

材積表調製業務資料 第17号

高 知 営 林 局

ヒノキ人工林立木材積表調製説明書

昭和35年2月

林 野 庁

正 誤 表

頁	行	誤	正
4	上より 1行目	著 積	蓄 積
13	下より 11行目	川 島	川 崎
17	上より 15行目	Doolitte法	Doolittle法
18	上より 4行目	$(0.96899547)(1.15515509)$	$(0.96899547)(1.15515509)$ }
"	上より 10行目	$Sdy.x_1x_2^2$	$Sdy.x_1x_2^2$
"	上より 12行目	$sy.x_1x_2^2$	$sy.x_1x_2^2$
"	下より 4行目	$(sy.x_1x_2)^2$	$(sy.x_1x_2)^2$
21	上より 14行目	$Sdy.x_1x_2x_3^2$	$Sdy.x_1x_2x_3^2$
"	上より 18行目	$v=a+bd^2h$	$v=a+bd^2h$ 式
22	上より 2行目	$Sdy.x^2$	$Sdy.x^2$
"	上より 4行目	$sy.x^2$	$sy.x^2$
25	上より 4行目	$v_{33}(0.284405917)$	$v_{33}(0.2844059717)$
31	上より 2行目	樹高 \ 直径 m \ cm	直径 \ 樹高 cm \ m
32	上より 1行目	樹高 \ 直径 m \ cm	直径 \ 樹高 cm \ m
44	上より 13行目	3.972	2.972

高知營林局ヒノキ人工林立木材積表

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.....	5
1. 検定の方法.....	10
2. 検定の結果.....	11
第 3 資料の収集.....	11
1. 資料収集 地域.....	13
2. 資料の選定および調査方法.....	13
3. 資料の整理.....	15
第 4 採用した調製方法の根拠.....	15
1. $v = 10^a d^{b_1} h^{b_2}$ 式による標準誤差の計算.....	19
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.....	21
3. $v = a + b d^2 h$ 式による標準誤差の計算.....	23
第 5 材積表の調製.....	23
1. 資料の吟味.....	23
2. 棄却済資料による材積式の再計算.....	26
3. 10cm直径級ごとの回帰係数の差の検定.....	36
4. 材積式の決定と材積表の作製.....	41
5. 材積表の適合度.....	41
6. 材積表使用上の注意.....	45
7. 結 言.....	45
第 6 調製年月日および調製担当者官氏名.....	48
第 7 引用ならびに参考文献.....	48

付 表

第1表	収集箇所別地況林況一覧表	3
第2表	ヒノキ人工林令級別面積蓄積	4
第3表	適合度検定のための資料収集箇所	5
第4表	適合度検定のための資料一覧表	6
第5表	算出準備表 (I)	8
第6表	同 (II)	9
第7表	材積表の検定取りまとめ表	10
第8表	ヒノキ立木幹材積の実測値 (V) と材積表数値 (V') との比較	10
第9表	資料収集箇所および収集本数	11
第10表	営林署別10cm直径階本数一覧表	13
第11表	直径階, 樹高階別本数 (資料棄却前)	14
第12表	材積式決定のための資料 (直径階, 樹高階別本数)	16
第13表	平方和, 積和相関係数の計算	17
第14表	回帰係数の計算	17
第15表	平方和, 積和の計算	19
第16表	簡略Doolittle法による解法	20
第17表	平方和, 積和の計算	21
第18表	平方和, 積和および相関係数の計算 (棄却前資料)	23
第19表	簡略Doolittle法による解法	24
第20表	棄却資料一覧表	27
第21表	直径階, 樹高階別本数表 (資料棄却後)	30
第22表	直径階, 樹高階別平均材積表	31
第23表	平方和, 積和および相関係数の計算 (棄却済資料)	33
第24表	簡略Doolittle法による解法	34
第25表	重相関係数の有意性の検定	35
第26表	10cm直径級別および自乗和	36
第27表	直径級別平方和および積和	37
第28表	直径級別相関係数および回帰係数	37
第29表	直径級別回帰に帰因する平方和など	38
第30表	分散の一様性の検定	38

第31表のⅠ	予備的分散分析表	40
第31表のⅡ	分散分析表	40
第32表のⅠ	予備的分散分析表	40
第32表のⅡ	完成した分散分析表	40
第33表	直径級ごとの回帰係数の差の検定取りまとめ表	40
第34表	材積式	41
第35表	材積表	42

付 図

第1図	高知営林局管内図	2
第2図	資料収集位置図	12
第3図	従来の材積表との比較	46
第4図	平均材積との比較	47

緒 言

当局においてさきにスギ人工林立木材積表（材積表調製業務資料第14号）を調製したのであるが、ヒノキ人工林立木材積表についてもこれと並行して作業を進めていたので、今般ヒノキ人工林立木材積表を調製することとなった。

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。それで、まづ、スギ人工林について、1,143本の資料によつて、昭和31年5月材積表の適合度の検討を行つたところ、現行の材積表の数値は一般に実測材積よりもやや過大であることが判つた。ヒノキ人工林についても1,803本の資料を収集したので、同じく適合度の検討を行つた結果、現行の材積表の数値は一般に実測材積よりも過少であるため適当でないことが判明した。

そこで31、32年度、さらに資料を収集し、ヒノキ人工林について、総数3,162本の資料を得たので、これによつて本材積表の調製を終了した。

なお、新旧材積表の数値を比較してみると、スギの場合は新旧二線は交わつておるが、ヒノキの場合は新旧二線はおおむね平行線型となつておる。

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、同室粟屋仁志氏の特段の御指導を賜わり、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34年12月25日

高知営林局長 川 戸 孟 紀

高知営林局ヒノキ人工林立木材積表

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。地形は石鎚山(1,981m)と剣山(1,955m)を東西の主峰として、1,500m前後の連峰がそびえたち、四国を南北に隔絶し、またこれより瀬戸内海近くに讃岐山脈の標高1,000m前後の山岳地帯が形成されている。これらの山岳地帯に源を発する河川には、紀伊水道に注ぐ管内一の長流吉野川(236km)をはじめ、太平洋に物部川(60km)仁淀川(130km)渡川(177km)、豊後水道に松田川(43km)、瀬戸内海に肱川(77km)重信川(35km)加茂川(35km)等がそれぞれ注いでいる。

管内の地質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つておる。内帯の一部を代表するのは花崗岩で外帯との間に介在して中生代白亜系に属する和泉砂岩層があり、又外帯の北部には結晶片岩層が中央部を縦貫しておる。

気象は四国山脈と季節風の関係により、瀬戸内海と太平洋岸とで、かなり差異があり、雨量は太平洋側は2,000mm程度であるが、山岳地域では3,000～4,000mmに達するところもあり、之に対して瀬戸内海方面では、1,500mm程度で海岸沿ひでは1,000mmに達しないところもある。

国有林の林況は亜熱帯より亜寒帯に及び森林植生も多様を極めておる。すなわち、管内東西の両南端の足摺岬及室戸岬にはアカウ、ビロウなどの亜熱帯性の群落があり、ついで、ホルトノキ、タブ、ウバメガシなどの暖帯南部の樹種があり、さらに低山地帯にかけては、シイ、カシ、モミ、ツガ、カエデ、ミズメ等の林相から標高1,800mにかけては、ブナを主とする温帯性広葉樹帯へ移行し、四国山脈の頂上附近にはシコクシラベ、ダケカンバ、などの亜寒帯性林分が分布しておる。

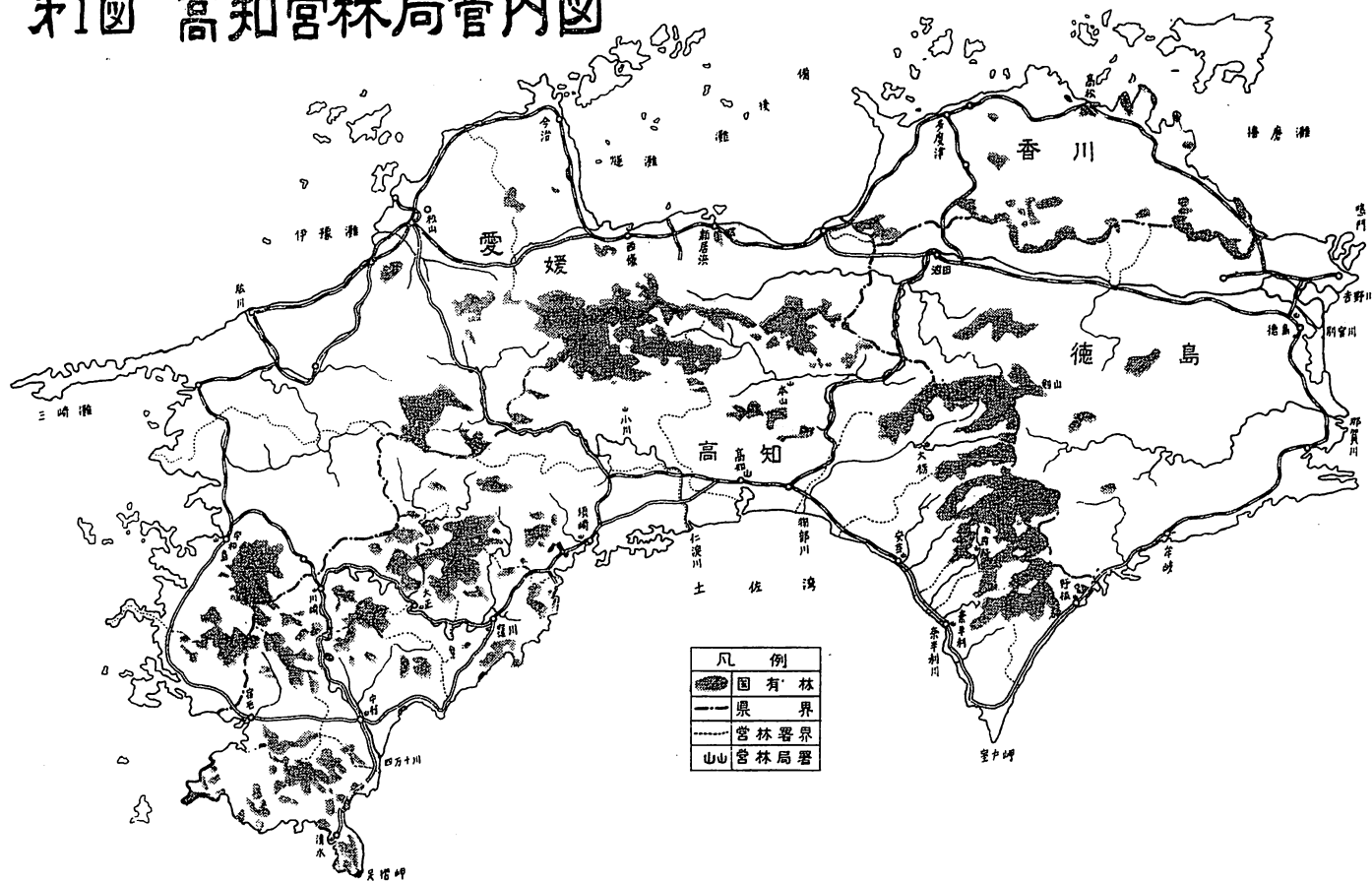
人工造林は明治10年に始められたが、現存の人工林は明治23年以後のもので、現在その面積は67,563haで国有林総面積の約37.6%をしめ、このうち特別経営時代の植栽によるものがその主体をなしており面積で約50%蓄積で約90%をしめておる。スギ、ヒノキの植栽歩合はスギ29%ヒノキ68%となつておる。

