

# 収益性を考慮した間伐管理方式

## 収益性を考慮した間伐管理方式

### I 試験担当者

経営第2科長	西川 匡英
測定研究室	天野 正博
	樋渡 ミヨ子
	神戸 喜久
	椎林 俊昭
林業試験場東北支場	
経営第1研究室	高橋 和規
林業試験場関西支場	
経営研究室	家原 敏郎

なお、各章の担当者は次のとおりである。

#### II 天野

- III 1. 神戸, 高橋, 西川
- 2. 家原, 天野
- 3. 家原, 天野, 西川
- 4. 天野, 家原, 樋渡, 椎林
- 5. 天野

### II 試験目的

林業経営を取り巻く環境は依然として厳しく、外材主導型の市場構造になっている中、間伐木のような低品質材の市況はとくに悪条件にあるといえよう。このため間伐されずに放置されたままの林分、いわゆる間伐手遅れの林を其所此所に散見されるようになってきている。しかし、国有林における人工林の齢級配置をみると（図-1），間伐適期である3～6齢級に62.1%の森林が集中しており、間伐材からの収入が国有林の大きな財源の対象になっている。一方、民有林も含めて間伐材の利用状況をみると、昭和56年には51%が未利用のまま林内に放置されていた。こうしたことから、図-2のように林業界や行政の努力により間伐材の利用拡大が図られ、61年度における間伐材の利用量は56年度の145%と着実に増加している。ただ、わが国の人工林構成が図-1の国有林のそれと同様に間伐適期のものが極めて多いため、市場の拡大を上回る勢いで間伐材の生産が増加してきている。こうしたことから、60年度には45%，61年度は47%が依然として未利用のまま放置されているのが実情である。

表-1 間伐材のパルプ原料への利用

単位:  $m^3$ , %

生産地区	間伐材(林地残材等を含む)		
	61	60	61/60
北海道	474,800	449,960	105.5
東北	100,930	82,699	122.0
関東	3,330	14,718	22.6
北陸		400	—
東海	21,150	29,825	70.9
近畿	4,738	8,205	57.7
中国	6,200	6,352	97.6
四国	5,350	7,743	69.1
九州	48,462	41,808	115.9
計	664,960	641,710	1.036
針葉樹チップ 総生産量に 対する比率	9.3	8.6	

「昭61年パルプ材統計」

資料: 日本製紙連合会による。

注: 1. これらの数量は一部推定を含む。

いま間伐材の利用状況を調べるため図-2をみると、利用が伸びているものは製材用であり、丸太や原材料としての利用はほぼ横ばいになっている。丸太については代替材の普及により性能や価格面から今後も急速な伸びは期待できず、原材料としての利用についても外国産のチップや工場残材が主体である。このため間伐材のパルプ原料としての利用は表-1にあるように、北海道と東北で多いものの他地域では殆ど利用されていないのが現状である。こうしたことから、間伐材を製材用として活用することで収益性向上の実現を図るための方法について報告する。

### III 試験の経過と得られた成果

#### 1. 最近の間伐の考え方とその実態

##### 1) 従来の間伐方法

従来の間伐方法は樹形を基準にした定性的間伐法が中心であった。その代表的なものに寺崎式間伐方法がある。基本的な考え方は樹冠の重なり具合、接触の度合などを整理し無理なく林木の生長を促すよう、各樹冠の間を疎開するものであり、フランスの闊葉樹、北欧諸国のブナの用材林作業、わが国の吉野林業では古くから実行されていた<sup>1)</sup>。一方、ドイツにおいても被圧木の除去という観点からの下層間伐は行われていたが、上層間伐という概念はなかった<sup>1)</sup>。寺崎はこれらの間伐の実行方法に自らの実験による考察を加えた上で、間伐とは「その林の容姿、構造、組織において、その生態に無理が見えて順調なる生活経過をなすには全部として林の生態を恒続するのに好適でないと認識したとき、林の生態に無理がない様に調和と調節とを実現するためのものである。」と述べている。これは保育間伐の概念であり「間伐収穫が何程あるかを見積りその収支の概算をしてから計画を立てねばならないのはもちろんであるが、間伐木の選定はこの予定額に支配されるべき性質のものではない。」と、収益確保を前提とした間伐を明確に否定している。このように森林の保育を目的とした定性的間伐が長くわが国の間伐に対する基本的な考え方であった。

定性的間伐を実施するために寺崎は林木を1級から5級にクラス分けし、A~Cまでの3種類の間伐方法を提唱している。これらはみな劣勢木と2級木を伐採することにより、主伐時に至るまで優勢木の健全な発育を促すことを目的としている。ただD種間伐として上層間伐にも言及しており、そこでは2, 4, 5級の全部と1級木の一部を伐採するとしている。このときの1級木には主伐まで残すべき林木は含まないとしている。つまりあくまで保育を前提としているのである。

定性的間伐にはこの他にもホーレ式、牛山式などがあるが、これらの定性的間伐はかなりの営林局で実施されており、東京営林局で用いられているホーレ式はD, C D, D, Iの4区分で分かり易い。ただ、外的形質区分は欠いている。また名古屋営林局で行われている牛山式では、良い木、並の木、悪い木の3区分となり、同一直径の木は同一の大きさの空間を与えられているとの考え方から、樹幹距離を定めている。簡単で分かり易い点では実際的である<sup>2)</sup>。

定性的な間伐の考え方では樹冠形については詳細に述べているが、樹冠の発達に必要な林冠構成をとるようというだけで、間伐する本数については具体的に述べていない。このため経済的観点から見た場合、前収穫がどの程度あるのか、間伐によって目標林型に到達させる場合、どの程度の回数の間伐を行えば良いのか曖昧なままになってしまう。そこ

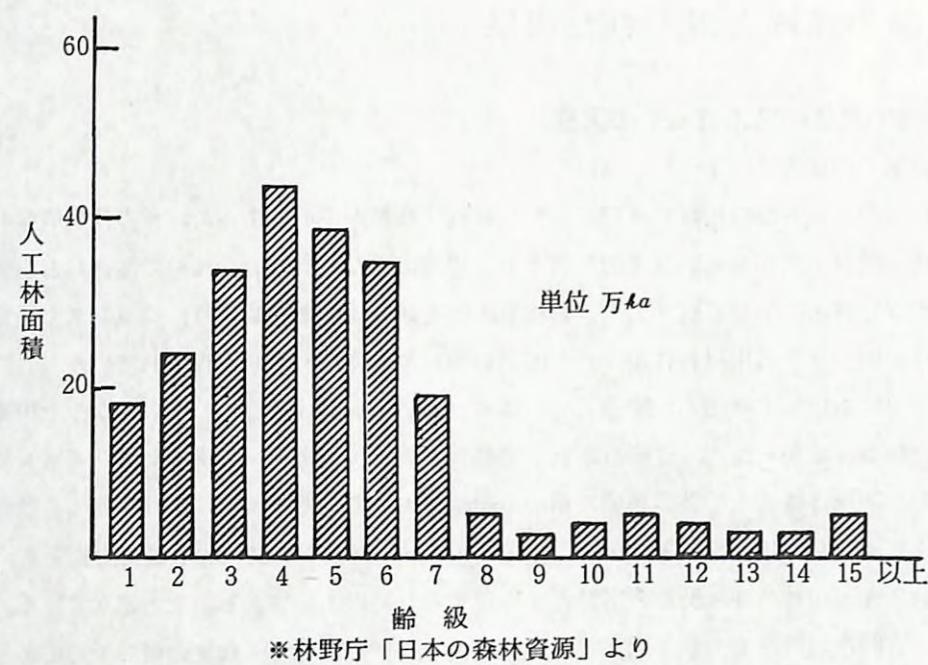


図-1 国有林齡級別人工林面積 (61.3 現在)

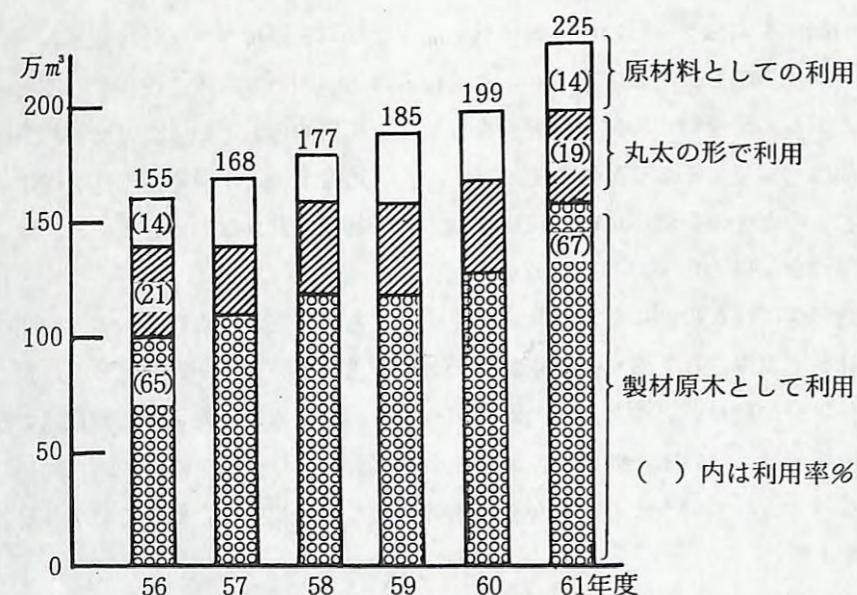


図-2 間伐材の利用

で、間伐を定量的に表現する方法として、密度管理図や相対幹距比による方法などが戦後急速に発達してきた。これらの方法の特徴は林分の胸高直径や樹高の平均値といった定量的数値を間伐の指標として用いることである。しかし、収益性を考慮した間伐の場合は直径や樹高に分散のある林分内の樹木の内、大きなものから伐採して間伐によっても一定の収益をあげようというものであるから、従来の平均値による定量的な方法では対応し難い。そこで、直径分布もパラメータとして取り扱えるような方法が必要となる。

## 2) 従来の価値生産と現在の価値取得を考えた間伐

定性的間伐の考え方つい最近まで間伐の実行に当たっての基本的な思想であった。しかし、並材の分野において外注主導型の市場形成が確立していくと、国産材の市場ターゲットとなるのは多少生長を抑制した条件下で育成された均一な年輪幅をもつ高級材になってくる。そうすると間伐方法も異なったものになってくる。つまり健全な生態系を維持するため劣勢木を残し優勢木の適切な樹冠生長に主点を置く間伐ではなく、優勢木を間伐し代わりに生長が抑制され狭い年輪幅で育ってきた劣勢木をそのまま残す。これにより一定の年輪幅をもつ林木を育成しようというものである。もっとも後者の場合は伐期が長くなるが、上層間伐を実施することにより間伐収入をある程度確保することが可能となる。

これは「間伐もまた収穫であり、劣勢木（競争に参加していない木）を伐ることは無意味である」という早稻田<sup>2)</sup>の考え方を具体化したものである。そこでは樹木の生態的競合のみに拘ることなく、林業における収益性をも追求する姿勢が貫かれている。

実施上の要点については同氏に従い説明しよう。まず選木基準を表-2に示す。そして以下の手順で間伐を行う。

表-2 選木基準と伐残の別

幹級区分		基準	伐残の別	伐採順位	現在の利用価値	将来の価値生産
A-1 (年輪幅)	現在利用に適す	(胸高直径) 6 (~ 4) mm × 林齡 以下	残又は伐	3	大	大
	不適		残		小	大
B-1 過大木	現在利用に適す	以上	伐	2	大	小
	不適		残又は伐	(3)	小	小
C 欠点木	病虫被害曲り、 二股傾斜木など	太さにかかわ らず	伐	1	-	無～極小

早稻田 収 「間伐はいかにあらるべきか」 北方林業 vol 35, 1983

①常に現在の利用と将来の価値生産の可能性を勘案して選木する。

②価値生産の見込みのない木 (C) の伐採を最優先し、15～20年までに通直性についての

淘汰を完了する。以後は発生次第速やかに伐採する。

③次いでB-1を伐採するが極く幼齢の場合はB-2を伐ることもある。基準直径に比べ、より過大なものから順次伐採を進める。

④壮齢になればAのみの構成となり、さらにA-1のみとなる。その場合は適正木の基準を(5~4mm)×(林齢)に変更することがある。

⑤全体の立木本数密度は残存木の年輪幅が3mm(あるいはそれ以下)に保たれることを基準とするが、ある齢級まではこれを越えるものがあってもよい。ただしそれは順次収穫される。この管理の最も実際的な方法は適当本数の標本木の数年おきの直径測定によるものである。肥大生長の抑制には枝打ちも利用する。

⑥本数密度管理の数値基準は胸高断面積合計が適当と考えている。測定が比較的容易(直径の毎木調査のみで足りる)であると共に直径生長とかなりの相関があることによる。具体的な数値は樹種・地位ごとに異なる。基準断面積合計に達して以降、これをほぼ一定に保てば、現行の一般的な間伐の場合に比べて若齢期は密に壮齢期以降は疎になる。

⑦立木配置にはあまりこだわらない。特に欠点木の淘汰の場合には孔が空いても良い。ただし疎開部分には随時植え込みを行うことが望ましい。

以上は早稲田が提案している間伐法であるが、多くの上層間伐、全層間伐による収益を前提とした間伐は同様の考え方をとっている。

### 3) 間伐方法の分類基準

#### (1) 考え方

前述のように従来から行われてきた保育間伐一辺倒の施業体系から、間伐収益を上げるために積極的に上中層木を間伐(これを利用的間伐と呼ぶことにする)する方式への転換が、近年各地で試みられるようになってきている。これは(1)経営の立場からの間伐方式、(2)林分保育の立場からの間伐方式という2つの間伐に対する考え方のうち、前者の立場に立っての間伐を行うようになってきていることによる。考えられる原因としては、(a)間伐材の価格低下により従来の保育中心の間伐ではコスト的には引き合わない。(b)皆伐を実行した場合、更新のためのコストが期待できないとき、間伐により中間収益をあげ、林分の生産目的を長伐期の大径材生産に切り替える。(c)森林の公益的機能重視の流れが強まり、皆伐施業から択伐、禁伐施業への切り替えを行うため、高齢級での間伐が実施される。(d)外材主導型の木材市場において国産材は高級材指向になってきている。そのためには年輪幅が狭く、かつ若齢林から伐期近くまで均一な年輪幅の材が好まれる。このためには、劣勢木を残すことが望ましい。

といったようなことがあげられよう。

こうしたことを背景として現在各地で行われている利用的間伐を分類すれば、従来の上

層間伐、下層間伐、択伐(抜き取り間伐)といった単純な区分では理解し難くなっている。すなわち主伐の考え方(主伐木をいずれの段階で決めるか、あるいは決めないまでも考慮するか)、利用的間伐の方法(上層間伐、全層間伐か、単木的か群状的か)、残存木への配慮(残存木の空間配置)、採材方法(品等、樹級区分、適寸材、木取り、材価などを考慮)、間伐率、間伐回数、搬出条件などを総合的に分類の基準にすることが必要となってくる。しかし、このように多岐に渡る要因では実際の分類には複雑すぎるので、下記のような方法を提案する。

