

材積表調製業務資料 第22号

熊 本 営 林 局

霧島アカマツ立木材積表調製説明書

人 工 林

天 然 生 林

昭 和 3 5 年 5 月

林 野 庁

目 次

緒 言	
I 適用地域	2
1. 地域の概要	2
(1) 位置および面積	2
(2) 地 勢	2
(3) 地 質	2
(4) 気 象	2
(5) 林 況	2
2. 地域の決定	4
II 資料の収集	4
1. 収集地域	4
2. 資料収集個所の選定、調査方法	4
3. 材積計算	6
III 材積表の調製積	14
1. 調製方法の決定	14
2. 資料の吟味	19
3. 棄却済資料による材積式の計算	32
A 人工林霧島アカマツ	32
(1) 回帰式の計算	32
(2) 相関係数の計算	33
4. 有意性の検定	33
5. 10cm直径級毎の回帰係数の検定	34
B 天然生林霧島アカマツ	37
6. 回帰式の計算および相関係数の計算	37
7. 有意性の検定	39
8. 10cm直径ごとの回帰係数、常数間の差の検定	39
9. 材積式の決定	45
10. 材積表の適合度	47
IV 材積表使用上の注意	47
V 結 言	48
VI 材 積 表	49
VII 調製年月日および調製担当官氏名	64

緒 言

熊本営林局において従来使用されていたマツ類立木材積表は昭和11年10月頃調製されたもので、調製者、調製資料およびその経緯が不明である。昭和26年度より全国的に立木材積表の再検討がなされ、林野庁においても同年「資料測定要綱」が、また同30年に「調製要綱」がそれぞれ決定された。当局においても管内主要樹種について、同27年度より逐次資料収集を行い、現行材積表の適合度の検定を行つた結果、アカマツについては有意差が認められたので、従来のマツ類立木材積表に代るものとして、同34年新たにアカマツ立木材積表を調製した。

しかしながら霧島山麓地方に成育するアカマツは所謂霧島アカマツとして古来、天然生の大径材が生産されることで有名であり、幹型も著しく完満で当然一般アカマツとは樹型が異なるものと考えられるので、適合度の検定を行つたところ、有意差が認められた。よつて上記の一般的なアカマツ立木材積表とは別の材積表の必要を認めたので、霧島アカマツ人工林、天然生林立木材積表の調製を進めてきた、同35年5月本表の調製を完了した。本材積表調製にあたり、林試測定研究室長大友栄松氏、同室栗屋仁志氏の御指導を賜わり、また資料収集にあたり終始御協力を戴いた関係営林署の各位に対し深甚の謝意を表すものである。

熊本営林局

霧島アカマツ立木材積表調製説明書

I 適用地域およびその根拠

1. 地域の概要

(1) 位置および面積

本表適用の対象となる霧島地方とは、韓国岳、高千穂の峰を主峰とする霧島火山群および、その山麓一帯を指すもので、九州の南東部、宮崎、鹿児島両県下に跨り、大部分が国立公園に含まれている。その面積は32,000ha、アカマツの蓄積は30,000m³余で九州マツ総蓄積の6%弱である。

(2) 地勢

霧島山系は、阿蘇の南方球磨紀伊山地を隔て、鹿児島湾地溝帯との間に噴出した火山群より成る。本火山群は大小27の火口を有する大山体で、東南方御池より北方飯盛山に至る直径約20km、西方烏帽子岳より東方夷守岳に至る12kmの山系と、これらの山麓地帯とで形成されている。諸峰何れも標高1000m余の高さを保ち、なかでも韓国岳(1699m)、高千穂(1574m)、は峻峰である。各火山の頂きには比較的大なる噴火口を有し、御池、大浪池等は火口に常に碧水をたもてている。南方より望むと標高300mの台地より、600mの熔岩原野に至り、その上に霧島火山群を頂いている。その為に傾斜は緩やかである。北方よりは1300mの頂上より、300mの台地まで自然の発達をなしたものである。

(3) 地質

霧島火山の地質は、旧中生層の水成岩及び熔岩類の噴出により大体の基盤を作り、一度海中に没して、火山活動の再現で、現在の火山群が形成されたものである。

本地域の大部分は、輝石安山岩系の岩石と、厚く堆積した火山礫、火山灰より成っている。

(4) 気象

九州は温帯圏に属し、南東から暖流黒潮と対島暖流の影響を受けて、山岳地帯を除く低地帯は温暖で、無霜地帯や亜熱帯性植生も見られる。霧島山は冬季積雪多く、霧氷の奇観も見られ、夏季も冷涼で、植生も平野地帯と異っている。垂直的な立地条件のため気象上の差異はあるが、気温は年平均13~15°(観測地標高600m)、降水量は高温湿潤な季節風の影響で、夏季に集中的であるが2,500~3,000mmに達する。

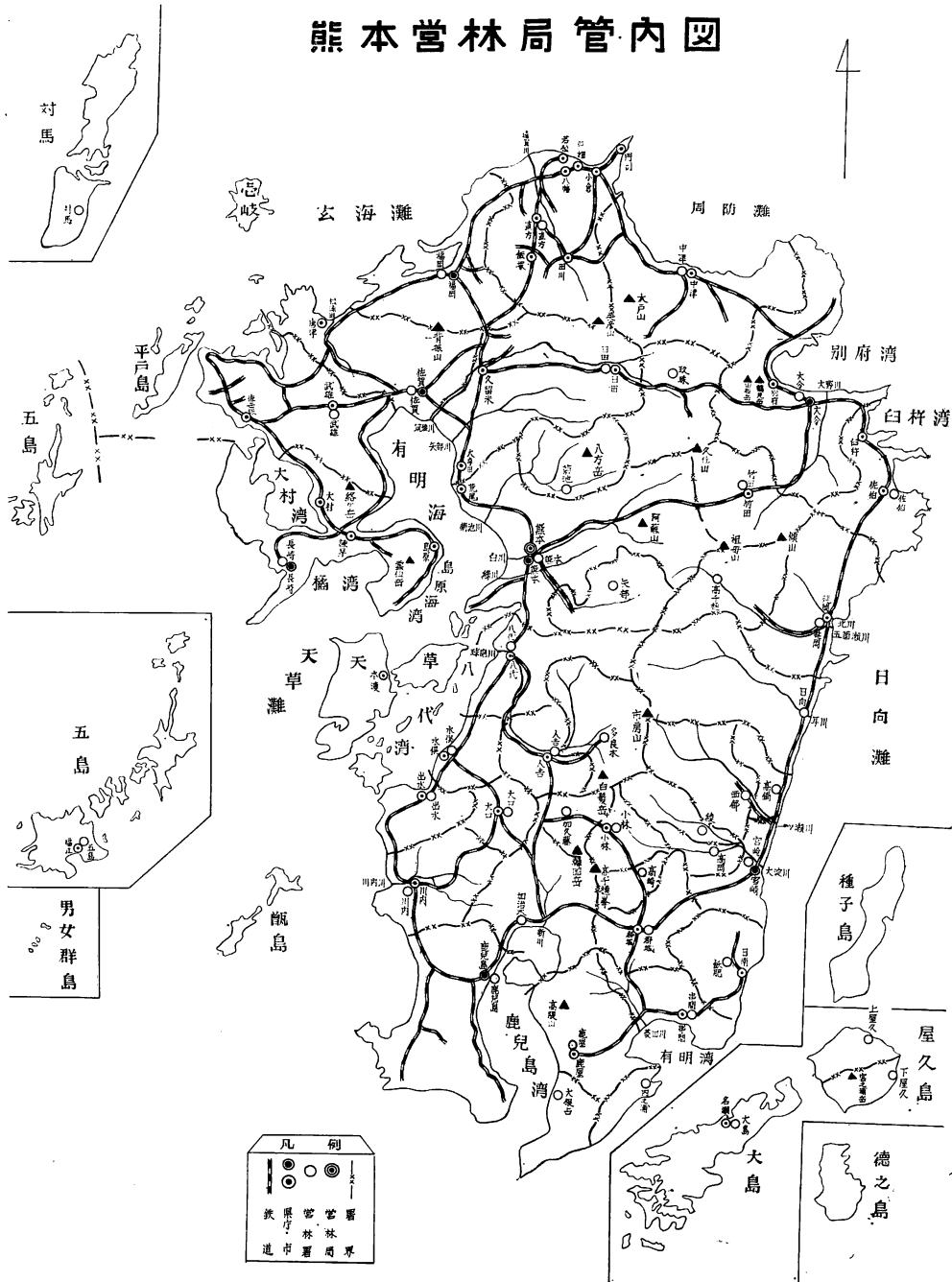
(5) 林況

管内国有林でも南部に位置し、暖帯性南部、北部および温帯性植生を現わし、南部九州植生の一体系をなしている。

標高600mまではイチイガシ、ウラジロガシ、タブ、シイ、ヤブツバキ等の広葉樹の暖帯南部の植生が最も安定して発達している。さらに600m~1100mの暖帯北部、温帯南部にかけてアカマツ、モミ、ツガ、アカガシ、サカキ、イスノキ等が、所謂複層林を形成し、最も安定した極盛相を示している。なかでもアカマツを主とする群叢が天然生林中最も広大な分布地域を有し、1ha当り300~400m³の蓄積を有する林分がある。

1100m以上の標高になると、草原、灌木地帯になっている。大部分が国立公園地域にある関係上、施業を制限し

熊本営林局管内図



て自然の風景を保護助長する施業方針を維持しているので老令な天然生美林が多い。なかでもアカマツ林の美は最も優れているばかりでなく、形質良好で広く知られているが、モミ、ツガの老令天然生林と同じく、伐採の進行に伴い、保護林を除いてその量逐次減少しアカマツ、スギ、ヒノキ等の人工林にかわりつゝある。アカマツ人工林は、特別経営時代に原野に植栽したものと、天然下種更新によるものが多く、其の成績は非常に良好で、Ⅶ～Ⅹ令級林分で、1ha平均蓄積 250 m³以上を示しているが、他地方の移入種子によると思われる成育不良林分が一部にある。アカマツ造林地は1000ha余で全人工造林地の約10%である。

2. 地域 の 決 定

先に調製された一般アカマツ材積表との間において差の検定を行つた結果（一般アカマツ材積表説明書参照）その差違が明らかとなり霧島アカマツの成立地域を対象として本材積表を調製した。この地域は第1図のとおりである。

Ⅱ 資 料 の 収 集

1. 資 料 収 集 地 域

本表調製のための資料は、第1、2に述べた適用対象全地域より収集した。

2. 資料収集個所の選定および調査方法

(1) 資料収集個所の選定

対象となる全地域より任意抽出によつて決定するのが最も理想的であるが、伐採調査などの経費や労力の関係上やむを得ず直営生産実行中の個所から選定収集した。この場合、極端な奇型木等を除くこととした。また調査年度が幾年かに亘ることによつて出来るだけ個所の分散を図り資料抽出に任意性を増すように努めた。資料収集地域および個所の位置図は第2図のとおりであり、調査個所数は人工林5、天然林9個所、これが営林署別、事業区別、直径階級別本数を示すと第1表の通りである。

第1表の1 営林署事業区別直径級別本数一覧表

(人 工 林)

営 林 署	事 業 区	6～10	12～20	22～30	32～40	42～50	計
高 崎	高 崎	53	99	211	143	17	523
小 林	小 林	9	105	48	39	—	201
加 治 木	加 治 木	47	108	65	121	25	366
計		107	312	324	303	42	1090

第1表の2

(天 然 生 林)

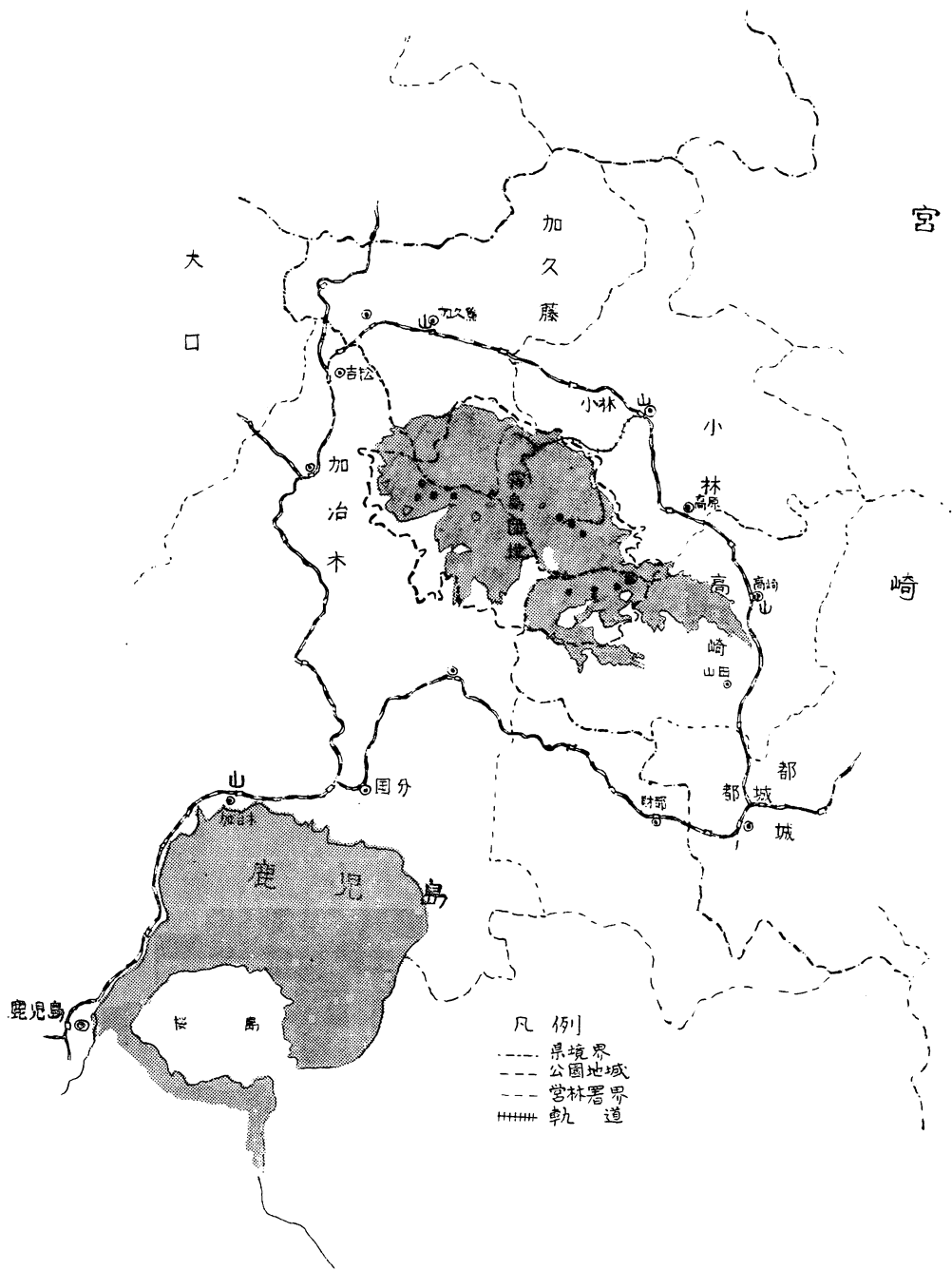
営林署	事業区	6～10	12～20	22～30	32～40	42～50	52～60	62～70	72～80	82～	計
小 林	小 林	—	1	24	28	54	72	93	60	29	361
加治木	加治木	—	1	16	102	211	179	57	11	—	577
計		—	2	40	130	265	251	150	71	29	938

