

# 21世紀おokayamaの新しい森育成指針

—長伐期施業を目指して—

平成14年3月

岡山県農林水産部林政課

## はじめに

本県の森林面積は48万ヘクタールで、県土面積の68%を占めており、スギ、ヒノキの人工林を中心にその蓄積は着実に増加しているが、その齡級構成には大きな偏りがあり、林業生産活動が停滞する中で間伐等の適正な実施が大きな課題となっています。

また、長期的にみると、柱材生産を主な目的とした従来の施業体系を維持した場合、県産材の生産量は今後30年間に急激に増加し、ピークに達した後に急落するため、木材需給の点で問題となることが予測されています。

一方、森林に対する県民の要請は、木材生産のみならず、県土の保全、水源のかん養、自然環境の保全等公益的機能を中心に多様化・高度化しています。

こうした中、岡山県では、森林・林業を取り巻く様々な課題を克服し、豊かな岡山の森林を次世代へ引き継いでいくため、平成12年5月に「岡山21世紀森林・林業ビジョン」を策定しました。このビジョンでは、県民の色々な要求を満たすことのできるような健全で多様な森林を育てていくことを目標に、長伐期施業の推進、針広混交林の造成、里山林の整備活用、災害に強い森林づくり等を推進することとしています。

しかしながら、こうした取り組みについては、未だ技術的な手法が明確でないところがあり、このビジョンにおいて検討課題となっています。

このため、本県の自然的条件と社会経済状況に適合した新たな森林育成指針を検討・作成するために「21世紀おかやまの新しい森育成指針検討委員会」を設置し、本年度は、森林資源と木材需給の状況に適合した長伐期施業体系を作成することとしました。

今回、長伐期施業体系を作成するために県内の80年生以上の高齢林の実態調査を行いました。その結果を見ますと、80年を過ぎても成長は衰えないことがわかりました。

今後、この育成指針を森林所有者の方々に普及し、森林の有する公益的機能を発揮しつつ多様な木材需要に継続して対応できるよう、新しい森林づくりを目指してまいります。

平成14年3月

岡山県農林水産部林政課長

浪速昭彦

# 目 次

<b>1 長伐期施業の必要性</b> .....	1
(1) 長伐期施業の定義 .....	1
(2) 長伐期施業のねらいと考え方 .....	1
<b>2 長伐期施業を導入するために</b> .....	4
(1) 多様な生産目標の設定 .....	4
(2) 長伐期施業に適した森林 .....	5
(3) 長伐期施業の長所と短所 .....	6
<b>3 長伐期施業に向けた林業経営</b> .....	7
(1) 高齢林の下層に導入すべき植物 .....	7
(2) 長伐期施業体系と技術 .....	7
① 長伐期施業に向けた施業技術 .....	7
② 複層林施業の導入 .....	12
③ 伐採方法と搬出技術 .....	15
(3) 経営面からみた長伐期施業 .....	16
① 長伐期施業の収益性 .....	16
② 補助・融資制度 .....	20
(4) 森林の保護管理技術 .....	21
<b>4 長伐期施業生産材</b> .....	24
(1) 大径材の流通・販売 .....	24
(2) スギ・ヒノキの高齢大径材の材質と利用方法 .....	25
(3) 今後の課題 .....	26
<b>5 長伐期施業の取組事例</b> .....	28
(1) 県内の長伐期施業の事例 .....	28
(2) 公有林等における取組状況 .....	30
<b>6 林分収穫予想表の作成</b> .....	32
[附属資料] 林分収穫予想表 .....	33
引用文献 .....	39

## 1 長伐期施業の必要性

森林に対する県民の要請は、木材生産のみならず、県土の保全、水源のかん養、自然環境の保全等公益的機能を中心に多様化・高度化している。

このような中、長伐期施業は、大径材を生産し、木材供給量を平準化するとともに、国土保全効果が高く、動植物の生息・生育環境を維持し、災害に強い森林を造成できるという認識のもと、森林整備の一手法として全国的にも取りあげられているが、具体的な施業のあり方については明確にされていない。

岡山県においても、県北の林業地において篤林家による長伐期施業が既に存在するものの、一部には手入れ不足のまま高齢林分に移行した事例も見受けられるなど、検討すべき課題も多く、広く定着していない状況にある。

このため本県では、「21世紀おかやま新しい森育成指針検討委員会」を設置し、こうした課題を解決するための方向を明確にするるとともに、本県の自然的条件、森林資源と木材需給の状況に適合した長伐期施業体系の作成を提案し、森林の有する公益的機能を発揮しつつ多様な木材需要に継続して対応できるような新しい森林づくりを目指そうとするものである。

### (1) 長伐期施業の定義

長伐期施業とは、一般的には針葉樹人工林などで、柱材生産を目的として40～50年で皆伐する短伐期施業に対して、大径材生産を目標として、伐期齢を柱材生産の2倍程度またはそれ以上とする施業である。

また、森林法施行令によれば、「標準伐期齢のおおむね2倍に相当する林齢を超える林齢において主伐を行う森林施業」と定義づけている。

本報告書では、長伐期施業の定義を「大径材生産を目標として80年以上の伐期で収穫を行う施業」とする。

### (2) 長伐期施業のねらいと考え方

ここでは、本県における森林資源の推移、個々の林業経営における取組、森林の持つ公益的機能の増進といった視点から、長伐期施業のねらいと考え方について整理する。

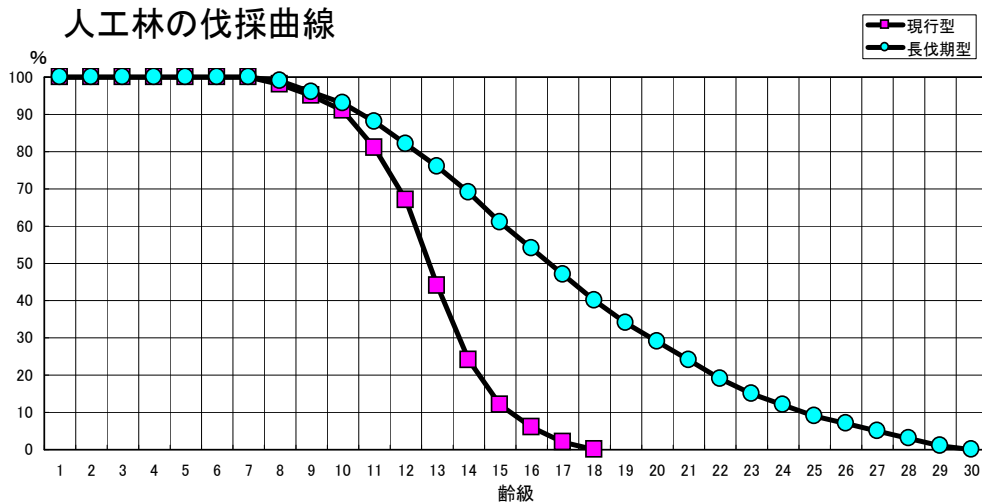
#### [森林資源の推移]

岡山県内の民有林の人工林は、現在、林齢60年生までには50%が伐採され、80年生までの間にほとんどが伐採されている。

このままの傾向で伐採を続けると、今後、かなりの供給過剰が見込まれるため、岡山21世紀森林・林業ビジョンにおいては、21世紀に向けて、県産材供給量の平準化と森林の持つ多面的な機能の高度な発揮を図るため、最も長い伐期齢を150年とする多様な伐期齢を設定した。

長伐期型は、現行型から伐期を延長し、各齢級にわたって比較的均一に伐採していくもので、最長伐期は150年、50%を伐採する林齢を80年としている。

この誘導により、今後長期間にわたって県産材供給量の平準化を図ることができる。



(注) 年齢級とは、林例を5年の幅でくくったもので、林齢1～5年生を1年齢級、6～10年生を2年齢級と数える。

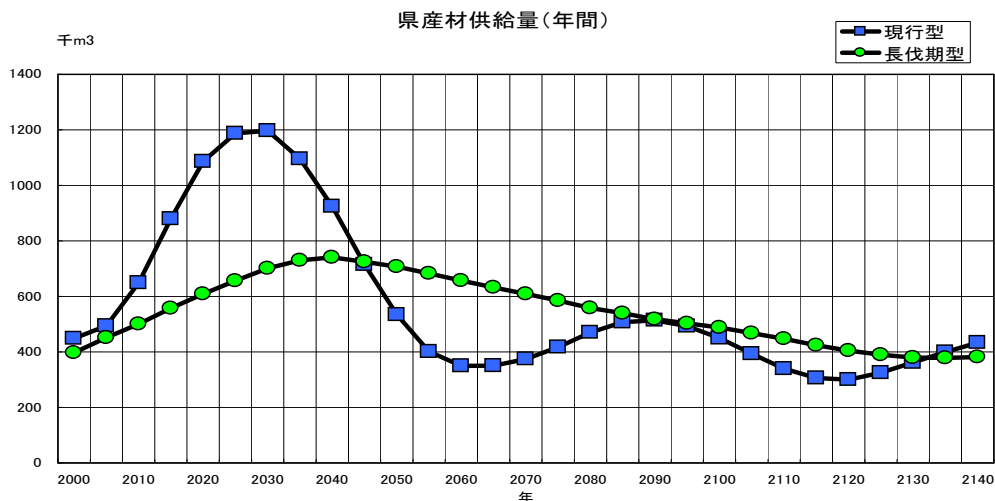
## ○ 県産材の供給量

現在の人工林の資源配置を見ると、21年生から45年生に大きく偏っているため、現在の伐採傾向を維持した場合、県産材の生産量は、今後30年間に急激に増加し、ピーク時の年供給量が1,200千 $m^3$ にも達した後、急落する。

最大供給量は県内需要見込み量の約3倍にもなり、増減幅も非常に大きいことから供給計画としては不适当と考えられる。

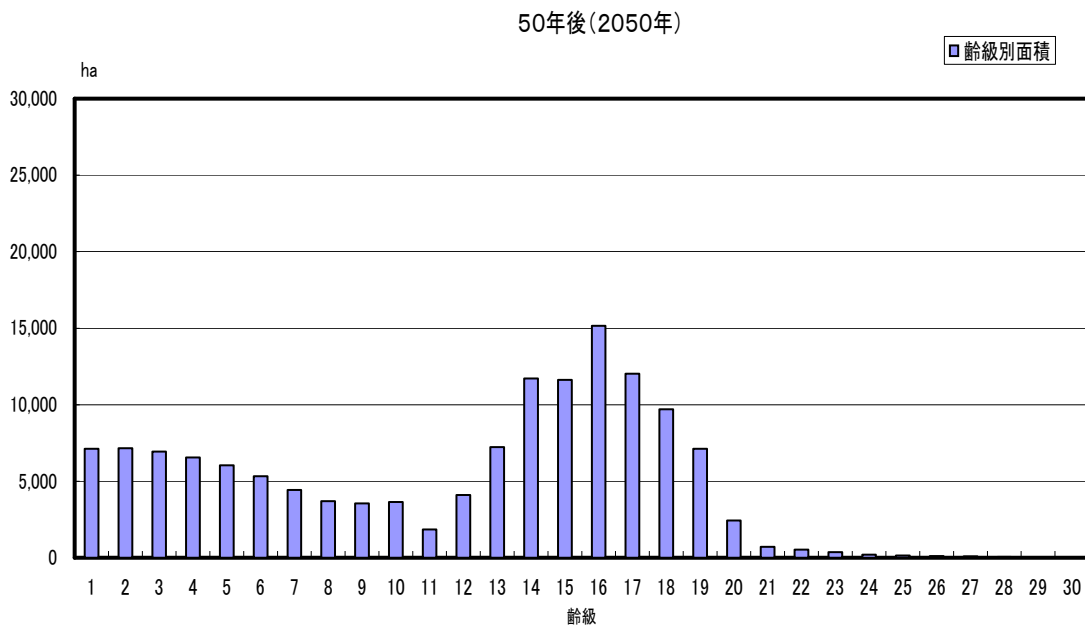
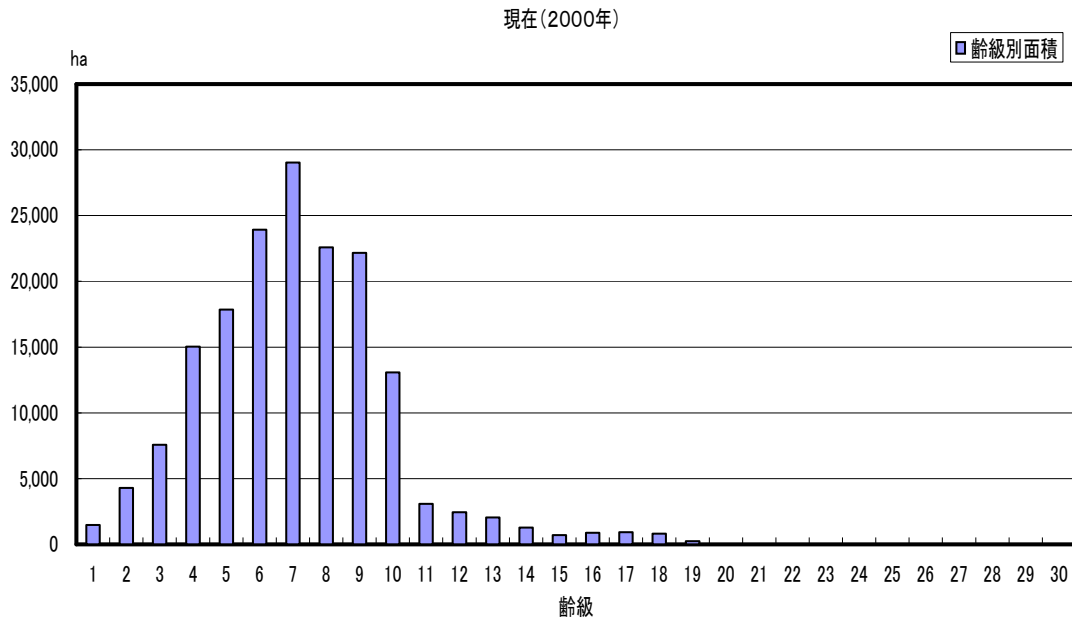
このため、最長伐期を150年とする多様な伐期齢を設定することにより、県産材の伐採量はなだらかに増減し、平準化を図ることができる。

