



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	長伐期人工林施業の体系化に関する研究：チーク人工林施業と吉野地方スギ人工林施業との比較考察
Author(s)	マルテン, ルテル ランデ; Marthen, Luther Lande
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 44(3), 955-1017
Issue Date	1987-08
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/21241">https://hdl.handle.net/2115/21241</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	44(3)_P955-1017.pdf



# 長伐期人工林施業の 体系化に関する研究

— チーク人工林施業と吉野地方スギ人工林施業との比較考察 —

マルテン・ルテル・ランデ\*

## Studies of the Management System for Long Cutting Age of Man-Made Forests

— Comparative Considerations of Management System for Teak  
Plantations and Cedar Plantations of Yoshino District —

By

Marthen Luther Lande\*

### 要 旨

この論文は、インドネシアにおけるチーク人工林の施業体系、特に適正な間伐方法の確立を目的とした研究である。このため、本研究においては、日本において、広葉樹の漸伐的施業に類似した吉野地方の集約なスギ人工林施業と比較分析し、その改善の可能性を検討した。

研究の結果、インドネシアの粗放なチーク人工林施業は、広葉樹の集約な漸伐的施業に類似した吉野地方のスギ人工林施業をモデルとすることにより、特に間伐体系の確立に応用し得る面の極めて多いことが明らかとなった。またチーク人工林施業の改善のためには、現在より密植、長伐期とし、画一的な定量間伐を改めるとともに、保育作業の集約化や、労働力の期待可能な間作を導入した施業体系の普及を図る必要があると結論づけることができる。

キーワード： インドネシア、チーク、間伐、漸伐、スギ。

### 目 次

第1章 緒 言	957
1. 研究の背景	957

昭和62年2月28日受理 Received February 28, 1987.

\* 北海道大学農学部森林経理学講座

Laboratory of Forest Management, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

現在インドネシア ハサヌデイン大学農学部

Recent Address: Division of Forestry, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University, Ujung Pandang, Indonesia

2. 研究の目的	957
3. 研究小史	957
4. 研究方法	958
第2章 人工林施業の性格と構造	959
1. 広葉樹林施業と吉野スギ人工林施業との比較	959
2. 吉野スギ人工林施業とチーク人工林施業との比較	959
3. チーク人工林施業の方向	961
第3章 チーク人工林施業の実態と問題点	961
1. インドネシアにおける林業の実態とチーク人工林	961
(1) インドネシアの森林と施業の状況	961
(2) チーク人工林の状況	966
(3) チーク林の林分構造	969
(4) チークの樹木特性	974
(5) チーク材の性質と用途	974
2. チーク人工林施業の実態	974
(1) 更新・保育	974
(2) ヘルフタニ社の間伐技術	977
(3) 伐期齢と収穫	977
3. チーク人工林施業の問題点	977
第4章 吉野地方スギ人工林施業の分析	978
1. 調査箇所の概況	978
(1) 自然的, 社会経済的条件	978
(2) 森林, 林業の概要	982
2. 吉野地方人工林施業の沿革と実態	985
(1) 施業の沿革	985
(2) 施業と生産技術の実態	986
3. 標準地の分析	986
(1) 標準地設定林分の概況	986
(2) 標準地の施業経過	990
(3) 林分構造	992
4. スギ人工林施業の体系	1003
(1) 更新	1003
(2) 保育	1004
(3) 間伐体系	1005
(4) 主伐	1005
(5) 総括的考察	1005
第5章 チーク人工林施業の体系化に関する考察	1007
1. チークとスギの特性ならびに施業体系の比較	1007
2. チーク人工林の施業体系モデル	1009
第6章 結言と摘要	1011
1. 結言	1011
2. 摘要	1011
引用ならびに参考文献	1012
Summary	1014

## 第1章 緒 言

### 1. 研究の背景

インドネシアで最も主要な造林樹種はチーク (*Tectona grandis* L. f) である。それは構造材や家具材など用途が広い。また、価格も他の樹種より高く、国営のペルフタニ (Perhutani) 林業会社の貴重な収入源となっており、毎年約 50 万 m<sup>3</sup> が生産されている。主要な生産地として、1978 年以降ジャワ島では毎年約 8,000~10,000 ha のチーク林をペルフタニ社が伐採している<sup>(8)</sup>。

ジャワ島ではチーク天然林は急激に減少し、人工林に代わってきており、チーク材のほとんどは人工林から生産されている。しかし、人工林から生産されるチーク材は天然林からのものより質が低い。また、人工林の蓄積量は減少する傾向にある。一方、スラウェシ島とヌサテンガラ島などでは天然林からの生産が多いが、この天然林も減少している。

また、インドネシアのチーク材輸出価格は名産地であるタイの輸出価格より低く、ほぼ 1/4 程度となっているが、これはインドネシアのチークの材質が良くないことに起因している。そのうえ、ジャワ島では人口の増加に伴って農業用地が増加しており、チーク林面積も減少してきているが、チーク材の需要は増加する傾向にあり、その枯渇が憂慮されている。チーク林の施業法としては、下層間伐や択伐の間伐などが試みられてはいるが、それらは必ずしも適応しているわけではなく、まだ体系化されたものとはなっていない。

このような現状から、良質なチーク材の生産量を高めるためには、チーク人工林の適切な施業とジャワ島以外の島においては、それ以外に、広大な土地を生かした天然林施業と人工林造成が必要と考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究はインドネシアのチーク人工林の施業体系、特に間伐方法を明らかにすることを目的としたものである。今日まで、インドネシアではチーク人工林に適用された間伐体系は定量的間伐が多い。しかし定量的間伐だけでは、欠点がある。つまり定量的間伐には立木の品質という観点の欠け、更に複層林には応用し難いからである。そのため、これまでのように定量的間伐のみに偏るのではなく、定量的間伐をも加味していくことが必要である。

### 3. 研究小史

インドネシアのジャワ島のチーク林では、すでにオランダ統治時代から植栽が行われ、更に間伐も実施してきているが、選木方法は必ずしも十分に体系化されたものとはなっていない。またジャワ島以外では枝打や間伐などはほとんど実施されていないようである<sup>(55,56,57,58)</sup>。

これまでの間伐研究によれば、まだ意見の違いがあり、例えば Bruinsma, A. G. J. (1897) と Vander Haas, W. H. (1900) は、チーク林には上層間伐が良いと提案している。すなわち、下層間伐では林分にとって影響があまりなく、かつ、チーク林は人工林でも大径木と小径木が

混交することが多いからとしている。これに対し、Van Bram, J. S. (1901)は強度の下層間伐が良いと提案している。また Hart, H. M. J. (1928)は上層木を育てるため、上層木平均樹高と平均樹幹距離の比率(s%)で間伐本数を決める方法を提示している。また、Zwart, W. (1933)と Wepf, W. (1940)によれば、種々の間伐法がチーク林に応用されているが、大体は択伐式間伐になると結論している。その理由として、チークは Bruinsma A. G. J. が述べているように不等質性が強いことをあげている。

戦後はチーク林の間伐の研究はほとんどなされていなかった。なぜならば、その頃からインドネシアでは天然林の経営、特に伐採に関することに注目し、これに関する研究を優先していたからである。

一方、日本の吉野地方のスギ人工林では、古くから間伐が実施されており、その方法及び成果が高く評価されている。当地方では、林齢や林分構成の変化に応じて定量的間伐と定性的間伐とを組み合わせて実施しており、またその間伐方法は、利用間伐を集約に実施することで生産をあげ、収穫と保育とを統一的に追求し得るものである。更にこの方法は、近藤助氏も指摘しているように<sup>(16)</sup>、立て木を残す広葉樹林の間伐に近似し、インドネシアのチーク人工林にも応用し得る可能性が高いと推察される。

#### 4. 研究方法

本研究ではインドネシアのチーク人工林の現状と施業の実態及び問題点を明らかにするとともに、この施業に比較的類似すると思われる日本の吉野地方のスギ人工林の施業体系との比較考察を行った。このためスギ人工林について、林齢別に5箇所のプロットを設定し、林分構造の調査を行った。次に、チーク人工林の林分構造を明らかにするためにペルフタニ林業会社のチーク人工林について、林齢別に5箇所のプロットの毎木調査データを分析し、これと日本の吉野地方のスギ人工林の林分構造・施業体系との比較考察を試み、それらの分析を通じてチーク人工林の施業、特に間伐体系の確立に資することにした。

なお、この研究を進めるにあたり終始御指導を賜った北海道大学農学部林学科森林経理学講座教授大金永治博士に対し厚く感謝の意を捧げる。また、貴重な御助言、御指導をいただいた北海道大学教授小関隆祺博士、北海道大学教授東三郎博士、北海道大学助教授五十嵐恒夫博士に深謝の意を表す。また、日頃より御助言をいただいた北海道大学農学部森林経理学講座助教授和孝雄博士、同講座助手菅野高穂博士に対し深謝の意を表す。さらに同講座事務官の樋口順子氏、大学院生、学生の皆様にも多くの御教示をいただいた。ここに感謝の意を捧げる。特に同講座の大学院生であった野堀嘉裕氏、大学院生の駒木貴彰氏、小泉透氏、植木達人氏、中村道人氏、学生の高橋早弓氏、鎌田智子氏に深謝の意を表す。更に、奈良県吉野郡川上村東川の東辻久雄氏には快く調査地を提供していただき、聞き取り調査にも御協力願った。同県農林部林政課の方々、同県吉野林業改良指導員駐在所の方々、同県林業試験場の方々、また中央ジャワペルフタニ林業会社のトト・テリ・ストウオ氏には資料を提供していただいた。以上

の各氏に対し、心より感謝の意を表する。

なお、本論文は「北海道大学審査学位論文」である。

最後に著者にこの研究の機会を与えられた、日本ならびにインドネシア国の文部省に対し、深謝の意を表する。

## 第2章 人工林施業の性格と構造

### 1. 広葉樹林施業と吉野スギ人工林施業との比較

広葉樹の樹形や形質は、用材生産のためには、針葉樹と比較して一般に欠点が多いといわれている。すなわち、幹についての曲り、正円性、完満度、さらには枝の分岐、枝条量、枝下高などの点で、形質を損なうことが多いといわれている。広葉樹の樹形は、一般に枝葉が拡張して樹冠容積が大きくなりがちである。したがって、同じ樹冠投影面積に対する蓄積比は針葉樹より少なく、閉鎖した林分でも十分な蓄積が得られないことになる。

広葉樹は、上層樹冠層を占める高木について、幹の通直性や枝の分岐状態等から樹形が類別されており、それらは羽状型樹種、箒状型樹種等に分けられ、樹種の性質の違いも明らかにされている<sup>(16,40)</sup>。また広葉樹はうっ閉した林分を急激にしかも強度に疎開させた場合、幹に不定芽を発生させてその形質を下げる事が知られている<sup>(16)</sup>。したがって広葉樹の優良材を生産するための用材林施業法としては、幼齢時には林分を密植させ、そのうっ閉をある時期まで維持していくことが必要であり、しかも広葉樹の諸性質から一斉林型を保つことが必要である<sup>(16)</sup>。また直径生長を促進するための除・間伐は一時に急激に行うことは禁物であり、徐々に疎開させるよう実行することが望ましいと考えられる。

吉野地方のスギ人工林施業は、後述するように、密植、長伐期を基礎とした集約な経営として著名なもので、その育林技術は全て高品質材生産を目的に組立てられている。すなわち、その植付本数は多く、伐期齢は長く、間伐回数は多く、間伐による収穫はそれ自体主伐で、補植を伴わない漸伐とそれほど変わらない内容で実行されている<sup>(31)</sup>。こうした吉野地方で実行されている集約な人工林施業は、広葉樹の良質材生産にも応用が可能と思われ、チーク人工林施業法を考える上で多くの点で参考になるように考えられる。

### 2. 吉野スギ人工林施業とチーク人工林施業との比較

吉野地方のスギ人工林は後述するように現在およそ10,000本植栽されており、他地方に比べて著しく多い。次に下刈は7年目までに8~9回、枝打も30年目までに5回程度実行されている。また間伐回数も多く、それは10回程度行われており、幼齢期(50年生以下)においては4~8年間隔に寺崎式のA種間伐に相当するような下層木の間伐、壮齢期(50~80年生)においては同様に寺崎式のB種間伐に相当するような上層木と下層木を対象とした間伐、老齢期(80年生以上)においては15~16年間隔に寺崎式のC種間伐や上層間伐に相当するような伐採が実行されている。また伐期齢は長く、100~120年程度となっている。なお、寺崎式の幹級区分

表一 寺崎式幹級区分と間伐の方法

Table 1. Terasaki's tree-form-class and its thinning method

1) 幹級区分

I 優勢木(支配木) 林冠の主要組成要素で上層林冠を組成するもの。

第1級木(1) 樹冠が隣接木のために妨げられずに発育し、四方へ拡張して偏倚することなく、かつ樹幹の形態に欠点のない樹木。

第2級木(2) 樹冠の発達が隣接木のために妨げられてその生長が偏倚するか、もしくは樹幹の形態が不良な樹木。

- a. 樹冠の発達が過強で広く拡張するか、もしくはその位置が甚だしく上位して扁平に発達したもの。
- b. 樹冠の発達が過弱で、樹幹が甚だしく細長いもの。
- c. 隣接木の間介在して側圧されて樹冠が偏倚したもの。
- d. 幹形が不良で甚だしく曲ったもの、または分叉したもの(二叉木)。
- e. 被害木・病木。

II 劣勢木(被支配木, 被圧木) 林冠の主要組成要素でなく、下層林冠を組成するもの。

第3級木(3) すでに勢力を減じて育ち遅れとなったが、樹冠は未だ下圧されていないもの。

第4級木(4) 被圧の状態にあるが、なおまだ生活を持続するもの。

第5級木(5) 枯衰・枯死・倒損の諸木。

2) 間伐の方法

樹型級別 間伐の種類	1	2					3	4	5
		a	b	c	d	e			
A 種	○	△	× (○)	× ○	△	× (△)	○ (×)	×	×
B 種	○	△	×	× (○)	× (△)	× (△)	× ○	×	×
C 種	○ (×)	× (△)	×	× (○)	× (△)	×	× (○)	×	×
D 種	○ (×)	× (△)	×	× (○)	× (△)	×	○ (×)	× (○)	×
上層間伐	○ (×)	× (△)	×	× (○)	× (△)	×	○ (×)	○ (×)	×
摘 要	○全部残 ○(×)大部分残一部残 ○×一部残一部伐 ×全部伐 ×(○)大部分伐一部残 ×(△)大部分伐一部残手入 △伐残手入								

間伐法と間伐率の関係

間 伐 法	A	B	C	D
本 数 百 分 率(%)	25~35	35~45	45~60	25~35
材 積 百 分 率(%)	15~20	20~30	30~40	25~30

(注) 本多静六:最新改訂森林家必携, p 213-214, 1982より。

と間伐法は表-1 のとおりである。

一方のインドネシアのチーク人工林の施業法についてみると、ジャワ島での植栽本数は3,000~5,000本、下刈は2年間は農作物の除草を兼ねて行い、他に3年目に1回実施している。枝打は3年目までに2回実施されている。ペルフタニ社による間伐方法は、平均樹幹距離によって間伐木を決めるいわゆる定量的間伐法で、10年目までは2~3年ごとに、11~20年目では4年

ごとに、21~40年目では5年ごとに、41~60年目では8年ごとに、61年以上では10年ごとに実施されており、その間伐回数は多く、また伐期齢はおよそ80年となっており、比較的長期である。なお、学者により下層間伐、択伐の間伐、さらには上層間伐を採用すべきとの意見もあるが、それらはチーク人工林の林分の推移に応じた間伐のあり方を模索しているものようである。

以上のように、現行のチーク人工林の施業は、吉野地方のスギ人工林施業に比較して一般に粗放ではあるが、多くの類似点を有しているように思われる。

### 3. チーク人工林施業の方向

インドネシアにおける現行のチーク人工林施業法は、前節での吉野林業との比較によって、特に以下述べるような諸点において問題を有しているように思われる。その第1は、人工林の植栽本数が比較的少ないことである。現行の植栽本数は第3章で示すようなチークの収穫表に比べてもかなり少なく、優良用材を密植仕立てによって生産するには程遠い状況にある。第2は、特にジャワ島以外において、下刈、枝打等の保育作業が普及していないことである。第3は、現行の間伐方法に問題を有していることである。すなわち、間伐に関する研究はオランダ統治時代から試みられてはいるが、それらはまだ体系化されたものとはなっておらず、また、第1章で述べたように、これまでの研究成果ではまだ意見が分かれており、各々に提唱されている上層間伐、下層間伐、択伐の間伐等はチーク林の林分推移の一段階のみについて考究している間伐法のように思われる。

したがって望ましいチーク人工林施業法は良質材生産のため密植仕立てとして保育を十分に行うこと、現行の間伐方法を検討して吉野のスギ人工林のように林分の推移に応じた間伐を実施すること、すなわち、幼齢林分には定量的間伐、壮齢林分には定量と定性的間伐の併用、老齢林分には定性的間伐の導入が望まれよう。

以上の点から、吉野地方における集約なスギ人工林施業は、今後のチーク人工林施業を考える上で、十分参考になるものと思われる。

## 第3章 チーク人工林施業の実態と問題点

### 1. インドネシアにおける林業の実態とチーク人工林

#### (1) インドネシアの森林と施業の状況

インドネシアの森林は、ウォーレフ線を境としてオーストラリア大陸系とアジア大陸系ならびに両方の影響を受ける西部、中部、東部の三地域に大別される。また、島、海にそれぞれ特異性を有している。植物学的な分布の多様性のほかに、社会、経済条件との関連において、地域ごとに大きく異なっている。

インドネシアの森林の林型は、熱帯降雨林が主体である。勿論これにはいろいろな植物生態学的群落を含んでいる。メランティ (*Shorea* 属)、クルイン (*Dipterocarpus* 属)、ラミン

(*Gonystilus bancanus* K.) はカリマンタンを含むインドネシア西部の重要樹種である。東部(例えばイリアン)へ向かっては、フタバガキ科(*Dipterocarpaceae*)が消えて、マトア(*Pometia* 属)やメルバウ(*Intsia* 属)のような現在では価値の低い樹種がとってかわっている。更に、標高による大きな差があり、低地では広葉樹優占、高地では針葉樹優占となっている。特定地域では特定樹種の純林がみられる。例えば、北スマトラのメルクシマツ(*Pinus merkusii*)、西カリマンタンのラミン、中カリマンタンのアガチス(*Agathis borneensis*)、イリアンのマトアなどである。

インドネシアには12の林型が認められる。このうち、低地降雨林、中位降雨林、高地降雨林の3つのタイプで73%の面積を占める。二次林(12%)、湿地林(10%)、泥炭地林、マングローブ林、海岸林(以上3つはいずれも1%以下)及び人工林(約200万haと推定されている)である<sup>(19)</sup>。

なお、インドネシアの森林は、生態的には表-2のようなタイプに分けられる。

インドネシアの全森林面積は約1.2億ha(国土面積の約64%)で、カリマンタンに35%、イリアンに26%、スマトラに21%、スラウェシに9%、マルク諸島に5%、ジャワに2%、ヌサテンガラ諸島に2%と分布している<sup>(19)</sup>。

スマトラは基本的には熱帯降雨林地帯であるが、ここにはメルクシマツの天然林及び人工林がある。このマツの天然林は、中部アチェの山岳地帯に生育している。カリマンタンは、現在インドネシアの林業開発の中心地である。森林面積の約1/3は開発可能林とされている。しかし、林地のうち約1,000万haが焼畑移動耕作の被害を受けている。インドネシアのカリマンタンでは森林の80%がフタバガキ科の森林で、残りのほとんどは、有用材のラミンを産する湿地林である。ジャワでは、最も重要な森林はチーク林、マツ林、アガチス林(主として人工林)である。これら以外は、殆ど落葉樹林(モンスーン林)である。イリアンでは約73%の土地が森林で、農業開発は僅か1%以下を占めているにすぎず、焼畑移動耕作のほうが多い。インドネシアの森林のデータを表-3に示す。

表-2 森林の生態区分による面積  
Table 2. Forest area divided by ecological classification

島名		ジャワ・マドウラ 1,000ha	外島 1,000ha	計 1,000ha
熱帯降雨林	熱帯降雨林	180	89,000	89,180
	熱帯2次林	—	15,000	15,000
	海水林	60	1,000	1,060
	湿地林	—	13,000	13,000
熱帯雨緑林	チーク林	1,000	30	1,030
	落葉混交林	1,500	—	1,500
	落葉林	90	900	990
	その他	70	—	70
合計		2,900	118,930	121,830

(注) Directorate of Forestry Planning (1981): Report on the Forest in Indonesia および福島毅(1971): インドネシアの林業事情より。

表-3 インドネシアの森林  
Table 3. The forest of Indonesia

島名	森林面積 (1,000ha)	立木蓄積(100万m³)			合計 (100万m³)
		経済林		非経済林	
		フタバガキ科	非フタバガキ科		
スマトラ	26,004.8	533.2	63.9	131.3	728.4
ジャワ	3,081.6	—	1.6	0.7	2.3
カリマンタン	41,981.0	1,189.5	236.4	264.9	1,690.8
スラウェシ	11,388.5	36.1	40.4	23.2	99.7
ヌサテングラ	2,240.3	4.3	1.0	0.5	5.8
マルク	5,800.0	120.6	62.7	33.7	217.0
イリアンジャヤ	31,000.0	141.7	293.1	205.3	640.1
合計	121,496.2	2,025.4	699.1	659.6	3,384.1

