

カラマツ本数密度管理について

局・計画課、技術開発室 八田幸三
袖山福治

要 旨

本数密度管理を骨子とする育林技術体系確立の一環として、国有林の現状に適應した本数密度調節の合理的方法を見出すために、昭和43～45年度に、カラマツ造林面積の多い、長野、上田、岩坊田、臼田、松本、諏訪、伊那、藪原の各営林署に試験地を設定した。

この試験地の調査経過は、昭和52年度に発表している。

今回は、本数密度と直径生長及び形質について、既往の調査データと併せてとりまとめたものである。

はじめに

カラマツは、とかく単木生長を期待して比較的低い密度で管理しようとする傾向がある。

しかしこの視点を木材生産量の増大、構造材生産としての形質に向ける必要が考えられる。優れた人工林を育てるためには、林分の健全性を損わない範囲内で、可能な限りの高密度管理が林業経済的にも有利であると考え。間伐もこの高密度管理を前提で検討することにより、その合理性が得られる。

今回は、本数密度とその生長について、カラマツ本数調節試験地の8試験地及び、既往の調査資料と併せてとりまとめたので、その概要を発表する。

I 試験地概要

試験地の位置は図 1、概要は表-1のとおりである。

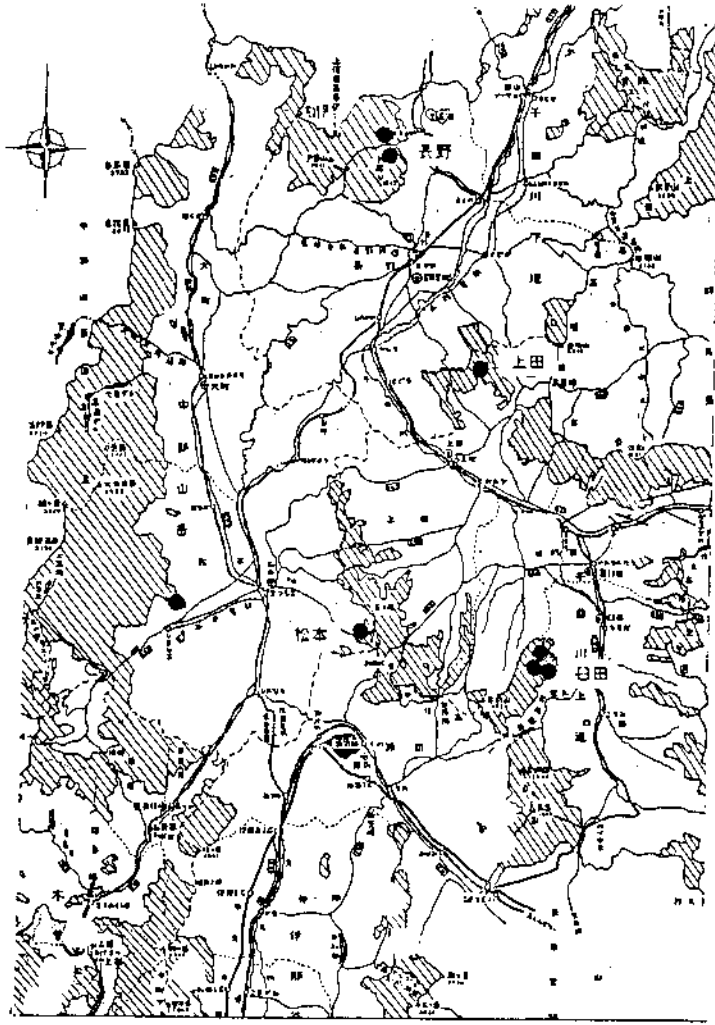


図 1 試験地位置図

表-1 カラマツ本数調節試験地概要

番	国有林	林小題	伐期	伐後年数	林令		地位	地 況				需 別 面 積 (ha)						
					設定時	現在		標 高	方位	傾 斜	地 質	土 壌 型	区域面積	植 産	中 度	稀 産	列 伏	対 照
長野	高尾山	19と	除伐	43	14	31	8	1,020	E	緩	火山灰層	B.L.Didi	0.86	0.40	-	0.20	-	0.20
-	雲仙寺	36ん	除伐	43	12	29	9	880	E	緩	-	B.L.D.E(n)	0.81	0.16	-	0.16	-	0.16
上田	御膳山	49た	間伐	43	19	36	10	960	SW	急	閃輝岩	B.c	1.62	0.18	0.18	0.18	-	0.18
白田	鹿島入集	100を	間伐	43	18	35	9	1,040	S	中	火山灰	B.L.D.E	0.85	0.47	0.17	-	-	0.21
-	-	98の	除伐	43	11	28	9	1,040	N	中	-	-	1.15	0.27	0.29	0.22	0.19	0.19
-	-	99り	除伐	43	9	26	10	1,070	N	中	-	-	0.98	-	0.183	0.183	0.183	0.183
松本	金松寺	236ふ	除伐	44	7	23	9	980	N	中	古生粘板岩	B.R	1.08	-	0.26	0.25	0.25	0.25
-	駒嵐山	247お くやま	間伐	44	18	34	9	1,050	S	急	-	B.L.Dii	0.99	0.20	0.20	-	0.40	0.19