これによると、2050年の県産材供給量は、現在の376千 $m^3$ から710千 $m^3$ となり、外材も含めた岡山県の現在の木材需給量をやや上回る水準となる。



## ○ 年齢級別配置の推移

民有林の人工林の年齢級別配置についてであるが長伐期施業に移行することにより、現在の偏った人工林の配置を次第に均等なものへと誘導することができる。



**[林業経営上のねらい]**

長伐期施業を導入する林業経営上のねらいは、主伐林齢を通常の伐期齢より高くすることによって、径級の太い利用価値の高い優れた材を生産することにある。内装用、化粧合板用などに使われる優良大径材は、将来にわたって需要が見込まれている。

また、伐期を長くすることによって1伐採周期の中での植林、下刈り等の更新作業に伴う経費を相対的に減少させることができるため、収益性を高めることが可能である。

## [公益的機能の増進]

本県の森林は、ほとんどが傾斜地に位置しているため、落葉落枝等の堆積有機物、表層土は、降水により斜面下方へ移動することとなる。このため、林地が一時的に裸地化される皆伐施業や樹冠が閉鎖し林床照度が不足し下層植生が消失している森林では、土壌の侵食の恐れがあり、土壌保全に考慮した森林施業が必要である。

長伐期施業は、皆伐回数が減少し林地の被覆期間が長期化するため、林床植物や低木層が発達し、土壌構造がよく発達して安定的に維持される。森林の土壌は、森林の水土保全機能に重要な役割を果たしており、土壌構造の発達は、森林が持つ水土保全機能などの公益的機能の増進に有効である。

## 2 長伐期施業を導入するために

### (1) 多様な生産目標の設定

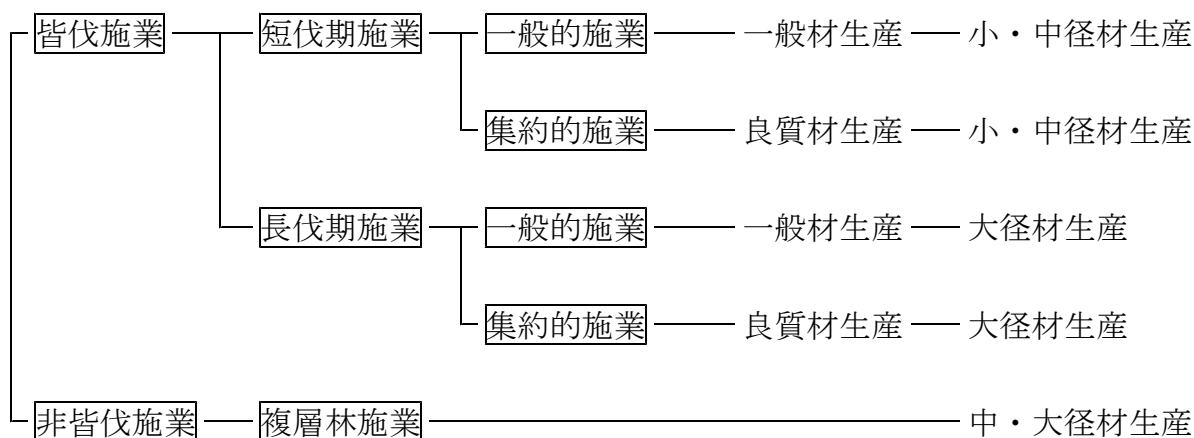
岡山21世紀森林・林業ビジョンにおいては、県産材供給量の平準化と森林の持つ多面的な機能の高度な発揮を図るため、人工林の所有者に対し、森林の経営単位ごとに、生育状況、林道等からの距離、経営の目的などを勘案して、最も長い伐期齢を150年とする多様な伐期齢を設定することを求めている。

多様な伐期齢の設定は、個々の林分ごとに具体的な生産目標を検討し、多様な立地条件に応じて、目標とする材を得るために必要な森林施業を選択することで行われる。

木材の需要構造が変化し、林業を取り巻く経営環境が次第に悪化する中で、長伐期施業林、短伐期施業林、集約的施業林等それぞれの経営林を区分して生産材の多様化を図ることは、林業経営の効率化につながるとともに、経営の長期的な危険分散にも結びつく。

ここでは、森林所有者が多様な伐期齢や生産目標を検討するに当たり、森林施業の体系を類型化し、それらの組立の考え方を整理する。

### 森林施業体系と生産目標



### ① 皆伐施業と非皆伐施業

皆伐施業は、伐採及び造林の方法が簡単で作業効率が良く、一斉同齢林であるため生育状況が把握しやすい。更新後の作業計画がたてやすいなど、主に経済効率面での

利点があることから、広く一般に普及している。しかし、管理が適切に行われなかった場合には、生態系への影響、地力の低下、土壌の流亡などの欠点があり、伐採の区域面積が大きくなるほど顕著に現れる。

非皆伐施業とは、皆伐を避けた更新を行う施業法のことであり、樹冠の階層構造に着目した場合は、複層林施業と同じものである。非皆伐施業は、皆伐施業の欠点や弊害がほとんど見られなくなるが、逆に、作業の能率が悪くなり、森林の管理が複雑になることが多い。

## ② 短伐期施業と長伐期施業

短伐期施業とは、更新した森林が施業目的に従って主伐される林齢、すなわち伐期が短い施業のことで、長伐期施業に対比される。早く収穫できるため、早期に資金を回収することが可能となるが、用材生産の場合、集約的な施業が行われなければ価値の高い材が得られず、収入に占める育林経費の割合が高いものになってしまう。

長伐期施業の場合は、伐期を長くするほど収入に占める育林経費の割合が低くなり、単位面積当たりの純収益は向上する。また、森林生態系が長期間にわたって安定的に維持されるため、環境保全機能の増進に役立つ。

## ③ 一般的施業と集約的施業

ここでいう一般的施業とは、枝打ち、間伐等の施業をきめ細かく行う集約的施業に対応して使用している。一般材（並材）の収穫を目的として通常行われている施業であり、年輪幅が広く、ばらつきが有り、製材したときに節の出現率は高い。

集約的施業は、投入額を多くしても産出額を高めることによって、収益を多くしようとする施業である。年輪幅や無節性に留意することで、生産材の単価を高めようとする点に特色がある。

## (2) 長伐期施業に適した森林

長伐期施業は、林床の植生が豊かになり、保水機能に優れた森林土壌が発達し、水源かん養機能や山地災害防止機能に優れた森林とすることができるため、森林の持つ公益的機能の維持増進を図る上でも、大変好ましいことといえる。

特に、ダムの周辺や地域の用水源として重要なため池、湧水池、溪流等の周辺に存する森林や山地災害危険地区周辺の森林については、積極的に長伐期施業に取り組む必要があると考えられる。

どのような林分であっても、大径材を生産するために伐期を延長して、長伐期施業に取り組むことは可能である。

しかしながら、個々の林業経営にあっては、継続的かつ安定的に収益をあげていく必要があるため、収益性の確保に視点をおいて、長伐期施業に適した森林の検討を行った。



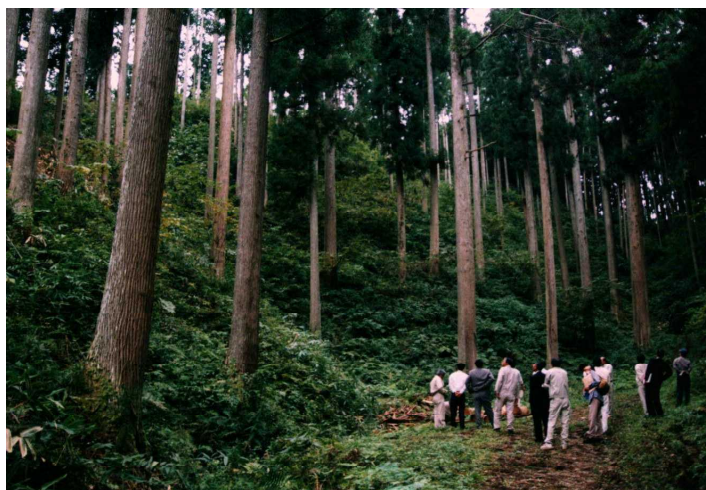
## 長伐期施業に適した森林

区 分	長 伐 期 施 業
高齢級での成長の見通し	成長が衰えないこと
搬出条件	間伐収入を得るために、搬出条件がよい
1 団地の面積	間伐収入を得るためには、区域面積が大きい方がよい
災害	気象害を受けにくいところがよい

長伐期施業に適した森林は、高齢になっても成長が衰えないことが重要であり、周囲の林況、土壌、有効土層厚などからの確に地位を判断しなければならない。また、途中段階で何度となく間伐収入を得るためには、搬出条件が良く、区域面積が大きい方が生産経費の面から適しているといえる。災害については、長期間、山で生育するため、材が損傷するリスクは大きく、気象害を受けにくいところにある森林を選定すべきである。

一方、短伐期施業は、初期成長が早く、平均成長量のピークが早い時期にあり、その生産材の価格が高い場合に有利であるが、傾斜が小さく、林地保全上問題のないようなところで大面積皆伐を避けて行われるべきである。

また、保育間伐期を過ぎた森林で、今後、長伐期施業林へ誘導すべきかどうか検討する際には、そこで得られる材質についての判断が重要である。病虫害獣害の被害を受けていたり、腐朽等欠点の多い木が多いところは比較的早めに更新すべきであり、将来的にみて材質の向上が見込まれるような森林について、長伐期へ誘導することが好ましいといえる。



### (3) 長伐期施業の長所と短所

長伐期施業の長所と短所を、公益的機能の大小、労働量、成長量、材質、木材価格、収益性など、多面的な角度からみると、次のように整理することができる。

#### [長所]

- ・一伐期間の年平均投資経費（造林・保育費）は長伐期の方が少ない。
- ・成熟材の割合が多くなり、材質が向上する。
- ・材価の上昇が期待できる。

- ・期間当たりの収入は、長伐期の方が有利である。
- ・生態的な安定が得られる。

#### [短所]

- ・材積成長量が多少少なくなる。
- ・間伐収入が得られるが、収入の間隔が長くなる。
- ・経営目標の達成を次世代へ継承していく必要がある。
- ・気象害等に遭遇する危険性が高くなる。
- ・長伐期に対応した育林技術が未確立である。

### 3 長伐期施業に向けた林業経営

#### (1) 高齢林の下層に導入すべき植物

スギ高齢林では、ミヤマフユイチゴ、コガクウツギ、ナガバモミジイチゴ、ヘクソカズラ、チヂミザサ、ミヤマカンスゲ、リョウメンシダ、ミゾシダ、ジュウモンジシダ等、ヒノキ高齢林では、ヒサカキ、イヌツゲ、ヤブコウジ、コシアブラ、テイカカズラ、ジャノヒゲ、ツルアリドオシ、ヤブラン、シシガシラ、トウゲシバ、ベニシダ等が普遍的に出現する植物であると考えられ、スギ、ヒノキ高齢林に下層植生を導入する際の基本的植物であると考えられる。

今後、スギ、ヒノキ高齢林を保全するためには、下層の木本類、草本類、シダ類を保護するとともに下層植生が少ない林分では、光環境の改善等により実生で侵入、定着しやすい環境を作るなど積極的な導入方法の検討も必要である。

#### (2) 長伐期施業体系と技術

##### ① 長伐期施業に向けた施業技術

現地調査結果により取りまとめた、スギ・ヒノキ林分収穫予想表（地位：中、立木密度：階級5）を参考として、大径材生産を目標に伐期を150年に想定した施業指針図を作成した（図3-1、-2）。

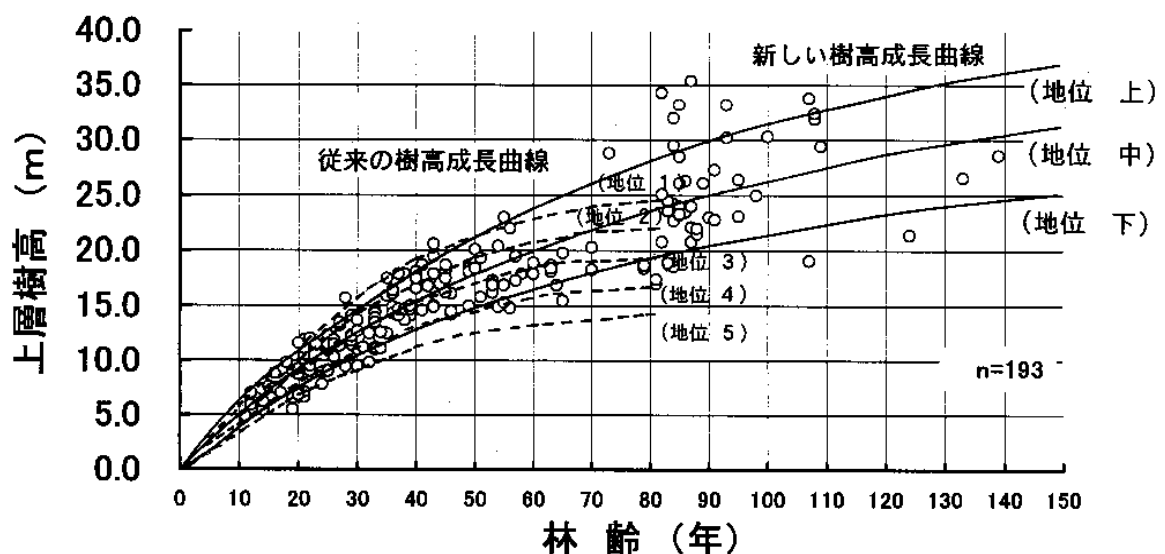
まず、スギ施業指針図について説明すると、1ヘクタール当たりの植栽本数は、3,300本、主伐目標本数450本とした場合、その時の平均樹高は38m、平均胸高直径は44cmとなる。保育施業については、林齢14年生で本数率15%の除伐を行い、その後、林齢30年生までは収量比数（ $R_y$ ）が0.8になると0.7に、30年生以降90年生までは収量比数が0.75になると0.65になるように間伐を繰り返すことにより管理し、その後は随時抜き切りを行う。

