

# 林木の重量生長に関する研究(第3報)\*

茨城縣大子産スギ

助教授 平 井 信 二

Shinji HIRAI :

Studies on the Weight-Growth of Forest Trees (III)

*Cryptomeria japonica* D. DON of Daigo District, Ibaragi Prefecture

## 目 次

I 緒 言.....	219	V 摘 要.....	232
II 試験地及び供試木.....	219	VI 引用文献.....	232
III 試験方法.....	220	Résumé .....	233
IV 試験結果及び考察.....	220		

## I 緒 言

第1報<sup>(2)</sup>に於て東大富士演習林産カラマツ, 第2報<sup>(3)</sup>に於て東大秩父演習林産オウシウトウヒの重量生長に就て報告したが, これ等はいづれも約30年生の比較的幼令のものであり, 材積及び重量の平均生長量最大は勿論のこと, 連年生長量の最大も殆んど達せられていない状況のものであった。この度はもつと高令の植栽されたスギに就て前と同一の方法を以て研究した結果を報告する。御指導を賜った三好東一教授及び試料の採取に當り特別の御配慮を賜った大子營林署長大橋英一氏・同署星澤正男氏に厚く感謝の意を表する。

## II 試験地及び供試木

茨城縣久慈郡大子町大字大子, 大子營林署管内太郎澤國有林に標準地を設け, 供試木を採取した。その地況・林況の概要は次の如くである。

地況: 大子事業區 126林班へ小班, 面積2.78ha, 西北向斜面の急傾斜地で, 約25~30°の勾配, 海拔200~300m, 基岩は古生層, 壤土, 土壤の深さ中, 軟, 潤, 地位中。

林況: 明治27年植栽スギ一齊同令林, 鬱閉は稍々密, 昭和23年6月16日に於ける標準地面

\* 東京大學農學部木材々料學教室業績 第61號

積 0.1313ha の直徑階別本數分配を第 1 表に示す。すなわち 1ha 當りの本數 358 本，材積（樹皮を除く）473m<sup>3</sup>である。従來の手入に就ては不明である。

此の林分を第 2 表の様に 2 個の直徑級にわちち，それより 4 本の供試木を選定した。供試木の概要は第 3 表に示す。供試木 3, 4 は昭和 23 年 6 月 16 日，1, 2 は 10 月 9 日伐採した。

第 1 表 標準地・直徑階別本數分配表  
(面積 0.1313ha)

胸高直徑 cm	本 數	胸高直徑 cm	本 數
26	2	38	5
27	1	39	8
28	1	40	2
29	0	41	4
30	1	42	1
31	2	43	1
32	2	44	2
33	1	45	0
34	1	46	2
35	0	47	3
36	2		
37	6	計	47
		1ha 當り	358

第 2 表 直徑級區分及び標準木

直 徑 級	直 徑 階 cm	標 準 木 (供試木番號)
I	26—38	3, 4
II	39—47	1, 2

第 3 表 供 試 木 概 要

供試木番號	皮付胸高直徑 cm	樹 高 m	材積 (樹皮を除く) m <sup>3</sup>
1	43.0	29.7	1.7405
2	41.3	29.1	1.6666
3	30.7	26.3	0.7881
4	27.0	22.9	0.6030

### Ⅲ 試 験 方 法

各供試木より地上 0.15, 1.3, 3.5m 以上 2m おきに厚さ約 2~3cm の円盤を採り，各円盤共山側，谷側および之に直角の 4 方向に於て，5 年毎に年輪界を區劃し，材積生長經過を査定すると共に，區劃された各生長期間毎に扇形小試験片（兩側が透心方向に沿うもの）を令階相接続して角ノミ又は丸ノミを以て注意深く採取する。たゞし容積重に影響を及ぼすと考えられる節およびアテの部分は避けた。此の小試験片に就き東京復器株式會社製 Breuil 水銀測容器によつて容積を測定し，後全乾状態としてその重量を測定する。之より容積密度數  $Raumdicthezahl^{(4)}$ 〔全乾重量 / 生材容積〕(kg/m<sup>3</sup>) が得られる。

### Ⅳ 試験結果及び考察

#### 1 容積密度數の變異

供試木毎の容積密度數の變異を第 4 表に示す。又全部あわせたものの容積密度數の頻度曲線を Fig. 1 に示す。たゞし階級幅を 2(kg/m<sup>3</sup>) にとつたものである。

各個體の頻度曲線は歪度が + で示される様に概ね輕微ながら左偏形を示す。たゞし供試木 4 では生長帶（年齢）によつて容積密度數の値が著しく違つているため（2. 参照）曲線は双峯形となつてあらわれる。全體あわせたものも個體によつて分布範圍が異なる事が影響して，この場合に

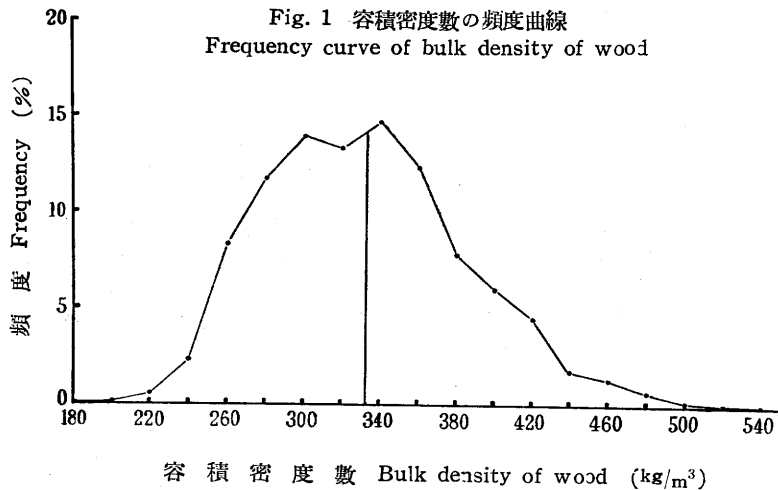
は双峯形となつてあらわれた。變異の程度は前報カラマツ、オウシウトウヒの場合よりも幾分大きい傾向がうかがえる。

