

材積表調製業務資料 第 28 号

東京営林局

アカマツ立木材積表調製説明書

昭和 36 年 3 月



林 野 庁

まえがき

東京営林局管内において人工林の占める割合はすでに約60%に達しており、今後天然林の開発が発進むとその比率は80%前後まで増大することになっている。したがって新しく開発される林地の更新については重要な問題として早くから種々検討してきた。中でも後継樹の選定については最も苦心しているところであるが耐久性の強いアカマツが特に注目されるようになってきた。瘠悪林地の更新に好適とされているだけに、新しく開発された生育条件の悪い林地の更新のためにさらに高く評価されているのである。アカマツの現況は乾燥地土壌層の浅い林地で部分的に育成されており全面積に対し未だ10%に達していない。しかし前述のような条件を考えると現在よりは相当拡大するものと推定されさらに工業資源としてのアカマツ材に着目されていることからしても将来はかなり増産されるものと判断されている。

以上のような状態を考慮し、いままでの材積表の資料収集地域や資料数などから、当局管内での適合度を検討した結果、ここに新しく立木幹材積表を作製したのである。

調製に当り御指導を承った林業試験場測定研究室長大友栄松氏、同室員栗屋仁志氏、御配慮下さった林野庁計画課北原亨氏に深く感謝するものである。

目 次

1 アカマツの概況	5
2 アカマツの生育地域	5
3 資料の収集	6
3・1 資料収集地域	6
3・2 資料収集個所の選定および調査方法	8
4 採用した調製方法の根拠	8
5 資料の吟味	9
5・1 吟味の方針	9
5・2 吟味の方法	9
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	21
7 材積式の決定	25
8 材積表の適合度	28
9 調製年月および調製担当者官氏名	28
10 引用ならびに参考文献	29
11 アカマツ立木材積表	29

1 アカマツの概況

アカマツ特有の耐久性を利用し、意識的に瘠悪林地で育成されることが多いので、特に優れた生長を期待することはできないが、一般に生育は良好である。スギ・ヒノキでは更新が困難な場所にアカマツを植栽し、また生立させるためにスギ・ヒノキに次ぐ蓄積(1,675,000m³)を有している。したがって東京営林局管内の重要樹種であることはいうまでもない。将来天然林の開発が進むにつれ、アカマツは開発林地の中で大きな比重を占めるであろうし、工業資源としてのアカマツ材に新たな評価がなされるだろうと予想されているだけにアカマツ林の拡大、アカマツ材の増産は必至と目されている。

2 アカマツの生育地域

集団的に成立することは稀で、スギ・ヒノキでは更新困難な場所、アカマツによる天然更新が容易に行われる部分に限って造成されている。地域的には主として茨城・山梨・静岡西部の各経営計画区にあり、積極的にアカマツを育成している。その他の地域では僅かに特殊な林地にのみ存在し、その量は極めて少ない。最もアカマツの育成が盛んなところは茨城経営計画区で低い山地の上部にある定積土地帯に帯状に分布している。山梨経営計画区には比較的広い林分をなして生立しているが、乾燥地が広大な山腹を占めているためである。また静岡西部経営計画区では浜松事業区に集中しているが、地況はほぼ茨城経営計画区のアカマツ林と類似している。こうしたアカマツ林に共通していることは花崗岩が風化してできた透水性の悪い土壤に分布していることである。これは前述したようにアカマツの耐乾性を有効に利用しているためである。

3 資料の収集

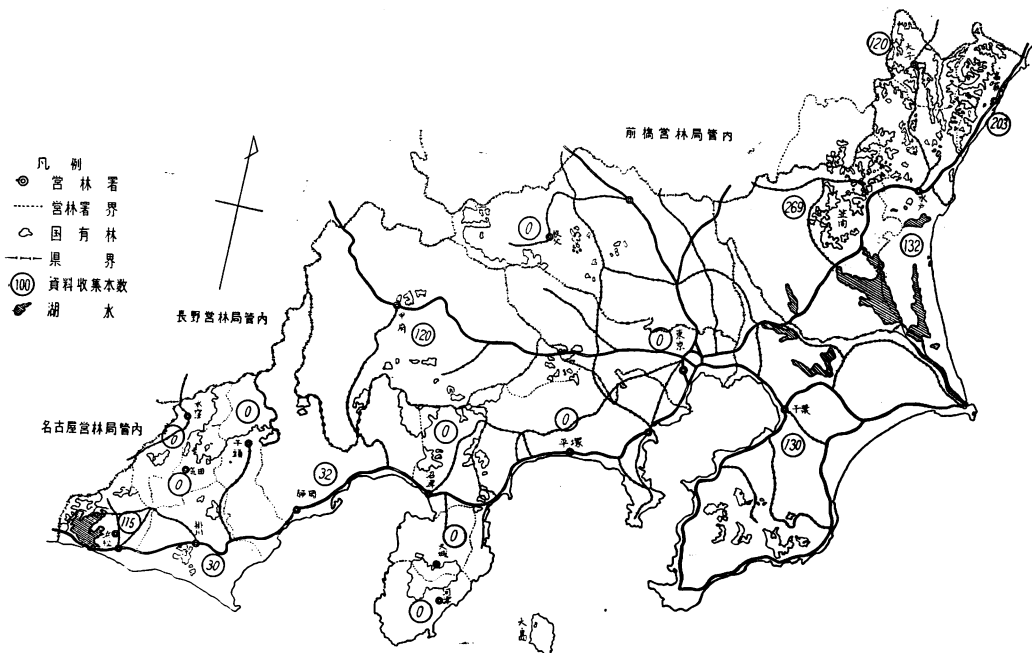
3.1 資料収集地域

東京営林局管内全般から資料を収集した。収集された資料の明細は第1図及び第1表の通りである。

第1表-1 営林署・直径級別資料収集個所と本数

営林署	事業区	10以下 cm	12—20 cm	22—30 cm	32—40 cm	42以上 cm	計
高萩	高萩	17	47	63	59	17	203
大子	大子		27	54	35	4	120
水戸	水戸	6	47	48	18	13	132
笠間	笠間	20	40	71	67	71	269
甲府	甲府	9	21	34	37	19	120
千葉	千葉	13	18	37	33	29	130
浜松	浜松		23	39	23	30	115
掛川	掛川		13	15	2		30
静岡	静岡	2	11	18	1		32
計		67	247	379	257	183	1,151

