

1981. 3 No. 4

カラマツ-ヒノキ二段林分の 実態とその間伐方法について	花房	尚 1
異樹種材の集成加工 (I) 広葉樹異種材を集成化した 場合の接着性能	名取	潤 16

山梨県林業試験場

甲府市岩窪町688
Tel (0552) 53-5811~2

カラマツ—ヒノキ二段林分の実態とその間伐方法について

花房 尚

はじめに

皆伐による人工更新は、一般的には単一樹種による単純林で、しかも林冠が一層で形成された単層林で同齡林となるのが普通である。この方法が、画一的に全国で実施される契機となったのは、森林生産力の増強をはかるため、昭和33年より拡大造林計画が実施された時期である。これをさかいに、全国でこの皆伐一斉造林の方法が大面積に実施されるようになり、更新方法の主流として定着して現在にいたっている。

近年森林の多面的機能が重要視されるようになり、この更新方法が非難される一方、作業的にも弊害が生じている。即ち、病虫害、気象害等の異常発生もしくは大発生による被害林分の増加である。例えば、先枯病、枝枯病、マイマイガ、マダラメイガ、凍害、寒風害等による造林地の被害である。これら被害も造林という経済行為の目的を損わない程度の範囲であれば、被害発生をみたとしても、弊害としてさわぐこともないが、団地的、地域的、波状的に壊滅的被害を造林地に発生させることが、今までにしばしばみられる。また、尾根、沢を含めた大面積が皆伐という方法で一時的に裸地化されることによる林地の崩壊、肥沃な表層土の流亡等林地の荒廃につながる現象も弊害の中の大きなウェイトを占める部分であろう。

これら弊害の代償として、この作業法の利点である能率がよいこと、経費が安上がりであることから、全国森林面積の37%、本県では40%が人工化され、国土緑化という面からは大いに貢献した一面もっている。

しかし、皆伐一斉造林による更新方法は、他の方法と比較しても経済的、能率的な優位性は他の作業法の追従を許さぬ経済的利益をもたらすわけであり、傾斜、地質、標高、方位等からみて安全地帯における経済林では、今後とも積極的に取り入れられるべきである。近年、弊害を少なくするために高標高地、急斜地等危険が予想される林地では複層林施業、二段林施業、多段林施業、非皆伐施業等の名称で一斉皆伐更新をさける施業法に対する関心が高まりつつあると同時に、単一樹種以上の混交した森林の造成にも興味と必要性が論じられるようになってきた。

当场においてもこれらの認識の上にならって対応した検討を進めるために、まず既往の造林地の中から、二樹種以上を混交させ、しかも二段林の林冠層がすでに形成されている林分として、県有林甲府事業区119林班に、カラマツ—ヒノキの27年生造林地をみつけ、調査を実施したので、その結果と今後の施業方法に対する検討を加えた。

1 調査林分の現況

カラマツ-ヒノキ二段林施業地は、東八代郡御坂町上黒駒字八町山、県有林甲府事業区119林班は小班に、昭和27年にカラマツ-ヒノキを列状混植栽したものであり、面積は3.15haとなっている。当時列状混植を行なうことは非常に珍しいことであり、造林台帳の記載にも植栽本数等明確でない点もあるが、当初よりカラマツ、ヒノキの混植であったことははっきりしているが、どのような目的をもってこのような植栽形式がとられたかは不明である。

現在の林齢27年で、生立本数、材積、平均直径、平均樹高および10×10mプロットごとの毎木調査結果は表-1、2のようになる。両樹種とも甲府経営計画区第二次経営計画における現実林分収獲予想表地位中にほぼ当てはまる。

表-1 林分の現況

項目 樹種	生立本数	材積	平均直径	平均樹高
カラマツ	965本/ha	148 m ³ /ha	15.9cm	11.9 m
ヒノキ	2,229	71	8.6	6.9
合計	3,185	219	10.6	8.4

一方、県有林全体からみると、県有林第1次経営計画から地位下の附近といえよう。

甲府経営計画区第二次経営計画の収獲予想表をもとにこの林分の全般的生育傾向をみるため、27年における収獲予想表の数値と調査林分の結果を表-3に示した。

収獲予想表の数値はカラマツとかヒノキの単一樹種による数直であるが、調査林分はカラマツとヒノキが列状混植に近い二段林の様相を呈している林分であり、その各々一方の樹種を取り上げて比較したものであるが、一応の生育傾向をみることができよう。

カラマツについてみると、樹高は収獲予想表より3%、直径も9%減である。生立本数が現在でもカラマツ単純林より32%増となっており、しかもこれにヒノキが加わることから直径生長を抑制したものであるが、一方幹材積では13%増となって表われた。これは初期の段階がヒノキとの競合が少なくカラマツ自体の密度が低いため、初期生長が旺盛であったこと、及び生立本数の影響と考えられる。既にカラマツ自体は過密状態となりつつあることは明確である。

一方、ヒノキについてみると、樹高で8%増であったものが直径では14%減と、カラマツの上方面、ヒノキ-カラマツの側方からの圧力で一層直径生長を抑制したことがうかがえる。生立本数も37%増で、材積については直径生長の抑制が反映して21%減となって表われた。ヒノキは既に過密状態となって年数を経過したことがわかる。

表一2 毎木調査集計表

プロット №	個 体 №	本		数		胸高直径 (cm)		樹高 (m)		材積 (m ³)			
		カラマツ	ヒノキ	計	カラマツ	ヒノキ	計	カラマツ	ヒノキ	計			
1	166~189	5	19	24	17.2	10.3	11.7	12.0	7.4	8.6	0.810	0.776	1.586
2	129~165	10	26	36	15.5	8.2	10.2	11.6	6.8	8.1	1.677	0.713	2.390
3	88~128	10	31	41	16.6	7.7	9.9	13.9	6.2	8.0	1.890	0.735	2.625
4	44~87	15	29	44	16.1	8.6	11.1	12.1	6.7	8.6	2.430	0.910	3.340
5	1~43	12	30	42	17.8	7.4	10.4	13.8	5.7	7.8	2.560	0.570	3.130
6	190~224	9	26	35	18.2	8.5	11.0	12.2	6.9	8.5	1.740	0.829	2.569
7	225~254	7カラマツ(1)	21	30	15.8	8.9	11.2	12.3	7.1	8.6	1.200	0.711	1.911
8	255~273	5	14	19	15.2	7.0	9.2	10.4	5.4	6.7	0.640	0.297	0.937
9	274~319	13	33	46	16.9	7.1	9.8	13.2	6.0	8.1	2.260	0.595	2.855
10	320~348	10	19	29	15.5	7.2	10.0	11.6	5.8	7.8	1.540	0.337	1.877
11	482~511	8	22	30	17.9	10.9	12.8	13.1	8.8	9.9	1.520	1.383	2.903
12	452~481	7	23	30	15.3	10.7	11.8	11.9	8.3	9.1	0.980	1.168	2.148
13	419~451	10	23	33	15.9	9.4	11.4	12.2	8.0	9.2	1.630	0.959	2.589
14	376~418	16	27	43	13.4	7.8	9.9	10.7	6.6	8.1	1.440	0.738	2.178
15	34~375	9	18	27	16.6	8.4	11.2	12.2	6.8	8.6	1.320	0.501	1.821
16	512~537	6	20	26	13.4	8.8	11.4	14.7	7.5	9.2	1.690	0.717	2.407
17	538~564	9	17	26	16.6	9.9	12.2	11.7	8.5	9.6	1.400	0.825	2.225
18	565~581	7	10	17	15.7	8.4	11.4	10.7	7.0	8.5	0.800	0.312	1.112
19	582~613	11	21	32	15.1	8.6	10.8	10.7	6.8	8.2	1.280	0.676	1.956
20	614~641	13	15	28	11.7	9.1	10.3	8.8	6.7	7.7	0.740	0.482	1.222
合	計	(1)	444	637	15.8	8.6	10.8	11.9	6.9	8.4	29.547	14.234	43.781

表-3 収穫予想表との比較

樹種	項目	平均直径	平均樹高	本数	幹材積	主副林木材積	備考
カラマツ	収穫予想表 (地位中)	17.4	12.3	730	131	139	主副林木幹材積 は、カラマツ、 ヒノキの合計値
	調査林分	15.9	11.9	965	148	219	
ヒノキ	収穫予想表 (地位中)	10.0	6.4	1,632	90	99	
	調査林分	8.6	6.9	2,229	71	219	

