

材積表調製業務資料 第 29 号

東京營林局

広葉樹立木材積表調製説明書

昭和 36 年 12 月



林 野 庁

ま え が き

林政統一（昭和22年4月）後東京営林局は、旧東京営林局の一部と、帝室林野局、静岡地方局および東京地方局の一部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、旧東京営林局において使用され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、材積表自体の不備な点からしても、多くの問題が提起されたであろうことは予想できるところである。その後、林野庁において、全国的に新しく材積表を調製する方針を決定、ようやく昭和28年度以降、積極的に新しい材積表の作製に着手し、その後、昭和30年に至り「主要樹種立木幹材積表調製要綱」も確定し、ようやく今日ここに新しい材積表の完成をみたのである。

本材積表の調製に当り林業試験場経営部測定研究室長大友栄松氏、同室員栗屋仁志氏、林野庁計画課北原亨氏の御指導、御配慮を多としたものであることを表明し、深謝すると共に、関係各署の甚大なる協力の成果であることを述べ、感謝の意を表する次第である。

目 次

1 広葉樹の概況	5
2 広葉樹の成育地域	5
3 資 料 の 収 集	6
3.1 資 料 収 集 地 域	6
3.2 資料収集個処の選定および調査方法	7
3.3 直経階，樹高階本数分配表	8
4 材積表作成方法の決定	8
5 資 料 の 吟 味	8
5.1 吟 味 の 方 針	8
5.2 吟 味 の 方 法	8
6 材 積 表 の 調 製	20
6.1 回帰係数の計算	20
6.2 有意性の検定	21
6.3 直径級別材積式の比較	22
7 材 積 式 の 決 定	24
8 材 積 表 の 適 合 度	27
9 調製年月及担当者官職名	28
10 引用ならびに参考文献	28
11 広葉樹立木材積表	29

1 広葉樹の概況

東京営林局管内の開発進度は、国有林の全平均比率よりもかなり上廻っており、管内全面積に対する人工林の割合は約60%に対してはいる。開発された林地は、いわゆる有用樹種育成の場となり、スギ、ヒノキ、アカマツなどの針葉樹で大部分が占められている。したがって、広葉樹の人工林は、特用的なものを含めても極めて僅かである。また、萌芽更新による育成を行っているところでは細小木が多く、何れにしても広葉樹の人工林は資料収集の対象とはならなかつた。結局、調製資料は、広葉樹が大量にある天然林の中で収集するより他に方法はなかつたのである。そのために、資料収集地の概況は天然林の現況を述べることで果されるわけである。

管内の天然林は、埼玉、静岡東部、静岡西部の各経営計画区にあり、どこも要開発地として林相改良作業を実施している。ただし、開発の終った地域でも保安林、制限林として存在するが、面積も僅かに散点的に分布している。実際に広葉樹材を生産しているところは、千頭・気田・水窪・秩父の四事業区で、それぞれ天然林の面積も大きい。広葉樹はそうした天然林の中に点在しており、モミ、ツガ等針葉樹と混合状態で成立し、広葉樹のみで林分を形成することは極めて稀である。

2 広葉樹の成育地域

比較的開発が進んでいるために、現存する天然林は奥地に後退した形で分布している。つまり、取り残されて今日まで手の着かなかつたところとみて差支えない。そのために地形は急峻で、標高も高く、山岳的様相を呈しているところが多い。山頂部の小さな平坦地を除き、深い谷を挟んだ急な斜面に分布している。ただし、静岡東部の静岡事業区は、富士山特有の緩斜地に広く分布している。その他の千頭・気田・水窪は赤石山脈の南端、秩父事業区は奥秩父山塊にそれぞれ位置している。急斜のために土壌層も浅く、基岩の露出するところも少くない。また、既に開発されたところからみると育成条件は極めて低劣である。したがって、更新は非常に難しい技術を要するのである。

現行広葉樹材積表について

現在使用中の広葉樹材積表については、その資料、及び経緯が不明である。林政統一の際、これも連用することに決められたようであるが、判断の基礎となつたものは何も残されていない。したがって、その性状については、後掲の「現行表対新しい材積表比較図」で判定するより他に方法はないわけである。

3 資料の収集

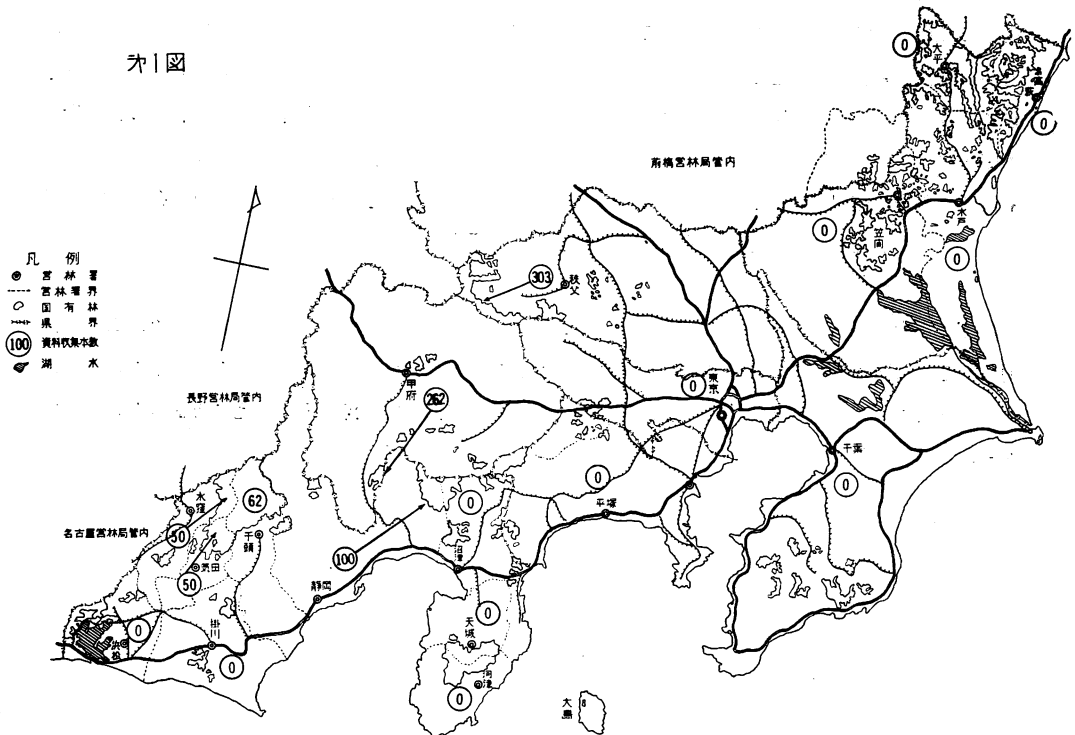
3. 1 資料収集地域

東京営林局管内国有林から収集した資料の明細は、第1図および第1表の通りである。

第1表 営林署・直径別資料収集個数

営林署	事業区	3~10 ^{cm}	12—20	22—30	32—40	42—50	52—60	62—70	72—101, 3	計
秩父	秩父	22	46	43	52	59	34	26	21	303
甲府	甲府	4	60	62	48	30	26	12	20	262
静岡	静岡	7	22	18	19	11	5	12	6	100
気田	気田	4	11	15	7	6	6	1		50
千頭	千頭	5	21	16	5	10	3	1	1	62
水窪	水窪	5	9	13	10	13				50
計		47	169	167	141	129	74	52	48	827

