

外国産マツ類の育成に関する研究 (第 I 報)

テーダマツの肥培に関する基礎的考察

伊 佐 義 朗 村 上 温 夫 薬師寺 清 雄

Giro Isa Haruo MURAKAMI and Kiyoo YAKUSHIJI

Studies on the Cultivation of the Foreign Pines in Japan. [No. I]
Some fundamental considerations on the fertilizer-managements in
Loblolly Pine. (Pinus Taeda)

目 次

I 緒 言.....	162	2) 樹体の地上部と地下部の構成状態	
II 試 験 計 画.....	163	3) 針葉長および針葉重量	
1) 試験の目標		4) 施肥と3要素含有率との関係	
2) 試験地の概況		5) 施肥と樹体中の3要素含有量との関係	
3) 試験設計		6) テーダマツ樹体中の3要素含有比の関係	
A 施肥設計		IV 考 察.....	176
B 試験区の区別		1) 従来のマツ類の肥培試験例との比較	
4) 供試木		2) 試験結果についての検討	
5) 施 肥		3) 肥料にたいする検討	
6) 調査方法		摘 要	
III 試 験 結 果.....	167	文 献	
1) 施肥が成長に及ぼす効果		Résumé	

I. 緒 言

近年、木材資源の窮迫化にともない、その打開策として優良樹種または品種の導入と、林地肥培への関心がたかまり、それについての試験も各所において多数実施されている¹⁾²⁾。

成長旺盛な外国産樹種として多数あげられる中で、マツ類は比較的乾燥、瘠悪林地にも生育し、気候的にも栽培可能地域が広いので、将来のパルプ資源として多大の関心がはらわれている。

本学上賀茂育種試験地では、早くよりこの点に着目し、世界各国の大学、試験場を通じ、世界のマツ類およそ80種中、70余種をあつめ、この育成に関し10余年来研究をつづけ、その一部の成績については、すでに発表したところである¹⁾³⁾⁷⁾。

多くの外国産マツ類のうち、テーダマツは原産地（北米東部、北緯30°～40°、年平均気温15°～20°C、降水量1000～2000 mm）⁴⁾ とは気候、風土の異なるわが国の各地にもよく適合するようで、現在、上賀茂育種試験地では、幼令期であるがその成長は天然生アカマツにくらべて、およそ4倍強の成長を示し³⁾、また浅川実験林では⁵⁾アカマツの5倍の成長を、金峰山試験林では⁶⁾、3～4倍の成長が報告されている。このような優れた成長をしていることについては、つぎの点が疑問におもわれる。

i) テーダマツは立地条件に対する要求度が低いのか。

ii) テーダマツの樹体組成は、日本のアカマツ、クロマツとくらべて特異性があるのか。

これらの点が解明されるならば、テーダマツの成長促進を企図する上に、有力なめやすが得られるのではなかろうかと考えられる。テーダマツの育成に関する報告は¹⁾³⁾⁵⁾⁶⁾かなりあるが、これらの点を追求したものは少ないようにおもわれるので、ここにつぎのような試験をおこなった。この研究は第1年の経過のみで、さらに多くの検討を要するものであるが、研究の第1段階として、とりあえず報告することにしたものである。

この報告をまとめるにさいし、種々御指導を賜った上田弘一郎教授に、また実験計画、肥料設計などに終始御面倒を見ていただいた柴田信男助教授にたいし、衷心御礼を申上げる次第である。なお、分析資料の調製には岡本憲和氏の協力を得たので、記して感謝の意を表したい。

II. 試 験 計 画

1) 試験の目標

本研究はまず i) テーダマツの土壤養分にたいする要求度を明らかにするため、無肥料区に対し施肥区を設け、その成長や苗木の形状に及ぼす影響を明らかにすること、ii) テーダマツの樹体成分を究明して、肥培する場合における肥料要素、配合比ならびに施肥基準量を推定することを目標として試験計画をすすめた。

2) 試験地の概況

この試験は京都大学演習林、上賀茂育種試験地内でおこなった。試験地は京都市北区上賀茂本山町にあり、北緯 $35^{\circ}04'$ 、東経 $135^{\circ}46'$ 、海拔高 $120\sim 140$ m の地である。1954年から1958年の5カ年間の気象条件は、年平均気温 15.1°C 、年最高気温平均 25°C 、年最低気温平均 3.5°C 、湿量指数(+) 118.3 (-) 2.8 、年平均湿度 74.0% 、降水量 1804 mm で、試験の当年度の月平均気温と降水量は第1表に示したようである。

第1表 1959年の月平均気温と降水量
Table 1. Mean temperature and precipitation in 1959

Month 項 Factors	1月 Janu.	2月 Febr.	3月 Marc.	4月 Apri.	5月 May	6月 June	7月 July	8月 Augu	9月 Sept.	10月 Octo.	11月 Nove.	12月 Dece.	年 間 In year
気温 (C) Mean temperature	2.3	7.0	8.6	10.8	19.1	22.1	26.2	27.3	24.8	12.8	12.2	6.1	平均気温 (C) Mean temperature in a year 14.9
降水量 (mm) Precipitation	79.8	164.6	116.0	173.4	167.0	90.1	201.2	467.9	330.5	100.1	100.1	96.5	合計 (mm) Total 2,087.2

試験地の地形は、東、西、北の3方向の傾斜面があり、傾斜角はいずれも $15\sim 20$ 度である。古生層地帯に属していて、基岩は粘板岩である。

表層およそ1 m がよく風化された砂壤土、B_B型植壤土で土壌の性質は第2表のように相当酸性にかたむき、有効態の窒素、磷酸、加里の含量の少ない、きわめて瘠薄な土壌である。

土層断面は第1図のようで、

A. 層 1~3 cm 落葉層とくにアカマツの腐葉多し

A 層 4~10 cm 黒黄褐色、顆粒状、壤土、細根多し、粘性：中、通気透水性：良、湿度：中。

B 層 15~45 cm 暗黄褐色、粒状構造発達、壤土、硬度：軟、粘性：中、通気透水性：中、湿度：中、根多し

C 層 30~65 cm 橙褐色, 粒状, 壤土, 礫: 少し含む, 粘性: 中, 硬度: 中, 多少細根を認む,
通気透水性: やや不良 湿度: 中

第2表 試験地土壌の分析結果

Table 2. Analytical results of soil in experimental forest

機械的組成 Mechanical composition

原土百分中 In Original soil	角 礫 Gravel and debris	粗 砂 Coarse sand	細 砂 Fine sand	微 砂 Silt	砂 合 量 Total sand	粘 土 Clay
	0.78%	22.56%	10.30%	6.77%	39.63%	60.37%

(分類は日本農学会法による)

化 学 的 組 成 Chemical properties

土 性 Texture	pH *	置換酸度 y_1 ** Exchange acidity	水 分 Mois- ture	全 C Total-C	全 N Total-N	C/N	1/5規定塩酸可溶 N/5HCl Soluble	
	(H ₂ O)						P ₂ O ₅	K ₂ O
C	4.4	24.2	2.2%	0.2%	0.01%	20.0	Trace	0.01%

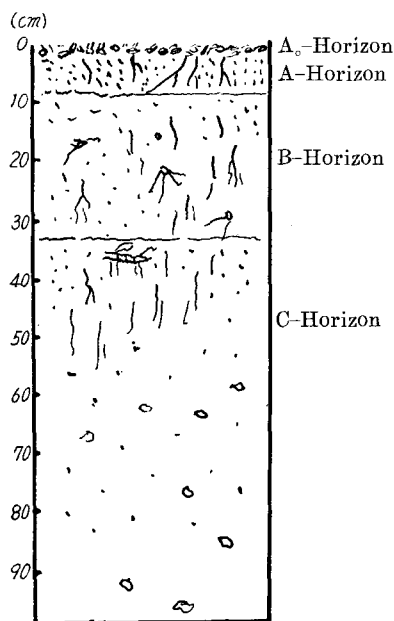
* pH は Quinhydrone 電極法による

(% on air dry basis)

