

人工林の複層林施業について

—主として育林技術の立場から—

林業試験場九州支場 尾方信夫

1. はじめに

近年、国土の環境保全に密接な関係をもつ森林施業のあり方に対して、一般の関心が強まっている。すなわち、森林の公益的機能を発揮させるための施業として、大面積一斉造林の弊害に対する反省も含めた複層林施業の再評価とともに、民有林や国有林において複層林経営の事例が増加する傾向にある。

しかしながら複層林施業は、その地域性に立脚した多様な施業形態をもっており、特定地域の択伐林施業以外の複層林施業は歴史も浅く、施業事例としても完全なものが乏しく、普及発展を図るためには、なお多くの基礎的研究や技術開発を必要としている。

ここでは複層林施業について、全体像の整理と、最近の主な研究成果の紹介ならびに九州における複層林施業の展望などについて報告する。

2. 複層林施業の年代的経過

1) 伐る木が多い時代の択伐林施業

択伐林を含めた複層林施業の沿革は、古く藩政時代にさかのぼり、今須(岐阜県)、田根(滋賀県)等が著名で、育林、伐出、加工、消費のすべてが家内工業的で、集約な農民的林業として位置づけされる択伐林経営として今日に至っているが、普及性をもった経営技術としての地域外への広がりはみられない。

一方、国有林では明治32年にはじまった特別経営事業が大正10年に終了したあと、日本の経済事情は慢性的な不況が続き、政府からの国有林への投資はなく、特に一般会計下にあった経営部の予算は財政整理による造林費の削減がひどく、造林未済地や保育手おくれ地が急増し、また外材輸入が活発化し、拡大造林の進展が著しく阻害された。

このような時期に恒続林思想にもとづく択伐更新論が起死回生の方策として活用され、昭和10年には択伐作業林が135万ha(国有林418万haの32%)で、皆伐作業林面積を凌駕し国有林施業の中心となった。

2) 若齢林が多い時代の複層林施業

昭和10年代について、昭和22年に林政統一が実現されてから、国立公園特別地域など国土保安上、風致上、皆伐作業を不適合とする地域では択伐作業が指定され

ている。

なお大正中期ごろから、各地で始められた複層林施業は、寒害回避として実行されているのが大部分で、これは特別経営事業で拡大された造林地が寒害を受けたことと関連している。昭和初期にはアカマツ、カラマツの下にスギ、ヒノキを植栽して二段林造成をおこない研究調査も実施された。昭和16年以降は戦時体制に入り中断された。昭和30年頃から複層林施業が再開され今日に至っているが、林業をとりまく情勢として、経済不況、外材輸入、木材代替素材の開発、山村の過疎化、自然保護の要請のたかまりなどが特徴的である。

3. 複層林の定義

人工更新による高木林で、林冠層が2個以上のものを総称して複層林と云い、一斉林に対応する用語。

4. 複層林の種類

樹種構成と林冠層の重複期間の組合せで数種に分けられ、スギ・ヒノキ・スギ・ヒノキの二段林の形態を模式的に図-1¹⁾に示した。①の常時二段林(I)は上木の伐期80年で、その間に40年で柱材を生産し、保残上木の下に新しい植栽を行う。②③は常時二段林(II)で下木数伐収穫型、④⑤は一時二段林(I)で上木が40年のときに柱材を生産し、下木を植栽し、保残上木の主伐は80年と60年である。⑥は複層期間が短かく、現実的には60~70年の林分についての皆伐を回避して複層林化した例が多い。

5. 複層林の施業目的

1) 公益的機能の維持増進

(1) 災害防止機能

① 表面浸食防止

② 斜面崩壊防止

(2) 水資源涵養機能

(3) 保健休養機能

2) 地力の維持増進

3) 気象害回避

4) 収穫の連続性

5) 優良形質材の生産

6) 更新作業の省力

6. 複層林の得失

1) 利点

(1) 生産量の増大

今頃の択伐林の立木材積生産量は、同地位皆伐一斉林の値よりも大。関西地域のアカマツ・ヒノキの二段林では同地位のアカマツまたはヒノキのいずれの純林よりも生産量は高かった。これは光エネルギーの有効利用、立体利用にもとづくものである²⁾。

(2) 価値生産量の増大

複層林では時間の重複利用をするため、経営負担を増すことなく大径材が生産しやすい、上木の枝打は下層への光配分を調整するとともに無節性が高まる。下木の年輪密度は庇陰下における肥大生長が抑圧され、若齢時の年輪密度は皆伐一斉造林木よりも密で、労働少投型の心持柱良質材生産が期待され、九州地方では重要な意味をもつ。時間の重複利用とは、多くの個体が同時に成立しうること、庇陰下にある間木の生長の遅れが、その後の充分な陽光条件による著しい生長によって回復することをいう。

