

材積表調製業務資料 第57号

高 知 営 林 局

広葉樹立木材積表調製説明書

昭 和 4 1 年 2 月

林 野 庁

高知営林局広葉樹立木材積表

調 製 説 明 書

目 次

緒 言	頁
第 1 地域決定の根拠	1
1. 地域の概要	1
2. 地域の決定	2
第 2 資料の収集	3
1. 資料の収集地域	3
2. 資料の選定および調査方法	6
3. 資料の整理	6
第 3 材積式採用の根拠	11
1. $V = 10^a d^{b_1} h^{b_2}$ 式による標準誤差の計算	11
2. $V = a + b_1 h + b_2 d^2 + b_3 d^2 h$ 式による標準誤差の計算	14
3. $V = a + b d^2 h$ 式による標準誤差の計算	18
第 4 材積表の調製	19
1. 資料の吟味	19
2. 棄却済資料による材積式の再計算	35
3. 10cm直径級別材積式の比較	37
4. 材積式の決定と材積表の作成	43
5. 材積表の適合度	52
6. 材積表使用上の注意	53
第 5 調製年月および調製担当者官氏名	54
第 6 引用ならびに参考文献	54

付 表

	頁
第 1 表 資料収集箇所および収集本数	3
第 2 表 資料収集箇所別地況林況一覧表	5
第 3 表 営林署別10cm直径級別本数一覧表	7
第 4 表 直径階、樹高階別本数表（資料棄却前）	8
第 5 表 材積式決定のための資料	12
第 6 表 平方和、積和の計算	13
第 7 表 回帰係数の計算	13
第 8 表 平方和、積和の計算	15
第 9 表 簡略Doolittle法による解法	16
第 10 表 平方和、積和および相関係数の計算（資料棄却前）	19
第 11 表 簡略Doolittle法による解法	21
第 12 表 棄却資料一覧表	24
第 13 表 直径階、樹高階別本数表	25
第 14 表 直径階、樹高階別平均材積表	27
第 15 表 平方和、積和および相関係数の計算（資料棄却後）	35
第 16 表 簡略Doolittle法による解法	36
第 17 表 重相関係数の有意性の検定	37
第 18 表 10cm直径級別積和および二乗和など	38
第 19 表 直径級別平方和および積和	39
第 20 表 直径級別回帰係数	40
第 21 表 直径級別回帰に帰因する平方和など	41
第 22 表 分散の一様性の検定	41
第 23 表 材積式	43
第 24 表 材積表	44

付 図

第 1	資料収集位置図	頁 4
第 2	従来の材積表との比較（Ⅰ～Ⅲ）	55～57
第 3	平均材積との比較	58

緒 言

当局において、昭和27年度から着手した針葉樹立木材積表の作成は昭和38年度を以て終了し、現在適用している材積表は次のとおりである。

スギ人工林立木材積表	材積表調製業務資料第14号	昭和34年4月1日から適用
ヒノキ “ ”	“ 第17号	昭和35年4月1日から適用
スギ天然生林 “	“ 第19号	“
ヒノキ “ ”	“ 第25号	昭和36年4月1日から適用
ツガ “ ”	“ 第38号	昭和37年4月1日から適用
モミ “ ”	“ 第44号	昭和38年4月1日から適用
アカマツ “	“ 第51号	昭和39年4月1日から適用

広葉樹立木材積表は、これまで、しらかし、くり、おなの3種のものが適用されていたが、その作成の経緯も明らかでなく、また材積表の数値が実測材積と著しく異なるので、昭和40年度において、資料1,395本を収集して新材積表を作成することとした。

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、同室樋渡ミヨ子氏の特別のご指導を賜わり、また資料収集に際し、ご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41年2月

高知営林局長 楠 正 二

高知営林局広葉樹立木材積表

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、東西に長く、南北に狭く、石鎚山（1,981m）剣山（1,955m）の二峰が東西にそびえて、四国を南北に隔絶し、南東に室戸岬、南西に足摺岬があつて、土佐湾をいだいている。したがって、太平洋岸は、その影響をうけて、森林植生も多様を極めており、亜熱帯より亜寒帯におよんでいる。足摺岬および室戸岬にはアカウ、ビロウなどの亜熱帯性の群落があり、沿岸には、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、シイ、カシを主とする暖帯性の植生が発達し、標高600～1,200mにかけては、モミ、ツガを主とする針葉樹と、カエデ、ミズメなどの広葉樹によって林相が構成されている。その上部、標高1,200～1,800mにはブナを主とする温帯性の広葉樹があり、さらに四国山脈の頂上付近には、シコクシラベ、ダケカンバなどの亜寒帯性林分も分布している。太平洋岸に比べて瀬戸内海方面は、著しく地勢、気象、植生を異にしている。すなわち、石鎚山、その他の高峰は、結晶片岩系の峻嶒な石鎚山脈を構成しているが、阿波讃岐国境の讃岐山脈は、比較的緩やかな白亜層の和泉砂岩系の山地をなし、讃岐丘陵は、花崗岩、安山岩よりなっている。河川はおもに、石鎚山、讃岐山脈に源を発し、瀬戸内海に注いでいるが、傾斜が急で、平時流量が少なく降雨があれば天井川となるものが多い。

瀬戸内海方面の気象は、四国山脈と季節風との関係により、太平洋岸とでかなり差異がある。太平洋側は年平均気温16～17℃くらいであるが、瀬戸内海沿岸は15℃程度で太平洋側にくらべてやや低い。雨量は太平洋側は2,000mm程度であるが、山岳地域は特に多く3,000～4,000mmに達する。これに対して瀬戸内海方面は四国山脈にさえぎられて雨量少なく、およそ1,500mm程度で、特に高松、今治等の海岸沿いでは、1,000mmに達しない所もあり、著しい差異がみられる。

以上のように管内の広葉樹は、沿岸地方から四国山脈の奥深くまで分布しているが、東部の魚梁瀬地方のようにスギ天然林が純林型をなしているところでは、広葉樹の成立は少なく、中部地方のモミ、ツガ等針葉樹の多いところには、これと混合して、ブナ、カエデ、ミズメ、シオジなどの大径木が成立している。また西部地方では薪炭林が多く、シイ、カシ、イス、サカキ、ツバキなどの小径木が広葉樹の純林をなしており高知県西南部地方には、アカマツ中林型林分が多く、アカマツと混合して広葉樹の小径木が密生する。

2. 地 域 の 決 定

本材積表は、高知営林局管内広葉樹を対象として調製した。したがって、当局管内全域から資料を収集した。蓄積の少ない営林署は経費、時間の関係で省略した。

現行広葉樹立木材積表について

現在使用中の広葉樹立木材積表については、その胸高係数が「林学博士寺崎渡氏の調査に係る係数を以て曲線を描き、図上に於て、樹高 m に対するものを求めたるものなり」と説明されているのみである。材積表はしらかし、おな、くりの3種に区別されているが、従来はほとんど、おなが適用されてきた。しかしその数値は実材積と著しく異なるのみならず、かし、くり等の樹種の分布も少ないので、今後は材積表を一種とすることにし、資料を収集して、新材積表を調製した。

第 2 資 料 の 収 集

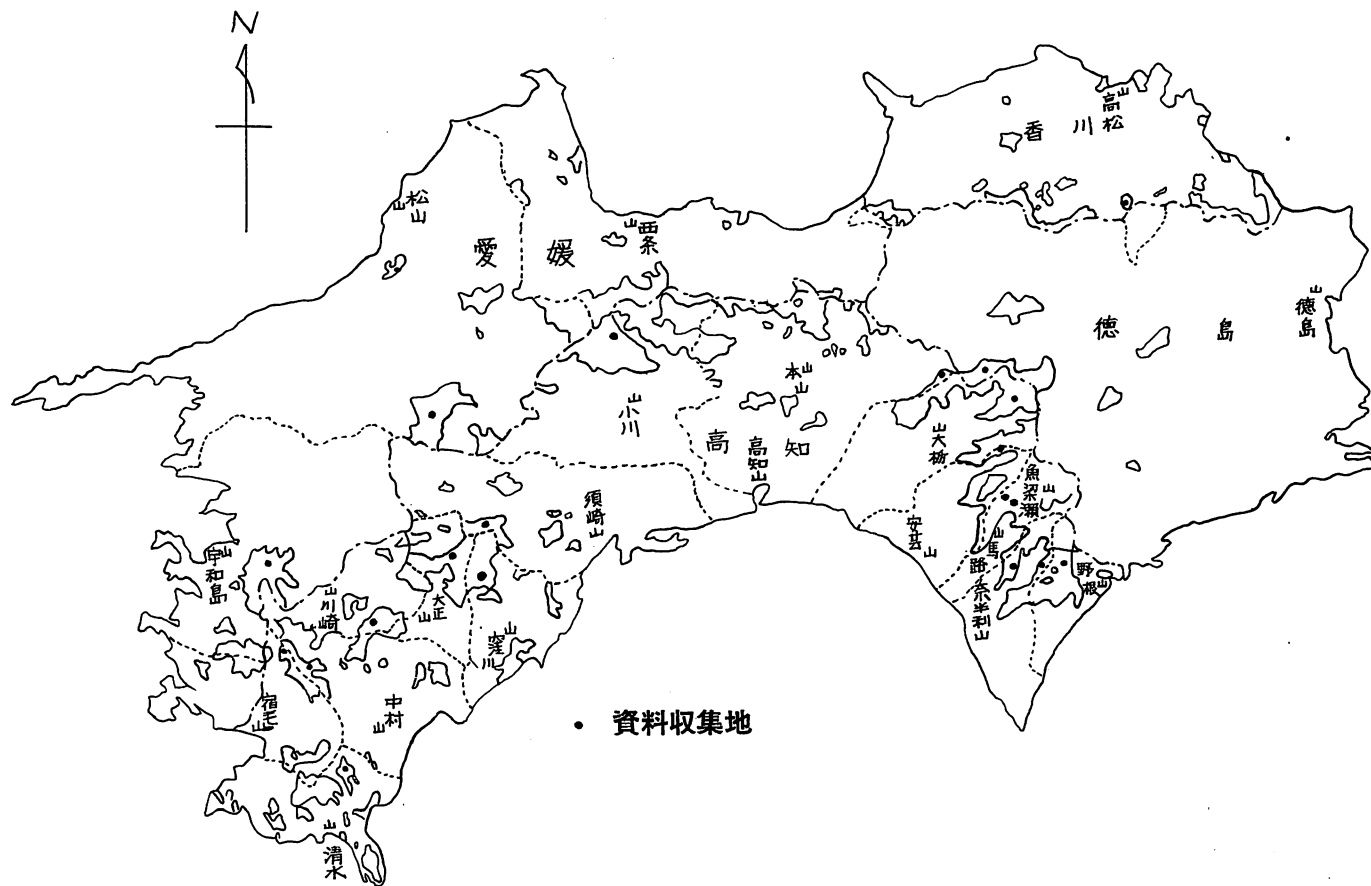
1. 資料収集地域（第 1 図）

箇所ならびに収集本数は、第 1 表のとおりであって、おもに直営生産の主伐箇所で調査した。

第 1 表 資料収集箇所および収集本数

営 林 署	事 業 区	林 小 班	収 集 本 数	
野 根	野 根	18い	77	本
奈 半 利	奈 半 利	7は 29ほ	69	
魚 梁 瀬	魚 梁 瀬	89ろ	75	
馬 路	馬 路	5い	20	
安 芸	安 芸	54い	78	
大 枋	大 枋	53い	90	
本 山	本 山	57ろ	88	
小 川	小 川	60へ	41	
須 崎	須 崎	31へ	60	
窪 川	窪 川	53い	29	
大 正	大 正	40い	78	
川 崎	川 崎	6は	67	
中 村	中 村	24い	79	
宿 毛	宿 毛	53は	96	
清 水	清 水	92い	76	
宇 和 島	宇 和 島	76い	71	
松 山	松 山	34ほ 66い	192	
高 松	高 松	34は	49	
徳 島	徳 島	3い	60	
計			1,395	