第1図 資料収集位置図



第1表-2 資料 収 集 個 処 一 覧 表

営林署	事業区	林小班	地位	樹種	混交歩合%	林令年	直径 cm	樹高 m	人天別	ha当り材積 m ³
千葉	千葉	37い	下	スカギシ	70 15	52 10-52	14 6-36	12 6-22	人	160
				広 (アカマツ)	15	40 20-50	20 10-40	12 8-18		
		39ろ	下	カシ	40 60	25 10-27	8 4-22	6 4-10	天	50
				広 (アカマツ)		36 26-46	22 10-30	12 8-15		
		39に	中	スカギツ	80 12	55 10-55	18 6-54	15 6-28	人	130
				アカマツ 広	8					
浜松	浜松	8に	下	アカマツ クロマツ 広	40 20 40	50 32-60	12 6-46	9 6-17		90
		138い	中	スカギツ アカマツ	30 70	57 37-57	22 6-46	13 5-18	人	280
静岡	静岡	38ろ	中	ヒノキ ヒノキ アカマツ 広	65 20 13 2	32	18 6-30	10 5-13	人	85
				ヒノキ ヒノキ アカマツ 広	60 20 15 5	29	16 6-28	8 4-12	人	80
		248ろ								
掛川	掛川	95い	中	アカマツ クロマツ	30 70	48	14 6-40	10 4-20	人	135
高萩	高萩	114ほ	中			46				
		246ち	中			53				
		243を	中下			55				
		233ろ ₂ 114ち	中			55 43				
大子	大子	116へ	上	アカマツ 広	90 10	48	30 20-40	20 18-26	人	250
		54り	下	アカマツ 広	20 80	40 20-47	12 4-30	9 8-15	天	80
水戸	水戸	太田 54は 75ろ	中	アカマツ		9 4-11				
			中	アカマツ		54			人	212
笠間	笠間	60よ	中	スカギツ アカマツ 広	67 31 2	63 48-63	18 6-34	14 5-18	人	229
		61と	下	アカマツ		47 30-53	18 8-40	14 9-18	天	170
		60わ	下	アカマツ		12 10-15			天	
		か	下	ヒノキ アカマツ	60 40	25			人	

営林署	事業区	林小班	地位	樹種	混交歩合%	林令年	直径 _{cm}	樹高 _m	人夫別	ha当り材積 _{m³}
笠間	笠間	61に	中	アカマツ		47 30—53	18 8—40	14 9—18	天	170
		は								
		27た	中	アカマツ 広	80 20	98 68—128	28 12—50	18 12—21	天	90
		つ	下	スギ ヒノキ	1 6	98 68—128	24 6—90	15 6—23	天	117
				アカマツ 広	83 10					
		わ	中	ヒノキ アカマツ 広	30 20 50	77 44—89	42 20—60	19 7—24	天	260
		5よ	上	アカマツ		48 33—58	22 8—40	12 9—15	天	200
		ぬ	中	アカマツ		54	26 6—58	15 5—21	人	135
甲府	甲府	1 30に								

3・2 資料収集個所の選定および調査方法

調査方法は「調製要綱」に準じたが、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、とくに主伐指定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の位置を正しく設定し、その後金属製輪尺（mm単位）で山側からと、それに直角の二つの方向から測定しそれを算術平均した。
- (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・樹高階別本数分配表

資料を直径階・樹高階別に第2表の通り整理した。

4. 採用した調製方法の根拠

現在使用中の材積表は山本和蔵博士が作製された「あかまつの単木幹材積表並胸高形数表」（林業試験報告16号大正7年1月25日農商務省山林局発行）によつて作られたものである。

今日に至り諸種の検討を行つたところ、数値に多少現状と一致しないところもある。しかし調製方法は根本的な誤りがあるとは考えられない。そのためにこの材積表の調製法は数式法と決めたのである（第2・3図参照）。最小自乗法によつて回帰式の係数常数を決定し、もつとも偏差の少ない回帰平面を設定して材積表の数値を求めるのである。

胸高直径を d 樹高を h 幹材積を v
 とすると次のような関係が成立する。

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

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

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

$$\text{一般に } V = K d^{k'} h^{k''}$$

$$\text{あるいは } V = 10^a d^{b_1} h^{b_2}$$

とすることができる。

第2図 直径に対する幹材積の関係

第3図 樹高に //

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、資料全般の示す一般的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もたらすことになる。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 $\log V = Y$ $\log D = X_1$ $\log H = X_2$ とすれば

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

となる。ゆえに棄却帯は

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

ただし

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

$$= [C_{11} (X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22} (X_2 - \bar{X}_2)^2 + 2 C_{12} (X_1 - \bar{X}_1) (X_2 - \bar{X}_2)]$$

となる

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

n.....資料数

t.....Student の t 分布の t の値

次いで実験式 $Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$ の常数を求めるのである。 X_1 , X_2 , 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・積和を計算すると第3表の通りである。

