

材積表調製業務資料第5号

青 森 営 林 局

スギ立木幹材積表調製説明書

昭 和 33 年 4 月



林 野 庁

正 誤 表

頁	行	誤	正
7	表, 但し	sy	syx
14	6	$c \times 2$	cx_2
〃	12	$-(S_{x_1x_2})^2$	$-(S_{x_1x_2})^2$
〃	16	$S_{x_1x_2}/D$	$-S_{x_1x_2}/D$
15	表, 15行	$r.y.x_2$	$r.yx_2$
17	21.22	$2yx_1x_2$	$2Syx_1x_2$
19	下から 2	$Syx_1x_2/\overline{C_{11}}$	$Syx_1x_2/\overline{C_{11}}$
〃	〃 1	$Syx_1x_2/\overline{C_{22}}$	$Syx_1x_2/\overline{C_{22}}$
24	5	全値径級	全直径級
〃	7	$\overline{5},901.076979$	$-5,901.076979$
31	5	ので	今

ま え が き

青森営林局で従来使用していたスギ立木材積表は秋田営林局と同じものであり、その作成由来が不明であつたが、昭和31年同局においてスギ(人工林)の立木材積表を改訂した。その説明書によると旧材積表は明治40年頃林学博士戸沢又次郎氏が秋田営林局部内の天然スギを資料として作成したものであるといわれている。

したがつて本局の如く対称が人工林主体であるのに秋田スギ(天然木)の材積表を使用していたことが明らかとなつた。

昭和24年以来収穫表の作成および材積表の検訂が林野庁から明示されたので各局においてそれぞれ実行され本局においても昭和28年にアカマツ立木材積表を改訂し、昭和28年度の担当官打合会議においては爾後の作成計画が立案され、各局の担当樹種が確定された。即ち本局は広葉樹立木材積表の作成、全国一般スギ立木材積表の作成のための資料収集を担当することになり、昭和30年度資料約1,000本を収集し、本局の旧スギ立木材積表を検討した結果有意差が認められたので昭和31年度更に1,000本の資料を追加して作成するにいたつたのである。本表作成に当つて林野庁関係係官、林業試験場大友室長、西沢技官、粟屋技官、並に本局神足計画課長の御指導を賜り、又資料収集並に測定にあたつては関係営林署の担当官に絶大なる御支援を得た。

こゝに作成を完了したので謝意を表するものである。

目 次

I	資料および収集地域	1
1.	本局部内の地勢の概要およびスギの分布	1
2.	資料およびその収集個所	3
3.	資料収集個所の選定および調査方法	3
4.	資料の整理	5
II	従来の材積表の検定	6
1.	検定の方法	6
2.	検定の結果	8
III	材積表作成の方法	11
1.	採用した作成方法の根拠	11
2.	実験式の決定	11
3.	実験式の計算	14
IV	資料の吟味	17
1.	吟味の方法	17
2.	吟味の結果	18
V	材積表の作成	19
1.	材積式の計算	19
2.	回帰係数および重相関係数の有意性の検定	19
3.	10 cm 直径級毎の回帰係数の差の検定	21
VI	材積式の決定	30
VII	材積表の適合状態	31
1.	材積式の適合度	31
2.	材積表の適合状態	31
VIII	材積表使用上の注意	34
IX	作成年月日および担当者職氏名	35
	む す び	36

参考文献および通牒

附 表

第2表 調査個所別資料一覧表

(人工林)

県	営林署	経営区	林小班	直 径 級 別 本 数								計
				cm 4~10	cm 12~20	cm 22~30	cm 32~40	cm 42~50	cm 52~60	cm 62~70		
青 森	蟹 田	蟹 田	1と	1	16	30	15	—	—	—	62	
		平 館	9ほ	—	7	34	33	24	2	—	100	
	相 内	相 内	1い	—	37	13	—	—	—	—	50	
	金 木	飯 詰	36へ ₁	2	13	15	26	31	12	4	103	
	深 浦	深 浦	55い ₁	—	20	22	8	—	—	—	50	
	大 鰐	大 鰐	50い	—	1	11	15	5	—	—	32	
		〃	91ほ	—	2	24	27	13	5	—	71	
	佐 井	佐 井	48ろ ₁	11	21	22	20	24	2	—	100	
		〃	84へ	4	23	—	11	46	16	—	100	
	田名部	田名部	38は	4	24	21	21	27	2	1	100	
	乙 供	乙 供	106ほ ₁	—	16	70	14	—	—	—	100	
岩 手		〃	91ぬ	—	35	21	—	—	—	—	56	
	三本木	十和田	18ち	4	30	54	9	2	—	—	99	
	計			26	245	337	199	172	39	5	1,023	
	新 町	新 町	26い ₁	32	49	13	6	—	—	—	100	
	沼宮内	沼宮内	20と	4	45	26	19	5	1	—	100	
	盛 岡	姫 神	94を	—	6	17	24	13	3	—	63	
		〃	94わ	—	3	6	10	14	4	—	37	
	花 巻	稗 貫	112ち	1	19	27	2	—	—	—	49	
		〃	19に	10	19	2	—	—	—	—	31	
		〃	19ろ	2	13	19	10	2	2	—	48	
		花 巻	53ろ	—	2	2	16	2	—	—	22	
宮 城	大船渡	大船渡	58と	17	34	32	17	—	—	—	100	
	計			66	190	144	104	36	10		550	
	古 川	栗 駒	48へ	16	31	30	22	1	—	—	100	
	仙 台	仙 台	12わ	—	13	11	39	27	6	1	97	
	気仙沼	本 吉	68は	14	35	18	30	3	—	—	100	
合 計	石 巻	石 巻	138は ₂	8	37	45	9	1	—	—	100	
	計			38	116	104	100	32	6	1	397	
合 計				130	551	585	403	240	55	6	1,970	

(天然林)

県	営林署	経営区	林小班	直 径 級 別 本 数							計
				cm 32~40	cm 42~50	cm 52~60	cm 62~70	cm 72~80	cm 82~90	cm 92~100	
青 森	碓ヶ関	碓ヶ関	41ⅴ ₂	3	7	13	6	17	1	3	50

青 森 営 林 局

スギ立木幹材積表調製説明書

I 資料収集地域

1. 当局管内の地勢の概要およびスギの分布

当局管内は青森、岩手、宮城の三県にわたり主な山系は、第三紀水成岩を基岩とする奥羽山系で一般に早壮年期の侵蝕が進んだ急峻な地ほうを呈しており、又老年期古生層の花崗岩を基岩とする北上山系、奥羽山系およびこの北端部を構成している中山山脈、那須火山に属する恐山火山等で構成され、南は北緯37°30'より北は北緯41度に達し、寒暖の差にとみ雨量は比較的多く年平均1,100~1,800mmで、積雪は津軽地方および前記山麓は一般に多く3mにもおよぶ地域もある。天然スギの分布は秋田県に接近した碓ヶ関、大鰐、雫石、川尻営林署に成立し、その他古川営林署、石巻営林署に若干自生し鰯ヶ沢営林署が天然分布の北限となつている。

人工林は前記山麓の主として沢沿の適潤肥沃地を対称として明治16年頃より植栽されたもので、大正初期の特別経営時代に植栽された林分が現在伐期に達し利用され、その後の植栽林分と共にその成育は概ね中庸の成績を示している。

これ等スギの人、天別面積蓄積を表示すると第1表のとおりである。

第1表 スギ令級別面積、蓄積

(昭和31年度現在)

令 級	青 森 県		岩 手 県		宮 城 県		計	
	面 積	蓄 積	面 積	蓄 積	面 積	蓄 積	面 積	蓄 積
I	4,073 ^{ha}	— ^{m³}	2,358 ^{ha}	— ^{m³}	1,708 ^{ha}	— ^{m³}	8,139 ^{ha}	— ^{m³}
II	3,817	34,914	4,108	43,127	1,499	14,873	9,424	92,914
III	4,635	200,111	3,545	159,120	1,804	79,123	9,984	438,354
VI	7,671	672,951	2,601	222,063	1,652	171,343	11,924	1,066,357
V	9,433	1,224,231	2,732	315,130	1,388	179,345	13,553	1,718,706
VI	1,139	196,328	439	49,846	525	84,625	2,103	330,799
VII	44	8,813	27	5,338	29	4,055	100	18,206
VIII	2	379	5	1,193	9	410	16	1,982
IX	3	783	1	235	—	—	4	1,018
X以上	9	1,540	1	166	5	1,201	15	2,907
計	30,826	(387,927) 2,340,050	15,817	(62,000) 796,218	8,619	(13,539) 534,975	55,262	(463,466) 3,671,243
歩合 %	55.8	63.7	28.6	21.7	15.6	14.6	100	100

() は天然林

2. 資料およびその収集個所

前項で述べたように当局管内のスギの大半(88.8%)は、人工林によつて占められ管内全地域に分布している。したがつて対称地域は管内一円から出来る限り一地域に偏しないように多く集めることに努め天然林1個所50本、人工林26個所1,970本で個所別に直径級10cm毎に示すと第2表のとおりである。

