

# 林木の枝張りに關する研究

囑託 河 田 杰

助手 木 島 藤 太 郎

## 緒 論

茲に云ふ枝張りとは云ふのは1本の立木に就き觀察するに其の横枝には長いものもあり短いものもあるが、其の中それ等の枝が各水平面に投ずる正射影の中最長のものを指して云ふのである、即ち其の立木が占領し得る最大面積を圓と見るときに其の圓の半径と一致する長さのことである。扱林分の法正状態は如何なる要素によつて決定せらるるか云ふと、普通法正蓄積、法正本數、法正鬱閉なる3個の見方が祖上に上つて來るのである。著者の見解に依ると、先づ法正鬱閉なるものが肉眼に依つて決定せられ、從つて法正本數が誘導され、法正蓄積が算出されるものの様に思ふのである。

而して同じく法正鬱閉と云つても、作業種の如何によつて其の法正鬱閉の状態は種々と異なるべきものである、就中最も簡單なのは、針葉樹の一齊同齡林の場合であると思ふ。

そこで、此の一齊同齡林の法正鬱閉なるものは如何なるものであらふかと云ふと、之も著者の見解に依ると、鳥瞰的に見て、森林を構成する一本一本の立木の樹冠が重複なく、遺漏なく接し合つて全林を占領して居るときのことの様である。

茲に於てか、法正鬱閉の如何なるものなるやを論ずるに當つて先づ問題となるものは個樹の占領面積の形狀である、然るに此の形狀なるものは樹種によつて著しく異なるものであつて、著者の経験に依れば、其の最も圓形に近きものはスギであつて、ヒノキ、カラマツ、アカマツの順に不規則の程度を増して居る様に觀察せらるるのである。

今茲に1本の立木があつて、其の木が今日迄何等隣接木からの影響を受けずに成長し來つたものであるとするならば、其の四方に對する横枝の張りは略同様のものであり、之が占領面積の形狀は略圓に近きものであらふと云ふことは大體に推斷し得ることである、現に一つの林分に對し間伐を施行するにしても、其の樹形の最も理想的なりと見られて居る1級木の占領面積が大體に圓に近き形をして居るのを見ても首肯し得ることである。

次に、占領面積の形狀と、一本一本の横枝の張りとの關係に言及し様と思ふ、普通林分の鬱閉が進むに従ひ林内は暗くなる、暗くなるに従つて各個樹が所謂枝下を上げて行くのは日常見る事象である、而して一方同時に樹冠の占領面積も亦年と共に増大して行くことは事實である、而して此の場合1本の立木が其の若きときから壯齡、老齡となるに従ひ、其の木が隣接木から受ける側壓が四方一様であつたとしたならば其の木の占領面積の形狀は圓に近く、且此の場合最長の枝張りの長さが平均枝張りの長さとも一致して居るのである、而して各個樹が各々斯



くの如き樹冠を保有して居るときに、林分は重複なく遺漏なく立木によつて占領されて居るときであつて即ち法正鬱閉を現出して居るときであると考へることが出来る様である。

茲で問題は再び法正鬱閉の問題に觸れて來るが、法正鬱閉を考へるのに二様の場合がある様に思ふ、即ち其一は各個樹の樹冠の占領面積の形が全部圓に近きものである場合である、此の場合は各個樹の最長枝張りの長さを半径とする圓の集まりが法正鬱閉であり、此の圓の数が法正本數となるのである、其二是各個樹の樹冠の占領面積の形狀が全部圓形でない場合である、此の場合は各個樹の平均枝張りなるものを想定し、此各の平均枝張りを半径とする圓の集まりが法正鬱閉を構成して居るのであり、同時に斯かる圓の数が法正本數を示して居るのである、普通其二の解釋に依る法正本數の方が其一の解釋に依る場合よりも多かるべきは想像に難くない處である。

何れにしても法正鬱閉なるものは、個樹の占領面積の形狀と密接の關係があり、又其の個樹の占領面積なるものが、圓に換算し得るものであると云ふ意味に於いて枝張りの長さに關係あるものであると考へることは否定できないことであると思ふ。

本研究は一齊同齡の針葉樹林（スギ及びアカマツ）内に於ける各個樹の最大枝張り（以下單に枝張りと呼ぶ）を直径に關係せしめて研究したものであつて、直径に對する枝張りの關係を考察し實驗式を誘導したものであつて、此の研究が所謂法正鬱閉の誘導、法正本數の算出に役立つか、役立たぬかは今日の處明言出来ないが、目標は1本の立木毎に最大の枝張りを有すと認めらるる横枝1本を選び之が枝張りを測定して置いた材料を此の林分の法正鬱閉を想定し得るが如き結果に迄結び付けることにあるのである。

尙著者は最大の枝張りと實測されたる占領面積との間に高き相關關係があるを證明する材料を持つて居て、之が結果を昭和19年（1944）の林學會の席上で發表したのであるが、此の研究の原稿も野帖も共に昭和20年（1945）5月24日拂曉の空襲下目黒の林業試験場で焼失してしまつたことを茲に合せ報告して置く次第である。

## 1 研究材料

本研究の材料を示すと下記の通りである。

(1) 樹種 アカマツ、スギ

(2) 林分の所在地

アカマツ 群馬縣碓氷郡白井町大字五料字小根山國有林（前橋營林署管内）

スギ 福島縣石城郡川部村大字山玉字目兼國有林（植田町營林署管内）

(3) 林分、調査年、面積、本數

アカマツ林（植栽疎密試験林分）

4.5△區	930坪	186本
4.5□〃	900〃	169〃



6.0△"	936"	163"
6.0□"	936"	155"
8.0△"	907"	98"
8.0□"	936"	127"

以上何れも昭和18年(1943)調査

スギ林(間伐試験林分)

I 區 0.3556「ヘクタール」

昭和4年(1929)調査 395本

" 16" (1946) " 216"

" 21" (1946) " 143"

II 區 0.3263「ヘクタール」

昭和4年(1929)調査 345本

Table 1. The distribution of numbers of tree with respect to diameter and branch-spread

(1) Pine. Plot 4.5△ (on 1943)

D \ b.s.	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Sum	Mean
4.5		1	-	1																2	6.0
5.0			4	1	1	1														7	6.9
5.5	2	2	1	5	1	2	-	1	-	-	1									15	7.3
6.0		1	5	6	3	1	2	1												19	7.4
6.5		2	3	7	3	3	4	3	2	-	-	-	1							28	8.6
7.0		1	1	1	4	5	4	3	2	1	-	-	-	-	1					23	9.7
7.5				2	7	1	2	4	4	3	1	-	1	1						26	10.7
8.0			1	-	1	2	4	3	4	1	1	-	-	-	-	-	1			18	11.1
8.5					3	2	4	1	7	5	2	-	-	1						25	11.5
9.0					1	2	2	1	2	2	-	-	1							11	11.2
9.5								1	1	3	-	-	1							6	12.0
10.0								1	-	2	-	-	-	-	1					4	12.8
10.5							2													2	9.8
Sum	2	7	15	23	24	21	24	18	26	12	5	1	3	3	1	-	1	-	-	186	
Mean	5.5	5.9	6.0	6.1	7.1	7.4	7.7	7.4	8.3	8.2	7.6	9.5	7.7	8.7	7.0	-	8.0	-	-		

Remarks: b.s. means branch-spread

Unit of D is "Sun" 1 sun =  $\frac{1}{33}$  metre

Unit of b. s. is "shaku" 1 Shaku =  $\frac{1}{3.3}$  metre = 10sun



" 16" (1941) " 259"

" 21" (1946) " 214"

III 區 0.4483「ヘクタール」

昭和4年(1929)調査 454"

" 16" (1941) " 310"

" 21" (1946) " 234"

是等各林分内に於ける直徑に關係せしめたる枝張りの本數分布の狀態は Table 1 (1—15)の通りである。即ち研究は以上15林分の材料に就き行なつたものである、尙是等の各林分に就いて參考資料として其の平均直徑、平均枝張り及び其各の標準偏差、變異係數等を示すと、それは Table 2の様である。

