資 料

択伐林における幹形変化の個体差*

梶原 幹弘**・梶原 規弘***・山本 武****・藤本 幸司****

I. はじめに

幹形を表す因子として、ここでは幹形表現のための相対幹曲線、形状比および完満度の3つを取り上げた。幹形表現のための相対幹曲線は、樹高の10分の1の高さの直径(基準直径)と樹高をそれぞれ1とおくことによって幹曲線を相対化したものである。形状比は、基準直径に対する樹高の比である。完満度は、幹曲線を直径方向、樹高方向ともに樹高分の1に縮めて得られる一種の相対幹曲線における直径の減少度と定義する。この完満度判定のための相対幹曲線は、幹形表現のための相対幹曲線を形状比で割ることによって得られる。幹形表現のための相対幹曲線は基本的に陽樹冠長率の、形状比は陽樹冠表面積の過去の推移によって決まる。これらと完満度との関係からして、完満度は過去の陽樹冠の大きさの推移によって決まることになる(4, 5, 8~10)。

択伐林の立木における平均的な幹形変化の動向と皆伐林におけるそれとの差異についてはすでに明らかにした(10)。ほぼ同じ大きさの立木の集団である皆伐林と大小の立木が混在する択伐林とでは、隣接木との樹冠の競合状態が異なる。これより生じた樹冠の成長経過の差異が、両者での幹形変化に違いをもたらしたわけである。これからすると、隣接木との樹冠の競合状態の個々の立木における違いが大きい択伐林では、陽樹冠の大きさひいては幹形の変化にかなりの個体差を

生じるとみられる。そこで、陽樹冠の大きさにまでさかのぼることはできないが、樹幹解析結果をもとにこれを検討した。とくに相対幹曲線については、単に帰納的な結果を示すだけではなく変化のメカニズムに沿った形での詳細な解析をした。

II. 資 料

資料は、表-1のような岐阜県今須択伐林で採取した6本のスギ資料木での樹幹解析結果である。筆者らの採取したもの(No. 1~3)に加えて堂上(I)のもの(No. 4~6)も利用させてもらった。

各資料木の胸高直径と樹高の成長状態は図-1のようであった。すぐ近くにある皆伐林で採取した樹齢26年のスギの樹幹解析木に比べて、胸高直径と樹高の成長は択伐林の方がかなり劣っていた(2)。これは、若い段階における択伐林の立木では、上層木の被圧によって胸高直径のみならず樹高の成長もかなり減退すること

表-1 資料木

番号	樹齢 (年)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)
1	111	46.3	24.6
2	96	42.5	23.2
3	130	28.3	17.8
4	76	26.8	19.3
5	57	30.6	22.1
6	86	29.8	17.8

図-1 胸高直径(d_b)と樹高(h)の成長状態

* Mikihiro KAJIHARA, Norihiro KAJIHARA, Takeshi YAMAMOTO and Koji FUJIMOTO: Differences of the change of stem form among trees in the selection forest

** 京都府立大学農学部 Fac. of Agric., Kyoto Pref. Univ., Kyoto 606

*** 高知県林業試験場 Kochi Pref. Forest Exp. Stn. Tosayamada, Kochi 782

**** 愛媛大学農学部 Fac. of Agric., Ehime Univ., Matsuuyama 790

を示すものである。そして、胸高直径、樹高ともに成長状態は資料木によってかなり異なる。資料木の全てが同一林分で採取されたものではないため、成長の格差には上層木による被圧状態の差異によるものの他に地位差によるものも含まれており、ここで両者を区分することはできない。しかし、今須沢伐林は今須川上流の上の谷沿いのごく限られた比較的地位差の少ない地域に存在することを考えると、この成長の格差は被圧状態の差異に起因するところが大いといわれる。なお、成長経過が滑らかさを欠くものもあるが、これは被圧状態の急変によるものと推察される。

IV. 結果と考察

1. 相対幹曲線

幹形表現のための相対幹曲線を樹高の10分の1, 3, 5, 7, 9の各相対高の直径 $d_{0.1h}$, $d_{0.3h}$, $d_{0.5h}$, $d_{0.7h}$, $d_{0.9h}$ の基準直径($d_{0.1h}$)に対する比として求めた相対直径列 $\eta_{0.1h}$ (=1), $\eta_{0.3h}$, $\eta_{0.5h}$, $\eta_{0.7h}$, $\eta_{0.9h}$ で表すと、相対幹形変化のメカニズムは次のようになる(4)。

