

スギの樹高と直径の関係について

鹿児島大学農学部 吉田 茂二郎

1. はじめに

これまでスギの樹高と直径の関係は、樹高曲線を通して表わされ、この曲線にはあてはめの容易さと実用上の精度の両面を満足する実験式が用いられていた。つまり、樹高と直径の関係は一時的なものと考えられ、そのため樹高曲線は林分ごとに求める必要があり、しかも、曲線の形を比較することが困難であった。

したがって、本報ではスギの樹高と直径の関係を統一的に表現することを試みたものである。

2. 樹高と直径の関係

樹高と直径とは、樹冠と生長量に関する研究¹⁾を通して密接な関係があることが明らかになりつつあり、そこには絶対的な関係が存在すると考えられる。これらの研究成果を踏まえて、スギの樹高と直径の絶対的な関係を求める。

著者の研究²⁾によれば、立地的に地位が等しいと考えられる単位立地区内に生育している林木の樹高の変動係数(以後 CV(h) とする)と直径の変動係数(同 CV(d))の間には、次の(1)のような関係が存在する。

$$CV(d)/CV(h) \approx 2.0 \quad (1)$$

この関係を利用して樹高と直径の関係を求める。ただし、樹高と直径の間には相対生長関係があるものと仮定する。仮定より

$$d = a \cdot h^b = a (\mu + \bar{h})^b \quad (2)$$

ただし、a, b はパラメータ

d は直径, h は樹高, $\mu = h - \bar{h}$

この時、d の平均の \bar{d} は、(1)をテラー展開^{3,4)}して(3)のように表わすことができる。

$$\bar{d} = a \cdot (\bar{h})^b \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cdot b \cdot (b-1) \cdot \left(\frac{s}{\bar{h}} \right)^2 \right\} \quad (3)$$

ただし、s は h の標準偏差

一方、D (= d^2) を考える。この時、D の平均の \bar{D} は、(2)の場合と同様にテラー展開を用いて(4)のように表わすことができる。

$$\bar{D} = a^2 \cdot (\bar{h})^{2b} \left\{ 1 + b(2b-1) \cdot \left(\frac{s}{\bar{h}} \right)^2 \right\} \quad (4)$$

さらに直径の分散 (V(d)) は、(5)のようにあらわされるので

$$V(d) = \frac{\sum d^2}{n} - (\bar{d})^2 = \bar{D} - (\bar{d})^2 \quad (5)$$

(3)と(4)から(5)は(6)のようにあらわすことができる。

$$V(d) \approx a^2 \cdot b^2 \cdot (\bar{h})^{2b} \cdot \left(\frac{s}{\bar{h}} \right)^2 \quad (6)$$

また、

$$CV^2(d) = \frac{V(d)}{(\bar{d})^2} \quad (7)$$

よって(6)と(7)から

$$CV(d)/CV(h) = \frac{a \cdot b \cdot (\bar{h})^b}{\bar{d}} \quad (8)$$

となる。一方、 \bar{d} と \bar{h} も(2)をほぼ満足する。よって、

$$\bar{d} = a \cdot (\bar{h})^b \quad (9)$$

(8)と(9)より

$$CV(d)/CV(h) = b \quad (10)$$

したがって、(1)と(10)から $b = 2$ が導きだされる。

つまり、樹高と直径は、次の(11)のように、簡単な形で表わされることになる。

$$d = a \cdot h^2 \quad (11)$$

ただし a はパラメータ

3. パラメータ a の決定

単位立地区に生育する林木から採集した樹高と直径のデータに、(11)をあてはめて a を求めた。この値は林分によってかなり異なっていた。したがって、これを直接生長に関係のある林齢と地位指数を変数にプロットした。その図を図-1に示す。データが偏っているのでもわかりにくい。a の値は林齢と地位指数に従って規則的に変化しているように思われる。特に a の値は、林齢とともに小さくなり、一方地位が良いほど小さいことがわかる。

以上から a と林齢、地位指数との関係を試行錯誤的に求めた。ただし、これらの間の関係を求めるにあたり、a の最小値は従来のデータから 0.03 であると仮定

Shigejiro YOSHIDA (Fac. of Agric., Kagoshima Univ., Kagoshima 890)

Analysis of the relation between tree-height and diameter of Sugi (*Cryptomeria japonica*)

した。これから得られた関係式は(12)のようにならわされた。

SI < 12 のとき

$$a = 1.0725 \cdot \text{Exp}(-0.1397 \cdot \text{SI} - 0.0075 \cdot A \cdot e^{0.0624 \cdot \text{SI}}) + 0.03$$

