

スギ同齡林における相對幹曲線の變動について

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	梶原, 幹弘
卷/号	54卷10号
掲載ページ	p. 340-345
発行年月	1972年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



スギ同齡林における相対幹曲線の変動について

梶原 幹 弘*

On the Variation of the Relative Stem Curve
in Even-aged Forest Stand of Sugi

Mikihiro KAJIHARA*

Summary: In this paper, the author deals with the stem curve with the final aim to develop a useful method for estimating the amount of merchantable logs of standing trees. In order to make standardization of the stem curve easy, it is expressed as a relative one. The relative stem curve is obtained by plotting the relative radius based on the diameter at nine-tenths of the total height from tip over the relative height.

The experimental materials were 1211 felled trees gathered from 31 stands scattered over some districts. The following facts were ascertained:

- (1) Within a stand, the form of the relative stem curve of each tree is similar to one another regardless of the tree size.
- (2) The relative stem curve averaged in each stand has a significant difference among districts and, in the same district, the variation of it among stands is considerable.
- (3) The form of the average relative stem curve is almost fixed by the average value of the normal form quotient defined as the ratio of the diameter at half of the total height to that at nine-tenths from tip.

要 旨: 本研究は、立木での利用可能な丸太量の推定法の開発を最終目標として行なったものである。幹曲線の集約を容易にするために、相対幹曲線という形でこれをとらえた。相対幹曲線というのは、樹高と梢端から樹高の 9/10 の位置の直径をそれぞれ 1 とし、これらに対する相対値を用いて表現したものである。

資料としては、いくつかの地方から選んだ合計 31 の林分での総計 1,211 本の伐倒区分求積木における測定結果を用いた。

確かめられた事実はつぎのとおりである。

- (1) 同一林分内では、各樹木の相対幹曲線の形は樹幹の大きさとは無関係に近似している。
- (2) 林分相対幹曲線は地方間で差異を示すとともに、同一地方であっても林分間でかなり違っている。
- (3) 林分相対幹曲線は林分正形状商 $\bar{r}_{0.5}$ によってほぼ完全に定まる。

ま え が き

幹曲線に関する研究は、林木の計測上きわめて重要であり、古くから数多くのものがあることは周知のとおりである。幹曲線を与えることにより生ずる現実的な効用はいくつかあろうが、本研究では、立木状態で利用可能な丸太量の推定を効果的に行なう方法を考えるにあたっての基礎固めとして、幹曲線の変動をとりあげた。

現実樹幹の幹曲線は、樹種、年齢、生育立地、密度管理状態といった要因にはもちろん、さらには樹幹の大きさや枝下高にも影響を受けるであろう。これらの要因が複雑にからみ合った結果として現出する幹曲線は、厳密にはすべての木で異なると見るべきかもしれない。しかし、いま林分という単位で考えると、そこでは生育立地

や密度管理経過はほぼ一様とみなされ、人工同齡林にあつてはさらに年齢はもちろん多くの場合樹種も同一である。すなわち同一林分内の林木では、幹曲線を規定する多くの要因がかなり類似するとみられる。もっとも樹幹の大きさについては、同齡林といえどもかなりの差異が当然存在するのであるが、これも幹曲線のつかまえ方によっては消去できる可能性がある。PRODAN¹⁾ や大隅²⁾ が提唱している相対幹曲線の考え方は、樹幹の大小とは無関係に幹曲線の相互比較を可能にするきわめて有効な一つの方法である。

一方、利用可能な丸太量を推定するにあたって、その単位となるのはやはりほとんどの場合林分である。一林分内には大きさを異にする樹幹があるわけで、これらの幹曲線を現実のままですべてつかまえようとすると、その実行

* 京都府立大学農学部 Fac. of Agr., Kyoto Prefectural Univ., Kyoto

は煩雑にならざるをえない。もし、樹幹の大小には関係なく、すべてのものに共通する形での原型的な幹曲線を定めることができれば、丸太量推定の実行上その効果は大きいものとなる。この面からも相対幹曲線は興味をひく。

相対幹曲線については、PRODAN¹⁾、や大隅ほか²⁾に詳しく、すでに明らかにされていることも多い。そして ALTHERR^{4,5)} はこれを利用しての立木での上部直径の推定、さらには利用材積の推定をすでに試みている。