甲府経営計画区第二次経営計画現実林分収穫予想表

これは個々の樹種の単純林との比較であるが、カラマツとヒノキを合せた全林的にみると、材積でカラマツ単純林の1.6倍、ヒノキ単純林で2.2倍の材積生長が得られていることになる。このことは二段林ないし複層林では太陽エネルギーの立体的有効利用が可能であるとの例証であるが、下層木であるヒノキの直径生長の抑制が顕著であることは、材積生長への影響が大きいことがわかる。

二段林施業における育林技術上、下層の明かるさの調節にかかわる上木本数をどのようにするかという上木の密度管理の問題、またどうしても単層林と比べ生長がおくれる下層木の伐期の問題、また上木の保育間伐、間伐のための下木の損傷を最少限度に止める方法等、当面する問題を多く含んでおり、これらの問題については研究の緒についた段階である。

保育の面からこの林分の保育経過をみると、次表のようになる。県有林保育基準と対比してみると下刈については5回実施されているが(表-4)、一般的にみると、カラマツ3~4回、ヒノキ5~7回である。つる切は25年生と27年生の時点で2回実施されているが、保育基準では、7、9、13年生に計3回とされている。除伐は8年と19年に2回実施されているのに対し、保育基準では、

表 - 4 保 育 の 実 績

年 月	林令	保 育 内 容	面 積
昭和 27. 5	0	植付 (ヒノキ、カラマツ数量不明)	3.15 ha
27. 8	0	第1回下刈	3.15
28. 4	1	補植 (ヒノキ948本、カラマツ471本)	
28. 7	1	第2回下刈	3.15
29. 7	2	第3回下刈	3.15
30. 7	3	第4回下刈	3.15
31. 7	4	第5回下刈	4.15
34. 7	7	第1回除伐	3.15
45. 9	19	第2回除伐	4.15
45.12			
51. 9	25	第1回つる切	3.15
53.10	27	第2回つる切	3.15

造林台帳より

11、15年計2回が考えられている。下刈については其の場所の植生の構成状態、植栽木の苗木の大きさ、生育状態によってその時期と回数が技術者の判断により増減されるべきであるが、この林分をみるかぎり、ヒノキ3,000本/ha、カラマツ1,500本/haの植栽と仮定してみると、次年度にカラマツ31%、ヒノキ32%の補植が実施された経過からすると、特にヒノキの補植分は4年間しか下刈が実施されておらず、大苗植栽を実施したとしても草高を脱す以前に下刈が打ち切られた可能性が推測される。

一方、カラマツの基準は4回であり、当初新植分については1回多く実施され補植分は基準通りであり、適当な下刈回数であったことが推測できよう。生育経過の比較の中で保育との関連をみると、下刈はヒノキに対して、初期生長の抑制をもたらし、またつる切の第1回目が25年と遅かったが、これは除伐の時点でつる切も同時に実施されたとすると、第2回除伐時期の19年が遅すぎたことでカラマツ、ヒノキ両方の樹型級を悪化させた原因の1つと考える(表-5) また林分閉後の25年目につる切を実施した後のつる類の発生は少ないことが考えられ、27年目のつる切が必要であったかは疑問である。この林分については、27年間植栽木の密度を調節した経過が台帳に認められず、自然淘汰のみによる成り行きの自然淘汰のみによる成り行きの自然調節であり、カラマツ、ヒノキとも本数密度が高すぎる結果が得られたので、この林分をカラマツ、ヒノキの2樹種を共に生育させるためには、速やかに現時点で間伐を実施することが望ましい。

表-5 樹型級の頻度分布

樹種		カラマツ	ヒノキ
1 級 木		18.7%	5.6%
2 級 木	A	16.1	9.2
	B	6.2	9.5
	C	18.1	22.1
	D	14.5	10.1
	E	3.6	0.5
3 級 木		10.9	21.6
4 級 木		3.1	17.8
5 級 木		8.8	3.6

2 二段林の間伐方法について

二段林の間伐方法のなかで、カラマツ-ヒノキの同時植栽林分について検討を加えてみる。収穫予想表から両樹種の生長の経過を比較してみると次のようになる。(図-1)

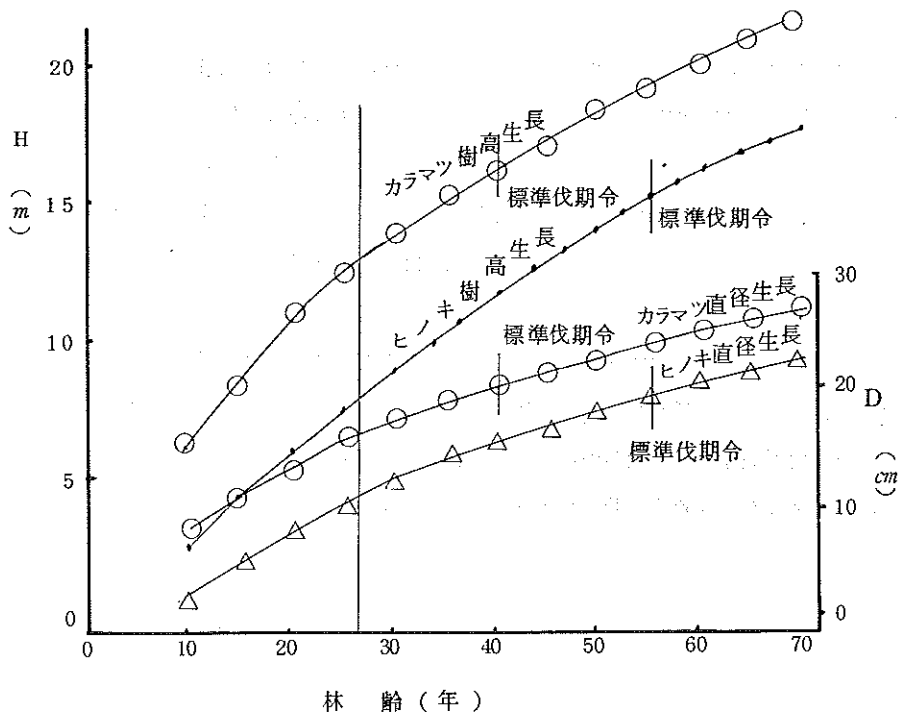


図-1 収穫予想表によるカラマツ、ヒノキの生育状態

当然のことながら樹高、直径の生長ともカラマツの方がよく、樹高生長では30年生くらいまでをさかいに生長差が徐々に拡大されているが、それ以降は逆にその差が短縮され、60年生以降はほぼ4mくらいの差で45年生のころから平行状態となる。このことは同時植栽の二段林においてもカラマツ、ヒノキの両樹種の生長経過もほぼこれと類似したものとなることが予測される。すなわち林齢がすすんでも二段林を維持することがわかる。

またこの林分について経営計画上の制限的因子、また保育上の基準等を示すと次表のようになる。

(表-6)

水源かん養保安林では間伐にかかる伐採をすることができる箇所は、主伐にかかる伐採種を定めない森林のうち樹冠疎密度が10分の8以上の箇所とされており、この林分は10分の8以上であるわけであるが、これらの制限は特に考慮せず、一般林地として検討を進めることとする。

1) 上木の 間伐

カラマツは、ネジレ、曲り等、製材品の欠点が多いことから、これら欠点を少なくするためには、伐期の延長及び芯をもたない製材品が有利であり、従って長伐期でしかも大径材を育てることが今後必要となることが育林上要求されよう。

またカラマツは材価が低いことから間伐回数を

表-6 経営上の制限及び保育基準

項目		樹種	カ ラ マ ツ	ヒ ノ キ
地 種		制 限 林 (水 源 かん 養)		
作 業 団		区 皆 用 - 1 - 1		
伐 期 齢		40年	55年	
保 育 基 準	下 刈	雑草類の最大伸長に対して1.5倍となった時期		
	枝 打	—	樹高8mで $\frac{1}{2}$ 12mで $\frac{3}{5}$ 16mで $\frac{2}{3}$	
	間伐(地利立地位中)	15年(30年)	25年、35年、(45年)	
伐期蓄積(地位中)		204 m ³ /ha	255 m ³ /ha	

多くすることは、現時点ではむずかしい面が多い。材価の将来について予測することは非常に困難であるので、この林分に対して育林上のような上木の管理方法があるか考えてみる。