次に、ヒノキ施業指針図について説明すると、1ヘクタール当たりの植栽本数は3,300本、主伐目標本数430本とした場合、その時の平均樹高は31m、平均胸高直径は37cmとなる。保育施業は、林齢14年生で本数率10%の除伐を行い、その後林齢23年生までは収量比数が0.7になると0.6に、32年生までは収量比数が0.75になると0.65に、40年生以降97年生までは収量比数が0.8になると0.7になるように間伐を繰り返し、その後はスギと同じように随時抜き切りを行う。

なお、長伐期を施業目標とする場合は、植栽時から長伐期を想定した施業体系を

とることが望ましいが、小径材生産や一般材生産を目指した施業を行ってきた場合でも主伐期を延ばせば誘導することができる。育成途上で伐期を延長して、より付加価値の高い長伐期優良大径材の生産を目指す場合は、立地条件、立木本数、上層樹高、胸高直径や、過去の間伐、枝打ちなどの施業歴を把握して検討を行う必要がある。

現地調査の結果をみると、スギ、ヒノキとも30年生前後の林分が連年成長量のピークの時期で、強度の間伐を実施したと仮定しても回復が早いことが考えられることから、病虫獣害や気象害などの著しい被害がなければ、連年成長量のピーク時からの減少度合の少ないスギについては50年生以下、減少度合の大きいヒノキについては40年生以下までであれば、ほとんどの林分で長伐期への移行は容易であると考えられる。



今回作成した施業指針図（図3-1、-2）では、平均胸高直径を、人工林林分密度管理図（北近畿・中国地方）から求めているため、林齢が80年を超えても、胸高直径の増加量が非常に少なく、実際の胸高直径（成長量）と大きく乖離している。今後、継続して調査を行い林齢が80年以降の胸高直径については、修正していく必要がある。

いずれにしても、育成途上の林分を長伐期施業に移行する場合は、目標とする伐期まで残っている年数を考慮する必要がある。

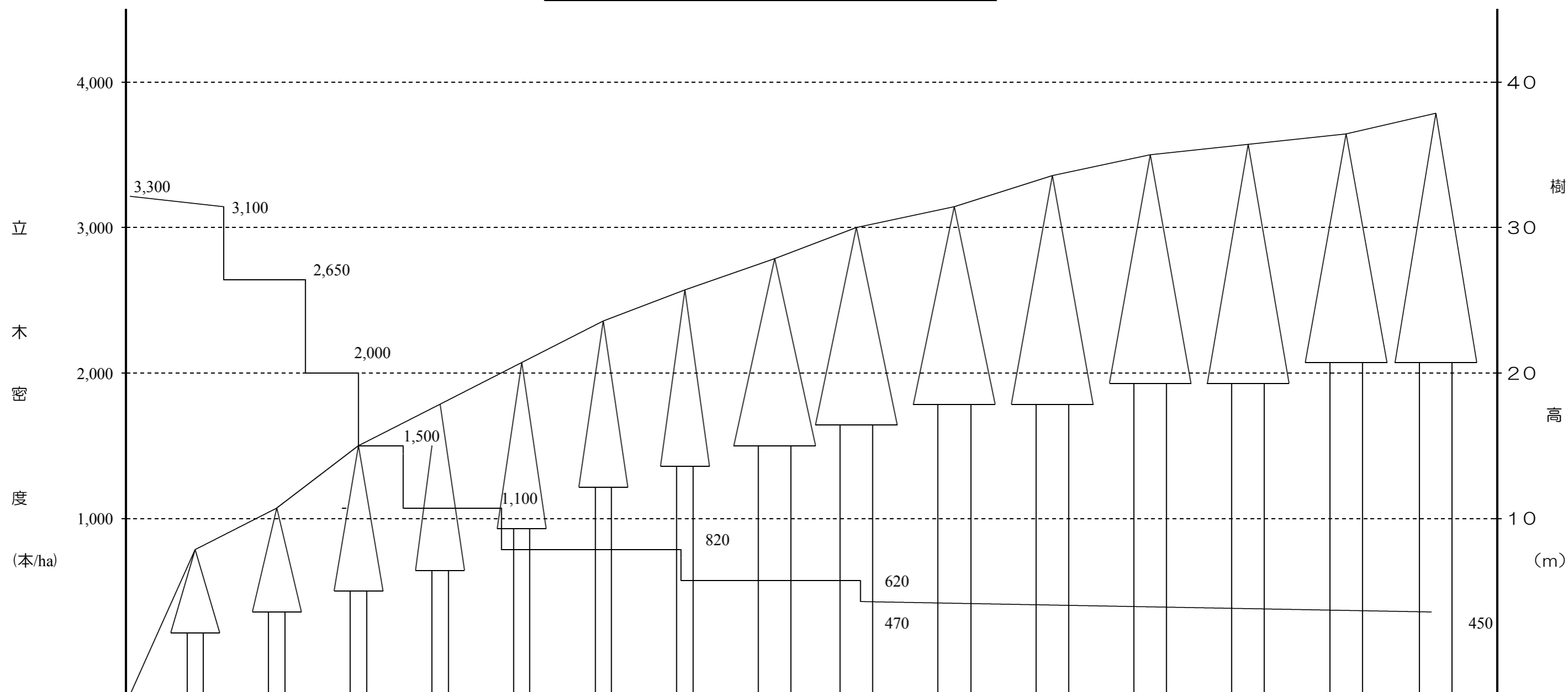
○ 長伐期に向けた主な施業

ア 除伐

除伐は育成目的樹種を健全で速やかに成長させるため、競合する他の樹木を切ったり、枯死させる作業であるが、長伐期施業においては、有用広葉樹が侵入してきた場合、それを有効に活用するためそのまま共存させる方法も考えられ、この方法により除伐、つる切りなど初期の経費を節減できることになる。有用広葉樹が大きくなり、植栽木と競争を始めたころには適度な混合割合で除伐を行う。

図3-1

# スギ施業指針図

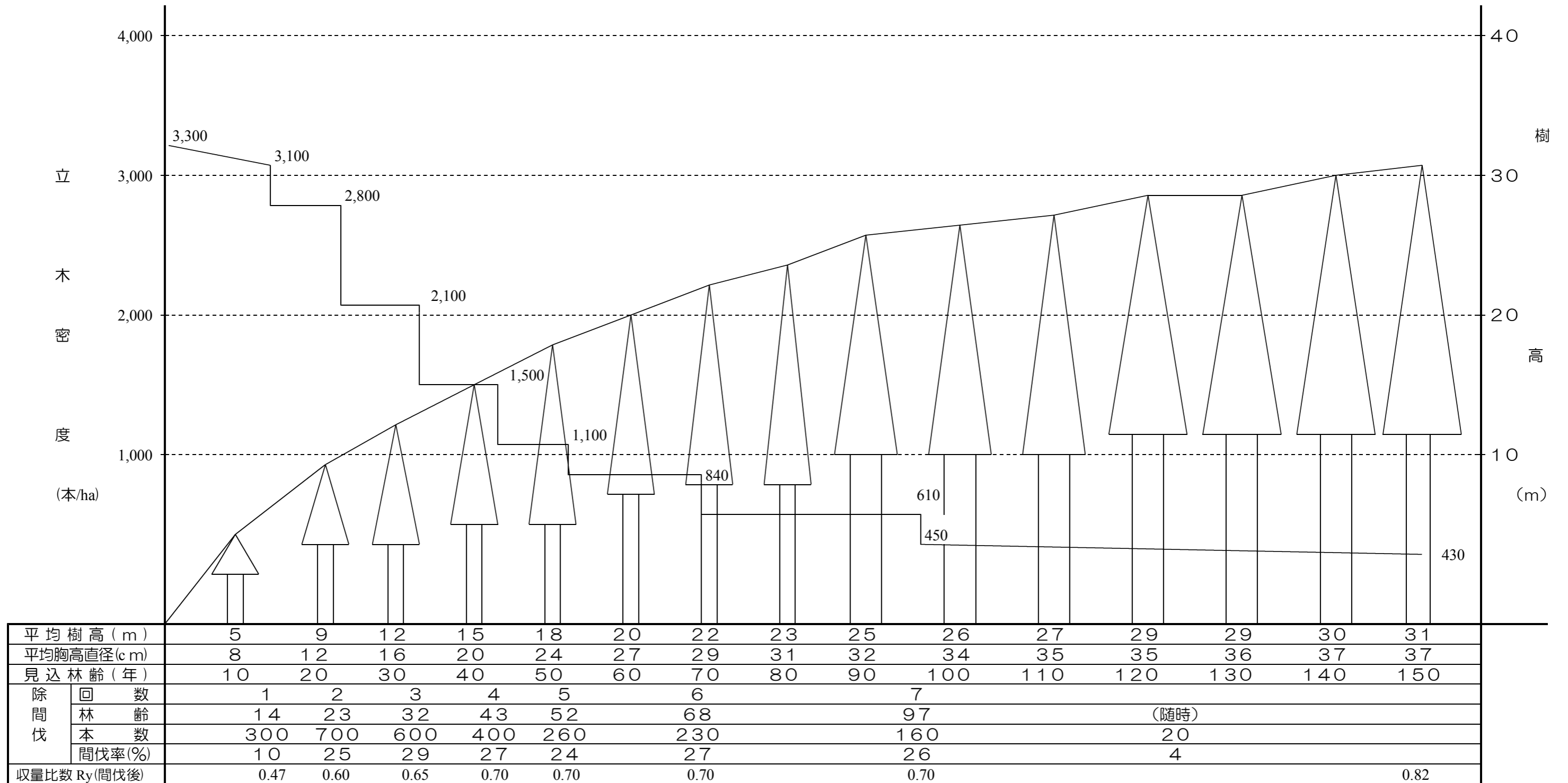


平均樹高(m)	8	11	15	18	21	23	25	28	30	31	33	35	36	37	38
平均胸高直径(cm)	10	13	17	21	27	30	32	37	39	40	41	42	42	43	44
見込林齢(年)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
除間伐	回数	1	2	3	4	5	6	7							
	林齢	14	23	30	35	48	70	90	(随時)						
	本数	450	650	500	400	280	200	150	20						
	間伐率(%)	15	25	25	27	25	25	24	4						
収量比数 Ry(間伐後)	0.65	0.70	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.73						

※この施業指針図は、地位が中位の区域をモデルとしている。(林齢に対する林分の平均樹高を基準に判定)  
 樹高・立木密度は、調査データ結果を使用し、収量比数により除間伐の時期等を決定。  
 平均胸高直径は、人工林林分密度管理図(北近畿・中国地方)により求めたものである。

図3-2

# ヒノキ施業指針図



※この施業指針図は、地位が中位の区域をモデルとしている。(林齢に対する林分の平均樹高を基準に判定)  
 樹高・立木密度は、調査データ結果を使用し、収量比数により除間伐の時期等を決定。  
 平均胸高直径は、人工林林分密度管理図(北近畿・中国地方)により求めたものである。

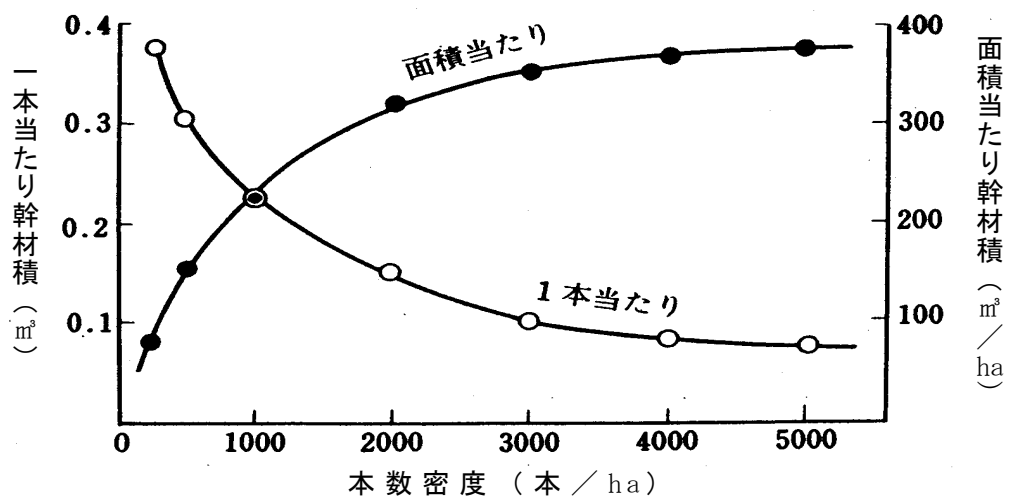
## イ 間伐

間伐は生産目標とする大きさや形質の林木に仕立てるため、その目標に応じて立木密度を調整していくもので、同じ林地であっても間伐のやり方、すなわち林分の密度管理の違いによって、生産される材の形質や収穫量は大きく違ってくる。

一般に林分の密度が高くなると、立木の平均胸高直径が小さく、幹の形は完満、年輪は密、平均幹材積は少なくなるが、林分全体の幹材積は多くなる。反対に林分密度が低くなると、立木の平均胸高直径が大きく、幹の形はウラゴケ、年輪幅が大きく、平均幹材積は大きくなるが、林分全体の幹材積は少なくなる（図3-3）。

このことから、林分の密度管理が健全な林を育成する大きな要因であることは明らかであり、優良な大径材を生産するためには、適期の間伐が特に重要である。

図3-3 林分密度と成長（スギ林分：樹高12mの例、密度管理図による）



(蜂屋 1982)

近年、高性能林業機械を活用した列状間伐が注目されているが、この間伐法はあくまで経済性を重視した方法であり、また、適正な管理が行われていなかった林分を対象としたものであることから、優良な大径材を生産するためには、従来から行われている間伐法である定量的間伐（林分密度管理図の利用など）に、定性的間伐（保育間伐）を組み合わせた方法で適期に行うことが大切である。