(備考) 本研究材料の中アカマツに關するものは尺、寸等の單位、スギに關するものは「センチメートル」單位で示されて居る。

Table 1. (2) Pine. Plot 4.5□ (on 1943)

b.s. D	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Sum	Mean
4.0		1	1																	2	5.5
4.5		1	2	-	1	2														6	7.2
5.0		2	4	1	2	-	-	1												10	6.8
5.5		1	1	2	3	5	1	1												14	8.2
6.0			2	3	-	1	6	3	-	1										16	9.3
6.5	1	-	2	6	2	3	7	1	1	-	1									24	8.7
7.0				2	4	3	3	4	2	-	1	-	1							20	10.1
7.5				1	3	6	4	3	4	-	-	-	1							22	10.1
8.0			1	2	1	1	3	1	4	-	4	1								18	10.9
8.5					1	3	3	3	4	1	1	-	2	1						19	11.7
9.0						1	1	3	1	-	1	1	-	-	-	1				9	12.4
9.5								1	-	1	-	-	-	1						3	13.7
10.0										1	-	1	-	1						3	15.0
10.5										1	-	-	-	-	-	1				2	16.0
11.5										1										1	13.0
Sum	1	5	13	17	17	25	28	21	16	6	8	3	4	3	-	2	-	-	-	169	
Mean	6.5	4.8	5.5	6.5	6.5	6.8	7.0	7.4	7.8	9.3	7.9	9.0	7.9	9.8	-	9.3	-	-	-		

Remarks (continued) : Plot 4.5△ means the plot in which the trees are planted in form of 4.5 shaku triangle and so on



Table 1. (3) Pine. Plot 6.0△ (on 1943)

b.s. D	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Sum	Mean
3.5		1																		1	5.0
4.0	1	-	1																	2	5.0
4.5		2	1	1	1															5	6.2
5.0		1	1	1	1															4	6.5
5.5		1	3	3	3	2	2	-	2	-	-	1								17	8.5
6.0			1	2	4	3	3	2	-	1										16	9.0
6.5		1	3	3	4	9	4	2												26	8.4
7.0			1	-	1	3	1	5	1	-	-	1								13	10.2
7.5					3	2	2	6	3	2										18	10.6
8.0				1	4	3	4	1	4	3	1	-	-	-	-	1	1			23	11.1
8.5				1	3	3	3	2	-	1	-	1	-	-	1					15	10.4
9.0							1	1	2	3	1	-	1							9	12.7
9.5							1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1		3	14.7
10.0							1	-	-	-	-	1	1							3	13.7
10.5										1	-	1	-	-	-	-	-	1		3	16.3
11.0															1	1				2	18.5
11.5															1					1	18.3
12.0												1	-	-	1					2	16.5
Sum	1	6	11	12	24	25	22	19	12	12	2	6	2	-	4	2	1	2	-	163	
Mean	4.0	3.9	5.7	6.2	6.8	6.9	7.4	7.3	7.5	8.4	8.5	8.9	9.5	-	10.8	9.5	8.0	10.0	-		



Table 1. (4) Pine. Plot 6.0□ (on 1943)

b.s. D	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Sum	Mean
4.0		2																		2	5.0
4.5	1	-	-	1	2															4	6.8
5.0	2	-	3	5	4	1														15	6.8
5.5			2	1	4	-	2	1	-	-	-	1								11	8.8
6.0				4	4	7	2													17	8.4
6.5		1	1	2	3	4	3	2	4	-	2									22	9.7
7.0					7	1	5	7	3	-	-	-	2							25	10.4
7.5				1	-	6	1	-	1	2	-	1								12	10.3
8.0				1	-	2	1	3	3	1	2									13	11.2
8.5			2	-	1	5	1	2	1	4	1	1								18	10.6
9.0										2	2	-	1	-	1					6	14.7
9.5								1	1	-	-	1	-	1						4	13.8
10.0								1	-	-	-	1	-	-	1					3	14.7
10.5													1	-	-	-	-	1		2	18.5
11.0																		1		1	21.0
Sum	3	3	8	15	25	26	15	17	13	9	7	5	4	1	2	-	-	2	-	155	
Mean	4.8	4.8	6.2	5.2	6.1	7.1	6.8	7.5	7.4	8.3	7.9	8.2	8.4	9.5	9.5	-	-	10.8	-		

Table 1. (5) Pine. Plot 8.0△ (on 1943)

b.s. D	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Sum	Mean
4.0	1	-																		1	5.0
4.5		1																		1	6.0
5.0		1	-	-	1	-	1													3	8.7
5.5		1	-	1	-	3														5	8.8
6.0	1	-	1	2	2	2														8	8.3
6.5				2	3	2	1	3	-	1										12	10.3
7.0				1	1	2	2	1												7	9.1
7.5				1	2	2	1	-	1	1	2	-	1							11	10.9
8.0					3	2	1	3	4											13	11.2
8.5				1	-	-	1	2	6	-	1									11	11.4
9.0						1	1	1	2	1										6	11.2
9.5								2	-	1	-	-	-							3	11.7
10.0												1	1	-	1					3	17.3
10.5								1	-	-	-	-	-	-	1					2	14.5
11.0									1	1	-	-	2	-	-	2				6	15.8
11.5							1	-	-	-	-	1	-	1	2	-	-	1		6	16.5
Sum	-	2	3	4	8	14	15	10	16	8	4	1	4	2	3	3	-	1	-	98	
Mean	-	5.0	5.0	7.3	6.6	7.0	7.2	8.2	8.2	8.6	7.5	11.5	9.9	10.8	11.2	10.7	-	11.5	-		



Table 1. (6) Pine. Plot 8.0□ (on 1943)

b.s. D	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Sum	Mean
4.5	1	1	1	-	1															4	5.8
5.0				1	3															4	7.8
5.5			2	2	2	2	-	1												9	7.9
6.0		1	2	-	1	2	2	2												10	8.5
6.5	1	-	-	4	6	2	2	4	1											20	8.7
7.0			1	-	1	4	3	-	3	-	-	1								13	10.1
7.5				1	1	4	1	2	1	1	1									12	10.2
8.0						4	4	1	-	-	1									10	10.1
8.5						1	3	-	4	2	-	1	1							12	12.0
9.0						1	-	3	3	1	-	-	1							9	11.9
9.5							1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1		4	15.0
10.0									1	-	1	-	1							3	14.0
10.5										1	-	-	-	1	1					3	16.0
11.0											1	-	-	1	-	1	-	1		4	17.8
11.5									1	-	-	1	-	-	-	1	1			4	16.5
12.0											1	1	-	-	-	1	1	-	1	5	18.0
12.5															1					1	17.0
Sum	2	2	6	8	15	20	16	13	14	6	5	4	4	3	1	3	2	2	1	127	
Mean	5.5	5.3	5.8	7.4	6.0	6.7	7.5	7.5	8.4	8.9	9.7	9.8	9.3	11.3	10.5	11.5	11.8	10.3	12.0		



Table 1. (7) Cryptomeria. Plot I. (on 1929)

b.s.																																				
D	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	Sum	Mean											
6					1																			1	160.00											
8					-																			-	-											
10					-																			-	-											
12			1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1											4	177.50											
14		2	-	1	1	2	2	2	-	-	1													11	170.00											
16	1	-	2	5	3	2	3	1	1	1	1													21	164.29											
18		2	6	3	4	2	6	4	2	4	3	5	-	1										42	182.62											
20		1	2	3	6	8	12	12	10	5	4	3	1	1	-	2								70	189.57											
22		1	-	3	1	8	9	6	7	12	8	6	2	3	-	1								67	200.30											
24			2	1	3	2	5	6	12	4	11	8	6	3	2	-	1							66	208.79											
26						1	1	3	3	5	7	6	4	4	1	-	2	-	1	-	1			39	227.95											
28							1	-	3	-	1	7	6	3	4	-	5	1	-	-	1			32	245.31											
30								1	3	2	2	1	-	2	-	2	3	-	2					18	242.22											
32											3	2	-	-	1	2	4	2	-	-	1	-	1	16	267.50											
34											1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1			4	260.00											
36															1	-	-	-	-	-	2			3	300.00											
38																			1					1	300.00											
Sum	2	6	13	16	20	26	39	35	41	33	42	38	20	19	9	7	15	3	4	-	6	-	1	395												
Mean	16.00	17.67	18.46	18.63	18.30	19.92	20.41	21.14	23.07	22.36	23.90	24.21	24.60	25.89	28.22	26.57	28.93	30.67	31.00	-	32.00	-	32.00													

