

ボルネオ島(マレーシア・サバ州)の生物多様性保全 に取り組む

橋本 佳明 (姫路工業大学自然環境科学研究所
／兵庫県立人と自然の博物館)

はじめに

Megadiversityをもつボルネオ島熱帯雨林の生物多様性保全は、緊急を要する人類全体の重要な環境課題である。今、同島にあるマレーシア国立サバ大学熱帯生物学・保全研究所がボルネオ島熱帯雨林の包括的な生物多様性保全に取り組み始めている。これが成功すれば、環境先進国であるコスタリカが INBio を中核機関として展開している生物多様性保全プロジェクトと同様のものをアジア地域において初めて実現させることとなる。このサバ大学熱帯生物学・保全研究所の取り組みを支援すべく、著者が所属する兵庫県立人と自然の博物館は 1997 年 6 月に同大と学術交流協定を締結し、共同で調査研究や環境教育活動、あるいは研究所の標本収蔵保管システムの技術指導などを行ってきた。さらに、本年度からは JICA (国際協力事業団) が「ボルネオ生物多様性および生態系保全プログラム協力」を開始した。本プログラムはサバ大学熱帯生物学・保全研究所やサバ州公園局、野生動物局などのサバ州政府諸機関と連携をはかり、同島の生物多様性解明から生態系保全、サバ州

州民と自然の共生の実現までを支援しようとする大型プロジェクトである。人と自然の博物館も、これまでのサバ大との交流活動の経緯から本プログラム協力を参画することになった。本稿では、包括的な生物多様性保全活動の成功例としてのコスタリカ INBio の概要を紹介し、ボルネオ島でのサバ大学熱帯生物学・保全研究所と兵庫県立人と自然の博物館との共同活動、これから始まるに JICA のプログラム協力の概要を報告したい。

1. コスタリカ INBio の取り組み

中南米にあるコスタリカは、豊かな生物多様性を国の発展の礎と位置づけて先進的な取り組みをしていることで知られている。その取り組みは「生物多様性を保全するためには、それらを持続可能なかたちで利用することが唯一の方法である」という哲学に基づき、INBio (国立生物多様性研究所) を中心とした関係機関が、1) インベントリー、2) 生物多様性情報管理、3) 保全に関わる研究者やレインジャーのトレーニング、4) 自然保護区管理とフィールド・ステーションの整備、5) エコツーリズム等の

環境教育などの事業を行っている。コスタリカの優れた点はこれらのプロジェクトが個々に成果を上げているだけでなく、それらがネットワーク化され、ひとつの保護区内から国家全体にわたって有機的に機能している点である。たとえば、コスタリカの Flag Station とされる La Selba では、宿泊施設、調査フィールド、実験棟などが整備され、植物や昆虫などのインベントリーやモニタリングが計画的に実行されている。また、世界中の大学生や院生を対象とした生物多様性保全研究者養成のための研修コースや、観光客向けのエコツーリズムなども開催されている。こうした調査活動のアシスタントやガイドには地域住民が技官(パラタクソミストなど)として雇用され、地域への経済的還元が行われるようになってきている。さらに、研究施設が地元のコミュニティーセンターとしても機能し、地域住民の環境教育啓蒙や技術習得のための研修施設としても利用されている。コスタリカ全土には、La Selba のようなフィールド・ステーションが 29 箇所あり、そこでの採集品がすべて INBio に集積されてくる。集められた標本は INBio で標本制作、整理、同定されて収蔵庫に保管され、情報とともにデータベースに登録される。データベースはインターネット等を通じて公開され、国家レベルや地域の生物多様性保全施策のための基礎資料や、市民の環境教育活動に活用される。さらに、INBio に保管された標本や情報は図書館のように、世界中の研究者や企業に有料、あるいは無料で貸し出され、多様性生物学研究発展や新薬開発などにも活用されている。まさに、生態系を維持しながら、それを活用して地域の発展を推進する Eco-development を実現しているといえよう。

2. ボルネオ島生物多様性の現状

我が国が位置するアジアには、生物多様性

のホットスポットが多く存在しているが、残念なことに、コスタリカのような生物多様性保全プログラムが行われている地域、国家は存在せず、アジアの生物多様性は消失の危機に直面している。とくに、日本に一番近い、Megadiversity をもつボルネオ島の熱帯雨林は、十分な調査研究がなされないまま、伐採や大規模な焼き畑などで消失、断片化が進んでいる。同島では熱帯雨林の保護区が設けられてはいるが、その多くは面積が 700 から 200km² ほどの孤立した森林である。このサイズの孤立林ではゾウやオランウータンなどの大型動物の生息が困難であることがわかっている。さらに、このまま森林孤立が進めば、植物生態系のキーストン動物である送粉、種子散布、被食防衛に関わる昆虫類の消失も起こり、森林の空洞化を迎えることは明白である。陸上生物の八割を産すると推定されている熱帯雨林だけに、ボルネオ島熱帯雨林での生物多様性の消失はその地域だけにとまらず、地球レベルでの環境問題である。コスタリカで INBio を中心として展開されているような生物多様性保全のためのプログラムをボルネオ島で開始することは、まさに人類全体の緊急課題といえる。

