

機関番号：14501

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20780118

研究課題名（和文）強度間伐後の後生枝発生メカニズムの解明

研究課題名（英文）Elucidation of factors affecting epicormic branching after intensive thinning

研究代表者

石井 弘明（ISHII HIROAKI）

神戸大学・農学研究科・准教授

研究者番号：50346251

研究成果の概要（和文）：本研究で強度の列状間伐を行った 46 年生スギ人工林において、後生枝の発生状況の調査を行った。後生枝の約 30% が間伐直後に発生したと思われる直径の小さなものであり、発生位置は約半数が生枝下高の半分以上の高い位置であった。また、寒冷紗を巻いて幹を被陰することによって、後生枝の発生を抑制できることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：In this study, we documented the appearance of epicormic branches after implementing heavy line-thinning in a 46-year-old *Cryptomeria japonica* plantation. About 30% of the epicormic branches appeared soon after thinning at relatively high positions on the trunk. Our results suggested that shading the trunk with shading cloth may prevent epicormic branching.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009 年度	700,000	210,000	910,000
2010 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	950,000	4,290,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：森林生産・育種・樹木生理

1. 研究開始当初の背景

近年、人工林の高齢化、管理不足の改善策として強度間伐を推進されている。30～50% という高い間伐率で実施される強度間伐によって林冠を疎開し、明るくなった林床に苗木を植栽することで、複層林や混交林へと導くのが目的である（図 1）。強度間伐により林床の光環境が改善され、下層植生の定着を促進すると同時に、高密度化によって成長が低下している立木の成長促進が期待される。

強度間伐を行った林分では、しばしば高密度化によって枯れ上がってしまった幹から後生枝が発生する現象がみられる（図 2）。後生枝の発生・成長によって立木の葉量が増



図 1：兵庫県神崎郡の列状間伐試験地



図2：強度間伐を実施したスギ林において発生した後生枝

加し、成長が促進される一方で、
①枝への成長配分が増加して幹の肥大成長が促進されない
②節が生じることで材の質や強度が低下する、
などといった問題が生じる可能性がある（藤森 1985）。

後生枝の発生には先折れや枝打ち、光量の増加などの外的要因に加えて、樹齢や成長パターンなどの内的要因が関係していると考えられる。間伐や枝打ちなどの施業にともなう後生枝の発生について造林学的な視点から現象を記載した研究例は数多くあるもの（竹内 1981；横井・山口 1996；石川ら 2002；谷口・前田 2002）、発生メカニズムについては複数の要因が関係していると考えられるため、野外における実証的な研究が難しい（Ishii et al. 2007）。

一方で、後生枝を生じる潜伏芽の由来や発芽については解剖学的研究や植物ホルモンに関する生理学的研究が進められてきた（Fink 1983; Cline 2000; Burrows 2002）。その結果、頂芽で生産されるオーキシシン（IAA）によって潜伏芽の発芽が抑制されていることや、剪定や環状除皮によって IAA の供給を絶てば潜伏芽が発芽することなどが明らかされている。

申請者は 1998 年から北米および日本の造林樹種を対象に後生枝の生理生態学的研究を行ってきた。米国の代表的な造林木であるアメリカトガサワラを対象とした研究成果から、老木では枝の約半数が後生枝であること（Ishii & Wilson 2001）、後生枝が個体の成長や葉量維持、寿命の増加に寄与していること（Ishii & Ford 2001; Ishii et al. 2003; Kennedy et al. 2004）、後生枝の葉の生理特性は通常の枝と変わらないこと（Ishii et al. 2001）などが明らかになった。

老木では頂芽の損傷や光環境の変化を伴うことなく、潜伏芽からの後生枝発生がみられることから、頂芽の成長低下や幹肥大成長量の低下などの内的要因によって後生枝が発生すると考えられる（石井ら 2006; Ishii et al. 2007）。間伐によって林冠が疎開すると、樹木の成長パターンが変化し、間接的に後生枝発生 of 内的要因となっている可能性がある。しかし、現在実施されているような強度間伐によって、どの程度後生枝が発生し、それが立木の成長や材質にどのような影響を及ぼすのかは不明である。