Remark: Unit of D and b.s. is cm



Table 1. (8) Cryptomeria. Plot (II). (on 1929)

b.s. D	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	Sum	Mean.
10											1																1	200.00
12				1	1	-	-	-	-	-	-																2	135.00
14		1	-	2	-	-	-	-	1																		4	137.50
16	1	1	-	-	3	2	1	4	3	3	2	1	3														24	172.92
18			2	1	2	5	5	10	7	3	6	2	-	2													45	173.56
20				3	-	3	6	11	9	6	6	4	4	-	2	1	-	1									56	184.82
22				3	1	3	9	5	9	4	9	9	5	3	-	1	1	1	1								64	190.47
24						1	6	4	3	7	10	7	11	2	4	-	1	1	1	-	1						59	204.75
26						1	3	1	6	2	1	5	6	7	7	-	3	1	1								44	214.77
28						1	-	-	1	2	2	5	2	4	2	2	1	-	1	-	1	-	1				25	226.40
30								1	-	1	2	-	1	1	2	2	2	1	2								15	236.00
32																1	-	-	-	2							3	276.67
34			1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-			-	-	-	-	-	-	-	-	2	180.00
36																											-	-
38																											-	-
40																										1	1	350.00
Sum	1	2	3	10	7	16	30	36	39	28	39	33	32	19	18	7	8	5	6	2	2	-	1	-	-	1	345	
Mean	16.00	15.00	23.33	18.40	16.86	20.38	21.53	20.17	21.08	22.00	21.87	23.27	23.25	24.95	24.89	27.14	26.50	24.40	26.67	32.00	25.00	-	28.00	-	-	40.00		



Table 1. (9) Cryptomeria. Plot (III). (on 1929)

b.s.	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	Sum	Mean.
D																											
10				1																						1	120.00
12		1	-	-	1	-	1	-	-	2	1															6	155.00
14		1	1	-	-	2	-	-	-	1																5	134.00
16	1	-	1	2	2	4	7	9	1	2	1	2														32	152.19
18			2	6	2	2	1	4	1	1	5	4	-	-	-	1										29	158.97
20				1	4	8	4	3	7	14	4	3	3	5	2	-	-	2								60	177.00
22					3	6	10	6	9	22	5	8	8	5	3	2	-	1								88	178.86
24				2	1	5	5	12	13	8	16	12	4	9	4	3	5	2	2							103	190.29
26				1	2	2	6	2	4	6	6	6	7	5	5	1	5	3	1	-	-	1	-	-	1	64	201.09
28					2	4	2	2	2	2	1	4	3	3	4	3	4	1	1	2	1					39	210.26
30						1	-	1	-	4	3	1	2	1	1	2	2									18	212.22
32								1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	1						6	238.33
34																	1	1	1							3	260.00
Sum	1	2	4	13	15	31	39	38	39	58	43	42	26	29	20	12	18	13	5	3	1	1	-	-	1	454	
Mean	16.00	13.00	16.50	18.77	20.13	20.90	22.05	21.16	23.23	21.66	23.16	23.48	24.15	24.14	25.30	25.50	27.11	26.31	27.20	29.33	28.00	26.00			26.00		



Table 1. (10) Cryptomeria. Plot I. (on 1941)

b.s. D	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	Sum	Mean	
16					1																											1	210.00	
18					-	-	-	-																								-	-	
20								1	1																							2	245.00	
22									1	-	1																					2	260.00	
24				1	-	3	1	1	2	-	2	1	1																			12	255.00	
26	2	-	-	1	-	2	2	1	-	2	-	4	1	3	-	1	1															20	258.00	
28				1	3	1	1	3	-	2	2	3	5	3	3	1	1															29	270.00	
30				2	1	-	1	2	3	2	3	2	3	6	2	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	32	288.75	
32			1	-	1	-	-	1	2	4	4	3	3	1	4	1	3	3	-	1												32	287.50	
34							1	3	-	2	-	-	6	3	6	1	5	-	-	-	-	1	-	1								29	300.69	
36				1	-	-	-	-	1	1	-	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1											16	306.88	
38										1	1	1	1	3	1	1	3	1														13	304.62	
40												2	-	2	2	-	-	2	1	-	1	-	1									11	337.27	
42									1	-	-	-	-	1	1	1	-	2	2	1	1											10	329.00	
44															1	1	-															2	315.00	
46																1	-	-	-	1	-	1										3	363.33	
48																																	-	-
50															1																		1	310.00
52																											1						1	420.00
Sum	2	-	1	5	7	3	8	12	10	16	11	17	24	22	22	13	15	7	5	6	3	2	1	2	-	1	-	-	-	-	1	216		
Mean	26.00	-	32.00	30.00	26.57	26.67	27.00	29.00	29.80	30.38	30.36	29.53	32.08	31.45	34.82	34.62	34.40	36.29	40.00	36.00	41.33	37.00	46.00	37.00	-	52.00	-	-	-	-	30.00			



Table 1. (11) Cryptomeria. Plot II. (on 1941)

b.s. D	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	Sum	Mean	
10							1																							1	180.00	
12							-																							-	-	
14		1	-	-	-	-	-	1																						2	160.00	
16		1	-	1	1																									3	146.67	
18				1	-	-	-	3	1	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1										9	211.11	
20		1	-	-	2	1	2	4	-	2	2	1	-	3																18	198.89	
22				1	1	-	1	5	-	1	1	7	3	1	1	1	-	1	1	1										26	226.15	
24	1	-	-	-	-	-	2	2	3	-	3	2	1	3	4	2	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	28	239.29
26		1	-	1	-	1	-	-	5	-	4	1	-	1	1	-	2	1	1											19	222.11	
28					2	1	1	1	2	1	1	3	6	4	6	4	2	3	-	-	-	-	-	1						38	243.15	
30						1	1	1	2	1	1	3	4	6	2	2	1	7	3	1	1	2	-	-	-	1				40	261.25	
32								1	-	1	1	3	4	2	1	5	4	-	1	-	1	-	-	-	1					25	259.20	
34											2	1	4	1	4	3	1	-	1	1	2	1	-	1	2	-	1			25	281.60	
36									1	-	-	-	-	1	-	1	1	-	2	1	2	-	-	1	1	-	1			12	304.17	
38															1	1	1	-	-	-	1									4	282.50	
40														1	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	1		6	315.00	
42																			1	-	-									1	290.00	
44																					1									1	310.00	
46																				-										-	-	
48																				-										-	-	
50																				-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	400.00	
Sum	1	4	-	4	6	4	8	18	13	9	15	21	22	24	20	19	15	13	9	9	9	3	-	3	4	1	3	-	2	259		
Mean	24.00	19.00	-	20.50	22.33	26.00	22.25	22.00	25.85	24.89	24.13	26.29	29.18	27.67	28.90	30.42	29.73	29.54	30.67	32.00	35.56	31.33	-	32.67	34.00	30.00	36.67	-	37.00			