(3) 労働生産性の向上

① 育林作業の単純化；地拵え不要，下刈省力，除・間伐は不要か省力

② 労働の周年化；季節的制約を伴う作業種目の減少は年間の労務配分を容易にする。

③ 収穫の随時性；複層林施業では、皆伐施業のような完全間断作業と異なり、常に収穫に適した林木があるため随時に収穫できる。林業の最大の弱点といわれる生産の長期性は経営的工夫で解消可能で、それは複層林施業でこそ容易である。しかし伐採搬出コスト等を考慮した収穫規模は地利級などによって支配される。

④ 木材需要構造の変化に対応する柔軟性；多様な林木で構成される複層林では、需要構造の時代的变化にも柔軟に対応できる。

⑤ 寒風害，凍害回避；奥地，高標高の林種転換地や，寒風害，凍害の常襲，多発地帯の造林地における被害回避効果は普遍的なものとして確認されている。

2) 問題点

(1) 施業が集約である；作業がかなり集約であり，収穫，更新，保育の作業が随時，広い面積を対象にしておこなわれ，しばしば少量の伐出や，常に単木的な観察や判断が必要となるので，地利級の低い場所

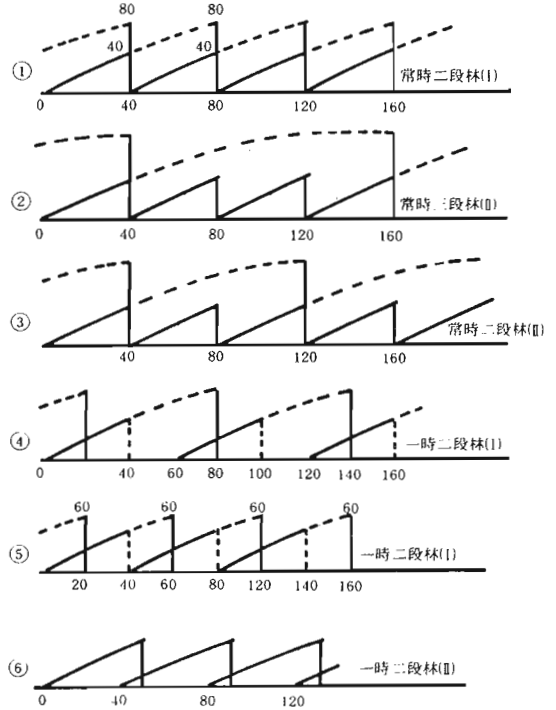


図-1 スギ・ヒノキースギ・ヒノキ二段林の形態 (橋本¹⁾)

では実行しにくい。したがって林道，作業道の完備が望ましい。

(2) 相応の技術を要する

① 伐採技術；上木伐倒にともなう下木の損傷を少なくするための技術と注意が必要

② 集材，搬出技術；複層林施業に適した技術が必要

③ 枝打技術；高所枝打技術，特にボタン材の配慮が必要

④ 伐採作業の季節的制約；生育木の伐採は残存木の樹皮の剥離や，材の変色の心配があるので生育休止期に限ることが望ましい。

⑤ 集材，搬出費の増大；皆伐作業にくらべて10～50%増

以上に述べた複層林に関する得失点の整理は，概念的，事例的なものであり，今後の検討にまつ所が多い。

7. 最近の研究成果

1) 研究経過

国立林試と国有林技術開発；昭和40年代の後半から関西，四国，九州各支場で，地域の特性に応じた經常研究として独自に進めていたが，研究の進展とともに効率的な研究推進の必要性から，昭和50～54年に林試

プロジェクト研究「人工林の非皆伐施業に関する研究」を実施した。平行的に数営林局における国有林技術開発試験が進められた。さらに昭和51～50年に農林水産技術会議特別研究「非皆伐施業法確立のため重要な伐出法の開発」もあわせて進められた。

公立林試；昭和54～56年に公立林試によるメニュー課題試験として「複層林施業における林内更新技術に関する研究」が進められた。

2) 主な成果

(1) 光環境の測定方法³⁾

- ① 照度計による林内照度測定法；精度と測点数の検討
- ② 全天写真利用の測定方法；撮影条件とその手順、画像解析装置による開空度測定法の検討
- ③ 積分素子を利用した照度積分計の開発；短時間で正確な林内平均照度の測定法の検討
- ④ ジアゾ感光紙利用の測定法；日射量と感光紙の感光度合による相対日射量の把握

