

# 四国におけるカラマツ林造成の可能性について<sup>中</sup>

— 別子地方住友山林についての一考察 —

中島 幸雄\* ・ 山畑 一善\*\* ・ 藤本 幸司\*\*\*  
辻田 昭夫\*\*\* ・ 舩岡 学\*\*\* ・ 穂井田泰行\*\*\*

## Studies on the Possibility of Making KARAMATSU Forest in SHIKOKU District

— Some investigations to the forests of Sumitomo  
at Besshi Resion —

Yukio NAKAJIMA, Kazuyoshi YAMAHATA, Kōji FUJIMOTO,  
Akio TSUJITA, Manabu MASUOKA and Yasuyuki HOIDA

**Synopsis :** KARAMATSU (*Larix Kaempferi* Sarg.) is known as one of the most important afforesting species in HOKKAIDŌ and SHINSHŪ District. At the high land of SHIKOKU District, it may be also supported as more profitable species than SUGI (*Cryptomeria japonica* D. Don) or HINOKI (*Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc.) .

With the object of exploring whether KARAMATSU forest can be made profitably in SHIKOKU District, the authors have investigated about some stands which were afforested several decades ago at BESSHI region, SHIKOKU.

The results obtained are as follows ;

1) The stand-density is generally large compared with KARAMATSU forests in SHINSHŪ District (Table 4,5) .

2) The frequency distribution of diameter at breast height in the good stand shows in principle the normal type, but fairly irregular (Fig. 2,3). While in the poor stand, the diameter distribution shows a descending type or type bent strongly toward the left (Fig.4) .

---

中 この研究は、昭和37年度愛媛大学地域社会総合研究所の助成研究として行なわれたものの一部である。記して感謝の意を表する。

\* 造林学研究室 教授

\*\* 森林計画学研究室 教授

\*\*\* 森林計画学研究室 助教授

\*\*\*\* 造林学研究室 助手

\*\*\* 東温高等学校教諭 (前森林計画学研究室助手)

\*\*\* 造林学研究室 教務員

3) The growing-stock and the increment in the good stand is sufficient (Table 4), but the poor stand has not commercial value (Table 5).

4) In the poor stand (No. 119 compartment), KARAMATSU has grown generally better than HINOKI (Table 5).

5) The soils of the good stand contain far more amount of nitrogen than the soils of the poor one (Table 6).

6) The relations between growth of KARAMATSU and phosphorus content or acidity of the soils are not recognized (Table 6,7).

7) The soils of the good stand have extremely great volume weight, little porosity and small water capacity (Table 8, Fig. 9). Their clay contents are very little too (Table 9).

8) The results of leaf-analysis and calculated amount of uptaken nutriment also show that the poor stands in this studies are suffering especially from lack of nitrogen, and we suppose this is one of the most important causes of their poor growth (Table 12,13,15).

**要 旨** 四国地方におけるカラマツ造林の可能性を検討するため、別子地方で数十年前に造林されたカラマツ林のうち、比較的生育良好な林分と、劣悪な林分とについて、林分構造、生長状況、土壌の性質、養分関係などを調べた。

調査結果を要約すれば、およそ次のごとくである。

1) 信州地方のカラマツ林と比較して、一般に林分密度が大きい(表4, 表5)。

2) 優良林分の直径分布は、大体正規分布を示すものの、かなり不規則な分布である(図2, 図3)。これに対して、不良林分の直径分布は、下降型若しくは強い左偏型を示している(図4)。

3) 優良林分の蓄積および生長は、ほぼ満足するに足りるが(表4)、不良林分のそれらは、経済林としてまったく価値のないものと言える(表5)。

4) 生育不良のカラマツ・ヒノキ混交林分(119林班)ではカラマツは一般にヒノキより良い生長を示している(表5)。

5) 優良林分の土壌は、下層までNに富むが、不良林分では極めて少ない(表6)。

6) 土壌の $P_2O_5$ 含有率・酸度と、カラマツ生育の良否との関係は認められない(表6, 表7)。

7) 不良林分では、土壌の容積重が極めて大きく、孔隙量・含水量が少ない(表8, 図9)。また粘土含有率も非常に小さい(表9)。

8) カラマツの葉分析および年間養分吸収量から見ても、本調査の不良林分は、P・Kなどの要素にくらべて、特にNの欠乏が甚だしく、これが生育不良の大きな原因をなしているものと思われる(表12, 表13, 表15)。

## I ま え が き

カラマツは、北海道や信州地方における主要造林樹種であるが、四国地方においても、高冷地にあつてはスギ・ヒノキよりむしろカラマツの方が有利な場合もあると考えられる。四国地方にはじめてカラマツが造林されたのは、明治末期から大正初期にかけてであつて、そのほとんど全部が住友林業株式会社所有山林のうち、別子地方に存在している。過去においては、かなり優良な林分があつたようであるが、その多くはすでに伐採され、現在では、生育不良で経済的価値に乏しい林分が主として残され、

見るべきものは少なく、それも数年のうちに伐りつくされようとしている。

筆者らは、四国地方の高冷地におけるカラマツ造林の可能性を検討するために、これらのカラマツ林について、昭和37年8月以来、調査研究を行なったので、ここに研究の詳細を報告する次第である。

最後に、現地調査その他に多大の便宜を賜わった住友林業株式会社四国支店、ならびに関係各位に対し、あらためて深厚なる謝意を表するものである。

なお、この研究のうち、林分構造・蓄積・生長量の分野は、森林計画学研究室が担当し、土壌の性質・林木の養分吸収などの分野は、造林学研究室が担当したものである。

## II 別子地方カラマツ林の概況

別子地方は、一般に急峻な山岳地帯であって、ほぼ30°内外の傾斜を示し、ことに西赤石山(1626m)方面に峻嶒な個所が多い。またその地質は、大部分が古生層の長瀬変成岩帯に属し、東西に縦貫する結晶片岩を基岩としている。この結晶片岩は緑泥片岩と石墨片岩が主となり、角閃片岩、黒雲母片岩、絹雲母片岩、紅糜片岩などが盤状にこまかく入り混って分布している<sup>1)</sup>。気象条件については表1に示したが、カラマツ林地は一般にこれらの観測地より高い位置に存在するため、一層寒冷多雨であることが予想される。別子地方の気象条件を信州地方のそれと比較してみると、気温には大差はみられないが、降水量は非常に多いと言える。しかし、降水が毎月であり、特に夏期多雨性であるという点では同じである。

表1 月別気温および降水量

Table 1 Mean temperature and precipitation by month.

項目 Item	月 Month 地名 District	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年 Year	海拔高 Altitude (m)
		平均気温 Mean temperature (°C)	別子* BESSHI	-1.2	-0.3	3.1	8.5	12.8	16.4	20.4	20.5	17.4	11.1		
	長野 NAGANO	-1.9	-1.3	2.6	9.4	14.5	19.2	23.3	24.3	19.8	13.0	6.9	1.2	10.9	419
	松本 MATSUMOTO	-2.1	-1.7	2.4	9.0	14.1	18.8	22.8	23.1	18.8	12.0	6.2	1.1	10.4	611
降水量 Precipitation (mm)	別子	90	109	132	235	217	309	262	430	594	198	116	74	2766	
	長野	56	51	55	69	77	108	145	97	129	89	53	56	984	
	松本	37	48	71	86	90	139	128	108	158	119	55	40	1079	

\* 下七堰堤観測所 昭27~36 The observation at SHIMOSHICHI Dam. (1952~1961)

カラマツは、このような山地の標高1200~1600m、特に1200~1400mに植栽されている。当地においてカラマツ植栽が行なわれた理由は、このような1200m以上の高冷地にヒノキを植栽しても、その生育があやぶまれたからである。すなわち、元来日本内地の寒冷地を郷土とし、しかも人工造林可能な樹種として、カラマツが選ばれたのである。昭和36年現在の齢級別面積および蓄積を示せば表2のようである。

表2 齡級(10年)別面積および蓄積(S36年現在)

Table 2 The area and the growing-stock in KARAMATSU forest by the age classes.\*

(As of 1961)

齡級 Age class	I	II	III	IV	V	VI以上 and over	計 Total
面積 (ha) Area	30.73	—	55.37	106.23	65.58	150.26	408.17
蓄積 (m <sup>3</sup> ) Growing stock	—	—	32.00	114.60	73.30	190.30	410.20

\* An age class includes 10-years.

過去の造林, 保育状況を摘記すれば, 次のとおりである。

苗木……種子を信州より購入し, 自家養苗

造林地……1200m以上の地味比較的不良地あるいは風衝地, 崩壊地など  
地ごしらえ……焼はらい

植栽本数……3000~8000本, 平均6000本/ha

補植……約10%

植栽方法……方形植え

下刈……4~5年まで毎年, 以後隔年1~2回, 計5~7回

除伐……10, 14, 17年, 計3回

枝打……17年頃除伐を兼ねたもの1回, 20年, 30年頃各1回, 計3回

間伐……2回位

伐期……50~55年

さて, このようなカラマツ造林の成績を通観してみると, 一般に次のようなことが言える。

イ) 地位の良いところのカラマツは, ヒノキに比べて, 特に幼時の生長が良い。

ロ) 30年生くらいまでは生長旺盛であるが, 浅根性のため, 一般に風に弱く, 強風にあえば多くの風倒木を生ずる。また虫害によっても枯死するものも多く, 林冠は疎開して雑木が侵入している。

ハ) 往年はかなりの優良林分もみられたが, 現在残存している林分の多くは, 風衝地であって樹高生長が悪く, ほとんど経済林としての価値がないようである。

ニ) 二次林については今のところ, いや地その他, 特別の影響は見られない。

### III 林分構造および生長

#### 1 調査林分

調査林分の位置および概況は図1, 表3に示すとおりである。このうち71林班, 77林班の両林分は, 現在残っているカラマツ林のうちでは比較的生長の良い林分である。これに対して, 119林班の林分は, ヒノキの不良造林地にカラマツが補植されたと思われる林分であり, 地味が非常に悪く, 更新困難地として準施業制限地に指定されている。なお, 混交歩合は, ヒノキが本数で約70%を占めており, 樹幹析解結果から推察すると, ヒノキ植栽約8年後に, カラマツが補植されたものと思われる。

図1 調査地の位置

Fig. 1 Location of sample plots in BESSHI, EHIME Pref.

