

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 7 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450213

研究課題名(和文) 低木として長期にわたり生きる高木ヒバの更新戦略

研究課題名(英文) Regeneration strategy of tree species, *Thujaopsis dolabrata* var. *hondae* living long as shrub-like form

研究代表者

八木橋 勉 (Yagihashi, Tsutomu)

国立研究開発法人森林総合研究所・東北支所・グループ長

研究者番号：00353889

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：ヒバは、光が不十分な環境下では複数の枝で伏条し、それぞれが発根部より後方の非同化部から独立することで、ラメット単位で数の増加をはかり、水平的に空間を占有するという戦略をとっていると考えることができる。そこで、約80年前からブナ林冠下にヒバの稚樹が存在し続けている場所に試験地を設定し、個体識別のためのDNA分析を行い、各個体のラメット数や空間的な広がりなどを調べた。また一部で年輪解析を行った。この結果、ヒバが伏条によって低木状に幹数を増加し、水平的に空間を占有していること、ブナ林冠下で90年もの間生存している幹があることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：Under the low-light condition, *Thujaopsis dolabrata* var. *hondae* (hiba) could make layering with several branches and each layered branch could stand independent from the non-photosynthetic tissue behind the adventitious root. We assumed that this is a regeneration strategy of increasing the number of ramet, and occupying space horizontally. We set up an experimental plot in place where hiba sustained seedling bank over 80 years under the beech forest canopy. We carried out DNA analyses to identify individual and tree-ring analysis to elucidate the age of several ramets. As a result, it was revealed that hiba increased the number of stems in a shrub-like manner by layering, occupied space horizontally, and there were trunks surviving for 90 years under the beech forest canopy.

研究分野：森林生態学

キーワード：伏条 陰性 ヒノキアスナロ マイクロサテライトマーカー マルチプレックス EST-SSR クローン繁殖 耐

1. 研究開始当初の背景

近年、遷移後期樹種（最終的に優占林となる樹種）の天然更新の主役は、攪乱によって世代交代が起きる前から林床に存在する「前生稚樹」であり、攪乱後に発生する稚樹（後生稚樹）はごく限られた条件でしか育たないことが明らかになってきた（正木ら，日林誌 2012、Yagihashi, J Trop Ecol. 2010）。攪乱前の林床は、非常に暗いため、林床に前生稚樹を維持するためには、耐陰性を高めることが重要となる。

ヒノキアスナロ（ヒバ）は日本産の遷移後期樹種の中でも最も耐陰性が高いと考えられている樹種の一つである。耐陰性が高いとされる根拠は、ヒバが林床に稚樹バンクと呼ばれる多数の前生稚樹を維持することが多く（橋本ら，日林誌 1999）、林床の暗い環境下で非常に長く生きながらえるためである。一般に、耐陰性は個体が光合成で獲得し、呼吸で失う炭酸同化物の収支で評価でき、その収支には同化部（葉）と非同化部（幹、枝、根）の質量比、および個体サイズが大きく影響する（Valladares et al., Annu Rev Ecol Systemat 2008）。光が不十分な環境下では、維持できる葉量は限られるため、非同化部の増加を補償するためには、個葉の陰葉化や樹形の変化など様々な適応を最大限に行う必要がある。

これまで我々は、ヒバの耐陰性の高さに注目し、異なる光環境下での光合成収支（Hitsuma et al., J For Res. 2012）や、光環境に応じた各器官の配列の結果を反映した樹形の可塑性（Hitsuma et al., J For Res. 2006）を明らかにしてきた。しかし、現段階までの研究では、ヒバの耐陰性の高さの特徴付けのような生理特性は見出だせなかった。

そこで我々は、ヒバの耐陰性を高める他の機構を検討した結果、伏条に注目した。伏条とは、小径木や稚樹の下枝が下垂し、接地面から発根する状態である。他の樹種では稀な現象であるが、ヒバでは非常に頻繁に見られる。発根部から先の部分は栄養的に独立していき、伏条稚樹となる。