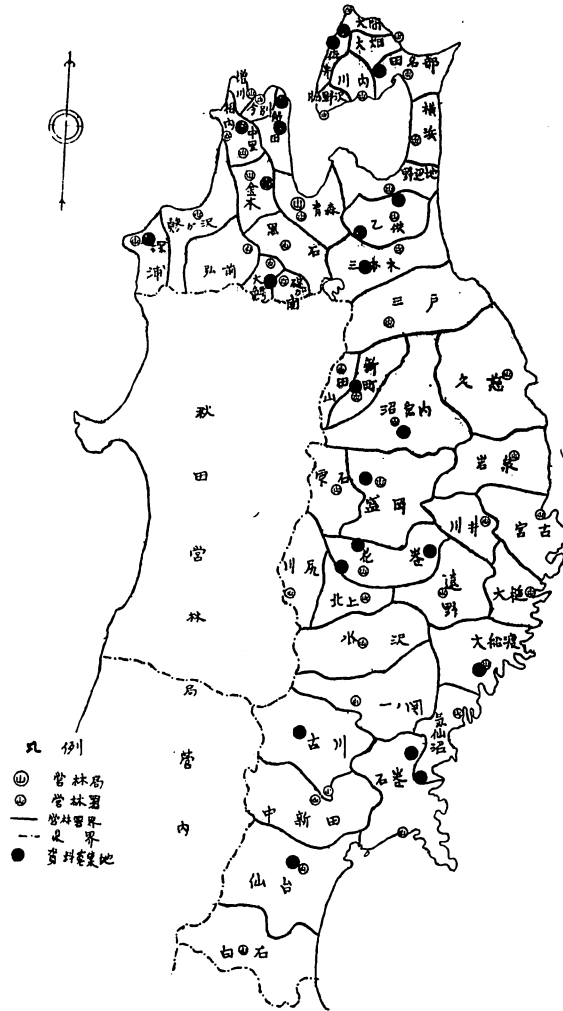
なお調査林分の位置および林況は第1図及附表のとおりである。

3. 資料収集個所の選定および調査方法

資料収集個所の選定および調査方法は昭和30年林野14,745号「主要樹種立木材積表調製要綱」にしたがつて次のように実施した。

- (1) 個所の選定は一地域に偏しないように各径級にわたり収集につとめたが、伐採関係調査人員の関係により主として直営生産個所林分から単木的に選定した。
- (2) 資料の測定は局において測定要領を明示し各営林署において実行した。
- (3) 胸高直径(地上1.2m)および幹材積計算に必要な直径は直径割テープを使用した。
- (4) 樹高は伐倒后地際から梢頭迄の長さを測定した。
- (5) その他の測定は上記調製要綱に準拠して測定した。

第1図 調査林分位置図



0

樹高m 胸高直徑cm	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	30	1	2	3	計	
2																															1	
4	1																														1	
6	2	8	11	4	1																										26	
8	1	3	5	13	8	9	3	1																							43	
10				6	8	18	10	8	5	2	2	1																			60	
2				2	5	7	9	20	12	14	6	3	1																		79	
4					2	7	1	17	12	12	15	12	8	4																	90	
6					2		4	22	7	12	25	15	16	10	4	2	1														120	
8							1	7	17	15	19	20	25	12	13	2	1	2													134	
20							2	2	9	13	13	19	15	19	18	11	3	2	2												128	
2							1	2	6	9	7	14	11	20	20	21	9	6	2												128	
4							1				4	6	5	12	13	24	12	14	6	5	2	1		1							106	
6									1	2	2	13	15	12	20	13	17	18	11	7	4	1									136	
8											3	1	7	14	7	17	20	14	11	2	2	3	1								102	
30												3	3	5	13	11	22	22	14	12	6	1	1								113	
2												1	3	7	9	17	16	11	9	10	3	1	1	1	1						89	
4											1	2	1	4	2	9	11	13	11	14	9	6	7	1	1	1					93	
6													2	4	7	10	7	16	16	10	5	3	3	2	1						86	
8											3	2	1	3	9	6	8	14	6	6	9	3	5	2				1			78	
40													2	1	6	5	7	9	10	5	4	2	2	1	2	1	2	1			57	
2														2	1	3	7	13	20	14	10	3	4			2					79	
4															1		6	1	8	8	15	5	3	3	2	1					53	
6														1			1	1	7	8	4	11	2	1	2						38	
8																2		3	10	11	8	2		4	2			1			43	
50																		1		8	5	4	4	1	2	1			1		27	
2																	2		2	1	10	7	2	2	1	3				1	31	
4																	2			1	2	1	4								11	
6																				1	1										2	
8																				2		2	1	2							7	
60																								1	1	1			1			4
2																				1			1								2	
4																				1			1								2	
6																						1										
8																						1		1								2
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																
8																																
4																																
6																																

第 4 表 直 徑 階 別 樹 高 階 別 平 均 幹 材 積 m^3

[illegible]

4. 資料の整理

(1) 直径階，樹高階別本数表は第3表のとおりである。

(2) 直径階別樹高階別平均材積は第4表のとおりである。

なほ幹材積の計算は2 m区分のフーベル氏区分求積式により梢頭部は円錐として計算し， m^3 単位以下4位迄求めた。

第 5 表 材 積 表 の 検 定 取 組 表

人 天 別	検 定 材積表	径 級	本 数	回 帰 式	b の 検 定			a の 検 定			t - 表の値		適 否
					b - 1	s (b)	t	a	s (a)	t	0.05	0.01	
人 工	青 森 (旧)	~10	125	$Y = 0.000334 + 1.083980 X$	0.083980	0.033862	2.4801	0.000034	0.001065	0.0319	1.979	2.616	過 小
		12~40	1,505	$Y = 0.007069 + 1.037064 X$	0.037064	0.003459	10.7141	0.007069	0.032126	3.3250	1.960	2.576	〃
		42~	239	$Y = 0.198063 + 0.894487 X$	0.105513	0.020288	5.2006	0.198063	0.040132	4.9353	1.972	2.601	過 大
		全 体	1,869	$Y = 0.025523 + 0.991725 X$	0.008275	0.002756	3.0044	0.025523	0.002473	10.3207	1.960	2.576	過 小
	秋 田 (新)	~10	125	$Y = 0.001151 + 1.107771 X$	0.107771	0.033959	3.1735	0.001151	0.001076	1.0697	1.979	2.616	過 小
		12~40	1,505	$Y = 0.005899 + 1.012977 X$	0.012977	0.003230	4.0186	0.005899	0.002036	2.8973	1.960	2.576	〃
		42~	239	$Y = 0.105068 + 0.967212 X$	0.032788	0.022111	1.4820	0.105068	0.042510	2.4716	1.972	2.601	〃
		全 体	1,869	$Y = 0.005390 + 1.015988 X$	0.015988	0.002655	6.0226	0.005390	0.002364	2.2800	1.960	2.576	〃
	前 橋 (裏新)	~10	125	$Y = 0.002273 + 1.181709 X$	0.181709	0.038987	2.2730	0.002273	0.001000	4.6608	1.979	2.616	過 小
		12~40	1,505	$Y = 0.001762 + 1.015455 X$	0.015455	0.003162	0.8810	0.001762	0.002000	4.8877	1.960	2.576	〃
		42~	239	$Y = 0.116410 + 0.966394 X$	0.033606	0.022181	2.7438	0.116410	0.042426	1.5151	1.972	2.601	〃
		全 体	1,869	$Y = 0.002910 + 1.022887 X$	0.022887	0.002646	1.1882	0.002910	0.002449	8.6497	1.960	2.576	〃
天 然	青 森 (旧)	32~50	10	$Y = 0.15723 + 0.96560 X$	0.03440	0.03900	0.3014	0.15723	0.19586	0.8028	2.228	3.169	適
		52~70	19	$Y = 0.13716 + 1.08143 X$	0.08143	0.11414	0.4376	0.13716	0.61844	0.2218	2.093	2.861	〃
		72~	21	$Y = 1.32253 + 0.79668 X$	0.20332	0.18609	1.7391	1.32253	0.72788	1.8170	2.080	2.831	〃
		全 体	50	$Y = 0.28265 + 0.95711 X$	0.04289	0.11691	1.0997	0.28265	0.17921	1.5772	2.008	2.678	〃

但し

$$s(b) = \frac{sy}{\sqrt{\sum x^2}}$$

sy.....標準誤差

$$s(a) = \frac{sy}{\sqrt{\frac{1}{n} + \frac{x^2}{\sum x^2}}}$$

sz².....平方和

$$\frac{n}{1 \pm (x - \bar{x})^2}$$

$$\sqrt{1.157/50 \times 100}$$

$$1.4975$$

2. 検定の結果

本表により明らかなように従来のスギ立木材積表は人工林ではいづれも有意な差が認められ今回測定資料に対し中径級以下は過小な値を示し、逆に大径級では過大で全体では過小な値を示していることが確認された。また天然木に対しては従来の材積表が天然木の資料によつて作成されてあるので有意差が認められない。

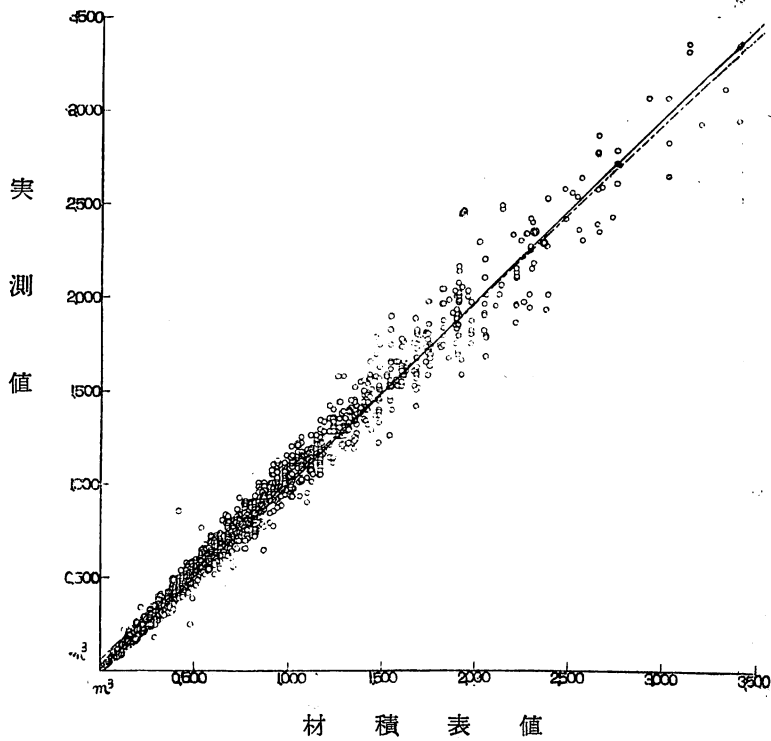
尙秋田営林局、前橋営林局（裏日本）スギ立木材積表に対しては何れも有意差が認められ、材積表の値が過小な傾向を示している。この関係は第2図、第3図、第4図、第5図によつて見れば一層明瞭である。

