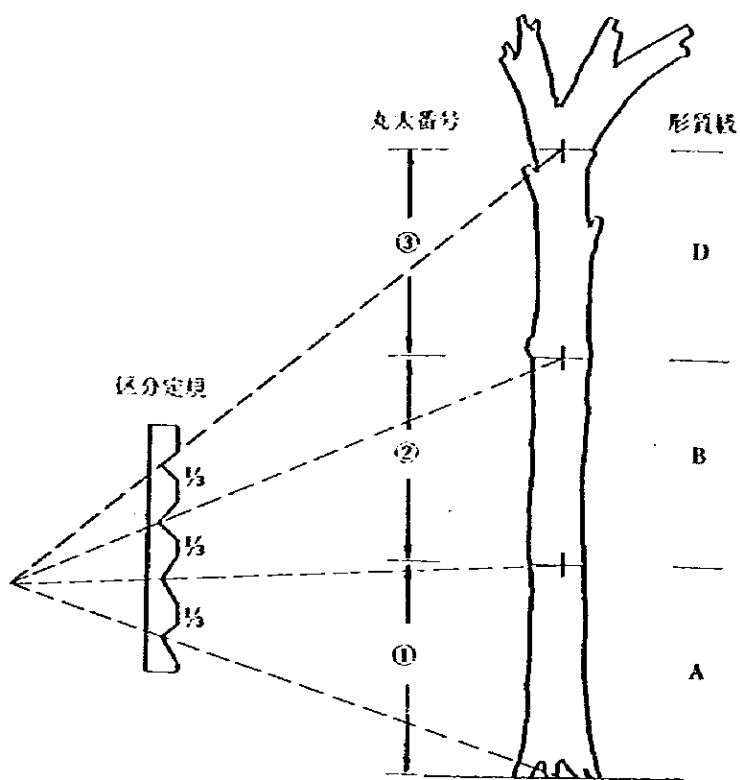


○ 相対長区分 (図5-1-2 参照)

相対長区分は図5-1-2に示すように行なう。

この方法では幹の区分の数は一定だが、区分長は幹長に応じて変わる。区分界は区分定規を用いて定める。この定規は木と測定者との距離とは関係ない。区分の数が多いと、この方法による形質調査は細かくなり、時間もかかり、また、区分に対する欠点のあてはめも困難となり、信頼性も減少する。図5-1-2は3区分の場合を示すが、この場合は結果の表示性を余り損することなく、作業の進行もかなり良い。各区分の粗材積は細り関数から、材積式作成に用いた標本木のデータから、また、各区分の長さで中央直径を直接測定して推定する。最後の方法は時間がかかる。

図5-1-2 形質調査——相対区分



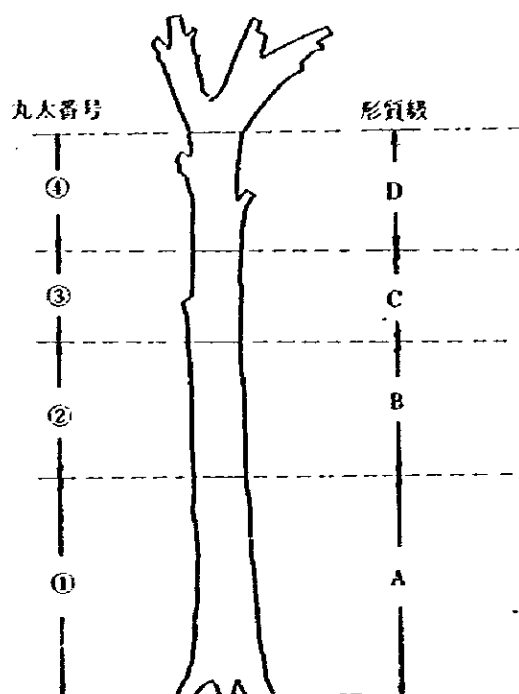
○ 可変長区分（図5-1-3参照）

幹の区分は重要な欠点によって行なう。

その目的は欠点部と利用可能丸太とを区分することにある。この方法は図5-1-3に示されている。各区分界は目刻によって決めるようになることが多い。材積を査定するには、区分長と用いられる細り関数を決定しなければならないだろう。細りの関数が求められないならば、中央または両木口直径を刻る必要があるだろう。

この方法は、正確で伐倒木の測定値に基づく形質の研究には実用的であるが、もし、立木の形質査定に適用するならば、実用性はうたがわしい。時間もかかるし、難しく、主観的要素が多分にはいる。さらに欠点部と有用材部の査定は一般に正確にはできない。（少くとも熟喬広葉樹混交林では）。

図5-1-3 形質級査定 --- 可変長区分



⑥ 樹木概念

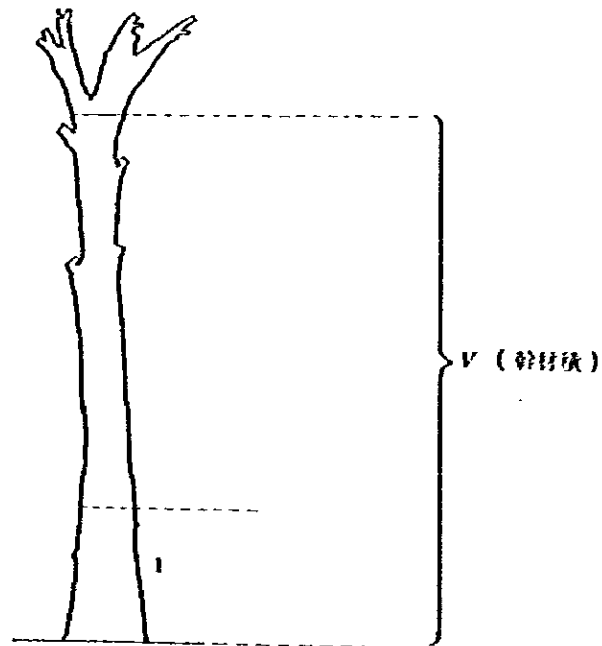
図5-1-4の方法は樹木の形質査定は、ただ単に幹の特定の下部の形質によって行なわれるものである。この幹の下部の長さは通常6ないし8mである。この長さは森林調査ではただ1つに定められるのが通例だが、樹種ごとに長さをきめる必要があるかもしれない。根張りのある場合は、規定長は根張りの上の幹に適用する。材積は木の全材積として表わされる。一般に、幹の下部は全材積の大部分をしめ、潜在価値も最大である。

この考え方で形質を査定する場合の長所は区分法に比べると、次のとおりである。

- 形質級区分は幹の下部では極めて容易である。
- 主観的傾りのはいる可能性がへる。
- 方法は早い。
- 形質査定の研究の結果は直径対木数表の形で提示できる。
- 材積推定が簡単。

図5-1-4 形質級の査定——単木的评价

第一大木の形質級を査定し、それをもって木の形質級とする。



② 評 価

記録単位（単木またはその区分）の粗材積が決定すれば、それを形質級に区分しなければならない。形質級の大きさ、数は、形質査定目的、細かい分類になるほど固有の主観性が増す危険性を生じ、また、あらっほい分類になれば相対的に情報を少くなることなどを考慮して、慎重にきめなければならない。

上の材積を定められた形質級にわりふるには、種々の特性や欠点を全体的に評価する直接的に全体的な方法で行なってもよいし、欠点の異なる型を別個に評価し、ついで、その単位（木や各区分）を最終的に一形質級にあてはめるために対応する評価を再びグループにまとめるという解析的方法で行なってもよい。

最初の型の評価は単木概念で簡単な分類で往々用いられる。例えば、不合格木、合格木、健全、不明とか、第2の型は西アフリカで用いられるもので相対区分長に基づく分類をしている。欠点は3カテゴリーに再グループされる。区分の形状に関するもの（反り、曲り、長円形断面等）、健全性（枝折れ、萎れ節など）と材の状態（木目、傷跡、裂れ、生き節など）。各区分にこの3欠点カテゴリーのそれぞれにつき1から5までの順位をつける。ついで、これらの順位を相合せて、5の全体評価範囲をつくり、全

区分の一括評価を行なう。

しかし、完全な解析的評価は、全体的評価に比べ推奨できる。後者は、主観的偏りが多い。評価の順位の数に詳細な評価ができるよう多くするとともに実行をできるだけ信頼できるように小さくする必要もある。5段階が容認できる妥協の線と考えられる。

④ 森林調査の場合の外部の特性と欠点の査定について

もし森林調査を行ない、その標本木の一部にあたる副次標本木に対して形質調査を行なう場合、その副次標本木の選び方は主観的偏りがない全く客観的方法によらなければならない。各抽出単位で1副次単位とか、 n 番目の抽出単位ごとに1抽出単位とか、各抽出単位内で i 番目の木とかいうような系統的な方法は他に偏りがない限り推奨できる。

形質調査での主観的偏りは、いろいろの方法で例えば、各欠点に一定の比重をもたせ、点数をつけるという方法のような明らかでわかり易い“評価の手引”を作成しておけば、減らすことはできる。作業員に個々の欠点とその程度を別々に記録させ、事務所で単木全体についての評点をまとめて評価するのがよかろう。とくに、いくつかの欠点の組合せから評価を行なうときはそうした方がよい。評価を一層信頼性あるものとし、より均一性を保つためには、形質調査の担当者数を制限し、徹底的に彼らを訓練することが重要である。作業は各組1人、望むらくはそのリーダーにより行なわれるべきことである。

区分法が用いられるときは立木の上部樹幹の観察のためには双眼鏡の使用が望ましい。観察者は完全に観察するため、ある距離をおいて木の周囲を一周しなければならない。このことは基本的なことだが、接近が往々困難な熱帯広葉樹の混交林では必ずしも実行されがたいだろう。

(外部評価の具体例は第3章刺樹と、JICAのホンジュラス国の事前調査報告を参照されたい)

5-1-7-4 内部の欠点の評価

① 伐倒木の内部欠点の評価

内部の欠点は根株断面や胸高断面かまたは他の断面上で評価する。残れの部分の、したがって健全部の材積はこのようにすれば正確に推定することができる。最も重要なのは如何に評価するか、如何にして昆虫の被害、傷心、しみ、割裂などのような他の内部欠点を組合せ、分類の中に取り入れるかという問題である。この場合の評価の鍵は、欠点の種類・程度をうまく組合わせることである。現在の各国の品質区分法は再吟味してみるに値

する。

② 立木の腐朽の評価

近年、電氣的、機械的な穿孔器が熱帯の混交林の立木の胸高の腐朽を決定し、測定するために用いられて来た。これらの観察の結果からわかったことだが、胸高に生ずる腐朽は十分正確に看破できることである。(非常に小さい癭のある木や偏心的な腐朽のある木は胸高に癭がないものとして誤って分類することも比較的少いわけでもない)

しかしながら、胸高の腐朽の広がりや正確に推定することは少くとも林によっては容易ではない。これは木や腐朽の偏心性、不規則性のためでもある。さらに、ある場合には、胸高における腐朽の直径と腐朽の長さの相関は極めて少ないので腐朽部の、したがって、健全部の材積の直接かつ信頼すべき推定は不可能に思われる。また、樹張りの高いときや幹の上部に腐朽のある場合にも問題は残る。

しかし、単に胸高に腐朽のあるのを観測しただけでも非常に役立つ。これらはその森林での腐朽発生の指標を与えるもので、森林間の比較を容易ならしめよう。また、この観測は単木をベースとした立木材積を形質級に層化することを可能ならしめる(例えば、胸高に癭のない材積、胸高の癭の小さい材積、胸高の癭の大きな材積等に)。これは将来の研究に、特に歩止りの評価にも用いることができる。

5-1-8 歩止まり(利用率)調査の基準

5-1-8-1 歩止まりの原理

材積に関する森林調査の最終結果は通常調査単位ごとあるいはこの単位内の層ごとの直径級および直径級の群別、樹種別、形質別に所定上防直径までの粗材積を示す。重要な最終利用である製材合板に対しては、この粗材積は現実の利用可能材積、すなわち経済価値に対し過大推定となる。このことは事前投資研究また国全体あるいは国内の一地方の経済的計画でも計画樹立にあたっても考慮されなければならないことである。それゆえ、森林施業、伐出、地利、基盤整備、木材利用、国内外の市場の現況を考慮し、利用可能となりそうな材積と調査した粗材積との樹種別、樹群群、調査単位別の比の推定を行なう必要がある。熱帯諸国で調査報告に対し、厳しい批判が多いが、これは巨額の費用を投じた作業の結果の情報が、国の主要な目的である経済目的、計画の目的に直接役に立たないからである。利用可能な材の推定値をうる必要上、経済人や産業人は粗材積(またはい

わゆる純材積)に適當な比を用いているが、これはほとんどあてはまらない。

歩止まりは調査森林の所有者、経営者にも役立つ。利用可能材の市場価格から歩止まり研究の結果を用い、伐木運材費を考慮して、立木価格を決定することができる。さらに一般的に、歩止まり研究による情報は伐出契約者と交渉するとき、森林の経営者、所有者に役立つ。

この比の推定は調査者が行なうべきか、または経済人か伐出専門家にまかすべきかという問題がある。

しかし、明らかに調査業務の責任者はその作った数値、その妥当性、応用性について最もよく知っているので、自分自身あるいは伐出その他の専門家の協力を得て、その比の推定を行なわなければならない。

(この比の推定に関係ある研究をFAOのManualでは活用(廢材利用率)研究(Recovery Studies)と呼ぶが、その主旨はForest Utilization StudiesまたはHarvesting Intensity Studiesといわれているものと同である)。

5-1-8-2 関連課題

利用材積(または林内に放置される粗材積)の推定のはかに、利用材のそれぞれの品等の価格や利用可能量が各品等により異なるから、利用材積の等級別百分率を調査する必要がある。品等区分はある場合は、それほど客観的でないけれども、歩止まり(利用率)の研究は最終的には品等別の百分率の研究を目的とすべきであろう。

考察対象の利用材積は、もし材が地方で加工されるなら工場の土場着のものであり、輸出されるのだったら埠頭着のものである。国内加工の場合、工場の利用係数は、工場の生産と所定林地の現存材積とを結びつけるため、調査で求められた(伐出予想)材積に適用されるものとなる。

木材の利用、市場、はたまた森林商業、伐出の条件が変るため、歩止まりの研究結果は比較的短期間にはあてはまるが、重要な変化が起これば新しいものに改めなければならない。

一定のある地方、国内でさえ、森林の総利や利用の仕方いかんによって歩止まり(利用率)は変る。例えば、パルプ生産林と製材、合板生産林の場合とか、地方で加工する場合と丸太輸出する場合には区別することが極めて重要である。

熱帯広葉樹混交林では、歩止まりの研究は同一利用目的をもって樹種別、樹群別に行なわれなければならない。大抵の場合、すべての樹種ないし非

常に多くの樹種群込みの歩止まりは意味がない。何となれば、歩止りにもこれら群の材積単位の価格にも、大きい差があるからである。

5-1-8-3 一般的方法

① 歩止まり調査の主なステップ

熱帯広葉樹混交林では、歩止まり調査は3つの主要な部分に分けられる。

- ① 残しておく木の選択：もしある樹種について漁業の規定により伐採され得る木がすべて事実上伐採されるならば、他の多くの樹種のうちどれを残すか選択しなければならない。例えば、幹をたたいて内部が腐っているとされる木は一般に伐採されない。
- ② 伐採されても割裂、折損、伐倒前わからなかった著しい腐朽、ひどい伐倒条件などのため利用できなかった木の百分率の推定。
- ③ 一調査の形質級ごとの全粗材に対する放棄した材積の百分率の推定。また、できるなら異なる取引上の品等の百分率の推定やさらに全体の歩止りや品等の百分率の決定。

② 実 行

もし、伐採地が調査地内や類似の隣接地にないならば、伐採作業を実験的に行なうとよい。このやり方は金がかかるが研究計画の樹立が容易となる。しかし、この場合、伐出は必ずしも商業ベースにのらないが、調査結果は適切な歩止まりを得られるだろう。

もし、伐出諸地域に対する調査が実行されるならば、この地域の標本を慎重に調査し、材の主要利用目的（例、地方での加工あるいは丸太の処理、パルプや他の工業的利用）にしたがい、かつできれば採用する伐出法や地利が調査地ごとによって変わるなら、地利に従って層化しなければならないだろう。一伐出地で最も明白なやり方としては、次の方法がよからう。

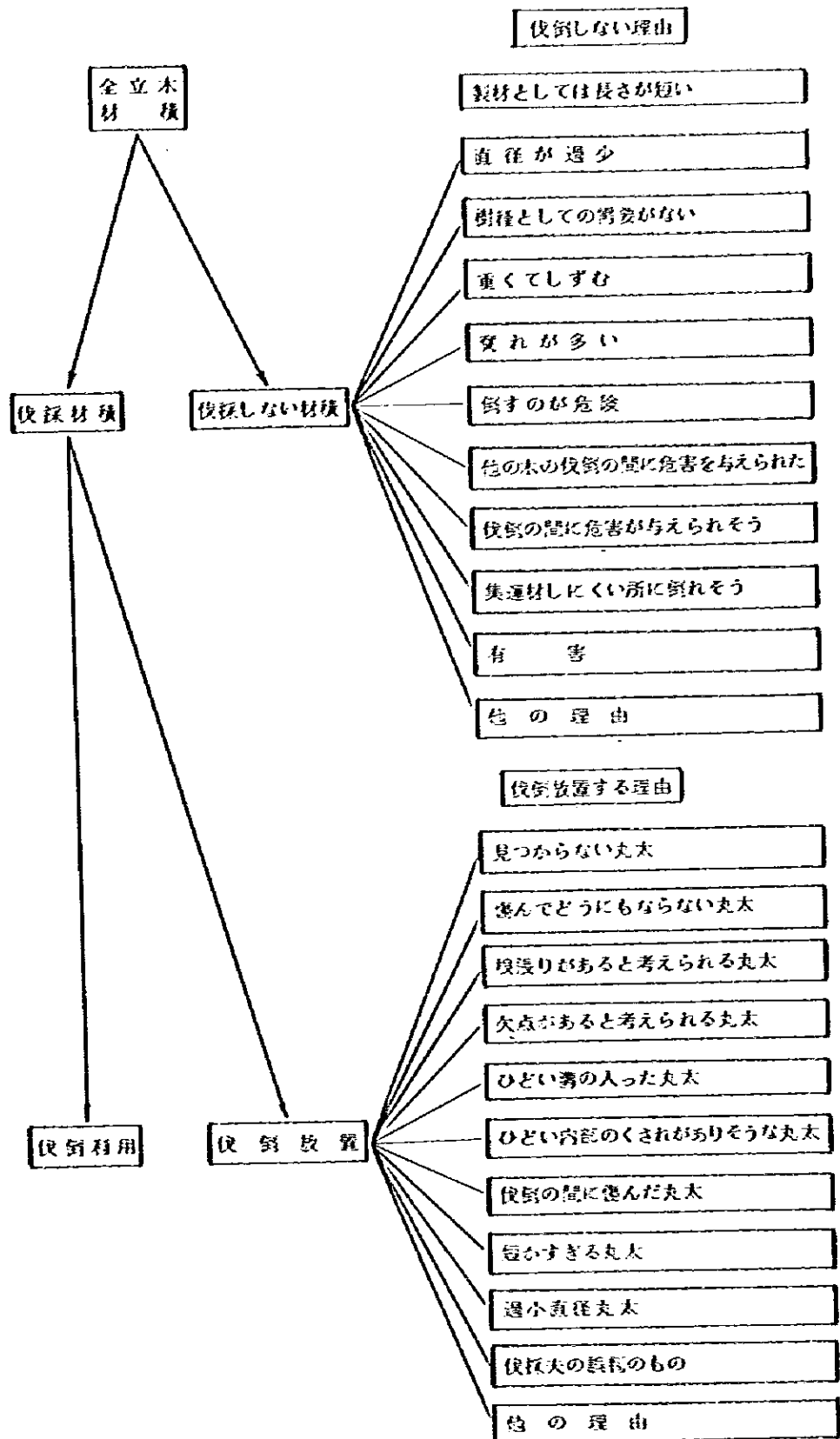
- ① 伐採前。早急に伐採される地域で、最小利用直径以上の対象樹種の全数調査を行ない、その粗材積を推定し、形質査定をする。
- ② 伐採後。残された木と伐倒木を数え、利用された丸太、伐採の歩べりを測定する。

データの記録と処理（調査した形質級と品等との間の重回帰のあてはめは可能だろう）を慎重に計画しなければならない。一貫した歩止まり研究の全費用は無視できない。その計画、予算も調査の計画に含まなければならない。

③ 歩止り調査の実例

図5-1-5に歩止り調査の原理手続きを示す。これは Sarawak のツマバ

カキ科の林でのFAO/UNDPの調査で実行されたものと同様の図から採った。



参 考 文 献 (3 - 1 測 樹 の 項 も 参 照 の 事 。)

- Spurr S. H. ; Forest Inventory 1951.
- Laer, Spiecker ; Massenberechnung Tafeln zur Ermittlung von
Vorrat und Zuwachs von Waldbeständen 1951.
- Grundner Schwappach ; Massentafeln 1952.
- 嶺一三 ; 測 樹 1952.
- Mayer, H. A. Forest Mensuration 1953.
- Forbes, R. D. and Meyer, H. B. (eds) ; Forestry Handbook 1955.
- 大友榮松 ; 収獲表の使用方法について 1957.
- 同 上 ; 関東地方ヒノキ林林分収獲表調製説明書 1961.
- USAID ; Forestry Inventory Manual for Cambodia 1962.
- Prodan, M. ; Holzmesslehre 1965.
- 大友榮松 ; 材積の測定, 収獲表の使い方
(造林ハンドブック pp. 771 - 815) 1965.
- Hush, B., Miller, C. I. and Beers, T. W. ; Forest Mensuration
1971.
- Hamilton, G. J. ; Forest Management Handbook 1971.
- FAO ; Manual of Forest Inventory 1973.
- 中山博一 ; 林木材積測定学 1973.
- Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Forst
Inventory 1974.
- Hamilton, G. J. ; Forest Mensuration Handbook 1975.
- Lembaga Penelitian Hutan ; Tabel Tegakan Sepuluh Jenis
Kaju Industri 1975.
- Schober, R ; Ertragstafeln Wichtiger Baumarten 1975.
- Kramer, H. UND Bjerg, N. ; Ableitung zur Dendrometrie 1976.
- CIDA-COIHDEFOR ; Norma de Inventario 1978.
- Schmidt-Haas, S. et. al ; Kontrollstichproben, Aufnahme
Instruktion 1978.
- COIHDEFOR ; Informe Final del Inventario de Rancho Grande
1979.
- 大友榮松 ; 測 樹 (新版 林業実務必携 pp. 30 - 64) 1980.