幹は、図-2の上段に示すような状態で年輪を積み重ねながら成長する。期末での $0.1h$ なる相対高の地上高は期首に比べて $\Delta h_{0.1h}$ だけ上昇し、相対直径の変化に係するの期首における $0.1h$ なる地上高での直径成長量 $\Delta d_{0.1h}$ ではなく、期首と期末それぞれにおける相対高 $0.1h$ での直径の差 $\Delta d_{0.1h}$ である。したがって、相対高 $0.1h$ での相対直径の変化量 $\eta_{0.1h}$ は次式で与えられる。

$$\eta_{0.1h} = (d_{0.1h} + \Delta d_{0.1h}) / (d_{0.1h} + \Delta d_{0.1h}) - (d_{0.1h} / d_{0.1h}) \\ = (\Delta d_{0.1h} + \eta_{0.1h} \cdot \Delta d_{0.1h}) / (d_{0.1h} + \Delta d_{0.1h})$$

すなわち、 $(\Delta d_{0.1h} + \eta_{0.1h} \cdot \Delta d_{0.1h})$ の正負によって $\eta_{0.1h}$ の増減が決まり、これが0なら相対直径は変化しない。択伐林、皆伐林のいずれでも、基本的に幹の断面積成長量($\Delta g'$)は梢端から陽樹冠基部位置までは増加するがそれ以下ではほぼ一定となる(3, 7)。このような断面積成長量が各地上高での幹周囲の大きさに応じて配分されることにより直径成長量($\Delta d'$)が決まるので、この場合の相対直径変化の状態を図-2の下段に示しておいた。すなわち、相対直径の変化量は高さによって異なり、陽樹冠内部では増加するが、樹冠以下ではほとんど変化しない。ただし、これはあくまでも幹の断面積成長量ひいては直径成長量の垂直的变化が基本的な型を示している場合のことで、この型から外れると状態は異なり、相対直径の減少も起こりうる(3, 4, 7)。

このメカニズムに沿って、各資料木における樹齢10年ごとの相対直径の増減を解析した。その結果を、経年変化のパターンが代表的なNo.2について示したのが図-3である。

皆伐林の立木では、生育段階の初期には幹全体にわ

$$\Delta \eta_{0.1h} = \frac{d_{0.1h} + \Delta d_{0.1h}}{d_{0.1h} + \Delta d_{0.1h}} - \frac{d_{0.1h}}{d_{0.1h}} = \frac{1}{d_{0.1h} + \Delta d_{0.1h}} (\Delta d_{0.1h} - \eta_{0.1h} \cdot \Delta d_{0.1h})$$

図-2 相対幹曲線変化のメカニズム

←: 陽樹冠基部 ←: 陰樹冠基部

図-3 資料木No.2における相対幹曲線変化の解析

たって相対直径が著しく増加していたものが、生育段階の進展とともに増加する部分が次第に上方に限定されていき、増加量も小さくなる。そして、最後には下部から相対直径が減少に転じ、それが上部へと広がるという規則的な変化を示していた(4)。これに対して、択伐林では図-3に示すように樹齢が高くなると相対直径が減少に転じることは同じであるが、ごく若い段階では幹全体にわたる著しい相対直径の増加は認められずむしろ減少しており、また生育段階の進展に伴う増加部分の上昇もそれほど明確で規則的ではない。若い段階で相対直径が減少するのは、皆伐林と違って上層木の被圧がきびしくて樹冠内の着葉密度が低く(6)、陽樹冠表面積、単位陽樹冠表面積当りの幹材積成長量および幹材積成長量も小さい(11)ので、これらとの関係で幹の断面積ひいては直径の成長量の垂直的变化が前述した基本的な型を示さなくなった結果とみられる。また、生育段階の進展に伴う増加部分の上昇が不規則なのは、陽樹冠長率の減少が皆伐林ほどスムーズではないことによるものと考えられる。

胸高直径や樹高の成長状態の資料木による差異が大きいために、相対直径の経年変化はあまりにも資料木によるばらつきが大きかった。そこで、幹形の変化は陽樹冠の大きさと密接な関係があることと陽樹冠の大きさは樹齢よりも樹高との結びつきが強いことを考慮して、樹齢ではなく樹高をベースに相対直径の変化

図-4 相対幹曲線表現のための相対直径列($\eta_{0.1h}$)の樹高(h)による変化

を整理してみると個体間のばらつきはかなり収まった。各資料木の相対直径列の樹高による変化は図-4のようであった。

図-4にも見られるように、相対直径列の変化の大勢は皆伐林に似ている(8~10)が、図-3の結果を受けて生育段階初期では相対直径が減少している。これは、先の平均相対直径列の調査結果(10)では見出せなかった現象である。そして、相対直径列の樹高による変化の動向の個体差は比較的少ない。また、各相対直径の樹高階別変動係数を計算してみると、樹高階による差はほとんどなく平均して $\eta_{0.3h}$ と $\eta_{0.5h}$ で3.5%、 $\eta_{0.7h}$ で6.1%、 $\eta_{0.9h}$ で12.2%であった。

2. 形状比と完満度

各資料木の形状比の樹高による変化は図-5のようであった。なお、樹齢をベースとすると資料木によるばらつきがこれよりもはるかに大きいことは先の相対直径列の場合と同様であった。

