

「地球変動のメカニズム」

平成10年度採択研究代表者

浅野 透

(京大大学生態学研究センター 教授)

「熱帯林の林冠における生態圏-気圏相互作用の
メカニズムの解明」

1. 研究実施の概要

熱帯林は、高い生物多様性と生物生産性に支えられ、大気との間に複雑で活性の高い相互作用をもっている。近年、エルニーニョ南方振動と熱帯樹木の一斉開花・結実、あるいは異常乾燥による樹木の一斉枯死とその後の更新などのように、地球規模の環境変動が熱帯林生態系の維持に大きな影響を持つ可能性が指摘されている。一方では、環境変動を原因とする攪乱によって、熱帯林の炭素・水収支が大きく時間的・空間的に変動し、その結果が大気へフィードバックされる。

このような生態圏と気圏の相互作用の多くは、両者の境界層としての林冠における生態プロセスに支配されている。しかし、これまで有効な林冠アクセスシステムや広域の生態プロセスを把握する手法が開発されなかったため、因果関係やメカニズムの解明が進まず、地球科学と生態学のギャップとして残されてきた。この研究では、林冠クレーンシステムによる3次元的なプロセス解明と、メソスケールでの気象と生物現象の解析を結合することにより、とくに1) エルニーニョ南方振動が熱帯樹木の一斉開花および生態系に及ぼす影響、および2) 地球規模の環境変動と熱帯林の炭素・水収支の時間的・空間的変動の解明をめざす。

平成10年度は研究開始初年度であり、林冠クレーンの設営とそこでの観測に関する準備と交渉を行うと同時に、林冠吊り橋などを用いた予備的実験・観測をおこなってきた。これらにより、観測態勢の準備が進み、観測項目の絞り込みができた。観測の体制は1999年末に整い、本格的な研究実施に移る予定である。

2. 研究実施内容

(1) 林冠クレーン設営の準備

林冠クレーンの細部仕様を決定し、建設契約を行った。一方、マレーシア連邦サラワク州と、建設場所、建設までの日程と建設に伴う付帯施設などの打ち合わせを行った。また、林冠クレーンにおいて観測する項目を決定し、計測機器の購入・調

整などの準備を開始した。

(2) 環境変動と一斉開花

環境変動と一斉開花：過去に記録された一斉開花時の気候条件を調査した。現在もっとも有力である低温による開花誘導説を前提として考えると、エルニーニョだけでなく、いくつかの気候条件によって、ボルネオ島周辺の低温が引き起こされている可能性が示唆された。また、サラワクのクバ国立公園内の林冠クレーン予定サイトとランビル国立公園内のツリータワーとウォークウェイ設置サイトを視察し、現在の気象観測システムの状況把握と今後の設置のための準備を行った。

一斉開花の広域把握：林冠クレーンからのモニタリングシステムを構築するために、99年1月に現地調査を行い建設予定地林地の林況調査を行った。また、3月にはより小型の林冠クレーンをもつ北海道大学苫小牧演習林にて、機器設置方式等の検討を行った。観測機器については、メーカー等の協力を得てプロトタイプのもを製作し、近距離における樹冠観測モニタリング方式の予備テストを行った。気象条件や設置条件が異なるものの、より細かな項目についての検討を行い、建設直後への機器設置に対する準備を進めていく。

一斉開花の生理生態的メカニズム：一定レベル以上の貯蔵物質の蓄積は一斉開花の必要条件と考えられるが、この貯蔵物質の動態に関する予備的研究を行い、開花・結実時期に植物体のどの部分で貯蔵物質が移動しているのかを解析した。現在も解析中であるが、これまでの結果からは林冠部分の枝での糖濃度変化が大きいことがわかり、貯蔵物質の動態モニタリングに重要な予備知識が得られた。

一斉開花と植物食昆虫の多様性：予備的観測として、1998年に結実した一部のフタバガキを中心とする主要樹種を対象として、これらの果実を利用する種子食昆虫を調査した。キクイムシ、ゾウムシ、ハマキガ類が主な種子食昆虫であり、多くは広食性の種類であった。一斉開花によって、種子補食を回避する仮説を検証するためには、こうした種子捕食者の食性が重要であり、引き続き解析を続ける。

(3) 林冠構造と炭素・水収支

熱帯林の攪乱と更新モザイク：ランビルヒルズ国立公園に設定された固定調査地で、1998年のエルニーニョによる乾燥が樹木の枯死など森林動態に与える影響を解析した。この時の乾燥は最近30年間で最大であり、非常に頻度の低い攪乱であった。樹木の死亡率は非乾燥時の約4-6倍に達しており、枯死した樹木が固定していた炭素が今後放出されていくことになる。また、樹木の分類群によっても大きな差があり、フタバガキ科樹木は乾燥に対して感受性が高いことが

わかった。したがって、エルニーニョなどの気候変動は森林の樹木組成にも大きな影響をもつことが予想できた。

林冠構造の広域把握：林冠クレーンサイトでの研究に先立ち、リモートセンシングおよび地理情報システム技術を活用した熱帯林の林冠構造やそこで発生する現象を広域的に把握するための基礎情報収集システムの構想設計を行った。リモートセンシングでは、対象物からの反射強度を基礎としてその物理量観測が行われる。実際に植物群落を計測する場合、太陽入射角によって大きく反射強度が異なる。したがって、これらを考慮した群落の反射強度(分光反射特性)を求めることが求められる。また、林冠構造の3次元構造把握は、そこで起こるさまざまな現象(例えば生長など)を把握する上で重要となる。これまで、3次元計測は、写真測量技術を用いて行われてきたが、これは専門的知識および装置が求められるため容易ではなかった。このような背景から、1)双方向性反射率分布関数観測装置、2)林冠3次元構造計測装置、の2種類の観測システムを開発し、時系列に対象領域の林冠部情報を蓄積することとした。1)では、太陽入射角(方向依存性)を考慮した分光反射特性計測を実現する。2)では、レーザープロファイラを用いて専門的知識を必要としない3次元計測を実現する。

林冠と大気とのガス交換：すでに予備的な観測を行っている、ランビルヒルズ国立公園で、大規模な垂直構造を持つ熱帯林林冠内の環境因子プロファイルの時間変動計測を行い、その数理モデル化に着手した。また、予備的にタイ熱帯季節林コグマ試験地の50mタワーからの樹冠表面温度画像の観測データを解析し、クバ国立公園での林冠クレーンによる観測システムを設計した。今後、樹冠の表面温度を解析し、熱帯林冠のフェノロジーとの関連を調べ、さらに森林 H_2O/CO_2 フラックス観測のデータと組み合わせて、熱帯林冠の蒸散分布の日変化などを推定する。そのほか、林冠クレーンによる観測に用いる機材を購入し、日本で調整を行った。

林冠における生態プロセス：サラワク州熱帯雨林の主要なフタバガキ科樹種について、光合成、クロロフィル蛍光反応、蒸散、クチクラ蒸散などの生態生理的特性を調べた。また、各器官の糖、澱粉、窒素、炭素濃度およびシュート伸長、葉群動態などもあわせて調査し、各樹種の種特性を検討した。

3. 主な研究成果の発表(論文発表)

なし