マレーシア国サバ州は同島の北東部に位置し、北海道と同程度の面積を有している。サバ州は同島のなかでは、大面積の森林保護区(クロッカーレンジ、タビン、ダナンバレーなど)が唯一残されている地域であり、スマトラサイやオランウータン、テングザルなどの大型動物や、ラフレッシュなどの貴重植物が生息している。また、東南アジア地域で、これまで人が足を踏み入れたことがない本物の原生林(マリオベイسن)が唯一残されている所でもある。しかし、これら保護区の多くはフィールド・ステーションとしての整備が不十分で、インベントリーやモニタリング調査がほとんど行われていない。このため、科学的な保護区管理体制が確立し

ていないのが現状である。さらに、これらの保護区はオイルパームのプランテーションに囲まれて完全に孤立しており、このままの状況が続けば、早急にその生物多様性が消失することは間違いない。

3. サバ大学熱帯生物学・保全研究所と兵庫県立人と自然の博物館

ボルネオ島・サバ州にあるマレーシア国立サバ大学熱帯生物学・保全研究所は 1) 調査研究部門 2) 標本収集・保管部門(ボルネオ自然史博物館) 3) 生物多様性情報管理部門 4) 環境教育部門からなり、研究施設だけでなく収蔵庫施設や展示室などの博物館施設を有している。研究所所長であるマリアッティ・モハマド教授を中心に、25人ほどのスタッフや院生がボルネオ島の生物多様性の解明から、生物資源やエコツーリズムの開発までに取り組んでおり、同島の統合的な多様性生物学研究センターとして機能することが期待される機関である。しかし、同大学は 1999 年にマレーシア国立大学サバ分校から独立開校したばかりで、研究所のスタッフも若手が多い。このため、その調査研究能力や標本管理、情報管理技術は決して十分とはいえず、INBio のような役割を果たすためには、人材の育成が必要である。マリアッティ所長もこの点を認識しており、研究所の標本収集保管体制を速やかに確立するためと、スタッフの研究能力を向上させるために、1997 年に兵庫県立人と自然の博物館と学术交流協定を締結し、1) ボルネオ島での調査研究活動、2) ボルネオ島での資料・標本収集、3) 展示や環境・普及事業の相互交流、4) ボルネオ自然史博物館部門設立の支援、5) 研究者の相互交流、6) 人材育成(技術研修・学位)の支援等を共同して行っていくことになった。この学术交流協定に基づいて、これまでに 9 回の合同生物相調査を行い、4000

点を越える動植物標本の収集保管、24 本の論文・報告書の発表、5 本のビデオ制作、2 回のフォーラム開催などの成果を上げることができた。また、兵庫県の小中高生がダナンバレーの熱帯雨林を体験するエコツーリズム「ボルネオジャングルスクール」の 4 回の実施や、淡路島で開催された「ジャパンフローラ 2000」において、ラフレシアなどボルネオ島の貴重な生物標本を展示した熱帯雨林館を制作し、500 万人をこえる来館者に熱帯雨林保全の重要性をアピールするなど、環境教育活動においても大きな成果を上げてきた。さらには、マリアッティ所長をはじめ研究所スタッフを博物館に招聘し、博物館活動や分類・同定技術などの研修にも取り組んできた。そして、2001 年末には昆虫、植物、液浸、はく製収蔵庫や展示室を有するサバ大学熱帯生物学・保全研究所の施設が完成し、両機関の 5 年間に渡る学術交流活動の成果が一つの形として結実した。

4. ボルネオ島の生物多様性保全を実現するために

2002 年度から、JICA(国際協力事業団)がサバ州で「ボルネオ生物多様性および生態系保全プログラム協力」を開始することになった。本プログラムはサバ大学熱帯生物学・保全研究所、サバ州公園局、野生動物局、科学技術局などと連携して、1) 生物多様性研究センター機能の確立と調査研究・教育能力の向上、2) フィールドセンター整備と保護区管理能力の向上、3) ワイルドライフ・マネージメント能力の向上、4) 生物多様性保全啓蒙のための環境教育活動を支援する事業である。まさに、コストリカで行われているような統合的で有機的な保全と利用のシステムを作り出し、アジア地域で初めて Eco-development の実現を目指す取り組みである。本事業の開始には、サバ大学と人博との交流活動が一つの切掛けになってお

り、河合雅雄館長が国内支援委員会委員長を務めるなど、人博も本プログラム協力に参画することになった。著者も本年度4月から長期専門家としてサバ大学熱帯生物学・保全研究所に赴任し、調査研究・教育能力向上や博物館活動支援に取り組む予定である。同研究所が核となってコスタリカでのINBioにあたる機関の確立に微力ながらも貢献できればと願っている。

おわりに

著者は、昨年度8月に環境省が生物多様性情報データベース開発に関する国際プロジェクトの動向を探るため、英国に派遣した視察団の一員となる機会を得た。視察で訪れた英国自然史博物館では、エイジェンシー化してから資金的にも人力的にも非常に厳しい状況にあり、これ以上、新しい標本の収集・保管を行うことが困難になっていると聞かされた。英国自然