#### (2) 本数間伐率と間伐種による利用的間伐方法の分類

本数間伐率については保育間伐では通常10~20%が大半である。全国の利用的間伐を主とする林分では5~60%とかなり広い幅にばらついている。ここでは表-3の事例をもとにWarrack<sup>3)</sup>の方法に基づいて各調査林分の間伐種を区分する。

表-3 調査林分の内容

地 域	樹種および林分数
北海道道有林試験地	トドマツ(7)
山形県民有林	スギ(4)
東京宮林局M宮林署	スギ(12)ヒノキ(4)
名古屋宮林局S宮林署	ヒノキ(11)
岐阜県石原林産	スギ(4)
徳島県民有林(選木育林)	スギ(10)
高知宮林局成木摘伐林	スギ(4)ヒノキ(2)
収穫試験地	スギ(14)カラマツ(7)
東大千葉演習林	トドマツ(11) スギ(8)

表-4 間伐種区分値ごとの間伐内容

間伐種区分値	間伐の内容
0.65以下	除伐
0.65~0.75	下層間伐
0.75~0.90	強度の下層間伐~弱度の上層間伐
0.90~1.00	強度の上層間伐
1.00以上	択伐的間伐

まず山形県民有林では間伐率の低い(3%)林分は毎年上層間伐を繰り返している林分で、他の林分も3~5年間隔で上層間伐を行っている。一般的には間伐率が小さく間伐区分値が1.0より大きい択伐的間伐方法をとっている。

岐阜県石原林産<sup>4)</sup>ではスギの磨き丸太生産を主として上層間伐または択伐的間伐を実行しており、10~20%程度の普通間伐を3回ほど繰り返した後、最終間伐は40%とかなり強度の間伐をする。間伐種区分値は0.9~1.0と強度の上層間伐に分類される。

これに対して東京宮林局M宮林署では間伐率をやや大きく(初回間伐が30~40%)、

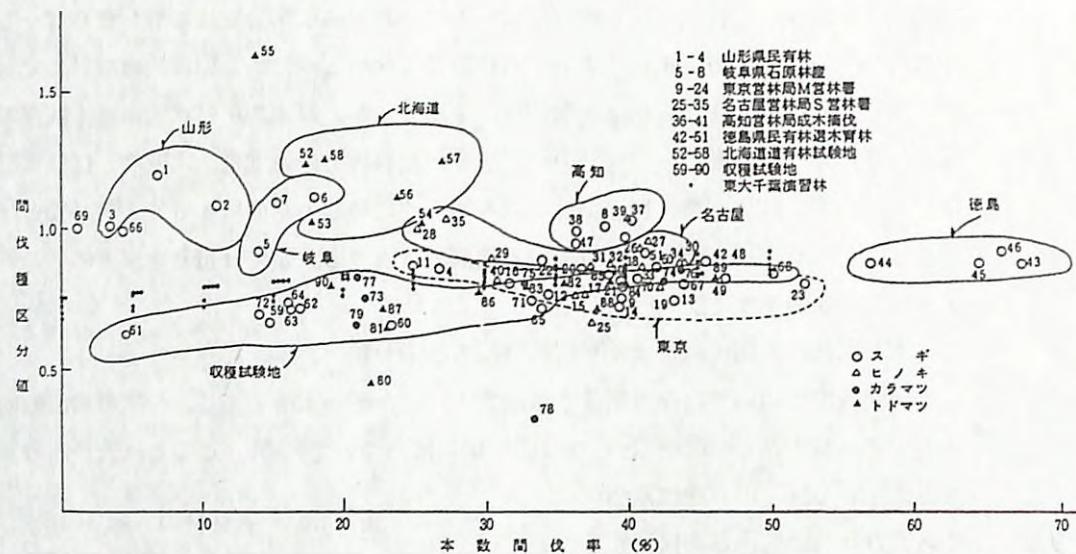


図-3 間伐種と間伐率による利用的間伐林分の分類

間伐種区分値は0.75～0.90程度の強度の下層間伐あるいは弱度の下層間伐に区分される。実際には東京宮林局の間伐実施要領が59年度より変わり、ホーレの間伐基準でいう優勢木を伐採してもよいことになったことから、下層木だけでなく上層木も伐採されることにより、このような区分値をとっている。

名古屋宮林局S宮林署では人工仕立て木曾ヒノキ林を目標とした間伐を行っているため、間伐齡級が高く(32, 44, 59, 78年生),かつ間伐率も30～40%となっている。さらに間伐種区分値も間伐対象木の多くが通常ならば主伐の対象となる上層木が多く含まれるので、0.7～1.0という弱度の上層間伐から強度の上層間伐に対応する値となっている。

高知宮林局では成木摘伐<sup>5) 6)</sup>と称して上層木を伐採する一方下層木を整理し、残存木の質的向上(年輪密度の均質な材の生産)を図っているが、本分類では間伐率はやや大きく、間伐種区分値は1.0以上の択伐的間伐になっている。徳島県選木育林<sup>7) 8)</sup>は間伐種区分値が0.80～0.95の弱度ないし強度の上層間伐であるが、間伐率が非常に高いため図-3でも特異な位置にある。選木育林はスギの場合、14～15年生ごろまで主伐時まで残す木を標準として~~た~~当たり620本決めるが、平均4m間隔になるので、これらに白ペンキを塗つておく。さらに間伐予定木の中で磨き丸太に適した通直真円な良木を選び赤ペンキで印をして適寸になるまで生育させる。通常であれば間伐予定木は2～3回に分け30%前後の間伐率で20～30年生の間に間伐されるが、選木育林早期仕上げ間伐では20年生から30年生ごろに残存予定木600～700本を残し全部を伐採する強度の間伐を実行している。選木育林では疎開度も大きく総収量生産では劣り雪害に対する注意が必要であるものの、残存木の

生長は大変旺盛である。また、明るい林内空間を利用して、オーレン等の薬草やキハダなどの有用樹を下木として植栽すれば有効であろう。

収穫試験地は<sup>9)</sup>寺崎式B種間伐が主体となっており、間伐率も低く間伐種区分値も0.6～0.8と低い。おそらく従来の間伐方法はこの収穫試験地と同様の傾向を示すものと思われる。

東大千葉演習林で行われている間伐種、間伐率、間伐回数の関係を図-3にドット表示している。間伐率ごとの6個のドットは、下位のドットより上位のドットに行くに連れて第1回目、第2回目……第6回目間伐のときの間伐種区分値を表している。これは間伐の回数が進むに連れ劣勢木が整理され優勢木のなかからも間伐対象木が出てきていることを示す。

北海道道有林のトドマツ上層、全層間伐試験地<sup>10)</sup>は他に比し最も高い間伐種区分値になっていることから、かなり強度の上層間伐や択伐的間伐を実行していることがわかる。

このようにWarrackの方式を用いると、間伐方式の特性によって区分することが容易となり、各地域で行われている間伐と実際に実行しようとする際の間伐を比較することも可能となる。

### (3) 間伐時期、間伐回数との関係

利用的間伐は一部の地域を除けば最近始められたものが多く、従って初回若しくは第2回目間伐の林分か、大径材生産を目指す高齢級林分での事例がほとんどである。一般的な

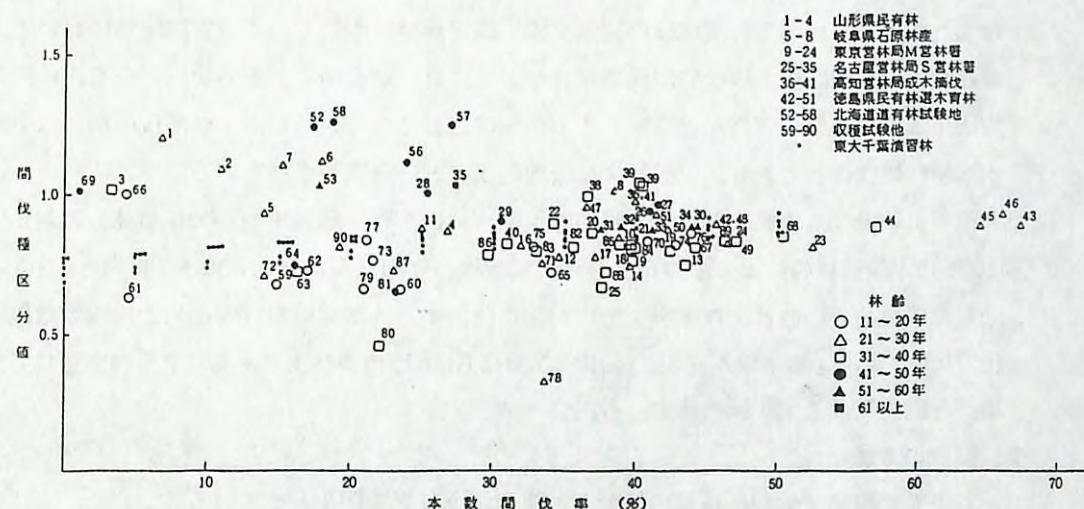


図-4 林齢と利用的間伐林分の分類との関係

傾向としては東大千葉演習林の事例に示されるように、間伐回数が増えるに従い、間伐率、間伐種区分値が漸増していく傾向を持つと思われる。図-3の各林分の間伐時の林齢を10年単位で示したもののが図-4である。初回の間伐率はどの程度除伐が行われていたかにより間伐本数に影響を受けるが、30年生以上の齢級では30~40%程度の間伐率が多くなっている。

#### (4) 林分密度、残存林分の空間配置

間伐期の林分密度は一定以上の収量比数で規制するもの（東京営林局、高知営林局( $R_y = 0.75$ 以上)）が多い。残存林分の空間配置については、伐期まで残す木をシステムティックな配置にするもの（徳島県選木育林），ある程度残存木の空間配置を考えるもの（東京営林局），牛山式による樹間配置を考慮するもの（名古屋営林局）などがある。これを間伐の分類基準とするには $I_d$ や $m - m^*$ 等の生態学的手法があるが、立木位置図の作成等面倒な作業を伴うので、より簡便な方法を検討する必要がある。

## 2. 各間伐方法の違いによる林分生長量の差

### 1) 滝谷試験地

わが国におけるこれまでの施業体系での間伐は、保育を主体とした下層間伐が中心であり、収穫予想表もこれを前提として作成されている。多くの生長量試験地も上層木が主林木として残されるよう設計されているため、上層間伐や全層間伐を行ったとき、残存木がどのような生長経過をたどるのかを解明するのに十分な情報が得られていない。そこで、たまたま大阪営林局、林業試験場関西支場で測定が継続されている滝谷試験地において、普通間伐、上層間伐、択伐的間伐の試験が実施されているので、そのデータをもとに間伐方法によって林分の成長がどう変わるのかを検討してみる。なお、上層間伐の場合は下層木も相当数伐採しており、実質的には全層間伐に近い施業を受けている。

滝谷試験地は兵庫県宍粟郡波賀町の滝谷国有林にあり、植栽年が1900年の林分に対し、1936年大阪営林局によって設定された。試験地の立地は海拔高約600~760m、南東に面した傾斜約40°の谷より尾根までの斜面に位置する。基岩は変質安山岩、土壌型は尾根付近に乾性のB<sub>c</sub>型土壌が出現するが大部分はB<sub>D</sub>型褐色森林土である。年平均気温12°C前後、年降水量は2,000mm内外である。

### 2) 間伐の方法

谷より尾根までの斜面を縦に3分し、次のような施業区を設けている。

#### 「普通間伐区」

B種程度の普通間伐を行う。林内に侵入した広葉樹はスギの成長に障害を及ぼすものを伐採し、その他は残存させる。面積は0.6355haである。

#### 「上層間伐」

1級木、3級木などに障害を及ぼしている2級木のみを間伐し、林内に侵入した広葉樹はスギ、ヒノキの成長に障害とならないケヤキ、クリなどを除き全部伐採する。面積は0.7900haである。

#### 「ナスピ伐り間伐区」

前節で述べた択伐的間伐と同じもので、5年毎の生長量に相当する量を主に大径木から択伐する。林内に侵入した広葉樹はスギの成長に障害とならないケヤキ、クリを除きすべて伐採する。面積は0.7565haである。

以上の各間伐区において7cm以上の林木をほぼ5年間隔で毎木調査している。ただし、林齢が58年生以上では間伐跡地、広葉樹伐採跡地で間隙が空いたところに補植をしているので、ここでは試験地が設定された後、補植が開始される前までの資料について分析を行う。

### 3) 結果と考察

滝谷試験地における各間伐区について、資料が整備されかつ補植の影響が出ていない37年生から58年生の直徑成長の変化を図-5~図-7に示す。普通間伐区ではB種間伐ということで平均直徑よりも小さな劣勢木を中心に伐採されている。優勢木については手が付けられていないので、時間の経過とともに直徑分布は図上で右方向に広がりを見せるようになる。上層間伐区では図-6から明らかなように5回の間伐の本数総計が普通間伐区の

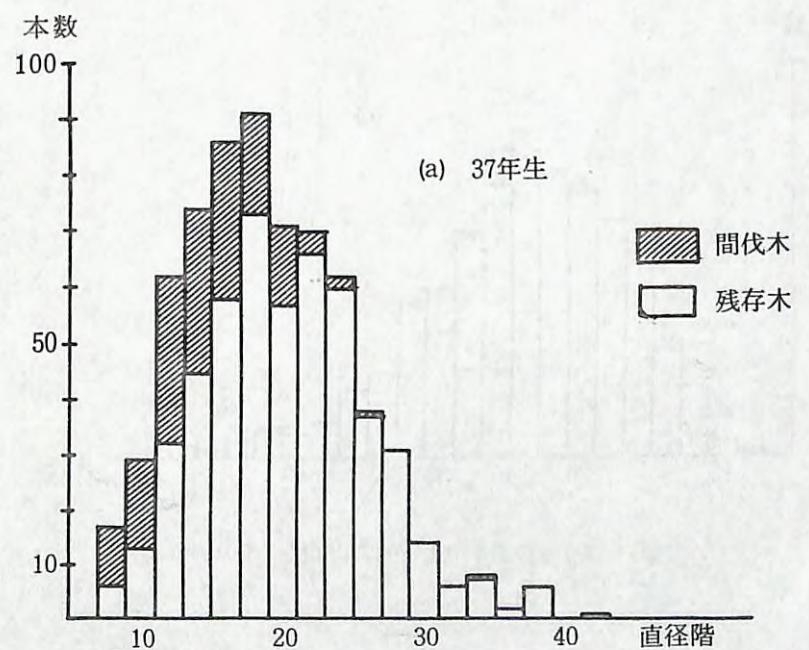


図-5(a) 普通間伐区1936年間伐 (37年生)