(注) 熱帯林業No. 1 (1984) より。

森林総面積は1.2億 ha, その内5,600万 ha は価値の高い樹種が蓄積の多くを占め, 6,800万 m³/年の産出能力があるという。しかし現実には年と共に搬出コストが上昇し, 真の意味での経済林は減少を続けている。これに対し政府としては伐採後の植林の義務付と原木輸出規制を行っているが, 植林はあまり実行されず, 原木輸出規制が強く実行されている。

現在の人工造林地の状況は表-4 と表-5 のとおりである。

これらの森林に対する森林施業の基本方針は, いうまでもなく, 収穫保続であり, 伐採, 更新, 保育を通した施業体系は, ジャワのチーク林では皆伐とこれに続く人工造林であり, 熱帯降雨林ではインドネシア択伐方式と称する択伐天然更新施業である。

インドネシア択伐 (TPI) 方式は, 後述のマレー均等方式 (Malayan uniform system) のモディファイされたもので, 降雨林のメランティ, ラミン, カプル (Dryobalanops 属) 等の有用樹種のうち, 一定直径範囲以上 (胸高直径 50 cm 以上または板根より上の直径 20 cm 以上)

表-4 インドネシアの人工造林地面積  
Table 4. Plantation forest area of Indonesia divided by age class and species

年齢階級	針葉樹 千ha	チーク 千ha	その他の広葉樹 千ha	計 千ha
0 ~ 5	128.0	103	196.5	427.5
6 ~ 10	64.0	129	176.0	369.0
11 ~ 20	97.5	220	322.0	639.5
21 ~ 40	72.5	274	295.0	641.5
総数	362.0	726	989.5	2,077.5

(注) 国際協力事業団 (1981): 森林施業計画基準作成調査報告書より。

表-5 インドネシアの人工造林地面積

Table 5. Plantation forest area of Indonesia classified by species and region (ha)

樹種	西ジャワ	東ジャワ	中央ジャワ・ ジョクヤカルタ	バリ・ ヌサテンガラ	スラウエン	北スマトラ	計
チーク	55,299	475,880	379,265	12,200	18,714	—	941,358
マツ	27,000	156,757	168,485	—	75	66,618	418,935
アルビシア	1,600	—	—	—	—	—	1,600
マホガニー	1,600	—	—	—	—	—	1,600
アガチス	2,200	55,920	43,932	—	—	—	102,052
アルテンギャ	—	—	—	—	—	—	—
マエソブシス	—	5,698	—	—	—	—	5,698
フトロスベルムン	—	8,115	—	—	—	—	8,115
セイセイラ	—	3,324	—	—	—	—	3,324
アカシア	—	7,092	—	—	—	—	7,092
アントセバルス	—	4,713	—	—	—	—	4,713
ルティル	—	9,308	3,158	—	—	—	12,466
マンクリド	—	9,155	—	—	—	—	9,155
マニルカラ	—	—	—	610	—	—	610
その他	86,745	72,249	39,357	—	—	—	193,351
計	174,444	808,211	634,197	12,810	18,798	66,618	1,715,069

(注) Directorate of Forestry Planning (1981): Report on the Forest in Indonesia を参考にして作成した。

のものを、35年の回帰年で伐採する方式である。植込み(Enrichment)や地掻き(Sanitary operation)等の天然林補整作業もこの方式のもとで企画される。

このインドネシア択伐方式の基本は次のとおりである。

- 1) 選木基準として、表-6に示す直径以下の有用樹種の伐採は禁止されている。

表-6 インドネシア択伐方式の選木基準

Table 6. Tree selection standard of Indonesian selection cutting system

伐採しうる 最小直径 (cm)	回帰年 (年)	伐採後の残存木	
		ha当たり本数	残存木の直径cm以上
50	35	25	35
40	45	25	35
30	55	40	20

- 2) 伐採前後の作業として、概査、伐区設定、選木、更新、植え込み、保育等が行われる。

伐採許容量は、造林及び施業規程、収穫規制原理、樹種の市場性に基づいている。現在フタバギ科は100%、非フタバギ科は50%が市場性があると考えられているが、実際にはそこまでは難しい。一般に、伐採許容量は、回帰年35年で、胸高直径50cm以上の択伐における

年生長量が ha 当たり  $1 \text{ m}^3$  ということに根拠を置いている。このことは、35 年回帰なので現時点で ha 当たり  $35 \text{ m}^3$  を択伐することとなる。

伐採許容量の式は次のとおりである。

$$C = 1/35A \cdot \bar{V}_c \cdot 0.8 = 1/35 \cdot V_c \cdot 0.8$$

これは、しばしば 0.7 (exploitable factor) を乗ずることがある。

但し、 $C$  = 年伐採許容量, 35 = 回帰年

$A$  = 保続の単位の面積 (通常コンセッションの面積)

$\bar{V}_c$  = commercial tree (D. B. H. 50 cm 以上) の ha 当たり平均蓄積

$V_c$  = 同上の総蓄積

0.8 = reduction factor (安全率)。

すなわち、伐採許容量決定の原則は、胸高直径 50 cm 以上の有用樹種の蓄積の 80% 以上を超えることはない。したがって、回帰年は通常 35 年であるから、年伐採許容量は立木蓄積の 2.29% である。

森林開発の対象地は、生産林で約 4,000 万 ha, 生産保留林で約 2,700 万 ha である。この合計の約 75% に当たる 5,065 万 1 千 ha は、 $5,100 \text{ m}^3$  の年間許容伐採量で  $3,700 \text{ m}^3$  の指示生産量をもつ生産的な森林として推定される。

インドネシアの皆伐人工造林施業は、ジャワでのチーク人工造林から始まったといわれている。また、メルクシマツによる人工造林は、北スマトラ及びジャワ等で戦前から開始されていた。なお、ジャワでは同様の時期からアガチス人工造林も行われた。近年は、このほかの樹種により、種々な機関による、種々な目的をもった人工造林が各地域で実行されている。

皆伐人工造林による ha 当たり年平均生長量は次のように推定されている。いずれも、天然林における同樹種の生長量の数倍となっている。

針葉樹……………  $15 \sim 18 \text{ m}^3/\text{ha}$

チーク……………  $5 \sim 12 \text{ m}^3/\text{ha}$

ユーカリ類(Eucalyptus spp.) ……  $20 \text{ m}^3/\text{ha}$

アルビジア(Albizia falcata) ……  $40 \text{ m}^3/\text{ha}$

主要造林樹種の伐期齢は次のとおりである。

メルクシマツ…………… 30~40 年

その他の針葉樹…………… 20~50 年

ユーカリ類…………… 20 年

アルビジア…………… 12~15 年

チーク…………… 80 年

インドネシアの人工造林施業のうち、最も集約に行われている国营のペルフタニ林業会社によるジャワの人工林からは、年間約  $50 \text{ m}^3$  のチーク材が恒常的に生産されており、これは、

今世紀末に向けて法正収穫量に基づき生産するという算定に基づく5箇年計画のもとで造林に裏打ちされた森林利用であるとされている。

## (2) チーク人工林の状況

チークは主に標高500m以下の土地に植えられている。乾季と雨季の区別が明瞭な所で生長が良い。かなり広い土壌範囲に生育し得るが、排水の良いことが第一条件で、湿地、粘土地はきわめて不適である。西ジャワは、東・中央ジャワに比べて、雨量が多いのでチーク材の形質は悪い。スラウエン、ヌサテンガラなどにも適地がみられる。Wolff von Wulffing (1982)の収穫表によると、地位は1級から5級まで区分されている(樹高地位指数)が、ジャワ島では現実に地位は2級地と3級地が用いられており、またそれ以外の地域では1級地と2級地が用いられている。この収穫表の1・2・3級地は表-7に示したとおりである。1級地は不良の所、2級地は普通、3級地以上は良好な所である。またチーク人工林の幼齢林分と壮齢林分の写真を示せば写真-1(スラウエン島、3年生)、写真-2(ジャワ島、40年生)のとおりである。

ジャワのチーク林については、ヒンズー教とともにもたらされ、寺院等の周辺に植えられたものが野生化したとする導入説をとっている文献が多いが、熱帯植物学の大御所 Van

表-7 チーク人工林の収穫表

Table 7. Yield tables of *Tectona grandis* plantation

### (A) (1級地)

林 齢	ha 当り 本 数 (本)	上層木 平均 樹 高 (m)	平 均 樹 高 (m)	平 均 胸 直 (cm)	胸 高 断 面 (m <sup>2</sup> /ha)	s %	残 存 蓄 積 (m <sup>3</sup> /ha)	間伐材積		年平均 生長量 (m <sup>3</sup> /ha)	定期平均 生長量 (m <sup>3</sup> /ha)
								(m <sup>3</sup> /ha)	(%)		
	8,000										
5	5,700	6.3	5.5	4.3	6.3	19.2	—	—	—	—	—
10	2,770	10.3	8.9	6.2	8.6	19.1	26	9	25.7	3.5	—
15	1,690	12.8	11.1	8.7	10.0	20.4	48	15	23.8	4.8	7.4
20	1,290	14.4	12.9	10.5	11.1	20.9	64	19	22.8	5.3	7.0
25	1,050	15.8	14.3	12.0	11.8	20.9	78	23	22.7	5.8	7.4
30	890	16.8	15.5	13.3	12.4	21.4	90	25	21.7	6.0	7.4
35	765	17.8	16.6	14.7	12.9	21.8	100	27	21.2	6.2	7.4
40	665	18.8	17.5	16.4	13.4	22.2	110	29	20.8	6.4	7.8
45	590	19.6	18.4	17.3	13.8	22.5	118	31	20.8	6.6	7.8
50	530	20.2	19.1	18.4	14.0	23.1	126	33	20.7	6.7	8.2
55	490	21.0	19.9	19.4	14.4	23.1	134	34	20.2	6.9	8.4
60	450	21.6	20.5	20.3	14.6	23.5	140	35	20.0	7.0	8.2
65	425	22.0	21.0	21.0	14.8	23.7	147	36	19.6	7.1	8.6
70	400	22.6	21.6	21.8	15.0	23.8	153	37	19.4	7.2	8.6
75	380	23.0	22.0	22.6	15.2	24.0	158	38	19.3	7.3	8.6
80	360	23.4	22.4	23.3	15.4	23.9	164	39	19.2	7.4	9.0
85	345	23.8	22.8	24.0	15.6	24.3	169	39	18.7	7.5	8.8
90	330	24.2	23.2	24.7	15.8	24.5	174	40	18.6	7.6	9.0
95	320	24.4	23.5	25.1	15.9	24.6	177	40	18.4	7.6	8.6
100	310	24.7	23.8	25.6	16.0	24.7	180	40	18.1	7.7	8.6
105	300	25.0	24.1	26.1	16.1	24.8	184	41	18.2	7.7	9.0
110	290	25.2	24.3	26.7	16.2	25.0	186	41	18.0	7.4	8.6

(注) 1. Vademecum of the Indonesian Forestry (1976) 参照

2. s%は上層木平均樹高と平均樹幹距離の比率

3. 間伐材積(%)は筆者が算出した。

(B) (2級地)

林齢	ha 当り 本 数 (本)	上層木 平均 樹 高 (m)	平 均 樹 高 (m)	平 均 胸 直 (cm)	平 均 高 径 (cm)	胸 高 総 面 積 (m <sup>2</sup> /ha)	s %	残 存 蓄 積 (m <sup>3</sup> /ha)	間伐材積		年平均 生長量 (m <sup>3</sup> /ha)	定期平均 生長量 (m <sup>3</sup> /ha)
									(m <sup>3</sup> /ha)	(%)		
	5,000											
5	3,180	9.4	7.6	5.1	7.8	18.5	13	6	31.5	3.8	—	
10	1,510	13.6	12.0	9.4	10.4	20.4	55	16	22.5	7.7	11.6	
15	950	16.4	15.0	12.7	12.1	21.3	85	24	22.0	8.7	10.8	
20	680	18.6	17.1	15.3	13.2	22.2	106	29	21.4	9.0	10.0	
25	545	20.2	18.8	18.1	14.1	22.8	124	32	20.5	9.2	10.0	
30	460	21.4	20.3	20.1	14.6	23.4	140	35	20.0	9.4	10.2	
35	400	22.6	21.5	21.9	15.1	23.8	154	37	19.3	9.5	10.2	
40	350	23.6	22.7	23.8	15.6	24.3	160	39	19.5	9.6	10.6	
45	310	24.6	23.7	25.7	16.1	24.8	180	40	18.1	9.7	10.4	
50	280	25.4	24.6	27.4	16.5	25.3	192	41	17.5	9.8	10.6	
55	260	26.2	25.6	28.8	16.9	25.4	202	42	17.2	9.9	10.4	
60	235	27.0	26.3	30.5	17.2	26.0	212	43	16.8	9.9	10.6	
65	220	27.6	27.0	31.9	17.6	26.2	221	44	16.8	10.0	10.6	
70	205	28.2	27.7	33.4	18.0	26.6	230	44	16.0	10.0	10.6	
75	195	28.9	28.2	34.5	18.2	26.6	238	45	15.9	10.1	10.6	
80	185	29.4	28.8	35.8	18.6	26.9	246	45	15.4	10.1	10.6	
85	175	29.9	29.2	37.2	19.0	27.2	254	46	15.3	10.1	10.8	
90	170	30.3	29.8	37.9	19.2	27.2	260	46	15.0	10.2	10.4	
95	160	30.7	30.2	39.4	19.5	27.7	268	46	14.6	10.2	10.8	
100	160	31.0	30.6	39.6	19.7	27.4	274	47	14.6	10.2	10.6	
105	150	31.4	30.0	44.3	19.9	27.9	280	47	14.3	10.2	10.6	
110	150	31.8	31.3	41.2	20.0	27.6	286	47	14.1	10.2	10.6	

(注) (A) に同じ

(C) (3級地)

林齢	ha 当り 本 数 (本)	上層木 平均 樹 高 (m)	平 均 樹 高 (m)	平 均 胸 直 (cm)	平 均 高 径 (cm)	胸 高 総 面 積 (m <sup>2</sup> /ha)	s %	残 存 蓄 積 (m <sup>3</sup> /ha)	間伐材積		年平均 生長量 (m <sup>3</sup> /ha)	定期平均 生長量 (m <sup>3</sup> /ha)
									(m <sup>3</sup> /ha)	(%)		
	4,200											
5	2,800	11.4	9.7	6.5	9.2	17.8	33	12	26.6	9.0	—	
10	925	16.6	15.2	12.9	12.0	21.3	85	24	22.0	12.1	15.2	
15	560	20.0	18.7	19.8	13.8	22.7	123	23	20.6	12.7	14.0	
20	410	25.5	21.5	21.6	15.1	23.6	151	37	19.6	12.8	13.0	
25	330	24.4	23.5	24.9	16.0	24.3	175	40	18.6	12.8	12.8	
30	270	26.0	25.1	28.0	16.7	25.2	197	42	17.5	12.8	12.8	
35	230	27.2	26.5	31.0	17.4	26.0	217	43	16.5	12.8	12.6	
40	200	28.5	27.8	33.8	18.0	26.7	234	45	16.1	12.7	12.4	
45	175	29.6	29.0	37.0	18.8	27.4	251	46	15.4	12.7	12.6	
50	160	30.6	30.0	39.3	19.4	27.8	267	47	14.9	12.7	12.6	
55	150	31.6	31.0	41.2	20.0	27.8	283	47	14.2	12.7	12.6	
60	140	32.4	32.0	43.3	20.6	28.0	299	47	13.5	12.7	12.6	
65	130	33.2	32.8	45.6	21.2	28.4	313	41	11.5	12.6	12.2	
70	120	34.0	33.7	48.1	21.8	28.8	327	46	12.3	12.6	12.0	
75	120	34.7	34.5	48.8	22.4	28.3	341	45	11.6	12.5	11.8	
80	110	35.4	35.5	51.5	22.9	29.1	354	45	11.2	12.5	11.6	
85	110	36.0	35.8	52.0	23.4	28.6	366	44	10.7	12.4	11.2	
90	110	36.5	36.4	52.2	23.8	28.2	378	43	10.2	12.3	11.6	
95	110	37.0	36.8	52.9	24.2	27.8	388	43	9.9	12.2	10.6	
100	105	37.5	37.3	54.6	24.6	28.0	398	42	9.5	12.2	10.4	
105	105	37.9	37.8	54.9	24.9	27.7	407	42	9.3	12.0	10.2	
110	100	38.3	38.2	56.8	25.3	28.2	415	41	8.9	11.9	9.8	

(注) (A) に同じ



写真一 1 チーク人工林(3年生林分)

Photo 1. *Tectona grandis* plantation (3-years old stand).



写真一 2 チーク人工林(40年生林分)

Photo 2. *Tectona grandis* plantation (40-years old stand).

Steenis (1949)などは、元来ジャワに自生しており、それが人為の影響によってほぼ全土に広がったとしている<sup>(26)</sup>。ジャワのチーク林は19世紀以来オランダ東印度会社によって保護育成され、今日はインドネシア国営のペルフタニ林業会社によって保護育成されている。

現在のジャワ島におけるチーク人工林の状況は表-8のとおりである。すなわち、チーク人工林は東ジャワが最も多く(52%)、またそのha当たりの蓄積も高くなっている。またチーク材の形質も東ジャワのものが最も良く、次に中央ジャワのものが良いといわれている。

表-8 ジャワ島におけるチーク林面積と立木材積  
Table 8. *Tectona grandis* forest area and standing stock in Java

No.	地方名	面積 (ha)	立木材積 (m³)	
			ha当り	合計
1	東ジャワ	475,880.6	97.83	46,555,403
2	中央ジャワ	369,265.4	87.65	32,366,122
3	西ジャワ	55,299.0	59.56	3,293,608
	全ジャワ島	900,445.0	91.32	82,215,123

(注) Directorate of Forestry Planning (1981): Report on the Forest in Indonesia より。

(3) チーク林の林分構造

チーク人工林の林分構造を明らかにするためにベルフタニ林業会社のチーク人工林について、林齢別に5箇所のプロットの毎木調査データを分析した。標準地ごとの毎木調査の結果を示せば、表-9のとおりである。

(a) ha 当たり立木本数

調査林分の ha 当たり立木本数について前掲の収穫表と比較して検討すれば、10年生林分ではそれが約60本少なく、27年生林分では220本、38年生林分では175本、42年生林分では240本、54年生林分では80本いずれも少なくなっている。したがって現在のチーク人工林は収穫表よりもかなり少ない本数で管理されているといえよう。

表-9 標準地の林分構造  
Table 9. Forest stand structure of sample plots

標準地		10(年生) 43(林班) (プロットNo)22/43	27 47 8/47	38 69 15/69	42 74 11/74	54 71 1/71
標準地	面積(ha)	0.02	0.04	0.04	0.1	0.1
	本数	29	13	9	11	8
	材積(m³)	2.473	9.047	13.834	39.731	46.587
ha当り	本数	1,450	325	225	110	80
	材積(m³)	124	226	346	397	466
胸高直徑	平均(cm)	11.4	25.3	34.3	50.4	62
	最小~最大(cm)	8.6~15.9	21.6~29	26.7~45	42.3~61.4	52.2~76.4
	長-短(cm)					
	変動係数(%)	18	9.4	16.4	11.7	30.7
樹高	平均(m)	11.2	19.1	22.3	25.3	26.7
	最小~最大(m)	7~15	13~24	17~27	19~29	24~29
	変動係数(%)	19	19.1	18.3	11.5	6.2
形状比 (H/D. B. H)		102	75.5	65	50.2	43

(注) 1986年3月~4月、中央ジャワのチーク人工林調査結果。

## (b) 胸高直径

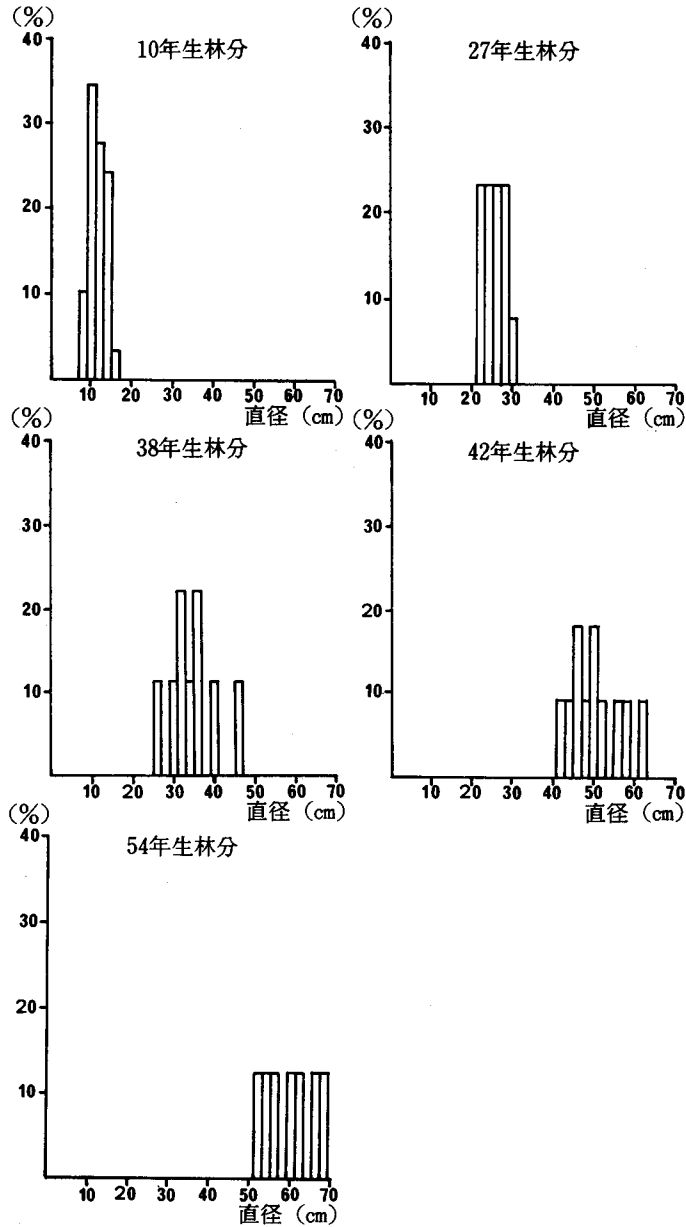
平均径級について収穫表と比較すると、どの林分も収穫表よりも大きな値を示している。これは収穫表よりも少ない立木本数で管理されていることに起因すると思われる。また、直径

表-10 直径階別本数分布  
Table 10. The number and rate of tree divided by diameter class at breast height in sample plots

直径階(cm)	No.22/43 10年生林分	No.8/47 27年生林分	No.15/69 38年生林分	No.11/74 42年生林分	No.1/71 54年生林分
8	3(10.3)				
10	10(34.5)				
12	8(27.6)				
14	7(24.1)				
16	1( 3.4)				
18					
20					
22		3(23.1)			
24		3(23.1)			
26		3(23.1)	1(11.1)		
28		3(23.1)			
30		1( 7.6)	1(11.1)		
32			2(22.2)		
34			1(11.1)		
36			2(22.2)		
38					
40			1(11.1)		
42				1( 9.0)	
44				1( 9.1)	
46			1(11.1)	2(18.2)	
48				1( 9.1)	
50				2(18.1)	
52				1( 9.1)	1(12.5)
54					1(12.5)
56				1( 9.1)	1(12.5)
58				1( 9.1)	
60				1( 9.1)	1(12.5)
62					1(12.5)
64					
66					1(12.5)
68					1(12.5)
70					
72					
74					
76					1(12.5)

(注) ( ) 内は比率

のバラツキを変動係数で示したところ、10年生林分では18%、27年生林分では9.4%、38年生林分では16.4%、42年生林分では11.7%、54年生林分では30.7%であった。ここで示された変動係数の低下と増加は、チーク人工林で実施されている間伐率と選木に起因しているように



図一 直径階別本数分布  
 Fig 1. The percentage rate of trees by diameter class at breast height.