第1図 資料収集位置図



資 料 収 集 地 域 一 覧 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 cm	樹高 m	人天別	ha当り材積 m³
秩父	秩父	70と	中	ヒノキ ノズ モツブナ	3 2 3 15 20 15 42	140 50—200	26 10—90	24 10—27	天	285
〃	〃	66い	中	ミヒガナ ウ ホ シ	5 1 35 15 5 39	130 50—210	34 10—60	22 10—27	天	300
甲府	甲府	63い	中							
静岡	静岡	199ろ	下	広		120 30—130	14 6—120	10 5—18	天	70
〃	〃	25い	下	モツハリ ミガナ 広	30 3 2 15 50	150 30—200	48 8—102	17 5—22	天	160
気田	気田	19い	中	モツハリ ミガナ 広	4 52 14 21 9	200 10—300	40 4—130	16 14—30	天	380
		14い	中	モツハリ ミガナ 広	4 16 24 56	50 10—100	20 4—50	9 4—15	天	35
		18い	中	モツハリ ミガナ 広	5 61 10 17 7	200 10—300	44 4—130	17 4—30	天	414
水窪	水窪	113	下	モツハリ ミガナ 広	3 7 36 54	100 20—200	24 6—100	13 5—26	天	100

3. 2 資料収集個処の選定および調査方法

調査方法は「調製要綱」に準じたが、くわしく説明すると次の通りである。

- (1) 伐倒しなければならないので、主伐個処あるいはその予定個処で資料を収集した。
- (2) 胸高直径は地上1.2mの位置を正しく測定し、その後金属製輪尺（mm単位）で山側からと、それに直角の二方向から測定し、算術平均した。
- (3) 樹高は、伐倒後巻尺（cm単位）で樹幹長を測り、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」に従って実施した。

3. 3 直径階，樹高階本数分配表

資料を直径階，樹高階別に第2表の通り整理した。

4 材積表作成方法の決定

この材積表作成には，従来から広く用いられている実験式によつて材積を推定する方法を採用した。

実験式としては，山本和蔵博士が作製した「あかつまつ単木材積表」で用いたところの

$$V = aD^{b_1}H^{b_2} \quad \text{を対数式になおすと}$$

$$\log V = \log a + b_1 \log D + b_2 \log H$$

となる。なお

V		幹材積
D		胸高直径
H		樹高
a b ₁ b ₂		定数

なお，幹材積と樹高と胸高直径によつて推定して誤りがないかを判定するために，対数方眼紙の横軸に胸高直径及樹高をとり，これに対応する幹材積を縦軸にとつて資料分布図を描いた。それは，第2図および第3図の通りである。これで見られるようにほぼ直線関係にあるので，本式を採用してもよいことがわかつた。

5 資料の吟味

5. 1 吟味の方針

収集された資料の中には，普通測定誤差あるいは測定された立木の特異性などにより，資料全般の示す共通の傾向から離れているものがある。このような資料を一括して諸種の計算に用いるときは，結果に当然異常な事態をひき起すことになる。それを予め防ぐために，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，ある一定の範囲外にある資料を検出し除外することにした。

5. 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。

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

対数式に変形すると

$$\log V = a + b_1 \log D + b_2 \log H$$

となる。次に $\log V = \dots\dots\dots Y$ $\log D = \dots\dots\dots X_1$

$$\log H = \dots\dots\dots X_2$$

とすれば

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

となる。ゆえに棄却帯は

$$E_{yX_1X_2} = t \times \left[\text{var } x_1 x_2(y) \left\{ 1 - \frac{1}{n} - |C| \right\} \right]^{\frac{1}{2}}$$

ただし

$$|C| = [(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2)] \begin{vmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{12} & C_{22} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} X_1 - \bar{X}_1 \\ X_2 - \bar{X}_2 \end{vmatrix}$$

$$= [C_{11}(X_1 - \bar{X}_1)^2 + 2C_{12}(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2)]$$

となる。

$$\begin{Bmatrix} C_{11} \\ C_{12} \\ C_{22} \end{Bmatrix} \text{ ガウスの } C \text{ 乗数}$$

n.....資 料 数

t.....Student の t 分布の t の値

次いで実験式 $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$ 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計り 100 倍した。

次に各因子ごとの和、平方和、を示せば第 3 表の通りである。

第 3 表 和 ・ 平 方 和

区 分	本 数	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2	SX_2^2
全 体	827	1,232,52880	1,057,58578	1,482,19206	1,890,70878	1,367,39410

SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y
2,956,10318	1,600,11365	2,334,19608	1,955,85648

