

材積表調製業務資料 第25号

高 知 営 林 局

ヒノキ天然生林立木材積表調製説明書

昭 和 3 5 年 1 2 月

林 野 庁

高知營林局ヒノキ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	1
第 2 従来の材積表の検定	2
1. 検定の方法	3
2. 検定の結果	7
第 3 資料の収集	7
1. 資料収集地域	7
2. 資料の選定および調査方法	10
3. 資料の整理	11
第 4 採用した調製方法の根拠	15
1. $V = 10ad^2b_1hb_2$ 式による標準誤差の計算	15
2. $V = a + b_1h + b_2d^2 + b_3d^2h$ 式による標準誤差の計算	19
3. $V = a + bd^2h$ 式による標準誤差の計算	22
第 5 材積表の調製	24
1. 資料の吟味	24
2. 棄却済資料による材積式の再計算	38
3. 10cm直径級ごとの回帰係数の検定	41
4. 材積式の決定と材積表の作製	47
5. 材積表の適合度	58
6. 材積表使用上の注意	59
7. 結 言	59
第 6 調製年月日および調製担当者官氏名	62
第 7 引用ならびに参考文献	62

付 表

第1表	材積表の検定のための資料一覧表	4
第2表	材積表の適合度検定のための資料のSX, SY等	6
第3表	資料収集箇所および収集本数	7
第4表	資料収集箇所別地況林況一覧表	9
第5表	営林署別10cm直径階本数一覧表	11
第6表	直径階, 樹高階別本数表(資料棄却前)	12
第7表	材積式決定のための資料	16
第8表	平方和, 積和の計算	18
第9表	回帰係数の計算	18
第10表	平方和, 積和の計算	20
第11表	簡略Doolittle法による解法	21
第12表	平方和, 積和および相関係数の計算(資料棄却前)	24
第13表	簡略Doolittle法による解法	26
第14表	棄却資料一覧表	28
第15表	直径階, 樹高階別本数表(資料棄却後)	30
第16表	直径階, 樹高階別平均材積表	32
第17表	平方和, 積和および相関係数の計算(棄却済資料)	38
第18表	簡略Doolittle法による解法	39
第19表	重相関係数の有意性の検定	41
第20表	10cm直径級別和および二乗和など	42
第21表	直径級別平方和および積和	43
第22表	直径級別相関係数および回帰係数	43
第23表	直径級別回帰に帰因する平方和など	44
第24表	分散の一樣性の検定	44
第25表	材積式	47
第26表	材積表	48

付 図

第 1	高知営林局管内図	2
第 2	資料収集位置図	8
第 3	従来 of 材積表との比較	60
第 4	平均材積との比較	61

緒 言

当局において現に使用中のスギ、ヒノキ立木材積表は大正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なると思われるので、当局では、さきに、スギ、ヒノキ人工林およびスギ天然生林について、それぞれ資料を収集して材積表の適合度の検討を行つた結果、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、「主要樹種立木材積表調製要綱」（昭和30年9月、林野第14,745号通達）に基いて、新材積表を調製し、スギ人工林については、昭和34年4月1日から（材積表調製業務資料第14号）ヒノキ人工林（材積表調製業務資料第17号）およびスギ天然生林（材積表調製業務資料第19号）については、昭和35年4月1日から、これを実施している。

ヒノキ天然生林については、材積表適合度検討のため、昭和31年度114本、33年度680本計794本の資料を収集して、昭和34年11月、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、さらに昭和34年度1,373本の資料を収集し、総数2,167本の資料によつて、上記調製要綱に基いて、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別の御指導を賜わり、また資料収集に際し、特に便宜を与へられ、御協力をいただいた管内関係営林署長および署員各位に対し、深く謝意を表するものである。

昭和35年12月

高知営林局長 末 松 信 雄

高知営林局ヒノキ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

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。

国有林の地形は、石鎚山(1,981 m)と剣山(1,955 m)を東西の主峯として、1,500 m 前後の連峰がそびえたち、四国を南北に隔絶しておる。これらの高山に源を発する河川には吉野川、奈半利川、物部川、仁淀川、四万十川、松田川等があり、その上流地域には、スギ、ヒノキの優良造林地が多い。スギ天然生林は高知県の東部地方、すなわち奈半利川の上流地域に分布し、単純林をなしておところもあるが、ヒノキ天然生林は、おもに窪川経営計画区に分布し、ヒノキ、モミ、ツガの混交林をなしておる。

つぎに窪川経営計画区についてのべると、地勢は須崎事業区の不入山(1,336 m)が海拔最高であつて、一般には400～900 m の範囲内にある。四万十川(177 km)は矢筈峠に源を発して、不入山脈を横断し、火打山脈に併行して高岡幡多および宇和島の各地域の水を集めて、太平洋にそそいでいる。すなわち、上流から須崎、窪川、大正、川崎、中村の各事業区を曲折迂回して蛇行しており、本計画区の大部分の国有林が、本河川の水源地域に分布している。概して、須崎、窪川、大正、中村の各事業区の奥地には急傾斜地が多く、ヒノキ天然生林は、おもにこれらの急傾斜地の尾筋に分布する。

本計画区の地質は、四国を東西に延長して、本島を縦走する中央構造線の外帯、御荷鉾線の南側に位置している。基岩は大部分が中生層に位置している。本計画区の土壌形態を各事業区別に推定して歩合で示すとBA型 1～4%、BB型 11～14%、BC型 25～28%、BD型53～58%、BE型 2～3%となつておる。

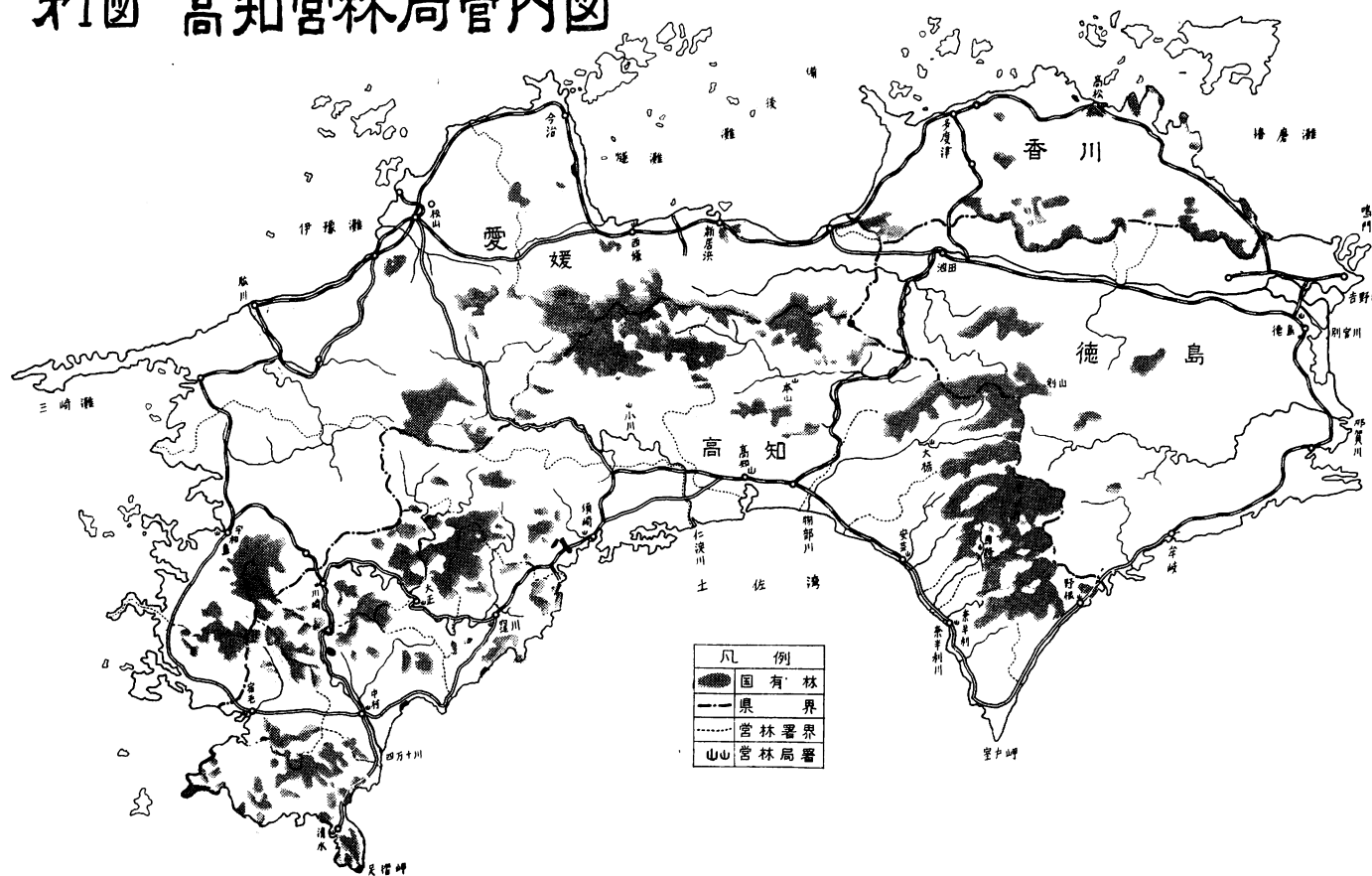
天然生林は老令な未着手林と昭和2年頃から始められた択伐による択伐林が大半を占め、特に本計画区の唯一のまとまつた未着手林の団地が大正事業区にあり、その面積6,522 ha 、蓄積1,059,694 m^3 である。針葉樹はモミ、ツガを主とし、ヒノキ、アカマツがこれに次ぎ、広葉樹はカシ、シイ、メツメ、シデ、イヌノキ、サクラ、カエデ、クリ、ナラ、トチノキ等と混交し、海拔高1,000 m 前後より針葉樹ではヒメコマツ、コウヤマキ等、広葉樹ではブナ、ヒメシヤラ等の林相となる。 ha 当り蓄積は150～250 m^3 程度である。

2. 地 域 の 決 定

本材積表は高知営林局管内ヒノキ天然生林を対象として調製した。したがつて当局管内全域から資料を収

集するのが理想であるが、蓄積の少ない営林署は、経費、時間の関係で省略した。

第1圖 高知營林局管内圖



第 2 従来の材積表の検定

1. 検 定 の 方 法

昭和31年度にヒノキ天然生林の資料680本、32年度に114本、合計794本を収集した。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
奈 半 利	12ろ	ひ の き	10本
	45は	〃	6
魚 梁 瀬	3い	〃	5
	39い	〃	18
	49い	〃	10
	128は	〃	7
	131い	〃	8
馬 路	19ろ	〃	75
	19へ	〃	11
安 芸	4ろ	〃	67
	18ろ	〃	2
須 崎	80い	〃	85
	65ろ	〃	26
窪 川	8い	〃	105
	59い	〃	75
	60い	〃	66
大 正	10い	〃	108
	11ろ	〃	22
	32い	〃	65
松 山	12は	〃	23
計			794

794本の直径階樹高階別本数一覧表は第1表のとおりで、その実測材積 $1,359.7258m^3$ で、材積表材積は $1,300.612m^3$ である。これを各直径級に分けて材積を示すと第2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を求め、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。和、二乗和等を示すと第2表のとおりである。

第1表 材積表の検定のための資料一覧表

樹高 直徑	6	7	8	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	計
6		1																												1
8	3	1	2																											6
10	1	3	2	3	2																									11
12				3	3	2																								8
14		1	3	4	5	1	2		1		1																			18
16			1	3	5	4	3	3																						19
18				1	7	1	1		2																					12
20					1	2	4	3	1			1	2																	14
22					1	5	6	5	5	4	2	2	2	2																34
24					1	3	2	3	3	8	3	4		1	1															29
26				1		2	5	2	5	7	1	1	2	1			1													28
28						5	3	5	2	5	9	2	2	2	2	1		1												36
30					1	1	2	2	6	4	7	4	4	1		1	1	1												24
32									2	4	4	6	2	10	7	1		1	1	1										38
34								1	1	2	3	6	4	3	5	3	1			1										30
36								1	1	1	1	2	6	2	1	1		4		1										17
38										2	5	3	6	5	7	4	4	3	2		1									40
40										1	1		5	8	4	4	3		3	2		1								32
42									1				2	5	3	7	5	4	7	5	2	2	1							29
44												2	2	3	3	4	7	5	2	6										34
46													2	1	3	3	2	2	2	1		2	1							19
48													1	1	4	2	2	1	3	4										18
50												1		2	5	1	5	1	2			1	1							19
52														1	1	3	8	5	3	1	3	2	1							28
54												1	3	2	1	1	2		5	3	5	6	2	1	1					32
56														1	1	1	1	4	2	1	3		1							15
58															2			4	2	3		2	1	1	2					17
60															3	3	3	3	7	3	1	3	2	2	2	2				31

樹高 直徑	6	7	8	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	計
62																	3		2	3	2	1	2	1			1			15
64																1	2		1	4	2	3	2		1					16
66																		3	3	1	4	1		1						13
68																		1	1	1	2	1		2	2					10
70																	1		1		2	1		2	2					9
72																					1	1	2	4	2					10
74																	2			4	2	1		1		1				11
76																			2		1	1	1				1			5
78																			1	2	1			1						5
80																							1							1
82																		2		1		1			1		1			6
84																		1	1	2		3	1	1		1				10
86																						1		1						2
88																			1		3	1		1						6
90																								1						1
92																							1							1
94																	1			1	1				1					4
96																														
98																												1		1
100																								1						1
102																			1											1
106																								1						1
110																				1										1
112																				1										2
114																							1				1			1
118																							1							1
128																				1										1
計	4	6	8	15	18	27	28	24	28	37	32	52	51	48	48	43	46	52	46	46	36	34	20	24	13	4	3	1		794

第2表 SX, SX²等の集計 (適合度検定のための資料)

