

クロマツ林木の生長率査定に関する研究

山 科 健 二^{*}

Kenji YAMASHINA

On the estimation of growth percentage of the
Kromatsu trees (*Pinus Thunbergii* Parl.)

緒 言

林木の生長量査定は保続的な森林経営計画の立案の基礎として重要な課題である。林木生長に関する研究は古くから行なわれてきたが、なお今後追究すべき多くの問題がある。伐採木についての査定は樹幹析解等の方法によれば比較的正確に査定出来る。しかし実際問題としては立木のままで生長量の査定または推定を必要とする場合が多い。これらの方法としては種々考えられているが、出来るだけ費用を少なく、また正確度も高いものが要求される。生長率査定にあたって、樹種により方法を異にする場合も考えられる。この報文ではクロマツ林木の生長および材積生長率査定に焦点を合わせてとりまとめたものである。

立木の材積生長率の査定法については PRESSLER, BUSSE, SCHNEIDER, STOETZER, KALK, SCHMACHER, JÄGER, WALLY, GEVORKIANTZ, MEYER, ESSÉD, 西沢, 平田等によって種々研究されている。

一部の例外はあるとしても、これらは直径生長率の査定を基礎として研究が進められている。筆者はアカマツおよびクロマツ林木について調査研究しているが、同一胸高直径に対する樹高や材積のちらばりが相当大きく、樹高の要素は無視することは出来ないと考えている。これはスギ、ヒノキ等の材木とくらべて、樹形が複雑であり、樹高の要素が材積に相当大きな影響を与えるためである。またアカマツやクロマツのように1年毎に輪状側枝を出して生長する林木では、1年間の樹高生長量を立木のままで測定出来る長所がある。これらの特性を利用して、クロマツ林木の生長率査定について、樹高の要素をいれて研究し、従来の生長率式を用いたものと、実験的にその正確度について比較検討したものである。

調査地および測定方法

調査地としては本学大角山実験林のクロマツ林木を資

料とした。以下測定方法の樹要について述べる。(1) 直径生長量：各林木の胸高部位で、長、短径の平均直径のところで生長錐を使って試片を採取し、各年輪の外側より現在までの生長量を0.1 mm単位で測定した。(2) 胸高直径：毎木の長径、短径をmm単位で測定し、その平均値を用いた。(3) 樹高：Weise 測高器を用いて測定した。(4) 樹高生長量：最近5年間の主軸年枝の長さを測高器および目測等により求めた。1年間の生長量は5年間のものより推定した。(5) 最近1 cm 内の年輪数：生長錐によって胸高部位より採取した錐片の半径1 cm 内の年輪数を算定した。(6) 立木材積：現在、1年前、5

$$(V=0.00004799 h \times d^{1.0675} 1.8692)$$

実 験 結 果

調査木45本のクロマツ毎木について、樹高、樹高生長量、胸高直径、直径生長量、半径1 cm 内の年輪数等についてとりまとめると第1表の通りである。

立木材積について、現在材積、5年前材積、1年前材積、5年間の生長量、連年生長量、定期平均生長量、SCHNEIDER の $n \cdot D$, K 等についてとりまとめると第2表の通りである。また材積生長率を P_v 、直径生長率を P_d 、樹高生長率を P_h 、形状生長率を P_f 、 $\beta=1.0675$ 、 $\gamma=1.8692$ であらわした。 P_v と $2P_d$ (第1図)、 P_v と $(\beta+\gamma)P_d$ (第2図)、 P_v と $2P_d+P_h$ (第3図)との関係を見るために、それぞれ45°線をひいた図上にdotした。各種生長率をとりまとめると第3表の通りである。

考 察

クロマツ林木を調査して特に注目をひいたのは、同一胸高直径に対する、樹高および材積のちらばりがかなり大きいことである。従来樹高曲線という概念がしばしば求積のために使用されているが、樹高のちらばりが大きい場合には単木について相当大きな誤差を生ずることになる。また求積にあたって、胸高直径のみを函数とした所謂1変数材積式が用いられることもあるが、スギ、ヒ

