

*Tropical Ecology Letters*

日本熱帯生態学会 Japan Society of Tropical Ecology Feb. 20 1996

C/Nバランス仮説に基づく共生・  
生態系の機能・生物多様性の理解 (2)

京都大学生態学研究センター 安部琢哉

How to understand symbiosis, ecosystem function and biodiversity based on C/N balance hypothesis (2). Takuya ABE (Center for Ecological Research, Kyoto University)

シロアリ-微生物共生系における  
C/Nバランス

細胞壁は陸上植物がC/Nバランスの解決策として作りだしたものであるとの観点を前号で述べた(もちろん細胞壁が他の機能を果たすことを否定するつもりはない)。この細胞壁を多量に含む材などをシロアリは主要な餌としている。材は窒素含有量が0.1%以下で、C/Nが70~500にもなる。ところがシロアリは乾燥重量にして10%程度の窒素を含み、C/Nが4~12である。シロアリはC/N比におけるアンバランスを2つの方法で解決することが可能である。一つは多量の材を食べ、炭素を呼吸や糞の形で多量に排出して、窒素濃度を高める方法であり、他の一つは窒素を新たに獲得する方法である。食材性のシロアリを飼育してみると、排出される糞の量は取り立てて多いものではないことが分かる。

前号でも述べたように、シロアリは空気からの窒素も得る。1970年代にシロアリの消化管から空中窒素固定細菌が発見された。さらに窒素の同位体を用いて、空中窒素が細菌を経てシロアリに取り込まれることも1980年代に明らかとなった。問題は空中窒素固定細菌のシロアリへの貢献度である。アセチレ

ン還元法で窒素固定細菌の活性を調べる研究が数多くなされ、キノコシロアリを除いて、ほとんどすべてのシロアリが窒素固定細菌を多少とももつことが分かってきた。ところが、その活性は実験条件によって大きく変化する。そのためにシロアリの体の窒素の何%が空中窒素起源かはよく分からなかった。

京都大学生態学研究センターの陀安一郎さんは和田英太郎さんから窒素の安定同位体分析のテクニックを学んで、生きている木の枯枝に営巣し、その材を食べるコウシュンシロアリの窒素固定能を調べた。このシロアリではコロニーが大きくなると、巣が壊れてしまう。従って材を効率よく利用する必要があるだろう。そのために空中窒素を多量に得ているのに違いないと考えたのである。この予想は当たった。シロアリの体の窒素の30~60%以上が空中窒素起源であった。1994年のことである。

その後、材を食べるシロアリにも窒素固定活性の高くないものもおれば、熱帯のシロアリの中で主流派である土を食べるシロアリなどは窒素固定活性が低いことも分かってきた。空中窒素固定には多量のATPが必要であり、空気呼吸が望まれる。ところが空中窒素固定過程に関与する酵素は嫌気的条件を要求する。この2つを

両立させるのは容易でない。空中窒素固定は割高で面倒なのである。土はC/Nが10~20と低く、相対的に窒素濃度が高いだけでなく、逆に炭素不足の可能性もある。

### 分子生態学の可能性

細胞壁の利用にはもう一つハードルがある。その主成分であるセルロース、ヘミセルロースのリグニンの分解である。イエシロアリやヤマトシロアリなどの下等シロアリの消化管には原生動物が共生しており、それらがセルロースの分解をしている。ところが消化管内に共生原生動物をもつ下等シロアリは、現存するシロアリおよそ2300種の25%を占めるに過ぎない。残りの高等シロアリは、共生原生動物を持たず、自分でセルラーゼを作る。

実は下等シロアリも自分でもセルラーゼを作る。京都大学の井上徹志さんはヤマトシロアリが唾液線と中腸でセルロースやヘミセルロースを分解する酵素を作り、中腸でセルロースをグルコースにまで分解することを明らかにした。それでも下等シロアリが原生動物を必要とするのは何故か。これが問題である。不思議なことにシロアリはセルロースをグルコース、さらにピルビン酸に分解することが出来ても、ピルビン酸をアセチルC<sub>o</sub>Aに変える酵素を持たないために、ピルビン酸をTCA回路に回せない。他方でシロアリは原生動物によるセルロースの代謝産物である酢酸をアセチルC<sub>o</sub>Aを経由してTCA回路にまわすことができる。下等シロアリが自分でもセルラーゼを作れるのに、原生動物を追放できない理由の一つはここにある。しかし動物がごく普通に持つ、ピルビン酸をアセチルC<sub>o</sub>Aに変える酵素をシロアリはどうして作れないのか、あるいは作らないのか？ 今後の研究に待たねばならないが、窒素固定バクテリアの存在が関与している可能性が高い。

蚕糸昆虫農業技術研究所の渡辺裕文さんはシロアリの作りだすセルラーゼをコードするDNAの解析を進めつつある。このDNAによる系統解析と、シロアリのミトコンドリアのRNAを用いた系統解析を合わせて検討することによって、シロアリの進化に全く新しい観点がでてくるこ

とも期待できる。このような研究はバクテリアでは急速に進んでいるが、高等動物では聞いたことがない。セルラーゼをコードするDNAは原生動物からきたとか、動物はこのようなDNAを実はかなり普遍的にもっているといったことが分かってくるであろう。ただ少し悲観的なことも言えば、細胞壁の利用において本当に問題なのは、セルロースの分解ではなくて、それと結合しているリグニンの処理かもしれない。この研究には時間がかかりそうである。

ここに述べてきたような研究は、消化管内における代謝マップの作成を必要とする生理学的研究である。しかし、反応の過程には種間の相互作用が関与しており、このような研究は分子生態学の一分野と位置付けられよう。

### シロアリー微生物共生系の進化

シロアリの最も古い化石はおよそ1億2千万年前（白亜紀）のものである。これは下等シロアリに含まれる。下等シロアリの化石は新生代第3紀から多く見つかるが、消化管に原生動物を持たない高等シロアリの化石は第4紀のものしかない。まだ確定的なことはいえないが、高等シロアリの適応放散は第4紀に生じた可能性が高い。第3紀の後半や第4紀は乾燥化の進んだ時代である。想像をたくましくすれば、現在優勢な高等シロアリは森林ではなくてサバンナや草原などの乾燥地で進化し、その後森林に再侵入したという、まだ誰も考えたこともない、面白い仮説を立てうる。

アフリカ、東南アジア、アメリカでは熱帯林もサバンナも高等シロアリで占められる。ところがオーストラリアの北東部には Gondwana 大陸時代から続く熱帯雨林が残っており、そこに分布するシロアリの大部分は下等シロアリである。面白いことに、この森林に隣接するサバンナは高等シロアリで占められる。これは上に述べた仮説を支持しているかのように見える。シロアリの分子系統に年代を加えることが出来れば、この仮説をある程度まで検証できる。

また東南アジア、アフリカ、アメリカの熱帯林のシロアリは主に高等シロアリで占められているが、下等シロアリの占める割合は東南アジア

アで高い。新生代に乾燥化が進んだ時に、草原やサバンナがアフリカやアメリカでは広がったが、東南アジアでも広がったとの証拠はない。高等シロアリがサバンナで進化し、その後で森林に侵入したのならば、3大陸の熱帯林における下等シロアリの優占度の違いも理解できる。問題は下等シロアリから高等シロアリへの進化、つまり材を食べ、セルロース分解を原生動物に多少とも依存する段階から、自分でセルラーゼを作り、材だけでなく多様な植物遺体を食べるように適応放散を逃げた過程が、なぜ森林でなくて、草原で生じたかである。まだ十分な説明と機構を与えることはできないが、シロアリにおける細胞壁利用の機構の解明がもう少し進めば答えられるかもしれない。