5-2 森林調査の基準

現在熱帯林を中心とした開発途上国の森林調査の方法は、既述したように、標本抽出調査法が主体となっている。この場合、航空写真の利用は森林の層化あるいは林相図（：50,000）の作成に主力がおかれ、この林相図から主要な層別あるいは林相毎の面積を確定している。従って蓄積の算定にはこの図面を基本図として格子線を図上に引き、これから標本抽出調査によって、標本地を抽出してその単位面積当りの蓄積を推定し、前述の面積を乗じている。全体の蓄積は多くの場合、95%の確率で±10%信頼巾となるサンプリング設計がとられている。

以上のような大面積の森林資源調査による全体の蓄積を推定のほかに個々の小班ごとの蓄積の推定が事業実行に必要であり、このための林小班ごとの蓄積が解る調査があるが、開発途上国のこの種の林分調査も、多くの場合サンプリング法であり、また、一部で行なわれる林小班ごとの標準地法(subjective)は、従来からの古典的手法でもあるので、以下の森林調査の基準は、航空写真を利用するランダム・サンプリングの手法を述べることにする。

5-2-1 森林調査方法の仕組み

開発途上国で通常適すと考えられ森林調査法の仕組み、手順を項目で挙げれば、次の通りである。

① 資料整備

- 人工衛星写真の解析
- 航空写真の撮影と図化
- 地況・林況の判読（森相区分と層化）
- 林相図の作成

② 事前作業

- 航空機による概査（標本地のチェック、地形、林相の概況調査）
- サンプリングの設計

③ 本格調査

- 標本地の設定
- 調査の取纏め
- 立木材積表の作成
- ステレオグラムの作成
- 航空写真材積表の作成

- その他の調査
- 林相図の修正

このような仕組み、手順について、以下項目を追って、その基本を述べる。

5-2-2 資料(写真・図面)整備

交通不便な、しかも通視困難な森林地帯の森林調査は、旧くから航空写真による森林調査が普及してきている。しかしながら、熱帯降雨林についてのこの分野の調査技術の発達は、この20~30年の間に進められてきている。特に熱帯降雨林では樹種が多種多様に亘っており、航空写真による層化区分、地上調査に交る材積推定の方法等についての研究は、温帯林等に較べて容易ではなく、今だに定説となる方法が確立されていない。

熱帯降雨林に対するこの調査方法は既述の通りFAOを中心とする研究調査が進めてきているが、その歴史は12~13年余りしかたっていない。日本でもこの地域に対する技術的調査研究が本格的になったのは、JICAが発足して以降である。今回、現地調査をした3ヶ国でのこの分野の技術的活用の現況は、森林の層化のための利用と森林地図の作成に重点が置かれているようにみうけられた。今後日本が技術協力として森林資源調査を進めるうえからも、また、この地域のコンセプションを所有者するものが事業計画を樹てるうえからも、航空写真を有効に利用した調査方法の確立が望まれる。

本章では、このような見知から、主体を航空写真による森林調査法に重点を置き、併せてサンプリング調査法について記述することにした。

① 人工衛星写真の解析

森林調査に利用される人工衛星写真は、ランドサット(地球資源観測衛星LANDSAT)といわれる衛星からの電磁波を合成して作った写真である。この衛星は赤道に対して99.1度の傾きを持つ軌道上を高度約930kmで飛行し24時間に地球を14周して、18日目に再び最初の軌道にもどるようになっている。

衛星写真1枚の撮影面積は185×185kmで、映像の精度は1pixel(1画素)が平均57×79mで約0.45haの広さの地域の状況を1pixelが把握していることになる。1枚の画枠に含まれる画素数は約7,630,000画素(3240画素×2340ライン)である。

観測機構はRBV(Return Beam Visicon Camera)で、3種の波長

(0.45～0.575 μ mで地上分解能80m)で地上面を観測する装置と、MSS(Multi Spectral Scanner)によって4種の波長(バンド④0.5～0.6 μ m, バンド⑤0.6～0.7 μ m, バンド⑥0.7～0.8 μ m, バンド⑦0.8～0.11 μ m)で地表面を観測する装置を装備している。現在MSSの装置を利用して、瞬間の観測視野ごとにデータを地上で受信して、写真フィルム上に露光で記録される。普通の写真映像と似ており、アーツ写真と普通いわれている。

この写真は、バンド④(青色)、バンド⑤(緑色)、及びバンド⑦(赤外)を合成して赤外カラー写真を作ったり、バンド④(青色)、バンド⑤(緑色)及びバンド⑥(赤色)を合成して天然色カラー写真を作成したり、目的によってバンドの組合せを変えて合成写真を作ることができる。

各波長が地上物件に反応する特性は次の通りである。

- バンド④ 沿岸水流、水質の異なる水塊の差
- ” ⑤ 森林と農耕地との差異、陰影による地形
- ” ⑥ } 水面の形、分布
- ” ⑦ }

このような天然色カラー写真、赤外カラー写真、モノクロ写真及びその他の色合成写真を利用して土地利用現況、森林の所在等の判読、解析が可能である。

土地利用状況は概ね次のように分類することができる。

- 森林 ・ 山岳林, 丘陵林, 平地林
 - 二次林
 - 湿地林
- 農耕地(農道を含む)
- 草地
- 湿地
- 裸地
- 河川
- 道路

以上の状況を判読区分して、縮尺1:250,000～1:1,000,000の土地利用現況図が目的によって適宜作成される。

この現況図をもとに、さらに森林についての有効な資料として活用される。

② 航空写真の撮影と図化

航空写真は、ほとんどの国で軍事機密扱いとなっているが、森林資源調査用の撮影は所要の手続をとって実施することが出来る。撮影は当該国の林野本庁の企画により、空軍あるいは航空写真測量会社が実行している。また、既撮影の航空写真は、当該国の林野関係部局を通じて必要な手続をとって入手できる。

撮影縮尺は、林相判読の精度を決定する基本的因子で、その調査目的と経費との関連から決定される。

今回調査したところによると、1:20,000～1:25,000のものが普及しているが、過去においては、国土基本図の作製との関連から4万～5万分の1のものがとられてきた。最近ではFAOの指導もあり、概ね1:25,000が採用されている。撮影カメラは焦点距離10cmまたは15cm、画枠23×23cmのものが普通使用される。しかし、山岳地域では焦点距離21cmのものが良好である。

③ 森林基本図の作成（モザイク写真図の作成）

多くの開発途上国において、土地測量を担当する政府機関（測量局）により国土基本図（1:50,000）が作成されつつあるが、国土の全域の撮影は未完了のところが多い。このようなところでは、森林調査のための第一段落として、航空写真による図化作業が必要である。この作業を担当する技術者、器材は、政府関係部局において整備されつつあるが、処理能力の点から民間航測会社の活用も一部の国では行なわれている。また、この作業はJICAの農林業部門の技術協力事業として重要な分野となっている。

① 基準点測量と図化。航空写真測量のための基準点測量はLandsat II号（人工衛星）の走行電波を受信して、受信地点の緯経度を算出して、測定する方法でNNS方式（Navy Navigation Saterait System）といわれ、現在地球上空を廻っている五種類の人工衛星から発射される150MH（メガヘルツ）と300MHの電波の差で、その観測地点のアンテナ位置のX、Y、Zを測定する方法がとられている。この作業は日本の航測会社を活用することができる。

この基準点をベースとして、図化作業が縮尺1:50,000の地形図の形で作成される。

さらに、航空写真判読による林相界及びその記号をこの地形図上に標示して林相原図を作成する。

この図面が森林調査の基本図となる。

② 集成写真図（モザイク写真図）の作成。撮影した航空写真（密着）か

ら縮集成法で(歪歪修正しない) 写真地図を作成する。この写真図上に緯経度線を標示して、1 : 50,000 の縮少写真図が作成される。最近では正射写真地図(Ortho Photo Map) という、航空写真の中心投影像を垂直投影像に修正した写真図の利用が進められようとしている。

この集成写真図は標本抽出調査設計に有効に使用されている。また、林道、伐出計画等、事業計画にも利用される。

⑩ 森林区画。林業経営においては、通常、伐出、造林、森林管理等の適正な実施のために、対象森林を流域ごと、行政区域ごとに区分する区画線を設定する必要がある。この区画は、対象森林の樹種の集約度の粗密によって、大小の差があるが、開発途上国においても、最大 500 ha 程度が望ましい。この区画線は、後線、河川、道路、等、現地及び航空写真上でも明瞭に確認しうるものを利用して、林相原図上に標示され、面積測定の基本区画に使われることになる。

④ 地況、林況の判読(林相区分と層化)

① 判読資料。航空写真を実体視して林相を判読し、林相界を写真上にデジタルマトグラフで標示する。

航空写真判読の要素は判読対象物の形状、雲影、色調及び光輝(その物体のもつ光の反射割合) 等があげられる。普通、われわれが地況、林況を判読する場合、その調査対象物に関する既往のデータを集め分析し、場合によっては現地調査を行なって判読に関する現地森林の資料を収集する。熱帯の場合は従来する林相区分タイプごとの判読基準ガードの作成が有効であり、また、これを作ることにより、林相判読の精度を高めることができる。FAO の航空写真の利用教程でも判読者の技術の標準化のためにこのガードの作成が望まれている。タイ国では、この判読基準ガードが作られている。インドネシアでも日本の JICA が開発調査として森林調査を行なったところはこのガードが作成されている。

判読資料の作成後に、次の地況、林況の判読を行なう。

① 地況判読。大きく分けて、土地利用現況判読と地形判読に大別される。

土地利用現況判読に際して、全国資源調査などのように、当該国の森林及び土地利用の現況を、一定時に、敏速に把握するためにはアース写真の利用が効率的である。とくに、森林調査のための土地利用現況の調査すなわち、森林の所在を明確にし、かつ、森林をとりまくその地域の生活環境を調査するのに有効である。さらに森林の内容をくわしく調べるためには航空写真が使われる。

以下に、航空写真判読による区分する手順を次に述べよう。

• 土地利用現況の区分の手順

- 陸地と水域とに区分する。
- 陸地を次のように区分する。
 - ・ 森林…うっぺい度 20%以上の土地、天然生竹林、ヤシ林を含む。
 - ・ その他の樹林地
 - ・ 森林外地
- 森林を次に区分する。
 - ・ 天然林
 - ・ 人工林
- 天然林はさらに次のように区分する。
 - ・ 広葉樹林(マングローブ林を含む) } 80%以上は総林とする。
 - ・ 針葉樹林
 - ・ 針広混交林…80%以下の混交率のもの。
 - ・ 竹林…上記森林の下層に生育しているときは混交竹林とする。
 - ・ マングローブ林
 - ・ 海岸、河川沿いのヤシ林
 - ・ 一時的の未立木地
- 人工林を4クラスに区分する。
- その他の樹林地は次により区分する。
 - ・ サバンナ…禾本科や草本科の植物が生育し、樹木や灌木が点在し、樹冠うっぺい度 20%以上のところ。
 - ・ 矮少な灌木林、疎悪林、雑木林、防風林、防災林(線状のもの)
 - ・ その他の森林
- 森林外地は次により区分する。
 - ・ 農地(農耕予定地、農作物の植付)、未立木地、耕作地、改良牧野
 - ・ 植林地(果樹園、ゴム園、ヤシ林等)
- その他の土地
 - ・ 疎悪地(岩石地、砂地、氷原等)
 - ・ 自然区域と草原
 - ・ 湿地
 - ・ 樹木ない小灌木地
 - ・ 市街地、工業区域(道路、鉄道を含む)

・その他

次に、地形の判読に際しては、まず、地形を海岸、平坦地、内陸平坦地、丘陵、台地、侵蝕地形、山岳地等、地形構造の状況別に区分する。

○傾斜は、平坦(0~4%)、緩(5~15°)、急(16~29°)、急峻(30°以上)に区分する。

この判定は、1メッシュ内の等高線の本数によって判定する。

○方位は、北(N)、北東(NE)、東(E)、東南(SE)、南(S)、南西(SW)、西(W)、北西(NW)の8方向に区分する。

○局所地形、(1)山頂部、(2)稜線部、(3)凸斜面、(4)凹斜面、(5)山脊平地、(6)低地に区分する。

④ 林況判読。林況の判読は林型(forest type)、樹冠直径、疎密度、林齢、等の因子について行なう。

林型(forest type)については、先づ森林の生立している立地条件、林分構造等による種別を区分し、区分した区域とその属する記号を写真上に指示する。

・生立の立地条件による区分

・塩水湿地林(SW)

・海岸林(Ma)

・淡水林(FW)

・平地林(P)

・丘陵林(H)

・山岳林(M)

・林型による区分

・単層林(Si)

・二段林(TW)

・複層林(Co)

樹冠の大きさは実体視により、樹冠直径サイズ板を使用して、大・中・小の3階級に区分する。

樹高と胸高直径との関係は、次のようである。樹冠直径は樹高との相関が高い。

	推定樹高直径	標準樹高
小	10~30cm	15~20m
中	30~54cm	20~30m
大	55cm以上	30m以上

熱帯林では、航空写真から材積を推定する場合、樹冠直径が重要な因子となっている。

小径木林 (SM) ⁽⁸¹⁾

樹冠疎密度は、単位面積当りの樹冠の被覆面積の占有面積率を疎、中、密の3クラスに区分する。

疎 D₁ 33%以下

中 D₂ 33~67%

密 D₃ 67%以上 ⁽⁸²⁾

林齢は、人工林の場合に、老、壮、幼の3段階に区分される。老は伐期令級以上のもの、壮は間伐対象林分、幼は間伐対象以前の林分、とし判定するのも一方法である。天然林については、この区分にみられない。

作業地形として、森林区画ごとに造林や伐採の作業実行の条件となる地形の外観を航空写真で把握して現地で確認する。マレーシアの調査の事例では次のように区分している。

平地

波状地形

丘陵地形

急峻な山岳地形

⑤ 林相図の作成

林相図は1:50,000の地形図上に、地況・林況の判読結果を指示して作成する。林相境界の移写は出来るだけ精度を良く指示する(林相別面積測定のもととなる)。さらに標本調査への活用を考え、図上には1cmの格子線を指示しておくとも便利である。(500mのメッシュ図となる)

林相図には、森林区画ごとにその林相の内容がわかるように記号が指示する。すなわち、林相記号は、森林型・ $\frac{\text{樹冠径} \cdot \text{樹冠密度}}{\text{材積}}$ ・林令の形で表わす。

5-2-3 事前作業

以上のような写真、図面等の資料を整備したのち、以下に述べる事前作業に入る。

① 航空機による観査

注1. 大径木は樹冠直径20m以上、中径木は10~20m、小径木は10m未満のものとする。

注2. 以上の区分はFAOの基準による。

森林調査の基礎資料として現地の概況調査が必要である。

現地概況調査は写真による林相区分の結果の適否、蓄積推定のための基礎資料、功程資料などを収集するために行なわれる。

先づ最初に行なわれるのが航空機による機上調査である。未開発地域では道路網が少なく、地上踏査の行動は極めて限定される。このようなところでは航空機を利用して広域の調査を行なうことになる。

航空機による飛行調査計画の立案を行なうときは、次の事項に留意する必要がある。

- ① 飛行調査コース図の作成。飛行調査コースの選定は、飛行調査用地図（普通 1 : 250,000 ~ 1 : 50,000）上で行ない、調査主要点をあらかじめマークしておく。
- ② 航空写真の準備。林相区分線を描示してある航空写真を準備し、予定飛行コース順に主要な調査地点の順に写真を準備する。
- ③ 調査カードにデータの記入。カードに調査事項をできるだけコード番号を記入しておき、機上調査中はこれにマークする方法が良い。もし、できないときは文章で記述する。

次の表はこの記録内容を例示したものである。

飛行調査カード

飛行月日	飛行時間		時 分		調査者		
飛行コース番号	観察方向		左側	右側			
区 分	コ ー ド 番 号				区 分	記 録	
林 相	1	2	3	4	5	有用樹種	SP, NON
	⑥	7	8	9	10	日影蓄積	50, 100, 150, 200以上
土地利用	1	②	3	4	5	記 事	
	6	7					
樹 群	1	2	③				
傾 度	①	2	3				
疎 密度	①	2	3				
樹 直径	①	2	3				

④ 携行機材。クリノメータ、高度計、写真機

⑤ 飛行上の注意

- ・飛行機は高翼単葉のものが視界が広くてよい。

- ・パイロットと飛行コースについて充分打合せること。
- ・飛行高度は対地高度が500m前後がよい。
- ・飛行中右側のものと左側のものがそれぞれ分担して観察事項を調査カードに記入すると共に、地図上で飛行中の位置を5分毎にマークする。
- ・特に写真判読中映像の不明のところ、判読上不明確のものについて注意深く観察する。
- ・現地調査用のルート、キャンプ予定位置などの偵察をする。

② サンプルングの設計

熱帯林の森林調査は、多くの国で、次のような方式で実施されている。

○線形サンプルング法 (Line Sampling Method)

(1956, 1957, Canada) (1960 Amazon)

○層化トランセクト法 (stratification Transect Method)

(1958 Uganda)

○クラスターサンプルング法 (Cluster Sampling Method)

(1957 Thailand)

これ等の調査の方法は、全体蓄積(蓄積の細別については、途上国の例では精度が低い)は確率と推定誤差が明らかな客観的数値として推定するものである。したがって、個々の事業計画などに必要な林相別の森林の詳しい情報データを把握するには別途の技術的手続を必要とする。ここでは、一般的サンプルングの設計を以下に述べる。

① 標本地の抽出。現地標本調査に先立って、調査すべき標本を抽出するのであるが、この場合、既に作成してある林相図と面積等から総森林面積に占める主要林相タイプ毎の面積率を出し、その面積の比率に応じて標本地の抽出個数を決定する。開発途上国における場合は、通常、調査精度を95%確率で±10%の信頼率として全体蓄積を推定する例が多い。この場合、少なくともその対象母集団(例えば林相タイプごと)から標本は50以上が必要である。この前提に立って母集団の選定と標本抽出数とその抽出方法を決定することが望ましい。これ等は林分の変動係数等従来の経験数値が重要な役割を占めている。

抽出方法はランダム・サンプルングとシステムティック・サンプルングとがある。

調査目的が開発林分調査である場合は、その区域内の開発の着手順位の早いところの森林地帯を重点的に調査するように標本地の選定に配慮する

ことが必要である。

④ 標本地の形状・配置。現地で行なう標本調査は、標本の大きさ、形状等、標本の現地に設定する方法を検討するとともに、その最良の方法を試験的に実施してその調査班の構成、工期、経費等について検討し、見込をつける。

標本の形、面積及びその配置のうち、面積については、フタバガキ科を対象とした場合、その林分構造によりきまってくる。すなわち、商用樹種の上層林冠群を構成している大径木は普通 ha 当り 4～5 本から 20 本程度生育している。従って、標本を小さくすると立木本数のバラツキが大きくなるので普通 1 ha 位の面積規模が考えられる。

形状については、多くの途上国の例として、帯状の形がとられているが、今回調査した関係国の調査形式のうち、現にインドネシアで実行している帯状サンプリング方法が多目的な実用性がある。従って、ここでは、これを基準として説明することとする。

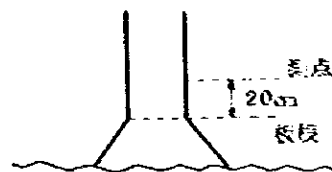
即ち標本の形状として巾 20 m の帯状に傾斜面に対し直角に最少 1 ha 以上のものを設定する。この場合、帯を 50 m ごとに区分して、その区分ごとの測定値のとりまとめができるように野帳を整理できるようにする。この 20×50 m のブロックの 5 コごとに、即ち起点から 250 m ごとに林分構成状況をしらべるため、ダブルサンプリング・プロット方式をとることにする。

勿論このように 2 種類の標本を等間隔にとるか、林相の異なる地点で任意にとるかは、現地の実状によりきめられるもので、以上のような事項を予備調査の段階で判断することが必要である。

5-2-4 本 格 調 査

① 標本地の立木調査

プロット内の調査対象立木は、規定の胸高直径以上として、樹種名の記帳、胸高直径と枝下高を測定する。胸高直径の測定点は地際より 1.3 m の高さとして、板根（ねばり）のあるときはその板根の上端点から 20 cm のところを測定する。直径は通常直径巻尺で 2 cm 括約で測る。枝下高はブルメーライツ（Blume-Leiss）と



コンパスまたは測桿（5 m 位）を使用して実測し、比較目測の練習をして練習をして基準を得てのち、目測調査を行なうのが望ましい。枝下高は 2

m 括約が最遠である。

また、大径木についてはその樹高と樹冠直径についても測定を行なう。特に樹冠直径の測定値は今後の林相区分や林分材積の推定の重要な資料となる。

また、パルプ材等を採材する場合には、小中径木の測定も調査対象となるが、此等の調査対象木の基準は、その国の規程によって行なうようにする。参考のため、2、3の事例を述べると、インドネシア国ではパイプ材は5cm以上、ベニヤ用材は60cm以上、製材用は35cm以上で、また、タイ国では28cm以上を調査の対象木とすることになっている。

立木調査調査野帳の様式も各国でそれぞれ規定されている。その調査目的、調査内容、調査方法によって異なる。

これら調査野帳の見本として、次に2つの例を掲げるが、これらの間でもその用途の差異により調査項目が異っている。

森林調査野帳

					調査者氏名	
調査年月日 年 月 日		ストリップ番号 No プロット番号 No			樹高 傾斜 方位 局所地形	土壌色 土壌湿度 地味植生
立木番号	樹 種	樹高直径 cm	樹下高 m	樹冠直径 cm	備 考	

(注) 必要あるときは全樹高を測定する。

インドネシア国森林調査野帳

調査地域番号 No. _____ (strip No.)		年月日 _____ . _____ . _____ (Date)					
標本プロット番号 No. _____ (sample plot No.)		調査者代表 (observer) _____					
地形 (topography) _____		刻印者氏名 (tree identifier) _____					
立木番号	樹種	胸高直径	板根高	枝下高	材積	Flater sinker	備考

① 板根高の測定に注意

② 立木材積表の作成

標本地の立木調査による材積計算は立木材積表によって行なわれる。現在、各国ではそれぞれ必要な樹種または樹群ごとに作成された立木材積表が整備されているので、これを利用することになる。今回調査した国におけるものについては、鋸樹の項で記述してあるので本項では省略する。

なお、新たに立木材積表を調製して、計算に使用する場合もある。この場合は、直径階ごと、樹高階ごとに実地で伐倒したデータから統計的に処理された表を作成することになる。通常、権威ある立木材積表は林業試験場等の専門的機関で行なわれる。

しかしながら、現地で簡単な立木材積表を作る場合は、標本調査のデータから相関図を作り、その適当と思われる分布曲線図を作り、これで簡易材積表を作ることもある。

タイ国の東北地域のフタバガキ混交林調査では立木材積表を作成しているが、その内容は次の通りである。

ヤーン (Dipterocarps Spp.) の Volume table

採取サンプル数：158カ所 (南部 48, 東南部 19, 中央部 91)

材の平均の大きさ：29~212cm, 平均118.5cm。

枝下高：9.90m~31.50m, 平均22.5m

得られた材積式

$$V = 0.00121 \cdot D^{2.0861} \cdot L^{0.7500}$$

ただし、V：立木材積、D：胸高直径、L：枝下高

③ ステレオグラムの作成

航空写真の実体視による林分の ha 当りの平均蓄積推定は、判読技術が優れているならばかなり良い精度で行なうことができる。ステレオグラムを作成する主旨は、写真による蓄積判読の基準を判読者に体得させるのに役立ち、判読者の個人誤差をできるだけ少なくするとともに、第三者に調査の客観性を表示する資料ともなるからである。

① ステレオグラムの作成の概要。標本地の調査の際に写真上で明瞭に判読できる立木をおさえ、その位置を写真上に射針する。それを中心に、約 1 ha の方形の区域内を毎木調査をする。また、疎密度により異なるが 10 ~ 15 点位のポイントサンプリングを行なう。

調査事項は、樹種或は樹群、ha 当りの材積、樹種混交歩合、ha 当りの本数、標高、方位、傾斜、地質、土壌、調査年月日、地上写真、及び判読用航空写真のコース番号、写真番号、撮影年月日、カメラの焦点距離と画枠サイズ等である。

ステレオ写真は、標本地を中心に約 1/5000 の縮尺に引伸した左右一対の写真を焼付け、肉眼で立体視できるように貼布する。この写真間隔は約 5 cm となる。また、立体鏡で判読する場合にその間隔は約 24 cm となる。この写真縮尺は 1 : 5,000 ~ 1 : 10,000 や密着写真で作る場合もあるが、これは判読する林相の写真上における映像の大きさによってきめられる。

このステレオグラムは、樹種別、樹冠直径階別、疎密度別、樹高階別或は齡階別に作られる。

② ステレオグラムの利用法。調査担当者は、林相判読の着手前にてのカードで、その地域の林相の特色を地形的に、また林分構成上から把握する。さらにその材積判読の基準を視覚的に把握してから判読作業に着手する。また、このカードは初心者の基礎的訓練用教本として有効に活用される。

④ 航空写真材積表の作成

航空写真上から直接に材積を推定する方法としてステレオグラムによる比較目測法のはかに樹高、樹冠直径など航空写真上で直接計測できる因子を測定し、これから林分材積を推定するのに使われるのが、航空写真材積表である。

① 写真材積表の作り方。普通この材積表は林分材積表で、単本ではなく、ha 当りに占有される上層林冠群の蓄積を推定する表である。作成方法には次のような 2 つの方式が行なわれる。

A法。(回帰式による法)

○一変数式の場合 $V = a \cdot C_D^b$ ただし、 C_D は樹冠直径

$$\log V = \log a + b \log C_D$$

∴ $\log V = Y, \log a = a', \log C_D = X$ とすると

$Y = a' + bX$ の直線回帰式として計算される。

○二変数式の場合 $V = a \cdot C_D^b \cdot D^c$

ただし、 D は疎密度または立木度もしくは樹高。

$$\therefore \log V = \log a + b \log C_D + c \log D$$

∴ $Y = a + bX_1 + cX_2$ の回帰式として計算される。

すなわち、平均樹高と疎密度、あるいは疎密度と樹冠直径などを林相状況によって組合わせて算定式を作るのであるが、熱帯林の場合、今までの経験からみると人工林(中部ジャワの松林、フィジーのココナツツの森林)では、樹高と本数の二変数あるいは、樹高と樹冠直径の二変数の材積表が作られている。この場合、樹高の測定に比較的手数がかかり、また、測定技術の熟練を要するので余り効率的でない。

作成に当っては、林分材積(Y)と使用する因子(X)の関係が直線か曲線をなすかによってグラフ用紙にプロットして検討して1変数か2変数、あるいは場合によっては3変数にするかを定める。これら変数は、林分材積と相関の高いものを選定することが精度を高くするのに必要である。航空写真材積表による材積推定は経験的に20%前後の推定誤差がみられるが、作業者の研修訓練が必要である。

航空写真材積表の事例(I)

判読樹高 (H)	判読平均樹冠直径(CD) m/ha				
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
6 m	124	147	-	-	-
8	160	183	-	-	-
10	196	219	242	-	-
12	231	254	277	-	-
14	267	290	313	336	-
16	303	326	349	372	-
18	339	362	385	408	431
20	374	397	420	443	466
22	410	433	456	479	502
24	-	469	492	519	538
26	-	505	528	551	574

以上のA法の実例を次に記述する。

1979年JICAの協力によるインドネシア国の南スマトラ、ムシ河上流の森林調査において作成した航空写真材積表は、林相のタイプ区分のうえ、91の標本を抽出し、現地測定の結果から樹冠直径と樹冠疎密度による航空写真材積表である。

材積算定式は次のとおり。

$$V = 0.0002484 \times C_D^{0.5300308} \times R^{2.8775892}$$

例えば、樹冠直径 $C_D = 26$ mで疎密度が $R = 95\%$ のときは、

$$\begin{aligned} V &= 0.0002484 \times 26^{0.5300308} \times 95^{2.8775892} \\ &= 0.0002484 \times 5.6231473 \times 490993.88 \\ &= 685.815238 \\ &= 686 \end{aligned}$$

すなわち、ha当り686 m^3 となる。

%	M	樹 幹 直 径 C_D															
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
樹 幹 疎 密 度	35	23	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38
	40	34	36	38	39	41	43	44	45	47	48	50	51	52	53	55	56
	85	300	316	330	345	359	372	385	397	410	422	433	445	456	467	477	488
	90	354	372	390	406	423	438	451	469	483	497	511	524	537	550	563	575

B法。(多変量解析法による法)

この方法は、多変量解析によって、樹種、樹高、本数、地形、方位、傾斜などのその林分を構成している自然環境条件の相互間の関係进行分析解明して、これ等の因子を独立変数に変え、これ等の因子で構成されている林分材積を従属変数と考えた材積表を作成して利用する方法である。この方法は、JICAの協力によるムシ河上流地域の森林と河川条件の調査に利用されている。

これによる材積表の使用方法は別表のように、独立変数である各要因をあらかじめ定められたカテゴリーのコード番号を判定して、そのコードに相当するカテゴリー値を表から材積スコア値を設定して、各要因ごとの材積スコアを合計することによってその林分の材積が算定できる材積表である。

この材積表は測定要因が多いため比較的手数がかかり特別の場合の他はまだ実用化が遅れている。

An example of photo volume table (B 法)

(Photo forest of Japanese cypress in Inegi district, Japan)

(Unit: m³/ha)

Factor	Category	Volume	Factor	Category	Volume
Tree height	5 - 7 ^m	-20	Altitude	301 - 500 ^m	0
	8 - 10	-8		501 - 700	-1
	11 - 13	42		701 - 900	-7
	14 - 15	97		901 - 1,100	4
Crown density	70 - 80 [%]	0	Direction	E	0
	81 - 90	23		SE	-5
	91 - 100	75		S	30
Crown diameter	0.1 - 1.0 ^m	0	Slopes	W	14
	1.1 - 2.0	45		Gentle	0
	2.1 - 3.0	66		Moderate	17
	3.1 - 4.0	155		Steep	-11
Number of trees	150 - 1,000	0	Topography	Edge	0
	1,001 - 1,250	-14		Mountain side	20
	1,251 - 1,500	6		Valley	-9
	1,501 - 1,750	-35		Accumulation slope (at the foot of a mountain)	-1
Stand age	10 - 25	0			
	26 - 40	16			
	41 - 55	119			
	56 - 70	191			