第1図 資料収集位置図



第 2 表 資料収集箇所別地況林況一覧表

事業区	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 度	林 令	面積	総蓄積	N別蓄積	ha当N別	
								年	ha	m ³	m ³	m ³	地位欄のス、ヒノキを示す
野 根	18い	皆用	2(1) S		急	砂頁墳 壤岩土	中軟適	155	44.04	13,344	N 6,254 L 7,090	N 142 L 161	
奈半利	7は	"	ス 2(3) N, W		"	" "	" "	147 17~172	40.45	12,904	N 10,032 L 2,872	N 248 L 71	
	29ほ	"	"(2) NW		"	" 壤土	深軟乾	30 1~70	2.20	29	N — L 29	N — L 13	
魚梁瀬	89ろ	"	2(1) S		"	" 頁岩	中"適	160 1~280	9.91	3,359	N 3,003 L 356	N 303 L 36	
馬 路	5い	"	ス 2(1) S E, S W		"	" 墳 壤土	" "	150	73.91	19,438	N 14,412 L 5,026	N 195 L 68	
安 芸	54い	"	2(1) NW, W, S W		"	礫土	" "	200	85.27	36,666	N 29,844 L 6,822	N 350 L 80	
大 栃	53い	"	2(1) N E, S E		"	砂粘墳 板壤 岩岩土	" "	185	64.64	23,141	N 16,418 L 6,723	N 254 L 104	
本 山	57ろ	"	2(1) N E, W		中	" 硅 岩	" "	165 135~205	83.75	21,775	N 9,213 L 12,562	N 110 L 150	
小 川	60へ	"	ス 2(2) N, N E		急	墳 壤土	" "	170 67~220	41.39	9,023	N 2,194 L 6,829	N 53 L 165	
須 崎	31い	"	ヒ 2(1) S, E		中、急	砂粘墳 板岩 岩岩土	" "	160 20~210	95.49	11,459	N 6,684 L 4,775	N 70 L 50	
窪 川	53い	"	ヒ 2(1) N E, S E		急	砂頁墳 壤岩 岩岩土	" "	160 90~210	69.74	19,375	N 9,523 L 9,852	N 137 L 141	
大 正	40い	"	ヒ 2(1) N, N E		"	砂頁墳 壤岩 岩岩土	" "	170	113.90	41,004	N 26,197 L 14,807	N 230 L 130	
川 崎	6は	"	"(2) NW		"	" 墳 壤土	" "	100 20~225	32.39	2,167	N 76 L 2,091	N 2 L 65	
中 村	24い	"	"(1) N		"	花砂崗 壤岩 岩土	" "	88 28~168	75.28	18,594	N 6,022 L 12,572	N 80 L 167	
宿 毛	53は	"	2(1) S, S E, S W		中	砂粘墳 板壤 岩岩土	" "	65	65.18	18,250	N 4,562 L 13,688	N 70 L 210	
清 水	92い	"	ヒ 2(2) S		"	" "	" "	56	36.85	9,028	N 2,948 L 6,080	N 80 L 165	
宇和島	76い	"	2(1) S W		急	" 頁 岩	" "	65	36.48	7,114	N 584 L 6,530	N 16 L 179	
松 山	34は2	"	3(1) S E, N W		"	砂頁墳 壤岩 岩岩土	" "	78	20.88	4,176	N 4,176 L —	N 200 L —	
	66い	"	2(2) S		"	硅輝凝 灰壤 岩緑岩土	" "	155 125~205	108.33	40,949	N 17,333 L 23,616	N 160 L 218	
高 松	34は	"	ヒ 2(2) S, S W		"	"	"	64 58~67	123.80	29,712	N 25,255 L 4,457	N 204 L 36	
徳 島	3い	"	2(1) NW, N E		"	硅輝凝 灰壤 岩緑岩土	" 軟適	160 100~210	85.85	21,463	N 8,585 L 12,878	N 100 L 150	

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、4~134cm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mm単位で測定した。
- (3) 樹高の測定は、巻尺によりm単位で、単位以下1位まで測定した。
- (4) 幹材積は、地際より2m区分のフーベル式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。

3. 資料の整理

以上の調査方法にもとずいて、収集した資料を営林署ごとに取りまとめた結果は、第3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第4表のとおりである。

第 3 表 営林署別10cm直径級本数一覧表

事業区	林小班	4 ~ 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	132 ~ 140	計
野 根	18い		15	21	28	9	3		1							77
奈 半 利	7は	1	18	7	1											27
	29ほ	9	20	5	4	4										42
魚 梁 瀬	89ろ	12	11	22	19	6	1	3		1						75
馬 路	5い		13	1	2	4										20
安 芸	54い		6	24	21	13	5	4	3	1	1					78
大 枳	53い		13	24	20	12	11	5	2	1	1		1			90
小 川	60へ			1	7	5	3	10	6	5	1	1	1		1	41
本 山	57ろ		1	5	26	15	17	10	6	7	1					88
須 崎	31い					25	14	10	6	4				1		60
窪 川	53い				1	3	12	10	2				1			29
大 正	40い				4	36	24	10	2	2						78
川 崎	6は	14	40	10	3											67
中 村	24い	5	11	24	18	7	10	1	2			1				79
清 水	92い	45	30	1												76
宿 毛	53は	14	7	30	36	9										96
宇 和 島	76い	2	49	18	2											71
松 山	34ほ	57	33													90
	66い		3	6	7	9	17	25	18	8	6	1	1	1		102
高 松	34は	22	20	6	1											49
徳 島	3い				12	16	13	12	2	3	1	1				60
計		181	290	205	212	173	131	100	50	32	11	4	4	2	1	1,395

第 4 表 直 徑 階、樹 高 階 別 本 數 表 (資料棄却前)

樹高 m 直徑 cm	5	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	38	39	計
4	3	2	7	6																																18
6	1	1	4	9	8	8	4		1																											36
8		3	10	10	10	11	9	5	5	4		1																								68
10			2	6	10	10	8	9	4	6	3	1																								59
12			3	3	8	10	7	10	10	4	6	6		1																						68
14				2	2	9	10	10	10	7	4	3																								57
16					6	4	8	10	10	10	10	5	3		1																					67
18						2	2	7	8	10	9	5	5	1	1	1																				51
20					1		4	2	9	5	7	6	8	4			1																			47
22							1	1	3	5	5	5	3	4	6	1	1	1					1													37
24							1	1	2	6	8	5	6	4	4		4	2	2																	45
26									2	3	2	7	7	4	2	4	7	1	1	1	1															42
28						1			2	5	5	3	5	2	3	2	5	2	1			1				1										38
30								1	2	1	4	4	5	5	7	7	3	1	2	1																43
32										1	6	3	4	2	4	3	5	8	6		2		1													45
34										1		5	8	9	3	7	5	3	4	2	2	4						1								54
36											1	2		3	2	5	4	4	5	6	2	4	1													39
38										1	4	1	3	1	4	3	5	4	3	2	3	2	1	1												38
40											1	2	3	2	2	4	5	2	8	2	4	1														36
42												1	4	3	8	1	3	8	1	1	5	4	1	1	1	1										43
44												3	2	6	8	4	5	6	2	2	2	2	2	1												45
46													1	3	3	5	5	6	2	1	2	2					1									31
48													1	2	4	4		3	1	3		4	1	1	1		1	1								27

樹高 m 直径cm	5	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	38	39	計
50											1	1	1	1	3	3	5	2	4	2	1	1		1			1									27
52											1	1	1	2	4	3	5	2	4	1	3	2														29
54											1		1	2	6	2	2	1	4		1			1												21
56											1	2			1	1	4	2	3		3	1	1		1		2									22
58											1	1	3	2	1	3	2	1	3	3	4		1	1			1									27
60											1				2	3	5	1	2	1	3	2	2	2	2	1	2	2	1	1					31	
62														2		2	4	1	1	3	2		1		2										18	
64															2	3		2	4	1	5	2	4	1	1	2	2								28	
66														2	1	3	3	2	3	2	2	1	1	1	2						1				24	
68															1				1	2	1	3	5	1	2	2									18	
70													2	1		1	1			1	1		1	2		2									12	
72																2		2				1	2	1	2		1								11	
74														1	1		2	1	1		4	2	2			1	1								15	
76												1			1						1	1				1	1								6	
78												1										1	1	1	2	2		1							9	
80															1		1		1		1	2					2		1						9	
82															1			1	1					3			2	1							9	
84																1			1	1				2	1		1								7	
86																		2					2	1				1							6	
88															1		1							1			1	1					1		6	
90														1					1							1	1	1							4	
92																					1						1								2	
94																								1		1									2	

樹高 m 直徑 cm	5	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	38	39	計	
96																			1		1			1		1										5	
98																							1														1
100																											1										1
102																																					
104																															1						1
106															1					1							1										1
108																																					3
110																																					
112																											1	1									2
114																												1									1
116																																					
118																									1												1
120																																					
122																											2										2
124																																					
126																																					
128																																					
130																																					
132																																					
134																																				1	1
計	4	6	26	36	45	54	55	56	69	69	91	78	88	71	87	72	103	53	78	36	67	30	26	24	19	12	25	8	2	1	1	1	1		11,395		

第 3 材積式採用の根拠

全資料中より各直径階、樹高階にわたり、資料317本（第5表）を選び出し、次の3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。

$$\begin{aligned} \text{a} \quad v &= 10^a d^{b_1} h^{b_2} \\ \text{b} \quad v &= a + b_1 h + b_2 d^2 + b_3 d^2 h \\ \text{c} \quad v &= a + b d^2 h \end{aligned}$$

v……材積 d……胸高直径 h……樹高
a, b₁, b₂, b₃……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. $v = 10^a d^{b_1} h^{b_2}$ 式による標準誤差の計算

今材積式を一次の式に変換するため両辺の対数をとれば、

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

となる。

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

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

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6表のとおりである。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5表 材積式決定のための資料

樹高 m 直径 cm	5	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	計
4	1																											4
6	1	1																										6
8		1	1																									7
10			1	1																								7
12				1	1																							9
14					1	1																						9
16						1	1																					9
18							1	1																				8
20								1	1																			8
22									1	1						1	1											10
24										1	1						1	1										10
26											1	1					1	1		1								11
28												1	1				1	1		1	1							11
30													1	1			1	1		1								10
32														1	1		1	1		1								10
34															1	1	1	1		1	1							11
36																1	1	1		1	1	1						10
38																	1	1		1	1	1	1					12
40																		1	1	1	1	1	1					12
42																			1	1	1	1	1	1				13
44																				1	1	1	1	1				11
46																					1	1	1	1				10
48																						1	1	1				8
50																							1	1				11
52																								1				10
54																									1			9
56																										1		9
58																											1	10
60																												12
62																												9
64																												11
66																												12
68																												8
70																												7
72																												7
74																												9
76																												5
78																												5
80																												6
82																												5
84																												5
86																												3
88																												3
90																												2
92																												2
94																												2
96																												5
98																												1
計	2	3	5	6	6	6	7	9	11	11	16	17	21	22	27	23	27	25	29	17	24	16	14	14	11	6	9	384

第6表 平方和、積和の計算

$n = 317$	X_1	X_2	Y
和	534.413532	421.597741	1,015.691744
平均	1.685847	1.329961	3.204075
X_1 1. $S X_1^2$ など	910.15951215	713.98780686	1,732.61579692
2. 補正項	900.93950531	710.74933076	1,712.30098528
3. $s x_1^2$ など	9.22000684	3.23847610	20.31481164
X_2 1. $S X_2^2$ など		563.34266323	1,359.56160624
2. 補正項		560.70869153	1,350.83074077
3. $s x_2^2$		2.63397170	8.73086547
Y 1. $S Y^2$			3,301.45608595
2. 補正項			3,254.35242533
3. $s y^2$			47.10366062

回帰係数の計算

簡略 Doolittle 法で回帰係数を計算すると第7表のとおりである。

第7表 回帰係数の計算

行	b_1	b_2	G	計
(1)	9.22000684	3.23847610	20.31481164	32.77329458
(2)		2.63397170	8.73086547	14.60331327
(3)	9.22000684	3.23847610	20.31481164	32.77329458
(4)	1	0.35124444	2.20334019	3.55458463
(5)		1.49647499	1.59540092	3.09187591
(6)		1	1.06610597	2.06610597
(8)	(7)を(4)に代入	$b_1 =$	1.82887640	
(7)		$b_2 =$	1.06610597	