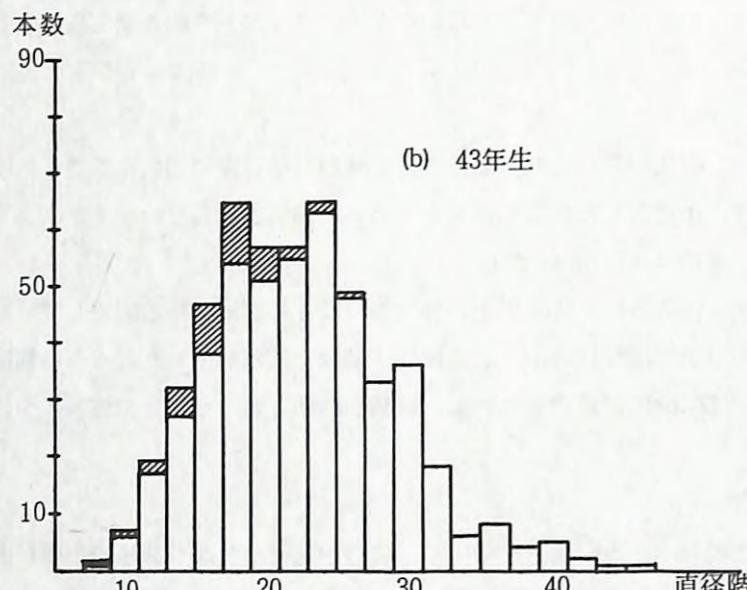


図-5(b) 普通間伐区1942年間伐 (43年生)

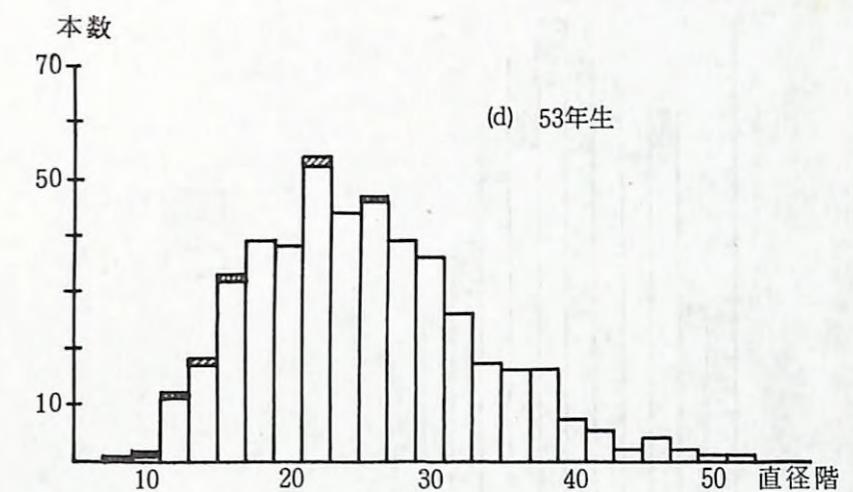


図-5(d) 普通間伐区1952年間伐 (53年生)

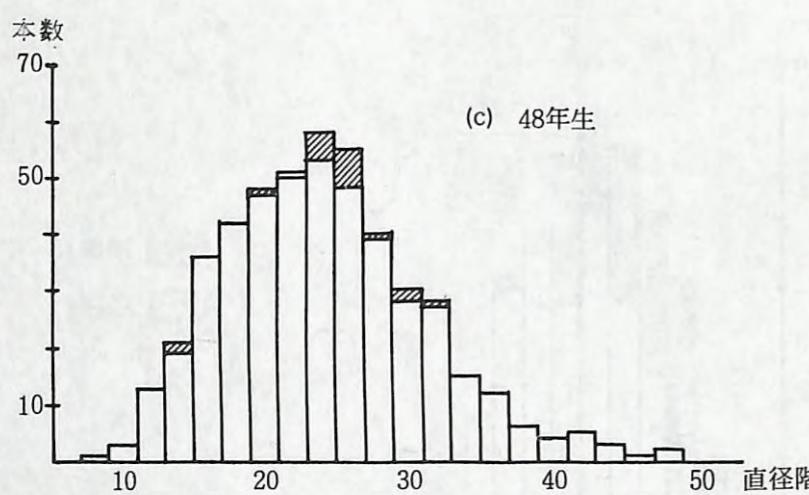


図-5(c) 普通間伐区1947年間伐 (48年生)

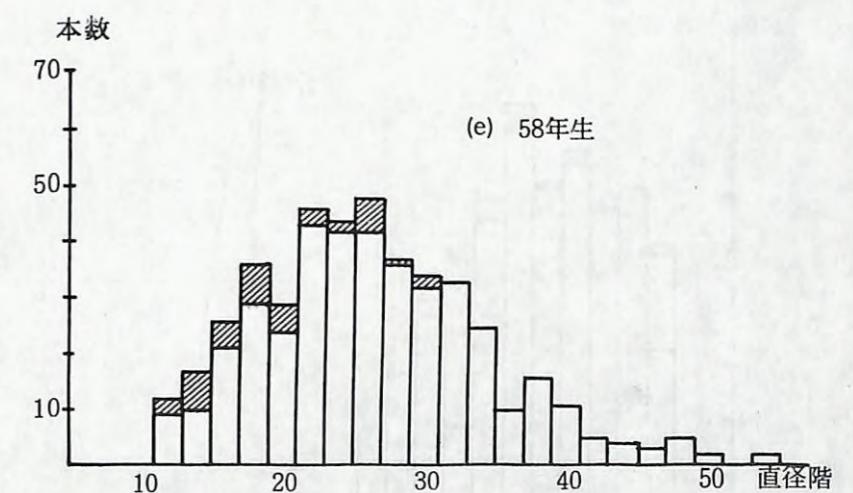


図-5(e) 普通間伐区1957年間伐 (58年生)

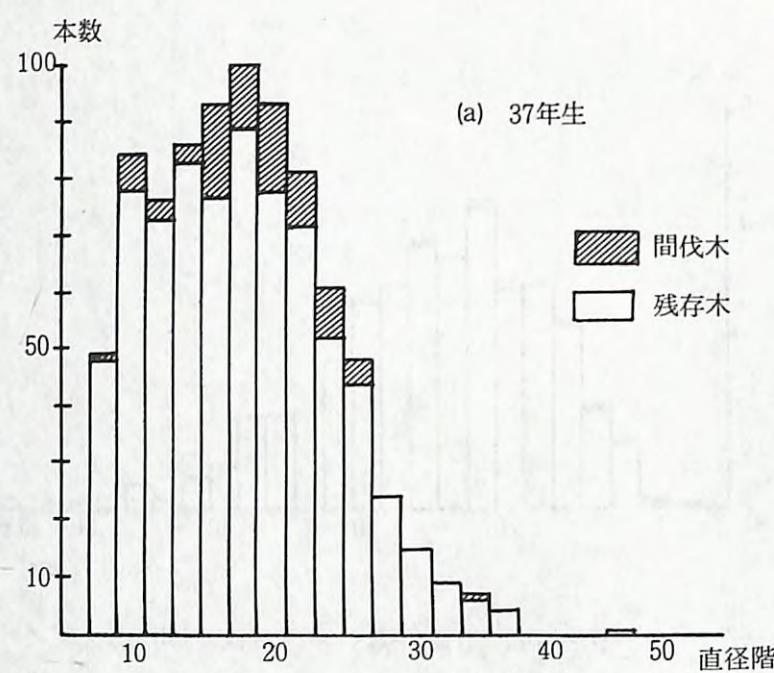


図-6(a) 上層間伐区1936年間伐 (37年生)

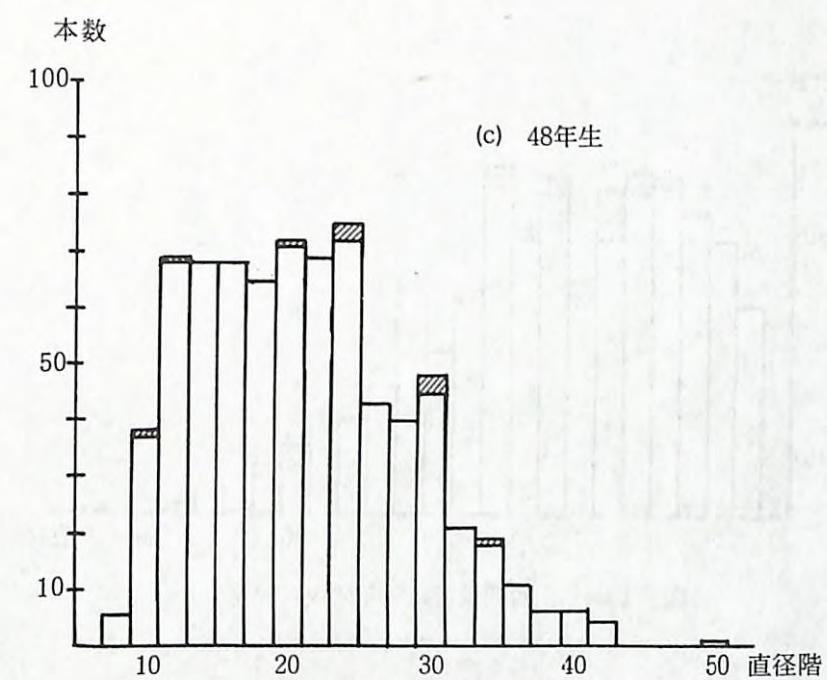


図-6(c) 普通間伐区1947年間伐 (48年生)

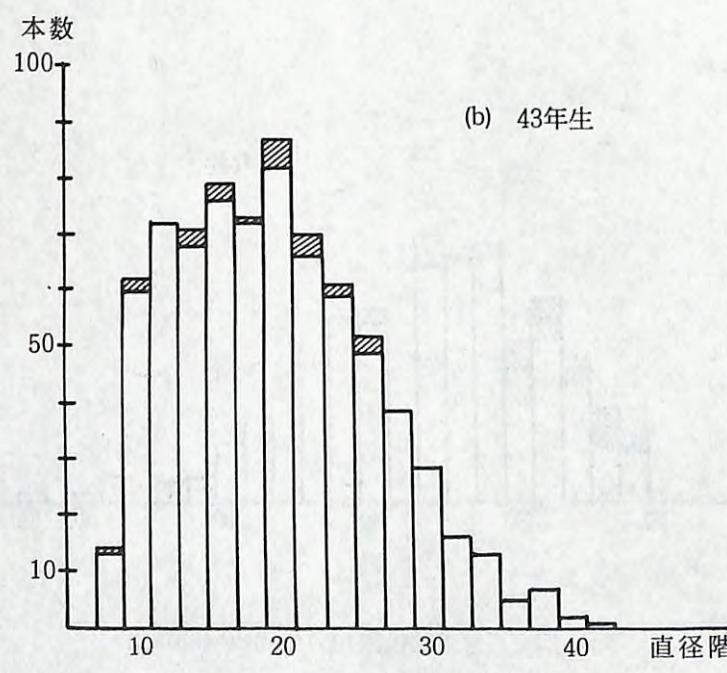


図-6(b) 上層間伐区1942年間伐 (43年生)

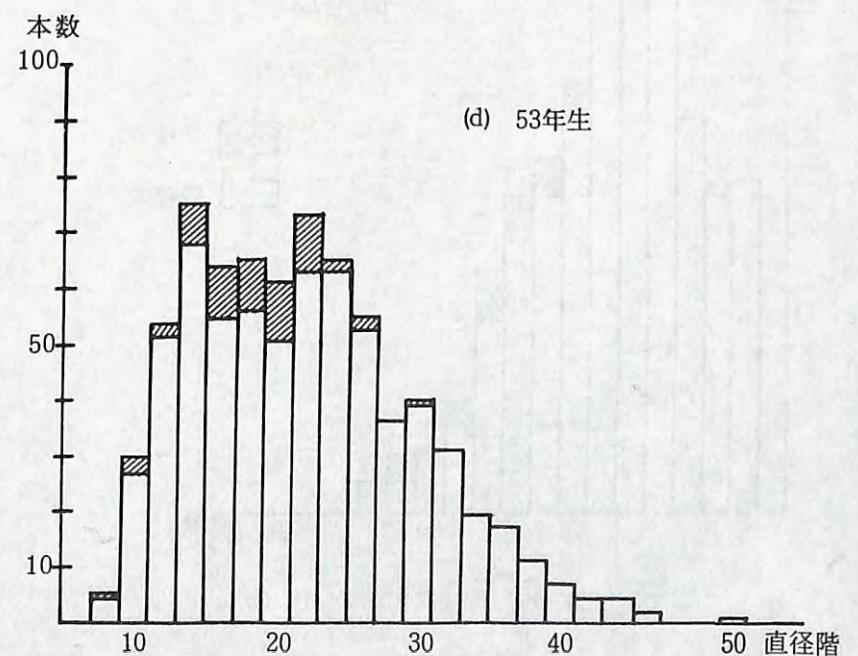


図-6(d) 上層間伐区1952年間伐 (53年生)

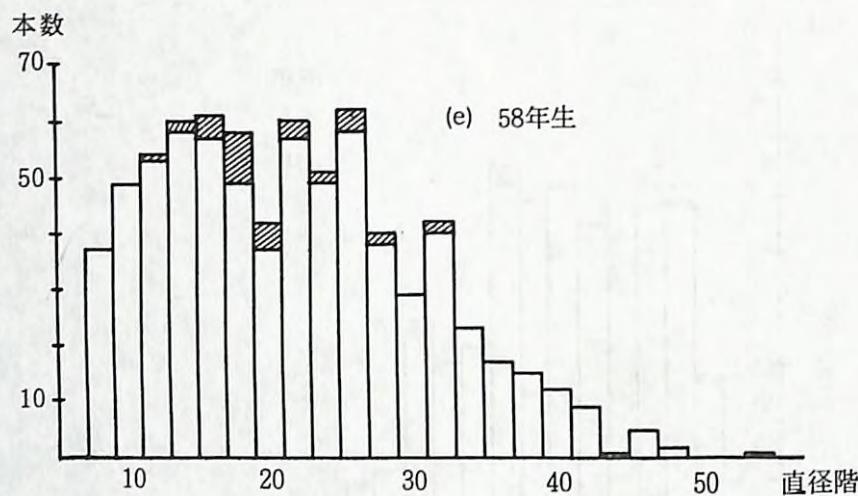


図-6(e) 上層間伐区1957年間伐 (58年生)

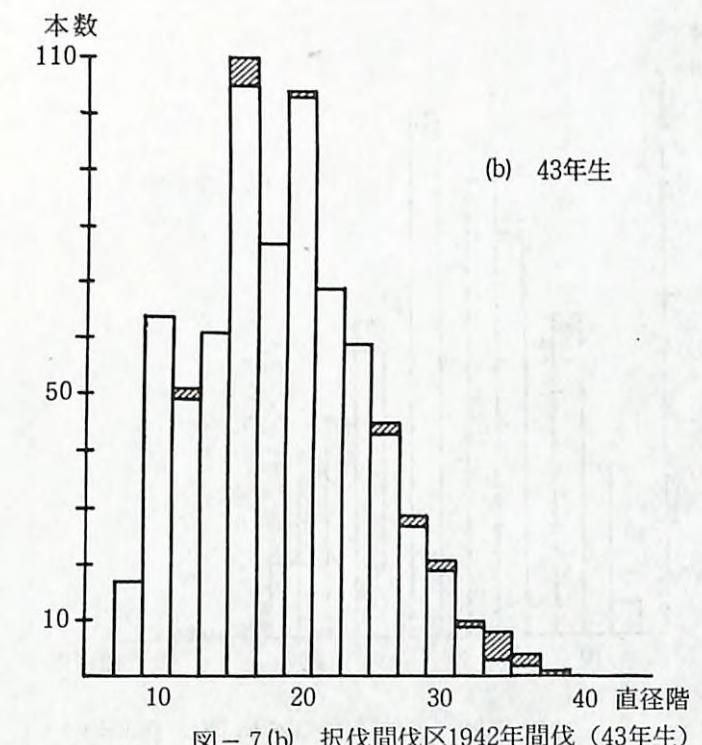


図-7(b) 拗伐間伐区1942年間伐 (43年生)