2. 地 域 の 決 定

ヒノキ造林地はさきに述べたように四国山脈に源を発する各河川の上流地帯に分布していて、立地条件も

およそ類似するので本材積表は高知営林局管内ヒノキ造林木を対象として調製した。

才1図 高知営林局管内図



第1表 収集箇所別地況林況一覧表

営林署	林小班	面 積	作業種	地 況				林 況			
				地位	方 位	傾斜	土 性	林 令	植 年	栽 度	疎密度
西 条	7よ	18.84	皆伐	2	NW	中	埴壤土	63	明 29	中	3,674
〃	に	26.03	〃	2	N	中	〃	51	明 41	中	6,508
〃	ほ	10.09	〃	2	N	中	〃	55	明 37	中	2,623
宇和島	5ぬ	58.78	〃	1 4 2 5 3 1	WN	急	〃	64 59—66	明26—33 大10—12	中	13,177
〃	29い	88.38	〃	1 3 2 4 3 3	S	急	〃	53 51—55	明37—41	密	18,507
高 松	62と	25.21	〃	1 5 2 5	N	急	〃	58 57—59	明33—35	密	7,563
徳 島	2い	48.79	〃	1 4 2 3 3 3	WN	急	〃	33—34	大14—15	密	8,782
野 根	64ろ	9.73	〃	2	S E	急	〃	49	明41—43	中	1,944
奈半利	6い	78.52	〃	2	NW	急	〃	61 56—65	明27—36	中	24,419
馬 路	27い	74.04	〃	2	SE, SW	急	〃	48 47—50	明42, 43 大 元年	中	12,587
大 栃	83い	58.94	〃	2	W, NW	急	壤 土	52 52—53	明39, 40	中	13,262
〃	に	132.83	〃	2	NE	急	埴壤土	50 46—63	明39—42 大 元年	中	26,566
本 山	52い	8.14	〃	1	S	中	〃	55	明 36	中	2,065
小 川	15い	111.60	〃	1 1 2 7 3 2	NE	急	壤 土	41 41—43	明 44 大 2	中	10,378
〃	30い	57.16	〃	1 3 2 6 3 1	EN	急	〃	40	大 3	中	18,062
〃	72い	83.08	〃	1 3 2 7	N, NW	急	埴壤土	46	大 2	中	16,200
窪 川	28い	70.79	〃	1 3 2 4 3 3	SW, NE	急	〃	45	大 3	中	12,388
川 崎	47ろ	32.13	〃	1 3 2 5 3 2	SW	急	〃	42	大 6	密	6,747
中 村	1,015ろ	68.22	〃	1 2 2 6 3 2	SW	急	〃	45 44—46	大2—4	密	13,309
宿 毛	2ろ	11.24	〃	3	N, NW	中	埴壤土	39	大 9	中	5,145
〃	5い	23.39	〃	2	NE	中	〃	53	明 39	中	4,998

オ2表

ヒノキ人工林令級別面積著積（昭和32年現在）

令 級	ヒ ノ キ		全 樹 種 合 計		備 考
	面 積 _{ha}	蓄 積 _{m³}	面 積 _{ha}	蓄 積 _{m³}	
I	6,726	1,223	14,630	11,695	経営案林野現況表より
II	4,376	43,339	7,193	111,398	
III	7,032	597,653	9,656	835,212	
III	11,216	1,752,978	15,782	2,373,977	
V	12,214	2,278,510	16,620	3,175,731	
VI	1,666	353,426	3,092	715,147	
VII	96	22,093	216	52,207	
VIII		1	110	5,630	
IX	1	234	4	1,534	
X以上	50	17,011	260	85,854	
計	43,377	5,066,468	67,563	7,368,385	

第 2 従来の材積表の検定

1. 検 定 の 方 法

検定の方法は回帰を応用したものである。今実測材積をYとし、材積表材積をXとすれば回帰式は、

Y = a+bX

となる。

もし現行材積表材積(X)が実測材積(Y)に一致しておれば、すなわち a=0, b=1 ならば Y=X なる関係が成立する。

しかるに各営林署より別表(才3~4表)のとおり資料1803本をとりその実測材積と材積表材積とのそれぞれの和を算出してみると、実測材積 1,110.8570^{m³} に対し、材積表材積は 1,042.3452^{m³} で(才8表)両材積は一致しない。そこで回帰式

Y = a+bX

を最小自乗法により求め、F検定を行うと第3~4表のとおりである。

なおFの値は次式で計算される

F = (n (â-a)² + 2S X (â-a) (b̂-b) + S X² (b̂-b)²) / 2S yx²

才3表 適合度検定のための資料収集箇所

営 林 署	事 業 区	主間伐別	本 数	林 小 班
馬 路	馬 路	主 伐	20	3い
"	"	間 伐	30	27い
本 山	本 山	主 伐	955	52ろ
大 栃	大 栃	間 伐	156	83い
須 崎	須 崎	主 伐	73	90ろ
中 村	中 村	間 伐	150	1015ろ
川 崎	川 崎	"	309	47ろ
宇 和 島	宇 和 島	"	110	29い
	計		1803	

㊦ 4 表 適合度検定のための資料一覧表

樹 高 m 直 徑 cm	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
4		2																
6	2	21	10	7	1	1												
8		1	5	18	8	2	1											
10				4	8	14	12	6	2									
12				3	16	27	31	22	10	9	1							
14					5	23	21	44	27	10	8							
16						2	13	19	31	26	10	3	1					
18								5	7	17	16	27	7					
20									11	15	12	15	6			2		
22								2	3	8	16	12	9	3				
24									8	14	18	20	13	3	3	2		2
26									4	11	21	26	11	8	6	6		1
28									1	4	16	21	35	15	7	15	4	2
30							1			4	17	21	33	14	13	12	9	2
32											4	11	26	26	19	19	10	4
34											1	2	18	21	30	22	20	6
36												2	4	13	18	30	24	24
38													3	4	12	27	21	18
40													1	2	6	18	21	15
42															5	10	14	13
44													1		1	7	8	7
46																	4	2
48																1	1	1
50																1		
52																	1	
54																		
56																		
58																		
60																		
62																		
64																		
66																		
68																		
70																		
72																		
74																		
76																		
78																		
計	2	24	15	32	38	69	84	100	114	117	151	140	161	109	122	170	137	97

22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	計
																		2
																		42
																		35
																		46
																		119
																		139
																		104
																		79
																		61
																		53
																		83
																		94
																		120
																		126
2	1																	122
1					1													122
2	1	1	1	1	1			1										123
3																		88
4	2					2												71
5		1	1				1		1									51
5	2	1							1	2								35
2							2											10
3	2				1	1		1	1	1	1							14
						1		1		1	2		1	1				7
				1						1	1							7
									2		1			1		1		6
												2						6
		1							1		3		1	1				7
					1							1	1			1		4
									1			1	1					3
							1	1			1	1	1	3			1	8
										1	1	1			1			6
											2				1			3
										1						1		1
													1					1
														1		2		3
																		1
										1								1
27	8	4	3	3	5	6	5	8	8	13	7	9	7	2	5		1	803

才 5 表

算 出 準 備 表 (I)

営 林 署	本 数	S X (材積表材積)	$\bar{X}$	S Y (実測材積)	$\bar{Y}$	S X ²	S Y ²
馬 路	20	28.1180	1.4059	30.9371	1.5469	50.82172000	62.55172977
馬 路	30	4.0710	0.1357	4.0280	0.1343	0.65733900	0.66906600
本 山	955	651.4960	0.6822	686.5658	0.7189	531.32111600	584.31785290
大 栃	156	22.6742	0.1453	22.9163	0.1469	8.40292370	8.76724201
須 崎	73	243.4380	3.3348	271.0672	3.7132	927.16761400	1149.78580070
中 村	150	21.6700	0.1445	21.4937	0.1433	3.67365800	3.73749171
川 崎	309	28.2870	0.0915	27.7716	0.0899	3.19977500	3.11600678
宇 和 島	110	42.5910	0.3872	46.0773	0.4189	19.28582700	22.47911053
主 伐	1,048	923.0520	0.8808	988.5701	0.9433	1509.31045000	1796.75538337
間 伐	755	119.2932	0.1580	122.2869	0.1620	35.21952270	38.76891703
全 体	1,803	1042.3452	0.5781	1110.8570	0.6161	1544.52997270	1835.52430040

S X Y	(S X) ²	(S Y) ²	(S X) (S Y)
56.32238550	790.62192400	957.10415641	869.88937780
0.66079000	16.57304100	16.22478400	16.39798800
555.80946900	424447.03801600	471372.59772964	447294.87243680
8.56725146	514.11934564	525.15680569	519.60876946
1030.44111500	59262.05984400	73477.42691584	65988.05703360
3.69463760	469.58890000	461.97913969	465.76847900
3.14298920	800.15436900	771.26176656	785.57524920
20.77000240	1813.99328100	2123.11757529	1962.47828430
1642.57296950	852024.99470400	977270.84261401	912501.60794520
36.83567066	14230.86756624	14954.08591161	14587.99561908
1679.40864016	1086483.51596304	1234003.27444900	1157896.46183640

第6表 算 出 準 備 表 (Ⅱ)

算出 因子 営林署	Sx^2	Sy^2	Sxy	$Sdyx^2$	Syx^2
	$Sx^2 - \frac{(SX)^2}{n}$	$Sy^2 - \frac{(SY)^2}{n}$	$SXY - \frac{(SX)(SY)}{n}$	$Sy^2 - \frac{(Sxy)^2}{Sx^2}$	$\frac{Sdyx^2}{n-2}$
馬 路	11.29062380	14.69652195	12.82791661	0.12199470	0.006777
馬 路	0.10490430	0.12823987	0.11419040	0.00394134	0.000141
本 山	86.87395577	90.73398093	87.43787483	2.72854685	0.002863
大 枿	5.10728687	5.40085223	5.23642601	0.03202319	0.000208
須 崎	115.35857504	143.24570596	126.49512824	4.53886458	0.063928
中 村	0.54306533	0.65763078	0.58951441	0.01769461	0.000120
川 崎	0.61027866	0.62001401	0.60067448	0.02879234	0.000094
宇 和 島	2.79497899	3.17804166	2.92929072	0.10798387	0.001000
主 伐	696.30950085	864.24503737	771.86532833	8.62537416	0.008246
間 伐	16.37069139	18.96218066	17.51382214	0.22540335	0.000299
全 体	941.93234876	1,151.10762017	1,037.20317048	8.99757274	0.004996

$\hat{a}$	$\hat{b}$	F
$\bar{Y} - b\bar{X}$	$\frac{Sxy}{Sx^2}$	
-0.050423	1.136157	44.776
-0.013412	1.088520	3.129
0.032272	1.006491	225.270
-0.002074	1.025285	8.812
0.056462	1.096539	90.161
-0.013559	1.085531	17.527
-0.000160	0.984263	3.508
0.013093	1.048055	58.503
-0.033075	1.108509	745.316
-0.007033	1.069828	153.506
-0.020471	1.101144	1224.999

2. 検定の結果

検定の結果は表 5 のとおりで殆ど各署とも過小であり、現行材積表は不適當であることが分る。参考のため、営林署別実測材積と材積表材積と比較すると表 6 のとおりである。すなわち、実測材積は全体では現行材積表より約 7% 過大であることを示しておる。

