

速報

スギ人工林における林冠疎開後の枝の伸長と樹冠の発達^{*1}重永英年^{*2} ・ 川崎達郎^{*3}

I. はじめに

樹冠の発達は、光合成器官である葉の量と空間配置を決定し、個体の成長と密接に関連する。樹冠は枝が伸長、枯死した結果として形づくられることから、枝の成長特性は樹冠の動態を決定する重要な要因といえる。林冠が閉鎖した林分で間伐を行った場合、残存木は改善された光環境と枝葉を展開する空間を獲得し、樹冠を発達させることで個体の成長を増加させる。間伐に対する残存木の応答については、樹高や直径成長への影響を調べた報告は多いが、枝の伸長量の変化や生残に関する知見は少ない。本研究では、林冠が閉鎖したスギ人工林に生育するスギ個体を対象として、隣接木の伐倒の前後で樹冠部の光環境と一次枝の位置及び伸長量を調べ、疎開による光環境の変化が枝の成長、生残、樹冠の発達に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

II. 調査地と方法

森林総合研究所千代田苗畑（茨城県かすみがうら市）内のスギ人工林を試験地とした。当林分は面積が約0.1haで、平坦地にある。1978年に1.8m間隔の正方植えてスギ挿し木苗（久慈18号）が植栽され、1988年に本数割合で50%の間伐が行われた。2004年時点では、平均樹高は18.4m、平均胸高直径は21.8cmで、隣接個体間で枝葉が接触して林冠は閉鎖状態にあった（重永・川崎、2007）。林分内の1個体（以下、残存木）を選び、2006年1月に隣接する4個体（以下、伐倒木）を伐倒して、残存木の周囲のみを部分的に疎開した。残存木と各伐倒木との幹間距離は2.5mであり、伐倒後には、残存木と隣接個体との幹間距離は3.6m、残存木から各伐倒木方向への最近接個体までの幹間距離は5.1mとなった。

2004年から2008年の各年の成長休止期（11月～翌年1月）に、残存木に着生する一次枝（以下、枝）の基部ならびに先端の地上高、幹から枝先端までの水平距離、枝先端部の当年伸長量の測定と枝の枯死の判別を行った。測定は、林分内に設置された林冠観察用足場を利用して、コンベックスポールと定規を用いて行った。残存木、および伐倒木に隣接しない個体で、観察用足場から梢端

部伸長量の直接計測が可能であった20個体について、樹高成長量と胸高直径を同時に測定した。

疎開前の2005年12月、疎開後の2006年から2009年の各年の2月に、14.3m、15.3m、16.1m、17.2m、18.0m（2009年は19.0mを含む）の各地上高において、残存木の幹を中心とした1m間隔格子の交点25地点（2005年は21地点）の光強度を測定した。測定は、フォトダイオード（G2711-01、浜松ホトニクス社）を1m間隔で取り付けした5m長の棒（アルミ製C型チャンネル）を、観察用足場パイプを利用して水平に設置し、曇天時に行った。個々の測定値は、樹冠上部で同時に測定した光強度に対する相対値（RLI）として表し、各地上高で幹から一定の水平距離にあるRLIの平均値を算出した。

III. 結果と考察

林冠が閉鎖状態にあった2004年では、枝葉が隣接個体と接触する地上高（接触高）は15.5m付近にあり、生葉が生存する最低地上高は15m弱であった。2005年には接触高が16m付近に上昇し、接触高以下では複数の枝で新たに枯れが発生した（図-1）。疎開後1年目の2006年、および同2年目の2007年には枝の枯れの発生数が減少したが、同3年目の2008年には樹冠下部や幹からの水平距離が短く樹冠内部に位置する複数の枝で枯れが発生した。疎開後は、閉鎖時（2005年）に樹冠最下部に位置していた枝が生残し、樹冠長は樹高成長に対応して3年間で約1.5m長くなった。また、最大枝半径は疎開前の約1.5mから約1.8mに増加し、樹冠最下部では、概ね 0.2m y^{-1} の速度で樹冠幅の拡大が生じたことになる。

残存木の樹冠周辺では、地上高が低く、幹に近い位置ほどRLIが低い値を示した（図-2）。疎開前の2005年12月では、接触高付近の樹冠表面に相当する位置（地上高16.1m、幹からの水平距離1.4m）のRLIは17%であった。また、樹冠最下部で生葉が着生する位置の直下となる地上高14.3mのRLIは3%以下であった。林冠が閉鎖したスギ人工林では、林冠層下や林内の相対照度は2%未満となること（只木ほか、1967；竹内ほか、2002）、接触高付近より直上の樹冠部では20%、同直下では7%以下となること

^{*1} Shigenaga, H. and Kawasaki, T. : Branch growth and crown development of a sugi (*Cryptomeria japonica*) individual after the removal of adjacent trees.

