

根元直径と胸高直径との関係について

和田茂彦・石原寛一・中根勇雄

ま え が き

過去の伐採量を推定する場合や、盗伐あるいは誤伐の場合には、伐根（根元）直径と胸高直径との関係をとらえ、さらにはこれを利用して材積を知ろうとすることがしばしば行われる。したがってこのためにこれまでも多くの研究が実施されているが、樹種あるいは地形の影響による差異があるように思われたので、2, 3の樹種についての調査をまとめるとともに、あわせて横断面の形に関する考察を行うこととした。

試 料 と 方 法

京都大学農学部附属演習林芦生演習林（京都府北桑田郡美山町）内において、スギ、ブナおよびミズナラ（一部コナラを含む）が、それぞれ比較的純林状をなす天然林から試料を集めた。またスギについては、とくに横断面の形を比較する意味もあって、演習林に隣接する緩斜地の人工林からも試料を収集した。これら収集場所の方位、傾斜角および斜面上の位置は次のとおりである。

樹 種	林 班	方 位	傾斜角	斜面上の位置
ス ギ (天然)	17	N14° E	36°	上
ブ ナ	20	N19° W	35°	上
ミ ズ ナ ラ	20	S 2° E	34°	上
ス ギ (人工)	—	N41° E	15°	下

根元直径は山側地際上10cm（直径は $d_{0.1}$ で示す）および20cm（ $d_{0.2}$ ）の位置で、胸高直径（ d_b ）は1.2mの高さで、水平方向と傾斜方向の2方向から、幹軸に直角に輪尺を用いて1mm単位で測定した。ただし輪尺で測定不可能なものについては直径巻尺によった。また幹脚部は根張りの関係等によって一般に不規則な形をしており、これを輪尺によって測定するときは、測定方向によって数値に異動を生ずるといわれているので、直径巻尺との比較を人工スギの一部50本について行った。

なおこの地方では根曲り、根張りその他の関係で、伐採は一般に地上30cm前後で行われることが多い。測定位置別の直径階の範囲および測定本数は次のとおりである。

樹 種		ス ギ (天 然)	ブ ナ	ミ ズ ナ ラ	ス ギ (人 工)
直範 径階 囲 (cm)	$d_{0.1}$	6～172	6～126	6～166	18～86
	$d_{0.2}$	6～160	6～120	6～158	18～76
	d_b	4～130	4～104	4～128	14～54
試料数(本)		100	65	65	150

根元直径と胸高直径との関係は、一般に直線関係にあるとみられており、これまでの報告においても次の2式が用いられているので、ここでもそれらによることとしたが、図上にプロットした場合

2次式の適用も可能と考えられたので、あわせてこれの検討も行った。

$$d_b = a + bd_0 \dots\dots\dots (1)$$

d_0 : 根元 (伐根) 直径

d_b : 胸高直径

$$d_b = k \cdot d_0 \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\log d_b = \log k + \log d_0$$

$$\therefore \log k = \log d_b - \log d_0$$

$$d_b = k' \cdot d_0$$

$$k' = \sum d_0 \cdot d_b / \sum d_0^2 \dots\dots\dots (2.2)$$

$$d_b = a + bd_0 + cd_0^2 \dots\dots\dots (3)$$

この場合、各位置の測定方向をそれぞれ対応させたもの、および幹脚部は不整形をしているので、その平均値を用いたものの3通りの方法について計算を行ったが、後にも述べるように最終的には平均値を用いることになる。