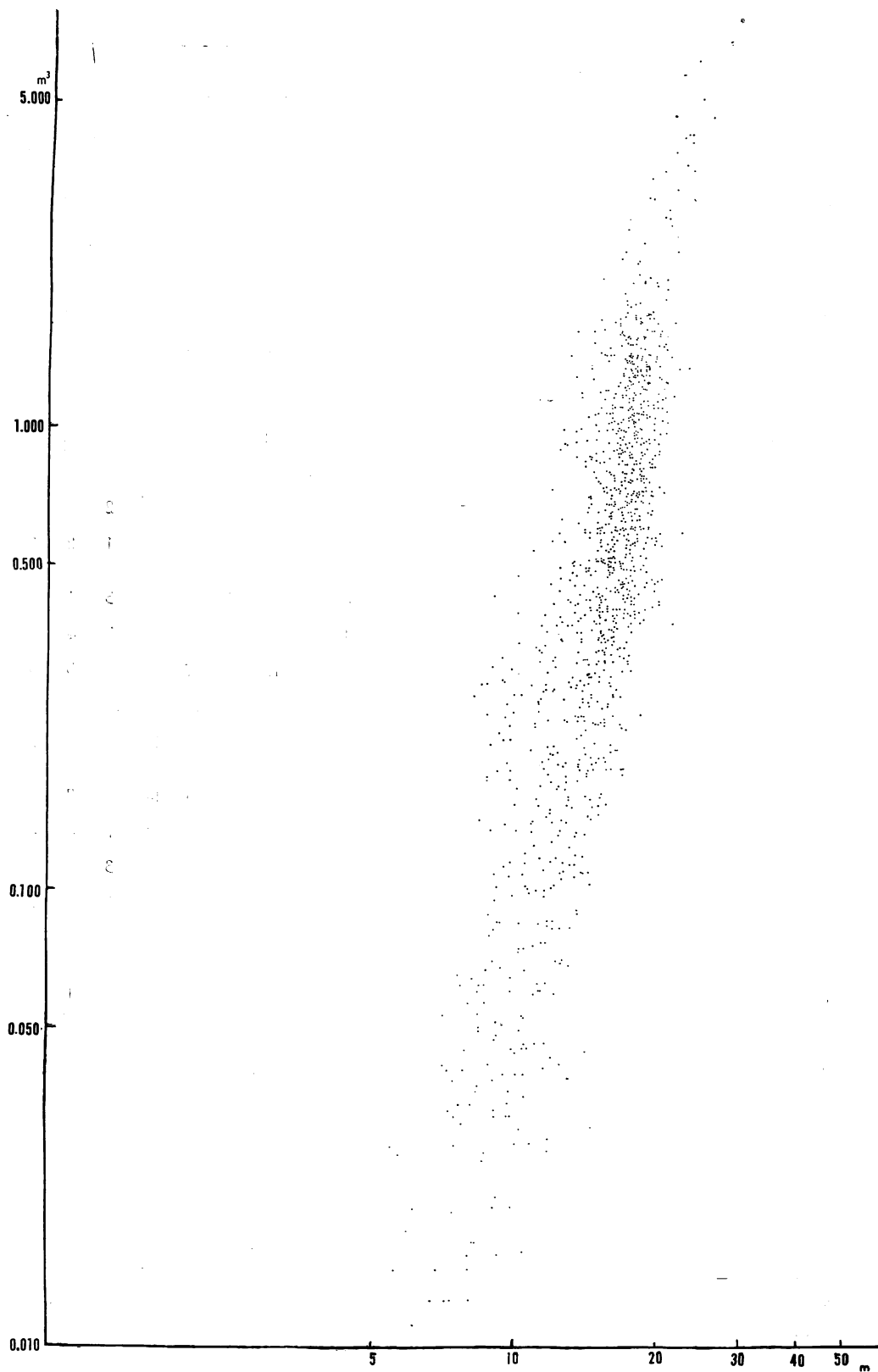
第2表 直径階・樹高階別本数一覽表(棄却前)

胸高直径 cm 樹高m	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
5																				
6				3	2															
7			4	1		1														
8			3	2	5	5	1													
9	1		2	5	4	6	5		1		1									
10			1	5	5	2	6	5	2	2	4	2	2	2	1	1				
11			2	2	7	4	3	6	4	3		7	1	2						
12			1	1	6	3	6	6	4	1	5	1	1	1			1			
13					3	7	6	4	5	6	6	5	4	1						
14					1	3	5	7	7	4	2	1	8		2	3		2		
15				1		2	5	4	9	5	9	4	13	1	2	2		1	2	3
16						1	5	8	7	8	5	4	5	6	3	4	2	3	1	1
17							3	3	9	9	16	11	9	11	4	5	8	3	4	2
18								5	4	6	12	12	19	12	15	7	7	4	3	3
19								3	4	9	7	14	14	7	9	13	10	13	8	2
20									1	3	6	8	9	10	10	11	10	11	11	20
21										3	1	5	3	6	10	12	14	7	3	9
22									1		3	2	3	6	6	5	4	7	5	7
23											2	1	1	1	3	2	5	3	3	3
24																	2	7	3	3
25																1				1
26																				
27																		1		1
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
計	1	13	20	33	34	45	51	57	60	78	78	92	66	65	66	63	62	44	40	51

44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	82	86	計
																		5
																		6
																		16
																		25
																		40
																		41
																		37
																		47
1					1													46
																		64
2	4					1												70
2	1	1				1												103
4	2	1	2	1	2													126
1	3	4	1				1											132
2	5	4	1	1	2			1	1									136
7	3	5		3	3	1	1											100
4	3	3	1				1											65
1	3	1	2	1			1		2	1								38
6	1		1															25
1	1					2		1										8
1		1	1		1	1		1		1								8
							1		1									3
									1									5
										2	1			1				0
															1			4
																1		0
																	1	0
32	26	20	9	7	8	6	5	3	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1,151



