

材積表調製業務資料 第19号

高 知 営 林 局

スギ天然生林立木材積表調製説明書

昭 和 3 5 年 8 月

林 野 庁

高知營林局スギ天然生林立木材積表

調 製 説 明 書

目 次

緒 言	
第 1 地域決定の根拠	1
1. 地域の概要	1
2. 地域の決定	6
第 2 従来の材積表の検定	7
1. 検定の方法	7
2. 検定の結果	13
第 3 資料の収集	14
1. 資料収集地域	14
2. 資料の選定および調査方法	16
3. 資料の整理	17
第 4 採用した調製方法の根拠	21
1. $V = 10a d^{b_1} h^{b_2}$ 式による標準誤差の計算	21
2. $V = a + b_1 d^2 + b_2 h + b_3 d^2 h$ 式による標準誤差の計算	24
3. $V = a + b d^2 h$ 式による標準誤差の計算	27
第 5 材積表の調製	29
1. 資料の吟味	29
2. 棄却済資料による材積式の再計算	43
3. 10cm直徑級ごとの回帰係数の検定	45
4. 材積式の決定と材積表の作製	52
5. 材積表の適合度	65
6. 材積表使用上の注意	66
7. 結 言	66
第 6 調製年月日および調製担当者官氏名	69
第 7 引用ならびに参考文献	69

付 表

第1表	県別樹種別蓄積	4
第2表	地種林種林相別面積蓄積	5
第3表	材積表の検定のための資料一覧表	8
第4表	材積表の適合度検定のための資料のSX, SY等	12
第5表	資料収集箇所および収集本数	14
第6表	資料収集箇所別地況林況一覧表	14
第7表	営林署別10cm直径階本数一覧表	17
第8表	直径階, 樹高階別本数表 (資料棄却前)	18
第9表	材積式決定のための資料	22
第10表	平方和, 積和の計算	23
第11表	回帰係数の計算	23
第12表	平方和, 積和の計算	25
第13表	簡略 Doolittle 法による解法	26
第14表	平方和, 積和	30
第15表	簡略 Doolittle 法による解法	30
第16表	棄却資料一覧表	32
第17表	直径階, 樹高階別本数表 (資料棄却後)	33
第18表	直径階, 樹高階別平均材積表	36
第19表	平方和, 積和および相関係数の計算 (棄却済資料)	43
第20表	簡略 Doolittle 法による解法	44
第21表	重相関係数の有意性の検定	45
第22表	10cm直径級別和および自乗和など	46
第23表	直径級別平方和および積和	47
第24表	直径級別相関係数および回帰係数	47
第25表	直径級別回帰に帰因する平方和など	48
第26表	分散の一樣性の検定	48
第27表	予備的分散分析表および完成された分散分析表	49
第28表	予備的分散分析表および完成された分散分析表	50
第29表	予備的分散分析表および完成した分散分析表	50
第30表	分散分析取りまとめ表	52

第31表	材 積 式	53
第32表	材 積 表	54

付 図

第 1 図	高知営林局管内図	2
第 2 図	資料収集位置図.....	15
第 3 図	従来の材積表との比較.....	67
第 4 図	平均材積との比較	68

緒 言

当局において現に使用中のスギ立木材積表は大正5年戸沢又次郎博士が調製されたもので、人工林天然生林に共通のものであるが、同一直径樹高のものでも、人工林と天然生林とでは材積が異と思われるので当局ではさきに「主要樹種立木材積表調製要綱」（昭和30年9月，林野才 14, 745号 通達）に基いて，スギ人工林について1,143本の資料を収集し，昭和31年5月材積表の適合度の検討を行つた結果材積表を改訂することになり，昭和34年2月材積表調製業務資料第14号で，スギ人工林立木材積表を調製し，昭和34年4月より実施している。スギ天然生林についても昭和31年度に1,246本の資料を収集して，材積表の適合度の検討を行つたところ，実測材積と材積表材積との間に有意な差が認められたので，新材積表を調製することになり，昭和33年度更に資料を収集し，総数2,298本の資料によつて本材積表の調製を終了した。

本材積表調製にあたり，林業試験場測定研究室長大友栄松氏，同室栗屋仁志氏の特段の御指導と助言を賜わり，また資料収集に際し，特に便宜を与えられた管内関係営林署長および署員各位に対し，深甚の謝意を表するものである。

昭和35年2月

高知営林局長 川 戸 孟 紀

高知営林局スギ天然生林立木材積表

調 製 説 明 書

第 1 地域決定の根拠

1. 地 域 の 概 要

(1) 位置および面積

当局管内国有林は、徳島、香川、愛媛、高知の四県にまたがり、北は瀬戸内海、南は太平洋に接し、東西に長く、南北に狭く、その面積約 179 千^{ha}である。このうちスギ天然生林の分布は、ほとんど高知県東部の 5 営林署管内（東部経営計画区）に限られておるので、その営林署別面積を掲げると次のとおりである。

東部 5 営林署別面積（東部経営計画区）

営林署名（事業区名）	事業区面積	所 属 県	所属郡（市）	摘 要
野 根	6,393	高 知	安 芸 郡	高知 A 基本計画区
奈 半 利	3,601	〃	〃	〃
魚 梁 瀬	9,495	〃	〃	〃
馬 路	3,491	〃	〃	〃
安 芸	6,145	〃	安 芸 市 郡 香 美 郡	高知 A および B 基本計画区
計	29,125			

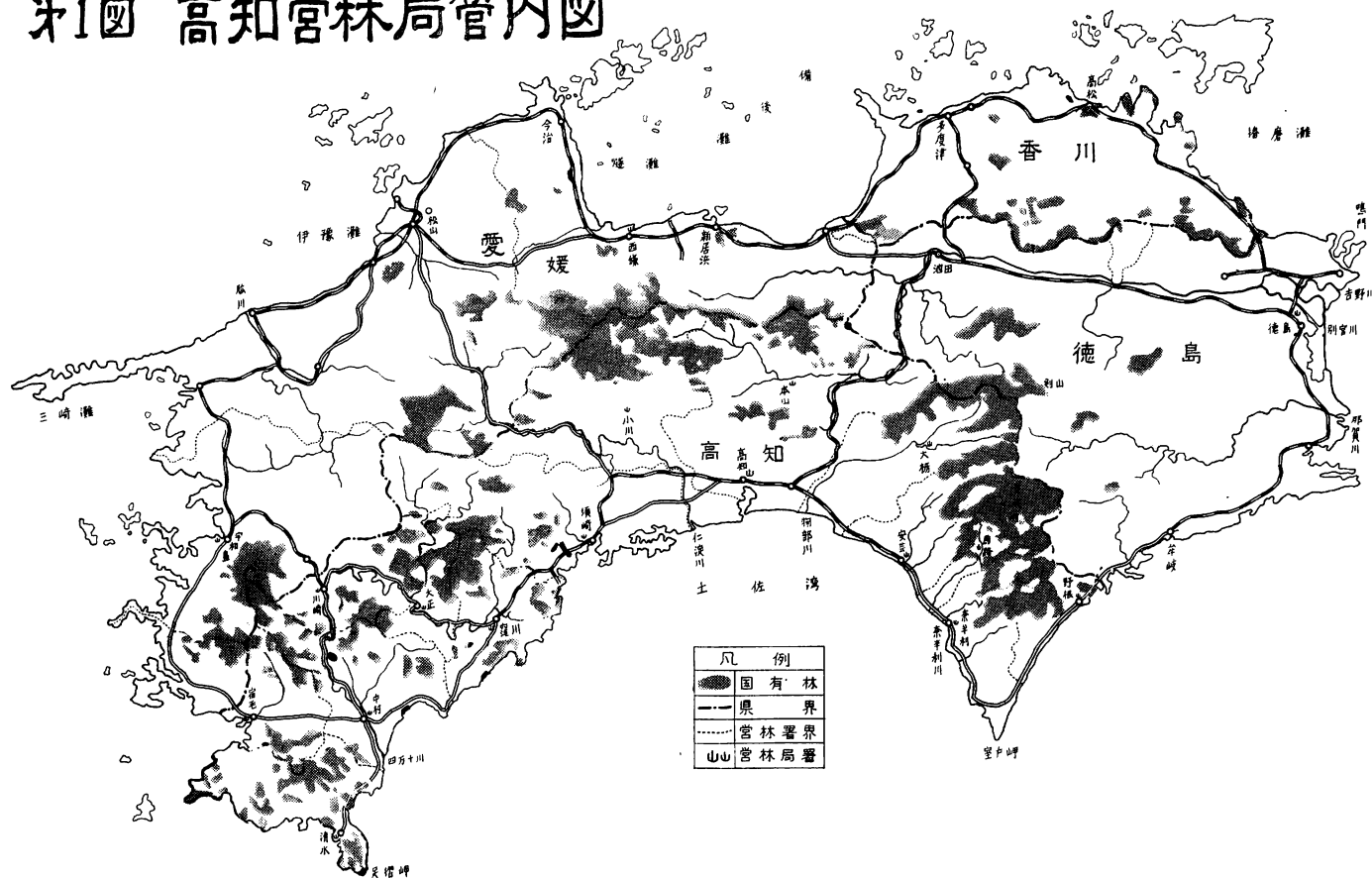
(2) 地 勢

管内国有林の地形は石鎚山（1,981^m）と剣山（1,955^m）を東西の主峰として、1,500^m 前後の連峰がそびえたち、四国を南北に隔絶し、またそれより瀬戸内海近くに讃岐山脈の標高 1,000^m 前後の山岳地帯が形成されている。

石鎚山脈中の高峰には、石鎚山、筒上山（1,859^m）、瓶ヶ森（1,897^m）、伊予富士（1,756^m）、笹ヶ峰（1,860^m）等があり、いずれも愛媛、高知の県境の中央部にそびえている。

剣山々脈中には、三嶺（1,894^m）、天狗塚（1,813^m）、白髪山（1,770^m）等の高峰が徳島高知の県境にそびえ、主峰剣山よりさらに海部山脈をつくり徳島県勝浦郡の海岸に終る。その支脈が徳島高知の県境を南

才1図 高知営林局管内図



下して室戸岬に及んでいる。

鵜形山脈は愛媛県北宇和郡郡山に起り、四万十川分水嶺となり、一部は愛媛、高知の県界となり、仁淀川の南を東に走り高知平野の西端に終っている。

不入山脈は鵜形山脈の南、越智面川を隔てて起るもので、鈴ヶ森を経て仁井田川に終る。

四国の河川は非常に多く、管内の一の長流吉野川（236km）は石鎚山に源を発し、高知徳島両県を流れて紀伊水道に注ぐ。太平洋に注ぐ河川には奈半利川（55km）、伊尾木川（40km）、安芸川（40km）、安田川（35km）、物部川（60km）、仁淀川（130km）、渡川（177km）等がある。スギ天然生林の最も多く分布している魚梁瀬山は、奈半利川の流域にあり、その水源地帯をなすもので、西は伊尾木川、安田川等との分水嶺をなしている。魚梁瀬山地方は、相当の高峰に囲まれ、奈半利川流域の地勢は海拔高は最低のところとで400mである。この地方は地勢が一般に尾根筋は傾斜緩であるが、溪谷に近いところは溪流著しく浸蝕せられ、その両岸は断崖絶崖をなすところも少くない。

以上のほか、豊後水道に注ぐ河川には松田川（43km）、瀬戸内海に肱川（77km）、重信川（35km）、加茂川（35km）等がある。

(3) 地 質

管内の地層は、中央構造線により、内帯と外帯に分けられ、これが東西に走っている。内帯の一部を代表するものは花崗岩で、讃岐丘陵および高縄山地塊をなしており、これと外帯の岩層の中間に介在して中生代白亜系に属する和泉砂岩層が讃岐山脈より高縄山地の南ろくに東西に走っている。

外帯の北部をなす結晶片岩層は石鎚山系とはほぼ一致して中央部を縦貫し、さらに剣山々系と一致して古生層が並行しており、これにつづいて、安芸、幡多、宇和の各郡の山地は中生層となり、整然と東西に配列し、带状に連なっており、それぞれ特有な地ぼうをしめしている。つぎに魚梁瀬山の地質についてのべると、大谷を結ぶ断層線によつて、北側は中生代ジュラ紀四万十川層（安芸川層とも呼ばれる）群に属する東川層、南側は中生代白亜紀ないし古第三紀に属すると云われる奈半利川層に分れている。東川層は50°～80°の北傾斜（一部は南傾斜）で、ほぼ東西に走っている。この地層を構成する岩石は主として砂岩層、頁岩層、および砂岩頁岩の互層であるが、宝蔵統山、汗谷新山を結ぶ線以北には赤色珪岩の薄層が带状に含まれているところもある。

この地方は水成岩からなり、殆ど中生層であるため、それから風化生成された土壌も良好である。魚梁瀬地方に分布する土壌はB_D型土壌が最も多く、B_B型、B_C型、B_E型土壌がこれにつぎ、P_D型、B_A型土壌も若干分布している。この地方の地形は、尾根筋には緩斜地が、溪谷沿いには急斜地が多いので、尾根筋は土壌深く残積土が分布し、比較的安定した状態を呈している。また尾根筋の緩斜地域には火山灰の堆積したと思われる箇所もみられる。中腹以下には崩積土壌の分布が広く溪谷に沿つては土壌が流失して岩石の露出した箇所もかなりの面積をしめている。

(4) 気 象

管内国有林は北緯32°43′～34°24′にわたり一般に温暖であるが四国山脈と季節風との関係により、瀬戸

内海岸と太平洋岸とでかなり差異がある。魚梁瀬地方は四国山脈を背にして太平洋に面しているので一般に温暖多雨で昭和28年～32年までの観測によれば1月、2月の気温は平均3.5°Cで7月8月の気温は平均約24.7°Cである。また降水量は4月から9月までに非常に多く月平均635mmであつて年平均では4,000mm前後となつておる。これに反して瀬戸内海方面では四国山脈にさへぎられて雨量は少く、およそ1,500mm程度で特に高松今治等の海岸沿いでは、1,000mmに達しないところもあり著しい差異がみられる。

(5) 林 況

天然生林の分布状態を示すとオ1～2表のとおりである。

第1表 県別樹種別蓄積

県別	針 葉 樹								計
	スギ	ヒノキ	クロマツ アカマツ	モミ類	ツガ類	ヒメコマツ	コウヤマキ	その他	
高知県	2,861	4,083	815	1,362	3,046	24	3	78	12,272
愛媛県	293	1,102	336	357	728	6	4	14	2,840
香川県	46	203	463	2					714
徳島県	3	28			185			162	378
計	3,203	5,416	1,614	1,721	3,959	30	7	254	16,204

県別	広葉樹													合 計	竹		
	ブナ	カシ類	ナラ類	カヘデ類	シイ	ミツメ	ケヤキ	シデ	ホノキ	サクラ	シオチ	ツバキ	クス			その他	計
高知県	664	401	48	145	296	296	73	90	8	38		44	33	2,183	4,319	16,591	474
愛媛県	581	73	7	65	36	116	37	44		28		9		899	1,895	4,735	441
香川県							1	1		1		1		28	32	746	1,126
徳島県	640					198	7							329	1,174	1,552	
計	1,885	474	55	210	332	610	118	135	8	67	0	54	33	3,439	7,420	23,624	2,041

備考 昭和34年度高知営林局事業統計による。

単位、立木 1,000m³

竹 束

上表の中 スギ人工林蓄積は1,736,316m³である。(昭和32年現在経営案林野現況表による。)

第2表

地 種、林 種、林 相 別 面 積、蓄 積

単位 ha

地 種	立 木 地										無 立 木 地			そ の 他	総 計	
	人 工 林					天 然 生 林					合 計	伐採 跡地	未立 木地			合計
	針葉樹林	針広混交林	広葉樹林	竹林	計	針葉樹林	針広混交林	広葉樹林	竹 林	計						
第1種林地	721 (115)	7	17		745 (115)	1,720 (376)	3,788 (688)	4,902 (402)		10,410 (1,466)	11,155 (1,581)	4	39	43		11,198 (1,581)
才2種林地	75,690 (8,188)	597 (28)	61 (2)	1 191束	76,349 (8,218) 191束	16,754 (3,951)	30,634 (6,450)	25,094 (3,257)	9 1,650束	72,491 (13,658) 1,650束	148,840 (21,876) 1,841束	5,643	374 (1)	6,017 (1)		154,857 (21,877) 1,841束
才3種林地	717 (36)	5	5	1 200束	728 (36) 200束	513 (56)	291 (20)	644 (41)		1,448 (117)	2,176 (153) 200束	255		255		2,431 (153) 200束
林 地 計	77,128 (8,339)	609 (28)	83 (2)	2 391束	77,822 (8,369) 391束	18,987 (4,383)	34,713 (7,158)	30,640 3,700	9 1,650束	84,349 (15,241) 1,650束	162,171 (23,610) 2,041束	5,902	413 (1)	6,315 (1)		168,486 (23,611) 2,041束
除 地															10,968 (13)	10,968 13
合 計	77,128 (8,339)	609 (28)	83 (2)	2 391束	77,822 (8,369) 391束	18,987 (4,383)	34,713 (7,158)	30,640 (3,700)	9 1,650束	84,349 (15,241) 1,650束	162,171 (23,610) 2,041束	5,902	413 (1)	6,315 (1)	10,968 (13)	179,454 (23,624) 2,041束

