

## おもな記事

佐瀬裕之・山下尚之・小林亮 東アジア酸性雨モニタリングネットワークによる生態影響モニタリング [1]

吉藤奈津子・立石麻紀子・宮沢良行・熊谷朝臣 カンボジアの在来樹種と外来樹種の蒸散特性の解明に向けて [7]

増野高司 書評 渡辺和之著『羊飼いの民族誌 - ネパール移牧社会の資源利用と社会関係』 [12]

第19回日本熱帯生態学会年次大会案内 [13]

## 東アジア酸性雨モニタリングネットワークによる生態影響モニタリングと熱帯地域における集水域研究

佐瀬裕之・山下尚之・小林亮  
(酸性雨研究センター生態影響研究部)

Ecological impact monitoring by Acid Deposition Monitoring Network in East Asia (EANET) and a catchment study in a tropical region

Hiroyuki SASE, Naoyuki YAMASHITA, Ryo KOBAYASHI  
(Ecological Impact Research Department, Acid Deposition and Oxidant Research Center)

## はじめに

北東アジアや東南アジアを含む東アジア地域では、経済発展に伴う化石燃料燃焼の増大や農畜産物の増産により、酸性沈着の原因物質である窒素酸化物、硫黄酸化物、アンモニア等の大気への放出量が増大しており、酸性沈着や光化学オキシダントの発生などを通じて生態系に悪影響を与えることが懸念されている。酸性沈着の生態系への影響を未然に防ぐためには、一国だけでなく地域が協力して取り組んでいく必要がある。そのため、東アジアでは、共通理解の形成と相互の協力を推進し、政策決定に有益な情報を提供するための東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(Acid Deposition Monitoring Network in East Asia: EANET)が2001年1月から本格稼働を開始した。2009年時点、ロシア、モンゴル、中国、韓国、日本、フィリピン、ベトナム、ラオス、カンボジア、タイ、ミャンマー、マレーシア、インドネシアの計13カ国が参加している。EANETでは、降水による湿性沈着、ガス・粒子状物質による乾性沈着などの大

気沈着に関する項目に加え、土壌、植生や陸水などの生態影響に関する項目についてもモニタリングを実施している。筆者らの勤務する酸性雨研究センター(新潟市)は、EANETのネットワークセンター(NC)として、ネットワークにおける精度保証・精度管理、データ集計・解析、技術マニュアルの整備、及び関連基礎研究を行っている国際的機関である。本稿では、EANETにおける生態影響モニタリングについて、2006年に公表された定期報告書(Periodic Report on the State of Acid Deposition in East Asia)を参照しながら、その現状を述べるとともに、現在、EANETにおいて熱帯地域で取り組んでいる集水域研究について紹介する。

## EANET 生態影響モニタリング地点

生態影響モニタリングでは、陸域生態系の主要な構成要素として、土壌、植生(特に森林植生)、及び陸水に関する基礎データを集積すること、また、これらの生態系の構成要素に対する酸性沈着の影響を早期に発

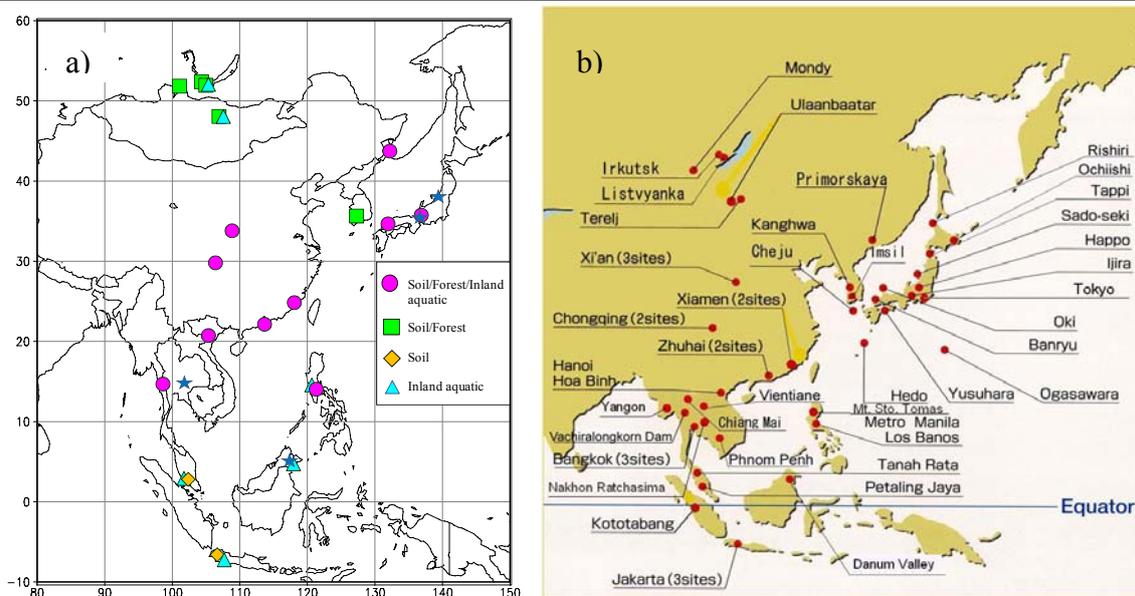


図1. EANET における a)生態影響モニタリング地点及び b)湿性沈着・乾性沈着モニタリング地点の分布(2007年時点). a)の●は土壌・森林植生・陸水, ■は土壌・森林植生, ◆は土壌のみ, ▲は陸水のみが, 一定の地域内で実施されていることを示す. ★は, EANET 関連の集水域試験地(新潟県・加治川試験地, 岐阜県・伊自良湖集水域, マレーシア・ダナンバレー試験地, タイ・サケラート試験地)の場所を示す. 土壌・森林植生は17地域25林分, 陸水は11湖沼・5河川, 湿性沈着は51地点, 乾性沈着(大気濃度)は40地点で実施されている.

見することを当初目的として, 土壌モニタリング, 森林(植生)モニタリング, 陸水モニタリングが個別に実施されている. これらの基礎データを踏まえた長期的な目的は, 「陸域生態系に対する酸性沈着の影響を包括的かつ体系的な手法を用いて評価すること」とされている. そのためには大気沈着, 土壌, 植生, 陸水を含む総合的モニタリングと陸域生態系解析の必要性が指摘されており, 小集水域を単位とする生物地球化学的過程を考慮したモニタリング・解析が想定されているが, EANET の定期モニタリングとしては未だ実施されていない.

当初の目的を達成するため, 土壌モニタリング, 森林モニタリング, 陸水モニタリングを実施する地点は, 基礎調査地点(basic survey site)と呼ばれている. これらの生態影響モニタリングは, 2007年現在, EANET 発足当初から参加している10カ国だけで実施されており, 本格的にこのネットワークが稼働した以降に参加したカンボジア, ラオス, ミャンマーでは, 未だ実施されていない. 図1a)に2007年までにデータが報告されている地点を示した. 土壌モニタリングは17地域, 森林モニタリングは15地域, 陸水モニタリングは11湖沼・5河川でそれぞれ実施されている. 土壌および森林モニタリングは, 多くの場合1地域内で土壌種の異なる2林分をモニターしており, 実際の調査林分の総数は25林分である. 土壌モニタリングと森林モニタリングは基本的に同一林分内で実施するが, 菱形で示した地域のように, 土壌モニタリングのみ実施されている地域もある. 丸で示した

10地域では, これらのモニタリングが比較的近くで実施されているが, 個別に行われているのが現状である. また, 参考までに, 湿性・乾性沈着モニタリングが行われている地点を図1b)に示した. 2007年の時点で, 湿性沈着は51地点, 乾性沈着(大気濃度)は40地点で測定されている.