直徑級別	樹種	本数	SX	SY	SX ²	SY ²	SXY
6~18	ひのき	75	6.457	6.4572	0.701445	0.7323582	0.7123421
20~28	〃	141	44.554	47.7352	15.308392	17.70244132	16.3933485
30~38	〃	159	111.119	119.6058	82.462379	97.04345058	88.9214237
40~48	〃	142	181.641	196.1043	241.408425	282.95646541	260.4425997
50~58	〃	111	236.050	254.0896	516.690464	605.26885798	557.0041986
60~68	〃	85	265.204	280.9446	845.016952	958.85559358	986.1993670
70~128	〃	81	455.587	454.7891	2,887.356471	2775.61029797	2,781.7143633
計							
6~128	〃	794	1,300.612	1,359.7258	4,588.944528	4,738.17034266	4,601.3876429

X = 材積表材積

Y = 実測材積

平方和, 積和の計算

n=794	X	Y
和	1,300.612	1,359.7258
平均	1.6381	1.7125
X1. SX ² など	4,588.944528	4,601.3876429
2. 補正項	2,130.467978	2,227.2993604
3. sx ² など	2,458.476550	2,374.0882825
Y1. SY ²		4,738.17034266
2. 補正項		2,328.53180250
3. sy ²		2,409.63854016

$$n = 794$$

$$\hat{b} = \frac{S_{xy}}{S_{x^2}} = 0.96567$$

$$\hat{a} = \bar{Y} - \hat{b}\bar{X} = 1.7125 - 1.5819 = 0.1306$$

$$\sum (Y - \hat{a} - \hat{b}x)^2 = S_{y^2} - \hat{b}S_{xy} = 2,409.63854016 - 2,292.55705489 = 116.9814853$$

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

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

$$= 24.675^{**} > F_{794}^2(0.01) = 4.62$$

2. 検定の結果

上述の計算によつて明らかなように、天然生林ヒノキに対しては、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、さら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）

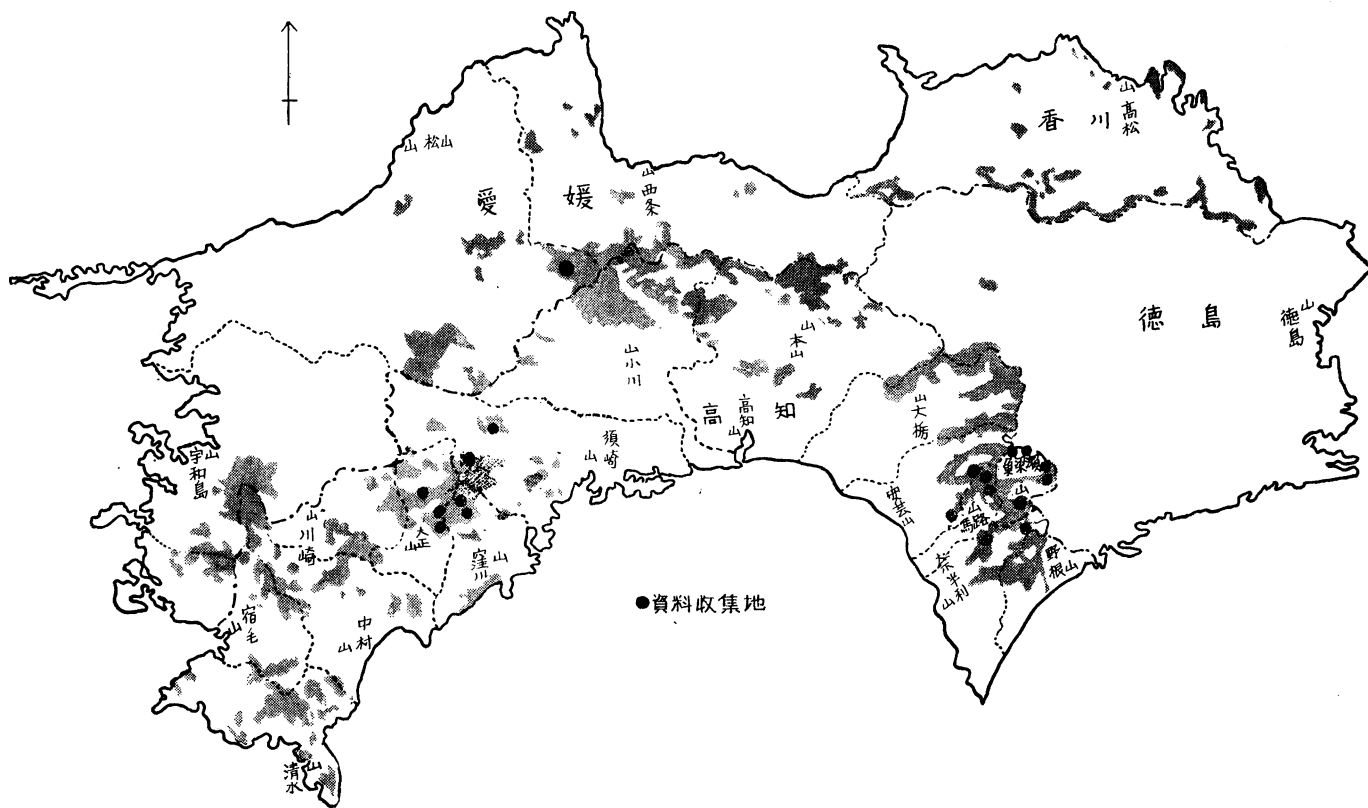
箇所ならびに収集本数は第3表のとおりであつて、直営生産の主伐ヶ所で調査した。

第3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
奈半利	奈半利	主伐	12ろ 45は	16本
魚梁瀬	魚梁瀬	〃	3い 39い 49い 128は 131い	48
馬路	馬路	〃	19ろ 19へ	86
安芸	安芸	〃	4ろ 18ろ 23い	106
小川	小川	〃	27い 59ろ 70い 89い	134
須崎	須崎	〃	65ろ 66い 80い 89ろ	231
窪川	窪川	〃	8い 14い 14ろ 58ろ 59い 60い	782
大正	大正	〃	10い 11ろ 32い 33い 60ろ	713
松山	松山	〃	12は 65は	49
西条	西条	〃	7に	2
				2,167

資料収集箇所の地況林況は第4表のとおりである。

第2図 資料収集位置図



第4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						備 考
			地 (地 位)	方 位	傾斜	基 土 岩 性	深結 合 度 湿度	林 令	面積	総蓄積	N L	別蓄積	ha L	
奈半利	12ろ	皆伐	2(1)	S E	急	砂 岩	埴 壤 土	中軟適	$\frac{172}{7 \sim 222}$	103.55	48,367	N 40.601 L 7,766	N 392 L 75	蓄積を掲上して いないのは昭和 35年4月現在 伐跡地である。
	45は	〃	2(1)	S W, S E	〃	〃	〃	〃	—	43.96	—			
魚梁瀬	3い	〃	2(2)	N	〃	〃	〃	〃	$\frac{160}{1 \sim 270}$	32.18	16,412	N 15,929 L 483	N 495 L 15	
	39い	〃	1(3)	N E	〃	砂 岩	頁 埴 壤 土	深〃	—	58.66	—			
	49い	〃	1(3)	N	〃	〃	〃	〃粗湿	160	70.90	45,944	N 39,208 L 6,736	N 553 L 95	
	128は	〃	2(3)	S	〃	〃	〃	中軟適	—	48.86	—			
	131い	〃	2(3)	S, S E	〃	〃	〃	〃	—	84.96	—			
	馬路	19へ	〃	2(2)	S N W	〃	埴 壤 土	〃	140	17.80	9,434	N 7,832 L 1,602	N 440 L 90	
安芸	4ろ	〃	2(1)	S E	〃	頁 岩	埴 壤 土	〃	60	45.64	3,606	N 3,606 L —	N 79 L —	
	18ろ	〃	2(2)	N	〃	〃	〃	〃	200	10.84	5,518	N 4,759 L 759	N 86 L 14	
	23い	〃	3(2)	N E, S W	〃	〃	〃	〃	180	54.01	13,503	N 10,262 L 3,241	N 190 L 60	
	小川	27い	〃	2(2)	N	〃	石 墨 片	埴 壤 土	〃	27.03	—			
	59ろ	〃	1・2 2・7 3・1 3・1	(2) E, N E	〃	緑 色 片	石 墨 片	埴 壤 土	$\frac{215}{65 \sim 315}$	33.27	6,154	N 3,360 L 2,794	N 101 L 84	
	70い	〃	1・1 2・7 3・2	(2) S, S W, S	〃	〃	〃	〃	$\frac{215}{95 \sim 315}$	98.53	25,125	N 13,794 L 11,331	N 140 L 115	
	89い	〃	2・8 3・2	(2) S	〃	緑 色 片	埴 壤 土	浅〃湿	$\frac{90}{50 \sim 220}$	38.50	3,272	N 770 L 2,502	N 20 L 65	
	須崎	65ろ	1・2 2・6 3・2	(1) E, N	中急	砂 岩	頁 岩	中軟適	$\frac{150}{21 \sim 210}$	32.52	4,878	N 3,577 L 1,301	N 110 L 40	
	66い	〃	1・1 2・6 3・3	(1) N, W	〃	〃	〃	〃	$\frac{150}{20 \sim 210}$	69.05	11,049	N 8,977 L 2,072	N 130 L 30	
	80い	〃	1・3 2・5 3・2	(2) N E, N W	急峻	砂 岩	粘 板 灰 埴 壤 土	〃	$\frac{167}{23 \sim 217}$	86.29	10,959	N 7,335 L 3,624	N 85 L 42	
	89ろ	〃	1・3 2・6 3・1	(1)	〃	〃	頁 岩	〃	—	26.65	—			
	窪川	8い	1・2 2・4 3・4	(1) S W, S	急	砂 岩	頁 埴 壤 土	〃	$\frac{140}{28 \sim 200}$	56.74	12,483	N 8,511 L 3,972	N 150 L 70	
	14い	〃	1・2 2・5 3・3	(1) N, N E	〃	〃	〃	〃	$\frac{130}{29 \sim 200}$	74.53	13,415	N 10,807 L 2,608	N 145 L 35	

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	深結湿 合 度	林 令	面積	総蓄積	N L	別蓄積		m 当
大 正	58ろ	皆伐	1.2 2.6 (1) 3.2	SW, W	急	砂頁墳 壤 岩岩土	" " "	157 21~207	33.72	1,349	N 1,012 L 337	N 30 L 10		
	59い	"	1.2 2.6 (1) 3.2	NE	"	" " "	" " "	150 21~200	41.68	7,502	N 5,418 L 2,084	N 130 L 50		
	60い	"	1.2 2.6 (1) 3.2	S	"	" " "	" " "	150 22~207	48.75	9,263	N 6,338 L 2,925	N 130 L 60		
	10い	"	1.3 2.6 (1) 3.1	S, S E, E	中急 2 8	" " "	" " "	130	106.26	23,909	N 6,907 L 17,002	N 65 L 160		
	11ろ	"	1.2 2.7 (1) 3.1	S, S E, SW	中急 2 8	" " "	" " "	130	8.27	2,481	N 1,406 L 1,075	N 170 L 130		
	32い	"	1.3 2.6 (1) 3.1	N, S E, NW	中急 2 8	" " "	" " "		44.76	11,861	N 6,714 L 5,147	N 150 L 115		
	33い	"	1.3 2.6 (1) 3.1	N, NE	中急 1 9	" " "	深軟適	160	61.18	19,578	N 14,072 L 5,506	N 230 L 90		
	60ろ	"	1.2 2.6 (1) 3.2	N, NW	中急 1 9	砂墳 壤 岩土	中 " "	210	97.76	25,418	N 10,754 L 14,664	N 110 L 150		
	12は	"	2 (3)	NE, S E	急	砂墳 土 壤土	" " "	150 120~200	63.62	17,814	N 8,907 L 8,907	N 140 L 140		
	65は	"	2 (1)	S	"	墳砂 壤壤 土土	深 " "	150 120~200	136.15	43,568	N 20,423 L 23,145	N 150 L 170		
西 条	7に	"	2 (2)	N	中	砂墳 壤土	中軟湿	100 20~200	10.00	1,200	N 500 L 700	N 50 L 70		

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径階、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6~128cmの範囲のものが調査された。
- (2) 胸高直径は地上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径も胸高直径と同じ要領で測定した。
- (3) 樹高およ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、区分材積および梢頭材積に分ち、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第5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第6表のとおりである。

第5表 営林署別10cm直徑級別本数一覧表

営林署	林小班	6～10	12～20	22～30	32～40	42～50	52～60	62～70	72～80	82～90	92～100	102～110	112～120	122～130	計
奈半利	12ろ			1	3	1		2		2			1		10
	45は			1	4	1									6
	魚梁瀬 3い			1		2	2								5
	39い		1		5	6	5		1						18
	49い		1	3	2	1	1	1	1						10
	128は							1		4	2				7
馬路	131い		2					1		2	1		1	1	8
	19ろ			4	15	19	21	9	4	2	1				75
	19へ						4	1	4	1		1			11
安芸	4ろ		6	19	34	7	1								67
	18ろ			2											2
	23い			5	12	11	8	1							37
小川	27い			7	25	24	8	4							68
	59ろ			1	5	2		1							9
	70い			2	11										13
	89い		12	20	6	4	1	1							44
須崎	65ろ		1	3	5	8	9	10	5	4	1	1	1		48
	66い		5	17	13	14	6	4	6	1					66
	80い	16	27	32	7	2	1								85
	89ろ				4	11	8	4	4	1					32
窪川	8い	2	23	42	99	103	51	26	8	3	1				358
	14い			1	4	4	1	2	1						13
	14ろ			1	8	4	4	4		1	1				23
	58ろ		14	50	60	44	32	31	6						237
	59い		2	16	14	12	19	10	2						75
大正	60い		3	23	8	11	17	9	4	1					76
	10い		21	82	127	80	37	24	24	16	6	5	1		423
	11ろ			2	2	3	2	7	2	2	2				22
	32い		1	7	11	14	16	7	5	6		1			68
	33い		3	49	46	37	24	19	6	3	1				188
松山	60ろ		1	2	3	2	2	1	1						12
	12は			3	2	4	9	5							23
	65は		3	7	5	6	1		3	1					26
西条	7に			1	1										2
計		18	126	404	541	437	290	185	87	50	16	8	4	1	2,167

