

# 芦生演習林スギ天然林の施業計画に関する基礎資料

## 第 Ⅱ 報

天然生のスギ立木に対する樹高表・形数表及び材積表について

柴 田 信 男

Nobuo SHIBATA

The Fundamental Data for Management Plan of the natural Forest of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) in the Kyoto University Forest in Ashiu-District

〔Ⅰ〕

On the Tree Height Tables, Tree Form Factor and Volume Tables for the natural Forest of Sugi.

### 目 次

は し が き	1	3. 形数表の作成	15
I 樹高表の作成	2	4. 要 約	17
1. 目 的	2	Ⅲ 立木材積表の作成	19
2. 調査地の概況	2	1. 作成の趣旨	19
3. 調査の方法	3	2. 材 料	19
4. 調査結果のとりまとめ	4	3. とりまとめ	20
Ⅱ 胸高形数表の作成	14	(附) 直径及樹高の函数とした材積表	23
1. 作成の趣旨	14	4. 吟 味	26
2. 材 料	14	Ⅳ 摘 要	26

### は し が き

京都大学芦生演習林は面積約4300haを占め、大径のブナ、ミヅナラ、ミヅメなどの広葉樹林といわゆるウラニホン系の天然生のスギ林及びそれらの混交林がいまなお原始的な様相をとどめ、まさに本州中部の天然林の代表的森林景観をそなえている。(Photo.1,2)これはこのような森林植生の推移を究め、合理的な施業法を樹立することが学術上極めて重要な問題であるとして、歴代の本学関係者によつてその保存に極力つとめられた賜であるといわねばならない。一方これらの森林を対象とする研究や調査も各方面より進められて来たのであるが、就中名誉教授佐藤弥太郎先生は在官当時、現上田教授等とともに昭和2年頃より種々の目的を以つて多数の試験地を設定せられ、多くの資料が集められた。筆者は両先生の助手として直接その調査に当つて来たのであるが、筆者の不敏と戦時の空白時代と戦後研究面の急転廻などによりそれらの調査の結果を取纏めて報告する機会を得られなかつた。

\* 第1報は此の報告と同様の目的を以てなされた(芦生演習林におけるスギ天然林の研究)第1報(日本林学会誌大会号, 昭和14年3月をこれにあてることにする)

一方芦生演習林は前述のように、その原生林に近い自然植生が学術上得がたい資料であるとしてこれが保存につとめられ、積極的な伐採は極力これをさけられて来たのであるが、終戦とともに台湾・樺太・朝鮮の演習林をうしなつて以来、種々の事情により年々5,600m<sup>3</sup>（2万石）前後の伐採を余儀なくされるに至つたのである。

芦生演習林の天然生スギ林が計画的に年々多量の伐採を開始されたのは昭和28年（1953）以来のことで、かつ当分このような伐採（photo.3）は現行演習林予算制度の改正せられない限り継続されねばならない事情に立至つている。したがつて直営伐採・その伐採跡地の施業等に関する計画樹立のために参考となる資料が必要となつて来た。ここに既往の調査結果と最近の断伐事業実施に当つて調査したことなどを集めて〔演習林の施業に関する基礎資料〕としてまず緊急に必要な事項からはじめ、今後引続いて報告することになつた次第である。そこでまず第1に必要なのは、林分の蓄積あるいは生産処分材の材積を推定するのに必要な基礎資料であると考えられる。本報告の調査資料そのものは古い再調査を困難とし、他面それから導かれる結果は現森林の施業上十分に適用し得るものであるのでまず材積測定上の基礎となる諸因子について報告することにした。ここに佐藤・上田両先生に謹んで深甚の敬意と謝意を捧げる次第である。また図の作成に当つては植野勘治氏の援助を得たことを記して謝意を表す。なお本報告は地方演習林の一般の方々にと考え、やや解説を加えておくことをを承願したい。

## 1 樹高表の作成（芦生演習林天然生のスギの胸高直径と樹高との関係）

### 1 目的

立木材積は一般に  $V = ghf$  すなわち  $V = \frac{D^2}{4} \pi hf$  式を用いて求めらる。

$V$ ……材積	$g$ ……胸高断面積
$D$ ……胸高直径	$\pi$ ……円周率
$h$ ……樹高	$f$ ……胸高形数

$\frac{D^2}{4} \pi$  は胸高断面積である。樹高  $h$  は測高器を用いて測定することができるが、林内では梢端部を望見することが困難な場合があり、かつ測高器までの距離の測定等煩雑で、多数の立木について一々測高器を用いて測定することは少なく目測による場合が多い。しかしながら、目測によるとしてもそれには熟練を必要とし、また胸高直径測定者が同時に樹高を目測することは熟練者といえども相当の誤差のあることを承知せねばならない。かつ立木処分または直営の伐採計画において、広面積にわたり短期間に調査を実施する必要がある時、数組に分れて多くの測定者により調査が行われるとすれば目測はさらに大きい個人誤差のあることは免れない。かかる場合にはむしろ信頼するに足る胸高直径対樹高の関係表を用いる方が簡便であり、実用上満足すべきであると思う。筆者は佐藤・上田両教授が設定せられたスギ天然林の撫育試験地において樹高測定を担当し、胸高直径並に樹高の測定は当時出来るだけ厳密に行つたのであり、それに1部は皆伐区の伐倒木について調査されたもの1300本近くに及ぶ資料を合せてその数は3500本に余ることになるので、それらのデータを用いて樹高表を作成することにした。

### 2 調査地の概況

樹高表作成にあたり、胸高直径または胸高周囲対樹高の関係を求めた調査地は下記の6ヶ所である。

Table 1. 調査地の概況

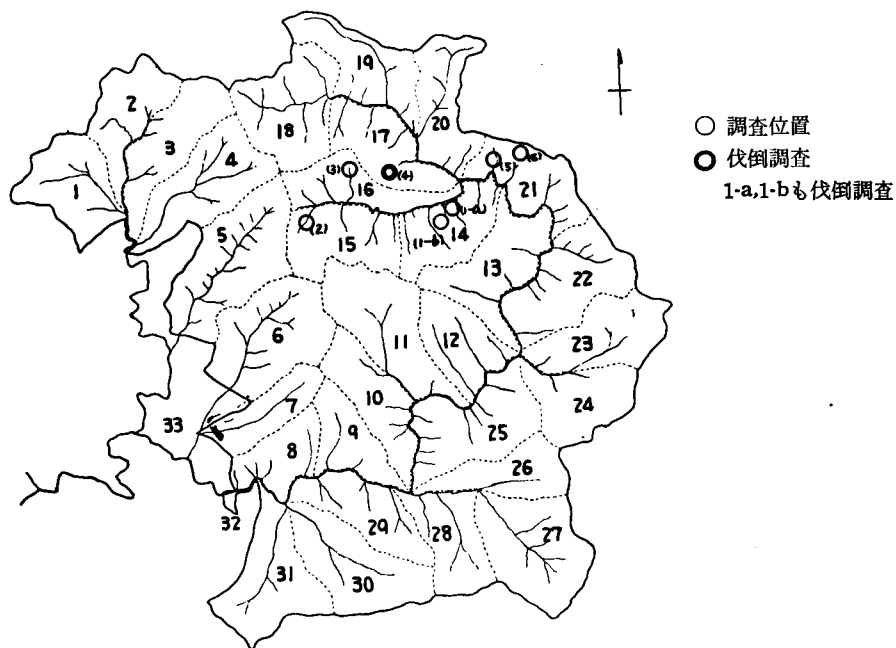
林班	地名	傾斜方位	調査本数	胸高直径の範囲 (cm)	樹高の範囲 (m)
14	※△ 2の谷, 3の谷	北面	313	20 ~ 54	9 ~ 26
15	オオの谷	南面	275	12 ~ 56	5 ~ 28
16	池の谷	北面	848	8 ~ 56	4 ~ 21
17	△ 長治谷	北東面	891	16 ~ 56	7 ~ 24
21	ホホ谷	東面	966	6 ~ 64	3 ~ 25
21	大谷	北東面	208	6 ~ 52	7 ~ 22

※は 伊藤 植野氏等の作業工程調査のデータより

△は 伐倒木について調査

樹高調査地の位置は Fig.1 に示したようで、芦生演習林全区域から見るとやや北東隅に偏在しているかに思われるが、芦生演習林内の天然生スギの分布区域特に天然生スギ林に対する集約的な施業の可能な地域の中心をなすものというべく、本調査地域の結果を芦生演習林の天然生スギに対し、広く適用して差支えないものとするものである。

Fig. 1 調査地位置図 (縮尺約  $\frac{1}{100,000}$ )



### 3 調査の方法

胸高直径は、伐倒木以外は胸高周囲より円と見做して換算した。胸高周囲はスチールテープでmmまで測定した。胸高は原則として地上1.3mとしたが、天然生スギでは熊剥ぎ等のために腐朽部があったり、偏心のはげしい部分があるのでそのような場合には上下に多少移動したことがある。

