

材積表調製業務資料第42号

長野営林局

天然林ヒノキ立木幹材積表

調製説明書

昭和37年3月

林野庁

ま え が き

当局において天然林ヒノキに使用している材積表は、帝室林野局時代に調製された御料林材積表（和田国次郎氏調製）の第2表であつて、ヒノキ、サワラ、ヒバ、コウヤマキの4樹種共通で、しかも人工林、天然林同一表のものでもある。

この材積表については、昭和30年に立木材積表調製要綱が出され、これにもとづいて、ヒノキ、サワラ等の材積表の再検討を行うべく、資料の収集を開始したが、昭和34年にいたり、このうち先づ人工林ヒノキと、天然林ヒノキを別々に、さらに天然林ヒノキと、天然林サワラ、ヒバ、ネズコに区分して調製する結論に達した。そこで昭和36年3月人工林ヒノキ材積表の調製を完了し、引続いて天然林ヒノキおよび天然林サワラ、ヒバ、ネズコの二つの材積表の調製に着手したものである。

しかしながら、管内における天然林ヒノキ、サワラ、ヒバ、ネズコ等の分布は、その大部分が木曾谷に集中しており、しかも、この地域は、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類似しているので、これより先、昭和33年と昭和35年に調製を完了している、名古屋営林局天然生ヒノキ立木材積表および名古屋営林局サワラ、ヒバ立木材積表との関連については、特に慎重を期し、林業試験場測定研究室に検討をお願いしたのであるが、結局名古屋局とは別途に新規調製することとなつた。

本材積表調製にあたり、御指導ならびに助言にあずかつた林業試験場測定研究室長大友栄松氏、同室粟屋仁志氏ならびに資料収集に協力された関係営林署各位に、謝意を表する次第である。

目 次

I 適用地域	1
1. 天然生ヒノキの概況	1
2. 資料収集地域	1
3. 資料の選定および調査方法	1
4. 資料の整理	3
II 旧材積表および他局材積表との適合検定	3
1. 検定の方法	3
2. 検定結果	3
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直経級別材積式の比較	17
6. 材積式の決定と材積表の作製	22
IV 材積表の適合度	30
V 材積表使用上の注意	32
VI 調製年月日および調製担当者職氏名	32

長野営林局

天然生ヒノキ立木幹材積表調製説明書

I 適用地域

1. 天然生ヒノキの概況

管内における天然ヒノキは、南北アルプス山系において、ウラジロモミ、コメツガ等と混生して僅に見られるが、大部分は木曽地方に分布している。

垂直的分布は、大凡 400～1800m の間にあって、上部限界は御岳における 1900m である。林況は概して木曽五木あるいは、他樹種との混交林をなしているが、純林も少くない。純林は、地域により、1500m 附近にも、あらわれるが一般には、1600～1700m の、上部限界に程近く、尾根地形の、比較的峻峻でないところにあらわれ、花崗岩、石英斑岩等の酸性岩で、土壌条件の比較的悪いところに、適応性の強いヒノキが、生立し得た結果のあらわれであろう。

管内における天然生ヒノキの分布状況を地区別に示せば第 1 表のとおりである。

2. 資料収集地域

前項で述べたように、管内の天然ヒノキは殆んど木曽谷に生立しているので、資料の収集もまた木曽谷のみを対象した。(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、調査の概要は次のとおりである。

第 1 表 天然ヒノキ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 事業区	中部山岳	伊那谷	木 曽 谷			
			奈良井	藪原	福島	王滝
蓄 積	89,756	8,160	8,079	(奈川)60,467 149,141	301,423	3,518,684

木 曽 谷				
上 松	野 尻	三 殿	妻 籠	坂 下
1,168,508	886,191	691,552	253,123	428,726

- (1) 資料調査箇所は伐倒調査する関係上、主伐地あるいは主伐地周辺において収集することにした。なお一部の大径木は昭和34年の伊勢湾台風による被害地において収集した。
- (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 2 方向を輪尺で測定し平均を用いた。
- (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。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、区分および梢頭材積は、2m区分のフーベル区分求積式および円鎖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、経営計画区別、事業区別に、とりまとめた結果は第2表に、直径階、樹高階別本製表は別表1に示したとおりである。(別表省略)

第2表 天然ヒノキ事業区別10cm直径階別本数表

経営区	事業区	6~ 10cm	12~ 20cm	22~ 30cm	32~ 40cm	42~ 50cm	52~ 60cm	62~ 70cm	72~ 80cm	82~ 90cm	92~ 100cm	102~ cm	計
中部山岳 伊那谷 木曾谷	松本	1		2	1								4
	諏訪					1							1
	飯田				1								1
	藪原		1		5	9	11	4	1				31
	福島	30	40	15	12	33	30	13	6				179
	王滝	1	12	50	115	151	72	24	11		1	1	438
	上松		11	41	66	60	59	64	21	3			325
	野尻	25	52	31	47	61	33	25	13	1			288
	三殿		2	13	10	24	36	25	20	2			132
	妻籠		2	1	8	13	44	14	10	2			94
	坂下	33	57	41	34	65	52	16	8	3			309
	計	90	177	194	299	417	337	185	90	11	1	1	1,802

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610本の資料を名古屋営林局のヒノキ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22~30cmおよび42~50cmの直径級で差のあることが認められるので、新規に材積表を調製することとした。

