（研究資料）

昭和31・32年度天城国有林における森林調査結果の概要

(Research materials)

Outlines of the Sampling Survey Results in the Amagi National Forest

Laboratory of Forest Survey and Mensuration

測定研究室[1]

まえがき

国有林においては昭和30年から航空写真を利用した標本調査法を森林調査に導入することにし，林野庁計画課から同年春当測定研究室へ調査の設計を依頼してきた。そこで当研究室では早急に調査の設計を行ない，これに基づき，秋田・東京・長野・大阪の4営林局において実行することにし，8月担当官を東京に招集の上，講習を行なつた。その後，実行結果を徴し全営林局においてもこの方法を採用することにし，31年2月全営林局の担当官に対し研修を行ない，同時に東京営林局の天城営林署管内国有林で実地研修を行なつた。その方法は当初定めた方針に従うものであつたが，31年各局の実行結果に基づき，さらに当初の設計に検討を加え，改定した設計に基づいて，昭和32年2月再度担当官の研修を行ない，同じ天城国有林で実地研修を行なつた。この最後の調査設計はほとんど変更なく，現在の国有林の森林資源調査法の中心をなしている。したがつて，調査の設計および結果の取りまとめの方法について本調査結果を公表することは，国有林の担当官にもきわめて参考となるだけではなく，現行調査方法に対する一般の批判をうける機会を与えると思い，ここに印刷公表するしだいである。なお，昭和32年5月発表した「森林調査上の問題点」（経営規程改正資料45）をもあわせ読まれると参考になると思われる。最後に，両年の調査対象地域は経営案の改訂により面積その他が異なつたので，両年度の調査結果は直接比較できないことを一言述べておく。

第1部 昭和31年度調査結果

1. 森林計画区層ごと面積および抽出個数の決定

東京営林局天城営林署田方経営区の森林種ごと，施業団ごと，人天別，齢級群ごとの面積および実習を行なつた第2種森林のみに対する比例割当てによる抽出個数を示せば第1表のとおりである。

(1) 経営部

第1表　森林計画区層ごと面積および第2種森林に対する200個を比例割当てした抽出個数

森林種	施業団	人・天・別	階層	齢級群	面積 (*ha*)	割当て個数
第1種	(制限林地)	未立木地			73.09 34.71	
	計				107.80	
第2種	皆用	伐跡		0	95.55	
		人工林	I	1～10	174.77	22
			II	11～20	199.66	25
			III	21～40	272.64	34
			IV	41～60	437.16	55
			V	61～80	242.74	30
			小計		1,326.97	166
	択用	人工林	VI	41～60	49.31	7
		天然生林	VII	81～	216.78	27
			小計		266.09	34
	計				1,593.06	200
	除地				23.33	
総計					1,819.74	

第2種森林の抽出率$=\frac{200\times0.04}{1593.06}\times100=0.5\%$

拡大定数$=\frac{1593.06}{200\times0.04}=199.13$

実際には各階層の変動係数を想定して要綱どおりに抽出個数を決定するのであるが，今回は日数のつごうで200個を調査することとして，それを第2種森林のみに対して比例割当てをして各階層の抽出個数をきめた。

2. 調査計画と調査結果

前節で述べた第2種森林の各階層の抽出個数を田方経営区の2万分の1の図面に各階層を色分けして5*mm*方眼を描き，層ごとに独立に割当て個数を抽出して調査箇所を決定した。この地点を航空写真に移写して，現場にそれを携行して調査点を確認した。調査地点ではそのプロット番号を杭に明記し，胸高直径は2*cm*括約で，樹高は*m*括約で測定し，成長量測定木のみについては2*mm*括約でもつて測定を行なつた。東京営林局の材積表を用いて計算したプロットの材積を第2表に階層ごとに示す(二変数材積表を使用)。

第2表の1　I層プロットごと材積総括表（二変数材積表使用）

階層	プロット番号	蓄積					
		針葉樹				広葉樹	プロット計 X_{ij}
		スギ	ヒノキ	その他針	針計		
I	15	—	—	—	—	—	—
	18	—	—	—	—	—	—
	27	—	—	—	—	—	—
	35	0.061	0.369	—	0.430	—	0.430
	45	—	—	—	—	—	—
	47	—	—	—	—	—	—
	68	—	—	—	—	—	—
	93	—	—	—	—	—	—
	96	—	—	—	—	—	—
	104	—	—	—	—	—	—
	112	—	—	—	—	—	—
	137	—	—	—	—	—	—
	110	—	—	—	—	—	—
	163	—	—	—	—	—	—
	186	—	—	—	—	—	—
	206	0.067	0.644	—	0.711	0.470	1.181
	191	—	—	—	—	—	—
	210	—	—	—	—	0.329	0.329
	169	—	—	—	—	—	—
	65	—	—	—	—	—	—
	56	—	—	—	—	—	—
	146	—	—	—	—	—	—
	小計	0.128	1.013	—	1.141	0.799	1.940

$n=22$　　$\bar{X}_I=\sum X_{ij}/n=1.940/22=0.088$

$\sum X_{ij}^2=1.6879$　　変動係数 $C\%=\frac{S_{xI}}{\bar{X}_I}\times 100$

$(\sum X_{ij})^2/n=0.1711$（—　　$=0.269/0.088\times 100$

$S_{xI}^2=1.5168$　　$=306\%$

$s_{xI}^2=S_{xI}^2/n-1=0.072229$　　標本蓄積和 $X_I=\sum X_{ij}=1.940$

$s_{xI}=0.269$　　総蓄積＝（標本蓄積和）×（1層の拡大常数）＝1.940×198.60＝385.284

$s_{\bar{x}I}^2=s_{xI}^2/n=0.003283$

第2表の2 Ⅱ層プロットごと材積総括表

階層	プロット番号	蓄積 針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹	プロット計 X_{ij}	備考
	15	1.664	—	—	1.664	—	1.664	
	43	0.305	—	0.012	0.317	1.452	1.769	
	66	5.255	—	—	5.255	0.401	5.656	
	89	0.339	—	—	0.339	0.012	0.351	
	87	—	0.432	—	0.432	0.005	0.437	
	100	—	—	—	—	—	—	(造林除地 岩石地)
	111	—	0.301	—	0.301	0.051	0.352	
	99	0.655	0.214	—	0.869	0.142	1.011	
	85	0.280	0.021	0.123	0.424	0.026	0.450	
	96	—	—	—	—	—	—	(不成績地調査 対象木なし)
	118	—	0.006	—	0.006	0.527	0.533	
	120	0.123	0.191	—	0.314	0.131	0.445	
	133	—	0.692	—	0.692	—	0.692	
Ⅱ	126	—	0.456	—	0.456	0.029	0.485	
	70	2.108	—	—	2.108	—	2.108	
	195	—	—	—	—	2.234	2.234	
	193	—	—	—	—	2.397	2.397	
	196	—	0.200	—	0.200	0.243	0.443	
	197	—	0.140	0.018	0.158	0.149	0.307	
	198	—	—	—	—	2.707	2.707	
	185	0.820	—	—	0.820	—	0.820	
	166	1.712	—	—	1.712	—	1.712	
	173	—	1.576	—	1.576	—	1.576	
	162	—	2.113	—	2.113	0.124	2.237	
	151	0.964	—	—	0.964	—	0.964	
	小計	14.225	6.342	0.153	20.720	10.630	31.350	

$n=25$ $\bar{X}_{Ⅱ}=31.350/25=1.254$

$\Sigma X_{ij}^2=75.5664$ $C\%=1.229/1.254\times100=98\%$

$(\Sigma X_{ij})^2/n=39.3279$(— 標本蓄積和 $X_{Ⅱ}=31.350$

$S_{x_Ⅱ}^2=36.2385$ 総蓄積$=31.350\times199.66$

$s_{x_Ⅱ}^2=1.509938$ $=6260.539$

$s_{x_Ⅱ}=1.229$

$s_{\bar{x}_Ⅱ}^2=0.060398$

第2表の3　Ⅲ層プロットごと材積総括表

階層	プロット番号	蓄積 針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹	プロット計 X_{ij}
Ⅲ	66	0.076	—	0.186	0.262	3.758	4.020
	70	5.203	—	—	5.203	0.840	6.043
	50	5.113	—	—	5.113	0.750	5.863
	51	—	0.202	—	0.202	1.246	1.448
	53	—	2.184	—	2.184	0.958	3.142
	62	—	—	—	—	1.463	1.463
	35	4.561	—	—	4.561	0.231	4.792
	23	—	0.920	0.010	0.930	1.226	2.156
	11	—	0.016	—	0.016	1.296	1.312
	18	—	1.734	—	1.734	1.057	2.791
	3	0.098	2.495	0.086	2.679	0.596	3.275
	85	8.083	—	—	8.083	0.188	8.271
	83	4.622	0.227	—	4.849	0.400	5.249
	93	2.396	—	—	2.396	2.379	4.775
	187	2.624	3.339	—	5.963	0.027	5.990
	219	1.563	3.912	—	5.475	0.120	5.595
	220	7.941	1.637	—	9.578	0.115	9.693
	173	3.893	0.037	—	3.930	0.315	4.245
	130	5.172	4.075	—	9.247	0.518	9.765
	143	1.303	6.414	—	7.717	0.735	8.352
	115	1.286	2.250	—	3.536	—	3.536
	126	0.078	3.437	—	3.515	—	3.515
	153	2.272	4.916	—	7.188	—	7.188
	185	—	3.921	—	3.921	—	3.921
	200	1.700	2.657	—	4.357	0.545	4.902
	151	6.538	—	0.162	6.700	0.063	6.763
	224	2.157	2.662	—	4.819	0.867	5.686
	98	8.426	—	—	8.426	0.150	8.576
	100	4.351	—	—	4.351	0.603	4.954
	91	2.949	—	—	3.019	0.317	3.336
	97	—	0.405	—	0.405	0.031	0.436
	133	1.688	0.275	—	1.963	—	1.963
	196	0.402	2.682	—	3.084	—	3.084
	261	—	0.651	—	0.651	0.954	1.605
	小計	84.495	51.048	0.514	136.057	21.648	157.705

$n=34$　　$\bar{X}_{Ⅲ}=157.705/34=4.638$

$\Sigma X_{ij}^2=931.3895$　　$C\%=2.461/4.638\times100=53\%$

$(\Sigma X_{ij})^2/n=731.4960$（—

$Sx_{Ⅲ}^2=199.8935$　　標本蓄積和 $X_{Ⅲ}=157.705$

$s_{xⅢ}^2=6.057375$　　総蓄積＝157.705×200.47

$s_{xⅢ}=2.461$　　＝31615.121

$s_{\bar{x}Ⅲ}^2=0.178158$

第2表の4　Ⅳ層プロットごと材積総括表

階層	プロット番号	蓄積 針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹	プロット計 X_{ij}
Ⅳ	2	7.995	—	0.086	8.081	0.682	8.763
	8	0.436	16.742	—	17.178	1.503	18.681
	12	33.555	—	—	33.555	—	33.555
	13	24.024	—	—	24.024	0.038	24.062
	16	13.373	—	—	13.373	0.162	13.535
	17	7.031	—	—	7.031	0.277	7.308
	21	10.308	—	—	10.308	1.068	11.376
	27	11.683	—	—	11.683	0.473	12.156
	28	9.580	—	—	9.580	1.187	10.767
	42	9.810	—	—	9.810	0.634	10.444
	46	8.024	—	—	8.024	0.061	8.085
	54	5.895	—	—	5.895	0.533	6.428
	75	—	5.833	—	5.833	1.481	7.314
	64	6.971	—	—	6.971	0.913	7.884
	78	8.510	—	—	8.510	1.455	9.965
	79	—	4.544	0.033	4.577	0.438	5.015
	67	12.753	—	—	12.753	0.232	12.985
	68	16.051	—	—	16.051	0.170	16.221
	59	4.891	0.642	—	5.533	0.604	6.137
	220	—	13.603	—	13.603	—	13.603
	303	0.751	7.337	2.333	10.421	3.251	13.672
	311	—	—	0.019	0.019	4.135	4.154
	314	3.483	11.472	—	14.955	0.069	15.024
	316	1.269	10.537	—	11.806	—	11.806
	313	18.809	1.830	—	20.639	—	20.639
	323	8.694	—	—	8.694	0.242	8.936
	335	—	11.413	—	11.413	0.292	11.705
	355	12.071	—	—	12.071	0.015	12.086
	366	6.095	6.439	—	12.534	0.045	12.579
	368	10.551	—	—	10.551	0.241	10.792
	479	1.380	6.071	—	7.451	4.627	12.078
	461	2.431	—	—	2.431	0.677	3.108
	456	4.347	—	—	4.347	2.228	6.575
	459	8.766	—	—	8.766	—	8.766
	449	3.240	—	—	3.240	0.358	3.598
	450	5.855	—	—	5.855	0.217	6.072
	448	5.559	—	—	5.559	3.115	8.674
	430	14.699	—	—	14.699	1.606	16.305
	425	9.214	3.449	—	12.663	0.523	13.186
	401	9.484	—	0.009	9.493	—	9.493
	414	8.886	—	—	8.886	1.279	10.165
	415	15.055	—	—	15.055	0.103	15.158
	209	13.203	—	—	13.203	0.108	13.311
	196	17.440	—	—	17.440	0.037	17.477
	182	13.766	—	—	13.766	0.072	13.838
	187	—	22.286	—	22.286	0.704	22.990
	194	9.351	3.893	—	13.244	2.162	15.406
	173	10.917	—	—	10.917	0.544	11.461
	165	16.042	—	—	16.042	0.047	16.089
	156	15.936	—	—	15.936	—	15.936
	151	9.980	—	—	9.980	—	9.980
	152	13.834	—	—	13.834	—	13.834
	131	—	21.438	—	21.438	0.023	21.461
	97	11.875	—	—	11.875	0.122	11.997
	94	12.786	—	—	12.786	0.034	12.820
	小計	486.659	147.529	2.480	636.668	38.787	675.455

$n=55$　　$\bar{X}_{Ⅳ}=675.455/55=12.281$

$\sum X_{ij}^2=9898.9355$

$(\sum X_{ij})^2/n=8295.2628$(−

$Sx_{Ⅳ}^2=1603.6727$

$s_{x_{Ⅳ}}^2=29.697643$

$s_{x_{Ⅳ}}=5.450$

$s_{\bar{x}_{Ⅳ}}^2=0.535557$

$C\%=5.450/12.281\times100$

$=44\%$

標本蓄積和 $X_{Ⅳ}=675.455$

総蓄積$=675.455\times198.71$

$=134219.663$

第2表の5　V層プロットごと材積総括表

階層	プロット番号	蓄積 針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹	プロット計 X_{ij}
V	2	22.825	—	—	22.825	0.182	23.007
	1	31.617	—	—	31.617	0.041	31.658
	4	13.101	—	—	13.101	—	13.101
	5	7.165	—	—	7.165	0.082	7.247
	7	11.045	—	—	11.045	0.180	11.225
	10	3.029	—	—	3.029	1.500	4.529
	6	16.558	—	—	16.558	0.579	17.137
	3	23.948	—	—	23.948	0.306	24.254
	8	19.069	—	—	19.069	0.309	19.378
	9	12.045	—	—	12.045	0.326	12.371
	14	17.026	—	—	17.026	—	17.026
	15	22.170	—	—	22.170	—	22.170
	16	2.398	—	0.269	4.667	0.322	4.989
	17	6.769	—	0.125	6.894	0.078	6.972
	25	8.319	—	—	8.319	1.784	10.103
	21	11.171	—	—	11.171	0.145	11.316
	22	9.166	—	—	9.166	0.143	9.309
	20	5.952	—	—	5.952	0.268	6.220
	26	15.622	—	—	15.622	1.286	16.908
	27	12.648	—	—	12.648	0.097	12.745
	23	20.387	—	—	20.387	0.361	20.748
	24	4.777	—	—	4.777	—	4.777
	29	17.394	—	—	17.394	—	17.394
	28	21.010	—	—	21.010	0.171	21.181
	30	19.834	—	—	19.834	0.034	19.868
	18	9.329	—	—	9.329	0.430	9.759
	19	11.667	—	—	11.667	0.352	12.019
	12	9.425	—	—	9.425	0.649	10.074
	13	2.481	2.712	—	5.193	0.093	5.286
	11	24.061	—	—	24.061	0.103	24.164
	小計	412.008	2.712	2.394	417.114	9.821	426.935

$n=30$　　$\bar{X}_V=426.935/30=14.231$

$\Sigma X_{ij}^2=7523.2583$

$(\Sigma X_{ij})^2/n=6073.5498$（—　　$C\%=7.070/14.231\times100=50\%$

$S_{xV}^2=1449.7085$

$s_{xV}^2=49.989941$　　標本蓄積和 $X_V=426.935$

$s_{xV}=7.070$　　総蓄積＝426.935×202.28

$s_{\bar{x}V}^2=1.666331$　　＝86358.389

第2表の6　VI層プロットごと材積総括表

階層	プロット番号	蓄積 針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹	プロット計 X_{ij}
VI	9	—	8.766	—	8.766	0.774	9.540
	44	—	1.412	—	1.412	3.025	4.437
	23	—	1.001	—	1.001	3.553	4.554
	37	—	2.802	—	2.802	1.050	3.852
	51	—	3.942	—	3.942	0.988	4.930
	30	—	14.799	—	14.799	—	14.799
	16	0.554	13.614	—	14.168	0.261	14.429
	小計	0.554	46.336	—	46.890	9.651	56.541

$n=7$ $\bar{X}_{VI}=56.541/7=8.077$

$\Sigma X_{ij}^2=606.937355$

$(\Sigma X_{ij})^2/n=456.697811$(—

$Sx_{VI}^2=150.239544$

$s_{xVI}^2=25.039924$

$s_{xVI}=5.004$

$s_{xVI}^2=3.577132$

$C\%=5.004/8.077\times100$

$=62\%$

標本蓄積和$=56.541$

総蓄積$=56.541\times176.11$

$=9957.436$

第2表の7 Ⅶ層プロットごと材積総括表

階層	プロット番号	蓄積 針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹	プロット計 X_{ij}
Ⅶ	200	—	—	1.059	1.059	7.704	8.763
	190	—	—	1.187	1.187	8.452	9.639
	191	—	—	0.173	0.173	9.029	9.202
	192	—	—	—	—	9.977	9.977
	183	—	—	3.814	3.814	2.039	5.853
	184	—	—	2.114	2.114	1.114	3.228
	176	—	—	—	—	2.709	2.709
	173	—	—	—	—	4.591	4.591
	177	—	—	—	—	1.318	1.318
	170	—	0.415	0.169	0.584	2.096	2.680
	127	—	0.016	—	0.016	3.679	3.695
	78	—	—	—	—	7.383	7.383
	35	—	—	—	—	9.348	9.348
	23	—	—	—	—	6.176	6.176
	15	—	—	—	—	7.175	7.175
	29	—	—	—	—	6.727	6.727
	74	—	—	0.428	0.428	8.986	9.414
	90	—	—	—	—	9.574	9.574
	134	—	—	—	—	5.407	5.407
	117	—	4 cm 以下	7.821	7.821	4.696	12.517
	84	—	8 本	—	—	13.531	13.531
	99	—	—	—	—	0.157	0.157
	39	—	—	—	—	13.486	13.486
	141	—	—	—	—	3.692	3.692
	128	—	—	—	—	10.423	10.432
	201	—	—	—	—	5.718	5.718
	204	—	—	—	—	16.574	16.574
	小計		0.431	16.765	17.196	181.761	198.957

$n=27$ $\bar{X}_{VII}=198.957/27=7.369$

$\Sigma X_{ij}^2=1887.3254$

$(\Sigma X_{ij})^2/n=1466.0691$(—

$Sx_{VII}^2=421.2563$

$s_{xVII}^2=16.202165$

$s_{xVII}=4.025$

$s_{xVII}^2=0.600080$

$C\%=4.025/7.369\times100$

$=55\%$

標本蓄積和 $X_{VII}=198.957$

総蓄積$=198.957\times200.72$

$=39934.649$

3. 一変数材積表の作成

成長量測定木のスギ 404 本，ヒノキ 183 本，広葉樹 228 本に対して直径対材積の関係を示せば第 3 表，第 4 表，第 5 表のとおりである。

第 3 表　一変数材積表作成資料

樹種							スギ						
直径 D	材積 V	本数 w	小計	累計	$\log D$ X	$\log V$ Y	直径 D	材積 V	本数 w	小計	累計	$\log D$ X	$\log V$ Y
6	0.008	4		4	0.7782	0.9031	16	0.151	1		176		2.1790
	0.009	8		12		0.9542		0.154	3		179		2.1875
	0.016	2	14	14		1.2041		0.165	1		180		2.2175
8	0.013	3		17	0.9031	1.1139		0.176	1		181		2.2455
	0.016	10		27		1.2041		0.178	1	39	182		2.2504
	0.019	12		39		1.2788	18	0.111	2		184	1.2553	2.0453
	0.022	4		43		1.3424		0.124	3		187		2.0934
	0.024	2		45		1.3802		0.138	5		192		2.1399
	0.040	1	32	46		1.6021		0.151	5		197		2.1790
10	0.016	1		47	1.0000	1.2041		0.165	7		204		2.2175
	0.024	8		55		1.3802		0.178	12		216		2.2504
	0.028	2		57		1.4472		0.192	3		219		2.2833
	0.033	9		66		1.5185		0.220	1		220		2.3424
	0.037	7		73		1.5682		0.247	1	39	221		2.3927
	0.041	5		78		1.6128	20	0.135	1		222	1.3010	2.1303
	0.059	1	33	79		1.7709		0.151	1		223		2.1790
12	0.034	1		80	1.0792	1.5315		0.168	2		225		2.2253
	0.040	6		86		1.6021		0.184	2		227		2.2648
	0.046	6		92		1.6628		0.201	7		234		2.3032
	0.052	9		101		1.7160		0.217	9		243		2.3365
	0.058	6		107		1.7634		0.234	5		248		2.3692
	0.064	5		112		1.8062		0.250	4		252		2.3979
	0.071	2	35	114		1.8513		0.267	2		254		2.4265
14	0.053	1		115	1.1461	1.7243		0.284	2	35	256		2.4533
	0.061	2		117		1.7853	22	0.162	1		257	1.3424	2.2095
	0.070	5		122		1.8451		0.220	4		261		2.3424
	0.078	8		130		1.8921		0.240	5		266		2.3802
	0.086	4		134		1.9345		0.259	2		268		2.4133
	0.095	8		142		1.9777		0.279	8		276		2.4456
	0.103	1	29	143		2.0128		0.299	4		280		2.4757
16	0.068	2		145	1.2041	1.8325		0.319	2		282		2.5038
	0.079	3		148		1.8976		0.339	1		283		2.5302
	0.089	1		149		1.9494		0.379	1		284		2.5786
	0.100	1		150		2.0000		0.400	1	29	285		2.6021
	0.111	5		155		2.0453	24	0.236	1		286	1.3802	2.3729
	0.121	6		161		2.0828		0.259	2		288		2.4133
	0.132	6		167		2.1206		0.282	3		291		2.4502
	0.143	8		175		2.1553		0.305	5		296		2.4843

樹種：スギ													
直径 D	材積 V	本数 w	小計	累計	$\log D$ X	$\log V$ Y	直径 D	材積 V	本数 w	小計	累計	$\log D$ X	$\log V$ Y
24	0.328	1		297		2.5159	34	0.811	2		363		2.9090
	0.352	9		306		2.5465		0.994	2		365		2.9974
	0.375	2		308		2.5740		1.039	2	7	367		3.0166
	0.470	1		309		2.6721	36	0.953	1		368	1.5563	2.9791
	0.592	1	25	310		2.7723		1.055	1		369		3.0233
26	0.327	2		312	1.4150	2.5145		1.158	2		371		3.0637
	0.355	1		313		2.5502		1.209	1	5	372		3.0824
	0.381	5		318		2.5809	38	0.887	1		373	1.5798	2.9479
	0.409	2		320		2.6117		1.055	2		375		3.0233
	0.436	3		323		2.6395		1.110	2		377		3.0453
	0.464	1		324		2.6665		1.223	1		378		3.0874
	0.490	1		325		2.6902		1.338	1		379		3.1265
	0.518	4		329		2.7143		1.455	1	8	380		3.1629
	0.545	1		330		2.7364	40	0.976	1		381	1.6021	2.9894
	0.574	1		331		2.7589		1.098	1		382		3.0406
	0.686	1	22	332		2.8363		1.222	1		383		3.0871
28	0.408	1		333	1.4472	2.6107		1.286	1		384		3.1092
	0.439	4		337		2.6425		1.347	1		385		3.1294
	0.470	2		339		2.6721		1.536	1	6	386		3.1864
	0.501	1		340		2.6998	42	1.341	1		387	1.6232	3.1274
	0.532	2		342		2.7259		1.408	2		389		3.1486
	0.564	1		343		2.7513		1.543	1		390		3.1884
	0.596	3		346		2.7752		1.614	1	5	391		3.2079
	0.693	1	15	347		2.8407	44	1.166	1		392	1.6435	3.0667
30	0.358	1		348	1.4771	2.5539		1.682	1	2	393		3.2258
	0.570	1		349		2.7559	46	1.506	1		394	1.6628	3.1778
	0.642	1		350		2.8075		1.751	1		395		3.2433
	0.751	1		351		2.8756		2.323	1	3	396		3.3660
	0.787	1		352		2.8960	48	1.894	1		397	1.6812	3.2774
	0.823	2	7	354		2.9154		2.160	1		398		3.3345
32	0.562	1		355	1.5052	2.7497		2.519	1	3	399		3.4012
	0.602	1		356		2.7796	50	1.948	1	1	400	1.6990	3.2896
	0.643	2		358		2.8082	52	2.203	1	1	401	1.7160	3.3430
	0.683	1		359		2.8344	54	2.252	1	1	402	1.7324	3.3526
	0.764	1	6	360		2.8831		3.133	1	1	403		3.4960
34	0.765	1		361	1.5315	2.8837	64	3.241	1	1	404	1.8062	3.5107

第4表　一変数材積表作成資料

樹種	ヒノキ											
直径 D	材積 V	本数 w	小計	累計	$\log D$ X	$\log V$ Y	直径 D	材積 V	本数 w	小計	累計	$\log D$ X	$\log V$ Y
6	0.004	1		1	0.7782	0.6021	20	0.168	3		130	1.3010	2.2253
	0.006	2		3		0.7782		0.184	1		131		2.2648
	0.008	8		11		0.9031		0.201	7		138		2.3032
	0.009	5		16		0.9542		0.217	2		140		2.3365
	0.011	2	18	18		1.0414		0.250	1	14	141		2.3979
8	0.010	3		21	0.9031	1.0000	22	0.181	1		142	1.3424	2.2577
	0.013	4		25		1.1139		0.220	2		144		2.3424
	0.016	6		31		1.2041		0.240	5		149		2.3802
	0.019	4	17	35		1.2788		0.259	2		151		2.4133
10	0.024	12		47	1.0000	1.3802		0.319	1		152		2.5038
	0.028	3		50		1.4472		0.339	1		153	1.3424	2.5302
	0.033	4		54		1.5185		0.400	1	13	154		2.6021
	0.037	4		58		1.5682	24	0.240	1		155	1.3802	2.3802
	0.041	1	24	59		1.6128		0.328	2		157		2.5159
12	0.034	2		61	1.0792	1.5315		0.375	1		158		2.5740
	0.040	5		66		1.6021		0.447	1	5	159		2.6503
	0.046	4		70		1.6628	26	0.274	1		160	1.4150	2.4378
	0.052	8		78		1.7160		0.355	2		162		2.5502
	0.058	3		81		1.7634		0.381	1		163		2.5809
	0.064	1		82		1.8062		0.464	1		164		2.6665
	0.077	1		83		1.8865		0.490	1		165		2.6902
14	0.061	3		86	1.1461	1.7853		0.518	2		167		2.7143
	0.070	4		90		1.8451		0.545	1	9	168		2.7364
	0.078	2		92		1.8921	28	0.315	1		169	1.4472	2.4983
	0.095	2		94		1.9777		0.470	1		170		2.6721
	0.103	2	13	96	1.1461	2.0128		0.596	1	3	171		2.7752
16	0.079	1		97	1.2041	1.8976	30	0.534	1		172	1.4771	2.7275
	0.089	1		98		1.9494		0.714	1	2	173		2.8537
	0.100	3		101		2.0000	32	0.643	1		174	1.5052	2.8082
	0.111	2		103		2.0453		0.764	1		175		2.8831
	0.121	3		106		2.0828		0.846	1	3	176		2.9274
	0.132	3		109		2.1206	36	0.751	1	1	177	1.5563	2.8756
	0.143	1		110		2.1553	38	0.887	1		178	1.5798	2.9479
	0.154	1	15	111		2.1875		1.055	1		179		3.0233
18	0.124	2		113	1.2553	2.0934		1.168	1	3	180		3.0674
	0.138	5		118		2.1399	40	1.161	1		181	1.6021	3.0648
	0.151	1		119		2.1790		1.473	1	2	182	1.6021	3.1682
	0.165	6		125		2.2175	50	1.759	1	1	183	1.6990	3.2453
	0.178	2	16	127		2.2504							

第5表 一変数材積表作成資料

樹種 広葉樹													
直径 D	材積 V	本数 w	小計	累計	$\log D$ X	$\log V$ Y	直径 D	材積 V	本数 w	小計	累計	$\log D$ X	$\log V$ Y
4	0.003	4			0.6021	0.4771		0.087	2				1.9395
	0.004	1	5	5		0.6021		0.093	3				1.9685
6	0.005	2			0.7782	0.6990		0.099	1				1.9956
	0.006	7				0.7782		0.115	2			1.2041	2.0607
	0.008	20				0.9031		0.164	1	14	163		2.2148
	0.009	5				0.9542	18	0.075	1			1.2553	1.8751
	0.010	1	35	40		1.0000		0.118	1				2.0719
8	0.010	1			0.9031	1.0000		0.125	3				2.0969
	0.012	3				1.0792		0.146	2	7	170		2.1644
	0.013	6				1.1139	20	0.103	1			1.3010	2.0128
	0.015	4				1.1761		0.122	1				2.0864
	0.017	12	15			1.2304		0.145	2				2.1614
	0.018	2				1.2553		0.180	1				2.2553
	0.019	14	29	69		1.2788		0.193	1				2.2856
10	0.018	2			1.0000	1.2553		0.224	1	7	177		2.3502
	0.021	2				1.3222	22	0.125	1			1.3424	2.0969
	0.023	6				1.3617		0.163	2				2.2122
	0.026	9				1.4150		0.187	1				2.2718
	0.028	11				1.4472		0.203	3				2.3075
	0.030	5				1.4771		0.218	1	8	185		2.3385
	0.034	3				1.5315	24	0.175	1			1.3802	2.2430
	0.036	11	39	108		1.5563		0.241	1				2.3820
12	0.026	1	2		1.0792	1.4150		0.260	1				2.4150
	0.030	2				1.4771		0.278	1				2.4440
	0.033	1				1.5185		0.370	1	5	190		2.5682
	0.037	5	8			1.5682	26	0.228	1			1.4150	2.3579
	0.041	2				1.6128		0.261	1	2	192		2.4166
	0.044	5	7			1.6435	28	0.265	2			1.4472	2.4232
	0.049	4				1.6902		0.328	1				2.5159
	0.056	1	21	129		1.7482		0.379	2	5	197		2.5786
14	0.041	1			1.1461	1.6128	30	0.348	1			1.4771	2.5416
	0.045	1				1.6532		0.377	1				2.5763
	0.051	2				1.7076		0.406	1				2.6085
	0.055	3				1.7404		0.435	1				2.6385
	0.060	2	8			1.7782		0.505	2	6	203		2.7033
	0.066	5				1.8195	32	0.495	1			1.5052	2.6946
	0.076	3	2			1.8808		0.541	1				2.7332
	0.082	2	1			1.9138		0.608	1	3	206		2.7839
	0.088	1	20	149		1.9445	34	0.521	1	1	207	1.5315	2.7168
16	0.059	1			1.2041	1.7709	36	0.770	1	1	208	1.5563	2.8865
	0.066	1				1.8195	38	0.558	1			1.5798	2.7466
	0.072	1				1.8573		0.651	2	3	211		2.8136
	0.078	2				1.8921	40	0.845	1	1	212	1.6021	2.9269