樹高測定は特に此の目的のために考案（主として佐藤・上田両教授の創案）した測桿を用いた。測桿は1.5cm角、長さ2.0mで一端はねじ込みまたは僅かに廻転することによつてつなぎ合せて固定しうる

ように金具がつけてある。測定者は3人乃至5人を1組とし、樹上に1人または2人登っており、地上に1~2人おつて測桿を次々につなぎ合せて上方におくる。樹上のもはその測桿を樹幹に沿わせて曲らないよう垂直に保ちつつ梢端と同一の高さに達するまで静かに上昇させる。別の観測者は梢端がなるべく水平的によく見える位置に立ち、梢端と測桿との高さを見比べて両者が一致するまで上下させる。

かくして梢端より胸高周囲測定的位置までの長さを最下端の測桿の目盛によつて知ることが出来る。樹高はその長さとして地上より胸高周囲測定点までの長さを加えたものである。

さて単に胸高直径対樹高の関係を求めるには、胸高直径は輪尺で2cm括約に測定した値で充分であり樹高も測高器を用いて測る程度でよいのであろうが、本調査の原資料は撫育伐の影響を5ヶ年毎に調査する目的のものであつたから、天然生スギのような肥大成長も樹高成長も遅々としているものを混じている場合には、当時このような測定を必要と考えたからである。

このような調査でも多少の測定誤差はまぬがれないこと、またこのような調査は当時であつたからこそ出来たのであることを附記しておきたい。

なお同一調査木について5ヶ年後または10年後に再調査した数値も同様に取扱つた。

#### 4 調査の結果のとりまとめ

##### 1) 相関表の作成

調査の結果からまづ胸高直径に対する樹高の相関表を作成した。すなわち Table 2A (1)~(6)に示すようであつて、胸高直径対樹高の相関係数は Table 2-B のようであることが判つた。

Table 2-B 胸高直径と樹高との相関係数

林 班	地 名	相関係数	林 班	地 名	相関係数	林 班	地 名	相関係数
14	2の谷.3の谷		15	オオの谷	0.903	16	池の谷	0.872
17	長治谷	0.647	21	大谷	0.945	21	ホホ谷	0.901

すなわち胸高直径と樹高との間には高度の相関関係がある。

##### 2) 樹高曲線の作成

次に常法により方眼紙に胸高直径をX軸にとり、樹高をY軸にとつて測定された樹高を図上に Plot し、また算術平均値または移動平均値を目標に加えて曲線を描き、さらにその曲線をなだらかにして1本の自由曲線を得た。これらのグラフは大形の方眼紙を用い樹高をcm単位まで読めるようにした。Fig. 2の(1)~(6)はそれらの縮図である。(11頁)

Table 2-A 胸高直径と樹高との相関表

(1) 14林班：2の谷・3の谷調査地

樹高 (m)	胸高直径 (cm)																					
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	58	64	66	
6																						
7																						
8																						
9		1	1																			
10	1			1																		
11		2	3	1	1	1					1											
12	3	4	1		1	1				1												
13	1	6	3	2	3						1		2									
14	1	3	5	7	2	2	1	2		1												
15		2	1	7	2		2			1		1										
16	1	4	3	2	2	4	4	3		1	1			1	2							
17		2	4	5	4	5	1	2	3	3				1	3	1						
18	1	1	3	4	2	5	1	8	2	2	4	1		1	3							
19			2	5	1	3	4	2	2	1	3	3	2	3	2	1						
20					2	1	1	4	6	7	2	5	4	6	1	1	1	1				
21			1		1					1	3	3	4	4	3	2						
22					2				2	2	3	2	3		1	1	1	1				1
23									1	1		2	1		3		1					
24											1		2			1					1	
25												1										
26												1										
計	8	25	27	34	23	22	14	24	17	24	21	20	13	21	13	4	2	1	1	2	1	
平均	13.3±2.8	13.9±2.2	15.2±3.0	15.8±2.4	16.5±2.3	16.6±2.3	17.2±1.9	18.3±2.3	19.5±1.9	19.0±2.8	19.6±3.7	20.4±2.0	18.7±2.9	19.7±2.0	19.1±2.5	20.2	21.2	20.2	24.1	18.5	22.3	

※ 標準偏差は径級別本数5本以下の分は省略した。

以下同断

Table 2-A 胸高直径と樹高との相関表  
(2) 15林班：オオの谷調査地

樹高 (m)	胸高直径 (cm)																							
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	
5		1	1																					
6	1	2	1																					
7	1	7	3	1	1																			
8	3	11	4	4	2																			
9	1	7	13	6	9		1																	
10		2	9	4	8	3																		
11		1	8	6	3	3	2	1																
12		1	4	3	4	5	4	2																
13						5	6	4	3	1														
14					1	2	4	5	7	2					1									
15				1	3	2	3	3	4	5	3	1												
16						1	1	1	3	1		3	1											
17						1	1			3	3	1	1						1					
18								1			1	3							1					
19										1	1		2	1	1	3								
20											1	1	1				1							
21											1	1		1						1	1			
22													1		1									1
23															1	2								
24																1	1					1		
25														1						1				
28																								1
本数計	6	32	43	25	28	22	22	17	17	13	10	10	7	3	3	7	1	2	3	1	1	1	1	1
平均 ※	7.7±1.1	8.1±1.8	9.4±1.5	10.3±1.8	10.9±2.5	10.4±2.4	13.6±1.8	13.8±1.6	14.4±1.0	15.4±1.6	17.4±2.1	17.6±2.0	18.2±2.6	21.7±2.3	20.1	21.0	24.4	16.6	23.5	20.5	21.9	27.7	21.5	

※ 樹高の平均値はCm単位まで測定した値による

Table 2-A 胸高直径と樹高との相関表

(3) 16林班：池の谷調査地

胸高直径 (cm)	樹高 (m)																										
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56		
4	1	1	1																								
5	1	12	4	5																							
6	1	23	34	16	1	1	2																				
7		13	37	21	7	4		1																			
8		5	21	25	18	9	4	2	1																		
9		1	14	24	12	10	11	2	1																		
10			2	11	20	21	16	6	1	1	1																
11			2	2	11	21	15	13	12	5	2	2		1													
12				1	1	11	23	11	11	2	7																
13					2	4	13	10	8	7	5	4	4	1	2												
14						1		1	9	9	8	8	4	2	2	5											
15									2	8	14	4	4	5	5	3	2	1			1						
16										2	6	11	9	4	2		2	1									
17											4	3	3	2	7	7	5	2	2	4				2	2	2	
18														7	2	1	2	1	1		1	2		1		1	
19															2	1	5	2		1						1	
20																2	1	1	1		3						
21																						1					
計	3	55	115	105	73	71	85	56	57	46	41	34	25	26	20	8	7	4	5	3			1	2	2	4	
平均																											
※	4.7—	6.2±1.0	7.0±1.2	7.8±1.4	9.8±2.2	9.8±2.2	10.8±0.5	11.7±1.8	12.9±2.1	14.0±1.8	14.0±1.9	15.5±2.1	15.6±1.7	16.3±2.9	15.8±2.4	16.6±1.8	17.5±1.7	16.8—	19.8±0.2	16.8—	16.8—	17.5—	17.5—	16.7—	17.1—	17.8—	

※ 平均値はcm単位迄測定した値による

Table 2-A 胸高直径と樹高との相関表

(4) 17林班：長治谷調査地

樹高 (m)	直径 (cm)																					
	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	
8			1		3	1																
9			2	6	3																	
10	1	1	11	11	3	4	2															
11	1	1	16	10	9	6	4	4	2	1												
12	1	2	14	15	11	9	11	4		1	2			1								
13		2	17	24	20	14	11	11	4	7	2											
14			8	17	30	26	7	12	6	3	4	1		1								
15			7	8	32	16	18	16	21	10	6	2	2	1	2				1			
16		1	1	4	12	20	23	15	14	6	7	5	1			1			1			
17				3	2	12	17	15	8	9	11	5	2	1	2	3						
18				2	3	3	5	8	13	8	7	1	9	6	2	2						
19							1	3	5	5	1	5	4	5	1	1	3	1	1			
20							1	1	5	2	1	3	2	1	2		2				1	
21									2		2	5	2	1	1							
22											1			1	2							
23																2						
24																						1
本数計	3	7	77	100	128	111	100	88	80	52	44	27	23	18	12	9	5	3	1	1	1	
平均 ※	11.2	12.2±1.7	11.9±2.5	13.2±2.1	13.7±2.0	14.3±2.0	14.8±1.3	14.7±4.8	16.2±2.1	15.9±2.9	16.8±2.3	17.9±3.0	17.9±1.8	17.9±2.3	18.7±2.1	18.7±2.8	19.5	16.4	19.2	19.8	24.4	