思われる。表-10 と図-1 の直径階別本数分布を検討すると、10年生林分と27年生林分では、分布は狭く、38年生林分から分布は広がっている。

### (c) 樹 高

標準地の平均樹高を収穫表の数値によって検討すると、いずれの林分もその2級地に相当していると考えられる。また樹高のバラツキを変動係数によってみたところ、林齢が高くなるにつれて次第にその数値が小さくなる傾向が認められた。表-11 と図-2 の樹高階別本数分布を検討すると、10年生林分では、分布は狭く、27年生林分・38年生林分・42年生林分では、分布は広くなり、54年生林分では、分布はまた狭くなっている。

### (d) 形 状 比

形状比は、10年生林分が102で最大であり、以後林齢が高くなるにつれて低下し、54年生林分では43となっている。これは、チークは樹高の生長が幼齢において著しく、相当の高さに達してから直径生長が促進されるという樹種的特性に起因しているように思われる。

表-11 樹高階別本数分布

Table 11. The number and rate of tree divided by height class in sample plots

プロット 樹高階(m)	No.22/43 10年生林分	No.8/47 27年生林分	No.15/69 38年生林分	No.11/74 42年生林分	No.1/71 54年生林分
7~8	1( 3.4)				
8~9	1( 3.4)				
9~10	3(10.3)				
10~11	9(31.2)				
11~12	4(13.8)				
12~13	3(10.3)				
13~14	2( 6.9)	1( 7.7)			
14~15	4(13.8)				
15~16	2( 6.9)	1( 7.7)			
16~17		2(15.3)			
17~18		1( 7.7)	1(11.1)		
18~19			1(11.1)		
19~20		2(15.4)	1(11.1)	1( 9.1)	
20~21		2(15.4)	1(11.1)		
21~22					
22~23				1( 9.1)	
23~24		2(15.4)			
24~25		2(15.4)		1( 9.1)	1(12.5)
25~26			4(44.5)	3(27.2)	1(12.5)
26~27				1( 9.1)	1(12.5)
27~28			1(11.1)	2(18.2)	2(25.0)
28~29					2(25.0)
29~30				2(18.2)	1(12.5)

(注) ( ) は比率

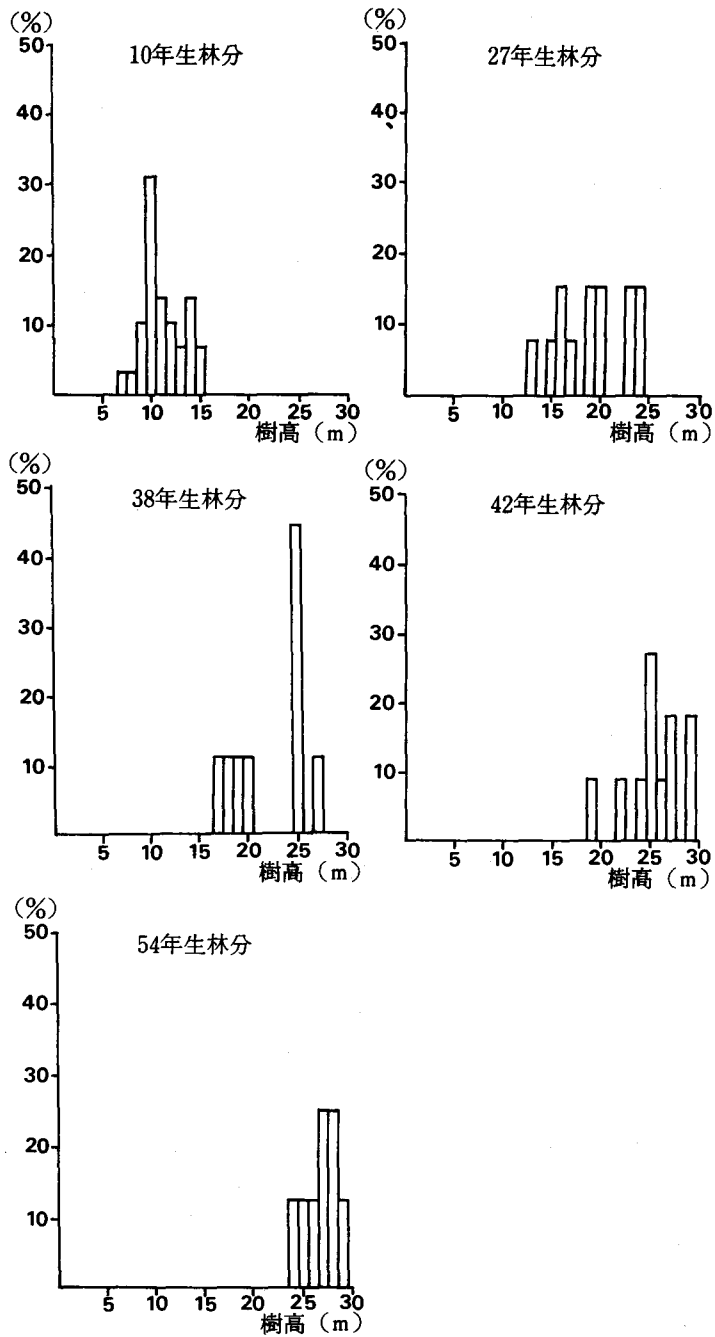


図-2 樹高階別本数分布

Fig 2. The percentage rate of trees by height class.

(e) 林分構造

チーク人工林の林分構造は表-11 と図-2 の樹高階別本数分布から明らかのように、若齢林

分ではほぼ一斉林型、壮齡林分ではやや複層林型、54年生林分のように林齡の高い林分では単層林型を呈しているといえそうである。また立木本数は、当初の植付本数が5,000本程度となっていることもあって収穫表よりもかなり少なく、疎密度も一般に低いと考えられる。

#### (4) チークの樹木特性

チークはクマツヅラ科に属する落葉性高木である。乾季になると落葉し、花は6~10月に咲き、8~12月に果実が熟する。果実は径1~1.5 cmの先のとがった球状で、褐色の厚いがくに包まれ、中に1~4個の種子がある。陽樹で、若木の生長は早く、発芽後1年で高さ1.5~3 mとなり、植栽木では80~100年で胸高直径が24~150 cm、樹高25~50 mに達する。樹冠形は大変不規則であるが、樹幹形は通直、完満ないしややうらごけ状、下部はときに板根がある。樹皮は若齢木では灰色、老齢木では暗褐色で、縦に細かく条状に割れる。内樹皮は淡黄色で、空気に触れると褐変する。葉は対生し、大形の楕円形で、長さ25~50 cm、幅23~35 cm、表面はざらざらし、裏面は黄灰色の毛を敷く。葉柄は短く、2.5~5 cm。花は小白花で、大形の用錐花序に咲く。

#### (5) チーク材の性質と用途

チークは環孔材の傾向が強く、年輪が認められる。辺材は淡黄白色~淡黄褐色、心材ははじめ暗黄金色で、しだい褐色~濃暗褐色になる。気乾比重は0.57~0.76。指でこすると油じみた感触があり、また独特の機械油に似た臭いがある。乾燥は遅いが、乾燥後の安定性は高い。心材の耐久性はきわめて高く、菌、穿孔虫、海虫にほとんど犯されない。比重の割に加工性は良く、強度大である<sup>(26)</sup>。一般建築材をはじめ、重構造用、港湾用、車両用、彫刻等、非常に広く用いられるが、船舶用材として名高い。しかし高価であるので、最近はその品格の高い色調から、専ら家具、建物の内壁材として、とくにつき板にして用いられる。

## 2. チーク人工林施業の実態

ジャワ島でのチークの施業は、タウンパンサリ造林方法が普通である。また、ジャワ島以外ではバンジャルハリアン造林方法とチェンポロンガン造林方法とがある。タウンパンサリ造林方法は、チークの種子を1×2 mか1×3 mの距離でまき、その間に、2年半ぐらいまで作物を栽培する。バンジャルハリアン造林方法は、やぶの中に2 mないし3 m幅で帯状の地ごしらえを行い、その中に1.5 mないし2 mの距離でチークの苗木を植えるものである。チェンポロンガン造林方法は、やぶの中に1.5×2 mか2×3 mの距離で穴を掘り、そこに苗木を植えるものである。その後、下刈、除草、枝打、間伐を実施しているが、間伐の選木方法は、体系化されたものがなく、また、ジャワ島以外では除草や枝打や間伐などはほとんど実施していない。

### (1) 更新・保育

更新法は播種が一般的で、部分的に実生苗の植付けが行われている。さし木による更新は可能であることが1933年にEidmann<sup>(54)</sup>によって示されているが、ほとんど実施されていない。じかまきの場合、種子は8~9月に直径14 mm以上のものを集め、最初の降雨を利用する

作業内容	1 年 目												2 年 目												3 年 目				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
造林地の準備																													
1. 造林の指示 (連絡)	○																												
2. 図面上での造林地と管理道路の設計	○																												
3. 現場での造林地と管理道路の区画設定		○																											
4. 造林の請負契約		○	○																										
5. 地寄せ			○																										
6. 耕作 (1 回目)					○																								
7. 耕作 (2 回目)						○																							
8. 監視用歩道・排溝の設定							○																						
9. 耕作 (3 回目)								○																					
10. 播種目印の小杭打									○																				
採種																													
1. チーク種子の採種																													
2. レウカエナ種子の採種						○																							
3. チーク以外の種子						○	○	○	○	○																			
造林																													
1. チークの播種																													
2. レウカエナの播種																													
3. 生垣木の播種																													
4. チーク以外の樹種の播種																													
5. 追加播種																													
6. チーク苗木・レウカエナ苗の補植																													
7. 2年目の補植用目印の小杭打																													
保育																													
1. レウカエナ萌芽株の設定																													
2. 間引・シュートの整理																													
3. 下刈																													
4. 造林の請負契約終了																													

図-3 トウンパンサリ造林法の作業工程手順  
 Fig 3. Time schedule of tumpangsari method for the establishment of *Tectona grandis* plantation.

(注) Yunuk K.(1979): TumPangsari method for establishment of teak plantation in Java を参考にして作成した。

ため9月中旬にまきつける。トウパンサリ造林方法では、播種は1箇所に3~5粒の種子を1cmの深さにまく。発芽は播種後2週間から4週間までに完了する。5箇月程度経過したあと1箇所につき1本の良木を残し、他は除去する。

また部分的に、小面積の植栽が実施されている。この方法では苗畑を作る必要がある。種子は苗畑に5×5cmの苗間距離でまくか、または最初からビニールポットにまき、じかまきと同じ方法で発芽させる。4週間後に発芽していないものは新しい種子に交換する。3箇月の管理後、12月の末に植栽する。その時の実生苗の苗高は約25~30cmとなる。

トウパンサリでは、下刈は、2年目までの間は農民の間作要求に応じて除草を兼ねて行う。その後、3年目の4~5月に1回行う。枝打は2回、2年目の3~4月と3年目の3~4月に一番下の力枝を枝打しているが、その後も、枝打は必要と考えられている。Jaski, K. C.<sup>(10)</sup>によ

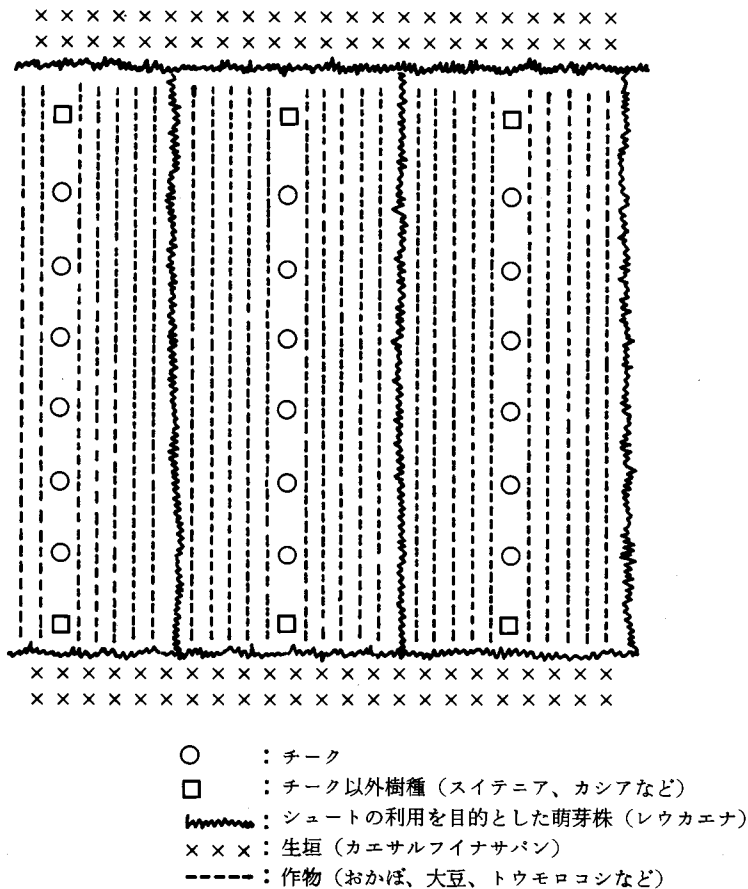


図-4 トウパンサリ造林法の設計

Fig 4. Lay out of tumpangsari method of *Tectona grandis* plantation.

(注) Yunus K. (1979): Tumpangsari method for establishment of teak plantation in Java を参考にして作成した。

ると、枝の直径が2 cm になる時に行うのが良いと述べられている。トゥンパンサリ造林方法の基準は図-3 と図-4 のとおりである。

## (2) ペルフタニ社の間伐技術

まず間伐前に、林分調査を行い、収穫表と比較して、密度が高い場合は間伐が必要と判定している。間伐の実行は間伐木に印付をすることから始まる。この場合の選木基準は、残存木の平均樹幹距離と林木の形質を基準にしている。間伐方法は Hart (1928)<sup>(10,23)</sup> によると、上層木平均樹高と平均樹幹距離の比率 (s %) を林齢に応じて一定の割合になるような方法を推奨している。なお、間伐の度合はこの s% に示されている。第1 回間伐は3~5 年生の時に行い、間伐率は50% である。その後は表-12 のとおりである。

第1 回目の間伐は植栽列に直行するように列状に行い、その後は残存木の平均樹幹距離で間伐木を決める。

## (3) 伐期齢と収穫

主要な生産地として、1978 年以降ジャワ島では毎年約8,000 ha のチーク林をペルフタニ社が開発している。主伐収穫の時期、すなわち伐期齢は約80 年とし、伐期の約2 年前に胸高周囲40 cm 以上のものを巻枯して収穫する。なお、造林地管理と収穫のために、造林地は約2 ha の林班面積に区分され、毎年同面積ずつ収穫されている。収穫規制は、以前は、面積平分法と材積平分法で行われていたが、1960 年以降、Burn 法、すなわち、Average Cutting Age Method が採用されている。本法は、

$$\text{年伐採面積}(a) = \frac{\text{総面積}(A)}{\text{伐期齢}(f)} \text{と、}$$

$$\text{年伐採材積}(v) = \frac{\text{総材積}(V)}{\text{輪伐期}(f)} \text{とを算定しておき、一方、現実林分の齢級表を作って、} a \text{ と } v$$

をあてはめてゆく方法で、日本の国有林の保続表方式と極めて類似している<sup>(19)</sup>。

## 3. チーク人工林施業の問題点

既に述べたように、インドネシアにおけるチーク人工林の蓄積量は年々減少してきており、最近のチーク材の需要の増加傾向からチーク資源の枯渇が憂慮されている。

表-12 チーク人工林の間伐基準

Table 12. Thinning standard of *Tectona grandis* plantation by Perum Perhutani

年 齢	間伐間隔	s (%)	
		3 級地未満	3 級地以上
10年まで	2~3 年ごと	23	25
11~20年	4 年ごと	24	26
21~40年	5 年ごと	25~26	27~28
41~60年	8 年ごと	27	29
61年以上	10年ごと	28	30

(注) 1. s (%) は上層木平均樹高と平均樹幹距離の比率。

2. Perum Perhutani (1977): Instruction on implementation of teak plantations 参照。

ジャワ島のチーク人工林は、既にオランダ統治時代からその造成が始まり、間伐等も実施されたが、チーク林の施業法は必ずしも十分に体系化されたものとはなっていない。

まず現行の植栽方法についてみると、ジャワ島ではタウンバンサリ造林法が行われ、植栽本数はha 当り 3,330~5,000 本である。またジャワ島以外では、バンジャルハリアン造林法とチェンボロンガン造林法が行われており、植栽本数はha 当り 1,660~3,330 本である。これらの植栽本数は、収穫表と比較して明らかなように、相対的に少なく、特にジャワ島以外では著しく少なく、地位級を考慮した植栽本数とはなっていない。

また、現行の間伐方法についてみると、ペルプタニ社の選木方法では残存木の平均樹幹距離で間伐木を決定している。これは定量的間伐であるが、この方法は林木の形質を選木基準として重視していないため、特に林齢の高い林分にあつては間伐による効果が少ないと考えられる。またこれまでの間伐研究によれば、まだ意見の違いがあり、例えば Bruinsma と Haas は、チーク林には上層間伐が良いと提案している。これに対し、Bram は強度の下層間伐が良いと提案している。また Hart は上層木を育成するため、上層木平均樹高と平均樹幹距離の比率で間伐本数を決める定量的方法を提示している。また Zwart と Wepf によれば、種々の間伐法がチークに応用されているが、大体は択伐式間伐になると結論している。これらはチーク林の林分構造の推移を無視して論じられているように思われる。チーク林の林分構造は、幼齢林では一斉林型、次いで徐々に複層林型に、更に高齢になると一斉林型に推移している。したがってその間伐法は、そうしたチーク林の林分構造の変化に応じて、最初は定量的なものに、その後は次第に定性と定量が一体となったものに、また最終的には定性的なものに移行することが必要と考えられる。

また特にジャワ島以外では、下刈や枝打等も実施されていない。こうした保育作業の普及を図ることもまた必要となっている。

## 第4章 吉野地方スギ人工林施業の分析

### 1. 調査箇所の概況

#### (1) 自然的、社会経済的条件

##### (a) 位置

奈良県農林部<sup>27)</sup>によると、吉野林業といわれている地域は、広義には吉野郡全体を指しているが、その成立の経緯などからみて、一般的にいえば、吉野川の上流にある川上村、東吉野村及び黒滝村の地方を指している。本研究の調査箇所は川上村で、奈良県の南部を占める吉野郡の東部に位置している。村の面積は 269.82 km<sup>2</sup> で奈良県下第3位の広さを有し、村のほぼ全域が県の土地利用基本計画の森林地域になっており、西部から東部にかけての山地は吉野熊野国立公園に含まれ、村の周辺は全国的に名の知られている自然によって囲まれている。

川上村の位置は図-5 に示すとおりである。また、川上村の全景は写真-3 のとおりである。

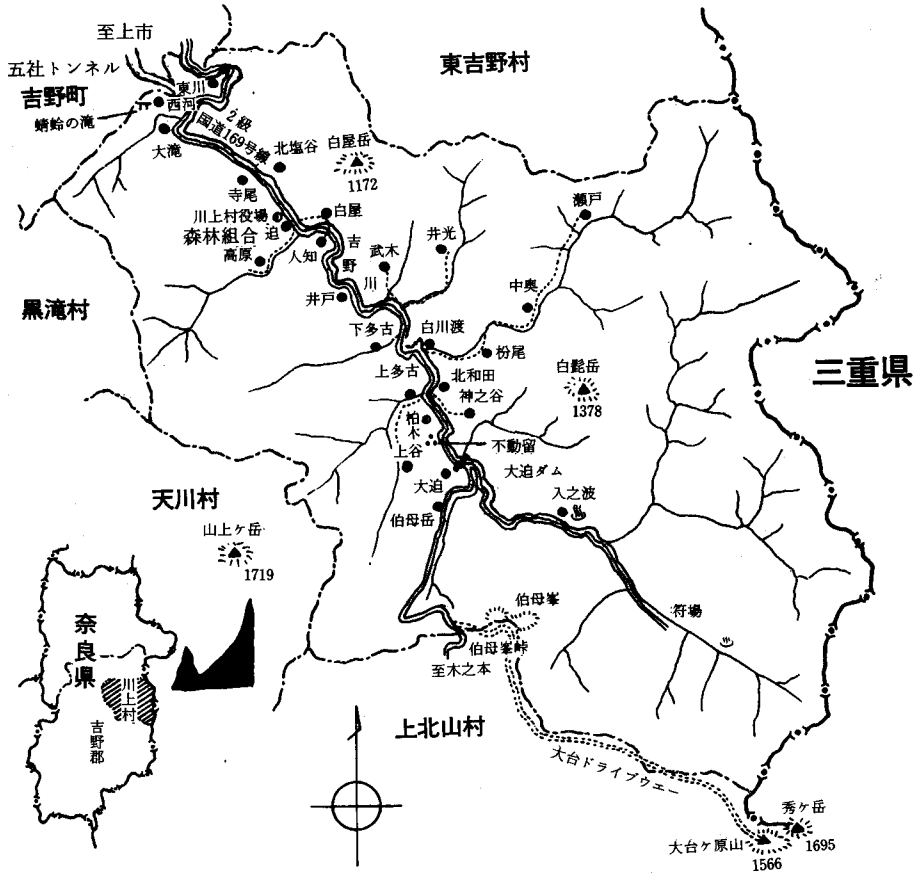


図-5 川上村位置図  
Fig 5. Situation of Kawakami Village.