（第5表のつづき）

広葉樹													
直径 D	材積 V	本数 w	小計	累計	$\log D$ X	$\log V$ Y	直径 D	材積 V	本数 w	小計	累計	$\log D$ X	$\log V$ Y
42	0.931	1			1.6232	2.9689	54	1.539	1			1.7324	3.1872
	0.989	1	2	214		2.9952		1.635	1	2	222		3.2135
44	0.935	1			1.6435	2.9708	58	2.159	2			1.7634	3.3343
	1.022	2	3	217		3.0095		2.325	1	3	225		3.3664
46	1.117	1			1.6628	3.0481	62	2.156	1	1	226	1.7924	3.3336
	1.358	1	2	219		3.1329	72	4.031	1	1	227	1.8573	3.6054
52	2.103	1	1	220	1.7160	3.3228	90	4.810	1	1	228	1.9542	3.6821

スギ 404 本に対して，胸高直径を D，材積を V，材積に応ずる本数を w としたとき，

$\log D=X$　　$\log V=Y$ とおいて

$$Y=a+bX$$

を w を荷重にして最小自乗法で常数 a, b を求めた。計算の手順として $\log(1000\,V)=Y$ とおいた。

必要な統計量は次のとおりであった。

$\sum w=404$　　$\sum wX=501.7720$　　$\sum wY=874.6993$

$\bar{X}=1.2420$　　$\bar{Y}=2.1651$

$$\begin{array}{r} \sum wX^2=642.229954 \\ -)\,(\sum wX)^2/\sum w=623.205792 \\ \hline Sx^2=\ 19.024162 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \sum wXY=1136.628843 \\ -)\,(\sum wX)\,(\sum wY)/\sum w=1086.385191 \\ \hline Sxy=\ 50.243652 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \sum wY^2=2029.439319 \\ -)\,(\sum wY)^2/\sum w=1893.809073 \\ \hline Sy^2=\ 135.630246 \end{array}$$

$$b=\frac{Sxy}{Sx^2}=\frac{50.243652}{19.024162}=2.6410$$

$$a=\bar{Y}-b\bar{X}=2.1651-(2.6410\times 1.2420)=-1.1151$$

$$\therefore\ \log V=-4.1151+2.6410\log D \qquad (1)$$

要綱のパートレットの方法で，b の推定量としての B を求めると，1 群および 3 群の本数を $k=135$ 本として

$\sum_1 w\log D=134.6341$　　$\sum_3 w\log D=199.0663$

$\sum_1 w\log V=202.9853$　　$\sum_3 w\log V=375.9384$

$$B=\frac{375.9384-202.9853}{199.0663-134.6341}=\frac{172.9531}{64.4322}=2.6843$$

次にヒノキ 183 本に対しては同様にして

$\sum w=183$　　$\sum wX=210.6182$　　$\sum wY=344.8502$

$\bar{X}=1.1509$　　$\bar{Y}=1.8844$

$$\begin{array}{r} \sum wX^2=250.795076 \\ -)\,(\sum wX)^2/\sum w=242.404515 \\ \hline Sx^2=\ 8.390561 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \sum wXY=419.758860 \\ -)\,(\sum wX)\,(\sum wY)/\sum w=396.894691 \\ \hline Sxy=\ 22.864169 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \Sigma wY^2=713.462734 \\ -)(\Sigma wY)^2/\Sigma w=649.845139 \\ \hline Sy^2=\ 63.617595 \end{array}$$

$$b=\frac{Sxy}{Sx^2}=\frac{22.864169}{8.390561}=2.7250$$

$$a=1.8844-(2.7250\times 1.1509)=-1.2518$$

$$\therefore\ \log V=-4.2518+2.7250\log D \quad \cdots\cdots(2)$$

バートレットの方法によりBを求めると $k=61$ として

$$\sum_1 w\log D=55.5187 \qquad \sum_3 w\log D=84.5880$$

$$\sum_1 w\log V=73.9591 \qquad \sum_3 w\log V=154.4086$$

これより

$$B=\frac{154.4086-73.9591}{84.5880-55.5187}=\frac{80.4495}{29.0693}=2.7675$$

次に広葉樹228本に対して同様にして

$$\Sigma w=228 \qquad \Sigma wX=253.8652 \qquad \Sigma wY=389.5656$$

$$\bar{X}=1.1134 \qquad \bar{Y}=1.7086$$

$$\begin{array}{r} \Sigma wX^2=300.352717 \\ -)(\Sigma wX)^2/\Sigma w=282.664648 \\ \hline Sx^2=\ 17.688669 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \Sigma wXY=477.539449 \\ -)(\Sigma wX)(\Sigma wY)/\Sigma w=433.759425 \\ \hline Sxy=\ 43.780024 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \Sigma wY^2=775.397539 \\ -)(\Sigma wY)^2/\Sigma w=665.619986 \\ \hline Sy^2=109.777553 \end{array}$$

$$b=\frac{Sxy}{Sx^2}=\frac{43.780024}{17.688069}=2.4751$$

$$a=1.7086-(2.4751\times 1.1134)=-1.0473$$

$$\therefore\ \log V=-4.0473+2.4751\log D \quad \cdots\cdots(3)$$

バートレットの方法によりBを求めると $k=76$ として

$$\sum_1 w\log D=63.4374 \qquad \sum_3 w\log D=109.2303$$

$$\sum_1 w\log V=76.6086 \qquad \sum_3 w\log V=191.5821$$

$$B=\frac{191.5821-76.6086}{109.2303-63.4374}=\frac{114.9735}{45.7929}=2.5107$$

スギ，ヒノキの材積式を比較すると，回帰常数（−4.1151と−4.2518），回帰係数（2.6410と2.7250）はたいして差がないように思われるけれども，両者の差の検定を行なえば次のとおりである。前述の統計量を用いて

スギ　$S\hat{y}^2=bSxy=2.6410\times 50.243652=132.693485$

$Sdyx^2=Sy^2-S\hat{y}^2=135.630246-132.693485=2.936761$

$s_{yx}{}^2=Sdyx^2/(\Sigma w-2)=2.936761/402=0.007305$

ヒノキ　$S\hat{y}^2=bSxy=2.7250\times 22.864169=62.304861$

$Sdyx^2=Sy^2-S\hat{y}^2=63.617595-62.304861=1.312734$

$s_{yx}{}^2=Sdyx^2/(\Sigma w-2)=1.312734/181=0.007253$

分散の一様性の検定を行なえば

$$F=\frac{0.007305}{0.007253}=1.007<F_{181}^{402}(0.025)=1.25$$

分散には差が認められない。したがつて回帰係数の検定を行なえば

共通回帰　$b'=\frac{\sum Sxy}{\sum Sx^2}=\frac{73.107821}{27.414723}=2.6667$

共通回帰に帰因する平方和

$$b'\sum Sxy=2.6667\times 73.107821=194.956626$$

これによつて次の分散分析表をうる。

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
全回帰	1	194.956626		
回帰間	1	0.041720	0.041720	
回帰計	2	194.998346		$F=5.722^*$
誤差	583	4.249495	0.00729	
全体	587	199.247841		

回帰係数は5％で有意であるが1％では有意でない。有意水準を1％にとつて差がないとしても回帰常数間には次の分散分析表のとおりに差が認められる。

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
回帰	1	204.708035		
回帰間	1	0.041720		
常数間	1	0.170294	0.170294	$F=23.360^{**}$
誤差	583	4.249495	0.00729	
全体	586	209.169544		

したがつて，スギ，ヒノキは材積式には差があるので一緒にはできないが，後の検討のべんのため，スギ，ヒノキを1本にした針葉樹としての材積式を求めると次のとおりであつた。

$$\log V=-4.1772+2.6820\ \log D \quad \cdots\cdots(4)$$

バートレットの方法により求めたBは

$$B=2.7101$$

であつた。

最小自乗法により求めた b とバートレットの方法によつて求めた B の値を樹種ごとに対比すると次のとおりである。

樹種	b	B
スギ	2.6410	2.6843
ヒノキ	2.7250	2.7675
広葉樹	2.4751	2.5107
針葉樹	2.6820	2.7101

いずれもバートレット法による係数が過大の傾向がみられる。(1)，(2)，(3)，(4)式により求めた一変数材積表を第6表，第7表，第8表および第9表に示しておく。

第6表　スギ材積および材積成長量表

スギ材積表使用									
D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量	D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量
6	0.009	0.0517	0.1365	0.0012	36	0.989	0.0063	0.0166	0.0164
7	0.013	0.0431	0.1138	0.0015	37	1.063	0.0061	0.0161	0.0171
8	0.019	0.0368	0.0972	0.0018	38	1.141	0.0059	0.0156	0.0178
9	0.025	0.0320	0.0845	0.0.21	39	1.222	0.0057	0.0151	0.0185
10	0.034	0.0283	0.0747	0.0025	40	1.307	0.0055	0.0145	0.0190
11	0.043	0.0253	0.0668	0.0029	41	1.395	0.0054	0.0143	0.0199
12	0.054	0.0228	0.0602	0.0033	42	1.485	0.0052	0.0137	0.0203
13	0.067	0.0208	0.0549	0.0037	43	1.581	0.0051	0.0135	0.0213
14	0.082	0.0190	0.0502	0.0041	44	1.681	0.0049	0.0129	0.0217
15	0.098	0.0175	0.0462	0.0045	45	1.783	0.0048	0.0127	0.0226
16	0.116	0.0163	0.0430	0.0050	46	1.890	0.0047	0.0124	0.0234
17	0.136	0.0151	0.0399	0.0054	47	2.000	0.0046	0.0121	0.0242
18	0.159	0.0142	0.0375	0.0060	48	2.114	0.0045	0.0119	0.0252
19	0.183	0.0133	0.0351	0.0064	49	2.233	0.0044	0.0116	0.0259
20	0.210	0.0125	0.0330	0.0069	50	2.355	0.0043	0.0114	0.0268
21	0.238	0.0118	0.0312	0.0074	51	2.482	0.0042	0.0111	0.0276
22	0.269	0.0112	0.0296	0.0080	52	2.612	0.0041	0.0108	0.0282
23	0.303	0.0106	0.0280	0.0085	53	2.747	0.0040	0.0106	0.0291
24	0.339	0.0101	0.0267	0.0091	54	2.885	0.0039	0.0103	0.0297
25	0.377	0.0096	0.0254	0.0096	55	3.030	0.0038	0.0100	0.0303
26	0.419	0.0092	0.0243	0.0102	56	3.177	0.0037	0.0098	0.0311
27	0.463	0.0088	0.0232	0.0107	57	3.329	0.0036	0.0095	0.0316
28	0.509	0.0084	0.0222	0.0113	58	3.484	0.0036	0.0095	0.0331
29	0.559	0.0081	0.0214	0.0120	59	3.647	0.0035	0.0092	0.0336
30	0.611	0.0078	0.0206	0.0126	60	3.813	0.0034	0.0090	0.0343
31	0.667	0.0075	0.0198	0.0132	61	3.981	0.0034	0.0090	0.0358
32	0.725	0.0072	0.0190	0.0138	62	4.156	0.0033	0.0087	0.0362
33	0.786	0.0069	0.0182	0.0143	63	4.334	0.0032	0.0085	0.0368
34	0.850	0.0067	0.0177	0.0150	64	4.520	0.0032	0.0085	0.0384
35	0.918	0.0065	0.0172	0.0158	65	4.708	0.0031	0.0082	0.0386

第7表　ヒノキ材積および材積成長量表

ヒノキ材積表使用									
D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量	D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量
6	0.007	0.0687	0.1872	0.0013	12	0.049	0.0302	0.0823	0.0040
7	0.011	0.0582	0.1586	0.0017	13	0.061	0.0274	0.0747	0.0046
8	0.016	0.0495	0.1349	0.0022	14	0.074	0.0250	0.0681	0.0050
9	0.022	0.0429	0.1169	0.0026	15	0.090	0.0230	0.0627	0.0056
10	0.030	0.0377	0.1027	0.0031	16	0.107	0.0212	0.0578	0.0062
11	0.039	0.0336	0.0916	0.0036	17	0.126	0.0197	0.0537	0.0068

（第7表のつづき）

ヒ　ノ　キ　材　積　表　使　用

D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量	D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量
18	0.148	0.0183	0.0499	0.0074	30	0.593	0.0099	0.0270	0.0160
19	0.171	0.0172	0.0469	0.0080	31	0.649	0.0095	0.0259	0.0168
20	0.197	0.0162	0.0441	0.0087	32	0.708	0.0091	0.0248	0.0176
21	0.225	0.0153	0.0417	0.0094	33	0.769	0.0088	0.0240	0.0185
22	0.255	0.0144	0.0392	0.0100	34	0.835	0.0085	0.0232	0.0194
23	0.288	0.0136	0.0371	0.0107	35	0.903	0.0082	0.0223	0.0201
24	0.323	0.0130	0.0354	0.0114	36	0.975	0.0079	0.0215	0.0210
25	0.361	0.0123	0.0335	0.0121	37	1.051	0.0076	0.0207	0.0218
26	0.402	0.0118	0.0322	0.0129	38	1.130	0.0074	0.0202	0.0228
27	0.446	0.0112	0.0305	0.0136	39	1.213	0.0072	0.0196	0.0238
28	0.492	0.0107	0.0292	0.0144	40	1.300	0.0070	0.0191	0.0248
29	0.541	0.0103	0.0281	0.0152					

第8表　広葉樹材積および材積成長量表

広　葉　樹　材　積　表　使　用

D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量	D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量
4	0.003	0.0609	0.1507	0.0005	28	0.343	0.0066	0.0163	0.0056
5	0.005	0.0472	0.1168	0.0006	29	0.374	0.0063	0.0156	0.0058
6	0.008	0.0383	0.0948	0.0008	30	0.406	0.0061	0.0151	0.0061
7	0.011	0.0321	0.0795	0.0009	31	0.441	0.0059	0.0146	0.0064
8	0.015	0.0275	0.0681	0.0010	32	0.477	0.0056	0.0139	0.0066
9	0.021	0.0241	0.0597	0.0013	33	0.514	0.0055	0.0136	0.0070
10	0.027	0.0213	0.0527	0.0014	34	0.554	0.0053	0.0131	0.0073
11	0.034	0.0191	0.0473	0.0016	35	0.595	0.0051	0.0126	0.0075
12	0.042	0.0173	0.0428	0.0018	36	0.638	0.0049	0.0121	0.0077
13	0.051	0.0158	0.0391	0.0020	37	0.683	0.0048	0.0119	0.0081
14	0.062	0.0145	0.0359	0.0022	38	0.729	0.0046	0.0114	0.0083
15	0.073	0.0134	0.0332	0.0024	39	0.778	0.0045	0.0111	0.0086
16	0.086	0.0125	0.0309	0.0027	40	0.828	0.0044	0.0109	0.0090
17	0.100	0.0116	0.0287	0.0029	41	0.880	0.0043	0.0106	0.0093
18	0.115	0.0109	0.0270	0.0031	42	0.934	0.0041	0.0101	0.0094
19	0.131	0.0102	0.0252	0.0033	43	0.990	0.0040	0.0099	0.0098
20	0.149	0.0097	0.0240	0.0036	44	1.048	0.0039	0.0097	0.0102
21	0.168	0.0091	0.0225	0.0038	45	1.108	0.0038	0.0094	0.0104
22	0.189	0.0087	0.0215	0.0041	46	1.170	0.0037	0.0092	0.0108
23	0.210	0.0082	0.0203	0.0043	47	1.234	0.0036	0.0089	0.0110
24	0.234	0.0078	0.0193	0.0045	48	1.300	0.0036	0.0089	0.0116
25	0.259	0.0075	0.0186	0.0048	49	1.368	0.0035	0.0087	0.0119
26	0.285	0.0072	0.0178	0.0051	50	1.439	0.0034	0.0084	0.0121
27	0.313	0.0069	0.0171	0.0054	51	1.511	0.0033	0.0082	0.0124

（第8表のつづき）

広　葉　樹　材　積　表　使　用

D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量	D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量
52	1.585	0.0032	0.0079	0.0125	57	1.989	0.0029	0.0072	0.0143
53	1.662	0.0032	0.0079	0.0131	58	2.076	0.0029	0.0072	0.0149
54	1.740	0.0031	0.0077	0.0134	59	2.167	0.0028	0.0069	0.0150
55	1.820	0.0030	0.0074	0.0135	60	2.259	0.0028	0.0069	0.0156
56	1.904	0.0030	0.0074	0.0141					

第9表　スギ材積および材積成長量表

針　葉　樹　材　積　表　使　用

D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量	D	V	直径成長率	材積成長率	材積成長量
6	0.008	0.0517	0.1387	0.0011	36	0.992	0.0063	0.0169	0.0168
7	0.012	0.0431	0.1156	0.0014	37	1.068	0.0061	0.0164	0.0175
8	0.018	0.0368	0.0987	0.0018	38	1.148	0.0059	0.0158	0.0181
9	0.024	0.0320	0.0858	0.0021	39	1.231	0.0057	0.0153	0.0188
10	0.032	0.0283	0.0759	0.0024	40	1.317	0.0055	0.0148	0.0195
11	0.041	0.0253	0.0679	0.0028	41	1.407	0.0054	0.0145	0.0204
12	0.052	0.0228	0.0611	0.0032	42	1.500	0.0052	0.0139	0.0209
13	0.065	0.0208	0.0558	0.0036	43	1.599	0.0051	0.0137	0.0219
14	0.079	0.0190	0.0510	0.0040	44	1.701	0.0049	0.0131	0.0223
15	0.095	0.0175	0.0469	0.0045	45	1.806	0.0048	0.0129	0.0233
16	0.113	0.0163	0.0437	0.0049	46	1.916	0.0047	0.0126	0.0241
17	0.133	0.0151	0.0405	0.0054	47	2.029	0.0046	0.0123	0.0250
18	0.155	0.0142	0.0381	0.0059	48	2.146	0.0045	0.0121	0.0260
19	0.179	0.0133	0.0357	0.0064	49	2.269	0.0044	0.0118	0.0268
20	0.205	0.0125	0.0335	0.0069	50	2.396	0.0043	0.0115	0.0276
21	0.234	0.0118	0.0316	0.0074	51	2.526	0.0042	0.0113	0.0285
22	0.265	0.0112	0.0300	0.0080	52	2.661	0.0041	0.0110	0.0293
23	0.298	0.0106	0.0284	0.0085	53	2.801	0.0040	0.0107	0.0300
24	0.335	0.0101	0.0271	0.0091	54	2.944	0.0039	0.0105	0.0309
25	0.373	0.0096	0.0257	0.0096	55	3.094	0.0038	0.0102	0.0316
26	0.415	0.0092	0.0247	0.0103	56	3.246	0.0037	0.0099	0.0321
27	0.459	0.0088	0.0236	0.0108	57	3.404	0.0036	0.0097	0.0330
28	0.506	0.0084	0.0225	0.0114	58	3.566	0.0036	0.0097	0.0346
29	0.556	0.0081	0.0217	0.0121	59	3.735	0.0035	0.0094	0.0351
30	0.609	0.0078	0.0209	0.0127	60	3.908	0.0034	0.0091	0.0356
31	0.665	0.0075	0.0201	0.0134	61	4.082	0.0034	0.0091	0.0371
32	0.724	0.0072	0.0193	0.0140	62	4.265	0.0033	0.0089	0.0380
33	0.786	0.0069	0.0185	0.0145	63	4.450	0.0032	0.0086	0.0383
34	0.852	0.0067	0.0180	0.0153	64	4.644	0.0032	0.0086	0.0399
35	0.921	0.0065	0.0174	0.0166	65	4.841	0.0031	0.0083	0.0402

4. 全 蓄 積 の 推 定

全蓄積の推定は，

(イ) 二変数材積表（東京営林局材積表）によるもの

(ロ) 一変数材積表（スギ，ヒノキ，広葉樹）によるもの

(ハ) 一変数材積表（針葉樹，広葉樹によるもの）

の3つの方法によつて，これを行なつた。

(イ) により推定した全蓄積はその計算過程を第 10 表に示すが

$$308,731 \pm 25,170 m^3$$

で誤差率は 8.2％であつた。

第 10 表 全 蓄 積 の 推 定

使用材積表（東京営林局の二変数材積表）

階層	齢級群	面　積	割当個数	調査面積	拡大常数	標本蓄積和	総　蓄　積
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
				(4)×0.04	(3)/(5)		(6)×(7)
Ⅰ	1～10	174.77	22	0.88	198.60	1,940	385,284
Ⅱ	11～20	199.66	25	1.00	199.66	31,350	6,260,539
Ⅲ	21～40	272.64	34	1.36	200.47	157,705	31,615,121
Ⅳ	41～60	437.16	55	2.20	198.71	675,455	134,219,663
Ⅴ	61～80	242.74	30	1.20	202.28	426,935	86,358,389
小計		1,326.97	166	6.64		1,293,385	258,838,996
Ⅵ	41～60	49.31	7	0.28	176.11	56,541	9,957,436
Ⅶ	81～	216.78	27	1.08	200.72	198,957	39,934,649
小計		266.09	34	1.36		255,498	49,892,085
計		1,593.06	200	8.00		1,548,883	308,731,081

階層	齢級群	平　均　蓄　積	層内プロットの自乗和	(7)²/(4)	分散＝(10)−(11)/(4)−1	平均値の分散＝(12)/(4)
(1)	(2)	(9)				
		(7)/(4)	(10)	(11)	(12)	(13)
Ⅰ	1～10	0.088	1.6879	0.1711	0.072229	0.003283
Ⅱ	11～20	1.254	75.5664	39.3279	1.509938	0.060398
Ⅲ	21～40	4.638	931.3895	731.4960	6.057375	0.178158
Ⅳ	41～60	12.281	9898.9355	8295.2628	29.697643	0.535557
Ⅴ	61～80	14.231	7523.2583	6073.5498	49.989941	1.666331
小計						
Ⅵ	41～60	8.077	606.937355	456.697811	25.039924	3.577132
Ⅶ	81～	7.369	1887.3254	1466.0691	16.202165	0.600080
小計						
計						

（第 10 表のつづき）

階層	齢級群	各層の面積の全面積に対する割合	(14)²	平均蓄積の分散＝(13)×(15)	プロット間標準偏差 ＝√(12)	変動係数＝(17)/(19)×100%
(1)	(2)					
		(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Ⅰ	1～10	0.109707	0.012036	0.00003948	0.269	306
Ⅱ	11～20	0.125331	0.015708	0.00094873	1.229	98
Ⅲ	21～40	0.171142	0.029290	0.00521825	2.461	53
Ⅳ	41～60	0.274415	0.075304	0.04032958	5.450	44
Ⅴ	61～80	0.152373	0.023218	0.03868887	7.070	50
小計						
Ⅵ	41～60	0.030953	0.000958	0.00342689	5.004	62
Ⅶ	81～	0.136078	0.018517	0.01111168	4.025	55
小計						
計				0.09976348		

0.04 *ha* プロットあたり平均蓄積＝$\frac{308731.081}{1593.06}\times 0.04=7.752$

標準誤差＝$\sqrt{0.09976348}=0.316$

0.04 *ha* プロットあたり蓄積の95%信頼区間　$7.752 \pm 2\times 0.316=7.752 \pm 0.632$

百分率誤差＝$\frac{0.632}{7.752}\times 100=8.2\%$

総蓄積＝$\frac{1593.06}{0.04}$ $(7.752 \pm 0.632)=308,731 \pm 25,170$

(ロ) により推定した全蓄積はその計算過程を第 11 表に示すが

$287,587 \pm 24,772\ m^3$

で誤差率は 8.6 %であつた。

第 11 表　全　蓄　積　の　推　定

使用材積表（スギ，ヒノキ，広葉樹の一変数材積表）

階層	齢級群	面　積	割当個数	調査面積	拡大常数	標本蓄積和	総　蓄　積
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
				(4)×0.04	(3)/(5)		(6)×(7)
Ⅰ	1～10	174.77	22	0.88	198.60	2.131	423.21660
Ⅱ	11～20	199.66	25	1.00	199.66	34.040	6796.42640
Ⅲ	21～40	272.64	34	1.36	200.47	149.630	29996.32610
Ⅳ	41～60	437.16	55	2.20	198.71	598.574	118942.63954
Ⅴ	61～80	242.74	30	1.20	202.28	429.855	86950.66484
小計		1,326.97	166	6.64			243109.27348
Ⅵ	41～60	49.31	7	0.28	176.11	56.644	9975.57484
Ⅶ	81～	216.78	27	1.08	200.72	171.923	34508.38456
小計		266.09	34	1.36			44483.95940
計		1,593.06	200	8.00		1442.795	287593.23288

（第 11 表のつづき）

階級	齢級群	平均蓄積	層内プロットの自乗和	$(7)^2/(4)$	分散$=\frac{(10)-(11)}{(4)-1}$	平均値の分散$=(12)/(4)$
(1)	(2)	(9)				
		(7)/(4)	(10)	(11)	(12)	(13)
Ⅰ	1～10	0.097	1.975329	0.206416	0.084234	0.003829
Ⅱ	11～20	1.362	92.040406	46.348864	1.903814	0.076153
Ⅲ	21～40	4.401	822.890782	658.504026	4.981417	0.146512
Ⅳ	41～60	10.883	7975.409566	6514.378790	27.056125	0.491930
Ⅴ	61～80	14.328	7838.787659	6159.120054	57.919573	1.930652
小計			16731.103742			
Ⅵ	41～60	8.092	582.294570	458.363248	20.655220	2.950746
Ⅶ	81～	6.368	1349.685705	1094.722886	9.806262	0.363195
小計			1931.980275			
計			18663.084017			

階級	齢級群	各層の面積の全面積に対する割合	$(14)^2$	平均蓄積の分散$=(13)\times(15)$	プロット間標準偏差$=\sqrt{(12)}$	変動係数$=(17)/(19)\times100\%$
(1)	(2)					
		(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Ⅰ	1～10	0.109707	0.012036	0.00004609	0.290231	299
Ⅱ	11～20	0.125331	0.015708	0.00119621	1.379788	101
Ⅲ	21～40	0.171142	0.029290	0.00429134	2.231909	51
Ⅳ	41～60	0.274415	0.075304	0.03704430	5.201550	48
Ⅴ	61～80	0.152373	0.023218	0.04482588	7.610491	53
小計						
Ⅵ	41～60	0.030953	0.000958	0.00282681	4.544801	56
Ⅶ	80～	0.136078	0.018517	0.00672528	3.131495	49
小計						
計				0.09695591		

0.04 *ha* プロットあたり平均蓄積$=\frac{287593.23288}{1593.06}\times0.04=7.221$

標準誤差$=\sqrt{0.09695591}=0.311$

0.04 *ha* プロットあたり蓄積の95%信頼区間　$7.221\ \pm\ 2\times0.311=7.221\ \pm\ 0.622$

百分率誤差$=\frac{0.622}{7.221}\times100=8.6\%$

総蓄積$=\frac{1593.06}{0.04}\ (7.221\ \pm\ 0.622)\ =287,587\ \pm\ 24,772$

(ハ) により推定した全蓄積は，その計算過程を第 12 表に示すが，

$293,402\ \pm\ 24,931\ m^3$

で誤差率は 8.5%であつた。

第12表　全蓄積の推定

使用材積表（針葉樹，広葉樹の一変数材積表使用）

階層	齢級群	面積	割当個数	調査面積	拡大常数	標本蓄積和	総蓄積
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
				(4)×0.04	(3)/(5)		(6)×(7)
I	1～10	174.77	22	0.88	198.60	2.203	437.516
II	11～20	199.66	25	1.00	199.66	33.717	6731.936
III	21～40	272.64	34	1.36	200.47	150.673	30205.416
IV	41～60	437.16	55	2.20	198.71	620.431	123285.844
V	61～80	242.74	30	1.20	202.28	435.302	88052.889
小計		1,326.97	166	6.64		1242.326	248713.601
VI	41～60	49.31	7	0.28	176.11	57.344	10098.852
VII	81～	216.78	27	1.08	200.72	172.301	34584.257
小計		266.09	34	1.36		229.645	44683.109
計		1,593.06	200	8.00		1471.971	293396.710

階層	齢級群	平均蓄積	層内プロットの自乗和	(7)²/(4)	分散=(10)−(11)/(4)−1	平均値の分散=(12)/(4)
(1)	(2)	(9)				
		(7)/(4)	(10)	(11)	(12)	(13)
I	1～10	0.100	2.174129	0.220600	0.093025	0.004228
II	11～20	1.349	89.315245	45.473444	1.826742	0.073070
III	21～40	4.432	823.442349	267.716263	4.718972	0.138793
IV	41～60	11.281	8369.367141	6998.811377	25.380662	0.461467
V	61～80	14.510	8127.317836	6316.261040	62.450234	2.081674
小計						
VI	41～60	8.192	591.157210	469.762048	20.232527	2.890361
VII	81～	6.382	1355.256711	1099.542022	9.835180	0.364266
小計						
計						

階層	齢級群	各層の面積の全面積に対する割合	(14)²	平均蓄積の分散=(13)×(15)	プロット間標準偏差=$\sqrt{(12)}$	変動係数=(17)/(7)×100%
(1)	(2)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
I	1～10	0.109707	0.012036	0.00005089	0.305	305
II	11～20	0.125331	0.015708	0.00114778	1.352	100
III	21～40	0.171142	0.029290	0.00406525	2.172	49
IV	41～60	0.274415	0.075304	0.03475031	5.038	45
V	61～80	0.152373	0.023218	0.04833231	7.902	54
小計						
VI	41～60	0.030953	0.000958	0.00276897	4.498	55
VII	60～	0.136078	0.018517	0.00674511	3.136	49
小計						
計				0.09786062		

