

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月12日現在

機関番号：11101
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2010～2011
 課題番号：22780136
 研究課題名（和文）台風攪乱に対する種特異的な応答を考慮した森林群集の遺伝資源の予測技術の開発
 研究課題名（英文） Prediction of genetic resources of forest community considering the species-specific response to typhoon disturbance.
 研究代表者
 鳥丸 猛（TORIMARU TAKESHI）
 弘前大学・農学生命科学部・助教
 研究者番号：10546427

研究成果の概要（和文）：ブナ、ハウチワカエデ、コミネカエデの稚樹（胸高直径5cm未満、樹高30cm以上の幹）の毎木調査と林冠状態の変化を比較した結果、コミネカエデが最も台風攪乱の影響を受けており、続いてハウチワカエデが中程度の影響を受けていた。一方、ブナは台風攪乱の影響をあまり受けていなかった。一方、これらのカエデ属について利用可能な7座のマイクロサテライトマーカーを選抜した。

研究成果の概要（英文）：When comparing the results of field census of sapling (defined as diameter at breast height < 5cm and taller than 30 cm) for *Fagus crenata*, *Acer japonicum*, and *A. micranthum* with canopy dynamics, typhoon disturbance affects the population dynamic and structure of *A. micranthum* saplings, while *A. japonicum* showed moderate changes in the population dynamics during the studied period. *F. crenata* showed little change in population dynamics during the studied period. On the other hand, seven microsatellite markers could be selected for the analysis of the two *Acer* species.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：森林生態遺伝学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：森林生態・保護・保全

1. 研究開始当初の背景

集団遺伝学の分野では、集団が常に死亡と加入の均衡のとれた動的平衡状態にあることを基礎とした確率論的モデルがこれまで提唱されてきたが、一方、森林生態学の分野では、大面積長期モニタリング調査の近年の研

究成果から、強風攪乱（台風、ハリケーン、暴風雨）は時間的・空間的に不均一に発生するため、森林群集は動的平衡状態ではなく、むしろ非平衡状態にあると認識されつつある。このことから、樹木集団における対立遺伝子の集団からの消失と集団内での拡散過

程がこれまで集団遺伝学が仮定してきた確率論的過程では十分に説明できないことが示唆され、樹木個体群の死亡・加入パターンが大きく変動することも予想される。したがって、樹木集団の遺伝子動態を予測するためには、遺伝子の消失と加入・拡散過程が動的平衡にあることを前提とした従来の集団遺伝学モデルでは不十分であると考えられる。

2. 研究の目的

鳥取県大山に設置された4haプロットの主要構成樹種(コミネカエデ、ハウチワカエデ、ブナ)を対象に、生態調査・遺伝分析から個体群統計学的パラメータ(死亡・加入率)と繁殖パラメータ(他殖率、花粉・種子の移動分散)を、気象データから台風の発生頻度と強度に関するパラメータをそれぞれ推定する。そして、非平衡状態にある個体群動態を基礎にした樹木集団の遺伝子動態を記述する集団遺伝学モデルを構築し、推定されたパラメータを用いたモデルのシミュレーションの結果と実際の遺伝的構造の程度を比較することでモデルの妥当性を評価する。最後に、妥当性の得られたモデルを用いて、様々な台風攪乱体制のシナリオの下でシミュレーションを行うことで、今後の気候変動下で予想される森林群集の遺伝的多様性を予測する。

3. 研究の方法

(1) コミネカエデ、ハウチワカエデ、ブナ稚樹の個体群構造と動態の把握

4haプロット内に既に設置された0.5ha(50×100m)サブプロットにおいて、3樹種の稚樹(胸高直径5cm未満、樹高30cm以上の幹)の毎木調査を行った。

(2) マイクロサテライトマーカーの探索
カエデ属で既に報告されているマイクロサ

テライトマーカーの中から本研究の対象樹木の一つであるハウチワカエデを選び、青森県白神山地のブナ林を参照集団として適用可能であるマーカーを探索し、多型性の有無と集団解析に適用可能であるかどうかを調査した。

(3) ハウチワカエデの花粉散布特性の把握

2010年と2011年に上記の参照集団のハウチワカエデの母樹から種子を採取し、(2)で用いたマイクロサテライトマーカーで遺伝子型を決定するとともに、成木の遺伝子型と比較することで花粉親を特定し、花粉の散布パターンを把握した。