幹径と容積密度との關係は平均容積密度に就て論ずるよりも標準容積密度 (IV-5 参照) に就て云うのが適當と考えられるので後記する。

第4表 容積密度の變異

供試木	計測數	算術平均 kg/m <sup>3</sup>	最大 kg/m <sup>3</sup>	最小 kg/m <sup>3</sup>	標準偏差 kg/m <sup>3</sup>	並 數 kg/m <sup>3</sup>	中央値 kg/m <sup>3</sup>	歪 度	變異係數
1	396	302±1.87	432	213	37.13±1.32	293	299	+0.242	12.3
2	400	301±2.01	463	209	40.11±1.42	288	294	+0.321	13.3
3	385	349±1.93	493	242	38.02±1.37	348	347	+0.026	10.9
4	382	383±2.04	520	292	39.85±1.44	(1) 368 (2) 408	377	(1) +0.376 (2) -0.376	10.4
全 體	1563	333±1.30	520	209	51.53±0.97	(1) 343 (2) 308	330	(1) -0.194 (2) +0.485	15.5

(註) 並數・歪度に (1), (2) があるのは曲線が双峯形で, (1) の方が (2) より分布度數が大である。



## 2 單木内に於ける容積密度の分布

供試木各個體に於ける容積密度の分布を第5表乃至第8表に示す。之を圖示すれば Fig. 2 乃至 Fig. 5 となる。尙各地上高・令階毎の容積密度の數値は後の重量生長量計算の都合上4方向の値を平均したものである。

前報カラマツおよびオウシウトウヒの場合と同様に、容積密度の分布は極めて複雑であり、又個體によつてかなりその様子が異つてゐる。此の事は結局各個體の材積および重量の生長経過が同一林分内のものといえどもかなりの個體間差異を示す事に由來するものであるが、此の中から全體的の傾向と認められる事項を挙げれば次の如くである。

(1) 樹體最下底中心部に重い材を形成している。



第8表 容積密度数の分布—供試木 4

令階 地上高 m	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	56
0.15	442	339	343	329	338	342	411	374	371	363	370
1.3		354	331	311	335	357	401	397	357	348	340
3.3		399	348	322	346	353	402	407	353	351	363
5.3			356	329	359	360	405	414	353	359	375
7.3			372	337	393	375	443	429	361	368	372
9.3			407	350	394	393	438	425	357	370	348
11.3				365	377	376	452	427	371	372	361
13.3				408	409	406	449	392	358	351	340
15.3					408	393	407	402	368	375	367
17.3					485	407	410	408	376	387	378
19.3						469	422	417	411	417	417
21.3								434		424	463
22.3										421	

(2) 樹梢部が重い材を形成している。

(3) 樹梢部の重い材が全断面を占めているのは割合先端部に限られ、この重い部分は樹心に沿うて下方に擴がる。

(4) 樹高の  $\frac{1}{2}$  乃至  $\frac{1}{3}$  以下に於て、樹心を中心にしたかなり廣い領域が軽い。此の區域は肥大生長の旺盛な部分である。

(5) 個體によつて多少異なるが30年乃至40年の間に於て、肥大生長が衰える時期に重い材が鞘状に形成されている。

(6) 40年以上の最外側は肥大生長が小なるにかゝらず軽い材が形成されている。

(7) 根張りの部分、すなわち樹底最外側に極めて軽い材が形成されている。

尙九州に於ける植栽スギの全幹容積重分布に就ては渡邊治人氏の研究がある。<sup>(5)</sup>

### 3 平均年輪幅と容積密度数との關係

各個體毎に平均年輪幅と容積密度数との相關々係を求めたものを第9表に示す。之によれば一次的相關々係の存在は殆んどないと云つてよい。先に報告した北海道産アオトドマツおよびカラマツの場合と富士演習林産カラマツの場合にも、同様一次的相關々係の存在が認められなかつたが、前報オウシウトウヒでは軽度の一次的相關々係が存在し、樹種によつて異つた結果を示す事は將來の考究を要する問題である。