(2) 林内光環境の変動³⁾

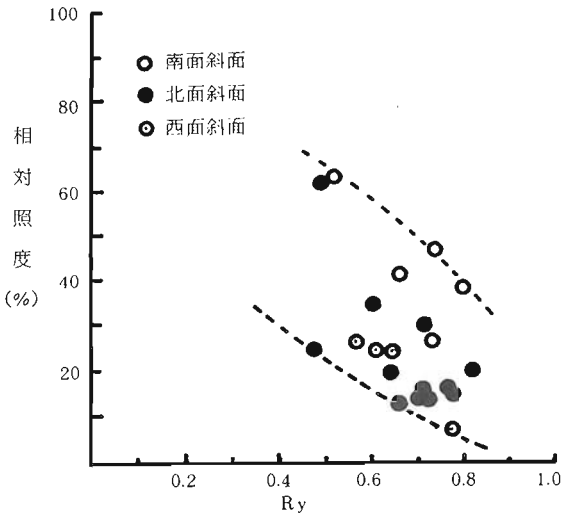


図-2 スギ林の間伐後の収量比数Ryと林内相対照度の関係 (複層林施業研究班³⁾)

表-1 スギ林間伐後の収量比数と相対照度

収量比数	相対照度 (%)		
	最低値	最高値	平均
0.4	3.5	7.5	5.5
0.5	2.5	6.8	4.7
0.6	1.7	6.0	3.8
0.7	1.2	5.3	3.3
0.8	1.0	4.0	2.3

林内の光環境は、林分構造とくに林分の葉量と密接に関係する相対照度であらわされることが多いが、同一林分でも林内相対照度は日変動、季節変動を示す。変動因のうち時刻、天候、季節などの測定条件のちがいと相対照度の関係を、模型林分や多くの固定調査林分について検討し、天気の変化の少ない1日の間の林内照度と林外照度との関係では、時刻、季節のちがいがあっても、いずれも林外照度が高いほど林内相対照度は指数函数的に低減する。その低減の割合は、天候、季節にかかわらず、ほぼおなじであった。林分間の林内相対照度を比較するには、時刻、天候、季節などの測定条件をそろえることが必要である。

また樹種、林齢、地位、林分構造、間伐、枝打ち施業など、多くの条件のちがう林分について、数年から10年間にわたる林内相対照度の経年変化と林分条件との関係を検討した。間伐後の収量比数と林内相対照度の関係をスギ林、ヒノキ林で求めた結果は図-2、3、表-1、2のとおりで、複層林の間伐指針に利用できることを明らかにした。今後さらに精度の高い指針の

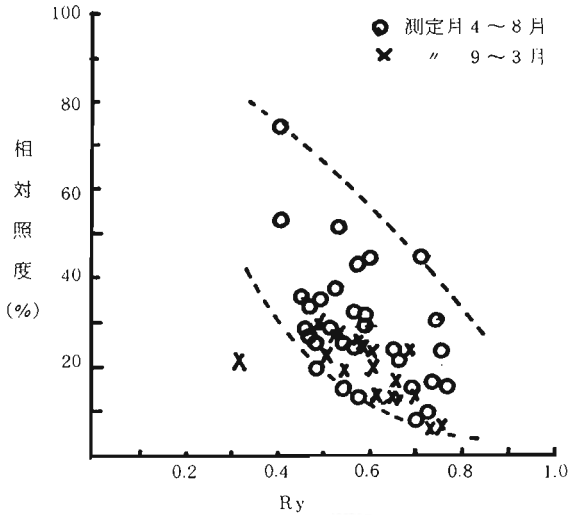


図-3 ヒノキ林の間伐後の収量比数Ryと林内相対照度の関係 (複層林施業研究班³⁾)

表-2 ヒノキ林間伐後の収量比数と相対照度

収量比数	相対照度 (%)		
	最低値	最高値	平均
0.4	3.2	7.7	5.5
0.5	1.9	6.8	4.4
0.6	2.0	5.9	3.6
0.7	1.8	4.8	2.7
0.8	1.6	3.5	2.1