2. 検定結果

全体の直径級については有意なる差は認められなかったが、10cm直径級別に検定すると22~30cm42~50cmの2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表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直径級別材積式および名古屋局の材積表の調製に用いた材積式と比較した結果を、第4表に示す。

第3表

F 検 定 の 計 算 過 程 と 結 果

直 径 級 cm	資 料 数 n	材積表材積の 平方和 sx ²	実測材積の平 方 和 sy ²	表材積と実材 積の積和 sxy	表 材 積 に 対 す る 実 材 積 の 回 帰			材積表材積の 和 s x	材積表材積の 二乗和 s x ²	F
					回 帰 係 数	回 帰 常 数	回帰からの偏 差平方和			
					$b = \frac{sxy}{sx^2}$	$a = \bar{Y} - b \bar{x}$	$sdyx^2$			
6~10	31	0.003572	0.003534	0.003551	1.967126	0.00109	0.000099	0.7044	0.019678	1.121
12~20	61	0.305916	0.319714	0.307401	1.004855	- 0.00031	0.010320	8.6348	1.528207	0.021
22~30	66	1.729491	2.294359	1.932379	1.117311	- 0.06206	0.135292	33.7976	19.036730	5.678*
32~40	102	7.656632	8.887774	7.753403	1.012639	0.01041	1.036376	114.8208	136.909731	3.047
42~50	140	20.342786	22.905598	19.299353	0.948707	0.06860	4.596158	282.3942	589.960531	3.329*
52~60	114	28.220129	34.024929	27.306107	0.967611	0.11740	7.603239	341.3957	1050.597532	0.583
62~70	64	29.039143	42.465566	29.777524	1.025427	- 0.04969	11.930385	267.9687	1151.027021	0.581
72~80	32	22.816875	34.263105	21.989126	0.963722	0.22877	13.071699	172.6733	954.569017	0.075
全 体	610	1454.0311	1513.5253	1464.0405	1.006849	- 0.00629	39.4571	1222.3895	3903.6484	0.786

第4表

長 野 天 然 ヒ ノ キ 材 積 表 と 名 古 屋 材 積 表 の 比 較 結 果

長野材積 表 直径級cm	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				材積表調製に用いた材積式による比較				
	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cm	分散の一様 性	回帰係数間	回帰平面間	長野直径 級cm	名古屋直 径cm	分散の一 様性	回帰係数 間	回帰平 面間
6~10	F=2.125*			6 ~ 20	F=1.667*							
12~20	F=1.813*			"	F=1.928*							
22~30	F=1.532*			22 ~ 30	F=1.532*							
32~40	F=1.024	F=0.408	F=10.653**	32 ~ 40	F=1.024	F=0.408	F=10.653**					
42~50	F=1.368*			42 ~	F=1.345*							
52~60	F=1.107	F=2.421	F=3.330	"	F=1.012	F=1.423	F=0.733					
62以上	F=1.019	F=1.463	F=0.191	"	F=1.071	F=0.817	F=0.862					

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

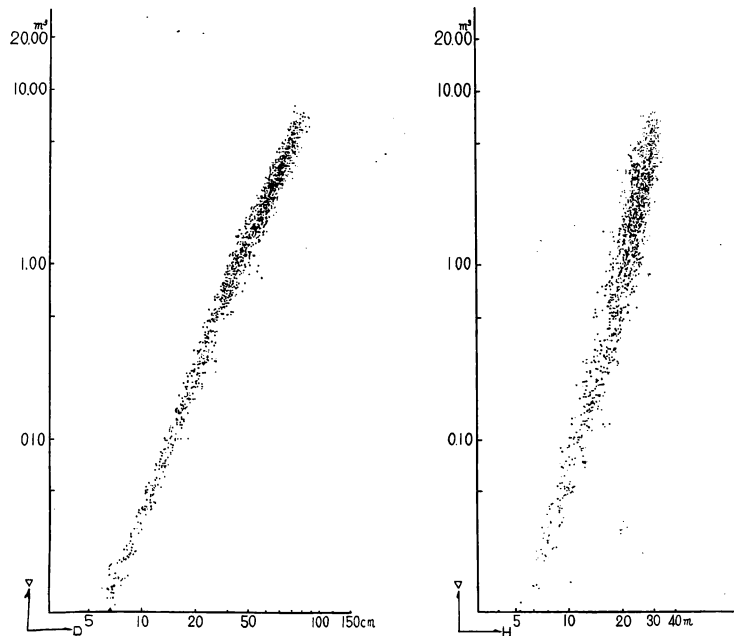
等があるが、ここでは手数が比較的簡単で適合度も良好な、しかも主観の入らない(4)の方法によることとした。

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, b_1, b_2 ; 常 数

第2図 天然ヒノキ資料胸高直径(D)樹高(H)に対する幹材積の関係



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2.3図参照)

2. 資料の吟味

(1) 実験式の計算

(1) 式の両辺の対数をとって一次式に変換して

$\log V = Y$, $\log D = X_1$, $\log H = X_2$ 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のため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	$\sum X_1$	$\sum X_2$	$\sum Y$	$\sum X_1^2$	$\sum X_2^2$
1.802	2345.002270	2396.014550	5517.171132	4597.67010346	3232.82572183

$\sum Y^2$	$\sum X_1 X_2$	$\sum X_1 Y$	$\sum X_2 Y$
17568,9933815	3348,37216197	8976,11718570	7507,38170395