^{*2} 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Center, For. Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862

^{*3} 森林総合研究所 For. Forest Prod. Res. Inst., Ibaraki 305-8687

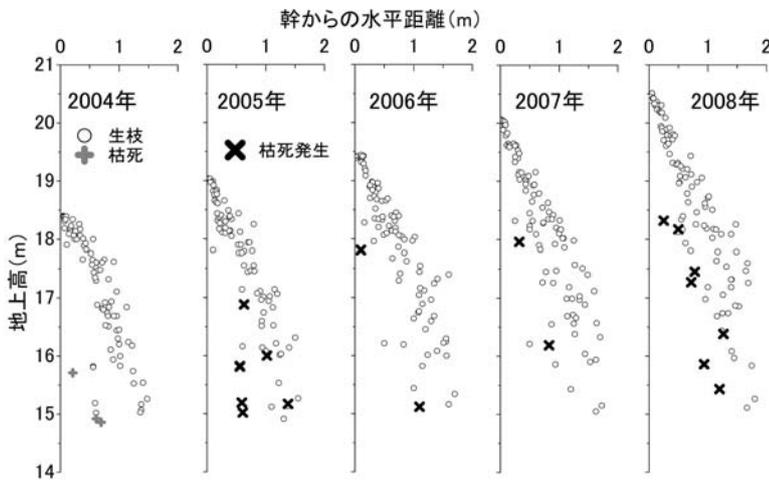


図-1. 残存木の樹冠発達
各点は枝先端の位置を示す

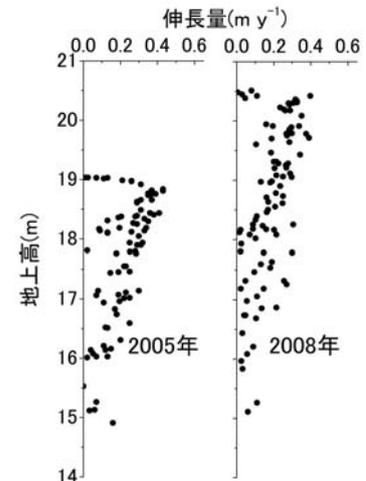


図-3. 疎開前(2005年)と疎開後3年目(2008年)の残存木の枝先端位置と伸長量との関係

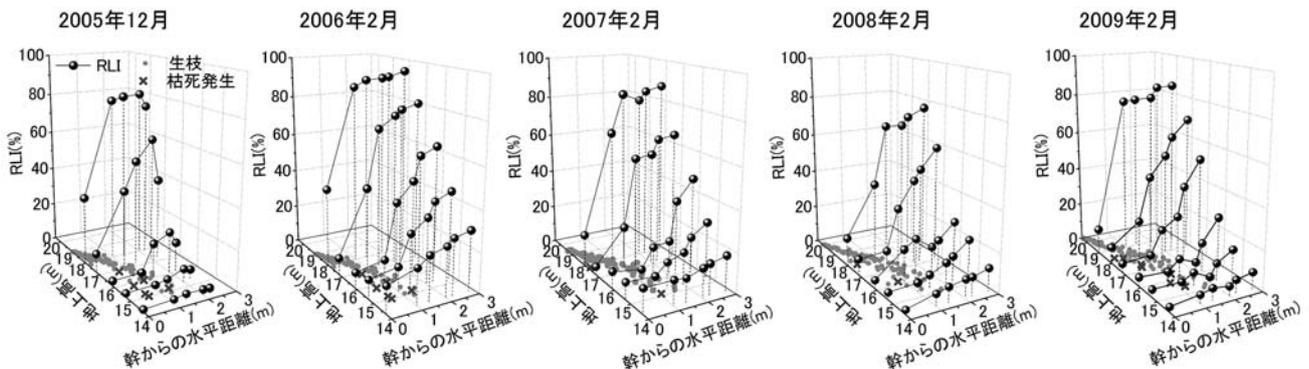


図-2. 林冠閉鎖時(2005年)と疎開後(2006-2008年)の残存木樹冠周辺における相対光強度(RLI)の分布

(Hashimoto and Suzaki, 1979) が報告されており、本研究も同様の結果であった。

隣接個体を伐倒して周囲を疎開した直後の2006年2月には、樹冠周辺のRLIは上昇し、樹冠下部でその程度は大きかった。上述した2箇所では、RLIはそれぞれ20%程度の増加を示した。疎開後の年数の経過とともに、RLIは次第に低下した。疎開後3年目の2009年には、樹冠直下である地上高14.3mのRLIは3~9%程度と、疎開前の値に近くなった。このような2009年の光環境の状況は、枯れ枝発生数の増加(図-1)と対応していた。枝の枯死の発生位置とRLIの分布状況からは、スギにおいてはRLIが5%以下となるような光条件下で、枝の枯死が新たに発生することが予想された。

当年の樹高成長部分に相当する主軸から分岐する一次枝を除けば、枝の伸長量は、樹冠頂部に先端が位置する枝で最も大きく、梢端から下方へ約2mの範囲では梢端から枝先端までの距離(D)の増加に対して大きく低下し、それ以下の地上高では漸減するという樹冠内での鉛直分布を示した(図-3)。また、前述したように、疎開前の2005年には、隣接個体と枝葉の接触が地上高16m付近で発生していた。本研究では、Dが1.5m以内に位置する枝を樹冠上部の枝、2005年の時点で枝先端の地上高が16.5m以下に位置していた枝を樹冠下部の枝とし、それぞれの枝につい

