

本州中部に於ける「ストロブ」 五葉松の造林成績

林業試験場技師 河 田 杰
林業試験場技手 金 谷 興 十 郎

緒 言

「ストロブ」五葉松は北部北「アメリカ」に廣く分布する五葉松の一種であつて「ダリモニア」氏に依れば其の分布の北限は「ニューファウンドランド」に及んで居り其の南限は南部「ペンシルバニア」に及んで居るとのことである。

本種は「ロツキー」山脈以東に於ける最も樹高の高き樹種であつて其の材質は我が姫子松に似て稍軟く且樹脂の多きものである。而して他日の有用を期して我國へ移植する價值あるものゝ一つと認めらるゝのである。

本報告は大正の初期東京市目黒區下目黒（其の當時の花原郡目黒町下目黒）林業試験場にて養成せる苗木を大正6年4月群馬縣碓氷郡臼井町大字五料字小根山國有林（東京營林局高崎營林署管内）に造林せるものに就き昭和12年4月及び昭和16年9月の兩度に亘り其の造林成績を調査せるものであつて其の結果は大體に於て將來益々移入の價值あるものと認めらるゝのである。依つて之を發表することゝしたのである。

本造林試験に對し直接間接多大の力を盡されたる各方の官氏名は下の様である。

山林技手山田熹一、營林局技師田中波慈女、林業試験場技手佐多一至、同大城川次郎。

植栽當時の小林區署長は山林技師沼澤陸太、第一回成績調査當時の營林署長は營林署技師小山内淳進、第二回成績調査當時の營林署長は營林署技師石川利治の各位である。

又本試験研究に當り多大の援助を賜はりたる森林主事谷元貞雄氏に對し深甚なる感謝の意を表する次第である。

1. 試験地の位置、面積及試験經過の概要

試験地の位置

群馬縣碓氷郡臼井町大字五料字小根山國有林

試験地の面積

總面積約 0.7「ヘクタール」の内標準地面積 0.2303「ヘクタール」

試験經過の概要

大正 6 年 (2577) 4 月植栽

大正 14 年 (2585) 8 月第一回枝打施行

昭和 12 年 (2597) 4 月第一回間伐及第二回枝打施行

昭和 16 年 (2601) 9 月第二回間伐及第三回枝打施行

2. 本数及び材積

本試験地内の標準地に就き其の本数減少、材積成長の實数及び其の 1「ヘクタール」當りの換算値を求めれば次の第 1 表、第 2 表の様である。

第 1 表 本数、材積の實数

年 次		本 数	材 積 m ³ (石)
昭和 12 年 4 月 (林齡 20 年)	間 伐 前	399	36.849 (132.656)
	間 伐 木	187	10.706 (38.541)
	残 存 木	212	26.143 (94.115)
昭和 16 年 9 月 (林齡 25 年)	間 伐 前	212	44.344 (159.638)
	間 伐 木	69	8.110 (29.196)
	残 存 木	143	36.234 (130.442)

第 2 表 1「ヘクタール」當り本数、材積

年 次		本 数	材 積 m ³ (石)	間伐率 %
昭和 12 年 4 月 (林齡 20 年)	間 伐 前	1.733	160.004 (576.014)	本 数 46.9 材 積 29.1
	間 伐 木	812	46.487 (167.353)	
	残 存 木	921	113.517 (408.661)	
昭和 16 年 9 月 (林齡 25 年)	間 伐 前	921	192.549 (693.176)	本 数 32.6 材 積 18.3
	間 伐 木	300	35.215 (126.774)	
	残 存 木	621	157.334 (566.402)	