回帰方程式

第7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。

$$\hat{Y} = 1.82887640 X_1 + 1.06610597 X_2 - 1.297010$$

回帰に帰因する平方和

$$S_{\hat{Y}}^2 = 46.46130738$$

回帰からの偏差の平方和

$$S_{dyx_1x_2} = 0.64235324$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$sy.x_1x_2^2 = 0.00204571$$

$$sy.x_1x_2 = 0.04522953$$

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 = 独立変量の個数

$$\text{修正係数} = 10 \exp \frac{n-1}{n} (sy.x_1x_2)^2 \times 1.151293 = 1.0054$$

$$\sum (V - \hat{V})^2 = 42.84548288$$

したがつて、

$$\text{標準誤差} = \sqrt{\frac{42.84548288}{317 - (2+1)}} = 0.36939218$$

$$2. \quad v = a + b_1h + b_2d^2 + b_3d^2h \text{ 式による標準誤差の計算}$$

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8表 平方和、積和の計算

n = 317	X ₁	X ₂	X ₃	Y
和	6,923.6	98.324755	2,339.2130470	720.1592
平均	21.84100946	0.31017273	7.37922097	2.27179558
X ₁ 1. S X ₁ ² など	157,446.80	2,339.2130470	57,407.63452852	17,643.85984
2. 補正項	151,218.413123	2,147.51190447	51,090.77429719	15,729.003903
3. s x ₁ ² など	6,228.386877	191.70114253	6,316.86023133	1,914.855937
X ₂ 1. S X ₂ ² など		45.58976299	1,139.38701572	344.97835740
2. 補正項		30.49765756	725.56009381	223.37374417
3. s x ₂ ² など		15.09210543	413.82692191	121.60461323
X ₃ 1. S X ₃ ² など			29,185.21226355	8,843.78049650
2. 補正項			17,261.56996610	5,314.21386927
3. s x ₃ ² など			11,923.64229745	3,529.56662723
Y 1. S Y ²				2,724.27031824
2. 補正項				1,636.05449005
3. s y ²				1,088.21582819

回帰係数の計算

積和、平方和の値を見ると、オーダーは 100,000 の桁から 1 桁まで変化しており、このまゝ最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。

$$A = \begin{pmatrix} 6,228.386877 & 191.70114253 & 6,316.86023133 \\ 191.70114253 & 15.092105432 & 413.82692191 \\ 6,316.86023133 & 413.82692191 & 1,1923.64229745 \end{pmatrix}$$

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

$$B = DAD$$

$$\begin{pmatrix} 0.6228386877 & 1.9170114253 & 0.631686023133 \\ 1.9170114253 & 15.092105432 & 4.1382692191 \\ 0.631686023133 & 4.1382692191 & 1.192364229745 \end{pmatrix}$$

列ベクトル

$$g = \begin{pmatrix} 1.914.855937 \\ 121.60461323 \\ 3.529.56662723 \end{pmatrix}$$

$$h = Dg\lambda \begin{pmatrix} 1.914855937 \\ 12.160461323 \\ 3.52956662723 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1} \text{とする}$$

原方程式 $A \cdot \mu = g$ を解くかわりに,

方程式 $B \cdot v = h$ を簡略Doolittle法で解く。

第9表 簡略Doolittle法による解法

行	b ₁	b ₂	b ₃	G	計
I 1)	0.6228386877	1.917011425	0.6316860231	1.914855937	5.0863920728
2)		15.092105432	4.1382692191	12.160461323	33.3078473991
3)			1.1923642297	3.529566627	9.4918860991
II 4)	0.6228386877	1.917011425	0.6316860231	1.914855937	5.0863920728
5)	1	3.077861833	1.0142048585	3.074401085	8.1664677761
III 6)		9.191809134	2.1940269181	6.266799318	17.6526353704
7)		1	0.2386936985	0.6817808362	1.9204745348
III 8)			0.0280047963	0.0916649255	0.1196697221
9)			1	3.2731866541	4.2731866648
V 12)			V ₁ =	0.0609917442	
11)			V ₂ =	-0.0995081921	
10)			V ₃ =	3.273186654	

得られた結果を元のオーダーに直すと、

回帰係数

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

$$v = \begin{pmatrix} 0.0609917442 \\ -0.0995081921 \\ 3.273186654 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1} \quad D = \begin{pmatrix} 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01 \end{pmatrix}$$

ゆえに、

$$\mu = \begin{pmatrix} 0.00609917442 \\ -0.995081921 \\ 0.3273186654 \end{pmatrix}$$

回帰に帰因する平方和

$$\hat{S_y^2} = 1.045.96552608$$

回帰からの偏差の平方和

$$S_{dy.x_1x_2x_3^2} = 42.25030211$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$sy.x_1x_2x_3^2 = 0.13498499$$

$$sy.x_1x_2x_3 = 0.36740303$$

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 = 317	X	Y
和	2,339.2130470	720.1592
平均	7.3792210	2.2717956
X 1. SX^2 など	29,185.21226355	8,843.78049650
2. 補正項	17,261.56996610	5,314.21386927
3. sx^2 など	11,923.64229745	3,529.56662723
Y 1. SY^2		2,724.27031824
2. 補正項		1,636.05449005
3. sy^2		1,088.21582819

回帰からの偏差の平方和

$$S_{dyx^2} = Sy^2 - \frac{(Sxy)^2}{Sx^2} = 43.41422638$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$sy.x^2 = 0.13782294$$

$$sy.x = 0.37124512$$

以上の計算によって、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) $v = 10^a d^{b1} h^{b2}$	0.36939218
b) $v = a + b_1h + b_2d^2 + b_3d^2h$	0.36740303
c) $v = a + bd^2h$	0.37124512

第4 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 $v = a + b_1h + b_2d^2 + b_3d^2h$ 式の計算に必要な因子を算出すると第10表のとおりである。

ただし、 $h = X_1$, $d^2 = X_2$, $d^2h = X_3$

第10表 平方和、積和および相関係数の計算（棄却前資料）

n = 1,395		X ₁	X ₂	X ₃	Y
和		25,021.3	245.394929	5,677.922725	1,794.8094
平均		17.936416	0.175910	4.070196	1.286602
X ₁	1. SX ₁ ² など	500,198.40	5,677.9227245	138,380.24855237	43,252.74282
	2. 補正項	448,792.43992	4,401.5054745	101,841.58270899	32,192.44763
	3. sx ₁ ² など	51,405.96008	1,276.4172500	36,538.66584338	11,060.29519
	4. $\sqrt{sx_1^2}$ など	226.7288249	1,792.417945	50,758.89256	14,726.87543
	5. 相関係数		0.71212	0.71985	0.75103
X ₂	1. SX ₂ ² など		105.66535832	2,723.60711767	810.86609497
	2. 補正項		43.16750622	998.80533618	315.72553784
	3. sx ₂ ² など		62.49785210	1,724.80178149	495.14055713
	4. $\sqrt{sx_2^2}$ など		7.90555831	1,769.856059	513.4952399
	5. 相関係数			0.97454	0.96426
X ₃	1. SX ₃ ² など			73,230.22547251	21,547.99791581
	2. 補正項			23,110.25553482	7,305.22514645
	3. sx ₃ ² など			50,119.96993769	14,242.77276936

	4. $\sqrt{sx_8^2}$ など			223.8748980	14,541.50232
	5. 相関係数				0.97946
Y	1. SY^2				6,528.18763618
	2. 補正項				2,309.20486188
	3. sy^2				4,218.98277430
	4. $\sqrt{sy^2}$				64.95369716

行列式の小数点の移動

$$A = \begin{pmatrix} 51,405.96008 & 1,276.4172500 & 36,538.66584338 \\ 1,276.4172500 & 62.49785210 & 1,724.80178149 \\ 36,538.66584338 & 1,724.80178149 & 50,119.96993769 \end{pmatrix}$$

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

$$B = D A D = \begin{pmatrix} 5.140596008 & 12.76417250 & 3.653866584338 \\ 12.76417250 & 62.49785210 & 17.2480178149 \\ 3.653866584338 & 17.2480178149 & 5.011996993769 \end{pmatrix}$$

$$\text{列ベクトル } g = \begin{pmatrix} 11,060.29519 \\ 495.14055713 \\ 14,242.77276936 \end{pmatrix}$$

$$h = D g \lambda = \begin{pmatrix} 11.06029519 \\ 49.514055713 \\ 14.24277276936 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1} \text{ とする}$$

方程式 $B \cdot V = h$ を簡略 Doolittle 法で解く。

第11表 簡略Doolittle法による解法

行	b_1	b_2	b_3	G	計
I 1)	5.140596008	12.76417250	3.653866584	11.06029519	32.618930282
2)		62.49785210	17.248017815	49.514055713	142.024098128
3)			5.011996994	14.242772769	40.156654162
II 4)	5.140596008	12.76417250	3.653866584	11.06029519	32.618930282
5)	1	2.483014125	0.7107865661	2.151558919	6.345359610
III 6)		30.80423149	8.175415475	22.051186527	61.030833491
7)		1	0.2653991052	0.7158492668	1.981248372
III 8)			0.245129760	0.5288983578	0.7740281193
9)			1	2.157626058	
V 12)			$Vb_1 =$	0.262336868	
11)			$Vb_2 =$	0.1432172417	
10)			$Vb_3 =$	2.157626058	

この表で得られた値を元のオーダーに直す

回帰係数

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

$$V = \begin{pmatrix} 0.262336868 \\ 0.1432172417 \\ 2.157626058 \end{pmatrix} \quad \lambda = 10^{-1} \quad D = \begin{pmatrix} 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01 \end{pmatrix}$$

ゆえに、

$$\mu = \begin{pmatrix} 0.0262336868 \\ 1.432172417 \\ 0.2157626058 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}$$

回帰に帰因する平方和

$$\hat{S_y^2} = 4072.33673502$$

回帰からの偏差の平方和

$$S_{dy.x_1x_2x_3}^2 = 146.64603928$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$s_{y.x_1x_2x_3}^2 = 0.10542490$$

$$s_{y.x_1x_2x_3} = 0.32469201$$

したがって、回帰式 $\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$ に前記の回帰係数の値を代入すれば、

$$\hat{Y} = 0.02623369X_1 + 1.43217242X_2 + 0.21576261X_3 - 0.31407$$

ただし、 $a = \bar{Y} - b_1\bar{X}_1 - b_2\bar{X}_2 - b_3\bar{X}_3$

(3) 資料の棄却

全資料1,395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。

$$E_{y_{x_1x_2x_3}} = t \cdot s_{y_{x_1x_2x_3}} \left\{ 1 - \left\{ \frac{1}{u} + C_{11}(X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22}(X_2 - \bar{X}_2)^2 + C_{33}(X_3 - \bar{X}_3)^2 \right. \right. \\ \left. \left. + 2C_{12}(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2) + 2C_{23}(X_2 - \bar{X}_2)(X_3 - \bar{X}_3) + 2C_{13}(X_1 - \bar{X}_1)(X_3 - \bar{X}_3) \right\} \right\}^{1/2}$$

ただし 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。

ただし、 C 乗数は次によって計算される、

第 1 1 表 よ り

$$V_{11} = 0.405621356$$

$$V_{12} = -0.0245264405$$

$$V_{22} = 0.31980755463$$

$$V_{13} = -0.2113037760$$

$$V_{23} = -1.08268821$$

$$V_{33} = 4.0794720$$

逆行列を元のオーダーに直すには、

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

此处で、

$$\mathbf{B}^{-1} = \begin{pmatrix} 0.405621356 & -0.0245264405 & -0.211303776 \\ -0.0245264405 & 0.31980755463 & -1.08268821 \\ -0.211303776 & -1.08268821 & 4.0794720 \end{pmatrix}$$

したがって、C乗数は次のようになる。

$$\mathbf{A}^{-1} = \begin{pmatrix} 0.0000405621356 & -0.000245264405 & -0.0000211303776 \\ -0.000245264405 & 0.31980755463 & -0.0108268821 \\ -0.0000211303776 & -0.0108268821 & 0.00040794720 \end{pmatrix}$$