史博物館は2,800万点を越える昆虫標本を保管し、世界中で一番多くのタイプ標本を収集してきた生物多様性のワールドセンター機関である。この博物館が、これからは海外の調査で収集した標本は研究が終われば、タイプ標本も含めてすべて現地へ返還することに方針を変更したことは大きな驚きであった。博物館も一点集中の巨艦主義から、地域ごとの分散ネットワーク型に変革の時期を迎えている。残念ながら、アジア地域には英国自然史博物館からタイプ標本を返還されても、それを人類の資産として永続的に保管していける自然史博物館はほとんどない。サバ大学熱帯生物学・保全研究所と兵庫県立人と自然の博物館の取り組みや、JICAのプログラム協力の取り組みは、アジア各地に生物多様性研究センターとなる自然史博物館の設立と、そのネットワーク構築という人類社会のもう一つの課題においても重い責務を有していると言えよう。

◆ *Tropical Ecology Letters* は、日本熱帯生態学会のニューズレターとして年四回刊行されています。熱帯に関連した観察または事実を含む速報、新しい学術概念や情報の開設と議論やそれらに対する意見、学会関連分野のニュース、新着や論文の紹介と批評、及び学会記事等を掲載しています。フロッピー原稿での投稿を随時受け付けておりますので、奮ってお書きください。

ボルネオ島のコウモリ類

安間 繁樹 (JICA海外派遣専門家)

熱帯林に最も適応した動物群

コウモリは空中を飛ぶことができる唯一の哺乳類である。飛翔は翼状になった前足で行うのであるが、それはムササビやモモンガ、ヒョケザルが行う滑空とはまったく違うものである。コウモリは「翼手目」という群にまとめられているが、文字どおり翼状の手をした動物の意味で、コウモリの特徴を的確に表現している。

世界の哺乳類をみると、リスやネズミ、ヤマアラシなど齧歯類が全体の40%以上を占め、目レベルでみれば最も発展したグループである。特に温帯以北ではこの傾向が顕著である。ところが、熱帯林ではコウモリがこの位置を占めている。たとえばボルネオ島では全哺乳類 223 種のうち翼手目が 92 種、全体の 41.3%を占める。一方、齧歯目は 62 種、27.8%である。マレーシア半島部では 208 種のうちコウモリが 87 種、41.8%。齧歯目が 56 種、26.9%である。旧北区の要素が加わってくるタイでも 251 種のうちコウモリが 92 種、36.7%。齧歯目が 70 種、27.9%と、いずれも全哺乳類に占めるコウモリの比率が齧歯類を大きく上回っている。このことから、コウモリは熱帯林に最も適応した哺乳類であると言えることができるだろう。

翼手目の分類

翼手目はしばしば2つの亜目に大別される。

大翼手亜目はフルーツコウモリの仲間で、果実や果汁、花粉などを食物としている。オオコウモリ科ただ1科からなり、熱帯アジアを中心に分布し、日本では琉球列島に分布するクビワオオコウモリ、小笠原諸島のオガサワラオオコウモリ、すでに絶滅したと考えられるオキナワオオコウモリがこれに含まれる。オオコウモリ科は名前が示すように大形の種類を含み、ジャワオオコウモリのように両翼を広げると1mを超すもの

ある。ジャワオオコウモリは前腕長 177～200mm、体重 565～1,100g のボルネオ島最大のコウモリである。しかし、オオコウモリ科でも大きさは実にさまざま、ホシバナフルーツコウモリやヒメフルーツコウモリのように両翼を広げても 15cm 程度の小形種も多い。ボルネオ島からは 17 種が記録されている。

オオコウモリ科は、ローゼットコウモリ属を除いて超音波器官がない。方向探知は視覚と嗅覚によって行われる。そのため目が大きく発達しており、一見、子犬のような愛らしい顔つきをしている。第1指に爪があることはコウモリ全体に共通しているが、オオコウモリ科は第2指にも爪を持っている。ただし、ダウンオオコウモリ属にはない。オオコウモリ科のよく発達した爪は、採食のために枝から枝を渡り歩く際に有効に使われる。

小翼手亜目はオオコウモリ科以外のすべてのコウモリで、南極大陸を除くすべての生物地理区に分布し、多くは昆虫食である。もちろん目はあるが一般に小さく、通常は鼻や口から超音波を発し、その反射音で方向探知をする。鼻の形が特殊化していて、なじみにくい人が多いのはこのためであろう。この方向探知はエコーケーションと呼ばれるが、飛行機がもつレーダーシステムと同じ仕組みだと理解すれば良いだろう。ほとんどが小形種で、ボルネオ島からは 7 科 75 種が知られている。以下はボルネオ島において記録されている小形コウモリについてである。

サシコウモリ科は 5 種が記録されている。尾が腿間膜の半ばから背面に突き出ているのが特徴である。

コアラクウモリ科はただ 1 種から成る。大きな鼻が特徴で、また、大きな両耳は頭の上で繋がっており、反り返った細長い耳珠を持つ。尾



写真 上:採餌への出発。夕方 6 時。洞穴から採餌に出発するコウモリの群れ。**中:**コイヌカオフルーツコウモリ。植生を選ばず、もっとも普通に見られる植物食のコウモリ。**下:**3. シタナガフルーツコウモリ。特に花びらや花粉などを食べるため、ホソバマヤブシキなどの受粉に役立つといわれる。

