

ユーカリ類の造林に関する 2~3 の考察

(1) ユーカリの成長と土壤型及び施肥との関係

演習林本部 柴 田 信 男
吉 川 勝 好

Some experimental considerations of silviculture of *Eucalyptus* (1)

On the effect of the soil types and manure upon the growth of *Eucalyptus rostrata* seedlings.

by Nobuo Shibata

Katsuyoshi Yoshikawa

I 緒 言

おしせまる木材資源に関する不安の中に、1953年以来急に脚光をあびたわが国のユーカリ樹導入問題は、今日では嵐のあとの静けさの観がある。残念ながら造林の第1歩において早くも数々の苦い体験を実行者に与えたからであつたが、それは1つはユーカリ樹の原産地とわが国とは気候や土壤条件がちがうこと、養苗より山地植栽までの取扱い方に不備があつたことなどに基因すると思われる。次にはこの樹が、今日の林業的取扱い方において、林分としてはたしてわが国在来の樹種に比して、遙かに優れた成長を期待しうるや否やに対し、疑問を持たれるに至つたことにもある。

故沼田博士は既に早くもこれを憂えられ、充分な試験結果を待たずに急に大規模な造林奨励をなすことに警告を⁶⁾発せられ、一方当時早くも諸外国植物園との種子交換により可及的多数の種類を集め、基礎的な試験に着手されたのであつて、本学演習林では上賀茂試験地において約67種のユーカリ類稚苗の育成をなし基礎的な観察を進めており、かつそれらは次々に白浜試験地に移して林地試験を施行することになっている。

思うにユーカリの造林に際しては、同樹の耐寒性の点より植栽地域、栽培品種に対し充分の検討を先決問題とするものであるが、一面土壤条件が支配的因子となる場合のあることに充分の意を払う要あることを痛感するものである。ユーカリ樹は土壤条件がよければ少くともその単木成長は驚くべき場合もあるが、^{2) 5) 7)}といつて肥沃なスギ、ヒノキの適地にユーカリを植栽するが如きはまず考えられない問題であつて、それよりも地力の劣る場所がユーカリ造林の対象となるものと推察される。しかればかかるや土壤条件の劣る地域においてユーカリ樹の好適地を見出すこと、あるいは多少の施肥など肥培管理を加えてでも優れた成長をさせる方法を見出すことは極めて意義あることと考えらる折柄兵庫県赤穂市、和歌山県御坊町附近でかなりの瘠悪林地で相当の好成績をおさめているといわる。今日ユーカリ樹の造林奨励は岐路に立っているものと見られるが、木材需要の増加は更に急進する一路にあり、パルプ資源としてのユーカリはいまや木材糖化工業の資材としても期待を大きくされるに至りつつある。筆者などはわが国のユーカリ造林奨励の経過を省み、来るべき日のためにユーカリ類に関し2~3の調査研究を続けているものである。本報告は土壤型とユーカリの成長及び施肥の効果について検討した一端で、今後なお再検討を要する点が多く、発表を躊躇されたのであるが、実務に当

られる方に参考になればと考へ一まず発表することにした。

本研究に当り、林野庁研究普及課の小野陽太郎技官、前和歌山県林業試験場長 古賀 寛氏のご支援を得たことを記して感謝の意を表するものである。

Ⅰ 実験材料及実験方法の概要

1. 実験に供したユーカリの種類

Eucalyptus rostrata Schlecht で、1954年6月オーストラリアの Sidney 植物園より種子交換で入手し、1955年2月9日播種したものを9月8日に実験ポットに各3本ずつ移植した。移植時の苗の大きさは、苗高 3.5~4.5 cm, 生重量 0.6g 内外で、なるべく同形のものを選んで用いた。

