



神奈川県
林業試験場

KANAGAWA

ISSN 0389-1321

神奈川県林業試験場

研究報告

第 18 号

Bulletin of the
Kanagawa Prefecture Forest Experiment Station

No. 18

1991. 3

目 次

論 文

スギノアカネトラカミキリによる材部被害の発達機構に関する研究

　　横内広宣・山根正伸.....1

大都市近郊における森林管理政策の研究（II）－育林業の収益性と森林環境政策－

　　山根 正伸.....15

ナメコとヤナギマツタケの異種間融合

　　木内 信行.....43

資 料

郷土樹種の省力育苗苗木の山砂利採取跡地における活着と11年後の成長

　　中川 重年.....51

スギノアカネトラカミキリによる 材部被害の発達機構に関する研究

横内広宣・山根正伸

Studies on development of wood damage in *Cryptomeria japonica* and
Chamaecyparis obtusa planted which bored by *Anaglyptus subfasciatus* Pic

Hironobu YOKOUCHI・Masanobu YAMANE

要 旨

スギノアカネトラカミキリによるスギ、ヒノキの材部被害を解析し、その発達機構を調べた。また、枝打ちによる孔道数調査の結果からの材部被害推定の可能性についても言及した。その結果は以下のとおりである。①両樹種とも孔道の大きさには差がみられなかったが、変色はスギで発達しやすく、色も濃色であった。②両樹種とも孔道は生枝の下限から2～3m下の範囲で最も多く、生枝の直下には少なかった。③地上から低い位置に現れる孔道及び変色は大きく、高い位置に現れるものは小さい傾向にあった。④幼虫は枝の生長停止1年後から材部に侵入し始め、特に3～5年後に侵入していることが多かった。⑤本種の加害は、枝が枯れ上がるに連れて幹の上方へ移行し、それに伴って幼虫孔道の密度も増加していた。⑥変色は時間経過とともに発達していた。⑦枝打ち調査結果からの材部被害の推定には、着生枯れ枝が多い林分で侵入孔道を考慮した調査が必要であった。

I はじめに

スギノアカネトラカミキリ (*Anaglyptus subfasciatus* Pic) はスギ・ヒノキに材質劣化を起こす穿孔性害虫である。その加害を原因として生じる被害は“トビクサレ”と呼ばれ¹⁾、本州各地で大きな問題となっている。神奈川県においても横原ら¹⁵⁾、新田¹⁰⁾らによって生息が確認されており、その被害が懸念されている。

本種の材部における被害は①幼虫孔道の形成、②変色の発生、③腐朽と進む⁴⁾ため、その影響を評価するには、幼虫孔道の数、孔道の大きさ、そこから発達する変色及び腐朽の大きさや、樹種による差異などを明らかにすることが重要である。また、変色は進行する⁴⁾ことから、加害からの

時間経過による、被害の発達機構も併せて明らかにする必要がある。

本種は主に枯れ枝に産卵し⁸⁾、枝から材部へ侵入し、再び枝に戻って脱出する^{1,11)}ため、加害した枝には必ず幼虫孔道を残すが、その被害は幹の変形や枯死を伴ないので、外観から被害を判定することが難しい⁴⁾。そのため、被害を調査するには、実際に伐倒し割材する方法^{5,9)}か、枝打ちを行い、枝の切断面に現れる孔道の有無で被害を判定する方法^{7,12)}が採られることが多い。実用面を考えた場合、後者の方が作業的に容易であり、短時間で済む。しかし、その結果得られた孔道数と実際の材部の被害状況を関連付けるには、被害の発達機構に基づく評価を行う必要があるが、このような観点からの研究はみられない。

本研究は、枝打ち調査によって枝部位の孔道の分布が明らかにされている林分から試料木を選び、割材して材部の被害状況を明らかにした。更に、加害を受けた枝の付け根部分の節の詳しい解析から加害とその影響の時間的変化を追い、被害の発達機構を明らかにした。また、これらの結果を枝打ち調査の結果と対比させることによって、枝打ち調査による材部の被害推定の可能性について検討した。

なお、本研究の一部は第41回林学会関東支部大会及び第101回日本林学会において発表した。

II 材料及び方法

1 調査地及び材料

南足柄市中沼林道沿いの2林分を対象とした。調査地の概況は表1のとおりである。調査地は材部被害解析調査に先立って行われた枝打ち調査の結果、被害木が区画全域に分布する激害林分であり、着生枯れ枝数の多い樹幹部分に孔道も多いことが判明している^{16, 17)}。その結果を基に材部被害解析調査の試料木としてスギ12本、ヒノキ8本を選択した。その基準は、スギでは、枯れ枝無し(試料木記号A, B)、枯れ枝はあるが孔道無し(同C, D)、脱出孔道1~2個(同E~G)、3個以上(同H~J)、侵入孔道のみ(同K, L)とした。

表1 調査地の概況

調査樹種		スギ	ヒノキ
標高	高位	約400 m 北東 緩 35	約300 m 東 緩~平 25
方傾	斜度	2300/m ²	2250/m ²
林立	木密度	14.9 m	11.0 m
平均樹高	平均胸高直径	17.6 cm	16.0 cm
調査本数	被害立木率	92 85.9%	90 96.7%

ヒノキでは、脱出孔道が4個以下(試料木記号M, R)、5~9個(同N, O)、10~14個(同O, P)、15個以上(同S, T)とした。

2 材部被害解析の方法

試料木の材部での被害状況を以下の手順で解析した。まず、試料木を伐倒した後、生枝が出現する高さの下限(以後、生枝下高と呼ぶ)を含む高さまでを地上から2m毎に玉切り(以後、この2mを単位として「層」と呼ぶ)、各層を厚さ1cmの板に引いた。そして試料木の層毎に以下の項目を測定した。スギの調査は1989年8月に、ヒノキの調査は1989年11月に行った。

1) 枝数

着生枝と落枝について、巻き込み枝、枝の太さを問わず、枝の痕跡の認められたものをすべて数えた。

2) 孔道数

原則として加害されている枝1本につき、その付け根部分の節周辺に現れた孔道を1個と数えたが、脱出孔道が2個以上同時に確認できた節については、確認できた数を孔道数とした。

3) 被害枝の着生高

節の中心から、調査している層の元口までの距離を測定し、地上からの高さに換算して表した。

4) 孔道の大きさ

各々の孔道について、材の上下方向、接線方向、放射方向の3方向の孔道の広がりを各々孔道長、孔道幅、孔道深として測定した。

(1) 孔道長

脱出孔道が確認できた孔道は脱出孔道を、確認できなかった孔道は被害枝の節の中心を始点とした。そこから材の末口方向を上方向、元口方向を下方向として、上下別々に、始点から最も遠い位置にある孔道の先端部までの距離を測定し、その合計値を孔道長とした。

(2) 孔道幅

被害枝の節を中心として、最も右に現れた孔道と、最も左に現れた孔道の間の水平距離を孔道幅として測定した。

(3) 孔道深

最も樹皮に近い位置に現れた孔道と、最も樹皮から離れている孔道の間の水平距離を孔道深として測定した。

なお、被害枝の着生向きによっては、幅や深さを直接測定できないことがあったが、その場合は孔道の現れている板の枚数を数えて、各層の直径から換算した。

5) 変色の大きさ

孔道と同じく、材の上下方向の変色の広がりを変色長、接線方向の広がりを変色幅、放射方向の広がりを変色深として、孔道と同様の方法で3方向を測定した。但し、孔道の集中している部分では複数の変色が重複して大きな変色を形成している場合がある。その場合は可能な限り個々に測定したが、それができなかった場合はデータ集計から除外した。

なお、孔道または変色が2つの層にまたがっている場合は、被害枝の着生していた層に含めた。

3 被害の発達機構解析の方法

被害の発達機構を明らかにするためには、幼虫が材部に侵入し加害を始めた年を知る必要がある。本種の幼虫は材部に侵入して初期の頃は樹皮から浅い部分を加害する^{2,5,6,9)}ので、侵入直後は加害開始当年の年輪を加害すると考えられる。そこで、枝から材部へ侵入した時点から調査時点までに形成された年輪数を数えることによって、侵入した年を推定することができると考えた。

このような考え方から、ヒノキについて被害枝の付け根部分の節断面の解析を次の手順で行った。まず、孔道が現れている部分を節の縦断面を必ず含むように切り取り、表面を平滑にした。そして各々の節について以下の3項目を測定した。こ

こで特に断わりの無い限り年輪とは材部の年輪を指す。また、枝の生長停止年については藤森の方法¹⁴⁾を、最終加害年については藤下の方法¹³⁾を参考にした。なお、スギを除外したのはヒノキに比べて古い孔道が多く、正確なデータを得ることが困難であると思われたためである。

1) 枝の生長停止年

調査時点からみて何年前に枝の生長が停止しているかを調べた。枝の年輪が欠如した時点で生長を停止したとみなし、その時点から調査時までに形成された年輪を数え、その数を枝の生長停止年とした。

2) 材部侵入年

調査時点からみて何年前に幼虫が材部へ侵入したかを調べた。枝から材部につながっている孔道の中で、脱出孔道ではない、径の細い孔道を侵入孔道とした。幼虫が材部へ侵入したのは、侵入孔道が現れた年輪が形成された年と考えられるので、その年を材部侵入年とした。即ち、調査は1989年に行われているので、最も新しい年輪に侵入している場合は1989年侵入となる。

3) 最終加害年

調査時点からみて何年前まで幼虫が材部を加害していたかを調べた。孔道の現れた年輪の中で、最も外側の年輪は、少なくとも調査時点において最も後に加害が行われたと考えられるので、その年輪が形成された年を最終加害年とした。

なお、材部から枝へ戻る脱出孔道が無かった孔道を加害未完とし、脱出孔道のあるものを加害完了とした。

III 結果及び考察

1 材部被害の発達状況

1) 試料木の測定結果

試料木で観察された材部の被害状況は以下のと

おりである。ヒノキでは孔道長が1.2~31.2cmで平均11.2cm、孔道幅が0.3~9.9cmで平均2.9cm、孔道深が0.3~4.1cmで平均1.6cmと上下方向に最も長く発達していた。一方、変色は変色長が0~50cmで平均22.6cm、変色幅が0~10.7cmで平均3.4cm、変色深が0~5.2cmで平均2.1cmで

あり、上下方向に長い紡錘形に発達していた。ここで変色の測定値が0とは、調査時点では変色が観察されなかった孔道で、その数は全孔道数の1割程度であった。スギでも孔道及び変色は同様の形を示し、孔道長が1.4~26cmで平均10.6cm、孔道幅が0.7~7.8cmで平均3.1cm、孔道深が0.7~

表2 ヒノキ試料木の測定結果

項目	試料木記号	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	樹 高 (m)	11.7	13.0	11.3	12.1	12.4	12.6	11.0	11.5
2	胸高直径 (cm)	15	17	15	18	17	16	14	15
3	生枝下高 (m)	7	8	7	8	8	7	7	7
4	着生枯れ枝数	43	53	56	43	51	59	89	67
5	脱出孔道数	1	7	10	11	7	2	18	19
6	総 枯れ 枝 数	111	147	147	216	189	156	155	147
7	総 孔 道 数	1	17	13	23	9	8	26	21
8	孔 道 長 (cm)	14.9	8.6	11.0	10.4	10.2	11.8	11.9	12.0
9	孔 道 幅 (cm)	3.7	2.6	3.3	2.9	2.8	2.5	2.9	3.2
10	孔 道 深 (cm)	3.0	1.3	1.6	2.1	1.5	1.5	1.7	1.2
11	変 色 長 (cm)	37.0	29.4	22.5	28.6	20.9	16.0	27.7	24.9
12	変 色 幅 (cm)	8.0	5.7	4.2	4.2	3.8	3.0	4.1	3.5
13	変 色 深 (cm)	5.2	2.7	2.2	2.9	2.4	1.7	2.6	1.9

注1) 項目1~3は試料木の大きさを示す。

注2) 項目4,5は地上0~6m高における枝打ち調査結果を示す。

注3) 項目6~13は材部被害調査の結果を示し、6,7は調査層の合計値を、8~13は調査層の平均値を示す。

表3 スギ試料木の測定結果

項目	試料木記号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	樹 高 (m)	14.0	15.8	17.2	15.5	17.4	14.3	13.0	11.8	15.5	12.4	15.0	16.4
2	胸高直径 (cm)	15	17	20	19	22	12	12	12	16	13	15	18
3	生枝下高 (m)	12	10	10	12	12	12	8	10	12	10	10	10
4	着生枯れ枝数	0	0	12	1	7	16	4	16	18	20	7	10
5	脱出孔道数	0	0	0	0	1	1	2	4	4	11	0	0
6	侵入孔道数	0	0	0	0	0	2	0	2	4	0	1	1
7	総 枯れ 枝 数	352	273	-	-	-	330	--	213	284	301	229	-
8	総 孔 道 数	26	26	14	30	20	14	16	22	33	34	24	44
9	孔 道 長 (cm)	11.5	9.9	7.3	10.6	9.7	12.8	9.1	11.0	9.9	9.9	12.2	12.3
10	孔 道 幅 (cm)	3.0	2.8	2.5	3.0	3.2	2.7	2.2	2.2	2.6	2.5	3.3	3.0
11	孔 道 深 (cm)	3.1	3.1	2.4	3.7	3.0	2.4	3.1	2.1	3.3	3.2	3.1	3.2
12	変 色 長 (cm)	41.3	35.2	40.2	42.8	42.2	28.5	38.2	26.1	36.2	32.3	39.9	41.3
13	変 色 幅 (cm)	4.0	3.9	3.5	4.3	4.6	3.7	4.2	3.2	3.6	3.8	4.2	4.3
14	変 色 深 (cm)	4.6	4.5	3.6	4.9	4.7	3.5	4.5	3.4	4.2	4.1	4.1	4.5

注1) 項目1~3は試料木のサイズを示す。

注2) 項目4~6は地上0~6m高における枝打ち調査結果を示す。

注3) 項目7~14は材部被害調査の結果を表し、7,8は調査層の合計値を、9~14は調査層の平均値を示す。

6.2 cmで平均 2.8 cm、変色長が 5 ~ 81 cmで平均 36.4 cm、変色幅が 1 ~ 8.5 cmで平均 4.3 cm、変色深が 1.3 ~ 7.4 cmで平均 4.0 cmであった。

孔道長は両樹種で差が無く、上、下方向関係なく加害していた。また、孔道幅も差が無いが、孔道深はスギで若干深かった。一方、変色は 3 方向ともスギで顕著に発達していた。特に変色長は 10 cm以上長かった。また、スギは暗赤褐色の濃い変色が発達初期と思われる時期から認められるのに対して、ヒノキは大きな変色の場合でも淡褐色で目立たず、スギで濃い変色が発達していた。なお、各試料木毎の測定結果は表 2、3 に示した。

2) 地上からの高さと孔道数

図 1、2 に層別の孔道の数と枝数の関係を示した。両樹種とも孔道は上の層ほど増加し、生枝下高から 2 ~ 3 m 下の部分に最も多く、生枝下高直下には少なかった。このように、孔道数は地上からの高さによって差がみられた。しかし、各層の枝数は差が小さいことから、孔道が上の層に行くと増加する傾向には別の要因が関与すると思われた。

3) 地上からの高さと孔道、変色の大きさ

図 3 に層別の孔道長を示した。ヒノキは、層間で差は認められなかったが、スギは 2-4 m 層で最

も長く、そこから上の層ほど短くなる傾向がみられた。

図 4 に層別の変色長を示した。スギ 0-2 m 層を除いて、両樹種とも上の層へ行くに連れて短くなる傾向がみられた。孔道長と比べると、ヒノキ 6-8 m 層を除くすべての層で孔道長を大きく上回った。

図 5 に層別の孔道幅と変色幅を示した。両樹種とも孔道幅は、上の層に行くと狭くなる傾向がみられた。変色幅も孔道幅と同じ傾向を示したが、すべての層で孔道幅を上回った。

図 6 に層別の孔道深と変色深を示した。両樹種とも孔道深は層間で差は認められなかった。変色深は上の層に行くと浅くなる傾向がみられ、ヒノキの 6-8 m 層を除くすべての層で孔道深を上回った。

このように地上からの高さと孔道、変色の大きさの関係をみると、両樹種とも一部を除いて低い層で大きく高い層で小さいという共通の傾向がみられた。

また、各層の孔道数とその層の孔道及び変色の大きさには特に関係は認められなかった。

4) 孔道の大きさと変色の発達

変色は孔道を原因として発達するため、両者の

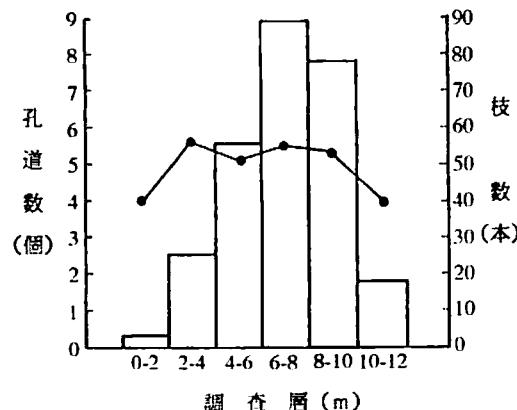


図 1 スギの調査層別の孔道数と枝数
● 枝数 □孔道数

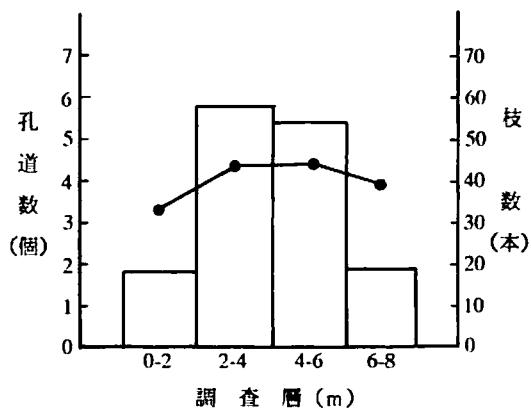


図 2 ヒノキの調査層別の孔道数と枝数
● 枝数 □孔道数

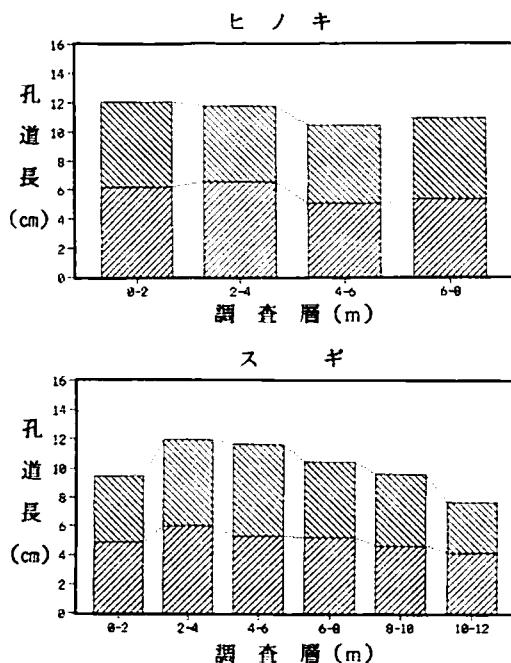


図3 各調査層における孔道長
■ 下方向の孔道長 ■ 上方向の孔道長

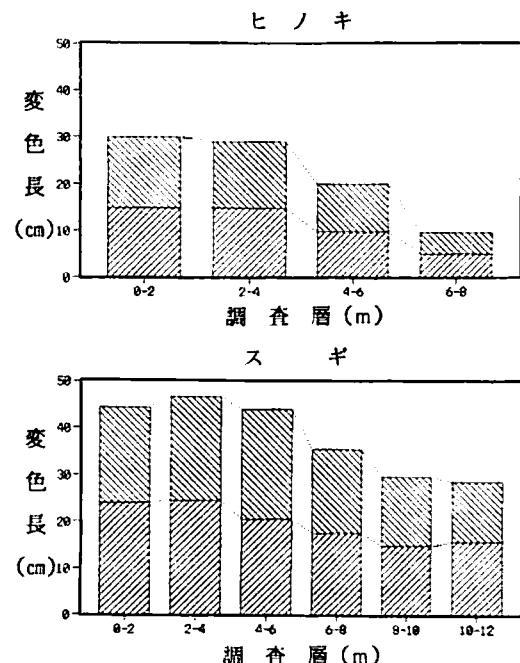


図4 各調査層における変色長
■ 下方向の変色長 ■ 上方向の変色長

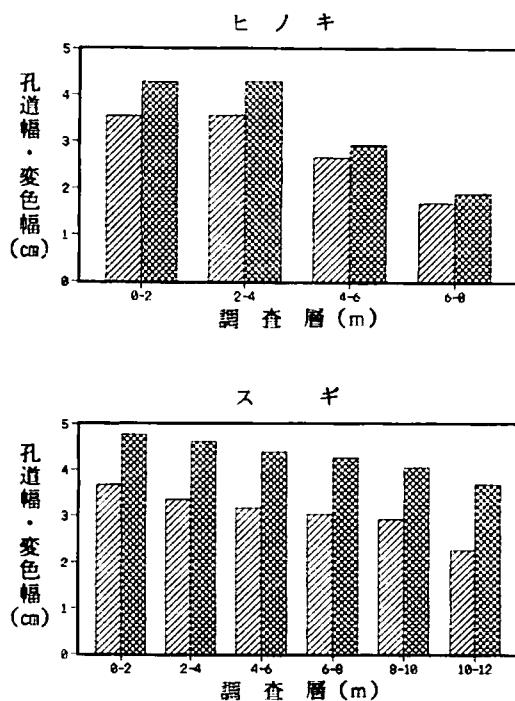


図5 各調査層における孔道幅と変色幅
■ 孔道幅 ■ 变色幅

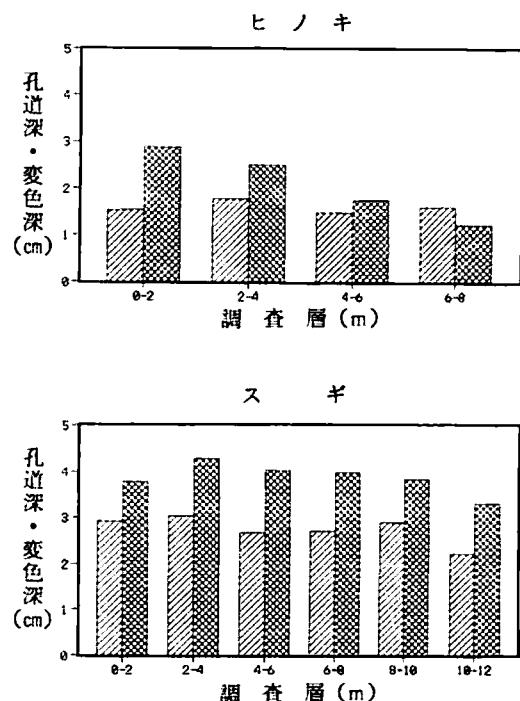


図6 各調査層における孔道深と変色深
■ 孔道深 ■ 变色深

間には関係があると思われる。そこで、測定方向別に各々対応する孔道と変色の関係を図7、8に示した。

ヒノキは3方向すべてにおいて正の相関関係がみられた。相関が最も強かったのは幅であり、逆に最も相関が弱かったのは長さであった。変色長は最高で孔道長の7倍程度まで発達しているのに対して、変色幅、変色深はともに最高でも孔道の3倍程度しか発達していなかった。スギも同様の傾向が認められ、変色長は最高で孔道長の8倍程度まで発達しており、変色幅と変色深は孔道の3倍程度に留まっていた。

2 材部被害の発達経過

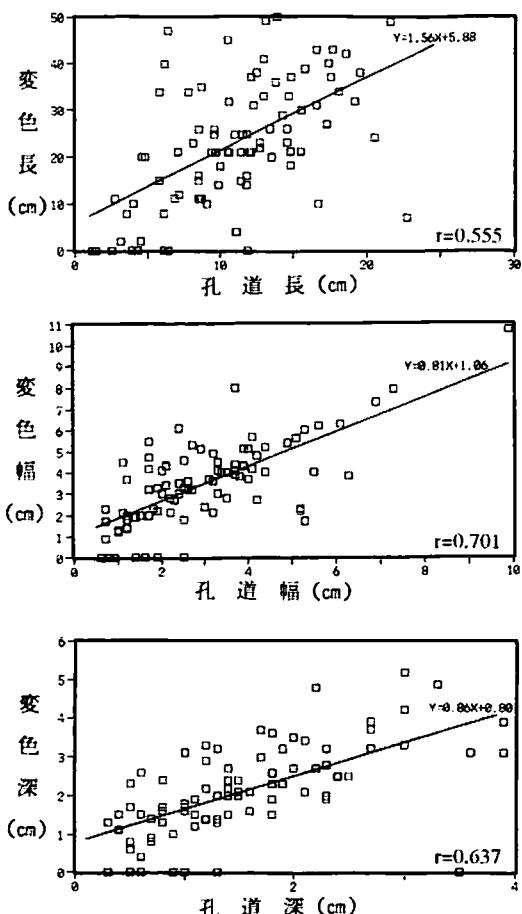


図7 ヒノキにおける孔道と変色の相関関係

これまでの解析により、孔道は下から上の層へ行くに連れて増加しており、個々の加害が材部へ与える影響は概ね下の層で大きく、上の層では小さいという結果が得られた。このように地上からの高さによって加害数や被害状況に差が認められたので、まず地上からの高さによる加害の時間的な変化について検討を加え、次に材部における被害の発達について考察した。