ここではスギ同齢林の場合について、すでに明らかにされている事実とも照合しながら、相対幹曲線の変動を中心に実験的検討を行なった。

本研究では数多くの伐倒区分求積木での測定結果を資料として用いたが、そのうち奈良県吉野地方のもの大部分と宮崎県鉄肥地方のものすべては、それぞれ奈良県林業指導所と農林省林業試験場のご厚意で借用させていただいたものである。ここに心から感謝の意を表す。なお京都地方のものすべてと吉野地方のもの一部以外では、2m おきの等間隔で直径が測定されていたので、これらにあっては、等相対長区分における各所定位置の直径は補間推定により求めた。

1. 相対幹曲線の林分内変動

幹曲線は、幹軸を通る平面と樹幹表面とが交わって生ずる曲線として定義されている。そしてこれをXY座標系上に表現するときには、梢端を原点とするように幹軸をX軸に一致させ、幹の縦断面の半載を示す。相対幹曲線にあっては、X軸に全幹長 h を1としてこれに対する梢端からの距離の相対値を、Y軸には梢端から $\frac{9}{10}h$ の位置の直径 $d_{0.9}$ を1としてこれに対する各位置の樹幹半径の相対値をとる。その結果、相対幹曲線は図-1に示すようになる。すなわち樹幹の大きさとは無関係にすべてのものがX座標では常に0~1の範囲をとり、しかも $x=0.9$ すなわち梢端から $\frac{9}{10}h$ の位置では常に $y=0.5$ となる。相対幹曲線を現実のままの幹曲線にもどしたい時には、これをX軸方向に h 倍、Y軸方向に $d_{0.9}$ 倍すればよい。

大きさが異なる樹幹の幹曲線の相互比較を可能にする

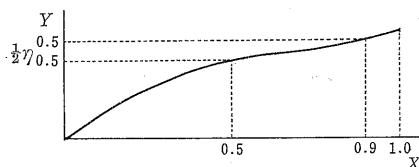


図-1. 相対幹曲線

Fig. 1. Relative stem curve

ような幹曲線の表現としては、相対幹曲線の他に、周知の BEHRE の幹曲線式においてみられるものがある。ここでは胸高以上の樹幹をとりあげ、相対幹曲線における全幹長の代りに胸高以上の幹長を、 $d_{0.9}$ の代りに胸高での正常直径(胸高直径から根張りの影響を差引いたもの)を基準にし、これらに対する百分率をX,Y軸上にとって幹曲線を表現している。これも一つの相対幹曲線とみなしうるもので、これまで細り表の作成に広く用いられてきた。しかし、樹幹が大きくなるにつれて胸高には根張りの影響が現われ、これの現実的な除去がむづかしいとか、胸高以上のみを対象としているとか、さらには全樹幹を対象にした場合には胸高の全幹長に対する相対位置が幹長の大きさによって変化するために、幹曲線の比較が不可能になるといった欠点がある。図-1に示すような相対幹曲線にあっては、これらはいずれも問題にならない。なお、相対幹曲線とその他の幹曲線との比較論議は大隅ほか²⁾に詳しいので参照されたい。

相対幹曲線は、図-1に示すように座標原点と座標(0.9, 0.5)の2点は必ず通るが、幹曲線の一般的な形に関する制約の範囲内で、その他の点では自由な位置を通り、その結果ふくらみ具合に差異を生ずる。PRODAN¹⁾は相対幹曲線のふくらみ具合を形状度(Voll- und Abförmigkeit)とよび、その指標として、梢端から全樹高の $\frac{9}{10}$ の位置における正形数 $\lambda_{0.9}$ あるいは $d_{0.9}$ に対する樹幹中央位置の直径 $d_{0.5}$ の比である正形状商 $\eta_{0.5} = d_{0.5}/d_{0.9}$ が有効であることを指摘している。 $\lambda_{0.9}$ に限らず正形数はすべて形状度の指標として有効で、樹幹中央位置での正形数 $\lambda_{0.5}$ もその例にもれない。そして $\lambda_{0.9}$ または $\lambda_{0.5}$ と $\eta_{0.5}$ の間にはきわめて高度の相関があり、一方が与えられれば他方はほぼ完全に定ることを、PRODAN¹⁾、ALTHERR^{4,5)}、筆者⁶⁾が明らかにしている。同一林分内の林木にあっては、相対幹曲線の指標である $\lambda_{0.9}$ がほぼ一定であることをHOHENADL, KRENN および PRODAN がそれぞれ認めているという⁷⁾。さらに PRODAN¹⁾は同一林分内の木にあっては、 $\lambda_{0.9}$ と胸高直径との間には相関がないことを指摘している。また筆者⁸⁾は、スギ同齢林について、同一林分内の林木では $\lambda_{0.9}$ 、 $\lambda_{0.5}$ および $\eta_{0.5}$ の変動係数は一般にきわめて安定したしかも小さい値を示すこと、そしてさらに $\lambda_{0.5}$ と樹幹の大きさとの間には相関がないことを明らかにした。