第12表 棄却資料一覧表

事業区	林小班	直径	樹高	実材積 V	推定材積 $\hat{V}$	$V - \hat{V}$	樹種
		cm	m	m ³	m ³	m ³	
安芸	54い	65.6	21.8	2.0483	2.8983	-0.8500	サ ク シ
	"	86.2	23.1	4.1699	5.0595	-0.8896	ケ ヤ キ
	"	95.3	27.4	5.0132	7.0747	-2.0615	"
大 瀬	53い	85.5	32.4	8.1860	6.6933	1.4927	"
	"	111.5	30.5	9.0466	10.4480	-1.4014	"
	"	71.8	26.5	3.0434	4.0671	-1.0237	イ タ ヤ カ エ
本 山	76ろ	85.5	26.8	3.3381	5.6631	-2.3250	ト ラ
	"	73.9	21.3	2.6229	3.5367	-0.9138	ブ ナ
	"	89.3	22.7	6.1912	5.3293	0.8619	"
	"	95.0	23.4	5.2407	6.1489	-0.9082	"
小 川	60へ	64.1	35.7	5.2385	4.3758	0.8627	シ オ シ
	"	65.8	35.2	5.3734	4.5178	0.8556	"
	"	80.5	26.3	6.1920	4.9812	1.2108	ブ ナ
	"	133.1	39.2	14.6052	18.2352	-3.6300	シ オ シ
	"	82.0	31.0	6.9102	5.9596	0.9506	"
須 崎	31い	122.2	31.0	9.4662	12.6259	-3.1597	ケ ヤ キ
	53い	63.9	25.6	4.0458	3.1977	0.8481	カ シ
	"	71.9	20.8	4.4431	3.2920	1.1511	"
大 正	40い	61.1	19.6	1.4470	2.3135	-0.8665	"
	"	62.0	21.3	3.7290	2.5619	1.1671	シ イ
	"	88.8	21.0	5.9589	4.9391	1.0198	ク シ
中 村 松 山	24い	106.5	18.6	4.8232	6.3502	-1.5270	ブ ナ
	66い	60.3	30.5	4.2512	3.3997	0.8515	"
	"	68.0	25.5	4.4358	3.5612	0.8746	ミ ズ フ
	"	68.7	26.8	5.2493	3.7941	1.4552	ブ ナ
	"	70.0	27.5	5.4254	4.0165	1.4089	"
	"	77.0	28.6	6.4046	4.9440	1.4606	"
	"	82.4	31.0	6.9865	6.0130	0.9735	"
	"	87.0	32.4	8.1218	6.9112	1.2106	ケ ヤ キ
	"	121.0	31.0	11.1889	12.3889	-1.2000	ト ラ
	"	72.9	28.0	5.4987	4.3922	1.1065	ブ ナ
	"	74.3	29.6	5.9091	4.7788	1.1303	"
	"	76.1	31.4	7.0401	5.2626	1.7775	"
	"	83.7	28.9	6.8085	5.8159	0.9926	ナ シ
	"	86.7	26.9	6.6956	5.8310	0.8646	ブ ナ
	"	88.9	27.7	7.1571	6.2680	0.8891	"
	"	92.7	30.9	9.4876	7.4565	2.0311	"
徳 島	"	94.8	29.8	9.3972	7.5332	1.8640	ハリギ!
	"	95.9	30.8	8.9818	7.9228	1.0590	ブ ナ
	3い	106.1	24.4	6.7194	7.8648	-1.1454	ト ラ
	"	78.4	28.8	6.2893	5.1412	1.1481	シ オ シ

第13表

樹高 m	直徑 cm	5	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	38	39	計	
4	3	2	7	6																																	18	
6	1	1	4	9	8	8	4				1																										36	
8		3	10	10	10	11	9	5	5	4		1																									68	
10			2	6	10	10	8	9	4	6	3	1																									59	
12			3	3	8	10	7	10	10	4	6	6			1																						68	
14				2	2	9	10	10	10	7	4	3																									57	
16				6	4	8	10	10	10	10	5	3																									67	
18					2	2	7	8	10	9	5	5	1	1	1																						51	
20						1	4	2	9	5	7	6	8	4				1																			47	
22								1	1	3	5	5	5	3	4	6	1	1	1					1													37	
24									1	1	2	6	8	5	6	4	4		4	2	2																45	
26											2	3	2	7	7	4	2	4	7	1	1	1	1														42	
28							1			2	5	5	3	5	2	3	2	5	2	1		1						1										38
30									1	2	1	4	4	5	5	7	7	3	1	2	1																43	
32												1	6	3	4	2	4	3	5	8	6		2		1												45	
34											1		5	8	9	3	7	5	3	4	2	2	4						1								54	
36												1	2		3	2	5	4	4	5	6	2	4	1													39	
38												1	4	1	3	1	4	3	5	4	3	2	3	2	1	1											38	
40													1	2	3	2	2	4	5	2	8	2	4	1													36	
42													1	4	3	8	1	3	8	1	1	5	4	1	1	1	1										43	
44													3	2	6	8	4	5	6	2	2	2	2	2	1												45	
46														1	3	3	5	5	6	2	1	2	2													31		
48														1	2	4	4		3	1	3		4	1	1	1											27	
50														1	1	1	1	3	3	5	2	4	2	1	1		1										27	
52														1	1	1	2	4	3	5	2	4	1	3	2												29	
54															1		2	6	2	2	1	4		1			1										21	
56															1	2		1	1	4	2	3		3	1	1			1			2					22	
58															1	1	3	2	1	3	2	1	3	3	4		1	1				1					27	
60																	2	3	5	1	2	1	3	2	2	2	2	1	2	1	1	1					30	
62																	2		1	3	1	1	3	2		1				2							16	
64																		2	3		2	4	1	5	1	4	1	1			2						26	
66																		2	1	3	3	1	3	2	2	1	1	1	2								22	
68																			1			1	2	1	3	4		2	2								16	
70																2	1			1	1					1	1			2							11	
72																				1		2			1	1		2			1						8	
74																		1		1	1	1		4	2	2		1									13	
76																			1					1	1					1							5	
78																1									1	1	1				2						7	
80																		1		1		1		1	1						2			1			8	

樹高 m	直径 cm																																							計
	5	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	38	39					
82																1			1	1					3				1								7			
84																	1		1	1	1			2				1								6				
86																			1					1												2				
88																1												1						1		3				
90																1												1	1							3				
92																						1													1					
94																								1											1					
96																					1					1									2					
98																								1											1					
100																												1							1					
102																																								
104																															1				1					
106																												1							1					
108																																								
110																																								
112																													1						1					
114																													1						1					
118																													1						1					
計	4	6	26	36	45	54	55	56	69	69	91	78	88	71	86	71	99	52	75	35	67	27	21	21	16	10	16	6	2	1			1		1,354					

第 14 表

直 径 階, 樹 高

$\begin{matrix} H\ m \\ D\ cm \end{matrix}$	5	6	7	8	9	10	11
4	0.0040	0.0046	0.0054	0.0063			
6	0.0115	0.0110	0.0096	0.0128	0.0111	0.0146	0.0194
8		0.0157	0.0183	0.0221	0.0211	0.0256	0.0245
10			0.0358	0.0301	0.0371	0.0386	0.0414
12			0.0363	0.0411	0.0502	0.0536	0.0573
14				0.0577	0.0665	0.0725	0.0832
16					0.0880	0.0948	0.1121
18						0.1114	0.1374
20					0.1364		0.1723
22							0.2594
24							0.2094
26							
28							0.3290
30							
32							
34							
36							
38							
40							
42							
44							
46							
48							
50							
52							
54							
56							
58							

階 別. 平 均 材 積 表

$\begin{array}{c} Hm \\ \diagdown \\ Dcm \end{array}$	12	13	14	15	16	17	18
4							
6		0.0236					
8	0.0354	0.0337	0.0404		0.0481		
10	0.0431	0.0485	0.0556	0.0628	0.0698		
12	0.0658	0.0820	0.0751	0.0781	0.0924		0.1031
14	0.0908	0.1006	0.0966	0.1206	0.1056		
16	0.1144	0.1227	0.1292	0.1496	0.1376	0.1549	
18	0.1355	0.1554	0.1594	0.1805	0.1882	0.1934	0.1678
20	0.1853	0.1840	0.1918	0.2049	0.2359	0.2349	0.2469
22	0.2053	0.2278	0.2477	0.3067	0.2850	0.3086	0.3221
24	0.1906	0.2735	0.3091	0.3162	0.3115	0.3678	0.3466
26		0.3289	0.3820	0.3590	0.3691	0.3450	0.3996
28		0.2847	0.3854	0.4268	0.3868	0.4904	0.4935
30	0.2855	0.4348	0.4654	0.5018	0.4798	0.5085	0.6208
32			0.4814	0.5555	0.5272	0.6029	0.5948
34		0.5633		0.5650	0.6750	0.7069	0.6783
36			0.5219	0.6387		0.7443	0.8778
38			0.7879	0.8575	0.6415	0.8243	0.8551
40				0.6788	0.7827	0.9013	0.9686
42				1.1901	1.0082	1.1052	1.1117
44				1.1589	1.0061	1.1977	1.1255
46					0.8643	1.2069	1.3605
48					1.0838	1.2809	1.4085
50				0.8636	1.2451	1.5185	1.5446
52				1.2374	1.5636	1.5659	1.5535
54				1.7285		1.2474	1.9593
56				1.6273	1.7034		
58				1.4306	1.7898	2.1743	2.1789

19	20	21	22	23	24	25
0.1782						
0.2170	0.2430					
		0.2870				
0.3471	0.3587	0.3980	0.3958			
0.3160		0.4012	0.4239	0.4794		
0.3931	0.4856	0.5812	0.6381	0.6237	0.5578	0.4854
0.5642	0.5420	0.6029	0.6958	0.6024		0.5496
0.6443	0.5791	0.6840	0.8808	0.7164	0.8866	
0.6324	0.6596	0.7621	0.8298	0.8420		0.9448
0.7792	0.7079	0.9242	0.9290	0.8936	1.0720	1.0404
0.8310	0.8170	0.8938	0.9933	1.0281	1.1777	1.0973
1.0201	0.9717	1.0403	1.0532	1.1097	1.4048	1.0976
0.9942	1.0299	1.2016	1.2463	1.2847	1.2461	1.2894
0.9845	1.2215	1.2438	1.3945	1.5107	1.4560	1.5811
1.2786	1.2541	1.3471	1.1267	1.5056	1.4772	1.5328
1.2079	1.2877	1.4406	1.4477	1.7747	1.7340	1.7006
1.4995		1.6589	1.8975	1.6414		1.9755
1.4813	1.5895	1.6666	1.9865	1.8823	1.8447	1.9687
1.8188	1.6043	1.7148	1.9950	1.8230	2.2354	2.0377
1.8976	1.7813	2.1444	1.9082	2.3950		2.3729
2.1501	2.1214	2.2585	2.1705	1.9798		2.5650
2.3971	2.2202	1.8989	1.9068	2.2255	2.6617	3.0879

H m D cm	26	27	28	29	30	31
4						
6						
8						
10						
12						
14						
16						
18						
20						
22	0.5208					
24						
26						
28				0.7760		
30						
32		0.9672				
34					1.1902	
36	1.3092					
38	1.3318	1.5308	1.4000			
40	1.4878					
42	1.6163	1.4219	1.8620	1.5782		
44	1.6633	1.7009				
46					2.0824	
48	1.8732	2.2846	1.8336		2.4165	2.1068
50	2.2230		2.2827			2.4631
52	2.3550					
54			3.0238			
56	30.764	2.5209		2.9464		2.7709
58		2.6125	3.6616			2.6620

H m Dcm	15	16	17	18	19	20
60	1.6113				2.2341	2.3035
62				1.7188		2.0654
64					1.9239	2.3247
66				2.7904	2.2657	2.9403
68					2.2852	
70			2.3297	2.8799		3.0571
72						
74					2.8889	
76			2.2383		2.7519	
78			3.4023			
80					3.5177	
82					3.4217	
84						4.4669
86						
88					4.2806	
90				4.3952		
92						
94						
96						
98						
100						
102						
104						
106						
108						
110						
112						
114						
118						

H m D cm	21	22	23	24	25	26	27
60	2.4706	2.2272	2.6384	2.8978	2.7565	3.4737	2.5211
62	2.3925	1.9064	2.3206	2.7853	3.2722		3.2680
64		3.0202	3.2250	2.8947	2.9264	3.0129	3.4861
66	2.9151	3.0552	3.2713	2.7907	3.0996	2.9864	4.1232
68		3.8276	2.7791	2.9046	3.4859	3.3367	
70	3.1762			4.0256	3.5541		3.9458
72	2.8592		3.9817			4.6940	4.4736
74	3.3799	3.9496	3.4373		4.1281	4.5273	4.2415
76					4.7347	3.5906	
78						5.2195	4.7702
80	3.6930		4.5578		4.9951	5.3614	
82		4.5758	4.3055				
84			5.0331	4.5107			
86			5.5847				
88							
90							
92					6.6898		
94							
96					7.1963		
98							7.2308
100							
102							
104							
106							
108							
110							
112							
114							
118							