傾斜地の林分では最大傾斜⁸⁾の方向に偏倚するものが多く、大きな枝や根張りのある方向に偏倚するものが多いといわれている。また主風^{5,8)}の方向・樹幹が傾いている方向に偏倚するものも多いことも認められている。当演習林は著しく多雪な地方であって、天然スギ、ブナおよびミズナラの調査地に近い長治谷作業所の観測結果によると、最大積雪深⁹⁾平均値は206cm (1929~1958年の最大積雪深の範囲68~335cm)、また人工スギの調査地に近接する芦生観測所では96cm⁹⁾ (1925~1974年、31~190cm)となっており、しかも多湿の雪質である。これら気象・地形条件は積雪の内応力すなわち沈降・匍行等の力をますます増大させることになり、林木の折損 (根倒れ、幹折れ、根曲り、幹割れ、幹曲り、枝抜け等) の被害を惹起しているが、ここで取り上げようとするのは、変化をうけるであろうと予測される幹の横断面の形である。

横断面の形に関する研究は従来主として胸高断面について行われ、例えば GRUNDNER および FLURY¹⁰⁾は幹の偏倚率を林木断面積合計において測定したが、大隅は幹の相対直径について傾斜および水平の両方向から測定し、それぞれの直径を d_{i1} , d_{i2} とし、その平均を d_i とするとき

$$\delta_i (\%) = \frac{d_{i1} - d_{i2}}{d_i} \times 100$$

を直径偏差率として、生育地、幹の位置による差異について言及している。

ここでは一般に山側一方差しといわれるように、水平方向の直径のみが測られるので、これに対する傾斜方向の直径の比 (d_{i1}/d_{i2}) でもって横断面の形状を示すこととした。

結 果 と 考 察

1 根元直径と胸高直径との関係

1) 測定因子の選択

測定方向をそれぞれ対応させたもの、およびその平均値を用いたものの3通りの方法について、直線式 $d_b = a + bd_0$ のあてはまりの良否の検討を行ってみたところ、次のような結果が得られた。

表からも明らかなように、根元断面は根張りの関係などによって一般に著しく不整形であるので、当然平均値を用いたものが最も精度がよい。したがって後に述べる各実験式の比較においては、この平均値のみを用いることとする。なおこの表から見の限りにおいては、水平、傾斜方向による違いは明らかでないが、 $d_{0.1}$ より $d_{0.2}$ による方がいずれの場合も誤差が少ないといえよう。

表1 樹種・測定方向別根元直径と胸高直径との関係

樹種	根元直径		d _{0.1}		d _{0.2}	
	回帰式 ・Syx		回 帰 式	残 差 の 標準誤差	回 帰 式	残 差 の 標準誤差
	測定方向					
ス (天然 ギ)	水	平	d _b = 2.231+0.653 d _{0.1}	4.7489	d _b = 2.160+0.705 d _{0.2}	4.6072
	傾	斜	d _b = -2.390+0.665 d _{0.1}	4.8639	d _b = -2.062+0.714 d _{0.2}	4.4692
	平	均	d _b = -0.582+0.670 d _{0.1}	3.9131	d _b = -0.414+0.720 d _{0.2}	3.6593
ブ ナ	水	平	d _b = -1.559+0.754 d _{0.1}	3.8929	d _b = -0.840+0.788 d _{0.2}	4.2098
	傾	斜	d _b = -3.245+0.759 d _{0.1}	3.8171	d _b = -3.014+0.811 d _{0.2}	3.3393
	平	均	d _b = -2.600+0.762 d _{0.1}	3.3177	d _b = -2.114+0.805 d _{0.2}	3.2574
ミズ ナラ	水	平	d _b = 0.726+0.780 d _{0.1}	3.7205	d _b = 0.825+0.830 d _{0.2}	3.3490
	傾	斜	d _b = -3.890+0.802 d _{0.1}	4.7981	d _b = -3.475+0.851 d _{0.2}	4.5357
	平	均	d _b = -1.986+0.801 d _{0.1}	3.3640	d _b = -1.599+0.848 d _{0.2}	3.2083
ス (人工 ギ)	水	平	d _b = 5.365+0.532 d _{0.1}	3.2833	d _b = 5.377+0.603 d _{0.2}	2.9522
	傾	斜	d _b = 5.684+0.522 d _{0.1}	3.4878	d _b = 4.776+0.619 d _{0.2}	2.7122
	平	均	d _b = 4.214+0.552 d _{0.1}	2.9270	d _b = 4.120+0.632 d _{0.2}	2.4055

