

材積表調製業務資料 第34号

北 見 営 林 局

トドマツ
エゾマツ 立木幹材積表調製説明書

昭 和 37 年 3 月

林 野 庁

ま え が き

従来北見管林局では、中島広吉氏調製の「北海道立木幹材積表」を使用していたが、昭和26年度から全国的に立木材積表の検討あるいは、その調製を行なうことが林野庁で企画され、同年に「主要樹種立木材積表調製資料測定要綱」が定められた。

当局においても昭和25年度より材積表検討のため資料の収集に着手しており、その後同要領にもとづき管内針葉樹の主要樹種であるトドマツ、エゾマツ総数4,103本の資料を昭和30年度までに収集を終了し、この資料によって現行材積表との有意検定を行なって、その結果有意であることがわかったので引き続き材積表の調製に当たったが、その方法は昭和30年9月に定められた「主要樹種立木材積表調製要綱」および林業試験場編「立木材積表調製法解説書」(昭和31年3月)にもとづいて作成した。

昭和36年12月、36林野計第529号をもって林野庁長官の認可をうけ、昭和37年4月1日以降管内において使用されるに至ったものである。

なお本材積表調製に当り指導を賜った林業試験場北海道支場経営部長 松井善喜氏、同経営研究室長 長内力氏に対し感謝の意を表するものである。

北見宮林局 トドマツ エゾマツ 立木幹材積表調製説明書

目 次

I	現行材積表適合度の検定	1
	1. トドマツの部	1
	2. エゾマツの部	2
II	資 料	2
	1. 資料収集地域	2
	2. 適用地域	4
	3. 資料一覧表	4
III	材積表の調製	12
	1. 採用した調製方法の根拠	12
	2. 資料の吟味	12
	3. 棄却後資料による材積表の調製	22
	[A] トドマツの部	22
	[B] エゾマツの部	34
IV	材積表使用上の注意	47
V	トドマツ幹材積表	47
VI	エゾマツ幹材積表	48
VII	調製年月および調製担当者	48

I 現行材積表適合度の検定

従来より用いて来た中島広吉博士調製の「北海道立木幹材積表」と収集した資料との適合度を検定する。

この方法は、トドマツ、エゾマツとも全資料を 2 cm 毎の直径階に分離し各直径階からランダムに約 1/3 宛抽出し、この材積（現実材積 Y ）と現行材積表の材積（ X ）とから一次の回帰式を作り、これを $Y=a+bX$ とし X と Y が一致すれば $a=0$, $b=1$ となるべきであり、この常数について有意性の検定を次のごとく行なう。

$$Y \text{ の分散の推定値 } V(Y) = \frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{n-2}$$

$$b \text{ の分散の推定値 } V(b) = \frac{V(Y)}{\sum(X-\bar{X})^2} = \frac{V(Y)}{S_x^2}$$

$$a \text{ の分散の推定値 } V(a) = \frac{1}{n} V(Y) + (\bar{X})^2 V(b) \text{ となるから}$$

$$t_a(n-2; 0.05) = \frac{|\hat{a}|}{\sqrt{V(a)}}, t_b(n-2; 0.05) = \frac{|\hat{b}-1|}{\sqrt{V(b)}}$$

によって有意性を検定することが出来る。

1. トドマツの部

第 1 表 10 cm 直径級毎有意性の検定

直径級	n	$n-2$	σ^2	C_{11}	C_{22}	$V(a)=C_{11}\sigma^2$	$V(b)=C_{22}\sigma^2$
4~10	109	107	0.000024	0.041629	50.327126	0.000000999	0.001207851
12~20	202	200	0.000224	0.027716	1.147084	0.000006208	0.000256947
22~30	160	158	0.001823	0.069436	0.263078	0.000126582	0.000479591
32~40	151	149	0.007496	0.133786	0.115189	0.001002860	0.000863457
42~50	77	75	0.028449	0.451690	0.121004	0.012850129	0.003442443
52~60	26	24	0.028827	2.336942	0.260680	0.067367027	0.007514622
62~72	8	6	0.217075	5.978001	0.270574	1.297674567	0.058734851
4~72	733	731	0.008809	0.002334	0.001860	0.000020560	0.000016385
直径級	$\sqrt{V(a)}$	$\sqrt{V(b)}$	$ \hat{a} $	$ \hat{b}-1 $	$\frac{ \hat{a} }{\sqrt{V(a)}}$	$\frac{ \hat{b}-1 }{\sqrt{V(b)}}$	$t(n-2; 0.05)$
4~10	0.000999	0.034754	0.000459	0.010267	0.459	0.295	1.980
12~20	0.002492	0.016030	0.002416	0.039077	0.970	2.438*	1.960
22~30	0.011251	0.021900	0.015219	0.073368	1.353	3.350**	1.960
32~40	0.031668	0.029385	0.039901	0.079237	1.260	2.697**	1.960
42~50	0.113358	0.058672	0.165909	0.118223	1.464	2.015*	2.000
52~60	0.259552	0.086687	0.107462	0.024885	0.414	0.287	2.064
62~72	1.139155	0.242353	0.529375	0.145074	0.465	0.599	2.447
4~72	0.004534	0.004048	0.015903	0.002597	3.507**	0.642	1.960

前表より見て現行材積表は適合するとは云われない。

2. エゾマツの部

第 2 表 10 cm 直径級毎有意性の検定

直径級	n	$n-2$	σ^2	C_{11}	C_{22}	$V(a)=C_{11}\sigma^2$	$V(b)=C_{22}\sigma^2$
4~10	63	61	0.000010	0.066529	104.964837	0.000000665	0.001049648
12~20	118	116	0.000235	0.040782	1.638579	0.000009584	0.000385066
22~30	114	112	0.002087	0.096702	0.349056	0.000201817	0.000728480
32~40	104	102	0.010174	0.231135	0.173232	0.002351567	0.001762462
42~50	103	101	0.031631	0.353018	0.085983	0.011166312	0.002719728
52~60	84	82	0.047950	0.599080	0.062111	0.028725886	0.002978222
62~70	47	45	0.170091	1.143276	0.057087	0.194460958	0.009709985
72~80	22	20	0.344322	3.157432	0.082199	1.087173301	0.028302924
82~90	10	8	1.221895	8.703259	0.116629	10.634468656	0.142508392
4~90	665	663	0.055634	0.002737	0.000462	0.000152270	0.000025703
直径級	$\sqrt{V(a)}$	$\sqrt{V(b)}$	$ d $	$ \hat{\delta}-1 $	$\frac{ \hat{d} }{\sqrt{V(a)}}$	$\frac{ \hat{\delta}-1 }{\sqrt{V(b)}}$	$t(n-2; 0.05)$
4~10	0.000815	0.032398	0.005556	0.043770	6.817**	1.351	2.000
12~20	0.003096	0.019623	0.000485	0.034468	0.157	1.757	1.980
22~30	0.014206	0.026990	0.024035	0.059763	1.692	2.214*	1.980
32~40	0.048493	0.041982	0.019433	0.032620	0.401	0.777	1.980
42~50	0.105671	0.052151	0.190796	0.112461	1.806	2.156*	1.980
52~60	0.169487	0.054573	0.200206	0.078918	1.181	1.446	2.000
62~70	0.440977	0.098539	0.311851	0.071195	0.707	0.723	2.021
72~80	1.042676	0.168235	1.408273	0.184227	1.351	1.095	2.086
82~90	3.261053	0.377503	3.673300	0.413406	1.126	1.095	2.306
4~90	0.012340	0.005070	0.019202	0.009513	1.556	1.876	1.960

エゾマツにおいても、直径級毎に見て適合するとは云えず、4~10 cm, 22~30 cm, 42~50 cm の幼壮齢木が不適当であることがわかった。

II 資 料

1. 資料収集地域

資料は管内国有林より収集し、収集地点は無作為抽出法によるべきであったが、能率、資材の節約の面等より事業上は不可能であったので、主に夏期の直営生産伐採箇所で収集した。

この場合、収集地域は管内全般にわたるよう努めたが伐採時期の重複、調査員の関係等より、必ずしも全面的な地域より均等な資料を収集することが出来なかった。

なお、資料は各直径階にわたるように注意したが、伐採地より収集したため利用径級にあるものの本数が多く、大径木の資料および4~10 cmの小径木の資料が不足であった。

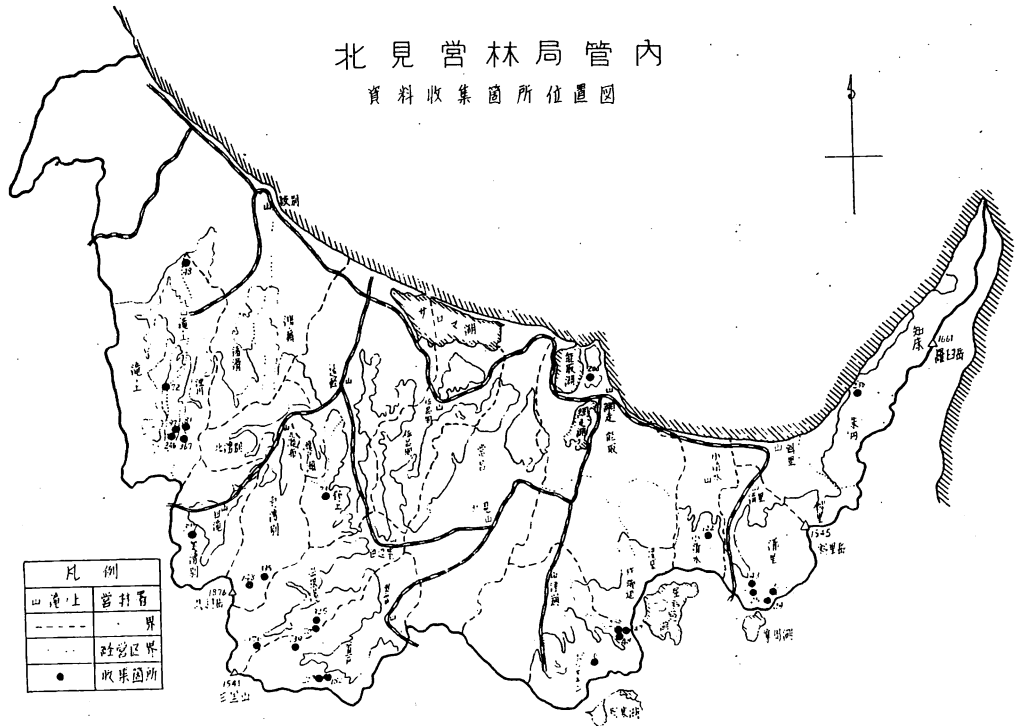
イ 営 林 署

第 3 表 経営区別 10 cm 直径級毎本数

経営 計画区	営林署	経営区	10 cm 直 径 級 毎 本 数								
			4~10	12~20	22~30	32~40	42~50	52~60	62~70	72~	計
渚 滑 川	滝ノ上	滝ノ上	— 6	14 4	11 3	7 1	7 2	9 2	3 —	1 2	58 14
		濁 川	31 41	177 91	82 85	75 61	28 53	3 58	— 27	— 25	396 441
		小 計	37 41	191 95	93 88	82 62	35 55	12 60	3 27	1 27	454 455
		紋 別									
		鴻ノ舞 小 計	37 41	191 95	93 88	82 62	35 55	12 60	3 27	1 27	454 455
北 見 中 部	白 滝	奥湧別	26 17	46 47	40 30	40 49	22 30	6 8	2 10	— 4	182 195
		南湧別	43 36	68 49	55 50	48 41	29 43	4 34	— 22	— 21	247 296
	丸瀬布	北湧別									
		小 計	43 36	68 49	55 50	48 41	29 43	4 34	— 22	— 21	247 296
	遠 軽	野 上	9 1	6 3	1 1	8 —	17 6	1 9	2 8	— 1	44 29
		瀬戸瀬									
	留辺蘂	温根湯	9 1	6 3	1 1	8 —	17 6	1 9	2 8	— 1	44 29
		佐呂間	39 30	49 53	51 80	40 52	16 64	1 45	— 31	— 20	196 375
	北 見	常 呂									
		置 戸	42 28	49 54	43 51	68 46	18 53	5 37	— 22	— 12	225 303
	計		159 112	218 206	190 212	204 188	102 196	17 133	4 93	— 58	894 1,198
		斜	津 別	16 23	30 29	35 20	40 39	30 36	12 31	1 11	— 4
網 走	能 取		59 —	57 —	49 —	26 —	7 —	2 —			200 —
	許端辺 藻 琴										
小清水	小 計		59 —	57 —	49 —	26 —	7 —	2 —			200 —
	清 里		11 —	26 —	20 2	11 1	20 2	18 4	5 2		111 11
網	斜 里	清 里	6 7	21 17	21 14	32 16	21 15	4 12	1 6		106 87
		朱 円	35 —	60 —	67 —	51 —	12 —	5 —			230 —
	計	知 床									
		小 計	41 7	81 17	88 14	83 16	33 15	9 12	1 6		336 87
	合	計	323 183	603 348	475 335	446 306	227 304	70 240	14 139	1 89	2,159 1,944

〔註〕 本数欄上段はトドマツ、下段はエゾマツ。

ロ 資料収集箇所および本数



第 1 図

2. 適 用 地 域

本材積表の調製にあたっては地方毎あるいは更に細かい地域毎、地位毎等に行なうのが望ましいが、前述のごとく資料の収集にあたって資料収集時の伐採箇所を選んでこれを実施した関係より、収集箇所、資料の数がかたよらざるを得なかった事情などより取りまとめの段階で一概に細分することに適切を欠くうらみもあり、一方管内全般の立地条件が類似していて地方別に形状を著しく異にすることも考えられないので、本材積表活用上の便も考慮して本材積表の適用地域は北見営林局管内全般として調製した。

3. 資 料 一 覧 表

- イ 収集地域の林小班別地況林況一覧表 (第 4 表参照)
- ロ 直径階、樹高階別本数配分表 (第 5 表の 1~2 参照)
- ハ 直径階、樹高階別平均材積表 (第 6 表の 1~2 参照)