備考 昭和34年度高知営林局事業統計による。

単位、面積、ha

立木、1,000m³

竹、束

() 内は蓄積を示す。

すなわち、天然生林は主として高知県内に分布しており、植生も太平洋岸の気象の影響を受けておる。

つぎに、高知県東部地方の植生についてのべる。これを水平的ならびに垂直的分布によつて分類すると暖帯性植生と温帯性植生に分けられ、前者には海岸植生としてホルトノキ、タブ群系、後者にはシイ群系モミツガ群系がある。後者をさらに分類すると温帯性低山植生、温帯性中山植生としてモミ、ツガ群系、温帯性高山植生としてブナ群系がある。これらの群系のうちモミ、ツガ群系が大部分をしめており、さらに数種の群叢に分けられる。これらの群叢は暖帯性内陸植生から温帯性中山植生に至つてその分布が広く植生も多様で常緑広葉樹の多い林相から、落葉広葉樹の多い林相に及んでいる。この地域はモミ、ツガの生育が旺盛で最も普遍的な優勢種と認められている。

東部地方の天然生林については、昭和の初期から戦時中にかけて、択伐作業が実行されたが、その作業は所期の型から相当離れたものであつたので昭和27年度に経営案の臨時偏成をなし皆伐用材林作業に改訂した。魚梁瀬事業区では今後30～40年で天然生林の伐採を終了する予定である。

魚梁瀬地方にはスギの適地が多く、尾根筋の土壌の深い緩斜地には特に優良な林分がある。千本山保護林はその代表的なもので魚梁瀬事業区112い全、113い全（94.27^{ha}）を保護林としている。

2. 地 域 の 決 定

本材積表は高知営林局管内スギ天然生林を対象として調製した。しかし、オ1表で明らかなようにスギの分布は90%が高知県内にあつて、そのうち、スギ天然生林は殆ど東部経営計画区内にあり、その他の経営計画区の蓄積は微々たるものである。

第 2 従来の材積表の検定

1. 検 定 の 方 法

昭和31年度にスギ天然生林の資料1,246本を東部経営計画区内において収集した。その箇所別内訳を示すと次のとおりである。

営林署別	林 小 班	樹 種	本 数
野 根	17い	す ぎ	16
	3い	〃	23
奈 半 利	45は	〃	53
	4に	〃	128
	9に	〃	118
魚 梁 瀬	3い	〃	60
	72ろ	〃	31
	92い	〃	102
	128は	〃	97
	131い	〃	93
馬 路	39い	〃	353
	19ろ	〃	172
計			1,246

1,246本の直径階樹高階別本数一覧表は才3表のとおりで、その実測材積 4,425.6450m³で、材積表材積は 4,547.197m³である。林小班別に材積を示せば才4表のとおりである。

材積表の検定方法としては、材積表材積を独立変数、実測材積を従属変数とする回帰式と求め、この回帰常数、回帰係数を同時に検定するF検定を用いることとした。営林署別、林小班別に和、二乗和等を示すと才4表のとおりである。

[illegible]

直径 Cm	樹高 m	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
92																	1			1	1
94														1			1	1			1
96																1			1		1
98																1				2	1
100																					
102																			1		
104																					
106															1						1
108																					
110																					
112																					
114																					
116					1																
118																					
120																					
122																					
124																					
126																					
128																					
130																					
132																					
134																					
136																					
138																			1		
140																					
142																					
144																					
146																					
148																					
150																					
152																					
154																			1		
156																					
158																					
160																					
162																					
計		1		7	16	16	13	22	20	36	26	39	26	50	56	69	76	61	105	83	82

29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	計
1	1	1	2	1		1	1	1			1								13
	1	2	2	1	2	1	1	1				1				2			18
1	1				1		4	2	1										13
	1	1				1	1			1			1						10
1	1		1		2	2	3	1											11
2	1				1	1			1										7
1				2				2											5
			2		1			1	2	1		1							10
					1			2	1										4
1	1					1													3
				1		1						1							3
				1	2		1											1	5
1									2		1								3
				1															3
						1						1							3
							1						1						1
								1				1							2
				1					1										2
						1													1
							1												1
										1									1
											1								1
																			1
																			1
																			1
82	77	54	46	32	29	24	26	26	17	9	6	7	2	1	1	2		1	1,246

才4表 SX, SX²等の集計 (適合度検定のための資料)

署 別	林小班	樹種	本数	SX	SY	SX ²	SY ²	SXY
野 根	17い	す ぎ	本 16	60.998	57.5722	342.512258	300.72820330	319.2820440
"	3い	"	23	128.026	121.2401	896.378000	830.27489079	857.8299939
奈半利	45は	"	53	164.683	146.5256	795.853667	634.07229966	706.3481603
"	4に	"	128	472.541	432.9866	3,498.118201	3,020.70191176	3,140.2427606
"	9に	"	118	792.292	735.0624	7,178.464368	6,174.78436954	6,623.8015645
魚梁瀬	3い	"	60	144.054	124.7239	624.216852	473.38793555	537.8021684
"	72ろ	"	31	233.362	237.3906	2,136.059454	2,245.46506018	2,181.7501163
"	92い	"	102	438.105	394.6863	3,128.692903	2,575.77084623	2,822.6350508
"	128は	"	97	347.121	341.4985	2,030.870851	2,042.79931669	2,027.1670576
"	131い	"	93	334.311	335.4624	2,168.878361	2,242.34693376	2,198.3789647
"	39い	"	353	1,057.350	1,030.9445	4,912.897404	4,591.33848799	4,727.7744740
馬 路	19ろ	"	172	474.354	467.5519	1,733.600144	1,654.00155593	1,684.5881153
計			1,246	4,647.197	4,425.6450	29,446.542463	26,785.67181128	27,827.6004704

X = 材積表材積

Y = 実測材積

平方和、積和の計算

n=1,246	X	Y
和	4,647.197	4,425.6450
平 均	3.7297	3.5519
X 1. SX ² など	29,446.542463	27,827.6004704
2. 補正項	17,332.616338	16,506.2954792
3. Sx ² など	12,113.926125	11,321.3049912
Y 1. SY ²		26,785.67181128
2. 補正項		15,719.36891334
3. Sy ²		11,066.30289794

$$n = 1,246$$

$$\hat{b} = \frac{S_{xy}}{S_{x^2}} = 0.93457$$

$$\hat{a} = \bar{Y} - \hat{b} \bar{X} = 3.5519 - 3.4857 = 0.0662$$

$$\sum (Y - \hat{a} - \hat{b}X)^2 = SY^2 - bS_{xy} = 11,066.30 - 10,580.55 = 485.75$$

材積表材積と実測材積とが一致している，すなわち $a=0$ $b=1$ という假設を次式で検定する。

$$F = \frac{(n-2) \left\{ n (\hat{a}-a)^2 + 2 \sum X (\hat{a}-a) (\hat{b}-b) + (\sum X^2) (\hat{b}-b)^2 \right\}}{2 \sum (Y - \hat{a} - \hat{b} X)^2}$$

$$= 116.865^{**} > F_{1,244}^2(0.01) = 4.60$$

2. 検定の結果

上述の計算によつて明らかなように，天然生林スギに対しては，現行材積表との間に，有意な差が認められ，適合しないことが分る。従つて，更に資料を収集して材積表を改訂することにした。

第 3 資 料 の 収 集

1. 資料収集地域（第2図）

スギ天然生林の分布が殆ど東部経営計画区内にあるので東部経営計画区内の各事業区にわたって調査した。箇所ならびに収集本数は才5表のとおりである。

第5表 資料収集箇所および収集本数

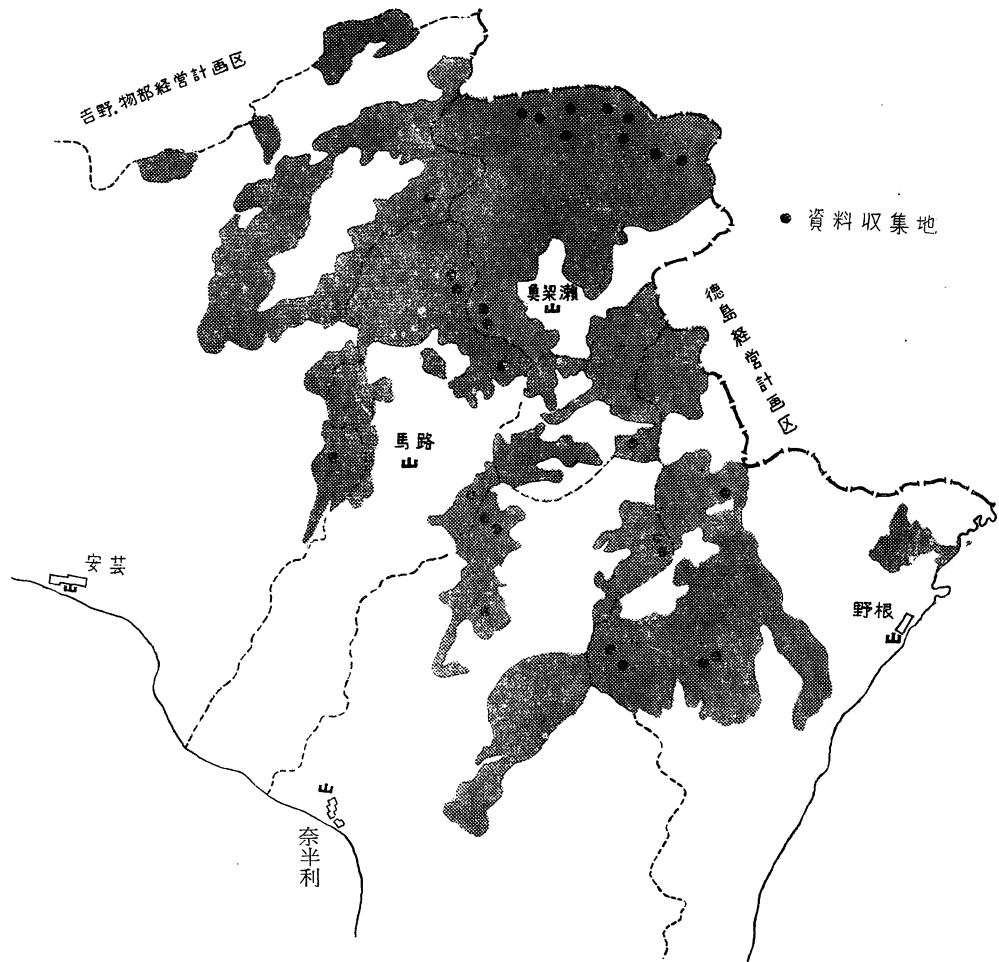
営 林 署	事 業 区	主 間 伐	林 小 班	収集本数
野 根	野 根	主 伐	3い 4ろ 17い 17は 38い	476 ^本
奈 半 利	奈 半 利	〃	4に 9に 12ろ 45は 45に	452
魚 梁 瀬	魚 梁 瀬	〃	3い 39ろ 49い 72ろ 73い 73ろ 92い 94い 116い 128は 129に 131い	1,123
馬 路	馬 路	〃	3は 6い 19ろ 19へ	238
安 芸	安 芸	〃	4ろ 18ろ	9
計				2,298

資料収集箇所の地況林況は才6表のとおりである。

才6表 資料収集箇所別地況林況一覧表

営 林 署	林 小 班	施 業 団	地 況					林 況					備 考
			地 (地利)	方 位	傾 斜	基 土 岩 性	深 結 混 合 土 度 度	林 令	面 積	総 蓄 積	N 別 蓄 積	ha 当 N 別	
野 根	3い	皆伐	2.2	E, N	急	砂 質 埴 土	中 軟 適	140	90.57	10,426	N 9,067 L 1,359	N 100 L 15	スギの蓄積歩合 (%)
	4ろ	〃	2(1)	E, S N	〃	岩 岩 土	〃 〃 〃	140	34.98	4,285	N 4,248 L 37	N 66 L 23	50
	17い	〃	〃	N	〃	〃 〃 〃	〃 〃 〃	170	85.55	26,571	N 18,871 L 7,700	N 220 L 90	13
	は	〃	〃	N	〃	〃 〃 〃	〃 〃 〃	180	17.97	4,235	N 3,750 L 485	N 209 L 27	12
	38い	〃	〃	SW	〃	〃 〃 〃	〃 〃 〃	140	42.74	14,109	N 9,408 L 4,701	N 220 L 110	36
奈 半 利	4に	〃	2.5 3.5(1)	S	〃	礫 岩	〃 〃 乾	45	88.33	14,222	N 4,417 L 9,805	N 50 L 111	17
	9に	〃	2(1)	SW	〃	〃 〃 〃	〃 〃 適	165	34.61	14,200	N 12,460 L 1,740	N 360 L 50	76
	12ろ	〃	2(1)	SE	〃	〃 〃 〃	〃 〃 〃	165	59.89	26,054	N 21,846 L 4,208	N 367 L 70	67
	45は	〃	2.4 3.6(1)	SW, SE	〃	埴 礫 土	〃 〃 〃	56	48.25	8,444	N 2,654 L 5,790	N 55 L 120	18
	45に	〃	1.2 2.5(1) 3.3	E	〃	〃 〃 〃	〃 〃 〃	166	33.28	8,985	N 7,155 L 1,830	N 215 L 55	35

才2図 資料収集位置図



営 林 署	林 小 班	施 業 団	地			況		林			況			備 考		
			地 (地利 位)	方 位	傾斜	基土 岩性	深結合 土湿度	林令	面積	総蓄積	N L	別蓄積	ha当N L別			
魚梁瀬	3い	〃	2(2)	N, NW	〃	砂壤 岩土	〃〃湿	160	43.18	21,374	N L	20,726 648	N L	480 15	51	
	39ろ	〃	2(3)	NE, S	〃	砂頁 壤 岩	深〃適	170 1-270	47.42	27,267	N L	26,081 1,186	〃	550 25	53	
	49い	〃	1(3)	N	〃	〃〃〃	〃粗湿	160 1-270	70.90	45,022	N L	38,286 6,736	〃	540 95	28	
	72ろ	〃	3(3)	N, SW	〃	〃〃〃	中軟適	150 1-270	35.90	3,698	N L	3,590 108	〃	100 3	25	
	73い	〃	3(3)	SW	〃	〃〃〃	深堅適	180 1-270	34.52	22,231	N L	20,811 1,420	〃	603 41	44	
	ろ	〃	3(3)	NW	〃	〃〃〃	〃〃〃	180 1-270	17.53	10,956	N L	10,518 438	〃	600 25	48	
	92い	〃	1(2)	N, NE	〃	〃〃〃	深粗湿	160 1-230	39.09	15,046	N L	14,134 912	〃	361 23	50	
	94い	〃	3(2)	S, SE SW	〃	砂 壤土	浅軟適	170 1-270	78.25	28,953	N L	27,388 1,565	〃	350 20	30	
	116い	〃	2.3	NW	〃	〃〃〃	〃〃〃	180 1-270	36.94	16,992	N L	16,623 369	〃	450 10	43	
	128は	〃	2(3)	SW, S	〃	〃〃〃	中〃〃	180 1-270	48.86	11,971	N L	11,238 733	〃	230 15	45	
	129に	〃	2(3)	S, SW	〃	〃〃〃	〃〃〃	180 1-270	28.83	11,632	N L	11,286 346	〃	391 12	71	
	131い	〃	3(3)	S, SE	〃	〃〃〃	浅堅適	180 1-270	84.98	46,314	N L	45,039 1,275	〃	530 15	49	
	3は	〃	1(2)	NW	中緩	堆 壤土	深軟適	140	65.03	26,012	N L	20,810 5,202	〃	320 80	43	
	6い	〃	2(1)	SE, SW, S	急	〃〃〃	中〃〃	150	120.09	28,872	N L	24,038 4,834	〃	200 40	25	
	19ろ	〃	2.2	S NW	〃	〃〃〃	〃〃〃	150	72.05	38,187	N L	31,702 6,485	〃	440 90	32	
	へ	〃	2.2	〃	〃	〃〃〃	〃〃〃	140	17.80	9,434	N L	7,832 1,602	〃	440 90	32	
	4ろ	〃	2(1)	SE	〃	〃〃〃	堆 土	〃〃〃	60	45.64	3,606	N L	— 3,606	〃	— 79	1
	18ろ	〃	2(2)	N	〃	〃〃〃	〃〃〃	200	10.84	5,518	N L	4,759 759	〃	439 70	7	