^{*} 森林計画学研究室

Table 1. Estimated height and diameter growth

Number of trees	Height m	Height growth in 5-years m	Height growth in 1-year m	D.b.h cm	Diameter growth cm		Height 5-years ago m	Diameter 5-years ago cm	Height 1-year ago m	Diameter 1-year ago cm	Number of ring in radius 1 cm
					5-y.	1-y.					
1	11.5	1.0	0.20	10.5	1.6	0.2	10.5	8.9	11.30	10.30	7
2	9.0	1.0	0.20	21.3	2.0	0.4	8.0	19.3	8.80	20.90	5
3	17.0	1.2	0.24	31.1	2.6	0.4	15.8	28.5	16.76	30.70	4
4	12.5	0.8	0.16	17.2	1.6	0.3	11.7	15.6	12.34	16.90	7
5	11.5	1.0	0.20	12.6	0.8	0.1	10.5	11.9	11.30	12.55	11
6	14.4	1.2	0.24	18.3	1.6	0.3	13.2	16.7	14.16	18.00	5
7	6.5	0.5	0.10	10.3	1.5	0.2	6.0	8.9	6.40	10.15	7
8	17.0	1.2	0.24	29.4	3.0	0.6	15.8	26.4	16.76	28.80	3
9	17.5	1.2	0.24	33.7	1.8	0.32	16.3	31.9	17.26	33.38	5
10	11.5	0.7	0.14	16.8	2.2	0.4	10.8	14.6	11.36	16.40	5
11	15.5	0.8	0.16	19.6	2.2	0.6	14.7	17.5	15.34	19.05	6
12	16.5	1.2	0.24	24.7	2.2	0.4	15.3	22.5	16.36	24.30	3
13	18.5	1.3	0.26	24.2	2.6	0.6	17.2	21.6	17.24	23.60	5
14	15.5	1.2	0.24	20.9	4.2	0.8	14.3	15.8	15.26	20.15	3
15	14.5	1.3	0.26	24.2	2.4	0.6	13.2	21.8	14.24	23.60	6
16	14.0	1.0	0.20	15.2	0.5	0.1	13.0	13.3	13.80	15.15	9
17	9.2	1.2	0.24	9.1	1.0	0.2	8.0	8.7	8.96	8.95	11
18	11.7	1.0	0.20	13.0	1.0	0.2	10.7	12.0	11.50	12.80	9
19	9.5	0.8	0.16	17.1	0.8	0.16	8.7	16.3	9.44	16.94	10
20	14.3	0.8	0.16	14.3	2.0	0.4	13.5	12.4	14.14	13.95	5
21	18.3	1.0	0.20	23.1	4.0	0.8	17.3	19.2	18.10	22.35	3
22	12.8	0.5	0.10	20.1	2.5	0.5	12.3	17.6	12.70	19.60	2
23	12.0	0.4	0.08	23.1	1.0	0.2	11.6	22.9	11.92	22.85	5
24	13.5	1.3	0.26	25.0	2.2	0.4	12.2	22.8	13.24	24.60	5
25	13.5	1.1	0.22	27.5	4.8	1.0	12.4	22.7	13.28	26.50	4
26	17.0	1.3	0.26	29.6	4.6	1.0	15.7	25.1	16.74	28.65	3
27	8.0	0.8	0.16	18.3	2.4	0.5	7.2	15.9	7.84	17.60	5
28	8.3	1.5	0.30	18.0	1.6	0.4	6.8	16.4	8.00	17.80	6
29	7.5	0.8	0.16	12.0	0.6	0.2	6.7	11.4	7.34	11.80	12
30	8.0	1.3	0.26	8.7	2.0	0.3	6.7	6.7	7.74	8.40	5
31	10.2	1.5	0.30	21.5	2.0	0.4	8.7	19.5	9.90	21.10	5
32	8.3	1.2	0.24	20.0	2.0	0.6	7.1	18.0	8.06	19.40	5
33	10.5	1.3	0.26	17.0	1.4	0.24	9.2	15.6	10.24	16.76	7
34	6.5	1.1	0.22	12.0	1.4	0.26	5.4	10.6	6.28	11.74	7
35	8.4	0.8	0.16	13.2	1.0	0.14	7.6	12.2	8.24	13.06	12
36	6.4	0.6	0.12	15.4	1.4	0.24	5.8	14.0	6.28	15.16	8
37	14.8	0.8	0.20	21.5	1.0	0.16	14.0	20.5	14.60	21.34	13
38	14.3	1.2	0.20	23.1	1.6	0.30	13.1	21.5	14.10	22.80	7
39	16.9	1.5	0.30	29.6	2.2	0.4	15.4	27.4	16.60	29.20	6
40	17.8	1.5	0.30	20.2	3.0	0.5	16.3	17.2	17.50	19.70	3
41	6.6	0.7	0.10	10.3	3.6	0.6	5.9	6.7	6.50	9.70	3
42	19.1	1.3	0.30	21.3	2.2	0.5	17.8	19.1	18.80	20.80	5
43	15.0	1.5	0.30	28.5	2.2	0.4	13.5	26.3	14.70	28.10	5
44	12.0	0.7	0.14	11.6	1.0	0.2	11.3	10.6	11.80	11.40	10
45	12.0	0.6	0.12	16.8	1.6	0.4	11.4	15.2	11.80	16.40	6