Table 1. (12) Cryptomeria. Plot III. (on 1941)

b.s. D	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	Sum	Mean
14						2	-	-	-	1	-	-	-	-	1													4	202.50
16		1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1															3	173.33
18		1	-	-	1	1	3																					6	166.67
20	1	-	1	1	2	2	-	2	2	-	-	2																13	177.69
22				1	1	2	1	-	3	2	3	2	1	1														17	203.53
24		1	-	-	-	-	-	2	1	2	1	2	-	2	1	-	-	1										13	220.00
26				1	-	1	2	-	4	7	2	1	2	3	2	2	1	2	-	1								31	228.39
28					1	-	-	1	1	4	4	6	4	4	1	1	3	1	1	1	-	1						34	241.47
30						1	1	2	1	3	2	4	3	8	5	6	3	4	2	1	1							47	260.85
32							1	1	-	1	5	3	14	3	1	-	4	5	1	-	2	-	-	-	-	1		42	262.62
34								2	3	1	2	-	3	4	4	-	4	2	2	1	2							30	264.67
36						1	-	-	-	-	-	-	3	3	8	-	4	3	2	2	3	1	1	-	-	-	1	32	279.69
38									2	-	-	1	1	4	2	4	1	1	2	-	1	-	1	1	-	1		22	283.64
40												1	-	2	1	-	1	-	1	1	2	1	1				11	300.00	
42												1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1		4	305.00
44																												-	-
46																			1								1	300.00	
Sum	1	3	1	4	5	8	8	7	16	22	15	22	21	34	34	16	18	21	16	12	7	10	2	2	1	2	2	310	
Mean	20.00	19.33	20.00	21.00	21.60	19.50	24.25	25.43	26.38	23.09	26.67	27.91	26.00	30.76	32.65	32.13	32.56	32.67	33.25	33.50	36.29	34.40	38.00	39.00	38.00	37.00	37.00		



Table 1. (13) Cryptomeria. Plot I. (on 1946)

b.s. D	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	Sum	Mean
26								1																		1	280.00
28	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1												2	275.00
30				1	-	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			6	300.00
32		1	-	-	1	-	1	2	2	1	-	-	-	-	-	1										9	282.22
34	1	-	1	1	-	-	-	-	1	2	2	3	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1				15	310.00
36				1	1	-	-	-	2	1	-	2	2	1	3	1	-	1	-	1						16	325.00
38						1	3	1	-	2	2	1	2	2	2	-	1	-	-	1						18	316.67
40							1	1	1	-	3	4	-	1	-	2	1	1	-	2						17	332.94
42							3	1	-	1	1	3	1	1	1	4	1	2	1	-	1					21	336.19
44											1	2	-	-	-	-	1	1	1	1	-	1				8	363.75
46										2	-	-	-	-	1	-	2	1	-	2						8	358.75
48						1	-	-	-	-	-	-	2	2	1	-	-	-	1	1	-	-	1			9	352.22
50												1	-	1	-	2	1	-	1	1	-	1				8	370.00
52												1	1													2	325.00
54													-													-	-
56													-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-			1	360.00
58																							1			1	430.00
60																							-	-	1	1	450.00
Sum	2	1	1	3	2	3	9	7	6	9	9	18	8	10	9	11	7	7	4	9	1	3	3	-	1	143	
Mean	31.00	32.00	34.00	33.33	34.00	38.67	38.00	34.29	35.00	38.44	38.89	39.89	42.25	40.20	39.33	42.91	43.71	40.57	46.00	43.11	42.00	42.67	45.33	-	60.00		



Table 1. (14) Cryptomeria. Plot II. (on 1946)

b.s. D	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	Sum	Mean
16		1																											1	160.00
18		1	-	1	-	-	1	-	-	1																			4	197.50
20	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	1	-	-	1														6	228.33
22	1	-	-	1	1	-	-	1	2	2	1	2	-	-	-	2													13	234.62
24			2	-	-	-	-	1	1	-	2	2	1	1	3	-	1	1											15	246.00
26				1	1	2	2	4	-	1	-	3	-	-	1	1	2												18	238.89
28				1	1	-	2	1	-	2	1	2	1	1	1	1	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	18	264.44
30							2	-	3	1	2	-	3	1	1	2	-	-	-	-	-	-	1						16	271.88
32				1	-	1	1	1	-	-	1	3	2	4	3	2	-	1											20	264.50
34				1	-	-	-	1	-	4	-	1	3	3	2	1	2	5	1	-	1								25	292.00
36					1	-	1	-	1	-	1	2	2	1	2	1	2	1	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1	19	296.84
38				1	-	-	1	-	-	1	1	-	2	4	1	-	5	-	-	1	-	2	-	-	1	-		20	301.50	
40										2	2	2	1	2	2	1	-	1	2	-	2	1	1	-	-	1		20	311.00	
42														1	-	-	1	1	-	-	3	1						7	342.86	
44												1	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	1	1				6	323.33	
46						1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	303.33
48																													-	-
50																				1								1	340.00	
52																				1								1	340.00	
54																				-	-							-	-	
56																													-	-
58																						1						1	360.00	
sum	2	2	2	5	5	5	7	13	4	10	16	21	8	17	23	13	11	13	8	5	1	7	7	2	1	1	3	2	214	
mean	21.00	17.00	24.00	25.20	29.60	28.00	29.14	28.00	25.50	27.00	31.63	30.29	33.25	33.53	33.22	31.85	30.73	36.92	35.00	43.20	38.00	42.57	38.29	42.00	36.00	38.00	34.67	41.00		



Table 1. (15) Cryptomeria. Plot III. (on 1946)

b.s. D	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	Sum	Mean
16				1																												1	140.00
18	1	-	-	-																												1	110.00
20				-	-	-	1	1	-	-	-	-	1																			3	193.33
22				1	-	3	-	-	-	1	-	1	-	-	1																	7	184.29
24				1	-	-	1	1	-	-	2	1	-	-	2	-	-	1														9	212.22
26		1	-	-	-	1	-	-	1	1	-	1	1	1	1																	8	201.25
28									1	-	2	-	-	-	2	-	-	-	1													6	233.33
30				1	-	-	1	1	-	1	1	3	2	-	2	-	1	-	1													14	230.00
32							1	-	-	-	1	2	2	3	3	1	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	19	252.63
34				1	-	-	1	2	-	1	5	2	4	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	1	1					22	245.91
36											1	2	4	-	3	1	2	2	-	-	1	1	-	2	1	-	-	-	1			21	272.86
38						1	-	1	-	2	-	4	1	1	4	4	4	4	3	2	1	2	1	-	1							36	271.94
40												1	3	4	2	-	1	3	2	2	-	3	-	-	-	1						22	271.82
42							1	-	-	-	2	-	1	-	3	2	3	2	1	1	1	1	2	1	-	1	-	1	-	2		24	290.00
44											1	-	-	2	1	1	1	1	3	5	1	-	2	1	-	1	1					21	303.33
46													1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	1			7	311.43
48														1	-	2	1	2	1	-	-	-	-	1	1							9	295.56
50																				1	-	-	-	-	1							2	335.00
52																							1									1	340.00
54														1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								1	250.00
Sum	1	1	-	3	2	4	4	5	6	2	10	17	20	17	21	12	14	19	12	13	11	7	4	10	4	5	3	3	3	-	1	234	
Mean	18.00	26.00	-	20.67	32.00	23.00	28.50	30.00	31.67	24.00	31.20	33.88	34.20	35.53	35.43	37.50	39.43	37.47	40.33	40.46	42.73	40.00	38.50	41.40	42.50	44.40	40.00	41.33	40.00	-	32.00		



Table 2. The mean diameters (M.D) standard deviations ( $\sigma$ D), coefficients of variation (D.c.v.), and mean branch-spread (M.b.s) standard deviations ( $\sigma$ .b.s), coefficients of variation (b.s.c.v.) of each plot.

