

材積表調製業務資料第43号

長野営林局

天然生 サ
ヒ
ネ ワ
ズ ラ
バ
コ 立木材積表

調製説明書

昭和37年 3 月

林 野 庁

目 次

I 適用地域	1
1. 天然生サワラ、ヒバ、ネズコの概況	1
2. 資料収集地域	1
3. 資料の選定および課査方法	1
4. 資料の整理	1
II 旧材積表および他局材積表との適合検定	4
1. 検定の方法	4
2. 検定結果	4
III 材積表の調製	5
1. 採用した調製方法の根拠	5
2. 資料の吟味	6
3. 棄却済資料による材積式の計算	16
4. 材積式の有意性の検定	16
5. 10cm直径級別材積式の比較	17
6. 材積式の決定と材積表の作製	23
IV 材積表の適合度	30
V 材積表使用上の注意	31
VI 調製年月日および調製担当者職氏名	31

ま え が き

当局において天然サワラ、ヒバ、ネズコに使用している材積表は、サワラ、ヒバについては、帝室林野局時代に調製された御料林材積表の第2表を、ネズコについては、同第3表を使用している。しかしながらサワラ、ヒバはヒノキ、コウヤマキ等と同一表であり、ネズコは上記樹種を除く針葉樹、広葉樹と混用のものであって、すでに当局において新規に検討、調製した樹種も多く、ここに天然ヒノキとの樹種間の検定結果、表を分つこととなったので、同樹型の3樹種をもって、本表を調製するはこびとなったものである。

しかしながら管内における天然サワラ、ヒバ、ネズコ等の分布は、後述のとおり、その大部分が木曾谷で占められ、しかも名古屋営林局管内の通称裏木曾地域と地続きであり、林分の生い立ちならびに林況も相類似の関係にあるので、既に調製済の名古屋営林局天然林サワラ、ヒバ材積表との関連についての検討は慎重を期して、林業試験場測定研究室に検討を依頼したのであるが、結局新規調製と決定したものである。

本材積表調製にあたり、御指導ならびに助言をいただいた林業試験場大友測定研究室長、同室栗屋技官ならびに資料収集に協力された、関係営林署各位に対し、謝意を表する次第である。

長野営林局

天然生^{サワラ ヒバ ネズコ}立木幹材積表調製説明書

I 適用地域

1. 天然生サワラ、ヒバ、ネズコの概況

管内における天然サワラ、ヒバ、ネズコは南北両アルプスや、千曲上流地区の秩父山系には僅に見られるが、大部分は木曽地方に分布している。

これらの樹種はいずれも木曽五木に属するもので概して混淆林状態をなしており、サワラはヒノキに比較して中腹より以下の残積土により多く、また花崗岩地域より安山岩地域に多く、一般的に見て、ヒノキより土壌条件の良いところに生立している。ヒバおよびネズコはサワラより、ヒノキと混交するが多いが、この2樹種はヒノキ、サワラに比し分布量が僅かである。管内における分布状況を蓄積にて示せば第1表のとおりである。

2. 資料収集地域

前述のとおり、管内における天然サワラ、ヒバ、ネズコの大部分は、木曽谷に生立しているので、資料の収集も木曽谷に重点をおいて行った。(第1図資料収集位置図参照)

3. 資料の選定および調査方法

資料の選定および調査方法は、調製要綱に準じて実施したが、調査の大要は次のとおりである。

- (1) 資料調査個所は、伐倒調査を必要とする関係上、主伐地あるいは主伐地周辺において収集することにとめたが、一部大径木は、昭和34年の伊勢湾台風による被害地について収集した。
- (2) 調査木は、胸高直径4cm以上のものについて、なるべく各直径階、樹高階にわたって選定したが、幹形いちじるしく不整なものは除外した。
- (3) 胸高直径は地上1.2mの位置の直径とし、樹幹の直角二方向を輪尺で測定し、その平均を用いた。
- (4) 樹高は、伐倒後、地際より梢端までの長さを巻尺で測定した。
- (5) 幹材積の算出は、樹幹析解の要領により幹足、区分、梢端ごとに算出した値を合計した。そのうち幹足材積は、地際から0.2mまでをスマリアン式で計算し、区分および梢端材積は、2m区分のフォーベル区分求積式および円錐体求積式で計算した。

4. 資料の整理

以上の調査方法にもとづいて、収集した資料を、事業区ごとにとりまとめた結果は第2表に、直径階、樹高階別本数表は別表1に示したとおりである。(別表省略)

第1表

天然サワラ、ヒバ、ネズコ経営計画区別事業区別蓄積表

単位立方メートル

経 営 計 画 区		中 部 山 岳	伊 那 谷	木 曾 谷			
事 業 区				奈 良 井	藪 原	福 島	王 滝
蓄	サ ワ ラ	74.277	121.788	13.226	(奈川) 26.804 284.052	397.099	1103.416
	ヒ バ						18.606
積	ネ ズ コ	57.560	12.608	2.034	(") 24.698 26.044	70.596	389.504

木曾谷					
上松	野尻	三殿	妻籠	坂下	
630.776	671.361	514.117	245.085	246.056	
74.711	60.632	95.884	38.621	54.514	
32.099	7.313	2.190	309	1.360	

第2表

天然生サワラ、ヒバ、ネズコ事業区別10cm直径階別本数表

経営計画区	事業区	6—10cm	12—20cm	22—30cm	32—40cm	42—50cm	52—60cm	62—70cm
千曲上流	白田町			26	26			
中部山岳	大松本	1	3	4		(2)		
伊那谷	伊那田				2	1		
木曾谷	飯原井	1	3	3	2	3	2	1
	藪原		2(2)	10	22(1)	11(1)	17(4)	8(3)
	福島	28(1)	42(3)	24	8(7)	19(5)	33	31
	王滝			4	16	25	32	8
	上野松		4	23	40	62	49	36
	野尻	17(5)	24(16)	17(12)	36(13)	50(8)	40(2)	28
	三殿			1	14	21	23	18
	妻籠		4	4	14	19(2)	32	31
	坂下	3(5)	25(13)	19(3)	5(1)	12	6	5
	計	50(11)	107(34)	137(15)	187(22)	225(18)	234(6)	166(3)