以上の数値より回帰係数 $b_1 \cdot b_2$ を求めると

$$b_1 \dots\dots\dots 1,838555$$

$$b_2 \dots\dots\dots 1,098609$$

したがって回帰方程式は

$$\hat{Y} = 1,838555 X_1 + 1,098609 X_2 - 2,352785$$

となる。なお、次に必要な数値をあげると

$$\text{回帰に帰因する平方和} \quad S\hat{y}^2 = 296,529119$$

$$\text{回帰からの偏差の平方和} \quad Sdy_{x_1x_2}^2 = 3,112991$$

$$\text{推定誤差の分散} \quad Sy_{x_1x_2}^2 = 0,003778$$

$$\text{標 準 誤 差} \quad Sy_{x_1x_2} = 0,061465$$

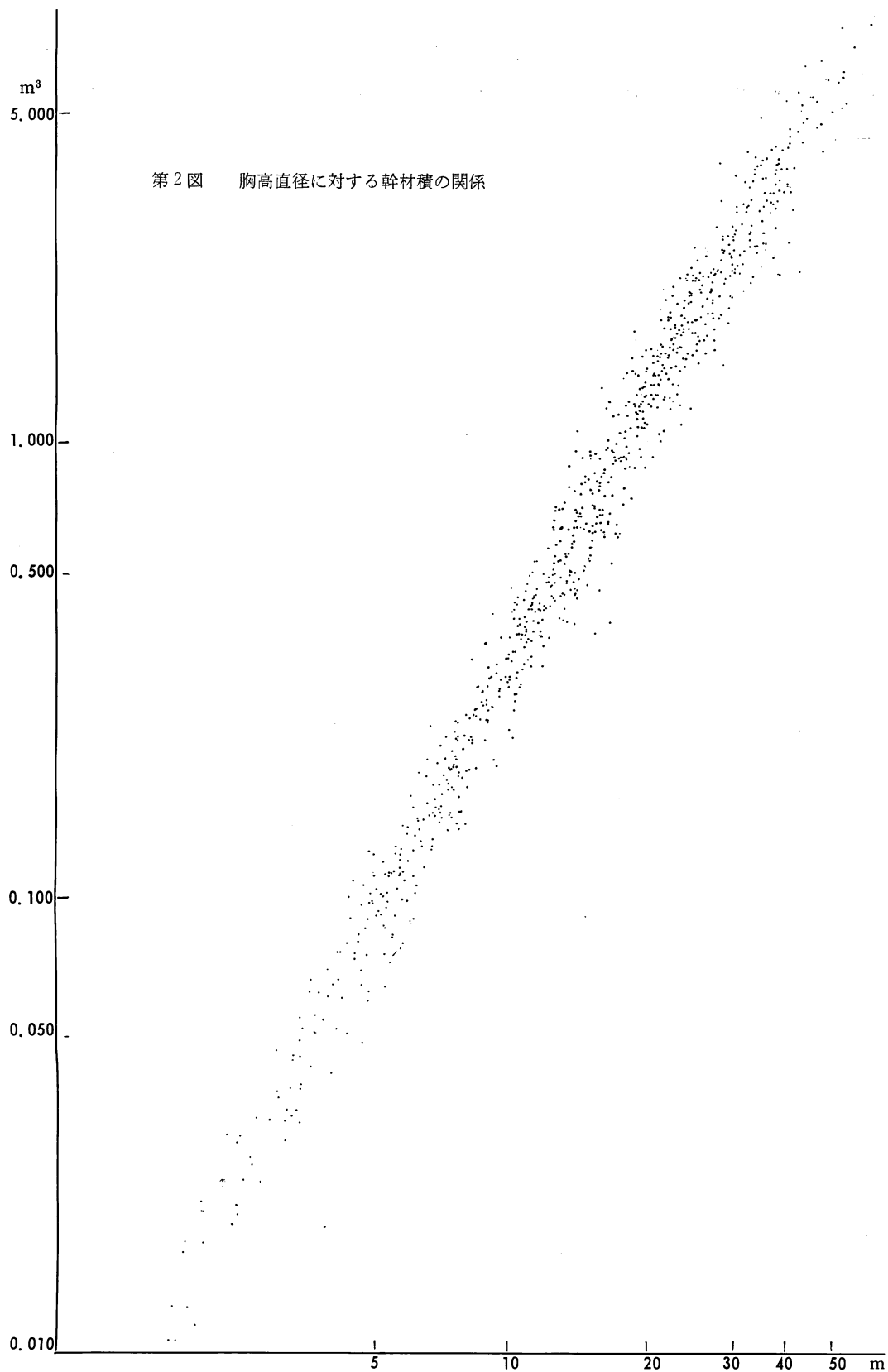
$$\text{電 相 関 係 数} \quad R = 0,994792$$

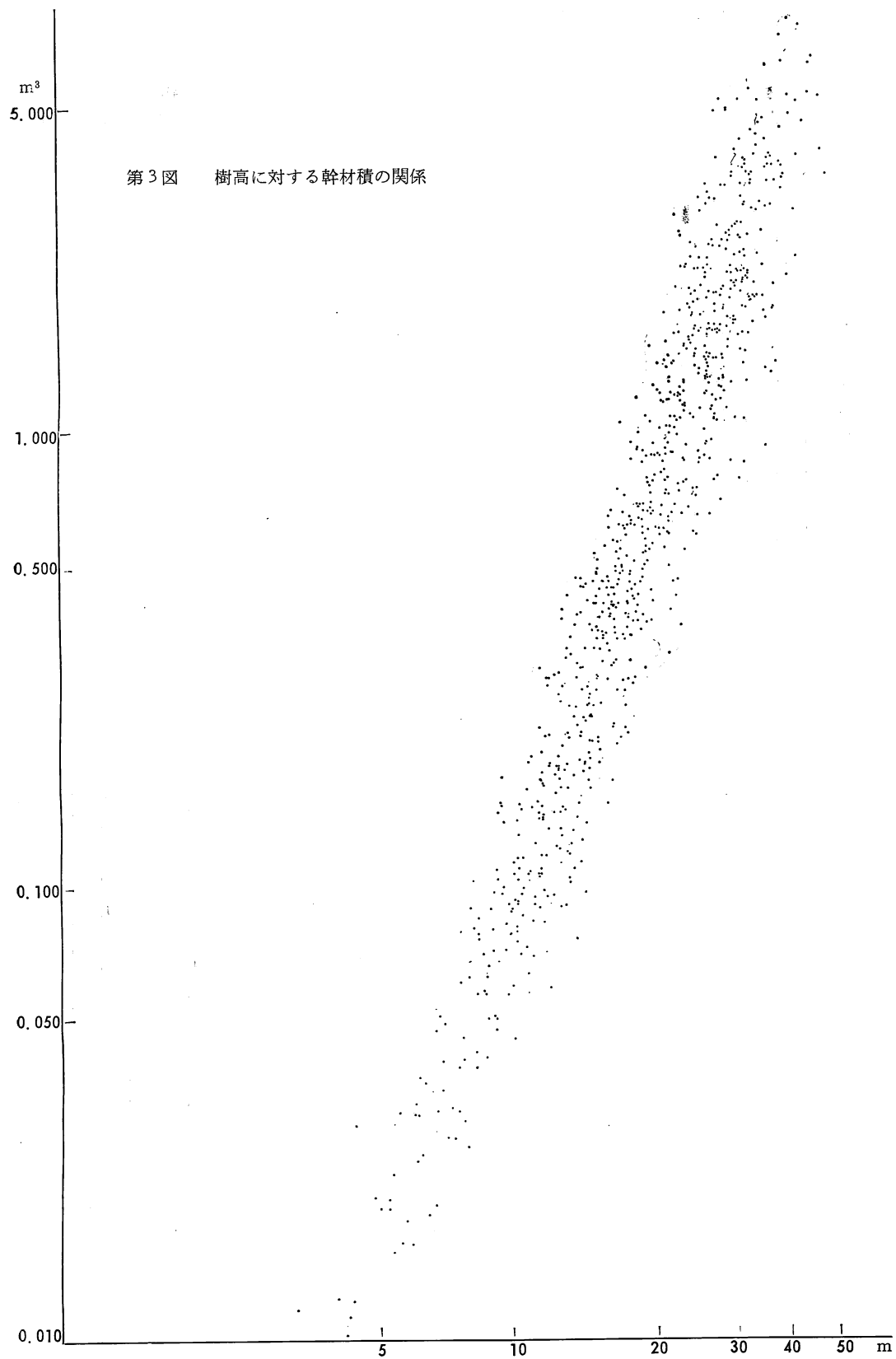
第2表

直径階，樹高階別本数分配表

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	54	56	58
樹高m																											
6		1																									
7	2		1																								
8	5	1	1																								
9	1	5	5																								
10	2	2	3	2	1	2																					
11	1	2	4	1	3	5		3																			
12		2	3	5	4	5		2																			
13			4	1	12	4	2	6		3	3						1										
14			1	4	7	7	8	7		2	6		1	1		1	1										
15				3	3	4	9	6	3	2	2	2	1	4		1											
16			1		2	4	3	5	4	4	5	2	2	5	3	1											
17				1	3	6	5	6	5	5	8	5	6	4	2	1	1	2		1						1	
18				1	1	1	3	3	2	5	5	6	3	4	6	1	2	2	2				1				1
19						2	1	2	2	3	9	7	2	2	2	5	2	4	1	1			2				
20						1		2	4	4	5	5	4	4	5	4	2	1		4	3	1	1	1	3		1
21								1	1	3	2		1	4	3	3	3	3	3	3	4	2	1	1	1		2
22												2	2	4	1	2	1	4	4	4		4	5	2	3	2	2
23										1	3	1	1	2	2		2		3	1	1	4	2		1	2	1
24									1	1		2	1	1			1	3	1	4	4	4	2	1	2	1	
25									1				3	2	2	2	3	2	1	5	2	3	4			4	1
26														1	1	1	2	2	4	5				4	2	2	3
27												1				2			1		2	2	2	3	2	2	3
28															1					1	2	2		1	2		
29																2		1	1	1	1		4	1			
30													1		1		1		1		1		1	1			
31														1						1	1						
32																	1				1	2					
33																		1									
34													1						1					1			
35																								1			
36																											
37																											
38																										1	
計	11	13	23	18	36	41	31	43	23	33	48	33	30	38	29	26	24	24	22	31	23	24	29	14	16	16	15