(2) 調 査 方 法

伐採木について調製要綱にもとずき調査を行なつた。測定方法の要点を述べると次の通りである。

(1) 胸 高 直 径

第 2 図 位 置 図



胸高直径は幹軸に沿い地上1.2mの位置において幹軸と直角に輪尺によつてcm単位でmmまで測定した。

(ロ) 樹高および枝下高

樹高は主幹の頂点より地際までの幹長を、枝下高は力枝より地際までの幹長を、それぞれ巻尺を持つてm単位で単位以下1位まで測定した。

(ハ) その他の必要な因子

幹材積計算に必要な直径、樹皮の厚さ、伐採面の高さ、同直径、年輪数などすべて調製要綱に基いて測定した。

3. 幹材積の計算

幹材積は、要綱に基いて全体としては2m区分のフーベル氏区分求積式で算出し、梢端は円錐として計算した。

第2表 林小班別地況

県	区 画						作 業 級	地 況				
	郡 (市)	村 (町)	大字 (字)	営 林 署	事 業 区	林 小 班		地 位 (地利)	方位 傾斜	基 土性	岩 結合度	深 湿度
宮 崎	小 林	細 野	夷 守	小 林	小 林	11ほ	皆 用	2	E 中	輝 石 安 山 岩	壤 壤 軟 岩	中 適
"	西諸県	高 原	蒲牟田	"	"	93と	"	2	E 中	"	"	"
"	"	"	"	"	"	98と	"	2	S E 中	"	"	"
"	北諸県	莊 内	荒 襲	高 崎	高 崎	33へ	"	2	S 緩	"	"	"
"	"	"	"	"	"	37ぬ	"	2	S W 中	"	"	" 乾
"	"	"	"	"	"	53ろ	"	1	N 緩	"	"	" 適
"	"	"	"	"	"	53な	"	2	平	" 礫	"	" 乾
鹿児島	始 良	牧 園	丸 尾	加治木	加治木	66つ	皆 用	1	S E 緩	" 壤	"	" 適
"	"	"	高千穂	"	"	72ち	"	2	E 中	"	"	乾
"	"	霧 島	田 口	"	"	72り	"	2	E 中	"	"	"
"	"	"	"	"	"	73は	"	1	E 中	"	"	適
"	"	"	"	"	"	74そ	"	2	S 中	"	"	"
"	"	"	"	"	"	74つ	"	2	S 中	"	"	"
"	"	"	"	"	"	81ぬ	"	2	S 緩	"	"	"

林 況 一 覧 表

林 況											備 考
樹 種	混 合 歩 合	林 令	疎 密 度	直 径	樹 高	林 種	林 相	材 積			
								ha 当り			
								針	広	計	
アカマツ モ 広	26 30 44	$\frac{130}{70-210}$	中	$\frac{40}{34-90}$	$\frac{20}{17-27}$	天	混	285	105	390	24年第 5 次編成
アカマツ 広	63 37	$\frac{70}{50-170}$	疎			〃	〃	30	15	45	31年第 6 次編成
〃 〃	50 50	$\frac{110}{80-220}$	中	$\frac{24}{6-60}$	$\frac{12}{6-16}$	〃	〃	102	107	209	〃
〃 〃	60 40	$\frac{50}{40-140}$	疎	$\frac{20}{6-26}$	$\frac{15}{5-16}$	〃	〃	72	40	112	27年第 6 次編成
アカマツ	100	$\frac{43}{31-47}$	密	$\frac{26}{6-40}$	$\frac{15}{7-23}$	人	針	245	—	245	〃
〃	100	45	中	$\frac{26}{14-40}$	$\frac{18}{17-23}$	〃	〃	240	—	240	〃
アカマツ クロマツ	40 60	$\frac{40}{30-57}$	〃	$\frac{24}{8-36}$	$\frac{15}{9-17}$	天	〃	150	—	150	〃
アカマツ 広	98 2	56	〃	$\frac{20}{10-40}$	$\frac{12}{7-15}$	〃	〃	205	5	210	30年第 6 次編成
アカマツ	100	$\frac{42}{42-51}$	〃	$\frac{18}{6-40}$	$\frac{13}{5-20}$	人	〃	170	—	170	〃
〃	100	〃	〃	$\frac{20}{6-40}$	$\frac{14}{5-25}$	〃	〃	190	—	190	〃
アカマツ 広	89 11	$\frac{140}{60-205}$	〃	$\frac{40}{20-70}$	$\frac{20}{15-25}$	天	〃	250	30	280	〃
アカマツ 他 針 広	67 8 25	$\frac{140}{80-220}$	〃	$\frac{54}{24-100}$	$\frac{20}{12-24}$	〃	〃	140	50	190	23年第 5 次編成
アカマツ 広	53 47	〃	〃	$\frac{54}{20-100}$	$\frac{20}{12-25}$	〃	混	160	120	280	〃
アカマツ	100	57	〃	$\frac{20}{8-32}$	$\frac{17}{6-24}$	人	針	260	—	260	30年第 6 次編成

第3表の1 直径樹高階別

$\begin{matrix} D_{cm} \\ H_m \end{matrix}$	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
4	6	2										
5	11	3										
6	14	14	5	1	1	1						
7	4	8	13	3	1	1						
8	2	2	9	8	4	4	1					
9		1	9	9	10	4	3					
10		2	7	8	15	5	6	2				
11			3	14	14	15	7	6	2			
12				4	9	11	14	9	2	1		1
13				1	13	11	3	7	5	3	2	
14				2	5	5	2	4	5	2	1	1
15					1	5	6	5	1	3	2	3
16					2		7	5	3	8	2	1
17					2		2	9	7	9	6	2
18						1	3	9	6	6	10	8
19								7	8	11	10	15
20					1			2	5	6	14	15
21								1	2	7	10	12
22									1	1	4	11
23								1		1	1	3
24											1	
25												1
26												
27												
計	31	32	46	50	78	63	54	67	47	58	63	73

本 数 表 (棄却前)

人 工 林

30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	計
											13
											17
											26
											28
											28
											36
											45
											61
	1			1							53
	1			2							49
	3	1		1	1						32
2	3			2	1						35
3	4	1	2	1	1						39
7	2		5	1							54
7	8	2	4	4	1						74
15	10	7	11	5	3		1	1			108
21	18	11	17	8	10	7	1	2			148
15	16	21	14	16	8	10	3	1	1	1	133
6	15	16	7	4	3	5		1			67
6	4	9		5	2	4		2			35
1	1	6			1	1					6
		1							1		3
		1									
83	86	76	60	50	31	27	5	7	2	1	1090

第3表の2 直径樹高階別

$\begin{matrix} D_{cm} \\ H_m \end{matrix}$	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54
10																		
11																		
12																		
13																		
14		1		1	1						1							
15		3			2	3												
16				1	3	1	3	4	2	2		1			1			
17	2		2	2	1	2	2	4	6	2		2	1		1			1
18				2	3	2	2	2	3	3	3	1	2	2	1	1	5	
19					1	3	1	2	2	2	1	2	3	7	1	2	3	4
20			1		1	1	1	1	2	3	1	5	1	1	2	6	1	3
21						3	1	5	4	5	6	3	2	7	7	7	7	
22							1			3	4	3	6	5	9	8	6	8
23							1	5	2	8	4	4	5	3	13	7	8	12
24							1	1	4	1	4	5	3	8	1	5	2	6
25							1		5	3	2	6	8	5	8	10	6	9
26							1	1			2	2	8	9	7	4	5	10
27											1	1	5	8	7	4	6	3
28													2	1	3	1	2	4
29													2	2		4	1	4
30															3			1
31																1		
32																		1
33																	1	
34																	1	1
35																		
36																		1
37																		1
38																		
39																		
40																		
計	2	4	3	6	12	15	15	25	30	32	28	35	48	58	64	60	54	69

本 数 表 (棄却前)

天 然 生 林

56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	計
													1					1	3
																			9
																			18
																			29
																			33
																		1	42
2	1	1	1																30
																			66
6	4	2	2																72
5	4	2	1	1	1	1	1		1						1				102
6	5	3	7			4	2	2						1					67
1	6	5	5	1	2	1	3	1									1		103
3	6	3	4	6	3	6	3		1	3			1						83
9	5	1	2	3	4	1	1	3		2	1	1	1	2					87
11	3	3	5	2	9	4	2	3	3	1	3	1		1					58
4	7	8	4	4	2	3	2	2	1	3		3	1	2					47
	3	1	6	3	8	2	2	2	2	1		2		2			1	2	26
		2		3	2	2	1	1		3	1	2							14
			2	1	2	1	1			3	1		2						12
	1			4				1	1		2	1	1	1	1	1			15
	1				1		1		2	1	4	1	1			2			10
1		2			1				1								1		5
			1							1	1	1							5
					2				1				1						1
							1												1
48	47	33	40	28	37	25	20	15	13	18	13	12	9	9	2	4	4	1	938

Ⅲ 幹材表の調製

1. 調製方法の決定

材積表調製の理想的方法是簡潔、客観的で、しかも正確なものでなければならない。従来から用いられている方法にはいろいろなものがあるが大別して

調和曲線を利用する方法

共線図表を利用する方法

最小自乗法を利用する方法

があるが、いずれもこの3つの条件を十分に満足させるような方法はない。

調和曲線を利用する図形的解析法は多数のデータを必要とし、また調和曲線法および共線図表法では、曲線をフリーハンドで適合させる場合に調製者の主観がはいるので影響をおよぼすことが大きい。最小自乗法を利用する方法は実験式が決定されれば完全に客観的であるという長所がある。なを結果として得られた式は実際の値と計算値の偏差の平方和が最少になるように資料に適合している。この方法は我国でも広く採用され、ほとんどの表がこの方法で調製されている。したがって本材積表調製においても以上の理由により、最小自乗法を利用する方法を採用した。最小自乗法は直線型に直せるあらゆる材積方程式に適用できるのであるが、いま霧島アカマツ全資料について、胸高直径対幹材積、樹高対幹材積の関係を対数方眼紙上にプロットすれば第3～4図の通りである。

