

## 速報

間伐遅れ林分におけるスギ個体の樹冠動態と成長\*<sup>1</sup>

## —節解析による成長過程の復元—

世見淳一\*<sup>2</sup>・古澤英生\*<sup>2</sup>・三樹陽一郎\*<sup>2</sup>・黒木逸郎\*<sup>2</sup>

世見淳一・古澤英生・三樹陽一郎・黒木逸郎：間伐遅れ林分におけるスギ個体の樹冠動態と成長—節解析による成長過程の復元— 九州森林研究 67：49－52，2014 樹幹の年輪解析と節解析を組み合わせることにより，間伐遅れ林分におけるスギ個体の樹冠動態の復元及び樹冠量と成長の関係の解明を行った。間伐遅れ林分の植栽時から現在までの枝の伸長量，枝下高，樹冠長，樹冠長率などの樹冠動態を復元することができた。また，樹冠動態によって個体ごとの成長過程を説明できることが示唆された。樹冠量と成長の関係を検討したところ，樹冠長率と樹高連年成長量に関係はみられなかったが，胸高直径連年成長量は樹冠長率の低下により減少する傾向がみられた。

キーワード：間伐遅れ，節解析，樹冠長率，長伐期

## I. はじめに

人工林において大径材生産や公益的機能の高度発揮を図ることを目的に，短伐期から長伐期へと移行しつつある。長伐期の導入は，持続的な成長が期待できること，台風災害等の気象害を受けにくい，搬出条件が良好である等，条件に適合した箇所を対象（宮崎県環境森林部，2008）として，間伐遅れ林分等の管理が十分行われていない林分における導入は慎重にするべきである。

樹冠量と林木の成長には密接な関係があることから，短伐期の人工林を長伐期に誘導する指標の一つとして樹冠長率が上げられることが多い。藤森（2006）は，長伐期を目指すには30%以上の樹冠長率が必要としている。千葉（2009）は，スギ人工林においては標準伐期の時点で，樹冠長率40%を目標として示している。両者は指標の数値を提示しているが，間伐遅れ林分など樹冠量の減少した林木の樹冠量と成長に関する情報は十分ではない。

林木の成長過程を復元する方法として，樹幹の年輪解析がある。樹幹の年輪解析に加えて，樹幹内に封入された節の発生から枯死に至る年数や成長量を読み取る節解析を行うことで，枝の成長過程が明らかになり，直径や樹高だけでなく各樹齢における樹冠動態など過去の成長履歴が復元できる（藤森，1975；橋本・玉泉，1995；右田・千葉，2010）と報告されている。この手法により，長期のモニタリングなしで樹冠量の変化と林木の成長の関係を調査することが可能となる。しかし，これまでに樹冠量の減少した林木を対象として節解析を実施した例はほとんどない。

そこで，本研究では樹冠量の減少した林木の樹冠量の変化と成長の関係を解明することを目的に，間伐遅れ林分において樹幹の年輪解析に加え節解析を行うことで，樹高や幹の成長だけでなく樹冠動態の復元を試みた。今回は，樹冠動態の復元を主として報告する。

## II. 調査地と方法

## (1) 調査地

宮崎県東臼杵郡美郷町西郷区の宮崎県林業技術センター試験林内に植栽されているスギ人工林において調査を行った。調査林分は林齢38年生，標高130m，傾斜は8度，斜面方位は北で凹形斜面の下部に位置する。施業履歴は不明であるが，林内に伐根がみられず自然枯死木があることから間伐はほとんど行われていないと考えられる。

## (2) 調査方法

林分内に260㎡の調査プロットを設定し，2013年4月に調査を実施した。プロット内の全個体34本について，胸高直径は地上高1.3mで測定し，樹高と枝下高は測高器（Haglof社 Vertex III）を用いて測定した。樹冠長率（%）は，「 $\{樹高(m) - 枝下高(m)\} / 樹高(m)$ 」として求めた。収量比数は，九州地方スギ人工林林分密度管理図より求め，地位判定は，宮崎県により調製された地位指数曲線から求めた（宮崎県環境森林部，2008）。

年輪解析と節解析に供するサンプル木は，プロット内から胸高直径と樹高の平均的な2個体を選定して2013年9月に地上高0.3mで伐倒した。伐倒後，樹幹に付着している生枝の枝元口径（mm）と枝の全長（cm）を0.5mの層ごとに測定した。その後，地上高0.8m，1.3m，以後0.5mごとに梢端部が1.0m以下になるまで断幹し，断幹丸太50cmの上部5cmの円盤は年輪解析に用い，残り45cmを節解析に用いた。円盤は解析ソフト Stem Analyzer（今村ら，2001）を用いて，パソコン上で4方向の年輪幅を測定し，樹幹解析データを計算した。