第 4 表

郡(市)	村(町)	大字(字)	区			作業級	面積 (ha)	地 況										林 況										備 考					
			管林署	管轄区	林小班			地位 (地利)	方 位 (傾斜)	基 岩 土 性	深 度 結 合 度 度	資料収 集 位 置	樹 種	混 交 歩 合	林 令	立 木 度	疎 密 度	直 径	樹 高	林 種	林 相	下 層 植 生	摘 要	材 積			連 年 成 長 率			トドマツ エゾマツ 別 本 別			
																								針	広	計	針	広	計				
紋 別	(滝ノ上)	渚 29 線 沢	滝ノ上	滝ノ上	159い	択	206.84	2 (1)	W 急	古生層, 砂岩 粘板岩, 堆積	中軟適	中腹以上	N L	51 49	72 31~345	9	密	16 6~92	14 6~29	天然	混	トドエゾの稚樹発生良好ササ60%, ブドウツルヒカゲのスキシダ, ゴゼンタチバナ		115	110	225	2.59	1.20	1.16	58 14			
"	(")	パンケ オチンナイ	"	濁 川	8ろ	"	230.38	2 (1)	S E 緩	第三紀層, 花崗岩 砂岩	浅軟適	沢通り	N L	60 40	115 50~310	9	"	20 6~72	16 5~29	"	"	オオカメノキ, シヤクナゲ, ツツジ, ゴゼンタチバナ, 稚樹発生, 東面良好	風害林, 原生林	144	96	240	1.06	0.42	0.47	46 —			
"	(")	オシラネッ (オシラネ ッ左岸)	"	"	29ろ	"	12.17	2 (1)	E 急	先白亜紀層, 日高統 砂岩	"	中 腹	N L	63 37	105 50~270	8	中	20 6~62	16 5~29	"	"	笹疎生, ブドウツル, オオカメノキ, ツツジ 稚樹発生配置不良	風害木点在し疎開地あり, 針広中径 木を主とする疎開林	130	75	205	0.95	0.46	0.46	97 —			
"	(")	オシラネッ (オシラネ ッ左岸)	"	"	30い	"	64.50	2 (2)	E 緩一部平	先白亜紀層, 日高統 一部新第三紀層 加茂川統, 砂岩	中軟適	中腹以上	N L	57 43	105 50~310	10	密	18 6~70	15 5~30	"	"	オオカメノキ, ミヤマツツジ, シヤクナ ゲ, イチヤクソウ, マイヅル草, ゴゼン タチバナ, 稚樹発生, 配置中層	原生林一部沢跡地広葉生木で, 中径 木とむ形質成育中層	172	130	302	1.35	0.42	0.48	181 65			
"	(")	拓 雄 (ペンケベ ベロナイ)	"	"	42ろ	"	134.39	2 (2)	W 中	古成層, 日高統一部 新第三紀層, 加茂川統 砂岩	"	中腹以上	N L	66 34	95 50~310	10	"	16 6~70	13 5~30	"	"	笹疎生, トド, エゾ, イタキ, アツキナシ, 稚樹発生, 配置共中	原生林, トドエゾ小径木主, ナラ, アカエゾ大径木主に沿って散在, 材 質, 成長, 針広とも中層	171	88	259	1.34	0.50	0.55	72 9			
"	(")	オシラネッ (蟹の沢)	"	"	43い	"	233.06	2 (2)	NE 中	先白亜紀層その他 43ろ班に同じ	"	小峯~沢	N L	61 39	115 50~310	10	"	24 6~70	14 5~29	"	"	笹疎生, シダ類, ニワトコ, ゴトウツル ヤマブドウ, エゾ, ナラ, シナ, イタキ稚樹 発生配置良好	原生林, 針葉樹中腹に於て分布 トドエゾ小径木主, 広中腹以下に分 布とところどころに疎開地あり	186	121	307	1.68	0.59	0.48	— 367			
"	白 滝	天 狗 沢 (五の沢)	白 滝	奥湧別	58い	"	158.54	2 (3)	NE 中	新第三紀層, 安山岩 堆積	中軟適	中 腹	N L	65 35	145 34~353	9	"	28 6~66	16 5~32	"	"	根曲竹多し, 稚樹の発生配置不良	既往伐跡地, 形質成長やや良好なら ず。大径過熟木点在	169	90	259	3.20	1.20	1.30	182 195			
"	(丸瀬布)	ムリイカ タレ沢	丸瀬布	南湧別	82ろ	"	61.22	2 (2)	NE 中	新第三紀層 石英粗面岩, 砂岩	"	中腹以下	N L	94 6	112 30~290	10	"	30 6~80	18 5~30	"	針	稚樹の発生, 良好にして全体に密生す。 スゲ, シダ類, シヤクナゲ, ゴゼンタチ バナ, 水こけ多し	原生林, 成育形質共に不良	330	21	351				182 213			
"	(")	ムリイ本流	"	"	95い	択2	171.50	2 (3)	E 急	白亜紀層, 砂岩 砂岩	"	中 腹	N L	88 12	120 30~330	10	"	32 6~70	18 5~30	"	"	稚樹の発生やや良好, 笹疎生, ゴゼンタ チバナ, マイヅル草, シヤクナゲ多し	原生林, 成育形質やや良好, アカエ ゾの良大径木中腹以上に多し	272	39	311				65 83			
"	(生田原)	(岩戸浦島)	遠 野 上	26い	択	125.33	2 (1)	NE 中	新第三紀層, 角礫岩質 石英粗面岩, 砂岩	"	"	小峯~沢	N L	60 40	98 38~277	8	中	24 6~60	15 6~30	"	混	小笹全面に発生, ツゲ類, 灌木疎生, 奥 地にシヤクナゲ発生す。稚樹の発生配置 良好	昭25, 26, 27年度伐跡地, トドナラの 小中木残存す。林木の成育材質中層	105	70	175	2.08	1.25	1.10	44 29			
常 呂	(留辺蘂)	上 武 華	留辺蘂	温根湯	111ろ	"	166.52	1 (1)	N 緩一部中	新第三紀層, 石英粗 面岩, 凝灰角礫岩 堆積	"	中腹以下	N L	80 20	103 29~300	7	"	22 6~68	17 5~30	"	針	スゲ, フツキ草, ゴゼンタチバナ等 稚樹の発生, 配置中層	既往除伐跡地, 林木形質成長中層 風倒枯損木あり, 疎開地介在	185	47	232	2.88	1.25	1.19	92 233			
"	(")	"	"	"	113い	"	188.73	1 (1)	NW "	111ろ班に全く同じ	"	中 腹	N L	95 5	97 29~250	8	"	22 6~68	17 5~30	"	"	ササ一部疎生, シダ類, ゴゼンタチバナ等 稚樹発生配置中層	林木の形質成長中層 トドマツ大径木に乏しい	264	14	278	3.32	1.19	1.36	33 37			
"	(")	"	"	"	126ろ	"	150.19	2 (2)	N 中一部急	新第三紀層 安山岩, 堆積	"	中腹以上	N L	79 21	108 29~250	7	"	24 6~70	18 5~31	"	"	両面シダ, ヒカゲのカツラ, ツゲ, マン ネンソギ, 蔓草類, 稚樹成育配置中層	原生林, 風倒地のため林木成長形質 とも不良	194	52	246	1.73	0.78	0.52	71 105			
"	(置 戸)	土居常呂 (上ホロカ 呂)	置 戸	置 戸	40は	"	186.92	1 (1)	SW 緩一部中	新第三, 四紀層 安山岩, 堆積	"	沢通り	N L	88 12	75 25~257	9	密	20 6~54	17 5~30	"	"	笹40%, マイヅル草, ゴゼンタチバナ等 多し, 中腹以上にシヤクナゲ発生, 稚樹 の発生配置中層	昭和27年度伐跡地, 峯通りトドマ ツの更新良好, トド不良木にエゾ大 径木を点生せる林分をなす	252	33	285	3.96	1.41	1.20	82 57			
"	(")	仁居常呂 (盤の沢)	"	"	119い	"	253.78	1 (1)	N 緩	安山岩 堆積	深軟適	中 腹	N L	87 13	85 25~316	8	中	20 6~68	16 5~33	"	"	笹全面に発生するも短くやや疎生 マイヅル草, ツゲ, ゴゼンタチバナ等密生 上部はシヤクナゲ等混生	昭15年度伐跡地, 林木の形質成長 良好, 昭16年度トドエゾ補植せるも 活着成育とも不良	213	32	245	3.05	1.35	1.20	73 109			
"	(")	(二口の沢)	"	"	120ろ	"	198.94	1 (2)	N 緩	新第三, 四紀層 安山岩, 堆積	"	中腹以下	N L	89 11	91 25~288	8	"	22 6~64	17 5~32	"	"	笹60%, ゴゼンタチバナ, マイヅル草, スゲ, フツキ草, 上部はシヤクナゲ, ベ ニイチゴ混生す。稚樹は発生配置良好	昭15年度伐跡地, 沢沿いは大径木 にとむ。林木の成育材質良好	260	31	291	3.51	1.49	0.80	70 137			
網 走	(津 別)	(ルークシ ユウ別)	津 別	ボンキ ン	65い	"	183.67	3 (3)	NE 緩一部中	第三紀層 安山岩, 堆積	"	小峯~沢	N L	74 26	108 20~319	7	"	30 10~82	17 7~28	"	混	ササ全般的に密生		143	50	193	2.53	1.82	1.99	6 —			
"	(")	達 船 (上津別)	"	"	94い	"	12.27	1 (2)	W 中	"	"	中腹以下	N L	52 48	74 5~259	5	疎	24 10~68	15 7~27	"	"	山火事跡地		70	65	135	2.57	1.84	1.70	106 150			
"	(")	(")	"	"	94ろ	"	175.74	1 (2)	W 緩	"	"	沢通り	N L				9	中			"		118	115	233	4.13	1.76	1.21	27 20				
"	(")	(右の沢)	"	"	95い	"	277.46	1 (2)	NW 緩	"	"	峯通り	N L	64 36	99 50~319	7	"	26 10~82	17 7~28	"	"	ササ沢沿いに密生, オシダ, トリアシ ヨウマ, 蔓草類, ゴドウツル, 山ブドウ		120	65	185	2.67	1.80	1.50	25 23			
"	"	美 峠	網 走	能 取	7い	"	128.16	2 (1)	W 中	第三紀層, 砂岩 凝灰岩, 堆積	"	小峯~沢	N L	78 22	72 25~240	9	密	24 6~80	16 6~27	"	針	ササ疎生, マイヅル草, ツゲ, シダ, そ の他, 稚樹の発生一般に良好	中腹部広多く, 中腹以下針の純林な ずとところ多い。成育中層, 形質不良	186	54	240	4.17 4.25	1.37	1.31	200 —			
斜 里	(小清水)	止 別 (ヌブカコ サン別)	斜 里	小清水	13い	"	44.37	1 (1)	SE, NW 緩一部急	第三紀層 安山岩, 堆積	中軟適	中腹以上	N L	60 40	92 23~251	10	"	30 6~68	21 6~27	"	混	ササ類局所的発生, マイヅル草, シダ類 フツキ草, 稚樹の発生配置中層		160	105	265	3.57	1.75	1.20	111 11			
"	上斜里	札 弦 川	"	斜 里	24い	皆	105.46	2 (1)	N 急一部緩	安山岩, 火山灰 砂岩	"	峯通り	N L	65 35	114 40~200	5	疎	30 6~64	19 5~26	"	"	ササ類発生少し, シダ類, ゼンマイ類多 し	昭20, 23年伐 成長中層, 老齢木多し	79	42	121	1.88	0.93	0.90	36 7			
"	"	"	"	"	24ろ	択1	68.26	2 (2)	"	安山岩 砂岩	"	中 腹	N L	68 32	113 30~230	10	密	28 6~64	16 4~26	"	"	24い小班に同じ	昭20年伐 成長中層, 老齢木多し	164	76	240	1.74	0.93	0.90	70 55			
"	"	"	"	"	26い	"	299.58	2 (3)	NW 緩沢沿急	"	"	沢通り	N L	77 23	126 40~300	10	"	32 6~70	17 4~26	"	針	笹類発生少し, シダ類, ゼンマイ類繁茂 す。稚樹の発生不良	成育中層, 形質不良木枯損木多し	191	54	245	2.24	0.92	0.90	— 24			
"	"	"	"	"	26ろ	"	73.75	2 (3)	"	"	"	小峯~沢	N L	40 60	114 40~183	1	疎	28 6~60	19 5~25	未		ササ類の発生比較的多し, 傾斜面は更新 良好, シダ類, ゼンマイ類繁茂す	成育不良, 形質不良木枯損木多し, 既往山火跡地	8	12	20	0.18			— 1			
"	(斜 里)	朱 円 遠 音 別	朱 円	29ろ	除地		29.75					中 腹	N L	75 25						天然	針		169	55	224					合計本数 トドマツ 2,159 エゾマツ 1,944			

第5表の1 トドマツ直径階、樹高階別本数配分表

9

樹高 直 徑	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	計
4	1																																3
6	2	1	1																														85
8		15	36	17	8	6		1	3	3																							109
10		3	16	32	25	16	11	25	10	4			2																				126
		1	2	9	19	35	19	27	26	8	2	6																					122
12			1	1	8	17	26	27	26	8	2	6																					132
14						6	21	29	31	22	8	7	5	2	1																		128
16							6	6	27	42	16	17	6	6	2																		105
18						1	2	11	16	26	18	10	12	9																			105
20							1	1	3	12	20	17	24	15	12	7	3	1															116
22																																	111
24									3	6	9	18	15	14	17	16	7	3	2				1										84
26									1	1	4	10	10	12	9	13	11	5	5	1	1	3	2	3	3								78
28												2	4	7	11	6	14	13	8	6	1	3	3	4									97
30												1	3	3	11	13	13	21	19	10	7	7	4										105
32													2	5	12	12	13	19	17	14	5	3	3	3		1							106
34												1			3	8	7	17	14	17	11	11	1	2								92	
36															1	4	7	6	13	19	14	10	7	4	1								88
38															3	4	7	6	11	23	9	10	6	3	3	1							86
40															1	2	5	7	7	17	12	9	8	1	2	1	2						74
42																																	57
44																1	3	4	2	10	4	10	6	5	9	1	2						53
46																	2	1	5	7	1	13	9	8	2	2	3						45
48																		2	2	4	4	7	8	4	3	2	2	1	1				41
50																		1	2	1	3	7	5	6	2	7	2	5					31
52																																	20
54																																	17
56																																	19
58																																	10
60																																	4
62																																	1
64																																	4
66																																	4
68																																	1
70																																	3
72																																	2
																																	1
	3	20	56	59	60	81	84	94	115	111	85	103	86	86	99	111	110	118	123	136	86	95	64	46	45	29	26	9	6	8	4	1	2,159

