

非皆伐施業の適応条件に関する研究

専門研究員 青 砥 一 郎
研 究 員 大久保 圭 二
経 営 部 長 本 間 俊 司
(現林業指導課主任専門技術員)

要 旨

最近、多様な森林の造成のための森林施業として、森林・林業の面から注目を浴びている複層林の施業技術解明のため、主に昭和56年の豪雪害による被害跡地の復旧によって造成された二段林を調査し、林分構成因子等を明らかにした。県内における複層林は、試行的二段林が12 ha、雪害復旧二段林が829 ha、合わせて841 haである。造成の目的は、約15年前に施業技術の解明と展示を兼ねた試行的なものとして昭和56年以降の雪害復旧である。

二段林の林型は、スギ・スギ型が多く、次いでスギ・ヒノキ、アカマツ・ヒノキ、アカマツ・スギであり、少例だがカラマツ・スギ、ブナ・スギ、アカマツ・アスナロ等がある。これら上木の林齢は、大半が40年生以下で、下木の林齢は10年生以下であり、上木と下木の林齢差は21～30年が多く、二段林の造成開始林齢は21～30年生が最も多い。

上木の成立本数は、スギが500～750本/ha、アカマツは250～500本/haである。形状比はスギ、アカマツとも60～80が多い。下木の植栽本数は1,000～4,000本/haであるが、現在の成立本数は上木の樹種により異なり、上木がスギの場合、下木のスギは1,000～2,000本/ha、ヒノキは1,000本未満/ha、上木がアカマツの場合は、下木がスギは2,000～3,000本/ha、ヒノキは3,000本/ha以上であった。形状比はスギが100前後、ヒノキは80くらいで上木より若干高かった。

下木の生長については樹幹解析により分析したが、スギ、ヒノキとも単層林の対照木より上長・肥大生長量ともに劣っていた。しかし、年輪幅の狭い良質な材となり、複層林の特徴を表していた。二段林における雑草の繁茂量は、立木密度の低い林分に比較し71～75%程度であり、下刈りの歩掛は1割以上少なく、省力となった。

二段林の上木の伐採（間伐）に伴う下木の損傷は、上木がアカマツの28と54年生で、下木がヒノキ8年生の場合、損傷率は3.5と6.7%であった。しかし、上木1本の伐採によって下木は0.4～1.6本の被害であり問題にするほどではなかった。二段林の造成に際し、立木を疎開することによってクローネに寒風害等の被害はあるが、凍裂の害は単層林とあまり変わらなかった。二段林における下木の向日性は、スギよりヒノキが顕著であり、スギの実生とさし木別では実生苗で成林したほうが顕著であった。しかし、若齢期における3度前後の斜立は問題にするほどではないと思われる。

経済性の分析については、適正な資料に乏しく、調査No.30の後価計算のみを行った。また、今回の調査資料の分析で施業体系図を作成するのは尚早と思ったが、既往の調査資料等を参考にして、スギ・スギ、アカマツ・スギ、カラマツ・スギ二段林の暫定的な3施業体系図を作成した。

I. はじめに

近年、林業経営の環境悪化と気象害や病虫害の多発により、従来の皆伐施業が見直され、多間伐複層林施業の指向が高まりつつある。これは、非皆伐施業が皆伐施業に比べて水土保全機能や風致保全などの公益的機能のほか、地力の維持、優良大径材の生産、収穫の連続性など有利な点を備えていることが広く認識されていることによるものと思われる。

わが国では古くから千葉県山武地方や愛媛県久万地方のほか数多くの先進林業地をはじめ、北海道や岩手県小岩井農場でも行われてきた。

県内でも非皆伐施業に類した広葉樹の択伐が、「立て立て伐り」¹⁾と称して、会津の一部で二百数十年の昔から製炭の盛んな時代まで行われてきた。ところが、製炭の斜陽化とともに本技術はすたれ、現在は継承されていない。しかし、十数年前からいわき市三和町や双葉郡川内村、西白河郡表郷村に、上木がスギで下木がスギ・ヒノキの針葉樹の二段林が試行的に造成された。そのほか、岩瀬地方などのアカマツ林地帯にも小面積ながら二段林が散見される。当林試でも場内にアカマツを上木とし、下木にスギ・ヒノキ・アスナロ等を植栽した二段展示林を設定してある。

一方、昭和55年のクリスマス豪雪によって、会津を除いた中・浜通り地方に多くの二段林が造成された。

これら二段林の施業については、未解明な点が多い。そこで、国庫助成により昭和60年度から3カ年計画で、本県を含めた岩手県ほか全国14県が各県の複層林の実態を明らかにし、経済的側面を含めた本施業林分の特性分析を行い、施業体系確立の足掛りを得るための研究を行った。

II. 研究の内容

1. 研究の全体計画

本研究の年次別実施計画は表-1のとおりであるが、一部、2の林分調査1点と補完調査を昭和62年に行った。

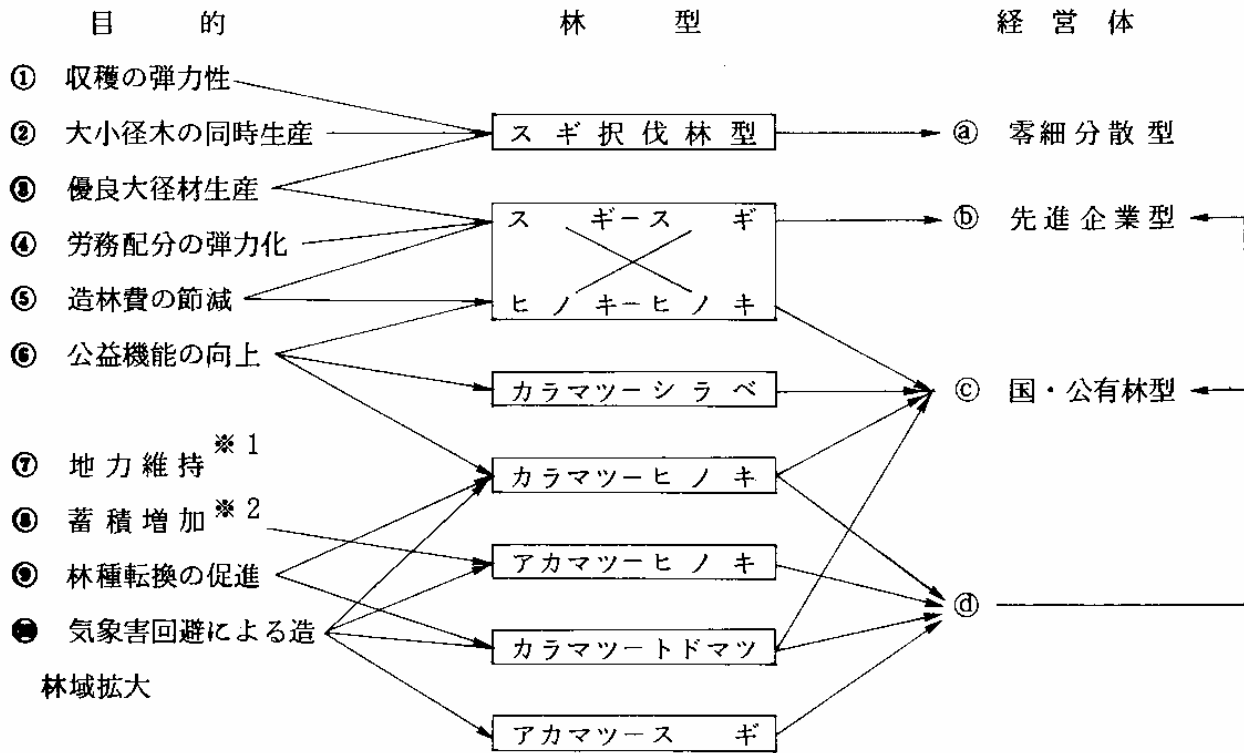
表-1 年次別実施計画

試 験 内 容	昭. 60	昭. 61	昭. 62
1. 既存施業林分の類型区分及び調査地の選定	○	○	
2. 施業経過調査及び林分調査	○	○	○
3. 非皆伐施業の特性分析		○	○
(1) 施業林分の生長過程分析		○	○
(2) 施業林分の経済性分析		○	○
(3) 本施業林分の適応条件の解明		○	○
4. 総合とりまとめ			○

2. 研究実施要領

(1) 既存施業林分の類型区分及び調査地の選定

各実施機関のおかれている地域の林業事情に応じ、非皆伐の森林施業を類型区分して考えた場合、調査対象林分がどのタイプに属するかを検討する（図-1）。



※ 1 地力維持は各林型に関連するため配線を省力した。
 ※ 2 蓄積増加は異樹種組み合わせに関連あるものとする。

図-1 非皆伐施業の類型区分例²⁾

そして、施業経過及び成育の過程を追跡、推定することが可能な林分を5～10林分選定する。

(2) 施業経過調査及び林分調査

選定した林分について、施業経過及び林分生長調査を行う。この場合、二段林についての調査事例は数多く見ることが出来るが、多層林の調査事例は少ないので、上木及び下木とも高齢の二段林及び多層林型のものについて詳細に調査を行うよう努める。

また、樹下植栽に適した品種の選抜試験が必要な地域については、植栽試験を行って差支えない。

(3) 非皆伐施業の特性分析

ア、当該林分の生長過程及び経済性を分析するが、その施業が成立するに至った要因について育林技術上の要因、社会経済的な要因など聞き取り調査を行い、分析検討をすすめる。

また、複層林の施業を図示する方法について工夫する。

イ、次に、当該施業の経済性を解明するため労働投入量、収益の前・後価の計算等を行う。

以上のような、全国統一的な設計書に基づいて研究を実施した。

Ⅲ. 結果及び考察

1. 福島県における複層林の実態

県内における複層林の実態については、森林簿等に記載がなく把握できないため、県下の9の全林業事務所に文書照会して得た数字に、当场で調査して得た数字をもって掌握した(表-2)。

表-2 福島県における複層林の実態

種別	林型	推計面積	主な地域
試行的二段林	スギースギ	1.5 ha	いわき市、川内村、表郷村ほか
〃	アカマツースギ	5.0	郡山市、岩瀬村ほか
〃	アカマツーヒノキ	0.5	郡山市
〃	カラマツースギ	2.0	喜多方市
〃	ブナースギ	3.0	館岩村
雪害復旧二段林	スギースギ その他	829.0	中・浜通り地方
計		841.0	

表のように試行的二段林は約12.0 ha (1%)、雪害復旧二段林が約829.0 ha (99%)の総計841.0 haである。このように本県の場合、複層林の大半が雪害の復旧によって造成されたものである。これら雪害復旧二段林の推計は、被害量のとくに多かった郡山といわきの両林事務所について、補助金支出簿等より算出し、福島・棚倉・原町・富岡林業事務所分を推計した。なお、喜多方・会津若松・田島の会津3林業事務所は皆無であった。

雪害復旧による二段林の推計方法は、植栽率(植栽面積÷被害木整理面積×100)が65%以下を二段林とした。この植栽率65%という数字は概観的なもので、被害木整理面積の65%以下くらい植栽すれば、立木密度の面からみても二段林を形成するだろうという臆測からである。このようにして、2林業事務所の跡地造林面積に対する二段林面積の割合を求め平均値を算出し、この値に各林業事務所の跡地造林面積を乗じて県全域を推計した。今回の豪雪による県内の被害実面積5,104 haに対し、復旧によって造成された二段林の面積は841.0 haであり、被災林の16%強が二段林になったわけである。

2. 複層林の類型区分

本県の場合、前述のような雪害林を復旧するために造成されたものが大部分であり、林型の種類も少ない(表-3)。調査林分中、公有林は研究や普及展示的なものであり、私有林は雪害復旧と2分される。今回の調査林(表-4)はすべて二段林であるが、上木の本数が少なく、保残木施業的なものが3林分(調査No.1, 15, 30)であった。

林型はスギースギが18林分(60%)、スギーヒノキが6林分(20%)、アカマツーヒノキが3林分(10%)、アカマツースギ、スギースギ・ヒノキ、ブナースギが各1林分(3.3%)ずつであった。このように30林分中、上木がスギは25林分(83%)と圧倒的に多く、次いでアカマツ4林分(13%)、ブナ1林分(3%)であり、下木はスギが20林分(67%)、ヒノキが9林分(30%)、スギ・ヒノキ

表-3 調査林分の類型区分

調査林No.	林 型	目 的	経営林	備 考
1	スギ-スギノキ	① ② ③ ⑤ ⑧	私有林	目 的
2	スギ-ヒノキ	① ③ ⑥ ⑪	〃	① 収穫の弾力性
3	スギ-ヒノキ	① ③ ⑥ ⑪	〃	② 大小径木の同時生産
4	ブナ-スギ	⑤ ⑥ ⑧ ⑨ ⑩	〃	③ 優良大径材生産
5	スギ-ヒノキ	① ③ ⑥ ⑪	〃	④ 労務配分の弾力化
6	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	⑤ 造力費の節減
7	スギ-ヒノキ	① ③ ⑥ ⑪	〃	⑥ 公益機能の向上
8	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	⑦ 地力維持
9	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	⑧ 蓄積増加
10	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	⑨ 林種転換の促進
11	アカマツ-ヒノキ	① ③ ⑥ ⑦ ⑨ ⑪	〃	⑩ 気象外回避による造
12	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	林域拡大
13	アカマツ-ヒノキ	① ③ ⑥ ⑦ ⑨ ⑪	〃	⑪ 復旧造林
14	スギ-ヒノキ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
15	スギ-スギ	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑧	〃	
16	アカマツ-ヒノキ	① ③ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨	県有林	
17	アカマツ-スギ	① ③ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨	〃	
18	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	私有林	
19	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
20	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
21	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
22	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
23	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
24	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
25	スギ-ヒノキ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
26	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
27	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
28	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
29	スギ-スギ	① ③ ⑥ ⑪	〃	
30	スギ-スギ	① ③ ⑤ ⑥ ⑧	村有林	