作成を期待したい。

さらに間伐後の林内相対照度の経年変化を検討した結果、林齢が若齢であるほど、地位が高いほど、間伐・枝打ち直後ほど変化が早いこと、スギ林ではヒノキ林より変化が早いこと、過密な林分や疎開した林分よりも中間的にうっぺいした林分で変化が早いことを明らかにした。そのなかからヒノキ62年生（都城営林署管内）で、間伐率、間伐回数、枝打ちなどの施業をちがえた場合の事例を示すと、図-4, 5, 6のとおりで、材積間伐率10%以下を弱度、10.1~20.0%を中度、20.1~30.0%を強度、30.1%以上を強強度間伐として整理すると、間伐後の相対照度の経年変化は、無間伐・弱度間伐では平均1年あたり1.5~2.7%の低下、強度間伐では間伐前よりも14.4~15.3%明るくなり、間伐1年後で4.8~8.4%の低下、その後は平均1年あたり2.2%の低下、強強度間伐ではMT-3区でみられるように、間伐前よりも16%明るくなり、間伐後1年で9.1%の低下、その後は平均1年あたり2%の低下がみられた。これらのことから間伐の強度による相対照度の変化は、間伐1年後で顕著なちがいがあがるが、間伐後2年以降では間伐強度の影響は小さく、相対照度の低下は平均1年あたり2%前後とおさえてよさそうである。なお下木の生育に必要な相対照度を10%とした場合、10%以上を維持できる期間は弱度間伐では2年間（MT-4は斜面方位が違うので例外）、強度間伐では3年間、強強度間伐では5年間となる傾向がうかがえる。これらの傾向はスギ林においても類似している。

(3) 庇陰下における樹品種の生態的特性³⁾

① スギクローンの耐陰性

九州、四国、関西支場の共同試験で、それぞれの地域において選抜されたスギ精英樹クローン苗を用い、夏季の林内相対照度を約5%に維持したヒノキ壮齡林内に下木植栽をおこない、ほぼ3生長期にわたる生長、枯損状況の調査結果からクローンの耐陰性をもとめることとして、九州では23クローンの挿木苗、四国では59クローンの挿木苗と精英樹オープン種子5系統の実生苗、関西では31クローンの挿木苗を用い、さらに共通品種としてヒズモスギ挿木苗を加えて、耐陰性は樹冠の枯損状況を5段階に区分した枯損指数と枯損率によって判定した結果、枯損指数2以下で健全で耐陰性が高いとみられるものは、九州、関西では供試クローンのほとんどであり、四国では65クローン、系統のうち10クローンであった。また指数4以上で50%以上の枯損率を示す耐陰性の低いクローンは四国では21クローンあった。なお耐陰性が高いとされるヒズモスギの枯損指数は、九州で1.6、四国で2.2、関西で1.3程度であった。また四国で用いた精英樹オープン種子5

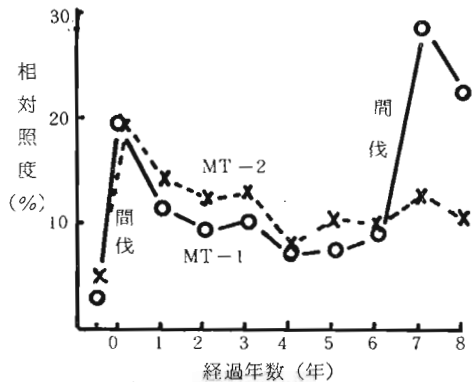


図-4 相対照度の経年変化 (複層林施業研究班³⁾)

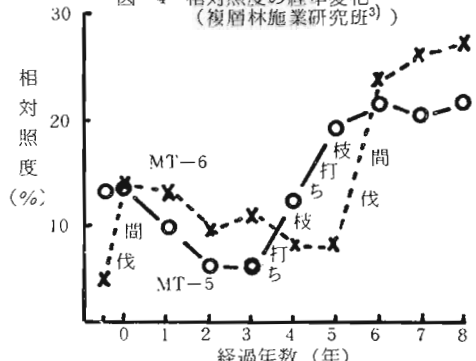


図-5 相対照度の経年変化 (複層林施業研究班³⁾)

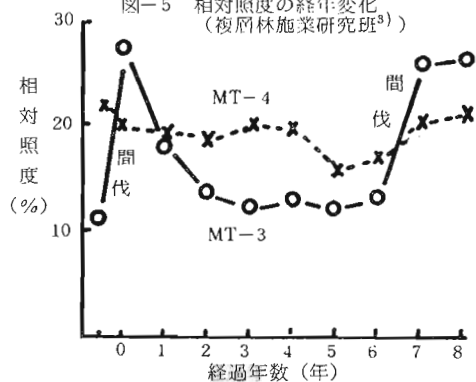


図-6 相対照度の経年変化 (複層林施業研究班³⁾)

