

材積表調製業務資料 第 27 号

東京營林局

ヒノキ立木材積表調製説明書

昭和 36 年 3 月



林 野 庁

ま え が き

林政統一後、東京営林局は、旧東京営林局の一部と、静岡地方帝室林野局、東京地方帝室林野局を併せ統轄することになった。その際新しい管轄区域内で使用する材積表は、旧東京営林局で使用していたものを連用することに決定したのである。その間の経緯については、現在明確に知ることはできない。しかし、表自体の不備な点からしても、多くの問題点が提起されたであろうと推量されるのである。

林野庁において、全面的に新しく材積表を調製する方針をたて、ようやく改訂に取り掛つたのは昭和 28 年であつた。のち積極的に新しい材積表の作製に着手し、さらに昭和 30 年に至り「主要樹種立木幹材積調製要綱」が確定した。そこでいままで使用されていた針葉樹を一括した立木幹材積表の当局管内での樹種別適合度を検討した結果、ここに新しい材積表の完成をみたのである。

調製にあたり、林業試験場測定研究室長大友栄松氏ならびに同室員栗屋仁志氏の御指導に負うところが多かつたことを記し、深謝すると共に、林野庁計画課、北原亨氏の御厚情に、謝意を表するものである。

目 次

1 地域決定の根拠	5
1・1 地域の概要	5
1・2 地域の決定	7
2 資料の収集	7
3 資料収集個所の選定および調査方法	11
4 資料の整理	11
5 採用した調製方法の根拠	11
6 資料の吟味	16
6・1 吟味の方針	16
6・2 吟味の方法	16
6・3 吟味の結果	17
7 材積表の調製	22
7・1 回帰係数の計算	22
7・2 標準誤差	23
7・3 有意性の検定	23
7・4 直径級別材積式の比較	24
8 材積式の決定	28
9 材積表の適合度	29
10 調製年月および調製担当者官氏名	32
11 引用文献ならびに参考文献	32
12 ヒノキ立木材積表	32

1 地域決定の根拠

1・1 地域の概要

(1) 位置および面積

東京営林局の統括する国有林は、茨城、埼玉、千葉、東京、山梨、神奈川、静岡の各都県に分布し、その面積は約 171,000ha である。位置は、本州中央南部を占め、北側は前橋営林局に接し、西側は長野・名古屋両営林局に接続している。

(2) 地 勢

a 総 括

北部は関東平野に連続する起伏の少ない地域であるが、西南部は比較的起伏も多く、いわゆる山地の様相を明確に現わしている。しかし、限定された部分を除いては全体的に変化が少ない。

b 山 系

北部の関東平野は、阿武隈山脈の支脈である多賀山地及び八溝山地に囲まれている。その南部には房総三浦の両半島が太平洋に突出している。西北部には八ヶ岳を中心とした一連の山脈が、長野営林局との境界を形成しており、奥秩父を西端としてそびえている。その南に丹沢山塊があり、東西に連らなっている。更にその西南部には、富士山を主峰とする富士火山脈があり、箱根火山群と共に南下し、伊豆半島に及んでいる。また、赤石山脈は長野営林局の境界部を南下し、静岡県西部に到達している。

c 水 系

地形からして大小の河川がすべて太平洋に注いでいる。著名なものをあげると利根川、荒川、相模川、富士川、阿倍川、大井川、天竜川等である。

(3) 地質および土壌

一般に古生層が広く分布しているが、部分的に精しく調べると次のように区分できる。茨城県一帯は古生層、第三紀層、洪積層、沖積層、花崗岩の分布が錯走している。埼玉県秩父一帯は古生層とその間に石英閃緑岩が入りこんでいる。千葉県房総半島は第三紀層および洪積層に占められている。富士、箱根等の火山地帯では閃緑岩、火山灰、火山砂礫が見られる。ただ、天城火山群中には安山岩の出現を見ることができる。赤石山脈に属する地帯では中生層、石英閃緑岩が多く分布している。

(4) 気 候

管内は地形的に東北より、西南に延び東南面は太平洋に開いている。そのために冬期は一般に日本海側より、季節風が吹き、夏期は太平洋から湿潤な風が吹く。日本海方面より吹く風が中央山脈にさえぎられ、日本海沿岸に多量の降雪をもたらす、太平洋に面した斜面を下降する中に乾燥し、冬期は湿度50～70%のいわゆる「から風」が吹く。また夏は丁度その逆で太平洋からの季節風は多量の湿気を含んで陸地に達し多量の雨をもたらしている。気温は冬期2°～5°夏期は24°～25°で特に太平洋沿岸では黒潮の影響で温暖である。関東平野北部と、中央山脈に近い地域では多少大陸性の気候を呈することもある。

第1表 管内主要地月別気温降水量

月別	地名 海高抜 気象	水戸（笠原）		東京（浅川）		天城（上狩野）		千頭（梅地）	
		30m		183m		215m		930m	
		気温	降水量	気温	降水量	気温	降水量	気温	降水量
		℃	mm	℃	mm	℃	mm	℃	mm
1		4.3	33.9	3.7	57.8	4.1	139.6	1.4	72.0
2		4.2	42.4	5.7	70.5	5.7	144.7	3.2	88.0
3		7.0	139.7	8.6	143.8	10.8	328.2	8.7	330.1
4		12.1	101.3	13.9	93.8	14.1	277.3	11.2	149.6
5		16.3	121.4	18.0	164.7	17.8	321.2	14.1	224.4
6		19.1	186.0	20.3	239.4	20.2	485.3	17.8	405.0
7		23.6	101.0	24.4	180.7	23.9	390.0	24.7	375.7
8		24.8	130.6	25.6	248.7	25.0	534.6	22.7	338.1
9		21.8	196.3	22.2	394.7	22.5	518.7	19.7	553.8
10		17.1	138.2	16.6	237.4	16.2	280.5	13.7	245.7
11		10.1	44.7	11.4	51.5	10.9	153.5	9.3	98.2
12		6.6	45.8	7.5	55.4	7.3	101.5	6.3	106.6
年平均		12.6		14.9		14.7		12.2	
年間			1,281.4		1,938.4		3,675.1		2,987.2

注 昭 28~30 3カ年平均

(5) 林 況

伊豆半島・房総半島・茨城県の海岸部では暖流の影響で暖帯性樹種が多く、その他の地方では温帯性樹種が広く分布している。垂直的には秩父山塊、富士山等の海拔 1,500m 以上の地帯では寒帯性の樹種が現われる。面積的には天然生林 53% 人工林 47% となつている。天然生林は団地状に存在することが多く千頭 (33,000ha) 秩父 (10,700ha) 富士山 (7,800ha) 等が主なものである。天然生林を構成する樹種はモミ、ツガ、ハリモミ、ブナ、シオジ、カエデ類、カバ類、シデ類等が多い。

一方人工林は面積的にはスギ 17%、ヒノキ 21%、アカマツ・クロマツ及びカラマツ等のマツ類 6% その他針葉樹 1% 広葉樹 3% となつている。蓄積的にみると、スギ 17% ヒノキ 18% マツ類 5% その他針葉樹は 1% 以下、広葉樹は 2% である。

1.2 地 域 の 決 定

第1表でも明らかのように気候的にも地域差は少なく、また緯度的にも比較的狭い区間に分布している。ただ標高差においてかなり隔差はあるとはいえ、人工林は一定の限られた区域に分布しているから、特に東京営林局管内を分割して材積表を調製する理由はないもと考え一括して取扱うことにした。