2. 研究の目的

本研究では、スギ・ヒノキ人工林において強度間伐後の後生枝発生メカニズムについて樹木生理学的研究を行い、後生枝が樹木の成長や材質に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

スギ・ヒノキ人工林において強度間伐後に発生し、幹成長および材質の低下の原因となる後生枝発生メカニズムについて樹木生理学的な観点から発生要因の解明を目指す。後生枝の発生には先折れや枝打ち、光量の増加などの外的要因に加えて、樹齢や成長パターンなどの内的要因が関係していると考えられる。間伐によって林冠が疎開すると、樹木の成長パターンが変化し、間接的に後生枝発生 of 内的要因となっている可能性がある。しかし、現在実施されているような強度間伐によって、どの程度後生枝が発生し、それが立木の成長や材質にどのような影響を及ぼすのかは不明である。

本研究では列状間伐などの強度間伐施業が実施された林分において、後生枝の発生状況と成長量を調査し、間伐後の後生枝発生メカニズムを明らかにすることを目的とした。後生枝の発生については、樹木個体内における肥大成長と枝成長の間の生理的トレードオフ関係に加えて、成長促進による材積増加と材質低下による損益の間に実務的なトレードオフ関係が想定される（図3）。本研究では、後生枝の発生メカニズムに関する基礎

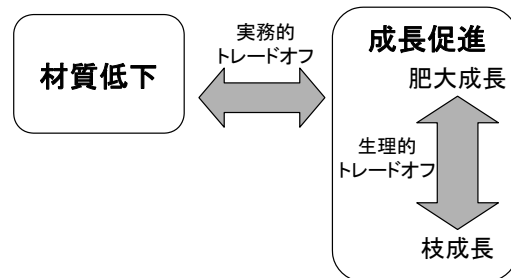


図3：後生枝の発生にともなう生じる実務・生理的トレードオフ関係。

研究の成果から、林業に応用できる実務的な知見を得ることを重要な目的とする。具体的には、強度間伐後の管理手法として、立木の成長を促進しつつ、後生枝発生による材質低下を抑制する施業法への応用を目指す。

3. 研究の方法

本研究では、平成20年7月に兵庫県立森林・林業技術センターの強度間伐試験地（峰山県有林）の46年生スギ人工林（平均胸高直径29.0cm、平均樹高23.3m、704本/ha）に調査地を設定した。この林分では平成19年に3残1伐の列状間伐が行われた。また、平成2年に本数間伐率50%の強度間伐を行った、比叡山延暦寺の90年生ヒノキ人工林において、樹冠内の枝の垂直分布の調査を行った。老齢林では枝の枯れ上がりによって後生枝が発生すると考えられるからである。

試験地において、調査対象としたスギ7個体の幹を遮光ネットで覆い、追跡調査によって遮光しなかった対照木と後生枝の発生率を比較し、後生枝の発生を抑制する効果があるかどうか評価した（図4）。

さらに、林内の10個体から間伐後に発生したと考えられる後生枝を採取し、サイズや年齢を測定した。

4. 研究成果

平成20年度は兵庫県立森林・林業技術センターが強度間伐を行った兵庫県・峰山試験地のスギ林に調査地を設定し、強度間伐後の後生枝発生状況の調査と遮光実験の設定を行った。後生枝の発生状況を調査では、後生枝の発生位置や本数、サイズなどを測定し、間伐強度や間伐後経過年数、光環境などとの関係を調査した。また、幹の遮光実験では、合計7本の立木の幹を遮光ネットで覆った。

平成21年度は、15年前に本数間伐率50%の強度間伐を行った、比叡山延暦寺の90年生ヒノキ人工林において、樹冠内の枝の垂直分布の調査を行った。この林分では強度間伐によ