東アジア地域は, インドネシアからロシアまで緯度の差が大きく, 多くの気候帯から構成されており, そこに見られる植生型も, 各気候帯を反映しながら, 熱帯多雨林, 熱帯季節林, 温帯常緑林, 温帯落葉林, タイガ等多様であり, それを考慮したモニタリング地点の配置が重要である. 土壌モニタリングにおいては, ほぼ全気候帯をカバーしているが, モンゴル等の内陸部の半乾燥地域やロシア沿岸部等, 未設定の地域もある. 森林モニタリングにおいては, 上記北東アジア以外に典型的な熱帯多雨林を有するマレーシアおよびインドネシアで, 陸水モニタリングにおいては, マレーシア及び韓国で, 地点が未設定か, あるいはモニタリング未実施の状態である. 気候帯を考慮しつつ, 各モニタリング分野において, 各10緯度グリッド内に数地点ずつ, 配置できるようになれば理想的であるが, 現実の地点数はまだ十分ではない.

### モニタリング頻度および項目

基礎調査地点における各モニタリングの頻度と必須測定項目は以下の通りである.

- ① 土壌モニタリング: 3-5年に1回

地域内で酸性沈着に対する感受性が異なる土壌を2種類選定し実施。決まった深さ(表層 0-10 cm, 次層 10-20 cm)から土壌を採取。土壌 pH, 交換性塩基, 交換酸度, 交換性 AI 等を分析。

② 森林モニタリング:3-5年に1回, ただし樹木衰退度調査は1年に1回

上記土壌種に対応した林分で実施。森林総合調査(毎木調査(樹種名, 樹高, 胸高直径), 下層植生調査), 樹木衰退度調査(目視観察による)

③ 陸水モニタリング:年4回

湖心 1 地点及び流入流出河川において採水, 適当な湖沼がない場合は河川上流部または湧水を選定。pH, EC, アルカリ度, 陽イオン, 陰イオン等の分析

土壌化学性の変化は緩やかであり, また土壌モニタリングは当該地点の土壌の攪乱を伴うため, モニタリングの頻度は数年に1回で十分である。欧州では10年に1回であるが, 比較的事例の少ない東アジアにおいては, 当面3-5年に1回の頻度が適当であると考えられる。

森林の成長や種組成の変化も土壌同様に緩やかであることから, 3-5年に1回の頻度で十分である。一方, 目視観察による衰退度調査は, 台風など気象イベントの影響を受けやすく, これらの自然環境因子による影響を確実に区別し, 酸性沈着等の人為環境因子の影響を検出するためには, 少なくとも1年に1回の目視観察・記録が必要であると考えられる。そのため, 樹木衰退度調査の頻度は, 2006年に採択された EANET 森林植生サブマニュアルで1年に1回に変更された。モニタリング項目については, 現地計測や目視観察によるものだけであるが, 化学分析等を取り入れた手法の確立が課題である。また, 近年東アジアでも濃度増加が著しいオゾンについては, 欧州事例を参考に, オゾン暴露に特有な可視障害の検出と, パッシブサンプラーによる森林地域のオゾン濃度の測定等, オゾンの直接暴露による影響だけに対象を絞った観測体系も一案である。

陸水については, 当初は比較的水質が安定した湖沼を想定して, 年4回の頻度にされたが, 実際は, より変動しやすい河川を選定している国も数カ国ある。河川は, 湖沼に比べて, 集水域・流域の地質条件や物質循環の変化等を明確に反映し, ダイナミックな応答が期待されることから, 昨年からの議論が始まった EANET 陸水技術マニュアルの改訂作業を通じて, 今後, 河川のモニタリングを強化する予定である。

### 観測データの変動特性の把握と信頼性の確保

分析・観測値に関する信頼性の確保のために, EANET では, 精度保証・精度管理(QA/QC)プログラムが分野ごとに実施され, 各分析機関に精度改善のため

の情報を提供している。また現地観測に関しては, 各国内センターが中心となって, 現地監査, 技術指導等が行われている。酸性雨研究センターは NC として, 共通試料による分析機関間比較調査を, 降水試料については1998年から, 土壌試料については1999年から, 陸水試料については2000年から, 大気濃度測定に用いられるフィルターパック法のフィルター分析については2005年から, それぞれ毎年行っている。それらの結果はネットワーク全体の精度保証並びに, 各国の精度管理に役立てられている。また, 土壌等の空間変動に関しては, 多段階の枝分かれサンプリングの統計モデルを考慮し, 各サンプリングレベル(地域, 土壌種, プロット, サブプロットなど)における変動特性を把握し, データ評価の一助としている。

### 生態影響モニタリングの成果:定期報告書より

定期報告書(EANET, 2006)で報告された2000年から2004年までの5年間の生態影響モニタリングの成果を概説する。

この5年間に土壌モニタリングは, 各地点で1回または2回実施された。東アジアにおける土壌の多様性を反映して, 土壌の pH (H<sub>2</sub>O)の測定データは, 4.1 から6.7の範囲にあり, その平均値は5.0であった。pH (H<sub>2</sub>O)が6.0を超えるような土壌が, タイ, 中国(西安), ロシアなどで観測されているが, これらの地域は石灰岩等の母材の影響を強く受けているものと考えられた。一方で, 土壌表層(0-10cm)・次層(10-20cm)とも4.0前後という非常に低い値も, 中国(廈門)やフィリピンのプロットで観測され, これらの土壌は強い風化作用を受けた酸性を呈する鉄質あるいは鉄アルミナ質土壌であった。中国, フィリピン, 韓国, 及びタイでは, これまで2回の調査が実施されたが, この5年間には, 統計的に有意な変化は検出されなかった。

モンスーンの影響を強く受ける季節林地域では, 降水量が季節によって著しく異なり, 土壌化学性にも影響を与える可能性があることから, タイでは予備的調査として乾期と雨期に土壌モニタリングを実施している。タイ西部カンチャナブリ県 Vachiralongkorn Dam(旧名称, Khao Laem Dam)周辺における表層土壌の pH (H<sub>2</sub>O)と交換性 Ca について, 4月(雨期の初期)と12月(乾期の初期)の間の季節変化を図2に示した。Vachiralongkorn Dam-1では, 4月から12月にかけて pH (H<sub>2</sub>O)の上昇が見られた。Vachiralongkorn Puye では, pH (H<sub>2</sub>O)は上昇するが, 交換性 Ca は減少した。これらの現象についての詳しいメカニズムは明らかではないが, 長期的なモニタリングのための基礎情報として, 今後さらに注視する必要がある。強い風化作用を受けた熱帯の土壌は, 粘

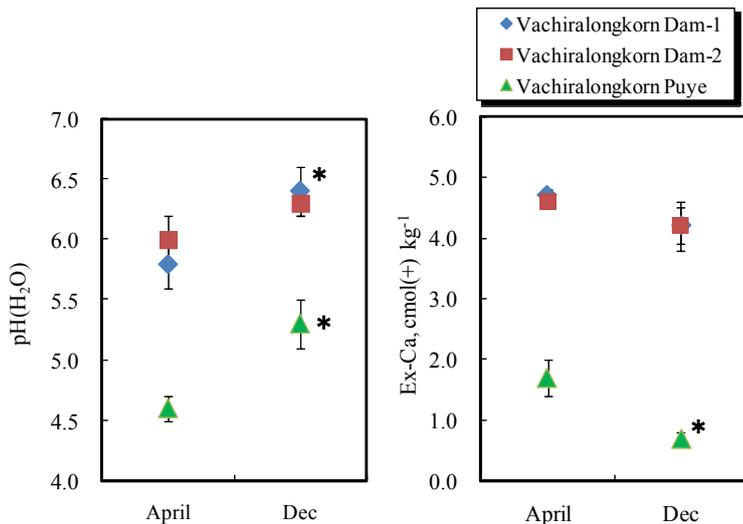


図2. Vachiralongkorn Dam(タイ)における表層土壌のpH(H<sub>2</sub>O)(左)と土壌中の交換性Ca(右)の4月(雨期の初め)から12月(乾期の初め)への季節変化(EANET, 2007を基に再構成). \*:季節間に危険率5%で有意差があることを示す.