2 資 料 の 収 集

資 料 収 集 地 域

東京営林局管内全般から資料を収集しその位置は第1図に示してある。収集された資料の営林署別、直径級の明細は第2表の通りである。

第2表 営林署別直径級別本数一覧表

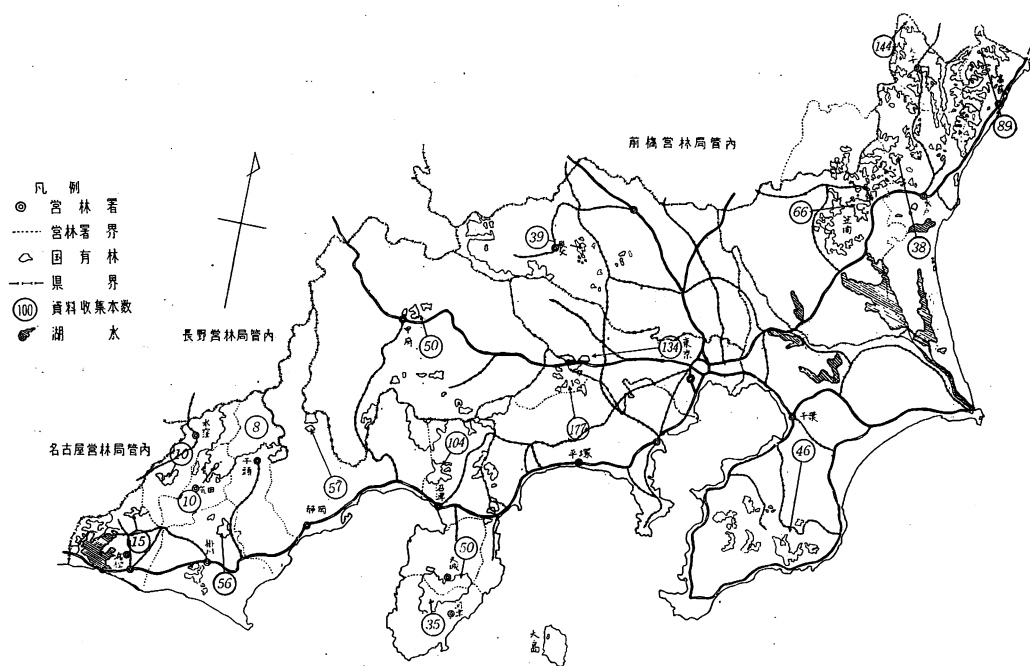
営 林 署	10 以下 <i>cm</i>	12 ~ 20 <i>cm</i>	22 ~ 30 <i>cm</i>	32 ~ 40 <i>cm</i>	42 ~ 72 <i>cm</i>	計
高 萩	14	35	31	9		89
大 子	12	59	69	4		144
水 戸	11	11	14	2		38
笠 間	7	8	9	22	20	66
甲 府		8	36	4	2	50
秩 父	3	9	8	13	6	39
東 京	8	53	42	11	20	134
平 塚	34	76	59	8		177
天 城	6	13	11	10	10	50
河 津		14	14	7		35
沼 津	8	52	41	3		104
静 岡	6	12	33	6		57
掛 川	2	33	13	8		56
気 田			3	3	4	10
水 窪	2	3			5	10
千 頭		5			3	8
浜 松	4	1	9	1		15
千 葉	3	18	18	7		46
計	120	410	410	118	70	1,128

第2表—2 資料収集地域一覽表

営林署	事業区	林小班	地位	樹種	混交歩合%	林令年	胸高直径 <i>cm</i>	樹高 <i>m</i>	人天別	ha当り材積 <i>m³</i>
千 葉	千 葉	3ち	上	スギ ヒノキ アカマツ	19 76 5	38	$\frac{18}{6-34}$	$\frac{13}{6-17}$	人	210
		46い	中	ヒノキ		21	$\frac{8}{6-12}$	$\frac{5}{5-7}$	人	35
天 城	天 城	117い	中	スギ ヒノキ						
		117ろ	中	スギ ヒノキ	80 20	$\frac{55}{48-58}$	$\frac{22}{16-40}$	$\frac{16}{12-18}$	人	300
掛 川	掛 川	21ろ	中							
		30い	上	ヒノキ		$\frac{49}{47-49}$	$\frac{22}{6-26}$	$\frac{17}{4-23}$	人	260
		59い	上	ヒノキ 広	97 3	35	$\frac{18}{4-30}$	$\frac{12}{3-17}$	人	207
千 頭	千 頭	3ろ	中	スギ ヒノキ	58 42	47	$\frac{18}{6-40}$	$\frac{16}{10-20}$	人	180
		65い	上	スギ ヒノキ 広	86 3 11	39	$\frac{16}{6-46}$	$\frac{14}{5-22}$	人	112
気 田	気 田	265は	上	スギ ヒノキ	50 50	$\frac{27}{16-43}$	$\frac{14}{6-28}$	$\frac{10}{5-16}$	人	100
静 岡	静 岡	39ろ	中	ヒノキ 広	90 8 2	47	$\frac{20}{6-36}$	$\frac{11}{4-15}$	人	140
沼 津	沼 津	16い	中	ヒノキ		51	$\frac{22}{14-30}$	$\frac{14}{8-16}$	人	230
		19は	中	ヒノキ 広	90 10	$\frac{31}{17-51}$	$\frac{18}{4-38}$	$\frac{13}{4-17}$	人	170
		55	上	スギ ヒノキ	40 60	42	$\frac{20}{6-34}$	$\frac{14}{6-17}$	人	230
		125い	中	ヒノキ 広	90 10	$\frac{41}{38-41}$	$\frac{16}{4-30}$	$\frac{11}{4-13}$	人	140
高 萩	高 萩	91ろ	中	ヒノキ 広	99 1	50	$\frac{18}{6-28}$	16	人	360
		90い	中	スギ ヒノキ 広	11 88 1	50	24	18	人	365
		39に	中	スギ ヒノキ	90 10	42	$\frac{12}{6-30}$	$\frac{9}{4-15}$	人	125
		ほ	上	スギ ヒノキ	90 10	42	$\frac{22}{6-36}$	$\frac{19}{6-22}$	人	284
		87い	中	スギ ヒノキ	14 86	50	$\frac{22}{6-34}$	16	人	250