2. 土 壤 培養に用いた土壌は次の5種である。底に礫 500g を入れた5万分の1ワグネルポットに各種土壌を乾物量として、2,500g ずつ入れた。

- (1) 芦生演習林スギ天然林の表土(腐植土)(Humus-soil)
- (2) 同演習林内スギ、ヒノキ天然林内の PodI 型土壌の溶脱層(ポドゾル)(Podzol)
- (3) 上賀茂試験地アカマツ林内の黄褐色を呈するB層褐色土(Brown-soil)と仮称する
- (4) 同 アカマツ林内に介在する赤色土* (Red-soil)
- (5) 本部試験地苗畑の砂質土壌(耕土)(Farm-soil)

これらについて2~3の理化学的性質を調べた結果次のようであつた。

Table 1 細土の理化学的性質 Properties of the fine soil,

試験土壌の種類 Kinds of soil exermined	理 学 的 性 質 Physical properties			化 学 的 性 質 Chemical properties					
	容積重 Volume weight	孔隙量 Porosi- ty	保水力 Water capacity	灼熱損量 Loss on ignition %	置換酸度 Exchange acidity	pH (H ₂ O) Active acidity	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
Humus-soil	34.8	82.7	80.1	54.38	14.2	4.8	1.018	0.205	0.291
Podzol	94.0	65.6	56.9	4.44	10.5	4.8	0.317	0.221	0.217
Brown-soil	119.7	54.9	49.3	5.24	11.1	5.8	0.084	0.100	0.252
Red-soil	125.4	52.7	45.0	5.40	3.3	6.2	0.292	0.086	0.277
Farm-soil	104.9	60.9	51.0	6.35	0.6	7.0	0.298	0.177	0.218

腐植土は容積重小、団粒構造発達し、孔隙量大しく腐植に頗る富み、Nその他の養分など化学的性質も優れているが、強酸性である。ポドゾル土は孔隙量、保水力、3要素などに恵まれているが強酸性で有機物に乏しい。

これに反し褐色土は容積重大で孔隙に乏しくとくに窒素、燐酸の含有量が少ないが弱酸性である。赤色土は3要素のうちとくに燐酸が少ない。耕土は理化学的性質に優れ反応も中性である。

3. 施 肥 土壌ごとにポット各8個を1組とし施肥方法はA~E5種に分けた。すなわちA, B, Eは各2個のポットを1組とし、C, Dは1個ずつとした。A, B群は移植前の8月29日に施肥し、C, D群は特に施肥による枯損をさける意味で活着を確かめてから液肥を用いて施肥することにし、当初約40日間無肥料状態においた。Eは2個を1組とし終始無肥料状態においた。

肥料は④固形2号、神島化成3号、硫安、過石、硫酸加里などを用い各ポット N 1.0g, P₂O₅ 0.5g,

* 上賀茂試験地の一部に分布する厚さ約50~150cmの層状をなし、濃赤色を呈するもので、標準型の赤色土ではないが上記褐色土に対し赤色土と仮称する。

K_2O 0.5g を標準とし、C、D区は3要素のN:P:Kの比を2.0:0.5:0.5と1.0:1.0:0.5として3要素割合の影響を知りたいと考えたのである。(Table 2 参照)

