

学 位 論 文 題 名

Convergence and differentiation in tree architecture
among co-occurring species in a tropical heath forest

（熱帯ヒース林に共存する多種の樹木の構造における収斂と分化）

学位論文内容の要旨

熱帯林は高い種多様性をもつ陸域生態系である。急速に減少を続けている熱帯林において、その多様性の維持機構を解明することは科学的関心だけにとどまらず、森林生態系の保全や持続的管理の面からも重要である。これまでの研究では、森林群集における多種共存を決定づける要因に重点がおかれきたが、森林の構造、一次生産や個体群統計学的特性などの生態系機能と種多様性との関連については十分な研究が行われていない。種多様性と生態系機能との関係、およびそれを規定する要因を明らかにするため、インドネシア、中央カリマンタンの熱帯ヒース林において、生育環境の水平的な不均一性、林分単位での構造的特性の収斂と樹種間での形態的特性の分化について研究をおこなった。

生育環境の水平的な不均一性に関する研究では、2つの1ヘクタールプロットに高い頻度でみられる55種について泥炭の深さと相対標高（プロット内の最も低い地点をゼロとしたときの標高）の2つの環境要因と種の空間分布パターンとの関係をしらべた。55種のうち8割以上の種で、その空間分布パターンが2つの環境要因のうちのいずれかと有意な相関を示した。そのうちの10種は2つのプロット間で泥炭の深さや相対標高と一貫した選好性を示した。これらの結果から、地形や土壌要因が局所的な樹木の空間分布や種組成を決定づける要因として関与していることが示唆された。

種を込みにした林分単位での構造的特性を異なる森林タイプ間で比較するため、林分の構造に関する相対成長関係および地上部現存量と一次生産速度の推定値を混交フタバガキ林のそれらと比較した。樹木の構造的特性に関する森林タイプ間の違いは主に、胸高直径と樹高、幹・枝重と葉重、葉面積と葉重および葉面積と樹冠投影面積の各関係においてみられた。これらの違いはひよろ長い幹や小さくて厚い葉といったヒース林の外観的特徴を反映していた。ヒース林の地上部現存量と葉面積指数はそれぞれ混交フタバガキ林の約3分の1、および約2分の1であったが葉重については2つの森林タイプで大きな違いはみられなかった。ヒース林の純生産速度は混交フタバガキ林の約2分の1で、リターの供給速度および葉面積指数が小さいこと

に起因していると考えられた。現存量の滞留時間は14-16年で、混交フタバガキ林の20-30年とくらべて短かった。また純同化量については2つの森林タイプ間で大きな違いはみられなかった。これらの結果から、ヒース林と混交フタバガキ林との間での一次生産の違いは葉面積指数によって説明され、ヒース林は現存量の滞留時間が短く、貧栄養環境に成立する森林であるといわれながら、成長遅滞が起こっておらず、現存量の入れ替わりの速い系であることが示された。

ヒース林内の構成樹種間の形態的、構造的な分化をしらべるため、代表的な構成種10種について稚樹から親木までのサイズの個体を伐採し、樹冠の構造や生物体量の各器官への配分に関する特性を種間で比較した。10種は最大樹高と最大胸高直径によって Upper-canopy species, Lower-canopy species と Understorey species に分類し、直径サイズの増加にともない樹高が頭打ちになる関係を拡張相対成長式を用いて回帰した。Understorey species では胸高直径と樹高の相対生長関係は種間で大きく異なっていた。繁殖開始サイズは最大樹高が大きい種ほど大きくなる傾向がみられた。これは成長と繁殖のあいだのトレードオフ関係を示唆している。直線回帰によって求めたその他の部位に関する相対生長関係のほとんどは、回帰直線の傾きが種間で有意に異なっていた。樹木のさまざまな部位間の相対生長関係の違いを要約するため、直線回帰における独立変数の25, 50, 75パーセンタイル点において予測された従属変数の値を各種の特性値とし、これに基づいて主成分分析をおこなった。その結果、同じ樹高における樹冠投影面積、樹冠深度、葉面積、さらに同じ地上部個体重における枝重や葉重が種間の違いに寄与していた。10種のうち、泥炭湿地林で優占する1種を除くと、観測された9種の最大樹高は地上部個体重と枝重、樹高と樹冠深度および樹高と一次枝の本数の相対生長関係における、独立変数の50パーセンタイル点で予測された従属変数の値と負の相関を示した。これは最大サイズの小さい種ほど、枝に対する投資が大きく、枝の数を増やして垂直方向に樹冠を発達させるような樹形をとることを意味している。以上の結果から最大樹高と垂直方向への樹冠発達との関係が熱帯ヒース林における種の分化と共存に寄与していることが示唆された。ヒース林の構成種がこのような特性をもつ原因として、高い樹木の本数密度と林内の光環境が混交フタバガキ林と比べて比較的良いことなどが考えられた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 甲 山 隆 司
副 査 教 授 岩 熊 敏 夫
副 査 助 教 授 露 崎 史 朗
副 査 教 授 鈴 木 英 治 (鹿児島大学・理学部)