Table 2. Estimated volume and growth

Number of trees	Volume in the present m ³	Volume 5-years ago m ³	Volume 1-year ago m ³	Growth in 5-years m ³	Current annual growth m ³	Periodic annual growth m ³	n·D	K
1	0.0527	0.0352	0.0499	0.0175	0.0028	0.0035	73.5	412.3
2	0.1523	0.1117	0.1435	0.0406	0.0088	0.0081	106.5	652.8
3	0.6094	0.4787	0.5858	0.1307	0.0236	0.0261	124.4	500.1
4	0.1450	0.1126	0.1384	0.0324	0.0066	0.0065	120.4	573.1
5	0.0742	0.0601	0.0726	0.0141	0.0016	0.0028	138.6	304.9
6	0.1894	0.1644	0.1804	0.0250	0.0090	0.0050	91.5	455.7
7	0.0279	0.0191	0.0264	0.0088	0.0015	0.0017	72.1	409.5
8	0.5486	0.4149	0.5200	0.1337	0.0286	0.0267	88.2	485.1
9	0.7334	0.6109	0.7039	0.1225	0.0295	0.0245	168.5	706.0
10	0.1269	0.0913	0.1198	0.0356	0.0071	0.0071	84.0	497.3
11	0.2341	0.1772	0.2184	0.0569	0.0157	0.0436	117.6	1,041.9
12	0.3846	0.2973	0.3685	0.0873	0.0161	0.0174	74.1	323.1
13	0.4173	0.3122	0.3857	0.1051	0.0316	0.0210	121.0	991.0
14	0.2638	0.1420	0.2411	0.1218	0.0227	0.0482	62.7	590.0
15	0.3217	0.2509	0.3003	0.0708	0.0214	0.0142	145.2	1,033.8
16	0.1307	0.0929	0.1271	0.0378	0.0036	0.0076	136.8	387.1
17	0.0321	0.0249	0.0299	0.0072	0.0022	0.0059	100.1	735.7
18	0.0801	0.0610	0.0764	0.0191	0.0037	0.0038	117.0	566.3
19	0.1070	0.0891	0.1049	0.0179	0.0021	0.0036	171.0	342.0
20	0.1189	0.0842	0.1109	0.0347	0.0080	0.0069	71.5	515.5
21	0.3796	0.2397	0.3501	0.1399	0.0295	0.0279	69.3	583.5
22	0.1990	0.1488	0.1884	0.0502	0.0106	0.0100	40.2	225.9
23	0.2410	0.2286	0.2346	0.0124	0.0064	0.0025	115.5	314.2
24	0.3168	0.2393	0.3010	0.0775	0.0158	0.0155	125.0	653.8
25	0.3785	0.2237	0.3496	0.1548	0.0289	0.0310	110.0	908.6
26	0.5573	0.3735	0.5142	0.1838	0.0431	0.0367	88.8	744.1
27	0.1011	0.0695	0.0940	0.0316	0.0071	0.0063	91.5	690.8
28	0.1020	0.0693	0.0940	0.0327	0.0080	0.0065	108.0	919.1
29	0.0429	0.0346	0.0406	0.0083	0.0023	0.0016	144.0	815.0
30	0.0251	0.0128	0.0228	0.0124	0.0024	0.0025	115.5	314.2
31	0.1772	0.1245	0.1657	0.0527	0.0115	0.0105	107.5	746.1
32	0.1242	0.0863	0.1137	0.0379	0.0105	0.0076	100.0	923.0
33	0.1178	0.0871	0.1117	0.0307	0.0061	0.0061	119.0	649.7
34	0.0368	0.0239	0.0341	0.0129	0.0027	0.0026	84.0	664.4
35	0.0579	0.0449	0.0555	0.0130	0.0024	0.0026	158.4	684.3
36	0.0577	0.0435	0.0549	0.0142	0.0028	0.0028	123.2	628.3
37	0.2636	0.2252	0.2562	0.0384	0.0074	0.0077	289.5	833.8
38	0.2906	0.2652	0.2793	0.0254	0.0113	0.0051	141.7	572.5
39	0.5521	0.4531	0.5280	0.0990	0.0198	0.0241	177.6	666.0
40	0.2857	0.1925	0.2677	0.0932	0.0180	0.0186	60.6	407.2
41	0.0328	0.0109	0.0247	0.0219	0.0081	0.0044	30.9	101.0
42	0.3401	0.2573	0.3199	0.0828	0.0202	0.0166	106.5	672.0
43	0.4571	0.3482	0.4316	0.0829	0.0255	0.0166	142.5	840.8
44	0.0665	0.0527	0.0632	0.0138	0.0033	0.0027	116.0	605.5
45	0.1329	0.1043	0.1247	0.0286	0.0082	0.0056	100.8	662.3