Dcm \ Hm						
	28	29	30	31	32	33
60	3.5070	3.5381	3.1226	3.7932	3.7814	3.3352
62		3.1980				
64	3.6469	3.9710		4.1895		
66	4.2988	3.8412				
68	3.7599	4.0216				
70	3.8814		4.4048			
72		4.4795		4.4396		
74		4.3260				
76			5.4112			
78	5.5615		5.7974		5.6000	
80				6.3667		6.7403
82	5.6445				5.7546	
84	5.6365			6.6288		
86	5.8792					
88				6.7043		
90				7.8544	6.6093	
92						
94	6.6540					
96		6.9657				
98						
100				7.9266		
102						
104						
106				9.6040		
108						
110						
112					11.2728	
114					13.8570	
118		11.0009				

$\begin{matrix} H\ m \\ D\ cm \end{matrix}$	34	35	36	37	38	39	40
60							
62							
64							
66							
68							
70							
72							
74							
76							
78							
80							
82							
84							
86							
88				8.0992			
90							
92							
94							
96							
98							
100							
102							
104	10.0892						
106							
108							
110							
112							
114							
118							

2. 棄却済資料による材積式の再計算

棄却済資料1,354本を用いて既述した(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。

第15表 平方和、積和および相関係数の計算(棄却済資料)

$n = 1,354$	X_1	X_2	X_3	Y
和	23,889.6	215.207449	4,827.367322	1,541.6287
平均	17.643722	0.158942	3.565264	1.138574
X_1 1. SX_1^2 など	468,111.85	4,827.367322	113,707.16377823	35,943.87937
2. 補正項	421,501.46836	3,797.06046797	85,172.72849014	27,200.068679
3. sx_1^2 など	46,610.38164	1,030.30685403	28,534.43528809	8,743.810691
4. $\sqrt{sx_1^2}$ など	215.8943761	1,449.308002	39,178.33985	11,729.09007
5. 相関係数		0.71090	0.72832	0.74548
X_2 1. SX_2^2 など		79.27043149	1,955.71726739	598.94188643
2. 補正項		34.20549934	767.27134915	245.02952720
3. sx_2^2 など		45.06493215	1,188.44591824	353.91235923
4. $\sqrt{sx_2^2}$ など		6.71304194	1,218.215334	364.7055334
5. 相関係数			0.97556	0.97041
X_3 1. SX_3^2 など			50,142.17819894	15,251.06151530
2. 補正項			17,210.83845016	5,496.31315291
3. sx_3^2 など			32,931.33974878	9,754.74836239
4. $\sqrt{sx_3^2}$ など			181.4699417	9,858.882523
5. 相関係数				0.98944
Y 1. SY^2 など				4,706.77951313
2. 補正項				1,755.25779074
3. sy^2				2,951.52172239
4. $\sqrt{sy^2}$				54.32790924

前と同様にして行列式の小数点を移動すれば、

$$B = DAD \begin{pmatrix} 4.661038164 & 10.3030685403 & 2.853443528809 \\ 10.3030685403 & 45.06493215 & 11.8844591824 \\ 2.853443528809 & 11.8844591824 & 3.293133974878 \end{pmatrix}$$

$$h = Dg\lambda \begin{pmatrix} 8.743810691 \\ 35.391235923 \\ 9.75474836239 \end{pmatrix} \quad \text{ただし、}\lambda = 10^{-1} \text{とする}$$

原方程式 $A \cdot \mu = g$ 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
I					
1)	4.661038164	10.30306854	2.853443529	8.743810691	26.561360924
2)		45.06493215	11.884459182	35.391235923	102.643695795
3)			3.293133975	9.754748362	27.785785048
II					
4)	4.661038164	10.30306854	2.853443529	8.743810691	26.561360924
5)	1	2.210466462	0.6121905525	1.875936301	5.698593315
III					
6)		22.29034469	5.5770179601	16.063335637	43.930698289
7)		1	0.2501988210	0.7206409708	1.970839791
III					
8)			0.150919486	0.3828424262	0.5337619182
9)			1	2.536732905	
V					
12)			$vb_1 =$	0.132975299	
11)			$vb_2 =$	0.0859533888	
10)			$vb_3 =$	2.536732905	

$$V_{11} = 0.4569203086$$

$$V_{21} = -0.00113214$$

$$V_{22} = 0.4596495349$$

$$V_{13} = -0.3918277929$$

$$V_{23} = -1.65782980$$

$$V_{33} = 6.6260496$$

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_8 は、

$$b_1 = 0.0132975299$$

$$b_2 = 0.859533888$$

$$b_8 = 0.2536732905$$

またC乗数は、

$$C_{11} = 0.0000456920$$

$$C_{22} = 0.4596495349$$

$$C_{88} = 0.0006626050$$

回帰に帰因する平方和

$$\hat{S_y^2} = 2894.98986533$$

回帰からの偏差の平方和

$$S_{dyx_1x_2x_8}^2 = 56.53185706$$

推定の誤差の分散と標準誤差

$$syx_1x_2x_8^2 = 0.04187545$$

$$syx_1x_2x_8 = 0.20463492$$

回帰係数の標準偏差

$$sb_1 = syx_1x_2x_8 / \sqrt{C_{11}} = 0.00138325$$

$$sb_2 = syx_1x_2x_8 / \sqrt{C_{22}} = 0.13873727$$

$$sb_8 = syx_1x_2x_8 / \sqrt{C_{88}} = 0.00526753$$

回帰係数の有意性の検定

$$tb_1 = \frac{b_1}{sb_1} = 9.613^{**}$$

$$tb_2 = \frac{b_2}{sb_2} = 6.195^{**}$$

$$tb_8 = \frac{b_8}{sb_8} = 48.158^{**}$$

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推定値を示しておく。

第17表 重相関係数と偏相関係数

R	$\gamma_{12.84}$	$\gamma_{13.24}$	$\gamma_{14.28}$
0.9904	0.25478	0.16713	0.79512

3. 10cm直径級別材積式の比較

調製要綱に基き資料を第18表のように10cm直径級に分け、各直径級の材積式を求め、この間の差を統計的検定を行い、差のない直径級を一括する。ただし、胸高62cm以上は、資料数が少ないので、62~134cmとして一括した。

10cm直径級別平方和、積和、相関係数および回帰係数

第18表 10cm直径級別積和および二乗和など

直径級	本 数	S X ₁	S X ₂	S X ₃	S Y	S X ₁ ²	S X ₂ ²
4~10 ^{cm}	181	1,736.7	1.176290	11.8941693	4.8115	17,637.05	0.00913
12~20	290	3,767.2	7.258466	97.3917103	36.1464	50,839.40	0.20534
22~30	205	3,571.6	13.969791	245.1413891	88.3180	64,232.26	0.99718
32~40	212	4,271.4	27.068786	547.9095150	190.3197	88,436.33	3.54636
42~50	173	3,595.0	35.795104	746.4981046	248.1254	76,810.94	7.52608
52~60	129	2,860.7	40.707998	907.9296828	294.4169	65,514.31	12.99566
62~134	164	4,087.0	89.231014	2,270.602751	679.4908	104,641.56	53.99065
計	1,354	23,889.6	215.207449	4,827.367322	1,541.6287	468,111.85	79.27043

直径級	S X ₃ ²	S Y ²	S X ₁ X ₂	S X ₁ X ₃	S X ₁ Y	S X ₂ X ₃
4~10 ^{cm}	1.04088053	0.16909769	11.8941693	126.61324511	51.01522	0.09520
12~20	40.29294801	5.42065804	97.3917103	1,353.47489089	499.18555	2.83087
22~30	320.55605382	42.44464046	245.1413891	4,438.00707603	1,600.76697	17.60864
32~40	1,507.10725095	183.58598003	547.9095150	11,398.62223050	3,963.13161	72.12403
42~50	3,391.45732845	375.95435372	746.4981046	16,008.43957764	5,308.44156	157.54352
52~60	6,763.72006816	715.61526271	907.9296828	20,928.84110658	6,753.65766	291.53186
62~134	38,118.00366902	3,383.58952048	2,270.602751	59,453.16565148	17,767.68081	1,413.98310
計	50,142.17819894	4,706.77951313	4,827.367322	113,707.16377823	35,943.87937	1,955.71726

直径級	SX ₂ Y	SX ₃ Y
4~10 ^{cm}	0.03827948	0.41724853
12~20	1.03845789	14.69624853
22~30	6.33835186	115.51032716
32~40	24.98861575	522.61241360
42~50	52.18828088	1,121.06697283
52~60	94.48134003	2,181.21795869
62~134	419.86856054	11,295.54034596
計	598.94188643	15,251.06151530

第19表 直径級別平方和および積和

直径級	本 数	SX ₁ ²	SX ₂ ²	SX ₃ ²	Sy ²	SX ₁ X ₂
4~10 ^{cm}	181 ^本	973.3655249	0.00149314	0.25927134	0.041119420	0.60763426
12~20	290	1,902.172966	0.02367356	7.58555065	0.91527103	3.10173404
22~30	205	2,006.276780	0.04521004	27.41312382	4.39552278	1.75355722
32~40	212	2,375.679245	0.09014015	91.04670082	12.72943188	2.52455028
42~50	173	2,105.593179	0.11978353	170.30461070	20.08028363	2.66342899
52~60	129	2,075.515504	0.14960906	373.51612313	43.66711538	5.19038142
62~134	164	2,790.529512	5.44081232	6,681.19359067	568.29837850	46.90059113
計	1,354	46,610.38164	45.06493215	32,931.33974878	2,951.52172239	1,030.30685403

直径級	SX_1X_3	SX_1Y	SX_2X_3	SX_2Y	SX_3Y
4~10 ^{cm}	12.48836211	4.84874459	0.01790584	0.00701031	0.1010673 ⁴
12~20	88.32299074	29.63134972	0.39323844	0.13374266	2.5570770 ⁴
22~30	167.04617208	62.05200024	0.90340864	0.31989332	9.8986334 ⁴
32~40	359.27929479	128.54874877	2.16533094	0.68803447	30.7351752 ⁴
42~50	495.95006298	152.30969295	3.08701368	0.84912193	50.4014190
52~60	794.62061367	224.67761481	5.02024298	1.57341308	109.0486359
62~134	2,868.08367991	834.27287561	178.56733975	50.16335879	1,887.8959571
計	28,534.43528809	8,743.810691	1,188.44591824	353.91235923	9,754.7483623

策20表 直径級別回帰係数

直径級	b_1	b_2	b_3
4~10 ^{cm}	0.000091	0.208874	0.371003
12~20	0.001850	1.190725	0.253830
22~30	0.002574	0.216124	0.338284
32~40	0.028730	3.364846	0.144179
42~50	— 0.025002	— 3.488326	0.431990
52~60	— 0.006166	0.899678	0.292977
62~134	0.045811	1.599526	0.220153

第21表 直径級別回帰に帰因する平方和など

直径級	$\wedge$ sy^2	$sdyx_1x_2x_8^2$	$syx_1x_2x_8^2$	R
4~10 ^{cm}	0.03940194	0.00179226	0.00001013	0.9780
12~20	0.86313175	0.05213928	0.00018231	0.9711
22~30	3.57740298	0.81811980	0.00407025	0.9021
32~40	10.43972071	2.28971117	0.01100823	0.9056
42~50	15.00278236	5.07750127	0.03004439	0.8644
52~60	31.97895546	11.68815992	0.09350528	0.8558
62~134	534.08195190	34.21642888	0.21385268	0.9694

分散の一樣性の検定

この実験式を用いた場合、径級別の分散には差が生じることは当然であるが念のために、パートレットの検定法によって分散の一樣性を検定してみた。

第22表 分散の一樣性の検定

直径級	$sdyx_1x_2x_8^2$	$f\gamma$	$n-4$	$syx_1x_2x_8^2=s\gamma^2$	$\log sr^2$	$f\gamma \cdot \log s\gamma^2$	$\frac{1}{fi}$
4~10 ^{cm}	0.00179226	181	177	0.00001013	-4.9943906	-884.0071362	0.0056497
12~20	0.05213928	290	286	0.00018231	-3.7391895	-1069.4081970	0.0034965
22~30	0.81811980	205	201	0.00407025	-2.3903789	-480.4661589	0.0049751
32~40	2.28971117	212	208	0.01100823	-1.9582825	-407.3227600	0.0048077
42~50	5.07750127	173	169	0.03004439	-1.5222365	-257.2579685	0.0059172
52~60	11.68815992	129	125	0.09350528	-1.0291639	-128.6454875	0.0080000
62~134	34.21642888	164	160	0.21385268	-0.6698853	-107.1816480	0.0062500
計	54.14385258		1,326			-3334.2893561	0.0390962