節解析は，藤森（1975）と右田・千葉（2010）の方法を参考に45cmの断幹丸太を幹軸方向に8分割，末口15cm未満の断幹丸太は4分割に帯のこで切断して，その切断面に現れる幹と節の年輪から，節の枯死年と生存年数，枯死時点の直径，枯死後巻込むまでの年数，直径計測位置の地上高を測定した。さらに，幹の外表面からその存在を判断できる節は，丸のこで細かく切断して測定した。解析の対象範囲は，地上高0.3mから個体A 19.3m，B 19.8mまでとして生枝の付着する高さまで実施し，個体Aで292

\*<sup>1</sup> Semi, J., Furusawa, H., Mitsugi, Y. and Kurogi, I. : Crown dynamics and growth of forest trees in a Sugi stand with delayed thinning—reconstruction of growth process of forest trees using dissection technique—.

\*<sup>2</sup> 宮崎県林業技術センター Miyazaki Pref. Forestry Tech. Center., Misato, Miyazaki 883-1101, Japan.

表-1. 林分構造と供試木

	調査林分	個体A	個体B
立木密度 (本/ha)	1308		
収量比数	0.97		
地位	I		
平均樹高 (m)	26.2		
樹高		24.6	25.7
平均胸高直径 (cm)	28.6		
胸高直径		25.5	29.6
平均形状比	93.8		
形状比		96.5	86.8
平均樹冠長率 (%)	22.7		
樹冠長率 (%)		30.5	29.6

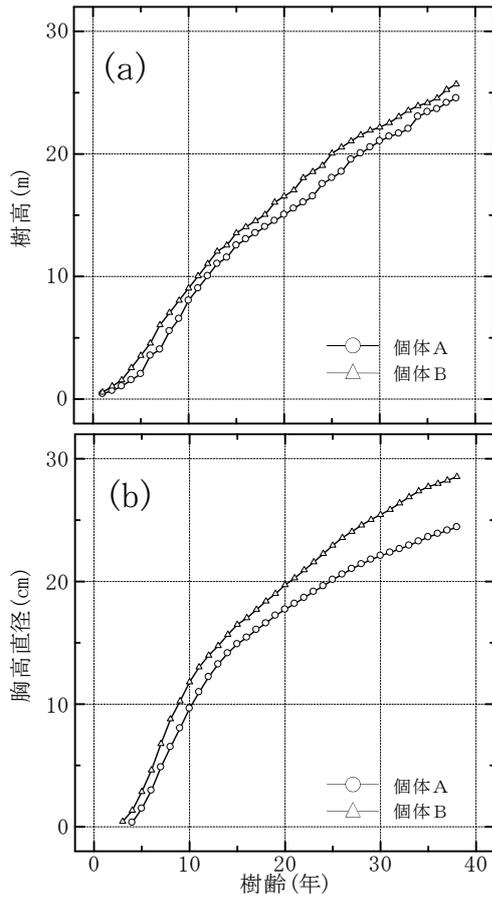


図-1. 樹高 (a), 胸高直径 (b) と樹齢の関係

個, Bで350個の節を解析した。

### Ⅲ. 結果と考察

#### (1) 林分構造と供試木

林分構造と供試木を表-1に示す。立木密度は1308本/ha, 収量比数は0.97, 平均樹高は26.2mで地位はIであった。平均胸高直径は28.6cm, 平均形状比は93.8, 平均樹冠長率は22.7%であった。収量比数, 形状比, 樹冠長率をみると間伐が必要な林分状態で間伐遅れ林分と判断された。樹幹の年輪解析と節解析に用いた個体AとBの樹高, 胸高直径, 形状比, 樹冠長率はそれぞれ, 24.6mと25.7m, 25.5cmと29.6cm, 96.5と86.8, 30.5%と29.6%であ