表 7 材積表の検定とりまとめ表

営林署	主間伐別	徑級 範圍	本数	回帰式	F 検定		材積表の 適否
					F	$F_{n-2}^2 (0.05)$	
馬路	主伐	26~60	20	$Y = -0.050423 + 1.136157X$	44.776	3.55	否
〃	間伐	10~22	30	$Y = -0.013412 + 1.088520X$	3.129	3.34	適
本山	主伐	12~52	955	$Y = 0.032272 + 1.006491X$	225.270	3.00	否
大栃	間伐	4~34	156	$Y = -0.002074 + 1.025285X$	8.812	3.06	否
須崎	主伐	34~78	73	$Y = 0.056462 + 1.096539X$	90.161	3.13	否
中村	間伐	10~24	150	$Y = -0.013559 + 1.085531X$	17.527	3.06	否
川崎	〃	8~26	309	$Y = -0.000160 + 0.984263X$	3.508	3.03	否
宇和島	〃	14~42	110	$Y = 0.013093 + 1.048055X$	58.503	3.09	否
主伐		12~78	1,048	$Y = -0.033075 + 1.108509X$	745.316	3.00	否
間伐		4~42	755	$Y = -0.007033 + 1.069828X$	153.506	3.01	否
全体		4~78	1,803	$Y = -0.020471 + 1.101144X$	1224.999	2.99	否

X = 材積表材積

Y = 実測材積

表 8 ヒノキ立木幹材積の実測値 (V) と材積表数値 (V') との比較

営林署	調査本数	徑級範圍	実測材積 V m ³	材積表材積 V' m ³	偏差 Δ (V - V')		$\frac{V}{V'} \times 100$ %
					+	-	
馬路	20	26~60	30.9371	28.1180	2.8191		110
〃	30	10~22	4.0280	4.0710		0.0430	99
本山	955	12~52	686.5658	651.4960	35.0698		105
大栃	156	4~34	22.9163	22.6742	0.2421		101
須崎	73	34~78	271.0672	243.4380	27.6292		111
中村	150	10~24	21.4937	21.6700		0.1763	99
川崎	309	8~26	27.7716	28.2870		0.5154	98
宇和島	110	14~42	46.0773	42.5910	3.4863		108
主伐	1,048	12~78	988.5701	923.0520	65.5181		107
間伐	755	4~42	122.2869	119.2932	2.9937		103
全体	1,803	4~78	1,110.8570	1,042.3452	68.5118		107

第 3 資 料 の 収 集

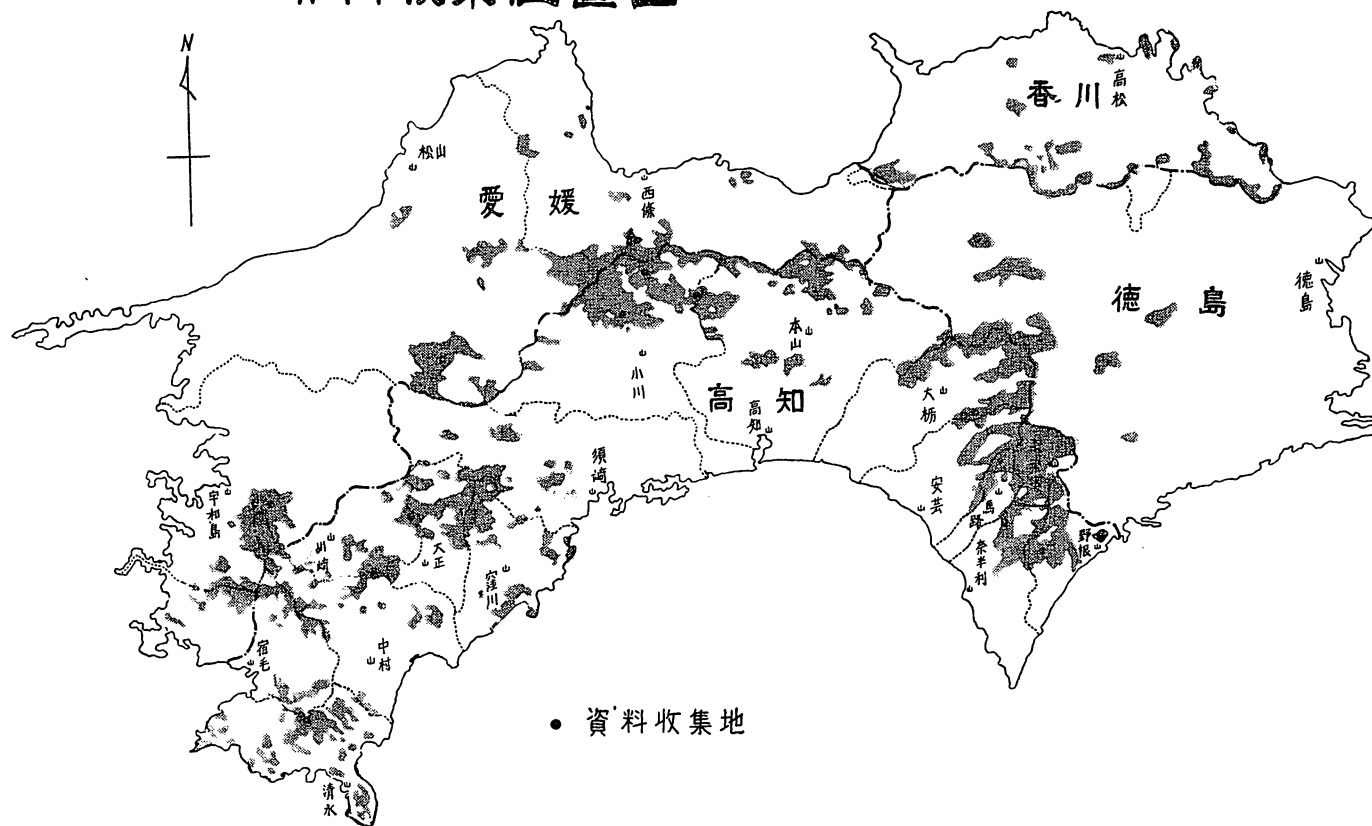
1. 資料収集地域（第2図）

管内国有林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第9表のとおりである。（徳島事業区のみ官行造林地にて調査）

表 9 資料収集箇所および収集本数

営 林 署	事 業 区	主間伐別	林 小 班	収 集 本 数
奈 半 利	奈 半 利	間 伐	6い	87
野 根	野 根	主 伐	64ろ	319
馬 路	馬 路	間 伐	27い	30
大 栃	大 栃	〃	83い 84に	156
本 山	本 山	主 伐	52い	955
小 川	小 川	間 伐	15い 30い 72い	124
窪 川	窪 川	〃	28い	168
中 村	中 村	〃	1015ろ	150
川 崎	川 崎	〃	47ろ	309
宿 毛	宿 毛	〃	2い 5い	228
西 条	西 条	〃	7に 7ほ 7よ	92
宇 和 島	宇 和 島	〃	5ぬ 29い	470
高 松	高 松	主 伐	62と	39
徳 島	徳 島	間 伐	2い	140
計				3,267

才之四 資料收集位置図



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) 調査木は胸高直径4cm以上のものについて、なるべく各直径階、樹高階にわたって選定したが、その幹形著しく不整なものは除外した。
- (2) 胸高直径は地上1.2mの位置を直径巻尺により測定し、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

以上の調査方法に基いて収集した資料を営林署ごとに取りまとめた結果は才10表のとおりである。

なお、各調査木の直径階、樹高階別本数を表示すれば才11表のとおりである。

才10表 営林署別10cm直径階本数一覧表

営 林 署	林小班	4～10	12～20	22～30	32～40	42～50	52～60	計
奈 半 利	6い		43	42	2			87
野 根	64ろ	2	142	174	1			319
馬 路	27い	3	22	5				30
大 栃	83い	87	13	5	1			106
	84に		10	35	5			50
本 山	52ろ		25	334	502	93	1	955
小 川	15い		34	13				47
	30い	3	19	7				29
	72い		29	19				48
窪 川	28い	20	143	5				168
中 村	1015ろ	1	139	10				150
川 島	47ろ	34	272	3				309
宿 毛	2い	8	81	4				93
	5い		38	88	9			135
西 条	7よ		9	9				18
	7に		14	5				19
	7ほ		41	14				55
宇 和 島	5ぬ	1	129	212	17	1		360
	29い		15	82	13			110
高 松	62と	1	17	21				39
徳 島	2い	74	66					140
計		234	1301	1,087	550	94	1	3,267

才11表

直徑階，樹高階別本数（資料棄却前）

樹高 m	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	計
直徑 cm																							
4		2																					2
6	2	21	10	8	1	1																	43
8		4	12	35	16	8	1																76
10			1	19	21	34	21	12	3	2													113
12				10	29	56	58	46	20	16	3	1											239
14					8	37	50	77	53	31	19	3	3	1									282
16						8	47	47	60	51	27	14	10	3									267
18					1	1	22	40	43	53	57	21	14	3	1								256
20							6	30	49	50	40	46	27	9	8								265
22						1	1	20	42	37	54	51	29	17	3	3	1						259
24							2	3	24	48	49	58	46	20	14	3	2	2					271
26									7	30	40	47	31	23	14	9	1						202
28									2	8	24	35	48	25	15	16	6	2					181
30							1			5	20	26	47	23	19	16	10	3					170
32											3	12	28	27	21	25	10	3	2	1			132
34											1	3	19	21	32	23	21	7	1				128
36										1		2	5	14	18	31	26	25	2	1			125
38													3	4	12	28	21	19	3				90
40													1	2	6	18	21	15	4	2			69
42															5	10	14	13	5		1	1	49
44													1		1	7	8	7	4	2			30
46																	4	2	2				8
48																	1	1	1	3	2		8
50																	1						1
52																		1					1
計	2	27	23	72	76	146	209	275	303	332	337	319	312	192	169	191	147	99	26	8	1	1	3,267

第 4 採用した調製方法の根拠

全資料より各直径階、樹高階にわたり、資料 1～4 本を選び出し合計 476 本（才 12 表）によつて、次の三つの材積式を用いてそれぞれ標準誤差を算出し、それが最小になる式を採用した

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

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

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

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。

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

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。

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

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

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

平方和、積和および相関係数の計算

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 13 表のとおりである。

なお、実測材積 v の対数は便宜上 $V \times 1,000$ の 6 桁の対数を使用した。

才12表

材積式決定のための資料

樹高 m	直 徑 cm	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	計
4			2																					2
6		2	3	3	3	1	1																	13
8			3	3	3	3	3	1																16
10				1	4	2	3	3	3	3	1													20
12					3	3	3	3	3	3	3	2	1											24
14						3	3	3	3	3	3	3	3	3	1									28
16							3	3	3	3	3	3	3	3	3									27
18					1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1								27
20								3	3	3	3	3	3	3	3	3	3							27
22						1	1	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	1						30
24								2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2					33
26										3	3	3	3	3	3	3	3	1						25
28										2	2	3	3	3	2	3	3	3	1					25
30								1			3	3	3	3	3	3	3	3	3					28
32												3	3	3	3	3	3	3	3	2	1			27
34												1	3	3	2	3	3	2	2	1				20
36											1		1	2	2	1	3	2	3	2	1			18
38														2	2	2	2	3	3	3				17
40														1	2	3	3	3	3	3	2			20
42																3	3	3	3	3		1	1	17
44														1		1	3	3	3	3	2			16
46																		3	2	1				6
48																	1	1	1	3	2			8
50																	1							1
52																		1						1
計		2	8	7	13	13	18	23	24	28	31	33	35	39	36	35	37	34	29	21	8	1	1	476