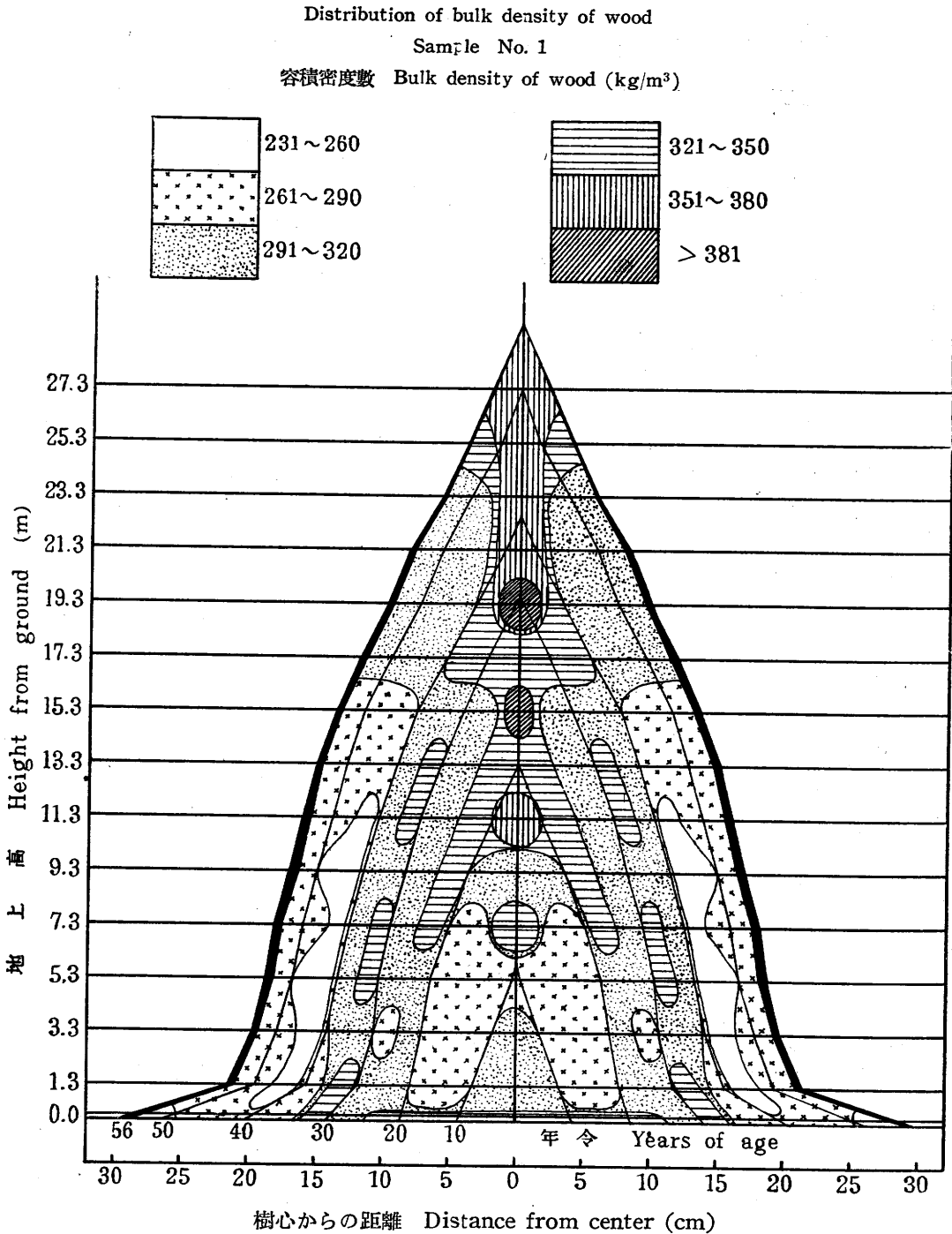
第9表 平均年輪幅と容積密度数との關係

供試木	相關係數
1	- 0.04
2	+ 0.08
3	- 0.21
4	- 0.25

### 4 單木の重量生長經過

各部分の容積密度数(4方向の平均)をその占有部分(令階の環)の材積に乗じて重量生長量が求められる。各種の材積生長量と重量生長量を第10表乃至第13表に、又その中連年生長量と平均生長量を Fig. 6 乃至 Fig. 9 に示した。たゞし材積は樹皮を含まない。

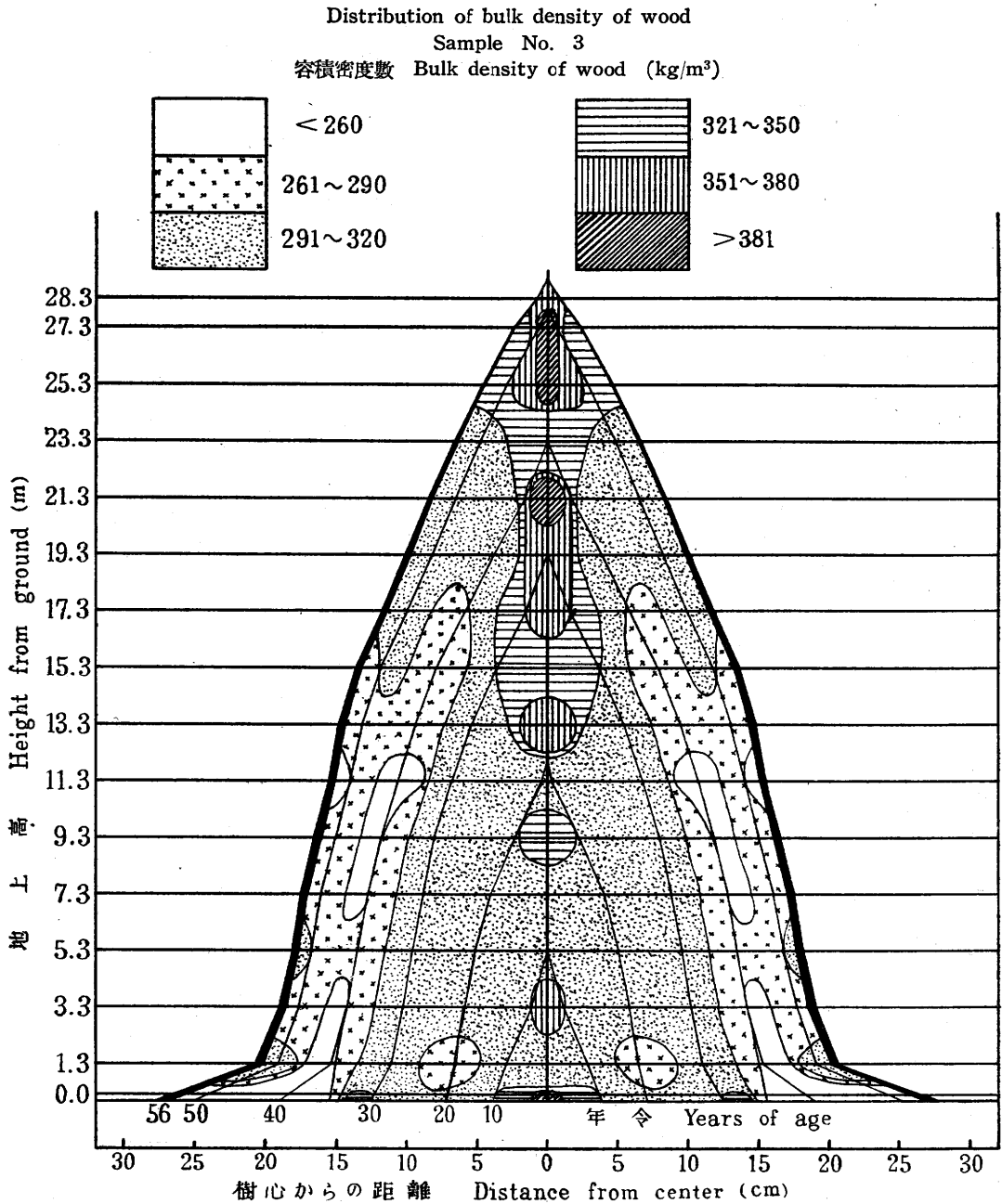
Fig. 2 容積密度数分布圖 (供試木 1)