(注) 本数調節の毎当たり基準残存本数・

植産区 1,100本・中度区 1,500本・稀産区 1,900本・列伏区 1,150本・1,500本・対照区 2,500本~3,000本

・林令・現在(昭和50年)

II 調査結果及び考察

1 生長効果

(1) 試験区別の平均樹高，平均胸高直径，材積，胸高断面積及び生長率は，表一 2 のとおりである。

また，強度区と対照区（無間伐区）の直径生長率（設定時平均直径対，現在の平均直径）を比較したものが図- 2 である。その結果，単純比較でみると 6 試験地は対照区，2 試験地は強度区がそ

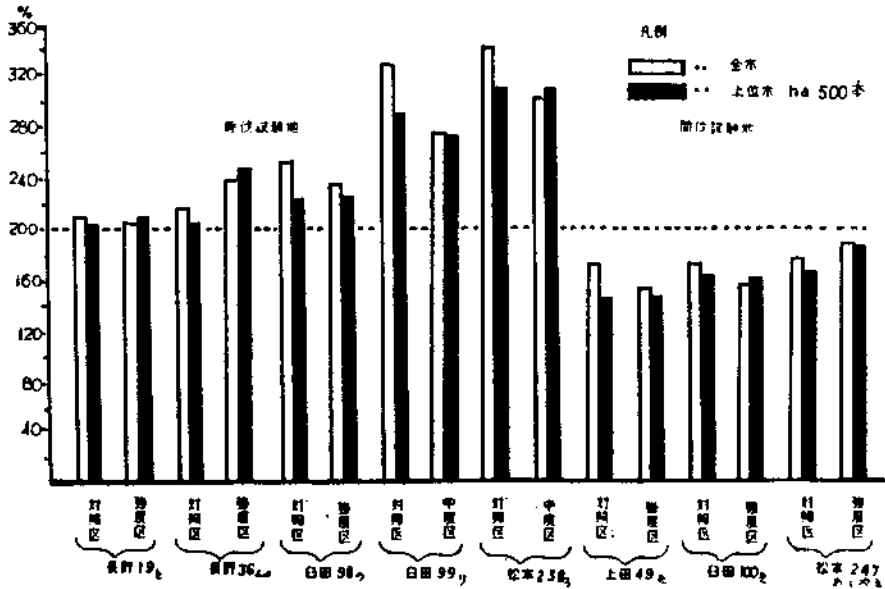


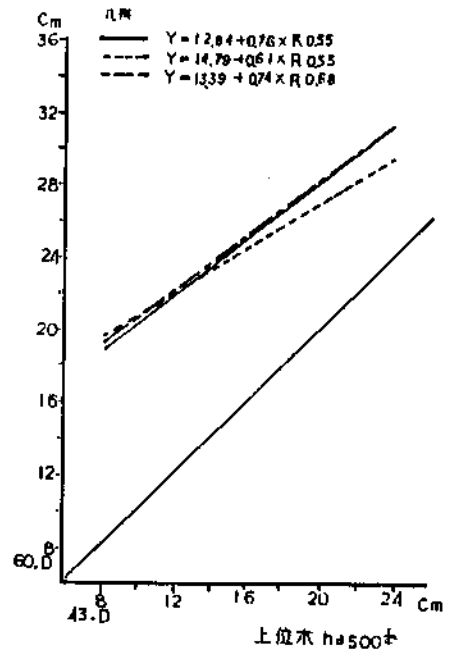
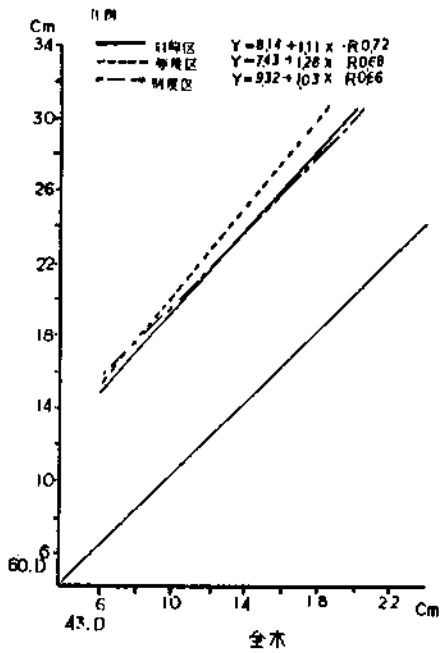
図- 2 平均直径別生長率比較（設定時に対する最新の直径生長）