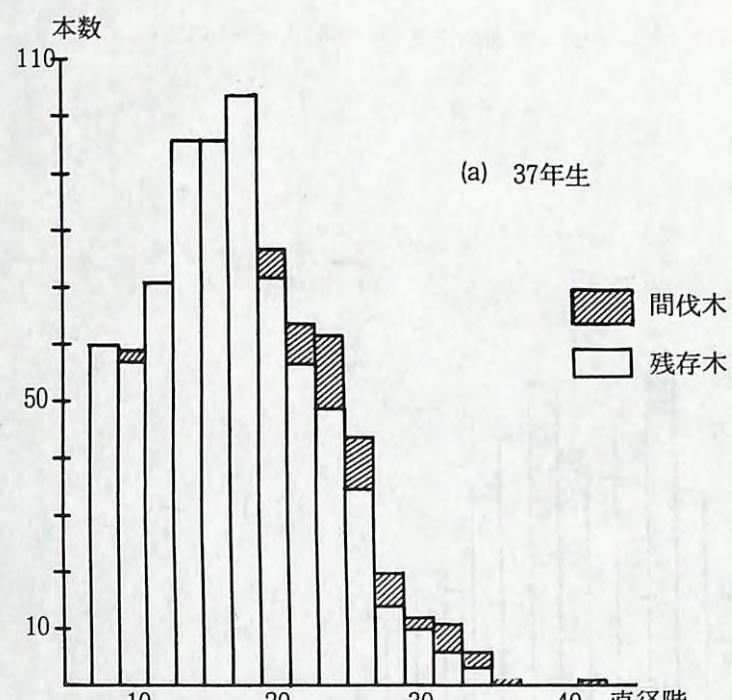


図-7(a) 拗伐間伐区1936年間伐 (37年生)

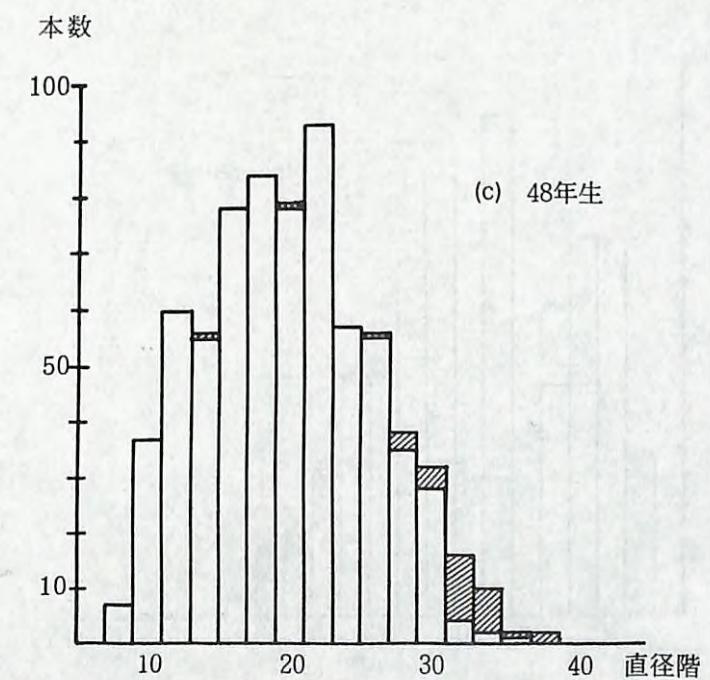


図-7(c) 拗伐間伐区1947年間伐 (48年生)

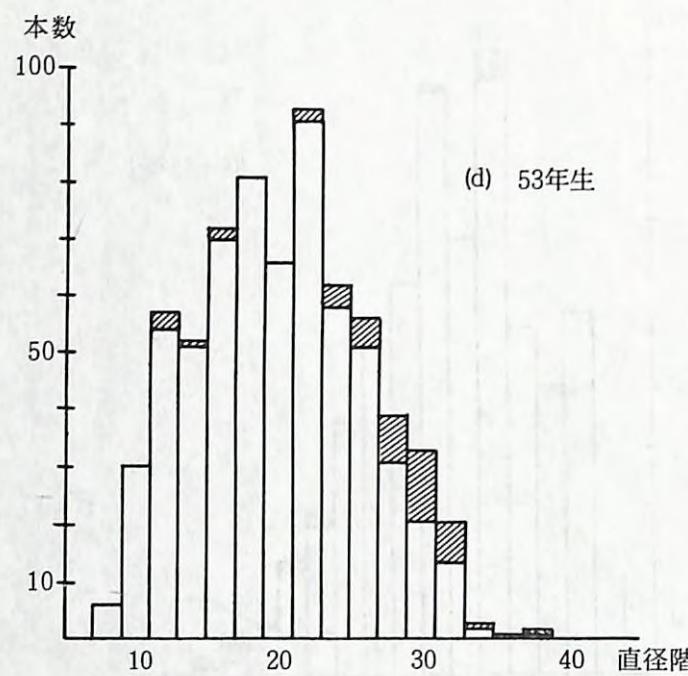


図-7(d) 択伐間伐区1952年間伐 (53年生)

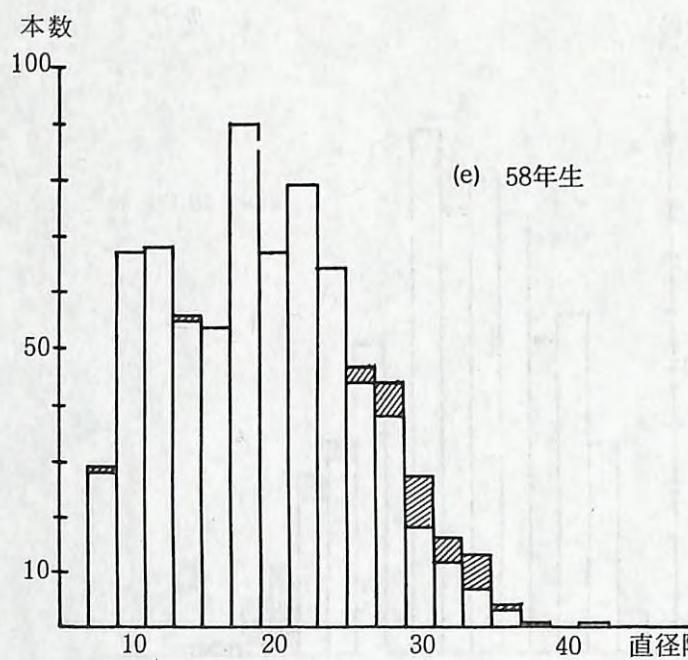


図-7(e) 択伐間伐区1957年間伐 (58年生)

415本/haに比べ257本/haと間伐木の本数率で38%程少ない。これは2級木を主体に伐採するということから、間伐の対象となる林木が限定されていることによろう。また、このような上層木を大量に伐採すれば、林冠に大きな間隙ができ易くなるためどうしても下層木中心の間伐と比べ間伐木の本数が少なくなる。間伐木の直径分布を見ると直径の大きなものは1級木に区分されるものが多いため、伐採は上層樹冠を形成するものの樹冠の発達が十分でないような林木ということで、間伐木の直径はあまり大きくなく分布のほぼ中央部にかたまっているのが特徴である。このため間伐木の材積をみても普通間伐区のそれの81%と低い値を示している(表-5)。また、間伐木を直径分布からみれば、上層間伐というよりは全層間伐に近い形をしている。直径分布のピークに当たる部分が集中して間伐されるため、間伐を繰り返すにつれ直径分布が平坦になる傾向がある。ナスピ伐り間伐区は間伐木本数率で普通間伐区の60%と本数ではかなり少いものの、間伐木の材積比率では186%と極めて多い(表-5)。図-7に示したように間伐木は直径分布では上層部から伐採されている。58年生のときの直径分布(図-7(e))はちょうど普通間伐区の38年生のとき(図-5(a))やナスピ伐り間伐区の38年生(図-7(a))と同じ様な位置にある。このことから滝谷試験地ではナスピ伐りを繰り返すことにより、60年生前後では普通間伐に比べ林分生長が20年程度遅れてきているとみることもできるし、択伐と同様、一定の林分構造(この場合は40年生前後の林分構造)に繰り返し戻っているともみなせる。しかし大径木から順次伐採を繰り返すため、試験地の実態は間伐に適するような林木がどんどん減少しており、現在は間伐木を選択するのに苦労している。また、間伐後の樹冠にかなり大きな空隙ができるところから補植が進められており、林分構造は一斉林型というより複層林型に近づきつつある。

さて、各間伐区のha当たり立木本数は、前述したように普通間伐区での間伐本数が多いめ、図-8のようになっている。紀州地方のスギ林分収穫表と比べると、普通間伐区は地位3とほぼ同じ動きをしているが、上層間伐区、ナスピ伐り間伐区では43年生以降は100本ほど多くなってきている。平均直径を図-9で時系列的に表してあるが、普通間伐区、上層間伐区、ナスピ伐り間伐区の順に直径生長の伸びが低下してきている。このため、上層間伐区、ナスピ伐り間伐区での主伐時期は普通間伐区に比べかなり遅くなるものと思われる。つぎに図-10で間伐木の直径分布を見てみよう。この図

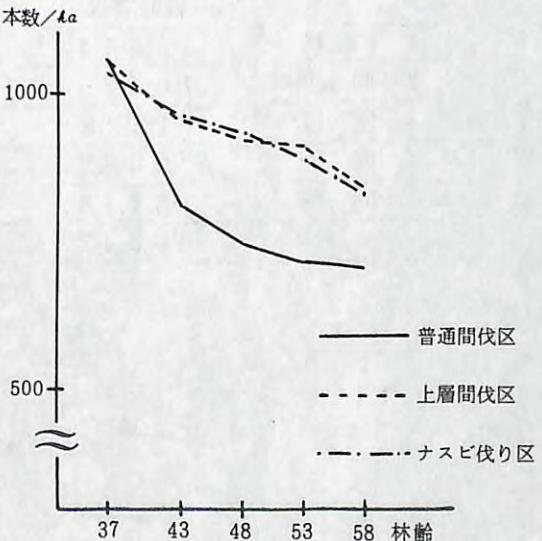


図-8 間伐前各試験区の本数

は過去5回の間伐木を累積したものであるが、普通間伐区とナスピ伐り間伐区を比べると、前者は右寄り後者は左寄りと対象的な分布をしている。上層間伐区は両者の間にあるが、普通間伐区に近いところに位置している。ナスピ伐り間伐区の分布のピークは30~32cmにあり、多くが価値的に有利な中径木であるのに対し、普通間伐区の分布のピークは16cmと、小径木が中心になっている。また、間伐木の平均直径をみて、普通間伐区16.6cm、上層間伐区19.2cm、ナスピ伐り間伐区27.7cmと間伐方法によって大きな差が出ている。また表-5で

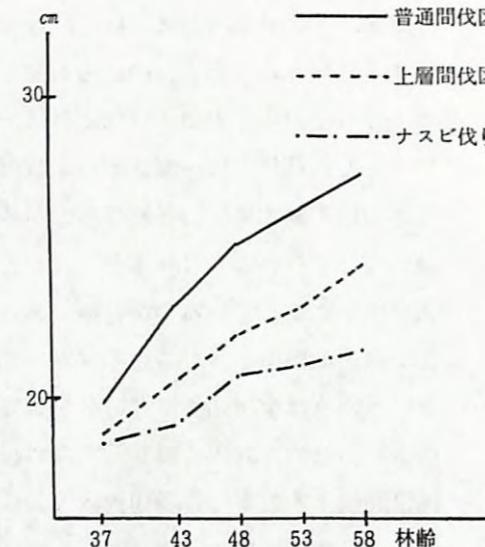


図-9 滝谷試験地平均直径

示したようにナスピ伐り間伐区の間伐材積が他の間伐方法に比べ極めて多いことから、間伐時の収益を期待するならばナスピ伐り間伐のような方法、つまり近年上層間伐、利用間伐といわれている方法が望ましい。主伐時期は従来の間伐方法に比べ相当遅れると思われるが、滝谷試験地の場合は58年生で平均直径が21~22cmと年輪幅は狭く、形質さえ良ければ価値の高い素材が主伐時に得られる。

表-5 間伐区ごとの間伐材積

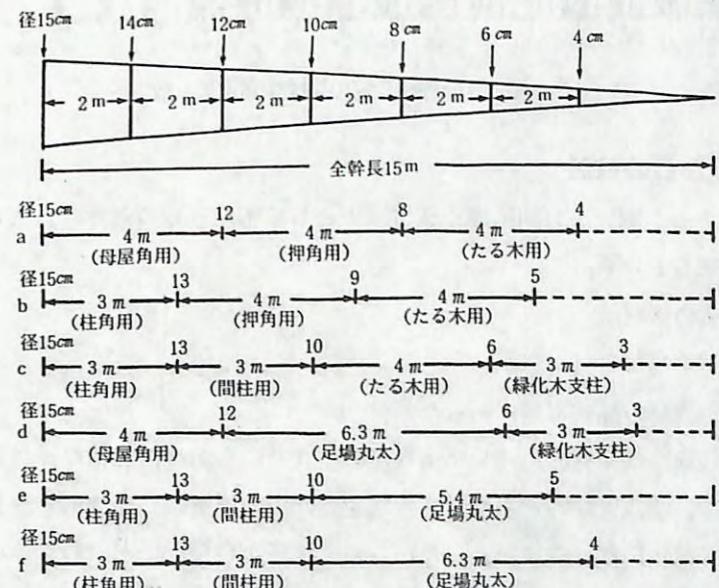
	普通間伐	上層間伐	ナスピ伐り間伐
1回目	3.0064	2.0866	3.1568
2回目	1.0425	6.257	1.483
3回目	1.1828	4.854	2.8592
4回目	2.092	1.2368	2.9987
5回目	1.5138	1.213	2.4546
合計	6.9547	5.6475	12.9523

単位 (m<sup>3</sup>/ha)

表-6 採材法別の素材価比較

採材法	1番玉			2番玉			3番玉			4番玉			合計		
	材積 m <sup>3</sup>	単価 円/m <sup>3</sup>	金額 円	材積 m <sup>3</sup>	単価 円/m <sup>3</sup>	金額 円	材積 m <sup>3</sup>	単価 円/本	金額 円	材積 m <sup>3</sup>	単価 円/本	金額 円	材積 m <sup>3</sup>	金額 円	単価 円
A	0.0576	22000	1267	0.0256	250	250	0.0064	250	250	—	—	—	0.0896	1767	19721
B	0.0507	24000	1217	0.0324	18500	599	0.0100	250	250	—	—	—	0.0931	2066	22191
C	0.0507	24000	1217	0.0300	15500	465	0.0144	250	250	0.0027	140	140	0.0978	2072	21186
D	0.0576	22000	1267	0.0309	900	900	0.0027	190	190	—	—	—	0.0912	2357	25844
E	0.0507	24000	1217	0.0300	15500	465	0.0135	750	750	—	—	—	0.0942	2432	25817
F	0.0507	24000	1217	0.0300	15500	465	0.0157	800	800	—	—	—	0.0964	2482	25747