※平均値はcm迄測定した値による



Table2-A 胸高直径と樹高との相関表

(5) 21林班：大谷調査地

胸高直径 (cm)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	
2	1																								
3	16	4																							
4	12	16	4	1																					
5	5	10	5																						
6	1	2	5	6	1																				
7			1	3	4	2	1																		
8			1	2	5	4																			
9				2	4	3	4	1		1															
10					3	1	3	3	1		2	1													
11						1	3	3	3																
12							1	4	2	2															
13								1	1	1	2		1	1											
14								1	1	1	1	3		1		1	1								
15									2		2							1							
16										1						1		1							
17													3	1		1		1						1	
18																1	2	2	1						
19															1	1		2	1						
20																			1	1					
21																					1		1		
22																						1			
本数計	35	32	16	14	17	11	13	9	10	7	10	3	5	3	4	4	8	4			1		1		1
平均 ※																									
	3.7±2.3																								
		4.3±2.2																							
			5.4±2.9																						
				6.8±1.5																					
					8.2±1.2																				
						8.6±1.2																			
							8.4±1.7																		
								11.0±1.8																	
									11.8±1.0																
										13.1±2.1															
											12.9±2.0														
												13.5—													
													15.7±2.2												
														16.6—											
															16.8—										
																16.6—									
																	17.9±1.5								
																		18.6—							
																			20.8—						
																				20.8—					
																					20.8—				
																						20.8—			
																							17.5—		

※ 平均値はcm単位迄測定した値による

Table2-A 胸高直径と樹高との相関表

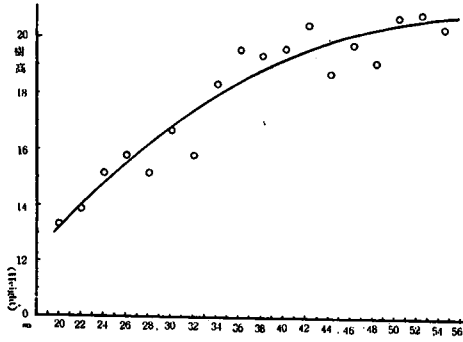
(6) 21林班：ホホ谷調査地

胸高直径 (cm) 樹高 (m)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	
3			1																												
4			3																												
5			2	9	7	1	1	2																							
6			1	33	30	12			1																						
7				15	37	19	12	4																							
8	1		5	20	33	15	6		1																						
9			1	7	21	25	15	7	3		2	1																			
10				2	12	20	16	14	5	2	2	1																			
11				1	5	6	16	13	14	9	5	2	1																		
12					4	2	14	17	17	14	9	7	1	1																	
13						2	5	4	18	16	15	7	4	2	2																
14							1	1	2	9	6	17	10	5	1	2	1	1							1						
15								1	1	6	9	7	10	8	5	6	1	1	2	1	1	1	1	1	1						
16									1	3	5	9	7	11	5	6	3	3	1	1	2										
17										1	2	2	3	8	9	3	3	4	3												
18											2	1	5	3	4	6	2	1	4	2											
19										1			1	3	6	3	4	1			1										
20														1	2		1	1	2	1					1		1				
21																1	1	1			1				1		1				
22													2				1	1			1										
23																							1								
24																2	1				1										
25																								1			1				
本数計	1	3	67	104	107	84	80	59	74	60	75	52	32	35	30	24	21	19	10	10	7	1	5	4		2				2	
平均 ※	7.9	5.4	6.1±0.9	6.9±1.7	8.3±1.4	9.0±1.7	10.2±1.8	11.1±1.5	12.3±1.6	12.9±1.0	13.4±1.9	14.1±1.9	15.3±2.2	16.2±1.7	16.8±1.9	17.6±2.6	18.1±2.4	17.9±1.9	17.9±2.8	18.9±2.7	17.9±2.8	17.9±2.8	16.4	16.5±1.8	20.9		20.2		20.3		

※ 平均値はcm単位迄測定した値による

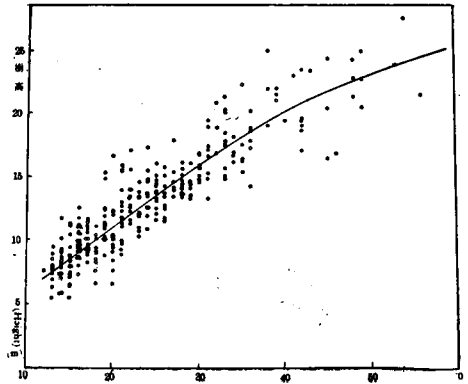
Fig.2 胸高直径対樹高曲線

(1) 14林班：2の谷及3の谷



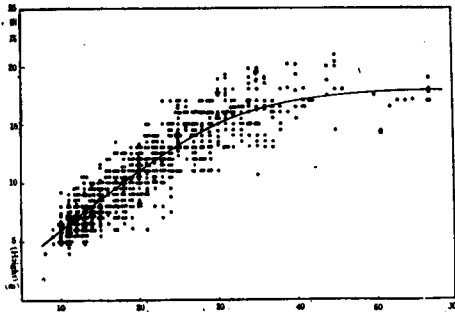
胸高直径 (D. b. h.) (cm)

(2) 15林班：オオの谷



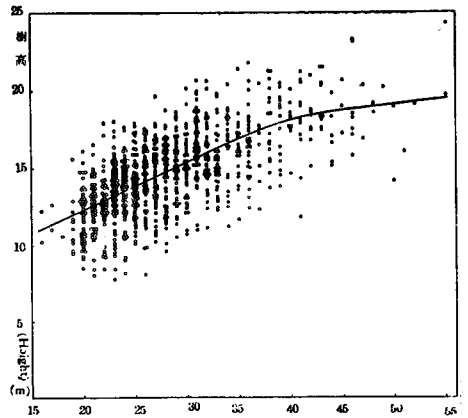
胸高直径 (D. b. h.) (cm)

(3) 16林班：池の谷



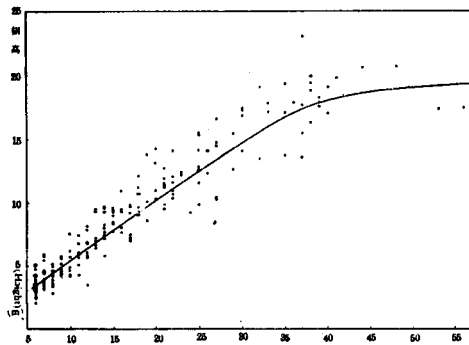
胸高直径 (D. b. h.) (cm)

(4) 17林班：長治谷



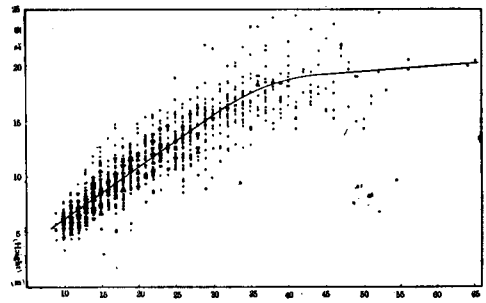
胸高直径 (D. b. h.) (cm)

(5) 21林班：大谷



胸高直径 (D. b. h.) (cm)

(6) 21林班：ホホ谷



胸高直径 (D. b. h.) (cm)

また別に半対数方眼紙、両対数方眼紙上に同様の方法で曲線を描いたところ半対数方眼紙では中凸の曲線となり、両対数方眼紙ではほぼ直線になった。ただし両対数方眼紙を用いた曲線は調査地により多少ちがうが、ほぼ胸高直径 38~42cm の点を境としてそれ以下の胸高直径では急勾配の直線となることが判つた。

### 3) 樹高表の作成

胸高直径に対する樹高表は平滑された自由曲線 Fig.2 (1)~(6)の原図よりこれを求めた。Table 3がそれである。(13頁)

この場合自由曲線の修正資料として方程式を用いることも考へた。すなわち

直径と樹高との関係を示す方程式としては

樹高= $y$  直径= $x$ とする時

$$(1) y = ax + bx^2$$

$$(2) y = ax + bx^2 + c$$

$$(3) y = ax^b$$

$$(4) y = ax^b + c$$

等があげられているが、前にも述べたように両対数方眼紙による曲線が胸高直径 38~40cm において勾配が変るがそれ以下あるいは以上においてはほぼ直線をなすことより(3)式を用い屈曲線の上下別に最小二乗法で常数  $a$ ,  $b$  を計算して樹高を求めて見た