Table 2 施肥方法 Manuring method

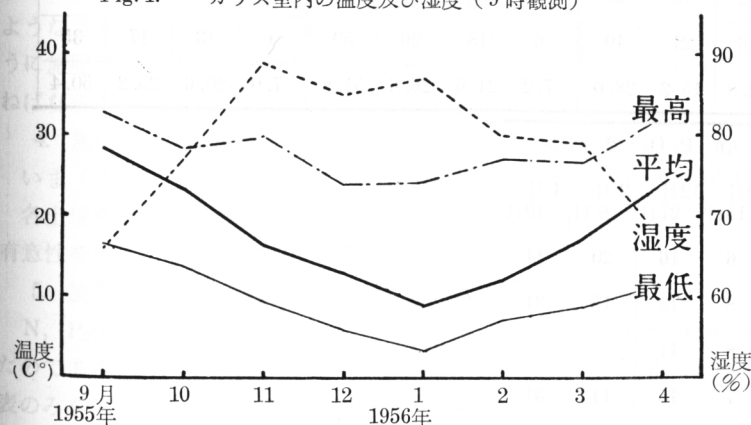
施肥区別 plot	肥料の種類 Kinds of fertilizer	1ポット当りの 施肥量(g) Amounts of the fertilizer for each pot(g)	3要素量(g) Amount of three element			備考 Reference
			N	P_2O_5	K_2O	
(A) 固形肥料区 Solid fertilizer plot	Maruyama solid fertilizer No.2	16.5	0.83*	0.5	0.5	8月29日 施肥
(B) 化成肥料区 Synthetic fertilizer plot	Kamishima synthetic fertilizer No.3	5.0	0.3	0.5	0.4	Manured on the 29 th of August
	Ammonium sulphate	3.5	0.7	—	—	
	Potassium sulphate	0.22	—	—	0.1	
	total		1.0	0.5	0.5	
(C) N 2 倍区 Nitrogen two times plot	Ammonium phosphate	2.13	0.45	0.5	—	10月18日 施肥
	Ammonium sulphate	7.42	1.55	—	—	
	Potassium sulphate	1.12	—	—	0.5	
	total		2.00	0.5	0.5	
(D) P_2O_5 2 倍区 P_2O_5 two times plot	Ammonium phosphate	4.26	0.90	1.00	—	Manured on the 18 th of October
	Ammonium sulphate	0.50	0.10	—	—	
	Potassium sulphate	1.12	—	—	0.5	
	total		1.0	1.00	0.5	
(E) 無肥料区 None fertilizer plot						

* 硫安で追肥しNを1gとする予定であつたが出来なかつた

4. 管理

ポットは本部硝子室内におき時々灌水した。ガラス室内の月別平均の温度、湿度は、Fig 1 に示したようである。

Fig. 1. ガラス室内の温度及び湿度(9時観測)



1955年10月、1956年2月と4月に成長状態を調査した。(写真参照)

1956年4月20日ポットに水を入れて根を切断しないように土塊をほぐして稚樹をとり出し、地上部、地下部の状態を調査した。

Ⅲ 実験結果

1. 活着，生育本数

ユーカリ苗は移植が困難とせらるるが本実験では第3表の活着結果を示した。

Table 3 生育本数調査結果

肥料別 移植本数	土 壤 別	活 着 生 育 本 数				
		腐植土	ポドゾル	褐色土	赤色土	耕 土
(A) 固形肥料区	6	6	6	6	5**	5**
(B) 化成肥料区	6	6	6	6	6	5**
(C) N : 2 倍 区	3	2**	3	3	1*	2**
(D) P ₂ O ₅ : 2倍区	3	3	3	0*	2**	3
(E) 無 肥 料 区	6	6	6	6	6	5**

* 10月施肥後枯死 ** 12月または2月に枯死 (A). (B) の基肥区は殆ど枯損しなかったが (C). (D) 区においては一旦活着したものが液肥を施したために枯死したものがある。

2. 成長経過について

ユーカリ稚苗の成長経過を見るに Table 4 に示すように 9 月 8 日に移植してから約 40 日間位は目立つ成長を示さないが，施肥区ではその後次第に伸長速度を加え 12 月下旬には移植当時の約 5 倍～10 倍の苗高を示すに至り，さらに 2 月より 4 月にかけて一層急速の伸長成長をみた。Fig. 1 に示したような硝子室内の条件下では冬季間も殆んど休みなく伸長を続けるもののようである。

Table 4 樹高 (cm.) の成長経過 (平均値)

肥料別 調査月日 土壌別	(E) 無 肥 料 区				(A) 固形肥料標準区				(B) 化成肥料標準区			
	10月 18日	12月 27日	2月 6日	4月 19日	10月 18日	12月 27日	2月 6日	4月 19日	10月 18日	12月 27日	2月 6日	4月 19日
腐 植 土	5	18	21	39	6	20	26	55	7	31	44	77
ポ ド ゾ ル	6	9	11	22	5	11	13	37	8	29	42	60
褐 色 土	7	9	10	15	11	36	42	65	6	7	6	23
赤 色 土	7	12	13	24	8	23	26	43	8	23	27	57
耕 土	7	16	21	40	6	18	26	59	6	13	17	35
平 均	6.4	12.8	15.2	28.0	7.2	21.6	26.6	51.8	7.0	20.6	25.2	50.4