第5表の2 エゾマツ直径階、樹高階別本数配分表

[illegible]

第6表の1 ト ド マ ツ 直 径 階,

[illegible]

© 2000 Blackwell Science Ltd
Journal of Internal Medicine 247: 105–112

[illegible]

III 材積表の調製

1. 採用した調製方法の根拠

従来行なわれてきた、材積表調製方法には大別して、調和曲線法、共線図法、形数法、材積式により直接材積を推定する方法などがあるが、この材積表作成に当っては種々の方法について考究し、比較検討の上、北海道5局共通の方法として一般にも広く用いられている材積式

$$v = a d^{b_1} h^{b_2} \quad \begin{cases} v = \text{材 積 (m}^3\text{)} \\ d = \text{胸高直径 (cm)} \\ h = \text{樹 高 (m)} \end{cases}$$

を用いて推定する方法を採用することに決定した。

2. 資料の吟味

材積式を $v = a d^{b_1} h^{b_2}$ とすれば

対数に変換して $\log v = \log a + b_1 \log d + b_2 \log h$ とし、

$\log v = Y$, $\log a = a'$, $\log d = X_1$, $\log h = X_2$ であらわせば

上式は次のようにあらわすことが出来る。

$$Y = a' + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

全資料について、実測値 v , d , h の対数を4桁まで求め各因子ごとの和、二乗和、積和を計算した結果の総計値を次表にかかげる。

第 7 表

樹 種	本 数 (n)	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2
トドマツ	2,159	2897.3231	2540.5845	-1104.1575	4030.755329
エゾマツ	1,944	2875.3597	2447.5114	-365.1227	4410.726580
樹 種	SX_2^2	SY^2	$SX_1 X_2$	$SX_1 Y$	$SX_2 Y$
トドマツ	3076.443360	1522.318776	3514.612635	-1114.348292	-1019.441685
エゾマツ	3180.477165	1136.852136	3739.660908	-131.511708	-142.113286

上記の値により、最小自乗法を行なって定数 a' , b_1 , b_2 を求めた。

第8表の1

樹 種	$S_{x_1}^2$	$S_{x_2}^2$	S_y^2	$S_{x_1 x_2}$	$S_{x_1 y}$
トドマツ	142.621403	86.832614	957.629668	105.212839	367.402996
エゾマツ	157.797874	99.040924	1068.274674	119.560268	408.539268

樹 種	$S_{x,y}$	a'	b_1	b_2
トドマツ	279.866064	-4.147377	1.869271	0.958105
エゾマツ	317.579086	-4.148731	1.868560	0.950855

$$\begin{aligned}
\text{ただし } S_{x_1}^2 &= SX_1^2 - (SX_1)^2/n & S_{x_2}^2 &= SX_2^2 - (SX_2)^2/n \\
S_y^2 &= SY^2 - (SY)^2/n & S_{x_1x_2} &= SX_1X_2 - (SX_1)(SX_2)/n \\
S_{x_1y} &= SX_1Y - (SX_1)(SY)/n & S_{x_2y} &= SX_2Y - (SX_2)(SY)/n
\end{aligned}$$

第8表の2

樹 種	$S_{dy \ x_1x_2}^2$	$S_{y \ x_1x_2}^2$	$S_{y \ x_1x_2}$
トドマツ	2.712841	0.00125828	0.035472
エゾマツ	2.922894	0.00150587	0.038806

$$\begin{aligned}
\text{ただし } S_{dy \ x_1x_2}^2 &= S_y^2 - S_{\hat{y}}^2 \\
S_{y \ x_1x_2}^2 &= S_{dy \ x_1x_2}^2 / n - 3 \\
S_{y \ x_1x_2} &= \sqrt{S_{y \ x_1x_2}^2}
\end{aligned}$$

したがって、 Y の推定式 (材積式) は次のとおりになる。

$$\begin{aligned}
\text{トドマツ } \hat{Y} &= -4.147377 + 1.869271 X_1 + 0.958105 X_2 \\
\text{エゾマツ } \hat{Y} &= -4.148731 + 1.868560 X_1 + 0.950855 X_2
\end{aligned}$$

この推定式によって求められる値は、資料に異常な標本の測定値があればかたよりを生ずるので、次の方法で棄却した。

まず、全資料について上式によって $\hat{Y}$ を求め、 $Y - \hat{Y}$ が $2S_{y \ x_1x_2}$ を超えるものについて

$$E_{y \ x_1x_2} = tS_{y \ x_1x_2} \left[1 - \left\{ \frac{1}{n} + C_{22}(X_1 - \bar{X}_1)^2 + C_{33}(X_2 - \bar{X}_2)^2 + 2C_{32}(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2) \right\} \right]^{\frac{1}{2}}$$

によって棄却帯を計算する。

ただし $E_{y \ x_1x_2}$: 棄却限界の値 C_{22}, C_{32}, C_{33} : C 乗数

t : 自由度 $n-3$ の t 表の 99% 水準の値

C 乗数の値は次の通りである。

第9表

樹 種	C_{22}	C_{32}	C_{33}
トドマツ	0.06606015	-0.08004338	0.10850291
エゾマツ	0.07425529	-0.08963953	0.11830793

$Y - \hat{Y}$ が $E_{y \ x_1x_2}$ を越えたものは回帰の一般的傾向から外れた異常なものとして棄却した。

イ 棄却資料一覧表

吟味の結果第10表の資料を棄却し、これを除外して本材積表調製の資料とした。

第10表の1 トドマツ棄却一覧表

経 営 区	直 径 (d)	樹 高 (h)	材 積 (v)	$\log v$ (Y)	計算値 ($\hat{Y}$)	$Y - \hat{Y}$
能 取	5.5	4.9	0.010	-2.0000	-2.1021	0.1021
温 根 湯	5.7	5.0	0.011	-1.9586	-2.0647	0.1061
奥 湧 別	6.6	5.5	0.010	-2.0000	-1.9061	-0.0939
朱 円	6.7	4.6	0.014	-1.8539	-1.9682	0.1143
"	6.9	4.6	0.016	-1.7959	-1.9445	0.1486
濁 川	8.4	5.3	0.025	-1.6021	-1.7256	0.1235
南 湧 別	9.2	7.7	0.024	-1.6198	-1.4964	-0.1234
奥 湧 別	9.8	6.9	0.026	-1.5850	-1.4909	-0.0941
置 戸	10.1	10.2	0.040	-1.3979	-1.3038	-0.0941
濁 川	10.4	9.1	0.038	-1.4202	-1.3276	-0.0926
奥 湧 別	10.8	8.2	0.037	-1.4318	-1.3402	-0.0916
"	11.4	9.4	0.043	-1.3665	-1.2395	-0.1270
濁 川	11.7	8.4	0.043	-1.3665	-1.2650	-0.1015
"	12.1	5.2	0.046	-1.3372	-1.4374	0.1002
"	12.1	7.0	0.064	-1.1938	-1.3137	0.1199
野 上	13.1	8.8	0.056	-1.2518	-1.1540	-0.0978
濁 川	13.9	9.9	0.068	-1.1675	-1.0569	-0.1106
奥 湧 別	14.5	11.6	0.089	-1.0506	-0.9565	-0.0941
朱 円	14.9	10.5	0.131	-0.8827	-0.9760	0.0933
濁 川	18.2	12.7	0.148	-0.8297	-0.7343	-0.0954
朱 円	24.5	11.9	0.238	-0.6234	-0.5202	-0.1032
濁 川	26.0	15.9	0.330	-0.4815	-0.3513	-0.1302
奥 湧 別	26.3	14.6	0.327	-0.4855	-0.3774	-0.1081
濁 川	27.6	18.7	0.752	-0.1238	-0.2355	0.1117
"	30.5	20.3	0.607	-0.2168	-0.1201	-0.0967
"	34.2	18.0	0.599	-0.2226	-0.0772	-0.1454
滝 ノ 上	45.2	25.6	1.494	0.1744	0.2956	-0.1212

第10表の2 エゾマツ棄却資料一覧表

経営区	直径(d)	樹高(h)	材積(v)	$\log v$ (Y)	計算値($\hat{Y}$)	$Y - \hat{Y}$
濁川	4.0	2.6	0.004	-2.3979	-2.6209	0.2311
"	4.2	3.6	0.005	-2.3010	-2.4552	0.1542
ボンキキン	5.1	3.0	0.006	-2.2218	-2.3728	0.1510
南湧別	5.6	3.3	0.007	-2.1549	-2.2576	0.1027
野上	5.8	3.0	0.007	-2.1549	-2.2685	0.1136
温根湯	6.6	3.5	0.010	-2.0000	-2.1000	0.1000
南湧別	9.2	6.3	0.020	-1.6990	-1.5878	-0.1112
濁川	9.3	7.7	0.042	-1.3768	-1.4961	0.1193
滝ノ上	16.5	10.5	0.095	-1.0223	-0.9027	-0.1196
濁川	18.8	13.0	0.115	-0.9393	-0.7086	-0.2307
奥湧別	20.7	13.5	0.185	-0.7328	-0.6149	-0.1179
ボンキキン	21.0	14.1	0.203	-0.6925	-0.5854	-0.1071
南湧別	23.0	15.6	0.252	-0.5986	-0.4698	-0.1288
"	24.4	15.4	0.259	-0.5867	-0.4272	-0.1595
濁川	30.0	20.9	0.575	-0.2403	-0.1335	-0.1068
ボンキキン	31.1	18.1	0.538	-0.2692	-0.1634	-0.1058
奥湧別	37.3	21.7	1.143	0.0580	-0.0589	0.1169
"	38.6	20.5	1.136	0.0554	-0.0633	0.1187
温根湯	42.4	23.6	1.245	0.0952	0.1976	-0.1024
"	44.1	23.7	1.339	0.1268	0.2311	-0.1043
南湧別	44.4	19.9	0.885	-0.0531	0.1647	-0.2178
濁川	46.1	23.3	1.396	0.1449	0.2602	-0.1153
温根湯	47.1	25.5	2.659	0.4247	0.3148	0.1099
"	49.0	25.5	2.878	0.4591	0.3469	0.1122
濁川	51.6	30.1	3.682	0.5661	0.4575	0.1080
"	51.7	26.3	3.501	0.5442	0.4033	0.1409
"	53.5	26.8	2.138	0.3300	0.4388	-0.1088
置戸	57.5	26.6	2.458	0.3906	0.4943	-0.1037
奥湧別	62.4	20.2	2.050	0.3118	0.4469	-0.1351
斜里	66.0	26.3	5.353	0.7286	0.6013	0.1273
温根湯	74.7	27.9	3.998	0.6018	0.7263	-0.1245
置戸	76.2	31.7	4.834	0.6843	0.7952	-0.1109
南湧別	79.9	23.7	3.653	0.5626	0.7133	-0.1507
置戸	84.0	30.5	5.619	0.7497	0.8584	-0.1087
奥湧別	86.5	29.3	5.683	0.7546	0.8655	-0.1109
南湧別	88.2	24.3	4.406	0.6440	0.8041	-0.1601

ロ 棄却後の直径階、樹高階別本数配分表 (第11表の1~2参照)

ハ 棄却後の直径階、樹高階別平均材積表 (第12表の1~2参照)

第11表の1 トドマツ直径階、樹高階別本数配分表 (棄却後)

15

樹高 直径	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	計
4		1	1	1																													3
6		2	15	32	16	8	6		1	3																							80
8			3	15	32	25	16	11	3	3																							108
10			1	2	9	18	33	18	24	10	4		2																				121
12				1	1	7	16	25	27	26	8	2	6																				118
14							6	20	28	30	21	8	7	5	2	1																	128
16								6	6	27	42	16	17	6	6	2																	128
18						1			2	11	16	25	18	10	12	9																	104
20							1	1	1	3	12	20	17	24	15	12	7	3	1														116
22										3	6	9	18	15	14	17	16	7	3	2			1										111
24										1		4	10	10	12	9	13	11	5	5	1	1	1										83
26													4	6	10	6	14	13	8	6	1	3	2	3									76
28												2	4	5	12	17	17	16	10	7	3	3	4										96
30												1	3	3	11	13	13	20	19	10	7	7	4										104
32													2	5	12	12	13	19	17	14	5	3	3			1							106
34												1			3	7	17	14	17	11	11	1	2	2									91
36														1	1	4	7	6	13	19	14	10	7	4	1	1							88
38															3	4	7	6	11	23	9	10	6	3	3	1							86
40															1	2	5	7	7	17	12	9	8	1	2	1	2		2				74
42																1	3	4	2	10	4	10	6	5	9	1	2	2					57
44																	2	1	5	7	1	13	9	8	2	2	3						53
46																		2	2	4	4	7	7	7	4	3	2		1	1			44
48																			1	2	1	3	6	2	7	2	5						41
50																			5	3	2	4	2	4	4	6	3		1				31
52																			2	2	1		4	2	2	2	2	2	1	1			20
54																				1			3	3	5	1	3	3					17
56																			1				2	2	4	2	2						19
58																								1		3	1	2					10
60																						1											4
62																				1				1									4
64																								1					1				4
66																														1			1
68																										1							3
70																																	2
72																																	1
	3	20	50	58	58	78	81	92	114	109	84	103	85	85	99	110	109	117	123	136	86	95	64	45	45	29	26	9	6	8	4	1	2,132