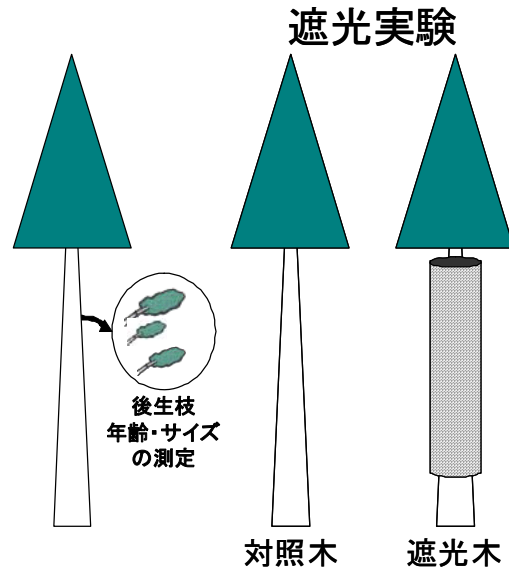


図4：枝サンプリングと野外実験の概念図

ってヒノキの樹冠が長くなり、葉の分布範囲が広くなるとともに、ピーク枝・葉量が少なくなることを明らかにした。また、平成21年度に設置した兵庫県立森林・林業技術センターが強度間伐を行った兵庫県・峰山試験地のスギ林において、後生枝の発生状況を調査し、枝を採取した。これらの枝は年齢や乾燥重量、成長量を測定するために実験室に持ち帰った。

平成22年度は兵庫県・峰山試験地のスギ林において、採取した後生枝の年輪解析を行った。その結果、後生枝のほとんどが間伐後数年内に発生したと思われる直径の小さなものであり、発生位置は生枝下に近い比較的高い位置であることが明らかになった（図5）。また、同林分において後生枝の発生を抑制するために、幹に寒冷紗を巻いた実験では、試験木からの後生枝の発生は見られなかった。以上の結果から、間伐直後に幹に寒冷紗を巻くなどの対策を行えば、後生枝の発生を抑制できる可能性が示唆された。

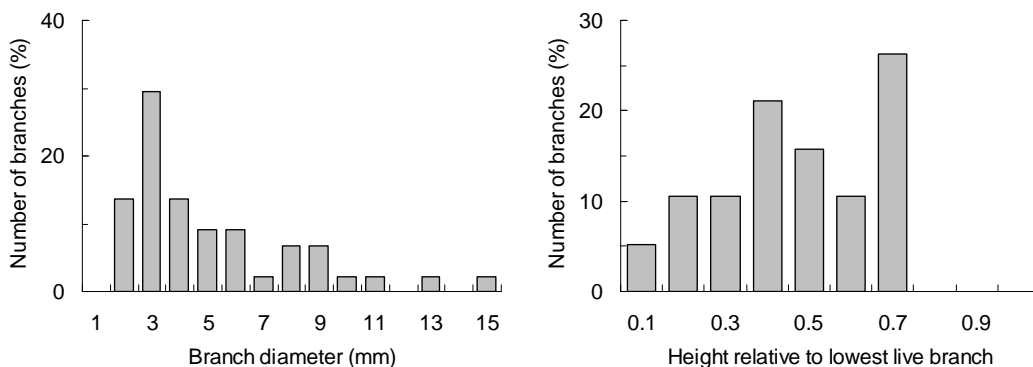


図5：列状間伐後に発生した後生枝の基部直径および着生位置。

当初予定していた、枝打ち実験と年輪解析は兵庫県から破壊の調査の許可が得られなかったため、実施できなかった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 11 件)