$$V \propto D^{b_1}$$

$$V \propto H^{b_2}$$

但し、 V = 幹材積 D = 胸高直径 H = 樹高 b_1, b_2 = 常数

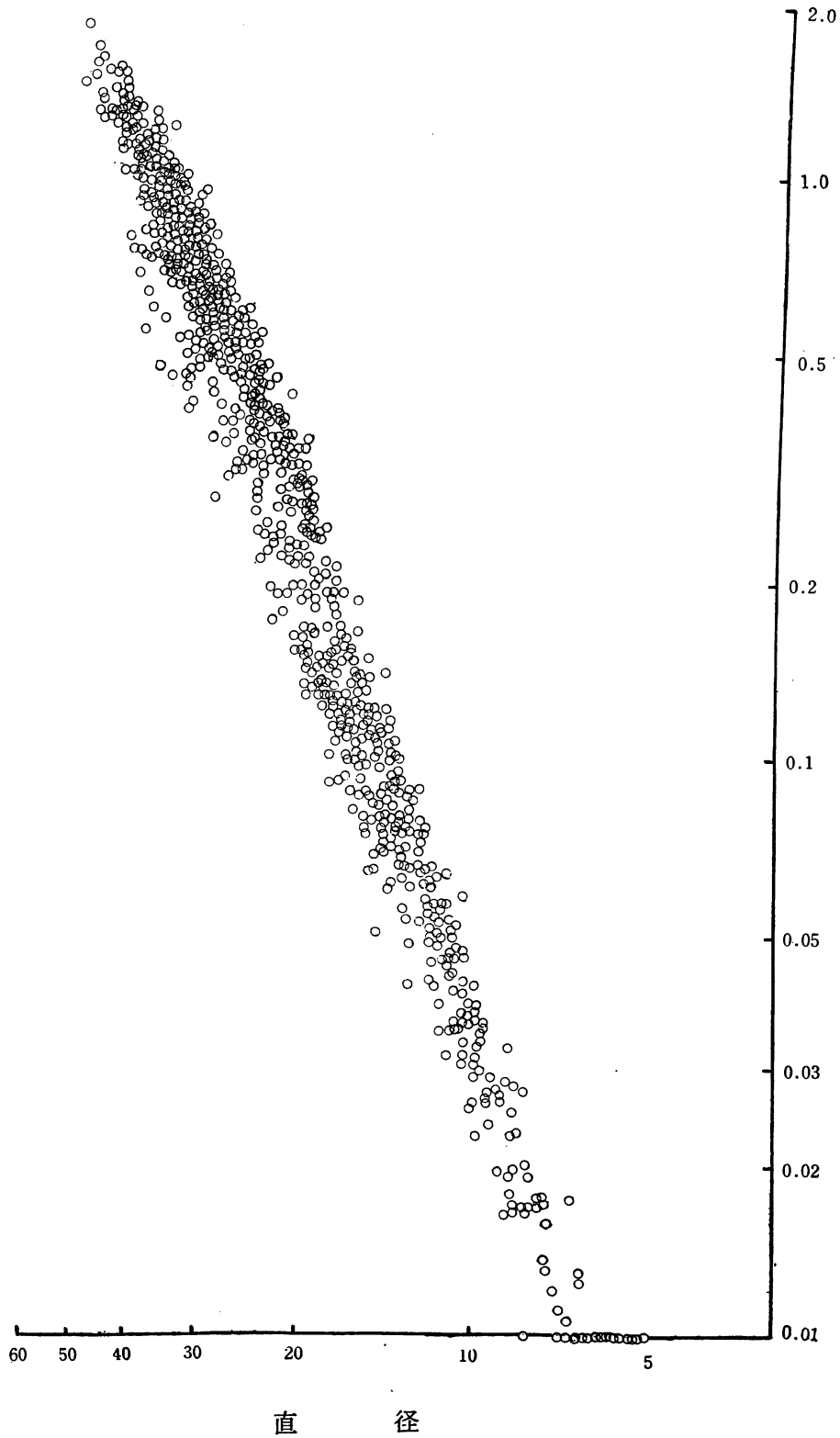
は、直線関係にある。幹材積を胸高直径と樹高の2因子により変化するものとすれば、

$$V \propto D^{b_1} H^{b_2}$$

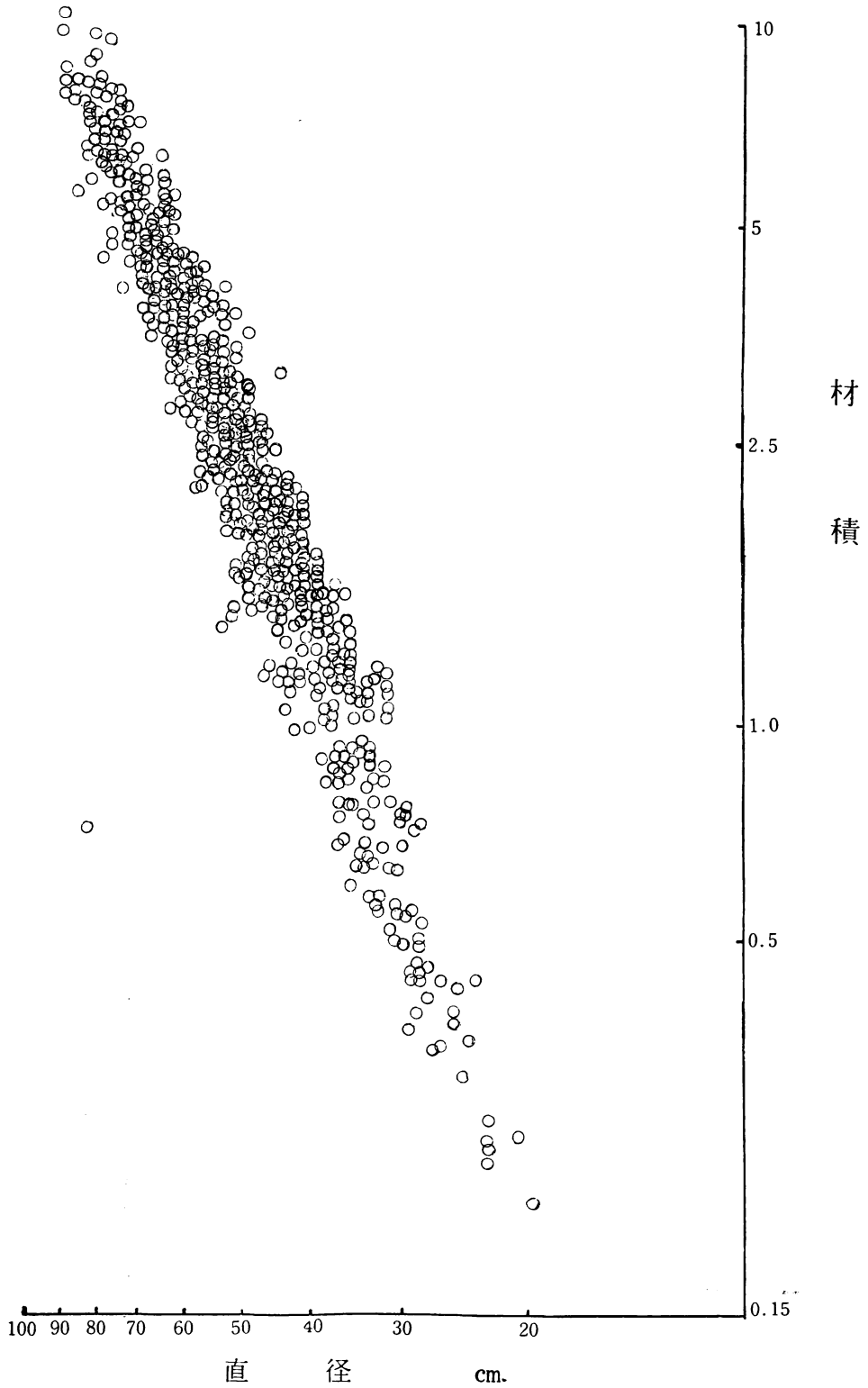
$$\text{したがって } V = 10^a D^{b_1} H^{b_2}$$

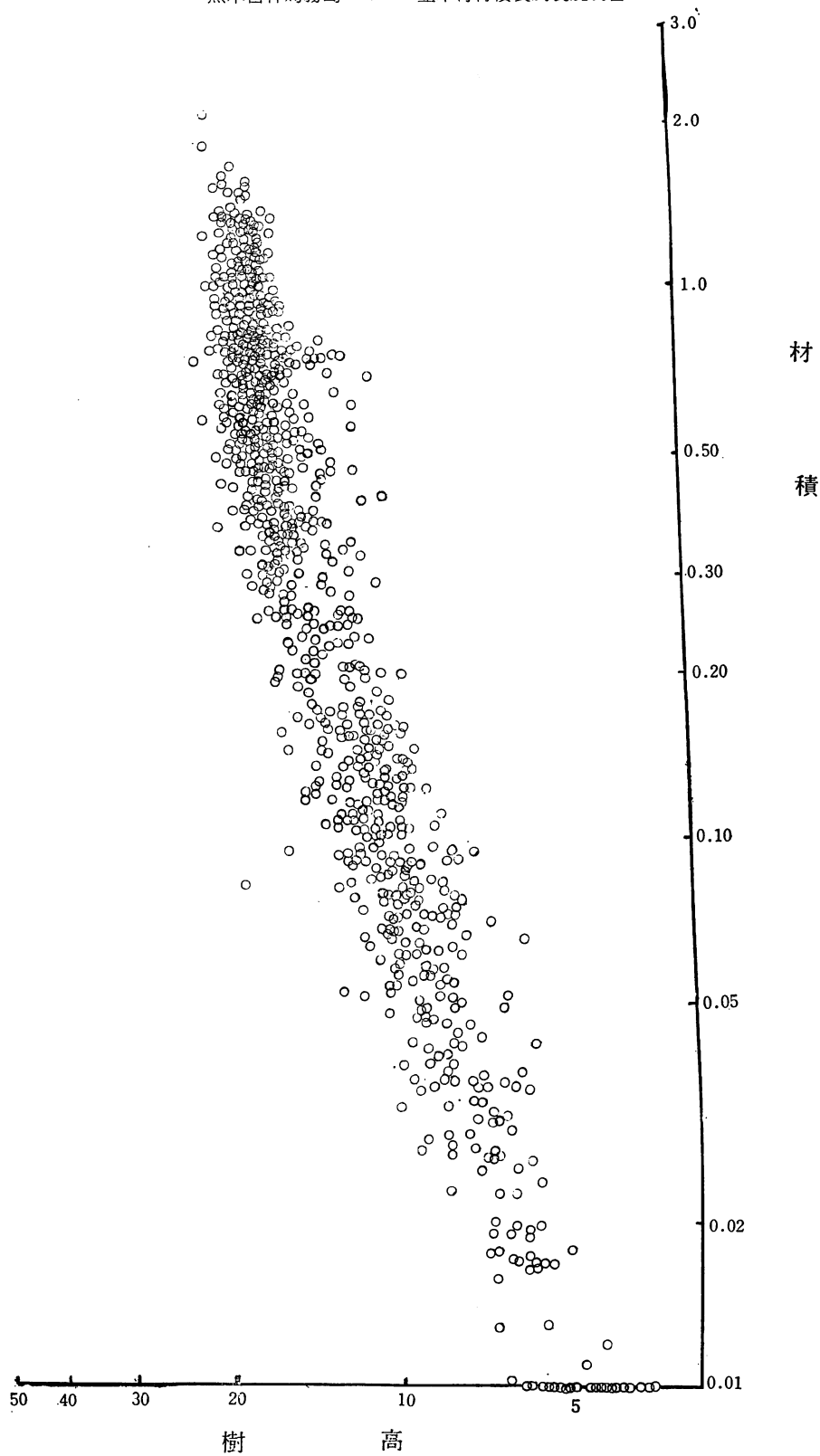
を採用することとした。

第3図の1 (人工林) 直径対幹材積散布図



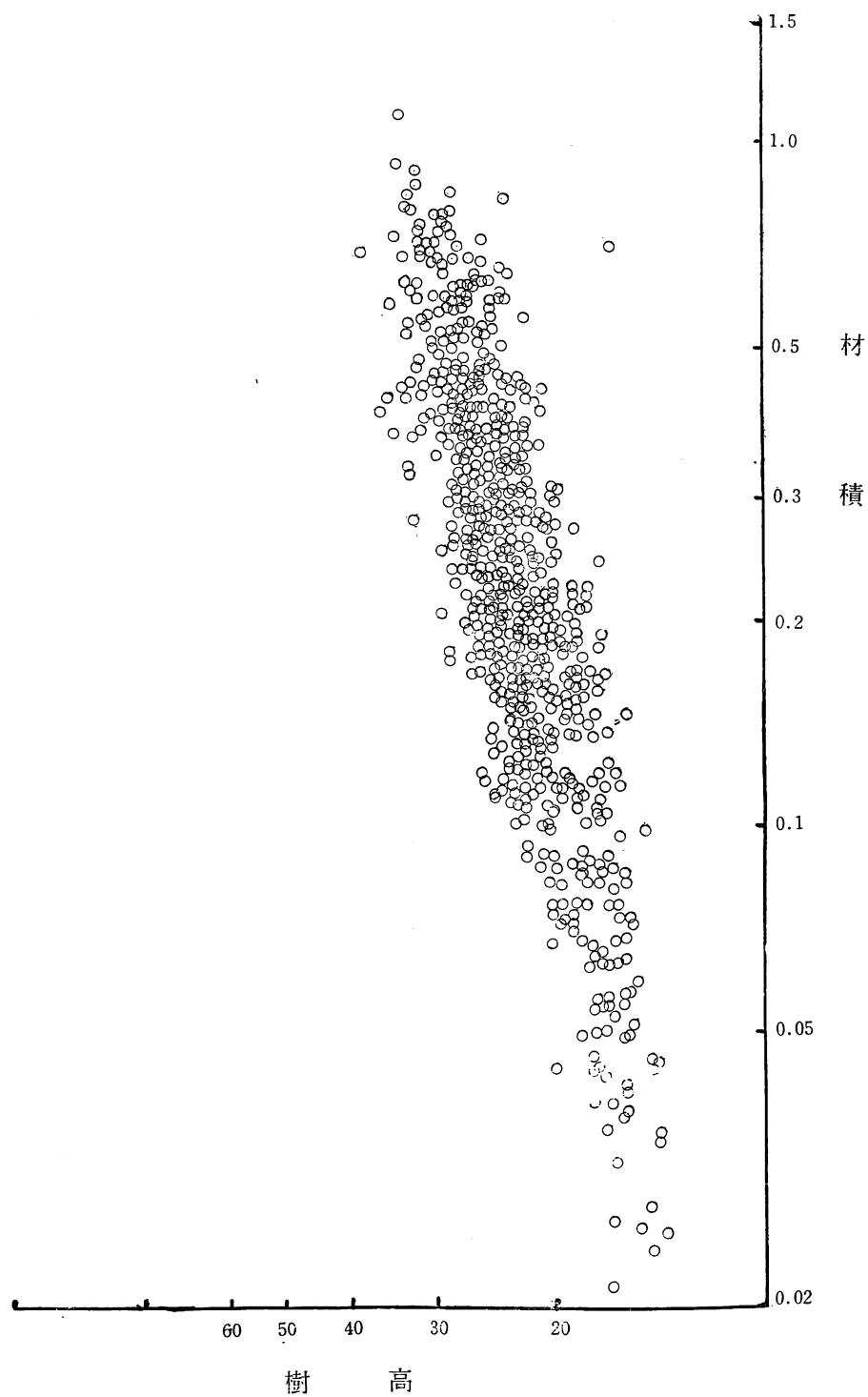
第3図の2
(天濤生林)
直径対幹材積散布図





第4図の1 (人工林) 樹高対幹材積散布図

第4図の2 (天然生林) 樹高対幹材積散布図



2. 資料の吟味

(1) 吟味の方針

収集資料の中には測定や材積計算上の誤りや、また一般的傾向から著しく離れた材積を有する異常資料を含んでおり、これらの影響により材積式に偏りが生ずるのを避けるため、棄却帯を計算して一般的傾向から著しくはずれるものは除外する。

(2) 吟味の方法

異常資料の棄却は実験式を一次の式に変換し回帰平面からの変動を考慮して行いが、この場合の有意水準は調製要綱に基いて1%とした。すなわち採用した材積式

$V = 10^a D^{b_1} H^{b_2}$ を一次の式に変換するために両辺の対数をとれば

$$\log V = a + b \log D + \log H$$

$$\text{今 } \log V = Y \quad \log D = X_1 \quad \log H = X_2$$

とすれば上式は次のように表すことができる。

$$Y = a + b X_1 + c X_2$$

したがって棄却帯は次式で表わされる。

$$E_{YX_1X_2} = t \left[S_{YX_1X_2} \left\{ 1 - \frac{1}{n} + 1 C_1 \right\} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$1 C_1 = [(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2)] \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{12} & C_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{X}_1 - \bar{X}_1 \\ \bar{X}_2 - \bar{X}_2 \end{bmatrix}$$

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

$$\therefore E_{YX_1X_2} = t S_{YX_1X_2} \left[1 - \frac{1}{n} + C_{11}(X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22}(X_2 - \bar{X}_2)^2 + C_{12}(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2) \right]$$

但し C_{11} 、 C_{12} 、 C_{22} : ガウスのC乗数

n : 資料数、 $\bar{X}_1$ $\bar{X}_2$, X_1 X_2 の平均値

t : Student の t 分布の値

実験式 $Y = a + b X_1 + X_2$ を適用し最少自乗法により常数を求める。胸高直径、樹高、材積の対数は6桁を使用し、材積の対数は便宜上 $V \times 100$ の対数を用いた。