通常の樹種では、耐陰性を高めるための様々な適応を最大限に行っても、成長に伴って増加する非同化部による消費を補償することができなくなる限界があり、個体サイズの増加に伴い、より強い光が必要になる。しかし、ヒバは限界に達する前に伏条により、発根部より後方の非同化部から独立することで、同化部と非同化部の割合の改善をはかり、個体の維持をはかることができる。また複数の枝で伏条することも多く、ラメット単位（遺伝子は同一だが、幹としては別々になっている）では数の増加をはかる、すなわち無性繁殖を行っていると言える。こうした生活史は、高木でありながら、むしろ低木に近いと言える。しかし、ヒバが伏条によって長期に渡って個体

を維持しているのかを検証するためには、長期のモニタリングが必要なため、実際に確認された例はない。

2. 研究の目的

本研究は、暗い林床に長期間生きるヒバの更新特性が、生理的な対応のみでなく、伏条による個体の生産と消費バランスの構造的なリセットにより達成されるという新たな仮説の検証である。これにより、高木の更新戦略に新たな視点を示すとともに、ヒバの択伐林施業において、十分な稚樹の確保に役立てる。

3. 研究の方法

(1) 調査地は津軽半島に位置し、約 80 年前時点で林冠が閉鎖したブナ林の林床にヒバの実生が存在した場所で、現在でもそのままヒバの稚樹群が維持されている場所に 20m x 30m の試験地を設定し、存在するすべての幹についてタグを付け、位置を測量、根元直径と樹高の測定、葉の採集を行った。

(2) クローン（ジェネット）の広がり明らかにするために、葉から DNA を抽出し、マルチプレックス EST-SSR 分析によってクローン識別した

(3) 試験地を 5m の格子状に分割し、各交点で光環境測定を行い、さらに各幹の直上の光条件を測定し、各幹のサイズとの関係を明らかにした。

(4) 一部の幹について年輪解析を行って、樹齢を明らかにした。

4. 研究成果

各幹の幹長は、150cm から 200cm 程度の階級が最も多かった（図 1）。

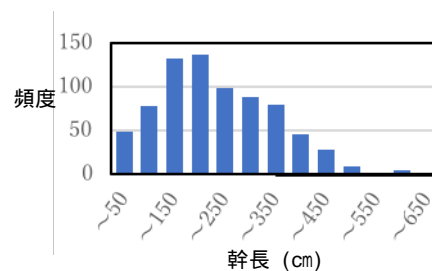


図1 幹長の頻度分布

自然高は 50cm から 100cm の階級が最も多かった。幹長に対して、自然高が低くなっており、幹や下枝が接地しやすく、伏条が起こりやすい状態となっていた。ヒバの下枝には、主軸に似た先端部を持つものがあり、これが樹冠構造の改変と伏条繁殖の促進によって耐陰性と長寿に寄与していると考えられた

(Hitsuma et al., Botany 2015).

光環境と幹のサイズとの関係には、弱い相関が見られた。幹のサイズの大小は、これまでの成長の蓄積であるため、必ずしも現在の光環境だけで説明できないために、相関が弱くなったものと考えられた。

一 個体あたりのラメット数は、1本のものはわずかであり、平均で10本を超えていた。また、多いものでは80本以上のものがあった(長谷川ら, 日林誌 2015)。最大サイズのジェネットでは、水平距離で10mを超える範囲まで広がっていた(図2)。