即ち林齡 20 に對し其の主林木材積の平均成長量を求めれば

$$113.517 \times \frac{1}{20} = 5.676 (20.434)$$

林齡 25 に對し其の主林木材積の平均成長量を求めれば

$$157.334 \times \frac{1}{25} = 6.293 (22.655)$$

第一回間伐後の成長による主林木材積の平均成長量は

$$157.334 - 113.517 = 43.817$$

$$43.817 \times \frac{1}{5} = 8.763 (31.547)$$

既往總收穫量

$46.487 + 35.215 + 157.334 = 239.036$ に對し平均收穫量

$$239.036 \times \frac{1}{25} = 9.561 \quad (34.420)$$

尙材積總成長の経過を圖示すれば 第 1 圖版の如くである。

以上の成績を諸地方に於けるアカマツ林收穫表に照合して見れば大體次の第 3 表のようになるのである。

第 3 表 アカマツ林收穫表との比較

收 穫 表 名	林		齡		備 考
	20		25		
	幹材積	平均成長	幹材積	平均成長	
	石	石	石	石	
本 試 験 林	409	19.5	566	22.7	
群馬縣大間々地方あかまつ現實林收穫表	356	17.8	518	20.7	佐々磐多氏調製
關東地方あかまつ林收穫表 位級 0.6	436	21.8	578	23.1	志賀泰山氏調製
内地一般あかまつ林收穫表 二等地 (乙)	400	20.0	599	24.0	山本和藏氏調製
茨城縣北部地方あかまつ林收穫表 三等地	394	19.7	570	22.8	鎗木徳二氏調製
東北地方あかまつ主林木收穫表 二等地	425	21.2	623	24.9	寺崎 渡氏 共査 山本和藏氏

(註、本表の數字は早尾丑唇氏編日本主要樹種林分收穫表に依る)

即ち内地のアカマツ林地の二等地に比して稍劣り略三等地に匹敵するものと認めることが出来る。

3. 林 分 の 構 造

(1) 直徑階別樹高階別本數分配並に間伐が本數に及ぼす影響

昭和 12 年 4 月第一回間伐當時及び昭和 16 年 9 月第二回間伐當時に於ける直徑階別樹高階別本數分配状態を示すとそれは第 4 表 (其 1, 其 2) の様である。今此の表から直徑及び樹高に關係せしめて本數分配の状态を圖示すれば第 2 圖版其 1, 其 2, 其 3, 其 4 の如くである。今之について摘要すれば下の様である。

(i) 間伐木の直徑階別本數の描く曲線が全林分のそれに對して有する位置的傾向は昭和 12 年と昭和 16 年と同一である。即ち常に全林の曲線に對し間伐木の曲線は左側に寄る傾向を有する。換言すれば細きものが比較的多數に伐倒せられて居るのである。

(ii) 樹高に就ても直徑と同様の傾向あるを認めることが出来る。即ち低きものが比較的多數に伐倒せられて居るのである。

(2) 統計數學的檢討

今第 4 表 (其 1, 其 2) を通覽するに何れも左上より右下に向ふ對角線の附近に本數が集中して配列せられ大體に於て胸高直徑と樹高との間には正の相關々係の存在を認識し得られる。

第4表 直径階別樹高階別本数分配表

其1 昭和12年4月

	D(cm)	H(m)												計	平均
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
全 林 (間 伐 前)	6		1	6	4	—	—	—	1					12	6.67
	8	1	1	5	14	8	7							36	7.33
	10		1	1	6	22	15	6	2					53	8.42
	12				1	9	23	25	14	1				73	9.62
	14						10	23	21	11	2			67	10.58
	16					1	1	7	29	18	4			60	11.23
	18							3	15	20	13			51	11.84
	20							1	6	6	10	3	1	27	12.41
	22								1	7	4	3		15	12.60
	24									1	1	1		3	13.00
	26										1	1		2	13.50
	計	1	3	12	25	40	56	65	89	64	35	8	1	399	
	平均	8.00	8.00	7.17	8.32	10.20	11.39	13.35	15.33	17.33	18.97	22.00	20.00		
間 伐 木	6			6	3	—	—	—	1					10	6.80
	8	1	1	5	12	7	7							33	7.33
	10		1	—	5	20	10	2						38	8.16
	12				1	7	13	17	12					50	9.64
	14						3	10	9	6	1			29	10.72
	16						1	2	10	6	1			20	11.20
	18									4				4	12.00
	20								1	—	1	1		3	12.67
	22													—	—
	24													—	—
	26													—	—
	計	1	2	11	21	34	34	31	33	16	3	1	—	187	
	平均	8.00	9.00	6.91	8.38	10.00	10.88	12.77	13.82	15.75	16.67	20.00	—		
残 存 木	6		1	—	1									2	6.00
	8				2	1								3	7.33
	10			1	1	2	5	4	2					15	9.07
	12					2	10	8	2	1				23	9.57
	14						7	13	12	5	1			38	10.47
	16					1	—	5	19	12	3			40	11.25
	18							3	15	16	13			47	11.83
	20							1	5	6	9	2	1	24	12.38
	22								1	7	4	3		15	12.60
	24									1	1	1		3	13.00
	26										1	1		2	13.50
	計	—	1	1	4	6	22	34	56	48	32	7	1	212	
	平均	—	6.00	10.00	8.00	11.33	12.18	13.88	16.21	17.92	19.19	22.29	20.00		