高等シロアリの中でも最も適応放散をとげているのが、ミミズのように土を食べるシロアリである。オーストラリアではある系統群のものが材を食べる種から土を食べる種まで含んでいる。現在、我々は国際共同研究でこのグループに注目して、分子系統樹の作成、地理分布、セルロース分解機構、空中窒素固定能、メタン生成に関する研究を進めつつある。多少ともセルラーゼ活性をもっていたかもしれない祖先シロアリが、空中窒素固定細菌やセルロースを強力に分解する原生動物と組むことによって、多量に存在しかつ、動物にはあまり有効に利用されていなかった材を利用することによって、新しいニッチの開拓に成功し、個体数を増やし、種分化を逃げたというのは分かりやすい。さらにシロアリと微生物共生系が気候変動やC/Nバランスをめぐる変化し、そのことが資源利用の変化や適応放散の様式に変化をもたらした様相の解明を進めたい。

### 生物多様性と生態系機能

近年、生物多様性研究の重要性が強調されている。生態学者だけでなく、分類系統学者も分子生物学者も発生生物学者も自分の出番であると考えているに違いない。生態学者は、多様性の保全策にも言及できる生態学的な生物多様性研究を問題にせざるを得ないであろう。陸上でいえば、おそらく、森林、河川、湖沼生態系の特

質を明らかにしつつ、これらが相互に作用しあう集水域における、生物多様性の創出、維持、消滅機構を生態系機能や環境変動と関連させながら明らかにするといったことになろう。多様性の生態学的研究に生態系機能との関わりは外せない。この機能は生物の日々の生活維持に関わるものと世代の維持に関するものに2大別できる。端的に言えば前者は、物質循環の問題であり、後者は遺伝的情報の継承の問題である。後者を含む点がIBPの研究との大きな違いであり、近過去の研究が生物多様性研究には含まれることになる。

実用的な面から言えば、森林などでは、倒木や山火事などの攪乱とその更新過程が重要になる。焼畑にしろ、持続利用可能な森林伐採、あるいはもっと広く土地利用計画などにアイデアを提供できそうなのは森林のパッチダイナミックスの研究である。これはある場所の特徴がまわりに何が存在するかによって変わるという、まさしく生態学的な問題を扱うという意味でも興味深い。

生物は原核生物と真核生物に二分され、前者には細菌(バクテリア)が、後者には動物、植物、菌類、原生生物が含まれる。今から36~37億年前に出現したと考えられる原核生物の時代は21億年も続いた。このような歴史も反映して、原核生物のエネルギー代謝や物質代謝の様式は質的に極めて多様であり、一部の原核生物の組み合わせとして出現した真核生物はその多様性の「質」において原核生物に及ばない。例えば空中窒素を生物体に取り込み、生態系でそれを循環し、大気に戻す過程はバクテリアの働きなしには現在でも成立しない。従って質的な意味では、生物多様性は原核生物の時代に終わっている。多細胞生物である後生生物は体長・動き・代謝量の大きさなどの「量」的多様性に特徴をもつが、その多くは更に原核生物などの微生物と多様な共生関係を結ぶ。こうして高等動植物は質と量の多様な組合せによって、「巨大な原核生物」と化し、生物間あるいは生物と環境間における相互作用に主要な役割を果たす存在になったと考えられる。

問題は高等動植物の種多様性と生態機能との

関係である。生態系におけるエネルギーや物質循環の流れの大きさは、生物量の多さとは直接的な関係を持って、種数の多さと直接的には結び付かないであろう。事実、熱帯の森林では樹上の動物、特に昆虫は種数が極めて多いが、それらに回るのは植物の純生産量の高々10%である。逆に森林の物質循環には相当に大きな役割を果たすシロアリはいずれの森林でも高々100種である。熱帯林の樹上昆虫は物質循環に大きな関与をしていないから、森林が複雑な空間構造を維持し、その結果、種の多様性が維持されると理解するのが正しいであろう。

生物群集における種多様性、あるいは種間相互作用系の複雑さと系の安定性について数多くの議論がなされてきた。湖沼や海洋のように比較的均一な生息場所では、この議論の適用は有効かもしれない。しかし森林ではそもそも系の安定性は一体何を意味するのかよく分からない。森林の物理的構造をさすとすれば、これは生物間の相互作用の多少の変化とは無関係に安定なものと考えたほうが妥当である。これについては Abe & Higashi, 1991, *Oikos* で述べたがもう少し極端な議論をしたい。

サンゴ礁の炭酸カルシウムに含まれる炭素は、共生藻類の光合成によるものではなく、海水起源のものと言われるが、生物が作ったものには変わりはない。しかしサンゴ礁の生物群集における物質循環を議論する際に、炭酸カルシウムは外される。樹木の幹や枝は主に細胞壁でできており、植物が作り出したものではあるが、生命の本体である原形質の外に作られ、ほとんどの動物には食べられない。森林の樹上動物群集を扱う際にも、幹や枝など主に細胞壁からなる部分はずして考えてみたらどうだろうか。枝や幹は鉄筋コンクリートと考えるのである。鉄筋はセルロース、コンクリートはリグニンである。極めて複雑な鉄筋コンクリートによる間仕切り構造の中で、若芽や種子など蛋白質に富むものが一時的にかつまばらに供給され

る。このような場における多様性の維持気候は海洋や湖沼のような比較的均一な場における多様性の維持機構とは、かなり本質的な違いをもつことが考えられる。

生物多様性の高い熱帯林の特徴は低密度の種数が極めて多いことである。これをもたらす仕組みとして分かりやすいのは、minority advantage, つまり少数者有利である。Paine (1966) の研究に見られるように、少数者有利は捕食者-被食者関係と被食者同士の競争関係の中で議論されてきたが、同じ効果が空間の不均一性と間仕切り構造が顕著でかつ餌植物資源が一時期にかつ不定期に供給される条件下でも、生じないであろうか。植食昆虫にとって、一時期にかつ不定期に供給される資源を探すのは困難であり、羽をを持たない幼虫にとって、間仕切り構造は適切な餌を求めて移動することを妨げる障害となり、同様なことが捕食者にも生じるであろう。つまり間仕切り構造は生物間の出会い、あるいは相互作用を減らす効果を持つと考えられる。理論としての面白みは無いかもしれないが、生物間の相互作用を減らすことによって多様なものの存在が許される機構をもう少し検討すべきであると思われる。強引に言ってしまうと、共存には均一な環境下での強い相互作用にもとづく共存と、間仕切り構造下での希薄な相互作用下において、許される共存があり、前者が卓越する湖沼や海洋では系統的には多様なものを含みながらも、いわばエリートだけが生き残るために、種数が少なく、後者の卓越する森林では種数が多いと理解される。

生物多様性の維持機構について明確なことは述べられなかったが、C/Nバランス問題は植物に細胞壁を作ることを促し、そのことが樹木では生物起源の巨大な構造物の形成につながり、それが森林における多様な生物の共存に関わっているという大きなストーリーはまず間違いないものと思われる。

# 森林総合研究所における海外研究の動向

森林総合研究所 池田俊弥

Recent research activities overseas in FFPRI. Toshiya IKEDA (Research Coordinator Overseas, Forestry and Forest Products Research Institute(FFPRI))