## ウ 枝打ち

一般材生産を含めて優良材の生産を行う場合、間伐による密度管理のほか、枝打ちが重要な施業となる。

枝打ちは、1玉取りか、2玉取りにするかといった生産目標によって、打上げ高、枝下高などが自ずと変わってくる。スギについては、大径材生産を目標した場合、枯れ枝ができない程度に枝打ちをしていくのも一つの方法であるが、

間伐材利用径級に応じて表面無節になるように計画的に行うことも必要である。

- ・ 打上げ高

一度に強度の枝打ちは、幹の成長に大きく影響し、枝下から下方にいくに従って巻込みが非常に遅れ、その間に腐れの入る恐れもあるので、できるだけ少しずつ打上げるのが理想である。特にヒノキはスギに比べて下枝の枝打ちでも成長への影響が大きいので、ひかえ目に行うこと。1回の打上げ高は1.0～1.5mが標準であり、多くても2mとする。

- ・ 枝下高

木材は普通元玉（3m）の材積が全体の40～50%を占めており、しかも単価も高いことから無理して枝下高を高くする必要はない。大径材の場合、2玉以上の枝打ちも特殊材として価値が高いので行うのもよいが、よほどの熟練した技能がいる。

- ・ 枝打ち本数

枝打ちを行う前に林分を十分調査し、大径木として残す、通直な木を選んで行うことが投資の軽減に繋がる。しかし、若い林では林木相互の優劣もそれほどはっきりしないことが多く、伐期まで残す木を的確に判断することは困難である。

また、各種の保育作業を容易にする目的もあって、第1回（ひも打ち）、第2回の枝打ちはすぐ除伐される木を除き、ほとんどの木について行うのは普通である。2回目以降は、個々の木をよく選木して価値ある木だけ行うようにする。

スギ長伐期施業の場合

回数	樹高 (m)	枝下高 (m)	枝打ち本数 (本)
第1回目	6.2	1.5	2,800
第2回目	8.0	3.5	2,500
第3回目	9.5	5.0	2,200
第4回目	11.0	6.5	2,000
第5回目	12.5	8.0	1,800
第6回目	14.5	9.0	1,300

## ② 複層林施業の導入

長伐期施業による大径材の生産を目標とする場合、主伐までの期間が長く、長期になるほど樹高、枝下高が高くなるとともに、成立本数が少なくなり、林内に樹木が生育できる光環境が生じてくることから、その有効利用を図る観点から複層林施業の導入が考えられる。

複層林施業を導入しようとする場合、まず複層林施業の利点と問題点を正しく理解しておく必要がある。

一般的に言われている複層林施業の利点と問題点は、次のとおりである。

- 複層林施業の利点

- ア 森林のもつ公益機能が中断することなく、常に発揮される。

- イ 林業経営の基盤である保続性の高い森林に近づけられる。

- ウ 作業の平準化など労働生産性の向上が図られる。
- エ 年輪構成の優れた良質材が得やすい。
- オ 気象災害の回避や更新困難地への造林が可能となる。

○ 複層林施業の問題点

- ア 光環境の保持のため、間伐や枝打ちなど保育作業を集約的に実施する必要がある。
- イ 下木を傷めないように伐出するには手間がかかり、コスト高になる。
- ウ 下木が樹高成長に対して直径成長が小さく、冠雪害に対して弱い。

以上のように複層林施業には多くの利点があるが、一方では、現在林業が直面している林業労働力の減少、木材価格の下落等に直接関係した問題点を抱えている。複層林施業に取り組む場合、施業がより集約緻密なことが要求されることから、地利級の低い場所では実行しにくく、したがって、林道、作業道が十分整備された造林地が対象となる。

複層林施業のタイプとしては色々あるが、長伐期施業をすすめる中で、林冠の空隙が大きくなり、樹冠同士の再閉鎖が弱くなり、上木の太陽エネルギーの利用効率が落ちた頃に下木を植栽し、更新を図る「長伐期・短期二段林施業」が複層林施業の大切な点の多くを含み、かつ短所が少なく、現実的で一番取り組みやすい施業であると考えられるので紹介する（図3-4）。

○ 長伐期・短期二段林施業

ア 樹種の構成

樹種選定の基本は、適地適木を原則とするが、二段林における樹種構成は、全国的に見ると、北海道のカラマツトドマツ、山梨県のカラマツシラベのほかは、スギ、ヒノキを下木にした事例となっており、本県の場合、スギースギ、スギーヒノキ、ヒノキーヒノキが考えられる。

イ 下木の植栽

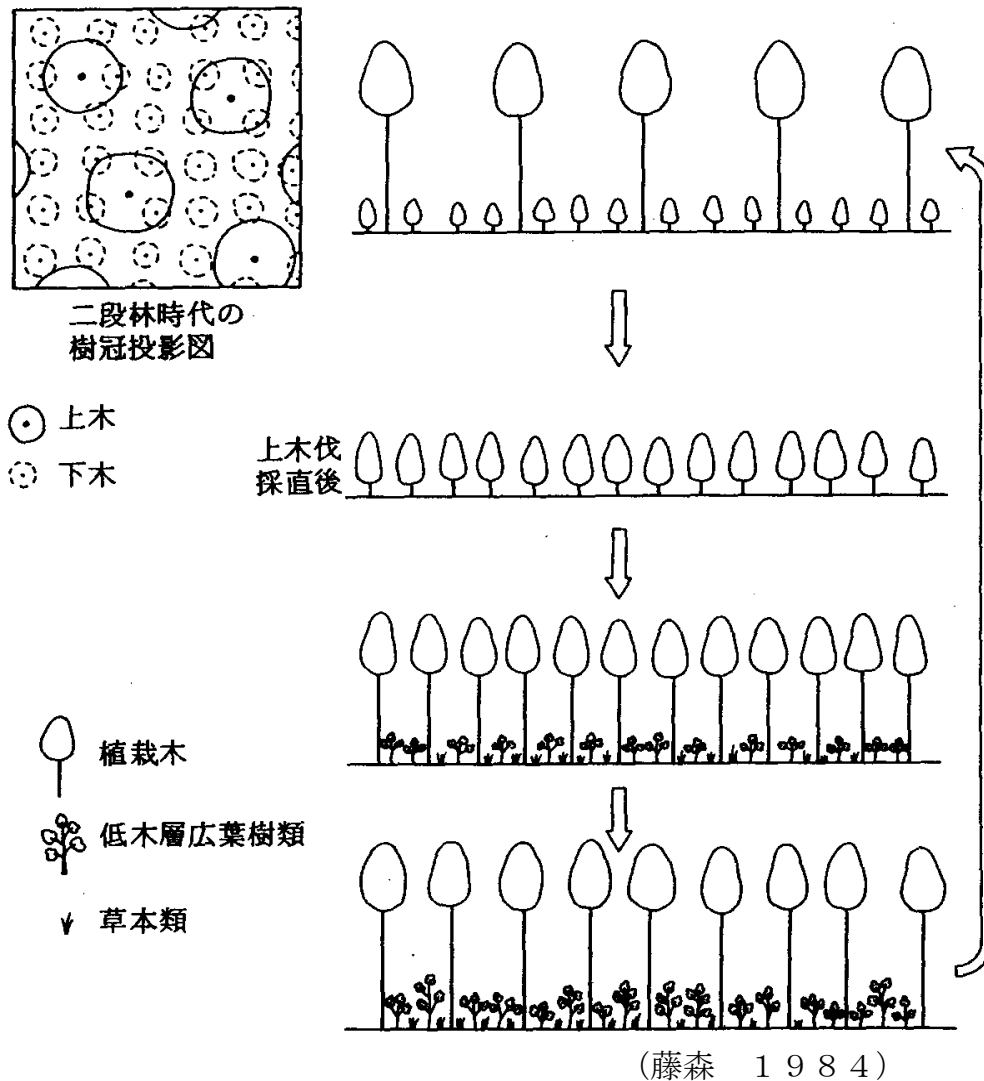
最終の間伐直後に低木層や草本層の雑草木を伐倒整理し、地ごしらえを行い、下木を植栽する。植栽本数は皆伐一斉更新の場合と同じか、やや少な目にする。植栽位置も皆伐一斉更新の場合と同じようにし、上木に当たるところだけずらして植える。苗木は大苗を植えると下刈りの省力化が図れる。植栽は適期が多少ズレても差し支えないが、春先から梅雨期までがよい。

ウ 照度管理

更新稚樹が枯れず、また下刈りが必要にならない明るさの範囲を理想とし、スギ・ヒノキ人工壮齡林の場合、相対照度（林内と裸地との明るさの比率）で5～25%となっている。しかし、この相対照度は上木の成長につれて低くなり、明るくした林や若い林ほど、またスギはヒノキより低下する速度が早い。このようなところでは、上層木の本数調整回数を多くしなければならない。



図3-4 短期二段林施業



また、近年、新たな間伐法として高性能林業機械を活用した「列状間伐」が行われていることから、本県で平成8～12年度に「列状複層林の可能性について」の調査を実施しており、その調査結果は次のとおりであった。

○ 列間植栽木の成長量調査

ア 試験地の概要

場 所： 苫田郡加茂町宇野地内	面 積： 0. 1 0 h a
樹 種： ヒノキ（下木植栽も同じ）	林 齢： 4 0 年生
方 法： 3 残 1 伐の列状間伐	間伐率： 2 3 %

イ 植栽木の成長

植栽木32本のうち、枯死したもの2本、雪害等により先端などが損傷しているもの4本で健全なものは26本であった（健全率81%）。また、植栽後4年経過した植栽木の成長量は、樹高で約60cm、根元径で約5mm成長している。

### 植栽木の成長経過

調査時期	H 8. 11	H10. 2	H10. 9	H11. 9	H12. 10
平均樹高 (cm)	67. 1	76. 3	101. 0	112. 2	127. 0
平均根元径 (mm)	—	8. 5	10. 8	12. 1	13. 9

以上の調査結果から皆伐地の植栽木ほどの成長はしていないが、複層林化は可能と思われる。しかし、本調査だけで結論づけることは困難であり、今後、帯状伐採など列幅の拡大等を含めてさらなる調査が必要である。

### ③ 伐採方法と搬出技術

今後、長伐期施業が普及することにより、大径木を伐採する割合が増加するが、大型の林業機械には林床の土壌を攪乱することで林地保全上の問題を発生させる可能性がある限り、伐倒作業の中心になる機械はチェーンソーだと考えられる。

大径木の伐倒には小・中径木の伐採よりもさらに高度な技術が必要であるが、大径材を伐倒できる技術者は減少してきており、技術研修の実施によって伐採技術者を養成するなど、培われてきた技術を伝承していくことが急務である。

大径木を処理する機械の改良・開発については、先進的な北欧等の技術を参考に進めていく必要があるが、現時点でどの程度の規格・能力が必要かを判断するのは困難であり、今後、継続的な検討が必要である。

路網の密度及び規格については、生産目標とする材によって異なるが、次のことが考えられる。

密度：林道網整備指針によれば高性能林業機械の作業に必要とされる林道密度は作業システムのタイプ別に25～50m/haとされているが、樹高の高い林木を扱う長伐期施業においては伐倒方向を検討することによって、同じ路網密度でもより効率的な集材が可能となる。

規格：機械化を前提とした場合、幅員は3 m以上必要とされる。また、3 mの作業道において9 mの材を搬出する場合、曲線半径（R）は最低6. 75m必要とされているが、運材機械の種類及び縦断勾配によってはさらに拡大する必要がある。このため、生産目標を見定めた上で作業道の設置及び改修を実施していく必要がある。

$$\text{※ } R = (l^2 / 4B) - (B / 4) \doteq l^2 / 4B$$

R：曲線半径（m）、B：路幅（m）、l：搬出材の長さ（m）

高性能林業機械作業システムのタイプ別林道網整備指針

区 分	大 規 模 専 業 型			小 規 模 兼 業 型		
	フェラーバンチャ型 (車両系)	ハーベスタ型 (車両系)	タワーヤーダ型 (架線系)	小型スキッド型 (車両系)	自走式伐倒集材機型 (車両系)	小型タワーヤーダ型 (架線系)
路網整備基準	①林道密度	25m/ha	30m/ha	25m/ha	50m/ha	50m/ha
	②最大適正集材距離	300m	250m	350m	150m 0	150m
	③幹線路網の配置	中腹	中腹	尾根	中腹	尾根
	④車道幅員	4 m以上	4 m以上	4 m以上	3 m以上	3 m以上
	⑤作業ポイント	600m間隔	500m間隔	50m間隔	300m間隔	30m間隔
適機用するの森の組み合わせ	①傾斜	25°以下	20°以下	25°以上	25°以下	25°以上
	②年間生産量	10,000m³	8,000m³	5,000m³	2,500m³	2,000m³
	③主要な機械の組合せ	伐倒：フェラーバンチャ 集材：スキッド 造材：プロセッサ	伐倒：ハーベスタ 集材：ハーベスタ 造材：フォワーダ	伐倒：チェーンソー 集材：タワーヤーダ 造材：プロセッサ	伐倒：チェーンソー 集材：小型スキッド 造材：簡易プロセッサ	伐倒：自走式伐倒集材機 集材：自走式伐倒集材機 造材：簡易プロセッサ

注：(1) 高性能林業機械作業システムの区分は、「高性能林業機械化促進基本方針」第2の2の区分に準じた。  
 (2) 小規模兼業型の車道幅員のうち、主として高性能林業機械による伐倒・集材作業を目的とする林道の車道幅員は2 m以上とする。

(高性能林業機械作業システムに適した林道網整備指針)

(3) 経営面からみた長伐期施業

① 長伐期施業の収益性

(収益性の計算)

長伐期施業を行ったときに見込まれる収益は、伐採時の材積、丸太価格、搬出経費等諸条件の違いにより林分ごとに大きく異なってくる。

そのため、ここでは実際に得られる収益額を知ることより、伐期の延長に伴う収益性の変化を検討することを主目的とし、(2)の長伐期施業体系と技術で示した地位中位の林分の施業指針とこれに対応した収穫表を用いた平均モデルを想定して、計算を行った。

