

有用広葉樹林の育成技術に関する研究 (I)

戸 田 清 佐
山 口 清
中 谷 和 司
肥 垣 津 登

目	次
はじめに	2
I 育苗技術に関する試験	3
1 タネの貯蔵、発芽促進と苗木の生長	3
1) ホオノキの発芽促進処理と床替方法	3
2) 樹種別のタネの貯蔵法と発芽率	4
2. さし木育苗法	5
1) 樹種別、穂木の年令別発根性とホルモン処理	5
2) 処理別の発根状況と苗木の形態	6
II 山地植栽試験	7
1. 試験地の設定とその後の経過	7
1) 樹種別の生長量と残存率	7
2. 人工造林適性と造林方法	10
III 枝打ち試験	10
1. 試験方法と試験地	10
2. 試験結果と考察	11
1) 樹種別の癒合率	11
2) 巻き込みとくされの侵入状況	12
IV 二次林の密度管理試験	14
1. 試験方法と試験地の概要	14
1) 試験地の設定	14
2) 林内の下層植生	16
3) 間伐による林内照度の変化	17
4) 間伐区のクローネ配置	17
2. 間伐効果の検討	17
1) 胸高直径階別本数分布	17
2) 樹種別の胸高断面積生長率	19
3) 幹の細りに対する間伐の影響	21
4) Y-N曲線による間伐効果の検討	22
5) 樹種別の特性と間伐効果	25
V まとめ	26
文 献	27
付 表 - 1. 2. 3.	28
付 図 - 1.	31

はじめに

広葉樹林業の見直しが叫ばれて久しい。優良な広葉樹材が大面積皆伐で急激に減少してしまったために、建築用材や高級家具用材としての広葉樹に稀少価値が著るしく増大してきている。

高山市を中心とする木工業は、豊富な広葉樹資源を背景に戦後急成長をとげたが、近年の原材料不足は深刻で、遠く東北、北海道にその全てを求めている状況にある。しかし、これも時間の問題で、ブナやナラに替る原材料が南料材にもないことから、将来は、北米材に依存することになるだろうと見られている。さらに、最近になって、バイオマス エネルギーとして広葉樹資源が見直されていることも、林業経営の観点からきわめて重要なことと考えられる。

広葉樹林の大面積皆伐は、森林の生態系を著るしく変化させたことで、環境保全上好ましくないとして、社会問題にもなった。国有林もさることながら、民有林でも奥地林の開発と称して数百ヘクタール単位の皆伐が行なわれ、スギ、ヒノキ、カラマツなど針葉樹への林種転換が随所で行なわれてきたが、その結果として、山地の崩壊、土砂の流出、ナダレの発生など林地保全の問題やニホンカモシカの食害拡大、カラマツの先枯病、マツの材線虫の大発生など環境問題を生ずるところとなった。

本県民有林の人工造林率は、ほぼ40%に達しようとしているが、67万ヘクタールの民有林のうちの50%は広葉樹天然林であり、64百万立方メートルの蓄積のうち40%は広葉樹天然林がしめている。しかし、広葉樹天然林のヘクタールあたりの蓄積は74 m^3 しかなく、そのほとんどが、若令二次林で、しかもいわゆる低質広葉樹林でしめられている。従って、将来の優良材生産のためには、何らかの施策が必要であるが、広葉樹林の育成技術については、体系化されたものはなく、多様な樹種ごとの特性をふまえた、育苗、造林、各種保育技術の検討が待たれる。

本場は寒冷多雪地帯にあって、早くから有用広葉樹林の育成、なかでもブナの天然更新技術について検討してきたが、保残母樹法によれば更新し易いことは分ったものの、結実周期が6~7年もあることから、簡単な結実促進技術の開発が必要になってきた。さらに、人工植栽による更新は順調であるものの幼令木には、病虫被害が多く、一斉林にするには、5,000本以上の植栽が必要である。

ブナ以外の有用広葉樹としては、ミズナラ、ホオノキ、ヤチダモ、カツラ、サワグルミ、キハダ、トチ、ミズメ、ミズキ、エンジュなどを取上げ、実生育苗法とさし木育苗法について検討を加え、得られた苗木は山地植栽してその生長経過を観察中である。

低質な広葉樹林も径級が一定の太さ以上になると、有用材となり、しかも、節がなければその価値は倍増する。そこで、高質材生産を目的とした枝打ち試験を行ない、樹種別の巻きこみ状況と腐れの侵入状況について調査した。広葉樹の枝打ち試験の事例は少ないが、樹種や枝の太さによって巻き込みやすさの侵入状況に差異のあることが明らかになった。

樹種や用途によって、利用径級は異なるが、一応80 cm 以上とすると、できるだけ早くその径級に達するよう、または、利用径級に達した本数が出来るだけ多くなるよう、密度管理する必要がある。そこで、有用広葉樹を多く混生している二次林を選定して、これに割合を変えて間伐し、その後の生長を調査した。そして、間伐の効果が樹種ごとにどのように表われるかについて検討した。

有用広葉樹林の育成技術について試験にとりかかったのは、昭和47年度以降であり、試験成果についても中間的なものが多いが、広葉樹林施策が問題にされている昨今、参考にすべき資料になればと思い

あえてとりまとめた。従って、結論の出ていないものについては、さらに継続した試験を必要としている。また、ブナの保残母樹法による天然更新試験をはじめ結実促進と林内育苗法、刈り出し試験等については、別に研究成果をとりまとめることとし、本報告からはずした。

本試験を進めるにあたり、試験地の設定、調査に深くご理解とご協力をいただいた、荘川村、清見村久々野町、朝日村の各森林所有者をはじめ役場林務課、森林組合の諸氏に謝意を表する。さらに、前場長 中島己喜治（現林業センター場長）はじめ、場長 伴田博、研究部長 河合正敏にはとりまとめにあたって終始ご指導いただいた。ここに記して感謝する次第である。

I 育苗技術に関する試験

1. タネの貯蔵、発芽促進と苗木の生長

1) ホオノキの発芽促進処理と床替方法

ホオノキは、樹幹が通直なものが多く、一般に利用材積率も高いが、材質も軽軟で加工し易く、狂いも少ない。さらに耐朽性があるなどの長所から建築材はもとより漆器の木地や刀物の柄、製図板などに広く利用されている。しかし、その成立特性を見るとほとんど全てが点生であり、群生したものは見られないことから、ブナやミズナラ、ウダイカンパなどのような一斉林型をなすものに比べて、更新や保育技術についての検討がなされていない。

結実是一般に良好で、2～3年おきにかなり得られるが、分離複果であり山地では発芽型が2年とされている。従って、苗木を育成するためには、発芽促進処理が必要であり、森林家必携によると土中貯蔵、もしくは低温処理（1週間浸水後晴天の日に20分間日にあて2週間以上5度処理）が適当とされている。そこで、低温湿槽処理だけした場合と低温湿槽処理したものに砂を用いて種子表面を傷つけたもの、低温湿槽処理プラス60%硫酸に10分間浸漬したもの、低温湿槽処理プラス陽光に30分間当てたものの4つの発芽促進処理を行ない比較検討した。砂を用いて種子表面に傷をつけたり、硫酸を使ったのは吸水を促進することをねらったもので、その効果は、表-1に示すとおりである。

ホオノキの苗木は直根型であり一般に細根が少ないので移植が難しいとされているが、山地植栽を容易にするために断根した床替試験も併せて行なった。

表-1 ホオノキの発芽促進と床替試験

No.	発芽促進処理と床替	苗畑発芽率	m ² 当り本数	平均苗高	平均根元径	苗高20cm以上の割合	得苗率
1	低温湿槽処理（2週間）	29%	50本	18.8cm	0.77cm	45%	29%
2	“ +砂で傷つけ	3	6	10.7	0.89	7	3
3	“ +60%硫酸10分	28	47	23.4	0.67	33	28
4	“ +陽光に30分	36	55	16.8	0.68	28	36
1	7cmに断根床替	—	20	29.1	1.22	76	—
2	普通床替	—	20	22.5	1.16	59	—

注）タネの貯蔵：果肉を除去したのち、降雪まで流水に侵し後雪中貯蔵

播種粒数：1試験区500粒

ホウノキのタネは分離複果であり、採取した後腐らせて仮種皮を取除くと硬い種皮におおわれているので、乾燥させて春まきしたのでは、吸水に時間がかかり当年に発芽しないものが生じる。そこで、低温湿槽処理したタネを砂と混合して布袋につめ足で踏みつけて種皮に傷をつけ吸水し易くしてみたが、結果は発芽率にして3%しかなく、マイナスの効果しか認められなかった。この理由としては、砂による傷つけが、種皮だけにとどまらず、種子の内部まで悪影響をおよぼしたものと考えられ、物理的処理は適当でないことが判明した。次に、硫酸による化学的処理法についても比較検討してみたが、60%硫酸に10分間浸漬したものの発芽率は28%で対照区の低温湿槽処理とかわらず、促進効果は認められなかった。さらに、最も効果的とされている陽光処理については、本試験の場合も86%と最高の発芽率を示し、低温湿槽処理と併用すればホウノキの発芽促進法として最適であることが確認された。

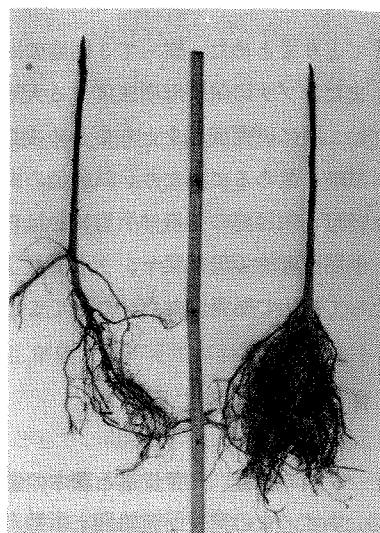
任立本数については、とくに試験区を設けたわけではないが、播種床の密度と育苗経過、苗高20cm以上の得苗数等から、 m^2 当り40~60本程度が適当で、これ以下では樹高生長が極めて悪くなることが観察された。

床替については、断根して細根の発達を促がしたものと、普通に床替した場合を比較してみたが、7cmの長さに切り縮めて床替した場合、細根の発達が顕著でしかも苗木の生長がよいのに対し、普通に床替したのでは、生長も悪くしかも、根系の発達状況から山地植栽した場合の活着不良が推測された。

2) 樹種別のタネの貯蔵法と発芽率

落葉広葉樹のタネには、ホウノキのような袋果をはじめ、キハダ、ミズキなどの核果、カツラ、ミズメなどのさく果、サワグルミの堅果、ヤチダモの翼果などさまざまな形態をとるものがあり、さらに、発芽型も1年のものから2年、多年と多様である。タネの貯蔵法や発芽促進技術についても技術開発が進んでいるが、広葉樹の場合には豊凶の間隔の長いものや、結実にしても充実率の低いものがあり、コンスタントな苗木生産が難しいものが多い。とくにブナやヤチダモなどは結実周期が6~7年もあり、なかなか良質なタネを得ることができない。従って、豊作年に採取したタネは貴重であり、貯蔵法と発芽促進法はとくに重要な技術となって来る。久保田¹⁾は、主な広葉樹についてその貯蔵または発芽促進法をまとめているが、乾燥をさせて土埋するが雪埋する方法と低温乾燥貯蔵後水浸する方法の二つに大別出来る。そこで、昭和50年の豊作年に採取した数種の樹種について表-2に示す貯蔵比較試験を行ない、両貯蔵法による発芽率の差異を検計するとともに、1年生苗の生長量を比較した。