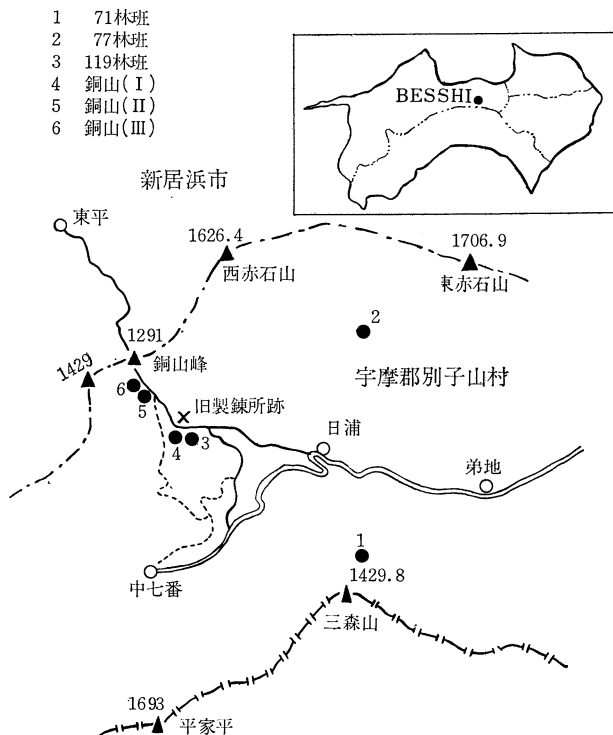


表3 調査林分の大要  
Table 3 Outline of the surveyed stands.

調査林分 Compartment	面積 Area	植栽年度 Planted year	備考 Remarks	
優良林分 Good stand	71林班は小班 No. 71	2.92 ha	明治40年 1907	昭和37年度中に伐採 Cut in 1962
	77林班は小班 No. 77	14.55	明治41年 1908	"
不良林分 Poor stand	119林班は小班 No. 119	7.84	明治45年 1912	ヒノキと混交, 準施業制限地 Mixed with HINOKI

## 2 調査方法

林分材積は標準地毎木調査 (0.1ha, ただし119林班は0.0376ha) を行ない, 長野地方カラマツ材積表<sup>2)</sup>を用いて推定した。

材積生長量は, 71林班, 77林班については標準地毎木生長錐法を適用し, 119林班については中央

木の樹幹析解結果より推定した。

なお、71林班カラマツ林分より中央木1本、119林班ヒノキ・カラマツ混交林分よりヒノキ、カラマツ中央木各1本を伐倒し、樹幹析解に供した。

### 3 結果および考察

調査結果は表4～5、図2～7および付図1～2に示すとおりである。なお、参考のために各種収穫表の値を併記したが、猿谷<sup>3)</sup>によって調製された別子地方カラマツ林分収穫表は、嶺<sup>4)</sup>も指摘しているように、現実林、特に高齢な林分については、かなり過大な値と言えよう。

a) 林分構造 当地方のカラマツ林は、一般に手入が不十分であり、間伐などもほとんど行なわれていない状態である。したがって、信州地方のカラマツ林と比較してみると、かなり密な林と言える。このような傾向は、井上ら<sup>5)</sup>によって、九州地方のカラマツ林についても報告されている。すなわち、四国、九州地方のカラマツ林は、造林地が一般にきわめて不便な山岳奥地にあるため、保育が十分ではなかったためであろう。しかしながら、高齢になると閉鎖を維持する力が乏しくなるといふカラマツ林の特性として、71林班、77林班のカラマツ林は、スギ、ヒノキなどと比較すれば、はるかに疎な林分と言える。そして林内には広葉樹、ササなどが繁茂し、歩行もままならぬ状態であった。

71林班、77林班の直径分布を示すと、図2、図3のようである。両林分ともかなり不規則な分布型を示しているが、71林班のカラマツ林は、ほぼ正規分布をなすものとみられ、また77林班のカラマツ林も、大体正規分布に近い型とみることができ。すなわち、これら両林分の直径分布は、同齡一斉林における、ほぼ標準的な型を示しているものと言える。特に、71林班のカラマツ林は、直径分布巾も狭く、また直径変動係数も非常に小さく、かなり一斉な林分と言えよう。

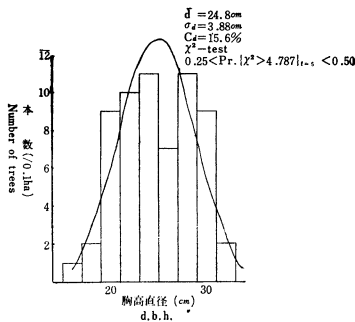


図2 71林班直径分布  
Fig. 2 The frequency distribution of d.b.h. in No. 71 compartment.

d : 平均胸高直径 Mean d.b.h.  
 $\sigma_d$  : 胸高直径の標準偏差 Standard deviation in d.b.h.  
 $C_d$  : 胸高直径の変動係数 Coefficient of variation in d.b.h.  
f : 自由度 Degree of freedom

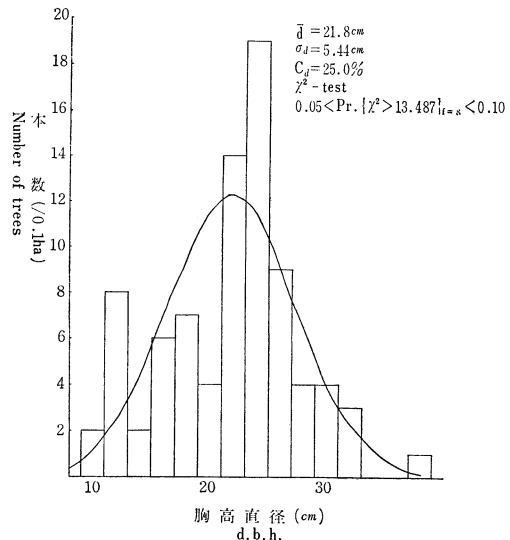


図3 77林班直径分布  
Fig. 3 The frequency distribution of d.b.h. in No. 77 compartment.

これに対して、119林班の直径分布は、全体としては天然生林、択伐林などによく見られる下降型の分布を示しており、またカラマツだけについても、かなり左偏傾向を示している（図4）。ちなみに、Meyer型分布について、その適合性を検討してみると、6 cm直径階以上については、

$$0.90 < \Pr. \{ \chi^2 > 1.062 \}_{t=4} < 0.95$$

となり、非常に良い適合性を示すが、4 cm直径階以上では、図4のごとく、あまり良い適合性を示すものとは言えない。すなわち、直径階4 cmと6 cmとの本数差が少なく、全体（4 cm直径階以下も含めて）としては、このあたりに極大値を持つ、 $\chi^2$ 分布などが適合するのではないと思われる。本林分は非常に密であり（4 cm直径階未満の樹木を入れると、おそらく1ha当り8000本を越えるであろう）林分閉鎖は早くから達せられていたものと推察されるから、林木相互間の生存競争がかなり激しく、このような分布型を示したものであろう。

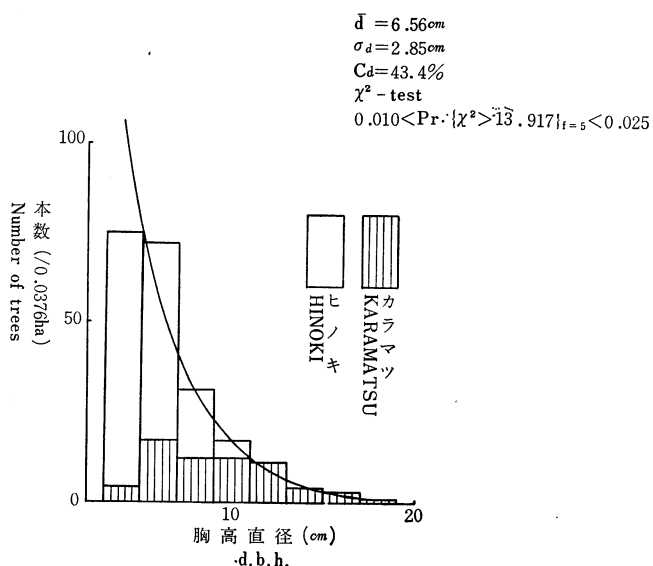


図4 119林班直径分布

Fig. 4 The frequency distribution of d.b.h. in No. 119 compartment.

b) 幹材積および生長量 71林班, 77林班の1ha当り幹材積合計は350~360m<sup>3</sup>, 最近の幹材積連年生長量は7~8m<sup>3</sup>と、ともに信州地方のそれらと比べて、まさるとも劣らない値と言える（表4）。しかしながら、これらは前述したように、手入れ不十分による立木本数の過密が原因であり、単木の値では、決して良いものとは言えないのである。またこれをスギやヒノキと比べるならば、逆に立木本数が少ないため幹材積は少いが、単木としてはかなりの値と言える。

表4 優良林分調査結果  
Table 4 The results in good stands.