れぞれ上廻っている。さらに上位木 500 本/ha の比較では 4 試験地が対照区，4 試験地は強度区とほぼ等しかった。

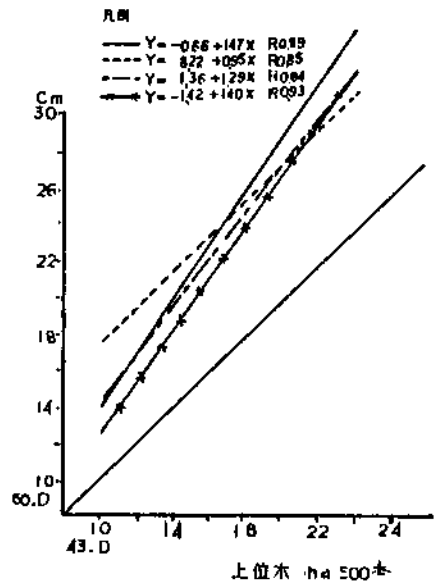
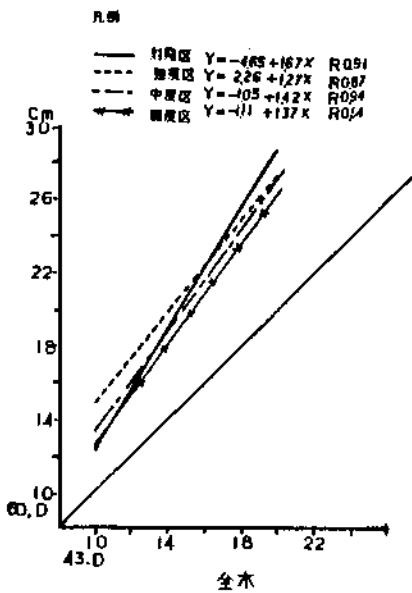
(2) 材積生長率は，多少の例外はあるが，強度区>中強度区>対照区>列状区となる。これは劣勢木が多く伐られ，間伐区は残された優勢木の比率が高いことから，対照区に比らべて，それぞれの生長率が高くなるのは常識的である。

(3) 平均直径の生長率にはバラツキはあるが，対照区>強度区>中強度区>弱強度区>列状区となる。対照区は僅差で間伐区より生長率はよい。これは林齢差もあるが，設定時には劣勢木などが含まれている。その割合が対照区は特に高く，現在は枯損等の欠落木となって計算から除外されている為，平均直径の生長差がでたものと考えられる。

(4) 実質的に直径生長差は，設定時の直径がどのように太ったかで比較するのが妥当となる。その為には単木ごとに間伐当時の直径と，間伐後一定の生長期間を経てからの直径を調査し，前者を独立変数，後者を従属変数とする回帰式を求めた。また，その一例を相関グラフを作成して示したものが図 3・4 である。



図一 3 直径生長相関関係



図一 4 直径生長相関関係

直径生長では、間伐区、無間伐区で大差はない。なお、無間伐区における上位直径階（優勢木）の生長では、生長差は小さい事を示している。

2 枯損遅減

本数密度別の枯損及び経年別枯損率は、図-5のとおりである。

各試験地の設定時と調査年の関係から経過年数は一定ではない。しかし間伐強度別及び無間伐の差が見られる。試験地ごとに差はあるが、平均枯損率では対照区>列状区>弱度区>強度区の順で枯損率は小さくなっている。この枯損傾向は常識的であり、劣勢木が多く残されている無間伐区及