			Diameter			Branch-spread		
			M.D	$\sigma$ .D	D.c.v.	M.b.s.	$\sigma$ .b.s.	b.s.c.v.
Pine on 1943		4.5△	7.27±0.06	1.29±0.06	17.7	9.69±0.14	2.92±0.10	30.1
		4.5□	7.08±0.07	1.41±0.05	19.9	9.93±0.15	2.89±0.11	29.1
		6.0△	7.23±0.08	1.59±0.06	22.0	10.13±0.17	3.30±0.12	32.6
		6.0□	6.98±0.08	1.44±0.06	20.6	10.04±0.16	2.97±0.11	29.6
		8.0△	7.90±0.12	1.82±0.09	23.0	11.26±0.24	3.45±0.17	30.6
		8.0□	7.74±0.12	1.96±0.08	25.3	10.89±0.22	3.72±0.16	34.2
Cryptomeria	on 1929	I	22.79±0.16	4.78±0.11	20.93	207.47±1.38	40.67±0.98	19.60
		II	22.39±0.15	4.19±0.11	18.71	196.49±1.39	38.33±0.98	19.51
		III	22.74±0.13	4.12±0.19	18.21	186.04±1.38	43.63±0.98	23.45
	on 1941	I	32.17±0.26	5.67±0.18	17.63	289.35±2.13	46.38±1.51	16.03
		II	27.88±0.25	5.92±0.18	21.23	247.49±2.20	52.58±1.56	21.25
		III	30.10±0.23	5.98±0.16	19.87	249.97±1.85	48.19±1.31	19.28
	on 1946	I	39.56±0.33	5.77±0.23	14.59	330.21±2.80	49.65±1.97	15.04
		II	31.71±0.30	6.47±0.21	20.41	277.57±2.56	55.44±1.81	19.97
		III	36.30±0.31	7.05±0.22	19.41	262.74±2.48	56.23±1.75	21.40

Remarks: Pine (*Pinus densiflora*), "Sugi" (*Cryptomeria japonica*)

Unit of diameter for Pine is "Sun" 33sun=1 metre.

Unit of branch-spread for Pine is "Shaku". 3.3 shaku=1metre=33sun

Unit for Cryptomeria is cm.



## 2 研 究

(1) 相關關係 一齊同齡の針葉樹林に於いて之を構成する各個樹の直徑と枝張りとの間に如何なる關係が成立して居るかを既往に於けるアカマツ及びカラマツの植栽疎密試験の結果及び本研究に使用せる各林分に就いて検討して見た處其の結果は Table 3 の示す通りである。

此の表を見るに算出し得たる相關比69個の中4個のみが其の値0.5以下であるのみならず、其の4個のものも本數と確率誤差の値との對比上悉く其の値の有意義なることを示して居る、茲に於てか直徑と枝張りとの間には常に高き相關關係を存し直徑の大なるもの程枝張りの大なるべきことを示して居ると解し得るのである。

Table 3. The correlation ratios between diameter and branch-spread.

(a) Pine (*Pinus densiflora*)

year (age)	4.5△	4.5□	6.0△	6.0□	8.0△	8.0□
1921 (18)	0.63±0.04	0.66±0.02	0.73±0.02	0.59±0.03	0.70±0.03	0.75±0.02
1926 (23)	0.68±0.02	0.68±0.02	0.73±0.02	0.67±0.02	0.71±0.03	0.78±0.02
1930 (27)	0.65±0.03	0.65±0.03	0.73±0.02	0.65±0.02	0.72±0.02	0.76±0.02
1933 (30)	0.69±0.03	0.69±0.03	0.74±0.02	0.68±0.03	0.75±0.02	0.78±0.02
1943 (40)	0.58±0.03	0.65±0.03	0.75±0.02	0.75±0.02	0.75±0.03	0.83±0.02

(b) Larch (*Larix leptolepis*) (*L. Kaempferi*)

year (age)	4.5△	4.5□	6.0△	6.0□	8.0△	8.0□
1919 (16)	0.45±0.05	0.78±0.07	0.49±0.05	0.51±0.05	0.58±0.05	0.43±0.13
1926 (23)	0.62±0.04	0.76±0.07	0.60±0.04	0.61±0.04	0.58±0.05	0.61±0.10
1930 (27)	0.79±0.03	0.94±0.03	0.71±0.05	0.71±0.05	0.69±0.05	0.95±0.02
1933 (30)	0.72±0.04	0.96±0.02	0.54±0.07	0.63±0.06	0.57±0.07	0.94±0.03
1942 (39)	0.87±0.03	0.80±0.10	0.55±0.09	0.74±0.06	0.59±0.08	0.93±0.03

(c) "Sugi" (*Cryptomeria japonica*)

year (age)	I	II	III
1929 (30)	0.79±0.01	0.59±0.03	0.69±0.02
1941 (42)	0.56±0.03	0.65±0.05	0.52±0.04
1946 (47)	0.48±0.04	0.58±0.03	0.62±0.03

Remark: 4.5△, 4.5□ and so on show the plots respectively, and see the remarks of Table 1.



(2) 曲 線 掲記せる材料を用いて先づ圖上に直徑に對する枝張りの曲線を書き其の曲線の走向により大體に於いて曲線式を  $b.s. = ae^{-\frac{b}{D}}$  即ち  $\log b.s. = \log a - b \log e/D$  と推斷したのである、b.s. は branch-spread の略である、斯かる推斷の理由は下の通りである。

横枝の張りは疎立林分に於て大であり、密立林分に於いて小なるべきは想定し得るとしても而も無限に伸長すべきものではないのであつて、其の極限は孤立木の枝張りが之を示して居る、と見ることが出来る、即ち枝張りの曲線は結局何等かの極限值に對する或る近似曲線の形を取るものと見てよい様である、而して一方胸高直徑0のときに枝張りを0と見ると云ふことは研究上の便宜から斯く假定せるものであつて事實は胸高直徑0のときにも尙若干の枝張りを有すべきは自明の事である、然し此所に云ふ枝張りと云ふのは林分が鬱閉を完成せる後の枝張りのことであつて、從つて枝下高は大體に於て常に胸高以上のものであると云ふ假定を置いても差支ないと思ふのである、斯かる假定を認めれば胸高直徑0のときに樹高は胸高と一致し其木は枝のないものであるから枝張りは0であると見てもよい様である。

今以上の假定のもとに算出し得たる曲線式を示すと Table 4. の様になるのである。尙之を圖示すると Plate 1. (Fig 1—Fig. 6) Plate 2. (Fig. 1—Fig. 3) Plate 3. (Fig. 1—Fig. 3)

Table 4. The formulas of the curve of branch-spread relating to diameter in even-aged coniferous forest.

No	Plot	Formula	Remarks
1	Pine 4.5△ on 1943	$\log b.s. = 2.40138 - 2.95106/D$	Plate 1. Fig. 1
2	" 4.5□ "	" $= 2.42853 - 2.86320/D$	" " 2
3	" 6.0△ "	" $= 2.48537 - 3.20095/D$	" " 3
4	" 6.0□ "	" $= 2.55099 - 3.59637/D$	" " 4
5	" 8.0△ "	" $= 2.43586 - 2.90847/D$	" " 5
6	" 8.0□ "	" $= 2.58473 - 4.12481/D$	" " 6
7	Cryptomeria I on 1929	" $= 2.57591 - 5.48555/D$	Plate 2. Fig. 1
8	" II "	" $= 2.58384 - 6.07411/D$	" " 2
9	" III "	" $= 2.52348 - 5.24541/D$	" " 3
10	" I on 1941	" $= 2.66055 - 6.03987/D$	Plate 3. " 1
11	" II "	" $= 2.64453 - 6.78028/D$	" " 2
12	" III "	" $= 2.66459 - 7.78349/D$	" " 3
13	" I on 1946	" $= 2.73730 - 8.53460/D$	Plate 4. Fig. 1
14	" II "	" $= 2.66248 - 6.73990/D$	" " 2
15	" III "	" $= 2.69844 - 9.69002/D$	" " 3

Remarks: Plot Pine 4.5△ means Plot in which pine is planted in form of 4.5 shaku triangle and so on.

b.s. means branch-spread.

Unit for Pine is sun, and for Cryptomeria is cm.