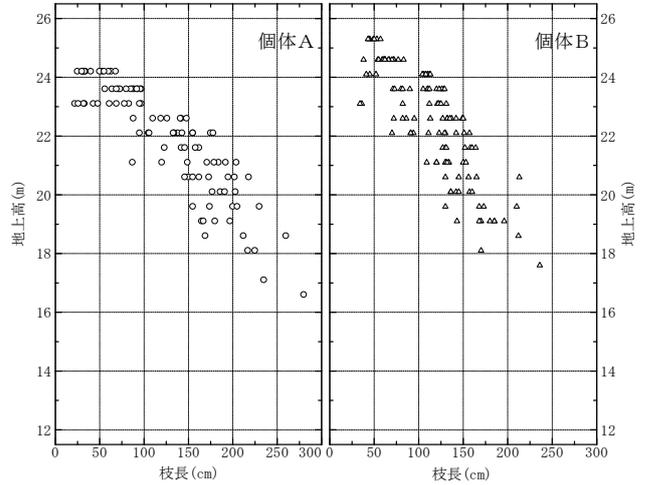


図-2. 生枝全長の垂直分布

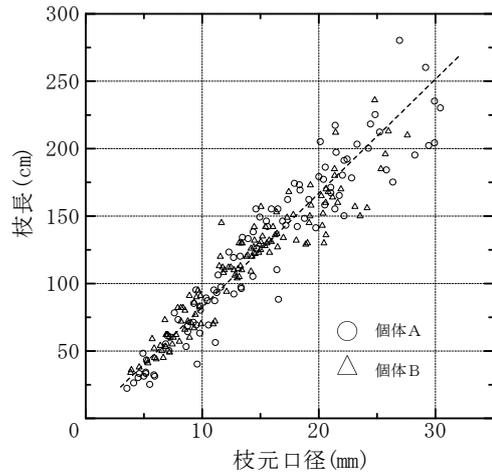


図-3. 生枝の元口径と全長の関係

った。

#### (2) 樹幹の年輪解析

個体AとBの樹高, 胸高直径と樹齢の関係を図-1に示す。樹高は, どちらの個体も同様の成長経過をたどり, 樹齢10~15年で連年成長量の最大値を示しそれ以降減少するものの樹齢30年以降も年間0.4m程度の成長を持続していた。胸高直径は, 樹高成長とは異なり成長に伴い個体AとBの差が拡大する傾向がみられた。

#### (3) 生枝の調査結果

生枝の調査結果をもとに, 生枝全長の垂直分布を図-2に示す。枝下高を示す生枝の最下部の地上高は, 個体A 16.6, B 17.6mでほぼ同じ高さまで枯れ上がりが進んでいた。樹高から枝下高を引いた樹冠長は個体A 8.0m, B 8.1m, 樹冠の幅を指標する生枝全長の最大値は個体A 280.0cm, B 236.0cmで, 現時点の樹冠量は成長の劣る個体Aの方が若干大きい値を示した。つぎに, 全ての生枝の元口径と全長の関係を検討したところ, 個体AとBで多少の違いはみられるものの, 両者をあわせて以下のようなべき乗式で近似することができた(図-3)。

$$y = 7.50 x^{1.03} \dots (1)$$

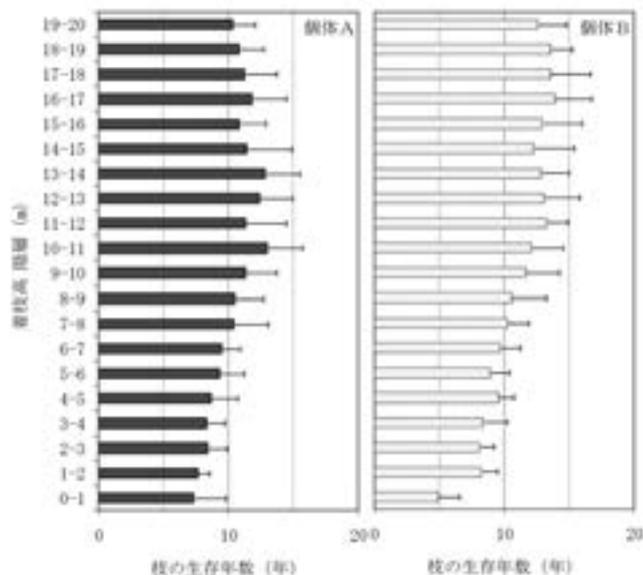


図-4. 着枝高階層ごとの枝の平均生存年数 (バーは標準偏差)