60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	計
																										1
																										3
																										7
																										11
																										12
																										19
																										21
																										36
																										46
																										40
																										41
																										62
																										50
																										49
																										58
																										47
																										55
																										36
																										36
																										43
																										46
																										32
																										17
																										18
																										13
																										9
																										5
																										7
																										3
																										2
																										—
																										1
																										1
13	15	12	10	11	4	11	5	5	4	5	3	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	—	—	—	1	827





第4表 直径階，樹高階別本数表（棄却後）

直径・m																																																											
樹高m	直径階																																																										
	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																																
6		1																																																									
7	2		1																																																								
8	5	1	1																																																								
9	1	5	5																																																								
10	2	2	3	2	1	2																																																					
11	1	2	4	1	3	5		3																																																			
12		2	3	5	4	5		2																																																			
13			4	1	12	4	2	6		3	3						1																																										
14			1	4	7	7	8	7		2	6		1	1			1																																										
15				3	3	4	9	6	3	2	2	2	1	4		1																																											
16			1		2	4	3	5	4	4	5	2	2	5	3	1																																											
17				1	3	6	5	6	5	5	8	5	6	4	2	1	1	2		1							1																																
18				1	1	1	3	3	2	5	5	6	3	4	6	1	2	2	2		1		1					1																															
19						2	1	2	2	3	9	7	2	2	2	5	2	4	1	1			2					1																															
20						1		2	4	4	5	5	4	4	5	4	2	1		4	3	1	1	1	3			1																															
21								1	1	3	2		1	4	3	3	3	3	3	3	4	2	1	1	1		2																																
22												2	2	4	1	2	1	4	4	4		4	4	2	3	2	2																																
23										1	3	1	1	2	2		2		3	1	1	4	2		1	2	1																																
24									1	1		2	1	1			1	3		4	4	4	2	1	2	1																																	
25									1				3	2	2	2	3	2	1	5	2	3	4				4	1																															
26															1	1	2	2	4	4				4	2	2	3																																
27												1				2			1		2	2	2	3	2	2	3																																
28															1					1	2	2	2		1	2																																	
29																2		1	1	1	1		4	1																																			
30													1		1		1				1		1	1																																			
31														1						1	1																																						
32																		1			1	2																																					
33																		1																																									
34													1							1				1																																			
35																								1																																			
36																																																											
37																																																											
38																										1																																	
計	11	13	23	18	36	41	31	43	23	33	48	33	30	37	29	25	24	24	21	30	23	24	28	14	16	16	15																																

60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	計
																										1
																										3
																										7
																										11
																										12
																										19
																										21
																										36
																										45
																										40
																										41
																										62
																										50
																										49
																										58
																										47
																										54
																										36
																										35
																										43
																										44
																										32
																										16
																										18
																										13
																										9
																										5
																										7
																										3
																										2
																										—
																										1
																										1
13	14	12	10	11	4	11	5	5	4	5	3	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	—	—	—	1	821

[illegible]

[illegible]

[illegible]

以上の数値をもつて、有意水準99%を越える資料を、次式によつて棄却した。

$$y' = t \times [S_y \cdot x_1 x_2^2 (1 - \frac{1}{n} - |C|)]^{\frac{1}{2}}$$

y' ……………棄却限界の値

C 乗数は

C_{11} …………… 0.064747

C_{22} …………… 0.233293

C_{12} …………… 0.103771

上式により6本の異常資料が棄却された。

第6表 棄 却 資 料 一 覧 表

営林署	事業区	林小班	直 径	樹 高	材 積	$Y - \bar{Y}$
秩 父	秩 父	70と	32.8	25.9	0.3190	0.483105
甲 府	甲 府	63い	35.2	14.4	0.3036	0.280904
水 窪	水 窪	11ろ	41.1	24.8	5.3985	0.585969
秩 父	秩 父	70は	44.6	25.8	0.7129	0.377397
"	"	70と	49.1	21.6	0.4711	0.549291
"	"	70は	61.6	27.9	1.6237	0.269363

6 材 積 表 の 調 製

6. 1 回 帰 係 数 の 計 算

吟味の結果、回帰係数の算定に用いられる資料は821本となつた。

第7表 和 ・ 平 方 和 ・ 積 和

区 分	本 数	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2	SX_2^2
全 体	821	1,222.722535	1,049.427981	1,470.152583	1,874.631998	1,356.247168

SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y	Sx_1^2
2,930.134271	1,586.757435	2,314.326994	1,939.315244	53.620551

Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
14.835369	297.553738	23.835095	124.815797	60.120047

上表の数値より回帰係数 b_1, b_2 を求めれば

$$b_1 \dots\dots\dots 1.841595$$

$$b_2 \dots\dots\dots 1.093701$$

したがって 回帰方程式は

$$\hat{Y} = 1.841595X_1 + 1.093701X_2 - 2.350022 \text{ となる}$$

6. 2 有意性の検定

まず必要な数値をあげると次の通りである。

$$S\bar{y}^2 \dots\dots\dots 295.613503$$

$$Sdyx_1x_2^2 \dots\dots\dots 1.940235$$

$$Syx_1x_2^2 \dots\dots\dots 0.002372$$

$$Syx_1x_2 \dots\dots\dots 0.048703$$

i 重相関係数および有意性の検定

$$R^2 = 0.99347938$$

$$\text{重相関係数 } R \dots\dots\dots 0.996734$$

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	295.613503	147.806752
回帰からの偏差	818	1.940235	0.002372
全 体	820	297.553738	

$$F = \frac{147.806752}{0.002372} = 62,313.1332^{**} \quad df \quad 2 \cdot 818$$