Plate 4. (Fig. 1—Fig. 3) の様になるのである。

次に實驗數と算出數との對照を表示すると Table 5. (1—4) の様になるのである。

此の表の示す處によると正負の關係に於いて、遽に此の曲線の適合性を首肯し得ざるものが二三あるが、斯かる研究の本來性として元來其の材料が或る程度不完全のものであることは免れ得ざる處であるから、今日の處此の程度に満足するより仕方ないと思ふ。

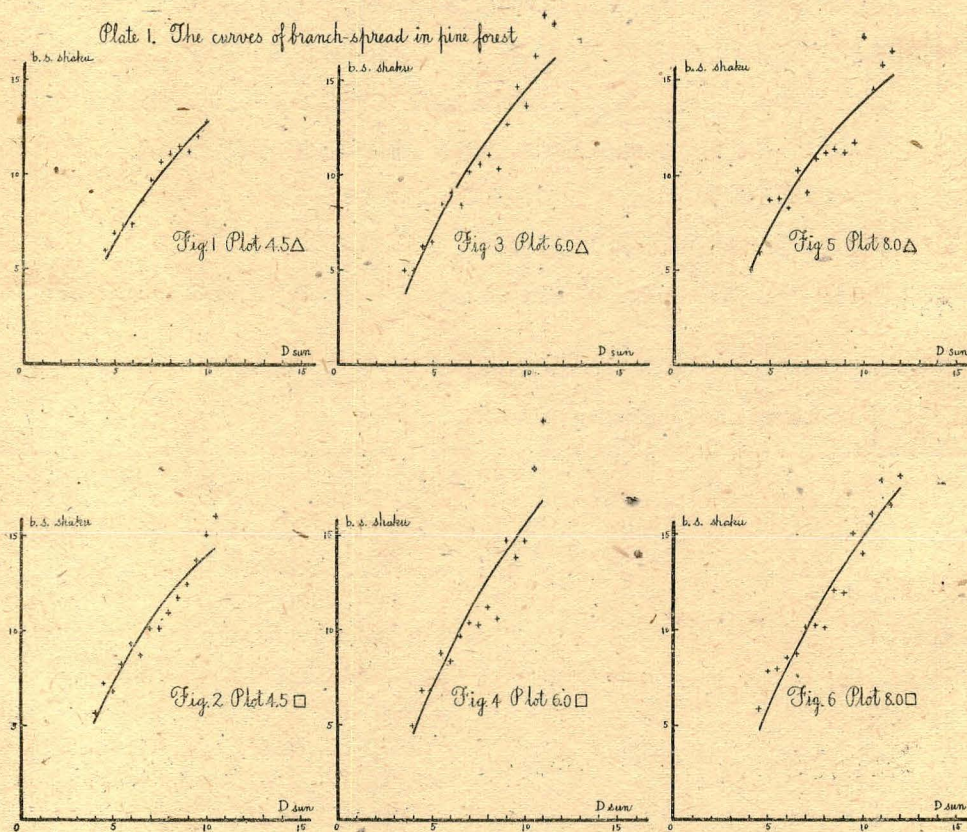




Plate 2. The curves of branch-spread in forest of Cryptomeria on 1929

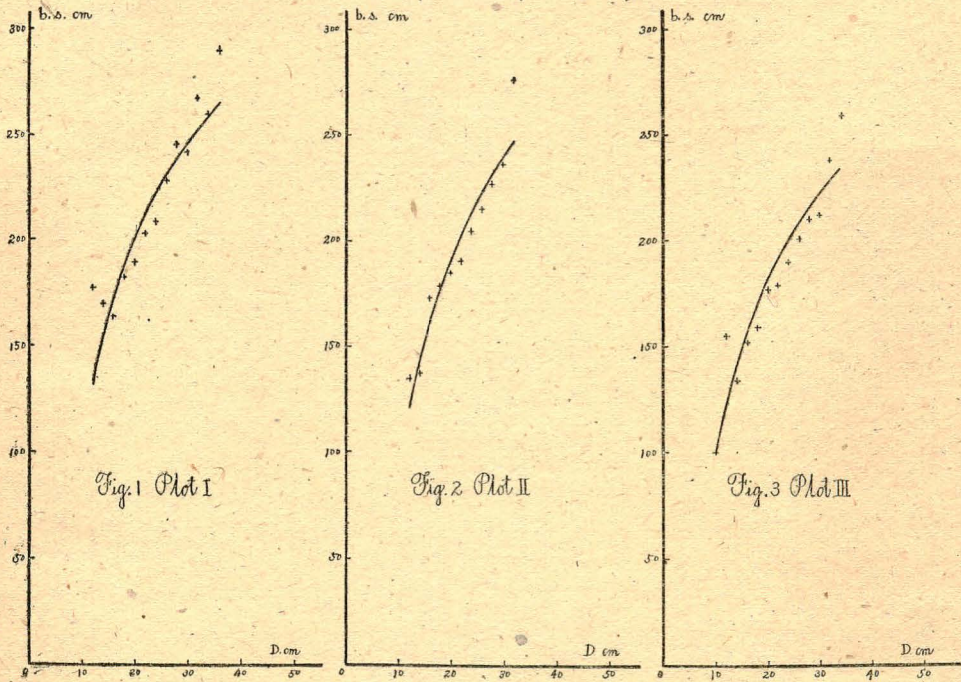


Plate 3. The curves of branch-spread in forest of Cryptomeria on 1941

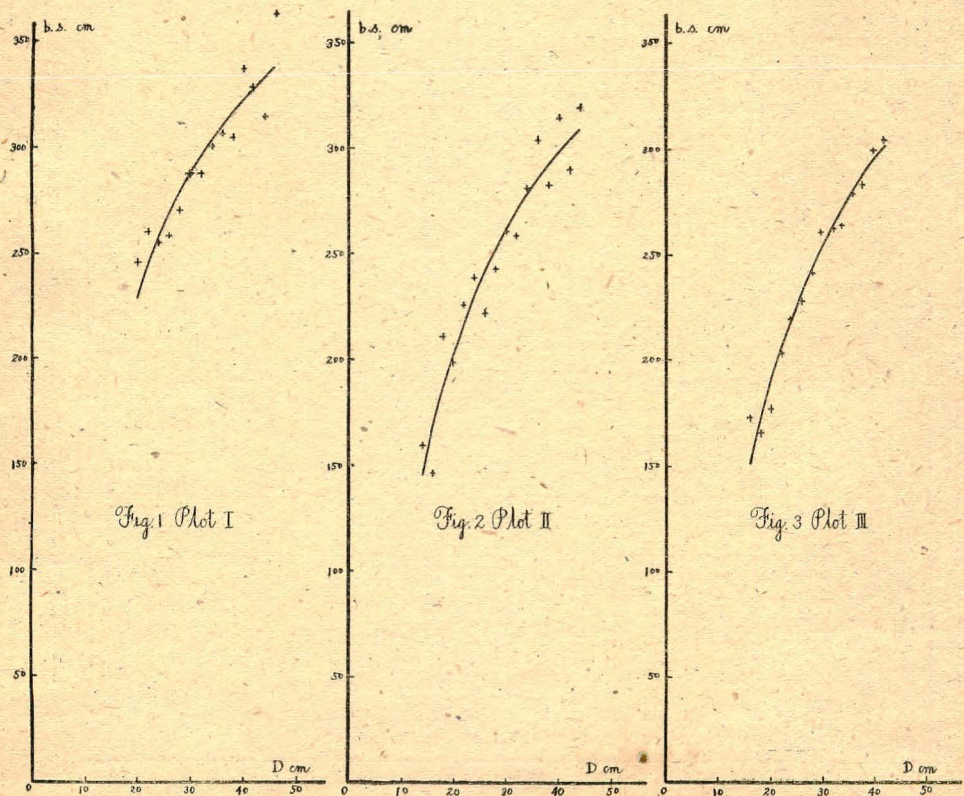




Table 5. The test of fitness of the formulas of curve of branch-spread. (1) Pine.