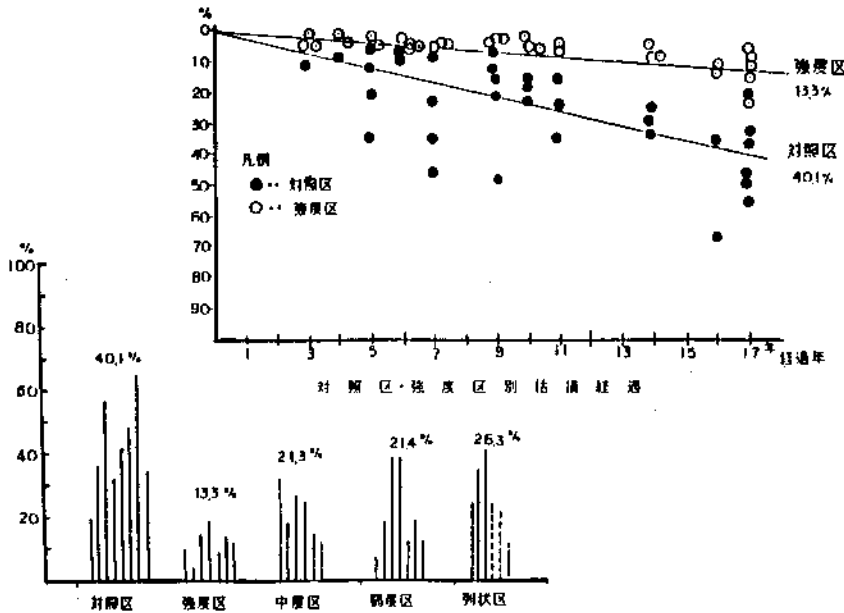


図-5 本数密度別枯損率（経過年16～17）

び列状区が最も多い。これと反対に劣勢木の殆どが伐られている強度区は少ない。

しかしここで注目されることは、劣勢木の殆ど伐られている強度区で平均13.3%の枯損がでていることである。強度区は林冠が疎開され、相対幹距比（ Sr ）が20前後収量比数（ ry ）0.8と中庸の密度であり林木間の競争関係で枯損する状態ではなく、風害などの自然害によるものが多い。

カラマツは過密化して競争が激化してから枯れると思われているが、実際には競争は早くから始まり、一般的にいう競争が激化する以前に自然枯損するものが多いことなどが認められた。対照区が過密化の状態に入った試験地もあるが、枯損の多くは劣勢の為諸被害に対する抵抗力が低いことによって枯れている。

列状間伐は、残された列内には劣勢木が残されており、林分密度が低いにもかかわらず枯れが多い。つまりカラマツは実生苗であり、個体間の優劣差が大きく、劣勢木又はこれに準ずるものは林分密度の多少にかかわらず、早くから枯れが進むものと考えられる。

上田試験地のように枯損率が異常に高く、しかも本数密度が各標準地ともほぼ同本数となったが、これは地位が高く樹高生長も極めて高いことがあげられる。今後の生長と本数密度に注目したい。

3 形質

生長調査に併せて形質についてその概況を調査した。基準としては、4 m採材の一番、二番丸太の曲りに主体をおき、8 mの測桿を立て、曲りの程度を目測した。曲りの程度を大、中、小に区分し優劣差を記録した。これは既往調査を含めてまとめたのが図-6である。

優良木の比率は、強度区>中度区>対然区>弱度区の順で小さくなる。枯損と同様の傾向であり、劣勢木、曲りの大きい不良木を間伐で淘汰していることが関係する。これら劣勢木、不良木を伐っている強度間伐区で、なお曲りのある木が過半数を占めていることに注目する必要がある。つまりカラマツは曲りのある木が多いということになる。

今回の調査では行わなかったが、枝下高について第3回カラマツ研究会等で発表しているが、林分密度が高く、枝下高比率が大きい程材質的には優れており、密度が材質に影響を与えることから植付本数の問題として検討を要する。