⑤ その他の調査

① 一般条件調査。事業実行上必要な次の事項を調査する。

- 事業地のベースキャンプ予定地
- 伐採、集運材の方法
- 山元土場、貯木場の選定
- 材積みの遠送、港荷
- 加工施設計画

この調査には建設、開発コストを含む各コスト計算とバランスシートを含む財務関係の調査が含まれる。

② 材質調査。森林資源調査では、普通材質の調査は省略されている。材質調査は、特定の用途の開発計画のための調査には重要である。例えば、製材工場とか、パルプ工場とかを設立する目的で、その資源の量と同時に

質の調査を地域ごとに調査する場合などに行なわれる。今回の調査でも、タイ国の東北地域の紙パルプ資源調査、あるいはサラリク（マレーシア）のフタバガキ混交林の調査にこれが行なわれている。

材質の調査は外観上の欠点から推定するものと伐倒して2 mごとに玉伐りして、その材の内部構造をしらべる方法とがある。

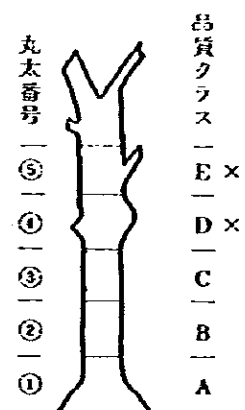
伐倒しての調査では、毎本調査の際に腐れ、割れ、こぶなどがある部分はそこを区分して測定して利用材積を算出する必要がある。特にフタバガキ科の混交林では、ベニヤ用材を主とする調査では、これが重要である。このため、標本地調査の際に、立木材積表の作成と兼ねての形質のための伐倒調査を行なう。

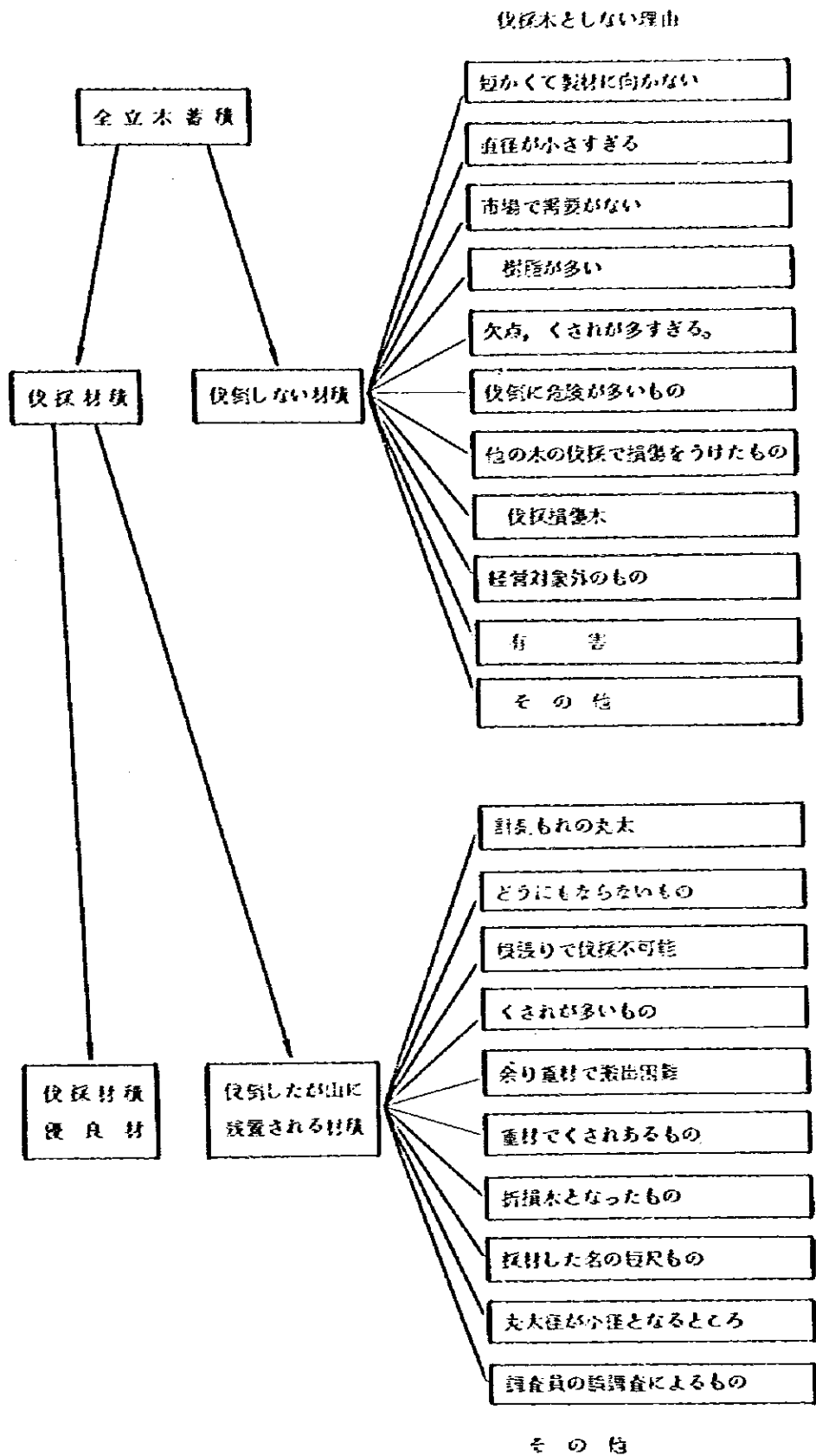
この伐倒調査は標本地内の上層林冠を構成する標準的な立木の2～3本を選定して伐倒し、樹幹解析を行なって必要なデータを把握する。この測定項目には、樹冠直径の測定も追加する。この伐倒調査は航空写真材積表とか立木材積表の作成を兼ねるので、少なくとも50標本地点以上（一標本地で2～3本計150本）の樹幹解析をおこなうことになる。したがって、調査作業の大きな部分を占める。

外観からの調査は、標本プロット調査で樹高を測定するには、普通5 m材が何本とれるかを調査する。

この場合に図のように材質を区分する。すなわち、地表際より、1番玉、2番玉と順次5 m材の採材見込の部分に番号をつけ、その材質を記録する。

図のように例えば5 m材が5本採材できるとしても、市場需要が図に示すDクラス、Eクラスのものがないときは、利用丸太はA、B、Cの3クラスとなり利用材積はこの材積が揚上される。材積調査の結果は、出材対象となる丸太とそれ以外の丸太の仕分けとして、次表のようにとりまとめる。（FAOによる）





⑥ 林相原図の修正

現地調査の結果、林相区画線を修正し、判読資料カード（ステレオグラム）を用いて、各林分ごとに林相を実体視して、樹種または樹群、大径木本数、ha 当りの利用材積、疎密度、林令、等を判読して、その林相界を再修正して確定する。

また、主要事項を記号化して、林相原図上に標示する。この表示記号は、樹種、ha 当り材積、樹種別混交歩合、林令等で判読区分例に従って注記する。これ等の様式は調査対象国の規定に従って行なうこととする。

⑦ 面積・蓄積の確定

面積は林相区画毎に計測し、林班区画毎に確定し、流域毎、市町毎、母集団毎に集計する。蓄積は林相毎の ha 当り判読蓄積にその面積を乗じて、林相の蓄積を算し、林班区毎、流域毎、市町村毎、母集団毎に集計する。また、サンプリング標本値から母集団毎の平均蓄積を算出し、これの面積を乗じて、母集団の総蓄積が推定され、信頼巾がこの平均値±10%で示される。前述の林相毎の蓄積の母集団の集計値がその信頼巾の中にあるときは、その数値が適正であるとして取扱う。若し、信頼巾外にあるときはその原因を調査して、信頼巾内におさまるように補正する。

5-3. 森林施業法の基準

本章の冒頭でも述べたように、熱帯林の施業基準を統一的に定めることは、その自然的、社会経済的条件の多様性から困難であり、また、適切でもない。このことは、森林施業法の基準を考える場合において、とくに云えることである。

すなわち、自然的条件からみても、例えば熱帯降雨林で包括される森林も、東南アジアのフトバガキ科林型と西アフリカの非フトバガキ科林型等があり、これらについて技術的側面からのみの森林施業法の基準であつても、これを画一的には適用し難い。さらに、社会経済的条件は、開発途上国によって、あるいは地域によって著しく差異があるため、森林施業法の基準は技術的側面以上に政策的側面に規制されるのである。

したがって、ここでは既述の熱帯林における森林施業の現状を総覧し、整理分析するとともにその問題点、留意点を述べることとする。

5-3-1. 天然林施業の基準

熱帯の天然林に対する森林施業法の系列は、すでに第4章の現状のところでも述べたように、択伐林型(多層林のPLETER WALD)を目標とする単木択伐方式、一斉林型(FEMEL WALD)を目標とする全伐方式、径級区分による択伐を行なう照査法方式(ブランディス法)、劣方天然下種を期待する母樹保護方式等がある。

これらは、いずれも基本的には次の作業を種々に組立てているものである。

- ①一定径級以上の伐採対象木の主伐
- ②主伐の前または後あるいは両方での林分調査(立木調査、更新状況調査)
- ③主伐の前または後あるいは両方での伐採作業(予備伐、下種伐、後伐等)
- ④主伐の前または後あるいは両方での更新補助作業(除伐、つる切り、刈払い、地掻き、巻枯し、補植、下刈り等)

これらの作業のうち、②以下は施業の集約度により、それぞれを行なう方式あるいは行なわない方式とに分れているのである。

以上の観点から、世界の熱帯林の施業の系譜を一覧表にすると表5-3-1となる。

ところで、現実の熱帯天然林とくにその資源の大半を占める降雨林における前述の各施業法の成果をみると、必ずしも満足のいく実績を示していない。その問題点の幾つかを挙げると次のとおりである。

表5-3-1 天然林施業法の系譜

名	称	施業法の分類	実施地域	固帯年	輪伐期	更新補助
Selection System		単木択伐	インド、ブッサム、ナ-ガランド	10~30年	100~150年	播種、下刈り、
向上の修正法 Selection-cum Improvement Felling		*	ブッサム	30年以上	180年	補植、除伐
Canopy Lifting Shelterwood System		級伐	ブンダマン高原			播種、除伐
Seeding Felling		*	スリランカ、熱帯降間林地域			除伐
Costion Selective (APN)		単木択伐	ガ-ナ *	15年		* (主伐前の作業なし)
Tree Selection System (TSS)		級伐	ナイジェリア、ガ-ナ、トリニダッド *			下刈り、除伐(主伐の前・後)
Uniformation por le hout		*	コンゴ *			
Improvement Felling System		単木択伐	マレーシア、サウジアラビア、クワン			目的樹種(カボ-ル)の保育
向上の修正法 Regeneration Improvement Felling System (RIF)		間伐(樹群単位)	マレーシア、マラッカ			下種伐(主伐前)
Malayan Uniform System		級伐	マレーシア、低地ブナ、パルヤナ林地域	70年		補植、除伐
Selective Management System		*	マレーシア、山地 *	25~40年		補植
Selective Logging System		*	フィリピン、熱帯降間林地域	30~45年		補植
向上の修正法 Indonesian Selective Cutting System (TPI)		*	インドネシア *	35年		地盤さき、補植
Modified Brandin Method		単木択伐(低産樹種による級伐法)	タイ、ビルマ、サ-ク族、フタバガヤ林	30~40年		なし
Floating Periodic Block System		改良期施業	パングラガイシム、チッタゴン	改良期20年		改良期を設け、択伐天然更新→人工造林へ
Modified Coppice with Standard System		中林施業	タイ、落葉ブナ、パガヤ林、林地域			なし
Seed tree System		母樹保樹施業	ホンジュラス、マツタケ、フィリピン、マツタケ、マングローブ林		マツ 50年 マングローブ 30年	なし
Clear Felling in Alternate Strips		交互帯状母樹保樹施業	タイ、マングローブ林		30年	補植

○伐採後の天然更新の不良（前生稚樹の生育，主伐後の下種更新の両方において。）

○集中伐採（良木のみを抜き伐り，搬出のための伐開等による広い皆伐面を生ずる，一方，不良木，未利用樹種あるいは搬出条件の不良等に起因する過熟林分の設置）

○伐採後の後継樹の生育不良（つる類，不要残存木による被圧，気象害，不法占有者による伐倒，焼払い等の被害）

○人工補植の困難性（経費的にも，事業的にも）

○次期伐採時の森林の量的，質的低下（1回帰年後における肥大成長の不足，形質の低下，有用樹種割合の減少等）

以上の問題点に対する技術的提言として，とくに強調したいのは，次のことである。

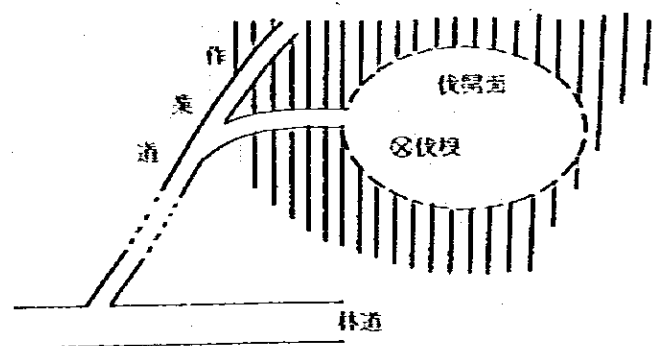
○天然更新の成績を高めるために有効な手段として，主伐された跡地に生ずる伐根周辺の数十平方mの伐開面について，稚樹の刈出し，不要小径木の除伐，下刈り，或は天然下種のための地掻き等を重点的に行なうことである。一般にこれらの作業を択伐跡地全面に行なうことは，労多くして功少いうらみがある。一方，主伐木の伐根周辺の伐開面は，図5-3-1のように伐出路との連絡もよく，近年の機械化伐採では伐採終了後もかなりの年数に渉り搬出

出路を造林作業に活用しうることに注目すべきである。

○集中伐採を改める方策としては，まず，技術的な方策よりも，

制度的な検討改善が必要である。利用径級以上の収穫対象木であっても，形質不良のため，または未利用樹種のために伐採されないことが況みられるが，これの解決策として，これら不採算木のロイヤリティー，輸出税その他公課の減免，あるいは伐採枠，輸出枠からの除外等を行なって，不良木の除去と利用ためのインセンティブを図ることが望まれる。なお，山土場，集材線等が生じた皆伐面は，その面積が相当量の場合にのみ早成樹種の人工造林を行なうこととし路網の伐開面は，むしろ今後の養育や管理のために道

図5-3-1



路しての利用が図られるべきである。

○伐採後の後継樹の生育を確保する方策のうち、熱帯降雨林でとくに重要かつ不可欠な作業は、主伐後のつる切り作業である。熱帯降雨林の択採跡地の多くの場所で、残存後継木が熱帯特有のつる類に完全に掩われて枯死していくのを見る。つる切りを励行することだけで択伐跡の後継樹の確保が図られ、ひいては、択採作業の持続が図られると云って過言ではない。この点は、温暖帯、亜寒帯の天然林廃棄と著しく異なる点である。また、不法占有者による森林の破壊に対しては、森林管理の面での技術的、制度的対策が採られるべきであろう。

○人工補植の困難性への対策としては、上記の天然更新促進作業と同様、伐採木周辺の伐開面を重点に植え込みを行なうことが効率的である。熱帯林以外でも天然林への人工補植は、その後植栽地が不明確になったり、植栽後の保育手入れが不十分になることが懸念であることから、歩道、作業道の整備に努め、下刈り、つる切、除伐等を数年間は必ず実行すべきである。

○次期伐採時の森林の劣化への対策としては、次期伐採対象木の肥大成長を促進させるための周辺木の除・間伐を継続的に励行することである。また、形質不良木、低価値の樹種の伐採促進のために上記不採算木の伐採利用のインセンティブの政策が必要である。

以上の技術的留意点のほか、林分の立地、構成、機能等による天然林廃棄の基準の例を表5-3-3及び表5-3-4に掲げる。

5-3-2 人工林廃棄の基準

熱帯林地域における皆伐人工造林の方式は、前述第3章の廃棄法の現状で述べたように、厳密な意味での皆伐人工造林廃棄と、最終的に皆伐人工林となる帯状植栽廃棄 (Line Planting System) とがある。前者は、無立木地造林あるいは小径木までパルプ用材等として皆伐した跡地造林で行なわれるもので、後者は、見逃のように不要残存木の列間に植栽し、その後に残存木を巻枯し等で除去していくものである。なお、林分改良廃棄として天然林内に植栽していく場合、やゝもすれば、上記の帯状植栽廃棄である場合と天然林人工補植廃棄である場合とが混同され易いが、本報告書では、前述第3章にも訪したように林分改良廃棄は、天然林廃棄に含まれた。

皆伐人工造林廃棄は、上述のような分類のほか、造林目的による分類、植栽地域の気候(降雨、標高)による分類があり、これらによって樹種、

伐期等の施業法は異ってくる。

造林目的による分類としては、早成樹造林施業と非早成樹造林施業、用材林施業と薪炭林施業、産業林造成施業と保安林造成施業等いろいろな見方からの区分ができよう。早成樹造林施業は主としてパルプ用材あるいは薪炭材生産を目的とするユーカリ類、アカシア類、マツ類による短伐期施業である。これらは陽樹であるので、Clear cuttingが始んどで、これが極めて困難、非効率の場合以外は、line plantingは少ない。これに対し非早成樹造林施業は、チーク、マホガニー、コルディア・*Cordia alliodora*、ピローラ・*Virola* spp、オクノ・*Aucoumea klaineana* 等で代表されるような高級材樹種による高伐期施業である。これらの中には、多少とも被陰に耐えるもの、幼時成長の遅いものがあるため、line plantingの方法で、強い日照を避けたり、下層植生の繁茂を抑えることが多い。また、痛悪化した裸地、草地等のCritical landに対する速やかな緑化のために、保安林(治山・治水)造林を行なう場合には、肥料木の混植を行なうことが多い。

一方、植栽地の気候条件による分類としては、大きく分けて熱帯降雨林地帯(明瞭な乾期なし)、モンスーン林地帯(明瞭な乾期あり)、サバンナ地帯(乾燥熱帯)及びこれを低地と高地に分けることが普通である。例えば、パプア・ニューギニアでは、人工造林施業の体系として、①低地熱帯降雨林地帯でのカメレン *Eucalyptus deglupta*、ターミナリア類・*Terminalia* spp.、アンソセファルス類・*Anthocephalus* spp.、モルツカ・ネム・*Albizia falcata* を主要植栽樹種とする皆伐人工造林施業、②高地熱帯林地帯でのアロウカリア・*Araucaria Cunninghamii*、クリンキー・パイン・*Araucaria hunsteinii*、パチュラマツ・*Pinus patura*、クシアマツ・*Pinus kesiya*、メルクシマツ・*Pinus merkusii*、ユーカリ類(*E. grandis*, *E. robusta*)を主要樹種とする皆伐人工造林施業、③モンスーン地帯(アジア・モンスーンではなく貿易風による乾期・雨期の二期型気候である)でのチークによる皆伐人工造林施業である。また、サバンナ地帯での人工林施業体系にはアフリカのナイジェリア、スーダン、東アフリカ、インド西部、ビルマ中央部、等でアカシア類(*A. albida*, *A. arabica*, 等)、ユーカリ類(*E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. citriodora* 等)、カシュー・*Anacardium occidentale*、ダルベルギヤ・*Dalbergia sisso*等を主要樹種とする人工造林施業がある。

以上述べた各種の人工造林施業の系譜を一覧表にしたものが表5-3-

表5-3-2 人工林施業法の系譜

名	称	分	知	実	施	地	域	内	容
タウナヤ法		農林複合造林		ビルマ, タイ, ナイジェリア, インドネシア(トウバンパンサリ法)				主としてターク, マンダ, ユーカリ類, アカシア類等の植栽と列間に農作物を栽培, マメ科の肥料木を入れる場合あり, インドネシアでは集約トウバンパンサリと称する施肥を行なう場合あり,	
Forest Village System		•		タイ				林地に地域住民を入植させ, 公共施設を整備し, 農作業と林業(造林)労働に従事させる。木材公社(FIO)方式: 混植と輪林局(BFD)方式: 混植と林地は別区画, あり。	
Tree Farm System		•		フィリピン				地域農家が, パルプ等木材企業と, アルビジヤ, ユーカリ類等の早成樹種による契約造林を行なう。混雑林の一形態である。	
リンパ法, オクメ法		皆伐造林		西アフリカ(コンゴ, ガボン等)				天然林伐跡地に残存木を全面除去(巻枯し, 葉殺, 伐倒)し, ターミナリア, オクメ(Aucoumea kaniensis)等の闊葉樹の植栽又は混植。	
マルサノ-法		樹下植栽		西アフリカ				天然林伐跡地に, 初期のニアンゴン(Tarrietia sp.)を植栽(2500本/ha)5年ごとに上層木を疎伐。	
上記の改良法 レイオン法		列状植栽		西アフリカ(アイボリーコースト)				天然林伐跡地に20~25m間隔の列状伐開面を設け, ニアンゴン, アフリカン・マホガニ(Khaya spp.), アフリカン・ワオルナツツ(Lourea sp.)を植栽。	
上記の一般法 クインブランサンダ法		•		ソマリア, フィジー, インド, スリランカ, アマゾン, その他				天然林伐跡地に, 列状の伐開面を設け, 植栽し, 列間の不要木を巻枯し, 葉殺, 除去	
ブロン-法		挿木植栽		西アフリカ				天然林伐跡地に, 相互に10m程度離れた4m×4mの伐開面を設け, 陰樹を栽培する。	
ルクリム-法		上層疎伐, 側方疎伐		西アフリカ(ガボン)				天然林伐跡地の上層木はすべて葉殺, 小中層木は40~50cmの高さに環切りして, ニアンゴン, アフリカン・マホガニ, シボ(Entandrophragma sp.)イエローウッド(Nucleia sp.)を植栽。	
コリドール法		防火帯造成		インドネシア(FAO標準)				混雑林の防火を目的として, 予め, 樹廊状に防火帯を造成(ブルドゥーザ-にこそ)植栽地帯とし, ユーカリ類, アカシア類を植栽, 成林後に区画内に目的樹種を植栽する。	
一般造林		皆伐造林		各地				天然林伐跡地のサルベージ, ロッキング等に於ける皆伐跡地あるいは荒原への一般造林。	

2である。

これら人工造林施業法における問題点と施業法の適用に当たっての留意事項を次に述べる。

○草原造林における火災被害とその対策。

開発途上国の造林地の最大の被害は火災である。この火災には、先進国型の人林者の失火によるものと、焼畑耕作者による点火あるいは延焼によるものがある。前者はマレーシア、フィジー等の中進国に近い国であって、明瞭な乾期のある地域に発生するもので、対策としては、防火のための伐材、警防組織等の整備が決定的に効果がある。一方、後者は、より後進的な国に普遍的に発生している。これへの対策は、伐材、組織の整備は勿論望ましいことではあるが、最も決定的な解決は焼畑移動耕作の解消であり、そのための手法として、既述のアグロ・フォレストリー方式による住民参加の人工林造成が必要である。この場合留意すべきことは、地域の人口密度、開発進度、自然条件等によって適合するアグロ・フォレストリーの方式が異なるので、十分な調査と検討が必要である。

○人工造林における樹種・伐期令の検討。

途上国における現行の人工造林は、ジャワその他の歴史の古い若干の地域を除いて、多くの地域が試験的造林の域を出ない。これらの試験的造林は、通常、数多くの樹種の試験植栽（エリミネーション・テスト）から始まって、次に、選ばれた樹種の事業化試験（スベイズ・トライアル）が行なわれている。これらの段階では、やゝもすれば育苗の容易なこと、幼時の成長の早いこと等に重点が置かれ、成林した人工林の施業方法、あるいは多面的な森林機能、または造成された資源の利用（マーケティング）等の検討が不十分なケースが多い。現在、汎く行なわれている早成樹種とくにパルプ用広葉樹の人工造林は、上記の検討が十分なされているとは言い難い。これに反して、高乃至中伐期の高品質樹種の人工造林は、チーク、マホガニー、アガチス等によって特定地域で行なわれているが、今後は、これら優良樹種の人工林施業を拡大するとともに、それぞれの施業方法を確立していく必要がある。

○皆伐人工造林における残存未利用樹対策。

熱帯降雨林の天然林を皆伐し、人工造林を行なう場合の最大の問題点の一つは、採算にのる伐採木が少く、伐採跡にほう大な未利用樹が残存することである。このため、既述のようなライン・プランティングの施業法が行なわれている。この場合、効率的な残存木の除去、植栽木との枝陰関係、

伐倒木による虫害等の問題に留意しなければならない。近年は、植栽帯の間にある生立木を除去せず、植栽木と混生させていく施業法も検討されており、一方、皆伐のために、サルベージ・ロギングとパルプ材利用の組合せ施業も一部で行なわれ始めている。熱帯降雨林の天然林施業が更新不良、保続困難等のために実行し難い場合には、必然的にこの皆伐人工造林の施業法を採ることになるので、残存木対策を含めたライン・プランティグの施業を重視すべきである。

最後に、天然林施業におけると同様、立地、林分構成、機能等による人工林施業の基準の例を表5-3-3及び表5-3-4に掲げる。

参考文献

2-3の森林施業法の項と同じ。

表5-3-3 森林の機能及び立地による産業指針（マレーシアの例）

森林の 公益性 の高低	地 土 生 産 力 の 高 低	更新方式	森林の取扱い (集約度)	熱帯降雨林における適用例	熱帯降雨林以外における例
高	高	天然更新	大伐施業—PLENTER WALD (集約)	山腹の択伐広葉樹林及び特殊 目的の樹木の森林	山腹の高地針広混交林
		人工造林	補 綴 Accessory Planting (集約)	山腹の低質二次林へのライン プランティング	山地遊路地帯の広大な草原
低	低	天然更新	弱度の伐採による更新 萌芽又は突生 (粗放)	山地の乾燥土壌又は山腹の伐 採跡の劣化した土壌の地帯	広葉樹林の生育する乾燥地中海型気候の山 腹
		人工造林	母樹を作るための誘導造林 (粗放)	劣化した土壌と伐採により自 然再生遅延が阻止された流域	熱帯以外での伐採跡の急傾斜山腹の草原、 又は亜熱帯の劣化したmaecchia
低	高	天然更新	マレー切符方式及びこれに 類似の施業—FEMEL WALD (集約)	道帯の低地熱帯降雨林、多く は人口の稀薄な地域	暖帯の肥沃な褐色森林土の広葉樹混交林、 又は熱帯以外のチーク又はサルの密葉混交 林
		人工造林	早成樹種の植栽 (集約)	木材の消費・加工・輸出地に 近い低地熱帯降雨林の転換又 は二次林の改良	熱帯以外の湿潤な表土の深い沖積土地帯 (地中海型気候及び亜熱帯気候) チーク、ユーカーリ類、ママン等
低	低	天然更新	強度の伐採による更新 人工補整は無又は僅か (粗放)	砂土の台地及び低地の湿原、 泥炭林(例えばボルネオ島の 湿原林)	道帯の立地での北方の針葉樹林、又は熱帯 以外の劣化した石灰岩植生地(タイ)
		人工造林	現生林木の伐採と土壌改良後の 植栽 (集約)	アガチス林を伴う砂土の台地 及び木質消費地に近い低地の砂 質、赤黄色ポドソル土壌地帯	熱帯、亜熱帯以外の半乾燥地で、流水可能 な場合、又はヒース及び泥炭地の北方針葉 樹林