2. 資料の選定および調査方法

調製要綱に準拠して実施したが、大要次のとおりである

- (1) 調査木はなるべく各直徑階、樹高階にわたって選定し、その幹形著しく不整なものは除外した。その結果14~138cmの範囲のものが調査された。
- (2) 胸高直徑は地上1.2mの位置を輪尺により測定し、単位をmmとした。なおその他の位置における直徑も胸高直徑と同じ要領で測定した。
- (3) 樹高及び枝下高の測定は巻尺でm単位とし、単位以下1位まで測定した。

(4) 幹材積は、区分材積及び梢頭材積に分ち、両材積を合計して算出した。

(5) その他、樹皮の厚さ、根元部分の周囲、伐採面の高さ等を調製要綱に基いて測定した。

3. 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営林署ごとに取りまとめた結果はオ7表のとおりである。

なお、各調査木の直徑階、樹高階別本数を表示すればオ8表のとおりである。

オ7表 営林署別10G直徑階本数一覧表

営林署	林小班	14~20	22~30	32~40	42~50	52~60	62~70	72~80	82~90	92~100	102~110	112~120	122~130	132~138	計
野 根	3い			1	1	4	3	6	2	4	2				23
	4ろ			4	9	13	22	29	15	16	12	3	2	1	126
	17い		1	3	1	2	4	2	2		1				16
	17は			3	5	3	10	10	13	13	12	3		1	73
	38い	8	18	25	27	25	48	32	22	19	10	2	2		238
奈半利	4に	1	23	24	14	12	8	11	12	14	4	2	1		126
	9に		2	4	8	4	20	16	29	11	8	7	5	1	115
	12ろ	3	9	10	11	12	10	20	15	20	8	5			123
	45は		8	5	8	10	10	4	1	5	1				52
	45に	3	1	1	3	4	4	9	9	1	1				36
魚梁瀬	3い	9	14	13	14	8	13	8	4	3	1				87
	39ろ	16	28	41	61	68	62	42	26	4	3	2			353
	49い	4	24	27	27	22	33	25	11	9	3	2			187
	72ろ			2	1	1	5	4	7	5	4	2			31
	73い	2	1	2	7	1	3	6	2	2	2				28
	73ろ		4	3	1	4		2	2	3	1	2		1	23
	92い	4	14	18	8	12	7	12	20	2					97
	94い		3	3	5	3	9	3	2						28
	116い		1	8	5	4	4	7	3	10	3	1			46
	128は	3	10	9	15	16	21	9	6	4	4				97
馬 路	129に		3	4	3	11	4	6	13	5	2		2		53
	131い	4	12	15	11	11	16	2	9	9	2	2			93
	3は				1	4	4	4	10	5	1				29
	6い		3			1									4
	19ろ	1	13	24	38	41	34	12	6	2					171
安 芸	19へ	1	2		7	4	11	5	2	2					34
	4ろ	1		1			1								3
	18ろ		2			2	1	1							6
計		60	196	250	291	302	367	287	243	168	85	33	12	4	2,298

第8表 直徑階，樹高階別本數表 (資料棄却前)

樹高 m	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	計
14				1																																1
16	1		2	2	3	1	3	1	1																										14	
18	1		2	1	2	2	1		2	1	1																								14	
20			2	3	10	5	5	2	2	1		1																							31	
22				1	2	3	3	3	5	4	4	1	1																						28	
24			2	2	3	2	5	5	4	2	6	1	4	2	1																				42	
26				2	2	2	2	2	5	5	3	2	2	2	2	2																			36	
28				2	2	2	2	6	2	6	3	3	3	4	3	1	1																		41	
30				1		3		5	6	7	7	4	4	4	4	3		1																	49	
32						2	3	4	5	2	5	4	4	3	3	2	3		1		1														42	
34							5	1	8	2	5	2	5	6	6	2		2	2	2															49	
36					1		3	3	2	2	6	6	4	8	2	4	4	1	4	1	1		1												54	
38					1			1	5	1	5	7	6	10	5	5	3	5	1	3		1													59	
40						1	3	4	3	5	1	4	5	3	7	4	3	2	1	1		1													47	
42						1	1	2	2	2	6	4	3	7	4	2	2	4	3	2	2	2	3												53	
44									1	2	4		5	3	8	4	4	10		3	4	1		2											51	
46							1			2		1	3	5	4	7	5	8	11	5	2		1	1			1								57	
48											4	1	6	6	6	9	10	1	4	1	8	2	1												59	
50							1			1	1	1	2	9	8	8	7	3	5	3	10	4	1		4	1	1								70	
52												1	4	3	5	6	7	9	10	8	2	3		1					1						60	
54												3	4	5	7	4	5	3	5	6	3	5	2	2	1	1									57	

樹高 直徑 Cm	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	計
56											2	1	2	2	7	8	7	4	7	6	7	5	3	5	1		2	1								70
58												1	2	3	8	2	3	14	5	5	9	4	3	1	1	1	1									63
60											1		1	3	3	2	5	6	5	5	5	4	3	1	2		1	1	2	2						52
62											2	1	1	2	3	9	12	10	4	10	9	3	6	4	4	2										82
64													1	3	2	3	9	4	9	4	5	4	5	2	3	1			1	1		1				58
66											1	2	1	1	3	7	9	11	12	8	9	6	4	2	3	1	2					1				83
68													1	3	6	4	5	8	4	6	5	7	7	2	7	2		1	2	1						71
70													2	2	1		6	6	11	4	8	7	11	3	3	2	1	1	4	1						73
72											1	1	1	2	2	1	4	4	12	8	5	6	1	2	1	4	2		1	1						59
74												1	1			2	2	5	7	5	6	8	7	4	1	2	2		1	1	1		1			59
76															2	3	7	5	7	8	7	6	3	3		1	2	1								55
78													1	1	3	2	4	1	7	3	4	8	1	7	3	1	2	1		2	1		2			54
80													1		3	2	3	1	4	8	5	3	6	7	7		3	1	2		3		1			60
82														1		1	3	3	1	8	1	5	4	5	2	3	1	3	2	1	1					45
84													1			1	5	4	3	5	6	6	7	2	5	5	7	2		2						61
86														1			2	2	1	4	5	4	4	3	3	3	4		2		2	1				41
88														2	5	5	4	1	3	4	2	4	4	1	3	6	2					1	2	1		50
90															2	2	2	1	3	5	5	4	2	5	5	4	2	1	2	1		2				46
92														1	2	2	2	5	1	3	5	3	5	3	2	1	5	2	2			2				38
94														2	1	1	2		1	3	2	5	3	3	3	3	1	3	1	1		2				37
96														1	1	2	1	3	2	4	2	5	1	2	5	3	4	2	1							39
98														1					4	4	3	2	1	2		1	4	2	1		1	1	1	1		29

樹 高 m	直徑 Cm																																											計
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43									
100																				3	1	3	3	2	1	4	3	3	2												25			
102															1			2		1	2	2	1	2	2	3	3			2										21				
104																	1	2	1		1	1			2	2	2		3											15				
106																	1	2	1	2	2	1	3	2		2			1	3	1		1						22					
108																			1		1	1	2	1	1	1		1	2	1	1								13					
110																					1	2		1		1	2		2	1	2		1	1				14						
112																							1		2		1			1									5					
114																	1				2				2	3	1	1											10					
116																				1	1	2			1						1	1						7						
118																									1			1		2									4					
120																						1	1		1			2				1	1					7						
122																										1	1												2					
124																			1	1		1						1				1						6						
126																									1						1								2					
128																												1											1					
130																												1											1					
132																																												
134																														1	1								2					
136																										1													1					
138																													1										1					
計	2	0	9	17	28	25	36	33	58	42	71	52	82	100	124	119	150	157	167	147	166	134	123	83	84	63	71	39	42	28	19	10	11	4	1	2,298								

第 4 採用した調製方法の根拠

全資料中より各直径階，樹高階にわたり，資料 544 本（第 9 表）を選び出し，次の三つの材積式を用いてそれぞれ標準誤差を算出し，その最小の式を採用した。

$$a \quad v = 10^a \cdot d^{b_1} \cdot h^{b_2}$$

$$b \quad v = a + b_1 d^2 + b_2 h + b_3 d^2 h$$

$$c \quad v = a + b d^2 h$$

v ……材積 d ……胸高直径 h ……樹高

$a, b_1, b_2, b_3, \dots$ ……定数

次に各式による標準誤差の算出について述べると次のごとくである。

1. $v = 10^a \cdot d^{b_1} \cdot h^{b_2}$ 式による標準誤差の計算

今材積式を一次の式に変換するため両辺の対数をとれば，

$$\log v = a + b_1 \log d + b_2 \log h \dots \dots \dots (1)$$

となる。

$$\log v = Y, \quad \log d = X_1, \quad \log h = X_2 \quad \text{とすれば(1)式は,}$$

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

となる。ただし， $a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2$

平方和，積和の計算

前掲， $Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$ 式の計算に必要な因子を算出すると才 10 表のとおりである。

なお，実測値材積 v の対数は便宜上 $v \times 100$ の 6 桁の対数を使用した。

オ9表 材積式決定のための資料

樹高 m	直 徑 Cm	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	計
30	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1		1														11
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1													13
34		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1												13
36			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												14
38				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												13
40				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										14
42				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									15
44					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1									12
46						1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1								12
48							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								13
50						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								14
52								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1							12
54								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						14
56							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						15
58								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					15
60						1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					14
62						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				16
64									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				14
66								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			16
68									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			15
70									1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
72										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
74											1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
76												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
78											1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
80											1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
82												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
84												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
86													1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	13
88												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
90													1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
92														1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
94														1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
96														1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
98															1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
100																1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
102															1		1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	10
104															1	1		1	1		1	1	1		1		8	
106															1	1	1	1	1	1		1			1	1	1	11
108																1		1	1	1	1	1		1	1	1	1	11
110																	1	1		1		1	1		1	1	1	8
計		2	3	7	8	10	13	16	21	22	25	27	32	36	35	36	36	36	34	30	29	26	24	20	15	18	10	9544

才10表 平方和, 積和の計算

n = 544	X ₁	X ₂	Y
和	985.164371	780.252257	1,924.208464
平均	1.8109639	1.4342872	3.5371479
X ₁ 1. S X ₁ ² など	1,797.11280162	1,418.31274136	3,512.91248406
2. 補正項	1,784.09712847	1,413.00868380	3,484.67209763
3. S x ₁ ² など	13.01567315	5.30405756	28.24038643
X ₂ 1. S X ₂ ² など		1,123.76798850	2,773.88830873
2. 補正項		1,119.10585396	2,759.86764150
3. S x ₂ ² など		4.66213454	14.02066723
Y 1. S Y ²			6,870.80577847
2. 補正項			6,806.20995024
3. S y ²			64.59582823

回帰係数の計算

簡略Doolittle法で回帰係数を計算すると才11表のとおりである。

才11表 回帰係数の計算

行	b ₁	b ₂	G	計	check
(1)	13.01567315	5.30405756	28.24038643	46.56011714	28.24038643
(2)		4.66213454	14.02066723	23.98685933	14.02066722
(3)	13.01567315	5.30405756	28.24038643	46.56011714	
(4)	1	0.4075131189	2.1697215430	3.57723466	3.57723466
(5)		2.5006615009	2.5123392768	5.01300078	5.01300078
(6)		1	1.00466987	2.00466987	2.00466987
(8)	(7)を(4)に代入	b ₁ =	1.760305391		
(7)		b ₂ =	1.00466987		

check

$$(1.760305391)(13.01567315) + (1.00466987)(5.30405756) = 28.24038643$$

$$(1.760305391)(5.30405756) + (1.00466987)(4.66213454) = 14.02066722$$

回帰方程式

第12表で求めた回帰係数 b_1 , b_2 の値を上記(2)式に代入する。

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 \quad \text{ただし, } a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2$$

$$\hat{Y} = 1.7603054 X_1 + 1.0046699 X_2 - 1.0916867$$

回帰に帰因する平方和

$$S_{\hat{Y}}^2 = 63.79784637$$

回帰からの偏差の平方和

$$S_{dy \cdot x_1 x_2}^2 = 0.79798186$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$s_{y \cdot x_1 x_2}^2 = 0.0014750126802218$$

$$s_{y \cdot x_1 x_2} = 0.03840589$$

次に、本式は対数を使つてあるので、さらに次式によつて真数による標準誤差を算出しなければならない。

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

V = 実材積

$\hat{V}$ = (材積式から計算した $\hat{Y}$ の真数) 修正係数

K = 独立変数の個数

$$\text{修正係数} = \frac{n-1}{n} (s_{y \cdot x_1 x_2})^2 \times 1.151293 = 0.0016950 \approx 1.0039$$

$$\sum (V - \hat{V})^2 = 123.53802644$$

したがつて、

$$\text{標準誤差} = \sqrt{\frac{123.53802644}{544 - (2+1)}} = 0.47786112$$

2. $V = a + b_1 \cdot d^2 + b_2 \cdot h + b_3 \cdot d^2 h$ 式による標準誤差の計算

材積式を簡単な形で表わすため、

$$h = X_1, \quad d^2 = X_2, \quad d^2 h = X_3, \quad V = Y$$

とすれば、上式は次のように表わすことができる。

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

平方和、積和の計算

表12 平方和、積和の計算

n=544	X ₁	X ₂	X ₃	Y
和	15,112.6	284.5852370	8,517.101234	2,446.4716
平均	27.7805147	0.5231346	15.6564361	4.4971904
X ₁ 1. S X ₁ ² など	436,904.88	8,517.1012342	262,083.50069	74,804.23349
2. 補正項	419,835.80654	7,905.9243616	236,609.45608	67,964.240261
3. S x ₁ ² など	17,069.07346	611.1768726	25,474.04461	6,839.993229
X ₂ 1. S X ₂ ² など		203.06897074	6,310.321494	1,763.3835737
2. 補正項		148.87639176	4,455.590576	1,279.8340075
2. S x ₂ ² など		54.19257898	1,854.730918	483.5495662
X ₃ 1. S X ₃ ² など			200,250.59695	55,763.43905
2. 補正項			133,347.45116	38,303.02626
3. S x ₃ ² など			66,903.14579	17,460.41279
Y 1. S Y ²				15,698.792627
2. 補正項				11,002.248694
3. S y ²				4,696.543933

回帰係数の計算

積和、平方和の値を見ると、オーダーは100,000の桁から1桁まで変化しており、このまゝ最少自乗法で解くには不便であり、また誤差を生じやすいので、小数点の位置を整えるため、次のとおり小数点の位置を移動させる。

$$A = \begin{pmatrix} 17069.07346 & 611.1768726 & 25474.04461 \\ 611.1768726 & 54.19257898 & 1854.730918 \\ 25474.04461 & 1854.730918 & 66903.14579 \end{pmatrix}$$

$$D = \begin{pmatrix} 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01 \end{pmatrix} \text{ を } A \text{ の両側より乗ずれば,}$$

$$B = DAD$$

$$\begin{pmatrix} 1.706907346 & 6.111768726 & 2.547404461 \\ 6.111768726 & 54.19257898 & 18.54730918 \\ 2.547404461 & 18.54730918 & 6.690314579 \end{pmatrix}$$

列ベクトル

$$g = \begin{pmatrix} 6,839.993229 \\ 483.5495662 \\ 17,460.41279 \end{pmatrix}$$

$$h = Dg\lambda = \begin{pmatrix} 6.839993229 \\ 48.35495662 \\ 17.46041279 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1} \text{ とする}$$

原方程式 A. $u = g$ を解くかわりに,

方程式 B. $v = h$ を簡略 Doolittle 法で解く。

※13表 簡略Doolittle法による解法

行		b_1	b_2	b_3	G	計	check
I	1)	1.706907346	6.111768726	2.547404461	6.839993229	17.206073762	6.83999323
	2)		54.19257898	18.54730918	48.35495662	127.206613506	48.35495663
	3)			6.690314579	17.46041279	45.245441010	17.46041279
II	4)	1.706907346	6.111768726	2.547404461	6.839993229	17.206073762	
	5)	1	3.580609539	1.492409337	4.007243419	10.080262294	10.080262295
III	6)		32.30872158	9.42604847	23.86361162	65.598381668	65.59838167
	7)		1	0.2917493484	0.7386120667	2.030361415	2.030361415
III	8)			0.1385008772	0.2901498869	0.428650765	0.428650764
	9)			1	2.094931763	3.094931768	
V	12)			$vb_1 =$	0.424516849		
	11)			$vb_2 =$	0.127417091		
	10)			$vb_3 =$	2.09493176		

check

$$\begin{aligned} (0.424516849)(1.706907346) + (0.127417091)(6.111768726) + (2.09493176)(2.547404461) &= 6.83999323 \\ (0.424516849)(6.111768726) + (0.127417091)(54.19257898) + (2.09493176)(18.54730918) &= 48.35495663 \\ (0.424516849)(2.547404461) + (0.127417091)(18.54730918) + (2.09493176)(6.690314579) &= 17.46041279 \end{aligned}$$