土鉍物表面に pH によって変化する荷電(変異荷電)を持つことから、土壌 pH の季節変化が土壌における塩基の動態等に影響する可能性もある。同様の土壌 pH 変化は後述する集水域試験地でも見られるため、物質動態の季節変化との関連性について、検討を進めているところである。

樹木衰退度観察は、2000年から2004年に22プロットで実施されたが、何らかの衰退の徴候が4カ国16プロットで記録されている。衰退度は、5段階でレベル1あるいはレベル2にあり、それほど厳しい状況にはない。参加国の国内センターの報告書によれば、衰退現象の原因は、ほとんどの場合、自然環境要因(強風、地形、土壌条件)や生物的要因(菌類の感染、虫害、周辺木による被圧)によると推察された。しかしながら、ロシアのIrkutskではすべての樹木が何らかの衰退徴候を示しており、ロシアのナショナル・レポートでは、局地的な大気汚染が樹木衰退に影響を及ぼしているとされている。また、モンゴルの中央環境計測研究所と酸性雨研究センターの共同研究によると、ウランバートル市街に隣接するボグドカン山保護地域では、カラマツ林の衰退が見られ、SO<sub>2</sub>やオゾンの濃度が対照地域より高く、さらに葉中の硫黄濃度が対照地域に比べ著しく高いなど、火力発電所やゲル(移動住居)における石炭燃焼による大気汚染の影響が示唆されている(Sase *et al.*, 2005)。

EANET全モニタリング地点のうち、陸水の年平均pHの最低値は、中国のJinyunshanで記録されたpH6.12であった。モニタリングされた全ての地点のうち、約46%ではpH値が6から7の間であった。EANET技術マニ

ュアルでは、アルカリ度やECの低い酸感受性の湖沼・河川を選定することを推奨しているが、過去5年間では、pHやアルカリ度について明瞭な変化傾向は見られていない。一方で、比較的長期に渡ってモニタリングを続けてきた日本では、岐阜県伊自良湖のように、流入河川が酸性化傾向を示す場所も認められ、酸性沈着による集水域酸性化の可能性が示唆されている(Yamada *et al.*, 2007)。

現在の土壌・植生、陸水のモニタリング体系は、基本データの収集と現象の早期発見に重心を置いたものであるが、これらのデータだけから酸性沈着の影響が顕在化しているかどうかを結論づけるのは困難である。大気沈着を含めた流域・集水域内の物質循環を考慮

し、土壌、森林、及び陸水の全てのデータについて総合的な評価を行うことが今後の課題である。生物地球化学的物質循環を基礎としたモデル化により、将来予測に関する情報が得られることが期待される。2008年に新たに採択された、EANETの土壌、植生及び関連生態系モニタリングの将来方向性に関する戦略ペーパー(Strategy Paper for Future Direction of Soil, Vegetation and Related Ecosystems Monitoring of EANET)では、集水域解析と土壌や陸水のシミュレーションモデルの推進が、今後数年間の課題の一つとして挙げられている。これに関連して、酸性雨研究センターでは、参加国とともに、集水域解析に関する基礎研究を数カ国で実施している(図1参照)。日本国内では、新潟大学や新潟県との共同研究として新潟県内に試験地を設定し(Sase *et al.*, 2008; Kamisako *et al.*, 2008)、環境省モニタリングサイトである伊自良湖集水域の集水域解析を国内センターとして進めている。マレーシアでは、気象庁(MMD)とランカスター大学の共同研究として、ダナンバレー自然保護地域(サバ州)周辺の熱帯多雨林内の集水域試験地で沈着量測定や渓流水質の観測を行っている。また、タイでは、王室林野局(RFD)や環境研究研修センター(ERTC)との共同研究として、ナコン・ラチャシマ県の熱帯季節林内に集水域試験地を設定し、現地観測を続けている。以下に、タイにおける研究の概要を示す。

## タイにおける集水域研究

### (1)試験地の概要

タイ東北部、ナコン・ラチャシマ県のコラートの郊外の丘陵地帯に位置する、サケラート試験研究林をサイトとして選定した。ここでは熱帯季節林に関する研究が多く行われている。RFD が管理するサケラート造林研究ステーション(Sakerat Silvicultural Research Station)の試験研究林内に、小集水域試験地(約 35 ha)を設定し、現地調査を 2005 年 10 月より開始した。気候区は熱帯モンスーン気候(Am)、植生は熱帯乾燥常緑林(dry evergreen forest)、主な土壌種は陽イオン交換容量や塩基飽和度が低い強酸性の赤黄色土(Orthic Acrisols)である。過去 10 年間の気象データを基に、気候図プロットから解析した結果、サケラート試験地において乾期は 11~3 月、雨期は 4~10 月、また特に、4~6 月及び 8~10 月は過湿期であると推定された。

### (2) 大気沈着量及び溪流からの流出イオン量の継続測定(図 3 参照)

総沈着量推定のため、林内雨・樹幹流捕集装置を試験地内 5 地点に設置した。また、試験地近傍のオープンスペース(1 地点)に林外雨捕集装置と大気濃度測定用のパッシブサンプラー(SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, O<sub>3</sub>の各項目)を設置した。試験地最下部の溪流にロガー内蔵型水位計を設置し、定期的な採水、水位、流速の実測を開始した。降水、大気濃度測定など沈着量に関わる調査は、10 月初旬から月 2 回(毎月 15 日と末日に回収)の頻度で、試料捕集を開始した。同時に、渓流水についても、月 2 回の採水を実施した。

流入水量は林外雨のサンプラーで得られた捕集水量を基に算出しているが、2007 年からは新たに標準雨量計も設置し参照している。流出水量は、当該集水域の最下部に設置した水位ロガーのデータと採水時の実測流量から、水位・流量曲線を作成し、推定した。

なお、捕集した試料を速やかにバンコクに輸送し、研究協力機関である環境研究研修センター(ERTC)において、pH、EC、アルカリ度(渓流水のみ)を測定した後、イオンクロマトグラフにより、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>等の主要なイオンの分析を行った。

### (3) 土壌酸性の時空間変動と土壌緩衝能の評価

土壌酸性の時空間変動を明らかにするために、サケラート試験地において主溪流を挟む両側の斜面を含むように 350m×40m の長方形プロットを設置し、2005 年 10 月の雨期後期と 2006 年 3 月の乾期後期に土壌を採取した。プロットは 10m×10m の格子に区分し、各格子点においてオガーを用いて 0-5cm、5-15cm、25-35cm、45-55cm の各深度から土壌を採取した。さらにプロットの中心線(350m)上で 1m もしくは 2m 間隔で 0-5cm 土壌を採取した。得られた試料を用いて pH(H<sub>2</sub>O, KCl)、交換性 Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>(pH7.0 の酢酸アンモニウムに

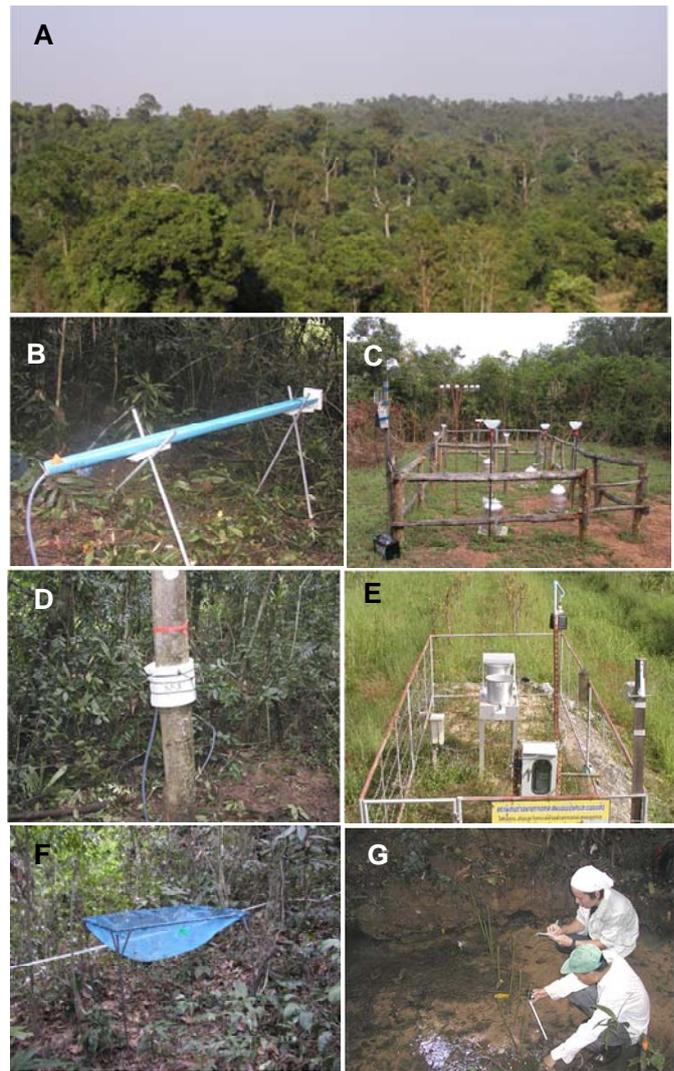


図 3. サケラート試験地(タイ)の様子(A) 森林の概観。林冠の見える手前の森林から谷を挟んだ向かいの斜面の森林にかけて、ベルト状の土壌・リター調査プロット(350m×40m)が設置されている。(B) 林内雨サンプラー。(C) 林外雨ステーション(パルクサンプラー、パッシブサンプラー、雨量計等)。(D) 樹幹流サンプラー。(E) EANET 湿性・乾性沈着モニタリング地点。(F) リタートラップ。(G) 渓流水採取地点。