人工林については

$$C \text{ 乗数 } C_{11} = 0.10913942$$

$$C_{22} = 0.16232341$$

$$C_{12} = -0.11997980$$

$$\text{回帰係数は } b_1 = 1.84389536$$

$$b_2 = 1.04297301$$

回帰からの偏差の分散および標準誤差

$$S_{YX_1X_2} = 0.00200191549$$

$$S_{YX_1X_2} = 0.044743$$

故に棄却帯は

$$E_{y x_1 x_2} = t [S_{y x_1 x_2} - \sqrt{V(\hat{Y})}]$$

$$= t S_{y x_1 x_2} [1 - \{\frac{1}{n} + C_{11}(X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22}(X_2 - \bar{X}_2)^2 + 2 C_{12}(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2)\}]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2.57582 \times 0.044743 [1 - \{\frac{1}{1090} + 0.10913942(X_1 - 1.3467833)^2 + 0.16232341(X_2 - 1.1767$$

$$843)^2 - 0.23995960(X_1 - 1.3467833)(X_2 - 1.7678430)\}]^{\frac{1}{2}}$$

天然生林については

$$C \text{ 乗数 } C_{11} = 0.14573879$$

$$C_{22} = 0.32253154$$

$$C_{12} = -0.14621871$$

$$\text{回帰係数は } b_1 = 1.87878694$$

$$b_2 = 1.13647407$$

回帰からの偏差の分散および標準誤差

$$S_{y x_1 x_2}^2 = 0.00273125$$

$$S_{y x_1 x_2} = 0.052261$$

故に棄却帯は

$$E_{y x_1 x_2} = t [S_{y x_1 x_2} - \sqrt{V(\hat{Y})}]$$

$$= t S_{y x_1 x_2} [1 - \{\frac{1}{n} + C_{11}(X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22}(X_2 - \bar{X}_2)^2 + 2 C_{12}(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2)\}]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2.581 \times 0.052261 [1 - \{\frac{1}{938} + 0.14573897(X_1 - 1.709640)^2 + 0.32253154(X_2 - 1.377632)^2 - 0.29$$

$$243742(X_1 - 1.709640)(X_2 - 1.377632)\}]^{\frac{1}{2}}$$

上式によつて全資料について計算した結果、回帰からの偏差 $(Y - \hat{Y})$ が $E_{y x_1 x_2}$ を越えた場合、この資料は回帰の一般的傾向から外れた異常なものとして棄却する。この結果人工林の収集資料数1090本の中より異常資料として8本、天然生林の938本の中より3本を除いた1082本、935本をそれぞれの調製の資料とした。

吟味の結果棄却された資料の一覧表およびそれを除いた資料の直径級、樹高階別本数表と平均材積表は4～6表の通りである。

第4表の1 棄却資料一覧表

(人工林)

D	H	V	$\log V(Y)$	$\log \hat{V}(\hat{Y})$	$\log(V - \hat{V})$
6.8	6.3	0.0174	0.2405	0.1062	0.1343
8.0	5.6	0.0109	0.0374	0.1800	-0.1456
13.8	16.7	0.0933	0.9969	1.1145	-0.1446
14.0	19.9	0.0811	0.9090	1.2055	-0.2965
30.1	19.4	0.9544	1.9797	1.8069	0.1728
31.0	14.4	0.7461	1.8728	1.6955	0.1773
33.0	20.6	0.5326	1.7264	1.9076	-0.1812
35.7	19.1	0.4772	1.6787	1.9365	-0.2578

第4表の2

(天然生林)

D	H	V	$\log V$ (Y)	$\log V'$ ($\hat{Y}$)	$\log (V - V')$
45.0	22.3	3.1049	2.4920	2.2339	0.2581
82.4	17.1	0.7256	1.8607	2.5965	-0.7357
91.2	18.5	9.5294	2.9791	2.7181	0.2610

第5表の1 直径樹高階別

$\begin{matrix} D_{cm} \\ H_m \end{matrix}$	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
4	11	2									
5	14	3									
6	3	13	5	1	1	1					
7	2	8	13	3	1	1					
8		2	9	8	4	4	1				
9		1	9	9	10	4	3				
10		2	7	8	15	5	6	2			
11			3	14	14	15	7	6	2		
12				4	9	11	14	9	2	1	
13				1	13	11	3	7	5	3	2
14				2	5	5	2	4	5	2	1
15					1	5	6	5	1	3	2
16					2		7	5	3	8	2
17					1		2	9	7	9	6
18						1	3	9	6	6	10
19								7	8	11	10
20								2	5	6	14
21								1	2	7	10
22									1	1	4
23								1		1	1
24											1
25											
26											
27											
計	30	31	46	50	76	63	54	67	47	58	63

本 数 表 (棄 却 後)

(人 工 林)

28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	計
												13
												17
												24
												28
												28
												36
												45
												61
1		1			1							53
		1	1		2							49
1		2			1	1						31
3	2	3	1		2	1						35
1	3	4		2	1	1						39
2	7	2	2	5	1							53
8	7	8	7	4	4	1						74
15	14	10	11	10	5	3		1	1			106
15	21	18	21	17	8	10	7	1	2			147
12	15	16	15	14	16	8	10	3	1	1	1	132
11	6	15	9	7	4	3	5		1			67
3	6	4	6		5	2	4		2			35
	1	1	1			1	1					6
1			1							1		3
73	82	85	75	59	50	31	27	5	7	2	1	1082

第5表の2 直径樹高階別

H _m	D _{cm}																	
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54
10																		
11																		
12																		
13																		
14		1		1	1													
15		3			2	3					1							
16				1	3	1	3	4	2	2		1			1			
17	2		2	2	1	2	2	4	6	2		2	1		1			1
18				2	3	2	2	2	3	3	3	1	2	2	1	1	5	
19					1	3	1	2	2	2	3	2	3	7	1	2	3	4
20			1		1	1	1	1	2	3	1	5	1	1	2	6	1	3
21						3	1	5	4	5	1	3	2	7	7	7	7	
22							1			3	6	3	6	4	9	8	6	8
23							1	5	2	8	4	4	5	3	13	7	8	12
24							1	1	4	1	4	5	3	8	1	5	2	6
25							1		5	3	2	6	8	5	8	10	6	9
26							1	1			2	2	8	9	7	4	5	10
27											1	1	5	8	7	4	6	3
28													2	1	3	1	2	4
29													2	2		4	1	4
30															3			1
31																1		
32																		1
33																	1	
34																	1	1
35																		
36																		1
37																		1
38																		
39																		
40																		
計	2	4	3	6	12	15	15	25	30	32	28	35	48	57	64	60	54	69

本 数 表 (棄 却 後)

(天 然 生 林)

56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	計
																			3
																			9
																			18
																			28
	1																		33
2	1	1	1																41
																			30
6	4	2	2																66
5	4	2	1	1	1	1	1		1										71
6	5	3	7			4	2	2							1				102
1	6	5	5	1	2	1	3	1						1					67
3	6	3	4	6	3	6	3		1	3			1				1		103
9	5	1	2	3	4	1	1	3		2	1	1	1						83
11	3	3	5	2	9	4	2	3	3	1	3	1		2					87
4	7	8	4	4	2	3	2	2	1	3		3	1	1					58
	3	1	6	3	8	2	2	2	2	1		2		2					47
		2		3	2	2	1	1		3	1	2		2					26
			2	1	2	1	1			3	1		2			1	2		14
	1			4				1	1		2	1	1						12
	1				1				2	1	4	1	1	1	1	1			15
1		2			1		1		1							2			10
			1							1	1	1					1		5
					2					1					1				5
																			1
							1												1
48	47	33	40	28	37	25	20	15	13	18	13	12	8	9	2	4	4		935

[illegible]

(人 工 林)

[illegible]

第6表の2 直径樹高階別

Dcm \ Hm	20	22	24	26	28	30	32	34
10								
11								
12								
13								
14		0.2594		0.3600	0.3588			
15		0.2308			0.4323	0.4294		
16				0.3882	0.4473	0.5024	0.5555	0.6795
17	0.2429		0.3457	0.4172	0.5396	0.5575	0.5751	0.6750
18				0.4251	0.4740	0.5943	0.6214	0.7233
19					0.5007	0.7471	0.7918	0.7991
20			0.4486		0.7369	0.7491	0.8414	0.8914
21						0.7414	1.0612	0.9665
22							0.8885	
23							1.0391	1.0360
24							1.1179	1.1726
25							1.1401	
26							1.1885	1.2093
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

(天 然 生 林)

[illegible]

第6表の2 直 径 樹 高 階 別

[illegible]

平均材積表 (棄却後)

(天然生林)

72	74	76	78	80	82	84	86	88	90
4.5197	4.1401						5.6692		
4.4493						6.5867			
	4.7910	6.0816			6.0951				8.4220
5.3390		5.8435	5.9709	5.4444	6.4443				
5.5736	5.1845	6.2680	5.3656	6.8318		6.8749			
5.5663	5.5243	5.9006		5.6738	6.9205	7.1113			
5.6197	6.0624	5.4217		6.5142		6.5276			
5.8147		6.5100	6.0005	7.1518		8.2857		7.6181	7.9120
		6.9750	5.9834		7.8827				
5.6509	7.0208		6.3421	6.7930	7.3063				
	5.5841	7.7617	7.5759	7.0662	8.7655	6.9897	7.5016	7.8476	
	6.1816							8.3141	
		9.9819	6.3066	8.1154					11.1722
	7.4131				9.4233				

3. 棄却済資料による材積式の計算

A 人工林霧島アカマツ

棄却済資料1082本を用いて材積式を計算すると次の通りである。

(1) 回 帰 式 の 計 算

(イ) 平方和積和の計算

$n = 1.082$	X_1	X_2	Y
和	1457.931129	1273.584714	1569.067765
平 均	1.34744097	1.17706535	1.45015505
1. SX_1^2 など	2012.70294813	1751.80332363	2240.36016058
2. 補 正 項	1964.47613393	1716.08022177	2114.22619048
X_1 3. sx_1^2 など	48.22681420	35.72310186	126.13397010
4. $\sqrt{sx_2^2}$ など	6.94455284	39.57817290	127.77325417
5. 相 関 係 数		0.902596	0.987170
1. SX_2^2 など		1531.57295860	1946.70807602
2. 補 正 項		1499.09244338	1846.89530567
X_2 3. sx_2^2 など		32.48051522	99.81277035
4. $\sqrt{sx_2^2}$ など		5.69916794	104.85934091
5. 相 関 係 数			0.951873
1. SY^2			2613.91700528
Y 2. 補 正 項			2275.39154451
3. sy^2			338.52546077
4. $\sqrt{sy^2}$			18.39906141

(ロ) 回帰係数の計算

(1)の数値を用いて簡略Doolittle法で回帰係数を計算する。

	b_1	b_2	G	計	check
I 1	48.22681420	35.72310186	126.13397010	210.08388616	
2		32.48051522	99.81277035	168.01638743	
II 3	48.22681420	35.72310186	126.13397010	210.08388616	
4	1	0.74073112	2.61543235	4.35616347	4.35616347
III 5		6.01930197	6.38141410	12.40071607	12.40071607
6		1	1.06015849	2.06015849	2.06015849
7	7)を4)に代入して $b_1 = 1.83013996$ $a = -2.26372633$				
8	$b_2 = 1.06015849$				

すなはち回帰係数は

$$b_1 = 1.83013996$$

回帰常数は

$$a = -2.26372633$$

$$b_2 = 1.06015849$$

故に回帰方程式は

$$\hat{Y} = -2.26372633 + 1.83013996\bar{X}_1 + 1.06015849\bar{X}_2$$

(2) 相関係数の計算

回帰に帰因する平方和

$$S\hat{Y}^2 = bSx_1y + cSx_2y = 336.66017489$$

回帰からの偏差平方和

$$Sdy_{x_1x_2}^2 = Sy^2 - S\hat{Y}^2 = 1.86528588$$

推定の誤差の分散

$$Sy_{x_1x_2}^2 = Sdy_{x_1x_2}^2 / n - 3 = 0.0017287172$$

全上の標準誤差

$$Sy_{x_1x_2} = \sqrt{Sy_{x_1x_2}^2} = 0.041578$$

$$\text{重相関係数 } R^2 = S\hat{Y}^2 / Sy^2 = 0.994490$$

$$R = 0.997241$$

$$\text{偏相関係数 } r_{YX_1X_2} = 0.970214$$

$$r_{YX_2X_1} = 0.885334$$

4. 有意性の検定

(1) 回帰係数の有意検定

回帰係数 ($b_1=0$, $b_2=0$) とする帰無仮説を設定し、t 分布表を用いて検定する。

$$S(b_1) = Sy_{x_1x_2} / \sqrt{C_{11}} = 0.013908$$

$$\text{故に } t(b_1) = \frac{|b_1 - 0|}{S(b_1)} = 131.589014^{**}$$

$$S(b_2) = Sy_{x_1x_2} / \sqrt{C_{22}} = 0.016947$$

$$\text{故に } t(b_2) = \frac{|b_2 - 0|}{S(b_2)} = 62.557267^{**}$$

したがって、 $b_1=0$, $b_2=0$ とする仮説が棄てられ回帰係数はきわめて有意である。

(2) 回帰式の有意検定

変 動 因	自由度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	336.660175	168.330088
推 定 の 誤 差	1079	1.865286	0.001729

df. 2, 1079

$$F = 168.330088 / 0.001729 = 97356.90^{**} > F(0.05) = 2.99$$

重相関係数はきわめて有意である。

(3) 偏相関係数の有意検定

$$r_{YX_1X_2} = 0.970214^{**} > 0.077$$

$$r_{YX_2X_1} = 0.885334^{**} > 0.077 \quad df. 1079$$

$r_{YX_1X_2} = 0$ 、 $r_{YX_1X_2} = 0$ であるという仮説をたてて検定を行った結果、いずれも著しく有意である。

5. 10cm直径級毎の回帰係数間の差の検定

調製要綱に基き10cm直径に分け各直径級の材積式を求め、この間の差の統計的検定を行い差のなかつた直径級を一括する。胸高直径32cm以上は資料数が少ないので一括する。

第7表の1 直径級別自乗和積和

直径級	本数	Sx_1^2	Sx_2^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y	Sy^2
6~10	107	1.10905591	1.59057617	1.06880965	2.97806191	3.32107779	8.49155971
12~20	310	1.91941701	3.41137158	1.51836819	5.08134629	6.33082465	16.30637678
22~30	323	0.70567542	1.30534448	0.39398789	1.73369643	2.28147841	6.27566857
32~	342	0.65860693	0.85910078	0.11143884	1.20748971	1.21791498	4.11063735
計	1082	4.39275527	7.16639301	3.09260457	11.00059434	13.15129583	35.18424241