（実線は原点を通る45°線、波線は回帰線）

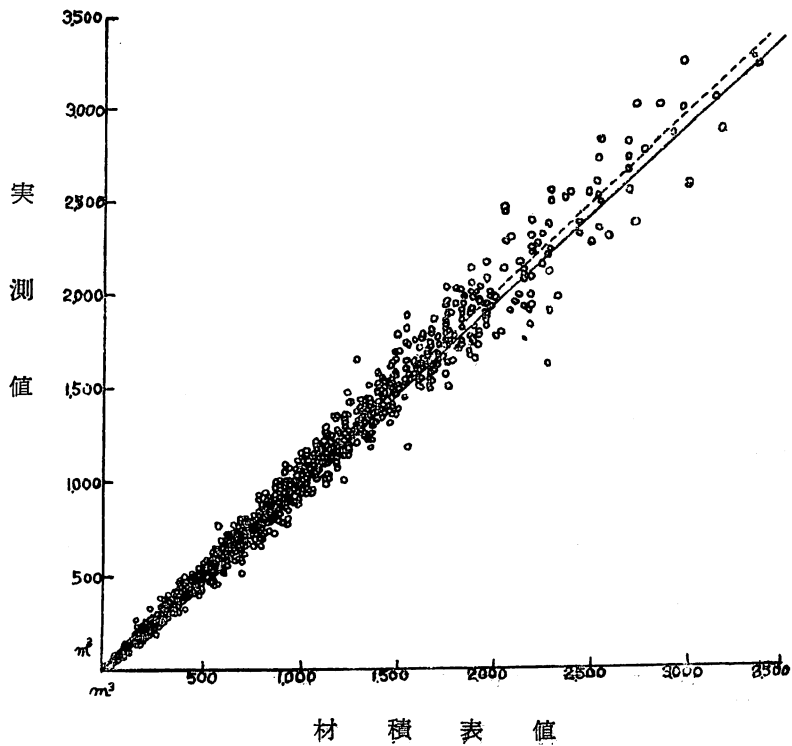
尙参考迄に材積表と資料の平均材積の関係は第6図に示したとおりである。

以上の検定によつて本局の従来のスギ立木材積表は天然木に対してのみ適合し、人工木に対しては不適合であり、秋田、前橋局新材積表でも不適合で本局管内を対象とした人工林の材積表を作成する必要が認められ以下によりその作成を試みた。

第2図 旧材積表と資料人工木との関係

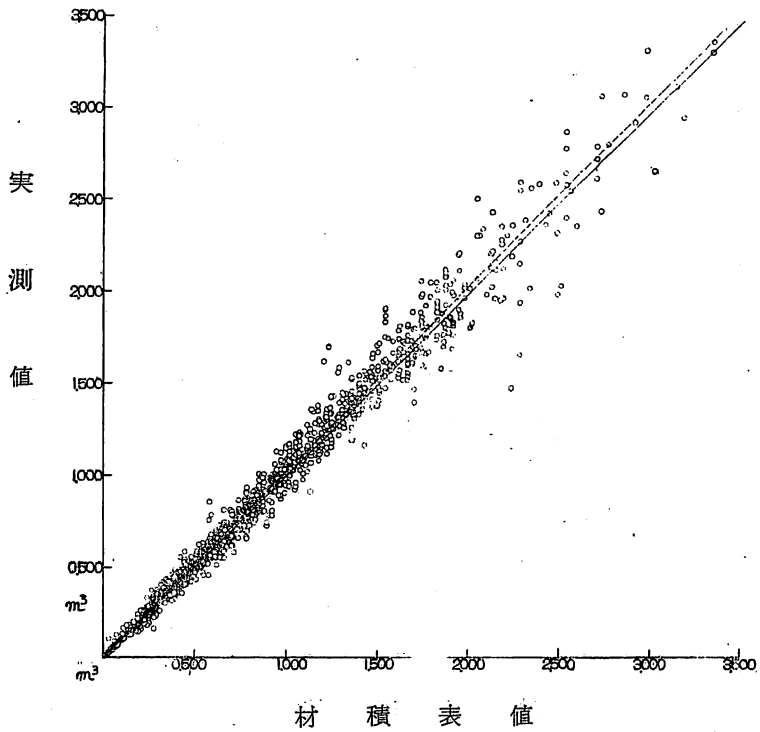


第3図 秋田スギ（人工木）材積表と資料（人工木）の関係



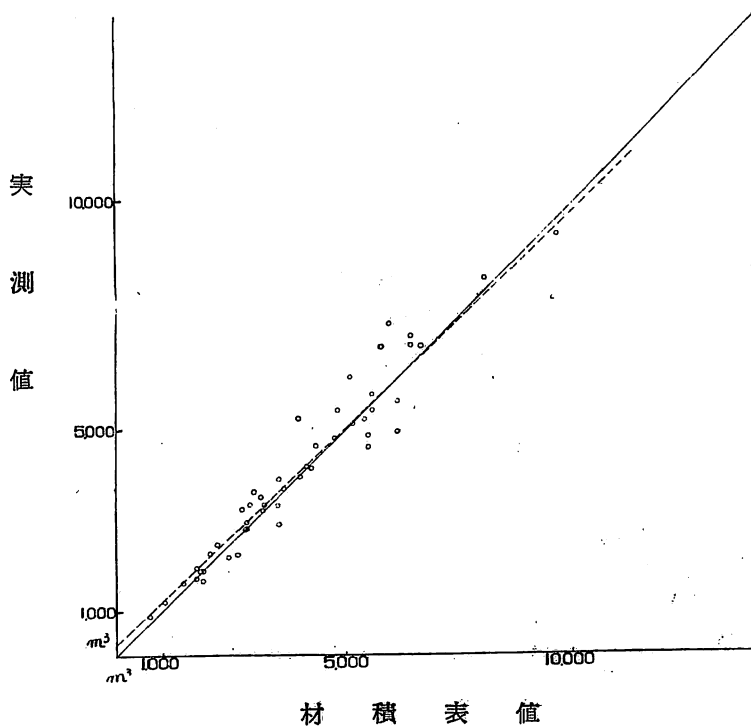
第4図

前橋営林局材積表と資料（人工木）との関係



第5図

旧材積表と資料（天然木）との関係



Ⅲ 材積表作成の方法

1. 採用した作成方法の根拠

従来から用いられている材積表作成の方法は、種々の方法があるがその主なるものは次のような方法によっている。即ち

- a. 調和曲線を利用する方法
- b. 形数により間接的に材積を求める方法
- c. 共線図表による方法
- d. 材積式により直接材積を求める方法

以上4つの方法のうち a の方法は資料の数を多くする必要があり、c の方法と共に曲線をフリーハンドで決定するので資料を客観的に反映せしめる事が困難で、b 及び d の方法は共に最小自乗法によつて求めるので資料を比較的客観的に反映出来るが、実験式を決定する場合に主観を或る程度必要とする。何れの方法でも全く主観の入らない方法はないが、実験式を用いる方法は図解法よりもその程度が少ない。

又 b 及び d の方法のうち前者はあらかじめ形数を最小自乗法によつて求め、間接的に材積を求めるから後者の直接材積を求める方法に比して作業が多い割合に効率がよくない。

以上のように何れの方法も主観は入り客観的で完全なものは現在では望まれないが、我々が現在必要とするものは早急に出来て比較的客観性のある方法即ち材積式により直接材積を求める方法によつて材積表を作成することにした。

2. 実験式の決定

従来行なわれている材積推定の実験式は多く発表されており、これ等の実験式の係数は最小自乗法によつて求められ、その式に応じて資料と計算値の偏差の平方和が最小になるように資料に適合しているので各式を用いて夫々求められた偏差の平方和を比較してその値の小さいものを適用すれば理想であるが、各式の比較検討には相当の時間を要するので、ここでは最近一般に用いられている次の実験式を用いた。