2) 輪尺と直径巻尺との比較

この研究では、横断面の形を調べる目的と功程面から輪尺を使用したか、直径巻尺と比較するとうなるであろうか。まず器具別、根元直径別に胸高直径との関係とあてはまりのよさを検討してみると、次のようになった。

回帰式・誤差		回 帰 式	残差の標準誤差
器具名	根元直径		
輪 尺	d _{0.1}	d _b =4. 614+0. 538d _{0.1}	3. 1554
	d _{0.2}	d _b =3. 318+0. 656d _{0.2}	2. 2578
直 径 巻 尺	d _{0.1}	d _b =3. 393+0. 600d _{0.1}	2. 4779
	d _{0.2}	d _b =2. 452+0. 697d _{0.2}	1. 8619

すなわち直径巻尺の方が輪尺にくらべて、測定位置のいずれでも直線式をあてはめた場合、その誤差は小さい。また根元直径としては、d_{0.2}を用いるがよい結果が得られることは前項と同じであった。

横断面が正円で、測定が正確に行われるならば、輪尺と直径巻尺の測定結果は同じであるはずである。したがってそれぞれの器具を用いて測定した直径の関係式を描いて考察してみよう。

直 径	回 帰 式	検 定
d _{0.1}	$y = 2.162 + 0.913 x$	22.84**
d _{0.2}	$y = 1.486 + 0.954 x$	8.19**
d _b	$y = 0.293 + 1.009 x$	56.07**

x: 輪尺により測定した直径

y: 直径巻尺により測定した直径

相対応する直径が一致するときは、原点を通る45°の直線上にすべての点に乗るはずであるが、現実には上のように関係式 $y=a+bx$ が得られる。したがって標本より推定した a と b の値が、 $a=0$ 、 $b=1$ と有意差があるかを同時に検定したところ、いずれも非常に有意という結果が得られた。しかも根元直径では、いずれも直径が小さいときは、巻尺による方が輪尺によるよりは大きい値をとるが、直径が増すにつれてその傾向は逆転する。これに比し、胸高直径では径級に関係なく常に巻尺による方が大きな値を示し、大径木になるほど輪尺によるものとの差は増すという顕著な対比を示している。

これについては、根元においては大径木になるほど根張りが大きく、輪尺の場合測定方向によっては過大値をとりやすいのに反し、巻尺によるときは比較的それが平均化されるものと考えられる。一方胸高断面においては、後にも述べるように偏倚生長は少ないが、それでも上記のような結果が得られたのは、輪尺による場合にはややもすれば強く樹幹を圧迫して測定すること、またこれは比較的幹軸に直角の方向が定めやすいのに対し、巻尺は困難であり、しかもたるみ、よじれによって過大値をとりやすいためと考えられる。

いずれにしろ不規則な形のものを測定するのであるから、この種の調査においては精度を多少下げても、実行の容易さという点から輪尺を採用する方が得策のように思われる。

3) 各実験式の精度の比較

根元直径と胸高直径との関係は、一般に直線的関係にあるとみなされて、上述のように式(1)および(2.1)が適用されているが、式(2.1)を用いたこれまでの報告ではすべて河田¹⁾の提唱した対数変換による方法に従って計算が行われ、係数 k が求められている。ここでは適合性の検討をする意味もあるので、最小2乗法によって係数を求める方法を加えて採用することとした〔式(2.2)として示す〕。

また直径階範囲がかなり広く、大径木を含む場合には、2次式の適用も可能と考えられたので式(3)を採用したが、これについては回帰性の検定¹⁾を行って有意かどうかを確かめることとした。その結果すなわち分散分析表のうちの不偏分散比のみを、樹種別、根元直径別に記載すると表2のようになる。なお実験式の精度の比較においては、誤差率でこれを示すことにしたところ表3の結果を得た。

