

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 20 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23580204

研究課題名(和文)劣化した森林における高木性樹種の繁殖および遺伝的多様性評価に基づく再生方法の検討

研究課題名(英文) reforestation method based on the evaluation of the reproduction and genetic diversity of tall tree species in a degraded forest

研究代表者

木佐貫 博光 (KISANUKI, Hiromitsu)

三重大学・生物資源学研究科・教授

研究者番号：00251421

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：森林の衰退が深刻である大台ヶ原トウヒ林の立木密度が異なる2つの林分において、トウヒ成木の遺伝構造ならびに局所的立木密度がトウヒの自殖率などに及ぼす影響を8遺伝子座のマイクロサテライト解析で調べた。各母樹30個の種子について、自殖率、2親性近親交配率を算出し、種子の父親推定によって花粉飛散距離を算出した。両林分において、立木密度と自殖率の間には相関がみられなかったが、2親性近親交配が生じていた。花粉飛散距離は両林分で差がなかったが、距離に近い成木ほどより多くの花粉を母樹に提供していた。

研究成果の概要(英文)：Genetic structure and the effect of local tree density on self-fertilization ratio were studied for spruce species in two sites of different local tree density in a severely degraded spruce forest at Mt. Ohdaigahara. Eight microsatellite marker were used to the analysis. Self-fertilization ratio and biparental inbreeding were calculated, then pollen dispersal distance were estimated with male parent analysis. At both sites no relation was found between local density and self-cross ratio, while biparental inbreeding was generated. Pollen dispersal distance was not significantly different between two sites, although mother trees were supplied more pollen from closer mature trees.

研究分野：森林保全生態学

キーワード：トウヒ 大台ヶ原 衰退林 花粉飛散 遺伝構造

1. 研究開始当初の背景

大台ヶ原では、伊勢湾台風や人間活動の影響、ニホンジカの個体数の増加などから、トウヒ林をはじめとする森林の衰退が顕著になっている。森林で樹木本数密度が低下すると、森林生態系に大きな変化が引き起こされるものと予想される。このため、森林の自然再生に向けた保全的管理が必要である。このような背景から、大台ヶ原における森林の衰退が、樹木集団の遺伝構造や繁殖に及ぼす影響を評価することとした。法で保護されてきたニホンジカの個体数が爆発的に増加した。このため、森林や下層植生の衰退が顕著に認められるようになった。シカによる採食は稚樹にも及んでおり、このままの状態が継続すれば、森林が再生不可能になり、森林に生息する生物への負の影響が懸念される。

2. 研究の目的

風媒性樹木の集団のサイズや立木密度及び林分構造は、繁殖の成功度に影響を及ぼす。すでに衰退したトウヒ林においては、トウヒ成木の立木密度の低下が、子孫を残し、森林が更新していく上で重要な花粉飛散および生産される種子の質に影響を及ぼしている可能性がある。

- (1) 大台ヶ原東部では、1959年の伊勢湾台風による林冠木の倒伏がきっかけとなって林床のミヤコザサが増加し、それをえさとするニホンジカの増加をもたらした。シカによる採食は樹木の稚樹や成木を枯死させており、森林更新が阻害されている。このため、シカによる樹木の採食除去のため、環境省による防鹿柵の設置が行われてきた。衰退したトウヒ林に設置された防鹿柵が、トウヒ稚樹の定着および成長に与える影響について解明することを目的とした。
- (2) 生残した成木から散布される種子による森林再生の可能性を検討するため、種子を対象とする遺伝子レベルの分析を加える。トウヒ林分において、生残しているトウヒ成木の遺伝構造を明らかにすること、ならびに、現在の局所的な立木密度が、トウヒの自殖率や2親性近親交配率といった繁殖成功のパラメータに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