	4.5 $\triangle$			4.5 $\square$			6.0 $\triangle$			6.0 $\square$			8.0 $\triangle$			8.0 $\square$		
	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)
3.5	-	-	-	-	-	-	50.0	37.22	+12.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0	-	-	-	55.0	51.61	+ 3.39	50.0	48.43	+ 1.57	50.0	44.86	+ 5.14	50.0	51.14	- 1.14	-	-	-
4.5	60.0	55.66	+4.34	72.0	61.98	+10.02	62.0	59.43	+ 2.57	68.0	56.47	+11.53	60.0	61.59	- 1.59	58.0	46.57	+11.43
5.0	69.0	64.73	+4.27	68.0	71.76	- 3.76	65.0	70.01	- 5.01	68.0	67.88	+ 0.12	87.0	71.48	+15.52	78.0	57.51	+20.49
5.5	73.0	73.25	-0.25	82.0	80.90	+ 1.10	85.0	80.05	+ 4.95	88.0	78.91	+ 9.09	88.0	80.73	+ 7.27	79.0	68.35	+10.65
6.0	74.0	81.99	-7.99	93.0	89.39	+ 3.61	90.0	89.51	+ 0.49	84.0	89.45	- 5.45	83.0	89.34	- 6.34	85.0	78.93	+ 6.07
6.5	86.0	88.58	-2.58	87.0	97.28	-10.28	84.0	98.38	-14.38	97.0	99.47	- 2.47	103.0	97.36	+ 5.64	87.0	89.15	- 2.15
7.0	97.0	95.45	+1.55	101.0	104.59	- 3.59	102.0	106.69	- 4.69	104.0	108.95	- 4.95	91.0	104.80	-13.80	101.0	98.96	+ 2.04
7.5	107.0	101.83	+5.17	101.0	111.37	-10.37	106.0	114.44	- 8.44	103.0	117.89	-14.89	109.0	111.70	- 2.70	102.0	108.59	- 6.59
8.0	111.0	107.76	+3.24	109.0	117.66	- 8.66	111.0	121.69	-10.69	112.0	126.31	-14.31	112.0	118.11	- 6.11	101.0	118.99	-17.99
8.5	115.0	113.29	+1.71	117.0	123.50	- 6.50	104.0	128.47	-24.47	106.0	134.24	-28.24	114.0	124.08	-10.08	120.0	125.73	- 5.73
9.0	112.0	118.43	-6.43	124.0	128.94	- 4.94	127.0	134.81	- 7.81	147.0	141.71	+ 5.29	112.0	129.63	-17.63	119.0	133.79	-14.79
9.5	120.0	123.23	-3.23	134.0	134.01	+ 2.99	147.0	140.74	+ 6.26	138.0	148.74	-10.74	117.0	134.80	-17.80	150.0	141.43	+ 8.57
10.0	128.0	127.72	+0.28	150.0	138.94	+11.06	137.0	146.31	- 9.31	147.0	155.36	- 8.36	173.0	139.64	+33.36	140.0	148.68	- 8.68
10.5	-	-	-	160.0	143.17	+16.83	163.0	151.53	+11.47	185.0	161.61	+23.39	145.0	144.17	+ 0.83	160.0	155.56	+ 4.44
11.0	-	-	-	-	-	-	185.0	156.45	+28.55	210.0	167.51	+42.49	158.0	148.41	+ 9.59	178.0	162.09	+15.91
11.5	-	-	-	-	-	-	180.0	161.07	+18.93	-	-	-	165.0	152.39	+12.51	165.0	168.29	- 3.29
12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180.0	174.18	+ 5.82
		+20.56			+49.00			+87.57			+97.05			+84.72			+85.42	
		-20.48			-48.10			-84.80			-89.41			-77.19			-59.22	
		+ 0.08			+ 0.90			+ 2.77			+ 7.64			+ 7.53			-26.20	

Remarks: b.s. means the mean value of branch-spreads, and (b.s.) means the value obtained from the formula.

Unit of b.s. is "Sun" 33sun = 1 metre.

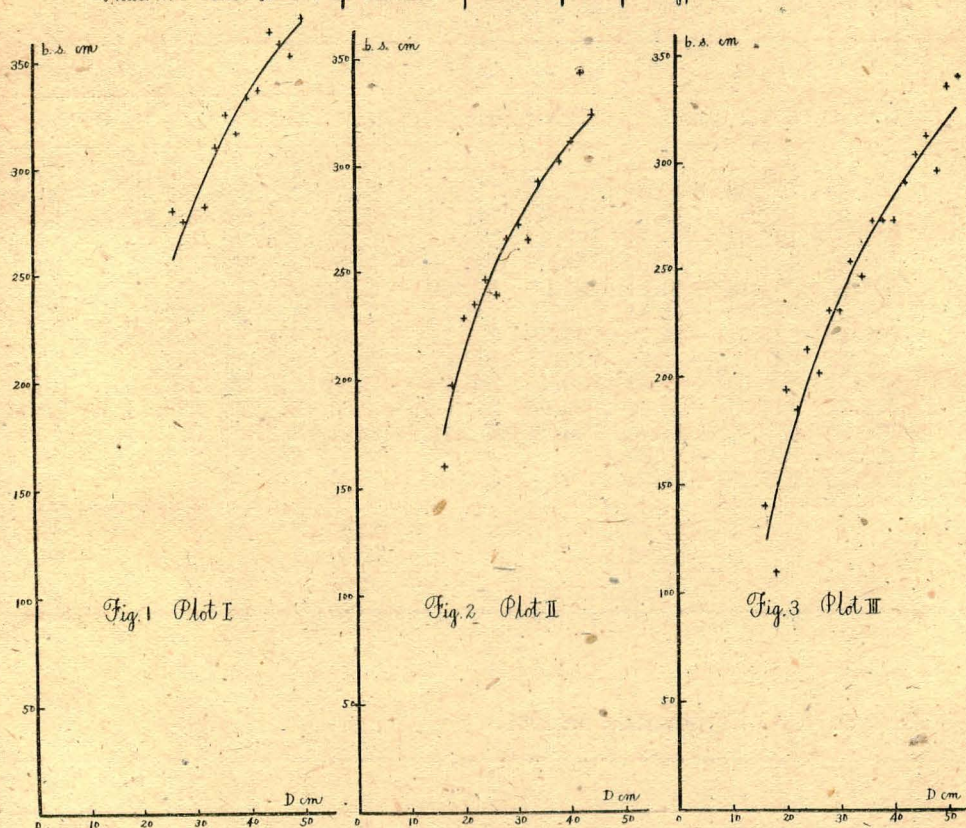
4.5 $\triangle$ , 4.5 $\square$ , 6.0 $\triangle$ , 6.0 $\square$ , 8.0 $\triangle$ , 8.0 $\square$  mean the plots see the remarks of Table 4.



Table 5. (2) Cryptomeria on 1929.

	I			II			III		
	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)
10	-	-	-	-	-	-	120.00	99.76	+ 20.24
12	177.50	131.46	+46.04	135.00	119.58	+15.42	155.00	122.00	+ 33.00
14	170.00	152.79	+17.21	137.50	141.25	- 3.75	134.00	140.87	- 6.87
16	164.29	171.03	- 6.74	172.92	160.03	+12.89	152.19	157.67	- 5.48
18	182.62	186.71	- 4.09	173.56	176.36	- 2.80	158.97	171.03	-12.06
20	189.57	200.28	-10.71	184.82	190.60	- 5.78	177.00	182.48	- 5.48
22	200.30	212.11	-11.81	190.47	203.11	-12.64	178.86	192.78	-13.92
24	208.79	222.51	-13.72	204.75	214.17	- 9.42	190.29	201.80	-11.51
26	227.95	231.70	- 3.75	214.77	223.99	- 9.22	201.09	209.77	- 8.68
28	245.31	239.69	+ 5.62	226.40	232.76	- 6.36	210.26	216.84	- 6.58
30	242.22	247.21	- 4.99	236.00	240.64	- 4.64	212.22	223.17	-10.95
32	267.50	253.80	+13.70	276.67	247.76	+28.91	238.33	228.86	+ 9.47
34	260.00	259.76	+ 0.24	-	-	-	260.00	233.99	+ 26.03
36	300.00	265.18	+34.82	-	-	-	-	-	-
			+117.63						
			- 55.81						
			+ 61.82						
</									



Plate 4. The curves of branch-spread in forest of *Cryptomeria* on 1946Table 5. (4) *Cryptomeria* on 1946.