得られた結果を元のオーダーに直すと,

回帰係数

$$\mu = Dv_i \cdot 10^{-1}$$

$$v = \begin{pmatrix} 0.42451685 \\ 0.12741709 \\ 2.09493176 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1} \quad D = \begin{pmatrix} 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01 \end{pmatrix}$$

ゆえに

$$\mu = \begin{pmatrix} 0.042451685 \\ 1.27417090 \\ 0.209493176 \end{pmatrix}$$

回帰に帰因する平方和

$$S \hat{y}^2 = 4564.33145761$$

回帰からの偏差の平方和

$$S dy \cdot x_1 x_2 x_3^2 = 132.21247539$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$sy \cdot x_1 x_2 x_3^2 = 0.2448979173888889$$

$$sy \cdot x_1 x_2 x_3 = 0.49481099$$

3. $v = a + bd^2h$ 式による標準誤差の計算

d^2h をXとすれば上式は次のように表わすことができる。

$$Y = a + bX$$

平方和、積和の計算

n = 544	X	Y
和	8,517.101234	2,446.4716
平均	15.656436	4.4972
X 1. $S X^2$ など	200,250.596948396	55,763.439053679
2. 補正項	133,347.451158464	38,303.026256077
3. $S x^2$ など	66,903.145789932	17,460.412797602
Y 1. $S Y^2$		15,698.79262748
2. 補正項		11,002.24869413
3. $S y^2$		4,696.54393335

回帰係数

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{x^2}} = 0.2609804456$$

回帰からの偏差の平方和

$$S dy \cdot x^2 = S y^2 - \frac{(S_{xy})^2}{S_{x^2}} = 139.717620$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$sy \cdot x^2 = 0.25778159$$

$$sy \cdot x = 0.50772196$$

以上の計算によつて、各式による標準誤差を再掲すると次のとおりである。

材 積 式	標 準 誤 差
a) $v = 10^a d^{b1} h^{b2}$	0.47786112
b) $v = a + b_1 d^2 + b_2 h + b_3 d^2 h$	0.49481099
c) $v = a + b d^2 h$	0.50772196

上表によれば、 $v = 10^a d^{b1} h^{b2}$ 式による標準誤差が最小であるから本材積表調製においてはこの式を採用した。

第 5 材 積 表 の 調 製

1. 資 料 の 吟 味

(1) 吟 味 の 方 針

収集資料の中には測定の誤り、あるいは著しく一般的傾向から離れた材積を有するものがあり、このために材積式に偏りが生ずるのを避けるため全資料について直径、樹高に対する幹材積の関係を検討し、一般的傾向と著しく差のあるものは不適当な資料として除外した。

(2) 資料吟味のための材積式の計算

前掲 $v = 10^a d^{b_1} h^{b_2}$ 式を一次式に変換するため両辺の対数をとれば、

$$\log v = a + b_1 \log d + b_2 \log h$$

$$\text{今} \quad \log v = Y$$

$$\log d = X_1$$

$$\log h = X_2$$

とすれば、上式は次のように表わすことができる。

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

全資料につき胸高直径、樹高の6桁の対数を求め、材積については便宜上 $V \times 100$ の6桁の対数を用いた。

平方和、積和および相関係数の計算

$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$ 式の計算に必要な因子を算出すると才14表のとおりである。

オ14表 平方和、積和および相関係数の計算（棄却前資料）

n = 2,298	X ₁	X ₂	Y
和	4037.831393	3238.859046	5545.417804
平均	1.75710679	1.40942517	2.41314961
X ₁ 1. S X ₁ ² など	7178.59437511	5729.74454257	9930.12745924
2. 補正項	7094.90093921	5691.02120689	9743.89125165
3. S x ₁ ² など	83.69343590	38.72333568	186.23620759
4. $\sqrt{S x_1^2}$ など	9.14841	48.17264691	189.61783719
5. 相関係数		0.80384	0.98217
X ₂ 1. S X ₂ ² など		4592.65689934	7911.53120262
2. 補正項		4564.92946904	7815.85144401
3. S x ₂ ² など		27.72743030	95.67975861
4. $\sqrt{S x_2^2}$ など		5.26568	109.14109357
5. 相関係数			0.87666
Y 1. S Y ²			13811.52548937
2. 補正項			13381.92281154
3. S y ²			429.60267783
4. $\sqrt{S y^2}$			20.72686

回帰係数の計算

簡略Doolittle法で回帰係数およびC乗数を求める

オ15表 簡略 Doolittle 法による解法

行	b ₁	b ₂	G	計	check
I 1)	83.69343590	38.72333568	186.23620759	308.65297917	186.23620759
2)		27.72743030	95.67975861	162.13052459	95.67975861
II 3)	83.69343590	38.72333568	186.23620759	308.65297917	
4)	1	0.4626806782	2.2252188070	3.6878994852	3.6878994852
III 5)		9.8108910854	9.5118637851	19.3227548705	19.3227548705
6)		1	0.9695208827	1.9695208828	1.9695208827
IV 8)		b ₁ =	1.7766402275		
7)		b ₂ =	0.9695208827		

check

$$(1.7766402275) (83.6934359) + (0.9695208827) (38.72333568) = 186.23620759$$

$$(1.7766402275) (38.72333568) + (0.9695208827) (27.7274303) = 95.67975861$$

C乗数は,

check

$$C_{22} = 0.10192754066 \quad (38.72333563)(-0.04715990364) + (27.7274303)(0.10192754066) \approx 1.00000000$$

$$C_{12} = -0.04715990364 \quad (83.6934359)(0.03376834454) + (38.72333568)(-0.04715990364) \approx 1.00000000$$

$$C_{11} = 0.03376834454$$

才15表で求めた b_1, b_2 の値を

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 \quad \text{に代入する。ただし, } a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2$$

したがって材積式は次のようになる。

$$\hat{Y} = 1.77664023 X_1 + 0.96952088 X_2 - 2.07506413$$

回帰に帰因する平方和

$$S_{\hat{Y}^2} = 423.63826247$$

回帰からの偏差の平方和

$$S_{dy \cdot x_1 x_2^2} = 5.96441536$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$sy \cdot x_1 x_2^2 = 0.0025988737952070$$

$$sy \cdot x_1 x_2 = 0.05097915$$

(3) 資 料 の 棄 却

全資料 2,298 本のおのおのについてその推定値 $\hat{Y}$ を求め、回帰からの偏差 $Y - \hat{Y}$ の値が次の棄却帯を越えるものを棄却した。

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

ただし、 C_{11}, C_{22}, C_{12} はガウスの C 乗数、 $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ は、観測値 X_1, X_2 の平均値、 n は資料数、 t は自由度 $n-3$ の t 表の 99% 水準の値である。

この結果、棄却された資料は 33 本である。その一覧表は才 16 表のとおりでそれを除いた資料の直徑階、樹高階別本数、および平均材積表は才 17~18 表のとおりである。

才16表 棄却資料一覽表

営林署	林小班	直 徑	樹 高	V	$\hat{V}$	V - $\hat{V}$
野 根	38い	16.7	11.3	0.0914	1.1183	-0.1574
		33.1	17.4	0.4915	1.8279	-0.1364
	4ろ	39.0	17.5	2.7645	1.9568	0.4848
	38い	55.2	26.9	1.7404	2.4059	-0.1653
		61.9	23.8	2.0444	2.4428	-0.1322
		71.6	34.1	5.9828	2.6065	0.1704
		76.5	30.1	2.1514	2.7050	-0.3723
		100.5	30.6	6.1807	2.9225	-0.1315
		100.3	31.5	6.2971	2.9332	-0.1341
		101.0	28.3	5.7642	2.8934	-0.1327
奈 半 利	4㌔	49.5	21.6	1.0474	2.2294	0.2093
	45は	62.7	18.9	1.6285	2.3556	-0.1438
		70.1	29.4	2.6517	2.6277	-0.2042
	4㌔	88.3	29.8	4.3466	2.8115	-0.1734
	9㌔	104.2	32.5	6.9435	2.9758	-0.1342
	12ろ	113.2	32.7	7.9082	3.0423	-0.1442
魚 梁 瀬	3い	23.4	18.7	0.2834	1.5906	-0.1382
		28.2	21.3	0.4831	1.7894	-0.1554
		29.1	16.1	0.3538	1.6958	-0.1470
	39ろ	36.4	22.1	0.7132	2.0019	-0.1487
	3い	38.3	23.1	0.7769	2.0598	-0.1694
		44.0	21.3	0.8759	2.1325	-0.1900
	39ろ	43.3	25.5	2.1304	2.1961	0.1324
	73ろ	56.0	36.3	2.3692	2.5432	-0.1686
	49い	61.5	28.8	2.3002	2.5180	-0.1562
		67.3	25.2	2.1558	2.5314	-0.1978
	3い	67.8	30.7	2.5838	2.6202	-0.2079
		67.8	32.7	3.1008	2.6468	-0.1553
		79.0	38.5	9.3394	2.8335	0.1368
	129㌔	79.0	38.5	9.3394	2.8335	0.1368
	39ろ	85.8	27.7	4.2256	2.7586	-0.1327
	3い	92.0	26.8	4.2415	2.7985	-0.1710
	73ろ	135.1	34.1	10.9134	3.1964	-0.1584
馬 路	19ろ	61.7	24.4	3.8655	2.4507	0.1365

第17表 直 徑 階, 樹 高 階 別 本 数 表 (資料棄却後)

樹 高 直 徑	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	計
14				1																																1
16	1		1	2	3	1	3	1	1																											13
18	1		2	1	3	2	1		2	1	1																									14
20			2	3	10	5	5	2	2	1		1																								31
22				1	3	3	3	3	5	4	4	1	1																							28
24			3	3	3	3	5	5	4	2	5	1	4	2	1																					41
26				3	2	3	2	2	5	5	3	2	3	2	2	2																				35
28				2	2	3	2	2	6	3	6	3	2	4	3	1	1																			40
30				1		3		4	6	7	7	4	4	4	4	3		1																		48
32						2	3	4	5	2	5	4	4	3	3	2	3		1																	42
34							5	1	7	2	5	2	5	6	6	3		2	2	2																48
36					1		3	3	2	3	6	6	4	7	2	4	4	1	4	1	1			1												53
38					1			1	5	1	5	7	6	10	4	5	3	5	1	3			1													58
40						1	3	4	2	5	1	4	5	3	7	4	3	2	1	1																46
42						1	1		2	3	2	6	4	3	7	4	3	3	4	3	2	2	3													53
44									1	2	4		4	3	8	4	4	9		3	4	1			2											49
46						1				2		1	3	5	4	7	5	8	11	5	2			1	1		1									57
48											4	1	6	6	6	9	10	1	4	1	8	2		1												59
50						1				1	1	1	2	8	8	8	7	3	5	3	10	4	1			4	1	1								69
52												1	4	3	5	6	7	9	10	8	2	3		1				1								60
54												3	4	5	7	4	5	3	5	6	3	5	3	2	1	1										57
56											2	1	2	2	7	8	7	4	6	6	7	5	3	5	1			2								63
58												1	2	3	8	2	3	14	5	5	9	4	3	1	1	1	1									63
60											1		1	3	3	2	5	6	5	5	5	4	3	1	2		1	1	2	2					52	
62											1	1	1	2	3	7	12	10	4	10	8	3	6	4	4	2										78
64													1	3	2	3	9	4	9	4	5	4	5	2	3	1			1	1		1			58	
66											1	2	1	1	3	7	9	11	12	8	9	6	4	2	3	1	2					1				83
68													1	3	6	4	4	8	4	6	5	7	6	2	6	2		1	2	1						68

樹高 直徑	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	計	
70													2	2	1		6	6	11	4	7	7	11	3	3	2	1	1	4	1						72	
72											1	1	1	2	2	1	4	4	12	8	5	6	1	2	1	3	2		1	1						58	
74												1	1		2	2	2	5	7	5	6	8	7	4	1	2	2		1	1	1		1			59	
76															2	3	7	5	7	8	6	6	3	3		1	2	1								54	
78													1	1	3	2	4	1	7	3	4	8	1	7	3	1	2	1		2	1		2			54	
80													1		3	2	3	1	4	8	5	3	6	7	7		3	1	2		2		1			59	
82															1		1		3	1	8	1	5	4	5	2	3	1	3	2	1	1				45	
84													1			1	5	4	3	5	6	6	7	2	5	5	7	2		2						61	
86														1			2	2	1	3	5	4	4	3	3	3	4		2		2	1				40	
88															2	5	5	4	1	3	3	2	4	4	1	3	6	2					1	2	1	49	
90																2	2	2	1	3	5	5	4	2	5	5	4	2	1	2	1	2	1			46	
92																1	2	2	1	5	1	3	5	3	2	1	5	2	2			2				37	
94															2	1	1	2		1	3	2	5	3	3	3	3	1	3	1	1		2			37	
96															1	1	2	1	3	2	4	2	5	1	2	5	3	4	2	1						39	
98															1				4	4	3	2	1	2		1	4	2	1		1	1	1	1		29	
100																				3	1	3	2	1	1	4	3	3	2							23	
102														1				2			2	2	1	2	2	3	3			2						20	
104																1	2	1		1	1				1	2	2		3							14	
106																1	2	1	2		2	1	3	2		2		1	3	1		1				22	
108																			1		1	1	2	1	1	1		1	2	1	1					13	
110																				1	2			1		1	2		2	1	2		1	1		14	
112																							1		2	1			1							5	
114																		1			2				1	3	1	1								9	
116																				1	1	2			1					1	1					7	
118																									1			1		2							4
120																						1	1					2				1	1			7	
122																										1	1										2
124																		1	1		1						1	1		1			1				6

樹高 直徑	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	計	
126																									1				1								2
128																											1										1
130																											1										1
132																																					
134																														1	1						2
135																																					
138																													1								1
140																																					
計	2		8	17	28	25	36	32	57	41	69	52	80	98	123	117	149	157	165	145	164	131	121	82	81	61	71	38	43	28	18	10	11	4	1	2,265	

才18表 直 徑 階, 樹 高

H 寸 D 寸	9	10	11	12	13	14	15
14				0.0856			
16	0.1015		0.1166	0.1293	0.1395	0.1573	0.1698
18	0.1555		0.1697	0.1552	0.1732	0.1781	0.1630
20			0.1634	0.2005	0.2045	0.2157	0.2193
22				0.2119	0.2410	0.2794	0.2799
24			0.2731	0.2476	0.2863	0.3165	0.3301
26				0.3339	0.3301	0.3664	0.3707
28				0.3715	0.3766	0.3686	0.4638
30				0.3742		0.4199	
32						0.5145	0.5394
34							0.6333
36							0.6184
38					0.4944		
40					0.7924		0.6902
42							0.9549
44							
46							1.1846
48							
50							1.2173
52							
54							
56							
58							
60							
62							
64							
66							
68							
70							
72							
74							
76							
78							
80							
82							
84							
86							
88							
90							

階 別, 平 均 材 積 表

16	17	18	19	20	21	22
0.1747	0.1820					
	0.2278	0.2843	0.2584			
0.2332	0.2393	0.2420		0.3113		
0.2842	0.2977	0.3829	0.3236	0.3655	0.3485	
0.3734	0.3956	0.3528	0.4066	0.4364	0.4494	0.4806
0.4053	0.3867	0.4827	0.5004	0.5044	0.5132	0.5619
0.4044	0.5281	0.5225	0.4972	0.6120	0.5987	0.6255
0.5198	0.5652	0.5760	0.6189	0.6871	0.6878	0.7355
0.5986	0.6475	0.5412	0.6749	0.7085	0.8525	0.7672
0.6417	0.6809	0.7645	0.7594	0.8015	0.7628	0.8730
0.7065	0.7510	0.7861	0.8653	0.8324	0.8820	1.0087
0.6283	0.8794	0.7881	0.9535	0.9344	0.9936	1.0228
0.8902	0.8285	0.9958	0.9826	0.9678	1.0633	1.1578
0.9188	1.0712	1.1117	1.2076	1.1571	1.2336	1.2760
	1.1310	1.1812	1.2275		1.2950	1.2488
		1.2037		1.3096	1.6312	1.5289
			1.2769	1.3251	1.7491	1.6940
		1.3615	1.3035	1.7271	1.8983	1.8679
				1.8912	1.7787	2.0256
				1.7735	1.9992	2.1365
			1.8148	1.7986	1.9450	2.0818
				1.9071	2.1477	2.4818
			2.0979		2.2642	2.5623
			2.6052	2.5962	2.2059	2.7828
					2.2986	3.1021
			2.0388	2.4612	2.8763	2.8574
					3.1258	3.0387
					3.2860	3.1833
			2.7663	2.7202	4.0721	3.5816
				2.8178	3.2763	
					4.1151	
					4.5547	3.7236
					4.5731	