72—80cm	82—90cm	92—100cm	102cm～	計
				52
				(2)
				8
				3
				10
				11
2				72(11)
18(1)	11	4		218(17)
11	2			98
12	6	3		235
17(1)		1		230(57)
13	4	2		96
8	7	2		121(2)
10(1)	3	1	1	90(23)
91(3)	33	13	1	1.244(112)

Ⅱ 名古屋局材積表との適合検定

1. 検定の方法

各直径樹高階に亘って計 608 本の資料を名古屋営林局のサワラの材積表と比較した。大友栄松氏が日林誌 38巻に発表された検定方法により名古屋局の材積表値をX軸に測定材積をY軸にとり、F検定を利用して行った。その結果は次表の通りである。

第3表 F 検定の計算過程と結果

直径級	資料数	材積表材積の 平方和	実測材積の 平方和	表材積と実材 積の積和	表材積に対する
					回帰係数
cm	n	$s x^2$	$s y^2$	$s x y$	$b = \frac{s x y}{s x^2}$
6 ~ 10	25	0.004521	0.003499	0.003914	0.865752
12 ~ 20	55	0.231360	0.208201	0.212601	0.918919
22 ~ 30	71	2.771674	4.095476	3.165867	1.142222
32 ~ 40	95	6.420780	8.116810	6.394972	0.995980
42 ~ 50	113	18.073292	27.200325	19.262799	1.065816
52 ~ 60	118	25.441789	37.952412	26.562901	1.044066
62 ~ 70	85	33.657665	64.243544	38.263635	1.135848
72 ~ 80	46	30.995764	40.940009	28.097629	0.906499
全 体	608	1819.105955	1906.153569	1834.259896	1.008330

実材積の回帰		材積表材積の和	材積表材積の二乗和	F
回帰常数	回帰からの偏差平方和			
$a = \bar{Y} - b \bar{X}$	$s d y x^2$	$s x$	$s x^2$	
0.00031	0.000111	0.6420	0.021007	34.026**
- 0.00214	0.012838	7.6827	1.304521	23.736**
- 0.07242	0.479353	33.2822	23.412897	4.128*
0.02023	1.747544	110.8525	135.771062	0.613
- 0.14400	6.669732	236.4982	513.041422	0.688
- 0.10026	10.218997	352.5410	1139.305998	1.107
- 0.59463	20.743623	351.0163	1567.001346	1.292
0.60713	15.469537	268.5893	1599.267033	0.630
- 0.00900	56.613500	1336.1067	4979.125336	1.004

2. 検定の結果

全体の直径級については有意な差は認められなかったが、10cm直径級別に検定すると、6~30cmまでの3直径級において有意な差が認められたので新規に調製することとした。

なお念のため調製した材積式を名古屋局の対応する式と比較した結果、52cm以上については差のないことが分った。

参考のため10cm直径級別の材積式および名古屋局の材積表調製に用いた式との比較を行った。その結果を第4表に示す。

第4表 長野天然サワラ材積表と名古屋材積表の比較結果

長野材積表と名古屋の10cm直径級別材積式との比較				名古屋の材積表調製に用いた材積式との比較			
直径級 cm	分散の一様性	回帰係数間	回帰平面間	名古屋材積表直径級	分散の一様性	回帰係数間	回帰平面間
6 ~ 10	F=1.476	F=1.313	F=8.074*	6 ~ 50	F=1.503	F=0.377	F=13.881**
12 ~ 20	F=1.644*			"	F=1.588*		
22 ~ 30	F=1.959*			"	F=2.180*		
32 ~ 40	F=1.002	F=3.867*		"	F=1.033	F=3.255*	
42 ~ 50	F=1.159	F=0.928		"	F=1.046	F=1.985	F=2.092
52 ~ 60	F=1.169	F=2.658	F=1.684	52 ~	F=1.237	F=3.703*	
62 以上	F=1.651*		F=6.293*		F=1.565*		

材積表調製に用いた材積式による比較				
長野直径級	名古屋直径級	分散の一様性	回帰係数間	回帰平面間
32 ~	6 ~ 50	F=1.0036	F=8.258**	
32 ~	52 ~	F=1.396*		

Ⅲ 材 積 表 の 調 製

1. 採用した調製方法の根拠

理想的な調製方法は簡潔かつ客観的であって、しかも正確なものでなければならないが、いまのところこの三つの条件を満足させるような、方法は見当たらないのが現状である。

従来用いられている調製方法は、

- (1) 調和曲線を利用する図形的解析法
- (2) 共線図法を利用する方法
- (3) 形数により、間接的に材積を求める方法
- (4) 材積式により、直接材積を求める方法