(4) 花粉散布パターンを記述する統計モデルの構築

雄性繁殖量(花粉生産量)、集団内における個体の空間配置などの生態学的特性を明示的に統計モデルに組込むために、それらのデータの収集が容易であるヨーロッパアカマツの人工集団を例に選び、生態データを組込んだ遺伝子流動モデルを開発し、自然集団の遺伝資源を予測する際に必要となる統計モデルの基盤を整理した。

4. 研究成果

(1) 稚樹の個体群構造および動態

2005年と2011年の林冠状態の記録に基づいて算出された林冠ギャップの形成率は1.8%、閉鎖率は0.5%であり、これは2010年に調査地を通過した大型台風(台風9号)による林冠の破壊に起因しており、下層への攪乱が示唆された。2009年の毎木調査の結果、サブプロット内の稚樹本数はブナ(574本) >ハウチワカエデ(428本) >コミネカエデ(202本)であった。どの種も強い集中分布を示していた。さらに、カエデ属の間で強い親和的空間分布が認められた。一方、2011年の毎木調査の記録に基づいて稚樹の個体群動態を

把握した結果、ブナは林冠状態の変化と死亡率の間に関連性が認められなかった(図1上段)。ハウチワカエデは調査期間中ギャップであったサイトで死亡率が高く(図1中段)、そのサイトでは幹折れ・根元折れ、落下物による下敷きに起因する死亡が認められた。コミネカエデは閉鎖林冠からギャップに変化したサイトで死亡率が高く(図1下段)、落下物による下敷きに起因する死亡が認められた。以上から、コミネカエデは台風起因する下層攪乱の影響を最も強く受け、ハウチワカエデも中程度の影響を受けるが、ブナはあまり影響を受けないことが示唆された。

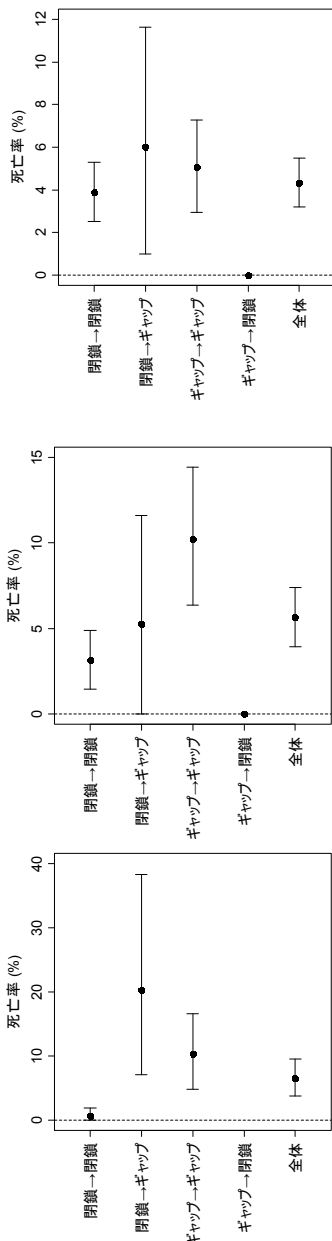


図1 稚樹の死亡率。
上段：ブナ、
中段：ハウチワカエデ、
下段：コミネカエデ。

(2) マイクロサテライトマーカー

7個のマイクロサテライトマーカー (Aca6、Aca17、MAP2、MAP9、Am116、Aop116、Aop122) が選抜され、遺伝子座あたりの対立遺伝子数は5~15個(平均=10.3個)であった。ヘテロ接合度の観察値は0.226~0.848(平均0.586)、ヘテロ接合度の期待値(遺伝子多様度)は0.226~0.854(平均0.615)、近交係数は-0.029~0.201(全体0.051)であった。花粉親の探索の解像度の指標となる第二父性排斥率は0.992であり、適用可能な解像度を確保することができた。