キハダ、サワグルミ、ホオノキなどは、乾燥をさせて土中もしくは雪中貯蔵するのが適当であり、カツラやミズメなどは乾燥低温貯蔵がよいとされているが、本試験においては、いずれの樹種についても土中貯蔵の発芽率が高く、乾燥させたものは、極短に低下している。なかでも、ミズメの場合には、土中貯蔵で52%の高発芽率を示しているのに、乾燥常温貯蔵では0%で低温湿槽処理の効果が特に大きい。この実験の結果から、従来乾燥低温貯蔵がよいとされているカツラやミズメなども土中貯蔵の方が



普通床替苗 7 cm断根床替苗

写真-1 ホウノキの断根床替

発芽促進効果のあることが明らかである。

表一 2 土中貯蔵と室温貯蔵における発芽率の差異と苗木の生長

樹 種	土中貯蔵の発芽率	乾燥常温貯蔵の発芽率	1 年生苗木高
キ ハ ダ	1 7 %	7 %	$\frac{23}{15 \sim 30}$
カ ツ ラ	7	3	$\frac{25}{20 \sim 34}$
サ ワ グ ル ミ	4 7	1 1	$\frac{36}{25 \sim 48}$
ミ ズ メ	5 2	0	$\frac{27}{20 \sim 36}$
ホ オ ノ キ	2 2	3	$\frac{19}{8 \sim 27}$

注) 発芽率はいずれも苗畑におけるもの(キハダ、サワグルミ、ホオノキは各 1,000粒)
 カツラとミズメについては播種量から推定したもの
 乾燥常温貯蔵したタネは播種前に 3 日間冷水浸漬した

2. さし木育苗法

1) 樹種別、穂木の年令別の発根性

広葉樹の育苗は実生によるのが適当であるのは論をまたないが、豊凶の間隔がながいことやタネの採取に困難がともなうことなどから、苗木の継続した生産をする場合や小規模生産、優良な個体を増殖する育種技術の観点からもさし木育苗の方法を確立しておく必要がある。

そこで、各樹種について、母樹の年令や採取位置をかえ、それぞれにホルモン処理や温湯処理を併用して、その効果を試験してみた。穂木の採取は 4 月 8 日に行ない、荒穂を湿らせたオガクズの中に入れて 0~5℃の冷蔵庫内に 4 月 16 日まで貯蔵した。短期間の貯蔵であるが、冬芽の開葉の抑制をはかったもので、さし床はミスト灌水装置を付けたガラス室内の鹿沼土を使用した。穂作りは長さを 13~17 cm にし、穂木の太さは 5~12 mm のものを使って、穂木の下部を楕円形に切り、切り返しをつけた。

さし穂には、2 年生苗木の枝と、7~25 年生木の栄養枝、さらに伐採木の株から出た萌芽枝の三種を使用した。さし付けにあたっては、さし床に溝を切り 10×5 cm の間隔で、穂木に 70°の傾斜をつけ地上に 2~3 cm 出るようにした。

ホルモン処理については、オキシベロン粉剤 (IBA 1.0%) を使用したが、前処理として温湯 (30~35℃) に 6 時間浸漬する試験区も同時に設けた。なお、ミスト灌水は 30 分間隔で 40 秒間の噴霧とし、ガラス室内の気温が 40℃をこさないよう、寒冷紗をかけるとともに換気扇によって通風をはかった。

さし木試験の結果は、表一 3 に示すとおりで、ミズキやキハダなどはかなり発根性が高いことがうかがわれる。柳沢²⁾のとりまとめたものや関西林試連育苗部会³⁾によると、ミズキの発根性は中とされているが、2 年生苗木の枝を使用すれば、発根促進処理をしなくとも 80%の発根率を上げることができる。キハダについても 2 年生苗木を使用すれば 80%近い発根率を上げることができるが、萌芽枝を使って、しかもホルモン処理をすれば、95%に向上させることが可能である。

カツラの発根性は低いとされているが、対照区で37%、ホルモン処理をすれば53%まで向上していることから、或る程度期待がもてる。トネリコについてもほぼ同様な傾向が認められるが、これまでさし木試験のほとんど行なわれていないエンジュ、サワグルミ、ミズメ、ヤチダモなどについても、ホルモン処理法を検討すればかなり向上させることができそうだ。

さし穂は年令の高い木から採取するよりも若い苗木から取る方がよく、さらに萌芽枝はより発根しやすい条件をそなえているものと見られる。ホルモン処理（オキシベロン粉剤）は、ほとんどの樹種について発根率を10%程度高めることができるが、サワグルミとヤチダモは例外であった。

ホルモン処理の前処理として温湯につけた試験区では、ヤチダモとミズメにはプラスの効果が認められたが、ミズキについてはむしろ若干のマイナスである。ヤチダモやミズメに対する効果も発根率で10%以下であり、温湯処理自体に発根を促進する効果があるのかどうかかわからないが、発根抑制物質を或る程度除くことができるのであれば、温度や浸漬時間について検討する必要があるだろう。

表-3 さし穂の年令とホルモン処理効果

樹 種	親 木 と さ し 穂	発 根 率 (%)		
		ホルモン処理	温湯+ホルモン処理	対 照 区
ミ ズ キ	2年生苗の主幹	83 (100)	57 (100)	80 (98)
キ ハ ダ	15年生木の萌芽枝	95 (98)	87 (100)	82 (89)
	10年生木の3年枝	3 (50)	—	—
	〃 2年枝	0	—	0
	2年生苗の主幹	63 (100)	—	77 (96)
ミ ズ メ	10年生木の2年枝	17 (91)	20 (100)	5 ((75)
カ ツ ラ	30年生木の萌芽枝	53 (100)	47 (100)	37 (92)
	2年生苗の主幹	33 (100)	—	7 (100)
エ ン ジ ュ	25年生木の2年枝	30 (100)	—	—
	5年生木の2年枝	70 (100)	—	0
	〃 前年枝	0	0	0
ヤ チ ダ モ	25年生木の2年枝	10 (20)	23 (41)	10 (30)
ト ネ リ コ	7年生木の前年枝	53 (80)	—	37 (69)
サ ワ グ ル ミ	7年生木の2年枝	17 (100)	—	—
	2年生苗の主幹	27 (100)	—	43 (100)

注) 1試験30本さし付 ()内数字は生存穂に対する発根率

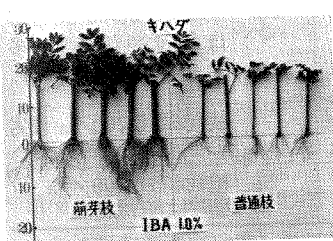
2) 処理別の発根状況と苗木の形態

比較的发根性の高いキハダ、カツラ、ミズキの三種について、掘取った苗木の根系その他苗木の形態を調査し、発根促進処理効果を検討してみたが、その結果は、表-4と写真-2に示すとおりである。発根率の調査でも明らかなように、ホルモン処理区は平均根数も多く、苗木の生長も良好である。 T/R 率や弱さ度についても、他の試験区より相対的に良好であり、1回の床替で十分山出し可能な苗木生産ができることが判明した。従って、これらの樹種については、事業的なさし木苗木生産が可能である。

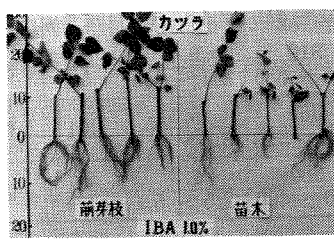
表-4 処理別の発根状況と苗木の形態

処理別	樹種	さし穂	発根率 (%)	苗木高 (cm)	平均根数	地上部		地下部		T/R部	弱さ度
						生重(g)	乾重(g)	生重(g)	乾重(g)		
ホルモン 処理	キハダ	萌芽枝	95	23	5	8.7	4.8	8.1	2.7	1.1	0.21
	カツラ	"	53	27	21	2.7	1.6	1.6	0.6	1.7	0.06
	ミズキ	苗木の主幹	83	40	8	9.1	4.9	7.5	2.4	1.2	0.12
温湯 + ホルモン処理	キハダ	萌芽枝	87	19	3	6.3	3.6	3.7	1.1	1.7	0.19
	カツラ	"	47	26	17	2.0	1.2	1.3	0.6	1.5	0.05
	ミズキ	苗木の主幹	57	27	4	8.1	4.3	3.9	1.1	2.1	0.16
対照区	キハダ	萌芽枝	82	22	2	8.3	5.2	3.1	1.1	2.7	0.24
	カツラ	"	37	31	11	2.8	1.5	1.1	0.5	2.5	0.05
	ミズキ	苗木の主幹	80	33	4	7.0	3.9	5.3	1.1	1.3	0.12

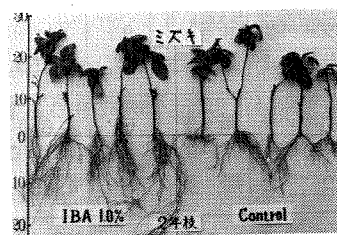
注) 乾重=風乾重 弱さ度=地上部風乾重/苗木高



ホルモン処理区の萌芽枝と普通枝の比較



ホルモン処理区の萌芽枝と苗木枝の比較



ホルモン処理の効果

写真-2 広葉樹さし木苗の発根状況

II 山地植栽試験

1. 試験地の設定とその後の経過

1) 樹種別の生長量と残存率、虫害木率

広葉樹の人工造林は明治末期から始められ、事業的に取上げられた樹種としては、ケヤキ、オニグルミ、ヤチダモ、クヌギ、クリ、ウダイカンバ、シラカンバ、ドロノキ、ポプラ、ハンノキ、ニセアカシアなど10数種におよんでいる。しかし、成林状態のよいものとしては、クヌギ、ウダイカンバ、シラカンバなどで、他の多くの樹種については、優良な造林地は少ない。ホオノキ、サワグルミ、キハダ、トチノキ、シナノキ、ミズナラ、シオジ、ハリギリなどについても小面積造林は行なわれてきたが、断片的な情報しかなく、造林方法の確定したものは落葉性広葉樹には皆無と言っても過言ではなからう。

昭和46年春林試構内に設定したブナ、トネリコ、サワグルミの植栽試験地を初めに、昭和48年久

々野にホオノキ、49年にヤチダモ、51年、林試構内にカツラ、ホオノキ、52年、古川にミズメ、ブナ、キハダ、ミズキ、54年にエンジュ、ヤチダモ、ホオノキなどを植栽した。

古川の寒冷地実験林は、設定して日も浅いので詳しい調査はしていないが、ミズメとサワグルミは生育も良好である。その他の樹種については、全て混植とし、萌芽したコナラと混生させている。

林試構内の広葉樹展示林における調査では、表-5に示すような結果を得ているし、造林木の形質については、写真-3に示した。

表-5 植栽試験地の生長量と残存率

林試構内展示林

樹種	施肥 無施肥	林令	成定本数 /ha	樹高	胸高直径	材積 /ha	残存率	51年時 虫害本率	備 考
サワグルミ	施肥	9	2,550	$\frac{576}{425 \sim 665}$	$\frac{9.0}{5.9 \sim 13.2}$	51	85	25	植栽本数 3,000/ha 優勢木は樹幹が通直 枝打は2mまで1回実施
	無施肥		2,490	$\frac{508}{220 \sim 655}$	$\frac{7.7}{3.8 \sim 9.9}$	25	83	26	
トネリコ	施肥	9	6,650	$\frac{491}{420 \sim 660}$	$\frac{7.7}{5.8 \sim 11.8}$	67	95	13	植栽本数 7,000/ha 通直木はほとんどなく 曲り木や又木が多い 枝打は2mまで1回実施
	無施肥		6,300	$\frac{485}{415 \sim 590}$	$\frac{7.4}{4.9 \sim 12.5}$	57	90	13	
ブナ	施肥	9	4,650	$\frac{331}{170 \sim 415}$	$\frac{5.6}{2.4 \sim 8.7}$	23	93	44	植栽本数 5,000/ha 樹幹 は大むね通直 側枝が多 く 枝打1m 1回実施
	無施肥		4,450	$\frac{310}{260 \sim 380}$	$\frac{5.1}{3.1 \sim 6.6}$	18	89	42	
ホオノキ	無肥	6	4,650	$\frac{360}{160 \sim 590}$	$\frac{5.1}{3.8 \sim 10.1}$	31	93	—	植栽本数 5,000/ha 優勢 の差が大きい、優勢
カツラ	無肥	6	4,850	$\frac{380}{290 \sim 490}$	$\frac{4.2}{2.5 \sim 5.1}$	19	97	—	植栽本数 5,000/ha 樹幹は大むね通直