森林総合研究所をとりまく海外研究の動向は、この10年間に大きく変貌し、その変化はさらに加速している状況にある。とりわけ1991年の「環境と開発に関する国連会議」(地球サミット)を契機として、熱帯をはじめとする地球規模での森林保全、持続可能な森林経営が求められ、気候変動や生物多様性保全等の地球環境問題がクローズアップされるなかで、森林総研が携わる研究は益々増加してきている。

## 地球環境に関わる研究

1989年(平成元年)に「アセアン諸国との協力によるリモートセンシング技術の高度化に関する研究」(科学技術庁)に参画し、マレーシアの各種森林型の判別手法等の研究に着手したのをかわぎりに、1990年には、「地球科学：熱帯林の変動とその影響等に関する観測研究」プロジェクト(科学技術庁)を組織し、主査場所として本格的な長期(10年間)の海外研究プロジェクトを開始することとなった。本研究はタイの熱帯季節林を対象に、その生態系の変動過程を明らかにすることを目的として推進されており、タイ国研究機関との共同研究成果が年々蓄積されている。また同時期には、「熱帯林の構造解析」プロジェクト(環境庁)がマレーシアで開始され、熱帯降雨林生態系の環境・構造解析、野生生物種の多様性、環境形成作用、修復機構等がマレーシア森林研究所のパシ試験林を対象に徹底究明されようとしている。更に、1991年にはロシアとの共同研究「シベリア凍土地帯における温暖化フィードバックの評価に関する研究」プロジェクト(環境庁)が始まり、シベリア凍土地帯における炭素収支、樹木成長等に関する研究が進められている。その他、「中国タクラマカン砂漠地帯における植生、

「北極圏の植生変動」、「マイクロ波データによる熱帯林調査法の開発」等の研究が遂行された。1993年からは中国、タイ、オーストラリアとの多国間共同研究として「森林被覆度データ作成研究」が「グローバルリサーチ・ネットワーク」プロジェクト(科技庁)の一環として開始され、1995年からは科技庁の「重点研究支援協力員制度」の強力な支援を得て、「森林モニタリング情報による環境変動解析」に関する研究、や「熱帯山岳地における植生帯の移動条件に関する調査研究」(環境庁)プロジェクトを開始した。これらの研究は、まさに地球規模の森林環境に関わるものであり、その成果は地球環境の保全に役立つものと期待されている。

## 林業・林産業研究

一方、林業・林産業研究は主として国際農林水産業研究センター(JIRCAS、農林水産省)との共同研究及びJICAの研究協力プロジェクトを通して遂行されてきた。JIRCASにおいては、1970年代にマレーシアにおける熱帯林研究、1980年代にはフィリピン、タイにおけるアグロフォレストリー研究が推進されたが、1994年に組織改編が行われ、林業部が創設された。研究課題も充実され、現在東南アジアを対象に、熱帯荒廃二次林の質的向上技術やセンダン科穿孔性害虫の防除技術、有用在来樹種の育成技術、さらに熱帯木材の品質保存技術等に関する研究を遂行しており、これらの研究に共同して取り組んでいる。

JICAの研究協力プロジェクトはこれまで「ブラジル・サンパウロ林業研究計画」(1979-85, 89-92)、「タイ造林研究訓練計画」(1981-1990)、「中国黒竜江省木材総合利用研究計画」(1993-)、「マレーシア林産研究計画」(1985-89)、「ブル

ネイ林業研究計画」(1985-93),「インドネシア熱帯降雨林研究計画」(1985-),「パプア・ニューギニア森林研究計画」(1989-),「中国福建省林業技術開発計画」(1991-),「ブラジル・サンパウロ森林環境保全研究計画」(1992-),「マレーシア・サラワク木材利用研究計画」(1993-),「中国寧夏森林保護研究計画」(1994-),「ブラジル・アマゾン森林研究計画」(1995-)があり,現在8プロジェクトが実行されている。これらの他に,各種の林業プロジェクトへの協力を通じて多くの研究成果が発表されており,その研究成果は毎年「海外研究業務報告書」にまとめられている。

### ブラジル・アマゾン森林研究計画

森林総合研究所における熱帯林研究は,その殆どが東南アジアを舞台にして遂行されてきたが,昨年よりブラジル・アマゾンの熱帯雨林の研究協力(JICAプロジェクト)に着手することとなり,本誌の読者にも関心が深い研究テーマであると思われるので,以下その内容を紹介します。

#### ＜プロジェクト設立の経緯＞

ブラジル・アマゾン地域(約400万km<sup>2</sup>)は1960年代より本格的な開発が進められ,大規模な農・牧畜プロジェクトの実施やアマゾン横断道路の建設等によって,パラ州, Rondônia州,北マツトグロソ州を中心に1988年までに46万km<sup>2</sup>(日本の面積の約1.2倍)の森林が消失した。また,一方ではパラ州南部やRondônia州での

天然木の商品化が活発になり,年間2,000万km<sup>2</sup>以上の原木丸太が無計画に伐採・搬出されると推定されている。こうした状況から,ブラジル政府(ブラジル環境・再生天然資源院,IBAMA)は1989年より投資インセンティブの廃止等アマゾン地域の森林管理の規制に乗り出したため,天然林の農・牧畜地への転換スピードは減速した。しかしながら,残された荒廃地の回復と持続可能な生産を保証する森林管理技術は確立されていない。このため,国立アマゾン研究所(INPA)は,アマゾン地域の熱帯雨林について,環境保全と持続可能な開発の調和をめざし,持続可能な経営を可能にする多角的モデルの確立を目的に,日本に協力を要請してきた。

#### ＜プロジェクトの概要＞

本プロジェクトの協力期間は3年であるが,3年後の成果を踏まえてプロジェクトが更に継続されることを考慮して次のような研究課題が設定されている。

- 1 リモートセンシング分野
  - 1-(1) データ処理によるINPA試験地の森林型の分類
  - 1-(2) 森林型の変動解析のための情報システムの構築
- 2 天然林管理分野
  - 2-(1) INPA試験地の森林構造の把握
  - 2-(2) INPA試験地内の動物相の把握
- 3 荒廃地回復分野



写真1 国立アマゾン研究所(INPA)の実験所内に設置されている45m高のタワー



写真2 タワーを利用し,森林のCO<sub>2</sub>フラックスを測定するエジンバラ大学からのINPAとの共同研究チーム

3-(1) 主要樹種の生理・生態特性, 種子特性, 及び立地(土壌)特性の把握

3-(2) 苗木生産技術の確立

これらの基礎的研究の成果は3年後に検討され, 分野1では対象地域がマナウス周辺域に拡大される見込みであり, 分野2では主要樹種の候補樹種の幼・稚樹の更新特性やこれら天然更新に関わる動物の寄与・阻害度が研究されることになるであろう。また, 分野3では, 詳細な立地環境調査に基づき, 荒廃地回復のための候補樹種の適応試験が行なわれるであろう。プロジェクトの最終目標は, 天然更新促進のための希少樹種の適正データの提示であり, また, 荒廃地の種々の立地環境下における主要造林樹種の生長特性等の適正データの提示である。

本プロジェクトの対象となるINPAの試験林はマナウスから車で1時間半のところであり, 総面積は2.1万haである。約半分の1万haは未踏査で, プロジェクトに関わるINPAの研究者は約15人だが, 彼らもまだ足を踏み入れたことがない。現在, 小沼リーダー(前森林総研次長)以下4人の長期専門家が現地に滞在しており, 日本からは森林総合研究所の研究者を中心に毎年5~6人の研究者が短期派遣される見込みである。アマゾンの熱帯林保全は地球規模の懸案課題である。本プロジェクトは「荒廃地の回復」とおしてアマゾンの環境保全に寄与するものであり, INPA研究者と日本の研究者が相互理解を深めつつ息長く協力することが求められている。

## ポナペ島のマングローブ林調査

森林総合研究所四国支所 田淵隆一

Research journey on the Pohnpei mangrove forest. Ryuichi TABUCHI (Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute)

Stand structure and some environmental factors were studied on the mangrove forests developed on the estuary as well as on the coral coast of Pohnpei Island, Micronesia F.S.M.. Multi-modal frequency distribution of tree size of certain tree species suggested the presence of possible recent sea level fluctuation, occurred.