一般的にみて回帰曲線式の誤差率が、回帰直線式による場合に比べて小さいが、表2に示すように

表2 回帰曲線一回帰性の有無の検定

樹種 根元直径 試料数 要因	スギ(天然)		ブナ		ミズナラ		スギ(人工)	
	$d_{0.1}$	$d_{0.2}$	$d_{0.1}$	$d_{0.2}$	$d_{0.1}$	$d_{0.2}$	$d_{0.1}$	$d_{0.2}$
	100		65		65		150	
1次回帰変動	2536.96**	2933.92**	3175.73**	3719.49**	2418.01**	2664.65**	1079.66**	1761.32**
2次回帰変動	4.95*	6.85*	24.64**	35.69**	1.06	3.10	2.78	10.92**
全回帰変動	1270.95**	1470.39**	1600.19**	1877.59**	1209.54**	1333.88**	541.22**	886.12**

判定基準

F(1, 62, 0.05)=3.996

F(1, 97, 0.05)=3.939

F(1, 147, 0.05)=3.905

F(2, 62, 0.05)=3.145

F(2, 97, 0.05)=3.091

F(2, 147, 0.05)=3.058

F(1, 62, 0.01)=7.062

F(1, 97, 0.01)=6.904

F(1, 147, 0.01)=6.811

F(2, 62, 0.01)=4.965

F(2, 97, 0.01)=4.832

F(2, 147, 0.01)=4.753

表3 実験式の精度の比較

樹種	根元直径 回帰式・ 誤差率 実験式	$d_{0.1}$		$d_{0.2}$	
		回 帰 式	誤差率 (%)	回 帰 式	誤差率 (%)
ス (天然 ギ)	(1)	$d_b = -0.582 + 0.670 d_{0.1}$	12.28	$d_b = -0.414 + 0.720 d_{0.2}$	11.49
	(2.1)	$d_b = 0.659 d_{0.1}$	12.32	$d_b = 0.712 d_{0.2}$	11.51
	(2.2)	$d_b = 0.661 d_{0.1}$	12.32	$d_b = 0.713 d_{0.2}$	11.51
	(3)	$d_b = 2.267 + 0.545 d_{0.1} + 0.0010 d_{0.1}^2$	11.34	$d_b = 2.177 + 0.593 d_{0.2} + 0.0011 d_{0.2}^2$	10.61
ブ ナ	(1)	$d_b = -2.600 + 0.762 d_{0.1}$	12.60	$d_b = -2.114 + 0.805 d_{0.2}$	12.37
	(2.1)	$d_b = 0.662 d_{0.1}$	16.66	$d_b = 0.722 d_{0.2}$	14.97
	(2.2)	$d_b = 0.715 d_{0.1}$	13.83	$d_b = 0.765 d_{0.2}$	13.23
	(3)	$d_b = 1.314 + 0.553 d_{0.1} + 0.0019 d_{0.1}^2$	10.47	$d_b = 1.108 + 0.619 d_{0.2} + 0.0018 d_{0.2}^2$	10.87
ミ ズ ナ ラ	(1)	$d_b = -1.986 + 0.801 d_{0.1}$	10.49	$d_b = -1.599 + 0.848 d_{0.2}$	10.17
	(2.1)	$d_b = 0.728 d_{0.1}$	12.50	$d_b = 0.780 d_{0.2}$	11.89
	(2.2)	$d_b = 0.767 d_{0.1}$	10.99	$d_b = 0.818 d_{0.2}$	10.51
	(3)	$d_b = -3.073 + 0.844 d_{0.1} - 0.0003 d_{0.1}^2$	10.37	$d_b = -3.118 + 0.913 d_{0.2} - 0.0005 d_{0.2}^2$	9.93
ス (人工 ギ)	(1)	$d_b = 4.214 + 0.552 d_{0.1}$	8.88	$d_b = 4.120 + 0.632 d_{0.2}$	7.30
	(2.1)	$d_b = 0.638 d_{0.1}$	9.65	$d_b = 0.728 d_{0.2}$	8.23
	(2.2)	$d_b = 0.628 d_{0.1}$	9.50	$d_b = 0.716 d_{0.2}$	8.04
	(3)	$d_b = 2.920 + 0.605 d_{0.1} - 0.0005 d_{0.1}^2$	8.87	$d_b = 1.840 + 0.736 d_{0.2} - 0.0011 d_{0.2}^2$	7.26