項 目 Item		調 査 林 分 Compartment		収 穫 表 (55年生) The value of yield table (55 years)				信州地方 カラマツ (嶺) SINSHŪ -District (by MINE)	
		71林班 No.71	77林班 No.77	地 位 Site	別 子 地 方 BESSHI District				
					ス ギ SUGI	ヒノキ HINOKI	カラマツ KARA- MATSU		
ha当り per ha.	本 数 Number of trees	620	830	上 good 中 middle 下 poor	837 1135 1540	970 1290 1715	839 982 1131	246 422 659	
	蓄積 (m <sup>3</sup> ) Growing stock	354	364	上 中 下	845 547 391	571 384 258	615 514 416	401 287 177	
	連年生長量 (m <sup>3</sup> ) Annual increment	7.8	6.9	上 中 下	11.3 9.4 7.6	8.2 6.9 5.6	8.4 8.0 7.2	9.6 7.0 4.4	
	中 央 木 Mean sample tree	直径 (cm) d. b. h.	24.3	23.0	上 中 下	34.2 26.2 20.0	29.2 22.1 16.8	30.3 26.6 23.7	37.5 28.6 21.5
		樹高 (m) Height	20.8	—	上 中 下	23.8 19.1 15.2	19.2 16.0 13.3	22.7 19.9 17.2	28.9 22.2 15.5
		幹材積(m <sup>3</sup> ) Volume	0.514	—	上 中 下	1.012 0.495 0.244	0.586 0.303 0.156	0.737 0.527 0.373	1.464 0.680 0.269

これに対して、119林班のヒノキ・カラマツ混交林分は、生長状態が非常に悪く、他の収穫表などと比べるまでもなく十分小さい値と言える。参考までに別子地方ヒノキ林分収穫表から、5等地、50年生の値をあげると次のごとくである。

本 数	1837本
幹 材 積	230m <sup>3</sup>
連年生長量	6.0m <sup>3</sup>

このように本林分は過密、生育不良林分であるということが、はっきりうかがえる(表5)。特に、ヒノキの生長は、カラマツに比べて悪く、上層木の大部分はカラマツが占めており、遠望ではまったくカラマツの純林のごとき観を呈していた。このことは、ヒノキが本数において70%を占めるにもかかわらず、幹材積において30%を占めるに過ぎないことから、容易に推察されよう。しかし最近、カラマツの生長は漸次衰えを見せ、ヒノキの生長が徐々に近づきつつある傾向が、樹幹析解結果から推察される。



表5 不良林分調査結果  
Table 5 The results in poor stand.

項	Item	目	カラムツ KARAMATSU	ヒノキ HINOKI	計 Total
ha 当り per ha	本 Number of trees	数	1700	3985	5685
	幹 材 積 ( $m^3$ ) Growing stock		78.5282	34.0542	112.5824
	連 年 生 長 量 ( $m^3$ ) Annual increment		1.4321	1.6472	3.0793
中央木 Sample tree	樹 Age	齢	44	52	
	胸 高 直 径 ( $cm$ ) d. b. h		9.45	5.76	
	樹 Height	高 ( $m$ )	9.60	5.60	
	幹 材 積 ( $m^3$ ) Volume		0.0329	0.0093	

c) 樹幹析解 71林班の析解木についてみると(付図1), 胸高直径生長, 樹高生長はともに早くから衰えを見せているが, 幹材積生長は, 最近やや下向傾向を示しているとはいえ, まだ平均生長量最大の樹齢には達していない。この幹材積生長を, 別子地方のヒノキの生長と比べてみると, 概況においても述べたように, ここでもやはり20年生頃までの生長が特にすぐれているのが見られる(図5)。カラムツがヒノキよりも一般に高冷地に, より地味の悪いところに植栽されている事実を思えば, この傾向は一層明らかであろう。

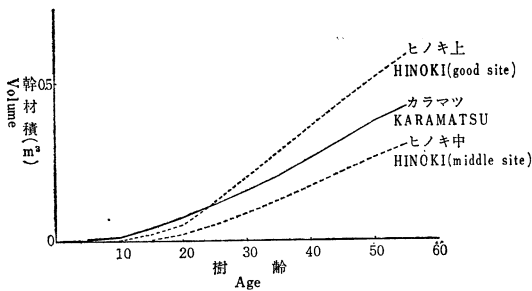


図5 71林班カラムツと別子地方ヒノキ林分収獲表地位上, 中の中央木幹材積総生長曲線  
Fig. 5 The total volume increment curves of the mean sample trees in No.71 compartment and in HINOKI yield table (Site is good and middle) in BESSHI District.

次に119林班の析解木についてみると(付図2), カラムツの幹材積生長量は, 最近とみに減少しており, 析解当時ちょうど平均生長量最大の樹齢に達している。これに対してヒノキは, 幹材積生長はもとより, 樹高生長, 胸高直径生長においても, いまだ平均生長量最大の樹齢にはほど遠く, これから漸次生長が良くなる傾向を見せている。すなわち, 最近1年間の幹材積生長量は, ヒノキ $0.00045m^3$ , カラムツ $0.0006m^3$ と, また幹材積生長率はヒノキ2.45%, カラムツ1.86%と, ヒノキの生長がカラムツの生長に近づきつつあることを示している。

井上ら<sup>5)</sup>は, 九州地方のカラムツと信

州地方のカラマツを比較して、「九州地方のカラマツは、直径生長は良いが、樹高生長が劣り、胸高形数の小さい、梢殺な樹形を示している」と報告している。このことを71林班、119林班のカラマツ析解木、および住友林業KKにおいて施業案編成のため伐倒された数本の析解木について調べてみると、資料数が少ないため、はっきりしたことは言えないが、図6、図7から判断して、次のことが言えそうである。すなわち生育不良地においては、九州地方と同様、やや梢殺な樹形を示すが、生育の比較的良好な場所では、信州地方のカラマツと比べて、むしろ完満な樹形を示す。

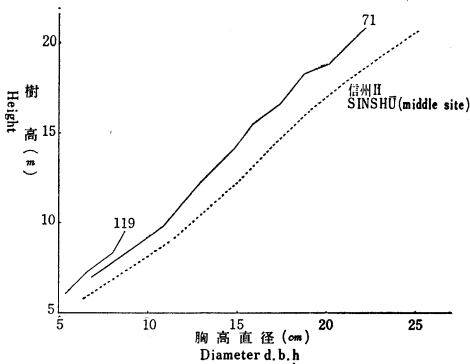


図6 析解木と信州地方カラマツ林分収穫表Ⅱ等地中央木の樹高曲線

Fig. 6 The height curves of KARAMATSU mean sample trees in No. 71 compartment, No. 119 compartment in BESSHI District and in yield table (middle site) in SHINSHU District.

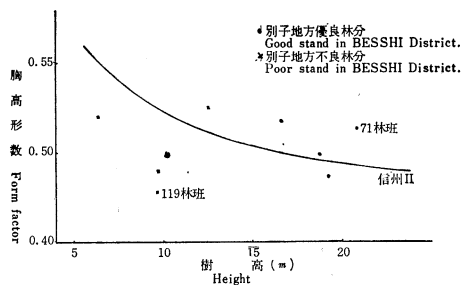


図7 別子地方と信州地方の胸高形数の比較

Fig. 7 The b.h. form factors of the mean sample trees in BESSHI KARAMATSU stands and in KARAMATSU yield table (middle site) in SHINSHU District.

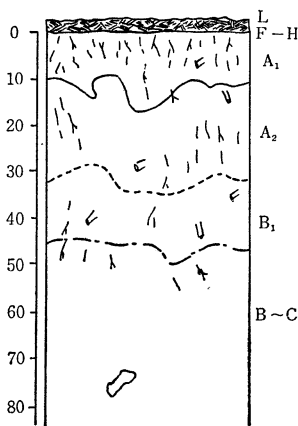
#### IV 土 壌 の 性 質

林分構造および生長状況を調査した3林分のうち、71林班と119林班にそれぞれ1断面、77林班に3断面を設定し、土壤断面調査を行なうとともに、自然状態の理化学性および化学的性質を調べるため、試料を採取した。また、上記3林分のほか、参考のために、旧製錬所跡付近に存在するカラマツの生育の非常に悪い個所(銅山Ⅰ～Ⅲ)についても土壤を採取した。その生育状況は表10に示すとおりで、いずれも森林状を成さず、ハイマツ状あるいは単木状で、生育極めて劣悪である。このようなものは、当地域にはなお比較的大面積残されている。

##### 1) 土壤断面ならびに植生

図8 調査地の土壤断面と植生  
 Fig. 8 Soil profile and vegetation of sample plots.