5-4 森林計画の基準

森林計画の概念は、既述のように行政計画的 (Administrative) な森林計画あるいは森林開発計画と経営計画的な森林施業計画に分類される。

前者の行政計画的な森林計画は、これも既述のとおり、その国の林業政策に深く関わるものであるため、本項でその統一的基準を定めることは困難であり、また適当でもない。

したがって、ここでは主として森林施業計画の基準について述べることにする。

なお、以下述べる森林施業計画の基準は、これの作成の技術的基準のうち、とくに重要と思われる「調査項目とその内容」、「計画項目とその内容」、「地利判定」について記述する。

5-4-1 調査項目とその内容の基準

① 計画作成の目的として、まず対象森林の社会的、経済的な存在及び施業の意義を考察し、どのような原則 (例えば保続原則、経済性原則、公益的な原則など) に基づいて経営すべきかを検討し、経営の目的を確定して、施業計画の作成の要を検討する。

② 計画の実施期間はその森林のおかれた社会、経済などの与件に支配され、以前は20年もあったが、最近では10年、5年と短くなってきている。森林をとりまく環境の変化がはやい場合は5年が妥当だろう。

③ 境界の確定は最も重要なもので、これなくしては施業計画の樹立も事業の実行も困難である。とくに隣接地が所有者が異なる場合は事業実行に支障を来たす紛争の起る可能性もある。コンセッションの場合は官吏立ち会いの下に正確に確定し、できれば境界標を入れ、境界番号を書き、トランシット測量を行い、地図上に界標の位置を記入しておき、境界査定簿と測量簿を作成しておくことよい。

④ 土地利用区分はよく林種区分とともに行なっている場合 (フィリッピン、ホンジュラスなど) があるが、森林内に農地や個人の宅地、サナトリウムなどがあるときは林業外地としてわけておいた方がよい。例えば、次のような区分が考えられよう。

林 地

普通林地

制限林地 (法令や地元民のために施業に制約がある場合)。

林業付帯地 畑，防火線敷，林道敷，林業用建物など。

林業外地 林業以外のための貸地，不毛地，沼沢地など。

(除地)

⑤ 森林(事業区)の面積が広大なときは分区を設けて，分区内での連年作業を考える必要がある。コンセッションの場合はその対象地をブロックとし林小班区画を行なう。小班は面積の下限を1haとし，人工林などで樹種，林齢，手入れが異なる場合のみ設け，高年齢で樹種が同じ2小班で林相が類似して取扱いに差を生じなくなれば，合併して1小班とする。林班は記述のように永久的なものであるから，その区画線には不動な固定的なものを利用すること。(3-4を参照のこと)

⑥ 社会，経済に関する調査は尙外で作業計画を作る場合はその背景としてとくに重要であるから，詳しく調査する必要がある。

⑦ 最近は各国とも経済については国家計画を有し，その下で林業行政が進められているので，それに矛盾した計画であってはならない。

とくに，コンセッションの場合はその国の林政のあり方，方針を十分に理解した上で計画の作成を行なわねばならない。

⑧ 森林の管理，経営の歴史や作業計画の内容や実行の変遷を明らかにしておくことは今後の作業方針決定に大いに資することがあろう。できるだけ詳しく調べておくことが望ましい。

⑨ 法令等による作業制限事項も作業方針を樹立する際に必要である。また森林に対する権利関係(例えば地元民の放牧や入会権など)や移動耕作などの黙認的な行為の有無なども調べておく必要がある。

⑩ 途上国では森林に対する各種の危害が存する。中でも最も大きいのは森林火災である。その原因は移動耕作によるものが大部分であるが，その実態をできれば過去から現在にわたって調査する。この外に放牧その他による動物の害，寄生植物(腐朽菌など)の害，気象害とくに侵食などについての実態を時系列的に調査する。以上の諸危害に対していかなる対策をとったか，またその効果はどうであったかなども調べておくことよい。

⑪ 当該森林からの林産物の過去，現在の利用の実態(伐採木の樹種，直径，伐採方法，集材法，伐採面積)，価格の変遷，需要の変化を明らかにし，供給市場が地元か，国内か，海外かにわけてそのシェアの変化，今後の動向を予想しておく必要がある。

⑫ 林業関連産業としては製材業，合板工場，パルプ紙工場，製炭業などがあるが，地元あるいはこの森林に依存するこれら産業の規模，労働者数，

機械施設、動力その他生産量、生産額などを調べる。また、伐出する場合、木材業者が工場間に介在する場合と工場が直接行なり場合もあるのでその間の実情を明らかにしておく。

㉞ 交通、輸送関係の調査は開発途上国ではとくに重点的に行なり必要がある。伐出木は通常林道まで集材され、トラック輸送で林道、公道を通り、時には水運により工場に搬入される。木材の価格のかなりの部分はこの輸送費でしめられるので、どのような輸送法を採用かは製品のコストに大きな影響を及ぼす。したがって、輸送条件の調査は細かく行なり必要がある。林道、公道の距離、雨天輸送の可能性、道路の巾員、舗装、整備状態、交通量なども調査しておく。水運を利用する場合は月別降水量や河川の水量の増減状態、水運可能季節、筏流、浮流、船による輸送状況を調べる。また交通網の整備状況は森林の保護、管理上調べておく必要がある。

㉟ 住民の言語、人情、風俗、慣習、宗教は森林を経営して行く上に是非とも知っておかないと、思いがけない摩擦を生ずることがある。とくに海外では宗教については詳しく調べる必要があり、ときには彼らのために教会堂を設置してやる必要も生じよう。彼らの生業についても調査し、林業労務にどれだけ雇用可能か、林業上の技能の程度も調査しておかなければならない。もし、労務者が不足なら他から連れてこなければならぬだろう。他から連れて来た場合には、子弟の教育施設があるかどうか問題になる。インドネシアなどでは、必要な場合は企業が教育施設を設けるよう義務づけている場合もある。一方労務者の教育水準を調べておくと、彼らを訓練する場合に好都合である。

㊱ 途上国には、マラリア、コレラ、赤痢、チフスなどの伝染病や皮膚病、特有の風土病があるので、現地民のその実態を調べ、必要な場合は簡易な診療所の設置の計画もしなければならぬ。

㊲ その他、生活に必要な水の供給を確保するための水源、水量、水質の調査も必要である。

㊳ 対象森林の自然条件に関する調査の項目と内容の基準は次のとおりである。

① 位置、(標高範囲、経緯度)と面積

② 地勢、一般的地形の状況、山系、水系について調べるが、木材輸送を水運に頼る地方では河川については詳しく調べておくがよい。

③ 気候においては林業の作業はとくに降水に左右されるので特に詳細にしらべる(月別の降水量、降水日数など)。

④ 植生、地床植生の分布を調べ、できれば植生分布図を作成する。森林に

ついても同様森林図を作成するとよい。森林の区分は植物学的でなく、林業の立場から区分するが、できれば少くとも一國での区分は全国内各地方に共通するものが望ましい。そのためには大区分を用い、その区分の下に各地方で出現する特有の森林の細区分を行なうことが、統計的にまとめ、比較したり、林業的に利用したりする立場から望ましい。(第3章の森林調査、森林経理の各國の森林区分を参照のこと。)

⑧ 個々の林班、小班の調査項目は次のようである。

① 位置は尾根に近い、山腹上部、中部、下部、沢沿い、高原上とか、その林小班の位置を述べる。

② 傾斜は、フィリピンのように多で階級区分しているのもよい(3-3-5参照)。東ドイツや西ドイツ(州により多で示すものもある)の分類の例と日本の例を示す。

東、西ドイツの例	日本の例
0°~2° 平坦	
2°~5° 緩斜	0°~5° 平坦
6°~10° 中斜	5°~15° 緩斜
11°~20° 急斜	15°~30° 中斜
21°~30° 甚急	30°以上 急斜
31°~45° 峻阻	
45°以上 甚峻	

ドイツと日本の中間の5~6区分が適當であろう。この区分は國の土地利用政策とも關係するので、それとの関連の上で決定するのが望ましい。

⑨ 土壤型は、日本の土壤型分類は國際的に適用しない。U.S.A.の方式が一般的であるので、それによるのが良からう。

⑩ 土壤の深度は、日本では浅(30cm未満)、中(30~60cm)、深(60cm以上)にわけているが、熱帯國では表土がかなり薄い場合も見られるので、ドイツのようにより細かく、次のように分けるのがよからう。

甚浅	15cm以下
浅	16~30cm
中	31~60cm
深	61~120cm
甚深	120cm以上

⑪ 土壤の透水性は、林業上も植物の生育上も重要である。区分は次のとおり。

透水性	甚良
"	良
"	不良
透 水	不能

⑭ 土柱は、土壤の粒径区分であり、国際土壤学会法（Atterberg法）によって次のように粒径区分を行なう。

石礫	粒径	20mm以下
砂礫		20～2mm
砂		2～0.2mm
細砂		0.2～0.02mm
微砂		0.02～0.002mm
粘土		0.002mm以下

これを基準にし、それと粘土の含有状態により、石礫土、砂土、砂壤土、壤土、埴壤土、埴土（日本農学会のわけ方）のように区分する。

⑮ 地表面の状態は、とくに侵食のある場合、その状態を調べる。（3-3-5参照）なお、地表面に腐植が見られれば、その混入量により次のように分ける。

フムスやや含有	2%
含有	2～5%
フムスやや多し	5～10%
フムス多し	10～15%
腐植土	15%以上

⑯ 地位は、収獲表があるときは、収獲表によるのが最も良い。その場合は用いた収獲表を必ず記載しておく必要がある。収獲表のないときは、造林況要素を総合勘案して大まかに上、中、下程度にわけしておく。

⑰ 地利は、市場までの輸送費を出発を基準とすること。将来林道、公道の新設される見込があれば、将来の見込地利も併記すること。地利については項を新らたにして説明する。

⑱ 混交様式は、単木混交のほか面積的に混交している場合は次のようにわけらる。混交樹種群の占領面積の直径をD、林分高をhとする。

混交様式	絶対的混交	相対的混交
小群状	$D \leq 15 \text{ m}$	$D \leq 0.5 \text{ h}$
群 状	$15 \text{ m} < D \leq 30 \text{ m}$	$0.5 \text{ h} < D \leq \text{h}$
閉 状	$30 \text{ m} < D \leq 60 \text{ m}$	$\text{h} < D \leq 2 \text{ h}$
小面積	$D > 60 \text{ m}$	$D > 2 \text{ h}$

立体的に混交している場合とか単一樹種で層をなしているときは複層林、多層林、連続層林、段をなしているときは二段林、三段林というよう記載しておくこと。

林分級は、単語の Seedling (稚樹), Sapling (幼樹), Poletimber (小丸太林), Sawtimber (製材向林)にあたる分類でその区分の方法は正確に数値的に定められたものはない。(3-3-5及び森林調査の項参照)。各国で任意に定めているが、邦訳よりうけとる意味よりは多小樹高直径が大きい。例えば Sawtimber というと少なくとも直径 30cm 以上で Poletimber というと、30cm 以下で利用可能な用材林をいうようである。林分級の区分は胸高直径などで判明するから、しいて記載しなくともよい。

㊸ 地床積生と有用樹種の更新状況は、優占度、数度、被度、出現度などを調べる。熱帯の天然林では、更新調査は重要視され、非皆伐作業では別途主伐前1回、主伐直後1回、3～5年後1回は少なくとも行なわれるのが普通のようなので、この結果を利用してもよい。

㊹ 立木度は林が閉鎖する前は ha あたり成立本数で代用するが、普通は収穫表の ha あたり林分胸高断面積に対する現実林のその比を指す。材積で代用する場合もあるが材積は地位の影響をうけるので、密度のみの効果を示す立木度には材積を用いない方がよい。

㊺ 森林の機能についてはその林分の果すべき機能について調査する。森林の機能は大別して、生産、保全、保健休養になるが、保全機能はさらに、水源かん養とか、山地災害防止(侵食防止、なだれ防止)、騒音防止、汚染防止、気候緩和などにわけられる。この機能のほかに学術的に貴重か否かも調査しておく。

XV 営業見込の調査

各林小班において、この調査期間内に計画すべきすべての営業(伐採、更新、保育、改良、保護、保全)および管理などについて調査しておく。保護、管理や苗畑、土場、林道、建物などの事業に必要な施設について、その現況を調べ、今後の必要な措置を検討しておく。

5-4-2 調査項目とその内容の基準

① 営業仕組

営業仕組の内容は、樹種、作業種、伐期始などの決定、作業級の構成、輪伐期、更新期間、回帰年、改良期の決定などからなる。

② 作業種

作業種は日本では次のように分けられている。

用材林作業 { 択伐作業
漸伐作業
皆伐作業

薪炭林作業 { 択伐作業
皆伐作業

中林作業

竹林作業

これに対し、ドイツでは

低林作業

中林作業

高林作業 { 伐区式作業 { 皆伐作業
傘伐作業
窓伐作業
林縁作業
択伐作業

とわけられているが、傘伐、窓伐、林縁作業は日本の漸伐作業を細分したものに当たる。

英国では、

高林作業 (Highforest System)

皆伐作業 (Clear-Felling System)

傘伐作業 (Shelterwood System)

一様作業 (Uniform System)

群状作業 (Group System)

不規則傘伐作業 (Irregular Shelterwood System)

帯状作業 (Strip System)

くさび状作業 (Wedge System)

択伐作業 (Selection System)

群状択伐作業 (Group Selection System)

二段林作業 (Two-Storeyed High Forest)

保残木作業 (Highforest with Reserves/Standards)

低林作業 (Coppice System)

単純低林作業 (Simple Coppice System)

皆伐低林作業 (Coppice System)

択伐低林作業 (Coppice Selection)

傘伐低林作業 (Shelterwood Coppice)

二輪伐期型低林 (Coppice of Two Rotations)

中林作業 (Coppice with Standards)

頭木林作業 (Pollard System)

傘伐作業と低林作業が細かく分けられているのが特徴である。

一様、群状、不規則傘伐は更新面全面に対して更新伐を施行するもので、帯状、くさび状傘伐は更新面全体でなく、その一部から順次更新伐を行なうもので、ドイツの林業作業はこれに属する。

一様傘伐は林冠の解放は全更新面にかなり均一となるようにする。更新は天然更新で、人工補植も行なう。更新年数はかなり短いので、更新樹はほぼ同齡で一様なものになる。基帯林では主伐木の伐採とともにつるなどを伐採し、中層木を間伐や巻き枯しや薬殺したりして除去する。

群状傘伐はかなり規則的に林冠を孔をあけて、その孔を順次拡大して行く方法である。更新木はほぼ同齡となる。

不規則傘伐も群状傘伐と同じように孔を拡大して行くが、孔の配置は不規則で最終伐は往々にして帯状になる。前二者に比べ、更新年数を長く必要とし、更新後の状態は択伐林に近い。前二者と択伐林の中間的なもの。

傘伐低林は、保護のため短期間木の一部を伐採せず保残する方法である。

二輪伐期屋低林作業は、皆伐低林で一部を残し、次の輪伐期に伐採し、より大径木を得ようとするものである。

英国の分類では中林作業を独立させず、低林作業の一種とみなしている。

いかなる作業法が途上国で採用するかは樹種の性質をはじめ気候、地況、林況、経済、労務などの諸条件が関与するが、開発途上国で予想される作業法としては、

高林作業

皆伐作業

傘伐作業 (一様、群状、不規則)

択伐作業

低林作業

皆伐作業

択伐作業

中林作業

竹林作業

となろう。作業種の詳細については後述の節を参照されたい。

⑩ 作業数は普通、樹種、作業法、伐期齡の同一ないし類似するものをもって構成するとされているが、択伐林では伐期齡は考える必要なく、天然林

では樹種構成が区々であるので、樹種も余り考慮しなくともよい。同一作業法を取る林分を集めて作業級を構成する。ただし人工林の多い森林では上の3者は考慮しなければならない。

㊦ 傘伐作業における更新期間(Regeneration Period)は教科書では一林分が更新に着手して終伐を行ない、更新完了するまでの期間である、と述べているが、東南アジアでは一般にPeriodic Block (P.B)の全林班が更新を完了するに要する期間を指しているので注意を要する。いわゆる更新期間に相当するものは英語ではRegeneration Intervalという。

㊧ 改良期は東南アジアではConversion Periodといわれ、一応のめどとして輪伐期の半がよく用いられる。ただし、Brasnettの方法から、改良期を導く方法も考えられよう。

② 収穫予定

皆伐作業級では面積を主とし、材積を従として伐採許容量を算出するのがよからう。輪伐期 U 、面積 F 、蓄積 V 、年成長量 Z とすると、年伐面積は $\frac{F}{U}$ ha 年伐許容量は $\frac{V}{U} + \frac{Z}{2}$ となる。この場合の Z は総平均成長量を用いるか、連年成長量を用いるかが問題であるが、連年成長量は平均成長量に比べ、変動が大きく不安定なこと、査定困難なことなどにより、平均成長量を用いる方が安全であるとされている。

しかし、一般にはカノラルタキセ法やゲールハルト(Gehrhardt)法が先進国ではよく用いられている。その公式は

カノラルタキセ法

$$B = Z + \frac{V - V_n}{a}$$

ゲールハルト式

$$B = \frac{Z_l + Z_d}{2} + \frac{V - V_n}{a}$$

a ; 輪伐期または更正期 Z は伐期平均成長量または連年成長量

V ; 現実蓄積 V_n ; 法正蓄積

Z_l ; 連年成長量 Z_d ; 伐期平均成長量

傘伐作業級、択伐作業級においても上記の公式が、利用できるが、これらの作業級では3-3-7で述べた、種々の更新期間または回帰年と種々の伐採様式を組合せ、電子計算機により保続収穫に最も早く達する年数、最大の収穫量の検討をシミュレーションによって行なうのもよいと思われる。

なお、現在のBrasnettの方法やReyesの方法もよいが、Reyes法は第

2改良期における収獲に不安があり、その点 Brasnett 法はよいが、第1第2改良期の年数の合計が輪伐期に等しくする。普通第1改良期がより長くなり、そのため第2改良期は輪伐期の半よりも短かく、その後の収獲がどうなるかが問題である。そういう点から見て、種々の公式による比較計算を行なって決定するのが望ましい。またシミュレーションによる計算も有効であり、この方法は日本の保続表による収獲規制法と類似している。しかし、いずれの方法でも基礎資料とくに成長予測表、収獲表が正確でない、誤った結果を生むおそれがある。

③ 施業方針

伐出については、伐採個所選定における基本方針を定め、伐採木選定（択伐、采伐の場合）の方針を検討し、指示しなければならない。さらに伐採、集材搬出、輸送、土場などについて検討する。もし製材工場等も作る予定なら、その計画検討も必要である。造林に關しては、苗畑、新植、または補植、手入れなどの方針の検討のほか天然更新の更新調査の方法、指示も必要となろう。保護においては各種被害のうちとくに森林火災予防消防、移動耕作、盗伐等の対策を構する要があろう。その外、保全、特殊林分（保安林や休養林など）の施業方針を立てる。

④ 各種計画の作成

伐採、造林の各種事業を具体的に各林小班に指定した上で、主間伐量、造林量をまとめる。以下苗畑、治山、林道、施設、設備、營繕、労務者の雇用計画を作成する。

このあと、⑤管理、⑥収支予想を行ない、⑦実行照査についても、既往の実行照査から気がついた点、検討すべき点などを記録しておく必要があろう。さらに⑧検討に対する意見、⑨計画作成に要した人員、日数、諸経費を調べておく。

付属簿冊としては森林区画別面積簿、森林調査簿、伐採造林計画簿、施業簿（林道沿革簿）、森林沿革簿、照査簿などがあり、地図としては基本図（5千分の1）、林相図（1万分の1）、森林機能図（1万～2万分の1）、輸送・交通路網図（1万分の1）、事業計画図（1万分の1）、土壌図（2万分の1）、地質図（2万分の1）、植生図（2万分の1）、管内概念図（2万～5万分の1）などが作成の対象となる。

この中で、森林沿革簿は個々の林小班に關したことでなく、森林ないし事業区全体の歴史的記述で、計画期間中に生じた、管理上の変化、各種の被害等全般的な事柄を記載しておくものである。

地図の縮尺は一定基準的なものを示した。しかし、地質図などはその国の地質調査所で発行したものがあれば、その縮尺となろう。その他の図面としては、開発途上国の中で等降水量線図を作っている国もあるので、あればそれを付しておく。

以上で施業計画の調査およびその取りまとめ方に関する記述を終るが、説明の省略した事項は一般の森林経理の教科書、参考書を参照されたい。取まとめの際の簿冊の様式についても省略したが、日本の国有林の施業計画や民有林の森林計画、施業計画の様式が参考になろう。しかし、途上国にもそれなりの様式が存在しているので、それを参考にすることがある。このようにして施業計画の取りまとめを行なった上で施業計画書の作成を行うが、その目次はほぼ上述の順序でよい。付録には途上国の従来の例を見ると日本の国有林に見られないほど細かく諸々の表を掲げているものもある。例えば、フィリピンの例では、森林調査の結果を樹種別、直径階別の本数、材積に関する表を森林全体、経済林地全体、経済林地内の建築用、家具用樹種、二次林全体、二次林内の建築用、家具用樹種、伐採跡地の残存健全木などについて取まとめた表や、固定標準地の成長調査表、各ブロックごとの年別、樹種別の伐採量、植栽面積のほかは国の資源調査で固定標準地として残された場所の調査データなどをまとめた表を記載している。さらに、境界確定の文書、伐採許容量に関する文書やコンセッション契約に関するすべての文書、会社の林務関係の機構、教員の氏名と担当職務、各種の施設や機械についての内容、規格など詳細にわたっている。インドの例では道路歩道の名称、延長、起点、終点を記した道路台帳の要約的な表や、建造物表、年次別耕作面積、人口表、年次別放牧表、年次別火災面積、年次別各種の経費表、収支表なども付録に記載されているが、これらは必要に応じて本文の中に取り入れてもよからう。

最後に地図について述べておくが、上述の地図はある程度まとめたものにしてよからう。縮尺は先進国（とくにドイツ）の例によったものであることを付記しておく。したがって、この縮尺は森林面積、事業集約度に応じて若干変えてもよからう。

5-4-3 地利判定の基準

地利に相当する用語は林学の先進国たるドイツの林学には見あたらない。片山茂樹博士によればドイツ語の Bringungsklasse が該当するとのことであるが、この用語は Russe の Forst Lexikon にも Schwappach の Forstw-

örterbuchにも、1966年 Weck が主となりまとめられた Dictionary of Forestry にも見あたらない。吉田正男博士は、その実践森林経営学講義において Ökonomische Situation の用語を用いられているが、この用語もドイツでは見あたらない。いずれにしても、ドイツの施業計画作成規定では地利級の査定については全く見あたらない。各国とも同様のことが言える。日本では古くから地利級の概念が用いられ、地利の査定が行われてきた。吉田博士によればこの概念は右田半四郎博士が設けられたものとのことである。その内容は、当該林地の経済的位置の良否を示すもので、その良否は広義には物資供給、労働者供給、産物搬出の難易によって定まる。しかし、前二者は事業区全体として定まるべきもので、局部的林小斑ごとに最も関係するものは産物搬出の難易で、結局地利はこれによって定まると言うことができる。したがって、この査定の方法は搬出費を計算して定めるべきであるが、事実上この計算は困難なので、公道や土場からの森林までの距離などから概略推定してきめるのが従来からの習慣であった。

一方開発途上国の森林開発にあたってはこの問題は大きなウェイトを占めるものであって、これに気付いたFAOの森林調査関係者は前出のManual of Forestry Inventory において、地利についての調査は森林調査の際に行わなければならないとし、地利(または立地)決定の要因としてはいかなる要素を選択すべきか、それをどのようにして計量化すべきかを論じている。その調査はかなりの労力費用を要するものと思われ、実行可否の問題もあろうが、その概略を次に紹介することとする。

5-4-3-1 地利^注査定と森林調査

森林調査では立木材積、利用可能材積の量、質ならびに森林施業や収獲の費用に影響を及ぼす物理的、社会経済的パラメーター(要素)の知識が必要である。これらのパラメーターは調査林の現有立木材積または将来の収獲材積の利用可能性を規定するものである。

アクセシビリティ(地利)の査定は、次の理由から森林調査の枠内で実行されるべきである。

注 原文は accessibility の用語を用いているが、この意味は研究社大英辞に近づきやすさ、接近(出入)できること、入手可能なこと、とあり、Longmanの英辞辞典には accessible の説明に easy to get or get into, to, or at とあり、Webster には that can be got, obtainable とあり、(経済的)立地の訳すのが妥当と思われたが、日本の林業に立地性という語があり、これとの混同をさけるため最も内容に近い地利という訳を用いた。

○調査結果はできるだけ完全に意義あるものでなければならない。したがって、調査結果の利用者に直接、間接利用できる情報を提供するために（経済的）立地すなわち地利に関するデータを含まなければならない。

○調査員は調査地全域にわたって客観的に位置を選ばれた多数の標本地でのデータを収集しているので、地利のデータを集めまとめるには、利用者より都合がよく、とくに、同一標本地に対し、完全なまたは部分的にせよ立地データと蓄積データをもっていることは、翌後の計算が適切かつ容易に行なえる。