等があるが、ここでは手数が比較的簡単で、適合度も良好な、しかも主観の入らない(4)の方法によることとした。

使用する実験式は、

$$V = a D^{b_1} H^{b_2} \dots \dots \dots (1)$$

ここに

V ; 幹材積

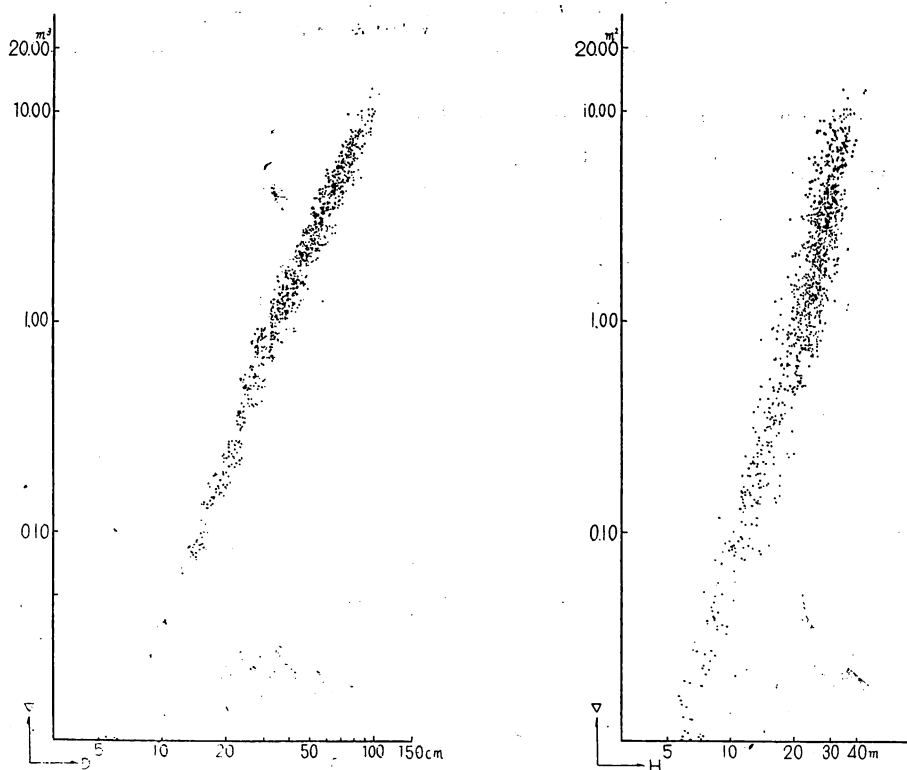
D ; 胸高直径

H ; 樹高

a, b₁, b₂ ; 常数

収集した資料の胸高直径もしくは樹高を、対数方眼紙の横軸にとり、幹材積を縦軸にとって、資料の分布を見たところ、何れも直線的な傾向が認められるので、従来から広く用いられている山本和藏氏の本式を採用することとした。(第2図参照)

第2図 天然サワラヒバネスゴ資料胸高直径(D)樹高(H)に対する幹材積の關係



2. 資料の吟味

(1) 実験式の計算

(1)式の両辺の対数を取り、一次式に変換して、

$\log V = Y, \quad \log D = X_1, \quad \log H = X_2$ にそれぞれおきかえると、実験式は次式となる。

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 \dots \dots \dots (2)$$

次に資料の胸高直径、樹高および幹材積を6桁の対数にとり、(幹材積は計算の便宜上1000倍した値の対数である)実験式を計算すると次のとおりである。

(i) 和および二乗和

本 数	$\sum X_1$	$\sum X_2$	$\sum Y$	$\sum X_1^2$	$\sum X_2^2$
1356	2160.296815	1836.604945	4195.614718	3530.29932106	2531.96797313

$\sum Y^2$	$\sum X_1 X_2$	$\sum X_1 Y$	$\sum X_2 Y$
13562.59614126	2983.74956541	6908.72051650	5836.63657583

(ii) 平方和および積和

$\sum x_1$	$\sum x_2$	$\sum y$	$\sum x_1 x_2$	$\sum x_1 y$	$\sum x_2 y$
88.64568618	44.41802918	580.89786552	57.78215162	224.52205613	153.97673925

(iii) 回帰方程式

上記の数値から簡略ドリットル法により、回帰係数 b_1, b_2 を求め Y の回帰式 $\hat{Y}$ を計算すると、

$$\hat{Y} = -1.2977699 + 1.7967907 X_1 + 1.1291430 X_2$$

$$S_{\hat{Y}^2} = 577.28089879$$

$$S_{dY \cdot X_1 X_2^2} = 3.61696673$$

$$S_{Y \cdot X_1 X_2^2} = 0.00267329$$

$$S_{Y X_1 X_2} = 0.051704$$

$$R = 0.993773$$

(2) 吟味の方法

収集された資料の中に、調査上の誤測によって異常な数値となったものあるいは本来いちじるしく、異常な形質をもったものなどが、資料として混入していると、材積の推定式そのものが、歪められるおそれがあるので、これらは異常資料として棄却しなければならない。

棄却の方法としては、回帰平面からの変動を考慮して、有意水準 1% として次式によって、棄却帯を計算した。

$$EY \cdot x_1 x_2 = t \cdot S_{Y X_1 X_2} \left\{ 1 - \left[\frac{1}{n} + C_{11}(X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22}(X_2 - \bar{X}_2)^2 + 2C_{12}(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2) \right] \right\}^{\frac{1}{2}}$$

ここに

$EY \cdot x_1 x_2$; 棄却限界値

$S_{Y \cdot X_1 X_2}$; 推定の標準誤差

t ; 95%信頼度の t の値

n ; 資料の本数

 C_{11}, C_{22}, C_{12} ; ガウスのC乗数 $\bar{X}_1, \bar{X}_2$; X_1, X_2 の平均値

(3) 吟味の結果

前記の棄却式により、棄却帯を計算した結果、棄却木は第5表の棄却木一覧表のとおりであり、これを除いた1334本の資料の直径階、樹高階本数およびその実測平均材積表は第6表および第7表のとおりである。