(C) N : 2 倍 区				(D) P ₂ O ₅ : 2 倍 区			
10月 18日	12月 27日	2月 6日	4月 19日	10月 18日	12月 27日	2月 6日	4月 19日
6	29	35	67	6	16	20	44
9	17	10	30	8	12	15	31
6	12	15	14	8	11	—	—
6	18	23	40	7	15	14	31
6	11	10	28	5	15	15	40
6.6	17.4	19.5	41.3	6.8	13.8	16.0	36.5

3. 各種土壌と生育との関係

いまそれぞれ無施肥の状態にて培養した場合の各種土壌別の生育状況を比較すると Table 5 に示すようである。

Table 5 土壌別(無肥料)ユーカリ樹の生育比較(1956年4月19日測定)
Comparison of growth of *E. rostrata* in various soils. (none fertilizer plots)

	土壌別 Soil		腐植土 Humus soil	ポドゾル Podzol	褐色土 Brown soil	赤色土 Red soil	耕土 Farm soil
	部分別 parts						
測定値平均	根元直径 (cm) Diameter at near the ground		0.31	0.17	0.13	0.20	0.28
	樹高 (cm) Height		39.4	22.2	14.7	24.4	40.3
	枝数 (本) Number of branches		11	0	2	0	4
	枝巾 (cm) Width of branches		20	0	4	8	14
	生Fresh 重量weight (%)	地上部 (T) Stemes and leaves	6.90	1.87	0.65	1.78	2.80
		地下部 (R) Root	2.20	1.10	0.42	1.20	2.40
		全total	9.10	2.97	1.07	2.98	5.20
	T/R 比 (乾重量) Top-root ratio (in dry weight)		3.77	4.23	5.00	1.67	2.74
腐植土の値を100との比率	根元直径 Diameter at near the ground		100	55	42	65	90
	樹高 Height		100	56	37	62	102
	枝数 Number of branches		100	—	18	—	36
	枝巾 Width of branches		100	—	20	40	70
	乾Dry 重量weight	地上部 Stemes and leaves	100	20	7	18	88
		地下部 Root	100	18	7	42	121
		全total	100	20	7	23	95
	比 Top-root ratio		100	112	133	45	73

この結果より見るに、アカマツ林B層の如き瘠悪地土壌においては、無施肥では完全な生育を期待することは困難である。むしろ赤色土またはポドゾルの方が幾分ましな結果を示したのである。このような差異はこれら土壌の化学的性質によるか理学的性質によるかは即断を許さないが、次に示すように施肥効果の極めて顕著なことにより、ユーカリは肥料要素に対して要求度が相当高いことを認めねばならない。

4. 施肥に関する検討 (1)

いま (A), (B) 両肥料についての生育状態を比較してみると Table 6 のようである。

各土壌を通じてどの肥料が、ユーカリの生育に適当であろうかは一概にはいえない。平均値の差の有意性を検定して見たが、T/R比以外には差があるとはいえない。

5. 施肥に対する検討 (2)

N, P₂O₅, K₂O の3要素配合比を 2.0 : 0.5 : 0.5 区と 1.0 : 1.0 : 0.5 区を設けて比較しようとしたのであるが、ポット数が少なくその上に枯損を生じて、調査本数が少なくなつたのでここではただ表のみを掲げ推論をさけるが、前者の方が良好であるようである。

6. 施肥の検討 (3)

土壌と肥効の程度について、いま各種土壌について無肥料区の値を100として施肥した場合のユーカリ樹の生育状況を示すと Table 8 のようになる。検定の結果両肥料間に有意の差があるとはいえない。

