

直径成長の査定に及ぼす偏心成長の影響

坂 上 実*

Influence of the eccentric growth upon the measurement of diameter growth of trees

Minoru SAKAUE

Abstract: In this paper we deal with the influence of eccentric growth upon the measurement of diameter-growth at breast height, using 37 trees with broad-leaves.

The relation between the ratio of eccentricity and the ratio of growth is the following, in which the ratio of growth is that of the diameter-growth during last 5 years, measured by the increment borer from the end of the largest, the smallest, and the average diameter, in the direction of the center of gravity, to the diameter growth calculated from the basal area at breast height.

1) As the correlation coefficients between the ratio of growth measured respectively from each end of a diameter, and the ratio of eccentricity have opposite signs of which almost all are significant, it is feared that the growth has bias when the growth is measured by a borer from the fixed end of a diameter.

2) As we can not ascertain, however, where the eccentricity is situated from the outside of stem, it is proved that there are scarcely any significant relation between the ratio of growth or the average ratio of growth and that of eccentricity, when the growths are measured at random from the end of diameter, and the growths may have no bias when they are measured in this way.

要旨 本稿は広葉樹37本の胸高部位について、直径成長の査定に及ぼす偏心成長の影響について研究したものである。

胸高部の皮付最大直径、同最小直径、同平均直径の両端から重心の方向にそれぞれ成長錐を挿入して測定した最近5年間の半径成長量と、断面積から算出した最近5年間の半径成長量との比、すなわち成長比と、偏心率との関係は次のとおりである。

1. 各直径の両端から測定せられた成長比と偏心率との相関係数は、正負反対の符号を有し、多くの場合有意であるから、いずれか一方からのみ成長錐によって成長量を測定すれば偏倚を生ずるおそれがある。

2. しかし外部から偏心の方向は察知しがたいから、皮付平均直径の両端から無作意に測定せられたと仮定して、その成長比またはその平均値と偏心率との関係をみると、その間にはほとんど相関関係がないことがわかる。ゆえにこれらの方法で測定せられた場合には成長量の査定はほとんど偏倚を生じない。

* 愛媛県農林水産部林業課技師（前附属演習林助手）

I ま え が き

成長錐を用いて成長量を調査する場合、「国有林における森林標本抽出調査要領」³⁾によれば、「……平均胸高直径を測定した位置で、しかも胸高直径の測定された方向に幹の中心部に向かって成長錐を挿入する」と記されている。

この成長錐による成長量測定について、「……樹木は殆んど偏倚成長をしていようが、測定は片側だけしか行なわない。これがどのように影響してくるか、また偏倚成長による影響を除くためにはどのようにすればよいかなどの問題に対しては今後検討の要がある」⁴⁾という意見もある。

筆者もこの意見についてはまったく同感であるので、偏心成長が成長錐による成長量査定に及ぼす影響について明らかにしたいと考え、広葉樹を用いてこの研究を行なった次第である。

最後に本稿を草するに当たり、種々御指導並びに御助言を賜わった山畑演習林長・高瀬演習林次長に深厚なる謝意を表する。

II 資 料

1 資 材

本研究は、愛媛大学農学部附属演習林米野々事業区内に生立する天然生広葉樹を対象として、約20haの区域から胸高直径の大小・生立位置などを考慮して適宜37本を選出し、おのおのを胸高(1.2m)の位置で切断のうえ円板を採取してこれを資材とした。

しかしながら、一般的に広葉樹には年輪界の極めて不明瞭なものが多いので、この傾向の著しい樹種は初めから選出しなかった。

2 測 定 方 法

ア 資材をトレーシングペーパーに移写し、プランニメーターで全皮内断面積(g)と5年前断面積を測定して、これからおのおのの平均半径を算定しその差をもって真の5年間における平均半径成長量とした。

