

スギの樹形を計る*

小林正吾**・金子景一***

I. はじめに

樹木は、樹種によってそれぞれ固有の樹形をもっている。とくに針葉樹は、通直な単幹と規則的な形の樹冠から成り、その形からも容易に樹種を見分けることができるほどである。このような規則的な樹形の形成は、樹木のいろいろの方向へ伸びる部分が、相互間に一定のバランスを保持しながら生長していることを示すものであろう。

個体の発育にともなう形態の変化の仕方は、古くから生物学における興味ある研究対象とされてきたようであるが、とくに今世紀の始めにいたり、個体の異なる生長部分の間に広く allometry式が成立するという経験則を前提に、いわゆる相対生長の問題として研究されてきている。すなわち、個体の発育程度の指標となる部分と他の部分との相対生長関係から、その種の生育にともなう形態の発達過程が明らかにされてきている。^{2, 3, 5, 7)}

樹木の場合には、立木密度による影響が少なく、地位に鋭敏に反応して生長する樹高が個体の生育度の指標として最適であろう。そこで、樹高と他の生長部分との相対生長関係を調べることによって、樹形の形成過程を追跡し、その形態的特徴を明らかにすることができよう。

筆者は先に、樹高が2m~30mの範囲にわたるカラマツの疎開木を北海道の各地から選定して、樹高、胸高直径、樹冠幅、樹冠長などを測定し、樹高と他の部位との間にそれぞれallometric関係が成立していることを確かめた。⁶⁾この結果は、カラマツは隣接木の影響を受けることなく生育すれば、年齢や地位にかかわらず、樹高(生育段階)に応じたほぼ一定の樹形を呈することを示すものである。同様のことが他の針葉樹にも言えるかどうか興味のあるところである。本稿は、この問題をさぐる手始めとして、立木密度の影響の少ない未閉鎖状態のスギの幼齢林分中の立木を対象に、その樹形を相対生長の問題として計ってみたいものである。

II. 樹形の計り方

樹木の地上部は、形態的には幹と、枝と葉からなる樹冠に大別でき、この2部分の形状によって樹形が作られている。このような樹形を在りのままの姿で表すには3次元上の測定と表示が必要となる。

* Shōgo Kobayashi & Keiti Kaneko : Tree form development in young stand of Sugi

**新潟大学農学部 Fac. of Agric., Niigata Univ., Niigata 950-21

*** 山梨県大月林務事務所 Yamanashi Pref. Otuki Forest Office, Otuki 401

しかしこれでは非常に複雑になるので、ここでは、隣接木の影響を受けずに生長してきた未閉鎖（疎開木）は、樹冠も幹も共に垂直な幹軸を中心に水平方向へ均一な生長を遂げるものと仮定する。丁度、幹形を扱うときに、幹のどの横断面も正円と仮定するのと同様である。こうすることによって、3次元の樹形を幹軸を通る平面で表すことができる。

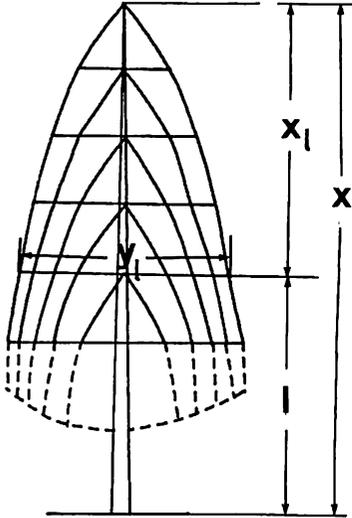


図-1は、上の仮定にしたがって示した仮想的な樹木が年齢 t に達するまでの樹冠の発達過程である。図に示したように各年齢の梢端の高さの位置に横断面を考えたとき、任意の横断面上において、高さ方向への生長率と水平方向への生長率の比が一定、すなわち