第11表の2 エゾマツ直径階、樹高階別本数配分表 (棄却後)

樹高 直径	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	43	計	
4																																									4
6	2	1	1	6																																					45
8	2	20	17	23	13																																				66
10		2	25	12	13	19	8	4	2																															60	
12		1	1	3	12	22	21	7	4	1	3	2	1	2	1																										76
14				1	1		12	14	12	7	8	7	2	4	4																										60
16						1	4	10	14	19	10	9	2	6	8	1																									69
18							1	4	11	13	11	7	5	10	8	8																									66
20							2	1	2	10	11	16	9	3	6	1	1	1																							74
22								1	1	4	4	10	8	6	12	5	6	3	1	1																					66
24																																									70
26																																									54
28																																									66
30																																									83
32																																									55
34																																									49
36																																									54
38																																									72
40																																									73
42																																									53
44																																									57
46																																									66
48																																									65
50																																									57
52																																									59
54																																									45
56																																									51
58																																									40
60																																									41
62																																									33
64																																									38
66																																									26
68																																									24
70																																									16
72																																									21
74																																									14
76																																									7
78																																									11
80																																									8
82																																									7
84																																									3
86																																									4
88																																									5
90																																									3
計	4	24	44	45	39	51	49	40	46	55	48	51	50	52	58	65	75	59	77	93	88	88	110	115	100	99	73	72	44	29	25	19	9	1	4	4	1	1	1,908		

第12表の1 ト ド マ ツ 直 径 階,

[illegible]

第12表の2 エゾマツ直径階,

树高 直径	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
4	0.004	0.005	0.006																
6	0.009	0.008	0.009	0.012															
8		0.014	0.016	0.019	0.022	0.027	0.022												
10		0.017	0.022	0.029	0.032	0.036	0.043	0.043	0.053										
12				0.036	0.046	0.053	0.059	0.066	0.072	0.078	0.095	0.097	0.113						
14				0.045	0.070	0.072	0.075	0.084	0.096	0.112	0.109	0.124	0.117	0.126					
16						0.110	0.098	0.103	0.117	0.134	0.139	0.145	0.160	0.186					
18							0.122	0.139	0.148	0.156	0.178	0.181	0.209	0.236	0.231	0.229		0.317	
20							0.147	0.166	0.161	0.199	0.210	0.231	0.237	0.254	0.289	0.294	0.288	0.373	
22									0.217	0.254	0.249	0.276	0.311	0.317	0.342	0.371	0.364	0.433	0.384
24										0.308	0.338	0.334	0.338	0.376	0.369	0.419	0.455	0.404	0.501
26											0.359	0.404	0.404	0.423	0.441	0.479	0.501	0.527	0.559
28												0.459	0.485	0.485	0.514	0.530	0.590	0.609	0.662
30											0.390			0.602	0.621	0.656	0.657	0.720	0.774
32														0.627	0.651	0.721	0.783	0.794	0.891
34													0.579			0.887	0.935	0.896	0.972
36															0.863	0.875	0.926	0.955	1.023
38																0.963	1.084	1.103	1.138
40														1.055		1.018		1.202	1.207
42																	1.295	1.266	1.313
44																		1.306	
46																	1.513		
48																	1.347	1.574	1.712
50																			
52																			
54																	2.238		
56																			
58																			
60																			
62																			
64																			
66																			
68																			
70																			
72																			
74																			
76																			
79																			
80																			
82																			
84																			
86																			
88																			
90																			

樹高階別平均材積表 (棄却後)

22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	43
0.339																			
0.544	0.562																		
0.653	0.632	0.726																	
0.689	0.704	0.799			0.915														
0.793	0.813	0.819			0.836														
0.858	0.920	0.964	1.005	0.972															
0.990	1.038	1.079	1.183	1.238			1.418												
1.127	1.120	1.238	1.250	1.374	1.354														
1.157	1.282	1.240	1.389	1.435	1.472	1.505													
1.266	1.397	1.397	1.499	1.571	1.698	1.789													
1.433	1.515	1.594	1.685	1.840	1.970	1.937		2.140											
1.586	1.617	1.686	1.819	1.843	1.908	2.068	2.215	2.229											
1.701	1.815	1.790	1.974	2.075	2.023	2.221	2.324	2.519											
1.953	1.940	1.883	2.070	2.137	2.313	2.391	2.664	2.455	2.733	3.343									
2.109	2.375	2.180	2.251	2.358	2.454	2.528	2.808	2.874	2.582										
2.293	2.450	2.461	2.451	2.583	2.670	2.721	2.786	3.147		3.167									
2.358	2.364		2.760	2.680	2.826	2.955	3.107	3.051	3.504	3.187	3.728								
2.081	2.502	2.871	2.701	2.854	3.323	3.084	3.168	3.364	3.587	3.501	3.987	3.637							
		3.215	3.084	3.061	3.369	3.302	3.693	3.628	4.128	4.407									
	3.326		3.299	3.086	3.401	3.794	3.715	3.953	3.904	3.924									
	3.321		3.338	3.678	3.685	4.020	3.490	3.968	4.202	4.064	4.617	4.460	5.474						
	3.796	3.583	4.206		3.758	4.603	4.303	4.239	4.403	4.478	5.148	4.755	5.206						
				4.742	3.844	3.951	4.295	4.503	4.203	5.021	6.173	5.642	5.352						
				3.820	4.697	4.711	4.486	5.092	4.827	5.110	5.312	5.796	4.771						
						5.107	4.823	4.968	5.179	5.445	5.451		6.201						
			4.242	4.638	5.023	4.662	5.751	4.993		5.718	6.257		5.728			6.568			
		5.266			5.517	5.469	5.486	6.184	5.806		5.926				7.683		8.306		
				4.530	5.595			6.015	7.201										
					5.805	5.906	5.919	5.711	6.317	6.238	7.235	7.252							
						6.457	6.320		6.361	6.600					7.447			8.349	
						6.176			7.188	6.542	8.388								
								6.517				7.739	9.657						
										8.629	8.043								
									7.729		7.913						9.629		11.242

3. 棄却後資料による材積表の調製

[A] トドマツの部

イ 材積式の計算

棄却後の数値を用いて (III. 2) と同様な手続きによって平方和, 積和, 回帰係数, 標準誤差, 重相関係数などを求めた。

第 13 表

n	$S_{x_1}^2$	$S_{x_2}^2$	S_y^2	$S_{x_1x_2}$	S_{x_1y}	S_{x_2y}	a'
2,132	139.725368	84.432500	936.558632	102.661986	359.664358	272.939985	-4.149254
b_1	b_2	S_y^2	$S_{dyx_1x_2}^2$	$S_{yx_1x_2}^2$	$S_{yx_1x_2}$	R	
1.865681	0.664149	934.173625	2.385007	0.00112025	0.033470	0.998726	

したがって材積式は

$$\hat{Y} = -4.149254 + 1.865681 X_1 + 0.964149 X_2$$

ロ 有意性の検定

i 重相関係数の有意性の検定

第 14 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	934.173625	467.08681250
回帰からの偏差	2,129	2.385007	0.00112025
全 体	2,131	936.55632	

$$F_{2, 2129}^2(0.01) = 467.08681250 / 0.00112025 = 416,948^{**}$$

この結果重相関係数はきわめて有意で, したがって回帰式はきわめて有意である。

ii 回帰係数の標準偏差および有意性の検定

第 15 表

b_1	b_2	Sb_1	Sb_2	t	
				b_1/Sb_1	b_2/Sb_1
1.865681	0.964149	0.008671	0.011155	215.15**	86.43**

ただし Sb_1 : b_1 の標準偏差

Sb_2 : b_2 の標準偏差

$$Sb_1 = S_{yx_1x_2} \sqrt{C_{22}}$$

$$Sb_2 = S_{yx_1x_2} \sqrt{C_{33}}$$

C 乗数は下表の通り。

第 16 表

C_{22}	C_{32}	C_{33}
0.06712293	-0.08161517	0.11108016

第 15 表の t の値はきわめて有意であるので, $b_1 = 0$, $b_2 = 0$ という帰無仮説は捨てられる。

iii 偏相関係数および有意性の検定

相 関 係 数

第 17 表

$r_{x_1 x_2}$	$r_{y x_1}$	$r_{y x_2}$
0.945186	0.994242	0.970610

ただし 胸高直径と樹高の相関係数: $r_{x_1 x_2} = S_{x_1 x_2} / \sqrt{(S_{x_1}^2)(S_{x_2}^2)}$

胸高直径と幹材積の相関係数: $r_{y x_1} = S_{x_1 y} / \sqrt{(S_{x_1}^2)(S_y^2)}$

樹高と幹材積の相関係数: $r_{y x_2} = S_{x_2 y} / \sqrt{(S_{x_2}^2)(S_y^2)}$

偏 相 関 係 数

第 18 表

$r_{y x_1 x_2}$	$r_{y x_2 x_1}$
0.977768**	0.882164**

ただし 樹高に対する胸高直径対幹材積の偏相関係数

$$r_{y x_1 x_2} = \frac{r_{y x_1} - r_{y x_2} \cdot r_{x_1 x_2}}{\sqrt{(1 - r_{y x_2}^2)(1 - r_{x_1 x_2}^2)}}$$

胸高直径に対する樹高対幹材積の偏相関係数

$$r_{y x_2 x_1} = \frac{r_{y x_2} - r_{y x_1} \cdot r_{x_1 x_2}}{\sqrt{(1 - r_{y x_1}^2)(1 - r_{x_1 x_2}^2)}}$$

偏相関係数もきわめて有意であり, 第 18 表にみるとおり, 樹高を固定した場合の胸高直径対幹材積と胸高直径の変動を無視した場合の樹高対幹材積とでは前者が大で, 胸高直径の材積におよぼす影響の大であることを示している。

ハ 10 cm 直径級毎の回帰係数の差の検定

胸高直径および樹高の回帰係数は, 胸高直径, 樹高の函数として変化するものであるが, 調製要綱にもとづき, 一応資料を 10 cm 直径級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ない, 差のなかった直径級を一括して材積式を決定する。

i 10 cm 直径級毎平方和, 積和, 相関係数, 回帰係数

10 cm 直径級毎二乗和等

第 19 表の 1

直径級	本 数	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2
4~10	312	281.7609	260.6458	-517.9433	257.210139
12~20	594	709.0558	640.2231	-525.4084	850.083765
22~30	470	663.2511	586.9871	-145.5899	937.207193
32~40	445	689.6263	590.8236	10.6312	1069.281532
42~50	226	374.2989	313.4988	63.0394	620.071738
52~60	70	121.6716	100.2678	32.5975	211.510641
62~72	15	27.2596	22.0799	9.6067	49.545336
4~72	2132	2866.9242	2514.5261	-1073.0668	3994.910344
SX_1^2		SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y
222.637167		882.675638	238.003215	-460.209618	-423.441763
694.805105		492.784780	767.115484	-617.576667	-556.363908
735.327506		55.283174	829.229196	-202.280640	-177.974286
785.633431		4.925019	915.913732	17.786539	15.928002
435.387978		19.193682	519.279689	104.779703	88.121035
143.782943		15.535831	174.298797	56.725157	46.878490
32.543880		6.250732	40.133190	17.474979	14.194631
3050.118010		1476.648856	3483.973303	-1083.300547	-992.657799

10 cm 直径級毎平方和, 積和, 相関係数

第 19 表の 2

直径級	本 数	$S_{x_1}^2$	$S_{x_2}^2$	S_y^2	$S_{x_1x_2}$
4~10	312	2.757560	4.892830	22.851080	2.619256
12~20	594	3.686244	4.761977	28.047429	2.883325
22~30	470	1.245445	2.234196	10.184410	0.889111
32~40	445	0.552468	1.200788	4.671036	0.301388
42~50	226	0.161709	0.514095	1.609762	0.066167
52~60	70	0.025238	0.159633	0.355874	0.016745
62~72	15	0.006283	0.042414	0.098153	0.007241
4~72	2132	139.725368	84.432500	936.558632	102.661986
S_{x_1y}		S_{x_2y}	$r_{x_1x_2}$	r_{yx_1}	r_{yx_2}
7.534518		9.249730	0.713075	0.949160	0.874774
9.601571		9.930022	0.688189	0.944286	0.859231
3.171831		3.854210	0.533007	0.890594	0.807992
1.311134		1.813027	0.370032	0.816182	0.765534
0.374490		0.675122	0.229484	0.733994	0.742130
0.065300		0.185924	0.263813	0.689029	0.780056
0.016659		0.053633	0.443568	0.670832	0.831239
359.664358		272.939985	0.945186	0.994242	0.970610