木材工業 Vol. 38-9 (素材単価: 福島県いわき市所在原木市場, 昭和57年11月調べ)



西村勝美「国産針葉樹材の採材技術」木材工業 Vol 38-9 より

図-11 間伐木の採材法

合理的な採材方法を実施するためには、幹曲線を決め各径級別、長級別の単価表があれば以下のように定式化し、間伐木の直径別、樹高別に最適採材を示す図を作成することは容易である。

#### (1) DPによる最適採材法

いま、樹高H、胸高直径Dの幹曲線がf (H, D, h) で与えられたとしよう。

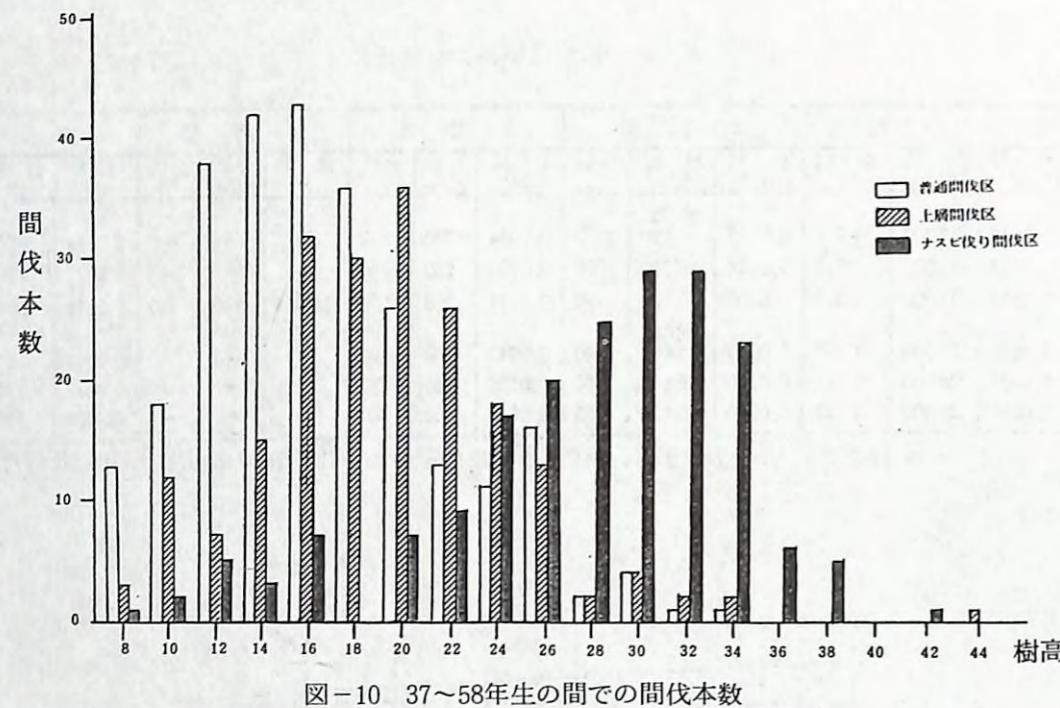


図-10 37～58年生の間での間伐本数

### 3. 採材面からの検討

西村<sup>14)</sup>によると販売を有利に導く採材（主として木取り）の基本は、大きく次の3つに分けることが出来るという。

- ① 高価値の素材
- ② 販売が容易な素材
- ③ 用途別素材の品質基準にあった素材

一般に主伐期には素材の用途や価値などの需要動向を調べ、有利な採材方法を心がけることが多い。だが、間伐となると主伐材を育成するための施業の一つであり、しかも量的に少なく低価格とみて粗雑になりやすい。したがって、採算が合わないといわれる現行の間伐には、改善の余地は相当あると思われる。そこで採材面に視点をおいて、前述の3つの項目について問題点を検討してみる。

まず、高価値の素材を生産するために、その地域での用途別規格別の価格を調べる。次に上記の価格を考慮して採材の手順をいろいろなケースで考えてみる。採材の方法によって1本の間伐木から採材される素材価格の合計（または単価）が、如何に違うかを西村の例により示してみる。

林齢20年、根元直径15cm、全幹長15mのスギの間伐木を例に取ると、図-11のようにa～fの6通りの採材法が考えられる。これに用途別の単価を掛けて算出したものが、採材法別の素材価格比較表（表-6）である。単価でいえば最高値と最低値では715円の差があり、m<sup>3</sup>当たりでは6,123円の開きが出る。損益分岐点の売上価格が一本当たり2,305円といわれているので、D, E, Fの採材法であれば採算が期待できよう。

$h$  は地上からの高さであり、高さ  $h$  の部分の幹の直径  $d_h$  は

$$d_h = f(H, D, h)$$

として表される。ここで利用可能な最小直径  $d_{min}$  は高さ  $H'$  の所に位置するとしよう。そして  $Z(X)$  を立木の利用可能部分の最大高と、それから元口方向へ  $X_m$  下がった部分までの間の素材で得られる最大の価格とする。こうした前提のもとで地上から  $H'$  の高さを元口としていろいろな長級  $x$  で採材した時の価格を調べてみる。ここで述べたことを図示すると図-12のようになる。ここで採材しようとする材の末口径  $d$  は

$$d = f(H, D, H' + x)$$

でもとめられる。そこで径級  $d$ 、長級  $x$  の材の価格を表-7から調べる。ここではその値

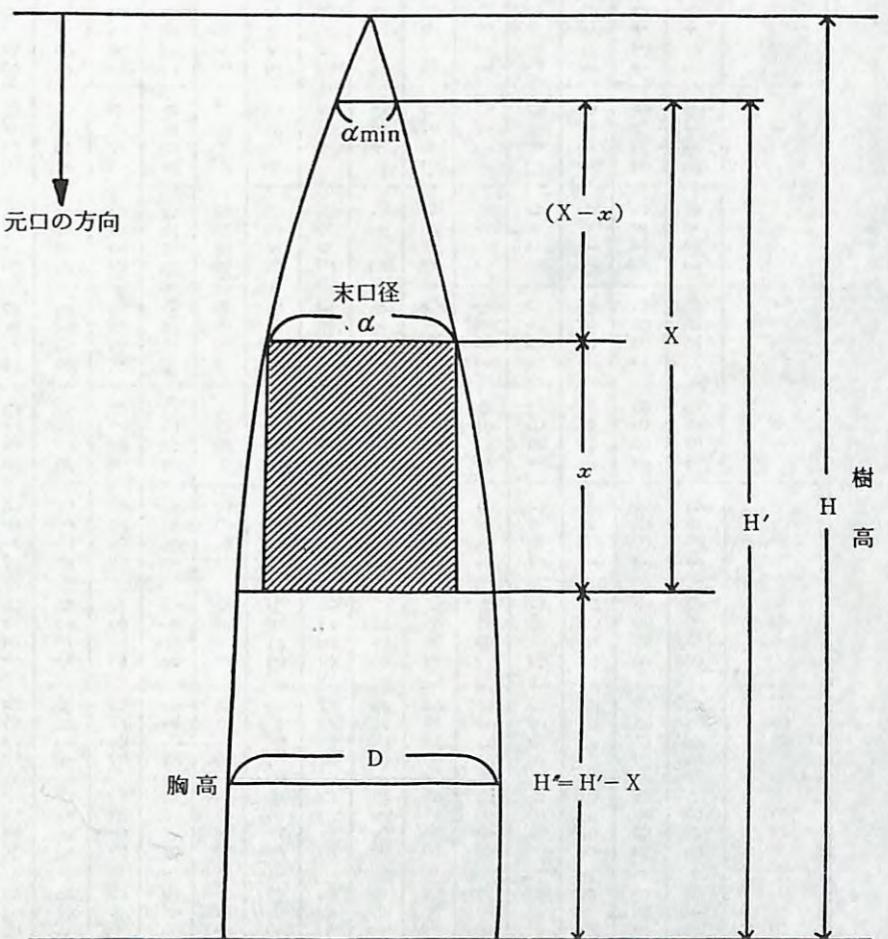


図-12 採材のための模式図

表-7 素材の基準価格表 ( $\triangle \times$  市場, スギ)

長 (m)	24	22	20	18	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
2.0	231.0	208.0	208.0	208.0	139.0	139.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	100.0	100.0	100.0
2.1	231.0	208.0	208.0	208.0	139.0	139.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	100.0	100.0	100.0
2.2	231.0	208.0	208.0	208.0	139.0	139.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	100.0	100.0	100.0
2.4	231.0	208.0	208.0	208.0	139.0	139.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	100.0	100.0	100.0
2.6	231.0	208.0	208.0	208.0	139.0	139.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	100.0	100.0	100.0
2.7	416.0	373.0	373.0	373.0	423.0	423.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	214.0	214.0	214.0
2.8	416.0	373.0	373.0	373.0	423.0	423.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	214.0	214.0	214.0
3.0	416.0	373.0	373.0	373.0	423.0	423.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	214.0	214.0	214.0
3.2	416.0	373.0	373.0	373.0	423.0	423.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	214.0	214.0	214.0
3.3	416.0	373.0	373.0	373.0	423.0	423.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	214.0	214.0	214.0
3.4	416.0	373.0	373.0	373.0	423.0	423.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	214.0	214.0	214.0
3.6	416.0	373.0	373.0	373.0	423.0	423.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	214.0	214.0	214.0
3.8	462.0	415.0	415.0	415.0	377.0	377.0	324.0	324.0	324.0	324.0	324.0	324.0	284.0	284.0	284.0
4.0	462.0	415.0	415.0	415.0	377.0	377.0	324.0	324.0	324.0	324.0	324.0	324.0	284.0	284.0	284.0

注) 各価格は、品等混入率により、品等要素を加味したものである。

を  $C(x, X)$  とする。これは元口の地上高  $X$  から  $x$  m の材を採材した時に得られる価格である。そうするとこのとき地上高  $X$  までに得られる素材価格は

$$Z(X) = Z_{\max}(X-x) + C(x, X)$$

として表される。ここで丸太の採材長の集合  $\Omega$  が

$$\Omega = (2.0 \text{ m}, 3.0 \text{ m}, 3.2 \text{ m}, 3.3 \text{ m}, 3.6 \text{ m}, 3.8 \text{ m}, 4.0 \text{ m}, 6.0 \text{ m}, \text{etc})$$

として表されるすると、 $H'$  から地上高  $X$  までに得られる最大の素材価格は

$$Z_{\max}(X) = \max_{\substack{x \leq X \\ x \in \Omega}} E \{ Z_{\max}(X-x) + C(x, X) \}$$

となる。この式を逐次解いていき最終的に  $Z_{\max}(H')$  を求める。解法としては逐次近似法を用い、必要なデータは幹曲線式と径級、長級別の素材単価表である。

## (2) 現在行われている間伐材の採材方法

望ましいとされる採材法は経験的にもある程度は分かる。そこで、地域によっては間伐材にできるだけ付加価値を与えられるよう、採材のガイドラインを決めている。徳島県<sup>15)</sup>では有利な採材基準を図-13のように示すとともに、各用途に関連させた図-14を作成し、間伐材を採材するときの手引としている。

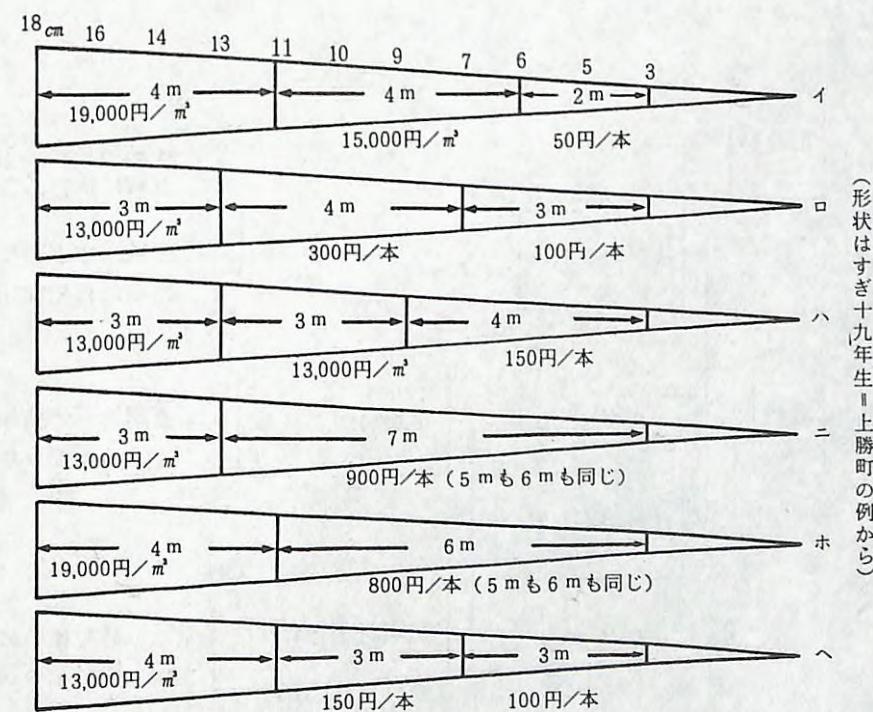


図-13 小径木の採材方法

表-8 実際面における素材の用途別規格

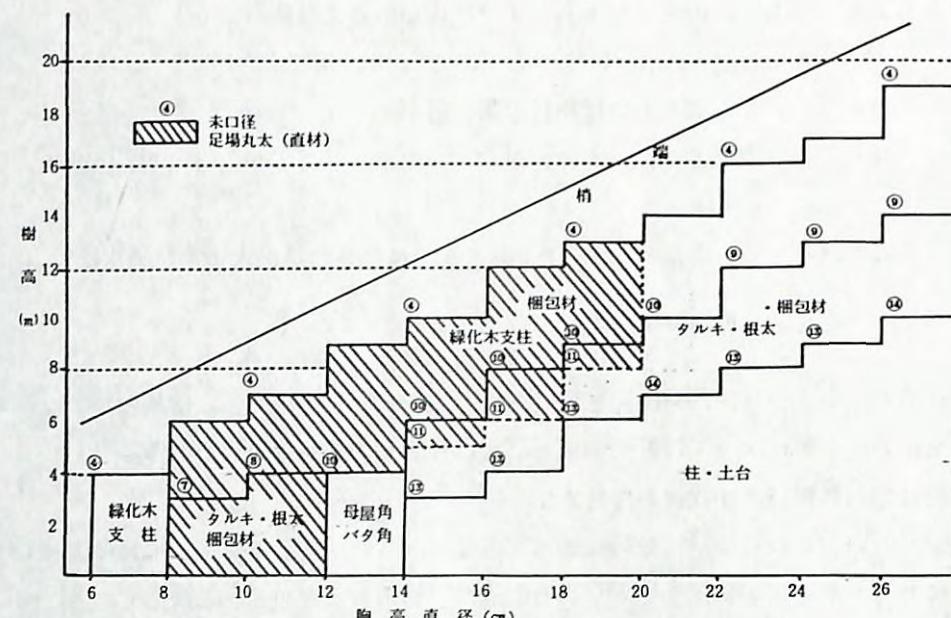


図-14 スキ間伐材の採材予想(形状比80)