図-1からもうかがえるように相対幹曲線の形状を直接的に規定する有効な因子とみられる $\eta_{0.5}$ について、各林分における変動係数 $c_{\eta_{0.5}}$ (%)ならびに $\eta_{0.5}$ と樹幹の大きさを示す諸因子との相関係数 $r_{\eta_{0.5}, d_{0.5}}$ 、 $r_{\eta_{0.5}, h}$ 、 $r_{\eta_{0.5}, d_{0.5} \times h}$ を資料より計算した結果を表-1に

示した。 $g_{0.5}$ は樹幹中央の断面積であり、比較円柱体積 $g_{0.5} \times h$ は、ここで用いた資料木に関しては、すでに筆者⁸⁾が示したようにほぼ樹幹体積とみなしうるものである。なお表-1 に示した資料林分の記号は、先の筆者の報告⁸⁾におけるものと同じで、林分 K-2~6 と M-7~9 はその後追加したものである。

変動係数 $c_{\eta_{0.5}}$ (%) については、すでに筆者⁸⁾が示したことであるが、生育立地や密度管理状態などを異にする地方にあっても、その間での違いはみられず、いずれの林分でもほぼ 4~5% 前後という安定した、しかも小さい値となっている。

相関係数についてみると、 $\eta_{0.5}$ と樹幹の大きさとの間に相関がないとはいえない林分も一部あるが、多くの林分では相関が認められない。そのうえ林分により相関係数の符号が異なり、林分数としては負のものがやや多い

が正のものもかなりある。これからすると、一部の林分で認められたような樹幹の大きさが増すにつれて $\eta_{0.5}$ は小さくなるという負の相関関係の存在は、どちらかといえばこれらの林分で何らかの理由でたまたま生じたもので、一般には両者は無関係であるとみてよかるう。このような結果は当然ながら筆者⁸⁾が $\lambda_{0.5}$ と樹幹の大きさとの間において得たものに類似している。

$\eta_{0.5}$ はあくまでも相対幹曲線の形状の指標であり、幹曲線そのものではない。そこでさらに PRODAN¹⁾ が相対幹曲線の表現にあたって提唱している相対直径列 (Echte Ausbauchungsreihe) によってみてみよう。相対直径列というのは、梢端から全幹長の 1/10, 3/10, 5/10, 7/10, 9/10 の位置の直径をそれぞれ $d_{0.1}, d_{0.3}, d_{0.5}, d_{0.7}, d_{0.9}$ としたとき、 $d_{0.9}$ に対するこれらの比をとることにより得られるつぎのような数列である。