(3) ハウチワカエデの花粉散布パターン

2010年と2011年にハウチワカエデの成木から合計324個の種子を採取し、マイクロサテライト遺伝子型を決定して父性解析を行った結果、2010年と2011年の自殖率は4.8%と9.9%、移入率は32.0%と28.2%、集団内の他殖花粉の散布距離の平均値は45.4mと39.7mであった。指数関数を用いた回帰分析の結果、母樹は近くに生育する成木とより頻繁に交配している傾向が示された(図2)。さらに、父性繁殖成功度と生態的要因の間の関連性を解析した結果、ジェネットあたりの開花強度(雄性繁殖量)や胸高断面積合計(個体サイズ)が大きいほど父性繁殖成功度が高まる傾向が示された。

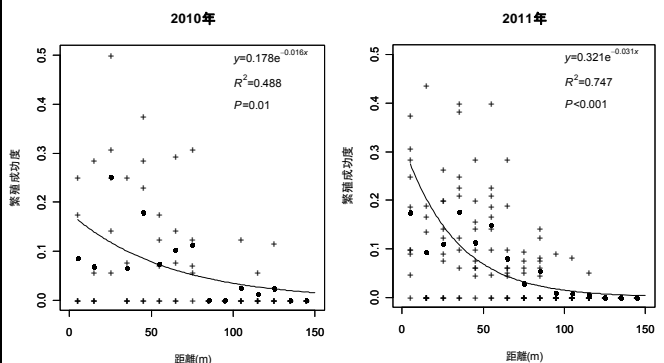


図2 2010年と2011年における二親間の距離と父性繁殖成功度の関係。実線は指数関数に基づく回帰曲線を表す

(4) 花粉散布パターンを記述する統計モデルの構築

実際に父性解析で明らかになった個体の父性繁殖成功率と統計モデルから推定された期待値を比較した結果、花粉生産量（雄性繁殖量）という個体間・年間で変動する形質が繁殖成功に最も大きく影響を及ぼし、既往の研究で報告されてきた個体配置（個体間距離・方角）という個体間・年間で変動しない生態的要因が繁殖成功に及ぼす影響は微細であることを示した（図3）。

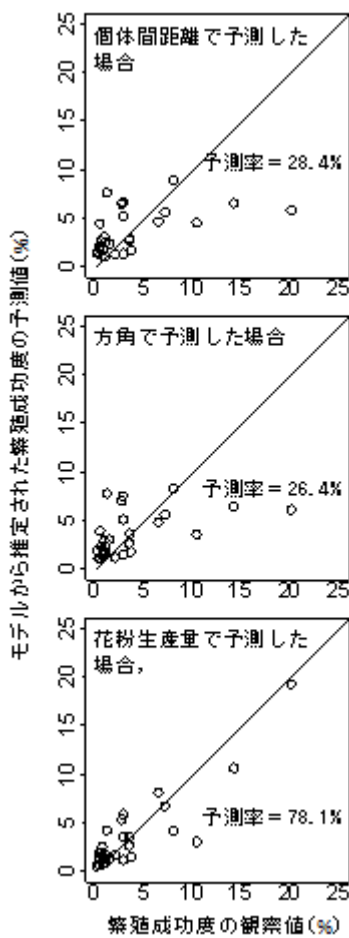


図3 繁殖成功率の観察値と集団遺伝学モデルに基づく予測値の関係。

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1件)

①T. Torimaru, U. Wennström, D. Lindgren, X-R Wang (2012) Effects of male fecundity,

interindividual distance and anisotropic pollen dispersal on mating success in a Scots pine (*Pinus sylvestris*) seed orchard. *Heredity*, Vol. 108, 312-321. 査読有

[学会発表] (計3件)

①鳥丸猛、佐野淳之、永松大、戸丸信弘、西村尚之、松下通也、稲永路子、山本進一、鳥取県大山ブナ高齢林における主要構成樹種3種の個体群動態の比較、日本生態学会、2012年3月19日、龍谷大学

②成田真智子、鳥丸猛、白神山地高倉森におけるハウチワカエデ集団の遺伝的構造と父性繁殖特性、日本生態学会、2012年3月19日、龍谷大学

③鳥丸猛、佐野淳之、永松大、戸丸信弘、西村尚之、山本進一、鳥取県大山ブナ老齢林における主要構成樹種3種の稚樹の個体群構造の比較、日本生態学会、2011年3月9日、札幌コンベンションセンター

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鳥丸 猛 (TORIMARU TAKESHI)

弘前大学・農学生命科学部・助教

研究者番号：10546427