にて重相関係数はきはめて有意である。

ii 回帰係数の標準偏差および有意性の検定

回帰係数 b_1, b_2 に対し $b_1=0, b_2=0$ という帰無仮説を設定し、そのとき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

$$Sb_1 = Syx_1x_2 \sqrt{C_{11}} = 0.012441$$

$$Sb_2 = Syx_1x_2 \sqrt{C_{22}} = 0.023651$$

$$b_1 \text{ に対して } t = b_1/Sb_1 = 148.026284$$

$$b_2 \text{ に対して } t = b_2/Sb_2 = 46.243330$$

であるから回帰係数 b_1, b_2 とも著しく有意である。すなわち $b_1=0, b_2=0$ という仮説は捨てられ、この材積式を採用してもよいことになった。

iii 相関係数, 偏相関係数および有意性の検定

相 関 係 数 は

$$rx_1x_2 \dots\dots\dots 0.845088$$

$$ryx_1 \dots\dots\dots 0.988146$$

$$ryx_2 \dots\dots\dots 0.904873$$

偏 相 関 係 数

$$r_{yx_1x_2} \dots 0.981844^{**}$$

$$r_{yx_2x_1} \dots 0.850499^{**}$$

有意性の検定を行うといずれも著しく有意であるので $\rho = 0$ の仮説をする。

6. 3 直径級別材積式の比較

資料の吟味において除かれた資料をのぞき、径級別に平方和、積和等を計算すれば第8表の通りである。

第8表 直径級別，平方和，積和等

直 径 級	本 数	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
4.0 ~ 10.9	47	0.324893	0.394192	2.374566	0.201005	0.803195	0.779594
11.0 ~ 20.9	169	0.916289	0.854095	5.531526	0.270227	1.957709	1.458350
21.0 ~ 30.9	167	0.348833	0.887256	3.138527	0.128209	0.825800	1.139154
31.0 ~ 40.9	139	0.201499	0.909705	2.953819	0.118758	0.524053	1.316327
41.0 ~ 50.9	126	0.096512	0.530703	1.316532	0.032137	0.225071	0.620922
51.0 ~ 60.9	74	0.035811	0.270030	0.683358	0.000147	0.068737	0.313756
61.0 以 上	99	0.344231	0.395992	1.955897	0.066379	0.647803	0.536931

b_1	b_2	Sy^2	σx_1x_2	γx_1y	σx_2y
1.824066	1.047579	2.281768	0.561672	0.914448	0.805791
1.801055	1.137644	5.185008	0.305463	0.869575	0.670942
2.001750	0.994653	2.786121	0.015185	0.789238	0.682640
1.893660	1.199773	2.571730	0.277381	0.679313	0.803014
1.982439	1.049951	1.098294	0.142001	0.631618	0.742846
1.914671	1.160887	0.495807	0.001495	0.439262	0.730395
1.674549	1.075215	1.662128	0.179789	0.789508	0.610107

$Sdy \cdot x_1x_2^2$	$Sy \cdot x_1x_2^2$	$Sy x_1x_2$	$\log Sy \cdot x_1x_2^2$	$f \log Sy \cdot x_1x_2^2$	$1/f_i$
0.092799	0.002109	0.045924	3.3240766	-117.740630	0.022727
0.346530	0.002075	0.045689	3.3196265	-444.942001	0.006024
0.352406	0.002149	0.046357	3.3322364	-437.513230	0.006098
0.382078	0.002809	0.053000	3.4485517	-346.996969	0.007353
0.218242	0.001774	0.042119	3.2489536	-338.378707	0.008130
0.187563	0.002642	0.051400	3.4219328	-183.042771	0.014085
0.293769	0.003060	0.055317	3.4857214	-241.370746	0.010417

第8表の数値により回帰係数間の有意差を検定する。

i 全体を一括した場合

① 分散の一様性の検定

$$S^2 = \frac{1.873387}{800} = 0.002342$$

$$\log S^2 f = -2.104.33048$$

$$\chi^2 = 2.302609 (-2.104.33048 + 2.109.985054) = 13.0202730$$

$$C = 1 + \frac{1}{3(6)} (0.074834 - 0.001250) = 1 + 0.004088 = 1.004088$$

補正された $\chi^2 = 12.967263 > (6 \cdot 0.05) 12.59$

にて分散は一様とはみなされない。

ii 4.0~60.9cm間を一括した場合

④ 分散の一様性の検定

$$S^2 = \frac{1.579618}{704} = 0.002244$$

$$\log S^2 f = -1.864.879878$$

$$\chi^2 = 2.302609 (-1.864.879878 + 1.868.614308) = 8.598932$$

$$C = 1 + \frac{1}{3(5)} (0.064417 - 0.001420) = 1.004200$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 8.562968 < (5 \cdot 0.05) 11.07$$

にて分散は一様である。

⑤ 回帰係数間の有意差の検定

4.0~60.9cm間は分散が一様とみなされたので回帰係数間の有意差を検定する。

$$b_1' = 1.860258$$

$$b_2' = 1.100371$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	12	14.418710
誤 差	704	1.579618
	716	15.998328

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	14.386767	
回 帰 間	10	0.034943	0.003194
回 帰 計	12	14.418710	
誤 差	704	1.579618	0.002244
計	716	15.998328	

$$F = \frac{0.003194}{0.002244} = 1.423351 < F_{0.025} 2.05 \text{ df } 10 \cdot 707$$

にて回帰係数間には有意差はないので平面間の差の検定を行う。

⑥ 回帰常数間の有意検定

$$b_1'' = 1.834463$$

$$b_2'' = 1.098828$$

予 備 的 分 散 分 析 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	備 考
回 帰	2	215.983808	回帰に帰因する平方和
回帰間差	10	0.031943	回帰係数間の分散分析表より
誤 差	709	1.599940	
計	721	217.615691	

予備的分散分析表の誤差には、回帰平面の高さの差に帰因する平方和と、各直径級ごとの回帰からの偏差平方和の合計、すなわち原因不明の平方和にわけると

	平 方 和	自 由 度
誤 差	1.599940	709
原因不明	1.579618	704
平面間差	0.020322	5

完 成 し た 分 散 分 析 表

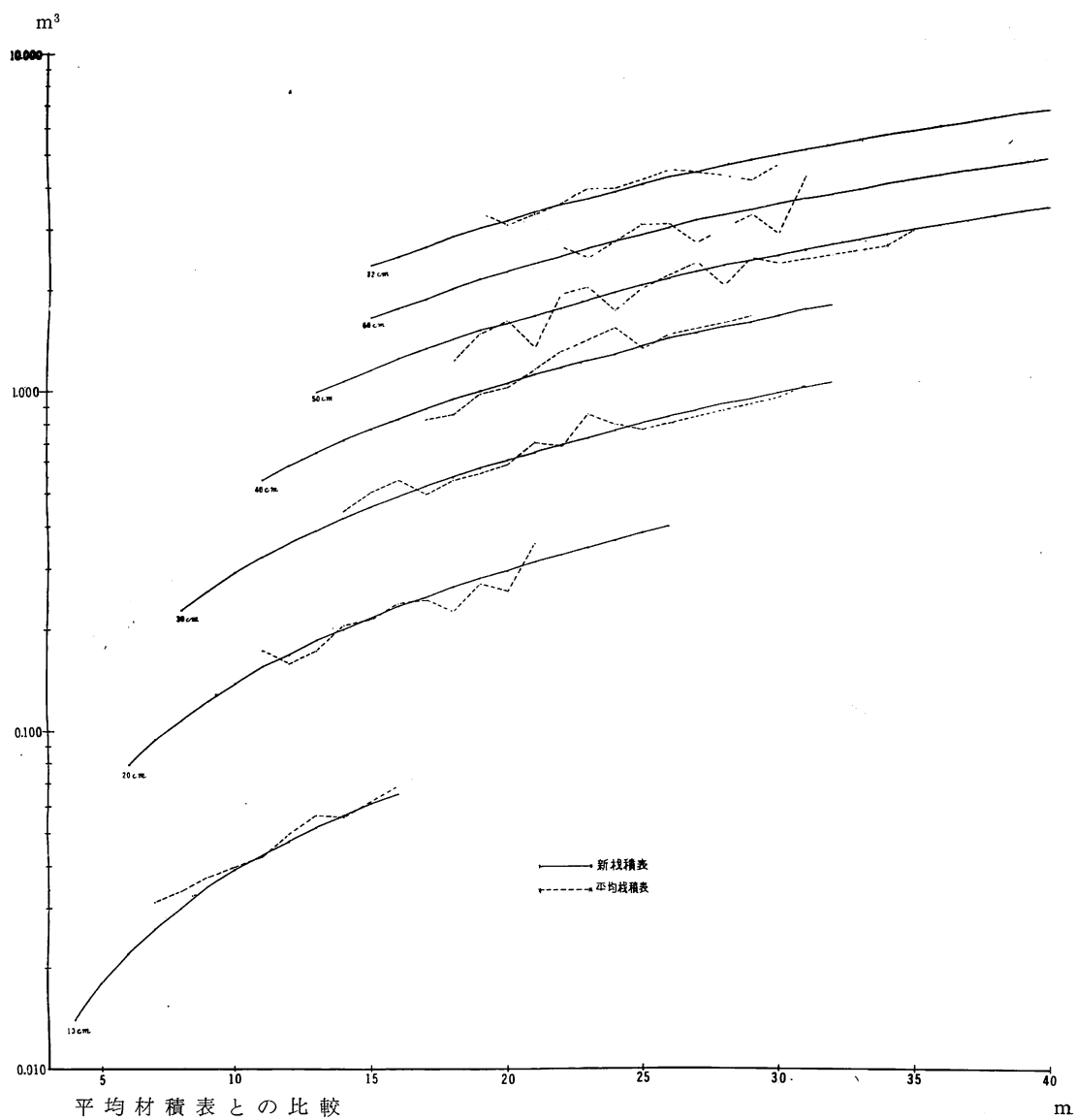
変 動 因	自 由 度	平 方 和	平均平方
回 帰	2	215.983808	
回帰間差	10	0.031943	
平面間差	5	0.020322	0.004064
原因不明	204	1.579618	0.002244
計	721	217.615691	