注) 施肥：N成分で100g/本を4年間に分配施与(48~51)

海拔：620m 方位：E 傾斜：15°

虫害率：キマダラコウモリの食害をうけた本数割合

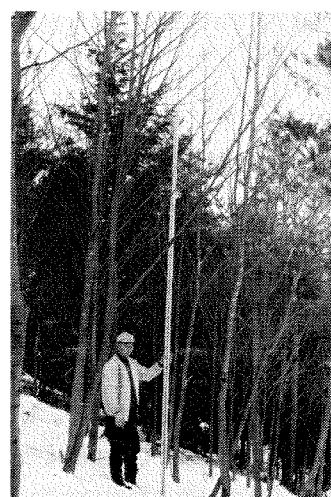
土壤型：BDd A層の厚さ：10cm



ブナ



トネリコ



サワグルミ

写真-3 人工植栽木の形質 (10年生)

サワグルミは幼令期の生長が早いので、ヘクタールあたり3,000本の密度に植付けたが、5年生時点で3m、9年生時点で5~6mに達し、比較対照のトネリコやブナに比べて樹高生長は良好である。施肥効果も出易く、材積生長では無施肥区の2倍に達している。残存率はトネリコやブナよりやや低いながらも80%こえており、キマダラコウモリによる被害率は、ブナより少ないがトネリコより高い。

トネリコについては、野球のバット材を生産することが目標となるという考えから、密着したが、5年生くらいまでは、サワグルミとほぼ同じくらいの生長をしていたが、9年生時点でみると、施肥区で約1m近い樹高差が生じてきた。施肥効果は、サワグルミほど顕著ではなく、材積生長でやや多い程度である。無施肥区において樹高のバラツキが小さいのは密植による影響かもしれないが、幹の形質は全体に悪く、通直木はほとんど認められない。

ブナは幼令期の生長がとくに遅く、5年生時点で150cm、9年生ではサワグルミやトネリコから2m近くの差がついている。樹幹は大むね通直であるが、下枝が多く枝払いを1回実施した。トネリコやサワグルミに比べてコウモリガの被害をうけ易く、40%以上の個体が被害をうけ、約10%はそのため枯死してしまった。

ホオノキとカツラについては、林令も6年と若いのが、いずれもかなりよく生長しているが、とくにホオノキは、樹高のバラツキが大きく、優勢木と劣勢木との間には、6年生で4m以上の差がついており劣勢木はすでにかなり被圧されている。

片岡、柳沢⁴⁾によると、ケヤキの人工造林にあたって、単純林造成は適当でなく、天然生の稚幼樹と混生させるのがよく、除間伐によってケヤキの一斉林に仕立てるのがよいとしているが、ホオノキの場合、その成立状態は点生しているものがほとんどで、群生しないとするなら、混植させる方が望ましいのかもしれない。トネリコについても同じことが言えるが、カツラやサワグルミなどは、天然にもよく群生しており、一斉造林してもよさそうだ。

久々野町有道に設定した試験地の調査結果については、表-6に示したが、ホオノキ、ヤチダモとも樹高生長のバラツキが大きく、優勢木と劣勢木の差が増々大きくなっている。ホオノキについては、芯がわりによる二又木が20%あるが、虫害は全くなく、耐虫性が高い。しかし、ヤチダモは、かなり虫の被害をうけているが、樹幹はほぼ通直で今後の生長に期待がもてる。

表-6 植栽試験地の生長量と残存率

久々野町有道

樹種	林令	成立本数 /ha	樹高	胸高直径	残存率	枯損率	又木の 割合	52年時 虫害率	備考
ホオノキ	8年	2,480 本	$\frac{487}{300 \sim 690}$ cm	$\frac{7.4}{4.7 \sim 10.4}$ cm	89%	10%	20%	0%	植栽本数 3,000/ha 樹幹通直、凍害による芯がわり木が多い
ヤチダモ	7	2,240	$\frac{255}{130 \sim 530}$	$\frac{3.9}{2.1 \sim 10.1}$	74	7	7	13	誤伐16% 植栽本数 3,000/ha 樹幹通直

注) 施肥: N成分50g/本を2年間に分配施与(50, 51)

虫害率: キマダラコウモリの被害率

海拔高: 1,000 方位: N 傾斜: 5°

土壌型 BDd A層の厚さ: 15cm

2. 人工造林適性と造林方法

サワグルミについては、これまでに多くの人工植栽事例があり、その生長量も良好であることから沢ぞいの水はけがよい所では3,000本/haの普通植栽が可能である。活着もし易く、幼令期の樹高生長が早いことから一斉林になり易く、樹幹も通直で良好な材が生産できる。しかし、材質は一般に輕軟で市場価格も安いことから、造林は限られた適地にとどめるべきで、広い面積にわたって造林すべき樹種ではない。

トネリコは、野球のバットをはじめとする各種スポーツ用品に利用されていることから、人工植栽された事例もかなり多いが、成林状態は良好とはいえず、造林方法の検討が必要である。すなわち、林試における展示林でも、7,000本/haと密植したにもかかわらず、曲り木や二又木が多くしかも生長量はあまり大きくない。従って、他の樹種と混植するか、萌芽する雜木と競争させるような造林方法について試みる必要がある。

ブナについては、耐陰性の強い樹種であるだけに、ブナ林の伐採跡地にはよく天然更新しているが、天然更新地の人工補整に植栽する程度にとどめるのがよく、人工植栽によって一斉林を造成するには、生長が遅いために保育に多くの経費を必要とすることになる。ブナ材は40cm以上の大径材にする必要があり、100～150年の生産期間を要するため、人工造林適性は低いと考えられる。

ホオノキは、一般に活着が悪く造林しにくいとされているが、断根して床替すれば、活着し易い苗木の生産が可能であり、しかも幼令期の生長がよく20～25cmの中径木でも十分利用できることから、造林適性は高い。しかし、肥沢地を好んであれば木になり易いので、ウダイカンバやミズメなどの混植をするのがよいかもしれない。

カツラは、サワグルミによく似て造林し易い樹種の一つであるが、沢ぞいの適地に限定して植栽すれば、生長もよく、形質のよい材の生産が可能である。しかし、サワグルミと同様に40cm以上の大径材にしないと材価も安いことから、長伐期施業が義務づけられる。植栽は単植でよく、他樹種との混植は必要でない。

ヤチダモは、低湿地によく成立しており材質はねばりがあるが良質であるが、生長はやや遅く、適地も限定されるので、広い面積にわたっての造林は不可能である。むしろ、ミズメやウダイカンバ、それにミズキやクリなどの造林が有望であると考えられる。

Ⅲ 枝打ち試験

1. 試験方法と試験地

広葉樹は針葉樹に比べて枝打ち跡の傷口の癒合が困難とされているが、その最大の理由は、枝が太く枝付きが鋭角であり、枝打ちによって大きい枝座を落すことになることだと考えられる。また、枝が太くなることによって、幹に曲りが生じ素材の利用率を著しく減じていることから、効果的な枝打ち方法の確立が待たれている。

試験地は、有用広葉樹を多く混生する若い二次林を選定し、枝打ち鋸を使用して幹に出来るだけ接しかつ傷口が小さくなるよう切断した。樹種別の供試本数、枝打数、枝打後の枝下高等については表-7に示すとおりである。清見試験地については、雑かん木や不良木を整理して本数を調整してから枝打ち

したが、朝日試験地については、オニグルミの優先した二次林であり、成立本数が少ないことからそのまま実施した。枝打ちの高さは樹種によって異なるが、2 m材を2玉持材できるよう5 mを目標とした。枝の太さは、平均3~4 cmあるが、ウヰミズザクラのように13.2 cmの例外的に太いものも含まれている。しかし、枝座については、4~5 cmというのが一般で、樹種による差異は小さい。

2. 試験結果と考察

1) 樹種別の癒合率

広川⁵⁾らは、北海道における広葉樹の枝打ち試験で、シラカンバ、ヤチダモ、ウダイカンバ、イタヤカエデなどの癒合率が高いことや、上部の枝ほど癒合の早いこと、さらに生長のよいものほど癒合率が高いことなどを認めているが、腐れの侵入状況については解析されていない。

表-7 枝打ち試験木の樹種と大きさ
昭和48年4月~5月設定

試験地	樹 種	本数	平均胸 高直径	平 均 枝 数	平均枝 の太さ	枝座の 大きさ	枝打ち前 枝下高	枝打ち後 枝下高	備 考
清見村 夏既	ヤマザクラ	16	12.1 ^{cm}	2 ^本	3.8 ^{cm}	4.6×4.5 ^{cm}	335 ^{cm}	541 ^{cm}	林令25年生 平均樹高9 m
	ホ オ ノ キ	8	12.1	3	2.8	3.4×3.8	412	612	海拔:850 方位:SE
	ク リ	10	12.5	1	3.1	4.5×3.7	449	554	傾斜:30° 土壌型:BD-d
	イタヤカエデ	4	9.7	2	3.6	5.5×3.8	412	572	A層の厚さ:10 cm
	ウヰミズザクラ	5	8.7	1	3.3	5.8×4.0	380	518	幹曲り木率 ヤマザクラ 19%
	ハ リ ギ リ	1	14.5	5	3.7	4.9×3.5	335	541	ウヰミズザクラ40%
	シ ナ ノ キ	3	9.9	1	3.3	4.3×4.8	413	490	成立本数 1,600本/ha
	ト チ ノ キ	1	10.8	2	3.9	4.8×5.3	300	440	枝打ち 4月24日
朝日村 青尾	オニグルミ	41	8.7	4	3.4	4.2×4.0	116	338	林令13年生 平均樹高7 m
	シラカンバ	2	8.6	5	2.6	3.3×3.1	140	430	海拔:1,050 方位:N
	ク リ	2	11.4	4	3.0	4.5×3.9	210	380	傾斜:30° 土壌型:Bld
	ミ ズ キ	2	11.5	5	3.2	4.0×3.5	200	350	A層の厚さ:30 cm
	ミ ズ メ	1	7.0	3	1.3	1.8×3.5	200	340	オニグルミの幹曲り木率:34%
	ホ オ ノ キ	1	5.8	3	1.5	2.2 2.7	80	220	成立本数 1,000/ha
	サワグルミ	1	7.0	2	1.5	2.0×2.5	220	320	枝打ち 5月2日

注) 枝座の大きさ、枝下高はいずれも平均値

枝打ち後6年経過後の樹種別巻き込み状況は表-8に示すとおりである。清見試験地では巻き込みの完了したものは19%にすぎず、癒合率80%以下のものが全枝打ち数の約7割をしめている。朝日試験地では、全体の65%が巻き込みを完了しており、なかでもクリ、ミズキ、ミズメなどは全て巻き込みを終えている。オニグルミについても66%の枝が完了しており、清見に比して全体に早いのは、林令が若いことと肥大成長が良好であることがその主な原因と考えられる。樹種間の比較については、人工林でないため、同一条件ではないが、ヤマザクラの場合枯死したものが25%もあって全体に樹勢が悪く巻き込みも遅れている。ホウノキは肥大生長も良く従って巻き込みは順調だが下枝の太いものは遅