系統の実生苗は、いずれも耐陰性が著しく高かった。表-3, 4に九州における成績を示した。

② 下木の光環境と生長

複層林の下木としてのスギ稚樹の年間伸長量は林内相対照度と関係し、特に林内相対照度が約20%以下で高い相関が認められ、稚樹の伸長量から林内の明るさを推定できることが、ヒズモスギ、サンプスギの調査事例で認められた。しかしアヤスギ、ヤナセスギ、さらにヒノキなどの調査事例では、樹種、品種、系統、地域によって異なる傾向がみられた。

また間伐方法や施肥量を変えたスギ壯齡林にスギ・

表-3 クローン, 系統ごとの枯損指数 (第1試験 1979年12月調査)

クローン ブロック	県阿蘇		県阿蘇	県臼杵	県竹田	県竹田	県竹田	県竹田	県竹田	県竹田	県玖珠	県玖珠	県佐伯	県西臼杵	ヒズモ
	1号	5号	12号	3号	4号	6号	9号	11号	12号	2号	4号	6号	杵3号	スギ	
I	1.9	1.0	1.5	1.8	2.0	1.9	1.6	1.9	2.0	1.2	1.6	1.6	1.4	1.5	
II	1.4	1.6	1.4	1.7	1.8	1.4	1.3	1.5	1.9	1.6	1.4	1.5	1.6	1.5	
III	1.6	1.3	1.7	1.8	1.8	1.6	1.6	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.4	1.7	
IV	1.3	1.3	1.7	1.6	1.6	1.7	1.4	2.0	1.9	1.8	1.3	1.6	1.8	1.8	
平均	1.6	1.3	1.6	1.7	1.8	1.7	1.5	1.8	1.9	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	

表-4 クローンごとの枯損指数 (第2試験 1979年12月調査)

クローン ブロック	県東臼杵	県児湯	川内署	県唐津	県浮羽	県西諸県	県八女	県熊本	県玖珠	福岡署
	13号	2号	1号	8号	3号	1号	6号	9号	1号	1号
I	2.0	1.2	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0
II	2.8	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0
III	2.8	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.8	2.0
平均	2.5	1.1	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.9	2.0

ヒノキの下木植栽をおこなった試験から、上木の本数密度、樹高、直径、閉鎖度、収量比数など、林分構成因子と下木の生長および林内相対照度の関係を解析した結果、これらの林分構成因子の重回帰式によって下木の生長を精度よく推定できる見通しを得た。一方、庇陰下の植栽苗の枯損には、光不足だけでなく苗木の光前歴、移植のショック、根ぐされなどの要因も関与した生理的障害（陰湿害と仮称）が考えられ、スギよりもヒノキに多く見られる。その現地試験の結果から梅雨時の異常多雨、低照度などが多発要因と考えられ、回避のためには相対照度15%以上に維持する必要がある、そのための群状間伐が有効であった。

③ 人工庇陰下における生長

人工庇陰と林内の庇陰のちがいが生長に与える影響を相対照度と樹高、直径生長の関係でみると、生長の傾向はおなじでも、反応量に大きな差がみられた。庇陰による光質および温度、湿度などのちがいが反映していると考えられ、人工庇陰試験結果を林内に適用する場合には十分配慮する必要がある。

人工庇陰下（相対照度3～10%）で育成したスギ、ヒノキポット苗を全光下に移した場合、重要生長率では暗い条件で育成したものほど大きい、葉の能率はスギでは差がなく、ヒノキでは暗い条件で育成したものほど大きい傾向を示し、反応も早かった。スギ、ヒ

ノキの生存期間の明るさは3ヶ月の人工庇陰試験結果では、相対照度でヒズモスギ1.0～2.3%、サンプスギ2.0～2.5%、ヒノキ3%であり、ヒノキは7%で一部枯損がはじまるなど、スギ2品種よりも耐陰性が若干低い傾向を示した。さらにスギの耐陰性のちがう7クローンについて、同化、呼吸量を測定しCO₂収支を求めたところ、8月の5%相対照度の下でのCO₂収支は耐陰性の高いクローンではプラス、低いクローンではマイナスの値を示し、耐陰性試験の枯損率と対応する傾向がみられた。庇陰条件をちがえて育成したスギクローン苗木の養分含有率をみると、K, Ca, Mgとも裸地の個体に比し、庇陰下の個体の含有率が高い傾向を示し、耐陰性との関係は明らかでなかった。