第2図 直径に対する幹材積の関係



第3図 樹高に対する幹材積の関係

第4表 直径階・樹高階別本数表(棄却後)

胸高直径 樹高 m	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
5																				
6			3	2																
7		4	1		1															
8		3	2	5	5	1														
9	1	2	5	4	6	5			1		1									
10		1	5	5	2	5	5	2	2	4	2	2	2	1	1					
11		2	2	7	4	3	6	4	3		7	1	2							
12		1	1	6	3	6	6	4	1	5	1	1	1			1				
13				3	7	6	4	5	6	6	5	4	1							
14				1	3	5	7	7	4	2	1	8		2	3		2			
15			1		2	5	4	9	5	9	4	13	1	2	2		1	2	3	
16					1	5	8	7	8	5	4	5	6	3	4	2	3	1		1
17						3	3	9	9	16	11	9	11	4	5	8	3	4	1	2
18							5	4	6	12	12	18	12	15	7	7	4	3	5	3
19							3	4	9	7	14	14	7	9	13	10	13	8	9	2
20								1	3	6	8	9	10	9	11	10	11	11	9	18
21									3	1	5	3	6	10	11	14	7	3	4	9
22								1		3	2	3	6	6	5	4	7	4	4	6
23										2	1	1	1	3	2	5	3	3	2	3
24																2	7	3	2	3
25															1		1		1	
26																		1		
27																				1
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
計	1	13	20	33	34	44	51	57	60	78	78	91	66	64	65	63	62	43	40	48

44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	計
																						0
																						5
																						6
																						16
																						25
																						39
																						41
																						37
																						47
1																						46
					1																	64
																						70
2	4					1																103
2	1	1				1																124
4	1	1	2	1	2																	132
1	3	4	1				1															133
2	5	4	1	1	2			1	1													99
7	3	5		3	3	1	1															63
4	3	3	1				1															38
1	3	1	2	1			1		2	1												23
4	1		1																			8
1	1					2		1														7
																						3
			1	1		1		1														5
																						0
																						3
																						0
																						1
																						0
																						1
																						0
29	25	20	9	7	8	6	5	3	5	3	2	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1,138

第3表 和・平方和・積和

区 分	本 数	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2	SX_2^2
全 体	1,151	1,628,380624	1,411,078281	1,854,173896	2,351,129488	1,746,211553
		SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y	Sx_1^2
		3,245,406570	2,017,915692	2,732,023273	2,329,072980	47,373227
		Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
		16,288083	258,472742	21,588558	108,826047	55,932656

以上の数値から回帰係数 b_1, b_2 を求めると

$$b_1 \dots\dots\dots 1.849293$$

$$b_2 \dots\dots\dots 0.982885$$

したがって 回帰方程式は次の通りである。

$$\hat{Y} = 1.849293X_1 + 0.982885X_2 - 2.210344$$

なお次に必要な数値をあげると

$$\text{回帰に帰因する平方和} \quad S\hat{y}^2 = 256,225307$$

$$\text{回帰からの偏差の平方和} \quad Sdy \cdot x_1x_2^2 = 2,247435$$

$$\text{推定誤差の分散} \quad Sy \cdot x_1x_2^2 = 0.001958$$

$$\text{標準誤差} \quad Sy \cdot x_1x_2 = 0.044249$$

$$\text{重相関係数} \quad R = 0.995643$$

以上の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

$$y' = t \times [Sy \cdot x_1x_2^2 (1 - \frac{1}{n} - |Cl|)]^{\frac{1}{2}}$$

y' 棄却限界の値

$$C \text{ 乗数は} \quad C_{11} \dots\dots\dots 0.053307$$

$$C_{22} \dots\dots\dots 0.155040$$

$$C_{12} \dots\dots\dots -0.070654$$

上式により13本の異常資料が棄却された。

第5表 平均材積表

[illegible]

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	$Y - \bar{Y}$
			cm	m	m ³	
水戸	水戸	太田54は	14.3	10.3	0.0601	0.1258098
甲府	甲府	1	25.5	17.7	0.3170	0.1167970
大子	大子	116へ	30.4	19.8	0.8373	0.1164854
浜松	浜松	138い	32.3	21.2	0.5717	0.1270802
高萩	高萩	246ち	38.4	21.7	1.8526	0.2346474
浜松	浜松	138い	42.0	19.7	0.8656	0.1265129
"	"	"	42.1	19.9	0.8471	0.1421172
"	"	"	42.1	21.5	0.9503	0.1252018
"	"	"	43.0	24.0	0.9354	0.1960084
"	"	"	43.6	23.7	1.0928	0.1342247
笠間	笠間	筑波27つ	44.8	25.9	2.7792	0.2114567
"	"	60わ	46.1	17.5	1.6813	0.1375562
"	"	27た	73.0	30.2	6.1349	0.1165704

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 1,138 本となった。

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	1,138	1,607.928478	1,394.040457	1,828.636108	2,318.616562	1,723.734470

SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y	Sx_1^2
3,192.498148	1,990.913803	2,690.939485	2,295.038688	46.706201

Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
16.046600	254.088644	21.214901	107.181951	54.974790