営林署	事業区	林小班	地位	樹種	混交歩合%	林令年	胸高直径 cm	樹高 m	人天別	ha当り 材積 m³
大子	大子	123へ	中	ヒノキ		38 38 — 41	16 10 — 26	14 11 — 19	人	246
		111ろ	中	ヒノキ		47 47 — 49	16 10 — 28	13 10 — 17	人	266
東京	東京	46い	中	ヒノキ		38 35 — 38	16 10 — 28	14 4 — 20	人	180
		49ろ	中	スギ ヒノキ	40 60	25	10 4 — 18	9 3 — 18	人	70
		6と	上	ヒノキ		105	38 22 — 52	23 18 — 27	人	450
		21い	中	スギ ヒノキ 広	40 50 10	23 15 — 37	16 6 — 24	11 7 — 15	人	136
		45に	中	ヒノキ		34	12 6 — 18	10 5 — 15	人	120
		79り	中	ヒノキ		106	36 28 — 52	22 20 — 25	人	652
平塚	平塚	世附 29は				36				
		// 36い				26				
		// 40ろ				38				
		小田原 39ろ	中	スギ ヒノキ	40 60	35 13 — 35	16 8 — 24	11 7 — 13	人	143
笠間	笠間	27と	中	スギ ヒノキ アカマツ 広	20 33 36 11	100 5 — 138	50 6 — 80	22 7 — 25	天	250
		27む		スギ アカマツ 広	5 45 50	88 68 — 99	32 10 — 70	15 11 — 24	天	200
		筑波 13多	中	ヒノキ 広	97 3	36	18 4 — 30	12 5 — 17	人	160
甲府	甲府	128 10は				42				
		13ろ 16は	中	スギ ヒノキ	17 83	41 38 — 43	20 6 — 36	16 9 — 19	人	320
水戸	水戸	96ろ		スギ ヒノキ アカマツ 広	4 82 12 2	48 34 — 50			人	148
		100わ	中	スギ ヒノキ	85 15				人	151
		15ち								
		99い	中	スギ ヒノキ アカマツ	34 56 10	44 24 — 50			人	243
秩父	秩父	35は	中	ヒノキ		52	22 10 — 30	17 12 — 19	人	309

第1図 資料収集位置図



3 資料収集個所の選定および調査方法

調査方法は「調製要綱」に準じて実施したが、詳細を例示すると次の通りである。

- (1) 伐倒することを要するため、特に主伐指定個所、或いはその予定個所において実施した。なお小径木は間伐林分或いはその予定林分内で調査した。
- (2) 胸高直径は地上1.2mの位置を正しく設定し、その後で金属製輪尺（mm単位目盛）で傾斜方向とそれに直角の方向の2ヶ所について測定し、算術平均して求めた。
- (3) 樹高（樹幹長）は巻尺（cm単位目盛）で測り、m単位以下1位まで測定した。枝下高も同じである。
- (4) その他幹材積を求めるために必要な因子はすべて「調製要綱」に従った。

4 資料の整理

- (1) 資料収集地域の林小班別地況林況一覧表の調製
 - (2) 直径階・樹高階別本数分配表の作製
- 調査結果を以上によつて整理した。（第3表）

5 採用した調製方法の根拠

現在使用中の材積表は山本和蔵博士によつて作製された「あかまつ単木材積表並胸高形数表」に拠つて作られたものである。（林業試験報告第16号大正7年1月25日農商務省山林局発行）この適否は諸種の検討の結果数値に多少現状と一致しない点を指摘できるが調製方法として根本的に誤つていないとの結論に達したのである。第3図、第4図でみる通り資料分布はほぼ直線であることが判る。そのため本材積表の調製方法は数式法とし、最小自乗法によつて実験式の常数を決定することにした。つまり山本博士と同様の方法によつて調製することにしたのである。山本博士の根拠の説明を引用すると次の通りである。