(ii) 平方和および積和

$\sum X_1^2$	$\sum X_2^2$	$\sum Y^2$	$\sum X_1 X_2$	$\sum X_1 Y$	$\sum X_2 Y$
105,97314658	46,98458764	677,10359416	65,53818100	265,59310439	171,52026826

(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 $\hat{Y}$ の回帰式 $\hat{Y}$ を計算すると

$$\hat{Y} = -1.2929224 + 1.8098319 X_1 + 1.1260539 X_2$$

$$S_{\hat{Y}^2} = 673.81993705$$

$$S_{dY X_1 X_2^2} = 3.28865711$$

$$S_{Y X_1 X_2^2} = 0.00182805$$

$$S_{Y X_1 X_2} = 0.042756$$

$$R = 0.997569$$

(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。

$$E Y_{X_1 X_2} = t s y_{X_1 X_2} \left[1 - \left(\frac{1}{n} + C_{11}(X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22}(X_2 - \bar{X}_2)^2 + 2C_{12}(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2) \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$E Y_{X_1 X_2}$ = 棄却限界値

$s y_{X_1 X_2}$ = 推定の標準誤差

t = Studentの t の値

n = 資料の数

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

前記の棄却帯により、棄却帯を計算した結果、棄却木は第5表のとおりであり、これを除いた資料1774本の直径階、樹高階別本数およびその平均材積表は第6表および第7表のとおりである。

第5表 棄却資料一覧表

事業区	林小班	胸高直径 D cm	樹高 H m	幹材積 V m ³	Y	$\hat{Y}$	$Y - \hat{Y}$
坂下	116	13.8	15.5	0.1724	2.236537	2.110445	0.126092
	"	18.1	11.7	0.1096	2.039811	2.186100	-0.146289
	46	57.1	23.2	3.4521	3.535033	5.423907	0.114176
	116	69.0	25.7	2.4259	3.394873	3.622746	-0.237873
	46	77.7	25.6	3.7301	3.571721	3.714176	-0.142455
	"	78.4	30.8	5.0303	3.701594	3.811660	-0.110066
	妻籠	207	61.7	2.9070	3.463445	3.605595	-0.142150
	163	72.0	25.2	3.1540	3.498862	3.646591	-0.147729
	三殿	31	59.1	3.0054	3.478047	3.609868	-0.131821
	389	77.0	28.8	7.5962	3.880596	3.764664	0.115932
	野尻	301	21.1	0.0511	1.703421	2.224946	-0.516525
	上松	250	40.9	0.9065	2.957368	3.071632	-0.114264
王滝	57	37.1	21.1	0.7200	2.857333	3.039595	-0.181262
	162	33.9	20.6	0.7933	2.899433	3.064105	-0.164667
	140	49.4	27.9	1.6446	3.216060	3.400267	-0.184207
	"	56.4	27.7	2.1670	3.335859	3.500703	-0.165049
	234	56.0	26.1	1.9301	3.285580	3.466218	-0.180138
	"	57.1	24.6	2.1974	3.341909	3.452561	-0.110652
	322Ⅱ	79.0	33.7	5.9477	3.774349	3.929312	-0.154963
	234Ⅱ	95.0	25.2	5.0432	3.703137	3.864479	-0.161342
	322Ⅱ	106.0	42.0	11.5153	4.061294	4.200407	-0.137113
	福島	31	41.0	1.0567	3.023952	3.167757	-0.143805
	"	47.0	21.6	1.1495	3.060509	3.235961	-0.175452
	"	59.0	23.9	2.1918	3.340801	3.464172	-0.123371
藪原	"	60.0	28.1	2.7509	3.439475	3.556553	-0.117078
	8	16.5	15.4	0.1273	2.104828	2.247732	-0.142904
	51	44.4	24.2	1.3460	3.129045	3.246814	-0.117779
	52	53.9	25.3	2.0299	3.307475	3.420952	-0.113477

天 燃 林 ヒ ノ キ 直 径 階、

[illegible]

[illegible]

[illegible]

28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
	4999	5320	6221							
	6211	5558	7417							1.5323
5617	6068	6469	8552	7787	9155			1.1699		
5580	6267	7118	8416	8324		9898	1.1089	1.4392	1.4446	
6045	7360	7414	8332	9818	1.0416	1.2540	1.2883		1.4736	
6184	7400	8238	8713	9440	1.1137	1.2383	1.3107	1.4945		1.5977
7179	7986	8793	9622	1.0305	1.1885	1.2814	1.4244	1.4942	1.6008	1.8502
6751	7884	8983	9995	1.0738	1.1669	1.3870	1.3975	1.6192	1.8016	1.8647
7311	8646	9585	1.0305	1.1293	1.3229	1.5167	1.5556	1.6601	1.8095	1.9081
	8874	9848	1.1351	1.2406	1.3522	1.4809	1.6185	1.6841	1.8692	2.0491
7127	9032	1.1019	1.1161	1.3008	1.3963	1.5262	1.7551	1.7870	1.9834	2.0622
		1.0145	1.0763	1.2841	1.4937	1.5178	1.6856	1.9640	2.0984	2.2620
	1.0513	1.1019	1.2395	1.5074	1.4890	1.6793	1.8642	1.9387	2.0792	2.3208
			1.3507			1.6434	1.9056	2.0520	2.1611	2.1472
			1.4990			2.0964	2.1296	2.0858	2.3674	2.4291
				1.6115				2.0306	2.2216	2.5149
							2.1038	2.2555	2.5725	
								2.2389		