	I			II			III		
	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)	b.s.	(b.s.)	b.s.-(b.s.)
16	-	-	-	160.00	174.27	-14.27	140.00	123.83	+16.17
18	-	-	-	197.50	194.11	+ 3.39	110.00	144.55	-34.55
20	-	-	-	228.33	211.58	+16.75	193.33	163.66	+29.67
22	-	-	-	234.62	227.05	+ 7.57	184.29	181.13	+ 3.16
24	-	-	-	246.00	240.80	+ 5.20	212.22	197.10	+15.12
26	280.00	256.48	+23.52	238.89	253.08	-14.19	201.25	211.71	-10.46
28	275.00	270.70	+ 4.30	264.44	264.10	+ 0.34	233.33	225.00	+ 8.33
30	300.00	283.67	+16.33	271.88	274.04	- 2.16	230.00	237.38	- 7.38
32	282.22	295.53	-13.31	264.50	283.05	-18.55	252.63	248.96	+ 3.67
34	310.00	306.40	+ 3.60	292.00	291.24	+ 0.76	245.91	259.09	-13.18
36	325.00	316.39	+ 8.61	296.84	298.73	- 1.89	272.86	268.70	+ 4.16
38	316.67	325.62	- 8.95	301.50	304.65	- 3.15	271.94	277.61	- 5.67
40	332.94	334.15	- 1.21	311.00	311.88	- 0.88	271.82	285.88	-14.06
42	336.19	342.06	- 5.87	342.86	317.69	+25.17	290.00	293.58	- 3.58
44	363.75	349.41	+14.34	323.33	323.07	+ 0.26	303.33	300.75	+ 2.58
46	358.75	356.26	+ 2.49	-	-	-	311.43	307.46	+ 3.97
48	352.22	362.66	-10.44	-	-	-	295.56	314.10	-18.54
50	370.00	368.64	+ 1.36	-	-	-	335.00	319.63	+15.37
52	-	-	-	-	-	-	340.00	325.15	+14.85
			+ 74.55				+ 59.44		
			- 39.78				- 55.09		
			+ 34.77				+ 4.35		
			</						



## 結 論

以上を摘要し且結論すると次ぎの通りである。

(1) 一齊同齡の針葉樹林内に於て個樹の直徑と枝張りとの間には正の高き相關關係の存することは之を確認することが出来る。

(2) 前項の結果より此の關係式を誘導して見た處大體に於いて常に次ぎの一般式によつて表はし得るものと見る事が出来る。

$$b.s. = ae^{-\frac{b}{D}} \text{ 又は } \log b.s. = \log a - b \log e/D$$

b.s. は branch-spread の略即ち枝張りのことである。

(3) 以上の研究が何か林分の法正鬱閉狀態の數的誘導又は法正本數の算出等の研究に役立つならば著者の本懷之に過ぎない次第である。(昭和22年、1947年、5月稿)

## 引用文献

佐多一至、大城川次郎、小池益夫—植栽の疎密が成林狀態に及ぼす影響、林業試験報告第37號、昭和16年(1941)

河田杰、金谷與十郎—植栽の疎密が成林狀態に及ぼす影響、林業試験報告第41號(1949)

河田杰—スギ林間伐試験の成績、林業試験報告第39號、昭和19年(1944)

(追記) 本研究に關し製圖其他に就き阿部サカエ氏の援助に俟つものが多い特記して感謝の意を表する次第である。

## Résumé

Masaru KAWADA and Tōtarō KIJIMA

Some Notes on the Branch-spread relating to Diameter of Single Tree standing in an Even-aged Stand of Coniferous Trees.

It is very reasonable to think that there may be close relation between the forest canopy and the branch-spread. From view point of this thought, this report treats the relation between diameter and branch-spread in an even-aged coniferous forest, and expects some contribution to the research of determination of normal canopy of forest, because the branch-spread is an important factor of the area of occupation of single tree in forest.

In this paper, the so-called branch-spread is a length as follows: — Among the horizontal projections of numerous branches of single tree on horizontal plane a projection having the longest length is selected as branch-spread of the tree.

### 1. Data

(1) Kinds of tree: Pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc) and "Sugi" (*Cryptomeria japonica* D. Don.)

(2) The situations of the stands used as samples:

Pine: Oneyama, Goryō, Usuimachi, Usuigun, Gumma Prefecture (a national forest



under the administration of Maebashi Divisional Forest Office)

Cryptomeria: Megane, Yamadama, Kawabemura, Iwakigun, Fukushima Prefecture  
(a national forest under the administration of Uedamachi Divisional Forest Office)

(3) Stands used as sample plots:

Pine: The same stands of the experiment of tree-density of plantation, the names of plots, areas, tree-numbers and the dates measurements were done are as follows:

Name of plots	area	tree-number	date of measurement
4.5△	930 (tsubo)	186	1943
4.5□	900 ( " )	169	"
6.0△	936 ( " )	163	"
6.0□	936 ( " )	155	"
8.0△	907 ( " )	98	"
8.0□	936 ( " )	127	"

Cryptomeria: The same stands used as the plots of experiment of thinning

I	0.3556 (Hektar)	395	1929
"	"	216	1941
"	"	143	1946
II	0.3263 (Hektar)	345	1929
"	"	259	1941
"	"	214	1946
III	0.4483 (Hekar)	454	1929
"	"	310	1941
"	"	234	1946

Remarks: The unit of area "Tsubo" equals to  $6 \times 6$  (shaku). 1 shaku =  $\frac{1}{3.3}$  metre

The distributions of tree-numbers relating to diameter and branch-spread (b.s.) are shown in the Table 1 (1-15).

Remarks: The unit of diameter "Sun" equals to  $\frac{1}{3.3}$  metre. 1 shaku = 10 sun

By the reason of convenience to imagine how the sample plots are, the mean diameter, mean branch-spread, and their standard deviation, coefficient of variation are shown in the Table 2.

## 2 Discussion

(1) Correlation: From the appearances of distribution of tree-numbers in the Table 1, it shall be easily thought that there shall be considerably high correlation between diameter and branch-spread. Hereupon, we tried to calculate the correlation ratios between such subjects are shown in Table 3. According to the result, it can be stated that we can recognise the close relation between diameter and branch-spread in a stand.

(2) Formula: Let us assume that there must be a limit of branch-spread of a tree, because the all trees standing solitary in field not have immense length of branch-spread and under the state of completed canopy when the diameter becomes to zero the branch-spread also becomes to zero. Under this assumption, it is reasonable to imagine



the formula of the relation between diameter and branch-spread shall be as follows:

$$\text{b.s. (means branch-spread)} = ae^{-\frac{b}{D}} \quad \text{viz. } \log \text{ b.s.} = \log a - b/D$$

On this supposition, the formula obtained are as the Table 4 showing (see Plate 1.2.3.4).

The contrasts of the values i.e. of the original number and of calculated one are shown in the Table 5 (1.2.3.4), according to this table, it cannot be avoid to know that there are some cases for which we cannot accept the good fitness of the formula with confidence. But under the present state we are ought to be satisfied ourselves with such level, by the reason that as the essential nature of such research the data is always bringing some points of incompleteness.

#### Summary

It can be recognisable that there are close relation between diameter and branch-spread in even-aged stand of coniferous tree. Although we cannot satisfy ourselves as far as this report concerns, from the relation mentioned above something like a formula could be induced.

It shall be very convenient and useful to express normal canopy with some number calculated, but under the present state, we know that there is no method to determine the grade of canopy without the impression of naked eye. Thus, if the contents of this paper can contribute something else for the research aiming to get some numerical method to determine the grade of canopy, it will be the great delight and gratification of us. (May 1947)