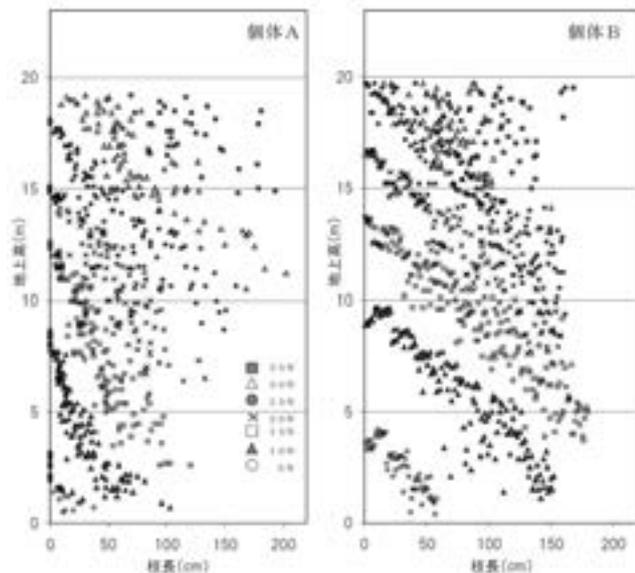


図-5. 5年ごとの樹冠の変化

これにより、枝の元口径をもとに枝長を推定することが可能であり、節解析で測定した節の直径から樹冠動態を推定できることが示唆された。

#### (4) 節解析

樹幹の年輪解析と節解析から得られた着枝高の階層ごとの枝の平均生存年数を図-4に示す。すべての枝の生存年数の平均は、個体A 10.4年、B 11.2年であった。どちらの個体も植栽から初期に発生した低い位置の枝の生存年数は短く、高い位置の枝の生存年数が長い傾向がみられた。また、成長の優れる個体Bの方が同じ地上高では早く枝を発生させるため、枝の生存年数が長い傾向がみられた。

樹齢5年ごとにその時点で生存している枝の節直径から枝長を(1)式によって算出して、着枝高と枝長から樹齢5年ごとの樹

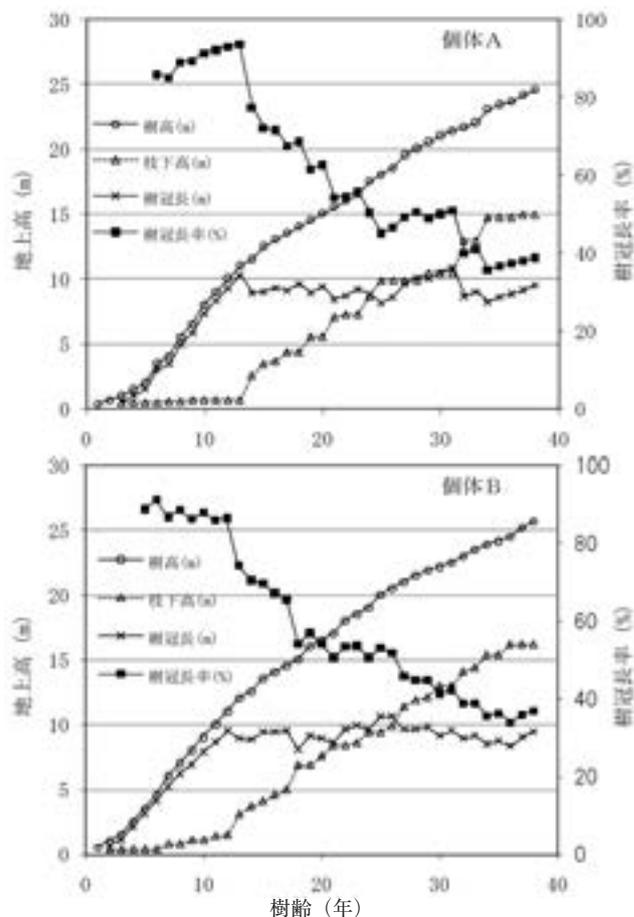


図-6. 樹高、枝下高、樹冠長、樹冠長率と樹齢の関係

冠を復元した(図-5)。節直径は、枯死時点を測定しており成長途中の直径は分からないため、枯死時点の直径と枯死までの年数から年平均成長量を計算して、年平均成長量と生存年数を乗じることで、生存中の各時点における節直径を推定している。個体Aでは、樹齢5年時点の枝長は約50cmで、それ以降樹齢20年まで約100cmで固定され、樹齢25~30年に150~200cmに伸長している。これは、樹齢25~30年の期間に、枝を伸長する空間が得られたことを示唆している。個体Bは、樹齢5年の時点ではAと同様で、樹齢10年で枝長が約150cmに伸長し、それ以降枝長は変化しなかった。樹齢10年以降枝長が変化しなかったのは、隣接木との競争などによって生育空間が制限されたためと考えられる。個体AとBを比較すると、個体Bの生育空間が広く早い時点で枝が伸ばすことができたため、個体Aよりも樹冠量と葉量が大きくなり、直径成長が促進されたと考えられる。