其2 昭和16年9月

	H(m) D(cm)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	計	平均
全 林 (間 伐 前)	6	1	—	—												1	5.00
	8			1	1											2	7.50
	10		1	—	1	3	1	2	1							9	9.44
	12				1	1	5	5	3							15	10.53
	14						2	7	4	3						16	11.50
	16							3	7	15	3	2				30	12.80
	18								4	13	10	8	1			36	13.69
	20						1	—	3	3	15	7	4	1		34	14.15
	22								2	1	9	12	3	2		29	14.66
	24									1	1	6	8	1	1	18	15.56
	26										1	2	5	4	1	13	16.15
	28											3	1	2	1	7	16.14
	30														2	2	18.00
計		1	1	1	3	4	9	17	24	36	39	40	22	10	5	212	
平均		6.00	10.00	8.00	10.00	10.50	13.11	13.29	16.25	17.28	19.90	21.50	23.36	24.80	27.60		
間 伐 木	6	1	—	—												1	5.00
	8			1	1											2	7.50
	10		1	—	1	2	1	2	1							8	9.50
	12				1	1	5	4	3							14	10.50
	14						2	4	3	2						11	11.45
	16							1	2	7	1	1				12	12.92
	18								2	3	2	3				10	13.60
	20								2	—	4	1				7	13.57
	22								1	—	—	1	1			3	14.33
	24											1				1	15.00
計		1	1	1	3	3	8	11	14	12	7	7	1	—	—	69	
平均		6.00	10.00	8.00	10.00	10.67	12.25	12.73	15.57	16.17	18.86	19.43	22.00	—	—		
殘 存 木	10					1	—	—								1	9.00
	12							1	—	—						1	11.00
	14							3	1	1						5	11.60
	16							2	5	8	2	1				18	12.72
	18								2	10	8	5	1			26	13.73
	20					1	—	1	3	11	6	4	1			27	14.30
	22							1	1	9	11	2	2			26	14.69
	24								1	1	5	8	1	1		17	15.59
	26									1	2	5	4	1		13	16.15
	28										3	1	2	1		7	16.14
	30														2	2	18.00
計		—	—	—	—	1	1	6	10	24	32	33	21	10	5	143	
平均		—	—	—	—	10.00	20.00	14.33	17.20	17.83	20.13	21.94	23.43	24.80	27.60		

而して此のことは他の一般の針葉樹の一齊同齡林に通有せる傾向である。依つて之が相關比(η)及び相關係數(r)を求めたるに第5表の如くであつて何れも高き數値を示してゐる。

第5表

	昭和12年4月調査		昭和16年9月調査	
	η_{DH} (r_{DH})	η_{HD} (r_{HD})	η_{DH} (r_{DH})	η_{HD} (r_{HD})
全 林 (間伐前)	0.85 ± 0.009 ($+0.83 \pm 0.011$)	0.84 ± 0.010 ($+0.83 \pm 0.011$)	0.83 ± 0.014 ($+0.81 \pm 0.016$)	0.85 ± 0.013 ($+0.81 \pm 0.016$)
間伐木	0.82 ± 0.016 ($+0.80 \pm 0.018$)	0.81 ± 0.017 ($+0.79 \pm 0.019$)	0.84 ± 0.024 ($+0.81 \pm 0.028$)	0.84 ± 0.024 ($+0.81 \pm 0.028$)
殘存木	0.79 ± 0.017 ($+0.77 \pm 0.019$)	0.78 ± 0.018 ($+0.77 \pm 0.019$)	0.73 ± 0.026 ($+0.76 \pm 0.034$)	0.78 ± 0.022 ($+0.76 \pm 0.024$)