(b) 地形と地質

川上村森林整備計画書<sup>22)</sup>によると、三重県境の台高山脈を源とする吉野川はV字谷をなして村の中央部を背骨のように北西に貫流し、その流れに沿って両側に迫る山地の谷筋から多くの支流が走っている。地形は急峻で海拔 200~1,800 m の範囲にあり、集落の大部分は海拔 400 m 前後に点在し、一部は 600~700 m の高い位置に散在集落を形成している。

本村は地質構造上、中央構造線の外帯に属し、三波変成岩(片石、千枚岩等)・秩父古成層(砂岩、泥岩、粘板岩、チャート、石灰岩、凝灰岩等)・日高累帯(砂岩等)が分布する。土壌は地質構成岩石の風化物を母材とする適潤な褐色森林土壌が山腹斜面の中上部に広く分布し、谷筋の一部は崩積土からなる土層の厚い湿性褐色森林土壌となっている<sup>22)</sup>。

(c) 気象

気温は年平均 14℃、最高 34℃ (8月)で、最低 -3.2℃ (1月)である。年間降雨量は平均 1,615 mm で大台ヶ原地域においては年間 4,000 mm 以上に達しており、スギヤヒノキの生育



写真-3 川上村の全景

Photo 3. A view of Kawakami Village.

に適した温暖多雨地帯である<sup>27)</sup>。冬期の積雪も数回で50 cm以内、常風は北西であるが、8・9月に1・2回襲う台風を除いては、冬期の季節風も大したことはないという温和な気象の条件もまた、スギの生育を助けている<sup>27)</sup>。

#### (d) 土地利用

川上村の土地利用条件は表-13に示すとおりである。村の総面積26,982 haのうち森林の占める割合が95%である。また、今後の見通しとして森林の増減はないものと見込まれている<sup>22)</sup>。

表-13 土地利用現況及び今後の見通し  
Table 13. Present and future prospect of land use

単位：面積，ha・林野率，%

区 分	森 林			耕 地	そ の 他	合 計 (B)	林 野 率 (A/B×100)	備 考
	民 有 林	国 有 林	計 (A)					
現在, 昭和59年	24,906	706	25,612	35	1,335	26,982	94.9	
見 通 し	昭和65年	24,906	706	25,612	38	1,332	26,982	94.9
	昭和70年	24,906	706	25,612	40	1,330	26,982	94.9

(注) 川上村森林整備計画書(昭和60年4月1日~69年3月31日)による。

(e) 人 口

川上村の人口条件は表-14に示すとおりである。川上森林整備計画書によると、本村の人口は昭和30年代の中頃まで8,000人前後ではば一定していたが、昭和35年から減少し始め現在の人口は安定期の半分に当たる4,094人である。今後の見通しとしても人口、世帯数も漸減していくものと考えられている。

(f) 産 業 経 済

川上村の産業条件は表-15に示すとおりである。表-15をみると、本村の総生産額は昭和58年、31億6,000万円と増加しており、その内林業は総生産額の実に60%を占めており、本村の基幹産業となっている。今後もこの傾向は続くものと見込まれている。

表-14 人口及び世帯数の推移と見通し

Table 14. Transition and prospect of the population with their occupation

単位：人口、人・世帯数、世帯・世帯構成比、%

年次	区 分	総人口	総世帯数		
			うち農家	うち林家	
昭和45年		6,020	1,673 (100)	427 (25.5)	249 (14.9)
昭和50年		5,170	1,493 (100)	430 (28.8)	221 (14.8)
昭和59年		4,094	1,339 (100)	437 (32.6)	186 (13.9)
見 通 し	昭和65年	3,800	1,310 (100)	410 (31.3)	195 (14.9)
	昭和70年	3,700	1,280 (100)	380 (29.7)	200 (15.6)

(注) 川上村森林整備計画書(昭和60年4月1日~69年3月31日)による。

表-15 産業別生産額の動向及び見通し

Table 15. Trend and prospect of the total production by industrial classification

単位：生産額・億円、構成比・%

年次	区 分	産 業 別 生 産 額					備 考	
		総生産数	第 1 次			第 2 次		第 3 次
			総 数	うち農業	うち林業			
昭和45年		15.6 (100)	10.5 (67.3)	0.8 (7.6)	9.7 (92.4)	2.9 (18.6)	2.2 (14.1)	
昭和50年		18.3 (100)	12.8 (69.9)	0.7 (5.5)	12.1 (94.5)	2.1 (11.5)	3.4 (18.6)	
現 在	昭和58年	31.6 (100)	19.8 (62.7)	0.7 (3.5)	19.1 (96.5)	5.7 (18.0)	6.1 (19.3)	
見 通 し	昭和63年	33.2 (100)	20.7 (62.3)	0.7 (3.4)	20.0 (96.6)	6.0 (18.1)	6.5 (19.6)	
	昭和68年	35.7 (100)	22.7 (63.5)	0.7 (3.1)	22.0 (96.9)	6.2 (17.4)	6.8 (19.0)	

(注) 川上村森林整備計画書(昭和60年4月1日~69年3月31日)による。

表-16 産業別就業人口の推移と見通し

Table 16. Transition and prospect of working population by industrial classification

単位：人口，人・世帯数，世帯・構成比・%

区 分 年 次	総 就 業 人 口	産 業 別 就 業 人 口					備 考	
		第 1 次		第 2 次	第 3 次			
		うち農業	うち林業					
昭 和 45 年	2,633 (100)	944 (35.9)	17 ( 1.8)	927 (98.2)	791 (30.0)	898 (34.1)		
昭 和 50 年	2,162 (100)	825 (38.2)	18 ( 2.2)	807 (97.8)	495 (22.9)	842 (38.9)		
昭 和 59 年	1,848 (100)	704 (38.1)	6 ( 0.9)	698 (99.1)	455 (24.6)	689 (37.3)		
見 通 し	昭 和 65 年	— (100)	— ( )	— ( )	— ( )	— ( )	— ( )	
	昭 和 70 年	— (100)	— ( )	— ( )	— ( )	— ( )	— ( )	

(注) 川上村森林整備計画書(昭和60年4月1日~69年3月31日)による。

本村の就業人口をみると、昭和50年2,162人が昭和59年1,848人と314人の減少となっているが、これは大滝ダム水没地の村外移住等による人口減によるものである<sup>22)</sup>。

川上村の産業別就業人口条件は表-16に示すとおりである。

## (2) 森林、林業の概要

### (a) 森林資源

奈良県農林部<sup>23)</sup>によると、吉野地方林野面積は42,808 haで、奈良県全林野面積の15%に相当し、そのうち国有林は、川上村に706 haで全体の1.7%を占めるにすぎない。民有林の人工林面積は32,208 ha、全体の76%を占めている。合計においてha当たり蓄積は268 m<sup>3</sup>となり、人工林だけでは308 m<sup>3</sup>で全国一の蓄積である。人工林ではスギ、ヒノキの混植割合は7:3程度でスギの純林をつくることは少ない。

川上村森林整備計画書<sup>22)</sup>によると、本村の森林面積は、昭和59年4月現在25,612 haで林野率95%であり、その蓄積は709万8,000 m<sup>3</sup>に及んでおり、森林のもつ自然的、経済的意義は極めて大きい。このうち97%が民有林で、蓄積は703万 m<sup>3</sup>に及ぶ。ha当たり平均蓄積は人工林349 m<sup>3</sup>、天然林153 m<sup>3</sup>、平均282 m<sup>3</sup>となり、奈良県平均の1.9倍に当たる。川上村の森林面積と材積は表-17に示すとおりである。

民有林の齢級別面積は表-18のとおりで、除・間伐や保育管理を必要とする人工林の齢級以下の若齢林が8,372 haと人工林総面積(16,693 ha)の50%を占めている。

民有林、人工林の樹種別構成は表-19に示すとおりであり、スギ(81.1%)、ヒノキ(18.8%)

表-17 川上村の森林面積と材積  
Table 17. Forest area and standing stock of Kawakami Village

単位：面積，ha・材積，千m<sup>3</sup>

区 分	総 数	立 木 地									竹林	無立木地			更 新 困難地	備 考 (人工林率)	
		総 数			人 工 林			天 然 林				総数	伐採跡地	未立木地			
		総 数	針	広	総 数	針	広	総 数	針	広							
総 数	面積	25,612	25,201	17,246	7,955	16,868	16,848	20	8,333	398	7,935	3	137	58	79	271	65.8
	材積	7,098	7,098	5,933	1,165	5,846	5,844	2	1,252	89	1,163	—	—	—	—	—	
民有林	面積	24,906	24,495	17,012	7,483	16,693	16,691	2	7,802	321	7,481	3	137	58	79	271	67.0
	材積	7,030	7,030	5,914	1,116	5,835	5,835	—	1,195	79	1,116	—	—	—	—	—	
国有林	面積	706	7,706	234	472	175	157	18	531	77	454	—	—	—	—	—	24.8
	材積	68	68	19	49	11	9	2	57	10	47	—	—	—	—	—	

(注) 川上村森林整備計画書(昭和60年4月1日~69年3月31日)による。

表-18 川上村民有林の齢級別面積  
Table 18. Private forest area divided by age class in Kawakami Village

単位：面積，ha

区 分	総 数	齢 級 別 面 積														備 考		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15以上	
総 数	24,906																	
立 木 地	総 数	24,495	653	905	1,195	1,944	2,090	1,609	615	860	700	1,507	796	965	1,318	2,522	6,816	
	人工林	16,693	500	688	957	1,802	1,991	1,432	526	476	647	759	666	855	1,244	1,838	2,312	
天然林	7,802	153	217	238	142	99	177	89	384	53	748	130	110	74	684	4,504		
更新困難地	271																	
無立木地	137																	
竹 林	3																	

表-19 川上村の樹種別人工林面積及び人工林率  
Table 19. Man-made forest area by species and percentage rate of man-made forest of Kawakami Village

単位：面積，ha・人工林率，%

区 分	総 数 (A)	針 葉 樹						広葉樹	民有林 面 積 (B)	人工林率 (A/B× 100)	備 考
		総 数	す ぎ	ひのき	まつ類	からまつ	その他				
面 積	16,693	16,691	13,531	3,137	23	0	0	2	24,906	67.0	

(注) 川上村森林整備計画書(昭和60年4月1日~69年3月31日)による。

で100%近くを占めており、マツ類等は0.1%にすぎない。

(b) 森林経営

川上村の森林所有については、表-20に示すとおりで、個人有が最も多く、その他共同、慣行共有等の順になっている。いずれも所有面積が20ha未満の小規模所有者が多く全体の90%にも及ぶ。また、林家のみの所有規模も所有面積20ha未満の小規模所有者が圧倒的で89%を占めている<sup>22)</sup>。

次に私有林の在村者、不在村者別面積の内訳は、総私有林面積24,424haのうち村外所有者の所有する私有林面積が22,079haと実に90%を占めており、このことが本村の林業活動を活発に維持してゆくのに重要な影響を及ぼしている<sup>29)</sup>。

奈良県農林部<sup>29)</sup>によると、吉野地方の林業振興のための資本導入の方法として借地林制度がとられたが、これは土地の所有権と使用収益権を分離した形であって、一種の分収林制度といえる。

この制度の発生で、吉野山地における林業生産は、村外の商業資本に支配されることとなったが、一方ではこれら資本導入に伴って木材販路の拡張、施業の改善、木材同業組合による川路等によって造林可能区域が急速に増大し、結果として吉野林業を発展させる糸口となったのである。

元禄年間に始まったこの制度は、明治末期頃まで存続したが、借地権者である地主、商業資本が漸次資本力をつけて土地所有権を購入移転するに至り、次第に後退の途をたどることとなった。

このように、借地林制度の発生によって吉野地方（特に川上、小川、四郷）の森林の多くが村外の商業資本、地主資本により地上権が移転し、生産組織が支配される形になった。とこ

表-20 川上村の森林所有構造  
Table 20. Forest ownership structure of Kawakami Village

単位：事業体数

区分	総数	0.1~1 ha	1~5 ha	5~10 ha	10~20 ha	20~30 ha	30~50 ha	50~100 ha	100~500 ha	500ha 以上	備考
林家	186	72	54	16	24	7	6	4	3	—	
会社	3	—	—	1	1	—	—	—	1	—	
各種団体	54	41	6	3	1	1	1	—	1	—	
各組	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
銀行共有	26	11	7	4	2	1	—	—	1	—	
財産区	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
市町村	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	
地方公共団体	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
組合	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
社寺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
計	85	52	13	9	4	2	1	—	4	—	

(注) 川上村森林整備計画書(昭和60年4月1日~69年3月31日)による。

ろが、村外地主は、大抵の場合遠隔地にあつて直接経営の指揮監督を行うことが不可能なため、森林所在地の信用のおける有力者に山林の管理を委託して生産収益をあげる方法を採用することとなった。ここに山守制度という独特の組織が出来たのである。山守は、林地を地区外の者に売却したときの元の森林所有者がなる場合が多く、また区有林等の共有の山を売却したようなときには、地元の有力者がなる場合もあった。要するに山守とは一種の管理者であつて、世襲制である。村内にあつても他の大字に所有する山林には山守をおくのが慣習である。管理を委託された山守は、地元労働者を雇用して植林、下刈、除伐、間伐等保育管理の殆どの事業を行う。報酬(山守料)は、所有者、地方によって多少異なるが、主伐材売上高の2~5%である。

借地林制度が崩壊しようとしているのに対して、山守制度は、森林を経営してゆく上で山林所有者、山守双方共にメリットがあり、実質かつ有効に機能している。

川上村森林整備計画書<sup>22)</sup>によると、川上村林業就労者の動向は昭和54年度725人に対し、昭和59年度は698人で4%減少となつており、年齢階層別にみると40歳未満の減少が目立つ。特に20歳未満については林業就労者はいなくなり、若年層の都市への流出は林業就労者の減少と高齢化に拍車をかけている。これらのことから林業後継者の養成(特に若年就労者の確保)が大きな目標となるが、当面は山守制度による林業経営を維持しながら林業生産活動の活発化を図り生産性の向上に努めることが必要である。

本村の林業関連産業の動向については、林業関連産業体として素材生産業、木材、木製品製造業がある。素材生産業は現在118事業体あるが、個人がほとんどで取扱量は年間平均29,000 m<sup>3</sup>である。製材業者は3経営体あり、年間1,500 m<sup>3</sup>を製品加工している。その他磨丸太3,000本、杭丸太1,850 m<sup>3</sup>、割箸150 m<sup>3</sup>が生産されている<sup>22)</sup>。

## 2. 吉野地方人工林施業の沿革と実態

### (1) 施業の沿革

奈良県農林部<sup>29)</sup>によれば、川上村周辺では足利末期(1500年頃)には、多少のスギの造林が行われた模様である。このことから中世末期には若干の木材搬出が行われていたと考えられる。吉野の材が大量に搬出されるようになるのは、天正年間、豊臣秀吉が当地方を領有し、城郭建築の普請用材の需要が増加しはじめた頃からである。その後、当地方は徳川幕府の直領となったが、住民の主たる生業は木材の伐出流送によって維持されてきた。そうした山地の木材伐出生産は、郷の首長である庄屋の統率の下に組織的に行われたと考えられる。

木材需要の増加に伴う生産供給の増加は、山地の森林資源を漸次減少せしめ、そこに造林の必要性を生じさせた。吉野地方では、一般に耕地に乏しいため森林資源を維持培養し、木材の販売により生活するはかなかつた。しかし、その伐出生産の過程でも利益を得ることが少なく、一方、村に課せられる貢租は高く、一般に資本に蓄積する余裕はなかつた。村としては租税の支払いに窮し、郷内の有力者に林地を売却し、或は造林の能力のある者にこれを貸し付ける制度を設け、造林を促進させた。しかし、山村の住民にはこの造林地を維持する資力に欠け

ていた。そのため元禄年間(1700年)を前後する頃、下市、上市及び大和平野方面の商業資本の消費貸付を通じて借地林が発生していった。木材の販路の拡張、特に寛文年間(1670年)より始まる銭丸太の製造、享保年間(1720年)より始まる山地での樽丸製造などの木材利用技術の発達による販路拡大に伴い、漸次造林の方法は集約化し、また木材業者の組合による流筏路の改良等の資本投入により、搬出費が節約されるにつれ、造林される区域が拡大していった。

全国に大乱伐が流行した維新前後(1865年)にも、この地方ではその風潮にのらず、高齢林は維持され、明治10年前後(1877年)の材価の騰貴した時代には伐採によって高齢林はやや減少したが、一方再造林は確実に行われ、更に天然の雑木林は林種転換されて、スギ、ヒノキの人工林が拡大した。太平洋戦争の強制伐採と、戦中、戦後の人手不足は一部に未植栽地を生じたが、数年を経ずに復旧され、集約な施業が継続されている。

## (2) 施業と生産技術の実態

大金永治教授らは、先に、吉野地方のスギ人工林の施業調査を行い<sup>33)</sup>、その育林技術は全て高品質材生産を目的に組立てられていることを明らかにしている。すなわち、10,000本/haの密植とし、下刈は1~5年まで行われ、全て全刈である。幼齢木の杭起しや雪起し、つる切り、さらには紐打と呼ばれる生枝打が7~8年生林分に行われている。スギの12~15年の枝打は一般には行われないが、京木仕立林では特別に行われる。13~20年の除・間伐はスギ、ヒノキとも4~5年毎に行われ、非常に集約である。次に伐出技術では、主として集約な間伐を前提として組立てられている。すなわち、伐倒にはチェーンソーを使用し、周囲木を傷つけないようにクサビを使用したり、綱で引くなど細心の注意が払われる。集材・搬出には主として50年以上の林分では集材機や索道が使用され、それ以下の林齢の林分では主に人力による地曳きが行われる。当地方の集材機や索道の伐開幅は極めて狭く、2~3m程度に過ぎない。したがっておよそ50年以上では立木間隔が広くなり、支障木の伐採の必要がない。集材機は400m程度の集材搬出に効果的であり、短期間に自由に移動できるため、第2次大戦後まで使用された簡易シュラに相当し、また索道は800~1,000mの搬出距離とし、長期間設置することから木シュラと同じ働きをしている。最近では、ヘリコプターの利用も多くなってきた。以上のように当地方において早くから間伐に比較的即応した形で機械化が進んだのは、それ以前の道具段階の伐出技術の蓄積が大きな役割を果たしているといえる<sup>32,33)</sup>。

## 3. 標準地の分析

### (1) 標準地設定林分の概況

標準地は、川上村の東辻久雄氏所有のスギ15年生、33年生、56年生、72年生、97年生林分の計5箇所を設定した。この地域は吉野の中でも最も早くから植林が行われ、伝統的な施業を受け継いでいるといわれているので、標準地を設定したものである。各々の標準地の概況は表-21に示すとおりである。

15年生林分は、昭和44年にha当り8,000本植栽された造林地(2ha)で、標高490m、

表-21 標準地の概要

Table 21. Outline of sample plots

プロット No.	林 齢	標 高	方 位	傾 斜	プロット サイズ	帯 状 区	計 測 日
1	15 年 生	490m	N60° E	34°	10m・10m	5m・10m	S60年10月9日
4	33 年 生	480m	N56° E	16°	10m・20m	5m・20m	10月10日
5	56 年 生	460m	N 5° E	35°	20m・20m	10m・20m	同上
6	72 年 生	480m	N55° E	28°	40m・20m	10m・20m	同上
7	97 年 生	360m	S70° E	42°	40m・20m	10m・20m	10月11日

傾斜度 34 度, 北東向きの傾斜くぼ地に位置している。標準地として傾斜方向に 10 m, 等高線沿いに 10 m の方形区を設け, その一部に 5×10 m の帯状区を設定した。

33 年生林分は, 昭和 26 年に ha 当り 10,000 本植栽された造林地(3.5 ha)で, 標高 480 m, 傾斜度 16 度, 北東向き斜面に位置している。標準地の設定は 15 年生林分の標準地と同様の方法で行い, プロットサイズは 10×20 m で, 帯状区は 5×20 m である。

56 年生林分は, 昭和 4 年に ha 当り 10,000 本植栽された造林地 (1 ha) で, 標高 460 m, 傾斜度 35 度, 北向き斜面に位置している。標準地として傾斜方向に 20 m, 等高線沿いに 20 m の方形区を設け, そこに前と同方法で 10×20 m 帯状区を設定した。



写真-4 スギ人工林(プロットNo.1, 15年生林分)

Photo 4. *Cryptomeria japonica* plantation  
(plot 1, 15-years old stand).