樹齢ごとに生存していた枝の最下部の地上高から枝下高を推定して、樹高と生枝下高から樹冠長と樹冠長率を算出して図-6に示した。この生枝下高は、枝の大きさを問わず生存している枝の高さから推定しているため、通常の林分調査における枝下高とは異なる可能性がある。枝下高をみると、個体Aで樹齢14年、Bで13年から枯れ上がり始め、樹高とともに上昇を続けた。樹冠長はどちらの個体とも樹齢13~14年以降多少の変動はあるものの約9mで一定になった。これは、樹高成長と枝下高の上昇量がほぼ等しいことを示し、林分としては林冠の閉鎖以降、林冠構造

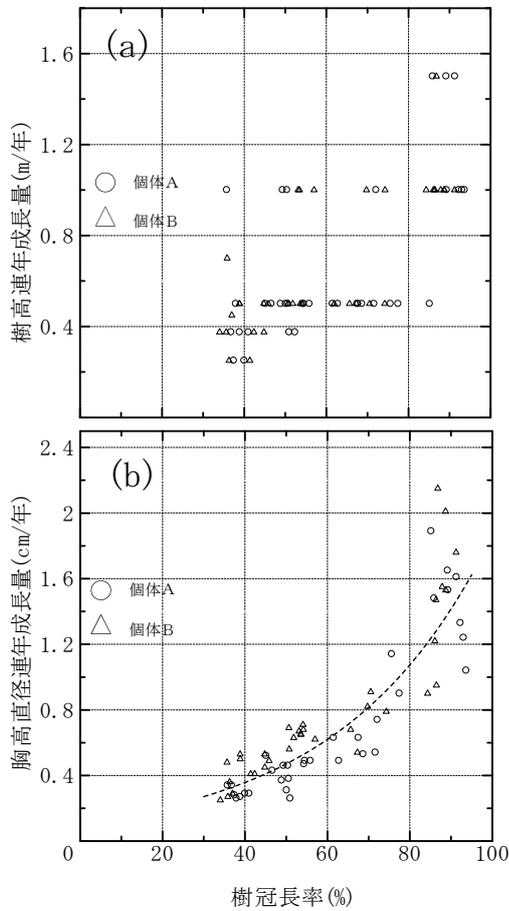


図-7. 樹高連年成長量 (a), 胸高直径連年成長量 (b) と樹冠長率の関係

に変化がなく、梢端から下枝に届く光の量はほぼ一定であったと考えられる。樹冠長率については樹齢13~14年までは90%程度であったが、それ以降急激に低下し20年で50%程度になり、30年以降に40%以下となった。

樹高と胸高直径の連年成長量と樹冠長率の関係を図-7に示す。樹高の連年成長量は、樹冠長率との間に関係はみられなかった。

胸高直径の連年成長量と樹冠長率の関係をみると、樹冠長率の

低下により胸高直径連年成長量も減少する傾向がみられ、以下の式で近似することができた。

$$y = 0.12 \times 1.03^x \dots (2)$$

梶原(1995)は、樹冠の大きさが肥大成長量のみに影響し、樹高成長量とは無関係としており、樹冠長率が胸高直径成長のみと関係した本研究の結果と一致した。樹高成長と樹冠量の関係について、藤森(1975)は、スギにおいて枝打ちの程度が強くなると成長が減退することを示し、高原(1954)は、スギ及びヒノキにおいて樹高の3/4、樹冠長率25%の枝打ちでは成長にほとんど影響ないとしている。つまり、樹高成長量との関係を検討するには、樹冠長率25%よりもさらに樹冠の小さい林木を対象とする必要がある。本研究の供試木の樹冠長率は30%程度であったため、樹高成長との関係をみるができなかったものと考えられる。

#### IV. おわりに

節解析は、準備や解析に多くの手間が必要であり、解析本数を増やすことに限界はあるが、反面そこから得られる情報の有用性は非常に高い。今後はより枯れ上がりの進んだ樹冠の小さい個体を解析の対象としたい。

#### 引用文献

千葉幸弘 (2009) 森林技術 802 : 11 - 17.  
 藤森隆郎 (1975) 林試研報 273 : 1 - 74.  
 藤森隆郎 (2006) 長伐期林を解き明かす, 12 - 32, 全国林業改良普及協会, 東京.  
 橋本良二・玉泉幸一郎 (1995) 日林誌 77 (2) : 153 - 162.  
 今村光晴ほか (2001) 日林九支論 54 : 15 - 16.  
 梶原幹弘 (1995) 樹冠と幹の成長, 42 - 84, 森林計画学会出版, 東京.  
 右田千春・千葉幸弘 (2010) 森林立地 52 (2) : 87 - 94.  
 宮崎県環境森林部 (2008) 宮崎県長伐期施業技術指針, 55 - 62.  
 高原末基 (1954) 東大演報 46 : 1 - 95.

(2013年11月3日受付; 2013年12月3日受理)