よる抽出)を測定した。また年間の養分流入量とその季節変化の測定のため、プロット斜面の上部・中部・下部にリタートラップを設置して 2 週間隔でサンプルの採取を行った。また、リタートラップの周囲において 3 ヶ月間隔で A<sub>0</sub> 層を採取した。これにより、土壌への塩基流入量や回転率の季節変化を推定する予定である。さらに、土壌中の養分の垂直方向のフラックスを推定するため、プロット斜面の上部・中部・下部に土壌断面を設置して 0-5cm、5-20cm、20-40cm、40-60cm の各深度から 2006 年 6 月より 3 ヶ月間隔でサンプルの採取を行った。また、現地培養法によって窒素・交換性塩基の硝化・無機化量を測定すると同時にイオン交換樹脂法によって土壌溶液中イオンの移動量を測定した。今後これらのデータを基に、土壌内部での物質フラックスを推定する予定で

表 1. タイ熱帯季節林(サケラート林業研究ステーション)におけるオゾン濃度(Sase *et al.*, 2009). オゾン濃度は, Ogawa 式パッシブサンプラーを用いて測定された 15 日平均値(ppbv)を示す.

年	季節	平均	中央値	最小値	最大値
2005-2006	乾季 (Dec - Mar)	43.0	40.6	29.7	64.2
2006	雨季 (Apr - Nov)	29.2	25.6	19.8	66.7
2006-2007	乾季 (Dec - Mar)	45.5	43.0	34.0	58.1

ある.

#### (4)結果の概要

乾期から雨期への大気沈着量の変化から, 乾期の間大気中に滞留していた  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  を多く含むガス状・粒子状の汚染物質が, 雨期初期には降水によってウォッシュアウトされ, 沈着量が増大したことが明らかになった. また表1に示したように, 本地域のオゾン濃度は比較的高く, 乾季には2週間平均でも最大 67 ppbv にもなり, 今後植物への直接暴露の影響も発現する可能性がある(Sase *et al.*, 2009).

土壌 pH には雨期・乾期ともに表層で約 0.5 の空間変動が存在し, かつ, 雨期の pH は乾期よりも約 0.3 高くなることが明らかとなった. 熱帯乾燥季節林における土壌 pH は交換性塩基濃度と関連した大きな空間変動を持つ一方, 季節変動も重要なことが示唆された. 熱帯季節林における土壌 pH の季節変化は, 上述した EANET 定期報告書でも報告されているため, 今後さらにそのメカニズムと物質挙動への影響について検討を進める予定である.

さらに, 渓流水質の変化から, 大気沈着に由来すると考えられる  $\text{SO}_4^{2-}$  が流出することにより, 一時的な渓流水の酸性化が生じていることが明らかとなり, そのメカニズムには, 熱帯地域に特徴的な土壌の変異荷電性が関連している可能性が示唆された. 熱帯季節林においては, 大気から土壌・植物, 溪流に至るまでの生物化学的循環の中で, 乾期・雨期という季節性が, 土壌酸性の変動や大気沈着による渓流水の一時的な酸性化などを説明するのに重要な因子となっていることがわかってきた. これらについては, さらに解析を進め, 学術雑誌への投稿論文を幾つか準備しているところである.

#### おわりに

集水域を基礎とした物質収支解析は, 酸性沈着の生態系への影響を定量的に評価するための総合的モニタリング手法として, EANET において期待されている. 地球環境研究総合推進費プロジェクト(C-082:課題代表, 新藤純子農業環境技術研究所上席研究員)では, サケラート試験地を含めた EANET 関連集水域試験地で得

られたデータを基に, 東アジア地域の酸性沈着影響のモデル化を進めており, 上記戦略ペーパーで指摘された課題の推進に貢献することが期待される. さらに, 科学研究費補助金新学術領域研究(4003:領域代表, 畠山史郎東京農工

大学教授)では, 2009 年からサケラート試験地において「東アジアの森林生態系におけるエアロゾルの沈着量と動態の評価(20120012:研究代表, 松田和秀明星大学准教授)」を開始しており, 熱帯季節林におけるエアロゾルの動態や樹木影響に関し新たな知見が得られることが期待される. これらの研究成果は, 将来的に, EANET で議論を進めている東アジア地域における大気環境管理に貢献すると考えられる.

#### 謝辞

ここで紹介した EANET 生態影響研究は, 環境省地球環境研究総合推進費(C-052 及び C-082), 科学研究費補助金(課題番号 16510020), 科学研究費補助金新学術領域研究(領域番号:4003, 課題番号:20120012)等により実施された.

#### 引用文献

- EANET 2006. Periodic Report on the State of Acid Deposition in East Asia. Acid Deposition and Oxidant Research Center, Niigata, Japan. EANET Publications, Acid Deposition Monitoring Network in East Asia.  
URL: <http://www.eanet.cc/product.html>
- Kamisako, M., Sase, H., Matsui, T., Suzuki, H., Takahashi, A., Oida, T., Nakata, M., Totsuka, T., and Ueda, H. 2008. Seasonal and annual fluxes of inorganic constituents in a small catchment of a Japanese cedar forest near the Sea of Japan. *Water, Air, and Soil Pollution*, 195: 51-61. doi: 10.1007/s11270-008-9726-8.
- Sase H., Bulgan T., Batchuhuluun T., Shimizu H., Totsuka T. 2005. Tree decline and its possible causes around Mt. Bogdkhan in Mongolia. *Phyton* (Horn, Austria) 45: 583-590.
- Sase H., Nakayama S., Leong C.P., Kamisako M., Luangjame J., Garivait H., Visaratana T., Kietvuttinon B., Ueda H. 2009. QA/QC activities and ecological monitoring in the Acid Deposition

Monitoring Network in East Asia (EANET). *iForest* 2: 26-29.

URL: <http://www.sisef.it/iforest/show.php?id=481>

Sase, H., Takahashi, A., Sato, M., Kobayashi, H., Nakata, M., and Totsuka, T. 2008. Seasonal variation in the atmospheric deposition of inorganic constituents and canopy interactions in a Japanese cedar forest.

*Environmental Pollution* 152: 1-10.

Yamada, T., Inoue, T., Fukuhara, H., Nakahara, O., Izuta, T., Suda, R., Takahashi, M., Sase, H., Takahashi, A., Kobayashi, H., Ohizumi, T., Hakamata, T. 2007. Long-term Trends in Surface Water Quality of Five Lakes in Japan, *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* 7: 259-266.