71林班 No.71 Compartment  
 profile No.101

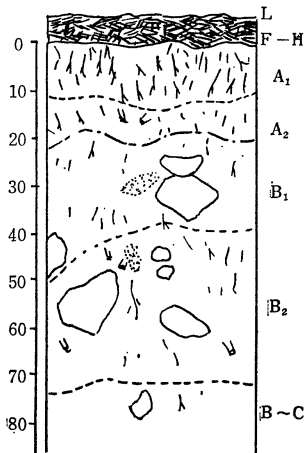


標高 Altitude 1,170m, 方位 Direction N22° W,  
 傾斜 Inclination 35° 植生 Vegetation

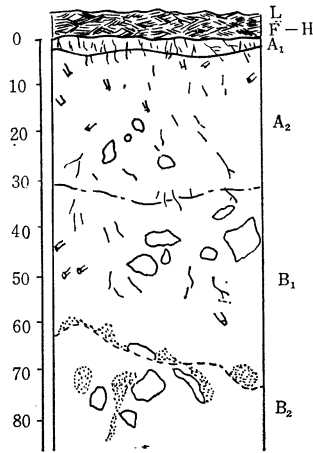
コシアブラ, コハウチワカエデ, ウワミズザクラ, アオハダ,  
 アサガラ, エゴノキ, ミズナラ, シロモジ, クロモジ,  
 ミツバツツジ, ノリウツギ, カマツカ, リョウブ,  
 タンナサワフタギ, ヤマウルシ, スノキ, コガクウツギ,  
 イタドリ, イワガラミ, シダ類

(林床) スズダケ密生

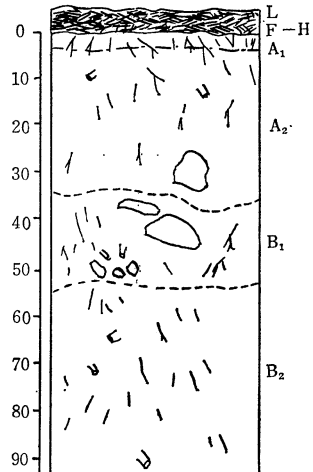
77林班 No. 77 Compartment  
 Profile No. 102



Profile No. 103



Profile No. 104

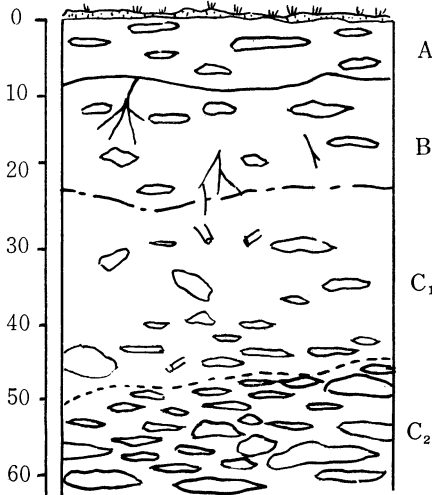


標高 Altitude 1,350m~1,400m, 方位 Direction S2°E~S5°W, 傾斜 Inclination 37°~  
 38° 植生 Vegetation

ヒメシヤラ, タンナサワフタギ, シロモジ, クロモジ, ミツバツツジ, ハクウンボク, コバノ  
 トネリコ, コハウチワカエデ, アサヒカエデ, ヤマモミジ, リョウブ, ウメモドキ, ツルウメ

モドキ、タラノキ、イボタノキ、ノブドウ、クロズル、ノイバラ、イタドリ、シダ類  
 (林床)スズダケ密生

119 林班 No.119 Compartment  
 Profile No.106

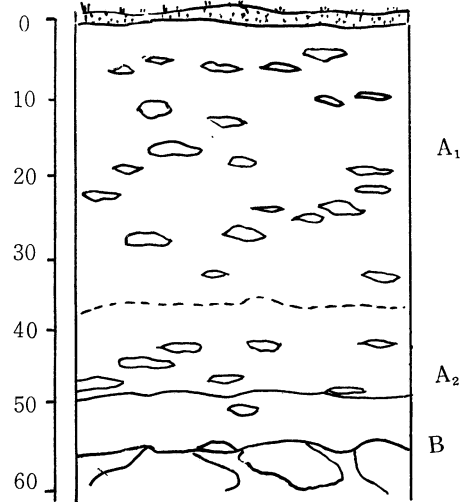


標高 Altitude 1,000m, 方位 Direction  
 S84°W, 傾斜 Inclination 32° 植生 Veg-  
 etation

アカマツ, ノリウツギ, ヤマヤナギ, ネジ  
 キ, コバノトネリコ, ミツバツツジ, コツ  
 クバネ, エゴノキ, シシガシラ, イタド  
 リ, ススキ

(林床)コケモモ散生

銅山Ⅲ DŌZANⅢ  
 Profile No.109



標高 Altitude 1,150m, 方位 Direction  
 N28°E, 傾斜 Inclination 22° 植生 Ve-  
 getation

ツガ, コツクバネ, ノリウツギ, コバノト  
 ネリコ, コメツツジ, ヤマヤナギ, ネジキ,  
 ミツバツツジ, イタドリ, シシガシラ, ヒ  
 カゲノカズラ, タカネオトギリ, ススキ,

ネバリノギラン, ホソバノヤマハハコ  
 (林床)コケモモ, ツガザクラ散生

土壌断面は図8のとおり, 71林班はB<sub>v</sub>(d)~B<sub>v</sub>型, 77林班はB<sub>v</sub>型で, ともに土壌層深く, A層も厚い。植生は高木層としてコシアブラ・ウワミズザクラ・アサガラ・ミズナラ・リョウブなどがあり, 林床はスズダケが密生している。119林班はカラマツ・ヒノキ混交の不良林分であって, A<sub>o</sub>層は表層を薄く覆う程度である。A層も薄く灰青黒色を呈し, B層と共に片状の礫が多い。下層土は礫が密に堆積し, 青緑色を帯びカベ状である。林床には一部コケモモが散生している。銅山Ⅰ~Ⅲは前述の各林分と異なり, 主としてワイ(矮)状のカラマツが散在する地域である。したがって, 植生も一般に貧弱で, ノリウツギ・コツクバネ・イタドリなどが散生し, 一部林床にツガザクラ・コケモモがある。土壌は場所により異なり, 銅山Ⅰ・ⅡはA層を欠ぎ, B層の厚さも10cm程度で礫が多い。銅山Ⅲは岩塊で堰止められた堆積土である。

## 2) 土壤の化学的性質

表6に示すように、71林班および77林班では、層位の分化がすすみ、かなり深くまで腐植が滲透している。不良林分では、裸地状をなすものはもちろん、森林状をなす119林班においても、A層の分化がほとんど認められない。Nも、71林班・77林班では下層まで相当多量に含まれるが、不良林分では表層でも銅山Ⅲを除いては0.1%以下で極めて少なく、優良林分の最下層土にも及ばない。C/Nは、優良林分ではA層でも15前後であり、腐植化がかなり良好に進んでいるものと言えよう。不良林分では、CおよびNの絶対量が少ないので、C/Nを論ずることは困難である。

表6 土壤の化学的性質  
Table 6 Chemical properties of the soils.

調査林分 Compartment	Profile No.	層位 Horizon	深さ Depth cm	C %	N %	C/N	PH (H <sub>2</sub> O)	Exch. <sup>y1</sup> acidity
71林班 No.71	101	A <sub>1</sub>	0~12	12.81	0.82	15.6	3.8	74.2
		A <sub>2</sub>	12~32	7.69	0.56	13.7	4.2	50.9
		B <sub>1</sub>	32~45	5.76	0.39	14.8	4.7	11.3
		B~C	45~90	1.08	0.11	9.8	4.9	17.7
77林班 No.77	102	A <sub>1</sub>	0~12	11.57	0.78	14.8	3.8	49.9
		A <sub>2</sub>	12~20	6.93	0.46	15.1	4.5	32.9
		B <sub>1</sub>	20~40	4.46	0.23	19.4	4.8	18.5
		B <sub>2</sub>	40~77	2.37	0.15	15.8	5.1	8.2
	103	A <sub>1</sub>	0~5	13.15	0.91	14.5	3.6	46.1
		A <sub>2</sub>	5~33	8.24	0.54	15.3	4.4	23.0
		B <sub>1</sub>	33~68	6.24	0.42	14.9	4.9	13.0
		B <sub>2</sub>	68~	3.06	0.22	13.9	4.9	3.7
	104	A <sub>1</sub>	0~6	9.83	0.68	14.5	3.6	37.6
		A <sub>2</sub>	6~35	7.62	0.49	16.2	4.2	36.9
		B <sub>1</sub>	35~54	4.87	0.41	11.9	4.8	14.4
		B <sub>2</sub>	54~	5.03	0.41	12.3	5.1	2.8
119林班 No.119	106	A	0~8	0.89	0.04	22.3	4.7	6.9
		B	8~22	0.63	0.03	21.0	4.9	6.7
		C <sub>1</sub>	22~50	0.36	0.01	36.0	5.2	1.5
銅山 I DŌZAN	105	B	0~10	1.04	0.03	34.7	5.1	9.4
		B~C	10~	0.32	0.01	32.0	5.4	7.0
銅山 II DŌZAN	107	A	0~15	0.78	0.05	15.6	4.8	12.6
		B	15~	0.43	0.01	43.0	4.9	11.5
銅山 III DŌZAN	109	A <sub>1</sub>	0~37	1.87	0.12	15.6	4.7	26.3
		A <sub>2</sub>	37~50	2.13	0.12	17.8	4.7	32.4
		B	50~	1.30	0.16	8.1	4.8	15.6