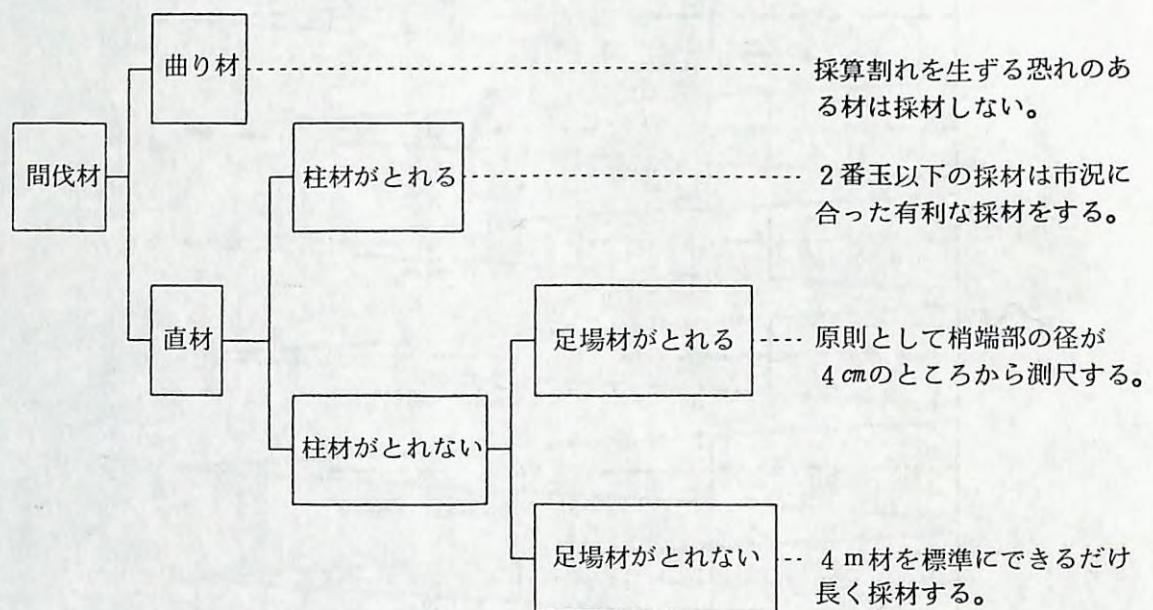


図-15 間伐材の採材基準

用 途	主要樹種	径 級 範 囲 (cm)	基 準 長 (m)	曲り率	摘要	
建 築 用 製 材	柱 用	ヒノキ スギ カラマツ	心持角: 14~18 心去角: 40以上 ヒノキ: 16以上 カラマツ: 18以上	管柱: 3.0, 3.65 通し柱: 6.0	10未満	年輪幅が密、材色が淡桃色節が少ない丸太ほど高級。
	土台用	ヒノキ カラマツ	ヒノキ: 16以上 カラマツ: 18以上	4.0, 3.0 (3.65)	15以下	並丸太を仕向ける。ただし年輪幅が粗の丸太を除く。
	梁・ 桁 用	アカマツ スギ カラマツ	アカマツ: 12以上 その他: 18以上	4.0, 3.0 4.80~6.30	アカマツ 80未満 その他30"	アカマツの大曲材は、た いこ落しで利用する。
	母 屋 間柱用	スギ ヒノキ カラマツ	スギ、ヒノキ: 10以上 カラマツ: 12以上	4.0, 3.6 (3.65)	30未満	間伐小径材、主伐材の末 木も利用する。
	たる木 根太用	スギ ヒノキ	6以上	4.0, 3.0 (2.8)	35未満	同上
	鴨居 敷居用	スギ ヒノキ	24以上(目詰り材、元 玉~3番玉)	4.0, 3.65, 2.0	10未満	樹齢50年生以上の良質材 を仕向ける。
	板 類	スギ ヒノキ	6以上	2.0~4.0	60未満	大曲り材、偏心材は 2.0m に横切って利用する。
土 木 用 製 材	押角用	スギ ヒノキ カラマツ	スギ、ヒノキ: 9以上 カラマツ: 11以上	4.0, 3.65, 3.0	40以下	間伐小径材、主伐材の末 木を利用する。
	足場板	スギ カラマツ	18以上 (目荒材)	4.0	15以下	建築用構造材として支障が 大きい丸太を仕向ける。
ダンネージ用 製 材	スギ カラマツ ヒノキ	(3) 5~12	2.0~4.0	60未満	間伐小径材でよい。ただ し需要先に独自の規格が ある。	
チップ用	カラマツ スギ ヒノキ	6以上	1.8, 2.1	-	間伐小径材および低質材 を仕向ける。	
足場丸太	スギ ヒノキ カラマツ	5~8 (元口10未満)	5.4以上 1.8とび	1.5未満	* 需要がある地域では間伐 材の最も有利な用途である。	
電柱用	スギ カラマツ ヒノキ	小電柱: 8~10 その他: 16~22	小電柱: 5.5以上 0.5 その他: 7.0以上 1.0	15以下	需要先に独自の規格があ る。	
緑化木支柱 切り丸太	スギ ヒノキ カラマツ	3~6	0.6~8.0	20以下	利用目的別に多様な規格 がある。	
杭木用	カラマツ アカマツ ヒノキ	4~34	0.6~5.0	5以下	* 需要先に独自の規格があ る。	

(注) 1. 主な針葉樹素材の流通実態を基にした用途別規格である。

2. 基準長には、曲り等の欠点の程度によってつけられる「延べ寸」を含めていない。

静岡県では徳島県の方式に加えて、曲がり材か直材か、柱材が取れるか否か、さらに足場丸太がとれるかどうかも判断し、図-15の様な基準を設けている。これをもとにスギ、ヒノキについて有利と思われる採材事例を示し、現場に役立てている。

つぎに販売が容易な素材については、販売対象地域が広域的なもの、地域に限定されるもの、あるいは季節性があるもの、注文による生産で受け入れ先が決まっているものなどを整理し、採材方法を算出する際の価格表の修正を適宜行う必要がある。なお、用途別の利用においては径級や長級といった外見での規格だけでなく、材質的なものにも配慮する必要がある。例えば、建築用のものでも内装に使われるものは、曲がり、節、年輪幅などが問題にされ、土台、根太に用いられるものは年輪幅が7mm以下であることを要求される。それ以外の素材としては、棚包用の板類、足場板、ダンネージ向けに木取りされるものと、足場丸太、支柱丸太など各種の丸太に利用されるものがある。間伐材は「それ以外の素材」に属する場合が多いとみられるが、用途別の材質基準については十分留意することが大切である。

西村は用途別の規格を表-8のように整理している。最近における間伐材の利用ではログハウス、造園用支柱木、柱材等の人気が高い。緑化木の支柱用切り丸太では、最小の規格が末口3cm、材長60cm、最大で6cm、8mとなっているものが多い。このように使用先によって何種類もの規格を設けている場合もある。また、間伐材の特殊な用途を設けて、新しい需要の開発を図ることも重要である。例えば、大分県湯布院町の湯がき丸太や名古屋営林支局下呂営林署のように、温泉熱を利用して間伐材を熱湯処理し、装飾用として売り出しているところもある。また、宮城県津山町では木質系ペレット燃料を用いて間伐材を乾燥し、化粧柱として販売している。

#### 4. 下層間伐、通常間伐と全層間伐での間伐材積および間伐木径級の比較

##### 1) モデル林分の概要と間伐材積の算出方法

採材方法の違いによって間伐の収益性が大きく異なることを前節で調べたが、ここでは、モデル林分を用いて間伐方法が違うとき、得られる間伐木の利用径級がどう変化するかについて調べてみる。用いるモデル林分は初期本数が15年生で2,750本、地位指数が茨城県スギ民有林で20、平均直径が10.5cm、平均樹高が9.3mの林分である。直径分布と各直径階別の樹高については、図-16を参照されたい。

林分の生長をシミュレートするために以下のような手法を用いた。まず、地位指数曲線のガイドカーブについては、茨城県林業試験場で作成した資料に次式のようなゴンペルツ曲線をあてはめた。

$$\sigma H = e^{(1.566(1-1.626e^{-0.08723t}))}$$

この地位指数曲線から求めた上層樹高と $\log a$ 当り本数(N)から他の林分因子を推定する

ため、林分の間伐前の全林木及び間伐後の残存木について断面積平均直径(Dg)、平均直径(D)、最小直径(a)を推定する以下の回帰式を算出した。

$$\log Dg = 1.208 - 0.2494 \log N + 0.7132 \log H \quad (r=0.970)$$

$$D = -0.3022 + 0.9894 Dg \quad (r=0.999)$$

$$\log a = -0.5453 + 1.246 \log D + 0.1125 \log t - 0.1114 \log N \quad (r=0.801)$$

間伐方法については本来ならば茨城県の資料に基づくべきではあるが、たまたま、田中<sup>18)</sup>が千葉県南部で計算した例があるので、間伐率と平均直径の関係はその数値を用いた。林分の本数管理についても田中ら<sup>18)</sup>の方式にならい、ヒルミの自然疎開の公式<sup>19)</sup>に従うとした。ここでは上層樹高に対する相対幹距比が10%以下になると枯死が起こるとして、ヒルミ式のパラメータ $\alpha$ 、Nを推定した。以上の地位指数曲線、林分構造の推定式および本数管理より間伐前の状態についてそれぞれH、N、Dg、D、aを求め、箕輪<sup>20)</sup>に従って間伐直後の平均直径D'、直径変動係数C $V_D'$ を求めた。各直径階の林木の樹高を推定するためには、次式のような樹高曲線式を使用した。

$$\log h = 1.715 - 6.919(1/d) - 8.783(1/t) + 91.89(1/dt) \quad (r=0.948)$$

ここでdは直径、tは林齢、hが樹高である。これらの関係式から各林齢における林分の直径分布を近似するためのワイブル分布の3つのパラメータa、b、cを求める。

つぎに間伐木の上部直径を算出するための幹曲線式は大子宮林署管内の上部直径の測定資料をあてはめ次式のように定めた。<sup>17)</sup>

$$d_i^2/D^2 = 10.09709(x^{3/2})(10^{-1}) - 5.02051(x^{3/2}-x^3) \cdot D \cdot (10^{-2}) \\ + 89.531535(x^{3/2}-x^3) \cdot H \cdot (10^{-3}) + 32.593742(x^{3/2}-x^{32}) \cdot H \\ D \cdot (10^{-5}) + 4.7304182(x^{3/2}-x^{32}) \cdot H^{1/2} \cdot (10^{-3}) \\ - 737.26922(x^{3/2}-x^{40}) \cdot H^2 \cdot (10^{-6})$$

ここで $x = (H-h_i)/(H-1.2)$ 、 $d_i$ は高さ $h_i$ での直径、Dは胸高直径、Hは樹高である。この式で求められるのは皮付き直径であり、皮内直径には次式で変換する。

$$d_i = \{0.9366 + 0.08465(h/H) - 0.1469(h/H)^2\} d_0$$

ここで $d_i$ 、 $d_0$ は高さ $h$ での皮内直径、皮付き直径である。

以上のようにして間伐木の直径階毎に上部直径を求め、利用可能な丸太の本数なり利用材積なりを求める。

## 2) 間伐方法の違いによる間伐木材積の差

いま、このモデル林分に対し下層間伐、通常の間伐及び全層間伐という3つの間伐方法を適用する。下層間伐は機械的に直径の小さなものから順に伐採していく間伐とした。通常間伐とは田中ら<sup>18)</sup>が千葉県の東大千葉演習林近辺の林分を対象に調査した際の間伐方法であり、全層間伐は各直径階から間伐率に等しい割合で間伐木を抽出する方法である。滝谷試験地の例で見たように当然、間伐方法によってその後の林分生長は変わる。しかし、現在こうした施業方法の違いによる成長比較のための十分なデータが得られていないので、間伐木の材積と得られる素材の大きさのみに注目するという観点から、つぎのような形で間伐結果を見る。いま、田中らが調べた千葉県における通常間伐は表-9のようになっている。このときの15年生から50年生までの直径分布の変化および5年毎の間伐木の直径階別本数を、前述したような手順に沿って算出した結果が図-16に示してある。つぎにある

表-9 間伐に関する因子一覧

本数 間伐後	本数 間伐率 (%)	平均直径 (cm) 間伐前	胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> )		相対幹距比 (%) 間伐前	相対幹距比 (%) 間伐後
			間伐後	間伐前		
2240	18.5	10.5	11.1	2.6	23.1	11
1745	22.1	13.5	14.2	3.4	29.2	14
1370	21.5	16.4	17.1	38.9	33.1	15.1
1135	17.2	19.2	19.9	41.9	36.9	11.8
990	12.8	21.7	22.3	44.2	40.3	8.8
890	10.1	23.9	24.4	46.5	43.4	6.6
820	7.9	25.8	26.2	48.5	46	5.2
770	6.1	27.4	27.8	50.4	48.4	3.9

林齢においてそれまで通常間伐を行っていた林分に下層間伐あるいは全層間伐を行った場合、各直径階においてどれだけの間伐木が得られるかを示したのが図-17、図-18である。注意するのは、もし全層間伐あるいは下層間伐を繰り返したときは図-17、図-18に示したように直径生長はしないということである。これらの図は通常間伐から全層あるいは下層間伐に切り替えた時点での間伐木の直径分布を示している。通常間伐と全層間伐とは高齢級になると伐採木の直径にかなりの差が出て来るが、若齢級では伐採木の直径分布にそれほど大きな差はない。

こんどは、これらの間伐木を丸太に置き換えて収益性の参考にしてみる。実際の間伐にあたっては標準木を対象として幹曲線を求めると共に、市場価格から径級・長級別の単価を求め、前節で示した方法で径級別の最適採材基準を求め、間伐方法の違いが収益性に与える影響を検討すべきであるが、ここでは簡単のため間伐木の採材方法を4mのみとして、得られる間伐材の規格がどの程度違うかを調べた。間伐後の林木の幹形の生長についても、全層間伐を行った場合と下層間伐を行った場合とでは当然異なるわけであるが、