- A 上木の皆伐→ヒノキ、スギ等の樹下植栽
- B 間伐——主伐——更新
- C 第1回間伐——第2回～3回間伐——主伐——更新

Aの方法について考えてみると、利点としては

- ① 上木であるカラマツがほぼ列状に植栽されているため、伐採時の下木への損傷が少ないこと。
- ② 下木であるヒノキが今後被陰による生長阻害の心配がないこと。
- ③ 伐採木の搬出が容易であり、間伐に要する経費が比較的安いこと。

- ㊦ 伐木量が多く、間伐収入を見込める可能性があることである。
- 逆に欠点としては、
 - ㊧ 下木の風雪害の発生が心配されること。
 - ㊨ 上木伐採跡地に対して人工更新、又は天然更新により、次代の林分を造成する経費と、下刈、つづる切等管理経費を必要とすること。
 - ㊩ 現時点での伐採はカラマツが小径材であるため、下表からもわかるように高い収入を見込める製材品が作れないこと。
 - ㊪ ヒノキだけでは適正配置が困難なことである。

表一七 カラマツ原木形質と木取り材種の関係

原木の形質		主な製材木取り材種
	末口径級 (cm)	主副別材種 (断面寸法 (cm))
3.0~4.0	5~9 (曲り材)	主材 ダンネージ (7.2×7.2、8.5×8.5) 副材 製函用仕組板
3.6 5	9~13 (直材)(曲り材)	主材 押角 (8.5×8.5、9×9、10×10、10.5×10.5) 副材 梱包用板材、パレットけた材など、
3.6 5	13~18 (直材)	主材 心もち正角 (9×9、10.5×10.5、) 梱包用砕材、押角、正割り (4.5×4.5) 副材 むぎ (1.8×10.5) 梱包用板材、パレットけた材等
3.6 5	20~	主材 パレット用天板、心掛り正角、梱包用砕材、 副材 ヌキ、正割り、4分板など
1.2~2.7	16上、曲り材	主材 パレット用天板、梱包用砕材、 副材 パレット用けた材、製函用仕上組板など

1.978 鎌田

Bの方法は現時点で主伐時の本数まで間伐して林内照度を明かるくすることにより、下木の生長を期待するものである。しかし、上木は大幅な本数減により上木自体の疎林状態が長期間持続するため、カラマツは年輪幅の広い大径材に生長することが予測され、一般大径材の生産が期待される。

- ㊫ 大径材生産が可能と考えられること。
- ㊬ 下木であるヒノキに対する保護効果が期待できること。
- ㊭ ヒノキの樹高生長率の最大となる相対照度が27%であることから、樹高生長の促進効果が期待できること。
- ㊮ カラマツ間伐量が多くなり、間伐採算性が期待できることである。

欠点としては

- ㊯ 上木伐採による下木の損傷及びかかり木により間伐工期の低下が心配されること。

㊸ 上木の急激な疎開による上木の風雪害の発生の危険があること。

㊹ 上木の疎林状態により、上木の枝下高が低く、ヒノキの梢端の損傷の危険等があり、下木のヒノキの形質を悪化さす可能性があることである。

㊺ Cの方法は、林業的にみると最も標準的な方法であり、急激な疎開をさけて、生長に応じた適正本数により林分の育成をはかるものであり、カラマツの場合は枝下高も高まり、理想的方法である。このような方法によれば、年輪幅の比較的均一な優良材生産を期待できる。この方法の利点は、

㊻ 優良材生産に適していること。

㊼ 適正な密度管理により急激な林冠の疎開もなく、風雪害等諸被害の危険性が少ないこと。

㊽ 下木に対する十分な保護効果が期待できること。

㊾ 適正な林内照度を確保することにより下木の上長生長の促進が期待されること。

欠点としては、

㊿ 間伐による下木の損傷の危険性があること。

㊽ 間伐、搬出経費がかさむことである。

これらの利害を考慮すると、Aの方法は、上木の樹種に対して将来の期待がもてないとか、上木が諸被害により形質的に劣悪で、今後生育しても価値がないと判断された場合、また下木育成のために上木のあることが支障になる場合等がこの方法を採用されるものとする。Bの方法については、あの程度の間伐採算性を考慮しなければならない場合、上木がある程度あっても下木の生長に影響を与えない場合、上木の価値が余り高くない場合、労務事情や地利的条件が良くなく再度の間伐の実行が見込めない場合、下木を重点的に育成しようとする場合等に実施される方法であろう。Cの方法については、間伐採算性を余り考慮に入れず優良材生産により主伐時の収入に依存してもよい場合、労務事情地利的条件がよい場合等、集約的林業をめざす場合にこの方法が適していると考えられる。

そこでこの調査林分に対する間伐方法をこれらの前提をもとに考えると、この林分は上木がカラマツで現在材価も低迷しており、一方下木のヒノキの優良材は高価格を維持しており、下木優先に育成を計ることが現時点では適当であろう。また地利的条件は比較的良いとはいえ、県有林経営の現状をみると、経営および労務の事情は必ずしも良好とはいえ、第2回、第3回等回数を重ねた間伐を今後見込めるかどうか疑問である。これらの判断のもとに調査林分の上木に対する間伐方法は、Bの方法が最も適当と考えられる。

2) 上 下 の 間 伐

下木であるヒノキの樹型級分布をみると決して良いものとはいえ、間伐のおくれによる上木の被圧、下木自身の側圧をうけたことがはっきりしているが、間伐を実施することにより、2級木のC、3級木が今後樹型を回復して生長するであろうことが予側される。一般的にヒノキ林分は優勢

木の集中した分布をせず、全体にはほぼ均等に分配し、その間に劣勢木が塊状に分布しているといわれ、齊藤、菅、四手川（1966）は、小さい個体から順次間伐する「小径木間伐」がヒノキ林分の現実に適合しているといっている。川田は18年生林分に対してB種およびC種間伐を実施し、7年後の生長量を調査し、下表の結果を得ている。（表-8）。間伐の実施により単木の生長量は間伐強度が強いほど

表-8 ヒノキ間伐試験結果

高いことがわかるが、強度な間伐のC種間伐林では枝が太くなり、節が多い傾向が目についたという。また木梨は40年生ヒノキ林に間伐試験

項目	間伐歩合		1本当たり材積		
	本数率	材積率	間伐時	7年後	生長量
無間伐	0%	0%	0.0303	0.0700	0.0297
B種間伐	49.0	32.8	0.0375	0.0738	0.0353
C種間伐	64.6	49.2	0.0328	0.1034	0.0706

（川田1934）

を実施し、次表の結果を得ている（表-9）。間伐3年後になって次第に処理の差が現われており、間伐の強い方がすぐれているとしている。

各地の試験結果を総合してヒノキの間伐方法を考えてみると、間伐率が高いほど単木生長量が増加し、ばらつきが少なくなることがわかるが、一方、枝が多くしかも太いことや、また枝下が低く形質上の低下が心配される。ヒノキ材は材価も高く、節の大小、多少により、価格が大きく左右されることから、齊藤らの言う「小径木間伐」的取扱いを考慮に入れた中でB種間伐くらいが適当な方法であると考える。

表-9 ヒノキ間伐後の年度別生長量

立木度	年 度	1aあたり生長量 m
2,000本	1961	1.60
	1962	2.35
	1963	3.81
	1964	4.94
	計平均	3.18
1,500本	1961	1.99
	1962	2.70
	1963	4.57
	1964	6.03
	計平均	3.82
1,000本	1961	2.01
	1962	3.19
	1963	5.98
	1964	8.10
	計平均	4.82

注：1960年間伐施行（木梨）

3 調査林分の間伐方法について

いままでに述べたことから、カラマツ-ヒノキの二段林、調査地の間伐方法について考えると、上木であるカラマツの間伐は第1回の間伐で、主伐まで間伐を実施しない方式、下木については「小径木間伐」的なB種間伐を実施することが望ましいと考えられる。

そこで、 $50 \times 40 \text{ m}$ の標準地を設け、毎木調査(表-2)、樹型級調査(表-10)、立木配置等について、 10 m 方形プロットを設定して調査を実施した。上記の方針に基づいて、毎木調査、樹型級調査から配置図をもとに適正立木配置を考慮に入れて、図上で間伐木の選定を行なった結果を次表に示した。(表-11)。