以上の数値から回帰係数 b_1 , b_2 を求めれば

$$b_1 \dots \dots \dots 1.849072$$

$$b_2 \dots \dots \dots 0.981336$$

したがって回帰方程式は

$$\hat{Y} = 1.849072 X_1 + 0.981336 X_2 - 2.207875$$

6.2 有意性の検定

必要な数値をあげると次の通りである

$$\begin{aligned} s\hat{y}^2 & \dots\dots 252.135820 \\ sdy \cdot x_1 x_2^2 & \dots\dots 1.952824 \\ sy \cdot x_1 x_2^2 & \dots\dots 0.001721 \\ sy \cdot x_1 x_2 & \dots\dots 0.041479 \end{aligned}$$

i 重相関係数および有意性の検定

重相関係数 $R \dots\dots 0.996150$

$R^2 \dots\dots 0.992314$

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平均平方
回 帰	2	252.135820	126.067910
回帰からの偏差	1,135	1.952824	0.001721
全 体	1,137	254.088644	

$$F = \frac{126.067910}{0.001721} = 73,252.7077^{**} \text{ df } 2 \cdot 1, 135$$

ii 回帰係数の標準偏差および有意性の検定

回帰係数 $b_1 \cdot b_2$ に対し $b_1 = 0 \quad b_2 = 0$ という帰無仮説を設定し、そのときの t の値が表の値を超える確率を調べる

すなわち回帰係数の標準偏差は

$$Sb_1 = Sy \cdot x_1 x_2 \sqrt{C_{11}} = 0.009603$$

$$Sb_2 = Sy \cdot x_1 x_2 \sqrt{C_{22}} = 0.016383$$

$$tb_1 = b_1/sb_1 = 192.551494^{**}$$

$$tb_2 = b_2/sb_2 = 59.899652^{**}$$

であるから回帰係数 $b_1 \cdot b_2$ とも著しく有意である。帰無仮説は捨てられ、この材積式を採用しても良いことが確認された。

相関係数・偏相関係数および有意性の検定

相関係数は

$$r_{x_1 x_2} \dots\dots 0.774930$$

$$r_{y x_1} \dots\dots 0.983879$$

$$r_{y x_2} \dots\dots 0.860953$$

偏相関係数

$$r_{y x_1 x_2} \dots\dots 0.985036^{**}$$

$$r_{y x_2 x_1} \dots\dots 0.871584^{**}$$

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

6.3 直径級別材積式の比較

資料の吟味において捨てられた資料を除き径級別に平方和、積和、回帰係数等を計算すれば第6表の通り

である。

第8表 直径級別，平方和，積和，回帰係数等

直径級	本数	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
3.0~10.9 ^{cm}	67	0.473539	0.619475	2.812981	0.163441	1.024824	0.887925
11.0~20.9	246	1.475017	2.473178	12.438570	1.050885	3.881899	4.565112
21.0~30.9	377	0.828485	2.586125	7.171889	0.381882	1.887289	3.234485
31.0~40.9	273	0.321926	0.849368	2.425880	0.075915	0.671918	0.833603
41.0~86	175	0.692159	0.689373	4.894847	0.326371	1.675996	1.266114
計	1,138	3.791126	7.217519	29.744167	1.998494	9.141926	10.787239

b_1	b_2	$S\bar{y}^2$	γx_1x_2	γx_1y	γx_2y
1.836720	0.948755	2.724738	0.301767	0.887949	0.672637
1.888363	1.043462	12.093964	0.550211	0.906276	0.823073
1.825790	0.981099	6.619132	0.260893	0.774247	0.751041
1.895653	0.811988	1.950612	0.145178	0.760333	0.580733
2.002385	0.888616	4.481087	0.472478	0.910543	0.689249

$Sdy \cdot x_1x_2^2$	$f\gamma = N-3$	$Sy \cdot x_1x_2^2$	$\log Sy \cdot x_1x_2^2$	$f\gamma \log sy x_1x_2^2$	$1/f\gamma$
0.088243	64	0.001379	-2.860436	-183.067904	0.015625
0.344606	243	0.001418	-2.848324	-692.142732	0.004115
0.552757	374	0.001478	-2.830326	-1,058.541924	0.002674
0.475268	270	0.001760	-2.754487	-743.711490	0.003704
0.413760	172	0.002406	-2.618704	-450.417088	0.005814
1.874634	1,123			-3,127.881138	0.031932

第6表によつて回帰係数間の有意差を検定する。

i 全体を一括した場合

(i) 分散の一樣性の検定 (Bartlett)

$$S^2 = \frac{1.874634}{1,123} = 0.0016693$$

$$\log s^2 f = -3,119.093869$$

$$\chi^2 = 2,302609 (-3,119.093869 + 3,127.881138) = 20.233645$$

$$C = 1 + \frac{1}{3(4)} (0.031932 - 0.000890) = 1.002587$$

$$\text{補正された } \chi^2 = \frac{20.233645}{1.002587} = 20.181436 > \chi^2 (4^{0.05}) 9.49$$

故に分散は一樣とみなされない。

ii 3.0~40.9 cm を一括した場合

(i) 分散の一樣性の検定

$$S^2 = \frac{1.460874}{951} = 0.001536$$

$$\log s^2 f = -2,675.742159$$

$$\chi^2 = 2.302609 (-2.675.742159 + 2.677.464050) = 3.964842$$

$$C = 1 + \frac{1}{3(3)} (0.026118 - 0.001052) = 1.002785$$

$$\text{補正された } \chi^2 = \frac{3.964842}{1.002785} = 3.953831 < \chi^2_{(3, 0.05)} 7.81$$

3.0~40.9 cm には有意差がなく分散は一樣であるとみなされる。

(ii) 回帰係数間の有意差の検定

分散が一樣とみなされたので次に回帰係数間の差を検定する。

$$b_1' = 1.882369$$

$$b_2' = 0.976322$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	手 方 和
回 帰	8	23.388446
誤 差	951	1.460874
	959	24.849320