1) 被害枝の着生高と材部侵入年

図9に被害枝の着生高と材部侵入年の関係を示した。樹幹の低い位置には古い孔道が、高い位置には新しい孔道が目立ち、高さと材部侵入年の間に相関関係が認められた。図10に被害枝の生長

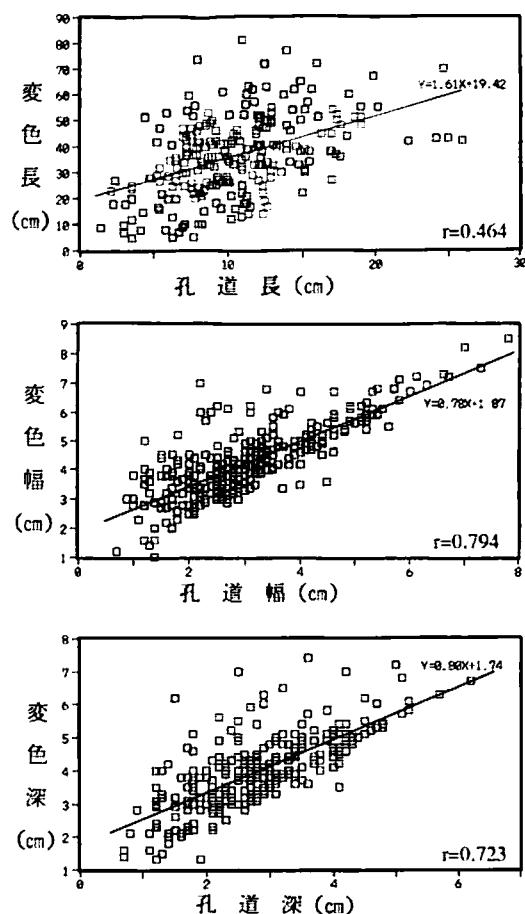


図8 スギにおける孔道と変色の相関関係

停止から幼虫の材部侵入までの経過年数を示した。最も早い場合は生長停止から1年で侵入したが、多くは被害枝の着生高に関係なく3~5年で侵入していた。この結果は過去の研究例^{3,9)}とほぼ一致しており、本種の加害は、枝が枯れ上がるに連れて上の層へ移行し、各層の枝が生長を停止して3~5年後に最も増えると考えられる。前節の2項で述べたように、孔道が生枝下高直下に少なく、その2~3m下の部分に多いのはこのことが関連していると思われる。また、低い位置の被害枝では、生長停止から侵入までにかなりの年数を経ている例がみられ、枯れ枝が着生している限り加害を受けることが確かめられた。

スギについては検討しなかったが、ヒノキより落枝しやすく巻き込みも速い¹¹⁾という性質から、低い位置に新しい孔道が現れる割合は下がると考えられ、着生高と材部侵入年の間にヒノキよりも

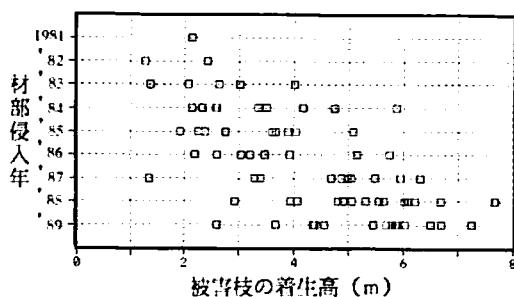


図9 被害枝の着生高と幼虫の材部侵入年

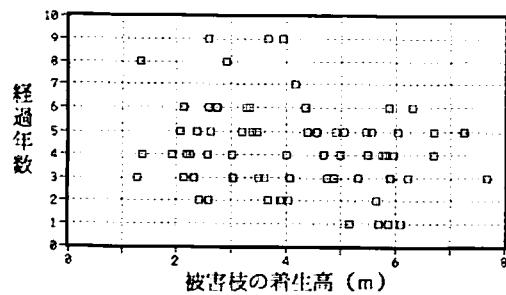


図10 被害枝の着生高と枝の成長停止から材部への侵入までの経過年数

強い相関があると推測される。

2) 被害枝の着生高と加害期間

材部侵入年から最終加害年を引き、それに1年加えたものを加害期間として、被害枝の着生高と加害期間の関係を表したもののが図11である。ここで1年を加えたのは、材部侵入年と最終加害年が同じ年であっても、侵入から調査時点までの期間は材部を加害しているので、その期間を考慮したためである。加害期間は最低で1年、最高で4年であり、2~3年の中ものが多かった。また、加害期間1年の孔道で、加害が完了している孔道が無いことから、材部に侵入してから枝に戻るまでに最低1年以上かかることが示された。なお、被害枝の着生高による加害期間の違いは明らかではなかった。

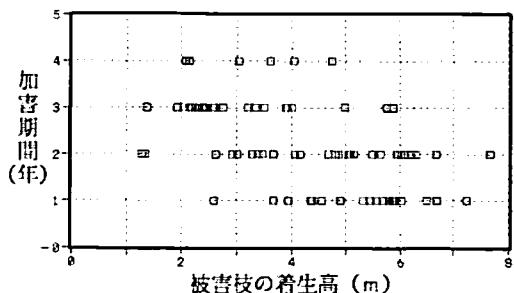


図11 被害枝の着生高と幼虫の材部の加害期間

3) 脱出数の変化

スギノアカネトラカミキリの生活史¹²⁾から、加害の完了した孔道は最終加害年の翌年に成虫が脱出したと考えられる。また、前項の加害期間から、未完の孔道は2~3年後に成虫が脱出すると考えられる。そこで、最終加害年から成虫の脱出年を推定し、その数を表わしたものが図12である。孔道数が徐々に増えていることから、スギノアカネトラカミキリの密度が増加していると考えられた。上の層に行くに連れて孔道が増加したのは、このことが関係していると思われる。

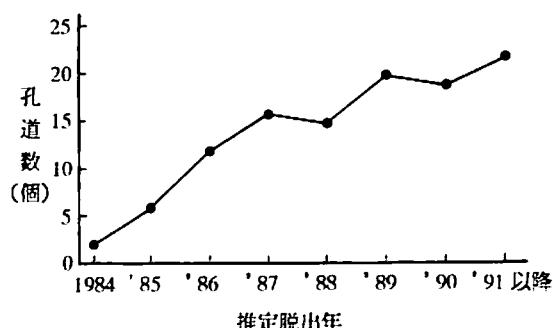


図 12 成虫の脱出年とその数の変化

4) 時間経過による孔道、変色の発達

以上の解析から、この林分では枝が枯れ上がるに連れて加害が上の層へ移行し、それに伴ってスギノアカネトラカミキリの密度も増加していたと考えられたので、統いて時間経過による被害の発達を検討した。

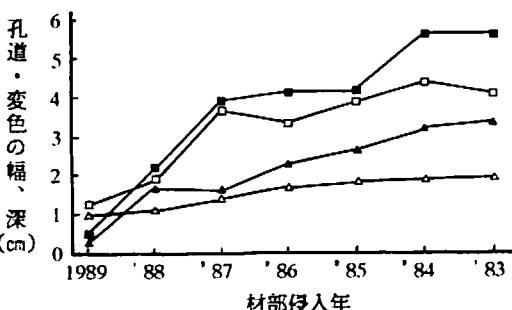
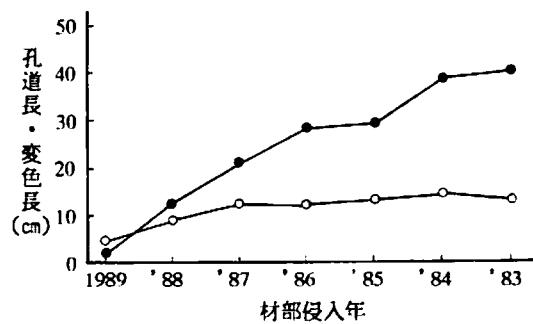


図 13 材部侵入年と孔道及び変色の大きさ

○ 孔道長
□ 孔道幅
△ 孔道深
● 変色長
■ 変色幅
▲ 変色深

図 13 に材部侵入年と孔道及び変色の大きさの関係を、図 14 に加害期間と孔道及び変色の大きさの関係を示した。なお、材部侵入年は実際には 1981 年侵入の孔道まで測定できたが、1981 年、1982 年のものは点数が少ないため図から除いた。孔道の大きさと材部侵入年の関係をみると、1988 年、1989 年侵入の孔道と、1987 年以前に侵入した孔道の間で差が認められた。加害期間との関係では加害期間 3 年までは期間が長くなるほど孔道も大きくなる傾向がみられた。これらは、1988 年、1989 年侵入の孔道や加害期間 1 年、2 年の孔道には加害未完のもの多いため、孔道の発達には、加害が完了しているか、未完かの差が最も強く影響すると言える。しかし、加害期間 2 年の孔道のうち、加害が完了した孔道だけを選んで比較した場合でも、3 方向とも加害期間 3 年のものより小さ

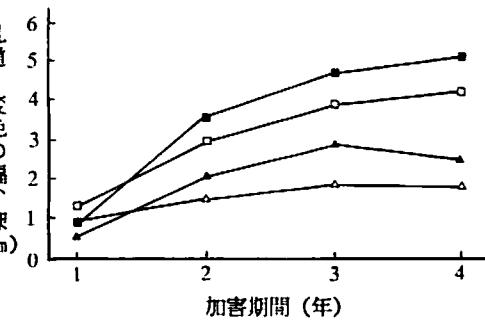
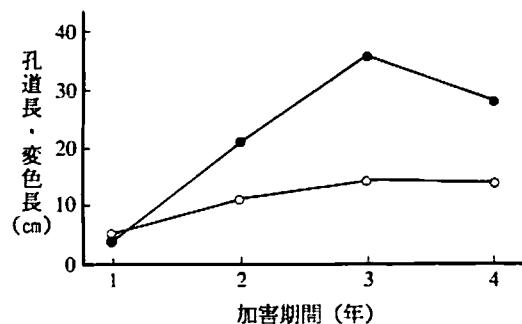


図 14 加害期間と孔道及び変色の大きさ

○ 孔道長
□ 孔道幅
△ 孔道深
● 変色長
■ 変色幅
▲ 変色深

さく、加害期間3年までは期間が長いほど孔道も発達していることが示された。

一方、変色と材部侵入年の関係では、3方向とも1988年以前に侵入した孔道にはすべて変色が発生しており、年を経たものほど大きい傾向にあった。また、1989年侵入のものは孔道の大きさを下回るが1988年以前に侵入したものではすべて変色の発達が孔道の大きさを上回っていた。これらから、変色は加害後1年以内に発生し、以後時間経過に伴って発達し、少なくとも5、6年間は発達すると考えられた。加害期間との関係では、孔道同様、3年までは発達することを示した。これは加害期間1年、2年の孔道に新しいものが多いことと、加害期間4年の孔道の材部侵入年が必ずしも古くないことが理由だと思われ、加害期間よりむしろ侵入時からの時間経過の影響が大きいと思われた。

以上から、孔道の大きさに関しては幼虫の加害期間が、変色の大きさに関しては加害からの経過期間の影響が大きいと考えられた。

3 材部被害の発達機構

前節までの結果から、およそ10年ほど前から加害され続けているヒノキ25年生林分での、スギノアカネトラカミキリによる材部の被害は次のように進んだと考えられた。

初期の頃は生枝下高が低いため、比較的低い位置に少数の加害が起きた。その後、枝が枯れ上がるに連れて数年(多くの場合3~5年程度)遅れて、密度を増加させながら加害も上方へ移行した。この間、幼虫は材部で少なくとも1年間以上は加害し、上下方向に長く孔道を発達させた。変色は幼虫の加害後1年以内に発生し、上下方向に長い紡錘形に時間経過とともに発達した。そのため下の層にある古い孔道ほど変色は大きくなつた。

孔道の増加傾向や孔道、変色の発達傾向はスギの場合も同様であるので、樹種間に大きな違いは

無いと考えられる。加害位置に関しては、スギノアカネトラカミキリの林分への侵入が遅ければ高い位置で最初の加害が起こることも有り得る。また、変色は初期の段階で急速に発達し、その後はほとんど発達しない³⁾ため、侵入からの経過期間が長ければ、初期の頃に形成された孔道では変色の発達が止まっていることが多くなると思われる。今回の測定結果から考えるとそのような変色はスギで50~60cm、ヒノキで40~50cm程度の変色長とみなすのが妥当と思われる。

したがって、先の発達機構を考え併せると、本調査のヒノキ林分に相当する最初の加害からの経過期間が短い林分では、樹幹の低い位置の変色は大きく、高い位置になるに連れて小さくなって行くと考えられる。また、本調査におけるスギ林分に相当するような、最初の加害から時間が経過していると思われる林分では地上からある程度の高さまでは大きな変色が存在し、それより上では前者と同様の傾向となる。その高さは、今回の調査では地上6m高程度で、生枝下高から5~6m下の位置までであったが、この高さについては解析を重ねる必要があろう。

4 枝打ち調査による材部被害推定の可能性

前節で述べたように、樹幹での孔道分布から、材部での被害の発達状況を知ることが可能であることが示された。したがって、枝打ち調査から材部の被害を推定するためには、枝打ちによって正確な孔道数が推定できればよい。

表4、5に枝打ち調査による孔道数と、実際の材内の孔道数の関係を示した。表より、スギは両者の差が大きく、ヒノキは近い値が得られたことが分かる。この差異は、スギがヒノキに比べて樹齢で10年高く、生枝下高が地上10~12mにあるため、調査を行った地上6mまでの範囲では既に落枝していたものが多く、枝打ち調査で得た孔道数が過少となったことが理由と思われる。一方、

ヒノキでは枯れ枝が十分着生していたため、比較的、実際の孔道数に近い値が得られたものと思われる。

のことから枝打ち調査から孔道数を推定するには着生枯れ枝数が多いこと(落枝が少ないと)が第一条件と言える。

ヒノキの場合、枝打ち調査による孔道数と実際の材部の孔道数の差は、脱出孔道の無い未完の孔道のために、これを加えるとほぼ一致する。したがって、枝打ち調査の際に侵入孔道の数も考慮すれば、より正確に材部の孔道数を推定できると考えられた。

また、最も孔道数が多い部位は枝の生長停止後3~5年経過した部位(生枝下高から2~3m下)であり、この部位を調査すれば、現在その立木が受けている加害を的確にとらえることができると考えられる。しかし、この部位が調査層に含まれていない場合は、調査層で得られた孔道数より多くの加害を受けていると判断すべきである。

IV おわりに

今後は変色が発達する期間と腐朽が発生し始めた時期やその発達経過について明らかにする必要

表4 スギの枝打ち調査における脱出孔道数と実際の材部の孔道数

試料木	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
調査層	4-6m	5 0	1 0	3 0	3 1	4 1	9 2	7 2	7 4	11 9	3 0	8 0
	2-4m	6 0	3 0	2 0	2 0	1 0	0 0	2 2	4 0	2 2	5 0	6 0
	0-2m	3 0	0 0	0 0	0 0	0 1	0 2	0 4	0 4	0 11	1 0	0 0
合計	14 0	4 0	5 0	5 0	4 1	5 1	9 2	9 4	11 4	13 11	9 0	14 0

上段：材部の孔道数 下段：枝打ち調査における脱出孔道数

表5 ヒノキの枝打ち調査における脱出孔道数と実際の材部の孔道数

試料木	M	N	O	P	Q	R	S	T	
調査層	4-6m	0 0	5 (4) 1	5 5	9 (1) 8	5 (1) 4	3 (2) 0	9 (1) 8	8 (1) 8
	2-4m	0 0	6 5	7 (1) 3	8 (2) 3	4 (1) 3	3 (1) 2	13 (1) 10	8 8
	0-2m	1 1	1 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0	4 3
合計	1 1	12 (4) 7	12 (1) 10	17 (3) 11	9 (2) 7	6 (3) 2	23 (4) 18	20 (1) 19	

上段：材部の孔道数()は脱出孔の無い孔道 下段：枝打ち調査における脱出孔道数

がある。また、林分内の孔道密度を簡易に推定する方法を作ることも必要であり、今後の課題としている。

引用文献

- 1) 井戸規雄:スギノアカネトラカミキリの生態に関する2,3の調査.82回日林講, 246 ~ 247, 1971
- 2) 奥平虎雄:スギ、ヒノキ穿孔性害虫の防除技術に関する総合研究.愛林セ報 25, 75 ~ 81, 1988
- 3) 小島耕一郎・三原康義:スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の防除技術に関する総合研究(第2章).長林総セ研報 4, 10 ~ 21, 1988
- 4) 小林富士雄:スギ・ヒノキの穿孔性害虫-その生態と防除序説-.創文.東京, 59 ~ 100, 1982
- 5) 今純一・中島儀平・望月俊一・兼平文憲:スギ穿孔性害虫被害防除技術に関する総合研究.昭和62年度青林試報, 92 ~ 144, 1988
- 6) 斎藤勝男・滝田利満・在原登志男:スギ、ヒノキ穿孔性害虫被害防除技術に関する基礎調査.福林試研報 16, 51 ~ 62, 1984
- 7) 斎藤諦:スギノアカネトラカミキリの被害解析について.日林誌 41, 150 ~ 155, 1959
- 8) ———:スギノアカネトラカミキリの産卵について.日林誌 42, 192, 1960
- 9) 佐野信幸・藤下章男・鳥居春己:スギノアカネトラカミキリの被害と防除.静林技セ研報 17, 91 ~ 95, 1989
- 10) 新田肇・星山豊房・大野啓一郎:神奈川県におけるスギノアカネトラカミキリの被害.神林試研報 14, 77 ~ 83, 1986
- 11) 野村繁英:スギノアカネトラカミキリのスギ樹体内における生息調査(I).日林東北誌 35, 155 ~ 157, 1983
- 12) 日塔正俊・齊藤諦:枝打ちによるスギノアカネトラカミキリの予防.日林誌 44, 163 ~ 169, 1962
- 13) 藤下章男:スギノアカネトラカミキリ及びトゲヒゲラカミキリの幼虫の食害習性.げんせい 43, 64 ~ 67, 1983
- 14) 藤森隆郎:枝打ち-基礎と応用-.日本林業技術協会.東京, pp180, 1984
- 15) 横原寛・遠田暢男・野淵輝:スギノアカネトラカミキリの生態(I).95回日林論, 497 ~ 498, 1985
- 16) 横内広宣・山根正伸・新田肇:神奈川県におけるスギノアカネトラカミキリの被害実態について(I).41回日林関東支論, 129 ~ 132, 1989
- 17) ———・———・———:神奈川県におけるスギノアカネトラカミキリの被害実態について(II).101回日林論, 529 ~ 530, 1990
- 18) 余語昌資:カミキリの一種によるスギ材の"とびぐされ".森林防疫ニュース 5, 110 ~ 112, 1956

Summary

The development of wood damage in Sugi(*Cryptomeria japonica*) and Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) planted which bored by *Anaglyptus subfasciatus* Pic were investigated by sawing and knots analisys. And a possibility of damage estimation in wood based on result of pruning investigation was examined. The results were obtained as follows:

1. It was little differense on sizes of larval borings between Sugi and Hinoki. But discolorations in Sugi were more development than Hinoki. And discoloration color in Sugi was darker than Hinoki.
2. There were many larval borings in two or three meters lower parts from height of live branches growing. But in the parts of just under the height of live branches growing, there were few larval borings.
3. The sizes of larval borings and discolorations in lower part of trunk were larger than in upper one.
4. In most early case, larva bored into the wood when a year later from the branch stopped growing, but in almost case, larva bored during three to five years later.
5. As branches dead to upper, the bored-layer in trunk changed to upward with increasing of density of *Anaglyptus subfasciatus* Pic.
6. As time passed from first boring year, sizes of discolorations developed larger.
7. To investigate in the forest stand such as many dead branches growing and to consider the borings which larva invaded were necessary for estimation of wood damage based on pruning investigation.

神林試研報 18(1991)15-42

大都市近郊における森林管理政策の研究(II) -育林業の収益性と森林環境政策-

山根正伸

Study of the forest management policy in suburban area(II)

With special reference of the afforestation earnings and the environmental benefits policy

Masanobu YAMANE

要旨

大都市近郊の森林環境政策における育林業のあり方について経営経済的側面から検討した。まず、神奈川県民有スギ・ヒノキ人工林分における林分構造、素材収穫量に関する推定を行った。そして、家原・黒川の育林の採算性評価モデルにより、伐期、賃金・伐出単価水準、地位、材価水準、投下労働力などの諸要素が内部収益率と森林純収穫の収益性指標にどう影響するかを検討した。最後に、森林環境政策における育林業のあり方に言及した。この中で、諸要素の収益性指標への影響では地位差に、両指標の差異では伐期に注目した。この結果、両指標とも地位差の克服には伐出費や育林費の大幅な節減、伐期の延長、材価とバランスが取れた投資調節が必要なこと、内部収益率に比べ森林純収穫は環境管理と調和した森林経営の収益性指標として適当なことがわかった。また、地位や伐出費用を考慮した造林の実施、長伐期林業に向けた経営環境整備と規制指導は、森林環境政策の観点からも望ましいことを明らかにした。

I はじめに

大都市近郊の森林管理政策において、どのような立地でどのような目標の森林経営を行うかを検討することは重要な課題のひとつである。

これは、育林業が、木材生産という持続的な資源利用を伴う環境管理の手段としての側面を強める一方、開発、レクリエーション立地の提供、生物的多様性の保全などトレードオフ関係にある各種の森林利用との比較選択が求められる行為となっているためである。

このような意味で、育林業の経営経済的な評価は、各種の経営目的や森林利用の比較選択に基づく情報を与えるという点から有益な作業である。伐期や樹種、施業種、育林方法などの選択を伴う

各種森林経営目標の機会費用の試算や、各種森林利用の費用便益評価での林業活動の便益・費用算定などは、日常的な政策決定の資料となる。

そこで、このような作業の一助となる育林業の収益性評価に関する資料を神奈川県民有スギ・ヒノキ人工林を材料に作成し、大都市近郊の森林環境政策における育林業のあり方について若干の検討を加えた。

II 研究の方法

1 収益性モデルの設定

(1) 育林投資の費用・収益流列モデルの採用

まず、収益性の算定に必要な収益および費用のとらえかたを明らかにしたい。

育林業の収益性を、伐採齢、賃金水準、林地生産力、材価水準などの諸要素によって決定されると考え、式(2.1)～(2.3)によって得られる収益流列(2.4)および費用流列(2.5)の対応関係としてとらえようとする家原・黒川の育林の採算性評価モデル³⁾は、本論に多くの有用な基礎を与えてくれる。

$$\text{生産関数 } Q = \rho (a, k, s, t) \quad (2.1)$$

$$\text{収益関数 } R = \sigma (Q, p) \quad (2.2)$$

$$\text{費用関数 } C = \xi (a, c, k, v) \quad (2.3)$$

$$\text{収益流列 } r_0, r_1, \dots, r_j, \dots, r_n \quad (2.4)$$

$$\text{費用流列 } c_0, c_1, \dots, c_j, \dots, c_n \quad (2.5)$$

なお、式(2.1)で Q は素材生産量、 a は労働投下量、 k は資本投下量、 s は自然力、 t は時間を表し、地位と育林体系がこの関数の形に特に関係する。

式(2.2)で、 R は伐採収益、 Q は式(2.1)による素材生産量、 p は素材単価を表す。式(2.3)で、 C は投入費用、 a は労働投下量、 c は賃金単価、 k は資本投下量、 v は資本単価を表す。式(2.4)での r_j は植栽後 j 年目の育林費用、 r_i は植栽後 j 年目の主間伐収益である。ここで、式(2.1)～(2.5)は、いずれも単位林分当たりの値として把握される。

この考え方によりわれわれは、各種の立地面における、各種の森林経営方式の収益と費用の関係を対応づけながら収益性の大小を算定できるだけでなく、それぞれの与件変化が収益性に与える影響を知ることができるようになる。例えば、ある任意の林分における投入・产出に関する価格条件が一定であると仮定すると、費用・収益の時間的な対応関係は育林生産の技術条件を表現するものとして捉えることができる³⁾し、育林生産の技術条件が一定であるとした場合は、一定の収益を満たす投入・算出の価格条件を知ることができる。

そこで、このモデルを採用し、研究を進めることにした。

(2) 収益性指標の選択

次に、費用流列と収益流列の対応関係からどのような種類の収益性指標を算定するかを明らかにする。

収益性の指標の選択は、対象とする育林業の目標や種類により異なるのが普通である。例えば、上述のモデルを適応した家原・黒川のヒノキ人工林造成の投資性評価³⁾では完全間断経営を前提として内部収益率を採用しており、最近はこれを用いて林業経営の収益性を判断する研究が多くみられる^{1,6)}。

内部収益率とは、式(2.6)に示すよう、育林に要した費用流列の現在価と主間伐収穫による収益流列の現在価が等しくなる計算利子率 i をもって求められる。

$$\sum c_j / (1+i)^j = \sum r_j / (1+i)^j \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (2.6)$$

この値は、一般利子などとの比較が容易であり、各種の施業方式や伐期選択などの投資採算性の評価や、代替的な森林利用を採用した場合の投資効果との比較などに用いることができるという点で有用な指標である。しかし、資本回収がきわめて長期間にわたる育林業において利子率の意味をどう評価するかに加えて、この考え方は無立木地に造成した林分に適用すべきで、保続的経営の森林に用いるのは誤りである、この値を基準に経営選択を行うと伐期齢が低くなり森林蓄積が過小になるなどの指摘⁴⁾がある。