第6表 直徑階，樹高階別本數表 (資料棄却前)

樹高 m 直徑 Cm	樹高 m 直徑 Cm																																				
	6	7	8	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	計				
6			1																														1				
8	3	1	2																														6				
10	1	3	2	3	2																												11				
12				3	3	3																											9				
14		1	3	4	6	1	4		1		1																						21				
16			2	3	6	5	4	5	2	1																							28				
18				3	1	8	5	1	2		2	1																					23				
20					3	5	8	12	3	4	3	2	4		1																		45				
22				1	1	6	12	15	7	14	3	4	4	3		1																	71				
24					1	6	5	9	5	18	8	8	1	3	2				1														67				
26				1		3	6	6	9	16	6	8	6	4		1	1	1															68				
28							6	8	10	6	10	18	10	9	6	5	1						1										90				
30		1				1	3	6	11	13	8	18	14	12	6	8	3	4															108				
32						1	2	3	8	14	10	21	14	27	12	8	5	3	1														129				
34							1	3	2	16	9	12	12	12	12	18	5	4	2	1													109				
36						1		2	2	9	6	11	15	16	9	9	3	1	2	1	1	1											89				
38									1	5	9	9	13	14	18	10	11	10	1	2	3												106				
40									1	5	10	10	18	13	16	13	6	10	4		1			1									108				
42									1	2	3	4	11	14	19	17	7	12	6	5	2	2		1									106				
44										4	2	5	5	15	11	18	15	15	6	9	2													107			

樹高 m	直径 cm	6	7	8	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	計	
46											1	2	2	6	10	9	15	9	9	6	8	3	4	1		1									86
48												1	3	3	6	13	8	8	12	4	5	2	1	1				1		1				69	
50							1					2	2	4	4	2	13	15	9	5	6	2	2	1				1						69	
52														4	3	5	10	11	17	6	3	4	4	3	2	1				1				74	
54												1	1	3	4	3	2	6	6	10	9	9	6	4	2									66	
56													1		1	4	4	4	9	6	3	9	4	2	2	1	1	1	2					54	
58											1		1			2	7	2	12	5	4	3	4	1	1	2	1							46	
60															1	1	5	5	6	10	6		4	2	3	4	3							50	
62												1		1		3	1	10	6	5	9	4	4	4	1	2		2						53	
64																	2	2		1	11	5	7	3	7	3	1	1						43	
66															1	2	2	1	4	6	11	5	1	1	2		1							37	
68														1					2	2	3	2	4	2	4	2	2							24	
70																	1	1	3	4	3	3	4	4	4	3	1				1			28	
72																		1		1	3	4	2	6	2	1			2				1	23	
74																	2	2	2	7	4	3	1	3	2	1	1							28	
76															1			1		5	2	2	2	3	2			1						19	
78																			2	4	1			1	2	1	1							12	
80																			1				1	1			1					1		5	
82																		2		2		2	1	2	1	1	1							12	
84																			1	1	2	3	4	1	3		2							17	
86																			1		3		1		3	1								9	

樹高 m	直徑 cm	6	7	8	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	計	
	cm																																		
88																			2		4	1		1		1								9	
90																									2			1							3
92																							2	1										3	
94																		1		1	1	1			1									5	
96																		1	1															2	
98																							2						1		1			4	
100																					1				1									2	
102																			1						2	1								4	
104																																			
106																										1									1
108																																			
110																				2		1												3	
112																			1									1						2	
114																									1										1
116																																			
118																									1										1
128																				1															1
計		4	7	9	18	23	40	57	70	65	129	97	141	148	174	156	177	136	162	109	123	79	74	45	57	27	18	11	6	1	2	1	1	2,167	

第 4 採用した調製方法の根拠

全資料中より各直徑階，樹高階にわたり，資料 404 本（第 7 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。

$$a \quad v = 10^a \quad db^1 \quad hb^2$$

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

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

v材積 d胸高直徑 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. $v = 10^a \quad db^1 \quad hb^2$ 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第 8 表のとおりである。なお，実測材積 v の対数は便宜上 $v \times 1000$ の 6 桁の対数を使用した。

第7表 材積式決定のための資料 (直径階, 樹高階別本数)

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	29	30	31	32	33	計
20			1	1	1	1	1	1	1	1	1																9
22		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															11
24			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1														11
26		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1												12
28					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												11
30				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											13
32				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										14
34					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									14
36						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						15
38							1	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		1					13
42						1	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	1						12
46							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			15
48								1	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	1			1	14
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	16
58											1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		13
60												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		12

樹 高 m 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	計
62										1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		13
64													1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		11
66											1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			12
68										1					1	1	1	1	1	1	1	1	1			10
70														1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			10
72															1		1	1	1	1	1	1	1		1	9
74														1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
76														1		1	1	1	1	1	1			1		8
78																1	1	1		1	1	1	1			7
80																1				1			1			3
82															1		1		1	1	1	1	1			8
84															1	1	1	1	1	1	1		1			8
86															1		1		1		1	1				5
88																1		1	1		1		1			5
90																					1			1		2
92																			1	1						2
94																	1	1	1			1				4
96																										
98																			1						1	2
計	2	3	6	8	9	12	14	17	19	19	21	20	21	24	25	26	26	24	25	21	21	15	14	8	4	404

第8表 平方和、積和の計算

n = 404	X ₁	X ₂	Y
和	678.652207	538.515753	1,302.283356
平均	1.6798322	1.3329598	3.2234737
X ₁ 1. S X ₁ ² など	1,152.22938617	912.23232203	2,215.92080712
2. 補正項	1,140.02182690	906.29593189	2,187.61750913
3. S x ₁ ² など	12.20755927	5.93639014	28.30329799
X ₂ 1. S X ₂ ² など		726.50687265	1,755.19147774
2. 補正項		720.48823697	1,739.11481543
3. S x ₂ ² など		6.01863568	16.07666231
Y 1. S Y ²			4,267.20841064
2. 補正項			4,197.87608741
3. S y ²			69.33232323

回帰係数の計算

簡略Doolittle法で回帰係数を計算すると第9表のとおりである。

第9表 回帰係数の計算

行	b ₁	b ₂	G	計	check
(1)	12.20755927	5.93639014	28.30329799	46.44724740	28.30329799
(2)		6.01863568	16.07666231	28.03168813	16.07666230
(3)	12.20755927	5.93639014	28.30329799	46.44724740	
(4)	1	0.4862880457	2.3185058834	3.8047939291	3.8047939291
(5)		3.1318401203	2.3131068446	5.4449469652	5.4449469649
(6)		1	0.73857756	1.738577564	1.73857756
(8)	(7)を(4)に代入	b ₁ =	1.959344445		
(7)		b ₂ =	0.73857756		

check

$$(1.959344445) (12.20755927) + (0.73857756) (5.93639014) = 28.30329799$$

$$(1.959344445) (5.93639014) + (0.73857756) (6.01863568) = 16.07666230$$

回帰方程式

第9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。

$$\hat{Y} = 1.9593445X_1 + 0.7385776X_2 - 1.0523905$$

回帰に帰因する平方和

$$S\hat{y}^2 = 67.32977186$$

回帰からの偏差の平方和

$$Sdyx_1x_2^2 = 2.00255137$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$syx_1x_2^2 = 0.00499389$$

$$syx_1x_2 = 0.7066739$$

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 Y の真数) $\times$ 修正係数

k = 独立変数の個数

$$\text{修正係数} = 10 \log \frac{n-1}{n} (syx_1x_2)^2 \times 1.151293 = 1.0133$$

$$\sum (V - \hat{V})^2 = 55.02021767$$

したがつて、

$$\text{標準誤差} = \sqrt{\frac{55.02021767}{404 - (2+1)}} = 0.37041534$$

2. $v = a + b_1d^2 + b_2h + b_3d^2h$ 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

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

とすれば、上式は次のように表わすことができる。

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

平方和、積和の計算

第10表 平方和、積和の計算

n = 404	X ₁	X ₂	X ₃	Y
和	90,100.7	122.407611	3,051.7419830	987.0588
平均	223.0215347	0.3029891	7.5538168	2.4432149
X ₁ 1. S X ₁ ² など	213,657.63	3,051.7419830	77,776.71814990	25,362.86473
2. 補正項	200,943.96	2,729.9533258	68,060.41804151	22,013.53684
3. S x ₁ ² など	12,713.67	321.7886572	9,716.30010839	3,349.32789
X ₂ 1. S X ₂ ² など		55.11796635	1,448.30566134	457.70420336
2. 補正項		37.08817631	924.64466715	299.06809313
3. S x ₂ ² など		18.02979004	523.66099419	158.63611023
X ₃ 1. S X ₃ ² など			38,871.28734420	12,268.21090825
2. 補正項			23,052.29982872	7,456.06133577
3. S x ₃ ² など			15,818.98751548	4,812.14957248
Y 1. S Y ²				3,925.50047450
2. 補正項				2,411.59671945
3. S y ²				1,513.90375505

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、このまま最小二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。

$$A = \begin{pmatrix} 12,713.673 & 321.7886572 & 9,716.30010839 \\ 321.7886572 & 18.02979004 & 523.66099419 \\ 9,716.30010839 & 523.66099419 & 15,818.98751548 \end{pmatrix}$$

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

$$B = D A D$$

$$\begin{pmatrix} 1.271367 & 3.217886572 & 0.971630010839 \\ 3.217886572 & 18.02979004 & 5.2366099419 \\ 0.971630010839 & 5.2366099419 & 1.581898751548 \end{pmatrix}$$

列ベクトル

$$g = \begin{pmatrix} 3,349.32789 \\ 158.63611023 \\ 4,812.14957248 \end{pmatrix}$$

$$h = Dg\lambda = \begin{pmatrix} 3.34932789 \\ 15.863611023 \\ 4.81214957248 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1} \text{とする}$$

原方程式 $A \cdot u = g$ を解くかわりに、

方程式 $B \cdot v = h$ を簡略Doolittle法で解く。

第11表 簡略Doolittle法による解法

行	b_1	b_2	b_3	G	計	check
I 1)	1.271367	3.217886572	0.9716300108	3.34932789	8.8102114728	3.34932789
2)		18.02979004	5.236609942	15.86361102	42.347897574	15.86361102
3)			1.581898752	4.812149572	12.6022882768	4.812149572
II 4)	1.271367	3.217886572	0.9716300108	3.34932789	8.8102114728	
5)	1	2.5310445937	0.7642403891	2.6344304123	6.9297153952	6.9297153951
III 6)		9.8851756278	2.7773710561	7.3863127724	20.0488594566	20.0488594563
7)		1	0.2809632485	0.7472110816	2.0281743300	2.0281743301
III 8)			0.0590006603	0.1771754915	0.2361761520	0.2361761518
9)			1	3.002940825	4.002940828	4.002940825
V 12)			$v_1 =$	0.5837200231		
11)			$v_2 =$	-0.0965049276		
10)			$v_3 =$	3.002940825		

check

$$(0.5837200231)(1.271367) + (-0.0965049276)(3.217886572) + (3.002940825)(0.9716300108) = 3.34932789$$

$$(0.5837200231)(3.217886572) + (-0.0965049276)(18.02979004) + (3.002940825)(5.236609942) = 15.86361102$$

$$(0.5837200231)(0.9716300108) + (-0.0965049276)(5.236609942) + (3.002940825)(1.581898752) = 4.812149572$$

得られた結果を元のオーダーに直すと、

回帰係数

$$\mu = Dv\lambda^{-1}$$

$$v = \begin{pmatrix} 0.58372002 \\ -0.09650493 \\ 3.00294083 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1} \quad D = \begin{pmatrix} 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01 \end{pmatrix}$$

故に

$$\mu = \begin{pmatrix} 0.058372002 \\ -0.09650493 \\ 0.300294083 \end{pmatrix}$$

回帰に帰因する平方和

$$S\hat{y}^2 = 1,487.47532904$$

回帰からの偏差の平方和

$$S_{dyx_1x_2x_3}^2 = 26.42842601$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$syx_1x_2x_3^2 = 0.06607107$$

$$syx_1x_2x_3 = 0.25704293$$

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 = 404	X	Y
和	3,051.7419830	987.0588
平均	7.5538168	2.4432
X 1. SX^2 など	38,871.28734420	12,268.21090825
2. 補正項	23,052.29982872	7,456.06133577
3. Sx^2 など	15,818.98751548	4,812.14957248
Y 1. SY^2		3,925.50047450
2. 補正項		2,411.59671945
3. Sy^2		1,513.90375505

回帰からの偏差の平方和

$$S_{dyx}^2 = Sy^2 - \frac{(Sxy)^2}{Sx^2} = 50.04372772$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$syx^2 = 0.12448688$$

$$syx = 0.35282698$$

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) $V = 10^a d^{b1} h^{b2}$	0.37041534
b) $V = a + b_1 d^2 + b_2 h + b_3 d^2 h$	0.25704293
c) $V = a + b d^2 h$	0.35282698

上表によれば、 $V = a + b_1 d^2 + b_2 h + b_3 d^2 h$ 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

平方和、積和および相関係数の計算

前掲、 $Y = a + b_1 d^2 + b_2 h + b_3 d^2 h$ 式の計算に必要な因子を算出すると第12表のとおりである。

第12表 平方和、積和および相関係数の計算（棄却前資料）

$n = 2,167$	X_1	X_2	X_3	X
和	43,552.6	475.551879	11,013.9223630	3,642.1345
平均	20.09810798	0.21945172	5.08256685	1.68072658
X_1 1. $S X_1^2$ など	931,979.32	11,013.9223630	265,106.93157288	86,948.10243
2. 補正項	875,324.86	9,557.6930158	221,359.00091192	73,200.01247
3. $S x_1^2$ など	56,654.46	1,456.2293472	43,747.93066096	13,748.08996
4. $\sqrt{S x_1^2}$ など	238.0219738	2,042.8273984	57,957.21452481	17,680.20418
5. 相関係数		0.71285	0.75483	0.77760
X_2 1. $S X_2^2$ など		178.02025908	4,476.62986132	1,415.31511178
2. 補正項		104.36067818	2,417.02421479	799.27268345
3. $S x_2^2$ など		73.65958090	2,059.60564653	616.04242833
4. $\sqrt{S x_2^2}$ など		8.58251600	2,089.80168141	637.50683537
5. 相関係数			0.98555	0.96633

