

材積表調製業務資料 第18号

長野営林局

広葉樹 ブナ群 サワグルミ 立木材積表調製説明書

昭和35年3月

長野 林 庁

ま え が き

林政統一後当局管内において、使用中の広葉樹立木材積表は、旧国有林関係営林署と旧御料林関係営林署^{註)}とで、別々の材積表を使用しているが、このことは業務上不都合な点が多いばかりでなく、材積表の精度そのものもうたがわしく、特に御料林材積表にあっては、スギ、マツ、モミなどの針葉樹と広葉樹が同一表であるので、早期に検討の必要性が認められ、昭和26年度から検討資料の収集につとめた。一方この間において林野庁では、全国的に立木材積表の検討あるいは調製について企画され、昭和26年「主要樹種立木材積表調製資料測定要綱」が定まり、同30年「主要樹種材積表調製要綱」が決定されたので、当局においても、これらに基づいて、先に人工林カラマツの立木材積表を調製し、引続いて広葉樹をとりあげ、このたび検討調製のはこびとなったものである。

調製にあたっては、現行材積表の適否を検討することが、先決問題となるので、ブナ、ナラ、カンバ等主要広葉樹を資料として、検討を実施したが、旧国有林、旧御料林時代から引き継いだ両材積表は、何れも適合していないことが確かとなった。

本説明書は管内の実状に基づき、広葉樹をブナ群（ブナ、ナラ、カンバその他広葉樹）とサワグルミ群（サワグルミ、カツラ、ホオ、シオジ）に分けて、調製した材積表の成果について、説明するものである。

本材積表調製にあたり、指導ならびに助言にあずかった、林業試験場測定研究室長大友栄松氏、同室栗屋仁志氏ならびに当局前試験調査係長樋口俊明氏に、深謝の意を表し、また資料収集に協力された、関係営林署長および署員各位に対し、感謝の意を表するものである。

× × × × ×

註) 1. 旧国有林関係営林署にて使用中のもの

これは旧東京営林局において、調製篇纂されたもので、その適用樹種は針葉樹、広葉樹に大別され、そのうち針葉樹は山本和蔵博士が、林業試験研究報告第16号に発表された、アカマツの材積表によったものであり、広葉樹は、ブナの形数値を基準にして、調製されたものであると云われているが、詳細は不明である。

2. 旧御料林関係営林署にて使用中のもの

この材積表は帝室林野局において、調製されたもので、その適用樹種は1表にトドマツ、エゾマツ、2表にヒノキ、サワラ、アスナロ、コウヤマキ、3表にスギ、マツ、モミ、ツガ、その他針葉樹、広葉樹となっており、当局ではもっぱら2表と3表を使用しているので、これも針、広2本立の材積表と、大同小異である。

目 次

I	資料収集地域	1
1.	管内の立地概況と広葉樹の分布	2
2.	資料収集地域	2
3.	資料の選定および調査方法	2
4.	資料の整理	2
II	材積表調製方法	11
1.	採用した調製方法の根拠	11
2.	樹 種 区 分	11
3.	実験式の決定	11
4.	実験式の計算	12
III	資料の吟味	18
1.	吟 味 の 方 法	18
2.	吟 味 の 結 果	36
IV	材積式の計算	36
1.	材積式の計算	36
2.	樹種群間の材積式の比較	38
V	10cm直径級ごとの回帰係数の差の検定	39
1.	ブ ナ 群	43
2.	サワグルミ群	47
3.	検定結果のとりまとめ	51
VI	材積式の決定と材積表の計算	52
1.	材積式の決定	52
2.	材積表の作製	52
3.	材積表の精度の検討	53
VII	材積表使用上の注意	56
VIII	調製年月日および調製担当者識氏名	56

長野営林局

広葉樹立木材積表調製説明書

I. 資料収集地域

1. 管内の立地概況と広葉樹の分布

当局管内は長野県と新潟、岐阜両県の一部を含む地域であって、本州中部の山岳地帯に位し、海拔高は奥穂高岳の3,190mを最高として、周辺は何れも3,000m内外の高山が重畳し、大川の源も多くここに発して、日本の屋根ともいわれている。

山系は、新潟、富山、岐阜三県との県境を南北に縦走する飛驒山脈（北アルプス）と、山梨、静岡両県との境を南下する赤石山脈（南アルプス）を基幹として、これに乗鞍、妙高、富士、上信越の火山帯が連なり、さらに飛驒、赤石、両山脈のほぼ中央を木曾山脈（中央アルプス）が平行して南下している。

水系は、八ッ岳より塩尻峠、鳥居峠、八森山を結ぶ嶺線が、管内の中央を東西に走って、表日本と裏日本に大別しており、さらに塩尻峠から南北に発達する高地は、南下して木曾山脈に連なり、天竜、木曾の二大水系を、又北上しては、美が原から冠着山に及び、信濃川水系を千曲、犀川に細分している。（第1図参照）

地質は、赤石山脈は主として三波川層、御荷鉾層と、それ以後の古生層からなり、伊那山脈は花崗片麻岩、木曾山脈は花崗岩と古生層、飛驒山脈は木曾山脈から続く古生層の基盤に八森山から大天井岳にかけて花崗岩、上高地、槍ヶ岳附近は珎岩の分布がある。フォッサマグナ以東は第三紀層の基盤に閃緑岩（中央高地）と輝石安山岩（火山地帯）が迸出している。なお佐久地方の一部に中生界ハクア、ジュラ系が混じている。

気象は冬季日本海側の影響を受ける管内北西部（飯山、大町方面）と夏季太平洋側の影響を受ける伊那谷を除いては一般的に内陸性であって、土地が高燥で山脈の起伏も多いため、季節的変化のほか垂直的にも較差が著しい。降水量は、多雨期は梅雨時と9月の颱風期で各地とも年降水量の約1/3がこの期間に降っているが、北西部は冬期に多雨期に匹敵するほどの多雪地帯である。しかしながら、年間総降水量の分布は、一般的に南に多く北に少い。それも河川ぞいの低地よりも、山岳地帯に多く、量のひらきは、南部は北部の2倍、山岳地帯は低地の1.5倍になっている。

なお管内主要カ所の気象状況は第1表のとおりである。

第1表 管内主要カ所の気象状況

観測所	海拔高 m	年平均 気温℃	年平均 湿度%	降水量 mm
長野	418.1	11.1	76	956.5
軽井沢	934.0	7.8	80	1,259.7
松本	610.0	10.8	72	1,031.4
諏訪		10.0	76	1,445.9
飯田	481.8	11.6	70	1,784.2
藪原	1,190.0	8.4		1,947.6

以上が管内の立地概況であるが、管内は森林植物帯上おおむね温帯に属しており、その面積の67%は天然生林で、一部を除いては、老齢の針広混交林相をなしている。次に広葉樹の分布を地域的にみれば、木曾地方においては、カンパ類、ナラ、ミズメ等で14%、伊那地方はナラ、カンパ類が多く24%、中北部はブナが最も多く、カンパ類がこれに次ぎ、広葉樹は52%に達しており、そのうちブナが半分を占めている。なお管内全般では広葉樹は28%となっている。

一般に裏日本気象圏に属する姫川流域から戸隠、飯山の信越国境一帯は豪雪地帯であるとともにブナを主とする天然林であり、管内における特異な存在である。管内のブナはその殆どがこの地域にあって管内総蓄積の1割に及ぶものである。

2. 資料収集地域

前項で述べたように当局管内の広葉樹は総蓄積の28%を占めているがブナの特異的存在以外は約管内全般に分布しており、したがって収集地域も管内一円を対象としたが、個々については蓄積量に比例するよう収集につとめた。

この結果は第2表、および第2図のとおりである。

3. 資料の選定および調査方法

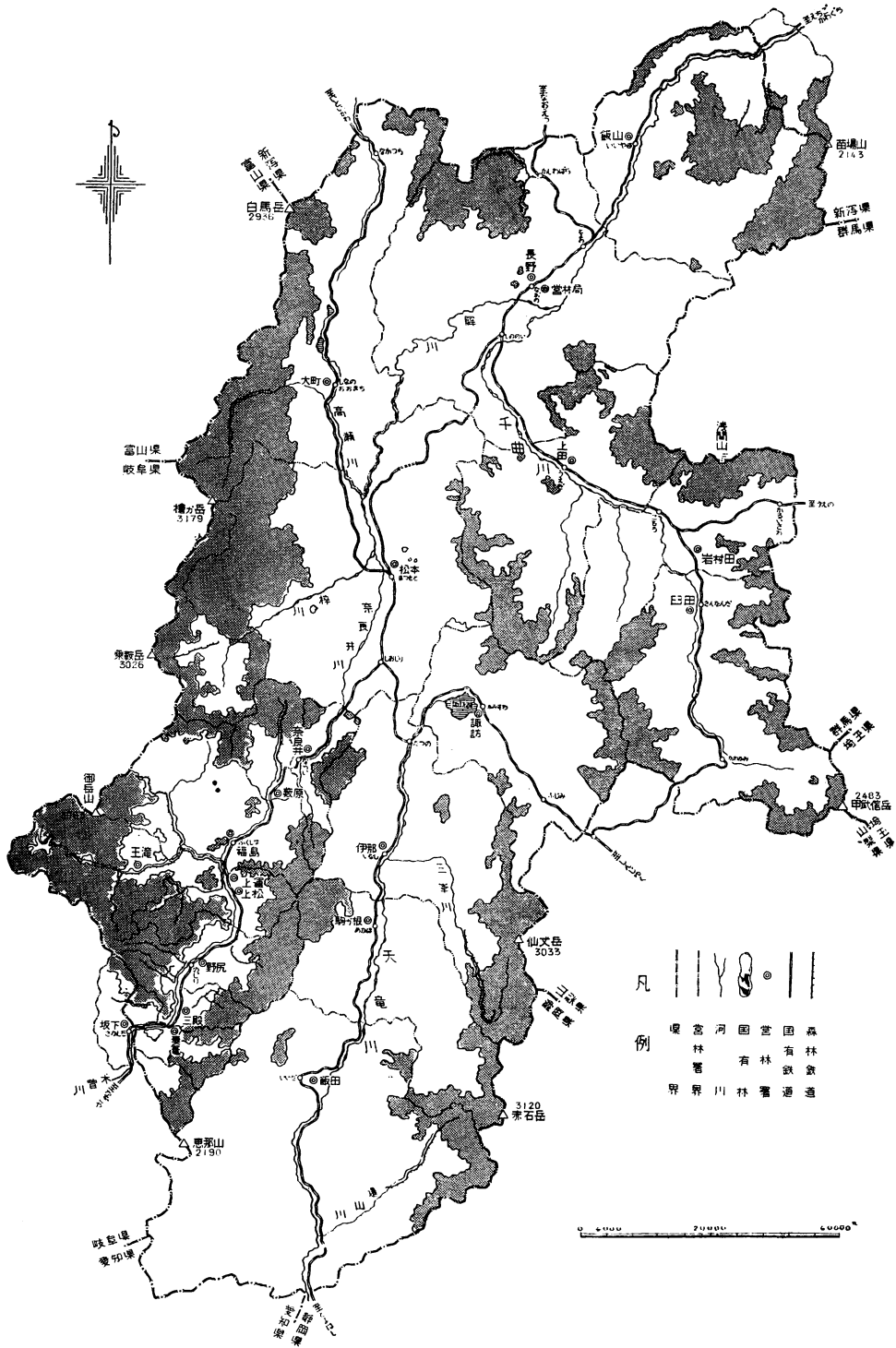
資料の選定およびその調査方法は調製要綱に準拠して実施したが、調査における大要は次のとおりである。

- (1) 調査木は胸高直径4 cm以上のものについて、なるべく各直径階、樹高階にわたって選定したが、その幹形著しく不斉なものは除外した。
- (2) 胸高直径は地上1.2 mの位置の直径とし幹材積算出に必要な直径は輪尺で樹幹の直角2方向を測定し、その平均を用いた。
- (3) 樹高は伐倒後地際より梢端までの長さを巻尺で測定した。
- (4) 幹材積の算出は、樹幹析解の要領により、幹足、区分、梢頭ごとに算出した。そのうち幹足材積は地際から0.2 mまでの材積をスマリアン式で計算し、区分および梢頭材積は2 m区分のフーベル区分求積式および円錐体求積式で計算した。
- (5) 資料測定箇所は伐採人夫の関係から主伐地および主伐地周辺において単木的に選定した。

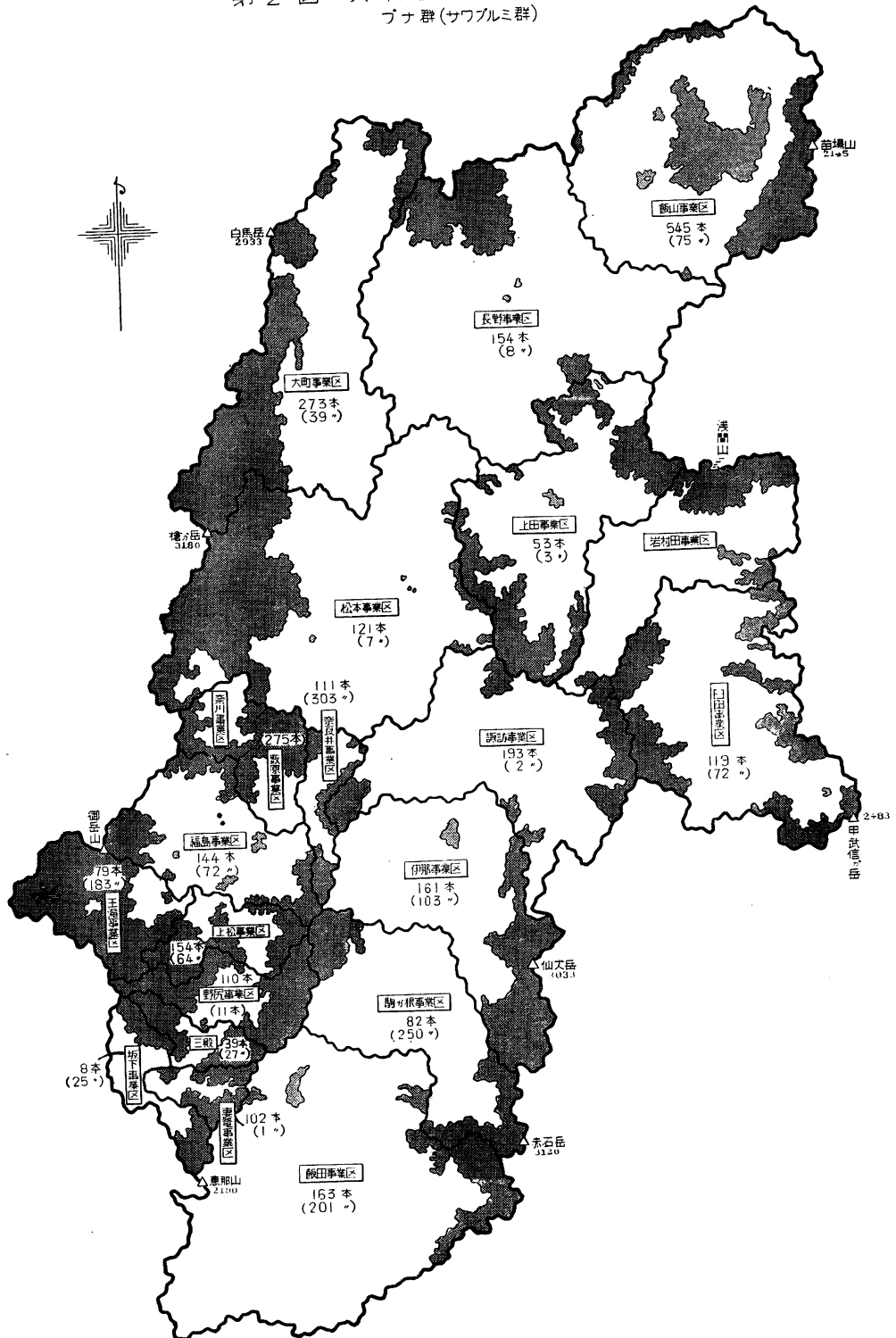
4. 資料の整理

以上の調査方法にもとづいて収集した資料を営林署ごとにとりまとめた結果は別表1～2のとおりである。(別表省略)なお資料の樹高階、直径階別本数表は第3表のとおりである。

第 1 図
長野営林局管内国有林一覽図



ブナ群(サワブルミ群)