一方、保続経営を前提とした一定面積の森林での施業方式や長伐期施業の収益性の検討には、森林純収穫量が指標として用いられる^{5,9)}。森林純収穫量 r_{**} は、式(2.7)に示すよう、収益流列の合計から、これをあげるに要した費用流列を差引いた純収益を伐採齢で割り求め、その多寡を評価基準とするものである。

$$r_{**} = \frac{\sum r_j - \sum Cr_j}{n} \quad (2.7)$$

この考え方の大きな特徴は、収益の算定に全く利回りを考慮しない点である。この特徴こそが森林純収穫の欠点でも利点でもあると言われ、保続経営が可能な経営体における収益の考え方には適合すること、しい性の大きい林業利率を利用しない点で計算も簡単で確実性を高める等の理由から評価されている^{4,9)}。また、これによって算出した伐期齢は高齢にすぎるという指摘もあるが、環境形成機能の高い森林経営を行う際の収益性指標としての利点とも考えられる。

本論は、各種の森林経営目標や森林利用の比較選択という視点で収益性を検討しようとするものであるので、両指標の持つ特性が対象や目的に応じて使い分けられることが望ましい。

そこで、土地純収穫説にもとづく内部収益率と、森林純収穫説にもとづく森林純収穫の両方を指標として育林業の収益性を試算検討し、その特質に基づいて考察を行うこととした。

2 研究の手順

前項で示した式(2.1)～(2.3)に影響するすべての要因の違いによって式(2.4)、(2.5)の収益流列、費用流列の値は異なる。

そこで、まず、育林体系と素材単価の両方を固定した標準モデルを用いて、地位、賃金・伐出単価、伐期をパラメータとした検討を行った。さらに、素材単価および投下労働量の水準を変化させた場合の収益性への影響について検討を進めた。そして、これらの検討をもとに、大都市近郊での森林環境政策での育林業のあり方について若干の検討を加えた。

なお、標準モデルにおける収益流列の基礎となる素材収穫の推定に関する問題はⅢで、費用ならびに費用・収益の比較からの内部収益率と森林純収穫の両指標による収益性に関する評価と検討はIVで行い、これらにもとづく今後の育林業のあり方への考察をVで行いたい。

III 林分収穫量と素材価格の推定

1 推定方法と資料

(1) 主伐時の林分構造の予測

まず、神奈川県民有人工林生産力調査関係資料^{12,13)}にミッチャーリッヒ式をあてはめ、図1に示した地位5等区分の樹種別の上層樹高生長曲線を求めた。ミッチャーリッヒ式を用いたのは、資料のあてはまりが最も良かったことと、本式は高齢級の林分にも比較的よくあてはまる²⁾という理由からである。

次に、林分密度の推移は、求められた平均的な本数密度の変化が、一般的な施業によってもたらされていると考え、上述の資料から算出された回

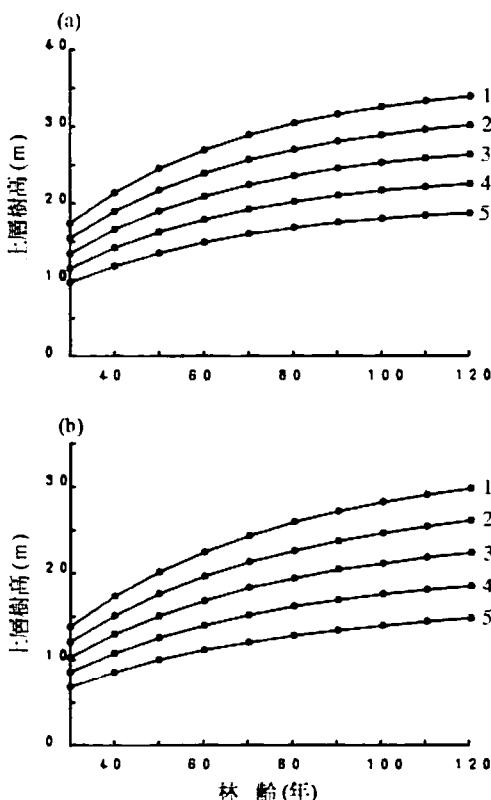


図1 地位別上層樹高生長曲線

(神奈川県民有人工林)

1) 図中の数字は地位を示す。

2) (a) はスギ、(b) はヒノキ

帰式によって推定することとした。なお、成立本数 N は、上層樹高が高いほど、林齢が高いほど少なくなる傾向が認められたので、林齢と上層樹高の関数である式(3.1)、(3.2)によって求めた。ここで N は主伐時における成立本数(木/ha)、 H は上層樹高(m)、 t は林齢(年)である。このようにして得た神奈川県民有スギ、ヒノキ人工林の予想される主伐時本数の変化を図2に示した。

スギ

$$\log N = 4.6429 - 0.78071 \log H \\ - 0.37010 \log t \quad (3.1)$$

ヒノキ

$$\log N = 4.4796 - 0.57792 \log H \\ - 0.41216 \log t \quad (3.2)$$

次に、得られた立木本数と上層樹高の推移から、神奈川県が適応範囲に含まれる密度管理図^{10,11)}

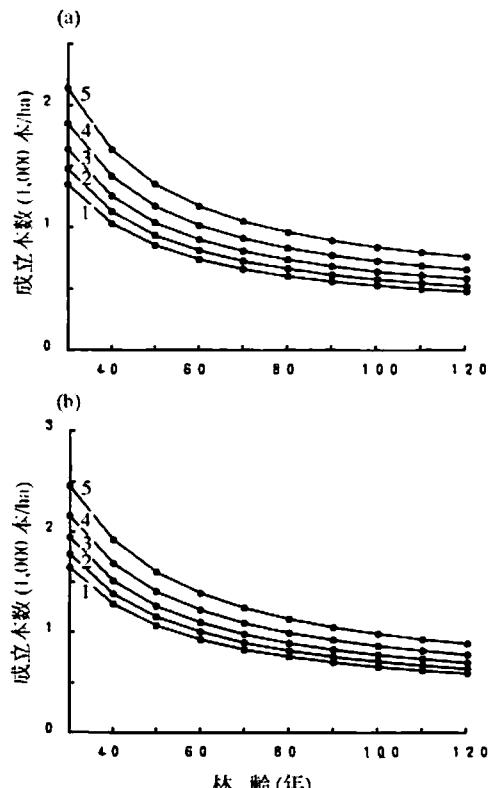


図2 伐期に期待される成立本数の変化
1) 図中の数字は地位を示す。

の林分因子間の関係式(スギは式(3.3)～(3.7)、ヒノキは式(3.8)～(3.13)を用いて、林分の胸高直径(D (cm))と断面積平均直径(Dg (cm))の経年変化を推定した。

スギ

$$V = (0.082249 H^{-1.372921} \\ + 3681.6 H^{-2.867826} / N)^{-1} \quad (3.3)$$

$$HF = 0.808545 + 0.402345 H \\ + 0.140882 \sqrt{N} \cdot H / 100 \quad (3.4)$$

$$G = V / HF \quad (3.5)$$

$$Dg = 200 \sqrt{(G / (\pi N))} \quad (3.6)$$

$$D = -0.000379 + 0.981298 Dg \\ - 0.028497 \sqrt{N} \cdot H / 100 \quad (3.7)$$

ヒノキ

$$V = (0.035147 H^{-1.080773} \\ + 4711.2 H^{-2.922894} / N)^{-1} \quad (3.8)$$

$$HF = 0.052817 + 0.472577 H \\ + 0.123506 \sqrt{N} \cdot H / 100 \quad (3.9)$$

$$G = V / HF \quad (3.10)$$

$$Dg = 200 \sqrt{(G / (\pi N))} \quad (3.11)$$

$$D = -0.115479 + 0.984423 Dg \quad (3.12)$$

(2) 主伐時の素材出材量と素材価格の算定

主伐時の素材出材量は、主伐時の林分構造より直径別の本数分布を推定し、採材基準を固定して推定した。すなわち、林分の直径分布は式(3.13)で表されるワイブル分布に従うと仮定し、まず最小直径であるパラメータ a を、前述した神奈川県民有人工林の収穫予測資料より推定された式(3.14)、(3.15)によってそれぞれ求めた。また、パラメータ b, c は、平均直径と断面積平均直径から変動係数を式(3.16)によって算出し、直径変動係数 Cvd より平均直径、パラメータ a からモーメント法⁷⁾により求めた。そして、求められたパラメータを用いて、2 cm 直径階ごとの確率を算出し、林分 1 ha 当りの成立本数を乗じ、各直径階の本数を求めた。

$$f(x)=c/d((x-a)/b)^{t-1} \exp\{(-(x-a)/b)^c\} \quad (3.13)$$

(a <= x < ∞)

スギ

$$\log a = -0.39646 + 0.6967 \log D - 0.28893 \log t \quad (r=0.794) \quad (3.14)$$

ヒノキ

$$\log a = -0.56817 + 1.3875 \log D - 0.10940 \log t \quad (r=0.928) \quad (3.15)$$

$$Cvd = 100 \cdot \sqrt{(Dg/D)^{-1}} \quad (3.16)$$

次に、ある直径階から出材する素材量は次のように決めた。

まず、樹高階 ($d(cm)$) に属する立木の樹高 ($h(m)$) を、推定する樹高曲線式を求めた。上述の資料を用いて、地位別に樹高曲線式を推定した結果、スギの地位 1 等および 2 等は式 (3.17)、地位 3 等は式 (3.18)、地位 4 等、5 等は式 (3.19) が、ヒノキは地位 1 等から 3 等は式 (3.20)、地位 4、5 等は式 (3.21) が良いあてはまりを示した。各立木の採材は、幹の細りを考慮して決定することとし、立木の地上 $h(m)$ の高さの皮内直径 ($d(cm)$) を、式 (3.22) で示され表 1 のパラメータ値を持つ神奈川県スギ、ヒノキ民有人工林の細り曲線式¹⁴⁾によって算出した。なお、ヒノキの胸高直径 30 cm 以上の立木については、あてはまりが若干悪かったので、資料を吟味してパラメータ値を再計算した。

スギ

$$\log h = 1.6123 - 4.5265(1/d) - 6.7703(1/t) + 36.705(1/dt) \quad (3.17)$$

$$\log h = 1.5562 - 4.3472(1/d) - 7.7261(1/t) + 30.565(1/dt) \quad (3.18)$$

$$\log h = 1.5565 - 3.8655(1/d) - 11.959(1/t) + 49.211(1/dt) \quad (3.19)$$

ヒノキ

$$\log h = 1.5955 - 5.6919(1/d) - 1.2205(1/t) + 86.193(1/dt) \quad (3.20)$$

$$\log h = 1.5454 - 6.2566(1/d) - 1.2263(1/t)$$

$$+111.78(1/dt) \quad (3.21)$$

$$(d/dt)^2 = a_0 x^{3/2} 10^{-1} + a_1 (x^{3/2} - x^3) d 10^{-2} + a_2 (x^{3/2} - x^3) h 10^{-3} + a_3 (x^{3/2} - x^3) h d 10^{-5} + a_4 (x^{3/2} - x^3) h^{1/2} 10^{-3} + a_5 (x^{3/2} - x^3) h^2 10^{-6}$$

ここで $x = (h-h_i)/(h-1.2)$ (3.22)

素材価格の算定に必要な素材区分は、表 2 のとおりとし、材種は一律に 2 等材とした。材種別の標準単価は、荻原⁹⁾が昭和 63 年 6 月から 9 月まで神奈川県林業センターで調べた表 3 の 2 等材の平均単価を使用した。なお、この単価は、元玉とその他では価格差がないため、大径材の元玉についてのみ単価を 5 割増してある。素材材積の計算は、日本農林規格に従い末口自乗法によって求めた。

採材は、ある地位、林齢の林分のすべての直径階の立木について、表 4 の採材順位を考慮して、元玉から細り式によって皮内の末口径を求めながら、末口径 5 cm まで順次採材を決定しながら行っ

表 1 細り式のパラメータ値

	スギ	ヒノキ
a_0	9.1722	9.4245
a_1	0.4479	-2.0053
a_2	8.3630	48.282
a_3	12.429	-8.6843
a_4	27.584	24.436
a_5	-241.43	-313.62
備考		$d < 30\text{cm}$ $d \geq 30\text{cm}$

表 2 素材区分

材長	玉区分	材種	末口径
3 m	元玉	小径 1	5 cm ~ 8 cm
		小径 2	8 cm ~ 14 cm
4 m	その他	柱	14 cm ~ 20 cm
		中目 ¹⁾	20 cm ~ 30 cm
		大径 ²⁾	30 cm 以上

¹⁾ ヒノキは 20 cm ~ 28 cm²⁾ ヒノキは 28 cm 以上

た。なお、伐採高は 0.2 m とし、すべての立木は通直と仮定した。この際に、材種別の素材算出量は、材種別に区分して求めた。このような手順で求めた各直径階から出材される主伐期の材種別素材量に各直径階の立木本数を乗じ、林分 1ha 当りの主伐時利用材積を求めるとともに、素材単価を乗じて素材価格合計を計算し、地位別の推移を予測した。

(3) 間伐時の素材量と素材価格の推定

林齢 50 年未満の間伐は切捨てとし、それ以後は 10 年毎に、10 年後の主伐期成立本数との差を間伐量と仮定し、主伐時利用材積に差分の本数割合を乗じたものを間伐時素材量、同じく主伐時素材価格を乗じたものを間伐時素材価格とした。

2 林分構造と素材収穫量の推移

以上の方法により、平均直径の変化を予測すると図 3 のようになった。ヒノキの平均直径が林齢 60 年生で 17 cm から 25 cm に対してスギは 20 cm から 30 cm、林齢 120 年で 21 cm から 33 cm に対してスギでは 27 cm から 41 cm と開きがあり、林齢が

表 3 計算に用いた材種別の素材単価

	小径 1	小径 2	柱	中目	大径
ス ギ	元玉 3 m	125	13,000	21,900	23,300
	4 m	225	14,000	22,300	25,000
	その他 3 m	125	13,000	21,900	23,300
	4 m	225	14,000	22,300	25,000
ヒ ノ キ	元玉 3 m	175	26,200	59,300	58,500
	4 m	250	31,300	63,900	61,500
	その他 3 m	175	26,200	56,300	58,500
	4 m	250	31,300	63,900	61,500

*1 単価は、円/m³

*2 小径 1 は本当に単価円/本

表 4 一定採材で採用した採材の基準

採材順位	条件	採材方法
1	末口径が 14 cm 以上 18 cm	3 m 材
2	上の条件以外で 4 m 材が採材可能	4 m 材
3	上の 2 つの条件以外で 3 m 材が採材可能	3 m 材

伐高は 0.2 m とする。

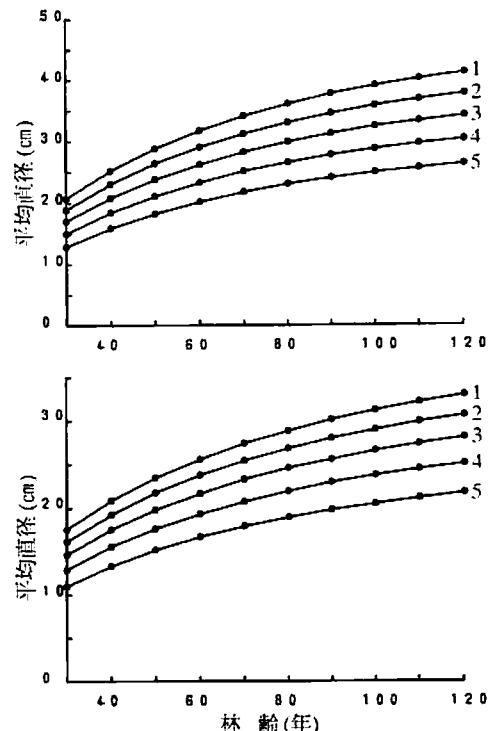


図 3 平均直径の変化

1) 図中の数字は地位を示す。

上がるに連れその差が広がる。また、両樹種とも地位によって相当開きがある。このため、3 m の柱材が 2 本採材できる直径である 20 cm に平均直径が達する林齢は、ヒノキは 40 年から 100 年かかるのに対してスギの 3 等では 28 年から 59 年で達する。また、ヒノキの場合、元玉で 3 m の大径材が採材できる直径 34 cm には、林齢 150 年を経過しても地位 1 等のみしか達しないが、スギでは同様の直径 36 cm に地位 3 等以上で達する。このように、同じ採材ができる平均直径に達する林齢は、スギはヒノキに比べ相当短く、地位差もヒノキに比べ小さいことがわかる。

直径分布のワイブルパラメータの推移は図 4 のように変化すると予測された。直径分布の下限位置を表すパラメータ a は、

スギは地位による差はあまりなく、林齢が高くなつても上昇の傾向が変わらないのに対して、ヒノキはスギに比べ幅が大きく、地位の低い林分では林齢が高くなつても値の上昇は小さい。最小直径階からの累積面積比率が 63% の点までの距離を表す尺度パラメータ b は、スギは最初急激に上昇し林齢 70 年を越えた頃から横ばい気味に推移する

のに対して、ヒノキは林齢が高くなつても増加傾向はあまり鈍らない。形状パラメータ c は、スギではおおむね 2.0 から 2.5 の範囲で地位が高いほど小さい値をとり、最初やや減少するがその後横ばい気味に推移している。一方、ヒノキは 2.6 から 1.7 と地位が低いほど小さな値をとり、最初横ばいないしやや増加し、その後減少するという推

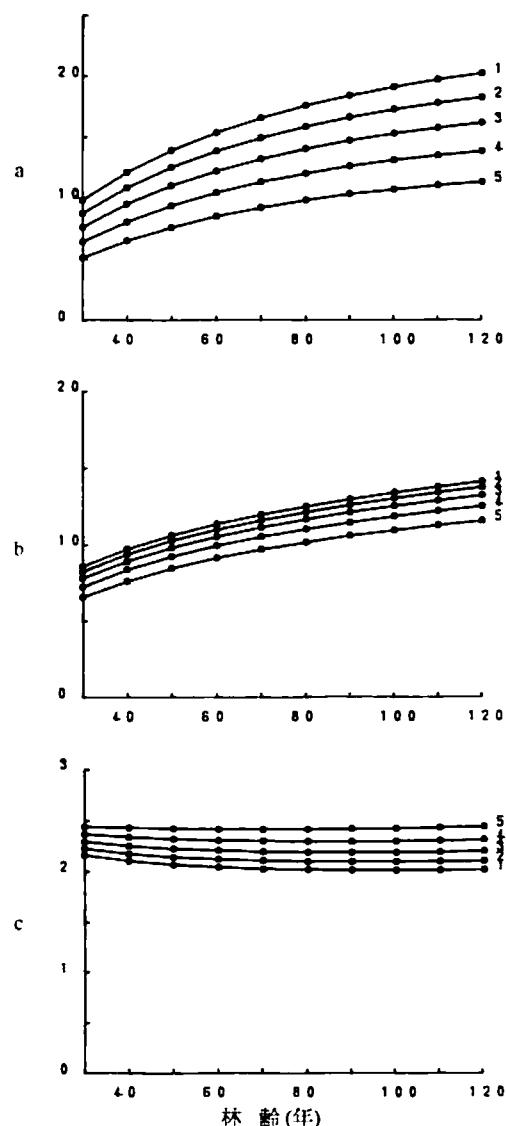
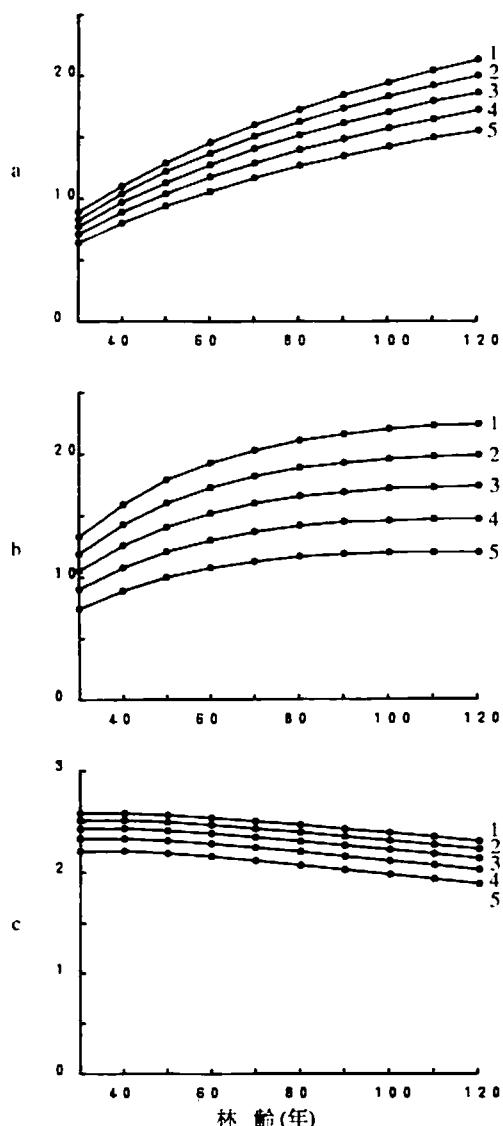


図 4 ワイブル分布のパラメータの変化

- 1) 図中の数字は地位を示す。
- 2) (a) はスギ、(b) はヒノキ

移を示した。

以上のパラメータを用いて林齡40年から120年までの地位2等と4等の直徑階本数分布の推移を図5に示した。スギは地位が高いほど直徑分布の幅が広く、高齢になるほど大きくなる様子が理解できる。ヒノキは、同様の傾向は認められるが、その直徑幅は小さく、左に歪む傾向が高齢になっても残っている。このことから、地位が良いほど、また高齢ほど、スギがヒノキより、利用材積が多くなり、その内訳も多様になることが示唆される。

前述した手順で予測した伐期における林分の

素材収穫と標準単価から求めた素材価格合計を表5に示した。また、収穫される素材の種類別の利用材積は図6のように、素材種別の材が占める素材価格割合における比率は図7のように変化した。

スギでは地位1等から3等は林齡40年から70年にかけての価格上昇が大きく、90年を越えると伸びが鈍るが、地位4等、5等で最初伸びが悪く林齡50年から60年で伸び始めるがその上昇は小さい。これは、スギでは地位が高いほど早い時期から柱材の収穫が始まる事、中目、大径材の比率も地位により大きな開きがあるためである。一方、ヒノキは標準伐期にあたる林齡40年以