間伐の場合は全体の本数間伐率で47.4%、上木のカラマツは60.1%、下木のヒノキ41.9%となり、間伐後の立木本数は全体で1675本/ha、カラマツ385本/ha、ヒノキ1290本/haとなる。これは密度管理図から収量比数(Rg)はカラマツ0.5、ヒノキ0.6~0.7にあたる。一方、材積間伐率は全体で35.0%、カラマツは40.6%、ヒノキは23.3%となり、間伐量は $76.7 \text{ m}^3/\text{ha}$ うちカラマツが $60.1 \text{ m}^3/\text{ha}$ 、ヒノキが $16.6 \text{ m}^3/\text{ha}$ となる。また間伐後の蓄積は全体で $142.5 \text{ m}^3/\text{ha}$ 、うちカラマツが $87.9 \text{ m}^3/\text{ha}$ 、ヒノキが $54.6 \text{ m}^3/\text{ha}$ である。

この図上間伐の結果をみると、下木であるヒノキの材積間伐率が比較的低い値として現われたが、これは前にも述べたように上木のカラマツの被圧、ヒノキ、カラマツの側圧により、直径生長の抑制のため小径木を多く含んでいたためである。(図-3)。

また、間伐実施の段階で上木の伐倒時に下木を損傷する場合が考えられるので、下木の間伐数量は実施段階で多少の変更を生じる可能性を含んでいる。そこでこのような二段林の間伐を実施する場合、上木の選木、伐倒を行った後に下木の選木、伐倒を実施する必要もあるのではないかと考えられる。

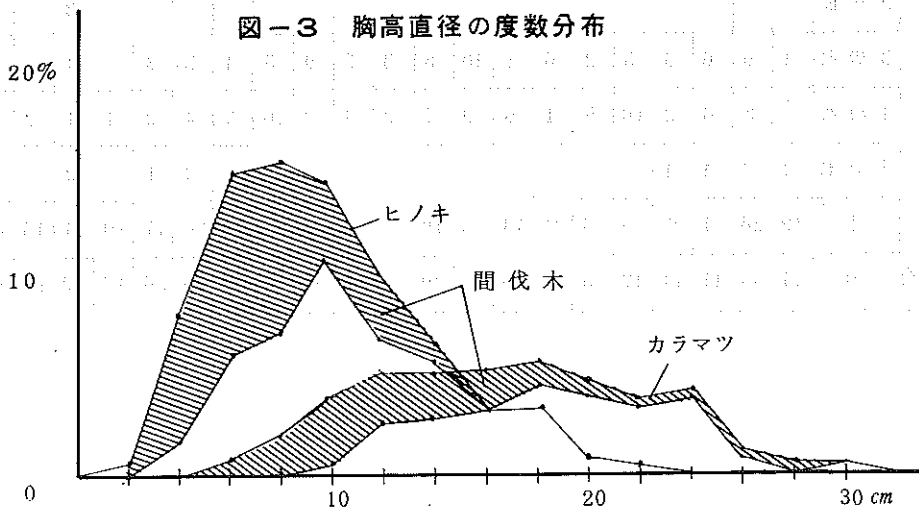


表-10 樹型級別頻度

樹種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	合計	比率		
カラマツ	1級木		2	3		2	1	2		3	2	3	1	1	4	2	3	2	2	2	1	36	18.6	
	2級木A	1	3	2	3		2	3	1	6		1	2	2	1	1				2	1	31	16.1	
	2-B			1					1		1		1		3	1	1				2	1	12	6.2
	2-C				3	4		2	2	3	2	2		1	4	3			2	3	4	35	18.1	
	2-D	2	3	1	2		3		1	1	2		2	1	3	2	1	1	1	1	2	2	28	14.5
	2-E					2	1				1							1				1	7	3.6
	3級木		1	1	3	2		1			1		1	2	1		1	3	2	1	1	21	10.9	
	4級木			1	1	1	1								1							6	3.1	
	5級木	2	1	1	3	1	1				1	2		1					1		1	2	17	8.8
	計	5	10	10	15	12	9	8	5	13	10	8	7	10	16	9	6	9	7	11	13	193	100	
ヒノキ	1級木			2	3			1				1	2	1		2	2	4	1	4	2	25	5.6	
	2級木A	2	5	2	3	4	2	1	1			2	3	2	4		1	5			2	2	41	9.2
	2-B	2		3	2	1	3	1		4	1	5	5	2	4	3	2			2	2	42	9.5	
	2-C	7	3	5	5	4	9	6	3	9	4	7	7	6	2	6	6	2	3	1	3	98	22.1	
	2-D	2	4	3	2	6	5	5	3	1	4	1	1	1	2		1			3	1	45	10.1	
	2-E																				2		2	0.5
	3級木	4	6	6	8	5	2	6	1	10	8	3	2	9	5	4	2	3	5	4	3	96	21.6	
	4級木		8	6	2	10	5	1	6	9	2	2	3	2	10	3	4	2	1	1	2	79	17.8	
	5級木	2		4	4							1					2	1		2		16	3.6	
	計	19	26	31	29	30	26	21	14	33	19	22	23	23	27	18	20	17	10	21	15	444	100	
合計	24	36	41	44	42	35	29	19	46	29	30	30	33	43	27	26	26	17	32	28	639	-		

表一11-1 本数、胸高直径の間伐前後の状態

プロット №	本数												胸高直径						(平均)cm
	カラマツ			ヒノキ			計			カラマツ		ヒノキ		計					
	間伐前	間伐後	間伐木	間伐前	間伐後	間伐木	間伐前	間伐後	間伐木	間伐前	間伐後	間伐木	間伐前	間伐後	間伐木	間伐前	間伐後	間伐木	
1	5	3	2	19	10	9	24	13	11	17.2	16.7	18.0	10.3	11.9	8.4	11.7	13.0	10.2	
2	10	3	7	26	12	14	36	15	21	15.5	22.3	12.6	8.2	9.0	7.4	10.2	11.7	9.1	
3	10	4	6	31	12	19	41	16	25	16.6	21.0	13.7	7.7	9.8	6.4	9.9	12.6	8.1	
4	15	5	10	29	15	14	44	20	24	16.1	19.0	14.6	8.6	10.5	6.5	11.1	12.7	9.9	
5	12	4	8	30	16	14	42	20	22	17.8	21.8	15.9	7.4	8.2	6.5	10.4	10.9	9.9	
6	9	3	6	26	14	12	35	17	18	18.2	21.3	16.7	8.5	0.1	6.6	11.0	12.1	9.9	
7	8	4	4	21	12	9	29	16	13	15.8	18.3	13.3	8.9	9.3	8.3	10.8	11.6	9.8	
8	5	2	3	14	7	7	19	9	10	15.2	18.0	13.3	7.0	8.9	5.1	9.2	10.9	7.6	
9	13	5	8	33	16	17	46	21	25	16.9	19.8	15.0	7.1	7.9	6.2	9.8	10.8	9.0	
10	10	4	6	19	14	5	29	18	11	15.5	17.8	14.0	7.2	7.7	5.6	10.0	9.9	10.2	
11	8	5	3	22	12	10	30	17	13	17.9	19.6	15.0	10.9	13.0	8.4	12.8	14.9	9.9	
12	7	3	4	23	15	8	30	18	12	15.3	20.0	11.8	10.7	12.8	6.9	11.8	14.0	8.5	
13	10	5	5	23	15	8	33	20	13	15.9	19.4	12.4	9.4	9.9	8.5	11.4	12.3	10.0	
14	16	6	10	27	16	11	43	22	21	13.4	15.7	12.0	7.8	9.4	5.5	9.9	11.1	8.6	
15	9	4	5	18	12	6	27	16	11	16.6	17.5	15.8	8.4	9.4	6.5	11.2	11.4	10.7	
16	6	3	3	20	13	7	26	16	10	13.4	26.7	13.7	8.8	10.5	5.4	11.4	13.6	7.9	
17	9	2	7	17	14	3	26	16	10	16.6	23.0	14.7	9.9	11.1	4.3	12.2	12.6	11.6	
18	7	4	3	10	8	2	17	12	5	15.7	13.5	18.7	8.4	8.9	6.5	11.4	10.4	3.8	
19	11	4	7	21	13	8	32	17	15	15.1	18.0	13.4	8.6	9.6	6.9	10.8	11.6	9.9	
20	13	4	9	15	12	3	28	16	12	11.7	13.0	11.0	9.1	9.5	7.3	10.3	10.4	10.2	
計	193	77	116	444	258	186	637	335	302	15.9	18.8	14.0	8.6	9.9	6.7	10.8	11.9	9.5	
ha当り	965	385	580	2220	1290	930	3185	1675	1510										

注 1) 本数間伐率 ○上木(カラマツ) $\frac{116}{193} \times 100 = 60.1\%$ 、○下木(ヒノキ) $\frac{186}{444} \times 100 = 41.9\%$ 、○全体 $\frac{302}{637} \times 100 = 47.4$