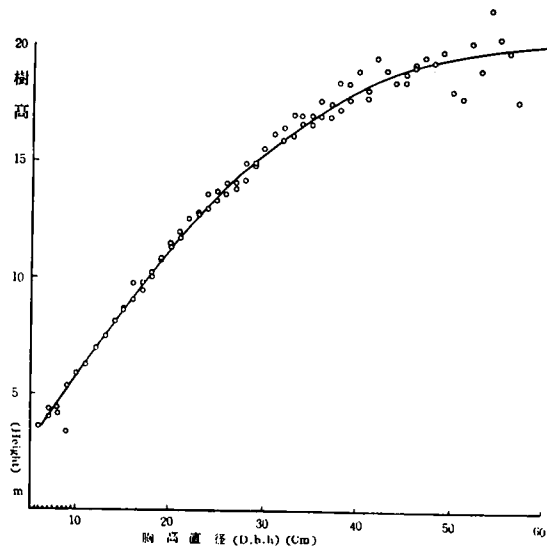
これを平滑された自由曲線より求めた値と比較して見たところ、場合により比較的両者が近似値を示す場合があるが、最小二乗法による値は多くは過大または過小の値を示すように思われる。

そこで樹高曲線を材積算定の基として利用するような場合には複雑な最小自乗法の計算をやる必要はなく自由曲線をえがくことは実務上当を得たことであろうと木梨氏※も述べておられるので今回は自由曲線より得られた値を採用することにした。調査本数が多いので信頼するに足るものとする。

Table 3 は樹高を各林班別にまたはこれらと相似た林相別に求める必要のある時に用いられるように作成したものである。

次に芦生演習林全域の天然スギに適用しうる樹高表をと考えて 6 試験地の全平均値より樹高曲線を描きFig.3を得た。この自由曲線より求めた樹高表はTable 4のようである。(22頁)

Fig. 3 樹高曲線 (6 調査地の全平均より)



※ 木梨謙吉 (1954), 推計学を基とした測樹学 P.171

Table 3 樹高表 Tree height table (1) (自由曲線より)

胸高直径 Diameter breast high(cm)	平均樹高 Average height of the natural SuGi (m)					
	(14) 2の谷3の谷 2 no tani 3 no tani	(15) オオの谷 Ōno-tani	(16) 池の谷 IKeno-tani	(17) 長治谷 Choji-tani	(21) ホホ谷 Hoho-tani	(21) 大谷 Ō-tani
6						3.4
8			4.9		5.2	4.4
10			5.9		6.5	5.4
12		6.9	6.9		7.1	6.4
14		7.9	7.9		7.7	7.3
16		8.9	8.9	11.1	9.0	8.3
18		9.9	10.0	11.7	9.9	9.2
20	13.2	10.9	10.9	12.3	10.8	10.1
22	14.0	11.9	11.9	12.9	11.8	11.1
24	14.8	12.9	12.7	13.6	12.7	12.0
26	15.5	13.9	13.6	14.2	13.6	12.9
28	16.1	14.9	14.3	14.9	14.6	13.8
30	16.8	15.9	15.0	15.5	15.6	14.7
32	17.4	16.8	15.6	16.1	16.4	15.5
34	17.9	17.7	16.1	16.7	17.2	16.4
36	18.5	18.6	16.5	17.2	17.5	17.1
38	19.0	19.4	16.8	17.8	18.3	17.6
40	19.4	20.2	17.1	18.2	18.8	18.1
42	19.7	20.9	17.2	18.5	19.0	18.4
44	19.9	21.6	17.4	18.7	19.2	18.7
46	20.1	22.2	17.5	18.9	19.3	18.8
48	20.2	22.7	17.6	19.0	19.4	18.9
50	20.4	23.2	17.7	19.1	19.5	19.1
52	20.5	23.4	17.8	19.3	19.6	19.2
54	20.7	24.2	17.8	19.4	19.7	19.3
56	20.8	24.7	17.9		19.8	19.4
58		25.1	17.9		19.9	
60		25.6			20.1	
62					20.2	
64					20.3	

## Ⅱ 芦生演習林の天然スギに対する胸高形数表(Form-factor tables)の作成

### 1 胸高形数表作成の趣旨

立木材積を求める方法には種々あるが、最も普遍的に採用されているのは形数法である。既に述べたように立木材積( $V$ )は

$$V = \left[ \frac{D}{2} \right]^2 \pi h f$$

で求め得られるので、形数( $f$ )を決定しておけば、胸高直径と樹高を測定することにより材積を計算しうる。

さて形数 (Form factor) は樹幹上のある高さにおける直径 (断面積) と樹高を有する円柱体の体積と樹木の体積との比を意味するものである。

胸高形数は

$$F = \frac{[V]}{[G \cdot H]}$$

ただし  $F$ …形数  $V$ …材積  
 $G$ …断面積  $H$ …樹高

形数は常に伐採点以上の材積と比較円柱の体積とを比較するものである\*。

比較円柱の直径は伐採点に無関係に、常に地上一定の高さにとる。

樹木の体積は普通伐倒された幹材について 2m 毎に区分し、それぞれの中央直径を測定し、フーベル式を用いてそれぞれの断面積  $g_1, g_2 \dots g_n$  の合計に長さ  $l$  を乗じたものと梢頭材積の和によつて求められる。

梢頭材積は底面積を  $g'$  高さを  $l'$  とすれば  $g' l' \frac{1}{3}$  で求められる。

したがつて材積は

$$(g_1 + g_2 \dots g_n) l + \frac{g' l'}{3}$$

次に胸高形数の表わしかたは

(a) 樹高の函数として示す。

(b) 直径の函数として示す。

(c) 樹高と胸高直径の函数として示すなど多くの研究者によつて議論のあるところであるが、吉田博士\*\*は、胸高形数は樹高の函数として示すも、胸高直径の函数として示すも、理論並に實際上に大きな差はなく、林木材積の測定に際しては寧ろ後者の方が確率の高い結果を得られるようであるとしている。ここには一応両者を作成することにした。

### 2 形数表作成の材料

さてここに芦生演習林の形数表作成の材料は昭和 8 年長治谷作業所の庁舎建築のための用材として長治谷の奥地一帯がほぼ皆伐に近い状態に伐採された時に、その伐採木について区分求積法により丸太及梢端材の材積が求められていたものを用いた。これらの調査は芦生演習林当事者によつてなされたもので、ここにこれらの方々に敬意を捧げるものである。

また当時調査された形数値を今回改めて胸高直径階別に整理して Table 5 を得た。

\* 吉田正男(1930) 測樹学要論 P. 165

\*\* 全上 P. 168

Table 5 形 数 (From factor) 調査結果

胸高直径 D. b. h (cm)	調査本数 No. of materials	最 大 max.	最 小 min.	平 均 average	胸高直径 D.b.h. (cm)	調査本数 No. of materials	最 大 max.	最 小 min.	平 均 average.
16	2	0.639	0.467	0.553	36	29	0.572	0.395	0.449
17	2	0.603	0.529	0.566	37	8	0.466	0.403	0.432
18	1	0.602	0.602	0.602	38	16	0.509	0.357	0.446
19	10	0.588	0.485	0.535	39	14	0.510	0.395	0.456
20	45	0.604	0.413	0.513	40	10	0.554	0.396	0.463
21	53	0.603	0.411	0.496	41	11	0.470	0.383	0.428
22	41	0.632	0.391	0.513	42	8	0.494	0.366	0.426
23	65	0.617	0.384	0.503	43	9	0.442	0.361	0.399
24	64	0.612	0.413	0.494	44	6	0.474	0.375	0.424
25	63	0.619	0.365	0.492	45	3	0.485	0.421	0.446
26	53	0.702	0.389	0.487	46	7	0.455	0.352	0.405
27	53	0.625	0.370	0.484	47	3	0.487	0.367	0.428
28	50	0.557	0.383	0.470	48	3	0.453	0.345	0.401
29	48	0.572	0.344	0.483	49	1	0.365	0.365	0.365
30	40	0.586	0.397	0.481	50	2	0.437	0.397	0.417
31	50	0.532	0.363	0.464	51	1	0.453	0.453	0.453
32	37	0.563	0.369	0.472	52	1	0.454	0.454	0.454
33	36	0.518	0.362	0.462	54	1	0.364	0.364	0.364
34	23	0.563	0.389	0.468	55	2	0.431	0.414	0.422
35	22	0.549	0.392	0.660					