第5表

サワラ・ヒバ・ネズコ棄却木一覧表

事業区	林小班	胸高直径 Dcm	樹高 Hm	幹材積 V m^3	Y	$\hat{Y}$	$Y - \hat{Y}$
坂下	48	20.3	15.2	0.1658	2.219585	2.385998	-0.166413
	"	39.7	19.9	1.6040	3.205204	3.041514	0.163690
妻籠	163	69.1	31.4	3.6179	3.558457	3.697635	-0.139178
	"	69.9	24.0	2.4138	3.382701	3.574825	-0.192124
三殿	40	40.1	19.9	1.5957	3.202951	3.049335	0.153616
野尻	71	29.0	24.6	1.3733	3.137765	2.900405	0.237360
	165	31.3	22.6	0.4955	2.695044	2.918391	-0.268347
	"	64.4	28.9	2.7483	3.439064	3.601982	-0.162918
	"	18.7	11.2	0.0859	1.933993	2.172181	-0.238188
上松	183	64.8	34.8	5.3817	3.730920	3.416393	0.314527
	"	67.5	39.7	4.3690	3.640382	3.794370	-0.153988
	"	96.3	33.1	4.2607	3.629481	3.982494	-0.353013
王滝	50	33.5	14.2	0.8174	2.912435	2.743515	0.168920
福島	36	43.8	17.7	1.8894	3.276324	3.060755	0.215569
	12	48.0	28.8	4.4806	3.651336	3.370932	0.280404
	"	47.6	29.1	1.0794	3.033182	3.369483	-0.336301
藪原	123	23.0	12.9	0.3644	2.561578	2.402885	0.158593
	8	30.0	17.9	0.4289	2.632356	2.770958	-0.138602
	"	44.1	23.9	1.1770	3.070777	3.213351	-0.142574
	123	78.7	30.5	4.4295	3.646355	3.784887	-0.138532
	"	80.5	27.1	3.0088	3.478393	3.744574	-0.266181
	"	60.3	22.2	1.8883	3.276071	3.421312	-0.145241

天然林、サワラ・ヒバ・ネズコ直径階樹高階別本数表

天 然 林 サ ワ ラ ・ ヒ バ ・ ネ ズ コ

30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54
3957												
4842												
5237			9259			1.0083						
6092	6428	6661	8125	9793		8857						
6560	6495	7758	8153	9333		1.2021	1.2506	1.1497				
	7301	8948	8382				1.3628					
7068	7123	8204	8748	1.1259	1.0179	1.4333	1.2476	1.6106				
7543	8586	8487	9999	1.0541	1.2361	1.3166	1.4465		1.5555	1.8143		2.1027
8016		1.0025	1.0062	1.1490	1.3047		1.5281		1.9394	1.9210		2.3449
8085	8933	1.0002	1.1552	1.1941	1.2735	1.4554	1.3201	1.5138	1.9395	2.1926		2.3318
7596	9119	9612	1.1648	1.3705	1.1326	1.5046	1.5210	1.6990	2.1175	2.2448	2.4078	2.5821
8809	9823	1.1189	1.2797	1.3642	1.3647	1.5486	1.6500	1.8003	2.0327	2.3151	2.3260	2.4013
8195	1.0075	1.1791	1.2546	1.4534	1.5144	1.5322	1.7296	1.8942	1.9953	2.3285	2.8886	2.4589
	1.0379	1.2110	1.2608	1.5041	1.6733	1.7823	1.9777	2.0791	2.2687	2.4571	2.4823	2.8203
8837	1.1244	1.1699	1.3784	1.5271	1.6991	1.5611	2.0482	2.0944	2.1879	2.2279	2.7898	2.8304
			1.5047	1.5927	1.7530	1.8837	2.1266	2.2173	2.5616	2.4639	2.7723	3.0328
				1.7046		2.1011		2.2166	2.4755	2.5552	2.8196	2.9963
	1.3605			1.8691	1.7152	1.8646		2.3132	2.4905	2.8049	3.0212	3.3398
				1.8755		1.9758		2.3806	2.3753	2.8687	3.2677	3.4223
									2.9606	3.0794	3.1619	3.5565
										2.9505	3.4517	
									3.3094		3.4224	3.7933
						2.1509					3.4882	
						2.2723		2.8159			3.5571	

第7表

平 料 資 濟 却 棄

[illegible]

3. 棄却済資料による材積式の計算

吟味の結果により、棄却済資料を用いて回帰式を求め、回帰からの推定の標準誤差を計算すると次のとおりである。

(i) 和および二乗和

本数	$\sum X_1$	$\sum X_2$	$\sum Y$	$\sum X_1^2$	$\sum X_2^2$
1334	2213.849511	1806.953210	4126.300364	3469.05214447	2491.5818265

$\sum Y^2$	$\sum X_1 X_2$	$\sum X_1 Y$	$\sum X_2 Y$
13339.21303526	2934.14245850	6792.00859663	5742.07295986

(ii) 平方和、積和および相関係数

$\sum x_1^2$	$\sum x_2^2$	$\sum y^2$	$\sum x_1 x_2$	$\sum x_1 y$
87.69026638	43.99567837	575.82870697	57.30835696	222.56256191

$\sum x_2 y$	$r_{x_1 x_2}$	$r_{x_1 y}$	$r_{x_2 y}$
152.84380832	0.922651	0.990444	0.960276

(iv) 回帰式、推定の標準誤差および重相関係数

$$\hat{Y} = -1.3024548 + 1.7996905 X_1 + 1.1298042 X_2$$

$\sum \hat{y}^2$	$\sum dy_{x_1 x_2}^2$	$\sum y_{x_1 x_2}^2$	$\sum y_{x_1 x_2}$	R
573.22730644	2.60140053	0.00195447	0.044209	0.997739

4. 材積式の有意性の検定

回帰に含まれる統計量にはすべて標本抽出による。変動がともなっているので、変動の程度を測り、有意性の検定を行う。

(i) 回帰係数の有意性の検定

$$S b_1 = 0.01224222 \quad t b_1 = 147.007^{**}$$

$$S b_2 = 0.01728346 \quad t b_2 = 55.369^{**}$$

(ii) 重相関係数の有意性の検定

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
回帰	2	573.22730644	286.61365322	146645.20^{**}
推定の誤差	1331	2.60140053	0.00195447	
全体	1333	575.82870697		

重相関は極めて有意であり、したがって重回帰は極めて有意である。

(v) 偏相関係数の有意性の検定

$$r_{Y X_1 X_2} = 0.970561^{**}$$

$$r_{Y X_2 X_1} = 0.873200^{**}$$

偏相関も極めて有意であり、胸高直径階、樹高階が変わっても、胸高直径対材積、樹高対材積の相関は、胸高直径階、樹高階を通じての相関と、大体同じであるといえることができる。