カラマツは酸性土壤に弱い樹種とされ、その好適PHは5~6<sup>0)</sup>あるいは5.4~6.2<sup>7)</sup>ともいわれる。本調査の不良林分は、かつての別子銅山の製錬所付近に多く存在するため、土壤酸度の影響が大きいものと予測されたが、実験結果は、各林分とも下層のPHは5前後で、ほぼ一様であるが、表層のPHはむしろ優良林分に強く、不良林分ではかえって弱い。置換酸度も同様である。このことは、不良林分の成因が土壤酸度によるものではないことを示すものであろう。

次に、各断面の表層土について、置換塩基および可給態P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0.2N HCl可溶)を調べた結果を表7に示す。71・77林班とも、置換容量の大きい割に置換塩基に乏しく、したがって塩基飽和度も極めて小さい。この傾向は特に71林班に甚だしい。しかし、不良林分にくらべると置換塩基の量はやや多い傾向が認められる。不良林分では、置換容量、置換塩基ともに少ない。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>は、71林班ではA<sub>1</sub>層13ppm、A<sub>2</sub>層8ppm、77林班ではA<sub>1</sub>層79~86ppm、A<sub>2</sub>層19~34ppmであるのに対して、不良林分の表層土では5~142ppmで、まちまちであり、土壤のP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の欠乏が生育不良の原因とは言えないようである。

以上、各林分を通じて、土壤の養分状態は必ずしも良好ではない。特に、カラマツに重要といわれるP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の含有率はまちまちで、カラマツの生育との間に関係は認められない。しかしながら、N含有率は、優良林分と不良林分との間に格段の差が認められ、カラマツの生育に対するNの重要性を示唆している。

表7 表層土の置換塩基および可給態リン酸  
Table 7 Exchangeable cations and available phosphorus in upper layers of the soils.

調査林分 Compartment	Profile %	層位 Hori.	置換塩基 Exch. cations m.e./100g Soil						可給態リン酸 Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)
			CEC	Ca	Mg	K	Na	Total	
71林班 No.71	101	A <sub>1</sub>	60.19	0.68	0.74	0.20	0.41	2.03	13
		A <sub>2</sub>	52.47	0.21	0.25	0.16	0.12	0.74	8
77林班 No.77	102	A <sub>1</sub>	48.42	1.42	1.15	0.35	0.28	3.20	86
		A <sub>2</sub>	38.60	0.35	0.28	0.32	0.13	1.08	34
	103	A <sub>1</sub>	55.09	1.09	0.95	0.25	0.30	2.59	83
		A <sub>2</sub>	42.58	0.28	0.38	0.25	0.13	1.04	19
104	A <sub>1</sub>	44.26	1.02	1.10	0.37	0.37	2.86	79	
	A <sub>2</sub>	32.27	0.24	0.35	0.24	0.12	0.95	33	
119林班 No.119	106	A	7.26	0.35	0.38	0.02	0.16	0.91	28
銅山I DOZAN	105	B	7.87	0.48	0.43	0.05	0.08	1.04	5
銅山II DOZAN	107	A	9.68	0.92	0.68	0.08	0.13	1.81	142
銅山III DOZAN	109	A	16.94	0.73	0.50	0.06	0.22	1.51	12

3) 土壤の理学的性質

71林班, 77林班および119林班の土壤について, 表層および深さ25cmの2個所の自然状態の理学的性を測定した結果は, 表8および図9に示すとおりである。不良林分の119林班と, 優良林分の71, 77林班のちがいは, 前者の容積重が非常に大きく孔隙量が小さいこと, 採取時水分および最大容水量の

表8 土壤の理学的性質\*  
Table 8 Physical properties of the soils.

調査林分 Compartment	Profile No.	深さ Depth cm	最大容水量 Max. water- holding capacity %	採取時水分 Moisture content of fresh soil %	孔隙量 Porosity %	最小容気量 Min. Air capacity %	容積重 Volume weight %
71 林班 No. 71	101	5	83.0	39.5	82.4	—0.6	38.6
		25	70.6	58.1	76.9	6.3	59.1
77 林班 No.77	103	5	51.1	31.6	77.7	26.6	53.0
		25	64.6	47.6	76.1	11.5	64.8
119 林班 No. 119	106	5	30.0	18.7	55.4	25.4	131.3
		25	36.1	28.6	53.5	17.4	139.0

\* 自然状態の土壤につき、全容積に対する%で示した。

Expressed in percentage of the volume of the fresh soil in natural condition.

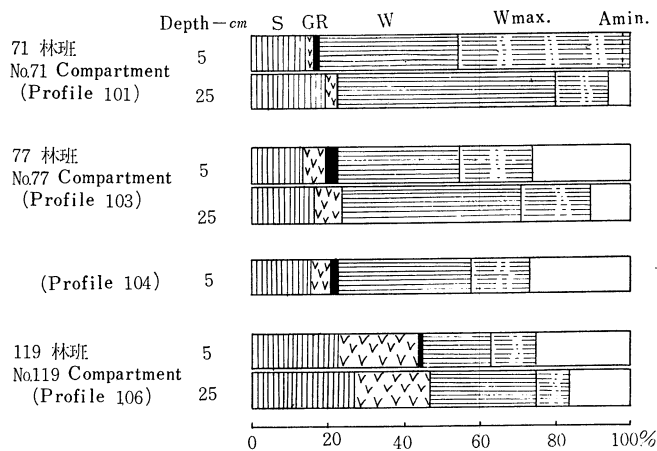


図9 土壤の容積組成

Fig. 9 Volume composition of the soils.

S:Sand G:Gravel R:Root W:Moisture content of fresh soil

W+Wmax.:Max. water-holdingcapacity Amin.:Min. air capacity

小さいこと、などに顕著にあらわれている。細土の機械的組成は表9のとおりで、119林班では粘土の含有率が極めて少なく、71, 77林班のわずか $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{6}$ 程度にすぎない。信大調査<sup>6)</sup>では、カラマツ優良地土壤は、礫または粗砂の含有率高く、粘土含有率低く、不良地では粘土が極めて多いことを報じている。本調査の不良林分(119林班)においては、粘土含有率が極めて低いが、これは土壤化の進まない未風化部分が多いためで、このことと、土壤有機物・土壤石灰の少ないことと相まって、土壤が単粒状を成して密に堆積し、上述のような劣悪な理化学性を示すに至ったものと解される。

表9 土壤の機械的組成  
Table 9 Mechanical analysis of the soils.

調査林分 Compartment	Profile No.	深 さ Depth cm	石 礫* Gravel %	粗 砂 Coarse sand %	細 砂 Fine sand %	微 砂 Silt %	粘 土 Clay %	土 性 Soil class
71 林 班 No. 71	101	5	11.2	5.06	20.01	38.82	36.11	LC
		25	10.5	9.65	22.53	37.98	29.84	LC
77林班 No. 77	103	5	30.8	10.28	35.96	28.63	25.13	LC
		25	34.8	11.76	34.44	26.90	26.90	LC
119 林班 No. 119	104	5	23.1	18.32	35.53	22.68	23.47	CL
		25	47.3	29.50	45.40	18.58	6.52	SL
No. 119	106	5	43.4	15.29	51.94	25.36	7.41	SL
		25	43.4	15.29	51.94	25.36	7.41	SL

\* 石礫は原土百分中 Gravel : In 100% of original soil.

## V 植物体の組成

カラマツの生育の良否を、その養分関係から解明する一助とするために、71林班および119林班の

表10 試料木の概要\*  
Table 10 Description of sample trees.

調査林分 Compartment	樹 種 Species	樹 齡 Age	樹 高 Height m	枝 下 高 Clear length m	胸高直径 D.B.H cm	生 重 量 (Kg/本) Fresh weight (Kg per tree)		
						幹 stem	枝 Branch	葉 Leaves
71 林 班 No. 71	カ ラ マ ツ KARAMATSU	55	20.8	10.3	24.3	413.2	44.9	20.4
119 林 班 No. 119	カ ラ マ ツ	44	9.6	5.4	9.5	28.9	3.3	1.8
	ヒ ノ キ HINOKI	52	5.6	2.8	5.8	9.1	1.5	3.4
銅 山 I DOZAN	カ ラ マ ツ	32	3.5	0.2	3.5	2.9	1.9	0.7
銅 山 II DOZAN	カ ラ マ ツ	—	5.0	0.8	4.5	—	—	—
	ア カ マ ツ AKAMATSU	—	6.8	0.6	6.0	—	—	—
銅 山 III DOZAN	カ ラ マ ツ	—	1.5	0.2	1.5	—	—	—

\* 試料採取日：昭和37年9月6日～9日 Sampled at 6~9, Sept. 1962.