** 置換酸度は Kappen 法による

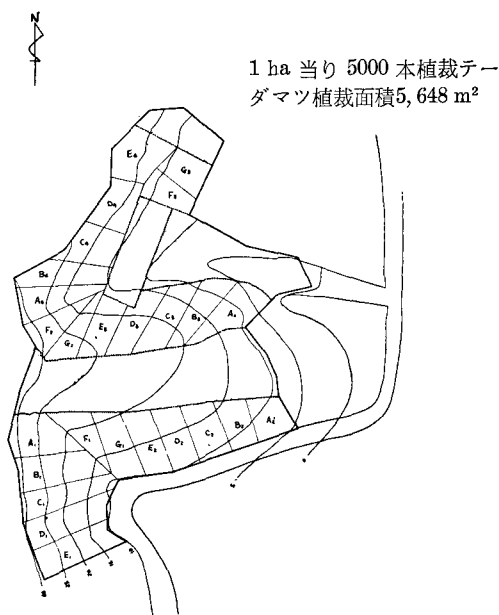
第1図 試験林の土壌断面図

Fig.1 Soil profile of experimental forest



第2図 試験区劃図

Fig.2 Distribution of the experimental plots.



3) 試験設計

A 施肥設計 (第3表参照)

まず, テーダマツに対する肥料は, その3要素配合比をどのようにしたらよいかを知るために, 第3表のA, Bを設け, これを一応標準区とした。

Aは柴田が建設省瀬田川砂防工事事務所管内で, 砂防植栽木のクロマツに対して行なつた試験の結

果から⁸⁾、適当であろうと推定し試作した神島 M_1 であつた、 $N : P_2O_5 : K_2O$ の比が、 $9 : 13 : 8$ で、 N 源を尿素、 P_2O_5 源を蛇紋過磷酸、 K_2O を塩加を用いた化成肥料であり、施肥量も 1 本当り、44.5 gr 位を適当な標準量と推定⁹⁾ されているものである。

B は林地用肥料として推奨されている㊥固形肥料 2 号であつて、3 要素比は $5 : 3 : 3$ のものである。施肥量を 60 gr としたのは、ha 当り 4000 本植えの場合、アカマツ 1 本当りの標準量は、芝本教授によれば⁹⁾、 $N : 2.0 \text{ gr}$ 、 $P_2O_5 : 1.2 \text{ gr}$ 、 $KO : 1.2 \text{ gr}$ であるのを、テーダマツは生育が旺盛なので、約 1.5 倍に増量したものである。

つぎに適当な施肥量を推定するために、標準量の 2 倍区を設けることとし、D、E 区を設定した。なお参考試験として、肥料の形状と肥効との関係を見るために、大粒の㊥固形に対し、ちから粒状を用いる予定であつたが、施肥期に間にあわなかつたために、㊥固形を砕いてちから粒状に近い大いさにしたものを、B 区と同量に用い F 区とした。

さらに硫酸、過石、塩加を用いて㊥固形肥料 2 号と 3 要素量を等しくした配合肥料区の、G 区を設けた。以上の施肥試験区に対し、対照区として無肥料区 C 区を設けたのである。第 3 表はその一覧表である。

第 3 表 施 肥 設 計
Table 3. The plan for fertilizer management

試 験 区 劃 Experimental plot		施 用 し た 肥 料 Supplied fertilizer				施 肥 量 Amount of fertilizer (g)	1 本 当 り の 3 要 素 施肥量 Amount of three elements per a tree (g)		
処 理 Treatment	Plot	名 称 Name	3 要素含有率 Content of three elements (%)				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O				
標 準 量 施 肥 Standard amount plot	A	神 島 M ₁ Konoshima M ₁	9	13	8	44.5	4.0	5.8	3.6
	B	㊥ 固 形 2 号 Solid fertilizer no. 2	5	3	3	60.0	3.0	1.8	1.8
無 施 肥 No fertilizer plot	C	無 肥 料 No fertilizer	—	—	—	—	—	—	—
倍 量 施 肥 Double amount plot	D	神 島 M ₁ Konoshima M ₁	9	13	8	89.0	8.0	11.6	7.2
	E	㊥ 固 形 2 号 Solid fertilizer no. 2	5	3	3	120.0	6.0	3.6	3.6
参 考 Reference plot	F	㊥ 固 形 2 号 (砕いたもの) Solid fertilizer no. 2	5	3	3	60.0	3.0	1.8	1.8
	G	配合肥料 Mixed fertilizer	20	17	50	15.0	3.0	1.8	
		硫 安 Ammonium sulphate				10.6			
		過 石 加 Superphosphate				3.6			
		塩 加 Potassium chloride							1.8

B 試験区の区別

試験地は上記のように、15～20度の傾斜地であり、かつ傾斜方位も一様でないので、A、B、C、D、E 区の各試験区は 4 回、F、G 区は 3 回の繰返しとした。各区の配置位置は第 2 図に示したようである。

4) 供試木

実験に供したテーダマツの苗木は、京都植物園内の樹令およそ 30 年生の孤立木から採集した種子を、1958 年 4 月 15 日に上賀茂育種試験地において、播種養成した 1 年生の無床替苗であつて、多数の中から樹体のほぼ均一なものを選定した。

植付前の 1 本の平均樹高は 21.0 cm、根ぎわ直径 0.5 cm、全重量 13.1 gr であつた。植付は 1959

年2月に2m²に1本の割合で(ha 当り5000本)試験地の全区域に2,146本の植栽を行なった。各区の供試本数を示すと第4表のとおりである。

植栽後調査木を定め、おのおの白ペンキを塗布した標識に、銅板で記号をいれ今後の調査にそなえた。なお、供試木の当初の樹高ならびに直径は、往々その後の成長に重大な関係を示すことがあるので、植栽当初にその均一性を調査した。結果は第5表に示すとおりで、各区を通じて、ほぼ均一であつたといえる。

5) 施肥

施肥は1959年4月11日で、1日で全部を完了した。施肥方法は、苗木の樹冠の投影圏外およそ10cmの周辺に、深さ10cm位の溝を掘り、固形肥料は3~4カ所に、粉状のM₁、及び配合肥料は山手側にほぼ半円形となる位置に撒布し、被土を行なった。

第4表 供試本数
Table 4. Number of samples in each plot

試験区 Experimental plot	本数 Number of samples	試験区 Experimental plot	本数 Number of samples
A 1	91	E 1	89
2	62	2	78
3	101	3	64
4	95	4	100
計 Total	349	計 Total	331
B 1	106	F 1	66
2	67	2	60
3	86	3	63
4	86		
計 Total	345	計 Total	189
C 1	69	G 1	87
2	89	2	71
3	103	3	64
4	102		
計 Total	363	計 Total	222
D 1	91		
2	81		
3	79		
4	96		
計 Total	347		

第5表 植付当時の苗木の大きさ
Table 5. Size of seedlings at the beginning of the experiments

Plot	A	B	C	D	E	F	G
項 Factors							
樹高 (cm) Height	8.25±2.44	8.15±2.50	8.68±2.51	9.20±3.03	8.20±2.99	7.83±2.98	8.43±2.74
直径 (mm) Diameter of stem at 10cm height	2.8±0.66	2.8±0.64	2.9±0.66	3.2±0.67	2.9±0.67	2.9±0.75	3.0±0.66

6) 調査方法

苗木の幹に、地上10 cm の点にペンキをつけ、これを直径の測定点とした。樹高の測定は、直径の測定線より梢端までとした。第1回の測定は1959年3月25日、植付後約1カ月後であり、第2回は1959年10月末、第3回は同年11月中旬の、成長が停止したと思われた時期である。第2回の測定は伊勢湾台風の影響が、試験成績をみだす懸念があつて行なつたものであるが、その影響はほとんど認められないようであつたから、ここでは第3回の測定値と、第1回の測定値の差を成長量と見なした。