0.04 *ha* プロットあたり平均蓄積$=\frac{293396.710}{1593.06}\times 0.04=7.367$

標準誤差$=\sqrt{0.09786062}=0.313$

0.04 *ha* プロットあたり蓄積の95%信頼区間　$7.367 \pm 2\times 0.313=7.367 \pm 0.626$

百分率誤差$=\frac{0.626}{7.367}\times 100=8.5\%$

総蓄積$=\frac{1593.06}{0.04}(7.367 \pm 0.626)=293,402 \pm 24,931$

—(ロ)および(ハ)の計算においてプロット材積を算出する場合，単木直径に応ずる材積を加算してプロット材積を算出せず，断面積平均直径すなわち直径をDとしたとき $\sqrt{\sum D^2/n}=\bar{D}$ を求めて $\bar{D}$ に応ずる材積に本数 n を乗じてプロット材積とした。ここに n はプロットの本数である。個々の材積を加算した場合と，断面積平均直径に応ずる材積に本数を乗じて求めた場合との差の検定は，成長量の項で検討しているが，差は認められないようである。

次に(イ)，(ロ)，(ハ)のように材積表の異なつたものを用いて全蓄積を推定した場合，層ごとおよび全蓄積の推定に差があるであろうか？

(イ)のプロットの材積に応ずる(ロ)および(ハ)の一変数材積表で計算したプロット材積の差が，0であるかどうかを検定してみればよい。材積が計上されないプロット等があるので全体は200個に一致しないが差の検定を行なえば次のとおりである。

(ロ) による推定の検定

層	自由度	差の標準誤差 ($S_{\bar{z}}$)	差の平均 ($\bar{z}$)	$t=\bar{z}/S_{\bar{z}}$	$t_{0.05}$	$t_{0.01}$
Ⅰ	2	0.096	−0.064	0.67	4.303	9.925
Ⅱ	22	0.077	−0.117	1.51	2.074	2.819
Ⅲ	33	0.119	0.238	2.00	2.030	2.724
Ⅳ	49	0.296	0.839	2.83**	2.008	2.678
Ⅴ	28	0.333	−0.346	1.04	2.048	2.763
Ⅵ	6	0.297	0.029	0.10	2.447	3.707
Ⅶ	26	0.353	1.001	2.83**	2.056	2.779
全　体	172	0.124	0.372	3.00**	1.976	2.609

上表によれば，スギ，ヒノキ，広葉樹の3つの一変数材積表で推定したとき，Ⅳ層およびⅦ層と全体には差が認められる。すなわち，樹種ごとに別個な一変数材積表を使用した場合と，二変数材積表（針葉樹，広葉樹）を使用した場合の推定は同一とはみなされない。

次に針葉樹および広葉樹の一変数材積表を使用した場合の同様な計算を示せば次のとおりである。

(ロ)と同様Ⅵ，Ⅶ層および全体は5%水準で有意である。1%水準にすれば差は認められない。しかしいずれにしても一変数材積表を使用した場合は直径，樹高の測定による二変数材積表を使用した場合と比較すると過小推定であることがこの例ではいえる。

5. 成長量の予測

林分成長量の予測は次の4とおりの方法によつた。

(1) 直径成長率を過去の皮付直径の函数として算出し，樹種ごとの一変数材積式の回帰係数を用いて材

(ハ)による推定の検定

層	自由度	差の標準誤差 ($S_{\bar{z}}$)	差の平均 ($\bar{z}$)	$t=\bar{z}/S_{\bar{z}}$
Ⅰ	2	0.091	−0.088	0.97
Ⅱ	22	0.072	−0.103	1.43
Ⅲ	33	0.135	0.207	1.53
Ⅳ	49	0.310	0.743	2.40*
Ⅴ	28	0.334	−0.536	1.60
Ⅵ	6	0.380	−0.071	0.19
Ⅶ	26	0.353	0.975	2.76*
全体	172	0.129	0.301	2.33*

(注)　$t_{0.05}$　$t_{0.01}$ は(ロ)の場合に同じ。

積成長率に変換して，直径階ごとの材積成長量を算出したものを用いる方法。

（1 a）　スギ，ヒノキ，広葉樹3種の一変数材積表を用いたもの。

（1 b）　針葉樹，広葉樹2種の一変数材積表を用いたもの。

（2）　要綱によつて算出する方法。ただし成長量の計算は，$I=a+bD$でなく，$I=a+bD^2$ を用いたもの。

（3）　スギ，ヒノキ，広葉樹の一変数材積表を用いて，現在胸高直径，過去胸高直径よりそれぞれ現在材積，過去材積を求めて，その差を材積成長量として，

$$I=a+bD^2$$

として成長量を求める方法。

いずれもプロット断面積平均直径に適用して本数を乗じて求めた。またいずれも5年間の成長量を基として計算した。

以下順を追つて計算過程を述べてみよう。

（1 a）　後の計算にべんりなため次の形式のカードを用意して，成長量測定木について必要事項をこのカードに記入した。

1	樹種	
2	胸高直径 (D)	
3	同上 2cm 括約	
4	樹高 (H)	
5	材積 (V)	
6	皮内直径 (D_{ib})	
7	5年前皮内直径 (d_{ib})	
8	直径成長量 ($I_{ib}=D_{ib}-d_{ib}$)	

野帳から移写するものは(1)，(2)，(4)，(6)，(7)もしくは直接測定してあれば(8)である。(3)および(4)より材積表から(5)を記入しておく，まず(3)に着目して 2 cm 括約ごとに（6 cm, 8 cm, 10 cm……）カードを集め，その群の中で(2)の D および(6)の D_{ib} を合計してそれぞれ ΣD，ΣD_{ib} とする。この比をとり $K=\Sigma D/\Sigma D_{ib}$ を各 2 cm 括約ごとに作る。これが樹皮係数で，樹種ごと，直径階ごとにこのようにして計算した K の値を示せば次のようである。

直径階	スギ	ヒノキ	広葉樹
4	—	—	1.0905
6	1.0764	1.0779	1.0613
8	1.0589	1.0680	1.0544
10	1.0449	1.0458	1.0445
12	1.0408	1.0505	1.0414
14	1.0348	1.0345	1.0294
16	1.0347	1.0378	1.0350
18	1.0328	1.0353	1.0381
20	1.0347	1.0393	1.0326
22	1.0334	1.0249	1.0408
24	1.0352	1.0244	1.0389
26	1.0263	1.0248	1.0460
28	1.0267	1.0255	1.0364
30	1.0268	1.0084	1.0232
32	1.0321	1.0244	1.0221
34	1.0208		1.0373
36	1.0222		1.0167
38	1.0295		1.0231
40	1.0203		1.0359
42	1.0209		1.0254
44	1.0262		1.0256
46	1.0229		1.0158
48	1.0261		
50	1.0080		
52	1.0097		
54	1.0316		
56	1.0249		
58	1.0259		
62	1.0146		
64	1.0125		
72	1.0101		
90	1.0216		

この K の値を各直径階ごとにカード上の(7)の d_{ib} に乗じて (9) 行の d を記入する。次にカードを d の大きさによつて $1cm$ 階ごとにまとめてその群ごとに ΣD_{ib}, ΣI_{ib} を計算し，そのカードの枚数（本数）w を次のようにとりまとめる。これはスギの例である。

直径階 (D)	ΣD_{ib}	ΣI_{ib}	w	$P_0=\Sigma I_{ib}/\Sigma D_{ib}$ (直径成長率)
1	0.9	0.73	1	0.811
2	8.3	2.07	3	0.246
3	25.3	4.76	7	0.189
4	40.1	4.33	9	0.107
5	48.6	2.86	9	0.059
6	89.8	5.38	14	0.059
7	118.5	4.19	16	0.035
8	110.7	3.57	13	0.032
9	162.3	4.14	17	0.025
10	233.1	5.03	22	0.022
11	185.2	4.09	16	0.022
12	161.7	3.19	13	0.020
13	174.7	3.52	13	0.020
14	246.9	4.73	17	0.019
15	308.3	4.90	20	0.016
16	362.1	5.51	22	0.015
17	386.6	4.70	22	0.012
18	185.5	2.06	10	0.011
19	369.7	3.67	19	0.010
20	307.0	3.03	15	0.010
21	235.3	2.38	11	0.010
22	314.3	2.75	14	0.009
23	233.0	2.66	10	0.012
24	170.3	1.48	7	0.009
25	380.6	3.42	15	0.009
26	184.8	1.81	7	0.010
27	191.0	1.70	7	0.009
28	85.2	0.92	3	0.010
29	88.4	0.60	3	0.007
30	60.7	0.45	2	0.008
31	125.3	1.00	4	0.008
32	32.4	0.18	1	0.006
33	267.1	2.64	8	0.010
34	69.4	0.59	2	0.009
35	142.4	1.36	4	0.010
36	108.6	0.84	3	0.008
37	74.7	0.53	2	0.007
38	115.0	1.01	3	0.009
39	158.3	1.61	4	0.010
40	120.9	0.83	3	0.007
41	41.8	0.20	1	0.005
42	42.4	0.08	1	0.002
43	86.4	0.90	2	0.010
44	44.3	0.53	1	0.012
46	92.0	0.76	2	0.008
47	47.5	0.20	1	0.004
49	147.2	1.61	3	0.011
53	53.2	0.33	1	0.006
62	62.8	0.49	1	0.008

上表の直径階（D）に属する木の平均直径を横軸に直径成長率（P_D）を縦軸にとつて図に表わしたものが第1図である。ヒノキ，広葉樹については第2図および第3図に示す。この図をみると

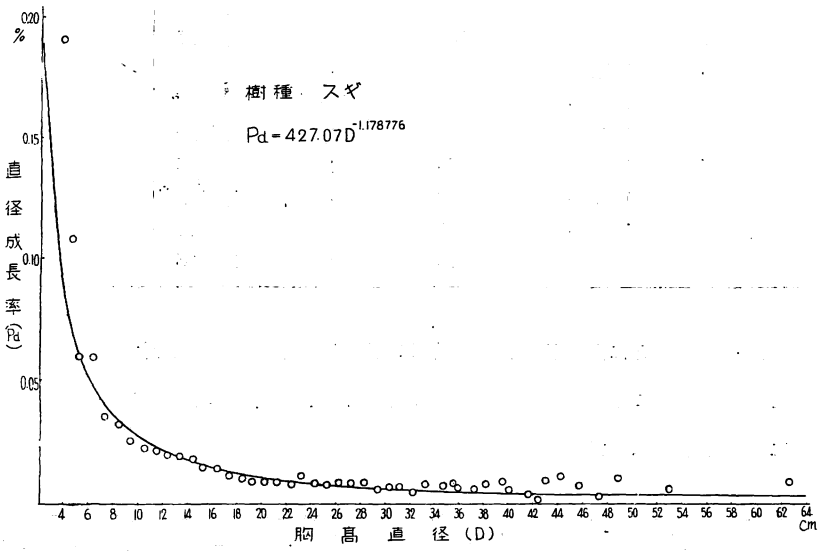
$$P_D=a'D^b$$

が適合しそうである。したがつて

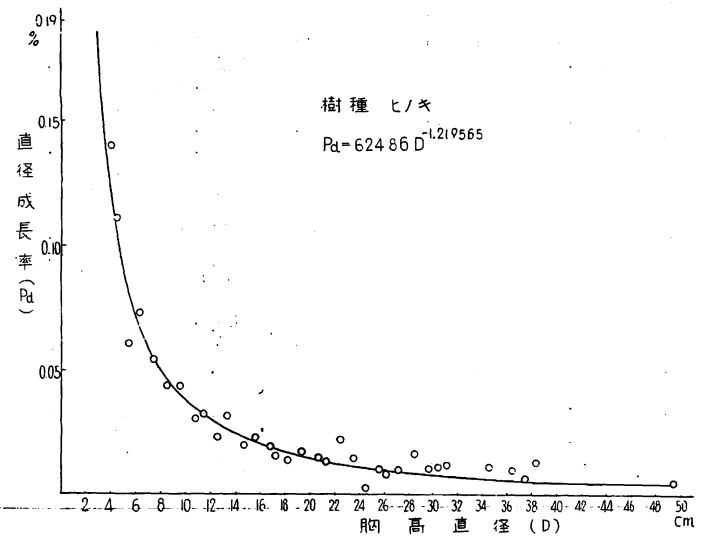
$$\log P_D=\log a'+b\log D$$

すなわち $\log P_D=Y$，$\log a'=a$，$\log D=X$ とおき

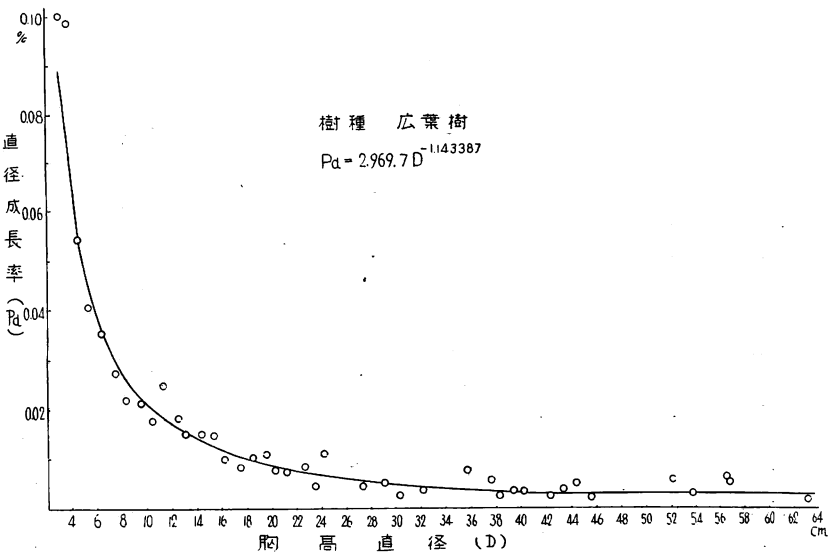
$$Y=a+bX$$



第1図　直径と直径成長率の関係（I）



第2図　直径と直径成長率の関係（II）



第 3 図　直径と直径成長率の関係（Ⅲ）

を最小自乗法で解き，a，b を定めると樹種ごとに次の式をうる。ただし w を荷重として計算する。

ス　　ギ　$P_D=427.07\ D^{-1.178776}$

ヒ ノ キ　$P_D=624.86\ D^{-1.219565}$

広 葉 樹　$P_D=2,696.7\ D^{-1.143387}$

この理論曲線を各図に描いてある。この理論値は第６表，第７表，第８表に材積の横に書いてあり，この P_Dにそれぞれ(1)，(2)，(3) 式（３節）の回帰係数bを乗じたものが（$P_V=bP_D$）材積成長率でこれに材積 V を乗じて（$I_V=P_VV$）材積成長量をうる。したがつて第６表，第７表，第８表は一変数材積表および材積成長量表と呼ぶものである。

一変数材積表を用いた各プロットの材積計算と同様な手順をふんで，プロットの断面積平均直径に応ずる材積成長量を表より読み，そのプロットの本数を乗じてプロットの材積成長量をうる。このようにして推定した層ごと，計画区全体の成長量の値を次に示す。

層	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	全　体
	45	508	1,896	3,760	1,697	436	757	9,099m^3

（１ｂ）　上と同様に針葉樹，広葉樹に対しての（広葉樹は１ａに同じ）直径成長率より材積成長量表を作つたのがそれぞれスギに対しては第９表，ヒノキに対しては第 13 表および第８表に示してあり，これを用いて成長量を計算したら次のようであつた。

層	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	全　体
	47	540	1,914	3,730	1,719	449	756	9,155m^3

第 13 表　ヒノキ材積および材積成長量表

針葉樹材積表使用									
D	V	直径成長量	材積成長率	材積成長量	D	V	直径成長量	材積成長率	材積成長量
6	0.008	0.0687	0.1843	0.0015	36	0.992	0.0079	0.0212	0.0210
7	0.012	0.0582	0.1561	0.0019	37	1.068	0.0076	0.0204	0.0218
8	0.018	0.0495	0.1328	0.0024	38	1.148	0.0074	0.0198	0.0227
9	0.024	0.0429	0.1151	0.0028	39	1.231	0.0072	0.0193	0.0238
10	0.032	0.0377	0.1011	0.0032	40	1.317	0.0070	0.0188	0.0248
11	0.041	0.0336	0.0901	0.0037	41	1.407	0.0067	0.0180	0.0253
12	0.052	0.0302	0.0810	0.0042	42	1.500	0.0066	0.0177	0.0266
13	0.065	0.0274	0.0735	0.0048	43	1.599	0.0064	0.0172	0.0275
14	0.079	0.0250	0.0670	0.0053	44	1.701	0.0062	0.0166	0.0282
15	0.095	0.0230	0.0617	0.0059	45	1.806	0.0060	0.0161	0.0291
16	0.133	0.0212	0.0569	0.0064	46	1.916	0.0059	0.0158	0.0303
17	0.133	0.0197	0.0528	0.0070	47	2.029	0.0057	0.0153	0.0310
18	0.155	0.0183	0.0491	0.0076	48	2.146	0.0056	0.0150	0.0322
19	0.179	0.0172	0.0461	0.0083	49	2.269	0.0054	0.0145	0.0329
20	0.205	0.0162	0.0434	0.0089	50	2.396	0.0053	0.0142	0.0340
21	0.234	0.0153	0.0410	0.0096	51	2.526			
22	0.265	0.0144	0.0386	0.0102	52	2.661			
23	0.298	0.0136	0.0365	0.0109	53	2.801			
24	0.335	0.0130	0.0349	0.0117	54	2.944			
25	0.373	0.0123	0.0330	0.0123	55	3.094			
26	0.415	0.0118	0.0316	0.0131	56	3.246			
27	0.459	0.0112	0.0300	0.0138	57	3.404			
28	0.506	0.0107	0.0287	0.0145	58	3.566			
29	0.556	0.0103	0.0276	0.0153	59	3.735			
30	0.609	0.0099	0.0266	0.0162	60	3.908			
31	0.665	0.0095	0.0255	0.0170	61	4.082			
32	0.724	0.0091	0.0244	0.0177	62	4.265			
33	0.786	0.0088	0.0236	0.0185	63	4.450			
34	0.852	0.0085	0.0228	0.0194	64	4.644			
35	0.921	0.0082	0.0220	0.0203	65	4.841			

(2)　これは要綱の変形といつてよいもので，前述のカードを利用して次のようにして計算をすすめていく。

カードの(3)行の 2 *cm* 括約ごとにカードをまとめ w（本数），Σ（(2)行の和），ΣD_{ib}（(6)行の和），ΣV（(5)行の和），ΣI_{ib}（(8)行の和）を計算して，次のようにとりまとめる。ここではスギに対しての例を示しておく。

ここで

(6)欄の　$D=\Sigma D/w$（平均直径）

(7)欄の　$V=\Sigma V/w$（平均材積）

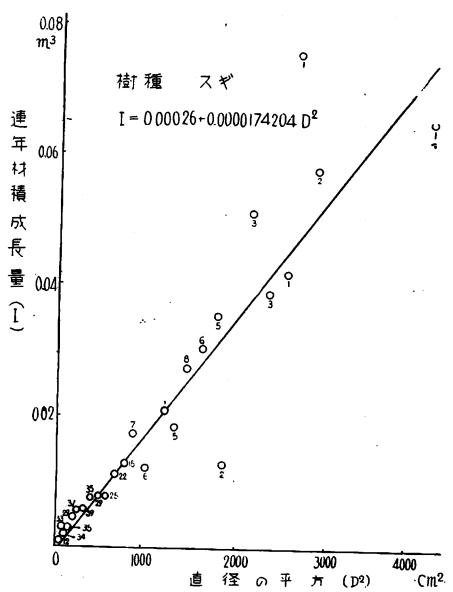
(8)欄の　$P_D=\Sigma I_{ib}/\Sigma D_{bi}$（直径成長率）

(9)欄の　$P_V=bP_D$＝回帰係数（2.6410）×直径成長率（材積成長率）

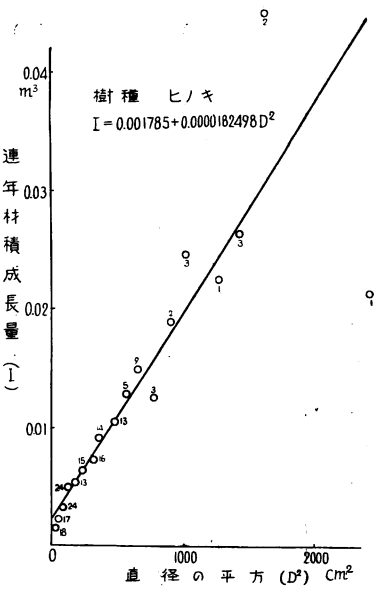
w (1)	ΣD (2)	ΣV (3)	ΣD_{ib} (4)	ΣI_{ib} (5)	D (6)	V (7)	P_D (8)	P_V (9)	I_V (10)
12	73.1	0.104	67.7	21.8	6.2	0.009	0.32201	0.85044	0.00765
34	271.2	0.635	256.1	60.9	8.0	0.019	0.23780	0.62804	0.01193
33	325.9	1.084	311.9	49.5	9.9	0.033	0.15870	0.41913	0.01383
35	415.9	1.828	399.6	42.5	11.9	0.052	0.10636	0.28090	0.01461
29	401.0	2.356	387.5	40.9	13.8	0.081	0.10555	0.27876	0.02258
39	620.3	4.911	599.5	48.6	15.9	0.126	0.08107	0.21411	0.02698
39	701.2	6.373	678.9	42.8	18.0	0.163	0.06304	0.16649	0.02714
35	698.7	7.622	675.3	44.4	20.0	0.218	0.06575	0.17365	0.03786
29	631.8	7.944	611.4	32.6	21.8	0.274	0.05332	0.14082	0.03859
25	600.0	8.433	579.6	24.4	24.0	0.337	0.04210	0.11119	0.03747
22	574.5	9.871	559.8	26.2	26.1	0.449	0.04680	0.12360	0.05550
15	419.4	7.714	408.5	19.1	28.0	0.514	0.04676	0.12350	0.06347
7	210.8	4.754	205.3	9.8	30.1	0.679	0.04774	0.12608	0.08560
6	192.7	3.897	186.7	6.5	32.1	0.650	0.03482	0.09196	0.05976
7	241.0	6.453	236.1	10.1	34.4	0.922	0.04278	0.11298	0.10418
5	179.8	50533	175.9	5.5	36.0	1.107	0.03127	0.08259	0.09142
8	303.2	9.233	294.5	13.0	37.9	1.154	0.04414	0.11658	0.13454
6	240.8	7.465	236.0	10.8	40.1	1.244	0.04576	0.12085	0.15034
5	210.0	7.314	205.7	9.3	42.0	1.463	0.04521	0.11940	0.17470
2	86.2	2.848	84.0	1.4	43.1	1.424	0.01667	0.04403	0.06267
3	138.4	5.580	135.3	7.0	46.1	1.860	0.05174	0.13665	0.25415
3	145.2	6.573	141.5	4.7	48.4	2.191	0.03322	0.08774	0.19219
1	50.6	1.948	50.2	2.0	50.6	1.948	0.03984	0.10522	0.20501
1	52.0	2.203	51.5	3.3	52.0	2.203	0.06408	0.16924	0.37281
2	107.8	5.385	104.5	4.2	53.9	2.693	0.04019	0.10614	0.28584
1	64.8	3.241	64.0	2.4	64.8	3.241	0.03750	0.09904	0.32099

(10)欄の　$I_V = P_V\ V$（材積成長量）

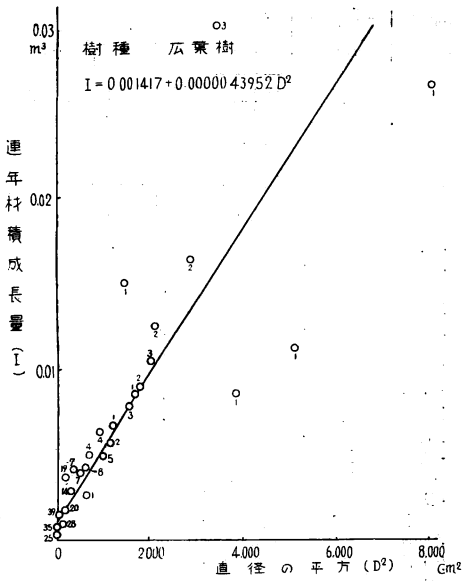
この表をもとにして w（(1)欄），D^2（(6)欄の平方），$I = I_V / 5$（(10)欄を年数で割つたもので連年材積成長量）の関係を図表に表わしたものが第4図である。ヒノキ，広葉樹について同様なものを第5図，第6図に示す。



第 4 図　要綱による材積成長量と直径の平方の関係



第 5 図　要綱による材積成長量と直径の平方の関係



第 6 図　要綱による材積成長量と直径の平方の関係

w を荷重として

$$I=a+bD^2$$

を最小自乗法によりといて次式をうる。

$$I=0.00026+0.0000174204\ D^2$$

同様にして

ヒノキ　$I=0.001785+0.0000182498\ D^2$

広葉樹　$I=0.001417+0.0000043952\ D^2$

これらの直線はそれぞれ第4図，第5図，第6図にいれてある。上式より算出した直径に応ずる材積成長量を第 14 表，第 15 表，第 16 表に示す。

この表を用いて(1)の場合と同じようにプロットの断面積平均直径に応ずる材積成長量に本数を乗じてプロット材積成長量を算出し，全体を計算したら次のようであつた。

層	I	II	III	IV	V	VI	VII	全　体
	65	542	2,006	4,018	2,213	472	706	10,019m^3

第 14 表　要綱の変形による材積成長量表（樹種 スギ）

胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)
6	0.0009	25	0.0111	44	0.0340
7	0.0011	26	0.0120	45	0.0355
8	0.0014	27	0.0130	46	0.0371
9	0.0017	28	0.0139	47	0.0387
10	0.0019	29	0.0149	48	0.0404
11	0.0024	30	0.0159	49	0.0421
12	0.0028	31	0.0170	50	0.0438
13	0.0032	32	0.0181	51	0.0456
14	0.0037	33	0.0192	52	0.0474
15	0.0042	34	0.0204	53	0.0492
16	0.0047	35	0.0216	54	0.0511
17	0.0053	36	0.0228	55	0.0530
18	0.0059	37	0.0241	56	0.0549
19	0.0065	38	0.0254	57	0.0569
20	0.0072	39	0.0268	58	0.0589
21	0.0079	40	0.0281	59	0.0609
22	0.0087	41	0.0295	60	0.0630
23	0.0095	42	0.0310		
24	0.0103	43	0.0325		

第 15 表　要綱の変形による材積成長量表（樹種　ヒノキ）

胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)
6	0.0024	25	0.0132	44	0.0371
7	0.0027	26	0.0141	45	0.0387
8	0.0030	27	0.0151	46	0.0404
9	0.0033	28	0.0161	47	0.0421
10	0.0036	29	0.0171	48	0.0438
11	0.0040	30	0.0182	49	0.0456
12	0.0044	31	0.0193	50	0.0474
13	0.0049	32	0.0205	51	0.0493
14	0.0054	33	0.0217	52	0.0511
15	0.0059	34	0.0229	53	0.0530
16	0.0065	35	0.0241	54	0.0550
17	0.0071	36	0.0254	55	0.0570
18	0.0077	37	0.0268	56	0.0590
19	0.0084	38	0.0281	57	0.0611
20	0.0091	39	0.0295	58	0.0632
21	0.0098	40	0.0310	59	0.0653
22	0.0106	41	0.0325	60	0.0675
23	0.0114	42	0.0340		
24	0.0123	43	0.0355		

第 16 表　要綱の変形による材積成長量表（樹種　広葉樹）

胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)
4	0.0015	23	0.0037	42	0.0092
5	0.0015	24	0.0039	43	0.0095
6	0.0016	25	0.0042	44	0.0099
7	0.0016	26	0.0044	45	0.0103
8	0.0017	27	0.0046	46	0.0107
9	0.0018	28	0.0049	47	0.0111
10	0.0019	29	0.0051	48	0.0115
11	0.0019	30	0.0054	49	0.0120
12	0.0020	31	0.0056	50	0.0124
13	0.0022	32	0.0059	51	0.0128
14	0.0023	33	0.0062	52	0.0133
15	0.0024	34	0.0065	53	0.0138
16	0.0025	35	0.0068	54	0.0142
17	0.0027	36	0.0071	55	0.0147
18	0.0028	37	0.0074	56	0.0152
19	0.0030	38	0.0078	57	0.0157
20	0.0032	39	0.0081	58	0.0162
21	0.0034	40	0.0084	59	0.0167
22	0.0035	41	0.0088	60	0.0172

(3)　これは現在胸高直径および成長錐により過去の胸高直径が測定してあるから，一変数材積表を使用すればそれぞれの材積がわかる。したがつてその差によつて材積成長量がわかる。これを現在胸高直径に対応させて直径に応ずる材積成長量を算出する方法である。スギについての例を次に示そう。前と同じようにカードを利用して2 cm 括約ごとに w, ΣD, ΣD_{ib} を計算して次表を作る。

w (1)	ΣD (2)	Σd_{ib} (3)	D (4)	d' (5)	d (6)	V (7)	v (8)	I_v (9)
12	73.1	45.9	6.2	3.8	4.1	0.00950	0.00319	0.00631
34	271.2	195.2	8.0	5.7	6.0	0.01862	0.00871	0.00991
33	325.9	262.4	9.9	8.0	8.4	0.03268	0.02119	0.01149
35	415.9	357.1	11.9	10.2	10.6	0.05313	0.03915	0.01398
29	401.0	346.6	13.8	12.0	12.4	0.07860	0.05924	0.01936
39	620.3	550.9	15.9	14.1	14.6	0.11425	0.09123	0.02302
39	701.2	636.1	18.0	16.3	16.8	0.15856	0.13212	0.02644
35	698.7	630.9	20.0	18.0	18.6	0.20936	0.17286	0.03650
29	631.8	578.8	21.8	20.0	20.7	0.26299	0.22936	0.03363
25	600.0	555.2	24.0	22.2	23.0	0.33890	0.30284	0.03606
22	574.5	533.6	26.1	24.3	24.9	0.42286	0.37353	0.04933
15	419.4	389.4	28.0	26.0	26.7	0.50935	0.44911	0.06024
7	210.8	195.5	30.1	27.9	28.6	0.61652	0.53867	0.07785
6	192.7	180.2	32.1	30.0	31.0	0.73052	0.66642	0.06410
7	241.0	226.0	34.4	32.3	33.0	0.87726	0.78583	0.09143
5	179.8	170.4	36.0	34.1	34.9	0.98892	0.91096	0.07796
8	303.2	281.5	37.9	35.2	36.2	1.1325	1.0035	0.1290
6	240.8	225.2	40.1	37.5	38.3	1.3145	1.1647	0.1498
5	210.0	196.4	42.0	39.3	40.1	1.4854	1.3145	0.1709
2	86.2	82.6	43.1	41.3	42.4	1.5911	1.5238	0.0673
3	138.4	128.3	46.1	42.8	43.8	1.9002	1.6602	0.2400
3	145.2	136.8	48.4	45.6	46.8	2.1604	1.9768	0.1836
1	50.6	48.2	50.6	48.2	48.6	2.4309	2.1841	0.2468
1	52.0	48.2	52.0	48.2	48.7	2.6117	2.1961	0.4156
2	107.8	100.3	53.9	50.2	51.8	2.8716	2.5849	0.2867
1	64.8	61.6	64.8	61.6	62.4	4.6711	4.2277	0.4434

