

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19780131
 研究課題名 (和文) 半数体組織を利用した、針葉樹集団における遺伝的動態の解明
 研究課題名 (英文) Examination of the genetic dynamics in a coniferous population using the maternally inherited haploid seed tissue

研究代表者

岩泉 正和 (IWAIZUMI MASAKAZU)

独立行政法人森林総合研究所・林木育種センター・研究員

研究者番号：50391701

研究成果の概要 (和文) : アカマツ天然集団において、花粉飛散と種子散布の両者を介した遺伝子流動やその遺伝的寄与を把握するため、平成 15 年～平成 19 年の 5 年間で採取された自然散布種子 (計 1,709 種子) を対象に、胚と雌性配偶体 (種子親由来の半数体組織) の組織別に DNA 分析を行い、花粉親及び種子親由来の両配偶子の遺伝的構成を正確に区別して評価した。主座標分析の結果、配偶子は由来親間で大きく分かれて分布し、それぞれが異なる遺伝的構成を有することが示唆されたことから、当該集団の種子散布段階における遺伝的多様性には、配偶子の遺伝的構成の由来親間での異質性が大きく寄与している可能性が考えられた。

研究成果の概要 (英文) : To examine the relative genetic contributions of pollen flow and seed dispersal to overall gene flow in a natural population of *Pinus densiflora* along a ridge, DNA of two different tissues; namely, embryo and megagametophyte (maternally inherited haploid tissue); of dispersed seeds (a total of 1,709 seeds) collected during five years (2003 to 2007) were separately analyzed. And then, the genetic compositions of both paternally and maternally derived gametes of the seeds were accurately evaluated. Using the principal coordinate analysis (PCA), paternally and maternally derived gametes were separately plotted on the scattergram clearly, indicating that they have different genetic compositions. It is suggested that the gametic heterogeneity between parentages largely contributes to the overall genetic variability at the seed dispersal stage of this population.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	500,000	0	500,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	1,700,000	360,000	2,060,000

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：雌性配偶体、遺伝子流動、アカマツ、種子散布、花粉飛散

1. 研究開始当初の背景

DNA マーカー等を用いて樹木集団の遺伝的動態（遺伝的構成の変化の履歴や今後の推移等）を把握することは、集団の遺伝的多様性の維持機構等を理解する上で重要である。天然更新の際の遺伝子流動は、遺伝的動態の最も大きな要素の一つであり、大きく分けて、花粉飛散と種子散布という二つのプロセスから成り立っている。遺伝子流動の全体を把握するためには、花粉と種子の移動を同時に評価し、集団の遺伝的動態に対する両者の相対的な寄与を理解することが重要である (Richardson et al. 2002 ; 図-1 を参照)。針葉樹の多くは風媒性であり、遺伝子流動を把握する際には、花粉飛散の寄与のほうが種子散布のそれよりも遙かに大きいという前提があったと考えられる。そのため、これまで遺伝子流動の把握は主に花粉飛散に焦点が置かれており、花粉飛散と種子散布を同時に観察した例は限られていた。しかし、マツ属樹種のように、風散布で翼を持ち、高い移動力を有すると考えられる種子を生産する樹種においては、その二つのプロセスを同時に評価することの必要性がより高いと考えられる。

2. 研究の目的

針葉樹種子の雌性配偶体は種子親由来の半数体組織であり (横山, 1975)、胚 (二倍体組織) と雌性配偶体を別々に分析することにより、種子の花粉親と種子親由来の配偶子を正確に識別することが可能である。Iwaizumi et al. (2007) では、アカマツ種子において、SSR マーカーを用いて母樹から種子の各組織への遺伝様式を分析し、針葉樹の天然集団における遺伝子流動の把握を行う上で、上記の手法が有用であることを確認した。

本研究ではこれらの予備的解析を踏まえた上で、アカマツ天然集団内の複数地点で採

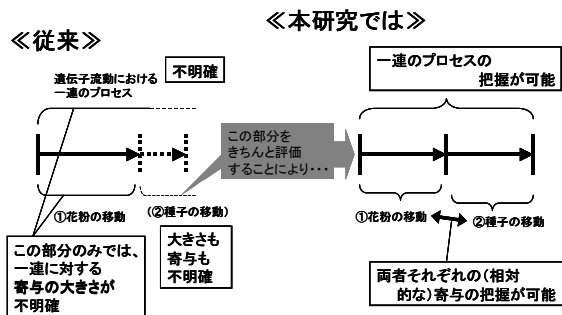


図-1 本研究の概念図

取した自然散布種子を対象に、複数年次にわたり DNA 分析を行った。個々の種子について、花粉親と種子親をそれぞれ親子解析により特定し、花粉飛散と種子散布のそれぞれを介した遺伝子流動を正確に区別して把握するとともに、種子の花粉親及び種子親由来の両配偶子の遺伝的構成を評価した。そして、集団の遺伝的多様性に与える花粉飛散と種子散布のそれぞれの寄与について考察し、集団の遺伝的動態の解明に資する知見を得ることを目的とした。

