

*Tropical Ecology Letters*

日本熱帯生態学会 Japan Society of Tropical Ecology May 25 1995

## 熱帯生態学のわく組みを考える

千葉大学理学部 大沢雅彦

## はじめに

最近、日本でも熱帯研究が大変盛んである。もう15年ほど昔になるが、インドネシアのボゴールにある熱帯生物学研究センター BIOTROP に外務省派遣の専門家として3カ月ほど滞在し、そこで、樹木のアーキテクチュアの研究で有名な F. Halle と一緒に東南アジアの若手研究者のためのトレーニングコースを担当したことがある。この BIOTROP そのものについても日本の熱帯研究の問題をいろいろ感ずる点が多くあったが、それはさておいて、ここで紹介したいのはこの Halle が言った言葉である。当時、私は熱帯にもそれなりの関心はもちろんあったが、日本の亜高山帯林について研究していて、温帯生態学にどっぷり浸かっていた。そこで、彼になぜ熱帯林を研究するのかと尋ねた。すると、彼もはじめは温帯林について研究していたが、一度、熱帯林を見たらヨーロッパの単純な林なんて全く興味がわかなくなってしまったと言っていた。フランスの若手チームを率いて、当時樹木のアーキテクチュアに着目して盛んに森林のプロファイルを描いて森林の動態解析をしたり、スマトラの衛星による植生図化などをすすめていた。

今日、日本の熱帯研究も、こうした多様な熱帯にたいする関心、いってみれば「ナチュラルリストのパラダイス」としての熱帯に対する興味が主体になりつつあるように感ずる。もちろんそれはそれで、まさに生物学の一番楽しく、おもしろい側面であるに違いないし、それが原動

力となるのはおおいに結構なことであろう。ただ、熱帯はそれこそ多様であるが故に、こうした研究には、しっかりとしたわく組みが必要なのではないだろうか。往々にして自分の研究対象としての生物群や地域についてはよく知っているが、その生育の場としての熱帯そのものについて無知であったり、調査の場としている国や地域そのものについてあまり関心がないといったことはないだろうか。

## 熱帯のパラドックス

ある部分や側面だけ見て、それが全体の中で位置づけられないと群盲象をなでるのたとえのように間違った全体像を描いてしまいがちである。こういった傾向が、これまで、多くの熱帯のパラドックスを生み出してきたともいえるのではないだろうか。川沿いに熱帯多雨林に入った初期の探検家の記載から、熱帯多雨林はつるが生い茂り、林内に立ち入るのが困難なジャングルととらえたりしたのは古くからよく知られた例である。また、温帯の生態学者が自分がよく知っている温帯の知識にもとづいて熱帯について言及するとしばしば誤りを犯すと言ったことも古くから指摘されている。熱帯土壌は温帯の土壌に比べると、強く溶脱され、貧栄養で、有機物含量が低いとか、熱帯林ではリターの分解速度は温帯にくらべるときわめて大きいとか、熱帯のバイオマス蓄積量は温帯よりも大きいといった一般化は、必ずしも当てはまらないことのほうが多いといった指摘はいろいろな場

面でなされてきた (たとえば Lugo & Brown 1991). これは一つには熱帯多雨林以外の多様な乾燥型の生態系があまり視野に入っていないということが一つの原因であるが, たとえ熱帯多雨林だけに限っても, 温帯出身の熱帯研究者が, 環境のポテンシャルな幅を温帯感覚でしか見ていないということはある。初めてインドネシアに滞在したとき, 熱帯の人々が皮ジャンパーやセーターを持っているのを不思議に思ったが, かれらは夜になるとこうした冬のような服装で町に繰り出すのである。また, 温帯で発展させられた生態学のなかの混乱した用語をそのまま持ち込んだり, 教条的なアプローチにとりつかれているせいだといった指摘もある (Gomez-Pompa 1967). そういった意味からは熱帯生態学はあくまで熱帯のフィールドから出発すべきであるし, 温帯生態学の導入には, 注意深い概念の整理と事実との突き合わせが大切であろう。最近, あちこちで行われている大面積長期継続調査には, 熱帯での正確な生態学的事実の不足を埋め合わせて行くといった意味も背景としてある。

#### 緯度軸のわく組み

それにしても多様な熱帯の環境の幅を概観するのは容易なことではない。熱帯と温帯との比較をめざすには, 上述したような誤解やデータの不足以外に, もう少し学問的なレベルでのわく組みの再検討が必要ではないだろうか。つまり, こうした緯度的な比較研究を進める上でのこれまでの研究のフレームワークやアプローチの仕方になんらかの問題があるのではないだろうか。熱帯に詳しい研究者は熱帯はよく知っているが, 温帯をあまり知らなかったり, 逆もまた見られる。Good (1964) や van Steenis (1972) はそれぞれの分野の大御所であるが, かれらが緯度的な植生帯の比較について述べるときには, それが自分の専門とは少しズレているせいか, 誤った常識にながれ, あまり事実にもとづいていない例がみられる。それを端的に示すのは熱帯山地での植生帯の配列がそのまま緯度軸に投影されたような図式を平気で使っているといった点に現れている。当時はまだ研究が進んでお