○森林調査員が地利に対するデータを集め、まとめることは、この追加情報だけを集めるために企画された別の調査を行なうより、はるかに実際的経済的である。

材積推定値の場合と同様、要求される結果に応じて、精度や規模は異なってくる。したがって地利査定に用いられる方法も変ってくるだろう。しかし乍ら、標準的な方法は、残念ながら現在は完成していないが、これができれば各林分の地利の相対的な利用や解釈を大いに容易ならしめよう。

森林調査で定められたレベル（世界的、地域的、一因の、国内の一部の、事前投資の、地方的なレベル）や一定水準の精度について、次の設問に対する解答を与えるものが地利研究であると定義してよからう。

“樹種、大きさおよび形質の一定規格の木材を、単位材積あたり費用の択一的限界内で暫定的市場（工場の位置）へ、どれだけ搬入できるだろうか”

多分、時間的要素も入れないと完全な定義とならないと思われるが、この定義の下で、所与の森林調査の地利を査定するに用いられる方法では次の問題を察かなければならない。

- ① どの要素（パラメーター）を調査収集しなければならないか。
- ② どのようにしてこれらの要素を数量化し、分類するか。
- ③ これらの地利要素から、始業および伐出費用を推定するために、どのような計量的関係を使わなければならないか。

上の考察から明らかなのは、調査の専門家と伐出の専門家の間には、森林調査において適切な地利調査法を企画設計するために、常に話しあって行かなければならないことである。このことは、地利要素の選択、数量化の問題についてはとくにそうであるが、第3の問題は実質的に伐出専門家の手筈にかかるものがある。次に地利要素の選択と計量化について論及する。

5-4-3-2 地利要素の選択

① 伐出、輸送、林道の費用はほとんど無数の要素によって変るものである。これらのあるものは影響は大きい、一方他のものは余り重要でない、地利査定目的から無視してもよい。それで、実用的なアプローチとしては選ばれた要素と伐出輸送費との相関を確立することが必要である。これは現在伐出の専門家によって色々な方法でなされるものであるが、その最も実用的なものは、費用に対して選ばれた要素の影響を数量化するよう、各作業の数学モデルを組み立てることである。そのようなモデルを作るにあたって、伐出専門家はすでに森林調査で測定されている要素を利用することにとめるべきで、調査員には測定が困難で費用もかかるような追加情報を課することには慎重に対処すべきである。

○1-数学モデルの利用の長所は、これらは調査の計算プログラムに入れられることができるので、調査森林の地利も資源の量、質の調査結果と同時に査定できることである。

地利要素は主に2群に分類できる。すなわち、林況要素と社会経済要素の2である。調査対象森林またはその一部に関するこれら要素の値は、採集、収獲費用の査定のために数学モデルの生産データと結合させなければならない。これらの生産データは各種森林作業（主に伐出、輸送、道路新設維持）に対し、作業研究、生産、費用管理の様式から決定しなければならない。

他の分類も地利要素に適用できる。例えば、現地のサンプリングで推定される偶然的な性格のもの（直径級別材積など）と決定的性格のもの（例、工場や市場からの距離）とを区別することが重要である。後者は通常現地では測定されない。ある要素がサンプリング方式で査定されるか、決定的方法によるかどうかは実際の要素次第である。他の要素のように地利要素は、直接測定により連続値または離散値で求められるが、あるいは級に割当ててもよい。（とくに、記述的か質的要素の場合に）

② 林況要素

林況要素は木、林分、林地、気候、位置に關した物理的要素である。

単木および林分の要素の多くは普通現地のサンプリング調査で推定され、土地についての具体的データの多くは森林調査の際に収集することができる。重要なことは森林調査の結果を開発区域に活用できるような風にデータを収集することである。その精度は開発地区の広さに関連して、森林調査のサンプリング密度に左右される。大面積地区でサンプリング密度の低

いデータは全地域には正確な推定値を与えるかもしれないが、その地域の一部の伐出費用の査定には通常、十分正確なデータとはならないものである。サンプリング密度は別としても、標本の配置も考えなければならない。系統的な一段抽出法は、開発地区の界を変える可能性を考慮する点で、有用な方法と往々考えられている。

① 単木および林分の要素

これらとしては、主に本数、直径級（できれば樹高級）ごとの粗及び総材積で樹種別または樹群別に推定する。平均及び全体の推定値は、これらが地利推定に使用するのならば、開発地区ごとに十分な精度で求めなければならない。これらのうちには形質の要素もはいる。この要素は樹種別（または樹群別）、木の大小径級別百分率の形で推定される。

歩どまり研究の結果も地利研究に実質的なデータとなる。歩どまりについては伐出地ごとにデータが集められるから、各伐出作業（伐倒、集材、トラック運搬）において、どれだけの材積が扱われたかを見出すことは可能である。

他の林木、林分要素も地利に関しては重要だが、数量化するのが困難である。（例えば下層植生の繁茂状態とか木の枝の多少や大小など）

② 地況要素

森林の地利に影響ある地形土壌の主特性は「IUFROの地形分類の国際方式提案」とFAOの「伐出輸送と道路条件を記述し数量化するための暫定吟味表」というノートで考察されている」。これらは次のとおり。

① 地形要素

○ Geomorphological（注：地形上の特徴の本質及び起源を扱う学問をGeomorphologyという）な特徴、例えば起伏の振幅、規則的または不規則的排水パターン、河漢の数、岩石の露出などによって記述される地形パターン。

○ 地形の起伏の振幅、長さ、市によって定められるただ一つの地形学的特徴の地域（Terrain Unit）。

○ 大小河川の中、深さ。

○ 傾斜面（50 m以上の）。

○ 0.3 m以上の起伏の中を有する障害物の出現度数により定められる地上の凹凸。

○ 50 m以下のガリや斜面の出現度数により定まる微地形。

○ 洪水の期間、頻度を示した洪水区域。

④ 土壤要素

- 道路をそれて走る場合の車輛に対する湿潤状態における耐性能力
- 土壤の深度，土性，地表の石礫の状態の考察。道路新設維持に対する適性を見るため。
- とくに道路新設と維持の費用を考へるとき重要な侵食に対する抵抗性。

注 石礫の堆積地や採石場は傍本外でも調査班は記録しておくべきである。(とくにその地質が特殊な場合や、そのような場所が稀なときは)

⑤ 気候要素

伐出費用の査定に有用な気候要素は次の項目である。

- 降雨量：年降雨量とその分布，1時間および一日の最大降雨量。
- 出水量とその変化
- 気温
- 日射：雨期の日照期間の長さの重要な特性も同時に示す。

⑥ 位置と地利要素

地利査定に有用な位置的，地利的な要素は次のとおり。

- 木材利用のセンターまでの距離と輸送路(工場，都市，人口密集地，輸出港)
- 林内の現存ないし潜在的輸送網についてのデータ。例えば，路網密度，タイプ別，規格別，能力級別の国内輸送距離(道の長さの推定は，直角のトランセクト法と“針の問題”の解法を利用して行なうことができる。)

③ 社会経済的要素

これらの要素は絶対的なもので国民経済や法律により決定される。これらは費用の公式の生産要素の単位時間あたりの費用を確定するために必要である。この場合3群のデータが区別される。労働，必需(物)，その他のデータ。

労働：労働力の入手可能性とその熟練度，賃銀，付加給付(恩給，有給休暇，健康保険など)，輸送施設，キャンプ施設，年間の企業日数，一日の実労働時間数，など。

必需(物)：購入価格に基づく採集費用，関税，燃料費，サービス部門の施設と費用など。

他のデータ：例えば輸送，鉄道の料金，開発制限，企業の構成などについての法律など。

5-4-3-2 地利要素の数量化，分類

① 伐倒に関する要素

伐倒の時は、最も重要な樹木の特性のほかに、樹冠長や枝椏の性質、特徴のような他の要素の指標も役立つ。斜面や他の地形条件も重要である。伐採地の木の形状、形質、地形、植生の総合的数量化は表5-4-1に示してある。係数は、生産が法正状態に比し影響をうける程度を反映している。

表5-4-1 作業条件に反映する修正係数(法正状態以外の)

伐出地の地形と植生	林木の形状と形質		
	高くかつ形状良好の木が危害のほとんどないもの	通常の長さ、形状が通常の危害	低くて、形状不良木がひどい危害を受けたもの
急傾斜地(30度以上)、または湿地、ひどい伐採障害物のある所(下層植生など)	0.9	0.8	0.6
平均 - 正常 - 状態	1.2	1.0	0.8
平か緩状地形、排水のよい土壌、下層植生がひどくなく、他に伐倒障害物のない土地	1.5	1.2	1.0

② 搬出路に関する要素

① 斜面および地上の凹凸についての次の分類は、IUFROの“地形分類に関する国際方式への提案”より引用したもので、単なる一例としてあげたもので、すべての場合に採用できるモデルとしてあげたものではない。

○ 斜面

斜面は●勾配、●傾斜長、●斜面方向で記述される。

50 m以上の斜面は大斜面、10~50 mの斜面長のあるものは小斜面、例えば小谷や小山、10 m以下の長さの変化は凹凸地として定義する。

● 勾配

平均勾配をパーセントで記載する。次の枝分けを行なり。

1. 0~5%
2. 5~10%
3. 10~20%
4. 20~33%
5. 33~50%
6. 50%以上

必要あれば中間の枝をも用いてよい。

斜面はそこへの到達路に関連して次のように述べる。

1. 正 (到達路に行くのに山をのぼる。)

2. 負 (到達路に行くのに山を下る。)

最後に最大勾配を記しておく。

●斜面長

大斜面に関して、斜面長はmで次の級にわけて記載する。

小斜面

1. 10～50 m

大斜面

2. 50～100 m

3. 100～200 m

4. 200～400 m

5. 400～600 m

6. 600～800 m

7. 800～1,000 m

8. 1,000～1,200 m

9. 1,200～1,500 m

10. >1,500 m

区間の中の広い級は合併して求めてよい。小斜面は大斜面の一部としても存在することがあろう。

●斜面の方向

斜面の方向は次のようにして磁針の向きから記載する。

1. 北 (N)

2. 北東 (NE)

3. 東 (E)

4. 南東 (SE)

5. 南 (S)

6. 南西 (SW)

7. 西 (W)

8. 北西 (NW)

○凹凸地

地表の凹凸は斜面と関係なく、障害物のあるなしに基づいて記載される。障害物とは、高さや深さが30cm以上の局所的な地表の変化、玉石、岩石、根株、孔、くぼみなどである。

凹凸は●障害物の普通の存在状態で記載する。タイプごと大きさごとの

障害物の存在を記載する必要があるときは、●後述の様式をとる。

●障害物の一般的な存在状態

次の級分けを行なう。

- 非常に平滑な地面；障害物間の平均距離 > 5.0 m；障害物間の最短距離 > 3.0 m
- 平滑な地面；障害物間の平均距離 > 5.0 m；障害物間の最短距離 < 3.0 m
- 平坦でない地面；障害物間の平均距離 $5.0 \sim 3.0$ m
- 非常に平坦でない地面；障害物間の平均距離 < 3.0 m
- 玉石や岩層のある地面
- 絶壁や地割れのある地面

障害物間の距離により障害物の境の間の支障とならない距離がわかる。

●タイプ別大きさ別の障害物

障害物の高さや深さ m	障害物のタイプ別の数					haあたりの障害物の総数
	崖や地割れ	岩石や丸石	孔くぼみ	根 株	他	
0.3～0.5						
0.5～1.0						
1.0						

障害物のタイプは絶対数でなく、崖や地割れの数については高さ深さの区分をさらに細かくしてもよい。

㊦ 斜面の査定に関連した問題として、伐出費における重要な因子と考えられる斜面は、50 m以上の距離の斜面（大斜面）である。現地調査では斜面は一般に短い距離でしか測られない（多くの場合10～20 m）。50 m以上の長い平均斜面はかなりの大縮尺（ $1/2,500$ より小）の地図か航空写真上のサンプリングで推定できよう。現地と写真または地図上の斜面の測定値を比較するとよくわかることだが、地形上の険しい斜面のある割合は短い距離であるから、現地では険しい斜面の生起を過大推定することがわかる。

どのような勾配の分類をとろうとも、50‰（現在のトラクターには実用上最大の斜面）とおそらく70‰（道路作設上困難な問題がおこる）は傾斜の分類の限界となるだろう。50‰以上の傾斜をもつ斜面長の分類として次が推奨される。

- 50～300 m
- 300～700 m
- > 700 m

④ 地面の凹凸の分類の他の例として、地面の凹凸状態を測定困難な他の要素と一緒に記録する別の方法が表5-4-2である。各要因は1から5までの範囲の難度級で主観的に評価される。ただし、難度級3は“正常”とみなしてよからう。難度要素の各得点を加え、その和は伐出に対する総合的な影響を表わす式として伐出作業の費用公式で用いられる。

表5-4-2 地表状態の分類表

難度級	変		素		
	表面構造	なだれ地	土壌負担力	下層植生	風倒など
1	平坦 0	なし 0	良 0	なし 0	なし 0
2	2	1	1	0	0
3	4	2	2	1	1
4	6	4	3	2	1
5	凹凸はげし 石多し 丸石多し 10	たびたび あり 8	非常に悪 し 6	非常に多 い 4	たびたび あり 2

表からの点の和から次の換算表のEが求まる。

E	1	2	3	4	5
Σ	0-5	6-11	12-17	18-23	23-30

具体的な実験例はないが、この方法を実験的に検討し、地利をもっと科学的、客観的、実用的に把握することが必要であろうが、この方法を直ちに应用することは、労力、費用、時間の面から、開発途上国での適用は困難であろうが、大まかなものでも地利査定をしておかなければならないので、その際上述の視点から地利査定を行なうことは、現実に業出賃計算が困難であるから、作業計画の面から必要であろう。

参考文献

(3-3, 5-1の文献も参照のこと)

- Hawley, R.C. : Practice of Silviculture 1946
(Smithによる改訂版あり)
- 吉田正男 : 改訂序論森林経営学 1950
- British Commonwealth Forest Terminology Part I. 1953
- 片山茂樹 : 森林経営 1954
- Köstler, R. : Silviculture 1956

- 藤島信太郎；森林経理学精義 1958
- Müller,R : Grundlagen der Forstwirtschaft 1959
- Mantel,W : Forsteinrichtung 1959
- DDR: Betriebsregelungsanweisung 1961
- Richter, A : Einführung in die Forsteinrichtung 1963
- Davis,K.P. : Forest Management 1966
- Hiley,W.E. : Woodland Management 1967
- 林野庁計画課：森林施業計画の解説 1968
- Baden-Württemberg : Dienstweisung für die Forsteinrichtung 1970
- 林野庁：国有林野経管規程解説 1968
- Ford-Robertson : Terminology of Forest Science 1971
- 日本協興：新版林業百科辞典 1971
- Speidel,G : Planung in Forstbetrieb 1972
- 西独森林経理部会：Leitfaden zur Waldfunktionenkartierung 1974
- Rheinland-Pfalz : Forsteinrichtungsanweisung 1974
- 井上由扶；森林経理学 1974
- Bayern : Richtlinien für die Langfristige Forstbetriebsplanung 1975
- Kramer,H : Begriffe der Forsteinrichtung 1976
- Niedersachsen : Anweisung zur Forsteinrichtungsvorschrift. 1955, 1976
- 森林計画研究会：森林計画の実務 1976
- 西独森林経理部会：Leitfaden zur Forstlichen Rahmen Planung 1977
- Nordrhein-Westfalen : Ministerialblatt Nr.6 1978
- Saarland : Anweisung für die Forstplanung 1978
- Daniel et al : Principles of Silviculture 1979
- Hessen : Anweisung für Forsteinrichtungsarbeiten 1979
- 大友栄松：新版林業実務必携（森林経理 pp 353-407） 1980
 （なお、作業種については、数年前改訂され出版されたDenglerのWaldbau auf Ökologischer Grundlageに詳しい。）

5-5 森林管理の基準

5-5-1 森林管理の運営と組織

開発途上国の森林は、熱帯降雨林、熱帯緑雨林、熱帯乾燥林、リバンナ等の自然生態系に分かれ、それぞれについても、自然的、人為的条件の差により、その状態は多種多様である。このような森林の現況の多様性以上に、森林管理の運営と組織の様相となると、森林の状態や国民生活との関連において、更に一層、多種多様であると言わざるを得ない。

その理由を端的に述べれば、経済発展の過程で、森林がどのような位置づけをなされていたかということが、各国によってまちまちであり、また、森林の公益的、経済的役割りにも、かなりの差が見られるということによるものであろう。

そのような現状を踏まえて、森林管理の基準的なものを求めようとする場合、その多様性が大きな問題となる。

まず、その実状を森林管理の運営の分野で見ると、つぎのことが指摘される。

途上国の森林は、程度之差こそあれ、その国の経済発展の中心的役割りを果たしてきた農業の拡大によって、後退を余儀なくされてきたという共通点をもっている。ところが、人口密集地域、例えば、ジャワ島に見られるごとく、早くから森林と国民生活との関係が深かったところでは、農業と林業との共存を基盤とする森林のとり扱いがなされてきているし、また、最近、人口が増加している地域、例えば、タイ北部一帯に見られるごとく、森林の荒廃が社会問題化しているところでは、森林破壊の拡大防止、森林回復を主眼とする森林管理基盤の充実が強く叫ばれているし、さらに、人口稀薄地域、例えば、インドネシアのカリマンタンに見られるごとく、もっぱら、木材生産に傾斜した森林経営が行なわれているなど、各国間の事情と歴史的な経緯がからみ合い、森林管理の運営の視点は複雑な様相を呈している。

つぎに、森林管理を組織の分野から見ると、森林経営の実行機構の多様性を指摘することができる。

途上国の森林は、大部分が公的所帯となっているため、森林に対する国の政策が、ストレートに組織に反映される利点をもっている。現に、各国とも、中央における森林管理組織は、先進諸国のそれに優るとも劣らない充実したものと見受けられ、森林官の智識も高いものと評価されている。

その点、中央の機構は、各国とも共通した内容と水準にあると言えよう。

しかし、実際に森林経営を受けもつ実行組織になると事情は異なり、形態的にも、機能的にも、さまざまである。

すなわち、各国とも、実行機関に公社、公団、特殊会社（政府出資の株式会社）をもつものが多いが、インドネシアの Perhutani のごとく、ジャワ島（マドラ島も含む）という地域については、政府から総合的な森林経営を委託されているもの、タイの Forest Industries Organization (FIO) のごとく、王室森林局の実行機能の多くの部分を受けもつもの、西マレーシアの Syarikat Jenka Triangle やインドネシアの P.T. Inhutani 等の特殊会社のごとく、特定の地域において、木材生産と木材工業または木材生産と人工造林という組合せの事業を行なうもの、さらには、インドネシアの外領地域のごとく、民間企業にコンセッションを与えて森林経営の実行を義務づけているものなど、森林管理組織の実体はかなりバラエティーに豊んでいる。

このように、森林管理の運営と組織は、国により、地域により多様であり、森林管理の内容も一律ではない。したがって、本章の冒頭にも述べたが、森林管理組織の基準は、とくに、その地域の自然的、社会経済的条件によって多面的に検討されるべきである。

5-5-2 森林管理と地域社会

森林管理には、すでに述べてきたように、農民を主体とする地域住民のアクティブな意味でも、ポジティブな意味でも、その役割りが極めて大きいことが分かる。

東南アジア諸国の中で、高度な森林経営を行なっている代表的な地域はジャワ島であろう。ここでは、古くから土地の自然条件によって森林帯が区分され、チークやマツ類を主体とする大規模な人工造林が行なわれているのをはじめ、木材生産、流域管理システム、地元農民対策等、森林の多目的機能の均衡を図る森林経営が行なわれている。そして、その担い手として農民を主体とする地元住民の共同組織体が登場する。

これに対し、森林が農地の延長として位置づけられ、土地利用区分が確立されていないところでは、焼畑移動耕作によって、森林が荒廃し、後退しているケースが途上国の各地に見られる。また、強力な農業エステートの拡大によって、土地利用区分が整備されたため、森林が主として山岳地帯に押し上げられてしまうケースも見られる。このように、森林を内部か

ら、あるいは外部から荒廃、後退させているのも、また農民であると言えよう。

途上国の多くの国では、森林と農民とのかかわり合いは、本質的に密接不離のものがあ、り、離反すれば、森林は荒廃、後退し、共存すれば、森林は回復するという因果関係にあると言えそうである。

ジャワ島の場合は、土地の自然条件や経済発展の経緯から、森林施業と農業との共存が可能となったが、このパターンを、他の地域に、そのまま適用させることには問題がある。しかし、いずれにせよ、森林経営の実質的担い手が農民を主体とする地元住民であることには変わりない。その関係を合理的に繋ぐ農林提携方式の確立こそ、森林管理基準の基盤となるであろう。

現に、各国とも、その点に着目し、森林経営の担い手たるべき農民の組織化についての事業が進んでいる。たとえば、タイにおける Forest Villages System、西マレーシアにおける林業エステート (Forest estate)、インドネシア外領における Trans immigration である。これらの事業は、森林の多目的経営を指向するもの、主として人工造林を推進しようとするもの、木材生産を行なわせるものなど、各国、各地域の実情に応じた内容となっているが、農民の組織形態、運営方法、林業技術の開発など、今後の課題となる分野が多い。

5-5-3 農林複合経営 (Agro-forestry)

以上の認識のもとに、森林管理の重要な要素である農林複合経営 (Agro-forestry) の方式を、東南アジアの例で、その方式と立地条件を概観してみると次のとおりである。

○人工誘密-耕地不足-定居農家型

インドネシアのジャワで行なわれているブルフタニ管轄下の国有林における「トウンパンサリ」及び「集約トウンパンサリ」が、この型の典型である。

この場合、国有林から農家自作地 (自留地) への所有の移動がなく、すべて造林地への間作の形で農作物が栽培され、間作の土地使用料は不要であるが、造林労賃 (植つけ、保育) も支給されず、公共団達施設は集約トウンパンサリで若干みられるものの、一般にはなくかなり国営の強い形の Agro-forestry system である。

○人口中庸-低平地-人植農家型

タイの木材公社(FIO)あるいは王室森林局(RFD)により国有林で行なわれている Forest Village が、この型に相当する。

この場合、RFDとFIOによって差異はあるが、国有林への入植農家は多少とも自作農地乃至自留地を分け与えられ、造林費は勿論、農耕費も額は少いが支給され、公共関連施設も水道、電気、学校、診療所等まで国費が面倒をみる手厚い Agro-forestry system である。入植者は必ずしも焼畑移動耕作者のみではなく、土地所有のない小作農、農業労働者等が入村している。

○人口稀薄-山地焼畑跡-入植農家型

タイの北部山岳地帯で、RFD、内務省等によって実施されている流域管理、焼畑移動耕作を行なう山岳民族の定着化、山岳地域の総合開発、焼畑跡地の造林等の多目的な Agro-forestry system で代表される。ここでは、人工造林の拡大、農業の振興を奨むことは勿論であるが、それよりも、土地利用の適正化、山岳民族の発展という狙いが強い。したがって、土地傾斜区分による天然林-人工林-畑作-稲作等の区分利用が試みられたり、農業も野菜、花卉、しいたけ等の多角的栽培が行なわれ、治山治水、山村振興等の総合プロジェクトの色彩が強い。

○人工中墾-林産工業周辺地-定着農型

いわゆる Tree Farm と称されるもので、フィリピン・ミンダナオの PICOP 社(製材・パルプ等の総合木材産業会社)の周辺農村地帯で、工場 of 原料材として、農家が会社と早成樹種の契約造林を行なうものである。この方式は、商業ベースとして成立しうる限り、国の負担が少く、実効のある Agro-Forestry System である。

○人口稀薄-低平地-農業労働者型

これは、近代化されたエステート方式とも考えられる。西マレーシアの連邦土地改善教会(FELDA)が行なっている方式であり、国有森林を永久林地、農林複合経営地、熱帯地(ゴム、オイルパーム等の大規模農園)に分類し、入植者は住宅と若干の自作農地を与えられるが、生計の主体は、農園地での農業労働者としての収入であると同時に、農林複合経営地におけるマノ科産物の植栽とその下のカ、オ栽培への労働収入である。これは、西マレーシアのようなやゝ中進国で生産基盤の強い地域で考えられる Agro-Forestry System である。

以上のうち、最初のインドネシアのトゥンパンサリ方式を次に掲げておく。

MASS INTENSIFICATION OF INTERCROPPING (TUMPANGSARI)

Tumpangsari is originated from the word tumpang which means to insert, and sari which means main.

So the word tumpangsari means to cultivate the inserted crop on another main crop cultivation.

In implementing the forestry management, the tumpangsari is a cultivation system in forest land, while farmer, whose the main duty is to cultivate the main crop, being permitted to cultivate other crop, in order to increase their income, besides the contract money they have received.

Tumpangsari is carried out in the forest land of 0,25 up to 0,5 ha for each farmer's family, depends on the land needed and the total of the farmer who need it. So the Tumpangsari Mass Intensification is a tumpangsari cultivation on the forests crop, includes all the intensification efforts using fertilizers and pesticides.

In Jawa the cultivation is more stressed in using the tumpangsari system, instead of natural regeneration, due to the lack of agricultural land and for providing employment for the people surrounds the forests.

The Purpose.

The purpose in implementing the Mass Intensification is to improve crop production for the farmer, which finally improve their income.

Nation scope, the implementation of Mass Intensification could improve food stuff production, which badly needed by Indonesian people.

Mass Intensification could improve both the social welfare of the people surround the forest and food stuff production nationally.

Implementation method

1. Soil conditions and topography

- Soil grey alluvial, grey grumosol, red mediteranian, litosol.

- Parent rock, calcium sedimentation and margalite.
- Physiography, watershed area, hill and dick, folded mountain
- Topography, plain, wave, undulating and hilly.

2. Rainfall.

- Annual total = 2136 mm
- Minimum per month = 10 mm (on March - May)
- Maximum per month = 626 mm (on December - January)

3. Location

While the implementation of Mass Intensification Intercropping is still carried out by trial and error, the project is selected on the location between medium and fertile soil, medium dry weather and sufficient water available, while topography is selected on the horizontal location.

By the condition, the Mass Intensification is not implemented on every planting compartment

4. Mass Intensification.

In implementing the Mass Intensification, some primary structure material needed which provided by Perhutani are :

- urea fertilizers in a dose of 75 Kg/ha.
- Triplstuperphosphate fertilizers in a dose of 50 Kg/ha.
- Maize seeds in 20 Kg/ha or capacity
- Sprayer
- Diazenan 2 Kg/ha
- Insecticide Sevin in dose 0,25 l/ha

The production cost is various up and down every year, due to the variation price of the purchased item mentioned above.