樹幹析解に用いた中央木、ならびに銅山Ⅰ・Ⅱ・Ⅲのそれぞれでとった調査木につき、植物体の分析を行なった。また比較のために、119林班に混交するヒノキの析解木、銅山Ⅱに混生するアカマツについても、同様に分析を行なった。これら供試木の概要は表10に示す通りで、採取日は昭和37年9月6～9日である。なお、Nはケルダール法、Pは Hydroquinone によるモリブデン青比色法<sup>8)</sup>、Kは炎光分析法、CaはKMnO<sub>4</sub>容量法により定量した。

1) 植物体の部位による組成のちがいを見るために、各供試木につき、葉・枝・樹幹・樹皮に分けて、その養分組成を調べた。ただし、葉は、71林班についてはクローネの上・中・下の3部分に分けて採取して分析し、その分析値を平均した。他は葉の全量を均一とし、その一部をとって分析した。樹幹および樹皮は、各供試木とも幹径の大・中・小の3部分に分けて分析し、その分析値を平均した。なお、根は採取しなかった。

分析結果は表11のとおりで、各成分とも、含有率は葉に最も高く、樹皮・枝の両者はほぼ同様であるが、樹皮の方がやや高い。樹幹の含有率は、各成分とも極めて低い。

各林分間のちがいは、葉以外ではあまり差が認められないようだ。

表11 カラマツ樹体の部位別組成 (絶乾%)  
Table 11 Composition in each part of KARAMATSU tree.  
(percent of dry matter)

調査林分 Compartment	部 Part	位 Part	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	SiO <sub>2</sub> %
71 林 班 No.71	葉 枝 樹皮 樹幹	Leaf	2.37	0.37	0.47	0.55	1.04
		Branch	0.21	0.06	0.16	0.24	0.12
		Bark	0.26	0.08	0.11	0.14	0.16
		Stem	0.06	0.01	0.02	0.04	0.01
119 林 班 No. 119	葉 枝 樹皮 樹幹	Leaf	1.64	0.75	0.43	1.26	1.79
		Branch	0.23	0.08	0.14	0.32	0.17
		Bark	0.30	0.15	0.15	0.35	0.36
		Stem	0.05	0.01	0.03	0.11	0.02
銅 山 Ⅰ DŌZAN	葉 枝 樹皮 樹幹	Leaf	1.53	0.49	0.76	1.46	2.27
		Branch	0.26	0.09	0.19	0.52	0.32
		Bark	0.33	0.12	0.26	0.51	0.28
		Stem	0.05	0.02	0.04	0.13	0.01
銅 山 Ⅱ DŌZAN	葉 枝	Leaf Branch	1.79 0.48	0.67 0.17	0.62 0.32	1.05 0.43	1.82 0.41
銅 山 Ⅲ DŌZAN	葉 枝	Leaf Branch	2.30 0.57	0.62 0.22	0.54 0.44	1.19 0.36	1.15 0.47
ヒ ノ キ HINOKI (119林班) (No. 119)	葉 枝 樹皮 樹幹	Leaf	0.84	0.63	0.78	0.70	1.26
		Branch	0.18	0.06	0.09	0.56	0.08
		Bark	0.36	0.22	0.21	1.35	0.39
		Stem	0.08	0.02	0.04	0.07	0.03
アカマツ AKAMATSU (銅山Ⅱ) (DŌZAN Ⅱ)	葉	Leaf	1.20	0.35	0.74	0.58	0.11
	枝	Branch	0.67	0.28	0.41	0.58	0.27

## 2) 葉の組成

葉中の養分組成は、一般にその林木の栄養状態を示すものとされ、林木の栄養診断のためには、多くは梢頭部の葉分析が行なわれる。いま、梢頭部と他の部分の葉の組成を比べてみると、表12のとおりである。ただし、71林班では、梢頭0~50cm, 50~100cm, クローネの上・中・下部より採葉し、他の供試木では、梢頭0~50cm, および全葉を均一にしたものについて分析した。

表12 葉の組成(絶乾%)  
Table 12 Composition of the leaves, (percent of dry matter)

調査林分 Compartment	着生位置 Position	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	SiO <sub>2</sub> %	Ash %	
71 林班 No. 71	梢頭 Top-end	0~50cm	2.00	0.29	0.44	0.64	1.09	3.46
		50~100cm	2.09	0.31	0.44	0.61	1.22	3.67
	樹冠 Crown	上部 Upper	2.27	0.34	0.44	0.54	0.96	3.18
		中部 Middle	2.46	0.38	0.49	0.58	0.89	3.26
		下部 Lower	2.38	0.37	0.48	0.53	1.29	3.63
		平均 Average	2.37	0.36	0.47	0.55	1.04	3.36
119 林班 No. 119	梢頭 Top-end 0~50cm	1.56	0.60	0.37	0.46	1.87	4.56	
	全葉 Whole leaves	1.64	0.75	0.43	1.26	1.79	5.84	
銅山 I DŌZAN	梢頭 Top-end 0~100cm	1.44	0.56	0.49	1.35	2.36	6.33	
	全葉 Whole leaves	1.53	0.49	0.76	1.46	2.27	6.72	
銅山 II DŌZAN	梢頭 Top-end 0~50cm	1.62	0.70	0.47	0.94	1.87	5.13	
	全葉 Whole leaves	1.79	0.67	0.62	1.05	1.82	5.52	
銅山 III DŌZAN	梢頭 Top-end 0~50cm	2.38	0.65	0.70	0.61	1.15	4.49	
	全葉 Whole leaves	2.30	0.62	0.54	1.19	1.20	5.11	
119 林班 No. 119 (ヒノキ) (HINOKI)	梢頭 Top-end 0~50cm	1.23	0.66	1.18	1.37	0.18	5.03	
	全葉 Whole leaves	0.84	0.63	0.78	0.70	1.26	4.65	
銅山 II DŌZAN (アカマツ) (AKAMATSU)	梢頭 Top-end 0~50cm	1.16	0.34	0.72	0.68	0.11	3.08	
	全葉 Whole leaves	1.20	0.35	0.74	0.58	0.11	3.41	

最も正常な生育をしている71林班につき、葉の着生位置による組成の変化を図示してみると、図10のようになる。これによれば、Nの含有率は、梢端より下方にいくに従って次第に高くなり、クローネの中央で最高となる。K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の変化は、極めてわずかではあるがNと同様の傾向が見られる。CaOの変化も、わずかであるが、逆に梢頭部の方が高い傾向が認められる。

不良林分では、梢頭のNは全葉のNとほぼ同様か、あるいはやや少ない。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>は概して梢頭が全葉とほぼ同様あるいはやや多い。K<sub>2</sub>Oは概して梢頭に少ない。以上3成分の梢頭と全葉のちがいは、わずかであるが、CaOは不良林分ではいずれも梢頭よりも全葉に著しく多く、特徴づけられる。SiO<sub>2</sub>は全般的にかなり多い。

次に、各成分ごとに林分間のちがいをみると次のようになる。

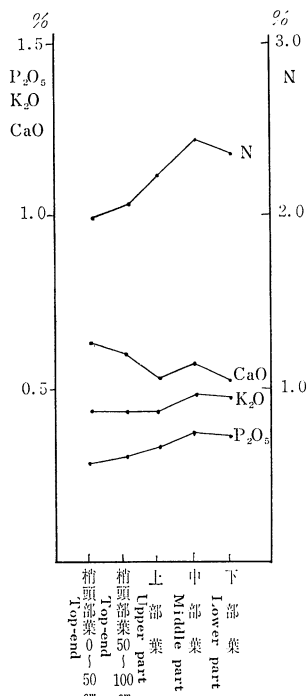


図10 葉の着生位置による組成の変化\* (71林班)

Fig. 10 Variation of leaf Composition with its position. (No. 71 Compartment)

\* 昭和37年9月6日～7日採葉  
Sampled at 6～9, Sept. 1962.

樹葉の組成は季節と共に変化するもので、一般に落葉期にはN・P・Kなどが減少し、Ca・Siが多くなるようである。この調査の採葉は9月上旬であるが、上述のような不良林分の葉の組成は、不良林分の落葉期が早いことを物語っているのかも知れない。特に119林班の梢頭葉と全葉の組成の著しいちがいは、極度の密生と生育不良のため下層葉の落葉期が近いためと考えられる。

いずれにしても、このように不良林分と優良林分の林木では、葉の組成は相当異なっている。そこで、葉中の成分比をとってみると表13のようになる。N/Pは71林班で15～16で、不良林分の5～8に比べ2～3倍である。N/K・N/Ca・K/Pも71林班にやや大となっている。Ca/P・Ca/Kは明らかでない。カラマツまき付苗に対する信大<sup>6)</sup>の実験では、生長不良区のN/Pが大なること(不良区15.4～36.1, 良好区5～12.6)すなわちPの重要なことを示しているが、本調査では、成木ではあるが、逆の結果を得た。もちろん71林班の土壤は前述のように養分的には肥沃とは言えないし、特にPが少ない。またその生育は当地方における最良のものではない。したがって、本実験で得た71林班の成分比が必ずしも好ましいものとは言えないであろうが、少なくともこの調査地においては、Pその他の要素に比べ

#### a) N

カラマツの葉のN含有率は、生長の良否を問わず、また着生位置を問わず、すべて混生するヒノキ・アカマツよりもかなり高いので、これらの樹種とくらべて、カラマツのN要求度は高いのではないかと考えられる。カラマツの間では、銅山Ⅲを除いては不良林分に少なく、N含有率と生育状態との関係が深いように思われる。銅山Ⅲは風衝地で、ワイ(矮)性になっているもので、土壤中のN含有率も、他の不良林分よりはやや高い数値を示すことなどからみて、Nよりもむしろ風または土壤乾燥の影響が大きいのではあるまいか。

#### b) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

カラマツは、リン酸要求度の大きい樹種とされている。本実験によれば、カラマツ葉のP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含有率は、混生するヒノキと同程度で、混生するアカマツよりはやや高い。カラマツの間では、含有率は不良林分の方にかえて高い傾向が認められた。このことはカラマツの本来の性質に反するように見えるが、これについては後に言及することとする。

#### c) K<sub>2</sub>O

カラマツ葉のK<sub>2</sub>Oの含有率は、混生ヒノキ、アカマツよりも低いようである。優良林分と不良林分のちがいは、明白ではない。

#### d) CaO

前述のように、カラマツ葉CaOの含有率は、優良林分と不良林分とで著しいちがいが認められる。優良林分の0.53～0.64%に対して、不良林分では、梢頭部には少ないものがあるが、全葉には例外なく非常に多く、1.05～1.46%にも及んでいる。

#### e) SiO<sub>2</sub>

カラマツ葉のSiO<sub>2</sub>は、アカマツに比べると非常に多く、特に不良林分では最高2.36%にも及んでいる。

てNの重要性が大きいことを示しているものと言えよう。

表13 葉中の成分比  
Table 13 Ratio of elements in the leaves.