完成した分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	23.349319	
回 帰 間	6	0.039127	0.006521
回 帰 計	8	23.388446	
誤 差	951	1.460874	0.001536
計	959	24.849320	

$$F = \frac{0.006521}{0.001536} = 4.245443 > df \ 6 \cdot 951 \quad 2.41$$

したがって 3.0 ~ 40.9 cm 間の回帰係数には有意差が認められるので一括はできない。

iii 11.0~86 cm を一括した場合

(i) 分散の一樣性の検定

$$S^2 = \frac{1.786391}{1.059} = 0.001687$$

$$\log S^2 f = -2.936.485215$$

$$\chi^2 = 2.302609 (-2.936.485215 + 2.944.813234) = 19.176172$$

$$C = 1 + \frac{1}{3(3)} (0.016307 - 0.000934) = 1.001708$$

$$\text{補正された } \chi^2 = \frac{19.176172}{1.001708} = 19.143612 > \chi^2_{(3, 0.05)} 7.81$$

にて有意差があり一括できない。

iv 31.0 ~ 86 cm を一括した場合

(i) 分散の一樣性の検定

$$S^2 = \frac{0.889028}{442} = 0.002011$$

$$\log S^2 f = -1,191,891896$$

$$\chi^2 = 2,302609 (-1,191,891896 + 1,194,128578) = 5.150204$$

$$C = 1 + \frac{1}{3(1)} (0.009518 - 0.002262) = 1.002419$$

$$\text{補正された } \chi^2 = \frac{5.150204}{1.002419} = 5.137776 > \chi^2_{(1^{0.05})} 3.84$$

にて有意差あり

v 3.0 ~ 30.9 cmを一括した場合

(i) 分散の一様性の検定

$$S^2 = \frac{0.985606}{681} = 0.001447$$

$$\log S^2 f = -1,933,721292$$

$$\chi^2 = 2,302609 (-1,933,721292 + 1,933,752560) = 0.071998$$

$$C = 1 + \frac{1}{3(2)} (0.022414 - 0.001468) = 1.003491$$

$$\text{補正された } \chi^2 = \frac{0.071998}{1.003491} = 0.071748 < \chi^2_{(2^{0.05})} 5.99$$

(ii) 回帰係数間の有意差の検定

$$b_1' = 1.869157$$

$$b_2' = 1.004434$$

予備的分散分析表

変動因	自由度	平方和
回 帰	6	21,437834
誤 差	681	0,985606
	687	22,423440

完成した分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	21,425117	
回帰間	4	0,012717	0,003179
回帰計	6	21,437834	
誤 差	681	0,985606	0,001447
計	687	22,423440	

$$F = \frac{0,003179}{0,001447} = 2,196959 < df \ 4, 681 \ 2,80$$

したがって 3.0 ~ 30.9 cm 間の回帰係数には有意差がないので一括する。

(ii) 回帰常数間の有意検定

$$b_1'' = 1,863288$$

$$b_2'' = 1.004738$$

予備的分散分析表

変動因	自由度	平方和	備考
回帰	2	109,880182	回帰に帰因する平方和
回帰間差	4	0,012717	回帰係数間の分散分析表より
誤差	683	0,985992	
計	689	110,878891	

前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とにわけると

	平方和	自由度
誤差	0,985992	683
原因不明	0,985606	681
平面間差	0,000386	2

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	109,880182	
回帰間差	4	0,012717	
平面間差	2	0,000386	0,000193
原因不明	681	0,985606	0,001447
計	689	110,878891	