## カンボジアの在来樹種と外来樹種の蒸散特性の解明に向けて

吉藤奈津子・立石麻紀子・宮沢良行・熊谷朝臣  
(九州大学 福岡演習林)

### Understanding the Characteristics of Transpiration of Native and Exotic Tree Species in Cambodia

YOSHIFUJI Natsuko, TATEISHI Makiko, MIYAZAWA Yoshiyuki and KUMAGAI Tomo'omi  
(Fukuoka Research Forest, Kyushu University)

#### 東南アジア熱帯林の蒸散特性と降雨変動

熱帯林は、入力放射エネルギーの大きい熱帯地域に生育する森林として、水循環、有機物生産、さらには気候形成において、熱帯地域はもちろん、地球レベルで最も影響力のある陸上生態系である。東南アジアでは、降雨の長期減少傾向が報告されており、また、ENSO サイクルと連動した降雨の年々変動、すなわち、エルニーニョ発生時には雨量が減少したり、モンスーン地域においては雨季の開始時期が遅れるなどの現象が指摘されている (Malhi and Wright, 2004; Zhang *et al.*, 2002)。こうした降雨変動に伴って強い乾燥が生じた場合に、東南アジアの熱帯林生態系はどのように応答し、蒸発散や炭素循環がどのように変化するかを明らかにすることは、地域の水資源管理、生態系保全、地域及び地球規模での気候形成へのフィードバックなどの点から、非常に重要な研究課題である。また、東南アジアでは、大規模な森林伐採による土地利用の改変や、在来樹種からなる天然林から外来早生樹種の人工林への転換が顕著であるので、こうした人為的な生態系の改変が、蒸発散特性や炭素循環にどのような変化をもたらすのか、降雨変動に伴う強乾燥時の応答にどのような違いが生じるのかを解明する必要がある。

東南アジアの熱帯林は、雨林域と季節林域に大きく分けられる。雨林域は降雨の季節性に乏しく、基本的には

年間を通じて湿潤であるが、季節林域はモンスーンの影響を受けて明確な雨季・乾季がある。近年、東南アジアの熱帯雨林や季節林域のいくつかのタイプの森林において、蒸発散特性やその乾燥に対する応答を明らかにするべく研究が進められている (e.g., Kumagai *et al.*, 2004; Tanaka *et al.*, 2008)。各森林タイプの特徴が徐々に明らかになり、その差異が明確になるにつれて、より多くの様々な森林タイプや樹種における知見を蓄積することの必要性が強調されてきている (Tanaka *et al.*, 2008)。



図 1. 村落林業地 (カンボジア)

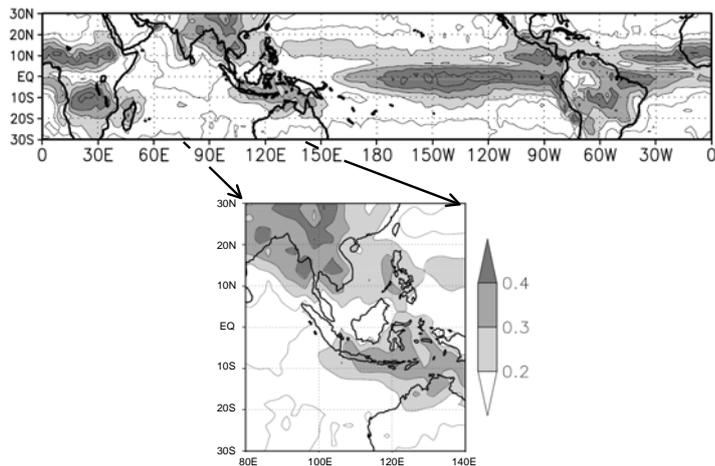


図 2. 降水量の季節変動特性. 濃い部分ほど雨季・乾期の降水変動が大きいことを示す. (Kumagai *et al.* 2005 より)



図 3. 樹液流計測サイトの様子.

### 東南アジア熱帯林における順応的管理の確立にむけた水循環研究

九州大学独自の研究プロジェクトである「九州大学教育研究プログラム・研究拠点形成プロジェクト」の一課題として、農学研究院の諸メンバーを中心とした「順応的管理に基づくアジア森林フィールド教育研究のネットワーク強化と拠点形成」が、2006 年より進行中である。このプロジェクトは、熱帯アジアの持続可能な森林経営を実現するため、順応的管理システム、すなわち、計画(Plan)→実施(Do)→監視(Check)→処置(Act)→計画の改善という、PDCA サイクルを確立することを図るものである。この実現にむけて、特に手薄な「監視→処置」を強化するため、東南アジア各国に試験地を設けて、様々な森林管理形態が森林の社会経済的価値や生態系にもたらす影響を多面的に評価するべく、調査が行われている。

カンボジアは、このプロジェクトのコアサイトと位置づけられており、択伐林業地、早生樹人工林、村落林業地(中央政府や企業主体ではなく地域住民のコミュニティが主体となって林地管理・植林・利用している林地:図 1)という、管理形態の異なる 3 タイプの林地に調査地が設けられている。

プロジェクト開始以降、各試験地で様々な計測や住民インタビューが実施され、森林動態、林木成長、木材性質、生物多様性、地域経済や住民の生活様式への影響評価について、研究が進められてきた。これらの研究に加え、熱帯林業が水循環に与えるインパクトを評価するため、2008 年より、村落林業地において蒸散量の計測が開始された。村落林業地には、在来樹種に加え、管理主体である地域住民の手によって植林された外来早生樹種も生育している。在来樹種は、毎年巡ってくる乾期の乾燥に順応していると考えられるが、人為的に植林された外来樹種の場合はどうなのか、また、水利用に

はどのような違いがあるのかは、未だ明らかではない。このことを解明し、樹種転換が水資源に及ぼす影響を評価することが、本プロジェクトにおける水循環研究の目的である。

同時に、本研究は、熱帯季節林の乾燥に対する応答特性を、樹種間差も含めて明らかにしようとするものでもある。カンボジアは世界の熱帯地域の中でも最も雨季乾季のコントラストの激しい地域に位置するため(図 2)、カンボジアの森林を対象として得られる本研究の成果は、エルニーニョ発生時や将来の気候変動に伴って生じると予想される強乾燥時に、森林生態系やその水循環がどのように応答するのかを評価する上で、貴重な知見となることが期待できる。

本研究は、二つの異なるスケールから蒸散特性の解明にアプローチする。ひとつは、樹液流計測による単木スケールから林分スケールでの蒸散特性の解明、もうひとつは、個葉レベルでの蒸散・光合成特性の解明である。以降、本研究の概要とこれまでに得られた結果及び今後期待される成果について、樹液流計測ベースの研究と個葉レベルでの研究に分けて紹介する。

### 樹液流計測を用いた蒸散特性の解明

近年広く使用されている樹液流計測法は、樹幹の通水に着目して樹液流速を計測することにより、単木蒸散量を算出する方法である。この方法を、森林の多数の樹木に適用することで、森林群落スケールにおける蒸散量推定も可能である (Cienciala *et al.* 1997, Pataki and Oren 2003)。この方法は樹木一本ずつの蒸散を直接計測するため、単木スケールでの蒸散が環境(飽差や土壌水分)にどのように応答しているのか、といった樹木の生理的応答性の解明に用いることが可能である (Granier *et al.* 2000; Delzon *et al.* 2004; Ewers *et al.* 2007)。この樹液流計測を利用することにより、在来樹種

と外来樹種の単木蒸散量を把握し、樹種ごとの蒸散特性を解明することで、在来樹種から外来樹種への転換によって森林水循環がどう変化するのかを解明することを目的としている。

観測サイトはカンボジア、コンポンチュナン州内にある、二次林に外来樹種がパッチ上に植栽された村落林内に設置した(図 3)。樹液流計測の対象木には天然樹種として *Shorea roxburghii* と *Dipterocarpus obtusifolius*, 外来樹種として *Acacia auriculiformis* と *Eucalyptus camaldulensis* の 4 樹種を選んだ。各樹種 7 本ずつを林内から選び、樹液流計測機器を設置した。

樹液流計測には、熱消散法(グラニエ法 Granier *et al.* 1987)に基づくセンサーを用いて、2008 年 9 月より継続観測を行っている。この方法は、幹辺材部にヒータープローブ及びリファレンスプローブで 1 組となる固定センサーを挿入し、その温度差から樹液流速を測定する方法である(図 4)。日中はヒータープローブの熱が樹液流により運び去られるためプローブ間の温度差は小さくなり、夜間は樹液流による熱の損失が少なくなるため温度差は大きくなる。この温度差から経験式(Granier 1987)を用いて樹液流速を算出する。このセンサーは直径 2mm、長さ 2cm で、センサーに接する部分の平均的な温度差を測定するように設計されている。このため、通水面積幅が 2cm より大きい場合や幹の断面の方向によって樹幹流速の変動が予想される場合には、複数本のセンサーを埋設する必要がある(Lu *et al.* 2000; Tateishi *et al.* 2008)。