調査林分 Compartment	着生位置 Position	N/P	N/K	N/Ca	K/P	Ca/P	Ca/K
71 林班 No.71	梢頭 Top-end 0~50cm	15.9	5.5	4.4	2.9	3.6	1.3
	梢頭 Top-end 50~100cm	15.5	5.7	4.8	2.7	3.2	1.2
	樹冠平均 Crown average	14.8	6.1	6.0	2.4	2.5	1.0
119 林班 No. 119	梢頭 Top-end	6.0	5.1	4.8	1.2	1.2	1.1
	全葉 Whole leaves	5.0	4.6	1.8	1.1	2.7	2.5
銅山 I DŌZAN	梢頭 Top-end	5.8	3.6	1.5	1.6	3.9	2.4
	全葉 Whole leaves	7.1	2.4	1.5	2.9	4.8	1.7
銅山 II DŌZAN	梢頭 Top-end	5.3	4.1	2.4	1.3	2.2	1.7
	全葉 Whole leaves	6.1	3.5	2.4	1.8	2.5	1.4
銅山 III DŌZAN	梢頭 Top-end	8.2	4.2	5.3	2.0	1.5	0.8
	全葉 Whole leaves	8.5	5.1	2.7	1.7	3.2	1.9
119 林班 No. 119 (ヒノキ) (HINOKI)	梢頭 Top-end	4.3	1.3	1.3	3.4	3.4	1.0
	全葉 Whole leaves	3.1	1.3	1.7	2.4	1.8	0.8
銅山 II DŌZAN (アカマツ) (AKAMATSU)	梢頭 Top-end	7.9	1.9	2.4	4.1	3.3	0.8
	全葉 Whole leaves	7.8	2.0	2.9	4.0	2.7	0.7

## VI カラマツ林の林木の養分保有量と養分吸収量

71林班のカラマツ、119林班のカラマツおよびヒノキの各中央木につき、葉・樹幹・枝・樹皮の重量を測定し、表11の含有率により、単木およびha当りの養分保有量を計算すると、表14のようになる。樹幹に含まれる養分は、含有率としてはわずかであるが、量的には非常に多量に蓄積されることがわかる。したがって、材積蓄積の多少により、ha当りの養分保有量は大いに左右される。また、樹皮も、その乾物量は樹幹の $\frac{1}{6}$ ~ $\frac{1}{6}$ 程度であるが、養分含有量は多く、ほぼ樹幹の含有量に匹敵し、特に $P_2O_5$ が多い。ヒノキ樹皮ではCaOも多い。

次に表13よりカラマツ林の1年間の乾物生産量および吸収養分量を推定する。葉は、カラマツの場合には現保有量の全量を年間生産量と見なすことができるが、常緑であるヒノキの場合は、4~5年分の葉を保有すると考えられるので、一応現保有量の $\frac{1}{6}$ を以て1年間の生産量とした。樹幹は、最近5年間の材積生長量の平均値を重量に換算した。枝の生産量は測定困難なので、多くの場合幹重量生長量の30%としているようであるが、本実験においても、他によるべき根拠がないので、この方法により算出

表14 カラマツ林の林木の乾物および養分保有量  
 Table 14 Amount of dry matter and nutriments in  
 KARAMATSU forest.

調査林分 Compartment	樹種 Species	部位 Part	1本当り (g) g per tree					1ha当り (Kg) Kg per ha				
			乾物 Dry matter (Kg)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	乾物 Dry matter (ton)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
71林班 No.71	カラマツ KARA- MATSU	葉 Leaf	4.08	96.57	14.93	19.18	22.36	2.53	59.87	9.26	11.89	13.86
		枝 Branch	22.39	47.47	12.76	36.50	53.74	13.88	29.43	7.91	22.63	33.32
		樹皮 Bark	35.28	93.14	26.46	37.40	50.45	21.87	57.75	16.41	23.19	31.28
		樹幹 Stem	206.89	117.93	14.48	33.10	74.48	128.27	73.12	8.98	20.52	46.18
	合計 Sum total		268.64	355.11	68.63	126.18	201.03	166.55	220.17	42.56	78.23	124.64
119林班 No.119	カラマツ KARA- MATSU	葉 Leaf	0.29	4.77	2.18	1.24	3.64	0.49	8.11	3.71	2.11	6.19
		枝 Branch	1.67	3.89	1.39	2.41	5.39	2.84	6.61	2.36	4.10	9.16
		樹皮 Bark	2.98	8.91	4.53	4.47	10.37	5.07	15.15	7.70	7.60	17.63
		樹幹 Stem	13.73	6.45	1.92	4.39	15.10	23.34	10.97	3.26	7.46	25.67
	小計 Total		18.67	24.02	10.02	12.51	34.50	31.74	40.84	17.03	21.27	58.65
No.119	ヒノキ HINOKI	葉 Leaf	1.32	11.11	8.33	10.31	9.23	5.14	43.27	32.45	40.16	35.95
		枝 Branch	0.77	1.36	0.48	0.72	4.28	3.00	5.30	1.37	2.80	16.67
		樹皮 Bark	0.86	3.05	1.86	1.84	11.62	3.35	11.88	7.24	7.17	45.26
		樹幹 Stem	3.86	2.90	0.58	1.58	2.66	15.03	11.30	2.26	6.15	10.36
小計 Total		6.81	18.42	11.25	14.45	27.79	26.52	71.75	43.82	56.28	108.24	
合計 Sum total		—	—	—	—	—	58.26	112.59	60.85	77.55	166.89	

した。樹皮の生産量も測定した例をみないが、樹幹の生長量に比例するものとし、現保有量より計算により求めた。以上のようにして、各部位ごとに乾物生産量を求め、これに含まれる各養分の量を算出し、最近1年間の養分吸収量としたものが表15である。

四手井ら<sup>9)</sup>は、カラマツの年生産量を、壮齡時代12~13ton/haと推定している。71林班の乾物生産量は6.70tonで、ほぼ同齡の信州地方の調査例10ton内外に比べると、本調査では、根の生産量が入っていないことを考慮しても、かなり少ない。かりに根の生産量を幹のその30%と仮定して加算すると、総生産量は7.55tonとなる。本調査では、中央木の値から直ちにha当りの量を算出している点で問題があるが、前述のとおり71林班は直径分布が狭く、かなり一齊な林分なので、この方法によってもほぼ現実に近いものが得られると考える。葉の乾物生産量2.53ton/haも、信州地方その他の事例<sup>10)</sup>に比べると、やや少ないようであるが、生育状態と見合わせて、ほぼ妥当の数値と思われる。最近1年間のha当り養分吸収量は、各成分とも前述の信州地方の例<sup>9)</sup>に比べると少なく、特にK<sub>2</sub>O・CaOが少ないようである。不良林分の119林班では、カラマツ、ヒノキを合わせた乾物生産量は71林班の約1/2で、極めて生産力に乏しいにもかかわらず、吸収養分量は、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>・CaOでは71林班とほぼ等しく、K<sub>2</sub>Oはやや少ない程度である。ところが、Nの吸収量は非常に少なく、約20Kgで、71林班のわずかに1/5弱にすぎ

表15 最近1年間の地上部乾物生産量(ton/ha)および  
養分吸収量(Kg/ha)

Table 15 Amount of top dry matter produced(ton per  
ha) and nutriments uptaked (Kg per ha)  
during the last one year.

調査林分 Compartment	樹種 Species	部位 Part	乾物 Dry matter (ton)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
71 班 林 №.71	カラマツ KARAMATSU	葉 Leaf	2.53	59.87	9.26	11.89	13.86
		枝 Branch	0.85	1.80	0.48	1.39	2.04
		樹皮 Bark	0.48	1.28	0.36	0.51	0.69
		樹幹 Stem	2.84	1.62	0.20	0.45	1.02
	合 計 Sum total		6.70	64.57	10.30	14.24	17.61
119 林班 №.119	カラマツ KARAMATSU	葉 Leaf	0.49	8.11	3.71	2.11	6.19
		枝 Branch	0.18	0.42	0.15	0.26	0.58
		樹皮 Bark	0.13	0.40	0.20	0.20	0.67
		樹幹 Stem	0.61	0.29	0.09	0.20	0.67
	小 計 Total		1.41	9.22	4.15	2.77	8.11
	ヒノキ HINOKI	葉 Leaf	1.03	8.65	6.49	8.03	7.19
		枝 Branch	0.22	0.39	0.14	0.21	1.22
		樹皮 Bark	0.16	0.58	0.35	0.24	0.56
		樹幹 Stem	0.73	0.55	0.11	0.30	0.50
小 計 Total		2.14	10.17	7.09	8.78	9.47	
合 計 Sum total		3.55	19.39	11.24	11.55	17.58	

ない。これらのことは、119林班においては71林班と比べて、他の要素はともかくとして、特にNの欠乏が甚だしく、これが生育不良の大きな原因となっていることを示すものと考えられる。