SI ≥ 12 のとき

$$a = 0.4774 \cdot \text{Exp}(-0.0695 \cdot \text{SI} - 0.0075 \cdot A \cdot e^{0.0624 \cdot \text{SI}}) + 0.03 \quad (12)$$

この関係を図示したのが、図-2である。

4. 結果と考察

単位立地区内に生育する林木のCV(h)とCV(d)の関係と樹高と直径の相対生長法則から、樹高と直径の関係を求めた。その結果、樹高と直径の関係式は、 $d = a \cdot h^2$ (aはパラメータ)という簡単な形となった。ここでパラメータaは、林齢と地位指数の関数であり、その値は高齢ほど小さく、かつ地位指数が大きいほど小さい。またパラメータaは、相対幹距の関数でもあり、同一の地位指数、林齢であっても、相対幹距によってその値が異なる。

ところで、(12)によればパラメータaは地位指数の12mを境にしてその関係式が異なっている。これは、地位が悪く閉鎖率が低いかまったく閉鎖しない林分と完全に閉鎖するその他の林分とでは、当然樹冠構造が異なるため生じたものと思われる。

今回得られた結果によれば、樹高と直径の関係は、異なる地位でも、林齢によっては等しくなる場合があることがわかる。

実際に鹿児島地方スギ林分収穫表の値とそのaを用いて、樹高と直径の関係を樹高曲線として表わしてみると、高齢になるとaの値が小さくなり、それにしたがって樹高曲線の傾きが小さくなり、かつ上方へ移動していくという結果が得られた。これは現実の樹高と直径の関係を良く表現していると思われるが、さらにデータを追加して相対幹距をも含むより完全な信頼性の高い樹高と直径の関係を求めてゆくつもりである。

引用文献

- (1) 竹下敬司：95回日林論，103～104，1984
- (2) 吉田茂二郎：鹿大演報，12，1～23，1984
- (3) 西沢正久：森林測定，p.348，農林出版，1972
- (4) D. V. Lindley：確率統計入門1，p.243，培風館，1978

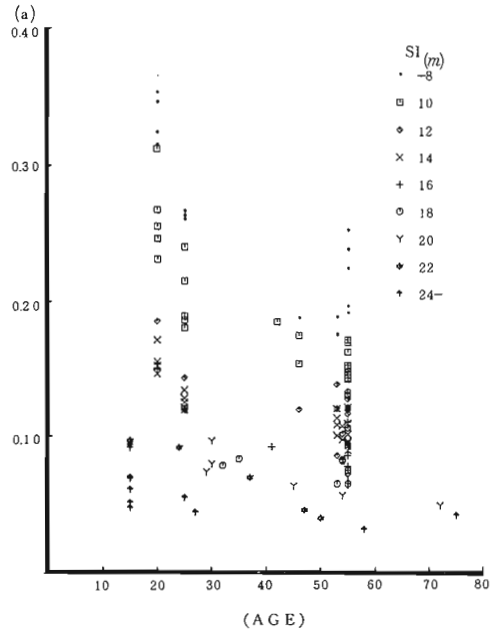


図-1 林齢 (AGE) および地位指数 (SI) とパラメータ a との関係 (I)

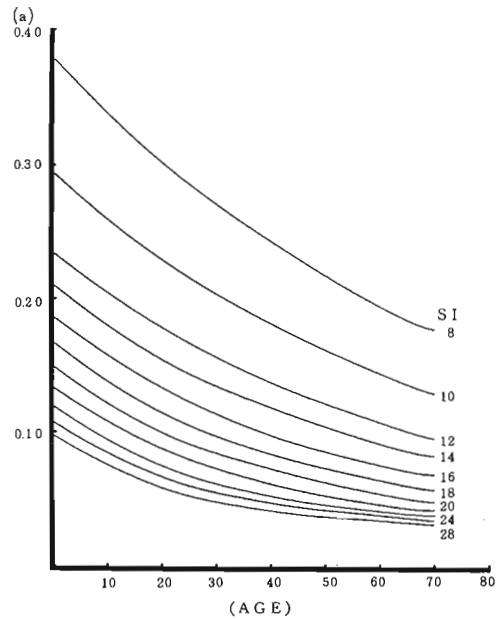


図-2 林齢 (AGE) および地位指数 (SI) とパラメータ a との関係 (II)