伐期齢については、50年の短伐期、80年、110年、150年の長伐期として、スギ、ヒノキ、各4例で試算し比較検討した。長伐期とする場合は、施業指針に基づき、1～3回の収入間伐を行っている。

収益計算に使用する木材価格は、短伐期、長伐期とも過去10年間の平均市場価格を使用した。また、大径材の価格は、一般的に高単価で取り引きされるケースが多いことから、県内原木市場での聞き取り調査をもとにして、径級が大きくなるに従って、丸太単価を次第に高く設定した。スギでは、伐期150年で生産される40cm上の材を、50年で生産される22cm材の1.8倍、ヒノキでは、150年で生産される32cm上の材を、60年で生産される22cm材の2.2倍としている。

### 収益計算に使用した丸太単価（22cm以上）

樹種	末口径	材長	予想林齢	丸太単価	価格指数
スギ	22～cm	4m	50年	19,800	100
	24～		60	21,800	110
	26～		70	21,800	110
	30～		80	23,800	120
	36～		110	27,700	140
	40～		150	35,600	180
ヒノキ	22～cm	4m	60年	37,300	100
	24～		70	41,000	110
	26～		80	44,800	120
	30～		110	52,200	140
	32～		150	82,100	220

注：22cmの丸太価格は過去10年間の平均市場価格である。

24cm以上の丸太価格は、原木市場での聞き取り調査をもとにして、径級が大きくなるに従って次第に高く設定した。

次に、材積成長に伴う収益性の変化をみるため、丸太単価を高くせず、24cm上の材をすべて22cmの材と同価格で計算した。この事例は、将来、大径材の流通量が増加し、大径材が高単価で取り引きされないような場合の収益性を検討することにもなる。

なお、丸太の生産費については、林野庁が調査した「素材生産費等調査報告書（平成12年度）」のデータを利用した。造林費については、本県における平均的な金額を用いており、造林補助金等は考慮していない。

また、造林費の前価計算、間伐収入の後価計算に用いる金利と地代については、現在の市中金利が大変小さいこと、今回の検討が収益性の変化をみることを主目的としているため、考慮していない。

#### （伐期の延長に伴う収益性の変化の検討）

伐採総収入から造林費を控除した林業収益を、1年1ha当たりの金額で比較した場合、次のような結果になった。

- ・ スギ、ヒノキとも伐期を延長することにより、収益性が向上するという結果になった。
- ・ 大径材の丸太価格を高くみたとき、伐期150年の1年1ha当たりの収益は、スギ135千円、ヒノキ183千円となり、伐期50年のスギ13千円、ヒノキ58千円に比べて大幅に増加する。

- ・ 次に、予測が難しい大径材の丸太価格を高くせず、24cm上の材をすべて22cmの材と同価格で計算した場合でも、旺盛な材積成長がみられる80年までは収益性が向上し、やや成長が低下し始める110年を超えるような伐期であっても、同程度の収益性を確保できるという結果になった。

以上、一定の状況を想定したモデルでの計算ではあるが、長伐期施業の収益性は短伐期施業を上回るということを十分に予測することができる。

収益性は、投資額と材積成長量と丸太価格の3つの因子で変化するが、長伐期施業は、植栽、下刈り、保育間伐等の施業を長期間に渡って余分に行わないですむため、一定の材積成長量が確保される限り、長伐期施業の方が有利といえる。

さらに、大径材の丸太が高く販売できる場合の収益性は大きく改善されている。このため、適切な枝打ちが行われ、現在の市場において高単価で取り引きされているような良質材を生産しうる林分にあっては、積極的に長伐期施業に誘導することにより、収益性を一層高めることが可能と考えられる。

## 長伐期施業による収益性の変化(1ha当たり)

単位:円

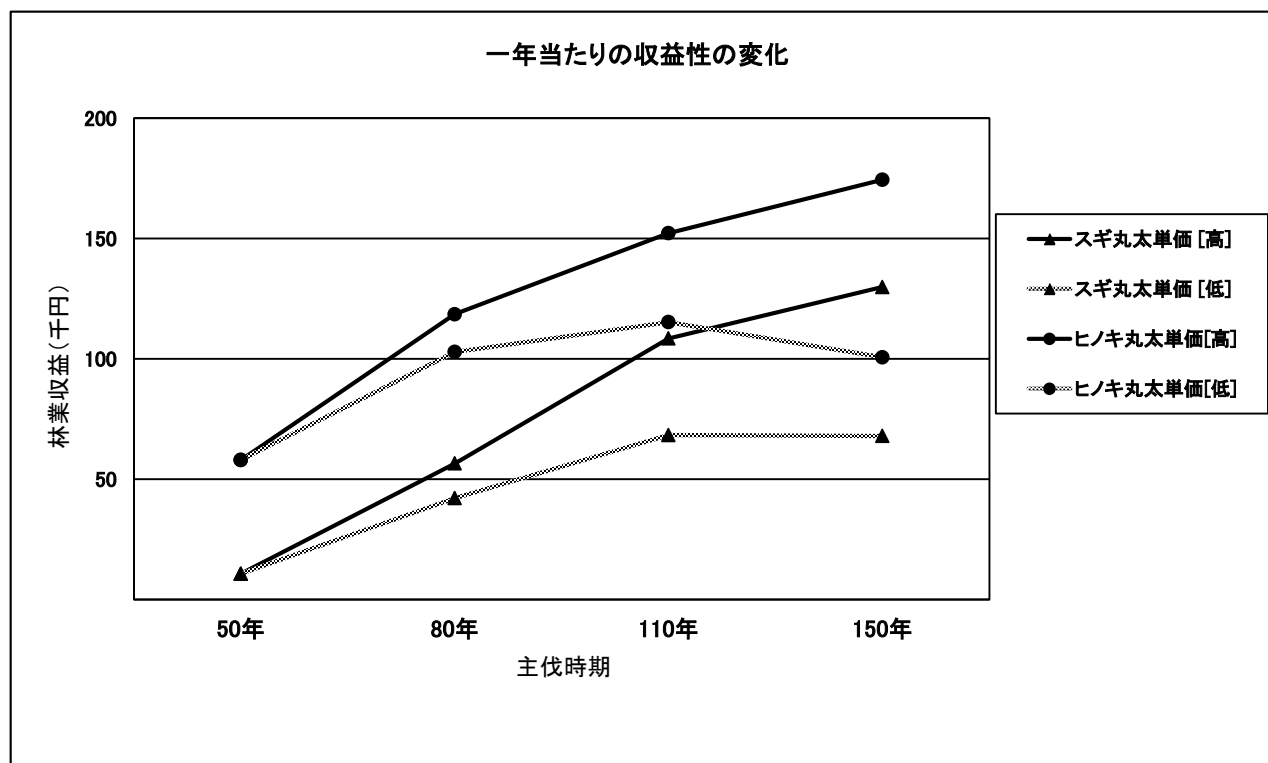
樹種	価格区分	収益区分	50年	80年	110年	150年
スギ	大径材価格を高く設定 (過去10年間の平均価格)	1伐期当たり	532,828	4,520,353	11,924,720	19,471,913
		1年当たり	10,657	56,504	108,407	129,813
	大径材価格を低く設定	1伐期当たり	532,828	3,366,013	7,509,067	10,185,224
		1年当たり	10,657	42,075	68,264	67,901
ヒノキ	大径材価格を高く設定 (過去10年間の平均価格)	1伐期当たり	2,895,277	9,481,037	16,740,894	26,154,936
		1年当たり	57,906	118,513	152,190	174,366
	大径材価格を低く設定	1伐期当たり	2,895,277	8,223,677	12,675,282	15,087,246
		1年当たり	57,906	102,796	115,230	100,582

(注)大径材の価格

高く設定：短伐期、長伐期とも過去10年間の平均市場価格を使用。

大径材の価格は、県内原木市場での聞き取り調査をもとに、径級が大きくなるに従って次第に高く設定した。

低く設定：大径材の丸太単価を高くせず、24cm上の材を全て22cmの材と同価格とした。



## ② 補助・融資制度

森林は木材の供給等の経済的機能のほか、水資源のかん養、国土の保全、生活環境の保全・形成等の公益的機能を有している。

これらの機能は健全な森林の維持造成により高度に発揮されるものであるが、森林の育成整備は、長期継続的投資が必要であること、資本回収期間が長いこと、近年の材価の低迷や林業経営費の増嵩等から収益性が極めて低いことなどから私的動機のみによつて進むと適正な森林の育成整備に支障をきたし、公益的機能の高度発揮に重大な影響を及ぼす恐れがある。

このため、自然的条件に適応し、かつ社会的要請をふまえた適正な森林造成を計画的、効果的に推進するため、経済的な援助を行う補助制度、融資制度等の措置が講じられてきた。造林の採算性が低下している現在、これらの補助制度や融資制度は林業経営上欠かせないものとなっている。

近年の森林資源の成熟や社会的要請の変化に伴い、補助制度の重点が資源造成から公益的機能の重視や資源の循環利用へと変わってきており、平成6年度には長伐期林におけるぬき伐りに、平成13年度には非皆伐の長伐期林へ誘導するためのぬき伐りに対する補助が制度化されている。

また、平成13年に森林の多面的な機能の持続的な発揮を図ることを目的として、林業基本法及び森林法が改正され、森林計画制度の改正が行われた。

これにより、民有林、国有林を通じて、森林は、「水土保持林」、「森林と人との共生林」、「資源の循環利用林」の3つに区分され、それぞれの目的に応じた森林の整備が行われることになっており、造林・林道等の補助事業は、3区分に沿った制度に改められる。

造林補助制度や農林漁業金融公庫資金制度は、補助条件や融資条件において森林施業計画などの諸施策と関連しており、その概要は次のとおりである。

### ア 造林補助制度

造林補助事業における長伐期施業に対する補助制度の概要は以下のとおりである。

事業区分		実質補助率	内 容
水土保持林整備	機能増進保育	県の定める標準単価の36～68%	長伐期施業における適正な密度管理を目的として、31年生以上60年生以下の林分において行うぬき伐り等
	長期育成循環整備	県の定める標準単価の36～68%	長期育成循環施業における適正な密度管理を目的として、46年生以上90年生以下の人工林において行うぬき伐り等、樹下植栽等及び改良
資源循環林整備	機能増進保育	県の定める標準単価の36～68%	長伐期施業における適正な密度管理を目的として、31年生以上60年生以下の林分において行うぬき伐り等
	長期育成循環整備	県の定める標準単価の36～68%	長期育成循環施業における適正な密度管理を目的として、46年生以上90年生以下の人工林において行うぬき伐り等、樹下植栽等及び改良
共生林整備	絆の森整備事業	県の定める標準単価の70%	森林整備（林齢等の制限はない）

- 注 1. 補助率や内容が変わる場合がある。  
 2. 実施面積などの補助事業採択要件により採択されない場合がある。  
 3. 事業主体は施業計画作成主体、市町村と協定を締結した森林所有者、森林組合など。

## イ 融資制度

農林漁業金融公庫資金制度の概要は以下のとおりである。

資金名	資金の使い道	貸付利率	貸付限度額	償還期間(うち据置期間)
林業基盤 整備資金 (造林資 金)	間伐、枝打等の育林	補助事業	借入者の負担する 額の80%に相当す る額、ただし、森 林計画90%	補助事業
	ア 補助事業 補助事業で対象として いる林齢以下	1.80~1.95 非補助事業		30(20)~50(35)
	イ 非補助事業 林齢60年以下 (特定森 林施業計画に基づいて行 うもの)	1.80		非補助事業 35(20)~55(35)

- 注 1. 特定森林施業計画制度は平成14年度から新規の認定はなくなる。  
 2. 貸付利率は平成14年2月8日現在のもの。  
 3. 平成14年4月以降内容が変わる場合がある。

## (4) 森林の保護管理技術

樹木には病・虫・獣害等様々な被害が発生するが、樹木の生育段階やその森林の取り扱われ方により、発生する被害の種類や程度は異なってくる。

一方、森林は、主に林業経営や環境保全の観点から、長伐期施業に移行しつつあるが、長伐期施業に向けた森林の保護管理技術の集積は、未踏の分野であり、充分とはいえない。ここでは、長伐期施業を目指すうえで、現時点の知見から考えられる森林の保護管理対策について記述する。あらゆる被害について共通していえることであるが、長伐期施業における森林の保護管理の基本は、被害木の早期発見と早期除去である。

### ① 病害

スギ・ヒノキの主な病害については、葉枯病、葉ふるい病、こぶ病、漏脂病、枝枯病、胴枯病、溝腐病等がこれまでに知られている。これら病害については、外見から被害が容易に確認できるため、除伐、間伐等による早期防除が可能である。

しかし近年、伐期の長期化に伴い、スギ・ヒノキ人工林で根株や心材を腐朽させる材質劣化病害が多数報告され、長伐期施業化を阻害する大きな要因となっている。

この病害は、根株腐朽病、根株心腐病等と呼ばれ、木材腐朽菌の多くは担子菌類で、特に硬質菌類と呼ばれるグループに属する菌類が関与し、根の傷害部等から侵入して根株、心材を腐朽させることが知られているが、外見から病気の進行を確認することは困難で、伐採して初めて被害に気づくケースが多い。