更に本表により直径と樹高との間に存する回歸曲線の直線性を求むれば次の如くなるのである。

昭和12年に於ける間伐前

$$n(\eta_{DH}^2 - r_{DH}^2) = 399(0.85^2 - 0.83^2) = 13.406 > 11.37$$

$$n(\eta_{HD}^2 - r_{HD}^2) = 399(0.84^2 - 0.83^2) = 6.663 < 11.37$$

昭和16年に於ける間伐前

$$n(\eta_{DH}^2 - r_{DH}^2) = 212(0.83^2 - 0.81^2) = 6.954 < 11.37$$

$$n(\eta_{HD}^2 - r_{HD}^2) = 212(0.85^2 - 0.81^2) = 14.077 > 11.37$$

即ち生じ得る是等四組の計算に於て其の半は直線回歸と認められ他の半は斯かる傾向を示して居ないのである。

然るに之と同様の検討を間伐後の林分に當てはめて見ると下の様な結果を生じたのである。

昭和12年に於ける間伐後

$$n(\eta_{DH}^2 - r_{DH}^2) = 212(0.79^2 - 0.77^2) = 6.614 < 11.37$$

$$n(\eta_{HD}^2 - r_{HD}^2) = 212(0.78^2 - 0.77^2) = 3.286 < 11.37$$

昭和16年に於ける間伐後

$$n(\eta_{DH}^2 - r_{DH}^2) = 143(0.73^2 - 0.76^2) = 6.392 < 11.37$$

$$n(\eta_{HD}^2 - r_{HD}^2) = 143(0.78^2 - 0.76^2) = 4.404 < 11.37$$

即ち生じ得る四組の計算に於て全部直線回歸と認め得られるに至つたのである。故に殘存林分は間伐前に比して直径樹高の關係が直線回歸に接近せしめらるゝ傾向がある、即ち間伐は直径樹高の關係を間伐前に比して一層規則的に林分構造を改變する上に効果があることを認めることが出来る。

次に第4表の直径階別樹高階別本數分配表より平均直径、平均樹高を求むれば第6表第7表の様である。

第 6 表 平均直径, 標準偏差, 變化係數

年 次		間 伐 前	間 伐 木	殘 存 木
昭和 12 年	平 均 直 徑 (MD)	13.97±0.139	11.56±0.155	16.10±0.173
	標 準 偏 差 (σD)	4.12±0.098	3.14±0.110	3.73±0.122
	變 化 係 數 (C.V)	29.49±0.763	27.16±1.015	23.17±0.799
昭和 16 年	平 均 直 徑 (MD)	18.81±0.220	14.87±0.312	20.71±0.219
	標 準 偏 差 (σD)	4.74±0.155	3.84±0.220	3.88±0.155
	變 化 係 數 (C.V)	25.20±0.876	25.82±1.577	18.73±0.772

第 7 表 平均樹高, 標準偏差變化係數

年 次		間 伐 前	間 伐 木	殘 存 木
昭和 12 年	平 均 樹 高 (MH)	10.20±0.067	9.13±0.092	11.07±0.075
	標 準 偏 差 (σH)	1.97±0.047	1.87±0.065	1.61±0.053
	變 化 係 數 (C.V)	19.31±0.478	20.48±0.744	14.54±0.486
昭和 16 年	平 均 樹 高 (MH)	13.53±0.109	11.78±0.183	14.38±0.097
	標 準 偏 差 (σH)	2.36±0.077	2.25±0.129	1.72±0.069
	變 化 係 數 (C.V)	17.44±0.587	19.10±1.136	11.96±0.481

第6表に依れば下の如き傾向あることを窺ひ知ることが出来る。

(i) 間伐木の平均直径は間伐前並に殘存木の平均直径に比して小である。即ち本林分に施行せられたる B 種間伐本來の性質に基き小徑木に於て比較的多くのものが伐倒せられたのである。

(ii) 變化係數は殘存木に於て最小である。即ち間伐によつて直径は一層齊一の域に進んだことを知り得るのである。

第7表に於ては

(i) 間伐木の平均樹高はいづれも間伐前並に殘存木の平均樹高よりも小である。即ち直径の場合と同様に本林分に施行せられたる B 種間伐の本質に基き比較的多數に低きものが伐倒せられたのである。