図-1 仮想的樹木の樹冠の発達過程

$$\frac{1}{y_l} \frac{dy_l}{dt_l} \Big/ \frac{1}{x_l} \frac{dx_l}{dt_l} = \beta \quad (1)$$

ここで、 $t_l = t - \tau$ 、 t は樹高が x に達するまでに要した年齢、 τ は樹高が地上高 l に達するまでに要した年齢

が成り立っていれば、地上高 l の横断面上の時間方向についてのallometry式

$$y_l = \alpha x_l^\beta \quad (2)$$

ここで、 α は始原生長係数、 β は相対生長係数

が成立する。さらに、どの横断面においても(1)式と同様な関係が保たれていれば、(2)式はすべての横断面上で成立する。よって、樹高が x の樹木において、任意の地上高 l と、その位置の直径 y との間には

$$y = \alpha (x - l)^\beta, \quad (l \leq x) \quad (3)$$

なる関係式が成り立つことになる。

(3)式を樹高 x の樹木の樹冠部に適用すれば、梢端からの長さ $(x - l)$ とその位置の樹冠直径との関係を示す式となる。また、幹部に用いれば、同様に梢端から長さとその位置の幹の直径との関係を表し、幹曲線式に外ならず、よく知られているKunze式と同形のものである。この(3)式で $\beta = 1$ であれば、樹高生長と直径生長とは等生長関係にあり、その樹木形は円錐形を呈す。また、 $\beta < 1$ のときは、樹高生長に比べて直径生長が劣り、樹高が高くなるにしたがって細長く完満な樹形に