第3の1表 ブナ群 直径階(D)樹高階(H)別資料本数

Dc m Hm																								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44			
4	1																							
5	5	5																						
6	2	8	10	3																				
7	3	13	13	5	2	2																		
8	2	16	17	17	1		1	1																
9		14	41	16	10	3	1																	
10		7	22	27	10	6	3	1	1	3	1										1			
11		2	32	29	10	11	7	5		2	1													
12			6	31	24	18	14	11	4	3	2	2												
13			4	15	20	21	14	13	10	7	6	1	3	1	1		1			1				
14			2	19	6	23	24	7	11	21	5	3	3	5		1		1						
15				4	9	11	18	19	19	11	9	9	4	4	2	4	1	2						
16				1	7	12	8	9	9	12	19	6	3	4	3	1	3	3	2	2				
17					2	2	7	14	14	16	12	15	14	9	1	6	6	5	3	1	1			
18						1	8	9	11	15	8	7	17	7	6	10	4	3	2	4	3			
19							3	4	11	13	8	8	13	15	11	9	11	4	5	7	3			
20							2	2	5	11	9	15	8	16	10	15	10	11	12	11	9			
21								2	3	5	12	8	18	11	20	20	5	11	10	9	10			
22								1	3	3	6	13	7	6	15	13	11	15	11	13	11			
23								1	1	2	7	9	8	7	17	9	7	16	15	11	15			
24									1			3	2	6	10	14	17	9	11	14	16			
25									2	1		1	2	5	4	3	12	7	10	16	14			
26								1		1	1		1	3	3	4	5	9	8	9	9			
27											1		1			2	2	4	2	10	5			
28																1		3	2	3	2			
29																		1		2	3			
30																								
31																					1			
32																								
33																								
34																								
35																								
36																								
37																								
計	13	65	147	167	101	110	110	100	105	126	107	100	104	99	107	111	95	104	94	114	101			

第3の1表 プナ群 直径階(D)樹高階(H)別資料本数

Dcm Hm	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15	1		1						1																
16			1																						
17	2	1		1			1																		
18	2		1	1	2			1			1														
19	5	2	1	1	1	1	1				1														
20	3	8	2	3	2	4	2	2	1	1	1			1				1		1	1				
21	8	5	6	5	4	3	3	3	1	5		2	3					1							
22	12	9	6	10	6	5	2	3	4	5	4	3	1	2			2								
23	10	15	10	19	9	3	7	2	2	5	4	2		1			1			1	1				
24	11	13	7	9	9	4	5	3	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1			1			1
25	11	9	11	11	12	4	4	6	4	7	3	4	6			1	5		1	2	1		1		
26	11	6	4	6	6	2	3	2	2	8	4	3	1	3	2	4	1	1	1			1		1	1
27	13	7	4	5	4	2	5	6	2	5	2	4	4	1		1			1	1		3		1	
28	2	5	3	4	4	1	3	1	3	3	1	1	1	1	2	2			2	2	2	2	2		
29	1		2	2	2	3	6	2	1	1	3	5					1	3	1	2	2	1	2		1
30	3	1	1	3	1	2	2	1				1		1	1					2					
31		1				1							1	2								2	1		
32				1			2	1			1				1	1	1						1	1	
33			1			1										1									
34																									
35																									
36																									
37																									
	95	82	61	81	62	36	46	33	22	42	27	27	19	14	8	10	13	8	7	11	7	10	7	3	3

[illegible]

第3の2表 サワグルミ群 棄却前直径階(D)樹高階(H)別本数

Dcm \ Hm	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
3	1																		
4	1																		
5	10																		
6	6	10	2	1															
7	3	26	3		1														
8	2	25	12	5	1														
9	1	10	9	3	2														
10		20	15	10	4	2													
11		5	11	14	3	1													
12			8	8	8	8	1					1							
13		1	5	4	20	11	5												
14			1	10	22	9	9	4	3	4									
15				2	15	12	8	7	4	3	1								
16				1	9	6	7	6	4	5	5	3	3						
17			1	2	3	3	7	14	15	9	5	4	2	1					
18				1	2	2	8	3	7	12	5	4	3	2	1	1		1	
19				1		1	2	6	8	6	5	7	9	5	4	3	1		
20							1	5	2	6	9	5	10	5	7	2	2	1	
21									7	10	7	3	9	6	8	8	5	2	1
22							2	2	1	5	2	6	5	10	8	6	6	3	6
23									1	1	4	9	5	9	8	11	7	7	8
24									1	2	2	6	8	7	8	6	9	5	10
25												2	8	2	4	2	6	5	5
26									1			2	4	4	5	6	8	6	7
27														1	6	1	3	4	9
28														1	1	3	2	3	4
29													1	1	2		1	2	6
30																3	1	1	1
31																			2
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
45																			
計	24	97	67	62	90	55	50	47	54	63	45	52	67	54	62	52	51	40	59

42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
1	1	1																	
3	2	1																	
3	1			1															
7	4	2	1	3					1										
8	2	3	2	2	3	2	2	2	1										
9	7	8	7	5	3	2	1	1	2	1		1	1						1
13	3	9	9	3	9	5	1	4	2	2	1	2	1						
3	10	7	11	8	6	7	4	4	4	3	1	3	2		1	1			
8	8	6	10	9	16	12	8	5	4	3	1	3	1	2	1	1	1		
3	2	5	5	2	5	7	8	6	5	3	3	2	1	1	2			2	
1	2	4	4	2	7	2	5	5	5	2	2	1	1	1	1	1	1		
1	2		2	7	3	9	3	2	5	6	3	3	1	3	3	1	1	2	
	2		3	1	2	1	2	1	1	7	3	3	1	3	1	1	2	1	
					4	1	1	3	1	2	1	3	1	3	1	1	1	1	
					1		1			1	1	1			1			1	
							3		1	1	1					2	2	1	
						1	1	1			1				1	2	2	3	2
								1						1	1	1	1	1	1
																			1
60	46	52	54	43	60	49	40	31	25	37	20	18	14	8	8	7	11	10	4

第3の2表 サワグルミ群 棄却前直径階(D)樹高階(H)別本数

	Dcm	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	計
Hm																			
3																			1
4																			1
5																			10
6																			19
7																			33
8																			45
9																			25
10																			51
11																			34
12																			34
13																			46
14																			62
15																			52
16																			49
17																			66
18																			52
19																			60
20																			59
21																			71
22																			72
23																			96
24																			104
25				1															94
26																			118
27	1																		116
28																			83
29																			67
30																			57
31			1	2					1										40
32					2			1											28
33			1	2															16
34	2			1	3		1					1							16
35		2		1	1		1			1									16
36																			6
37	2		1																11
38						1											1		6
39						1													3
40				1															1
41																			
42																			1
43				1															1
44																			
45																			
計		5	5	9	6	2	2	1	1	1		1						1	1722

II 材積表調製の方法

1. 採用した調製方法の根拠

材積表を調製するための理想的な方法は、簡潔、且客観的であって、しかも正確なものでなければならぬが、この3つの条件を満足させるような方法はいまだ発表されていないのが現状である。

従来用いられている材積表の調製方法は

- 1) 調和曲線を利用する図形的解析法
- 2) 共線図法を利用する方法
- 3) 形数により間接的に材積を求める方法
- 4) 材積式により直接材積を求める方法

等があるが、1)、の方法は多数の資料を必要とするのみならず 2)、の方法とともにフリーハンドで適合せしめるのに主観的にならざるを得ない。したがって 3)、4)、の比較的主観の入らない方法によることとなるが、3)は4)に比較して同じ最小二乗法を利用する方法ではあるが、計算上の手数が多くなる割に、効率がよくない。

以上によって、計算手数が少く、比較的主観性のある方法即ち、4)の材積式により直接材積を求める方法を採用することとした。

2. 樹 種 区 分

前述のように当局における広葉樹材積表は、旧国有林の東京営林局調製広葉樹材積表と、旧御料林の帝室林野局調製御料林材積表第3表の二通であって、収集資料による表の検討結果は、何れもかんばしくない。したがってこの材積表の調製にあたっては、広葉樹のうち、幹が通直で主幹がみとめられやすく、外観上枝が主幹に沿って羽状形をなすものと、比較的主幹が判然とせず、外観が箒状を呈するものに分類して検討した。なお羽状形および、箒状形については、その代表的樹種により、それぞれサワグルミ群、ブナ群と呼称することとした。

なお管内の広葉樹を、この区分にしたがって分類すると下記のとおりである。

1) ブナ群に属するもの

ブナ、ミズナラ、コナラ、クリ、オニグルミ、シラカンパ、(シラカンパ属全部)、マカンパ、ウダイカンパ、ミズメ、ケヤキ、サクラ、キハダ、カエデ、(カエデ属全部)トチノキ、その他サワグルミ群に属するものを除く広葉樹、

2) サワグルミ群に属するもの

サワグルミ、カツラ、ホオノキ、シオジ

樹種区分は以上であって、これを樹種群別に直径級別資料本数を示せば、第4表のとおりである。

第4表 樹 種 群 別 直 径 級 別 本 数 表

樹 種 群	直 径 級 別 本 数									
	総 数	cm 4 ~ 10	cm 12 ~ 20	cm 22 ~ 30	cm 32 ~ 40	cm 42 ~ 50	cm 52 ~ 60	cm 62 ~ 70	cm 72 ~ 80	cm 82 ~
ブ ナ 群	2938	392	526	536	511	453	258	137	125	
サワグルミ群	1722	250	296	281	264	255	205	97	40	34

3. 実験式の決定

先に調製方法として材積式を用いて直接材積を推定する方法の採用が決定されているが、従来発表されて

いる材積式は数多くあり、これらの実験式に資料をあてはめて推定の誤差の最小のものを選ぶことは表の精度をよくすることであり、理想ではあるが、各式の比較検討には相当の時間を要するので、ここでは最も普通に使用されている山本和藏、(Schumacher) 氏の式を採用することにした。

すなわち、

v ; 幹材積, d ; 胸高直径 h ; 樹高とすると

$$v = 10^a d^{b_1} h^{b_2} \quad (\text{ただし } a, b_1, b_2 \text{ は常数}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

で表わされる。

なおこの式が成立するためには、収集された資料の胸高直径および樹高に対する幹材積の値が両対数方眼紙上、あるいは各々の対数値が普通目盛方眼紙上にて、直線的傾向が認められなければならない。

今図表の横軸に資料の $\log d$, または $\log h$, 縦軸に $\log v$ をとり、実測値の分布図を検討したところ、ブナ群サワグルミ群ともに、直線的傾向が認められるので、本式を使用して差し支えないことがわかる。(第3図～6図)

4. 実験式の計算

(1)式の両辺の対数を取り一次式に変換すれば

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

今 $\log v$; Y , $\log d$; X_1 , $\log h$; X_2

とすれば

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

次に資料の胸高直径、樹高、幹材積の対数を6桁にとり、最小二乗法を用いて a , b_1 , b_2 を計算すると、次のとおりである。ただし幹材積の方は計算の便宜上実測値の1000倍を用いた。

樹群別に全資料を用いて、平方和、積和、および相関係数を求めると次のとおりである。

1) 和 お よ び 二 乗 和

区 分	本 数(n)	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2
ブ ナ 群	2938	4224.981635	3682.527884	7828.856755	6325.593051268919
サワグルミ群	1722	2463.983364	2231.707277	4649.577453	3704.903738794254

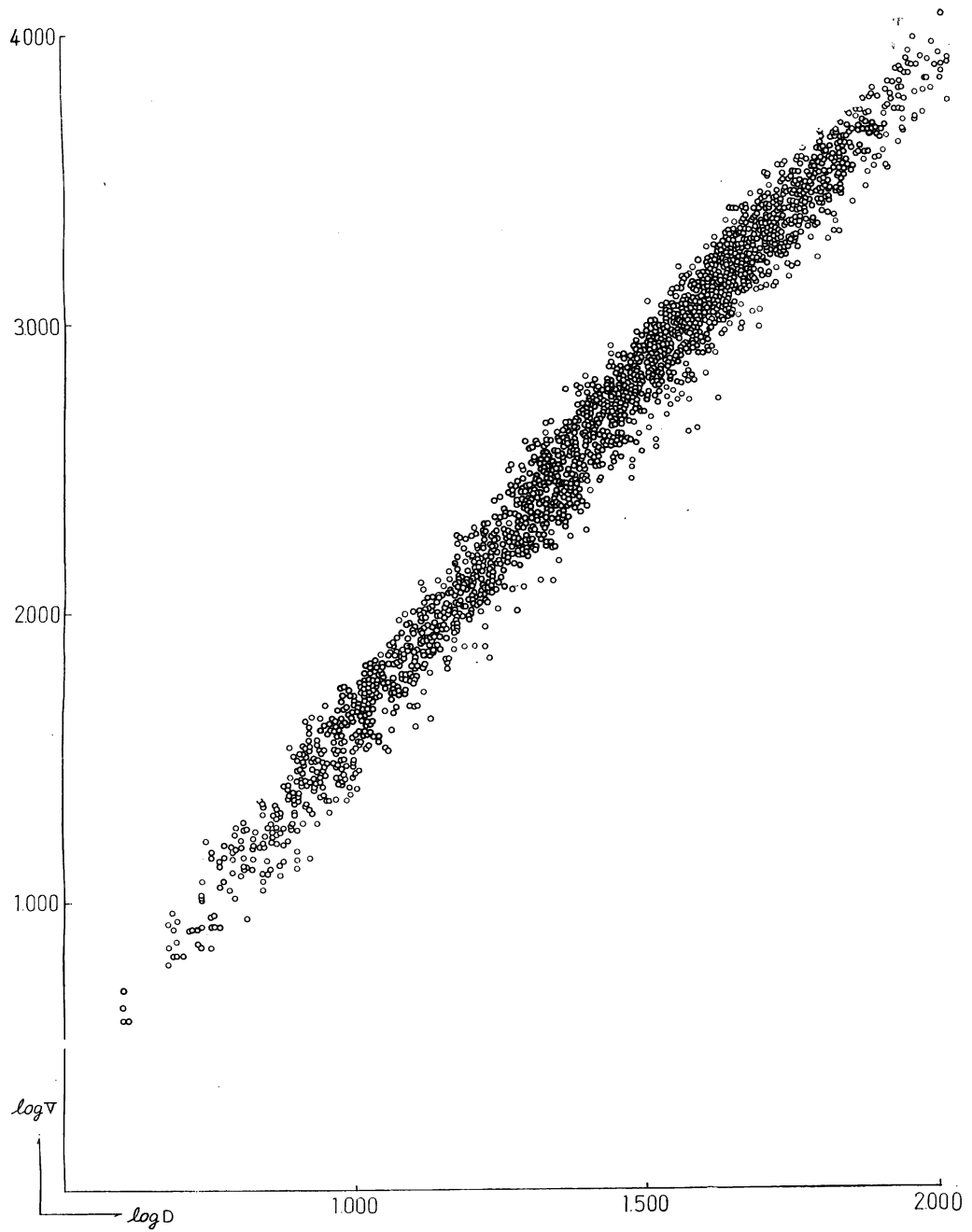
SX_2^2	SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y
4689.550791124998	22277.842190813305	5416.513968028374	11847.475252222427	10114.611483749310
2950.868754415891	13630.913897141045	3290.053096066638	7089.858729871920	6268.604466719755