2) 材積間伐率 ○上木(カラマツ) $\frac{12,027}{29,597} \times 100 = 40.6\%$ 、○下木(ヒノキ) $\frac{3,315}{14,241} \times 100 = 23.3\%$ 、○全体 $\frac{15,342}{43,838} \times 100 = 35.0$

表一11-2 樹高、材積の間伐前後の状態

プロット No.	樹 高 (平均) m						材 積 m ³												
	カラマツ		ヒノキ		計		カラマツ		ヒノキ		計								
	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後							
1	12.0	11.3	13.0	8.7	7.4	8.6	6.8	8.6	9.2	7.9	8.10	0.380	0.430	0.776	0.560	0.216	1.586	0.940	0.646
2	11.6	18.3	8.7	6.8	6.8	8.1	6.3	7.4	9.6	7.1	1.677	1.200	0.477	0.720	0.410	0.310	2.397	1.610	0.787
3	13.9	18.5	10.8	6.2	6.2	8.1	5.3	7.6	0.3	6.6	1.890	1.350	0.540	0.735	0.454	0.281	2.625	1.804	0.821
4	12.1	14.6	10.8	6.7	6.7	8.1	5.2	8.6	9.8	7.5	2.430	1.150	1.280	0.910	0.726	0.184	3.340	1.876	1.464
5	13.8	16.0	11.5	5.7	5.7	7.8	5.8	7.8	7.8	7.9	2.560	1.260	1.300	0.570	0.396	0.174	3.130	1.656	1.474
6	13.2	19.0	10.3	6.9	6.9	8.5	5.8	8.5	9.8	7.3	1.740	1.010	0.730	0.829	0.579	0.250	2.569	1.589	0.980
7	12.3	13.8	10.8	7.1	7.1	8.6	6.6	8.6	9.1	7.8	1.200	0.790	0.410	0.711	0.448	0.263	1.911	1.238	0.673
8	10.4	13.5	8.3	5.4	5.4	6.7	4.0	6.7	8.2	5.3	0.640	0.450	0.190	0.297	0.232	0.065	0.937	0.682	0.255
9	13.2	15.8	11.6	6.0	6.0	8.1	5.5	8.1	8.8	7.5	2.260	1.260	1.000	0.595	0.384	0.211	2.855	1.644	1.211
10	11.6	13.8	10.2	5.8	5.8	7.8	6.1	7.8	7.8	7.8	1.540	0.830	0.710	0.337	0.280	0.057	1.877	1.110	0.767
11	13.1	14.4	11.0	8.8	8.8	9.9	7.2	9.9	1.4	8.1	1.520	1.190	0.330	1.383	1.060	0.323	2.903	2.250	0.653
12	11.9	14.7	9.8	8.3	8.3	9.1	6.1	9.1	0.3	7.3	0.980	0.730	0.250	1.168	1.020	0.148	2.148	1.750	0.398
13	12.2	14.0	10.4	8.0	8.0	9.2	7.5	9.2	9.7	8.8	1.630	1.130	0.500	0.959	0.709	0.250	2.589	1.839	0.750
14	10.7	11.8	10.0	6.6	6.6	8.1	5.4	8.1	8.7	7.6	1.440	0.770	0.670	0.738	0.539	0.145	2.178	1.363	0.815
15	12.2	13.3	11.4	6.8	6.8	8.6	5.8	8.6	8.8	8.4	1.320	0.700	0.620	0.501	0.417	0.084	1.821	1.117	0.704
16	14.7	16.7	12.7	7.5	7.5	9.2	6.0	9.2	9.9	8.0	1.690	1.370	0.320	0.716	0.636	0.081	2.407	2.006	0.401
17	11.7	18.0	9.9	8.5	8.5	9.3	4.7	9.6	0.4	8.3	1.450	0.730	0.720	0.825	0.810	0.015	2.275	1.540	0.735
18	10.7	19.8	12.0	7.0	7.0	8.5	6.0	8.5	8.1	9.6	0.900	0.310	0.490	0.312	0.285	0.027	1.112	0.595	0.517
19	10.7	12.5	9.7	6.8	6.8	8.2	7.4	8.2	8.6	7.7	1.280	0.690	0.590	0.676	0.504	0.172	1.956	1.194	0.762
20	8.8	9.5	8.4	6.7	6.7	7.7	7.1	7.7	7.7	7.7	0.740	0.270	0.470	0.482	0.423	0.059	1.222	0.695	0.527
平均及計	11.9	14.2	10.4	6.9	6.9	8.4	5.8	8.4	9.2	7.6	29.597	17.570	12.027	14.241	10.926	3.315	43.838	28.486	15.342
ha当り											147.985	87.850	60.135	71.205	54.630	16.575	219.190	142.480	76.710

おわりに

二段林における間伐の重要な点は、下木の生育を抑制しない明るさを確保し、しかも上木が適正な密度を保つことにある。

今回図上で間伐計画を考えた中では、上木の間伐率を大きくしたため、明るさの面からは下木の生育を抑制する心配はないにしても、上木が当分の間、疎であるため、枝が太く、枝下高が低くならないか、また雪害の心配はないかということが気がかりである。

しかし、間伐取支についても考慮を加えれば、現時点では比較的妥当な方法であると考えられる。

全国的にカラマツ・ヒノキの二段林の間伐についての事例およびその結果についての報告がみあたらないので、仮定予測の上での間伐計画であることを理解しておいていただきたい。

今後、上木の大きさ、密度および樹種による林内照度との関係、照度と生育の関係等、施業を進めるにあたり解明せねばならない研究分野の課題と事業を実行するために解明しなくてはならない上木伐倒による下木の損傷を最小限に止める方法、搬出等多くの解決を急ぐ問題がある。

また、本試験地のように植栽後27年間も植栽木の密度調節を実施せず、その結果、樹型級が悪化した林分として例外であるかもしれない。しかし、人工林において密生林除伐という方法が堂々と実施されている現在では、より集約的施業が要求される二段林施業を大規模に採用することは、まだ時期尚早であり、計画部門と実行部門との討議とコンセンサスが得られた後に取り組まなければならない問題であることを、この調査取りまとめの中で痛感した。

今後の研究を進めるにあたり、ご批判、ご助言、ご指導をいただければ幸である。

本論文は、昨年10月29日急逝された専門研究員 花房尚氏の遺稿です。

場 長 遠 藤 昭

異樹種材の集成加工（１）

広葉樹異樹種材を集成化した場合の接着性能

名 取 潤

はじめに

強度的に異なる異樹種材を、合理的な構成方法で積層接着することは、構造用集成材の性能アップの面で、有効な手段である。とくに、材質的に劣る間伐材、樹梢材などを集成化して利用する際、検討していく必要がある。また、広葉樹などでは、材色の異なる異樹種を組合せることによって、パターンの美しい家具材を作ることができる。さらに、端材などの、単一樹種のそろいにくい材料を利用して、造作用集成材を製造することは、資源の有効利用上からも重要である。

しかし、今までに開発された多種類の接着剤について、これもまた多種にわたる異樹種を組合せて接着した場合の接着性能については、まだデータが十分に集積されていない現状にある。

このような状況から国においては、大型プロジェクト研究「国産材の多用途利用開発に関する総合研究」の一部として、異樹種の集成化技術の研究をとりあげ、昭和54年度より公立林業試験研究機関が参画して実施しているが、当场でもこれに参加して研究を進めている。

今回報告する試験は、広葉樹低質材の有効利用を計るため、比重の比較的に類似した、広葉樹3樹種について、その基礎的な接着性能を調べたものである。

1 試験方法

1) 供試材

供試材は、ミズメ、カエデ、カンバの3樹種を用いた。カエデ、カンバについては、正確な樹種名の識別はできなかったが、イタヤカエデ、マカンバと思われた。

丸太の径級は、20cm前後のものを用い、いずれも、巾11.5cm、厚さ2.8cm、材長2mの板目板に製材した。

挽板は、I F式木材乾燥室を用いて、人工乾燥を行い、含水率10%前後に調整した。

2) 接着剤

接着剤は、ユリア樹脂系接着剤、水性ビニールウレタン系接着剤、レゾルシノール樹脂系接着剤の3系統でA社製の、U-105（ユリア系）、P-127（水性ビニールウレタン系）、D-33（レゾルシノール系）の3種を用いた。