$n = 2.167$	X_1	X_2	X_3	Y
X_3 1. $S X_3^2$ など			115,268.92220594	36,274.94397502
2. 補正項			55,978.99665533	18,511.39206630
3. $S x_3^2$ など			59,289.92555061	17,763.55190872
4. $\sqrt{S x_3^2}$ など			243.4952270	18,086.75585971
5. 相関係数				0.98213
Y 1. $S Y^2$				11,638.90820103
2. 補正項				6,121.43226400
3. $S y^2$				5,517.47593703
4. $\sqrt{S y^2}$				74.27971417

行列式の元の小数点の移動

$$A = \begin{pmatrix} 56,654.46 & 1,456.2293472 & 43,747.93066096 \\ 1,456.2293472 & 73.65958090 & 2,059.60564653 \\ 43,747.93066096 & 2,059.60564653 & 59,289.92555061 \end{pmatrix}$$

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

$$B = D A D = \begin{pmatrix} 5.665446 & 14.562293472 & 4.374793066096 \\ 14.562293472 & 73.65958090 & 20.5960564653 \\ 4.374793066096 & 20.5960564653 & 5.928992555061 \end{pmatrix}$$

$$\text{列ベクトル } g = \begin{pmatrix} 13,748.08996 \\ 616.04242833 \\ 17,763.55190872 \end{pmatrix}$$

$$h = D g \lambda = \begin{pmatrix} 13.74808996 \\ 61.604242833 \\ 17.76355190872 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1} \text{ とする}$$

方程式 $B \cdot v = b$ を簡略Doolittle法で解く。

第13表 Doolittle法による解法

行	b_1	b_2	b_3	G	計	check
I 1)	5.665446	14.56229347	4.374793066	13.74808996	38.350622496	13.74808996
2)		73.65958090	20.596056465	61.60424283	170.422173668	61.60424283
3)			5.928992555	17.76355191	48.663393995	17.76355191
II 4)	5.665446	14.56229347	4.374793066	13.74808996	38.350622496	
5)	1	2.570370183	0.7721886443	2.426656253	6.769215080	6.769215080
III 6)		36.22909597	9.351218813	26.266562326	71.846877111	71.846877109
7)		1	0.2581135014	0.7250129108	1.983126412	1.983126412
IV 8)			0.1371511981	0.3376785884	0.5048297880	0.5048297865
9)			1	2.680826660	3.680826671	3.680826660
V 12)			$v_1 =$	0.271587850		
11)			$v_2 =$	0.0330553549		
10)			$v_3 =$	2.680826660		

check

$$(0.27158785)(5.665446) + (0.0330553549)(14.56229347) + (2.68082666)(4.374793066) = 13.74808996$$

$$(0.27158785)(14.56229347) + (0.0330553549)(73.65958090) + (2.68082666)(20.596056465) = 61.60424283$$

$$(0.27158785)(4.374793066) + (0.0330553549)(20.596056465) + (2.68082666)(5.928992555) = 17.76355191$$

$$v_{33} = 7.2912232$$

check

$$v_{23} = -1.88196315 \quad v_{11}(5.665446) + v_{12}(14.56229347) + v_{13}(4.374793066) = 1.00000000$$

$$v_{13} = -0.7928577918 \quad v_{12}(14.56229347) + v_{22}(73.65958090) + v_{23}(20.596056465) = 1.00000000$$

$$v_{22} = 0.5133622217 \quad v_{13}(4.374793066) + v_{23}(20.596056465) + v_{33}(5.928992555) = 1.00000000$$

$$v_{21} = 0.1336996245$$

$$v_{11} = 0.4450868654$$

この表で得られた値を元のオーダーに直す

回帰係数

$$\mu = D^{-1}v = \begin{pmatrix} 0.27158785 \\ 0.0330553549 \\ 2.68082666 \end{pmatrix} \quad \text{すなわち} \begin{cases} b_1 = 0.27158785 \\ b_2 = 0.0330553549 \\ b_3 = 2.68082666 \end{cases}$$

逆行列を元のオーダーに直すには,

$$A = D^{-1} B D^{-1}$$

此处で,

$$B^{-1} = \begin{pmatrix} 0.4450868654 & 0.1336996245 & -0.7928577918 \\ 0.1336996245 & 0.51336222217 & -1.88196315 \\ -0.7928577918 & -1.88196315 & 7.2912232 \end{pmatrix}$$

$$\therefore A^{-1} = \begin{pmatrix} 0.00004450868654 & 0.001336996245 & -0.00007928577918 \\ 0.001336996245 & 0.51336222217 & -0.0188196315 \\ -0.00007928577918 & -0.0188196315 & 0.00072912232 \end{pmatrix}$$

回帰に帰因する平方和

$$S \hat{y}^2 = 5339.11692413$$

回帰からの偏差の平方和

$$S dy \cdot x_1 x_2 x_3^2 = 178.3590129$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$sy \cdot x_1 x_2 x_3^2 = 0.08245909$$

$$sy \cdot x_1 x_2 x_3 = 0.28715691$$

したがつて、回帰式 $\hat{Y} = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3$ に前記の回帰係数の値を代入すれば、

$$\hat{Y} = 0.02715879x_1 + 9.33055355x_2 + 0.26808267x_3 - 0.30020$$

たゞし、 $a = \bar{Y} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2 - b_3 \bar{x}_3$

(3) 資料の棄却

全資料 2,167本のおおのについてその推定値 $\bar{Y}$ 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。

$$E y x_1 x_2 x_3 = t \cdot sy x_1 x_2 x_3^2 \left\{ 1 - \left\{ \frac{1}{n} + C_{11} (X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22} (X_2 - \bar{X}_2)^2 + C_{33} (X_3 - \bar{X}_3)^2 \right. \right. \\ \left. \left. + 2C_{12} (X_1 - \bar{X}_1) (X_2 - \bar{X}_2) + 2C_{23} (X_2 - \bar{X}_2) (X_3 - \bar{X}_3) + 2C_{13} (X_1 - \bar{X}_1) (X_3 - \bar{X}_3) \right\} \right\}^{1/2}$$

たゞし、 C_{11} 、 C_{22} 、 C_{33} はガウスのC乗数、 $\bar{X}_1$ 、 $\bar{X}_2$ 、 $\bar{X}_3$ は、観測値 X_1 、 X_2 、 X_3 の平均値、 n は資料数、 t は自由度 $n-4$ の t 表の99%水準の値である。

この結果、棄却された資料は65本である。その一覧表は第14表のとおりでそれを除いた資料の直径階、樹高階別本数、および平均材積表は第15表のとおりである。

第14表 棄却資料一覽表

営林署	林小班	直 徑	樹 高	実材積 V	推定材積 $\hat{V}$	$V - \hat{V}$
窪 川	60㍑	57.8	22.6	1.7082	2.4481	-0.7399
	58㍑	60.2	30.1	4.5192	3.5614	0.9578
	58㍑	64.6	27.4	4.4625	3.6473	0.8152
	〃	63.0	29.4	4.7442	3.7577	0.9865
	〃	63.0	31.8	5.0239	4.0782	0.9457
	59㍑	68.8	30.4	3.7929	4.5395	-0.7466
	58㍑	67.6	30.8	5.5018	4.4606	1.0412
	8㍑	69.3	25.5	3.0725	3.8341	-0.7616
	58㍑	69.0	35.4	6.4885	5.3369	1.1516
	14㍑	72.0	28.9	3.8925	4.6724	-0.7799
	8㍑	73.2	23.2	2.9007	3.8396	0.9389
	〃	76.8	23.6	3.3969	4.2674	-0.8705
	〃	86.0	25.3	4.9069	5.6477	-0.7408
須 崎	66㍑	62.1	28.3	4.7331	3.5216	1.2115
	89㍑	69.9	28.9	5.2066	4.4317	0.7749
	66㍑	75.3	28.1	4.1544	4.9217	-0.7673
	65㍑	77.6	26.1	5.5858	4.8211	0.7647
	66㍑	79.1	36.2	6.1599	6.9618	-0.8019
	65㍑	96.7	23.3	5.2729	6.4826	1.2097
	〃	101.7	27.5	5.4141	8.4136	-2.9995
	〃	110.0	31.5	9.7637	11.1732	-1.4095
大 正	10㍑	66.3	23.9	4.5987	3.3106	1.2881
	33㍑	65.5	25.2	2.5166	3.4244	-0.9078
	10㍑	67.9	24.7	4.3314	3.5759	0.7555
	11㍑	67.9	25.8	4.4922	3.7417	0.7505
	10㍑	70.7	25.1	4.9748	3.9101	1.0647
	10㍑	69.0	26.9	4.9787	4.0211	0.9576
	11㍑	69.4	29.2	5.2044	4.4223	0.7821
	10㍑	73.0	22.6	4.6254	3.7184	0.9070
	〃	75.9	24.5	3.2028	4.3393	-1.1365
	〃	75.3	26.5	5.6584	4.6351	1.0233
	33㍑	75.9	29.4	4.1364	5.2292	-1.0928
	10㍑	77.0	25.2	5.3867	4.5856	-0.8011
	33㍑	81.7	26.9	4.1499	5.4646	-1.3147

営 林 署	林小班	直 径	樹 高	実 材 積 V	推定材積 $\hat{V}$	$V - \hat{V}$
	10い	82.0	28.5	6.7866	5.8335	0.9531
	10い	84.0	25.5	3.8410	5.4708	-1.6298
	32い	83.8	27.2	6.9521	5.7913	1.1608
	10い	86.5	25.2	4.0036	5.6863	-1.6827
	11ろ	86.0	29.2	8.7764	6.5269	2.2495
	10い	87.4	25.9	6.7658	5.9596	0.8062
	33い	89.3	31.8	9.3927	7.6253	1.7674
	10い	92.2	26.5	7.5478	6.7397	0.8081
	"	92.2	27.3	8.1817	6.9437	1.2380
	11ろ	93.7	26.2	8.9098	6.8682	2.0416
	10い	98.6	27.1	8.6366	7.8202	0.8164
	33い	98.8	35.2	8.9405	10.1899	-1.2494
	10い	100.7	25.4	8.5816	7.6298	0.9518
	"	99.3	29.4	9.4671	8.5959	0.8712
	"	101.3	22.9	7.7003	6.9607	0.7396
	"	101.1	27.5	9.5735	8.3199	1.2536
	"	102.0	29.2	10.0735	8.9810	1.0925
	"	109.3	24.3	7.4663	8.5371	-1.0708
	"	109.9	26.2	10.5157	9.2939	1.2218
馬 路	19ろ	63.0	27.0	4.1948	3.4371	0.7577
	19へ	81.8	32.2	5.7426	6.5715	-0.8289
	19ろ	84.2	31.0	5.0790	6.6680	1.5890
	"	87.1	27.3	4.3118	6.2843	-1.9725
魚 梁 瀬	128は	82.1	23.1	5.7169	4.7241	0.9928
	131い	83.9	24.5	4.3610	5.2212	-0.8602
	131い	88.4	24.2	4.8672	5.6851	-0.8179
	128は	88.4	25.7	5.2042	6.0401	-0.8359
	"	93.6	30.0	6.9303	7.8501	-0.9198
	131い	114.5	28.2	8.2570	10.8103	-2.5533
	"	127.4	24.4	7.9302	11.5159	3.5857
奈 半 利	12ろ	83.0	26.5	4.7585	5.5413	-0.7828
	"	112.1	24.4	6.2614	8.9978	-2.7364

第15表 直徑階, 樹高階別本數表 (資料棄却後)

樹高 m 直徑 Cm	6	7	8	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	計
6		1																															1
8	3	1	2																														6
10	1	3	2	3	2																												11
12				3	3	3																											9
14		1	3	4	6	1	4		1		1																						21
16			2	3	6	5	4	5	2	1																							28
18				3	1	8	5	1	2		2	1																					23
20					3	5	8	12	3	4	3	2	4		1																		45
22				1	1	6	12	15	7	14	3	4	4	3		1																	71
24					1	6	5	9	5	18	8	8	1	3	2				1														67
26				1		3	6	6	9	16	6	8	6	4		1	1	1															68
28							6	8	10	6	10	18	10	9	6	5	1						1										90
30		1				1	3	6	11	13	8	18	14	12	6	8	3	4															108
32						1	2	3	8	14	10	21	14	27	12	8	5	3	1														129
34							1	3	2	16	9	12	12	12	12	18	5	4	2	1													109
36						1		2	2	9	6	11	15	16	9	9	3	1	2	1	1	1											89
38									1	5	9	9	13	14	18	10	11	10	1	2	3												106
40									1	5	10	10	18	13	16	13	6	10	4		1				1								108
42									1	2	3	4	11	14	19	17	7	12	6	5	2	2		1									106
44										4	2	5	5	15	11	18	15	15	6	9	2												107
46										1	2	2	6	10	9	15	9	9	6	8	3	4	1		1								86
48												1	3	3	6	13	8	8	12	4	5	2	1	1			1		1				69
50							1				2	2	4	4	2	13	15	9	5	6	2	2	1				1						69
52													4	3	5	10	11	17	6	3	4	4	3	2	1				1				74
54										1	1	3	4	3	2	6	6	10	9	9	6	4	2										66
56												1			1	4	4	4	9	6	3	9	4	2	2	1	1	1	2				54
58										1		1				2	7	2	11	5	4	3	4	1	1	2	1						45
60															1	1	5	5	6	10	6		4	2	3	3	3						49