### 3 形数表の作成

まづ胸高形数を樹高階別・胸高直径階別に整理し普通方眼紙にプロットして平滑な自由曲線を描くとFig. 4, Fig. 5 に示したようである。

Fig. 4 胸高形数曲線 (a-1)  
Curve of Form factor

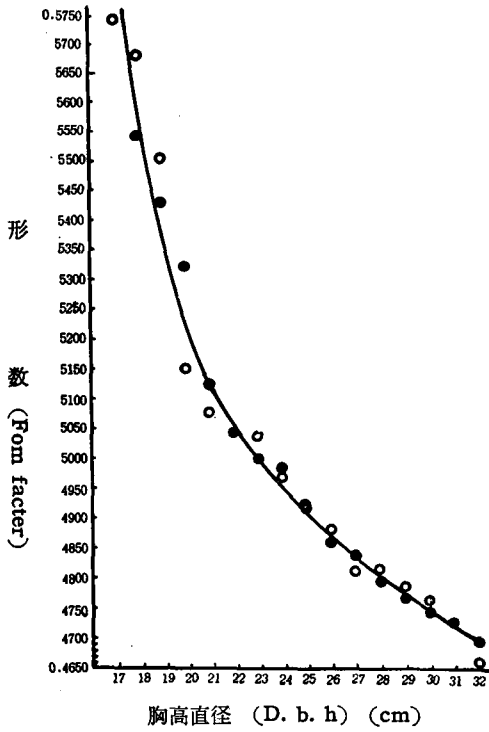


Fig. 4 は胸高直径をX軸に、形数、をY軸にプロットしたものである。

Fig. 4 胸高形数曲線 (a-2)

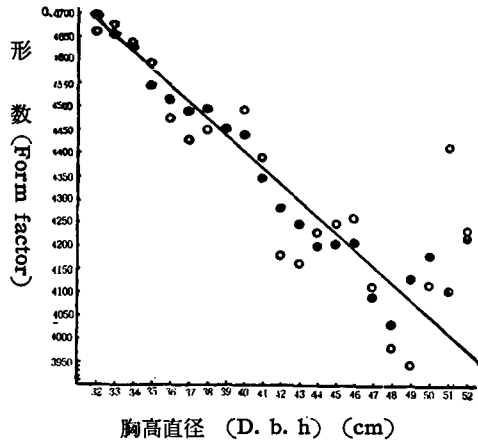


Fig. 5 は樹高をX軸にとり形数をY軸にPlotして描いた曲線である。

Fig. 5 胸高形数曲線 (b-1)  
Curve of Form factor

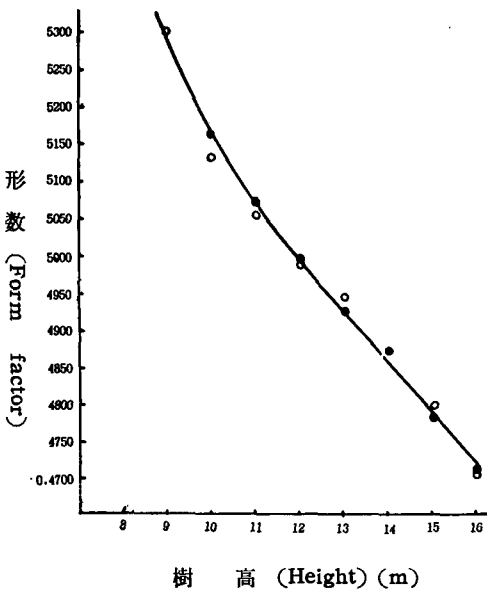
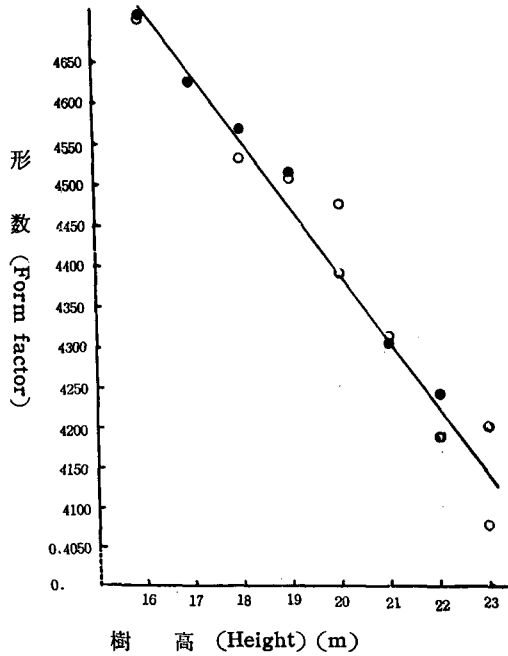


Fig. 5 胸高形数曲線 (b-2)

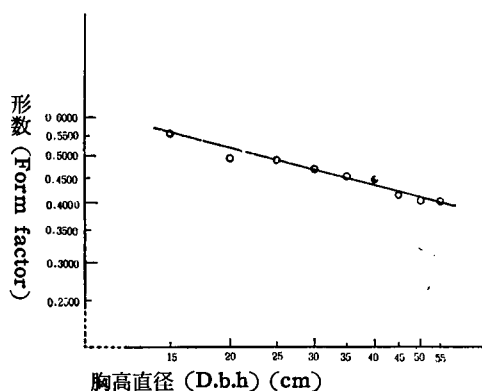




これらの自由曲線より求められた形数値は Table 6.7 に示したようである。(18頁)

次に両対数方眼紙上に胸高直径 (5cm括約) をX軸に、形数をY軸にとりPlotするとほぼ直線をなすことが確められた。Fig.6,

Fig. 6 胸高直径と形数との関係



そこで  $F=aD^b$  式を適用して最小二乗法により常数  $a$  及  $b$  を求めて  $F=1.0658D^{-0.24191}$  なる式を得、これにより形数を計算した結果は Table 8 の様である。(22頁)

同様にして樹高を函数として示す形数表は前記の式において

常数は  $a=1.4193$

$b=-0.40672$  となつたので

$$F=1.4193H^{-0.40672}$$

式を用いて最小二乗法によりこれを求めた。Table 9 (22頁)

がそれである。

#### 4 要 約

胸高形数は普通樹高の函数として示されているが、むしろ胸高直径の函数として示す方が実用的と考える。ここには両者を併記しておくが多数の立木材積の推定には樹高を測定することなく、胸高直径のみの測定で本形数表の Table 8 を用いて計算すれば充分である。

従来芦生演習林では立木材積を

$$V=[gh]f \dots \text{式により求めた材積表によつて計算しておつたが、}$$

$h$  は本演習林の天然生スギにおいて胸高直径に相当する平均樹高で、この  $h$  も胸高形数  $f$  もともにグラフ上で求めた値であつた。

当時形数値のは、X軸(直径)Y軸(形数)のとり方において縮尺上に多少遺憾の点があることを認めたので今回改めて再検討を加えて修正し、また最小二乗法でも計算した次第である。

なお、今後は次章に述べる材積表を利用するようにすすめたい次第である。

## 形 数 表 (自由曲線より求めたもの)

Table 6 胸高直径の函数としての形数表  
Form factor to diameter breast high.

胸 高 直 径 (D.b.h) (cm)	形 数 Form. factor
17	0.5799
18	0.5586
19	0.5375
20	0.5215
21	0.5120
22	0.5050
23	0.4996
24	0.4952
25	0.4908
26	0.4868
27	0.4830
28	0.4798
29	0.4770
30	0.4744
31	0.4718
32	0.4693
33	0.4651
34	0.4616
35	0.4580
36	0.4545
37	0.4510
38	0.4474
39	0.4438
40	0.4403

Table 7 樹高の函数としての形数表

胸 高 直 径 (D.b.h)	形 数 Form factor
41	0.4368
42	0.4332
43	0.4297
44	0.4261
45	0.4245
46	0.4190
47	0.4155
48	0.4119
49	0.4084
50	0.4049
51	0.4013
52	0.3978

樹 高 Tree height (m)	形 数 Form factor
9	0.5289
10	0.5164
11	0.5069
12	0.4994
13	0.4924
14	0.4854
15	0.4786
16	0.4718
17	0.4635
18	0.4553
19	0.4470
20	0.4388
21	0.4305
22	0.4223
23	0.4141

これは原調査が1  
cm 括約直径で形  
数が計算されてい  
るので1cm括約と  
しておいた。

### Ⅲ 芦生演習林の天然生スギに対する 立木材積表(Volume-table)の作成

#### 1 材積表作成の趣旨

本材積表の調製は立木売却，または直営伐採事業の計画を立てる上に必要な程度の精度のものをつくることを目標としたものである。さてこれまで同演習林で使用して来た材積表は  $V=ghf$  式により筆者がかつて調製した胸高直径対樹高並に形数表を基礎としたものであつたが，その形数値は自由曲線により求められたものであつて，今日では多少の補正を要することを認め，前章においてこれを修正した次第である。なお材積表は小直径のものから大直径に至る各階級の樹木を選びそれについて精密に実測された材積を基礎としてそれを胸高直径または樹高あるいは，その両者の函数として示されるのが通例である。

次に材積表の調製においてとりあげられる因子，またはその重さについては古くから研究の対照となり，わが国でも既に多くの材積式が提案されている。<sup>(1)(2)(3)(4)</sup>最近高田和彦氏<sup>(5)</sup>は次の材積式をあげその多くについて精度を比較している。