3) ブロック圧縮せん断試験

上記3樹種について、プレーナー仕上を行い、厚さ1.5cm、巾11.5cm、長さ35cmの板目板を

木取り、ミズメとミズメ、ミズメとカエデなど、考えられる6種の異なる組合せ条件で、2プライの集成体を、3種類の接着剤について、それぞれ3体ずつ作成した。

表-1に、それぞれの接着条件を示した。

表-1 接着条件

接着剤 樹種		U-105 (ユリア系)			P-127 (水性ビニールウレタン系)			D-33 (レゾルシンノール系)		
		ミズメ	カエデ	カバ	ミズメ	カエデ	カバ	ミズメ	カエデ	カバ
挽板条件	気乾比重	0.73	0.67	0.67	0.73	0.67	0.67	0.73	0.67	0.67
	木目	板目	板目	板目	板目	板目	板目	板目	板目	板目
	含水率(%)	8.4	8.5	8.9	8.4	8.5	8.9	8.4	8.5	8.9
接着時温度(°C)		10			14			15		
塗布量(g/m ²) 片面塗布		250			180			300		
配合比		主剤	硬化剤	小麦粉	水	主剤	硬化剤	主剤	硬化剤	充填剤
		100	4	15	10	100	20	100	15	10
推積時間(分)		0~18			0~15			0~30		
圧縮圧力(Kg/cm ²)		15			15			15		
圧縮温度(°C)		18~21			20~22			20~25		
圧縮時間(時間)		24			5			24		
養生温度(°C)		12~19			12~19			12~19		
養生期間(日)		14			14			14		

養生後、各試験体よりそれぞれ4個ずつテストピースを木取り、JIS-K6852-1976に準拠して、ブロック圧縮せん断試験を行った。実施した試験は、次の3種類である。

- 常態試験：試験片をJIS-K6848の3.1の試験片の状態に48時間以上放置した後、そのままの状態試験する。
- 耐温水試験：試験片を60±3°Cの温水中に3時間浸せきした後、室温の水中に冷めるまで浸し、ぬれたままの状態試験する。
- 煮沸繰り返し試験：試験片を沸騰水中に4時間浸せきした後、60±3°Cの空气中で20時間乾燥し、再び沸騰水中に4時間浸せきする。この処理後、室温の水中に冷めるまで浸し、ぬれたままの状態試験する。

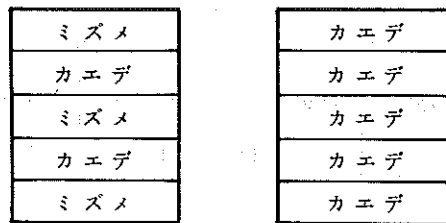
造作用を対象とした、ユリア樹脂接着剤で接着したものに対しては、常態試験、耐温水試験を実施した。水性ビニールウレタン樹脂接着剤で接着したものについては、造作用、構造用の両方の可能性を考えて、常態試験のほかにも、耐温水試験、煮沸繰り返し試験を実施した。レゾルシノール樹脂接着剤で接着したものについては、構造用を対象として、常態試験、煮沸繰り返し試験を実施した。

試験機は、アムスラー万能試験機を用い、荷重速度が、毎分1000Kg以下になるようにして、破断させ、接着強さ、木部破断率を求めた。

4) 浸漬はく離試験

ブロック圧縮せん断試験と同様に、3樹種について、プレーナー仕上を行い、厚さ2.5cm、巾11.5cm、長さ35cmの板目板を木取り、前述した6種類の組合せ条件について、図-1に示すような交互積層を行い、5プライの集成材を、ユリア樹脂接着剤、レゾルシノール樹脂接着剤については1体ずつ、水性ビニールウレタン樹脂接着剤については2体作成した。

接着条件は、表-1に示した条件で接着した。



(ミズメ×カエデ) (カエデ×カエデ)

図-1 ラミナの構成方法

各集成材より、3体ずつ、テストピースを木取り、集成材のJAS規格に準拠して、浸漬はく離試験を実施した。JAS規格による浸漬はく離試験の条件を示す。

(a) 室温水浸漬はく離試験：造作用集成材を対象としたもので、木口断面をそのままにした75mmの試験片を3個作成し、室温水中に6時間浸漬した後、 $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ の恒温乾燥器中に入れて、18時間乾燥させる。木口断面に生ずる3mm以上のはく離長さを測定し、次式によりはく離率を求めらる。

$$\text{はく離率(\%)} = \frac{\text{両木口面のはく離の長さの合計}}{\text{両木口面の接着層の長さの合計}} \times 100$$

(b) 煮沸はく離試験：構造用集成材を対象としたもので、(a)と同様な試験片について、沸騰水中に5時間浸漬し、更に室温の水中に1時間浸漬する。その後、 $60 \pm 3^{\circ}\text{C}$ の恒温乾燥器中に入れて、18時間乾燥させたときのはく離を調べ、(a)と同様の計算式により、はく離率を求めらる。

造作用を対象とした、ユリア樹脂接着剤で接着したものについては、室温水浸漬はく離試験を

実施した。水性ビニールウレタン樹脂接着剤で接着したものについては、室温水と煮沸はく離試験を実施した。レゾルシノール樹脂接着剤で接着したものについては、煮沸はく離試験を実施した。

2 試験結果

1) ブロック圧縮せん断試験

ブロック圧縮せん断試験のうち、常態試験の結果を図-2に示した。せん断強さについては、平均値と、最大、最小値を、また、木部破断率については、平均値を棒グラフで示した。せん断強度は、いずれの接着剤についても、また、どの樹種の組合せについても、集成材のJAS規格の広葉樹A類の基準値、 60 Kg/cm^2 を上まわっていた。樹種、接着剤による接着力の違いは認められなかった。木部破断率については、全体に低く、ユリア樹脂接着剤とレゾルシノール樹脂接着剤の一部が、JAS規格の基準値をこえたのみで、レゾルシノール接着剤についても、満足な結果が得られなかった。木部破断率の見方には、個人差もあるが、この結果については、片面塗布、充填剤の配合比、塗布量など接着操作についても、再検討が必要と思われたので、再試験を実施中である。水性ビニールウレタン樹脂接着剤については、特に低かった。