写真-5 スギ人工林(プロットNo.4, 33年生林分)

Photo 5. *Cryptomeria japonica* plantation  
(plot.4, 33-years old stand).



写真-6 スギ人工林(プロットNo.5, 56年生林分)

Photo 6. *Cryptomeria japonica* plantation  
(plot.5, 56-years old stand).



写真一7 スギ人工林(プロットNo.6, 72年生林分)

Photo 7. *Cryptomeria japonica* plantation  
(plot. 6, 72-years old stand).



写真一8 スギ人工林(プロットNo.7, 97年生林分)

Photo 8. *Cryptomeria japonica* plantation  
(plot.7, 97-years old stand).

72年生林分は、大正2年にha当り10,000本植栽された造林地(2.5ha)で、標高480m、傾斜度28度、北西向きの緩斜面に位置している。標準地として傾斜方向に40m、等高線沿いに20mの長方形区を設け、そこに同じ方法で10×20m带状区を設定した。

97年生林分は、明治21年にha当り10,000本植栽された造林地(1ha)で、標高360m、傾斜度42度、西向きの傾斜地に位置している。標準地の設定は72年生林分の標準地と同様の方法で行い、プロットサイズ40×20m、带状区のサイズ10×20mである。

標準地ごとの林相は、写真-4, 5, 6, 7, 8のとおりである。

## (2) 標準地の施業経過

先ず15年生林分の施業経過を概要を述べる。昭和44年にha当り8,000本が植栽された。下刈は4年生まで年2回、5年目1回実施している。つる切りは7年生と9年生に1回ずつ行っている。紐打と呼ばれる生枝打は、植栽後8年目に行った。第1回枝打は昭和60年12月～61年3月の間に地上7.5mの高さまで実施予定である。除伐も同じ昭和60年12月～61年3月の間に本数比10%で実施予定である。第1回目の間伐は20年生の時に20%の間伐を予定している。

表-22 標準地の施業経過  
Table 22. Management progress of sample plots

標準地 項目	15 年 生 プロット 1	33 年 生 プロット 4	56 年 生 プロット 5	72 年 生 プロット 6	97 年 生 プロット 7
植 栽	昭和44年, 8,000本/ha	昭和26年, 10,000本/ha	昭和4年, 10,000本/ha	大正2年, 10,000本/ha	明治21年, 10,000本/ha
補 植		昭和27年, 1,500本/ha	昭和5年, 20~30%	大正3年, 20~30%	明治22年, 20~30%
下 刈	4年生までに年2回	6年生頃まで	6年生頃まで	6年生頃まで	6年生頃まで
つる切り	7年生1回, 9年生1回				
紐 打	8年生1回	7年生	7~8年生	7~8年生	7~8年生
枝 打	昭和60年12月~61年3月に第1回枝打ち予定, 地上7.5m	17, 20年生			
除 伐	昭和60年12月~61年3月に予定 本数比10%	12, 14, 16, 19, 21, 26年生 (26年生以外は雪害のため)	10年生頃 15, 34年生 (雪害のため)	10年生頃 33年生(雪害のため)	10年生頃
間 伐	20年生時に20%の間伐予定, 全て磨き丸太 その後, 25~26年生時に20%の間伐				

33年生林分は昭和26年にha当り10,000本宛3.5ha植栽された。翌27年に本数で15%の補植を行った。下刈は同26年から32年まで行い、植栽後5~6年は年2回実施している。つる切りは同32年に行っている。紐打は、植栽後8年目の昭和33年に行った。その後、同38年、40年、42年、45年、47年、52年、の6回にわたって除伐が実施された。通常除伐は10年生前後から30年生にかけて、3~5回ほど行いが、当33年生林分は、昭和47年までに5回の雪害を受けているため回数がやや多くなっている。スギに対する枝打は、磨丸太生産が行われるようになってから実施されるようになり、33年生林分では植栽後18年目の昭和43年に第1回、25年目の同50年に第2回の枝打を行っている。間伐は同56年に行われ、本数比で約20%伐採した。

56年生、72年生、97年生林分の施業経過は具体的に明らかになっていないが、33年生と同様の育林過程を経ているものと思われる。雪害の状況をみると、59年生林分は昭和19年、38年の2度、72年生林分は同19年に被害を受けている。また97年生林分については不明であるが、幼齢期に1~2度の被害はを受けているようである。雪害の際には春先に雪起こしが行われ、被害木は除・間伐によって整理されている。したがって各標準地とも、雪害の年には雪起こしと除・間伐が行われている。

各標準地の施業経過を表-22に示した。

表-23 標準地の林分構成  
Table 23. Stand Structure of sample plots

標準地		15年生 プロット1	33年生 プロット4	56年生 プロット5	72年生 プロット6	97年生 プロット7
標準地	面積(ha)	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08
	本数	78	36	25	35	24
	材積(m <sup>3</sup> )	2.72	11.10	16.12	35.74	40.17
ha当り	本数	7,800	1,800	625	438	300
	材積(m <sup>3</sup> )	272	555	403	447	502
胸高直径	平均(cm)	8	20	28	38	46
	最小~最大	4~14	12~30	12~42	22~50	30~68
	長-短(cm)	—	0.3	1.0	1.0	2.0
	変動係数(%)	24	25	29	21	20
樹高	平均(m)	9	18	19	20	22
	最小~最大	5~12	13~22	9~25	13~26	17~27
	変動係数(%)	18	12	20	15	17
平均枝下高(m)		6	14	14	14	13
枝下高率(E%)		66	77	73	70	59
形状比(H/D.B.H.)		112	90	68	53	48

(注) 但し  $E = h/H \times 100$

(3) 林分構造

標準地ごとの毎木調査の結果を示せば、表-23 のとおりである。

(a) 胸高直径階別本数分布

胸高直径階別本数分布状況は表-24 と図-6 に示すとおりである。

表-24 直径階別本数分布  
Table 24. The number and rate of tree divided by diameter class at breast height in sample plots

プロット 直径階 (cm)	No. 1 15年生 林分	No. 4 33年生 林分	No. 5 56年生 林分	No. 6 72年生 林分	No. 7 97年生 林分
4	5(6.4)				
6	7(9.0)				
8	30(38.4)				
10	22(28.2)				
12	10(12.9)	3(8.3)	2(8.0)		
14	4(5.1)	4(11.1)			
16		5(13.1)	2(8.0)		
18		4(11.1)			
20		5(13.9)			
22		4(11.1)	1(4.0)	2(5.7)	
24		4(11.1)	2(8.0)	2(5.7)	
26		2(5.6)	2(8.0)		
28		4(11.1)	3(12.0)		
30		1(2.6)	3(12.0)	3(8.6)	1(4.2)
32			3(12.0)	5(14.2)	1(4.2)
34			2(8.0)	3(8.6)	1(4.2)
36			1(4.0)	1(2.9)	1(4.2)
38			1(4.0)	4(11.3)	2(8.3)
40			1(4.0)	3(8.6)	1(4.2)
42			2(8.0)	2(5.7)	2(8.3)
44				3(8.6)	2(8.3)
46				2(5.7)	1(4.2)
48				3(8.6)	2(8.3)
50				1(2.9)	1(4.2)
52				1(2.9)	2(8.3)
54					3(12.5)
56					2(8.3)
58					
60					
62					1(4.2)
64					
66					
68					1(4.1)

(注) ( ) は比率

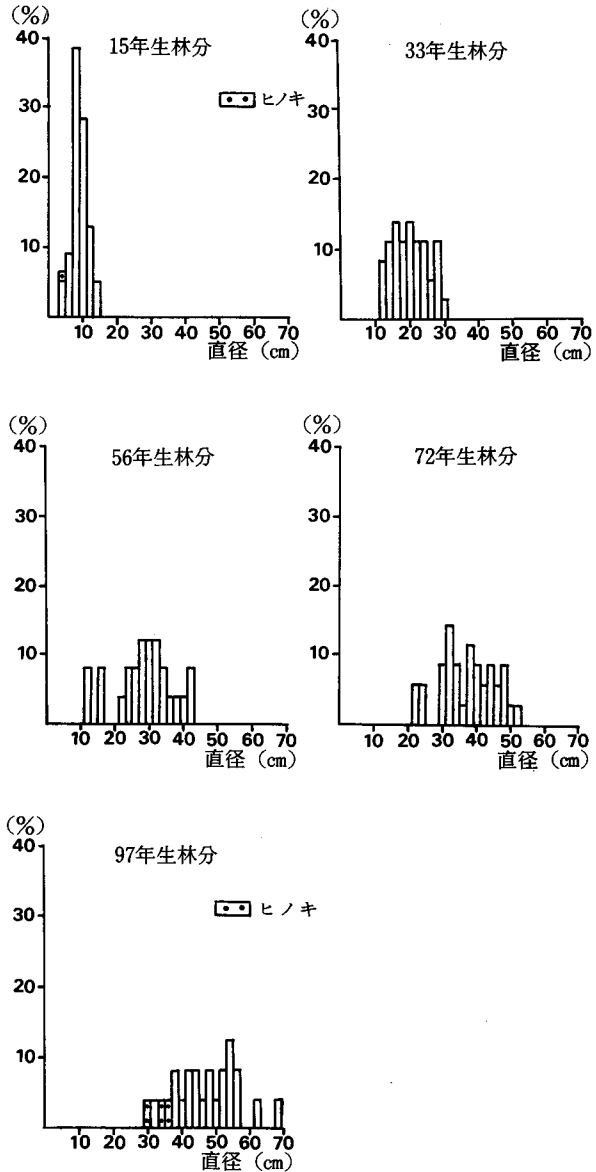


図-6 胸高直径階別本数比率

Fig. 6. The percentage rate of trees by diameter class at breast height.

これらの表と図から調査林分の構造をみると、15年生のものは、ほぼ一斉林型を呈しており、33年生と56年生のものは徐々に複層林型になり、次に72年生と97年生のものはやや単層型を示している。

(b) 樹高階別本数分布

樹高階別本数分布状況は表-25 と図-7 に示すとおりである。

表-25 樹高階別本数分布  
Table 25. The number and rate of tree divided by height class in sample plots

プロット 樹高階 (m)	No. 1 15年生 林分	No. 4 33年生 林分	No. 5 56年生 林分	No. 6 72年生 林分	No. 7 97年生 林分
4~5	1(1.3)				
5~6	3(3.8)				
6~7	2(2.6)				
7~8	9(11.5)				
8~9	6(7.7)				
9~10	20(25.6)		1(4.0)		
10~11	28(35.9)				
11~12	7(9.0)		1(4.0)		
12~13	2(2.6)		1(4.0)		
13~14		1(2.8)		2(5.7)	
14~15		1(2.8)			
15~16		3(8.2)	1(4.0)	1(2.9)	
16~17		1(2.8)		2(5.7)	
17~18		9(25.0)	1(4.0)	2(5.7)	2(8.3)
18~19		2(5.6)	2(8.0)	3(8.6)	5(20.8)
19~20		5(13.9)	1(4.0)	4(11.4)	1(4.1)
20~21		7(19.4)	2(8.0)		
21~22		5(13.9)	7(28.0)	8(22.9)	1(4.1)
22~23		2(5.6)	4(16.0)	4(11.4)	3(12.6)
23~24			1(4.0)	6(17.1)	3(12.6)
24~25			2(8.0)	2(5.7)	
25~26			1(4.0)		3(12.6)
26~27				1(2.9)	4(16.6)
27~28					2(8.3)

(注) ( ) は比率

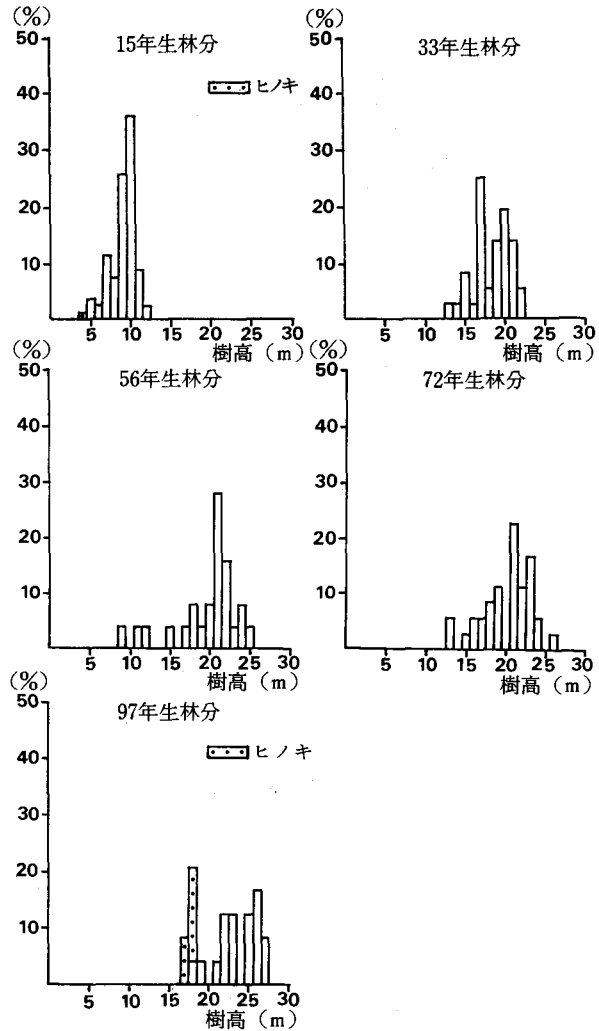


図-7 樹高階別本数比率  
Fig. 7. The percentage rate of trees by height class.

これらの表と図から調査林分の構造をみると、胸高直径階別本数分布のように、15年生のものは、ほぼ一斉林型を呈しており、33年生と56年生のものは徐々に複層林型になり、次に72年生と97年生のものはやや単層型を示している。

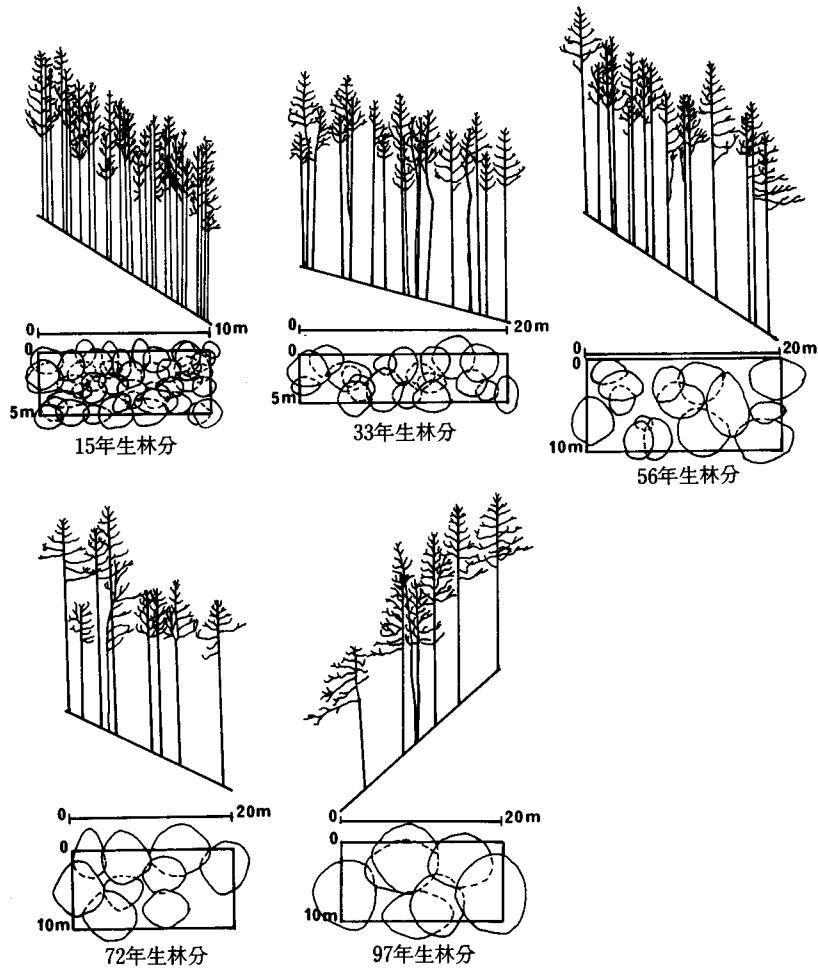


図-8 樹冠投影図および側面図  
 Fig 8. Crown projection and canopy profile.

(c) 樹冠構造と疎密度

樹冠構造と疎密度の状況を知るため、コドラート調査を行った。結果は図-8に示すとおりである。これらの図をみると、15年生のような幼齢林分では立木本数が多いため樹冠の重なりが著しく、疎密度も100%に近い。しかし、その後間伐が繰り返されることによって立木密度は低くなり、樹冠の重なりは少なくなり、疎密度も33年生林分では83%、56年生林分では73%、72年生林分では75%、97年生林分では89%となっている。

(d) 幹級構成

幹級構成は表-26・27と図-9に示すとおりである。これらの表と図によれば、1級木は林齢が増すにしたがって次第にその比率が高くなっており、3級木も同様にその割合が多くなって

表-26 幹級別本数分布

Table 26. The number and rate of tree divided by Terasaki's tree-form-class method

プロット No	林齢	1 級 木	2 級 木					3 級 木	4 級 木	5 級 木	合 計	
		本 数 %	a	b	c	d	e	計	本 数 %	本 数 %	本 数 %	本 数 %
1	15	2,000 26	500 6	200 3	1,400 18	500 6	— —	2,600 33	1,400 18	1,200 15	600 8	7,800 100
4	33	250 14	150 8	50 3	250 14	200 11	— —	650 36	500 28	400 22	— —	1,800 100
5	56	225 36	25 4	— —	75 12	125 20	— —	225 36	75 12	100 16	— —	625 100
6	72	125 29	— —	— —	— —	138 31	— —	138 31	112 26	63 14	— —	438 100
7	97	112 38	— —	— —	25 8	25 8	— —	50 17	100 32	38 13	— —	300 100

表-27 幹級別蓄積分布

Table 27. The volume and rate of tree divided by Terasaki's tree-form-class method

(蓄積: m<sup>3</sup>)

プロット No	林齢	1 級 木	2 級 木					3 級 木	4 級 木	5 級 木	合 計	
		蓄 積 %	a	b	c	d	e	計	蓄 積 %	蓄 積 %	蓄 積 %	蓄 積 %
1	15	85 31	39 14	6 2	53 20	29 11	— —	127 47	40 15	17 6	3 1	272 100
4	33	135 24	91 17	13 2	94 17	68 11	— —	266 48	106 19	48 9	— —	550 100
5	56	181 45	36 9	— —	52 13	91 23	— —	179 44	34 8	9 2	— —	403 100
6	72	184 41	— —	— —	— —	168 38	— —	168 38	71 16	24 16	— —	447 100
7	97	248 49	— —	— —	45 9	76 15	— —	121 24	103 21	30 6	— —	502 100

表-28 間伐木

Table 28. Thinned trees by Terasaki's tree-form-class method

(haあたり, 蓄積: m<sup>3</sup>)

プロット No	林齢	1 級 木	2 級 木					3 級 木	4 級 木	5 級 木	合 計	
		本 数 蓄積	a	b	c	d	e	計	本 数 蓄積	本 数 蓄積	本 数 蓄積	本 数 蓄積
1	15	0 0	500 39	200 6	600 21	500 29	— —	1,800 95	100 3	1,200 17	600 3	3,700 118
4	33	0 0	100 62	50 13	0 0	150 46	— —	300 121	200 38	400 48	— —	900 207
5	56	0 0	25 36	— —	50 25	100 69	— —	175 130	0 0	100 9	— —	275 139
6	72	0 0	— —	— —	— —	75 95	— —	75 95	62 42	63 24	— —	200 161
7	97	0 0	— —	— —	0 0	0 0	— —	0 0	25 29	38 30	— —	63 59