ここに　(4)欄の　$D=\Sigma D/w$ (平均直径)

(5)欄の　$d'=\Sigma d_{ib}/w$ (過去皮内平均直径)

(6)欄の　$d=Kd'$ (K は樹皮係数で皮付過去直径)

(7)欄の　$V=D$ に応ずる現在材積　(1)式より計算

(8)欄の　$v=d$ に応ずる過去材積　(1)式より計算

(9)欄の　$I_v=V-v$ で材積成長量

上表の w, D^2 ((4)欄の平方)，$I=I_v/5$ ((9)欄を年数で割つたもので連年材積成長量) を図に表わしたものが第7図で，同様な方法で，ヒノキ，広葉樹についてはそれぞれ第8図，第9図に示す。

w を荷重にして

$$I=a+bD^2$$

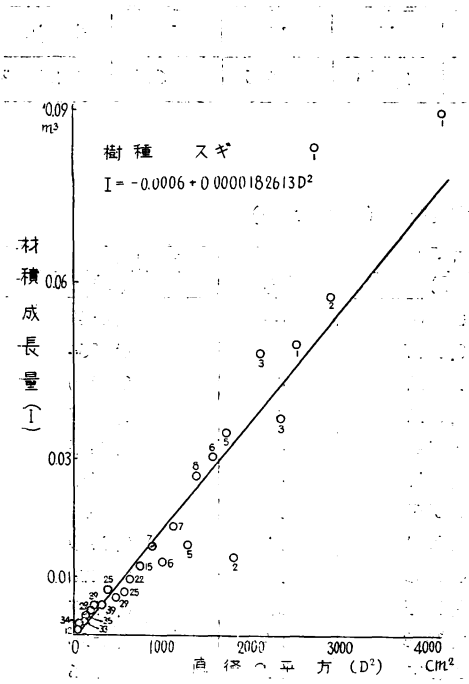
を最小二乗法で解いて

$$I=-0.0006+0.0000182613\,D^2$$

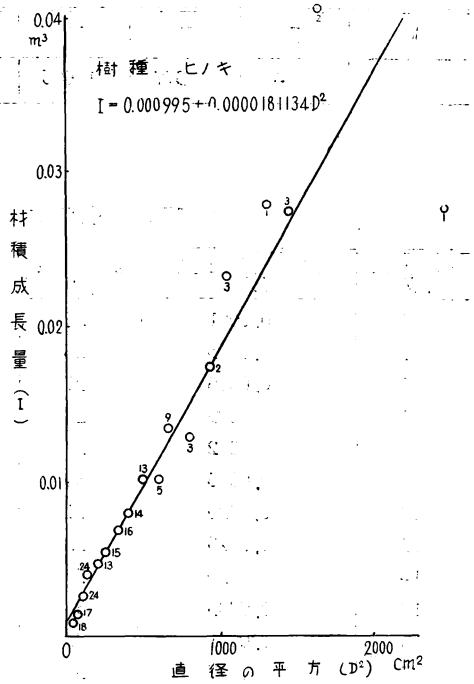
同様にして

ヒノキ　$I=0.000995+0.0000181134\,D^2$

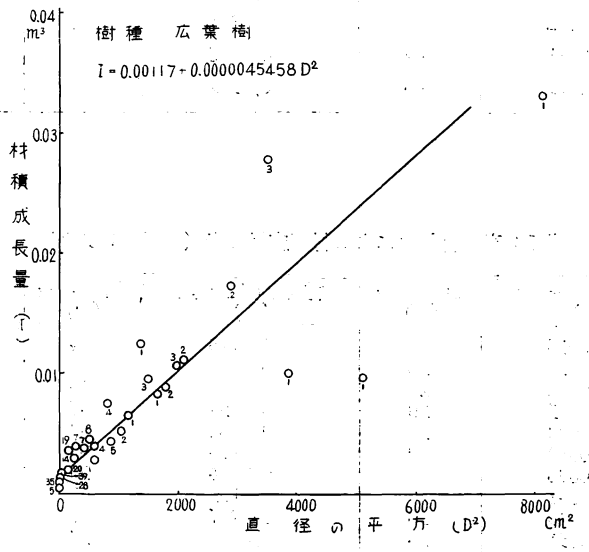
広葉樹　$I=0.00117+0.0000045458\,D^2$



第 7 図　材積差による材積成長量と直径の平方の関係



第 8 図　材積差による材積成長量と直径の平方の関係



第 9 図　材積差による材積成長量と直径の平方の関係

これはそれぞれ第7図，第8図，第9図に直線で示してあり，上式により算定した材積成長量を第 17 表，第 18 表，第 19 表に示す。前と同様にして，プロットの胸高断面積平均直径に応ずる材積成長量を上表より読み，プロット本数を乗じてプロット材積を出し，全体を計算したものが次のとおりである。

層	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	全　体
	47	377	1,626	3,928	2,183	426	666	9,253m^3

第 17 表　材積差による材積成長量表（樹種　スギ）

胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)
6	0.0001	25	0.0108	44	0.0348
7	0.0003	26	0.0117	45	0.0364
8	0.0006	27	0.0127	46	0.0380
9	0.0009	28	0.0137	47	0.0397
10	0.0012	29	0.0148	48	0.0415
11	0.0016	30	0.0159	49	0.0432
12	0.0020	31	0.0169	50	0.0451
13	0.0025	32	0.0181	51	0.0469
14	0.0030	33	0.0193	52	0.0488
15	0.0035	34	0.0205	53	0.0507
16	0.0041	35	0.0218	54	0.0526
17	0.0047	36	0.0231	55	0.0546
18	0.0053	37	0.0244	56	0.0567
19	0.0060	38	0.0258	57	0.0587
20	0.0067	39	0.0272	58	0.0608
21	0.0075	40	0.0286	59	0.0630
22	0.0082	41	0.0301	60	0.0651
23	0.0091	42	0.0316		
24	0.0099	43	0.0332		

第 18 表　材積差による材積成長量表（樹種　ヒノキ）

胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)
6	0.0016	25	0.0123	44	0.0361
7	0.0019	26	0.0132	45	0.0377
8	0.0022	27	0.0142	46	0.0393
9	0.0025	28	0.0152	47	0.0410
10	0.0028	29	0.0162	48	0.0427
11	0.0032	30	0.0173	49	0.0445
12	0.0036	31	0.0184	50	0.0463
13	0.0041	32	0.0195	51	0.0481
14	0.0045	33	0.0207	52	0.0490
15	0.0051	34	0.0219	53	0.0509
16	0.0056	35	0.0232	54	0.0538
17	0.0062	36	0.0245	55	0.0558
18	0.0069	37	0.0258	56	0.0578
19	0.0075	38	0.0272	57	0.0598
20	0.0082	39	0.0285	58	0.0619
21	0.0090	40	0.0300	59	0.0640
22	0.0098	41	0.0314	60	0.0662
23	0.0106	42	0.0329		
24	0.0114	43	0.0335		

第 19 表　材積差による材積成長量表（樹種　広葉樹）

胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)	胸高直径 (D)	材積成長量 (I)
4	0.0012	23	0.0036	42	0.0092
5	0.0013	24	0.0038	43	0.0096
6	0.0013	25	0.0040	44	0.0100
7	0.0014	26	0.0042	45	0.0104
8	0.0015	27	0.0045	46	0.0108
9	0.0015	28	0.0047	47	0.0112
10	0.0016	29	0.0050	48	0.0116
11	0.0017	30	0.0053	49	0.0121
12	0.0018	31	0.0055	50	0.0125
13	0.0019	32	0.0058	51	0.0130
14	0.0021	33	0.0061	52	0.0135
15	0.0022	34	0.0064	53	0.0139
16	0.0023	35	0.0067	54	0.0144
17	0.0025	36	0.0071	55	0.0149
18	0.0026	37	0.0074	56	0.0154
19	0.0028	38	0.0077	57	0.0159
20	0.0030	39	0.0081	58	0.0165
21	0.0032	40	0.0084	59	0.0170
22	0.0034	41	0.0088	60	0.0175

最後に 4 節で少しふれたように，一変数材積表および材積成長量表をプロット内の単木に適用して加算して出したプロット材積の代用として，胸高断面積平均直径に応ずるそれらに本数を乗じたものを用いた場合に差があるであろうか？ その検定を成長量表を用いて行なつてみた。全プロットより組織的に 38プロットを抽出して，単木的に成長量を算出したものと，胸高断面積平均直径に応ずる成長量に本数を乗じたものを対比すれば次のとおりである。例として材積差による材積成長量表（第 17 表，第 18 表，第19表）を使用した。

階　層	プロット番号	単　木　(x)	平　均 (y)	差　($Z=x-y$)
Ⅰ	206	0.1276	0.1211	−0.0065
Ⅱ	15	0.0692	0.0666	−0.0026
	111	0.0673	0.0685	+0.0012
	120	0.0386	0.0381	−0.0005
	193	0.0582	0.0594	+0.0012
	166	0.0602	0.0726	+0.0124
Ⅲ	66	0.3663	0.4240	+0.0577
	62	0.1225	0.1335	+0.0110
	3	0.2023	0.2339	+0.0316
	219	0.3713	0.3821	+0.0108
	115	0.2059	0.1994	−0.0065
	151	0.2943	0.2739	−0.0204
	97	0.0377	0.0379	+0.0002
Ⅳ	2	0.3531	0.5342	+0.1811
	16	0.3369	0.3319	−0.0050
	42	0.3923	0.4198	+0.0275
	67	0.3060	0.2964	−0.0096
	314	0.3992	0.3949	−0.0043
	355	0.3602	0.3555	−0.0047
	456	0.2161	0.2204	+0.0043
	448	0.2215	0.2168	−0.0047
	415	0.4517	0.4312	−0.0205
	194	0.4395	0.4361	−0.0034
	152	0.3345	0.3308	−0.0037

(つづき)

階　層	プロット番号	単木（x）	平均（y）	差（$Z=x-y$）
V	2	0.5585	0.5243	−0.0300
	10	0.2266	0.2180	−0.0086
	14	0.3944	0.3870	−0.0074
	21	0.2848	0.2899	+0.0051
	23	0.4850	0.5183	+0.0333
	18	0.2921	0.2960	+0.0039
VI	9	0.4858	0.4668	−0.0190
	30	0.5533	0.5369	−0.0164
VII	200	0.1909	0.1931	+0.0022
	184	0.0615	0.0616	+0.0001
	127	0.1047	0.1015	−0.0032
	29	0.0965	0.1218	+0.0253
	84	0.1009	0.1008	−0.0001
	201	0.0964	0.0966	+0.0002

差の平均が0と有意の差があるかどうかの検定を行なえば

$n=38$

$\Sigma Z=0.2320$　　$\Sigma Z^2 \quad =0.04289114$

$Z=0.006105$　　$(\Sigma Z)^2/n=0.00141642$ (−

$SZ^2 \quad =0.04147472$

$$\therefore sz^2=\frac{Sz^2}{n\ (n-1)}=0.0000294984$$

$$\therefore sz=0.005431$$

$$\therefore t=\frac{0.006105}{0.005431}=1.124<t_{0.05}\ (df.=37)=2.025$$

差は認められない。すなわち胸高断面積平均直径に応ずる成長量に本数を乗じても，単木的に加算したものと変わらない結果が得られる。

6. むすび

1) 全蓄積の推定に用いる材積表は，一変数材積表を使用した場合は，直径，樹高による二変数材積表を使用した場合と異なる値が得られるので，プロット内の測定は胸高直径および樹高について行ない，二変数材積表を使用すべきである。

2) 成長量予測に関しては（1a），(1b）による推定は過去直径に成長率を対応させたものであるが，現在直径に成長率を対応させた方が計算も簡単であろう。計算は要綱変形よりも，材積差によるものが簡単である。いずれの方法もたいしてその結果には差がないようである。成長量の予測の誤差の計算は煩雑であるので別個の方法を検討しているが，プロット材積およびプロット成長量を胸高断面積平均直径に応ずる材積および成長量に本数を乗じて算出し，比推定，回帰推定で推定する方法，直径成長率を（1）に類似の方法で求めて，胸高直径階別の本数分配表にこれを適用して推定する方法等を考究している。

3) 針葉樹，広葉樹についてのプロットの大きさの問題は経営規程改正資料〝森林調査上の問題点とその解明〟を参照されたい。

第2部　昭和32年度調査結果

1. 経営計画区層ごと面積

昭和 32 年度森林資源調査研修の実習地として選んだ東京営林局天城営林署田方経営区狩野担当区部内の国有林をかりの経営計画区とみなして調査を実施した。この森林計画区の林種ごと，施業団ごと，人天別，齢級群ごとの面積が第1表に示してある。

第 1 表　経営計画区層ごと面積および第2種森林に対する抽出個数

林種	施業団	人天別	階層	齢級群	林地面積 (ha) 普通林地	制限林地	計	割当て個数 単純	副次
第1種				除地		365.11	365.11 14.70		
							379.81		
第2種	第2皆用	伐跡		0	14.30	0.31	14.61		
		人工林	Ⅰ	1～10	170.99	19.26	190.25	14	7
			Ⅱ	11～20	222.25	10.19	232.44	17	8
			Ⅲ	21～30	160.66	0	160.66	12	6
			Ⅳ	31～40	87.12	0	87.12	6	3
			Ⅴ	41～50	170.23	0.82	171.05	12	6
			Ⅵ	51～60	208.59	7.47	216.06	15	8
			Ⅶ	61～70	268.66	25.99	294.65	21	10
		天然生林	Ⅷ		1.10	35.98	37.08	3	2
			小計		1289.60	99.71	1389.31	100	50
				除地			27.39		
		計					1431.31		
	総計						1811.12		

2. 調査計画と調査結果

昨年は層化単純抽出法のみで調査を実行していたが，本年はさらに，現地調査の移動距離が少なくてすむ層化副次抽出法をも取り入れ，この方法による調査もあわせて行なつた。以下この両者につき，調査結果を説明する。

2—1　層化単純抽出法による調査

1)　抽出個数の決定

実際には各階層の変動係数を想定して要綱どおりに抽出個数を決定するのであるが，今回は日数のつごうで100プロットを調査することとし，第2種林地に対して面積による比例割当てを行ない，各階層の抽出個数を決めた。各階層ごとの抽出個数は第1表の最後から2番目の列に示してある。抽出率は次のとおりである。

第2種林地の抽出率：$\frac{100\times 0.04}{1389.31}\times 100=0.3\%$

2)　調査計画と調査要領

田方経営区の経営図（2万分の1）に各階層を色わけして 5 *mm* 方眼を描き，層ごとに一連番号を付し，乱数表により独立に割当て個数を抽出して調査箇所を決定した。この地点を航空写真へ移写して，現地にそれを携行し調査地点を確認した。写真のみで調査地点を確認することが困難な場合には，写真と地図の両者ではつきりしている地点——たとえば川の分岐点，歩道の屈曲点等地図または写真上に明確な地形，地物等——からコンパス測量により調査地点を確定した。調査地点では，要綱に基づき，プロット番号，調査年月日，調査者名を明記した杭をたて，この点を中心に蓄積調査用 0.04 *ha* と成長量調査用 0.004 *ha* の円形プロットを設けた。この場合傾斜による半径の修正は簡単にするため，斜面上で円形をとり水平に直したとき所要の大きさの長円形となる方法を採用した。すなわち，調査地点の平均傾斜度を測り第2表に示してある修正半径を用いてプロットを設定した。プロット内の（胸高直径 6 *cm* 以上の）全林木について胸高直径は 2 *cm* 括約で，樹高は *m* 括約で測定し，成長錐調査木のみについては，胸高直径を 2 *mm* 括約でもつて測定を行なつた。

第 2 表　傾斜により修正されたプロット半径

傾斜角	蓄積調査	成長錐調査
度	*m* (0.04*ha*)	*m* (0.004*ha*)
0	11.28	3.57
5	11.30	3.57
10	11.36	3.59
15	11.48	3.63
20	11.64	3.68
25	11.89	3.76
30	12.12	3.83
35	12.46	3.94
40	12.89	4.08
45	13.41	4.24
50	14.07	4.45

3)　蓄積の計算

（i）　階層別蓄積の平均および分散等の推定

東京営林局の材積表を用いて計算した各プロットの樹群別材積および階層別標本蓄積合計と分散を第3表に階層ごとに示す。

（ii）　総蓄積の推定

総蓄積を推定するための計算過程は第4表に示してあるがその結果は

$$291,470 \pm 34,976\ m^3$$

で百分率誤差は 12.0 % であつた。

第3表の1 プロットごと材積総括表 I層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 x_{Ij}
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
20									
25			1.709	1.709					1.709
28									
45									
51									
52									
63									
80	0.018			0.018					0.018
114									
124									
156									
159									
168									
169									
計	0.018	—	1.709	1.727	—	—	—	—	1.727

プロット数 $n_I=14$

平均蓄積 $\bar{x}_I=\frac{\sum x_{Ij}}{n_I}=1.727/14=0.123$ ……(B)

$$\sum_{j=1}^{n_i} x_{Ij}^2 = 2.982929$$

$$-)\ \Big(\sum_{j=1}^{n_i} x_{Ij}\Big)^2/n_I = 0.194988$$

$$Sx_I^2 = 2.787941$$

分散 $Sx_I^2=Sx_I^2/n_I-1=2.787941/14-1=0.214457$ ……(C)

標準偏差 $s_{xI}=\sqrt{s_{xI}^2}=\sqrt{0.214457}=0.463095$ ……(D)

プロットあたり蓄積の分散 $s_{\bar{x}I}^2=s_{xI}^2/n_I=0.214457/14=0.015318$

変動係数 $C_I=\frac{Sx_I}{\bar{x}_I}\times 100=\frac{0.463095}{0.123}\times 100=376.5\%$ ……(E)

標本蓄積合計 $\sum_{j=1}^{n_i} x_{Ij}=1.727$ ……(A)

（注） 平均蓄積の推定値というべきを「の推定値」を省略し，単に平均蓄積とかいた。以下同断。

第3表の2　プロットごと材積総括表　Ⅱ層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 $x_{\mathrm{II}j}$
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
12		3.044		3.044					3.044
15		4.199		4.199					4.199
26	0.701	0.290		0.991			0.631	0.631	1.622
48	1.165			1.165					1.165
74		0.576		0.576					0.576
98		0.009	0.087	0.096			0.685	0.685	0.781
109		0.039		0.039			0.008	0.008	0.047
123	0.087	0.244		0.331			0.015	0.015	0.346
141		0.087		0.087			0.037	0.037	0.124
156	0.343	0.044		0.387		0.030	1.344	1.374	1.761
161		0.078		0.078		0.429	0.033	0.462	0.540
162		1.064		1.064					1.064
185	0.244	0.081		0.325			0.703	0.703	1.028
188		1.333		1.333					1.333
192		1.228		1.228			0.139	0.139	1.367
200		2.210		2.210			0.117	0.117	2.327
207	1.043			1.043			2.130	2.130	3.173
計	2.540	15.569	0.087	18.196	—	0.459	5.842	6.301	24.497

$$n_{\mathrm{II}}=17 \quad \bar{x}_{\mathrm{II}}=\frac{\sum x_{\mathrm{II}j}}{n_{\mathrm{II}}}=24.497/17=1.441 \cdots\cdots (B)$$

$$\sum x_{\mathrm{II}j}^2=56.674721$$
$$-)\,(\sum x_{\mathrm{II}j})^2/n_{\mathrm{II}}=35.300177$$
$$S_{x\mathrm{II}}^2=21.374544$$

$$S_{x\mathrm{II}}^2=21.374544$$

$$s_{x\mathrm{II}}^2=1.335909 \cdots\cdots (C)$$

$$s_{x\mathrm{II}}=1.155815 \cdots\cdots (D)$$

$$s_{\bar{x}\mathrm{II}}^2=0.078583$$

$$C_{\mathrm{II}}\%=80.2\% \cdots\cdots (E)$$

標本蓄積合計＝24.497……(A)

第3表の3　プロットごと材積総括表　Ⅲ層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 $x_{\mathrm{III}j}$
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
1		0.032		0.032			1.274	1.274	1.306
13	0.091	1.076		1.167					1.167
54	2.740	2.526		5.266			0.081	0.081	5.347
60	1.146	4.025		5.171			0.193	0.193	5.364
71	13.546			13.546		0.082	0.338	0.420	13.966
75	1.825	3.100		4.925			0.176	0.176	5.101
82	0.878	2.320		3.198			0.438	0.438	3.636
90	1.343	2.781		4.124			0.280	0.280	4.404
95	2.377	2.604		4.981			0.084	0.084	5.065
97	3.049	0.097		3.146			0.489	0.489	3.635
103		5.945		5.945			0.092	0.092	6.037
114	10.511			10.511			0.130	0.130	10.641
計	37.506	24.506	—	62.012	—	0.082	3.575	3.657	65.669

$n_{III}=12$　　$\bar{x}_{III}=65.669/12=5.472$ ……(B)

$\sum x_{IIIj}^2 = 502.669$

$-)\ (\sum x_{IIIj})^2/n_{III} = 359.368$

$Sx_{III}^2 = 143.301$

$s_{x_{III}}^2 = 13.027370$ ……(C)

$s_{x_{III}} = 3.609$ ……(D)

$s_{\bar{x}_{III}}^2 = 1.085614$

$C_{III}\% = 65.95\%$ ……(E)

標本蓄積合計＝65.669 ……(A)

第3表の4　プロットごと材積総括表　IV層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 x_{VIj}
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
21	0.230			0.230			0.033	0.033	0.263
27		2.681		2.681			0.545	0.545	3.226
28		6.180		6.180			0.375	0.375	6.555
29		1.384		1.384	0.041		0.842	0.883	2.267
33		1.087		1.087			0.800	0.800	1.887
48	0.010	1.891		1.901			1.057	1.057	2.958
計	0.240	13.223	—	13.463	0.041	—	3.652	3.693	17.156

$n_{IV}=6$　　$\bar{x}_{IV}=17.156/6=2.859$ ……(B)

$\sum x_{IVj}^2 = 70.894092$

$-)\ (\sum x_{IVj})^2/n_{IV} = 49.054723$

$Sx^2_{IV} = 21.839369$

$s_{x_{IV}}^2 = 4.367874$ ……(C)

$s_{x_{IV}} = 2.0899$ ……(D)

$s_{\bar{x}_{IV}}^2 = 0.727979$

$C_{IV}\% = 73.099\%$ ……(E)

標本蓄積合計＝17.156 ……(A)

第3表の5　プロットごと材積総括表　V層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 x_{IVj}
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
4	15.033			15.033			0.264	0.264	15.297
22		8.349		8.349			0.163	0.163	8.512
24	12.231			12.231		2.746	0.096	2.842	15.073
71		19.188		19.188			0.311	0.311	19.499
78	15.018	0.602		15.620			0.100	0.100	15.720
96		16.306		16.306					16.306
104	2.610		0.033	2.643			0.016	0.016	2.659
123		13.664		13.664			0.775	0.775	14.439
130		15.546		15.546			0.689	0.689	16.235
154	1.100	12.816		13.916			0.042	0.042	13.958
155	7.962			7.962		0.383	0.700	1.083	9.045
174	0.279	9.029		9.308			0.566	0.566	9.874
計	54.233	95.500	0.033	149.766	—	3.129	3.722	6.851	156.617

$n_V = 12$　　$\bar{x}_V = 156.617/12 = 13.051$ ……(B)

$$\begin{array}{rl} & \sum x_{Vj}^2 = 2280.126611 \\ -) & (\sum x_{Vj})^2/n_V = 2044.073240 \\ \hline & Sx_V^2 = 236.053371 \end{array}$$

$s_{xV}^2 = 21.459397$ ……(C)

$s_{xV} = 4.6324$ ……(D)

$s_{\bar{x}V}^2 = 2.117169$

$C_V\% = 35.5\%$ ……(E)

標本蓄積合計＝156.617 ……(A)

第3表の6　プロットごと材積総括表　VI層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 x_{VIj}
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
18	6.517		1.025	7.542			2.143	2.143	9.685
25	13.239			13.239			0.134	0.134	13.373
59	12.335			12.335			0.069	0.069	12.404
68	27.306			27.306					27.306
84	10.849			10.849					10.849
94	7.673			7.673			0.531	0.531	8.204
104	9.747	5.659		15.406			0.284	0.284	15.690
118	12.200			12.200			0.075	0.075	12.275
121	8.687			8.687			0.540	0.540	9.227
132	2.694	4.215		6.909			0.431	0.431	7.340
142	17.253			17.253			0.133	0.133	17.386
150	2.405	13.429		15.834					15.834
177	11.409			11.409			0.016	0.016	11.425
180	4.120			4.120			0.104	0.104	4.224
206	1.282	11.845		13.127		2.029		2.029	15.156
計	147.716	35.148	1.025	183.889	—	2.029	4.460	6.489	190.378

$n_{VI} = 15$　　$\bar{x}_{VI} = 190.378/15 = 12.692$ ……(B)

$$\begin{array}{rl} & \sum x_{VIj}^2 = 2824.050166 \\ -) & (\sum x_{VIj})^2/n_{VI} = 2416.252192 \\ \hline & Sx_{VI}^2 = 407.797974 \end{array}$$

$s_{xVI}^2 = 29.128427$ ……(C)

$s_{xVI} = 5.397076$ ……(D)

$s_{\bar{x}VI}^2 = 1.941895$

$C_{VI}\% = 42.5\%$ ……(E)

標本蓄積合計＝190.378 ……(A)

第3表の7　プロットごと材積総括表　Ⅶ層

プロット番号	針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計 $x_{\text{Ⅶ}j}$
4	23.113	—	—	23.113	—	—	1.329	1.329	24.442
29	25.665	—	—	25.665	—	—	0.023	0.023	25.688
35	15.180	—	—	15.180	—	—	—	—	15.180
47	14.799	6.875	—	21.674	—	—	0.531	0.531	22.205
63	8.234	—	—	8.234	—	—	0.650	0.650	8.884
81	28.412	—	—	28.412	—	—	0.112	0.112	28.524
82	20.227	—	—	20.227	—	—	0.442	0.442	20.669
118	9.476	—	—	9.476	—	—	0.104	0.104	9.580
136	27.304	—	—	27.304	—	—	0.235	0.235	27.539
140	6.551	—	0.672	7.223	—	—	0.015	0.015	7.238
168	—	16.940	—	16.940	—	—	0.317	0.317	17.257
191	12.566	—	—	12.566	—	—	0.073	0.073	12.639
202	5.295	—	0.020	5.315	—	—	1.298	1.298	6.613
205	—	0.130	0.034	0.164	—	—	2.321	2.321	2.485
223	1.915	—	—	1.915	1.654	—	1.915	3.569	5.484
224	14.004	2.188	—	16.192	—	—	0.047	0.047	16.239
256	22.425	—	—	22.425	—	—	—	—	22.425
264	14.888	—	—	14.888	—	—	0.035	0.035	14.923
282	32.118	—	—	32.118	—	—	0.734	0.734	32.852
283	27.029	—	—	27.029	—	—	0.905	0.905	27.934
299	13.009	—	—	13.009	—	—	0.750	0.750	13.759
計	322.210	26.133	0.726	349.069	1.654	—	11.836	13.490	362.559

$n_{\text{Ⅶ}}=21$　　$\bar{x}_{\text{Ⅶ}}=362.559/21=17.265$……(B)

$$\begin{aligned}&\textstyle\sum x_{\text{Ⅶ}j}^2 &&=7778.775927\\ -)\ &\textstyle(\sum x_{\text{Ⅶ}j})^2/n_{\text{Ⅶ}} &&=6259.477547\\ &Sx_{\text{Ⅶ}}^2 &&=1519.298380\end{aligned}$$

$s_{x\text{Ⅶ}}^2=75,964919$ ……(C)

$s_{x\text{Ⅶ}}=8.715786$……(D)

$s_{z\text{Ⅶ}}^2=3.617377$

$C_{\text{Ⅶ}}\%=50.5\%$……(E)

標本蓄積合計＝362.559 …… (A)

第3表の8　プロットごと材積総括表　Ⅷ層

プロット番号	針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計 $x_{\text{Ⅷ}j}$
18	—	—	—	—	—	0.193	4.418	4.611	4.611
30	—	—	—	—	0.651	—	1.868	2.519	2.519
38	—	—	—	—	—	—	1.807	1.807	1.807
計	—	—	—	—	0.651	0.193	8.093	8.937	8.937

$n_{\text{Ⅷ}}=3$　　$\bar{x}_{\text{Ⅷ}}=8.937/3=2.979$……(B)

$$\begin{aligned}&\textstyle\sum x_{\text{Ⅷ}j}^2 &&=30.871931\\ -)\ &\textstyle(\sum x_{\text{Ⅷ}j})^2/n_{\text{Ⅷ}} &&=26.623323\\ &Sx_{\text{Ⅷ}}^2 &&=4.248608\end{aligned}$$

$s_{x\text{Ⅷ}}^2=2.124304$ ……(C)

$s_{x\text{Ⅷ}}=1.4575$……(D)

$s_{z\text{Ⅷ}}^2=0.708101$

$C_{\text{Ⅷ}}\%=48.9\%$ …… (E)

標本蓄積合計＝8.937……(A)

合計と分散を第4表に階層ごと示す。

第 4 表　総蓄積の推定（層化単純抽出法）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
階　層	面　積	割当個数	調査面積	拡大常数	標本蓄積合計	総　蓄　積
記号と手順	A_i	$n_i=\frac{A_i}{\sum A_i}\times 100$	(3)×0.04 / $n_i\times 0.04$	(2) / (4) / $A_i/n_i\times 0.04$	(A) $\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$	(5)×(6) $\frac{A_i}{0.04n_i}\times\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$
	ha		*ha*		m^3	m^3
Ⅰ	190.25	14	0.56	339.73	1.727	586.72
Ⅱ	232.44	17	0.68	341.82	24.497	8373.65
Ⅲ	160.66	12	0.48	334.71	65.669	21978.29
Ⅳ	87.12	6	0.24	363.00	17.156	6226.90
Ⅴ	171.05	12	0.48	356.35	156.617	55811.10
Ⅵ	216.06	15	0.60	360.10	190.378	68555.84
Ⅶ	294.65	21	0.84	350.77	362.559	127176.20
Ⅷ	37.08	3	0.12	309.00	8.937	2761.53
計	$A=\sum A_i$ 1389.31	$n=\sum n_i=100$	4.00			291470.23