(4) 10cm直径級別回帰係数、相関係数

第8表の1

直径級	b_1	b_2	$r_{X_1X_2}$	r_{X_1Y}	r_{X_2Y}
6~10	1.90970756	0.80471715	0.804723	0.970428	0.903666
12~20	1.82015669	1.04566640	0.593373	0.908271	0.848823
22~30	1.78111390	1.21021012	0.410504	0.823836	0.797120
32~	1.62928587	1.20631860	0.148150	0.733864	0.648097
6~	1.83013996	1.06015849	0.902596	0.987170	0.951873

(5) 各直径級別回帰に帰因する平方和等

第9表の1

直径級	Sy^2	$S_{dyx_1x_2}$	$S_{yx_1x_2}$	R
6~10	8.35975559	0.13180412	0.00126735	0.992209
12~20	15.86877706	0.43759972	0.00142541	0.986491
22~30	5.84897904	0.42668950	0.00133340	0.965406
32~	3.43653942	0.67409793	0.00198849	0.914337
6~	336.66017489	1.86528588	0.00172872	0.997241

(1) 全直径級を一括した場合の回帰係数間の差の検定

(4) 分散の一樣性の検定

回帰係数の差の検定を行う前に各直径級間の分散が一樣であるかどうかを検定するためバートレットの検定を行った。

第10表の1

直 径 級	S_{dyx_1, x^2_2}	n	$fr = n - 2$	Sy_{x_1, x^2_2}	$\log Sy_{x_1, x^2_2}$	$fr \log Sy_{x_1, x^2_2}$	$1/fr$
6～10	0.13180412	107	104	0.00126735	-2.8971034	-301.2987536	0.0096154
12～20	0.43759972	310	307	0.00142541	-2.8460602	-873.7404814	0.0032573
22～30	0.42668950	323	320	0.00133340	-2.8750395	-920.0126400	0.0031250
32～	0.67409793	342	339	0.00198849	-2.7014765	-915.8005335	0.0029499
計	1.67019127		1070			-3010.8524085	0.0189476
$k=4$	$=q^2$		$=f$			$= \sum fr \log_{Sy_{x_1, x^2_2}}$	$= \sum \frac{1}{fr}$

$$S^2 = q^2 / f = 1.67019127 / 1070 = 0.00156093$$

$$\log S^2 f = -2.8066165 \times 1070 = -3003.0796550$$

$$X^2 = \frac{1}{0.4329} (-3003.0796550 + 3010.8524085) = 230.26 (7.7727535) = 17.8975422$$

補正項

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum \frac{1}{fr} - \frac{1}{f} \right]$$

$$= 1 + \frac{1}{3(3)} [0.0189476 / 0.0009346]$$

$$= 1.0020014$$

$$\text{補正された } X^2 = 17.8975422 / 1.0020014$$

$$= 17.8617936 \quad df \quad 4$$

X^2 表の自由度4でこの値に相当する $P(X^2)$ は0.01より小であるから分散が一樣であると云う仮説は捨てられる故に全径級を一括することは出来ない。

(2) 6～30cmの直径級を一括した場合

(1) 分散の一樣性の検定

$$S^2 = q^2 / f = 0.00136264$$

$$\log S^2 f = -2094.7673428 \quad \sum_{i=1}^3 fr \log Sy_{x_1, x^2_2} = 2095.0518750$$

$$X^2 = 0.6551638$$

$$C = 1.0024383$$

$$\text{補正された } X^2 = 0.6535702 \quad df. 2$$

X^2 表の自由度3-1=2でこの値に相当する $P(X^2)$ は0.70であるから分散が一樣であると云う仮説は捨てられない。故に6～30cmの直径級を一括することが出来る。

(2) 回帰係数間の差の検定

分散は一樣と認められるので回帰係数間の有意差の検定を行う。

$$\sum_{i=1}^3 (Sx^2_1)_i = 3.73414834$$

$$\sum_{i=1}^3 (Sx_1 y)_i = 9.79310463$$

$$\sum_{i=1}^3 (S_1 x^2_2)_i = 6.30729223$$

$$\sum_{i=1}^3 (Sx_2 y)_i = 11.93338085$$

$$\sum_{i=1}^3 (Sx_1x_2^2)i = 2.98116573$$

$$\sum_{i=1}^3 (Sy^2)i = 31.07360506$$

この値を用いて簡略 Doolittle 法で回帰係数を計算した。

$$b'_1 = 1.78605923$$

$$S\hat{y}^2 = 29.99497772$$

$$b'_2 = 1.04780975$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	6	30.07751172
誤 差	731	0.99609334
計	737	31.07360506

完成した分散分析表

変 動 因	自由度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	29.99497772	
回 帰 間	4	0.08253400	0.02063350
回 帰 計	6	30.07751172	
誤 差	731	0.99609334	0.00136264
計	737	31.07360506	

$$F = 0.02063350 / 0.00136264 \quad df. \quad 4. \quad 731$$

$$= 15.142^{**} > F(0.01) = 3.34$$

回帰係数間に有意差が認められるので 6~20cm、12~30cm 場合について検定を行う。

(a) 6~20cm の場合

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_1^2)i = 3.02847292$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_1y)i = 8.05940820$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_2^2)i = 5.00194775$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_2y)i = 9.65190244$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_1x_2)i = 2.58717784$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sy^2)i = 24.79793646$$

$$b'_1 = 1.81454293$$

$$S\hat{y}^2 = 24.19000137$$

$$b'_2 = 0.99108536$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	4	24.22853265
誤 差	411	0.56940384
計	415	24.79793649

完成した分散分析表

変 動 因	自由度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	24.19000137	
回 帰 間	2	0.03853128	0.01926564
回 帰 計	4	24.22853265	
誤 差	411	0.56940384	0.00138541
計	415	24.79793649	

$$F = 0.01926564 / 0.00138541 \quad df. \quad 2. \quad 411$$

$$= 13.906^{**} > F(0.01) = 4.66$$

回帰係数間に有意差が認められるので一括出来ない。

(b) 12~30cm の場合

$$\sum_{i=2}^3 (Sx_1^2)i = 2.62509243$$

$$\sum_{c=2}^3 (Sx_1y)i = 6.81504272$$

$$\sum_{i=2}^3 (Sx^2_2)i = 4.71671606$$

$$\sum_{i=2}^3 (Sx_2y)i = 8.61230306$$

$$\sum_{i=2}^3 (Sx_1x_2)i = 1.91235608$$

$$\sum_{i=2}^3 (Sy^2)i = 22.58204535$$

$$b_1' = 1.79660202$$

$$S\hat{y}^2 = 21.69585711$$

$$b_2' = 1.09749245$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	4	21.71775613
誤 差	627	0.86428922
計	631	22.58204535

完成した分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	21.69585711	
回 帰 間	2	0.02189902	0.01094951
回 帰 計	4	21.71775613	
誤 差	627	0.86428922	0.00137845
計	631	22.58204535	

$$F = 0.01094951 / 0.00137845$$

$$df. 2. 627$$

$$= 7.943 ** > F(0.01) = 4.65$$

回帰係数間に有意差が認められる。以上の結果に見られるごとく、いずれの直径級も一括することは出来ないの
で4つの直径級にはそれぞれの材積式を適用せねばならない。

(3) 上記検定の結果を取纏めると次表の通りである。

第11表の1

直径範囲	本 数	修正 x^2	回 帰 係 数 間 の 差 の 検 定				
			平均された回帰数係		回帰間分散	誤 差 分 散	F
			b'_1	b'_2			
6～	1082	1.7862**					
6～30	740	0.6536	1.78605923	1.04780975	0.02063350	0.00136264	3.34**
6～20	417		1.81454593	0.99108536	0.01926564	0.00138541	4.66**
12～30	633		1.79660202	1.09749245	0.01094951	0.00137845	4.66**

B 天然生林霧島アカマツ

6. 回帰式の計算および相関係数の計算

(イ) 平方和、積和および相関係数の計算

n = 935		X_1	X_2	Y
和		1598.113284	1288.369929	2218.793370
平均		1.70921207	1.37793579	2.37304104
X_1	1 Sx_1^2 など	2743.99230149	2207.85938507	3822.48093410
	2 補正項	2731.51451176	2202.09743127	2792.38840540
	3 sx_1^2 など	12.47778973	5.76195830	30.09252870
	4 $\sqrt{sx_1^2}$ など	3.53239150	8.39877691	31.20725189
	5 相関係数		0.686047	0.964280
X_2	1 Sx_2^2 など		1780.94418922	3074.53482397
	2 補正項		1775.29098818	3057.35471291
	3 sx_2^2 など		5.65320104	17.18011106
	4 $\sqrt{sx_2^2}$ など		2.37764611	21.00554286
	5 相関係数			0.817885
Y	1 SY^2			5343.33780743
	2 補正項			5265.28772059
	3 sy^2			78.05008684
	4 $\sqrt{sy^2}$			8.83459602
	5 相関係数			

		b_1	b_2	G	計	check
I	1	12.47778973	5.76195380	30.09252870	48.33227223	
	2		5.65320104	17.18011106	28.59526590	
II	3	12.47778973	5.76195380	30.09252870	48.33227223	
	4	1.	0.46177680	2.41168743	3.87346423	3.87346423
III	5		2.99246445	3.28407951	6.27654396	6.27654396
	6		1.	1.09744980	2.09744980	2.09744980
7	7) を 4) に代入して $b_1 = 1.90491057$ $a = -2.39507046$					
8	$b_2 = 1.09744980$					

回帰係数 $b_1 = 1.90491057$ $b_2 = 1.09744980$ 回帰常数 $a = -2.39507046$ 回帰方程式 $\hat{Y} = -2.39507046 + 1.90491057\bar{X}_1 + 1.09744980\bar{X}_2$ 回帰に帰因する平方和 $S\hat{Y}^2 = 76.17788545$ 回帰からの偏差平方和 $Sd_{yx_1x_2} = Sy^2 - S\hat{Y}^2 = 1.87220139$ 推定の誤差の分散 $Sy_{x_1x_2} = Sd_{yx_1x_2}/n - 3 = 0.00200880$

全上の標準誤差

$$S_{yx_1x_2} = \sqrt{S_{yx_1x_2}^2} = 0.044820$$

$$\text{重相関係数} \quad R^2 = S_{\hat{y}}^2 / S_{y^2} = 0.97601282$$

$$R = 0.987934$$

$$\text{偏相関係数} \quad r_{yx_1x_2} = 0.963091$$

$$r_{yx_2x_1} = 0.811249$$

7. 有意性の検定

(1) 回帰係数の有意検定

$$S(b_1) = S_{yx_1x_2} \sqrt{C_{11}} = 0.017440$$

$$\text{故に } t(b_1) = \frac{|b_1 - 1|}{S(b_1)} = 109.226524^{**}$$

$$S(b_2) = S_{yx_1x_2} \sqrt{C_{22}} = 0.025909$$

$$\text{故に } t(b_2) = \frac{|b_2 - 11|}{S(b_2)} = 42357860^{**} \quad df \ 2, 933$$

したがって、 $b_1=0$ 、 $b_2=0$ とする仮説はすてられ、回帰係数は著しく有意である。

(2) 回帰式の有意検定

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	76.177885	38.088943
推 定 の 誤 差	933	1.872202	0.002007

$$F = 38.088943 / 0.002007$$

$$= 18978.0483^{**} > F(0.05) = 3.00$$

重相関係数はきわめて有意である。

(3) 偏相関係数の有意検定

$$r_{YX_1X_2} = 0.963091^{**} > 0.077$$

$$r_{YX_2X_1} = 0.81124^{**9} > 0.077 \quad df \ 933$$

いずれも著しく有意である。

8. 10cm直径級ごとの回帰係数差の検定

第7表の2 直径級別自乗和、積和

直径級	本 数	Sx^2	Sx^2_2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sxy_2	Sy^2
20～30	42	0.10088360	0.10367651	0.03351369	0.25456721	0.21483753	0.88252999
32～40	130	0.13272327	0.54291678	0.06350967	0.35421429	0.88011014	2.13538168
42～50	264	0.17055123	0.83631904	0.03171396	0.34193391	0.97623669	2.18999455
52～60	251	0.11406249	0.90793252	0.07138363	0.28088749	1.04700610	2.03071831
62～70	150	0.05017787	0.40455877	0.01058930	0.11133004	0.39672071	0.85631138
72～	98	0.07211691	0.23356285	0.03081263	0.14341293	0.24160466	0.63965993
計	935	0.64051537	3.02896647	0.24152261	1.48634587	3.75651583	8.73459584

第8表の2 直径級別回帰係数、相関係数

直径級	b_1	b_2	$r_{X_1 X_2}$	$r_{x, Y}$	$r_{X_2 Y}$
20~30	2.05574680	1.40766567	0.327696	0.853154	0.710240
32~40	2.00536505	1.38649255	0.236592	0.665357	0.817396
42~50	1.80051168	1.09902476	0.083972	0.559491	0.721353
52~60	1.83097567	1.00922083	0.221820	0.583628	0.771077
62~70	2.02294048	0.92767665	0.074321	0.537082	0.674028
72~	1.63903240	0.81820273	0.237415	0.667721	0.625070
20~	1.90491057	1.09744980	0.686047	0.964280	0.817885

第9表の2 直径級別回帰に帰因する平方和など

直径級	$S\bar{y}^2$	$Sd_{yx_1 x_2}$	$S_{yx_1 x_2}$	R
20~30	0.82574515	0.05678484	0.00145602	0.967294
32~40	1.93059511	0.20478657	0.00161249	0.950841
42~50	1.68856429	0.50143026	0.00192119	0.878087
52~60	1.57095853	0.45975978	0.00185387	0.879544
62~70	0.59324258	0.26306880	0.00178958	0.832338
72~	0.43274003	0.20691990	0.00217810	0.822506
20~	76.17788545	1.87220139	0.00200880	0.987934