表-29 間伐率

Table 29. Thinning rate by Terasaki's tree-form-class method

(%)

プロット No.	林齢	1 級 木		2 級 木						3 級 木		4 級 木		5 級 木		合 計							
		a		b		c		d		e		計											
		本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積						
1	15	0	0	100	100	100	100	42.8	39.6	100	100	—	—	69.2	74.8	7.1	7.5	100	100	100	100	46.1	43.0
4	33	0	0	66.7	68.1	100	100	0	0	72.0	67.6	—	—	46.1	45.4	40.0	36.1	100	100	—	—	50.0	37.2
5	56	0	0	100	100	—	—	66.7	48.0	80.0	76.0	—	—	77.7	72.6	0	0	100	100	—	—	44.0	34.7
6	72	0	0	—	—	—	—	—	—	54.5	56.8	—	—	54.3	56.5	55.5	25.1	100	100	—	—	45.7	36.1
7	97	0	0	—	—	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0	25.0	28.8	100	100	—	—	20.8	11.9

表-30 残存木

Table 30. Remaining trees by Terasaki's tree-form-class method

(haあたり, 蓄積: m<sup>3</sup>)

プロット No.	林齢	1 級 木		2 級 木						3 級 木		4 級 木		5 級 木		合 計							
		a		b		c		d		e		計											
		本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積						
1	15	2,000	85	0	0	0	0	800	32	0	0	—	—	800.	32	1,300	37	0	0	0	0	4,100	154
4	33	250	135	50	29	0	0	250	94	50	22	—	—	350	145	300	68	0	0	—	—	900	343
5	56	225	181	—	—	—	—	25	27	25	22	—	—	50	49	75	34	0	0	—	—	350	264
6	72	125	184	—	—	—	—	—	—	63	73	—	—	63	73	50	29	0	0	—	—	238	284
7	97	112	248	—	—	—	—	25	45	25	76	—	—	50	121	75	73	0	0	—	—	237	442

表-31 残存木率

Table 31. Remaining tree rate by Terasaki's tree-form-class method

(%)

プロット No.	林齢	1 級 木		2 級 木						3 級 木		4 級 木		5 級 木		合 計							
		a		b		c		d		e		計											
		本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積	本数	蓄積						
1	15	100	100	0	0	0	0	57.2	60.4	0	0	—	—	30.8	25.2	92.9	92.5	0	0	0	0	53.9	57.0
4	33	100	100	33.3	31.9	0	0	100	100	28.0	32.4	—	—	53.9	54.6	60.0	63.9	0	0	—	—	50.0	62.8
5	56	100	100	0	0	—	—	33.3	52.0	20.0	24.0	—	—	22.3	27.4	100	100	0	0	—	—	56.0	65.3
6	72	100	100	—	—	—	—	—	—	45.5	43.2	—	—	45.7	43.5	44.5	74.9	0	0	—	—	54.3	63.9
7	97	100	100	—	—	—	—	100	100	100	100	—	—	100	100	75.0	71.2	0	0	—	—	79.2	88.1

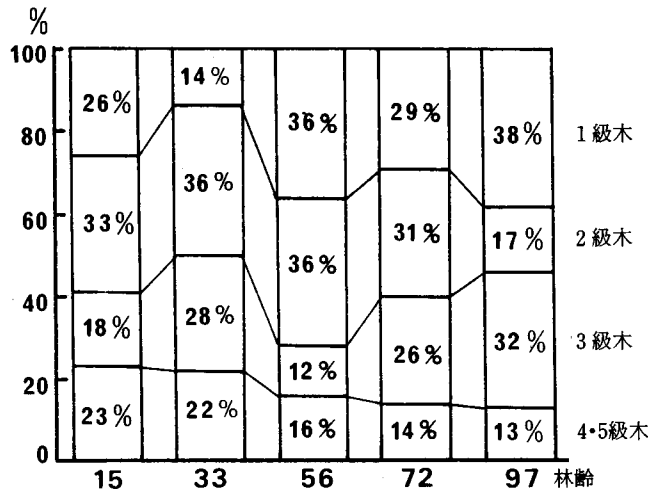


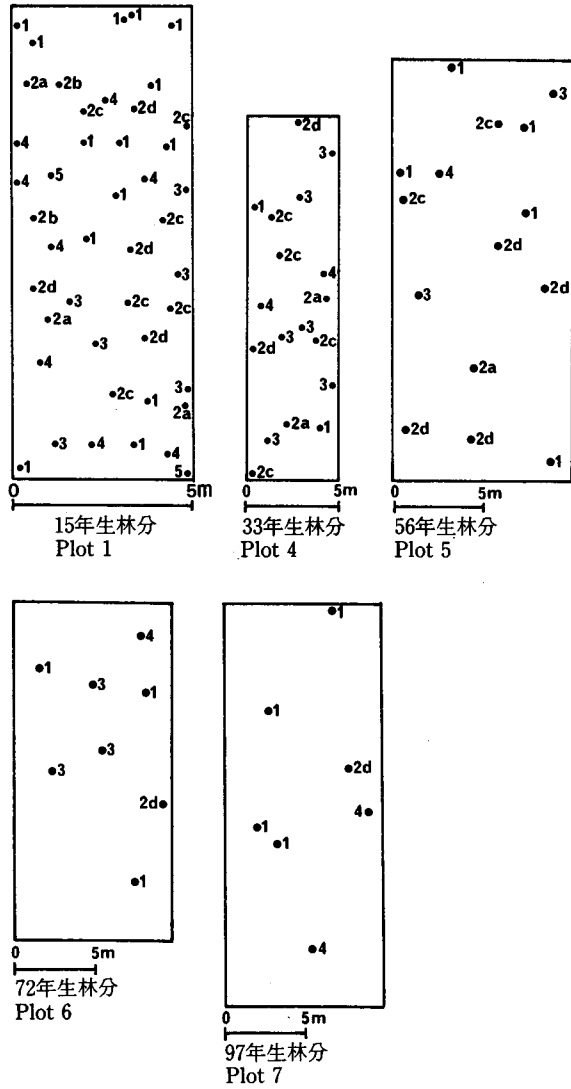
図-9 幹級別本数比率  
 Fig 9. The percentage rate of trees classified by Terasaki's tree-form-class method.

いる。一方5級木は15年生林分にのみ存在し、他の林齢の高い林分では存在しない。また上層木の2級木についてみると、過弱樹冠木(b)が比較的早い段階で除かれ、樹冠過大のもの(a)も72年生や97年生林分では存在しなくなっている。こうした林分構造の推移から、大金永治教授らも分析しているように<sup>32,33,34)</sup>、これらの林分では幼齡林分には寺崎式のA種に相当するような下層間伐、壯齡林分には寺崎式のB種に相当するような上層木と下層木を対象とした間伐、また老齡林分にあっては同じくC種ないしは上層間伐に相当するような伐採が実施されているものと考えられる。

次に調査野帳によって試みに計算した各林分の間伐木と間伐率、残存木と残存木の比率を示せば表-28と29、表-30・31のとおりである。この計算結果によれば、15年生林分では間伐率は46%で、4・5級木の全部、3級木の7%と2級木の約70%が伐採されることになり、33年生林分では間伐率は50%で、4級木の全部と2・3級木の約40%が伐採されることになる。また56年生林分では間伐率は44%で、4級木の全部と2級木の約70%が伐採されることになる。同様に、72年生林分では間伐率は約45%で、4級木の全部と2・3級木の約50%が伐採されることになる。すなわち、全体的に強度の間伐が実施されることになり、しかも林齢の推移とともに、この試算によっても、下層木を主とした間伐から、上層木を主体とした伐採へと推移してゆくように思われる。

(e) 带状区内における林木分布

带状区内における林木分布状況は図-10に示すとおりである。これらの図から、15年生林分のような幼齡林分にあっては樹木間距離が比較的均等に保持されているが、林齢が高くな



図—10 带状区内における林木分布  
 Fig 10. Distribution of trees in belt transect.

ていくにしたがい、それが次第に不整になっていく傾向が認められる。これは幼齡林分においては定量的間伐が実施されていることによって林木が比較的一様に分布しているが、次第に定性的間伐が加味されることによって分布の様態が不整になっていくことを示しているように思われる。

(f) 本数と蓄積

標準地の生立本数を吉野地方のスギ林収穫表(表-32)と対比させて示せば図-11のとおりである。図-11によれば、15年生林分のような幼齡林分においてはほぼ収穫表と同程度の生立

表-32 吉野地方スギ林収穫表  
Table 32. *Cryptomeria japonica* yield tables of Yoshino District

(A) (1等地)

間伐回数	林齢	本数			本数 率 %	胸高総断面積(m <sup>2</sup> )			断面積 率 %	平均胸高直径(cm)			中数林木高(m)			幹材積(m <sup>3</sup> )			材積率 %
		総林木	主林木	間伐木		総林木	主林木	間伐木		総林木	主林木	間伐木	総林木	主林木	間伐木	総林木	主林木	間伐木	
1	12	8,599	6,875	1,724	20.0	35.72	30.49	5.23	14.7	7.3	7.6	6.1	8.4	8.9	6.9	168.3	148.6	19.8	11.7
2	14	6,875	5,457	1,418	20.6	40.22	33.61	6.61	16.4	8.5	8.8	7.6	10.2	10.7	8.5	220.3	192.3	28.7	13.0
3	17	5,457	4,166	1,291	23.7	45.45	37.74	7.71	17.0	10.3	10.9	9.1	12.5	13.1	10.4	301.0	259.3	41.7	13.9
4	20	4,166	3,191	975	23.4	49.68	40.95	8.72	17.6	12.4	12.7	10.6	14.9	15.3	12.2	378.4	324.5	53.7	14.3
5	24	3,191	2,453	738	23.1	53.81	44.44	9.37	17.4	14.5	15.2	12.4	17.3	17.8	14.4	468.6	402.4	66.2	14.1
6	29	2,453	1,885	568	23.2	57.67	47.93	9.37	16.9	17.3	17.9	14.8	19.8	20.4	16.7	567.7	488.6	79.0	14.0
7	35	1,885	1,454	431	22.9	61.43	51.33	10.10	16.4	20.3	21.2	17.3	22.2	22.9	19.1	671.2	579.3	91.8	13.7
8	42	1,454	1,130	320	22.3	65.01	54.73	10.28	16.0	23.9	24.8	20.0	24.7	25.5	21.5	776.3	672.6	103.8	13.4
9	50	1,130	888	242	21.4	68.41	57.94	10.47	15.3	27.9	28.8	23.3	27.3	27.8	23.5	880.1	764.9	115.2	13.1
10	59	888	707	185	20.4	71.63	60.97	10.65	14.9	31.8	33.0	26.7	29.5	30.0	25.6	978.4	852.9	125.5	12.8
11	70	707	558	149	21.1	75.02	63.91	11.11	14.8	37.0	38.2	31.2	31.6	32.2	27.8	1,080.2	942.2	138.0	12.8
12	82	558	448	110	19.7	77.78	66.48	11.29	14.5	42.1	43.3	35.8	33.6	34.4	30.0	1,172.6	1,021.8	150.8	12.9
13	96	448	361	87	19.4	80.26	68.78	11.48	14.3	47.9	49.4	40.0	35.8	36.4	32.0	1,261.6	1,098.6	163.1	12.9
14	112	361	292	69	19.1	82.55	70.98	11.57	14.0	53.9	55.8	46.4	37.6	38.2	33.8	1,341.8	1,172.6	168.9	12.6
15	130	292	238	54	18.5	84.39	73.19	11.20	13.5	60.6	62.7	51.5	39.6	40.2	35.6	1,414.4	1,243.8	170.6	12.1
皆伐	150	238	195	43	18.1	85.95	75.02	10.93	12.7	57.9	70.0	57.0	41.5	42.0	37.1	1,482.0	1,311.2	170.6	11.5

(注) 大金永治：八溝地方におけるスギ人工林施業の考察，1984より。

長伐期人工林施業の体系化に関する研究 (マルテン・ル・ランゾ)

(B) (2等地)

間伐回数	林齢	本数			本数 率 % 対	胸高総断面積(m <sup>2</sup> )			断面積 率 % 対	平均胸高直径(cm)			中数林木高(m)			幹材積(m <sup>3</sup> )			材積率 % 対
		総林木	主林木	間伐木		総林木	主林木	間伐木		総林木	主林木	間伐木	総林木	主林木	間伐木	総林木	主林木	間伐木	
1	14	8,139	6,230	1,909	23.5	33.88	28.10	5.79	17.1	7.3	7.6	6.1	8.4	8.9	6.5	154.7	133.6	21.1	13.6
2	17	6,030	4,858	1,372	22.0	38.57	31.77	6.80	17.6	8.8	9.1	7.9	10.4	10.9	8.4	210.4	180.3	30.1	14.3
3	20	4,858	3,779	1,007	22.2	42.15	34.62	7.53	17.9	10.6	10.9	9.4	12.5	13.1	10.2	264.9	226.8	36.1	14.4
4	24	3,779	2,892	887	23.5	45.91	37.92	7.99	17.4	12.4	12.7	10.9	14.5	15.1	12.0	332.5	258.5	47.0	14.2
5	29	2,892	2,247	645	22.3	49.59	41.05	8.54	17.2	14.8	15.2	12.7	16.9	17.5	14.0	407.9	352.0	56.2	13.7
6	35	2,247	1,752	495	22.0	52.98	44.17	8.82	16.6	17.3	17.9	15.2	19.3	19.8	16.0	487.5	422.4	65.1	13.4
7	42	1,752	1,377	375	21.4	56.29	47.29	9.00	16.0	20.3	20.9	17.3	21.5	22.0	18.0	569.3	494.5	74.9	13.1
8	50	1,377	1,094	283	20.6	59.41	50.23	9.18	15.5	23.3	24.2	20.0	23.6	24.2	20.0	650.9	566.3	78.5	13.0
9	60	1,094	861	233	21.3	62.72	53.26	9.46	15.1	27.3	28.2	23.0	26.0	26.0	22.2	737.4	643.1	94.1	12.8
10	71	861	689	172	20.0	65.66	55.92	9.73	14.8	31.2	32.1	26.4	28.0	28.0	24.2	817.5	714.3	103.2	12.6
11	84	689	553	136	19.7	68.41	58.49	9.92	14.5	35.5	36.7	30.3	30.0	30.0	26.2	897.7	785.0	112.4	12.5
12	99	553	445	108	19.5	70.98	60.79	10.19	14.4	40.3	41.8	34.5	31.8	32.4	28.2	975.6	854.5	121.3	12.4
13	116	445	361	84	18.9	73.19	63.09	10.10	13.8	45.8	47.3	38.8	33.8	34.4	29.8	1,048.2	921.3	126.9	12.4
14	136	361	293	68	18.8	75.30	65.47	9.83	13.0	51.5	53.3	43.3	35.6	36.2	31.5	1,116.9	988.4	128.6	11.5
皆伐	150	150	267	36	12.3	72.73	66.76	5.97	8.2	57.4	57.6	46.1	37.1	37.5	32.4	1,111.1	1,029.8	81.3	7.3

(注) (A)に同じ

(C) (3等地)

間伐回数	本数	本数			本数 率 %木対	胸高総断面積(m <sup>2</sup> )			断す る 間 伐 に %木対	平均胸高直径(cm)			中数林木高(m)			幹材積(m <sup>3</sup> )			材積 率 %木対
		総林木	主林木	間伐木		総林木	主林木	間伐木		総林木	主林木	間伐木	総林木	主林木	間伐木	総林木	主林木	間伐木	
1	16	7,977	6,017	1,960	24.6	30.58	24.79	5.79	18.9	7.0	7.3	6.1	7.8	8.4	6.4	125.5	106.3	19.5	15.4
2	19	6,017	4,700	1,317	21.9	33.70	27.46	6.24	18.5	8.5	8.8	7.9	9.6	10.2	8.0	162.5	137.5	25.0	15.4
3	23	4,700	3,529	1,171	24.9	37.28	30.67	6.61	17.7	10.0	10.6	9.1	11.5	12.2	9.5	211.8	180.6	31.2	14.7
4	28	3,529	2,726	808	22.8	40.86	33.70	7.16	17.5	12.1	12.4	10.6	13.8	14.4	11.1	268.8	233.7	35.1	13.0
5	34	2,726	2,128	598	21.9	44.08	36.64	7.44	16.9	14.2	14.8	12.7	16.0	16.7	12.9	330.3	288.3	42.0	12.7
6	41	2,128	1,675	453	21.3	47.11	39.49	7.62	16.2	16.7	17.3	14.5	18.2	18.7	14.7	394.0	343.9	50.1	12.1
7	49	1,675	1,334	341	20.4	50.05	42.15	7.90	15.8	19.4	20.0	17.0	20.2	20.9	16.5	457.7	399.6	58.2	12.7
8	59	1,334	1,053	281	21.0	53.08	45.00	8.08	15.2	22.4	23.3	19.4	22.2	22.9	18.5	527.6	461.1	66.5	12.6
9	71	1,053	831	222	21.1	56.11	47.75	8.36	14.9	26.1	27.0	22.4	24.4	25.1	20.5	599.1	524.8	74.0	12.4
10	85	831	661	171	20.6	58.86	50.41	8.45	14.4	30.0	31.2	25.5	26.4	27.1	22.5	668.7	588.8	79.9	11.9
11	101	661	530	131	19.8	61.43	52.89	8.54	13.9	34.5	35.8	28.8	28.4	29.1	24.4	734.9	649.7	85.1	11.6
12	119	530	430	100	18.9	63.73	55.28	8.45	13.3	39.1	40.6	32.4	30.2	30.9	26.0	798.0	707.6	90.4	11.3
13	140	430	349	81	18.8	65.93	57.58	8.36	12.7	44.2	45.8	36.1	32.0	32.7	27.6	859.5	765.2	94.1	11.0
皆伐	150	349	320	29	8.3	61.71	58.49	3.22	5.2	47.6	48.2	37.6	33.1	33.5	28.2	826.2	789.7	36.5	4.4

(注) (A)に同じ

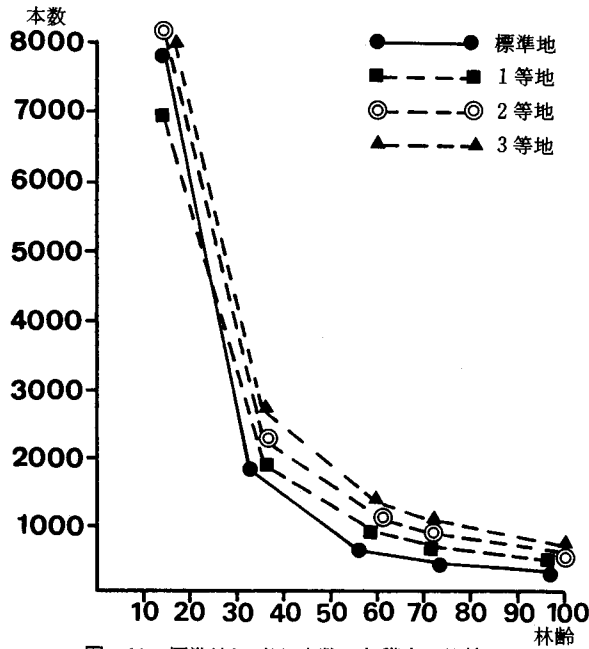


図-11 標準地ha当り本数と収穫表の比較  
 Fig 11. Comparison of trees number per ha of sample plot and yield tables.