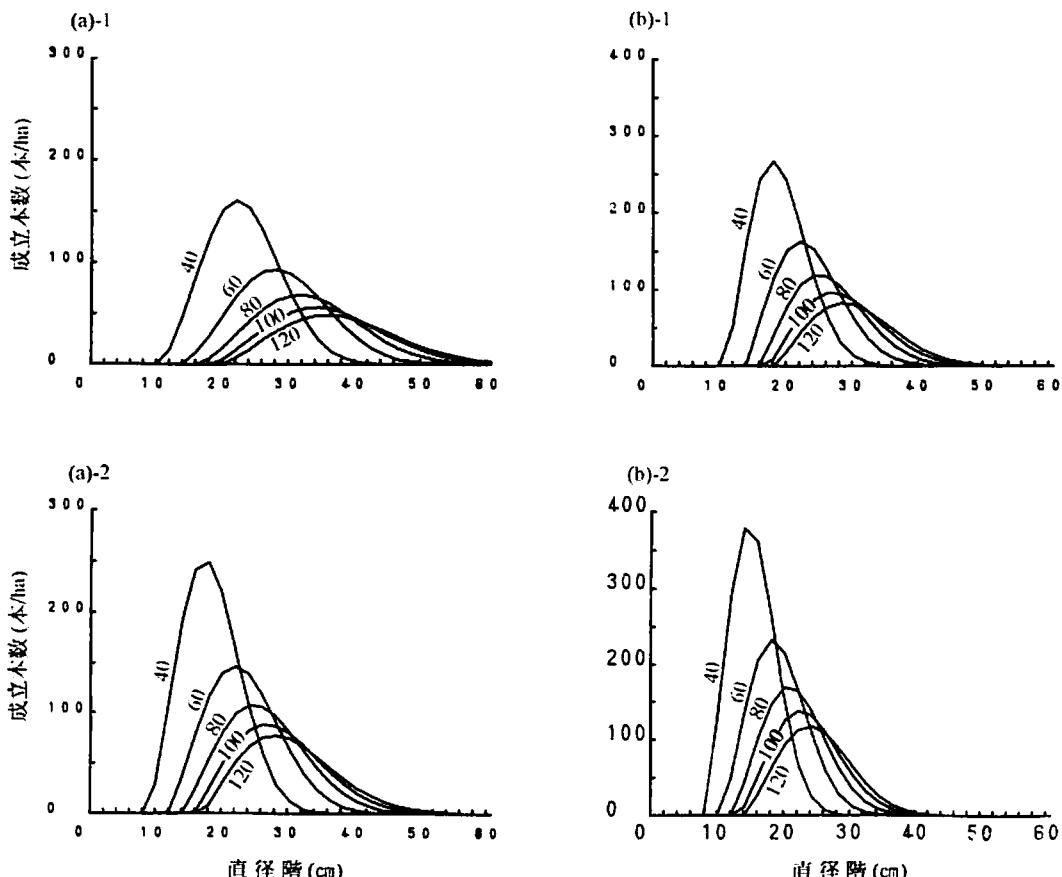


図5 直徑階別本数の変化

- 1) 図の数字は林齡を示す。
- 2) (a) はスギ、(b) はヒノキ
- 3) 上は地位2等、下は地位4等

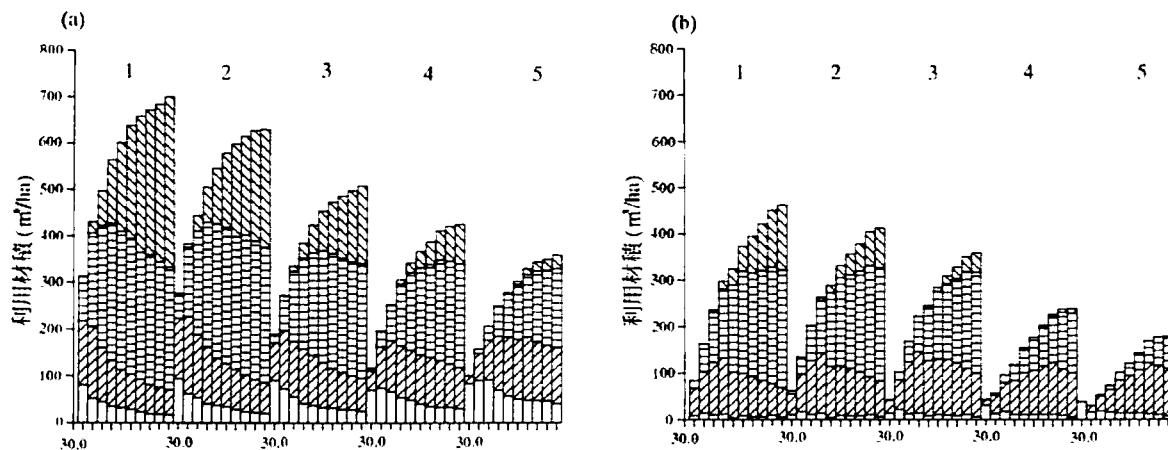


図6 材種別利用材積の変化

- 1) 図中の数字は地位を示す。
- 2) (a) はスギ、(b) はヒノキ
- 3) 白ヌキは小径、左斜線は柱、横線は中目、右斜線は大径を示す。

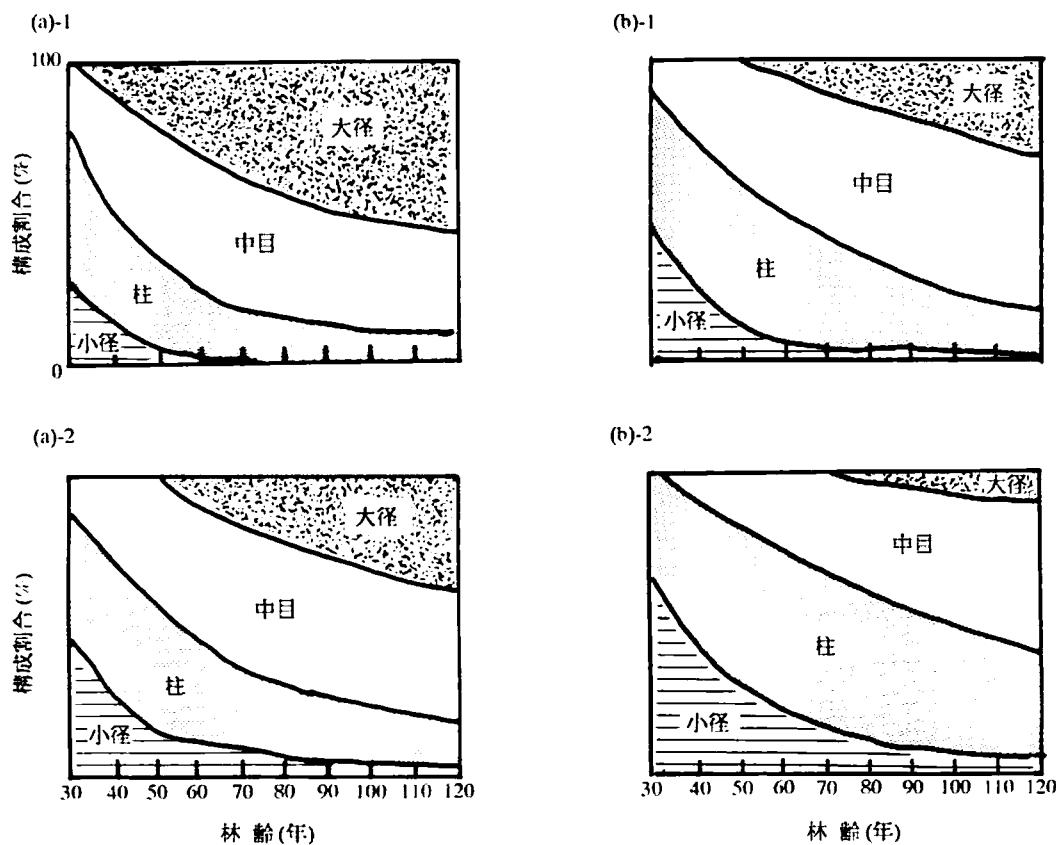


図7 素材価格合計に占める素材の種類別構成比の変化

- 1) (a) はスギ、(b) はヒノキ
- 2) 上は上位 2 等、下は地位 4 等の場合

降、スギに比べ高い価格で推移しつづけ、地位が低い林分では若干その上昇は小さいが、林齢80年ではスギの1.2倍強、林齢120年では1.3倍から1.4倍の開きとなっている。これは、ヒノキはスギに比べて利用材積が小さく、価格の高い大径材の比率も林齢が高くなってしまいものの、柱材、中目材の価格に2倍以上の開きがあり、これらの価格がスギの大径材と同程度の単価が設定されているためである。

これらから地位差が、主伐期における素材価格の差を生む大きな要因であること、低地位の立地では現行の標準伐期齢における素材収穫は低い水準にとどまることが理解できる。

IV 標準モデルによる収益性の検討

1 標準モデルの設定

費用流列の算定にあたって育林段階の労働投入量、資材費が必要となる。そこで、標準モデルを次のように設定した。植栽本数を3500本/haとし、2年目に補植を10%行う。そして、表6に示す昭和61年度林家経済調査の育林費調査結果⁸⁾の南関東・東海・南近畿の樹種別、林齢、作業別労働投下量および荻原が調査した神奈川県有林での保育時期⁹⁾から設定した作業が実施されるとする。これ以降に行われる枝打ちと林齢21年から50年未満の間伐の費用は考慮しない。さらに、

表5 一定伐採による地位別・伐期別の利用材積と素材価格(標準単価の場合)

(注) 上段は利用材積(m³/ha)、下段は素材価格合計(万円/ha)を示す。

(a) スギ

地 位	伐 期 (年)										
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
地位 1	173.1	314.3	430.2	497.3	564.6	602.8	639.2	659.3	672.9	685.1	701.2
	251.1	650.6	1029.5	1344.3	1672.2	1889.6	2085.7	2221.1	2267.8	2344.4	2432.6
地位 2	149.9	276.9	384.0	444.9	506.9	547.6	580.2	599.8	616.9	629.2	632.1
	197.7	540.4	855.6	1096.2	1375.1	1584.5	1759.4	1887.8	1936.7	2016.2	2055.0
地位 3	91.4	190.0	273.8	336.7	386.1	425.8	456.5	475.1	487.4	500.1	510.0
	126.0	315.9	550.1	770.6	966.8	1142.8	1291.1	1398.2	1479.6	1551.8	1612.5
地位 4	33.1	116.9	196.8	254.4	307.6	343.9	369.2	389.4	413.6	423.2	426.8
	49.8	199.8	356.5	515.2	690.0	824.8	934.7	1025.6	1124.2	1180.5	1213.6
地位 5	36.3	101.9	158.5	207.6	252.0	281.0	304.5	331.2	345.7	351.7	361.7
	50.9	154.1	243.1	369.1	512.3	603.4	679.9	760.9	817.6	847.3	894.7

(b) ヒノキ

地 位	伐 期 (年)										
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
地位 1	67.9	150.1	214.5	276.8	322.5	358.0	392.1	418.6	442.8	463.6	479.4
	189.6	670.2	1070.3	1534.2	1908.9	2235.7	2561.6	2819.1	3063.0	3287.7	3465.1
地位 2	59.1	134.5	193.5	250.4	293.9	327.6	355.7	383.5	404.3	420.9	434.3
	146.8	354.0	903.4	1321.0	1655.7	1927.4	2183.3	2428.8	2624.7	2798.7	2948.6
地位 3	49.7	116.7	170.0	222.2	261.3	291.4	315.4	340.3	358.1	374.0	385.0
	109.1	430.4	724.1	1116.2	1395.8	1606.8	1812.9	2010.0	2158.4	2307.8	2426.5
地位 4	42.2	78.9	121.4	153.9	175.8	200.4	222.6	236.7	251.6	265.9	269.0
	76.6	216.6	485.2	671.0	836.6	1020.7	1165.7	1236.6	1411.5	1520.0	1565.5
地位 5	30.7	59.6	93.0	120.1	138.5	158.8	175.6	186.8	204.5	212.3	216.1
	50.9	118.6	307.7	445.1	567.1	718.2	827.4	922.1	1066.7	1120.4	1159.3

費用流列は、これら保育段階の労働投下量および主伐時までに毎年行う経常的管理作業(年当り0.2人/ha)に労賃単価を乗じた育林管理費、植栽本数および補植時の苗木数に苗木単価を(70円/本)乗じた苗木費から構成されると考え、流動物貯蔵費、減価償却費、地代など間接諸経費は含めないこととした。

一方、収益流列は、素材単価に主伐時の材種別の素材出材量を乗じて得られる素材価格から利用材積に伐採単価を乗じて得られる伐採費用を引いた主伐時収入、および、主伐以前の各間伐時点の素材価格から利用材積に伐採単価を乗じて得られる伐採費用を引いた間伐時収入合計からなる。さきに示した表5は、標準素材単価の場合であるが、単価水準を変化させる場合には、そのつど主間伐時の素材価格を求めた。なお、ここで主間伐時の伐採単価に差がないと仮定して、単価設定をした。また、費用・収益に関する相対的な価格水準は将来とも現状のまま維持されるという前提をおいた。

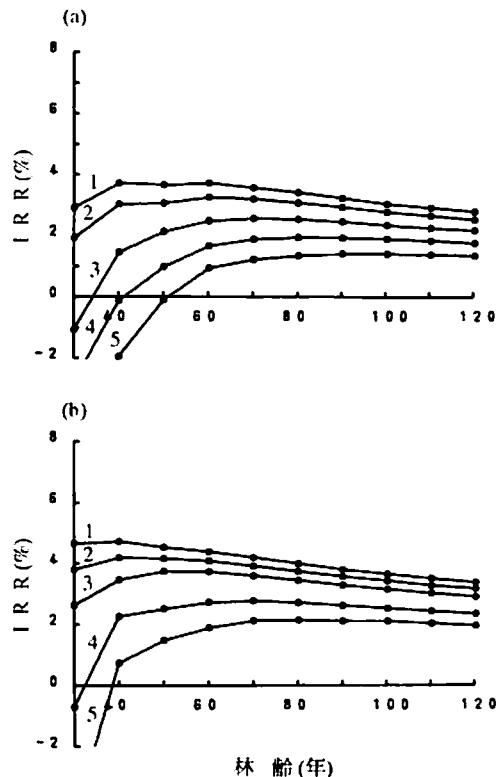


図8 地位別・伐期別の内部収益率の変化(1)

1) (a) はスギ、(b) はヒノキ

2) 図中の数字は地位を示す。

表6 標準収益モデルに使用した基準労働投入量

(人日/ha)

作業種別	作業時期(年)										計
	1	2	3	4	5	6	10	11	14	15	
地こしらえ	17										17.0
植え付け	14										14.0
補植	1.5										1.5
下刈	3	11	8	11	10	17					60.0
つる切り							0.2				0.2
除間伐							8.5		4		12.5
すそ払い								7			7.0
枝打ち									9	10	19.0
合計	35.5	11	8	11	10	17	8.7	7	9	4	131.2

保護管理作業 年 0.2 人日/ha

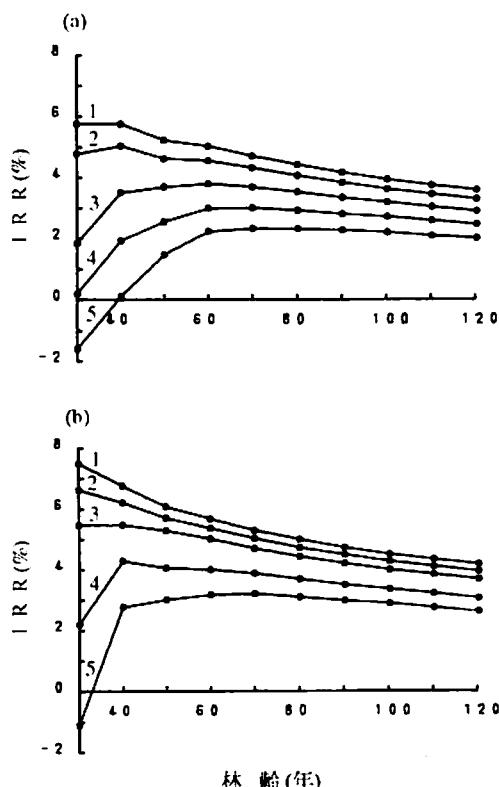


図9 地位別・伐期別の内部収益率の変化(2)

- 1) 賃金単価 10,000 円/日:伐出単価 10,000 円/m³
補助金を考慮した場合
- 2) 図中の数字は地位を示す。
- 3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

2 内部収益率からみた収益性の検討

(1) 伐期別地位別の内部収益率の推移

図8～13に、両樹種について賃貸単価と伐採単価の条件を変えた場合の内部収益率の変化を示した。図8は、賃貸単価、伐採単価が10,000円の場合である。ヒノキは、地位1等から3等で、林齢40年から50年生にピークを迎え、その後低下し林齢120年では3%台に落込み、低下の割合は地位が高いほど顕著である。一方、地位4等で林齢70年、地位5等で林齢80年にそれぞれ2.8%、2.3%でピークに達し、その後やや下降するものの横ばい気味に推移している。スギは、全般にヒノキにくらべ内部収益率は低い水準で推移

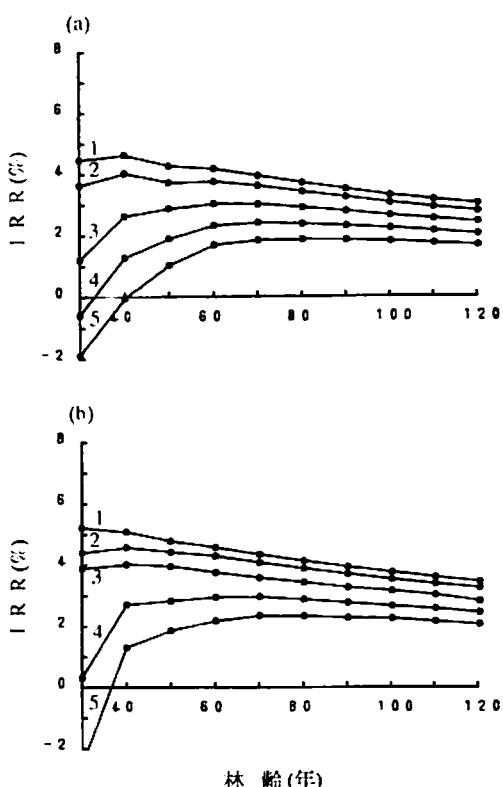


図10 地位別・伐期別の内部収益率の変化(3)

- 1) 賃金単価 10,000 円/日:伐出単価 5,000 円/m³
- 2) 図中の数字は地位を示す。
- 3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

するとともに、各地位ともピークに達する林齢が10年ほど遅れる。地位の高い林分でのピーク後の落込みはそれほど大きくななどの違いがある。このため、両樹種の差は伐期が高くなると縮小する。

内部収益率を指標とした場合の育林投資の採算性はどの利回りを基準におくかによる。仮にこれを3.0%とすると、この水準の単価水準では、ヒノキは地位4等以下、スギは地位3等以下にこの水準に達する伐期はないことが理解できる。また、ヒノキは地位3等以上で林齢40年以降120年まで3%以上の水準を保つのに対して、スギは林齢40年から100年の期間に限られているの

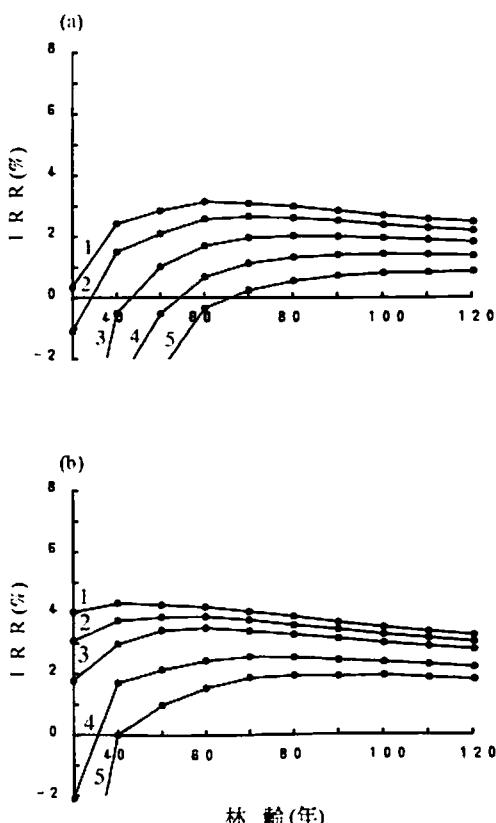


図11 地位別・伐期別の内部收益率の変化(4)

- 1) 賃金単価 10,000 円/日:伐出単価 15,000 円/㎥
- 2) 図中の数字は地位を示す。
- 3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

で、伐期選択に関しても価格水準の高いヒノキがやや幅広いことが示される。

現行の造林保育段階における補助制度による自己費用の減額を考慮した場合は、図9のように変化する。ヒノキは、地位3等以上で初期段階の内部收益率は著しく上昇する。また、地位4等、5等でも林齢50年以降はおおむね3%水準に達している。スギでも内部收益率の上昇の傾向は同様であるが、地位5等は、いずれの伐期でも3%に達することはない。したがって、現行の標準的な補助金体系は造林地の投資限界地を拡大し、地位が良好な立地での短伐期施業の収益性上昇に効果があることが理解できる。

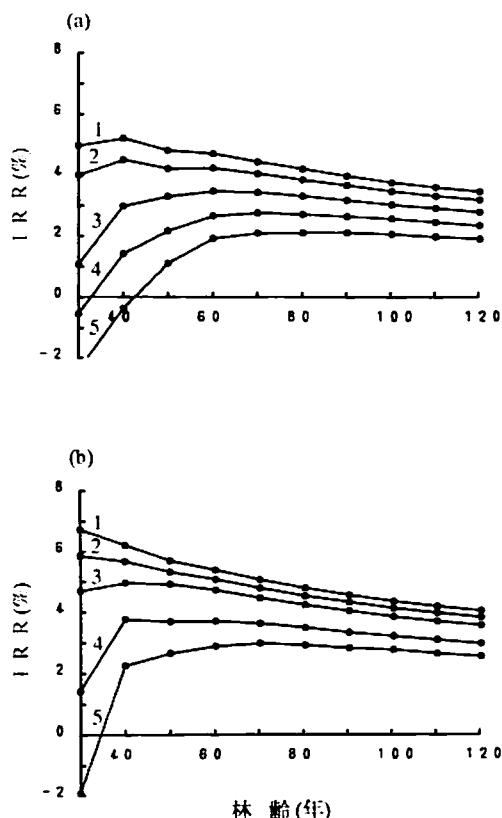


図12 地位別・伐期別の内部收益率の変化(5)

- 1) 賃金単価 5,000 円/日:伐出単価 10,000 円/㎥
- 2) 図中の数字は地位を示す。
- 3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

次に、労賃単価が10,000円、伐出単価が5,000円の場合と15,000円の場合を図10、図11に示した。伐採単価が5,000円まで引き下げられると、全般に両樹種とも0.5%弱内部收益率は上昇し、この幅は若齢で大きく、高齢になるほど縮まる。これは、両単価が10,000円の場合のおおむね地位が1等上がった形に相当する。一方、伐採単価が5,000円引き上げられ15,000円になった場合は、0.5%強低下し、若齢での低下が大きく、林齢60年以降は両単価が10,000円の場合のおおむね地位が1等下がった形に相当する。

伐出単価を10,000円に固定し、労賃単価を5,000円の場合と15,000円とした場合を図12、図

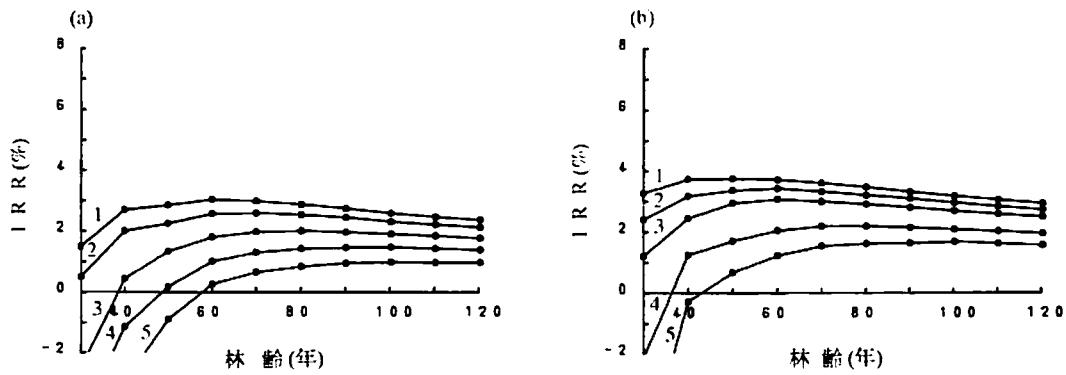


図13 地位別・伐期別の内部収益率の変化(5)

- 1) 賃金単価 15,000 円/日:伐出単価 10,000 円/ m^3
- 2) 図中の数字は地位を示す。
- 3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

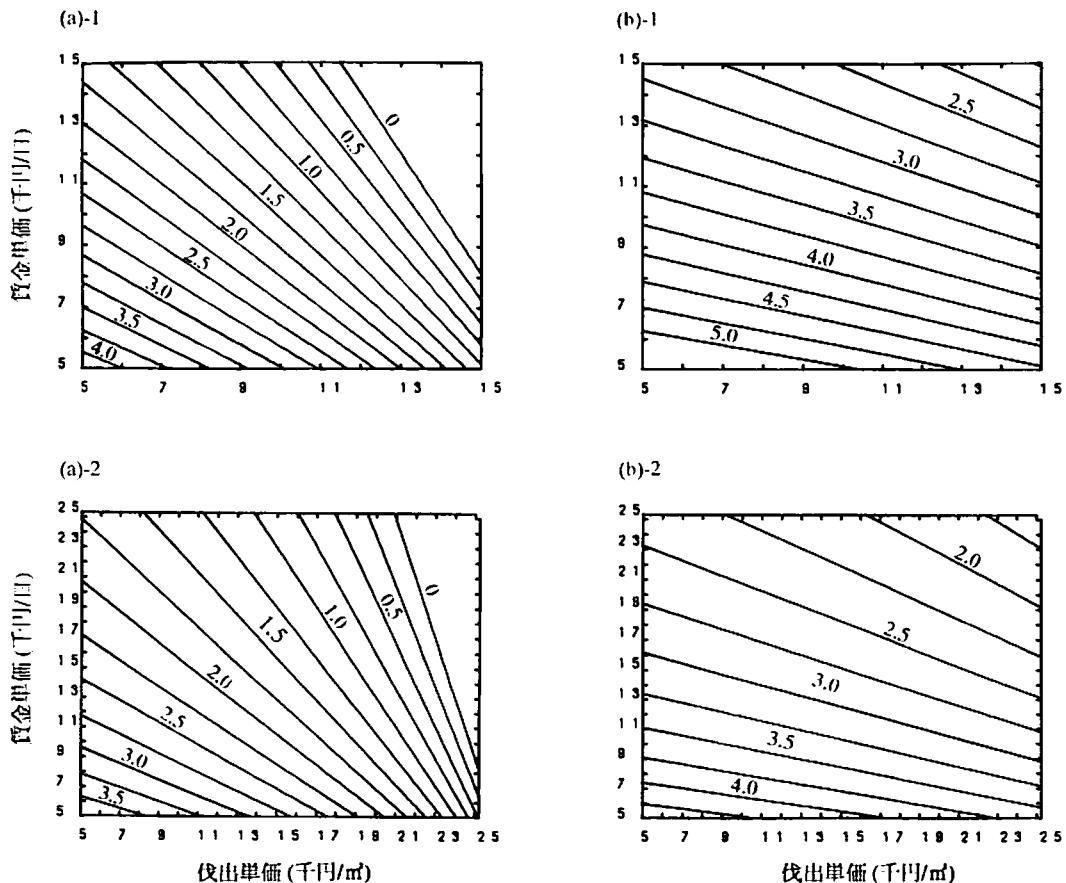


図14 等内部収益率線 (1)

- 1) 地位 3 等。上が伐期 40 年、下が伐期 80 年の場合
- 2) 図中の数字は内部収益率(%)を示す。
- 3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

13に示す。労賃単価が5,000円まで引き下げられると、全般に両樹種とも内部収益率が上昇し、その増加は伐採単価が5,000円の場合より大きく、若齢ほど上昇が顕著である。これは、両単価が10,000円の場合の地位が2等上がった形に相当する。一方、労賃単価が5,000円引き上げられ15,000円になった場合は、低下が大きく、林齢60年以降は両単価が10,000円の場合のおおむね地位が2等下がった形に相当する。以上の検討により、内部収益率は地位が良好な場所では低い林齢で最大となるが、長短いずれの伐期でも高い値をとるのに対して、地位が低い立地では、全般に低い値をとり、ピークが後ろにずれこみ、以降