2) 平 方 和 お よ び 積 和

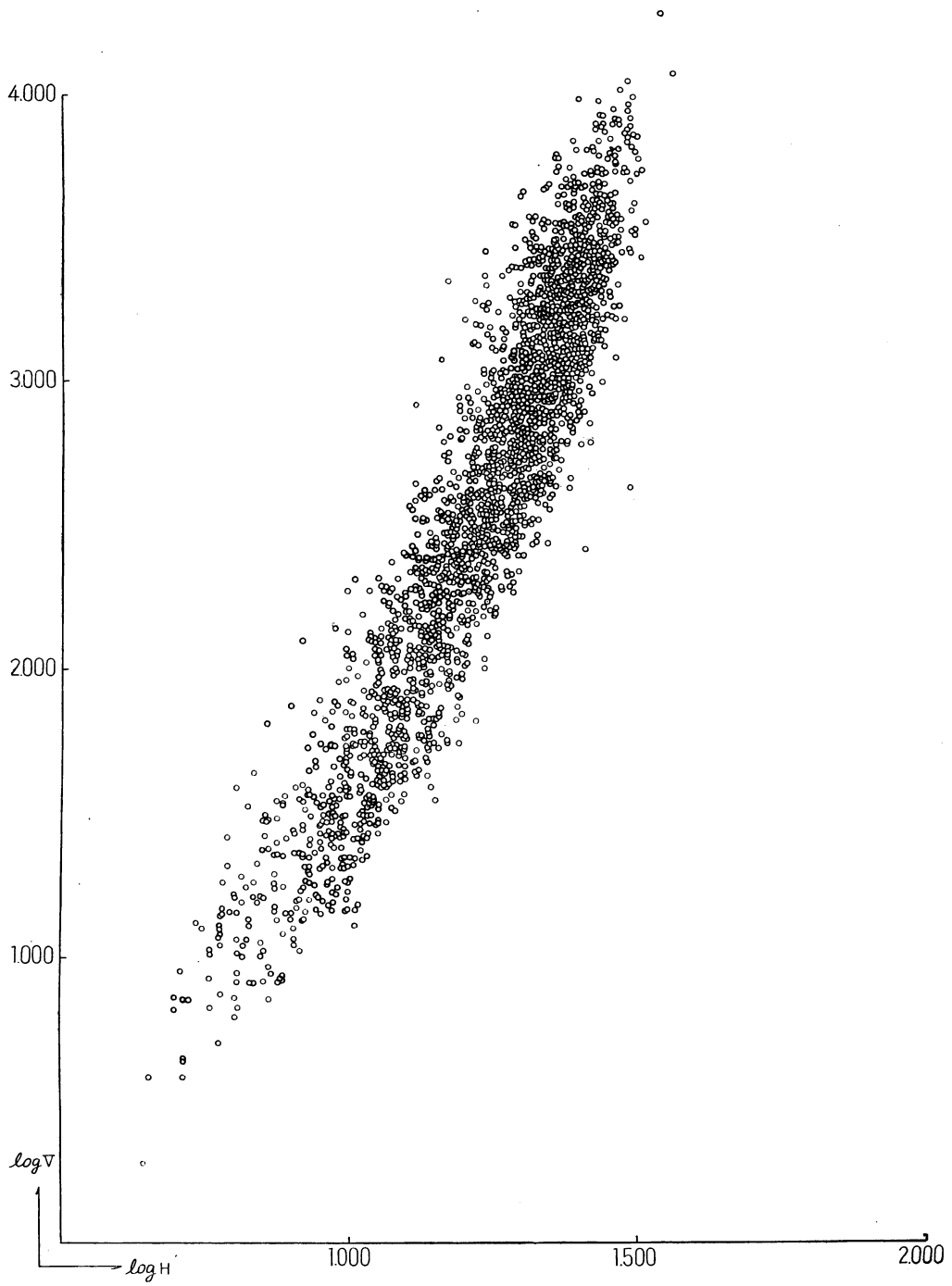
区 分	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
ブ ナ 群	249. 871534561202	73. 821854284454	1416. 372452791137	120. 866357315164	589. 212484039754	301. 819346196806
サ ワ グ ル ミ 群	179. 227770113211	58. 582244418937	1076. 575632654421	96. 737414390831	436. 849732298464	242. 764840218463

上記の値から簡略ドーリットル法を用いて回帰係数 (b_1 , b_2), を求め、 Y の推定値 (材積方程式) を計算すると次のとおりである。

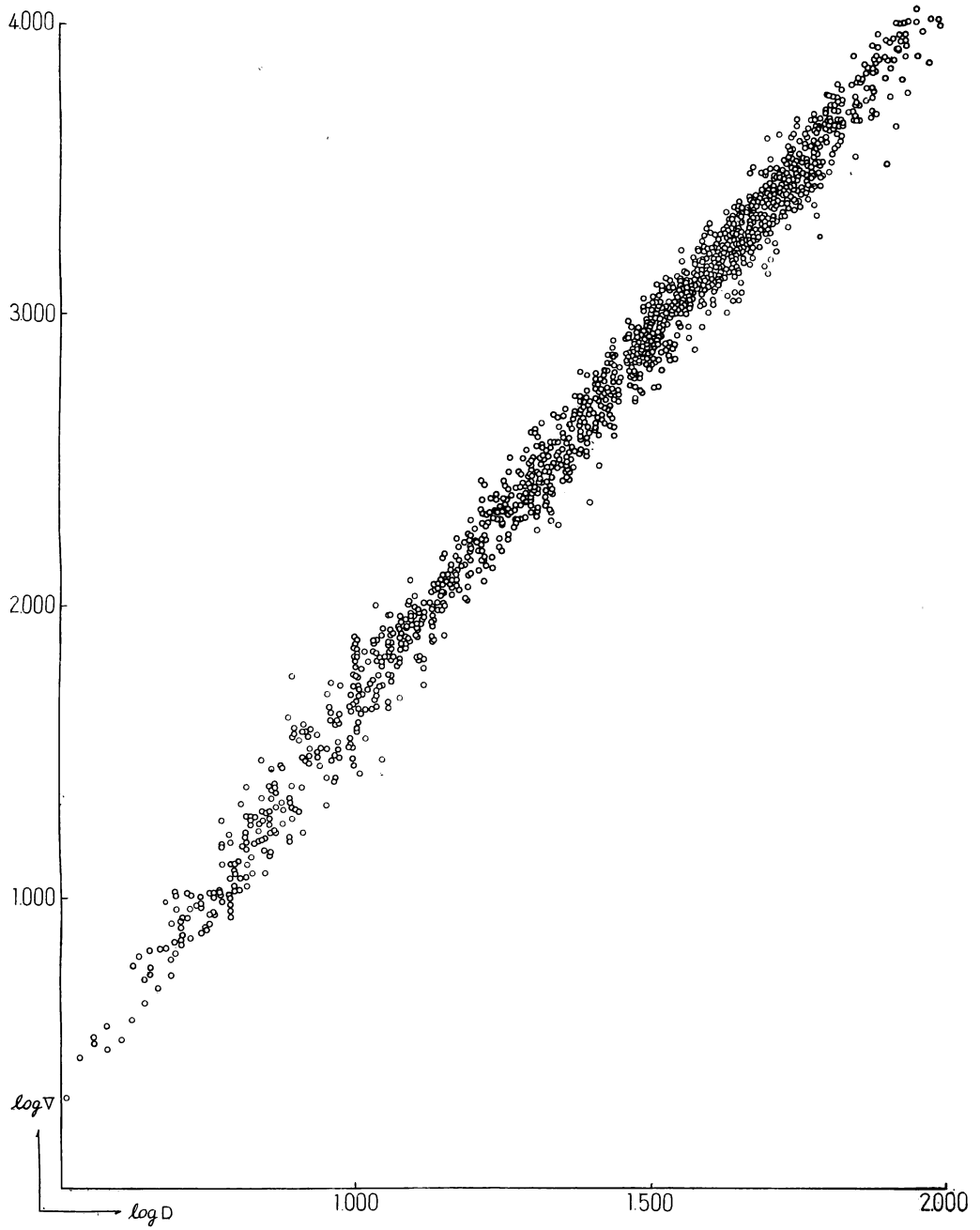
第3図 ブナ群資料胸高直径(D)に対する立木幹材積(V)



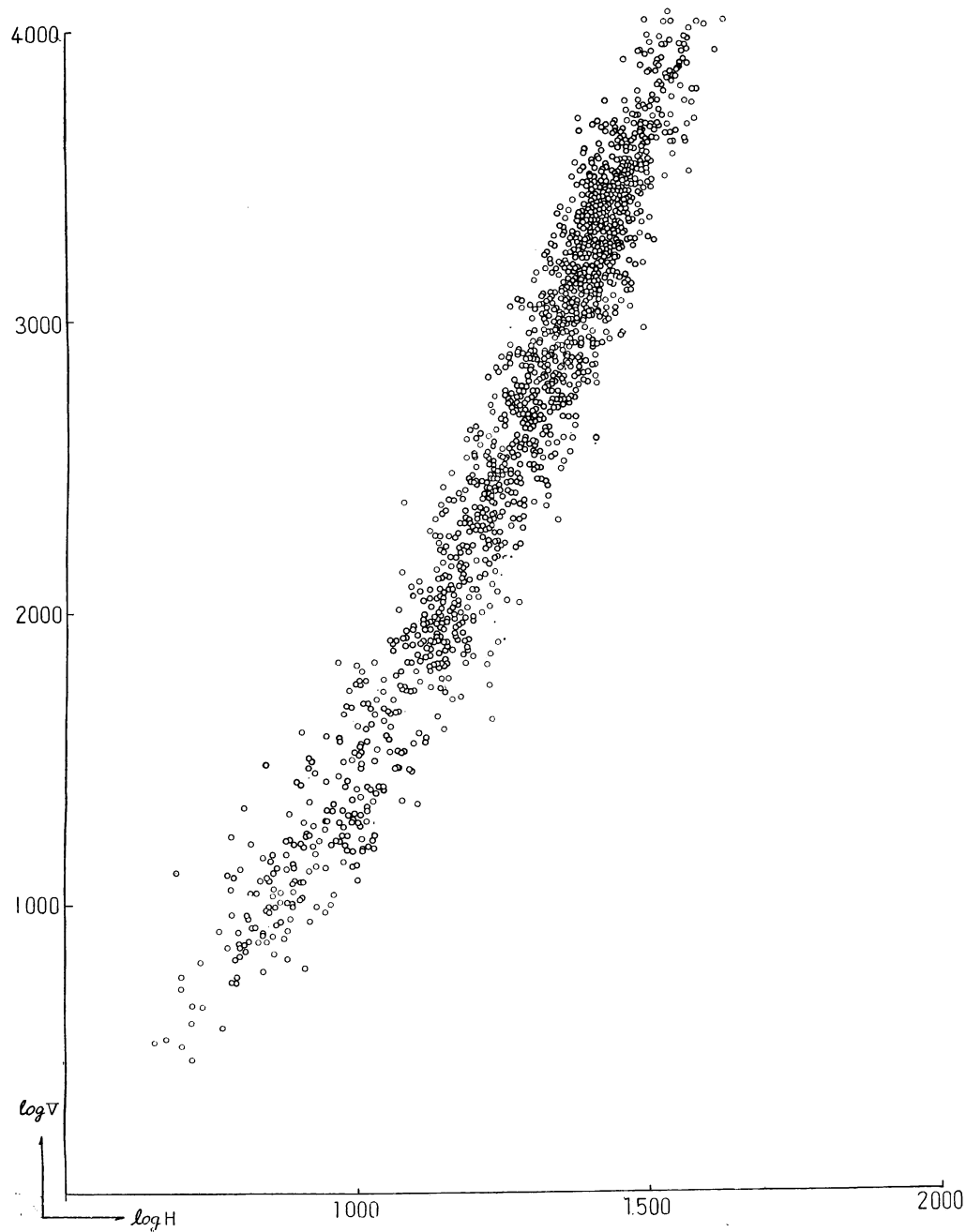
第4図 プナ群資料樹高(H)に対する立木幹材積(V)



第5図 サワグルミ群資料胸高直径(D)に対する立木幹材積(V)



第6図 サワグルミ群資料樹高(H)に対する立木幹材積(V)



簡略ドーリットル法による回帰係数の計算

1) ブ ナ 群

	b	c	G	計	check
1	249.871534561202	120.866357315164	589.212484039754	959.950375916120	
2		73.821854284454	301.819346196806	496.507557796424	
3	249.871534561202	120.866357315164	589.212484039754	959.950375916120	
4	1.	0.4837139913812781	2.3580616538593191	3.8417756452405972	3.8417756452405972
5		15.3571061638202803	16.8090237702589668	32.1661299340792471	32.1661299340792471
6		1.	1.0945436979435130	2.0945436979435130	2.0945436979435130
7		$b_1 =$	1.8286155529858384		
8		$b_2 =$	1.0945436979435130		

C乗数の計算

$$C_{22} = 1/15.3571061638202803 = 0.0651164346545897$$

$$C_{12} = -(0.0651164346545897)(0.4837139913812781) = -0.0314977305112898$$

$$C_{11} = 1/249.871534561202 - (-0.0314977305112898 \times 0.4837139913812781) = 0.0192379494488473.$$

材積式の計算

b_1, b_2 の値を $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$ に代入すると

$$\hat{Y} = -1.3368611 + 1.8286156X_1 + 1.0945437X_2 \dots\dots\dots(3)$$

2) サ ワ グ ル ミ 群

	b	c	G	計	check
1	179.227770113211	96.737414390831	436.849732298464	712.814916802506	
2		58.582244418937	242.764840218463	398.084499028231	
3	179.227770113211	96.737414390831	436.849732298464	712.814916802506	
4	1.	0.5397456785280866	2.4373998070863881	3.9771454856144747	3.9771454856144747
5		6.3686430495052327	6.9770850442155366	13.3457280937207693	13.3457280937207693
6		1.	1.0955371481775184	2.0955371481775184	2.0955371481775184
7		$b_1 =$	1.8460883656905885		
8		$b_2 =$	1.0955371481775184		

C乗数の計算

$$C_{22} = 1/6.3686430495052327 = 0.1570193198498836$$

$$C_{12} = -(0.1570193198498836)(0.5397456785280866) = -0.0847504993343941$$

$$C_{11} = 1/179.227770113211 - (-0.0847504993343941)(0.5397456785280866) = 0.0513232082736441$$

材積式の計算

$$\hat{Y} = -1.3612495 + 1.8460884X_1 + 1.0955371X_2 \dots\dots\dots(4)$$

次にブナ群，サワグルミ群別に回帰に帰因する平方和，($\hat{S}y^2$)，回帰からの偏差の平方和 ($Sdy \cdot x_1x_2^2$)，推定の誤差の分散 ($sy \cdot x_1x_2^2$)，および標準誤差 ($sy \cdot x_1x_2$)，重相関係数 (R) を求めると次のとおりである。

区 分	$\hat{S}y^2$	$Sdy \cdot x_1x_2^2$	$sy \cdot x_1x_2^2$	$sy \cdot x_1x_2$	R
ブナ群	1407.797575625901	8.574877165236	0.002921593583	0.054052	0.996968
サワグルミ群	1072.421109081906	4.154523572515	0.002416825813	0.049161	0.998069

ただし，

$$\hat{S}y^2 = b, Sx_1y + b_2 Sx_2y,$$

$$Sdy \cdot x_1x_2^2 = Sy^2 - \hat{S}y^2,$$

$$sy \cdot x_1x_2^2 = Sdy \cdot x_1x_2^2 / (n-3),$$

$$sy \cdot x_1x_2 = \sqrt{sy \cdot x_1x_2^2},$$

$$R = \sqrt{\hat{S}y^2 / Sy^2},$$

III 資料の吟味

1. 吟味の方法

算出された推定式(3)，(4)については収集した資料全部を用いているのであるが，この資料の中には調査上の誤測によって異常な値となったもの，あるいは本来著しく異常な形質をもったものなどが，資料として混入していると，推定式そのものが，歪められることになるので，これらの資料は，一般的傾向からかけはなれた異常なものとして，次の棄却式によって棄却した。

すなわち，

$$y' = t \cdot syx_1x_2^2 \{1 - [1/n + C_{11}(X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{22}(X_2 - \bar{X}_2)^2 + 2C_{12}(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2)]\}^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (5)$$

第6の1表 ブナ群棄却資料一覧表

資料番号 No	胸高直径 d	樹高 h	幹材積 v	Y	$\hat{Y}$	$Y - \hat{Y}$
405	12.7	9.4	0.0403	1.605305	1.746704	-0.141399
611	16.8	10.8	0.0679	1.831870	2.034887	-0.203017
715	17.1	9.5	0.0698	1.843855	1.987977	-0.144122
900	20.8	19.2	0.2058	2.313445	2.477999	-0.164554
976	22.3	16.4	0.1988	2.298416	2.458371	-0.159955
984	21.1	17.0	0.1839	2.264582	2.431525	-0.166943
1194	25.8	18.4	0.2966	2.472171	2.628849	-0.156678
1241	25.1	22.7	0.3540	2.549003	2.706835	-0.157832
1336	27.2	21.6	0.3860	2.586587	2.747034	-0.160447
1368	30.3	16.3	0.3412	2.533009	2.698922	-0.165913
1409	30.9	19.8	0.3823	2.582404	2.806959	-0.224555