表-33 枝下高階別本数分布  
 Table 33. The number and rate of tree divided by clear length

プロット 枝下高階(m)	No. 1 15年生林分	No. 4 33年生林分	No. 5 56年生林分	No. 6 72年生林分	No. 7 97年生林分
3 ~ 4	6 ( 8.8)				
4 ~ 5	17 (23.0)		1 ( 4.0)		
5 ~ 6	13 (17.8)				
6 ~ 7	24 (32.6)		1 ( 4.0)		1 ( 4.2)
7 ~ 8	13 (17.8)				1 ( 4.2)
8 ~ 9			1 ( 4.0)	2 ( 5.7)	
9 ~ 10		1 ( 2.8)		2 ( 5.7)	6 (25.0)
10 ~ 11		2 ( 5.6)		1 ( 2.9)	2 ( 8.3)
11 ~ 12			1 ( 4.0)	5 (14.3)	4 (16.6)
12 ~ 13		8 (22.2)	3 (12.0)	5 (14.3)	
13 ~ 14		7 (19.4)	8 (32.0)	4 (11.4)	
14 ~ 15		11 (30.6)	4 (16.0)	9 (25.7)	2 ( 8.3)
15 ~ 16		5 (13.8)	4 (16.0)	5 (14.3)	3 (12.5)
17 ~ 18		2 ( 5.6)	2 ( 8.0)	2 ( 5.7)	1 ( 4.2)
17 ~ 18					2 ( 8.3)
18 ~ 19					1 ( 4.2)
19 ~ 20					1 ( 4.2)

(注) ( ) は比率

本数を示しているが、壮齡以降の林分においては、収穫表を下まわる生立本数で推移していることがうかがわれる。これは、大金永治教授らも指摘しているように<sup>32,33,34)</sup>、これらの林分では保育を伴う利用間伐がくり返されており、良質材の生産に重点をおいた比較的高い伐採を行っていることを示しているものと考えられる。

(g) 枝下高

枝下高階別本数分布状況は表-33と図-12に示すとおりである。すなわち、15年生林分の平均枝下高は6m、33年生林分～72年生林分では14m、97年生林分では13mとなっている。

個体によってバラツキはあるが、幼齡林分においては樹高のほぼ70%、壮齡以降の林分においてもおよそ70%の高さに相当しており、一般に比べやや高い位置まで枝打が実行されていると考えられる。

4. スギ人工林施業の体系

(1) 更新

吉野地方では、一般にスギの苗木は森林組合を通じて購入する機会が多い。川上村森林組合では、自村の優良林分から採取した種子を委託養苗することで、優良種苗の確保を行っている。スギの種子は樹齡60～70年の母樹から採集するのが最も良いとされている。播種は3月下旬から4月上旬にかけて行われる<sup>20)</sup>。苗木は翌春第1回の床替えを行い、その翌年3月下旬再び床替えし、翌3月満3箇年、スギは約45cmで山出し苗としている。ただし近年、スギ2年生で山出しすることが多い。これは、前者の苗木よりも軽く、運搬に便利なことや、土壌によっては後者の方が有利なこともあるからである。

植栽は、3月から4月初旬までで、秋植は少ない。植栽本数は漸減の傾向にあるが、一般に

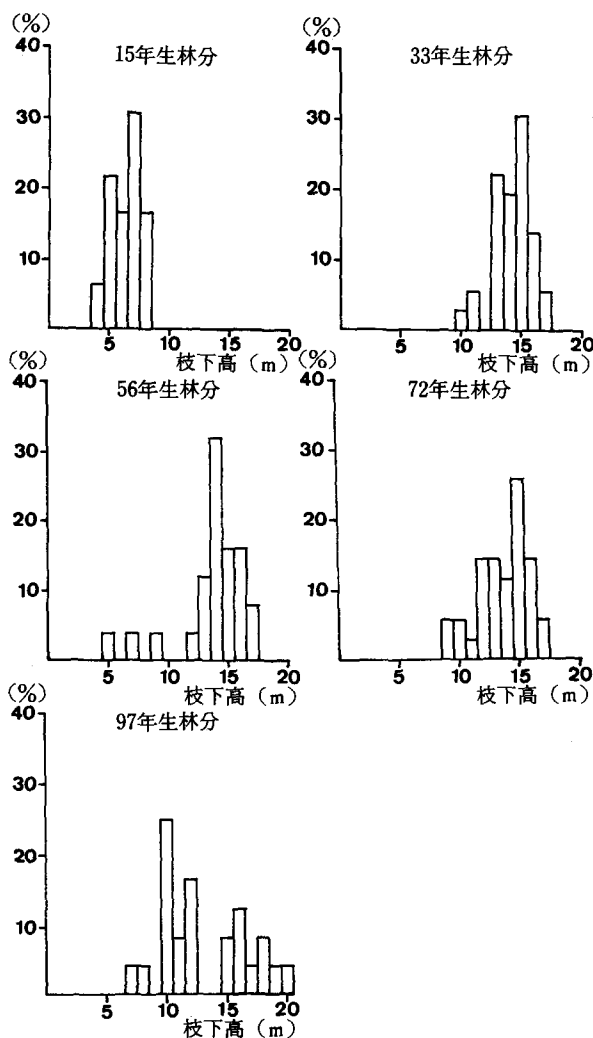


図-12 枝下高階別本数比率  
Fig 12. The percentage rate of trees by clear length.

はha当り10,000本程度である。かつてはスギ、ヒノキの混植方法がとられた。混植割合は地味の状態によりスギ80%ヒノキ20%から、スギ20%ヒノキ80%の間である。しかし、近年は同一樹種植栽が増加の傾向にある。調査対象とした東辻久雄氏の森林は、長伐期施業に磨丸太生産を組み込んで施業しており、ha当り10,000~12,000本を植栽している。

## (2) 保 育

下刈は、一般に植栽後3年までは年2回刈、4~5年に年1回刈で終了する。つる切りは6~8年に行われる。

吉野地方では価値の高い無節材を育成するために枝打作業は江戸時代から行われていた様子である<sup>14)</sup>。吉野地方における枝打は、紐打と枝打に分けられる。紐打とは幼齢期(6~10年)に行われる裾枝打のことで、10~3月までの間に行われ、打上げ高さは約1.5mで、林分密度の調整とともに林内作業を容易にする目的で行われる。

枝打の程度(打上げ幅)は仕立方によって相違するが、スギ用材仕立の場合は、川上村周辺では紐打の後20~25年生の頃、枝下8~10mぐらい打って留打とする。しかし、用材仕立の場合でも、間伐小径材で磨丸太の原木を育成する場合は、11年生で地上高3.5m、15年生で同5m、20年生で同8m程度打上げ、およそ3回留打にする(表-34参照)。

表-34 吉野地方におけるスギ用材仕立枝打基準  
Table 34. Pruning standard of *Cryptomeria japonica* plantation for saw-timber production in Yoshino District

林齢	D・B・H	H	h	$\frac{h}{H} \times 100$	うち上げ幅	備 考
8	6.5 cm	5.2 m	1.8 m	29 %	$\frac{1.2 \sim 2.0}{1.8}$ m	紐打
13	8.1	7.8	3.6	46	$\frac{1.5 \sim 2.5}{1.8}$	90本/1日1人
18	10.7	10.5	5.6	53	$\frac{1.5 \sim 2.0}{2.0}$	60本/1日1人
23	12.3	12.2	7.3	60	$\frac{1.5 \sim 2.0}{1.7}$	
28	14.0	14.1	8.9	63	$\frac{1.5 \sim 2.0}{1.6}$	

(注) 岩水豊：吉野林業と優良材より。

早春の湿雪が被害をもたらすことがあり、これは当地方が密植を行っていることが原因している<sup>20)</sup>。特に20年生以下の幼齢で被害が多く発生している。被害の甚だしい場合には、被害地一帯を皆伐することもあるが、被害が小さい場合には、除伐と雪起こしを組み合わせで行っている。

表-35 間伐の体系  
Table 35. Thinning system

樹種 項目	スギ			ヒノキ		
	間伐率%		ha 当り	間伐率%		ha 当り
年齢	本数	材積	残存本数	本数	材積	残存本数
13 ~ 20	20	10 ~ 12	6,000	20	10 ~ 12	6,000
20 ~ 30	15 ~ 16	10 ~ 12	5,000	20	10	4,000
30 ~ 40	12 ~ 13	15	3,500	20	12 ~ 13	2,500
40 ~ 50	12 ~ 13	15	1,000	20	15	800
50 ~ 60	10	15	900	20	15 ~ 16	700
60 ~ 70	10	15 ~ 16	750	15	15 ~ 16	600
70 ~ 80	8 ~ 10	15	550	10	15 ~ 16	400
80 ~ 100	5 ~	10 ~	400	10 ~	16 ~ 20	300 ~
100 ~ 120	~ 6	~ 12	250	~ 8	16 ~	~
120 ~ 140					~ 20	~ 200

(注) 大金永治：吉野地方における間伐の経営的考察，93回日林論，1982より。

### (3) 間伐体系

本格的な除伐は植栽後10年前後に被圧木、形質不良木及び花や球果の着生しているものを対象として行い、本数で20~30%程度である。

当地方の間伐は、大金永治教授の調査によれば<sup>32)</sup>、表-35のように、13~50年は4~8年間隔に本数比で12~20%、材積比で10~15%、50~80年は10~15年間隔に同じく8~10%、15~16%、80~120年生では15~16年間隔に同じく5~6%、10~12%をそれぞれ間伐している。また幼齢期においては4・5級木、壮齢期は2級木の大部分、1・3級木の一部、老齢期においては、1級木の一部と3級木の大部分をそれぞれ伐採している。

なお東辻久雄氏の間伐法は、表-36に示したような川上村在住の篤林家の方法とほぼ同様である。

### (4) 主伐

吉野林業全書<sup>14)</sup>によれば、かつてスギ林は100~110年で伐採されていたが、岩水豊氏によると、最近では、吉野材は一般建築用材中心に利用されるため、地域により多少の相違はあるが、スギの場合45~70年が標準伐期齢とされている<sup>14)</sup>。

東辻久雄氏は、スギの場合伐期齢120年、主・間伐含めて400~500 m<sup>3</sup>を年伐量としているが、間伐が主体で、壮齢以降では伐採率は高いようである。一方主伐は10年に1回程度、1~2 haに過ぎない<sup>31)</sup>。

### (5) 総括的考察

以上のように吉野地方スギ人工林施業の体系は密植、多間伐、長伐期施業を特徴とし、山守制度といった独特の山林管理制度、経営方式の上に立脚した人工林施業である。

表-36 吉野式間伐法  
Table 36. Thinning method of Yoshino system

(ha当り10,000本植栽)

備考	回数	年齢	一級木	二級木					三級木	四級木	五級木	間伐			林内植生状況	
				A	B	C	D	E				総本数	間伐木	間伐率		
<p>○必伐①</p> <p>(2) (1) 永代木に対する影響大なるものより樹冠状況を見て順次伐る条件の大なるものより順次伐る</p> <p>②樹冠相互は確定し始む</p> <p>(3)(2) (1) 樹冠(幹)の状況を考慮し立地をみて将来の永代木を想定し、之に差障りあるものより伐る特にウツベイを破らざる注意の必要あり①微風にてふれ合う</p> <p>(2) (1) 樹勢の弱きも林相と収入所要に応じて大局判断で伐る</p>	除伐	8~11	不伐	不伐	不伐	○	○	○	不伐	○	○	9,229	1,090	11.8	ウツベイと共に草類色減す	
	保 育 間 伐	1	14	Ⅱ	○	○	Ⅰ	Ⅰ	○	不伐	○	○	8,139	1,909	23.5	
		2	17	Ⅱ	○	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	○	不伐	○	○	6,030	1,372	22.0	
		3	20	Ⅱ	○	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	○	○	4,858	1,007	22.2	
		4	24	Ⅱ	○	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	○	○	3,779	887	23.5	
		5	29	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	○	○	2,892	645	22.3	草類少し生ず
		6	35	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	○	○	2,247	495	22.0	
	利 用 ・ 折 衷 間 伐	7	42	Ⅱ	以下不伐と永代木となる	○	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	以上で伐りつくす	以上で伐りつくす	1,752	375	21.4	草類暫く多し
		8	50	Ⅱ		○	Ⅰ	Ⅰ	○	Ⅱ			1,377	283	20.6	
		9	60	Ⅱ		○	Ⅰ	○	○	順次永代木となる			1,094	233	21.3	小灌木生じ始む
		10	71	Ⅲ		○	モグサ	モグサ	○				861	172	20.0	小灌木草と共生
	利 用 間 伐	11	84	Ⅲ		○	モグサ	モグサ	○				689	136	19.7	
		12	99	Ⅲ		○	モグサ	モグサ	○				553	108	19.5	小灌木密生す
		13	116	Ⅲ		○	モグサ	モグサ	○				445	84	18.9	
14		135	Ⅲ		○	モグサ	モグサ	○				361	68	18.8	小灌木密生す	

(下木)劣勢木 倒木、又はそれに近い木  
 低い木 四級木ク樹冠弱小 樹幹に二級木相当の故障あり隣木に圧せられたる木  
 育ちの悪い木 三級木ク樹冠均整 樹幹通直なれども生長不良木  
 (上木)優勢木 二級木  
 出高の伸びた木 Dク樹幹不良木(ネジ木・アテ木・曲木・ニヌ木・偏平木)  
 育ちのよい木 Aク樹冠過大・枝太・幹肥大・隣木を圧して不行儀な木  
 一級木ク樹冠均整・樹幹通直・故障のない良い木

(吉野林業概要 スギ2等地)  
 (町 当り本数)

(注) 「間伐の勘どころ」参照。

吉野地方では、苗木の自給率は50%にすぎないが、他地域から移入する苗木についても種子は吉野産のものを使うなど、品種については吟味している。また当地は、ha 当りの植栽本数が10,000本前後という密植のため、地ごしらえや下刈は入念に行われている。

植栽後の7~8年で第1回生枝打が行われ、この紐打後の10年生前後で第1回の除伐が行われている。これは、形質不良木を中心に本数で20~30%のいわゆる捨て切りである。除伐後4~5年経過した頃から利用間伐が行われ、主伐までの間に10~13回極めて集約に実施されている。

吉野では伐期齢によって施業が異なっている。当地方では明治から伐期について検討されてきており、当時は100年以上の長伐期がとられていた。しかし大正期に入ると、伐期齢は徐々に低下し始め、大正期では70年、昭和前期から大戦中は60年、そして現在は50~70年となった。これは、大正期から昭和期前期までは材価の高騰が主な理由であったが、大戦後は酒造用材の激減と、それに伴う一般用材生産の急増が伐期の低下をもたらしたのである。だが近年再び長伐期を指向する者が増加しつつある。

古来からの伝統的な長伐期施業を行っている東辻久雄氏は、13~50年の幼齢期は下層間伐、50~80年の壮齢期は上層間伐と下層間伐、80~120年の老齢期は上層間伐を行っており、年齢に応じて間伐方法を変えている。

この長伐期施業における間伐方法は、幼齢期は寺崎式のA種間伐、壮齢期はB種間伐、老齢期はC種間伐にそれぞれ相当している。

林分構造は、間伐方法や選木規準と密接な関係があり、幼齢期はほぼ一斉林で、壮齢期は意識的に下層木を残すために構造が複雑になり、老齢期はほとんど永伐木しか残らないため単層林となる。このような林分構造は、永代木保残主義に徹した選木と間伐によって意識的に作られており、間伐方針と表裏一体をなしている。

当地方の間伐の特色が最も発揮されるのは、こうした大径材生産を目的とする長伐期施業においてである。この施業は、ha 当り10,000本前後の密植を行い、100年以上の主伐期までに10~13回の間伐を繰り返すことによって、保育と早期からの資本の回収とを統一的に追求し得るものである。

以上のように、吉野地方のスギ人工林施業は永代木を残す広葉樹林施業にきわめて類似しており、主伐よりも間伐に重点がおかれており、林分構造の推移に応じた適正な間伐が行われているようである。したがって、これはインドネシアのチーク人工林施業にも応用の可能性が高いように考えられる。

## 第5章 チーク人工林施業の体系化に関する考察

### 1. チークとスギの特性ならびに施業体系の比較

本研究は、インドネシアのチーク人工林の施業体系、特に間伐方法について考察すること

を究極の目的としており、そのために日本においてその施業が類似していると思われ、しかも集約に施業が行われている吉野地方のスギ人工林施業との比較考察を行い、チーク人工林の施業の体系化について考察した。

チークとスギの樹種的特性と施業体系について、その共通性と異質性を検討すれば以下のとおりである。

表-37によって先ず両者の樹種的特性についてみれば、同じ高木で年輪が認められ、心材と辺材を生じていること、加工性が良く、用途の広いことが共通している。逆に、針葉樹(スギ)

表-37 チークとスギの比較  
Table 37. Comparison of *T. grandis* and *C. japonica*

	チ ー ク	ス ギ
1. 共通性		
樹木の形状	密度の高い林分では樹幹が直立する高木、樹高30~45m、直径80~150cmほどに達する。	樹幹が直立する高木、樹高30~40m、直径2mほどに達する。
林分構造	幼齡林分にあつては一斉林型を呈しているが、徐々に複層林型になり、その後はやや単層型となっている。	最初は一斉林で、その後徐々に複層林型になり、その後やや単層型となる。
木材の性質	年輪が認められる。加工性が良い。心材と辺材を生じ、辺材は淡黄白色~淡黄褐色。	年輪がはっきり認められる。加工性が良い。心材と辺材を生じ、辺材は淡黄白色。
用途	広い。建築用や家具用。	広い。建築用。
地ごしらえ	トウンパンサリ造林法では全刈が行われているが、バンシャルハリアン造林法とチェンボロンガン造林法では行われていない。	全刈。
植付本数	密植が必要であるが現行は1,660~5,000本、収穫表より少なめ。	密植で約10,000本。
下刈	トウンパンサリ造林法では2回、2年目と3年目の4月~5月にそれぞれ1回行うが、トウンパンサリ造林法以外ではほとんど実行されていない。	植付後3年までは年2回刈、6月と8月に行われ、4~5年に1回8月に行う。
枝打	トウンパンサリ造林法では2回、2年目と3年目の3月~4月に行っている。しかしトウンパンサリ造林法以外ではほとんど実施されていない。	6~10年の10月~3月に紐打が行われ、その後は約4回、12年、16年、20年、26年に行っている。
間伐	間伐法はまだ十分に体系化されたものとはなっていないが、比較的長伐期で、間伐回数が多い。	長伐期で林分構造の推移に応じた多様な間伐が実行されている。
伐期齢	長伐期(約80年)	長伐期(80~100年)
作業法	皆伐	皆伐
2. 異質性		
樹種	落葉広葉樹	常緑針葉樹
木材の性質	比重0.57~0.76、強度圧縮425~650kg/cm <sup>2</sup> ・曲げ725~1,100kg/cm <sup>2</sup> 、かたさ大	比重0.35~0.45、強度圧縮350kg/cm <sup>2</sup> ・引張900kg/cm <sup>2</sup> ・曲げ650kg/cm <sup>2</sup> 、かたさ小
更新法	播種、実生苗	実生苗

と広葉樹(チーク)であることや、木材の比重、強度、硬さ等について違いがみられる。

次に林分の推移についてみれば、両者ともに幼齡林分にあっては一斉林型を呈しているが、徐々に複層林型になり、その後はやや単層型となっている。またともに、良質材生産を目的としているところから、密植仕立てで長伐期とし、枝打や間伐の繰り返しが行われており共通している。一方、更新法において、スギはさし木苗や実生苗による植付であるのに対し、チークでは播種更新法も行われており異なっている。また地ごしらえや植付方法、下刈方法等にも相違がみられ、また樹木の生長に違いがあることからチークの主伐期が短くなっている。

すなわち、チーク人工林施業は吉野地方のスギ人工林施業に類似するところが多いように思われる。ただし、その施業はスギの人工林施業に比べると総体的に粗放であり、また特に間伐法が必ずしも体系化されていないことやジャワ島以外では保育作業が行われていない点など、今後改善を要する課題を多く抱えているように考えられる。

## 2. チーク人工林の施業体系モデル

前章までの考察により、チーク人工林施業において今後良質材の生産量を高めるためには、なるべく密植仕立てで長伐期とし、幼齡期には、下刈、枝打、つる切り等の保育と主として下層木を対象とした定量的な間伐が必要である。また壮齡期には上層木と下層木を対象とした定量と定性を組合せた間伐が必要である。老齡期には上層木を対象とした定性的な間伐をそれぞれ実施することが必要と考えられる。すなわち、更新、保育、間伐、伐期齢等のあり方を具体的に示せば以下のとおりである。

### 1) 更新法

ジャワ島では主にトウパンサリ法によって播種造林が、またジャワ島以外ではバンジャルハリアン法やチェンボロンガン法によって実生苗の植付が実行されていることは既に述べたとおりである。ジャワ島では地位も比較的良く、農民労働者の確保にも恵まれているので、今後とも農業と林業を組合わせた形のトウパンサリ法の採用が良いであろう。ただその生立木本数は良質材生産のためにはなるべく多くすることが必要で、少なくとも収穫表と同程度に、例えば2級地では5,000本以上とすることが望ましい。

またジャワ島以外にあっては、現状では農民労働者の確保が難しく、下刈・除伐等の保育もほとんど実行されていない状況から、当面はバンジャルハリアン法やチェンボロンガン法による2,000~3,000本程度の植栽はやむをえないように思われる。

### 2) 下刈・除伐

ジャワ島のトウパンサリ造林法では、下刈・除伐は2回、2年目と3年目(チークの平均樹高5~6m)の4~5月にそれぞれ1回行っており、これは概ね適当と考えられる。しかし、トウパンサリ造林法以外では、下刈・除伐はほとんど実施されていない。今後は、ジャワ島以外にあっても、下刈・除伐等の保育作業の普及が必要と考えられる。

### 3) 枝 打

ジャワ島では枝打は2回、2年目の3~4月と3年目の3~4月に一番下の力枝を枝打している。枝下高は、3年目の時に約2mしかないので、その後も、枝打はまだ必要である。既に述べたように、枝の直径が2cmになる時に行うのが良いとされており、5年生のとき地上約4mまで枝打するのが適当と考えられる。

### 4) 間伐と主伐

現行のペルフタニ社による間伐法では、定量的間伐に偏っており、林木の形質について考慮されていないため、林齢の高い林分にあっては間伐による効果が少ないと考えられる。したがって良質材の生産を目的とする場合にあっては、林分の推移に応じた間伐法、すなわち幼齢林分には主として下層木を対象とした定量的な間伐を、壮齢林分には上層木と下層木を対象とした定量と定性を組合せた間伐を、また老齢林分には上層木を対象とした定性的な間伐を行うことが必要である。

次に、現行の伐期齢は約80年で、伐出のために、伐期の約2年前に胸高周囲40cm以上のものを巻枯して収穫している。今後は、地位の良否によって、伐期齢を決めることが必要であり、地位の不良な林分では伐期齢をより長くする必要がある。

### 5) チーク人工林の施業体系モデル

表-38 チーク人工林の施業体系モデル  
Table 38. Management system model for *T. grandis* plantation