(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
階　層	平均蓄積	各層プロット蓄積間分散	各層の面積の全面積に対する割合	総平均蓄積の分散の計算	プロットの標準偏差	変動係数
記号と手順	(B) $\bar{x}_i=\frac{n_i}{\sum_{j=1} x_{ij}/n_i}$	(C) s_{xi}^2	(2)/A / A_i/A	(9)×(10) $\frac{A_i}{A}s_{xi}^2$	(D) s_{xij}	(E) $\frac{s_{xi}}{\bar{x}_i}$
	m^3				m^3	%
Ⅰ	0.123	0.214457	0.136938	0.029367	0.463	376.5
Ⅱ	1.441	1.335909	0.167306	0.223506	1.156	80.2
Ⅲ	5.472	13.027370	0.115640	1.506487	3.609	66.0
Ⅳ	2.859	4.367874	0.062707	0.273898	2.090	73.1
Ⅴ	13.051	21.459397	0.123119	2.642052	4.632	35.5
Ⅵ	12.692	29.128427	0.155516	4.529938	5.397	42.5
Ⅶ	17.265	75.964919	0.212084	16.110921	8.716	50.5
Ⅷ	2.879	2.124304	0.026690	0.056697	1.456	48.9
計				25.37286585		

*総平均蓄積の分散　$s_{\bar{x}}^2=\sum\left(\frac{A_i}{A}\right)^2\frac{s_{xi}}{n_i}=\sum\left(\frac{A_i}{A}\right)^2\frac{As_{xi}^2}{nA_i}=\frac{1}{n}\sum\left(\frac{A_i}{A}\right)s_{xi}^2$

$=\frac{1}{100}\times 25.37286585=0.25372866$　ただし $\frac{A_i}{A}=\frac{n_i}{n}$，　ゆえに　$n_i=n\frac{A_i}{A}$　である。

プロットあたり（0.04*ha*）の平均蓄積；$\frac{291470.23}{1389.31}\times 0.04=8.392\ m^3$

標準誤差　；$\sqrt{0.25372866}=0.5037 m^3$

プロットあたり（0.04*ha*）蓄積と信頼度95％の信頼区間；$8.392\pm 2\times 0.5037=8.392\pm 1.075 m^3$

総蓄積と信頼度95％の信頼区間；$291470\pm\frac{1389.31}{0.04}\times 1.075=291470\pm 34976\ m^3$

百分率誤差；$(34976/291470)\times 100=12.0\%$

ii)　総蓄積の推定

総蓄積を推定するための計算過程は第4表に示してあるが，その結果は

$291,470 \pm 34,976 m^3$

で百分率誤差は12％であつた。

〔参　考〕 蓄積計算に用いられる式の説明

x_{ij}；i 層 j 番目のプロットの蓄積　　A_i；i 層の面積

$A=\Sigma A_i$；施業団の面積　　$n_i=n\dfrac{A_i}{A}$；i 層の割当プロット数

$\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$；i 層に割り当てられた n_i 個のプロットの蓄積の計

$\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2$；同上蓄積を平方したものの和

$Sx_i^2=\sum_{j=1}^{n_i}(x_{ij}-\bar{x}_i)^2=\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2-(\Sigma x_{ij})^2/n_i$；$i$ 層の平方和

$\bar{x}_i=\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}/n_i$；$i$ 層のプロットあたり蓄積

$s_{x_i}^2=Sx_i^2/n_i-1$；i 層のプロット間分散

$s_{x_i}=\sqrt{s_{x_i}^2}$；i 層の標準偏差

$s_{\bar{x}_i}^2=s_{x_i}^2/n_i$；プロットあたり蓄積の分散

$C_i=\dfrac{s_{x_i}}{\bar{x}_i}\times 100$；層の変動係数

$n=\Sigma n_i$；施業団のプロット数

$\bar{x}=\dfrac{\Sigma n_i \bar{x}_i}{n}=\dfrac{\Sigma\Sigma x_{ij}}{n}$；施業団の平均

または　$\Sigma\dfrac{A_i}{an_i}\times\Sigma x_{ij}/A\times a$；$a$ はプロット面積

$s_{\bar{x}}^2$；総平均蓄積の分散

$$=\frac{\Sigma A_i^2\dfrac{s_{x_i}^2}{n_i}}{A^2}=\Sigma\left(\frac{A_i}{A}\right)^2\frac{s_{x_i}^2}{n_i}$$

$\dfrac{A_i}{A}=\dfrac{n_i}{n}$，　$n_i=n\dfrac{A_i}{A}$であるから

$$=\Sigma\left(\frac{A_i}{A}\right)^2\frac{As_{x_i}^2}{nA_i}=\frac{1}{n}\Sigma\left(\frac{A_i}{A}\right)s_{x_i}^2$$

$s_{\bar{x}}=\sqrt{s_{\bar{x}}^2}$；標準誤差

成長量計算にも準用できる。

4)　成長量の計算

i)　成長錐資料の調査カードの作成

成長錐調査木について第5表の様式のカードを作成した。

第5表　成長錐調査カードの記入例

成長錐調査カード

階層プロット番号	Ⅶ 128 No. 1
樹種	スギ
胸高直径 D	58.2 cm(58)
樹高 H	23 m
材積 x	2.698 m^3
皮内直径 D_{ib}	56.3 〃
5年前の皮内直径 d_{ib}	52.8
5年間の直径成長量 $I_D=D_{ib}-d_{ib}$	3.5

（注）胸高直径の欄の（　）内は2 cm 括約の数値である。

ii）樹群ごとの直径階別材積表の作成

① 材積式

直径階別材積表を作成するために次の材積式を採用した。

$$x=aD^b$$

x；材積，D；胸高直径，a，b；回帰常数，回帰係数

a，b を決定するには上記の式を一次式になおさねばならないので，両辺の対数をとれば

$$\log x=\log a+b\log D$$

となる。

a，b は各直径階の平均直径，平均材積をつかい，本数 f を荷重として最小二乗法で求めた。なお計算を簡単にするため材積は1,000倍したものを用いた。

② 回帰常数および回帰係数の計算

成長錐調査カードを樹群ごと，直径階（2 cm 括約）ごとに整理して第6表，第7表，第8表を作成した。樹群はスギ，ヒノキ，広葉樹の3群とし，その他の針葉樹はヒノキに含ませ，広葉樹（ブナ，ケヤキその他）は広葉樹一本とした。

なお直径階別材積表，直径成長率表，材積成長率表の作成の資料には後述の層化副次抽出法により抽出されたプロットで測定されたものも含ませた。

a）スギの直径階別材積式

第6表の計の欄の数値をつかって，スギの直径階別材積式の回帰常数，回帰係数を求めた。

$\Sigma f=422$　　$\Sigma f\log\bar{D}=510.577850$　　$\Sigma f\log\bar{x}=867.247738$

$$\overline{\log\bar{D}}=\frac{\Sigma f\log\bar{D}}{\Sigma f}=1.209900\qquad\overline{\log\bar{x}}=\frac{\Sigma f\log\bar{x}}{\Sigma f}=2.055089$$

$$\begin{array}{rr}\Sigma f(\log\bar{D})^2 & =641.589312\\ -)\ (\Sigma f\log\bar{D})^2/\Sigma f & =617.748201\\ \hline & 23.841111\cdots①\end{array}\qquad\begin{array}{rr}\Sigma f(\log\bar{D})(\log\bar{x}) & =1115.609575\\ -)\ (\Sigma f\log\bar{D})(\Sigma f\log\bar{x})/\Sigma f & =1049.283141\\ \hline & 66.326434\cdots③\end{array}$$

回帰係数　$b=③/①=\dfrac{66.326434}{23.841111}=2.782019$

回帰常数　$\log a=\overline{\log\bar{x}}-b\,\overline{\log\bar{D}}=2.055089-2.782019\times1.209900=-1.310876$

回帰常数をもとの単位に直せば　-4.310876 となる。

ゆえに対数で表わした材積式は

$$\log x=-4.310876+2.782019\log D\cdots\cdots(1)$$

b）ヒノキ（その他針葉樹を含む）の直径階別材積式

第7表の計の欄の数値をつかって，ヒノキの直径階別材積式の回帰常数，回帰係数を求めた。

$\Sigma f=422$　　$\Sigma f\log\bar{D}=466.129308$　　$\Sigma f\log\bar{x}=733.241351$

$$\overline{\log\bar{D}}=\frac{\Sigma f\log\bar{D}}{\Sigma f}=1.104572\qquad\overline{\log\bar{x}}=\frac{\Sigma f\log\bar{x}}{\Sigma f}=1.737539$$

第 6 表　スギの材積式の計算に必要な計算諸要素

直径階	直径の合計 ΣD	材積の合計 Σx	本数 f	平均直径 $\bar{D}=\Sigma D/f$	平均材積 $\bar{x}=\Sigma x/f$	$\log \bar{D}$
6 cm	182.5	0.222	30	6.1	0.007	0.785330
8	288.8	0.578	36	8.0	0.016	0.903090
10	505.5	1.502	51	9.9	0.029	0.995635
12	431.5	1.762	36	12.0	0.049	1.079181
14	511.4	2.891	37	13.8	0.078	1.139879
16	557.6	3.793	35	15.9	0.108	1.201397
18	472.2	4.193	26	18.2	0.161	1.260071
20	339.2	3.613	17	19.6	0.213	1.292256
22	571.0	6.652	26	22.0	0.256	1.342423
24	602.9	8.731	25	24.1	0.349	1.382017
26	416.0	7.260	16	26.0	0.279	1.414973
28	391.0	7.993	14	27.9	0.571	1.445604
30	388.0	8.315	13	29.8	0.640	1.474216
32	381.4	9.460	12	31.8	0.788	1.502427
34	410.2	11.667	12	34.2	0.972	1.534026
36	431.2	12.820	12	35.9	1.068	1.555094
38	343.2	12.346	9	38.1	1.372	1.580925
40						
42	168.0	6.112	4	42.0	1.528	1.623249
44	219.1	7.907	5	43.8	1.581	1.641474
46						
48	95.2	4.583	2	47.6	2.292	1.677607
50						
52	52.4	3.022	1	52.4	3.022	1.719331
54						
56						
58	115.4	5.894	2	57.7	2.947	1.761176
60	59.4	3.405	1	59.4	3.405	1.773786
計			422			

$\log(\bar{x}\times 1000)$	$f \log \bar{D}$	$f \log \bar{x}$	$f(\log \bar{D})^2$	$f(\log \bar{x})^2$	$f(\log\bar{D})(\log\bar{x})$
0.845098	23.559900	25.352940	18.502296	21.422572	19.910424
1.204120	32.511240	43.348320	29.360576	52.196579	39.147434
1.462398	50.777385	74.582298	50.555742	109.069003	74.256746
1.690196	38.850516	60.847056	41.926739	102.844303	65.664987
1.892095	42.175523	70.007515	48.074993	132.460869	79.800096
2.033424	42.048895	71.169840	50.517416	144.718461	85.503232
2.206826	32.761846	57.377476	41.282252	126.622106	72.299694
2.328380	21.968352	39.582460	28.388735	92.163008	51.150671
2.408240	34.902998	62.614240	46.854587	150.790117	84.054796
2.542825	34.550425	63.570625	47.749275	161.648975	87.855684
2.445604	22.639568	39.129664	32.034377	95.695653	55.367418
2.756636	20.238456	38.592904	29.256793	106.386589	55.790056
2.806180	19.164808	36.480340	28.253067	102.370401	53.779901
2.896526	18.029124	34.758312	27.087443	100.678354	52.221826
2.987663	18.438312	35.851956	28.284850	107.113562	54.997833
3.028571	18.661128	36.342852	29.019808	110.066907	56.516551
3.137354	14.228325	28.236186	22.493915	88.586911	44.639292
3.184123	6.492996	12.736492	10.539652	40.554557	20.674498
3.198932	8.207370	15.994660	13.472184	51.165830	26.254819
3.360215	3.355214	6.720430	5.628714	22.582090	11.274240
3.480295	1.719331	3.480295	2.956099	12.112453	5.983779
3.469380	3.522352	6.938760	6.203482	24.073195	12.220378
3.532117	1.773786	3.532117	3.146317	12.475850	6.265220
	510.577850	867.247738	641.589312	1967.798345	1115.609575

第 7 表　ヒノキの材積式の計算に必要な計算諸要素

直径階	直径の合計 ΣD	材積の合計 Σx	本数 f	平均直径 $\bar{D}=\Sigma D/f$	平均材積 $\bar{x}=\Sigma x/f$	$\log \bar{D}$
6 *cm*	259.6	0.277	42	6.2	0.007	0.792392
8	474.0	0.900	60	7.9	0.015	0.897627
10	527.4	1.429	53	10.0	0.027	1.000000
12	789.0	3.170	66	11.8	0.048	1.071882
14	655.3	3.275	47	13.9	0.070	1.143015
16	647.8	4.015	41	15.8	0.098	1.198657
18	665.4	5.335	37	18.0	0.144	1.255273
20	379.4	3.653	19	20.0	0.192	1.301030
22	263.6	3.056	12	22.0	0.255	1.342423
24	336.4	4.417	14	24.0	0.316	1.384211
26	337.4	4.743	13	26.0	0.365	1.414973
28	83.2	1.317	3	27.7	0.439	1.442480
30	89.8	1.893	3	29.9	0.631	1.475671
32	128.4	2.410	4	32.1	0.603	1.506505
34	102.0	2.437	3	34.0	0.812	1.531479
36						
38	76.8	1.943	2	38.4	0.972	1.584331
40	39.0	1.347	1	39.0	1.347	1.591065
42	41.2	1.269	1	41.2	1.269	1.614897
44	43.6	1.535	1	43.6	1.535	1.639486
計			422			

$\log(\bar{x}\times 1000)$	$f \log \bar{D}$	$f \log \bar{x}$	$f(\log \bar{D})^2$	$f(\log \bar{x})^2$	$f(\log\bar{D})(\log\bar{x})$
0.845098	33.280464	35.494116	26.371173	29.996006	28.125254
1.176091	53.857620	70.565460	48.344056	82.991402	63.341462
1.431364	53.000000	75.862292	53.000000	108.586554	75.862292
1.681241	70.744212	110.961906	75.829447	186.553706	118.938070
1.845098	53.721705	86.719606	61.404745	160.006172	99.121810
1.991226	49.144937	81.640266	58.907923	162.564220	97.858676
2.158362	46.445101	79.859394	58.301281	172.365481	100.245341
2.283301	24.719570	43.382719	32.160902	99.055806	56.442219
2.406540	16.109076	28.878480	21.625194	69.497217	38.767136
2.499687	19.322954	34.995618	26.669754	87.478091	48.301337
2.562293	18.394649	33.309809	26.027932	85.349490	47.132480
2.642464	4.327440	7.927392	6.242246	20.947848	11.435104
2.800029	4.427013	8.400087	6.532815	23.520487	12.395765
2.780317	6.026020	11.121268	9.078229	30.920650	16.754246
2.909556	4.594437	18.728668	7.036284	25.396548	13.367772
2.987666	3.168662	5.975332	5.020209	17.852296	9.466904
3.129368	1.591065	3.129368	2.531488	9.792944	4.979028
3.103462	1.614897	3.103462	2.607892	9.631476	5.011772
3.186108	1.639486	3.186108	2.687917	10.151284	5.223579
	466.129308	733.241351	530.379482	1392.657908	852.770247

第 8 表　広葉樹の材積式の計算に必要な計算諸要素

直径階	直径の合計 ΣD	材積の合計 Σx	本数 f	平均直径 $\bar{D}=\Sigma D/f$	平均材積 $\bar{x}=\Sigma x/f$	$\log \bar{D}$
6 cm	611.0	0.792	101	6.0	0.008	0.778151
8	387.0	0.787	49	7.9	0.016	0.897627
10	241.1	0.708	24	10.0	0.030	1.000000
12	168.4	0.613	14	12.0	0.044	1.079181
14	164.8	0.752	12	13.7	0.063	1.136721
16	77.0	0.468	5	15.4	0.094	1.187521
18	72.2	0.421	4	18.1	0.105	1.257679
20	98.0	0.953	5	19.6	0.191	1.292256
22						
24	24.5	0.323	1	24.5	0.323	1.389166
26	26.6	0.228	1	26.6	0.228	1.424882
28						
30	29.6	0.348	1	29.6	0.348	1.471292
54	54.2	2.015	1	54.2	2.015	1.733999
計			218			

$\log(\bar{x}\times 1000)$	$f \log \bar{D}$	$f \log \bar{x}$	$f(\log \bar{D})^2$	$f(\log \bar{x})^2$	$f(\log \bar{D})(\log \bar{x})$
0.903090	78.593251	91.212090	61.157417	82.372726	70.976779
1.204120	43.983723	59.001880	39.480977	71.045344	52.961681
1.477121	24.000000	35.450904	24.000000	52.365275	35.450904
1.643453	15.108534	23.008342	16.304843	37.813129	24.830166
1.799341	13.640652	21.592092	15.505616	38.851536	24.544184
1.973128	5.937605	9.865640	7.051310	19.466171	11.715655
2.021189	5.030716	8.084756	6.327026	16.340820	10.168028
2.281033	6.461280	11.405165	8.349628	26.015558	14.738392
2.509203	1.389166	2.509203	1.929782	6.296100	3.485699
2.357935	1.424882	2.357935	2.030289	5.559857	3.359779
2.541579	1.471292	2.541579	2.164700	6.459624	3.739405
3.304275	1.733999	3.304275	3.006753	10.918232	5.729610
	198.775100	270.333861	187.308061	373.504372	261.700282

$$\Sigma f(\log \bar{D})^2 = 530.379482$$
$$-)\ (\Sigma f \log \bar{D})^2/\Sigma f = 514.873298$$
$$15.506184\cdots①$$

$$\Sigma f(\log \bar{D})(\log \bar{x}) = 852.770247$$
$$-)\ (\Sigma f \log \bar{D})(\Sigma f \log \bar{x})/\Sigma f = 809.917734$$
$$42.852513\cdots③$$

回帰係数　$b=③/①=42.852513/15.506184=2.763576$

回帰常数　$\log a=\overline{\log \bar{x}}-b\ \overline{\log \bar{D}}=1.737539-3.052569=-1.31503$

回帰常数をもとの単位に直せば　−4.315030 となる。

ゆえに，対数であらわした材積式は

$$\log x=-4.315030+2.763576\ \log D \cdots\cdots (2)$$

c）　広葉樹の直径階別材積式

第 8 表の計の欄の数値をつかって，広葉樹の直径階別材積式の回帰常数，回帰係数を求めた。

$\Sigma f=218$　　$\Sigma f \log \bar{D}=198.775100$　　$\Sigma f \log \bar{x}=270.333861$

$$\overline{\log \bar{D}}=\frac{\Sigma f \log \bar{D}}{\Sigma f}=0.911812,\quad \overline{\log \bar{x}}=\frac{\Sigma f \log \bar{x}}{\Sigma f}=1.240064$$

$$\begin{array}{rl} \sum f(\log \bar{D})^2 & =187.308061 \\ -)\ (\sum f \log \bar{D})^2/\sum f & =181.245598 \\ \hline & 6.062463\cdots① \end{array} \qquad \begin{array}{rl} \sum f(\log \bar{D})(\log \bar{x}) & =261.700282 \\ -)\ (\sum f \log \bar{D})(\sum f \log \bar{x})/\sum f & =246.493763 \\ \hline & 15.206519\cdots③ \end{array}$$

回帰係数　$b=③/①=15.206519/6.062463=2.508307$

回帰常数　$\log a=\overline{\log \bar{x}}-b\ \overline{\log \bar{D}}=1.240064-2.287104=-1.04704$

回帰常数をもとの単位に直せば -4.04704 となる。

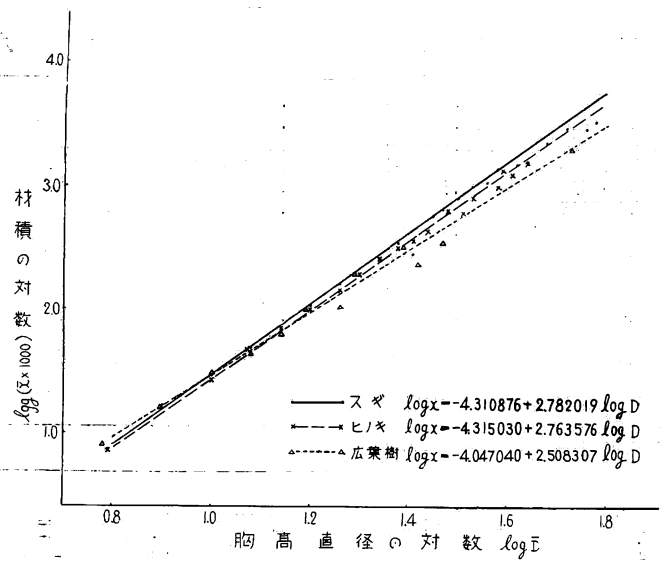
対数であらわした材積式は

$$\log x=-4.04704+2.508307\ \log D \quad \cdots\cdots(3)$$

③　樹群ごと直径階別材積表の作成

前記の(1), (2), (3)式を用いて，スギ，ヒノキ，広葉樹の材積表を作成した。計算過程および材積表を樹群ごとに第9表および第1図に示す。

なお今回の実習では，蓄積，成長量の計算には東京営林局の材積表の材積を用い，直径階別材積表は用いなかつた。



第1図　樹群別の胸高直径と材積の関係

iii)　樹群別直径成長率表の作成

①　直径成長率算定式

直径成長率表を作成するため，次式を用いた。

$$P_D=\alpha D^{\beta}$$

P_D；連年直径成長率，D；胸高直径，α，β；回帰常数，回帰係数

連年直径成長率 P_D は次式から求めた。

$$P_D=\frac{1}{5}\ (\sum I_D/\sum D_{ib})$$

I_D；5年間の直径成長量，D_{ib}；皮内胸高直径

第9表の1 スギ材積表と計算過程

直径 D	$\log D$	$b \log D$	$\log x = \log a + b \log D$	材積 x
6 cm	0.778151	2.164831	$\bar{3}.853955$	0.007 m^3
8	0.903090	2.512414	$\bar{2}.201538$	0.016
10	1.000000	2.782019	$\bar{2}.471143$	0.030
12	1.079181	3.002302	$\bar{2}.641426$	0.049
14	1.146128	3.188550	$\bar{2}.877674$	0.075
16	1.204120	3.349885	$\bar{1}.039009$	0.109
18	1.255273	3.492193	$\bar{1}.181317$	0.152
20	1.301030	3.619490	$\bar{1}.308614$	0.204
22	1.342427	3.734657	$\bar{1}.423781$	0.265
24	1.380211	3.839773	$\bar{1}.528897$	0.338
26	1.414973	3.936482	$\bar{1}.625606$	0.422
28	1.447158	4.026021	$\bar{1}.715145$	0.519
30	1.477121	4.109379	$\bar{1}.798503$	0.629
32	1.505150	4.187356	$\bar{1}.876480$	0.752
34	1.531479	4.260604	$\bar{1}.949728$	0.891
36	1.556303	4.329665	0.018789	1.044
38	1.579784	4.394989	0.084113	1.214
40	1.602060	4.456961	0.146085	1.400
42	1.623249	4.515910	0.205034	1.603
44	1.643453	4.572117	0.261241	1.825
46	1.662758	4.625824	0.314948	2.065
48	1.681241	4.677244	0.366368	2.325
50	1.698970	4.726567	0.415691	2.604
52	1.716003	4.773953	0.463077	2.905
54	1.732394	4.819553	0.508677	3.226
56	1.748188	4.863402	0.552526	3.569
58	1.763428	4.905800	0.594924	3.935
60	1.778151	4.946850	0.635974	4.325
62	1.792392	4.986469	0.675593	4.738
64	1.806180	5.024827	0.713951	5.176
66	1.819544	5.062006	0.751130	5.638
68	1.832509	5.098075	0.787199	6.126
70	1.845098	5.133008	0.822132	6.640

第9表の2 ヒノキ材積表と計算過程

直径 D	$\log D$	$b \log D$	$\log x = \log a + b \log D$	材積 x
6 cm	0.778151	2.150479	$\bar{3}.835449$	0.007 m^3
8	0.923090	2.495758	$\bar{2}.180728$	0.015
10	1.000000	2.763576	$\bar{2}.448546$	0.028
12	1.079181	2.982399	$\bar{2}.667369$	0.046
14	1.146128	3.167412	$\bar{2}.852382$	0.071
16	1.204120	3.327677	$\bar{1}.012647$	0.103
18	1.255273	3.469042	$\bar{1}.154012$	0.143
20	1.301030	3.595495	$\bar{1}.280465$	0.191
22	1.342423	3.709888	$\bar{1}.394858$	0.248
24	1.380211	3.814318	$\bar{1}.499288$	0.316
26	1.414973	3.910385	$\bar{1}.595355$	0.394
28	1.447158	3.999331	$\bar{1}.684301$	0.483
30	1.477121	4.082136	$\bar{1}.767106$	0.585
32	1.505150	4.159596	$\bar{1}.884566$	0.699
34	1.531479	4.232359	$\bar{1}.917329$	0.827
36	1.556303	4.300962	$\bar{1}.985932$	0.968
38	1.579784	4.365853	0.050823	1.124
40	1.602060	4.427415	0.112385	1.295
42	1.623249	4.485972	0.170942	1.482
44	1.643453	4.541807	0.226777	1.686
46	1.662758	4.595158	0.280128	1.906
48	1.681241	4.646237	0.331207	2.144
50	1.698970	4.695233	0.380203	2.400

第9表の3. 広葉樹材積表と計算過程

直径 D	$\log D$	$b \log D$	$\log x = \log a + b \log D$	材積 x
6 cm	0.778151	1.951842	$\bar{3}.904802$	0.008 m^3
8	0.903090	2.265227	$\bar{2}.218187$	0.017
10	1.000000	2.508307	$\bar{2}.461267$	0.029
12	1.079181	2.706917	$\bar{2}.659877$	0.046
14	1.146128	2.874841	$\bar{2}.827801$	0.067
16	1.204120	3.020303	$\bar{2}.973263$	0.094
18	1.255273	3.148610	$\bar{1}.101570$	0.126
20	1.301030	3.263383	$\bar{1}.216343$	0.165
22	1.342423	3.367209	$\bar{1}.320169$	0.209
24	1.380211	3.461993	$\bar{1}.414953$	0.260
26	1.414973	3.549187	$\bar{1}.502147$	0.318
28	1.447158	3.629917	$\bar{1}.582877$	0.383
30	1.477121	3.705073	$\bar{1}.658033$	0.455
32	1.505150	3.775378	$\bar{1}.728338$	0.535
34	1.531479	3.841419	$\bar{1}.794379$	0.623
36	1.556303	3.903686	$\bar{1}.856646$	0.719
38	1.579784	3.962583	$\bar{1}.915543$	0.823
40	1.602060	4.018458	$\bar{1}.971418$	0.936
42	1.623249	4.071607	0.024567	1.058
44	1.643453	4.122285	0.075245	1.189
46	1.662758	4.170708	0.123668	1.329
48	1.681241	4.217069	0.170029	1.479
50	1.698970	4.261538	0.214498	1.639
52	1.716003	4.304262	0.257222	1.808
54	1.732394	4.345376	0.298336	1.988

α, β は上式の両辺の対数をとり，直径階ごとの平均直径，連年直径成長率の平均値を用い，本数を荷重として最小二乗法で求めた。

$$\log P_D = \log \alpha + \beta \log D$$

計算を簡単にするため P_D は1,000倍した値を用いた。

② 回帰常数および回帰係数の計算

材積表の場合と同じ資料を用いて樹群ごとに回帰常数，回帰係数を計算した。必要な計算諸要素を第10表，第11表，第12表に示す。

a) スギの直径成長率算定式

第10表の計のらんの数値を用いて，スギの直径成長率算定式の回帰係数，回帰常数を求めた。

$\Sigma f = 422$　$\Sigma f \log \bar{D} = 510.577850$　$\Sigma f \log P_D = 516.068245$

$$\overline{\log \bar{D}} = \frac{\Sigma f \log \bar{D}}{\Sigma f} = 1.209900 \qquad \overline{\log P_D} = \frac{\Sigma f \log P_D}{\Sigma f} = 1.222911$$

$\Sigma f(\log \bar{D})^2 = 641.589312$
$-) (\Sigma f \log \bar{D})^2 / \Sigma f = 617.748201$
$23.841111 \cdots ①$

$\Sigma f(\log \bar{D})(\log P_p) = 600.707820$
$-) (\Sigma f \log \bar{D})(\Sigma f \log P_p) / \Sigma f = 624.391038$
$-23.683218 \cdots ⑤$

回帰係数　$\beta = ⑤/① = -23.683218/23.841111 = -0.993377$

回帰常数　$\log \alpha = \overline{\log P_D} - b\,\overline{\log \bar{D}} = 1.222911 - (-0.993377) \times 1.209900 = 2.424798$

回帰常数をもとの単位に直せば -0.575202 となる。

対数であらわした直径成長率算定式は

$$\log P_D = -0.575202 - 0.993377 \log D \quad \cdots\cdots (4)$$

第 10 表　スギの直径成長率算定式の計算に必要な計算諸要素

直径階	本数 f	皮内直径合計 ΣD_{ib}	直径成長量合計 ΣI_D	連年直径成長率 $P_D=1/5\,(\Sigma I_D/\Sigma D_{ib})$	平均直径 $\bar{D}$（第6表より）	$\log \bar{D}$
6 cm	30	171.0	38.6	0.045	6.1	0.785330
8	36	275.7	51.9	0.038	8.0	0.903090
10	51	483.1	69.6	0.029	9.9	0.995635
12	36	413.0	49.5	0.024	12.0	1.079181
14	37	492.6	45.0	0.018	13.8	1.139879
16	35	537.0	51.1	0.019	15.9	1.201397
18	26	457.1	30.0	0.013	18.2	1.260071
20	17	330.5	17.0	0.010	19.6	1.292256
22	26	553.3	28.7	0.010	22.0	1.342423
24	25	586.6	25.5	0.009	24.1	1.382017
26	16	401.6	16.1	0.008	26.0	1.414973
28	14	379.6	14.6	0.008	27.9	1.445604
30	13	380.9	16.5	0.009	29.8	1.474216
32	12	369.2	17.2	0.010	31.8	1.502427
34	12	401.8	18.9	0.009	34.2	1.534026
36	12	420.2	27.1	0.013	35.9	1.555094
38	9	321.9	13.4	0.008	38.1	1.580925
40						
42	4	164.0	5.9	0.007	42.0	1.623249
44	5	200.5	7.9	0.008	43.0	1.641474
46						
48	2	92.7	4.1	0.009	47.6	1.677607
50						
52	1	51.8	2.0	0.008	52.4	1.719331
54						
56						
58	2	112.8	6.6	0.012	58.7	1.761176
60	1	58.2	2.9	0.010	59.4	1.773786
計	422					