(1) 4cm以上の直径級を一括した場合

$$S^2 = 0.04083247$$

$$\log S^2 \cdot f = -1841.8067070$$

$$\chi^2 = 2.3026 (-1841.8067070 + 3334.2893730) = 3436.591$$

$$\text{補正項 } C = 1 + \frac{1}{3 \times 6} (0.0390962 - 0.0007541) = 1.00213$$

$$\frac{\chi^2}{C} = 3429.287$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 3429.287^{**} > P(\chi^2) 0.05 (= 12.59)$$

d.f 6

有意差あり、4~134cmは一括できない。

- (2) 4~60cm直径級を一括した場合、

$$\chi^2 = 2685.977$$

$$\text{補正項 } C = 1.00213$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 2680.268^{**}$$

d.f 5

有意差あり、4~60cmは一括できない。

- (3) 12~134cm直径級を一括した場合、

$$\chi^2 = 2131.761$$

$$\text{補正項 } C = 1.00217$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 2127.145^{**}$$

d.f 5

有意差あり、12~134cmは一括できない。

- (4) 12~60cm直径級を一括した場合、

$$\chi^2 = 1533.463$$

$$\text{補正項 } C = 1.00218$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 1530.127^{**}$$

d.f 4

有意差あり、12~60cmは一括できない。

- (5) 12~50cm直径級を一括した場合、

$$\chi^2 = 1078.891$$

$$\text{補正項 } C = 1.00201$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 1076.727^{**}$$

d.f 3

有意差あり、12~50cmは一括できない。

- (6) 12~40cm直径級を一括した場合、

$$\chi^2 = 758.240$$

$$\text{補正項 } C = 1.00197$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 756.749^{**}$$

d.f 2

有意差あり、12~40cmは一括できない。

- (7) 12~30cm直径級を一括した場合、

$$\chi^2 = 487.361$$

$$\text{補正項 } C = 1.00214$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 486.320^{**}$$

d.f 1

有意差あり、12~30cmは一括できない。

以上各直径級を一括して分散の検定を行った結果、いずれも一様であるとは認められなかった。
この結果、7つの直径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成

$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$ に第20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23表 材 積 式

直 径 級	本 数	材 積 式
4~10 ^{cm}	181	$\hat{Y} = 0.000091X_1 + 0.208874X_2 + 0.371003X_3 - 0.00003$
12~20	290	$\hat{Y} = 0.001850X_1 + 1.190725X_2 + 0.253830X_3 - 0.01444$
22~30	205	$\hat{Y} = 0.002574X_1 + 0.216124X_2 + 0.338284X_3 - 0.03328$
32~40	212	$\hat{Y} = 0.028730X_1 + 3.364846X_2 + 0.144179X_3 - 0.48339$
42~50	173	$\hat{Y} = -0.025002X_1 - 3.488326X_2 + 0.431990X_3 + 0.81153$
52~60	129	$\hat{Y} = -0.006166X_1 + 0.899678X_2 + 0.292977X_3 + 0.07310$
62以上	164	$\hat{Y} = 0.045811X_1 + 1.599526X_2 + 0.220153X_3 - 0.91675$

第23表の材積式を用いて材積表を作成した。なお、表の数値をグラフに図示したところ、各の直径級の境に不連続な点が認められたので、直径20~22^{cm}、30~32^{mm}、40~42^{cm}、50~52^{cm}の各材積を3点平均法で、58~64^{cm}の各材積を5点平均法で修正した。

20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
0.079									
0.093									
0.107	0.120	0.134	0.159	0.187	0.191				
0.121	0.138	0.156	0.185	0.216	0.226				
0.135	0.156	0.178	0.210	0.246	0.261	0.283	0.314	0.379	0.448
0.148	0.173	0.200	0.236	0.275	0.296	0.324	0.360	0.427	0.498
0.162	0.191	0.222	0.261	0.304	0.331	0.365	0.405	0.474	0.548
0.176	0.209	0.244	0.287	0.333	0.366	0.405	0.450	0.522	0.597
0.189	0.226	0.266	0.312	0.362	0.401	0.446	0.496	0.569	0.647
0.203	0.244	0.288	0.338	0.391	0.436	0.486	0.541	0.617	0.696
0.216	0.261	0.310	0.363	0.420	0.472	0.527	0.587	0.664	0.746
0.230	0.279	0.332	0.388	0.449	0.507	0.568	0.632	0.711	0.795
0.244	0.297	0.354	0.414	0.478	0.542	0.609	0.677	0.759	0.845
0.257	0.314	0.376	0.439	0.507	0.577	0.649	0.723	0.806	0.894
0.271	0.332	0.398	0.465	0.536	0.613	0.690	0.768	0.854	0.944
0.285	0.350	0.420	0.490	0.566	0.648	0.731	0.814	0.901	0.993
0.299	0.367	0.442	0.516	0.595	0.683	0.771	0.859	0.948	1.043
0.312	0.385	0.464	0.541	0.624	0.718	0.812	0.904	0.996	1.093
0.326	0.403	0.487	0.566	0.653	0.754	0.853	0.950	1.043	1.142
0.340	0.421	0.509	0.592	0.682	0.789	0.893	0.995	1.091	1.192
0.353	0.438	0.531	0.617	0.711	0.824	0.934	1.041	1.138	1.241
	0.455	0.553	0.643	0.740	0.859	0.974	1.086	1.186	1.291
	0.472	0.575	0.668	0.769	0.894	1.015	1.131	1.233	1.340
				0.798	0.929	1.056	1.177	1.280	1.390
				0.827	0.964	1.096	1.222	1.328	1.439
				0.857	1.000	1.137	1.268	1.375	1.489
						1.178	1.313	1.423	1.539
						1.219	1.358	1.470	1.588

58	60	62	64	66	68	70	72	74	76
1.402	1.419								
1.499	1.527	1.557	1.590	1.622	1.742	1.865	1.992	2.122	2.256
1.596	1.635	1.677	1.721	1.764	1.889	2.019	2.152	2.288	2.429
1.694	1.745	1.798	1.853	1.906	2.037	2.172	2.312	2.455	2.602
1.791	1.853	1.917	1.983	2.047	2.185	2.326	2.471	2.621	2.775
1.888	1.962	2.037	2.114	2.189	2.332	2.480	2.631	2.787	2.948
1.986	2.071	2.157	2.245	2.331	2.480	2.633	2.791	2.954	3.121
2.083	2.179	2.277	2.376	2.472	2.627	2.787	2.951	3.120	3.294
2.181	2.288	2.397	2.507	2.614	2.775	2.941	3.111	3.286	3.467
2.278	2.397	2.517	2.638	2.756	2.923	3.094	3.271	3.453	3.640
2.376	2.506	2.637	2.770	2.898	3.070	3.248	3.431	3.619	3.813
2.473	2.615	2.757	2.900	3.039	3.218	3.402	3.591	3.786	3.985
2.570	2.723	2.877	3.032	3.181	3.366	3.555	3.751	3.952	4.158
2.668	2.832	2.997	3.163	3.323	3.513	3.709	3.911	4.118	4.331
2.765	2.941	3.117	3.294	3.464	3.661	3.863	4.071	4.285	4.504
2.863	3.049	3.237	3.424	3.606	3.808	4.017	4.231	4.451	4.677
2.960	3.158	3.357	3.556	3.748	3.956	4.170	4.391	4.617	4.850
3.058	3.267	3.477	3.687	3.890	4.104	4.324	4.551	4.784	5.023
3.155	3.376	3.597	3.817	4.031	4.251	4.478	4.711	4.950	5.196
3.252	3.485	3.717	3.949	4.173	4.399	4.631	4.871	5.117	5.369
3.350	3.593	3.837	4.080	4.315	4.546	4.785	5.030	5.283	5.542
3.447	3.702	3.957	4.211	4.456	4.694	4.939	5.190	5.449	5.715
3.545	3.811	4.077	4.342	4.598	4.842	5.092	5.350	5.616	5.888
3.642	3.920	4.197	4.473	4.740	4.989	5.246	5.510	5.782	6.061
3.740	4.029	4.317	4.604	4.882	5.137	5.400	5.670	5.948	6.234
3.837	4.137	4.436	4.734	5.023	5.284	5.553	5.830	6.115	6.407
		4.555	4.864	5.165	5.432	5.707	5.990	6.281	6.580
		4.674	4.994	5.307	5.580	5.861	6.150	6.447	6.753
		4.793	5.124	5.448	5.727	6.014	6.310	6.614	6.926

樹高 m	胸高 直径 cm	78	80	82	84	86	88	90	92	94
13		2.393	2.534	2.679	2.827	2.979	3.134	3.293	3.455	3.621
14		2.573	2.721	2.873	3.028	3.187	3.350	3.517	3.687	3.861
15		2.753	2.908	3.066	3.229	3.396	3.566	3.741	3.919	4.102
16		2.932	3.094	3.260	3.430	3.604	3.783	3.965	4.151	4.342
17		3.112	3.281	3.454	3.631	3.813	3.999	4.189	4.384	4.582
18		3.292	3.468	3.648	3.833	4.022	4.215	4.413	4.616	4.823
19		3.472	3.654	3.842	4.034	4.230	4.432	4.637	4.848	5.063
20		3.651	3.841	4.036	4.235	4.439	4.648	4.862	5.080	5.303
21		3.831	4.028	4.229	4.436	4.648	4.864	5.086	5.312	5.544
22		4.011	4.215	4.423	4.637	4.856	5.080	5.310	5.544	5.784
23		4.191	4.401	4.617	4.838	5.065	5.297	5.534	5.777	6.024
24		4.370	4.588	4.811	5.040	5.274	5.513	5.758	6.009	6.265
25		4.550	4.775	5.005	5.241	5.482	5.729	5.982	6.241	6.505
26		4.730	4.961	5.199	5.442	5.691	5.946	6.206	6.473	6.745
27		4.910	5.148	5.393	5.643	5.899	6.162	6.431	6.705	6.986
28		5.089	5.335	5.586	5.844	6.108	6.378	6.655	6.937	7.226
29		5.269	5.522	5.780	6.045	6.317	6.595	6.879	7.169	7.466
30		5.449	5.708	5.974	6.246	6.525	6.811	7.103	7.402	7.707
31		5.629	5.895	6.168	6.448	6.734	7.027	7.327	7.634	7.947
32		5.808	6.082	6.362	6.649	6.943	7.243	7.551	7.866	8.187
33		5.988	6.268	6.556	6.850	7.151	7.460	7.775	8.098	8.428
34		6.168	6.455	6.749	7.051	7.360	7.676	7.999	8.330	8.668
35		6.348	6.642	6.943	7.252	7.569	7.892	8.224	8.562	8.908
36		6.527	6.828	7.137	7.453	7.777	8.109	8.448	8.794	9.149
37		6.707	7.015	7.331	7.654	7.986	8.325	8.672	9.027	9.389
38		6.887	7.202	7.525	7.856	8.194	8.541	8.896	9.259	9.629
39		7.067	7.389	7.719	8.057	8.403	8.758	9.120	9.491	9.870
40		7.246	7.575	7.912	8.258	8.612	8.974	9.344	9.723	10.110