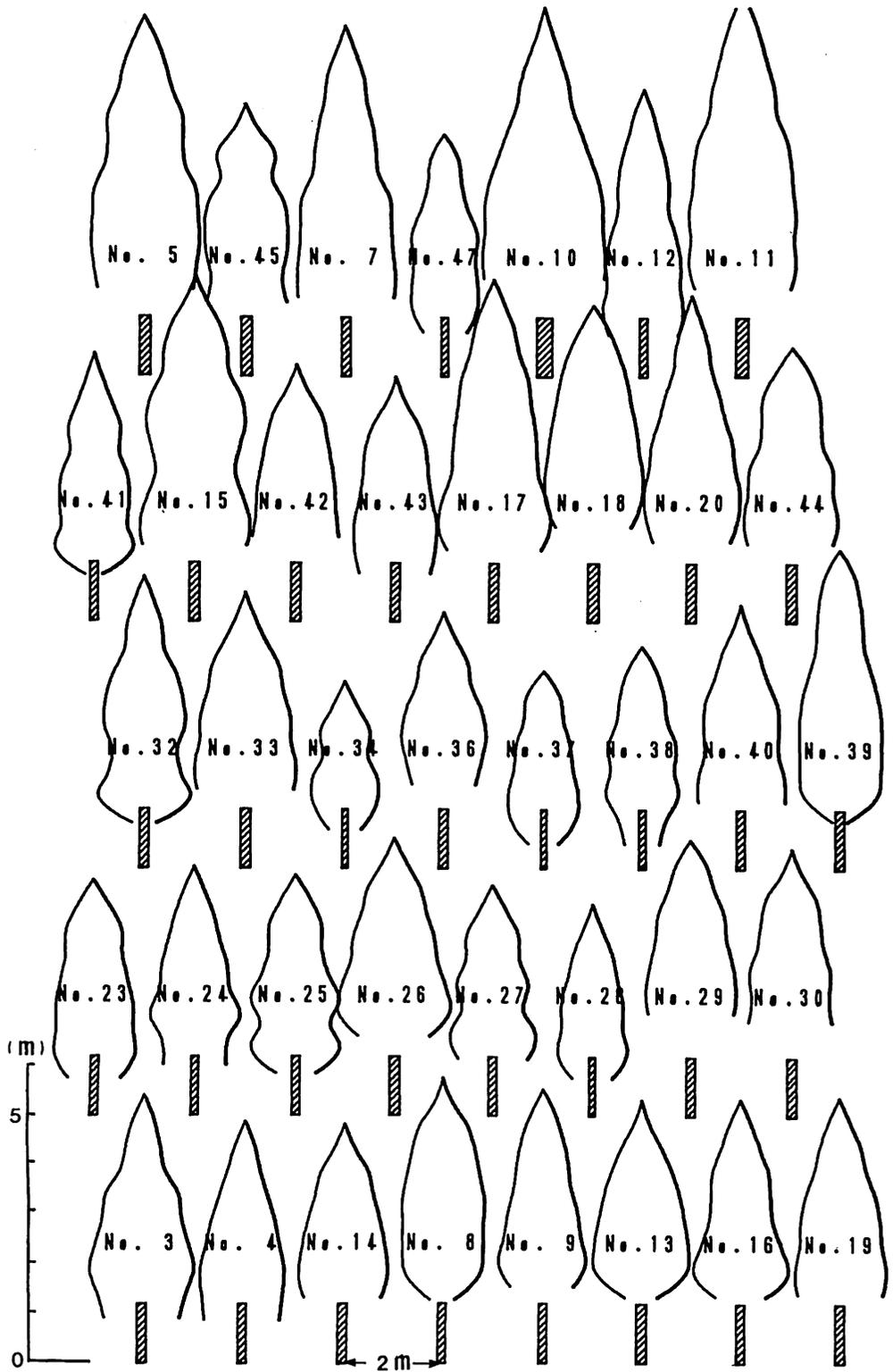


図-2 調査対象木群の樹冠形

変わっていく。

Ⅷ. アロメトリー式の適用

上の議論から明らかなように、樹形を表す梢端からの長さとその位置の直径の大きさとの関係は、その樹木の垂直方向と水平方向との相対生長関係によってさだまるものである。樹木が疎開環境下で自由に枝葉を伸ばして生長する場合には、樹冠部、幹部とも生長部分間に一定の相対生長関係を保っているものと推定される。実際にこのことを確かめるために、まだ立木密度の影響が少ないと思われる未閉鎖状態の8年生のスギ林分中に小プロットを設け、その中の39本の全立木の樹形を測定して検討を加えた。測定は、個体ごとに枝打ち用の梯子を用いて登り、梢端から下方へ50cm間隔ごとに4方向の樹冠半径とその位置の幹の直径を計る直接的方法によった。

1. 樹冠形

4方向の樹冠半径を平均した値を2倍し樹冠直径とした。プロット内の全ての個体について、それぞれの梢端からの長さとして樹冠直径を用いて樹形を作図し図-2に示した。この図でハッチングをした縦棒は、胸高以下の幹を表し、幅は胸高直径に比例させてある。図から明らかなように、樹冠形には、かなりの個体差があるが、中膨みの円錐体形が本来の形状と認めることができよう。梶原は、⁴⁾スギの樹冠形の計量的な研究のなかで、スギの幼齢時の未閉鎖林分では、円錐体状の陽樹冠を形成しているが、生長するにしたがって、陽樹冠が膨らみをもち、その下に円柱体状の陰樹冠部が形成されると報告している。ここで対象にしたスギの幼齢林分でも、すでに下枝部分が枯れ上がり、また、一部の

優勢木の樹冠には、陰樹冠部も認められ、閉鎖前後の典型的な樹冠構成をなしているものと思われる。

そこで、梢端から最大樹冠直径までの樹冠部を陽樹冠とみなし、この部分の梢端から0.5m毎の長さの位置における全測定木の樹冠直径の平均値を図-3の両対数グラフにプロットした。この図から明らかなように、測定値の点列はほぼ直線上に並び、両者の間に単相allometric関係が認められる。この測定値に(3)式を当てはめて