本研究ではこの樹液流センサーを各個体の基部より 1.3m 付近に 2 組ずつ設置し、計 72 本のセンサーにより樹液流計測を行っている。センサー設置部分には日射による温度勾配で生じる誤差を防ぐため、遮光カバーをかけた(Lu *et al.* 2004, 図 3)。

観測サイトでは、日射や温湿度、風向風速、雨量、地下水水位といった物理環境計測も併せて行っている。また、土壌水分を把握するため、水ポテンシャルと体積含水率を測定するための機器を埋設している。さらに、樹液流計測を含めた全観測に必要な電力を確保するため、ソーラーパネル及びバッテリーを設置した。

2008 年 9 月 22 日から 11 月 10 日の期間の *A. auriculiformis* と *S. roxburghii* についての計測結果を紹介する。この期間は、カンボジアの雨期にあたり、期間を通して土壌は湿潤であった。対象木の胸高直径は *A. auriculiformis* が 9.7-17.3cm、*S. roxburghii* で 11.4-15.2cm の範囲であった。それぞれ樹幹の形成層下 0-2cm における樹液流速は、日中(11-13 時)に最大となった。蒸散量の平均は *A. auriculiformis* と *S. roxburghii* で、それぞれ 50.9, 52.8 g m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> であり、2 樹

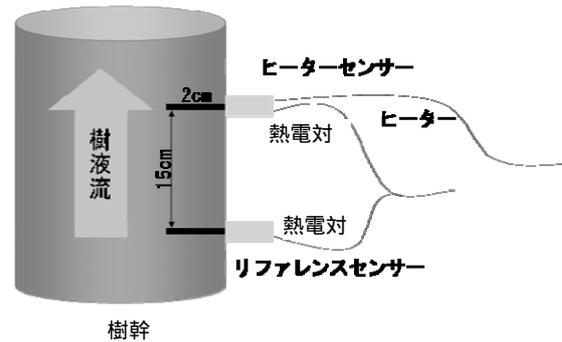


図 4. 樹液流計測の概略図。

種間に違いは見られなかった。すなわち、*A. auriculiformis* と *S. roxburghii* の蒸散量のばらつきは樹種の違いよりも胸高直径によるところが大きいと推測された。

これらの観測は今後、継続して行う予定であり、長期観測によって各樹種の年間蒸散量及び季節変動を明らかにしていく。ここでは雨期の結果を紹介したが、乾期の土壌水分の減少にともなって、各樹種の蒸散量がどのように変化していくのかが興味のもたれるところである。また、季節的な土壌水分の違いに対応し、樹種によっては根系を地中深くまで発達させることで、乾期に消費する水を確保する戦略をとっていることも考えられる。したがって、樹種間の根系深度の違いが、蒸散量やその環境応答に与えている影響を考慮するために、根系分布を観測することも現在、計画中である。

最終的には、観測により得られた蒸散特性パラメータを利用した、天然樹種、外来樹種それぞれから形成される森林流域の水資源量の予測モデルを構築する。このモデルを用いて、天然林から人工林への転換が森林流域水資源へ与える影響の評価を行う予定である。

### 個葉レベルでの蒸散・光合成特性の解明

土壌から、樹木の根、幹、そして葉の気孔へと至る経路を通じて大気中へ水を輸送する樹木の蒸散過程は、採水ポンプと水道管、そして蛇口からなる水道システムにたとえることができる。地下から吸水する根がポンプ、樹液が流れる幹および道管が水道管に対応する。そして、蛇口に対応するのが、大気の状態(飽差や CO<sub>2</sub> 濃度)や根や地下部の水分状態に応答して気孔の開閉を調節する葉である。個葉の気孔の開閉は樹木の蒸散速度の個性(季節性や環境変化への応答)を生み出す一大要因であり、移入種と在来種の蒸散速度の種間差を生み出す生理生態的な背景を理解する上で、個葉に関する知見は不可欠である。



図 5. 個葉レベルの蒸散・光合成速度の測定

本研究では、移入早生樹種の *A. auriculiformis* と *E. camaldulensis*, そして在来樹種の *S. roxburghii* と *D. obtusifolius* について、個葉レベルの蒸散-光合成特性として、気孔コンダクタンス  $g_s$  ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) および  $g_s$  と密接な関係にある光合成能力に注目した。そして、移入種の葉が在来種とは生理的に異なるのか、またその違いが、樹液流計測で観察される、樹木レベルの蒸散速度の差を生み出す原因なのかについて、検証することを目的としている。また今後は、環境指標(大気飽差や土壌水ポテンシャル)と  $g_s$  の関係の解明を通じて、将来想定される環境変動に対し、蒸散速度がどのように応答するのか、各樹種について予測し、現状および将来の環境における蒸散速度の比較をおこなう予定である。

2009年2月現在、樹液流の計測が行われている調査地において、個葉レベルの蒸散-光合成特性の計測を2カ月間隔でおこなっている。樹液流計測の対象樹種の林冠部の枝を採取し、葉の光合成の能力および  $g_s$  を、携帯型の光合成蒸散測定装置(Li-6400, Li-cor, Lincoln, NE, USA)を使って計測している(図5)。

これまでに2008年の9月と11月の二回、雨季の蒸散-光合成特性の計測を行った。光合成能力は *E. camaldulensis* でやや高いものの、同じ早生樹種の *A. auriculiformis* と在来種とでは有意差がなかった(図6)。同様に、 $g_s$  もまた *E. camaldulensis* で高く、他の三種間では有意差がなかった。環境要因(光強度、大気中水蒸気圧など)と蒸散-光合成特性の観測値をもとに算出された、一日あたりの蒸散速度( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{day}^{-1}$ )には、 $g_s$  の種間差は反映されず、有意な種間差はみられなかった。

本研究により、雨季については、移入種と在来種の葉の蒸散-光合成特性は、かならずしも顕著には違わないこと、そして個葉レベルの蒸散-光合成特性は、樹木レベルの蒸散速度の移入種-在来種間差を生み出す原因とはなっていないことがわかった。しかし、個葉レベルの蒸散-光合成特性は季節変動することが知られ、今回

の結果は乾季にも適用できるとは限らない。とりわけカンボジアのきびしい乾燥条件では、水の損失を防ぐために、樹木は葉の蒸散-光合成特性を変化させることで環境馴化していると考えられる。今後、乾季の計測と解析により、移入種と在来種の個葉レベルの蒸散-光合成特性の種間差や、個体レベルでの蒸散速度の違いを解明し、外来早生樹種の導入がもたらす影響も評価していけると考えている。

### 謝辞

本研究は、九州大学教育研究プログラム・研究拠点形成プロジェクト(Bタイプ)、平成18-20年度、「順応的管理に基づくアジア森林フィールド教育研究のネットワーク強化と拠点形成」(代表:九州大学・吉田茂二郎)により行われた。

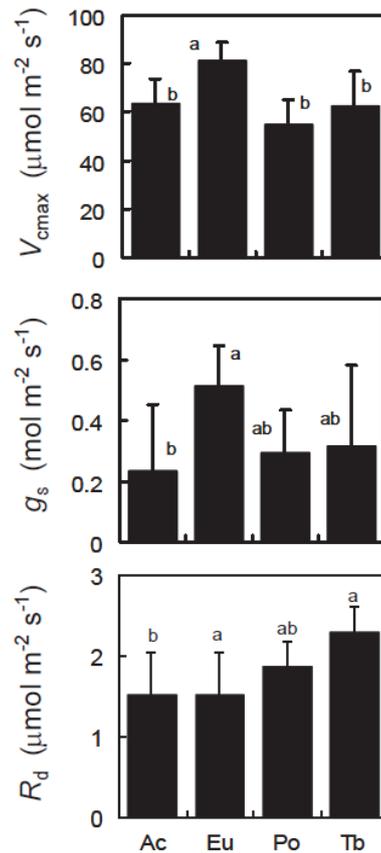


図 6. *Acacia auriculiformis* (Ac), *Eucalyptus camaldulensis* (Eu), *Shorea roxburghii* (Po) と *Dipterocarpus obtusifolius* (Tb) の、光合成能力 ( $V_{cmax}$ ), 気孔コンダクタンス ( $g_s$ ) と暗呼吸速度 ( $R_d$ ). アルファベットは有意差を示す (Tukey's test.  $P < 0.05$ ).