④ 庇陰下における雑草木の再生量と下刈の要否

スギ老齢林（74年生、樹高約30m）で3段階に間伐して下木（スギ）を植栽した試験では、林床植生の構造、種類組成、優占種の遷移には林内光環境と密接な関係が認められ、林床植生の再生は皆伐区より間伐区でおそく、間伐が弱い区ほどおそかった。皆伐区では植栽後2年目より下刈を必要としたが、強度間伐区（間伐後の収量比数0.50）では3年目まで、中庸度間伐区（収量比数0.73）で4年目まで、弱度間伐区（収量比数0.80）で5年目まで下刈が不要であったヒノキ壯齢林および広葉樹林の事例では、林内相対照度2%

以下では林床植生は殆ど発生せず、5～10%で植生が発生するが、下刈の必要は全くない。20～30%となると植生はかなり増加し、40～50%では陽性の雑草木が繁茂して下刈が必要となるが、下刈作業の労力はかなり軽減できることが認められた。

⑤ 複層林の林分構造と生長

複層林の林分構造と生長の関係を解析した事例はきわめて少なく、複層林の保育技術を確立するためには、なお多くの資料の集積が必要である。その一部として、上木の間伐強度を3段階に変えた二段林(上木スギ69年生、下木ヒノキ37年生)と、上下の枝打ち強度を4段階に変えた二段林(上木スギ12年生、下木スギ7～8年生)について、それぞれ10年間と3年間の林分生長を検討した結果、二段林の上木の生長と上木密度との関係は、単層林の場合とおなじく解析できるが、下木の生長は上木の取り扱いによる光環境の変化に応じて変動する。上木の間伐、枝打ち強度が強いほど、下木の生長は増加するが、上木の林分生長量は逆に減少する。林分の経営目標に応じて取扱い方を変える必要がある。

8. 九州における複層林施業の展望など

1) 複層林施業の事例

九州地方にスギ・ヒノキ・スギ・ヒノキの複層林施

業が行われ始めたのは比較的近年であるが、試行段階における問題点の整理と技術的対応策の見通しを得て、事業化への移行時期にさしかかっているものと考えられる。

表-5に施業経過に関する資料が比較的ととのっている林分を示した。特徴的な事例をぬきだすと

事例1は41年生スギ人工林を昭和46年に3段階に間伐し、昭和47年3月にスギ、ヒノキ、4000本/haを植栽し、昭和50年12月に上木を皆伐し、二段林の期間は4年間で、非皆伐の先行造林に当たり、調査結果として下木の樹高生長は無間伐区が劣り、ヒノキがスギより大きい傾向がみられるし、上木伐倒の方向は谷側におこない、エンドレスタイラー方式による全幹集材で、平均横取り距離は25mで最長距離は60mであった。下木の損傷は伐採時より搬出時に折損率が高く、搬出終了時における被害率はスギ16%、ヒノキ39%で、伐採、集材法の開発が必要である。植栽、保育の作業工程を人工数で求めると皆伐作業の1/2程度におさまるようだ。

事例4は図-1の③常時二段林(Ⅱ)に相当するもので、上木は長伐期による優良大径材生産、下木は磨丸太と一部は心持ち無節の柱材生産を目的としており、昭和53年12月の調査時に、上木58年生、下木15年生で、合計蓄積は600m³/ha、上木の平均直径43.6cm

表-5 九州地方複層林施業林分一覧表 (昭和54年10月)

区分	事例No	所有者	場所	面積 (ha)	上木		下木		備考
					樹種	植栽年	樹種	植栽年	
上木スギ	1	菊池営林署	母田井国有林 45-た	1.66	スギ	昭9	スギ、ヒノキ	昭47	昭50年に上木皆伐
	2	加治本営林署	加治木事業区 65-へ	0.56	スギ	昭15	ヒノキ	昭43	下木生育良好
	3	長崎営林署	小浜国有林 106-へ	1.0	スギ	昭15	スギクローン	昭51	耐陰性クローン選定
	4	林家T氏	大分県日田市大平高瀬	0.2	スギ	大10	スギ	昭38	上木58年下木15年
	5	菊池営林署	深葉国有林 3-わ	1.0	スギ	-	スギクローン	昭51	耐陰性クローン選定
	6	水俣営林署	国見国有林 53-い	1.0	スギ	-	スギクローン	昭51	〃
	7	都城営林署	東岳国有林 73-は	1.0	スギ	-	スギクローン	昭51	〃
上木ヒノキ	8	長崎営林署	温泉岳国有林 104-ろ	2.1	ヒノキ	昭1	スギ、ヒノキ	昭46	間伐率3水準と下木の生育
	9	〃	〃 99-た	1.0	ヒノキ	昭1	スギ、ヒノキ	昭49	上下Ry 0.6で下木成長スギ<ヒノキ
	10	〃	〃 103-ぬ	1.08	ヒノキ	大2	スギ、ヒノキ	昭50	間伐本数率35%、下木成長スギ>ヒノキ
	11	水俣営林署	高岡国有林 68-は	1.34	ヒノキ	昭1	スギ、ヒノキ	昭47	間伐率2水準と皆伐および列状間伐～小幅帯状間伐
	12	都城営林署	昼原国有林 50-り	2.52	ヒノキ	明42	スギ、ヒノキ	昭46	間伐率のちがいと下木生育
	13	熊本営林署	金峯山園国有林 87-い	1.0	ヒノキ	大6	スギ、ヒノキ	昭49	上下林齢58年で強度皆伐、下木生育良
	14	長崎営林署	温泉岳国有林 82-ぬ	1.4	ヒノキ	昭25	スギ、ヒノキ	昭54	下木ヒノキ陰湿害回避試験地
	15	健軍神社	熊本県熊本市健軍町	0.8	ヒノキ	約200年	スギ、ヒノキ	昭39	択伐的林分