一般的にこの病害は、斜面下部の平坦な凹地で黒ボク土壌等に激害が発生し、土壌中の不透水層に接してできる太根の枯死等が侵入門戸となり、伐期の長期化に伴



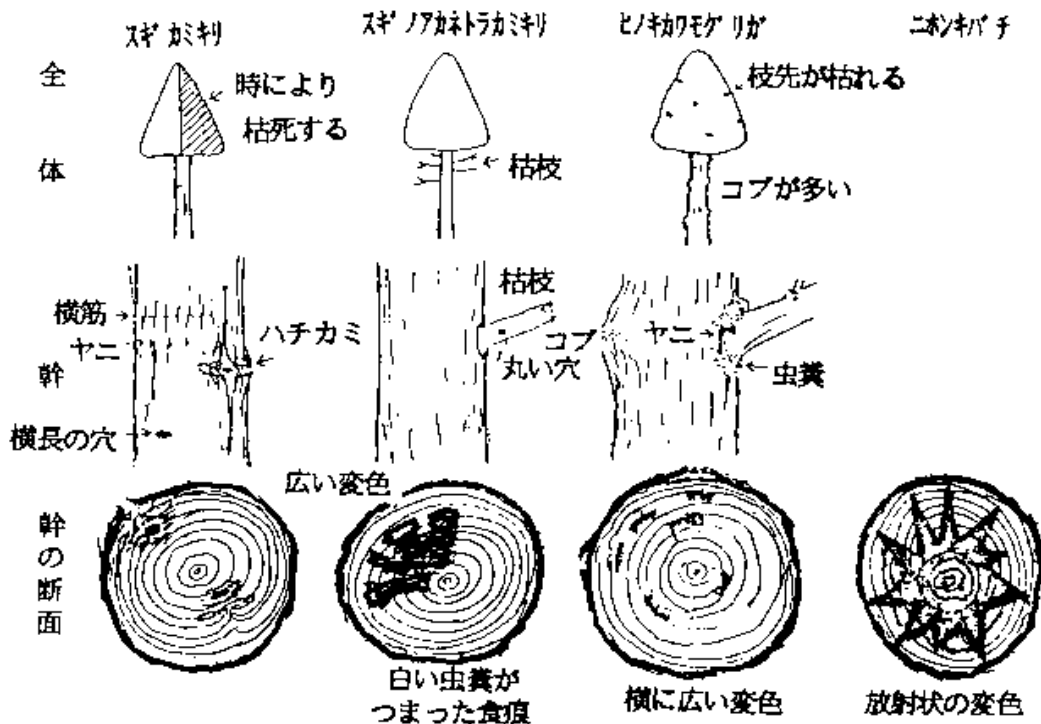
い被害率は上昇し、被害程度は進行すると考えられている。このため、長伐期施業の導入に当たっては、これら病害の発生特性を十分考慮に入れた林分の選定が重要である。また、間伐・択伐時には、伐栽木口面から被害の発生を慎重に監視し、被害の侵入が認められた場合には、腐朽伐根が健全木への感染源となり被害が拡大するため、長伐期施業の継続を断念する必要があると考えられる。

野外現場で、樹木を伐採等することなく、樹木内部の腐朽状況を非破壊的に診断できる各種装置の開発が試みられているが、現在のところ実用レベルには至っていない。

## ② 虫害

スギ・ヒノキの主な材質劣化（穿孔性）害虫については、スギカミキリ、ヒノキカワモグリガ、スギノアカネトラカミキリ、コウモリガ、ニホンキバチ等が知られている。

主な材質劣化害虫の被害を見分けるポイント（榎原 1996）



中でも、スギカミキリによる被害は古くから「ハチカミ」と呼ばれ、スギやヒノキの材質劣化害虫のなかで最も恐ろしい害虫であり、最も一般的に見られる被害でもあり、近年、県内各地のヒノキ造林地に枯損被害が発生している。スギカミキリの被害は、ヒノキよりスギで被害が激しく、標高の低い里山や水田跡の造林地に多く、壮齢（10～20年生）な樹皮の粗い木の胸高部位付近に多く、高齢化に伴い樹幹上部へ被害が広がることが知られている。一度食害を受けると、巻き込み後も食害痕と変色腐朽は材内に存在し消えることはなく、材価は著しく低下する。

スギカミキリ防除の基本は、適地適木植栽はもとより、早期発見、早期駆除が第一で、被害が認められた場合には、林外への被害木搬出やMEP剤等の薬剤による

防除が有効である。また、スギカミキリの林内への侵入を監視するため、林縁部に樹幹バンドを巻いてモニタリング調査を実施したり、智頭林業で古くから行われている「粗皮はぎ」はスギカミキリの産卵を防ぐ最も有効な手段の一つである。

その他、スギノアカネトラカミキリは、枯れ枝から樹幹に穿孔（侵入）する特性を持つため、枯れ枝を発生させない適切な枝打ちの実施が不可欠となる。



### ③ 獣害

スギ・ヒノキの主な獣害については、野ネズミ、野ウサギ、シカ等の被害が知られている。

近年、全国では、幼齢林分の減少により、野ウサギ、野ネズミの被害が減少し、シカ（ホンシュウジカ）の被害が徐々に増加して、1989年からは第一位となっている。

シカによる被害は、幼齢木時の枝葉摂食の他、壮齢木時以降の樹皮摂食と角こすりによる剥皮が認められ、傷痕と変色腐朽が生じるほか、被害の激しい場合には枯損する場合もある。

防除策としては、植栽時に単木ごとのシェルター設置や物理的にシカの侵入を防ぐ防護柵・防護ネットの設置が有効であるが多額の費用がかかるため、現在では樹幹への針金、荒縄、枝の巻き付けが考案され効果を上げている。

今後、ハンターの減少に伴う獣類捕獲数の減少により、シカ被害等の動向に注意する必要がある。

### ④ 気象害

森林に被害を与える気象災害については、風害、冠雪害、寒害、干害等が知られている。

この森林を破壊する自然要因の中で、日本で最も大きなものは台風であり、大型台風の上陸の度に激甚被害の発生が報告されている。強風に対しては、100年、150年と長い年月をかける長伐期施業は不利であり、導入に当たっては耐風性を高めるための適切な間伐を実行することが不可欠であり、風衝地をさけるなどの配慮も必要となる。

このほか、冠雪害や凍害へのリスクも高まるため、多雪地や寒冷地での長伐期施業の推進は避けるべきと考えられる。

## 4 大径材の流通販売

### (1) 大径材の流通・販売

#### ① 大径材の取引状況

大径材は生産地が限られ、供給量が少なく、それだけで高価なものと位置づけられてきた。県内の原木市場は12市場あり、年間約35万㎡の国産材が取り引きされているが、大径材（林齢80年生以上、末口径30cm以上）の占める割合は、市場によって差はあるものの、取扱量の数%から20%程度となっている。

原木市場での聞き取り調査によると、大径材は、約70%が県内から出荷されている。県外は、隣接県（兵庫県、鳥取県、広島県）が主であるが、スギについては、徳島県、高知県からの出荷もある。

高級材あるいは銘木になると資源的には限られており、国有林、社寺有林である場合が多い。また、天然記念物の指定など伐採が制限がされているケースもあるため、枯損木でも生じない限り市場には出ない状況にある。

買い方については、県内よりも県外の業者によって価格が形成されており、四国地方、近畿地方、東海地方など各地から引き合いがある。

#### ② 大径材の取引価格と採材

大径材の取引価格を、県内の原木市場で聞き取り調査したところ次のような結果であった。

採材については、4mでの採材が通常ではあるが、胸高直径が40cmを超えるような木にあっては、木の状態に応じて多種多様な用途に加工しやすい6m、8mといった長尺材の方が取引価格が高くなる傾向にある。

大径材等（22cm以上）の取引価格（平成14年2月現在）

スギ			ヒノキ		
末口径	材長	単価（千円）	末口径	材長	単価（千円）
22～ cm	4 m	$\frac{13}{12\sim 15}$	22～ cm	4 m	$\frac{22}{22\sim 23}$
24～ cm	4 m	$\frac{14}{12\sim 17}$	24～ cm	4 m	$\frac{24}{23\sim 25}$
26～ cm	4 m	$\frac{15}{13\sim 17}$	26～ cm	4 m	$\frac{27}{23\sim 30}$
30～ cm	4 m	$\frac{16}{13\sim 19}$	30～ cm	4 m	$\frac{31}{25\sim 35}$
36～ cm	4 m	$\frac{18}{13\sim 23}$	32～ cm	4 m	$\frac{48}{40\sim 55}$
40～ cm	4 m	$\frac{24}{20\sim 33}$			

(注) 欠点のない2番玉の中値



## (2) スギ・ヒノキの高齢大径材の特性と利用方法

### ① 大径材の特性

木材の性質は樹幹径の大小よりも、その個体が持つ遺伝的要因や生育環境によるところが大きい。ただ、大径材は年輪を重ねることにより性質の安定した成熟材部が多くなり、小・中径材に比べて均質な材料が得られる。また、大径材ほど耐久性・化粧性に優れる心材部の量が多くなる。大径材にはこれら双方の性質を備えた材料を効率よく採材できる利点がある。

#### 【成熟材】

樹幹の形成層の始原細胞には成熟現象があり、著しく成長しつつある未成熟期の始原細胞から形成されて樹幹の内心部に存在する木部を未成熟材とし、それから外方であって成熟期の始原細胞から形成された木部を成熟材と定義している。

未成熟材部では、髄から外方へ向かって構造要素や構成成分などの量と質が規則的に変動して、図4-1に示すように、木材の諸性質の変動が大きく、材質が不安定である。未成熟材の外方にある成熟材部では、構造要素や構成成分などの量も質もほぼ安定して、材質もその幹に固有の安定したものとなる。

樹幹内における未成熟材の範囲は、樹種によってやや異なるが、樹幹のどの断面をとっても、髄から5～20年輪目ぐらいとされている。国内の研究成果によると、針葉樹で10～15年輪目、広葉樹で10～20年輪目となっている。

#### 【木材の耐久性】

木材の耐久性には、材の組織構造、比重、硬さなどの物理的性質、およびその材に含まれる抽出成分（化学成分）などが関与しているが、最も重要な因子は抽出成分である。一般に同一の個体内では、心材の方が辺材に比較して抽出成分を多量に含むため耐久性が大きい。現在、木材の耐久性の目安として利用されている指標に「土壌に設置した場合の耐用年数」があるが、スギの耐用年数は心材が6.0年、辺材が4.5年、ヒノキでは心材が7.0年、辺材が5.0年となっている。

## ② これまでの用途

大径材のこれまでの用途は極めて限定されている。建築の分野では役物割柱、高級造作材、天井用薄板、造作用化粧単板、神社仏閣用建築材などに利用されている。図4-2にスギの大径材（尺上丸太）からの役物割柱および高級造作材の木取り例を示す。その他の分野では建具材、酒樽・酒桶材（スギ）などがあり、最近では、飲食店等のカウンターなどの用途もある。過去には、造船用材、橋梁用材、車輛用材もあった。

## （3）今後の課題

### ① 利用方法

大径材の利用方法は、供給量の多少は勿論、時代とともに様変わりしていく生活様式や建築様式に左右されるものと考えられる。これまでの高級造作材などへの需要は今後も幾らかは残るであろう。

しかし、大径材の安定した流通体制を確立・維持するためには、木材工業の中での安定した消費が必要である。しかも、外国産材との競合を考慮すると、低コストで効率的な加工法や製品化が実現されなければならない。すなわち、製材工程で極度の省力化・無人化を徹底できる製品や短時間で効率的に乾燥できる断面の小さい材料・製品を検討しなければならない。さらに、生産の安定を維持するためには県外・国外への市場開拓が必須条件となる。

現在、確立された生産技術とグローバルな市場性を兼ね備えた木質材料には集成材、単板積層材、合板などがある。また、高級観にとらわれない造作用板類は私たちの生活の場でいつの時代にも利用できる重宝な製材品である。

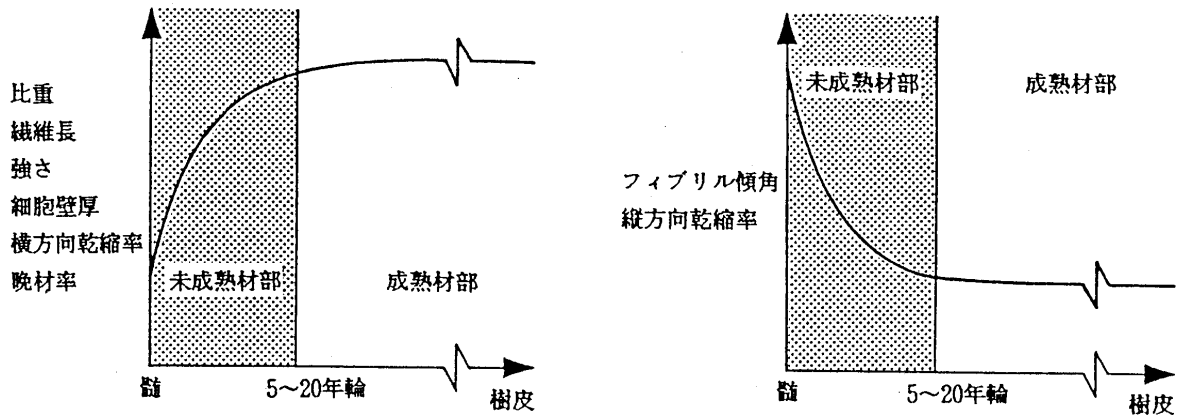
他方、これまで広葉樹材で占められていた家具の分野への進出も考えられる。

### ② 販売拡大に向けた取り組み

大径材の販売を拡大するためには、生産量の増大はもちろんのこと、安定的な量を、安定した価格で供給できる流通体制の整備が必要である。また、材料としての位置づけを高級材・銘木に留めることなく、他の木質材料と競合できる一般的な利用場面へ拡大するための工夫が必要となる。