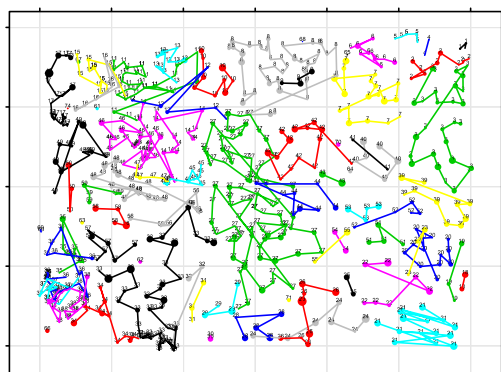


図2 試験区(縦20m x 横30m)内のジェネットの分布: 図の中央付近の緑色(27番)が水平的に最大に広がったジェネット

5個体について各1幹の年輪解析を行ったところ、地際部の樹齢は52年から90年であった。

これらの結果から、ヒバは、暗い林床では樹高成長はほとんどできないものの、伏条によって幹数を増やすことができることが明らかになった。また、幹数の増加に伴い、水平的に分布範囲を大きく広げる個体があることが明らかになった。

また現在生存している幹が、すでに枯死した幹の枝として繋がっていた形跡が見られる個体も確認されたことから、ヒバが伏条によって非同化器官を切り捨てる戦略を取っている可能性が示唆された。一方で、5個体のみの調査であるが、各個体のうちの1幹の地際部の樹齢が52年から90年であったため、伏条枝が独立した後に、元の幹も比較的長期間にわたって生存している可能性があった。これらの結果から、ヒバが伏条によって非同化器官を切り捨てるのが、どの程度個体の維持に貢献するのかわからないが、少なくともヒバが高木種でありながら、光が不十分な環境下では伏条によって幹数を増加し、水平的に空間を占有するという、低木的な更新戦略をとっていることが明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

[雑誌論文](計 2 件)

長谷川陽一・高田克彦・八木橋勉・櫃間岳・齋藤智之 (2015) マルチプレックス EST-SSR 分析を用いた ヒノキアスナロ天然林における稚樹のクローン識別. 日本森林学会誌 97: 261-265 (査読有)

Hitsuma G, Morisawa T, Yagihashi T (2015) Orthotropic lateral branches contribute to shade tolerance and survival of *Thujaopsis dolabrata* var. *hondai* saplings by altering crown architecture and promoting layering. Botany 93: 353-360 (査読有)

[学会発表](計 4 件)

八木橋勉・櫃間岳・齋藤智之・高田克彦・長谷川陽一 ヒバのジェネットは伏条でどこまで広がるのか? 日本生態学会第64回大会 2017年3月14日-3月18日 早稲田大学(東京都新宿区)

八木橋勉・櫃間岳・齋藤智之・高田克彦・長谷川陽一 ブナ林冠下で低木として生きる高木種ヒバ. 日本生態学会第63回大会 2016年3月21日-3月24日 仙台国際センター(宮城県仙台市)

櫃間岳・森澤猛・八木橋勉 ヒバ稚樹の枝は樹形改変と伏条繁殖を通じて耐陰性と長寿をもたらす. 日本生態学会第63回大会 2016年3月21日-3月24日 仙台国際センター(宮城県仙台市)

櫃間岳・森澤猛・八木橋勉 ヒバ稚樹の上向き側枝が樹形と耐陰性に果たす役割. 日本森林学会第126回大会 2015年3月26日-3月29日 北海道大学(北海道札幌市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

八木橋 勉 (Yagihashi, Tsutomu)
国立研究開発法人森林総合研究所・東北支所・グループ長
研究者番号: 00353889

(2) 研究分担者

櫃間 岳 (Hitsuma, Gaku)
国立研究開発法人国際農林水産業研究センター・林業領域・主任研究員
研究者番号: 10353822

(3) 連携研究者

齋藤 智之 (Saitoh, Tomoyuki)
国立研究開発法人森林総合研究所・東北支所・主任研究員

研究者番号：00414483

高田 克彦 (Takata, Katsuhiko)
秋田県立大学・木材高度加工研究所・教授
研究者番号：50264099

長谷川 陽一 (Hasegawa, Yoichi)
国立研究開発法人国際農林水産業研究センター・林業領域・研究助手
研究者番号：30634034