資料番号 No	胸 高 直 径 d	樹 高 h	幹 材 積 v	Y	$\hat{Y}$	$Y - \hat{Y}$
1565	33.4	14.9	0.3723	2.570893	2.733591	-0.162698
1600	33.5	20.1	0.5330	2.726727	2.878266	-0.151539
1666	34.7	25.2	0.7161	2.854974	3.013706	-0.158732
1673	36.9	13.2	0.8222	2.914978	2.755146	0.159832
1701	35.6	19.6	0.5851	2.767230	2.914576	-0.147346
1757	35.0	25.2	0.7156	2.854670	3.020541	-0.165871
1768	37.8	14.1	0.4203	2.623559	2.765637	-0.142078
1820	37.5	22.3	0.7209	2.857875	3.017216	-0.159341
1851	38.3	25.0	0.8691	2.939070	3.088309	-0.149239
1872	39.1	13.2	0.4331	2.636588	2.801137	-0.164549
1881	39.8	18.7	0.6294	2.798927	2.980798	-0.181871
1948	40.7	25.0	0.9388	2.972573	3.136575	-0.164002
1979	42.0	19.1	1.5543	3.191535	3.033585	0.157950
2042	42.8	24.7	1.0305	3.013048	3.170792	-0.157744
2080	43.2	17.0	0.7015	2.846028	3.000592	-0.154564
2143	43.6	24.0	0.9372	2.971832	3.171833	-0.200001
2371	47.4	26.9	2.3934	3.379015	3.292419	0.086596
2363	50.0	20.0	0.9859	2.993833	3.193938	-0.200105
2471	52.9	24.5	1.3467	3.129271	3.335181	-0.205910
2490	51.8	27.5	3.2597	3.513178	3.373403	0.139775
2549	54.6	26.0	1.7719	3.248439	3.388548	-0.140109
2572	56.7	22.0	1.4207	3.152502	3.339110	-0.186608
2606	58.1	22.4	1.5979	3.203550	3.367045	-0.163495
2644	60.3	17.5	2.7988	3.446972	3.279215	0.167757
2551	54.7	27.0	1.7069	3.232208	3.407041	-0.175733
2720	63.2	25.0	1.6854	3.226703	3.486066	-0.259363
2727	64.0	25.7	4.6337	3.665928	3.509091	0.156837
2751	65.8	23.3	1.9601	3.292278	3.484607	-0.192329
2771	68.9	21.6	2.0838	3.318856	3.485157	-0.166301
2772	68.2	22.0	4.4068	3.644123	3.485767	0.158356
2773	68.1	22.4	2.2450	3.351216	3.493167	-0.141951
2778	67.6	25.0	2.3563	3.372231	3.539516	-0.167285
2814	71.0	22.6	4.8558	3.686261	3.530510	0.155751
2846	76.6	26.4	2.9683	3.472508	3.664678	-0.192170
2852	78.2	23.7	6.1278	3.787305	3.629810	0.157495
2879	83.5	27.5	4.0450	3.606919	3.752580	-0.145661
2895	87.2	27.5	4.2424	3.627612	3.787012	-0.159400

第6の2表 サワグルミ群棄却資料一覧表

資 料 番 号	胸高直径 d	樹 高 h	幹 材 積 v	Y	$\hat{Y}$	$Y - \hat{Y}$
1	3.2	3.1	0.0020	0.301030	0.109606	0.191424
178	8.4	9.4	0.0359	1.555094	1.411148	0.143946
207	9.4	11.4	0.0290	1.462398	1.593119	-0.130721
227	10.4	9.3	0.0265	1.423246	1.569545	-0.146299
702	26.4	22.9	0.3859	2.586475	2.752907	-0.166432
704	26.5	17.4	0.3023	2.480438	2.625254	-0.144816
800	29.7	19.4	0.3588	2.554852	2.768422	-0.213570
830	31.0	23.4	0.5295	2.723866	2.891917	-0.168051
834	31.2	24.2	1.1184	3.048597	2.913113	0.135484
934	34.8	23.3	0.6999	2.845036	2.982629	-0.137593
938	34.9	21.2	0.6441	2.808953	2.939991	-0.131038
957	35.7	23.9	0.6840	2.835056	3.015198	-0.180142
984	36.7	24.5	1.6569	3.219296	3.049144	0.170152
1104	41.2	26.9	2.2422	3.350674	3.186338	0.164336
1254	47.2	25.1	2.4556	3.390158	3.262389	0.127769
1359	51.3	32.0	3.9875	3.600701	3.444724	0.155977
1420	53.3	27.1	1.6319	3.212694	3.396411	-0.183717
1563	61.8	26.2	2.3485	3.370791	3.498874	-0.128083
1580	62.6	28.9	2.1439	3.331205	3.555853	-0.224647
1590	63.0	32.8	1.8426	3.265431	3.621188	-0.355757
1684	78.6	29.3	7.7017	3.886587	3.744876	0.141711
1693	82.9	27.4	3.2576	3.512898	3.755680	-0.242782
1709	88.0	31.7	10.5271	4.022309	3.872903	0.149406
1713	88.9	35.3	5.7391	3.758844	3.932240	-0.173396
1722	113.4	37.8	9.8348	3.992766	4.159947	-0.167181

第7表の1表 ブナ群棄却済資料直径階(D)樹高階(H)別本数

Hm \ Dcm	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
4	1																			
5	5	5																		
6	2	8	10	3																
7	3	13	13	5	2	2														
8	2	16	17	17	1		1	1												
9		14	41	16	9	3	1													
10		7	22	27	10	6	3		1	3	1									1
11		2	32	29	10	11	6	5		2	1									
12			6	31	24	18	14	11	4	3	2	2								
13			4	15	20	21	14	13	10	7	6	1	3	1	1					
14			2	19	6	23	24	7	11	21	5	3	3	5		1				
15				4	9	11	18	19	19	11	9	9	4	4	2	3	1	2		
16				1	7	12	8	9	9	11	19	6	3	3	3	1	3	3	2	2
17					2	2	7	14	14	15	12	15	14	9	1	6	6	5	3	1
18						1	8	9	11	15	8	6	17	7	6	10	4	3	2	4
19							3	4	10	13	8	8	13	15	11	9	11	4	4	6
20							2	2	5	11	9	15	8	15	10	14	9	11	12	11
21								2	3	5	12	8	18	11	20	20	5	11	10	9
22								1	3	3	6	13	6	6	15	13	11	14	11	13
23								1	1	2	7	8	8	7	17	9	7	16	15	11
24									1			3	2	6	10	14	17	9	11	14
25									2	1		1	2	5	4	2	11	6	9	15
26								1		1	1		1	3	3	4	5	9	8	9
27											1		1		2	2	2	4	2	10
28															1			3	2	3
29															1			1		2
30																				
31																				1
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				
計	13	65	117	167	100	110	109	99	104	124	167	98	103	97	107	108	92	101	91	112

第7表の1表 プナ群棄却済資料直径階(D)樹高階(H)別本数

	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15			1		1					1									
16				1															
17		2	1		1			1											
18	3	2		1	1	2						1							
19	3	5	2	1	1	1	1	1				1							
20	9	3	8	1	3	2	4	2	2	1	1	1			1				1
21	10	8	5	6	5	4	3	3	3	1	5		2	3					1
22	11	12	9	6	10	6	4	1	3	4	5	4		1	2			2	
23	15	10	15	10	19	9	3	7	2	2	5	3	2					1	
24	15	11	13	7	9	9	4	5	3	1	2	2	2	2	2	2	2		2
25	14	11	9	11	10	12	4	4	6	4	6	3	3	6			1	5	
26	9	11	6	4	6	5	2	3	2	2	7	4	3	1	3	2	3	1	1
27	5	13	6	4	5	3	2	5	6	2	5	2	4	4	1		1		
28	2	2	5	3	3	4	1	3	1	3	3	1	1	1	1	2	2		
29	3	1		2	2	2	3	6	2	1	1	3	5					1	3
30		3	1	1	3	1	2	2	1				1		1	1			
31			1				1							1	2				
32					1			2	1			1				1	1	1	
33				1			1											1	
34																			
35																			
36																			
37																			
計	99	95	81	60	79	60	35	45	32	22	40	26	23	19	13	8	10	12	8

[illegible]

第7の2表 サワグルミ群棄却済資料直径階(D)樹高階(H)別本数

Dcm Hm	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
4	1																								
5	10																								
6	6	10	2	1																					
7	3	26	3		1																				
8	2	25	12	5	1																				
9	1	10	8	2	2																				
10		20	15	10	4	2																			
11		5	11	13	3	1																			
12			8	8	8	8	1					1													
13		1	5	4	20	11	5																		
14			1	10	22	9	9	4	3	4															
15				2	15	12	8	7	4	3	1														
16				1	9	6	7	6	4	5	5	3	3												
17			1	2	3	3	7	14	15	9	5	3	2	1											
18				1	2	2	8	3	7	12	5	4	3	2	1	1		1							
19				1		1	2	6	8	6	5	7	9	4	4	3	1				1	1			
20							1	5	2	6	9	5	10	5	7	2	2	1		1	2	1			
21									7	10	7	3	9	6	8	7	5	2	1	3	1			1	
22							2	2	1	5	2	6	5	10	8	6	6	3	6	3		2	1	3	
23									1	1	4	8	5	9	7	10	7	7	8	7	4	3	2	2	3
24									1	2	2	6	8	7	7	6	8	5	10	8	2	8	7	5	3
25												2	8	2	4	2	5	5	5	9	7	9	8	3	9
26									1			2	4	4	5	6	8	6	7	13	3	7	11	8	6
27														1	6	1	3	4	9	2	10	6	10	9	16
28														1	1	3	2	3	4	8	8	6	5	2	5
29													1	1	2		1	2	6	3	2	5	4	2	7
30																3	1	1	1	1	2	4	2	7	3
31																			2	1					
32																					2				3
33																									1
34																									1
35																									
36																									
37																									
38																									
39																									
40																									
41																									
42																									
43																									
44																									
計	23	97	66	60	90	55	50	47	54	63	45	50	67	53	60	50	49	40	59	59	46	52	53	43	59

第7の2表 ザワグルミ群棄却済資料直径階(D)樹高階(H)別本数

Dcm Hm	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	計
4																										1
5																										10
6																										19
7																										33
8																										45
9																										23
10																										51
11																										33
12																										34
13																										46
14																										62
15																										52
16																										49
17																										65
18																										52
19																										59
20																										59
21																										70
22					1																					72
23	2	2		1																						93
24	2	1	2		1									1												102
25	5	1	1	2	2		1	1									1									92
26	7	4	4	4	2	1	2			1	1															117
27	11	8	5		3	1	3	2		1	1	1														113
28	7	8	6	4	3	3		1	1	2																83
29	2	5	5	5	4	2	2	2	1				1													65
30	9	3	2	5	6	3	1	1			1	1														57
31	1	2	1	1	7	3	3	1	3	1		2				1	2					1				40
32	1	1	3	1	2	1	3	3	1	1	1		1					1			1					26
33		1			2	2	2	1	1		1		1				1	2								15
34					1	1	1		1			2	1		2		1	3		1					1	16
35		3		1	1	1					2	2				2	1			1			1			15
36			1									2	3													6
37	1	1				1				1		1	1	2	2	1										11
38			1					1		1				1						1						5
39					1			1												1						3
40																	1									1
41																										
42													1													1
43																	1									1
44																										
計	48	40	31	25	35	19	18	14	8	8	7	11	9	4	4	5	9	4	2	2	1	1	1		1	1,697

4

[illegible]

[illegible]

60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88
	1.7468			2.9016 2.9079										
2.2774	1.9703	2.8852	2.3920			3.4757				4.5178		3.4624	5.4998	
2.5171	3.1526	2.8887		2.6755	3.3603					3.7049				
2.3192	2.3979	3.0113	3.0897		3.1355	3.0551			4.6552					
2.4115	2.6318	2.9701	2.8590	3.9450	3.6162				3.3146			3.5250	5.9932	
2.4622	2.5268	3.7708	3.1806	3.1521	3.6071	3.9815	4.4806	4.3799		4.5637	5.5409			4.6976
2.8023	3.2157	2.9255	3.3059	3.1191	3.8725			5.0628	4.5789		3.9241	5.6698	5.5022	
2.5979	3.6038	3.4191	3.5179	3.3902	3.9922	4.0510	3.9006	4.7199	4.7862	4.3528	3.7472			5.0448
3.0598	3.3045	3.8290	3.5721	4.0869	4.4386	4.5710		5.3127			4.8610	6.3778		6.7193
2.5061	2.9344	3.7960	3.6722	3.4565		4.1603	5.0811	4.4497			5.0758	5.2923	7.2441	5.4601
3.3275	3.2183	3.5324	4.1456	4.0795					5.2978	5.6862	6.4997	6.0879	6.5403	6.9412
3.7610				4.5324		3.5176	5.4739					5.6893		
					4.9077	5.3025								7.2212
4.0359		3.9051					5.2500	5.9212	6.3073	5.4009				

第8の1表 プナ群棄却済資料平均材積表

[illegible]

[illegible]

[illegible]

32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58
0.5456	0.5428		0.7364										
0.7044	0.7624	0.7630				1.0911	1.1656						
0.6733	0.7235	0.7208	0.8900		1.0996	1.0538	1.0931						
0.7486	0.7918	1.0225	1.0452	1.2171	1.2311	1.3481			1.4268				
0.7845	0.8578	0.9707	1.1463	1.1494	1.3998		1.5127	1.6380	1.8757				
0.8070	0.9261	1.0458	1.0659	1.2586	1.3611	1.4325	1.4270	1.9288	2.1663	1.8284	2.2124	2.1314	
0.8337	1.0450	1.0352	1.2691	1.2660	1.4248	1.6336	1.5569	1.7794	1.9393	2.0743	2.2159	2.2568	2.7118
0.9369	0.9221	1.0999	1.2199	1.3772	1.4311	1.5478	1.7926	1.8692	2.0982	2.0778	2.6207	2.6446	3.1031
0.9463	1.2113	1.1449	1.2898	1.4868	1.4555	1.4128	1.6827	2.0201	2.3256	2.2219	2.4666	3.0920	2.7179
0.9908	1.2321	1.3046	1.3818	1.5359	1.7624	1.7510	1.7631	2.0327	2.2941	2.3467	2.5920	2.5394	2.7697
1.0292	1.1964	1.2396	1.4882	1.5007	1.7076	1.8745	2.0382	2.1470	2.2067	2.4465	2.8772	2.7719	2.8272
1.0169		1.3391	1.3443	1.6247	1.7347	1.7977	2.1652	2.2125	2.5680	2.5783	2.9100	2.7229	3.0726
	1.1892	1.3080	1.5723	1.2958	1.8755	2.0715	2.0774	2.3555	2.5444	2.7044	2.8320	3.1229	3.7257
				1.7341	1.5362	1.9868		2.3443	2.6984	3.1929	2.6894	3.1310	3.1709
						2.0526				2.9093	2.9161	3.2518	3.3776
										2.9832		3.4201	
										3.0718			
												3.9141	
													4.3816
											4.1252	4.0326	4.6749

[illegible]

[illegible]

2. 吟味の結果

(5)式を用いてブナ群, サワグルミ群別に個々の資料の推定値($\hat{Y}$)および棄却限界(y')を計算し, 実測値との偏差($Y - \hat{Y}$)の絶対値が y' を越えたものを棄却木として, 資料から除外した。この結果棄却された資料は第6の1, 6の2表のとおりであり, ブナ群48本, サワグルミ群25本である。

又, 棄却済資料の直径階樹高階別本数, およびその平均材積表は第7の1, 7の2表, 第8の1, 8の2表のとおりである。

IV 材積式の計算

1. 材積式の計算

ブナ群, サワグルミ群ごとに, 吟味の結果棄却された資料を除いて, 再び材積式を計算すれば, 次のとおりである。

第10表 棄却済資料による樹群別平方和, 積和, および相関係数

1) 和および二乗和

区 方	本 数(n)	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2
ブ ナ 群	2890	4147.057045	3619.717892	7687.084693	6197.254403007337
サワグルミ群	1697	2425.188546	2198.421362	4577.038058	3641.470306625692

区 分	SX_2^2	SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y
ブ ナ 群	4606. 705322000680	21847. 012110249165	5313. 772859785990	11612. 788166686738	9926.919366867087
サワグルミ群	2905. 208567498458	13400. 946878207104	3236. 415380915192	6969. 513525929255	6167.128520377962

2) 平方和および積和, 相関係数

区 分	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_1y
ブ ナ 群	246.360930867499	73.017565023198	1400.205509088298	119.594110674866	582.068882390060
サワグルミ群	175.625000998353	57.208281760134	1056.057435437268	94.643839133153	428.452669790372

区 分	Sx_2y	rx_1x_2	rx_1y	rx_2y
ブ ナ 群	298.864695389085	0.8916824	0.9910432	0.9346845
サワグルミ群	237.689368112673	0.9442125	0.9948690	0.9670224