第7表

天 然 ヒ ノ キ 棄 却

[illegible]

済 資 料 平 均 材 積 表 (続)

70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90
3.4371			4.2447							
3.7773	3.7452	3.9141								
3.8793		4.8121		4.4110						
4.0785	4.4656	4.6393		4.6802				5.8483		
4.1742	5.0640	4.6790				4.8309				
4.7356	4.9547	4.4823			6.0289			7.1968		7.1573
5.1117	5.0777	4.9035	5.7518		6.1283					
4.8435	5.1972	6.0861	5.0647		6.4933		6.3428			6.3617
5.2554	5.4047	5.5566	5.2972		6.0759	7.3101				7.0134
5.0465	5.3541	6.0413	6.7088	6.6472	7.0132	7.5936				
5.5095	5.8368	5.8744	6.0425	5.4250	6.5378					
		6.4422	6.2530			6.7904				
	6.1236	6.1707				6.0718				
6.3510										
		7.7485								

3. 棄却済資料による材積式の計算

吟味の結果により、異常資料を除いた1774本の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	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2	SX_2^2
1774	2797.550047	2357.499162	5427.830730	4515.91041307	3179.34392386

SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y
17275.21744581	3782.39105651	8821.43428986	7382.53076159

(ii) 平方和、積和および相関係数

SX_1^2	SX_2^2	SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y
104.24960954	46.42267311	667.91956896	64.67860360	261.69194836	169.39299527

rx_1x_2	rx_1y	rx_2y
69.56684234	263.87564169	176.08694396

(v) 回帰式、推定の標準誤差および重相関係数

$$\hat{Y} = -1.2867391 + 1.8311161X_1 + 1.0977171X_2$$

$S\hat{Y}^2$	$SdY_{X_1X_2^2}$	$SY_{X_1X_2^2}$	$SY_{X_1X_2}$	R
665.50015511	2.41941395	0.00136613	0.03696120	0.99818720

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もので、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

$$Sb_1 = 0.01023037 \quad tb_1 = 186.265^{**}$$

$$Sb_2 = 0.01473185 \quad tb_2 = 74.513^{**}$$

(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	655.50015511	332.75007756	243571.31**
推定の誤差	1771	2.41941385	0.00136613	
全 体	1773	667.91956696		

重回帰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

$$r_{Y \cdot X_1 \cdot X_2} = 0.975409^*$$

$$r_{Y \cdot X_2 \cdot X_1} = 0.870729^*$$

偏相関は極めて有意である。したがって胸高直径階、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、直線的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62cm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。

検定に必要な数値を一括して表示すると第8～12表のとおりである。

以下検定の経過を示す。

(1) 分散の一様性の検定

(i) 全直径級を一括した場合

第8表 直径級別和および二乗和

直 径 級	本 数	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2
6 ~ 10 cm	90	82.330265	77.286015	119.803014	75.88886233
12 ~ 20	174	207.981662	189.184774	352.996233	249.72042906
22 ~ 30	193	273.713475	243.235831	520.461513	338.66980339
32 ~ 40	296	450.215992	398.634414	901.713929	715.90344120
42 ~ 50	413	687.391285	575.894692	1360.503102	1144.40844784
52 ~ 60	329	573.759219	468.581630	1141.590406	1000.77076224
62 ~	279	512.156149	404.681806	1020.757528	940.54866196
	1,774	2797.550047	2357.499162	5427.830730	4515.91041307

SX_2^2	SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y
67.11802830	163.91627012	71.14157623	111.11506902	104.40969449
206.96358428	766.73533306	227.04168606	437.01937099	397.75551903
307.54621990	1403.54561163	345.34333386	739.49022766	657.77287741
537.85654013	2750.55759375	619.98125425	1402.87875842	1215.81949879
803.99139783	4484.63317127	958.62968449	2265.08556768	1898.31005132
668.18127396	3963.50530803	817.26039899	1991.27273929	1626.92637382
587.68687946	3737.32415795	742.99311763	1874.57253680	1481.53474672
3179.34392386	17275.21744581	3782.39105651	8821.43426936	7382.53076159

第9表

直径級別平方和および積和

直径級	本数	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
6~10 ^{cm}	90	0.57472310	0.74993814	4.44113497	0.44181961	1.52160135	1.53083297
12~20	174	1.12059154	1.26887903	9.45792615	0.90971065	3.13109008	3.08102909
22~30	193	0.48811722	0.99870963	5.02132917	0.38518058	1.36935032	1.84081203
32~40	296	0.36709224	1.00047248	3.63864188	0.19094248	0.90858837	1.44718905
42~50	413	0.32423793	0.95339227	2.83584534	0.11880711	0.67536795	1.19287368
52~60	329	0.16394951	0.79907343	2.32398563	0.07793678	0.39729928	1.00650988
62~	279	0.38389641	0.70707979	2.75092867	0.12184632	0.77581236	0.95410185
6 ~	1,774	104.24960954	46.42267311	667.91956896	64.67860360	261.89194836	169.39299527