(ii) 變化係數も直径の場合と同様いづれも殘存木に於て小である。即ち間伐によつて樹高は一層揃つて來たことが認識せらるゝのである。

(3) 樹 高 曲 線

次に昭和 12 年調査の際の殘存木と昭和 16 年調査の際の間伐前全林とに就きて夫々同一胸高直径階に附する平均樹高を比較するに第 8 表の如くである。

第 8 表 直徑階別平均樹高の比較

胸高直徑階 (cm)	平 均 樹 高 (m)			
	昭和 12 年 (A)	昭和 16 年 (B)	(A)-(B)=(C)	(C/A) %
6	6.00	5.00	+1.00	16.67
8	7.33	7.50	-0.17	2.32
10	9.07	9.44	-0.37	4.08
12	9.57	10.53	-0.96	10.03
14	10.47	11.50	-1.03	9.87
16	11.25	12.80	-1.55	13.78
18	11.83	13.69	-1.86	15.72
20	12.38	14.15	-1.77	14.30
22	12.60	14.66	-2.06	16.35
24	13.00	15.56	-2.56	19.69
26	13.50	16.15	-2.65	19.63
28	—	16.14	—	—
30	—	18.00	—	—

即ち此の表を見ると同一の林分でありながら林齢低き時代に於ける或る小徑木の平均樹高は林齢高き時代のそれと同徑級の平均樹高よりも大であり、同時に林齢低き時代に於ける或る大徑木の平均樹高は林齢高き時代のそれと同徑級の平均樹高よりも小である。而も此の傾向は徑級の大なるに従ひ益々大となることを示して居るのである。換言すれば一齊同齡の同一林分であつても林齢の異なる毎に其の樹高曲線は各異なる曲線であることを示す様に解釋出来るのである。茲に於て著者は更に進んで昭和 12 年 4 月及び昭和 16 年 9 月に於ける双方共に間伐前のものにつき第 8 表同様の比較を行つて見た所それは第 9 表及び第 3 圖版の様になるのである。

第 9 表 直徑階別平均樹高の比較

胸高直徑階 (cm)	平 均 樹 高 (m)			
	昭和 12 年 (A)	昭和 16 年 (B)	(A)-(B)=(C)	(C/A) %
6	6.67	5.00	+1.67	25.0
8	7.33	7.50	-0.17	2.0
10	8.42	9.44	-1.02	12.1
12	9.62	10.53	-0.91	9.5
14	10.58	11.50	-0.92	8.2
16	11.23	12.80	-1.57	14.0
18	11.84	13.69	-1.85	15.2
20	12.41	14.15	-1.74	14.0
22	12.60	14.66	-2.06	16.3
24	13.00	15.56	-2.56	19.7
26	13.50	16.15	-2.65	19.4
28	—	16.14	—	—
30	—	18.00	—	—

即ち第8表に比し一層不規則ではあるが大體に同一の傾向を認め得るのである。而して是等の現象は畢竟何を示して居るかと言ふと、一齊同齡の同一の林分であつても或る林齡に於ける樹高曲線は、それより若木時代の樹高曲線と重なり合ふものではない。換言すれば年齢高き時代の樹高曲線は決して其の若き時代の樹高曲線の延長ではないことを示して居るのである。茲に於て著者は更に進んで本試験林分の樹高曲線を検討して見たのである。

先づ實驗數を圖形に描いて見た處二者共に外觀的に y を樹高, x を直徑, a, b, m 等を常數とするとき

$$y = ae^{-\frac{b}{x}} + m$$

之を書きなほすと

$$H = ae^{-\frac{b}{D}} + 1.2 \text{ (但し } 1.2 \text{ は胸高)}$$

或は $D \log (H - 1.2) = D \log a - b \log e$ なる曲線に近きものなることを察知し得たので略算法によつて係數を決定して見た處昭和 12 年 4 月の間伐前のものは

$$D \log (H - 1.2) = 1.21832 D - 3.49970$$

昭和 16 年 9 月第二回間伐前のものは

$$D \log (H - 1.2) = 1.34714 D - 4.50561$$

となつたのである。今此の各々の曲線が示す數字と實數とを對照せしめて見ると次の第 10 表及び第 11 表のようになるのである。

第 10 表 昭和 12 年 4 月に於ける樹高曲線の検討

D	H_1 (實 數)	H_2 (算 出 數)	$H_1 - H_2$
6	6.67	5.52	+1.15
8	7.33	7.24	+0.09
10	8.42	8.59	-0.17
12	9.62	9.65	-0.03
14	10.58	10.50	+0.08
16	11.23	11.19	+0.04
18	11.84	11.77	+0.07
20	12.41	12.25	+0.16
22	12.60	12.66	-0.06
24	13.00	13.02	-0.02
26	13.50	13.33	+0.17