回 帰 係 数

第 19 表の 3

直 径 級	b_1	b_2
4~10	1.905630	0.870334
12~20	1.849624	0.965346
22~30	1.837138	0.994000
32~40	1.795385	1.059237
42~50	1.877357	1.071599
52~60	1.950348	0.960114
62~72	1.486618	1.010714
4~72	1.865681	0.964149

ii 10 cm 直径級毎回帰に帰因する平方和など

第 20 表

直 径 級	S_y^2	$S_{dyx_1x_2}^2$	$S_{yx_1x_2}^2$	R
4~10	22.408362	0.442718	0.00143274	0.990266
12~20	27.345202	0.702227	0.00118820	0.987402
22~30	9.658177	0.526233	0.00112684	0.973822
32~40	4.274416	0.396620	0.00089733	0.956603
42~50	1.426511	0.183251	0.00082175	0.941362
52~60	0.305866	0.050008	0.00074639	0.927081
62~72	0.078973	0.019180	0.00159833	0.896990
4~72	934.173625	2.385007	0.00112025	0.998726

a. 4~72 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検定

まず次表のように 7 直径級について, Bartlett の検定法により分散の一樣性の検定を行なった。

第 21 表

直径級	$S_{dyx_1x_2}^2$	n	f_r $=n-3$	$S_{yx_1x_2}^2$	$\log S_{yx_1x_2}^2$	$f_r \log S_{yx_1x_2}^2$	$1/f_r$
4~10	0.442718	312	309	0.00143274	-2.8438326	-878.7442734	0.003236
12~20	0.702227	594	591	0.00118820	-2.9251105	-1728.7403055	0.001692
22~30	0.526233	470	467	0.00112684	-2.9481378	-1376.7803526	0.002141
32~40	0.396620	445	442	0.00089733	-3.0470478	-1346.7951276	0.002262
42~50	0.183251	226	223	0.00082175	-3.0852603	-688.0130469	0.004484
52~60	0.050008	70	67	0.00074639	-3.1270342	-209.5112914	0.014925
62~72	0.019180	15	12	0.00159833	-2.7963335	-33.5560020	0.083333
計 $K=7$	2.320237 $=q^2$		2111 $=f$			-6262.1403994 $=\sum f_r \log S_{yx_1x_2}^2$	0.112073 $=\sum 1/f_r$

$$\begin{aligned}
S^2 &= q^2/f = 2.320237/2111 = 0.00109912 \\
\log S^2 f &= 3.0410451 \times 2111 = -2.9589549 \times 2111 = -6246.3537939 \\
\chi^2 &= 1/\log 10 e [\log S^2 f - \sum f_r \log S_{yx_r x_2}^2] \\
&= \frac{1}{0.43429} [-6246.3537939 + 6262.1403994] \\
&= 2.3026 \times 15.7866055 = 36.3502378
\end{aligned}$$

補正項

$$\begin{aligned}
c &= 1 + \frac{1}{3(K-1)} \left[\sum \frac{1}{f_r} - \frac{1}{f} \right] \\
&= 1 + \frac{1}{3(7-1)} [0.112073 - 0.000474] \quad \left(\frac{1}{f} = 0.0004737 \right) \\
&= 1 + \frac{1}{18} \times 0.111599 = 1 + 0.0061999 = 1.0061999
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{補正された } \chi^2 &= \chi^2/c \\
&= 36.3502378/1.0061999 = 36.126^{**}, P(\chi^2 = 36.126) < 0.01 \quad \text{df. 6}
\end{aligned}$$

有意差あり，分散は一樣とは認められない。

したがって 4~72 cm は一括できない。

b. 4~60 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検定

$$\begin{aligned}
\text{第 21 表より } q^2 &= 2.301057, f = 2099, \sum f_r \log S_{dyx_1 x_2}^2 = -6228.5843974 \\
\sum 1/f_r &= 0.028740, 1/f = 0.000476, K = 6 \\
S^2 &= 2.301057/2099 = 0.00109626 \\
\log S^2 f &= 3.0399136 \times 2099 = -2.9600864 \times 2099 = -6213.2213536 \\
\chi^2 &= 2.3026 \times (-6213.2213536 + 6228.5843974) = 2.3026 \times 15.3630438 \\
&= 25.3749447
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{補正項 } c &= 1 + \frac{1}{3 \times 5} \times (0.028740 - 0.000476) = 1 + \frac{1}{15} \times 0.028264 \\
&= 1 + 0.0018843 = 1.0018843
\end{aligned}$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 25.3749447/1.0018843 = 25.308^{**}, P(\chi^2 = 25.358) < 0.01 \quad \text{df. 5}$$

有意差あり，分散は一樣であるとは認められない。

c. 12~60 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検定

$$\begin{aligned}
\text{第 21 表より } q^2 &= 1.858339, f = 1790, \sum f_r \log S_{yx_1 x_2}^2 = -5349.8401240 \\
\sum 1/f_r &= 0.025504, 1/f = 0.000559, K = 5 \\
S^2 &= 1.858339/1790 = 0.00103818 \\
\log S^2 f &= 3.01627266 \times 1790 = -2.98372734 \times 1790 = -5340.8719386 \\
\chi^2 &= 2.3026 \times (-5340.8719386 + 5349.8401240) = 2.3026 \times 8.9681854 \\
&= 20.6501437
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{補正項} \quad c &= 1 + \frac{1}{3+4} \times (0.025504 - 0.000559) = 1 + \frac{1}{12} \times 0.024945 \\ &= 1 + 0.0020788 = 1.0020788\end{aligned}$$

$$\text{補正された} \quad \chi^2 = 20.6501437/1.0020788 = 20.607^{**}, \quad P(\chi^2 = 20.607) < 0.01 \quad \text{df. 4}$$

有意差あり，分散は一樣であるとは認められない。

d. 12～50 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検定

$$\begin{aligned}\text{第 21 表より} \quad q^2 &= 1.808331, f = 1723, \sum f_r \log S_{y|x_1, x_2}^2 = -5140.3288326 \\ \sum 1/f_r &= 0.010579, 1/f = 0.000580, K = 4 \\ S^2 &= 1.808331/1723 = 0.00104952 \\ \log S^2 f &= 3.0209907 \times 1723 = -2.9790093 \times 1723 = -5132.8330239 \\ \chi^2 &= 2.3026 \times (-5132.8330239 + 5140.3288326) = 2.3026 \times 7.4958087 \\ &= 17.2598491\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{補正項} \quad c &= 1 + \frac{1}{3 \times 3} \times (0.010579 - 0.000580) = 1 + \frac{1}{9} \times 0.009999 \\ &= 1 + 0.001111 = 1.001111\end{aligned}$$

$$\text{補正された} \quad \chi^2 = 17.2598491/1.001111 = 17.241^{**}, \quad P(\chi^2 = 17.241) < 0.01 \quad \text{df. 3}$$

有意差あり，分散は一樣であるとは認められない。

e. 12～40 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検定

$$\begin{aligned}\text{第 21 表より} \quad q^2 &= 1.625080, f = 1500, \sum f_r \log S_{y|x_1, x_2}^2 = -4452.3157857 \\ \sum 1/f_r &= 0.006095, 1/f = 0.000667, K = 3 \\ S^2 &= 1.625080/1500 = 0.00108339 \\ \log S^2 f &= 3.0347848 \times 1500 = -2.9652152 \times 1500 = -4447.8228000 \\ \chi^2 &= 2.3026 \times (-4447.822800 + 4452.3157857) = 2.3026 \times 4.4929857 \\ &= 10.3455489\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{補正項} \quad c &= 1 + \frac{1}{3 \times 2} \times (0.006095 - 0.000667) = 1 + \frac{1}{6} \times 0.005428 \\ &= 1 + 0.0009047 = 1.0009047\end{aligned}$$

$$\text{補正された} \quad \chi^2 = 10.3455489/1.0009047 = 10.336^{**}, \quad P(\chi^2 = 10.336) < 0.01 \quad \text{df. 2}$$

有意差あり，分散は一樣とは認められない。

次に 4～30 cm と 32～72 cm の二つの範囲に分けて検討してみる。

f. 4～30 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検定

$$\begin{aligned}\text{第 21 表より,} \quad q^2 &= 1.671178, f = 1367, \sum f_r \log S_{y|x_1, x_2}^2 = -3984.2649315 \\ \sum 1/f_r &= 0.007069, 1/f = 0.000732, K = 3\end{aligned}$$

$$S^2 = 1.671178/1367 = 0.00122251$$

$$\log S^2 f = 3.0872525 \times 1367 = -2.91745 \times 1367 = -3981.7258325$$

$$\chi^2 = 2.3926 \times (-3981.7258325 + 3984.2649315) = 2.3026 \times 2.5390990 \\ = 5.8465294$$

$$\text{補正項} \quad c = 1 + \frac{1}{3 \times 2} \times (0.097069 - 0.000732) = 1 + \frac{1}{6} \times 0.006337 \\ = 1 + 0.0010562 = 1.0010562$$

$$\text{補正された} \quad \chi^2 = 5.8465294/1.0010562 = 5.840, \quad 0.05 < P(\chi^2 = 5.840) < 0.10 \quad \text{df. 2}$$

有意差なし，したがって 4~30 cm を一括した場合の直径級の分散は一樣とみなされる。

回帰係数間の検定

第 19 表 2 および第 20 表を合計して

$$\sum_{i=1}^3 (S_{x_1}^2)_i = 7.689249, \quad \sum_{i=1}^3 (S_{x_2}^2)_i = 11.889003, \quad \sum_{i=1}^3 (S_y^2)_i = 61.082919, \quad \sum_{i=1}^3 (S_{x_1 x_2})_i = 6.391692 \\ \sum_{i=1}^3 (S_{x_1 y})_i = 20.307920, \quad \sum_{i=1}^3 (S_{x_2 y})_i = 23.033962, \quad \sum_{i=1}^3 (S_{d y x_1 x_2})_i = 1.671178$$

$$\text{上記の値より} \quad b'_1 = 1.863289 \quad b'_2 = 0.935688$$

第 22 表の 1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	6	59.411741
誤 差	1367	1.671178
計	1373	61.082919

第 22 表の 2 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	59.392117	
回 帰 間	4	0.019624	0.00490600
回 帰 計	6	59.411741	
誤 差	1367	1.671178	0.00122251
計	1373	61.082919	

$$F = 0.00490600/0.00122251 = 4.013^{**} > F_{1367}^4(0.01) = 3.32$$

有意差あり，したがって 4~30 cm は一括出来ない。

g. 12~30 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検定

$$\text{第 21 表より} \quad q^2 = 1.228460, \quad f = 1.058, \quad \sum f_r \log S_{y x_1 x_2}^2 = -3.1055206581$$

$$\sum 1/f_r = 0.003833, \quad 1/f = 0.000945, \quad K = 2$$

$$S^2 = 1.228460/1.058 = 0.00116112$$

$$\begin{aligned}\log S^2 f &= 3.0648769 \times 1.050 = -2.9351231 \times 1.058 = -3.1053602398 \\ \chi^2 &= 2.3026 \times (-3.1053602398 + 3.1055206581) = 2.3026 \times 0.1604183 \\ &= 0.3693792\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{補正項} \quad c &= 1 + \frac{1}{3 \times 1} \times (0.003833 - 0.000945) = 1 + \frac{1}{3} \times 0.002888 \\ &= 1 + 0.0009627 = 1.0009627\end{aligned}$$

$$\text{補正された} \quad \chi^2 = 0.3693792 / 1.0009627 = 0.369, \quad 0.05 < P(\chi^2 = 0.369) < 0.70 \quad \text{df. 1}$$

有意差なし、したがって 12~30 cm を一括した場合の直径級の分散は一樣とみなされる。

回帰係数間の差の検定

第 19 表 2 および第 20 表を合計して

$$\begin{aligned}\sum_{i=2}^3 (S_{x_1}^2)_i &= 4.931689, \quad \sum_{i=2}^3 (S_{x_2}^2)_i = 6.996173, \quad \sum_{i=2}^3 (S_y^2)_i = 38.231839, \quad \sum_{i=2}^3 (S_{x_1 x_2})_i = 3.772436 \\ \sum_{i=2}^3 (S_{x_1 y})_i &= 12.773402, \quad \sum_{i=2}^3 (S_{x_2 y})_i = 13.784232, \quad \sum_{i=2}^3 (S_{d y x_1 x_2})_i = 1.228460\end{aligned}$$

$$\text{上記の値より} \quad b'_1 = 1.843202 \quad b'_2 = 0.976372$$

第 23 表の 1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	4	37.003379
誤 差	1058	1.228460
計	1062	38.231839

第 23 表の 2 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	37.002504	
回 帰 間	2	0.000875	0.00043750
回 帰 計	4	37.003379	
誤 差	1058	1.228460	0.00116112
計	1062	38.231839	

$$F = 0.00043750 / 0.00116112 = 0.377 < F_{1058}^2(0.05) = 3.00$$

$$\text{念のため逆数を取って見ると } 1/F = 0.00116112 / 0.00043750 = 2.65 < 19.50 = F_{1058}^2(0.05)$$

いずれも有意差なし、したがって 12~30 cm の 2 つの直径級の回帰平面は互に平行であることがわかったので、次に同一の回帰平面にあるか否かを検定するため回帰平面の高さの差を検定する。

回帰平面間の高さの差の検定

2 つの直径級の二乗和等を(第 19 表の 1) 加え、12~30 cm 直径級をこみにした平方和、積

和, 回帰係数 b_1'' , b_2'' 等を求めると次のごとくである。

$$\begin{aligned} S_{x_1}^2 &= 17.341496, S_{x_2}^2 = 14.676901, S_y^2 = 124.911264, S_{x_1 x_2} = 13.535446 \\ S_{x_1 y} &= 45.570886, S_{x_2 y} = 39.586579, S_y^2 = 123.678421, S_{dyx_1 x_2}^2 = 1.232843 \\ b_1'' &= 1.865311, b_2'' = 0.9769615 \end{aligned}$$

第24表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	123.678421
回 帰 間 差	2	0.000875
誤 差	1059	1.231968
計	1063	124.911264

第24表の2 完成された分散分析表

変 動 因	自由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	123.678421	
回 帰 間 差	2	0.000875	
平 面 間 差	1	0.003508	0.00350800
不 明 原 因	1058	1.228460	0.00116112
計	1063	124.911264	

$$F = 0.00350800/0.00116112 = 3.021 < \overset{1}{F}_{1058}(0.05) = 3.85$$

有意差なし, 回帰係数間及び回帰平面間の高さにおいても差が認められないので12~30 cm は同一の材積式によって幹材積を推定して差し支ない。

h. 32~72 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一様性の検定

$$\text{第21表より } q^2 = 0.649059, f = 744, \sum f_r \log S_{yx_1 x_2}^2 = -2277.8754679$$

$$\sum 1/f_r = 0.105004, 1/f = 0.001344, K = 4$$

$$S^2 = 0.649059/744 = 0.00087239$$

$$\log S^2 f = 4.9407107 \times 744 = -3.0592893 \times 744 = -2276.1112392$$

$$\begin{aligned} \chi^2 &= 2.3026 \times (-2276.1112392 + 2277.8754679) = 2.3026 \times 1.7642287 \\ &= 4.0623130 \end{aligned}$$

$$\text{補 正 項 } c = 1 + \frac{1}{3 \times 3} (0.105004 - 0.001344) = 1 + \frac{1}{9} \times 0.103660$$

$$= 1 + 0.0115178 = 1.0115178$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 4.0623130/1.0115178 = 4.016, 0.20 < P(\chi^2 = 4.016) < 0.30, \text{ d.f} = 3$$