はないが、腿間膜は大きく発達している。

ミジコウモリ科の 1 種のみである。尾が長く、先端は T 字型になっている。耳も腿間膜も大きく発達している。

キクガシラコウモリ科は 1 属 10 種がある。馬蹄形の鼻を持ち、耳には迎珠があるが耳珠はない。

カグラコウモリ科は 2 属 12 種が記録されている。大きな円盤状の鼻が特徴で、耳には迎珠があるが耳珠はない。

ヒナコウモリ科はヒナコウモリ亜科、テングコウモリ亜科、ウーリーコウモリ亜科、ユビナガコウモリ亜科の 4 亜科を含み、25 種が記録されている。種の判別が難しいものが多いが、共通して良く発達した尾と腿間膜を持つ。

オヒキコウモリ科は 3 種がいる。尾が長く、腿間膜から突出している。

さまざまな休息場

コウモリは熱帯林に最も適応した哺乳類であると言ったが、それは低地混交フタバガキ林、一般に言われる熱帯多雨林の樹高 50m、場所によっては 70m を超える立体構造と大いに関係している。熱帯多雨林がさまざまなねぐらを提供し、それに対応した種が生活しているのである。

高木の木のうろにはハダカオヒキコウモリ、木の割れ目や倒木のうろにはサシオコウモリ、林内のさまざまな空間にいろいろなコウモリが潜んでいる。枯れたウツボカズラ内で見つかった種類もある

シダ類やランなどの着生植物には、植物食コウモリであるホシバネフルーツコウモリが休息する。また、小枝や葉がうっそうと繁る場所にはコイヌカオフルーツコウモリなどが潜んでいる。このコウモリは植生を選ばず、マングローブから山地林に至るボルネオ島各地に最もふつうの種類であるが、休息も廃屋やバナナの茂み、やぶ、洞の入口とさまざまである。竹をねぐらとするコウモリもある。ユビトコウモリは、もっぱら枯れた竹を利用し、数頭から 10 数頭前後の小群をつくっている。タケコウモリやオオタケコウモリは生きた竹のみを利用する。小さなコウモ

りで、竹の太さは関係ないが、前者は入口が幅3mm、後者は幅5mmの割れ目(長さも15mmあれば十分)にしか進入せず、そのため頭が極端に平たくなっている。入口は昆虫によってつくられたものである。割れたりして大きな穴がある生きた竹には、パピロスウリーコウモリというきれいなコウモリが入っていることがある。

ジャワオオコウモリはマングローブやニッパ林後方の汽水林、あるいは川沿いの高木にコロニーをつくるが、3,000頭もの巨大なコウモリが吊り下がる光景は壮観で、特に夕方一斉に採餌に出かけるときは、空が真っ黒くなるほどである。大きな河川の大きな支流1本に1つくらいの割合でコロニーを見かけるが、恒常的なコロニーではないらしく、季節移動をしているようである。

山小屋や廃屋にはダヤクカグラコウモリやアラコウモリが小群で棲みついたりする。

人家の天井にはブライズレムコウモリやアブラコウモリ、ハウスコウモリが棲みつくことがある。ブライズレムコウモリは白い翼をもった中形の大変きれいなコウモリである。特に庁舎など木造大形家屋の天井に大きなコロニーを作って生活する。自然林では、ホウガンヒルギの樹洞に数個体から10頭ほどの小群で生活する。ホウガンヒルギはマングローブを構成する一樹種で、十分に成長すると、幹や枝の内部が空洞になる。同属のクロヒゲツムコウモリは特に明るい場所をねぐらに選ぶようで、市街地のビルの使用されていない外階段の天井や側壁に数100から1,000頭からなるコロニーを作る。大通りから見えるような所である。自然環境では、海岸の岩の割れ目、岩礁の割れ目やすき間で休息する。海が荒れるときには潮をかぶるようなところである。

ねぐらの代表が隆起珊瑚礁地帯に発達する鍾乳洞である。ボルネオ産コウモリでは、約30種が常時洞穴をねぐらに利用している。サバ州のゴマントン洞、サラワク州のムル洞やニア洞、カリマンタン州のいたるところにある大鍾乳洞には通常1つの洞に5種から15種ものコウモリが棲んでいる。

入口付近の洞外と変わらない明るいひさしや

壁にはサシコウモリがいる。目がかなり効き、そーと近づいても逃げられてしまうことがしばしばである。止まる場所は決まって斜めになった壁の下面で、足で吊り下がり同時に翼の親指で壁につかまる。この姿勢はサシコウモリ科だけに見られるもので、ほかのコウモリは後足で吊り下がるだけの姿勢である。

鍾乳洞の少し奥に入ったまだ十分に明るいところでは植物食コウモリであるダウンオオコウモリが体を寄せ合って大群をつくっている。ライトを当てると、昆虫食のものと異なり、反射で目がオレンジ色に見える。グアノ(堆積したフン)とは違う独特のおいがあり、どの個体にもコウモリバエがたくさん寄生している。このあたりではルーカスコバナフルーツコウモリやコイスカオフルーツコウモリも休息している。いずれも植物食の種類である。