即ち稍正の側に誤差が偏する嫌はあるが之を圖上に描き且正負の符號の現はれ方を見ると大體に適合して居る様である。

次に之と同様の検討を昭和 16 年 9 月のものに就いても行つて見るとそれは次表の様である。

第 11 表 昭和 16 年 9 月に於ける樹高曲線の検討

D	H ₁ (實 数)	H ₂ (算 出 数)	H ₁ -H ₂
6	5.00	5.15	-0.15
8	7.50	7.28	+0.22
10	9.44	9.08	+0.36
12	10.53	10.57	-0.04
14	11.50	11.80	-0.30
16	12.80	12.83	-0.03
18	13.69	13.69	0.00
20	14.15	14.44	-0.29
22	14.66	15.08	-0.42
24	15.56	15.63	-0.07
26	16.15	16.12	+0.03
28	16.14	16.55	-0.41
30	18.00	16.94	+1.06

即ち稍負に偏する嫌はあるが、之を圖上に檢して見るに大體に適合せる様である。(第 4 圖版参照)

4. 摘 要

以上記述し來りし處を總括して其の要領を摘記すると次の各項の様である。

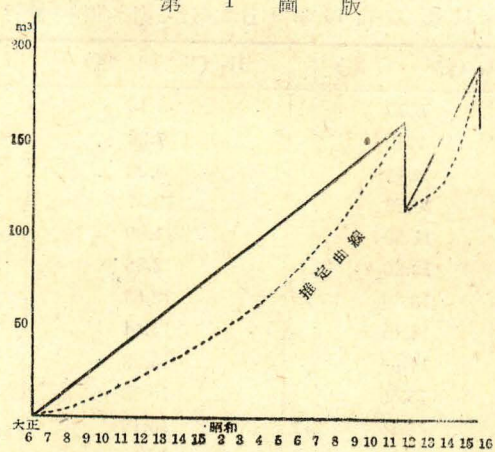
- (1) 本報告は北米産「ストロブ」五葉松の種子より得たる苗木を我國の群馬縣下に試植したるものゝ造林の成績である。
- (2) 林齡約 25 年生の現在に於て主林木の材積及び平均成長の關係を我國の諸種アカマツ林收穫表の數字に對比するに二等地に比して稍劣り略三等地に匹敵するものと認めることが出来る。(第 3 表参照)
- (3) 林分構成の状態を調べて見たが一般針葉樹の一齊同齡林の特徴を其儘具有して居る。
- (4) 直徑に對する樹高曲線は偶然か知らぬが常に

$$H = ae^{-\frac{b}{D}} + m$$

なる曲線を示して居る。但し林齡の異なる毎に a と b の値は異つて居るから此の事實から言へば同一の林分であつても其の各々の林齡毎に特有の曲線を示して居る。即ち一般の一齊同齡の針葉樹林の樹高曲線なるものは林齡毎に互狀に重複するものであつて林齡漸次高きに従ひ其の描く樹高曲線は林齡の若き時代の樹高曲線の延長ではないらしく認めらるゝのである。

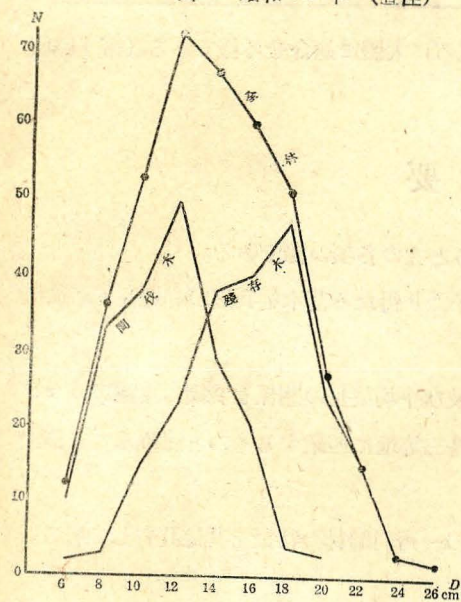
(第 3 圖版並に第 4 圖版参照)

