

材積表調製業務資料第56号

長野営林局

スギ立木幹材積表

調製説明書

昭和40年3月

長野庁

ま え が き

長野営林局においてスギに使用している材積表は、従来当局立木幹材積表第5表「針葉樹」（千曲川上・下流および中部山岳経営計画区に適用）および第7表「スギ・マツ・モミ・ツガ・その他針葉樹」（伊那谷、木曽谷経営計画区に適用）の二種類であるが、当局がこれまでに調製した材積表は、すべて管内一円を適用地域としており、また第5表および第7表の適用区分は、昭和22年の林政統一の際、旧国有林に前者を、旧御料林に後者を適用していたもので、スギのみについてこのような適用区分をすることは、妥当性が薄いと考えられ、ここに新しく当局管内全域を適用地域とした、スギ立木幹材積表を調製したものである。

本材積表調製にあたり、御指導いただいた林業試験場測定研究室各位ならびに資料収集に協力された関係営林署各位に対し深く謝意を表する次第である。

目 次

I 適用地域	1
1 スギ分布の概要	1
2 資料の収集地域	1
3 資料の選定および調査方法	1
4 資料の整理	1
II 材積表の調製	3
1 採用した調整方法の根拠	3
2 資料の吟味	4
3 棄却済資料による材積式の計算	10
4 材積式の有意性の検定	10
5 10 cm 直径級別材積式の比較	11
6 材積式の決定と材積表の作製	19
III 材積表の適合度	24
IV 材積表使用上の注意	25
V 調製年月日および担当者職氏名	25

I 適用地域

1 スギの分布の概要

管内のスギの分布は、天然林は大町営林署管内の雨飾山および長野営林署管内の佐渡山に僅かにあつて、稀少的に注目される程度で、殆が人工林であり管内全域にわたっている。特に長野、飯山地方のクマスギ地帯および飯田南部の天竜スギの隣接地帯に多くの人工造林地がある。

上記クマスギ地方および天竜スギ隣接地方は、有名林業地であるが、其の他は一般には標高が高く、スギの植栽適地は少く成績は良好とは言えない。品種は北信の多雪地帯ではクマスギが用いられる外、地域的に固定したものはない。当局における造林方針書によれば、スギの人工植栽地の選定基準は上部限界は地域により1,000～1,100m、土壌はBDの崩積土、BE、BFとされている。

2 資料の収集地域

前項で述べたように、スギの人工林は管内の全域にわたっており、資料収集のために特に地域を選定する必要はなかったが、国有林内で概ね適木が多いと看做される千曲川下流、伊那谷および木曽谷経営計画区内より収集した。

3 資料の選定および調査方法

資料の選定および調査の方法は、調製要綱に準拠して実施したが、調査の概要は次のとおりである。

- (1) 資料調査箇所は伐倒調査を行う関係上、主伐地あるいは主伐地周辺において選定することとし、止むをえないものはその他の箇所において選定した。
- (2) 調査木は、胸高直径 6 cm 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、幹形のいちじるしく不整なものは除外した。
- (3) 胸高直径は、地上 1.2 m の位置の直径とし、幹軸に直角 2 方向を輪尺で測定し平均した。
- (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、樹幹折解の要領により幹足、区分、梢頭ごとに算出した値を合計した。そのうち幹足材積は、地際より 0.2 m までをスマリアン式で、区分および梢頭材積は、2 m 区分のフ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、経営計画区分、事業区分にとりまとめた結果第 1 表のとおりであり、直径階別、樹高階別本数は第 2 表のとおりである。

第 1 表 スギ事業区別本数表

経営計画区	事業区	本数
千曲下流	飯山	337
	長野	267
伊那谷	飯田	159
木曽谷	奈良井	149

Ⅱ 材 積 表 の 調 製

1 採用した調製方法の根拠

材積表を調製するための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ぬが、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

などがあるが、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。

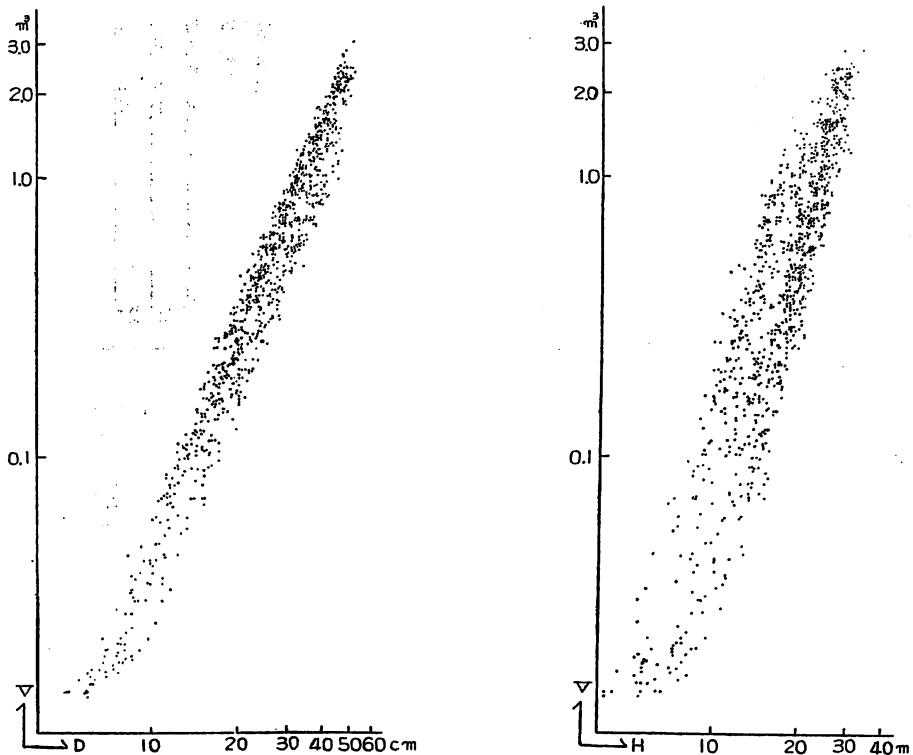
収集した資料の胸高直径もしくは樹高を、対数方眼紙の横軸にとり、幹材積を縦軸にとって資料の分布を見たところ、いずれも直線的な傾向が認められるので、従来から広く用いられている山本和蔵氏の本式を採用することとした。