上記の値から簡略ドーリットル法で回帰係数, (b_1, b_2)を求め材積式を計算すれば次のとおりである。

1) ブ ナ 群

$$b_1 = 1.8336772668538122$$

$$b_2 = 1.0897062010997680$$

C乗数の計算

$$C_{22} = 1/14.9614793534917607 = 0.0668383103283578$$

$$C_{12} = -(0.0668383103283578)(0.4854426805977107) = -0.0324461685324197$$

$$C_{11} = 1/246.360930867499 - (-0.0324461685324197)(0.4854426805977197) \\ = 0.0198098401936400$$

材 積 式

$$\hat{Y} = -1.3362313 + 1.8336773X_1 + 1.0897062X_2 \dots\dots\dots(6)$$

2) サワグルミ群

$$b_1 = 1.8492406158873320$$

$$b_2 = 1.0954731520674985$$

C乗数の計算

$$C_{22} = 1/6.2049722373278112 = 0.1611610756264484$$

$$C_{12} = -(0.1611610756264484)(0.5388973016093567) = -0.0868492687795545$$

$$C_{11} = 1/175.625000998353 - (-0.0868492687795545)(0.5388973016093567) \\ = 0.0524967867376160$$

材 積 式

$$\hat{Y} = -1.3647794 + 1.8492406X_1 + 1.0954732X_2 \dots\dots\dots(7)$$

次に樹群別の回帰に帰因する平方和，回帰からの偏差の平方和，推定の誤差の分散および標準誤差，重相関係数を示すと，

区 分	$\hat{S}y^2$	$Sdy \cdot x_1x_2^2$	$sy \cdot x_1x_2^2$	$sy \cdot x_1x_2$	R
ブ ナ 群	1393.001189237171	7.204319851127	0.002495434656	0.049954	0.997424
サワグルミ群	1052.694400261068	3.363035176200	0.001985262796	0.044556	0.998407

回帰係数，重相関係数および偏相関係数の有意性の検定

1) 樹群別回帰係数の有意性の検定を行えば次の通りである。

区 分	本 数	b_1	b_2	sb_1	sb_2	tb_1	tb_2
ブ ナ 群	2890	1.833677266854	1.089706201100	0.007030875638	0.012914657574	260.8035**	84.3775**
サワグルミ群	1697	1.849240615887	1.095473152067	0.010208759832	0.017886961644	181.1425**	61.2442**

回帰係数はきわめて有意であり $b_1 = 0$ ， $b_2 = 0$ という帰無仮説は捨てられる。

2) 樹群別重相関係数の有意性の検定

i ブ ナ 群

変 動 因	記 号	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	R^2Sy^2	2	1393.001189237171	696.500594618586
回帰からの偏差	$(1-R^2)Sy^2$	2887	7.204319851127	0.00249543465574
全 体	Sy^2	2889	1400.205509088298	

$$F = 279109.93^{**} \quad d \cdot f = 2 \cdot 2887$$

ii サワグルミ群

変 動 因	記 号	自 山 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	$(1-R^2)Sy^2$	2	1052.694400261068	526.347200130534
回帰からの偏差		1694	3.363035176200	0.00198526279587
全 体	Sy^2	1696	1056.057435437268	

$$F=265127.22^{**} \quad d \cdot f=2 \cdot 1694$$

この結果ブナ群、サワグルミ群とも重相関係数は著しく有意である。

3) 相関係数と偏相関係数

区 分	rx_1x_2	rx_{1y}	rx_{2y}	$ry \cdot x_1x_2$	$ry \cdot x_2x_1$
ブ ナ 群	0.8916824	0.9910432	0.9346845	0.9794303	0.8434967
サワグルミ群	0.9442125	0.9948690	0.9670224	0.9751440	0.8299830

偏相関係数は両樹群とも極めて有意である

したがって、胸高直径階および樹高階が変わっても、胸高直径対材積、樹高対材積の相関は胸高直径階および樹高階を通じての相関と大体同じであると云うことが云える。

2. 樹種群間の材積式の比較

前述Ⅱの2, による樹種区分により、ブナ群サワグルミ群毎にそれぞれ資料を吟味し、材積式を計算したのであるが、この両群が果して、羽状形、あるいは帚状形として異った幹曲線を有し、同一視することが出来るかどうかについては、単に経験上の観念だけでは判断しかねる問題である。

今、若し両樹群が同一材積式によって、推定できることが、確認されれば、それだけ計算の手間が少くなり、かつ材積表使用上も表の数が少くなるので、ここに樹種群間の材積式を比較検討することとした。

なお、この検討に当っては胸高直径52cm以上の資料が少く、一方管内の現況からも将来の期待径級は中、小径木にあるので50cm以下の資料についてのみ比較検討した。

樹種群間の分散の一様性の検定

1) 平方和および積和(50cm以下)

区 分	本 数	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2	Sx_1x_2	Sx_{1y}	Sx_{2y}
ブ ナ 群	2389	159.664417836167	58.704296224238	957.808265453799	86.143098699959	386.946606282676	222.053824059869
サワグルミ群	1308	110.335019557108	41.029052685047	683.011487276949	62.811786065756	272.889373951146	161.480443492490

2) 回帰係数と推定の誤差の平均平方

区 分	b_1	b_2	$sy \cdot x_1x_2^2$
ブ ナ 群	1.837281575180	1.086542213979	0.002350185053
サワグルミ群	1.811347391499	1.162748723766	0.000730154804

$$F=3.2187^{**} \quad d \cdot f \quad 2386 \cdot 1305$$

このFの値は $F_{0.025}=1.09$ より大きいので二群の分散は一様であるとは云えない。したがってブナ群、サワグルミ群は込みにして材積推定ができないので樹群ごとに別々の材積表を調製することとした。

V 10 cm 直径級ごとの回帰係数の差の検定

樹種群間の材積式の比較により、両群は分散が一樣でなく、管内の広葉樹材積表はブナ群、サワグルミ群の二本立の材積表を調製することとした。

前掲第3，4図のとおり、樹高または胸高直径に応ずる幹材積の関係は、直線の関係で示されているが、厳密に云ってこの関係は、ある限られた範囲についてのみ云えることであり、回帰係数はそれぞれ樹高、胸高直径の函数として変化するものであるから、材積式も別々に求める必要がある。

したがって資料を10cm直径級に区分し、直径級ごとの材積式を求め、それぞれの直径級間について、更に統計的な検定を行い、差のない直径級は一括して材積式を計算することとした。検定に必要な直径級別平方和、積和、相関係数、回帰係数および回帰に帰因する平方和等を一括表示すると第9～12表のとおりである。

第9表 10cm直径級別和および二乗和

1) ブ ナ 群

直 径 級	本 数	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2
4～10cm	392	359.102793	381.505614	552.148181	332.712008087289
12～20	522	623.822683	597.600806	1094.822142	748.825269847773
22～30	529	744.502305	665.007609	1379.683905	1049.104483494797
32～40	499	774.867621	664.726798	1480.245972	1203.857419738103
42～50	447	740.265859	610.813775	1428.110122	1226.255036307347
52～60	251	436.811331	347.330282	844.715796	760.304658601319
62～70	130	236.095588	180.944187	457.172657	428.818540097822
72～	120	231.588865	171.788821	450.185918	447.376986832887
4～	2890	4147.057045	3619.717892	7687.084693	6197.254403007337

直径級	SX_2^2	SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y
cm					
4～10	375.838011318682	804.997405669015	352.191268124356	515.301269334006	546.789637038048
12～20	688.356141330318	2320.545649200566	716.125139554116	1316.555956533518	1261.341403017317
22～30	839.313508093807	3611.877824969869	936.646411681592	1944.974623523662	1739.593082038044
32～40	887.261987410338	4397.771051100056	1032.378497272123	2299.923812763222	1974.437861901006
42～50	836.115056183181	4567.006255923478	1011.614217373579	2365.709802961393	1953.211304085882
52～60	481.366537569092	2844.943104058128	604.499054212691	1470.314183370004	1169.810622968670
62～70	252.196818189549	1608.658859067871	328.634515979792	830.368842165591	636.690190905095
72～	246.257261905713	1691.211960260182	331.683755587741	869.639676035342	645.045264913025
4～	4606.705322000680	21847.012110249165	5313.772859785990	11612.788166686738	9926.919366867087

2) サワグルミ群

直径級	本数	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2
4~10	246	208.107324	234.779538	307.583409	179.402643532464
12~20	296	349.202387	349.948061	623.351225	414.241952517477
22~30	278	392.403687	363.680560	743.147432	554.609655161875
32~40	258	400.754152	355.796037	779.944632	622.840659773600
42~50	253	419.768761	357.332015	822.176551	696.667157330149
52~60	203	353.286163	293.119358	697.248165	614.925438311213
62~70	94	170.165191	138.801781	339.117393	308.074198797901
72~80	39	73.252916	58.973184	147.132288	137.597177321304
82~	30	58.247965	45.990828	117.336963	113.111423879709
4~	1697	2425.188546	2198.421362	4577.038058	3641.470306625692

直径級	SX_2^2	SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y
4~10	227.630819801896	409.668617433619	201.215851946237	268.953583272014	301.997050996922
12~20	415.576659732393	1328.237154309393	414.179184885638	740.988994427156	741.432401592064
22~30	476.916093123392	1992.945840351420	513.764888211549	1050.822084875801	974.306584876853
32~40	491.323180692601	2361.106817321746	552.845215886883	1212.322873756549	1076.665808868182
42~50	505.163812612609	2674.007491524467	592.910146264616	1364.579121857892	1161.865132913026
52~60	423.608741018932	2396.340016698419	510.148490664244	1213.651725950002	1007.259698483850
62~70	205.135478913223	1224.067370010803	251.279805932703	613.966178176258	500.995374119414
72~80	89.295209454984	555.424028490796	110.777466978258	276.381322412168	222.652105539753
82~	70.558572148428	459.149542066441	89.294330145064	227.847641201415	179.954362987898
4~	2905.208567498458	13400.946878207104	3236.415380915192	6969.513525929255	6167.128520377962

第10表 直径級別平方和および積和

1) プナ群

直径級	本数	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2
4~10cm	392	3.745640892389	4.545833988281	27.273901124095
12~20	522	3.318105431454	4.205330349763	24.309015841432
22~30	529	1.309243135037	3.330294430486	13.526827396997
32~40	499	0.611267284797	1.767566610072	6.732699151710
42~50	447	0.318700734622	1.454054550629	4.369744606129
52~60	251	0.128806449958	0.735761496584	2.135231500703
62~70	130	0.040642612701	0.344519658080	0.913949002951
72~	120	0.431966899652	0.328936734296	2.317287214326
4~	2890	246.360930867499	73.017565023198	1400.205509088298

直 径 級	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
4～10cm	2.702157071856	9.490162326431	9.423231906956
12～20	1.954759933651	8.174948812738	7.957122393090
22～30	0.730158859213	3.239562193036	5.187987822858
32～40	0.163522159483	1.337290080912	2.575807351993
42～50	0.060338538215	0.651265581248	1.736282308409
52～60	0.045656694662	0.268640870066	0.904743946620
62～70	0.018175787892	0.088478535304	0.361462139750
72～	0.147271628756	0.822627796983	0.571030879503
4～	119.594110674866	582.068882390090	298.864695389085

2) サワグルミ群

直 径 級	本 数	Sx_1^2	Sx_2^2	Sy^2
4～10cm	246	3.351187018476	3.559960194199	25.085066652882
12～20	296	2.274698846876	1.848127983543	15.511648535742
22～30	278	0.722412100026	1.147928656077	6.369920609713
32～40	258	0.344960761045	0.661087882890	3.302053811609
42～50	253	0.201494438943	0.475397814347	2.172388701322
52～60	203	0.092369506964	0.362642327641	1.487782236019
62～70	94	0.029600626981	0.178729883734	0.656665381905
72～80	39	0.007697769944	0.119916349911	0.349408692977
82～	30	0.017242991668	0.053363477575	0.217445864329
4～	1697	175.625000998353	57.208281760134	1056.057435437268

直 径 級	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2y
4～10cm	2.600643071699	8.748867199707	8.443023917715
12～20	1.332231415295	5.597995409000	4.471075542318
22～30	0.421029815057	1.851608971550	2.118548069940
32～40	0.183436457055	0.826557461541	1.079726910727
42～50	0.037350999069	0.452512622622	0.639822025357
52～60	0.025272492602	0.212667469012	0.476769954401
62～70	0.011491304988	0.072816992566	0.249649476042
72～80	0.009320983270	0.025703598019	0.168528807317
82～	-0.001407843770	0.026330733738	0.073560208719
4～	94.643839133153	428.452669790372	237.689368112673

第11表 直径級別相関係数および回帰係数

1) プ ナ 群

直径級	rx_{1x_2}	rx_{1y}	rx_{2y}	b_1	b_2
4~10cm	0.6548483	0.9389381	0.8462905	1.817676770160	0.992465580518
12~20	0.5232970	0.9102407	0.7869956	1.857767629517	1.028607102203
22~30	0.3496761	0.7698005	0.7729647	1.829260516875	1.156755695649
32~40	0.1573161	0.6591973	0.7466737	1.843520878125	1.286712944220
42~50	0.0886366	0.5518723	0.6888140	1.831819168427	1.118082548423
52~60	0.1483089	0.5122486	0.7218296	1.686851270669	1.124994848273
62~70	0.1536015	0.4590776	0.6441616	1.749052866189	0.956902510817
72~	0.3906948	0.8222203	0.6540538	1.548957963864	1.042490185914
4~	0.8916824	0.9910432	0.9346845	1.833677266854	1.089706201100

2) サワグルミ群

直径級	rx_{1x_2}	rx_{1y}	rx_{2y}	b_1	b_2
4~10cm	0.7529374	0.9542120	0.8934450	1.778357937075	1.072525944498
12~20	0.6497581	0.9424137	0.8350587	1.806971891859	1.116681766526
22~30	0.4623415	0.8631569	0.7834547	1.891904051500	1.151639564038
32~40	0.3841238	0.7744549	0.7307894	1.792001260538	1.136019231169
42~50	0.1206819	0.6839595	0.6295958	2.025803109188	1.186703510850
52~60	0.1380844	0.5736765	0.6490826	1.980409041926	1.176696841527
62~70	0.1579866	0.5222882	0.7287189	1.966819846548	1.270342399297
72~80	0.3067892	0.4956152	0.8233189	1.807478428060	1.264892829386
82~	-0.0464116	0.4300125	0.6828814	1.643127852764	1.421824054158
4~	0.9442125	0.9948690	0.9670224	1.849240615887	1.095473152067

第12表 直径級別の回帰に帰因する平方和など

1) プ ナ 群

直径級	$\hat{S}y_2$	$Sdy \cdot x_1x_2^2$	$sy \cdot x_1x_2^2$	R
4~10cm	26.602280930694	0.671620193401	0.001726530060	0.987611
12~20	23.371907883894	0.937107957538	0.001805603001	0.980536
22~30	11.927237674731	1.599589722266	0.003041045099	0.939014
32~40	5.779646845897	0.953052305813	0.001921476423	0.926523
42~50	3.134307723635	1.235436882494	0.002782515501	0.846921
52~60	1.470989471978	0.664242028725	0.002678395277	0.830008
62~70	0.500637664862	0.413311338089	0.003254419985	0.740118
72~	1.869509965169	0.447777249157	0.003827155976	0.898202
4~	1393.001189237171	7.204319851127	0.002495434656	0.997424

2) サワグルミ群

直 径 級	$\hat{S}_y^2$	$S_{dy} \cdot x_1 x_2^2$	$sy \cdot x_1 x_2^2$	R
4～10cm	24.613979626780	0.471087026102	0.001938629737	0.990566
12～20	15.108188889686	0.403459646056	0.001376995379	0.986909
22～30	5.942870290728	0.427050318985	0.001552910251	0.965898
32～40	2.707782547985	0.594271263624	0.002330475544	0.905555
42～50	1.675980521632	0.496408179690	0.001985632719	0.878346
52～60	0.982182278034	0.50559957985	0.002527999790	0.812506
62～70	0.460358220523	0.196307161382	0.002157221554	0.837290
72～80	0.259629578863	0.089779114114	0.002493864281	0.862006
82～	0.147854436174	0.069591428155	0.002577460302	0.824597
4～	1052.694400261068	3.363035176200	0.001985262796	0.998407

以上に掲げた、第9表～第12表までの数値にしたがって、樹群ごとに10cm直径級別の回帰係数の差の検定を行えば次のとおりである。

1. ブ ナ 群

1) 4 cm以上の径級を一括した場合の回帰係数の差の検定

分散の一樣性の検討 (Bartlett の検定) 第13表より

$$s^2 = q^2 / f = 0.0024152609$$

$$\log s^2 f = -7500.42500404$$

$$\chi^2 = [\log s^2 \cdot f - \sum f \log sr^2] / M = 93.60163121$$

$$\text{補正項 } C = 1 + \frac{1}{3(K-1)} \left[\frac{1}{f_i} - \frac{1}{f} \right] = 1.00146530$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 93.46467742^{**} \quad d \cdot f = 7$$