5. 10cm直径級別材積式の比較

前掲第 2～3 図のとおり、胸高直径または樹高に対する幹材積の関係は、直線関係で示されているが、さらに資料を10cm直径級別に区分し、直径級ごとの材積式を求め、それぞれの直径級間について統計的検定を行い、差のなかった直径級は一括して材積式を計算することとした。ただし72cm以上の各直径級の資料は僅少であるので、一括して一つの直径級として検討した。検定のための数値を一括して表示すると第8～12表のとおりである。

第8表 10 cm 直径級別和および二乗和

直径級 cm	本数	S X ₁	S X ₂	S Y	S X ₁ ²
6 ~ 10	61	55.088632	52.197490	78.622977	50.26305667
12 ~ 20	139	164.536750	146.910851	280.078238	195.62247011
22 ~ 30	149	210.637918	189.118404	398.903036	298.09556713
32 ~ 40	205	319.172256	281.908176	627.101937	497.18786346
42 ~ 50	239	397.619538	339.435859	787.994442	661.70061373
52 ~ 60	239	416.904293	347.911463	833.375147	727.35236630
62 ~ 70	164	297.548208	241.561503	593.728075	539.90430752
72 ~	138	262.341916	207.909464	526.496512	498.92589955
6 ~	1334	2123.849511	1806.953210	4126.300364	3469.05214447

S X ₂ ²	S Y ²	S X ₁ X ₂	S X ₁ Y	S X ₂ Y
45.01049239	104.40770013	47.37801410	72.20197449	68.04521890
156.46140105	571.28815132	174.62689804	333.81023775	298.58624623
241.39695200	1073.19668755	267.79296421	565.08770033	508.71732927
388.40953590	1920.71025843	439.00977596	976.89334053	863.33940032
483.11494491	2600.91923932	564.63444645	1311.46946972	1120.46495760
507.26097800	2907.71896329	606.89081123	1453.91822977	1214.04600710
356.32136080	2150.76679559	438.28972449	1077.33299432	875.14993103
313.60614759	2010.20523962	359.31982402	1001.29464722	793.72386940
2491.58181265	13339.21303526	2934.14245850	6792.00859663	5742.07295986

第9表

直径級別平方和および積和

直径級 cm	本数	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
6 ~ 10	61	0.51273575	0.34527989	3.07044583	0.23986134	1.19816717	0.76780815
12 ~ 20	139	0.85741902	1.18947198	6.94412685	0.72593427	2.27669280	2.56802831
22 ~ 30	149	0.32152351	1.35822226	5.25284775	0.44056908	1.16753313	2.40923954
32 ~ 40	205	0.25650249	0.74017153	2.38421263	0.09627099	0.53460895	0.97275044
42 ~ 50	239	0.18891080	1.03669230	2.86383922	0.12177099	0.49881711	1.32868017
52 ~ 60	239	0.11726370	0.80747973	1.80207778	0.00469195	0.20410231	0.90472417
62 ~ 70	164	0.05713628	0.51672829	1.29711849	0.02025900	0.12125800	0.62647877
72 ~	138	0.20647281	0.37176193	1.51989797	0.07803315	0.40983762	0.50932152
6 ~	1334	87.69026638	43.99567837	575.82870697	57.30835696	222.56256191	152.84390832

第10表

直径級別相関係数および回帰係数

直径級cm	rx_1x_2	rx_1y	rx_2y	b_1	b_2
6 ~ 10	0.567583	0.954741	0.745704	1.9183687	0.8966176
12 ~ 20	0.718826	0.933038	0.893540	1.7120116	1.1141249
22 ~ 30	0.666688	0.898392	0.901980	2.1613151	1.0727478
32 ~ 40	0.220945	0.683624	0.732256	1.6726201	1.0966724
42 ~ 50	0.275163	0.678170	0.771119	1.9629685	1.0510810
52 ~ 60	0.015248	0.443996	0.750004	1.6961050	1.1105742
62 ~ 70	0.117905	0.445415	0.765219	1.7162346	1.1451708
72 ~	0.281654	0.731599	0.677567	1.5935866	1.0355254
6 ~	0.922651	0.990444	0.960276	1.7996905	1.1298042

第11表

直径級別回帰に帰因する平方和など

直径級cm	$\hat{Sy}^2$	$Sdy_{x_1x_2}^2$	$sy_{x_1x_2}^2$	R
6 ~ 10	2.98695672	0.08348911	0.00143947	0.986311
12 ~ 20	6.75882892	0.18529793	0.00136248	0.986568
22 ~ 30	5.10791233	0.14493542	0.00099271	0.986108
32 ~ 40	1.96098618	0.42322645	0.00209518	0.906911
42 ~ 50	2.37571270	0.48812652	0.00206833	0.910799
52 ~ 60	1.35094225	0.45113553	0.00191159	0.865828
62 ~ 70	0.92549288	0.37162561	0.00230823	0.844689
72 ~	1.18052714	0.33937083	0.00251386	0.881314
6 ~	573.227306644	2.60140053	0.00195447	0.997739

第12表

分散の一樣性計算準備表

直径級 cm	$S d y x_1 x_2^2$	$f r$	$s y x_1 x_2^2$	$\log s y x_1 x_2^2$	$f r \log s y x_1 x_2^2$	$1/f r$
6~10	0.08348911	58	0.00143947	- 2.8417974	- 164.8242492	0.01724138
12~20	0.18529793	136	0.00136248	- 2.8656698	- 389.7310928	0.00735294
22~30	0.14493542	146	0.00099271	- 3.0031776	- 438.4639296	0.00684932
32~40	0.42322645	202	0.00209518	- 2.6787786	- 541.1132772	0.00495050
42~50	0.48812652	236	0.00206833	- 2.6843802	- 633.5137272	0.00423729
52~60	0.45113553	236	0.00191159	- 2.7186052	- 641.5908272	0.00423729
62~70	0.37162561	161	0.00230823	- 2.6367210	- 424.5120810	0.00621118
72~	0.33937083	135	0.00251386	- 2.5996589	- 350.9539515	0.00740741
6~	2.48720740	1310			-3584.7031357	0.05848731