$$F = \frac{0,000193}{0,001447} = 0,133379 \quad df \quad 2 \cdot 681$$

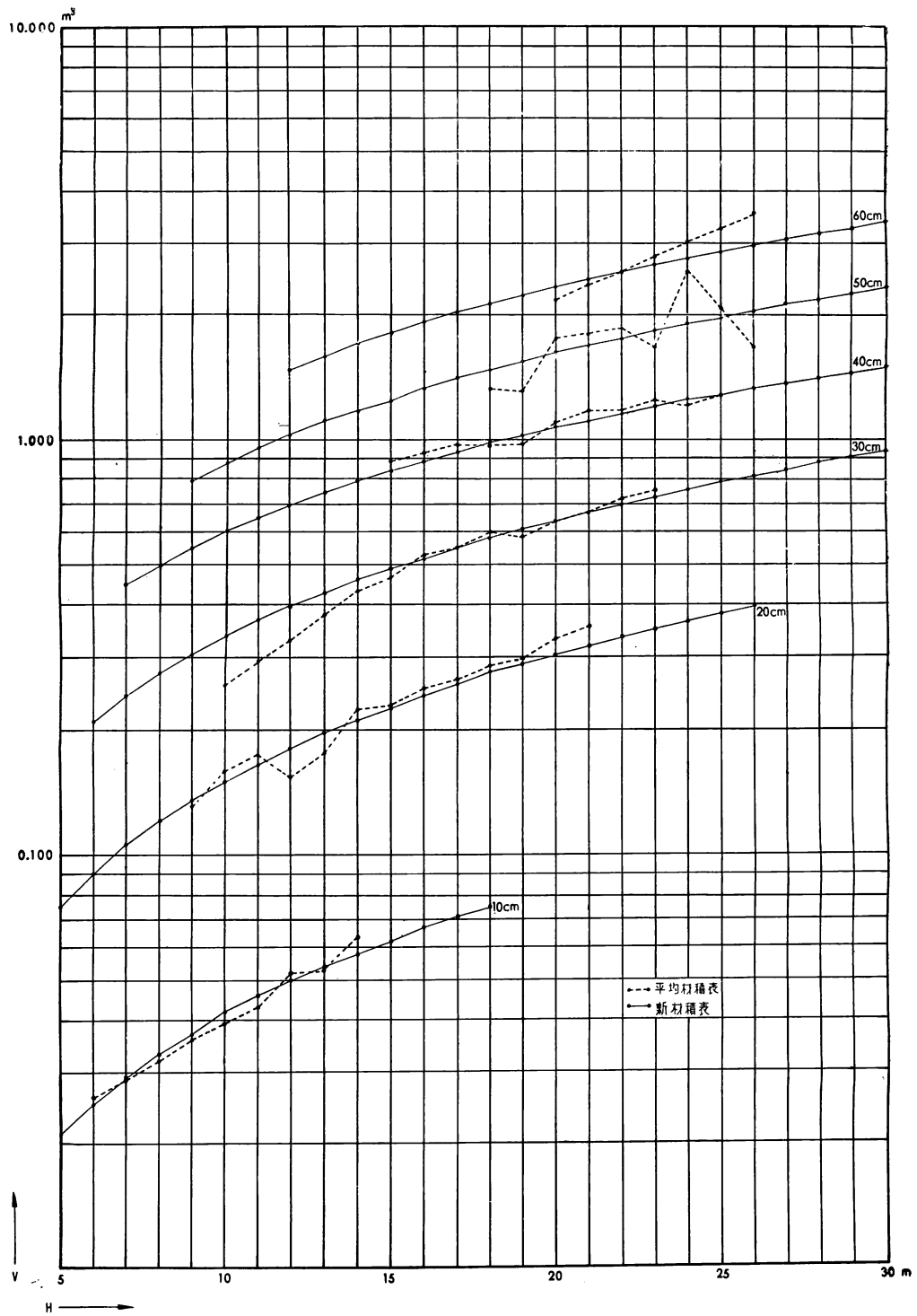
$$F = 0,133379 < F(0,05) 3,00$$

回帰常数間には有意差がないので 3,0 ~ 30,9 cm 間の回帰係数は b_1'' , b_2'' を使う

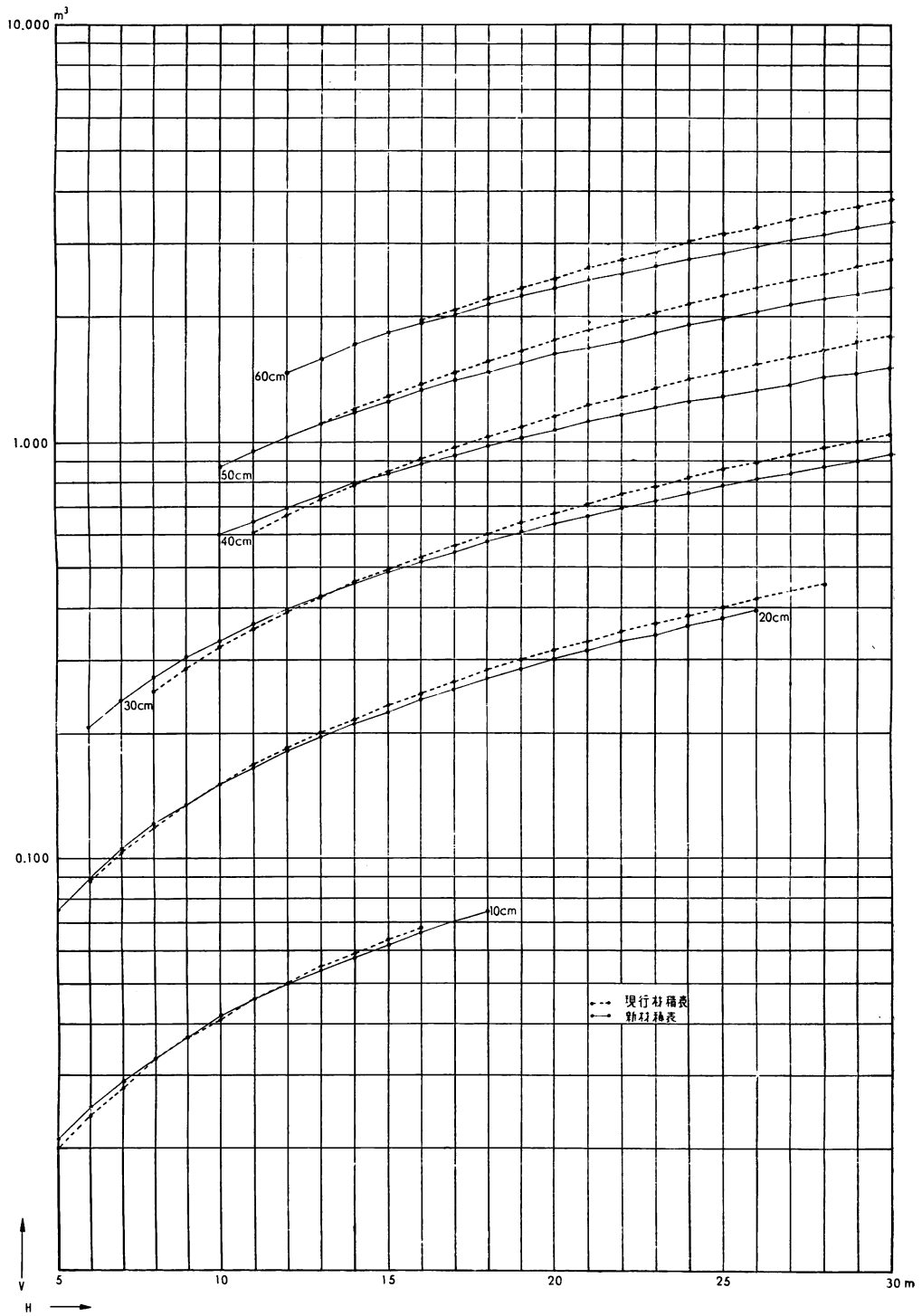
7 材積式の決定

前章で検討した結果 3,0 ~ 30,9 cm 間のみ有意差が認められず他の直径級 (31,0~40,9 cm 及 41,0~8,6 cm) は有意差が認められたので材積式は次の3式となった。