調査木は各試験区とも、1 Block ごとに30本ずつとし無作意に抽出した。各試験区 (plot) の調査木合計は A, B, C, D, E の各区では120本, F, G の各区では90本である。

III. 試 験 結 果

1 施肥が成長に及ぼす効果

i) 無肥料区に対して、施肥区が直径ならびに樹高成長に顕著な影響を与えたことは第6表の(A)(B)(C)および第3図および第4図によつて明らかである。第6表(C)は平均値の差の検定結果を示したもので、無肥料区と施肥区の間には、大体5%の危険率で有意差が認められる。

ii) 肥料の種類または施肥量の間にはほとんど差は認められなかつた。

2 樹体の地上部と地下部の構成状態

i) 無肥料区と施肥区の間には、第7表の(A)(B)(C)に示すように顕著な差がある。無肥

第6表 (A) 成長量の調査結果

Table 6. (A) Growth of each plot

標 Sample Plot Block	直径成長量(cm) Diameter growth	樹高成長量(cm) Height growth	標 Sample Plot Block	直径成長量(cm) Diameter growth	樹高成長量(cm) Height growth
1	1.26 ± 0.20	44.5 ± 11.0	1	0.98 ± 0.17	41.2 ± 10.6
2	0.84 ± 0.19	39.6 ± 9.3	2	1.13 ± 0.18	42.8 ± 10.3
A 3	0.89 ± 0.26	38.8 ± 11.7	E 3	1.04 ± 0.29	43.0 ± 11.7
4	1.11 ± 0.29	47.1 ± 11.7	4	1.26 ± 0.29	43.0 ± 11.2
平均 Mean	1.03 ± 0.23	42.5 ± 10.9	平均 Mean	1.10 ± 0.25	42.5 ± 10.9
1	1.17 ± 0.15	42.3 ± 10.0	1	1.20 ± 0.27	44.5 ± 10.3
2	1.04 ± 0.18	40.0 ± 7.3	2	0.81 ± 0.24	38.8 ± 15.0
B 3	0.78 ± 0.24	36.4 ± 10.4	F 3	0.87 ± 0.12	38.0 ± 6.7
4	1.01 ± 0.16	38.7 ± 10.7	平均 Mean	0.96 ± 0.21	40.4 ± 11.9
平均 Mean	1.00 ± 0.25	39.4 ± 10.3			
1	0.67 ± 0.17	16.4 ± 6.8	1	0.98 ± 0.21	39.0 ± 15.5
2	0.67 ± 0.22	28.6 ± 8.5	G 2	0.89 ± 0.16	37.6 ± 15.1
C 3	0.37 ± 0.09	17.8 ± 5.6	3	1.00 ± 0.19	37.9 ± 11.8
4	0.48 ± 0.13	16.3 ± 6.1	平均 Mean	0.96 ± 0.19	38.2 ± 14.3
平均 Mean	0.55 ± 0.12	19.9 ± 8.0			
1	1.36 ± 0.26	52.0 ± 13.0			
2	1.03 ± 0.30	39.0 ± 15.0			
D 3	1.15 ± 0.19	50.2 ± 11.3			
4	1.20 ± 0.16	47.3 ± 9.1			
平均 Mean	1.19 ± 0.23	47.1 ± 13.4			

第6表 (B) 成長量にあらわれた指数 (C区を100としてあらわす)
 Table 6. (B) Index number of growth (fresh weight of C plot was shown as 100)

Plot Factors	A	B	C	D	E	F	G
直径成長 Diameter growth	187	182	100	216	200	175	175
樹高成長 Height growth	214	198	100	237	214	203	192

第6表 (C) 有意差の検定結果
 Table 6. (C) Test results of significans on the growth

直径成長量
Diameter growth

	A	B	C	D	E	F	G
A	—	—	+	—	—	—	—
B	—	—	++	—	—	—	—
C	+	++	—	++	++	+	+
D	—	—	++	—	—	—	—
E	—	—	++	—	—	—	—
F	—	—	+	—	—	—	—
G	—	—	+	—	—	—	—

樹高成長量
Height growth

	A	B	C	D	E	F	G
A	—	—	++	—	—	—	—
B	—	—	++	—	—	—	—
C	++	++	—	++	++	++	++
D	—	—	++	—	—	+	+
E	—	—	++	—	—	—	—
F	—	—	++	—	—	—	—
G	—	—	++	+	—	—	—

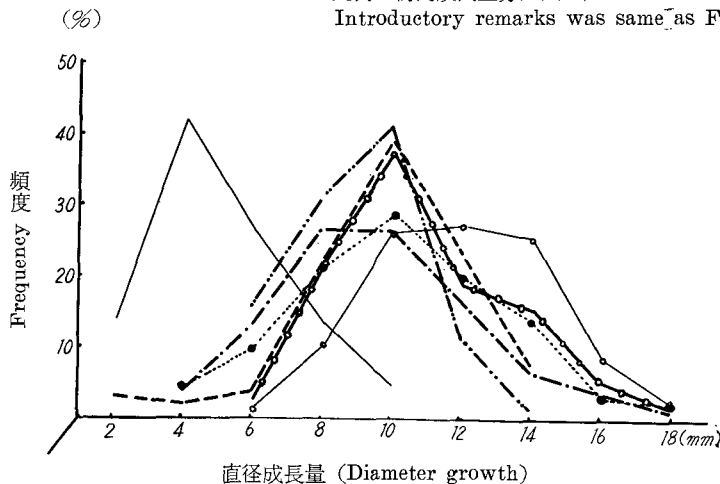
+ significance of 5% level
 ++ significance of 1% level

第3図 直径成長量分配図

Fig. 3 The distribution of diameter growth classified by number.

凡例は樹高成長量分配図と同じ

Introductory remarks was same as Fig. 4.