オ13表 平方和、積和、の計算

n=476	X ₁	X ₂	Y
和	642.614374	549.853823	1,160.451616
平均	1.35003020	1.15515509	2.43792356
X ₁ 1. S X ₁ ² など	891.48867382	756.51156935	1,624.55191710
2. 補正項	867.54881023	742.31926525	1,566.64472431
3. S x ₁ ² など	23.93986359	14.19230410	57.90719279
X ₂ 1. S X ₂ ² など		646.50626428	1,377.66624920
2. 補正項		635.16644258	1,340.50159131
3. S x ₂ ² など		11.33982170	37.16465789
Y 1. S Y ²			2,972.40085806
2. 補正項			2,829.09233840
3. S y ² など			143.30851966

回帰係数の計算

簡略Doolittle法で回帰係数を計算すると第14 表のとおりである。

オ14表 回帰係数の計算

	b ₁	b ₂	G	計	check
(1)	23.93986359	14.19230410	57.90719279	96.03936048	57.9071928014
(2)		11.33982170	37.16465789	62.69678369	37.1646578996
(3)	23.93986359	14.19230410	57.90719279	96.03936048	
(4)	1	0.5928314520	2.4188605990	4.011692051	4.011692051
(5)		2.9261774532	2.8354526935	5.7616301467	5.7616301467
(6)		1	0.96899547	1.96899547	1.96899547
(8)	(7)を(4)に代入			b ₁ = 1.8444096075	
(7)				b ₂ = 0.96899547	

check

$$1.844409608 \times 23.93986359 + 0.96899547 \times 14.19230410 = 57.9071928014$$

$$1.844409608 \times 14.19230410 + 0.96899547 \times 11.33982170 = 37.1646578996$$

回帰方程式

第14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。

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

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= \left\{ 2.43792356 - (1.84440961) (1.35003020) - (0.96899547) (1.15515509) \right. \\ &\quad \left. + 1.84440961 X_1 + 0.96899547 X_2 \right. \\ &= 1.84440961 X_1 + 0.96899547 X_2 - 1.17142516 \end{aligned}$$

回帰に帰因する平方和

$$S_{\hat{Y}}^2 = 142.81696800$$

回帰からの偏差の平方和

$$S_{d_{Y \cdot X_1 X_2}} = 0.49155166$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$S_{Y \cdot X_1 X_2} = 0.0010392212684989$$

$$S_{Y \cdot X_1 X_2} = 0.03223696$$

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。

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

V = 実材積

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

k = 独立変数の個数

$$\text{修正係数} = \frac{n-1}{n} (S_{Y \cdot X_1 X_2})^2 \times 1.151293 = 0.0011939 \approx 1.0028$$

$$\sum (V - \hat{V})^2 = 0.89033090$$

したがつて、

$$\text{標準誤差} = \sqrt{\frac{0.89033090}{476 - (2+1)}} = 0.04338555$$

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

才15表 平方和、積和の計算

n=476	X ₁	X ₂	X ₃	Y
和	7,189.9	35.955070	640.6623687	228.1068
平均	15.104832	0.075536	1.3459293	0.479216
X ₁ 1. S X ₁ ² など	118,254.57	640.6623687	11,845.08279753	4,184.98720
2. 補正項	108,602.23	543.0952895	9,677.09740487	3,445.51488
3. S x ₁ ² など	9,652.34	97.5670792	2,167.98539266	739.47232
X ₂ 1. S X ₂ ² など		4.385750867	83.549347574	28.832582818
2. 補正項		2.715897182	48.392983851	17.230243617
3. S x ₂ ² など		1.669853685	35.156363723	11.602339201
X ₃ 1. S X ₃ ² など			1,625.174537255	558.555737595
2. 補正項			862.286282917	307.015636144
3. S x ₃ ² など			762.888254338	251.540101451
Y 1. S Y ²				193.29473762
2. 補正項				109.31242060
3. S y ²				83.98231702

回帰係数の計算

積和、平方和の値を見ると、オーダーは 10,000 の桁から一桁まで変化しており、このまま最小自乗法で解くには不便であり、また計算の誤りを生じやすいので、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。

$$A = \begin{pmatrix} 9,652.34 & 97.5670792 & 2,167.98539266 \\ 97.5670792 & 1.669853685 & 35.156363723 \\ 2,167.98539266 & 35.156363723 & 762.888254338 \end{pmatrix}$$

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

$$B = DAD$$

$$\begin{pmatrix} 0.965234 & 0.975670792 & 0.216798539266 \\ 0.975670792 & 1.669853685 & 0.35156363723 \\ 0.216798539266 & 0.35156363723 & 0.076288825438 \end{pmatrix}$$

列ベクトル

$$g \begin{pmatrix} 739.47232 \\ 11.602339201 \\ 251.540101451 \end{pmatrix}$$

$$h = Dg\lambda = \begin{pmatrix} 0.73947232 \\ 1.1602339201 \\ 0.251540101451 \end{pmatrix}$$

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16表 簡略Doolittle法による解法

行	b ₁	b ₂	b ₃	= G	計	check	
I	1)	0.965234	0.975670792	0.2167985393	0.73947232	2.8971756513	0.73947232
	2)		1.669853685	0.3515636372	1.1602339201	4.1573220343	1.1602339200
	3)			0.0762888254	0.2515401015	0.8961911034	0.2515401013
II	4)	0.965234	0.975670792	0.2167985393	0.73947232		
	5)	1	1.0108127066	0.2246072344	0.7661067886	3.0015267296	3.0015267296
III	6)		0.683633251	0.1324209189	0.4127659029	1.2288200728	1.2288200728
	7)		1	0.1937016942	0.6037826602	1.7974843544	1.7974843544
IV	8)			0.0019441488	0.0054958141	0.0074399624	0.0074399629
	9)			1	2.826848490		
V	12)			vb ₁ =	0.0743509874		
	11)			vb ₂ =	0.0562173184		
	10)			vb ₃ =	2.826848490		

check

$(0.0743509874)(0.965234) + (0.0562173184)(0.975670792) + (2.826848490)(0.2167985393) = 0.73947232$

$(0.0743509874)(0.975670792) + (0.0562173184)(1.669853685) + (2.826848490)(0.3515636372) = 1.1602339200$

$(0.0743509874)(0.2167985393) + (0.0562173184)(0.3515636372) + (2.826848490)(0.0762888254) = 0.2515401013$

得られた結果を元のオーダーに直すと、
回帰係数

$$\mu = Dv\lambda^{-1}$$
$$v = \begin{pmatrix} 0.0743509874 \\ 0.0562173184 \\ 2.826848490 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1} \quad D = \begin{pmatrix} 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01 \end{pmatrix}$$

ゆえに、

$$\mu = \begin{pmatrix} 0.0074350987 \\ 0.562173184 \\ 0.282684849 \end{pmatrix}$$

回帰に帰因する平方和

$$S\hat{y}^2 = 83.12714925$$

回帰からの偏差の平方和

$$Sd_{y.x1x2x32} = 0.85516777$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$Sy.x1x2x32 = 0.0018117961228814$$

$$Sy.x1x2x3 = 0.04256520$$

3. $v = a + bd^2h$ 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

表17表 平方和、積和の計算

n = 476	X	Y
和	640.6623687	228.1068
X 1. SX^2 など	1,625.1745373	558.5557376
2. 補正項	862.2862829	307.0156361
3. Sx^2 など	762.8882544	251.5401015
Y 1. SY^2		193.29473762
2. 補正項		109.31242060
3. Sy^2		83.98231702

同帰からの偏差の平方和

$$S d_{y \cdot x^2} = S y^2 - \frac{(S xy)^2}{S x^2} = 1.04432145$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$S y \cdot x^2 = 0.0022032098101266$$

$$S y \cdot x = 0.04693836$$

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) $v = 10^a d^{b1} h^{b2}$	0.04338555
b) $v = a + b_1 d^2 + b_2 h + b_3 d^2 h$	0.04256520
c) $v = a + b d^2 h$	0.04693836

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することにした。

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18～19表のとおりである。

第18表 平方和、積和および相関係数の計算（棄却前資料）

n = 3,267	X ₁	X ₂	X ₃	Y
和	45,829.6	193.442705	3,167.464566	1,160.7942
平均	14.028	0.0592111	0.969533	0.35531
X ₁ 1. $S X_1^2$ など	687,173.94	3,167.4645656	53,970.86809034	19,591.09771
2. 補正項	642,899.37	2,713.6216079	44,433.31315395	16,283.66510
3. $S x_1^2$ など	44,274.57	453.8429577	9,537.55493639	3,307.43261
4. $\sqrt{S x_1^2}$ など	210.41523	541.56253	11,221.38677	3,811.87030
5. 相関係数		0.83803	0.84994	0.86767
X ₂ 1. $S X_2^2$ など		18.07830161	323.05072814	114.65813152
2. 補正項		11.45395771	187.54910121	68.73191613
3. $S x_2^2$ など		6.62434390	135.50162693	45.92621539
4. $\sqrt{S x_2^2}$ など		2.57378	137.25899	46.62645
5. 相関係数			0.98720	0.98498
X ₃ 1. $S X_3^2$ など			5,915.02138712	2,086.4705837
2. 補正項			3,070.96167030	1,125.4283737
3. $S x_3^2$ など			2,844.05971682	961.0422100
4. $\sqrt{S x_3^2}$ など			53.32973	966.11827
5. 相関係数				0.99475
Y 1. $S Y^2$				740.62789956
2. 補正項				412.44051875
3. $S y^2$				328.18738081
4. $\sqrt{S y^2}$				18.11594

行列式の元の小数点の移動

$$A = \begin{pmatrix} 44,274.57 & 453.8429577 & 9,537.55493639 \\ 453.8429577 & 6.62434390 & 135.50162693 \\ 9,537.55493639 & 135.50162693 & 2,844.05971682 \end{pmatrix}$$

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

$$B = D A D \begin{pmatrix} 4.427457 & 4.538429577 & 0.953755493639 \\ 4.538429577 & 6.62434390 & 1.3550162693 \\ 0.953755493639 & 1.3550162693 & 0.284405971682 \end{pmatrix}$$

$$\text{列ベクトル } g = \begin{pmatrix} 3,307.43261 \\ 45.92621539 \\ 961.0422100 \end{pmatrix}$$

$$h = D g \lambda = \begin{pmatrix} 3.30743261 \\ 4.592621539 \\ 0.9610422100 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1} \text{とする}$$