て、2004年から2008年間の年伸長量の平均値を比較した。この際、期間中に枯死が発生した枝については、解析から除外した。

樹冠上部の枝の伸長量は、疎開前の2004年と2005年は約0.3mであったが、疎開後1年目の2006年は0.19mと疎開前の約2/3に低下した(図-4)。2007年は2006年に比べて増加し、2008年には疎開前の値とほぼ等しくなった。樹冠下部の枝の伸長量は、2008年は2004年に比べて低い値をとるが、疎開前の2005年から疎開後2年目の2007年の間は一定の値で推移した。

樹冠上部の枝で疎開後1年目にみられた伸長量の低下は、樹高成長の変化と対応がみられた。疎開前の2004年と2005年は0.6m以上の樹高成長を示したが、疎開後1年目の2006年には0.4mとなり(図-5)、低下割合は樹冠上部の枝とほぼ一致した。また、2007年には樹冠上部の枝と同様に増加に転じた。同一林分内の伐倒木に隣接しない個体の樹高成長は、2004年から2006年にかけて低下傾向にあるが、疎開前の2005年と疎開後1年目の2006年とで有意な差はみられなかった(図-5)。

間伐後の数年間は、直径や樹高成長が低下する“thinning shock”が起こる事例が報告されている(Harrington and Reukema, 1983; Sharma *et al.*, 2006)。本研究では、1個体の計測結果であるため正確な判断は難しいが、伐倒木に隣接しない個体の樹高成長の変化に比べて、2006年の残存木の樹高成長の落ち込

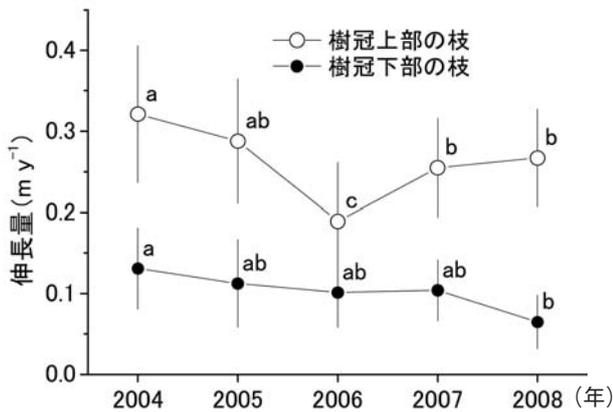


図-4. 残存木の樹冠上部(○)と樹冠下部(●)の枝の伸長量の経年変化
 平均値 ± 標準偏差。同一アルファベットは年度間で平均値に差がないことを示す (Tukey の HSD 検定, $p > 0.05$)。