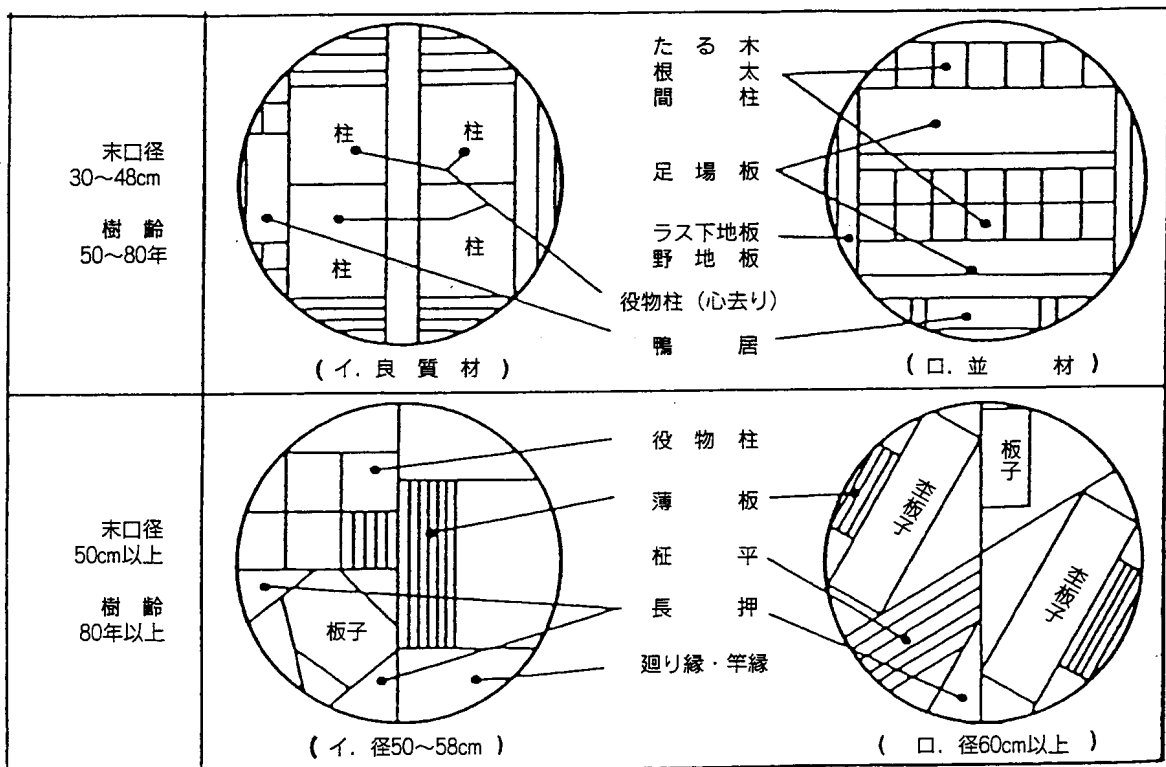
さらに、一般県民に対して、学校教育や生涯教育等の場を通じて、木材という生活材料に親しむ機会を提供し、日常生活の中で木材が発揮する効能やそのための正しい取り扱い方法について啓発し続ける必要がある。

図4-1 針葉樹材の未成熟材部から成熟材部への移行に伴う性質の変化



(Bendtsen, B. A. 1978)

図4-2 スギ大径材（尺上丸太）の木取り例



(西村 1984)

## 5 長伐期施業の取組事例

### (1) 県内の長伐期施業の事例

#### ① 非皆伐施業による優良大径材の生産（勝田郡勝田町右手 小椋 哉氏）

##### ア 所有山林の状況

小椋氏の所有山林は64h aで、そのうちスギ・ヒノキの人工林が76%の48h aを占めており、スギ、ヒノキの割合は6：4の比率となっている。

また、スギでは標準伐期齢以上の林分が70%、81年生以上が28%を占めている。ヒノキでは標準伐期齢以上の林分が13%、81年生以上が5%で、スギに比較して高齢林は少ない。

##### 所有山林の林齢別、樹種別面積

(単位：h a)

林 齢	スギ	ヒノキ	小 計	林齢別割合	その他	計
15年生以下		0.23	0.23	0.5	0.15	0.38
21～25年生	0.25	1.65	1.90	4.0		1.90
26～30年生	0.92	0.45	1.37	2.9		1.37
31～35年生	5.55	5.81	11.36	23.7		11.36
36～40年生	2.11	1.72	3.83	8.0	0.60	4.43
41～45年生	6.71	6.39	13.10	27.4		13.10
46～80年生	5.54	1.51	7.05	14.7	12.82	19.87
81年生以上	8.02	1.00	9.02	18.8	2.34	11.36
計	29.10	18.76	47.86	100.0	15.91	63.37

##### イ 施業方法

植栽本数は複層林2,500本/h a、拡大造林3,300本/h aで、樹種は沖の山系のスギとヒノキが植栽されている。下刈りは年1回刈りで6～7年生まで行い、この時点で特に生育の悪いものは淘汰している。

除伐は10年生前後に生育状況を見ながら行い、間伐は下刈りもしくは除伐の時点で不良木の処理が終了していることから、最近まで特に行っていなかった。

枝打ちは12年生ごろから始め、25年生までに3回行い、枝下7mまで打ち、25年生以降は大径材として残すものと、それ以外に区別し、大径材用については40年生までに12～14mまで打ち上げている。器具はナタを主体とし、自動枝打ち機も併用している。

主伐は30年生から100年生にかけて随時行うが、業者からの注文を受けたものを主伐・択伐形式で伐採しており、基本的には皆伐を行わず、非皆伐による長伐期優良大径材生産を目指した経営方針を基本として、紅梁材の単木売りを主体とした独自の経営を行ってきたのが特徴である。

また、伐採した後には必ず樹下植栽を行っ



代表的な複層林の林分

てきたことや、枝打ちを熱心に行ってきたことから、50年生以上の林分は理想的な複層林の形態をなしている。

ウ 最近10カ年の施業歴

- ・平成3年度 除間伐 0.15 h a、枝打ち 0.15 h a、樹下植栽 0.11 h a
- ・平成4年度 下刈り 0.55 h a
- ・平成5年度 枝打ち 0.85 h a、樹下植栽 0.20 h a
- ・平成6年度 下刈り 0.68 h a
- ・平成7年度 下刈り 0.40 h a
- ・平成8年度 下刈り 0.20 h a
- ・平成9年度 除間伐 0.60 h a、枝打ち 0.40 h a
- ・平成10年度 下刈り 0.20 h a
- ・平成11年度 下刈り 0.37 h a、樹下植栽 0.10 h a
- ・平成12年度 除間伐 0.62 h a、下刈り 0.47 h a

② 富原林業と稲荷平の桧山（真庭郡勝山町富原 戸田顯治氏）

ア 所有山林の状況

戸田氏の所有山林は21 h aで、そのうちスギ・ヒノキの人工林が98%とほとんどを占めており、スギ、ヒノキの割合は4：6の比率となっている。

また、スギでは標準伐期齢以上の林分が57%、81年生以上が12%を占めている。ヒノキでは標準伐期齢以上の林分が65%、81年生以上が15%で、ヒノキの高齢林を多く所有している。

所有山林の林齢別、樹種別面積 (単位：h a)

林 齢	スギ	ヒノキ	小 計	林齢別割合	その他	計
16～20年生	0.01	0.32	0.33	1.6		0.33
26～30年生	2.46		2.46	11.9	0.05	2.51
31～35年生		2.01	2.01	9.7		2.01
36～40年生	0.86	1.67	2.53	12.3		2.53
41～45年生	0.14	0.50	0.64	3.1	0.16	0.80
46～80年生	3.35	6.38	9.73	47.2	0.21	9.94
81年生以上	0.94	1.98	2.92	14.2		2.92
計	7.76	12.86	20.62	100.0	0.42	21.04

イ 施業方法

戸田氏の住まいがある富原地区は、明治20年ごろから人工造林が行われるようになり、当時の林業先進地である吉野林業をモデルとして吉野系のスギやヒノキの造林が進められた。

しかし、第2次世界大戦中に便利の良い場所にある壮齢林の大半は供木として伐採されてしまい、現在、点的に往時の林分が残っているに過ぎない。

富原林業の施業方法は、植栽本数は当初は吉野地方に習い5,000本/h a以上



植えていたが、その後は3,300本/h aが一般的となっている。下刈りは年1回刈りで7～8年生まで行い、枝打ちは7～8年生で1回、20年生前後で1～2回行われていた。間伐は主として保育間伐で20年生前後に1回行われていた。主伐は50年生伐期で行われ、戦後になってスギ35～40年生、ヒノキ40～45年生で行われていたが、現在は長伐期化の傾向になっている。

戸田氏所有の「稲荷平の桧山」は、富原林業の創始期のヒノキ植林地（1.05ha）で、大正期にはすでに当林業地の見本林となっており、現在の樹齢は108年である。施業歴としては、大正5年に下刈りと枝打ちを行い、本格的には昭和10年に鳥取県の枝打業者に行わせ、その後、昭和40～41年にも当地の枝打業者に枯れ枝をおろした記録が残されている。間伐は、大正8年から



戸田邸裏の「稲荷平の桧山」

昭和63年の間に5回、各々間伐率約20%で行われた。現在の林分の状況は、成立本数 331本/h a、平均樹高 31.6m、平均胸高直径 44.6cmとなっている。

#### ウ 最近10カ年の施業歴

平成6年度 抜き切り 0.78ha（ヒノキ102年生）、間伐 1.72ha

平成7年度 間伐 1.37ha

平成10年度 間伐 0.95ha

※ 「稲荷平の桧山」については、最近の施業歴はない。

## (2) 公有林等における取組状況

### ① 市町村有林の取り組み

近年、住民の森林に対する環境保全への関心や期待が大きくなり、市町村有林等を活用し森林・林業への理解を高めるため、森づくりに関する条例を制定するなどして、森林の保護保全や森林空間利用への取り組みがなされている。

[条例制定状況]

加茂川町『久遠の森』 加茂川町久遠の森条例（平成9年12月制定）

目的；加茂川町が永久に緑豊かな町であることを願い、町内に長期間保存する森林の区域を定め、これを管理育成し、後世に継承することによって豊かな森林づくり及び緑の大切さを提唱する。

新見市『千年樹の森』 新見市千年樹の森条例（平成8年3月制定）

目的；永遠に緑豊かな市であることを願い、自然と人間とのかかわりを大切にし、森林に対する理解と自然を愛する心を養うため、市有林に不伐の森として「千年樹の森」を定め、これを保護育成し、後世に継承することによって豊かな森林づくりと緑の大切さを提唱する。

加茂町『22世紀の森』 22世紀の森設定条例（平成2年9月制定）

目的；加茂町は林業の里である。町有林20ヘクタールを22世紀の森と定め、町民の基本財産及び林業学習林とし、この森を保護、育成しながら緑の大切さを提唱する。

東粟倉村『愛の森』 東粟倉村「愛の森」設定条例（平成7年6月制定）

目的；後山・日名倉山系は、国定公園内にあり、岡山県の「美しい森づくり」事業の指定を受けたのを契機に村有林112.8ヘクタールを不伐の森とし、「愛の森」と定め、万民の財産として保育管理し、森林に対する理解と自然を愛する心を育成する。

## ② 林業公社の取り組み

林業公社の保有・管理している森林は25,286ヘクタールにのぼり、伐期を45年とする計画で、平成21年から主伐が開始されることとなっている。

これにより毎年数百ヘクタールの伐採が行われ、ピーク時には1千ヘクタールを超えるため、市場に及ぼす影響も大きく、木材需給の観点から伐期を調整して伐採量の平準化を図る必要がある。

このため、分収造林契約期間の制限はあるものの、長伐期化を図ることが適当と認められる森林については、土地所有者の理解を得たものから、特定森林施業計画を策定し、長伐期施業への取り組みを開始している。

特定森林施業計画策定面積；13,423ヘクタール（平成13年12月現在）

今後の方針；継続して長伐期施業計画対象面積を拡大することとしている。

## 6 林分収穫予想表の作成

スギについては、「北近畿・中国地方スギ林分密度管理図」の(1)～(5)式を用いた(林野 1980)。まず、今回得られたミッチャーリッヒ式、変形ゴンベルツ式より、10～150年まで各5年ごとの上層樹高(主林木)、立木本数(主副林木)の値をそれぞれ求め、これを上記の(1)～(5)式に入力し、主副林木合わせた全材積、胸高断面積、平均胸高直径を求めた。

主林木の立木本数は5年経過すると、主林木だけでなく、副林木も生じる。その際、副林木はすべて間伐対象とすることとした。主林木の上層樹高、主林木立木本数の値を再度(1)式、(2)～(5)式に入力し、それぞれ主林木材積、主林木平均胸高直径を求めた。以上の手順により、林齢10～150年まで5年間隔のスギ林分収穫予想表を作成した(表6-1～3)。

ヒノキについては、「北近畿・中国地方ヒノキ林分密度管理図」の(6)～(10)式を用いた(林野 1983)。スギと同様の手順に従って、林齢10～150年まで5年間隔の林分収穫予想表を作成した(表6-4～6)。

なお、ここで作成した林分収穫予想表は、スギ、ヒノキとも地位別(地位 上、地位 中、地位 下)、立木密度別(階級1～3)の各9種類である。

今回、スギ、ヒノキともに林齢が100年以上の事例が少なく、かつ高齢時の成長量については、収穫表と現実の林分との間での乖離が非常に大きくなっている(龍原 1999)とする報告や関西地方において高齢級のスギ人工林でも旺盛な成長を持続していた(細田 1995)とする報告から、今後、さらに高齢林のデータを蓄積するとともに、同一林分について長期間継続して調査し、林分収穫予想表の修正を行う必要がある。

### スギ林分

$$V = (0.061977H^{-1.351766} + 4725.2H^{-2.823636}/N)^{-1} \quad (1)$$

$$HF = 1.23249 + 0.35958H + 0.14730N^{0.5} \cdot H / 100 \quad (2)$$

$$G = V / HF \quad (3)$$

$$dg = 200(G/(\pi \cdot N))^{0.5} \quad (4)$$

$$d = -0.32087 + 0.98240dg - 0.04745N^{0.5} \cdot H / 100 \quad (5)$$

### ヒノキ林分

$$V = (0.0390819H^{-1.147348} + 8524.5H^{-3.102942}/N)^{-1} \quad (6)$$

$$HF = -0.089118 + 0.463318H + 0.178773N^{0.5} \cdot H / 100 \quad (7)$$

$$G = V / HF \quad (8)$$

$$dg = 200(G/(\pi \cdot N))^{0.5} \quad (9)$$

$$d = -0.029001 + 0.991780dg - 0.036553N^{0.5} \cdot H / 100 \quad (10)$$

ただし V : ha当たり材積

H : 上層樹高

N : ha当たりの立木密度

HF : 林分形状高

G : ha当たり胸高断面積

dg : 断面積平均直径

d : 平均胸高直径













表6-6 ヒノキ林分収穫予想表(地位 下)