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(m^3) D ; 胸高直径(cm) H ; 樹高(m) a, b_1, b_2 ; 常数

オ 2 図 スギ資料胸高直径(D)樹高(H)に対する幹材積



第2表

直径階・樹高階別本数表

胸高直径 cm 樹高 m	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	計
4	2																								2
5	1	3																							4
6		7	6	3	3																				19
7	3	5				1	1																		10
8	5	5	2	1	2		1																		16
9		5	4	3	2	7	1	2	1																25
10	1	2	5	1	1	2	2	6	2																22
11			4	1	3	2	4	3	4	4	3	1	2												31
12			1	1	3	2	6	2	5	2	4	6	2		1	1									35
13			1	4	4	3	2	4	4	2	6	1	5	3	1										40
14					6	9	6	6	4	1	2	3	4	1	2	1	1	1							48
15					4	4	6	6	5	1	3	4	3	2	7	8	3	5	4	2					67
16					3	3	4	8	4	4	3	2	1	2	2	2	3	4	2	2					50
17					1	8	5	4	6	2		1	1		3	5	1	2	2		1	1			43
18							1	9	9	6	5	5	1	5			1	2		1	2	1			48
19						2	3	6	8	10	5	3	4		1	4	2	2	1				1		52
20							2	5	5	11	7	4	9	6	3	4	4	3	1	2					66
21								4	1	7	7	6	3	3			2	1	1		1	3			39
22							1		3	4	5	6	6	4	4	2	3	3	2				1		44
23								1	2	2	3	6	5	8	3	2	1	4	1				1		44
24									1		6	2	4	5	7	2	5	8	1		3	2	1		49
25										1		4	5	3	8	2	4	2	7		2	1		1	39
26												1	2		1	3	1	3	2	5	1	2	3	3	27
27														1	3	2	3	3	5	3	4	4	4		31
28															1	1	3	3		2	2	2	3	1	22
29																2	3			3	3	2	1		15
30															1	1			1	2	4	3	1		13
31																1			2		2	2		1	8
32																						1			1
33																						1			1
34																									1
35																									
計	19	31	20	31	30	48	45	63	52	64	55	55	48	50	50	35	45	41	36	25	27	24	11	7	912

2 資料の吟味

(1) 実験式の計算

(1)式の両辺の対数をと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、和および二乗和、平方和および積和を計算すると次表のとおりである。ただし、実測値幹材積は計算の便宜上1,000倍した値を用いた。

(イ) 和および二乗和

本 数	$S X_1$	$S X_2$	$S Y$	$S Y_1^2$
912	1270.871263	1125.954126	2366.696491	1812.53551977

$S X_2^2$	$S Y^2$	$S X_1 X_2$	$S X_1 Y$	$S X_2 Y$
1415.57961140	6410.66110589	1595.45035753	3401.54422266	2997.03695811

(ロ) 平方和および積和

$S x_1^2$	$S x_2^2$	$S y^2$	$S x_1 x_2$	$S x_1 y$	$S x_2 y$
41.57744179	25.47797340	268.93711410	26.43419285	103.55457501	75.11625742

(ハ) 回帰方程式

上記の数値から簡略ドリットル法を用いて回帰係数 $b_1 b_2$ を求め、 Y の推定式 $\hat{Y}$ を計算すると次のとおりである。

$$\hat{Y} = -1.248669 + 1.810392 X_1 + 1.069944 X_2 \dots\dots\dots (3)$$

$$S \hat{Y}^2 = 267.844562$$

$$S d y x_1 x_2^2 = 1.092552$$

$$S y x_1 x_2^2 = 0.001202$$

$$S y x_1 x_2 = 0.034670$$

$$R = 0.997967$$

(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。

$$E y x_1 x_2 = t \cdot S y x_1 x_2 \left\{ 1 - \left[\frac{1}{n} + C_{11}(X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22}(X_2 - \bar{X}_2)^2 + 2 C_{12}(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2) \right] \right\}^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (4)$$