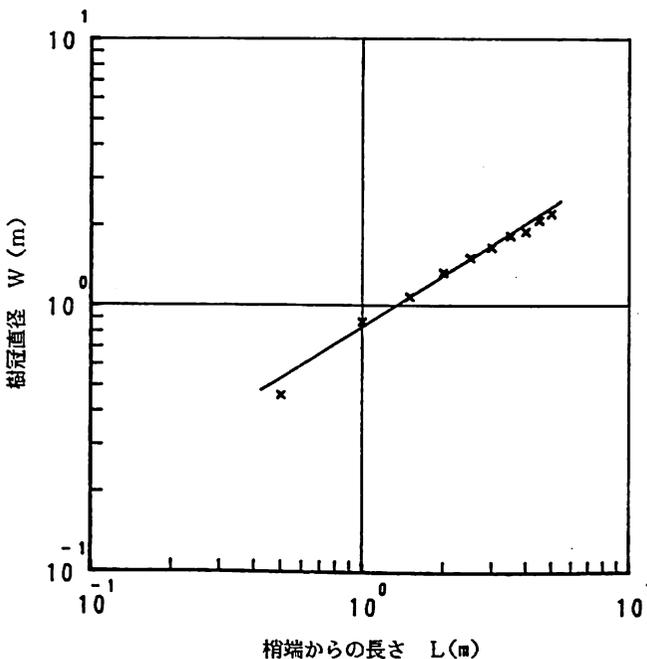


図-3 陽樹冠部の梢端からの長さとその位置の樹冠直径との関係

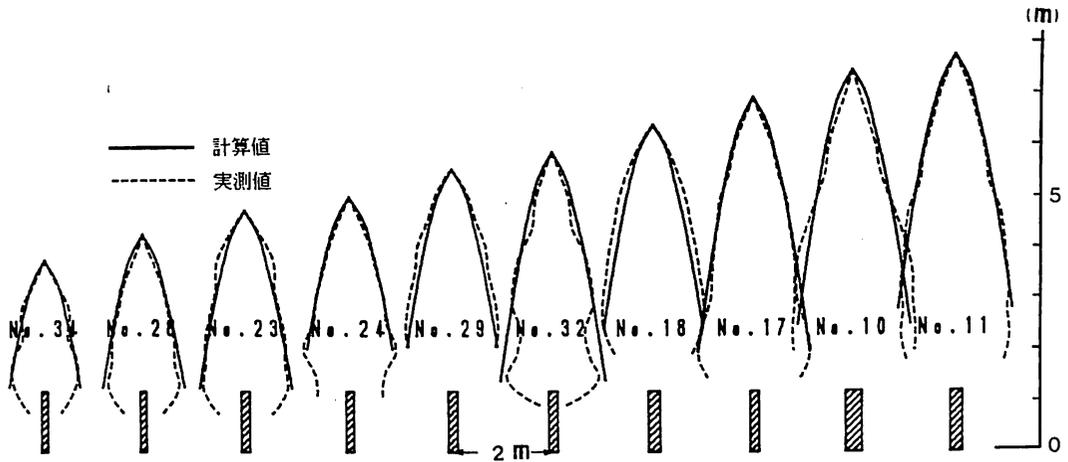


図-4 樹冠曲線 (allometry 式) の適合性

$$W = 0.83 L^{0.619} \quad (4)$$

ここで、 L は梢端からの長さ (m)、 W は L の位置の樹冠直径 (m)

がえられた。図-4は、対象木のうちの樹高の最低、最高の個体をふくむ10本について(4)式による樹冠曲線の適合の程度を示したものである。個体間にかんがりの差が認められるものの、(4)式による樹冠曲線は、比較的良好に樹冠の形状を表しているものとみられよう。

2. 樹幹形

幹部の場合は、陰樹冠もふくむ樹冠部を測定範囲とし、梢端から0.5m毎の長さの位置における幹の直径の全測定木の平均値を図-5の両対数グラフ上にプロットした。この場合にも、平均値の点列はほぼ直線上に並び、allometry式の適合範囲にあることが認められる。そこで、樹冠形と同様にこの測定値に(3)式をあてはめた結果は、

$$D = 1.96 L^{1.004} \quad (5)$$

ここで、 L は梢端からの長さ (m)、 D は L の位置における幹の直径 (cm)