$\log(P_D\times100)$	$f\log\bar{D}$（第6表より）	$f\log P_D$	$f(\log\bar{D})^2$（第6表より）	$f(\log P_D)^2$	$f(\log D)(\log P_D)$
1.653213	23.559900	49.596390	18.502296	81.993397	38.949533
1.579784	32.511240	56.872224	29.360576	89.845830	51.360738
1.462398	50.777385	74.582298	50.555742	109.069003	74.256746
1.380211	38.850516	49.687596	41.926739	68.579367	53.621910
1.255273	42.175523	46.445101	48.074993	58.301281	52.941795
1.278754	42.048895	44.756390	50.517416	57.232413	53.770193
1.113943	32.761846	28.962518	41.282252	32.262594	36.494829
1.000000	21.968352	17.000000	28.388735	17.000000	21.968352
1.000000	34.902998	26.000000	46.854587	26.000000	34.902998
0.954243	34.550425	23.856075	47.749275	22.764493	32.969501
0.903090	22.639568	14.449440	32.034377	13.049145	20.445567
0.903090	20.238456	12.643260	29.256793	11.418002	18.277147
0.954243	19.164808	12.405159	28.253067	11.837536	18.287884
1.000000	18.029124	12.000000	27.087443	12.000000	18.029124
0.954241	18.438312	11.450892	28.284850	10.926911	17.565966
1.113943	18.661128	13.367316	29.019808	14.890428	20.787433
0.903090	14.228325	8.127810	22.493915	7.340144	12.849458
0.845098	6.492996	3.380392	10.539652	2.856765	5.487218
0.903090	8.207370	4.515450	13.472184	4.077858	7.411994
0.954241	3.355214	1.908482	5.628714	1.821157	3.201683
0.903090	1.719331	0.903090	2.956099	0.815756	1.552712
1.079181	3.522352	2.158362	6.203482	2.329263	3.801255
1.000000	1.773786	1.000000	3.146317	1.000000	1.773786
	510.577850	516.068245	641.589312	657.411343	600.707820

第 11 表　ヒノキの直径成長率算定式の計算に必要な計算諸要素

直径階	本数 f	皮内直径合計 ΣD_{ib}	直径成長量合計 ΣI_D	連年直径成長率 $P_D=1/5\,(\Sigma I_D/\Sigma D_{ib})$	平均直径 $\bar{D}$（第7表より）	$\log \bar{D}$
6 cm	42	243.0	69.8	0.057	6.2	0.792392
8	60	445.9	120.5	0.054	7.9	0.897627
10	53	504.1	121.6	0.048	10.0	1.000000
12	66	755.2	165.5	0.044	11.8	1.071882
14	47	631.3	87.5	0.028	13.9	1.143015
16	41	627.0	89.0	0.028	15.8	1.198657
18	37	640.9	60.7	0.019	18.0	1.255273
20	19	366.2	38.1	0.021	20.0	1.301030
22	12	255.2	25.7	0.020	22.0	1.342423
24	14	325.7	22.3	0.014	24.0	1.384211
26	13	325.4	18.6	0.011	26.0	1.414973
28	3	81.0	4.6	0.011	27.7	1.442480
30	3	88.6	2.4	0.005	29.9	1.475671
32	4	126.4	5.4	0.009	32.1	1.506505
34	3	98.4	5.4	0.011	34.0	1.531479
36						
38	2	74.0	4.1	0.011	38.4	1.584331
40	1	37.6	3.4	8.018	39.0	1.591065
42	1	38.0	3.8	0.020	41.2	1.614897
44	1	42.2	1.4	0.007	43.6	1.639486
計	422					

$\log(P_D\times 100)$	$f \log \bar{D}$	$f \log P_D$	$f(\log \bar{D})^2$	$f(\log P_D)^2$	$\frac{f(\log \bar{D})}{(\log P_D)}$
1.755874	33.280464	73.746708	26.371173	129.489927	58.436301
1.732393	53.857620	103.943580	48.344056	180.071130	93.302564
1.681241	53.000000	89.105773	53.000000	149.808279	89.105773
1.643452	70.744212	108.467832	75.829447	178.261675	116.264717
1.447158	53.721705	68.016426	61.404745	98.430515	77.743795
1.447158	49.144937	59.333478	58.907923	85.864917	71.120489
1.278753	46.445101	47.313861	58.301281	60.502742	59.391812
1.322219	24.719570	25.122161	32.160902	33.216999	32.684685
1.301030	16.109076	15.612360	21.625194	20.312149	20.958391
1.146128	19.322954	16.045792	26.669754	18.390531	22.146579
1.041392	18.394649	13.538096	26.027932	14.098465	19.156040
1.041392	4.327440	3.124176	6.242246	3.253492	4.506561
0.698970	4.427013	2.096910	6.532815	1.465677	3.094349
0.954242	6.026020	3.816968	9.078229	3.642311	5.750281
1.041392	4.594437	3.124176	7.036284	3.253492	4.784610
1.041392	3.168662	2.082784	5.020209	2.168995	3.299818
1.255272	1.591065	1.255272	2.531488	1.575708	1.997219
1.301030	1.614897	1.301030	2.607892	1.692679	2.101029
0.845098	1.639486	0.845098	2.687912	0.714191	1.385526
	466.129308	637.892481	530.379482	986.213874	687.230540

第 12 表　広葉樹の直径成長率算定式の計算に必要な計算諸要素

直径階	本数 f	皮内直径合計 ΣD_{ib}	直径成長量合計 ΣI_D	連年直径成長率 $P_D=1/5\ (\Sigma I_D/\Sigma D_{ib})$	平均直径 $\bar{D}$ (第8表より)	$\log \bar{D}$
6 cm	101	575.4	102.6	0.03566	6.0	0.778151
8	49	366.1	56.4	0.03081	7.9	0.897627
10	24	231.9	34.5	0.02975	10.0	1.000000
12	14	161.0	22.5	0.02795	12.0	1.079181
14	12	159.5	17.9	0.02244	13.7	1.136721
16	3	45.1	4.9	0.02173	15.5	1.190332
18	4	70.0	7.5	0.02143	18.1	1.257679
20	5	93.7	8.3	0.01772	19.6	1.292256
22						
24						
26	1	25.8	1.0	0.00775	26.6	1.424882
28						
30	1	29.2	0.6	0.00411	29.6	1.471292
54	1	53.6	0.8	0.00299	54.2	1.733999
計	215					

$\log(P_D \times 100000)$	$f \log \bar{D}$	$f \log P_D$	$f (\log \bar{D})^2$	$f (\log P_D)^2$	$f (\log \bar{D})(\log P_D)$
3.659536	78.593251	369.613136	61.157417	1352.612577	287.614831
3.488692	43.983723	170.945908	39.480976	596.377622	153.445663
3.473487	24.000000	83.363688	24.000000	289.562687	83.363688
3.446382	15.108534	48.249348	16.304842	166.285684	52.069780
3.351023	13.640652	40.212276	15.505615	134.752262	45.710139
3.337060	3.570996	10.011180	4.250670	33.407908	11.916628
3.331022	5.030716	13.324088	6.327025	44.382830	16.757426
3.248464	6.461280	16.242320	8.349627	52.762592	20.989235
2.889302	1.424882	2.889302	2.030288	8.348066	4.116914
2.613842	1.471292	2.613842	2.164700	6.832170	3.845725
2.475671	1.733999	2.475671	3.006752	6.128947	4.292810
	195.019325	759.940759	182.577912	269.1453345	684.122839

b）　ヒノキの直径成長率算定式

第 11 表の計の欄の数値を用いて，ヒノキの直径成長率算定式の回帰常数，回帰係数を求めた。

$\Sigma f=422$　$\Sigma f \log \bar{D}=466.129308$　$\Sigma f \log P_D=637.892481$

$$\overline{\log \bar{D}}=\frac{\Sigma f \log \bar{D}}{\Sigma f}=1.104572 \qquad \overline{\log P_D}=\frac{\Sigma f \log P_D}{\Sigma f}=1.511594$$

$\Sigma f (\log \bar{D})^2 = 530.379482$　　$\Sigma f (\log \bar{D})(\log P_D) = 687.230540$

$-)\ (\Sigma f \log \bar{D})^2/\Sigma f = 514.873298$　　$-)\ (\Sigma f \log \bar{D})(\Sigma f \log P_D)/\Sigma f = 704.598059$

$15.506184 \cdots ①$　　$-17.367519 \cdots ⑤$

回帰係数　$\beta = ⑤/① = -17.367519/15.506184 = -1.120038$

回帰常数　$\log \alpha = \overline{\log P_D} - \beta \overline{\log \bar{D}} = 1.511594 - (-1.120038) \times 1.104572 = 2.748757$

回帰常数をもとの単位に直せば -0.251243 となる。

対数であらわした直径成長率算定式は

$$\log P_D = -0.251243 - 1.120038 \log D \cdots\cdots (5)$$

c）　広葉樹の直径成長率算定式

第 12 表の計の欄の数値を用いて，広葉樹の直径成長率算定式の回帰常数，回帰係数を求めた。なおこ

の場合，つごうにより3本の資料を除外して計算を行なつた。

$\Sigma f=215$　$\Sigma f \log \bar{D}=195.019325$　$\Sigma f \log P_D=759.940759$

$$\overline{\log \bar{D}}=\frac{\Sigma f \log \bar{D}}{\Sigma f}=0.907067,\quad \overline{\log P_D}=\frac{\Sigma f \log P_D}{\Sigma f}=3.534608$$

$\Sigma f(\log \bar{D})^2=182.577919$
$-)\ (\Sigma f \log \bar{D})^2/\Sigma f=176.895521$
$5.682398\cdots①$

$\Sigma f(\log \bar{D})(\log P_D)=684.122839$
$-)\ (\Sigma f \log \bar{D})(\Sigma f \log P_D)/\Sigma f=689.316901$
$-5.194062\cdots⑤$

回帰係数　$\beta=⑤/①=-5.194062/5.682398=-0.914062$

回帰常数　$\log \alpha=\overline{\log P_D}-\beta \overline{\log \bar{D}}=3.534608-(-0.914062)\times 0.907067=4.363723$

回帰常数をもとの単位に直せば-0.636277

対数であらわした直径成長率算定式は

$$\log P_D=-0.636277-0.914062 \log D \quad \cdots\cdots(6)$$

③　樹群ごと直径成長率表の作成

前記の(4)(5)(6)式を用いて，樹群ごとに直径成長率表を作成した。表および計算過程を第13表，第2図に示す。

(iv)　樹群ごと材積成長率表の作成

③で求めた樹群ごと直径階別直径成長率 P_D に樹群ごと直径階別材積表で求めた回帰係数 b を乗じて，樹群ごと直径階別材積成長率表を作成した。

第13表の1　スギの直径成長率表と計算過程および材積成長率表

直径 D	$\log D$	$\beta \log D$	$\log P_D=\log \alpha+\beta \log D$	直径成長率 P_D	材積成長率 $Px=bP_D$
6 cm	0.778151	−0.772997	$\bar{2}.651801$	4.485%	12.5%
8	0.903090	−0.897109	$\bar{2}.527689$	3.371	9.4
10	1.000000	−0.993377	$\bar{2}.431421$	2.700	7.5
12	1.079181	−1.072034	$\bar{2}.352764$	2.253	6.3
14	1.146128	−1.138537	$\bar{2}.286261$	1.933	5.4
16	1.204120	−1.196145	$\bar{2}.228653$	1.693	4.7
18	1.255273	−1.246959	$\bar{2}.177839$	1.506	4.2
20	1.301030	−1.292413	$\bar{2}.132385$	1.356	3.8
22	1.342427	−1.333536	$\bar{2}.091262$	1.234	3.4
24	1.380211	−1.371070	$\bar{2}.053728$	1.132	3.1
26	1.414973	−1.405602	$\bar{2}.019196$	1.045	2.9
28	1.447158	−1.437573	$\bar{3}.987225$	0.971	2.7
30	1.477121	−1.467338	$\bar{3}.957460$	0.907	2.5
32	1.505150	−1.495181	$\bar{3}.929617$	0.850	2.4
34	1.531479	−1.521336	$\bar{3}.903462$	0.801	2.2
36	1.556303	−1.545996	$\bar{3}.878802$	0.757	2.1
38	1.579784	−1.569321	$\bar{3}.855477$	0.717	2.0
40	1.602060	−1.591450	$\bar{3}.833348$	0.681	1.9
42	1.623249	−1.612498	$\bar{3}.812300$	1.649	1.8
44	1.643453	−1.632568	$\bar{3}.792230$	0.620	1.7
46	1.662758	−1.651746	$\bar{3}.773052$	0.593	1.6
48	1.681241	−1.670106	$\bar{3}.754692$	0.569	1.6
50	1.698970	−1.687718	$\bar{3}.737080$	0.546	1.5
52	1.716003	−1.704638	$\bar{3}.720160$	0.525	1.5
54	1.732394	−1.720920	$\bar{3}.703878$	0.506	1.4
56	1.748188	−1.736610	$\bar{3}.688188$	0.488	1.4
58	1.763428	−1.751749	$\bar{3}.673049$	0.471	1.3
60	1.778151	−1.766374	$\bar{3}.658424$	0.455	1.3

第 13 表の 2　ヒノキの直径成長率表と計算過程および材積成長率表

直径 D	$\log D$	$\beta \log D$	$\log P_D = \log\alpha + \beta \log D$	直径成長率 P_D	材積成長率 $Px = bP_D$
6 cm	0.778151	−0.871182	$\bar{2}.877575$	7.54%	20.8%
8	0.903090	−1.011495	$\bar{2}.737262$	5.46	15.1
10	1.000000	−1.120038	$\bar{2}.628719$	4.25	11.7
12	1.079181	−1.208724	$\bar{2}.540033$	3.47	9.6
14	1.146128	−1.283707	$\bar{2}.465050$	2.92	8.1
16	1.204120	−1.348660	$\bar{2}.400097$	2.51	6.9
18	1.255273	−1.405953	$\bar{2}.342804$	2.20	6.1
20	1.301030	−1.453203	$\bar{2}.291554$	1.96	5.4
22	1.342423	−1.503565	$\bar{2}.245192$	1.76	4.9
24	1.380211	−1.545889	$\bar{2}.202868$	1.60	4.4
26	1.414973	−1.584824	$\bar{2}.163933$	1.46	4.0
28	1.447158	−1.620872	$\bar{2}.127885$	1.34	3.7
30	1.477121	−1.654432	$\bar{2}.094325$	1.24	3.4
32	1.505150	−1.685825	$\bar{2}.062932$	1.16	3.2
34	1.531479	−1.715315	$\bar{2}.033442$	1.08	3.0
36	1.556303	−1.743118	$\bar{2}.005639$	1.01	2.8
38	1.579784	−1.769418	$\bar{3}.979339$	0.95	2.6
40	1.602060	−1.794368	$\bar{3}.954389$	0.90	2.5
42	1.623249	−1.818101	$\bar{3}.930656$	0.85	2.3
44	1.643453	−1.840730	$\bar{3}.908027$	0.81	2.2
46	1.662758	−1.862352	$\bar{3}.886405$	0.77	2.1
48	1.681241	−1.883054	$\bar{3}.865703$	0.73	2.0
50	1.698970	−1.902911	$\bar{3}.845846$	0.70	1.9

第 13 表の 3　広葉樹の直径成長率表と計算過程および材積成長率表

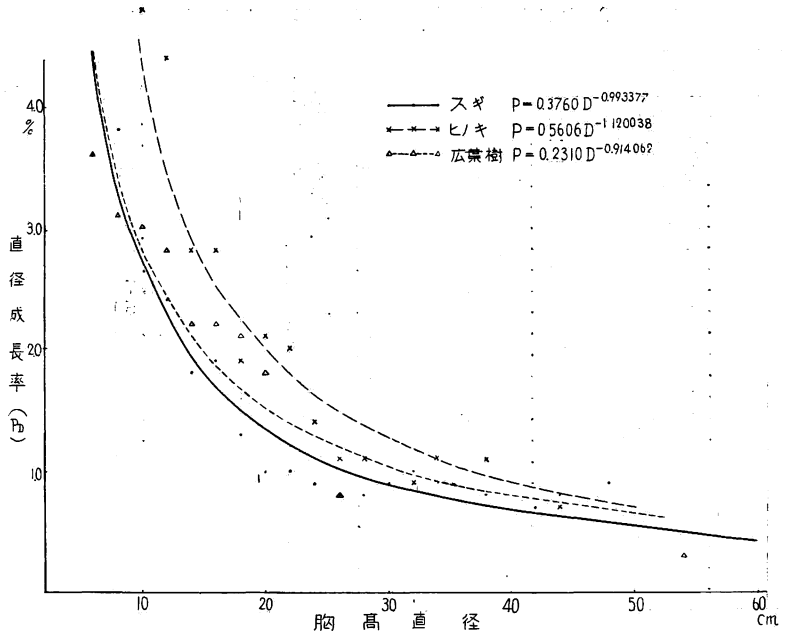
直径 D	$\log D$	$\beta \log D$	$\log P_D = \log\alpha + \beta \log D$	直径成長率 P_D	材積成長率 $Px = bP_D$
6 cm	0.778151	−0.711278	$\bar{2}.652445$	4.492%	11.267%
8	0.903090	−0.825480	$\bar{2}.538243$	3.453	8.661
10	1.000000	−0.914062	$\bar{2}.449661$	2.816	7.063
12	1.079181	−0.986438	$\bar{2}.377285$	2.384	5.980
14	1.146128	−1.047632	$\bar{2}.316091$	2.071	5.195
16	1.204120	−1.100640	$\bar{2}.263083$	1.833	4.598
18	1.255273	−1.147397	$\bar{2}.216326$	1.646	4.129
20	1.301030	−1.189222	$\bar{2}.174501$	1.495	3.750
22	1.342423	−1.227058	$\bar{2}.136665$	1.370	3.436
24	1.380211	−1.261598	$\bar{2}.102125$	1.265	3.173
26	1.414973	−1.293373	$\bar{2}.070350$	1.176	2.950
28	1.447158	−1.322792	$\bar{2}.040931$	1.099	2.757
30	1.477121	−1.350180	$\bar{2}.013543$	1.032	2.589
32	1.505150	−1.375800	$\bar{3}.987923$	0.973	2.441
34	1.531479	−1.399867	$\bar{3}.963856$	0.920	2.308
36	1.556303	−1.422557	$\bar{3}.941166$	0.873	2.190
38	1.579784	−1.444021	$\bar{3}.919702$	0.831	2.084
40	1.602060	−1.464382	$\bar{3}.899341$	0.793	1.989
42	1.623249	−1.483750	$\bar{3}.879973$	0.759	1.904
44	1.643453	−1.502218	$\bar{3}.861505$	0.727	1.824
46	1.662758	−1.519864	$\bar{3}.843859$	0.698	1.751
48	1.681241	−1.536759	$\bar{3}.826964$	0.671	1.683
50	1.698970	−1.552964	$\bar{3}.810759$	0.647	1.623
52	1.716003	−1.568533	$\bar{3}.795190$	0.624	1.565
54	1.732394	−1.583516	$\bar{3}.780207$	0.603	1.513

スギの材積成長率　$Px = 2.782019\ P_D$

ヒノキの材積成長率　$Px = 2.763576\ P_D$

広葉樹の材積成長率　$Px = 2.508307\ P_D$

上式により求めた材積成長率を第 13 表の最後の欄に示す。



第 2 図　樹群別の胸高直径と直径成長率の関係

〔参　考〕

現在の直径を D，材積を x，連年直径成長量を I_D，直径 $D+I_D$ のときの材積を x' とする。

いま直径と材積の関係が

$$x=aD^b$$

で表わされるとすると材積成長量は

$$x'-x=a(D+I_D)^b-aD^b=aD^b\left(1+\frac{I_D}{D}\right)^b-aD^b \qquad \left(\frac{I_D}{D}\text{は一般に1より小}\right)$$

この式を展開すれば　$x'-x=abD^{b-1}I_D+\frac{ab^2}{2!}D^{b-2}I_D{}^2+\cdots\cdots$

第2項以下を無視して　$x'-x\fallingdotseq abD^{b-1}I_D$

$x'-x=Ix$ とすれば，材積成長率 Px は

$$Px=\frac{Ix}{x}=\frac{abD^{b-1}I_D}{aD^b}=b\frac{I_D}{D}=bP_D \qquad P_D=\frac{I_D}{D}：\text{直径成長率}$$

（v）プロットごと樹群ごとの直径階別材積および成長量一覧表の作成

蓄積推定につかつた各 0.04 *ha* プロット内の林木の樹群ごと直径階別の材積を求め，この材積に第 13 表の対応する直径階別材積成長率を乗じて成長量を計算した。すなわち，各直径階ごとの材積を x，成長量を y，第13表から読みとつたその直径階の材積成長率を Px とすれば，成長量 y は

$$y=x\cdot Px$$

で表わされる。なお各直径階ごとの成長量は小数点以下4位まで求め，合計では3位にとどめた。

プロットごとに作成される直径階別材積および成長量一覧表の例を第 14 表に示す。

(vi)　階層別標本材積成長量合計および分散の計算

(v)　で計算された各プロットの樹群別成長量および階層別標本成長量合計と分散を第 15 表に示す。

第 14 表　プロットごと樹群ごとの直径階別材積および成長量一覧表の例

プロット番号　VI　18　　直径階別材積および成長量一覧表

直径 D	針葉樹 スギ 材積 x	針葉樹 スギ 成長量 y	針葉樹 ヒノキ 材積 x	針葉樹 ヒノキ 成長量 y	針葉樹 その他 材積 x	針葉樹 その他 成長量 y	針葉樹 計 材積 x	針葉樹 計 成長量 y	広葉樹 ブナ 材積 x	広葉樹 ブナ 成長量 y	広葉樹 ケヤキ 材積 x	広葉樹 ケヤキ 成長量 y	広葉樹 その他 材積 x	広葉樹 その他 成長量 y	広葉樹 計 材積 x	広葉樹 計 成長量 y	合計 材積 x	合計 成長量 y
6					0.008	0.0017	0.008	0.0017					0.271	0.0306	0.271	0.0306	0.279	0.0323
8													0.158	0.0137	0.158	0.0137	0.158	0.0137
10	0.028	0.0021					0.028	0.0021					0.272	0.0193	0.272	0.0193	0.300	0.0214
12	0.092	0.0058					0.092	0.0058									0.092	0.0058
14	0.529	0.0286			0.070	0.0057	0.599	0.0343					0.152	0.0079	0.152	0.0079	0.751	0.0422
16	0.132	0.0062					0.132	0.0062					0.353	0.0162	0.353	0.0162	0.485	0.0222
18	0.604	0.0254					0.604	0.0254					0.136	0.0056	0.136	0.0056	0.740	0.0310
20	0.754	0.0287					0.754	0.0287									0.754	0.0287
22	0.680	0.0231					0.680	0.0231					0.405	0.0138	0.405	0.0138	1.085	0.0369
24	1.738	0.0539					1.738	0.0539									1.738	0.0539
26	1.145	0.0332					1.145	0.0332									1.145	0.0332
28	0.815	0.0220					0.815	0.0220									0.815	0.0220
30																		
32													0.396	0.0095	0.396	0.0095	0.396	0.0095
34																		
36																		
38																		
40																		
42																		
44					0.947	0.0208	0.947	0.0208									0.947	0.0208
46																		
48																		
50																		
52																		
計	6.517	0.2290			1.025	0.0282	7.542	0.2572					2.143	0.1166	2.143	0.1166	9.685	0.374

第 15 表の 1　プロットごと成長量総括表　　I層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	y_{ij}
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	0.0308	0.0308	—	—	—	—	0.031
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	0.0024	—	—	0.0024	—	—	—	—	0.002
114	—	—	—	—	—	—	—	—	—
124	—	—	—	—	—	—	—	—	—
156	—	—	—	—	—	—	—	—	—
159	—	—	—	—	—	—	—	—	—
168	—	—	—	—	—	—	—	—	—
169	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計	0.0024	—	0.0308	0.0332	—	—	—	—	0.033

プロット数　$n_{\mathrm{I}}=14$

プロットあたり成長量の平均　$\bar{y}_{\mathrm{I}}=\dfrac{\sum y_{\mathrm{I}j}}{n_{\mathrm{I}}}=0.033/14=0.002$ ……(B)

$$\sum_{j=1}^{n_i} y_{\mathrm{I}j}^2 = 0.000965$$

$$-)\ \left(\sum_{j=1}^{n_i} y_{\mathrm{I}j}\right)^2/n_{\mathrm{I}} = 0.000078$$

$$Sy_{\mathrm{I}}{}^2 = 0.000887$$

分散　$s_{y\mathrm{I}}{}^2=Sy_{\mathrm{I}}{}^2/n_{\mathrm{I}}-1=0.000068$ ……(C)

標準偏差　$s_{y\mathrm{I}}{}^2=\sqrt{Sy_{\mathrm{I}}{}^2}=\sqrt{0.000068}=0.008$ ……(D)

プロットあたり成長量の分散　$s_{\bar{y}\mathrm{I}}{}^2=s_{y\mathrm{I}}{}^2/n_{\mathrm{I}}=0.000068/14=0.000005$

変動係数　$C_{\mathrm{I}}=s_{y\mathrm{I}}/\bar{y}_{\mathrm{I}}\times100=0.008/0.002\times100=400.0\%$ ……(E)

標本成長量合計＝0.033 ……(A)

第 15 表の 2　プロットごと成長量総括表　　II層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	y_{ij}
12	—	0.3663	—	0.3663	—	—	—	—	0.366
15	—	0.4994	—	0.4994	—	—	—	—	0.499
26	0.0540	0.0262	—	0.0802	—	—	0.0253	0.0253	0.106
48	0.0936	—	—	0.0936	—	—	—	—	0.094
74	—	0.0824	—	0.0824	—	—	—	—	0.082
98	—	0.0019	0.0109	0.0128	—	—	0.0427	0.0427	0.056
109	—	0.0055	—	0.0055	—	—	0.0009	0.0009	0.006
123	0.0093	0.0417	—	0.0510	—	—	0.0013	0.0013	0.052
141	—	0.0152	—	0.0152	—	—	0.0038	0.0038	0.019
156	0.0223	0.0082	—	0.0305	—	0.0021	0.0901	0.0922	0.123
161	—	0.0131	—	0.0131	—	0.0103	0.0020	0.0123	0.025
162	—	0.1424	—	0.1424	—	—	—	—	0.142
185	0.0261	0.0137	—	0.0398	—	—	0.0154	0.0154	0.055
188	—	0.1675	—	0.1675	—	—	—	—	0.168
192	—	0.1405	—	0.1405	—	—	0.0148	0.0148	0.155
200	—	0.2426	—	0.2426	—	—	0.0122	0.0122	0.255
207	0.0856	—	—	0.0856	—	—	0.0386	0.0386	0.124
計	0.2909	1.7666	0.0109	2.0684	—	0.0124	0.2471	0.2595	2.327

$n_{II}=17 \quad \bar{y}_{II}=2.327/17=0.137$ ……(B)

$$\begin{array}{rl} \Sigma y_{IIj}^2 & =0.587583 \\ -)\ (\Sigma y_{IIj})^2/n_{II} & =0.318525 \\ \hline S_{y_{II}}^2 & =0.269058 \end{array}$$

$s_{yII}^2=0.016816$ …… (C)

$s_{yIII}=0.1297$ …… (D)

$s_{\bar{y}II}^2=0.000989$

$C_{II}\%=94.8\%$ …… (E)

標本成長量合計$=2.327$ …… (A)

第 15 表 の 3 プロットごと成長量総括表　Ⅲ層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 y_{ij}
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
1	—	0.0050	—	0.0050	—	—	0.1149	0.1149	0.120
13	0.0081	0.0986	—	0.1067	—	—	—	—	0.107
54	0.1157	0.2017	—	0.3174	—	—	0.0047	0.0047	0.322
60	0.0595	0.3728	—	0.4323	—	—	0.0130	0.0130	0.445
71	0.4972	—	—	0.4972	—	—	0.0214	0.0214	0.519
75	0.1193	0.2272	—	0.3465	—	—	0.0112	0.0112	0.358
82	0.0714	0.1687	—	0.2401	—	—	0.0309	0.0309	0.271
90	0.0704	0.2219	—	0.2923	—	—	0.0230	0.0230	0.315
95	0.1311	0.1946	—	0.3257	—	—	0.0071	0.0071	0.333
97	0.1421	0.0092	—	0.1513	—	—	0.0407	0.0407	0.192
103	—	0.4603	—	0.4603	—	—	0.0064	0.0064	0.467
114	0.5031	—	—	0.5031	—	—	0.0092	0.0092	0.512
計	1.7179	1.9600	—	3.6779	—	—	0.2825	0.2825	3.961

$n_{III}=12 \quad \bar{y}_{III}=3.961/12=0.3008$ …… (B)

$$\begin{array}{rl} \Sigma y_{IIIj}^2 & =1.525735 \\ -)\ (\Sigma y_{IIIj})^2/n_{III} & =1.307434 \\ \hline S_{y_{III}}^2 & =0.218301 \end{array}$$

$s_{yIII}^2=0.019846$ …… (C)

$s_{yIII}=0.140712$ …… (D)

$s_{\bar{y}III}^2=0.001654$

$C_{III}\%=42.6\%$ …… (E)

標本成長量合計$=3.961$ …… (A)

第 15 表 の 4 プロットごと成長量総括表　Ⅳ層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 y_{ij}
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
21	0.0101	—	—	0.0101	—	—	0.0034	0.0034	0.014
27	—	0.2472	—	0.2472	—	—	0.0446	0.0446	0.292
28	—	0.4741	—	0.4741	—	—	0.0187	0.0187	0.493
29	—	0.0905	—	0.0905	0.0025	—	0.0598	0.0623	0.153
33	—	0.0699	—	0.0699	—	—	0.0683	0.0683	0.138
48	0.0009	0.1054	—	0.1063	—	—	0.0595	0.0595	0.166
計	0.0110	0.9871	—	0.9981	0.0025	—	0.2543	0.2568	1.256

$n_{IV}=6$　$\bar{y}_{IV}=1.256/6=0.209$ ……(B)

$$\begin{array}{rl} & \sum y_{IVj}^2 = 0.398518 \\ -) & (\sum y_{IVj})^2/n_{IV} = 0.262923 \\ \hline & Sy_{IV}^2 = 0.135595 \end{array}$$

$s_{yIV}^2=0.027119$ ……(C)

$s_{yIV}=0.164679$ ……(D)

$s_{\bar{y}IV}^2=0.004520$

$C_{IV}\%=78.7\%$ ……(E)

標本成長量合計＝1.256 ……(A)

第 15 表 の 5　プロットごと成長量総括表　　V層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 y_{ij}
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
4	0.5755	—	—	0.5755	—	—	0.0014	0.0014	0.577
22	—	0.6477	—	0.6477	—	—	0.0110	0.0110	0.659
24	0.4613	—	—	0.4613	—	0.0330	0.0060	0.0390	0.500
71	—	0.9869	—	0.9869	—	—	0.0235	0.0235	1.010
78	0.5592	0.0193	—	0.5785	—	—	0.0090	0.0090	0.588
96	—	0.8937	—	0.8937	—	—	—	—	0.894
104	0.1838	—	0.0039	0.1877	—	—	0.0018	0.0018	0.190
123	—	0.5805	—	0.5805	—	—	0.0416	0.0416	0.622
130	—	0.6418	—	0.6418	—	—	0.0308	0.0308	0.673
154	0.0582	0.7429	—	0.8011	—	—	0.0030	0.0030	0.804
155	0.2562	—	—	0.2562	—	0.0218	0.0385	0.0603	0.317
174	0.0118	0.5220	—	0.5338	—	—	0.0338	0.0338	0.568
計	2.1060	5.0348	0.0039	7.1447	—	0.0548	0.2004	0.2552	7.402