樹 高 m	6	7	8	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	計	
62											1		1		3	1	10	6	5	9	4	4	3	1	2		2						52	
64																2	2		1	11	5	5	3	6	3	1							39	
66														1	2	2	1	4	5	10	5	1	1	2		1							35	
68														1			2	2	2	1	4	2	4	1	1								20	
70																	1	1	3	3	2	2	4	2	3	1							22	
72																		1		1	3	4	2	5	2	1		2				1	22	
74																2		2	7	4	3	1	3	2	1	1	1						26	
76														1			1		4	1	2	1	2	1			1						14	
78																		2	3				1	2	1	1							10	
80																			1			1	1			1							4	
82																	1			2		1	1	1	1	1							8	
84																		1	1	1	2	2	1	3		1							12	
86																		1		1				2	1								6	
88																			1		2												5	
90																								2									2	
92																							1										1	
94																	1			1		1											3	
96																	1																	1
98																						1						1					2	
100																																	0	
102																																	0	
104																																	0	
106																									1								1	
108																																	0	
110																			1														1	
118																								1									1	
計	4	7	9	18	23	40	57	70	65	129	97	141	148	174	156	177	136	156	103	114	71	63	40	48	24	16	7	6	1	0	0	1	2,101	

第16表 直徑階，樹高階別

$\begin{matrix} H \\ \text{Dcm} \end{matrix}$	6	7	8	9	10	11	12
6		0.0108					
8	0.0172	0.0284	0.0234				
10	0.0308	0.0291	0.0355	0.0363	0.0427		
12				0.0513	0.0571	0.0654	
14		0.0589	0.0591	0.0684	0.0831	0.0873	0.0961
16			0.0916	0.0978	0.1040	0.1074	0.1239
18				0.1147	0.1352	0.1402	0.1562
20					0.1483	0.1647	0.1822
22				0.1757	0.2061	0.1978	0.2119
24					0.2456	0.2477	0.2606
26				0.2832		0.2832	0.3017
28							0.3570
30		0.2270				0.3854	0.3944
32						0.4914	0.5105
34							0.5992
36						0.6106	
38							
40							
42							
44							
46							
48							
50							
52							1.0650
54							
56							
58							
60							
62							
64							
66							
68							
70							
72							
74							
76							
78							
80							

平 均 材 積 表

13	14	15	16	17	18	19
	0.1088		0.1356			
0.1252	0.1425	0.1348				
0.1630	0.1948		0.2399	0.2392		
0.1990	0.2131	0.2265	0.2520	0.2674	0.2739	
0.2505	0.2634	0.2752	0.2990	0.3214	0.3396	0.3972
0.3032	0.2950	0.3204	0.3567	0.4164	0.3299	0.4011
0.3066	0.3424	0.3862	0.4347	0.4261	0.4618	0.4498
0.3821	0.4144	0.4631	0.4606	0.4955	0.5381	0.5375
0.4400	0.4879	0.5007	0.5206	0.5498	0.5938	0.6360
0.4863	0.5321	0.5772	0.5812	0.6479	0.6397	0.6864
0.5497	0.6873	0.6283	0.6710	0.6831	0.7337	0.7642
0.5854	0.6711	0.6880	0.7419	0.7771	0.8120	0.8802
	0.8247	0.7543	0.8872	0.8495	0.9379	0.9508
	0.8332	0.8715	0.9244	0.9573	1.0380	1.0843
	0.8540	0.9342	0.8872	0.9487	1.1081	1.1664
		0.9688	1.0488	1.1526	1.2314	1.2429
		1.0130	1.0606	1.1614	1.3184	1.3788
			1.3784	1.3616	1.4033	1.4561
			1.3512	1.4876	1.5216	1.5780
					1.6716	1.5420
			1.3889	1.5524	1.8204	1.6858
				1.7530		2.2354
		1.4073		1.9391		
			2.4328		2.4812	2.2654
						2.7977
						2.6379
						3.3361

$\frac{H}{D \cdot G}$	20	21	22	23	24	25	26	27
6								
8								
10								
12								
14								
16								
18								
20	0.3071							
22		0.4148						
24	0.4586				0.4732			
26		0.5786	0.5988	0.6334				
28	0.5780	0.5778	0.5447					
30	0.7020	0.6613	0.7795	0.7384				
32	0.7587	0.7520	0.8237	0.9103	0.8865			
34	0.8234	0.8594	0.8460	0.9501	0.9636	1.1549		
36	0.9335	0.9513	0.9096	1.3598	1.2137	1.0724	1.2994	1.3941
38	1.0040	1.0653	1.1119	1.1961	1.1500	1.2285	1.2321	
40	1.1302	1.1631	1.2429	1.3766	1.4100		1.5680	
42	1.1998	1.2826	1.3675	1.4356	1.4959	1.6673	1.7073	1.7805
44	1.3055	1.3652	1.4952	1.5074	1.6576	1.6927	1.6610	
46	1.5064	1.5221	1.6124	1.6573	1.7208	1.7237	1.9122	1.8824
48	1.5100	1.6028	1.7793	1.8172	1.8577	2.0774	2.0849	2.1656
50	1.6879	1.7335	1.8274	1.8843	2.0846	2.1495	2.2060	2.1590
52	1.8409	1.8414	1.9217	2.0369	2.2331	2.2930	2.3122	2.7286
54	1.9883	2.1277	2.0329	2.0604	2.3138	2.4820	2.6252	2.7435
56	2.1774	2.1906	2.2903	2.3856	2.5839	2.4938	2.7056	2.7304
58	2.2784	2.2897	2.3393	2.5952	2.7759	2.7854	2.8347	3.1921
60	2.1872	2.3310	2.5447	2.6509	2.9170	3.0174	2.8884	3.2831
62	2.7232	2.0638	2.6633	3.0139	3.0607	3.1063	3.2095	3.5276
64		2.5300	2.8873		3.0515	3.4230	3.6228	3.7270
66	2.6689	3.0771	2.6984	3.4138	3.1686	3.5272	3.7345	3.8852
68				3.8206	3.1734	3.7393	4.0520	4.0411
70			3.0979	3.8000	3.4849	3.7892	4.0112	4.5971
72				4.1718		4.1198	4.2158	4.7641
74			3.7832		4.3165	4.5246	4.6852	4.6340
76			3.4513		4.3878	4.5294	4.5710	4.3282
78					4.7370	4.6857		
80					4.7147			5.2482

28	29	30	31	32	33	34	37
0.5437							
	1.8334 1.8789						
1.5569		2.4265					
2.3020				2.4820		2.5658	
2.2934				2.6646			
2.4894	2.4686	2.6164			3.1703		
2.7822	2.9685						
3.2137	3.1159	3.0419	2.6285	2.7819	2.9881		
3.1222	3.0649	3.2461	3.3319				
2.9063	3.2033	2.3957	3.6524				
3.6398	3.5136	3.6929		4.1092			
3.6366	3.9553	4.0111	3.6429				
4.0542	4.2731		4.2920				
4.4583	4.2839	3.8495	4.0656				
4.1164	4.9440	4.5950	4.6306				
4.4191	4.7376	5.1852	5.4509		4.8944		5.5807
5.3843	4.6659	4.9601	5.2878	5.7002			
5.0527	5.5705			6.3985			
5.5276	5.6173	5.4596	6.5257				
5.2470			6.3152				

[illegible]

30	31	32	33	34	35	36	37
5.8562	6.7968						
	7.3955						
6.8527							
	7.3655						
			9.2621				

2. 棄却済資料による材積式の再計算

棄却済資料 2, 101 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17表 平方和、積和および相関係数の計算（棄却済資料）

n = 2,101	X_1	X_2	X_3	Y
和	41,753.3	428.382166	9,731.9624285	3,257.4494
平均	19.87306045	0.20389442	4.63206208	1.55042808
X_1 1. $S X_1^2$ など	882,311.53	9,731.9624285	229,838.74987451	76,335.50099
2. 補正項	829,765.8548	8,513.26467951	193,403.87762340	64,735.48883
3. $S x_1^2$ など	52,545.6752	1,218.69774899	36,434.87225111	11,600.01216
4. $\sqrt{S x_1^2}$ など	229.2284	1,655.63625804	46,788.11228343	14,622.64082
5. 相関係数		0.73609	0.77872	0.79329
X_2 1. $S X_2^2$ など		139.51137300	3,434.70891659	1,114.04994863
2. 補正項		87.34473115	1,984.29278666	664.17573994
3. $S x_2^2$ など		52.16664185	1,450.41612993	449.87420869
4. $\sqrt{S x_2^2}$ など		7.22264784	1,474.22399363	460.73771502
5. 相関係数			0.98385	0.97642
X_3 1. $S X_3^2$ など			86,740.47427111	28,000.82840157
2. 補正項			45,079.05412635	15,088.70784158
3. $S x_3^2$ など			41.66142014476	12,912.12055999
4. $\sqrt{S x_3^2}$ など			204.11129352	13,020.40097211
5. 相関係数				0.99168
Y 1. $S Y^2$				9,119.69360668
2. 補正項				5,050.44102502
3. $S y^2$				4,069.25258166
4. $\sqrt{S y^2}$				63.79069353

前と同様にして行列式の元の小数点を移動すれば

$$B = D A D = \begin{pmatrix} 5.25456752 & 12.1869774899 & 3.643487225111 \\ 12.1869774899 & 52.16664185 & 14.5041612993 \\ 3.643487225111 & 14.5041612993 & 4.166142014476 \end{pmatrix}$$

$$h = Dg\lambda = \begin{pmatrix} 11.60001216 \\ 44.987420869 \\ 12.91212055999 \end{pmatrix} \quad \text{ただし } \lambda = 10^{-1} \text{ とする}$$

方程式 $Bv=h$ を簡略 Doolittle 法で解くと次のとおりである。(第18表)

第18表 簡略Doolittle法による解法

行	b_1	b_2	b_3	G	計	check
I 1)	5.25456752	12.1869774899	3.6434872251	11.60001216	32.6850443950	11.60001216
2)		52.16664185	14.5041612993	44.98742087	123.8452015082	44.98742087
3)			4.1661420145	12.91212056	35.2259110989	12.91212056
II 4)	5.25456752	12.1869774899	3.6434872251	11.60001216		
5)	1	2.319311236	0.6933943110	2.20760550	6.220311048	6.220311048
III 6)		23.90124802	6.0537804394	18.083382322	48.0384107854	48.0384107814
7)		1	0.2532830267	0.756587368	2.0098703944	2.0098703947
IV 8)			0.1064488679	0.2885243105	0.3949731839	0.3949731784
9)			1	2.710449779	3.710449830	2.710449779
V 12)			$v_1 =$	0.16566596		
11)			$v_2 =$	0.070076444		
10)			$v_3 =$	2.710449779		

check

$$(0.16566596)(5.25456752) + (0.070076444)(12.18697749) + (2.710449779)(3.643487225) = 11.60001216$$

$$(0.16566596)(12.18697749) + (0.070076444)(52.16664185) + (2.710449779)(14.50416130) = 44.98742087$$

$$(0.16566596)(3.643487225) + (0.070076444)(14.50416130) + (2.710449779)(4.166142014) = 12.91212056$$

$$v_{33} = 9.39418164$$

check

$$v_{23} = -2.37938676 \quad v_{11}(5.25456752) + v_{12}(12.1869774899) + v_{13}(3.643487225) = 1.00000000$$

$$v_{13} = -0.9953336584 \quad v_{12}(12.1869774899) + v_{22}(52.16664185) + v_{23}(14.5041612993) = 1.00000000$$

$$v_{22} = 0.64449709969 \quad v_{13}(3.6434872251) + v_{23}(14.5041612993) + v_{33}(4.1661420145) = 1.00000000$$

$$v_{21} = 0.1550638782$$

$$v_{11} = 0.5208279208$$

回帰係数の計算

上記で得られた結果を元のオーダーに直すと，回帰係数 b_1 ， b_2 ， b_3 は，

$$b_1 = 0.01656660$$

$$b_2 = 0.70076444$$

$$b_3 = 0.27104498$$

またC乗数は、

$$C_{11} = 0.00005208279208$$

$$C_{22} = 0.64449709969$$

$$C_{33} = 0.000939418164$$

回帰に帰因する平方和

$$S\hat{y}^2 = 4007.19406831$$

回帰からの偏差の平方和

$$S_{dy \cdot x_1 x_2 x_3}^2 = 62.05851335$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$s_{y \cdot x_1 x_2 x_3}^2 = 0.02959395$$

$$s_{y \cdot x_1 x_2 x_3} = 0.17202892$$

回帰係数の標準偏差

$$sb_1 = s_{y \cdot x_1 x_2 x_3} \sqrt{C_{11}} = 0.00124151$$

$$sb_2 = s_{y \cdot x_1 x_2 x_3} \sqrt{C_{22}} = 0.13810581$$

$$sb_3 = s_{y \cdot x_1 x_2 x_3} \sqrt{C_{33}} = 0.00527265$$

回帰係数の有意性の検定

$$tb_1 = \frac{b_1}{sb_1} = 13.344^{**}$$

$$tb_2 = \frac{b_2}{sb_2} = 5.074^{**}$$

$$tb_3 = \frac{b_3}{sb_3} = 51.406^{**}$$

すなわち、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

$$R = 0.99235$$

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19表のとおりである。

第19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 法
回 帰	3	4,007.19406831	1,335.73135610
推 定 の 誤 差	2,098	62.05851335	0.02959395
全 体	2,101	4,069.25258166	

$$F = \frac{1,335.73135610}{0.02959395} = 45,135.28^{**}$$

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

$$r_{yx1..x2x3} = 0.28514^{**}$$

$$r_{yx2..x1x3} = 0.11019^{**}$$

$$r_{yx3..x1x2} = 0.74632^{**}$$

3. 10^{cm}直徑級別材積式の比較

調製要綱に基き資料を10^{cm}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62^{cm}以上は資料数が少いので62～128^{cm}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