学位論文題名

Convergence and differentiation in tree architecture among co-occurring species in a tropical heath forest

(熱帯ヒース林に共存する多種の樹木の構造における収斂と分化)

熱帯林の種多様性と生態系機能との関係、およびそれを規定する要因を明らかにするため、インドネシア、中央カリマンタンの熱帯ヒース林において、構成樹種の生育環境の水平的な不均一性、林分単位での構造的特性の収斂と樹種間での形態的特性の分化について研究をおこなった。

生育環境の水平的な不均一性に注目して、2つの1ヘクタールプロットに高い頻度でみられる55種について泥炭の深さと相対標高の2つの環境要因と種の空間分布パターンとの関係をしらべた。55種のうち8割以上の種で、空間分布パターンが2つの環境要因のうちのいずれかと有意な相関を示した。それらのうちの10種は2つのプロット間で泥炭の深さや相対標高と一貫した選好性を示した。以上の結果から、地形や土壌要因が局所的な樹木の空間分布や種組成を決定づける要因として関与していることを示唆した。

種を込みにした林分単位での構造的特性を異なる森林タイプ間で比較するため、林分の構造に関する相対成長関係および地上部現存量と一次生産速度の推定値を、混交フタバガキ林のそれらと比較した。樹木の構造的特性に関する森林タイプ間の違いは、胸高直径と樹高、幹・枝重と葉重、葉面積と葉重および葉面積と樹冠投影面積の各関係においてみられた。これらの違いは、ひよろ長い幹や小さくて厚い葉といったヒース林の外観的特徴を反映していた。ヒース林の地上部現存量と純生産速度はそれぞれ混交フタバガキ林の約3分の1と約2分の1であり、現存量の割に高い純生産速度を有していることが明らかになった。このため、現存量の滞留時間は14-16年となり、混交フタバガキ林の20-30年と比べて短く、回転の速い系であることをはじめて報告した。

ヒース林内の構成樹種間の分化を調べるため、代表的な構成種9種について稚樹から親木までのサイズの個体を伐採し、形態的特性を種間で比較した。繁殖開始サイズは最大樹高が大きい種ほど大きくなる傾向がみられ、成長と繁殖の間にトレードオフ関係が成立すると推察した。樹木のさまざまな部位間の相対生長関係の違いを要約するため主成分分析をおこなった。その結果、同じ樹高における樹冠投影面積、樹冠深度、葉面積、さらに同じ地上部

個体重における枝重や葉重の違いが種間の変異に強く寄与していた。対象9種の最大樹高は地上部個体重と枝重、樹高と樹冠深度および樹高と一次枝の本数の相対生長関係における特性値と負の相関を示した。これは最大サイズの小さい種ほど、枝に対する投資が大きく、枝の数を増やして垂直方向に樹冠を発達させるような樹形をとることを意味する。以上の結果から、最大樹高と垂直方向への樹冠発達との関係が熱帯ヒース林における種の分化と共存に寄与していることを示唆した。

本研究は、初めてその現存量・生産速度推定を実施することにより、ヒース林を成育の遅滞した生態系とする今までの一般的な予見を覆して、貧栄養土壌への適応特性を記述することに成功した。また、生態系生態学と群集生態学を結合する観点で対象系を解明した点で高く評価できる。

申請者は、大学院博士課程を通して熱心にボルネオでの野外調査とデータ解析に取り組み、論文にまとめてきた。今後、さらに実力を発揮していくものと判断する。以上から、審査員一同は申請者が博士(地球環境科学)の学位に相当する十分な資格を有するものと判定した。