方程式 $B \cdot v = h$ を簡略Doolittle法で解く。

オ19表 Doolittle法による解法

行	b_1	b_2	b_3	G	計	check
I 1)	4.427457	4.538429577	0.9537554936	3.30743261	13.2270746806	3.3074326104
2)		6.62434390	1.3550162693	4.592621539	17.1104112853	4.5926215396
3)			0.2844059717	0.961042210	3.5542199446	0.9610422102
II 4)	4.427457	4.538429577	0.9537554936	3.30743261	13.2270746806	
5)	1	1.0250646312	0.2154183527	0.7470276075	2.9875105914	2.9875105914
III 6)		1.9721602594	0.3773552460	1.2022893503	3.5518048557	3.5518048557
7)		1	0.1913410658	0.6096306549	1.8009717210	1.8009717207
III 8)			0.0067459794	0.0185131998	0.025291792	0.0252591792
9)			1	2.744330912	3.744330192	
V 12)			$vb_1 =$	0.0692022605		
11)			$vb_2 =$	0.0845274533		
10)			$vb_3 =$	2.744330912		

check

$$(0.0692022605)(4.427457) + (0.0845274533)(4.538429577) + (2.744330912)(0.9537554936) = 3.3074326104$$

$$(0.0692022605)(4.538429577) + (0.0845274533)(6.62434390) + (2.744330912)(1.3550162693) = 4.5926215396$$

$$(0.0692022605)(0.9537554936) + (0.0845274533)(1.3550162693) + (2.744330912)(0.2844059717) = 0.9610422102$$

$$v_{33} = 148.2364444$$

$$v_{23} = -28.36371926 \quad v_{11} (4.427457) + v_{12} (4.538429577) + v_{13} (0.9537554936) = 1.00000000$$

$$v_{13} = -2.8582052401 \quad v_{12} (4.538429577) + v_{22} (6.62434390) + v_{23} (1.3550162693) = 1.00000000$$

$$v_{22} = 5.9342024575 \quad v_{13} (0.9537554936) + v_{23} (1.3550162693) + v_{33} (0.284405917) = 1.00000000$$

$$v_{21} = 0.02712462705$$

$$v_{11} = 0.8137686577$$

この表で得られた値を元のオーダーに直す

回帰係数

$$\mu = D v^{-1} = \begin{pmatrix} 0.00692022605 \\ 0.845274533 \\ 0.2744330912 \end{pmatrix}$$

逆行列を元のオーダーに直すには

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

此処で、

$$B = \begin{pmatrix} 0.8137686577 & 0.02712462705 & -2.8582052401 \\ 0.02712462705 & 5.9342024575 & -28.36371926 \\ -2.8582052401 & -28.36371926 & 148.2364444 \end{pmatrix}$$

$$\therefore A = \begin{pmatrix} 0.00008137686577 & 0.0002712462705 & 0.00028582052401 \\ 0.0002712462705 & 5.9342024575 & 0.2836371926 \\ 0.00028582052401 & 0.2836371926 & 0.01482364444 \end{pmatrix}$$

回帰に帰因する平方和

$$S\hat{y}^2 = 325.45023781$$

回帰からの偏差の平方和

$$Sd_{y \cdot x1x2x3}^2 = 2.73714300$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$S_{y \cdot x1x2x3}^2 = 0.0008388424762489$$

$$S_{y \cdot x1x2x3} = 0.02896278$$

参考として回帰係数の検定をしてみると、

回帰係数の標準偏差

$$Sb1 = S_{y \cdot x1x2x3} \sqrt{C_{11}} = 0.00026127$$

$$Sb2 = S_{y \cdot x1x2x3} \sqrt{C_{22}} = 0.07055396$$

$$Sb3 = S_{y \cdot x1x2x3} \sqrt{C_{33}} = 0.00352629$$

回帰係数の有意性の検定

$$t_{b1} = \frac{b1}{Sb1} = 26.487^{**}$$

$$t_{b2} = \frac{b2}{Sb2} = 11.981^{**}$$

$$t_{b3} = \frac{b3}{Sb3} = 77.825^{**}$$

回帰係数は、いづれも有意差があるので材積式は次のようになる。

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 \quad \text{ただし, } a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2 - b_3 \bar{X}_3$$

したがつて、

$$\hat{Y} = 0.00692033 X_1 + 0.84527453 X_2 + 0.27443309 X_3 - 0.05789$$

(3) 資料の棄却

全資料 3,267 本のお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。

$$E_{y.x_1x_2x_3} = t_{Sy.x_1x_2x_3}^2 \left\{ 1 - \left\{ \frac{1}{n} + C_{11} (X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22} (X_2 - \bar{X}_2)^2 + C_{33} (X_3 - \bar{X}_3)^2 + \right. \right. \\ \left. \left. 2 C_{12} (X_1 - \bar{X}_1) (X_2 - \bar{X}_2) + 2 C_{23} (X_2 - \bar{X}_2) (X_3 - \bar{X}_3) + 2 C_{13} (X_1 - \bar{X}_1) (X_3 - \bar{X}_3) \right\} \right\}^{1/2}$$

ただし、 C_{11} 、 C_{22} 、 C_{33} 等はガウスの 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 105 本である。棄却資料の一覧表は才 20 表のとおりで、資料棄却後の直径階樹高階別本数、および平均材積表は第 21～22 表のとおりである。

2. 棄却済資料による材積式の再計算

棄却済資料 3,162 本を用いて 1. (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

才20表

棄 却 資 料 一 覧 表

営 林 署	林 小 班	直 径	樹 高	V	$\hat{V}$	$V - \hat{V}$
宇 和 島	5㍇	24.6	14.3	0.4664	0.3297	0.1367
		25.4	18.5	0.5302	0.4522	0.0780
		29.6	18.6	0.6814	0.5921	0.0893
		31.3	19.4	0.7979	0.6808	0.1171
		32.2	20.4	0.8460	0.7514	0.0946
		33.7	19.5	0.8770	0.7808	0.0962
		34.8	20.7	0.9520	0.8757	0.0763
		36.9	19.2	1.0122	0.9075	0.1047
		36.7	20.0	1.0413	0.9336	0.1077
		37.2	21.1	1.0953	1.0064	0.0889
高 松	62と	26.1	17.2	0.5233	0.4403	0.0830
宿 毛	5い	35.2	16.3	0.6232	0.7139	-0.0907
本 山	52ろ	24.5	20.7	0.5069	0.3771	0.1298
		28.3	20.7	0.9324	0.6080	0.3244
		30.8	10.4	0.5744	0.3650	0.2094
		29.4	13.2	0.6490	0.5728	0.0762
		30.1	19.1	0.7122	0.6258	0.0864
		30.7	19.6	0.7593	0.6644	0.0949
		32.5	16.9	0.5493	0.6382	-0.0889
		31.3	17.4	0.5301	0.6132	-0.0831
		32.9	18.0	0.7880	0.6929	0.0951
		32.0	18.5	0.7536	0.6766	0.0770
		32.0	19.0	0.7905	0.6941	0.0964
		31.1	18.8	0.7453	0.6530	0.0923
		31.4	19.7	0.7832	0.6948	0.0884
		32.4	19.8	0.8122	0.7383	0.0739
		31.8	19.8	0.6321	0.7141	-0.0820
		32.9	20.8	0.8777	0.7954	0.0823
		34.8	17.1	0.8057	0.7311	0.0746
		34.6	18.3	0.8471	0.7712	0.0759
		33.3	19.2	0.8268	0.7530	0.0838
		34.2	19.3	0.8709	0.7941	0.0768

営林署	林小班	直 徑	樹 高	V	$\hat{V}$	$V - \hat{V}$
本 山	52ろ	33.1	19.8	0.8640	0.7671	0.0969
		33.8	19.9	0.8791	0.8003	0.0788
		33.8	21.1	0.9381	0.8462	0.0919
		36.7	17.2	0.7194	0.8108	0.0914
		35.6	19.2	0.7777	0.8499	-0.0722
		35.1	19.4	0.9992	0.8364	0.1628
		35.9	19.5	0.9850	0.8757	0.1093
		36.9	20.2	0.8574	0.9518	-0.0944
		35.0	20.9	0.9645	0.8929	0.0716
		36.6	20.9	1.0492	0.9683	0.0809
		36.4	21.0	1.0367	0.9630	0.0737
		35.6	21.4	1.0498	0.9416	0.1082
		36.6	21.4	1.0675	0.9901	0.0774
		36.6	21.4	1.0786	0.9901	0.0885
		36.2	21.5	1.0464	0.9749	0.0715
		38.3	17.3	0.7767	0.8823	-0.1056
		37.0	17.5	0.7408	0.8364	-0.0956
		37.9	17.9	0.9642	0.8930	0.0712
		37.6	18.9	0.8021	0.9257	-0.1236
		38.7	18.9	0.9074	0.9763	-0.0689
		38.8	18.9	0.8766	0.9810	-0.1044
		38.9	19.0	1.0693	0.9905	0.0788
		37.5	19.2	1.0105	0.9348	0.0757
		38.8	19.8	1.1062	1.0244	0.0818
		37.3	19.9	1.0604	0.9572	0.1032
		37.2	20.1	1.0378	0.9615	0.0763
		37.3	20.2	1.1478	0.9708	0.1770
		37.0	20.3	1.0324	0.9610	0.0714
		38.5	21.2	1.1488	1.0765	0.0723
		39.4	17.4	0.5571	0.9350	-0.3779
		39.5	18.0	1.0742	0.9693	0.1049
		40.9	18.8	0.9157	1.0767	-0.1610
		40.9	19.1	1.0135	1.0925	-0.0790
		39.1	19.2	0.9340	1.0098	-0.0758

営 林 署	林 小 班	直 径	樹 高	V	$\hat{V}$	$V - \hat{V}$
本 山	52ろ	39.0	19.5	0.9425	1.0196	-0.0771
		40.0	19.6	1.1796	1.1037	0.0759
		39.1	19.8	1.1106	1.0391	0.0715
		39.2	19.9	1.1298	1.0489	0.0809
		40.5	20.7	1.2182	1.1558	0.0624
		39.6	21.2	1.0624	1.1337	-0.0713
		42.4	18.9	1.0905	1.1573	-0.0668
		41.2	19.4	1.0517	1.1236	-0.0719
		41.0	19.6	1.0447	1.1240	-0.0793
		42.3	20.4	1.3080	1.2362	0.0718
		41.9	20.5	1.1570	1.2201	-0.0631
		42.0	20.6	1.1658	1.2310	-0.0652
		42.0	20.8	1.3588	1.2421	-0.1167
		41.2	20.8	1.1357	1.1985	-0.0628
		41.6	20.8	0.8931	1.2202	-0.3271
		41.4	21.2	1.1246	1.2309	-0.1063
		41.5	21.3	1.1764	1.2418	-0.0654
		42.6	21.6	1.3912	1.3207	0.0705
		42.3	21.8	1.2311	1.3147	-0.0836
		41.7	22.4	1.1246	1.3131	-0.1885
		44.0	19.2	1.0296	1.2587	-0.2291
		43.4	19.2	1.1244	1.2267	-0.1023
		44.1	19.5	1.1672	1.2822	-0.1150
		43.3	19.6	1.1131	1.2447	-0.1316
		43.3	19.6	1.1684	1.2447	-0.0763
		43.4	19.8	1.1149	1.2618	-0.1469
		43.6	19.8	1.1853	1.2728	-0.0875
		44.0	20.7	1.2675	1.3488	-0.0813
		44.0	20.7	1.2378	1.3488	-0.1110
		44.9	21.1	1.6375	1.4259	0.2116
		44.0	21.7	1.2336	1.4089	-0.1753
		43.5	21.9	1.3064	1.3909	-0.0845
		43.4	22.5	1.3542	1.4201	-0.0659
		46.3	19.6	1.2725	1.4120	-0.1395

営林署	林小班	直 徑	樹 高	V	$\hat{V}$	$V - \hat{V}$
本 山	52ろ	45.3	20.8	1.3380	1.4309	-0.0929
		48.6	18.6	1.2990	1.4761	-0.1771
		47.7	19.8	1.4146	1.5078	-0.0932
		47.7	20.6	1.4254	1.5633	-0.1379
		48.5	21.7	1.5243	1.6919	-0.1676