第 1 圖 版

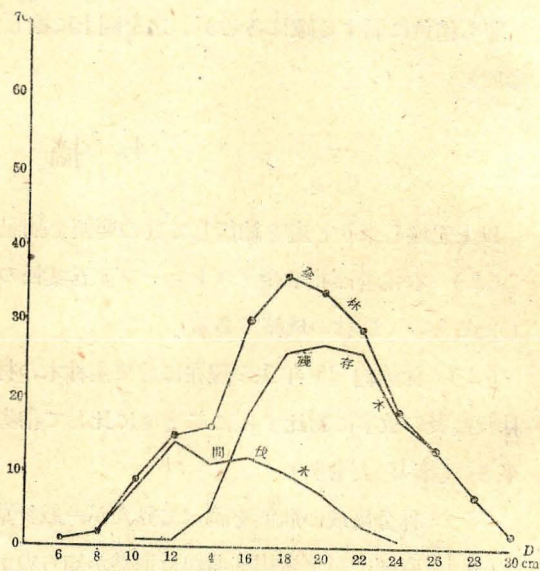


第 2 圖 版

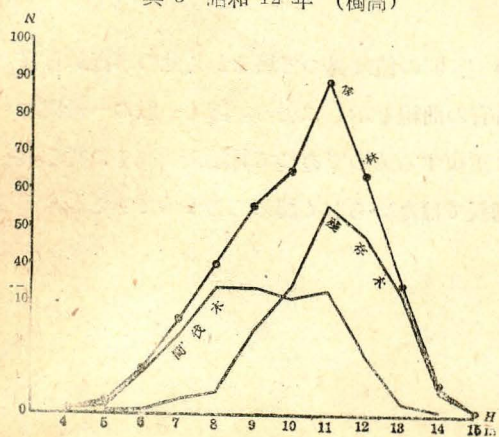
其 1 昭和 12 年 (直徑)



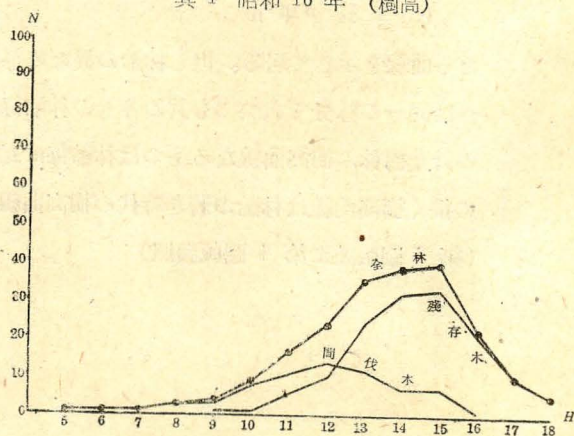
其 2 昭和 16 年 (直徑)



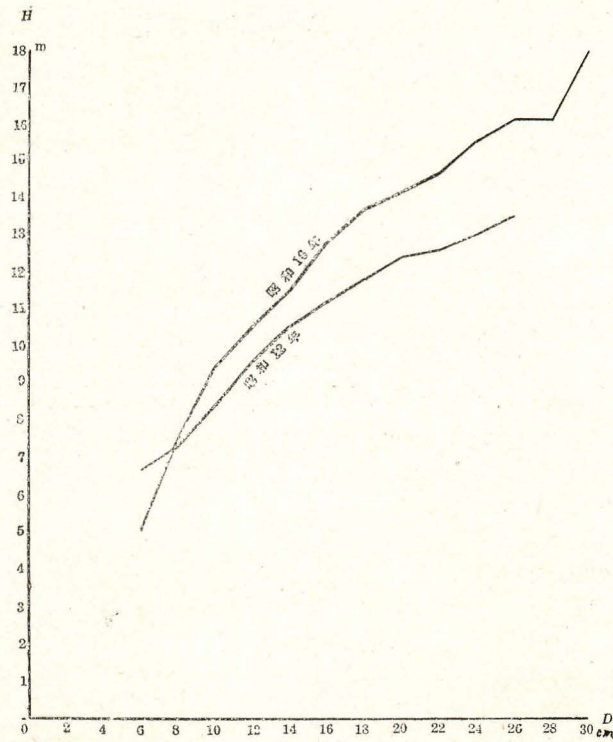
其 3 昭和 12 年 (樹高)



其 4 昭和 16 年 (樹高)



第 3 圖 版



第 4 圖 版