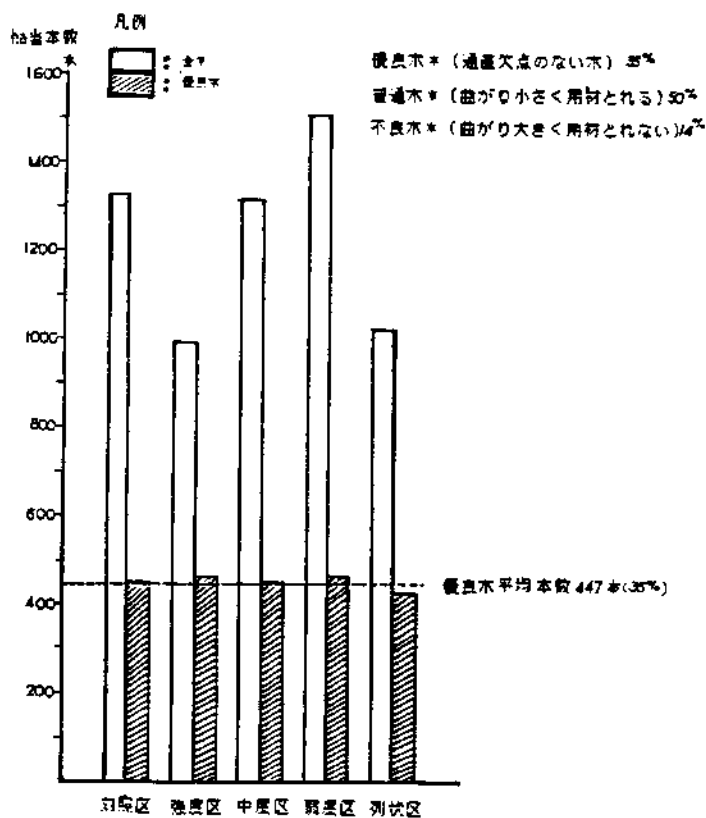


図-6 本数密度別優良木本数

図-6 本数密度別優良木本数

Ⅲ ま と め

間伐試験地設定後16～17年を経過した試験地の調査結果から、次のようにまとめた。

1. 直径生長は、例外的試験地もあるが無間伐の対照区に比べて、強度区、中度区は僅差で生長は良い事を示している。つまり間伐の効果が現れている。しかしこの効果は、地位が高い10以上の林分で比較的良く現れ、地位が中位ではその差が小さい。また若い林齢の段階では間伐を行なった試験地では、生長差は比較的顕著である。実質的な直径生長の比較としては、設定時直径が14～18cm階よりも太い直径になるほど生長差は小さくなる。つまり優勢木では、間伐と無間伐の差は小さくなる。

2. 枯損通減は、無間伐の対照区が最も大きく、間伐区は弱度区>中度区>強度区の順で小さくなる。しかし劣勢木のほとんどが間伐されている区で枯れが進んでいることは、過密化による種内競争が激化する以前から自然枯損が始まっていることであり、カラマツの生態的な特性として注意を要する。

3. 形質は曲りを主体に調査した。間伐強度別と無間伐の調査では枯損通減率の傾向とは反対に、優良木の比率は間伐強度が高い区が高くなる。このことは劣勢木及び曲り木を間伐したことに関係するもので常識的である。しかし強度間伐区にあっても曲りが多いことは、カラマツは通直材比率が全体的に劣ないことを示している。

4. 間伐試験地は何れも地位が高く、林分密度が高い林分である。一般のカラマツ人工林は、地位6～7が過半数を占めており、林分密度が低い。今回のまとめをした試験地の調査資料は、地位と林分密度が高い林分を示すものである。したがって直径生長についても、一般の林地では間伐区と無間伐区との差はさらに小さいと推測される。

5. カラマツ人工林は、従来とかく低密度管理をする傾向にある。しかし高密度管理が林分生産量及び材質的にも有利であると考えられる。したがって林分本数密度管理についても、この高密度管理を指向し、またカラマツの特性から植付本数についても再考が必要である。

間伐を否定するものではなく、過密化する林分については、当然間伐を行わなければならない。しかし長野営林局の場合は地位が低い林分が多く分布する地帯では、過密化する林分は少ないことから、林分の本数密度と、その将来の推移を予測して、間伐要否を判断することが重要である。

お わ り に

本数調節試験地は16～17年の経過であり、生態的な特性、生長に対する間伐効果及び、形質などについては、なお追求を必要とする事項が多いので更に調査を継続したい。

今回の調査にあたっては、関係営林署及び技術係の御協力を得たものであり厚く感謝するものである。

引用文献

1. カラマツ本数調節試験地中間報告 1976 長野営林局 計画課
2. カラマツ本数調節試験地調査報告書 一中間報告第二報 1979 長野営林局 計画課
3. カラマツ人工林の林分密度と直径生長 1978 89回日林講 原田文夫
4. カラマツ間伐技術 1983 原田文夫(信州カラマツ 浅田先生退官記念出版)
5. カラマツ林分の枝下高(第三回カラマツ研究会) 1984 大住克博