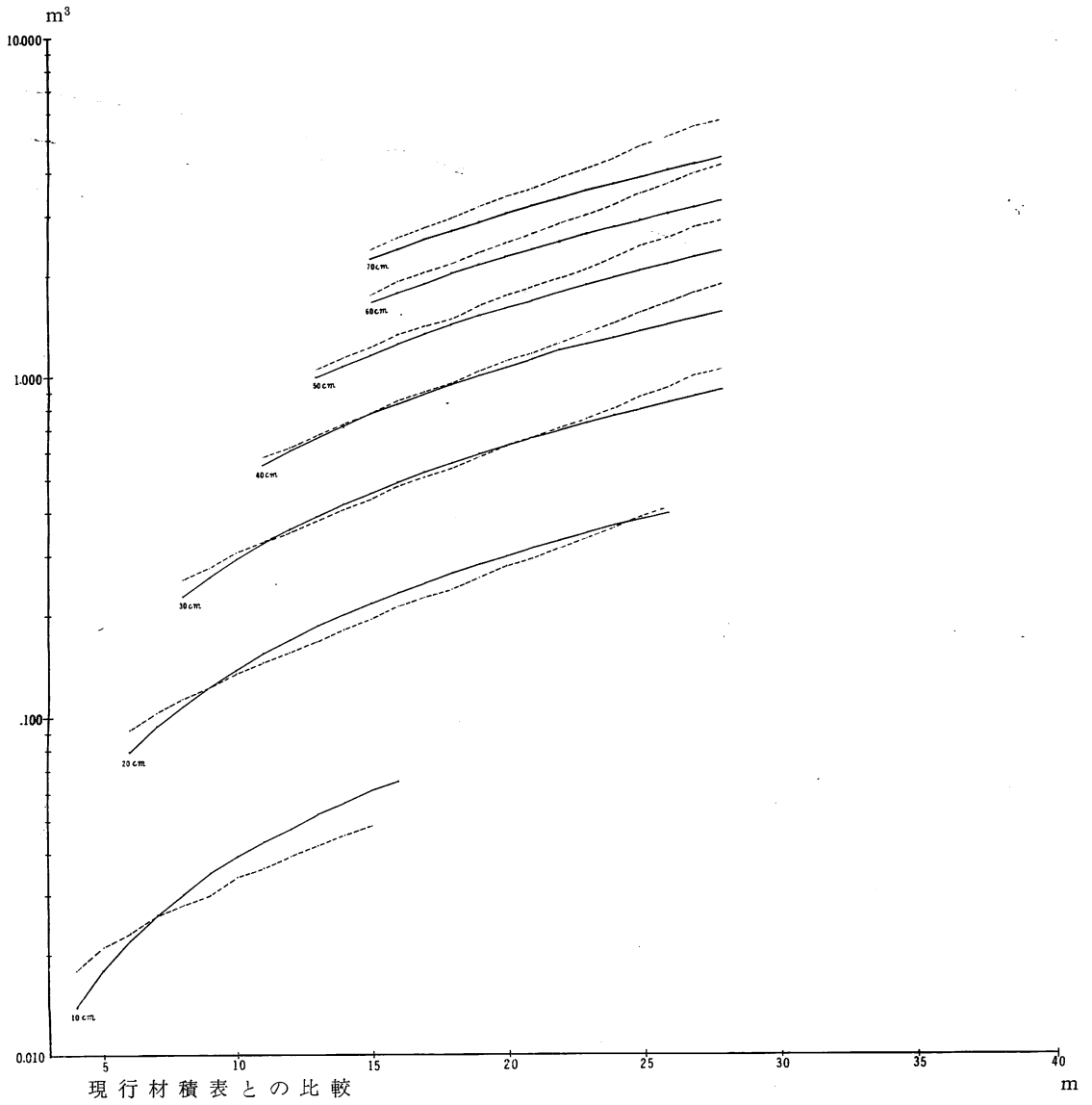
$$F = \frac{0.004064}{0.002244} = 1.811 < F_{0.05} 2.57 \quad df 5 \cdot 704$$

回帰常数間には有意差がないので4.0~60.9cm間は $b_1'' \cdot b_2''$ なる回帰係数を用いてもさしつかえないことがわかった。

7 材 積 式 の 決 定

前章で検討した結果、有意差がみとめられなかつた 4.0~60.9cm間は $b_1'' \cdot b_2''$ を使用し、61.0~101.3cm間を $b_1 \cdot b_2$ を使用しグラフ上にかいてみた結果、材積式のつなぎ目 (60.62cm) の差が大きいのので、55.0cmから101.3cm間をこみにして $b_1 \cdot b_2$ を求めて、これを61.0~101.3cm間の材積式とした。次に必要な数字をあげると次通りである。





本 数	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
143	0.6449140	0.5637264	3.6379206	0.1471092	1.2965817	0.8650556

$S\hat{y}^2$	$Sdyx_1x_2$	$Sy \cdot x_1x_2^2$	$Sy \cdot x_1x_2$	R
3.2180529	0.4198677	0.0029991	0.0547640	0.9405242

回帰係数は $b_1 = 1.765531$

$b_2 = 1.073801$

で材積式は次の2式となつた。

直 径 級	材 積 式
4.0 ~ 60.9cm	$Y = 1.834463X_1 + 1.098828X_2 - 2.346995$
61.0 ~ 101.3	$Y = 1.765531X_1 + 1.073801X_2 - 2.178131$