となり、相対生長係数がほぼ1のallometry式がえられた。

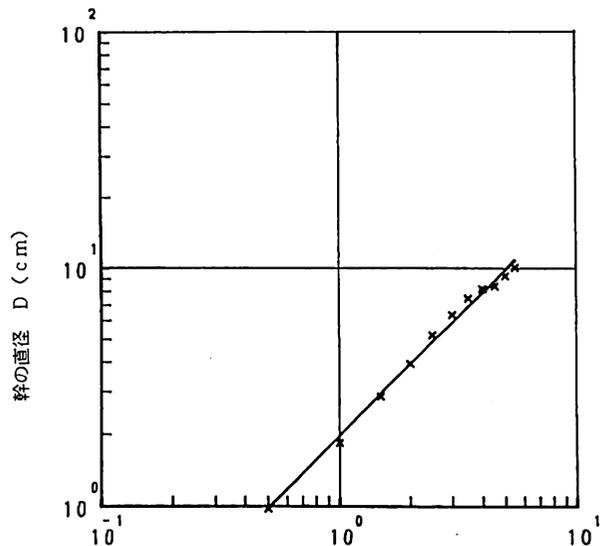


図-5 樹冠部内の梢端からの長さとその位置の幹の直径との関係

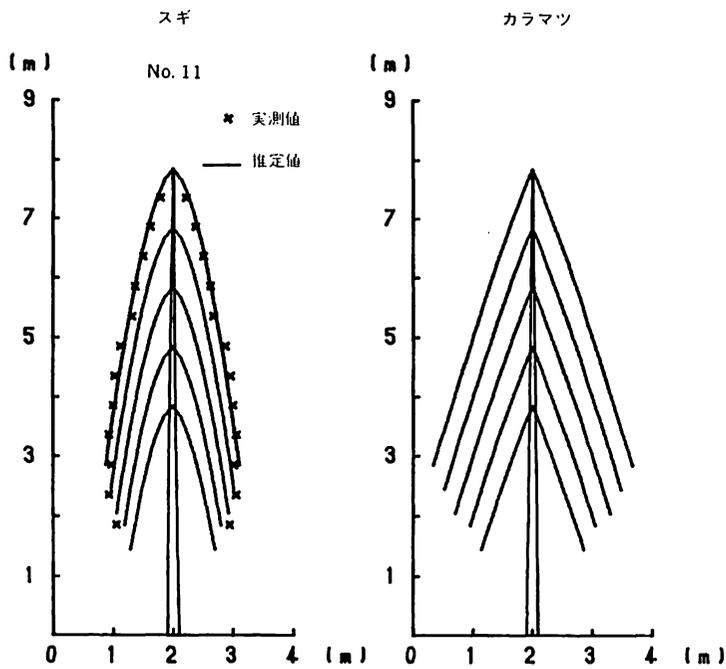


図-6 樹高と樹冠直径との allometry式による樹冠の発達モデル

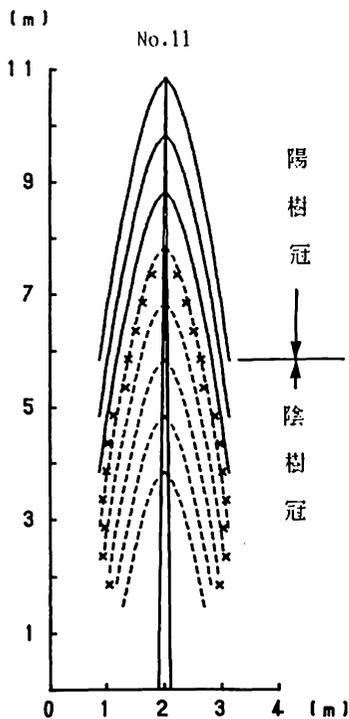


図-7 閉鎖林分における樹冠の発達モデル

IV. 考察

スギの幼齢木において、樹幹および幹ともに梢端からの長さ、その位置の直径との間に allometry式の適合することが確かめられた。このことは、少なくとも林分が開鎖する以前の疎開環境下では、各個体は樹高と直径との間に一定の allometric 関係を保って生長していることを示すものである。