1. 杉元貴信・石井弘明・千葉幸弘・金澤洋一 (2010) 90 年生ヒノキ高齡林における枝・葉現存量および垂直分布の推定. 日本森林学会誌 92:63-71
2. Ishii, H. Asano, S. (2010) The role of crown architecture in promoting complementary use of light resources among coexisting species in temperate mixed forests. *Ecological Research*: 25: 715-722 (Impact factor = 1.206)
3. Maleque, M.A., Ishii, H.T., Maeto, K., Taniguchi, S. (2010) Seasonal prevalence of arthropods after line-thinning of overstocked Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) plantations in central Japan Landscape and Ecological Engineering: 6:43-52.
4. Inoue, S., Shiota, T., Mitsuda, Y., Ishii, H., Gyokusen, K. (2010), Simulation study of size-structure dynamics with changing spatial pattern of tree sizes in a lattice-planted Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) plantation. *Journal of Forest Planning* 15:11-19.
5. Otoda, T. Ishii, H. (2009) Basal reiteration improves the hydraulic functional status of mature *Cinnamomum camphora* trees. *Trees* : 23:317-323.
6. Maleque, A., Maeto, K., Ishii, H.T. (2009) Arthropods as bioindicators of sustainable forest management, with a focus on plantation forests. *Applied Entomology and Zoology* 44(1):1-11. (Impact factor = 0.699)
7. Ishii, H.T., Jennings, G.C., Sillett, S.C., Koch, G.W. (2008) Hydraulic constraints on morphological exploitation of light in tall *Sequoia sempervirens* trees. *Oecologia* 156(4): 751 - 763 (Impact factor=3.008)
8. Inoue, S., Shiota, T., Mitsuda, Y., Ishii, H., Gyokusen, K. (2008) Effects of individual size, local competition and canopy closure on the stem volume growth in a monoclonal Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) plantation. *Ecological Research* 23:953-964 (Impact factor = 1.206)
9. Ishii, H.T., Maleque, M.A., Taniguchi, S. (2008) Line thinning promotes stand growth and understory diversity in Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) plantations *Journal of Forest Research* 13:73-78

(Impact factor = 0.741)

10. 鍋島絵里・石井弘明(2008) 樹高成長の制限とそのメカニズム. 日本森林学会誌 90 (6) 297-305.

[学会発表] (計 7 件)

1. 石井弘明・杉元貴信・鈴木大智・辻貴文・金澤洋一. ヒノキ高齡林における間伐と林分構造の関係. 第 119 回日本森林学会大会. 2008.3 (東京).
2. Maleque, M.A., Maeto, K., Ishii, H.T., Taniguchi, S. The importance of line thinning to arthropod conservation and ecosystem management in Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) plantations. 口頭発表. XXIII International Congress of Entomology. 2008.6 (Durban)
3. 石井弘明・杉元貴信・千葉幸弘・金澤洋一. 90 年生ヒノキ人工林における枝・葉現存量の推定. 第 120 回日本森林学会大会. 2009.3 (京都)
4. 石井弘明. 林冠の三次元構造と多様性・生産性の関係. 第 122 回日本森林学会大会. 2011.3 (静岡)
5. 江原秀宗・石井弘明・前藤薫. スギ列状間伐林における環境要因が及ぼすアリ群集構造の変異. 第 122 回日本森林学会大会. 2011.3 (静岡)
6. 城田徹央・石井弘明・安江恒・岡野哲郎. 壮齡人工林の 3 次元構造と一次生産. 第 122 回日本森林学会大会. 2011.3 (静岡)

[図書] (計 2 件)

- ① Ishii, H., (2011) How do changes in leaf/shoot morphology and crown architecture affect growth and physiological function of tall trees? In: Age-related changes in tree structure and function F.C. Meinzer, T.E. Dawson and B. G. Lachenbruch, eds. Springer, Berlin.
- ② 石井弘明(2011) 森林の林冠と生産構造の発達. 正木隆・相場慎一郎(編). 現代生態学講座第 8 巻 森林生態学. 共立出版.

[その他]

ホームページ等
www2.kobe-u.ac.jp/~hishii

6. 研究組織
(1) 研究代表者
石井弘明 (ISHII HIROAKI)
神戸大学・農学研究科・准教授
研究者番号 : 50346251