平均樹高 27.0 m, haあたり生立本数 334 本, 幹材積 566 m³/ha, 下木は平均直径 7.8 cm, 平均樹高 7.8 m, haあたり生立本数 2,447 本, 幹材積 55.5 m³/ha で, 形状比の高い通直木が多く, 生産目的達成が期待される状態にある。

事例 10 は自然公園区域内の主要道路沿線地帯で風致維持と併せ, 長伐期による優良材生産を目的としたもので, ヒノキ 62 年生人工林を R_y 0.6 を目標に本数間伐率 35% の強度間伐を実施し, 昭和 50 年 3 月にスギ・ヒノキを植栽し, 昭和 54 年 9 月では下木の平均樹高 2 m に達したが, 光不足による樹冠の傘形化の徴候が見えはじめ, 昭和 56 年に再度の上木間伐を実施したもので, その間に小型台風が 2 回通過したが, 残存上木の被害はなかった。

2) 複層林育成技術の留意事項

(1) 林内に更新する場合, あらかじめ光環境を下木の生育が可能な程度に調節してから植栽する。下木には耐陰性の強い品種, 系統を用いることが望ましい。

(2) 光環境の調節は枝打ちか間伐による。枝打ちによるときは上木となる立木が枝打ちによって, 価値生長に結びつく大きさの場合にのみ限ることが望ましい。老, 壮齡林の太枝の枝打ちではボタン材の発生が問題となるので慎重にすべきであろう。したがって老, 壮齡林の光環境の調節は間伐によって行う。

(3) 複層林を新たに造成する場合, 上木の年齢は伐期に近いが, あるいは伐期に達した林分のほうが, あとあとの管理が容易である。

(4) 間伐によって光環境の調節を行う場合, 期待する林内照度を得るために, 林分密度管理図の間伐直後の収益比数 (R_y) と相対照度との関係が指針となる。しかし同じ R_y に間伐しても斜面の方位が南面で傾斜が急なほど相対照度は高く, 北面で傾斜が急なほど低くなる傾向がある。また同じ R_y の林分でも間伐後の経過年数など前歴の影響に左右される傾向がある。したがって R_y と相対照度の関係を利用する場合, 斜面方位と傾斜を考慮する必要がある。

(5) 林内の平均相対照度が 20% 程度であれば, 下木の生長は可能であるが, 上木の閉鎖がいふくにより平均相対照度が 10% 近くなると, 照度階ごとの度数分布から, 局部的に光環境の悪いところが生じ, スギは樹冠形が傘形となり, ヒノキは着葉量が減って, 場合によっては梢端枯れや枝枯れ木が発生し, 平均相対照度が 5% 近くなると枯死木の発生する事例がみられる。

(6) 下木の要光度は, 年齢, 樹体の大きさの増加に比例して高まる傾向があり, 相対照度が 2% 程度でも, スギの樹冠の傘形化の徴候が認められる事例もある。

(7) 一般に相対照度が 20% 程度, 場合によっては

それ以上でも林床植生の発達がみられるのは当然であるが下刈り不要の場合が多い。なお下木の生長がある程度大きいことを期待して林内照度を 30~40% 程度にした場合, 下刈りは必要であるが, この場合にもかなり省力が可能である。一方, つる切りには特段の留意が必要で, 労力的には軽度のものである。

(8) 間伐後, 林内照度は年ごとに低下する。低下の度合は上木がヒノキよりスギが早く, また上木の年齢が若いほど早い。

(9) 愛媛県久間地方では間伐後の R_y を 0.4~0.5 程度とし, ほぼ 10 年ごとに間伐を繰り返す場合が多いが, 間伐が極端に強度であるため, 上木の年輪幅が広くなりすぎるのが問題となっている。上木に適度の年輪幅をもたせた優良大径材の生産を期待する場合には, 間伐後の R_y をやや高め, 間伐の繰り返し期間を短縮することが必要である。