平均形状比は始め樹高とともに増加した後に減少に転じるという変化の動向を示す(8, 10)が、図-5でも平均値を取ればこのようになる。しかし、全ての資料木がこのような動向を示してはおらず、とくに樹高の低い段階では曲折の見られるものがある。そして、形状比の樹高階別変動係数は樹高とともにいくぶん減少するが、平均すると18.5%であった。これは先の相対幹曲線の場合よりもかなり大きい、すなわち形状比の個体差は相対幹曲線のそれよりも大きい状態である。

各資料木の幹形表現のための各相対直径を形状比で割ることによって、完満度判定のための相対直径列 $d_{0.1h}/h$, $d_{0.3h}/h$, $d_{0.5h}/h$, $d_{0.7h}/h$, $d_{0.9h}/h$ を得た。これの樹高による変化は図-6のようであった。なお、この場合も樹齢をベースにすると資料木によるばらつきがきわ

図-5 形状比($h/d_{0.1h}$)の樹高(h)による変化

めて大きいことはこれまでの場合と同様であった。

$d_{0.1h}/h$ と $d_{0.3h}/h$ の平均値は樹高とともに初め少し減少した後に増加に転じるが、 $d_{0.5h}/h$ 、 $d_{0.7h}/h$ および $d_{0.9h}/h$ の平均値は一貫した増加するという樹高による変化の動向を示す(8, 10)が、図-6でも平均値を取ればこのようになる。しかし、全ての資料木がこのような動向を示してはおらず、とくに樹高の低い段階では変化に曲折を示すものがあることは形状比の場合と同様である。そして、樹高階別変動係数は樹高とともにいくぶん減少するが、平均すると $d_{0.1h}/h$ 、 $d_{0.3h}/h$ 、 $d_{0.5h}/h$ および $d_{0.7h}/h$ ではほとんど差がなく18%前後、 $d_{0.9h}/h$ で19.9%であった。先の形状比と同様に完満度も個体差が大きい、これは形状比の個体差に起因するところが大きいとみられる。

図-6 完満度判定のための相対直径列($d_{0.1h}/h$)の樹高(h)による変化

V. おわりに

択伐林では生育段階初期における相対幹曲線変化の動向が皆伐林と異なるが、その樹高による変化の個体差はそう大きくない。これに比べると、形状比と完満度の樹高による変化の個体差はかなり大きいことが分かった。相対幹曲線の樹高による変化の個体差が少ないことは、択伐林への相対幹曲線の適用性を高めことにつながる好都合な結果である。

現地調査では、岐阜県の林業センターと西南濃県事務所林務課の方々になにかと便宜をはかっていただいた。また、現地調査と資料の整理・計算では当時愛媛大学森林計画学研究室に在籍していた大学院生の田中正臣君と専攻生諸君に多大の協力を得た。ここに、深謝する。

引用文献

- (1) 堂上龍雄(1988)林木の形質管理施業に関する研究. 文部省 科学研究費(一般研究C)研究成果報告書, 54pp.
- (2) 藤本幸司(1988)スギ複層林内下木の形質と成長. 文部省 科学研究費(一般研究B)研究成果報告書, 158pp.
- (3) 梶原幹弘(1981)スギ, ヒノキにおける樹冠位置に関係しての幹材積生長量の垂直的配分とそのモデル. 京都府大学報・農学 **33**:63~72.
- (4) 梶原幹弘(1983)相対幹形とその幹材積推定への利用に関する研究(I)相対幹形変化のメカニズムと動向. 日林誌 **65**: 82~88.
- (5) 梶原幹弘(1989)新しい完満度の定義と表現を用いた同齢林における完満度の変化. 日林誌 **71**:50~55.
- (6) 梶原幹弘・藤本幸司・山本武・梶原規弘(1989)岐阜県今須択伐林の中・下層にあるスギの陽樹冠表面積に対する葉生重量の比. 日林誌 **71**:460~463.
- (7) 梶原幹弘・藤本幸司・山本武・梶原規弘(1990)岐阜県今須択伐林内のスギにおける陽樹冠長率と幹材積成長量の垂直的配分との関係. 日林誌 **72**: 163~165.
- (8) 梶原幹弘(1993)相対幹形—その実態と利用. 138pp, 森林計画学会出版局, 東京.
- (9) 梶原幹弘(1995)樹冠と幹の成長. 120pp, 森林計画学会出版局, 東京.
- (10) 梶原幹弘・梶原規弘・藤本幸司・山本武(1996)択伐林と皆伐林における幹材の完満度と年輪幅の差異. 日林誌 **78**: 100~103.
- (11) 梶原幹弘・梶原規弘・藤本幸司・山本武(1996)岐阜県今須のスギ・ヒノキ択伐林における陽樹冠表面積, 単位陽樹冠表面積当りの幹材積成長量および幹材積成長量の樹高による変化. 森林計画誌 **27**: 19~26. (1996年11月18日 受理)