H D ₀	23	24	25	26	27	28	29
14							
16							
18							
20							
22							
24	0.4588						
26	0.5774	0.5751					
28	0.7033	0.6764	0.6083				
30	0.7470	0.7522		0.8546			
32	0.8195	0.8833	0.8535		0.8534		0.9091
34	0.9554	0.9666		1.1040	1.0017	1.1989	
36	1.1837	1.0165	1.1140	0.9631	1.2135	1.1202	1.2095
38	1.1295	1.3136	1.1588	1.2978	1.3981	1.3699	
40	1.1897	1.2999	1.3322	1.3672	1.5743	1.7370	1.4451
42	1.2606	1.3534	1.5250	1.3957	1.6099	1.6587	1.9089
44	1.5043	1.4912	1.5707	1.7183		1.9849	1.7841
46	1.4954	1.6108	1.7858	1.7506	1.8265	2.1410	1.8866
48	1.8482	1.8396	1.8598	2.0108	2.1778	1.9173	2.0554
50	1.8224	1.9263	1.9583	2.1634	2.2249	2.3734	2.1924
52	1.8679	2.1585	2.1592	2.2190	2.2438	2.4696	2.4744
54	2.0865	2.0358	2.3511	2.3499	2.3088	3.0146	3.0946
56	2.3220	2.3659	2.3849	2.7718	2.6858	2.9649	2.8171
58	2.5586	2.2673	2.9431	2.7204	2.6754	2.9203	3.1691
60	3.0333	2.5487	2.7237	2.9129	3.2039	3.2243	3.3849
62	2.6395	2.9613	3.0352	3.1821	3.1136	3.3196	3.6135
64	3.1933	3.0196	2.9697	3.5693	3.4742	3.1647	3.9152
66	2.6451	3.2694	3.1365	3.4519	3.5542	3.6149	3.6474
68	3.2437	3.3615	3.4986	3.6503	3.7222	3.7196	3.8774
70	3.5385		3.4989	4.0200	3.9037	4.0415	4.2462
72	3.3270	4.1935	3.7257	3.6747	4.1924	4.1675	4.5257
74	3.7509	4.0997	4.0726	4.5812	4.2752	4.7952	4.5203
76		3.5123	3.9801	4.2865	4.6213	4.2949	5.0032
78	4.0755	4.0082	4.0830	4.7276	4.7582	5.0151	5.2772
80	3.7621	4.5502	4.7378	5.2048	4.9230	4.8300	5.6724
82	5.0882		5.4659	5.9336	5.2670	5.8507	5.7273
84		4.0119	5.1943	5.2951	5.0848	5.4448	5.5207
86	4.2634		4.9451	4.6797	4.9960	6.4742	6.1103
88		5.3896	6.1366	5.7023	5.4678	6.4624	6.7843
90			6.0643	5.9841	7.0993	6.4157	7.3936

30	31	32	33	34	35	36
1.4059	1.1553					
1.8142	1.6799					
1.9562		2.0451				
	2.0513	2.4725		2.3945		
2.2716	2.3489					
2.4094	2.6215		2.6587	2.4694	2.8836	
2.5467		2.4636				2.3216
2.7137	2.5748	2.9763	2.6066	2.9032		
3.1391	3.2022	3.1639	3.0899		3.3789	
3.3380	3.3374	3.7524	3.5195	3.4630	3.2632	
3.4520	3.8593	3.7928	3.1796		4.0230	4.2109
3.8172	3.8306	3.6745	3.8726	3.4605		
3.7235	3.8111	4.0868	4.7947	3.8374		
3.8284	3.7689	4.1859	4.4996	4.4909	4.1906	
4.3427	4.3822	3.9463	4.5248	5.1405		4.6115
4.3661	4.2849	4.7918	5.3894	5.3663	5.0858	4.5818
4.9178	4.0327	4.6625	5.2141	4.4783	5.5811	6.2634
4.6540	4.9597	4.8171	4.7430	4.9074	5.5624	
5.0582	4.9238	5.3016	5.7819		6.1323	6.0587
5.3800	5.3229	5.4646	5.4895	6.6180	6.0699	6.1820
5.7791	5.8049	5.9826	5.8477		5.5401	5.4702
5.9292	5.7906	5.5674	6.8803	6.4416	6.3606	6.9994
6.0439	6.1918	5.2677	6.5810	6.6299	7.2657	6.7125
6.8311	6.6052	6.2292	7.0454	6.7186	6.7149	
7.2768	6.0165	7.0415	7.2279	6.7629	7.0902	8.1478
7.0465	7.0935	7.3758	6.9435	8.0191	7.8103	8.2725

$\frac{H}{D \cdot G}$	23	24	25	26	27	28	29
92		5.1173	5.5124	5.9211	5.0305	6.2700	5.9510
94	5.7804	6.4547	7.1877	5.8372		6.4177	7.4136
96	5.4518	5.4495	7.0839	5.3932	6.3322	6.6082	8.1541
98	6.5919				7.5242	7.7303	7.6852
100						7.2187	7.9133
102	6.9979			7.1061			9.0351
104			7.4249	6.7111	8.6725		8.5194
106			7.4178	6.9133	6.9418	8.5550	8.6261
108					7.5032		9.7626
110							7.9506
112							
114				8.8292			9.1233
116						10.7500	8.7433
118							
120							
122							
124					10.2165	10.3022	
126							
128							
130							

30	31	32	33	34	35	36
8.0131	6.9814	7.9701	7.9256	8.9613	7.4382	8.3706
7.2587	7.9801	8.0401	7.6025	8.4891	8.0818	8.0902
7.3192	7.4304	7.7552	7.9657	8.2754	8.1475	8.7741
8.2445	8.2463	8.6783		8.9290	8.8056	9.1579
8.9419	7.3240	6.9292	8.3726	9.1948	9.7964	10.5088
8.9238	9.3872	8.8248	9.2193	10.4201	10.6393	
9.2291			8.7547	9.7886	9.8430	
9.3204	9.1319	10.1670		10.1465		
8.5604	11.0867	9.5465	10.8182	9.0281		11.1608
8.7861		9.6195		10.8900	11.4117	
	9.3990		10.9500		12.7766	
			11.2541	12.6381	11.2444	10.4796
8.9650			12.3395			
			11.8228			11.9371
9.0147	10.6625		10.9998			12.6402
				11.5642	10.7423	
10.4875					13.0005	
			11.7851			
					12.8709	
					11.8383	

DC _m \ H _m	37	38	39	40	41	42	43
60	4.1193	3.7449					
62							
64	3.8341	4.0763		4.6596			
66			4.4187				
68	5.5158	5.4406					
70	5.0075	4.9805					
72	4.7613						
74	5.8200	6.3189	5.8119		6.2596		
76	5.7658						
78		7.4616	7.6615		7.0534		
80	6.6368		5.8387		7.5989		
82	7.1667	6.2440	7.6875	7.8106			
84		7.7108					
86	7.7266		7.8471	7.3438			
88	8.1822				8.6294	7.9887	9.7657
90	6.6026	9.2690	8.4549	8.8241			
92	8.4288			9.1826			
94	8.0832	7.1405	9.8330		10.9258		
96	8.6684	11.1512					
98	10.1271		10.6503	11.0464	11.0993	11.6761	
100	11.0687						
102		11.7674					
104	10.4650				12.8192		
106	11.1848	10.9601	12.4377				
108	10.8641	12.2294	11.0667		14.0888		
110	12.6729	11.6312	11.4766			11.8883	
112		12.4730					
114							
116			16.6620	12.7158			
118		14.1189			15.8388		
120				17.2553			
122							
124	12.9191			15.3434			
126		14.1175					
128							
130							
132							
134		14.4316	15.9477				
136							
138	15.2938						

2. 棄却済資料による材積式の再計算

棄却済資料2,265本を用いて既述した（I. (2)資料吟味のための材積式の計算）方法で材積式を算出すると次のとおりである。

平方和、積和および相関係数の計算

第19表 平方和、積和および相関係数の計算（棄却済資料）

n = 2,265	X ₁	X ₂	Y
和	3,979.411639	3,192.440424	5,468.806437
平均	1.75691463	1.40946597	2.41448408
X ₁ 1. $S X_1^2$ など	7,073.71948197	5,646.90463666	9,791.37980302
2. 補正項	6,991.48653095	5,608.84528922	9,608.22604275
3. $S x_1^2$ など	82.23295102	38.05934744	183.15376027
4. $\sqrt{S x_1^2}$ など	9.06823858	47.36974535	186.23706000
5. 相関係数		0.80345265	0.98344422
X ₂ 1. $S X_2^2$ など		4,526.92099254	7,802.20627228
2. 補正項		4,499.63614163	7,708.09657418
3. $S x_2^2$ など		27.28485091	94.10969810
4. $\sqrt{S x_2^2}$ など		5.22349030	107.27634339
5. 相関係数			0.87726422
Y 1. $S Y^2$			13,626.12641441
2. 補正項			13,204.34606860
3. $S y^2$			421.78034581
4. $\sqrt{S y^2}$			20.53729159

回帰係数の計算

才20表 簡略Doolittle法による解法

行	b_1	b_2	G	計	check
I					
1)	82.23295102	38.05934744	183.15376027	303.44605873	183.15376027
2)		27.28485091	94.10969810	159.45389645	94.10969810
II					
3)	82.23295102	38.05934744	183.15376027	303.44605873	
4)	1	0.4628235636	2.2272551088	3.6900786724	3.6900786724
III					
5)		9.6700880995	9.3418220767	19.0119101762	19.0119101762
6)		1	0.9660534611	1.9660534611	1.9660534611
IV					
8)		$b_1 =$	1.7801428033		
7)		$b_2 =$	0.9660534611		

check

$$(1.7801428033) (82.23295102) + (0.9660534611) (38.05934744) = 183.15376027$$

$$(1.7801428033) (38.05934744) + (0.9660534611) (27.28485091) = 94.10969810$$

check

$$C_{22} = 0.10341167420 \quad (38.05934744)(-0.04786135957) + (27.28485091)(0.10341167420) \approx 1.00000000$$

$$C_{12} = -0.04786135957 \quad (82.23295102)(0.03431194037) + (38.05934744)(-0.04786135957) \approx 1.00000000$$

$$C_{11} = 0.03431194037$$

回帰に帰因する平方和

$$\hat{S_y^2} = 416.95484711$$

回帰からの偏差の平方和

$$S_{dy.x_1x_2^2} = 4.82549870$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$s_{y.x_1x_2^2} = 0.0021332885499558$$

$$s_{y.x_1x_2} = 0.04618754$$

回帰係数の標準偏差

$$sb_1 = s_{y.x_1x_2} \sqrt{C_{11}} = 0.00855554$$

$$sb_2 = s_{y.x_1x_2} \sqrt{C_{22}} = 0.01485284$$

回帰係数の有意性の検定

$$tb_1 = \frac{b_1}{sb_1} = 208.069^{**}$$

$$tb_2 = \frac{b_2}{sb_2} = 65.042^{**}$$

回帰係数はきわめて有意である。

参考のために重相関係数および偏相関係数の有意性の検定の結果を示しておく。

重相関係数

$$R = 0.99426$$

重相関係数の有意性の検定

重相関係数の有意性の検定結果は第21表のとおりである。

第21表 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	416.95484711	208.47742356
推 定 の 誤 差	2,262	4.82549870	0.00213329
全 体	2,264	421.78034581	

$$F = 97.725.78^{**}$$

$$d.f \quad 2 \text{ および } 2,262$$

重相関係数はきわめて有意である。すなわちこの重回帰式がきわめて有意であることがわかる。

偏相関係数および有意性の検定

$$r_{y12} = 0.97488^{**}$$

$$r_{y21} = 0.80745^{**}$$

偏相関係数はきわめて有意である。

3. 10cm 直徑級ごとの回帰係数の差の検定

調製要綱に基き資料を10cm直徑級に分け各直徑級の材積式を求め、この間の差を統計的検定を行い差のなかつた直徑級を一括する。

ただし、胸高直徑102cm以上は資料数が少いので102～138cmとして一括した。

10Cm直徑級別平方和、積和、相関係数および回帰係数

才22表 10Cm直徑級別和および自乗など

直徑級 Cm	本 数	S X ₁	S X ₂	S Y	S X ₁ ²	S X ₂ ²
14 ~ 20	59	74.834691	67.060731	75.037543	95.02288119	76.55172287
22 ~ 30	193	273.830914	239.566841	318.184078	388.95463898	298.71578066
32 ~ 40	247	384.197564	325.427927	484.528512	597.88706026	430.24853028
42 ~ 50	287	477.549047	397.811958	639.925043	794.83165013	552.73748051
52 ~ 60	300	524.092650	425.947468	724.367936	915.72534884	605.81908635
62 ~ 70	359	652.881793	517.565987	918.741400	1187.46889553	747.37382612
72 ~ 80	284	533.898706	415.183580	761.344548	1003.76871307	607.98831096
82 ~ 90	241	465.967714	359.551866	677.265498	900.98587923	537.24356082
92 ~ 100	165	326.684985	247.138823	477.306328	646.83267873	370.73149168
102 ~ 138	130	265.473575	197.185243	392.105551	542.24173602	299.51120231
計	2,265	3979.411639	3192.440424	5468.806437	7073.71948197	4526.92099254

直徑級 Cm	S Y ²	S X ₁ X ₂	S X ₁ Y	S X ₂ Y
14 ~ 20	96.08043163	85.08111785	95.36381914	85.59745875
22 ~ 30	528.40399765	340.13637946	452.48355225	396.64625984
32 ~ 40	953.67533108	506.32002094	754.27883974	640.09005886
42 ~ 50	1429.78917243	662.04812276	1065.30672493	888.46308568
52 ~ 60	1751.53237417	744.19382334	1265.81800897	1029.64749623
62 ~ 70	2353.58171962	941.30622790	1671.08856627	1325.77529884
72 ~ 80	2042.85908996	780.56232109	1431.44916499	1114.06785536
82 ~ 90	1904.67114409	695.20434178	1309.58616939	1011.15384502
92 ~ 100	1381.79889941	489.32263289	945.08784962	715.48113392
102 ~ 138	1183.73425437	402.72904867	800.91710773	595.28377978
計	13626.12641441	5646.90463666	9791.37980302	7802.20627228

才23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
14 ~ 20	59	0.10371209	0.32898317	0.64597638	0.02231984	0.18735569	0.30809458
22 ~ 30	193	0.43377130	1.34649928	3.83867385	0.23642487	1.03983775	1.69105558
32 ~ 40	247	0.28475992	1.49008627	3.19808840	0.13128891	0.61619197	1.71309840
42 ~ 50	287	0.22157246	1.32858181	2.94575550	0.11529548	0.51371296	1.46017861
52 ~ 60	300	0.14832956	1.04826803	2.50268515	0.07403246	0.36497179	1.17186876
62 ~ 70	359	0.13007762	1.20516066	2.36790326	0.05439061	0.25421380	1.23686015
72 ~ 80	284	0.07917691	1.02561694	1.85373514	0.04832069	0.17849951	1.04759109
82 ~ 90	241	0.04849130	0.82221499	1.39913255	0.01944110	0.10958900	0.73030318
92 ~ 100	165	0.02613676	0.56423208	1.06356154	0.01025298	0.06475506	0.56644233
102 ~ 138	130	0.11697430	0.41874033	1.06684572	0.05619177	0.19662772	0.53433089
計	2,265	82.23295102	27.28485091	421.78034581	38.05934744	183.15376027	94.10969810