表-8 樹種別の巻き込み状況

試験地	樹種	調査本数	枝打数	48~53 肥大成長量	癒合率別本数					巻き込み完了	備考
					0~20%	21~40%	41~60%	61~80%	81~99%		
清見村 夏 厩	ヤマザクラ	11	22	1.1 ^{cm}	7 ^本	5	7	2		1	11本中4本は 枯死
	ホオノキ	6	21	2.5		3	1	5	3	9	
	ク リ	5	10	2.5	6	2	1			1	
	イタヤカエデ	3	6	1.5			2	1		3	
	ウワズザクラ	4	5	0.7	1	2	2				
	ハリギリ	1	5	4.3			1	3		1	
	シナノキ	2	3	1.8				1	2		
	トチノキ	1	2	1.5				1	1		
朝日村 青 尾	オニグルミ	38	151	3.1	2	8	8	14	20	99	
	シラカンバ	2	9	4.9					4	5	
	ク リ	2	7	4.5						7	
	ミズキ	2	7	3.3						7	
	ミズメ	1	3	2.4						3	
	ホオノキ	1	3	1.1				1	2		
	サワグルミ	1	2	0.8				2			

注) 巻き込み率は面積割合である。

れているものが見られる。クリもホウノキと同様で枝の細いところは早い、太い下枝は時間がかかりそう。イタヤカエデは早い、ウワズザクラはヤマザクラに似て生長も遅く、巻き込みも悪い。ハリギリ、シナノキ、トチノキ、ミズキ、ミズメ、サワグルミ等については、本数が少ないが、とくに巻き込み状況は差異は見あたらない。オニグルミについては、巻き込みが早く枝打後3年で25%のものが完了していた。枝の太さや枝打ち高さ、癒合率との関係については、供試本数の多いオニグルミについて調査した結果を図-1に示した。151本の枝の癒合率にはかなりのバラツキがあるが、下枝の太いものは40%程度であるのに、枝打ちの高さが2~3mで枝の太さが1~2cmくらいのものは、約80%に達している。枝打ち高さ3~4mで太さ1~2cmのものが60%とやや低い点については、枝打ちの強度が強いために樹勢の落ちた個体の影響と思われる。

2) 巻き込みとくされの侵入状況

枝打ち後9年経過した段階で、清見試験地の中から、標本木を伐倒し、巻き込み跡を縦割りしてくされの侵入状況を解析してみた。その結果は、附表-1と写真-4に示すとおりで、広葉樹の場合、枝の跡が大きく凸出してくるのが特長である。シナノキは巻き込みも早かったが、くされの侵入は少なく、切口附近に少々認められる程度である。イタヤカエデについては、巻き込みは良好であるのに、くされの侵入が大きく、とくに太い枝を打ったところでは、心材部まで広がっている。ホオノキの場合もよく巻き込んでいるにもかかわらず、枝が黒く腐っており、心材部は明らかに水喰材になっていることから

いずれは凍裂をおこすか、芯腐れ材となることが予想される。ヤマザクラにいたっては、写真からも明らかなように、巻き込みも悪く腐れは心材にまで達しており、しかも心材部は水喰いが進んでいることから、用材としての利用は不可能であろう。クリについては、枯枝のせいか巻き込みが悪いが、くされの侵入は殆んど認められない。しかし、心材部の水喰化はかなり進んでいる。

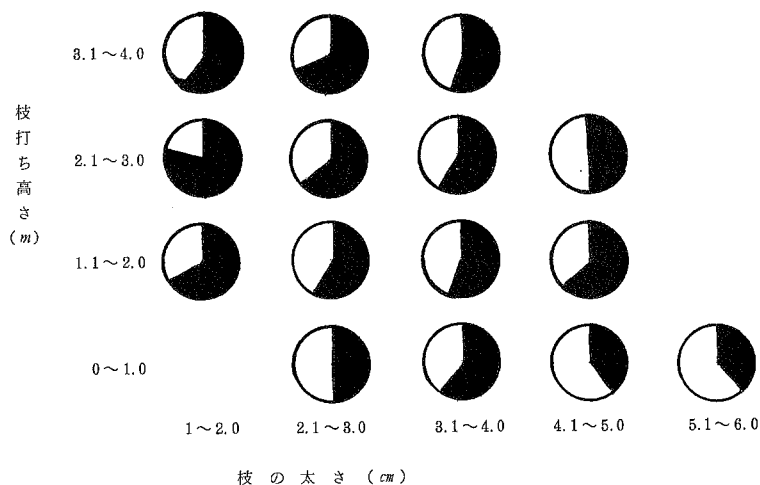
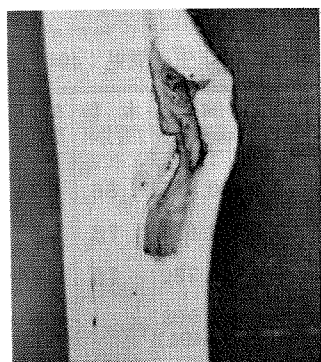
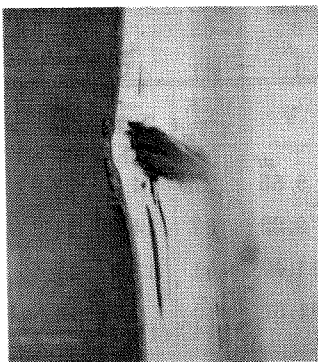


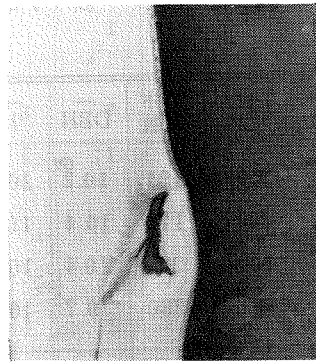
図-1 オニグルミの枝打ち高さや枝の太さと癒合率
(調査本数 38 枝打数 151) 朝日試験地



イタヤカエデ



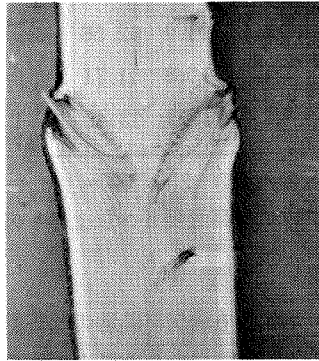
ホオノキ



シナノキ



ヤマザクラ



クリ

写真-4 枝打ちあとの癒合とくされの侵入状況

IV 二次林の密度管理試験

1. 試験方法と試験地の概要

1) 試験地の設定

広葉樹二次林の本数管理については、基準となるものがほとんどなく、わずかに、柳沢⁶⁾の示した Reineke の回帰線や菊沢⁷⁾のミズナラ林の収穫予想表があるにすぎない。しかも、これらはいずれもブナやミズナラなどの一斉林を対象にして作られたものであり、多様な樹種が混生した広葉樹林に適合する密度管理図はまだない。そこで、できるだけ多くの有用広葉樹が混生している二次林を選定し、本数をヘクタールあたり 300、400、500 本に調整してその後の生長量ならびに形質について検討した。

試験地は、林令 26 年の荘川と 40 年生の清見の二カ所に設けたがその地況ならびに林況は、表-9 と 10 に示すとおりである。

表-9 試験地の地況

試験地	地況	標高	方位	傾斜	地形	土壌型	A層の厚さ	積雪深	備考
荘川村一色		1,050	NW	20°	山腹緩斜面	B _{LD}	25 cm	200 cm	薪炭林跡地の天然更新二次林
清見村中野		970	NW	35°	山腹急斜面	B _D	20	150	"

注) 試験地の大きさ 80 × 50 m 0.4 ha

表-10 試験区別の立木本数と間伐前後の林況

49.10.間伐 荘川：26年生 清見：40年生

項目 試験区	立木 本数	DBH	H	V	立木 本数	DBH	H	V	枝下高	胸高断面 面積合計	本数 間伐率	材積 間伐率	
		^{cm}	^m	^{m³}		^{cm}	^m	^{m³}	^m	^{m²}	%	%	
莊川	300本区	191	10.2	10.3	9.85	27	14.3	12.0	2.57	5.0	0.455	86	74
	400	170	10.4	10.4	9.22	37	14.3	14.2	3.74	5.3	0.624	78	59
	500	201	10.4	10.4	11.40	51	13.0	12.1	4.14	6.0	0.730	75	64
	対照	230	9.7	10.5	11.57	230 (44)	9.7 (10.1)	10.5 (11.3)	11.57 (2.12)	(5.4)	1.903 (0.404)		
清見	300本区	159	10.5	10.6	10.83	31	15.9	12.7	4.12	5.3	0.605	81	62
	400	158	11.4	11.0	12.56	39	16.8	13.3	7.21	5.3	1.010	75	43
	500	163	11.1	10.8	11.71	53	15.6	12.8	7.46	5.4	1.149	67	36
	対照	181	12.4	13.0	13.45	181 (31)	12.4 (17.4)	13.0 (14.0)	13.45 (5.14)	(→)	1.753 (0.782)		

注) 各試験区の大きさ 20 × 50 m 0.1 ha 斜面に平行に配置した。

立木本数は、胸高直径 5 cm 以上のもの

荘川、清見の両試験地とも薪炭林跡地の萌芽更新を主とした二次林であり、成立本数は荘川でヘクタールあたり約 2,000 本、清見で約 1,500 本である。これらは、いずれも、胸高直径 5 cm 以上の立木本数であるが、これまで除間伐をはじめ刈り出し等の保育施業は全くなされていない。平均胸高直径は 10

cm程度であり、樹高約10 m、枝下高は5 mで立木材積は120 m³に達している。胸高直径20 cm以上の立木本数は、荘川で約60本、清見で約160本程度である。このような二次林に対する施業として、まず間伐を取上げたが、両試験地とも、300本区、400本区、500本区それに無間伐の対照区を設け300本区では、上層から下層にかけて、不用木を伐採し、荘川では、クリ、ヤマザクラ、ホオノキを主体に残存木を選定した。一方清見では、主林木がホオノキ、ミズキ、ミズナラなどであるので、これらを中心に残存木を出来るだけ等間隔になるよう選定した。400本区では中層から下層にかけて、500本区では下層間伐を主として行なった。理想としては、弱度間伐を繰り返したいが、小径木の利用価値が針葉樹に比較して著しく低いことから、間伐回数を少なくして、長期にわたり間伐効果を持続させることをねらって強度な間伐を実施した。従って、本数間伐率は300本区で80%、500本区でも70%に達している。

間伐後の残存樹種構成は表-11に示すとおりで、荘川と清見では若干異なるが、全体に極めて多様で

表-11 試験地，試験区別の樹種構成（試験地設定時）

No.	樹 種	荘 川					清 見				
		300	400	500	対 照	計	300	400	500	対 照	計
1	ク リ	14	15	25	15(1)	69(1)	1	8		2	11
2	ホ オ ノ キ	2	5	3	2	12	7	12	19(1)	12	50(1)
3	ミ ズ キ	2	2(2)	3		7(2)	9	6	11(1)	8	34(1)
4	ヤマザクラ	1	6(1)	16	6	29(1)	6		1	1	8
5	シラカンバ	2		2	9	13	1			2	3
6	ミ ズ ナ ラ		2			2		3	7		10
7	イタヤカエデ	1		1	4	6	1	1	1	2	5
8	ハ リ ギ リ	3		1(1)	2	6(1)	2(1)			1	3(1)
9	ト チ ノ キ		2		5	7					
10	ミ ズ メ						1		4	2	7
11	ウワミズザクラ							1	5		6
12	ウダイカンバ						1	3		1	5
13	シ ナ ノ キ						1	2	2		5
14	ウリハダカエデ		2(1)			2(1)		1	1		2
15	ヤマハンノキ		1		1	2			2		2
16	オニグルミ		2			2					
17	キ ハ ダ	1				1					
18	カ ツ ラ	1				1					
19	ド ロ ノ キ						1	2(1)			3(1)
	計	27	37(4)	51(1)	44(1)	159(6)	31(1)	39(1)	53(2)	31	154(4)