以下検定の経過を示す。

(1) 分散の一樣性の検定

(i) 全直径級を一括した場合

第12表より

$$S^2 = q^2/f = 0.00189863$$

$$\log S^2 f = -2.7215596 \times 1310 = -3565.2430760$$

$$\chi^2 = \frac{1}{\log 10 e} [(\sum f r) \log S^2 - \sum f r s r^2] = 44.578$$

$$\text{補正項 } C = 1 + \frac{1}{3(K-1)} \left(\sum \frac{1}{f r} - \frac{1}{S} \right) = 1.0027488$$

$$\text{補正された } \chi^2 = \chi^2 / C = 44.456$$

以上により、分散が一樣であるという仮説は捨てられた。したがって全直径級を一括して、材積式を計算することはできない。

(ii) 各種直径級を組合せた場合

全直径級を一括した、材積式の計算ができないので、次にいろいろの直径級を組合せた場合についての検定を行った結果、(6~10cm)、(12~20cm)、(22~30cm)の組合せと、(32~40cm)、(42~50cm)、(52~60cm)、(62~70cm)、(72cm以上)の組合せは、それぞれ $\chi^2 = 4.599$ と 3.948 となり、いずれも $P(\chi^2)$ が5%以上であるので、分散が一樣であることが判った。

(2) 回帰係数間の差の検定

分散が一樣であると認められた 6~30cm と 32cm 以上の二つの直径級の組合せについて、回帰係数間の差の検定を行へば次のとおりであり、32cm 以上の組合せにおいて有意差が認められなかった。他は一括できないことがわかった。

(i) (6~10cm)、(12~20cm)、(22~30cm)の場合

予備的分散分析表

変動因	自由度	平方和
回帰	6	14.85369797
誤差	340	0.41372246
計	346	15.26742043

完成された分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	14.80594595	
回帰間	4	0.04775202	0.01193901
回帰計	6	14.85369797	
誤差	340	0.41372246	0.00121683
計	346	15.26742043	

$$F=0.01193901/0.00121683=9.8101^{**}$$

(a) (32~40cm)、(42~50cm)、(52~60cm)、(62~70cm)、(72cm以上)の場合

予備的分散分析表

変動因	自由度	平方和
回帰	10	7.79366115
誤差	970	2.07348494
計	980	9.86714609

完成された分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	7.77526689	
回帰間	8	0.01839426	0.00229928
回帰計	10	7.79366115	
誤差	970	2.07348494	0.00213761
計	980	9.86714609	

$$F=0.00229928/0.00213761=1.076 \text{ 有意差なし}$$

(b) (6~10cm)、(12~20cm)の場合

分散の一様性の検定 $F=1.057$ 差なし

予備的分散分析表

変動因	自由度	平方和
回帰	4	9.74578564
誤差	194	0.26878704
計	198	10.01457268

完成された分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	9.73592108	
回帰間	2	0.00986456	0.00493228
回帰計	4	9.74578564	
誤差	194	0.26878704	0.00138550
計	198	10.01457268	

$$F = 0.00493228 / 0.00138550 = 3.559^{**}$$

(二) (12~20cm)、(22~30cm)の場合

分散の一意性の検定 $F = 1.372$ 差なし

予備的分散分析表

変動因	自由度	平方和
回帰	4	11.86674125
誤差	282	0.33023335
計	286	12.19697460

完成された分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	11.82960963	
回帰間	2	0.03713162	0.01856581
回帰計	4	11.86674125	
誤差	282	0.33023335	0.00117104
計	286	12.19697460	

$$F = 0.01856581 / 0.00117104 = 15.854^{**}$$

(3) 回帰常数間の差の検定

回帰係数間において差のなかった (32~40cm)、(42~50cm)、(52~60cm)、(62~70cm)、(72cm以上) の5直径級について、込みにした回帰係数を計算し、回帰常数間の差の検定を行へば次のとおりである。

予備的分散分析表

変動因	自由度	平方和
回 帰	2	67.28641284
回帰間差	8	0.01839426
誤 差	974	2.08827621
計	984	69.39308331

誤差分割表

変動因	自由度	平方和
誤 差	974	2.08827621
不明原因	970	2.07348494
計	4	0.01479127

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	67.28641284	
回帰間差	8	0.01839426	
平面間差	4	0.01479127	0.00369782
不明原因	970	2.07348494	0.00213761
計	984	69.39308331	

$$F = 0.00369782 / 0.00213761 = 1.730 \quad \text{有意差なし}$$

(4) 検定結果のとりまとめ

最終式の回帰係数回帰常数を再掲する。

直径級	a	b ₁	b ₂
6 ~ 10cm	- 1.2107953	1.9183687	0.8966176
12 ~ 20cm	- 1.1891195	1.7120116	1.1141249
22 ~ 30cm	- 1.7397867	2.1613151	1.0727478
32cm~	- 1.2086419	1.7750576	1.0946404

6. 材積式の決定と材積表の作製

(1) 材積式の決定

前述の検定結果により、材積式は四つの式を使用することとなったが、これによって計算した表値をグラフ上で検討したところ、(22～30cm)と(32cm以上)の接合部以外は、滑らかな曲線で結ばれた。(22～30cm)と(32cm以上)については、30cmと32cmについてのみ三点移動平均により修正することとした。

(2) 材積表の作製

作表にあたっては実験式に対数式を採用しているので、対数計算による材積式は、これを真数の表値にした場合はある偏りが入ることになるので、これを修正しなければならない。

いま修正係数を f とすれば

$$f = 10^{-\frac{n-1}{n}(1151293)\sigma^2 y}$$

n ; 資料数

$\sigma^2 y$; 対数推定の誤差分散

本式によって計算した修正係数および修正係数を加味した材積式は、次のとおりである。

直径級cm	$\sigma^2 y = (1)$	$n-1/n = (2)$	$(1) \times (2) \times 1.151293$	f
6 ~ 10	0.0014395	0.9836066	0.0016301	1.0039
12 ~ 20	0.0013625	0.9928058	0.0015574	1.0036
22 ~ 30	0.0009927	0.9932886	0.0009927	1.0023
32 ~	0.0021453	0.9989848	0.0024674	1.0052