胸 高 直 径 を d

樹 高 を h

幹 材 積 を v

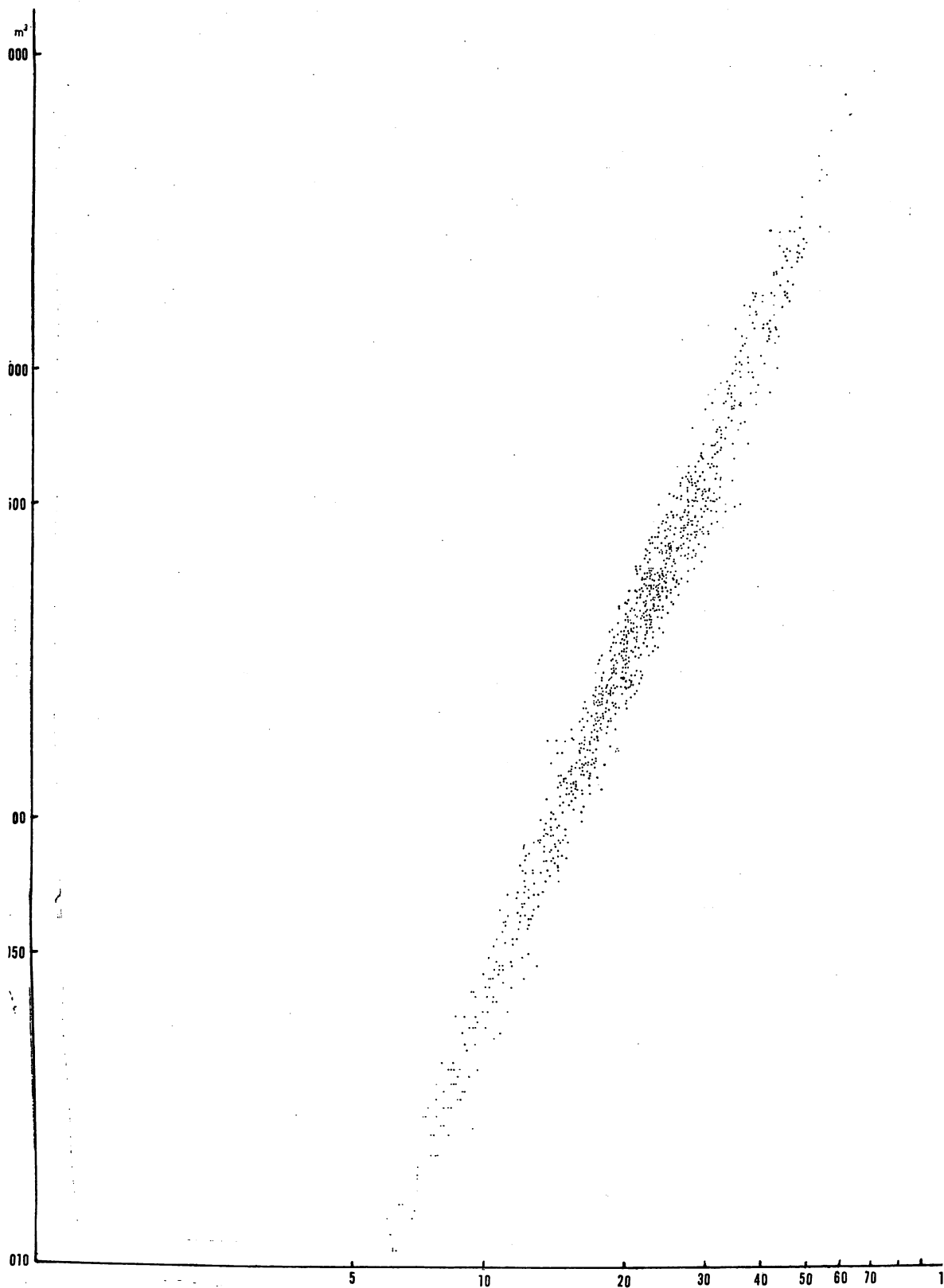
とすると次のような関係にあるとすることができる。

$$V \propto d^{k'}$$

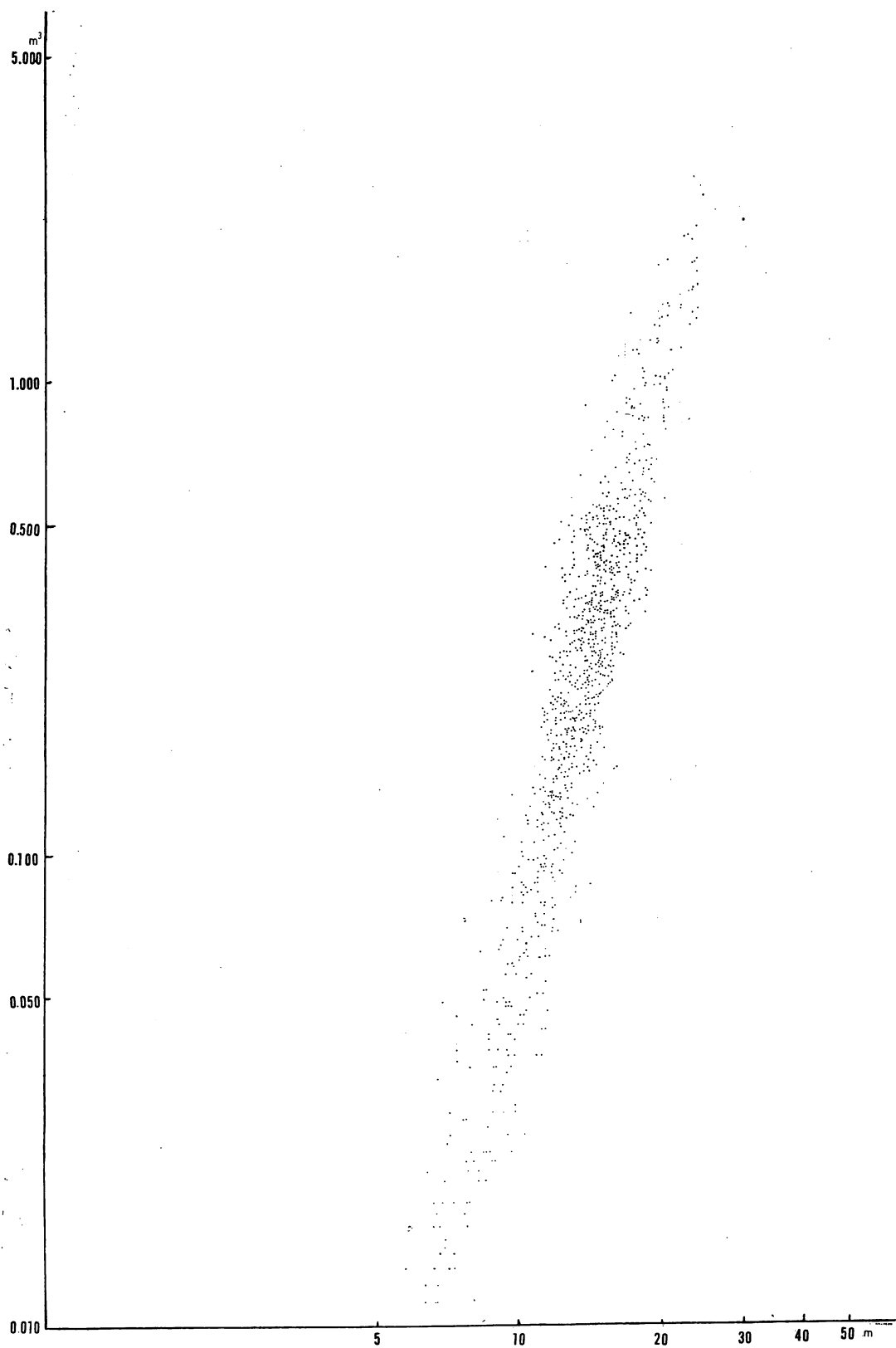
$$V \propto h^{k''}$$

$$\text{故に } V \propto d^{k'} h^{k''}$$

$$\text{一般に } V = k d^{k'} h^{k''} \text{ とすることができる。}$$



第2図 直径に対する幹材積の関係



第3図 樹高に対する幹材積の関係

第3表 直径階、樹高階別本数

樹高 m 胸高 直径 cm	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6	2	2	10	3	2									
8	1	2	12	12	13	7	3	1						
10			2	3	11	16	10	7	1					
12			1	4	4	11	12	14	3	3	1			
14					2	9	12	21	13	5	4	2	2	
16						3	6	18	24	10	10	3	1	
18						2	4	11	21	31	25	9	3	2
20								10	18	13	18	23	19	2
22								7	15	14	20	14	18	9
24								3	9	13	29	24	17	9
26							1	1	3	6	10	20	10	10
28									6	5	7	20	7	6
30								1	1	3	11	10	6	3
32									1	5	7	5	6	8
34									1	1	1		1	1
36									1	1	1	3	1	2
38											1			2
40												1	1	1
42											1		1	
44													1	1
46														
48														
50														
52														
54														
56														
58														
60														
62														
64														
66														
68														
70														
72														
計	3	4	25	22	32	48	48	94	117	110	146	134	94	56

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	計
														19
														51
														50
														53
														70
														75
														108
		1												104
6	5													108
6	4													114
3	5	1												70
9	6	1	1	1										69
4	4	4	1		1									49
2	4	1	2	1	1									43
6	4	1	4	1										21
1	2		9	2	1									24
	3	2		2	3	1	1							15
1	2	1	2		3	2	1							15
2	1	4	4		1	1	1							16
1	1	1	1	3	2	1	2	1						15
2		1	4		1	1	3	1					1	14
	1	1	1	1		1	1		1					7
		1	1		4	1	1			1				9
								1	1					2
						1			1					3
											1			1
												1		1
													1	1
											1			1
														1
43	43	19	30	11	17	9	11	4	1	2	1	2	2	1,128

6 資料の吟味

6・1 吟味の方針

収集された資料の中には普通測定誤差、或いは測定された立木の特異性等により極端に資料全般の示す傾向から離れているものがある。

この資料を全体と共通の取扱いをするときは結果に当然、異常な偏りを生ぜしめることになる。それをあらかじめ防ぐために、全資料の示す傾向（直径、樹高に対する幹材積の関係）を確認し、著しく離れているものを除外した。

6・2 吟味の方法

回帰平面からの変動によつて除外するか否かを決定するが、有意水準は1%とした。

$$V = 10^a D^{b_1} H^{b_2}$$

これを対数式に変換すると $\log V = a + b_1 \log D + b_2 \log H$ となると次に $Y = \log V \cdot X_1 = \log D \cdot X_2 - \log H$ とすれば簡単に $Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$ と表わすことができる。ゆえに

$$\text{棄却帯は } E_{y_{x_1 x_2}} = t \times \left\{ \text{var}_{x_1 x_2} (y) \left\{ 1 - \frac{1}{n} - |C| \right\} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned} \text{ただし } |C| &= \left\{ (X_1 - \bar{X}_1) (X_2 - \bar{X}_2) \right\} \left\{ \begin{matrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{12} & C_{22} \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} X_1 - \bar{X}_1 \\ X_2 - \bar{X}_2 \end{matrix} \right\} \\ &= \left\{ C_{11} (X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22} (X_2 - \bar{X}_2)^2 + 2 C_{12} (X_1 - \bar{X}_1) (X_2 - \bar{X}_2) \right\} \quad \text{となる。} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{matrix} C_{11} \\ C_{12} \\ C_{22} \end{matrix} \right\} \text{ ガウスの } C \text{ 乗数}$$

n…資料数

t…Student の t 分布の t の値

次いで実験式 $Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$

の常数を求めるのである。 $X_1 \cdot X_2 \cdot Y$ は7桁の対数で表わし、材積は計算の便宜をはかり100倍した各因子ごとの和、平方和、積和を計算すると第4表の通りである。