注) ()内は56.10現在の枯損数

20種近い樹種が混生している。樹種間の生長量については、大きな差異はなく、いずれも上層林冠を形成しているが、平均するとホオノキの樹高がやや高く、ヤマザクラやミズキなどは幾分低い傾向がみとめられた。

材積間伐率は、荘川が高く59～74%、清見が36～62%であるが、荘川は林令が若くしかも立木密度が高いので、細い木が密生していたことが最大の原因であり、清見は林令が高く、小径の下層木が比較的少なかったことによるものである。

間伐木には、コシアブラ、ヤマモミジ、リョウブ、アカシデなど下層～中層木を主体に選定したが、樹幹距離を出来るだけ均等にするよう、有用広葉樹でも小径木の密生しているところは抜き伐りした。

2) 林内の下層植生

広葉樹林内の下層植生については、間伐を実施したあと、各試験区内に4m²のプロットを二カ所ずつ設け、その中に成立している草本類と木本類を調査し、表-12に示した。これによると、草本類では荘川の場合、チゴユリ、トリアシシヨウマ、清見では、ササ、スゲ類が多く、木本類では、荘川が、コマユミ、クロモジ、サワフタギ、イヌツゲなど多様であるのに、清見では、マンサク、イヌガヤ、ドロノキなどが主体で、樹種も少なく本数も僅かである。

表-12 下層植生調査

51.8

植	生	荘 川				清 見			
		300	400	500	対照区	300	400	500	対照区
草 本 類	チゴユリ	9	43						
	トリアシシヨウマ	3	10	5					
	サルトリイバラ	7	1	3	1				
	ササ				1		23	4	
	シシガシラ					5	2	3	
	ツルリンドウ		2			2			
	シダ類						10	4	3
木 本 類	スゲ類					40	70%占有	45%占有	
	コマユミ	2	6	10	1	2			3
	クロモジ	4	5	2	1				
	サワフタギ(株)	6	3	9	5				
	イヌツゲ	7	7	7					3
	ヤマウルシ	3		1	2				
	ツリバナ	3	1		3			2	
	カエデ類	5		5			1	4	
	マンサク					6	8	17	
	イヌガヤ	1	2				1	7	
	ドロノキ					6	2		
	カマズミ		4	2					
	エゴノキ						2	3	

注) 各試験区内に2×2mのプロットを二カ所ずつとり、8m²内に成立する本数を示した。

3) 間伐による林内照度の変化

間伐前と間伐後における林内の相対照度については、光電地照度計を使用し一試験区内 50 点の測定によりその変化を表-13 に示した。間伐前の相対照度が、荘川、清見とも 10 % 以下であるのに対し、間伐区は 30 ~ 60 % に向上している。

表-13 間伐前後の林内相対照度

試 験 区	荘	川	清	見
	間 伐 前	間 伐 後	間 伐 前	間 伐 後
300 本区	$\frac{11}{4 \sim 69}$	50	$\frac{9}{2 \sim 21}$	65
400 本区	$\frac{6}{3 \sim 14}$	45	$\frac{7}{3 \sim 26}$	62
500 本区	$\frac{8}{5 \sim 15}$	32	$\frac{6}{3 \sim 12}$	38
対 照 区	$\frac{8}{4 \sim 37}$	3	$\frac{7}{3 \sim 19}$	6

注) 間伐前 荘川 49. 8. 29 AM 11時測定 (晴)

清見 51. 6. 14 PM 1時 " "

間伐後 荘川 50. 8. 28 PM 1時 " "

清見 51. 6. 15 PM 1時 " "

4) 間伐区のクローネ配置

試験区の立木配置とクローネの大きさについては、図-2 に示すとおりで、人工造林地のような均等間隔にはなっていない。対照区については、クローネが複層しており、本数が多いので省略した。

2. 間伐効果の検討

1) 胸高直径階別本数分布

間伐率の異なる試験区について、間伐直後とその後 7 カ年経過した時点における胸高直径階度数分布を図-3 に示した。対照区については、調査木 (荘川 4 本、清見 3 本) だけの分布で全木について示したものではないが、荘川試験地の場合、明らかに間伐区における分布移動が対照区より大きく、生長促進効果が認められる。一方、清見については、300 本区や 400 本区の対照区の間には明らかな差異が認められるが、全体に生長促進効果が小さく、500 本区と対照区の差はあまりない。

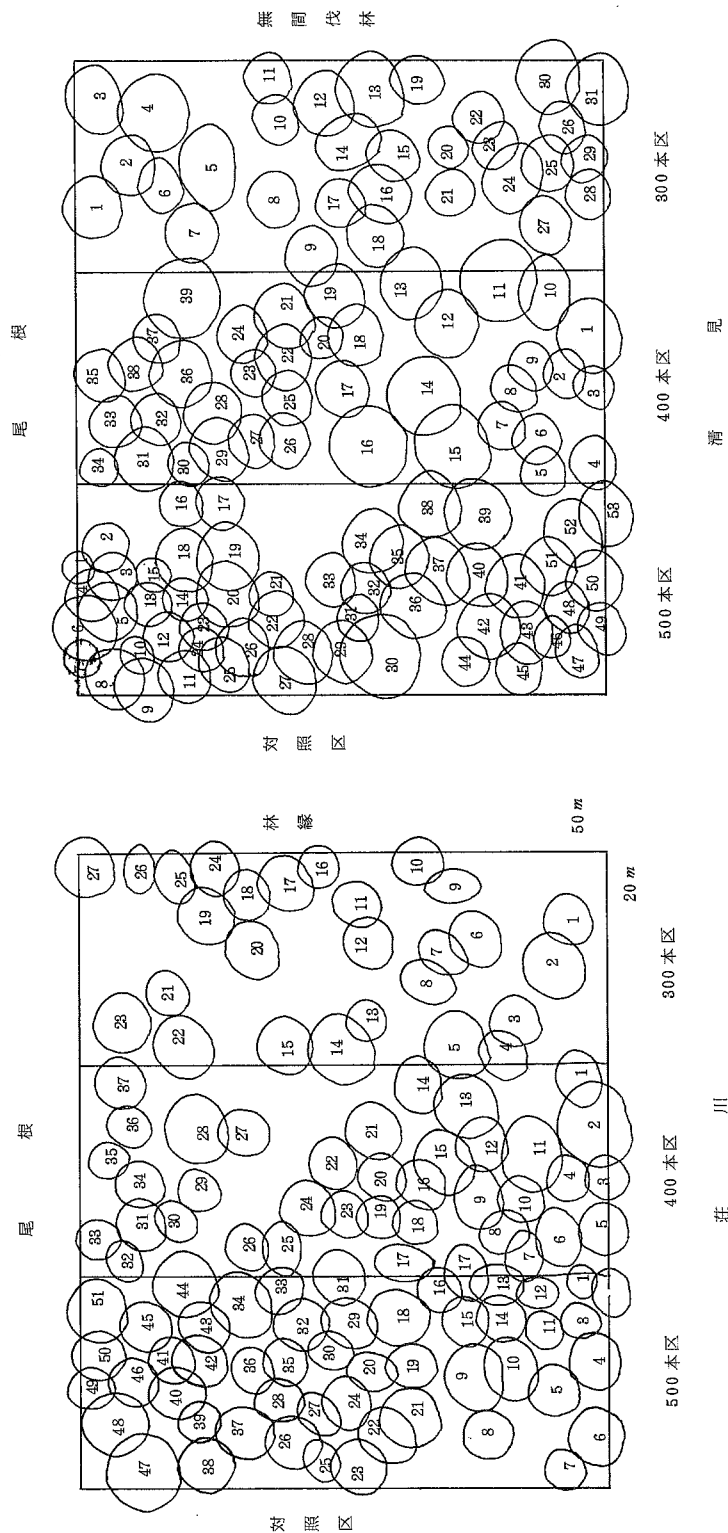


図-2 間伐区の立木とクローネ配置(設定時)

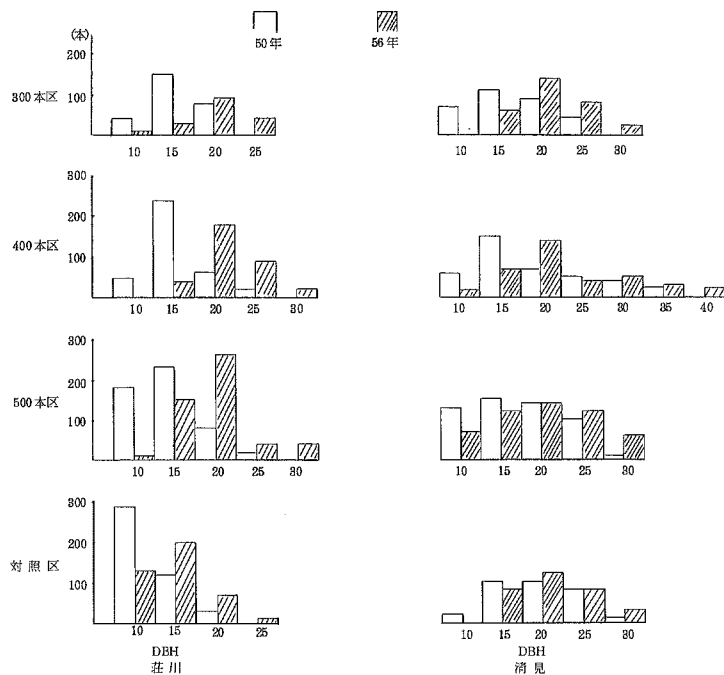


図-3 胸高直径階別の本数分布

庄川と清見試験地の生長量がかなり違う点については、林令と地位によるものと思われるが、間伐時期が遅れたために、樹勢が低下していることが少なからず影響しているものと考えられる。従って、清見試験地の場合には、効果があらわれるのに時間を必要とするので、間伐率はむしろ下げた方がよいのではないかと考える。

② 樹種別の胸高断面積合計生長率

多様な樹種の混生する広葉樹林の間伐効果は、面だけでなく点としても検討する必要がある。そこで残存木の樹種別の胸高断面積合計を求め、7 年間にわたる生長率を算出して比較してみた。その結果は、図-4 に示すとおりである。

庄川の場合、主林木となっているクリ、ホオノキ、ヤマザクラなどの生長率が高く、本数の少ないシラカンバ、イタヤカエデ、ハリギリ、トチノキ、ヤマハンノキ、オニグルミなどは低い傾向のあることがうかがわれる。しかし、清見試験地については、主林木のホウノキ、ミズキなどがむしろ低く、その他の樹種にむしろ高いものが認められる。この理由については、明らかでないが、極端的な影響によって生長が促進されたものと考えられる。しかし、立木密度の影響は、主林木によくあらわれており、クリ、ホオノキ、ミズキ、ヤマザクラなどは、一部の例外を除いて、密度が高くなるにつれて生長率は低下しており、最多密度の対照区が最低となっている。