鍾乳洞を奥に入り、ライトなしでは1歩も進めないような暗いところには、ボルネオキクガシラコウモリやユミガタキクガシラコウモリを始めとするキクガシラコウモリ属、グールドカグラコウモリやハチマキカグラコウモリなどカグラコウモリ属、ホオヒゲコウモリ、ユビナガコウモリ、アブラコウモリ、オヒキコウモリなどが休息している。洞穴の浅い部分から奥へ向かっての種によるすみ分けや、同じ天井でも平らな部分と窪みなど、やはり種や属によるすみ分けが観察される。

天井の特に大きな窪みなどに何百頭が寄り添ってコロニーをつくるものには、キクガシラコウモリやユビナガコウモリなどが含まれるが、固体同士が密着しているので真っ黒く盛り上がって見える。キクガシラコウモリは保育集団をつくり、採餌の際には母親は子どもを残し自分だけで出かける。ほかのほとんどのコウモリは、子どもを腹に抱えて採餌に出かける。

カグラコウモリの仲間は、斜めになった壁の下面や支洞にもコロニーをつくる。個体同士は密着することなく数10cmの間隔で離れているが、全体として大きなコロニーを維持している。

ボルネオ島に広く分布し、鍾乳洞をねぐらとして利用する種類にはボルネオキクガシラコウモリ、グールドカグラコウモリ、ハチマキカグラコウモリがある。これらに加え、東カリマンタン

北部からサバ州ではクレークキクガシラコウモリ、フィリピンキクガシラコウモリ、ユビナガコウモリ、オーストラリアユビナガコウモリも、ほとんどの鍾乳洞で確認されている。同じ洞穴性コウモリでもダスキーカグラコウモリ、フタイロカグラコウモリ、ヒナカグラコウモリ、サバカグラコウモリ、マラヤオナシカグラコウモリはほとんど見る機会がない。

異なる採餌空間

熱帯林はねぐらと同様、さまざまな採餌空間を生み出している。しかし、あらゆる空間をくまなく利用する種類はない。それぞれのコウモリによく利用する空間があり、それに対応して翼の形に変異があり、飛び方にもグループごとの特徴がある。鳥類でも同様なことが言えるのであろうが、目的によって飛行機の翼の形が違うのと似ている。

ユビナガコウモリ属やオヒキコウモリ属の仲間は森林のはるか上空で採餌する。ツバメのような細くて長い翼をもち直線的に飛ぶ。サンシオコウモリの仲間も同じような広い採餌空間を持っている。オヒキコウモリは川の水面近くにも来るようで、川面に張ったカスミ網にかかることがある。オオアシホオヒゲコウモリの仲間は水面をヒラヒラ飛びながら、がんじょうな爪で小魚を捕らえることがある。

キクガシラコウモリ属やカグラコウモリ属は森林内の中層から下層部分をおもな採餌空間としている。この仲間の翼は比較的短いが幅があり、それによってヒラヒラ、ヒラヒラと飛ぶことが出来る。ウーリーコウモリは、さらに木が密生した林床近くをゆっくりと飛び、森林から出ることはほとんどない。

コウモリの動きを知るためには、「コウモリ探知機＝バットディテクター」を利用するとよい。超音波をヒトが聞こえる波長に変える装置である。

写真〔上から〕 1. サンシオコウモリ。昆虫食であるが、視覚もかなり良い。足で吊り下がるだけでなく、翼で体を支える止まり方が特徴。2. ヒナカグラコウモリ。洞穴性コウモリであるが、個体数は多くない。



昆虫食。3. パピロスウーリーコウモリ。ふんわりとした体毛に包まれた昆虫食コウモリ。竹の中などに潜む。4. ハダカオヒキコウモリ。昆虫食コウモリでは最大級の大きさで、高木の空洞に群れて潜む。

真っ暗な森林でもコウモリの到来を感知できるし、移動のための飛行かエサを探しているのかも知ることができる。経験を積むと、どの仲間かも知れる。それぞれに特徴的な発信パターンがあるからである。

ワシやタカの仲間には、電柱や木に止まり獲物を待つ種類があるが、コウモリにも同様の待ち伏せを行う種類がある。私が確認したのはダヤクカグラコウモリとハチマキカグラコウモリであったが、これはバットディテクターで受信したヒヒヒヒ、ヒヒヒヒという音を頼りに探した結果である。森林内の地上 2~5m の高さにある細い枝に吊り下がり、頭を左右に振りながら発信するのである。ときどき枝を離れて急降下しては、また、フワリと枝に戻る。移動する際は落下するように枝を離れて、ひらひらと飛び去るが、そのときはヒューン、ヒューン、ヒューンと明らかに違った音を出す。

コウモリの採集にはミストネット(かすみ網)やハーブトラップを通り道に張る方法、鍾乳洞などで捕虫網を使ったり、釣竿にさびき針をつけて橋の上から釣る方法などもある。しかし、いずれも極端に効率が悪く、なかなか研究成果が上がらないのが現状である。ボルネオ島のコウモリに関しては、研究が進めば新種、新分布の記録がさらに加わることだろう。