$E y x_1 x_2$; 棄却帯限界値

$S y x_1 x_2$; 推定値の標準誤差

t ; Studentの t 分布の t の値

n ; 資料の本数

C_{11}, C_{12}, C_{22} ; 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3表のとおりであり、これを除いた資料892本の直径階、樹高階別本数表および平均材積表は第4表および第5表のとおりである。

第3表

棄却木一覽表

事業区	林小班	胸高直径 Dcm	樹高 Hm	幹材積 V m ³	Y	$\hat{Y}$	$Y - \hat{Y}$
飯田	214ろ	5.9	6.4	0.0082	0.913814	1.009443	-0.095629
長野	73に	14.0	13.9	0.0911	1.959518	2.049234	-0.089716
飯山	58は	14.7	11.2	0.1329	2.123525	1.987237	0.136288
"	48と	16.4	12.2	0.1689	2.227630	2.113019	0.114611
"	"	16.7	12.2	0.1651	2.217747	2.127271	0.090476
"	"	17.5	16.2	0.2588	2.412964	2.295830	0.117134
"	"	19.3	12.2	0.2476	2.393751	2.241037	0.152714
"	"	20.1	18.2	0.2235	2.349278	2.458832	-0.109554
"	"	20.9	18.2	0.2448	2.383811	2.489518	-0.105707
"	58は	21.1	15.6	0.2035	2.308564	2.425377	-0.116813
"	"	22.6	18.7	0.2613	2.417139	2.563597	-0.146458
"	48い	22.9	10.2	0.2588	2.412964	2.292311	0.120653
長野	13ろ	23.5	18.8	0.4870	2.687529	2.596779	0.090750
奈良井	65い	23.7	18.5	0.3082	2.488833	2.595967	-0.107134
飯山	58は	24.0	16.8	0.2833	2.452247	2.561066	-0.108819
"	49り	25.9	20.7	0.4184	2.621592	2.717972	-0.096380
"	58は	26.4	18.7	0.3518	2.546296	2.685791	-0.139495
奈良井	64い	26.9	14.6	0.3109	2.492621	2.585535	-0.092914
飯山	58は	37.1	19.8	0.7165	2.855216	2.979872	-0.124656
長野	8ろ	38.7	19.4	0.8086	2.907734	3.003586	-0.095852

第4表

直径階、樹高階別本数表(棄却済)

胸高直径 cm 樹高 m	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	計
4	2																								2
5	1	3																							4
6	6	6	3	3																					18
7	3	5			1	1																			10
8	5	5	2	1	2		1																		16
9		5	4	3	2		1																		25
10	1	2	5	1	1	2	2	6	1																21
11			4	1	3	1	4	3	4	3	1	2													30
12				1	3	2	4	2	4	2	4	6	2		1	1									32
13		1	4		3	2	4	4	2	6	1	5	3												40
14					6	8	6	6	4	1	2	3	4	1	2	1	1	1							47
15					4	4	6	6	5	1	3	3	3	2	7	8	3	5	4	2					66
16						3																			48
17					1	8	4	7	4	3	3	2	1	2	2	3	5	4	2	2	1	1			42
18							1	7	9	6	5	5	1	5			1	2	2	1	2	1	1		46
19						2	3	6	7	8	4	3	4		1	4	1	2	1				1		47
20							2	5	5	11	7	4	9	6	3	4	3	3	1	2					65
21								4	1	7	6	6	3	3			2	1	1	1	3				38
22							1		3	4	5	6	6	4	4	2	3	3	2				1		44
23								1	2	2	3	6	5	8	3	2	1	4	1	4			1		44
24									1	1	6	2	4	5	7	2	5	8	1	3	2	1	1		49
25													4	5	3	8	2	4	2	7	2		1		39
26													1	2	1	3	1	3	5	1	2	3		3	27
27															1	3	2	2	5	3	4	4			31
28															1	1	3	3	3	2	2	2	3	1	22
29																2	3		3	3	3	2	1		15
30															1	1			1	2	4	3	1		13
31																			2			2		1	8
32																						1			1
33																						1			1
34																						1			1
35																									
計	18	31	20	31	28	46	44	60	49	61	52	55	48	50	50	35	43	41	36	25	27	24	11	7	892

(棄却済資料)