表-4 本県における複層林の調査事例

調査 林分 番号	上 下 別	樹 種	樹 齢 (年)	平 均			ha 当 たり			相 対 照 度 (%)	形 状 比	収 量 比 数	備 考
				樹 高 (m)	枝 下 高 (m)	胸 高 直 径 (cm)	成 立 本 数 (本)	胸 高 断 面 積 (m ²)	立 木 材 積 (m ³)				
1	上	スギ	50	23.8	11.3	39.3	97	12	124	70	61	0.14	
	下	スギ	7	5.3	-	6.8	955	-	-		78		
	下	ヒノキ	7	3.4	-	4.1	913	-	-		83		
2	上	スギ	22	13.7	6.1	19.2	700	20	127	37	71	0.37	
	下	ヒノキ	4	2.1	-	-	684	-	-		-		
3	上	スギ	27	14.1	6.8	18.6	407	11	77	68	76	0.25	
	下	ヒノキ	4	2.2	-	-	944	-	-		-		
4	上	ブナ	80	27.1	8.7	38.2	354	41	479	30	71	0.81	
	下	スギ	5	1.1	-	-	2,313	-	-		-		
5	上	スギ	22	15.7	4.9	22.6	420	17	125	38	69	0.29	
	下	ヒノキ	4	2.2	-	-	647	-	-		-		
6	上	スギ	29	17.2	7.7	25.5	502	26	205	26	67	0.37	
	下	スギ	4	2.1	-	-	815	-	-		-		
7	上	スギ	22	14.4	6.1	18.1	418	11	77	66	80	0.26	
	下	ヒノキ	4	2.6	-	-	1,294	-	-		-		
8	上	スギ	29	16.3	7.4	19.9	751	23	193	32	84	0.47	
	下	スギ	4	1.3	-	-	1,221	-	-		-		
9	上	スギ	21	11.5	6.7	13.7	254	18	109	54	84	0.47	
	下	スギ	4	1.5	-	-	2,129	-	-		-		
10	上	スギ	28	15.5	6.7	22.7	755	31	222	7	68	0.45	
	下	スギ	3	1.1	-	-	1,250	-	-		-		
11	上	アカマツ	16	9.5	4.6	13.3	756	11	52	64	71	0.39	
	下	ヒノキ	3	1.8	-	-	1,513	-	-		-		
12	上	スギ	39	19.6	12.4	22.0	551	21	204	61	89	0.46	
	下	スギ	5	2.8	-	-	1,689	-	-		-		
13	上	アカマツ	29	16.7	10.1	21.1	398	14	114	71	79	0.56	
	下	ヒノキ	3	1.0	-	-	3,039	-	-		-		
14	上	スギ	30	19.5	8.6	25.0	509	25	234	30	78	0.43	
	下	ヒノキ	5	2.0	-	-	1,712	-	-		-		
15	上	スギ	42	18.7	9.5	29.5	196	12	116	66	63	0.19	
	下	スギ	11	6.1	-	5.7	3,740	-	-		107		
16	上	アカマツ	63	20.4	11.0	38.5	328	39	355	24	53	0.63	
	下	ヒノキ	14	6.0	-	6.9	3,039	-	-		87		
17	上	アカマツ	63	19.6	11.9	35.1	364	36	318	35	56	0.63	
	下	スギ	14	6.9	-	7.5	2,412	-	-		92		
18	上	スギ	25	8.6	5.3	18.0	522	14	53	39	48	0.16	
	下	スギ	4	1.2	-	-	1,373	-	-		-		
19	上	スギ	25	9.2	4.2	15.5	371	7	31	39	59	0.13	
	下	スギ	4	1.2	-	-	1,373	-	-		-		
20	上	スギ	32	17.5	7.4	23.4	548	25	198	29	75	0.41	
	下	スギ	5	1.5	-	-	851	-	-		-		
21	上	スギ	32	15.5	8.6	24.7	351	17	122	60	63	0.25	
	下	スギ	5	1.7	-	-	1,054	-	-		-		
22	上	スギ	41	18.9	7.9	21.9	513	21	183	37	86	0.42	
	下	スギ	5	1.6	-	-	2,500	-	-		-		

調査 林分 番号	上 下 別	樹 種	樹 齢 (年)	平 均			ha 当 たり			相 対 照 度 (%)	形 状 比	収 量 比 数	備 考
				樹 高 (m)	枝 下 高 (m)	胸 高 直 径 (cm)	成 立 本 数 (本)	胸 高 断 面 積 (㎡)	立 木 材 積 (㎡)				
23	上	スギ	25	14.1	5.9	20.1	638	21	138	34	70	0.36	
	下	スギ	5	1.6	—	—	3,086	—	—	—	—	—	
24	上	スギ	23	17.5	9.2	22.5	491	20	165	57	78	0.38	
	下	スギ	5	2.0	—	—	2,165	—	—	—	—	—	
25	上	スギ	53	16.1	4.9	24.6	593	29	214	56	65	0.39	
	下	ヒノキ	4	1.6	—	—	1,119	—	—	—	—	—	
26	上	スギ	35	19.6	10.3	29.1	477	32	289	62	67	0.42	
	下	スギ	6	2.7	—	—	930	—	—	—	—	—	
27	上	スギ	32	17.4	9.6	22.1	708	28	230	39	79	0.48	
	下	スギ	6	3.6	—	—	1,292	—	—	—	63	—	
28	上	スギ	28	14.6	7.2	19.1	814	24	167	68	76	0.45	
	下	スギ	4	1.6	—	—	865	—	—	—	—	—	
29	上	スギ	45	20.5	10.4	26.0	400	21	209	55	79	0.38	
	下	スギ	5	2.4	—	—	1,400	—	—	—	—	—	
30	上	スギ	37	16.0	4.3	42.0	150	21	150	62	38	0.12	
	下	スギ	14	10.8	—	14.3	1,400	—	—	—	76	—	

の混植が1林分(3%)であった。上・下木ともスギが断然多い。これは、本県の造林実態と類似している。本県の造林の樹種構成は、スギが年造林量の60%を占め、ヒノキが30%、残りがカラマツ、マツ類、キリ、その他となっている。³⁾ 二十数年前と比較すると、スギの60%は変わらず推移しており、ヒノキは1%程度であったものが現在は30%に増加している。その理由は、ヒノキは利用上から好んで造林されるようになったことと、松くい虫被害林の転換樹種として、また、雪害跡地等の下木として、耐陰性の強いヒノキが進んで使用されたことによる。

造成の目的は重複するが、収穫の弾力性、優良大径材生産・公益機能の向上の3種が29林分(97%)で最も多く、次いで復旧造林の24林分(80%)がとくに多かった。続いて蓄積の増加が6林分(20%)、林種転換の促進が5林分(17%)、地力維持が4林分(13%)、造林費の節減が3林分(10%)、大小径木の同時生産が2林分(7%)、労務配分の弾力化と気象害回復による造林域拡大が1林分(3%)ずつであった。

経営体は、私有林が27林分(90%)、公有林が3林分(県有2林分7%、村有1林分3%)で、ほとんどが私有林である。

3. 二段林の林分状況

二段林の林分状況であるが、上木や下木の林齢等の林分構成因子は次項で述べるとし、方位、傾斜、相対照度等は表-5のとおりであった。

方位は8方位で測定したが4方位にまとめると、Eが13林分(43%)で最も多く、S7林分(23%)>W6林分(20%)>N4林分(14%)である。これは、前述したように本県の二段林の多くは雪害跡地に造成されたことから、雪害を受けやすいEに多かったものと思われる。

傾斜は、20~30度13林分(43%)>10~20度11林分(37%)>10度未満、30度以上各3林分(10%)の順であり、最低は8度、最高が31度であった。このように比較的管理しやすい緩傾斜地に造成されているので、下木の良質な生長や林地保全のための間伐を綿密に行うべきである。

表-5 二段林の林分状況

方位		傾斜		相対照度		
区分	林分数	区分(度)	林分数	区分(%)	林分数	
					上木スギ	上木アカマツ
N	(14) 4	10未満	(10) 3	20未満	(4) 1	—
E	(43) 13	10~20	(37) 11	20~40	(44) 11	(50) 2
W	(20) 6	20~30	(43) 13	40~60	(16) 4	—
S	(23) 7	30以上	(10) 3	60以上	(36) 9	(50) 2
計	(100) 30	計	(100) 30	計	(100) 25	(100) 4
		最低値	8度	最低値	7%	24%
		最高値	31度	最高値	70%	71%

注1: 方位は、8方位で測定したが4方位に集計した。

2: () は百分率である。

相対照度は上木がスギの場合、20~40%11林分(44%) > 60%以上9林分(36%) > 40~60%4林分(16%) > 20%未満1林分(4%) の順であり最低が7%、最高は70%であった。上木がアカマツの場合は、20~40%と60%以上が各2林分(50%)であり、最低が24%、最高は71%であった。本県の二段林の多くは有名林業地と比較して明るく、林地の保全上は適しているが、高度利用面からみると十分に活用されていない。しかし、一部には最初から二段林を造成するものでない雪害復旧のために、上木密度にむらがあり、暗い林もあるので適正な受光伐等を部分的に行う必要がある。

4. 二段林の林分構成因子

(1) 二段林の林齢

まず、二段林の開始林齢であるが表-6のとおり、総計では21~30年生が14林分(47%)で最も多く、20年生以下6林分(20%) > 31~40年生4林分(13%) > 41~50年生3林分(10%) > 51~60年生2林分(7%) > 61年生以上1林分(3%) の順であった。東京都の調査報告⁴⁾ではスギスギの場合、上木と下木の林齢差が30~50年である。本県の場合、全林型(スギスギ60%)の平均開始林齢は30年生以下が67%も占め、一般に若い。これは、二段林の造成目的が雪害復旧にあったことに起因する。

二段林上木の林齢は、30年生以下が16林分(53%)で最も多く、31~40年生と41~50年生がそれぞれ5林分(17%) > 61年生以上3林分(10%) > 51~60年生1林分(3%)であった。最低の16年生から最高の80年生まで多様な林齢構成となっている。しかし、80年生は上木がブナで特異な例であり、

表-6 二段林の開始林齢

上木樹種 林齢	上木樹種			計
	スギ	アカマツ	ブナ	
61年生以下	—	—	1	(3.3) 1
51~60年生	—	2	—	(6.7) 2
41~50 "	3	—	—	(10.0) 3
31~40 "	4	—	—	(13.3) 4
21~30 "	13	1	—	(46.7) 14
20年生以下	5	1	—	(20.0) 6
計	25	4	1	(100.0) 30

注: () は百分率である。

表-7 二段林上木の林齢

上木樹種 林齢	上木樹種			計
	スギ	アカマツ	ブナ	
61年生以上	—	2	1	(10.0) 3
51~60年生	1	—	—	(3.4) 1
41~50 "	5	—	—	(16.7) 5
31~40 "	5	—	—	(16.7) 5
30年生以下	14	2	—	(53.3) 16
計	25	4	1	(100.0) 30

注: () は百分率である。

大部分が30年生以下の若齢林である。樹種別はスギが21～53年生、アカマツは16～63年生であった（表-7）。

二段林下木の林齢は、10年生以下が26林分（87%）、11年生以下は4林分（13%）で、スギ、ヒノキとも3～14年生、スギ・ヒノキ混交林は7年生であった（表-8）。いずれにしても、造成後間もない若い林分が多かった。

二段林の上木と下木の林齢差は表-9のとおりで、総計では21～30年の差が最も多く14林分（47%）>20年以下7林分（23%）>41年以上5林分（17%）>31～40年4林分（13%）の順であった。林齢差は上木の樹種によって異なる場合が多く、カラマツは同齢または僅少な差が多いが、スギやヒノキは差が大きかった。

(2) 上木の林分構成因子

ア. スギの場合

スギを上木とする施業林25林分の構成因子（成立本数、平均樹高、平均胸高直径、立木材積、形状比）は、表-10のとおりであった。

表-8 二段林下木の林齢

下木樹種 林齢	スギ			計
	スギ	ヒノキ	スギ ヒノキ	
11年生以上	3	1	-	(13.3) 4
10年生以下	17	8	1	(86.7) 26
計	20	9	1	(100.0) 30

注：（ ）は百分率である。

表-9 上木と下木の林齢差

上木 下木 林齢差	スギ		アカマツ		計
	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ	
41年以上	3	3	-	1	(23.3) 7
31～40年	11	2	-	1	(46.7) 14
21～30年	3	1	-	-	(13.3) 4
20年以下	1	2	1	1	(16.7) 5
計	18	8	1	3	(100.0) 30

注1：ブナースギ二段林は含まず

注2：（ ）は百分率である。

表-10 二段林上木（スギ）の林分構成因子

成立本数		平均樹高		平均胸高直径		立木材積		形状比	
区分 (本/ha)	林分数	区分 (m)	林分数	区分 (cm)	林分数	区分 (m ³ /ha)	林分数	区分	林分数
250未満	(12) 3	10未満	(8) 2	20未満	(32) 8	50未満	(4) 1	60未満	(12) 3
250～500	(32) 8	10～15	(24) 6	20～25	(40) 10	50～100	(12) 3	60～80	(68) 17
500～750	(40) 10	15～20	(64) 16	25～30	(20) 5	100～150	(28) 7	80以上	(20) 5
750～1,000	(12) 3	20以上	(4) 1	30～35	-	150～200	(24) 6		
1,000以上	(4) 1			35以上	(8) 2	200以上	(32) 8		
計	(100) 25	計	(100) 25	計	(100) 25	計	(100) 25	計	(100) 25
最少値	97本/ha	最低値	8.6m	最小値	13.7cm	最少値	31m ³ /ha	最低値	38
最多値	1,254本/ha	最大値	23.8m	最大値	39.3cm	最多値	289m ³ /ha	最高値	89