直径級	材積式
3,0~30,9 cm	$\hat{Y} = 1,863288 X_1 + 1,004738 X_2 - 2,251498$
31,0~40,9	$\hat{Y} = 1,895653 X_1 + 0,811988 X_2 - 2,062389$
41,0~ 86	$\hat{Y} = 2,002385 X_1 + 0,888616 X_2 - 2,350209$



第4図 平均材積表との比較



第5図 現行材積表との比較

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

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

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
3.0—30.9 cm	1.0039
31.0—40.9	1.0047
41.0—86	1.0064

8 材 積 表 の 適 合 度

材積表の適合度は調製要綱に基づいて誤差率によつて行つた。

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

なお標準誤差は次式によつた。

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

V …… 実材積

K …… 独立変量の個数

直 径 級	測定値の誤差率
3.0—30.9 cm	1.038
31.0—40.9	1.195
41.0—86	2.141

9 調製年月および調製担当者官氏名

1 調 製 年 月

昭 和 36 年 3 月

2 調製担当者官氏名

計画課長	農 林 技 官	川 床 典 輝
主 査	〃	菊 池 章
係	〃	森 田 格
〃	〃	植 草 達 夫

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30年 |
| 2. 林業試験場 経営部 | 立木材積表調製法解説書 | 昭和31年 |
| 3. 山 本 和 蔵 | あかまつの単木幹材積表並びに胸
高形数表 | 大正7年林業試験報告第16号 |
| 4. 嶺 一 三 | 測 樹 | 昭和27年 朝 倉 書 店 |
| 5. 木 梨 謙 吉 | 推計学を基とした測樹学 | 昭和29年 // |
| 6. 樋 口 俊 明 | 材積表の検定について | |
| 7. ス ネ デ カ ー | 統計的方法上・下 | 昭和34年 岩 波 書 店 |
| 8. W・E デ ミ ン グ | 推計学によるデーターのまとめ方 | 昭和26年 // |
| 9. 丸 善 | 丸善7桁対数表 | 昭和28年 丸 善 出 版 |
| 10. 日本科学技術連盟 | 品質管理用数値表A | 昭和32年 Juse 出 版 |
| 11. 林 野 庁 | 材積表調製業務資料 1~18 | 昭和32~35年 |

11. アカマツ立木材積表

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、静岡の各都県に分布する）および同じく官行造林地のアカマツ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が cm、樹高が m で、胸高直径は 2cm 括約して求めるようになっていいる。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。測定方法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いない因子を有する立木については次の式によつて算出すればよい。
なお、各直径級の接合点は移動平均法によつて修正してある。

直 径 級 3.0~30.9cm

$$\log V = 1.863288 \log D + 1.004738 \log H - 2.249808$$

直 径 級 31.0~40.9cm

$$\log V = 1.895653 \log D + 0.811988 \log H - 2.060353$$

直 径 級 41.0~

$$\log V = 2.002385 \log D + 0.888616 \log H - 2.347438$$

V=幹 材 積

D=胸 高 直 径

H=樹 高

[illegible]

樹高 m \ 胸高 直径 cm	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
5	0.106	0.123								
6	0.127	0.147	0.169	0.209	0.252	0.298	0.332	0.368		
7	0.148	0.172	0.198	0.241	0.288	0.338	0.377	0.414	0.445	0.477
8	0.170	0.197	0.226	0.273	0.323	0.377	0.420	0.460	0.498	0.532
9	0.191	0.222	0.254	0.304	0.358	0.415	0.462	0.508	0.550	0.589
10	0.212	0.246	0.283	0.336	0.392	0.452	0.503	0.556	0.602	0.645
11	0.233	0.271	0.311	0.367	0.426	0.488	0.544	0.600	0.648	0.692
12	0.255	0.296	0.340	0.398	0.459	0.524	0.584	0.644	0.698	0.748
13	0.276	0.321	0.368	0.428	0.492	0.559	0.623	0.690	0.748	0.802
14	0.297	0.345	0.396	0.459	0.525	0.594	0.661	0.733	0.799	0.857
15	0.319	0.370	0.425	0.489	0.557	0.628	0.700	0.775	0.845	0.907
16	0.340	0.395	0.453	0.516	0.590	0.662	0.737	0.817	0.892	0.958
17	0.362	0.420	0.482	0.548	0.619	0.695	0.774	0.858	0.936	1.004
18	0.383	0.445	0.510	0.580	0.649	0.728	0.811	0.899	0.982	1.060
19	0.404	0.469	0.539	0.610	0.684	0.761	0.848	0.939	1.027	1.108
20	0.426	0.494	0.567	0.640	0.715	0.793	0.884	0.979	1.077	1.158
21	0.447	0.519	0.596	0.670	0.746	0.825	0.919	1.019	1.116	1.208
22	0.468	0.544	0.624	0.699	0.777	0.857	0.955	1.058	1.166	1.258
23	0.490	0.569	0.653	0.729	0.807	0.888	0.990	1.097	1.209	1.308
24	0.511	0.594	0.681	0.759	0.838	0.919	1.025	1.135	1.251	1.353
25	0.533	0.618	0.712	0.788	0.868	0.952	1.059	1.173	1.293	1.397
26	0.554	0.643	0.738	0.818	0.899	0.981	1.093	1.211	1.335	1.446
27	0.576	0.668	0.767	0.847	0.929	1.012	1.127	1.249	1.377	1.496
28	0.597	0.693	0.796	0.877	0.959	1.042	1.161	1.287	1.418	1.545
29	0.618	0.718	0.824	0.906	0.988	1.072	1.195	1.324	1.459	1.594
30			0.853	0.935	1.018	1.102	1.228	1.361	1.500	1.643
31			0.882	0.965	1.048	1.132	1.261	1.397	1.540	1.691
32							1.294	1.434	1.580	1.740

[illegible]

[illegible]