はほぼ横ばいに推移するなど、地位差による収益性への影響が大きいことが明らかになった。また、地位差を補うには、相当程度の単価水準の引き下げが必要となること、5,000円から15,000円の単価水準では労賃単価の影響が伐採単価に比べ大きいことが理解できる。また、伐期選択に関しては、地位が良い場合は幅が広いのに対し、地位が低い場合はやや伐期の延長が必要であり、これはそれほど不利に作用しないことが示唆された。

(2) 労賃単価および伐採単価の内部収益率への影響

標準モデルにおいて林齢および地位を固定すると、ある水準の内部収益率を達成するのに必要

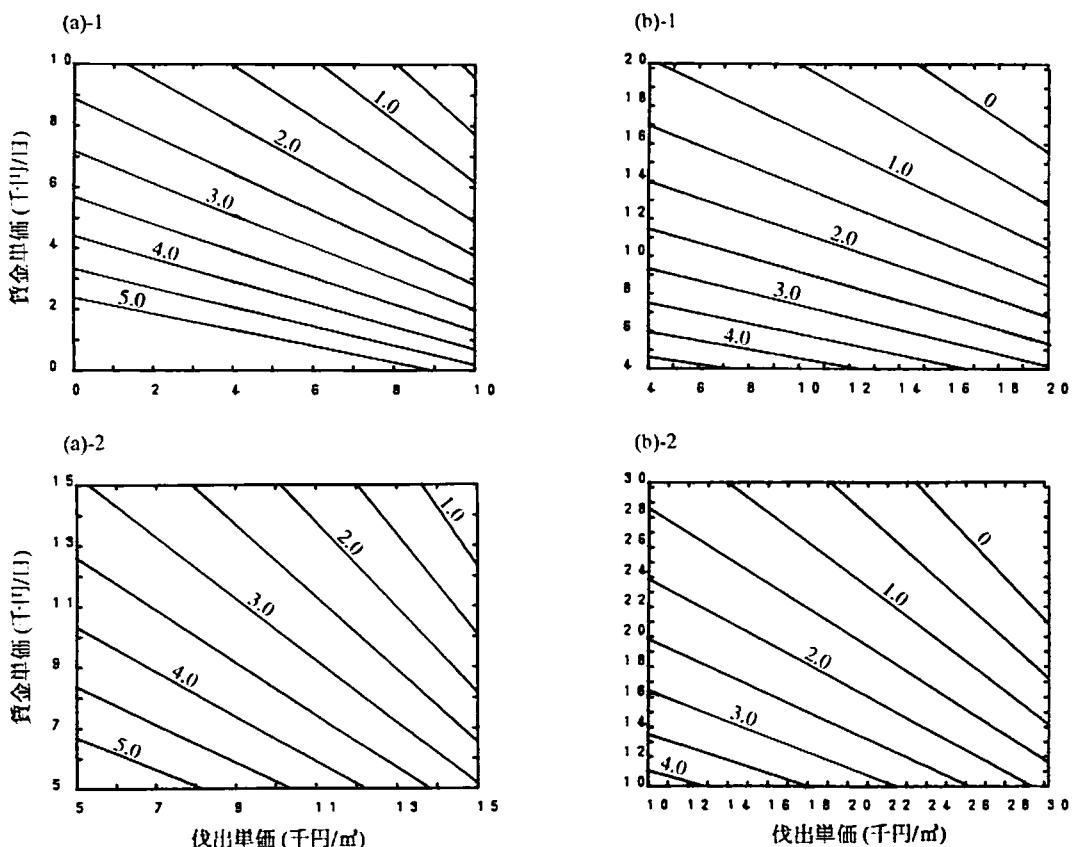


図15 等内部収益率線 (2)
 1) 伐期40年の場合
 2) 上が地位2等、下が地位4等の場合。
 3) 図中の数字は内部収益率(%)を示す。
 4) (a)はスギ、(b)はヒノキ

な伐採単価と労賃単価の組合せを求めることがある。そこで、ここでは、この関係から導かれる等内部収益率線を地位別、伐期別に求め、伐採・労賃単価の内部収益率への影響を詳細に検討した。

図14は、地位3等における林齢40年、80年の場合の等内部収益線を示したものである。また、図15は、林齢40年における地位2等と4等の等内部収益線を示したものである。各図中の各線は、標準モデル下である内部収益線を達成するための単価の限界的な組合せの軌跡であるので、各等内部収益線の下側が、その線の示す内部収益率以上を確保する単価の組合せ範囲となる。

したがって、地位が良いほど、伐期が高くなるほど同一の内部収益率を達成するための条件範囲が広がることがわかる。またヒノキはスギに比べびしい条件でも収益性が確保できる。また、達成しようとする内部収益率が高くなるほど、伐採単価に対する賃金単価の勾配が緩やかになると、この動きが伐期や地位によって異なることも示されている。伐採単価水準が低いほど、また労賃単価が小さいほど達成される内部収益率は大きくなるが、その節減効果は通常、内部収益率が低い水準にある場合には伐採単価の節減効果が大きく、逆にある程度まで高くなると、この関係が逆転し賃金単価の節減が効果的となる。この転換は、地位が高いほど、高い内部収益率で起こり、その値は林齢によって異なる。投資限界として設定した3%前後では、おむね賃金の節減が内部収益率の向上に効果的といえる。このため、限界地を大きく下回る立地において収益性を上昇させるには、まず伐出単価の低減が不可欠であるのに対して、限界的な立地では労賃単価の引き下げが求められると言えよう。これは、低位の場所では伐出単価に影響を与える地利または伐採ロットの影響が無視できること、スギでこの傾向が顕著であることを示している。

伐期との関連では、図16に示す地位3等における主伐期別の等内部収益線3%の変化にみると、スギ、ヒノキとも林齢60年から80年にかけて最も広い条件下で達成されている。この林齢範囲で、条件を満たす範囲が最も広いことは他の地位でも同様である。林齢50年未満の間伐収入を見込むと少し若齢に動くことになる。

また、伐期が上がるほど傾きは緩やかになるとから、伐期を伸ばすほど賃金単価の節減効果が大きくなることがわかる。

(3) 價格水準の内部収益率への影響

次に、価格水準が変化した場合の影響を検討

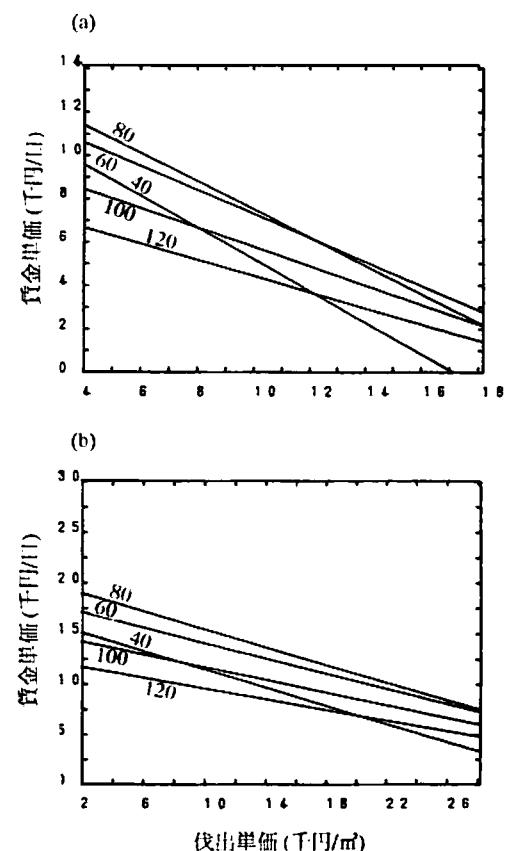


図16 等内部収益率線の変化

- 1) 地位3等の場合の内部収益率3%の推移
- 2) 図中の数字は伐期(年)を示す。
- 3) (a)はスギ、(b)はヒノキ

する。通常、価格水準の変化は材種により異なるが、ここでは、すべての材種で一律的に変化した場合を想定した。すなわち、標準単価の 75%、125%、150%、200% の各水準に素材単価を設定し、標準単価の場合と同様の手順で主伐時素材価格と間伐時素材価格を算出した。

75% と 125% 単価水準の変化に対応し、伐採単価と労賃単価を 10,000 円に固定した場合の内部収益率の地位別推移を図 17 に示した。図からもわかるように価格水準の低下は、内部収益率を全体に下げる。一方、価格水準の上昇は、とりわけ若齢での内部収益率を引き上げる効果があり、林

齢が高くなると影響は小さくなる。また、地位によっても影響は異なり、地位が低いほど引き上げの効果は若干大きくなる。スギとヒノキの関係は、おおむね 25% の価格水準の差に相当し実際の単価の開きよりも収益性は半分程度まで縮小すること。これは、スギは同じ林齢において出材量が多いためで、伐出単価が同一であれば、今後ヒノキとの単価差が現在の半分程度まで縮小すると収益性の優劣が逆転するというケースもでてくる。

価格水準を変化させた場合の内部収益率の推移を、先に示した図 8 ~ 13 に対応させると、価格水準 75% の場合の推移は、スギでは伐採単価

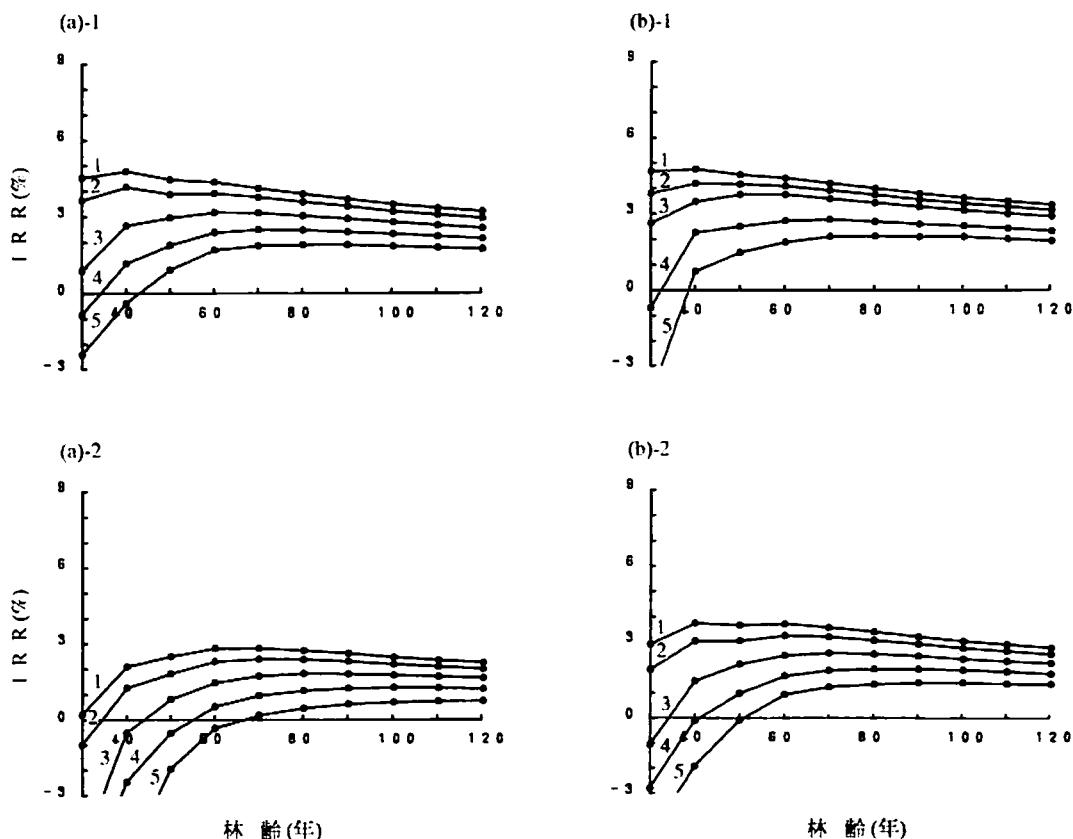


図 17 価格水準の変化の内部収益率への影響

- 1) 上は素材単価水準 125%、下は素材単価水準 75% の場合を示す。
- 2) 図中の数字は地位を示す。
- 3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

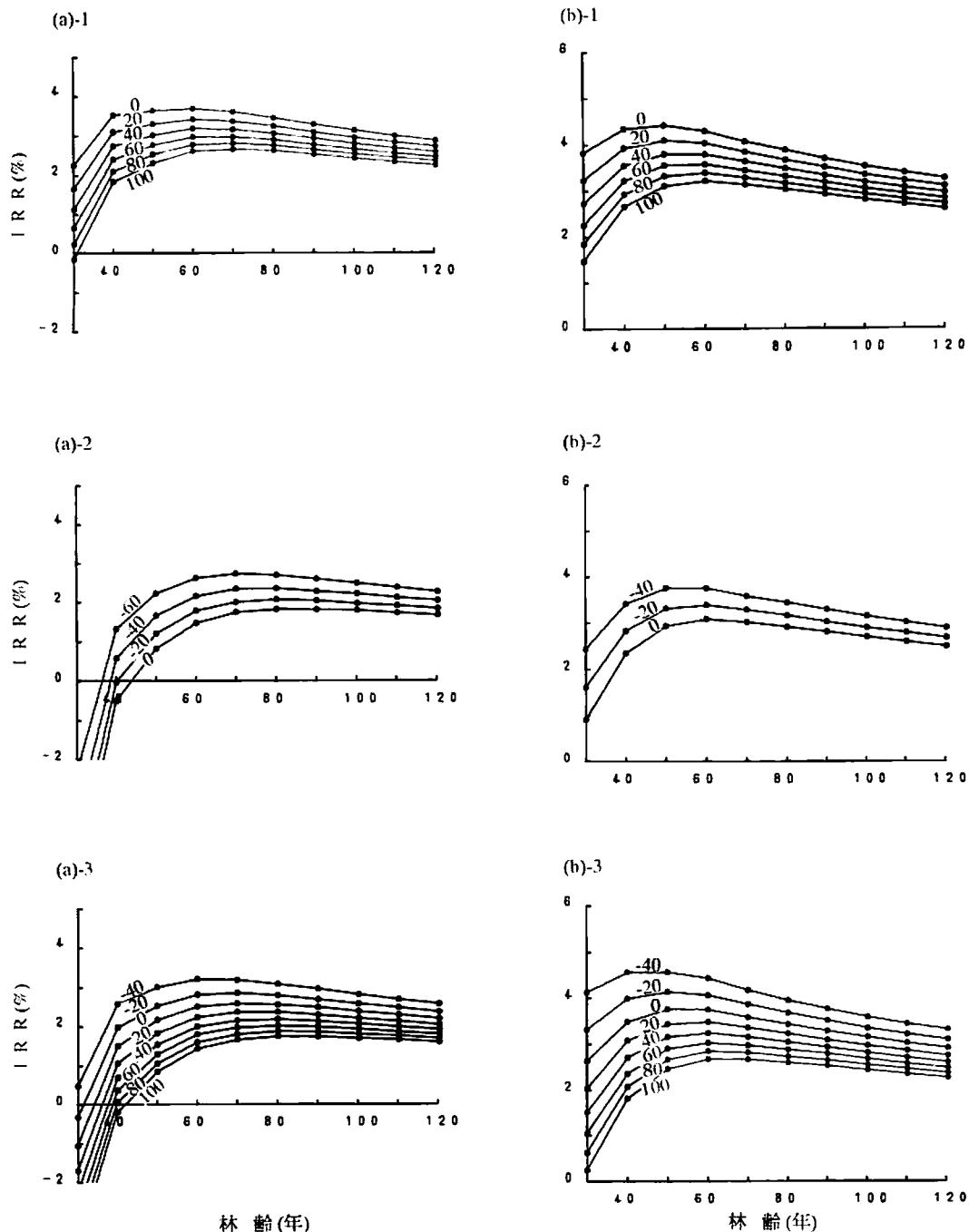


図 18 投下労働量の変化の内部収益率への影響

- 1) 上から素材単価水準が125%、75%、100%の場合を表す。
- 2) 地位3等、賃金単価10,000円/日:伐出単価10,000円/m³
- 3) 図中の数字は投下労働力の倍率(%)を示す。
- 4) (a)はスギ、(b)はヒノキ

10,000円、労賃単価20,000円の場合に、ヒノキは伐採単価10,000円、労賃単価15,000円の場合にほぼ相当する。また、スギでは価格水準125%の場合の推移が伐採単価10,000円、労賃単価5,000円の場合に、ヒノキは価格水準150%の場合の推移が伐採単価10,000円、労賃単価5,000円の場合にはほぼ相当する。このように、スギはヒノキと比較して労賃単価の価格水準に対する反応が鈍いことはスギの有利性と思われる。

(4) 労働投下量の影響

内部収益率による検討の最後として標準モデルの育林体系を固定し、労働投下量を変化させた場合の影響を明らかにする。ここでは、伐採および労賃単価をそれぞれ10,000円として、造林、保育段階の時期は固定し、労働投下量を-40%から+100%まで変化させた。

地位3等において価格水準を変化させながら労働投下量の変化の影響をみたのが図18である。当然、投下量が減少すれば、内部収益率は上昇し、増大すれば低下するという関係が見られる。価格水準100%のケースの推移と図8を対応させると、この条件下では、スギは40%の労働投下量の変化が、ヒノキでは30%の変化が地位1段階の差にほぼ相当することが理解できる。

さらに価格水準を変化させた場合の投下労働力の影響をみると、この条件下では、ヒノキは、価格水準が25%変動するのと投下量が40%変動するのとほぼ同等であり、スギは価格水準が25%変動するのと投下量が60%変動するのとほぼ同等である。この関係は、逆にスギでは60%のヒノキでは40%の労働力削減で25%までの素材価格の下落ならこの削減が効果的であり、逆にスギは60%、ヒノキは40%の増強は、25%以上の素材単価アップが見込めないなら採算的に見合わないことを示している。

このような関係は、当然地位により、伐採単価、

労賃単価水準により異なってくるが、現行の育林体系において投下労働力の軽減に伴う費用圧縮や、増強によって高品質なものを生産し価格上昇を図って収益性の確保を計ろうと考える場合には、費用と効果のバランスが重要となることが理解できる。

3 森林純収穫による収益性の検討

(1) 伐期別地位別の森林純収穫の推移

図19～24に、両樹種について労賃単価と伐採単価の条件を変えた場合の森林純収穫の変化を示した。図19は、労賃単価、伐採単価が10,000円の場合である。スギは、林齢80年から100年で、ヒノキは、林齢100年付近でピーク

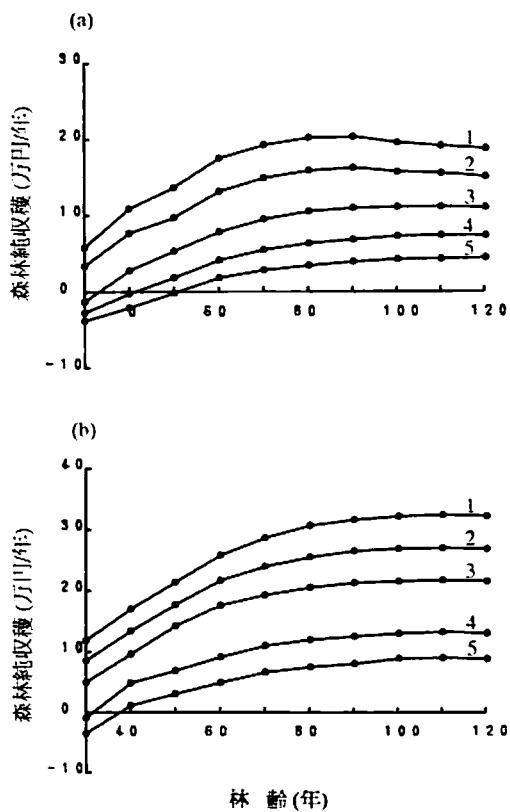


図19 地位別・伐期別の森林純収穫の変化 (1)

- 1) 賃金単価10,000円/日:伐出単価10,000円/m³
- 2) (a)はスギ、(b)はヒノキ
- 3) 図中の数字は地位を示す。

を迎えると、その後横ばいなしやや低下しながら推移する。内部収益率と同様、地位が森林純収穫の差に影響することが理解できる。スギは、全般にヒノキにくらべ森林純収穫は低い水準で推移するが、地位が低い場所ではその差は縮小する。ここで、仮に10万円/年を評価の基準とおく。この単価水準では、ヒノキは地位5等以下、スギは地位4等以下ではこの金額に達する伐期はないことが理解できる。また、ヒノキは地位3等以上で林齢40年でこの金額に達するのに対して、スギは林齢70年以上で達し、単価の高いヒノキは短伐期でも中長伐期でも収益性が確保されるのに対し、スギはある程度の伐期引き伸ばしが収益性の確保

に必要であることが示される。

現行の造林保育段階における補助制度による自己費用の減額を考慮した場合は、図20のように変化する。スギ、ヒノキとも若齢段階の森林純収穫をひきあげ、マイナスからプラスに転じる時期を早める効果があるが、林齢が高くなつてからの影響はあまりなく、内部収益率ほどはっきりした効果は見られない。

次に、賃料単価が10,000円、伐出単価が5,000円の場合と15,000円の場合を図21、図22に示した。伐採単価が5,000円まで引き下げられると、全般に両樹種とも5万円/年弱森林純収穫は上昇し、この幅は若齢からピーク時にかけて大きく、

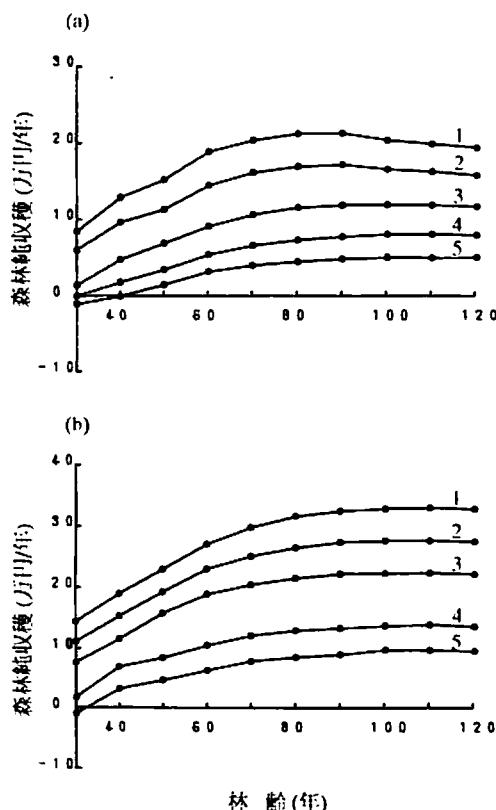


図20 地位別・伐期別の森林純収穫の変化 (2)

- 1) 賃料単価 10,000 円/日:伐出単価 10,000 円/㎥
補助金を考慮した場合
- 2) 図中の数字は地位を示す。
- 3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

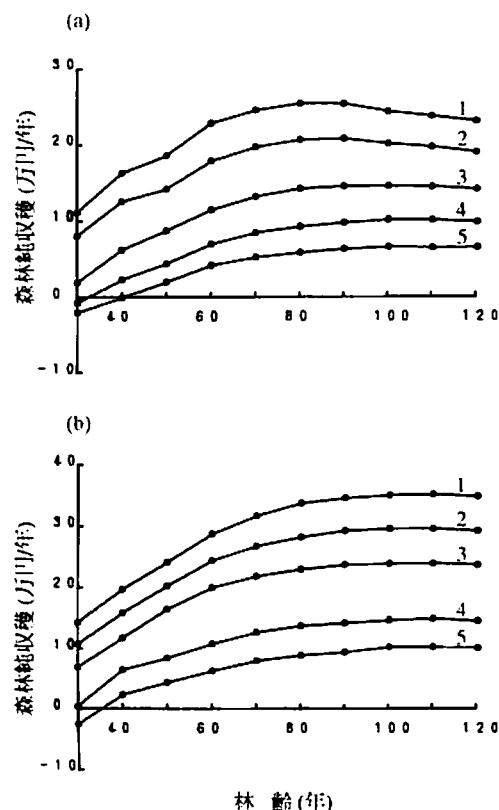


図21 地位別・伐期別の森林純収穫の変化 (3)

- 1) 賃料単価 10,000 円/日:伐出単価 5,000 円/㎥
- 2) 図中の数字は地位を示す。
- 3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

これを過ぎると縮まる。これは、両単価が10,000円の場合のおおむね地位が1等上がった形に相当する。一方、伐採単価が5,000円引き上げられ15,000円になった場合は5万円/年低下し、ほぼ両単価が10,000円の場合のおおむね地位が1等下がった形に相当する。

伐出単価を10,000円に固定し、労賃単価を5,000円の場合と15,000円とした場合を図23、図24に示す。図からもわかるように両樹種とも若齢級で影響が見られるが全般に森林純収穫はほとんど変化しない。これは、森林純収穫が利回りを考慮していないことと設定した標準モデルでは造林保育費用に対する伐採費用の割合が高いためで

ある。

以上の検討により、内部收益率同様、森林純収穫においても地位の差の影響が大きいことが理解できる。しかし、利回りを考慮しない森林純収穫では内部收益率の場合とは、労賃単価の影響が異なることが示された。また、伐期選択に関しては、この指標を用いた場合は最も高い収益を得るには全般に80年を越える林齢となること、スギはヒノキに比べ収益の確保という点で長伐期が有利であることが示された。