注：（ ）は百分率である。

成立本数は、最少が97本/ha、最多が1,254本/haで、500～750本/ha 10林分(40%)>250～500本/ha 8林分(32%)>250本未満/haと750～1,000本/haがそれぞれ3林分(12%)>1,000本以上/ha 1林分(4%)の順であった。上木の成立本数は、樹種、林齢、樹高等によって決められるものであり、複層林施業の開始時と成林するに至るまでの林分により異なる。70～80年を伐期とするとき、上木の80年生時における成立本数は200～300本/ha程度であるが、本調査の林齢別成立本数は、スギを上木とする場合、上木林齢30年生以下が平均611本/ha、31～40年生は527本/ha、41～50年生は292本/ha、アカマツを上木とする場合、上木林齢30年生以下が平均577本/ha、61年生以下は346本/haと少ないほうであった。これは、現実林分の被害が一樣でなく立木密度の低い林分もあるが、過密な状態の林分の下木を植栽した例もみられるので、下木の健全な成育を考慮して適正な間伐による密度管理が必要である。

平均樹高は、最低が8.6m、最高は23.8m、15～20mが16林分(64%)で最も多く、10～15m 6林分(24%)>10m未満2林分(8%)>20m以上1林分(4%)であった。

平均胸高直径は、最小が13.7cm、最大は39.3cmで、20～25cm 10林分(40%)>20cm未満8林分(32%)>25～30cm 5林分(20%)>35cm以上2林分(8%)であった。

立木材積は、最小が31m³/ha、最多は289m³/haで200m³以上/ha 8林分(32%)>100～150m³/ha 7林分(28%)>150～200m³/ha 6林分(24%)>50～100m³/ha 3林分(12%)>50m³未満/ha 1林分(4%)であった。

形状比は、最低が38、最高でも89であった。60～80が17林分(68%)>80以上5林分(20%)>60未満3林分(12%)であった。このように形状比が低かったのは、形状比の高いものが冠雪害によって淘汰されたことによるものと思われる。

イ. アカマツの場合

アカマツを上木とする二段林の調査は4林分と少ないが、表-11のとおりであった。

表-11 二段林上木(アカマツ)の林分構成因子

成立本数		平均樹高		平均胸高直径		立木材積		形状比	
区分 (本/ha)	林分数	区分 (m)	林分数	区分 (cm)	林分数	区分 (m ³ /ha)	林分数	区分	林分数
250 未満	-	10未満	(25) 1	20未満	(25) 1	50 未満	-	60未満	(50) 2
250 ~ 500	(75) 3	10~15	-	20~25	(25) 1	50~100	(25) 1	60~80	(50) 2
500 ~ 750	-	15~20	(50) 2	25~30	-	100~150	(25) 1	80以上	-
750 ~ 1,000	(25) 1	20以上	(25) 1	30~35	-	150~200	-		
1,000 以上	-			35以上	(50) 2	200 以上	(50) 2		
計	(100) 4	計	(100) 4	計		計	(100) 4	計	(100) 4
最少値	328本/ha	最低値	9.5 m	最小値	13.3 cm	最少値	52m ³ /ha	最低値	53
最多値	756本/ha	最高値	20.4 m	最大値	38.5 cm	最多値	355m ³ /ha	最高値	79

注：() は百分率である。

成立本数は、最少が328本/ha、最多は756本/haで、250～500本/ha 3林分(75%) > 750～1,000本/ha 1林分(25%)であった。スギを上木とする二段林より最少は上まわったが、最多は少なかった。アカマツの樹姿からみて、スギより少ないのは当然であろう。

平均樹高は、最低が9.5m、最高が20.4mで、15～20m林分(50%) > 10m未満と20m以上はそれぞれ1林分(25%)ずつであった。

平均胸高直径は、最小が13.3cm、最高は38.5cmで、35cm以上2林分(50%) > 20cm未満と20～25cmが各1林分(25%)ずつであった。

立木材積は、最少が52m³/ha、最多は355m³/haで、200m³以上/haが2林分(50%) > 50～100m³/haと100～150m³/haが各1林分(25%)ずつであった。

形状比は、最低が53、最高が79であり、60未満と60～80が各2林分(50%)ずつであった。アカマツはスギよりさらに低かった。

(3) 下木(スギ・ヒノキ)の林分構成因子

ア. 上木がスギの場合

成立本数は、上木がスギで下木がスギの場合、最少が815本/ha、最多は3,740本/haで、最も多いのは1,000～2,000本/ha 9林分(47%) > 1,000本未満/ha 5林分(26%) > 2,000～3,000本/ha 3林分(16%) > 3,000本以上/ha 2林分(11%)の順であった。下木がヒノキの場合は、最少が647本/ha、最多は1,712本/haで、1,000本未満/ha 4林分(57%) > 1,000～2,000本/ha 3林分(43%)と、スギ、ヒノキとも有名二段林施業地と比較すると若干少ない傾向にある。これは、再び雪害を受けることを恐れて、少な目に植栽したことによる。上木がブナの場合は、老齢で直径も太く、下木の成立本数は313本/haであった。

平均樹高は下木がスギの場合は、最低が1.1m、最高は10.8mで、2m未満の10林分(53%) > 2～4m 6林分(32%) > 6m以上2林分(11%) > 4～6m 1林分(5%)であった。下木がヒノキの場合は、最低が1.6m、最高は3.4mで、2～4mが6林分(86%)と大部分であり、2m未満は1林分(14%)であった。

形状比は下木がスギの場合は、最低が63、最高は107であるが、60～80が3林分(75%)を占め、80以上が1林分(25%)であった。ヒノキの場合は、83の1林分(100%)のみであった(表-12)。

表-12 二段林下木(上木スギ)の林分構成因子

成 立 本 数			平 均 樹 高			形 状 比		
区 分 (本/ha)	林 分 数		区 分 (m)	林 分 数		区 分	林 分 数	
	ス ギ	ヒ ノ キ		ス ギ	ヒ ノ キ		ス ギ	ヒ ノ キ
1,000未満	(26) ₅	(57) ₄	2 未 満	(53) ₁₀	(14) ₁	60 未 満	-	-
1,000 ～2,000	(47) ₉	(43) ₃	2 ～ 4	(32) ₆	(86) ₆	60 ～ 80	(75) ₃	-
2,000 ～3,000	(16) ₃	-	4 ～ 6	(5) ₁	-	80 以上	(25) ₁	(100) ₁
3,000以上	(11) ₂	-	6 以上	(11) ₂	-			
計	(100) ₁₉	(100) ₇	計	(100) ₁₉	(100) ₇	計	(100) ₄	(100) ₁
最 少 値	815本/ha	647本/ha	最 低 値	1.1 m	1.6 m	最 低 値	63	
最 多 値	3740本/ha	1,712本/ha	最 高 値	10.8 m	3.4 m	最 高 値	107	83

注：() は百分率である。

上木の立木密度が低いので、形状比も低かった。

イ. 上木がアカマツの場合

成立本数は、上木がアカマツで下木がスギの場合、2,412本/ha 1林分(100%)のみである。ヒノキは最少が1,513本/ha、最多は3,039本/haで、3,000本以上/ha 2林分(67%)、1,000~2,000本/ha 1林分(33%)であった。上木がスギの場合と異なり適正な本数と思われる。

平均樹高は、下木がスギの場合、6.9m 1林分(100%)のみ、下木がヒノキの場合は、最低が1.0m、最高は6.0mで2m未満2林分(67%)、6m以上1林分(33%)であった。

形状比は、スギが下木の場合92、ヒノキの場合87とスギがヒノキより若干高かった(表-13)。

表-13 二段林下木(上木アカマツ)の林分構成因子

成 立 本 数			平 均 樹 高			形 状 比		
区 分 (本/ha)	林 分 数		区 分 (m)	林 分 数		区 分	林 分 数	
	ス ギ	ヒ ノ キ		ス ギ	ヒ ノ キ		ス ギ	ヒ ノ キ
1,000 未満	-	-	2 未 満	-	(67) 2	60 未 満	-	-
1,000 ~ 2,000	-	(33) 1	2 ~ 4	-	-	60 ~ 80	-	-
2,000 ~ 3,000	(100) 1	-	4 ~ 6	-	-	80 以上	(100) 1	(100) 1
3,000 以上	-	(67) 2	6 以上	(100) 1	(33) 1			
計	(100) 1	(100) 3	計	(100) 1	(100) 3	計	(100) 1	(100) 1
最 少 値	2,412本/ha	1,513本/ha	最 低 値	6.9 m	1.0 m	最 低 値	92	87
最 多 値		3,039本/ha	最 高 値		6.0 m	最 高 値		

注：() は百分率である。

5. 施業経過事例

本県の代表的な林型の中から、ある程度記録のあったものについて数例まとめた。スギ-スギが2例、アカマツ-スギが1例、アカマツ-ヒノキが1例である。

(1) スギ-スギ二段林(その1)

スギ-スギの第1例は、いわき市三和町に存するもので表-14のとおりである。

昭和50年、林業技術現地適応化促進事業として設定⁵⁾、二段林の適応性を検討し、林業技術の改善とその普及に資することを目的とする。また、収穫の弾力性、優良大径材の生産、造林費の節減、公益機能の向上、蓄積の増加等の効果についても狙っている。

調査地の概況は、海拔560m、基岩は花崗岩でB_D型土壌、スギの生育は良好である。南西に面した傾斜15度の山脚堆積面で、面積は0.28haである。

造成時(昭和50年)の上木の林齢は32年生で、平均樹高13.9m、平均胸高直径23.3cm、形状比は60と低い。成立本数は222本/haと少なく、立木材積は70m³/haであった。下木はha当たり4,000本植栽した。

昭和60年の調査では、上木の林齢は42年生、平均樹高18.7m、平均胸高直径29.5cm、形状比は63であった。上木の成立本数222本/haのうち、昭和51年の風害によって7本(3%)が倒伏、53年に

表-14 施業経過事例1 (調査林No15)

スギ・スギ二段林 (いわき市三和町下市萱)

(ha 当たり)

施業 年次	上 木 (スギ)						下 木 (スギ)					
	林齢 (年)	残存木		処理木		備 考	林齢 (年)	残存木		処理木		備 考
		本	m ³	本	m ³			本	m ³	本	m ³	
昭.19	1	3,000										下刈り
20	2	2,700		300								"、枯損
21	3	2,700										"
22	4	2,700										"
23	5	2,700										"
24	6	2,700										"
25	7	2,700										"
26 ~ 48	8 ~ 30	1,107		1,593								除、間伐
49	31	222	70	885	182							間伐
50	32	222					1	4,000				植栽、下刈り
51	33	215		7			2	3,760		240		下刈り
52	34	215					3	3,760				"
53	35	212		3			4	3,760				"
54	36	212					5	3,760				"、枝打
55	37	205		7			6	3,740		20		"、折損
59	41	205					10	3,740				
60	42	205					11	3,740				

3本を利用のため伐採、56年の豪雪によって7本(3%)が冠雪害により折損し、現在は205本/haであり、立木材積は116m³/haである。収量比数0.19、相対照度は66%と明るい林で、保残木施業的な二段林である。下木は11年生で、平均樹高6.1m、平均胸高直径5.7cm、形状比は107と高い。保育は植栽後7年間下刈りし、5年目に枝打ちを行った。ha当たり4,000本植栽のうち、植栽当時240本(6%)枯損し、56年の冠雪害で20本(0.5%)折損、現在の本数は3,740本/haである。

(2) スギ・スギ二段林 (その2)

スギ・スギの第2例は、双葉郡川内村のもので表-15のとおりである。

昭和48年、林業技術の改善と展示を第1の目的とし、合わせて前例と同じく収穫の弾力性、優良大径材の生産、造林費の節減、公益機能の向上、蓄積の増加等を狙いとして造成されたものである。

調査地は、海拔470~500m、基岩は新期花崗閃緑岩でB_D型土壌、スギの生育は悪い。北西に面した10度前後の緩斜地で、山腹平衡斜面である。

造成時(昭和48年)の上木の林齢は31年生、平均樹高18.0m、平均胸高直径42.0cmで、形状比は51と梢殺である。成立本数は233本/ha、立木材積は24m³/haであった。下木の植栽本数はha当たり3,000本である。

表-15 施業経過事例2 (調査林No.30)

スギ-スギ二段林 (双葉郡川内村下川内)

(ha 当たり)

施業 年次	上 木 (スギ)					下 木 (スギ)						
	林齢 (年)	残存木		処理木		備 考	林齢 (年)	残存木		処理木		備 考
		本	m ³	本	m ³			本	m ³	本	m ³	
昭.18	1	3,000				植栽、下刈り						
19	2	2,700		300		下刈り、枯損						
20	3	2,700				"						
21	4	2,700				"						
22	5	2,700				"						
23	6	2,700				"						
24 / 46	7 / 29	800		1,900		除・間伐						
47	30	202	76	598	225	間伐						
48	31	202					1	3,000				植栽、下刈り
49	32	189		13		風害(6) 雪害(7)	2	2,700		300		枯損、 "
50	33	189					3	2,700				下刈り
51	34	189					4	2,700				"
52	35	189					5	2,700				"
53	36	189					6	2,700				"
55	38	150		39		雪害	8	1,400		1,300		枯損、雪害
62	45	150					15	1,400				

昭和62年の調査では、上木の林齢は45年生、平均樹高 16.0 m、平均胸高直径 42.0 cm、形状比は38とすこぶる梢殺である。昭和18年植栽以降の施業記録はなかったが聞き取りによると、植栽当時に10%程度枯損している。以後、46年までに自然間引きや除・間伐によって800本/haに減少していたものを、47年に598本/ha間伐して202本/haになっている。202本/haのうち、49年に風害で6本(3%)、冠雪害で7本(3%)、さらに56年の豪雪によって39本(19%)の冠雪害を受け、現在は150本/haで、立木材積は150m³/haである。収量比数は0.12と疎林で、相対照度も62%と明るい。