なほ、本式が成立するためには、胸高直径及び樹高に対す幹材積の分布が両対数方眼紙上に於て直線傾向が認められなければならない。この関係は次の2図によつて明確である。

$$V = 10^a D^b H^c \quad (1)$$

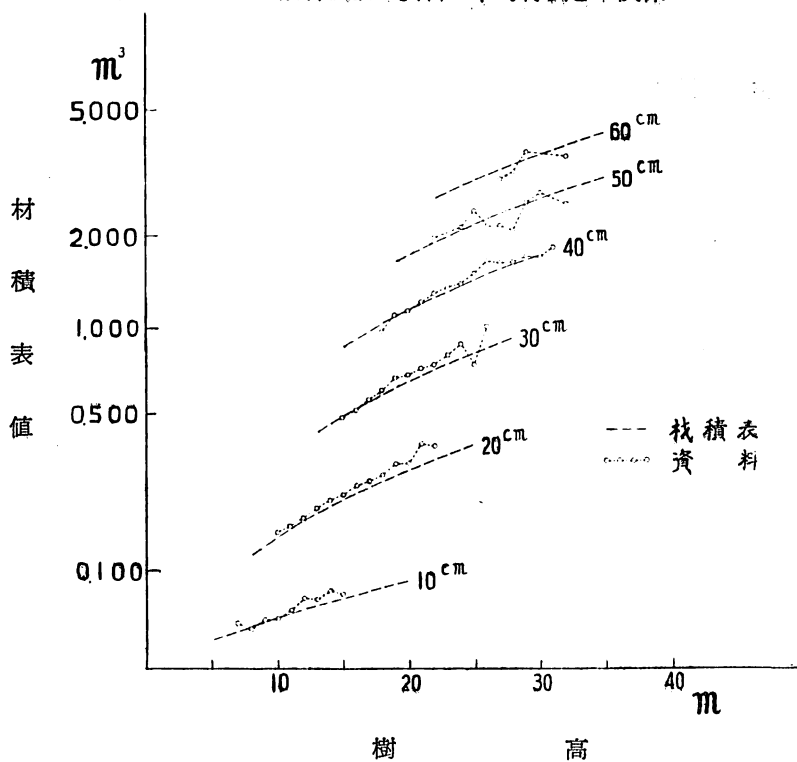
但し V = 幹材積 D = 胸高直径

H = 樹高

a, b, c は常数

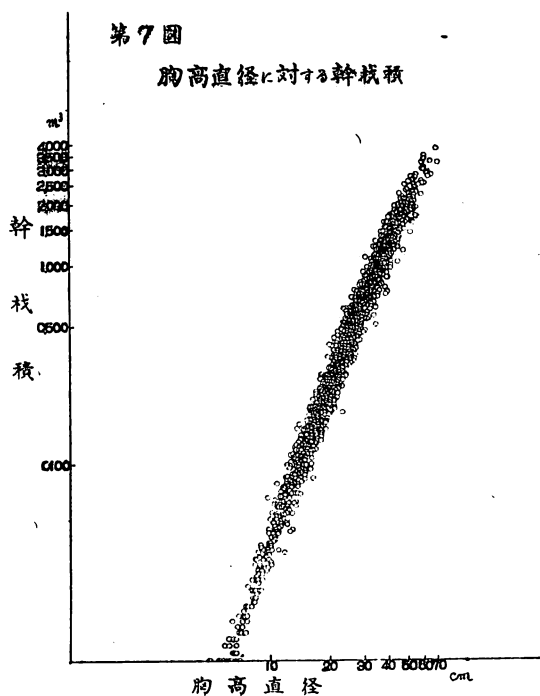
第6図

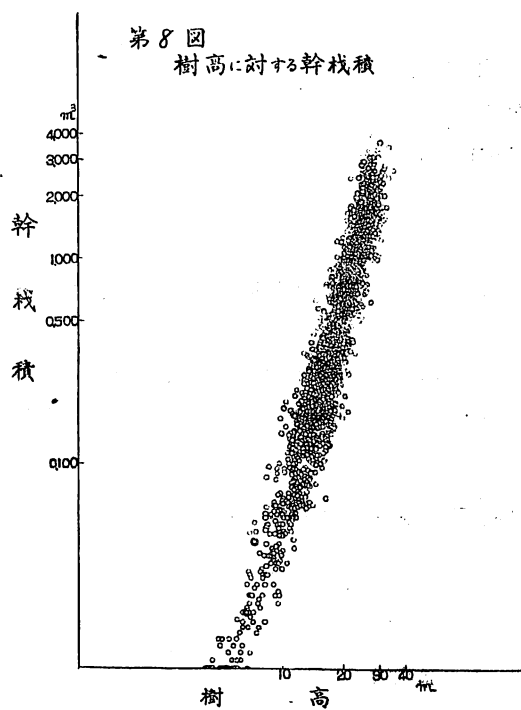
旧材積表と資料の平均材積との関係



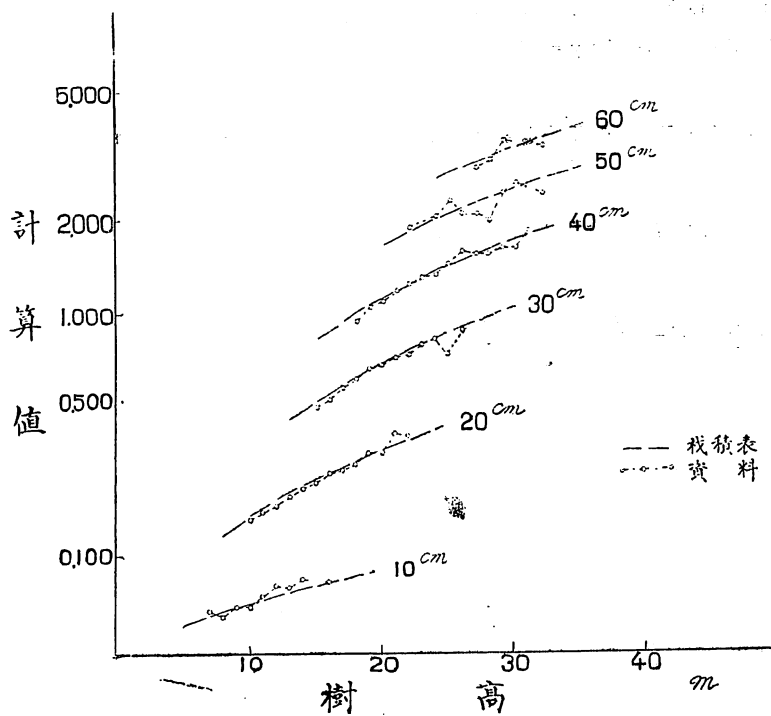
第7図

胸高直径に対する幹材積





第9図 材積表の適合状態



3. 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

$$\log v = a + b \log D + c \log H$$

今 $\log v = Y$, $\log D = X_1$, $\log H = X_2$ とすれば

上式は次のようになる。

$$Y = a + bx_1 + cx_2 \quad (2)$$

次に各資料の胸高直径，樹高，幹材積の対数を6位迄とり 最小自乗法によつてそれぞれ係数 a b c を計算すると次のとおりである。

ただし幹材積の対数は計算の便宜を考慮し実測値の 1,000倍を用いた。

全資料1,970本を用いて平方和，積和及び相関係数を求めると第6表のとおりである。

上表より

$$D = (S x_1^2) (S x_2^2) - (S x_1 x_2)^2 = 728.104518770$$

故にC乗数は

$$C_{11} = S x_1^2 / D = 0.059707041$$

$$C_{22} = S x_2^2 / D = 0.118589515$$

$$C_{12} = S x_1 x_2 / D = -0.075546011$$

従つて回帰係数は夫々

$$b = C_{11} S x_1 y + C_{12} S x_2 y = 1.814357004$$

$$C = C_{22} S x_2 y + C_{12} S x_1 y = 1.041673819$$

故に回帰方程式

$$\hat{Y} = \bar{Y} + b(X_1 - \bar{X}_1) + c(X_2 - \bar{X}_2) = -1.202034 + 1.814357x_1 + 1.041674x_2$$

回帰に帰因する平方和

$$S \hat{y}^2 = b S x_1 y + c S x_2 y = 539.328898752$$

回帰から偏差の平方和

$$S dy_1 x_2^2 = S y^2 - S \hat{y}^2 = 3.403300099$$

第 6 表

平方和積和及相關係數計算表

n=1,970

番号	項目	計 算 方 法			X ₁	X ₂	Y
	和	SX ₁	SX ₂	SY	2,737.714853	2,442.748153	5,143.732380
	平均	SX ₁ /n	SX ₂ /n	SY/n	1.389703	1.239974	2.611032
X ₁	1 自乘和	SX ₁ ²	SX ₁ X ₂	SXY	3,890.956026805261	3,449.699757977342	7,362.219512203345
	2 補正項	(SX ₁) ² /n	SX ₁ SX ₂ /n	SXSY/n	3,804.610465145590	3,394.694365790059	7,148.260170854335
	3 平方和	Sx ₁ ²	Sx ₁ x ₂	Sx ₁ y	86.345561659671	55.005392187283	213.959341349010
	4 積 (1-2)	√SX ₁ ²	√(SX ₁ ²)(SX ₂ ²)	√(SX ₁ ²)(SY ²)		61.2675194	216.4791381
	5 相關係數 (3 ÷ 4)		rx ₁ x ₂	rx ₁ y		0.897790	0.988360
X ₂	1 自乘和		SX ₂ ²	SX ₂ Y		3,072.416387068425	6,523.176839228091
	2 補正項		(SX ₂) ² /n	SX ₂ SY/n		3,028.943420804524	6,378.092777041266
	3 平方和		Sx ₂ ²	Sx ₂ y		43.472966263901	145.084062186825
	4 積 (1-2)		√Sx ₂ ²	√(Sx ₂ ²)(SY ²)			153.6042709
	5 相關係數 (3 ÷ 4)			r.y. x ₂			0.944531
Y	1 自乘和			SY ²			13,973.180319186102
	2 補正項			(SY) ² /n			13,430.448120335261
	3 平方和			SY ²			542.732198850841
	4 積 (1-2)			√SY ²			
	5						

推定誤差の分散

$$S y x_1 x_2^2 = S d y x_1 x_2^2 / d f = 0.001730198$$

標準誤差

$$S y x_1 x_2 = 0.041595663$$

重相関係数

$$R^2 = \hat{S y}^2 / S y^2 = 0.9937$$

$$R = 0.99686$$

IV 資 料 の 吟 味

1. 吟 味 の 方 法

ここに集められた資料のうちには測定のおやまり、材積計算のおやまり、あるいは著しく一般的傾向から離れた材積を有するものがあり、これらの偏差の著しい標本は作成される表を偏異せしめるから除いて作成する必要がある。これらの標本は次の如く実験式を一次式に変換し、回帰平面からの変動を考慮して、有意水準1%をもつて棄却した。

実験式の一次式(2)から棄却帯は次のようになる。

$$E y_{x_1 x_2} = t \left[\text{ver}_{x_1 x_2}(y) \left\{ 1 - \frac{1}{n} - |C| \right\} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$C = \left[C_{11} (x_1 - \bar{x}_1)^2 + C_{22} (x_2 - \bar{x}_2)^2 + 2C_{12} (x_1 - \bar{x}_1) (x_2 - \bar{x}_2) \right] \quad (4)$$

ただし

C_{11} , C_{12} , C_{22} はC乗数

$\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$ は観測値の平均値

n は資料数

t は Student の t - 分布表の値

(4)式に夫々値を代入すると棄却帯は次の式となる。

$$E y_{x_1 x_2} = 2.57582 \times 0.041596 \left[1 - \frac{1}{1,970} - |C| \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{ただし } C = 0.059707 (X_1 - 1.389703) + 0.118590 (X_2 - 1.239974) + 2 \times 0.075561 (X_1 - 1.389703) (X_2 - 1.239974)$$

したがって異常資料の棄却は資料一本毎に回帰からの偏差 $(Y - \hat{Y})$ を求めこれが $E y_{x_1 x_2}$ を越えるものを棄却する。

棄却に当つては先づ $(Y - \hat{Y})$ を求め、これが標準誤差の2倍 ($2 S y_{x_1 x_2}$) を越えるものを計算し、 $y_{x_1 x_2}$ を越えるもの(40本)について $E y_{x_1 x_2}$ を求めて棄却した。

以上の方法で棄却された資料は第7表のとおりで16本となつた。

第 7 表

棄 却 資 料 一 覧 表

営 林 署	経 営 区	林小班	番号	胸高 直径	樹高	材 積	Y	$\hat{Y}$	Y - $\hat{Y}$
				cm	m	m ³			
佐 井	佐 井	84㉓1	63	6.5	4.9	0.0127	1.103804	0.991839	0.112065
〃	〃	84へ	20	10.6	7.3	0.0474	1.675778	1.557538	0.118240
〃	〃	〃	83	16.9	10.8	0.1752	2.243534	2.102282	0.141252
〃	〃	〃	50	31.2	21.9	0.8321	3.920176	2.905203	1.014973
〃	〃	〃	14	43.5	21.3	1.6452	3.261219	3.154509	0.106710
田 名 部	田 名 部	38は	94	50.6	26.6	1.4816	3.170731	3.374167	- 0.203436
三 本 木	三 本 木	18ち	65	21.0	18.5	0.4177	2.620865	2.516923	0.103942
大 船 渡	大 船 渡	58と	75	8.4	9.4	0.0207	1.315970	1.488620	- 0.172650
大 鰐	大 鰐	91ほ	67	52.0	25.8	1.6683	3.222274	3.381856	- 0.159582
花 巻	稗 斐	112ち6	23	9.0	9.5	0.0226	1.354108	1.547773	- 0.193665
〃	〃	19こ	27	10.5	11.2	0.0430	1.633469	1.743710	- 0.110241
〃	〃	〃	24	16.5	16.7	0.1479	2.169968	2.280590	- 0.110622
新 町	新 町	26い1	77	11.8	9.7	0.0361	1.557507	1.770638	- 0.213131
古 川	栗 駒	48へ	22	14.0	13.1	0.0931	2.968950	2.041283	- 0.927667
気 仙 沼	本 吉	68は	91	13.4	11.3	0.1108	2.044540	1.939901	0.104639
石 巻	石 巻	138は2	88	22.0	14.9	0.2913	2.464341	2.355678	0.108663