表 - 2 試験地の調査結果

試験地	林齢 (現在)	経過 年数	地位	標準地 面積	区 分	43年、44年設定					
						N 本	V m ³	G m ³	H m	D _{cm}	Sr %
長野 19と (黒姫山)	31	17	8	0.05	対照区①	1,640	34	7.7	6.5	7.7	37
				"	強度区②	1,100	27	6.4	7.3	8.6	41
				"	" ③	1,080	28	7.0	7.4	9.0	41
				"	弱度区④	1,460	26	6.6	6.7	7.4	39
長野 36ん ₃ (露仙寺)	29	17	9	0.05	対照区	1,840	36	8.8	6.6	7.9	35
				"	強度区	1,200	19	4.6	6.7	6.9	43
				"	弱度区	1,500	27	6.6	7.0	7.3	36
上 田 49た (傍陽山)	36	17	10	0.04	対照区	1,575	162	23.0	16.0	13.0	21
				0.04	強度区	950	123	16.5	13.7	14.3	23
				0.05	中度区	1,120	143	19.2	13.9	14.3	21
				0.05	弱度区	1,220	142	19.0	13.6	13.6	21
白 田 100そ (屋敷入奥)	35	17	9	0.051	対照区	1,667	87	14.7	9.9	10.5	25
				0.050	強度区	1,000	76	12.4	11.6	12.2	27
				0.045	中度区	1,178	70	12.2	11.1	11.0	28
白 田 98の (屋敷入奥)	28	17	9	0.044	対照区	2,341	33	7.5	6.9	6.2	30
				0.052	強度区	1,308	20	5.0	7.0	6.7	39
				0.055	中度区	1,691	27	6.5	6.9	7.3	35
				0.050	弱度区	2,360	31	8.0	7.0	6.5	29
				0.043	列状区½	1,418	19	4.4	7.0	6.3	38
白 田 99り (屋敷入奥)	26	17	10	0.037	対照区	3,135	17	5.1	5.2	4.3	34
				0.049	中度区	2,041	18	4.9	6.4	5.4	35
				0.047	弱度区	2,446	19	4.5	5.4	4.6	37
				0.050	列状区½	1,880	15	3.4	5.6	4.7	41
松 本 236う (金松寺)	23	16	9~13	0.046	対照区	3,500	17	5.9	4.8	4.5	35
				0.051	中度区	1,549	19	4.4	6.1	5.8	42
				0.052	弱度区	1,904	17	4.5	5.8	5.3	40
				0.051	列状区½	1,549	19	4.4	5.7	5.3	42
				0.051	" ½	2,500	13	3.8	4.9	4.2	41
松 本 247山 (御鷹山)	34	16	9	0.05	対照区	2,200	73	16.2	8.6	9.5	25
				"	強度区	900	55	10.6	9.6	12.0	35
				"	中度区	1,700	97	17.4	10.0	11.4	24
				"	列状区½	1,080	56	10.8	9.7	11.5	31
				"	" ½	1,180	61	11.4	9.9	11.3	29

60年10, 11月調査						枯損率 %	生長率(%)	
N 本	V m ³	G m ³	H m	D cm	Sr %		V	D
1,320	227	29.3	14.9	16.3	18.5	19.6	667	211
1,020	209	27.5	15.3	17.7	20.5	9.3	774	206
1,040	230	29.5	15.1	18.6	20.5	3.8	821	207
1,360	225	30.6	15.1	16.5	17.9	6.9	865	223
1,180	258	29.9	16.5	17.3	17.6	35.9	716	218
1,040	194	23.7	15.8	16.5	19.3	13.4	968	239
1,240	229	27.9	16.1	16.3	17.6	17.4	848	223
700	279	28.5	19.1	22.3	19.7	55.6	171	172
775	327	31.3	20.5	22.2	17.5	18.5	266	155
760	313	28.7	20.8	21.4	17.4	32.8	219	149
760	312	26.2	22.2	20.4	16.3	37.3	219	150
1,137	284	30.9	17.9	18.2	16.5	31.8	326	173
920	275	28.6	17.2	19.3	17.1	8.0	362	158
977	261	27.6	17.7	18.4	18.0	17.1	373	167
1,204	215	24.9	16.6	15.7	17.3	40.6	651	253
1,134	182	23.8	15.0	15.7	19.7	13.4	910	234
1,254	214	24.7	16.8	15.4	16.8	25.9	792	211
1,480	197	25.1	15.5	14.2	16.7	37.3	635	218
1,069	166	19.5	16.2	14.5	18.9	24.7	873	230
1,728	253	30.0	15.3	14.1	15.7	44.9	1,488	327
1,550	247	29.0	16.7	14.9	15.2	24.1	1,372	275
2,169	240	30.8	14.8	12.8	14.5	11.4	1,263	278
1,420	210	24.9	15.6	14.3	17.0	24.5	1,400	304
1,236	206	25.7	14.7	15.4	19.3	64.7	1,211	342
1,332	346	34.0	19.4	17.5	14.1	14.1	1,821	301
1,557	223	29.2	14.4	14.7	17.6	18.3	1,312	277
1,019	262	26.3	18.6	17.5	16.8	34.3	1,378	330
1,960	272	32.2	16.3	13.9	13.8	21.6	2,092	230
1,460	324	35.0	17.0	16.9	15.4	33.7	444	177
800	346	33.0	17.3	22.5	20.4	11.2	629	187
1,500	441	46.8	18.2	19.3	14.2	11.8	454	169
640	192	22.2	16.9	20.7	23.4	40.8	343	180
1,040	260	36.8	14.0	20.4	22.1	11.9	426	180