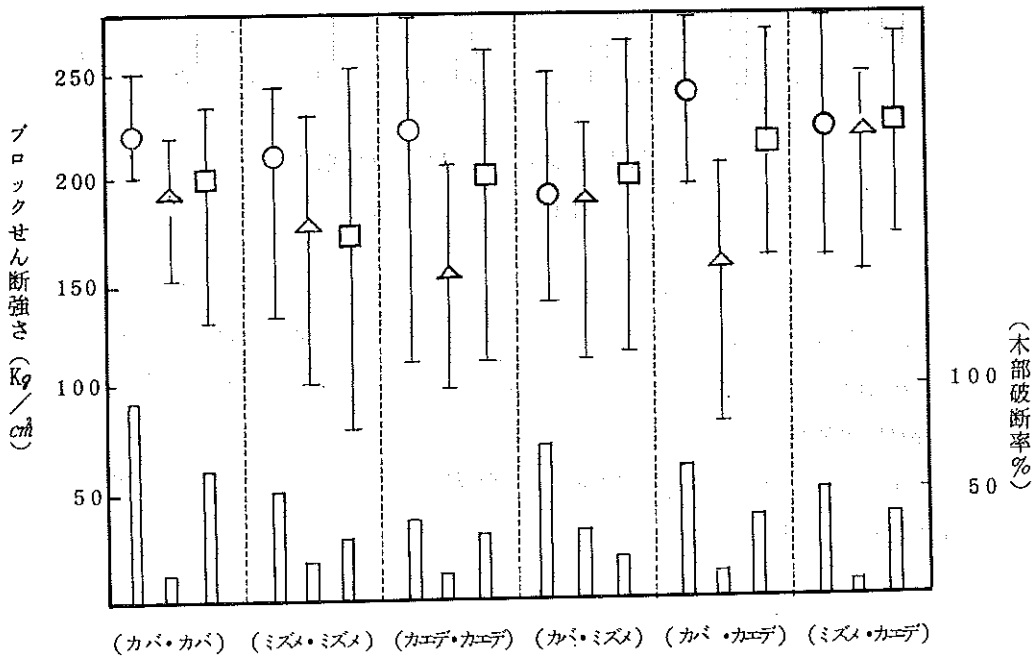


図-2 常態ブロックせん断試験の結果

○: U-105

△: P-127

□: D-33

木部破断率については、ブロックせん断強さとの間にあまり相関がないらしく、せん断強さが低い場合には、木破が重要性を持ってくるようである。

次に、促進試験である耐温水ブロックせん断試験と煮沸繰り返しブロックせん断試験の結果を、図-3、図-4に示した。

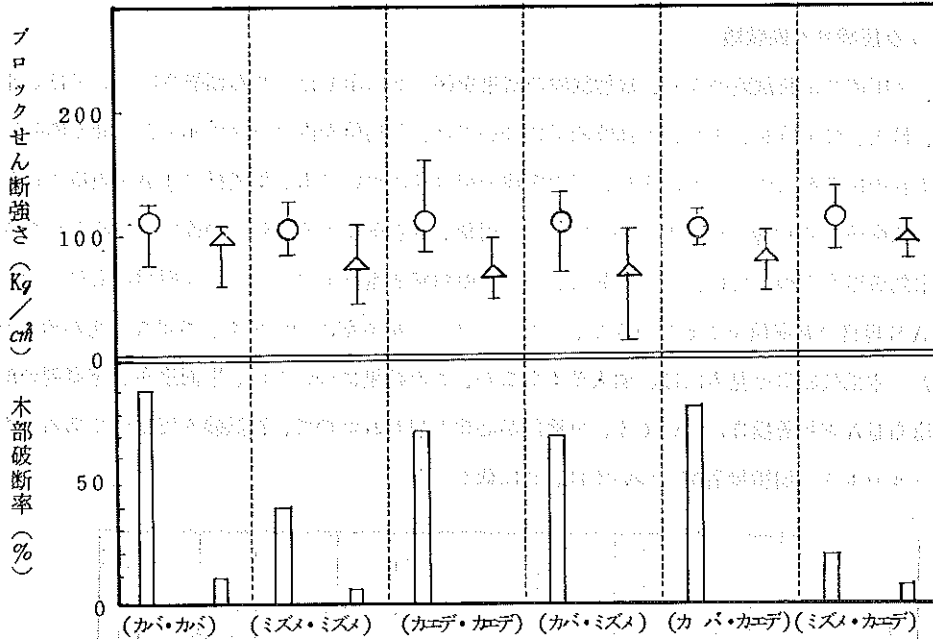


図-3 耐温水ブロックせん断試験の結果

○: U-105 △: P-127

いずれの試験においても、水性ビニールウレタン樹脂接着剤で接着したものが、せん断強度も低く、木部破断率も低い結果となった。樹種の組合せ方による、接着力の差は認められなかった。

2) 浸漬はく離試験

造作用集材材を対象にした、室温水浸漬はく離試験の結果を、図-5に示した。図中には、はく離率の最大値と、平均値を示した。

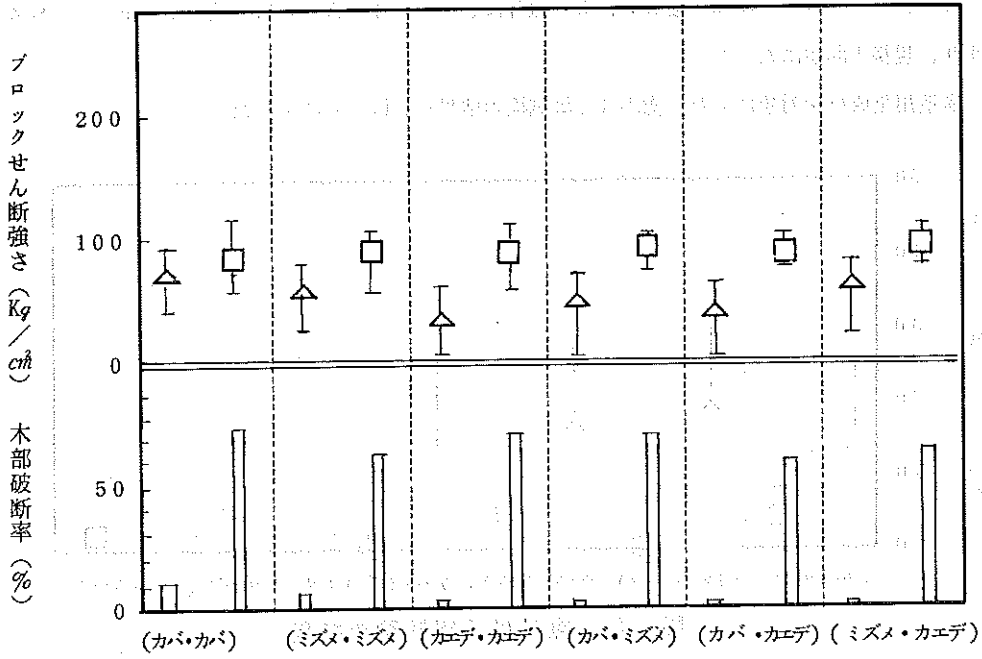


図-4 煮沸繰り返しブロックせん断試験の結果

△: P-127 □: D-33

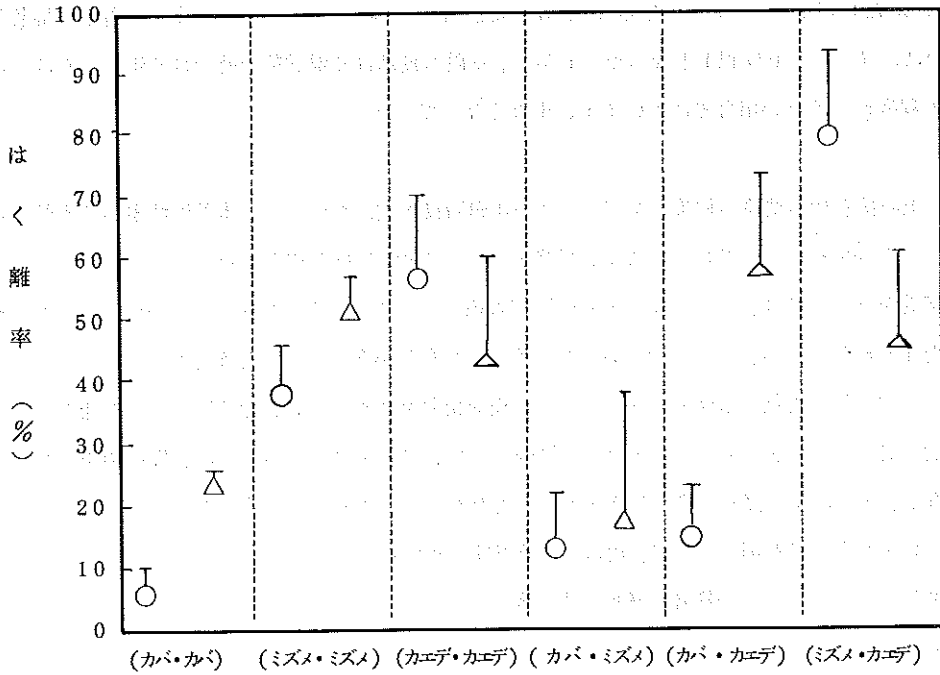


図-5 室温水浸漬はく離試験の結果

○: U-105 △: P-127

カバとカバをユリア樹脂で接着したもの以外は、いずれもJAS規格の基準値である10%を上まり、規格上問題になった。

構造用集成材を対象にした、煮沸はく離試験の結果を、図-6に示した。

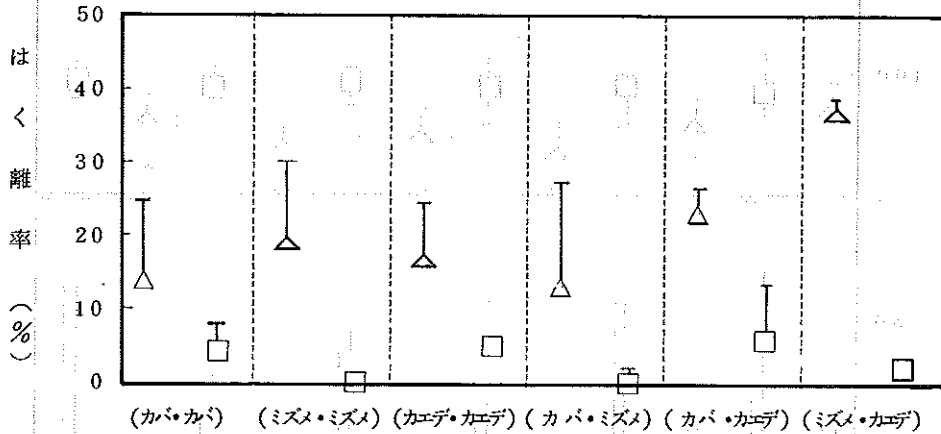


図-6 煮沸はく離試験の結果

△: P-127 □: D-33

レゾルシノール樹脂接着剤で接着したものは、カバとカエデの組合せの最大値が10%をこえた以外、すべて10%以下であった。水性ビニールウレタン樹脂接着剤で接着したものは、すべて10%以上となった。しかし、室温水浸漬はく離試験の時のはく離率よりは、はく離の程度がいずれの組合せについても、少なくなっていた。