V 材積表の作成

1. 材積表の計算

棄却資料16本を除いた1954本の資料によつて平方和、積和を計算すれば次の通りである。

第8表参照

本表の数値より回帰係数を求めると

$$b = 1.81689935$$

$$c = 1.03666345$$

回帰方程式

$$\hat{Y} = -1.20005600 + 1.81689935X_1 + 1.03666345X_2$$

回帰に帰因する平方和

$$S\hat{y}_2 = 528.63541492$$

回帰から偏差の平方和

$$Sdy_{x_1x_2}^2 = 1.84477547$$

推定誤差の分散と標準誤差

$$Sy_{x_1x_2}^2 = 0.00094555$$

$$Sy_{x_1x_2} = 0.03075$$

重相関係数

$$R^2 = 0.99652244$$

$$R = 0.99826$$

偏相関係数

$$ry_{x_1x_2} = 0.98428$$

$$ry_{x_2x_1} = 0.91095$$

2. 回帰係数、重相関係数及偏相関係数の有意性の検定

(a) 回帰係数の有意性の検定

回帰係数の標準偏差は

$$Sb = S_{y_{x_1x_2}} \sqrt{C_{11}} = 0.0075005$$

$$Sc = S_{y_{x_1x_2}} \sqrt{C_{22}} = 0.01064965$$

第 8 表

棄却後の平方和積和等計算表

n=1,954

20

番号	項目	計 算 方 法	X_1	X_2	Y
	和	SX_1	2,717.968997	2,424.835618	5,107.105146
	平均	SX_1/n	1.39097697	1.24095989	2.61366691
X_1	1 自乗和	SX_1^2	3,865.39706376	3,426.78658988	7,313.74689518
	2 補正項	$(SX_1)^2/n$	3,780.63227669	3,372.89049772	7,103.86563523
	3 平方和積 (1-2)	Sx_1^2	84.76478707	53.89609216	209.88125995
	4	$\sqrt{Sx_1^2}$	9.20725	60.09647	212.0529
	5 相関係数 (3÷4)	rx_1x_2		0.89683	0.98976
X_2	1 自乗和	SX_2^2		3,051.73048690	6,479.80530389
	2 補正項	$(SX_2)^2/n$		3,009.12373302	6,337.71262175
	3 平方和積 (1-2)	Sx_2^2		42.60675388	142.09268214
	4	$\sqrt{Sx_2^2}$		6.52742	150.33975
	5 相関係数 (3÷4)	ryx_2			0.94514
Y	1 自乗和	SY^2			13,878.75192647
	2 補正項	$(SY)^2/n$			13,348.27173608
	3 平方和積 (1-2)	Sy^2			530.48019039
	4	$\sqrt{Sy^2}$			72.83408
	5				

$t(b) = b/sb = 240.64733^{**}$ d.f 1.953
 $t(a) = a/sa = 97.34249^{**}$ d.f 1.953

Student のt—表より d.f∞の0.01の値は2.576であるから有意水準 1 %で仮設は捨てられる。

(b) 重相関係数の有意性の検定

分 散 分 折 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方
回 帰	2	528.63541492	264.31770746
回 帰 からの 偏 差	1,951	1.84477547	0.00094555
全 体	1,953	530.48019039	

$F = \frac{264.31770746}{0.00094555} = 279.53858$ d.f 2, 1,951

F の値が d.f,2∞の値2.576に比し著しく大で重回帰がきわめて有意である。

(c) 偏相関係数の有意性の検定

$ry_{x_1x_2} = 0.98428$
 $ry_{x_2x_1} = 0.91095$

相関係数の d.f,1,000の 1 %の値が 0.096 で偏相関数は著しく有意であり、胸高直径階、樹高階が変つても胸高直径対材積、樹高対材積の相関は大体等しいことが明らかである。

3.10cm 直径級毎の回帰係数の差の検定

樹高または胸高直径に対する材積の関係は第 7 図、第 8 図の直線関係によつて示されているが、この関係はある限られた範囲についていえるもので、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から材積式も別々に求める必要がある。

ここでは資料を 10cm 級に区分し、直径級毎の材積式を求めその間の差を、統計的検定により差のないものについて一括して材積式を求める。ただし胸高直径 52cm 以上の資料は少ないから 42~50cm 直径級に含めて 42cm 以上として検討した。

第9表

a. 直径级别自乘和等

直径级	本数	SX_1	SX_2	SY	SX_1^2	SX_1X_2
cm						
4~10	125	115.698687	111.828037	175.659434	108.08272843	104.60732466
12~20	546	660.709918	621.625366	1,189.775244	802.54752602	754.23973355
22~30	583	821.240257	736.826004	1,557.177243	1,158.24281801	1,038.84414384
32~40	402	622.922865	539.656506	1,209.335975	965.72478034	836.45001494
42~70	298	497.397270	414.899705	975.157350	830.79921097	692.64537289
全体	1,954	2,717.968997	2,424.835618	5,107.105146	3,865.39706376	3,426.78658988

直径级	本数	SX_1Y	SX_2^2	SX_2Y	SY^2
cm					
4~10	125	165.48560775	101.90361799	160.92925350	255.99281079
12~20	546	1,447.55895212	711.87218994	1,362.51099812	2,615.98228923
22~30	583	2,196.96535646	934.02321185	1,972.62456579	4,170.67717308
32~40	402	1,875.00751504	725.77323786	1,625.32479251	3,642.32846807
42~70	298	1,628.72946381	578.15822926	1,358.41569397	3,193.77118529
全体	1,954	7,313.74689518	3,051.73048690	6,479.80530389	13,878.75192647

b. 直径级别平方和、积和

直径级	Sx_1^2	Sx_1x_2	Sx_1y	Sx_2^2	Sx_2y	Sy^2
cm						
4~10	0.99323904	1.10046825	2.89708077	1.85953912	3.78005602	9.14291676
12~20	3.02811990	2.01620865	7.82213179	4.14674002	7.94236898	23.37215876
22~30	1.40652347	0.91759686	3.45482604	2.78382905	4.58222363	11.49884355
32~40	0.46882079	0.22022182	1.06978369	1.32262973	1.87709877	4.28553632
42~70	0.58429754	0.12865950	1.07643122	0.50129903	0.72275154	2.72468442
全体	84.76478707	53.89609216	209.88125995	42.60675388	142.09268214	530.48019039

第 10 表

相 関 係 数

直 径 級	$r_{x_2x_1}$	ry_{x_1}	ry_{x_2}
cm			
4 ~ 10	0.80975	0.96137	0.94497
12 ~ 20	0.56897	0.92980	0.80677
22 ~ 30	0.53628	0.85906	0.80989
32 ~ 40	0.27967	0.75472	0.78844
42 ~ 70	0.23773	0.85312	0.61842
4 ~ 70	0.89683	0.98976	0.94514

回 帰 係 数 お よ び 定 数

直 径 級	b	c	a
cm			
4 ~ 10	1.93007228	0.89058235	- 1.17791578
12 ~ 20	1.93398481	0.97499533	- 1.27126287
22 ~ 30	1.76116681	1.06550458	- 1.15652714
32 ~ 40	1.75225157	1.12746199	- 1.22045745
42 ~ 70	1.61613086	1.02697376	- 0.85500953
4 ~ 70	1.81689935	1.03666345	- 1.20006555

回 帰 に 帰 因 す る 平 方 和 等

直 径 級	$S y^2$	$S dy_{x_1x_2}^2$	$S y_{x_1x_2}^2$	R
cm				
4 ~ 10	8.95802646	0.18489030	0.00151549	0.98984
12 ~ 20	22.87165672	0.50050204	0.00092173	0.98923
22 ~ 30	10.96690522	0.53193833	0.00091714	0.97813
32 ~ 40	3.99088767	0.29464861	0.00073847	0.96501
42 ~ 70	2.48190058	0.24278384	0.00082300	0.95441
4 ~ 70	528.63541492	1.84477547	0.00094555	0.99826

(a) 直径級別平方和, 積和, 相関係数等

(b) 分散の一様性の検定

共分散分析を行うためには各級の分散が一様であるという前提が必要であるから, このため Bartlett の検定法で分散の一様性を検定する。(第11表参照)

全直径級の場合の検定

$S^2 = \sum S^2 / f = 1.75476312 / 1,939 = 0.00090498$

$\log S^2 \cdot f = 4.956639 \times 1,939 = 5,901.076979$

$x^2 = \frac{1}{M} [\log S \cdot f - \sum f i o s r^2] = 2.3026 [-5,913.471815 + 5,901.076979] = 28.5403$

但し $M = \log 10_2 = 0.43429$

補正項 $C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum \frac{1}{f_i} - \frac{1}{f} \right] = 1 + \frac{1}{3 \times 4} [0.017659 - 0.00516] = 1.001429$

補正された $x^2 = 28.5395 / 1.001429 = 28.4988$ 但し k ; クラスの数

この値に対応する x^2 表の自由度 4 の $p(x^2)$ は 0.001 以下であるから分散が一様であるという仮説は捨てられる。

前表より直径級毎の分散を見ると 4~10cm級が他の級と異なるのでこの階級を除いて検定してみる。

12~70cmの場合の検定

$S^2 = 1.56987282 / 1,817 = 0.00086399$

$\log s^2 f = 4.936509 \cdot f = -5,566.363147$

$x^2 = 2.3026 [-5,569.499281 + 5,566.363147] = 7.221262$

第 11 表

直径級別の分散の一様性の検定

(Bartlett 法)