Informations on some aspects of nature and life in Pohnpei were also noted.

1994年1月から3月はじめにかけて, 太平洋の東カロリン諸島のマングローブ林の林分構造と立地環境についての調査のため, ポナペ島を訪れる機会を得た。これまでタイやインドネシアで, 背後に広い流域をもつ川の河口付近のマングローブをみた経験はあるものの, サンゴ礁上に発達して大河川の影響を受けないタイプのマングローブに入るのは初めてであった。本欄を借りて調査の概要と, この島での調査, 生活関連情報を簡単に紹介したい。

調査の発端は'90年代はじめに米国農商務省と農水省との間で結ばれた「熱帯湿潤地域における林木生殖質の管理保全技術の開発」に関する日米科学技術協力協定である。それに基づいて, 米側からはなぜかポナペ島マングローブ調査がもちかけられ, 2年間以上にわたる準備の末, 科技庁予算によりこの日・米・ポ共同調査が実現した。共同研究といってもゆるやかで, 今回は我々だけによるものであり, ポナペ側にも研究機関がなく行政組織であるForestry課が対応してくれた。

ポナベ島 (6° 54' N, 158° 14' E) はミクロネシア連邦国の首都があるポナベ州の中心の島である (図1)。直径23km, 面積約355km<sup>2</sup>の小島である。ポナベ州の人口はおよそ3万3千人, うち1万人以上が州都コロニアに集まっている。残りの人口の殆どは, 島の周囲の海岸線を巡るハイウェイ沿いに点在する, 多くても数戸ずつの集落に生活している。

島は中央部に標高772mの最高峰をもち, 残丘や岩峰が目立つ古い火山地形と, 周囲を取り巻くサンゴの環礁で特色づけられている。年平均気温は26.7℃, 降水量は海岸沿いのコロニアで4,917mm。1, 2月がかすかな乾期で月降水量は300mm程度, そのほかの月は400mm前後降る (Stanley, 1992)。真偽は不明だが, 山岳部ではコロニアの2倍は雨が降るそうだ。大河川は

ないが, 豊富な雨とその山からの湧出が汽水を作り, 広大なマングローブの発達をゆるしている。島を取り巻くサンゴ礁上に成立したマングローブ林は面積約55km<sup>2</sup>, 島全体の面積の16%を被う。島の周囲はほとんどマングローブの泥地であり, 観光客を魅了する白砂のビーチはない。

### マングローブ林調査

この島の植生についての研究で, 日本人によるものでは, 古くは戦前の南洋庁統治時代の今西や吉良による調査があり, 特に中央の山岳部が調べられた。近年では中村らによる踏査が行われている。マングローブ植生に関しては, 80年代前半に内藤ら (1985) がある。その後Miyagi & Fujimoto (1989), Fujimoto & Miyagi (1993)

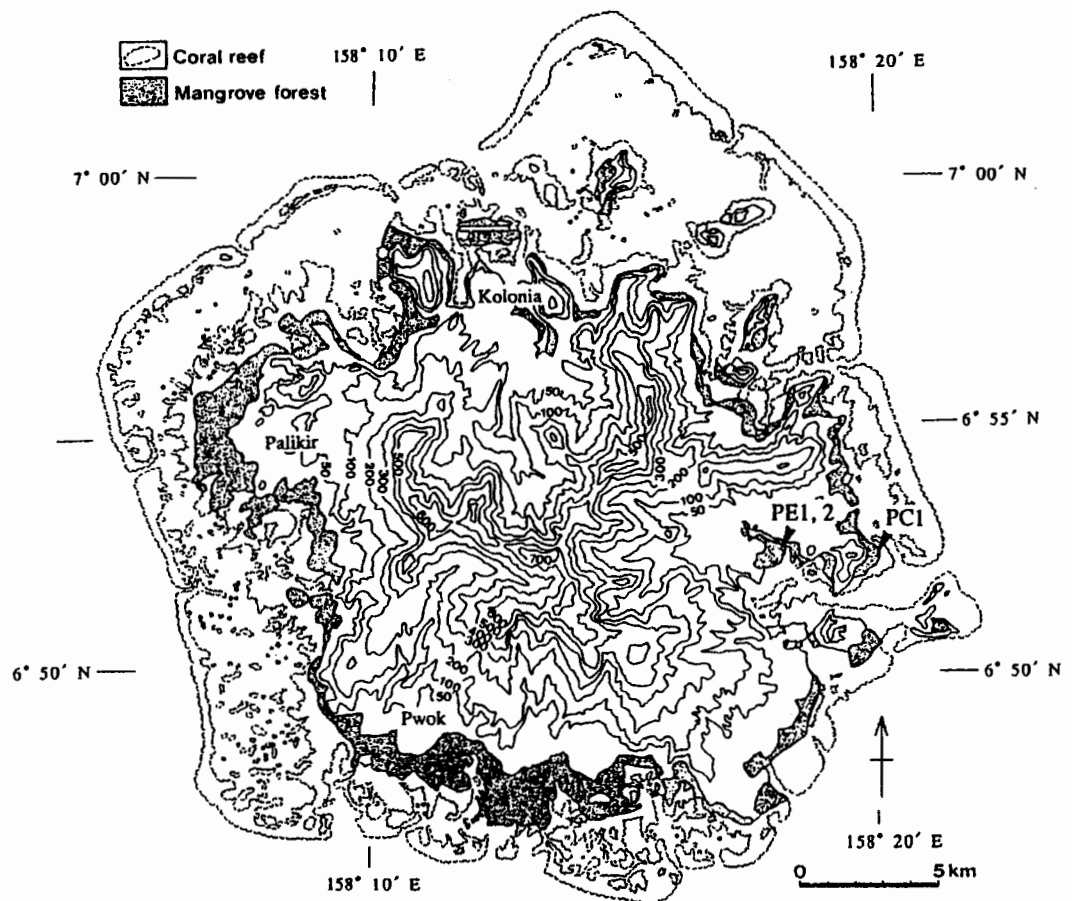


図1 ポナベ島の地形とマングローブ林の分布 (Fujimoto et al., 1995より)  
 PE-1, 2 : エスチュアリープロット  
 PC-1 : サンゴ礁プロット



により海水準変動に伴っての泥炭生成によるマングローブ立地形成と植生との関係が調べられた。また、ミクロネシアは戦後より1990年まで国連信託統治領として実質的に米国管理下であり、この時期にMaclean, C.D. et al. (1986) や Faranruw, M.C. et al. (1990) などによりマングローブ林を含む植生図や種名リストが作成されている。これらの報告は、日数などの制約上いずれも種組成などの記載が中心であった。

将来の地球環境変化に対してのマングローブ林の反応予測のためにも、森林動態や泥炭生成速度解析の基礎となる林分構造の把握など、生産力推定に結び付けるための資料はまだ不足しており、今回のような調査が有効だろう。