Table 3. Growth percentage(%)

No.	P _d	P _h	P _f	P _v
1	1.94	1.76	-0.03	5.61
2	1.91	2.27	+0.04	6.13
3	1.30	1.43	-0.01	4.02
4	1.77	1.29	-0.07	4.76
5	0.79	1.76	-1.14	2.20
6	1.66	1.69	-0.03	4.98
7	1.97	1.56	+0.18	5.68
8	2.08	1.43	-0.09	5.50
9	0.95	1.39	+0.90	4.19
10	2.43	1.23	-0.17	5.92
11	3.14	1.04	+1.54	8.86
12	1.64	1.46	-0.28	4.36
13	2.54	1.50	-1.61	8.19
14	3.97	1.57	-0.10	9.41
15	2.54	1.82	+0.22	7.12
16	0.66	1.44	+0.07	2.83
17	2.23	2.67	+0.22	7.35
18	1.56	1.73	-0.01	4.84
19	0.94	1.69	-1.57	2.00
20	2.86	1.13	+0.16	7.21
21	3.57	1.10	+0.18	8.42
22	2.55	0.78	-0.24	5.62
23	0.87	0.67	+0.31	2.72
24	1.62	1.96	+0.03	5.23
25	3.77	1.65	-0.93	8.26
26	3.48	1.55	-0.13	8.38
27	2.80	2.04	-0.09	7.55
28	2.27	3.75	+0.22	8.51
29	1.69	2.17	+0.11	5.66
30	3.57	3.35	+0.03	10.52
31	1.89	3.03	+0.13	6.94
32	3.09	2.97	+0.08	9.23
33	1.43	2.53	+0.07	5.46
34	2.21	3.50	-0.01	7.91
35	1.07	1.94	+0.24	4.32
36	1.58	1.91	+0.03	5.10
37	0.74	1.36	+0.04	2.88
38	1.31	1.41	+0.01	4.04
39	1.36	1.80	-0.77	3.75
40	2.53	1.71	-0.05	6.72
41	0.61	1.53	+0.52	3.27
42	2.40	1.59	-0.08	6.31
43	1.42	1.91	+1.15	5.90
44	1.75	1.18	+0.54	5.22
45	2.43	1.01	+0.70	6.57