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| (1) $V=ad^b$       | (2) $V=ad^b h^c$     |
| (3) $V=a(d^b h)^b$ | (4) $V=a+bd^2h$      |
| (5) $V=ad^b f^c$   | (6) $V=a+bd^2hf$     |
| (7) $V=a(d^2hf)^b$ | (8) $V=ad^b h^c f^c$ |

従来から材積式としては直径と樹高両者を函数とするものが最もよいとされているが，高田氏<sup>(4)</sup>によれば胸高直径，樹高及び形率の函数とした材積式が精度が最も高く，次に胸高直径と樹高の函数として示す材積式であると報じている。さて芦生演習林で過去に調製された材積表は胸高直径と樹高の函数として示したものである。

しかし立木とくに地形急峻な上，灌木や混交樹種が密生している天然林において，樹高を一々測定することは極めて困難で非効率であり，かつ不正確に終らざるを得ないのが実際である。

高田氏も胸高直径，樹高及び形率の函数とした材積式が最も精度が高いが，実際には樹高測定などの誤差が加つてくることを考えねばならないと指摘している。

従来から胸高直径と樹高との間には高度の相関関係があるので（筆者が取扱つた材料における相関係数は既にかかげたとおりである），材積は胸高直径または樹高のいずれか一つの函数として示してよいということは認められているが，そのどちらを採用するかについては勿論胸高直径の函数として示す方が実用上，また理論的についても妥当である。

とくに今回の材積表調製の目標は芦生演習林の天然スギに適用すべきいわゆる地方的材積表(local volume table)であるから，また多数の林木の材積合計を求める目的の場合には直径のみの函数として求めた材積表で充分であると考えた次第である。

#### 2 材積表作成の材料

本材積表調製用材料は前章形数表作成のもと同じで，長治谷皆伐区の天然生スギ 891 本について，幹

- (1) 戸沢又次郎(1907)大日本山林会報 292. 293  
 (2) 山本 和蔵(1918)林業試験場報告 16号  
 (3) 寺崎 渡(1920)林業試験場報告 19号  
 (4) 杉本 肇(1957)日林・関西支部大会講演集 7号  
 (5) 高田 和彦(1956)第67回日本林学会講演集 P.89

材積は Huber 式を、梢端は円錐体体積式を適用して区分求積されたものである。その胸高直径階別、樹高階別本数分配は Table 2—(4)に示したようであり、材積関係は Table 10に示したようである。

Table 10 材積表作成に用いた資料

胸高直径 D.b.h (cm)	調査本数 No. of material	材 積 Volume (m <sup>3</sup> )			胸高直径 D. b. h (cm)	調査本数 No. of. material	材 積 Volume (m <sup>3</sup> )		
		最 大 max.	最 小 min.	平 均 average			最 大 max.	最 小 min.	平 均 average
16	2	0.158	0.100	0.129	36	29	0.986	0.607	0.755
17	2	0.169	0.133	0.156	37	8	1.002	0.598	0.759
18	1	0.168	0.168	0.168	38	16	1.046	0.662	0.905
19	10	0.225	0.140	0.176	39	14	1.242	0.778	0.950
20	45	0.245	0.145	0.193	40	10	1.087	0.963	1.037
21	53	0.235	0.152	0.210	41	11	1.239	0.667	1.000
22	41	0.351	0.184	0.240	42	8	1.231	0.835	1.044
23	65	0.391	0.154	0.281	43	9	1.316	0.999	1.114
24	64	0.352	0.175	0.302	44	6	1.273	0.962	1.097
25	63	0.433	0.228	0.333	45	3	1.488	1.355	1.344
26	53	0.476	0.249	0.368	46	7	1.723	1.007	1.285
27	53	0.566	0.261	0.396	47	3	2.149	1.075	1.649
28	50	0.581	0.332	0.422	48	3	1.414	1.553	1.392
29	48	0.658	0.296	0.480	49	1	1.417	1.417	1.417
30	40	0.603	0.365	0.508	50	2	1.470	1.219	1.345
31	50	0.756	0.339	0.573	51	1	1.490	1.490	1.490
32	37	0.762	0.423	0.578	52	1	1.849	1.849	1.849
33	36	0.786	0.394	0.609	54	1	1.816	1.816	1.816
34	23	0.818	0.537	0.683	55	2	2.021	2.357	2.189
35	22	0.886	0.519	0.716					

### 3 とりまとめ

まづ胸高直径をX軸に、材積をY軸にとり曲線を描いた。材積は平均値、移動平均値をPlotして図上で平均化した曲線を得た。Fig.7にそれを示した。この自由曲線より得られた材積表は Table 11 (21頁)に示したようである。

このような曲線法は調査本数の多い径級の場合にはよいが調査本数の少ない小径級または大径級のものに対しては、大きい誤差のあることはさげ得ないであろう。そこで材積曲線の平均化は直径と材積の関係を示す方程式を利用する方がよいとされる。材積を胸高直径の函数とする方程式にもまた多数あり、各方程式とも一長一失がある。<sup>(1)</sup>

そこでこの場合どのような方程式を採用するかについてはまづ直径階とその材積平均値を半対数方眼紙、両対数方眼紙上にPlotしたところ、両対数方眼紙では両者の関係はほぼ直線となることを知った。

(1) 高田 和彦 (1956) 第67回日本林学会大会講演集 P.77~78

Fig. 7-a 材積曲線(1) (胸高直径17-32cm)

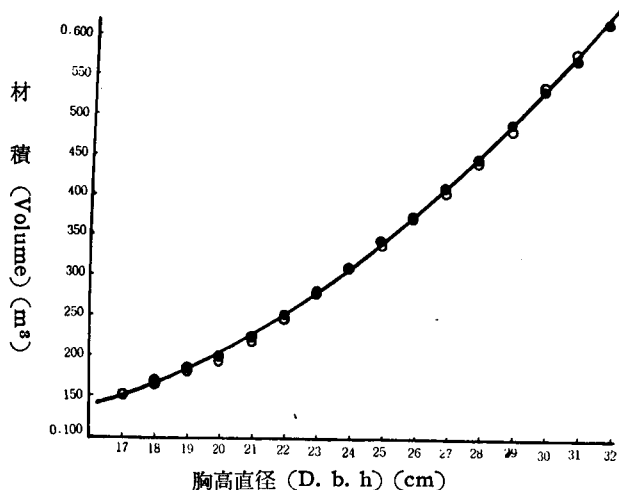
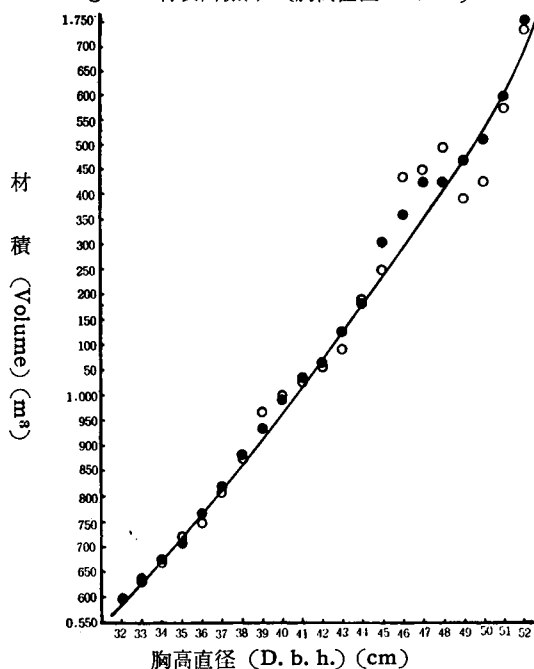


Fig. 7-b 材積曲線(2) (胸高直径32-52cm)



林学で主として用いられる曲線式は多数あるが<sup>(1)</sup>これに該当する式のうち最も簡単なのは  $y=ax^b$  である。これは local volume equation として  $V=aD^b$

$V$ =材積.  $D$ =胸高直径.  $a, b$ は常数

に該当するのでこの式を用いて最小二乗法で常数  $a$  及び  $b$  を決定したところ次の値を得た。  $a=0.000437$   $b=2.08404$

よつて  $V=0.000437D^{2.08404}$ にて示されることになる。これによつて胸高直径に対する材積表を調製したのが Table 12 (22頁)である。なお多数の立木についての材積の早見表として Table 13 を示した。(23頁)

Table 11 胸高直径対材積表  
(自由曲線より)

胸高直径 Diameter breast high (cm)	材積 Volume of bole (m <sup>3</sup> )
17	0.148
18	0.164
19	0.181
20	0.200
21	0.222
22	0.246
23	0.273
24	0.301
25	0.330
26	0.363
27	0.398
28	0.433
29	0.470
30	0.509
31	0.550
32	0.594
33	0.630
34	0.670
35	0.715
36	0.764
37	0.815
38	0.864
39	0.915
40	0.966
41	1.016
42	1.068
43	1.120
44	1.173
45	1.225
46	1.280
47	1.336
48	1.395
49	1.454
50	1.511
51	1.580
52	1.670