第21表 直徑階，樹高階別本数表（資料棄却後）

樹高 m	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	計
直徑 Cm																							
4		2																					2
6	2	21	10	8	1	1																	43
8		4	12	35	16	8	1																76
10			1	19	21	34	21	12	3	2													113
12				10	29	56	58	46	20	16	3	1											239
14					8	37	50	77	53	31	19	3	3	1									282
16						8	47	47	60	51	27	14	10	3									267
18					1	1	22	40	43	53	57	21	14	3	1								256
20							6	30	49	50	40	46	27	9	8								265
22						1	1	20	42	37	54	51	29	17	3	3	1						259
24							2	3	24	48	48	58	46	20	14	3	2	1					269
26									7	30	40	47	31	22	14	8	1						200
28									2	8	24	35	48	25	15	16	6	1					180
30										5	20	26	47	23	18	14	9	3					165
32											3	12	28	25	20	21	6	2	2	1			120
34											1	3	19	20	31	21	18	5	1				119
36										1		2	4	13	18	28	23	19	1	1			110
38													3	3	10	23	16	17	3				75
40													1	1	5	15	17	13	4	2			58
42															5	8	12	6	2		1	1	35
44													1		1	5	3	4	2	1			17
46																	3	1	2				6
48																			2	2			4
50																1							1
52																	1						1
計	2	27	23	72	76	146	208	275	303	332	336	319	311	185	162	166	118	72	19	7	1	1	3,162

为22表 直径階，樹高階別平均材積表

[illegible]

樹 高 m	直 徑 Cm	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
4												
6												
8												
10												
12	0.0894											
14	0.1255	0.1173	0.1398									
16	0.1476	0.1688	0.1810									
18	0.1931	0.2074	0.2342	0.2354								
20	0.2340	0.2509	0.2711	0.2850								
22	0.2810	0.3008	0.3249	0.3351	0.3675	0.3530						
24	0.3292	0.3545	0.3828	0.3868	0.4027	0.4438	0.5005					
26	0.3743	0.4121	0.4347	0.4531	0.4741	0.5181						
28	0.4301	0.4640	0.4855	0.5191	0.5411	0.5741	0.5942					
30	0.4919	0.5215	0.5593	0.5749	0.6404	0.6658						
32	0.5518	0.5825	0.6203	0.6581	0.7121	0.7308	0.7573	0.8411	0.8170			
34	0.6136	0.6643	0.6892	0.7329	0.7754	0.8143	0.8724	0.9037				
36	0.6815	0.6743	0.7402	0.8066	0.8479	0.9113	0.9523	0.9827	0.9667			
38		0.8192	0.8408	0.8780	0.9415	0.9773	1.0703	1.0856				
40		0.8997	0.9403	0.9384	1.0267	1.0934	1.1167	1.1804	1.1680			
42				1.0683	1.1290	1.1863	1.2506	1.2842		1.3587	1.5306	
44		1.0326		1.2034	1.2766	1.2620	1.3667	1.3302	1.4622			
46						1.4268	1.4747	1.4937				
48								1.6386	1.6944			
50					1.5312							

才23表 平方和、積和および相関係数の計算（棄却済資料）

n = 3,162	X ₁	X ₂	X ₃	Y
和	43,769.5	178.251148	2,866.757306	1,056.9932
平均	13.842	0.0563729	0.906628	0.33428
X ₁ 1. S X ₁ ² など	646,468.89	2,866.7573064	47,984.10118076	17,528.11442
2. 補正項	605,872.59	2,467.4141753	39,682.64829379	14,631.26625
3. S x ₁ ² など	40,596.30	399.3431311	8,301.45288697	2,896.84817
4. $\sqrt{S x_1^2}$ など	201,485.24	499.79437	9,817.62745	3,363.89693
5. 相関係数		0.79901	0.84557	0.86116
X ₂ 1. S X ₂ ² など		15.71906884	276.03041605	98.80696943
2. 補正項		10.04853629	161.60745757	59.58578473
3. S x ₂ ² など		5.67053255	114.42295848	39.22118470
4. $\sqrt{S x_2^2}$ など		2.38129	116.03132	39.75680
5. 相関係数			0.98614	0.98653
X ₃ 1. S X ₃ ² など			4,973.33312482	1,769.32517418
2. 補正項			2,599.08205297	958.29948719
3. S x ₃ ² など			2,374.25107185	811.02568699
4. $\sqrt{S x_3^2}$ など			48.72629	813.50977
5. 相関係数				0.99695
Y 1. S Y ²				632.07138374
2. 補正項				353.33163341
3. S y ²				278.73975033
4. $\sqrt{S y^2}$				16.69550

行列式の元の小数点の移動

$$B = DAD = \begin{pmatrix} 4.05963 & 3.993431311 & 0.830145288697 \\ 3.993431311 & 5.67053255 & 1.1442295848 \\ 0.830145288697 & 1.1442295848 & 0.237425107185 \end{pmatrix}$$

$$h = Dg' = \begin{pmatrix} 2.89684817 \\ 3.92211847 \\ 0.81102568699 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1}$$

方程式 $Bv = h$ を簡略 Doolittle法で解くと次のとおりである。（才24表）

才24表 簡略 Doolittle 法による解法

行	b_1	b_2	b_3	G	計	check
I						
1)	4.05963	3.993431311	0.8301452887	2.89684817	11.7800547697	2.89684817
2)		5.67053255	1.144229585	3.92211847	14.730311916	3.92211847
3)			0.2374251072	0.8110256870	3.0228256679	0.8110256870
II						
4)	4.05963	3.993431311	0.8301452887	2.89684817	11.7800547697	
5)	1	0.9836934181	0.2044879185	0.7135744317	2.9017557683	2.9017557683
III						
6)		1.7422204537	0.3276211285	1.0725079917	3.142349575	3.1423495739
7)		1	0.1880480325	0.6155983243	1.8036463564	1.8036463568
III						
8)			0.0060619165	0.0169722167	0.0230341332	0.0230341332
9)			1	2.799810374	3.799810374	
V						
12)			$vb_1 =$	0.0534004522		
11)			$vb_2 =$	0.0890994921		
10)			$vb_3 =$	2.799810374		

check

 $(0.0534004522)(4.05963) + (0.0890994921)(3.993431311) + (2.799810374)(0.8301452887) = 2.8968481705$
 $(0.0534004522)(3.993431311) + (0.0890994921)(5.67053255) + (2.799810374)(1.144229585) = 3.9221184703$
 $(0.0534004522)(0.8301452887) + (0.0890994921)(1.144229585) + (2.799810374)(0.2374251072) = 0.8110256869$
 $v_{33} = 164.9643310$

check

 $v_{23} = -31.02121788$
 $v_{11}(4.05963) + v_{12}(3.993431311) + v_{13}(0.8301452887) = 1.00000000$
 $v_{13} = -3.21784482$
 $v_{12}(3.993431311) + v_{22}(5.67053255) + v_{23}(1.144229585) = 1.00000000$
 $v_{22} = 6.407459162$
 $v_{13}(0.8301452887) + v_{23}(1.144229585) + v_{33}(0.2374251072) = 1.00000000$
 $v_{21} = 0.0404888692$ $v_{11} = 0.8645096225$

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、

$$b_1 = 0.00534004522$$

$$b_2 = 0.890994921$$

$$b_3 = 0.2799810374$$

またC乗数は、

$$C_{11} = 0.00008645096225$$

$$C_{22} = 6.407459162$$

$$C_{33} = 0.01649643310$$

回帰に帰因する平方和

$$S\hat{y}^2 = 277.48698979$$

回帰からの偏差の平方和

$$Sd_{y.x1x2x3}^2 = 1.25276054$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$S_{y.x1x2x3}^2 = 0.0003966942811906$$

$$S_{y.x1x2x3} = 0.01991719$$

回帰係数の標準偏差

$$Sb1 = S_{y.x1x2x3}\sqrt{C_{11}} = 0.00018519$$

$$Sb2 = S_{y.x1x2x3}\sqrt{C_{22}} = 0.05041630$$

$$Sb3 = S_{y.x1x2x3}\sqrt{C_{33}} = 0.00255813$$

回帰係数の有意性の検定

$$t_{b1} = \frac{b_1}{Sb1} = 28.835^{**}$$

$$t_{b2} = \frac{b_2}{Sb2} = 17.673^{**}$$

$$t_{b3} = \frac{b_3}{Sb3} = 109.448^{**}$$

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すと、

重相関係数

$$R = 0.99775$$

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25表のとおりである。

第25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
同 帰	3	277.48698979	92.49566326
推 定 の 誤 差	3,158	1.25276054	0.0003966942812
全 体	3,161	278.73975033	

$$F = 233166.11^{**}$$

重相関係数はきわめて有意である。材積式はきわめて有意である。

偏相関係数および有意性の検定

$$r_{yx1.x2x3} = -R_{yx1} / \sqrt{R_{y2} \cdot R_{x1}^2} = 0.60194^{**}$$

$$r_{yx2.x1x3} = -R_{yx2} / \sqrt{R_{y2} \cdot R_{x2}^2} = 0.52459^{**}$$

$$r_{yx3.x1x2} = -R_{yx3} / \sqrt{R_{y2} \cdot R_{x3}^2} = 0.83985^{**}$$

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った直徑級を一括する。ただし、胸高直徑42cm以上は42～60cmとした。

10cm直徑級別平方和、積和、相関係数および回帰係数

才26表 10cm直徑級別和および自乗和など

直徑級 cm	本 数	ΣX_1	ΣX_2	ΣX_3	ΣY	ΣX_1^2	ΣX_2^2	ΣX_3^2
4～10	本 233	1,792.0	1,807.844	14,768.5418	6,4191	14,492.16	0.01581980	1.17699498
12～20	1,308	15,607.1	34,436.779	425,872.2279	170,8080	192,025.81	1.01467720	168.34198858
22～30	1,077	16,210.7	70,316.803	1,072,194.508	407,1506	248,361.59	4.81525680	1,167.17304708
32～40	481	8,882.5	59,852.207	1,113,549.003	391,7642	165,562.17	7.62261049	2,700.57919100
42～60	63	1,277.2	11,837.515	240,373.0263	80,8513	26,027.16	2.25070455	936.06190318
計	3,162	43,769.5	178,251.148	2,866,757.306	1,056.9932	646,468.89	15.71906884	4,973.33312482

直徑級 cm	ΣY^2	$\Sigma X_1 X_2$	$\Sigma X_1 X_3$	$\Sigma X_1 Y$	$\Sigma X_2 X_3$	$\Sigma X_2 Y$	$\Sigma X_3 Y$
4～10	0.21737187	14,768.5418	125,544.39206	54,214.31	0.13423664	0.05782179	0.50471655
12～20	26,781,751.72	425,872,227.9	5,415,056,168.11	2,166,850.89	12,907,618.31	5,148,563.49	67,031,212.64
22～30	166,819,722.90	1,072,194,507.6	16,632,573,188.04	6,307,421.83	74,346,530.82	28,100,466.08	440,555,797.19
32～40	332,616,232.52	1,113,549,002.8	20,904,716,604.28	7,349,996.93	142,858,829.56	50,119,937.32	946,897,154.84
42～60	105,636,304.73	240,373,026.3	4,906,210,828.27	1,649,630.46	45,783,200.72	15,380,180.75	314,336,292.96
計	632,071,383.74	2,866,757,306.4	47,984,101,180.76	17,528,114.42	276,020,416.05	98,806,969.43	1,769,325,174.18