(1) 全直径級を一括した場合の回帰係数間の差の検定

(i) 分散の一様性の検定

第10表の2

直径級	$Sd_{yx_1 x_2}$	n	$\frac{fr}{(n-3)}$	$S_{yx_1 x_2}$	$\log S_{yx_1 x_2}$	$fr \log S_{yx_1 x_2}$	$1/fr$
20~30	0.05678484	42	39	0.00145602	-2.8368327	-110.6364714	0.0256410
32~40	0.20478657	130	127	0.00161249	-2.7925029	-354.6478683	0.0078740
42~50	0.50143026	264	261	0.00192119	-2.7164297	-708.9881517	0.0038314
52~60	0.45975978	251	248	0.00185387	-2.7319207	-677.5163336	0.0040323
62~70	0.26306880	150	147	0.00178958	-2.7472489	-403.8455883	0.0068027
72~	0.20691990	98	95	0.00217810	-2.6619222	-252.8826090	0.0105263
計	1.69275015		917			-2508.5170223	0.0587077
	$=q^2$		$=f$			$= \sum fr \log S_{yx_1 x_2}$	$= \sum \frac{1}{fr}$

$$S^2 = q^2/f = 1.69275015/917 = 0.00184597$$

$$\log S^2 f = -2.7337753 \times 917 = -2506.8719501$$

$$x^2 = 230.26(-2506.8719501 + 2508.5170223)$$

$$= 3.7879432$$

補正項

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum \frac{1}{f_r} - \frac{1}{f} \right]$$

$$= 1 + \frac{1}{3(5)} [0.0587077 - 0.0010905]$$

$$= 1.0038411$$

$$\text{補正された } x^2 = 3.7879432 / 1.0038411$$

$$= 3.7734490$$

x^2 表の自由度が $6 - 1 = 5$ で、この値に相当するは0.50以上であるから分散が一樣であるという仮説はすてられない。

(ロ) 回帰係数間の差の検定

分散は一樣と認められるので回帰係数間の有意差の検定を行う。

$$\sum_{i=1}^6 (Sx_1^2)_i = 0.64051537 \quad \sum_{i=1}^6 (Sx_1y)_i = 1.48634587$$

$$\sum_{i=1}^6 (Sx_2^2)_i = 3.02896647 \quad \sum_{i=1}^6 (Sx_2y)_i = 3.75651583$$

$$\sum_{i=1}^6 (Sx_1x_2)_i = 0.24152261 \quad \sum_{i=1}^6 (Sy^2)_i = 8.73459584$$

この値を用いて簡略 Doornik 法で回帰係数を計算した。

$$b_1' = 1.91033716 \quad S\hat{y}^2 = 6.92602815$$

$$b_2' = 1.08787147$$

予備的分散分析表

変動因	自由度	平方和
回帰	12	7.04184569
誤差	917	1.69275015
計	929	8.73459584

完成した分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	6.92602815	
回帰間	10	0.11581754	0.01158175
回帰計	12	7.04184569	
誤差	917	1.69275015	0.00184597
計	929	8.73459584	

df 10, 917

$$F = 0.01158175 / 0.00184597 = 6.2740727^{***} > F(0.01) = 2.34$$

回帰係数間に有意差が認められるので、32cm～、20～70cm、20～40cm、42cm～の4Classrについて検定を行うこととする。

(a) 32cm～を一括した場合

$$\sum_{i=2}^6 (Sx_1^2)_i = 0.53963177 \quad \sum_{i=2}^6 (Sx_1y)_i = 1.23177866$$

$$\sum_{i=2}^6 (Sx_2^2)_i = 2.92528996 \quad \sum_{i=2}^6 (Sx_2y)_i = 3.54167830$$

$$\sum_{i=2}^6 (Sx_1x_2)_i = 0.20800892 \quad \sum_{i=2}^6 (Sy^2)_i = 7.85206585$$

$$b_1' = 1.86711864$$

$$y\hat{y}' = 6.11761043$$

$$b_2' = 1.07794475$$

予備の分散分析表

変動因	自由度	平方和
回帰	10	6.21610054
誤差	878	1.63596531
計	888	7.85206585

完成した分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	6.11761043	
回帰間	8	0.09849011	0.01231126
回帰計	10	6.21610054	
誤差	878	1.63596531	0.00186329
計	888	7.85206585	

df. 8, 878

$$F = 0.01231126/0.00186329 = 6.607^{**} > F(0.01) = 2.53$$

回帰係数間に有意差が認められる。

(b) 20~70cmを一括した場合

$$\sum_{i=1}^5 (Sx_1^2)_i = 0.56839846$$

$$\sum_{i=1}^5 (Sx_2^2)_i = 2.79540362$$

$$\sum_{i=1}^5 (Sx_1x_2)_i = 0.21070998$$

$$\sum_{i=1}^5 (Sx_1y)_i = 1.34293294$$

$$\sum_{i=1}^5 (Sx_2y)_i = 3.51491117$$

$$\sum_{i=1}^5 (Sy^2)_i = 8.09493591$$

$$b_1' = 1.95105478$$

$$S\hat{y}' = 6.52282687$$

$$b_2' = 1.11032426$$

予備の分散分析表

変動因	自由度	平方和
回帰	10	6.60910566
誤差	822	1.48583025
計	832	8.09493591

完成した分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	6.52282687	
回帰間	8	0.08627879	0.01078485
回帰計	10	6.60910566	
誤差	822	1.48583025	0.00180758
計	832	8.09493591	

df. 8, 822

$$F = 0.01078485/0.00180758 = 5.966^{**} > F(0.01) = 2.53$$

回帰係数間に有意差が認められる。

(c) 20~40cmを一括した場合

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_1^2)_i = 0.23360687$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_2^2)_i = 0.64659329$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_1x_2)_i = 0.09702336$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_1y)_i = 0.60878150$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_2y)_i = 1.09494767$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sy^2)_i = 3.01791167$$

$$b_1' = 2.02914763$$

$$S\hat{y}' = 2.75611342$$

$$b_2' = 1.38893019$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	4	2.75634026
誤 差	166	0.26157141
計	170	3.01791167

完成した分散分析表

変 動 因	自由度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	2.75611342	
回 帰 間	2	0.00022684	0.00011342
回 帰 計	4	2.75634026	
誤 差	166	0.26157141	0.00157573
計	170	3.01791167	

df. 2, 166

$$F = 0.00011342/0.00157573 = 0.072 < F(0.05) = 3.04$$

念のため逆数をとれば

$$F' = 13.892 < F(0.05) = 19.49 \quad df. 166, 2$$

回帰係数間に有意差が認められない。

(d) 42Cmを一括した場合

$$\sum_{i=3}^n (Sx_1^2) i = 0.40690850$$

$$\sum_{i=3}^n (Sx_2^2) i = 2.38237318$$

$$\sum_{i=3}^n (Sx_1 x_2) i = 0.14449925$$

$$b_1' = 1.79867274$$

$$S\hat{y}^2 = 4.26156780$$

$$b_2' = 1.00809618$$

$$\sum_{i=3}^n (Sx_1 y) i = 0.87756437$$

$$\sum_{i=3}^n (Sx_2 y) i = 2.66156816$$

$$\sum_{i=3}^n (Sy^2) i = 5.71668417$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	8	4.28550543
誤 差	751	1.43117874
計	759	5.71668417

完成した分散分析表

変 動 因	自由度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	4.26156780	
回 帰 間	6	0.02393763	0.00398961
回 帰 計	8	4.28550543	
誤 差	751	1.43117874	0.00190570
計	759	5.71668417	

df. 6, 751

$$F = 0.0039896/0.00190570 = 2.094 < F(0.05) = 2.10$$

念のために逆数をとれば

$$F' = 0.478 < F(0.05) = 3.68 \quad df. 751, 6$$

回帰係数間に有意差が認められない。

(2) 回帰常数の有意検定

回帰係数間に有意差が認められなかつた、20～40Cm、42Cmへの2Classについて、回帰平面の高さの間に差があるか否か検定を行う。2Classのそれぞれについて資料をこみにして回帰係数、回帰に基づく平方和等を求める。

(a) 20～40Cmを一括した場合

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_1^2) i = 0.73769263$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_2^2) i = 0.85677477$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_1 x_2) i = 0.42252219$$

$$b_1' = 1.98665863$$

$$b_2' = 1.38501404$$

$$S\hat{y}^2 = 6.88023654$$

$$S_y^2 = 7.14270944$$

$$S_{dyx_1 x_1} = 0.26247290$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_1 y) i = 2.05074259$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sx_2 y) i = 2.02605244$$

$$\sum_{i=1}^2 (Sy^2) i = 7.14270944$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	6.88023654
回帰間差	2	0.00022684
誤 差	167	0.26224606
計	171	7.14270944
	平 方 和	自 由 度
誤 差	0.26224606	167
原因不明	0.26157141	166
平面間差	0.00067465	1

完成した分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	6.88023654	
回帰間差	2	0.00022684	
平面間差	1	0.00067465	0.00067465
原因不明	166	0.26157141	0.00157573
計	171	7.14270944	

df 1, 166

$$F' = 0.00067465 / 0.00157573 = 0.428 < F(0.05) = 3.02$$

念のため逆数をとれば

$$F' = 2.336 < F(0.05) = 2.54 \quad df \quad 166, 1$$

回帰常数間に有意差が認められないので一括して一つの回帰式を用いる事が出来る。

(b) 42Cm~を一括した場合

$$\sum_{i=3}^6 (Sx_1^2) i = 4.94228409$$

$$\sum_{i=3}^6 (Sx_2^2) i = 3.20057922$$

$$\sum_{i=3}^6 (Sx_1 x_2) i = 2.04576045$$

$$b_1' = 1.86962923$$

$$b_2' = 1.00460076$$

$$S\hat{y}^2 = 28.19073880$$

$$S_y^2 = 29.65277523$$

$$S_{dyx_1 x_2^2} = 1.46203643$$

$$\sum_{i=3}^6 (Sx_1 y) i = 11.29541126$$

$$\sum_{i=3}^6 (Sx_2 y) i = 7.04011785$$

$$\sum_{i=3}^6 (Sy^2) i = 29.65277523$$

予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	28.19073880
回 帰 間	6	0.02393763
誤 差	754	1.43809880
計	762	29.65277523
	平 方 和	自 由 度
誤 差	1.43809880	754
原因不明	1.43117874	751
平面間差	0.00692006	3

完成した分回散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	28.19073880	
回帰間差	6	0.02393763	
平面間差	3	0.00692006	0.00230669
原因不明	751	1.43117874	0.00190570
計	762	29.65277523	

$$F = 0.00230669 / 0.00190570 = 1.21 < F(0.05) = 2.10 \quad df \quad 3, 751$$

念のため逆数をとれば

$$F' = 0.826 < F(0.05) = 8.53 \quad df \quad 751, 3$$

回帰常数間に有意差が認められないので一括して一つの回帰式を用いる事が出来る。以上の結果 20~40cm、42cmの2classの回帰式で材積を推定する。

上記検定の結果を取纏めると次表の通りである。

第11表の2

直径範囲	本 数	修正 x^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			
20~	935	3.7734	1.91033716	1.08787147	0.01158175	0.00184597	6.274**
20~70	837		1.95105478	1.11032426	0.01078485	0.00180758	5.966**
32~	893		1.86711864	1.07794475	0.01231126	0.00186329	6.607**
20~40	172		2.02914763	1.38893019	0.00011342	0.00157573	0.072
42~	763		1.79867274	1.00809618	0.00398961	0.00190570	2.094

直径範囲	本 数	回 帰 常 数 間 の 差 の 検 定				
		こみにした回帰係数		係数間差の分散	原 因 不 明	F
		b_1	b_2			
20~	935					
20~70	837					
32~	893					
20~40	172	1.98665863	1.38501404	0.00067465	0.00157573	0.428
42~	763	1.86962923	1.00460076	0.00230669	0.00190570	1.210

9. 材 積 式 の 決 定

前述の結果により材積の推定には人工林については6~10cm、12~20cm、22~30cm、32cm~の各級別に、天然

生林については20~40cm、42cm~につき材積式を求める必要のあることがわかつたので上記の各級ごとに回帰式を求めると次の通りである。(以下人工林を(a)、天然生林を(b)の略号で記すことにする。)

$$\begin{aligned}
 (a) \quad & 6\sim 10\text{cm} \quad \hat{Y} = 1.90971 X_1 + 0.80472 X_2 - 2.11658 \\
 & 12\sim 20\text{cm} \quad \hat{Y} = 1.820157 X_1 + 1.045666 X_2 - 2.247170 \\
 & 22\sim 30\text{cm} \quad \hat{Y} = 1.781114 X_1 + 1.210210 X_2 - 2.383491 \\
 & 32\text{cm}\sim \quad \hat{Y} = 1.6292859 X_1 + 1.2063186 X_2 - 2.1363657 \\
 (b) \quad & 20\sim 40\text{cm} \quad \hat{Y} = 1.986659 X_1 + 1.385014 X_2 - 2.896159 \\
 & 42\text{cm}\sim \quad \hat{Y} = 1.8696292 X_1 + 1.0046008 X_2 - 2.2024906
 \end{aligned}$$

(1) 上式には対数計算によるかたよりがあるので修正係数による補正をする。

$$\begin{aligned}
 \text{修正係数は } f = 10^{\frac{n-1}{n} \cdot \frac{1}{2} (\log_e 10) S^2} \\
 f = 10^{\frac{n-1}{n} (1.151293) S^2 \log_e} \text{ で計算される。}
 \end{aligned}$$

ただし f = 修正係数、 S^2 = 分散

第12表の1 (a) 直径級別修正係数

直径級	本数	(標準誤差) ²	$n-1 / n$	$\frac{n-1}{n}$ (標準誤差 ² × 1.151293)	修正係数
6~10	107	0.00126735	0.99065421	0.00144546	1.0033
12~20	310	0.00142541	0.99677419	0.00163577	1.0038
22~30	323	0.00133340	0.99690402	0.00153038	1.0035
32~	342	0.00198849	0.99707602	0.00228264	1.0053

第12表の2 (a) 直径級別修正係数

直径級	本数	(標準誤差 ²)	$n-1 / n$	$\frac{n-1}{n}$ (標準誤差 ²) × 1.151293	修正係数
20~40	172	0.00155309	0.99418605	0.00177767	1.0041
42~	763	0.00192373	0.99868938	0.00221188	1.0051

(2) 材積式 $\log V = a + b \log d + c \log h$ に修正係数の対数と $\frac{1}{100}$ の対数であるところの -2 (材積式の計算の場合、材積については便宜上 100 倍してから対数に変換されているので、これをもとにかえすため) を加えたところの $\log V = a - 2 + b \log d + c \log h + \log \left(\frac{n-1}{n} \sigma^2 \times 1.151293 \right)$ により、最終的に材積表の数値算出に用いた材積式は次表の通りである。

第13表の1 (a)

直径級	材積式
6~10	$\log V = 5.88487 + 1.90971 \log d + 0.80472 \log h$
12~20	$\log V = 5.754466 + 1.820157 \log d + 1.045666 \log h$
22~30	$\log V = 5.618039 + 1.781114 \log d + 1.210210 \log h$
32~	$\log V = 5.8659169 + 1.6292859 \log d + 1.2063186 \log h$

第13表の2 (b)

