

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 TINIO Crusty Estoque

論 文 題 目

Genetic diversity, spatial genetic structure, and gene dispersal of *Parashorea malaanonan* (Dipterocarpaceae) in Mt. Makiling Forest Reserve, Philippines

(Mt. Makiling 森 林 保 護 区 (フ ィ リ ピ ン) に
お け る *Parashorea malaanonan* (フ タ バ ガ キ 科) の
遺 伝 的 多 様 性 、 空 間 遺 伝 構 造 、 お よ び
遺 伝 子 散 布)

論 文 審 査 担 当 者

主 査	名古屋大学教授	戸 丸	信 弘
委 員	名古屋大学教授	肘 井	直 樹
委 員	名古屋大学准教授	中 川	弥 智 子
委 員	筑波大学教授	津 村	義 彦

論文審査の結果の要旨

フタバガキ科樹種は、東南アジアの熱帯雨林を構成する主要樹種であるため、生態的に重要である。また、その木材の有用性から、アジアにおける主要林業樹種でもあるので、経済的にも重要である。フィリピンの熱帯雨林は、これまでの過剰伐採、焼畑農業、その他の土地転換などによって急速に減少し、フタバガキ科樹種など有用樹種の遺伝資源は大きく損なわれたと考えられている。TINIO Crusty Estoque は、このようなフィリピンの熱帯雨林を構成するフタバガキ科樹種 *Parashorea malaanonan* を研究材料とし、その遺伝資源の最適な保全策を検討するために必要な基礎情報を得るため、*P. malaanonan* の遺伝的多様性、空間遺伝構造、種子と花粉を介した遺伝子散布を明らかにすることを目的として、博士論文の研究を行った。研究サイトは、フィリピンの Mt. Makiling 森林保護区における成熟したフタバガキ林（二次林）とした。

まず、空間遺伝構造や遺伝子散布を明らかにするために必要なマイクロサテライトマーカーの開発に取り組んだ。次世代シーケンサーを用いて、*P. malaanonan* の核ゲノムから取得した塩基配列データをもとに、マイクロサテライトを PCR 増幅する 48 のプライマー対を設計した。*P. malaanonan* 集団の個体を用いて、48 のマイクロサテライトマーカーについて PCR 増幅と多型性の確認を行ったところ、20 のマーカーについては、遺伝子型が安定的に同定され、かつ多型的であった。20 のマイクロサテライトマーカーにおける各遺伝子座の対立遺伝子数およびヘテロ接合度の観察値と期待値はそれぞれ 3~13、0.200~0.808、0.301~0.890 であり、第 1 親と第 2 親の総合排除率はそれぞれ 0.999325 と 0.999997 と高かった。したがって、今回、新しく開発した 20 のマイクロサテライトマーカーは、*P. malaanonan* の集団遺伝学、保全遺伝学、分子生態学における様々な研究において有用であると考えられた。

次に、局所スケールにおいて、*P. malaanonan* の成木、稚樹および実生段階における遺伝的多様性と空間遺伝構造を評価し、近隣サイズと遺伝子散布距離を推定した。Mt. Makiling 森林保護区に設置した 20ha プロット（400m×500m）内に生育する成木 32 個体、そのプロット内に設置した 4ha プロット内外に生育する稚樹 161 個体と実生 199 個体を対象に、開発した 10 マイクロサテライトマーカーを用いて遺伝子型データを決定して解析を行った。遺伝的多様性を表すパラメーターは、実生、稚樹、成木の順に高くなる傾向があり、これは、生育段階が進むにつれてコホートが重複し、異なる親由来の遺伝子の蓄積により遺伝的多様性が高まるからと考えられた。成木には空間遺伝構造がなかったが、稚樹と実生では有意な空間遺伝構造がみられ、その程度は他のフタバガキ科樹種と同程度であった。空間遺伝構造を評価するために求めた個体間の親縁係数は、稚樹では個体間距離が 40m まで正に有意であり、実生では 50m まで正に有意であった。稚樹と実生の空間遺伝構造は、近距離の種子散布（重力・風散布）がその成因である。空間遺伝構造解析を用いて推定された近隣サイズは 20.5、平均遺伝子散布距離は 97.7m であった。比較的短い遺伝子散布距離には、限られた種子散布が反

映していると考えられた。

上記の研究で得た個体の位置、サイズ、遺伝子型データを用いて、実生と稚樹の両親解析および稚樹の近隣モデル解析を行って、*P. malaanonan* の交配様式および種子と花粉を介した遺伝子散布を評価した。両親解析の結果、20haプロット内において、稚樹・実生のうち約49%と約13%がそれぞれ両親と片親が推定され、残りの約39%には親が推定されなかった。成木27個体のうち24個体は稚樹・実生の親として貢献していた。特に種子親としての繁殖成功（稚樹・実生数）の偏りが大きかったが、個体サイズはその繁殖成功に影響していなかった。自殖率は約1.0%、平均種子散布距離は95.4mであった。一方、近隣モデル解析によって散布カーネルを推定した結果、花粉散布と種子散布のshapeパラメーターはそれぞれ0.5と3.0、平均散布距離はそれぞれ466.7mと56.6mであった。また、自殖率は3.4%と推定された。他のフタバガキ科樹種と同様に、*P. malaanonan* の交配様式は他殖であり、種子散布は近距離散布であることを確認した。また、花粉散布には広範な長距離散布の特徴があり、これは成木密度が低いことと関連があることが考えられた。

景観スケールにおいて、*P. malaanonan* 成木における遺伝的多様性と空間遺伝構造を評価し、近隣サイズと遺伝子散布距離、さらに近隣エリアを推定した。森林保護区内の歩道周辺（全長約5km）に生育する成木269個体について、14のマイクロサテライトマーカーを用いて遺伝子型を決定し、解析した。個体間の親縁係数は近距離（600mまで）で正に有意であり、長距離（3000m以上）になると負に有意となり、有意な弱い空間遺伝構造が存在することがわかった。近隣サイズは85.5~185.4、平均遺伝子散布距離は704.3~1512.5m、近隣エリアは624.4~2879.5haと推定された。特に花粉散布により遺伝子散布は広範であるが、距離の依存性、すなわち近距離の散布が高頻度であるために弱い遺伝構造が形成されていると考えられた。

本研究の結果をもとに TINIO Crusty Estoque は、*P. malaanonan* の遺伝資源の最適な保全策について以下の提言をした（要点のみ）。まず、少なくとも600haから3000haの規模で *in situ* 保全する。また、採種林や産地試験林などを設定して *ex situ* 保全を行うことで現地保全を補う必要性があり、そのための植栽材料として山引き苗を用いる場合には、近縁個体を排除するために、個体間距離を50m以上離して採取する。また、効果的な *ex situ* 保全のためには種内の集団遺伝構造の情報が不可欠であるので、それを明らかにする研究を実施する必要がある。

以上のように、TINIO Crusty Estoque は *P. malaanonan* の遺伝的多様性、空間遺伝構造および種子と花粉を介した遺伝子散布について新たな知見を提供した。得られた研究成果は、当該樹種やフタバガキ林の保全に寄与するだけでなく、森林遺伝学や保全遺伝学において高い学術的価値を有するものである。よって、当審査委員会は、本論文が博士（農学）の学位を授与するに十分な価値があるものと認め、合格と判定した。