Table 6 各種土壌及び肥料と生育との関係

肥料 土壌別 調査本数 摘要		(A) 固形肥料区						(B) 化成肥料区					
		腐植土	ポドゾル	褐色土	赤色土	耕土	平均	腐植土	ポドゾル	褐色土	赤色土	耕土	平均
		(5)	(5)	(5)	(5)	(5)		(5)	(5)	(2)	(5)	(5)	
根元直径 (cm)		0.38	0.26	0.40	0.38	0.33	0.35	0.48	0.43	0.28	0.41	0.29	0.38
樹高 (cm)		55.4	36.8	65.2	43.2	58.6	51.8	77.2	60.0	23.0	56.6	35.4	50.4
枝数 (本)		11	11	4	19	15	12	9	9	7	14	5	9
枝巾 (cm)		21	8	12	10	7	12	18	14	5	8	12	11
乾重量 (g)	地上部	5.53	1.69	3.75	2.73	2.87	3.31	7.40	4.18	0.60	3.52	2.90	3.72
	地下部	1.72	0.21	1.00	0.53	0.92	0.88	2.45	1.11	0.20	0.93	0.84	1.11
	計	7.25	1.80	4.75	3.26	3.89	4.19	9.85	5.29	0.80	4.45	3.74	4.82
T/R 比		3.21	8.05	3.75	5.15	3.11	4.65	3.02	3.78	3.00	3.79	3.46	3.41

Table 7 3要素配合比と生育との関係

肥料 土壌別 調査本数 摘要		(C) N : 2 倍 区						(D) P ₂ O ₅ : 2 倍 区 ※					
		植土	ポドゾル	褐色土	赤色土	耕土	平均	腐植土	ポドゾル	褐色土	赤色土	耕土	平均
		(2)	(3)	(2)	(1)	(1)		(2)	(3)	0	(1)	(2)	
根元直径 (cm)		0.52	0.26	0.14	0.24	0.25	0.32	0.40	0.25	—	0.38	0.23	0.31
樹高 (cm)		67.0	30.0	13.5	4.00	28.0	41.5	43.5	31.0	—	31.0	40.6	36.6
枝数 (本)		10	11	—	0	2	6	14	6	—	6	7	8
枝巾 (cm)		20.0	14.0	—	—	7.0	10.0	18	10.0	—	8	9	11
乾重量 (g)	地上部	5.40	2.26	1.73	1.10	0.65	2.35	3.33	2.45	—	1.50	1.55	2.22
	地下部	1.20	0.78	0.50	0.10	0.10	0.54	0.67	0.27	—	0.80	0.40	0.53
	計	6.60	3.04	2.23	1.20	0.75	2.89	4.00	2.72	—	2.30	1.95	11.97
T/R 比		4.48	2.88	3.46	10.10	6.50	6.00	4.97	8.97		1.87	3.87	4.91

※ D肥料区の褐色土は稚樹が全部枯死した。

いが、これらの結果よりポドゾル、褐色土、赤色土は肥料効果の大きいことを知るのである。

特に褐色土は無肥料状態では生育極めて不良であり、施肥の効果が最も大であることと、この土壤は窒素及燐酸が特に少ないことなどを総合して考察すれば、ユーカリの適地選定上また肥培上N及び P_2O_5 が極めて重要なことを察知せらるるのである。

Table 8 施肥効果 * (無肥料区の値を100とする時の比)
Effects of manuring (Comparison with none manuring (%))

Fertilizer 肥料別※	(A) 固形肥料 Solid fertilizer						(B) 化成肥料 Synthetic fertilizer					
	腐植土 (Humus soil)	ポドゾル podzol	褐色土 Brown soil	赤色土 Red soil	耕土 Farm soil	平均 Average 均**	腐植土 (Humus soil)	ポドゾル podzol	褐色土 Brown soil	赤色土 Red soil	耕土 Farm soil	平均 Average 均
部分別 parts												
根元直径 Diameter at near the ground	123	153	308	190	118	178	155	252	211	207	103	186
樹高 Height	140	166	445	177	145	215	196	270	157	232	88	189
乾重 Dry weight	地上部 Stem and leaves	204	308 × 1875	547	121	295	273	760	300	703	123	432
	地下部 Roots	242	136 × 2501	176	106	165	340	720	500	311	96	394
	全量 total	212	257 × 1970	407	119	249	297	752	333	555	115	410
全平均 Average	184	204	1420	299	122	202	252	550	300	402	111	323