第4表

区分	本数	SX_1	SX_2	SY	SY_1^2	SX_2^2	SY^2	$SX_1 X_2$
全体	1,128	1,481,646.871	1,310,212.097	1,550,320.801	1,990,078.057	1,538,992.421	2,391,029.092	1,745,095.164

$SX_1 Y$	$SX_2 Y$	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2	$Sx_1 x_2$	$Sx_1 y$	$Sx_2 y$
2,142,087.030	1,863,118.181	43,910.105	17,134.497	260,271.481	24,109.656	105,714.722	62,365.462

C乗数は

$$C_{11} = 0.100144$$

$$C_{12} = -0.140917$$

$$C_{22} = 0.256652$$

したがつて 常数 a, b₁, b₂ は

$$a = -2.276109$$

$$b_1 = 1.798509$$

$$b_2 = 1.108995$$

となる。回帰方程式は次のとおりとなる。

$$\hat{Y} = -2.276109 + 1.798509X_1 + 1.108995X_2$$

である。なお次に必要な数値を列記する。

回帰に帰因する平方和	$S\hat{Y}^2$	=	259.294184
回帰からの偏差の平方和	$Sdy \cdot x_1 x_2^2$	=	0.977297
推定の誤差の分数	$sy \cdot x_1 x_2^2$	=	0.000869
標準誤差	$sy \cdot x_1 x_2$	=	0.029474
重相関係数	R	=	0.998121

以上により棄却帯を計算し $Y - \hat{Y}$ が棄却帯を越えるものは棄却することにしたのである。

6・3 吟味の結果

吟味を行つた結果19本の資料が棄却されたのである。

第5表 棄却資料一覧表

営林署	事業区	林小班	直径	樹高	材積	$Y - \hat{Y}$
			cm	m	m ³	
沼津	沼津	19	6.5	5.2	0.0121	0.1028183
高萩	高萩	87い	6.6	8.5	0.0140	0.0824408
浜松	浜松	9い	8.1	5.1	0.0189	0.1339606
浜松	浜松	9い	8.9	7.1	0.0196	0.0831624
千葉	千葉	46い	10.5	11.5	0.0453	0.0807192
静岡	岡	39ろ	10.5	10.6	0.0410	0.0847841
千葉	千葉	3ち	14.7	8.9	0.0984	0.1168049
高萩	高萩	91ふ	16.0	12.0	0.1024	0.0760179
東京	東京	46い	18.3	13.9	0.2244	0.0890048
千葉	千葉	3ち	23.0	12.6	0.2948	0.0762517
掛川	掛川	59い	23.4	12.3	0.3271	0.1195434
大子	大子	123へ	24.5	17.7	0.4865	0.0807682
大子	大子	123へ	26.3	17.4	0.3585	0.0989674
甲府	甲府	10ほ	26.5	15.8	0.2941	0.1444210
千葉	千葉	3ち	28.2	13.3	0.4639	0.0879018
東京	東京	21い	29.6	16.6	0.4342	0.0865851
大子	大子	123へ	30.9	18.0	0.5191	0.0804343
河津	河津		32.4	16.5	0.7595	0.0897248
千葉	千葉	3ち	32.4	14.1	0.6706	0.1113658

第 6 表 直 径 階、樹 高 階 別 本 数 (棄却後)

樹高 m 胸高 直径 cm	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6	1	2	10	3	1									
8		2	11	12	13	7	3	1						
10			2	3	11	16	9	6	1					
12			1	4	4	11	12	14	3	3	1			
14					1	9	12	21	13	5	4	2	2	
16						3	6	17	24	10	10	3	1	
18						2	4	11	21	30	25	9	3	2
20								10	18	13	18	23	19	2
22								7	15	14	20	14	18	9
24								2	8	13	29	24	17	8
26							1	1	3	6	10	19	9	10
28									5	5	7	20	7	6
30								1	1	3	11	10	5	2
32									1	4	7	5	5	8
34									1	1	1		1	1
36									1	1	1	3	1	2
38											1			2
40												1	1	1
42											1		1	
44													1	1
46														
48														
50														
52														
54														
56														
58														
60														
62														
64														
66														
68														
70														
72														
計	1	4	24	22	30	48	47	91	115	108	146	133	91	54

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	計
														17
														49
														48
														53
														69
														74
														107
	1													104
6	5													108
6	4													111
3	5	1												68
9	6	1	1	1										68
4	4	4	1		1									47
2	4	1	2	1	1									41
6	4	1	4	1										21
1	2		9	2	1									24
	3	2		2	3	1	1							15
1	2	1	2		3	2	1							15
2	1	4	4		1	1	1							16
1	1	1	1	3	2	1	2	1						15
2		1	4		1	1	3	1	1				1	14
	1	1	1	1		1	1			1				7
		1	1		4	1	1							9
								1	1					
						1								2
												1		3
													1	1
														1
													1	1
											1			1
43	43	19	30	11	17	9	11	4	1	2	1	2	2	1,109

[illegible]

第8表 棄却資料直径階別・樹高階別本数分配表

H \ D ^{cm}	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	計
5	1	1													2
6															
7		1													1
8															
9	1				1										2
10															
11			1												1
12			1			1				1					3
13										1		1			2
14							1							1	2
15															
16											1				1
17											1		1	1	3
18										1			1		2
計	2	2	2		1	1	1			3	2	1	2	2	19

※ D=胸高直径、H=樹高

7 材積表の調製

吟味の結果、回帰係数の算定に用いられる資料は1,109本となった。

7・1 回 帰 係 数 の 計 算

最小自乗法で決定した常数は次の通りである。

第9表 和・平方和・積和

区 分	X_1	X_2	Y	X_1^2	X_2^2
全 体	1,458.083371	1,289.905821	1,528.479338	1,959.774787	1,516.777031

Y^2	$X_1 X_2$	$X_1 Y$	$X_2 Y$	Sx_1^2
2,359.054695	1,719.255790	2,112.296841	1,838.100933	42,725989

Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
16,455095	252,427926	23,322311	102,693319	60,288133

C 乗 数

$$C_{11} = 0.103407$$

$$C_{12} = -0.146562$$

$$C_{22} = 0.268498$$

したがって回帰係数及回帰常数は

$$a = -2.288024$$

$$b_1 = 1.783263$$

$$b_2 = 1.136324$$

ゆえに回帰方程式は

$$\hat{Y} = -2.288024 + 1.783263X_1 + 1.136324X_2$$

7・2 標 準 誤 差

回帰に帰因する平方和

$$S\hat{Y}^2 = 251.636086$$

回帰からの偏差の平方和

$$Sdy_{x_1 x_2}^2 = 0.791840$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$sy_{x_1 x_2}^2 = 0.000716$$

$$sy_{x_1 x_2} = 0.026759$$

7・3 有 意 性 の 検 定

(1) 重相関係数および有意性の検定

$$\text{重相関係数} \quad R = 0.998430$$

R の 有 意 性 の 検 定

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	251.636060	125.818030
回帰からの偏差	1,106	0.791866	0.000716
全 体	1,108	252.427926	