図-6は、プロット中の最高の樹高をもつ No.11 を例にとり、(4) 式との同値の次式

$$W = 0.83 (x - 1)^{0.619} \quad (6)$$

を用いて、現在に至るまでの樹高生長にともなう樹冠の発達過程を示したものである。樹冠直径は、樹高に対して負の相対生長関係にあり、そのために樹冠は樹高生長にともなって、次第に狭長で中張らみの円錐形を呈するようになる。このような樹冠の発達につれて、最大樹冠直径の位置が上へ移り、その下部に被陰された陰葉部が

形成される様子もこの図から伺うことができる。今後、林分の閉鎖が進むので、樹冠下部の枝葉の伸長が一面制限されることになる。このことを同じNo.11を例にとり、葉樹冠長が現在の5 mのまま推移すると仮定して、樹高が3 m生長するまでの樹冠の発達過程を同じ(6)式によって推定し図-7に示した。この図によると葉樹冠部は、現在の形状を保ったまま樹高とともに上部に移り、同時にその下部に円柱状の陰樹冠部が形成される様子が伺われる。

比較のために、カラマツの疎開木について樹冠長と樹冠直径との間に見えだされた allometry式 ($\beta = 0.619$) を用いて描いた樹冠の発達過程を図-6上に並べた。枝張りの大きいカラマツに比べて、スギは、対照的に狭長な樹冠を形成していることがわかる。このような樹種間に見られる樹冠形の相違は、樹高と樹冠直径との相対生長関係の違いによってもたらされることが明らかであろう。

樹冠部内の幹について、樹高と直径の間に相対生長係数がほとんど1の allometry式が成立していることが確かめられた。これから、樹冠部内の幹は、樹高と直径との間に常に等生長の相対生長関係が保たれていることがわかる。この結果、この部分の幹形は、円錐形を呈することになる。カラマツ⁶⁾とトドマツ¹⁾の疎開木の場合も同様な関係が見えだされており、樹冠部内の幹は樹種に共通した相対生長関係にしたがっている点が注目される。

V. むすび

樹形を計量的に、しかもなんらかの生物学的な根拠をもとに表そうと意図し、樹木の相対生長関係に着目した。この報告では、樹形は、樹木の垂直と水平方向の生長部分間の allometric 関係によって形成されるとの過程に立ち、直接測定がしやすく、また、立木密度の影響の少ないスギの幼齢林分の立木を対象に樹形を計って見たものである。ここでは、樹形を計量的に表すには、樹木の相対生長がその方法論の根拠となりえることを示すことができた。さらに、今後は、この結果をよりどころとして、他樹種も含めて、測定対象を広め、樹形の計量的取り扱いの一般化をめざしたい。

引用文献

- (1) 阿部信行：トドマツ人工林の施業法の関する研究(Ⅰ) 疎開木の相対生長。北林誌報14: 27 ~36. 1976
- (2) 籠垣 新：数量生物学のすすめ—生長・性の分化から進化まで—。講談社, 200pp., 1960
- (3) Causton, D.H. & T.C. Venus: The biometry of plant growth. 307pp., Arnold, London, 1961
- (4) 梶原幹弘：スギの同齢林における樹冠の形態と量に関する研究。日林誌57: 425 ~431, 1975
- (5) 木元新作・河内俊英：集団生物学の入門。共立出版, 166pp. 1986
- (6) 小林正吾：カラマツ人工林の林分生長モデルに関する研究。北林誌報15 別刊, 164pp., 1978
- (7) 山岸 宏：生長の生物学。講談社, 196pp., 1977