調査は永久プロット設置から始めた。米側の資料をもとに、林型、地形の異なる2箇所、入り江奥の川岸（エスチュアリータイプ）と、海に面した海岸のサンゴ礁上（サンゴ礁タイプ）のそれぞれの林内に幅50m、奥行き200mのプロットを、入り江奥のサイト近くの自然堤防にも幅50m×30mのプロットを設け、地上高1.3m以上の個体のサイズ調査と個体位置の把握を行った。同時に地形と冠水頻度、泥炭堆積構造、地中水の性質を調べた。

エスチュアリの林分では1ha中の個体数はおよそ650本であった。サンゴ礁タイプの調査林分の密度が約1600本/haあり直径も細く、若い林なのに対して、エスチュアリのものはより発達した林だ。堆積した泥炭深もサンゴ礁サイトが1~2mであったのに対し、エスチュアリーは4m以上と、このサイトが千年オーダーの長期間マングローブ立地としてあり続けたことを示していた。

エスチュアリーサイトでは、本数では幹直径20~40cm程度のフタバナヒルギ (*Rhizophora apiculata*) が圧倒的に優占するが、直径10cm未満および20~70cmクラスのオヒルギ (*Bruguiera gymnorhiza*) や、ハウガンヒルギ (*Xylocarpus granatum*) など、*Rhizophora*よりもやや地盤高の高い場所で優占する樹種もみられた。また本数は少ないが、先駆性が高いとされ、潮によく

浸かる場所に多くみられるマヤブシキ (*Sonneratia alba*) の巨木（最大個体は胸高直径204cm、樹高約38m）があった (Fujimoto et al. 1995)。これらの樹種は明瞭なゾーンをつくらず混在していた。

東南アジアのデータをもとにしたKomiyama et al. (1986) によるアロメトリーを使った試算では、エスチュアリー、サンゴ礁でそれぞれ630と510ton/haの現存量が推定された。もっとも今回の*Sonneratia*のような巨木にこのアロメトリーを用いるかどうかについては不明である。

冠水頻度に結び付く地盤高に対応して樹種の分布域が決定される（成帯構造）マングローブ樹種では、地盤高の変化が樹種の一次遷移をもたらす大きな要因となる。

ポナベ島のように、上流域から運搬・堆積される土砂などが少ないサンゴ礁上のマングローブでは、冠水頻度あるいは地盤高を変化させるものは主に根系由来の泥炭の生成・堆積と、海水準の変化であろう。

海面上昇が泥炭堆積速度よりも速いと、より先駆的な樹種への遷移の退行が起こりうるし、それが続くといずれ林は溺れてしまい、マングローブでさえ生存しえなくなる。逆に海面が下がると地盤高が上がって陸化が進み、マングローブではいられなくなる。海水準が下降しなくとも変化がなければ、堆積し続ける泥炭によっていずれはやはり地盤高上昇、陸地化がおこると考えられよう。

もう一つの可能性としては、泥炭生成・堆積速度と、海面上昇速度が釣り合うことがありうる。その場合、耐陰性の高い樹種の侵入がありうる他は、林分構成樹種に大きな変化がないまま泥炭が堆積し続けることになる。

エスチュアリーサイトで*Bruguiera*などのサイズ頻度分布に複数ピークが観察されている。これは、この樹種の定着を可能にする地盤高など立地条件が繰り返しもたらされたことを示し、現存のマヤブシキを含む林の成立以来の海水準変動が単調でなかった可能性を示すものだろう。

ポナベのマングローブは、水路沿いや人家近くの木がたまに伐採されるのを除くと、まとまった利用用途もない。このためプロット用の杭や紐、測定器具が無くなる以外は、立木自体は比較的無傷のままでいそう。近いうちになんとか再測をして、成長パターンを明らかにしてみたい。

### 生活関連情報

通貨：米国の通貨がそのまま使用されている。  
宿泊：ホテルはコロニアに数件、エアコン完備のものから、ヤシやタコノキの葉で葺いたコテージまで色々なタイプのものがある。野趣溢れるコテージでも特に安くないそう。同趣の高級ホテルが市内から車で20分ほどいった岬にあり、眺望のよいレストランもあって結構はやっていた。我々もコロニア滞在時は市内のホテル住まいをしたが、調査地をコロニアから車で約1時間の東南部Madolenihmw郡に選んだため、現場近くに宿を探した。

州政府の自然資源保護・調査局のForestry課の好意で紹介されたのがナン・マドール遺跡の近くのPonape Agriculture and Trade School (PATS)であった。ミッション系の職業専門学校であるPATSには、ミクロネシア連邦国内外の各地から約150人の生徒たちが寄宿生活を送りながら学んでいる。ここの教官用寄宿舎に空室があり、食事付きで40日程度の寄宿が許可された。大きな入り江の南岸のこの学校は調査地が望める絶好の地点にあった。ごく希にだが入り江内にマンタも入って来る。風景のよい場所だった。

電気：コロニア市内に限らず、たまに停電はあるものの、余り不自由なく利用できた。電圧は約100Vで、日本から持参したトランスはお荷物になってしまった。

通信：まず郵便に関しては、ポナベでは家庭への郵便物配達はない。コロニアにある郵便局に島民各戸が私書箱を持ち、発送も郵便物を局へ持参することになる。

国外への通信の場合、電話を使うのが効率が良い。コロニア周辺では官公庁やホテル、商店などにはほとんど電話回線が引かれ、個人の加

入者も多い。地方では減るが、探せばそれほど不自由は感じない。公衆電話はホテルなどにあるがほとんど故障中で、空港のものしか使えなかった。やはり島で唯一の電信電話局にはオペレーターを介するものと、テレホンカードが使える公衆電話とがあり、1日中開いていて国外への連絡には便利だった。

ファクシミリもホテルや役所、学校などへ普及しつつある。2月中旬、相棒の藤本君に転勤の内々示がFaxで送られてきたほどだ(私にも1週間後に同じものが届いた。人ごとを喜んでばかりもいられないということ)。送信は電信電話局からが便利だった。

地図：ポナベ島の地図はUSGS作成の1/25,000の、多色刷り南北2枚組の立派なものがある。コロニア東海岸の公設市場近くの文房具屋で、セットで10米ドルで入手できた。パリキールで出会った老人は、南洋庁時代の地図を元にした古いが詳しい地籍図面を見せてくれた。

雑貨：コロニア東海岸沿いに数軒ハードウェアショップがある。小間物、塩ビパイプ、材木、工具、ペンキ、紐から冷蔵庫までなんでもあり。あるスーパーマーケットでは農作業用地下足袋も手にはいる。

レンタカー：市内に数軒レンタカーショップあり。乗用車からピックアップトラックまで利用可能。ハンドルは左。方向指示器とワイパーの位置に注意。

飲食：島の人々の伝統的食生活は、マングローブから環礁内のサンゴ礁までの間のおだやかな海で営まれる漁と、丘で大事に育てられるヤム、湿地で栽培されるタロ、ならびに古くから重要な主食であったパンノキ (*Arthocarpus communis*) に多くを頼ってきたという。現在ではオーストラリア米や冷凍肉類、缶飲料が食生活に大きく食い込んできている。州都コロニアではこのほか様々な調味料、菓子や嗜好品などが入手できる。どうしても必要なら梅茶漬けも食べられる。野菜類も結構豊富だが、時価が続くとパツパツ途絶える。ほとんどが輸入品なのだ。

果実はココヤシ、バナナやパパイヤが通年手に入る。滞在した短い期間の経験だが、季節の

ものとしては2月頃にマンゴーが溢れる。2月には、子供も大人もマンゴーをしゃぶりながら歩き、種をそこいらに投げ捨てるのをよく目にした。19世紀に島にもたらされたマンゴーは、今も人による種子散布により島中に広がり続けているのである。いまやマンゴーは、島内の道路沿いのいたるところに直径1m近くもあるような大木が数多くみられる。