有意差なし, したがって32~72 cm の各直径級の分散は一様とみなされる

回帰係数間の差の検定

第19表の2および第20表を合計して

$$\sum_{\ell=4}^7 (S_{x_1}^2)_{\ell} = 0.745698, \quad \sum_{\ell=4}^7 (S_{x_2}^2)_{\ell} = 1.916930, \quad \sum_{\ell=4}^7 (S_y^2)_{\ell} = 6.734825, \quad \sum_{\ell=4}^7 (S_{x_1 x_2})_{\ell} = 0.391541$$

$$\sum_{\ell=4}^7 (S_{x_1 y})_{\ell} = 1.767583, \quad \sum_{\ell=4}^7 (S_{x_2 y})_{\ell} = 2.727706, \quad \sum_{\ell=4}^7 (S_{dyx_1 x_2})_{\ell} = 0.649059$$

上記の値より $b'_1 = 1.818227$

$$b'_2 = 1.051575$$

第25表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	8	6.085766
誤 差	744	0.649059
計	752	6.734825

第25表の2 完成された分散分析表

変 動 因	自由度	平 方 和	平均平方
全 回 帰	2	6.082254	
回 帰 間	6	0.003512	0.00058533
回 帰 計	8	6.085766	
誤 差	744	0.649059	0.00087239
計	752	6.734825	

$$F = 0.00058533 / 0.00087239 = 0.671 < F_{744}^6(0.05) = 2.10$$

有意差は認められず、32～72 cm の4つの直径級の回帰平面は互に平行である。

回帰平面間の高さの差の検定

4つの直径級の二乗和等を(第19表の1)を加え、32～72 cm 直径級をこみにした平方和、積和、回帰係数、 b'' 、 c'' 等を求めると次のごとくである。

$$S_{x_1}^2 = 4.614740, \quad S_{x_2}^2 = 3.100224, \quad S_y^2 = 28.144723, \quad S_{x_1 x_2} = 2.530962, \quad S_{x_1 y} = 10.867578$$

$$S_{x_2 y} = 7.760792, \quad S_y^2 = 27.486173, \quad S_{dyx_1 x_2}^2 = 0.658550, \quad b'_1 = 1.778222,$$

$$b'_2 = 1.051595$$

第26表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	27.486173
回 帰 間 差	6	0.003512
誤 差	747	0.655038
計	755	28.144723

第26表の2 完成された分散分析表

変 動 因	自由度	平 方 和	平均平方
回 帰	2	27.486173	
回 帰 間 差	6	0.003512	
平 面 間 差	3	0.005979	0.00199300
不 明 原 因	744	0.649059	0.00087239
計	755	28.144723	

$$F = 0.00199300/0.00087239 = 2.285 < F_{744}^3(0.05) = 2.61$$

有意差なし。したがって 32~72 cm は同一の材積式によって幹材積を推定して差し支えない。

以上の結果をとりまとめれば次表のようになる。

第 40 表

樹種	本 数	直径範囲	修 正 χ^2	回 帰 係 数 間 の 差 の 検 定				
				平均された回帰係数		回帰間分散	誤 差 分 散	F
				b_1	b_2			
ト ド マ ツ	2132	4~72	36.126259**					
	2117	4~60	35.308413**					
	1805	12~60	20.607305**					
	1735	12~50	17.240695**					
	1509	12~40	10.336198**					
	1376	4~30	5.840361	1.863289	0.935688	0.0049060	0.0012225	4.013**
	1064	12~30	0.369024	1.843202	0.976372	0.0004375	0.0011611	0.377
	756	32~72	4.016057	1.818227	1.051575	0.0005853	0.0008724	0.671

直径範囲	回 帰 平 面 間 の 差 の 検 定				
	込みにした回帰係数		平 面 間 の 差 の 分 散	不 明 原 因	F
	b_1	b_2			
4~72					
4~60					
12~60					
12~50					
12~40					
4~30					
12~30	1.865311	0.976962	0.0035080	0.0011611	3.021
32~72	1.778222	1.051595	0.0019930	0.0008724	2.285

ニ 材積式の決定と材積表の作製

i 材積式の決定

前述の検討の結果材積式としては第41表のとおり3つの推定式を用いることが適当であ

ることがわかった。

第 41 表

直径範囲	材 積 式
4~10	$\hat{Y} = 1.905630X_1 + 0.870334X_2 - 4.108091$
12~30	$\hat{Y} = 1.865311X_1 + 0.976962X_2 - 4.163265$
32~72	$\hat{Y} = 1.778222X_1 + 1.051595X_2 - 4.127637$

ii 修正係数

材積式が対数計算によるものであるため、推定値に偏りが入るのでこれを除くため、解説書により分布が不明な場合の修正係数として

$$f = 10^{\frac{n-1}{n} \cdot \frac{1}{2} (\log_{10} e) \sigma^2}$$

を下表のごとく計算した。

第 42 表

直径範囲	(本数) n	標準誤差	(標準誤差) ²	$\frac{n-1}{n}$	$\frac{n-1}{n} (\text{標準誤差})^2 \times 1.151293$	修正係数
4~10	312	0.0378516	0.00143274	0.996795	0.00164422	1.0038
12~30	1064	0.0340876	0.00116196	0.999060	0.00133650	1.0031
32~72	756	0.0295731	0.00087457	0.998677	0.00100555	1.0023

iii 材積表の作製

前記材積式により、推定される推定値の真数に修正係数を乗じて得た値を「調製要綱」により材積は m^3 単位で小数点以下 3 位までを原則とし数字の 2 つ以下のところについては 4 位まで求め作製した。

なお各式のつなぎ目に多少喰い違いを生ずるので図上で徒手法により修正した。

ホ 材積表の適合度

材積表の適合度は「立木材積表調製要綱」にもとづき誤差率によってあらわした。

$$\text{標準誤差} = \frac{1}{\sqrt{n}} \left\{ \frac{1}{n-(K+1)} \sum (v-v)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

ただし v : 実 測 材 積

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

K : 独立変数の個数 (ここでは $K=2$)

$$\text{推定値の標準誤差率} = \frac{\text{標準誤差} \times t}{\text{平均値}} \times 100$$

ただし t : 95% 信頼度の t 表の値

平均値: 実測材積 (棄却後) の平均値

不偏分散, 標準誤差, 推定値の標準誤差率を計算すると次表のとおりである。

第 43 表

直径範囲	不 偏 分 散	標準誤差	推 定 値 の 標準誤差率(%)
4~10	0.00000722	0.000152	1.14
12~30	0.00066374	0.000790	0.50
32~72	0.01539847	0.004513	0.56

[B] エゾマツの部

イ 材積式の計算

棄却後の数値を用いトマツと同様の手続きによって平方和, 積和, 回帰係数標準誤差, 重相関係数等を求めた。

第 44 表

本 数	$S_{x_1}^2$	$S_{x_2}^2$	S_y^2	$S_{x_1x_2}$	S_{x_1y}	$S_{x_2y_1}$	a'
1908	151.705966	94.610335	1029.471832	114.612560	393.360066	304.790901	-4.156627
b_1	b_2	S_y^2	$S_{dyx_1x_2}^2$	$S_{yx_1x_2}^2$	$S_{yx_1x_2}$	R	
1.876109	0.948789	1027.168618	2.303214	0.00120904	0.03477125	0.998881	

材 積 式 $\hat{Y} = -4.156627 + 1.876109 X_1 + 0.948789 X_2$

ロ 有意性の検定

i 重相関係数の有意性の検定

第 45 表

変 動 因	自由度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	1027.168618	513.58430900
回帰からの 偏 差	1905	2.303214	0.00120904
全 体	1907	1029.471832	

$$F = \frac{513.58430900}{0.00120904} = 424786^{**} > F_{1905}^2(0.01) = 4.60$$

重相関係数はきわめて有意である。

ii 回帰係数の標準偏差および有意性の検定

第 46 表

b_1	b_2	Sb_1	Sb_2	t	
				b_1/Sb_1	b_2/Sb_2
1.876109	0.948789	0.00969527	0.01227699	193.508^{**}	77.282^{**}

C 乗数は下表の通り

第 47 表

C_{22}	C_{32}	C_{33}
0.077746155	-0.094183008	0.124664559

第 46 表の t の値はきわめて有意であるので、 $b_1 = 0$, $b_2 = 0$ という帰無仮説は捨てられる。

iii 偏相関係数および有意性の検定

相 関 係 数

第 48 表

$r_{x_1 x_2}$	$r_{y x_1}$	$r_{y x_2}$
0.956669	0.995363	0.976620

偏 相 関 係 数

第 49 表

$r_{y x_1 x_2}$	$r_{y x_2 x_1}$
0.975494**	0.870731**

偏相関係数もきわめて有意である。

ハ 10 cm 直径級毎の回帰係数の差の検定

i 10 cm 直径級毎平方和、積和、相関係数、回帰係数

10 cm 直径級毎二乗和等 (第 50 表の 1 参照)

10 cm 直径級毎平方和、積和、相関係数 (第 50 表の 2 参照)

回 帰 係 数

第 50 表の 3

直 径 級	b_1	b_2
4~10	1.954285	0.732053
12~20	1.780146	0.986180
22~30	1.864287	0.997385
32~40	1.719476	1.070460
42~50	1.800273	1.124615
52~60	1.824437	0.961310
62~70	1.646956	0.997137
72~90	1.040997	1.166567
4~90	1.876109	0.948789

第 50 表 の 1

96

直径級	本 数	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2	SX_2^2	SY^2	SX_1X_2	SX_1Y	SX_2Y
4~10	175	157.2258	133.8348	-304.6920	142.905638	104.882761	542.799978	121.801749	-269.381129	-228.118442
12~20	345	412.3899	364.7176	-316.3922	495.300152	389.638268	310.073407	438.254959	-371.734234	-326.367825
22~30	331	468.6330	414.2375	-103.9709	664.360286	520.054971	40.285705	587.186308	-144.887102	-127.159016
32~40	303	472.5802	408.0609	14.4576	737.439545	550.348158	3.705755	636.632291	23.390649	20.654399
42~50	298	495.3822	418.3283	88.6137	823.706148	587.767212	28.431046	695.518032	147.796196	125.176852
52~60	236	411.6771	339.4959	114.7509	718.247539	488.710109	56.904120	592.260614	200.434333	165.475816
62~70	137	248.5305	201.9203	88.5337	450.898839	297.814077	57.766504	366.323518	160.698720	130.731967
72~80	61	114.3123	91.1268	46.9074	214.234795	136.246163	36.343797	170.778240	87.938703	70.205681
82~90	22	42.4855	33.7320	19.8778	82.050868	51.753137	18.068996	65.142858	38.386209	30.526388
4~90	1908	2823.2165	2405.4541	-351.9140	4329.143810	3127.214856	1094.379308	3673.898569	-127.357655	-138.874180

第 50 表 の 2

直径級	本 数	$S_{x_1}^2$	$S_{x_2}^2$	S_y^2	$S_{x_1x_2}$	S_{x_1y}	S_{x_2y}	$r_{x_1x_2}$	r_{yx_1}	r_{yx_2}
4~10	175	1.648769	2.529883	12.301607	1.560129	4.364262	4.900946	0.763889	0.969058	0.878514
12~20	345	2.356878	4.076158	19.916845	2.295960	6.459817	8.106969	0.740748	0.942847	0.899752
22~30	331	0.865154	1.648003	7.627252	0.704851	2.315903	2.957738	0.590298	0.901549	0.834251
32~40	303	0.370088	0.797999	3.015913	0.191691	0.841555	1.183834	0.352734	0.796564	0.763098
42~50	298	0.204390	0.523700	2.080751	0.107316	0.488647	0.782159	0.328015	0.749299	0.749279
52~60	236	0.120274	0.331015	1.108488	0.045836	0.263495	0.401833	0.229719	0.721641	0.663371
62~70	137	0.041836	0.209642	0.553248	0.021670	0.090510	0.244731	0.231391	0.594924	0.718605
72~90	83	0.074216	0.171349	0.674685	0.046578	0.158979	0.265564	0.413039	0.710460	0.781048
4~90	1908	151.705966	94.610335	1029.471832	114.612560	393.360066	304.790901	0.956669	0.995363	0.976620

ii 10 cm 直径級毎回帰に帰因する平方和など

第 51 表

直径級	S_y^2	$S_{dyx_1x_2}^2$	$S_{yx_1x_2}^2$	R
4~10	12.116765	0.184842	0.00107466	0.992459
12~20	19.494348	0.422497	0.00123537	0.989337
22~30	7.267511	0.359741	0.00109677	0.976133
32~40	2.714280	0.301633	0.00100544	0.948676
42~50	1.759326	0.321425	0.00108958	0.919524
52~60	0.867016	0.241472	0.00103636	0.884399
62~70	0.393096	0.160152	0.00119516	0.842926
72~90	0.533954	0.140730	0.00175913	0.889614
4~90	1027.168618	2.303214	0.00120904	0.998881

a. 4~90 cm 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

第 52 表

直径級	$S_{dyx_1x_2}^2$	n	f_r $=n-3$	$S_{yx_1x_2}^2$	$\log.S_{yx_1x_2}^2$	$f_r \log S_{x_1x_2y}^2$	$1/f_r$
4~10	0.184842	175	172	0.00107466	-2.9687290	-510.6213880	0.005814
12~20	0.422497	345	342	0.00123537	-2.9082030	-994.6054260	0.002924
22~30	0.359741	331	328	0.00109677	-2.9598844	-970.8420832	0.003049
32~40	0.301633	303	300	0.00100544	-2.9976438	-899.2931400	0.003333
42~50	0.321425	298	295	0.00108958	-2.9627408	-874.0085360	0.003390
52~60	0.241472	236	233	0.00103636	-2.9844894	-695.3860302	0.004292
62~70	0.160152	137	134	0.00119516	-2.9225740	-391.6249160	0.007463
72~90	0.140730	83	80	0.00175913	-2.7547021	-220.3761680	0.012500
計	2.132492		1884			-5556.7576874	0.042765
$K=8$	$=q^2$		$=f$			$=\sum f_r \log S_{yx_1x_2}^2$	$=\sum 1/f_r$

$$S^2 = q^2/f = 2.132492/1884 = 0.00113190$$

$$\log S^2 \cdot f = 3.0538081 \times 1884 = -2.9461919 \times 1884 = -5550.6255396$$

$$\chi^2 = 2.3026 \times (-5550.6255396 + 5556.7576874) = 2.3026 \times 6.1321478 = 14.1198835$$

$$\begin{aligned} \text{補正項} \quad c &= 1 + \frac{1}{3(8-1)}(0.042765 - 0.000531) \\ &= 1 + \frac{1}{21} \times 0.042234 = 1 + 0.0020111 = 1.0020111 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{補正された} \quad \chi^2 &= 14.1198835/1.0020111 = 14.092, \quad 0.02 < P(\chi^2 = 14.092) < 0.05 \\ \text{df.} &7 \end{aligned}$$