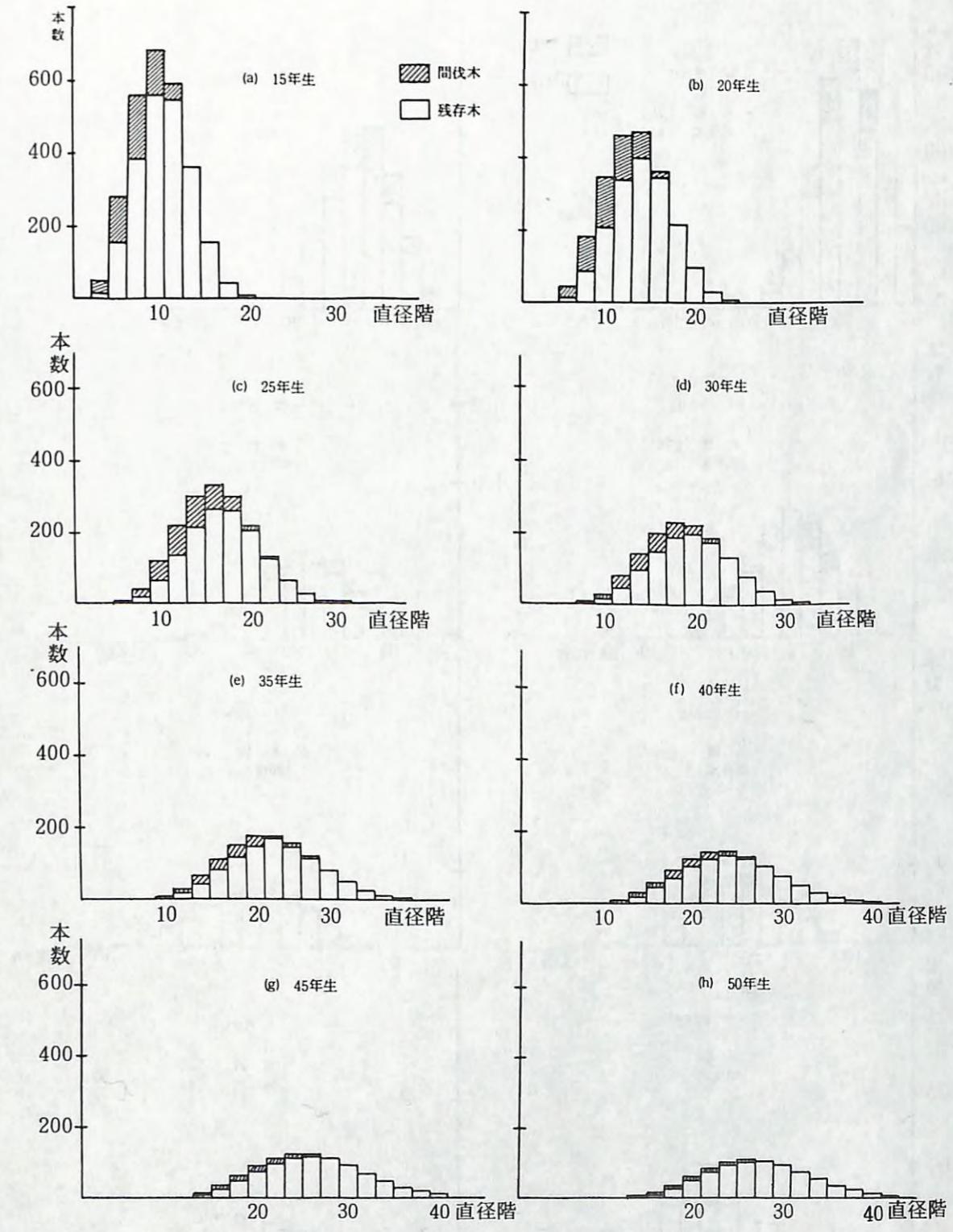


図-16 通常間伐における直径分布の推移

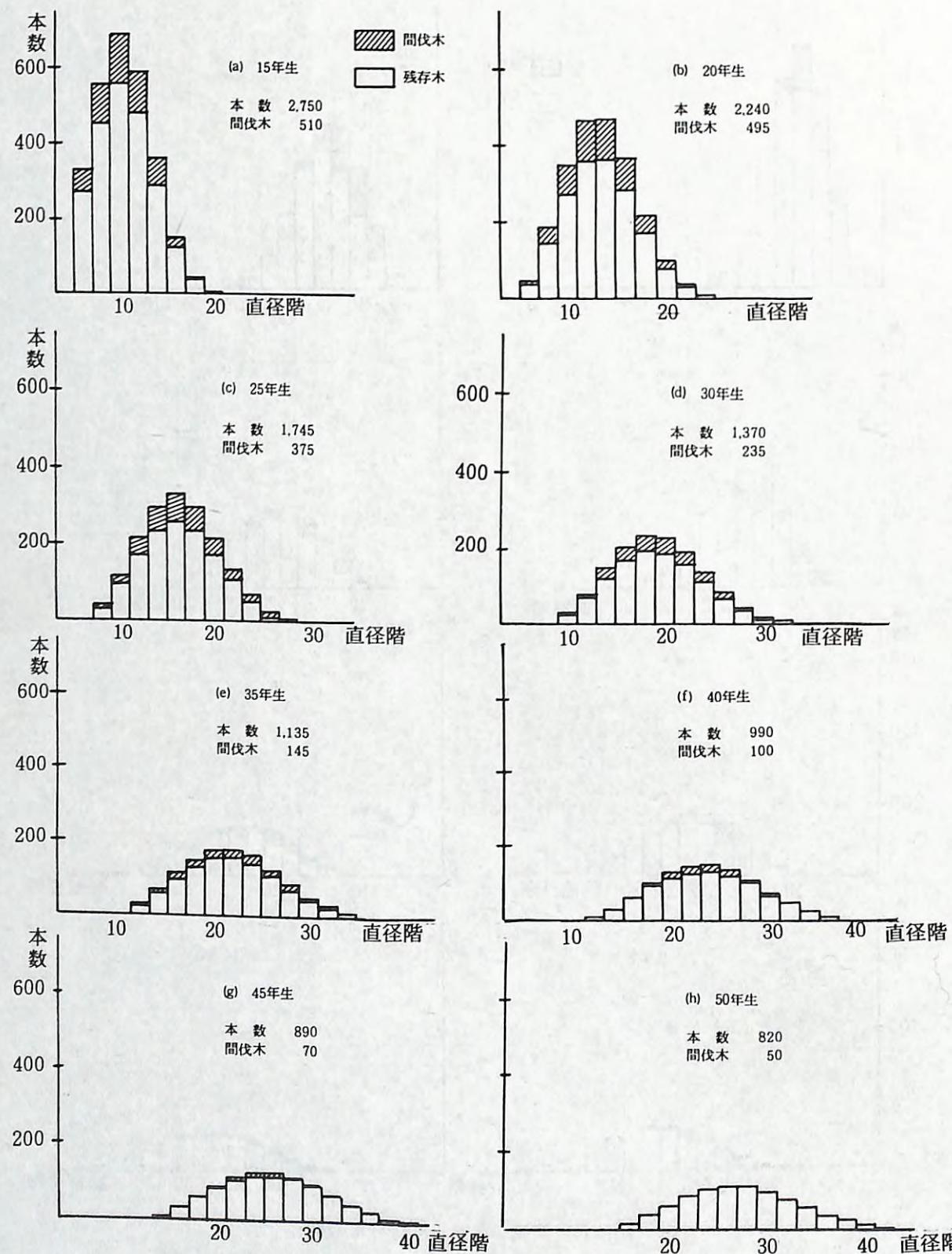


図-17 全層間伐を行った場合の直径階別の間伐木本数

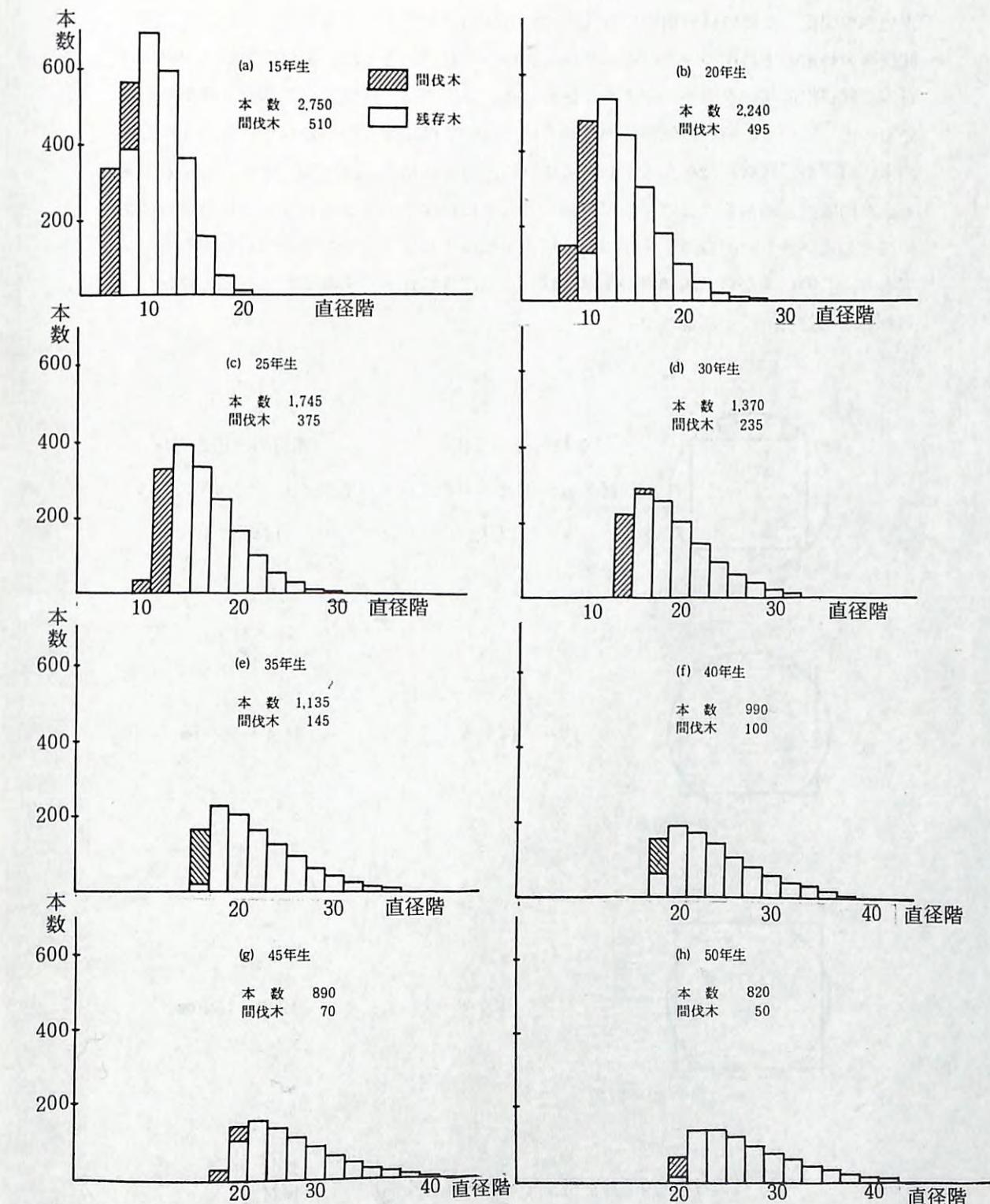


図-18 下層間伐を行った場合の直径階別の間伐木本数

上層木を間伐した後の林分構造の変化については殆どデータが得られていない。そこで、間伐後の林木の生長についてはどの間伐を実行しても同じとした。素材の等級については日本農林規格に基づき図-19のように区分した。ここでは、材はすべて通直で曲がりがないものとしている。前述の幹曲線の計算方法によって伐採高を20cmとしたときの4mごとの末口直径から採材可能な丸太本数を等級別に区分した結果が図-20～図-22に示してある。全層間伐と通常間伐とでは利用可能な丸太数にかなりの差があり、とくに特等材においてその差が著しい。樹高生長がよい上層木を伐採すれば末口径の大きな材が採れるためであり、この結果から全層間伐や上層間伐が通常間伐に比べて単なる間伐材積の増加以上に収益をあげ易いことが伺える。