以上の結果から次の事項が擧げられる。

- (1) 大凡の傾向として重量生長量は殆んど材積生長量に平行している。
- (2) 材積連年生長量最大は供試木 1, 2 に於て 45 年, 供試木 3 に於て 50 年, 供試木 4 に於て 25 年である。たゞし供試木 4 は幼令時はかなり生長がよく, 後に衰退の著しいものである。

Fig. 3 容積密度数分布圖 (供試木 2)



之に對し重量連年生長量最大は1, 2, 4に於ていづれも5年遅れ, 供試木3に於ては同年と云う結果が得られた。重量連年生長量最大が材積連年生長量最大よりも遅れる例は前報カラマツ, オウソウトウヒの場合にも見られたもので, 興味深い事項である。

(3) 材積平均生長量最大は供試木4に於てのみ見られた。之では重量平均生長量最大も同年となる結果が得られた。

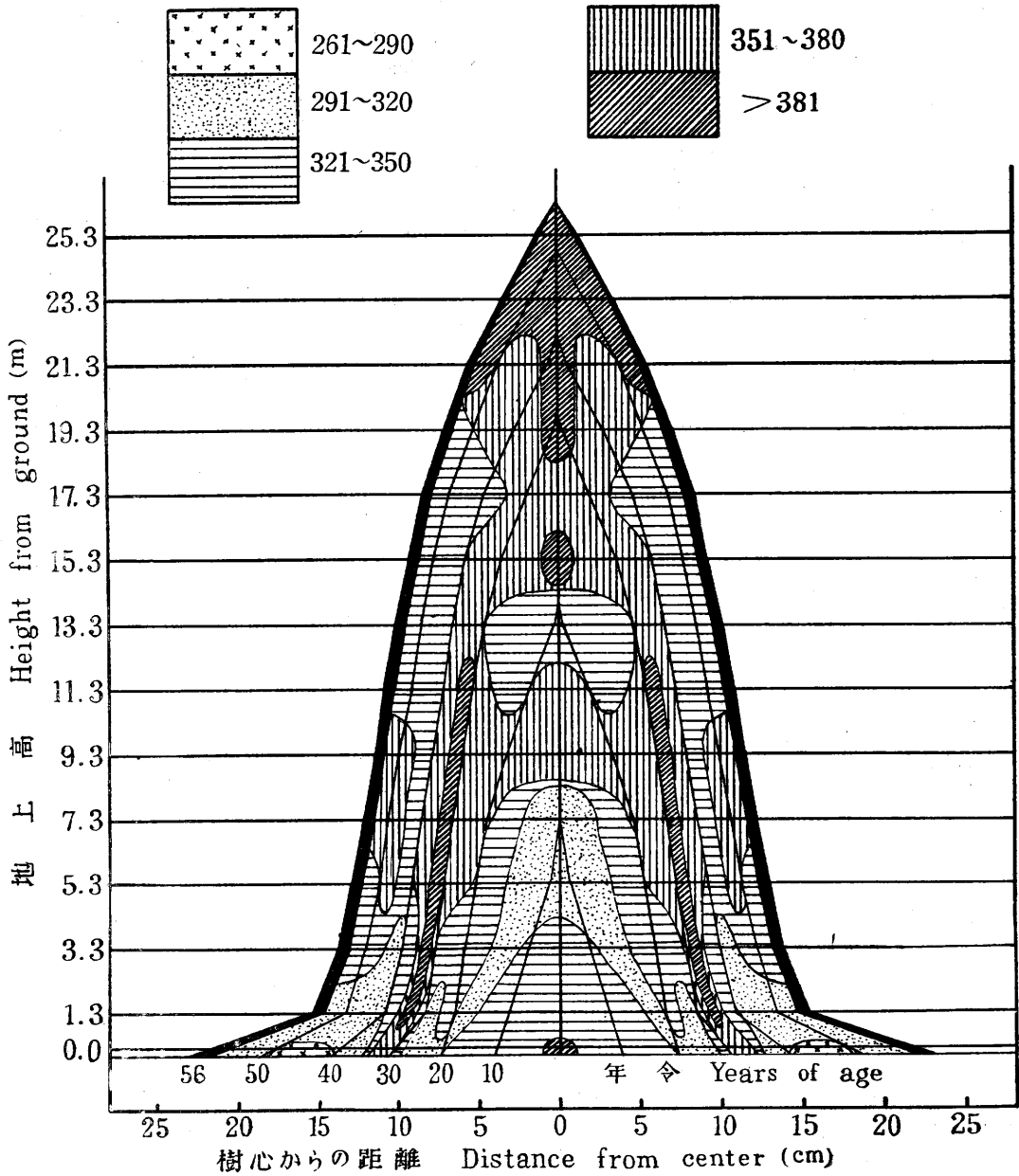
5 單木の標準容積密度数

Fig. 4 容積密度数分布圖 (供試木 3)

Distribution of bulk density of wood

Sample No. 3

容積密度数 Bulk density of wood ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )



単木の重量總生長量を樹皮を含まぬ材積總生長量で除して、第14表に示す標準容積密度数が得られる。此の値は各個體いづれも平均容積密度数より低い。

幹級と容積密度数との關係は供試本数が少いから明確な事項は殆んど抽出出来ないが、概して材積生長の小なるもの程標準容積密度数の値が大きい。たゞし最も材積生長のよいものが最も軽い