表-1. 正形状商およびその樹幹の大きさとの相関

Table 1. Normal form quotient and its correlation with the tree size

地 方 District	林 分 Stand	年 齢 Age	D.B.H. (cm)	樹 高 Height (m)	標本木数 Number of sample trees	正 形 状 商 Normal form quotient		相 関 係 数 Correlation coefficient		
						$\bar{\eta}_{0.5}$	$c_{\eta_{0.5}}$ (%)	$r_{\eta_{0.5} \cdot d_{0.5}}$	$r_{\eta_{0.5} \cdot h}$	$r_{\eta_{0.5} \cdot g_{0.5} \times h}$
奈良 (吉野) Nara (Yoshino)	N-1	24	12~24	11~17	25	0.712	5.0	-0.166	-0.330	-0.212
	N-2	25	10~22	10~15	34	0.763	4.4	-0.464**	-0.465**	-0.474**
	N-3	27	12~18	10~18	24	0.759	3.8	-0.306	-0.488**	-0.418*
	N-4	47	10~36	10~25	19	0.738	4.2	-0.455*	-0.553**	-0.466*
	N-5	50	10~26	10~20	23	0.732	4.0	0.082	0.215	0.076
	N-6	50	16~40	11~28	24	0.722	4.3	0.082	0.233	0.307
	N-7	52	20~42	15~26	15	0.701	3.5	0.211	0.161	0.219
	N-8	58	14~34	11~23	25	0.737	3.6	-0.429*	-0.476**	-0.489**
	N-9	60	18~38	15~25	15	0.728	4.6	-0.662**	-0.676**	-0.628**
	N-10	68	24~40	22~30	22	0.748	3.9	-0.192	0.027	-0.153
	N-11	78	18~36	18~25	15	0.734	5.9	0.804**	0.387	0.746**
京都 Kyoto	K-1	47	18~40	14~28	41	0.721	5.5	-0.282	-0.369*	-0.325*
	K-2	25	8~22	8~17	64	0.703	6.2	0.017	0.021	0.001
	K-3	30	8~24	9~16	39	0.702	5.4	0.291	0.241	0.176
	K-4	30	10~24	9~19	59	0.716	4.8	0.058	0.000	0.029
	K-5	55	12~36	8~24	25	0.734	4.1	-0.137	-0.252	-0.154
	K-6	57	18~36	15~24	40	0.741	4.2	0.157	-0.014	0.110
大分 Oita	O-1	35	26~40	18~26	26	0.692	5.1	0.172	0.338	0.232
	O-2	36	14~28	13~22	50	0.729	4.0	-0.054	-0.170	-0.030
	O-3	40	16~32	12~17	50	0.713	4.6	-0.179	-0.171	-0.219
	O-4	40	20~40	19~28	29	0.711	3.8	-0.131	-0.085	-0.198
	O-5	40	18~36	17~25	36	0.716	2.8	-0.149	-0.133	-0.158
宮崎 (飢肥) Miyazaki (Obi)	M-1	32	10~18	9~15	50	0.714	3.9	0.276*	0.079	0.250
	M-2	43	24~38	12~19	50	0.693	3.5	-0.100	-0.053	-0.093
	M-3	43	20~48	11~24	50	0.667	6.4	-0.620**	-0.491**	-0.580**
	M-4	43	20~42	13~20	50	0.676	5.0	-0.180	-0.210	-0.198
	M-5	45	12~26	12~20	50	0.718	3.5	0.259	0.101	0.258
	M-6	48	14~40	13~24	50	0.686	4.9	-0.243	-0.256	-0.254
	M-7	43	22~40	13~20	43	0.694	4.2	-0.332*	-0.300	-0.329*
	M-8	43	20~38	13~19	38	0.677	3.1	-0.226	0.003	-0.125
	M-9	48	16~32	16~22	40	0.705	3.7	-0.122	0.079	-0.057

* 危険率 5% で有意 Significant

** 危険率 1% で有意 Highly significant

$$\eta_{0.1} = \frac{d_{0.1}}{d_{0.9}}, \eta_{0.3} = \frac{d_{0.3}}{d_{0.9}}, \eta_{0.5} = \frac{d_{0.5}}{d_{0.9}}, \eta_{0.7} = \frac{d_{0.7}}{d_{0.9}},$$

$$\eta_{0.9} = \frac{d_{0.9}}{d_{0.9}} = 1$$

表-2. 各林分での現実の相対直径列
Table 2. Actual series of the normal form quotients in each stand