下木は15年生で、平均樹高10.8 m、平均胸高直径14.3 cm、形状比は76と二段林として健全な生育をしている。ha当たり3,000本植栽のうち、聞き取りによると植栽当時10%(300本)枯損し、56年の冠雪害で1,300本(43%)もの被害を受け、現在は1,400本/haである。

表-16 施業経過事例3 (調査林No.17)

アカマツースギ二段林 (郡山市安積町成田)

(ha 当たり)

施業 年次	林齢 (年)	上 木 (スギ)				備 考	下 木 (スギ)				備 考	
		残存木		処理木			林齢 (年)	残存木		処理木		
		本	m ³	本	m ³			本	m ³	本		m ³
大.12	1										更新	
昭.47	50	609				1	4,000				植栽、下刈り	
	48	609				2	4,000				補植、 "	
	49	609				3	4,000				下刈り	
	50	609				4	4,000				"	
	51	609				5	4,000				"	
	52	609				6	4,000				"	
	54	609		143		8	3,424		576		第1回枝打ち 第1回除伐	
	55	466				9	3,424				第2回枝打ち	
	56	466		10	19	風害	10	3,424				
	58	456		92	33	間伐	12	3,424			第3回枝打ち	
	59	364					13	2,625		799	第2回除伐	
	60	364	318				14	2,623	41	2	供試	

(3) アカマツースギ二段林

アカマツースギの例は、郡山市安積町の当該内に存するもので表-16のとおりである。

昭和47年に試験研究と展示を兼ね、収穫の弾力性、優良大径材の生産、造林費の節減、公益機能の向上、地力の維持、蓄積の増加、林種転換の促進等を目的に造成したものである。

調査地は海拔 255 m、洪積層台地で B_{D(d)}型土壌であり、本県天然アカマツの一つである岩瀬マツの美林地帯である。北西に面した10度前後の緩斜地で、面積は 0.15 ha である。

造成時 (昭和47年) の上木は、大正12年頃天然更新した50年生のアカマツ林であり、平均樹高 17.6 m、平均胸高直径 32.1 cm、形状比は55である。成立本数は 609本/ha、立木材積は 342 m³/ha である。下木の植栽本数は、ha 当たり 4,000 本とした。

昭和60年の調査では、上木の林齢が63年生、平均樹高 19.6 m、平均胸高直径 35.1 cm、形状比は56である。成立本数 609本/ha のうち、昭和54年に 143 本 (23%) を間伐し、56年の風害で10本 (2%) が折損、58年に92本 (15%) 間伐し、現在の成立本数は 364本/ha であり、立木材積は 318 m³/ha である。収量比数は 0.63、相対照度が25%で理想的な二段林といえる。下木は14年生で、平均樹高 6.9 m、平均胸高直径 7.5 cm、形状比は92で比較的高い。ha 当たり 4,000 本植栽のうち、昭和54年に 576 本 (14%)、59年に 799 本 (20%) を除伐し、60年に供試用として 2 本 (0.1%) を伐倒し、現在の成立本数は 2,412本/ha である。

(4) アカマツ-ヒノキ二段林

最後のアカマツ-ヒノキは前事例と同じ、郡山市安積町の当場内に存するもので、表-17のとおりである。

表-17 施業経過事例4 (調査林No.16)

アカマツ-ヒノキ二段林 (郡山市安積町成田)

(ha 当たり)

施業 年次	上 木 (アカマツ)					下 木 (ヒノキ)						
	林齢 (年)	残存木		処理木		備 考	林齢 (年)	残存木		処理木		備 考
		本	m ³	本	m ³			本	m ³	本	m ³	
大.12	1					更新						
昭.47	50	609					1	4,000				植栽、下刈り
	48	609					2	4,000				補植、 "
	49	609					3	4,000				下刈り
	50	609					4	4,000				"
	51	609					5	4,000				"
	52	609					6	4,000				"
	54	466		143		間伐	8	3,424		576		第1回枝打ち 第1回除伐
	55	466					9	3,424				第2回枝打ち
	56	456		10	19	風害	10	3,424				
	58	328		128	46	間伐	12	3,424				第3回枝打ち
	59	328					13	3,039		385		第2回除伐
	60	328	355				14	3,039	40	2		供試

昭和47年、前事例と同じ目的で造成した。

調査地の海拔高、土壌型、傾斜方位、傾斜度、地形等の概況や造成時(昭和47年)の内容も前事例と同じである。

昭和60年の調査では、上木の林齢は前事例と同じく63年生、平均樹高 20.4 m、平均胸高 38.5 cm、形状比は53である。成立本数 609本/haのうち、54年に128本(21%)間伐し、現在は328本/haで、立木材積は335 m³/haである。収量比数が0.63、相対照度は24%で前事例より若干低い、これも理想的な二段林である。下木の林齢は14年生、平均樹高 6.0 m、平均胸高直径 6.9 cm、形状比は87である。成立本数はha当たり4,000本植栽のうち、昭和54年に576本(14%)、59年に385本(10%)を除伐、60年に供試用として2本(0.1%)伐倒し、現在は3,037本/haである。保育は植栽から6年間の下刈り、6、9、12年目に計3回の枝打ち、8、13年目に計2回除伐した。

6. 林分の生長

造成して間もない若い二段林が大部分のため、胸高直径を計測しなかった林分が多い。計測した6林分の内容は、表-18のとおりであった。

表-18 二段林林型別の林分材積

調査 林No	林 型	上 木				上 木				林分材積 m ³
		林 齢	調 査 本 数	ha 当 たり		林 齢	調 査 本 数	ha 当 たり		
				成 立 本 数	材 積			成 立 本 数	材 積	
1	スギ	50年	25本	97本	124m ³	7年	61本	955本	11m ³	} 138
	ヒノキ					7	56	913	3	
15	スギ	42	55	196	116	11	60	3,740	19	135
16	アカマツ	63	23	328	355	14	175	3,039	40	395
17	アカマツ	63	54	364	318	14	356	2,412	41	359
27	スギ	32	12	708	230	6	42	1,292	6	236
30	スギ	45	25	150	150	15	65	1,400	127	277

これらについて「すぎ人工林の実態調査結果とその応用について」⁶⁾や「あかまつ人工林収穫予想表作成に関する基礎調査書」⁷⁾等の数値と比べてみた。調査林分No.1（以下No.1とする）は、上木の本数が97本/haと極端に少ないため、立木材積は上木が124m³/ha、下木はスギが11m³/ha、ヒノキが3m³/haの合計138m³/haであり、同林齢で地位2の林分収穫表の幹材積596m³/haを100とすると23で4分の1程度であった。同様にNo.15は地位3の43年生の幹材積367m³/haを100とすると37、No.16とNo.17はそれぞれ100と91、No.27は下木の林齢は若い为上木の成立本数が比較的に多いため64、No.30は72であった。このように、本県の二段林は標準的な林分材積より少なく、造成途上の二段林といえる。

7. 下木の生長

次に、二段林林型別の下木の上長と肥大生長量についてみた（表-19）。

下木の上長生長量は、林齢6～16年生における2生長期では、スギが0.4～1.1m、ヒノキは0.9～1.1mで、連年生長量は20～55cmであった。No.16とNo.17については、これらと一般造林地の生長を比較するため、単層林の立木を対照として調査した。対照のスギは2生長期で1.3m、連年生長量65cm、ヒノキは2生長期が1.1m、連年生長量は55cmであった。生長指数は昭和60年を100とした場合、スギは111～138、ヒノキは115～155で、ヒノキはスギより、また、若齢林ほど優っていた。二段林下木と単層林の比較では、スギは下木の116に対し単層林は114、ヒノキは下木の115に対し単層林は117であり、いずれとも優劣はつけ難い。

下木の肥大生長量については、林齢13～16年生の例が少ないので林型で述べると、2生長期ではスギスギが1.0cm、アカマツスギ1.5cm、アカマツヒノキは1.2cmであった。連年生長量は、それぞれ、5.0、7.5、6.0mmであった。さらに、対照の単層林と比較すると、スギは2生長期で1.4cm、連年生長は7mm、ヒノキは1.1cmと5mmであった。生長指数は、スギスギが118、アカマツスギが120、アカマツヒノキが117であり、下木と単層林の比較ではスギは下木の120に対し単層林112、ヒノキは117に対し112であった。このように、肥大生長量については林型別の優劣は明らかでないが、単層林のほうが二段林の下木より劣っていた。

なお、単層林の最大の効用ともいえる材質についてみるため、No.16、No.17の下木と、それらの対照

表-19 二段林林型別の下木の上長、肥大成長量

調査 林No	林 型	林 齢	調査 本数	平均樹高 (m)			平均胸高直径 (cm)			備 考
				昭60	昭62	2 生長期 の生長量	昭60	昭62	2 生長期 の生長量	
7	スギ-スギ	6	30	2.6	3.5	(136)				
				2.0~ 3.1	2.9~ 4.0	0.9				
8	スギ-スギ	6	30	1.3	1.7	(128)				さし木苗
				0.8~ 1.8	1.3~ 2.0	0.4				
14	スギ-ヒノキ	7	30	2.0	3.1	(155)				
				1.6~ 2.8	2.3~ 3.8	1.1				
15	スギ-スギ	13	60	6.1	6.8	(111)	5.7	6.7	(118)	
				3.9~ 8.1	4.7~ 9.5	0.7	2~10	4~12	1.0	
16	アカマツ-ヒノキ	16	175	6.0	6.9	(115)	6.9	8.1	(117)	
				3.5~ 8.3	4.1~ 9.4	0.9	3~11	3~13	1.2	
16	ヒノキ	16	20	6.4	7.5	(117)	9.1	10.2	(112)	No.16の対照木
				5.4~ 7.5	6.5~ 8.7	1.1	7~10	8~12	1.1	
17	アカマツ-スギ	16	356	6.9	8.0	(116)	7.5	9.0	(120)	
				3.6~ 9.7	5.7~ 11.2	1.1	3~13	4~15	1.5	
17	スギ	16	20	9.2	10.5	(114)	12.1	13.5	(112)	No.17の対照木
				7.4~ 10.7	9.0~ 12.6	1.3	10~ 14	10~ 16	1.4	
29	スギ-スギ	7	20	2.4	3.3	(138)				
				2.0~ 2.9	2.1~ 4.5	0.9				

注1：林齢は、昭和62年10月調査時のものである。

注2：() は、昭和60年を100とした場合の62年の指数である。

木について樹幹解析を行った。アカマツ-スギ二段林は表-20と図-2、アカマツ-ヒノキ二段林は表-21と図-3のとおりであった。

上長生長は、スギ、ヒノキとも総生長量は下木が単層林の対照木より劣る。連年生長量はスギの場合、5年生までは下木、対照木とも同様な生長であるが、10年生前後より対照木が優る。ヒノキの場合は、10年生までは、下木より対照木の生長が優ったが、10年生以降は鈍化する。

肥大生長量についても、スギ、ヒノキとも総生長量は下木が対照木より劣る。連年生長量は5年生までは下木と対照木との差は少ないが、スギは5年生以降は下木より対照木の生長がよく、ヒノキは10年生までは対照木の成長が下木よりよいが、10年生以降は鈍化する。これらの生長でも明らかなように、二段林の下木は単層林の対照木より年輪幅の狭い材となるが、狭いことだけが良質の条件でなく、均一に揃うことであり、そのための保育管理が大切である。

表-20 アカマツースギ二段林樹幹解析表

項目	齢階 (年)	総生長		定期生長		連年生長		平均生長		生長率	
		下木	対照木	下木	対照木	下木	対照木	下木	対照木	下木	対照木
樹高生長	5	1.20	1.20	1.20	1.20	0.24	0.24	0.24	0.24	-	-
	10	3.20	4.53	2.00	3.33	0.40	0.67	0.32	0.45	18.18	23.25
	15	6.20	8.70	3.00	4.17	0.60	0.83	0.41	0.58	12.77	12.61
	16		9.20		0.50		0.50		0.58		5.59
	17	6.90		0.70		0.35		0.41		5.34	
直径生長	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	10	1.09	2.84	1.09	2.84	0.22	0.57	0.11	0.28	-	-
	15	2.84	5.68	1.75	2.84	0.35	0.57	0.19	0.38	17.81	13.33
	16		5.85		0.17		0.17		0.37		2.95
	17	3.40		0.56		0.28		0.20		8.97	
断面積生長	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
	10	0.0001	0.0006	0.0001	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	-	-
	15	0.0006	0.0025	0.0005	0.0019	0.0001	0.0004	0.0000	0.0002	28.57	24.52
	16		0.0027		0.0002		0.0002		0.0002		7.69
	17	0.0009		0.0003		0.0001		0.0001		20.00	
材積生長	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
	10	0.0002	0.0015	0.0002	0.0015	0.0000	0.0003	0.0000	0.0002		
	15	0.0020	0.0108	0.0018	0.0093	0.0004	0.0019	0.0001	0.0007	32.73	30.24
	16		0.0119		0.0011		0.0011		0.0007		9.69
	17	0.0032		0.0011		0.0006		0.0002		23.08	