イ 皮付最大直径、皮付最小直径は輪尺でその位置を求めた。また皮付平均直径は、前記皮付最大直径と皮付最小直径との平均値であって、その位置は同様輪尺で求めた。

ウ 樹皮を除いた円板の形を厚紙で作製し、これが針の上で水平に静止する位置を求め、これを円板の重心位置(c)とした。

エ 重心位置(c)、及び皮付最大直径、皮付最小直径、皮付平均直径の位置を最初のトレーシングペーパーに移写し、 c と、これらの両端を結びあわせた6本の放射状の直線が、最近5年間の年輪を通過する長さを0.5mm単位で測定し、これを成長錐によるその5年間の半径成長量とし、そのおのおのを a_1 , a_2 , b_1 , b_2 , c_1 , c_2 とした。

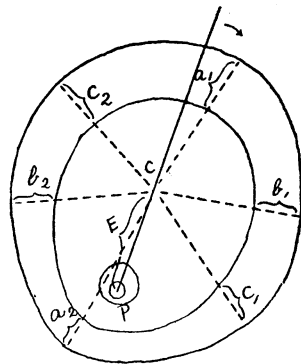
オ なお a_1 , a_2 …… c_1 , c_2 の順序はいずれも重心(c)と髓心(p)とを結ぶ直線の c 方向への延長線を基として右廻りに付した。

カ 偏心率は $E/D_g \times 100$ とした。ここに E は、円板の重心(c)と髓心(p)との距離(偏心量)であり、 D_g は、プランニメーターで算出した全皮内断面積から $\sqrt{\frac{4}{\pi}g}$ 式で求めた前記平均直径である。次に成長比は、成長錐による5年間の平均半径成長量に対する比である。

第 1 表

樹 種	偏心率 E/D_g $\times 100$	半 径 方 向 別 の 成 長 比						
		a_1/D_g $\times 100$	a_2/D_g $\times 100$	b_1/D_g $\times 100$	b_2/D_g $\times 100$	c_1/D_g $\times 100$	c_2/D_g $\times 100$	$(c_1+c_2)/2D_g$ $\times 100$
ミ ツ メ	8.7	62.6	167.0	83.5	219.2	94.0	114.8	104.4
〃	3.6	164.4	86.8	73.1	91.3	118.7	95.9	107.3
〃	4.2	170.9	104.5	80.7	95.0	156.7	76.0	116.3
〃	10.9	70.9	118.2	141.8	59.1	130.0	70.9	100.5
〃	7.2	135.4	84.6	67.7	118.4	126.9	42.3	84.6
〃	5.0	103.9	118.7	89.0	89.0	89.0	133.5	111.3
〃	4.9	81.4	142.5	101.8	73.3	93.7	118.1	105.9
〃	12.4	100.4	118.6	118.6	73.0	100.4	91.2	95.8
ケ ヤ キ	7.5	63.4	55.5	142.6	87.2	126.8	79.2	103.0
〃	9.1	52.2	114.8	83.5	167.0	125.3	73.1	99.2
〃	4.8	111.9	82.9	116.0	111.9	70.4	116.0	93.2
〃	9.3	128.1	75.4	82.9	135.6	131.9	52.8	92.3
ミ ツ ナ ラ	5.4	113.8	113.8	96.7	96.7	113.8	113.8	113.8
〃	5.7	84.8	151.3	60.5	66.6	66.6	102.9	84.8
コシアブラ	9.0	133.1	92.7	72.6	121.0	133.1	76.6	104.8
〃	8.9	87.9	97.7	117.2	107.4	97.7	97.7	97.7
ミ ツ メ	2.7	92.3	123.1	92.3	100.0	76.9	123.1	100.0
ブ ナ	4.4	112.4	107.5	88.0	97.8	88.0	102.6	95.3
〃	3.3	170.7	106.7	64.0	85.3	140.8	106.7	123.7
コシアブラ	1.0	117.5	104.0	27.1	153.7	104.0	126.6	115.3
カ エ デ	2.8	163.6	61.4	81.8	61.4	61.4	122.7	92.0
コシアブラ	8.9	138.7	97.1	124.8	55.5	138.7	62.4	100.6
シ デ	8.5	75.3	65.3	115.5	85.3	120.5	85.3	102.9
ブ ナ	4.5	135.0	73.3	108.0	119.6	146.6	77.2	111.9
コシアブラ	7.5	92.1	100.1	88.1	124.1	116.1	104.1	110.1
ブ ナ	5.2	128.0	128.0	80.0	70.4	112.0	115.2	113.6
〃	7.8	228.0	126.2	138.4	61.1	89.6	114.0	101.8
〃	3.9	97.1	122.5	76.0	135.1	109.8	135.1	122.5
コシアブラ	2.3	53.9	98.7	53.9	152.6	98.7	125.7	112.2
ク リ	3.2	131.6	91.4	95.0	95.0	102.3	102.3	102.3
アサガラ	3.6	151.0	117.5	92.3	67.1	92.3	100.7	96.5
ホオノキ	2.8	116.1	96.7	77.4	87.0	106.4	96.7	101.6
ミ ツ キ	5.8	118.4	103.6	94.7	109.5	118.4	106.6	112.5
ク リ	6.2	91.5	129.7	114.4	68.7	129.7	95.4	112.5
ミ ツ メ	2.5	125.2	75.1	116.9	75.1	116.9	75.1	96.0
ケ ヤ キ	12.1	122.7	114.8	95.0	71.3	110.9	91.1	101.0
〃	3.3	136.5	88.0	97.1	94.1	94.1	121.4	107.7