第24表 直径級別相関係数および回帰係数

直径級	r_{x1x2}	r_{x1y}	r_{x2xy}	b_1	b_2
14 ~ 20	0.12083	0.72384	0.66833	1.62873400	0.82600425
22 ~ 30	0.30724	0.80032	0.74381	1.86540573	0.92835347
32 ~ 40	0.20155	0.64570	0.78475	1.70302706	0.99961315
42 ~ 50	0.21250	0.63586	0.73810	1.82919530	0.094031143
52 ~ 60	0.18775	0.59902	0.72350	1.97210336	0.97863244
62 ~ 70	0.13737	0.45805	0.73231	1.55452161	0.95614536
72 ~ 80	0.16957	0.46592	0.75976	1.67936234	0.94230419
82 ~ 90	0.09736	0.42073	0.68090	1.92209084	0.84276695
92 ~ 100	0.08443	0.38839	0.73122	2.09868892	0.96578081
102 ~ 138	0.25390	0.55661	0.79944	1.14155393	1.12285567

第25表 直徑級別回帰に帰因する平方和など

直 徑 級	$\hat{S}y^2$	$S dy.x_1x_2^2$	$sy.x_1x_2^2$	R
14 ~ 20 C_m	0.55964001	0.08633637	0.00154172	0.93078
22 ~ 30	3.50961662	0.32905723	0.00173188	0.95518
32 ~ 40	2.76182729	0.43626111	0.00178796	0.92929
42 ~ 50	2.31270397	0.63305153	0.00222905	0.88606
52 ~ 60	1.86659087	0.63609428	0.00214173	0.86362
62 ~ 70	1.57779894	0.79010432	0.00221939	0.81629
72 ~ 80	1.28691482	0.56682032	0.00201715	0.83320
82 ~ 90	0.82611539	0.57301716	0.00240764	0.76841
92 ~ 100	0.68295986	0.38060168	0.00234939	0.80134
102 ~ 138	0.82443762	0.24240810	0.00190873	0.87908
14 ~ 138	416.95484711	4.82549870	0.00213329	0.99426

分散の一樣性の検定

回帰係数の差の検定を行うに先だつて、各直徑級の分散が一樣であるか、どうかを検定するためパートレソットの検定を行った。(第26表)

オ26表 分散の一樣性の検定

直 徑 階	$Sdy.x_1x_2^2$	本 数	自由度	$sy.x_1x_2^2 = si^2$	$\log si^2$	$fi \log si$	$\frac{1}{fi}$
14 ~ 20 C_m	0.08633637	59	56	0.00154172	-2.8119945	-157.4716920	0.0178571
22 ~ 30	0.32905723	193	190	0.00173188	-2.7614823	-524.6816370	0.0052632
32 ~ 40	0.43626111	247	244	0.00178796	-2.7476422	-670.4246968	0.0040984
42 ~ 50	0.63305153	287	284	0.00222905	-2.6518801	-753.1339484	0.0035211
52 ~ 60	0.63609428	309	297	0.00214173	-2.6692353	-792.7628841	0.0033670
62 ~ 70	0.79010432	359	356	0.00221939	-2.6537664	-944.7408384	0.0028090
72 ~ 80	0.56682032	284	281	0.00201715	-2.6952618	-757.3685658	0.0035587
82 ~ 90	0.57301716	241	238	0.00240764	-2.6184085	-623.1812230	0.0042017
92 ~ 100	0.38060168	165	162	0.00234939	-2.6290448	-425.9052576	0.0061728
102 ~ 138	0.24240810	130	127	0.00190873	-2.7192555	-345.3454485	0.0078740
計							
14 ~ 138	4.67375210		2,235			-5995.0161916	0.0587230

$$= q^2$$

$$= f$$

$$= \sum fi \log si^2$$

$$= \sum \frac{1}{fi}$$

〔1〕 14~138cm直径級を一括した場合

第27表から $S^2 = \frac{q^2}{f} = 0.00209116$

$$\log s^2 \cdot f = -5.988.9343845$$

$$\chi^2 = \frac{1}{M} \left(\log s^2 \cdot f - \sum i \log s^2 \right) = 14.004$$

補正項

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left(\sum \frac{1}{fi} - \frac{1}{f} \right) = 1.00216$$

補正された $\chi^2 = 13.974$ $d.f = 9$

$$\chi^2 = 13.974 < P(\chi^2)_{0.05} = 16.919$$

有意差なし

回帰係数間の有意差の検定

14~138cmは分散が一樣であることが分かつたので回帰係数 b_1 , b_2 間の有意差の検定を行う。

〔1〕 14~138cmの10の直径級の各列を合計し、簡略 Doolittle 法で回帰係数を計算する。

$$b_1' = 1.74780359$$

$$b_2' = 0.95189157$$

$$S_{\hat{y}^2} = 16.11894556$$

才27表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	20	16.20860539
誤 差	2,235	4.67375210
計	2,255	20.88235749

才27表の2 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	16.11894556	
回 帰 間	18	0.08965983	0.00498110
回 帰 計	20	16.20860539	
誤 差	2,235	4.67375210	0.00209116
計	2,255	20.88235749	

$$F = \frac{0.00498110}{0.00209116} = 2.382^{**} \text{ 有意差あり}$$

〔2〕 14~100cm直径級を一括した場合の回帰係数間の差の検定

第23表の102~138cm直径級を除いた9つの直径級の各列を合計し簡略Doolittle法で回帰係数を計算する

$$b_1' = 1.79281924$$

$$b_2' = 0.94429696$$

$$S_{\hat{y}^2} = 15.34113645$$

第28表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	18	15.38416777
誤 差	2,108	4.43134400
計	2,126	19.81551177

第28表の2 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	15.34113645	
回帰間差	16	0.04303132	0.00268946
回 帰 計	18	15.38416777	
誤 差	2,108	4.43134400	0.00210216
計	2,126	19.81551177	

F = 1.279 有意差なし

【3】 92~138cm直徑級を一括した場合の回帰係数間の差の検定

102 ~ 138cm 直徑級は資料数が少いから、一つ前の直徑級と込みにと都合がよいので、特に92~138cm直徑級について、検討してみた

共通回帰係数は $b_1' = 1.34883597$

$b_2' = 1.02866585$

分散分析を行うと、

$$F = 5.220^{**} > F_{[289]}^{[2]} (0.01) \approx 4.69$$

極めて有意な差がある。

14~100cm 直徑級の回帰係数 b_1' , b_2' の間に有意差が認められないので回帰平面間の高さの検定を行う。

回帰平面の高さの差の検定

【1】 32~100cmを一括した場合の回帰平面間の高さの差の検定

32~100cmの7つの直徑級の資料を込みにした回帰係数を計算する。

$$b_1'' = 1.78216002$$

$$b_2'' = 0.95980990$$

第29表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	164.86788236
回帰間差	12	0.03222225
誤 差	1,868	4.48013877
計	1,882	169.38024338

上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徑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（主として資料自身の生物変動に因るもの）の平方和が含まれているので，これを二つの部分に分ける。

	平方和	自由度
誤差	4.48013877	1,868
原因不明	4.01595040	1,862
平面間差	0.46418837	6

第29表の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	164.86788236	
回帰間差	12	0.03222225	
平面間差	6	0.46418837	0.07736473
不明原因	1,862	4.01595040	0.00215679
計	1,882	169.38024338	

$$F = 35.870^{**} > F_{[1,862]}^{[6]}(0.01) = 2.80$$

[2] 32~90cmを一括した場合の回帰平面間の高さの差の検定

32~90cmの6つの直径級の資料を込みにした回帰係数を計算する。

$$b_1'' = 1.78955772$$

$$b_2'' = 0.95754031$$

分散分析を行うと

$$F = 3.120^{**} > F_{[1,700]}^{[5]}(0.01) = 3.02$$

[3] 42~100cmを一括した場合の回帰平面間の高さの差の検定

42~100cmの6つの直径級の資料を込みにした回帰係数を計算する。

$$b_1'' = 1.76442110$$

$$b_2'' = 0.94227130$$

分散分析を行うと、

$$F = 1.453 < F_{[1,618]}^{[5]}(0.05) = 2.21 \quad \text{有意差なし}$$

[4] 14~40cmを一括した場合の回帰平面間の高さの差の検定

14~40cmの3つの直径級の資料を込みにした回帰係数を計算する。

$$b_1'' = 1.78647567$$

$$b_2'' = 0.95616277$$

分散分析を行うと、

$$F = 1.024 < F_{[490]}^{[2]}(0.05) = 3.01 \quad \text{有意差なし}$$

14~100 cm 直徑級を一括した場合の回帰係数間の差の検定において有意差がなかったのであるが、以上の直徑級を一括した場合においても、回帰係数間の差の検定を行い、いづれも有意差がなかった。

以上の結果を取りまとめると次表のようになる。

第30表 分散分析取りまとめ表

樹 種	本 数	直徑範圍	修正 χ^2	回 帰 係 数 間 の 差 の 検 定				
				平均された回帰係数		回帰間分散	誤差分散	F
				b_1'	b_2'			
す ぎ	2,265	14~138	13.974	1.74780359	0.95189157	0.00498110	0.00209116	2,382**
	2,135	14~100		1.79281924	0.94429696	0.00268946	0.00210216	1,279
	1,883	32~100		1.78038171	0.95131441	0.00268519	0.00215679	1,245
	1,718	32~ 90		1.77163049	0.95022318	0.00292750	0.00213844	1,369
	1,636	42~100		1.81023843	0.93939942	0.00268184	0.00221242	1,212
	499	14~ 40		1.77649086	0.95381199	0.00388485	0.00173807	2,235
	295	92~138		1.34883597	1.02866585	0.01125358	0.00215574	5,220**

	回 帰 平 面 間 の 差 の 検 定				
	込みにした回帰係数		平 面 間 の 差 の 分 散	不明原因	F
	b_1''	b_2''			
14~138					
14~100	1.79158316	0.95524722	0.00565095	0.00210216	2,688**
32~100	1.78216002	0.95980990	0.07736473	0.00215679	35,870**
32~ 90	1.78955773	0.95754031	0.00667338	0.00213844	3,120**
42~100	1.76442110	0.94227130	0.00321368	0.00221242	1,453
14~ 40	1.78647567	0.95616277	0.00178010	0.00173807	1,024
92~138					

4. 材積式の決定と材積表の作製

以上の計算によつて材積式は 14~40 cm , 42~100 cm , 102~138 cm の三式となり、前二者については第30表に示した回帰係数 b_1'' , b_2'' , 後者については第24表に示した回帰係数 b_1 , b_2 の値を入れると次のようになる。

才31表 材 積 式

直 径 級	本 数	材 積 式
14～40	499	$\hat{Y} = 1.78647567X_1 + 0.95616277X_2 - 4.07583172$
42～100	1,636	$\hat{Y} = 1.76442110X_1 + 0.94227130X_2 - 4.00959409$
102～138	130	$\hat{Y} = 1.14155393X_1 + 1.12285567X_2 - 3.01813399$

なお修正係数は次のとおりである。

直径級	本数	標準誤差	(標準誤差) ²	$\frac{n-1}{n}$	$\frac{n-1}{n}$ (標準誤差) ²	$\frac{n-1}{n}$ (標準誤差) ² × 1.151293	修正係数
14～40	499	0.04189929	0.00175555	0.99799599	0.00175203	0.00201710	1.0047
42～100	1,636	0.04709943	0.00221836	0.99938875	0.00221700	0.00255242	1.0059
102～138	130	0.04368896	0.00193873	0.99230769	0.00189405	0.00218061	1.0050

材積表に記入する材積は上記材積式で得られた対数の値の真数を求め、それに修正係数を乗じたものである。

才31表の材積式を用いて材積表を作製した。なお、表の数値をグラフに図示して検討したところ、各々の直径級の境に不連続な点が認められたので、直径40, 42cmの材積を3点平均法で、直径94～110cmの材積をフリーハンドで修正した。後者の直径のうち、樹高24～28mの間はとくに100, 102cmの直径を3点平均法で修正した。

第32表

材

樹高 m	直徑 cm	4	6	8	10	12	14	16
2		0.0019						
3		0.0029	0.0059	0.010	0.015	0.020	0.027	
4		0.0038	0.0078	0.013	0.019	0.027	0.035	0.045
5		0.0047	0.0097	0.016	0.024	0.033	0.044	0.056
6		0.0056	0.011	0.019	0.029	0.040	0.052	0.066
7		0.0065	0.013	0.022	0.033	0.046	0.061	0.077
8		0.0073	0.015	0.025	0.038	0.052	0.069	0.087
9			0.017	0.028	0.042	0.058	0.077	0.098
10			0.019	0.031	0.047	0.065	0.085	0.108
11				0.034	0.051	0.071	0.093	0.118
12				0.037	0.056	0.077	0.101	0.129
13				0.040	0.060	0.083	0.109	0.139
14				0.043	0.064	0.089	0.117	0.149
15					0.069	0.095	0.125	0.159
16						0.101	0.133	0.169
17						0.107	0.141	0.179
18								0.189
19								0.200
20								0.210
21								0.220
22								0.230
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

積 表

18	20	22	24	26	28	30
0.056	0.067	0.079	0.093			
0.069	0.083	0.098	0.115			
0.082	0.099	0.117	0.137	0.158	0.180	0.204
0.095	0.114	0.136	0.158	0.183	0.209	0.236
0.108	0.130	0.154	0.180	0.208	0.237	0.268
0.121	0.146	0.173	0.202	0.232	0.265	0.300
0.133	0.161	0.191	0.223	0.257	0.294	0.332
0.146	0.176	0.209	0.244	0.282	0.322	0.364
0.159	0.192	0.227	0.265	0.306	0.349	0.395
0.171	0.207	0.245	0.286	0.330	0.377	0.427
0.184	0.222	0.263	0.307	0.355	0.405	0.458
0.196	0.237	0.281	0.328	0.379	0.433	0.489
0.209	0.252	0.299	0.349	0.403	0.460	0.521
0.221	0.267	0.317	0.370	0.427	0.488	0.552
0.234	0.282	0.335	0.391	0.451	0.515	0.583
0.246	0.297	0.352	0.412	0.475	0.542	0.613
0.259	0.312	0.370	0.432	0.499	0.570	0.644
0.271	0.327	0.388	0.453	0.523	0.597	0.675
0.283	0.342	0.405	0.474	0.547	0.624	0.706
		0.423	0.494	0.570	0.651	0.736
		0.441	0.515	0.594	0.678	0.767
		0.458	0.535	0.618	0.705	0.798
		0.476	0.556	0.641	0.732	0.828
				0.665	0.759	0.858
				0.688	0.786	0.889
				0.712	0.812	0.919
				0.735	0.839	0.949
				0.759	0.866	0.980

樹高 m	直徑 cm	32	34	36	38	40	42	44
6		0.229	0.255	0.282	0.311	0.347	0.384	0.423
7		0.265	0.295	0.327	0.360	0.402	0.445	0.489
8		0.301	0.335	0.372	0.409	0.456	0.504	0.554
9		0.337	0.375	0.416	0.458	0.510	0.564	0.619
10		0.373	0.415	0.460	0.507	0.564	0.623	0.684
11		0.408	0.455	0.504	0.555	0.617	0.681	0.748
12		0.444	0.494	0.547	0.603	0.671	0.740	0.812
13		0.479	0.534	0.591	0.651	0.724	0.799	0.876
14		0.514	0.573	0.634	0.699	0.777	0.857	0.939
15		0.549	0.612	0.678	0.746	0.829	0.914	1.002
16		0.584	0.651	0.721	0.794	0.882	0.972	1.065
17		0.619	0.690	0.764	0.841	0.934	1.030	1.128
18		0.654	0.728	0.807	0.889	0.986	1.087	1.190
19		0.688	0.767	0.850	0.936	1.038	1.143	1.252
20		0.723	0.806	0.892	0.983	1.090	1.201	1.314
21		0.757	0.844	0.935	1.030	1.142	1.257	1.376
22		0.792	0.883	0.977	1.077	1.194	1.314	1.438
23		0.826	0.921	1.020	1.123	1.245	1.370	1.499
24		0.861	0.959	1.062	1.170	1.296	1.426	1.560
25		0.895	0.997	1.104	1.216	1.348	1.483	1.622
26		0.929	1.035	1.147	1.263	1.399	1.539	1.683
27		0.963	1.073	1.189	1.309	1.450	1.595	1.744
28		0.997	1.111	1.231	1.356	1.501	1.651	1.804
29		1.031	1.149	1.273	1.402	1.552	1.706	1.865
30		1.065	1.187	1.315	1.448	1.603	1.762	1.925
31		1.099	1.225	1.357	1.494	1.654	1.818	1.986
32		1.133	1.263	1.399	1.540	1.704	1.873	2.046
33		1.167	1.300	1.440	1.586	1.755	1.928	2.106
34		1.201	1.338	1.482	1.632	1.806	1.984	2.167
35		1.234	1.376	1.524	1.678	1.856	2.039	2.227
36							2.094	2.287
37							2.149	2.346
38							2.204	2.406
39							2.259	2.466
40							2.314	2.525
41								
42								
43								
44								
45								