(2) 労賃単価および伐採単価の森林純収穫への影響

内部收益率の場合と同様、標準モデルにおい

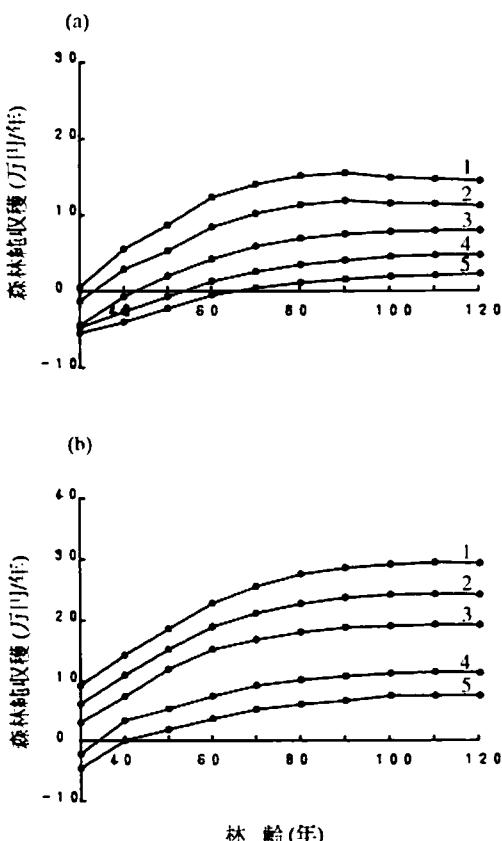


図22 地位別・伐期別の森林純収穫の変化(4)

- 1) 賃金単価10,000円/日:伐出単価15,000円/m³
- 2) 図中の数字は地位を示す。
- 3) (a)はスギ、(b)はヒノキ

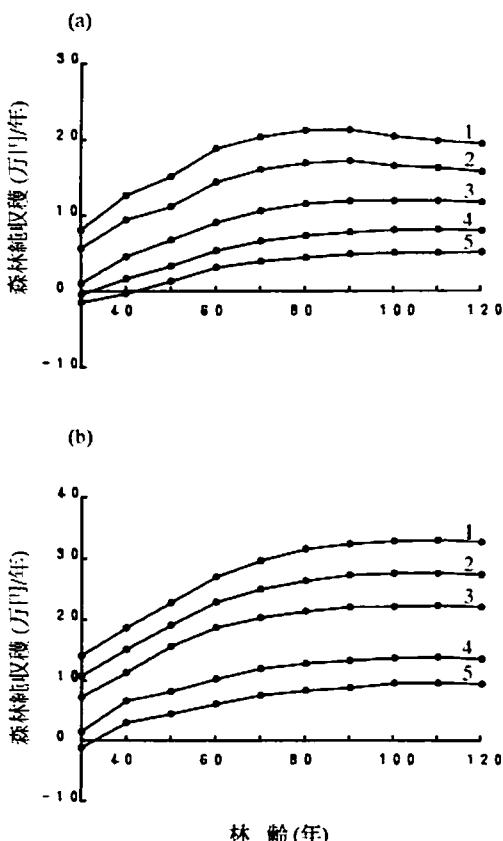


図23 地位別・伐期別の森林純収穫の変化(5)

- 1) 賃金単価5,000円/日:伐出単価10,000円/m³
- 2) 図中の数字は地位を示す。
- 3) (a)はスギ、(b)はヒノキ

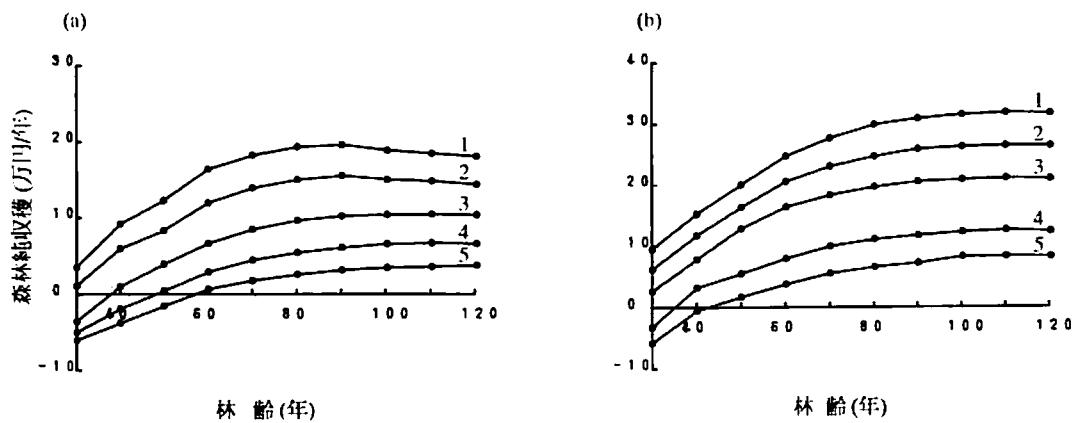


図24 地位別・伐期別の森林純収穫の変化 (6)

1) 賃金単価 15,000 円/日:伐出単価 10,000 円/m³

2) 図中の数字は地位を示す。

3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

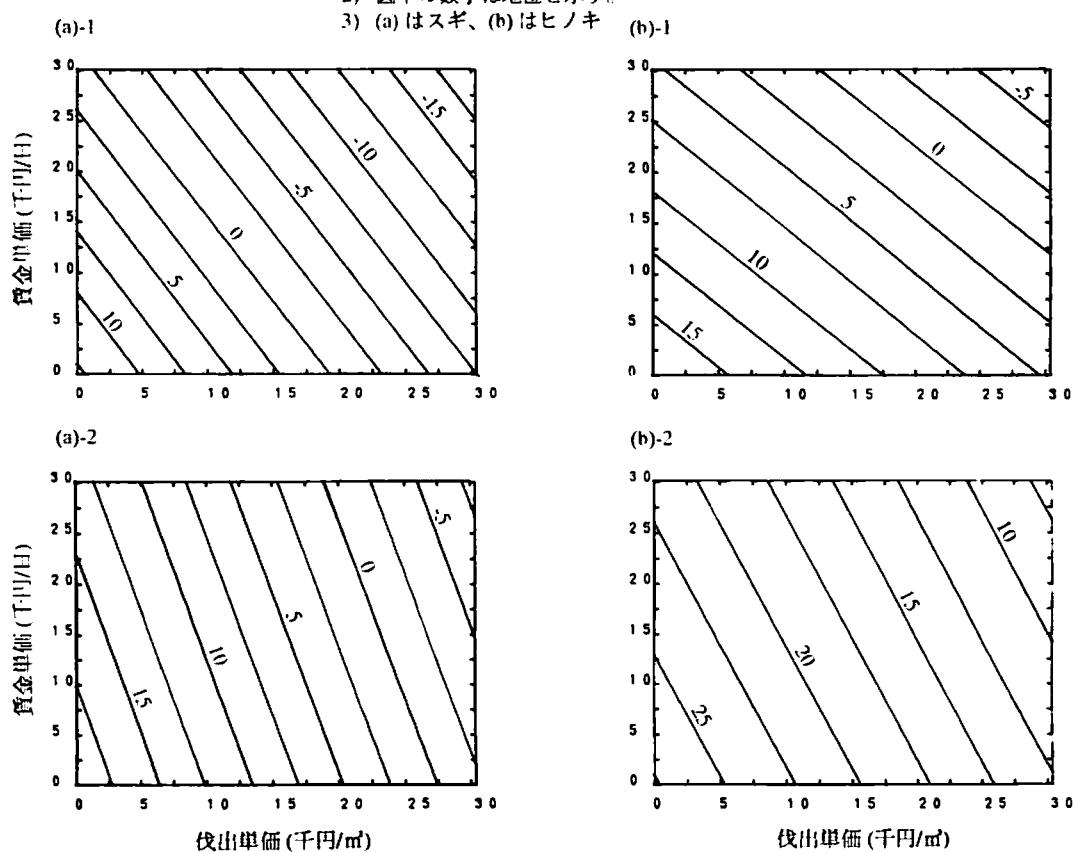


図25 等森林純収穫線 (1)

1) 地位 3 等。上が伐期 40 年、下が伐期 80 年の場合

2) 図中の数字は森林純収穫(万円/年)を示す。

3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

て林齢および地位を固定すると、ある水準の森林純収穫を達成するのに必要な伐採単価と労賃単価の組合せを求めることができる。そこでここでは、この関係から導かれる等森林純収穫線を地位別、伐期別に求め、伐採・労賃単価の森林純収穫への影響を詳細に検討した。

図25は、地位3等における林齢40年、80年の場合の等内部収益線を示したものである。また、図26は、林齢40年における地位別の等森林純収穫線を示したものである。各図中の各線は、標準モデル下である森林純収穫を達成するための単価の限界的な組合せの軌跡であるので、各線の下側が、その線の示す森林純収穫以上の収益性を確保

する単価の組合せ範囲となる。

したがって、地位が良いほど、伐期が高くなるほど同一の森林純収穫を達成するための条件範囲が広がることがわかる。また、ヒノキはスギに比べべきしい条件でも収益性が確保できる。図からわかるように、伐期や地位が変化すると、最初、伐採単価に対する賃金単価の勾配が急であった線が、林齢が上がるに連れゆるやかな勾配に変化している。これは、内部収益率の場合とは逆に労賃単価の節減の効果は、地位が良くなるほど、また、林齢が高くなるほど伐採単価の節減の効果と置き換わって高くなることを示している。さらに、同一地位および林齢のもとでは、伐採単価に対する

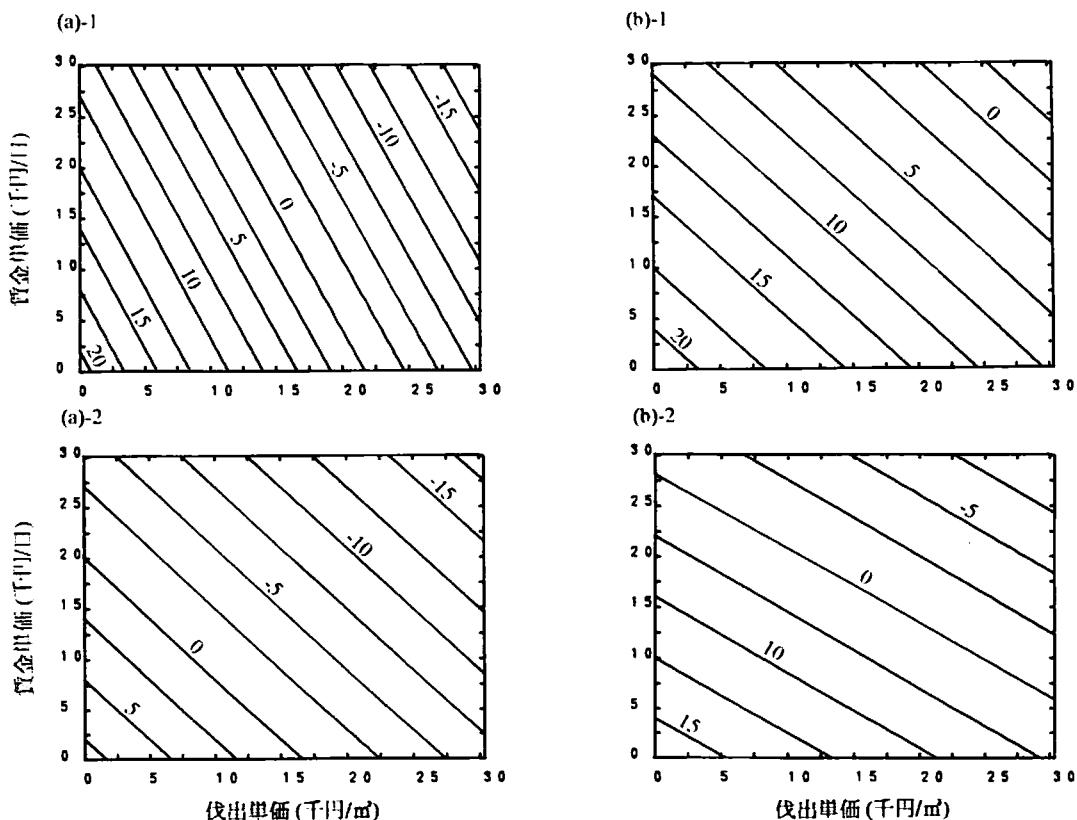


図26 等森林純収穫線(2)

- 1) 伐期40年の場合
- 2) 上が地位2等、下が地位4等の場合
- 3) 図中の数字は森林純収穫(万円/ha)を示す。
- 4) (a)はスギ、(b)はヒノキ

賃金単価の勾配はほとんど変化しないので、単価の節減効果は達成しようとするレベルにかかわらずほぼ一定であると考えてよい。

したがって、長伐期を採用した場合の森林純収穫の上昇という観点からは、伐出単価の低減が効果的であるといえる。ただ、短い伐期を採用した場合や地位の低い場合は、労賃単価の影響も大きいので注意を要する。

伐期との関連では、図27に示す地位3等における主伐期別の等森林純収穫10万円/年線の変化にみると、林齡が高くなるほど幅広い単価条件下で達成されている。林齡が高まるほど、条件を満たす範囲が広がることは他の地位でも同様で

ある。また、林齡が上がるほど傾きは急になることから、伐期を伸ばすほど労賃単価に比べ伐出単価の節減効果が大きくなることがわかる。

(3) 價格水準の森林純収穫への影響

2-(3)で設定した各價格水準の変化に対応する伐出単価と労賃単価を10,000円に固定した場合の、森林純収穫の地位別の推移を図28に示した。

図からもわかるように素材價格水準の低下は、森林純収穫を全体に引き下げる。一方、價格水準の上昇は、森林純収穫を引き上げる効果がある。ヒノキはスギよりも増加率は小さく、実際の単価のひらきよりも収益性はやや縮小することがわかる。また両樹種とも、若齢ほどまた地位が低くなるほど倍率が大きくなる。この傾向は内部收益率の場合と同様の傾向である。

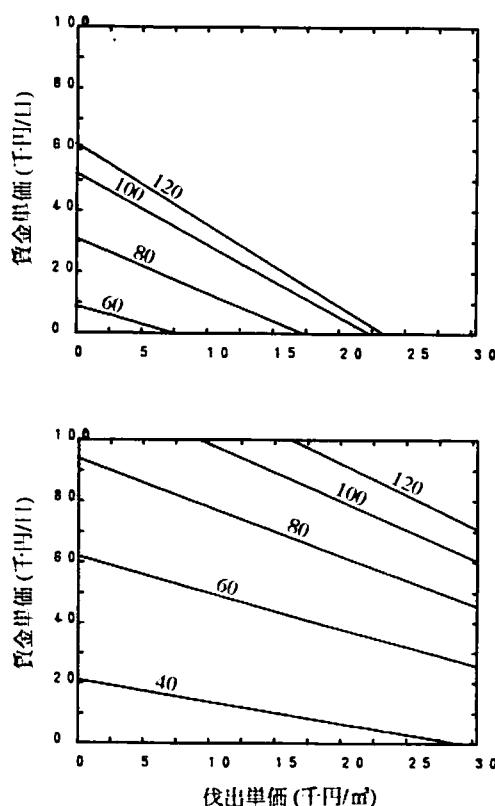


図27 等森林純収穫線の変化

- 1) 地位3等の場合の森林純収穫3%の推移
- 2) 図中の数字は伐期(年)を示す。
- 3) (a)はスギ、(b)はヒノキ

V 収益性指標を用いた育林業のあり方の考察

以上の育林業における内部收益率と森林純収穫を指標とした収益性の検討結果にもとづいて、大都市近郊での森林環境政策での育林業のあり方について若干の検討を行いたい。

近年の林業経営は、生産コストの上昇、木材價格の低迷などにより収益性は悪化し、昭和44年時点ではスギで7.41%、ヒノキで7.82%であった利回りが昭和60年時点には2.57%、4.01%までに低下している¹⁾。このため、多くの森林所有者は、伐り控えや伐期の延長など最小限度の保育管理を加えながら森林資源の成熟を待つ長伐期林業を指向するようになってきている。このような方向は公益機能の発揮や地域的自然の保全などもめざす環境管理のための森林経営の原則とも矛盾しない。問題は、熊崎²⁾が指摘するよう、状況へのやむ得ぬ対応という側面が濃厚なこの方向をいかに順調に伸ばすかである。具体的には、環境管理と調和

した森林経営をどう定着させていくかの明確な政策の方向付けと、その手段としての各種インセンティブをどう展開するかの検討が必要となるであろう。

前章で行った収益性の検討の結果は、大都市近郊にある神奈川県での育林業の経営経済的な評価であるが、上述の観点からは、そこでの既往の造林地および新植地における経済的な側面からみた環境管理と調和した育林業の可能性判定や、施策の効果測定の資料とみなせる。

そこで、森林を新植地(再造林地を含める)と既造林地に分けて環境管理と調和した育林業の姿についての議論を試みたい。

新植地については、投資行為としての収益性の判定が重要となると考えられる。スギ・ヒノキ人工林では、環境形成機能が充分に発揮できる林分構造を持つ林齢に至るまで数十年かかり、その間多くの労働力の投入を要する。現行の育林業の技術体系において、近年伐出段階で高性能機械の導入など技術変革のきざしがあるものの、造林・育林段階での技術革新は当面見込めず、労働単価の上昇も手伝い初期投資額は増大すると思われる。内部収益率で検討したように、育林業は、短伐期林業が限られた立地で辛うじて投資行為として成立している。それ故、現行の材価水準で達成される利回りが限界以下の立地での造林行為は、採算

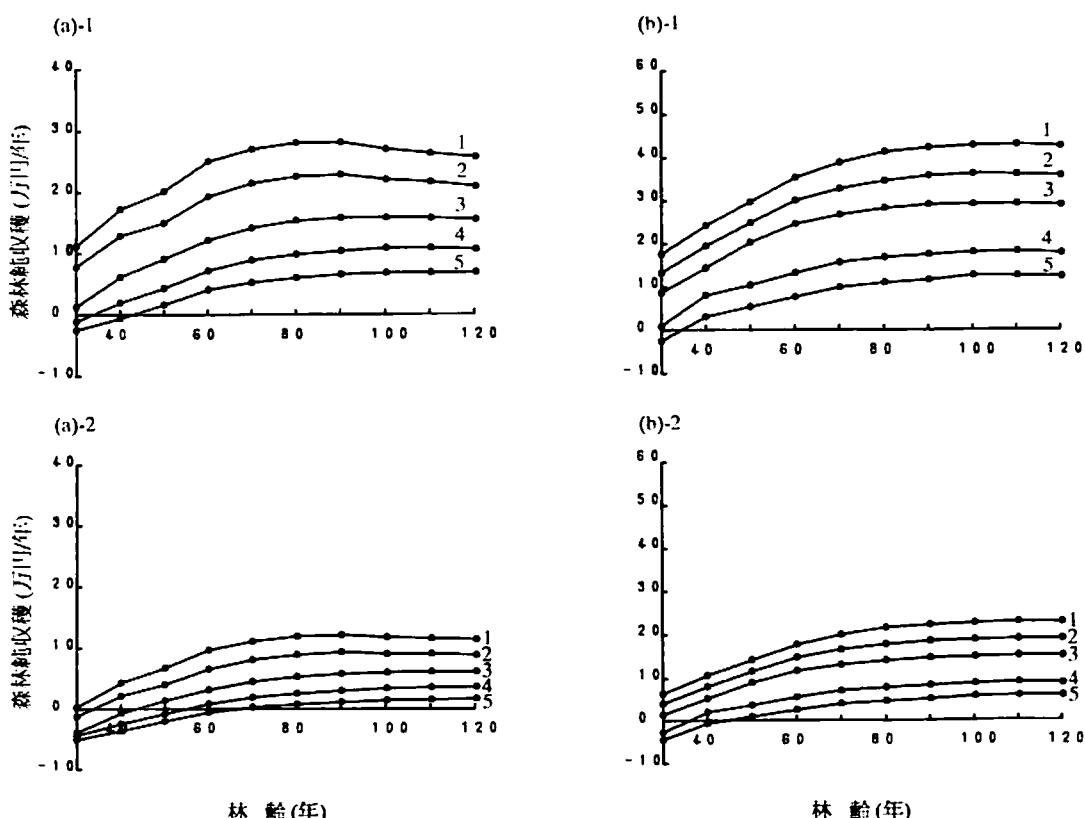


図 28 価格水準の変化の森林純収穫への影響

- 1) 上は素材単価水準 125%、下は素材単価水準 75%の場合を表す。
- 2) 図中の数字は地位を示す。
- 3) (a) はスギ、(b) はヒノキ

性の確保が難しくなり、投資行為としての魅力が低減し、管理作業の節減が進行する恐れが高い。実際、賃金コストの上昇の影響は伐採率の縮小や投下労働量の節減として現れている。このことは、森林整備の不良へつながる恐れが充分ある。また、今後の労働力の大幅な減少もこの傾向を助長すると考えられ、労働力を多投する現在の人工造林の採用には慎重な態度が必要である。また、多少の材価水準の上昇や労働投下量の低減も、地位差の克服には影響は小さいので、地位を無視した造林は採算面からも環境管理の手段としても控えるべき行為と考えられる。また、地位が良好でも、価格上昇と投下労働力のバランスから中途半端な優良材指向は収益性の向上にはつながらないので、適切な育林目標の設定とこれに応じた効果的な労働投下量の調節が重要である。樹種選択に関しても、単価水準の有利性に目を取られヒノキを選択するケースが近年特に目立つ。しかし、地位の低い立地では価格差の接近によって収益性が逆転するケースも想定できること、ヒノキは初期生長が遅いため下刈期間が長くなり育林費が多くなる、労賃単価の内部收益率への影響がスギより敏感に現れるなどの理由から、立地によってはスギが有利な場合も多いと考えられる。このため、適地適木の原則に沿って慎重な地位判定を行い造林樹種を選ぶことが必要となる。再造林地についても、伐採収穫の評価を行い同様の視点から慎重に経営目標の見直しを実施すべきと思われる。

既造林地の場合には、保育段階にある林地では立地の収益性への影響を考慮した技術・費用選択が必要となるが、この際、新植地同様、内部收益率の特質が参考になる。標準伐期を越えた林地では内部收益率よりもむしろ森林純収穫による考察が適当と思われる。この場合、伐採コストの低減が有効なので、主間伐収穫時により高い収益が実現でき、森林管理が経済的動機により自発的

に促進されるよう林道や作業道の経営基盤を整備し、環境形成機能の維持が予定調和的に実現されるよう誘導していく必要がある。しかし、地位が良好で、伐出条件も良い場所では、低い林齢で森林純収穫が最大となるので若齢で伐採されることもある。このため、環境形成機能が重視される場所では伐期を調節する規制指導が必要となる。一方地位が低く大きな収益が期待できない立地は必然、長伐期化すると思われるが、適正な保育管理の指導とこれを促進させる経済的インセンティブが必要となろう。また、伐採コストの低減のため伐採規模が大きくなることも予想されるので、伐採単位を制限するとともに、小量でも低成本で出材できる伐出機械や技術の導入が求められる。さらに、長伐期化にともなって発生する相続問題に向けた施策の展開も避けることはできない。

VI おわりに

前章で述べたような環境と調和した森林経営には、新たな育林体系と、それを補完する有効な経済的インセンティブが求められる。また、今後、育林業で一定以上の収益性を確保するには、大幅なコストの低減が実現できる新しい技術導入の検討が不可避であろう。この際の異なる施業条件の収益性比較や、各種施策が与える効果、新技術の導入効果測定などでも、経営経済的な評価は有効と思われる。今後の応用が期待される。

引用文献

- 1) 福岡克也ほか: 林業の採算性と活性化. 農林漁業金融公庫 pp131, 1987
- 2) 家原敏郎: 高齢なスギの樹高生長曲線の検討 森総研関西支所年報 31, 52, 1990
- 3) 家原敏郎・黒川泰亨: 低位生産林地における

- ヒノキ人工林造成の経営的評価. 日林誌 72 :34-45,1990
- 4) 井上由扶: 森林経理学. 地球社, 1970, 東京
- 5) 熊崎実: 転換期の林業経営-長伐期林業への道-分かりやすい林業解説シリーズ 80, pp 79, 林業科学振興所, 1985, 東京
- 6) 黒川泰亨: 収益性・生産性・育林費からみた林業経営. 林経協月報 No. 310 2-11, 1987
- 7) 西沢正久・木梨謙吉・柿道道喜・長正道: 林分シミュレーションに対する生長モデルの研究(IX)-変動係数を用いた林分構造の予測-.88回日林論:105-106,1977
- 8) 農林水産省統計情報部: 昭和 61 年度林家経済調査育林費調査報告, 農林統計協会, 1986, 東京
- 9) 萩原裕: 丹沢県行林の施業方式に関する研究: 東京農工大学昭和 63 年度修士論文
- 10) 林野庁: 関東・中部地方ヒノキ林分密度図. 林野庁, 東京, 1982
- 11) ———: 南関東・東海地方スギ林分密度図. 林野庁, 東京, 1981
- 12) 山根正伸: 神奈川県における人工林の生産力 (I)-神奈川県スギ、ヒノキ人工林林分密度管理図の調製-. 神林試研報 15, 1988, 55-94
- 13) ———: 神奈川県における人工林の生産力 (II)-スギ、ヒノキ林の地位指数曲線の作成-. 神林試研報 15, 1988, 65-69
- 14) ———: 神奈川県における人工林の生産力 (III)-スギ、ヒノキ林の立木の形状と丸太利用材積の予測資料の作成-. 神林試研報 16, 1989, 49-73

Summary

The way of the silvicultural management on a forest environmental benefits policy in suburban area was examined from the economical evalation. First, this paper estimated the stand structure and the amount of the material harvest for the woods in the sugi (*Cryptomeria japonica*) and hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) artificial forest stand in Kanagawa Prefecture. And, how various elements such as cutting period, wage and harvesting unit price levels, site quality, timber price levels, and amounts of the dropped man power affected earnings indices of the internal rate of return and the forest net income was examined according to the economic evaluation model of silvicultural investment by IEHARA and KUROKAWA. The way of the silvicultural management in a forest environmental benefits policy was referred to at the end. This paper paid attention to the difference of the site quality on the effect to earnings indices of various elements, and the effect at cutting preiod on the difference of both indices. As a result, this paper shows, 1) in solving problems of low qualitys sites, it is necessary for both indices to minimize costs of logging and reforestation, extend cutting pirioud, adjust the capital investment well balanced with timber price, 2) the forest net income is suitable as earnings indices in the forest management which harmonized with environmental control compared with internal rate of return, and 3) it is preferable on a forest environmental benefits policy in suburban area to afforest under consideration of site quality and logging cost, to provide the management environment and regulation, guidance for the long rotation forestry management.