すべてに適合するとは限らないし、また計算も複雑であるので、根元直径と胸高直径の関係式として採用するのは適当でないかもしれない。したがって残りの3つの式について検討することになると、いずれの樹種、根元直径についてみても、 $d_b = a + b d_0$ で表わされる式が最も誤差率が小さいように思われる。また (2.1) および (2.2) 式を比較してみると、後者の方がやや精度が高いといえよう。

根張りの大小は (2.1) および (2.2) 式の係数によって知ることができるが、すべての樹種において当然のことながら $d_{0.1}$ より $d_{0.2}$ の方がこの値は大きく、根張りの影響をうけることが少ないためか、いずれの回帰式においても独立変数として $d_{0.2}$ を選んだ方が誤差率は小さくなっている。したがってこの地方の伐採の高さからみても地上 0.2m の根元直径を採用するのが望ましいといえる。

試料の直径階範囲が同じでないので、単純に比較することはできないが、根元直径別に樹種ごとの k の値を (2.2) 式から調べてみると次のような関係にある。

$d_{0.1}$: 人工スギ < 天然スギ < ブナ < ミズナラ

$d_{0.2}$: 天然スギ < 人工ブナ < ブナ < ミズナラ

スギの関係が逆転している以外は順序は変わらず、一般にスギにくらべてブナおよびミズナラの根張りが小さい結果となっている。

芦生演習林の標高 600~700m 以上の天然林では、一般に尾根にはスギが、斜面にはブナが出現する。比較的生育条件の近似した場所から収集したスギとブナの試料における k の差異が、樹種固有の性質か、あるいは多雪地方における抵抗性のちがいによるものかは判然としないが、この根張りとは後に述べる横断面の形とから、上の特徴的な植生との関連をみることは興味ある問題であり、今後この方面の解析を行うことを計画している。

次にこれまでに行われた研究報告の結果と対比してみることにする。スギについて (2.1) 式によって係数 k を計算した場合、河田は根元直径としてほぼ地上 7~10cm くらいのところを測って $k =$

0.7187, 村松⁷⁾は0.7383を得ている。測定方法の違いがあり、われわれの得た値と単純に比較することができないので、輪尺と直径巻尺による測径を行った人工スギの一部の結果を用いると、根元直径として $d_{0.1}$ を用いた場合、輪尺では $k=0.640$ 、巻尺では0.678となり、後者が大きい値をとるといえるが、それでも報告された値よりは小さく、芦生地方のスギの根張りが大きいことを示している。一方中村⁶⁾は樹幹解析の測定値を用いて、トドマツ、エゾマツのほか広葉樹（ミズナラを多く含む）についても k を求めて0.8147を得ているが、測定高が不明で直接比較することができない。樹幹解析円板ということから地上高0.2~0.3m程度と仮定すると、本研究の $d_{0.2}$ における値ブナ0.722、ミズナラ0.780は上の数字を下廻ることになる。またコナラにおける例では、方位によって差異があるが、平均すると0.85であり、これまた両広葉樹の値よりも大きくなっている。

これまでの考察によって、根元直径と胸高直径との関係を数式で表わすには、直線式(1)が、また独立変数としては $d_{0.2}$ を採用するのが最もよいことが判明した。したがって不適当な資料の棄却を行って、樹種ごとに直線回帰式を求めると次のような結果が得られた。