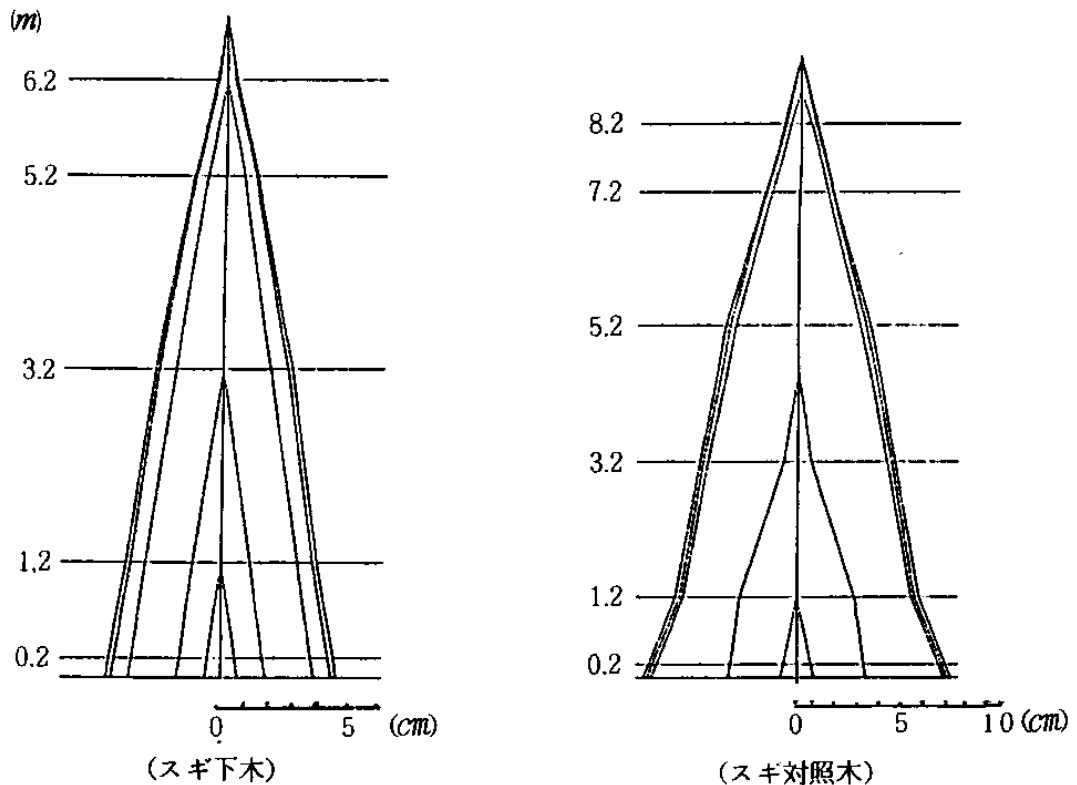
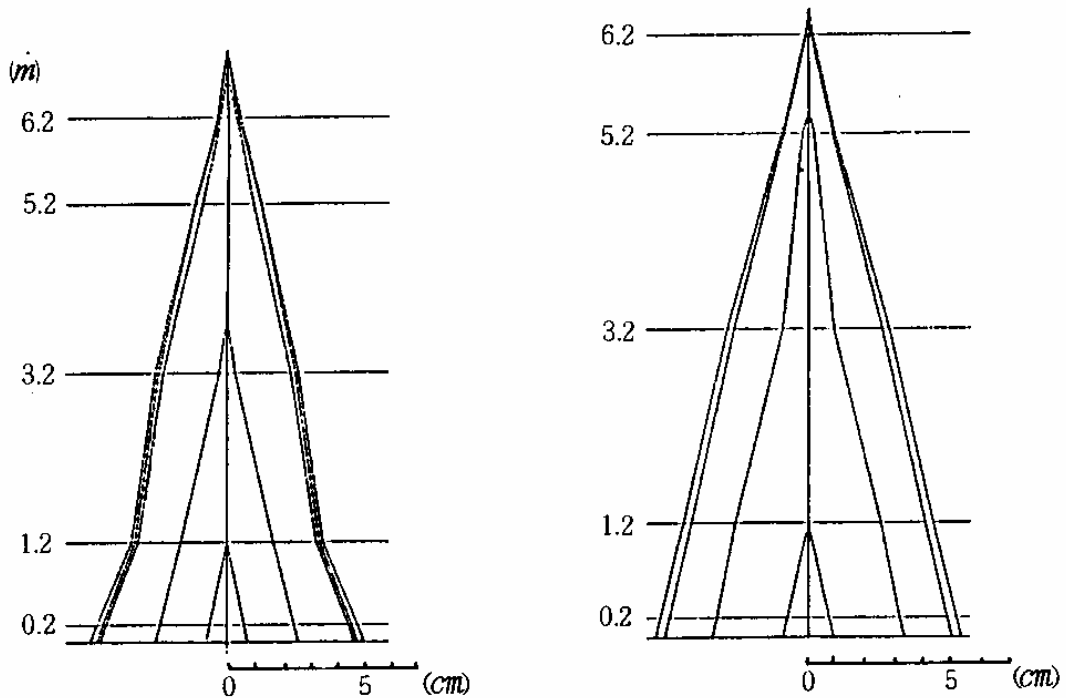


図-2 アカマツースギ二段林樹幹解析図

表-21 アカマツ-ヒノキ二段林樹幹解析表

項目	齢階 (年)	総生長		定期生長		連年生長		平均生長		生長率	
		下木	対照木	下木	対照木	下木	対照木	下木	対照木	下木	対照木
樹高生長	5	1.20	1.70	1.20	1.70	0.24	0.34	0.24	0.34	-	-
	10	3.87	5.45	2.67	3.75	0.53	0.75	0.39	0.55	21.07	20.98
	14		6.50		1.05		0.26		0.46		4.44
	15	6.73		2.87		0.57		0.45		10.79	
	16	7.00		0.27		0.27		0.44		3.93	
直径生長	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	10	1.70	2.70	1.70	2.70	0.34	0.54	0.17	0.27	-	-
	14		4.31		1.61		0.40		0.31		9.19
	15	3.28		1.58		0.32		0.22		12.69	
	16	3.43		0.15		0.15		0.21		4.47	
断面積生長	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
	10	0.0002	0.0006	0.0002	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	-	-
	14		0.0015		0.0009		0.0002		0.0001		21.43
	15	0.0008		0.0006		0.0001		0.0001		24.00	
	16	0.0009		0.0001		0.0001		0.0001		11.76	
材積生長	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
	10	0.0006	0.0015	0.0006	0.0009	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	-	-
	14		0.0047		0.0032		0.0008		0.0003		25.81
	15	0.0030		0.0024		0.0005		0.0005		26.67	
	16	0.0034		0.0004		0.0004		0.0004		12.50	



(ヒノキ下木)

(ヒノキ対照木)

図-3 アカマツ-ヒノキ二段林樹幹解析図

さらに、下木の生長と他の因子（上木林齢、上木本数、下木本数、相対照度、収量比数）との関係についてみた。それぞれ林型によって異なるが、図-4のとおり、スギ-スギ二段林の下木林齢と下木平均樹高で高い相関がみられた。ha 当たり上木本数と下木平均樹高との相関は、調査林分数の少ないこともあり確率は低いが、図-5（スギ-スギ）、図-6（スギ-ヒノキ）、図-7（アカマツ-ヒノキ）のとおりであった。また、林分の込み具合を表す収量比数と下木平均樹高の関係は、図-8（スギ-スギ）、図-9（スギ-ヒノキ）のとおりであった。

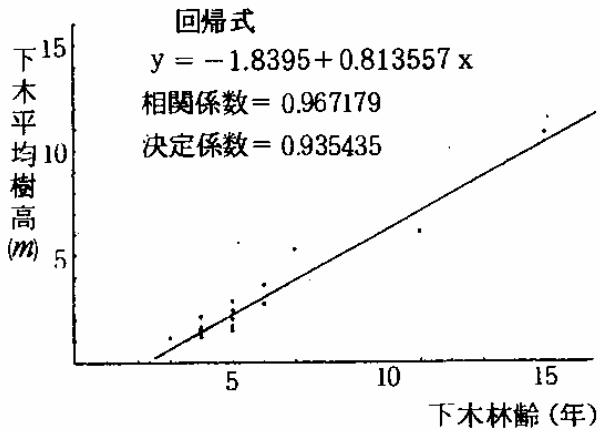


図-4 下木林齢と下木平均樹高 (スギ-スギ)

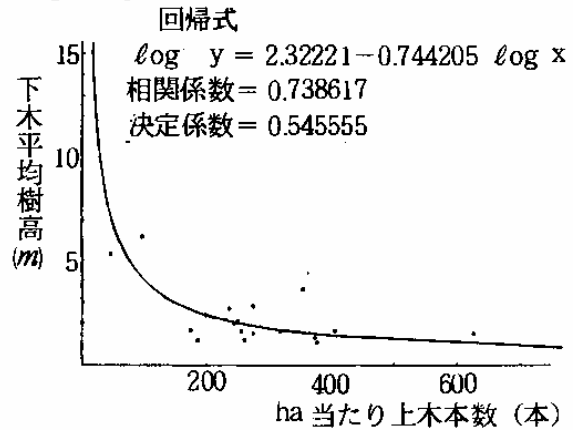


図-5 ha 当たり上木本数と下木平均樹高 (スギ-スギ)

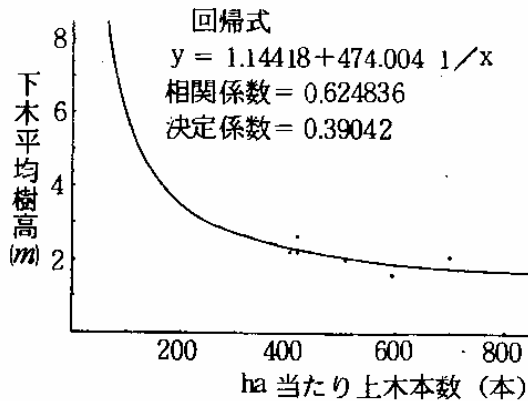


図-6 ha 当たり上木本数と下木平均樹高 (スギ-ヒノキ)

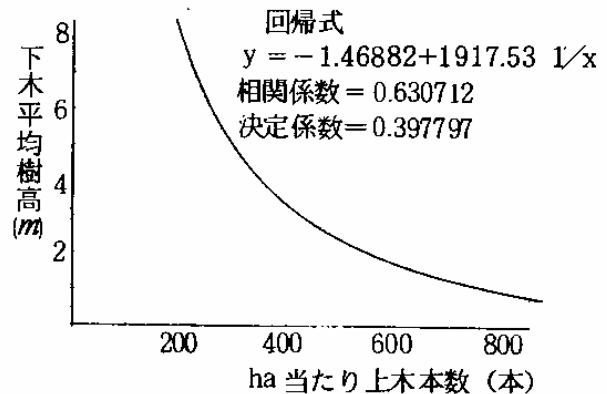


図-7 ha 当たり上木本数と下木平均樹高 (アカマツ-ヒノキ)

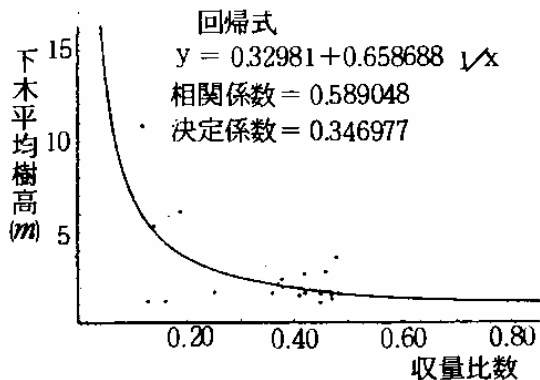


図-8 収量比数と下木平均樹高 (スギ-スギ)

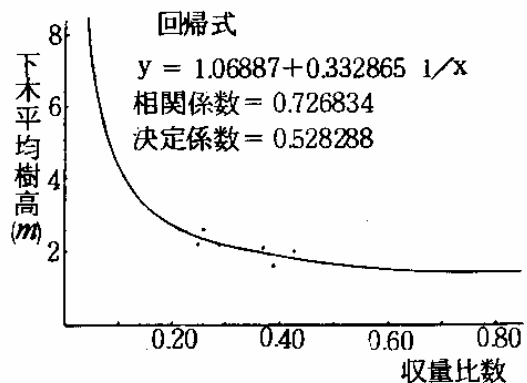


図-9 収量比数と下木平均樹高 (スギ-ヒノキ)

8. クローネの占有面積

二段林の林型別クローネの占有率をみるため、樹冠投影図を作成した。No.30のスギースギが図-10、No.17のアカマツースギが図-11、No.16のアカマツーヒノキが図-12である。これらの数値をみると表-22のとおりで、調査面積はNo.30が400㎡(20×20m)、No.16とNo.17が300㎡(15×20m)である。

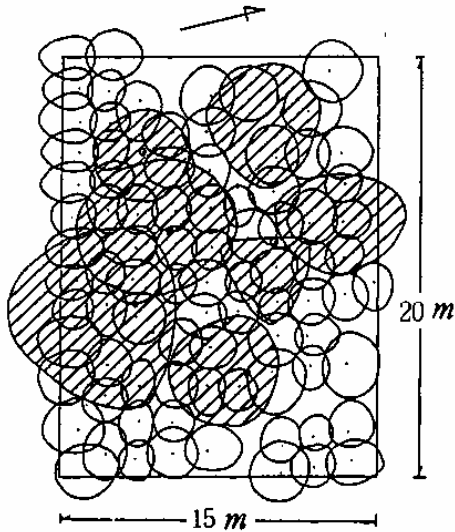


図-10 樹冠投影図 (アカマツーヒノキ)

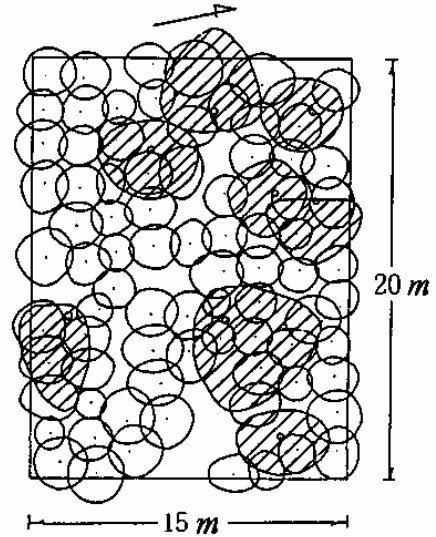


図-11 樹冠投影図 (アカマツースギ)