神林試研報 18(1991)43-50

ナメコとヤナギマツタケの異種間融合

木内信行

Interspecific Protoplast Fusion between *Pholiota nameko* and *Agrocybe cylindracea*

Nobuyuki KIUCHI

Summary

The interspecific fusants obtained through protoplast fusion between auxotrophic mutant strains of *Pholiota nameko* and *Agrocybe cylindracea* were examined. One strain of the protoplast fusion products was able to mate with both strains of 20-57 and 1-14 which were compatible strains with R2-201 and 2-23, respectively. The hyphal cells of the protoplast fusion product (F-30-9) were multinucleated cells, but had not clamp connection. However, a strain which mated with between F-30-9 and 1-14, formed normal fruit bodies of *Agrocybe cylindracea*. Therefore, the F-30-9 strain was concluded to be a fusant, but it never formed a fruit body.

I はじめに

微生物、特にその生理活性や代謝産物を主に利用する醸酵工業の分野では、有用菌株の育種改良に細胞融合法が応用され、多くの成果が上げられている。一方、担子菌での細胞融合の研究は、まだ口が浅く、融合株が得られたのは 1983 年の種内融合株の作出の報告²⁾が最初である。以後、種内融合に関する報告はいくつもあるが、異種間融合に関する報告は極めて少ない。もっとも、異種間融合株が得られたのは、1986 年の報告¹⁰⁾が最初である。その後、異種間融合株が得られたとする報告^{7, 9, 11)}はいくつかあり、それらの中には子実体もしくは子実体原基の形成に成功したとする報告^{7, 9, 12)}もある。しかし、それらの多くは異種間での融合株でありながら、通常の交配でも交配可能な和合性の組み合わせ間のものであり、不和合の組み合わせ間で得られたとする報告^{7, 9)}には、若干の疑問

がある。このように、担子菌の細胞融合においては、異種間融合の報告例も少なく、ましてや不和合な異種間融合株からの子実体形成に成功した確実な報告はない。そこでまず、交配不可能な異種間からの融合株を得ることを目的に、ナメコとヤナギマツタケの栄養要求性突然変異株を作出し、これらを遺伝子マーカーとして、PEG 法で細胞融合を試みた。その結果、異種間融合株と思われる株が得られたので報告する。

なお、本研究の一部は林野庁の「地域バイオテクノロジー研究開発促進事業」の助成を受けた。

II 材料と方法

1 供試菌と供試菌株

融合に用いた R2-201 (paba⁻, A2) 株とテスターに使用した 20-57(hyp⁻, A1) 株は、ナメコ (*Pholiota nameko*) の二核性株 A-1 のプロトプラス

Table 1. Strains used in this study

Species	Strain	Auxotrophy	Mating type	Origin (Dikaryon)
<i>P. nameko</i>	20-57	hypoxanthine	A1	A-1
	R2-201	p-aminobenzoic acid	A2	A-1
<i>A. cylindracea</i>	1-14	biotin	A2B1	2921
	2-23	adenine	A4B4	3920

トから得られた一核性菌糸株に由来し、交配型を異にする栄養要求性突然変異株である。一方、融合に用いた 2-23 (ade⁻, A4B4) 株とテスターに使用した 1-14 (bio⁻, A2B1) 株は、別系統のヤナギマツタケ (*Agrocybe cylindracea*) 二核性株の单胞子に由来する栄養要求性突然変異株で、それらは不和合性因子を異にする和合性株である (Table 1)。

2 栄養要求性突然変異株の作出

栄養要求性突然変異株の作出は、次のように行なった。

一核性菌糸体を既報の方法⁶⁾に準じて処理し、得られたプロトプラストをそれぞれ 0.5M のショ糖を含む最少培地 (MM) (ブドウ糖 20 g、(NH₄)₂HPO₄ 1.5 g、MgSO₄ · 7H₂O 0.5 g、KH₂PO₄ 0.46 g、K₂HPO₄ 1 g、チアミン塩酸塩 120 μg、精製寒天末 15 g、純水 1000 ml) あるいは完全培地 (CM) (麦芽エキス 10 g、酵母エキス 4 g、ブドウ糖 5 g、サンパール CP 4 g、寒天末 12 g、純水 1000 ml) が入ったシャーレ上に適当な濃度に希釈して塗布した。これに短波長の紫外線 (UVG-11, UVPINC) を暗黒中、10 cm の距離から 15 ~ 30 秒間 (致死率 80% 以上) 照射した。これを低温室 (5 ~ 10 °C) に半日程度置き、その後 25 °C 暗黒中で培養した。MM 上で紫外線処理した場合は、出現するコロニーを約 2 週間後までチェックし、上層に 0.5M のショ糖を含む CM を加え、その後新たに出

現するコロニーを分離した。CM 上で処理した場合は、出現してきた單一コロニーを絶て分離した。分離株は MM 上で生育の有無を検討し、生育しない株は要求する物質をアミノ酸、核酸およびビタミンについて検定し、栄養要求性を決定した。

3 プロトプラストの調製

プロトプラストの調製は既報の方法⁶⁾に準じて行なった。なお、酵素液は 0.5M のマンニトールを含む 50mM マレイン酸-NaOH 緩衝液 (pH 6.2) に、セルラーゼオノゾカ "RS" 1%, ノボザイム 234 1% およびシグマキチナーゼ 0.1% を加えたものを用い、30 °C で 5 時間菌糸体と反応させた。

4 融合処理と培養

3 の方法で調製したナメコ (R2-201) とヤナギマツタケ (2-23) の反応液を、59 μのナイロンメッシュで濾過し、プロトプラストを集めた。それぞれの濾液 0.25 ml を混ぜ、それに 0.6M MgSO₄ を含む 50mM マレイン酸-NaOH 緩衝液 (pH 6.2) を 0.5 ml 加えよく混合した後、1,200 × g で 5 分間遠心し、上澄液を捨てさらに同緩衝液 1 ml を加えて 2 回、同様に洗浄した。洗浄したプロトプラストに 50mM CaCl₂、0.5M マンニトールおよび 30% ポリエチレングリコール (PEG, MW 4,000、和光純薬) を含む 50mM マレイン酸-NaOH 緩衝液 (pH 5.5) 1 ml を加え、25 °C で 20 分間培養した。融合処理後、融合液を前と同様に遠心し、0.6M MgSO₄ を含む 50mM マレイン酸-NaOH 緩衝液 (pH 6.2) を 1 ml 加

え、2回洗浄した。洗浄後 0.5M マンニトールを含む 50mM マレイン酸-NaOH 緩衝液 (pH 6.2) を 1 ml 加えた懸濁液 0.2 ml を、0.5M のショ糖を含む MM の入ったシャーレに塗布した。培養は 25 ℃ 暗黒中で約 2 週間行ない、出現したコロニーは MM スラントに分離した。

5 分離株の検討

MM スラントに生育した分離株は、融合に用いた親株とそれぞれ交配可能な一核性菌糸株 20-57 と 1-14 をそれぞれ別々に対峙培養し、菌糸体の接触部とその両側の菌糸体を検鏡して、クランプの出現の有無を観察した。分離株と 20-57 および 1-14 の交配で、いずれにもクランプ構造が認められた株については、CM 液体培地 (20 ml/100 ml 容三角フラスコ) で培養し、ほぼ一定期間毎に滤液の pH を測定した。また、アルカリ性ホスファターゼとフッ化物に安定なエステラーゼの反応を既報の方法⁵⁾で調べた。

6 細胞核の染色

核の染色は DAPI による蛍光染色法⁶⁾あるいはギムザ染色法^{1, 8)}で行ない、細胞当たりの核数を観察した。

III 結果と考察

ナメコ R2-201 (*paba*⁻, A2) と、ヤナギマツタケ 2-23 (*ade*⁻, A4B4) の栄養要求性突然変異株を用い、PEG 法でプロトプラストを融合処理した。融合処理時のプロトプラスト数は、同数づつではなく、前者の数は 3×10^5 個/ml、後者は 1.9×10^7 個/ml であった。融合処理後出現したコロニーを MM スラントに分離したところ、生育状態は悪いが、ともかく生育したもののが 5 株得られた。得られた 5 株の菌糸には、クランプ構造は全く認められなかった。このことは、交配不可能なヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*) とトキイロヒラタケ (*P. salmoneostramineus*) の間で得られた異種間融合株には、ク

ランプは認められなかったとする TOYOMASU et al. の結果¹⁰⁾と同様であった。そこで、これら 5 株に対し融合に用いた株とそれぞれ和合性を持つ、ナメコ 20-57 (*hyp*⁻, A1) と、ヤナギマツタケ 1-14(*bio*⁻, A2B1) をテスターとして、交配テストを行なった。その結果、1 株 (F-30-9) だけが両テスターと交配し、クランプを形成した (Fig. 1)。このクランプ形成には、元株(野生型)間での交配の場合と異なり、それぞれの核受容菌糸体間で複核化の時間に大きな差が認められた。特に、F-30-9 と 20-57 の交配では、R2-201 の核受容菌糸体である 20-57 側の複核化に時間がかかった。これは、本実験に用いた株が総て紫外線を変異源として作出された突然変異株であったため、栄養要求性に係る遺伝子以外の遺伝子も相当ダメージを受けていることを示唆していた。R2-201 は CM 上でも生育は極めて悪い株である。一方、2-23 は生育良好株である。ところで、融合株と思われる F-30-9 は、CM 上で親株 (R2-201 と 2-23) と生育を比較すると、R2-201 よりは若干良いが、2-23 に比べると極端に劣っていた (Fig. 2)。また、F-30-9 のコロニーの外観は、R2-201 に一見似ているが、R2-201 より気菌糸の発達程度がやや良いことと、コロニー周縁部が不規則な生育を示す点で、親株とは明らかに異なっていた。異種間融合株のコロニーの形態が、親株と異なる形態を示す^{10, 11, 12)}ことは既に報告されている。また、コロニー周縁部が不規則になるのは、村上⁸⁾がウシグソヒトヨタケ (*Coprinus cinereus*) で指摘しているように、ヘテロカリオンであることを示唆していた。

ナメコの菌糸体は培養時間の経過とともに、ある時期までは培地の pH が急激に低下し、やがて上昇すること⁹⁾が知られている。一方、ヤナギマツタケはその逆で、時間の経過とともに pH は徐々に上昇し、やがてほぼ一定になること¹⁰⁾がわかっている。ところが、F-30-9 は時間の経過とともに、pH は

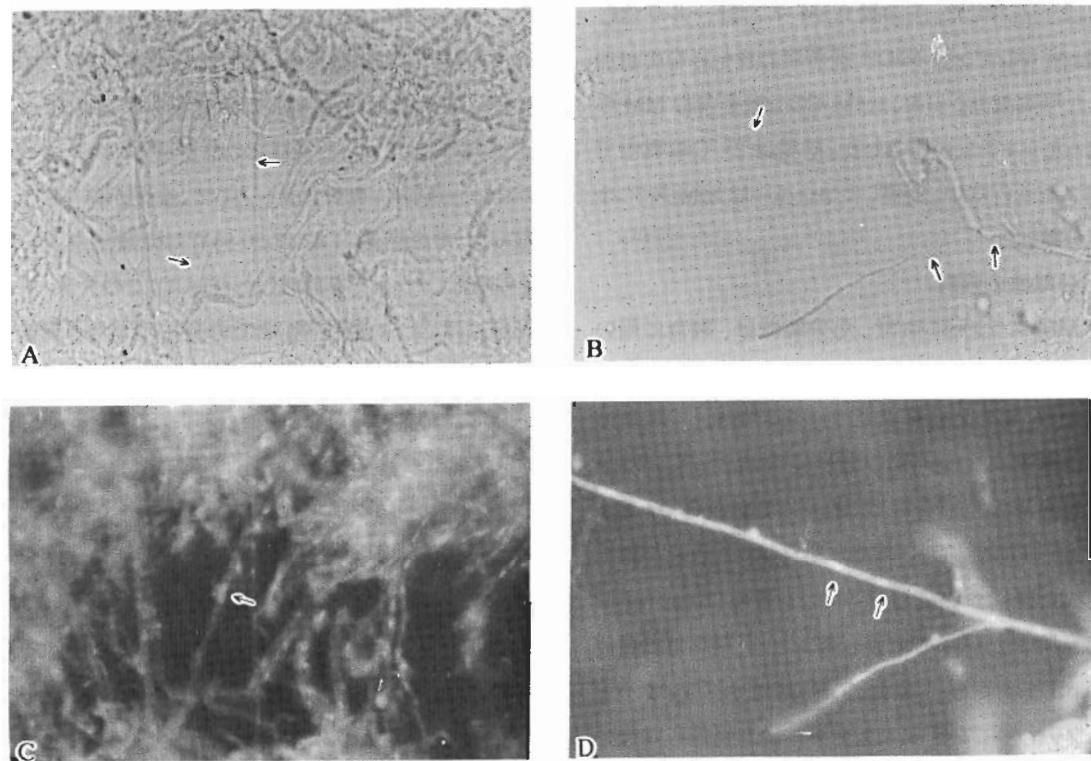


Fig. 1. Micrographs of hyphae obtained in a confronting culture between the interspecific fusion product (F-30-9) and 20-57(A and C), and between the interspecific fusion product (F-30-9) and 1-14 (B and D).

A and B, Ordinary light micrograph ; C and D, Fluorescence micrograph of the same fields as in A and B, respectively (stained with DAPI).

Arrows indicate nuclei (C and D) and clamp connections (A and B).

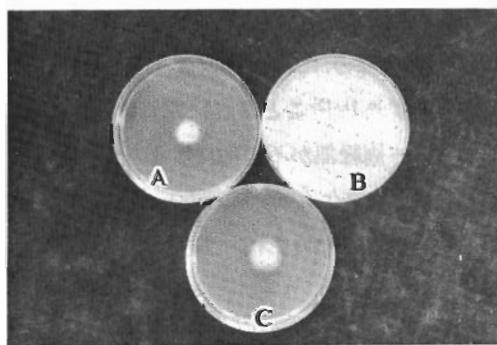


Fig. 2. Colonies on CM of the parental strains and the interspecific fusion product (F-30-9).

A, *P. nameko* R2-201 ; B, *A. cylindracea* 2-23 ; C, F-30-9

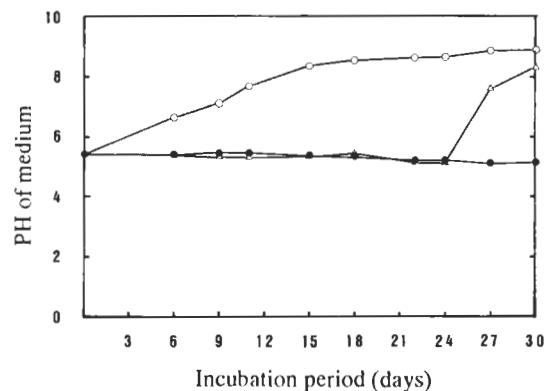


Fig. 3. Changes of pH during mycelial growth of the parental strains and the interspecific fusion product (F-30-9).

△, R2-201 ; ○, 2-23 ; ●, F-30-9

若干低下するだけで大きな変化は見られなかつた(Fig.3)。これは接種時に種菌量を一定にしなかった(F-30-9は少なかった)ためで、時間の経過とともにpHの変化パターンは、ナメコ型になるものと推察された。

アルカリ性ホスファターゼとフッ化物に安定なエステラーゼの反応は、ナメコとヤナギマツタケでは異なることを既に報告⁵⁾した。そこで、これらの反応を観察したところ、R2-201の元株(野生型)には明瞭なエ斯特ラーゼ反応が認められたが、R2-201は不明瞭で活性は明らかに落ちていた。しかし、F-30-9には明瞭なエ斯特ラーゼ反応が認められた。一方、ヤナギマツタケでは明瞭に現われるアルカリ性ホスファターゼの反応は、F-30-9には認められなかった。また、F-30-9と20-57の交配株ではナメコ型の反応が現われ、F-30-9とI-14の交配株からは、ヤナギマツタケ型の反応が現われた

(Table 2)。

そこで、菌糸体内の核の様子を二種類の染色法で核染色し、観察した(Fig.1,4;Table 2)。その結果、F-30-9は多核性であり、2-23は一核性であった。ところが、R2-201は一～多核まで様々であった。ただ、これらの株はクランプ構造を欠いているため、隔壁が不明瞭な場合が多く、細胞当りの核数を明確にすることはできなかった。ナメコの一核性菌糸体は容易に多核性になることが、ARITA¹¹によって既に明らかにされている。したがって、核数からF-30-9が異種間の融合株であるかどうかを判断することはできなかった。

ところで、前にも述べたように、F-30-9は20-57ともI-14とも交配し、クランプを形成した。そして、これら交配した細胞には、いずれの場合も二核を含むことが明らかとなった(Fig. 1)。さらに、F-30-9とI-14の交配株からは子実体が形成され(Fig.

Table 2. Characteristics of the auxotrophs, the interspecific fusion product (F-30-9) and each cross

Strain	Clamp	No.of nucleus	Biochemical reaction	
			AP ^a	EST ^b
Auxotrophs				
20-57	- ^c	uni- to multi-nucleate	- ^d	+- ^e
R2-201	-	uni- to multi-nucleate	-	± ^f
I-14	-	uninucleate	+	-
2-23	-	uninucleate	+	-
Fusion product				
R2-201+2-23 (F-30-9)	-	bi- to multi-nucleate	-	+
Crosses^g				
F-30-9 × 20-57	+- ^h	binucleate	-	+
20-57 × F-30-9	+	binucleate	-	+
F-30-9 × I-14	+	binucleate	+	-
I-14 × F-30-9	+	binucleate	+	-

a, alkaline phosphatase; b, esterase-fluoride stable; c, no clamp; d, no reaction; e, strong reaction; f, weak reaction; g, The former indicates a cytoplasmic parent; h, clamp formation

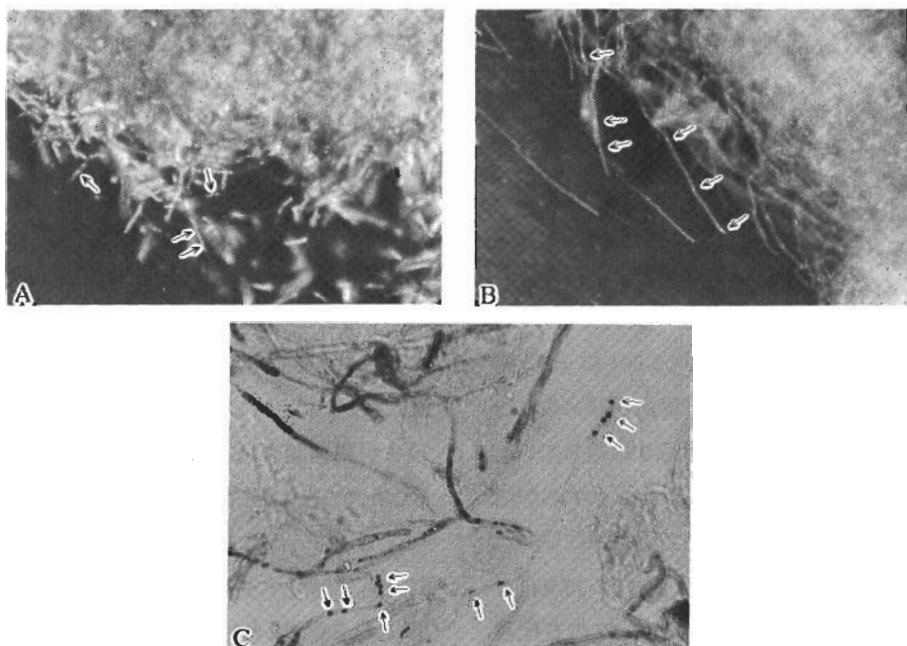


Fig. 4. Micrographs of hyphae of the parental strains(A and B) and of the interspecific fusion product (F-30-9) (C).

Nuclei were stained with DAPI (A and B) and with HCl-Giemsa method(C).

Arrows indicate nuclei.

A, R2-201 ; B, 2-23 ; C, F-30-9.

5A)、それは形態的にも子実層の顕微鏡観察 (Fig. 5B) からも、正常なヤナギマツタケの二核性子実体であった。したがって、F-30-9 は生理活性の多くはナメコ型で発現はしているものの、細胞内には R2-201 と 2-23 のいずれの核遺伝子も含まれたヘテロカリオンと判断された。これらのことから融合率を融合処理に用いたナメコの総プロトプラスト数を基に求めると、約 0.002 % であった。しかしながら、培養後 8か月経ても、F-30-9 は子実体原基すら形成しなかった。この結果は、交配不可能な異種間からの融合株は、子実体を形成しなかったとする TOYOMASU et al.^{10, 12)} の結果と同様であった。また、F-30-9 と 20-57 の交配株 (F-30-9 × 20-57 および 20-57 × F-30-9) に 1-14 を、F-30-9 と 1-14 の交配株 (F-30-9 × 1-14 および 1-14 × F-30-9) に 20-

57 をそれぞれ対照し、対照させた一核菌糸体側 (1-14 および 20-57) の菌糸体を観察した。その結果、対照した総ての組み合わせ間に明瞭な拮抗帯が生じ、両菌糸体が混ざらず、したがって、対照させた一核菌糸体側にはクランプは形成されなかった (Table 3)。このことは、交配株 (F-30-9 × 20-57, 20-57 × F-30-9, F-30-9 × 1-14 および 1-14 × F-30-9) に含まれている二核は和合性の核であり、不和合な核は交配株中に移動できなかったことを示している。これらのことから判断すると、担子菌ではたとえ融合処理によって異種間融合株が得られたとしても、それが子実体を形成しない限り、核遺伝子の融合体を得ることは極めて難かしいことを示唆していた。

担子菌においては、交配不可能な異種間融合

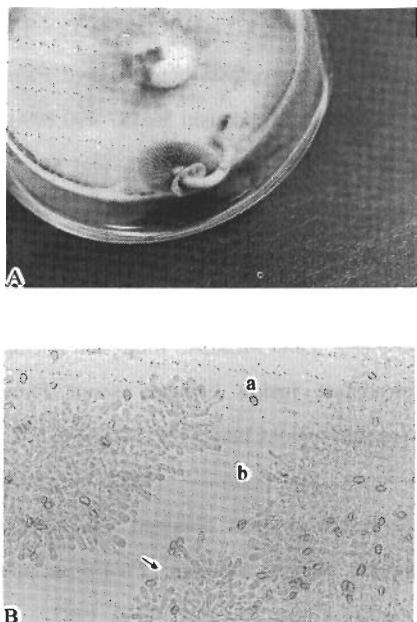


Fig. 5. *Agrocybe cylindracea* fruit bodies formed on an agar plate.