28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
0.3196 0.3221 0.3515 0.4020 0.4054	0.4110 0.4636 0.5229	0.4598 0.4662 0.5276 0.5196	0.4835 0.5772 0.6026	 0.6011 0.7002	 0.6690 0.6968	 0.7952 0.8226	 0.8616					
0.4717 0.4984 0.5323 0.5518 0.5686	0.5034 0.4613 0.5907 0.5721 0.6917	0.5938 0.6162 0.7508	0.5910 0.6961 0.8912 0.8201	0.6663 0.8007 0.8778 0.9578	0.8242 0.8599 0.7886 0.9321 1.0011	0.9132 0.9124 1.0183 1.1520 1.1012	0.9520 0.9301 1.0191 1.2557	1.0508 1.0896 1.3688	0.9792 1.1209 1.1679	1.2401 1.4915		
0.5619 0.6537 0.7271 0.7345 0.7643	0.6911 0.7026 0.7548 0.8008 0.8011	0.7627 0.8954 0.8819 0.9742 0.9544	0.9479 0.9073 1.0074 1.1127	0.9894 1.0925 1.1209 1.0815	1.1190 1.1781 1.2189 1.2554 1.3567	1.1686 1.3025 1.3878 1.4479 1.5481	1.2810 1.3444 1.2415 1.5753 1.5845	1.2825 1.3444 1.5161 1.5123 1.8686	1.3744 1.6279 1.5000	1.8629 1.8398 1.8164	1.5254 2.0139	2.3330
0.7502	0.8821	1.0026 1.0247 1.0602 1.2624 1.2194	1.0905 1.1805 1.0584 1.4198	1.1942 1.3053 1.3798 1.2931 1.5498	1.4390 1.4250 1.3277 1.5498	1.5259 1.5960 1.7077 1.8237	1.5815 1.6244 1.6311 1.8046	1.7979 1.9645 1.8431 1.9812 2.0412	1.7473 2.1095 2.0549 2.1149 2.3429	2.0380 2.0610 2.2578 2.3742 2.4208	2.1556 2.3914 2.1952 2.3142	2.3372 2.4566 2.8384 3.0135
									2.1743	2.6078 2.3852 2.7486 2.8497		

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 892 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。

(イ) 和および二乗和

本 数	$S X_1$	$S X_2$	$S Y$	$S X_1^2$
892	1244.611476	1102.390138	2319.523718	1777.49773167

$S X_2^2$	$S Y^2$	$S X_1 X_2$	$S X_1 Y$	$S X_2 Y$
1387.50948490	6296.24039842	1564.17416369	3338.32326199	2940.63738711

(ロ) 平方和、積和および相関係数

$S x_1^2$	$S x_2^2$	$S y^2$	$S x_1 x_2$	$S x_1 y$	$S x_2 y$
40.88593100	25.10587912	264.63694733	26.00441393	101.88173925	74.02295708

$r x_1 x_2$	$r x_1 y$	$r x_2 y$
0.811657	0.979454	0.908141

(ハ) 回帰式推定の標準誤差および重相関係数

$$\hat{Y} = -1.251681 + 1.807027 X_1 + 1.076731 X_2$$

$$S \hat{y}^2 = 263.805866$$

$$S d y x_1 x_2^2 = 0.831081$$

$$S y x_1 x_2^2 = 0.000935$$

$$S y x_1 x_2 = 0.030578$$

$$R = 0.998429$$

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ため、変動の程度を測り、有意性の検定を行う。

(イ) 回帰係数の有意性の検定

$$S b_1 = 0.008187 \quad t b_1 = 220.719067^{**}$$

$$S b_2 = 0.010447 \quad t b_2 = 103.066048^{**}$$

(ロ) 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
回 帰	2	263.805866	131.902933
推 定 誤 差	889	0.831081	0.000935
全 体	891	264.636947	

$$F = 141.07266^{**}$$

重相関は極めて有意である。

(v) 偏相関係数の有意性の検定

$$r_{Y_{12}} = 0.991000^{**}$$

$$r_{Y_{21}} = 0.960603^{**}$$

偏相関も極めて有意である。

5 10cm 直径級別材積式の比較

前掲第2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、厳密にいつてこの関係は、ある限られた範囲についてのみにあつてゐることであり、回帰係数はそれぞれ胸高直径、樹高の函数として変化するものであるから、材積式も別々に求める必要がある。こゝでは資料を10cm 直径級に区分し、直径級ごとに材積式を求め、それぞれの直径級間について、さらにパラメーターの統計的検定を行い、差の認められない直径級は一括して材積式を計算することとした。検定に必要な直径級別平方和、積和、相関係数等を一括して第6表～第9表に示す。

第6表 直径級別和および二乗和

直径級	本数	SX_1	SX_1^2	SX_2	SX_2^2
6 ～ 10	69	62.049429	56.81848104	61.379488	55.67007505
12 ～ 20	209	253.760173	309.39988685	236.623352	270.75226594
22 ～ 30	265	373.689076	527.55558347	333.176209	421.55661036
32 ～ 40	219	339.797349	527.49317074	289.252732	384.04638155
42 ～	130	215.315449	356.73115957	181.958362	255.48415200
計	892	1244.611476	1777.49773167	1102.390138	1387.50948490

SY	SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2^2Y
91.942448	126.94193029	55.62004988	84.05970510	83.63699581
451.542314	985.79463436	288.02165908	551.36757942	515.44172699
702.074649	1866.78972410	470.14739012	991.48174719	886.19654107
652.117884	1945.92534190	448.92232587	1012.42814501	863.81118462
421.846423	1370.78876776	301.46273872	698.98608526	591.55093863
2319.523718	6296.24039842	1564.17416369	3338.32326199	2940.63738711