ヤムとお祭り：島民にとってパンの実やタロは日常食だが、ヤムは特別な財産的価値をもつといわれる。調査に入った1～2月はヤムの収穫期にあたり、島の周回道路のあちこちで数十kgはありそうなヤムを、オオタニワタリの葉などでわずかにかくしたものをトラックで大事そうに運んでいくのを見かけた。その行き先では多くの親戚や友人達が集い、お祭りをしている。ブタを捌きヤムを調理し、ポナベでsakau、フィジーではkavaと呼ばれるコショウ科灌木の根から抽出した飲物を楽しむ。アルコール性飲料も豊富に手に入り、ビールは日常よく消費されているが、sakauの人気は高く、コロニアのあちこち、島の外周道路沿いでもしばしばsakau Barを見かけた。薄いソバがきのような色をした飲物がウイスキー瓶一本あたり3米ドル程度。青臭いが冷やすと口当たりよく、しばらく飲むうちに口や喉にしびれを感じるようになる。ポーッとほするが、アルコールのような頭痛や不快感はない。酔うまでには多量必要で、目覚めた後空腹感を伴い、良く眠れるという。sakauは他島のkavaよりもよく効くとのことだ。

アルコールに関しては、今回調査地を設けたMadolenihmw郡は道徳に厳しい土地柄らしい。ある日、ガソリンを仕入れにいった店先でビールを飲んでいると、トラックが止まり、怖そうなおじさんにおっかない顔でなにやら叱られた。事情を伺うと、この郡では路上での飲酒は違法で、警察に引っ張られることもあるとのこと。コロニアでは構わなかったのに、とって

も始まらない。丁調に謝って勘弁していただいた。

## 引用文献

- Faranruw, M.C., Maka, J.E., Cole, T.G. and C.D. Whitesell. 1990. Common and Scientific Names of trees and Shrubs of Mariana, Caroline, and Marshall Islands. USDA For. Service, Resource Bull. PSW-26. 91pp.
- Fujimoto, K. and T. Moyagi. 1993. Development process of tidal-flat type mangrove habitats and their zonation in the Pacific Ocean. *Vegetatio* 106, 137-146.
- Fujimoto, K., Tabuchi, R., Mori, T. and T. Murofushi. 1995. Site Environments and Stand Structure of the Mangrove Forests on Pohnpei Island, Micronesia. *JARQ* 29, 275-284.
- Komiyama, A., Moriya, H., Prawiroatmodjo, S., Toma, T. and K. Ogino. 1988. Primary Production of Mangrove forest. Pages 97-106 in Ogino, K. and M. Chihara (ed): *Biological system of mangroves*. Ehime Univ., Matsuyama.
- Maclean, C.D., Cole, R.G., Whitesell, C.D., Falanruw, M.V. and A.H. Ambacher. 1986. Vegetation survey of Pohnpei, Federated States of Micronesia. USDA For. Service Resource Bull. PSW-18. 9pp.
- Miyagi, T. and K. Fujimoto. 1989. Geomorphological Situation and Stability of Mangrove Habitat of Truk Atoll and Ponape Island in the Federated States of Micronesia. *Sci. Rep. Tohoku Univ.* 39, 27-52.
- 内藤俊彦・中村武久・榊田信彌. 1985. ミクロネシア・ポナペ島のマングローブ林について. *マングローブ研究*. 東京農大総合研究所. 39-44.
- Stanley, D. 1992. *Micronesia Handbook*. Moon publications. California. 323pp.

# インドネシアの鳥類標識調査

国際協力事業団 小林 浩

Bird Banding in Indonesia. Hiroshi KOBAYASHI (Japan International Cooperation Agency)

## はじめに

鳥類の渡りの経路や生態の調査を主目的とした標識調査は、世界の各国で行われない限り、当然ながら、国を越えた渡りについての回収例は、ほとんど期待できない。環境庁の委託調査として山階鳥類研究所が、全国の協力調査員の協力も得て行っている日本の標識調査は、アジア地域で突出した実績を上げているものの、特に、東南アジアからの回収例は少なく、この地域の国々での標識調査の実施が必要とされている。

インドネシアでは1,570種の鳥類が記録されており (Andrew, 1992), そのうち171種が亜種レベルで日本と共通 (山階鳥類研究所, 1992) であることから、日本で繁殖する夏鳥の多くが越冬していると思われるものの、今までに両国の間の鳥類の渡りの記録はなく、インドネシアでの標識調査の実施が強く望まれている。

私は1989年より4年間、青年海外協力隊員としてインドネシア・ジャワ島のBandung市に、また、1994年より現在まで、国際協力事業団 (JICA) 派遣専門家としてスマトラ島のPadang市に滞在し、鳥類学に関する技術移転



写真1 Pangandaran自然保護区での鳥類標識調査研修会。

を目標とした業務を行ってきている。その一環として、細々とではあるが、主にPadjadjaran大学の生物学専攻の学生に対し、鳥類標識調査の基礎を指導してきた。最近になって、彼らが中心となり、ツバメの標識調査が行われるようになってきたので、今回は、この活動を紹介するとともに、インドネシアの鳥類標識調査について、簡単にまとめてみたい。

## 過去の標識調査

1964年からおよそ8年間をかけ、アメリカ軍病理学研究所がアジア地域で行ったMAPS (Migratory Animal Pathological Survey) 計画は、計1,218種1,165,288羽を放鳥し、255種6,200羽の回収記録を得るという大成果を収めた。インドネシアも1967年から1971年にかけてこの計画に参加し、Bogor動物学博物館のSomadikarta博士が責任者となって、ジャワ島西部の北海岸にあるPulau DuaやカリマンタンのBanjarmasinなどで、計102種、44,484羽を標識している (McClure, 1974)。

MAPS計画終了後は、わずかに、イギリスのHolmes (1979) がSulawesiで計21種123羽 (吉井, 1989), またオーストラリアのチームによりIndramayuとCirebonで、標識調査技術研修会をかねて行われた調査でのツバメチドリ736羽ほか計9種796羽の放鳥 (Noor, 1990) が知られるのみで、インドネシアの鳥類標識調査は途絶えてしまったといつてよい。しかし、特に大学生の中には、標識調査に興味を持つ人たちが多数おり、調査技術の研修会が強く望まれていた。私は彼らと一緒に調査を始めるとともに、日本の標識調査のセンターである山階鳥類研究所の米田重玄氏らに連絡を取り、インドネシアでの研修会の実施を御検討いただいた。

## 鳥類標識調査研修会

こうした状況の中、1991年12月9日から18日にかけて、西ジャワのPangandaran自然保護区とBanjar市その他で、さまざまな機関から、およそ30人が参加した鳥類標識調査研修会が行われた(写真1)。これは環境庁の委託事業として山階鳥類研究所が行ったもので、インドネシア側はLIPI(インドネシア科学院)の動物学博物館とPHPA(自然保護局)が対応者となった。私のいたパジャジャラン大学からは4名が参加している。この研修会では、日本とインドネシア間を渡る鳥についての初めての記録として、日本で標識されたツバメが捕獲されるという成果が上がった(山階鳥類研究所,1992)。さらに、この研修会は参加者の標識調査に対する意欲を強くかき立てたという点で、インドネシアの鳥類標識調査の再スタートの大きなきっかけとなったと言って良いだろう。