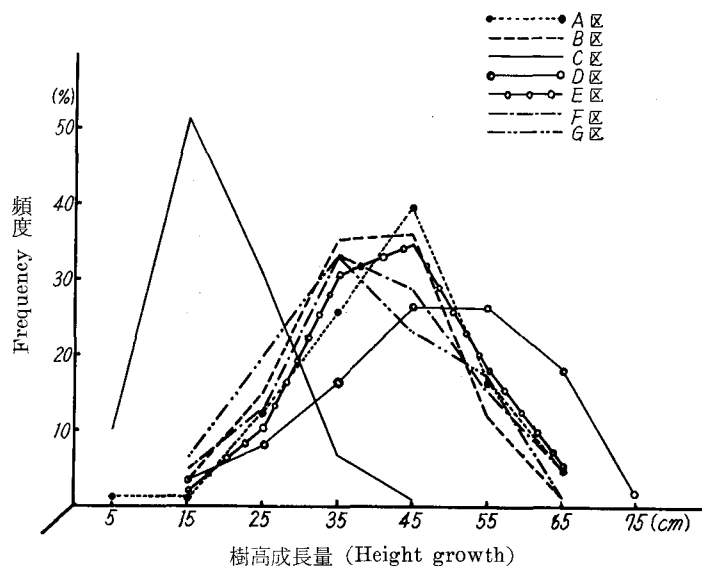


料区が苗体の針葉，幹枝，根系の全部にわたって発達が悪いが，針葉，幹枝，根系のうち根系の割合は施肥区より，やや大きくなっている。

ii) 肥料の影響は樹体の重量，組成に極めて顕著にあらわれている。AのM₁区が他の区に比して，

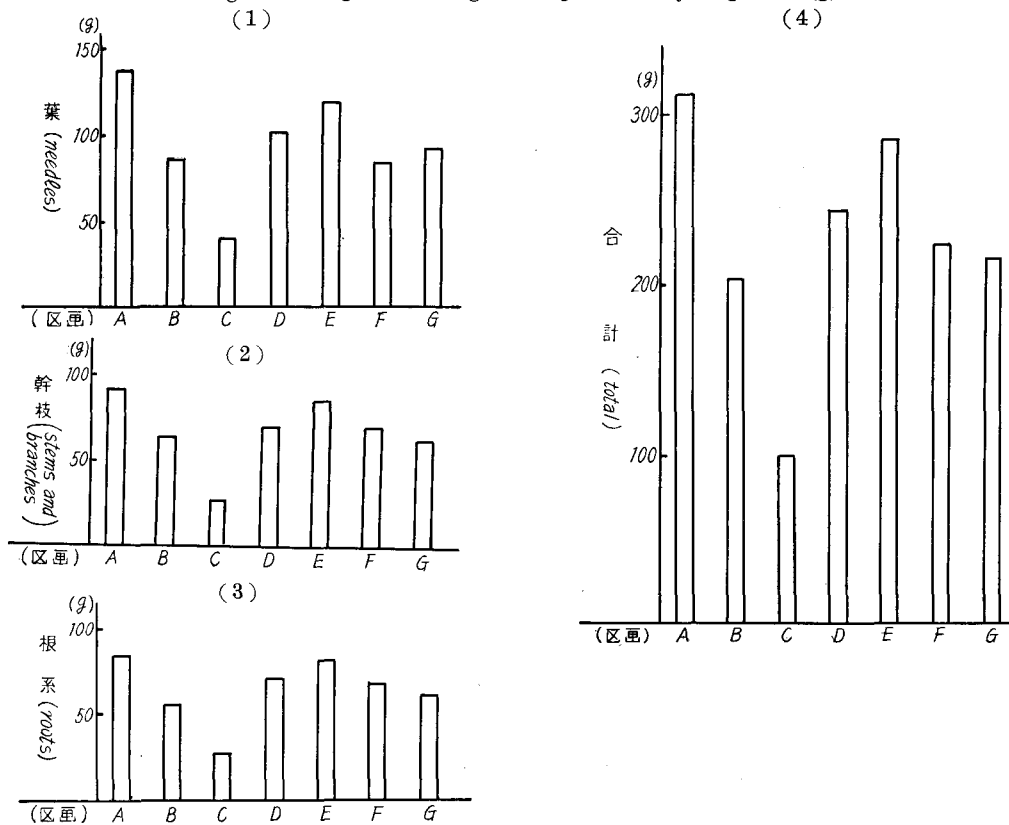
第4図 樹高成長量分配図

Fig.4 The distribution of height growth classified by number.



第5図 生重量

Fig.5 Average fresh weight of 3 parts of a young tree. (g)



第7表 (A) 樹体の生重量とその割合

Table 7. (A) The fresh weight and rate of needles, branches and stems and roots.

標本 Sample	生 重 量 Fresh weight				構 成 割 合 Rate of constitution of the tree			T/R
	針 葉 Needles	幹 枝 Branches and stems	根 系 Roots	計 Total	針 葉 Needles	幹 枝 Branches and stems	根 系 Roots	
A. 1-12	172.65 ^g	93.65 ^g	96.00 ^g	362.3 ^g	47.7 [%]	25.8 [%]	26.5 [%]	2.8
1-16	173.45	107.95	108.10	389.5	44.5	27.7	27.8	2.6
2-1	143.25	95.75	75.50	314.5	45.5	30.4	24.0	3.2
2-29	123.75	82.05	78.50	284.3	43.5	28.9	27.6	2.6
3-2	88.75	76.05	52.00	216.8	40.9	35.1	24.0	3.2
3-19	139.00	123.00	65.80	327.8	42.4	37.5	20.1	4.0
4-6	144.38	30.42	72.10	246.9	58.5	12.3	29.2	2.4
4-13	118.35	116.65	129.00	364.0	32.5	32.0	35.4	1.8
平均 Mean	137.9±26.1	90.7±12.7	84.7±20.7	312.9±44.4	44.4±8.65	28.7±2.6	26.8±1.7	2.8±0.75
B. 1-6	61.40	59.10	61.40	181.9	33.8	32.5	33.8	2.0
1-20	117.75	92.05	70.50	280.3	42.0	32.8	25.2	3.0
2-13	101.70	67.80	61.80	230.8	44.1	29.2	26.8	2.7
2-21	87.30	55.40	35.50	178.2	49.0	31.1	19.9	4.0
3-9	106.80	66.20	76.00	249.0	41.2	26.6	30.5	2.3
3-10	68.75	39.75	34.50	143.0	48.1	29.8	24.1	3.1
4-3	62.95	72.55	55.70	191.2	32.9	27.9	29.1	2.4
4-18	78.35	52.15	50.00	180.5	43.4	28.9	27.7	2.6
平均 Mean	85.6±10.4	63.1±9.4	55.7±7.4	204.4±18.1	41.8±2.2	30.9±2.6	27.1±1.6	2.8±0.61
C. 1-7	36.50	23.00	35.40	94.9	38.5	24.2	37.3	1.7
1-13	61.60	24.10	34.00	119.7	51.5	20.1	28.4	2.5
2-1	48.65	33.25	21.70	103.6	47.0	32.1	20.7	3.8
2-28	44.50	34.30	18.70	99.5	44.7	44.7	18.8	4.3
3-30	23.77	19.73	22.00	65.5	36.3	30.1	33.6	2.0
4-4	34.40	27.30	32.80	94.5	36.4	28.9	34.7	1.9
4-25	34.10	29.90	37.20	101.2	33.7	29.5	36.8	3.1
平均 Mean	40.5±12.3	27.4±5.5	28.8±7.7	97.0±16.3	41.2±2.4	29.9±2.7	30.0±2.6	2.8±0.94
D. 1-2	99.15	75.25	59.30	233.7	42.4	32.2	25.4	2.9
1-10	64.47	79.73	55.50	199.7	32.3	39.9	27.8	2.6
2-7	101.02	85.28	99.00	285.3	35.5	29.9	34.7	1.9
2-11	92.95	53.75	29.00	175.9	52.8	30.6	16.5	5.1
3-10	73.70	70.30	67.00	211.0	34.9	33.3	31.8	2.1
3-17	106.80	66.20	71.70	244.70	43.6	27.1	29.3	2.4
4-13	141.65	37.15	118.00	296.80	47.7	12.5	39.8	1.5
4-23	139.70	95.30	67.00	302.00	46.3	31.6	22.2	3.5
平均 Mean	102.4±26.2	70.4±4.9	70.8±8.3	243.7±37.6	41.9±7.1	29.6±7.8	28.4±7.3	2.8±1.13
E. 1-15	121.90	82.80	65.00	269.7	45.2	30.7	24.1	3.1
1-27	92.30	57.20	39.30	188.8	48.9	30.3	20.8	3.8
2-11	143.25	95.75	75.50	314.5	45.5	30.4	24.0	3.2
2-29	123.75	82.05	78.50	284.3	43.5	28.9	27.6	2.6
3-16	131.05	91.45	100.20	322.7	40.6	28.3	31.1	2.2
3-18	114.00	93.80	71.00	278.8	40.9	33.6	25.5	2.9
4-9	87.76	68.94	100.20	256.9	34.2	26.8	39.0	1.6
4-15	137.90	105.00	128.80	371.7	37.1	28.2	34.7	1.9
平均 Mean	119.0±11.6	84.7±10.5	82.3±25.3	285.9±38.0	42.0±4.8	29.7±2.1	28.4±6.9	2.1.7±0.54
F. 1-13	72.5	83.5	62.7	218.7	33.2	38.2	28.7	2.5
1-14	145.5	98.5	126.5	370.5	39.3	26.6	34.1	1.9
2-14	62.0	59.0	59.5	180.5	34.3	32.7	33.0	2.0
2-26	59.0	58.0	59.6	175.6	33.6	32.5	33.9	1.9
3-25	65.0	44.7	42.7	152.4	42.7	29.3	28.0	2.6
3-28	107.0	78.2	55.2	240.4	44.5	32.5	23.0	3.4
平均 Mean	85.2±35.8	70.2±20.0	67.7±79.7	223.0±85.0	37.9±4.9	32.0±3.8	30.1±4.4	2.4±0.6
G. 1-3	100.30	72.50	71.20	244.0	41.1	29.7	29.2	2.4
1-19	101.50	74.00	94.20	269.7	37.6	27.5	34.9	1.9
2-10	90.10	60.50	69.70	220.3	40.9	27.5	31.6	2.2
2-9	64.50	49.00	36.80	150.3	42.9	32.6	24.5	3.1
3-13	93.50	62.50	54.00	210.0	44.5	29.8	25.7	2.9
3-30	105.80	58.20	45.80	209.8	50.4	27.7	21.8	3.6
平均 Mean	92.6±14.8	62.8±9.3	62.0±6.5	217.4±40.2	42.8±18.8	28.1±2.3	27.9±4.8	2.4±0.70