才27表 直徑級別平方和および積和

直徑級 C_m	本 数	Sx_1^2	Sx_2^2	Sx_3^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1x_3
4~10	233	709.91	0.00179276	0.24090130	0.04052704	0.8644369	11.95972723
12~20	1,308	5,801.37	0.10803213	29.68208453	4.47642078	14.9714224	333.53441883
22~30	1,077	4,362.71	0.22430714	99.76258934	12.89993545	13.8058369	494.20409720
32~40	481	1,531.39	0.17502903	122.63452971	13.53268075	8.2740991	341.10117986
42~60	63	134.46	0.02647024	18.93187504	1.87546804	0.3908968	33.12465064
4~60	3,162	40,596.30	5.67053255	2,374.25107185	278.73975033	399.3431311	8,301.45288697

Sx_1y	Sx_2x_3	Sx_2y	Sx_3y
4.84509	0.01964771	0.00801608	0.09784639
128.76409	1.69533406	0.65156246	11.41776959
179.10592	4.34347604	1.51780263	35.22187217
115.39089	4.29673926	1.37159638	39.93533712
10.53077	0.61781494	0.18845890	5.85261580
2,896.84817	114.42295848	39.22118470	811.02568699

第28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}	r_{x3y}	b1	b2	b3
4~10	0.76625	0.91453	0.90329	0.94551	0.94085	0.99025	0.00016148213	0.282290113	0.375128148
12~20	0.59803	0.80376	0.79903	0.94674	0.93695	0.99053	0.00044495791	0.110295699	0.3733690856
22~30	0.44133	0.74911	0.75498	0.91819	0.89228	0.98183	0.00526350607	0.707227389	0.2961911977
32~40	0.50539	0.78711	0.80156	0.92742	0.89121	0.98030	0.00544479626	-0.310200041	0.3213691883
42~60	0.20720	0.65431	0.66315	0.87273	0.84583	0.98220	0.01327971751	1.051104252	0.2516043382
4~60	0.79901	0.84557	0.86116	0.98614	0.98653	0.99695	0.00534004522	0.890994921	0.2799810374

オ29表 直徑級別回帰に帰因する平方和など

直 径 級 Cm	$\hat{S}y^2$	$Sd_y \cdot x1x2x3^2$	$Sy \cdot x1x2x3^2$	R
4 ~ 10	0.03975019	0.00077685	0.00000339	0.99037
12 ~ 20	4.39220133	0.08421945	0.00006459	0.99055
22 ~ 30	12.44856520	0.45137025	0.00042066	0.98235
32 ~ 40	13.03679751	0.49588324	0.00103959	0.98151
42 ~ 60	1.81047913	0.06498891	0.00110151	0.98252
4 ~ 60	277.48698979	1.25276054	0.00039669	0.01992

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つた（オ30表）

オ30表 分散の一樣性の検定

直徑階 Cm	$Sd_y \cdot x1x2x3^2$	本 数	自由度	$Sy \cdot x1x2x3^2 = Si^2$	$\log si^2$	$fi \log si^2$	$\frac{1}{fi}$
4~10	0.00077685	233	229	0.00000339	-5.4698003	-1,252.5842687	0.0043668
12~20	0.08421945	1,308	1,304	0.00006459	-4.1898347	-5,463.5444488	0.0007669
22~30	0.45137025	1,077	1,073	0.00042066	-3.3760688	-3,622.5218224	0.0009320
32~40	0.49588324	481	477	0.00103959	-2.9831379	-1,422.9567783	0.0020964
42~60	0.06498891	63	59	0.00110151	-2.9580116	-174.5226844	0.0016949
計	1.09723870		3,142			-11,936.1300026	0.0098570

$$= q^2$$

$$= f$$

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

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

[1] 4~60Cm直徑級を一括した場合

オ28表から

$$S^2 = \frac{q^2}{f} = 0.00034922$$

$$\log S^2 \cdot f = -10,861.5826278$$

$$\chi^2 = \frac{1}{M} \left(\log S^2 \cdot f - \sum fi \log si^2 \right) = 2,474.253$$

$$\text{補正項 } C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left(\sum \frac{1}{fi} - \frac{1}{f} \right) = 1.00079$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 2,472.300^{**} \quad d \cdot f = 4$$

分散が一樣でないので、4~60Cmは一括できない

〔2〕 12～60cm直徑級を一括した場合

$$\chi^2 = 1631.192$$

$$\text{補正項 } C = 1.00057$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 1,630.263^{**} \quad d.f = 3$$

分散が一樣でないので、12～60cmは一括できない

〔3〕 4～30cm直徑級を一括した場合

$$\chi^2 = 1,684.580$$

$$\text{補正項 } C = 1.00095$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 1682.981^{**} \quad d.f = 2$$

分散が一樣でないので、4～30cmは一括できない。

〔4〕 22～60cm直徑級を一括した場合

$$\chi^2 = 159.205$$

$$\text{補正項 } C = 1.00068$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 159.097^{**} \quad d.f = 2$$

分散が一樣でないので、22～60cmは一括できない

〔5〕 12～30cm直徑級を一括した場合

$$\chi^2 = 959.427$$

$$\text{補正項 } C = 1.00043$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 959.015^{**} \quad d.f = 1$$

分散が一樣でないので、12～30cmは一括できない

〔6〕 4～20cm直徑級を一括した場合

$$\chi^2 = 440.740$$

$$\text{補正項 } C = 1.00149$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 440.084^{**} \quad d.f = 1$$

分散が一樣でないので、4～20cmは一括できない

〔7〕 32～60cm直徑級を一括した場合

$$\chi^2 = 0.086$$

$$\text{補正項 } C = 1.00064$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 0.086 \quad d.f = 1$$

有意差なし

回帰係数間の有意差の検定

32～60cmは分散が一樣であることが分つたので回帰係数 b_1, b_2, b_3 間の有意差の検定を行う。

32～60cmを合計し、平均した回帰係数を計算する。

$$b_1' = 0.0106386771$$

$$b_2' = 0.53514642$$

$$b_3' = 0.2767371193$$

$S\hat{y}^2 = 14.84572407$

オ31表のⅠ 予備的分散分析表

変動因	自由度	平方和
同 帰	3	14.84727664
誤 差	536	0.56087215
計	542	15.40814879

オ31表のⅡ 分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	3	14.84572407	
回帰間	3	0.00155257	0.00051752
回帰計	6	14.84727664	
誤 差	536	0.56087215	0.00104640
計	542	15.40814879	

$F = 0.495$ 有意差なし

ねんのためにその逆数をとれば $F = 2.022 < F_5^{536} (0.05) = 4.37$

32~60C_nの回帰係数 b_1, b_2, b_3 の間に有意差が認められないので、回帰平面の高さの間に差があるか検定を行う。

$S\hat{y}^2 = 27.09192504$

オ32表のⅠ 予備的分散分析表

変動因	自由度	平方和
全 回 帰	3	27.09192504
回帰間差	3	0.00155257
誤 差	537	0.56087795
計	543	27.65435556

オ32表のⅡ 完成した分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全 回 帰	3	27.09192504	
回帰間差	3	0.00155257	
平面間差	1	0.00000580	0.00000580
不明原因	536	0.56087215	0.00104640
計	543	27.65435556	

$F = 0.0055$

ねんのためにその逆数をとれば $F = 180.41 < F_1^{536} (0.05) = 254$ 有意差なし

オ33表 直徑級ごとの回帰係数の差の検定取りまとめ表

直徑級 範 囲	本 数	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'	b_3'			
C_m 4~60	本 3,162	** 2,472.300						
12~60	2,929	** 1,630.263						
4~30	2,618	** 1,682.981						
22~60	1,621	** 159.097						
12~30	2,385	** 959.015						
4~20	1,541	** 440.084						
32~60	544	0.086	0.01063868	0.53514642	0.27673712	0.00051752	0.00104640	0.495

直 徑 級 範 囲	回 帰 平 面 間 の 差 の 検 定					
	込みにした回帰係数			平面間の分散	不明原因	F
	b_1''	b_2''	b_3''			
32 ~ 60	0.91054664	0.52646620	0.27740293	0.00000580	0.00104640	0.0055

4. 材積式の決定と材積表の作製

$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$ に才28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。ただし、32~60 C_m 直徑級には b_1'', b_2'', b_3'' を使う。

才34表 材 積 式

直 徑 級	本 数	材 積 式
4~10 C_m	233 ^本	$\hat{Y} = 0.00016148X_1 + 0.28229011X_2 + 0.37512815X_3 + 0.00034$
12~20	1,308	$\hat{Y} = 0.00044496X_1 + 0.11029570X_2 + 0.37336909X_3 + 0.00081$
22~30	1,077	$\hat{Y} = 0.00526351X_1 + 0.70722739X_2 + 0.29619120X_3 - 0.04223$
32~60	544	$\hat{Y} = 0.01054664X_1 + 0.52646620X_2 + 0.27740293X_3 - 0.08798$

上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すると、22~30 C_m と32~60 C_m の境に不連続な点が認められるので、樹高13 m までは直徑28, 30, 32, 34 C_m の材積を3点平均法でそれ以上の樹高階については直徑30, 32 C_m の材積を5点平均法で修正した。

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って行う。

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 t 表の値

樹高 m	徑直 Cm	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
8		0.265	0.290	0.315	0.352	0.393						
9		0.299	0.327	0.357	0.399	0.443						
10		0.331	0.365	0.400	0.445	0.494	0.546	0.600	0.656	0.716	0.778	0.843
11		0.365	0.403	0.443	0.492	0.545	0.600	0.659	0.721	0.785	0.852	0.923
12		0.397	0.440	0.485	0.538	0.595	0.655	0.719	0.785	0.854	0.927	1.002
13		0.431	0.478	0.528	0.585	0.646	0.710	0.778	0.849	0.924	1.001	1.082
14		0.464	0.518	0.569	0.631	0.696	0.765	0.838	0.913	0.993	1.076	1.162
15		0.497	0.556	0.612	0.678	0.747	0.820	0.897	0.978	1.062	1.150	1.242
16		0.531	0.594	0.655	0.724	0.798	0.875	0.957	1.042	1.131	1.225	1.322
17		0.564	0.631	0.697	0.771	0.848	0.930	1.016	1.106	1.201	1.299	1.402
18		0.598	0.669	0.740	0.817	0.899	0.985	1.076	1.170	1.270	1.374	1.482
19		0.631	0.707	0.783	0.864	0.950	1.040	1.135	1.235	1.339	1.448	1.562
20		0.665	0.745	0.825	0.910	1.000	1.095	1.195	1.299	1.408	1.523	1.642
21		0.698	0.782	0.868	0.957	1.051	1.150	1.254	1.363	1.478	1.597	1.721
22		0.732	0.820	0.910	1.003	1.101	1.205	1.313	1.427	1.547	1.671	1.801
23		0.765	0.858	0.953	1.050	1.152	1.260	1.373	1.492	1.616	1.746	1.881
24		0.799	0.896	0.996	1.096	1.203	1.315	1.432	1.556	1.685	1.820	1.961
25		0.832	0.933	1.038	1.143	1.253	1.370	1.492	1.620	1.755	1.895	2.041
26		0.866	0.971	1.081	1.189	1.304	1.424	1.551	1.684	1.824	1.969	2.121
27		0.899	1.008	1.123	1.236	1.354	1.479	1.611	1.749	1.893	2.044	2.201
28		0.932	1.046	1.166	1.282	1.405	1.534	1.670	1.813	1.962	2.118	2.281
29		0.965	1.084	1.209	1.329	1.456	1.589	1.730	1.877	2.032	2.193	2.361
30		0.998	1.122	1.251	1.375	1.506	1.644	1.789	1.942	2.101	2.267	2.441
31								1.849	2.006	2.170	2.342	2.520
32								1.908	2.070	2.239	2.416	2.600
33								1.968	2.134	2.309	2.491	2.680
34								2.027	2.199	2.378	2.565	2.760
35								2.087	2.263	2.447	2.639	2.840