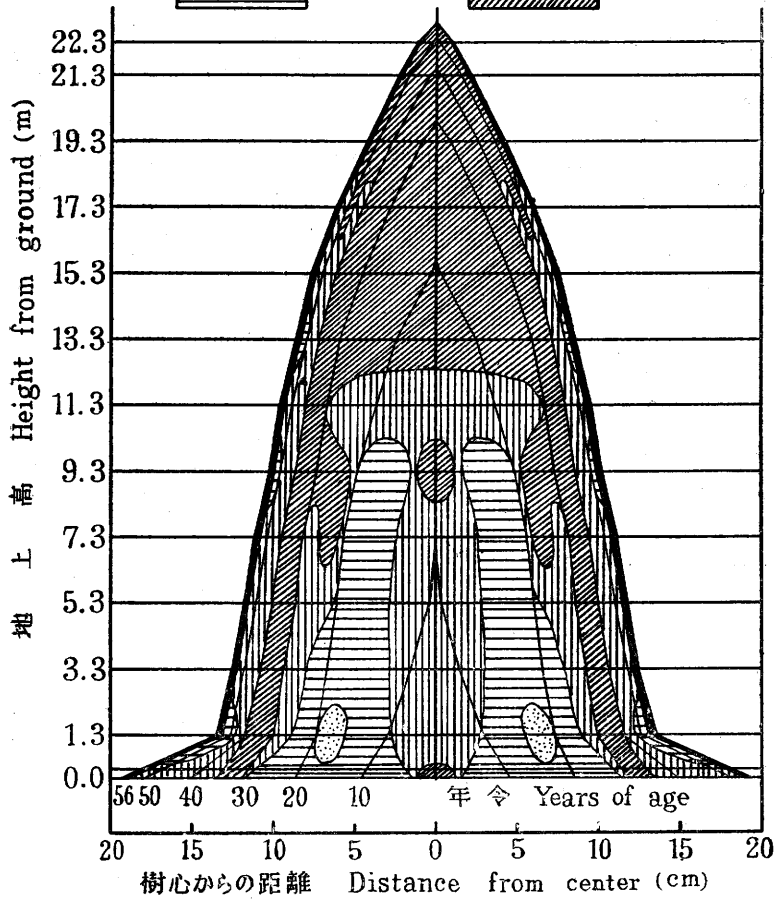
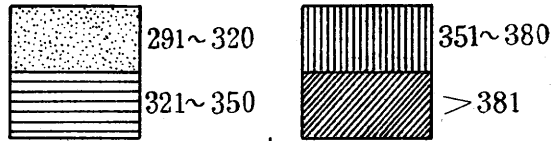


Fig. 5 容積密度數分布圖 (供試木 4)

Distribution of bulk density of wood

Sample No. 4

容積密度數 Bulk density of wood (kg/m<sup>3</sup>)



第10表 材積及び重量生長經過—供試木 1

令階	材積				重量			
	總生長量 m <sup>3</sup>	連年生長量 m <sup>3</sup>	平均生長量 m <sup>3</sup>	生長率 %	總生長量 kg	連年生長量 kg	平均生長量 kg	生長率 %
5	0.00006	0.00001	0.00001	—	0.02	0.004	0.004	—
10	0.0102	0.0020	0.0010	279.54	3.10	0.62	0.31	277.99
15	0.0472	0.0074	0.0031	35.73	13.76	2.13	0.92	34.68
20	0.1270	0.0160	0.0064	21.91	36.70	4.59	1.84	21.69
25	0.2319	0.0210	0.0093	12.79	69.77	6.61	2.79	13.71
30	0.4068	0.0350	0.0136	11.90	123.05	10.65	4.10	12.02
35	0.5631	0.0313	0.0161	6.72	173.96	10.18	4.97	7.17
40	0.7836	0.0441	0.0196	6.83	239.45	13.10	5.99	6.60
45	1.0928	0.0618	0.0243	6.88	319.81	16.07	7.11	5.96
50	1.3908	0.0596	0.0278	4.94	402.29	16.50	8.05	4.70
56	1.7405	0.0583	0.0311	1.04	499.20	16.15	8.91	1.04

第11表 材積及び重量生長經過——供試木 2

令 階	材 積				重 量			
	總生長量 m <sup>3</sup>	連年生長量 m <sup>3</sup>	平均生長量 m <sup>3</sup>	生長率 %	總生長量 kg	連年生長量 kg	平均生長量 kg	生長率 %
5	0.00008	0.00002	0.00002	—	0.03	0.006	0.006	—
10	0.0075	0.0015	0.0008	247.83	2.40	0.47	0.24	244.11
15	0.0290	0.0041	0.0019	31.16	8.51	1.22	0.57	28.87
20	0.0825	0.0107	0.0041	23.23	24.33	3.16	1.22	23.37
25	0.1825	0.0204	0.0074	17.47	55.45	6.22	2.22	17.91
30	0.3610	0.0353	0.0120	14.37	108.05	10.52	3.60	14.27
35	0.5298	0.0338	0.0151	7.98	160.25	10.44	4.58	8.20
40	0.8051	0.0551	0.0201	8.73	235.38	15.03	5.88	7.99
45	1.1165	0.0623	0.0248	6.76	318.20	16.56	7.07	6.21
50	1.4244	0.0616	0.0285	4.99	406.33	17.63	8.13	5.01
56	1.6666	0.0404	0.0298	1.03	474.92	11.63	8.48	1.03

第12表 材積及び重量生長經過——供試木 3

令 階	材 積				重 量			
	總生長量 m <sup>3</sup>	連年生長量 m <sup>3</sup>	平均生長量 m <sup>3</sup>	生長率 %	總生長量 kg	連年生長量 kg	平均生長量 kg	生長率 %
5	0.00006	0.00001	0.00001	—	0.02	0.005	0.005	—
10	0.0095	0.0019	0.0010	275.36	3.07	0.61	0.31	265.29
15	0.0478	0.0077	0.0032	38.14	15.06	2.40	1.00	37.48
20	0.0910	0.0087	0.0046	13.76	29.58	2.90	1.48	14.45
25	0.1461	0.0110	0.0058	9.91	48.64	3.81	1.95	10.46
30	0.2124	0.0133	0.0071	7.78	71.74	4.62	2.39	8.08
35	0.2800	0.0135	0.0080	5.69	93.06	5.26	2.80	6.45
40	0.3869	0.0214	0.0097	6.69	135.45	7.48	3.39	6.67
45	0.4982	0.0223	0.0111	5.19	171.36	7.18	3.81	4.82
50	0.6315	0.0267	0.0126	4.85	216.55	9.04	4.35	4.79
56	0.7881	0.0261	0.0141	1.04	269.91	8.89	4.82	1.04