芦生演習林の天然生スギに対する胸高直径対樹高表・形数表並に材積表

Table 4 樹高表 (6  
調査区の全体より)  
(自由曲線による)  
Tree height table  
(from free hand  
curve)

胸高直径 (D.b.h) (cm)	樹高 Tree height (m)
6	3.5
8	4.7
10	5.9
12	7.0
14	8.1
16	9.2
18	10.3
20	11.3
22	12.2
24	13.2
26	14.0
28	14.7
30	15.4
32	16.0
34	16.7
36	17.2
38	17.7
40	18.1
42	18.6
44	18.9
46	19.1
48	19.3
50	19.5
52	19.7
54	19.9
56	20.0
58	20.1
60	20.2

Table 8 直径の函数と  
した形数表  
(最小二乗法による計  
算値)

胸高直径 (D.b.h) (cm)	形数 Form factor
10	0.6105
12	0.5841
14	0.5628
16	0.5449
18	0.5295
20	0.5162
22	0.5045
24	0.4940
26	0.4845
28	0.4759
30	0.4680
32	0.4607
34	0.4540
36	0.4478
38	0.4420
40	0.4365
42	0.4314
44	0.4266
46	0.4220
48	0.4177
50	0.4136
52	0.4096
54	0.4059
56	0.4023
58	0.3990
60	0.3957

Table 9 樹高の函  
数として示した形数  
表 (最小二乗法によ  
る)

樹高 Tree height (m)	形数 Form factor
8	0.5967
9	0.5808
10	0.5564
11	0.5352
12	0.5166
13	0.5001
14	0.4852
15	0.4718
16	0.4596
17	0.4484
18	0.4381
19	0.4285
20	0.4197
21	0.4115
22	0.4037
23	0.3965
24	0.3897

Table 12 最小二乗法により求  
めた材積表  
Volume table culcrlated by  
least squar method

胸高直径 Diameter in breath height (cm)	材積 最小二乗法によ る計算値 Value from least square method ( $m^3$ )
10	※ 0.028
12	※ 0.046
14	※ 0.070
16	※ 0.101
18	※ 0.139
20	※ 0.183
22	0.274
24	0.304
26	0.389
28	0.454
30	0.524
32	0.599
34	0.680
36	0.766
38	0.858
40	0.955
42	1.056
44	1.164
46	1.277
48	1.395
50	1.520
52	1.649
54	1.784
56	1.924
58	2.070
60	2.222

※は最小二乗法の値が過大であるので ghf 式で求めた値を示した。

Table 13 胸高直径階別・本数と材積 (m³) 早見表

胸高直径 cm 本数	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	胸高直径 cm 本数
1	0.028	0.046	0.070	0.101	0.139	0.183	0.274	0.304	0.389	0.454	0.524	0.599	0.680	0.766	0.858	0.955	1.056	1.164	1.277	1.395	1.520	1.648	1.783	1.924	2.069	2.222	1
2	0.056	0.092	0.140	0.202	0.278	0.367	0.548	0.607	0.778	0.908	1.048	1.198	1.360	1.532	1.715	1.909	2.112	2.328	2.554	2.790	3.039	3.296	3.566	3.847	4.138	4.444	2
3	0.085	0.139	0.211	0.302	0.416	0.550	0.822	0.911	1.167	1.361	1.572	1.797	2.040	2.298	2.572	2.864	3.168	3.492	3.831	4.184	4.559	4.945	5.349	5.771	6.267	6.666	3
4	0.113	0.185	0.281	0.403	0.555	0.733	1.096	1.215	1.556	1.815	2.096	2.396	2.720	3.064	3.430	3.818	4.224	4.656	5.108	5.579	6.078	6.593	7.132	7.694	8.276	8.888	4
5	0.141	0.231	0.351	0.504	0.694	0.961	1.370	1.519	1.945	2.269	2.620	2.995	3.400	3.830	4.287	4.773	5.280	5.820	6.385	6.974	7.598	8.241	8.916	9.618	10.345	11.110	5
6	0.170	0.277	0.421	0.605	0.833	1.100	1.644	1.823	2.333	2.723	3.144	3.514	4.080	4.597	5.145	5.728	6.336	6.984	7.662	8.368	9.118	9.889	10.699	11.542	12.414	13.332	6
7	0.198	0.324	0.491	0.706	0.972	1.283	1.918	2.127	2.723	3.177	3.668	4.193	4.760	5.363	6.003	6.682	7.392	8.148	8.939	9.763	10.637	11.537	12.482	13.465	14.483	15.554	7
8	0.226	0.370	0.561	0.806	1.110	1.466	2.192	2.430	3.112	3.630	4.192	4.792	5.440	6.129	6.860	7.637	8.448	9.312	10.216	11.158	12.157	13.186	14.265	15.388	16.552	17.776	8
9	0.254	0.416	0.631	0.907	1.249	1.650	2.466	2.734	3.500	4.084	4.716	5.391	6.120	6.895	7.717	8.591	9.504	10.476	11.493	12.552	13.676	14.834	16.048	17.312	18.621	19.998	9
10	0.283	0.462	0.702	1.008	1.388	1.833	2.740	3.038	3.889	4.538	5.240	5.990	6.800	7.661	8.575	9.546	10.560	11.640	12.770	13.947	15.196	16.482	17.831	19.236	20.690	22.220	10
20	0.565	0.925	1.403	2.016	2.776	3.666	5.480	6.076	7.778	9.076	10.480	11.980	13.600	15.322	17.150	19.092	21.120	23.280	25.540	27.894	30.392	32.964	35.662	38.472	41.380	44.440	20
30	0.848	1.387	2.105	3.024	4.164	5.499	8.220	9.114	11.667	13.614	15.720	17.970	20.400	22.983	25.725	28.638	31.680	34.920	38.310	41.841	45.588	49.446	53.493	57.708	62.070	66.660	30
40	1.131	1.850	2.806	4.032	5.552	7.332	10.960	12.152	15.556	18.152	20.960	23.960	27.200	30.644	34.300	38.184	42.240	46.560	51.080	55.788	60.784	65.928	71.324	76.944	82.760	88.880	40
50	1.413	2.312	3.508	5.040	6.940	9.165	13.700	15.190	19.445	22.690	26.200	29.950	34.000	38.305	42.875	47.730	52.800	58.200	63.850	69.735	75.980	82.410	89.155	96.180	103.450	111.100	50
60	1.696	2.774	4.210	6.048	8.328	10.998	16.440	18.228	23.334	27.228	31.440	35.140	40.800	45.966	51.450	57.276	63.360	69.840	76.620	83.682	91.176	98.892	106.986	115.416	124.140	133.320	60
70	1.979	3.237	4.911	7.056	9.716	12.831	19.180	21.266	27.223	31.766	36.680	41.930	47.600	53.627	60.025	66.822	73.920	81.480	89.390	97.629	106.372	115.374	124.817	134.652	144.830	155.540	70
80	2.262	3.699	5.613	8.064	11.104	14.664	21.920	24.304	31.112	36.304	41.920	47.920	54.400	61.288	68.600	76.368	84.480	93.120	102.160	111.576	121.568	131.856	142.648	153.888	165.520	177.760	80
90	2.544	4.162	6.314	9.072	12.492	16.497	24.660	27.342	35.000	40.842	47.160	53.910	61.200	68.949	77.175	85.914	95.040	104.760	114.930	125.523	136.764	148.338	160.479	173.124	186.210	199.980	90
100	2.827	4.624	7.016	10.080	13.880	18.330	27.450	30.380	38.890	45.380	52.400	59.900	68.000	76.610	85.750	95.460	105.600	116.400	127.700	139.470	151.960	164.820	178.310	192.360	206.900	222.200	100