林分 Stand	区 Description		$\eta_{0.9}$	$\eta_{0.7}$	$\eta_{0.5}$	$\eta_{0.3}$	$\eta_{0.1}$
N-10	平均	Mean	1	0.870	0.748	0.574	0.271
	$S\eta_i$		—	0.022	0.029	0.042	0.032
	$C\eta_i$ (%)		—	2.5	3.9	7.3	11.8
K-6	平均	Mean	1	0.875	0.741	0.566	0.247
	$S\eta_i$		—	0.023	0.031	0.048	0.043
	$C\eta_i$ (%)		—	2.6	4.2	8.5	17.4
K-5	平均	Mean	1	0.862	0.734	0.553	0.242
	$S\eta_i$		—	0.027	0.030	0.044	0.053
	$C\eta_i$ (%)		—	3.1	4.1	8.0	21.9
O-2	平均	Mean	1	0.855	0.729	0.552	0.215
	$S\eta_i$		—	0.027	0.029	0.036	0.036
	$C\eta_i$ (%)		—	3.2	4.0	6.5	16.7
K-1	平均	Mean	1	0.867	0.721	0.539	0.243
	$S\eta_i$		—	0.025	0.040	0.048	0.045
	$C\eta_i$ (%)		—	2.9	5.5	8.9	18.5
K-4	平均	Mean	1	0.867	0.716	0.508	0.195
	$S\eta_i$		—	0.027	0.035	0.043	0.038
	$C\eta_i$ (%)		—	3.1	4.8	8.5	19.5
O-5	平均	Mean	1	0.853	0.716	0.536	0.212
	$S\eta_i$		—	0.022	0.020	0.028	0.032
	$C\eta_i$ (%)		—	2.6	2.8	5.2	14.6
O-3	平均	Mean	1	0.856	0.713	0.492	0.178
	$S\eta_i$		—	0.032	0.028	0.037	0.030
	$C\eta_i$ (%)		—	3.7	4.6	7.5	16.9
O-4	平均	Mean	1	0.850	0.711	0.525	0.199
	$S\eta_i$		—	0.029	0.027	0.035	0.026
	$C\eta_i$ (%)		—	3.4	3.8	6.7	13.1
M-9	平均	Mean	1	0.852	0.705	0.519	0.226
	$S\eta_i$		—	0.027	0.026	0.030	0.039
	$C\eta_i$ (%)		—	3.2	3.7	5.8	17.3
K-2	平均	Mean	1	0.861	0.703	0.507	0.185
	$S\eta_i$		—	0.035	0.044	0.042	0.031
	$C\eta_i$ (%)		—	4.1	6.3	8.3	16.8
K-3	平均	Mean	1	0.868	0.702	0.499	0.175
	$S\eta_i$		—	0.034	0.038	0.044	0.043
	$C\eta_i$ (%)		—	3.9	5.4	8.8	24.6
M-7	平均	Mean	1	0.843	0.694	0.509	0.233
	$S\eta_i$		—	0.028	0.029	0.035	0.024
	$C\eta_i$ (%)		—	3.3	4.2	6.9	10.3
O-1	平均	Mean	1	0.837	0.692	0.482	0.163
	$S\eta_i$		—	0.038	0.035	0.037	0.024
	$C\eta_i$ (%)		—	4.5	5.1	7.7	14.7
M-8	平均	Mean	1	0.821	0.677	0.502	0.208
	$S\eta_i$		—	0.022	0.021	0.036	0.026
	$C\eta_i$ (%)		—	2.7	3.1	7.2	12.5

相対直径列も厳密には曲線を表現するものではないが、 $\eta_{0.5}$ を含めて五つの正形状商より構成されるものであるだけに、 $\eta_{0.5}$ のみによるよりはより忠実に相対幹曲線を表現することは確かである。

前掲表-1 に示す資料林分の中の 15 林分において、各木の相対直径列を求め、林分別に各相対位置における相対直径値の標準偏差 $S\eta_i$ および変動係数 $C\eta_i$ (%) を求めた結果を表-2 に示した。