46	48	50	52	54	56	58
0.457	0.493	0.530	0.567	0.607	0.648	0.688
0.529	0.570	0.612	0.656	0.701	0.748	0.796
0.599	0.646	0.694	0.744	0.795	0.848	0.902
0.670	0.722	0.776	0.832	0.889	0.948	1.008
0.740	0.797	0.857	0.918	0.982	1.047	1.114
0.809	0.872	0.937	1.005	1.074	1.145	1.218
0.878	0.947	1.017	1.090	1.166	1.243	1.322
0.947	1.021	1.097	1.176	1.257	1.340	1.426
1.016	1.095	1.177	1.261	1.348	1.437	1.529
1.084	1.168	1.256	1.346	1.438	1.534	1.631
1.152	1.242	1.334	1.430	1.528	1.630	1.734
1.219	1.315	1.413	1.514	1.618	1.726	1.836
1.287	1.387	1.491	1.598	1.708	1.821	1.937
1.354	1.460	1.569	1.681	1.797	1.916	2.039
1.421	1.532	1.647	1.765	1.886	2.011	2.140
1.488	1.604	1.724	1.848	1.975	2.106	2.240
1.555	1.676	1.801	1.930	2.063	2.200	2.341
1.621	1.748	1.878	2.013	2.152	2.294	2.441
1.688	1.819	1.955	2.095	2.240	2.388	2.541
1.754	1.891	2.032	2.177	2.327	2.482	2.640
1.820	1.962	2.108	2.259	2.415	2.575	2.740
1.886	2.033	2.185	2.341	2.502	2.668	2.839
1.952	2.104	2.261	2.423	2.590	2.761	2.938
2.017	2.174	2.337	2.504	2.677	2.854	3.036
2.083	2.245	2.413	2.586	2.764	2.947	3.135
2.148	2.315	2.488	2.667	2.850	3.039	3.233
2.213	2.386	2.564	2.748	2.937	3.132	3.332
2.278	2.456	2.639	2.829	3.023	3.224	3.430
2.343	2.526	2.715	2.909	3.110	3.316	3.527
2.408	2.596	2.790	2.990	3.196	3.407	3.625
2.473	2.666	2.865	3.070	3.282	3.499	3.723
2.538	2.736	2.906	3.151	3.367	3.591	3.820
2.602	2.805	3.015	3.231	3.453	3.682	3.917
2.667	2.875	3.089	3.311	3.539	3.773	4.014
2.731	2.944	3.164	3.391	3.624	3.864	4.111
			3.470	3.709	3.955	4.208
			3.550	3.795	4.046	4.305
			3.630	3.880	4.137	4.401
			3.709	3.965	4.227	4.497
			3.789	4.050	4.318	4.594

樹 高 m	直 徑 Cm	60	62	64	66	68	70	72
6		0.730	0.774	0.819	0.864	0.911	0.959	
7		0.845	0.895	0.947	0.999	1.053	1.109	
8		0.958	1.015	1.073	1.133	1.195	1.257	
9		1.070	1.134	1.199	1.236	1.335	1.405	
10		1.182	1.252	1.325	1.399	1.474	1.552	
11		1.233	1.370	1.449	1.530	1.613	1.697	1.784
12		1.404	1.487	1.573	1.661	1.750	1.842	1.936
13		1.514	1.604	1.696	1.791	1.888	1.987	2.088
14		1.623	1.720	1.819	1.920	2.024	2.130	2.239
15		1.732	1.835	1.941	2.049	2.160	2.273	2.389
16		1.841	1.950	2.053	2.178	2.296	2.416	2.539
17		1.949	2.065	2.184	2.306	2.430	2.558	2.688
18		2.057	2.179	2.305	2.433	2.565	2.700	2.837
19		2.164	2.293	2.425	2.561	2.699	2.841	2.986
20		2.271	2.407	2.545	2.687	2.833	2.981	3.133
21		2.378	2.520	2.655	2.814	2.966	3.122	3.281
22		2.485	2.633	2.785	2.940	3.099	3.262	3.428
23		2.591	2.745	2.904	3.066	3.231	3.401	3.574
24		2.697	2.858	3.022	3.191	3.364	3.540	3.721
25		2.803	2.970	3.141	3.316	3.496	3.679	3.866
26		2.908	3.082	3.259	3.441	3.627	3.817	4.012
27		3.014	3.193	3.377	3.566	3.758	3.956	4.157
28		3.119	3.304	3.495	3.690	3.890	4.094	4.302
29		3.224	3.416	3.612	3.814	4.020	4.231	4.447
30		3.323	3.526	3.730	3.938	4.151	4.369	4.591
31		3.433	3.637	3.847	4.061	4.281	4.506	4.735
32		3.537	3.748	3.954	4.185	4.411	4.643	4.879
33		3.641	3.858	4.080	4.308	4.541	4.778	5.023
34		3.745	3.953	4.197	4.431	4.670	4.916	5.166
35		3.849	4.078	4.313	4.553	4.800	5.052	5.309
36		3.952	4.187	4.429	4.676	4.929	5.187	5.452
37		4.055	4.297	4.545	4.798	5.058	5.323	5.594
38		4.159	4.405	4.660	4.920	5.186	5.459	5.737
39		4.262	4.516	4.776	5.042	5.315	5.594	5.879
40		4.365	4.625	4.891	5.164	5.443	5.729	6.021
41		4.467	4.733	5.006	5.286	5.571	5.864	6.161
42		4.570	4.842	5.121	5.407	5.699	5.998	6.304
43		4.672	4.951	5.236	5.528	5.827	6.133	6.445
44		4.775	5.059	5.351	5.649	5.955	6.267	6.587
45		4.877	5.167	5.465	5.770	6.082	6.401	6.727
46								6.868
47								7.009
48								7.149
49								7.290
50								7.430

74	76	78	80	82	84	86
1.872	1.962	2.054	2.148			
2.032	2.130	2.230	2.332			
2.191	2.297	2.405	2.514			
2.350	2.463	2.579	2.696			
2.508	2.629	2.752	2.877			
2.665	2.793	2.924	3.058	3.194	3.333	3.474
2.822	2.958	3.096	3.238	3.382	3.529	3.678
2.978	3.121	3.268	3.417	3.569	3.724	3.882
3.133	3.284	3.438	3.595	3.756	3.919	4.085
3.288	3.447	3.609	3.773	3.941	4.113	4.287
3.443	3.609	3.778	3.951	4.127	4.306	4.489
3.598	3.771	3.948	4.128	4.312	4.499	4.690
3.751	3.932	4.117	4.305	4.496	4.692	4.890
3.904	4.093	4.285	4.481	4.680	4.884	5.091
4.058	4.254	4.453	4.656	4.864	5.075	5.290
4.211	4.414	4.621	4.832	5.047	5.266	5.489
4.363	4.573	4.788	5.007	5.230	5.457	5.688
4.515	4.733	4.955	5.181	5.412	5.647	5.886
4.667	4.892	5.121	5.355	5.594	5.837	6.084
4.819	5.051	5.288	5.529	5.775	6.026	6.282
4.970	5.209	5.454	5.703	5.957	6.215	6.479
5.121	5.367	5.619	5.876	6.138	6.404	6.676
5.271	5.525	5.785	6.049	6.318	6.592	6.872
5.422	5.683	5.949	6.221	6.498	6.781	7.068
5.572	5.840	6.114	6.394	6.678	6.968	7.264
5.722	5.997	6.279	6.566	6.858	7.156	7.459
5.871	6.154	6.443	6.737	7.037	7.343	7.654
6.021	6.311	6.607	6.909	7.216	7.530	7.849
6.170	6.467	6.771	7.080	7.395	7.716	8.044
6.319	6.623	6.934	7.251	7.574	7.903	8.238
6.468	6.779	7.097	7.422	7.752	8.089	8.432
6.616	6.935	7.260	7.592	7.930	8.274	8.625
6.765	7.091	7.423	7.762	8.108	8.460	8.819
6.913	7.246	7.586	7.932	8.285	8.645	9.012
7.061	7.401	7.748	8.102	8.463	8.830	9.205
7.208	7.556	7.910	8.271	8.640	9.015	9.397
7.356	7.710	8.072	8.441	8.817	9.200	9.590
7.503	7.865	8.234	8.610	8.993	9.384	9.782
7.651	8.019	8.395	8.779	9.170	9.568	9.974
7.798	8.173	8.557	8.948	9.346	9.752	10.165

樹 高 m	直 徑 Cm	88	90	92	94	96	98	100
16		3.618	3.764	3.913	4.040	4.160	4.280	4.360
17		3.831	3.986	4.143	4.303	4.420	4.550	4.645
18		4.043	4.206	4.372	4.541	4.680	4.820	4.930
19		4.254	4.426	4.601	4.779	4.930	5.080	5.210
20		4.464	4.645	4.829	5.016	5.180	5.340	5.490
21		4.675	4.864	5.056	5.251	5.430	5.600	5.755
22		4.884	5.082	5.282	5.487	5.680	5.860	6.020
23		5.093	5.299	5.508	5.721	5.938	6.135	6.304
24		5.301	5.516	5.734	5.956	6.181	6.410	6.588
25		5.509	5.732	5.959	6.189	6.423	6.661	6.863
26		5.717	5.948	6.183	6.422	6.665	6.912	7.139
27		5.924	6.163	6.407	6.655	6.906	7.162	7.414
28		6.130	6.378	6.630	6.887	7.147	7.412	7.690
29		6.336	6.592	6.853	7.118	7.388	7.666	7.945
30		6.542	6.806	7.076	7.349	7.627	7.920	8.200
31		6.747	7.020	7.298	7.580	7.867	8.170	8.475
32		6.952	7.233	7.519	7.810	8.106	8.420	8.750
33		7.156	7.446	7.740	8.040	8.344	8.675	9.025
34		7.361	7.658	7.961	8.269	8.582	8.929	9.300
35		7.564	7.870	8.182	8.498	8.820	9.170	9.565
36		7.768	8.082	8.402	8.727	9.057	9.410	9.830
37		7.971	8.294	8.621	8.955	9.294	9.655	10.115
38		8.174	8.505	8.841	9.183	9.530	9.900	10.400
39		8.377	8.715	9.060	9.410	9.766	10.155	10.665
40		8.579	8.926	9.279	9.638	10.002	10.410	10.930
41		8.781	9.136	9.497	9.864	10.238	10.665	11.205
42		8.982	9.346	9.715	10.091	10.473	10.920	11.480
43		9.184	9.555	9.933	10.317	10.708	11.160	11.740
44		9.385	9.764	10.150	10.543	10.942	11.400	12.000
45		9.586	9.973	10.368	10.769	11.176	11.660	12.280
46		9.786	10.182	10.585	10.994	11.410	11.920	12.560
47		9.987	10.391	10.801	11.219	11.644	12.170	12.820
48		10.187	10.600	11.018	11.444	11.877	12.420	13.080
49		10.387	10.807	11.234	11.668	12.110	12.655	13.320
50		10.586	11.014	11.450	11.893	12.343	12.890	13.560

102	104	106	108	110	112	114
4.430	4.490	4.540	4.600	4.620	4.736	4.832
4.725	4.800	4.860	4.925	4.965	5.069	5.173
5.020	5.110	5.180	5.250	5.310	5.405	5.516
5.310	5.405	5.495	5.575	5.650	5.744	5.861
5.600	5.700	5.810	5.900	5.990	6.084	6.208
5.885	6.005	6.125	6.230	6.325	6.427	6.558
6.170	6.310	6.440	6.560	6.660	6.771	6.909
6.454	6.586	6.684	6.828	6.973	7.118	7.263
6.738	6.861	7.011	7.163	7.314	7.466	7.619
7.037	7.182	7.340	7.499	7.657	7.816	7.976
7.337	7.506	7.671	7.836	8.002	8.168	8.335
7.637	7.831	8.063	8.175	8.348	8.522	8.696
7.939	8.157	8.336	8.516	8.696	8.877	9.058
8.215	8.463	8.671	8.858	9.046	9.234	9.420
8.490	8.768	8.990	9.210	9.400	9.592	9.788
8.785	9.079	9.325	9.555	9.770	9.952	10.155
9.080	9.390	9.660	9.900	10.140	10.313	10.524
9.385	9.730	10.014	10.255	10.480	10.676	10.894
9.690	10.070	10.367	10.610	10.820	11.040	11.265
10.005	10.385	10.710	10.941	11.173	11.405	11.638
10.320	10.700	11.030	11.293	11.532	11.771	12.012
10.625	11.040	11.380	11.646	11.892	12.139	12.387
10.930	11.380	11.730	11.999	12.254	12.508	12.764
11.240	11.700	12.055	12.355	12.616	12.878	13.141
11.550	12.020	12.400	12.711	12.980	13.250	13.520
11.855	12.355	12.745	13.068	13.345	13.622	13.900
12.160	12.690	13.090	13.427	13.711	13.996	14.282
12.450	13.010	13.435	13.786	14.078	14.371	14.664
12.740	13.330	13.780	14.120	14.446	14.746	15.047
13.070	13.670	14.130	14.490	14.815	15.123	15.432
13.400	14.010	14.480	14.860	15.186	15.501	15.817
13.690	14.345	14.830	15.220	15.557	15.880	16.204
13.980	14.680	15.180	15.580	15.929	16.260	16.592
14.300	15.030	15.545	15.955	16.302	16.641	16.980
14.620	15.380	15.910	16.330	16.676	17.022	17.370
14.940	15.730	16.275	16.697	17.051	17.405	17.760
15.260	16.080	16.640	17.066	17.427	17.789	18.152
15.580	16.430	17.005	17.434	17.803	18.174	18.544
15.900	16.780	17.370	17.804	18.181	18.559	18.938
16.220	17.130	17.735	18.175	18.560	18.945	19.332

樹高 m	直徑 Cm	116	118	120	122	124	126	128
16		4.929	5.026	5.124	5.221	5.319	5.417	5.515
17		5.276	5.380	5.485	5.589	5.694	5.799	5.904
18		5.626	5.737	5.848	5.960	6.071	6.183	6.295
19		5.978	6.096	6.214	6.333	6.451	6.570	6.689
20		6.333	6.458	6.583	6.708	6.834	6.960	7.086
21		6.689	6.821	6.953	7.086	7.219	7.352	7.485
22		7.048	7.187	7.326	7.466	7.606	7.746	7.886
23		7.409	7.555	7.701	7.848	7.995	8.142	8.290
24		7.771	7.925	8.078	8.232	8.386	8.541	8.696
25		8.136	8.296	8.457	8.618	8.779	8.941	9.104
26		8.502	8.670	8.838	9.006	9.175	9.344	9.513
27		8.870	9.045	9.220	9.396	9.572	9.748	9.925
28		9.240	9.422	9.605	9.788	9.971	10.155	10.339
29		9.611	9.801	9.991	10.181	10.372	10.563	10.754
30		9.984	10.181	10.378	10.576	10.774	10.973	11.172
31		10.359	10.563	10.767	10.973	11.178	11.384	11.591
32		10.735	10.946	11.158	11.371	11.584	11.797	12.011
33		11.112	11.331	11.550	11.771	11.991	12.212	12.434
34		11.491	11.717	11.944	12.172	12.400	12.628	12.857
35		11.871	12.105	12.339	12.574	12.810	13.046	13.283
36		12.253	12.494	12.736	12.979	13.222	13.465	13.710
37		12.635	12.884	13.134	13.384	13.635	13.886	14.138
38		13.019	13.276	13.533	13.791	14.049	14.308	14.568
39		13.405	13.669	13.934	14.199	14.465	14.732	14.999
40		13.791	14.063	14.335	14.608	14.882	15.157	15.431
41		14.179	14.458	14.739	15.019	15.301	15.583	15.865
42		14.568	14.855	15.143	15.431	15.720	16.010	16.300
43		14.958	15.253	15.548	15.844	16.141	16.439	16.737
44		15.349	15.652	15.955	16.259	16.563	16.869	17.175
45		15.741	16.052	16.363	16.674	16.987	17.300	17.614
46		16.135	16.453	16.771	17.091	17.411	17.732	18.054
47		16.529	16.855	17.181	17.509	17.837	18.165	18.495
48		16.924	17.258	17.592	17.927	18.263	18.600	18.937
49		17.321	17.662	18.004	18.347	18.691	19.036	19.381
50		17.718	18.067	18.417	18.768	19.120	19.472	19.826
51		18.117	18.474	18.831	19.190	19.550	19.910	20.271
52		18.516	18.881	19.247	19.613	19.981	20.349	20.718
53		18.916	19.289	19.663	20.037	20.413	20.789	21.166
54		19.318	19.698	20.080	20.462	20.846	21.230	21.615
55		19.720	20.108	20.498	20.888	21.280	21.672	22.065