第7表 (B) 生重量にあらわれた指数 (C区を100としてあらわす)

Table 7. (B) Index number of growth on fresh weight

(fresh weight of C plot was shown as 100)

Plot Factors	A 区	B 区	C 区	D 区	E 区	F 区	G 区
針 葉 Needles	367	228	100	273	316	227	246
幹 枝 Branches and stems	361	251	100	280	237	279	250
根 系 Roots	320	210	100	268	311	255	234
全 重 量 Total fresh weight	351	229	100	273	321	249	244

第7表 (C) 生重量における有意差の検定結果

Table 7. (C) Test results of significance on the weight growth

針 葉 Needles							
	A	B	C	D	E	F	G
A	/	++	++	+	-	-	+
B	++	/	++	-	++	++	-
C	++	++	/	++	++	++	++
D	+	-	++	/	++	-	-
E	-	++	++	-	/	-	++
F	-	-	++	-	-	/	+
G	++	-	++	-	++	+	/

幹 枝 Stems and branches							
	A	B	C	D	E	F	G
A	/	-	++	-	-	-	-
B	-	/	++	-	-	-	-
C	++	++	/	++	++	++	++
D	-	-	++	/	-	-	-
E	-	-	++	-	/	-	-
F	-	-	++	-	-	/	-
G	-	-	++	-	-	-	/

地 上 部
Part of above ground
(Needles, Stems and branches)

	A	B	C	D	E	F	G
A	/	-	++	++	-	++	++
B	-	/	++	-	-	-	-
C	++	++	/	++	++	++	++
D	++	-	++	/	-	-	-
E	-	++	++	-	/	+	+
F	++	-	++	-	+	/	-
G	++	-	++	-	+	-	/

+ significance 5% level
 ++ significance 1% level

根 系 部
Part of under ground
(Roots)

	A	B	C	D	E	F	G
A	/	+	++	-	-	-	-
B	+	/	++	-	+	-	-
C	++	++	/	++	+	++	++
D	-	-	++	/	-	-	-
E	-	+	++	-	/	-	-
F	-	-	++	-	-	/	-
G	-	-	++	-	-	-	/

第8表 (A) 針葉についての調査結果
Table 8. (A) Length, weight and water content of the needles

標本 Sample	針葉の平均長 Average length of needles	針葉の乾重量 (g/100) Dry weight of 100 needles	針葉の含水率 Water contents of needles
Plot Block No.			
A 1-16	12.2 cm	5.8 g	64.7%
1-12	12.6	4.9	
2-23	15.7	8.5	65.9
2-18	12.7	7.8	64.4
3-2	9.8	3.7	63.2
3-19	15.5	7.9	64.9
4-13	12.8	7.5	65.8
4-6	13.2	5.5	63.8
平均 Mean	13.1±1.88	6.45±1.71	64.6±1.13
B 1-6	12.6	5.7	65.2
1-20	13.2	6.7	63.3
2-21	10.2	5.6	65.6
2-13	14.2	7.3	64.0
3-9	13.1	6.0	64.6
3-10	8.3	6.0	64.6
4-3	10.5	4.6	64.5
4-18	11.6	4.9	64.6
平均 Mean	12.5±2.12	5.83±0.86	64.6±0.69
C 1-13	13.0	4.4	63.8
1-7	12.0	3.5	63.2
2-1	15.8	6.5	64.7
2-28	13.2	5.1	64.7
3-30	10.6	3.0	66.2
3-15	12.3	5.0	64.4
4-4	12.8	3.9	64.2
4-25	8.3	2.4	63.6
平均 Mean	13.0±2.30	4.23±1.28	64.4±0.94
D 1-2	14.1	7.8	65.6
1-10	16.5	8.3	65.3
2-7	13.7	7.5	64.3
2-11	11.9	5.5	65.6
3-10	14.9	7.4	63.4
3-17	10.4	4.4	64.8
4-23	10.9	5.0	65.6
4-13	13.7	8.5	64.3
平均 Mean	13.3±2.07	6.79±1.61	65.0±0.71
E 1-27	14.8	6.7	66.9
1-15	12.2	6.8	64.9
2-1	12.8	5.4	67.1
2-29	9.4	4.0	66.0
3-16	12.6	5.8	64.9
3-18	12.5	6.1	63.0
4-15	17.2	9.4	62.6
4-9	11.9	6.0	63.5
平均 Mean	13.0±2.09	6.28±4.07	64.9±1.72
F 1-16	14.9	5.6	66.1
1-24	12.3	5.9	63.1
2-29	12.2	5.4	62.7
2-27	13.2	5.5	62.8
3-4	11.6	5.5	64.8
3-23	10.8	5.7	64.0
平均 Mean	12.0±0.80	5.62±0.16	63.9±1.34
G 1-3	14.4	7.0	62.2
1-19	13.6	7.9	63.1
2-10	13.1	5.7	62.5
2-9	14.2	6.8	62.2
3-13	12.8	6.3	63.6
3-30	12.0	5.4	62.9
平均 Mean	13.4±0.90	6.50±0.92	62.8±0.52

とびはなれて大きいようである。

iii) 施肥量を2倍にすると、㊥固形2号では全重量で約40%の増加をみたが、神島 M₁ ではむしろ逆のようであった。

iv) Aの神島 M₁ 区は、Bの㊥2号区よりも、きわだつて肥効を示している。しかし3要素量がちがうので俄かに優劣は断じられない。

v) T/R 比には大きな影響は認められない。

3) 針葉長及び針葉重量

i) 施肥後発生した針葉の長さの平均値を見ると、各区間に大差はないが、神島 M₁ 区はやや長いように思われる。

ii) 全針葉の乾重量は、施肥によつて増大する傾向が明らかに認められる。なおA区はB区および2倍区のEよりもやや優れている。

iii) 施肥量を2倍量にすると、針葉長および針葉重量に増大する傾向が認められた。

iv) 針葉の含水率には大差がなく、65%前後である。

4) 施肥と3要素含有率との関係 (第9表を参照)

i) 針葉中のN含有率は、無肥料区のものに比して、施肥区の方がやや高い傾向がある。しかるに幹枝のN含有率は無肥区の方が高い数値を示しているかに見えるが平均値の差の検討結果は有意ではない。

ii) 針葉の P₂O₅, K₂O および灰分の含有率においても、Nとおなじ関係が認められる。とくに K₂O の含有率において顕著な傾向があるようである。

次に幹枝中の P₂O₅ の含有率は無肥区は特に低い数値を示してい

第8表 (B) 針葉の乾重量の指数 (C区を100としてあらわす)
 Table 8. (B) Index number of the dry weight in all needles
 (dry weight of C plot was shown as 100)