第13表 材積及び重量生長經過——供試木 4

令 階	材 積				重 量			
	總生長量 m <sup>3</sup>	連年生長量 m <sup>3</sup>	平均生長量 m <sup>3</sup>	生長率 %	總生長量 kg	連年生長量 kg	平均生長量 kg	生長率 %
5	0.00009	0.00002	0.00002	—	0.04	0.007	0.007	—
10	0.0082	0.0016	0.0008	246.81	2.95	0.58	0.30	241.06
15	0.0506	0.0085	0.0034	43.76	17.72	2.95	1.18	43.09
20	0.1362	0.0171	0.0068	21.90	46.52	5.76	2.33	21.29
25	0.2282	0.0184	0.0091	10.87	80.50	6.796	3.22	11.59
30	0.3189	0.0181	0.0106	6.92	114.53	6.805	3.82	7.31
35	0.3911	0.0144	0.0112	4.17	144.84	6.06	4.14	4.81
40	0.4553	0.0128	0.0114	3.09	171.13	5.26	4.28	3.39
45	0.5241	0.0138	0.0117	2.86	196.11	5.00	4.36	2.76
50	0.5686	0.0089	0.0114	1.64	212.31	3.24	4.25	1.60
56	0.6030	0.0057	0.0108	1.01	224.87	2.09	4.02	1.01

第14表 標準容積密度數

供 試 木	標準容積密度數 kg/m <sup>3</sup>
1	287
2	285
3	342
4	373
平 均	322

材を形成するとは限らぬ様である。此の事は前報カラマツ、オウシウトウヒの場合に就ても見られた處である。

## 6 林分の重量生産量

各供試木を一應各所屬直徑級の標準木と見做して、各直徑級毎に材積および重量生産量を次式によつて計算した。

Fig. 6 生長曲線 (供試木 1)

Increment curve — Sample No. 1

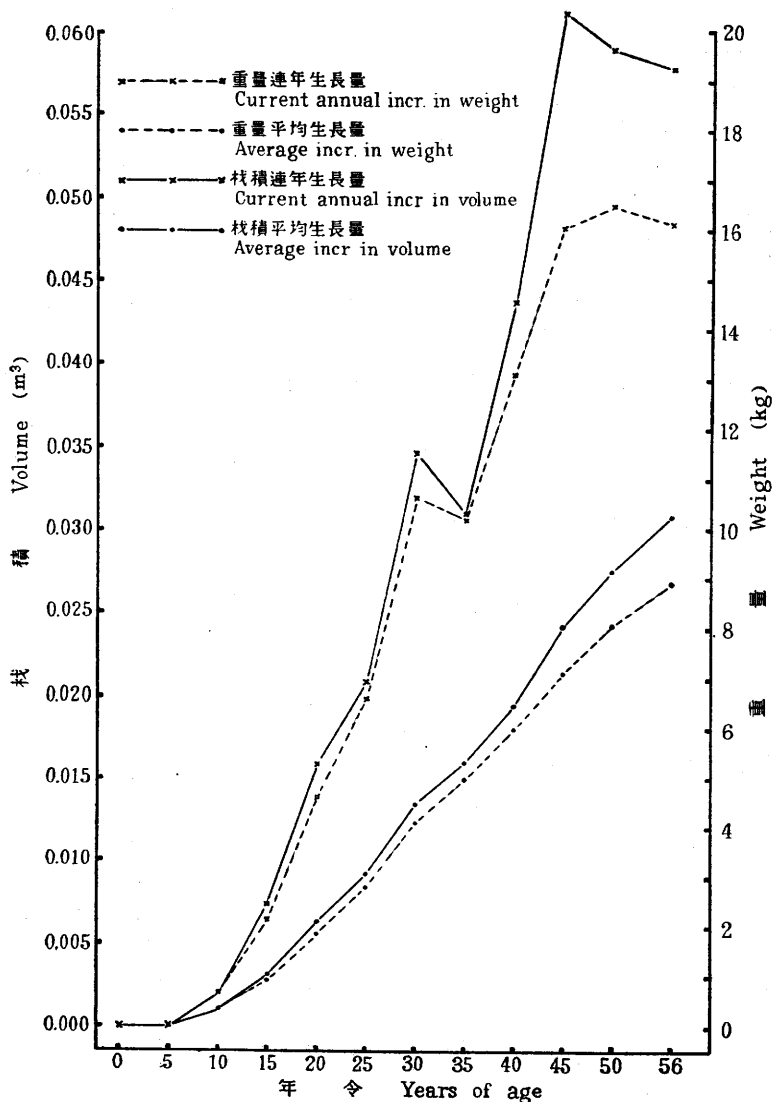
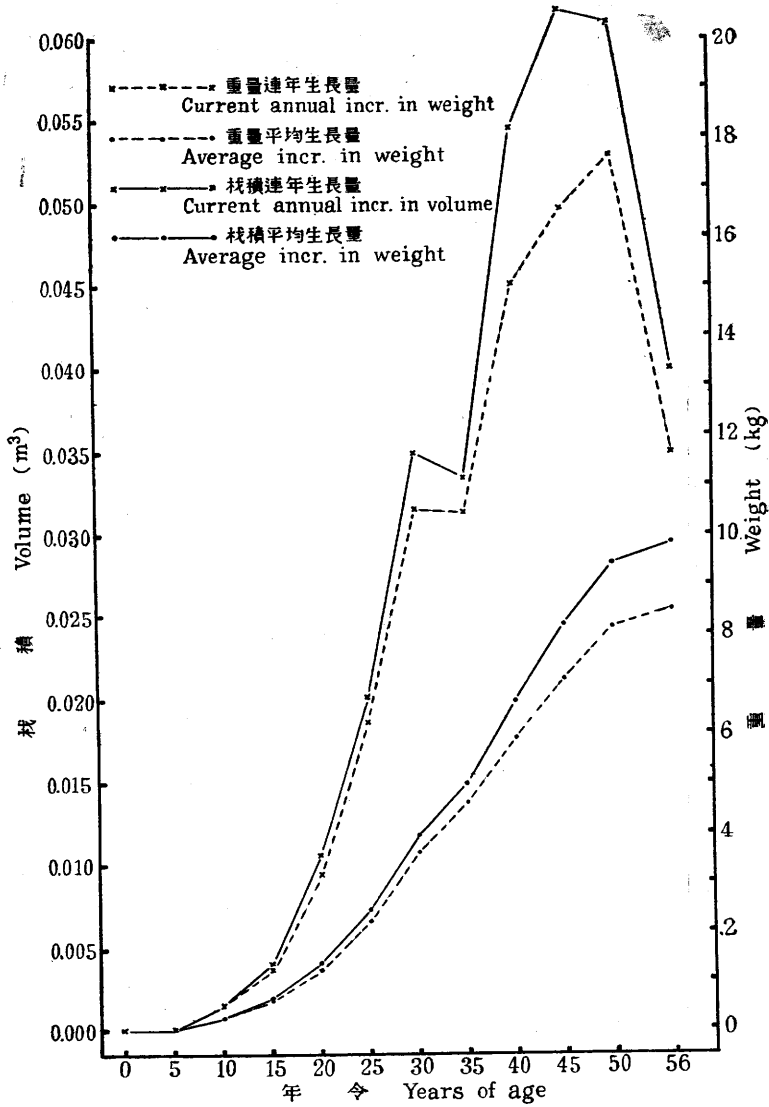