樹高 m	直徑 Cm	52	54	56	58	60
15		1.338	1.437	1.540	1.647	1.758
16		1.423	1.529	1.638	1.751	1.868
17		1.509	1.620	1.735	1.855	1.979
18		1.594	1.711	1.833	1.959	2.089
19		1.680	1.803	1.930	2.063	2.199
20		1.766	1.894	2.028	2.166	2.310
21		1.851	1.986	2.125	2.270	2.420
22		1.937	2.077	2.223	2.374	2.531
23		2.022	2.169	2.321	2.478	2.641
24		2.108	2.260	2.418	2.582	2.751
25		2.193	2.351	2.516	2.686	2.862
26		2.279	2.443	2.613	2.790	3.972
27		2.364	2.534	2.711	2.893	3.083
28		2.450	2.626	2.808	2.997	3.193
29		2.536	2.717	2.906	3.101	3.303
30		2.621	2.809	3.003	3.205	3.414
31		2.707	2.900	3.101	3.309	3.524
32		2.792	2.992	3.198	3.413	3.635
33		2.878	3.083	3.296	3.517	3.745
34		2.963	3.174	3.393	3.621	3.856
35		3.049	3.266	3.491	3.724	3.966
36		3.134	3.357	3.589	3.828	4.076
37		3.220	3.449	3.686	3.932	4.187
38		3.306	3.540	3.784	4.036	4.297
39		3.391	3.632	3.881	4.140	4.408
40		3.477	3.723	3.979	4.244	4.518

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人工林に適用される。
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20cm、樹高1mごとに材積を掲げているが幹材積は m^3 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 ～ 10 ^{cm}	$v = 0.00016148h + 0.28229011d^2 + 0.37512815d^2h + 0.00034$
12 ～ 20	$v = 0.00044496h + 0.11029570d^2 + 0.37336909d^2h + 0.00081$
22 ～ 30	$v = 0.00526351h + 0.70722739d^2 + 0.29619120d^2h - 0.04223$
32 ～ 60	$v = 0.01054664h + 0.52646620d^2 + 0.27740293d^2h - 0.08798$

ただし、 v = 幹材積 (m^3) , d = 胸高直径 (m) , h = 樹高 (m)

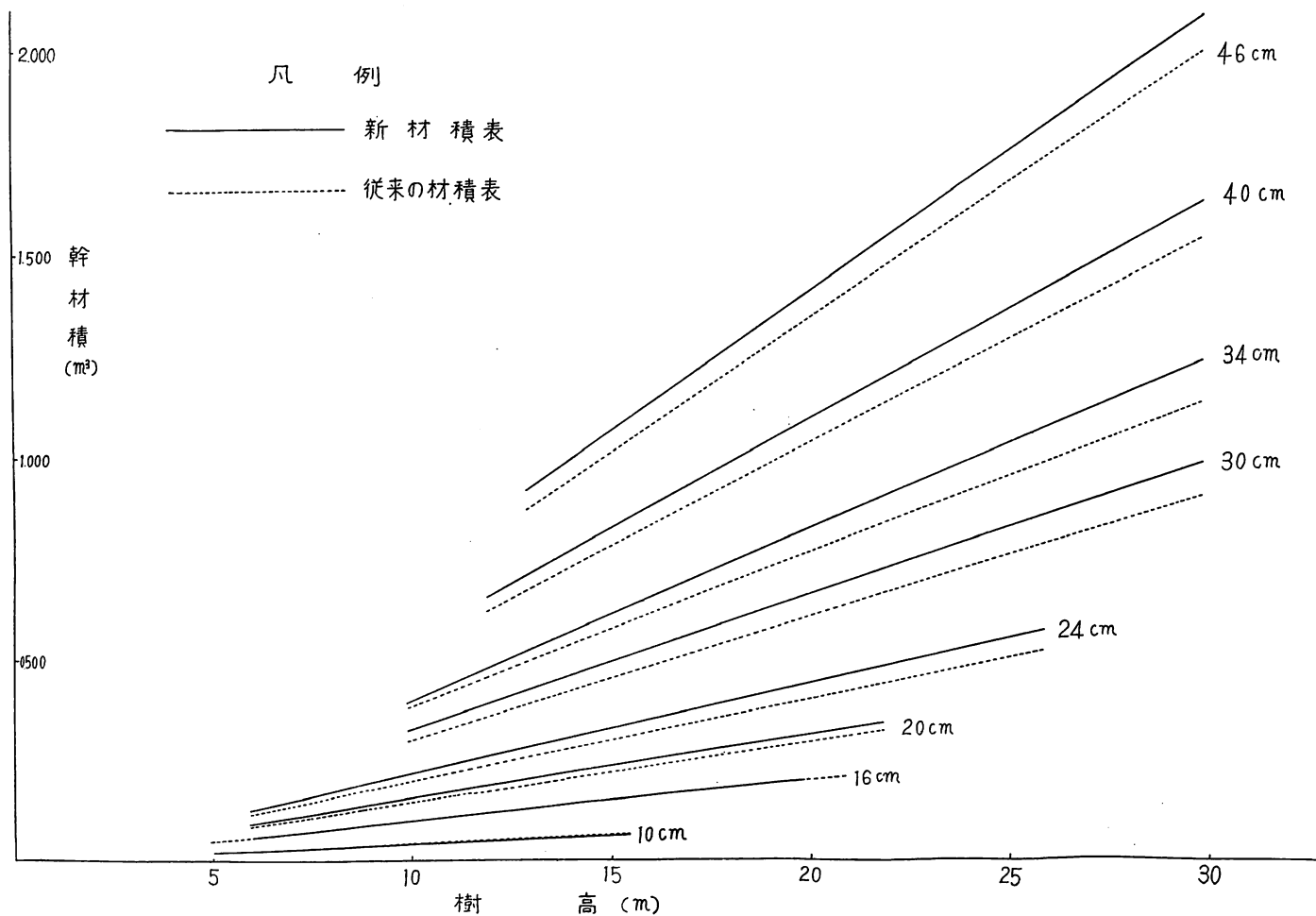
7. 結 言

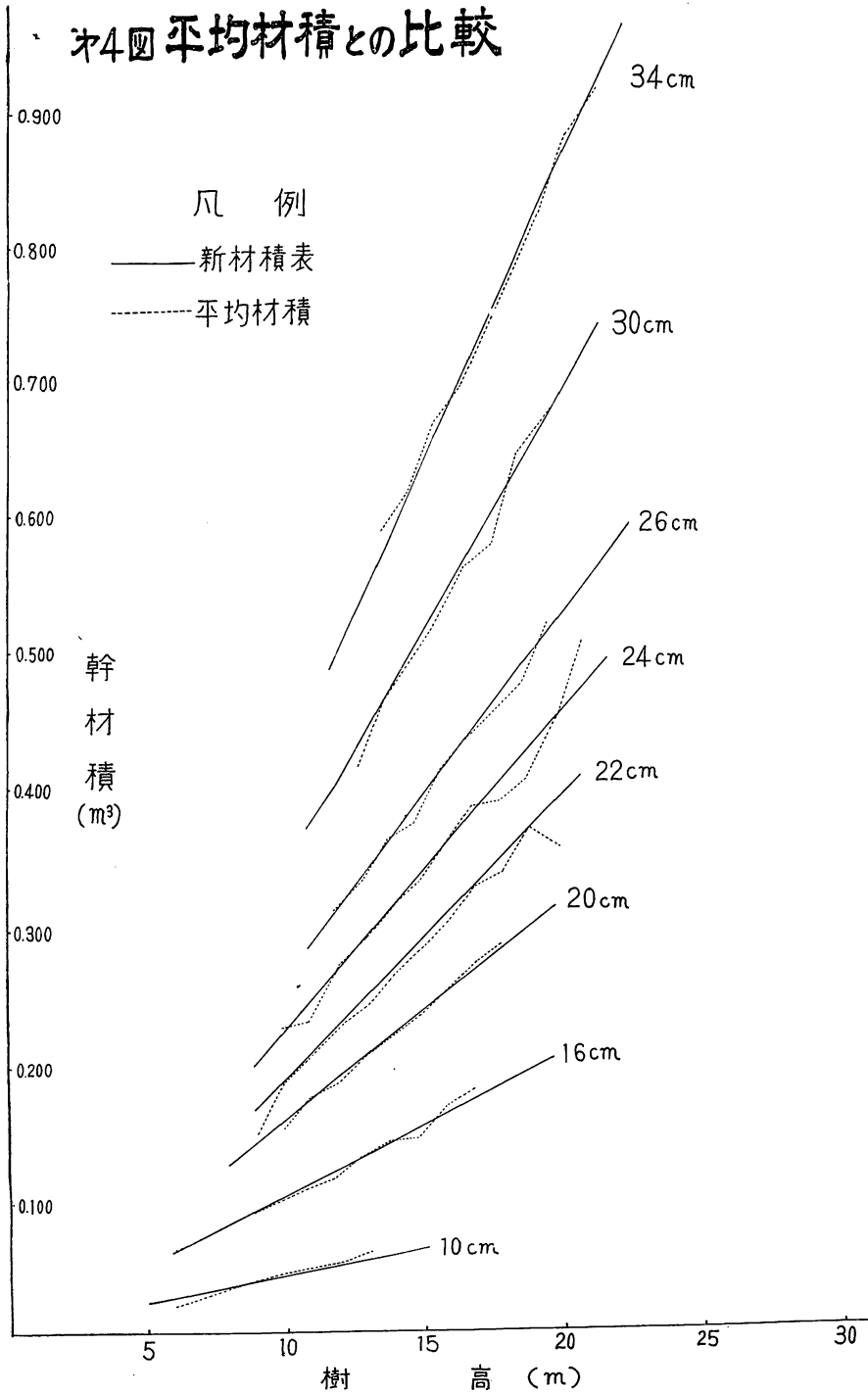
本材積は、材積式、 $V = a + b_1h + b_2d^2 + b_3d^2h$ 式を使用し、調製要綱に基いて調製したものである。

当局管内のヒノキ人工林は特別経営時代の植栽によるものがその主体をなしており、いまだ主伐期に達していないため、胸高直径40cm以上の資料が少い。それで将来、大径木について、さらに、資料を補足して完全な材積表を調製しなければならない。

第3図 従来の材積表との比較

46





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 34 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	同	津	田	清	隆 (26. 4~28. 1)
	同	時	信	憲	義 (28. 2~29.11)
	同	町	田	尚	之 (29.12~30.11)
	同	都	築	和	夫 (30.12~32. 3)
	同	北	本		浩 (32. 4~)
係員	農林技官	北	村	靖	方 (26. 4~28. 3)
	同	都	築	和	夫 (28. 1~30.11)
	同	十	万		淳 (29. 4~30.12)
	同	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		昭和29年
(7) 古屋 茂 行列と行列式	培 風 館	昭和32年
(8) 長野営林局 局報計画特集号		昭和30年 9 月
(9) 大友栄松 材積表の検定について	日林試38(6)	昭和31年 6 月

材積表調製業務資料 第17号

昭和35年 3月15日 印刷

昭和35年 3月21日 発行

高 知 営 林 局

ヒノキ人工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