注) N : ha当り本数
V : " 材積
G : " 胸高断面積合計
H : 平均樹高
D : " 胸高直径
Sr: 相对幹距比

表-3 試験区別直径生長の相関々係

No	試験地 林小班	設定年		最終調査		地 位	種別	相関係数	回帰直線		現在調査	
		設定	林齡	調査	林齡				a	b	\bar{D}_{cm}	\bar{H}_m
1	長野 19と	43	14	60	31	8	対照区㊶	0.72	1.1140	8.137	16.3	14.9
							強度区㊷	0.84	1.6966	3.4778	17.7	15.3
							" ㊸	0.68	1.2598	7.4338	18.6	15.1
							弱度区㊹	0.66	1.0325	9.3202	16.5	15.1
2	長野 36ん ₃	43	12	60	29	9	対照区	0.80	1.6325	3.3422	17.3	16.5
							強度区	0.72	1.8679	3.7527	16.5	15.8
							弱度区	0.75	1.7376	3.7679	16.3	16.1
3	上出 49た	43	19	60	36	10	対照区	0.91	1.6739	-4.6455	22.3	19.1
							強度区	0.87	1.2672	2.2629	22.2	20.5
							中度区	0.94	1.4150	-1.0481	21.4	20.8
							弱度区	0.94	1.3678	-1.1117	20.4	22.2
4	門田 100そ	43	18	60	35	9	対照区	0.71	1.2581	3.5195	18.2	17.9
							強度区	0.84	1.4289	1.7808	19.3	17.2
							中度区	0.89	1.5266	1.1954	18.4	17.7
5	白田 98の	43	11	60	28	9	対照区	0.68	1.4819	4.8163	15.7	16.6
							強度区	0.62	1.2549	7.1207	15.7	15.0
							中度区	0.78	1.8647	1.6886	15.4	16.8
							弱度区	0.74	1.5141	3.6491	14.2	15.5
							列状区 $\frac{1}{2}$	0.79	2.0560	1.3610	14.5	16.2
6	門田 99り	43	9	60	26	10	対照区	0.69	1.8105	5.2733	14.1	15.3
							中度区	0.78	2.3695	1.5345	14.9	16.7
							弱度区	0.59	1.7749	5.6296	12.8	14.8
							列状区 $\frac{1}{3}$	0.64	2.2134	3.6088	14.3	15.6
7	松本 236う	44	7	60	23	9 13	対照区	0.60	2.2256	4.038	15.4	14.7
							中度区	0.62	2.2165	4.2258	17.5	19.4
							弱度区	0.64	2.0624	4.5497	14.7	14.4
							列状区 $\frac{1}{2}$	0.76	3.3024	-2.0708	17.5	18.6
							" $\frac{1}{3}$	0.69	1.9928	5.2362	13.9	16.3
8	松本 247 おくやま	44	18	60	34	9	対照区	0.81	1.3884	1.6107	16.9	17.0
							強度区	0.78	1.3376	6.0026	22.5	17.3
							中度区	0.81	1.4233	2.3544	19.3	18.2
							列状区 $\frac{1}{2}$	0.81	1.4740	3.2580	20.7	16.9
" $\frac{1}{3}$	0.81	1.5439	2.6424	20.4	14.0							