Fig. 7 生長曲線 (供試木 2)

Increment curve — Sample No. 2



$$\text{直徑級材積 (樹皮を除く)} = \text{標準木材積計 (樹皮を除く)} \times \frac{\text{直徑級胸高斷面積合計}}{\text{標準木胸高斷面積計}}$$

$$\text{直徑級重量} = \text{標準木重量計} \times \frac{\text{直徑級胸高斷面積合計}}{\text{標準木胸高斷面積計}}$$

之を各々合計して標準地材積および重量生産量が得られるが, 1ha 當りに換算して第 15 表となる。尙年平均生産量を前報の結果と並示すれば第 16 表となる。

Fig. 8 生長曲線 (供試木 3)

Increment curve — Sample No. 3

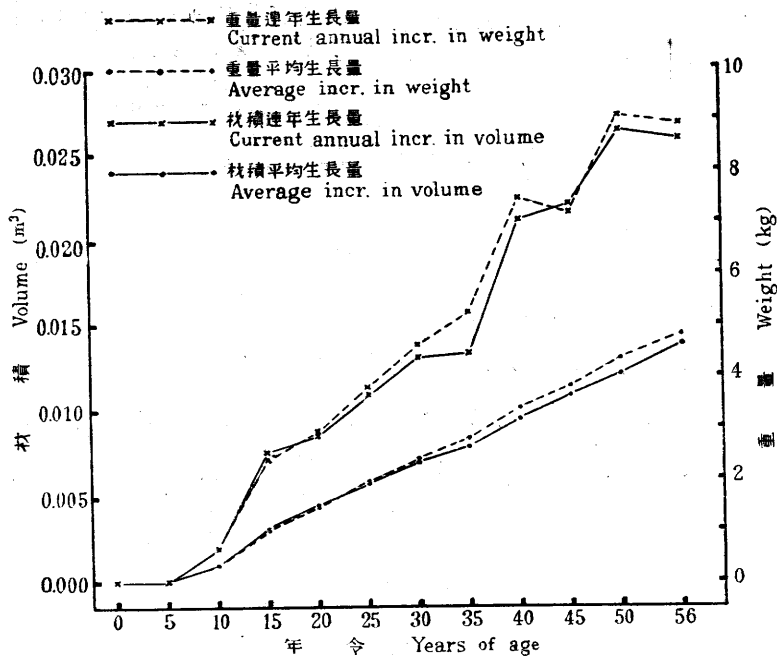
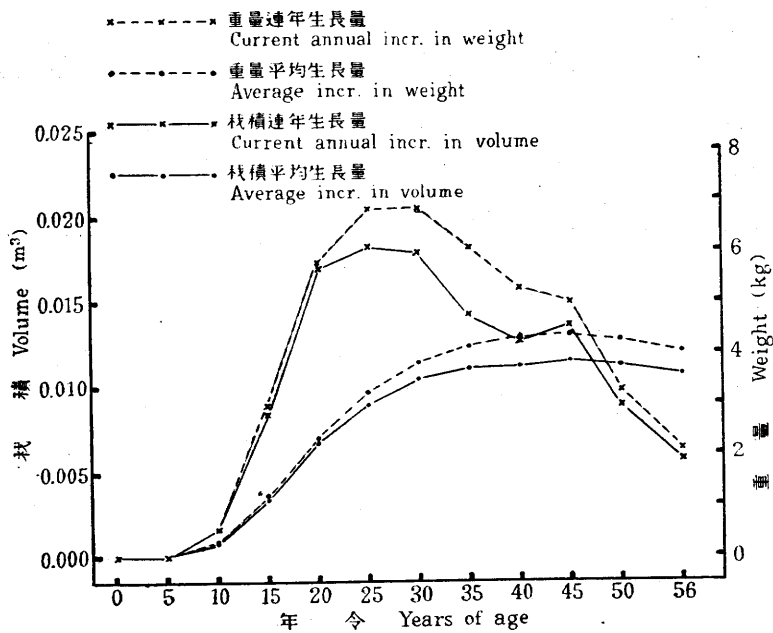


Fig. 9 生長曲線 (供試木 4)

Increment curve — Sample No. 4



第15表 林分の材積及び重量生産量 (1ha 當)