その後も山階鳥類研究所は、文部省等の委託事業として、研究者の日本への招聘とインドネシアでの共同調査を1994年、95年と行い、特にインドネシアの標識調査の核となる人材の育成を進めている。

## Bandungでの標識調査

山階鳥類研究所の行った研修会の後、パジャジ



写真2 Bandungのねぐらで捕獲されたツバメ。本文中では触れなかったが、このねぐらでは、日本で繁殖する亜種とはおそらく異なる、羽尾根の非常に長い個体(左端)や下面の赤味がかった個体(右端)も捕獲される。

ラン大学の学生の間で、Bandung周辺のツバメのねぐらのことが気になり始めた。Bandungの大学の生物の学生が、市内のツバメのねぐら場所を知らないのは恥だ、と言いつける者さえいて、ようやく本気でねぐらを探そうという気運が生まれてきたのであった。

いよいよBandungのツバメのねぐら探しが始まった。日中は大学周辺で採食するツバメが普通に観察されていたので、夕方キャンパスから飛び去るツバメを追跡し、何日かかけて少しづつねぐらに近づいて行こうという心づもりで始めたのだが、この作業はなかなか困難だった。協力隊員であった私はもちろんのこと、学生達もほとんどが自動車やバイクを持っていなかったため、調査はAngkutan Kotaという小さなバスを利用して行った。この小さなバスの路線は、市内と市の周辺をほぼ網羅しており、われわれの足として普段は非常に便利なものなのだが、ツバメを追跡するには、市内を網羅しての曲がりくねった路線が仇となり、だいたい歯がゆい思いをすることになる。さらに、調査が進むにつれ、ねぐらは、どうやら市の南方に広がる、バスが通っていない広大な水田や養魚池の一角にある可能性が高まってきたために、後半はかなり悲壯的な気分にもなってきた。

結局、初めの2年はねぐらを発見することはできず、やむを得ず、それまでに追跡できた、ねぐらに近いと思われる地点で、ねぐらに向かう個体を捕獲しての標識作業を行なった。放鳥数は1992年43羽(内ツバメ21羽)、1993年20羽(ツバメ16羽)と、ごく僅かだが、この内の1羽がベトナムで再捕獲されたという明るい話題もあり、調査は続けられた。

1994年の11月、昨シーズンの調査場所から、さらに追跡を継続し、ようやくねぐらを探し出すことができた。市の南部郊外の水田地帯を通り越した、工場地帯の街路樹にねぐら入りする数万羽のツバメをやっと確認することができたのである。(写真2)(それまでに知られていた中部ジャワのYogyakartaやスマトラのJambi等のツバメのねぐらは、町の中心部の繁華街の電線にあったが、Bandungの場合、かなり郊外だったために、探すのに手間取った。しかし郊外で

はあっても、人通りの多い場所にあるという点  
は、他の地域のねぐらと似ている。)早速この  
場所での標識調査と新入学生への研修会を開始  
し、また、山階鳥類研究所等が行う調査の際に  
も共同作業を行い、1994年は539羽、1995年は  
4月までに444羽を標識し、現在も調査を継続  
中である。ここでの調査と新入生への研修は、  
パジャジャラン大学生物学学生会の年中行事と  
して完全に定着している。

1995年末に山階鳥類研究所等が主催して  
Bandungで行った調査は、日頃ここで調査をし  
ているパジャジャラン大学のほかに、同じ市内  
にあるバンドン工大、さらにはパジャジャラン  
大学の学生に声をかけられたボゴール農大の学  
生も駆けつけ、互いに情報を交換し合い、今後  
の共同調査の夢を語り合いながらの調査となっ  
た。こうした若手の意欲と、大学間の横のつな  
がりの良さには目を見張るものがある。

#### Singakerta村の水鳥捕獲

現在、標識調査が行われてはいないが、今後の  
調査の候補地として適当と思われる地域がある  
ので、紹介しておくことにする。

ジャワ島の北部海岸地域、Cirebon市と  
Indramayu市のちょうど中間に、Singakertaとい  
う村がある。ここでは、主にサギ類やシギ・チ  
ドリ等の水鳥を大量に捕獲し、食用としており、  
1988年1月から6月の捕獲数は、ヨシゴイ3,462  
羽、ハリオシギ1,748羽など、計28種12,762羽で  
あった(Noor, 1988)。ここは、先に述べた、オ  
ーストラリア人チーム等による標識調査研修会  
が行われた村であり、これと前後して、Asian  
Wetland Bureauによって、住民に対する鳥類保  
護の啓蒙活動も行われている。住民の多くが、  
他の現金収入を持ってない貧困村であるために、  
捕獲は今日まで続けられているものの、鳥類保  
護の重要性は既に認識されている。代替職とし  
て彼らに標識調査をしてもらう、そのための調  
査基地のようなものをこの村に設けることはで  
きないだろうかと思う。

#### おわりに

インドネシアにおける鳥類標識調査は、ようや  
く再スタートの兆しが見え始めたところであ  
る。しかし、Bogor動物学博物館のみが調査に  
当たったMAPS時代と比較して、研究者の数、  
特に標識調査に興味と意欲を持った若手の数は  
増加しており、いくつかの機関が調査に参加す  
る準備ができつつある。Bogor動物学博物館な  
どをセンターとして、各地の大学等が参加する、  
全国規模での標識調査の実施が可能な時期に來  
ていると思う。例えばJICAのプロジェクト  
として、センターと調査基地の整備、さらに調  
査者の育成を核とした事業を行った場合、各地  
の若手の意欲と、大学間の壁を越えて既に存在  
する横のつながりを生かし、効果的な全国規模  
の調査とデータ管理の体制づくりが可能であろ  
う。日本とインドネシアを中心として、アジア  
地域の鳥類の渡りのルートや生態に関しての理  
解が急速に進むことが期待される。

#### 引用文献

- Andrew, P. 1992. The Birds of Indonesia. A  
Checklist (Peter's Sequence). Indonesian  
Ornithological Society, Jakarta.
- Holmes, P. & Wood, H. 1979. The Report of the  
Ornithological Expedition to Sulawesi, 1979.  
England.
- McClure, H.E. 1974. Migration and Survival of the  
Birds of Asia. U.S. Army Component, SEATO  
Medical Research Laboratory, Bangkok.
- Noor, Y.R. 1988. Studi Populasi Burung Kaitannya  
dengan Usaha Konservasi di Daerah Pantai  
Indramayu dan Pantai Cirebon. Universitas  
Padjadjaran, Jatinangor.
- Noor, Y.R. 1990. Laporan Kursus Pencincinan  
Burung Air di Indramayu/Cirebon. Asian Wetland  
Bureau-PHPA, Bogor.
- 山階鳥類研究所, 1992. 平成3年度開発途上国  
における鳥類保護協力事業報告書. 環境庁,  
東京.
- 吉井 正, 1989. MAPS以後のアジア地域に  
おける標識調査. 日本鳥類標識協会誌. 4:  
53-55.