(S60)		設定時直径に対する		
G_{mf}	S_D	設定時 cm	現在 cm	生長率 %
29.3	3.84	8	17.0	191
27.5	4.39	8	17.0	213
29.5	2.78	8	17.5	219
30.6	3.41	8	17.5	219
29.9	4.26	8	16.4	205
23.7	4.19	8	18.7	234
27.9	4.28	8	17.7	221
28.5	4.82	16	22.1	138
31.3	3.59	16	22.6	141
28.7	4.65	16	21.7	136
26.2	4.11	16	20.8	130
				155
30.8	3.97	12	18.6	155
28.1	5.02	12	18.9	157
27.6	4.52	12	19.6	163
24.9	3.70	7	15.2	217
23.8	4.12	7	15.9	227
24.7	3.92	7	14.7	210
25.1	3.56	7	14.2	203
19.5	4.15	7	15.8	226
30.0	3.95	6	16.1	268
29.0	3.78	6	15.4	257
30.8	3.78	6	16.3	272
24.9	4.12	6	16.9	282
25.7	5.23	6	17.4	290
34.0	3.83	6	17.6	293
29.2	4.50	6	16.9	282
26.3	4.61	6	17.7	295
32.2	3.58	6	17.2	287
35.0	4.30	12	18.3	153
33.0	4.29	12	22.1	184
46.8	4.20	12	19.4	162
22.2	3.62	12	20.9	174
36.8	5.83	12	21.1	176

注) S_D : 標準偏差

表-4 試験区別上位木直径生長の相関係数

	試験地	林齢	経過 年数	地位	区 分	面 積	調査本数	平均直径		相関係数
								設 定	現 在	
1	長野 19と	31	17	8	対照区㊦	0.05	25	9.8	20.3	0.55
					強度区㊧	"	25	10.1	21.2	0.76
					" ㊨	"	25	9.7	20.7	0.55
					弱度区㊩	"	25	8.8	19.9	0.68
2	長野 36ん ₃	29	17	9	対 照 区	0.05	25	10.6	21.4	0.44
					強 度 区	"	25	8.1	20.1	0.68
					弱 度 区	"	25	8.9	20.5	0.55
3	上 用 49た	36	17	10	対 照 区	0.04	20	17.2	24.7	0.89
					強 度 区	"	20	16.8	24.3	0.85
					中 度 区	0.05	25	17.2	24.1	0.84
					弱 度 区	"	25	17.2	22.7	0.93
4	白 出 100そ	35	17	9	対 照 区	0.051	26	13.4	21.6	0.44
					強 度 区	0.050	25	14.5	23.2	0.63
					中 度 区	0.045	23	13.2	22.1	0.78
5	白 用 98の	28	17	9	対 照 区	0.044	22	8.6	19.4	0.71
					強 度 区	0.052	26	8.2	18.7	0.71
					中 度 区	0.055	28	8.8	18.9	0.57
					弱 度 区	0.050	25	8.4	17.7	0.77
					列状区 $\frac{1}{2}$	0.043	22	7.6	18.0	0.72
6	白 用 99の	26	17	10	対 照 区	0.037	19	6.6	19.1	0.49
					中 度 区	0.049	26	6.6	18.1	0.73
					弱 度 区	0.047	24	5.8	18.0	0.65
					列状区 $\frac{1}{3}$	0.050	25	5.9	19.1	0.51
7	松 本 236う	23	16	9 13	対 照 区	0.046	23	6.7	20.8	0.31
					中 度 区	0.051	26	6.8	21.2	0.26
					弱 度 区	0.052	26	6.5	20.0	0.39
					列状区 $\frac{1}{2}$	0.051	26	6.6	21.3	0.50
					" $\frac{1}{3}$	"	25	5.8	18.8	0.61
8	松 本 247 おく、やま	34	16	9	対 照 区	0.050	25	13.3	21.8	0.62
					強 度 区	"	25	13.4	24.7	0.57
					中 度 区	"	25	14.2	23.8	0.39
					列状区 $\frac{1}{2}$	"	25	12.5	22.1	0.73
					" $\frac{1}{3}$	"	25	13.6	25.4	0.70

設定時直径に対する		
設定時cm	現在cm	生長率%
8	18.9	236
8	18.1	226
8	19.6	245
8	19.3	241
<hr/>		
8	18.8	246
8	19.9	248
8	19.4	242
<hr/>		
16	22.8	142
16	20.2	126
16	22.0	137
16	20.9	131
<hr/>		
12	20.8	173
12	20.7	172
12	22.1	184
<hr/>		
7	17.8	260
7	17.4	248
7	16.6	237
7	15.9	227
7	18.0	257
<hr/>		
6	18.5	308
6	16.7	278
6	18.4	306
6	19.2	320
<hr/>		
6	20.3	338
6	20.7	345
6	19.7	328
6	20.5	342
6	19.0	317
<hr/>		
12	20.7	173
12	22.2	185
12	22.8	190
12	21.5	179
12	23.5	196

注) 上位木 500 本/ha を各標準地より本数比率で順位を追って計算した。