前述の、カラマツの葉のP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含有率が、不良林分にかえて高い値を示したのは、一般にいわれているカラマツに対するPの重要性を否定するものではなく、この調査における不良林分の土壤のN欠乏が特に甚だしいため、これが制限因子となってカラマツの生育を阻害しているために、Pの吸収に対応した生育をなし得ないためと考えられる。

## Ⅶ 総 括

別子地方のカラマツ林は、高冷地にあるため、植栽後の保育が不十分であり、カラマツ林としては、かなり密な林分である。したがって、直径分布は大体正規分布をなすものと思われるが、かなり不規則な分布を示している。また生育不良林分においては、小径木が非常に多く、その直径分布は下降型を示している。

幹材積および生長量は、優良林分にあつては、ほぼ満足するに足る値と言えるが、不良林分のそれ

は、経済林としての価値がまったくないものと言えよう。しかしながら、このように土地条件がきわめて劣悪であり、カラマツの生長も思わしくないが、それでもヒノキに比べれば、ずっと良い生長を示していると言えよう。

土壤は、優良林分ではA層の分化がすすみ、Nの含有率も下層までかなり高いが、不良林分ではA層の分化がほとんど認められず、N含有率も極めて少ない。その他の養分は概して少なく、優良林分と不良林分とで大差がない。特にP含有率はまちまちで、カラマツ生育との間に関係が認められない。酸度も不良林分にかえて弱い傾向があり、生育不良の原因ではない。また、不良林分では、容積重が極めて大で孔隙量が小さく、採取時水分、最大容水量も小さい。未風化部分が多いため粘土の含有率が極めて少なく、有機物・石灰に乏しいことと相まって、劣悪な理化学性を呈し、これが生育不良の一因をなすものと考えられる。

葉の組成は、優良林分では不良林分に比してN含有率が高く、生育との関係が深いように思われる。P含有率は不良林分の方にかえて高い。これは、この調査における不良林分の土壤が、PにくらべてNの欠乏が甚だしいために、Pの吸収に対応した生育をなし得ないためと解される。

カラマツ林1ha当りの、1年間の地上部乾物生産量は、優良林分では6.7トンと推定され、ほぼ同齡の信州地方の調査例に比べると、かなり少ない。葉の乾物生産量も約2.5トンで、やや少ない。不良林分の地上部乾物生産量は、混交するヒノキを合わせて約3.6トンで、優良林分の半分にすぎず、極めて生産力に乏しいものと言わねばならない。

1ha当り1年間の推定養分吸収量は、優良林分でN65Kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>10Kg、K<sub>2</sub>O14Kg、CaO18Kgで、前述の信州地方の例に比べると各成分とも少なく、特にK<sub>2</sub>O・CaOが少ないようである。生長状況のちがいと共、土壤条件のちがいによるものであろう。不良林分においては、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>・CaOの吸収量は優良林分とほぼ等しく、K<sub>2</sub>Oはやや少ない程度で大差がないが、Nの吸収量はわずかに20Kgで、優良林分の1/3弱にすぎない。これらのことは、不良林分の土壤におけるNの欠乏が特に甚だしく、これが制限因子的役割をなして、カラマツの正常な生育を妨げていることを物語るものと言えよう。

不良林分の多くが存在する別子山中の旧製錬所跡（明治32年新居浜に移る）附近は、かつて鉱害のために荒廃し、大洪水の害などもあった所で、表土の流出、有機物補給の欠除などのために、土壤の理化学性の悪化、土壤有機物や養分、特にNの欠乏が一層甚だしくなったものであろう。しかし、土壤酸度は強くないので、現在の立木の生育劣悪の原因は、鉱害の直接的影響は少なく、一部風衝の影響があるとしても、その多くは、過去の鉱害による土壤の荒廃にもとづくNの極度の欠乏によるものと考えられる。したがって、このような地域においても、適切な施策、例えばN肥料の施用（この場合は特に有機質肥料を主にすることが望ましいであろう）などによって、かなりの成績をあげ得る所もあると考えられる。

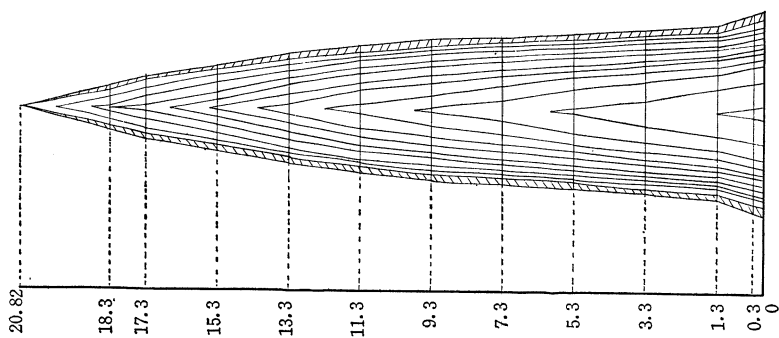
このように、別子地方に多くみられる経済価値のない不良林分は、特異の立地条件のものであり、これをもってただちに当地方のカラマツ造林を否定することはできないであろう。むしろ、このような悪条件下でもカラマツは混交するヒノキよりもずっとよい生長を示していること、また、鉱害の影響を受けない地域の優良林分にあっては、土壤は必ずしも肥沃とは言えないが、信州地方とくらべてほぼ満足するに足る生長を示しており、別子地方ヒノキと比べると、20年生頃までの生長が特にすぐれていることなどからみて、手入りを十分に行なうならば、当地方におけるカラマツの造林は、十分に期待できるものと思われる。（1965年7月6日受理）

## 文 献

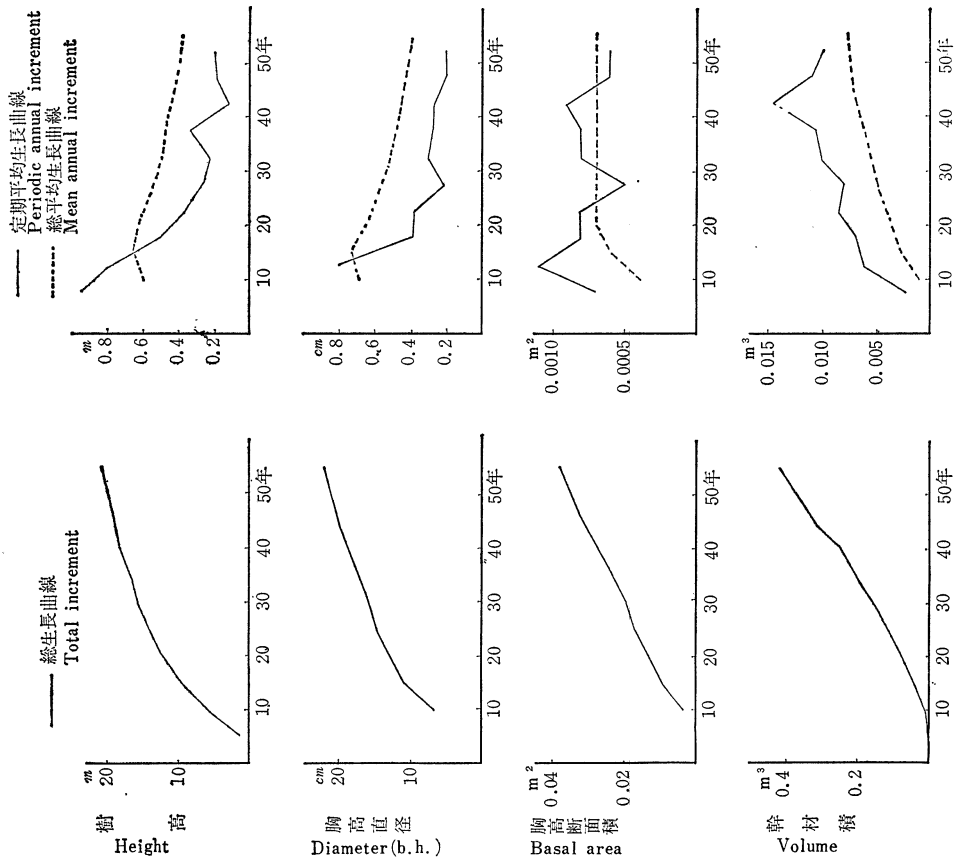
- 1) 住友林業KK：施業案説明書 1961
  - 2) 林野庁編：メートル法立木材積表東日本編 1957
  - 3) 早尾丑麿編：日本主要樹種林分収穫表 1961
  - 4) 嶺 一三：収穫表に関する基礎的研究と信州地方カラマツ林収穫表の調製 1955
  - 5) 井上由扶, 柿原道喜：九州におけるカラマツ林の林木構成に関する研究（第1報）九大演集報 Ⅷ.8 1957
  - 6) 信大農学部林学教室編：カラマツ林業 1962
  - 7) 塘 隆男：育林綜典 1956
  - 8) 奥田 東：植物栄養生理実験書 1955
  - 9) 四大学合同調査班：森林の生産力に関する研究(Ⅱ) 1964
  - 10) 四手井綱英：アカマツ林の造成 1963
-



付圖 1 71林班中央木樹幹析解圖  
 App. 1 The stem analysis map of the mean sample tree in No. 71 compartment.



(析解圖縮尺 直徑: 樹高 =  $\frac{1}{5} : \frac{1}{100}$ )



付図2 119林班中央木樹幹析解図  
 App. 2 The stem analysis map of  
 the mean sample trees in  
 No.119 compartmnet. 樹