直径級cm	材積式
6 ~ 10cm	$\log V = 5.7908348 + 1.9183687 \log D + 0.8966176 \log H$
12 ~ 20	$\log V = 5.8124379 + 1.7120116 \log D + 1.1141249 \log H$
22 ~ 30	$\log V = 5.2613485 + 2.1613151 \log D + 1.0727478 \log H$
32cm ~	$\log V = 5.7938255 + 1.7750576 \log D + 1.0946404 \log H$

上記の材積式によって計算した材積表は第13表のとおりである。

第13表

天 然 林 サ  ラ 

天 然 林 サ ワ ラ ・ ヒ バ ・

ネズコ立木幹材積表(続)

72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94
2.388											
2.563											
2.739	2.876	3.015	3.157								
2.916	3.061	3.210	3.361								
3.094	3.248	3.405	3.566	3.742	3.897	4.067	4.241	4.417	4.597	4.780	4.966
3.272	3.435	3.602	3.772	3.958	4.122	4.302	4.486	4.673	4.863	5.056	5.253
3.452	3.624	3.800	3.979	4.176	4.348	4.538	4.732	4.929	5.129	5.334	5.541
3.632	3.813	3.998	4.187	4.394	4.575	4.775	4.979	5.186	5.397	5.612	5.831
3.813	4.003	4.197	4.395	4.613	4.803	5.013	5.227	5.445	5.667	5.892	6.121
3.995	4.194	4.398	4.605	4.833	5.033	5.253	5.477	5.705	5.937	6.173	6.413
4.178	4.386	4.599	4.816	5.054	5.263	5.493	5.727	5.965	6.208	6.455	6.706
4.361	4.578	4.800	5.027	5.275	5.493	5.733	5.978	6.227	6.480	6.738	7.001
4.545	4.771	5.003	5.239	5.498	5.725	5.975	6.230	6.490	6.754	7.022	7.296
4.730	4.965	5.206	5.452	5.721	5.958	6.218	6.483	6.753	7.028	7.308	7.592
4.915	5.160	5.410	5.665	5.945	6.191	6.461	6.737	7.018	7.303	7.594	7.889
5.101	5.355	5.614	5.879	6.170	6.425	6.706	6.992	7.283	7.579	7.881	8.188
5.287	5.550	5.819	6.094	6.395	6.660	6.951	7.247	7.549	7.856	8.169	8.487
5.474	5.747	6.025	6.310	6.621	6.895	7.197	7.504	7.816	8.134	8.458	8.787
5.661	5.944	6.232	6.526	6.848	7.132	7.443	7.761	8.084	8.413	8.748	9.088
5.849	6.141	6.439	6.743	7.076	7.368	7.690	8.018	8.352	8.692	9.038	9.390
6.038	6.339	6.646	6.960	7.304	7.606	7.938	8.277	8.622	8.973	9.330	9.693
6.227	6.537	6.854	7.178	7.533	7.844	8.187	8.536	8.892	9.254	9.622	9.996
6.417	6.737	7.063	7.396	7.762	8.083	8.436	8.796	9.162	9.535	9.915	10.300
6.607	6.936	7.272	7.615	7.992	8.322	8.686	9.057	9.434	9.818	10.208	10.606
6.797	7.136	7.482	7.835	8.222	8.562	8.937	9.318	9.706	10.101	10.503	10.912
6.988	7.337	7.692	8.055	8.454	8.803	9.188	9.580	9.979	10.385	10.798	11.218
7.180	7.539	7.903	8.276	8.685	9.044	9.440	9.842	10.252	10.669	11.094	11.525
7.372	7.739	8.114	8.497	8.917	9.286	9.692	10.105	10.526	10.955	11.390	11.834
7.564	7.941	8.326	8.719	9.150	9.528	9.945	10.369	10.801	11.240	11.688	12.142
7.757	8.143	8.539	8.941	9.383	9.771	10.198	10.633	11.076	11.527	11.985	12.452
7.950	8.346	8.751	9.164	9.617	10.014	10.452	10.898	11.352	11.814	12.284	12.762