以上を図示すると第1図のとおりであり、このようにして測定された結果は第1表のとおりであって、これを資料として研究を進めた。



第1図

III 研究の詳細

1. 偏心率と $a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2$ の成長比との関係

第1表に基づき、偏心率を X , $a_1, a_2, \dots, c_1, c_2$ の各半径成長比を Y として、 $Y=p+qX$ を仮定し、6組について $S_x^2, S_{xy}, S_y^2, r, q$ 及び残差平方和等を一括表示すると第2表のとおりである。

第2表

群	組	n	S_x^2	S_{xy}	S_y^2	相関係数 $r^{1)}$	回帰係数 $q^{2)}$	変動 $(S_{xy})^2/S_x^2$	残差平方和 $d^{3)}$
A	a_1	37	302.76	-892.53	49,711.84	-0.2301	-2.9480	2,631.19	47,080.65
	a_2	37	302.76	335.05	21,407.63	0.1316	1.1067	370.79	21,036.84
B	b_1	37	302.76	1,224.43	10,121.05	0.6994	4.0440	4,951.17	5,169.88
	b_2	37	302.76	-106.50	43,547.53	-0.0290	-0.3518	37.46	43,510.07
C	c_1	37	302.76	599.92	18,061.98	0.2565	1.9815	1,188.75	16,873.23
	c_2	37	302.76	-1,371.21	18,358.88	-0.5816	-4.5291	6,210.32	12,148.56

1): $S_{xy}/\sqrt{(S_x^2 \cdot S_y^2)}$ 2): S_{xy}/S_x^2 3): $S_y^2 - (S_{xy})^2/S_x^2$

これより次のことを知るのである。

ア 第2表に併記した各組の間の相関係数の有意性を、FISHERの相関係数の有意水準表を用いて検定すると、 b_1 と c_2 では $n=37, \nu=35, \alpha=0.001$ の危険率で有意性が認められるが、他は $\alpha=0.1$ の危険率をもってしても有意性は認められない。このことは回帰係数についても同様であって、これを

第3表

群	組	自由度	変動	不偏分散	分散比	摘要
A	a_1	35	2,631.19	1,345.16	1.96	$\alpha=0.2$ で有意 有意性を認めない
	a_2	35	370.79	601.05	0.62	
B	b_1	35	4,951.17	147.71	33.52	$\alpha=0.001$ で有意 有意性を認めない
	b_2	35	37.46	1,243.14	0.03	
C	c_1	35	1,188.75	482.09	2.47	$\alpha=0.2$ で有意 $\alpha=0.001$ で有意
	c_2	35	6,210.32	347.10	17.89	