第20表

10Cm直徑級別および自乗和など

直徑級 Cm	本 数	S X ₁	S X ₂	S X ₃	S Y	S X ₁ ²
6~20	144	1,633.4	3,929,410	47,569,1405	18,9539	19,627.62
22~30	404	6,364.0	28,588,714	457,429,8240	171,6882	103,674.60
32~40	541	10,084.9	69,593,181	1,305,114,6156	469,4166	192,130.09
42~50	437	9,311.3	90,405,469	1,932,732,4343	664,6779	202,053.99
52~60	288	6,871.3	88,733,763	2,122,860,2689	704,1281	166,833.21
62~128	287	7,488.4	147,131,629	3,866,256,1452	1,228,5847	197,992.02
計	2,101	41,753.3	428,382,166	9,731,962,4285	3,257,4494	882,311.53

直徑級 Cm	S X ₂ ²	S X ₃ ²	S Y ²	S X ₁ X ₂	S X ₁ X ₃	S X ₁ Y
6~20	0.12453957	20.46746545	3.21489083	47,569,1405	603,248,28267	239,61783
22~30	2.12095179	575.88915546	80.69024276	457,429,8240	7,563,563,51508	2,829,59006
32~40	9.19971127	3,342.18280220	435.48086612	1,305,114,6156	25,007,156,51574	8,986,63885
42~50	18.99571166	8,902.23864448	1,057.74384809	1,932,732,4343	42,083,718,86349	14,473,26206
52~60	27.66101686	16,194.08542307	1,790.82760435	2,122,860,2689	51,679,147,78791	17,140,19351
62~128	81.40944185	57,705.61078045	5,751.73615453	3,866,256,1452	102,901,914,90962	32,666,19868
計	139.51137300	86,740.47427111	9,119.69360668	9,731,962,4285	229,838,749,87451	76,355,50099

直徑級 Cm	S X ₂ X ₃	S X ₂ Y	S X ₃ Y
6~20	1,564,234,07	0,618,619,31	8,077,390,13
22~30	34,394,333,20	12,857,564,10	214,575,856,45
32~40	173,502,707,21	62,369,150,89	1,200,632,534,48
42~50	407,453,682,61	139,907,443,88	3,056,428,622,78
52~60	663,521,052,93	219,849,854,63	5,364,953,253,30
62~128	2,154,272,906,57	678,447,315,82	18,156,160,744,43
計	3,434,708,916,59	1,114,049,948,63	28,000,828,401,57

第21表 直徑級別平方和および積和

直徑級 C_m	本数	$S x_1^2$	$S x_2^2$	$S x_3^2$	$S y^2$	$S x_1 x_2$
6~20	144	1099.87305556	0.01731552	4.75341595	0.72009690	2.99762457
22~30	404	3425.84752475	0.09789593	57.96330426	7.72777242	7.08681436
32~40	541	4135.25079482	0.24738069	193.70930701	28.17597822	7.81282065
42~50	437	3655.116568	0.29285394	354.28747415	46.76739329	6.43393659
52~60	288	2893.05829861	0.32184778	546.39194495	69.31239182	5.78976299
62~128	287	2604.79156794	5.98185909	5622.20806703	492.43174661	27.29973195
6~128	2,101	52545.6752	52.16664185	41661.42014476	4069.25258166	1218.69774899

$S x_1 x_3$	$S x_1 y$	$S x_2 x_3$	$S x_2 y$	$S x_3 y$
63.66887925	24.62268931	0.26618785	0.10141345	1.81613505
357.91153504	125.07593921	2.02470346	0.70819567	20.18154182
678.22788192	236.14075510	5.61531775	1.98431834	68.20653512
902.36528751	310.75558341	7.61482186	2.40053934	116.73861021
1030.50276576	340.62610191	9.46070574	2.90563259	174.79503185
2023.61345938	609.98381073	172.22215833	48.60875040	1605.55744817
36434.87225111	11600.01216	1450.41612993	449.87420869	12912.12055999

第22表 直徑級別相関係数および回帰係数

直徑級 C_m	r_{x1x2}	r_{x1x3}	r_{x1y}	r_{x2x3}	r_{x2y}	x_3y	b_1	b_2	b_3
6~20	0.68689	0.88055	0.87492	0.92783	0.90820	0.98163	0.00201923	0.35600997	0.33508684
22~30	0.38698	0.80318	0.76871	0.84997	0.81422	0.95357	0.00808959	1.73146183	0.23774503
32~40	0.24427	0.75779	0.69180	0.81118	0.75160	0.92323	-0.01648444	-2.22435280	0.47430445
42~50	0.19665	0.79296	0.75162	0.74758	0.64865	0.90691	0.04483989	3.65830858	0.13666666
52~60	0.18974	0.81963	0.76067	0.71342	0.61519	0.89820	0.05748548	3.61919679	0.14882345
62~128	0.21870	0.52880	0.53859	0.93911	0.89562	0.96494	0.02273942	0.30490816	0.26804944
6~128	0.73609	0.77872	0.79329	0.98385	0.97642	0.99168	0.01656660	0.70076444	0.27104498

第23表 直徑級別回帰に帰因する平方和など

直 径 級 C_m	$S\hat{y}^2$	$Sdy.x_1x_2x_3^2$	$sy.x_1x_2x_3^2$	R
6 ~ 20	0.69438603	0.02571087	0.00018365	0.98198537
22 ~ 30	7.03608810	0.69168432	0.00172921	0.95419794
32 ~ 40	24.04419096	4.13178726	0.00769420	0.92377368
42 ~ 50	38.67043579	8.09695750	0.01869967	0.90932253
52 ~ 60	56.11071079	13.20168103	0.04648479	0.89974086
62 ~ 128	459.06065758	33.37108903	0.11791904	0.96552165
6 ~ 128	4007.19406831	62.05851335	0.02959395	0.99235

分散の一様性の検定

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様であるか、どうかを検定するためパートレットの検定を行った。(第24表)

第24表 分散の一様性の検定

直徑級 C_m	$Sdy.x_1x_2x_3^2$	本数 本	自由度	$sy.x_1x_2x_3^2 = si^2$	$\log si^2$	$fi \log si^2$	$\frac{1}{fi}$
6~20	0.02571087	144	140	0.00018365	-3.736091	-523.0412740	0.0071429
22~30	0.69168432	404	400	0.00172921	-2.7621523	-1104.8609200	0.0025000
32~40	4.13178726	541	537	0.00769420	-2.1138365	-1135.1839005	0.0018622
42~50	8.09695750	437	433	0.01869967	-1.7281661	-748.2959213	0.0023095
52~60	13.20168103	288	284	0.04648479	-1.3326891	-378.4837044	0.0035211
62~128	33.37108903	287	283	0.11791904	-0.9284160	-262.7417280	0.0035336
計							
6~128	59.51891001		2077			-4152.5537482	0.0208693
22~128	59.49319914		1937			-3629.5661742	0.0137264
6~60	26.14782098		1794			-3889.8657202	0.0173357
22~60	26.12211011		1654			-3366.8244462	0.0101928
22~50	12.92042908		1370			-2988.3407418	0.0066717
22~40	4.82347158		937			-2240.0448205	0.0043622

$= q^2$

$= f$

$= \sum fi \log si^2$

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

〔1〕 6～128Cm直徑級を一括した場合

第24表から

$$S^2 = \frac{q^2}{f} = 0.0286562$$

$$\log s^2 \cdot f = -3,204.3569678$$

$$x^2 = \frac{1}{M} [\log s^2 \cdot f - \sum f \log s_i] = 2,183.318$$

補正項

$$C = 1 + \frac{1}{3(K-1)} \left(\sum \frac{1}{fi} - \frac{1}{f} \right) = 1.00136$$

$$\text{補正した } \chi^2 = \chi^2 C = 2,180.353^{**} > P(\chi^2)_{0.01} = 15.086 \quad d.f. = 5$$

有意差あり，6～128Cmは一括できない。

〔2〕 22～128Cm直徑級を一括した場合

$$\chi^2 = 1,610.760$$

$$\text{補正項 } C = 1.00110$$

$$\text{補正した } \chi^2 = \chi^2 C = 1,608.990^{**} > P(\chi^2)_{0.01} = 13.277 \quad d.f. = 4$$

有意差あり，32～128Cmは一括できない。

〔3〕 6～60Cm直徑級を一括した場合

$$\chi^2 = 1,370.822$$

$$\text{補正項 } C = 1.00140$$

$$\text{補正した } \chi^2 = x^2 C = 1,368.906^{**} > P(\chi^2)_{0.01} = 13.277 \quad d.f. = 4$$

有意差あり，6～60Cmは一括できない。

〔4〕 22～60Cm直徑級を一括した場合

$$\chi^2 = 891.210$$

$$\text{補正項 } C = 1.00107$$

$$\text{補正した } \chi^2 = \chi^2 C = 890.257^{**} > P(\chi^2)_{0.01} = 11.341 \quad d.f. = 3$$

有意差あり，22～60Cmは一括できない。

〔5〕 22～50Cm直徑級を一括した場合

$$\chi^2 = 491.442$$

$$\text{補正項 } C = 1.000990$$

$$\text{補正した } \chi^2 = \chi^2 C = 490.956^{**} > P(\chi^2)_{0.01} = 9.210 \quad d.f. = 2$$

有意差あり，22～50Cmは一括できない。

[6] 22~40cm直徑級を一括した場合

$$\chi^2 = 220.541$$

$$\text{補正項 } C = 1.00110$$

$$\text{補正した}\chi^2 = \chi^2 C = 220.299^{**} > P(\chi^2)_{0.01} = 6.635 \quad d.f = 1$$

有意差あり，22~40cmは一括できない。

以上各直徑級を一括して分散の一樣性の検定を行つた結果，いずれも一樣であるとは認められなかつた。
この結果6つの直徑級にはそれぞれ別の材積式を適用する必要がある。

4. 材積式の決定と材積表の作製

$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$ に第22表に示した回帰係数 b_1, b_2, b_3 の値を入れると次のようになる。

第25表 材 積 式

直 径 級	本 数	材 積 式
4 ~ 20 cm	144	$Y = 0.00201923X_1 + 0.35600997X_2 + 0.33508684X_3 - 0.01169$
22 ~ 30	404	$Y = 0.00808959X_1 + 1.73146183X_2 + 0.23774503X_3 - 0.09417$
32 ~ 40	541	$Y = -0.01648444X_1 - 2.22435280X_2 + 0.47430445X_3 + 0.31689$
42 ~ 50	437	$Y = 0.04483989X_1 + 3.65830858X_2 + 0.13666666X_3 - 0.79568$
52 ~ 60	288	$Y = 0.05748548X_1 + 3.61919679X_2 + 0.14882345X_3 - 1.13871$
62 ~ 140	287	$Y = 0.02273942X_1 + 0.30490816X_2 + 0.26804944X_3 - 0.07981$

第25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た所、各々の直径級の境に不連続な点が認められたので、直径40~42 cm 、50~52 cm 、60~62 cm の材積を5点平均法で修正した。

第26表 材

樹 高 m	直 徑 cm	4	6	8	10	12	14	16
3				0.003	0.008			
4			0.0025	0.007	0.013	0.021	0.030	0.040
5		0.0017	0.0057	0.011	0.019	0.028	0.038	0.050
6		0.0042	0.0090	0.016	0.024	0.035	0.047	0.061
7		0.0068	0.012	0.020	0.029	0.041	0.055	0.072
8		0.0093	0.015	0.024	0.035	0.048	0.064	0.082
9		0.012	0.019	0.028	0.040	0.055	0.073	0.093
10		0.014	0.022	0.032	0.046	0.062	0.081	0.103
11			0.025	0.036	0.051	0.069	0.090	0.114
12			0.028	0.041	0.056	0.076	0.098	0.125
13			0.032	0.045	0.062	0.082	0.107	0.135
14				0.049	0.067	0.089	0.116	0.146
15				0.053	0.072	0.096	0.124	0.156
16						0.103	0.133	0.167
17						0.110	0.141	0.178
18						0.117	0.150	0.188
19						0.123	0.158	0.199
20						0.130	0.167	0.209
21								0.220
22								0.231
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
0.064	0.080					
0.077	0.095	0.107	0.136	0.168	0.202	0.239
0.090	0.111	0.127	0.158	0.192	0.229	0.268
0.103	0.126	0.146	0.180	0.216	0.255	0.298
0.116	0.141	0.166	0.202	0.240	0.282	0.327
0.129	0.157	0.186	0.223	0.265	0.309	0.357
0.141	0.172	0.205	0.245	0.289	0.336	0.386
0.154	0.188	0.225	0.267	0.313	0.362	0.416
0.167	0.203	0.244	0.289	0.337	0.389	0.445
0.180	0.218	0.264	0.311	0.361	0.416	0.474
0.193	0.234	0.284	0.332	0.385	0.443	0.504
0.206	0.249	0.303	0.354	0.409	0.469	0.533
0.219	0.265	0.323	0.376	0.434	0.496	0.563
0.232	0.280	0.342	0.398	0.458	0.523	0.592
0.244	0.296	0.362	0.419	0.482	0.549	0.622
0.257	0.311	0.382	0.441	0.506	0.576	0.651
0.270	0.326	0.401	0.463	0.530	0.603	0.681
0.283	0.342	0.421	0.485	0.554	0.630	0.710
		0.440	0.507	0.579	0.656	0.740
		0.460	0.528	0.603	0.683	0.769
		0.480	0.550	0.627	0.710	0.799
		0.499	0.572	0.651	0.737	0.828
				0.675	0.763	0.858
					0.790	0.887
					0.817	0.917
					0.843	0.946