表-2 にみられるように、 $S\eta_i$ は相対位置が根元よりから梢端よりへと移るにつれて、 $\eta_{0.3}$ あたりまではやや増大する傾向にあり、その後は傾向が一定しないが、どちらかといえばやや減少傾向にある林分が多い。一方 $C\eta_i$ (%) は、相対直径値が根元から梢端へと減少するために、一貫して増大傾向にある。そして $\eta_{0.3}$ あたりまでは変動係数はそう大きくはないが、 $\eta_{0.1}$ になって急に大きくなっている。相対幹曲線は、図-1 に示したように、座標原点と座標 (0.9, 0.5) は必ず通る。そしてこれら 2 点からの X 座標上でのへだたりの大きさは、小さいものから $\eta_{0.1}$, $\eta_{0.7}$, $\eta_{0.3}$, $\eta_{0.5}$ の順になる。普通には、このような固定された点からのへだたりが大きいほど、幹曲線はより自由に異なる位置を通りうることになると考えられ、したがって各相対直径値の変動はこれらへだたりと関連をもってよいように思われる。しかし現実には、表-2 に示す結果のように、 $S\eta_i$ や $C\eta_i$ (%) の大きさはこのようなへだたりの大きさの順位に一致してはおらず、 $\eta_{0.1}$ や $\eta_{0.3}$ におけるものが $\eta_{0.7}$ や $\eta_{0.5}$ におけるものよりも大きくなっている。これは梢端よりの部分では幹曲線の不安定さがより大きくなることを示しているとみられる。

これまでに述べた諸結果からすると、同一林分内にある林木の相対幹曲線は、樹幹の大小とは無関係に、とくに樹幹の主要部分については、きわめて高い近似度を示しているといえる。したがって、これらはほぼ同一であるとみなすことができよう。これは林分を単位としての利用可能な丸太量の推定において、きわめて好都合で重要な結果である。なぜならば、各林分での平均的な相対幹曲線 (以下これを林分相対幹曲線と呼ぶ) を求めれば、これが林分内すべての木の幹曲線の原型となり、各樹木の現実の幹曲線は、これを X 軸方向に h 倍、Y 軸方向に $d_{0.9}$ 倍することにより容易に得られることになるからである。

2. 林分相対幹曲線の変動

スギ同齢林の林分相対幹曲線に影響を与える要因としては、年齢、生育立地、密度管理経過、樹高に対する樹

冠長の割合などがその主要なものであろう。これらの要因が複雑に作用した結果として、各林分の現実の林分相対幹曲線の形状が定まるのであるが、その指標として、単木の場合にならって、林分での平均正形状商 $\bar{\eta}_{0.5}$ (以下これを林分正形状商と呼ぶ) が効果をもつとみられる。生育立地や密度管理状態を異にするいくつかの地方より選んだ伐期前後の年齢の林分について、林分正形状商 $\bar{\eta}_{0.5}$ を求めた結果を表-1 に示してある。

表-1 における $\bar{\eta}_{0.5}$ をみてまず気付くことは、地方間で差がみられることである。すなわち高い密度管理の代表とされる吉野地方において $\bar{\eta}_{0.5}$ は全般的に大きく、その平均は 0.734 である。これに対し低密度管理の代表である飢肥地方においては、 $\bar{\eta}_{0.5}$ の平均は 0.692 と小さい。そして密度管理状態が両者の中間に位置する京都地方や大分地方では、 $\bar{\eta}_{0.5}$ の値も中間にあり、その平均はそれぞれ 0.720 と 0.712 である。これはこれまで一般にいわれている密度管理状態と樹幹の形状に関する関係と一致している。そして密度管理状態が両極端にある吉野地方と飢肥地方とでは、平均で 0.042 の差があり、これは統計学的に検定してもきわめて有意のものである。このような事実からすると、密度管理状態は相対幹曲線の形状をかなり左右する要因であることはまちがいなさう。地方間で密度管理状態にかなりの差があることは事実であるが、その他の林分相対幹曲線に影響を与える要因が各地方で同一ではないので、地方間における差を密度管理状態と直結させることには無理があろう。地方間における差をもたらした要因を解明することはここではできないが、林分相対幹曲線の平均的形状が地方によって明らかに異なるものとなることは確かである。

同一地方内での各林分における $\bar{\eta}_{0.5}$ についてみると、林分によりかなり変動している。同じ地方にあっても、各林分では密度管理経過や生育立地も多少異なるであろうし、さらに地位、年齢、樹高に対する樹冠長の割合などの多くの要因の差異がこのような結果となって現われているのであろう。資料林分数が比較的多い吉野地方と飢肥地方とについて、 $\bar{\eta}_{0.5}$ の標準偏差を求めると、それぞれ 0.019 と 0.018 となる。そして地方区分をせずに表-1 に示す全資料林分を込みにした時には、 $\bar{\eta}_{0.5}$ の平均は 0.716、標準偏差は 0.024 となる。すなわち吉野地方や飢肥地方については、地方区分をすることによって、地方区分をしない場合に比べて 20% ほど標準偏差が減少する。しかし同一地方内の林分間でかなりの変動があることも事実である。いま仮りに標準偏差の 2 倍が、 $\bar{\eta}_{0.5}$ の分布の上・下限を与えるものとして、吉野地方や飢肥地方について、それぞれ $\bar{\eta}_{0.5}$ が一定であると