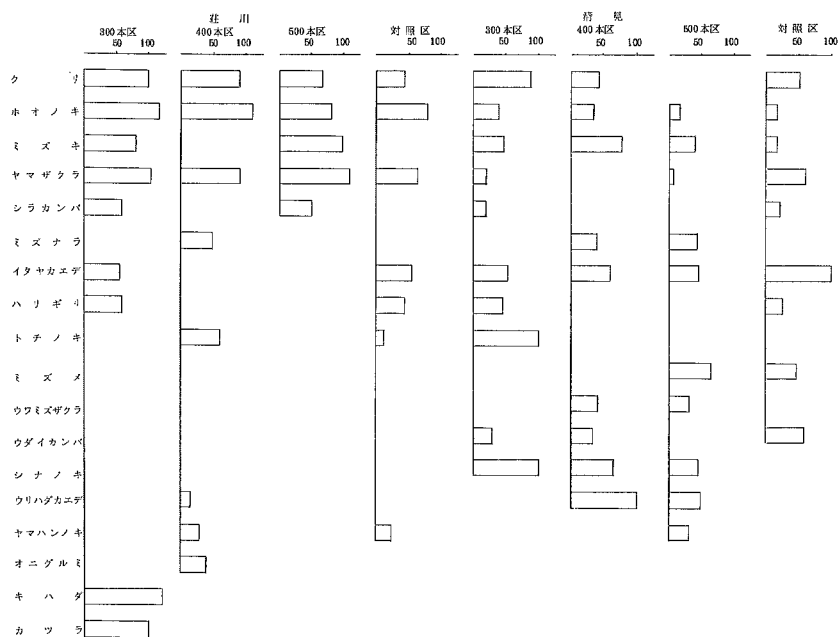


図-4 樹種別、胸高断面積合計の生長率 $\frac{(56-50)}{50} \times 100$

表-14 試験区間、樹種別の細り

樹 種	庄 川				清 見			
	300	400	500	対照区	300	400	500	対照区
ク リ	0.79	0.81	0.82	0.81		0.82		0.81
ホ オ ノ キ	0.80	0.88	0.76	0.79	0.74	0.81	0.79	0.81
ミ ズ キ	0.85		0.83		0.84	0.69	0.80	0.80
ヤ マ ザ ク ラ	0.67	0.79	0.78	0.77	0.69		0.78	0.76
シ ラ カ ン バ	0.86		0.86	0.81	0.86			0.85
ミ ズ ナ ラ		0.73				0.84	0.84	
イ タ ヤ カ エ デ	0.86		0.74	0.72	0.76	0.71	0.82	0.83
ハ リ ギ リ	0.76			0.75	0.82			0.87
ト チ ノ キ		0.72		0.61				
ミ ズ メ					0.77		0.84	0.84
ウ ワ ミ ズ ザ ク ラ						0.82	0.74	
ウ ダ イ カ ン バ					0.82	0.90		0.84
シ ナ ノ キ						0.83	0.77	
ウ リ ハ ダ カ エ デ		0.73				0.86	0.73	
ヤ マ ハ ン ノ キ		0.81		0.81			0.80	
オ ニ グ ル ミ		0.79						
キ ハ ダ	0.73							
カ ツ ラ	0.75							
平 均	0.79	0.79	0.80	0.78	0.78	0.81	0.79	0.81

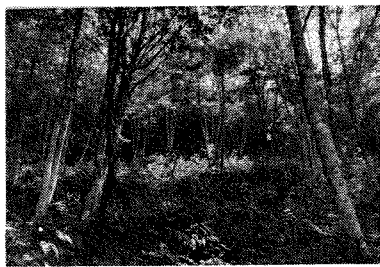
注) 細り=5.2 m位置の直径/1.2 mの直径

8) 幹の細りに対する間伐の影響

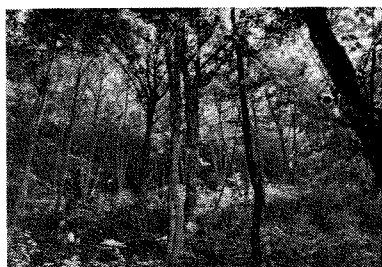
間伐は残存木の肥大生長を促進し、早く利用径級に到達させる効果を持っているが、一方で形状比を低下させ、幹の完満な生長を阻害しているのではないかと心配される。そこで、幹の5.2 m位置の直径を胸高直径で除して細りを求め、試験区間と樹種間について比較して表-14に示した。しかし、表からも明らかなように、試験区間には差はなく、間伐することによって、少なくとも10年間くらいまでに細りが低下するようなことはないことがわかった。



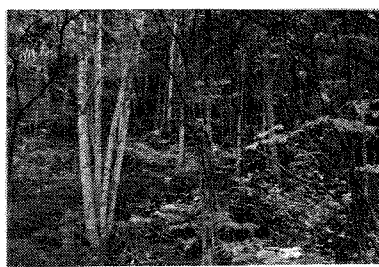
300本区



400本区



500本区

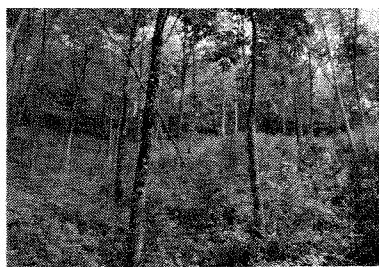


対 照 区

写真-5 間伐試験地の林層（清見試験地） 56. 10.



300本区



400本区



500本区



対 照 区

写真-6 間伐試験地の林層（荘川試験地） 56. 10.

保育間伐をするまでの幼令期、高い密度が維持されておれば、枝も枝上り、細りも高まるわけであるから、第1回の間伐は樹上高が約10 mに達する段階まで待つべきであろう。

荘川試験地の場合、間伐の効果が大きく出ており、一本当りの利用材積では、300本区が最大となっている。現在の段階で、500本区との間に0.03 m³の材積差が生じており、将来この差は拡大することが予想されるが、一本当りの年平均生長量0.012が今後15年間継続すると仮定すると、利用材積では0.144増大するので、一本当りの利用材積は平均で0.274に達し、十分利用径級に達する。従って、ヘクタール当り137立方メートルの採材が可能であるが、300本区では、年平均生長量0.016としても15年間で0.168増大し、利用材積で0.328になっても、ヘクタール当りに換算すると85立方メートルの採材しかできないことになって、かなり不利なことがわかる。

清見試験地では、間伐の効果が小さいが、今後20年間これまでの生長が続いたとしても、300本区では71立方メートルであるのに対し、400本区で132、500本区で121立方メートルの採材が出来ることになる。この場合、利用材積は全て70%としたが、表-15に示すように、試験地や試験区によって若干異なっている。

表-15 間伐後7年経過時における生長量

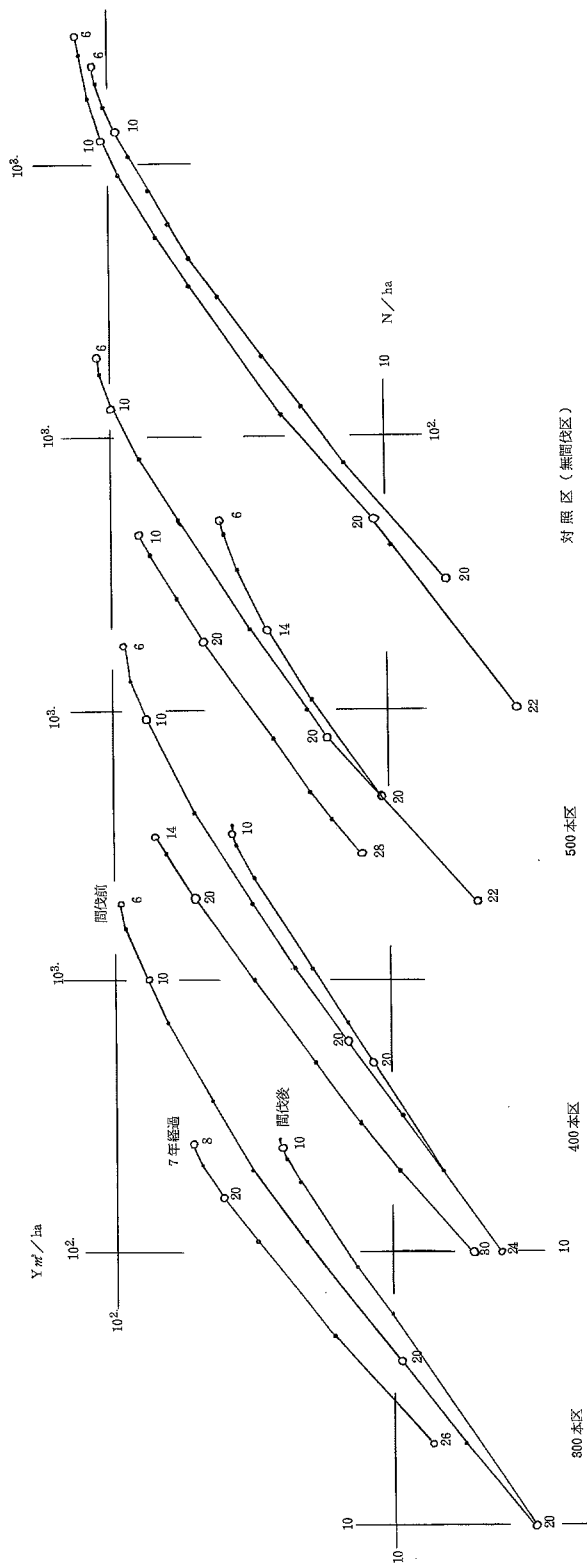
試験地と区	立木本数	DBH	V	△V	年平均 生長量	利用材積	1本当り 利用材積	利 用 材積率	
荘川	300本区	260	19.8±4.2	53.9 ^{m³}	28.6 ^{m³}	4.1 ^{m³}	42.8	0.16	79
	400	340	19.9±3.6	70.7	33.3	4.8	49.2	0.15	70
	500	500	17.8±4.2	82.8	41.4	5.9	64.5	0.13	78
	対照区	2,580	9.9±3.9 (12.5±3.7)	127.5 (31.5)	11.8	1.7	(23.7)	(0.07)	(75)
清見	300	300	18.7±4.2	58.7	17.5	2.5	37.2	0.12	63
	400	370	20.9±7.5	103.7	31.6	4.5	70.3	0.19	68
	500	520	17.9±6.1	101.0	26.4	3.8	70.0	0.13	69
	対照区	1,810	9.9±4.9 (19.6±4.7)	146.4 (68.4)	11.9	1.7	(48.0)	(0.13)	(70)