$$F = \frac{125.818030}{0.000716} = 175,723.5056^{**} \quad df \ 2, 1,106$$

重相関係数はきわめて有意である。

(2) 回帰係数の標準偏差および有意性の検定

回帰係数 $b_1 \cdot b_2$ について $b_1=0 \ b_2=0$ の帰無仮説を設定し、そのときの t の値が表の値を超える確率を調べる。

すなわち回帰係数の標準偏差は

$$sb_1 = sy \ x_1 \ x_2 \sqrt{C_{11}} = 0.008605$$

$$sb_2 = sy \ x_1 \ x_2 \sqrt{C_{22}} = 0.013866$$

ゆえに

$$b_1 \text{ に対しては } t = b_1/sb_1 = 207.235677^{**}$$

$$b_2 \text{ に対しては } t = b_2/sb_2 = 81.950382^{**}$$

であるから回帰係数 $b_1 \cdot b_2$ とも著しく有意である。

(3) 偏相関係数および有意性の検定

$$ryx_1 \ x_2 = 0.987371^{**}$$

$$ryx_2 \ x_1 = 0.926636^{**}$$

有意性の検定を行うといずれも著しく有意であるので $\rho=0$ の仮説をすてる。よつて $V=10ad^{b_1}h^{b_2}$ なる材積式は有意であることを確認できた。

7・4 直径級別材積式の比較

調製要綱に従つて資料を 10cm 直径級すなわち 3~10.9cm、11.0~20.9cm、21.0~30.9cm 31.0~40.9cm、41.0cm 以上の 5 組の級にわけた。なお 41.0cm 以上は資料数が少ないので一括して一級とし、各級ごとに材積式を算定した。その後級毎の差の検定で差のない級は統括することにした。

第10表 直径級別、平方和、積和、回帰係数など

直 径 階	本数	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2	$Sx_1 \ x_2$	$Sx_1 \ y$	$Sx_2 \ y$	b_1	b_2	$sd \ y \ x_1 \ x_2^2$
4.0~10.9	114	0.655726	0.655726	4.900165	0.491417	1.713696	1.663803	1.906941	0.942734	0.063728
11.0~20.9	407	2.295672	2.295672	16.233547	1.347778	5.780942	4.698507	1.867405	1.108487	0.229958
21.0~30.9	402	0.875899	0.875899	5.635321	0.249286	1.799441	1.932599	1.722260	1.166990	0.280853
31.0~40.9	116	0.139340	0.139340	2.184386	0.151730	0.431582	1.090425	1.770427	1.218502	0.091618
41.0~ 72	70	0.157311	0.159340	1.347690	0.129178	0.404912	0.557129	1.646705	1.129009	0.051915
計	1,109	4.123948	4.123948	30.301109	2.369389	10.130573	9.942463	1.806843	1.130775	0.718072

$f_r = N - 3$	$sy \ x_1 \ x_2^2$	$logsy \ x_1 \ x_2^2$	$f_r logsy \ x_1 \ x_2^2$	$1/f_r$	$S\bar{y}^2$	$r \ x_1 \ x_2$	$r \ x_1 \ y$	$r \ x_2 \ y$
111	0.000574	-3.241088	-359.760768	0.009009	4.836437	0.691202	0.956077	0.856077
404	0.000569	-3.244888	-1,310.934752	0.002475	16.003589	0.634067	0.946972	0.881237
399	0.000704	-3.152427	-1,257.818373	0.002506	5.354468	0.234686	0.809937	0.717296
113	0.000811	-3.090979	-349.280627	0.008850	2.092768	0.494957	0.782278	0.898390
67	0.000775	-3.110698	-208.416766	0.014925	1.295775	0.589700	0.879398	0.868926
1,094			-3,486.211286	0.037765	29.583037			

第10表によつて

(1) 全体を一括した場合

④ 分散の一樣性の検定 (Bartlett)

$$s^2 = \frac{0.718072}{1,094} = 0.000656$$

$$\log s^2 \cdot f = -3,482.307024$$

$$\chi^2 = 2,302609 (-3,482.307024 + 3,486.211286) = 8.989989$$

$$C = 1 + \frac{1}{3(4)} (0.037765 - 0.000914) = 1.003071$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 8.962465 < \chi^2_{(4^{0.05})} 9.49$$

故に分散は一樣とみなされる。

⑤ 回帰係数の差の検定

$$b_1' = 1.806843$$

$$b_2' = 1.130775$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	10	29.583032
誤 差	1,094	0.718072
	1,104	30.301109

完 成 し た 分 散 分 析

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	29.547044	
回 帰 間	8	0.035993	0.004499
回 帰 計	10	29.583037	
誤 差	1,094	0.718072	0.000656
計	1,104	30.301109	

$$F = \frac{0.004499}{0.000656} = 6.858232^{**} > 2.20$$

にて有意差が認められるので全体は一括できない。

(2) 3.0~20.9 cm を一括した場合

④ 分散の一樣性の検定

$$s^2 = \frac{0.293686}{515} = 0.000570$$

$$\log s^2 f = -1,670,606955$$

$$\chi^2 = 2,302609 (-1,670,606955 + 1,670,695520) = 0.203931$$

$$C = 1.003181$$

$$\text{補正した } \chi^2 = 0.203284 < \chi^2_{(1^{0.05})} 3.84$$

故に分散は一樣である。

⑤ 回帰係数の差の検定

$$b_1' = 1.877433$$

$$b_2' = 1.062196$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	4	20.840026
誤 差	515	0.293686
	519	21.133712

完成した分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平均平方
全 回 帰	2	20.828701	
回 帰 間	2	0.011325	0.005663
回 帰 計	4	20.840026	
誤 差	515	0.293686	0.000570
計	519	21.133712	

$$F = \frac{0.005663}{0.000570} = 9.935088 > 3.72$$

にて有意差が認められるので 3.0~20.9cm間は一括できない。

(3) 21.0~72を一括した場合

① 分散の一樣性の検定

$$s^2 = \frac{0.424386}{579} = 0.000733$$

$$\log s^2 f = -1,815.104784$$

$$\chi^2 = 2.302609 (-1,815.104784 + 1,815.515766) = 0.946331$$

$$C = 1.004092$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 0.942474 < \chi^2 (2^{0.05}) 5.99$$

故に分散は一樣である。

② 回帰係数の差の検定

$$b_1' = 1.715509$$

$$b_2' = 1.177712$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	6	8.743011
誤 差	579	0.424386
	585	9.167397

完成した分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	8.738359	
回 帰 間	4	0.004652	0.001163
回 帰 計	6	8.743011	
誤 差	579	0.424386	0.000733
計	585	9.167397	

$$F = \frac{0.001163}{0.000733} = 1.586630 < 2.81$$

にて回帰係数間に差が認められない。

③ 回帰常数間の有意検定

$$b_1'' = 1.710344$$

$$b_2'' = 1.175119$$

予 備 的 分 散 分 析 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	39,598349
回 帰 間 差	4	0,004652
誤 差	581	0,425508
計	587	40,028509

さらに誤差は次の二つの部分にわけられる。

変 動 因	平 方 和	自 由 度
誤 差	0,425508	581
原 因 不 明	0,424386	579
平 面 間 差	0,001122	2

完 成 さ れ た 分 散 分 析 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	39,598349	
回 帰 間 差	4	0,004652	
平 面 間 差	2	0,001122	
原 因 不 明	579	0,424386	0,000561
計	587	40,028509	0,000733

$$F = \frac{0,000561}{0,000733} = 0,765348 < F_{0.05} \text{ df } 2, 579 \quad 3,72$$

$$\text{念のため逆数をとれば } F = \frac{0,000733}{0,000561} = 1,3066 < F_{0.05} \quad 19,50$$