3. 研究の方法

調査地は、福島県いわき市に所在する阿武隈高地森林生物遺伝資源保存林内の尾根沿いに生育するアカマツ天然集団であり、この尾根を網羅する形で、幅 150m×長さ 250m=3.75ha の調査地を設定した (図-2)。調査・分析は本研究期間前より着手しており、平成 19 年度までに、調査地内の全成木個体 (454 個体) の 8 SSR マーカーを用いた DNA 分析を行った。また、散布種子については、調査地内の中央部に位置する 5 箇所において、シードトラップを用いた散布種子の収集を平成 15 年から平成 19 年までの連続した 5 ヶ年にわたり行った。平成 21 年度までに、上記 5 年間で得られた計 1,709 種子のそれぞれについて、胚と雌性配偶体の組織別に DNA 分析を行い、親子解析により成木個体の中から種子の花粉親や種子親の有無を判定し、集団内外での花粉や種子を介した遺伝的な交流の程度を解析した。そして、5 年間の散布種子の遺伝的構成を、花粉親及び種子親由来の配偶子グループにそれぞれ分割し、グループ間の遺伝的な違いを評価した。

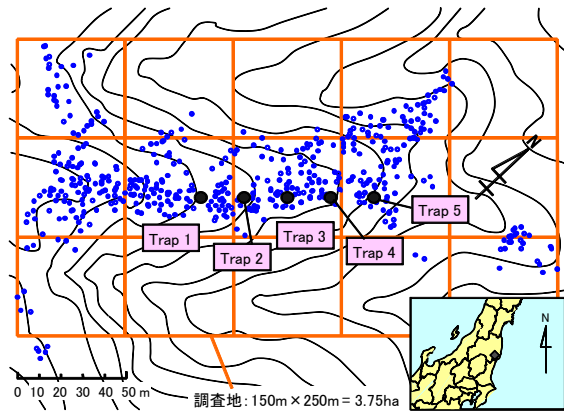


図-2 アカマツ天然集団における調査地内の成木個体位置 (454 個体) 及び散布種子の収集・DNA 分析の実施箇所 (5 箇所)

4. 研究成果

(1) 遺伝子流動の程度

平成15年～平成19年の5年間において、花粉親については全体の63～73%が調査地外の成木個体(100m以上離れた隣の尾根以遠)由来であると推定された。一方で、種子親についても、どの年も20%程度の種子が尾根を隔てた調査地外の成木個体由来であると推定された(図-3)。このことから当該集団では、花粉及び種子の両者を介した集団外からの遺伝的な移入が活発に起こっていることが示唆された。

(2) 種子の花粉親及び種子親由来の配偶子の遺伝的構成

計10配偶子グループ(2由来親×5ヶ年)間の相対的な遺伝的な違いについて、主座標分析(Principal Coordinate Analysis; PCA)を用いて解析した。散布図内で、配偶子グループは花粉親と種子親の由来親毎に大きく

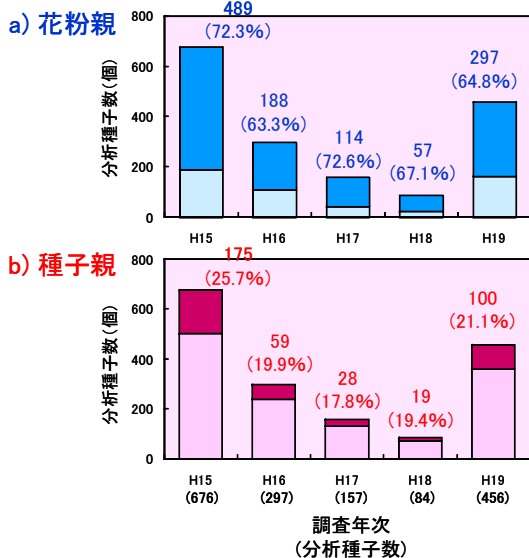


図-3 アカマツ天然集団における散布種子の年次別・由来親別移入率

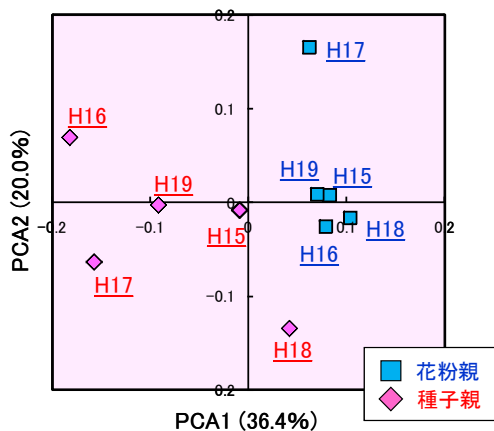


図-4 主座標分析(PCA)による5年間の花粉親及び種子親由来配偶子の相対的な遺伝的構成の違い

分かれて分布したことから(図-4)、配偶子は由来親間で異なる遺伝変異を有していることが示唆された。このことから、当該集団における種子散布段階全体での遺伝的多様性は、配偶子の遺伝的構成が由来親間で異質であることにより高められている可能性が考えられた。