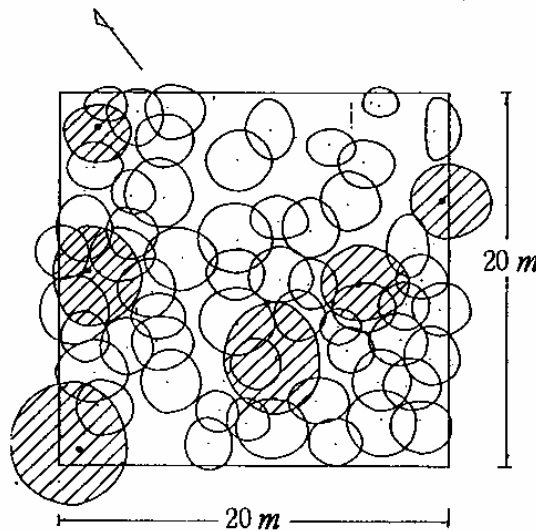


図-12 樹冠投影図 (スギースギ)

表-22 二段林林型別のクローネ占有状況

(単位: ㎡)

調査 林No	林 型	調査 面積	上 木		下 木		合 計	
			実面積	ha当たり	実面積	ha当たり	実面積	ha当たり
30	スギースギ	400	107	2,675	289	7,225	396	(99) 9,900
17	アカマツースギ	300	168	5,600	275	9,167	443	(148) 14,767
16	アカマツーヒノキ	300	109	3,633	250	8,333	359	(120) 11,966

注: () はクローネ占有率である。

№30のクローネの占有面積は ha 当たり換算すると上木が 2,675 m²、下木は 7,225 m²で合計 9,900 m²、占有率は99%と僅かに空間がみられた。№17の占有面積は、ha 当たり上木が 5,600 m²、下木は 9,167 m²で合計 14,767 m²、占有率は 148%、№16の占有面積は、ha 当たり上木が 3,633 m²、下木は 8,333 m²で合計 11,966 m²、占有率は 120%であった。これらの占有率の差は、林型より施業の違いが顕著であると思われた。比較対照として、単層林のクローネの占有状況は調査しなかったが、層をなす林分より低く、二段林のほうが林地を立体的に使用していることは疑えない。しかし、その反面、占有率が高すぎて光線が不足し、林床植生が消失して林地を荒廃させる心配もある。

9. 二段林の雑草繁茂状況

複層林における下刈りの省力については既に報告⁸⁾⁹⁾されているが、立木密度の相違による雑草繁茂の変化をみるため、雪害復旧二段林（いわき市三和町）について刈り取り調査を行った（表-23）。

表-23 立木密度別雑草の繁茂量と下刈り工程

調査区		平均樹高	平均胸高直径	ha 当たり成立本数	収量比数	ha 当たり雑草		下刈り歩掛
林型	No.					束数	重量	
スギ-スギ (30-5年生)	1	18.5 ^m	25.8 ^{cm}	188 ^本	0.18	2,000 ^束	10,750 ^{kg}	12.6 ^人
	2	15.2	21.4	851	0.48	1,500	7,000	11.3
	3	14.2	20.8	588	0.34	1,500	8,750	11.3
	4	14.4	20.3	247	0.17	2,000	16,000	12.6
スギ-スギ ヒノキ (21-5年生)	1	15.0	20.7	1,272	0.61	1,250	8,250	11.3
	2	12.7	19.9	928	0.42	1,750	8,750	12.6
	3	11.9	19.8	492	0.24	1,750	12,000	12.6

注：下刈りの歩掛は、福島県県営林事業設計基準¹⁰⁾による。

調査面積は、1区 4 m² (2 × 2 m)、刈り取った雑草は 1 m の綱を使用、7.5 kg 程度の力で結束し評量した。

雑草の束数および重量は、立木密度による差が判然としており、密度の高い林分の束数は低い林分に比べ71~75%であった。調査林分は造林後5年経過しているため、雑草の繁茂量は普通の造林地と変わらない状態と思われる。この調査数値を県営林事業設計基準の標準歩掛に当てはめると、密度の高い林分で ha 当たり 11.3 人、低い林分で 12.6 人と 1 割以上の差があった。歩掛は雑草と笹・かん木の束数を合計し、前述の表から転記した。

これらの調査結果を図化したのが、図-13である。収量比数 (Ry) と相対照度の関係は樹種によって異なるが、スギは Ry が 0.7 で相対照度が 30%、0.6 で 40%、0.5 で 50% と推定¹¹⁾されるという。相対照度 40~50% では陽性の雑草が繁茂して下刈りが必要となるが、下刈り作業の労力はかなり軽減できることが認められている⁸⁾¹²⁾と一致した。また、二見ら¹³⁾の調査では、相対照度 35% で 920 g/m² の雑草量であった。相対照度 35% は収量比数が 0.65 くらいなので、本調査のスギ-スギ二段林の収量比数 0.61 の 825 g/m² とほぼ同じであった。出現雑草の種類を多い順にあげると、木本ではモミ

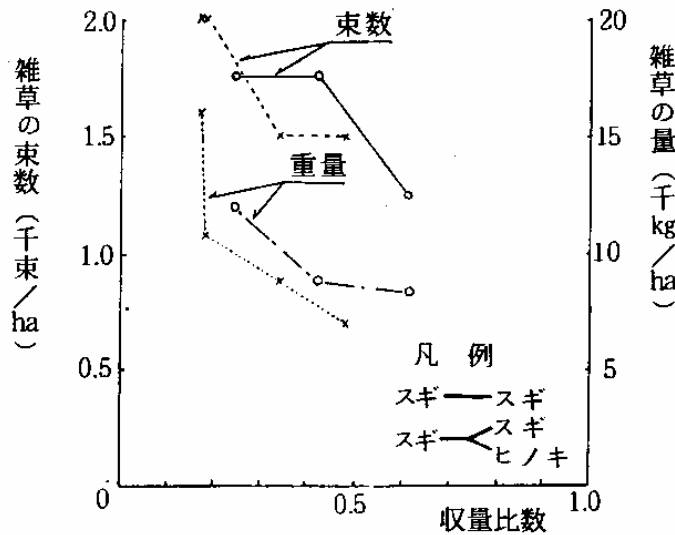


図-13 収量比数と雑草の束数・重量の関係

ジイチゴ、ニガイチゴ、クマイチゴ等のイチゴ類とクサギ、ヤマアジサイ、マタタビ、ヤマクワ等であり、草木ではオカトラノオ、チヂミザサ、ヨモギ等で、木本と草木合わせて40種類であった。

なお、雑草の繁茂状況と歩掛について、調査地の隣接で下刈り作業をしていた森林所有者からの聞き取りによると、雪害復旧によって造成された二段林の場合、初年度は被害前うっ閉状態であったため、雑草の繁茂量が少ない上、草丈も短く、下刈り能率もよく歩掛も低かった。2～3年目は普通の林の状態以上に密生し旺盛な生長で歩掛も高く、4年目以降は初年度と同じということであった。早稲田⁹⁾は、「下刈りという作業は皆伐更新のために生じた必要悪」と言っている。前記の森林は、復旧が目的であったため上木の密度が低く、下刈りの省力にならなかったと思われる。

10. 下木の損傷状況

下木が損傷を受けるのは、上木の伐採や雪害等があげられる。上木の伐採による下木の損傷については、以前に行ったNo16と他の林分の2カ所の調査結果である(表-24)。調査地1は上木の林齢が

表-24 上木の伐採に伴う下木の損傷状況

調査区	林況及び間伐の内容				下木の損傷状況	
		林齢	本数	材積	損傷本数	230本/ha
1 (No16)	間伐前	上木アカマツ	54年生	609本/ha	342m ³ /ha	損傷率 6.7% { 幹折れ 0.8% 梢端折れ 1.1% 倒木 4.6% 皮剥れ 0.2%
		下木ヒノキ	8年生	3,424本/ha	—	
	間伐量	上木アカマツ		142本/ha	51m ³ /ha	
	間伐率			23%	15%	
2	間伐前	上木アカマツ	28年生	1,197本/ha	212m ³ /ha	損傷本数 109本/ha 損傷率 3.5% { 幹折れ 2.2% 梢端折れ 0.9% 倒木 0.4%
		下木ヒノキ	8年生	3,159本/ha	—	
	間伐量	上木アカマツ		270本/ha	34m ³ /ha	
	間伐率			22%	16%	

(福島県林試 本間)

54年生で、下木の損傷率は6.7%、調査地2は上木の林齢が28年生で下木の損傷率は3.5%と、若い林分のほうが被害が少なかった。損傷の種類は幹折れ、梢端折れ、倒木、皮剥れ等であるが、調査地1と2では種類別の損傷率は異なっており、樹種、林齢、伐倒技術の巧拙等によって変わるものと思われる。表-24でも明らかなように、上木1本の伐倒に対し調査地1は下木が1.6本、調査地2は0.4本の割合の損傷で、問題にするほどの数ではない。もしも、下木が収穫期に達していて、上木の伐倒によって損傷すると思われるものは、あらかじめ収穫することも考えられる。

上木に積もった雪が落下することにより下木の幹や枝が折損することについては、改めて調査はしなかったが、観察によると最深積雪30cmの西白河郡表郷村で15%、これより雪の少ないいわき市三和町では約5%の被害であった。被害は樹高が20cm前後、枝張幅の半径2mでは上木直下の下木に少なく2mくらい離れた下木に多かった。これはクローネの先端と一致しており、雪の落下する位置がクローネの先端と思われる。

11. 上木（スギ）の各種被害状況

この調査は、各種被害がアカマツやカラマツに比較して多いスギについて行った。二段林を造成するために立木を伐採し、疎開することによる被害には種々あるが、不定芽の発生とクローネの被害、凍裂について調査した。

不定芽の発生とクローネの被害については、表-25のとおりであった。不定芽の発生率は、二段林

表-25 不定芽の発生とクローネの被害状況

調査林No	林型	上木林齢	調査本数	不定芽の発生				クローネの被害			備考
				A	B	C	計	I	II	計	
1	スギ—スギ	年生 52	本 25	3	6	8	(68) 17	2	10	(48) 12	
30	スギ—スギ	37	25	1	1	11	(52) 13	1	8	(36) 9	
15	スギ—スギ	44	25	—	—	6	(24) 6	—	7	(28) 7	
	スギ	42	25	—	—	3	(12) 3	—	3	(12) 3	No15の対照林

注1：（ ）は、調査本数に対する百分率である。

2：不定芽の分類

- A……多（不定芽が枝下高の2/3以上発生しているもの）
- B……中（ " 1/3～2/3発生しているもの）
- C……少（ " 1/3未満発生しているもの）

3：寒風や暴風雨によるクローネの被害分類

- I……多（クローネの1/2以上欠損しているもの）
- II……少（ " 1/2以下 " ）

が24～68%（平均48%）、単層林は12%で1/4程度であった。安藤⁸⁾は「不定枝発生のメカニズムは良くわかっていないが、樹幹に長時間直射日光が直射すると発生しやすくなるといわれ、加納¹⁴⁾は「幹に陽光の直射を受ける南西方位に、とくに発生が多いことが知られている」と言っている。立木密度の高い普通の林分に比べ、樹幹に直射光線の当たることの多い二段林の上木に、不定芽の発生

が多いのは自然の理である。本調査林分（単層林）は桁丸太生産のため、ていねいな枝打ちを行っていたので、不定芽の発生を少なくしたと思われる。

クローネの被害は、寒風によるものが大部分を占めるが、暴風等の併発も考えられる。被害率は二段林が28~48%（平均37%）、単層林は12%で3分の1程度であった。この被害も不定芽の発生同様、立木を疎開することが大きな原因と思われる。しかし、枝葉が少なくなると林木の物質生産量が劣え、年輪幅の狭い材が生産される¹⁵⁾ことなどを考えると、生産面からは一概に悪影響とは決めつけ難い。

凍裂についても、立木を疎開することによって被害発生に影響を及ぼすだろうと考え調査した結果は、表-26のとおりであった。

表-26 凍裂の被害状況

調査林 No	林 型	調査本数	凍 裂		発 生 方 位								備 考	
			本数	長 さ	N	NE	NW	E	W	S	SE	SW		計
1	スギ - スギ	本 25	(20)	103	1	1	-	-	-	-	3	-	6	
			5	39~182										
30	スギ - スギ	25	(16)	65	-	-	2	1	1	1	1	1	6	
			4	18~135										
15	スギ - スギ	25	(20)	44	1	-	1	2	2	-	-	1	5	
			5	17~82										
15	ス ギ	25	(16)	110	1	1	2	-	-	-	-	-	4	No 15の対照林
			4	30~246										

注1：（ ）は、調査本数に対する百分率である。

2：凍裂被害本数より発生方位別本数が多いのは、1本の樹幹で数本の凍裂を受けているためである。

凍裂の被害率は、二段林が16~20%（平均19%）、単層林は16%で僅少な差であった。凍裂の被害は、単年のものと何年にもわたるものがあるように思われ、また、その年の気象条件で症状が現れるものと現れないものがあり複雑である。今回の調査は割材したわけでもなく、外部の肉眼観察なので疑わしきものも多少含まれているように思われる。凍裂の長さは、堀内¹⁶⁾の茨城県での調査では、長いものは地上6mにも及び平均では地上高0.4~3.0mの平均2.5mであり、樹間の南側に多い傾向にあるという。本調査では0.2~2.5m（平均0.8m）、方位別の傾向はみられなかった。現在、凍裂については、未解明な部分が多く、今後の研究に期待したい。