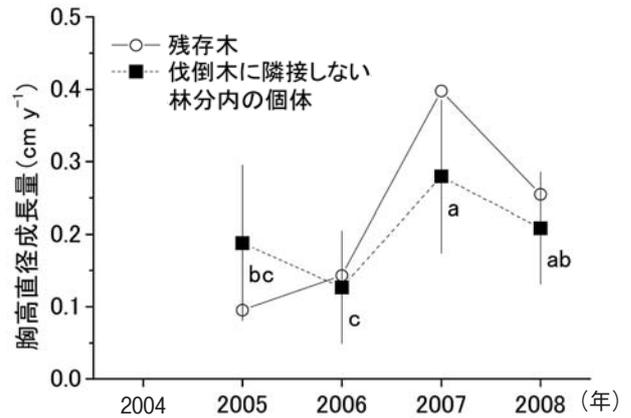


図-6. 残存木(○)と伐倒木に隣接しない林分内の個体(■)の胸高直径成長の経年変化
 平均値 ± 標準偏差。同一アルファベットは年度間で平均値に差がないことを示す (Tukey の HSD 検定, $p > 0.05$)。

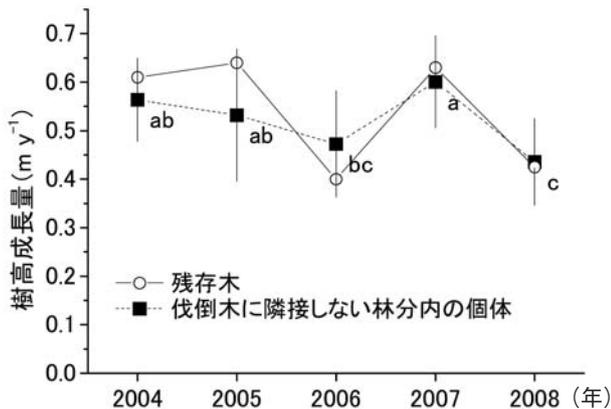


図-5. 残存木(○)と伐倒木に隣接しない林分内の個体(■)の樹高成長の経年変化
 平均値 ± 標準偏差。同一アルファベットは年度間で平均値に差がないことを示す (Tukey の HSD 検定, $p > 0.05$)。

みがより大きい傾向にあることから、疎開後1年目には“thinning shock”が発生し、樹高成長とともに樹冠上部の枝の伸長量が低下した可能性が予想される。樹冠下部の枝の伸長量の結果からは、林冠が閉鎖した状態で、樹冠下部の暗い光環境下に生育している枝が間伐等により明るい光環境におかれても、伸長量が林冠疎開直後に増加することはないといえる。

残存木の胸高直径成長量の年変化を、伐倒木に隣接しない個体の平均値と比較した場合、疎開後2年目の2007年以降に残存木の値がより大きくなる傾向がみられた(図-6)。このような疎開に対する直径成長の応答の遅れには、疎開後1年目の樹高成長と樹冠上部の枝の伸長量の低下の関与が予想される。

IV. おわりに

本研究では、スギ人工林の樹冠部で光環境と個々の一次枝の伸長量の経年変化を測定することで、枝の成長、生残、樹冠の発達に及ぼす疎開の短期的な影響を明らかにした。間伐後に、“thinning shock”により樹高や直径成長が低下する事例が知られているが、本研究で示唆された疎開後の枝の伸長量の低下という反応は、個体葉量の低下に結びつくことから、疎開後の個体の成長応答を決定する重要な要因であるかもしれない。伸長量の低下の原因や、その発生条件を明らかにすることは今後の課題である。

本研究は「環境変動と森林施業に伴う針葉樹人工林のCO₂吸収量の変動評価に関する研究」(環境省)の一環として行われた。

引用文献

- Harrington, C. and Reukema, D. (1983) Forest Sci. 29 : 33-46.
 - Hashimoto, R. and Suzaki, T. (1979) 日林誌 61 : 193-201.
 - 只木良也ほか (1967) 林試研報 199 : 47-65.
 - 竹内郁雄ほか (2002) 森林応用研究 11 : 13-16.
 - Sharma, M. *et al.* (2006) Ann. For. Sci. 63 : 349-354.
 - 重永英年・川崎達郎 (2007) 九州森林研究 60 : 70-71.
- (2009年10月27日受付; 2009年12月28日受理)