以上の検定によつて 21,0～72 cm 間にはなんらの差も認められないので同一回帰係数によつて幹材積を推定してもさしつかえないことがわかつた。

8 材 積 式 の 決 定

直径ごとの推定式の検討の結果材積式は下表に示すとおり、3つの推定式を用いることが適當であることがわかつた。

直 径 級	材 積 式
3,0 ～ 10,9 ^{cm}	$\hat{Y} = 1,906941 X_1 + 0,942734 X_2 - 2,230802$
11,0 ～ 20,9	$\hat{Y} = 1,867405 X_1 + 1,108487 X_2 - 2,354837$
21,0 ～ 72	$\hat{Y} = 1,710344 X_1 + 1,175119 X_2 - 2,230677$

この材積式は対数計算を行つているため生ずる偏りを含んでいるので修正をしなければならない。

すなわち修正係数は

$$f = 10^{\frac{n-1}{n} \cdot \frac{1}{2} \cdot \log e 10 \sigma^2}$$

によつて計算すれば次のとおりである。

直 径 級	修 正 係 数
3.0 ~ 10.9 ^{cm}	1.0015
11.0 ~ 20.9	1.0015
21.0 ~ 72	1.0019

9 材 積 表 の 適 合 度

材積表の適合度は調製要綱に基づいて誤差率によつて行つた。

$$\text{誤差率} = \frac{\text{標準誤差} \times t}{\text{平 均 値}} \times 100$$

$t = t$ 分布表の 95% 信頼度の値

なお標準誤差は次式によつた

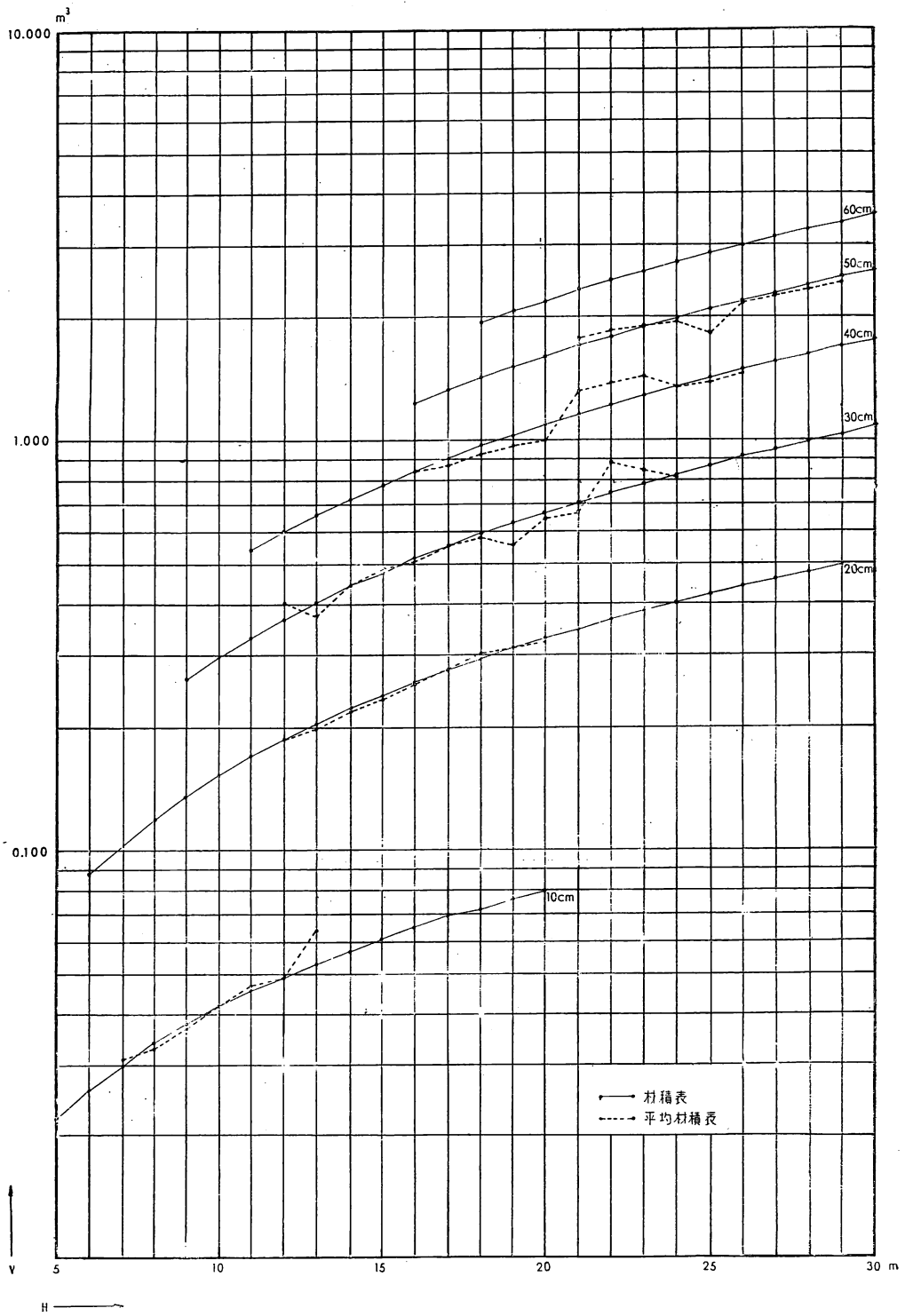
$$\text{標準誤差} = \left\{ \frac{1}{n-(K-1)} \Sigma (V - \hat{V})^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$V =$ 実 材 積