ボルネオ島マレーシア領で研究を進めるにあたっての手続き

最近、ボルネオ島での動植物の研究を志す日本からの学生が増加している。ここに東マレーシア(マレーシア国のサバ・サラワク)で研究を行うにあたっての手続きを示す。

1. まず、共同研究者(カウンターパート)を探す。地元の大学、森林局、野生生物局、公園局、博物館のうち、特に自分の研究と関係があると思われる所を訪ねて、

適任者を紹介してもらおう。書類上の共同研究者であり、実際は自分一人で研究を進めることがほとんどであるが、論文発表では共著者として連名にしなければならないことも多い。

2. 書類をそろえてマレーシア国のEPU (Economic Planning Unit・クアラランブール)に申請する。

フォームは以下のサイトからダウンロード出来る。

「<http://www.epu.jpm.my/Research.html>」

これに申請に必要な書類が出ている。

基本的には、①EPU への申請書。②カウンターパートからのレター。③指導教官からのレター(推薦と、研究費として年あたりいくら拠出するかを記載)。④調査計画書(目的・方法・予想される成果など)である。

3. EPU からレターが届くので(数ヶ月から半年かかるので、時々、問い合わせるとよい)、それを持って EPU へ行き、許可証を受ける。同時に出入国管理局(イミグレーション)への申請書類も受け取る。
4. 自分の研究地が位置する州の出入国管理局(サバ・コタキナバル、サラワク・クチン)へ行き、手続きをする。それにより1年間の滞在、1年間の出入り自由の許可がおりる。出入国管理局へ出向く前に、共同研究者に EPU から許可が下りた旨を報告し、その後の手続きをうかがうと良い。(大学や局により独自の許可証や紹介状を用意することがある)。

研究の遂行にあたって、共同研究者の所属先が特別に便宜をはかったり協力してくれることはないので、移動手段、宿舎、人夫の雇用など、基本的にはすべてを自分で行うことになる。

タイ南部の荒廃泥炭低湿地における *Melaleuca cajuputi* の重要性

富田瑞樹 (東北大学大学院農学研究科)

Importance of *Melaleuca cajuputi* in degraded peat swamps, south Thailand
Mizuki TOMITA, Tohoku University

はじめに

国際連合食料農業機関は、1990～2000 年の間に、熱帯域の森林が毎年 $14.2 \times 10^4 \text{ km}^2/\text{yr}$ という速度で減少し(北海道の1.7倍)、自然拡大や植林による増加速度 $1.9 \times 10^4 \text{ km}^2/\text{yr}$ を大きく上回ったことを報告している(FAO 2001)。この森林面積の激減を引き起こしている主要因のひとつが、農地利用のための開墾であるとされる(Turner & Corlett 1996)。

東南アジアでは、未開発の森林の約5～8%に相当する $19.9 \sim 32.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ を泥炭低湿地林が占め、スマトラ島、マレー半島、カリマンタン島、ミンダナオ島、ニューギニア島西部などの沿岸平野に分布が認められる(Riley et al. 1996, Whitmore 1998)。人間に過酷な環境ゆえに、長い間開発が及ばなかった泥炭低湿地林ではあるが、1997 年の大森林火災に象徴されるように、近年その変容は凄まじい。タイ南部では、泥炭低湿地林の大部分が農地開発のために失われ、不適切な管理により荒廃し、そして放棄されているのが現状である。筆者らは、このような荒廃地を修復するとともに、地域の生態系と社会の特質を評価し、自然環境と調和した生産活動を展開するための学際的プロジェクト(創成的基礎研究: 東アジアにおける地域の環境に調和した持続的的生物生産技術開発のための基盤研究、09NP0901)に参加する機会を得た。本稿では、鈴木邦雄(横浜国立大学)、原慶太郎(東京情報大学)と平吹喜彦(宮城教育大学)の各氏とともに現地調査

研究を行ってきた、タイ南端ナラチワ県(図 1)の荒廃泥炭低湿地における植生の回復状況、およびそこに優占する樹木である *Melaleuca cajuputi* Powell について紹介したい。

本報告をまとめるに当たり、平吹喜彦先生から全面的なアドバイスを受けました。特に記してお感謝を申し上げます。

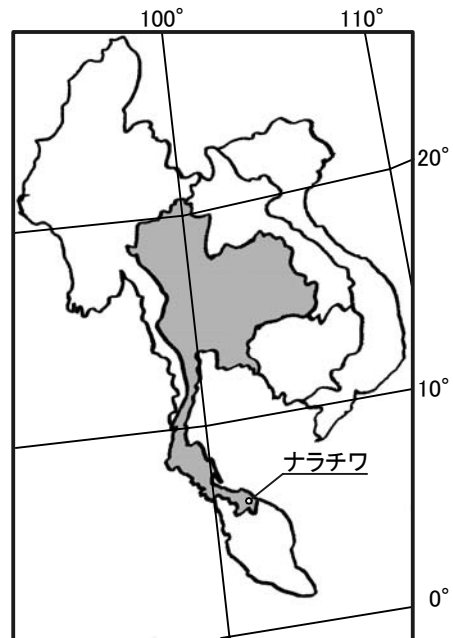


図 1. 調査地の位置. 塗りつぶし部分はタイを示す.