第10表

直径級別相関係数および回帰係数

直径級	$r_{x_1x_2}$	r_{x_1y}	r_{x_2y}	b_1	b_2
6 ~ 10 ^{cm}	0.672981	0.952411	0.838819	1.9709522	0.8801075
12 ~ 20	0.762903	0.961776	0.889381	1.9688490	1.0166030
22 ~ 30	0.551674	0.874668	0.822016	1.9418846	1.0742478
32 ~ 40	0.315074	0.786158	0.758496	1.9125607	1.0814890
42 ~ 50	0.213685	0.704316	0.725467	1.7022045	1.0390683
52 ~ 60	0.215325	0.643644	0.738598	1.9132343	1.0729910
62 ~	0.233868	0.754936	0.684102	1.6847597	1.0390319
6 ~	0.929733	0.992482	0.961985	1.8311161	1.0977171

第11表

直径級別回帰に帰因する平方和など

直径級	$\hat{Sy}^2$	$Sdy_{x_1x_2}^2$	$sy_{x_1x_2}^2$	R
6 ~ 10 ^{cm}	4.34630405	0.09483092	0.00109001	0.989266
12 ~ 20	9.29682690	0.16109925	0.00094210	0.991447
22 ~ 30	4.67342480	0.34790437	0.00183108	0.964736
32 ~ 40	3.30284941	0.33579247	0.00114605	0.952741
42 ~ 50	2.38909157	0.44675377	0.00108964	0.917857
52 ~ 60	1.84010261	0.48388302	0.00148430	0.889824
62 ~	2.31748175	0.43344692	0.00157046	0.917843
6 ~	665.50015511	2.41941385	0.00136613	0.998187

第12表

分散の一般性の計算準備表（天然生ヒノキ）

直 径 級	$S d y x_1 x_2^2$	$f r = (n-3)$	$s y x_1 x_2^2$	$\log s y x_1 x_2^2$
6 ~ 10cm	0.09483092	87	0.00109001	- 2.9625695
12 ~ 20	0.16109925	171	0.00094210	- 3.0259030
22 ~ 30	0.34790437	190	0.00183108	- 2.7372927
32 ~ 40	0.33579247	293	0.00114605	- 2.9407964
42 ~ 50	0.44675377	410	0.00108964	- 2.9627169
52 ~ 60	0.48388302	326	0.00148430	- 2.8284783
62 ~	0.43344692	276	0.00157046	- 2.8039731
計	2.30371072	1753		

$f r \log s y x_1 x_2^2$	$1/f r$
- 257.7435465	0.01149425
- 517.4294130	0.00584795
- 520.0956130	0.00526316
- 861.6533452	0.00341297
-1214.7139290	0.00243902
- 922.0839258	0.00306748
- 773.8965756	0.00362319
-5067.6063481	0.03514802

$$k = 7 \quad = p^2 \quad = f \quad = \sum f r \log s y x_1 x_2^2 \quad = \sum_f \frac{1}{f r}$$

第12表より

$$S^2 = q^2 / f = 0.00131415$$

$$\log s^2 f = \bar{3}.1186450 \times 1753 = -5051.0153150$$

$$x^2 = \frac{1}{\log 10 e} [(\sum f r) \log s^2 - \sum f r s r^2] = 38.203$$

$$\text{補正項 } C = 1 + \frac{1}{3(K-1)} \sum \left(\frac{1}{f r} - \frac{1}{f} \right) = 1.0019210$$

補正された $\chi^2 = \chi^2 / C = 38.129^{**}$

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

(ロ) 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、次にいろいろな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)の組合せ、(32~40cm)、(42~50cm)の組合せ、(52~60cm)、(62cm以上)の組合せについてはそれぞれ $F = 1.1570.1.0518.1.0580$ となり、いずれも有意差が認められないので、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

上記によって分散が一樣であると認められた 6~20cm、32~50cm、52cm以上の三つ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、52cm以上のほかは有意差が認められ、一括することができない。

(1) (6~10cm)、(12~20cm)の場合

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	4	13.64313095
誤 差	258	0.25593017
計	262	13.89906112

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	13.63460483	0.00426306
回 帰 間	2	0.00852612	
回 帰 計	4	13.64313095	
誤 差	258	0.25593017	0.00099198
計	262	13.89906112	

$$F = 0.00426306 / 0.00099198 = 4.29752616^*$$

(ロ) (32~40cm)、(42~50cm)の場合

予備的分散分析表

変動因	自由度	平 方 和
回 帰	4	5.69194098
誤 差	703	0.78254624
計	707	6.47448722

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	5.68210415	0.00491842
回 帰 間	2	0.00983683	
回 帰 計	4	5.69194098	
誤 差	703	0.78254624	0.00111315
計	707	6.47448722	

$$F = 0.00491842 / 0.00111315 = 4.418^*$$

(ハ) (52~60cm)、(62cm~)

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	4	4.15758436
誤 差	602	0.91732994
計	606	5.07491430

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	4.15124033	0.00317202
回 帰 間	2	0.00634403	
回 帰 計	4	4.15758436	
誤 差	602	0.91732994	0.00152330
計	606	5.07491430	

$$F = 0.00317202 / 0.00152330 = 2.08165114$$

有意差なし

(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(52~60cm)、(62cm~)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	9.52982531
回 帰 間 差	2	0.00634403
誤 差	603	0.91733007
計	607	10.45349941