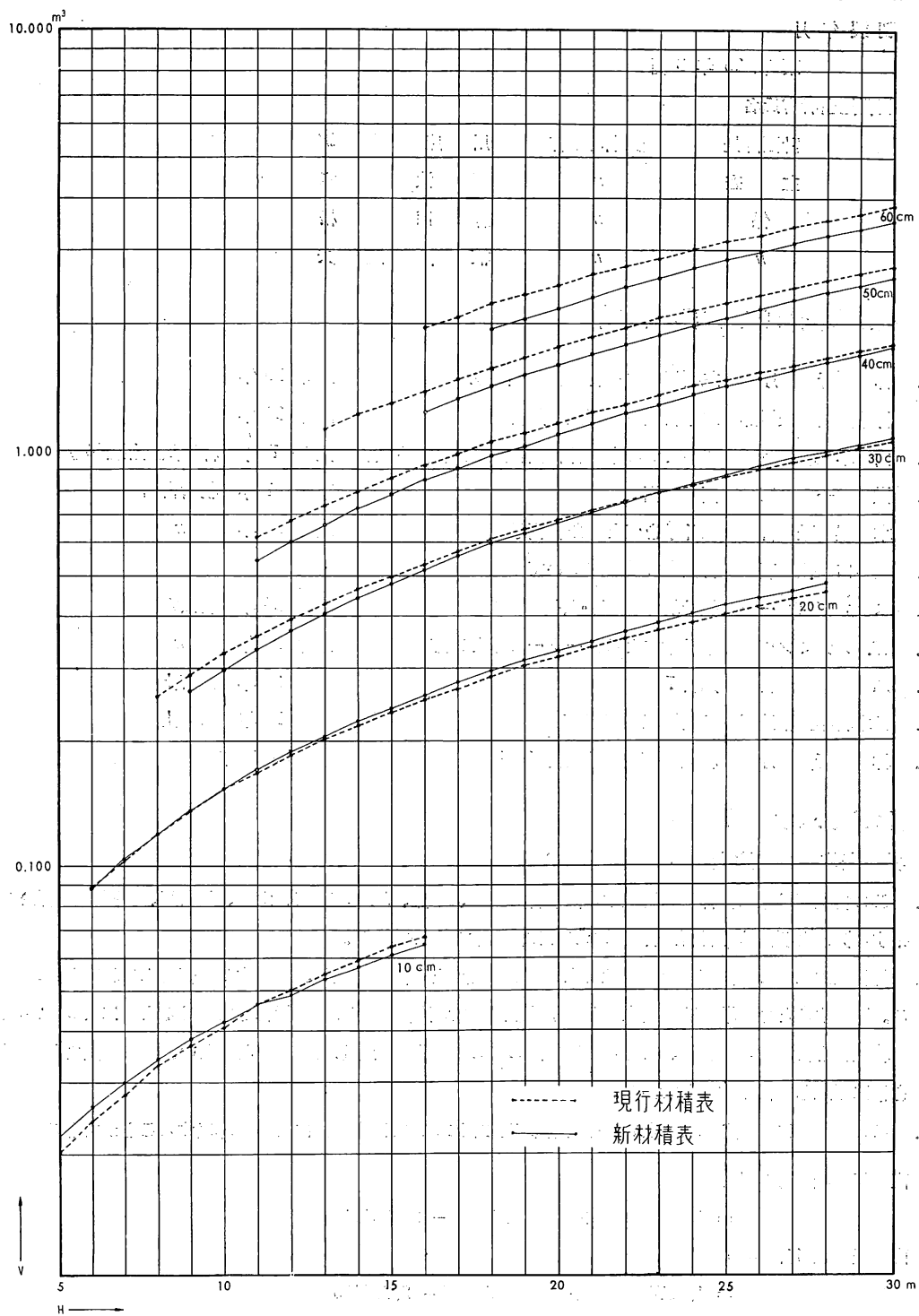
$K =$ 独立変量の個数

直 径 級	測定値の誤差率
3.0 ~ 10.0 ^{cm}	1.211
11.0 ~ 20.9	0.617
21.0 ~ 72	0.865

さらに具体的に図上で観察してみる。第4図は平均材積（修正済）に対する新しく算定した材積を比較したもので、適合度の高いことを示している。また第5図は旧材積表との比較であるが当初把握されていた旧材積表数値の偏り方を明らかに示している。単木数値（胸高直径・樹高）が大きくなると旧材積表数値は異常に高くなつていく。つまり旧材積表にはそうした誤差があつたのである。



第4図 平均材積表との比較



第5図 現行材積表との比較

10 調製年月および調製担当者官氏名

1 調製年月

昭和 36 年 3 月

2 調製担当者官氏名

計画課長	農林技官	川 床 典 輝
主 査	"	菊 池 章
係	"	森 田 格
"	"	植 草 達 夫

11 引用文献ならびに参考文献

1. 林 野 庁 主要樹種立木材積表調製要綱 昭和 30 年
2. 林業試験場経営部 立木材積表調製法解説書 昭和 31 年
3. 山 本 和 蔵 あかまつの単木幹材積表並びに胸高形数表 大正 7 年 林業試験報告16号
4. 嶺 一 三 測 樹 昭和 27 年 朝倉書店
5. 木 梨 謙 吉 推計学を基とした測樹学 昭和 29 年 "
6. 樋 口 俊 明 材積表の検定について
7. ス ネ デ カ ー 統計的方法 上・下 昭和 34 年 岩波書店
8. W. E デミング 推計学によるデーターのまとめ方 昭和 26 年 "
9. 丸 善 丸善 7 桁対数表 昭和 28 年 丸善出版
10. 日本科学技術連盟 品質管理数値表 A 昭和 32 年 JUS 出版
11. 林 野 庁 材積表調製業務資料 1~18 昭和32~35年

12 ヒノキ立木材積表

材積表使用上の注意

1. この材積表は東京営林局の管理する国有林（茨城、千葉、埼玉、東京、山梨、神奈川、静岡の各都県に分布する）および同じく官行造林地のヒノキに適用するものである。
2. 幹材積は立木の胸高直径（地際より1.2mの位置）と樹高を測定し、対応する数値を求めればよいのである。測定するときの単位は胸高直径がcm、樹高がmで、胸高直径は2cm 括約して求めるようになっている。材積表を使用する場合は、できるだけ測定の際の誤差を少なくしなければならない。測定器具などの検討を常に考慮して使用すべきである。
3. この材積表に記載されていない因子を有する立木については次の式によつて算出することができる。

直 径 級 3.0~10.9

$$\log V = 1.90694 \log D + 0.942734 \log H - 2.230151$$

直 径 級 11.0~20.9

$$\log V = 1.867405 \log D + 1.108487 \log H - 2.354186$$

直 径 級 21.0~

$$\log V = 1.710344 \log D + 1.175119 \log H - 2.229853$$

[illegible]

[illegible]

[illegible]

樹高 m \ 胸高 直径 cm	64	66	68	70	72	74	76	78	80
19	2.302								
20	2.445	2.577	2.712	2.849					
21	2.589	2.729	2.872	3.018	3.167	3.318	3.473	3.631	3.792
22	2.734	2.882	3.033	3.187	3.345	3.505	3.669	3.835	4.005
23	2.881	3.037	3.196	3.358	3.524	3.693	3.865	4.041	4.220
24	3.029	3.192	3.360	3.530	3.705	3.882	4.063	4.248	4.436
25	3.177	3.349	3.525	3.704	3.887	4.073	4.263	4.457	4.654
26	3.327	3.507	3.691	3.878	4.070	4.265	4.464	4.667	4.874
27	3.478	3.666	3.858	4.054	4.254	4.459	4.667	4.879	5.095
28	3.630	3.826	4.027	4.231	4.440	4.653	4.870	5.092	5.317
29	3.783	3.987	4.196	4.410	4.627	4.849	5.075	5.306	5.541
30	3.937	4.149	4.367	4.589	4.815	5.046	5.282	5.522	5.776
31	4.091	4.312	4.538	4.769	5.004	5.244	5.489	5.739	5.993
32	4.247	4.476	4.711	4.950	5.195	5.444	5.698	5.957	6.220
33	4.403	4.641	4.884	5.133	5.386	5.644	5.908	6.176	6.449
34	4.560	4.807	5.059	5.316	5.578	5.846	6.119	6.397	6.680
35	4.718	4.973	5.234	5.500	5.771	6.048	6.331	6.618	6.911
36	4.877	5.141	5.410	5.685	5.966	6.252	6.544	6.841	7.144
37	5.037	5.309	5.587	5.871	6.161	6.457	6.758	7.065	7.378
38	5.197	5.478	5.765	6.058	6.357	6.662	6.973	7.290	7.612
39	5.358	5.648	5.944	6.246	6.554	6.869	7.189	7.516	7.848
40		5.818	6.123	6.434	6.752	7.076	7.406	7.743	8.085