## 引用文献

- Cienciala E., J. Kučera, A. Lindroth, J. Cermák, A. Grelle, and S. Halldin. 1997. Canopy transpiration from a boreal forest in Sweden during a dry year. *Agricultural and Forest Meteorology* 86:157-167.
- Delzon S., M. Sartore, R. Burlett, R. Dewar, and D. Loustau. 2004a. Hydraulic responses to height growth in maritime pine trees. *Plant, Cell and Environment* 27:1077-1087.
- Ewers B. E., D. S. Mackay, and S. Samanta. 2007. Interannual consistency in canopy stomatal conductance control of leaf water potential across seven tree species. *Tree Physiology* 27:11-24.
- Granier A. 1987. Evaluation of transpiration in a Douglas-fir stand by means of sap flow measurements. *Tree Physiology* 3:309-320.
- Granier A., P. Biron, and D. Lemoine. 2000. Water balance, transpiration and canopy conductance in two beech stands. *Agricultural and Forest Meteorology* 100:291-308.
- Kumagai, T., Saitoh, T. M., Sato, Y., Morooka, T., Manfroi, O. J., Kuraji, K. and Suzuki, M. 2004. Transpiration, canopy conductance and the decoupling coefficient of a lowland mixed dipterocarp forest in Sarawak, Borneo: dry spell effects. *Journal of Hydrology* 287(1-4): 237-251.
- Kumagai, T., Saitoh, T. M., Sato, Y., Takahashi, H., Manfroi, O. J., Morooka, T., Kuraji, K., Suzuki, M., Yasunari, T. and Komatsu, H. 2005. Annual water balance and seasonality of evapotranspiration in a Bornean tropical rainforest. *Agricultural and Forest Meteorology* 128(1-2), P81-92.
- Lu P., L. Urban, and P. Zhao. 2004. Granier's thermal dissipation probe (TDP) method for measuring sap flow in trees: Theory and practice. *Acta Botanica Sinica* 46:631-646.
- Lu P., W. J. Müller, and E. K. Chacko. 2000. Spatial variations in xylem sap flux density in the trunk of orchard-grown, mature mango trees under changing soil water conditions. *Tree Physiology* 20:683-692.
- Malhi, Y. and Wright, J. 2004. Spatial patterns and recent trends in the climate of tropical rainforest regions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 359: 311-329.
- Pataki D. E., R. Oren. 2003. Species differences in stomatal control of water loss at the canopy scale in a mature bottomland deciduous forest. *Advances in Water Resources* 26:1267-1278.
- Tateishi, M., T. Kumagai, Y. Utsumi, T. Umebayashi, Y. Shiiba, K. Inoue, K. Kaji, K. Cho, and K. Otsuki. 2008. Spatial variations in xylem sap flux density in evergreen oak trees with radial-porous wood: comparisons with anatomical observations. *Trees* 23(1): 23-30.
- Tanaka, N., Kume, T., Yoshifuji, N., Tanaka, K., Takizawa, H., Shiraki, K., Tantasirin, C., Tangtham, N. and Suzuki, M. 2008. A review of evapotranspiration estimates from tropical forests in Thailand and adjacent regions. *Agricultural and Forest Meteorology* 148: 807-819.
- Zhang, Y., Li, T., Wang, B. And Wu, G. 2002. Onset of the summer monsoon over the Indochina Peninsula: Climatology and interannual variations. *Journal of Climate* 15:3206-3221.

## 書評

### 羊飼いの民族誌 — ネパール移牧社会の資源利用と社会関係

渡辺和之. 2009. 369pp, 明石書店(価格: 6300 円+税, ISBN: 978-4-7503-2945-1)

Book review *Ethnographical Study of Sheep Herders: Resources Use and Social Relationships among Transhumant Society of Nepal*. By WATANABE Kazuyuki. 2009. Akashi-shoten, Tokyo, 369 pp.

増野高司(国立民族学博物館・外来研究員)  
MASUNO Takashi (National Museum of Ethnology)

熱帯・亜熱帯の高地では、きわめて大きな高度の幅のなかで農業や牧畜などの生産活動がおこなわれる(山本ら, 1996)。そのひとつの例として、標高の違いによる垂直的な植生の変化と季節的な気温や降水量の変化を利用した移牧が挙げられる。本書はヒマラヤ高地で営まれる牧畜のうち、研究事例の少なかったネパールにおける羊の牧畜を対象とし、その生産活動と放牧地をめぐる社会関係を明らかにすること、および市場経済や国家政策の変化に対する羊飼いの対応を考察することを目的とした、綿密な人類学的な調査にもとづく民族誌である。渡辺氏が 2005 年度に総合研究大学院大学に提出した博士論文が、本書のもとになっている。

本書は 7 つの章で構成されている。第 1 章「序論:ヒマラヤ地域における羊の牧畜」では、先行研究をレビューするとともに、本書の目的が示される。第 2 章「移動の舞台、羊飼いの母村、および羊の牧畜の形態」では、調査地と牧畜の概要が記述される。第 3 章「家畜飼養の技術と畜産物の利用」では、羊の飼養方法および羊の乳や羊毛といった畜産物の利用方法が詳細に記述される。第 4 章「移動と放牧をめぐる羊飼い同士の社会関係」は、第 5 章とともに、この書の核心部分である。羊飼いたちが移牧の際に形成する放牧集団について、放牧集団の内部と、放牧集団の間にみられる複雑な社会関係が記述される。第 5 章「放牧地をめぐる対外関係とその変化」では、羊飼いが移動先の放牧地をいかにして利用しているのか、森林政策の影響を交えながら、放牧地の所有者(シェルパ族という羊飼いたちとは異なる民族集団に属する人びと)という外部社会と羊飼いたちとの社会関係が記述される。第 6 章「村の社会・経済変化と羊飼いの選択肢」では、羊飼いの母村を対象に、そこで暮らす人びとの職

業を分析し、農業を中心とした生業の中で、牧畜などさまざまな選択肢が存在することが示される。第 7 章「結論」では、社会・経済の急速な変化が続くなかで、牧畜がただちに衰退していくことはない結論している。

本書の独創的な点として 3 点があげられる。第 1 は、筆者である渡辺氏が、13 ヶ月間ものあいだ羊飼いの人達と寝食をともにしながら移牧の全容を記述したことである。これまでに、ヨーロッパやヒマラヤでの移牧に関する研究は行なわれてきたが、羊飼いたちに同行し、「高度差にして 4000m 以上、直線距離にして片道 100km 以上(p73)」になる移牧の全容を記述した報告は他に例をみない。羊飼いに 1 年以上も同行し、その経験を学術的に記述したことそれ自体が、大変意義深いものである。

第 2 の独創的な点は、移牧の全容を記述する中で、羊飼いたちから構成される放牧集団内部にみられる社会関係と、放牧地の所有者である外部集団と羊飼いたちとの社会関係という 2 つの社会関係を詳細に描きだしたことである。特に、前者の放牧集団内部の社会関係では、放牧集団間で放牧地の利用の順番およびテリトリーをめぐるさまざまな駆け引きや葛藤が、具体的な事例をもとに記述される。さらに、羊飼いに、主人(他人から雇用されていない羊の所有者)と牧夫(被雇用者で、羊を少数ではあるが所有する者もいる)がいて、例えば牧夫では、数ヶ月から数年でやめてしまう者も多いいっぽうで、牧夫から主人になる者も見られるなど、その構成員が流動的であるという結果は大変興味深い。

第 3 の独創的な点は、先行研究において「社会・経済変化のなかで、牧畜の未来は楽観できない(p24)」ことが指摘されてきたのに対し、羊飼いの経済的機能を示して、羊飼いという職業が今もなお地域に必要とされていることを指摘した点である。渡辺氏は「羊がもたらす経済的な機能は決して過小評価すべきではない(p257)」とし、「社会・経済変化のなかでも、ただちに牧畜が衰退するのではない(p281)」と結論づけている。