以上の接着性能試験の結果、レゾルシノール樹脂接着剤については、木部破断率が若干低い点以外は、どの樹種の組合せについても、規格を満足する接着性能が得られた。

接着条件としては、レゾルシノール樹脂接着剤については、接着剤メーカーの使用書通り、充填剤を10部加えたが、やや粘度が高くなりすぎ、塗布量が多くなってしまった。

ユリア樹脂接着剤、水性ビニールウレタン樹脂接着剤については、はく離試験の結果が悪く、再検討の必要があると思われる。その主な原因として、P-127については、推積時間と塗布量の関係で、欠膠による接着不良が考えられた。したがって、これらの試験結果をもとに、水性ビニールウレタン樹脂接着剤について、浸漬はく離試験を再度行ってみた。

3) 水性ビニールウレタン樹脂接着剤の再試験

(1) 接着条件

再試験にあたっては、次の点に留意した。すなわち、P-127の場合、推積時間が短い方が良く、15分以内が望ましい。しかし、手作業による塗布の場合、時間の短縮が困難なため、

両面塗布とし、塗布量を多めにした。表-2に、接着条件を示した。

表-2 接 着 条 件

接 着 剤	樹 種	挽板条件			接 着 時 温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	塗 布 量 (g/m^2) (両面)	配 合 比	推 積 時 間 (分)	圧 縮 圧 力 (Kg/cm^2)	圧 縮 温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	圧 縮 時 間 (時間)	養 生 温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	養 生 期 間 (日)
		気 乾 比 重	木 目	含 水 率 (%)									
P-127 水溶性 ビウ ニレ	ミズメ	—	板目	10.3	24	550	主剤対 硬化剤 100:20	0~17	13	22~28	17.5	室温	14
	カエデ	—	板目	10.8									
	カバ	—	板目	10.1									

(2) 室温水浸漬はく離試験

表-3に、室温水浸漬はく離試験の結果を示した。

表-3 室温水浸漬はく離試験の結果

樹種の組合せ	はく離率(%)
カバ・カバ	0
ミズメ・ミズメ	0
カエデ・カエデ	1.6 4.9~0
カバ・ミズメ	0
カバ・カエデ	0
ミズメ・カエデ	0

塗布量をふやすことにより、接着性能が向上し、ほとんどはく離が発生しないことがわかった。したがって、P-127の場合、接着剤の塗布量と推積時間が、接着性能に大きく影響するので、使用に際しては注意する必要があるように思われた。

おわりに

これまで3種類の広葉樹に対して、3種類の接着剤を用いて、異樹種材の接着性能について検討を行って来た結果、次のような結論を得た。

- (a) ユリア樹脂接着剤については、接着手法を含めて、さらに再検討の必要がある。
- (b) 水性ビニールウレタン樹脂接着剤は、塗布量が充分ならば、造作用としては充分な接着性能が得られるものと考えられる。
- (c) 水性ビニールウレタン樹脂接着剤の構造用への適用については、さらに検討する必要がある。
- (d) レゾルシノール樹脂接着剤については、カバ、ミズメ、カエデを混合したものについても、ほぼ構造用として使用しても満足できる接着性能が得られる。

今後は、ユリア樹脂接着剤、水性ビニールウレタン樹脂接着剤について、さらに追試験を検討中である。

おわりにあたり、ご協力をいただいた接着剤メーカーの方々に、深く感謝の意を表するとともに、はなはだ不十分なデータであるが、接着にたずさわる方々にいささかでも参考になれば、幸いである。

参考文献

番号	著者	書名
1)	林 隆夫	木材の接着
2)	林 隆夫	木材の接着
3)	林 隆夫	木材の接着
4)	林 隆夫	木材の接着
5)	林 隆夫	木材の接着
6)	林 隆夫	木材の接着
7)	林 隆夫	木材の接着
8)	林 隆夫	木材の接着
9)	林 隆夫	木材の接着
10)	林 隆夫	木材の接着
11)	林 隆夫	木材の接着
12)	林 隆夫	木材の接着
13)	林 隆夫	木材の接着
14)	林 隆夫	木材の接着
15)	林 隆夫	木材の接着
16)	林 隆夫	木材の接着
17)	林 隆夫	木材の接着
18)	林 隆夫	木材の接着
19)	林 隆夫	木材の接着
20)	林 隆夫	木材の接着
21)	林 隆夫	木材の接着
22)	林 隆夫	木材の接着
23)	林 隆夫	木材の接着
24)	林 隆夫	木材の接着
25)	林 隆夫	木材の接着
26)	林 隆夫	木材の接着
27)	林 隆夫	木材の接着
28)	林 隆夫	木材の接着
29)	林 隆夫	木材の接着
30)	林 隆夫	木材の接着
31)	林 隆夫	木材の接着
32)	林 隆夫	木材の接着
33)	林 隆夫	木材の接着
34)	林 隆夫	木材の接着
35)	林 隆夫	木材の接着
36)	林 隆夫	木材の接着
37)	林 隆夫	木材の接着
38)	林 隆夫	木材の接着
39)	林 隆夫	木材の接着
40)	林 隆夫	木材の接着
41)	林 隆夫	木材の接着
42)	林 隆夫	木材の接着
43)	林 隆夫	木材の接着
44)	林 隆夫	木材の接着
45)	林 隆夫	木材の接着
46)	林 隆夫	木材の接着
47)	林 隆夫	木材の接着
48)	林 隆夫	木材の接着
49)	林 隆夫	木材の接着
50)	林 隆夫	木材の接着
51)	林 隆夫	木材の接着
52)	林 隆夫	木材の接着
53)	林 隆夫	木材の接着
54)	林 隆夫	木材の接着
55)	林 隆夫	木材の接着
56)	林 隆夫	木材の接着
57)	林 隆夫	木材の接着
58)	林 隆夫	木材の接着
59)	林 隆夫	木材の接着
60)	林 隆夫	木材の接着
61)	林 隆夫	木材の接着
62)	林 隆夫	木材の接着
63)	林 隆夫	木材の接着
64)	林 隆夫	木材の接着
65)	林 隆夫	木材の接着
66)	林 隆夫	木材の接着
67)	林 隆夫	木材の接着
68)	林 隆夫	木材の接着
69)	林 隆夫	木材の接着
70)	林 隆夫	木材の接着
71)	林 隆夫	木材の接着
72)	林 隆夫	木材の接着
73)	林 隆夫	木材の接着
74)	林 隆夫	木材の接着
75)	林 隆夫	木材の接着
76)	林 隆夫	木材の接着
77)	林 隆夫	木材の接着
78)	林 隆夫	木材の接着
79)	林 隆夫	木材の接着
80)	林 隆夫	木材の接着
81)	林 隆夫	木材の接着
82)	林 隆夫	木材の接着
83)	林 隆夫	木材の接着
84)	林 隆夫	木材の接着
85)	林 隆夫	木材の接着
86)	林 隆夫	木材の接着
87)	林 隆夫	木材の接着
88)	林 隆夫	木材の接着
89)	林 隆夫	木材の接着
90)	林 隆夫	木材の接着
91)	林 隆夫	木材の接着
92)	林 隆夫	木材の接着
93)	林 隆夫	木材の接着
94)	林 隆夫	木材の接着
95)	林 隆夫	木材の接着
96)	林 隆夫	木材の接着
97)	林 隆夫	木材の接着
98)	林 隆夫	木材の接着
99)	林 隆夫	木材の接着
100)	林 隆夫	木材の接着

（注）本誌に掲載された論文は、必ずしも最新のものとは限りません。また、本誌に掲載された論文は、必ずしも最新のものとは限りません。また、本誌に掲載された論文は、必ずしも最新のものとは限りません。

林 試 情 報

印 刷 昭 和 56 年 3 月 25 日
発 行
発 行 者 遠 藤 昭
発 行 所 山 梨 県 林 業 試 験 場
甲 府 市 岩 窪 町 688
TEL (0552) 53-5811
印 刷 所 中 部 印 刷 社
甲 府 市 富 士 見 二 丁 目 3-39