おさえた場合に生ずる最大の百分率誤差を求めてみると、両地方ともに 5.2% となる。これに対し、地方区分をせずすべての林分で $\bar{\eta}_{0.5}$ が一定であるとおさえた場合には、同様に求めた最大の百分率誤差は 6.7% となる。このような誤差の大小に関する明確な判断の基準があるわけではなく、またこれは目的に応じての許容誤差とも関連して変わるべきものであろう。したがって、前述のように明らかに有意差が認められた地方をすべて込みにして同一のものとして扱うのは別として、密度管理状態をはじめとする林分相対幹曲線に影響を与える諸要因の類似性を基準にして、これらの一様性が高い地方ごとに林分相対幹曲線を同一のものとして取り扱うことの可否に関する判断はむづかしい。利用可能な丸太量の推定実行上からは、同一林分内にとどまらず同一地方で相対幹曲線が同一であるとの取り扱いが許されると、きわめて便利である。しかし、現実に同一地方にあっても林分間で $\bar{\eta}_{0.5}$ にはかなりの変動があり、それをひき起こす要因についても解明できていない現在では、林分相対幹曲線は林分ごとに異なるものとして取り扱うのがより無難で望ましいといえよう。

これまで林分相対幹曲線を林分正形状商 $\bar{\eta}_{0.5}$ におきかえてみてきたが、 $\bar{\eta}_{0.5}$ はあくまでも一指標である。そこで林分内変動の検討にあたって用いた相対直径列という形で林分相対幹曲線をつかまえた結果を表-2 に示した。ここで平均として掲げているのが、各林分内の標本木における相対直径列の平均として求めた林分相対直径列である。なお比較の便をはかるために、 $\bar{\eta}_{0.5}$ の大きい林分から順に並べてある。

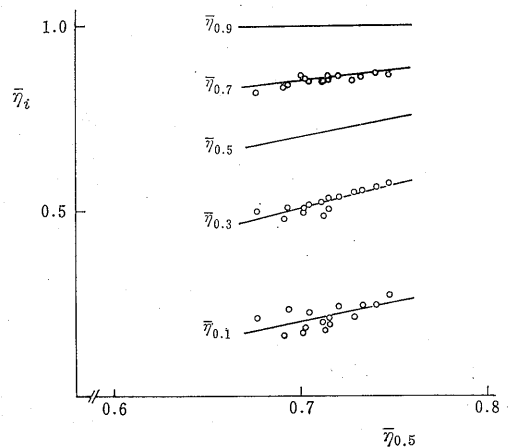


図-2. $\bar{\eta}_{0.5}$ と林分相対直径列との関係

Fig. 2. Relationship between $\bar{\eta}_{0.5}$ and the series of the normal form quotients averaged in each stand

PRODAN¹⁾ や ALTHERR⁵⁾ が単木について行なっている例にならって、 $\bar{r}_{0.5}$ と林分相対直径列との結びつきの強さを知るために、表-2に示す結果を図示したのが図-2である。ここでは各林分の相対直径列を $\bar{r}_{0.5}$ に対応させて示してある。 $\bar{r}_{0.5}$ と林分相対直径列、ひいては林分相対幹曲線との結びつきが強いほど、 $\bar{r}_{0.5}$ と $\bar{r}_{0.7}$ 、 $\bar{r}_{0.5}$ と $\bar{r}_{0.3}$ および $\bar{r}_{0.5}$ と $\bar{r}_{0.1}$ のそれぞれにおける相関が高くなる。そこで図-2 からしてこれらそれぞれの間には直線関係が成立するものとして、回帰直線式とその残差標準偏差 s および相関係数 r を求めると、つぎのとおりである。