* (C), (D) 肥料区 表略 **この平均は褐色土の×を省いた平均

以上の点よりユーカリ造林地の土壤がかかる土壤型に類似しておる時には必ず施肥、肥培をなすべきであることを知る。

総括

本実験はオーストラリア各地に最も広く分布し、広葉樹材中最も価値ある種類の一つとせらるる *E. rostrata*⁹⁾ を用いて、その生育適地と肥培の方法を見出さんとして行つたものである。9月より実験を開始し翌年4月までの経過を見たもので処理期間が短かつたのは遺憾であるが、ガラス室内のため冬季間も生育を続け、成長に顕著な差があらわれたので傾向の推察できると考える。すなわち

i *E. rostrata* はわが国の瘠悪なアカマツ林のB層や赤色土あるいはポドゾル土壤では、無肥料にて充分な生育を期待することは困難である。成長量は肥沃地の半ばに過ぎない。即ち筆者は *E. rostrata* は *E. globulus*¹⁰⁾ などと同様に土地に対する要求度がかなり高い種類に属するものと考え。鹿児島における調査例によつても裏書きされる。

ii これら瘠悪土壤に対しては肥培の効果が顕著である。

iii 肥料として④固形2号または化成肥料に硫酸などを配合して施せば稚苗の枯損も少なくかつ成長促進の効果がきわめて大である。

iv 本実験では液肥を施した分にやや枯損が多いように考えられるが再検討を要する。

v N : P_2O_5 : K_2O の三要素割合は 2.0 : 0.5 : 0.5 の方が 1.0 : 1.0 : 0.5 よりは良好であるようである。また固形肥料また化成肥料を用うれば 1 : 0.5 : 0.5 でより優れた生育を示したがなお今後検討を要する。どの肥料を選ぶべきかは土壤によつてちがいが一概に云えない。

土壤別ユーカリ樹の生育状況



写真 1. 腐植土区

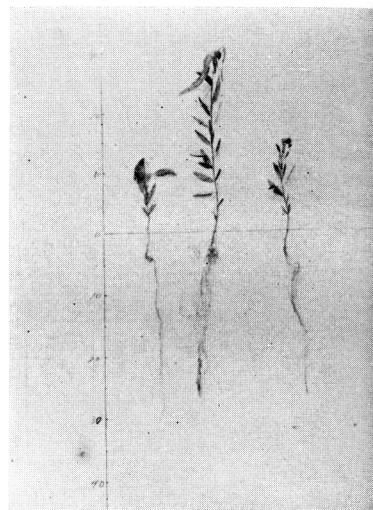


写真 2. 腐植土区(無肥料)の根系



写真 3. 赤色土区

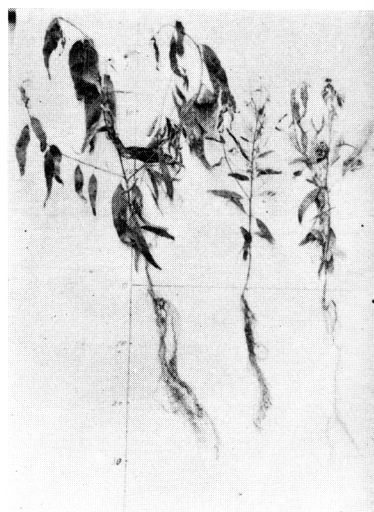


写真 4. 赤色土区(無肥料)の根系



写真 5. 耕土区

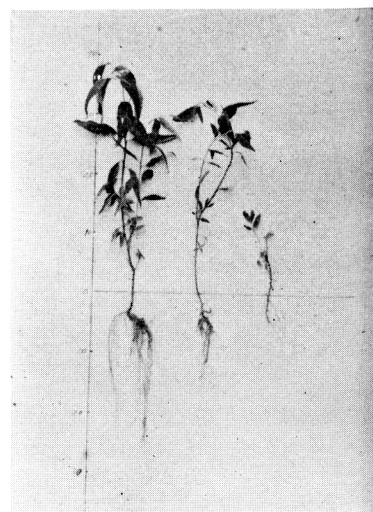


写真 6. 耕土区(無肥料)の根系

ユーカリ樹の生育の不良な例のあるのは、特に土壌が浅く、重粘質である場合が多い。したがって第三紀層のアカマツ林地帯の如き場所にユーカリの造林を企てる場合には特に留意すべきである。