区 Plot	劃	A	B	C	D	E	F	G
指 Index number	數	322	245	100	300	305	309	266

第9表 樹体の要素含有率
 Table 9. Content of four elements in young tree

Plot	葉 (Leaves)				幹 枝 (Stems and branches)				根 系 (Roots)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ash	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ash	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ash
A	1.85	0.40	0.66	2.45	0.88	0.30	0.51	2.35	0.87	0.33	0.73	2.61
B	1.84	0.39	0.63	2.43	0.92	0.27	0.52	2.41	0.96	0.28	0.69	2.42
C	1.76	0.32	0.47	2.32	1.09	0.25	0.50	2.31	1.05	0.24	0.71	2.40
D	1.87	0.41	0.65	2.54	0.88	0.36	0.55	2.54	0.90	0.37	0.73	2.44
E	1.86	0.41	0.65	2.59	0.82	0.36	0.51	2.22	0.81	0.31	0.73	2.44
F	1.69	0.39	0.69	2.55	0.77	0.29	0.50	2.25	0.73	0.26	0.67	2.24
G	1.92	0.41	0.69	2.47	0.90	0.31	0.50	2.52	0.90	0.31	0.66	2.32
アカマツ	2.09	0.38	0.61	2.90	1.23	0.35	0.56	3.15	1.14	0.25	0.55	3.05

るが K₂O は施肥区に比べて差がないようである。

iii) 肥料の種類や施肥量によつては、大きな差があるとはいえない。

5) 施肥と樹体中の3要素含有全量との関係

樹体各部の3要素含有率と乾物量とより、樹体各部に含まれている3要素の全量を計算したのが第6図である。これによると無施肥区と施肥区との間には、極めて著しい差が見られる。針葉中に含まれる三要素の全量は、針葉の重量と含有率より算定せられるが、分析値は施肥後に発生した針葉であり、1本の樹体についている針葉は旧葉も含まれるので、これを一様に取扱うことは誤りであるが、旧葉の量は極めて少なく、かつ成分含有率比は、相対的に変化するものと考えて、比較のために第9表の結果から、針葉中に含まれる全要素量を計算して見たのが、すなわち第6図である。

また無施肥区を100として、各施肥区に対する指数を第10表に示した。

以上の結果からつぎのようにいえる。

i) 無肥料区と施肥区との間には顕著な差があり、無施肥区を100とする時施肥区はN量において約360, P₂O₅では約390, K₂Oでは約430の指数を示した。

ii) 肥料間にも大きな差がある。施肥量が多いと吸収量も多いが施肥量に必ずしも比例しない。

6) テーダマツ樹体の3要素含有比の関係

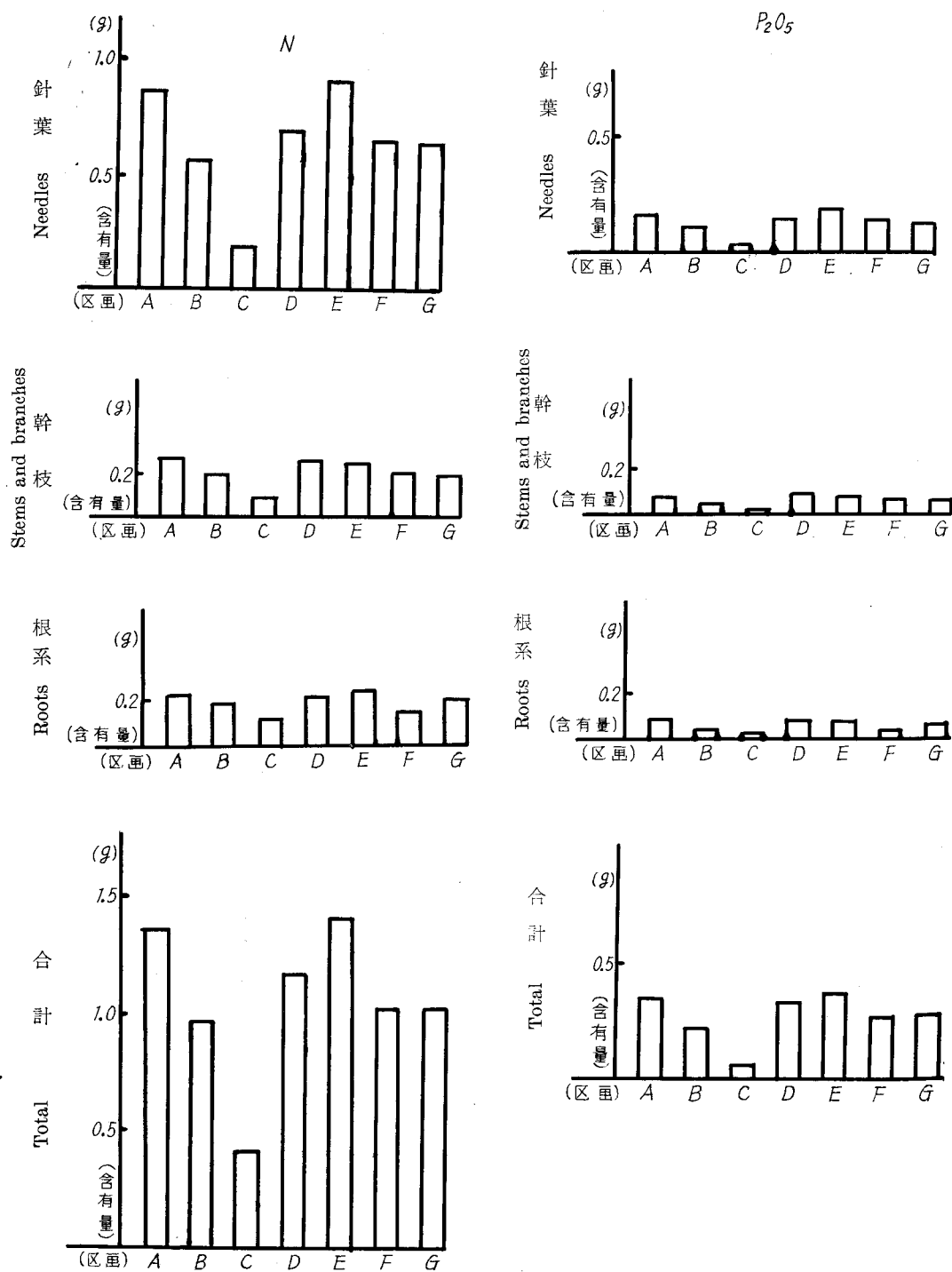
いま3要素の含有比を、Nを100として求めて見ると第11表のようである。

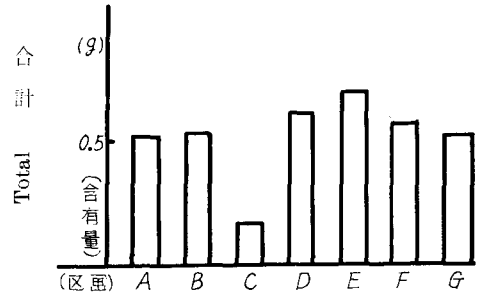
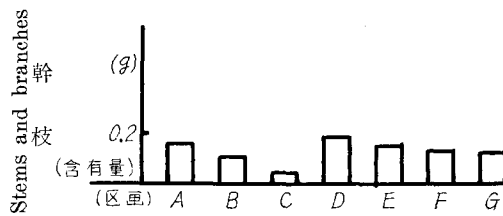
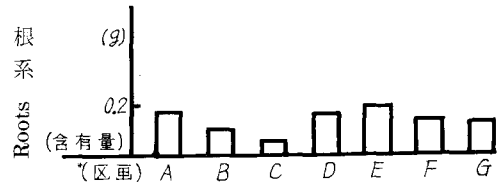
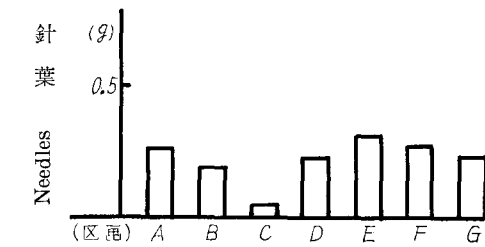
この結果から

i) 無肥料区の指数は施肥区のそれに対して P₂O₅ はわずかに、K₂O はあきらかに少ない。

ii) このテーダマツに見られる3要素比は、柴田が報告している¹⁰⁾、アカマツまたはクロマツの組合よりも、P₂O₅ も K₂O も高い比率を示している。また著者らがこの試験で無肥料区内に植栽しているアカマツの分析結果に比して、P₂O₅ は差がなく、K₂O では僅かにアカマツが多かった。