12. 下木の向日性

以前に、二段林下木のヒノキは陽光の関係で斜立するということを聞いたので、確認のためヒノキとその対照としてスギについて位置別に調査した。調査は梢端から根元までの傾斜角を計測すればよいが、樹高が10mにも及ぶものがあり、2mのポールで測定可能な範囲とした。

結果は表-27のとおりで、二段林下木の林内から林縁への斜立度は、スギは林縁から3.3 > 2.0 > 1.2 > 0.9度、ヒノキは3.1 > 2.4 > 1.2度と、スギ、ヒノキとも林内ほど少なかった。とくに、スギは対照林の100に対し林縁は660と顕著であった。実生よりさし木苗で成林したほうが斜立が少なかったことは、さし木増殖による通直性が表れた結果と思われる。ヒノキとスギでは、ヒノキの1.9度

表-27 二段林下木の向日性

調査林 No	林 型	林 齢	調 査 本 数	平 均 樹 高	平均胸 高直径	形 状 比	斜 傾 角	備 考
	アカマツースギ	年生 16	本 90	m 6.6	cm 7.9	84	(340) 1.7°	
	アカマツースギ 1列目	"	20	6.2	8.9	70	(660) 3.3	
	" 2列目	"	20	6.4	7.4	86	(400) 2.0	
	" 3列目	"	20	6.9	8.0	89	(240) 1.2	
	" 林内	"	30	6.8	7.6	76	(180) 0.9	
	スギ(実生)	17	20	9.7	11.5	84	(100) 0.5	対照林(単層林)
	"(さし木)	10	20	7.6	8.6	88	(40) 0.2	"()
16	アカマツヒノキ	16	75	7.0	7.2	97	(106) 1.9	
	アカマツヒノキ 1列目	"	19	6.4	8.4	76	(172) 3.1	
	" 2列目	"	16	7.2	6.9	104	(133) 2.4	
	" 3列目	"	10	7.5	8.1	93	(100) 1.8	
	" 林内	"	30	7.1	6.4	111	(67) 1.2	
	ヒノキ(実生)	10	20	7.6	8.3	92	(100) 1.8	対照林(単層林)

注：()は、スギ、ヒノキとも実生の対照林を100とした場合の指数である。

に対しスギが1.7度とヒノキのほうが若干斜立したが、ヒノキは対照林の斜立も大きいので林縁等との差は少なかった。ただし、これらの斜立は若齢期のものであり、近年の長伐期大径材生産の指向からすれば問題にするほどではない。

12. 二段林の施業体系図

今回の調査結果から施業体系図を作成するのは尚早と思ったが、既往の調査資料等を参考にして暫定的な施業図を作成した。不備な点については、今後これらを足掛りに研究を積み重ね修正してゆきたい。

(1) スギースギ二段林

本施業体系図(図-14)は、「すぎ人工林の実態調査結果とその応用について」⁶⁾の福島表スギⅡ(長伐期大径材生産)、地位級2、初期本数3,000本(ha当)、間伐回数8回を参照して作成した。本施業図の上・下木の枝打ち(上木の場合は、下木の生長を促すためのもので、枝おろしとしたほうが適切かもしれない)は、いずれも7回とし、打上げ高も上・下木とも20年生以下は樹高の50%、21~45年生は60%、46年生以上は70%とした。間伐は8回であるが、上木の立木密度の基準はⅦ齢級で650本/haとし、80年生時に200本/haに本数調整伐を繰り返し実施する。下木の植栽本数は