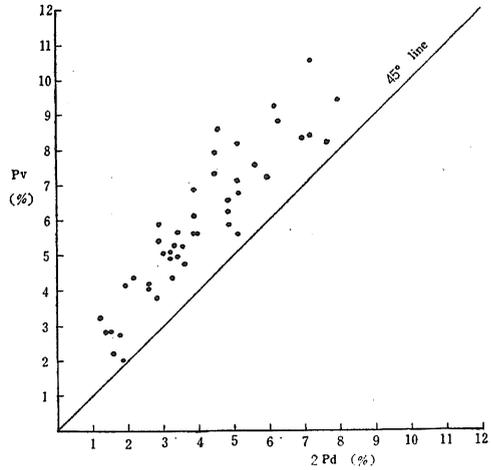


Fig. 1 Relation of 2 P_d and P_v

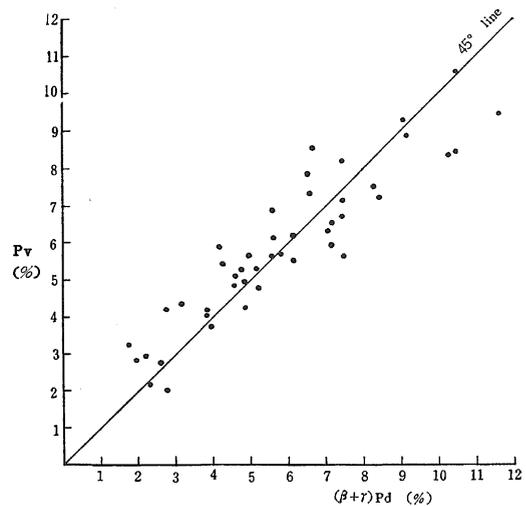


Fig. 2 Relation of (β+γ) P_d and P_v

ノキ等に比較して樹形が不規則であるクロマツ等については、樹高の要素も入れた2変数材積式の使用が望ましい。立木のままで材積生長率を求める問題は古くから研究されてきている。PRESSLERは(1)樹高生長が非常に小さい場合、hfに変化がないと仮定し、 $V : v = D^2 : d^2$ の関係が成立するとして、 $P_v = 2 P_d$ 。(2)樹高生長が中庸な場合、 $H : h = D : d$ から $V : v = D^3 : d^3$ 、すなわち $P_v = 3 P_d$ 。(3)樹高生長が大きい場合、 $H : h = D^2 : d^2$ から $V : v = D^4 : d^4$ 、すなわち $P_v = 4 P_d$ 等の式を導き出している。これらの式を一般式であらわせば $P_v = k \cdot P_d$ となり、 $k = 2 \sim 4$ の間の常数となる。この係数の決定を事前に予測することは実際的に困難であり、たとえ予測しても見積りの値となり、常数のとり方いかんで大き

な値のちがいを生ずる。

またBUSSEはkに2, $2\frac{1}{3}$, $2\frac{2}{3}$, 3, $3\frac{1}{3}$ の値を入れたZuwachsprozentstafelを作っているが、これもkの値を定める基準が予測的なものであり、どの値を適用するか問題がある。

SCHNEIDERは $P_v = \frac{k}{n \cdot D}$ と定め、PRESSLERと同じく3段階をもうけて、 $V : v = D^2 : d^2$ より $P_v = \frac{400}{n \cdot D}$ 、 $V : v = D^3 : d^3$ より、 $P_v = \frac{600}{n \cdot D}$ 、 $V : v = D^4 : d^4$ とすれば $P_v = \frac{800}{n \cdot D}$ を導き出している。Kの値についてはPRESSLERの式と同じく事前に常数を決定することは困難である。