樹木の個体数密度の低下が成木の種子生産に及ぼす影響を明らかにするために、大台ヶ原東部において風媒花樹木トウヒの個体

数密度と繁殖との関係を調査した。トウヒ成木の個体数密度が異なる2つの林分において、計25本の母樹からそれぞれ球果5個を採取し、種子を球果別に発芽させて実生を得た。樹木の個体数密度は、TS：トウヒ立木密度70.6本/ha，林冠木密度188.5本/ha，DS：トウヒ立木密度280.4本/ha，林冠木密度518.2本/haである。なお、林冠木密度の対象とした樹木は、トウヒを含めた全ての樹木のうち、林冠層に達している個体とした。

(1) トウヒ稚樹の生育状況の解明

調査地は、奈良県上北山村大台ヶ原の正木峠（標高1680m）とした。調査地周辺では、以前は林床をコケが覆うトウヒ林が広がっていたが、現在ではトウヒの枯死に伴ってササ原と化している。2002年に設置された鉄製の防鹿柵の内側と外側に、調査区（10m×100m）を2個ずつ設置した。調査区に出現した全てのトウヒ稚樹を対象として、出現本数および樹高を測定した。

(2) 母樹の個体数密度と自殖率との関係

TSでは10個体、DSでは13個体の母樹から球果を10個ずつ採取した。調査区において胸高直径10cm以上のトウヒ成熟個体を対象に立木位置の測量ならびにDBHの測定を行った。母樹の個体数密度は、母樹を中心とする半径5~30m（5m間隔）の円内に生育するトウヒ成木の個体数とした。

衰退林におけるトウヒの自殖率に成熟個体の局所個体数密度が影響しているのかを解明するために、以下の調査および実験を行った。各母樹から得た実生30本（TS：300個体，DS：390個体）からDNAを抽出した。成熟個体および母樹の葉を採取し、それらからDNAを抽出した。対象としたトウヒ成木は、TS：167個体，DS：448個体である。母樹、実生、成木を対象としたSSR（Simple Sequence Repeat）分析を11遺伝子座で行い、各母樹の自殖率をMLTR解析プログラムから推定した。3つ以上のアレルが増幅した4遺伝子座についてはフラグメント解析から除外した。

生残しているトウヒ成木の空間遺伝構造を明らかにした。成木ペア間の遺伝的な類縁性を表わす指標として、kinship coefficient（FS）を用いた。各林分で母樹が分かっている実生の遺伝子型から花粉親である父親成木を最尤推定により推定した。推定された父親候補と既知である実生の母樹との位置情報から、花粉が飛散した距離を算出し、遺伝子流動の実態の解明に供した。

4. 研究成果

(1) トウヒ稚樹の生育状況の解明

稚樹の樹高を柵の内外で比較すると、柵内

の稚樹高が柵外のものよりも大きかった。柵外のトウヒ稚樹は、柵内の稚樹よりも出現本数が少なく樹高が低かった。これらのことは、柵外ではシカの採食が及ぼすトウヒの成長への負の影響が大きいことを示唆する。このように防鹿柵は、トウヒ稚樹の成長を促すものと考えられる。一方、小さな稚樹はササの被圧を受けるために、生残率が比較的 low、また、樹高成長が停滞している個体が少なからずみられた。ササ設置直後から比較的大きかった稚樹やササの被度が低かった稚樹については、その後ササによる被圧の程度が低い状態が継続したことから、ある程度の速度で樹高成長していた。微地形が倒木上や根株などの有機物が分解し切れていない基質よりも、土やビットなどの基質でのほうが、稚樹の成長が認められた。

(2) 母樹の個体数密度が自殖率に及ぼす影響
調査対象としたトウヒ成木は、それぞれ TS で 153 本、DS で 394 本であり、これらの胸高直径の計測および立木位置の測量を行った。個体数密度には、母樹を中心とする半径 30m 以内に位置するトウヒの個体数を用いた。立木密度の異なる林分における各母樹の自殖率の平均値は、TS では 0.130、DS では 0.187 であった。また、両林分の間には差は認められなかった ($p=0.409$)。これらの値は、シトカトウヒの孤立した低密度集団で調べられた自殖率 0.21 に近かった。このことから大台ヶ原のトウヒでは孤立した低密度集団なりに低い交配成功率であると考えられる。