All that condition or tools are lend to the farmer except sprayer. If the farmer could pick up the result successfully in harvest time the ordered to pay back + 70% of the conditions/cost of production they have used for.

If they fail in harvesting, they are released from the burden.

Mass Intensification is successfully carried out, if the paddy production (raw material) could reach 2000 Kg/ha.

Assumed half successful carried out, if the production could only reach between 1750 Kg up to 1999 Kg/ha, and fail if only reach the production less than 1750 Kg/ha.

In 1979/1980, we try more intensification with purity maize.

Mass Intensification implementation results.

However, there are still some bottle neck, due to several factors which could not be avoided.

Actually the cultivation job is carried out by the whole family and it is done in the evening by the farmer, and by their wives in the morning.

In case they have land to be cultivated they have also a main job as a wood cutter.

As illustration the Mass Intensification implemented for 4 years are as follows :

Year	Area (Ha)	Average Bonita	Cost of material	Production per Ha (Kg)	Yield per Ha (Rp)
1974/1975	50	3,5	9,615	1339.66	46,888
1975/1976	72,4	3,5	18,230	1630.92	122,319
1976/1977	57,0	3,5	20,116	832.75	83,271
1977/1978	62,1	3,5	20,675	1733.04	173,304
1974/1978	305,7	3,5	87,398	2200.37	699,162
Average	61	3,5	17,479	1441.27	139,952

In the average, referring the above figures, the Mass Intensification is unsuccessfully implemented. However it could improve income and paddy production for the farmer. In this case we could provide some data which give some illustrations between yield with Mass Intensification and yields without Mass Intensification.

a. Production cost accepted by farmer.

- seeds Rp. 5,851.50
- conditions/tools " 6,086.--
- contract money ..

for 2 years	Rp. 7,000.--
Totals	Rp. 18,927.80=
	" 18,000.--

b. Non Mass Intensification.

- Harvested corns = 45,000.ontong a Rp. 5.--
= Rp. 225,000.--
- Potatoes 32 sacks
a Rp. 800.-- = Rp. 25,000.--
- Beans 800 Kg
a Rp. 70.-- = " 56,000.--

Yield per ha = Rp. 306,600.--

The total money received by each farmer for 2 years of average job = Rp. 306,600 + Rp. 18,900 = Rp. 325,500/ha
Income of each farmer = " 81,375.--

c. Mass Intensification Income.

- Average harvested paddy 1384 Kg a Rp. 100.
= Rp. 138,400.--
- Harvested corn 30.000 ontong a Rp. 5.
= Rp. 150,000.--
- Potatoes 30 sacks = " 25,000.--
- Beans 800 Kg
a Rp. 700. = " 56,000.--

Total income = Rp. 369,400.--

Total income per Ha 2 years of job Rp. 369,400.--
+ Rp. 18,900.-- = Rp. 388,300.--
Income of each farmer
= " 97,075.--

d. Profitable terms.

- Non Mass Intensification received Rp. 81.375.-- every 2 years or Rp. 129,16/every day.
- Mass Intensification received Rp. 369.400.-- every 2 years or Rp. 154,08 every day.
- The difference of Rp. 24,92/could be received by the farmer every man day.

Considering that the cost of Mass Intensification is high enough, it is proper to burden the cost to the corporation as well as the farmer.

But the enable the farmer to set better conditions

and fulfill the main purpose for prosperity, the pay back of certain conditions received by the farmer is reduced.

- If the harvest successfully (up to 2,000 Kg) they are ordered to pay back the cost of (material cost 30% of fertilizer price) or 80,5% of material cost or Rp. 17.000.- (1977/1978 prices).
- If medium (19700 - 2,000 Kg) they are ordered to pay back the cost of 50% (material cost - 30% fertilizer price) or 40,3% of material cost = Rp. 8,500.-
- If fail (under 1,700 Kg) they released from payment.

In case this project is unsuccessfully carried out, but if we look further, we have improved the best farmer's income. This will be summarized in record below.

a. Success, minimum 2000 Kg.

Yield per ha for 2 years = Rp. 421,000.- - Rp. 17,000.- = Rp. 404,000.- or Rp. 101,000.-/men/contract period.

Income per man/day = Rp. 162,92

b. Medium, minimum 1,700 Kg

Yield per ha for 2 years = Rp. 399,500.- - Rp. 8,500.- = Rp. 391,000.- or Rp. 97,750.-/men/contract period.

Income per man/day = Rp. 152,66.

c. Fail, minimum 800 Kg.

Yield per ha for 2 years = Rp. 317.000.- - Rp. 0 = Rp. 317,000.- or Rp. 79,400/men/contract period.

Income per man/day = Rp. 128,06

In case the implementation of Mass Intensification has improved the income per ha by Rp. 62,500.- for every contract period. That is why if it is possible, all land of Mass Intensification in every contract period will provide incremental income by $500 \times \text{Rp. } 62,800 = \text{Rp. } 3,140,000.-$ in every contract for Cepu Forest District (KHI Cepu).

This condition have not been yet achieved.

Several problems that should be overcome by now are :

- Forest land in general are slanting area in which not being technically fertilized.
- The uncertain weather for the crop sake. The dry land badly need water from the rain fall.
- Seeds from Department of Agriculture are not always in good condition.
The production in 1977 is not good result.
- Raid of insecticides, i.e. sundep, wereng, rat, etc. causing the failure of harvested product.

参考文献

2-5の森林管理の項と同じ。

6. 資 料

資料 1.

途上国における森林施業技術の一覧表

本表は、各種文献・資料および聞きとり調査
ならびに研修員に対するアンケート調査から
調製した。
表中の空欄は、不明又はノーアンサーのもの
である。

立木の測定

項目 国名	立木の測定部位	立木の測定器具	立木材積の計算法	立木材積算出の通用公式
フィリピン	胸高直径 枝下高 又は全樹高	輪尺、直径巻尺 ハガ測高器、アブニーハ ンドレベル。	直径、樹高を測定し、 地方材積表を複製し これで算出	$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L$
インド ネシア	胸高直径 天然木：枝下高 造林木：全樹高	直径巻尺 ハガ、クリステン測高器 レラスコープ（試験目的）	胸高直径と樹高の二変数 材積表により算出（天然木） 直径の一変数材積表で算出 （造林木）	$V = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times L \times 0.75$ Huber 式
マレーシア	胸高直径 枝下高	直径巻尺 ハガ測高器、レラスコー プ、デンドロメータ。	胸高直径の一変数材積表 又は、樹高を含めた二変数 材積表から算出	$V = \frac{\pi}{2} \left[\frac{d_1^2 + d_2^2}{4} \right] L$ d_1 : 元口 d_2 : 末口
タイ	胸高樹端 枝下高	輪尺、巻尺。 ハガ測高器	胸高樹端、樹高を測定し、チ ーク、フタバガキ、その他 の3つの材積表を使って算 出	
ビルマ	胸高直径又は 胸高樹端、 全樹高			ホッパーズ $V = \frac{(GBH)^2}{4} \times L$ 立木材積 $V = \pi \times \frac{d^2}{2} \times L$
パキスタン	胸高直径 全樹高	輪尺、直径巻尺	地方材積表で算出	
中国	胸高直径	輪尺		
ソロモン	胸高直径、又は 胸高樹端、 全樹高	巻尺、 測高器、レラスコープ	地方材積表で算出	$V = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times L$ (略算) Smalian 式 (試験目的)
フィジー	胸高直径 天然木：枝下高 造林木：全樹高	輪尺、直径巻尺。 スント測高器、ブルーノ ライス、レラスコープ。	直径、樹高の二変数材積表 を使用して算出。天然木は アガチスとその他、造林木 は樹種別。	$V = 0.005 + 0.00002636 \times d^2 \times L$
メキシコ	胸高直径 全樹高	輪尺、 測高器、レラスコープ	胸高直径の一変数又は樹高 を含めた二変数材積表によ り算出。	Huber 式
ホン ジュラス	胸高直径 枝下高	輪尺、直径巻尺。 測高器、レラスコープ	地方材積表で算出	Smalian 式
ベルー	胸高直径	直径巻尺	天然林は標準木により、 人工林は材積表により算出	
ブラグアイ	胸高直径、 枝下高、 又は全樹高。	直径巻尺、ペンタプリズ ム、クリステン測高器	立木材積表なし 計算式による。	ローカルな経験式
日本	胸高直径 全樹高	輪尺、直径巻尺。 ブルーノライス、レラス コープ	標準木の測定→標準材積表 →地方材積表（胸高直径の 一変数材積表。	Huberの区分求積式、すなわち $V = \sum \frac{\pi}{4} d_i^2 l_i + \frac{1}{3} \frac{\pi}{4} d^2 l$ d : 各中央直径、 l : 2m、 d : 末口直径、 l : 木段材長

丸太の測定

項目 国名	丸太の測定部位	丸太材積の計算法	丸太材積算出の適用公式
フィリピン	材長5m未満：末口直径と材長 材長5m以上：末口及び元口直径と材長	直径及び材長表示の丸太材積表で算出	$V = D^2 \times l \times 0.7854$ (末口自乗式) D ：末口直径(以下同) l ：材長(以下同)
インド ネシア	ジャワ(ブルフタニ)：末口直径と材長 その他：末口及び元口直径と材長 いずれも皮を除く。最短径とその直角方向の2つの平均。	同上	$V = \frac{1}{4} \pi \times D^2 \times l$ (Huber 式) $V = \pi r^2 \times l \times 0.80$
マレーシア	材長5m未満：中央直径と材長 材長5m以上：末口及び元口直径と材長	同上	$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times l$ (Huber 式) 又は Smalian 式
タイ	中央端部長と材長	中央端部長と材長表示の丸太材積表で算出	$V = G \times l \times k$ G ：中央端部長(以下同)
ビルマ	中央端部長と材長	同上	$V = \left(\frac{G}{4}\right)^2 \times l$
バキスタン			
中国			
プロモン	中央直径と材長	中央直径と材長表示の丸太材積表で算出	$V = \delta^2 \times l$ δ ：中央直径
フィジー	同上	同上	同上
メキシコ	末口及び元口直径と材長	直径及び材長表示の丸太材積表で算出	$\frac{\pi}{4} \left(\frac{D_1^2 + D_2^2}{2} \right) \times l \times k$ (Smalian 式) D_1 ：元口直径 D_2 ：末口直径
ホン ジュラス	末口直径と材長	同上	$V = D^2 \times l$ (末口自乗式)
ベルー	日本と同じ	日本と同じ	
ブラグアイ	末口及び元口直径と材長	丸太材積表なし、 計算式による。	Smalian 式
日本	材長6m未満：末口直径 ・ 以上：中央直径 材長測定は通常定尺のため不要	直径(末口又は中央)と材長 を表示した丸太材積表で算出	材長6m未満： $V = D^2 \times l$ (末口自乗式) ・ 以上： $V = \left(\delta + \frac{l - \delta}{2} \right)^2$ $\times l \times \frac{1}{10,000}$

計 量 単 位

項目 国名	計 量 体 系	表 示 単 位	燃 材 等 の 表 示
フィリピン	メートル法 製材品はボードフィート	立木は、直径：2cm括約 丸太は、材長：10cm括約	燃材：棚積み (Tataksan) 層積 ^m チップ材：絶乾のkg又はトン表示
インド ネシア	メートル法 輸出材は外国単位	立木は、直径：1cm括約、樹高：1m (ジャワ は0.5m)括約 丸太は、直径：1cm括約、材長：10cm括約	燃材：棚積みして= 1 stapel meter = 0.5 m ³
マレーシア	現在、フィート法 重硬材はマレーシアトン = 50 t ³ 1982年からメートル法へ	立木は、直径：1インチ括約、樹高：1フート 括約 丸太は、直径：1インチ括約、材長：1フート 括約	燃材：マングローブは ton、 その他は層積立方フィート チップ材：絶乾のトン表示
タイ	メートル法 直径はライを償用	立木は、樹高：10cm括約、樹高：5m単位 (5mごと1玉とする) 丸太は、樹高：10cm括約、材長：50cm括約	燃材：層積 m ³
ビルマ	フィート法 材積はホッパストンを 併用	立木等→直径：1インチ括約、樹高：1フート 括約 丸太等→直径：1インチ括約、材長：1フート 括約	燃材：層積立方フィート又はホッ パストーン 1層積立方フィート=1トン
パキスタン	メートル法		燃材：層積立方フィート
中 国	メートル法		
ソロモン	メートル法	立木は、直径1cm括約、樹高：5m以下・ 0.1m、5~10m・0.5m、10m以 上・1m括約 丸太は、直径10cm括約、材長：0.5m括約	
フィジー	メートル法	立木は、直径：1cm括約、樹高：0.5m括約 丸太は、直径：1cm括約、材長：0.1m括約	
メキシコ	メートル法 製材品はボードフィート		燃材：層積 m ³
ホン ジュラス	メートル法 製材品はボードフィート		燃材：層積フィート及び本数、又 は CARGA。
ペル ー	メートル法 製材品は一部英国法		燃材：ローカル・スタンダードと して CARGA DE LENA (0.8mの長さの薪60本が1 単位)。
ブラグアイ	メートル法 製材品はボードフィート も使用	直径：1cm括約、樹高：1m括約	
日 本	メートル法	立木は、直径：2cm括約、樹高：1m括約 丸太は、直径：14cm以下：1cm括約、 材長：0.1m括約 16cm以上：2cm括約	燃材：層積 m ³ チップ材：絶乾kg

材積表及び成長量測定

項目 国名	材積表について	成長量測定法	収獲表について
フィリピン	フトバガキ科樹種は地方別材積表、非フトバガキ科樹種は、まとめて1材積表、マツは、マツ材積表を作製	広葉樹天然林は、固定プロットで直径・樹高の測定、マツ林は成長径を使用して測定し樹種及び直径階別に算定	材積表の区分と同じ
インド ネシア	チークと非チークの丸太材積表、立木材積表は、ジャワについて、人工林の約10樹種を作製	固定プロットの測定による。	ジャワのチーク、マホガニー、ソノクリン、アルティンギア、ラサマラ、アカシア、マツ、アガチスについて作製
マレーシア	丸太材積表はなし、計算による。一般丸太材積表が11(直径階別・林相別に)地方丸太材積表が5(樹種グループ別に)その他丸太材積表が8(重要樹種の個別に)	固定プロットで直径・樹高を測定し、樹種別に算定	人工造林樹種のみについて作製
タイ	チーク、フトバガキ科、その他について作製	チークについてのみ直径、材積成長を測定し、算定。その他は行なわず	チークのみ作製
ビルマ	主要樹種の10種について立木材積表を作製		地域別に主要10種について作製
パキスタン	主要樹種ごとに地域別の立木材積表を作製	固定プロットで成長径による	
中国		成長径による	
フロモン	丸太材積表は“French Volume Table”と称する樹高長と材長によるものあり。立木材積表は作製中。	固定プロットで直径・樹高を測定し、算定	未作製
フィジー		固定プロットで直径・樹高を測定し、算定。	マホガニー、マツについて作製他は作製中。
メキシコ	丸太材積表は、樹種別・地域別。立木材積表は、主要樹種について作製。	マツは成長径により2.5cmのコアの年輪を測定し、(広葉樹は樹幹)算定。	主要有用樹種について作製
ホンジュラス	丸太材積表はマツのみ全国一本で。立木材積表はマツのみ8地域別に作製。広葉樹については不詳。	固定プロットで成長径で測定し、直径階別に算定(マツの場合)。	マツのみ作製
ベルー			
ブラグアイ	丸太材積表はなし。立木材積表はベローバについて作製中。	固定プロットで、直径(毎年)樹高(5年毎)を測定し算定	未作製
日本	丸太材積は、樹種・地域に関係なく1種製。立木材積表は、主要樹種、地域別に約60種作製。	固定試験地による継続調査(直径、樹高)及び成長径による調査。樹種別、直径階別に算定	主要樹種、地域別に約40種作製

森林調査及び森林計画

項目 国名	森林資源調査について	林分調査について	森林計画制度
フィリピン	全国森林資源調査(ランダムサンプリング、プロット数3,400点、0.5ha帯状プロット、精度±10%)。	コンセクション地区ごとに、事業者がコンセクション事業計画のデータとして、帯状調査を行ない蓄積、更新状況等を調査。	全国森林計画、営林署別計画、及びコンセクション事業計画(事業者が5年及び毎年のもを作成、政府へ提出証認)からなる。
インド ネパ	部分的な森林資源調査のみ。	コンセクション地区ごとに営林局が帯状調査で蓄積・林況等を調査。ジャワでは営林署ごとに10年ごとに、林小班単位の精密調査。	全国森林計画、コンセクション地区ごとの開発計画及び事業者による事業計画(20年、5年、1年)からなる。ジャワでは営林署ごとの5年間の施業計画。
マレーシア	全半島マレーシア森林資源調査(ランダムサンプリング、0.05ha×12のクラスター標本、239カ所、精度±10%)。東マレーシアは特定8地域のみ。	東マレーシア及び特別地域は、コンセクションごとに政府が帯状サンプリング調査を行う。その他は、営林署ごとに、帯状調査で、林班単位の調査。	州単位又は営林署単位の森林施業計画
タイ	全国森林資源調査(システムティック・ランダムサンプリング、0.1ha×80のユニット標本、1,074カ所、精度±10%)、他にランドサットによる森林面積調査。	コンセクション地区の向う3カ年分の収穫予定地について、帯状調査を行なう。	
ビルマ	あり。 航空写真撮影地区は約50%	伐採区について標準地法で調査。	全国森林計画(20年)、営林署ごとの5カ年計画からなる。
パキスタン		営林署ごとの森林調査。	全国林政計画、営林署ごとの施業計画(10~15年)。
中国	あり。		あり。
ソロモン	全森林の75%が調査済み。	コンセクション地区について、政府又は事業者が調査する。	国有林についてのみ、全体計画を作る。防災を要する一部森林について治山計画を作る。コンセクション地区は、政府又は事業者が事業計画を作る。
フィジー	天然林については全域、流域別、林相別の蓄積、林分構造、更新、土壌等を帯状、サンプリングで調査	天然林については、左の資源調査のデータから個々の林分を把握。人工林については、小班別に調査	産業計画の一環としての林業計画(5年毎)人工林のみ、開地ごとに施業計画、天然林のコンセクションの事業計画は、義務づけではない。森林施業計画と年次計画。
メキシコ	あり。		森林施業計画と年次計画。
ボン ジュラス	マツ林について全国森林資源調査 広葉樹林は60%が調査済み。 航空写真撮影地区は95%。	伐採及び造林目的のため、林班単位の調査を行なう。	全国森林計画と施業単位ごとの森林施業計画。
ベル ー	全森林の40%が調査済み。 航空写真撮影地区 20~30%	国有林：政府による森林調査 私有林：所有者による森林調査	全国森林計画(5年ごと)。一部の地域についての地域森林計画。1,000ha以上のコンセクション地区について事業者が施業計画を作成。
ブラ グアイ	部分的に、FAO、JICA等の協力による森林資源調査あり。 調査及び、航空写真撮影地区は 10%以下	なし。	なし。
日 本	全国森林資源調査を1954、61、66、70年と実施した。(1970年では、0.1ha方形プロット、61,000点、精度±3~4%)	国有林：小班単位の標準地調査 私有林：所有者別、林相別に調査	森林資源基本計画 → 全国森林計画 ↓ 国有林：経営基本計画、地域経営計画、事業区別計画 私有林：地域森林計画(他に所有者による森林施業計画)

天 然 林 施 業

項目 国名	対象地・方法・回帰年・収獲規制等
フィリピン	<p>○フタバガキ科林型：択伐天然更新法 (Selective Logging System), 回帰年 30~35 年, $C = \frac{V_0 + V_r}{2 \cdot \alpha} \cdot f$, C : 年伐容容量 α : 回帰年 V_0 : 利用貯蓄積 R : 輪伐期 V_r : 回帰年後の利用蓄積 V_w : 保全用残存蓄積 V_s : 母樹蓄積 f : 修正係数</p> <p>○マツ林型：皆伐天然更新法 (母樹作業) (Seed Tree System), 輪伐期 50 年, $C = \left\{ \frac{V_0 - (V_w + V_s)}{R} \right\} \cdot f$,</p> <p>○マングローブ林型： 同 上 輪伐期 30 年を基準, $C = \frac{V_0 - V_s}{R}$.</p>
インド ネシア	熱帯降雨林：インドネシア択伐天然更新法 (TPI), 回帰年 35 年, $C = \frac{V_0}{\alpha} \times 0.8$
マレーシア	熱帯降雨林：マレー均等方式 (Malayan Uniform System) (単伐作業), 回帰年 70 年 択伐経営方式 (Selective Management System) (単伐作業), 回帰年 25~40 年
ス イ	ナーク林及び内陸広葉樹天然林：ブランドイス修正法 (成長量法の一様としてのガス・リミット照査法), 回帰年 30~40 年 マングローブ林：皆伐天然更新法 (交互帯状皆伐作業), 輪伐期 30 年
ビルマ	用材天然広葉樹林：ビルマ択伐天然更新法 (Burma Selection System), 回帰年 30 年 薪炭林：皆伐萌芽更新法 (Coppice with Standard System)。
パキスタン	用材天然広葉樹林：択伐天然更新法 (Selection Felling System) 薪炭林：皆伐萌芽更新法 (Coppice with Standard System)
中 国	
ソロモン	天然更新良好林分について：帯状択伐天然更新法 (Selective Strip Cutting and Clearing)。 天然林施業は主凌ではない。
フィジー	一般天然林： 択伐天然更新法 (Selective cutting - Natural Regeneration), 回帰年 60 年, 収獲規制行わず
メキシコ	一般天然林： 択伐天然更新法 (Management Mexican System), 回帰年 15~20 年
ホン ジュラス	マツ林：択伐天然更新法 (母樹保残作業) (Selective Cutting - Natural Regeneration Leaving Seed trees), 回帰年 30 年
ベ ル ー	
パラグアイ	天然林施業法は 未確立
日 本	<p>○単木択伐, 群状択伐 - 天然更新 (一部補充込み) ……主として亜寒帯林及び保安林等について。</p> <p>○皆伐 - 天然下種 (母樹保残作業), 帯状皆伐 - 天然下種 ……主としてアカマツ, カラマツについて。</p> <p>○皆伐 - 萌芽 ……一部の薪炭林について。</p> <p>○竹林施業</p>

人 工 林 樹 業

項目 国名	対象地・樹種・伐期等	アグロ・フォレストリー
フィリピン	草原、皆伐跡地への早成樹を主体とした人工造林業。 アルビジア・フアルカータ、イビルイビル、アカシア類、ユーカリ類 アンソセヘルス・カダンバ、メリナ、マツ類等の早成樹、チーク、チ ーラ、マホガニー等の高伐期樹。	パルプ用材を供給するフリーファーム (農家がパルプ会社との契約による里 山での早成樹の造林)
インド ネシア	草原、皆伐跡地への早成樹を主体とした人工造 伐期合はチーク 60 林業。 ～80年、マツ、アガ アルビジア・フアルカータ、アカシア類、ユー チス30～40年 カリ類、マツ類等の早成樹、アガチス、チーク、 アルビジア マホガニー、ソノクリン、スンカイ等の高伐期樹 10年	ジャワにおけるトゥンバンサリ(プル プタニが地元農民へ貸付する林地での 間作を伴うチーク、マツ等の造林)
マレーシア	皆伐跡地への早成樹による人工造林業。 カリビアマツ、アロウカリヤ類、ユーカリ類、アカシア類。	FEDLAKによるアグロフォレストリー (国有地における林木とカカオの混植 造林)
タイ	草原、皆伐跡地への人工造林業。 チーク、ケシアマツ、メルクシマツ、ユーカリ類、アカシア類、メリア	RFD、及びPIOによるフォレスト ヴィリッジ(国有地における農林複合 経営)
ビルマ	草原、皆伐跡地への人工造林業及び薪炭林業。 チーク、ユーカリ類、アカシア類	タウンヤ法による間作と植林。
パキスタン	高伐期樹種及び早成樹(ポプラ)による半乾燥地人工造林業。 マツ類、シーダ、ポプラ、ダルベルギア。	
中 国		
ソロモン	草原造林及び皆伐跡地へのラインプランテイング、 ターミナリア、カンブノスベルマ、アルビジア・フアルカータ、ユー カリ(デクソプタ)、メリナ、マホガニー、カリビアマツ	
フィジー	ウェット・ゾーンにおけるライン・プランテイング人工造林業、 マホガニー、コルデイア、ユーカリ(デクソプタ)、アンソセヘルス ・カダンバ、マエソプシス、エンドスベルミ、ウム、ドライ・ゾーン におけるカリビアマツによる草原への人工造林業。	なし
メキシコ		
ホン ジュラス	マツを主体とする皆伐人工造林業。 但し、マツは天然更新業が主流。	
ベ ル ー	ユーカリ類、ラジアータマツによる早成樹人工造林業(半乾燥地帯) 10～30年伐期。 高級材樹種による人工造林業(降雨林地帯)、30～50年伐期。	
ブラグアイ	バラナマツ(アロウカリヤ)、エンオッテイマツ、 ユーカリ類による未立木地造林	なし
日 本	針葉樹(スギ、ヒノキ、カラマツ、アカマツ、トドマツ、アカエゾマ ツ等)による皆伐人工造林業。	なし

資料 2.

REPUBLIC OF INDONESIA
DEPARTMENT OF AGRICULTURE
DIRECTORATE GENERAL OF FORESTRY

FORESTRY NATIONAL PLAN

1975 - 2000

(INDICATIVE)

1975

C O N T E N T S

	<u>P a g e</u>
I. <u>GENERAL REVIEW</u>	1
1. Physical condition	1
2. Vegetation	2
3. Land - use	3
4. Socio - economy	3
5. Economy	3
II. <u>FOREST AND FORESTRY</u>	5
1. Conditions of the Forest	5
2. Forest Management	6
3. Forest Utilization	7
III. <u>FORECASTING</u>	9
1. Economy	9
2. Socio - economy	9
3. Forests	10
4. Forest Products	10
IV. <u>DEVELOPMENT AND UTILIZATION</u>	12
1. Areas	12
2. Reforestation and Rehabilitation	13
3. Nature Conservation	14
4. Exploitation	14
5. Forest - based Industry	15
6. Forest Product Marketing	16
7. Facilities, Infrastructures	17
8. Research and Development	19
9. Education and Extention	19

Thousands of rivers have their springs in the mountains and mountain ranges and grow into large rivers, such as the Indragiri, the Kusi, the Citaru, the Solo River, the Serayu, the Kapuas, the Barito and the Mamberamo.

e. Climate

The temperature, 25°C, on the average, ranging between 19° and 33°C., shows little variation throughout the year, while the average rainfall is 2190 mm/year (700 - 3600 mm).

f. Soil

Soil types making up the Indonesian soil are Latosol, Lithosol, Gleysol, Andosol and Podsol with variations according to the local conditions, e.g. Hydromorph in peat soil. Fertilization or other tree treatment is done only in areas that are destined for certain plant species.