またPRESSLERのk、SCHNEIDERのKの値は、いずれも単木によって相当のちらばりがあり、ある値で一定

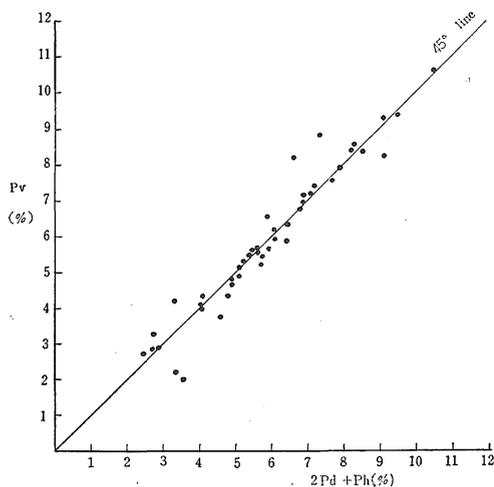


Fig. 3 Relation of $2P_d + P_h$ and P_v

に定めることは誤差を生ずる場合が多い。わが国でも野村進行が広葉樹を主とする天然林で、直径 10~30 cm の間で $K=550$ 、30~60 cm の間では $K=500$ 。また大城川次郎が高知管林局で、スギ、ヒノキ、マツについての調査で $K=550$ という報告がある。クロマツの本実験では K の値は 101~1041 の範囲にちらばり、単木的には相当変異の大きいものであることが分った。また WALLEY, STOETZER, KALK, SCHMACHER, JÄGER, GEVORKI-ANTZ 等は SCHNEIDER の方法を種々修正している。SCHMACHER と GEVORKIANTZ は樹高生長の要素を重視していないので結果的には SCHNEIDER 式とあまりかわらないといえる。平田は林の平均樹高、平均直径の比の値は短期間ではほとんどかわらないという仮設のもと

に $P_v = (\beta + \gamma) P_d$ なる式をみちびいている。

P_v と $2P_d$ 、 $(\beta + \gamma) P_d$ 、 $2P_d + P_h$ との関係それぞれ 45° 線をひいた図上に dot とすると、第 1 図、第 2 図、および第 3 図の通りである。 P_v と $2P_d$ の場合、点は 45° 線より上の位置でちらばり、過小な推定値なることを示している。一方 P_v と $(\beta + \gamma) P_d$ の場合は、ほぼ 45° 線を中心として点がちらばるが、そのちらばりは相当大きい。 P_v と $2P_d + P_h$ の場合は 45° 線上にそって、点があつまる傾向がある。すなわち $2P_d + P_h$ が他の何れの式よりも P_v をよくあらわしていることがわかる。

クロマツのように毎年輪状側枝を出して生長する樹種については、立木の材積生長率は $P_v = 2P_d + P_h$ によって算出すれば、比較的正確に査定をすることができる。

引用文献

1. 平田種男：日本林学会誌 43 1, 7~9, 1961
2. 嶺 一三：測樹 1952 朝倉 P.125~128
3. 西沢正久：林試研報 129 124~135, 1961
4. Vanselow, K: Einführung in die forstliche Zuwachs-und ertragslehre 1941 Kayser verlag S.19~26
5. 吉田正男：測樹学要論 1930 成美堂 P.405~420
6. 山田茂夫、村松保男：例解測樹の実務 1963 地球出版 P.168~169
7. 山科健二、成田恒美：日林講演集64 82~84 1955
8. 山科健二：島根農大研報 11(A) 80~85 1963
9. 山科健二：日林関西講演集 14 13~14 1964
10. 山科健二：島根農大研報 13(A) 87~92 1965

Summary

The estimation of growth percentage in volume is an important problem in a forest management.

Growth percentage in height affects tree volume percentage to a considerable degree (0.67~3.75%), and we must pay principal attention to the estimation of the growth in height. In this paper, we compared with 4 methods — PRESSLER'S, SCHNIDER'S, HIRATA'S and $(2P_d + P_h)$ formula — in the accuracy of measurement at the stand of Kromatsu (*Pinus Thunbergii* Parl.)

The results of the experiments and summarized in Tables 1~3 and illustrated in Figures 1~3.

This formula ($P_v = 2P_d + P_h$) most closely approximates actual growth percentage in volume.