(10) 下木が生育するにつれて林地が閉鎖され, 林床植生が皆無となり, 地表が裸出する例がみられる。この現象は下木がヒノキの場合に多い。このような状態になる前に, 下木の除伐, 枝打ち等により林床の光環境の改善をはかり, 林床植生の消失を防ぐことが林地保全, 地力維持上, 必要であろう。

3) スギ・ヒノキスギ・ヒノキ複層林施業の展望

九州地域は人工林率が 54% に達している。これは目標人工林面積に対する進捗度では, ほぼ 80% に達しているものとおさえてよきそうで, 幼・壮齡林が著しく多く, 特に 16~30 年生の要間伐林は全造林地の 43% に達しており, 今後はその生育によって森林資源, 生産の増大期にはいり, 造林推進よりも保育推進ならびに公益的機能重視の時代といえよう。

九州のスギ, ヒノキ林業は生育条件に恵まれ, 40 年前後の短伐期皆伐による木材生産のローテーションを可能としており, そこで生産される並材を多量に市場に供給していることに特徴がみられる。

このような短伐期, 皆伐, 並材生産方式は, 今後とも地域林業の主要な施業体系として持続されることになるであろうが, 短伐期, 皆伐のくり返しによる地力の低下, 一斉単純林における気象, 生物被害等, 生産基盤の衰退が危惧される問題点を克服し, さらに良質材生産も指向した複層林, 混交林施業との組合せによる経営方式の改善と, 大分県日田地方などに見られるような生産地形成の地域拠点の増加をはかることが, スギ, ヒノキ林業活性化に必要な改善方向といえる。

一方, 半陰樹的なスギ, ヒノキの複層林施業は, 基礎的に未解決の問題は残されているが, その大きな流れとしては,

- (1) 柱材生産と大径材生産ならびに皆伐回避
収益性の大きい林業経営を目的とし, 下木を優良柱

材生産、上木を優良大径材生産を意図した方式で、特に優良形質の心持柱材生産における若齢時の肥大生長抑制問題（年輪密度を配慮）では、皆伐一斉林の場合密度管理と除伐、間伐、枝打ちの集約な労働多投型の保育技術の投入が必要であるのにくらべて、複層林の場合、下木は庇陰条件による若齢時の肥大生長抑制と、純生産量の枝への分配率の低下が確認されており、労働少投型の保育技術で対応できるものと考えられる。

① 柱材生産後は、その林分の一部の林木を保残して上層木とし、その下に新しく植栽した下層木で柱材を生産する。下層木は40~45年で柱材になるものとする、上層木は80年前後の大径材生産となり、図-1の①型となる。

② 上層木を120年伐期等の超長伐期とし、下層木を40年で3回の伐採を繰返し、3回目では一部保残して上層木とする場合は図-1の③型となる。

(2) 更新の経費、労務の節減、労務配分の円滑化と皆伐の回避

この目的は上木の伐期前に林内更新をはかる形式で定着を見るであろう。その形式は図-1の⑥型およびその変形があり、特に挿しスギ林業地帯では、品種、クローンの発根性、耐陰性その他の特性を利用し、林内じかざし等を含めた特徴的な施業法の展開が期待されよう。なお凍害、寒風害等の被害回避効果が顕著であることは衆知のとおりである。

(3) 風致維持等の公益的機能向上を目的とした施業

この目的のための施業は当然のことながら成熟した林分に対して複層林維持が行われ、上木の伐期は100~200年の超長伐期が予想され、群状択伐林型に移行するものとする。また土地保全、水源かん養等に関連した保安林等のとりあつかいに有効な施業技術として期待され、図-1の①、②、③、④型が主な施業形態となろう。

引用文献

- 1) 橋本与良：複層林の施業技術—複層林の種類—，林業技術協会，1982
- 2) 早稲田収：複層林の仕立て方，林業改良普及双書77，全国林業改良普及協会，1981
- 3) 複層林施業研究班：林業試験場プロジェクト研究，人工林の複層林施業に関する研究；林試研報323，1983
- 4) 蜂屋欣二・安藤 貴：複層林の施業技術—複層林のタイプ別施業事例，スギ・ヒノキ・スギ・ヒノキ—，林業技術協会，1982
- 5) 坂口勝美監修：これからの森林施業，全国林業改良普及協会，1975