2. Vegetation.

The western part of Indonesia has an Asia-influenced vegetation, which is in the world of forestry distinguished by the dominant wood species of the Dipterocarps, while the vegetation of the eastern part, with Araucariaceae species dominating, is influenced by the Australian continent.

In some areas there are pure formations of certain wood species, such as *Pinus merkusii* in North Sumatra, *Conostyllum* in West Kalimantan, *Agathis* in Central Kalimantan, *Konertia* in Irian Jaya.

Extensive sedge cover has replaced forests or bushes which have repeatedly been stricken by fires or incendiaries. Along muddy coastal areas there are sheer formations of mangrove forests dominated by *Rhizophora* interspersed with *Tandan* and *libung* (Palm species) forest.

3. Land-use

3. Land-use.

Based on the present land-use plan \pm 70 million ha of Indonesia's total land surface of \pm 190 million ha are utilized for agriculture and other uses, and the remaining 120 million ha are forests including vegetated, unvegetated as well as sedge-covered lands.

A permanent and planned land-use pattern is still lacking, except for certain areas of which the land-use is designed on the basis of their capacity.

For certain purpose, such as transmigration, resettlement and mining, the lands required are designated according to need, and if necessary, existing designations make way for new, more urgent ones.

4. Socio-economy

According to the 1971 census the population is 120 million with a growth rate of 2,5 % year, which means \pm 225 million in 2000.

About 65 % are in Java and this concentration pattern will remain constant in the coming years, except when large-scale resettlements are conducted.

The labour force amounts to \pm 60 % of the total population, with a well-balanced ratio between males and females. About 4 % of the force have got secondary-level education.

Most people (\pm 65 %) live on agriculture, the rest on trade, industry, transport, mining, services and other unrecorded means of subsistence.

5. Economy

The Indonesian economic situation is generally improving year by year as is shown by the steady surplus foreign trade balance, the increasing GNP, and the fair living standard in society.

Government

Government savings are increasing owing to economical budgeting, while its rising revenues enable the financing of the various development schemes.

The climate for capital investment is getting better, while the rupiah is enjoying still greater confidence making it a stable currency in the foreign exchange.

The favourable conditions stated above have suppressed the inflation rate or have it under control at least.

Forestry activities, which generally require large capital investments with great risks and long-term returns, demand the existence and maintenance of above-mentioned economic conditions to enable accurate forecasting.

II. FOREST

II. FOREST AND FORESTRY.

1. Conditions of the Forest.

Based on the present land-use plan the forest cover of Indonesia is estimated to extend over 120 million ha distributed over all provinces, the forest areas in proportion to the extent of the extent of the respective islands.

According to the types the forests may be divided into tidal forests, coastal forests, monsoon forests, swamp forests, peat forests and man-made forests (± 2 million ha). The last mentioned include teak forests, pine forests, Agathis forests, and mixed forests (Altingia, etc.).

Generally speaking, virgin forests are located in inaccessible areas only, while outside these areas they are subjected to cutting by local inhabitants for their own use or for trade. The most seriously affected are those areas that are used for shifting cultivation. As long as they are cut for the timber, the clearings grow into secondary, yet productive forests, but in the case of shifting cultivation the forests are transformed into sedge prairies. As this has been practised for a long time from generation, nothing is left but destroyed forests, prairies, etc. extending over ± 30 million ha, including 16 ha of sedge prairies, barren and other forms of lands in critical conditions.

Other kinds of forest and forestland destruction are hazardous fellings during war time, land usurpation and large-scale poachings. All that result in damaged forests and unlawful occupation of forest lands, which has so far been left unsettled and has even worsened.

However, it is encouraging to note that ± 65 million ha or 75% of surveyed forests still have enough productive potentialities, viz.

± 85 cu.m

± 85 cu.m of commercial timber per ha, which brought in not less than US \$ 2,000 million in the period from 1967 to 1975, and which are henceforth expected to yield US \$ 750 million per year on a continuous basis. Yet, a dark shadow looms large in the bright financial prospect derived from the forests : the malfunctioning of protection forests, nature reserve forests, etc. because the forest damage is not restricted to production forests only.

Forest rehabilitation is carried out by stages and is also included in the Five-Year Development programme, namely the Forest, Soil and Water Preservation programme aimed at returning the original functions of the natural resources of energy mentioned above and at improving the management of them.

2. Forest management.

Basically forest planning follows the system of centralized planning introducing overall plans, as bases for the management plans and operation plans. In forestry there exist work plans or work schemes for periods of 20 years, 10 years, 5 years and 1 year at every management unit i.e. Forest Management Unit or Forest Utilization Unit. So far only a few Province have drafted Regional or Provincial Plans, which are to be used as bases to make Forestry Work Plans or Work Schemes. The centralized planning principle is further characterized by the procedural approval of plans by the Central Office/Directorate General of Forestry, as detailed as long term management plans is concerned. In view of the improving conditions of the forestry apparatus in the Provinces and the integration into the Provincial Development Plans, the function of planning at certain levels ought to be delegated to the Provinces concerned yet still oriented to the Central Plans. The Director General of forestry is responsible for the overall forest management of the country including the forestry apparatuses in the Provinces with the Heads of the Provincial Forest Services as executives, concurrently Provincial apparatuses, except in certain

scopes

scopes that are directly handled by the Central Office, such as nature conservation and wildlife management, research and development, education and extension.

Perum Perhutani is in charge of forest management and exploitation in Central Java and East Java. This State enterprise is obliged to follow the Forestry Director-General's directions. The establishment of Forest Management Units aimed at ensuring the best possible management has not come up to expectation yet because it needs large investments involved in the acquisition of the necessary means and infrastructures, besides the fact that comprehensive studies should be made first before decision can be taken considering the complex functions of the forest.

3. Forest Utilization.

On the islands outside Java, forest utilization (comprising planting, tending, harvesting, forest product processing and marketing) of the tropical forest is conceded to third parties by granting them utilization rights (concessions) to forested areas (to begin from forest product harvesting) as well as to unforested areas (to start from planting).

Until the end of 1975 there were registered 267 concessionaires covering 26,204 million ha of forests with a total investment of US \$ 1,000 million. In addition there were 379 aspirant concessionaires anticipating settlement of their applications, for whom 39,156,000 ha were reserved.

Supervision and guidance on the implementation of forest utilization are given by the Central Office with the Heads of the Provincial Forest Services as direct supervisors in their respective Provinces.

Apparently the concessionaires have not succeeded yet to fulfil all the obligations and stipulations in connection with forest utilization because of various factors, among other things, the physical situation of the forest areas, external and internal factors of the companies themselves (lack of expertise, etc.).

Likewise

Likewise, the controlling/guiding apparatuses should also be upgraded qualitatively and quantitatively.

Apart from the above-mentioned weaknesses, forest utilization companies play a part that is not to be neglected in the development of the Provinces, particularly in the development of the interior, including spontaneous resettlement of dry rice farmers who have so far led a nomadic life. From the forestry point of view utilization is nothing also but benefiting the forests resources of natural wealth, and simultaneously replacing overmature stands with more values than existing.

III. FORECASTING

III. FORECASTING.

1. Economy.

Based on the trend of the export-balance and the GNP, the Indonesian economy shows an upward tendency accompanied with rising indexes of cost of living, which means rising consumption, in this case housing in particular.

Investments also show an increase in the exploitation of natural resources and industrialization by the Government and the private sector.

The multiple influence of investment will cause an increase in the national income as they will open more employment opportunities. A handicap in the effort to distribute income evenly is the rapid population growth, especially in Java where the natural resources are handling and the employment opportunity is scarce.

The above-stated trend indicates an ever-rising demand for forest products which is not only confined to domestic needs but also for overseas consumption.

2. Socio-economy.

The population with its annual growth rate of 2.5 % will reach the 225 million mark in the year 2000, and the distribution pattern will not be much different from the present, namely ± 70 % in Java.

No changes can be expected in means of livelihood, which indicate that agriculture will still remain the major subsistence, but it will be carried out in a more intensive manner owing to better irrigation system, modern technology, prime seeds and better management and guidance through Government efforts. A great deal of the labour force will be absorbed in industrial and commercial business, and activities in the fields of services, including health care, law enforcement and insurance, will necessarily be stepped up.

Forest

Forest utilization will become an accelerator of rural development and resettlement, so that areas with well-developed forest utilization business will also have flourishing hinterlands. Likewise, the prosperity approach in the forest management in several areas is a support to the development of the community in the surroundings of the forests.

3. Foresta.

The forest, which according to current estimates cover 120 million ha, should in the future integrate with other sectors in line with the land-use pattern stipulated by the Government. There will always be more need for land. This is based on the assumption that most people will still live on agriculture. The intensive method of rice cultivation is the only hope for minimizing the expansion of agricultural areas and for producing enough food to meet the demand.

Non Forest lands that can be considered fit for other uses are located along traffic-routes : land as well as water routes.

Certain forest areas need conservation for the sake of their hydro-ological function which is based on their physical conditions and functional effectiveness (right extent and location) on each watershed.

The productivity function is needed to meet domestic demands and to earn foreign exchange currency by exporting wood and non-wood forest products. Nature reserves and tourist forests need expansion and better management in the light of the progress in the economic, social, cultural, and scientific fields combined with the great intensity in international co-operation.

4. Forest Products.

Wood is the most important forest product to ratio the share of forestry in the drive to increase the national income and the standard of life of the society.

The rising demand for export will concur with the rising domestic demand which is prompted by the increase in population and per capita consumption.

Overseas demands are mostly for materials for the manufacture of plywood, while in the country wood is required for construction and paper. Large quantities of raw material can find their way to the domestic sawmills, plywood mills and paper mills. The future forest product marketing pattern is predicted to experience no major changes, thus the main flow of the domestic interinsular trade will be in the direction of Java, and export will go to Asian countries (chiefly Japan), Europa (the Netherlands, Great Britain and Germany), and America (Canada, US).

With the development of the wood-processing industry trade commodities will be in the form of finished or semi-finished goods for export as well as for interinsular trade. Further economic utilization of non-wood forest products, such as resin, camput oil and others can be secured as long as they face no competition with imported kindred wares and no dominance of the market by synthetic materials. Non-wood forest products can become valuable export merchandise and give employment to the labour force, especially those that require labour-intensive methods of cultivation, such as natural silk.

IV. DEVELOPMENT

IV. DEVELOPMENT AND UTILIZATION.

1. A r e a s

a. Inventory

To know the extent, locations and conditions of the forests all over Indonesia a national forest inventory will be carried out covering the entire territory of the Republic of Indonesia for the purposes of establishing a land-use pattern, which in turn will be the basis for the designation of forests.

These activities make use of the results of satellite imagery photography, aerial photography, combined with stratified and systematic ground surveys. The result will be basic maps, topographic maps, vegetation maps and soil maps or land capability maps.

More detailed inventory is to be made of certain areas that are considered to require direct forestry operation, such as rehabilitation or utilization.

b. Forest-land use.

Based on the results of the national inventory a study is made in the framework of establishing a forest use pattern, giving priority to areas to be designated as protection forests judged from the physical conditions and needs. The designation of protection forests is accompanied with that of nature reserve forests and as far as possible also with that of recreation forests in anticipation of the feasibility studies. Then follows the designation of areas for production forest taking into account the demand for forest products and the overall land-use plan.

Based on the available criteria and data the designation pattern of the forests is estimated as follows :

- | | |
|---|---------------|
| 1). Protection forest about | 45 million ha |
| 2). Production forests about | 40 million |
| 3). Nature reserve and tourist forests
about | 10 million ha |
| 4). Reserved forest about | 25 million ha |

For legal

For legal security the results of the activities in the designation of the use of the forests are to be followed up the with forest boundary legalization.

c. Forest organization.

To ensure the best possible management, State forest are divided into Forest Management Units and Forest Utilization Units, respectively in charge of public interests and business interests, though the two kinds of interests are, as a matter of fact, inseparable from each other in every unit.

The designation of Forest Management Units is centred on the functions of serving public interests, among other things, the protective function, which is based on the watershed, and the function of nature conservation and wildlife management, which includes recreation. The designation of Forest Utilization Units is stressed on economic considerations, such as marketing trend, type of business, capital and forest condition. In this relation exploitation areas may be regarded as embryos of Forest Utilization Units, which should have an acreage of 100,000 ha each.

Both categories of units need road systems that useful for the forest management or the forest utilization and also for the development of the territory concerned as a whole. In other words, there activities should be oriented to the Provincial development. Further organizational divisions are blocks and compartments to facilitate management and utilization.

2. Reforestation and Rehabilitation

Reforestation is aimed at increasing the forest potentialities in the frame work of establishing man-made forests to meet the need for forest products, while the purpose of rehabilitation is to enhance the function of the forest as regulators of soil conservation and hydro-morological conditions in particular and as regulators for the sustenance of resources of natural energy in general.

Implementation

Implementation units for reforestation are forest management units in logged-over areas as well as in idle or critical areas.

Implementation units for rehabilitation are the watersheds.

Both kinds of activities have as physical target \pm 30 million ha of lands/forests which constitute unproductive areas, idle lands and sedge prairies and logged-over areas.

The undertaking requires projected reforestation and rehabilitation operations able to accomplish \pm 1.5 million ha/year, including 1 million ha of logged-over areas so that the target of reforestation and rehabilitation of areas outside these areas will cover \pm 0.5 million ha/year.

The implementation of reforestation and rehabilitation of areas within concessionaries is the responsibility of the concessionaires concerned, while outside those areas it rests with the Government to carry it out through development projects and participation of third parties in the framework of forest plantation.

3. Nature Conservation.

Nature conservation is aimed at enhancing the quality of human life by taking measures to preserve natural resource of energy through extensification and intensification of the management of nature reserve and tourist forest towards the establishment of National Parks and biosphere reserves, combined with the protection of fauna and flora outside these conservation areas.

With nature reserve and/or tourist forest as core the total area for the conservation of natural resources is estimated at 10 million ha.

The implementation of these activities is of multidisciplinary character involving various agencies, including international organizations, so it requires centralization. Participation by third parties is allowed, especially in the management of national parks and recreation frists.

4. Exploitation

Forest exploitation is aimed at the utilization of forest produce that has reached maturity and has to be harvested, or at land-use conversion. Forest exploitation is always linked with the principle,

of progressive

of progressive sustained yield and maximum benefit principles. Consequently, every exploitation of an area must be followed by the reforestation of it using species and methods that produce stand which are quantitatively and qualitatively better than the predecessors, while the exploitation is to be carried out in such a manner that the volume of the remaining stands amounts to the minimum difference between potential and production.

The above mentioned principles of sustained yield and maximum benefit apply to every Forest Management unit or Forest Utilization Unit. The principle does not apply to exploitation for conversion purposes.

The physical target of forest exploitation is \pm 40 million ha of production forests and 27 million ha reserved forests. Of the total \pm 75 % or 48 million ha are productive and have an annual allowable cut of 51 million cu.m or indicative production of \pm 37 million cu.m. This exploitation does not include exploitation of artificial forests in Java, which have regularly been producing \pm 0.5 million cu.m/year, and the exploitation of forests resulting from reforestation of the 5 - year plan which are estimated to produce regular yields after 2000.

Third parties' participation in forest exploitation will be continued, at least until the expiration of the concessions, while supervision and guidance will be intensified to ensure that the two principles be observed.

5. Forest-based Industry.

The establishment of forest product processing industries is aimed at ensuring the realization of the maximum yield principle, enhancing the added value of wood, giving more employment opportunities and increasing the GNP.

Efforts are therefore made to reach the ideal situation in which only processed timber are put on the market, and in which log export are kept to a minimum and confined to those logs that exported as such will have a higher value and produce the least waste. Available wood to be used as basic material for sawmill is estimated at 18 million cu.m. for veneer and plywood mills 4 million cu.m. and for export 15 million cu.m.

Forest-based industries are established by concessionaires, private non-concessionary business firms, State enterprises and individuals.

The function of the Forestry Directorate General in the development for forest-based industries is to create a favorable condition for their smooth operation and development and to give guidance and supervision, mainly to concessionaires. This function of the Forestry is to serve ± 100 concessionary and 1000 non-concessionary sawmills, 30 concessionary and 2 non-concessionary veneer and plywood mills, while more forest-based industries are still being contemplated, including the possibilities of setting up pulp and paper mills. Industrial areas are located in several places taking into account the supply of basic materials, availability of facilities, infrastructures and labour force, and the distance to marketing centres.

In the framework of industrial development the various agencies involved work co-operatively, whenever necessary making use of foreign assistance, chiefly in feasibility studies.

6. Forest Product Marketing.

Forest product marketing aims at meeting the domestic demand for forest products at prices within reach of most people, at increasing the State income, viz. foreign exchange and royalties, and at acquiring funds for forest and forestry development in the framework of maintaining the principle of sustained yield and maximum benefit.

The domestic consumption, indicative of the demand, is estimated to reach 0.1 cu.m per capita/year calculated in roundwood, amounting to ± 20 million cu.m/year by the year 2000. Overseas demand for wood will remain considerable : for Asia alone the estimate is ± 65 million cu.m, easily absorbing the projected 15 million cu.m export quota (ceteris paribus), of which, for instance, ± 19 million cu.m. will go to Japan as from 1980 and this will increase to 21 million cu.m there after.

Still,

Still, the demand will not exceed the potential productivity (51 million c.m) of the Indonesian forest or the production expectation (37 million c.m). This means that the supply for the demand can be done in an economical way.

Since Java is the centre of domestic marketing, the inter-isular trade should necessarily be oriented to this island. Hence, the inter-island timber transportation means obviously need improvement.

To accelerate the timber trade, especially export, efforts have been made to diversify the commodities (quality and species) and the destination through surveys and sales promotion, monitoring of market fluctuations and improvement to the quality of the forest products.

Forest product marketing is carried out in co-operation with other Government agencies, the private sector or with certain bodies.

7. Facilities and Infrastructures

a. Legislation

The legislative foundation of forestry is act No. 5, 1967 concerning Basic Provisions on Forestry or in short the Forestry Basic Act.

The Forestry Basic act is, however, not the only regulation that governs forestry matters, but there are a number of ordinances which also refer to forestry, forest management in particular, such as the Agrarian Basic act. and the Regional Autonomy act.

For a uniform interpretation of the Forestry Basic act, a force will be initiated to synchronize the various renderings and draft a Government Regulation for the implementation of the act.

Other legislative bills, on a par with the act or implem-
entary, will also be worked out. Furthermore, synchronization is also effected in Central as well as Provincial forestry legislation wherever necessary.

b. Organization

b. Organization.

The organizational and functional structure is explicitly stipulated in the prevailing legislative regulations. What is to be done now is to provide detailed job descriptions, to regulate work procedures and relations between central and Provincial apparatuses, relations among the Central institutions, and relations among the Provincial agencies.

In addition, continuous efforts are made to step up the efficiency of the apparatuses through work and job analyses and research of the systems and procedures of the various activities.

c. Manpower

Forestry activities, Government as well as private, are basically aimed at providing as many as possible employment opportunities.

The Indonesianization of personnel in the field of forest exploitation is carried out according to the current regulations and plans. To this end special educational and training programmes are arranged.

The staffing of the Central and the Provincial forestry offices and the Government undertakings (public corporations, limited liability companies and State enterprises) is patterned after an overall manpower planning, including career planning, rotation, tours of duties and transfers.

d. Physical infrastructures.

Caused by the increasing volume of activities and the intensified relations among the various forestry agencies an urgent need is felt to construct a Forestry Centre in Jakarta. The Provincial agencies are expected to follow suit. Improvements will also be made in telecommunication by enlarging the existing network between the Central and the Provincial offices and among the Provinces.

To ensure

To ensure the smooth flow of up-to-date information a Data and Information Centre, using modern systems of operation, will be put into use.

8. Research and Development

The forest and forestry as a Vast natural resource of energy leave much to explore as for their potentials and utilization, so that research and development efforts are to be advanced at an increasing rate. Priority targets are forest soil, tropical forest, and man made forests, including the wealth they contain (productivity and other functions), to be continued with research and development in the fields of forest product processing and marketing.

9. Education and extension

Activities in these fields will be continued in the framework of up-grading the skill of the apparatuses on the one hand, and developing the careers of the workers on the other hand. Education has the character of quality improvement and manpower recruitment. Extension is directed to the society's participation in the forestry development efforts in particular and to the safeguarding of the forest, soil and water resources in general - participation with full sense of responsibility.

Number of population aged 10 years and older, listed according to level of education.

Island/Island group	Male/Female	Uneducated	Have non finished elementary school	Elementary school	Junior secondary school		Senior secondary school		Academy	University	Total
					General	Vocational	General	Vocational			
					6	7	8	9	10	11	12
1. Java-Madura											
	M	7771509	9446728	5752777	890394	434775	414626	310179	78358	67770	25167116
	F	14590371	7517610	3792140	590358	188721	176641	147707	22659	20521	27146728
	MF	22461880	16964338	1480752	623496	623496	591267	457886	101017	88291	52313844
2. Sumatra											
	M	1294406	2973304	1823320	378302	123843	96108	94267	16312	8686	6818548
	F	2776458	2498593	1332413	193098	44038	65523	39817	5548	2711	6999009
	MF	4070864	5471897	3155733	512210	177881	161631	134084	21860	11397	13777557
3. Kalimantan											
	M	658356	559871	423445	57224	11880	20911	7118	1364	567	1740736
	F	1011110	439277	244410	20545	3900	11419	3201	154	104	1714120
	MF	1069466	999148	647855	77769	15730	32330	10319	1518	671	3454856
4. Sulawesi											
	M	925235	827637	663103	146537	60030	40399	44474	3177	5022	2715614
	F	1412180	774107	572006	86349	1961	27367	19763	1767	2688	2915804
	MF	2337415	1601744	1235109	232886	79607	67766	64237	4944	7710	5631418
5. Other islands											
	M	988998	831042	570860	96047	36723	39613	33003	4036	6483	2606705
	F	1459991	646155	435927	59203	10331	21663	13174	1037	564	2642045
	MF	2448989	1477197	1006787	155250	47054	61176	46177	5047	7047	5248750
Indonesia											
	M	11638604	14638082	9233505	1568504	677251	611557	489041	103247	88528	39048719
	F	21344110	11875112	6306806	950363	266567	302613	223662	31165	26588	41377706
	MF	32982614	26513224	1559991	2518857	942818	914170	712703	134412	115116	80426425

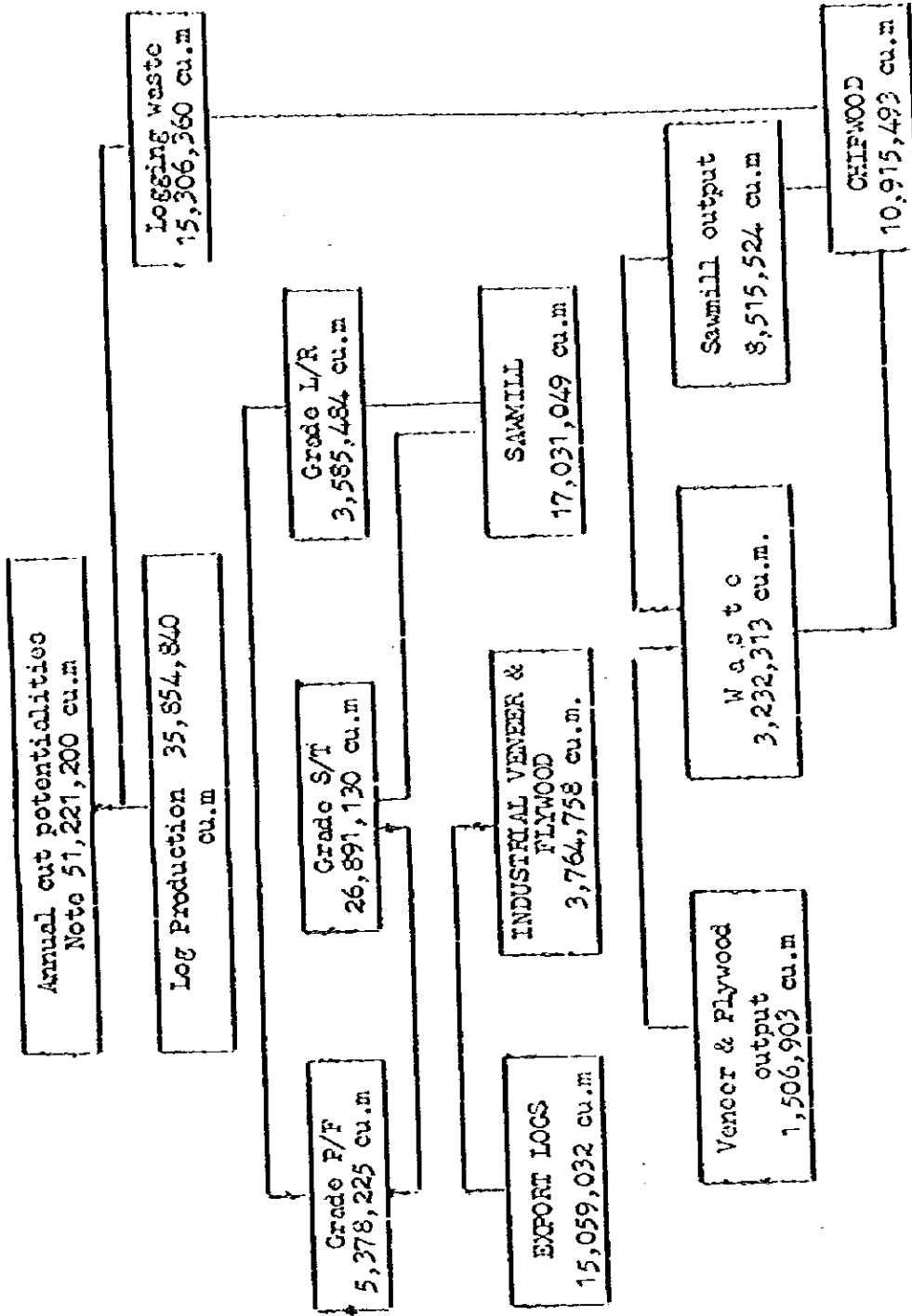
Source : Central Statistics Bureau, 1972.