	植 栽 本 数	伐 期 齢	幼 齢 期 の 下 層 間 伐	壮 齢 期 の 上・下層間伐	老 齢 期 の 上 層 間 伐
疎 仕 立 て	4,000~5,000	60年以上	10~20年 5年ごと	21~35年 5年ごと	36~60年 10年ごと
中庸仕立て	5,000~6,000	100年以上	10~30年 5年ごと	31~60年 8年ごと	61~100年 10年ごと
密 仕 立 て	6,000~8,000	120年以上	10~50年 5年ごと	51~80年 8年ごと	81~120年 10年ごと

(注) 植栽本数は収穫表から算出した。  
間伐期間は林分構造の変化をもとに算出した。  
間伐間隔はペルフタニ社の間伐基準をもとに算出した。

以上によって、今後の望ましいチーク人工林の施業体系として、胸高直径40cm程度の用材林を仕立てるためのモデルを作成してみた。表-38は、地位良好な林分において、密植仕立て(6,000~8,000本)、中庸仕立て(5,000~6,000本)、疎仕立て(4,000~5,000本)とした場合の伐期齢や幼齢期の下層間伐、壮齢期の上・下層間伐、老齢期の上層間伐の実施期のおよその基準を、収穫表を参照して作成したものである。

## 第6章 結言と摘要

### 1. 結 言

本研究は、インドネシア国有林のチーク人工林の施業体系を確立することを目的としている。そのため日本においてその施業が最も類似していると考えられ、しかも集約な人工林施業の行われている吉野地方のスギ人工林を研究の対象に選び、チークとスギとの樹種特性ならびに施業体系について比較分析を行った。すなわち本論文においては、その比較考察を通じて、吉野地方で実行されている集約な人工林施業は天然林の漸伐作業に近く、広葉樹の良質材生産にも共通するところが大きく、したがって、チーク人工林施業法の確立にも応用しうるものであると結論することができる。

以上より、チーク人工林施業において、今後良質材の生産量を高めるためには、先ず第1に密植仕立てにすることが必要であり、特にジャワ島では地位が良好なので、植栽本数は少なくとも5,000本以上とすることが望ましい。またジャワ島以外にあっては当面2,000~3,000本程度の植栽はやむをえないが、地位の良いところでは間作と関連させて農民的労働者の確保に努めるようにし、その生立本数の増加を図ることが望ましい。

また、チークの良質材生産を図るためには、幼齢林分における保育作業が不可欠である。ジャワ島における保育作業はおおむね良いが、それ以外では保育作業はほとんど実施されていない。したがってジャワ島以外においても、地位の良いところでは農民的労働者の確保に努めるようにし、下刈・除伐・枝打作業の普及を図ることが必要である。

第3には現行の間伐方法について早急に検討を行い、定量的間伐の画一的な適用を改めることである。すなわち林分構造の推移に応じて、幼齢林分には下層木を主とした定量的間伐、壮齢林分には、上層木と下層木を対象とした定量と定性を組合せた間伐、さらに老齢林分には上層木について定量的間伐を実行することが必要である。

さらに、吉野地方の人工林施業法は熟練した労働者によってその集約な施業が支えられていることから、チーク人工林施業においても、良質材の生産を図るためには、林業就労者の技術教育が必要であると考えられる。

### 2. 摘 要

1) インドネシアにおけるチーク資源は減少してきており、その枯渇が憂慮されている。しかし、その施業法は、まだ十分には体系化されたものとはなっておらず、大きな課題となっている。本研究は、インドネシアのチーク人工林の施業体系、特に間伐方法について考察することを究極の目的としている。

2) 本研究においては、先ずインドネシアのチーク人工林の現状と施業の実態について分析を行った。広葉樹用材林施業においては、良質材を生産するために密植仕立てとし、保育を十分に行い、林分の推移に応じた間伐等の実施が必要と考えられるが、現状はそれに程遠く、

また特に現行の間伐法は定量的間伐に偏り、問題を有していることが明らかとなった。

3) チーク人工林の施業法について考察するため、日本において広葉樹林の施業に近く、しかもチーク人工林施業に類似しており、かつ集約な人工林施業の行われている吉野地方のスギの人工林を研究の対象とした。すなわち、チークとスギの樹種的特性と施業体系との比較考察を行い、それらの分析を通じてチーク人工林の施業体系を明らかにすることとした。

4) この研究においては、吉野地方のスギ人工林について林齢を異にする5箇所のプロットを設定し、林分構造の調査を行うとともに方形区や帯状区を設定して林木の分布や疎密度についても調査を行った。また、チーク人工林の林分構造を明らかにするため、ベルフタニ林業会社が行ったチーク人工林の林齢を異にする5箇所のプロットデータを分析した。

5) 吉野地方のスギ人工林施業は、密植仕立て、長伐期を基盤とした集約な施業であり、特にその間伐においては、林齢や林分構造の変化に応じて定量的間伐と定性的間伐とを組合せて実施しており、利用間伐を集約に実施することで、収穫と保育とを統一的に追求しており、さらにこの施業法は、立て木を残す広葉樹林の間伐に近似し、インドネシアのチーク人工林にも応用し得る可能性が高いことが明らかとなった。

6) 以上の考察により、本研究においては、今後のチーク人工林施業体系のモデルを以下のように提示した。すなわち、胸高直径40 cm程度の用材生産を目標とする場合、地位良好な林分にあつては、密植仕立てで植栽本数が6,000~8,000本、伐期齢が120年以上、普通仕立てではそれが5,000~6,000本で伐期齢が100年以上、また疎仕立てでは4,000~5,000本で伐期齢が60年以上必要であるとして、それぞれの下層間伐、上・下層木を対象とした間伐、上層間伐の期間を提示した。また、こうした集約な施業の導入には、農民的労働者の確保が何より必要であるが、同時に、間伐材の利用開発が急務である。

#### 引用ならびに参考文献

- 1) Adegbeih, J. O. (1982) : Preliminary results of the effects of spacings on the growth and yield of *Tectona grandis* L. f., The Indian Forester vol. 108, No. 6, p. 423~430. Indian Forester Society.
- 2) Bambang, AS. (1983) : Thinning principles in teak forest, Duta Rimba, p. 3~6. Perum Perhutani.
- 3) Chalal, S. S. (1973) : Thinning-Reconsidered, The Indian Forester vol. 99, No. 5, p. 263~274. Indian Forester Society.
- 4) Central Bureau of Statistics (1983) : Export of teak wood by country of destination, Statistical Yearbook of Indonesia p. 374. Jakarta.
- 5) Directorate General of Forestry (1974) : An observation on the comparison of teak wood trade in Indonesia and Thailand, Forestry in Indonesia, p. 305~307. Bogor.
- 6) Directorate General of Forestry (1976) : Vademecum of the Indonesian Forestry, p. 142~143, p. 166~171 (Indonesian). Jakarta.
- 7) Daniel, T. W., Helme, J. A. and Baker, F. S. (1979) : Intermediate treatments, Principles of silviculture, p. 416~435. McGraw-Hill Book Company, New York.
- 8) FAO-UN (1985) : Teak improvement in Indonesia, Unasyilva vol. 37, No. 147, p. 45~46. Rome

- 9) 福島毅一(1971): インドネシアの林業事情, インドネシア丸太の規格と材積表, p. 67~135. 日本林材新聞社, 東京.
- 10) Goor, C. V. et al (1982): Indonesian forestry abstracts; Dutch literature until 1960, 658pp. Center for Agriculture Publishing and Documentation, Wageningen.
- 11) Hart, H. M. J. (1928): Number of trees and thinning; Preliminary research on the best spacing and method of thinning teak (Dutch). Mededeeling Van het Boschbouw Proef station 21, 219pp.
- 12) Hamilton, G. J. (1981): The effects of high intensity thinning on yield, Forestry vol. 54, p. 1~15. The Journal of Institute of Foresters of Great Britanian. Oxford University Press.
- 13) 北方林業会(1982): 間伐設計と収穫予測, 北海道林業技術者必携, p. 57~73.
- 14) 岩水豊(1982): 吉野林業と優良材. 商品生産林業研究所, 京都.
- 15) Johnston, D. R. and Waters, W. T. (1961): Thinning control, Forestry vol. 34, p. 65~74. The Journal of society of Foresters of Great Britanian. Oxford University press.
- 16) 近藤助(1951): 闊葉樹用材林作業, p. 55~58. 朝倉書店, 東京.
- 17) 上原敬二(1959): *Tectona* チークノキ属, 樹木大図説 p. 839~840. 有明書房, 東京.
- 18) 川上村森林組合(1978): 川上村の林業.
- 19) 国際協力事業団(1981): 森林施業計画基準作成調査報告書.
- 20) 駒木貴彰(1983): 吉野地方における間伐の経営的考察, 北海道大学農学部修士論文.
- 21) 駒木貴彰・大金永治(1983): 吉野地方における間伐の経営的考察 (II), スギ・ヒノキ混交林の林分構成と間伐の体系, 第94回日林論, p. 151~152.
- 22) 川上村(1984): 川上村森林整備計画書 (昭和60年4月1日~昭和69年3月31日).
- 23) Loekito, D and Hardjono (1970): Thinning, Principles of silviculture(Indonesian). Directorate General of Forestry.
- 24) Long, J. N. and Smith, F. W. (1984): Relation between size and density in developing stands; A description and possible mechanisms. Elsevier science Publishers B. V., Amsterdam.
- 25) Marthen L. Lande・大金永治(1986): インドネシアにおけるチーク人工林の施業に関する考察, 第97回日林論, p. 117~118.
- 26) 熱帯林業協会(1972): ティーク, 熱帯林業 No. 24, p. 37~38, 東京.
- 27) 奈良県農林部(1979): 吉野林業.
- 28) 熱帯植物研究会(1984): チーク, 熱帯植物要覧, p. 440~441. 大日本山林会, 東京.
- 29) 奈良県(1985): 吉野林業.
- 30) 奈良県: 間伐の勘どころ; 優良材を生産するために.
- 31) 大金永治(1970): 林業経営論, p. 43~44. 日本林業調査会, 東京.
- 32) 大金永治(1982): 吉野地方における森林施業の経営的考察, 第93回日林論, p. 75~76.
- 33) 大金永治・菱沼勇之助・駒木貴彰(1982): 吉野地方における間伐の経営的考察, 第93回日林論, p. 77~78.
- 34) 大金永治(1983): 吉野地方における間伐の経営的考察 (I), 間伐の性格と構造, 第94回日林論, p. 149~150.
- 35) 大金永治(1984): 八溝地方におけるスギ人工林施業の考察, p. 64~69.
- 36) Peniston, M. J. (1960): Thinning practice, The Journal of society of Foresters of Great Britanian Forestry vol. 33, p. 149~173. Oxford University Press.
- 37) Perum Perhutani (1974): Guidelines for establishment of teak plantation (Indonesian).
- 38) Perum Perhutani (1977): Instruction on implementation of teak plantations (Indonesian).
- 39) 林業試験場関西支場(1981): 吉野地方における優良材の生産構造に関する研究.
- 40) 林野庁研究普及課(1981): 広葉樹林とその施業, p. 151~152. 地球社. 東京.
- 41) Rollinson, T. J. D. (1985): Thinning control, Forestry Commission Booklet 54, 56pp. London.
- 42) 坂口勝美(1961): 間伐の本質に関する研究, 林業試験研究報告 No. 131, 95pp. 東京.

- 43) Singh, P. (1968) : Thinning (Theory and Method), The Indian Forester vol. 97, No.7, p. 512~532. Indian Forester Society.
- 44) Suyono (1974) : Establishment of teak plantation with nursery (Indonesian), Forestry in Indonesia, p. 504~512. Directorate General of Forestry.
- 45) Seth, S. K. and Kaul, O. N. (1978) : Tropical forest ecosystems of India ; The teak forests (as a case study of Silviculture and Management). Tropical forest ecosystems, p. 628~640. UNESCO, Paris.
- 46) 坂口勝美監修(1982) : 間伐のすべて, 245 pp. 日本林業調査会, 東京.
- 47) 坂口勝美(1983) : スギのすべて, p. 8~310. 全国林業改良普及協会, 東京.
- 48) U Mya Aung (1979) : Some aspects of artificial regeneration in Burma with particular reference to teak (*Tectona grandis* L. f.) and Eucalyptus spp, Proceedings of symposium on silvicultural Technologies, p. 89~95. Tropical Agriculture Research Center, Tsukuba.
- 49) U Tun Hla (1979) : Some observations of natural regeneration of teak (*Tectona grandis* L. f.) in teak bearing forests of Burma. Proceedings of symposium on silvicultural Technologies, p. 97~105. Tropical Agriculture Research Center, Tsukuba.
- 50) Wolff von Wulfing, H. E. (1932) : The sample plot investigations of A. E. J. Bruinsma ; Yield tables for teak plantations (Dutch with English Summary). Tectona 25 : p. 1425~1505.
- 51) Zwart, W. (1933) : Selection thinning: A necessary but insufficiently approved principle (Dutch). Tectona 26 : p. 610~617.
- 52) Wepf, W. (1940) : Thinning of teak forests (Dutch). De Bergcultures 14 : p. 211~220.
- 53) Williams, M. R. W. (1981) : The thinning decision, Decision Making in Forest Management, p. 99~110. John Wiley & sons Ltd, New York.
- 54) Yunus Kartasubrata (1979) : Tumpangsari method for establishment of teak plantation in Java. Proceedings of symposium on silvicultural Technologies, p. 141~152. Tropical Agriculture Research Center, Tukuba.
- 55) Zoefri Hamzah (1975) : Survey report teak area of West Sumatera. Forest Research Institute, Bogor (Indonesian).
- 56) Zoefri Hamzah (1975) : Survey report teak area of Nusa Tenggara Barat, Lombok Forest District. Forest Research Institute, Bogor (Indonesian).
- 57) Zoefri Hamzah (1975) : Survey report teak area of South East Celebes, Kendari, Muna and Buton Forest District. Forest Research Institute, Bogor (Indonesian).
- 58) Zoefri Hamzah (1978) : Survey report on the teak plantations in Lampung and South Sumatera Province, Forest Research Institute, Bogor (Indonesian).

### Summary

This research is meant to study and systematize the management system for long cutting age of man-made forests, especially thinning management of *Tectona grandis* plantation in Indonesia. While the analysis of the management practices and problems of *T. grandis* plantation in Indonesia and analysis of stand structure have been done, field observation on the management system practice and stand structure of *Cryptomeria japonica* plantation in Yoshino District has been made for that purpose. Finally, the comparative considerations have been made in order to systematize a model management system for *T. grandis* plantation in Indonesia.

*C. japonica* plantation of Yoshino District was chosen for the field research because it was commonly known that the Yoshino Forestry was the best and the most intensively managed

forestry in Japan. The Yoshino Forestry produces timbers of excellent quality for construction like beautiful wood color, fine grain, knotless surface and straight stem. Likewise, the management system is comparatively similar to the intensive management system of broad-leaved trees for saw timber production, namely, dense planting, long rotation and numerous thinning application. In other words it can be said that the management system of *C. japonica* plantation in the Yoshino District can be used as a standard or a basis for further comparative studies of management system for broad-leaved trees, including *T. grandis* plantation.

*T. grandis* is the most important cultivated tree species in Indonesia. That is because it is widely used for furniture and construction, and moreover the value is higher than the other species. In Java, teak wood is the main product of Perum Perhutani, the state-owned timber company. About 500,000m<sup>3</sup> of timber are produced annually. Nevertheless, the increasing population in Java has caused increasing demands for agricultural land. Consequently, the *T. grandis* forests in Java are rapidly decreasing while people's demand for wood is increasing. In the other islands, like Celebes and Nusa Tenggara, almost all the teak wood production comes from natural forests, but this natural forests are also decreasing rapidly without sufficient management and planting. Thus, it is necessary to strive for increasing the teak wood production per unit, improving its stem shape and quality and also extending the *T. grandis* plantation area in the other islands of Java, like Celebes and Nusa Tenggara.

This research lays emphasis on thinning management because stand density is the major factor that the forester can manipulate in developing a stand. Favorable conditions for stand development during the rotation can be done by deliberately manipulating stand structure which results in good shape and larger production per tree for remaining trees. In Indonesia, thinning has been practiced for the *T. grandis* plantation in Java Island since the Dutch East Indies period, but the thinning method has tended to be quantitative thinning for which the trees to be cut or retained are chosen on the basis of some predetermined spacing or other geometric pattern with little or no regard for their position in crown canopy. This kind of thinning is usually cheaper and easier to manage than qualitative thinning but the result may show losses of volume production and reduced stand stability. In addition, the result of research still differs considerably for the choice of thinning methods for *T. grandis* plantation. For example, BRUINSMA and HASS advocate that for *T. grandis* plantation, crown thinning has to be preferred, because fellingor completely suppressed trees, as is done in low thinning, does not have any favorable effect on the main stand; *T. grandis* stands are usually heterogenous; *T. grandis* reacts strongly to changes in amount of light and space; a wide spacing to stimulate the growth of *T. grandis* is not possible in view of the form of stem and the wood quality. On the other hand, BRAM prefers a heavy low thinning of *T. grandis* plantations as reaction to BRUINSMA. Later, HART has created the method of height-space thinning, which relates the height of trees to the number of trees per hectare. ZWART and WEPF concludes that free thinning is always done in practice because of the irregularities within a stand. Current research on thinning management is very few because emphasis is on research of management of natural forests and reforestation. Thus, this study is expected to be useful for the improvement of the thinning system of *T. grandis* and also for other species of long cutting age of man-made forests.

The results of investigation showed that *T. grandis* plantation in Indonesia is managed under a sparse stand density, especially in Celebes and Nusa Tenggara where the initial spacing of planted trees is too wide and tending and thinning applications are insufficient. Therefore, volume production and standing stock of the *T. grandis* plantation are always less than total

volume of yield tables and the teak wood obtained from the plantation even tends to be lower in quality. "Tumpangsari" system (an agri-silvicultural method) is the most popular method for establishment of *T. grandis* plantations in Java with an 80-year cutting age. During the rotation period, thinning application is about 9 times where the first thinning is done at age 3-4 years by approximately 50% thinning rate of strip thinning. After that the selection of trees to be thinned is decided on the basis of an average distance of the remaining trees taking into consideration thinning from below. It is strongly recommended that the thinning should be also considered by the changes of stand structure because the result of the stand structure analysis indicated that *T. grandis* forest stand structure are uniform in the young growth stand and changes to heterogeneous in the middle growth stand and finally changes to simple structure in the old growth stand.

On the other hand, the results of investigation on *C. japonica* plantations in Kawakami Village of Yoshino District indicated that the forests are managed under dense stand density, planting 8,000-10,000 trees per hectare with a 120-year cutting age. Average standing stock is 308m<sup>3</sup> per hectare; this is the highest in Japan. The timber price is higher because of its excellent quality. Within the age 1-23 years, replanting, weeding is done 9-12 times and pruning 5 times. Improvement cutting is applied 3-5 times from 10 years old until 30 years old. After that the thinning is done as shown in Table 36 where quantitative thinning and qualitative thinning are combined and applied as a system according to stand structure and its transition. At the young age (13-50 years old) of uniform stands, they are being thinned by the interval 4-8 years of low thinning as ruled in A grade of Terasaki's thinning system; at the middle age (50-80 years old) of heterogeneous stands, they are being thinned by the interval 10-15 years of B grade of Terasaki's thinning system where trees are removed from the lower and stories; at the old age (80-120 years old) of simple structure stands, they are being thinned by the interval 15-16 years of crown thinning as ruled in C grade of Terasaki's thinning system.

From the results of the analysis as outlined above, it is concluded and recommended that for increasing the teak wood production per unit and improving its quality for the purpose of saw-timber production with a diameter at breast height of 40 cm, it is necessary to increase the planting density and control the density during the rotation period by using yield tables on the basis of the combination management as it is systematized and proposed in Table 38. Quantitative thinning and qualitative thinning must be applied by a system like in *C. japonica* plantation management in Yoshino District based on the stand structure and its transition. In site quality 3 it is recommended for planting 4,000-5,000 trees per hectare with 60 years and up of cutting age, and at the young age (10-20 years old) of uniform *T. grandis* stands, the application of low thinning every 5 years, at the middle age (21-35 years old) of heterogenous *T. grandis* stands, the application of low thinning and crown thinning combination every 5 years, and at the old age (36-60 years old) of simple structure *T. grandis* stands, the application of crown thinning every 10 years are necessary. In the same manner, for site quality 2, a planting density of 5,000-6,000 trees per hectare with 100 years and up of cutting age, and at the young age (10-30 years old) of uniform stands, the application of low thinning every 5 years, at the middle age (31-60 years old) of heterogeneous stands, the application of low thinning and crown thinning combination every 8 years, and at the old age (61-100 years old) of simple structure stands, the application of crown thinning every 10 years are recommended. At the site quality 1, a planting density 6,000-8,000 trees per hectare with 120 years and up of cutting age, at the young age (10-50 years old) of uniform stands, the application of low thinning every 5 years, at the middle age (51-80 years old) of heterogeneous stands, the application of low thinning and crown thinning combination every 8

years, and at the old age (81-120 years old) of simple structure stands, the application of crown thinning every 10 years are necessary. Moreover, steady and skillful labor as it is done in the management of *C. japonica* plantations in Yoshino District is also important for the application of the model management system as outlined above.