直径級	N	fi = (N - 3)	Sdy, $x_1 x_2^2 = S^2$	Syz $x_1 x_2^2 = Sr^2$	logsr ²	fi · logsr ²	$\frac{1}{fi}$
cm							
4~10	125	122	0.18489030	0.00151549	-2.819447	-343.972534	0.008197
12~20	546	543	0.50050204	0.00092173	-3.035396	-1,648.220028	0.001842
22~30	583	580	0.53193833	0.00091714	-3.037564	-1,761.787120	0.001724
32~40	402	399	0.29464861	0.00073847	-3.131667	-1,249.535133	0.002506
42~70	298	295	0.24278384	0.00082300	-3.084600	-909.957000	0.003390
計	1,954	1,939	1.75476312			-5,913.471815	0.017659

$$\text{補正項 } C = 1 + \frac{1}{3 \times 3} [0.009462 - 0.000550] = 1.000990$$

$$\text{補正された } x^2 = 7.221262 / 1.000990 = 7.2141$$

この値に対応する x^2 -表の値の値 $p(x^2)$ は $0.10 > p(x^2) 0.05$ であるから分散は一様であるという仮説は捨てられない。したがって等分散である。

(C) 回帰係数間の有意差の検定

直径級 12~70cm $n=1,829$, $k=4$

前項(b)から直径級12~70cmの分散は一様であることがわかつたので各級の回帰係数の有意差の検定を行う。

第9表(b)の12~70cmを合計して

$$\sum Sx_1^2 = 5.48776170 \quad \sum Sx_2^2 = 8.75449783$$

$$\sum Sx_1x_2 = 3.28268683 \quad \sum Sx_1y = 13.42317274$$

$$\sum Sx_2y = 15.12444292 \quad \sum Sy^2 = 41.88122305$$

この値から回帰係数 b' c' , 及回帰に帰因する平方

和 Sy^2 を求めると,

$$b' = 1.82105130$$

$$c' = 1.04477744$$

$$Sy^2 = 40.24596292$$

又各級の回帰からの偏差の平方和 $Sdyx_1x_2^2$ を合計して

$$\sum Sdyx_1x_2^2 = 1.56987282$$

分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	40.24596292	
回帰間	6	0.06538727	0.01089788
回帰計	8	40.31135019	
誤差	1,817	1.56987286	0.00086399
計	1,825	41.88122305	

$$F = 0.01089788 / 0.00086399 = 12.6134^{**}$$

$$d.f. \ 6, \ 1,817$$

したがって12~70cm直径級の回帰係数間には有意差が認められる。

直径級 12~40cm $n=1,531$, $k=3$

第9表の(b)の12~40cmの直径級を合計して

$$\sum Sx_1^2 = 4.90346416 \quad \sum Sx_1x_2 = 3.15402733$$

$$\sum Sx_1y = 12.34674146 \quad \sum Sx_2^2 = 8.25319880$$

$$\sum Sx_2y = 14.40169117 \quad \sum Sy^2 = 39.15653863$$

この値から回帰係数 b' , c' 及回帰に帰因する平方

Sy^2 を求めると,

$$b' = 1.85040097$$

$$c' = 1.03783713$$

$$Sy^2 = 37.79303253$$

又各級の回帰からの偏差の平方和 $Sd.yx_1x_2^2$ を合計して $Sd.yx_1x_2^2 = 1.32708898$

分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	37.79303253	
回帰間	4	0.03641712	0.00910428
回帰計	6	37.82944965	
誤差	1,522	1.32708898	0.00087194
計	1,528	39.15653863	

$$F = 0.00910428 / 0.00087194 = 10.4414^{**}$$

$$d.f \quad 4, \quad 1,522$$

直径級 12~40cm 間の回帰係数間にも有意差が認められる。

直径級 12~30cm $n = 1,129$ $k = 2$

第 9 表(b)の 12~30cm の直径級を合計して

$$\sum Sx_1^2 = 4.43464337 \quad \sum Sx_1x_2 = 2.93375480$$

$$\sum Sx_1y = 11.27695768 \quad \sum Sx_2^2 = 6.93056907$$

$$\sum Sx_2y = 12.52459247 \quad \sum Sy^2 = 34.87100231$$

この値から回帰係数 b' , c' 及回帰に帰因する平方和 Sy^2 を求めると,

$$b' = 1.87148594$$

$$c' = 1.01494000$$

$$Sy^2 = 33.81637805$$

又各級の回帰からの偏差の平方和 $Sd.yx_1x_2^2$ を合計して

$$\sum Sd.yx_1x_2^2 = 1.03244037$$

分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	33.81637805	0.01109195
回帰間	2	0.02218389	
回帰計	4	33.83856194	0.00091936
誤差	1,123	1.03244037	
計	1,127	34.87100231	

$$F = 0.01109195 / 0.00091936 = 12.0649^{**}$$

d.f 2, 1,123

したがって直径級12~40cmの回帰係数間にも有意差が認められる。

直径級 22~40cm $n=985$, $k=2$

第9表(b)22~40cmの直径級を合計して

$$\sum Sx_1^2 = 1.87534426 \quad \sum Sx_1x_2 = 1.13781868$$

$$\sum Sx_1y = 4.52460973 \quad \sum Sx_2^2 = 4.10645878$$

$$\sum Sx_2y = 6.45932240 \quad \sum Sy^2 = 15.78437987$$

この値から回帰係数 b' , c' 及回帰に帰因する平方和

$\hat{Sy}^2$ を求めると,

$$b' = 1.75302803$$

$$c' = 1.08723710$$

$$\hat{Sy}^2 = 14.95458264$$

又各級の回帰からの偏差の平方和 $Sd.yx_1x_2^2$ を合計して

$$\sum Sd.yx_1x_2^2 = 0.82658694$$

分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方
全回帰	2	14.95458264	0.00160515
回帰間	2	0.00321029	
回帰計	4	14.95779293	0.00084432
誤差	979	0.82658694	
計	983	15.78437987	

$$F=0.00160515/0.0084432=1.9011$$

d.f 2, 979

したがって直径級 22~40cm の回帰係数間には有意差は認められない。即ちこの二つの直径級の回帰平面は互に平行であることが分つたので、次にこの二つの回帰平面が互に重り合っているか否か、すなわち同一の回帰平面にあるか否かを検定するために回帰平面の高さの差を検定する。

(c) 回帰平面の高さの差の検定

第 9 表 (a) の直径級 22~40cm の資料を込みにして回帰係数 b'' , c'' を求めると、

$$b''=1.77813661$$

$$c''=1.08657107$$

回帰に帰因する平方和

$$Sy^2=42.02720374$$

回帰からの偏差平方和

$$Sdy.x_1x_2=0.83139978$$

予 備 的 分 散 分 析 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和
回 帰	2	42.02720599
回 帰 間 差	2	0.00321029
誤 差	980	0.82818724
計	984	42.85860352

本表の誤差には回帰平面の高さの差に帰因する平方和と各直径級ごとの回帰からの偏差平方和の合計、すなわち原因不明の平方和が含まれているのでこれを二つの部分に分ける。

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	42.02720599	
回 帰 間 差	2	0.00321029	
平 面 間 差	1	0.00160030	0.00160030
不 明 原 因	979	0.82658694	0.00084432
計	984	42.85860352	

$$F = 0.00160255 / 0.00084432 = 1.8980 < F_{0.05} = 3.85$$

$$d.f = 1, 979$$

したがって直径級 22~40 cm の回帰平面間の高さの差はない。すなわち同一回帰平面上にあることが認められこの二つの級は一括して同一回帰式で推定できる。即ち推定式は(3)式から求めると、

$$\hat{Y} = -1.20649277 + 1.77813668 X_1 + 1.0865716 X_2$$

以上の検定の結果を一表に纏めると次の表のとおりである。

第 12 表

直径級毎の回帰係数の差の検定取纏め表

直径級 範囲	本 数	修 正 x^2	回 帰 係 数 間 の 差 の 検 定				
			平均された回帰係数		回 帰 間 分 散	誤 差 分 散	F
			b'	c'			
cm 4~70	1,954	28.4988**					
12~70	1,829	7.2141	1.821051	1.044777	0.01089788	0.00086399	12.6134**
12~40	1,531		1.850401	1.037837	0.00910428	0.00087194	10.4414**
12~30	1,129		1.871486	1.014940	0.01109195	0.00091936	12.0649**
22~40	985		1.753028	1.087237	0.00163515	0.00084432	1.9011

直径級 範囲	回 帰 平 面 間 の 差 の 検 定				
	込みにした回帰係数		平面間の分散	不 明 原 因	F
	b''	c''			
cm 4~70					
12~70					
12~40					
12~30					
22~40	1.778137	1.086571	0.00160039	0.00084432	1.8954

VI 材積式の決定

前述の検定の結果当局部内のスギ人工林の立木材積表の材積式は直径級毎に有意差があり，直径級 4～10cm，12～20cm，22～40cm，42cm～毎に材積式を求めて推定しなければならない。すなわち材積式は次の4つとなる。

直径級	材積式
4 ～ 10 ^{cm}	$\hat{Y} - 1.177916 + 1.930072x_1 + 0.890582x_2$
12 ～ 20	$\hat{Y} - 1.271263 + 1.933985x_1 + 0.974995x_2$
22 ～ 40	$\hat{Y} - 1.206493 + 1.778137x_1 + 1.086571x_2$
42 ～	$\hat{Y} - 0.855010 + 1.616131x_1 + 1.026974x_2$

但し $\hat{Y}$ は 1,000 倍とする。

本材積式は胸高直径，樹高，材積を対数に変換して計算しているので，対数として釣合っているのに，絶対値として釣合っていないために生ずる系統的な誤差が含まれているので修正を要する。