スギ（天然）

$$d_b = 0.863 + 0.686d_{0.2}$$

ブナ

$$d_b = -0.870 + 0.771d_{0.2}$$

ミズナラ

$$d_b = -1.559 + 0.840d_{0.2}$$

スギ（人工）

$$d_b = 4.536 + 0.624d_{0.2}$$

2 横断面の形

吉田¹²⁾は、幹の横断面の形は不定の方向に偏倚し、不整、不規則であって、厳密には既知のいずれの幾何的平面形にも一致しないが、材積測定の実際の見地からは取扱上最も簡単で、しかも真実に最も近いものとして円をもってこれに当ててきたとの見解を述べている。

このように横断面の形は円とみなして實際上差支えないことがわかったが、傾斜地でしかも多雪・豪雪地帯の林分について幹形とくに幹脚部のそれを研究しようとする場合には、やはり横断面の形を詳しく調べる必要があるように思われたので、水平方向および傾斜方向の2方向から測径して、その比でもって断面の形状を表わすことを試みた。もちろん幹形の解析のためには積雪の影響を脱する高さまで、なるべく多くの位置について測径し、総合的に判断すべきであるが、今回はきわめて限定された点のみについての調査であり、不十分なものであることは否めない。樹種別・測定位置別に直径比の分布を図示し、あわせてその標本特性値を示すと次のようになる。

幹の下部直径では、一般に水平方向よりも傾斜方向に長い傾向がみられるが、測定位置が上方に向うにつれてその差は小さくなり、胸高ではほぼ円になるといえる。しかしこの傾向は樹種によって、また生育条件によって差異があるように思われる。すなわちほぼ同じ条件下に生立したと考えられ、また直径階範囲も近似した天然生のスギ、ブナ、ミズナラのうち、最もこの傾向が著しいのがスギで、ミズナラがこれに続くが、ブナは測定方向による直径の差がきわめて小さい。植栽木と天然生との違いはあるが、スギは傾斜、最大積雪深の異なる天然木の方が明らかに傾斜方向に偏径しているといえる。直径比の大きいものほどその変異係数もまた大であり、これまた測定位置が上方になるに従って小さくなる傾向にあり、胸高では広葉樹に比べてスギが、天然木よりは植栽木のバラツキが少ないことを示している。