2) 12cm以上の径級を一括した場合の回帰係数の差の検定

分散の一樣性の検討 (Bartlett の検定) (1)と同様にして

$$\chi^2 = 71.53076687$$

$$\text{補正項 } C = 1.00187639$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 71.39679863^{**} \quad d \cdot f = 6$$

第13表 χ^2 の 計 算 表

直径級	$S_{dy} \cdot x_1 x_2^2$	$fr = n-3$	$sy \cdot x_1 x_2^2 = sr^2$	$\log sr^2$	$fi \log sr^2$	$1 / fi$
4～10cm	0.6716201934	389	0.0017265301	-2.76282578	-1074.73922842	0.00257069
12～20	0.9371079575	519	0.0018056030	-2.74337778	-1423.81306782	0.00192678
22～30	1.5995897223	526	0.0030410451	-2.51697717	-1323.92999142	0.00190114
32～40	0.9530523058	496	0.0019214764	-2.71636495	-1347.31701520	0.00201613
42～50	1.2354368825	444	0.0027825155	-2.55556235	-1134.66968340	0.00225225
52～60	0.6642420287	248	0.0026783953	-2.57212535	-637.88708680	0.00403226
62～70	0.4133113381	127	0.0032544200	-2.48752640	-315.91585280	0.00787402
72～	0.4477772492	117	0.0038271560	-2.41712382	-282.80348694	0.00854701
計(4～)	6.9221376775	2866			-7541.07541280	0.03112028
4～20	1.6087281509	908			-2498.55229624	0.00449747
42～	2.7607674985	936			-2371.27610994	0.02270554

$$= q^2$$

$$= f$$

$$= \sum fi \log sr^2 = \sum \frac{1}{fi}$$

3) 22cm以上の径級を一括した場合の回帰係数の差の検定

分散の一様性の検討 (Bartlett の検定)

$$\text{補正された}\chi^2=40.05795767^{**} \quad d \cdot f=5$$

4) 32cm以上の径級を一括した場合の回帰係数の差の検定

分散の一様性の検討 (Bartlett の検定)

$$\text{補正された}\chi^2=35.05825523^{**} \quad d \cdot f=4$$

5) 42cm以上の径級を一括した場合の回帰係数の差の検定

a. 分散の一様性の検討 (Bartlett の検定)

$$\text{補正された}\chi^2=6.81271043 \quad d \cdot f=3$$

有意差なし

b. 回帰係数間の差の検定

42cm以上の全径級を一括した場合は分散が一様であることがわかったので次に回帰係数間の差の検定を行った。第10表の42cm以上の、各径級の数値を合計して、平均された回帰係数を計算すれば次のとおりである。なお、72cm以上については資料が僅少であるので一括して一直径級として取扱った。

平均された回帰係数

$$b_1'=1.668453871253$$

$$b_2'=1.089882224168$$

$$S\hat{y}^2=6.949675501875$$

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	8	6.975444825644
誤 差	936	2.760767498465
計	944	9.736212324109

分 散 分 析 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	6.949675501875	
回 帰 間 差	6	0.025769323769	0.004294887295
回 帰 計	8	6.975444825644	
誤 差	936	2.760767498465	0.002949537926
計	944	9.736212324109	

$$F=0.004294887295/0.002949537926=1.4561$$

$$1.4561 < F(0.05)=2.10$$

$$d \cdot f=6 \cdot 936$$

有意差なし

c. 回帰平面間の高さの差の検定

42cm以上の全径級については回帰係数間にも差がないことがわかったので次に回帰平面間の高さの差の検定を行った。

第9表の数値を合計して込みにした回帰係数を計算すると、

込みにした回帰係数

$$b_1''=1.776931989049$$

$$b_2''=1.083043715039$$

$$S\hat{y}^2=40.686042163074$$

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	40.686042163074
回 帰 間 差	6	0.025769323769
誤 差	939	2.781986475066
計	947	43.493797961909

分 散 分 析 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	40.686042163074	
回 帰 間 差	6	0.025769323769	
平 面 間 差	3	0.021218976601	0.007072992200
不 明 原 因	936	2.760767498465	0.002949537926
計	947	43.493797961909	

$$F=0.007072992200/0.002949537926=2.3980$$

$$2.3980 < F(0.05)=2.61 \quad d \cdot f=3 \cdot 936$$

有意差なし

以上の結果42cm以上の径級については、回帰平面間の高さの間にも、差がないことがわかったので、一括して材積式を計算することができる。

6) 4～40cmを一括した場合の回帰係数の差の検定

分散の一様性の検討 (Bartlett の検定)

$$13\text{表より補正された}\chi^2=54.83927627^{**} \quad d \cdot f=3$$

7) 4～30cmを一括した場合の回帰係数の差の検定

分散の一様性の検討 (Bartlett の検定)

$$\text{補正された}\chi^2=50.59214279^{**} \quad d \cdot f=2$$

8) 4～20cmを一括した場合の回帰係数の差の検定

a. 分散の一様性の検討 (Bartlett の検定)

$$\text{補正された}\chi^2=0.22219988$$

有意差なし $d \cdot f=1$

b. 回帰係数間の差の検定

4～20cmについては分散が一様であるので次に回帰係数間の差の検定を行った。

平均された回帰係数

$$b_1'=1.835360624518$$

$$b_2'=1.009377935927$$

$$S\hat{y}^2=49.965195561625$$

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	4	49.974188814588
誤 差	908	1.608728150939
計	912	51.582916965527

分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	49.965195561625	
回 帰 間 差	2	0.008993252963	0.004496626482
回 帰 計	4	49.974188814588	
誤 差	908	1.608728150939	0.001771727038
計	912	51.582916965527	

$$F=0.004496626482/0.001771727038=2.53799$$

$$2.53799 < F(0.05)=3.00 \quad d \cdot f=2 \cdot 988$$

有意差なし

c. 回帰平面間の高さの差の検定

4～20cmについては回帰係数間に差が認められないので続いて回帰平面間の高さの差の検定を行った。

込みにした回帰係数

$$b_1''=1.844787351181$$

$$b_2''=1.008878199893$$

$$S\hat{Y}^2=156.187918731879$$

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	156.187918731879
回 帰 間 差	2	0.008993252963
誤 差	909	1.609551153093
計	913	157.806463137935

分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	156.187918731879	
回 帰 間 差	2	0.008993252963	
平 面 間 差	1	0.000823002154	0.000823002154
不 明 原 因	908	1.608728150939	0.001771727038
計	913	157.806463137935	

$$F=0.000823002154/0.001771727038=0.4645$$

$$0.4645 < F(0.05)=2.54 \quad d \cdot f=1 \cdot 908$$

有意差なし

以上の結果4～20cmは、回帰平面間にも差がないことが認められるので、一括して材積式を計算すること

ができる。

- 9) 22～40cmを一括した場合の回帰係数の差の検定

分散の一樣性の検定 (F検定)

$$F=0.0030410451/0.0019214764=1.5827^* \quad d \cdot f=526 \cdot 496$$

22～40cmは分散が一樣でないので22～30cm, 32～40cmと各直径級ごとに材積式を計算することとなる。

2. サワグルミ群

- (1) 4 cm以上の直径級を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検討 (Bartlett の検定)

第14表より $s^2=0.0019482360$

$$\log s^2 f = -4526.29862820$$

$$\chi^2 = 36.99160004$$

$$\text{補正項} C = 1.00413713$$

$$\text{補正された} \chi^2 = 36.83919152^{**} \quad d \cdot f = 8$$

- (2) 12cm以上の直径級を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検討 (Bartlett の検定)

$$(1) \text{と同様にして補正された} \chi^2 = 36.82128135^{**} \quad d \cdot f = 7$$

- (3) 22cm以上の直径級を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検討 (Bartlett の検定)

$$\text{補正された} \chi^2 = 17.94696633^{**} \quad d \cdot f = 6$$

- (4) 32cm以上の直径級を一括した場合の回帰係数間の差の検定

- a. 分散の一樣性の検討 (Bartlett の検定)

$$\text{補正された} \chi^2 = 3.91774660 \quad d \cdot f = 5$$

有意差なし

- b. 回帰係数間の差の検定

平均された回帰係数

$$b'_1 = 1.878698257712$$

$$b'_2 = 1.182694213864$$

$$S\hat{y}^2 = 6.216232620484$$

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	12	6.233787583211
誤 差	859	1.951957104950
計	871	8.185744688161

分 散 分 析 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	6.216232620484	
回 帰 間 差	10	0.017554962727	0.001755496273
回 帰 計	12	6.233787583211	
誤 差	859	1.951957104950	0.002272359843
計	871	8.185744688161	

$$F=0.001755496273/0.002272359843=0.7725$$

$$0.7725 < F(0.05)=2.54 \quad d \cdot f = 10 \cdot 859$$

c. 回帰平面間の高さの差の検定

第9表の数値を合計して回帰係数を求めれば

込みにした回帰係数の計算

$$b_1''=1.820423225640$$

$$b_2''=1.188340287855$$

$$S\hat{y}^2=59.047458935624$$

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	59.047458935624
回 帰 間 差	10	0.017554962727
誤 差	864	1.964586840647
計	876	61.029600738998

分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	59.047458935624	
回 帰 間 差	10	0.017554962727	
平 面 間 差	5	0.012629735697	0.002525947139
不 明 原 因	859	1.951957104950	0.002272359843
計	876	61.029600738998	

$$F=0.002525947139/0.002272359843=1.1116$$

$$1.1116 < F(0.05)=2.22 \quad d \cdot f=5 \cdot 859$$

以上の結果32cm以上の径級については、回帰係数間、平面間ともに、有意差が認められないので、一括して材積式を計算できる。

(5) 4～30cmの直径級を一括した場合の回帰係数の差の検定

分散の一様性の検討 (Bartlett の検定)

$$\text{補正された}\chi^2=8.02476420^{**} \quad d \cdot f=2$$

(6) 4～20cmの直径級を一括した場合の回帰係数の差の検定

分散の一様性の検定 (F検定)

$$F=0.0019386297/0.0013769954=1.4079^{**} \quad d \cdot f=243 \cdot 293$$

(7) 12～30cmの直径級を一括した場合の回帰係数の差の検定

a. 分散の一様性の検定 (F検定)

$$F=0.0015529103/0.0013769954=1.1278 < F(0.025)=1.26 \quad d \cdot f=275 \cdot 293$$

b. 回帰係数間の差の検定

平均された回帰係数

$$b_1'=1.823036564437$$

$$b_2'=1.13261019823$$

$$S\hat{y}^2=21.044376033264$$

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	4	21.051059180414
誤 差	568	0.830509965041
計	572	21.881569145455

分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	21.044376033264	
回 帰 間 差	2	0.006683147150	0.003341573575
回 帰 計	4	21.051059180414	
誤 差	568	0.830509965041	0.001462165431
計	572	21.881569145455	

$$F = \frac{0.003341573575}{0.001462165431} = 2.2854 < F(0.05) = 3.02 \quad d \cdot f = 2 \cdot 568$$

第14表 x^2 の 計 算 表

直 径 級	$Sdy \cdot x_1 x_2^2$	$fr = n - 3$	$sy \cdot x_1 x_2^2$	$\log sr^2$	$fi \log sr^2$	$1 / fi$
4 ~ 10cm	0.4710870261	243	0.0019386297	-2.71250513	-659.13874659	0.00411523
12 ~ 20	0.4034596461	293	0.0013769954	-2.86106755	-838.29279215	0.00341297
22 ~ 30	0.4270503190	275	0.0015529103	-2.80885362	-772.43474550	0.00363636
32 ~ 40	0.5942712636	255	0.0023304755	-2.63255548	-671.30164740	0.00392157
42 ~ 50	0.4964081797	250	0.0019856327	-2.70210111	-675.52527750	0.00400000
52 ~ 60	0.5055999580	200	0.0025279998	-2.59722292	-519.44458400	0.00500000
62 ~ 70	0.1963071614	91	0.0021572216	-2.66610528	-242.61558048	0.01098901
72 ~ 80	0.0897791141	36	0.0024938643	-2.60312725	-93.71281000	0.02777778
82 ~	0.0695914282	27	0.0025774603	-2.58880805	-69.89781735	0.03703704
4 ~	3.2535540962	1670			-4542.36377197	0.09988996
計(32 ~)	1.9519571050	859			-2272.49748773	0.08872540

$$= q^2$$

$$= f$$

$$= \sum fi \log sr^2 \quad = \sum \frac{1}{fi}$$

c. 回帰平面の高さの差の検定

込みにした回帰係数

$$b_1'' = 1.829699872635$$

$$b_2'' = 1.132203518402$$

$$S\hat{y}^2 = 67.177372220162$$

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	67.177372220162
回 帰 間 差	2	0.006683147150
誤 差	569	0.830682180603
計	573	68.014737547915

分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰 間 差	2	67.177372220162	
平 面 間 差	2	0.006683147150	
不 明 原 因	1	0.000172215562	0.000172215562
計	568	0.830509965041	0.001462165431
	573	68.014737547915	

$$F=0.001462165431/0.000172215562=8.490^{**} \quad d \cdot f=1 \cdot 568$$

第15表 直 径 級 間 材 積 式

1) プ ナ 群

直 径 級	本 数	補正された χ^2 または F	回 帰 係 数 間 の 差		
			平均された回帰係数		回 帰 間 分 散
			b_1'	b_2'	
4 cm～	2890	93.46467742 ^{**}			
12～	2498	71.39679863 ^{**}			
22～	1976	40.05795767 ^{**}			
32～	1447	35.05825523 ^{**}			
42～	948	6.81271043 ^{**}	1.668453871253	1.089882224168	0.004294887295
4～40	1942	54.83927627 ^{**}			
4～30	1443	50.59214279 ^{**}			
4～20	914	0.22219988 ^{**}	1.835360624518	1.009377935927	0.004496626482
22～40	1028	1.5827 ^{**}			

2) サワグルミ群

直 径 級	本 数	補正された χ^2 または F	回 帰 係 数 間 の 差		
			平均された回帰係数		回 帰 間 分 散
			b_1'	b_2'	
4 cm～	1697	36.83919152 ^{**}			
12～	1451	36.82128135 ^{**}			
22～	1155	17.94696633 ^{**}			
32～	877	3.91774660 ^{**}	1.878698257712	1.182694213864	0.00755496273
4～30	820	8.02476420 ^{**}			
4～20	542	1.4079 ^{**}			
12～30	574	1.1278	1.823036564437	1.132610190823	0 003341573575

3. 検定結果のとりまとめ

回帰係数の差の検定の結果、材積式はブナ群においては、4～20cm, 22～30cm, 32～40cm, 42cm以上の直径級ごとに、またサワグルミ群においては、4～10cm, 12～20cm, 22～30cm, 32cm以上の直径級ごとに算出したものを使用することとなる。

なお以上の検定結果を一覧表で示せば、第15表のとおりである。

比 較 の 取 ま と め

の 検 定		回 帰 平 面 間 の 高 さ の 差 の 検 定				
誤 差 分 散	F	込みにした回帰係数		平面間の分散	不 明 原 因	F
		b_1''	b_2''			
0.002949537926	1.4561	1.776931989049	1.083043715039	0.007072992200	0.002949537926	2.3980
0.001771727038	2.5380	1.844787351181	1.008878199893	0.000823002154	0.001771727038	0.4645

の 検 定		回 帰 平 面 間 の 高 さ の 差 の 検 定				
誤 差 分 散	F	込みにした回帰係数		平面間の分散	不 明 原 因	F
		b_1''	b_2''			
0.002272359843	0.7725	1.820423225640	1.188340287855	0.002525947139	0.002272359843	1.1116
0.001462165431	2.2854	1.829699872635	1.132203518402	0.000172215562	0.001462165431	8.4903 ^{**}

VI 材積式の決定と材積表の計算

回帰係数の差の検定結果からブナ群、サワグルミ群とも、第16表のとおり四つの式を用いることとなった。

第16表 直径級別材積式

1) ブナ群

直径級	本数	材積式
4～20cm	914	$\log v = 5.7372896 + 1.8447874 \log d + 1.0088782 \log h$
22～30	529	$\log v = 5.5794780 + 1.8292605 \log d + 1.1567557 \log h$
32～40	499	$\log v = 5.3896770 + 1.8435209 \log d + 1.2867129 \log h$
42～	948	$\log v = 5.7740694 + 1.7769320 \log d + 1.0830437 \log h$