第7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	69	0.51942178	1.06948181	4.42868762	0.42350101	1.37888772	1.84888097
12 ~ 20	209	1.29804522	2.85460703	10.24218780	0.72222014	3.12137981	4.21944991
22 ~ 30	265	0.59888338	2.66458680	6.75646887	0.31980640	1.45296655	3.50005054
32 ~ 40	219	0.26833792	2.00463283	4.10920203	0.12181663	0.61112118	2.50123241
42 ~ 52	130	0.11006281	0.80072506	1.90873239	0.09007401	0.29337775	1.10106059
6 ~ 52	892	40.88593100	25.10587912	264.63694733	26.00441393	101.88173925	74.02295708

第8表

直径級別相関係数および回帰係数

直径級	本数	rx_1x_2	rx_1y	rx_2y	b_1	b_2
6 ~ 10	69	0.568208	0.909141	0.849542	1.83882962	1.00061054
12 ~ 20	209	0.375915	0.857716	0.780344	1.84978011	1.01012203
22 ~ 30	265	0.253163	0.722312	0.824897	1.84279596	1.09236922
32 ~ 40	219	0.166092	0.581980	0.871481	1.75954425	1.14080276
42 ~ 52	130	0.303415	0.640080	0.890629	1.69637002	1.18425387
6 ~ 52	892	0.811657	0.979454	0.908141	1.80702691	1.07673112

第9表

直径級別回帰に帰因する平方和など

直径級	$S\hat{y}^2$	$Sdyx_1x_2^2$	$Syx_1x_2^2$	R
6 ~ 10	4.385551	0.043137	0.000654	0.995118
12 ~ 20	10.036026	0.206162	0.001001	0.989884
22 ~ 30	6.500869	0.255599	0.000976	0.980903
32 ~ 40	3.928707	0.180495	0.000836	0.977791
42 ~ 52	1.801614	0.107118	0.000843	0.971535
6 ~ 52	263.805866	0.831081	0.000935	0.998429

以上掲げた、第6～9表の数値を用いて、10cm直径級別の回帰係数の差の検定を行えば次のとおりである。なお、この検定に先だって、前提条件として行わなければならない分散の一様性の検定に必要な数値を計算すれば、第10表のとおりである。

第10表

分散の一樣性の計算準備表

直 径 級	$S d y x_1 x_2^2$	n	$\frac{f r}{n-3}$	$S y x_1 x_2^2$	$\log S y x_1 x_2^2$	$f r \cdot \log S y x_1 x_2^2$	$1 / f r$
6~10	0.048187	69	66	0.000654	-3.184422	-210.171852	0.015152
12~20	0.206162	209	206	0.001001	-2.999566	-617.910596	0.004854
22~30	0.255599	265	262	0.000976	-3.010550	-788.764100	0.003817
32~40	0.180495	219	216	0.000836	-3.077794	-664.803504	0.004630
42~52	0.107118	130	127	0.000843	-3.074172	-390.419844	0.007874
計	0.792511	892	877			-2672.069896	0.036327
k	q ²		f			$\sum f r \log S y x_1 x_2^2$	$\sum 1 / f r$

(1) 6~52 cm 全直径級を一括した場合

(イ) 分散の一樣性の検定

前掲の数値を用いて、バートレット法により分散の一樣性の検定を行った。

$$S^2 = q^2 / f = 0.000904$$

$$\log S^2 f = -3.043832 \times 877 = -2669.440664$$

$$\chi^2 = \frac{1}{\log 10^e} [(\sum f r) \log S^2 - \sum f r s r^2] = 6.054038$$

$$\text{補正項 } C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left(\sum \frac{1}{f r} - \frac{1}{f} \right) = 1.002932$$

$$\text{補正された } \chi^2 = \chi^2 / C = 6.036339 < P(\chi^2)_{0.05} = 9.488$$

分散は一樣である。

(ロ) 回帰係数間の差の検定

分散が一樣であると認められた全直径級を一括した場合について、回帰係数間の差の検定を簡略ドリットル法により回帰係数を計算して検定を行えば次のとおりである。

回帰に帰因する平方和

$$\hat{S y^2} = 26.618928$$

回帰からの偏差平方和

$$S d y x_1 x_2^2 = 0.826350$$

予 備 的 分 散 分 析 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	10	26.652767
誤 差	877	0.792511
計	887	27.445278

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	26.618928	0.004280
回 帰 間	8	0.038889	
回 帰 計	10	26.652767	
誤 差	877	0.792511	0.000904
計	887	27.445278	

$$F = 4.67920^{**}$$

$$F_{1000}^{*}(0.01)=2.53$$

検定の結果、有意差が認められるので 6～52cm 直径級を一括出来ないことがわかった。

(2) 12～52cm 直径級を一括した場合

(i) 分散の一様性の検定

(1)(i)と同様の方法で χ^2 を求めた結果

$$\text{補正された } \chi^2 = 2.480834 < P(\chi^2)_{0.05} = 7.815$$

分散は一様である。

(v) 回帰係数間の差の検定

分散が一様であると認められた 12～52cm の直径級について、回帰係数間の差の検定を(1)(v)と同様に行った結果、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	8	22.267216
誤 差	811	0.749874
計	819	23.016590