有意差あり,したがって4~90 cmを一括した場合の各直径級の分散は一樣とみなされない。

回帰係数間の差の検定

第50表の2および第51表を合計して

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^8 (S_{x_1})_i &= 5.681605, \quad \sum_{i=1}^8 (S_{x_2})_i = 10.287749, \quad \sum_{i=1}^8 (S_y)_i = 47.278789, \quad \sum_{i=1}^8 (S_{x_1 x_2})_i = 4.974031 \\ \sum_{i=1}^8 (S_{x_1 y})_i &= 14.983168, \quad \sum_{i=1}^8 (S_{x_2 y})_i = 18.843774, \quad \sum_{i=1}^8 (S_{xyx_1 x_2})_i = 2.132492\end{aligned}$$

上記の値より $b'_1 = 1.792158$ $b'_2 = 0.965179$

第53表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	16	45.146297
誤 差	1884	2.132492
計	1900	47.278789

第53表の2 完成された分散分析表

変 動 因	自由度	平 方 和	平均平方
全 回 帰	2	45.039831	
回 帰 間	14	0.106466	0.00760471
回 帰 計	16	45.146297	
誤 差	1884	2.132492	0.00113190
計	1900	47.278789	

$$F = 0.00760471 / 0.00113190 = 6.719^{**} > F_{1884}^{14}(0.01) = 2.07$$

有意差あり,したがって4~90 cm までは一括出来ない。

b. 4~70 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検定

$$\begin{aligned}\text{第51表より} \quad q^2 &= 1.991762 \quad f = 1,804 \quad \sum f_r \log S_{y x_1 x_2}^2 = -5336.3815194 \\ \sum \frac{1}{f_r} &= 0.030265 \quad 1/f = 0.000554 \quad K = 7 \\ S^2 &= 1.991762 / 1,804 = 0.00110408 \\ \log S^2 \cdot f &= 3.0430005 \times 1,804 = -2.956995 \times 1,804 = -5334.4270980 \\ \chi^2 &= 2.3026 \times (-5334.4270980 + 5336.3815194) = 2.3026 \times 1.9544214 \\ &= 4.5002507\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{補 正 項} \quad c &= 1 + \frac{1}{3 \times 6} \times (0.030265 - 0.000554) = 1 + \frac{1}{18} \times 0.029711 \\ &= 1 + 0.0016506 = 1.0016506\end{aligned}$$

$$\text{補正された} \quad \chi^2 = 4.5002507 / 1.0016506 = 4.493, \quad 0.05 < P(\chi^2 = 4.493) < 0.70, \quad \text{df. } 6$$

有意差なし，したがって 4~70 cm を一括した場合の直径級の分散は一樣とみなされる。

回帰係数間の差の検定

第 50 表の 2 および第 51 表を合計して

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^7 (S_{x_1})_i &= 5.607389, \quad \sum_{i=1}^7 (S_{x_2})_i = 10.116400, \quad \sum_{i=1}^7 (S_y)_i = 46.604104, \quad \sum_{i=1}^7 (S_{x_1 x_2})_i = 4.927453 \\ \sum_{i=1}^7 (S_{x_1 y})_i &= 14.824189, \quad \sum_{i=1}^7 (S_{x_2 y})_i = 18.578210, \quad \sum_{i=1}^7 (S_{i y x_1 x_2})_i = 1.991762\end{aligned}$$

上記の値より $b'_1 = 1.800614$ $b'_2 = 0.959409$

第 54 表の 1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	14	44.612342
誤 差	1804	1.991762
計	1818	46.604104

第 54 表の 2 完成された分散分析表

変 動 因	自由 度	平 方 和	平均 平方
全 回 帰	2	44.516754	
回 帰 間	12	0.095588	0.00796567
回 帰 計	14	44.612342	
誤 差	1804	1.991762	0.00110408
計	1818	46.604104	

$$F = 0.00796567 / 0.00110408 = 7.215^{**} > F_{1804}^{12}(0.01) = 2.18$$

有意差あり，したがって 4~70 cm は一括出来ない。

c. 12~60 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検定

$$\begin{aligned}\text{第 51 表より } q^2 &= 1.646768 \quad f = 1,498 \quad \sum f_r \log S_{y x_1 x_2}^2 = -4434.1352154 \\ \sum 1/f_r &= 0.016988 \quad 1/f = 0.000668 \quad K = 5 \\ S^2 &= 1.646768 / 1,498 = 0.00109931 \\ \log S^2 \cdot f &= 3.0411202 \times 1,498 = -2.9588798 \times 1,498 = -4432.4019404 \\ \chi^2 &= 2.306 \times (-4432.4019404 + 4434.1352154) = 2.306 \times 1.7332750 \\ &= 3.9969322\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{補 正 項 } c &= 1 + \frac{1}{3 \times 4} \times (0.016988 - 0.000668) = 1 + \frac{1}{12} \times 0.016320 \\ &= 1 + 0.0013600 = 1.0013600\end{aligned}$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 3.9969322 / 1.0013600 = 3.992, \quad 0.30 < P(\chi^2 = 3.992) < 0.50, \quad \text{df. } 4$$

有意差なし，したがって 12~60 cm を一括した場合の直径級の分散は一樣とみなされる。

回帰係数間の差の検定

第 50 表の 2 および第 51 表を合計して

$$\sum_{i=2}^6 (S_{x_1})_i = 3.916784, \sum_{i=2}^6 (S_{x_2})_i = 7.376875, \sum_{i=2}^6 (S_y)_i = 33.749249, \sum_{i=2}^6 (S_{x_1 x_2})_i = 3.345643$$

$$\sum_{i=2}^6 (S_{x_1 y})_i = 10.369417, \sum_{i=2}^6 (S_{x_2 y})_i = 13.432533, \sum_{i=2}^6 (S_{dyx_1 x_2})_i = 1.646768$$

上記の値より $b'_1 = 1.782649$ $b'_2 = 1.012408$

第 55 表の 1 予備的分散分析表

変 動 因	由 自 度	平 方 和
回 帰	10	32.102481
誤 差	1498	1.646768
計	1508	33.749249

第 55 表の 2 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	32.084233	
回 帰 間	8	0.018248	0.00228100
回 帰 計	10	32.102481	
誤 差	1498	1.646768	0.00109931
計	1508	33.749249	

$$F = 0.00228100/0.00109931 = 2.075^* > F_{1498}^{(0.05)} = 1.94$$

有意差あり，したがって 12~60 cm は一括出来ない。

d. 4~30 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検定

$$\begin{aligned} \text{第 51 表より } q^2 &= 0.967080 & f &= 842 & \sum f_r \log S_{y x_1 x_2}^2 &= -2476.0688972 \\ \sum 1/f_r &= 0.011787 & 1/f &= 0.001188 & K &= 3 \\ S^2 &= 0.967080/842 = 0.00114855 \\ \log S^2 \cdot f &= 3.0601500 \times 842 = -2.9398500 \times 842 = -2475.3537000 \\ \chi^2 &= 2.3026 \times (-2475.3537000 + 2476.068892) = 2.3026 \times 0.7151972 \\ &= 1.6468131 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{補 正 項 } c &= 1 + \frac{1}{3 \times 2} \times (0.011787 - 0.001188) = 1 + \frac{1}{6} \times 0.010599 \\ &= 1 + 0.0017665 = 1.0017665 \end{aligned}$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 1.6468131/1.0017665 = 1.644, \quad 0.30 < P(\chi^2 = 1.644) < 0.50 \quad \text{df. } 2$$

有意差なし，したがって 4~30 cm を一括した場合の直径級の分散は一樣とみなされる。

回帰係数間の差の検定

第50表の2および第51表を合計して

$$\sum_{\ell=1}^3 (S_{x_1}^2)_{\ell} = 4.870801, \quad \sum_{\ell=1}^3 (S_{x_2}^2)_{\ell} = 8.254044, \quad \sum_{\ell=4}^3 (S_y^2)_{\ell} = 39.845704, \quad \sum_{\ell=1}^3 (S_{x_1 x_2})_{\ell} = 4.560940$$

$$\sum_{\ell=1}^3 (S_{x_1 y})_{\ell} = 13.139982, \quad \sum_{\ell=1}^3 (S_{x_2 y})_{\ell} = 15.965653, \quad \sum_{\ell=1}^3 (S_{dy x_1 x_2})_{\ell}^2 = 0.967080$$

上記の値より $b'_1 = 1.836939$ $b'_2 = 0.919245$

第56表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	6	38.878624
誤 差	842	0.967080
計	848	39.845704

第56表の2 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	38.813681	
回 帰 間	4	0.064943	0.01623575
回 帰 計	6	38.878624	
誤 差	842	0.967080	0.00114855
計	848	39.845704	

$$F = 0.01623575/0.00114855 = 14.136^{**} > F_{842}^4(0.01) = 3.34$$

有意差あり，したがって4～30 cm は一括出来ない。

e. 4～20 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一様性の検定

$$\text{第51表より} \quad q^2 = 0.607339 \quad f = 514 \quad \sum f_r \log S_{y x_1 x_2}^2 = -1.5052268140$$

$$\sum 1/f_r = 0.008738 \quad 1/f = 0.001946 \quad K = 2$$

$$S^2 = 0.607339/514 = 0.00118159$$

$$\log S^2 \cdot f = 3.0724667 \times 514 = -2.9275333 \times 514 = -1504.7521162$$

$$\chi^2 = 2.3026 \times (-1504.7521162 + 1505.2268140) = 2.3026 \times 0.4746978 \\ = 1.0930392$$

$$\text{補 正 項} \quad c = 1 + \frac{1}{3 \times 1} \times (0.008738 - 0.001946) = 1 + \frac{1}{3} \times 0.006792 \\ = 1 + 0.0022640 = 1.0022640$$

$$\text{補正された} \quad \chi^2 = 1.0930392/1.0022640 = 1.091, \quad 0.20 < P(\chi^2 = 1.091) < 0.30, \quad \text{df. } 1$$

有意差なし，したがって4～20 cm を一括した場合の直径級の分散は一様とみなされる。

回帰係数間の差の検定

第50表の2および第51表を合計して

$$\sum_{\ell=1}^2 (S_{x_1}^2)_{\ell} = 4.005647, \quad \sum_{\ell=1}^2 (S_{x_2}^2)_{\ell} = 6.606041, \quad \sum_{\ell=1}^2 (S_y^2)_{\ell} = 32.218452, \quad \sum_{\ell=1}^2 (S_{x_1 x_2})_{\ell} = 3.856089$$

$$\sum_{\ell=1}^2 (S_{x_1 y})_{\ell} = 10.824079, \quad \sum_{\ell=1}^2 (S_{x_2 y})_{\ell} = 13.007915, \quad \sum_{\ell=1}^2 (S_{dyx_1 x_2})_{\ell}^2 = 0.607339$$

上記の値より $b'_1 = 1.841317$ $b'_2 = 0.894277$

第57表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	4	31.611113
誤 差	514	0.607339
計	518	32.218452

第57表の2 完成された分散分析表

変 動 因	自由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	31.563244	
回 帰 間	2	0.047869	0.02393450
回 帰 計	4	31.611113	
誤 差	514	0.607339	0.00118159
計	518	32.218452	

$$F = 0.02393450/0.00118159 = 20.256^{**} > F_{514}^2(0.05) = 4.62$$

有意差あり，したがって4～20 cm は一括出来ない。

f. 12～30 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一様性の検定

$$\text{第51表より } q^2 = 0.782238 \quad f = 670 \quad \sum f_r \log S_{yx_1 x_2}^2 = -1965.4475092$$

$$\sum 1/f_r = 0.005973 \quad 1/f = 0.001493 \quad K = 2$$

$$S^2 = 0.782238/670 = 0.00116752$$

$$\log S^2 \cdot f = 3.0672644 \times 670 = -2.9327356 \times 670 = -1964.9328520$$

$$\chi^2 = 2.3026 \times (-1964.9328520 + 1965.4475092) = 2.3026 \times 0.5146572$$

$$= 1.1850497$$

$$\text{補 正 項 } c = 1 + \frac{1}{3 \times 1} \times (0.005973 - 0.001493) = 1 + \frac{1}{3} \times 0.004480$$

$$= 1 + 0.0014933 = 1.0014933$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 1.1850497/1.0014933 = 1.183, \quad 0.20 < P(\chi^2 = 1.183) < 0.30$$