2) サワグルミ群

直径級	本数	材積式
4～10cm	246	$\log v = 5.7223048 + 1.7783579 \log d + 1.0725259 \log h$
12～20	296	$\log v = 5.6539584 + 1.8069719 \log d + 1.1166818 \log h$
22～30	278	$\log v = 5.4961452 + 1.8919040 \log d + 1.1516396 \log h$
32～	877	$\log v = 5.5536212 + 1.8204232 \log d + 1.1883403 \log h$

1. 材積式の決定

第16表の材積式を用いて、直径階（2cm）樹高階（1m）ごとに、材積表を作製し、表の数値を図上に描いて検討したところ、サワグルミ群は前記4式の材積式の接合点が、滑らかな曲線で結ばれたが、ブナ群は22～30cmと32～40cm、ならびに32～40cmと42cm～の接合部に不連続な点が認められた。したがって28～34cmと38～44cmの数値を5点移動平均法によって修正した。

2. 材積表の作製

以上の決定材積式を用いて樹群別に材積表を作製すれば第17～18表のとおりである。なおこの材積表は胸高直径、樹高、材積を対数に変換して計算しており、対数として釣合っているが絶対値としては釣合っていないために生ずる系統的な誤差を含んでいるので次式によって計算された修正係数を乗じたものである。

$$\text{修正係数式 } f = 10^{\frac{n-1}{n}(1.151293)\sigma^2 y}$$

ただし f ; 修正係数

n ; 資料数

$\sigma^2 y$; 対数推定の誤差の分散

次に樹群別に修正係数を示す

1) ブナ群

直径級	推定の誤差分散 $\sigma^2 y$	$n-1/n$	$n-1/n(\sigma^2 y)1.151293$	修正係数
4～20cm	0.001776667844	0.99890591	0.002043227328	1.0047
22～30	0.003041045099	0.99810964	0.003494515391	1.0080
32～40	0.001921476423	0.99799599	0.002207749142	1.0051
42～	0.002971170157	0.99894515	0.003417079091	1.0079

2) サワグルミ群

直 径 級	推定の誤差の分散(σ^2y)	$n-1/n$	$n-1/n(\sigma^2y)1.151293$	修正係数
4～10cm	0.001938629737	0.99593496	0.002222857958	1.0051
12～20	0.001376995379	0.99662162	0.001579969310	1.0036
22～30	0.001552910251	0.99640288	0.001781423573	1.0041
32～	0.002267896800	0.99885975	0.002608036503	1.0060

3. 材積表の精度の検討

調製した材積表の精度は調製要綱にもとづいて誤差率によって次式で計算することになっているが、ここでは簡略式を用いて計算した。

すなわち

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

ただし

$$\text{標準誤差} = \left[\frac{1}{n-(k+1)} \sum (v - \hat{v})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

v ; 実測材積

$\hat{v}$; 推定材積×修正係数

k ; 独立変量の個数

t ; 95%信頼度の t 表の値

しかるに今 $\log v = X$, $v = 10X$ とするならば高次の微分を省略して

$$Sv = 10 \times \log e 10SX \text{ が成立する。}$$

したがって真数材積の百分率標準誤差は近似的に

$$\frac{SV}{V} \cdot 100 = 230.26SX \text{ によって表わされる。}$$

上式の値を本数の平方根で除したもので材積表の百分率標準誤差を表わすと次のとおりである。

1) ブ ナ 群

直 径 級	本 数	百 分 率 標 準 誤 差	95%信頼度標準誤差
4～20cm	914	0.321%	0.63%
22～30	529	0.552	1.08
32～40	499	0.452	0.89
42～	948	0.408	0.80

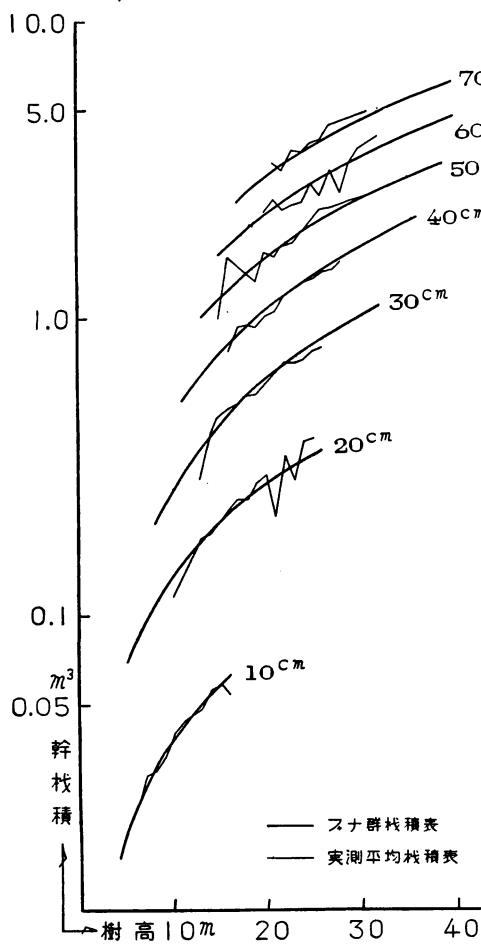
2) サワグルミ群

直 径 級	本 数	百 分 率 標 準 誤 差	95%信頼度標準誤差
4～10cm	246	0.646%	1.27%
12～20	296	0.497	0.98
22～30	278	0.544	1.07
32～	877	0.370	0.73

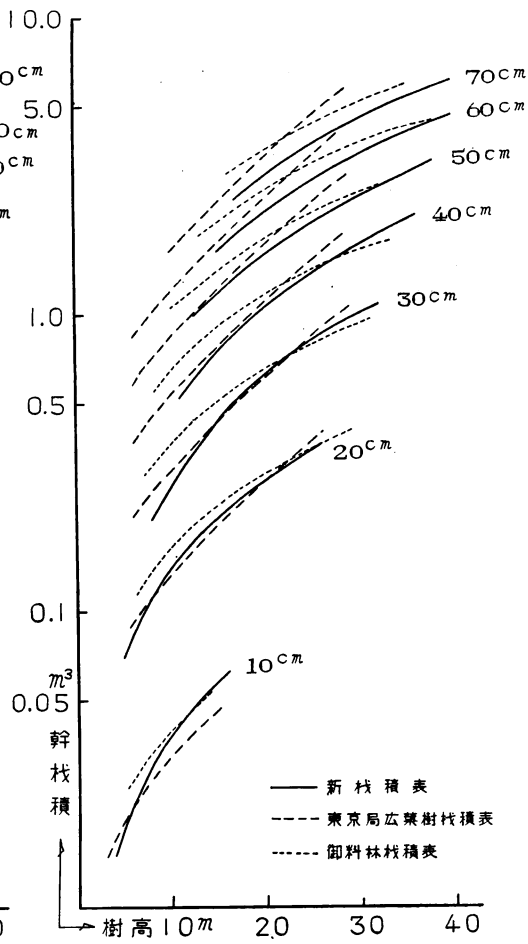
なお、本ブナ群、サワグルミ群材積表と調製資料実測平均材積表との比較および当局現行材積表との比較は、第7図および第8図に示すとおりである。

第7図 フナ群材積表の適合度

実測平均材積表との比較

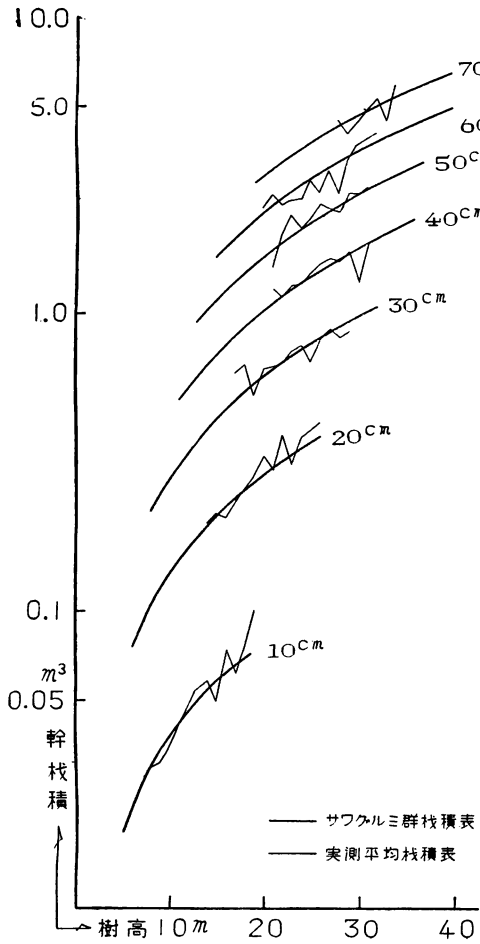


旧材積表との比較

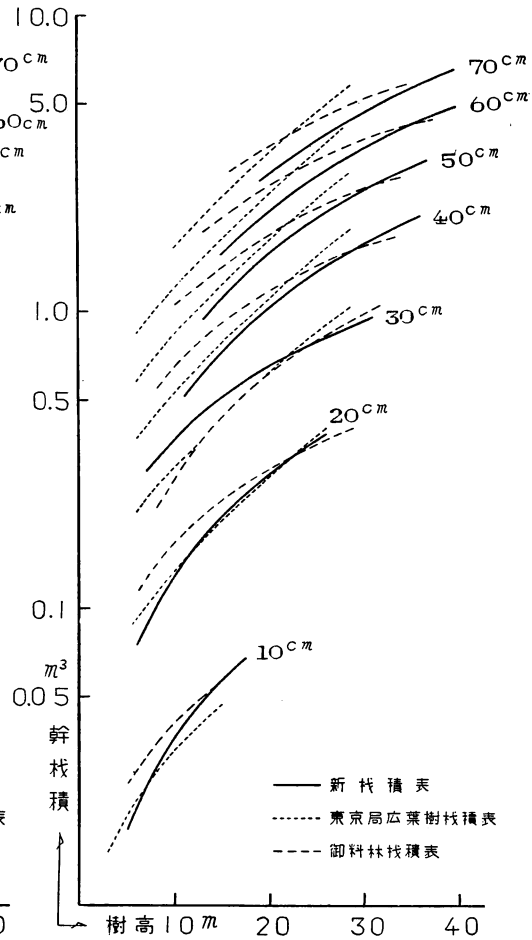


第8図 サワグルミ群材積表適合度

実測平均材積表との比較



旧材積表との比較



VII 材積表使用上の注意

1. 本材積表は長野営林局管内の広葉樹に適用するものである。
2. 本材積表はサワグルミ、カツラ、ホオ、シオジについてはサワグルミ群材積表をその他の広葉樹についてはブナ群材積表を使用するものとする。
3. 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。
4. 本材積表の幹材積は次の材積式で算出した値に修正係数を乗じたものである。

1) ブ ナ 群

直 径 級	材 積 式	修 正 係 数
4～20cm	$\log v = 5.7372896 + 1.8447874 \log d + 1.0088782 \log h$	1.0047
22～30	$\log v = 5.5794780 + 1.8292605 \log d + 1.1567557 \log h$	1.0080
32～40	$\log v = 5.3896770 + 1.8435209 \log d + 1.2867129 \log h$	1.0051
42～	$\log v = 5.7740694 + 1.7769320 \log d + 1.0830437 \log h$	1.0079

2) サワグルミ群

直 径 級	材 積 式	修 正 係 数
4～10cm	$\log v = 5.7223048 + 1.7783579 \log d + 1.0725259 \log h$	1.0051
12～20	$\log v = 5.6539584 + 1.8069719 \log d + 1.1166818 \log h$	1.0036
22～30	$\log v = 5.4961452 + 1.8919040 \log d + 1.1516396 \log h$	1.0041
32～	$\log v = 5.5536212 + 1.8204232 \log d + 1.1883403 \log h$	1.0060

ただし v ; 幹材積

d ; 胸高直径

h ; 樹高

VIII 調製年月日および調製担当者職氏名

1. 調製年月日 昭和34年3月31日
2. 調製担当者職氏名

計 画 課 長	農 林 技 官	山 本 熊 男
前計画課長	農 林 技 官	荒 木 一 郎
主 査	農 林 技 官	林 亀
係 員	常勤作業員	松 村 初 義
同 上	常用作業員	三 溝 隆 子

む す び

本材積表は最小自乗法を利用する方法を採用し、材積式は $v = 10^a d^b h^c$ を使用し、調製要綱に基いて調製したものである。

1. 幹材積において胸高直径50cm以下で樹種群間に有意差が認められ、ブナ群、サワグルミ群の2本立の材積表を調製した。
2. 両樹種群とも材積式は直径級により差が認められ各々4つの推定式に分れた。

引用ならびに参考文献

1. 主要樹種立木材積表調製要綱……………昭和30年 林野庁官
2. 立木材積表調製法解説書……………昭和31年 林業試験場経営部
3. 青森営林局広葉樹立木材積表調製説明書
4. スネデカー統計的方法上, 下……………昭和27年 岩波書店
5. 材積表の検定について……………昭和31年 日本林学会誌 大友栄松

[illegible]

32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
0.332	0.366	0.399	0.460	0.522										
0.370	0.408	0.446	0.512	0.579										
0.409	0.452	0.495	0.565	0.637	0.711	0.789	0.868	0.936	1.007					
0.448	0.496	0.544	0.619	0.695	0.774	0.857	0.940	1.015	1.091					
0.488	0.541	0.595	0.674	0.755	0.838	0.926	1.014	1.094	1.175	1.260	1.348	1.437	1.530	1.625
0.529	0.588	0.646	0.730	0.815	0.903	0.995	1.087	1.172	1.261	1.352	1.445	1.542	1.641	1.743
0.570	0.634	0.699	0.787	0.876	0.968	1.064	1.161	1.252	1.347	1.443	1.543	1.646	1.753	1.862
0.612	0.682	0.752	0.844	0.937	1.034	1.134	1.235	1.331	1.432	1.535	1.642	1.752	1.865	1.980
0.655	0.730	0.806	0.903	1.000	1.100	1.205	1.309	1.412	1.519	1.628	1.741	1.858	1.976	2.099
0.698	0.779	0.861	0.962	1.063	1.167	1.276	1.384	1.493	1.606	1.720	1.840	1.963	2.089	2.219
0.741	0.829	0.917	1.022	1.127	1.235	1.348	1.459	1.574	1.692	1.814	1.940	2.070	2.203	2.339
0.785	0.879	0.973	1.082	1.191	1.303	1.419	1.535	1.655	1.780	1.908	2.041	2.177	2.317	2.460
0.830	0.930	1.030	1.144	1.256	1.372	1.491	1.611	1.737	1.868	2.003	2.141	2.284	2.431	2.582
0.875	0.982	1.089	1.206	1.321	1.441	1.564	1.686	1.818	1.955	2.096	2.243	2.392	2.546	2.704
0.921	1.034	1.148	1.268	1.387	1.510	1.637	1.763	1.901	2.044	2.191	2.343	2.500	2.661	2.826
0.967	1.087	1.207	1.331	1.454	1.580	1.710	1.839	1.984	2.133	2.287	2.445	2.608	2.776	2.949
1.013	1.139	1.266	1.395	1.521	1.651	1.784	1.916	2.066	2.221	2.382	2.547	2.717	2.892	3.072
1.061	1.193	1.328	1.459	1.588	1.721	1.858	1.993	2.149	2.311	2.477	2.650	2.826	3.009	3.195
1.108	1.248	1.389	1.524	1.657	1.793	1.933	2.070	2.232	2.401	2.573	2.753	2.936	3.124	3.319
1.156	1.303	1.450	1.589	1.725	1.865	2.007	2.147	2.316	2.491	2.670	2.855	3.046	3.241	3.443
1.204	1.358	1.514	1.655	1.794	1.936	2.082	2.224	2.400	2.580	2.767	2.958	3.156	3.359	3.567
1.252	1.413	1.576	1.722	1.864	2.009	2.158	2.303	2.483	2.671	2.863	3.062	3.267	3.476	3.692
		1.640	1.789	1.934	2.082	2.233	2.381	2.568	2.761	2.960	3.166	3.376	3.594	3.817
		1.705	1.857	2.004	2.155	2.309	2.459	2.652	2.851	3.058	3.270	3.488	3.712	3.943
				2.075	2.229	2.385	2.538	2.736	2.943	3.155	3.373	3.599	3.831	4.069
				2.146	2.302	2.461	2.616	2.821	3.034	3.252	3.478	3.710	3.949	4.195
						2.539	2.695	2.907	3.125	3.350	3.583	3.822	4.068	4.321
						2.615	2.774	2.991	3.217	3.449	3.688	3.935	4.188	4.448