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	22.239071	0.004691
回 帰 間	6	0.028145	
回 帰 計	8	22.267216	
誤 差	811	0.749874	0.000924
計	819	23.016590	

$$F = 5.077^{**}$$

$$F_{1000}^{*}(0.01)=2.82$$

検定の結果、有意差が認められたので 12～52cm 直径級を一括出来ないことがわかった。

(3) 22～52cm 直径級を一括した場合

(i) 分散の一様性の検定

(1)(イ)と同様の方法で χ^2 を求めた結果

$$\text{補正された } \chi^2 = 1.652506 < P(\chi^2)_{0.05} = 5.991$$

分散は一様である。

(ロ) 回帰係数間の差の検定

分散が一様であると認められた 22～52cm の直径級について回帰係数間の差の検定を(1)(ロ)と同様に行った結果、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	6	12.231190
誤 差	605	0.543212
計	611	12.774402

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	12.224491	
回 帰 間	4	0.006699	0.001675
回 帰 計	6	12.231190	
誤 差	605	0.543212	0.000898
計	611	12.774402	

$$F = 1.865 \quad F_{10.0}(0.01) = 3.34$$

検定の結果、22～52cm の直径級については、その回帰平面は互に平行であることがわかったの
で、次にこの回帰平面が重り合っているか否か、すなわち同一の回帰平面にあるか否かを検定するた
め、回帰平面の高さの差の検定を行った。

(イ) 回帰平面の高さの差の検定

第 6 表の 22～52cm の直径級の数値を用いて、新たに 22～52cm の直径級をこみにした回帰常数を
簡略ドリットル法により計算し、回帰平面の高さの差の検定を行えば次のとおりである。

回帰に帰因する平方和

$$S \hat{y}^2 = 45.628073$$

回帰からの偏差の平方和

$$S dy_{x_1 x_2}^2 = 0.555935$$

予備的分散分析表

変動因	自由度	平方和
回帰	2	45.628073
回帰間差	4	0.006699
誤差	607	0.549236
計	613	46.184008

誤差分割表

変動因	平方和	自由度
誤差	0.549236	607
不明原因	0.543212	605
平面間の差	0.006024	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	45.628073	
回帰間差	4	0.006699	
平面間差	2	0.006024	0.003012
不明原因	605	0.543212	0.000898
計	613	46.184008	

$$F = 3.854^*$$

$$F_{1,605}(0.01) = 3.84$$

検定の結果、有意差が認められたので、22～52cm 直径級は一括出来ないことがわかった。

(4) 32～52cm 直径級を一括した場合

(i) 分散の一様性の検定

(1)(i)と同様の方法で χ^2 を求めた結果

$$\text{補正された } \chi^2 = 0.168963 < P(\chi^2)_{0.05} = 3.841$$

分散は一様である。

(ii) 回帰係数間の差の検定

分散が一様であると認められた 32～52cm の直径級について、回帰係数間の差の検定を(1)(ii)と同様に行った結果、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	4	5.730321
誤差	343	0.287613
計	347	6.017934

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	5.729241	
回 帰 間	2	0.001080	0.000540
回 帰 計	4	5.730321	
誤 差	343	0.287613	0.000839
計	347	6.017934	

$$F = 0.648628$$

$$F_{4,343}^2(0.01)=4.66$$

検定の結果、32～52 cm 直径級を一括した場合回帰係数間に有意差のないことがわかった。

(イ) 回帰平面の高さの差の検定

回帰平面が互に平行であると認められたので、(3)(イ)と同様の方法により回帰平面の高さの差の検定を行った結果、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	11.555300
回 帰 間 差	2	0.001080
誤 差	344	0.288581
計	348	11.844961

誤 差 分 割 表

変 動 因	平 方 和	自 由 度
誤 差	0.288581	344
不 明 原 因	0.287613	343
平 面 間 の 差	0.000968	1

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	11.555300	
回 帰 間 差	2	0.001080	
平 面 間 差	1	0.000968	0.000968
不明原因	343	0.287613	0.000839
計	348	11.844961	

$$F = 1.154$$

$$F_{4,343}^2(0.01)=4.66$$

検定の結果、有意差が認められない。従って 32～40cm、42～52cm の直径級を一括出来ることがわかった。

(5) 6～80cm 直径級を一括した場合

(i) 分散の一様性の検定

(1)(i)と同様の方法で検定を行った結果、次のとおりである。

$$\text{補正された } \chi^2 = 4.524939 < P(\chi^2)_{0.05} = 5.991$$

分散は一様である。

(ii) 回帰係数間の差の検定

(1)(ii)と同様の方法により回帰係数間の差の検定を行った結果、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	6	20.922446
誤 差	534	0.504898
計	540	21.427344