注) 利用材積＝地上0.2～6.2 mの材積
()内は測定木の平均値

利用材積率＝利用材積／総材積

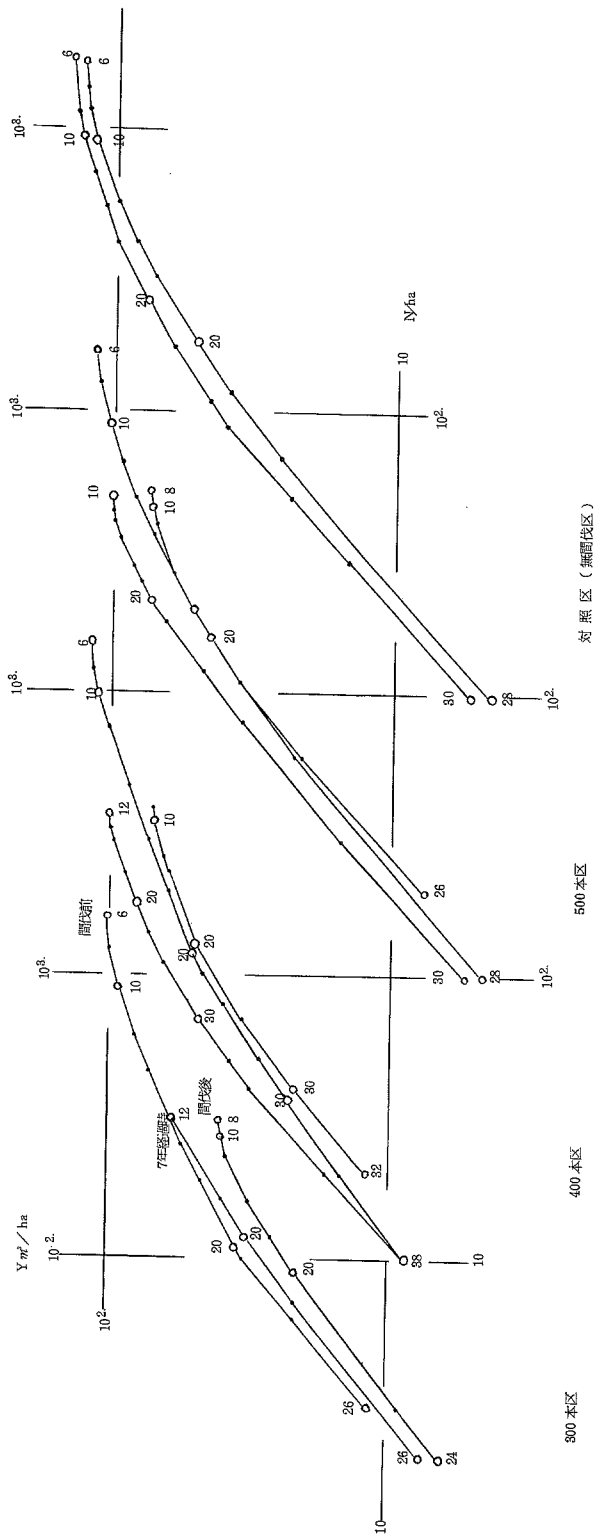
4) Y-N曲線による間伐効果の検討

間伐前後ならびに7年経過後における直径階ごとの本数と材積を求め、これを付表-2に示すように直径の大きいものから積算し、さらにこれを全対数グラフにおとしたものが図-5である。この線Y-N曲線と言われているもので、収量-密度図に使用されているが、このY-N曲線を使って、間伐の効果を検討することができる。すなわち、荘川試験地における300本区の間伐前、立木本数はヘクタールあたり1,910本で、材積が99 m³あったものを270本の25 m³に強度間伐した結果、直径20 cm以上の立木本数は10本で2 m³、10 cm以上が240本、25 m³となった。これが7年経過した現在、総材積54 m³と倍増し、20 cm以上のものが160本に増加し、その材積は全体の78%に達している。過去7



曲線上の数字は胸高直径を示す。

図一5 間伐と間伐後7年経過時におけるY-N曲線の移動(荏川試験地)



曲線上の数字は胸高直径を示す。

図 6 間伐と間伐後 7 年経過時における Y-N 曲線の移動 (清見試験地)

年間における年平均生長量は4.1 m^3 であるから、間伐前の材積に回復するのに単純に計算してさらに11年を要することになる。対照区の場合は、直径6 cm以上の総本数が2,300本で116 m^3 あったものが、2,580本にやや増加したものの材積では僅かに12 m^3 増えたにすぎず、しかも、20 cm以上のものは30本から50本に微増したにとどまっている。年平均生長量も1.7 m^3 しかなく、300本区の約40%であることから、強度間伐の効果は確実に出ていることがわかる。しかし、間伐の程度の問題になると必ずしも強度に行えばよいと言うものではなく、利用適寸が中径のクリ、ホオノキなどを主林木とする荘川の場合、年平均生長量の最も高い500本区が適当と考えられる。つまり、径経を太くすると同時に林分総材積を最多にもってゆくような間伐が理想であることから、中層から下層にかけて不用木を伐採して有用樹種を立てる保育間伐で十分効果があるといえる。柳沢⁶⁾は、二次林の間伐について上、中層間伐の必要性を強調しており、菊沢⁸⁾も下層間伐だけでは、太い木をつくることはできないと述べているが、筆者らの実験によると、上層間伐の方が高いとはいえるものの、中、下層間伐でも十分な効果を認めることができる。

さらに、間伐の真の効果は、伐期における材の径級と品質をどれだけ向上したかによって評価すべきものと考えるが、この評価を下すには、さらに時間を要するものの、あえて推察するなら、清見試験地の結果も総合して、年平均生長量が高くしかも径級の太いものの本数増加が多い500本区が適当である。

地上20 cmから6.2 mまでの材積を求め、利用材積として付表-3に示した。荘川の場合、単木材積では、300本区が最大であるが、ヘクタール当りでは、清見も500本区が高く、トータルで優れていると言うことができる。

5) 樹種別の特性と間伐効果

主林木の材積増をもって、最大の間伐効果とするなら、これまで検討してきた、肥大成長だけで評価できるのであるが、多様な樹種の混生した有用広葉樹林の場合、樹種別の利用適寸も異なるし、生長の早晩性、耐陰性、萌芽性、耐病虫性等さまざまな問題について総合的な検討がなされなければならない。利用適寸についてみると末口径20~25 cmの比較的小径木には、クリ、ホオノキ、シラカンバ、ミズキ、サワグルミ、シナノキ、イタヤカエデなどがあり、30~35 cmの大径木には、ブナ、ナラ、ウダイカンバ、ミズメ、トチ、オニグルミ、ハリギリ、カツラ、ドロノキなどがあげられる。これは、用途が民芸品をはじめ、学習教材、妻揚子、綿棒、マッチ軸木、杓子、箸、農器具の柄などの場合は小径木でもよく、高山市場における調査でも、付図-1に示すように、2.1 mの末口20 cm材と30 cm材の間の価格差があまりないことから明らかである。一般に、径級が大きくなれば利用率も上がるので、 m^3 単価は上昇するが、ミズキやシラカンバなどのように上昇率の高くない樹種については、収穫を早めた方が有利であるし、二回目以降の利用間伐において早めに収穫出来る樹種にも上げられるだろう。

一方、ブナをはじめとする大径木生産については、100年以上の伐期が必要となり、早くから強度に間伐して肥大生長を促進しておかなければならないが、オニグルミやドロノキなどを除いて生長の持続性が高いので、大径木生産に向いていると言える。しかし、ナラやクリなどは萌芽性が強いので、あまり早くから強度と間伐すると不定枝が発生し無節材の生産が出来なくなるおそれがある。300本区や400本区のクリやナラには、荘川、清見とも不定枝の発生が多数あるが、500本区では全く認められないことは、間伐の強度をきめる場合のめやすとなるだろう。

耐病虫性については、調査されたものがほとんどないが、多様な樹種が混生しているところでの安全

性は高いものと考えてよいのではなからうか。これまでに、ハムシやマイマイガによる食害はあったものの、枯死した例はなく、スギやヒノキ、カラマツなどのような単一樹種の造林地に比べて被害は少ないと予想される。しかし、幼令林分には、キマダラコウモリによる食害がかなりあることから、間伐はこれらの食害をうけなくなる大きさに達してから実施すべきだと考える。また、枝打試験の項でも述べたように、広葉樹の枝打ち跡にはくされが侵入し易いことから、枝打ちはひかえるべきで、そのためには、幼令期は出来るだけ密生させて競争させ、枝下高が5~6 mに達するまでは、間伐しない方がよいと言える。

従って、有用広葉樹二次林の間伐は、林令20~30年生で胸高直径が5 cm以上の成立本数約2,000本の林分を対象とするのがよく、間伐率も本数で75%、材積で65%くらいにすべきだろう。

V ま と め

1. ホオノキのタネは、仮種皮を除いたあと乾燥させないようにして土中か雪中貯蔵し、発芽促進には20~30分間陽光にあてるだけでよく、砂を用いて種皮に傷つけたり、硫酸で皮をやくなどの物理的处理はかえって発芽率を低下させるので適当でない。任立本数は m^2 当り40~60本が適当で、床替にあたっては7 cm程度に断根してやれば細根のよく発達した山行苗を生産できる。
2. カツラやミズメなどは、従来から乾燥低温貯蔵がよいとされているが、本試験においては、キハダサワグルミ、ホオノキなどと同様に乾燥をさせて土中埋蔵した方が発芽率が高い。とくにミズメでは乾燥低温貯蔵が発芽率0であるのに対し、土中埋蔵は52%もの高発芽率を示した。
3. 枝ざし法における発根性の高い樹種は、キハダ、カツラ、ミズキなどで、苗木の枝や萌芽枝を使用し、さらにホルモン処理すれば、事業的にさし木苗を生産することが可能である。これまでさし木試験のほとんど行なわれていないエンジン、サワグルミ、ミズメ、ヤチダモ、トネリコなども発根率は低いものの10~50%あることから、さし付時期やホルモン処理法を改善すればかなり向上させることが出来そうだ。
4. 広葉樹の人工植栽は古くから行なわれているが、成林したものが少なく、造林方法の確立したものはない。サワグルミやカツラなどは沢ぞいの水はけのよい肥沢地に限定して造林すれば3,000~4,000本の密度でよく成林し形質も良好である。ホオノキやトネリコなどは初期生長もよく成林はし易い樹種であるが、前者はあばれ木となり易く、後者は形質が悪いためミズメやウダイカンドなどとの混植か萌芽する雑木と競争させるような造林法が適当ではないかと考えられる。ブナやヤチダモなどは初期生長が遅く、成林させるのに時間がかかるため、原則的には天然更新に待つべきで、人工植栽は天然更新地の人工補整にとどめるべきである。
5. 枝打ち跡の巻き込みの早い樹種は、ホオノキ、イタヤカエデ、オニグルミなどで、巻き込みの悪いのは、ヤマザクラ、クリ、ウワミズザクラなどである。枝打ちの高さ、枝の太さと癒合率の関係については、オニグルミについて調査した結果、枝打ち高さが2~3 mで、枝の太さが1~2 cmくらいのものが最も高い。しかし、あまり強度の枝打ちをしても、また低位置の太い枝も癒合率は低下する。
6. 枝打ち跡のくされの侵入については、ヤマザクラが最も大きく、心材部にまで達しており、枝打ち木のうち約4割は枯死してしまった。イタヤカエデについては、癒合率が高いにもかかわらずくされ

の侵入は大きい。ホオノキも同様で、心材部は水喰材になっていることから、将来凍裂の被害をうけるおそれがある。クリは耐朽性があるためかくされの侵入が小さく、また、シナノキにもくされは少なかった。

7. 広葉樹の枝打ちは、通常のやり方をしたのでは一部を除いてそのほとんどにくされが侵入するため適当とはいえない。従って新しい技術が開発されるまでひかえるべきで、現状では幼令期は出来るだけ密生させて枝下高を高め、しかる後に間伐するような施業が重要と考えられる。
8. 二次林の間伐は、林令が20～30年生で胸高直径5 cm以上の成立本数が2,000本前後の林を対象とするのが望ましく、手遅れ林分については効果が小さいか、或るいは効果の現われるのに時間がかかるものと思われる。
9. 間伐率は本数で75%、材積で65%ぐらいは最低必要で中層木から下層木にかけての小径木を主体に伐りすかし、上層木のなかでも有用樹種の形質不良木や不用木は伐採しなければならない。
10. Y-N曲線を利用して間伐効果を検討してみると、径級の大きい個体数を増やし、しかも全体の材積が多い500本区が最も効果的であるといえる。
11. 利用適寸が中径木のホウノキ、クリ、ミズキ、ヤマザクラなどを主体とする広葉樹林については、早くから強度の間伐を実施するのは得策でなく、500本前後の密度を維持して、不定枝の発生を抑制し、通直でしかも完満、利用材積率を高めるような施業が肝要である。

文 献

- 1) 久保田泰則 「広葉樹の実生による繁殖」 光珠月季報NO40 1979. 4. P 16～
- 2) 柳沢 聡雄 「広葉樹林とその施業」 地球社 1981 P 136
- 3) 関西地区林業試験研究機関連絡協議会育苗部会編「樹木のふやし方」 農林出版 1981 P330
- 4) 片岡 寛純、柳沢 聡雄 「広葉樹林とその施業」 地球社 1981 P192
- 5) 広川 俊英、高田 功一、今野 進 「天然林における有用樹種の枝打ち」 第1報
日林北支部講第25号 1976 P54
- 6) 柳沢 聡雄 「広葉樹林とその施業」 地球出版 1981 P186 P170
- 7) 菊沢喜八郎 「広葉樹林施業に関する生態学的研究」 IV 日林北支部講第28号 1979 P32
- 8) “ 「収量—密度図—VI」 北方林業 Vol.33 NO8 1981 P22
- 9) 菊沢喜八郎、浅井達弘、北条貞夫 「落葉広葉樹林の間伐試験」 日林北支部講第25号 1976 P51
- 10) 菊沢喜八郎、高橋幸雄、水井憲雄、浅井達弘、福地 稔、水谷栄一 「ウダイカンバ林の生長量」
日林北支部講第29号 1980 P46
- 11) 菊沢喜八郎、浅井達弘、福地 稔、水谷栄一 「広葉樹二次林の林分構造と生長量」(I) 北海道
林試報第17号 1979 P1～
- 12) 中島 守、戸田清佐、山口 清 「広葉樹育苗試験」(第2報) — 発根におよぼす穂木とホルモン
処理の影響 — 日林中部支部講第26回 1978. 2
- 13) 山口 清、山岸克郎、竹下純一郎 「広葉樹の養苗と山地植栽試験」(予報) 日林中部支部講
第22回 1973. 10.