上記の材積式には、対数計算を行つているため生ずる偏りを含んでいるため、修正をしなければならない

すなわち修正係数は

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

f = 修正係数

上式で計算した修正係数は、次の通りである。

直 径 級	修 正 係 数
4.0 ~ 60.9 ^{cm}	1.0060
61.0 ~ 101.3	1.0079

8 材 積 表 の 適 合 度

材積式の標準誤差

$$\frac{\sum (\log V - \log \hat{V})^2}{n-3}$$

によつて計算されるもので対数に表わされている。

しかし、材積表の標準誤差は真数で表わした材積について

$$\frac{\sum (V - \hat{V})^2}{n-3}$$

によつて計算しなければならない。

$$\text{今 } \log V = X \quad V = 10^X$$

とおくならば、高次の微分を省略して

$$SV=10^{\times} \log e \ 10S^{\times}$$

が成立する。したがって真数材積の百分率標準誤差は近似的に

$$\frac{SV}{V} \cdot 100 = 230.26 SX$$

によつて表わされる。

上式を本数の平方根で除したもので材積表の百分率標準誤差を表わすと次の通りである。

直 径 級	本 数	百分率標準誤差	95%信頼度標準誤差
4.0 ~ 60.9 ^{cm}	722	0.408	0.800
61.0 ~ 101.3	99	1.267	2.509

9 調製年月及担当者官氏名

1. 調製年月

昭 和 3 6 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

10 引用ならびに参考文献

1. 林 野 庁 主要樹種立木材積表調製要綱 昭 和 3 0 年
2. 林業試験場経営部 立木材積表調製法解説書 昭 和 3 1 年
3. 嶺 一 三 測 樹 昭 和 2 7 年 朝倉書店
4. 木 梨 謙 吉 推計学を基とした測樹学 昭 和 2 9 年 〃
5. 樋 口 俊 明 材積表の検定について
6. ス ネ デ カ ー 統計的方法上, 下 昭 和 2 6 年 岩波書店
7. W. E デミング 推計学によるデーターのまとめ方 昭 和 2 6 年 〃
8. 丸 善 丸善7桁対数表 昭 和 2 8 年 丸善出版
9. 日本科学技術連盟 品質管理数値表A 昭 和 3 2 年 Jus 出版
10. 林 野 庁 材積表調製業務資料 1~18 昭 和 3 2 — 3 5 年

11 広葉樹立木材積表

材積表使用上の注意

- i) この材積表は、東京営林局の管理する国有林（茨城、千葉、東京、山梨、神奈川、埼玉、静岡、および栃木県の一部）および同じく官行造林地の広葉樹に適用するものである。
- ii) 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、胸高直径は cm、樹高は m で、胸高直径は 2m 括約して求めるようになっている。なお、材積表を使用する場合は、できるだけ測定誤差を少なくしなければならない。測定および測定器具などの検討を常に考慮して使用すべきである。
- iii) この材積表に記載されてない因子を有する立木については次式によつて算出すればよい。

直径級	材積式
4.0 ~ 60.9cm	$\log V = 1.834463 \log D + 1.068828 \log H - 4.344385$
61.0 以上	$\log V = 1.7655313 \log D + 1.0738007 \log H - 4.1747026$

V……………幹材積

D……………胸高直径

H……………樹高

上記の材積式には、修正係数を含んでいる。なお、幹材積表の数値で胸高直径 60cm の所は移動平均で修正してある。

[illegible]

[illegible]

樹高 m \ 胸高 直徑 cm	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62
11	0.653	0.708								
12	0.718	0.779								
13	0.784	0.851	0.920	0.992	1.066	1.142				
14	0.851	0.923	0.998	1.076	1.156	1.239	1.324			
15	0.918	0.996	1.077	1.160	1.247	1.336	1.429	1.524	1.645	1.789
16	0.985	1.069	1.156	1.246	1.339	1.435	1.534	1.636	1.765	1.918
17	1.053	1.143	1.235	1.332	1.431	1.533	1.639	1.784	1.885	2.047
18	1.121	1.217	1.316	1.418	1.524	1.632	1.746	1.862	2.006	2.176
19	1.190	1.291	1.396	1.505	1.617	1.733	1.852	1.976	2.128	2.306
20	1.259	1.366	1.477	1.592	1.711	1.833	1.960	2.090	2.250	2.437
21	1.328	1.441	1.558	1.680	1.850	1.934	2.068	2.205	2.373	2.568
22	1.398	1.517	1.640	1.768	1.900	2.036	2.176	2.321	2.497	2.700
23	1.468	1.593	1.722	1.856	1.995	2.138	2.285	2.437	2.621	2.832
24	1.538	1.669	1.805	1.945	2.090	2.240	2.397	2.554	2.745	2.964
25	1.609	1.746	1.887	2.034	2.186	2.343	2.504	2.671	2.870	3.097
26	1.680	1.822	1.971	2.124	2.282	2.446	2.615	2.789	2.995	3.230
27	1.751	1.900	2.054	2.214	2.379	2.549	2.725	2.907	3.121	3.364
28	1.822	1.977	2.138	2.304	2.476	2.653	2.836	3.025	3.247	3.498
29	1.894	2.055	2.222	2.395	2.573	2.758	2.948	3.144	3.374	3.632
30	1.966	2.133	2.306	2.486	2.671	2.862	3.060	3.263	3.501	3.767
31	2.038	2.211	2.391	2.577	2.769	2.967	3.172	3.383	3.628	3.902
32	2.110	2.290	2.476	2.668	2.867	3.073	3.285	3.503	3.756	4.037
33	2.183	2.368	2.561	2.760	2.966	3.178	3.398	3.624	3.884	4.173
34	2.256	2.447	2.646	2.852	3.065	3.284	3.511	3.744	4.012	4.308
35	2.329	2.527	2.732	2.944	3.164	3.391	3.625	3.866	4.142	4.445
36	2.402	2.606	2.818	3.037	3.263	3.497	3.739	3.987	4.270	4.581
37	2.475	2.686	2.904	3.130	3.363	3.604	3.853	4.109	4.400	4.718
38	2.549	2.766	2.990	3.223	3.463	3.711	3.967	4.231	4.530	4.855
39	2.623	2.846	3.077	3.316	3.563	3.819	4.082	4.354	4.660	4.992
40	2.697	2.926	3.164	3.410	3.664	3.927	4.197	4.477	4.790	5.130