(3) 考察

本研究の結果から、アカマツ天然集団における遺伝子流動の全体のプロセスを理解するためには、花粉飛散と種子散布の両者を同時に調査し、花粉親及び種子親のそれぞれの配偶子による遺伝子流動の範囲や遺伝的構成、両者間の遺伝的異質性を正確に把握することの重要性が示唆された。アカマツの各集団は、一見、尾根毎に分断して生育しているものの、花粉と種子の両者がもたらす活発な遺伝子流動によって遺伝的に連結し、そのメタ個体群スケールでの遺伝的多様性が維持されているのではないかと考えられる。

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10件)

- ① 岩泉正和、高橋誠、矢野慶介、アカマツ林内に設定した林木遺伝資源モニタリング試験地における2年間の当年生実生の動態、関東森林研究、査読有、61巻、2010、印刷中
- ② Iwaizumi MG, Takahashi M, Watanabe A and Ubukata M, Simultaneous evaluation of paternal and maternal immigrant gene flow and the implications for the overall genetic composition of *Pinus densiflora* dispersed seeds, Journal of Heredity, 査読有, Vol. 101, No. 2, 2010, pp. 144-153
- ③ 岩泉正和、篠崎夕子、高橋誠、矢野慶介、野村考宏、林木遺伝資源モニタリング調査の概要と進捗、北海道の林木育種、査読無、52巻、2010、pp. 20-24
- ④ 岩泉正和、篠崎夕子、高橋誠、矢野慶介、宮本尚子、生方正俊、小野雅子、久保田正裕、林木遺伝資源保存林のモニタリング：事業及び調査の概要、林木の育種特別号、査読無、2009、pp. 9-12
- ⑤ 岩泉正和、高橋誠、上野真一、生方正俊、野村考宏、矢野慶介、星比呂志、山田浩雄、阿武隈高地森林生物遺伝資源保存林内のアカマツ林に設定した固定試験地における設定後5年間の林分構造の推移、関東森林研究、査読有、59巻、2008、pp. 145-148
- ⑥ Iwaizumi MG, Ubukata M and Yamada H, Within-crown cone production patterns

dependent on cone productivities in *Pinus densiflora*: effects of vertically differential, pollination-related, cone-growing conditions、Botany、査読有、Vol. 86、No. 5、2008、pp. 576-586

- ⑦ Iwaizumi MG, Watanabe A and Ubukata M、Use of different seed tissues for separate biparentage identification of dispersed seeds in conifers: confirmations and practices for gene flow in *Pinus densiflora*、Canadian Journal of Forest Research、査読有、Vol. 37、No. 10、2007、pp. 2022-2030

[学会発表] (計5件)

- ① Iwaizumi MG, Takahashi M and Austerlitz F、Five years of paternal and maternal gene flow and the implications for the overall genetic composition of *Pinus densiflora* dispersed seeds、IUFRO 2010 Joint Conference: Conserving and Enhancing Productivity of Forests in the Genomics Era、2010年3月8日、マレーシア・クアラルンプール
- ② Iwaizumi MG, Takahashi M, Watanabe A, Miyamoto N, Yano K and Ubukata M、Paternal and maternal gene flow, their genetic contributions, and temporal variations of *Pinus densiflora* dispersed seed populations during five years、第120回日本森林学会大会、2009年3月27日、京都市(京都大学)
- ③ 岩泉正和、高橋誠、生方正俊、山田浩雄、野村考宏、矢野慶介、アカマツの樹冠上部における高い結実を受粉様式がおよぼす影響、第119回日本森林学会大会、2008年3月28日、府中市(東京農工大学)
- ④ 岩泉正和、高橋誠、渡辺敦史、宮本尚子、矢野慶介、アカマツ天然林における遺伝子流動—4交配イベントにわたる解析結果から—、第55回日本生態学会大会、2008年3月15日、福岡市(福岡国際会議場)
- ⑤ 岩泉正和、高橋誠、渡辺敦史、生方正俊、宮本尚子、矢野慶介、アカマツ天然林における花粉と種子を介した2年間のジーンフロー、第118回日本森林学会大会、2007年4月3日、福岡市(九州大学)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩泉 正和 (IWAIZUMI MASAKAZU)

独立行政法人森林総合研究所・林木育種センター・研究員

研究者番号：50391701