A, The normal fruit bodies formed on a confronting culture between F-30-9 and 1-14. B, Micrograph of hymenium from a normal fruit body (Fig.5A).

a, spore ; b, basidium ; →, clamp connection

株に、子実体形成能力があるのかないのか、報告例が極めて少ない現状では判断を下すことはできない。しかし、他の生物でもそうであるように、融合体から成体が得られているのは、分類学的に極めて近縁な種間である。今後、もし担子菌の異種間融合株から、子実体が形成されるとすれば、それは分類学的に極めて近縁な種間からであろうと考えられた。

Table 3. Dikaryotization of monokaryotic strain sides

Cross	Dikaryotization of monokaryon side
(F-30-9 × 20-57) × 1-14	- ^a
(20-57 × F-30-9) × 1-14	-
(F-30-9 × 1-14) × 20-57	-
(1-14 × F-30-9) × 20-57	-

a, no clamp

IV 摘 要

ナメコとヤナギマツタケの栄養要求性突然変異株を用い、PEG 法で異種間融合を試みた。その結果、1 分離株が融合に用いた親株とそれぞれ和合性の一核菌糸体株のいずれとも交配し、クランプを形成した。この分離株の菌糸は多核体であったが、クランプ構造は認められなかった。また、いくつかの生理活性はナメコ型であり、子実体の形成も見られなかった。しかしながら、この分離株と和合性のあるヤナギマツタケ一核菌糸体株との交配からは、形態的にも子実層の顕微鏡観察からも、正常なヤナギマツタケの二核性子実体が形成された。したがって、これらの結果から、この分離株はナメコとヤナギマツタケの異種間融合株であると判断された。

参考文献

- 1) ARITA, I. : Cytological studies on *Pholiota*. Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 17:1-118, 1979
- 2) GOLD, M. H., CHENG, T. M., and ALIC, M. : Formation, fusion, and regeneration of protoplasts from wild-type and auxotrophic strains of the white rot basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. Appl. Environ. Microbiol. 46 : 260-263, 1983
- 3) 橋本一哉・磯部信昭・高橋善次郎：茸類の生

- 化学的研究I 有機酸代謝について (a). 日菌報 7 : 20-24, 1966
- 4) 木内信行: ヤナギマツタケの菌糸体生長ならびに子実体形成におよぼす 2,3 の要因の影響と子実体の構成成分について. 神林試研報 12:1-24, 1985
- 5) ——— : 食用キノコ数種の生化学的性質. 神林試研報 15:1-9, 1988
- 6) ——— : ヤナギマツタケ培養二核菌糸体からのプロトプラストの遊離, 細胞壁の再生 および 菌糸復帰. 神林試研報 17:11-22, 1990
- 7) 三浦清: 食用担子菌の電気的細胞融合に関する基礎的研究. 北大演研報 46:343-391, 1989
- 8) 村上重幸: 担子菌ウシグソヒトヨタケにおける倍数性の研究. 菌蕈研報 27:1-55, 1989
- 9) TAMAI,Y., MIURA,K., and KAYAMA,T. : Electrical fusion of protoplasts between two *Pleurotus* species. Mokuzai Gakkaishi 36:487-490, 1990
- 10) TOYOMASU,T., MATSUMOTO,T., and MORI K. : Interspecific protoplast fusion between *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus salmoneostramineus*. Agric. Biol. Chem. 50 : 223-225, 1986
- 11) ———, and MORI,K.: Intra- and interspecific protoplast fusion between some *Pleurotus* species. Agric.Biol.Chem.51:935-937, 1987
- 12) ———, and ——— : Fruit body formation of the fusion products obtained on interspecific protoplast fusion between *Pleurotus* species. Agric. Biol. Chem. 51 : 2037-2040, 1987

神林試研報 18(1991)51-58

郷土樹種の省力育苗苗木の山砂利採取跡地 における活着と11年後の成長

中川重年

A New Attempt On Nursery Practice For The Cut Slope Replanting

Shigetoshi NAKAGAWA

要旨

苗畑で根切りを省き育苗したアラカシ(4年間)、クヌギ、コナラ(2年間)の3種について、直根を痛めないようにブロックで掘りとり法面緑化の資材として使用し、その活着と11年後の成長について調査した。その結果、根切りを行なわなくとも、活着率は高く、さらに活着を高めるために摘葉の必要もなかった。客土の厚さは0.5mで最大の成長量を示した。

はじめに

山砂利の採取については、森林法における林地開発行為として、行政の許認可の対象となってい。この採取後の跡地については県土木部の岩石等採取計画指導基準、環境部の緑の協定などで緑化が義務付けられており、速やかに緑の回復に努めることになっている。山砂利採取跡地は緩斜面ないしは平坦地と、犬走りを持った斜面とに形成される。また土壤の形態からは切土面と盛土面の2つの形態がある。周知のように切土面については土壤の物理性、化学性は著しく劣悪で、とくに有機物については殆どない。一方盛土面については物理性は切土面に比べそれほど悪くはないものの、その多くは土壤の母材料のみによる土壤といえないものが多い。こういった場所における樹木の成長は土壤の形成された一般の林地での成長と比べて悪いのが普通である。通常こういった場所においては早期緑化と、目的とする利用に合わせる環境の整備が必要で、肥料木の植栽あるいは実播、客土、森林の表層土の被覆^{7,8,9)}などの手段がとられている。

斜面緑化は定着性などの点から容易でなく、むしろ犬走りに高木、亜高木を植栽または播種¹⁰⁾し、これで斜面を被うほうが好ましく、現在ではこの考え方が支持されている。また周辺の地域に自生する、いわゆる郷土樹種を緑化材料として使用することもすでに行なわれており、今後一般化することと思われるが、樹種の選択から始まって、育苗、活着、成長についての知見が少ない。

樹木の育苗の過程では通常実生2年時の春に根切りを行い、床替えを行なう。床替えの目的としては徒長の抑制、移植の容易さと活着率向上、吸収根としての細根の発生増加をあげている¹¹⁾。またブナ科などの大型の種子の場合では播種時に幼根の先端を根切りして播きつける。スギ、ヒノキなどの林木苗木生産の場では根切りは広く行なわれ、また緑化樹の生産の場でも当然のように行なわれている技術である。このことは正しいと考えて良い。しかし一方では根切りにかかる人件費の高騰から様々な技術的解決を迫られている。広葉樹をはじめとする緑化樹の場合では園芸分野の苗木生産的視点の育苗が進められ、新しい技術としてペーパーポットやポ

リポットで仕立てた苗木などが開発されてはいるが生産コストは必ずしも安いとはいえない面もある。

さらに生産費だけではなく、根切り時に苗の成長停止期間が見られることなども無視できない面であろう。とくに郷土樹種の導入に際して直根性の樹種が多いブナ科の樹木では北海道産のミズナラ、カシワで新村^①が報告しているとおり、根切り後の成長停止期間が長いことが知られている。苗木が活着、成長が良く、しかもコストが低減できれば良いのであって、とくにブナ科の郷土樹種には技術的に解決すべき問題点が多くあるように思われる。

1978年から山砂利採取跡地の緑化試験を城山町、山北町、中井町で行なっており、本報告は城山町葉山島で1980年に試験開始した根切りを行なわず2年間(アラカシについては4年間)養成したブナ科の郷土樹種である、アラカシ、クヌギ、コナラの3種について、根を痛めないようにブロックで掘りとり、緑化資材とした試験例について、その活着率とその後の成長結果について述べたものである。

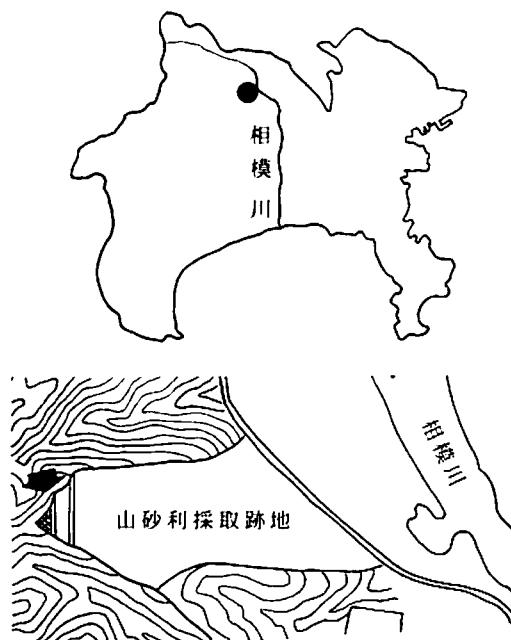


図1 植栽試験地

I 試験方法

1 試験地の概要

(1) 植栽場所 津久井郡城山町葉山島

(標高 168 m、温湿度指数 110) 図1

(2) 植栽地の条件 軟質砂岩の山砂利採取後の斜面に作られた犬走りに植栽。

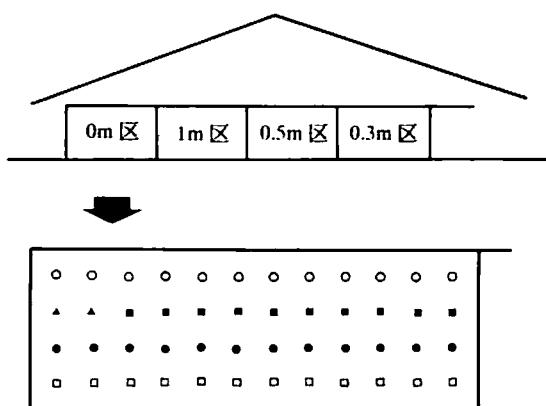
(3) 地上 4×12 mを1区とし、0、0.3、0.5、1.0 mの深さに掘りくぼめ、現地採取の土壌(0、A層は含まれない、A、B層の搅拌した土壌、礫が混じっている)を満たした。

(4) 植栽日 1980年6月4日に植栽。

(5) 植栽形状 図2のとおり。植栽列の山側にヤシャブシ48本(1年間育成した2年生苗木、高さ約50 cm)、谷側にヤマハンノキ48本(同規格)を肥料木、保護樹として植栽した。

(6) 植栽密度 10,000本/ヘクタール。

(7) 管理 施肥については1981年2月に化成肥料(8-18-8)を1ブロック当たり30 g施肥した。その後放置。



凡例：■クヌギ、▲アラカシ、●コナラ、□ヤマハンノキ、○ヤシャブシ

図2 植栽配置 植栽間隔は1m

2 苗木の概要

(1) 苗木の種類

試験に用いた苗木は3年生苗木(コナラ297本、クヌギ93本)、5年生(アラカシ42本)の計432本である。

(2) 苗木の形状

林業試験場苗畠において、1m²当たり600～1,000粒の密度で播きつけた後、放置したもの。播種時から26ヶ月(アラカシについては50ヶ月後)の1980年6月2日に直根を傷付けないように邊々15×15、深さ40cmのブロック状に掘りとり(図3)、コモ巻きを行なった。したがって、1ブロックの中には5～10本の複数の苗木がまとまっている。ブロックの外周にあった苗木は場合によっては断根されたものも一部認められた。掘りとった時点での苗高さはクヌギ、コナラで50～84cm、アラカシで81～

177cmである。

ここでは便宜上このブロックを1ブロック、また個々の苗木を指す場合は1本と呼ぶ。資料木は、2日間日陰で仮置き後、6月4日に試験地に運び植栽を行なった。図4

3 試験項目

(1) 苗木の活着率を高める摘葉処理

植栽試験にあたっては移植に不適期とされる6月に行なう。活着の成績を高めることを目的として、資料木の半数について無作為に選んだ個体のうちから蒸散をコントロールするため、生葉を半数摘んだもの(摘葉木)と、無処理木とに分け、植栽後9か月時に調査を行なう。

(2) 客土の厚さと成長差

客土の厚さを0m、0.3m、0.5m、1.0mにわけ、成長量を比較する。



図3 挖りとりの状況 1980.6.2



図4 コモ巻きしたブロック 1980.6.2



図5 試験開始の状況 1980.6.4



図6 11年後の状況 1991.2.1

II 結果と考察

(1) 苗木の活着率を高める摘葉処理

植栽試験における活着の成績はその時の気候条件、とくに降水量と関係する。試験地での気象観測は行なわなかったので、試験地から南15kmに位置する神奈川県林業試験場での降水量を参考とした²⁾。試験開始年である1980年と1976～1985年の10年間の月別降水量は図7のとおりである。植栽した1980年6月の降水量は102mm(上旬56.0mm、中旬15.1mm、下旬31.2mm)で平均降水量249mmの半分以下であった。7月には雨量は221mmでむしろ平均よりも多かった。その後8、9月は平年並みであった。

移植直後の6月から活着に影響を与える7、8月までの降水量で比較すると1975年から1980年までの10年間の最小値は1978年の279mm、1979年の328mmで、それよりも多く、また10年間平均の629mmよりも少ない値であった。このことから試験直後の降水量は平均よりも少ないものの、活着に深刻な影響を与える程の気象条件ではないといえる。

コナラ297本の苗木について無作為に摘葉135本(45.5%)、無処理162本にわけ、アラカシは42本の苗木について同様に摘葉並びに摘枝を行

なったもの16本(38.1%)、無処理26本にわけ、両者の活着率について9か月後の1981年3月に調査を行なった。なおクヌギ93本については摘葉試験は行わなかった。

その結果、表1のとおり、コナラの活着率は摘葉処理で97.8%、無処理で99.4%と両者に差はみられなかった。また客土量の違いと活着率との関係はコナラでは表2のとおり違いは認められなかった。アラカシについては個体数が16本と少ないとから断定は出来ないが、摘葉・摘枝処理で56.3%、無処理で88.5%とかえって摘葉・摘枝したほうがかえって成績は悪かった。なおクヌギについては摘葉処理は行なわず、すべて無処理で100%活着した。

(2) 客土の厚さと成長差

a 試験地の11年後の状況

11年目の調査は1990年12月から1月にかけて行なった。試験地は大まかには保存されてはいたが、客土0m区が斜面の端に偏しているために形成時から母岩に斜面からの土壤が2m程度混入していること、斜面上部から崩壊土壤の流入が見られ、成長量に影響を与えると考えられることから今回の測定値からは除外した。また0.5mの客土区では斜面上部からの崩落土がわずかに堆積しており現在の状況では成長に影響がないと判断した。1m区

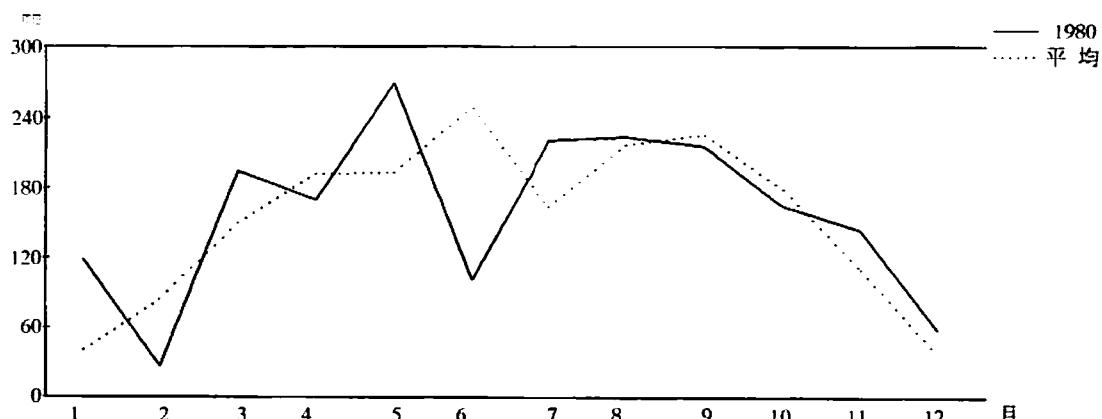


図7 植栽を行なった1980年と平均*降水量

*1976年から1985年の10年間の平均

表1 処理別の活着率

樹種	コナラ		クヌギ		アラカシ		
	処理	摘葉処理	無処理	摘葉処理	無処理	摘葉処理	無処理
植栽本数	135	162		93	16	26	
活着	132	161		93	9	23	
活着率%	97.3	99.4	-	100.0	56.3	85.5	

(1981.3. 調査)

表2 コナラの客土厚さと活着率

処理区	0m区		0.3m区		0.5m区		1.0m区		
	活着率	摘葉処理	無処理	摘葉処理	無処理	摘葉処理	無処理	摘葉処理	無処理
植栽本数	28	39		47	35	29	45	31	43
活着	27	39		47	35	28	45	30	42
活着率%	96.4	100.0		100.0	100.0	96.6	100.0	96.8	97.1

(1981.3. 調査)

では表層部に土壤の流入が認められなかった。肥料木、保護樹として植栽したヤシャブシ(42本中35本、63.3%)、ヤマハンノキ(42本中38本、90.5%)が枯死していた。

今回試験地内に1×1mの方型コドラーを66区とり、侵入した木本について樹種名、本数、樹高の調査を行なった。調査の結果、生育が認められたものは18種47本、ヘクタールあたり7,121本であった。このうち最多本数の樹種はマメザクラで15本、ついでイヌシデ、ミズキの4本であった。侵入した樹種のうち、飛散する種子を持つ樹種としてはアカシデ、アカマツ、イヌシデ、ティカカズラの4種、鳥によって運ばれる樹種としてはアオキ、アオツヅラフジ、アカメガシワ、アラカシ、イヌザクラ、イヌザンショウ、クマノミズキ、ノイバラ、マメザクラ、ミズキ、ミツバアケビ、モミジイチゴ、ヤマザクラの13種であった。このことから小さな植分でも樹木が生育すると鳥が集まりはじめ、樹種が増加していることがわかる。このなかでとくに成長の良いものはアカマツで樹高383cmであった。ついでアカメガシワ、イヌシデ、クマノミズキ、マメザクラ、ミズキで樹高200cmを越していた。またアラカシ、アオキといった耐陰性の樹種

も侵入が認められた。

b 1991年1月における成長量の違い

客土の厚さと成長量の違いを見るために、各区別にブロック中の最大個体の樹高と胸高幹周の値を測定し、そのブロックの成長量と見なした。個体の中には肥料木として植えたヤシャブシにより現在被圧を受けているものがあり、今回の調査結果は被圧木も含んだ値となっている。図8,9、表4

コナラにおいては客土が厚いほど成長もよく、最大値は1.0mで376cm、平均胸高幹周11.5cm、0.3mが最小値で平均242.9cm、平均胸高幹周7.1cmであった。

クヌギにおいては客土厚さが0.5mで最大値となり、平均樹高525.5cm、平均胸高幹周13.4cmであった。0.3mが最小値で、平均樹高294.3cm、平均胸高幹周8.2cmであった。客土の厚さと成長量は一致しなかった。

アラカシにおいてはブロック数は7と少ないが、クヌギと同じ傾向を示した。すなわち客土厚さが0.5mで最大値を示し、平均樹高625.0cm、平均胸高幹周25.0cm、最小値は0.3mで平均樹高379.5cm、平均胸高幹周12.5cmであった。客土厚さ別の樹高

表3 試験地に侵入した郷土樹木

樹種名	本数	樹高 cm	散布 様式	樹種名	本数	樹高 cm	散布 様式
1 アオキ	1	10	鳥	14 マメザクラ	260	鳥	
2 アオツヅラフジ	1	*	鳥			246	
						210	
3 アカシデ	2	140	風			210	
4 アカマツ	3	383	風			200	
		140				140	
		85				140	
5 アカメガシワ	2	230	鳥			110	
		280				100	
6 アラカシ	1	10	鳥			80	
7 イヌザクラ	1	60	鳥			60	
8 イヌザンショウ	1	50	鳥			40	
9 イヌシデ	4	270	風	15 ミズキ	4	240	鳥
		50				170	
		50				70	
		50				20	
10 クマノミズキ	1	210	鳥	16 ミツバアケビ	1	*	鳥
11 クマヤナギ	2	*	鳥	17 モミジイチゴ	4	50	鳥
12 テイカカズラ	1	*	風			50	
13 ノイバラ	3	60	鳥			50	
		60				280	
		60					
14 マメザクラ	18	280	鳥				
		264		計18種	47		

*については藤本植物で樹高は測定していない。(1991年1月30日)

成長量の階別本数は図10(コナラ)、図11(クヌギ)、図12(アラカシ)である。コナラでは樹高2m未満の個体は少なく、客土厚の少ないほうが樹高が小さいことがわかる。クヌギにおいては樹高2m未満の個体は見られず、樹高と客土厚との関係は余り明確ではない。アラカシも似た傾向であるが樹高3m未満の個体はすでに見られなかった。

樹種別の成長量との関係はコナラは1.0m、クヌ

ギ、アラカシについては0.5mで最大値を示した。反而、客土厚さ0.3mではいずれも成長量が悪くなることも判明した。

(3) 使用樹種の成長量の特性

これまでに行なった広葉樹の樹幹解析資料⁵⁾からコナラ(27本)、クヌギ(16本)、アラカシ(6本)について12年次の樹高を算出し、試験地の樹種と比較を行なった(表2)。その結果、コナラ、クヌギ共に試験

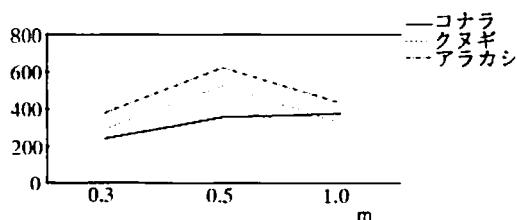


図8 客土厚さ別の樹高成長量

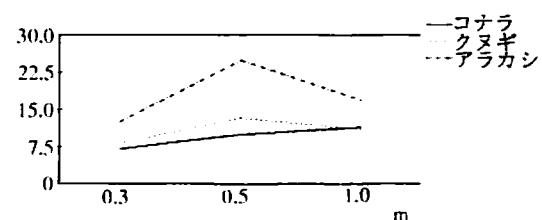


図9 客土厚さ別の胸高幹周成長量

表4 客土厚さ別の成長量と自生地における成長量との比較

樹種名 樹齢	コナラ 12年		クヌギ 12年		アラカシ 14年	
客土厚	平均樹高cm	ブロック数	平均樹高cm	ブロック数	平均樹高cm	ブロック数
0.3m	242.9	n=14	294.3	n=3	379.5	n=2
0.5m	357.1	n=13	525.5	n=5	625.0	n=1
1.0m	376.3	n=6	329.0	n=4	433.0	n=2
平均樹高 cm	312.1	n=33	402.1	n=12	450.0	n=5
県内平均 樹高 cm	586	n=27	818	n=16	392	n=5

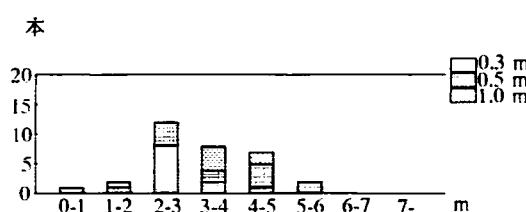


図10 コナラの樹高階別本数

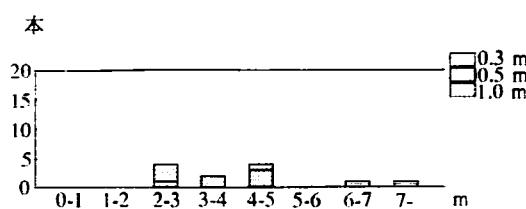
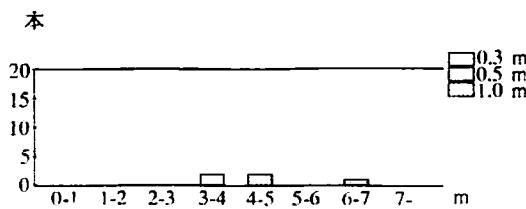


図11 クヌギの樹高階別本数



地での成長量は自生地での個体に比べて劣っていた。コナラでは平均値と比べると 53.2%、最大値の客土厚 1m の場合でも 64.2% であった。クヌギでは平均値と比べると 49.1%、最大値の客土厚 0.5m の場合でも 64.2% であった。ところがアラカシの場合、個体数が少ないとからはっきりしたことはいえないが平均値と比べて 114.8%、最大値の客土厚 0.5m では 159.4% と自生地での個体とほぼ同一の成長量を示した。

この植栽地での成長量の違いは各樹種の生態的特性とかなり一致する。すなわちクヌギは湿生状態の場所でよく成長し、本調査地域におけるクヌギ・コナラ群集の標徴種³⁾である。コナラはクヌギと同様クヌギ・コナラ群集の標徴種であり、クヌギよりもやや中性から乾燥状態の立地に生育する。アラカシはさらに大きな単位である、ヤブツバキクラスの標徴種⁴⁾で県内に広く分布するが、その多くは乾燥する尾根や岩場におもに生育することが知られている。このことから郷土樹種から緑化材料を選択する場合に樹種の生態的特性をつかむことの必要性に示唆を与えてくれるといえよう。

しかしながらクヌギは現実に3樹種の中では最大の成長量を示したこと、西九州においては伐採など的人為的な影響下には、尾根でアラカシを抑え優占する例が知られており¹⁾、乾燥地での耐乾性は知られている。コナラについても本県の各地で尾根部に優占し、成長の良好な林分がしばしばみられるなど例外も多い。

おわりに

育苗の過程で直根を切って根量を増やさなければ活着が悪いといわれるブナ科の郷土樹種も周囲の土壤を付けたまま直根を切らない方法で移植すれば十分な成長を示すことがわかった。今後これらの樹種の育苗過程で、根切りを行なう通常の方法、ポット苗などとのコスト比較や成長差を調査していくことも意味がある。また3樹種の成長の差異が時間の経過にしたがい、どのように変化するか長期間にわたって見守ってゆく必要もあるとおもわれる。

参考文献

- 1) 伊藤秀三・川里弘孝：西九州のクヌギ林について。中西哲博士追悼 植物生態・分類論文集。205～213, 1987
- 2) 神奈川県林業試験場・神奈川県林業試験場 業務報告, 9～18, 1976-1985
- 3) 宮脇昭：神奈川県の現存植生。pp789, 神奈川県教育委員会, 1972
- 4) 宮崎伸：苗木育成法。pp429, 高陽書院, 1957
- 5) 中川重年：神奈川県における広葉樹立木幹材積表の調整。神奈川県林業試験場研究報告, 16, 75～107, 1989
- 6) 新村義昭：実生1年生苗と2年生苗の苗畑でみられた育苗の特性。緑化工技術, 5(4), 43-46, 緑化工研究会, 1978
- 7) 梅原徹・永野正弘・麻生順子：森林表土のまきだしによる先駆植生の回復法。緑化工技術, 9(3), 1-8, 緑化工研究会, 1983
- 8) 山寺喜成・塙江保夫・倉田益二郎：亜高山地帯における緑化復元に関する実験的研究。緑化工技術, 3(2), 1-32, 日本緑化工研究会, 1976
- 9) ———：急勾配斜面における緑化工技術の改善に関する実験的研究。pp347, 全国特定法面保護協会, 1990

CONTENTS

Articles

Hironobu YOKOUCHI • Masanobu YAMANE

Studies on development of wood damage in *Cryptomeria japonica* and

Chamaecyparis obtusa planted which bored by *Anaglyptus subfasciatus* Pic 1

Masanobu YAMANE

Study of the forest management policy in suburban area(Ⅱ)

With special reference of the afforestation earnings and the environmental benefits policy 15

Nobuyuki KIUCHI

Interspecific protoplast fusion between *Pholiota nameko* and *Agrocybe cylindracea* 43

Note

Shigetoshi NAKAGAWA

A new attempt on nursery practice for the cut slope replanting 51

平成3年3月 印刷

平成3年3月 発行

発行所 神奈川県林業試験場

厚木市七沢657

TEL. (0462) 48-0321

〒243-01

印刷所 (有)嵐コピーサービス

愛甲郡愛川町中津791-2

TEL. (0462) 85-3174

〒243-03



神奈川県 林業試験場
厚木市七沢657〒243-01 電話(0462)48-0321