熱帯泥炭低湿地林の形成

タイ南部のマレー半島東岸平野域には、海岸線と平行して泥炭低湿地と浜堤が交互に出

現する特異な地形が認められる。この縞状構造は、最終氷期後の温暖化による海進と、その後3度にわたる海水準停滞期を含む海退とによって形成されたと考えられている。海流や河川によって運搬された土砂が堆積してできた浜堤と浜堤の間は低湿地となって、嫌気的な条件下で植物遺体が蓄積し、淡水化が進む過程で、この立地に成立した植生が泥炭低湿地林である(Vijarsorn 1996)。

原生泥炭低湿地林(図4)に関する調査は極めて立ち後れているが、Sirindhorn Research and Nature Study Center(1997)では、470種以上の植物の生育と、62種の哺乳類、196種の鳥類、50種の爬虫類、17種の両生類の生息を記録しており、固有種・新種の発見が続く中、非常にユニークな生物相の存在が浮かび上がってきた。植物種の中には食用となる *Eleiodoxa conferta*, *Metroxilon sagus*, *Thelypteris* spp. や、薬用となる *Croton caudatus*, *Darbelgia parviflora*、経済植物である *Calophyllum* spp., *Ganua motleyana*, *Cyrtostachys renda* など含まれる。また、この「水に浮かぶ」(鈴木 1997)原生泥炭低湿地林は、生物と無機的环境が絶妙なバランスを保つタイトで、脆弱な生態系であることも判明してきた。泥炭層の下にはパイライト(FeS_2)などの硫化鉄鉱物を多量に含む海成粘土が堆積し、酸性、貧栄養、嫌気的な淡水が泥炭層を満たしている(Riley et al. 1996, Vijarsorn 1996)。

熱帯泥炭低湿地林の消失

現在、目にすることのできる原生泥炭低湿地林は、タイ王立森林局が管理するSirindhorn Research and Nature Study Centerの保護コア地域など、沿岸平野域のごく一部に限られる。1960年代以降、ナラチワ県では多くの経済開発事業が実施され、特に農業開発・入植事業、灌漑整備事業などの大規模プロジェクトが推進されてきた(鈴木ほか 2002)。農地開発のために樹木が伐採され、さらに網目状に張り巡らされた水路によって排水が行われると(図2)、好気的条件下に曝されるようになった泥炭層は急速に崩壊・分解し、ついに

は基底の海成粘土が現れて、強酸性の硫酸塩土壌が露出するだけの裸地となった。また、もともと農耕には適さない立地であるがゆえに作物は育たず、開墾地の多くは放棄され、ブッシュ状の荒廃地となった(図3)。しばしば発生する野火も、泥炭層の消失と荒廃化に拍車をかけている。このような荒廃泥炭低湿地で繁茂する先駆的樹木が *M. cajuputi* である。

荒廃泥炭低湿地の植生と *M. cajuputi* の特性

原生泥炭低湿地林の自立的更新に関わって、ギャップを修復している樹種は *Macaranga pruinosa* に代表される先駆種である(Suzuki & Hara 1995)。しかし、大規模な皆伐や野火を被った攪乱地では *M. cajuputi* が優占し、*Blechnum indicum*, *Lepironia articulata*, *Scleria sumatrensis*, *Stenochlaena palustris*, *Lygodium microphyllum* といったシダ・単子葉植物の混生する二次植生が形成される(Suzuki & Niyomdham 1992, Suzuki & Hara 1995, Tomita et al. 2000)。

M. cajuputi には、こうした攪乱に対して有利に働くと考えられる生活史戦略を、いくつか見出すことができる。① *M. cajuputi* の果実は木質で、高温や乾燥に出会って始めて裂開し、保存していた種子がまとめて散布される。② 種子は長軸 1.0mm、短軸 0.3mm、重さが 0.03mg(すべて風乾状態で計測)と非常に微細であるため、風によって遠離地まで散布される。③ 種子は停滞水中に置かれたり、高温に曝されても発芽能力を失わない(Sasaki et al. 1995)。④ 樹体は薄い紙質の樹皮によって幾重にも被われ、高熱・乾燥・過湿から保護されている。⑤ 地下部が焼け残った場合は、根萌芽により再生する。⑥ 発芽後の個体は旺盛な成長を示し、特に乾季よりも雨季に成長量が増加する(Sasaki et al. 1995, Hirabuki et al. 1998, Yamanoshita et al. 2001)。⑦ 発芽後2年ほどで開花し、種子を生産し始める(Tomita et al. 2000)、といった特性がそれである。そしてまた、*M. cajuputi* 実生の生存・成長には、1cmオーダーの地表の起伏と水位の変動が強く影響していることも明らかとなってきた(Hirabuki et al. 1998)。