この誤差をさらに二つの部分に分割して

変 動 因	自 由 度	平 方 和
誤 差	603	0.91733007
不 明 原 因	602	0.91732994
計	1	0.00000013

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	9.52982531	
回 帰 間 差	2	0.00634403	
平 面 間 差	1	0.00000013	0.00000013
不 明 原 因	602	0.91732994	0.00152390
計	607	10.45349941	

$$F = 0.00000013 / 0.00152390 = 0.00000853$$

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	- 1.2276239	1.9709522	0.8901095
12 ~ 20	- 1.3724945	1.9688490	1.0166030
22 ~ 30	- 1.4363665	1.9418846	1.0942478
32 ~ 40	- 1.3937698	1.9125607	1.0314990
42 ~ 50	- 0.9878120	1.7022045	1.0390683
52 ~	- 1.1080738	1.7516722	1.0694202

6. 材積式の決定と材積表の作製

(1) 材積式の決定

前述の検定結果より、材積式は六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、グラフ上を検討したところ、各材積式との接合点は滑らかな曲線で結ばれ、全体的に良好な結果を示しているので、材積間は無修正で作表することとした。

(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、真数の材積表値にした場合、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

$$f = 10^{\frac{n-1}{n} (1.151293) \sigma^2 y}$$

 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	$\sigma^2 y = (1)$	$n - 1/n = (2)$	$(1) \times (2) \times 1.151293$	f
6 ~ 10cm	0.0010900	0.9888889	0.0012410	1.0029
12 ~ 20	0.0009421	0.9942529	0.0010784	1.0025
22 ~ 30	0.0018311	0.9948187	0.0020972	1.0048
32 ~ 40	0.0011461	0.9966216	0.0013150	1.0030
42 ~ 50	0.0010896	0.9975787	0.0012514	1.0029
52 ~	0.0015267	0.9983553	0.0017548	1.0027

直 径 級	材 積 式
6 ~ 10cm	$\log V = \bar{5}.7735171 + 1.9709522 \log D + 0.8801095 \log H$
12 ~ 20	$\log V = \bar{5}.6285839 + 1.9688490 \log D + 1.0166030 \log H$
22 ~ 30	$\log V = \bar{5}.5657307 + 1.9418846 \log D + 1.0942478 \log H$
32 ~ 40	$\log V = \bar{5}.6175452 + 1.9125607 \log D + 1.0814890 \log H$
42 ~ 50	$\log V = \bar{4}.0134394 + 1.7022045 \log D + 1.0390683 \log H$
52 ~	$\log V = \bar{5}.8936810 + 1.7516722 \log D + 1.0694202 \log H$

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。

天 然 林 ヒ ノ キ

[illegible]

立 木 幹 材 積 表

[illegible]

68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88
2.298	2.418	2.540	2.665							
2.462	2.591	2.722	2.855							
2.627	2.764	2.904	3.047	3.192	3.341					
2.793	2.938	3.037	3.239	3.394	3.552					
2.959	3.113	3.271	3.432	3.596	3.763	3.934	4.108	4.285	4.465	4.648
3.126	3.289	3.455	3.625	3.798	3.975	4.155	4.339	4.526	4.717	4.910
3.293	3.465	3.640	3.819	4.002	4.188	4.378	4.572	4.769	4.969	5.174
3.461	3.642	3.826	4.014	4.206	4.402	4.601	4.805	5.012	5.223	5.437
3.630	3.819	4.012	4.209	4.411	4.616	4.825	5.039	5.256	5.477	5.702
3.799	3.997	4.199	4.405	4.616	4.831	5.050	5.273	5.501	5.732	5.968
3.968	4.175	4.386	4.602	4.822	5.047	5.275	5.509	5.746	5.988	6.234
4.138	4.354	4.574	4.799	5.029	5.263	5.501	5.745	5.992	6.244	6.501
4.309	4.533	4.763	4.997	5.236	5.479	5.728	5.981	6.239	6.502	6.769
4.481	4.713	4.953	5.195	5.443	5.697	5.955	6.218	6.486	6.759	7.037
4.651	4.893	5.141	5.394	5.652	5.915	6.183	6.456	6.735	7.018	7.306
4.823	5.074	5.331	5.593	5.860	6.133	6.411	6.695	6.983	7.277	7.576
4.995	5.255	5.521	5.792	6.069	6.352	6.640	6.933	7.232	7.537	7.846
5.167	5.437	5.712	5.992	6.279	6.571	6.869	7.173	7.482	7.797	8.117
5.340	5.618	5.903	6.193	6.489	6.791	7.099	7.413	7.732	8.058	8.339
5.514	5.801	6.094	6.394	6.700	7.011	7.329	7.653	7.983	8.319	8.661
5.687	5.983	6.286	6.595	6.910	7.232	7.560	7.894	8.235	8.581	8.934
5.861	6.166	6.478	6.797	7.122	7.453	7.791	8.136	8.487	8.844	9.207
6.035	6.350	6.671	6.999	7.334	7.675	8.023	8.378	8.739	9.107	9.481
6.210	6.533	6.864	7.201	7.546	7.897	8.255	8.620	8.992	9.370	9.755
6.335	6.717	7.057	7.404	7.758	8.119	8.488	8.863	9.245	9.634	10.030
6.560	6.902	7.251	7.607	7.971	8.342	8.721	9.106	9.499	9.898	10.305
6.736	7.086	7.445	7.811	8.185	8.566	8.954	9.350	9.753	10.163	10.581
6.911	7.271	7.639	8.015	8.398	8.789	9.188	9.594	10.007	10.429	10.857
	7.457	7.834	8.219	8.612	9.013	9.422	9.838	10.262	10.694	11.134
		8.029	8.424	8.827	9.237	9.656	10.083	10.518	10.960	11.411
		8.224	8.629	9.041	9.462	9.891	10.328	10.774	11.227	11.688