$$\bar{r}_{0.7} = 0.441 + 0.583\bar{r}_{0.5} \quad s = 0.009 \quad r = 0.789$$

$$\bar{r}_{0.3} = -0.377 + 1.263\bar{r}_{0.5} \quad s = 0.014 \quad r = 0.868$$

$$\bar{r}_{0.1} = -0.515 + 1.021\bar{r}_{0.5} \quad s = 0.025 \quad r = 0.636$$

この結果から、 $\bar{r}_{0.5}$ により林分相対幹曲線がほぼ固定するものであることがわかる。もっともその固定の程度は相対位置によりいくぶん差があり、 $\bar{r}_{0.7}$ や $\bar{r}_{0.3}$ に比べると $\bar{r}_{0.1}$ では $\bar{r}_{0.5}$ との結びつきはより弱いものとなっている。

梢端寄りの部分における幹曲線そのものの不安定さの増大について、表-2に示す事例に基づき、 $\bar{r}_{0.5}$ が近似する林分において比較するという形でみると、つぎのようになる。

同じ地方にあり、しかも表-1に示すように樹幹の大きさと年齢もあまり変わらない林分 K-2 と K-3 にあっては、近似度がきわめて高い。しかし地方や年齢が同じであっても樹高に差がある林分 O-3 と O-5 とでは $\bar{r}_{0.3}$ や $\bar{r}_{0.1}$ にやや差がみられる。そして地方はもちろん年齢も異なる林分 K-4 と O-5、林分 M-9 と K-2 または K-3 および林分 O-1 と M-7 の間でも、 $\bar{r}_{0.3}$ や $\bar{r}_{0.1}$ における差がある。このような差を樹幹の大きさとくに樹高と関連させてみると、林分 O-1 と M-7 の場合を除けばより樹高の大きい林分の方がより大きい $\bar{r}_{0.3}$ や $\bar{r}_{0.1}$ を示している。このような樹高と関連して

の梢端寄りの部分での林分相対幹曲線の変化は、FRIES, MATÉRN⁹⁾ が注目し、幹曲線の形を左右する重要な因子としてとりあげている樹冠に起因するのかもしれない。

樹幹の梢端寄りの部分で相対幹曲線が不安定になりがちなる傾向は、林分間におけるのみならず同一林分内の各樹木間においても認められることは前述のとおりである。このような事実からして、梢端寄りの部分についてはやや不安が残るが、これ以外の主要な部分については林分相対幹曲線は $\bar{r}_{0.5}$ のみにより相当正確に定めうるものとみられる。 $\bar{r}_{0.5}$ は現実の推定がかなり容易である因子であることを考えあわせると、このような結果は林分における利用可能な丸太量の推定においてきわめて好都合である。

引用文献

- 1) PRODAN, M.: Holzmesslehre. S. 30~64, 186~203, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt, 1965
- 2) 大隅真一: 幹形に関する研究(1) 相対幹形について。日林誌 41: 471~479, 1959
- 3) 大隅真一・北村昌美・菅原 聡・大内幸雄・梶原幹弘・今永正明: 森林計測学。23~42, 養賢堂, 東京, 1971
- 4) ALTHERR, E.: Genaue Sortimentierung und Bewertung von Nadelholzbeständen mit Hilfe "echter" Ausbauchungsreihen. Forstwiss. Cbl. 72: 193~210, 1953
- 5) ALTHERR, E.: Untersuchungen über Schaffform, Berindung und Sortimentsanfall bei der Weißtanne. Allg. Forst- und Jagdztg. 134: 111~122, 140~151, 1963
- 6) 梶原幹弘: 正形数の推定とその林分材積測定への応用について。日林誌 51: 49~56, 1969
- 7) PRODAN, M.: Statistische und mechanische Untersuchungen über die Schaffform. Forstwiss. Cbl. 63: 102~114, 1944
- 8) 梶原幹弘: 樹幹中央断面積による林分材積の推定について。日林誌 51: 33~40, 1969
- 9) FRIES, J., MATÉRN, B.: On the use of multivariate methods for the construction of tree taper curves. Paper No. 9. Advisory Group of Forest Statistics of I.U.F.R.O. Sec. 25, Conference in Stockholm, 1965 (1972年6月26日受理)