直径級	材 積 式
20~40	$\log v = 5.105619 + 1.986659 \log d + 1.385014 \log h$
42~	$\log v = 5.7997213 + 1.8696292 \log d + 1.0046008 \log h$

10. 材 積 表 の 適 合 度

材積表の適合度は調製要綱に基き推定材積の誤差率によつて表す。材積式の標準誤差は対数によつて表されるが、材積表の標準誤差は真数で表わした材積について計算しなければならない。いま $\log V = X$ 、 $V = 10^X$ とし、真数材積の誤差を εv とすれば

$$\log(V + \varepsilon v) = X + \varepsilon$$

$$\text{故に } V + \varepsilon v = 10^{X+\varepsilon} \quad \varepsilon v = 10^{X+\varepsilon} - V = 10^{X+\varepsilon} - 10^X = 10^X (10^\varepsilon - 1)$$

対数による標準誤差を S で表わせば材積表の百分率標準誤差 $SV (\%)$ は

$$SV (\%) = 10^X (10^S - 1) / 10^X \times 100 = 100 (10^S - 1)$$

10^S を展開すれば

$$10^S = 10^0 + \frac{S}{1!} 10^0 \log e \cdot 10 + \dots$$

$$\therefore SV (\%) = (1 - S \cdot 2.3026 - 1) 100$$

$$= 230.26 (S)$$

すなはち対数式の標準誤差を 230.26 倍すれば百分率標準誤差が得られる。しかるにこれは単木の誤差率であるから、上式を本数の平方根で除して材積表の誤差率を求めた。計算の結果は下記の表の通りである。

第14表の1 (a)

直径級	本数	百分率標準誤差	95%信頼度標準誤差
6~10	107	0.792	1.567
12~20	310	0.494	0.971
22~30	323	0.468	0.920
32~	342	0.555	1.091

第14表の2 (b)

直径級	本数	百分率標準誤差	95%信頼度標準誤差
20~40	172	0.692	1.365
42~	763	0.366	0.718

IV 材 積 表 使 用 上 の 注 意

- (1) 本材積表は熊本営林局管内マツ類のうちアカマツ立木材材積表適用地域外の地域、すなはち高崎、小林、加久藤、加治木営林署管内の霧島団地（第2図参照）のアカマツ立木材材積の推定に適用するものである。但し同地域内のクロマツはこれを準用する。
- (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ものである。
- (3) 本表の幹材積は第13表の材積式により直接計算したものである。したがつて本表掲記以外の胸高直径、樹高を有するものゝ材積はこの材積式により求めること。
- (4) 直径級別材積式で材積を計算した結果、直径階の境で推定値が前後と不均衡になつた値は人工林材積表については3点平均法で、天然生林材積表については5点平均法により修正した。

(5) 人工林、天然生林両表の適用対象区分について述べると。

人工林および天然生林立木材積表の適用区分は次の基準による。

原則として森林調査簿上の林種区分によるが、林種区分が人工林でも次の場合に限り天然生林立木材積表を適用する。

- 1) マツの成立原因が天然生となっており、林分の取扱上人工を加えられてないもの。
- 2) 他樹種の人工林内に点生する老令大径木。

V 結 言

本材積表は熊本営林局管内の霧島アカマツを対象として推定統計法を利用し、調製要綱に基いて調製したものである。霧島アカマツを代表する天然生大径木は一般に極端に思われる程の完満な幹型をなしているが老令木になると梢端部が萎縮奇型化横這して、梢端と枝条の判明が困難な状態のものが多いため材積調査等に於ける樹高の測定には特に慎重を要する。

資料は対象全域より収集した。人工林材積表については1082本、天然生林については935本を用い、材積式は $V = 10^a D^{b1} H^{b2}$ を使用した。

直径級別材積式間の有意検定の結果は全資料を一括した推定式を用いることが不可能で人工林霧島アカマツ、4 Class 天然生林霧島アカマツ 2 Class の直径団別材積式に分れた。

人工林霧島アカマツの42cm～については、将来、更に資料を補足完備して再調製すべきと思う。天然生林霧島アカマツの6～18cm 直径級の材積は資料収集を行えなかつたので20～40cm 直径級の材積式を適用し算出したものである。

第15表の1

[illegible]

[illegible]

[illegible]

H \ D	D			
	64	66	68	70
15	1.688	1.775	1.864	1.954
16	1.825	1.919	2.014	2.112
17	1.963	2.064	2.167	2.272
18	2.104	2.212	2.322	2.434
19	2.245	2.361	2.479	2.598
20	2.389	2.512	2.637	2.764
21	2.534	2.664	2.797	2.932
22	2.680	2.818	2.958	3.101
23	2.827	2.973	3.121	3.272
24	2.976	3.129	3.285	3.444
25	3.127	3.287	3.451	3.618
26	3.278	3.447	3.618	3.793
27	3.431	3.607	3.787	3.970
28	3.585	3.769	3.957	4.148
29	3.740	3.932	4.128	4.327
30	3.896	4.096	4.300	4.508
31	4.053	4.261	4.474	4.690
32	4.211	4.428	4.648	4.873
33	4.370	4.595	4.824	5.057
34	4.531	4.764	5.001	5.243
35	4.692	4.933	5.179	5.429
36	4.854	5.104	5.358	5.617
37	5.017	5.275	5.538	5.806
38	5.181	5.448	5.719	5.996
39	5.346	5.621	5.901	6.186
40	5.512	5.795	6.084	6.378
41	5.679	5.970	6.268	6.571
42	5.846	6.147	6.453	6.765
43	6.014	6.324	6.639	6.960
44	6.183	6.501	6.825	7.155
45	6.353	6.680	7.013	7.352

第15表の2

[illegible]

[illegible]

[illegible]

II \ D	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84
15	2.416	2.555	2.697	2.843	2.992	3.145	3.302	3.462	3.625	3.792
16	2.578	2.726	2.878	3.033	3.193	3.356	3.523	3.694	3.868	4.046
17	2.740	2.897	3.058	3.224	3.393	3.567	3.744	3.926	4.111	4.301
18	2.902	3.068	3.239	3.414	3.594	3.777	3.965	4.158	4.354	4.555
19	3.064	3.239	3.420	3.605	3.794	3.988	4.187	4.390	4.597	4.809
20	3.226	3.411	3.601	3.795	3.995	4.199	4.408	4.622	4.840	5.063
21	3.388	3.582	3.782	3.986	4.196	4.410	4.630	4.854	5.083	5.318
22	3.550	3.754	3.963	4.177	4.396	4.621	4.851	5.086	5.327	5.572
23	3.712	3.925	4.144	4.368	4.597	4.832	5.073	5.319	5.570	5.826
24	3.874	4.096	4.325	4.558	4.798	5.043	5.294	5.551	5.813	6.081
25	4.036	4.268	4.506	4.749	4.999	5.254	5.516	5.783	6.056	6.336
26	4.198	4.439	4.687	4.940	5.200	5.466	5.737	6.016	6.300	6.590
27	4.361	4.611	4.868	5.131	5.401	5.677	5.959	6.248	6.543	6.845
28	4.523	4.782	5.049	5.322	5.602	5.888	6.181	6.481	6.787	7.100
29	4.685	4.954	5.230	5.513	5.803	6.099	6.403	6.713	7.030	7.354
30	4.847	5.126	5.411	5.704	6.004	6.311	6.625	6.946	7.274	7.609
31	5.010	5.297	5.592	5.895	6.205	6.522	6.846	7.178	7.517	7.864
32	5.172	5.469	5.774	6.086	6.406	6.733	7.068	7.411	7.761	8.119
33	5.335	5.641	5.955	6.277	6.607	6.945	7.290	7.644	8.005	8.374
34	5.497	5.812	6.136	6.468	6.808	7.156	7.512	7.876	8.248	8.629
35	5.659	5.984	6.318	6.659	7.009	7.368	7.734	8.109	8.492	8.884
36	5.822	6.156	6.499	6.850	7.210	7.579	7.956	8.342	8.736	9.139
37	5.984	6.328	6.680	7.041	7.412	7.790	8.178	8.575	8.980	9.394
38	6.147	6.500	6.862	7.233	7.613	8.002	8.400	8.807	9.224	9.649
39	6.309	6.671	7.043	7.424	7.814	8.214	8.622	9.040	9.467	9.904
40	6.472	6.843	7.224	7.615	8.015	8.425	8.844	9.273	9.711	10.159
41	6.634	7.015	7.406	7.806	8.217	8.637	9.067	9.506	9.955	10.414
42	6.797	7.187	7.587	7.998	8.418	8.848	9.289	9.739	10.199	10.669
43	6.960	7.359	7.769	8.189	8.619	9.060	9.511	9.972	10.443	10.924
44	7.122	7.531	7.950	8.380	8.821	9.272	9.733	10.205	10.687	11.180
45	7.285	7.703	8.132	8.572	9.022	9.483	9.955	10.438	10.931	11.435

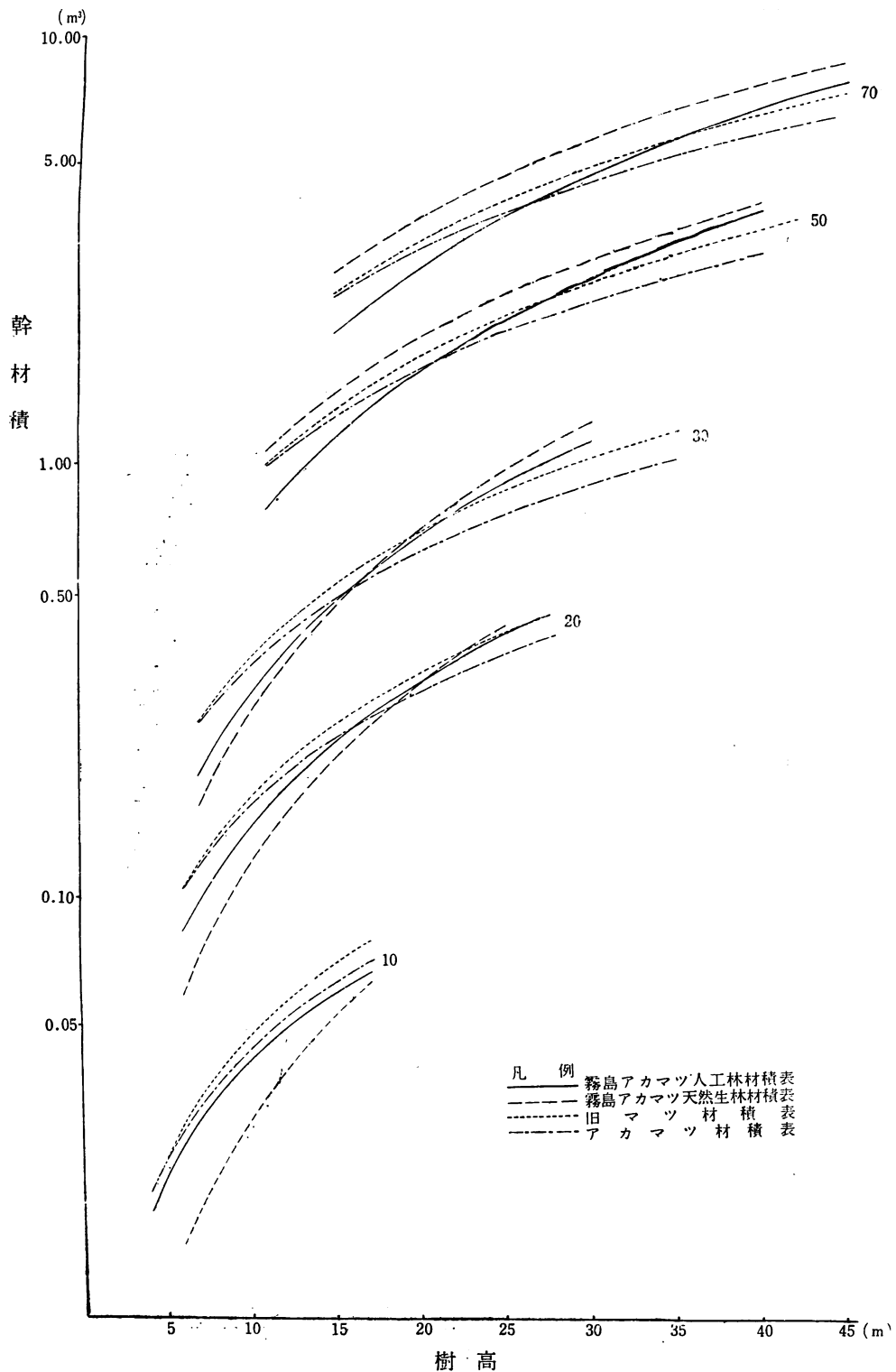
H \ D	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104
15	3.963	4.137	4.315	4.496	4.680	4.868	5.059	5.254		
16	4.228	4.414	4.604	4.797	4.993	5.194	5.398	5.606		
17	4.494	4.691	4.893	5.098	5.307	5.520	5.737	5.958		
18	4.760	4.969	5.182	5.399	5.621	5.846	6.076	6.310	6.548	6.790
19	5.025	5.246	5.471	5.701	5.934	6.173	6.415	6.662	6.914	7.169
20	5.291	5.523	5.760	6.002	6.248	6.499	6.755	7.015	7.279	7.548
21	5.557	5.801	6.050	6.304	6.562	6.826	7.094	7.367	7.645	7.927
22	5.823	6.078	6.339	6.605	6.876	7.152	7.433	7.719	8.011	8.307
23	6.089	6.356	6.629	6.907	7.190	7.479	7.773	8.072	8.376	8.686
24	6.354	6.634	6.918	7.208	7.504	7.805	8.112	8.424	8.742	9.065
25	6.621	6.911	7.208	7.510	7.818	8.132	8.452	8.777	9.108	9.445
26	6.887	7.189	7.497	7.812	8.133	8.459	8.791	9.130	9.474	9.825
27	7.153	7.467	7.787	8.114	8.447	8.786	9.131	9.483	9.840	10.204
28	7.419	7.745	8.077	8.416	8.761	9.113	9.471	9.836	10.207	10.584
29	7.685	8.023	8.367	8.718	9.075	9.440	9.811	10.188	10.573	10.964
30	7.951	8.300	8.657	9.020	9.390	9.767	10.151	10.541	10.939	11.343
31	8.218	8.578	8.947	9.322	9.704	10.094	10.491	10.894	11.305	11.723
32	8.484	8.856	9.237	9.624	10.019	10.421	10.831	11.248	11.672	12.103
33	8.750	9.135	9.526	9.926	10.333	10.748	11.171	11.601	12.038	12.483
34	9.017	9.413	9.817	10.228	10.648	11.075	11.511	11.954	12.405	12.863
35	9.283	9.691	10.107	10.531	10.963	11.403	11.851	12.307	12.771	13.243
36	9.550	9.969	10.397	10.833	11.277	11.730	12.191	12.660	13.138	13.624
37	9.816	10.247	10.687	11.135	11.592	12.057	12.531	13.014	13.504	14.004
38	10.083	10.525	10.977	11.437	11.907	12.385	12.872	13.367	13.871	14.384
39	10.349	10.804	11.267	11.740	12.222	12.712	13.212	13.720	14.238	14.764
40	1.0616	11.082	11.557	12.042	12.536	13.040	13.552	14.074	14.605	15.145
41	10.882	11.360	11.848	12.345	12.851	13.367	13.893	14.427	14.971	15.525
42	11.149	11.639	12.138	12.647	13.166	13.695	14.233	14.781	15.338	15.905
43	11.416	11.917	12.428	12.950	13.481	14.022	14.573	15.134	15.705	16.286
44	11.682	12.195	12.719	13.252	13.796	14.350	14.914	15.488	16.072	16.666
45	11.949	12.474	13.009	13.555	14.111	14.678	15.254	15.842	16.439	17.047