種 別	總生産量 (56年)	年平均生産量
材積(樹皮を除く) m <sup>3</sup>	473.45	8.45
重量 kg	147,777	2,639

第16表 林分の重量年平均生産量の比較 (1ha當)

林 分	樹令	重量年平均 生産量 kg
富士演習林産カラマツ	30	1,199
秩父演習林産オウシウトウヒ	30	2,433
茨城県大子産スギ	56	2,639

## V 摘 要

茨城県久慈郡大子地方の樹令 56 年のスギ植栽林に就て 4 本の供試木を選び、各單木内に於ける容積密度數の分布を求め、之に基いて單木および林分の重量生長を求めた。個體による特異性がかなり大きいと考えられるが、概ね次の事項を抽出する事が出来る。

(1) 1 個體の容積密度數の頻度曲線は概ね輕微な左偏形を示す。中には双峯形を示す個體もある。全體の容積密度數の頻度曲線は双峯形を示す。變異の程度はカラマツおよびオウシウトウヒの場合より幾分大きい。

(2) 單木内に於ける容積密度數の分布は個體によつて區々であるが、概ね次の傾向が認められる。樹體の最下底中心部と樹梢部とは重い。樹梢部の重い材の部分は樹心に沿うて下方に擴がる。樹高の  $\frac{1}{2}$  乃至  $\frac{1}{3}$  以下に於て樹心を中心としたかなり廣い領域に輕い材がある。30~40 年の間に於て重い材が鞘狀に形成される。40 年以上の最外側には輕い材がある。根張りの部分の材は極めて輕い。

(3) 平均年輪幅と容積密度數の間には一次的相關々係が認められない。

(4) 單木の重量生長の経過は殆んど材積生長に平行している。たゞし 4 例中 3 例迄重量連年生長量最大が材積連年生長量最大より 5 年おくらせている。平均生長量最大を過ぎた 1 例では重量と材積の平均生長量最大同年との結果を得た。

(5) 單木の標準容積密度數は 285~373 kg/m<sup>3</sup>、平均 322kg/m<sup>3</sup> である。幹級と容積密度數との關係は明確でないが、材積生長の小なるもの程重い材を持つ傾向がある。たゞし最も材積生長のよいものは材が最も輕いとは限らない。

(6) 樹令 56 年の林分としての 1ha 當りの重量總生産量は 147,777kg、年平均生産量は 2,639 kg である。

## VI 引 用 文 献

- (1) 平井信二: パルプ資材としての北海道産樹種の研究並に其の育林的考察 (第 4 報) アラトドマツ及カラマツ林の重量生産成果 昭和 17 年度日本林學會論文集 257~269 頁 (1943)
- (2) 平井信二: 林木の重量生長に関する研究 第 1 報 富士演習林産カラマツ 東大演習林報告 35 91~105 頁 (1947)
- (3) 平井信二: 同上 第 2 報 秩父演習林産オウシウトウヒ 東大演習林報告 33 139~152 頁 (1950)

- (4) TRENDELEBURG, R. : Ueber Stammwuchsuntersuchungen und ihre Auswertung in der Holzforschung. Holz als Roh- u. Werks. I. S. 3~13 (1937)
- (5) 渡邊治人：人工杉林の樹幹に於ける容積重の分布に就いて 昭和14年度日本林學會講演集 466~467 頁(1939), 日本林學會誌 21 549~558 頁(1939)

### Résumé

Four sample trees of *Cryptomeria japonica* D. DON (Sugi) of 56 years of age were taken from an artificial stand in Daigo district, Ibaragi Prefecture. The distribution of the bulk density, "Raumdichtezahl" by R. TRENDELEBURG, within the stem of each sample was examined, and from this result the weight increments of individuals and that of the stand were calculated. The results of this study are as follows:

(1) The frequency curve of the bulk density of one individual indicates a slightly left-inclined type but an instance (No. 4) which has a two-peaked type. The total curve indicates a two-peaked type. The variation-width is comparatively large (Fig. 1).

(2) Each sample has its specific distribution map of the bulk density respectively as shown in Figs. 2~5, but the following general tendencies are found. The wood is heavy at the central parts of the tree base and at the tree-top. The heavy area at the tree-top extends downward along the center. Light wood is formed in fairly extensive area around the center under  $1/2 \sim 1/3$  of tree height where the diameter growth is better. Heavy wood is formed sheath-like at the portion of 30~40 years of age, and light one is formed at the outest part over 40 years of age though in that portion the diameter growth is small. The wood at the butt-swelling is extremely light.

(3) There is no correlation of 1st degree between the ring-width and the bulk density of the wood.

(4) The weight-increments of the samples run almost parallel to their volume one, but the maximum of the current annual increment of weight comes 5 years later than that of volume in three of four trees. In the case of the only instance which passed the maximum of the average increment, the maximum age coincides as to volume and weight (Figs. 6~9).

(5) The standard bulk densities of the individual trees, which are obtained by dividing the total weight-increment by the volume one, are 287, 285, 342 and 373 kg/m<sup>3</sup> respectively, and the mean is 322 kg/m<sup>3</sup>. Although the relation between the stem-class and the weight of its wood is somewhat uncertain, there is a tendency that the more inferior the tree becomes, the heavier the wood is. But the tree which indicates the best volume increment does not have the lightest wood.

(6) The total produce per 1 ha of this researched stand amounts to 147,777 kg in weight, 473.45 m<sup>3</sup> in volume and the average annual produce 2,639 kg in weight, 8.45 m<sup>3</sup> in volume. The result is summarized in the following table with that of other species formerly reported by the author.

Species	Locality	Years of age of tree	Average annual produce in weight per 1 ha
<i>Larix leptolepis</i>	Fuji University Forest, Yamanashi Pref.	30	kg 1,199 *
<i>Picea excelsa</i>	Chichibu University Forest, Saitama Pref.	30	2,433
<i>Cryptomeria japonica</i>	Daigo district, Ibaragi Pref.	56	2,639

\* This stand is extremely inferior in growth, for its produce in volume and in weight indicates below 1/3 of that of other stand in Hokkaidô.