Table 14 胸高直径と樹高の函数として示した材積表（最小二乗法により計算した値）

Volume table showed as function of D.b.h. and tree height

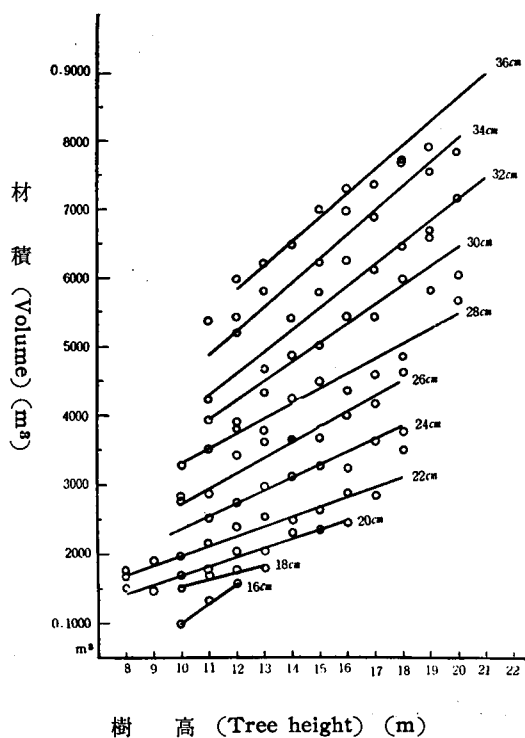
樹高 m	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
胸高 直径 (D.b.h) cm	材 積 Volume (m <sup>3</sup> )															
16	0.094	0.109	0.123	0.139	0.154	0.170										
18	0.133	0.144	0.154	0.164	0.174	0.184	0.194	0.203								
20	0.143	0.157	0.171	0.184	0.197	0.210	0.223	0.235	0.248	0.260						
22	0.169	0.185	0.201	0.216	0.231	0.246	0.261	0.275	0.289	0.303	0.317					
24	0.225	0.241	0.256	0.271	0.285	0.299	0.312	0.325	0.338	0.350	0.362					
26	0.269	0.287	0.305	0.322	0.338	0.354	0.369	0.384	0.398	0.412	0.426	0.439				
28			0.323	0.348	0.372	0.395	0.418	0.441	0.464	0.486	0.507	0.529	0.550			
30				0.401	0.435	0.458	0.481	0.503	0.524	0.545	0.566	0.586	0.606			
32				0.416	0.443	0.479	0.515	0.552	0.588	0.624	0.660	0.696	0.732	0.768		
34				0.503	0.538	0.572	0.605	0.638	0.670	0.702	0.733	0.764	0.795	0.825	11.27	
36					0.570	0.612	0.653	0.694	0.734	0.774	0.814	0.854	0.893	0.932	0.971	
38						0.680	0.726	0.772	0.817	0.862	0.907	0.910	0.996	1.040	1.084	1.127
40						0.782	0.833	0.814	0.854	0.891	0.950	0.979	1.048	1.096	1.146	1.191
42								0.837	0.890	0.921	0.995	1.047	1.099	1.151	1.203	1.255
44								1.007	1.054	1.100	1.145	1.189	1.233	1.276	1.319	1.360
46								1.068	1.125	1.181	1.239	1.295	1.349	1.404	1.458	1.512
48								1.092	1.167	1.241	1.317	1.392	1.467	1.484	1.533	1.583
50								1.272	1.324	1.374	1.423	1.471	1.518	1.564	1.609	1.654
52								1.431	1.501	1.570	1.638	1.706	1.772	1.837	1.902	1.965
54								1.589	1.678	1.766	1.854	1.940	2.026	2.111	2.195	2.279



〔附〕 材積を胸高直径及樹高の函数として示す材積表の調製

材積は胸高直径と樹高との函数として求める方法が理論的には精度が高いことは、古くから認められ、多くの材積表もこの方式が採用されている。芦生演習林調製の旧材積表もこの方式によつておつたが、実際には多数の樹木について樹高を一々精密に実測することは煩に堪えないので、筆者は芦生演習林のスギに対しては Table 12 または 13 の材積表をすすめたいものであるが、場合によつてはとくに樹高実測の煩をあえてしても精密な材積を求めたい希望をもたれることがあることを考えて、ここに胸高直径と樹高との因子を含む材積表を作成した。調製の材料は前記のものである。まづ胸高直径階別に分け、さらに各直径階のものを樹高階に分けて、それぞれの材積平均値を求め曲線を描いた。その結果は Fig. 8 に示したようである。

Fig. 8 胸高直径と樹高との函数で示して材積曲線



また胸高直径階別、樹高階別の材積平均値から、前記  $V=aD^b$  式を適用して  $aH^b$  式により最小二乗法で計算し、一部補正を加えて材積表 Table 14 (24頁)をつくつた。これは胸高直径階別、樹高階別に見ると資料の少ない部分があるので将来補正を必要とするに至るかも判らない。

#### 4 吟 味

本材積表の適用度について少しく吟味を加えたい。

(1) 前記  $V=0.000437D^{2.08404}$  式を適用し、最小二乗法で求めた材積は、胸高直径20cm以下のものに対しては過大の値を示す。このことは樹高曲線、形数曲線より吟味して明かである。ここでは補正を加えた。20cm以上のものに対しては比較的よく適合する。

(2) 1958年14林班で伐倒、区分求積された材積とを比較して見るに（胸高直径20cm～50cmのもの104本）

(a) 区分求積の材積  $59.33\text{m}^3$  に対し著者調製の材積表によると  $61.22\text{m}^3$  となり +2% の差を示した。

(b) 同じく従来使用中の材積表によると +3% の誤差を示し、新材積表の方がやや精度が高い。

(c) 自由曲線により求めた材積表はの場合更によく適合した。（ $59.33\text{m}^3$  に対し  $59.12\text{m}^3$  となった。）

ただし14班の伐倒木の幹材積は、伐倒作業が工期払いでなされたので、作業能率をあげるためとクマハギ被害部をさけるためどうしても伐採高が高くなり勝であることから伐採点以上の材積がやや小さい値を示していることは事実である。したがって立木材積の算定には今回調製の材積表の方が妥当であると考えられるので、一応この材積表を提案するものである。

#### Ⅳ 摘 要

1) 芦生演習林の施業計画や直営伐採事業の計画をたてる上に基礎資料となるようにと考えて、(1) 胸高直径対樹高表、(2) 胸高形数表、(3) 材積表の調製を行つた。

2) これらの調製は一応自由曲線法、最小二乗法の二つによつて進めた。

3) 胸高直径から樹高を、林班別またその林班と同様な林相を呈する林分にあてはまるように求めたい時には Table 3 (13頁)を、また芦生演習林の任意のスギ林分に適用しようとする時には Table 4 (22頁)を用いたらよい。

4) 形数表は最小二乗法により求めた Table 8 (または Table 9) (22頁) を

5) 材積表は Table 12 (22頁) または Table 13 を採用することが妥当であると認める。

6) もし材積を強いて胸高直径と樹高との函数として求めたいと望む時には Table 14 (24頁) を採用したらよいと思う。

7) 多数の立木の材積を求めるようとする時には Table 13 (23頁) が便利である。

〔附記〕 上記材積は立木材積である。今後丸太出石材積表は別に調製の予定である。

以 上

#### Résumé

With a view to obtain the suitable tree height tables, form factor and volume tables for the natural wood of "SuGi" (*Cryptomeria japonica* D. Don) in Ashiu-Instruction forest, we made studies on the relation of the breast height diameter to tree height, form factor and volume in six areas.

As the conclusions :

1. Tree height tables to fit the standing natural SuGi are shown in the table 3 and table 4.

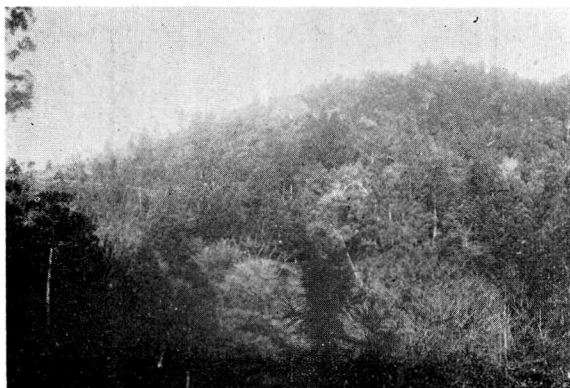
2. Form-factor is shown in the table 8 or 9.

3. Suitable volume tables for the natural standing wood of Su Gi are shown in the table 12 or 13.

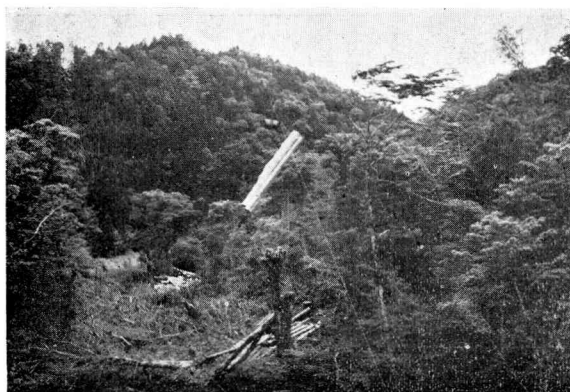
Phot. 1 芦生演習林天然林の景観 (1)



Phot. 2 芦生演習林天然林の景観 (2)



Phot. 3 天然生スギの多い大谷附近の景観 (伐採開始地)



Phot. 4 天然林の採伐状況



Phot. 5 15林班附近の景観と伐採木の搬出



Phot. 6 天然林内にある伐条性のスギ