第13表

天 然 林 ヒ ノ キ

D cm H m	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108
10										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9	4.835	5.025	5.218	5.414	5.613					
20	5.103	5.308	5.512	5.719	5.929	6.143	6.360	6.580	6.803	7.029
1	5.331	5.592	5.807	6.025	6.247	6.472	6.700	6.932	7.167	7.406
2	5.656	5.878	6.103	6.333	6.566	6.802	7.042	7.286	7.533	7.784
3	5.931	6.164	6.400	6.641	6.885	7.133	7.385	7.640	7.900	8.163
4	6.207	6.451	6.699	6.950	7.206	7.465	7.729	7.996	8.268	8.543
5	6.484	6.739	6.997	7.260	7.527	7.798	8.074	8.353	8.637	8.924
6	6.762	7.027	7.297	7.571	7.850	8.133	8.420	8.711	9.006	9.306
7	7.040	7.317	7.598	7.883	8.173	8.467	8.766	9.070	9.377	9.690
8	7.320	7.607	7.899	8.196	8.497	8.803	9.114	9.429	9.749	10.074
9	7.600	7.898	8.201	8.509	8.822	9.140	9.463	9.790	10.122	10.459
30	7.880	8.189	8.504	8.823	9.148	9.477	9.812	10.151	10.496	10.845
1	8.161	8.482	8.807	9.138	9.474	9.816	10.162	10.514	10.870	11.232
2	8.443	8.775	9.112	9.454	9.802	10.155	10.513	10.877	11.246	11.620
3	8.726	9.068	9.416	9.770	10.129	10.494	10.865	11.241	11.622	12.009
4	9.009	9.362	9.722	10.087	10.458	10.835	11.217	11.605	11.999	12.398
5	9.292	9.657	10.028	10.405	10.787	11.176	11.570	11.971	12.377	12.789
6	9.577	9.953	10.335	10.723	11.117	11.518	11.924	12.337	12.755	13.180
7	9.861	10.248	10.642	11.042	11.448	11.860	12.279	12.704	13.135	13.572
8	10.147	10.545	10.950	11.361	11.779	12.203	12.634	13.071	13.515	13.965
9	10.433	10.842	11.258	11.681	12.111	12.547	12.990	13.439	13.895	14.358
40	10.719	11.140	11.567	12.002	12.443	12.891	13.346	13.808	14.277	14.752
1	11.006	11.433	11.877	12.323	12.776	13.236	13.704	14.178	14.659	15.147
2	11.293	11.736	12.187	12.645	13.110	13.582	14.061	14.548	15.041	15.542
3	11.581	12.035	12.497	12.967	13.444	13.928	14.420	14.919	15.425	15.938
4	11.869	12.335	12.808	13.290	13.778	14.275	14.779	15.290	15.809	16.335
5	12.158	12.635	13.120	13.613	14.114	14.622	15.136	15.662	16.193	16.732

110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130
7.259	7.492	7.728	7.967	8.209	8.454	8.703	8.954	9.209	9.466	9.727
7.648	7.893	8.142	8.393	8.649	8.907	9.169	9.434	9.702	9.973	10.248
8.038	8.296	8.557	8.822	9.090	9.361	9.636	9.915	10.197	10.482	10.770
8.429	8.700	8.974	9.251	9.532	9.817	10.106	10.397	10.693	10.992	11.295
8.822	9.105	9.391	9.682	9.976	10.274	10.576	10.882	11.191	11.504	11.821
9.215	9.511	9.810	10.114	10.421	10.733	11.048	11.367	11.690	12.017	12.348
9.610	9.918	10.231	10.547	10.868	11.192	11.521	11.854	12.191	12.532	12.877
10.006	10.327	10.652	10.982	11.315	11.653	11.996	12.342	12.693	13.048	13.407
10.403	10.736	11.074	11.417	11.764	12.116	12.472	12.832	13.197	13.566	13.939
10.801	11.147	11.498	11.854	12.214	12.579	12.948	13.323	13.701	14.084	14.472
11.199	11.559	11.923	12.291	12.665	13.043	13.426	13.814	14.207	14.604	15.007
11.599	11.971	12.348	12.730	13.117	13.509	13.906	14.307	14.714	15.126	15.542
12.000	12.384	12.774	13.170	13.570	13.975	14.386	14.802	15.222	15.648	16.079
12.401	12.799	13.202	13.610	14.024	14.443	14.867	15.297	15.732	16.172	16.617
12.803	13.214	13.630	14.052	14.479	14.911	15.349	15.793	16.242	16.696	17.156
13.207	13.630	14.059	14.494	14.935	15.381	15.833	16.290	16.753	17.222	17.696
13.610	14.047	14.489	14.937	15.391	15.851	16.317	16.788	17.266	17.749	18.237
14.015	14.465	14.920	15.382	15.849	16.323	16.802	17.288	17.779	18.276	18.779
14.421	14.883	15.352	15.827	16.308	16.795	17.288	17.788	18.293	18.805	19.323
14.827	15.302	15.784	16.272	16.767	17.268	17.775	18.289	18.809	19.335	19.867
15.234	15.722	16.217	16.719	17.227	17.742	18.263	18.791	19.325	19.865	20.412
15.641	16.143	16.651	17.166	17.688	18.217	18.752	19.294	19.842	20.397	20.959
16.050	16.564	17.086	17.615	18.150	18.692	19.241	19.797	20.360	20.929	21.506
16.459	16.986	17.521	18.063	18.612	19.169	19.732	20.302	20.879	21.463	22.054
16.868	17.409	17.957	18.513	19.076	19.646	20.223	20.807	21.398	21.997	22.603
17.279	17.833	18.394	18.963	19.540	20.124	20.715	21.313	21.919	22.532	23.152