FOREST UTILIZATION
 PHASE, EXTENT AND INVESTMENT
 (up to December, 1975)

Phase	Form of Business	Total operation/ reserved area (000 ha)	Investment		Note
			US \$ (000)	Rp. (000)	
I. Letter of Decision on Concession	a. National	192	418.750.00	520.000.00	
	b. Joint venture	58	220.726.27	-	
	c. Straight Inv.	14	339.700.00	-	
	d. Perhutani	3	-	-	
Total I	-	267	979.176.27	520.000.00	
II. Ministerial Approval Investment Agreement	a. National	67	174.050.00	-	
	b. Joint Enterprise	4	8.750.00	-	
Total II	-	71	182.800.00	-	
III. Forestry Agreement	a. National	18	35.700.00	-	
	b. Joint Enterprise	9	26.700.00	-	
Total III	-	27	62.400.00	-	
IV. Survey - Total IV	-	233	-	-	
V. Basic Agreement	-	48	-	-	
Grand Total	-	646	1.224.376.27	520.000.00	

Source : Directorate General of Forestry, 1975.

UTILIZATION OF WOOD POTENTIALITIES
(Annual average estimates)



Note:
 grade P/F = fair
 grade S/T = saw log
 grade L/R = local rejected
 source : Directorate of Forest
 Production 1975.

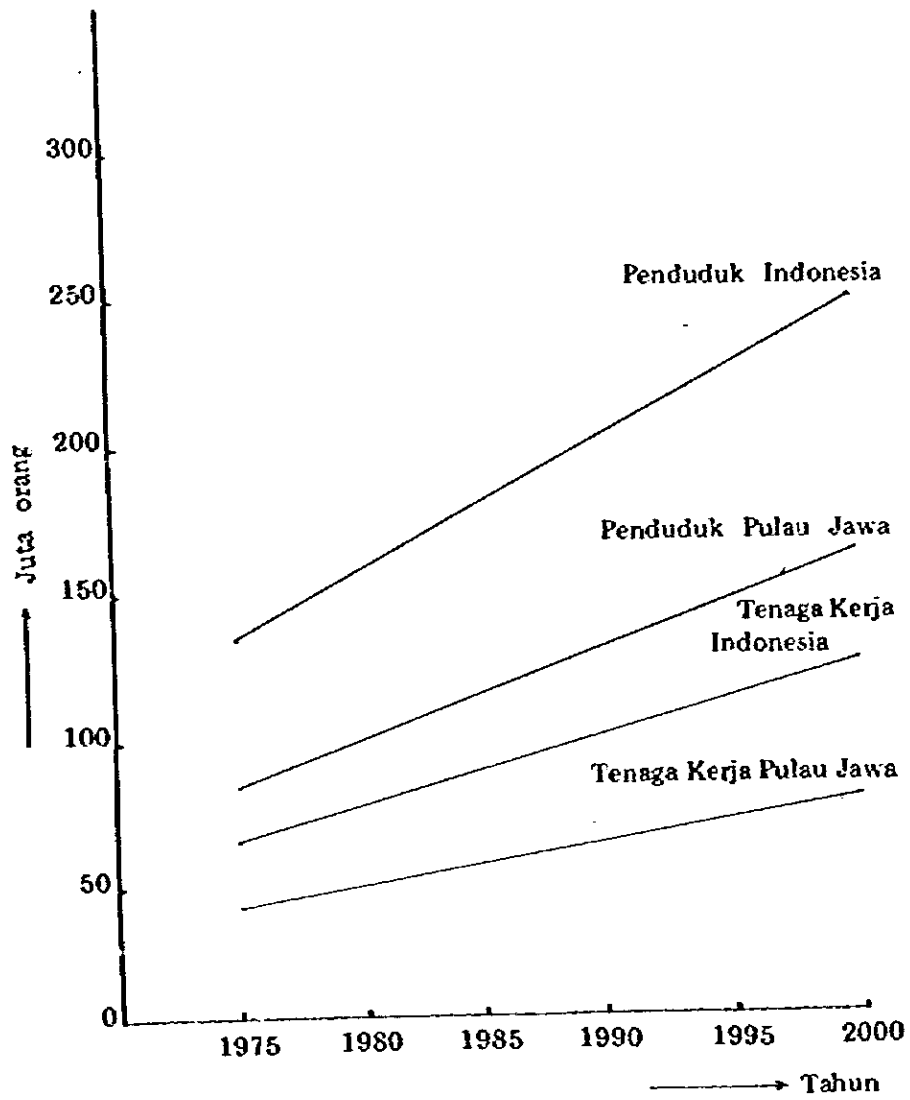
LOG PRODUCTION ESTIMATE AND DESIGNATION

(as from 1975)

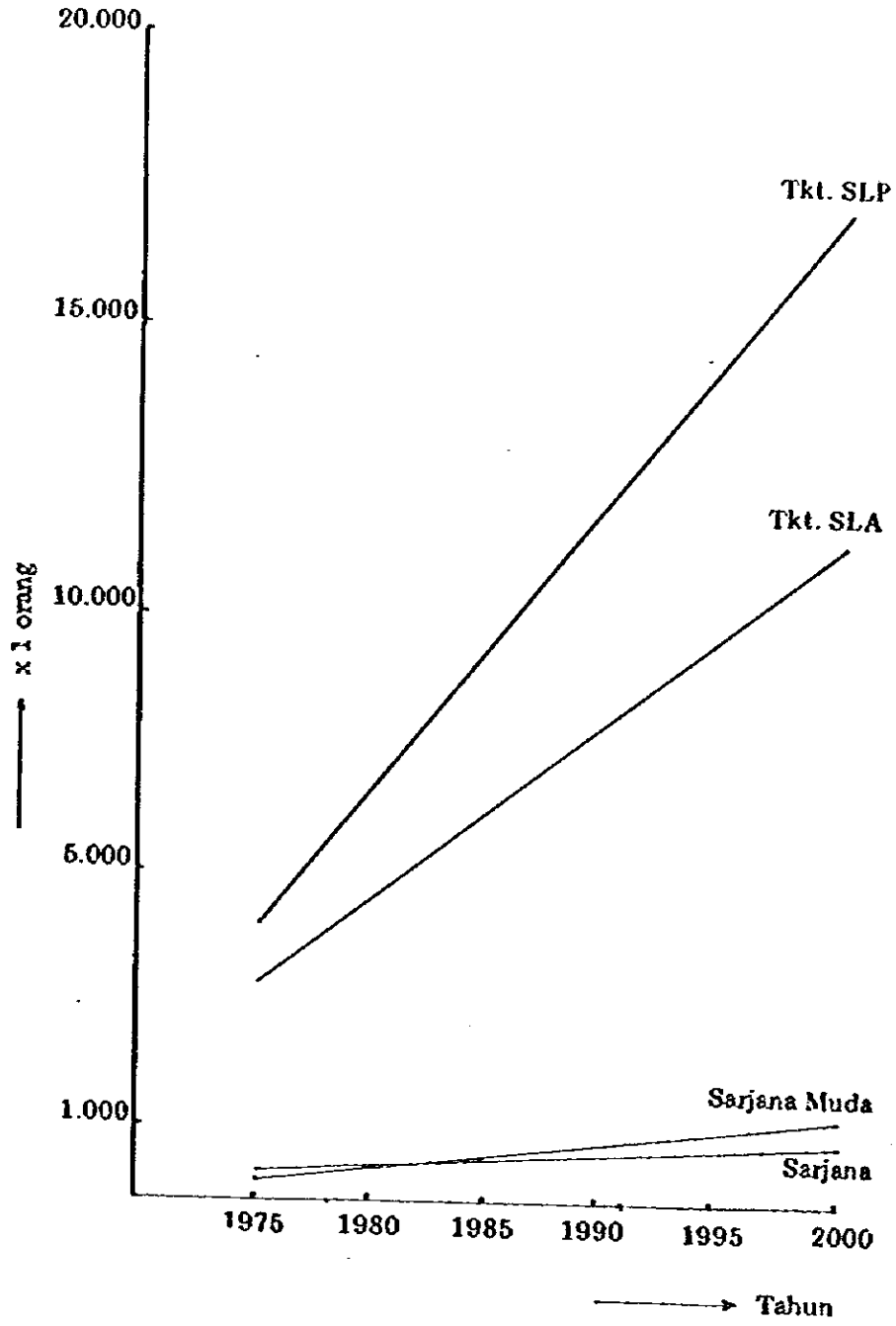
PROVINCE	Material for industries cu.m.	Export Logs cu.m.	Total cu.m.	Note
1. Aceh	876,554	634,746	1,511,300	Production calculation based on AAC, ETAT and exploitation factor.
2. North Sumatra	570,024	412,776	982,800	
3. West Sumatera	367,024	265,776	632,800	
4. Riau	1,765,694	1,278,606	3,044,300	
5. Jambi	1,276,058	924,042	2,200,100	
6. Bengkulu	318,709	230,790	549,500	
7. South Sumatra	626,052	450,348	1,076,400	
8. Lampung	124,236	89,964	214,200	
SUMATRA	5,924,351	4,387,048	10,311,399	± 0.7
9. West Java	307,800	-	307,800	
10. Central Java	275,000	20,000	295,000	
11. East Java	510,600	10,000	520,600	
JAVA	1,093,400	30,000	1,123,400	
12. West Kalimantan	1,144,717	828,933	1,973,650	Total AAC = 51,221,200 cu.m/year.
13. Central Kalimantan	4,523,043	3,275,307	7,798,350	
14. South Kalimantan	365,806	264,894	630,700	
15. East Kalimantan	6,099,744	4,417,056	10,516,800	
KALIMANTAN	12,133,310	8,786,190	20,919,500	
16. North Sulawesi	209,902	151,998	361,900	
17. Central Sulawesi	580,530	420,420	1,001,000	
18. Southeast Sulawesi	126,266	91,434	217,700	
19. South Sulawesi	406,812	294,588	701,400	
SULAWESI	1,323,560	958,440	2,282,000	
20. Maluku	1,095,469	793,270	1,888,740	
21. Irian Jaya	287,448	208,152	495,600	
22. West Irian	35,322	25,578	60,900	
INDONESIA	21,892,860	15,188,678	37,081,538	

Source : Directorate of Forest Production, 1975.

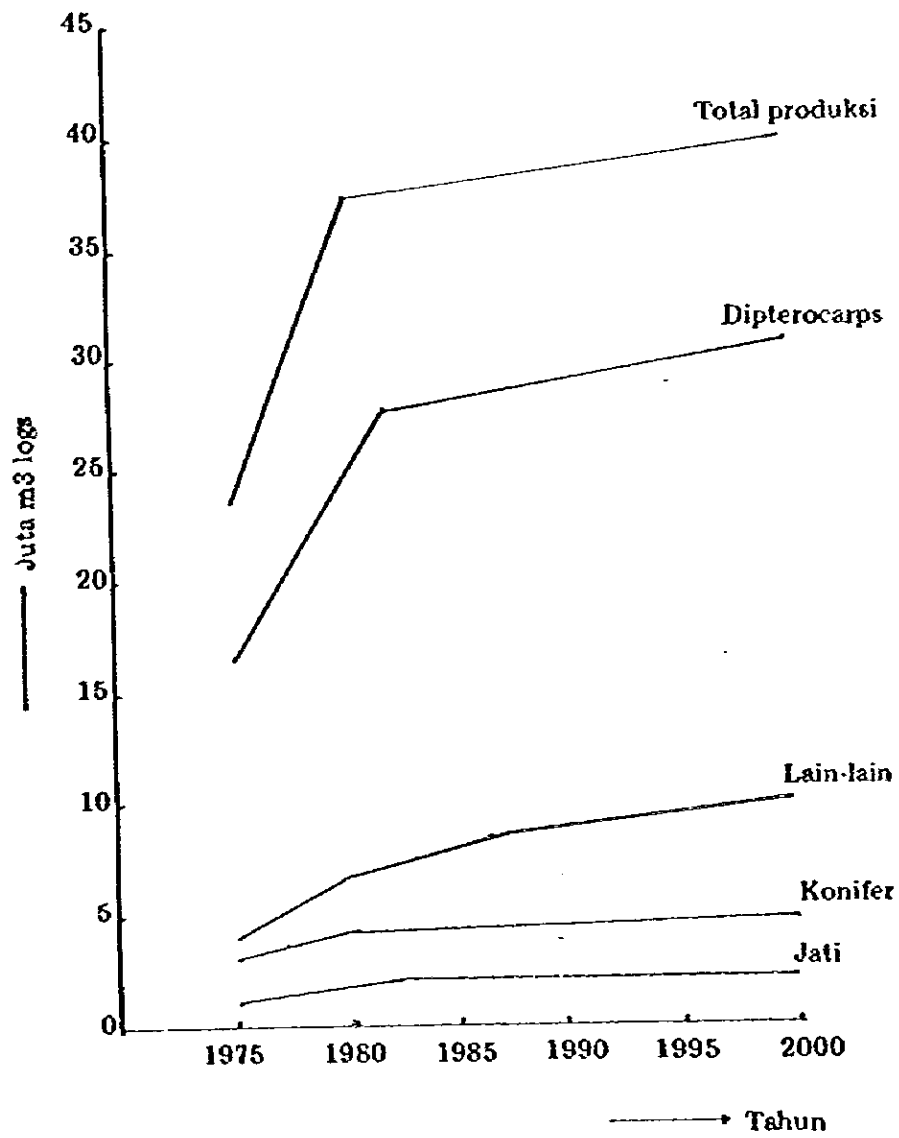
**PROYEKSI PENDUDUK DAN TENAGA KERJA
DI INDONESIA DAN PULAU JAWA**



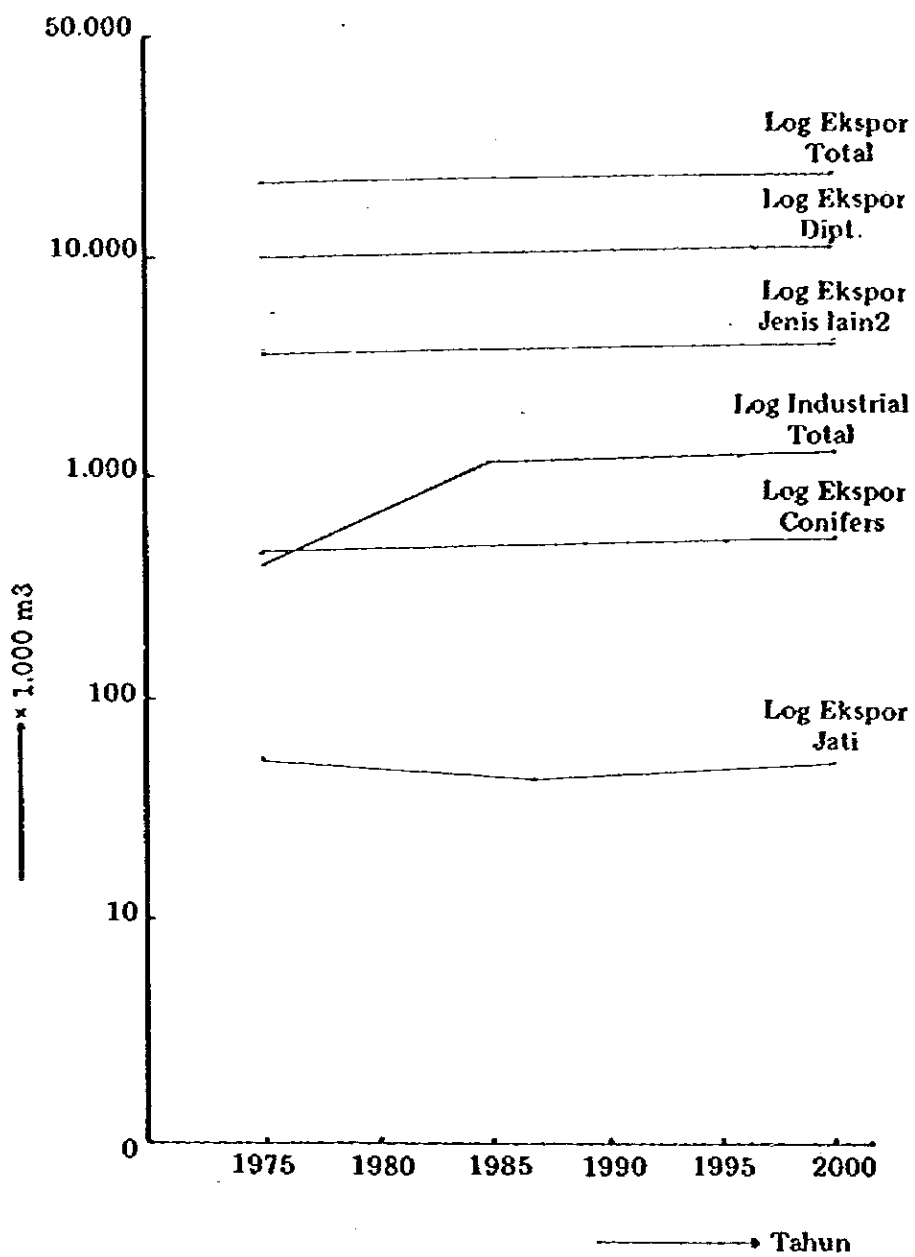
TAKSIRAN KEBUTUHAN TENAGA



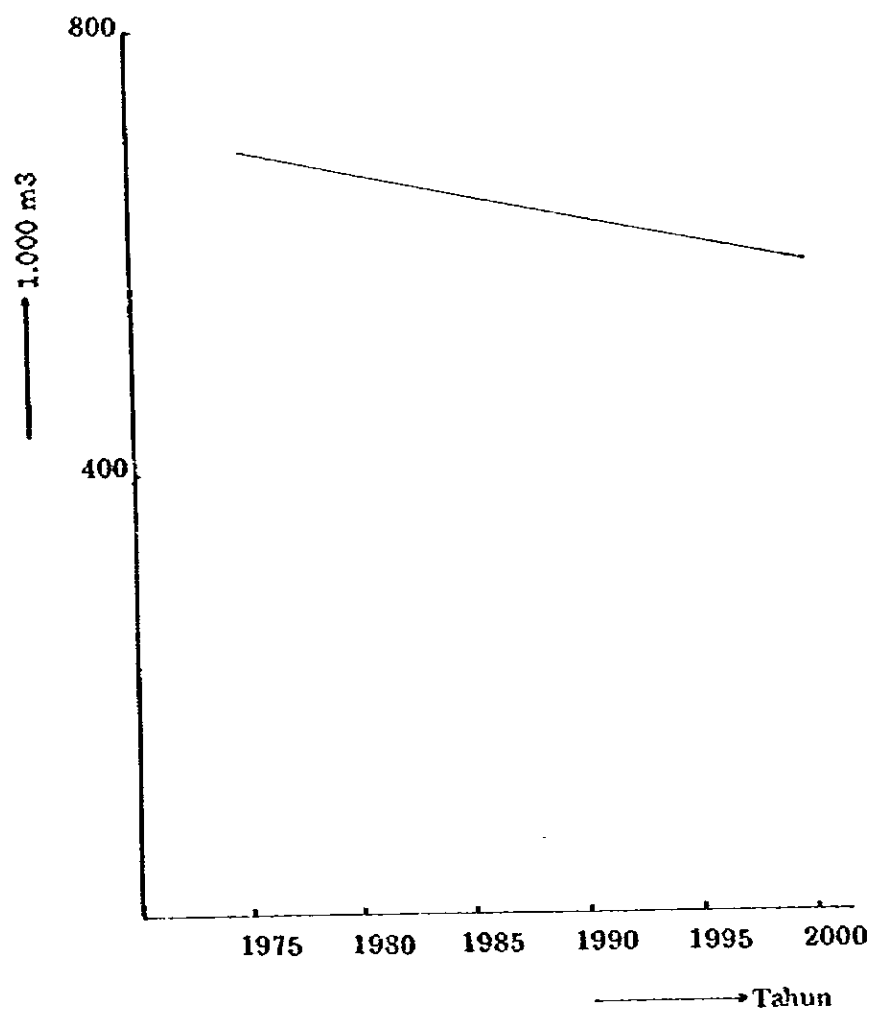
PROYEKSI PRODUKSI KAYU INDONESIA



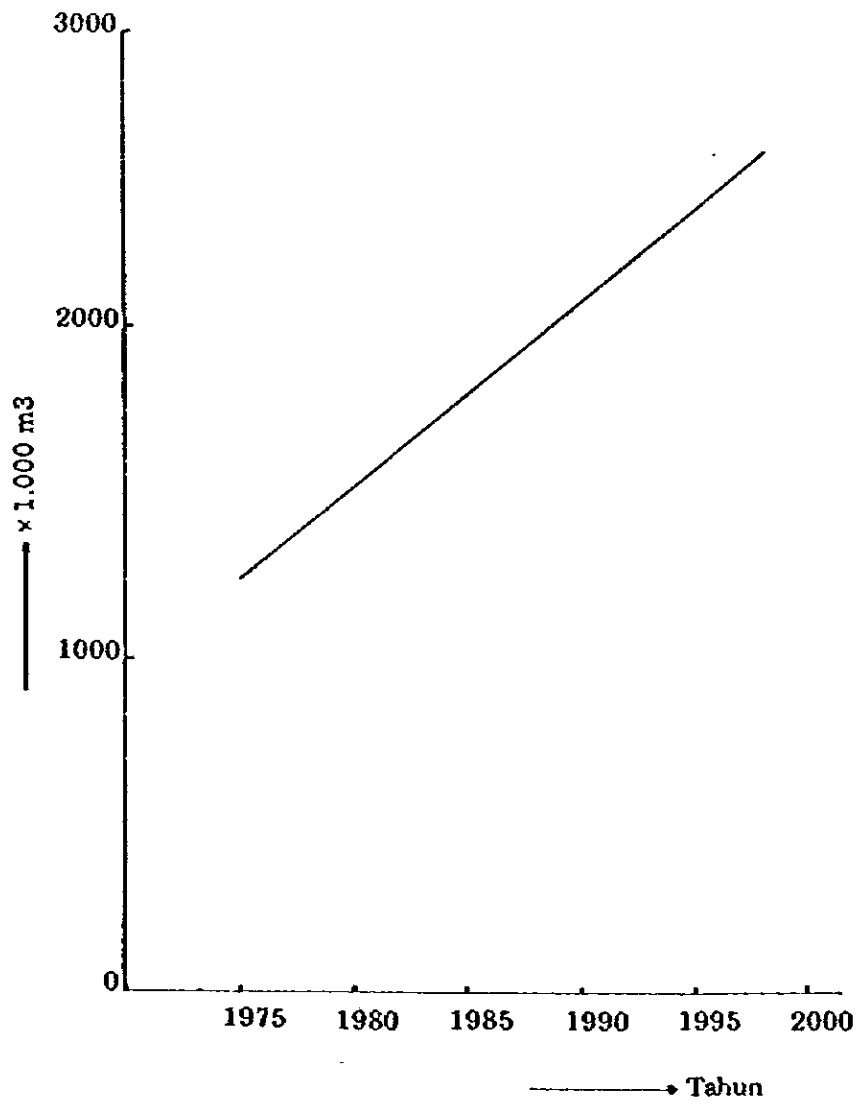
TAKSIRAN PEMASARAN



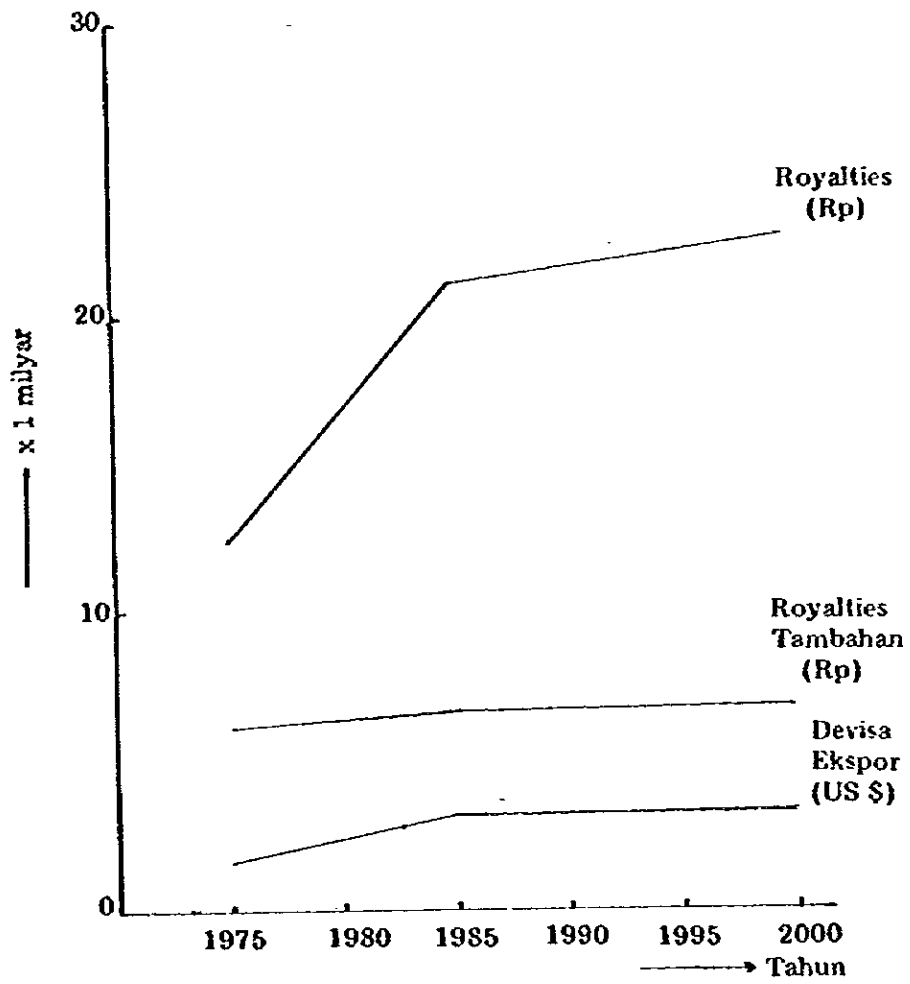
TAKSIRAN KONSUMSI TOTAL KAYU BAKAR



PERKIRAAN KONSUMSI KAYU PERTUKANGAN
DAN KAYU INDUSTRI



TAKSIRAN PENDAPATAN & DEvisa



TAKSIRAN PEMBIAYAAN & INVESTASI