今修正係数を (4) 式によつて求めると次表のとおりである。

$$V = f \cdot \log V$$

$$f = 10^{\frac{n-1}{n}} \cdot \frac{1}{2} \cdot (\log 10e) Sy_{x_1x_2}^2$$

$$= 10^{\frac{n-1}{n}} (1.151293) Sy_{x_1x_2}^2 \quad (4)$$

但し V ; 真の材積， f ; 修正係数， $Sy_{x_1x_2}$ 標準誤差

直径級	修正係数
4 ～ 10 ^{cm}	1.003993
12 ～ 20	1.002442
22 ～ 40	1.002245
42 ～	1.002177

VII 材積表の適合状態

1. 材積式の適合度

材積式の精度は、誤差率によつて見れば明らかであるが、本式によつて求められる材積は対数を用いている。

ので真数になおし修正係数を乗じて誤差率を次によつて算出すれば、

$$V = Y \text{の真数} \times \frac{1}{1,000} \times \text{修正係数}$$

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

したがつて誤差率式は

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

ただし t ; 95% 信頼度の t -表の値

前記材積式の不偏分散、標準誤差、誤差率を求めると次の表のとおりである。

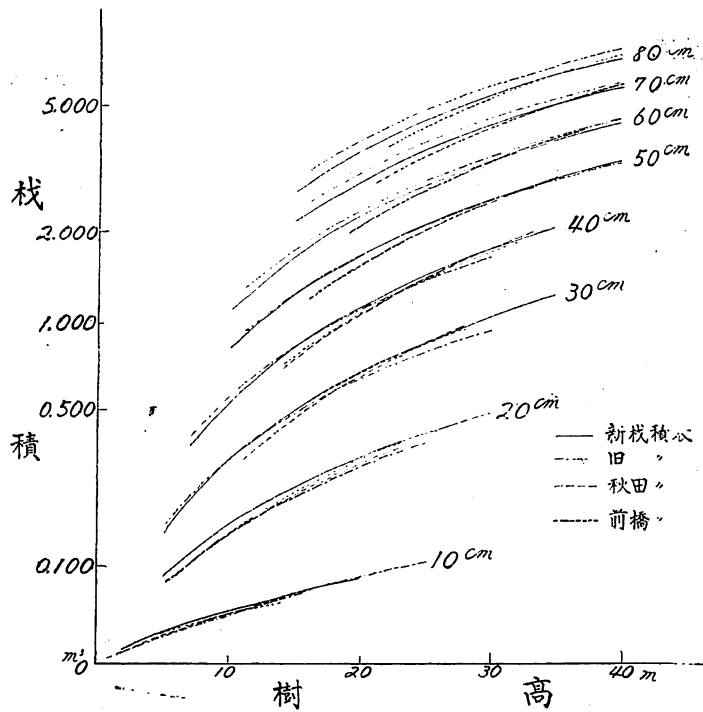
第 13 表

直径級	不 偏 分 散	標 準 誤 差	誤差率%
4 ~ 10 ^{cm}	0.00001342	0.00366	24.0
12 ~ 20	0.00017785	0.01334	15.7
22 ~ 40	0.00256622	0.05056	13.8
42 ~	0.02202257	0.14840	15.2

2. 材積表の適合状態

材積表の資料に対する適合度は前記誤差率から明らかであるが、今実測値の平均値と材積表との関係を図示すれば第 9 図のとおりである。

第 10 図 新材積と旧材積表及び他官内材積との比較



第 14 表 新 旧 材 積 表 の 比 較

胸高直径	標準樹高	A 旧材積表	B 新材積表	B - A 新 旧 差	$\frac{B-A}{A} \times 100$ 増 加 率
cm	m	m ³	m ³		%
6	6	0.010	0.010	0	
8	8	0.022	0.024	0.002	9.1
10	9	0.038	0.040	0.002	5.3
2	11	0.065	0.068	0.003	4.6
4	12	0.094	0.100	0.006	6.4
6	13	0.130	0.140	0.010	7.7
8	14	0.173	0.188	0.015	8.7
20	15	0.226	0.247	0.021	9.3
2	16	0.287	0.309	0.022	7.7
4	17	0.358	0.385	0.027	7.5
6	18	0.441	0.473	0.032	7.3
8	19	0.535	0.572	0.037	6.9
30	20	0.643	0.683	0.040	6.2
2	21	0.765	0.808	0.043	5.6
4	21	0.860	0.900	0.040	4.7
6	22	1.008	1.048	0.040	4.0
8	23	1.171	1.211	0.040	3.4
40	23	1.292	1.327	0.035	2.7
2	24	1.480	1.537	0.057	3.9
4	24	1.609	1.657	0.048	3.0
6	25	1.824	1.857	0.033	1.8
8	25	1.972	1.989	0.017	0.9
50	25	2.125	2.125	0	
2	26	2.374	2.357	- 0.017	- 0.7
4	26	2.543	2.505	- 0.038	- 1.5
6	26	2.709	2.657	- 0.052	- 1.9
8	26	2.885	2.812	- 0.073	- 2.5
60	26	3.066	2.970	- 0.096	- 3.1
2	26	3.258	3.132	- 0.126	- 3.9
4	26	3.446	3.297	- 0.149	- 4.3
6	26	3.647	3.465	- 0.182	- 5.0
8	26	3.852	3.636	- 0.216	- 5.6
70	27	4.208	3.961	- 0.247	- 5.9

VIII 材積表使用上の注意

- 1. 本材積表は青森営林局管内スギ人工林に適用するものである。
- 2. 本材積表は毎木の胸高直径（地上1.2 m），樹高を測定して幹材積を求めるものである。
- 3. 本材積表の幹材積は次の材積式で算出した値である。

直径範囲	材 積 式
4 ~ 10 cm	$log v = \overline{5.824815} + 1.930072$ $log d + 0.890582 log h$
12 ~ 20	$log v = \overline{5.729796} + 1.933985$ $log d + 0.974995 log h$
22 ~ 40	$log v = \overline{5.794481} + 1.778137$ $log d + 1.086571 log h$
42 ~	$log v = \overline{4.145934} + 1.616131$ $log d + 1.026974 log h$

注；この材積式は修正係数により修正したものである。

ただし v：幹材積（m³）

d：胸高直径（cm）

h：樹高（m）

- 4. 本表以外の幹材積は上式によつて求める。

IX 作成年月日及担当者職氏名

着手 昭和30年4月

完了 昭和32年3月

担当者職氏名

計画課長 現 神 足 勝 浩

旧 片 岡 正 二 郎

主 査 斎 藤 栄 助

係 員 山 内 文 麿 昭和31年4月転出

〃 五 日 市 重 男

〃 浜 谷 宏 昭和31年5月より

〃 古 川 黎 子 昭和31年6月より

む す び

青森営林局管内（青森，岩手，宮城）国有林内のスギ立木 1,970 本の資料を用い推測統計法を応用してスギ立木材積表（人工林）を作成した。

1. 資料と旧スギ立木材積表とを回帰推定により検定した結果人工林で有意差が認められ，天然林では有意差は認められない。
2. 材積方程式は山本博士の $V = 10^a d^b h^c$ がよく適合することが認められた。
3. 材積推定式は直径級により有意差が認められ 4 つの推定式となつた。

参 考 文 献 及 通 牒

- 林 野 庁 長 官 昭和 26 年 林野 11231 号
- 林 野 庁 主要樹種立木材積表調製資料測定要綱
- 林 野 庁 昭和 30 年 9 月
- 主要樹種立木材積表調製要綱
- 林業試験場経営部 昭和 31 年 3 月
- 立木材積表調製法解説書
- 青 森 営 林 局 昭和 30 年 8 月
- 広葉樹立木材積表作成説明書
- 大 友 栄 松 昭和 31 年 6 月 林学会誌第 38 卷 第 5 号
- 材積表の検定について
- 大 友 栄 松 昭和 31 年 5 月 林学会誌第 38 卷 第 5 号
- 材積表調製に関する研究
- 林業試験場経営部 昭和 31 年 3 月
- 立木材積表調製法解説書
- 山 本 和 蔵 大正 7 年 林業試験報告 第 16 号
- あかまつの単木幹材積表並に胸高係数表
- 清 野 要 昭和 11 年 林業試験報告 第 53 号
- 主要樹種材積別材積表調製に関する研究
- 吉 田 正 男 昭和 5 年 成美堂
- 測樹学要論
- 嶺 一 三 昭和 27 年 朝倉書店
- 測樹
- 木 梨 謙 吉 昭和 29 年 朝倉書店
- 推計学を基とした測樹学
- 水 島 宇 三 郎 昭和 27 年 養賢堂
- 統計分析入門
- 寺 田 一 彦 昭和 26 年 朝倉書店
- 推測統計法
- 畑 村 津 村 訳 昭和 27 年 岩波書店
- 奥 野 田 中 訳 スネデカー統計的方法 上下
- WE デミング 著 昭和 26 年 岩波書店
- 森 口 繁 一 訳 推計学によるデータのまとめ方
- メ ー サ ー 著 昭和 30 年 朝倉書店
- 小 川, 山 本 訳 メーサー生物統計学
- 秋 田 営 林 局 昭和 31 年 5 月
- スギ(人工林)立木材積表調製説明書
- 前 橋 営 林 局 昭和 31 年 3 月
- スギ立木材積表(表日本, 裏日本)

附表 1

スギ 幹 材 積 表

(直径 10cm 毎抜萃)

樹高 m	胸高 直径 cm	10	20	30	40	50	60	70	80
2		0.011							
3		0.015							
4		0.019							
5		0.024	0.085						
6		0.028	0.101	0.185					
7		0.032	0.117	0.218	0.364				
8		0.036	0.134	0.253	0.421				
9		0.040	0.150	0.287	0.479				
10		0.044	0.166	0.322	0.537	0.829	1.113		
11		0.048	0.183	0.357	0.595	0.914	1.228		
12		0.052	0.199	0.392	0.654	1.000	1.343		
13		0.056	0.215	0.428	0.714	1.086	1.458		
14		0.060	0.231	0.464	0.774	1.171	1.573		
15		0.063	0.247	0.500	0.834	1.258	1.688	2.166	2.688
16		0.067	0.263	0.536	0.894	1.344	1.804	2.314	2.872
17		0.071	0.279	0.573	0.955	1.430	1.920	2.463	3.056
18		0.074	0.295	0.609	1.016	1.516	2.036	2.612	3.241
19		0.078	0.311	0.646	1.078	1.603	2.152	2.761	3.426
20		0.082	0.327	0.683	1.140	1.690	2.269	2.911	3.612
21			0.343	0.721	1.202	1.777	2.385	3.060	3.797
22			0.359	0.758	1.264	1.863	2.502	3.210	3.983
23			0.375	0.795	1.327	1.951	2.619	3.360	4.169
24			0.391	0.833	1.389	2.038	2.736	3.510	4.355
25			0.406	0.871	1.452	2.125	2.853	3.660	4.542
26			0.422	0.909	1.516	2.212	2.970	3.811	4.728
27			0.438	0.947	1.579	2.300	3.088	3.961	4.915
28			0.454	0.985	1.643	2.387	3.205	4.112	5.102
29			0.470	1.023	1.707	2.475	3.323	4.263	5.290
30			0.485	1.062	1.771	2.562	3.441	4.414	5.477
31				1.100	1.835	2.650	3.558	4.565	5.665
32				1.139	1.899	2.738	3.676	4.716	5.852
33				1.178	1.964	2.826	3.794	4.868	6.040
34				1.216	2.029	2.914	3.912	5.019	6.228
35				1.255	2.093	3.002	4.031	5.171	6.416
36						3.090	4.149	5.323	6.605
37						3.178	4.267	5.475	6.793
38						3.267	4.386	5.627	6.982
39						3.355	4.504	5.779	7.171
40						3.443	4.623	5.931	7.360