96	98	100	102	104	106	108	110	112	114
3.791	3.964	4.140							
4.039	4.221	4.406							
4.288	4.478	4.672	4.870	5.072	5.278	5.488	5.702	5.919	6.141
4.537	4.735	4.938	5.145	5.356	5.571	5.791	6.014	6.241	6.473
4.785	4.993	5.204	5.420	5.640	5.864	6.093	6.326	6.563	6.805
5.034	5.250	5.470	5.695	5.924	6.158	6.396	6.638	6.885	7.137
5.283	5.507	5.736	5.970	6.208	6.451	6.698	6.950	7.207	7.469
5.531	5.764	6.002	6.245	6.492	6.744	7.001	7.263	7.529	7.800
5.780	6.022	6.268	6.519	6.776	7.037	7.303	7.575	7.851	8.132
6.029	6.279	6.534	6.794	7.060	7.330	7.606	7.887	8.173	8.464
6.278	6.536	6.800	7.069	7.344	7.624	7.909	8.199	8.495	8.796
6.526	6.793	7.066	7.344	7.628	7.917	8.211	8.511	8.817	9.128
6.775	7.051	7.332	7.619	7.912	8.210	8.514	8.824	9.139	9.460
7.024	7.308	7.598	7.894	8.195	8.503	8.816	9.136	9.461	9.792
7.272	7.565	7.864	8.169	8.479	8.796	9.119	9.448	9.783	10.124
7.521	7.822	8.130	8.443	8.763	9.089	9.422	9.760	10.105	10.456
7.770	8.080	8.396	8.718	9.047	9.383	9.724	10.072	10.427	10.788
8.018	8.337	8.662	8.993	9.331	9.676	10.027	10.385	10.749	11.120
8.267	8.594	8.928	9.268	9.615	9.969	10.329	10.697	11.071	11.452
8.516	8.851	9.194	9.543	9.899	10.262	10.632	11.009	11.393	11.783
8.765	9.109	9.460	9.818	10.183	10.555	10.935	11.321	11.715	12.115
9.013	9.366	9.726	10.093	10.467	10.848	11.237	11.633	12.037	12.447
9.262	9.623	9.992	10.367	10.751	11.142	11.540	11.946	12.359	12.779
9.511	9.880	10.257	10.642	11.035	11.435	11.842	12.258	12.681	13.111
9.759	10.138	10.523	10.917	11.319	11.728	12.145	12.570	13.003	13.443
10.008	10.395	10.789	11.192	11.603	12.021	12.448	12.882	13.325	13.775
10.257	10.652	11.055	11.467	11.887	12.314	12.750	13.194	13.647	14.107
10.506	10.909	11.321	11.742	12.170	12.607	13.053	13.507	13.969	14.439

樹高 m	胸高 直径 cm	116	118	120	122	124	126	128	130	132
13										
14										
15	6.366	6.596	6.829	7.066	7.307	7.553	7.802	8.055	8.311	
16	6.708	6.948	7.192	7.440	7.692	7.948	8.208	8.472	8.741	
17	7.050	7.300	7.555	7.813	8.076	8.343	8.615	8.890	9.170	
18	7.392	7.653	7.918	8.187	8.460	8.739	9.021	9.308	9.600	
19	7.735	8.005	8.280	8.560	8.845	9.134	9.428	9.726	10.029	
20	8.077	8.357	8.643	8.934	9.229	9.529	9.834	10.144	10.458	
21	8.419	8.710	9.006	9.307	9.613	9.925	10.241	10.562	10.888	
22	8.761	9.062	9.369	9.681	9.998	10.320	10.647	10.980	11.317	
23	9.103	9.415	9.732	10.054	10.382	10.715	11.054	11.397	11.747	
24	9.445	9.767	10.095	10.428	10.766	11.110	11.460	11.815	12.176	
25	9.787	10.119	10.457	10.801	11.151	11.506	11.867	12.233	12.605	
26	10.129	10.472	10.820	11.175	11.535	11.901	12.273	12.651	13.035	
27	10.471	10.824	11.183	11.548	11.919	12.296	12.680	13.069	13.464	
28	10.813	11.176	11.546	11.922	12.304	12.692	13.086	13.487	13.894	
29	11.155	11.529	11.909	12.295	12.688	13.087	13.493	13.905	14.323	
30	11.497	11.881	12.272	12.669	13.072	13.482	13.899	14.323	14.752	
31	11.839	12.233	12.634	13.042	13.457	13.878	14.306	14.740	15.182	
32	12.181	12.586	12.997	13.416	13.841	14.273	14.712	15.158	15.611	
33	12.523	12.938	13.360	13.789	14.225	14.668	15.119	15.576	16.041	
34	12.865	13.290	13.723	14.163	14.610	15.064	15.525	15.994	16.470	
35	13.207	13.643	14.086	14.536	14.994	15.459	15.932	16.412	16.899	
36	13.549	13.995	14.449	14.910	15.378	15.854	16.338	16.830	17.329	
37	13.891	14.347	14.811	15.283	15.762	16.250	16.745	17.248	17.758	
38	14.233	14.700	15.174	15.656	16.147	16.645	17.151	17.666	18.188	
39	14.575	15.052	15.537	16.030	16.531	17.040	17.558	18.083	18.617	
40	14.918	15.405	15.900	16.403	16.915	17.436	17.964	18.501	19.046	

134	136	138	140	142	144	146	148	150	
8.572	8.837	9.105	9.378	9.654	9.935	10.219	10.507	10.800	
9.013	9.290	9.571	9.855	10.144	10.437	10.734	11.035	11.341	
9.454	9.743	10.036	10.333	10.634	10.939	11.249	11.563	11.882	
9.895	10.196	10.501	10.810	11.124	11.442	11.764	12.091	12.423	
10.337	10.649	10.966	11.287	11.613	11.944	12.279	12.620	12.964	
10.778	11.102	11.431	11.765	12.103	12.446	12.795	13.148	13.505	
11.219	11.555	11.896	12.242	12.593	12.949	13.310	13.676	14.046	
11.660	12.008	12.361	12.719	13.083	13.451	13.825	14.204	14.588	
12.101	12.461	12.826	13.196	13.572	13.953	14.340	14.732	15.129	
12.542	12.914	13.291	13.674	14.062	14.456	14.855	15.260	15.670	
12.983	13.367	13.756	14.151	14.552	14.958	15.370	15.788	16.211	
13.424	13.820	14.221	14.628	15.041	15.460	15.885	16.316	16.752	
13.866	14.273	14.686	15.106	15.531	15.963	16.400	16.844	17.293	
14.307	14.726	15.151	15.583	16.021	16.465	16.915	17.372	17.835	
14.748	15.179	15.616	16.060	16.511	16.967	17.430	17.900	18.376	
15.189	15.632	16.082	16.538	17.000	17.470	17.945	18.428	18.917	
15.630	16.085	16.547	17.015	17.490	17.972	18.461	18.956	19.458	
16.071	16.538	17.012	17.492	17.980	18.474	18.976	19.484	19.999	
16.512	16.991	17.477	17.970	18.470	18.977	19.491	20.012	20.540	
16.953	17.444	17.942	18.447	18.959	19.479	20.006	20.540	21.081	
17.394	17.897	18.407	18.924	19.449	19.981	20.521	21.068	21.623	
17.836	18.350	18.872	19.402	19.939	20.484	21.036	21.596	22.164	
18.277	18.803	19.337	19.879	20.428	20.986	21.551	22.124	22.705	
18.718	19.256	19.802	20.356	20.918	21.488	22.066	22.652	23.246	
19.159	19.709	20.267	20.833	21.408	21.991	22.581	23.180	23.787	
19.600	20.162	20.732	21.311	21.898	22.493	23.096	23.708	24.328	

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なう。

誤差率の計算は次式で行なう。

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

$t = 95\%$ 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
4 ~ 10 ^{cm}	0.00318277 ^{m²}	1.761 %
12 ~ 20	0.01350222	1.259
22 ~ 30	0.06379851	2.047
32 ~ 40	0.10492011	1.590
42 ~ 50	0.17333318	1.819
52 ~ 60	0.30578633	2.334
62 以上	0.46244207	1.726

6. 材積表使用上の注意

1. 本材積表は高知営林局管内の広葉樹に適用される。
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ごとに材積を掲げたもので、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2～6cm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。ただし、12～20cm、22～30cm、32～40cm、42～50cm、52～60cm、62cm以上の各直径級の材積式による推定値が不連続なので、直径20、22、30、32、40、42、50、52cmの各材積をその付近の3点平均法で、58～64cmの各材積を5点平均法で修正したものである。

直径範囲	材積式
4 ～ 10 ^{cm}	$v = 0.000091h + 0.208874d^2 + 0.371003d^2h - 0.00003$
12 ～ 20	$v = 0.001850h + 1.190725d^2 + 0.253830d^2h - 0.01444$
22 ～ 30	$v = 0.002574h + 0.216124d^2 + 0.338284d^2h - 0.03328$
32 ～ 40	$v = 0.028730h + 3.364846d^2 + 0.144179d^2h - 0.48339$
42 ～ 50	$v = -0.025002h - 3.488326d^2 + 0.431990d^2h + 0.81153$
52 ～ 60	$v = -0.006166h + 0.899678d^2 + 0.292977d^2h + 0.07310$
62 以上	$v = 0.045811h + 1.599526d^2 + 0.220153d^2h - 0.91675$

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

第 5 調製年月および調製担当者官氏名

1. 調製年月

昭和41年2月

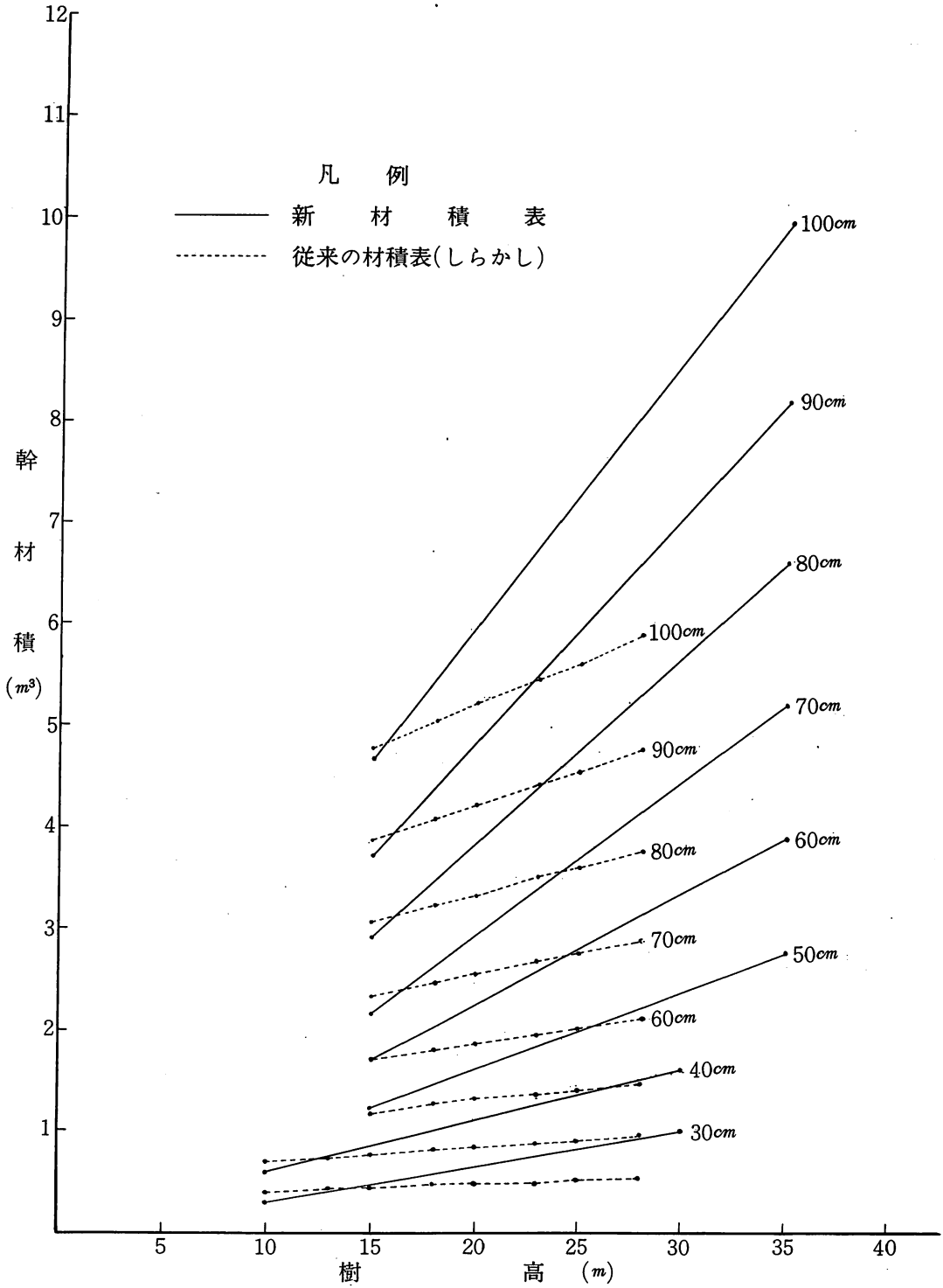
2. 調製担当者官氏名

計画課長	農林技官	秋 葉	公
主 査	同	北 本	浩 (32.4~)
係 官	同	赤 崎	省 作 (40.4~)