第6図 樹体の3要素含有全量
Fig.6 Total amount of 3 elements per a young tree (g)



K_2O 

第10表 無施肥区に対する要素含有量の指数 (C区を100として示す)

Table 10. Index number of the amount of 3 elements and Ash per C plot
(C plot was shown as 100)

区画 Block	葉 Needle				幹枝 Branches and stems				根系 Roots				合計 Total			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ash	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ash	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ash	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ash
A	435	425	450	392	270	450	320	368	183	300	257	256	324	389	283	338
B	290	300	335	296	200	300	220	236	158	167	157	164	231	256	289	233
C	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
D	350	375	400	354	260	500	380	341	175	300	243	220	279	378	333	304
E	460	500	533	492	250	450	320	309	200	300	286	260	336	422	378	358
F	335	375	467	392	200	400	260	259	125	167	214	192	243	311	311	284
G	325	350	400	327	190	400	260	277	158	233	200	200	250	322	283	268

第11表 樹体の3要素含有比 (Nを100として示す)

Table 11. Index number of three elements (N was shown as 100)

区画	葉 Needle			幹枝 Branches and stems			根系 Roots		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A	100	22	36	100	34	58	100	37	84
B	100	21	34	100	29	57	100	29	74
C	100	18	27	100	23	46	100	22	68
D	100	22	35	100	41	63	100	37	83
E	100	22	35	100	37	62	100	38	90
F	100	23	41	100	38	64	100	36	93
G	100	21	36	100	34	55	100	34	73
アカマツ	100	18	24	100	28	46	100	22	48

IV. 考 察

1) 従来のマツ類の肥培試験例との比較

これまでの肥培試験例では、肥培効果の明らかなときと、その効果の認められない場合とがある。¹⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾
本試験ではテダマツには施肥効果が顕著であつた。このことはテダマツが肥料に対する要求度が高いのか?とも考えられる。

本上賀茂種試験地と土壤条件のよく似た、本学白浜試験地で養成したアカマツ、クロマツ苗について、柴田が分析した結果と今回のテダマツの結果とを比較して見ると、テダマツはアカマツ、クロマツに比して、Nの含有率が約 $\frac{1}{10}$ に近い点を指摘せねばならない。また芝本の分析結果と対照しても同様である。しかも P_2O_5 も K_2O もまた少ないことである。このことは特筆すべきことであろう。肥料要素含有率の高いものは要求度が高いとせられるが、この点からいえば、テダマツはアカマツ、クロマツよりも、3要素に対する要求度が低いことになる。しかも施肥効果の顕著なことは、成長上、肥料の利用率が高いということがいえそうである。

2) 試験結果についての検討

直径や樹高の成長量では、肥料の種類別に有意の差がないような場合でも、針葉の着生量をはじめ、樹体の全重量に著しい差があることが明らかにされた。このことから施肥試験の成績を検討する場合、このような方法も採用されてよいのではなかろうかと思われる。

針葉の重量にかなり差があらわれるとすると、樹体全体をぎせいにすることなく、一部をとり針葉量を測定することも一法である。これを要するに葉の分析結果や、樹葉量を吟味することによつて、施肥効果はさらに明瞭に検討されることが判明した。また外見上あまり差のない肥料試験の成果に対しては、このような吟味をすればよいことを附言したい。

3) 肥料に対する検討

A区 M_1 とB区④固形2号の比較は施肥した3要素量が異なるので、推論はさけねばならないが、 M_1 のような尿素や蛇紋過磷酸のごとき塩基性肥料が、硫安や過石をつかう酸性肥料よりも、少なくともテダマツに対しては効果が大きいといえるようである。このことは施肥第2年目において、さらに証明されるのではあるまいかと思われる。

以上は第1年の、かつ第1回のみ結果から推論したのであるが、さらに吟味を要することと考え、結論とすることは保留しておきたい。

摘 要

1. 本研究はテダマツの土壤養分に対する要求度を明らかにするため、1年生テダマツの苗木を用い、無肥料区に対して施肥区を設け、施肥がその成長や苗木の形に及ぼす影響を知り、両区におけるテダマツの樹体成分を究明して、肥培をおこなう場合の肥料要素の配合比、ならびに施肥基準量を推定することを目標として試験計画を行なつた。試験地の土壤は第2表、施肥設計は第3表に示した。

2. 供試木は1958年4月15日に播種したもので、無床替1年生である。植栽は1959年2月で、施肥は1959年4月11日であつた。最終調査は1959年11月で、調査木は各試験区とも1plotにつき30本を無作意に抽出したもので各施肥区ごとに計120本であつた。

3. 試験の結果

1) 成長量

i) 無肥料区と施肥区との間には著しい差があつた。Cの無肥料区にたいして施肥区は直径、樹高

ともにおよそ2倍の成長量であつた。第6表(B)参照

ii) 直径または樹高の成長量では、肥料間には著しい差は認められなかつた。

iii) 生重量には著しい差が認められた。すなわち第7表(B)のように、施肥区のテーダマツは無肥料区のそれよりも重かつた。

2) 針葉中の3要素含有率及び含有量

i) 無肥料区は施肥区に比して、3要素含有率が著しく少ない。苗体各部の重量に著しい差があるので、1本当りの要素含有重には著しい差がある。(第6図参照)

ii) 針葉中の N, P_2O_5 , K_2O の含有率は各肥料間にその差はほとんど認められない。

iii) Nを100として示すとき、テーダマツの針葉中の3要素含有率は第11表のようであつた。

4) 樹体成分よりいへば、テーダマツに対しては、アカマツの場合よりも、 P_2O_5 , K_2O を多くあたえる必要があるのではあるまいか、これを要するにテーダマツに対する施肥は第1年において成長量に顕著な効果を与えるばかりでなく、樹体の3要素含有量に大きな影響を与えているので、第2年に降に一層その影響が大きくあらわれるものと期待される。

なお、各種肥料間における差は、外観上成長量に表われなくても、樹体成分量の点で僅かに差があつた。

文 献

- 1) 森林資源対策協議会, 1958: 早期育成林業.
- 2) 森林資源対策協議会, 1958: 林地肥培の実例集, 第1集, 第2集.
- 3) 橋本英二, 伊佐義朗, 1959: 外国産マツ類, 林業解説シリーズ.
- 4) South Carolina, Charleston 及び Washington DC 1925 気象資料, 京大地球物理学教室調査.
- 5) 草下正夫, 1953: 期待される外国樹種, 外国樹種導入研究会.
- 6) 日下部兼道, 1956: テーダ松, 熊本林野共済会.
- 7) 伊佐義朗, 1953: 外国産マツ属の育成経過, 林業技術, 140.
- 8) 柴田信男, 1959: 砂防造林達成への基礎的研究, 建設省瀬田川流域砂防調査報告書 5.
- 9) 芝本武夫, 1959: 林地肥培, 関西土壌肥料協議会講演要旨 14.
- 10) 柴田信男, 1959: 林地肥培に関する研究(4) 日林講 69.
- 11) 塘 隆男, 道仙喜一, 1959: スギ, アカマツ床替苗の養分吸収について, 69回日林講
- 12) 塘 隆男, 道仙喜一, 1954: 天然更新した6年生アカマツ林に対する施肥の効果, アカマツ研究論文集.

Résumé

This experiment was carried out to examine the effects of fertilizer management on the growth of Pinus Taeda.

The properties of soil at the experimental place and plan of fertilization are shown in Table 2, Fig. 1, 2 and Table 3.

The outline of experimental results is as follows;

(1) The growth of P. Taeda was influenced by the fertilizer management; namely, the growth of young trees in the non-fertilized plot was very poor compared with all of those in the fertilized plots. However, no clear difference between the kind or amounts of fertilizers was recognized.