樹高 m \ 胸高 直徑 cm	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82
15	1.893	1.998	2.106	2.217	2.330	2.446	2.563	2.684	2.806	2.931
16	2.028	2.142	2.258	2.376	2.497	2.621	2.747	2.876	3.008	3.142
17	2.165	2.286	2.409	2.536	2.665	2.797	2.932	3.070	3.210	3.353
18	2.302	2.430	2.562	2.696	2.834	2.974	3.118	3.264	3.413	3.565
19	2.439	2.576	2.715	2.856	3.003	3.152	3.304	3.459	3.617	3.779
20	2.578	2.721	2.869	3.019	3.173	3.331	3.491	3.655	3.822	3.992
21	2.716	2.868	3.023	3.182	3.344	3.510	3.679	3.852	4.028	4.207
22	2.855	3.015	3.178	3.345	3.515	3.690	3.867	4.049	4.234	4.423
23	2.995	3.162	3.333	3.508	3.687	3.870	4.057	4.247	4.441	4.639
24	3.135	3.310	3.489	3.672	3.860	4.051	4.246	4.446	4.649	4.856
25	3.275	3.458	3.646	3.837	4.033	4.232	4.437	4.645	4.857	5.073
26	3.416	3.607	3.802	4.002	4.206	4.415	4.627	4.844	5.066	5.292
27	3.558	3.756	3.960	4.167	4.380	4.597	4.819	5.045	5.275	5.511
28	3.699	3.906	4.117	4.333	4.554	4.780	5.011	5.246	5.486	5.730
29	3.841	4.056	4.275	4.500	4.729	4.964	5.203	5.447	5.696	5.950
30	3.984	4.206	4.434	4.667	4.905	5.148	5.396	5.649	5.907	6.171
31	4.127	4.357	4.593	4.834	5.080	5.332	5.589	5.852	6.119	6.392
32	4.270	4.508	4.752	5.002	5.257	5.517	5.783	6.055	6.331	6.613
33	4.413	4.660	4.912	5.170	5.433	5.703	5.977	6.258	6.544	6.836
34	4.557	4.811	5.072	5.338	5.610	5.888	6.172	6.462	6.757	7.058
35	4.701	4.963	5.232	5.507	5.788	6.074	6.367	6.666	6.971	7.281
36	4.845	5.116	5.393	5.676	5.965	6.261	6.563	6.871	7.185	7.505
37	4.990	5.269	5.554	5.845	6.143	6.448	6.759	7.076	7.399	7.729
38	5.135	5.422	5.715	6.015	6.322	6.635	6.955	7.282	7.614	7.954
39	5.280	5.575	5.877	6.185	6.501	6.818	7.152	7.487	7.830	8.179
40	5.426	5.729	6.039	6.356	6.680	7.011	7.349	7.694	8.046	8.404

樹高 m	胸高 直径 cm	84	85	88	90	92	94	96	98	100	102
15		3.059	3.189	3.321	3.455	3.592	3.730	3.872	4.016	4.161	4.310
16		3.278	3.417	3.559	3.703	3.850	3.999	4.150	4.304	4.460	4.619
17		3.499	3.647	3.798	3.952	4.108	4.267	4.429	5.593	4.760	4.929
18		3.720	3.878	4.039	4.202	4.369	4.538	4.709	4.884	5.061	5.242
19		3.943	4.110	4.280	4.453	4.630	4.809	4.991	5.176	5.364	5.555
20		4.166	4.343	4.523	4.706	4.892	5.081	5.274	5.469	5.668	5.869
21		4.390	4.576	4.766	4.959	5.155	5.354	5.557	5.763	5.973	6.185
22		4.615	4.811	5.010	5.213	5.419	5.629	5.842	6.058	6.278	6.502
23		4.841	5.046	5.255	5.468	5.684	5.904	6.128	6.355	6.585	6.820
24		5.067	5.282	5.501	5.723	5.950	6.180	6.414	6.652	6.893	7.139
25		5.294	5.519	5.747	5.980	6.216	6.457	6.701	6.950	7.202	7.459
26		5.522	5.756	5.994	6.237	6.484	6.735	6.990	7.249	7.512	7.779
27		5.750	5.994	6.242	6.495	6.752	7.013	7.279	7.549	7.823	8.101
28		5.979	6.233	6.491	6.754	7.021	7.292	7.569	7.849	8.134	8.424
29		6.209	6.472	6.740	7.013	7.290	7.572	7.859	8.151	8.447	8.747
30		6.439	6.712	6.990	7.273	7.561	7.853	8.151	8.453	8.760	9.071
31		6.670	6.952	7.240	7.534	7.832	8.135	8.443	8.756	9.074	9.397
32		6.901	7.194	7.492	7.795	8.103	8.417	8.736	9.059	9.388	9.722
33		7.133	7.435	7.743	8.057	8.375	8.700	9.029	9.364	9.704	10.049
34		7.365	7.677	7.996	8.319	8.648	8.983	9.323	9.669	10.020	10.376
35		7.598	7.920	8.248	8.582	8.922	9.267	9.618	9.974	10.337	10.704
36		7.831	8.163	8.502	8.846	9.196	9.552	9.913	10.281	10.654	11.033
37		8.065	8.407	8.755	9.110	9.470	9.837	10.210	10.588	10.972	11.363
38		8.299	8.651	9.010	9.374	9.745	10.123	10.506	10.895	11.291	11.693
39		8.534	8.896	9.265	9.640	10.021	10.409	10.803	11.204	11.610	12.023
40		8.769	9.141	9.520	9.905	10.297	10.696	11.101	11.512	11.930	12.355

樹高 m \ 胸高 直径 cm	104	106	108	110	112	114	116	118	120
15	4.460	4.612	4.767	4.924	5.083	5.245	5.408	5.574	5.742
16	4.780	4.943	5.109	5.277	5.448	5.621	5.796	5.974	6.154
17	5.101	5.276	5.453	5.632	5.815	5.999	6.186	6.376	6.568
18	5.424	5.610	5.798	5.989	6.183	6.379	6.578	6.779	6.983
19	5.749	5.945	6.145	6.347	6.552	6.760	6.971	7.184	7.401
20	6.074	6.282	6.493	6.706	6.923	7.143	7.366	7.591	7.820
21	6.401	6.620	6.842	7.067	7.296	7.527	7.762	8.000	8.241
22	6.729	6.959	7.192	7.429	7.669	7.913	8.159	8.409	8.663
23	7.058	7.299	7.544	7.792	8.044	8.299	8.558	8.821	9.086
24	7.388	7.640	7.897	8.157	8.420	8.688	8.958	9.233	9.511
25	7.719	7.983	8.250	8.522	8.798	9.077	9.360	9.647	9.937
26	8.051	8.326	8.605	8.889	9.176	9.467	9.763	10.062	10.365
27	8.384	8.670	8.961	9.256	9.556	9.859	10.166	10.478	10.793
28	8.718	9.016	9.318	9.625	9.936	10.251	10.571	10.895	11.223
29	9.052	9.362	9.676	9.995	10.318	10.645	10.977	11.313	11.654
30	9.388	9.709	10.035	10.365	10.700	11.040	11.384	11.733	12.086
31	9.724	10.057	10.394	10.737	11.084	11.435	11.792	12.153	12.519
32	10.062	10.406	10.755	11.109	11.468	11.832	12.201	12.575	12.953
33	10.399	10.755	11.116	11.482	11.853	12.230	12.611	12.997	13.389
34	10.738	11.106	11.478	11.856	12.239	12.628	13.022	13.421	13.825
35	11.078	11.457	11.841	12.231	12.626	13.027	13.433	13.845	14.262
36	11.418	11.809	12.205	12.607	13.014	13.427	13.846	14.270	14.700
37	11.759	12.161	12.569	12.983	13.403	13.828	14.259	14.696	15.139
38	12.101	12.514	12.934	13.360	13.792	14.230	14.674	15.123	15.579
39	12.443	12.868	13.300	13.738	14.182	14.632	15.089	15.551	16.019
40	12.786	13.223	13.667	14.117	14.573	15.036	15.504	15.980	16.461