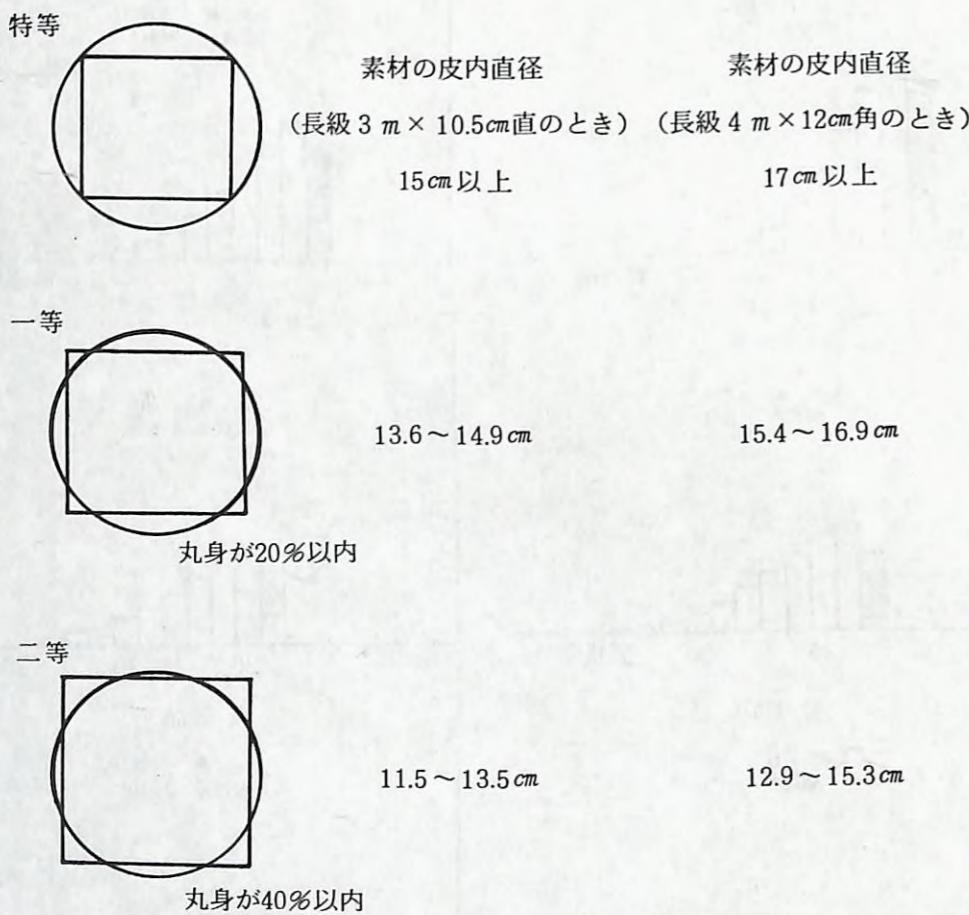


図-19 3m材, 4m材の採材を前提とした採材

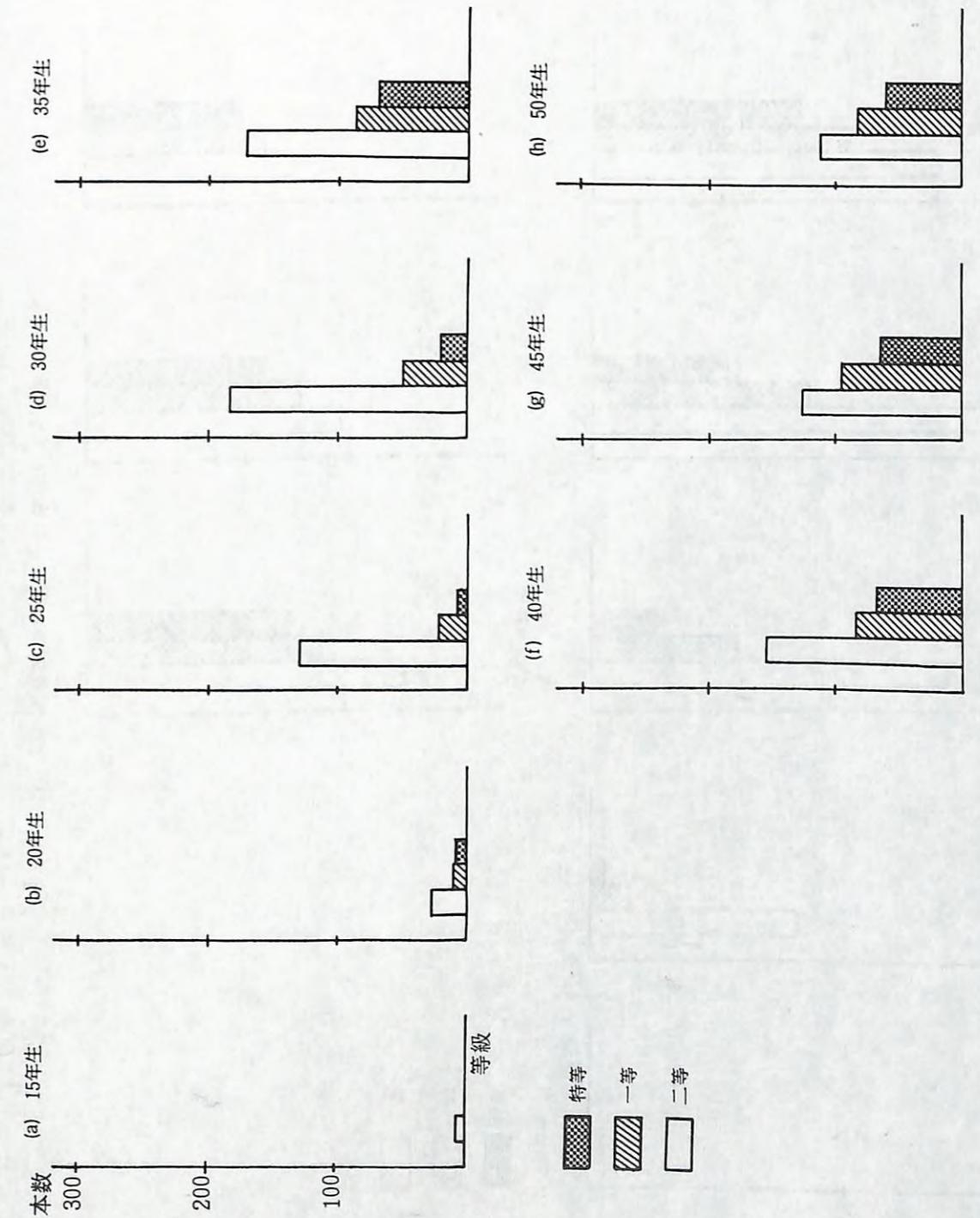


図-20 間伐木から採材される丸太 (通常間伐)

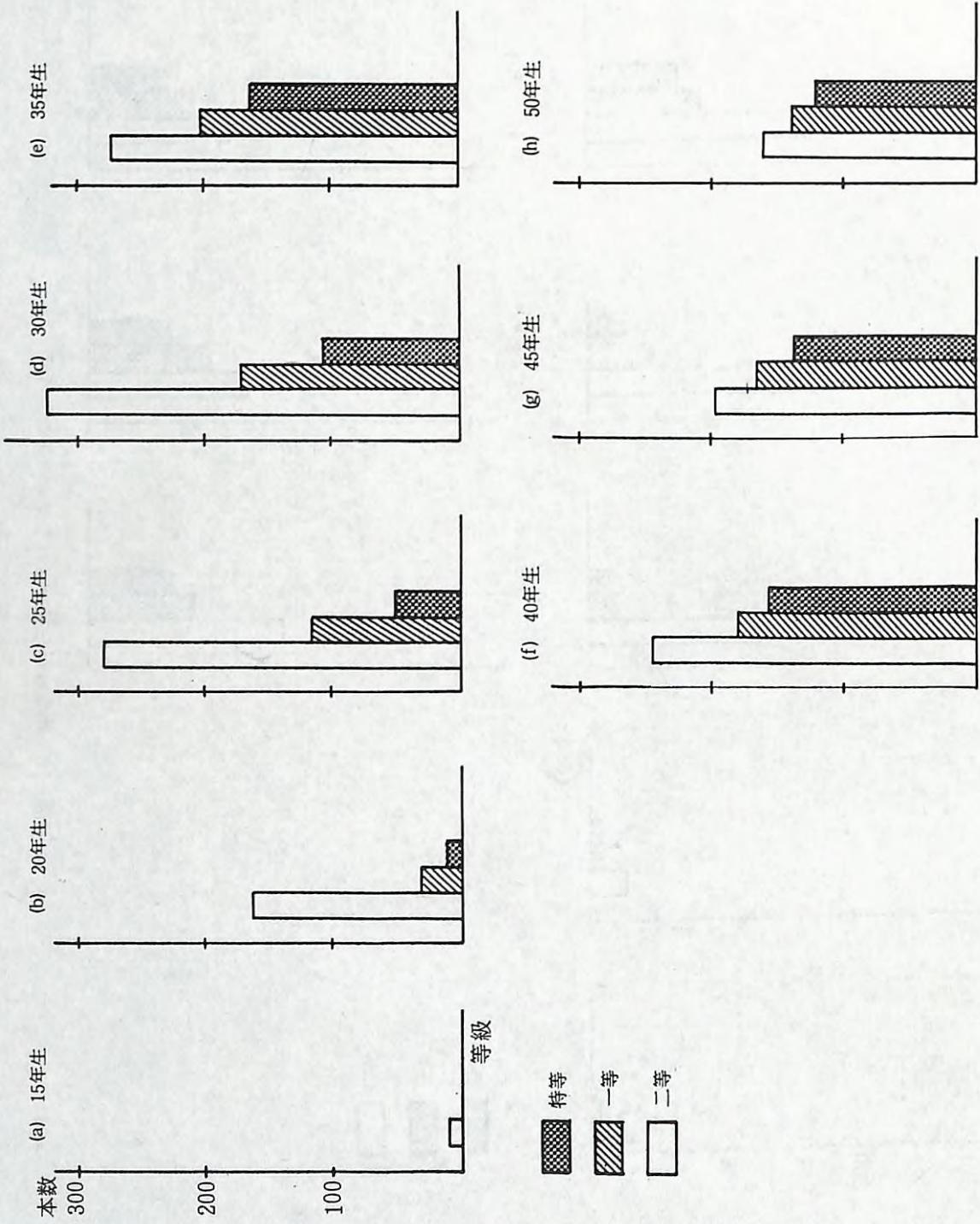


図-21 間伐木から採材される丸太（全層間伐）

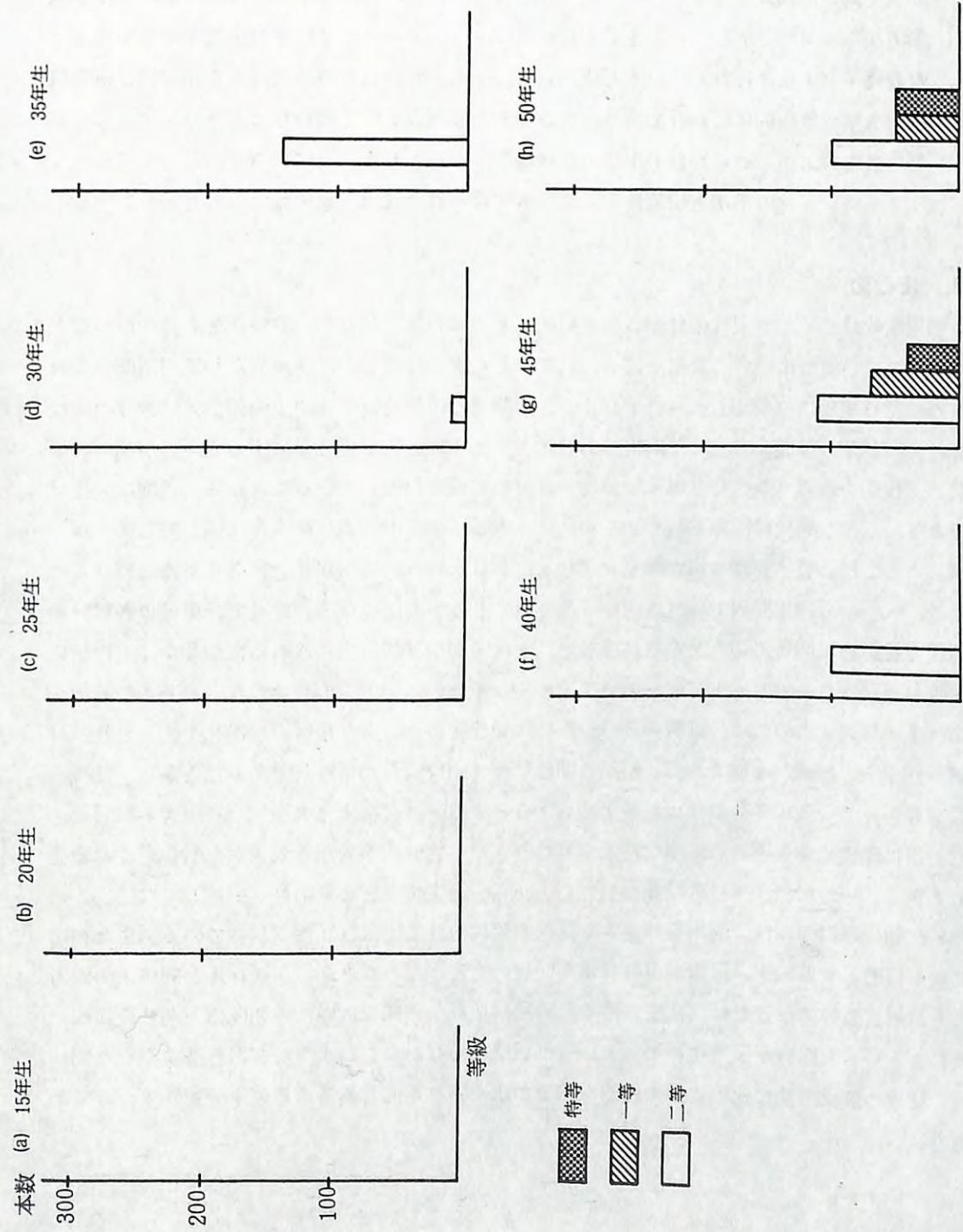


図-22 間伐木から採材される丸太（下層間伐）

さて、このように間伐方法が多様化してくると、間伐強度、間伐木の直径分布に占める位置等の組み合せが何通りにも考えられ、従来の収穫予想表方式では表の数が膨大になりすぎて対応が出来なくなってくる。そうしたときここで例示したような各林齡における施業方法をインプットし、それをもとにシミュレーションにより将来の生長予測をするような収穫予測手法に移行していくと思われる。また、この分野の研究はここ10年ほど研究機関、大学で積極的に行われており、近い将来、収穫表を開く代わりにパソコンによって手軽に各施業方法に応じた林分単位での収穫予想が行われることになろう。ここで示したシミュレーションの手法も研究機関、大学等で得られた成果を利用したものである。

## 5. まとめ

利用間伐は必ずしも現代の林業危機を打破するのに万能ではなく、危険性をも併せ持つことについては、すでに幾多の文献で述べられていることではあるが、まとめとして利用間伐を行う際の留意事項について若干触れておく。下層間伐と違い全層間伐や上層間伐では強度の間伐を行えば林間の疎開が著しく、間伐後の冠雪害や風害等の気象害にたいする危険性が高い。また、主伐期を遅らせる代わりに年輪の均一な材の育成を目指していることから、強度な間伐はできない。もし間伐の間隔を長くするために、大量に生長の旺盛な林木を伐採してしまえば、残ったものは形質不良木や樹冠の未発達な木ばかりといった貧相な林分になりかねない。このため、5年から10年間隔で弱度の間伐を繰り返すことが前提になる。従って、単純に各林分の間伐方法を利用間伐に切り替えるだけでは、主伐時期が予想以上に遅れるばかりか、主伐材の形質が悪かったり生育途上で種々の気象害により多数の枯損木を生じかねない。そこで弱度の間伐を繰り返すためには、近隣の林分を同時に間伐するといった伐区の集団化を図ったり、林道や作業道の整備が必要である。初期の間伐では生産目的が心持柱材であることから、間伐時期を遅らせて一度に多数の間伐材を生産しようとすると、優勢木は大きくなり過ぎる恐れがあり、逆に間伐時期が遅れれば主伐時まで残そうとする劣性木が被圧され過ぎ形質が悪くなる恐れもある。一般に被圧木は形状比が高いことから、冠雪害などの危険性も一層高くなる。このため、間伐適期の幅は下層木を除去する従来の間伐方式に比べれば狭くなっている。また利用間伐を目的とする以上、形質の良好な木が間伐の対象になることから、残存木と間伐木の両方ともが形質良好でなければならず、そのためには造林から間伐にいたる期間の下刈りや除伐、枝打ちといった保育が丁寧に行われていなければならない。このような収益性を重視した間伐は、従来の間伐方法に比べより集約的な施業が求められる面もあることに十分留意すべきであろう。

## 引用文献

- (1) 寺崎 渡：実験間伐法要綱、大日本山林会、1929
- (2) 早稲田収：間伐はいかにあるべきか、北方林業、Vol 35, 1983
- (3) Warrack, G. C. : B. C. Forest Service Tech. Publ. T 51, 1959
- (4) 石原猛志：35回日林関西支論、シンポジウム資料、1984
- (5) 落合幸仁ほか：34回日林関西支論、136～139, 1983
- (6) 坂本雅夫：国有林野事業に関する技術開発研究考案発表集、139～146, 1983
- (7) 杉山 宰：山林、19～25, No. 1235, 1987
- (8) 徳島県林業課：選木育林早期仕上げ間伐の事例、1987
- (9) 林業試験場：収穫試験報告第17号、1972
- (10) 北海道林務部：経営試験業務資料No. 37, 88～121, 1984
- (11) 神戸喜久他：最近の利用的間伐の内容と問題点、39回日林関東支論、1987
- (12) 上野賢爾他：滝谷スギ人工林皆伐作業収穫試験地、林業試験場関西支場年報、44～49, 1963
- (13) 上野賢爾他：滝谷スギ人工林皆伐用材林作業収穫試験について、林業試験場関西支場年報、32～37, 1973
- (14) 西村勝美：国産針葉樹材の採材技術、木材工業、Vol 138～9, 416～422, 1983
- (15) 徳島県：上手な採材と造材のしかた、1984
- (16) 徳島県林業課：採算間伐の手引、1986
- (17) 横渡ミヨ子：幹曲線式による利用可能材積の推定方法、林試研報327号、29～67
- (18) 田中和博他：スギ、ヒノキ人工林の長伐期施業に関する研究、昭和58年度科学研究費補助金研究成果報告書、東京大学農学部、1984
- (19) H. E. ヒルミ：物理生態学序説、98～122、筑地書館、1974
- (20) 箕輪先博、白石則彦：収穫表調整法に関する研究(I), 第93回日林論、1982