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	20.911222	
回 帰 間 差	4	0.011224	0.002806
回 帰 計	6	20.922446	
誤 差	534	0.504898	0.000946
計	540	21.427344	

$$F = 2.966^* \quad F_{1000}(0.05) = 2.38$$

検定の結果、有意差が認められたので 6～30cm 直径級を一括出来ないことがわかった。

(6) 6～20cm 直径級を一括した場合

(i) 分散の一様性の検定

(1)(i)と同様の方法で検定を行った結果、次のとおりである。

$$\text{補正された } \chi^2 = 4.229435^* < P(\chi^2)_{0.05} = 3.841$$

分散は一様であるという仮説は捨てられた。したがって 6～20cm 直径級を一括することは出来ないことがわかった。

(7) 検定の結果

以上検定の結果、10cm以下、12～20cm、22～30cm、32cm以上の4式の材積式を使用することにする。

検定結果のとりまとめ表は第11表のとおりである。

第11表

検 定 結 果 と り ま と め 表

直径級	本数	補正された χ^2	回帰係数間の差の検定			回 帰 平 面 間 の 高 さ の 検 定				
			平均された回帰係数		F	こみにした回帰常数		平面間の分散	不明原因	F
			b_1'	b_2'		b_1''	b_2''			
6～	892	6.086	1.80945290	1.07892581	4.679**					
12～	823	2.481	1.81289545	1.08697417	5.077**					
22～	614	1.653	1.80109260	1.12335833	1.865	1.78456683	1.12034450	0.003012	0.000898	3.854*
32～	349	0.169	1.74509208	1.15226807	0.644	1.70343698	1.15111448	0.000968	0.000839	1.154
6～30	543	4.525	1.83417069	1.04426961	2.966*					
6～20	278	4.229*								

最 終 式 の 回 帰 係 数

直 径 級	a	b_1	b_2
6 ～ 10cm	-1.211202	1.838830	1.000611
12 ～ 20	-1.229075	1.849780	1.010122
22 ～ 30	-1.322677	1.842796	1.092369
32 ～	-1.186398	1.703437	1.151114

・ 6 材積式の決定と材積表の作製

前述の検定の結果により、材積式は四つの式を使用することとなったが、この式は対数式であるのでこれを修正係数を用いて材積式を決定した。

いま修正係数を f とすれば、

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

n ; 資 料 数

σ^2 ; 対数推定値の誤差分散

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。

修 正 係 数

直 径 級	$\sigma^2=(1)$	$n-1/n=(2)$	$(1) \times (2) \times 1.151293$	f
～ 10cm	0.000654	0.985507	0.000743	1.0017
12 ～ 20	0.001001	0.995215	0.001147	1.0026
22 ～ 30	0.000976	0.996226	0.001119	1.0026
32 ～	0.000837	0.997135	0.000961	1.0022

直 径 級	材 積 式
～ 10cm	$\bar{5}.789541 + 1.838830 \log D + 1.000611 \log H$
12 ～ 20	$\bar{5}.772072 + 1.849780 \log D + 1.010122 \log H$
22 ～ 30	$\bar{5}.678442 + 1.842796 \log D + 1.092369 \log H$
32 ～	$\bar{5}.814563 + 1.703437 \log D + 1.151114 \log H$

上記材積式によって計算した数値を、グラフ上で検討したところ、12～20cmと22～30cm、22～30cmと32cm～の接合部以外は滑らかな曲線で結ばれた。12～20cmと22～30cmならびに22～30cmと32cm～の接合部については、20cm、22cm、30cm、32cmの数値について三点移動平均法により修正した。

以上の方法により作製した材積表は第12表のとおりである。

幹材積表 (続)

62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
1.418	1.491	1.572							
1.539	1.624	1.711	1.801	1.892					
1.666	1.758	1.853	1.950	2.048	2.149	2.252	2.356		
1.794	1.894	1.996	2.100	2.206	2.315	2.425	2.538	2.653	2.770
1.924	2.031	2.140	2.252	2.366	2.482	2.601	2.721	2.845	2.970
2.055	2.169	2.286	2.405	2.527	2.651	2.777	2.907	3.038	3.172
2.187	2.308	2.432	2.559	2.689	2.821	2.956	3.093	3.233	3.376
2.320	2.449	2.580	2.715	2.852	2.993	3.136	3.281	3.430	3.581
2.454	2.590	2.729	2.872	3.017	3.165	3.317	3.471	3.628	3.788
2.589	2.732	2.880	3.030	3.183	3.340	3.499	3.662	3.827	3.996
2.725	2.876	3.031	3.189	3.350	3.515	3.683	3.854	4.028	4.206
2.861	3.020	3.183	3.349	3.518	3.691	3.868	4.048	4.231	4.417
2.999	3.166	3.336	3.510	3.688	3.869	4.054	4.242	4.434	4.630
3.138	3.312	3.490	3.672	3.858	4.048	4.241	4.438	4.639	4.843
3.277	3.459	3.645	3.835	4.029	4.227	4.429	4.635	4.845	5.058
3.417	3.607	3.801	3.999	4.202	4.408	4.619	4.833	5.052	5.275
3.558	3.755	3.958	4.164	4.375	4.590	4.809	5.033	5.260	5.492
3.699	3.905	4.115	4.330	4.549	4.773	5.001	5.233	5.470	5.711
3.842	4.055	4.273	4.496	4.724	4.956	5.193	5.434	5.680	5.930
3.985	4.206	4.432	4.664	4.900	5.141	5.386	5.637	5.892	6.151
4.128	4.358	4.592	4.832	5.076	5.326	5.580	5.840	6.104	6.373
4.273	4.510	4.753	5.001	5.254	5.512	5.775	6.044	6.317	6.596
4.418	4.663	4.914	5.170	5.432	5.699	5.971	6.249	6.532	6.820
4.563	4.817	5.076	5.341	5.611	5.887	6.168	6.455	6.747	7.044
4.709	4.971	5.239	5.512	5.791	6.076	6.366	6.662	6.963	7.270
4.856	5.126	5.402	5.684	5.971	6.265	6.564	6.869	7.180	7.497
5.004	5.282	5.566	5.856	6.153	6.455	6.764	7.078	7.398	7.724
5.152	5.438	5.731	6.030	6.335	6.646	6.964	7.287	7.617	7.953
5.300	5.595	5.896	6.203	6.517	6.838	7.164	7.497	7.837	8.182
		6.062	6.378	6.701	7.030	7.366	7.708	8.057	8.412
				6.885	7.223	7.568	7.920	8.278	8.643
					7.417	7.771	8.132	8.500	8.875
							8.345	8.723	9.107