度数分布表においては、幹の下部の直径比の範囲を基準にして、STURGESの方法に準じて階級数を、

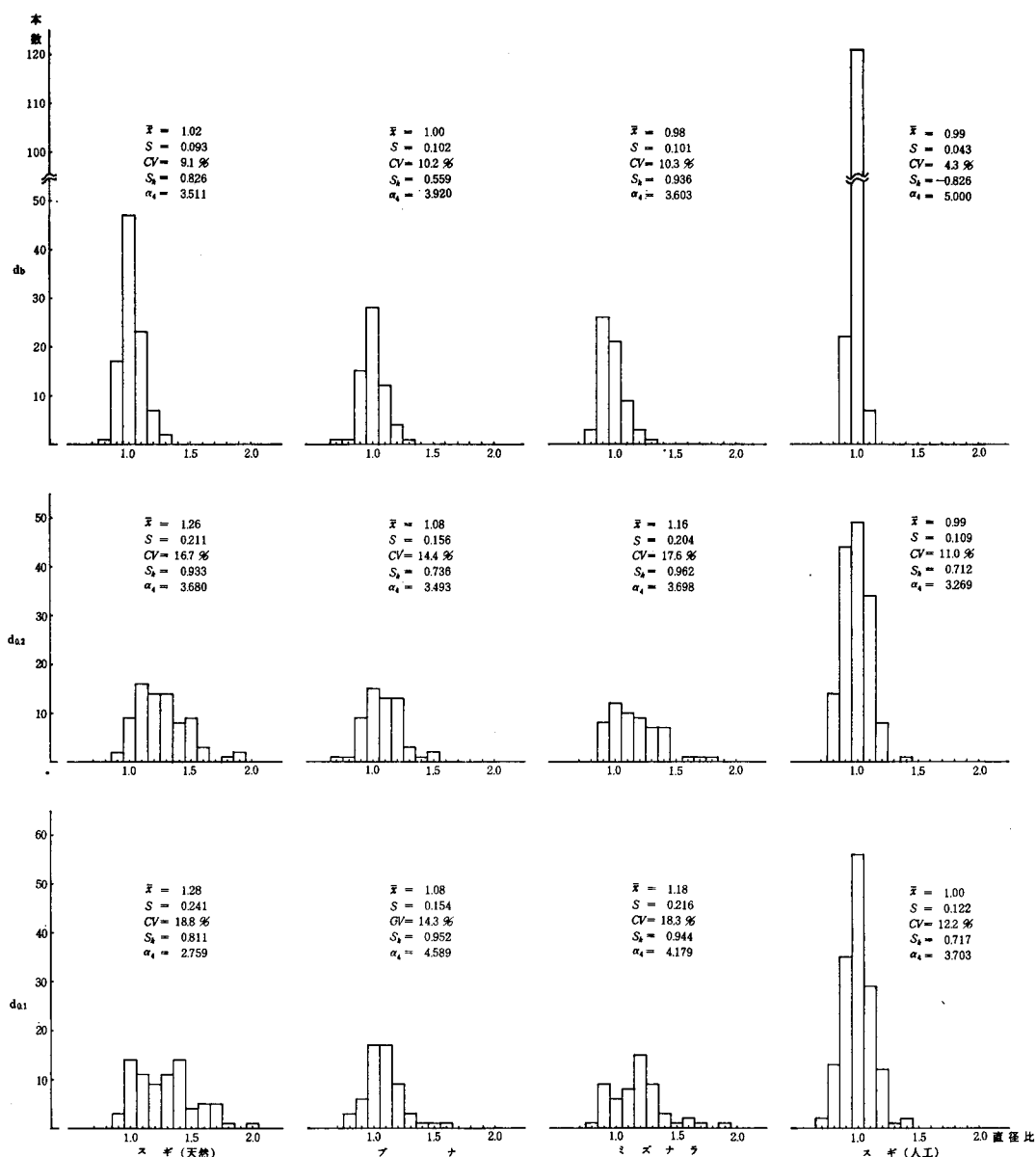


図1 直径比の分布

また級心をみやすいようにして境界値を定め、これを他にも適用したので、とくに胸高において統計量を計算する際には問題があるかもしれないが、測定位置の変化による標本特性値の遷移等もあわせて検討する計画であったので、やむをえなかったことをお断りしておく。

度数分布の非対称度（歪度）は、1, 2の例を除き、程度の差はあるにしてもすべて左傾分布となっている。尖度についてみると、スギ（天然）の $d_{0.1}$ の場合以外は直径比の分布はすべて鋭峰分布を示している。

雪圧害とは積雪の沈降・匍行による被害をいい、これは積雪量、雪質、降雪様式および地形などに

よって被害程度が異なり、また真冬の雪質がしまり雪で代表される地域でとくに問題となるといわれている。¹³⁾雪害の実態に応じた地帯・地域区分を、芦生演習林の2気象観測所のデータによって行くと、天然生のスギ、ブナおよびミズナラ林はいずれも豪雪地帯（最深積雪2.5m～4.0m）、しまり雪地帯（1、2月の平均気温0°～-4°C）に属し、きわめて苛酷な条件下におかれていることになる。一方スギ人工林は多雪地帯（1.0～2.5m）、ざらめ雪地域（0°C以下）に区分されるが、緩傾斜、斜面下部のため、幼・若令時において冠雪・沈降による被害をうけ易いものと考えられる。