F-検定すると第3表のとおりである。

イ 次に第2表に併記した相関係数及び回帰係数において、A, B, Cの3群とも各群内の2組は互いに正負反対の符号を有することを知らるのである。その原因は、おそらくは樹木の偏心成長によるものであるけれども、組によっては有意でないものもあるから断定はできない。

2. 偏心率と c_1, c_2 の成長比との関係

「国有林における森林標本抽出調査要領」によれば、平均胸高直径を測定した位置で成長錐を挿入することとなっているから c_1, c_2 だけをとりあげて、次の2つの場合について研究を進めることとする。

- (1) 偏心率と c_1 または c_2 の方向に成長錐を無作為に挿入した場合の成長比との関係
- (2) 偏心率と c_1, c_2 を各円板ごとに平均した場合の成長比との関係

この二つの場合について、最小自乗法を用いて直線式をあてはめると (1) の場合; $Y = 111.5050 - 1.2738X$, (2) の場合; $Y = 109.8397 - 0.9925X$ となり、分散分析を行なうと第4表のとおりである。

第 4 表

(1) の場合

要 因	平方和	自由度	不偏分散	分散比
回 帰	982.45	1	982.45	1.88
残 差	37,643.72	72	522.85	
総	38,626.17	74		

ただし $Sx^2 = 605.51$, $Sxy = -771.29$, $Sy^2 = 38626.17$

(2) の場合

要 因	平方和	自由度	不偏分散	分散比
回 帰	298.23	1	298.23	3.69
残 差	2,832.61	35	80.93	
総	3,130.84	37		

ただし $Sx^2 = 302.76$, $Sxy = -300.49$, $Sy^2 = 3130.84$

第4表から (1)・(2) 何れの場合にも、 $\alpha = 0.05$ の危険率で有意性は認められない。このことから資料に関するかぎり偏心率は成長錐による成長量測定に対して、ほとんど影響を与えないといえることができる。

しかしながらこの両者を比較すると、(1) の場合の不偏分散は約523であるのに対し、(2) の場合のそれは約81であるから、両者共に $\alpha = 0.05$ の危険率で回帰の有意性は認められないけれども、後者の方がはるかに精度が高いといえる。

IV 結 語

第2表の相関係数ならびに回帰係数欄からも明らかなように、A, B, Cの3群においてその群内の二つの組、すなわち (a_1, a_2) , (b_1, b_2) , (c_1, c_2) の符号が一方が正であれば他方は負であるということは、成長錐によって成長量を調査する場合に、この研究で行なったように、ある一定方向のみから成長錐を挿入することは、偏心率が真の成長量に対して一方的に作用して偏倚を生ずることになる。すなわちC群の c_1 においては、偏心率が1%増加するごとに成長比が1.98%増加し、C群の c_2 においては、逆に4.53%減少する。このことは両者の回帰係数間に高度の有意性が認められることから知ることができるのである。

しかしながら実際問題として、 c_1 または c_2 の方向は伐採するまではわからないのであるから、成長錐の挿入方向を無作為に選んだときは、研究の詳細で述べたように、偏心率は成長量査定に対してほとんど何らの影響を与えないといえることができるのである。換言すれば平均胸高直径の測定方向から、幹の中心部に向かって成長錐を挿入して成長量を査定することは、偏心率に関する限り、合理的であるといえるわけである。

V 引用並びに参考文献

1. スネデカー著、畑村ほか3氏訳：統計的方法 下、1952 岩波書店
2. 石川栄助：实用近代統計学 槇書店
3. 林野庁：国有林における森林標本抽出調査要領 1958
4. 西谷和雄：国有林の森林調査におけるサンプリングおよびそれと経営計画作成との関係について 会報第68号 1959 森林計画研究会
5. 高田和彦：成長錐の挿入方向について 日林講 No. 64 1955
6. 片岡秀夫：成長錐による成長量試験調査の結果について 会報第78号 1960 森林計画研究会