立木密度	林齢(年)	主 林 木				副 林 木				主 副 林 木 計				
		樹高直(m)	平均胸高直径(cm)	本数(本)	材積(m3)	本数(本)	材積(m3)	平均胸高直径(cm)	本数(本)	胸高断面積(m²)	材積(m3)	連年成長量(m3)	平均成長量(m3)	総成長量(m3)
階級1	10	4.3	6.6	3495	29.2	132	0.9	6.5	3627	12.8	30.1		3.0	30.1
	15	5.8	8.4	3276	61.2	218	2.7	8.3	3495	19.9	63.9	6.9	4.3	64.8
	20	7.2	10.0	2999	98.2	278	5.3	9.8	3276	25.9	103.5	8.5	5.4	107.0
	25	8.6	11.4	2700	136.0	299	7.9	11.1	2999	30.5	143.9	9.1	6.1	152.7
	30	9.8	12.8	2411	172.7	289	10.0	12.3	2700	34.0	182.7	9.3	6.6	199.4
	35	11.0	14.1	2150	207.4	261	11.4	13.6	2411	36.6	218.9	9.2	7.0	245.5
	40	12.1	15.3	1924	240.0	226	12.3	14.8	2150	38.7	252.3	9.0	7.3	290.4
	45	13.1	16.5	1733	270.7	191	12.6	16.0	1924	40.3	283.3	8.7	7.4	333.7
	50	14.1	17.6	1575	299.6	158	12.5	17.1	1733	41.6	312.1	8.3	7.5	375.1
	55	15.0	18.7	1445	327.0	130	12.1	18.2	1575	42.7	339.1	7.9	7.5	414.6
	60	15.9	19.7	1338	353.2	107	11.4	19.2	1445	43.7	364.6	7.5	7.5	452.2
	65	16.7	20.6	1250	378.3	88	10.6	20.2	1338	44.5	388.9	7.1	7.5	487.9
	70	17.4	21.5	1177	402.4	72	9.7	21.1	1250	45.3	412.2	6.8	7.5	521.8
	75	18.2	22.3	1118	425.6	60	8.9	21.9	1177	46.0	434.5	6.4	7.4	553.8
	80	18.8	23.0	1068	448.0	49	8.0	22.6	1118	46.7	456.0	6.1	7.3	584.2
	85	19.4	23.6	1027	469.5	41	7.2	23.3	1068	47.4	476.7	5.7	7.2	612.9
	90	20.0	24.2	992	490.2	35	6.4	23.9	1027	48.0	496.6	5.4	7.1	640.0
	95	20.6	24.8	963	510.1	29	5.7	24.5	992	48.6	515.9	5.1	7.0	665.7
	100	21.1	25.3	939	529.2	25	5.1	25.0	963	49.2	534.3	4.8	6.9	689.9
	105	21.6	25.7	918	547.5	21	4.6	25.5	939	49.8	552.1	4.6	6.8	712.8
110	22.0	26.1	900	565.0	18	4.1	25.9	918	50.3	569.1	4.3	6.7	734.3	
115	22.5	26.5	884	581.7	15	3.6	26.3	900	50.8	585.3	4.1	6.6	754.7	
120	22.9	26.8	871	597.7	13	3.2	26.7	884	51.3	600.9	3.8	6.4	773.8	
125	23.2	27.1	859	612.8	12	2.9	27.0	871	51.8	615.7	3.6	6.3	791.9	
130	23.6	27.4	849	627.3	10	2.6	27.3	859	52.2	629.9	3.4	6.2	808.9	
135	23.9	27.7	840	641.0	9	2.3	27.6	849	52.6	643.3	3.2	6.1	825.0	
140	24.2	27.9	832	654.0	8	2.1	27.8	840	53.0	656.1	3.0	6.0	840.1	
145	24.5	28.1	825	666.4	7	1.9	28.0	832	53.3	668.2	2.8	5.9	853.4	
150	24.8	28.3	825	679.7			28.3	825	53.7	679.7	2.7	5.8	867.7	
階級2	10	4.3	6.6	3252	27.6	132	0.9	6.6	3384	12.2	28.5		2.8	28.5
	15	5.8	8.6	3033	58.0	218	2.9	8.4	3252	19.1	60.9	6.7	4.1	61.8
	20	7.2	10.2	2756	93.2	278	5.6	10.0	3033	24.9	98.8	8.2	5.1	102.6
	25	8.6	11.7	2457	129.0	299	8.5	11.4	2756	29.4	137.5	8.9	5.9	146.9
	30	9.8	13.2	2168	163.4	289	11.0	12.7	2457	32.7	174.4	9.1	6.4	192.3
	35	11.0	14.6	1907	195.4	261	12.9	14.0	2168	35.2	208.3	9.0	6.8	237.1
	40	12.1	16.0	1681	225.0	226	14.1	15.4	1907	37.0	239.0	8.7	7.0	280.8
	45	13.1	17.3	1490	252.2	191	14.7	16.7	1681	38.3	266.9	8.4	7.2	322.8
	50	14.1	18.6	1332	277.4	158	14.9	18.0	1490	39.4	292.3	8.0	7.3	362.9
	55	15.0	19.8	1202	300.9	130	14.7	19.2	1332	40.2	315.6	7.6	7.3	401.1
	60	15.9	21.0	1095	323.0	107	14.2	20.4	1202	40.8	337.1	7.2	7.3	437.3
	65	16.7	22.1	1007	343.9	88	13.4	21.5	1095	41.4	357.3	6.9	7.3	471.6
	70	17.4	23.1	934	363.8	72	12.6	22.6	1007	41.9	376.4	6.5	7.2	504.1
	75	18.2	24.1	875	382.8	60	11.7	23.6	934	42.3	394.5	6.1	7.1	534.8
	80	18.8	25.0	825	401.2	49	10.7	24.5	875	42.8	411.9	5.8	7.0	563.8
	85	19.4	25.8	784	418.8	41	9.8	25.4	825	43.2	428.6	5.5	7.0	591.3
	90	20.0	26.5	749	435.8	35	8.9	26.2	784	43.6	444.7	5.2	6.9	617.2
	95	20.6	27.2	720	452.2	29	8.1	26.9	749	44.0	460.3	4.9	6.8	641.6
	100	21.1	27.9	696	468.0	25	7.3	27.6	720	44.4	475.3	4.6	6.6	664.7
	105	21.6	28.4	675	483.2	21	6.6	28.2	696	44.8	489.8	4.4	6.5	686.5
110	22.0	29.0	657	497.9	18	5.9	28.7	675	45.2	503.8	4.1	6.4	707.0	
115	22.5	29.5	641	511.9	15	5.3	29.3	657	45.6	517.2	3.9	6.3	726.4	
120	22.9	29.9	628	525.4	13	4.8	29.7	641	46.0	530.2	3.7	6.2	744.6	
125	23.2	30.3	616	538.3	12	4.3	30.2	628	46.3	542.6	3.4	6.1	761.9	
130	23.6	30.7	606	550.6	10	3.9	30.6	616	46.7	554.5	3.2	6.0	778.1	
135	23.9	31.1	597	562.4	9	3.5	30.9	606	47.0	565.9	3.1	5.9	793.4	
140	24.2	31.4	589	573.6	8	3.2	31.3	597	47.3	576.8	2.9	5.8	807.8	
145	24.5	31.7	582	584.3	7	2.9	31.6	589	47.6	587.2	2.7	5.7	820.5	
150	24.8	31.9	582	597.0			31.9	582	47.9	597.0	2.6	5.6	834.1	
階級3	10	4.3	6.7	3009	25.9	132	0.9	6.7	3141	11.6	26.8		2.7	26.8
	15	5.8	8.7	2790	54.7	218	3.0	8.6	3009	18.2	57.7	6.4	3.9	58.6
	20	7.2	10.4	2513	87.9	278	6.0	10.2	2790	23.8	93.9	7.8	4.9	97.8
	25	8.6	12.0	2214	121.4	299	9.3	11.7	2513	28.1	130.7	8.6	5.6	140.6
	30	9.8	13.6	1925	153.0	289	12.2	13.1	2214	31.2	165.2	8.8	6.1	184.4
	35	11.0	15.2	1664	181.8	261	14.6	14.5	1925	33.4	196.4	8.7	6.5	227.7
	40	12.1	16.7	1438	207.5	226	16.3	16.0	1664	35.0	223.8	8.4	6.7	269.8
	45	13.1	18.2	1247	230.3	191	17.5	17.5	1438	35.9	247.8	8.1	6.9	310.0
	50	14.1	19.7	1089	250.6	158	18.1	19.0	1247	36.6	268.6	7.7	7.0	348.3
	55	15.0	21.1	959	268.5	130	18.3	20.4	1089	36.9	286.8	7.2	7.0	384.6
	60	15.9	22.5	852	284.7	107	18.1	21.8	959	37.1	302.7	6.8	7.0	418.8
	65	16.7	23.9	764	299.3	88	17.6	23.2	852	37.2	316.8	6.4	6.9	450.9
	70	17.4	25.1	691	312.6	72	16.9	24.5	764	37.2	329.5	6.0	6.9	481.2
	75	18.2	26.4	632	325.0	60	16.0	25.7	691	37.2	341.0	5.7	6.8	509.5
	80	18.8	27.5	582	336.6	49	15.1	26.9	632	37.1	351.7	5.3	6.7	536.2
	85	19.4	28.6	541	347.6	41	14.1	28.0	582	37.1	361.6	5.0	6.6	561.2
	90	20.0	29.6	506	358.0	35	13.1	29.1	541	37.0	371.0	4.7	6.5	584.7
	95	20.6	30.5	477	367.9	29	12.1	30.0	506	37.0	380.0	4.4	6.4	606.7
	100	21.1	31.4	453	377.5	25	11.1	31.0	477	37.0	388.6	4.1	6.3	627.4
	105	21.6	32.2	432	386.7	21	10.2	31.8	453	37.0	396.9	3.9	6.2	646.8
110	22.0	32.9	414	395.6	18	9.4	32.6	432	37.0	405.0	3.7	6.0	665.1	
115	22.5	33.6	398	404.2	15	8.6	33.3	414	37.1	412.8	3.4	5.9	682.3	
120	22.9	34.3	385	412.5	13	7.9	34.0	398	37.2	420.3	3.2	5.8	698.4	
125	23.2	34.9	373	420.5	12	7.2	34.6	385	37.2	427.6	3.0	5.7	713.6	
130	23.6	35.4	363	428.2	10	6.6	35.2	373	37.3	434.7	2.9	5.6	727.8	
135	23.9	36.0	354	435.6	9	6.0	35.7	363	37.4	441.6	2.7	5.5	741.3	
140	24.2	36.4	346	442.7	8	5.5	36.2	354	37.5	448.2	2.5	5.4	753.9	
145	24.5	36.9	339	449.6	7	5.0	36.7	346	37.6	454.6	2.4	5.3	764.8	
150	24.8	37.1	339	460.7			37.1	339	37.7	460.7	2.2	5.2	776.9	

注 1.表中の本数、材積、連年成長量、平均成長量、総成長量の数値はいずれもha当たりの換算値を示す  
2.表中の主林木及び主副林木の平均胸高直径は「北近畿・中国地方ヒノキ林分密度管理図」より算出した

## 引用文献

- Bendtsen, B. A. (1978) *Forest Products Journal*, 28(10), 61
- 細田和男 (1995) 紀州地方高齢人工林の林分成長－高野山スギ・ヒノキ収穫試験地定期調査報告－, 森林総研関西支所年報37, 45～47
- 北海道水産林務部 (1997) 長伐期施業の手引き (カラマツ人工林)
- 藤森隆郎 (1984) 枝打ち－基礎と応用－, 日本林業技術協会
- ー (1991) 多様な森林施業, 全国林業改良普及協会
- ー (1992) 複層林マニュアル, 全国林業改良普及協会, 119pp
- 蜂屋欣二 (1982) 間伐の仕方・出し方, 全国林業改良普及協会
- 家原敏郎 (1990) 大阪営林局管内国有林の高齢級林の収穫予測 (Ⅱ)－収穫予想表の作成－, 第41回日林関西支講, 211～218
- 稲田充男・嘉儀圭一 (1989) 収穫予想表作成に関する研究 (Ⅱ)－林分密度管理図に基づく人工林収穫予想表, 第40回日林関西支講, 99～102
- 楨原 寛 (1996) スギノアカネトラカミキリ. 材質劣化森林病虫害等対策調査報告書, 50～58
- 松岡ほか5名 (1970) 林試研報, No. 232, 109
- 西村勝美 (1984) 木工機械, No. 125, 9
- 西村正 (1993) 長伐期施業の経営技術に関する基礎調査, 高知県林試研報22, 1～14
- 岡山県 (2000) 岡山21世紀森林・林業ビジョン
- 岡山県農林部林政課 (1977) 間伐の手引
- ー (1979) 枝打ち技術指針
- Panshin, A. J. and C. de Zeeuw (1970) *Textbook of Wood Technology*, Vol. 1 (3rd Ed.), McGraw-Hill Book Company, N. Y.
- 林野庁 (1997) 複層林の造成技術の開発, 156pp
- 林野庁監修 人工林林分密度管理図, 日本林業技術協会
- 林野庁長官通達 (1992) 高性能林業機械作業システムに適した林道網整備指針
- 鈴木 正 (1995) 大径材生産の林業, 全国林業改良普及協会
- 東京農工大学 (1968) 林業実務必携, 朝倉書店
- 竹下敬司 (2001) 山の森と土と水－森林山地における水と土の保全－, 福岡県水源の森基金, 235pp
- 龍原哲 (1999) 針葉樹人工林, 森林科学27, 44～47
- 早稲田収 (1981) 複層林の仕立て方, 全国林業改良普及協会
- 渡辺・堤・小島 (1963) 木材誌, 9(6), 225
- 渡辺・松本・林 (1966) 木材誌, 12(6), 259