$n_V=12$　$\bar{y}_V=7.402/12=0.616833$ ……(B)

$$\begin{array}{rl} & \sum y_{Vj}^2 = 5.452632 \\ -) & (\sum y_{Vj})^2/n_V = 4.565800 \\ \hline & Sy_V^2 = 0.886832 \end{array}$$

$s_{yV}^2=0.080621$ ……(C)

$s_{yV}=0.283938$ ……(D)

$s_{\bar{y}V}^2=0.006718$

$C_V\%=46.0\%$ ……(E)

標本成長量合計＝7.402 ……(A)

第 15 表の 6　プロットごと成長量総括表　　VI層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 y_{ij}
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
18	0.2290	—	0.0282	0.2572	—	—	0.1166	0.1166	0.374
25	0.4249	—	—	0.4249	—	—	0.0136	0.0136	0.439
59	0.4073	—	—	0.4073	—	—	0.0060	0.0060	0.413
68	0.4791	—	—	0.4791	—	—	—	—	0.479
84	0.2870	—	—	0.2870	—	—	—	—	0.287
94	0.3198	—	—	0.3198	—	—	0.0381	0.0381	0.358
104	0.3246	0.2326	—	0.5572	—	—	0.0230	0.0230	0.580

（第 15 表 の 6 のつづき）

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 y_{ii}
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
118	0.3521	—	—	0.3521	—	—	0.0069	0.0069	0.359
121	0.2610	—	—	0.2610	—	—	0.0522	0.0522	0.313
132	0.1348	0.2261	—	0.3609	—	—	0.0203	0.0203	0.381
142	0.3285	—	—	0.3285	—	—	0.0146	0.0146	0.343
150	0.0758	0.6135	—	0.6893	—	—	—	—	0.689
177	0.3148	—	—	0.3148	—	—	0.0018	0.0018	0.317
180	0.1507	—	—	0.1507	—	—	0.0118	0.0118	0.163
206	0.0705	0.6221	—	0.6926	—	0.0264	—	0.0264	0.719
計	4.1599	1.6943	0.0282	5.8824	—	0.0264	0.3049	0.3313	6.214

$n_{VI}=15$　$\bar{y}_{VI}=6.214/15=0.414$ ……(B)

$$\begin{aligned} &\textstyle\sum y_{VIj}^2 &&= 2.887940 \\ -)\ &\textstyle(\sum y_{VIj})^2/n_{VI} &&= 2.574253 \\ &S_{y_{VI}}^2 &&= 0.313687 \end{aligned}$$

$s_{yVI}^2=0.022406$ ……(C)

$s_{yVI}=0.150$ ……(D)

$s_{\bar{y}VI}^2=0.001494$

$C_{VI}\%=36.2\%$ ……(E)

標本成長量合計＝6.219 ……(A)

第 15 表 の 7　プロットごと成長量総括表　　Ⅶ層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 y_{ij}
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
4	0.4122	—	—	0.4122	—	—	0.0966	0.0966	0.5088
29	0.4522	—	—	0.4522	—	—	0.0022	0.0022	0.4544
35	0.3573	—	—	0.3573	—	—	—	—	0.3573
47	0.2820	0.2209	—	0.5029	—	—	0.0272	0.0272	0.5301
63	0.2513	—	—	0.2513	—	—	0.0404	0.0404	0.2917
81	0.5546	—	—	0.5546	—	—	0.0118	0.0118	0.5664
82	0.5269	—	—	0.5269	—	—	0.0339	0.0339	0.5608
118	0.2565	—	—	0.2565	—	—	0.0095	0.0095	0.2660
136	0.5980	—	—	0.5980	—	—	0.0212	0.0212	0.6192
140	0.2090	—	0.0155	0.2245	—	—	0.0013	0.0013	0.2258
168	—	0.4660	—	0.4660	—	—	0.0157	0.0157	0.4817
191	0.2700	—	—	0.2700	—	—	0.0075	0.0075	0.2775
202	0.1604	—	0.0023	0.1627	—	—	0.0572	0.0572	0.2199
205	—	0.0108	0.0033	0.0141	—	—	0.1314	0.1314	0.1455
223	0.0722	—	—	0.0722	0.0355	—	0.1274	0.1629	0.2351
224	0.2993	0.0529	—	0.3522	—	—	0.0053	0.0053	0.3575
256	0.4595	—	—	0.4595	—	—	—	—	0.4595
264	0.3258	—	—	0.3258	—	—	0.0035	0.0035	0.3293
282	0.6688	—	—	0.6688	—	—	0.0588	0.0588	0.7276
283	0.5925	—	—	0.5925	—	—	0.0692	0.0692	0.6617
299	0.3910	—	—	0.3910	—	—	0.0612	0.0612	0.4522
計	7.139	0.751	0.021	7.911	0.036	—	0.781	0.817	8.728

$n_{VII}=21$　$\bar{y}_{VII}=8.728/21=0.416$ ……(B)

$\sum y_{\text{VII}j}^2 = 4.152529$

$-)\ (\sum y_{\text{VII}j})^2/n_{\text{VII}} = 3.627523$

$Sy_{\text{VII}}^2 = 0.525006$

$s_{y\text{VII}}^2 = 0.026250$ ……(C)

$s_{y\text{VII}} = 0.162019$ ……(D)

$s_{\bar{y}\text{VII}}^2 = 0.001250$

$C_{\text{VII}}\% = 39.0\%$ ……(E)

標本成長量合計＝8.728 ……(A)

第 15 表の 8　プロットごと成長量総括表　　Ⅷ層

プロット番号	針葉樹				広葉樹				プロット計 y_{ij}
	スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
18	—	—	—	—	—	0.0095	0.1462	0.1557	0.156
30	—	—	—	—	0.0137	—	0.0694	0.0831	0.083
38	—	—	—	—	—	—	0.0632	0.0632	0.063
計	—	—	—	—	0.0137	0.0095	0.2788	0.3020	0.302

$m_{\text{VIII}} = 3$　$\bar{y}_{\text{VIII}} = 0.302/3 = 0.101$ ……(B)

$\sum y_{\text{VIII}j}^2 = 0.035194$

$-)\ (\sum y_{\text{VIII}j})^2/n_{\text{VIII}} = 0.030401$

$Sy_{\text{VIII}}^2 = 0.004793$

$s_{y\text{VIII}}^2 = 0.002397$ ……(C)

$s_{y\text{VIII}} = 0.048959$ ……(D)

$s_{\bar{y}\text{VIII}}^2 = 0.000799$

$C_{\text{VIII}}\% = 48.5\%$ ……(E)

標本成長量合計＝0.302 ……(A)

第 16 表　全成長量の推定（層化単純抽出法）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
階層	面積	割当個数	調査面積	拡大常数	標本成長量合計	層成長量
	A_i	$n_i = \frac{A_i}{\sum A_i} \times 100$	(3)×0.04 $n_i \times 0.04$	(2)/(4) $A_i/n_i \times 0.04$	(A) $\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}$	(5)×(6) $\frac{A_i}{0.04 n_i} \times \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}$
	ha		ha		m^3	m^3
Ⅰ	190.25	14	0.56	339.73	0.033	9.51
Ⅱ	232.44	17	0.68	341.82	2.327	795.42
Ⅲ	160.66	12	0.48	334.71	3.961	1325.79
Ⅳ	87.12	6	0.24	363.00	1.256	455.93
Ⅴ	171.05	12	0.48	356.35	7.402	2637.70
Ⅵ	216.06	15	0.60	360.10	6.214	2237.66
Ⅶ	294.65	21	0.84	350.77	8.728	3061.52
Ⅷ	37.08	3	0.12	309.00	0.302	93.32
計	$A = \sum A_i$ = 1389.31	$n = \sum n_i$ = 100	4.00			10616.85

（第 16 表のつづき）

(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
階　層	層成長量のプロット平均	各層プロット成長量間分散	各層の面積の全面積に対する割合	成長量のプロット平均分散の計算	プロットの標準偏差	変動係数
	(B) $\bar{y}_i=\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}/n_i$	(C) s_{yi}^2	(2)/A A_i/A	(9)×(10) $\frac{A_i}{A}s_{yi}^2$	(D) s_{yi}	(E) $s_{yi}/\bar{y}_i$
	m^2				m^3	%
Ⅰ	0.002	0.000068	0.136938	0.000009	0.008	400.0
Ⅱ	0.137	0.016816	0.167306	0.002814	0.130	94.8
Ⅲ	0.301	0.019846	0.115640	0.002295	0.141	42.6
Ⅵ	0.209	0.027119	0.062707	0.001701	0.165	78.7
Ⅴ	0.167	0.080621	0.123119	0.009926	0.284	46.0
Ⅳ	0.414	0.022406	0.155516	0.003484	0.150	36.0
Ⅶ	0.416	0.026250	0.212084	0.005567	0.162	39.0
Ⅷ	0.101	0.002397	0.026690	0.000064	0.155	48.5
計				0.025860		

成長量のプロット平均の分散　$s_{\bar{y}}^2=\frac{1}{n}\Sigma\left(\frac{Ai}{A}\right)s_{yi}^2=\frac{1}{100}\times 0.026436=0.00025860$

プロット（0.04ha）あたり成長量の平均；$\frac{10616.85}{1398.31}\times 0.04=0.306$

標準誤差　；$\sqrt{0.00025860}=0.016$

プロット（0.04ha）あたり成長量と信頼度 95% の信頼区間；$0.306\pm 2\times 0.016$

$=0.306\pm 0.032m^3$

全成長量と信頼度 95% の信頼区間；$10616.9\pm\frac{1389.31}{0.04}\times 0.032=10616.9\pm 1,132.3m^3$

同上百分率誤差；$(1132.3/10616.9)\times 100=10.7\%$

(vii)　全成長量の推定

全成長量を推定するための計算過程は第 16 表に示してあるが，その結果は

$10616.9\pm 1132.3m^3$

で，百分率誤差は 10.7% であつた。

2-2　層化副次抽出法による調査

1)　抽出個数の決定

層化単純抽出法と同じ理由で第 2 種森林だけを調査対象とし，一次抽出単位の数を 50，各抽出単位ご

とに2個の二次抽出プロットを抽出して調査を行なつた。各層の抽出個数は面積による比例割当てで決めた。各層ごとの抽出個数は第1表の最後の列に示してある。

第2種森林の抽出率；$\frac{50\times 2\times 0.04}{1389.31}\times 100=0.3\%$

2)　調査計画と調査要領

層化単純抽出法と同様にして層ごとに独立に割当て個数を抽出し，その地点を二次抽出単位の1号プロットとし，そこから北へ 50 *m* いつた地点を2号プロットとして調査を行なつた。

1号プロットから北へ 50 *m* いくと別の層に属する林地となる場合には，1号プロットと2号プロットとが相接する点までプロット間隔を短縮してもよいことにした。一次抽出単位として抽出された地点が非常に狭いため，上記の方法も行なえない場合には西，南，東の順で 50 *m* 離れた地点を2号プロットの調査箇所とした。

プロットの設定，毎木調査の要領は層化単純抽出法と全く同じである。

3)　蓄積の計算

(i)　階層別標本蓄積合計および分散の計算

東京営林局の材積表を使つて計算した各プロットおよび一次抽出単位ごとの樹群別材積および階層別標本蓄積合計と分散を第 17 表に示す。

第 17 表 の1　プロットごと材積総括表　I層

プロット番号		針葉樹				広葉樹				プロット計
		スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
53	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	1	0.490	—	—	0.490	—	—	—	—	0.490
	2	0.477	—	—	0.477	—	—	—	—	0.477
	計	0.967	—	—	0.967	—	—	—	—	0.967
61	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69	1	0.161	—	—	0.161	—	—	—	—	0.161
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	0.161	—	—	0.161	—	—	—	—	0.161
118	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	—	—	—	—	—	—	—	—	—

（第 17 表 の1 つづき）

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
129	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	—	—	—	—	—	—	—	—	—
168	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計		1.128	—	—	1.128	—	—	—	—	1.128

標本蓄積合計（プロット蓄積合計） $\sum_{j=1}^{n_i} x_{Ij} = \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{2} x_{Ijk} = 1.128$ ……(A)

$n_I = 7$　　プロット (0.04 *ha*) あたり平均蓄積 $\bar{x}_I = \dfrac{\sum_{j=1}^{n_i} x_{Ij}}{2n_I} = \dfrac{1.128}{2\times 7} = 0.0806$ ……(B)

$$\sum_{j=1}^{n_i} (x_{Ij1}+x_{Ij2})^2 = \sum_{j=1}^{n_i} x_{Ij}^2 \qquad = 0.961010$$

$$-)\ \{\sum_{j=1}^{n_i} (x_{Ij1}+x_{Ij2})\}^2/n_I = (\sum_{j=1}^{n_i} x_{Ij})^2/n_I \quad = 0.181769$$

$$Sx_I^2 \qquad = 0.779241$$

分散　$s_{xI}^2 = \dfrac{Sx_I^2}{4(n_I-1)} = 0.779241/4(7-1) = 0.032468$ ……(C)

標準偏差　$s_{xI} = \sqrt{s_{xI}^2} = \sqrt{0.032468} = 0.1802$ ……(D)

平均蓄積の分散　$s_{\bar{x}I}^2 = \dfrac{s_{xI}^2}{n_I} = 0.032468/7 = 0.004638$

変動係数　$C_I = \dfrac{s_{xI}}{\bar{x}_I} \times 100 = \dfrac{0.1802}{0.0806} \times 100 = 223.6\%$ ……(E)

第 17 表 の2 プロットごと材積総括表 II層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
5	1	—	2.187	—	2.187	—	—	—	—	2.187
	2	—	5.065	—	5.065	—	—	—	—	5.065
	計	—	7.252	—	7.252	—	—	—	—	7.252
8	1	0.470	—	—	0.470	—	—	—	—	0.470
	2	0.260	3.079	0.119	3.458	—	—	—	—	3.458
	計	0.730	3.079	0.119	3.928	—	—	—	—	3.928

（第17表の2　つづき）

プロット番号		針葉樹				広葉樹				プロット計
		スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
64	1	0.087	—	—	0.087	—	—	0.112	0.112	0.199
	2	—	1.547	—	1.547	—	—	—	—	1.547
	計	0.087	1.547	—	1.634	—	—	0.112	0.112	1.746
111	1	1.083	—	—	1.083	—	—	0.170	0.170	1.253
	2	—	0.598	0.220	0.818	—	—	0.129	0.129	0.947
	計	1.083	0.598	0.220	1.901	—	—	0.299	0.299	2.200
113	1	—	0.147	—	0.147	—	—	0.259	0.259	0.406
	2	0.196	0.220	0.088	0.504	—	—	0.469	0.469	0.973
	計	0.196	0.367	0.088	0.651	—	—	0.728	0.728	1.379
117	1	0.145	0.431	—	0.576	—	—	—	—	0.576
	2	1.345	—	—	1.345	—	—	—	—	1.345
	計	1.490	0.431	—	1.921	—	—	—	—	1.921
155	1	1.455	0.068	—	1.523	—	—	0.078	0.078	1.601
	2	1.902	1.082	—	2.984	—	0.032	—	0.032	3.016
	計	3.357	1.150	—	4.507	—	0.032	0.078	0.110	4.617
217	1	—	0.747	—	0.747	—	—	0.091	0.091	0.838
	2		0.465	—	0.465	—	—	0.188	0.188	0.653
	計	—	1.212	—	1.212	—	—	0.279	0.279	1.491
合計		8.490	14.089	0.427	23.006	—	0.032	1.496	1.528	24.534

標本蓄積合計＝24.534 ……(A)

$n_{II}=8$　　$\bar{x}_{II}=24.534/2\times8=1.533$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} x_{IIj}^2 = 105.040856$

$-)\ (\sum_{j=1}^{n_i} x_{IIj})^2/n_{II} = 75.239643$

$S_{x_{II}}^2 = 29.801213$

$s_{x_{II}}^2 = 29.801213/4(8-1)=1.064329$ ……(C)

$s_{x_{II}} = 1.03166$ ……(D)

$s_{\bar{x}_{II}}^2 = 0.133041$

$C_{II}\% = 67.3\%$ ……(E)

第 17 表の 3　プロットごと材積総括表　Ⅲ層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
15	1	—	1.711	—	1.711	—	—	0.034	0.034	1.745
	2	—	3.355	—	3.355	—	—	—	—	3.355
	計	—	5.066	—	5.066	—	—	0.034	0.034	5.100
20	1	—	1.518	—	1.518	—	—	—	—	1.518
	2	—	1.825	—	1.825	—	—	—	—	1.825
	計	—	3.343	—	3.343	—	—	—	—	3.343
28	1	10.153	—	—	10.153	—	0.269	0.035	0.304	10.457
	2	1.904	0.945	—	2.849	—	—	0.240	0.240	3.089
	計	12.057	0.945	—	13.002	—	0.269	0.275	0.544	13.546
67	1	4.714	0.754	—	5.468	—	—	0.132	0.132	5.600
	2	5.463	—	—	5.463	—	—	0.560	0.560	6.023
	計	10.177	0.754	—	10.931	—	—	0.692	0.692	11.623
88	1	2.293	3.014	—	5.307	—	—	0.162	0.162	5.469
	2	10.303	—	—	10.303	—	—	0.346	0.346	10.649
	計	12.596	3.014	—	15.610	—	—	0.508	0.508	16.118
115	1	0.237	0.785	—	1.022	—	—	—	—	1.022
	2	0.540	2.041	—	2.581	—	—	—	—	2.581
	計	0.777	2.826	—	3.603	—	—	—	—	3.603
合計		35.607	15.948	—	51.555	—	0.269	1.509	1.778	53.333

標本蓄積合計＝53.333 ……(A)

$n_{Ⅲ}=6$　　$\bar{x}_{Ⅲ}=53.333/2\times6=4.444$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} x_{Ⅲj}^2 = 628.545427$

$-)\ (\sum_{j=1}^{n_i} x_{Ⅲj})^2/n_{Ⅲ}=474.068148$

$Sx_{Ⅲ}^2 = 154.477279$

$s_{x_{Ⅲ}}^2 = 154.477279/4(6-1)=7.723864$ ……(C)

$s_{x_{Ⅲ}} = 2.7792$ ……(D)

$s_{\bar{x}_{Ⅲ}}^2 = 1.287311$

$C_{Ⅲ}\% = 62.5\%$ ……(E)

第 17 表の 4　プロットごと材積総括表　Ⅳ層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
26	1	—	2.975	0.040	3.015	0.156	—	1.015	1.171	4.186
	2	1.155	1.942	—	3.097	—	—	0.210	0.210	3.307
	計	1.155	4.917	0.040	6.112	0.156	—	1.225	1.381	7.493
55	1	7.610	—	—	7.610	—	—	0.019	0.019	7.629
	2	1.997	3.080	0.138	5.215	0.175	—	0.331	0.506	5.721
	計	9.607	3.080	0.138	12.825	0.175	—	0.350	0.525	13.350
68	1	2.008	—	—	2.008	—	—	1.339	1.339	3.347
	2	2.413	—	—	2.413	—	0.187	0.667	0.854	3.267
	計	4.421	—	—	4.421	—	0.187	2.006	2.193	6.614
合計		15.183	7.997	0.178	23.358	0.331	0.187	3.581	4.099	27.457

標本蓄積合計＝27.457 ……(A)

$n_{\mathrm{IV}}=3$　　$\bar{x}_{\mathrm{IV}}=27.457/2\times3=4.576$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} x_{\mathrm{IV}j}^2 = 278.112545$

$-)\ (\sum_{j=1}^{n_i} x_{\mathrm{IV}j})^2/n_{\mathrm{IV}} = 251.295616$

$Sx_{\mathrm{IV}}^2 = 26.816929$

$s_{x\mathrm{IV}}^2 = 26.816929/4(3-1) = 3.352116$ ……(C)

$s_{x\mathrm{IV}} = 1.8308$ ……(D)

$s_{\bar{x}\mathrm{IV}}^2 = 1.117372$

$C_{\mathrm{IV}}\% = 40.0\%$ ……(E)

第 17 表の 5　プロットごと材積総括表　Ⅴ層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
28	1	—	19.799	—	19.799	—	—	0.657	0.657	20.456
	2	—	17.771	—	17.771	—	—	0.513	0.513	18.284
	計	—	37.570	—	37.570	—	—	1.170	1.170	38.740
36	1	8.345	2.409	—	10.754	—	—	—	—	10.754
	2	0.196	8.301	—	8.497	—	—	—	—	8.497
	計	8.541	10.710	—	19.251	—	—	—	—	19.251
58	1	—	14.329	—	14.329	—	—	0.125	0.125	14.454
	2	—	11.867	0.201	12.068	—	—	0.258	0.258	12.326
	計	—	26.196	0.201	26.397	—	—	0.383	0.383	26.780

（第 17 表の 5 のつづき）

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
106	1	4.215	—	—	4.215	—	—	0.084	0.084	4.299
	2	3.072	—	—	3.072	—	—	0.118	0.118	3.190
	計	7.287	—	—	7.287	—	—	0.202	0.202	7.489
162	1	8.370	—	—	8.370	—	—	0.284	0.284	8.654
	2	6.497	—	—	6.497	—	0.144	0.196	0.340	6.837
	計	14.867	—	—	14.867	—	0.144	0.480	0.624	15.491
166	1	5.388	—	—	5.388	—	0.105	0.303	0.408	5.796
	2	3.800	—	—	3.800	—	0.462	0.860	1.322	5.122
	計	9.188	—	—	9.188	—	0.567	1.163	1.730	10.918
合計		39.883	74.476	0.201	114.560	—	0.711	3.398	4.109	118.669

標本蓄積合計＝118.669 ……(A)

$n_V=6$　　$\bar{x}_V=118.669/2\times6=9.889$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} x_{Vj}^2 = 3003.815927$

$-)\ (\sum_{j=1}^{n_i} x_{Vj})^2/n_V = 2347.055260$

$S_{xV}^2 = 656.760667$

$s_{xV}^2=656.760667/4(6-1)=32.838033$ ……(C)

$s_{xV}=5.731$ ……(D)

$s_{\bar{x}V}^2=5.473006$

$C_V\%=57.9\%$ ……(E)

第 17 表の 6　プロットごと材積総括表　VI層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
2	1	3.097	13.087	—	16.184	—	0.039	1.478	1.517	17.701
	2	—	9.973	0.006	9.979	—	0.028	1.942	1.970	11.949
	計	3.097	23.060	0.006	26.163	—	0.067	3.420	3.487	29.650
15	1	13.142	—	—	13.142	—	—	0.531	0.531	13.673
	2	3.901	—	—	3.901	—	0.018	3.027	3.045	6.946
	計	17.043	—	—	17.043	—	0.018	3.558	3.576	20.619
22	1	20.848	—	0.110	20.958	—	0.086	0.605	0.691	21.649
	2	18.005	—	—	18.005	—	—	0.219	0.219	18.224
	計	38.853	—	0.110	38.963	—	0.086	0.824	0.910	39.873

（第 17 表の 6 のつづき）

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
25	1	13.239	—	—	13.239	—	—	0.134	0.134	13.373
	2	13.894	—	—	13.894	—	—	0.526	0.526	14.420
	計	27.133	—	—	27.133	—	—	0.660	0.660	27.793
30	1	8.193	—	4.123	12.316	—	—	1.017	1.017	13.333
	2	19.569	—	—	19.569	—	—	0.468	0.468	20.037
	計	27.762	—	4.123	31.885	—	—	1.485	1.485	33.370
34	1	10.858	—	0.408	11.266	—	0.234	0.493	0.727	11.993
	2	4.999	—	1.058	6.057	—	—	1.720	1.720	7.777
	計	15.857	—	1.466	17.323	—	0.234	2.213	2.447	19.770
91	1	11.311	9.417	—	20.728	—	—	0.098	0.098	20.826
	2	—	8.653	—	8.653	—	—	1.775	1.775	10.428
	計	11.311	18.070	—	29.381	—	—	1.873	1.873	31.254
202	1	7.400	4.509	—	11.909	—	0.589	0.066	0.655	12.564
	2	17.600	—	—	17.600	—	—	0.081	0.081	17.681
	計	25.000	4.509	—	29.509	—	0.589	0.147	0.736	30.245
合計		157.863	45.639	5.705	217.400	—	0.994	14.180	15.174	232.574

標本蓄積合計＝232.574 ……(A)

$n_{VI}=8$　　$\bar{x}_{VI}=232.574/2\times8=14.536$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} x_{VIj}^2 = 7062.254980$

$-)\ (\sum_{j=1}^{n_i} x_{VIj})^2/n_{VI} = 6761.333183$

$Sx_{VI}^2 = 300.921797$

$s_{xVI}^2 = 300.921797/4(8-1)=10.747207$ ……(C)

$s_{xVI} = 3.2787$ ……(D)

$s_{\bar{x}VI}^2 = 1.343401$

$C_{VI}\% = 22.1\%$ ……(E)

第 17 表の 7　プロットごと材積総括表　Ⅶ層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
15	1	30.453	—	—	30.453	—	—	—	—	30.453
	2	29.280	—	—	29.280	—	—	0.180	0.180	29.460
	計	59.733	—	—	59.733	—	—	0.180	0.180	59.913

（第.17 表の.7 のつづき）

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
38	1	13.105	—	—	13.105	—	—	—	—	13.105
	2	19.371	—	—	19.371	—	—	0.087	0.087	19.458
	計	32.476	—	—	32.476	—		0.087	0.087	32.563
49	1	24.437	—	—	24.437	—	—	0.097	0.097	24.534
	2	29.196	—	—	29.196	—	—	0.296	0.296	29.492
	計	53.633	—	—	53.633	—	—	0.393	0.393	54.026
128	1	13.458	—	—	13.458	—	—	3.225	3.225	16.683
	2	19.534	—	—	19.534	—	—	—	—	19.534
	計	32.992	—	—	32.992	—	—	3.225	3.225	36.217
166	1	3.288	—	0.428	3.716	—	0.041	0.592	0.633	4.349
	2	8.363	—	—	8.363	—	—	0.403	0.403	8.766
	計	11.651	—	0.428	12.079	—	0.041	0.995	1.036	13.115
187	1	3.526	13.175	—	16.701	—	—	0.336	0.336	17.037
	2	1.963	18.873	—	20.836	—	—	—	—	20.836
	計	5.489	32.048	—	37.537	—	—	0.336	0.336	37.873
192	1	11.074	—	—	11.074	—	—	0.455	0.455	11.529
	2	8.899	—	—	8.899	—	—	0.235	0.235	9.134
	計	19.973	—	—	19.973	—	—	0.690	0.690	20.663
204	1	5.130	21.587	—	26.717	—	—	—	—	26.717
	2	2.315	12.997	0.522	15.834	—	—	0.025	0.025	15.859
	計	7.445	34.584	0.522	42.551	—	—	0.025	0.025	42.576
278	1	18.959	—	—	18.959	—	—	—	—	18.959
	2	16.271	—	—	16.271	—	—	—	—	16.271
	計	35.230	—	—	35.230	—	—	—	—	35.230
293	1	22.552	—	—	22.552	—	0.037	0.369	0.406	22.958
	2	6.631	0.643	—	7.274	—	—	2.545	2.545	9.819
	計	29.183	0.643	—	29.826	—	0.037	2.914	2.951	32.777
合計		287.805	67.275	0.950	356.030	—	0.078	8.845	8.923	364.953

標本蓄積合計＝364.953 ……(A)

$n_{\text{VII}}=10$　　$\bar{x}_{\text{VII}}=364.953/2\times10=18.248$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_j} x_{\text{VII}j}^2 = 15041.923631$

$(\sum_{j=1}^{n_j} Sx_{\text{VII}j})^2/n_{\text{VII}} = 13319.069221$

$-)$

$Sx_{\text{VII}}^2 = 1722.854410$

$s_{x\text{Ⅶ}}^2$ =1722.854410/4(10−1)=47.857067 ……(C)

$s_{x\text{Ⅶ}}$ =6.918 ……(D)

$s_{\bar{x}\text{Ⅶ}}^2$ =4.785707

$C_{\text{Ⅶ}}\%$ =37.9% ……(E)

第17表の8　プロットごと材積総括表　Ⅷ層

プロット番号		針葉樹				広葉樹				プロット計
		スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
24	1	—	0.007	—	0.007	—	—	2.407	2.407	2.414
	2	—	0.206	0.052	0.258	—	—	6.181	6.181	6.439
	計	—	0.213	0.052	0.265	—	—	8.588	8.588	8.853
27	1	—	—	1.788	1.788	—	—	5.049	5.049	6.837
	2	—	—	—	—	1.759	—	0.402	2.161	2.161
	計	—	—	1.788	1.788	1.759	—	5.451	7.210	8.998
合計		—	0.213	1.840	2.053	1.759	—	14.039	15.798	17.851

標本蓄積合計=17.851 ……(A)

$n_{\text{Ⅷ}}$ =2　　$\bar{x}_{\text{Ⅷ}}$ =17.851/2×2=4.463 ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} x_{\text{Ⅷ}j}^2$ =159.339613

$-)\ (\sum_{j=1}^{n_i} x_{\text{Ⅷ}j})^2/n_{\text{Ⅷ}}$ =159.329101

$S x_{\text{Ⅷ}}^2$ = 0.010512

$s_{x\text{Ⅷ}}^2$ =0.010512/4(2−1)=0.002628 ……(C)

$s_{x\text{Ⅷ}}$ =0.051264 ……(D)

$s_{\bar{x}\text{Ⅷ}}^2$ =0.001314

$C_{\text{Ⅷ}}\%$ =1.1% ……(E)

(ii)　総蓄積の推定

総蓄積を推定するための計算過程は第18表に示してあるが，その結果は

296,441±40,686 m^3

で，百分率誤差は 13.7% であつた。

〔参考〕 層化副次（二段）抽出法による蓄積計算

1)　平均蓄積の計算

x_{ijk}；i 層 j 番一次抽出単位 k 番二次抽出単位の蓄積

説明のつごうで，まず i 層についての計算方法を述べ後でこれを施業団に拡張することにする。

N_i；i 層に含まれる一次抽出単位の総数

M_i；一次単位に含まれる二次単位の総数

n_i；i 層から抽出される一次単位の数

第 18 表　総 蓄 積 の 推 定（層化副次抽出法）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
階層	面　積	割当個数	調査面積	拡大常数	標本蓄積合計	総 蓄 積
記号と手順	A_i	$n_i=\frac{A_i}{A}\times 50$	$2\times(3)\times 0.04$ $2n_i\times 0.04$	(2)/(4) $A_i/0.08n_i$	(A) Σx_{ijk}	(5)×6 $\frac{A_i}{0.08n_i}\Sigma x_{ijk}$
	ha		*ha*		m^3	m^3
Ⅰ	190.25	7	0.56	339.73	1.128	383.35
Ⅱ	232.44	8	0.64	363.19	24.534	8910.44
Ⅲ	160.66	6	0.48	334.71	53.333	17851.55
Ⅳ	87.12	3	0.24	363.00	27.457	9939.43
Ⅴ	171.05	6	0.48	356.35	118.669	42288.19
Ⅵ	216.06	8	0.64	337.59	232.574	78514.66
Ⅶ	294.65	10	0.80	368.31	364.953	134416.75
Ⅷ	37.08	2	0.16	231.75	17.851	4136.97
計	$A=\Sigma A_i=$ 1389.31	$n=\Sigma n_i=50$	4.00			296441.34