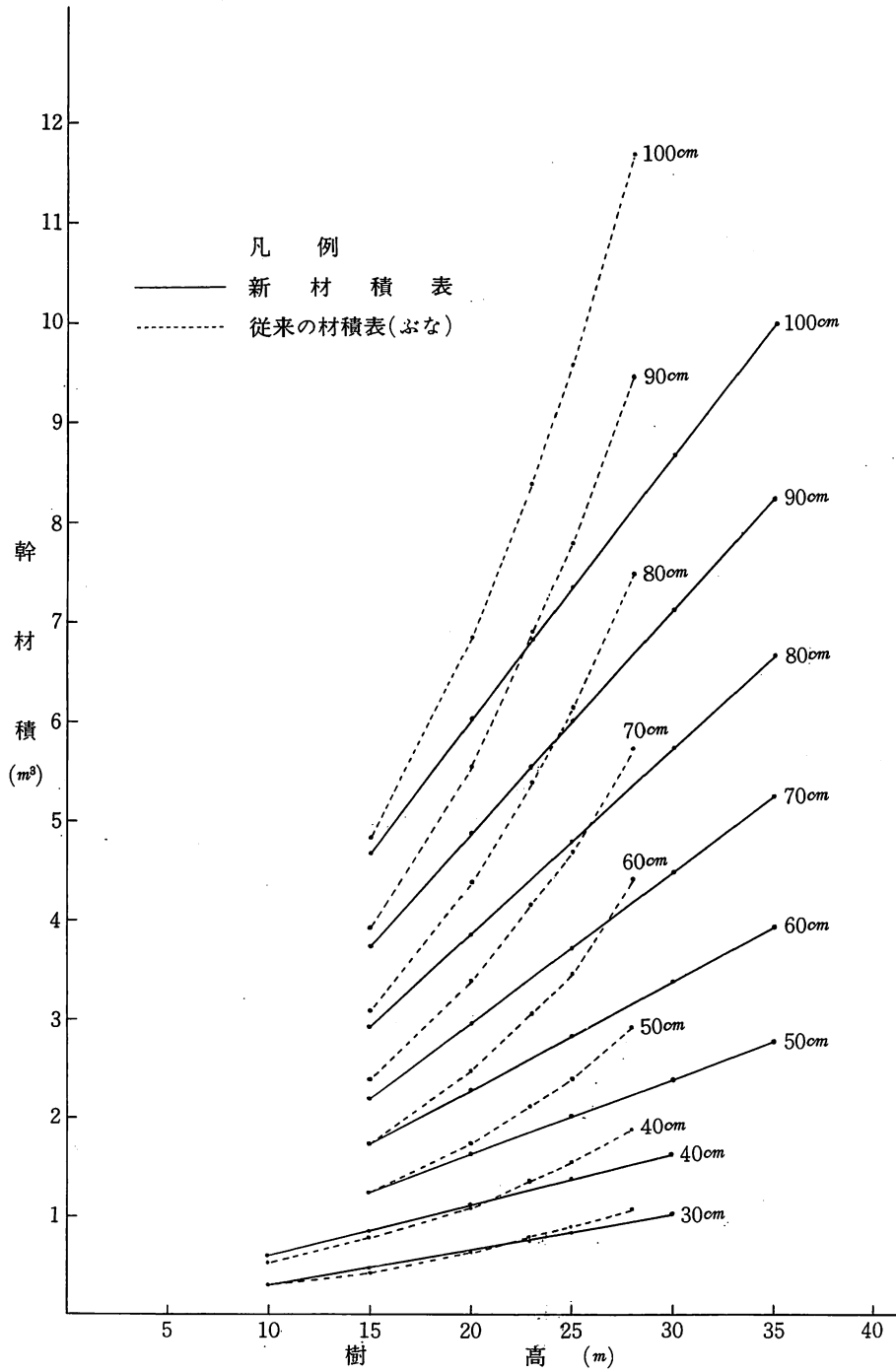
第 6 引用ならびに参考文献

- | | | |
|----------------------|------------|-------|
| (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 | 〃 31年 |
| (3) スネデカー統計的方法上下 | 岩波書店 | 〃 27年 |
| (4) 嶺一三、測樹 | 朝倉書店 | 〃 27年 |
| (5) 木梨謙吉、推計学を基とした測樹学 | 〃 | 〃 29年 |
| (6) 材積表の検定について | 日本林学会誌大友栄松 | 〃 31年 |

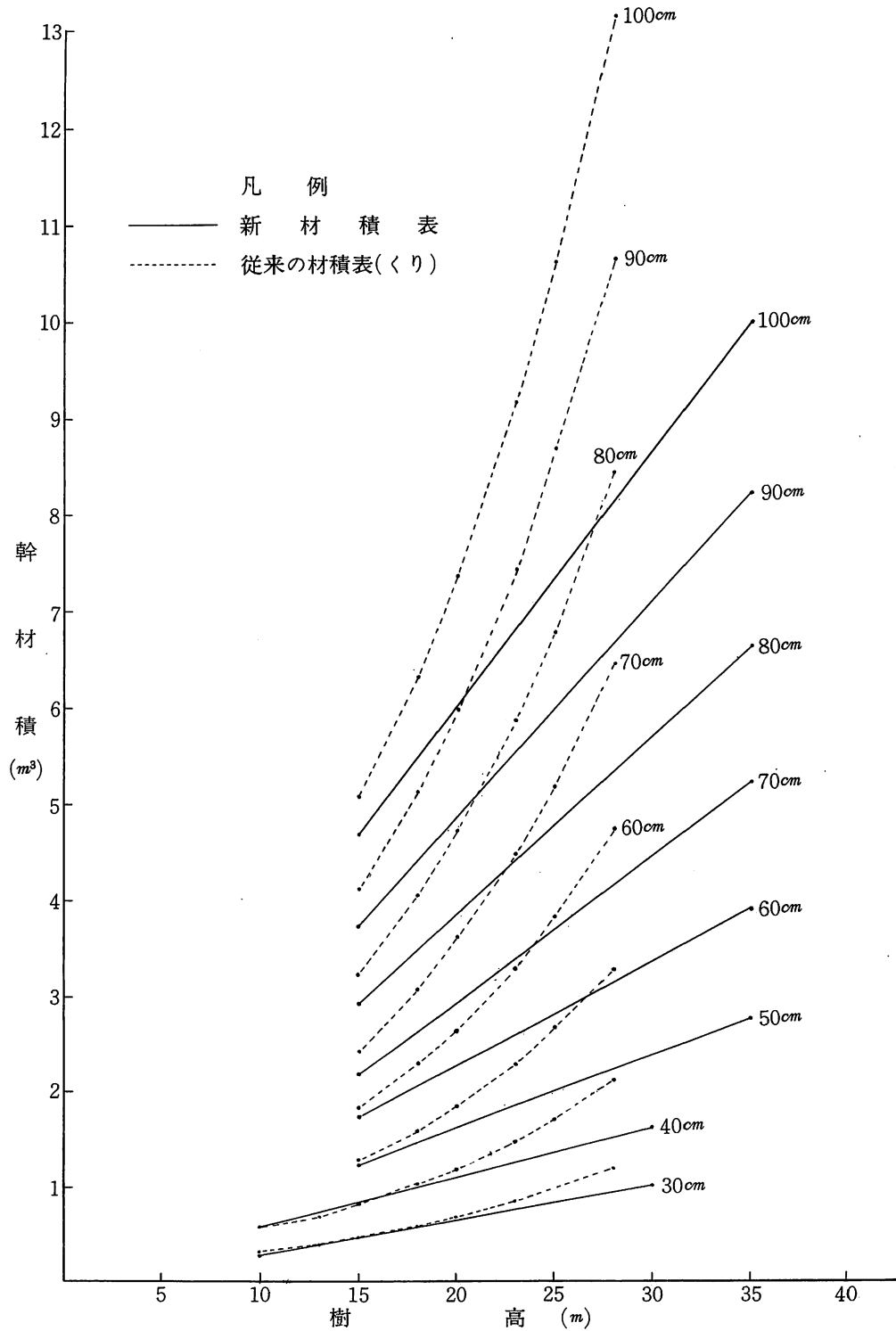
第2図のI 従来の材積表との比較



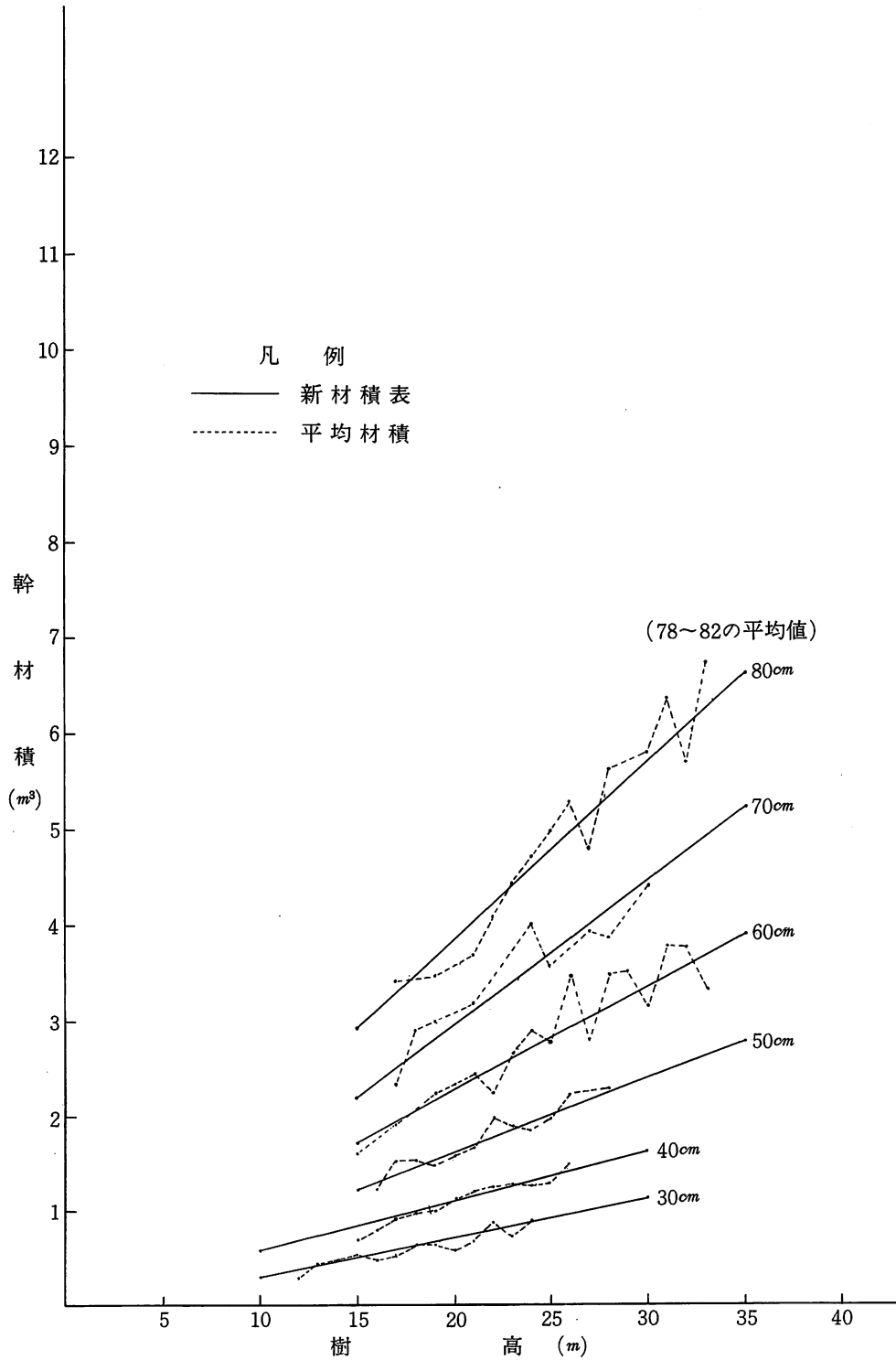
第2図のII 従来の材積表との比較



第2図のⅢ 従来の材積表との比較



第3図 平均材積との比較



材積表調製業務資料 第57号

昭和41年3月20日印刷

昭和41年3月30日発行

高 知 営 林 局

広葉樹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 ⑤-1111