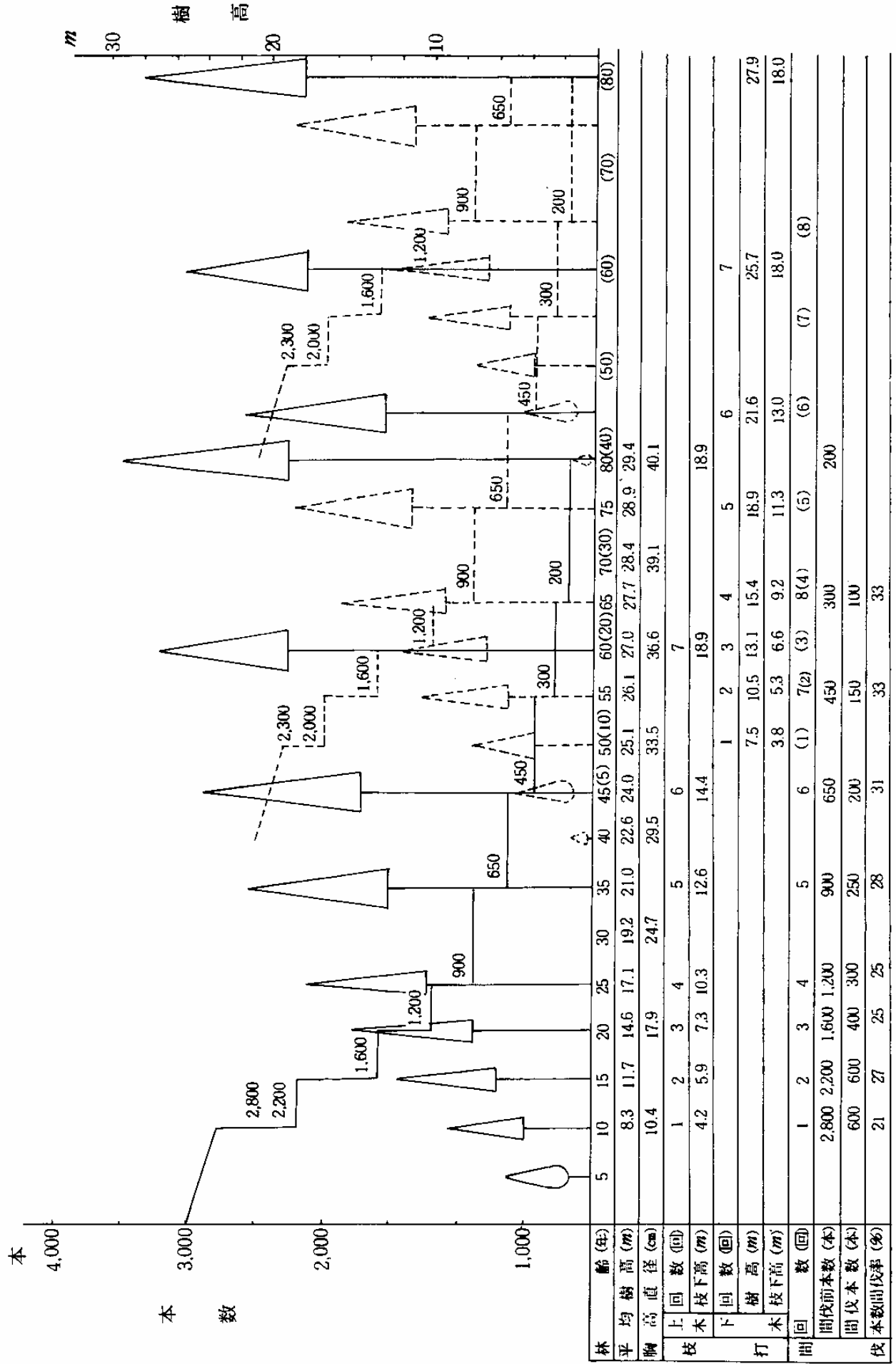


図-14 スギ一スギ二段林施業体系図

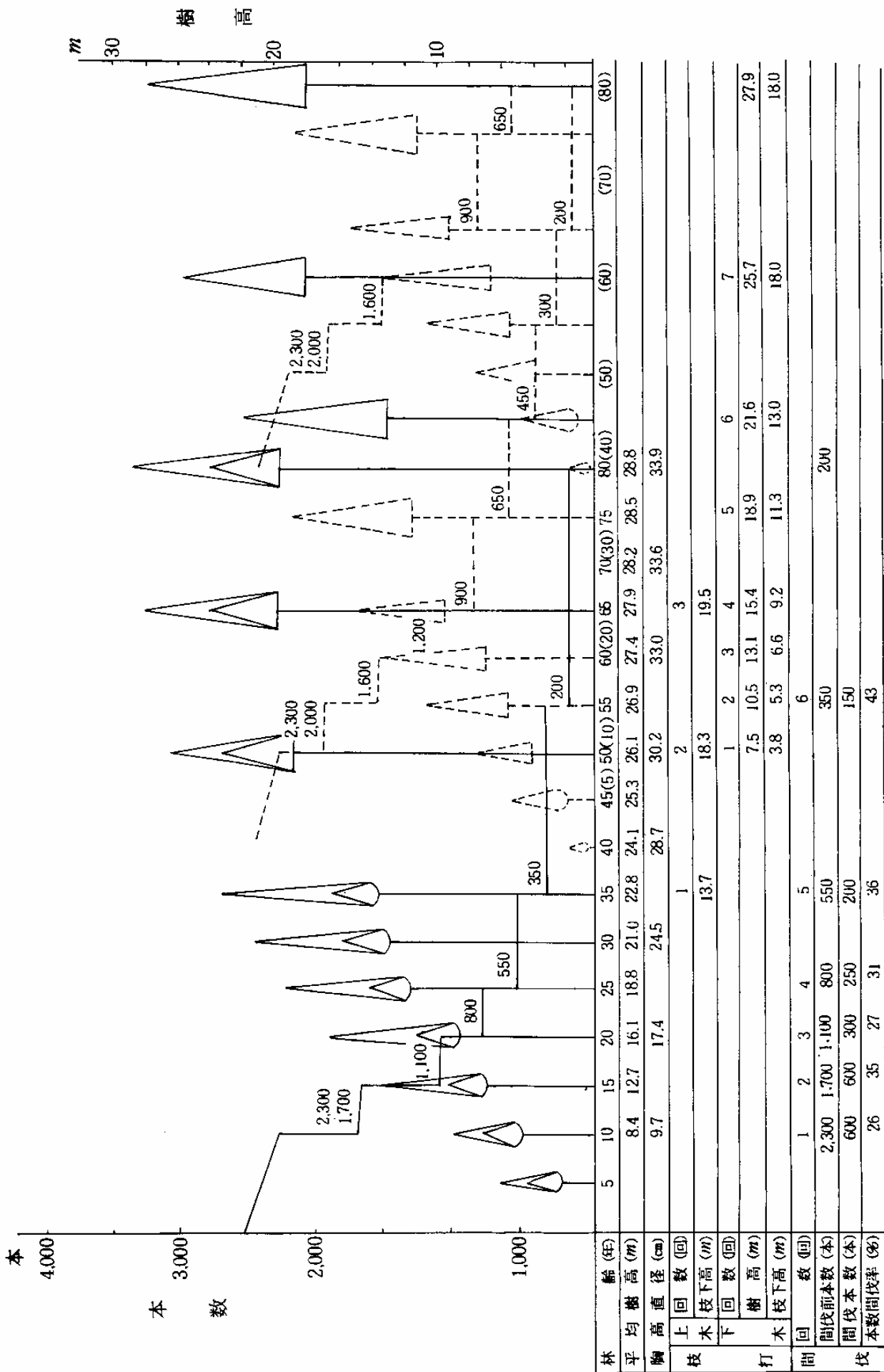


図-15 カラマツースギニ段林施業体系図

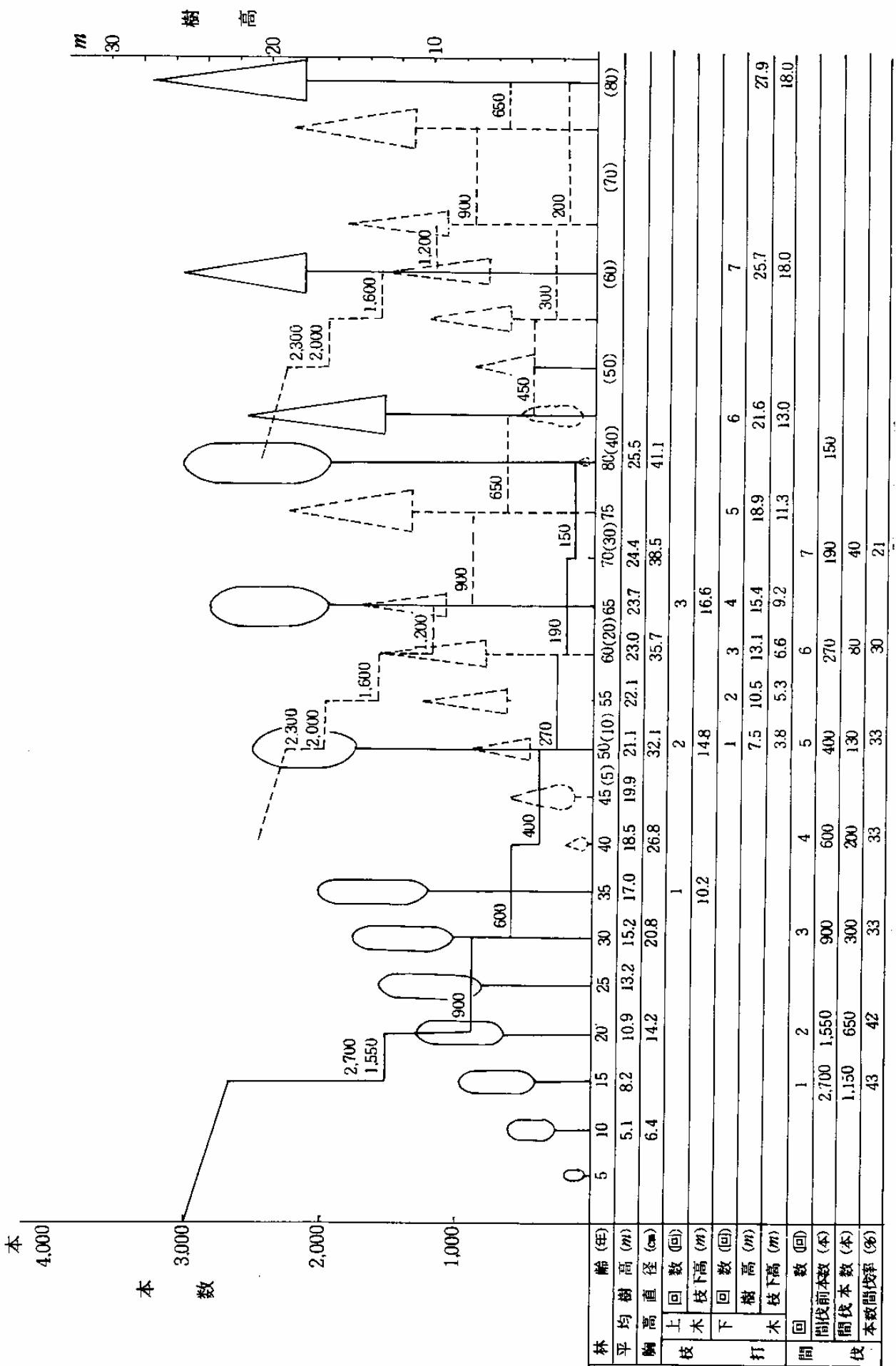


図-16 アカマツースギ二段林施業体系図

2,500本/haで、間伐回数等は上木と同じく8回、下木の平均樹高は45年生以下は上木の10%減、46年生以上は5%減とした。

(2) アカマツースギ二段林

本施業体系図(図-15)は、「あかまつ人工林収穫予想表作成に関する基礎調査書」⁷⁾の施業体系4、地位級2、初期本数3,000本(中仕立Ⅱ)、間伐回数7回を参照して作成した。上木の枝打ちは3回、打上げ高は1回目の35年生時は樹高の60%、それ以降は70%とした。ここで、アカマツの枝打ちについて検討すると、谷沢¹⁷⁾は「生枝の径が6cm以上のものは枝打ちしても、その巻込に長年月を要し、腐朽菌が浸入して材の利用価値を低下する」、また、高原¹⁸⁾はアカマツの枝打ちしうる限界を約3cmとしており、これらを考慮して実行すべきである。下木の枝打ちは良質材の生産という面から7回とし、打上げ高は20年生以下を樹高の50%、26~45年生は60%、46年生以上を70%とした。上木の立木密度の基準はⅥ齢級で600本/haとし、80年生時に150本/haになるようにした。下木の植栽本数は2,500本/haとし、立木密度は樹種が異なるので650本/ha、80年生時に200本/haとなるようにした。

(3) カラマツースギ二段林

本施業体系図(図-16)は、昨年、筆者らが作成したばかりの「カラマツ人工林収穫予想表等作成に関する基礎調査書」¹⁹⁾の施業体系4、地位級2、初期本数2,500本、間伐回数6回を参照して作成した。下木の枝打ちも、回数、打上げ高とも上木がアカマツと同じくした。上木の立木密度の基準はⅦ齢級で350本/haとし、80年生時には200本/haになるようにし、下木の立木密度の基準はアカマツの下木と同じくした。

14. 経済性の分析

本県の場合、再三述べるように複層林の歴史が浅く、伐期に至ったものがなく材の流通の事例をみないないので、これらの収支について論じるのは難しい。なお、村有林(No.30)のスギースギ二段林(林齢：上木37年生、下木14年生)の記録があったので参考までに示すと、表-28のとおりである。

実行面積は2.47haで総経費は1,592千円、haあたりに換算すると644千円、年利5.5分の後価計算によると1,143千円となった。一般造林地に比べ枝打ち経費が加算されているだけであるが、造成する際の上木の枝打ち経費などを含めれば、複層林施業の経費はもっとかさむものと思われる。

Ⅳ. おわりに

昭和60年から3カ年にわたって実施した本研究が終了した。本研究については、担当者会議等で大筋打合わせられ、細部の調査内容は各県独自の方法で行った。本県は複層林施業に関する調査研究が浅いため、研究の対応に戸惑いつつ県内二段林の実態分析等を実施してきた。しかし、林野庁はじめ国立試験や各県林試の協力を得て、一応、取りまとめることが出来た。

本県の複層林も昭和56年以前は研究と普及展示のため実施されていた程度で、56年の豪雪害以降に大半が造成された。そのため森林所有者は、本施業について未経験から技術指針の提示を要望していた。一方、造林事業の一環として複層林の造成が計画され、その基本となる地域にマッチした施業技術指針の作成が急務となっていた。そこで研究実施要領であげた、上木および下木とも高齢な二段林および多層林について調査するよう務めたが多層林の事例はなかったことを付記する。

東北林試協では地域重要課題として昭和63年から3カ年で、複層林造成から管理にいたる技術確立の研究を進めるべく計画している。既往の研究の積み重ねによって、普及指導に役立つ複層林の施業技術を確立したい考えである。

【引用文献】

- 1) 遠藤久志：「立て立て伐り」作業について 福島県林務部 1～3 1955
- 2) 橋本与良：複層林施業の効果、複層林の施業技術 日本林業技術協会 7～8 1982
- 3) 福島県農地林務部：昭和62年福島県林業統計書 82～87 1988
- 4) 松下正俊、岩波基樹：奥多摩町の複層林（二段林）実態調査 1～4 1984
- 5) 福島県：昭和49年度林業技術現地適応化促進事業実施報告 1～10 1984
- 6) 福島県農地林務部：すぎ人工林の実態調査結果とその応用について（表日本－福島県中・浜通り地方）84 87 1980
- 7) 福島県農地林務部：あかまつ人工林収穫予想表作成に関する基礎調査書（表日本－福島県中・浜通り地方）81 1984
- 8) 安藤 貴：複層林施業の要点 わかりやすい林業研究解説シリーズ79 林業科学技術振興所 58 1985
- 9) 早稲田収：複層林の仕立て方 林業改良普及双書77 全国林業改良普及協会 92 143 1981
- 10) 福島県農地林務部：福島県営林例規集 II～2～9 1981
- 11) 藤森隆郎：複層林の保育、新版「スギのすべて」 全国林業改良普及協会 293 1983
- 12) 峰屋欣二、安藤 貴：現在の複層林について施業上の考察、複層林の施業技術、日本林業技術協会 111 1982
- 13) 二見鎌次郎、金山信義：スギ複層林造成技術試験、鳥取県林試報告 20～21 1982
- 14) 加納 孟：森林の取扱いかたによる材質、わかりやすい林業研究解説シリーズ11 37 1965
- 15) 安藤 貴：林分の密度管理、農林出版 6～8 1982
- 16) 堀内孝雄：寒害、新版「スギのすべて」、全国林業改良普及協会 370～371 1983
- 17) 谷沢直衛：枝節と枝打方法について、日林誌19 16～23 1937
- 18) 高原末基：枝打ちの基礎と実際
- 19) 青砥一郎・大久保圭二：カラマツ人工林収穫予想表等に関する基礎調査書、福島県農地林務部 49 1988

複層林調査一覧表

No	調査地	林型	標高	基岩	土壌型	方位	傾斜	局所地形	相対照度	樹種	
										樹種	林齢
1	表郷村	スギ -スギ・ヒノキ	380 ^m	砂岩・粘板 岩の互層	B _D	E	13	山腹平衡斜面	70%	スギ	年生 50
2	鮫川村	スギ -ヒノキ	500	黒色変岩類	"	NW	8	山腹凹型斜面	37	"	22
3	"	スギ -ヒノキ	510	"	"	SE	31	山腹平衡斜面	68	"	27
4	只見町	ブナ -スギ	560	泥岩	B _B	SW	20	山腹凹型斜面	30	ブナ	80
5	石川町	スギ -ヒノキ	560	黒色変岩類	B _D	NE	18	山腹凸型斜面	38	スギ	22
6	古殿町	スギ -スギ	420	緑色変岩類	"	SE	31	山腹凹型斜面	26	"	29
7	いわき市	スギ -ヒノキ	420	"	B _E	NE	25	山脚堆積面	66	"	22
8	"	スギ -スギ	520	"	"	SE	24	"	32	"	29
9	平田村	スギ -スギ	420	花崗岩	B _D	N	25	"	54	"	21
10	石川町	スギ -スギ	410	花崗閃緑岩 (古期)	"	SW	16	山腹凸型斜面	7	"	28
11	小野町	アカマツ -ヒノキ	530	"	B _D (d)	NE	25	山腹平衡斜面	64	アカマツ	16
12	"	スギ -スギ	510	"	B _E	SE	7	山脚堆積面	61	スギ	39
13	大越町	アカマツ -ヒノキ	600	黒色変岩類	B _B	W	12	山腹平衡斜面	71	アカマツ	29
14	いわき市	スギ -ヒノキ	540	緑色変岩類	B _D	SE	25	"	30	スギ	30
15	"	スギ -スギ	560	花崗岩	"	NW	15	山脚堆積面	66	"	42
16	郡山市	アカマツ -ヒノキ	260	洪積層	B _D (d)	"	10	台地	24	アカマツ	63
17	"	アカマツ -スギ	260	"	"	"	10	"	35	"	63
18	いわき市	スギ -スギ	520	花崗閃緑岩 (古期)	B _C	E	20	山腹凸型斜面	39	スギ	25
19	"	スギ -スギ	520	"	"	"	20	"	39	"	25
20	"	スギ -スギ	580	緑色変岩類	B _B	"	25	山腹平衡斜面	29	"	32
21	"	スギ -スギ	580	"	"	"	15	山腹凹型斜面	60	"	32
22	"	スギ -スギ	520	花崗閃緑岩 (古期)	B _D	SE	20	"	37	"	41
23	"	スギ -スギ	560	"	"	E	15	山脚堆積面	34	"	25
24	"	スギ -スギ	500	"	"	"	15	"	57	"	23
25	古殿町	スギ -ヒノキ	400	緑色変岩類	B _D (d)	SE	28	山腹凸型斜面	56	"	53
26	"	スギ -スギ	460	"	B _D	W	20	"	62	"	35
27	いわき市	スギ -スギ	550	"	"	SE	15	山脚堆積面	39	"	32
28	"	スギ -スギ	430	"	"	"	22	"	68	"	28
29	"	スギ -スギ	530	"	"	E	30	山腹凸型斜面	55	"	45
30	川内村	スギ -スギ	530	花崗閃緑岩 (新期)	"	NW	8	山腹平衡斜面	62	"	37

上			木				下				木		对照木
D	H	枝下高	ha本数	ha材積	ha断面積	HD比	樹種	林齢	D	H	ha本数	HD比	H
39.3 ^{cm}	23.8 ^{cm}	11.3 ^m	97	124	12	61	スギ ヒノキ	7	6.8 4.1	5.3 3.4	955 913	7.8 8.3	5.2 3.4
19.2	13.7	6.1	700	127	20	71	ヒノキ	4	-	2.1	684	-	2.1
18.6	14.1	6.8	407	77	11	76	〃	4	-	2.2	944	-	2.1
38.2	27.1	8.7	354	479	41	71	スギ	5	-	1.1	2,313	-	1.8
22.6	15.7	4.9	420	125	17	69	ヒノキ	4	-	2.2	647	-	2.2
25.5	17.2	7.7	502	205	26	67	スギ	4	-	2.1	815	-	2.3
18.1	14.4	6.1	418	77	11	80	ヒノキ	4	-	2.6	1,294	-	2.7
19.9	16.3	7.4	751	193	23	84	スギ	4	-	1.3	1,221	-	1.6
13.7	11.5	6.7	1,254	109	18	84	〃	4	-	1.5	2,129	-	1.6
22.7	15.5	6.7	755	222	31	68	〃	3	-	1.1	1,250	-	1.4
13.3	9.5	4.6	756	52	11	71	ヒノキ	3	-	1.8	1,513	-	1.8
22.0	19.6	12.4	551	204	21	89	スギ	5	-	2.8	1,689	-	2.4
21.1	16.7	10.1	398	114	14	79	ヒノキ	3	-	1.0	3,039	-	1.3
25.0	19.5	8.6	509	234	25	78	〃	5	-	2.0	1,712	-	3.0
29.5	18.7	9.5	196	116	13	63	スギ	11	5.7	6.1	3,740	107	-
38.5	20.4	11.0	328	355	39	53	ヒノキ	14	6.9	6.0	3,039	87	6.4
35.1	19.6	11.9	364	318	36	56	スギ	14	7.5	6.9	2,412	92	9.3
18.0	8.6	5.3	522	53	14	48	〃	4	-	1.2	1,373	-	1.4
15.5	9.2	4.2	371	31	7	59	〃	4	-	1.2	1,373	-	1.4
23.4	17.5	7.4	548	198	25	75	〃	5	-	1.5	851	-	1.8
24.7	15.5	8.6	351	122	17	63	〃	5	-	1.7	1,054	-	1.7
21.9	18.9	7.9	513	183	21	86	〃	5	-	1.6	2,500	-	2.0
20.1	14.1	5.9	638	138	21	70	〃	5	-	1.6	3,086	-	1.7
22.5	17.5	9.2	491	165	20	78	〃	5	-	2.0	2,165	-	1.7
24.6	16.1	4.9	593	214	29	65	ヒノキ	4	-	1.6	1,119	-	1.9
29.1	19.6	10.3	477	289	32	67	スギ	6	-	2.7	930	-	3.2
22.1	17.4	9.6	708	230	28	79	〃	6	5.7	3.6	1,292	63	4.1
19.1	14.6	7.2	814	167	24	76	〃	4	-	1.6	865	-	2.2
26.0	20.5	10.4	400	209	21	79	〃	5	-	2.4	1,400	-	3.2
42.0	16.0	4.3	150	150	21	38	〃	14	14.3	10.8	1,400	76	-