図2. 大規模排水用水路。(a)排水路設置のために伐採された二次林と排水路。(b)水位調節のための水門。



図3. 農地利用後放棄された荒廃地。

今後の展望

プロジェクトの成果のひとつは、荒廃泥炭低湿地の修復や持続的利用、熱帯泥炭低湿地林という特異な環境と調和した生態系の復元に向けて、適応的な生活史特性を有する *M. cajuputi* を活用する道筋が開けてきたことである。実際のところ、タイ南部では天然更新した *M. cajuputi* が燃料や建築材、薬用植物として

利用されており、メコンデルタではアグロフォレストリーの主役を演じるまでになっている (Maltby et al. 1996)。上述した期待が現実となる可能性は高い。

そのためには今後、*M. cajuputi* の種子散布や個体群動態、地上部・地下部の成長様式といった種特性、他の植物種との生物間相互作用、土壌・水環境に及ぼす影響といった基礎データを集積するとともに、試験区を設置して具体的な管理体系を構築してゆくことが急務であろう。また、現地の人々のライフスタイルを尊重し、社会経済学的観点から評価を下すことも不可欠となるに違いない。確かに、すぐにも荒廃地に本種を導入し、林分を成立させることはさほど難しいことではない。しかし、そのことが新たな環境劣化、社会基盤の破壊を招くことがないように、現地と共同して、さらなる検討を怠ってはならないと考える。

引用文献

- Hirabuki, Y., Tomita, M. & Suzuki, K. (1998) Seedling establishment of *Melaleuca cajuputi* after a fire: fine-scale analysis at a degraded peat swamp. Abstract of the International Seminar entitled "The Development of Sustainable Biological Production Technologies in the Problem Soils in Southeast Asia," 25-26. Narathiwat, Thailand.
- FAO. (2001) State of the World's Forests 2001. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Maltby, E., Burbridge, P. & Fraser, A. (1996) Peat and acid sulphate soils: a case study from Vietnam. In: Maltby, E., Immirzi, C. P. & Safford, R. J. (eds.). Tropical Lowland Peatlands of Southeast Asia, 187-197. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.
- Rieley, J. O., Ahmad-Shah, A. A. & Brady, M. A. (1996) The extent and nature of tropical peat swamps. In: Maltby, E., Immirzi, C. P. & Safford, R. J. (eds.). Tropical Lowland Peatlands of Southeast Asia, 17-53. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.
- Sasaki, S., Yagi, H., Yamanoshita, T., Masumori, M., Kojima, K., Tange, T., Nuyim, T. & Niyomdham, C.

(1995) Reforestation trial of degraded peat swamp forests and sand dune in Narathiwat, Thailand. In: Vijarsorn, P., Suzuki, K., Kyuma, K., Wada, E., Nagano, T. & Takai, Y. (eds.). A Tropical Swamp Forest Ecosystem and Its Greenhouse Gas Emission, 17-24. Tokyo University of Agriculture, Tokyo.

Sirindhorn Research and Nature Study Center (1997) The nature study trail guide book "Peat swamp forest." Su-Ngai Ko-Lok District, Narathiwat Province, Thailand.

鈴木邦雄 (1997) 水に浮かぶ森 消える熱帯アジアの泥炭湿地林. 信山社.

Suzuki, K. & Niyomdham, C. (1992) Phytosociological studies on tropical peat swamps. 1. Classification of vegetation at Narathiwat, Thailand. *Tropics*, 2. 49-65.

Suzuki, K. & Hara, K. (1995) Ecological rehabilitation of the tropical swamp forests. In: Vijarsorn, P., Suzuki, K., Kyuma, K., Wada, E., Nagano, T. & Takai, Y. (eds.). A Tropical Swamp Forest Ecosystem and Its Greenhouse Gas Emission, 17-24. Tokyo University of Agriculture, Tokyo.

鈴木邦雄・原慶太郎・平吹喜彦・富田瑞樹・荒木祐二 (2002) タイ沿岸低地の民族生物学的研究1. ナラチ

ワ地区農村生態系の有用植物資源. 第49回日本生態学会講演要旨集. M309.

Tomita, M., Hirabuki, Y., Suzuki, K., Hara, K., Kaita, N. & Araki, Y. (2000) Drastic recovery of *Melaleuca*-dominant scrub after a severe wild fire: a three-year period study in a degraded peat swamp, Thailand. *Eco-Habitat*, 7. 81-87.

Turner, I. M. & Corlett, R. T. (1996) The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends in Ecology and Evolution*, 11. 330-333.

Vijarsorn, P. (1996) Peatlands in Southeast Asia: a regional perspective. In: Maltby, E., Immerzi, C. P. & Safford, R. J. (eds.). *Tropical Lowland Peatlands of Southeast Asia*, 75-96. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

Whitmore, T.C. (1998) An introduction to tropical rain forests second edition. Oxford university press. New York.

Yamanoshita, T., Nuyim, T., Masumori, M., Tange, T., Kojima, K., Yagi, H. & Sasaki, S. (2001) Growth response of *Melaleuca cajuputi* to flooding in a tropical peat swamp. *Journal of Forest research*, 6. 217-219.



図2. 原生泥炭湿地林. (a)林冠上方からギャップを撮影したもの. (b)林床の様子. 手前部分に滞水面が確認できる.