有意差なし，したがって12～30 cm を一括した場合の直径級の分散は一様とみなされる。

回帰係数間の差の検定

第50表の2および第51表を合計して

$$\sum_{i=2}^3 (S_{x_1^2})_i = 3.222032, \sum_{i=2}^3 (S_{x_2^2})_i = 5.724161, \sum_{i=2}^3 (S_y)_i = 27.544097, \sum_{i=2}^3 (S_{x_1 x_2})_i = 3.000811$$

$$\sum_{i=2}^3 (S_{x_1 y})_i = 8.775720, \sum_{i=2}^3 (S_{x_2 y})_i = 11.064707, \sum_{i=2}^3 (S_{d y x_1 x_2})_i^2 = 0.782238$$

上記の値より $b'_1 = 1.804357083$ $b'_2 = 0.987074407$

第58表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	4	26.761859
誤 差	670	0.782238
計	674	27.544097

第58表の2 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	26.756222	
回 帰 間	2	0.005637	0.00281850
回 帰 計	4	26.761859	
誤 差	670	0.782238	0.00116752
計	674	27.544097	

$$F = 0.00281850 / 0.00116752 = 2.414 < F_{670}^2(0.05) = 3.00$$

有意差なし、したがって12～30 cmの2つの直径級の回帰平面は互に平行であることがわかったので、次に同一の回帰平面にあるか否かを検定するため回帰平面の高さの差を検定する。

回帰平面間の高さの差の検定

2つの直径級の二乗和等(第50表の1)を加え、12～30 cm 直径級をこみにした平方和、積和、回帰係数 b'_1 , b'_2 等を求めると次のごとくである。

$$S_{x_1^2} = 11.433588, S_{x_2^2} = 12.102931, S_y^2 = 88.960982, S_{x_1 x_2} = 10.238188$$

$$S_{x_1 y} = 31.232980, S_{x_2 y} = 30.857746, S_y^2 = 88.164690, S_{d y x_1 x_2}^2 = 0.796292$$

$$b'_1 = 1.849948, b'_2 = 0.984690$$

第59表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	88.164690
回 帰 間 差	2	0.005637
誤 差	671	0.790655
計	675	88.960982

第59表の2 完成された分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	88.164690	
回 帰 間 差	2	0.005637	
平 面 間 差	1	0.008417	0.00841700
不 明 原 因	670	0.782238	0.00116752
計	675	88.960982	

$$F = 0.00841700/0.00116752 = 7.209^{**} > F_{670}^1(0.01) = 6.66$$

有意差あり, したがって 12~30 cm は一括出来ない。

g. 32~70 cm を一括した場合の回帰係数間の差の検定

分散の一樣性の検定

$$\text{第 51 表より } q^2 = 1.024682 \quad f = 962 \quad \sum f_r \log S_{y x_1 x_2}^2 = -2860.3126222$$

$$\sum 1/f_r = 0.018478 \quad 1/f = 0.001040 \quad K = 4$$

$$S^2 = 1.024682/962 = 0.00106516$$

$$\log S^2 \cdot f = 3.0274149 \times 962 = -2.9725851 \times 962 = -2859.6268662$$

$$\chi^2 = 2.3026 \times (-2859.6268662 + 2.8603126222) = 2.3026 \times 0.6857560 = 1.5790218$$

$$\text{補 正 項 } c = 1 + \frac{1}{3 \times 3} \times (0.018478 - 0.001040) = 1 + \frac{1}{9} \times 0.017438$$

$$= 1 + 0.0019376 = 1.0019376$$

$$\text{補正された } \chi^2 = 1.5790218/1.0019376 = 1.576, \quad 0.50 < P(\chi^2 = 1.576) < 0.70 \quad \text{df. 3}$$

有意差なし, したがって 32~70 cm を一括した場合の直径級の分散は一樣とみなされる。

回帰係数間の差の検定

第50表の2および第51表を合計して

$$\sum_{i=4}^7 (S_{x_1}^2)_i = 0.736588, \quad \sum_{i=4}^7 (S_{x_2}^2)_i = 1.862356, \quad \sum_{i=4}^7 (S_y^2)_i = 6.758400, \quad \sum_{i=4}^7 (S_{x_1 x_2})_i = 0.366513$$

$$\sum_{i=4}^7 (S_{x_1 y})_i = 1.684207, \quad \sum_{i=4}^7 (S_{x_2 y})_i = 2.612557, \quad \sum_{i=4}^7 (S_{xy x_1 x_2})_i^2 = 1.024682$$

$$\text{上記の値より } b'_1 = 1.760915$$

$$b'_2 = 1.056274$$

第60表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	8	5.733718
誤 差	962	1.024682
計	970	6.758400

第60表の2 完成された分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
全 回 帰	2	5.725322	0.00139933
回 帰 間	6	0.008396	
回 帰 計	8	5.733718	
誤 差	962	1.024682	0.00106516
計	970	6.758400	

$$F = 0.00139933/0.00106516 = 1.314 < F_{962}^6(0.05) = 2.10$$

有意差なし、次に回帰平面の高さの差を検定する。

回帰平面間の高さの差の検定

4つの直径級の二乗和等(第50表の1)を加え、12～30 cm 直径級をこみにした平方和、積和、回帰係数 b'_1 , b'_2 等を求めると次のごとくである。

$$\begin{aligned} S_{x_1}^2 &= 8.590276, S_{x_2}^2 = 3.806279, S_y^2 = 50.448146, S_{x_1 x_2} = 4.266572, S_{x_1 y} = 20.205436 \\ S_{x_2 y} &= 11.818034, S_y^2 = 49.409008, S_{dyx_1 x_2} = 1.039138 \\ b'_1 &= 1.827392, b'_2 = 1.056500 \end{aligned}$$

第61表の1 予備的分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	49.409008
回 帰 間 差	6	0.008396
誤 差	965	1.030742
計	973	50.448146

第62表の2 完成された分散分析表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	49.409008	0.00202000
回 帰 間 差	6	0.008396	
平 面 間 差	3	0.006060	
不 明 原 因	962	1.024682	
計	973	50.448146	

$$F = 0.00202000/0.00106516 = 1.896 < F_{962}^3(0.05) = 2.61$$

有意差なし、したがって 32～70 cm は同一の材積式によって幹材積を推定して差し支えない。

以上の結果をとりまとめれば次表のようになる。

第 63 表

樹種	本 数	直径範囲	修 正 χ^2	回 帰 係 数 間 の 差 の 検 定				
				平均された回帰係数		回帰間分散	誤 差 分 散	F
				b_1	b_2			
エ ゾ マ ツ	1908	4~90	14.119884*	1.792158	0.965179	0.0076096	0.0011319	6.7231**
	1825	4~70	4.492835	1.800614	0.959409	0.0079657	0.0011041	7.2148**
	1513	12~60	3.991504	1.782649	1.012408	0.0022810	0.0010993	2.0749*
	851	4~30	1.643909	1.836938	0.919245	0.0162358	0.0011486	14.1359**
	520	4~20	1.090570	1.841317	0.894277	0.0239345	0.0011816	20.2562**
	676	12~30	1.183283	1.804357	0.987074	0.0028185	0.0011675	2.4141
	974	32~70	1.575968	1.760915	1.056274	0.0013993	0.0010652	1.3137

直径範囲	回 帰 平 面 間 の 差 の 検 定				
	込みにした回帰係数		平 面 間 の 差 の 分 散	不 明 原 因	F
	b_1	b_2			
4~90					
4~70					
12~60					
4~30					
4~20					
12~30	1.849948	0.984690	0.0084170	0.0011675	7.2093**
32~70	1.827392	1.056500	0.0020200	0.0010652	1.8964

ニ 材積式の決定と材積表の作成

i 材積式の決定

前述の検討の結果、材積式としては第 64 表のとおり 5 つの推定式を用いることが適當であることがわかった。

第 64 表

直径範囲	材 積 式
4~10	$\hat{Y} = 1.954285X_1 + 0.732053X_2 - 4.056744$
12~20	$\hat{Y} = 1.780146X_1 + 0.986180X_2 - 4.087489$
22~30	$\hat{Y} = 1.864287X_1 + 0.997385X_2 - 4.201787$
32~70	$\hat{Y} = 1.827392X_1 + 1.056500X_2 - 4.223856$
72~90	$\hat{Y} = 1.409974X_1 + 1.166567X_2 - 3.613877$

ii 修 正 係 数

第 65 表

直径範囲	(本数) n	標 準 誤 差	(標準誤差) ²	$\frac{n-1}{n}$	$\frac{n-1}{n}$ (標準誤差) ² $\times 1.151293$	修正係数
4~10	175	0.0327820	0.00107466	0.994286	0.00123018	1.0028
12~20	345	0.0351478	0.00123537	0.997101	0.00141815	1.0033
22~30	331	0.0331176	0.00109677	0.996979	0.00125889	1.0029
32~70	974	0.0327135	0.00107017	0.998973	0.00123081	1.0028
72~90	83	0.0419419	0.00175913	0.987952	0.00200087	1.0046

ホ 材積表の適合度

不偏分散，標準誤差，推定値の標準誤差率は次のとおりでありである。

第 66 表

直径範囲	不 偏 分 散	標 準 誤 差 (%)	推 定 値 の 標準誤差率
4~10	0.00000351	0.000142	1.30
12~20	0.00017661	0.000715	1.00
22~30	0.00162978	0.002219	0.84
32~70	0.04334678	0.006671	0.56
72~90	0.32424783	0.062503	1.92

IV 材積表使用上の注意

1. 本材積表は北見管林局管内全域に適用するものである。
2. 本材積表は毎木の胸高直径，樹高を測定して幹材積を求めるものである。ただし胸高直径は地上 1.3 m の位置の直径とする。
3. 本表の幹材積は次の直径範囲ごとの材積式で算出した材積の真数に修正係数を乗じて求めた値であり，直径範囲ごとの推定式による前後に不均衡の生じた値は図上で修正した。

第 67 表

材 積	直径範囲 (cm)	材 積 式	修正係数
トドマツ	4~10	$\log v = 5.891909 + 1.905630 \log d + 0.870334 \log h$	1.0038
	12~30	$\log v = 5.836735 + 1.865311 \log d + 0.976962 \log h$	1.0031
	32~72	$\log v = 5.872363 + 1.778222 \log d + 1.051595 \log h$	1.0023
エゾマツ	4~10	$\log v = 5.943256 + 1.954285 \log d + 0.732053 \log h$	1.0028
	12~20	$\log v = 5.912511 + 1.780146 \log d + 0.986180 \log h$	1.0033
	22~30	$\log v = 5.798213 + 1.864287 \log d + 0.997385 \log h$	1.0029
	32~70	$\log v = 5.776144 + 1.827392 \log d + 1.056500 \log h$	1.0028
	72~90	$\log v = 4.386123 + 1.409974 \log d + 1.166567 \log h$	1.0046

ただし v : 幹 材 積 (m^3)

d : 胸 高 直 径 (cm)

h : 樹 高 (m)

V トドマツ幹材積表

別表 1 参照のこと。

VI エゾマツ幹材積表

別表2 参照のこと。

VII 調製年月および調製担当者

1. 調 製 年 月

昭和36年3月

2. 調 製 担 当 者

計 画 課 長	農 林 技 官	鈴	木	正	大
前計画課長	〃	谷	井	俊	男
主 査	〃	諏	訪	田	末 治
	〃	高	島	弘	明
		服	部	玄	一 郎
		大	金	永	治
	農 林 技 官	細	谷	良	吉

[illegible]

立木幹材積表

北見営林局

単位 m³

38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72
0.890																	
0.948	1.038																
1.006	1.102	1.202	1.306														
1.065	1.167	1.272	1.382	1.496	1.613												
1.124	1.231	1.343	1.459	1.579	1.703	1.831	1.963										
1.183	1.296	1.414	1.536	1.662	1.792	1.927	2.066	2.210	2.358	2.509	2.665	2.825	2.989	3.158	3.330	3.506	3.686
1.242	1.361	1.485	1.613	1.745	1.882	2.024	2.170	2.321	2.476	2.635	2.799	2.967	3.139	3.316	3.497	3.682	3.871
1.301	1.426	1.556	1.690	1.829	1.973	2.121	2.274	2.432	2.594	2.761	2.933	3.109	3.290	3.475	3.664	3.858	4.056
1.361	1.491	1.627	1.767	1.912	2.063	2.218	2.378	2.543	2.713	2.888	3.067	3.251	3.440	3.634	3.832	4.034	4.242
1.421	1.557	1.698	1.844	1.996	2.153	2.315	2.482	2.654	2.832	3.015	3.202	3.394	3.591	3.793	4.000	4.211	4.428
1.481	1.622	1.769	1.922	2.080	2.244	2.413	2.587	2.766	2.951	3.141	3.336	3.537	3.742	3.953	4.169	4.389	4.614
1.541	1.688	1.841	2.000	2.164	2.335	2.511	2.692	2.879	3.071	3.268	3.471	3.680	3.894	4.113	4.337	4.566	4.801
1.601	1.754	1.913	2.078	2.249	2.426	2.608	2.797	2.991	3.191	3.396	3.607	3.824	4.046	4.273	4.506	4.745	4.988
1.661	1.820	1.985	2.156	2.333	2.517	2.706	2.902	3.103	3.310	3.523	3.742	3.967	4.198	4.434	4.675	4.923	5.176
	1.886	2.057	2.234	2.418	2.608	2.804	3.007	3.216	3.430	3.651	3.878	4.111	4.350	4.595	4.845	5.101	5.363
		2.129	2.313	2.503	2.699	2.902	3.112	3.328	3.551	3.780	4.014	4.255	4.503	4.756	5.015	5.280	5.552
				2.588	2.791	3.001	3.218	3.441	3.671	3.908	4.151	4.400	4.656	4.917	5.185	5.460	5.740
						3.100	3.324	3.555	3.792	4.036	4.287	4.545	4.809	5.079	5.356	5.639	5.929
								3.668	3.913	4.165	4.424	4.690	4.962	5.241	5.527	5.819	6.118
												4.835	5.115	5.403	5.698	5.999	6.307

昭和37年4月1日 発行

材積表調製業務資料 第34号

トドマツ
エゾマツ 立木幹材積表調製説明書

北 見 営 林 局

文 栄 堂 印 刷 所
札幌市北3条東7丁目