第13表

天 然 林 サ ワ ラ ・ ヒ バ ・

Dm Hcm	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19	5.155	5.347									
20	5.453	5.656	5.863	6.072	6.285	6.502	6.721	6.943	7.169	7.398	7.630
21	5.752	5.967	6.184	6.406	6.630	6.858	7.090	7.324	7.562	7.804	8.048
22	6.053	6.278	6.507	6.740	6.977	7.217	7.460	7.707	7.957	8.211	8.469
23	6.354	6.591	6.832	7.076	7.325	7.576	7.832	8.091	8.354	8.621	8.891
24	6.657	6.906	7.158	7.414	7.674	7.938	8.205	8.477	8.753	9.032	9.315
25	6.962	7.221	7.485	7.753	8.024	8.300	8.580	8.865	9.153	9.445	9.741
26	7.267	7.538	7.813	8.093	8.377	8.665	8.957	9.253	9.554	9.859	10.168
27	7.574	7.856	8.143	8.434	8.730	9.030	9.335	9.644	9.957	10.275	10.597
28	7.881	8.175	8.473	8.777	9.084	9.397	9.714	10.035	10.362	10.692	11.027
29	8.190	8.495	8.805	9.120	9.440	9.765	10.094	10.428	10.767	11.111	11.459
30	8.499	8.816	9.138	9.465	9.797	10.134	10.476	10.823	11.174	11.531	11.893
31	8.810	9.138	9.472	9.811	10.155	10.504	10.859	11.218	11.583	11.952	12.327
32	9.122	9.462	9.807	10.158	10.514	10.876	11.243	11.615	11.992	12.375	12.763
33	9.434	9.786	10.143	10.506	10.874	11.248	11.628	12.013	12.403	12.799	13.200
34	9.747	10.111	10.480	10.855	11.236	11.622	12.014	12.412	12.815	13.224	13.639
35	10.062	10.437	10.818	11.205	11.598	11.997	12.401	12.812	13.228	13.651	14.079
36	10.377	10.764	11.157	11.556	11.961	12.372	12.790	13.213	13.643	14.078	14.519
37	10.693	11.091	11.496	11.908	12.325	12.749	13.179	13.615	14.058	14.507	14.961
38	11.009	11.420	11.837	12.260	12.690	13.127	13.570	14.019	14.474	14.936	15.405
39	11.327	11.749	12.178	12.614	13.056	13.505	13.961	14.423	14.892	15.367	15.849
40	11.645	12.079	12.520	12.968	13.423	13.885	14.353	14.828	15.310	15.799	16.294
41	11.964	12.410	12.863	13.324	13.791	14.265	14.746	15.235	15.730	16.232	16.741
42	12.284	12.742	13.207	13.680	14.160	14.647	15.141	15.642	16.150	16.666	17.188
43	12.605	13.075	13.552	14.037	14.529	15.029	15.536	16.050	16.572	17.101	17.637
44	12.926	13.408	13.897	14.394	14.899	15.412	15.932	16.459	16.994	17.536	18.086
45	13.248	13.742	14.243	14.753	15.270	15.795	16.328	16.869	17.417	17.973	18.537

Ⅳ 材積表の適合度

調製した材積表の精度は、調製要綱によれば、誤差率を計算することになっているが、手数がかかるのでここでは簡略法を用いて計算した。

すなわち、

$$\text{標準誤差率}(\%) = \frac{\text{標準誤差} \times t}{\text{平均値}} \times 100$$

ただし

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

ここに

V ; 実測材積

$\hat{V}$; 推定材積 $\times$ 修正係数

K ; 独立変数の個数

t ; 95%信頼度の t 表の値

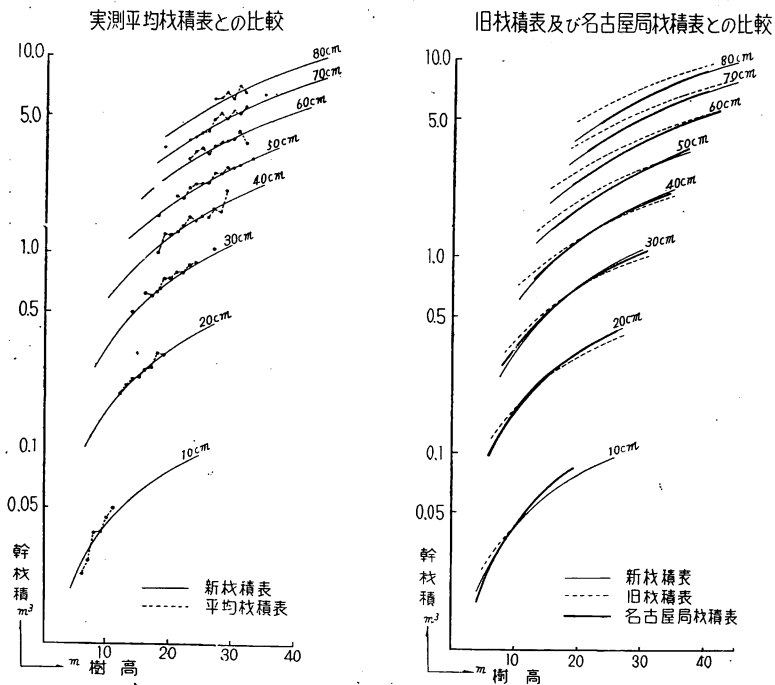
しかるにいま、 $\log V = X$, $V = 10^X$ とするならば、高次の微分を省略して

$SV = V(\log e) SX$ が成立するので、真数材積の誤差率は、次のようにして近似的に材積式の標準誤差によって表わすことができる。

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

なお材積表と調製資料実測平均材積表との比較および旧材積表ならびに他局材積表との比較を示せば、第3図のとおりである。

第3図 実測平均材積表及び旧材積表 他局材積表との比較



上式の値を本数の平方根で除したもので、材積表の百分率の標準誤差を表すと次のとおりである。

直 径 級	本 数	百分率 標準 誤 差	95%信頼度標準誤差
6 ～ 10cm	61	1.1185 %	2.24 %
12 ～ 20	139	0.7209	1.42
22 ～ 30	149	0.5943	1.17
32cm～	985	0.1075	0.21

V 材 積 表 使 用 上 の 注 意

- (1) 本材積表は、長野営林局管内の天然林サワラ、ヒバ、ネズコに適用するものである。
- (2) 本材積表は、毎木の胸高直径（地上1.2m）樹高を測定して、幹材積を求めるものである。
- (3) 本材積表の幹材積は、次の直径級別材積式で算出したものである。

直 径 級	材 積 式
6 ～ 10cm	$\log V = \bar{5}.7908348 + 1.9183687 \log D + 0.8966176 \log H$
12 ～ 20	$\log V = \bar{5}.8124379 + 1.7120116 \log D + 1.1141249 \log H$
22 ～ 30	$\log V = \bar{5}.2613485 + 2.1613151 \log D + 1.0727478 \log H$
32cm～	$\log V = \bar{5}.7938255 + 1.7750576 \log D + 1.0946404 \log H$

VI 調製年月日および調製担当者職氏名

1. 調製年月日 昭和37年3月
2. 調製担当者職氏名

計 画 課 長	農 林 技 官	光	本	政	光
前計画課長	"	山	本	熊	男
主 査	"	林			亀
係 員	"	松	村	初	義
同 上	農林事務官	樋	田		豊
同 上	農 林 技 官	長	谷	川	征 夫
同 上	農林事務官	三	溝	隆	子