130	132	134	136	138	140	142
5.614	5.713	5.812	5.911	6.010	6.109	6.209
6.009	6.115	6.221	6.327	6.433	6.540	6.647
6.408	6.520	6.633	6.746	6.860	6.973	7.087
6.809	6.928	7.048	7.169	7.289	7.410	7.531
7.212	7.339	7.466	7.594	7.721	7.849	7.977
7.619	7.753	7.887	8.021	8.156	8.291	8.427
8.027	8.168	8.310	8.451	8.593	8.736	8.878
8.438	8.586	8.735	8.884	9.033	9.183	9.333
8.851	9.007	9.162	9.319	9.475	9.632	9.790
9.266	9.429	9.592	9.756	9.920	10.084	10.249
9.683	9.854	10.024	10.195	10.366	10.538	10.710
10.102	10.280	10.458	10.636	10.815	10.994	11.174
10.524	10.709	10.894	11.080	11.266	11.453	11.640
10.946	11.139	11.332	11.525	11.719	11.913	12.107
11.371	11.571	11.771	11.972	12.173	12.375	12.577
11.798	12.005	12.213	12.421	12.630	12.839	13.049
12.226	12.441	12.656	12.872	13.088	13.305	13.522
12.656	12.878	13.101	13.325	13.549	13.773	13.998
13.087	13.317	13.548	13.779	14.010	14.242	14.475
13.520	13.758	13.996	14.235	14.474	14.714	14.954
13.955	14.200	14.446	14.692	14.939	15.186	15.434
14.390	14.644	14.897	15.151	15.406	15.661	15.917
14.828	15.089	15.350	15.612	15.874	16.137	16.400
15.267	15.535	15.804	16.074	16.344	16.615	16.886
15.707	15.983	16.260	16.537	16.815	17.094	17.373
16.149	16.433	16.717	17.002	17.288	17.574	17.861
16.592	16.883	17.176	17.469	17.762	18.056	18.351
17.036	17.336	17.635	17.936	18.238	18.540	18.842
17.481	17.789	18.097	18.405	18.715	19.025	19.335
17.928	18.243	18.559	18.876	19.193	19.511	19.829
18.376	18.699	19.023	19.347	19.672	19.998	20.325
18.825	19.156	19.488	19.820	20.153	20.487	20.821
19.275	19.614	19.954	20.294	20.635	20.977	21.319
19.727	20.074	20.421	20.770	21.119	21.468	21.819
20.179	20.534	20.890	21.246	21.603	21.961	22.319
20.633	20.996	21.360	21.724	21.908	22.455	22.821
21.088	21.459	21.830	22.203	22.576	22.950	23.324
21.544	21.923	22.302	22.683	23.064	23.446	23.829
22.001	22.388	22.775	23.164	23.553	23.943	24.334
22.459	22.854	23.249	23.646	24.043	24.441	24.841

樹高 m	直徑 Cm	144	146	148	150
16		6.309	6.409	6.510	6.610
17		6.754	6.861	6.968	7.076
18		7.201	7.316	7.430	7.545
19		7.652	7.773	7.895	8.017
20		8.106	8.234	8.363	8.492
21		8.562	8.698	8.834	8.971
22		9.021	9.164	9.308	9.452
23		9.483	9.633	9.784	9.935
24		9.947	10.105	10.263	10.422
25		10.414	10.579	10.745	10.910
26		10.883	11.055	11.228	11.402
27		11.354	11.534	11.714	11.895
28		11.827	12.015	12.203	12.391
29		12.302	12.497	12.693	12.889
30		12.779	12.982	13.185	13.389
31		13.259	13.469	13.680	13.891
32		13.740	13.958	14.177	14.395
33		14.223	14.449	14.675	14.901
34		14.708	14.941	15.175	15.409
35		15.194	15.436	15.677	15.919
36		15.683	15.932	16.181	16.431
37		16.173	16.429	16.687	16.944
38		16.664	16.929	17.194	17.459
39		17.158	17.430	17.703	17.976
40		17.652	17.933	18.213	18.494
41		18.149	18.437	18.725	19.014
42		18.646	18.942	19.239	19.536
43		19.146	19.449	19.754	20.059
44		19.646	19.958	20.270	20.583
45		20.148	20.468	20.789	21.109
46		20.652	20.979	21.308	21.637
47		21.157	21.492	21.829	22.166
48		21.663	22.006	22.351	22.696
49		22.170	22.522	22.874	23.227
50		22.679	23.039	23.399	23.761
51		23.189	23.557	23.925	24.295
52		23.700	24.076	24.453	24.830
53		24.212	24.596	24.981	25.367
54		24.726	25.118	25.511	25.905
55		25.240	25.641	26.042	26.444

5. 材積表の適合度

実材積を V ，推定材積を $\hat{V}$ ，推定材積の標準誤差を S_v とすると，

材積表の標準誤差は真数材積について

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

によつて計算されるものである。しかし材積式の標準誤差は対数材積について

$$S_{v'} = \sqrt{\frac{\sum (\log V - \log \hat{V})^2}{n-3}}$$

によつて表わされており， S_v と $S_{v'}$ とは直接比較することはできない。

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

とおけば高次の微分を省略して

$$S_v = 10 X \log e \quad S_{v'}$$

が成立する

したがつて真数材積の百分率標準誤差は近似的に

$$S(\%) = \frac{S_v}{V} \cdot 100 = 230.26 \quad S_{v'}$$

によつて表わされる。

上式を本数の平方根で除したもので材積表の百分率標準誤差を表わすと次表のようになる

直 径 級	本 数	百分率標準誤差 (危険率 5 %)
14 ~ 40	499	0.847 [%]
42 ~ 100	1,636	0.525
102 ~ 138	130	1.746

6. 材積表使用上の注意

1. 本材積表は高知管林局管内のスギ天然生林に適用される。
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ためのものである。
3. 本材積表は胸高直径2cm，樹高1mごとに材積を掲げているが，幹材積はm³を単位とし，単位以下3位にとどめ，端数は4捨5入したものである。なお，胸高直径4～6cmの一部は単位以下4位まで示してある。
4. 本材積表の資料は胸高直径14～138cmであるが表の数値は便宜上4～150cmを示してあるので12cm以下，140cm上の材積は信ぴょう性が乏しい。
5. 本表の幹材積は，次の材積式で算出した対数の値の真数を求め，それに修正係数を乗じたものである。

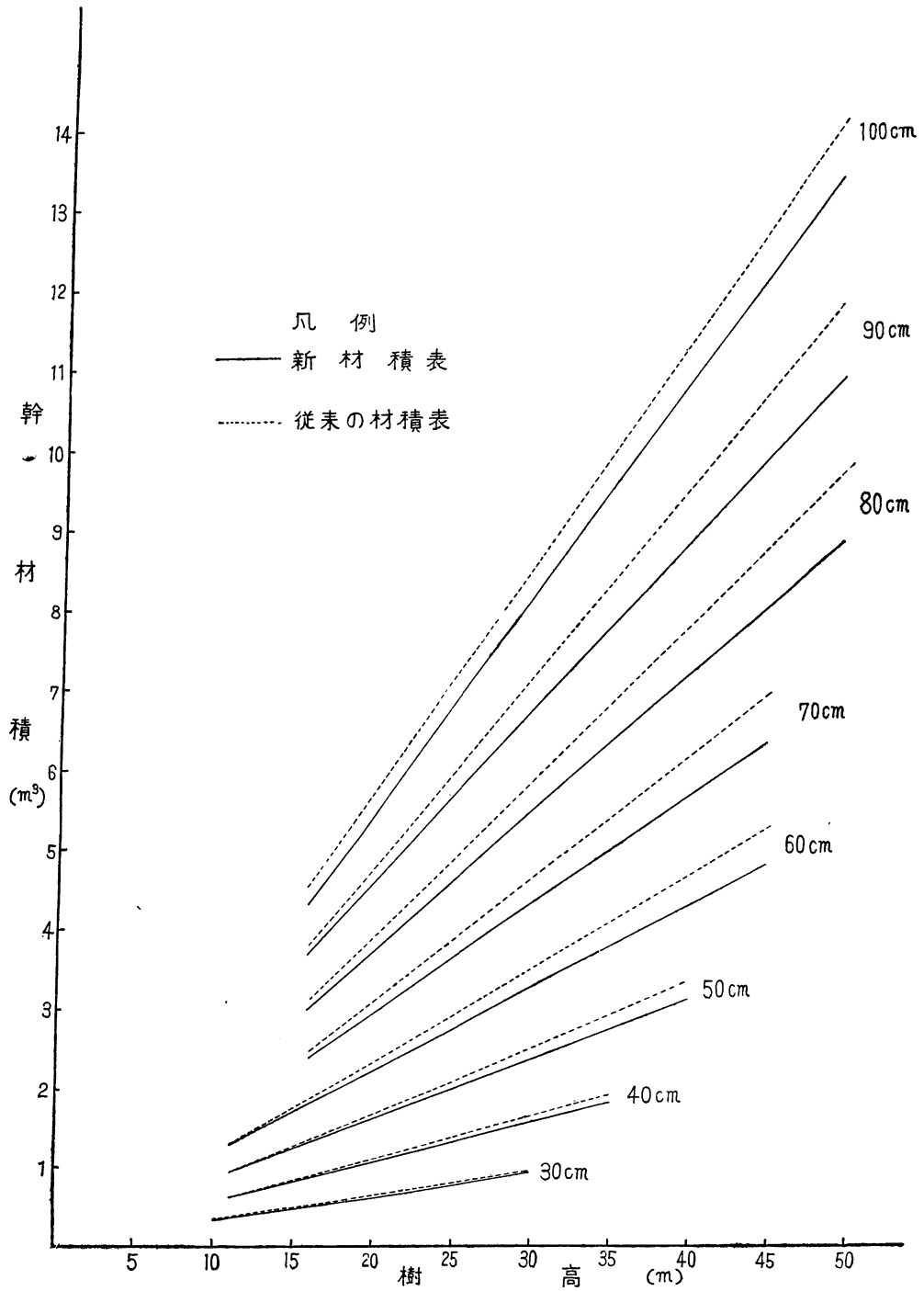
直径範囲	材 積 式	修正係数
4～40 ^{cm}	$\log v = 1.78647567 \log d + 0.95616277 \log h - 4.07583172$	1.0047
42～100	$\log v = 1.76442110 \log d + 0.94227130 \log h - 4.00959409$	1.0059
102～150	$\log v = 1.14155393 \log d + 1.12285567 \log h - 3.01813399$	1.0050

ただし v = 幹材積 (m³)， d = 胸高直径 (cm)， h = 樹高 (m)

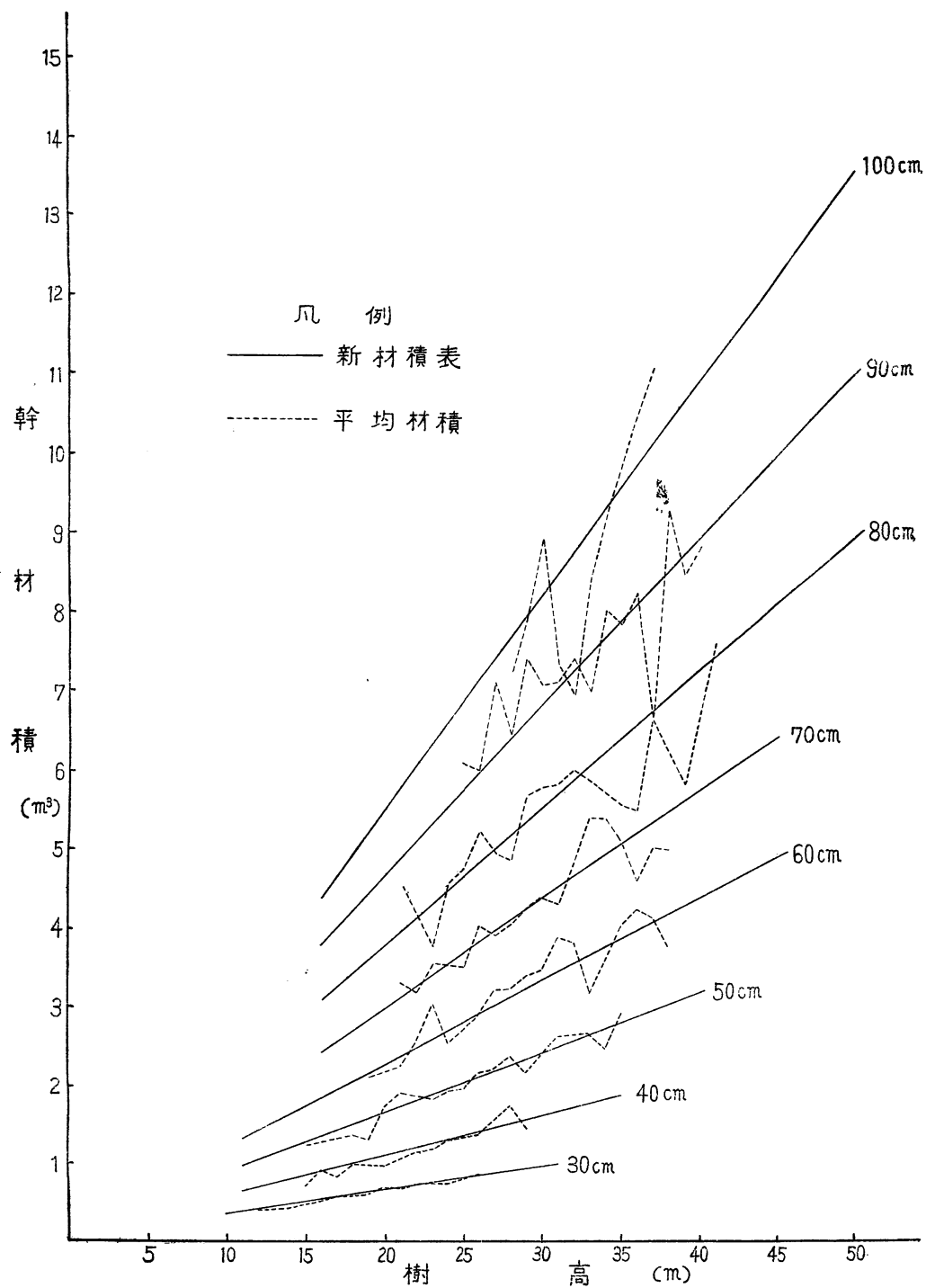
7. 結 言

本材積は最小自乗法を利用する方法を採用し，材積式は， $V = 10a d^{b1} h^{b2}$ を使用し，調製要綱に基づいて調製したものである。当局管内スギ天然生林は前にも述べたように殆ど東部経営計画区内の各事業区に分布しておるので本材積表の適用も，主としてこれらの地域に限られるものである。また資料の収集については14cm以下および138cm以上が得られず，ことに100cm以上の資料が少ないため，100cm以上の直径級を一括しておるので小径木や大径木の材積は信ぴょう性が乏しい。しかしその他の直径級に対しては資料を充分収集しておるので材積表の利用に当つてはよく適合するものと思われる。

第3図 従来の材積表との比較



第4図平均材積との比較



第 6 調製年月日および調製担当者官氏名

1. 調製年月日

昭和 35 年 2 月

2. 調製担当者官氏名

計画課長	農林技官	川 島 正 子
前計画課長	同	西 川 徹
主 査	同	都 築 和 夫 (30.12 ~ 32.3)
	同	北 本 浩 (32.4 ~)
係 官	農林技官	吉 良 牧 夫 (31.1 ~)
	同	田 所 俊 夫 (34.11 ~)
	農林事務官	本 田 良 子 (31.4 ~)
	同	松 浦 美 恵 (33.10 ~)

第 7 引用ならびに参考文献

- | | | |
|----------------------|-------------|-------|
| (1) 主要樹種立木材積表調製要綱 | 林 野 庁 | 昭和30年 |
| (2) 立木材積表調製法解説書 | 林業試験場経営部 | 昭和31年 |
| (3) 高知営林局第一次経営計画書 | | |
| (4) スネデカー 統計的方法 上下 | 岩 波 書 店 | 昭和27年 |
| (5) 嶺一三 測 樹 | 朝 倉 書 店 | 昭和27年 |
| (6) 木梨謙吉 推計学を基とした測樹学 | 〃 | 〃 29年 |
| (7) 材積表の検定について | 日本林学会誌 大友栄松 | 昭和31年 |

材積表調製業務資料 第19号

昭和35年 8月1日 印刷

昭和35年 8月10日 発行

高 知 営 林 局

スギ天然生林立木材積表調製説明書

発 行 林 野 庁

高 知 営 林 局

高 知 市 丸 の 内 9
電 話 ② - 1 1 1 1