樹 高 m	直 徑 cm	32	34	36	38	40	42	44
6		0.282	0.290	0.299	0.308	0.305	0.330	0.364
7		0.314	0.328	0.344	0.360	0.365	0.395	0.434
8		0.346	0.367	0.388	0.412	0.424	0.460	0.504
9		0.378	0.405	0.433	0.464	0.483	0.525	0.574
10		0.410	0.443	0.478	0.516	0.543	0.590	0.644
11		0.442	0.482	0.523	0.568	0.602	0.655	0.714
12		0.474	0.520	0.568	0.620	0.661	0.721	0.784
13		0.506	0.558	0.613	0.672	0.721	0.785	0.854
14		0.538	0.597	0.658	0.724	0.780	0.851	0.924
15		0.570	0.635	0.703	0.776	0.839	0.916	0.982
16		0.602	0.673	0.748	0.828	0.899	0.981	1.053
17		0.635	0.712	0.793	0.880	0.958	1.046	1.125
18		0.667	0.750	0.838	0.932	1.017	1.111	1.196
19		0.699	0.788	0.883	0.984	1.077	1.176	1.267
20		0.731	0.827	0.928	1.036	1.136	1.241	1.339
21		0.763	0.865	0.973	1.088	1.195	1.306	1.410
22		0.795	0.903	1.018	1.140	1.255	1.371	1.481
23		0.827	0.942	1.063	1.192	1.327	1.435	1.552
24		0.859	0.980	1.108	1.244	1.387	1.504	1.624
25		0.891	1.018	1.153	1.296	1.446	1.573	1.695
26		0.923	1.057	1.198	1.348	1.506	1.642	1.766
27		0.955	1.095	1.243	1.400	1.565	1.711	1.838
28		0.987	1.133	1.288	1.452	1.624	1.780	1.909
29		1.020	1.172	1.333	1.504	1.684	1.849	1.980
30		1.052	1.210	1.378	1.555	1.743	1.918	2.052
31							1.987	2.123
32							2.056	2.194
33							2.125	2.265
34							2.194	2.337
35							2.263	2.408
36							2.332	2.479
37							2.401	2.551
38								
39								
40								

46	48	50	52	54	56	58
0.421	0.474	0.495				
0.495	0.552	0.580				
0.568	0.630	0.665				
0.642	0.709	0.750	0.808	0.856	0.934	1.047
0.716	0.787	0.835	0.900	0.954	1.038	1.154
0.790	0.866	0.921	0.992	1.053	1.142	1.262
0.864	0.945	1.007	1.083	1.152	1.246	1.369
0.937	1.023	1.092	1.175	1.251	1.350	1.477
1.011	1.102	1.178	1.266	1.350	1.454	1.584
1.085	1.192	1.263	1.358	1.430	1.559	1.692
1.159	1.268	1.349	1.450	1.531	1.663	1.800
1.232	1.345	1.434	1.541	1.632	1.767	1.907
1.306	1.421	1.520	1.633	1.733	1.871	2.015
1.380	1.497	1.605	1.724	1.833	1.975	2.122
1.454	1.574	1.691	1.816	1.934	2.079	2.230
1.527	1.650	1.776	1.908	2.035	2.184	2.337
1.601	1.726	1.862	1.999	2.136	2.288	2.445
1.675	1.803	1.948	2.091	2.237	2.392	2.552
1.749	1.879	2.033	2.183	2.338	2.496	2.660
1.822	1.955	2.119	2.274	2.439	2.600	2.768
1.896	2.032	2.204	2.366	2.540	2.704	2.875
1.970	2.108	2.290	2.458	2.640	2.809	2.983
2.044	2.184	2.375	2.549	2.741	2.913	3.090
2.117	2.261	2.461	2.641	2.842	3.017	3.198
2.191	2.337	2.546	2.732	2.943	3.121	3.305
2.265	2.413	2.632	2.824	3.044	3.225	3.413
2.339	2.490	2.718	2.916	3.145	3.329	3.520
2.412	2.566	2.803	3.007	3.246	3.433	3.628
2.486	2.642	2.889	3.099	3.347	3.538	3.735
2.560	2.719	2.974	3.191	3.448	3.642	3.843
2.634	2.795	3.060	3.282	3.548	3.746	3.951
2.707	2.871	3.145	3.374	3.649	3.850	4.058
			3.466	3.750	3.954	4.166
			3.558	3.851	4.058	4.273
			3.650	3.952	4.163	4.381

樹 高 m	直 徑 Cm	60	62	64	66	68	70	72
9		1.110	1.185	1.238	1.309	1.381	1.456	
10		1.226	1.308	1.370	1.448	1.528	1.610	
11		1.343	1.432	1.503	1.588	1.675	1.765	1.857
12		1.459	1.555	1.635	1.727	1.821	1.919	2.019
13		1.575	1.679	1.768	1.867	1.968	2.073	2.180
14		1.691	1.802	1.901	2.006	2.115	2.227	2.342
15		1.808	1.925	2.033	2.146	2.261	2.381	2.504
16		1.924	2.048	2.166	2.285	2.408	2.535	2.665
17		2.040	2.172	2.298	2.425	2.555	2.689	2.827
18		2.156	2.295	2.431	2.564	2.702	2.843	2.989
19		2.272	2.418	2.563	2.704	2.848	2.997	3.150
20		2.389	2.541	2.696	2.843	2.995	3.151	3.312
21		2.505	2.665	2.828	2.983	3.142	3.305	3.474
22		2.621	2.788	2.961	3.122	3.288	3.459	3.636
23		2.737	2.911	3.093	3.262	3.435	3.614	3.797
24		2.854	3.035	3.226	3.401	3.582	3.768	3.959
25		2.970	3.158	3.358	3.541	3.728	3.922	4.121
26		3.086	3.281	3.491	3.680	3.875	4.076	4.282
27		3.202	3.404	3.623	3.820	4.022	4.230	4.444
28		3.318	3.528	3.756	3.959	4.168	4.384	4.606
29		3.435	3.651	3.889	4.099	4.315	4.538	4.767
30		3.551	3.774	4.021	4.238	4.462	4.692	4.929
31		3.667	3.898	4.154	4.378	4.608	4.846	5.091
32		3.783	4.021	4.286	4.517	4.755	5.000	5.253
33		3.899	4.144	4.419	4.657	4.902	5.154	5.414
34		4.016	4.267	4.551	4.796	5.048	5.308	5.576
35		4.132	4.391	4.684	4.936	5.195	5.463	5.738
36		4.248	4.514	4.816	5.075	5.342	5.617	5.899
37		4.364	4.637	4.949	5.215	5.489	5.771	6.061
38		4.481	4.761	5.081	5.354	5.635	5.925	6.223
39		4.597	4.884	5.214	5.494	5.782	6.079	6.384
40		4.713	5.007	5.346	5.633	5.929	6.233	6.546
41								6.708
42								6.870
43								7.031
44								7.193
45								7.355

74	76	78	80	82	84	86
1.952	2.050	2.150	2.253	2.358	2.466	2.577
2.121	2.227	2.336	2.447	2.561	2.678	2.798
2.291	2.405	2.521	2.641	2.764	2.890	3.019
2.460	2.582	2.707	2.835	2.967	3.102	3.240
2.630	2.760	2.893	3.030	3.170	3.313	3.461
2.800	2.937	3.079	3.224	3.373	3.525	3.682
2.969	3.115	3.265	3.418	3.576	3.737	3.903
3.139	3.292	3.450	3.613	3.779	3.949	4.124
3.308	3.470	3.636	3.807	3.982	4.161	4.344
3.478	3.648	3.822	4.001	4.185	4.373	4.565
3.647	3.825	4.008	4.195	4.388	4.585	4.786
3.817	4.003	4.194	4.390	4.591	4.797	5.007
3.986	4.180	4.380	4.584	4.794	5.008	5.228
4.156	4.358	4.565	4.778	4.997	5.220	5.449
4.325	4.535	4.751	4.973	5.200	5.432	5.670
4.495	4.713	4.937	5.167	5.403	5.644	5.891
4.664	4.891	5.123	5.361	5.606	5.856	6.112
4.834	5.068	5.309	5.555	5.809	6.068	6.333
5.003	5.246	5.495	5.750	6.012	6.280	6.554
5.173	5.423	5.680	5.944	6.214	6.492	6.775
5.342	5.601	5.866	6.138	6.417	6.703	6.996
5.512	5.778	6.052	6.333	6.620	6.915	7.217
5.681	5.956	6.238	6.527	6.823	7.127	7.438
5.851	6.134	6.424	6.721	7.026	7.339	7.659
6.020	6.311	6.609	6.916	7.229	7.551	7.880
6.190	6.489	6.795	7.110	7.432	7.763	8.101
6.360	6.666	6.981	7.304	7.635	7.975	8.322
6.529	6.844	7.167	7.498	7.838	8.187	8.543
6.699	7.021	7.353	7.693	8.041	8.398	8.764
6.868	7.199	7.539	7.887	8.244	8.610	8.985
7.038	7.376	7.724	8.081	8.447	8.822	9.206
7.207	7.554	7.910	8.276	8.650	9.034	9.427
7.377	7.732	8.096	8.470	8.853	9.246	9.648
7.546	7.909	8.282	8.664	9.056	9.458	9.869
7.716	8.087	8.468	8.858	9.259	9.670	10.090

樹高 m	直径 Cm	88	90	92	94	96	98	100
11		2.690	2.806	2.924	3.045	3.169	3.295	3.424
12		2.920	3.045	3.174	3.305	3.438	3.575	3.715
13		3.150	3.285	3.423	3.564	3.708	3.855	4.005
14		3.381	3.525	3.673	3.824	3.978	4.135	4.296
15		3.611	3.765	3.923	4.083	4.248	4.416	4.587
16		3.841	4.005	4.172	4.343	4.518	4.696	4.878
17		4.072	4.245	4.422	4.603	4.787	4.976	5.169
18		4.302	4.485	4.671	4.862	5.057	5.256	5.459
19		4.532	4.725	4.921	5.122	5.327	5.536	5.750
20		4.763	4.964	5.171	5.381	5.597	5.817	6.041
21		4.993	5.204	5.420	5.641	5.866	6.097	6.332
22		5.223	5.444	5.670	5.901	6.136	6.377	6.622
23		5.454	5.684	5.919	6.160	6.406	6.657	6.913
24		5.684	5.924	6.169	6.420	6.676	6.937	7.204
25		5.914	6.164	6.419	6.679	6.946	7.217	7.495
26		6.145	6.404	6.668	6.939	7.215	7.498	7.786
27		6.375	6.643	6.918	7.198	7.485	7.778	8.076
28		6.605	6.883	7.168	7.458	7.755	8.058	8.367
29		6.836	7.123	7.417	7.718	8.025	8.338	8.658
30		7.066	7.363	7.667	7.977	8.294	8.618	8.949
31		7.296	7.603	7.916	8.237	8.564	8.898	9.240
32		7.526	7.843	8.166	8.496	8.834	9.179	9.530
33		7.757	8.083	8.416	8.756	9.104	9.459	9.821
34		7.987	8.322	8.665	9.016	9.374	9.739	10.112
35		8.217	8.562	8.915	9.275	9.643	10.019	10.403
36		8.448	8.802	9.164	9.535	9.913	10.299	10.694
37		8.678	9.042	9.414	9.794	10.183	10.579	10.984
38		8.908	9.282	9.664	10.054	10.453	10.860	11.275
39		9.139	9.522	9.913	10.314	10.722	11.140	11.566
40		9.369	9.762	10.163	10.574	10.992	11.420	11.857
41		9.599	10.001	10.413	10.833	11.262	11.700	12.147
42		9.830	10.241	10.662	11.092	11.532	11.980	12.438
43		10.060	10.481	10.912	11.352	11.801	12.261	12.729
44		10.290	10.721	11.161	11.611	12.071	12.541	13.020
45		10.521	10.961	11.411	11.871	12.341	12.821	13.311

102	104	106	108	110	112	114
4.762	4.940	5.122	5.307	5.495	5.687	5.883
5.063	5.253	5.446	5.642	5.842	6.046	6.254
5.365	5.565	5.769	5.978	6.189	6.405	6.625
5.667	5.878	6.093	6.313	6.537	6.764	6.996
5.968	6.191	6.417	6.648	6.884	7.123	7.367
6.270	6.503	6.741	6.984	7.231	7.482	7.738
6.571	6.816	7.065	7.319	7.578	7.841	8.109
6.873	7.129	7.389	7.654	7.925	8.200	8.481
7.175	7.441	7.713	7.990	8.272	8.559	8.852
7.476	7.754	8.037	8.325	8.619	8.918	9.223
7.778	8.067	8.361	8.661	8.966	9.277	9.594
8.079	8.379	8.685	8.996	9.313	9.676	9.965
8.381	8.692	9.009	9.331	9.660	9.995	10.336
8.683	9.005	9.333	9.667	10.007	10.354	10.707
8.984	9.317	9.656	10.002	10.354	10.713	11.078
9.286	9.630	9.980	10.338	10.702	11.072	11.449
9.588	9.942	10.304	10.673	11.049	11.431	11.820
9.889	10.255	10.628	11.008	11.396	11.790	12.192
10.199	10.568	10.952	11.344	11.743	12.149	12.563
10.492	10.880	11.276	11.679	12.090	12.508	12.934
10.794	11.193	11.600	12.015	12.437	12.867	13.305
11.096	11.506	11.924	12.350	12.784	13.226	13.676
11.397	11.818	12.248	12.685	13.131	13.585	14.047
11.699	12.131	12.572	13.021	13.478	13.944	14.418
12.001	12.444	12.896	13.356	13.825	14.303	14.789
12.302	12.756	13.220	13.692	14.172	14.662	15.160
12.604	13.069	13.543	14.027	14.519	15.021	15.531
12.905	13.382	13.867	14.362	14.866	15.380	15.903
13.207	13.694	14.191	14.698	15.214	15.739	16.274
13.509	14.007	14.515	15.033	15.561	16.098	16.645
13.810	14.320	14.839	15.368	15.908	16.457	17.016