このように本書はきわめて独創性に富む研究成果を含んだ専門書であるが、内容的に不満を感じた部分もある。ここではあえて 2 点を指摘したい。



本書は副題において、資源利用と社会関係が並列的に扱われているにもかかわらず、社会関係に関する記述の厚みに対して、資源利用についての記述は、畜産物を除くと、ほとんどなされておらず不十分だと思われる。私自身、本書を手にした当初は 4000m の標高差を利用した移牧における、さまざまな自然資源の利用様式に関する記述を期待していたので、いささか当て外れであった。移牧についてはその移動経路に関する記述が中心となっており、移動過程のさまざまな植生の利用については、概要が示されるにとどまっている。本書が移牧における資源利用を対象とするならば、例えば牧草のような自然資源の利用に関する情報を、もっと積極的に取り込む配慮がなされても良かったのではないかと考える。

第 2 点目は、細かいことではあるが、上で触れた移牧の経路に関する記述についてである。本書では B 氏の移動の事例が示されている (pp59-72)。しかしながら、その移動を平面的に示した図 (p60) と、高低差を示した図 (p70) の対応関係を読み取ることが困難であることから、羊飼いの立体的な移動を理解するのに時間を要した。これについては、移動の順番を数字で示して対応させることや、2 つの図を見開きに配置したりする配慮があれば、もっと理解しやすくなったのではないだろうか。この移牧の経路に関する記述は本書において最も重要な部分であると同時に、資料的価値が極めて高いと考えられるので、より一層の工夫が欲しかった。

さいごに、私が羊飼いという職業について感じた点を紹介したい。私が調査を行ってきたタイ北部の山村では、1990 年代に焼畑が衰退し、限られた面積の常畑地

での農業へと転換してきた。出稼ぎに出る者も見られるようになってはいるが、2008 年においても依然として、山腹での農業が彼らの主要な生業および経済活動である。いっぽう、本書が示した羊飼いたちは、牧夫だけでなく主人であっても、羊飼いの職を生涯にわたり継続する者ばかりではない。彼らの多くは人生の一時期に羊飼いに専従するが、最終的には母村での農業に従事することを考えている。本書では、羊飼いという職業が、彼らの母村での「彼らが本来やりたい農業などの職業」に対し、各人の置かれたその時点での経済状況などに応じて選択される過渡的な職業であることが示されている。本書で描かれた羊飼いたちと、山間地で換金作物の導入に試行錯誤を続ける農民とはある共通項があるように思えた。

本書は、文化人類学および地理学の分野から、羊飼いの民族誌を記述した専門書である。両分野の専門家の方々には言うまでもないが、本書は牧草地のテリトリーをめぐる社会関係を扱っている点から、自然資源に依存した生業活動に興味を持つ方々にも手に取っていただきたい本である。その意味で本書は、人類学者のみならず熱帯の地域研究者をはじめ、山村の経済活動への関心を持つ方や、資源利用に興味を持つ幅広い読者にとって有用な本といえる。

#### 引用文献

山本紀夫, 岩田修二, 重田眞義 1996. 熱帯高地とは: 人間の生活領域としての視点から. *Tropics* 5(3):135-150.

## 第 19 回 日本熱帯生態学会年次大会案内

学会会長: 山田 勇  
年次大会実行委員長: 山倉 拓夫

**日時:** 2009 年 6 月 19 日(金) 評議員会, 編集委員会  
6 月 20 日(土) 一般講演, 総会, 吉良賞授賞式・講演, 懇親会  
6 月 21 日(日) 一般講演, 公開シンポジウム

**会場:** 大阪市立大学田中記念館 (〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138)  
(地図, 交通については下記のホームページをご参照ください)  
JASTE19 ウェブサイト <http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/JASTE19/>

**大会事務局:** 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138  
大阪市立大学理学研究科植物機能生態学 JASTE19 事務局 伊東明・名波哲  
E-メール: [jaste19.osaka@gmail.com](mailto:jaste19.osaka@gmail.com) 電話&ファックス: 06-6605-3167

**公開シンポジウム:「進化の目で見ると熱帯:多様性を育むメカニズム」**

日時:2009年6月21日(日)13:30-16:30

会場:大阪市立大学田中記念館(大会議場)

今年はチャールズ・ダーウィン生誕200年です。ダーウィンやウォーレスの進化論は熱帯での観察を基盤として生まれました。このシンポジウムでは、熱帯を舞台とした現代の進化研究について話題を提供していただき、熱帯研究における進化研究の現状と役割について考えたいと思います。

**参加申し込み:**できるだけ上記ホームページから申し込んでください。ホームページを利用しない方は、以下の必要事項を記入して JASTE19 大会事務局にメールか郵送でお申し込みください。

- 1) 氏名, 2) フリガナ, 3) 所属, 4) 所属先住所, 5) E-メールアドレス(またはファックス番号)
- 6) 学生/一般の別, 7) 懇親会参加・不参加, 8) 研究発表の有無,
- 9) 発表の方法(口頭・ポスター・どちらでも良い), 10) 演題, 11) 全著者名

**講演要旨:**研究発表をされる方は、講演要旨を JASTE19 事務局に郵送してください。A4 用紙 1 ページにまとめて印刷したものをお送りください。そのまま A4 版でオフセット印刷する予定です。余白は、上下、左右とも 25 mm としてください。タイトル行(第 1 行)と氏名・所属行(第 2 行)は、さらに 25 mm 下げてください(用紙左端から 50 mm)。発表者の氏名の左上に○をつけてください。本文は氏名・所属の後に 1 行あけて印字してください。図表は白黒とし、余白からはみ出さないように張り込んでください。

**参加費:**

前納参加費:5,000 円(一般)/2,500 円(学生)

前納懇親会費:5,000 円(一般)/2,500 円(学生)

講演要旨集のみ:2,000 円

当日参加費は 6,000 円(一般)/3,000 円(学生), 懇親会費は 6,000 円(一般)/3,000 円(学生)です。

参加費および懇親会費は、次の郵便振替口座にお振込みください。

**口座番号:**00930-7-281570 **名義:**JASTE19

振込用紙の通信欄には、必ず送金内訳を記載してください。領収書は振込用紙の受領書をもって代えさせていただきますので、振込用紙は大切に保管してください。納入された参加費はお返しできませんが、当日欠席された方には講演要旨集 1 部をお送りします。また、講演要旨集のみを必要な方は 1 部 2,000 円でお分けしますので、通信欄に「要旨集代」と記入の上、上記の口座へお振込みください。

**申込締切:**参加申込、参加費、懇親会費の前納、講演要旨の郵送は、すべて 2009 年 4 月 24 日(金)必着とします。

**編集後記** 今号の出版が大幅に遅れてしまいました。暮れから正月を調査で過ごし、少し時間間隔がくるってしまったようです。年度末の忙しい中、寄稿していただいた著者の皆様には、ほんとうにありがとうございました。本年も、予定通り発行が続くよう、努力いたします。皆様からのご寄稿もお待ちしております。(神崎 護)

このニューズレターのバックナンバーは、<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jaste/Index.html> からダウンロードできます。

**日本熱帯生態学会事務局**

〒606-8501 京都市左京区吉田下阿達町 46  
京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科  
生態環境論講座気付

**The Japan Society of Tropical Ecology**

c/o Department of Southeast Asian Area Studies,  
Graduate School of Asian and African Studies,  
Kyoto University  
46 Shimoadachi-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501, Japan  
Phone: 075-753-7832, Fax: 075-753-7834  
E-mail: [jasteadm@asafas.kyoto-u.ac.jp](mailto:jasteadm@asafas.kyoto-u.ac.jp)

**日本熱帯生態学会ニューズレター 74**

編集 日本熱帯生態学会編集委員会

NL 担当 : 神崎 護 (京都大学大学院農学研究科)

落合 雪野 (鹿児島大学総合研究博物館)

林 里 英 (編集スタッフ)

NL 編集事務局

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町

京都大学農学研究科森林科学 熱帯林環境学分野

電話 075-753-6376, ファックス 075-753-6372

発行日 2009 年 3 月 10 日

印刷 土倉事務所 電話 075-451-4844