(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
階層	平均蓄積	各層プロット蓄積間分散	各層の面積の全面積に対する割合	総平均蓄積の分散の計算*	プロットの標準偏差	変動係数
記号と手順	(B) $\bar{x}_i=\Sigma x_{ijk}/2n_i$	(C) s_{xi}^2	(2)/A A_i/A	(9)×(10) $A_i/A\times s_{xi}^2$	(D) s_{xi}	(E) $s_{xi}/\bar{x}_i$
	m^3				m^3	%
Ⅰ	0.081	0.032468	0.136938	0.004446	0.180	223.6
Ⅱ	1.533	1.064329	0.167306	0.178069	1.032	67.3
Ⅲ	4.444	7.723864	0.115640	0.893189	2.779	62.5
Ⅳ	4.576	3.352116	0.062707	0.210202	1.831	40.0
Ⅴ	9.889	32.838033	0.123119	4.042975	5.731	57.9
Ⅵ	14.536	10.747207	0.155516	1.671363	3.279	22.1
Ⅶ	18.248	47.857067	0.212084	10.149704	6.918	37.9
Ⅷ	4.463	0.002628	0.026690	0.000070	0.051	1.1
計				17.150018		

* 総平均蓄積の分散　$s_{\bar{x}}^2=\frac{1}{n}\Sigma\left(\frac{A_i}{A}\right)s_{xi}^2=\frac{1}{50}\times 17.150018=0.343001$

プロットあたり（0.04 *ha*）の平均蓄積；$\frac{296441.34}{1389.31}\times 0.04=8.535\ m^3$

標準誤差　；$\sqrt{0.343001}=0.5857\ m^3$

プロットあたり（0.04 *ha*）蓄積の信頼度95%の信頼区間；$8.535\pm 2\times 0.5857=8.535\pm 1.171 m^3$

総蓄積と信頼度 95% の信頼区間；$296441\pm\frac{1389.31}{0.04}\times 1.171=296441\pm 40686\ m^3$

百分率誤差　；$(40686/296441)\times 100=13.7\%$

m_i；一次単位の中から抽出される二次単位の数

今回の実習では各層とも同数（2個）の単位が抽出されているからmで表わせる。

$$x_{ij}=\sum_{k=1}^{m} x_{ijk}$$ ；一次単位の標本蓄積

$$\bar{x}_i=\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}/n_i$$；一次単位あたりの標本蓄積の平均

$\bar{x}_{ij}$；j番目の一次単位における二次単位の標本平均蓄積

$$=\sum_{k=1}^{m} x_{ijk}/m=\frac{x_{ij}}{m}$$

$\bar{x}_i$；i層の二次単位の標本平均蓄積

$$=\frac{\sum_{j=1}^{n_i}\bar{x}_{ij}}{n_i}=\frac{\sum_{j=1}^{n_i}\sum_{k=1}^{m}x_{ijk}}{mn_i}=\frac{\sum_{j=1}^{n_i}x_{ij}}{mn_i}=\frac{\bar{x}_i}{m}$$

$\bar{x}$；施業団の平均

$$=\frac{\sum_i\sum_j\sum_k x_{ijk}}{\sum_i n_i\ m}=\frac{\sum_i\sum_j x_{ij}}{m\sum n_i}$$

2)　分散の計算

抽出率$\frac{m_i}{M_i}$および$\frac{n_i}{N_i}$が小さい場合は（ほぼ10%以下），有限母集団修正は無視してもよい。

$\bar{x}_i$の分散の不偏推定値を標本から推定するためには，次式を用いればよい。

$$V(\bar{x}_i)=\frac{\sum_{j=1}^{n_i'}(\bar{x}_{ij}-\bar{x}_i)^2}{n_i(n_i-1)}=\frac{\sum_{j=1}^{n_i}(x_{ij}-\bar{x}_i)^2}{m^2n_i(n_i-1)}=\frac{1}{n_i}s_{x_i}^2$$

施業団の平均蓄積$\bar{x}$の分散は

$$V(\bar{x})=\frac{1}{N^2}\Sigma N_i^2\frac{s_{x_i}^2}{n_i}=\Sigma\left(\frac{A_i}{A}\right)^2\cdot\frac{A\,s_{x_i}^2}{nA_i}=\frac{1}{n}\Sigma\left(\frac{A_i}{A}\right)s_{x_i}^2$$

ただし　$\frac{N}{N_i}=\frac{A}{A_i}$　　$\frac{A}{A_i}=\frac{n}{n_i}$　　$\therefore\quad n_i=n\frac{A_i}{A}$

成長量の推定はxの代わりにyを用いて，全く同じ方法で計算される。

4)　成長量の計算

i)　階層別標本材積成長量合計および分散の計算

2-1層化単純抽出法で説明した樹群ごと直径階別材積成長率表（第13表）をつかって，全く同じ手続でプロットごと樹群ごとの直径階別材積および成長量一覧表を作成する。この一覧表で計算された各プロットの樹群別成長量および階層別標本成長量合計と分散を第19表に示す。

第 19 表の1 プロットごと成長量総括表 I層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
53	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	1	0.0462	—	—	0.0462	—	—	—	—	0.046
	2	0.0512	—	—	0.0512	—	—	—	—	0.051
	計	0.0974	—	—	0.0974	—	—	—	—	0.097
61	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69	1	0.0180	—	—	0.0180	—	—	—	—	0.018
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	0.0180	—	—	0.0180	—	—	—	—	0.018
118	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	—	—	—	—	—	—	—	—	—
129	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	—	—	—	—	—	—	—	—	—
168	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計		0.1154	—	—	0.1154	—	—	—	—	0.115

標本成長量合計(プロット成長量合計) $\sum_{j=1}^{n_i} y_{Ij} = \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{2} y_{Ijk} = 0.115$ ……(A)

$n_I = 7$ プロット(0.04ha)あたり平均成長量 $\bar{y}_I = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} y_{Ij}}{2n_I} = \frac{0.115}{2\times 7} = 0.0082$…(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} (y_{Ij1}+y_{Ij2})^2 = \sum_{j=1}^{n_i} y_{Ij}^2 = 0.009733$ ……

$-) \frac{\{\sum_{y=1}^{n_i} (y_{Ij1}+y_{Ij2})\}^2/n_I = \sum_{y=1}^{n_i} (y_{Ij})^2/n_I = 0.001889}{Sy_I^2 = 0.007844}$

分散 $s_{yI}^2 = \frac{Sy_I^2}{4(n_I-1)} = 0.007844/4(7-1) = 0.000327$ ……(C)

標準偏差 $s_{yI} = \sqrt{s_{yI}^2} = \sqrt{0.000327} = 0.018083$ ……(D)

プロットあたり成長量の分散　$s_{\bar{y}I}^2=\frac{s_{yI}^2}{n_I}=0.000327/7=0.000047$

変動係数　$C_I=\frac{s_{yI}}{\bar{y}_I}\times100=(0.018083/0.115)\times100=220.1\%$

第19表の2　プロットごと成長量総括表　II層

プロット番号		針葉樹				広葉樹				プロット計
		スギ	ヒノキ	その他針	針計	ブナ	ケヤキ	その他広	広計	
5	1	—	0.2874	—	0.2874	—	—	—	—	0.287
	2	—	0.5739	—	0.5739	—	—	—	—	0.574
	計	—	0.8613	—	0.8613	—	—	—	—	0.861
8	1	0.0464	—	—	0.0464	—	—	—	—	0.046
	2	0.0230	0.3504	0.0064	0.3798	—	—	—	—	0.380
	計	0.0694	0.3504	0.0064	0.4262	—	—	—	—	0.426
64	1	0.0090	—	—	0.0090	—	—	0.0091	0.0091	0.018
	2	—	0.1761	—	0.1761	—	—	—	—	0.176
	計	0.0090	0.1761	—	0.1851	—	—	0.0091	0.0091	0.194
111	1	0.0891	—	—	0.0891	—	—	0.0092	0.0092	0.098
	2	—	0.0867	0.0108	0.0975	—	—	0.0104	0.0104	0.108
	計	0.0891	0.0867	0.0108	0.1866	—	—	0.0196	0.0196	0.206
113	1	—	0.0218	—	0.0218	—	—	0.0199	0.0199	0.042
	2	0.0110	0.0332	0.0048	0.0490	—	—	0.0276	0.0276	0.077
	計	0.0110	0.0550	0.0048	0.0708	—	—	0.0475	0.0475	0.119
117	1	0.0143	0.0570	—	0.0713	—	—	—	—	0.071
	2	0.1139	—	—	0.1139	—	—	—	—	0.114
	計	0.1282	0.0570	—	0.1852	—	—	—	—	0.185
155	1	0.1116	0.0047	—	0.1163	—	—	0.0053	0.0053	0.122
	2	0.1365	0.0972	—	0.2337	—	0.0026	—	0.0026	0.236
	計	0.2481	0.1019	—	0.3500	—	0.0026	0.0053	0.0079	0.358
217	1	—	0.0890	—	0.0890	—	—	0.0086	0.0086	0.098
	2	—	0.0721	—	0.0721	—	—	0.0167	0.0167	0.089
	計	—	0.1611	—	0.1611	—	—	0.0253	0.0253	0.187
合計		0.5548	1.8495	0.0112	2.4155	—	0.0026	0.1068	0.1094	2.525

標本成長量合計＝2.525 ……(A)

$n_{II}=8$　　$\bar{y}_{II}=2.5252/2\times8=0.1578$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} y_{IIj}^2 = 1.214388$

$-)\ (\sum_{j=1}^{n_i} y_{IIj})^2/n_I = 0.796953$

$Sy_{II}^2 = 0.417435$

$s_{y\,II}^2$ =0.417435/4(8−1)=0.014908 ……(C)

$s_{y\,II}$ =0.122098 ……(D)

$s_{\bar{y}\,II}^2$ =0.001864

$C_{II}\%$=77.4% ……(E)

第 19 表の 3　プロットごと成長量総括表　III層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
15	1	—	0.1279	—	0.1279	—	—	0.0038	0.0038	0.132
	2	—	0.2129	—	0.2129	—	—	—	—	0.213
	計	—	0.3408	—	0.3408	—	—	0.0038	0.0038	0.345
20	1	—	0.1469	—	0.1469	—	—	—	—	0.147
	2	—	0.1651	—	0.1651	—	—	—	—	0.165
	計	—	0.3120	—	0.3120	—	—	—	—	0.312
28	1	0.4017	—	—	0.4017	—	0.0135	0.0028	0.0163	0.418
	2	0.0974	0.0905	—	0.1879	—	—	0.0170	0.0170	0.205
	計	0.4991	0.0905	—	0.5896	—	0.0135	0.0193	0.0333	0.623
67	1	0.1863	0.0507	—	0.2370	—	—	0.0076	0.0076	0.245
	2	0.2384	—	—	0.2384	—	—	0.0290	0.0290	0.267
	計	0.4247	0.0507	—	0.4754	—	—	0.0366	0.0366	0.512
88	1	0.1093	0.2754	—	0.3847	—	—	0.0171	0.0171	0.402
	2	0.4679	—	—	0.4679	—	—	0.0225	0.0225	0.490
	計	0.5772	0.2754	—	0.8526	—	—	0.0396	0.0396	0.892
115	1	0.0139	0.0731	—	0.0870	—	—	—	—	0.087
	2	0.0323	0.1678	—	0.2001	—	—	—	—	0.200
	計	0.0462	0.2409	—	0.2871	—	—	—	—	0.287
合計		1.5472	1.3103	—	2.8575	—	0.0135	0.0998	0.1133	2.971

標本成長量合計=2.971 ……(A)

n_{III}=6　　$\bar{y}_{III}$=2.971/2×6=0.2476 ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} y_{III\,j}^2$ =1.744675

$(\sum_{j=1}^{n_i} y_{III\,j})^2/n_{III}$ =1.471140

−) Sy_{III}^2 =0.273535

$s_{y\,III}^2$ =0.273535/4(6−1)=0.013677 ……(C)

$s_{y\,III}$ =0.1169 ……(D)

$s_{\bar{y}\,III}^2$ =0.002279

$C_{III}\%$=45.3% ……(E)

第 19 表の 4　プロットごと成長量総括表（Ⅳ層）

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
26	1	—	0.2088	0.0038	0.2126	0.0114	—	0.0720	0.0834	0.296
	2	0.0631	0.1654	—	0.2285	—	—	0.0131	0.0131	0.242
	計	0.0631	0.3742	0.0038	0.4411	0.0114	—	0.0851	0.0965	0.538
55	1	0.4195	—	—	0.4195	—	—	0.0040	0.0040	0.424
	2	0.1181	0.2124	—	0.3305	—	—	0.0311	0.0311	0.362
	計	0.5376	0.2124	—	0.7500	—	—	0.0351	0.0351	0.786
68	1	0.1471	—	—	0.1471	—	—	0.0981	0.0981	0.245
	2	0.1016	—	—	0.1016	—	—	0.0459	0.0459	0.148
	計	0.2487	—	—	0.2487	—	—	0.1440	0.1440	0.393
合計		0.8494	0.5866	0.0038	1.4398	0.0114	—	0.2642	0.2756	1.717

標本成長量合計＝1.717 ……(A)

$n_{\text{Ⅳ}}=3$　　$\bar{y}_{\text{Ⅳ}}=1.717/2\times3=0.2862$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} y_{\text{Ⅳ}j}^2 = 1.061689$

$-)\ (\sum_{j=1}^{n_i} y_{\text{Ⅳ}j})^2/n_{\text{Ⅳ}} = 0.982696$

$Sy_{\text{Ⅳ}}{}^2 = 0.078993$

$s_{y\text{Ⅳ}}{}^2 = 0.078993/4(3-1) = 0.009874$ ……(C)

$s_{y\text{Ⅳ}} = 0.09936$ ……(D)

$s_{\bar{y}\text{Ⅳ}}{}^2 = 0.003291$

$C_{\text{Ⅳ}}\% = 34.7\%$ ……(E)

第 19 表の 5　プロットごと成長量総括表　V層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
28	1	—	0.7871	—	0.7871	—	—	0.0236	0.0236	0.811
	2	—	0.8140	—	0.8140	—	—	0.0195	0.0195	0.834
	計	—	1.6011	—	1.6011	—	—	0.0431	0.0431	1.645
36	1	0.3031	0.1437	—	0.4468	—	—	—	—	0.447
	2	0.0095	0.5739	—	0.5834	—	—	—	—	0.583
	計	0.3126	0.7176	—	1.0302	—	—	—	—	1.030
58	1	—	0.9360	—	0.9360	—	—	0.0074	0.0074	0.943
	2	—	0.7128	0.0109	0.7237	—	—	0.0161	0.0161	0.740
	計	—	1.6488	0.0109	1.6597	—	—	0.0235	0.0235	1.683

（第 19 表の 5 のつづき）

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
106	1	0.2035	—	—	0.2035	—	—	0.0071	0.0071	0.211
	2	0.1648	—	—	0.1648	—	—	0.0088	0.0088	0.174
	計	0.3683	—	—	0.3683	—	—	0.0159	0.0159	0.385
162	1	0.3517	—	—	0.3517	—	—	0.0181	0.0181	0.370
	2	0.2809	—	—	0.2809	—	0.0065	0.0121	0.0186	0.300
	計	0.6326	—	—	0.6326	—	0.0065	0.0302	0.0367	0.670
166	1	0.2343	—	—	0.2343	—	0.0063	0.0247	0.0310	0.265
	2	0.1538	—	—	0.1538	—	0.0256	0.0605	0.0861	0.240
	計	0.3881	—	—	0.3881	—	0.0319	0.0852	0.1171	0.505
合計		1.7016	3.9675	0.0109	5.6800	—	0.0384	0.1979	0.2363	5.918

標本成長量合計＝5.918 ……(A)

$n_V=6$　　$\bar{y}_V=5.918/2\times6=0.4932$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} y_{Vj}^2 = 7.451564$

$(\sum_{j=1}^{n_i} y_{Vj})^2/n_V = 5.837121$

$S_{y_V}{}^2 = 1.614443$

$s_{yV}{}^2 = 1.614443/4(6-1)=0.080722$ ……(C)

$s_{yV} = 0.2841$ ……(D)

$s_{\bar{y}V}{}^2 = 0.013454$

$C_V\% = 57.6\%$ ……(E)

第 19 表の 6　プロットごと成長量総括表　VI層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
2	1	0.0713	0.6068	—	0.6781	—	—	0.0614	0.0614	0.740
	2	—	0.4192	—	0.4192	—	—	0.0872	0.0872	0.506
	計	0.0713	1.0260	—	1.0973	—	—	0.1486	0.1486	1.246
15	1	0.3269	—	—	0.3269	—	—	0.0423	0.0423	0.369
	2	0.1768	—	—	0.1768	—	—	0.1885	0.1885	0.365
	計	0.5037	—	—	0.5037	—	—	0.2308	0.2308	0.734
22	1	0.4630	0.0111	—	0.4741	—	—	0.0585	0.0585	0 533
	2	0.3556	—	—	0.3556	—	—	0.0216	0.0216	0.377
	計	0.8186	0.0111	—	0.8297	—	—	0.0801	0.0801	0.910

（第 19 表の 6 のつづき）

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
25	1	0.4248	—	—	0.4248	—	—	0.0136	0.0136	0.438
	2	0.3753	—	—	0.3753	—	—	0.0134	0.0134	0.389
	計	0.8001	—	—	0.8001	—	—	0.0270	0.0270	0.827
30	1	0.2276	—	0.0810	0.3086	—	—	0.0586	0.0586	0.367
	2	0.4281	—	—	0.4281	—	—	0.0424	0.0424	0.471
	計	0.6557	—	0.0810	0.7367	—	—	0.1010	0.1010	0.838
34	1	0.2921	0.0151	—	0.3072	—	—	0.0546	0.0546	0.362
	2	0.2198	0.0675	—	0.2873	—	—	0.1018	0.1018	0.389
	計	0.5119	0.0826	—	0.5945	—	—	0.1564	0.1564	0.751
91	1	0.3130	0.3105	—	0.6235	—	—	0.0081	0.0081	0.632
	2	—	0.2789	—	0.2789	—	—	0.1035	0.1035	0.382
	計	0.3130	0.5894	—	0.9024	—	—	0.1116	0.1116	1.014
202	1	0.2711	0.1775	—	0.4486	—	—	0.0201	0.0201	0.469
	2	0.4667	—	—	0.4667	—	—	0.0079	0.0079	0.475
	計	0.7378	0.1775	—	0.9153	—	—	0.0280	0.0280	0.944
合計		4.4121	1.8876	0.0810	6.3807	—	—	0.8835	0.8835	7.264

標本成長量合計＝7.264 ……(A)

$n_{VI}=8$　　$\bar{y}_{VI}=7.264/2\times8=0.4540$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} y_{VIj}^2 = 6.788878$

$-)\ (\sum_{j=1}^{n_i} y_{VIj})^2/n_{VI} = 6.595712$

$Sy_{VI}^2 = 0.193166$

$s_{yVI}^2 = 0.193166/4(8-1)=0.006899$ ……(C)

$s_{yVI} = 0.0831$ ……(D)

$s_{\bar{y}VI}^2 = 0.000862$

$C_{VI}\% = 18.3\%$ ……(E)

第 19 表の 7　プロットごと成長量総括表　Ⅶ層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
15	1	0.4648	—	—	0.4648	—	—	—	—	0.465
	2	0.4870	—	—	0.4870	—	—	0.0179	0.0179	0.505
	計	0.9518	—	—	0.9518	—	—	0.0179	0.0179	0.970
38	1	0.2938	—	—	0.2938	—	—	—	—	0.294
	2	0.5105	—	—	0.5105	—	—	0.0057	0.0057	0.516
	計	0.8043	—	—	0.8043	—	—	0.0057	0.0057	0.810
49	1	0.6721	—	—	0.6721	—	—	0.0011	0.0011	0.673
	2	0.6345	—	—	0.6345	—	—	0.0147	0.0147	0.649
	計	1.3066	—	—	1.3066	—	—	0.0158	0.0158	1.322
128	1	0.2317	—	—	0.2317	—	—	0.0426	0.0426	0.274
	2	0.3734	—	—	0.3734	—	—	—	—	0.374
	計	0.6051	—	—	0.6051	—	—	0.0426	0.0426	0.648
166	1	0.1136	—	0.0146	0.1282	—	0.0025	0.0299	0.0324	0.161
	2	0.2888	—	—	0.2888	—	—	0.0164	0.0164	0.305
	計	0.4024	—	0.0146	0.4170	—	0.0025	0.0463	0.0488	0.466
187	1	0.0858	0.3170	—	0.4028	—	—	0.0153	0.0153	0.418
	2	0.0422	0.5389	—	0.5811	—	—	—	—	0.581
	計	0.1280	0.8559	—	0.9839	—	—	0.0153	0.0153	0.999
192	1	0.3457	—	—	0.3457	—	—	0.0210	0.0210	0.367
	2	0.2478	—	—	0.2478	—	—	0.0150	0.0150	0.263
	計	0.5935	—	—	0.5935	—	—	0.0360	0.0360	0.630
204	1	0.1326	0.6483	—	0.7809	—	—	—	—	0.781
	2	0.0469	0.3459	0.0167	0.4095	—	—	0.0016	0.0016	0.411
	計	0.1795	0.9942	0.0167	1.1904	—	—	0.0016	0.0016	1.192
278	1	0.4671	—	—	0.4671	—	—	—	—	0.467
	2	0.4151	—	—	0.4151	—	—	—	—	0.415
	計	0.8822	—	—	0.8822	—	—	—	—	0.882
293	1	0.5217	—	—	0.5217	—	0.0030	0.0300	0.0330	0.555
	2	0.1676	0.0206	—	0.1882	—	—	0.0876	0.0876	0.276
	計	0.6893	0.0206	—	0.7099	—	0.0030	0.1176	0.1206	0.831
合計		6.5427	1.8707	0.0313	8.4447	—	0.0055	0.2809	0.2864	8.750

標本成長量合計＝8.750 ……(A)

$n_{Ⅶ}=10$　　$\bar{y}_{Ⅶ}=8.750/2\times10=0.4375$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} y_{\text{VII}j}^2 = 8.265994$

$(\sum_{j=1}^{n_i} y_{\text{VII}j})^2/n_{\text{VII}} = 7.656250$

$-)$

$Sy_{\text{VII}}^2 = 0.609744$

$s_{y\text{VII}}^2 = 0.609744/4(10-1) = 0.016937$ ……(C)

$s_{y\text{VII}} = 0.1300$ ……(D)

$s_{\bar{y}\text{VII}}^2 = 0.001694$

$C_{\text{VII}}\% = 29.7\%$ ……(E)

第 19 表の 8　プロットごと成長量総括表　VIII層

プロット番号		針葉樹 スギ	ヒノキ	その他針	針計	広葉樹 ブナ	ケヤキ	その他広	広計	プロット計
24	1	—	0.0015	—	0.0015	—	—	0.1456	0.1456	0.147
	2	—	0.0320	0.0050	0.0370	—	—	0.1522	0.1522	0.189
	計	—	0.0335	0.0050	0.0385	—	—	0.2978	0.2978	0.336
27	1	—	—	0.0826	0.0826	—	—	0.1005	0.1005	0.183
	2	—	—	—	—	0.0264	—	0.0298	0.0562	0.056
	計	—	—	0.0826	0.0826	0.0264	—	0.1303	0.1567	0.239
合計		—	0.0335	0.0876	0.1211	0.0264	—	0.4281	0.4545	0.575

標本成長量合計 $= 0.575$ ……(A)

$n_{\text{VIII}} = 2$　　$\bar{y}_{\text{VIII}} = 0.575/2\times 2 = 0.1438$ ……(B)

$\sum_{j=1}^{n_i} y_{\text{VIII}j}^2 = 0.170017$

$(\sum_{j=1}^{n_i} y_{\text{VIII}j})^2/n_{\text{VIII}} = 0.165313$

$-)$

$Sy_{\text{VIII}}^2 = 0.004704$

$s_{y\text{VIII}}^2 = 0.004704/4(2-1) = 0.001176$ ……(C)

$s_{y\text{VIII}} = 0.0343$ ……(D)

$s_{\bar{y}\text{VIII}}^2 = 0.000588$

$C_{\text{VIII}}\% = 2.4\%$ ……(E)

ii)　全成長量の推定

全成長量を推定するための計算過程は第 20 表に示してあるが，その結果は

$10491.2 \pm 1354.6\ m^3$

で，百分率誤差は 13.2%であつた。

第 20 表　全 成 長 量 の 推 定　　（層化副次抽出法）

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
階　層	面　積	割当個数	調査面積	拡大常数	標本成長量和	層成長量
記号と手順	A_i	$n_i=\frac{A_i}{A}\times 50$	$2\times(3)\times 0.04$ $2n_i\times 0.04$	(2)/(4) $A_i/0.08n_i$	(A) Σy_{ijk}	(5)×(6) $\frac{A_i}{0.08n_i}\Sigma y_{ijk}$
	ha		*ha*		m^3	m^3
Ⅰ	190.25	7	0.56	339.73	0.115	39.07
Ⅱ	232.44	8	0.64	363.19	2.525	917.05
Ⅲ	160.66	6	0.48	334.71	2.971	994.61
Ⅳ	87.12	3	0.24	363.00	1.717	623.27
Ⅴ	171.05	6	0.48	356.35	5.918	2109.05
Ⅵ	216.06	8	0.64	337.59	7.264	2452.25
Ⅶ	294.65	10	0.80	368.31	8.750	3222.63
Ⅷ	37.08	2	0.16	231.75	0.575	133.26
計	$A=\Sigma A_i=$ 1389.31	$n=\Sigma n_i=$ 50	4.00			10491.19

(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
階　層	層成長量のプロット平均	各層プロット成長量間分散	各層の面積の全面積に対する割合	成長量のプロット平均分散の計算 *	プロットの標準偏差	変動係数
記号と手順	(B) $\bar{y}_i=\Sigma y_{ijk}/2n_i$	(C) s_{yi}^2	(2)/A A_i/A	(9)×(10) $\frac{A_i}{A}s_{yi}^2$	(D) s_{yi}	(E) $s_{yi}/\bar{y}_i$
	m^3				m^3	%
Ⅰ	0.008	0.000327	0.136938	0.000045	0.018	220.1
Ⅱ	0.158	0.014908	0.167306	0.002494	0.122	77.4
Ⅲ	0.248	0.013677	0.115640	0.001582	0.117	47.2
Ⅳ	0.286	0.009874	0.062707	0.000619	0.099	34.7
Ⅴ	0.493	0.080722	0.123119	0.009938	0.284	57.6
Ⅵ	0.454	0.006899	0.155516	0.001074	0.083	18.3
Ⅶ	0.438	0.016937	0.212084	0.003592	0.130	29.7
Ⅷ	0.144	0.001176	0.026690	0.000031	0.034	2.4
計				0.019375		

* 成長量のプロット平均分散　$s_{\bar{y}}^2=\frac{1}{n}\Sigma\left(\frac{A_i}{A}\right)s_{yi}^2=\frac{1}{50}\times 0.019375=0.0003875$

プロットあたり（0.04 *ha*）成長量の平均；$\frac{10491.19}{1389.31}\times 0.04=0.302$

標準誤差；$\sqrt{0.0003875}=0.020$

プロット（0.04 *ha*）あたり成長量と信頼度95％の信頼区間；$0.302\pm 2\times 0.020=0.302\pm 0.040\ m^3$

全成長量と信頼度 95 ％の信頼区間；$10491.2\pm\frac{1389.31}{0.04}\times 0.040=10491.2\pm 1389.3\ m^3$

百分率誤差；$(1389.3/10491.2)\times 100=13.2\%$

3. 調査結果のとりまとめ

今回の実習で行なつた層化単純抽出法と層化副次抽出法による調査結果をとりまとめると次のとおりである。

蓄積

プロット（0.04 *ha*）あたりの平均蓄積

層化単純抽出法；　8.392± 1.075 m^3

層化副次抽出法；　8.535± 1.171 m^3

総蓄積

層化単純抽出法；　291470±34976 m^3　　誤差率　12.0%

層化副次抽出法；　296441±40686 m^3　　誤差率　13.7%

成長量

プロット（0.04 *ha*）あたり成長量の平均

層化単純抽出法；　0.306±0.032 m^3

層化副次抽出法；　0.302±0.040 m^3

全成長量

層化単純抽出法；　10,616.9±1,132.3 m^3　　誤差率　10.7%

層化副次抽出法；　10,491.2±1,389.3 m^3　　誤差率　13.2%

4. 結　　び

今回から層化単純抽出法のほかに層化副次抽出法を採用したが，これは単純抽出法は標準地が飛散し，その到達のみに多くの時間，したがつて経費を要するので副次抽出法を採用したものである。一定の経費調査日数でいずれが有利かは今回の調査の結果から判断し難いので，これは今後の研究にまつものとしたいが，応用の可能性は十分あるものと信ずる。

成長量計算は昨年に比し，はるかに簡単となつたし，また，今後の調査にあたつては成長錐調査木のみ樹高を測定し，直径階別材積表により毎木の材積，成長量を決定しうるよう，できるだけ外業面における労力と経費の節減を企図した。今後の各局の研究により，またできるだけ外業を減ずる方向にもつていきたいので，各局の方々のご協力をこうしだいである。

林業試験場研究報告　第120号

正　誤　表

Bulletin of the Government Forest Experiment Station No. 120

Errata

頁 Page	行 Column	誤 Error	正 Correct
7	第 1 表	*nipponicus*	*niponicus*
8	上より 6	*Crosotarsus*	*Crossotarsus*
8	〃 6	*nipponicus*	*niponicus*
36	〃 10	樹皮	辺材
39	第 9 表	28年	29年
39	下より 1	6月	5月
40	第 10 表	28年	29年
40	下より14	*Crosotarsus*	*Crossotarsus*
99	上より20	49) TECHNICAL NOTE:	49) U. S. Dept. Agr. :
99	〃 20	wood, No. 225	wood, Tech. Note, No. 225
99	〃 21	Pine, No. 254	Pine, Tech. Note, No. 254
104	〃 14	m^3	m^2
105	Fig. 3	Coal ter	Coal tar
106	上より15	1953	1954
109	〃 3	m^3	m^2