付表 - 1 枝打ち標本木のくされの侵入状況

樹 種	胸高直径	48~56 肥大生長量	樹 高	枝下高	NO 1	NO 2	NO 3	NO 4	NO 5	NO 6
	cm	cm	m	m	2.2 m 5.0 cm 2.3 cm 7.1 cm 7.7 cm 2.5 cm	3.3 2.5 2.0 — — 4.2	4.1 1.5 0.9 — — 4.1			
イタヤカエデ	10.6	2.1	13.1	5.3						
					4.2 3.0 — — 3.8	5.2 3.4 1.6 — 3.0				
シナノキ	13.0	2.7	12.9	7.4						
					4.5 1.5カレ 1.0 — 5.8 6.0	5.7 1.5カレ 1.3 1.5 4.8 5.0	5.5 1.5カレ — — — —	6.1 1.5カレ 1.4 4.0 7.6 5.0		
ホオノキ	15.0	3.6	16.2	8.2						
					3.2 2.0 — 1.0 6.0 3.5	3.8 4.2 — 1.2 10.0 4.0	4.2 4.3 — 1.5 30.0 4.5			
ヤマザクラ	11.2	0.6	11.8	4.8						
					2.1 3.0カレ — — — —	3.5 2.5カレ — — — —	4.6 1.0カレ — — — —	5.0 2.0カレ — — — —	5.5 2.5カレ — — — —	6.0 3.0カレ — — — —
ク リ	15.0	1.7	15.8	4.4						

注) NO 1~6、上から枝の高さ、太さ、巻き込みの厚さ、枝から上のくされ、下のくされ、くされの深さ。カレ：枯枝打

付表-2 直径階別の積算本数と積算材積 (ha当り)

(50年と56年)

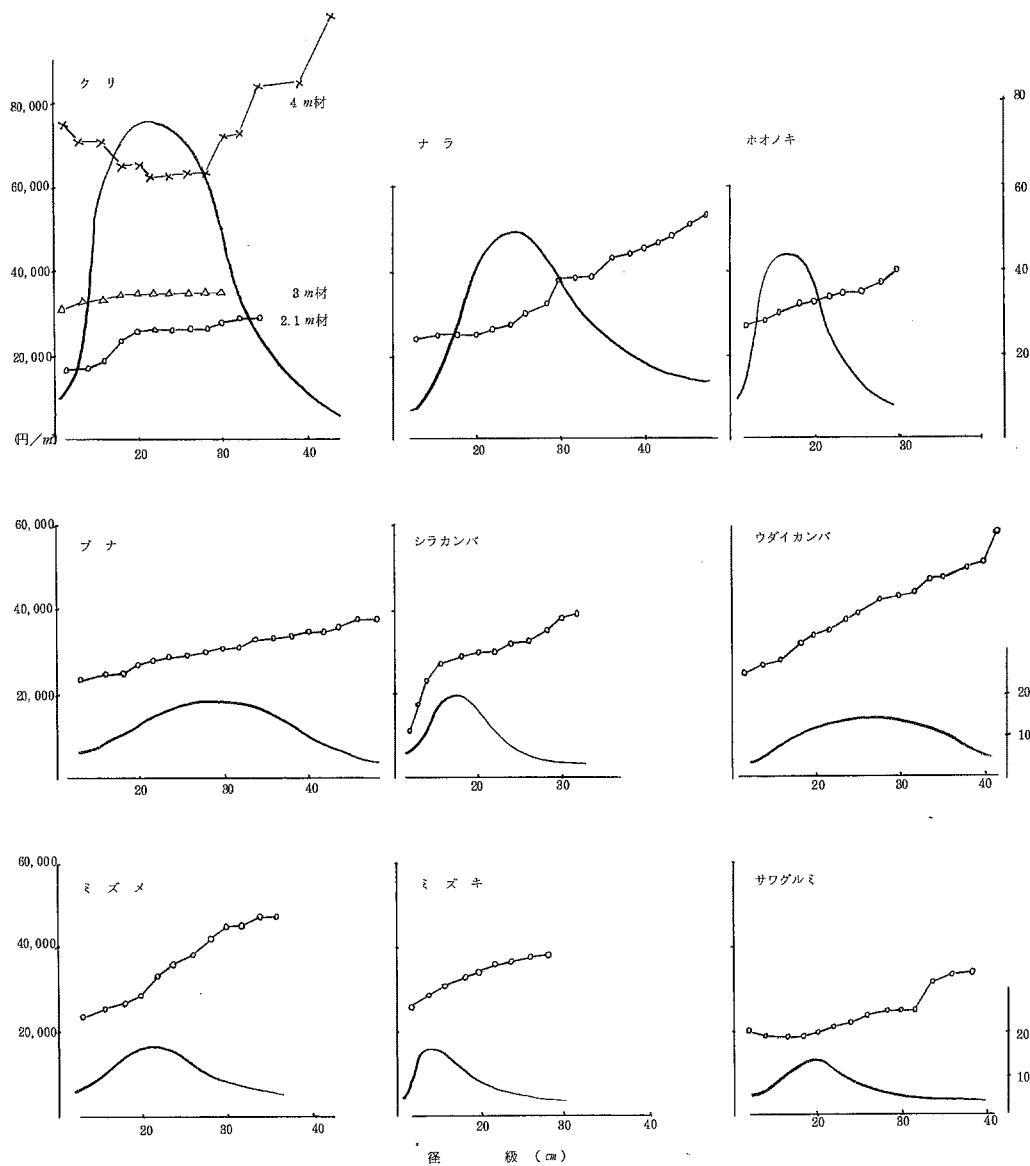
試験地	直 径 cm	300 本 区				400 本 区				500 本 区				対 照 区				
		50N	50 Y	56.N	56.Y	50N	50.Y	56.N	56.Y	50N	50.Y	56.N	56.Y	50N	50.Y	56.N	56.Y	
庄 川	30							10	5.2									
	28							20	9.4									
	26			20	7.2			30	13.0									
	24			50	16.5			50	19.2									
	22			130	35.7	10	3.1	80	31.2	20	4.8							
	20	10	2.0	160	41.7	20	5.5	100	31.2	50	10.8							2.4
	18	60	10.0	210	49.7	70	14.7	200	51.2	70	14.0			30	6.0			10
	16	90	13.6	230	52.1	110	19.5	310	65.6	120	20.0			80	14.0			50
	14	180	21.7	240	53.0	240	31.2	340	68.0	200	27.2			200	28.4			140
	12	220	24.1	250	53.6	320	36.0		70.7	330	35.0			440	50.0			360
清 見	10	240	24.9	260	53.9	350	37.2			450	39.8			830	73.4			550
	8	250	25.2			370	37.4			500	41.3			1330	93.4			920
	6	270	25.3							510	41.4			1960	112.3			1260
														2300	115.7			1770
																		2580
	38							10	9.0									
	36							20	17.1									
	34							40	31.7									
	32					20	12.4	50	37.9									
	30					40	23.4	70	48.9									
	28							80	53.7	20	7.8							
	26			30	11.7	70	35.1	110	65.4									
	24	20	6.6	60	21.6	80	38.4	140	73.5	60	21.0			10	4.8			10
	22	30	9.3	100	32.4	110	46.5	180	81.9	110	34.5			30	15.1			50
	20	90	21.9	110	34.5	130	50.7	230	89.9	160	45.0			80	34.6			90
	18	120	26.7	190	47.3	140	52.3	300	99.0	220	54.6			120	47.8			110
	16	160	31.9	250	55.1	230	64.0	330	101.7	270	61.1			180	64.0			170
	14	230	38.2	270	56.9	260	66.7	350	102.9	350	68.3			200	74.5			250
	12	240	38.8	300	58.7	330	70.9	400	103.7	400	71.3			300	80.9			360
	10	270	40.0			350	71.7	460	108.7	470	73.7			420	87.3			400
	8	310	41.2					530	74.6	500	74.0			560	99.9			102.7
	6					390	72.1			510	74.6			760	111.9			115.3
														920	118.3			125.5
														1240	127.9			134.7
														1810	134.5			141.0
														1810	134.5			146.4

注) 50.N=50年における積算本数/ha 50.Y=50年における積算材積/ha

付表-3 樹種別の利用材積 (0.2~6.2 m)

樹 種	庄 川				清 見			
	300	400	500	対照区	300	400	500	対照区
ク リ	24.6	18.7	38.4	6.6		27.1		5.6
	0.18	0.12	0.15	0.06		0.34		0.28
ホ オ ノ キ	3.7	9.6	3.0	0.5	10.9	14.6	30.2	19.4
	0.19	0.19	0.10	0.05	0.16	0.15	0.17	0.16
ミ ズ キ	4.1		1.5		12.6	4.2	8.8	9.8
	0.21		0.08		0.14	0.08	0.13	0.12
ヤマザクラ	1.6	6.1	17.6	3.8	8.6		1.0	1.2
	0.16	0.12	0.11	0.08	0.17		0.10	0.12
シラカンバ	2.1		3.4	9.6	1.8			2.4
	0.11		0.17	0.11	0.18			0.12
ミズナラ		3.9				10.5	17.4	
		0.20				0.35	0.25	
イタヤカエデ	1.4		0.6	1.9	1.0	1.2	0.6	1.8
	0.14		0.06	0.05	0.10	0.12	0.06	0.09
ハリギリ	3.6			0.4	0.7			3.2
	0.12			0.04	0.07			0.32
トチノキ		2.7		0.7	0.5			
		0.14		0.02	0.05			
ミズメ							2.0	3.9
							0.10	0.20
ウツミズナラ						0.9	2.8	
						0.09	0.07	
ウダイカンバ					1.1	8.4		1.7
					0.11	0.28		0.17
シナノキ						2.0	1.8	
						0.10	0.09	
ウリダカエデ		1.2				1.5	1.0	
		0.12				0.15	0.10	
ヤマハシノキ		1.9		0.2			4.4	
		0.19		0.15			0.22	
オニグルミ		5.1						
		0.25						
キハダ	0.3							
	0.03							
カツラ	1.4							
	0.14							
合 計	42.8	49.2	64.5	23.7	37.2	70.3	70.0	48.0
	0.16	0.15	0.13	0.07	0.14	0.14	0.15	0.13

注) 左側・・・haあたりの利用材積 右側・・・1本あたりの利用材積
対照区は測定木の利用材積



付図-1 高山市場における広葉樹の径級別平均材価と平均出材量
(55.1~6調査)