Ⅲ 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、推定材積の百分率標準誤差で表わすことになっている。

百分率標準誤差は近似的に次式で示される。

$$\text{百分率標準誤差 } (S_v) \approx 230.26 \cdot S$$

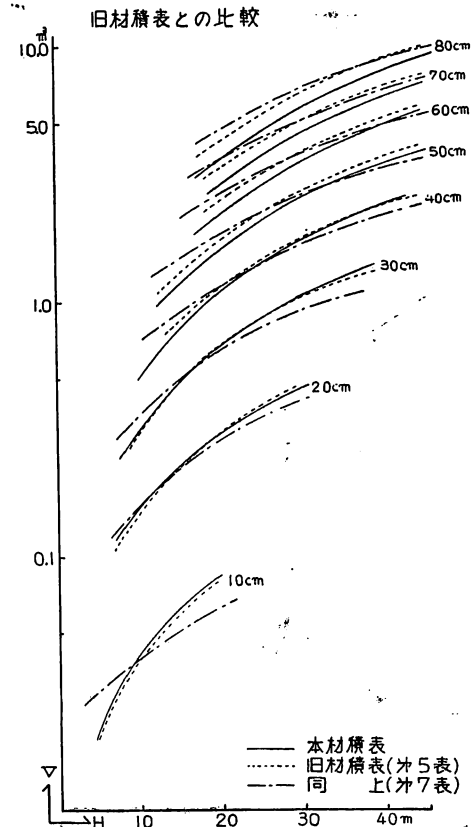
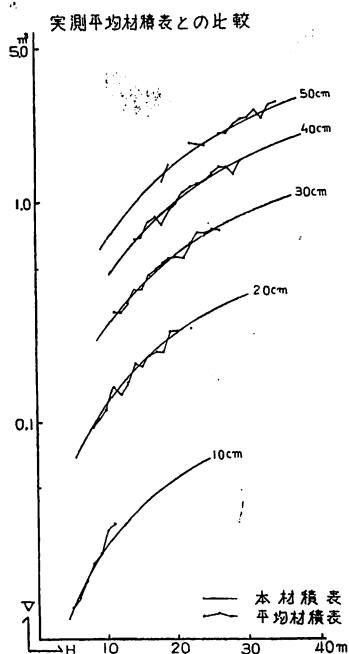
ここに S は推定値の標準誤差である。

林分の百分率の標準誤差は上式の値を本数の平方根で除したものであり、材積式ごとの百分率標準誤差は次のとおりである。

直径級	本数	百分率標準誤差	95%信頼度標準誤差
cm ~ 10	69	0.709	1.390
12 ~ 20	209	0.504	0.988
22 ~ 30	265	0.442	0.866
32 ~	349	0.357	0.700

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 実測平均材積表および旧材積表との比較



Ⅳ 材積表使用上の注意

- (1) 本材積表は長野営林局管内のスギ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。
- (4) 材積式の接合部（12～20cm）と（22～30cm）ならびに（22～30cm）と（32cm～）については20cm、22cm、30cm、32cmの各直径について三点移動平均法で修正した。

直 径 級	材 積 式
～ 10cm	$\log V = \bar{5}.789541 + 1.898890 \log D + 1.000611 \log H$
12 ～ 20	$\log V = \bar{5}.772072 + 1.849780 \log D + 1.010122 \log H$
22 ～ 30	$\log V = \bar{5}.678442 + 1.842796 \log D + 1.092369 \log H$
32 ～	$\log V = \bar{5}.814563 + 1.708437 \log D + 1.151114 \log H$

たゞし V ; 幹材積 (m³)
D ; 胸高直径 (cm)
H ; 樹 高 (m)

Ⅴ 調製年月および担当者職氏名

1 調 製 年 月 昭和 40 年 8 月

2 調製担当者職氏名

計画課長	農林技官	上	田	克	彦
計画課員	〃	新	井	健	三
〃	〃	千	村	伯	夫
〃	〃	芝	田	賢	三
〃	〃	松	原	朝	弥