

## 学位論文審査の結果の要旨

氏名	米山 仰
審査委員	主査 市榮 智明 副査 鈴木 保志 副査 二宮 生夫 副査 豊田 正範 副査 上谷 浩一

### 論文名

東南アジア熱帯林樹木における環境ストレス下の被食防衛特性

### 審査結果の要旨

長きに渡って固着生活をしいられる樹木にとって、光合成器官である葉を植食者からいかにして守るかは、その樹木の適応度を決定する重要な要因となる。特に、一年を通して高温な熱帯の環境では、常に生物活動が活発であるため、樹木と植食性動物の間の相互関係もより複雑になる可能性が高い。樹木が備える葉の防御方法には、一般に炭素を主原料とするものが多く、同じく炭素を主原料とする成長や繁殖、貯蔵といった諸生命活動との間には、トレードオフの関係があると考えられている。そのため、樹木が生育場所で受ける種々の環境ストレスは、樹木の光合成生産、ひいては成長や防御といった光合成産物の分配にも大きな影響を及ぼす。

申請者は、熱帯の森林生態系の中でも特に大きな環境ストレスを受ける熱帯雨林の林冠部および泥炭湿地林に注目し、それぞれの環境下における樹木の葉の形質や生理生態特性を詳細に調査した。本論文はそれらの成果をまとめたものである。

#### 1. 熱帯雨林の林冠構成種の葉の防御特性

熱帯雨林の林冠部は、光の獲得を巡って樹木の葉が集中し、葉を狙う植食者の活動や個体数も最大となる。中でも、樹木の被食被害は展葉した直後の葉において最も高いことがわかっている。これは、展葉直後の葉が軟らかく、蛋白源となる窒素濃度も高いために、植食者にとって好適な餌資源となるためである。そのため、新葉をいかに展開し、防御するかが熱帯雨林の林冠構成木の生存戦略に直結する。本研究は、東南アジア熱帯雨林で優占するフタバガキ科の林冠構成種 5 種について、葉の展葉様式と防御特性の關係に着目して研究を行った。マレーシア・ランビル国立公園内に設置された林冠アクセス用のツリータワーやクレーンシステムを用いて、フタバガキ科の代表的な林冠構成種 5 種について、展葉頻度や一回の展葉あたりの展葉枚数を定期的に観察し、同時に葉の乾燥重量や面積、硬さ、総フェノール濃度、縮合タンニン濃度、窒素濃度、最大光合成速度、被食面積率を測定した。その結果、

調査した 5 種の展葉様式には、樹種によって明確な違いが見られた。また、展葉頻度や一回の展葉あたりの展葉枚数は、様々な葉の被食防御特性と相関があった。展葉頻度が少なく、一回の展葉枚数の多い樹種は、より硬い葉を持ち、高い最大光合成速度を示すが、総フェノール濃度や縮合タンニン濃度は低かった。一方、展葉頻度が多く、一回の展葉枚数の少ない樹種では逆の傾向を示した。つまり、高頻度に展葉する樹種ほど、展葉直後から防御可能な化学的防御に投資することで葉を防御しているのに対し、低頻度に展葉する樹種ほど、光合成を阻害する恐れのない硬さによる物理的防御に投資し、高い光合成能力を備えるという戦略の違いが明らかになった。

## 2. 熱帯泥炭湿地林の樹木の葉の防御特性

熱帯の泥炭湿地林は、高い酸性度、貧栄養な土壌、高い地下水位による嫌氣的な立地など、樹木にとって極めて過酷な生育環境である。このようなストレス環境下における樹木の被食防御方法の理解は、熱帯樹木の資源分配特性を把握する上で重要な知見となる。インドネシア、中央カリマンタンの泥炭湿地林には、農地転換のために 1990 年代に建設された水路の影響により、地下水位の下がった泥炭地が多く残されている。本研究は、地下水位の異なる隣接する泥炭湿地林において、両森林に共通に出現する 14 樹種の葉の形質の違いを調べ、泥炭湿地林の環境ストレスが樹木の葉の防御特性に及ぼす影響を評価した。葉の形態的特性として単位面積当たりの乾燥重量(LMA)を、生理的特性としてC/N比、窒素濃度、 $\delta^{13}\text{C}$ を、防御特性として葉の硬さ、総フェノール濃度、縮合タンニン濃度、リグニン濃度を測定した。その結果、LMA、窒素濃度、 $\delta^{13}\text{C}$ はほとんどの種で排水を受けた森林で高くなった。これは水位の低下による環境改善が光合成特性への投資を促進させた可能性と、水位低下がもたらす乾燥に対する樹木の適応の結果という 2 つの可能性が考えられる。一方、縮合タンニン濃度は排水を受けた森林で高かったものの、葉の硬さや総フェノール濃度、リグニン濃度には有意な変化が観察されなかった。つまり、泥炭湿地林のストレス環境下では、光合成生産物を優先的に物理的防御や化学的防御に投資し、葉を防御している可能性が示唆された。

以上のように、本研究は知見の乏しかった東南アジアの熱帯林樹木の被食防御に対する資源投資について、①土壌が貧栄養であることが知られる熱帯林の環境において、特に環境ストレス下におかれた状況では、樹木は量的な化学的防御物質であるフェノール性化合物に優先的に炭素を投資して葉を防御していることを明らかにした点、②それぞれの樹種ごとで展葉様式を変化させるなどによって、防御に対する資源投資量を減らし、光合成や成長に回すなどの対応を行っていることを明瞭に示した点、において高く評価できる。また、これらの知見は、熱帯林の多様性維持メカニズムや生物間相互作用の理解の向上につながるだけでなく、生態系修復・再生のための植林を行う際にも、重要な情報として活用することが期待される。

本論文に関する学位論文公開審査会は、平成 31 年 2 月 9 日に愛媛大学農学部で開催され、論文発表と質疑応答が行われた。引き続き開催された学位論文審査委員会において、本論文の内容を慎重に審査した結果、審査委員が全一致して、本論文が博士（農学）の学位を授与するに値するものと判定した。