附表2 調査地林況一覽表

区	西						作 業 級	面 積 ha	地 況				林 況												材 積 ha当り						連年生長量			徑級別,蓄積歩合		
	県	郡 (市)	村 (町)	大字 (字)	営林署	経営区			林小班	地 位 (地利)	方 位 傾 斜	基 岩, 土 性 深度,結合度,湿度	摘 要	樹 種	混合歩合	林 令	立 木 度	疎 密度	直 径 cm	樹 高 m	林 種	林 相	下 層 植 生	摘 要	材 積 針	材 積 広	材 積 計	ha当り	ha当り	成長率 (%)	大	中	小			
青 森	東津軽	平 館	石 崎	蟹 田	平 館	913		2.94	スギ1 (1)	N 急	中 軟 適		スギ 広	95 5	47 47			18 6-60						285		285										
													小 班		47	10	密	20 6-60		人工	針		明新成 42 植上		15	15										
						蟹 田	小 国	蟹 田	蟹 田	1と	択用	29.11	スギ3 (1)	E W W S 中	階段地積砂壤土 中 軟 適		スギ (ヒバ)	100 95 35-155	46			14 9					285	15	300							
																	(アカマツ) (ヒノキ) (広)	46 46 8			20 16 8	13 10 7				明新成 44 植中	50		50	150	3.0	0.12	1.8			
																											明新成 44 植中				0.05	3.0				
		北津軽	相 内	太 田 (太田山)	相 内	相 内	11		9.72	下	N 緩	第三紀層 塩質壤土 中 軟 潤		スギ クロマツ	70 30	48									スギ 明新成 41 植上	21		21					10	90		
														小 班		41	5	中	14 10-20	9 6-14	人工	針		大補成不	9		9					15	85			
	西津軽	飯 詰	飯 詰	金 木	飯 詰	36へ	皆用	7.28	スギ2 (1)	S 中	微粒砂岩 砂 壤 土 中 軟 適		スギ	100	55	9	中	24	17	人工	針	灌木疎	明新成 35-38 植中	230		230		2.6	28	57	15					
						55へ	皆用	19.72	クロマツ 2(1)	S W 緩及中	第三紀 凝灰岩 一部石英 粗面岩 中 軟 適		クロマツ アカマツ スギ 広	45 20 10 25	42 42 42 37			20 20 20	12 12 12				大新成 3 植中	59 26 13	32	130	1.89 0.83 0.55	3.2 3.2 4.2								
	南津軽	大 鰐	島 田	大 鰐	大 鰐	9113	皆用	33.78	スギ2 (2)	W 中	緑色凝灰岩 中 軟 適		スギ 広	90 10	53 52-53 50 25-65			26 10 6	14 6					明新成 37-38 植上	180		180	3.96	2.2	10	70	20				
													小 班		100			26	14	人工	針	灌木中	明新成 37-38 植上	20	20	200		2.5		50	50					
	下 北	佐 井	佐 井	佐 井	佐 井	48ろ	未	9.29	スギ2 (2)	E 中	安山岩類 中 軟		スギ 広	90 10	50 50			30 6-50	23 5-25	人工	針		明新成 39 植中	306	34	340										
													小 班			8	中	30 6-50	23 5-25	人工	針		明新成 39 植中	306	34	340										
上 北	佐 井	佐 井 (湯ノ川越)	佐 井	佐 井	84へ	未	15.22	スギ2 (1)	S E 中	安山岩類 中 軟		スギ ヒバ 広	80 10 10	50 100 50			30 16 12	23 11 9	人工	針		明新成 40 植中	240	30	300											
												小 班		50	8	中	30 6-50	23 5-25	人工	針		明新成 40 植中	270	30	300											
上 北	田名部	田 名 部	田名部	田名部	3813	皆用	12.94	スギ2 (1)	N W 緩	火山灰及火山掘出物 中 軟 適		スギ	100	52	7	中	28 24-34	21 18-24	人工	針		明新成 38 植中	220		220	4.62	2.1		70	30						
												スギ (ケヤキ) 広	70 62 30	62 62 62			24 20 22	17 13 12	人工	混		明新成 38 植中	175	75	250	4.38	2.5	5	80	15						
(甲地)	寒 水 沢	乙 供	乙 供	乙 供	91ぬ	皆用	5.03	スギ2 (2)	W 緩	洪積層 砂 壤 土 中 軟 適		スギ	100	40	9	中	20 6-30	15 7-20	人工	針		明新成 27 植中	130		130											
十和田	沢 田	三 本 木	十和田	18ろ			37.75	中	S 及 N 急	中 軟 潤		スギ 小 班	80 20	49								明新成 40 植中	160	40	200					10	60	30				

区			圃				作 業 級	面 積 ha	地 況			林 況										材 積 材 況													
県	郡 (市)	村 (町)	大字 (字)	営林署	経営区	林小 班			地 位 (地利)	方 位 傾 斜	基 岩、土 性 深度、結合度、湿度	摘 要	樹 種	混 合 歩 合	林 令	立 木 度	疎 密度	直 径 cm	樹 高 m	林 種	林 相	下 層 植 生	摘 要	材 積 ha 当り			連年生長量		後級別、蓄積歩合						
																								針	広	計	ha当り	成長率 (%)	大	中	小				
岩 手	二 戸	荒 沢	荒 屋	新 町	新 町	26い	皆用	34.50	スギ2 (1)	N W 急	火山灰砂壤土 中 軟 適		スギ	90	47-48			20	17				明新 42-43 生 育 中	144		144	3.60	2.5							
													アカマツ	10	〃			22	17					16	16	0.43	2.7								
													(広)	〃	〃			20	15								3.0								
	岩 手	御 堂	子 抱	沼宮内	沼宮内	20と	皆用	7.17	スギ2 (1)	E 緩	火山灰砂壤土 中 軟 適		小班 スギ ヒノキ アカマツ	80 10 10	〃 〃 〃	7 中		20 10-40	17 8-21	人工	針			160 160 5 15		160 160 5 15	2.56 0.08 0.24	1.6 1.5 1.6	40 15 40	45 30 45	15 55 15				
													広	10											明 18.22 23.30.31 植 栽		20	20	0.34	1.7					
													小班 スギ			9 密		24 12-38	16 8-21	人工	針	灌木	成育良好	180	20	200									
	(滝沢)	滝沢 (平沢)	盛岡	姫神	94を	皆用	1.45	スギ1 (1)	S 緩	沖積層 中 軟 適		スギ 広 小班		73 33 73 23-93			28 16 28 6-56	22 11 22 6-27				明 17 新 植				1.6 6.0		20 20	50 35	30 45					
													スギ2 (1)	E W 中	花崗岩堆積土 中 軟 適		スギ アカマツ 広 小班	85 5 10	49 〃 〃			32 30 10	15 20 10				明 41 成 育 中	213 12		213 12					
													小班		5 中		22 8-32	15 6-23	人工	針			225 25	25 25	250										
	(花巻)		大沢山	花巻	神貫	19に	皆用	11.30	スギ2 (1)	N E 中	中 軟 適		スギ アカマツ 広 小班	70 10 20	48 48 48								明 42 新 成 育 中	105 15		105 15									
													小班		6 中		18 6-36	14 5-21	人工	針			120 30	30 150											
													スギ2 (1)	W 中	中 軟 適		スギ 小班		49 8 中			20 10-36	14 8-20	人工	針		明 34.36 新 成 育 良	210 210		210 210				30 30	70 70
神 貫	石島谷	葛九川山	花巻	神貫	112ち	皆用	1.68	スギ2 (1)	W 中	中 軟 適		アカマツ2 (1)	75				16 10-38	12 9-23			灌木疎		120		120	2.76	2.3								
												スギ	25	47			12 8-32	10 7-21				明 42 スギ新植	40		40	0.92	2.3								
												広 小班			8 密			12 6-26	9 4-15			天然 (人工)		成 育 中 (スギ下)	160		160								
宮 城	本 吉	本 吉	(狼 巣)	気仙沼	本 吉	51と	皆用	15.81	スギ2 (2)	S E 中	石灰岩堆積土 中 軟 適		スギ アカマツ 広 小班		52 〃 〃			16 24 10	12 16 7				明 38 新 成 育 不 良	140 20		140 20									
													小班				18 6-40	14 5-27	人工	針			160 40	40 200											
													スギ	80	49								明 40 植 栽	80		80	2.00 0.63		5	30	65				
栗 原	花 山	大笹山	古 川	栗 駒	48へ	皆用	13.17	中	E S 緩	中 軟 潤		小班 広 小班					22 14-26					生 育 中	80	25	105										
												スギ	60									明 43.45	90		90	2.55	2.83		20	80					
												アカマツ	20									スヒノキ	30		30	0.78	2.61		20	80					
登 米	米 川	狼河原	石 巻	石 巻	138は	皆用	3.11	スギ2	SW 緩	古生層粘板岩砂壤土 中 軟 潤		ヒノキ 広 小班	10 10				20 14-26	14 8-18				新 生 育 中	15		15	0.38	2.52		10	90					
												広												15	15	0.48	3.20		10	90					
												小班		8 中一密		22 14-28	15 8-19	人工	針			135	15	150											
根白石	福 阿	仙 台	仙 台	仙 台	12わ	皆用	2.69	スギ2 (1)	SW 中	頁 岩 凝灰岩層 深 軟 適		スギ アカマツ 小班	80 20	65 65			26 26	18 18				明 25 新 植 (アカマツ)	288 72		288 72	0.8 0.9		30 30	50 50	20 20					