第17表 ブナ 群立木 幹材積表

Dcm Hm	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15	1.723	1.822	1.925	2.030	2.138											
16	1.847	1.954	2.064	2.177	2.292											
17	1.972	2.087	2.204	2.324	2.447	2.573	2.701	2.832	2.966	3.103	3.242	3.384	3.529	3.676	3.825	3.978
18	2.098	2.220	2.345	2.473	2.603	2.737	2.875	3.014	3.156	3.301	3.449	3.600	3.753	3.911	4.070	4.232
19	2.225	2.354	2.486	2.623	2.761	2.903	3.048	3.195	3.346	3.500	3.658	3.817	3.980	4.147	4.315	4.487
20	2.352	2.489	2.629	2.772	2.919	3.068	3.221	3.377	3.538	3.700	3.866	4.036	4.208	4.383	4.562	4.743
21	2.480	2.624	2.772	2.923	3.077	3.235	3.397	3.561	3.729	3.901	4.076	4.254	4.436	4.621	4.809	5.000
22	2.608	2.760	2.915	3.073	3.236	3.402	3.572	3.745	3.922	4.102	4.287	4.474	4.666	4.860	5.058	5.259
23	2.736	2.896	3.058	3.225	3.396	3.570	3.748	3.930	4.115	4.305	4.498	4.695	4.895	5.099	5.307	5.518
24	2.866	3.033	3.203	3.377	3.556	3.738	3.925	4.115	4.310	4.508	4.710	4.917	5.126	5.340	5.558	5.778
25	2.995	3.170	3.347	3.530	3.716	3.908	4.102	4.301	4.504	4.712	4.923	5.138	5.358	5.581	5.809	6.040
26	3.125	3.307	3.492	3.683	3.877	4.077	4.281	4.488	4.700	4.917	5.136	5.361	5.591	5.824	6.061	6.302
27	3.256	3.445	3.639	3.837	4.040	4.247	4.459	4.675	4.896	5.121	5.351	5.585	5.824	6.067	6.313	6.565
28	3.387	3.583	3.785	3.991	4.202	4.418	4.638	4.863	5.093	5.327	5.566	5.810	6.057	6.310	6.567	6.829
29	3.518	3.722	3.931	4.145	4.364	4.589	4.818	5.052	5.289	5.533	5.781	6.034	6.292	6.554	6.821	7.094
30	3.650	3.861	4.078	4.301	4.527	4.760	4.998	5.240	5.488	5.740	5.998	6.260	6.527	6.799	7.076	7.359
31	3.782	4.001	4.226	4.456	4.692	4.933	5.179	5.430	5.687	5.948	6.215	6.487	6.763	7.045	7.332	7.625
32	3.914	4.140	4.373	4.612	4.856	5.105	5.360	5.620	5.885	6.156	6.432	6.714	7.000	7.292	7.589	7.891
33	4.047	4.282	4.521	4.768	5.020	5.277	5.541	5.811	6.085	6.365	6.650	6.941	7.238	7.539	7.847	8.159
34	4.180	4.422	4.671	4.925	5.185	5.452	5.723	6.001	6.284	6.574	6.869	7.169	7.476	7.787	8.105	8.427
35	4.313	4.563	4.820	5.082	5.351	5.625	5.905	6.193	6.485	6.783	7.088	7.398	7.713	8.035	8.363	8.695
36	4.446	4.704	4.969	5.239	5.516	5.799	6.089	6.384	6.685	6.994	7.307	7.627	7.952	8.284	8.622	8.965
37	4.580	4.846	5.118	5.397	5.683	5.974	6.272	6.577	6.887	7.204	7.527	7.857	8.192	8.534	8.882	9.235
38	4.714	4.988	5.268	5.556	5.849	6.149	6.456	6.769	7.089	7.415	7.748	8.086	8.432	8.784	9.142	9.506
39	4.849	5.130	5.418	5.714	6.016	6.325	6.640	6.963	7.260	7.627	7.968	8.317	8.673	9.034	9.403	9.777
40	4.984	5.273	5.570	5.873	6.183	6.500	6.824	7.156	7.470	7.838	8.190	8.549	8.914	9.286	9.664	10.049

94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122
4.132	4.291	4.450	4.613											
4.396	4.564	4.734	4.907											
4.662	4.839	5.020	5.204											
4.928	5.116	5.307	5.501	5.698	5.898	6.101	6.306	6.516	6.728	6.942	7.161	7.382	7.606	7.832
5.196	5.393	5.595	5.799	6.007	6.218	6.431	6.649	6.870	7.093	7.319	7.549	7.782	8.018	8.257
5.464	5.672	5.884	6.099	6.318	6.539	6.764	6.993	7.225	7.459	7.698	7.939	8.184	8.432	8.684
5.733	5.952	6.174	6.400	6.629	6.862	7.098	7.338	7.580	7.827	8.077	8.331	8.588	8.848	9.112
6.004	6.233	6.446	6.702	6.941	7.185	7.432	7.683	7.938	8.196	8.458	8.724	8.993	9.266	9.542
6.275	6.514	6.758	7.005	7.256	7.510	7.769	8.031	8.297	8.567	8.841	9.118	9.400	9.685	9.973
6.547	6.797	7.051	7.308	7.570	7.836	8.106	8.380	8.657	8.939	9.224	9.514	9.808	10.105	10.406
6.820	7.080	7.345	7.614	7.886	8.163	8.444	8.729	9.019	9.312	9.609	9.911	10.217	10.527	10.840
7.095	7.365	7.640	7.919	8.203	8.491	8.783	9.080	9.381	9.686	9.995	10.309	10.627	10.949	11.275
7.370	7.651	7.936	8.226	8.521	8.820	9.124	9.432	9.744	10.061	10.382	10.709	11.039	11.373	11.713
7.645	7.936	8.233	8.534	8.839	9.150	9.464	9.785	10.108	10.438	10.771	11.109	11.452	11.798	12.150
7.921	8.223	8.531	8.842	9.159	9.480	9.807	10.138	10.474	10.815	11.160	11.510	11.866	12.226	12.590
8.198	8.511	8.829	9.152	9.479	9.812	10.150	10.492	10.840	11.193	11.551	11.913	12.280	12.653	13.030
8.476	8.800	9.128	9.462	9.801	10.145	10.494	10.848	11.208	11.573	11.943	12.317	12.697	13.082	13.472
8.755	9.089	9.428	9.773	10.122	10.478	10.839	11.205	11.576	11.953	12.335	12.722	13.114	13.512	13.914
9.034	9.379	9.728	10.084	10.446	10.812	11.185	11.562	11.946	12.334	12.728	13.128	13.532	13.942	14.359
9.314	9.669	10.030	10.396	10.769	11.147	11.530	11.920	12.316	12.716	13.122	13.534	13.951	14.375	14.803
9.595	9.960	10.332	10.710	11.093	11.483	11.878	12.279	12.686	13.099	13.518	13.942	14.372	14.807	15.249
9.875	10.252	10.635	11.023	11.418	11.820	12.226	12.639	13.058	13.483	13.914	14.350	14.793	15.241	15.696
10.158	10.545	10.939	11.338	11.744	12.156	12.576	13.000	13.430	13.868	14.310	14.760	15.215	15.676	16.144
10.440	10.838	11.242	11.653	12.071	12.495	12.924	13.361	13.804	14.253	14.708	15.170	15.638	16.112	16.592

第17表 プナ群立木幹材積表

Dcm Hm	124	126	128	130	132	134	136	138	140	142	144	146	148	150
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20	8.062	8.294	8.530	3.768	9.009	9.253	9.499	9.749	10.002	10.257	10.515	10.726	11.040	11.307
21	8.500	8.745	8.992	9.243	9.497	9.755	10.016	10.279	10.545	10.814	11.086	11.361	11.639	11.920
22	8.938	9.196	9.457	9.721	9.988	10.259	10.533	10.810	11.090	11.372	11.658	11.948	12.240	12.356
23	9.380	9.650	9.924	10.201	10.481	10.765	11.053	11.343	11.636	11.934	12.234	12.537	12.844	13.154
24	9.822	10.105	10.391	10.682	10.775	11.273	11.574	11.878	12.186	12.496	12.810	13.129	13.450	13.775
25	10.265	10.562	10.861	11.165	11.472	11.782	12.097	12.414	12.736	13.061	13.390	13.723	14.058	14.398
26	10.711	11.020	11.333	11.649	11.970	12.293	12.622	12.954	13.289	13.628	13.972	14.317	14.668	15.022
27	11.157	11.480	11.806	12.135	12.469	12.806	13.148	13.494	13.844	14.196	14.554	14.915	15.280	15.649
28	11.606	11.941	12.280	12.623	12.970	13.321	13.676	14.036	14.400	14.767	15.139	15.515	15.894	16.278
29	12.055	12.403	12.755	13.112	13.473	13.837	14.206	14.579	14.957	15.339	15.725	16.115	16.509	16.909
30	12.507	12.868	13.233	13.603	13.977	14.355	14.738	15.125	15.517	15.913	16.313	16.718	17.127	17.540
31	12.959	13.333	13.710	14.093	14.482	14.874	15.271	15.672	16.078	16.488	16.902	17.322	17.746	18.174
32	13.412	13.799	14.190	14.587	14.988	15.394	15.805	16.220	16.640	17.065	17.494	17.929	18.367	18.810
33	13.867	14.267	14.671	15.081	15.496	15.916	16.340	16.769	17.204	17.643	18.087	18.536	18.990	19.447
34	14.322	14.735	15.154	15.577	16.005	16.439	16.877	17.321	17.769	18.223	18.681	19.145	19.614	20.086
35	14.779	15.205	15.637	16.074	16.515	16.963	17.416	17.873	18.336	18.804	19.277	19.756	20.239	20.727
36	15.237	15.677	16.121	16.572	17.027	17.488	17.955	18.426	18.904	19.387	19.875	20.368	20.866	21.369
37	15.696	16.149	16.607	17.071	17.540	18.015	18.496	18.982	19.474	19.971	20.473	20.981	21.494	22.014
38	16.156	16.621	17.094	17.571	18.055	18.543	19.038	19.538	20.044	20.556	21.073	21.596	22.124	22.659
39	16.617	17.096	17.581	18.073	18.570	19.072	19.580	20.096	20.616	21.142	21.674	22.212	22.755	23.305
40	17.079	17.572	18.070	18.575	19.086	19.603	20.126	20.654	21.189	21.730	22.277	22.830	23.388	23.953

[illegible]

[illegible]

52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76
1.291	1.383	1.477	1.575	1.675	1.779	1.884	1.993	2.105	2.218			
1.387	1.486	1.588	1.693	1.801	1.911	2.025	2.142	2.261	2.384	2.509	2.638	2.769
1.485	1.591	1.699	1.812	1.927	2.045	2.167	2.293	2.420	2.551	2.686	2.823	2.964
1.583	1.696	1.813	1.932	2.055	2.181	2.311	2.445	2.580	2.720	2.864	3.010	3.160
1.683	1.803	1.926	2.053	2.184	2.319	2.457	2.597	2.743	2.891	3.044	3.199	3.359
1.784	1.910	2.041	2.176	2.315	2.457	2.603	2.753	2.906	3.064	3.225	3.390	3.559
1.885	2.019	2.157	2.299	2.446	2.596	2.751	2.909	3.072	3.238	3.408	3.583	3.761
1.987	2.129	2.274	2.424	2.578	2.737	2.900	3.067	3.238	3.414	3.593	3.778	3.966
2.090	2.239	2.392	2.550	2.712	2.879	3.050	3.226	3.406	3.591	3.781	3.974	4.171
2.194	2.349	2.511	2.677	2.847	3.022	3.202	3.387	3.576	3.769	3.968	4.171	4.378
2.298	2.461	2.631	2.805	2.983	3.167	3.355	3.548	3.746	3.950	4.158	4.370	4.587
2.404	2.575	2.751	2.933	3.120	3.312	3.509	3.711	3.918	4.131	4.348	4.570	4.798
2.511	2.689	2.873	3.063	3.257	3.459	3.664	3.875	4.091	4.313	4.540	4.772	5.010
2.618	2.804	2.996	3.193	3.396	3.606	3.820	4.040	4.265	4.497	4.733	4.975	5.223
2.725	2.919	3.119	3.325	3.536	3.753	3.977	4.206	4.441	4.628	4.928	5.180	5.437
2.834	3.035	3.242	3.457	3.677	3.903	4.135	4.373	4.618	4.868	5.124	5.368	5.654
2.943	3.152	3.367	3.589	3.818	4.053	4.294	4.514	4.795	5.055	5.321	5.593	5.871
3.052	3.270	3.493	3.723	3.961	4.204	4.454	4.710	4.974	5.243	5.519	5.802	6.090
3.162	3.387	3.619	3.858	4.103	4.356	4.615	4.880	5.153	5.432	5.718	6.011	6.310
3.273	3.506	3.745	3.993	4.247	4.508	4.776	5.052	5.334	5.613	5.918	6.221	6.531
3.384	3.626	3.873	4.129	4.391	4.662	4.939	5.223	5.516	5.815	6.121	6.433	6.753
3.497	3.745	4.002	4.265	4.537	4.816	5.102	5.396	5.698	6.007	6.323	6.646	6.977
3.610	3.866	4.131	4.403	4.683	4.971	5.266	5.570	5.881	6.200	6.526	6.860	7.201
3.722	3.987	4.259	4.541	4.830	5.127	5.432	5.744	6.066	6.394	6.731	7.075	7.427
3.836	4.109	4.390	4.680	4.978	5.284	5.597	5.920	6.251	6.589	6.936	7.291	7.654

第18表 サワグルミ群立木幹材積表

Dcm Hm	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17	2.903	3.040	3.180	3.322	3.468	3.616	3.768	3.920	4.077	4.236	4.398	4.563
18	3.107	3.253	3.403	3.555	3.711	3.870	4.031	4.196	4.364	4.534	4.707	4.884
19	3.313	3.470	3.629	3.792	3.958	4.127	4.299	4.475	4.653	4.835	5.020	5.208
20	3.521	3.687	3.857	4.030	4.206	4.386	4.569	4.755	4.945	5.139	5.335	5.535
21	3.731	3.907	4.087	4.270	4.458	4.648	4.842	5.039	5.240	5.445	5.654	5.866
22	3.944	4.130	4.320	4.513	4.711	4.912	5.118	5.326	5.539	5.755	5.976	6.199
23	4.158	4.354	4.554	4.758	4.967	5.179	5.394	5.614	5.839	6.067	6.300	6.535
24	4.373	4.579	4.790	5.005	5.224	5.447	5.675	5.906	6.142	6.382	6.627	6.874
25	4.590	4.807	5.028	5.253	5.484	5.718	5.957	6.200	6.447	6.699	6.955	7.216
26	4.810	5.036	5.268	5.504	5.745	5.991	6.241	6.496	6.755	7.019	7.287	7.560
27	5.030	5.267	5.510	5.756	6.009	6.265	6.527	6.794	7.065	7.341	7.621	7.907
28	5.252	5.500	5.753	6.011	6.274	6.542	6.816	7.093	7.377	7.665	7.958	8.256
29	5.476	5.734	5.998	6.266	6.541	6.821	7.105	7.395	7.691	7.992	8.296	8.607
30	5.701	5.970	6.244	6.525	6.810	7.102	7.397	7.700	8.007	8.320	8.639	8.961
31	5.927	6.207	6.493	6.783	7.080	7.383	7.692	8.006	8.325	8.651	8.982	9.318
32	6.156	6.445	6.742	7.045	7.353	7.667	7.988	8.314	8.646	8.983	9.327	9.676
33	6.385	6.686	6.994	7.307	7.626	7.952	8.284	8.623	8.967	9.318	9.674	10.037
34	6.615	6.927	7.246	7.571	7.902	8.240	8.584	8.934	9.291	9.654	10.024	10.399
35	6.847	7.170	7.500	7.836	8.179	8.529	8.885	9.247	9.616	9.993	10.375	10.763
36	7.080	7.414	7.755	8.103	8.457	8.819	9.187	9.562	9.944	10.333	10.728	11.129
37	7.315	7.660	8.012	8.371	8.737	9.110	9.492	9.879	10.273	10.675	11.083	11.498
38	7.550	7.906	8.269	8.641	9.019	9.404	9.796	10.197	10.604	11.019	11.439	11.868
39	7.786	8.154	8.529	8.911	9.301	9.699	10.104	10.517	10.936	11.364	11.798	12.240
40	8.024	8.403	8.789	9.184	9.585	9.996	10.413	10.838	11.270	11.711	12.159	12.614

材積表調製業務資料 第18号

昭和35年3月10日 印刷

昭和35年3月14日 発行

長野営林局

ブナ群立木材積表調製説明書
広葉樹サワグルミ群

発行 長野 営林局

長野 営林局

長野市大字栗田字舎利田772

電話 長野 (2) 1211~5