樹高 m	直徑 cm	116	118	120	122	124	126	128
11								
12								
13								
14								
15		6.082	6.284	6.490	6.700	6.912	7.129	7.348
16		6.465	6.680	6.899	7.121	7.347	7.577	7.810
17		6.849	7.076	7.308	7.543	7.782	8.025	8.272
18		7.232	7.472	7.716	7.965	8.217	8.474	8.734
19		7.616	7.868	8.125	8.386	8.652	8.922	9.196
20		7.999	8.264	8.534	8.808	9.087	9.370	9.658
21		8.382	8.660	8.943	9.230	9.522	9.818	10.120
22		8.766	9.056	9.351	9.652	9.967	10.267	10.582
23		9.149	9.452	9.760	10.073	10.392	10.715	11.044
24		9.533	9.848	10.169	10.495	10.826	11.163	11.506
25		9.916	10.244	10.578	10.917	11.261	11.612	11.968
26		10.300	10.640	10.986	11.338	11.696	12.060	12.429
27		10.683	11.036	11.395	11.760	12.131	12.508	12.891
28		11.066	11.432	11.804	12.182	12.566	12.957	13.353
29		11.450	12.828	12.212	12.603	13.001	13.405	13.815
30		11.833	12.224	12.621	13.025	13.436	13.853	14.277
31		12.217	12.620	13.030	13.447	13.871	14.301	14.739
32		12.600	13.016	13.439	13.869	14.306	14.750	15.201
33		12.984	13.412	13.847	14.290	14.740	15.198	15.663
34		13.367	13.808	14.256	14.712	15.175	15.646	16.125
35		13.750	14.204	14.665	15.134	15.610	16.095	16.587
36		14.134	14.600	15.074	15.555	16.045	16.543	17.049
37		14.517	14.996	15.482	15.977	16.480	16.991	17.510
38		14.900	15.392	15.891	16.399	16.915	17.439	17.972
39		15.284	15.788	16.300	16.820	17.350	17.888	18.434
40		15.668	16.184	16.708	17.242	17.785	18.336	18.896
41		16.051	16.580	17.117	17.664	18.220	18.784	19.358
42		16.434	16.976	17.526	18.086	18.655	19.233	19.820
43		16.818	17.372	17.935	18.507	19.089	19.681	20.282
44		17.201	17.767	18.343	18.929	19.524	20.129	20.744
45		17.585	18.163	18.752	19.351	19.959	20.578	21.206

130	132	134	136	138	140	
7.572	7.798	8.028	8.262	8.499	8.740	
8.047	8.288	8.532	8.781	9.032	9.288	
8.523	8.778	9.037	9.299	9.565	9.836	
8.999	9.268	9.541	9.818	10.099	10.384	
9.475	9.757	10.045	10.336	10.632	10.932	
9.950	10.247	10.549	10.855	11.165	11.480	
10.426	10.737	11.053	11.373	11.698	12.028	
10.902	11.227	11.557	11.892	12.232	12.576	
11.378	11.717	12.061	12.410	12.765	13.124	
11.853	12.206	12.565	12.929	13.298	13.673	
12.329	12.696	13.069	13.447	13.831	14.221	
12.805	13.186	13.573	13.966	14.364	14.769	
13.281	13.676	14.077	14.484	14.898	15.317	
13.756	14.166	14.581	15.003	15.431	15.865	
14.232	14.655	15.085	15.521	15.964	16.413	
14.708	15.145	15.589	16.040	16.497	16.961	
15.184	15.635	16.093	16.558	17.030	17.509	
15.659	16.125	16.597	17.077	17.564	18.058	
16.135	16.614	17.101	17.595	18.097	18.606	
16.611	17.104	17.605	18.114	18.630	19.154	
17.086	17.594	18.109	18.632	19.163	19.702	
17.562	18.084	18.613	19.151	19.697	20.250	
18.038	18.574	19.117	19.670	20.230	20.798	
18.514	19.063	19.622	20.188	20.763	21.346	
18.989	19.553	20.126	20.707	21.296	21.894	
19.465	20.043	20.630	21.225	21.829	22.442	
19.941	20.533	21.134	21.744	22.363	22.991	
20.417	21.023	21.638	22.262	22.896	23.539	
20.892	21.512	22.142	22.781	23.429	24.087	
21.368	22.002	22.646	23.299	23.962	24.635	
21.844	22.492	23.150	23.818	24.495	25.183	

5. 材積表の適合度

材積表の適合度は調製要綱に基き誤差率によつて行う。

誤差率の計算は次式で行う。

$$\text{誤差率 (\%)} = \frac{\text{標準誤差} \times t}{\text{平均値}} \times 100 \times \frac{1}{\sqrt{n}}$$

t = 95%信頼度の t 表の値

標準誤差と誤差率は次のとおりである。

直 径 級	標準誤差	誤 差 率
6 ~ 20	0.01355175	1.698
22 ~ 30	0.04158377	0.965
32 ~ 40	0.08771659	0.861
42 ~ 50	0.13674674	0.851
52 ~ 60	0.21560332	1.028
62 ~ 128	0.34339342	0.937

6. 材積表使用上の注意

1. 本材積表は高知営林局管内のヒノキ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. 本表の幹材積は、次の材積式で算出した値である。

直径範囲	材	積	式
4 ～ 20	v =	0.00201923h + 0.35600997d ² + 0.33508684d ² h - 0.01169	
22 ～ 30	v =	0.00808959h + 1.73146183d ² + 0.23774503d ² h - 0.09417	
32 ～ 40	v =	-0.01648444h - 2.22435280d ² + 0.47430445d ² h + 0.31689	
42 ～ 50	v =	0.04483989h + 3.65830858d ² + 0.13666666d ² h - 0.79568	
52 ～ 60	v =	0.05748548h + 3.61919679d ² + 0.14882345d ² h - 1.13871	
62 ～ 140	v =	0.02273942h + 0.30490816d ² + 0.26804944d ² h - 0.07981	

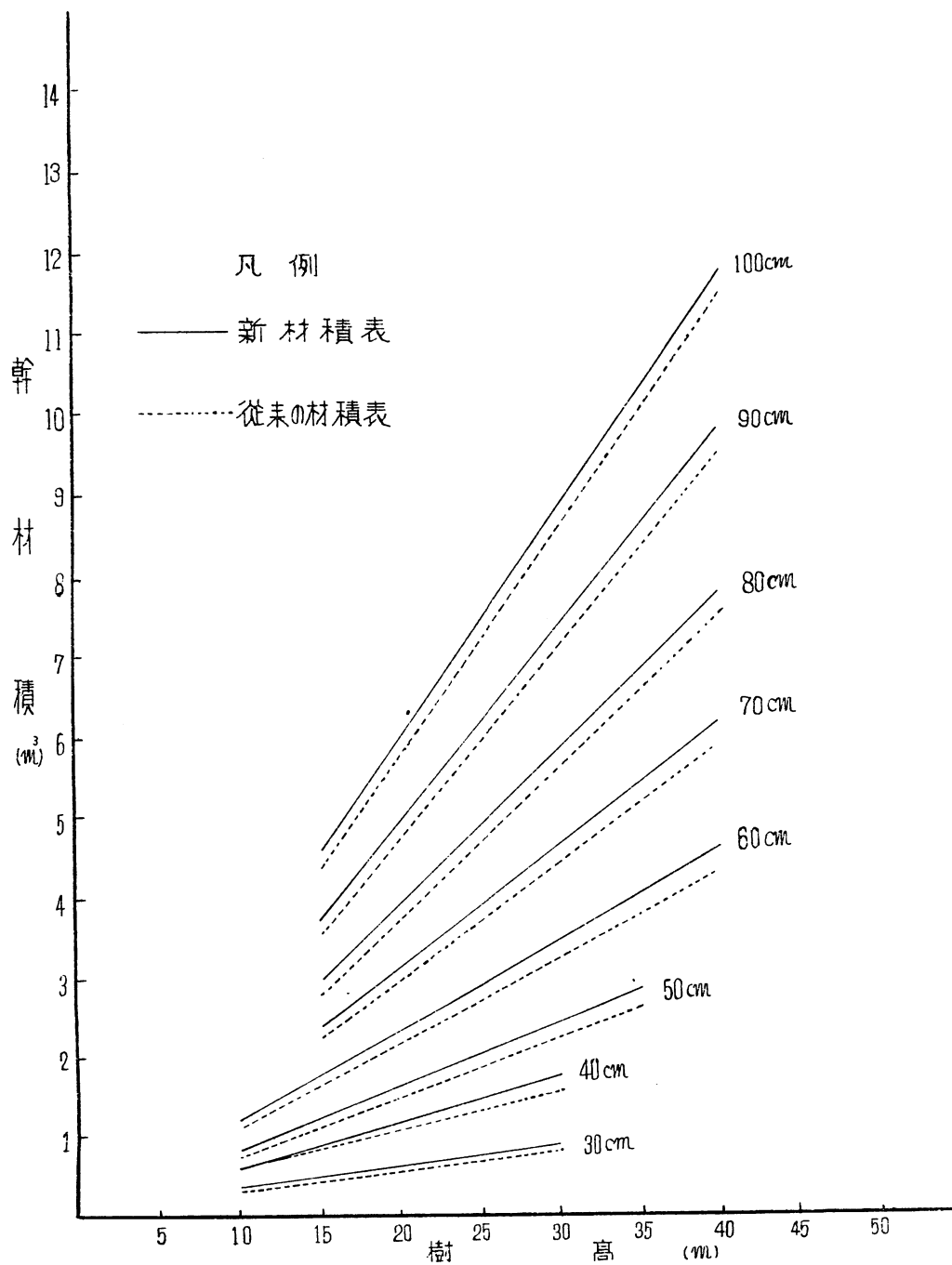
ただし、v = 幹材積 (m³)、d = 胸高直径 (m)、h = 樹高 (m)

7. 結 言

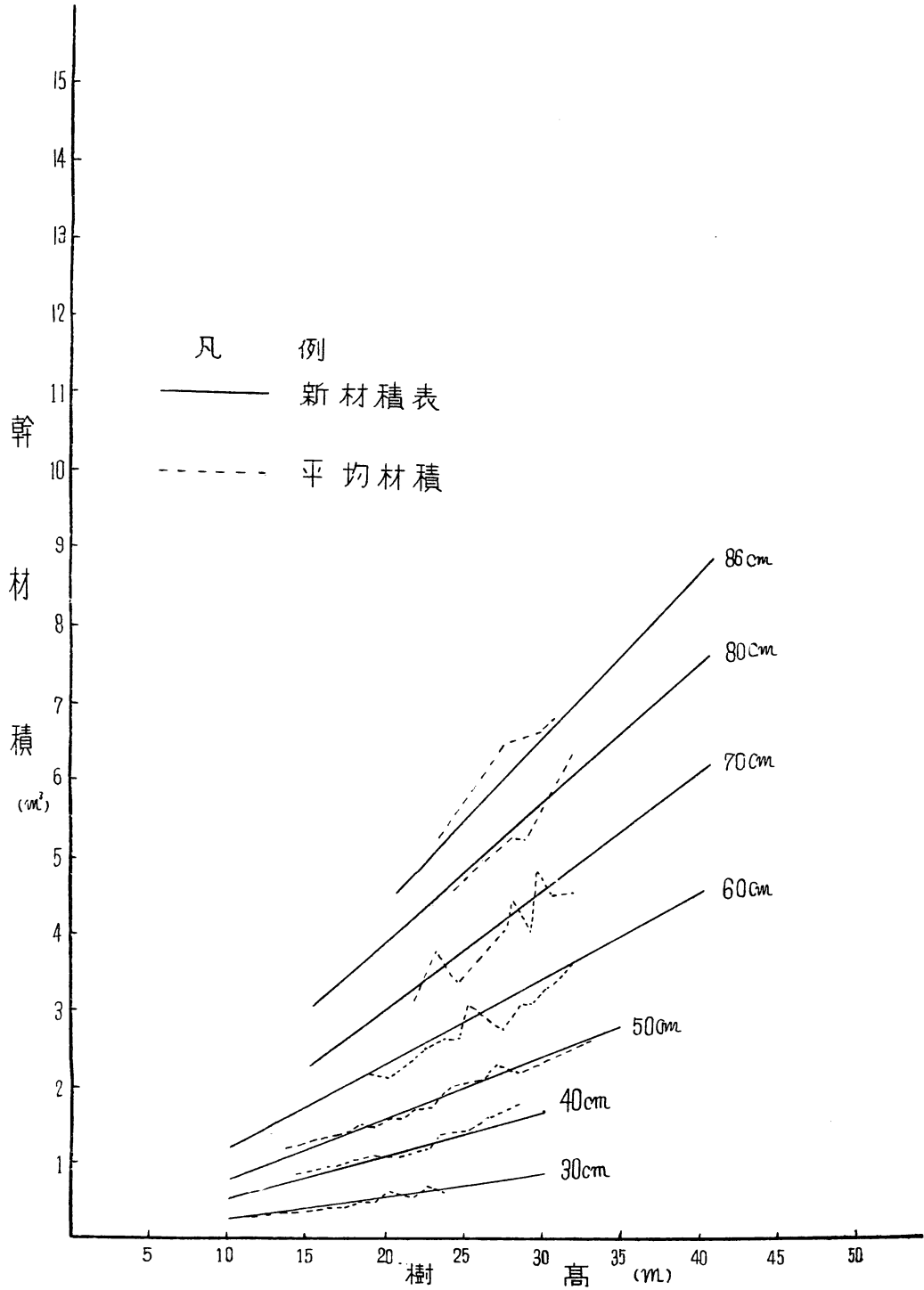
本材積は最小自乗法を利用する方法を採用し、材積式は、 $V = a + b_1h + b_2d^2 + b_3d^2h$ を使用し調製要綱に基いて調製したものである。当局管内ヒノキ天然生林の蓄積は前にも述べたように主として大正、窪川須崎の各事業区に多いのであるが窪川、須崎両事業区の蓄積も伐採によつて漸次減少し今后蓄積の多いのは大正事業区である。その他の事業区ではヒノキ天然生林の蓄積は少く尾筋に若干づつ分布しておるにすぎない。

本資料の収集について62cm以上の径級については資料数が少いため62～128cmを一括して計算した。

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12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	農林技官	都 築 和 夫 (30.12~32.3)
	同	北 本 浩 (32.4~)
係 官	農林技官	吉 良 牧 夫 (31.1~35.4)
	同	田 所 俊 夫 (34.11~35.4)
	同	伊 東 恒 久 (35.4~)
	農林事務官	松 浦 美 恵 (33.10~)
	同	本 田 良 子 (31.4~)

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 | 昭和31年 |
| (3) 高知営林局第二次経営計画書(窪川経営計画区) | | |
| (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 | 〃 | 昭和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25号

昭和36年3月20日印刷

昭和36年4月1日発行

高知営林局

ヒノキ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