かかる場合施肥肥培を第1に考慮しユーカリの生育を促し、灌木、雑草との競合に早く打ち勝たしめるようにすることが有利である。*E. rostrata* をはじめ多くのユーカリは肥沃地では旺盛な生育をとげるが、林業の対象となる山地では不良であり、不揃いとなり勝ちであるとせらるのでとくにこの点に注意を要する。

なおユーカリの造林においては土地的条件として肥料要素のみならず水分問題に関し一層の吟味を要するものと思考する。

引用文献

- 1 原 田 盛 重 (1954) 福岡市附近のユーカリ樹 山林 837号 P. 29~36.
- 2 福 田 次 郎・入 交 幸 三 (1954) 高知県下のユーカリ林 外国樹種導入研究会：本邦に於けるユーカリ林の成育状況調査 P. 8~24.
- 3 外国樹種導入研究会編 (1954) ニュージーランドのユーカリ
- 4 片 山 茂 樹 (1953) ユーカリ樹造林の回顧 山林 829号 P. 14~15.
- 5 中 村 賢 太 郎 (1954) 静岡県下のユーカリ林 外国樹種導入研究会：本邦に於けるユーカリ林の成育状況調査 P. 25~30.
- 6 沼 田 大 学 (1953) ユーカリの造林について 山林 831号 P. 17~20.
- 7 沼 田 大 学 柴田信男、長谷川勝好 (1954) 和歌山県下のユーカリ並木 外国樹種導入研究会：本邦に於けるユーカリ林の成育状況調査 P. 31~34
- 8 佐 藤 敬 二 宮島寛 (1954) ユーカリの山地造林成績について 第63回日本林学会大会講演集 P. 98~100.
- 9 佐 藤 敬 二 (1954) 福岡県下のユーカリ林 外国樹種導入研究会：本邦におけるユーカリ林の成育状況調査 P. 1~7.
- 10 玉 利 長 助 (1954) 鹿児島県のユーカリ樹 山林 837号 P. 23~28

Summary

These experiments was done with the aim to know the applicable soil for silviculture of *Eucalyptus*-and the effect of manuring for it.

The kind of the soils exermined is next five.

1. Humus soil in natural Sugi-forest in Ashiu instruction forest, Kyoto University.
 2. Podzol (PdI-type) in natural forest mixed Sugi and Hinoki in Ashiu Instr. forest.
 3. Brown soil (so called here), B-layer soil of Akamatu-forest in Kamigamo experimental station.
 4. Red soil (so called here) in Kamigamo exper. St.
 5. Farm soil in the nursery of main experimental station.
- 2.5 Kg dry soil was packed in each Wagner's pot of 1/50,000 in area and the following fertilizer added (Table 2) The small seedlings of *E. rostrata* Schlecht was planted on September in 1955. Digging was done April in 1956 and measured the size of every part of the seedlings.

Summery of experimental results

- i) Not manuring condition ; the rich soil, such as Humus soil in Sugi-forest or the farm soil, is most fitted for growth, and barren soil, such as B-layer soil of Akamatu-forest or Podzol, is least. (Table 5)
- ii) Effect of manuring is very distinct in every soil but in barren soil is most. (Table 8)

According to these results we recognized that *Eucalyptus rostrata*, demands much from soil conditions especially nitrogen or phosphorous, and sufficient manuring management is necessary for the silviculture on barren soil, such as Akamatu-forest, which is the object of to-days plantation for *Eucalyptus*.