試料は天然生、植栽木の違いはあるが、いずれもこのような気象条件の下で機械的雪害にも耐えて現在に至ったものであるから、何らかの形で雪圧害に対する抵抗性を示しているのではないかと考えられる。これは形態だけでなく、物理的性質にもよるものであろうが、本調査は当初雪害との関係をとらえるつもりではなかったため、これに関する諸測定は行っておらず、したがって横断面の形および根張りなどからする推測にとどまらざるをえない。なおこの場合試料の樹高、枝下高からみて、いずれも埋雪することはなく、したがって雪の沈降よりも匍行圧に対する抵抗性について考察することになる。

広葉樹の雪圧害についてはほとんどその実態が不明であるが、ブナについては新潟・山形・青森の各県では古くから人工植栽が試みられ、スギよりも雪圧害が少ないといわれている。¹³⁾また前にも述べたようにこの附近の天然林では、一般に尾根にスギが、斜面にはブナが出現し、斜面下部にスギを見ることはきわめて稀であり、この原因の一つとして耐雪性の差異があげられているが、これを明らかにする資料はまだ発表されていない。

物理的特性が同じであれば雪圧をうける面が小さいほど有利であるわけで、スギはこのような積雪傾斜地によく適応した横断面の形をもつといえる。これに比してブナの横断面は根元においても比較的円に近く、また上述したように根張りの程度もスギに比べて小さいことは積雪に対する抵抗性がすぐれていることを実証しているのではあるまいか。ミズナラにおいては幹脚部の直径比はスギとブナの中間に位するが、根張りはブナよりもさらに小さい値となっている。スギの場合植栽木は天然生のものに比べて、幹の下部直径でも水平、傾斜方向による差は認められず、また上部に向うにつれて傾斜方向よりも水平方向にやや長い傾向がある。¹⁰⁾これは生育場所の傾斜角に関係があるようにも考えられるが、大隅の報告あるいはHUFFELの述べた「斜面に生育せる樹の幹は、水平方向に傾斜方向よりも大きな直径を有し、この偏りは年令、傾斜度とともに増大するようである」との説と合致する部分もあるが、傾斜度とともに増大するという項では全く相反するものとなっており、これが雪圧によって影響を受けた結果か、あるいは植栽方法の差異によるものかは明らかでなく、追試を行う必要がある。

いずれにしろ雪の匍行圧に対する抵抗性は形態上からみても、単に横断面の形だけではなく、根張りあるいは根曲りの大小になって現われるものと考えられるが、それを論ずるだけの資料を欠くので、今後に残された課題として改めて調査する必要があるように思われる。

引用文献

- 1) 山本和蔵, 有村常清: アカマツの伐痕より胸高直径及樹高を想定する補助表に就て 林業試験彙報 第9号 1922
- 2) 河田杰: 伐根の直径から胸高直径を想定する方法に就て 日林誌 31(6) 1949
- 3) 河田杰: 伐根直径より胸高直径を想定する方法に就て(第2報) 日林誌 32(4) 1950
- 4) 小暮 保ほか: 磐城地方アカマツの伐採点直径と胸高直径との関係について 林業技術 103号 1950
- 5) 芝田隆雄: 方位別に測定したコナラの胸高直径と根元直径との関係 林業技術 112号 1951

- 6) 中村 博：トドマツ・エゾマツの伐根直径と胸高直径との関係に就て 日林講 61 1952
- 7) 村松保男：森林関係事件鑑定の一例 東京営林局技術研究 第5号 1954
- 8) 日本林業技術協会編：林業百科事典 p.838～839 1971
- 9) 京都大学農学部附属演習林：演習林気象報告 第1～第7回 1933～1972
- 10) 大隅真一：幹形に関する研究（I）相対幹形について 日林誌 41(12) 1959
- 11) 岸根卓郎：理論応用統計学 養賢堂 1966
- 12) 吉田正男：測樹学要論 成美堂 1930
- 13) 樫山徳治ほか：林木の気象被害 日本林業技術協会 1974