(2) The percentage of 3 elements (N, P_2O_5 and K_2O) in the young tree which were grown in the non-fertilized plot were lower than those in the fertilized plots, but there are no clear difference among each fertilized plots.

(3) In this experiment, we recognized that there are the noticeable difference in the weight of Needles, Stem and roots, that is to say, it is very heavier fertilized Pinus Taeda than non-fertilized

P. Taeda or *P. densiflora*.

(4) There are very clear difference on the total amount of 3 elements in the young tree which were grown in fertilized plots compared with those of non-fertilized plots.

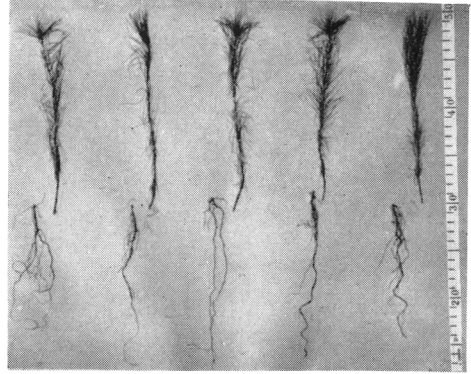
(5) The percentage of the 3 elements in the *P. Taeda* was lower compared with those of *P. densiflora*.

From these results said above which were obtained at first year of fertilizing management, we expect that fertilizing management have a positive effect on the growth of *Pinus Taeda* untill second years.

試験地の一部

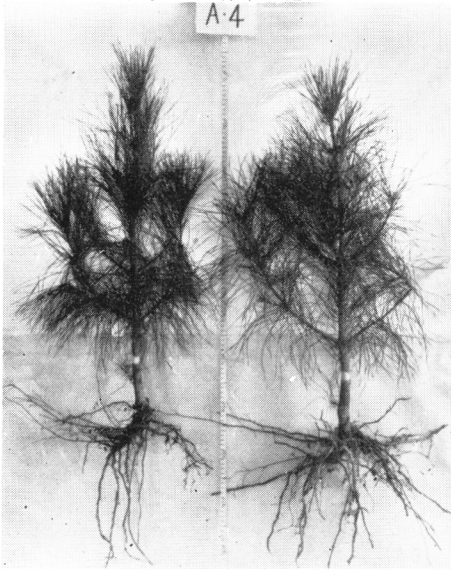


植付前の苗木の形態



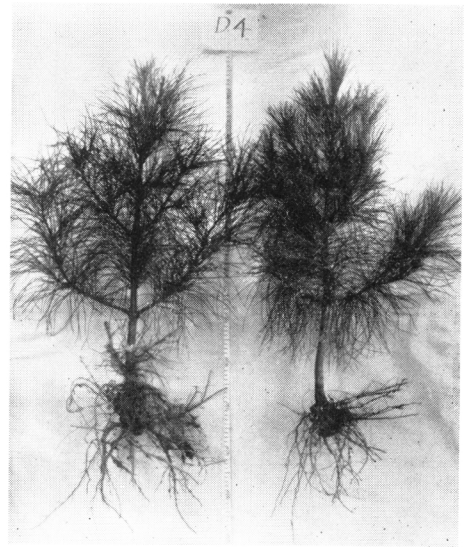
神島 MI. 標準量施肥区

A-4



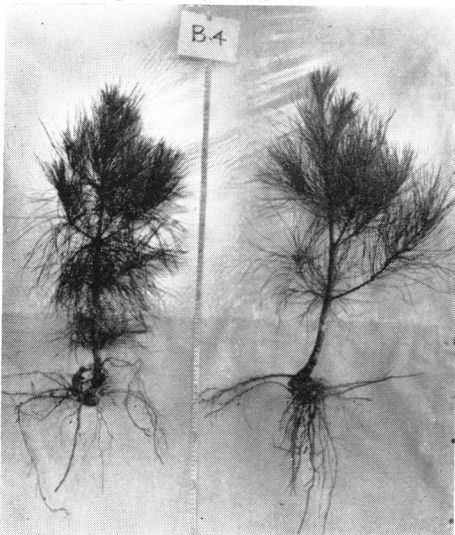
神島 MI. 2 倍量施肥区

D-4



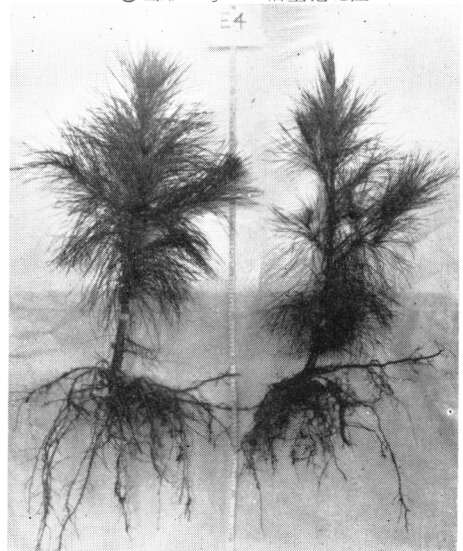
㊦固形2号 標準量施肥区

B-4

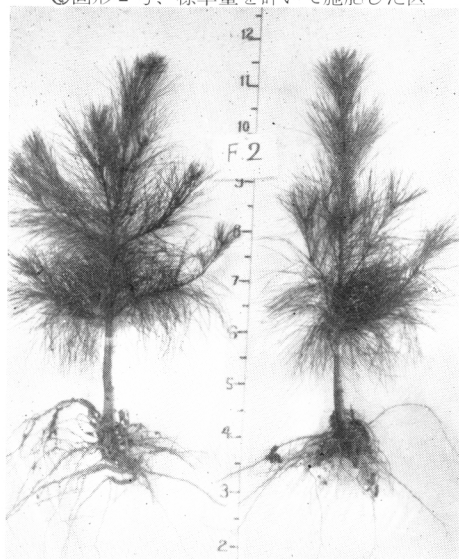


㊦固形2号 2 倍量施肥区

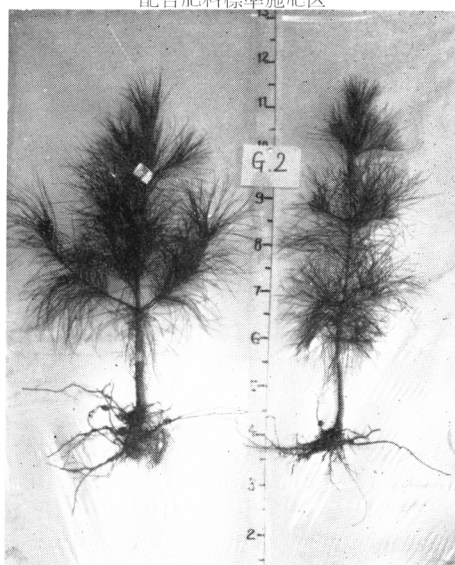
E-4



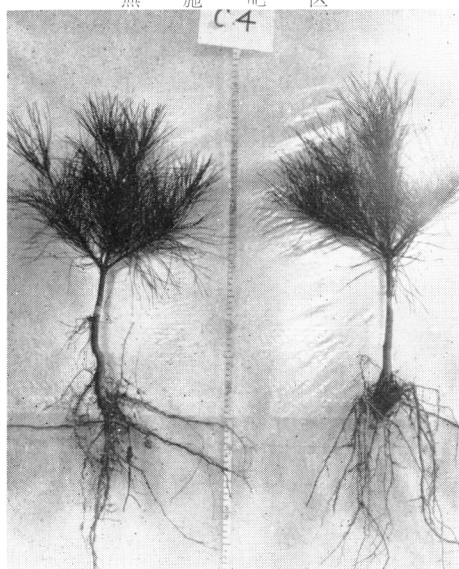
㊤固形2号、標準量を砕いて施肥した区



配合肥料標準施肥区



無 施 肥 区



テーダマツと同年生のアカマツ（無施肥）