# 日本熱帯生態学会第6回年次大会案内 (つくば, 1996年6月)

第6回大会は6月に筑波学園都市の農林水産省森林総合研究所で行われるよう、準備が進められています。森林総合研究所との共催で、環境問題で興味を集めている「熱帯低湿地の人と自然」をテーマとした公開シンポジウムも予定されています。また、口頭講演の他にポスターセッションも用意しますので、多数の会員の皆様の参加と研究発表を期待いたします。

## 1. 日程

- 6月21日(金) 編集委員会と評議員会
- 6月22日(土) 研究発表(口頭およびポスター)  
総会  
懇親会
- 6月23日(日) 研究発表(口頭およびポスター)  
公開シンポジウム「熱帯低湿地の人と自然—東南アジア」

## 2. 会場

農林水産省森林総合研究所  
〒305茨城県稲敷郡茎崎町松の里1  
TEL 0298-73-3211 (休日は防災センターの管理)  
e-mail tropics@ffpri.affrc.go.jp

大会時の TEL 0298-73-3792, 3793 (研究管理官室・大会本部)  
FAX 0298-73-3796

## 3. 参加費

|            |        |
|------------|--------|
| 一般会員(前納)   | 5,000円 |
| 学生会員(前納)   | 3,000円 |
| 懇親会費(前納)   | 4,000円 |
| 講演要旨集のみ    | 2,000円 |
| 当日参加費 一般会員 | 6,000円 |

## 4. 参加申し込み

研究発表をするしないにかかわらず、大会参加申込書に必要事項を記入して、森林総合研究所「日本熱帯生態学会第6回年次大会準備会」宛お送り下さい。大会参加申込書を複数部必要とされる方は、コピーしてご使用下さい。

## 5. 送金

参加費、懇親会費は、同封の大会参加用郵便振替用紙（口座番号00190-3-554405、名義：日本熱帯生態学会第6回大会準備会）で、申し込みと同時に送金下さい。領収書は振替の払込金受領書をもって代えますので、大切に保管して下さい。納入された参加費等はお返しできませんが、当日欠席された方には後日講演要旨集（1冊）をお送りします。

## 6. 発表要旨原稿

所定の原稿用紙に黒インキで楷書するか、タイプまたはワープロで濃く印字して下さい。原稿はそのまま縮小してオフセット印刷しますので、縮小しても読めるように字体や活字のサイズにご配慮下さい。図表を用いる場合は、原稿用紙の枠から出ないように貼り込んで下さい。当方では墨入れなどはしませんので、鮮明なものをご用意下さい。

## 7. 締め切り

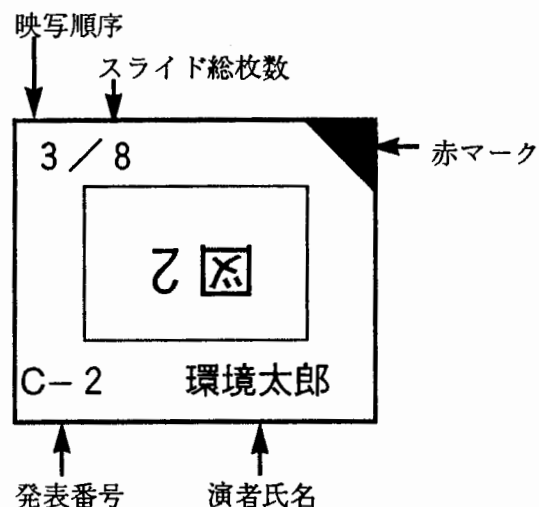
参加・研究発表申し込み、送金、要旨原稿の締め切りは1996年4月24日までに必着することといたします。

## 8. 研究発表

研究発表は講演形式とポスター形式の2つの方法で行います。参加申込用紙に発表方法を記入して下さい。どちらでも良い場合はその旨をお書き下さい。同一とみられる研究内容のものを用いて口頭発表およびポスター発表の両方をすることはできません。

### 1) 講演形式

- ① 発表時間は15分（発表12分、討論3分）です。時間を厳守できるように講演内容を整えて下さい。
- ② 発表にはスライド（35mm版のみ）とオーバーヘッドプロジェクタを使えます。必要な機器を申込書で指定して下さい。
- ③ 同じスライドを繰り返し使用する場合は必要枚数をご用意下さい。
- ④ スライドの枠には、下図のように赤マーク、演者氏名、講演番号、映写順序を記入して下さい。
- ⑤ 講演前にスライドを会場の受付係に渡して下さい。遅くなると講演に間に合わなくなったりするので30分以上前に渡していただけるようお願いします。





## 2) ポスター形式

- ① 展示用として縦120cm, 横180cmのパネルを1課題につき1枚用意します。研究の背景, 目的, 方法, 結果, 結論などについて, それぞれ簡潔にまとめた文章をつけて下さい。図表にはそれぞれ簡単な説明を付けて下さい。
- ② ポスターは指定された時間のあいだ展示されます。発表者は自分が説明にあたる時間をパネルの中に明示して下さい。

9. プログラムは参加者の多少により, 若干の変動を考慮しておりますことをご了承下さい。

## 10. 森林総合研究所への道順

自然環境は良好ですので, 交通はかなり不便です。JR上野駅から常磐線土浦駅以北に行く普通電車に乗って(特急は停まりません), 牛久駅で下車して下さい。進行方向左側, つまり西口に出てタクシー(約1,200円, およそ4km)を利用するのが最も便利です。徒歩では約1時間かかります。1995年1月現在で, 牛久駅発で森林総研を経由するバスは, 牛久駅発「つくば中央」, 「つくばセンター」, 「谷田部車庫」, 「つくば学園病院」各駅行きは 8:00, 9:10, 9:35, 10:27, 11:45, 13:12, 13:45, 14:12, 16:00, 17:05, 18:40 です。「森林総合研究所」バス停で下車して下さい。牛久駅行きは森林総研バス停発が 8:25, 9:13, 10:01, 11:05, 12:51, 13:27, 14:14, 15:07, 15:42, 16:42, 18:06, 19:08です。なお, 「つくばセンター」からは約10km離れておりますのをご承知下さい。

## 11. 宿泊施設

会場周辺の地図(次頁)とホテルの案内は下の図表の通りです。

| ホテル名                    | tel<br>(市外局番 0298) | fax     | 宿泊費  | 朝食  | ホテルから森林総研<br>までの路線バス | 住所            |
|-------------------------|--------------------|---------|------|-----|----------------------|---------------|
| ①ニューたかはし<br>高野台(こうやだい)店 | 36-1110            | 37-1999 | 6000 | 800 | あり                   | つくば市高野台3-18-5 |
| ②ホテル スワ                 | 36-4011            | 36-3996 | 6500 | 込み  | あり                   | つくば市手代木302    |
| ③旭屋ホテル・学園店              | 55-0311            | 55-0311 | 6000 | 700 | あり                   | つくば市二の宮3-24   |
| ④ホテルニュー梅屋               | 38-0311            | 38-0877 | 6600 | 込み  | あり                   | つくば市谷田部5650-1 |
| ⑤ホテルグランディール             | 72-8081            | 72-1896 | 6500 | 800 | あり                   | 牛久市田宮町123-5   |
| ⑥牛久シティホテル               | 74-0801            | 74-0803 | 6000 | 800 | 牛久駅からあり              | 牛久市牛久町885-1   |
| ⑦牛久シティホテル<br>アネックス      | 74-1021            | 74-8940 | 6500 | 800 | 牛久駅からあり              | 牛久市牛久町954-1   |
| ⑧ホテルニュー鷹                | 51-4788            | 52-6388 | 6600 | 800 | あり                   | つくば市梅園2-1-19  |

⑤ホテルグランディール以外では, 10人以上まとまれば, マイクロバスの送迎が可能。宿泊費・食費は税別が多い。ツインの部屋を2人で使うと5000円~5500円になる。「森林総合研究所」の客であるということをお伝え下さい。送迎バスの利用他の交渉が楽になるかも知れません。ホテルニュー鷹へは, 常磐線荒川沖駅下車の方が便利です(約4km)。

# ホテル位置図