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によって計算することになっているが、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×修正係数

K ; 独立変量の個数

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

$S V = V (\log e 10) S X$ 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。

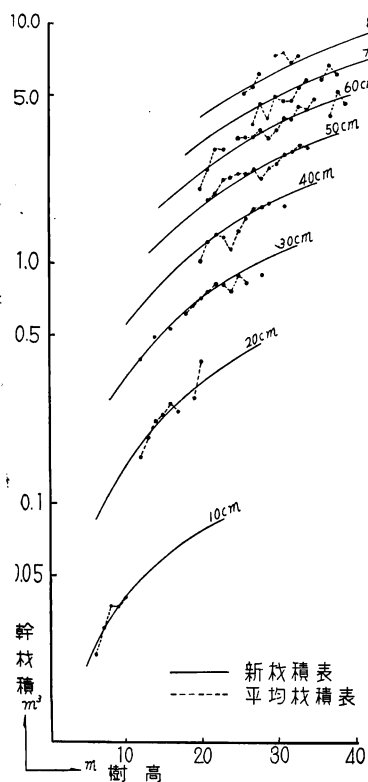
$$\text{誤差率} = \frac{S V}{V} \times 100 = 230.26 S X$$

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わすと、次のとおりである。

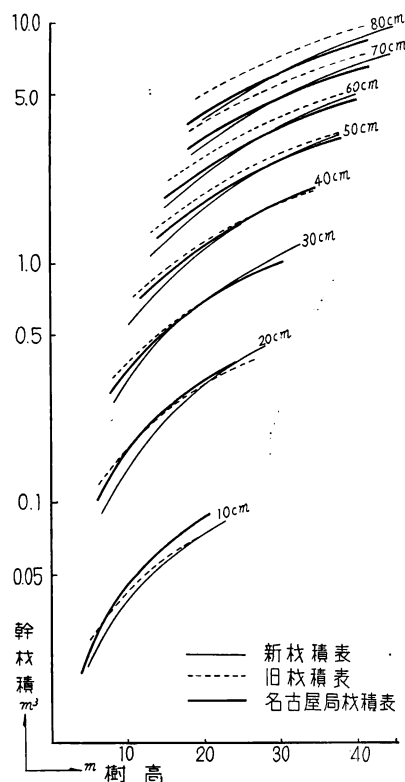
直 径 級	本 数	百 分 率 標 準 誤 差	95%信頼度標準誤差
4 ~ 10cm	90	0.8013%	1.59%
12 ~ 20	174	0.5358	1.06
22 ~ 30	193	0.7092	1.40
32 ~ 40	296	0.4531	0.89
42 ~ 50	413	0.3740	0.74
52 ~	608	0.3649	0.72

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。

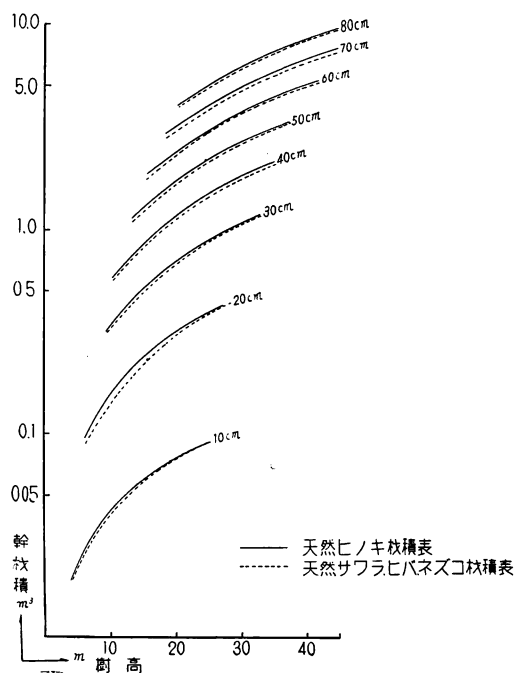
第3図 実測平均枝積表及び旧枝積表、他局枝積表との比較
 実測平均枝積表との比較



旧枝積表及び名古屋局枝積表との比較



第4図 天然ヒノキ枝積表と天然サワラヒバネズコ枝積表との比較



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ヒノキ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
4 ~ 10cm	$\log V = \bar{5}.7736171 + 1.9709522 \log D + 0.8801095 \log H$
12 ~ 20	$\log V = \bar{5}.6285839 + 1.9688490 \log D + 1.0166030 \log H$
22 ~ 30	$\log V = \bar{5}.5657307 + 1.9418846 \log D + 1.0942478 \log H$
32 ~ 40	$\log V = \bar{5}.6175452 + 1.9125607 \log D + 1.0814890 \log H$
42 ~ 50	$\log V = \bar{4}.0134394 + 1.7022045 \log D + 1.0390683 \log H$
52 ~	$\log V = \bar{5}.8936810 + 1.7516722 \log D + 1.0694202 \log H$

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

計課画長	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