H \ D	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124
18	7.037	7.287	7.541	7.799	8.062	8.328	8.599	8.873	9.151	9.434
19	6.429	7.693	7.962	8.235	8.512	8.793	9.078	9.368	9.662	9.961
20	7.822	8.100	8.383	8.670	8.962	9.258	9.559	9.864	10.173	10.487
21	8.215	8.507	8.804	9.106	9.412	9.723	10.039	10.359	10.684	11.014
22	8.608	8.914	9.225	9.541	9.862	10.188	10.519	10.855	11.195	11.541
23	9.001	9.321	9.646	9.977	10.313	10.653	10.999	11.350	11.707	12.068
24	9.394	9.728	10.068	10.413	10.763	11.119	11.480	11.846	12.218	12.595
25	9.787	10.135	10.489	10.849	11.214	11.584	11.960	12.342	12.730	13.123
26	10.181	10.543	10.911	11.285	11.664	12.050	12.441	12.838	13.241	13.650
27	10.574	10.950	11.332	11.721	12.115	12.515	12.922	13.334	13.753	14.177
28	10.968	11.358	11.754	12.157	12.566	12.981	13.403	13.830	14.265	14.705
29	11.361	11.765	12.176	12.593	13.017	13.447	13.884	14.327	14.776	15.233
30	11.755	12.173	12.598	13.029	13.468	13.913	14.365	14.823	15.288	15.760
31	12.148	12.580	13.019	13.466	13.919	14.379	14.846	15.319	15.800	16.288
32	12.542	12.988	13.441	13.902	14.370	14.845	15.327	15.816	16.312	16.816
33	12.936	13.396	13.863	14.338	14.821	15.311	15.808	16.313	16.824	17.344
34	13.330	13.804	14.285	14.775	15.272	15.777	16.289	16.809	17.336	17.872
35	13.724	14.212	14.708	15.212	15.723	16.243	16.770	17.306	17.849	18.400
36	14.117	14.620	15.130	15.648	16.175	16.709	17.252	17.803	18.361	18.928
37	14.511	15.028	15.552	16.085	16.627	17.176	17.733	18.299	18.874	19.456
38	14.905	15.436	15.974	16.522	17.077	17.642	18.215	18.796	19.386	19.985
39	15.300	15.844	16.397	16.958	17.529	18.108	18.696	19.293	19.899	20.513
40	15.694	16.252	16.819	17.395	17.981	18.575	19.178	19.790	20.411	21.041
41	16.088	16.660	17.241	17.832	18.432	19.041	19.660	20.287	20.924	21.570
42	16.482	17.068	17.664	18.269	18.884	19.508	20.141	20.784	21.437	22.098
43	16.876	17.477	18.086	18.706	19.335	19.975	20.623	21.282	21.949	22.627
44	17.271	17.885	18.509	19.143	19.787	20.441	21.105	21.779	22.462	23.156
45	17.665	18.293	18.932	19.580	20.239	20.908	21.587	22.276	22.975	23.684

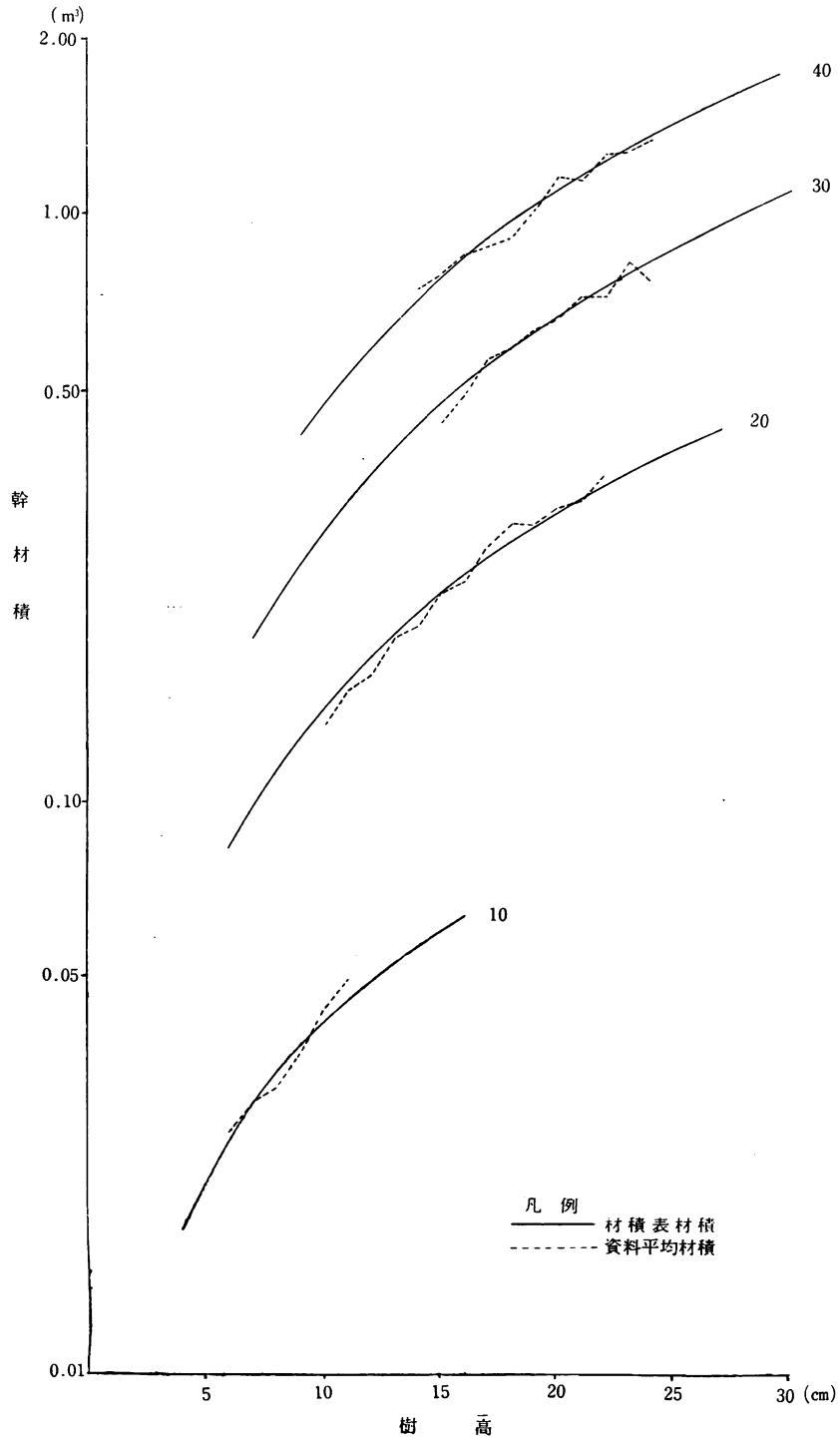
H \ D	126	128	130
18	9.720	10.011	10.305
19	10.263	10.570	10.880
20	10.806	11.129	11.456
21	11.349	11.688	12.031
22	11.891	12.247	12.607
23	12.434	12.806	13.183
24	12.978	13.365	13.759
25	13.521	13.925	14.335
26	14.064	14.485	14.911
27	14.608	15.044	15.487
28	15.152	15.604	16.063
29	15.695	16.164	16.639
30	16.239	16.724	17.216
31	16.783	17.284	17.792
32	17.326	17.844	18.369
33	17.870	18.404	18.946
34	18.415	18.965	19.523
35	18.959	19.525	20.099
36	19.503	20.086	20.676
37	20.074	20.646	21.253
38	20.591	21.207	21.830
39	21.136	21.768	22.408
40	21.680	22.328	22.985
41	22.225	22.889	23.562
42	22.769	23.450	24.140
43	23.314	24.011	24.717
44	23.859	24.572	25.294
45	24.404	25.133	25.872

第5図 従来の材積との比較

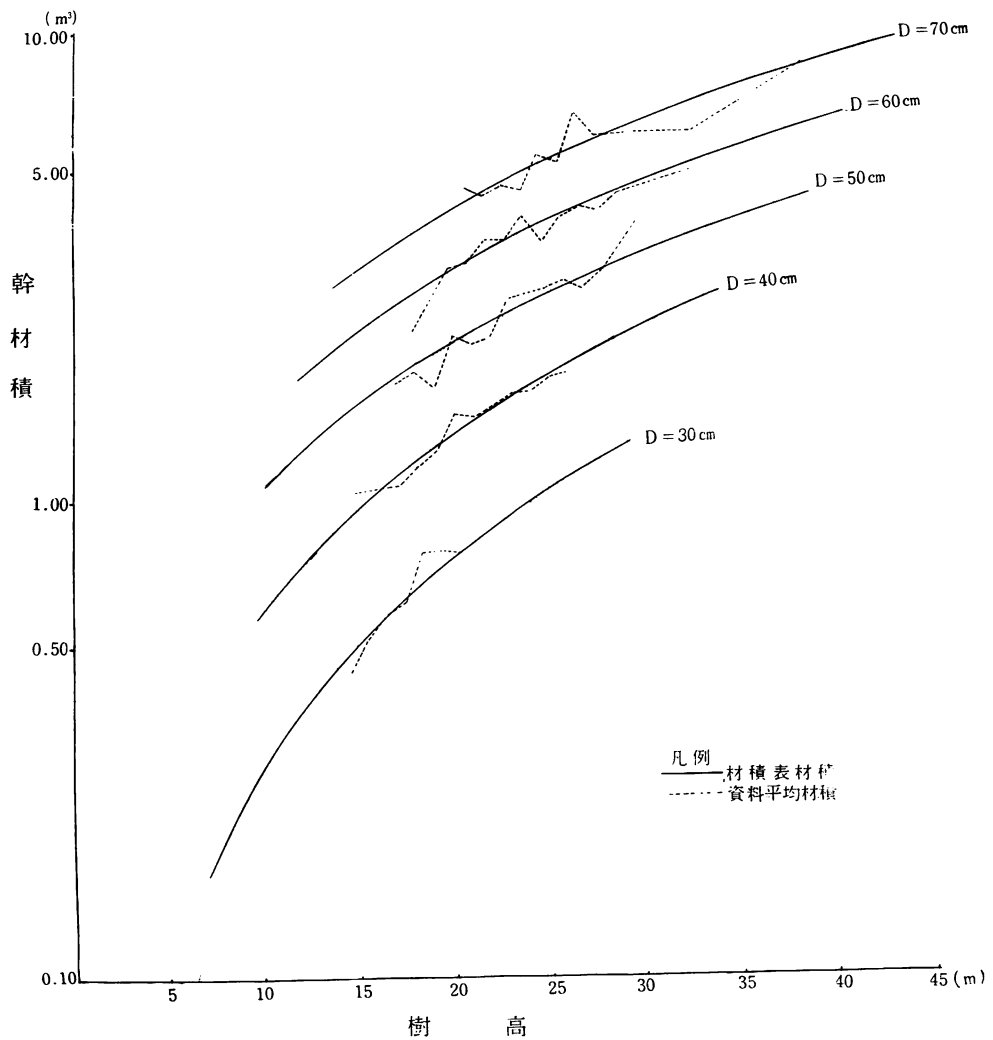
人工林 } 材積表
 天然生林 }
 従来



第6図の1 平均材積との比較（人工林）



第6図の2 平均材積との比較(天然生材)



Ⅶ 調整年月日および調製担当官氏名

1. 調 製 年 月 日

昭 和 35 年 5 月

2. 調 製 担 当 者

計 画 課 長 高 見 寛

前 計 画 課 長 大 塚 武 行

主 査 市 田 政 瑠

係 員 高 瀬 弘 寧

〃 坂 本 行 雄

「附録」現行材積表の適合度の検定

現在当局で使用中のマツ材積表について、回帰式による適合度の検定を行つた結果は次表のとおりである。材積表材材積が実材積と一致しているかどうかは $Y=a+bX$ 材積式において、 $a=0$ $b=1$ になるか否かを検定することであり、ここに Y = 実材積、 X は現行材積表による材積とし、 t 表の1%水準を用いた。

樹 種	径級 範囲	本数	回 帰 式	b の 検 定		t	a の 検 定			dt	t 分布 表の t (0.01)	適否
				b-1	S(b)		a	S(a)	t			
霧 島	全資料	245	$Y = -0.1155 + 1.09681X$	0.09681	0.01307	7.407	-0.1155	0.01810	6.381	300	2.592	過小
アカマツ	6~30	96	$Y = -0.0073 + 0.90106X$	0.09894	0.03459	2.860	-0.0073	0.01605	0.454	100	2.626	過大
	32~40	105	$Y = -0.0234 + 0.9324 X$	0.0676	0.05323	1.269	-0.0234	0.04403	0.531	125	2.616	適
	6~40	201	$Y = -0.0165 + 0.9233 X$	0.0761	0.01820	4.214	-0.0165	0.01234	1.337	200	2.601	過大
	42~	44	$Y = -0.0320 + 1.0858 X$	0.0858	0.03196	2.685	-0.0320	0.12052	0.266	50	2.678	過小

上表の結果より、当局現行材積表は小径級においては過大推定値を与え、中径級では適、大径級においては過小推定値を与え、全資料においては過小推定値を与えるものと判断する。

昭和37年3月15日 印刷
昭和37年3月30日 発行

九州地方ひのき林林分収穫林表調製説明書

発行 林 野 庁
熊本 営 林 局

熊本市京町本丁66
電話代表 ②2131