局所的なトウヒ成木および林冠木の立木密度が自殖率に影響を及ぼしているかをみるために、母樹から水平距離で 30m 以内の範囲に存在する個体数と自殖率の関係を示した。トウヒ成木の立木密度について、いずれも母樹の自殖率との相関はみられなかった (TS : $p=0.909$, DS : $p=0.453$)。また、両林分全体の母樹についても、相関は認められなかった ($p=0.680$)。林冠木の立木密度についても、TS、DS とともに自殖率との相関は見られず (TS : $p=0.794$, DS : $p=0.740$)、TS、DS を合わせた母樹についても相関は認められなかった ($p=0.566$)。立木密度の比較的 low の林分である TS の立木密度は 70.6 個体/ha であり、本調査地は自殖率に影響を及ぼすほどの low の立木密度に達していないことが示唆された。一方、両林分で 2 親性近親交配が起こっていた。

成木の空間遺伝構造についてみると、水平距離で TS では約 40m、DS では約 45m 以内の範囲にはその個体と近縁な個体が多く、また、DS においては約 75m 以上離れると遠縁な個体が多いという遺伝構造がみられた。ある個体の近くにはランダム分布よりも近縁個体が多く生育していることから、両林分において、

主に近隣個体同士の交配がくり返し行われてきたことが推察される。

花粉飛散距離をみると、TS では、最小値 0m、平均 28.5m、最大 147.5m であった。DS では、最小値 0m、平均 19.9m、最大 128.5m であった。花粉飛散距離に林分間の差は認められなかった ($p=0.052$)。花粉飛散距離の平均値に林分間差は認められず、トウヒ以外の樹種を含めた林冠木の立木密度は自殖率との相関が認められなかったことから、両林分において花粉飛散は十分に行われており、上層木が花粉飛散の障壁になるほどには立木密度は高くないことが示唆された。花粉飛散距離は全てのトウヒ間距離よりも短距離に分布が偏っており、母樹から近い成木が多量の花粉を提供していることが推察される。

現段階において、大台ヶ原の 2 つの林分において自殖率は高まっておらず、立木密度の低下は花粉飛散距離に影響を及ぼしていない。しかし、2 親性近親交配は起こっているため、長距離飛散した花粉によって遺伝子流動は十分に行われつつも、近隣個体間の交配では遺伝的な劣化が起こっている可能性が考えられる。また、現在も花粉を提供する大径木の枯死は進行しているため、今後も生残木を保護し、立木密度を維持していく必要がある。

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 0 件)

[学会発表](計 3 件)

木佐貫博光, 印南秀彦, 中井(小山)亜理沙: ササ刈りによる天然生トウヒ稚樹の成長促進: 大台ヶ原での 7 年間の実験. 第 126 回日本森林学会大会, 2015 年 3 月 28 日, 北海道大学(北海道札幌市)
吉田沙織, 大江未奈美, 前田亜樹, 中井亜理沙, 津田吉晃, 石田清, 木佐貫博光: 大台ヶ原東部における森林構造とトウヒの花粉飛散. 第 125 回日本森林学会大会, 2014 年 3 月 29 日, 大宮ソニックシティ(埼玉県さいたま市)
金森たみ子, 大江未奈美, 前田亜樹, 中井亜理沙, 津田吉晃, 石田清, 木佐貫博光: 大台ヶ原衰退林におけるトウヒの遺伝構造と繁殖に及ぼす立木密度の影響. 日本生態学会第 60 回大会, 2013 年 3 月 6 日, 静岡県コンベンションアーツセンター(静岡県静岡市)

[図書](計 0 件)

6. 研究組織

(1)研究代表者

木佐貫 博光 (KISANUKI, Hiromitsu)
三重大学・大学院生物資源学研究科・
教授
研究者番号：00251421

(2)研究分担者

(3)連携研究者