らず, その程度の認識しか得られていなかったからというのはい訳にならない。たとえば von Wissman (1939) や Troll (1948) などの地理学者は正確な図式で熱帯の垂直分布帯と温帯の垂直分布帯の違いをすでにモデル的に表現しているのである。生物学者よりは地理学者が正確に事実を見ているのは単に地理的スケールの現象だからというだけではない。

生態学者や生物学者がわざわざ熱帯にでかけてフィールド調査をするからには, 現地調査をして温帯やそれ以外の地域と何らかの比較するのが目的であるから, 背景には地理的比較という視点が含まれているのは確かであろうし, だとすれば, 生態学者のわれわれも熱帯のパラドックスの落とし穴にはまらないために, 比較のためのわく組みを持つ必要がある。

#### ヒエラルキー・アプローチ

生態的現象は, さまざまなレベルの現象の複合としてヒエラルキー的な本質を持つので, 時間要因も含めて, 係わる環境要因のスケールは幅広い。特定の生態的現象と環境要因とのディメンジョンを一致させ, 両方のデータをうまく連携させて得ることが必要であるが, 現象のメカニズムを解明して行くには, より低次のレベルに降りざるを得ないし, さらに制約条件としての高次のレベルの現象や環境要因も考慮する必要がある。これは自然を相手とする, いわゆる地理的比較学には常につきまとう問題である。そこでこうした地理的比較生態学のわく組みとしてマクロ, メソ, ミクロの各スケール・レベルでの事実の把握を相互に統合可能なようにすすめるヒエラルキー的なアプローチが必要になる (Ohsawa 1987, Lugo & Brown 1991, 大沢・尾崎 1992)。こうしたヒエラルキーアプローチを意識的にとることによって, 多様な熱帯の自然の理解が少しでも容易になり, 熱帯と温帯の真の意味での比較が可能になるのではないだろうか。ここでは, 現在われわれが進めつつある熱帯山岳研究のプロジェクトを例にヒエラルキーアプローチの一端を紹介したい。

## 熱帯山岳の生態学

熱帯高山と温帯高山は高山という点で共通してはいるが、Troll (1955) が古く指摘したように熱帯高山では日変化気候で、一日のうちに冬と春を繰り返しているようなところがあるが、温帯高山は季節変化気候で半年は冬で、半年は夏といった繰り返しである。同じ低温環境でもこのような差違はさまざまな植物の生理生態的適応、個体群維持のメカニズム、群落構造、生態系機能などの異同をもたらしていると考えられる。熱帯では温度の季節変化がないために標高による温度差は全く重なり合うことがなく、局所的環境に強く制約されている。これを Janzen (1967) はなぜ熱帯の山は高いのかと問いかけて解析した。標高による温度傾度が異なるので、たとえば積算温度(温量指数)の標高による変化のパターンも熱帯は温帯に比べると急激であり、それが熱帯山地での森林の垂直構造の急激な変化に係わっている可能性がある(Ohsawa 1995)。こうしたいわばマクロスケールの植生構造にたいして、メソスケールの地形・土壌要因に関しては、熱帯では同じ温度帯の内部での土壌条件の変化が植生分布や分化に大きく影響することはよく知られている(van Steenis 1972)。それが人為的な森林破壊や自然攪乱と連動して種個体群を小さく分断し、遺伝的分化に強く係わっている可能性も指摘されている(Gomez-Pompa 1967)。

われわれはこうしたマクロ、メソスケールのパターンとその成因を解明するために、現在マレーシア、サバ州のキナバル山で標高と地形や基質の違いに対応した土壌の肥沃度、乾湿度を軸としたマトリックス上で発達するさまざまな生態系の構造と機能、群落分化を調査し、さらにそれを個体群動態や植物の生理機能や多様性といった内容からもアプローチするヒエラルキー的な手法で研究を始めた。この研究によって温帯の季節変化気候の下での類似の生態現象との比較を行いたいと考えている。

この研究は IGBP-GCTE のコアリサーチとして日本が提案し認められた TEMA (Terrestrial Ecosystem of Monsoon Asia, 代表: 広瀬忠樹東北大学教授) の一環である。IGBP も、こうし

た国際プロジェクトのご多分にもれず資金はないので、この研究は環境庁地球環境部の推進費の援助協力によってやっと開始することができた。今後は、さらに資金的な裏付けを確保し、継続的な研究としたいと考えている。それにしても日本政府は(一部を除いて)、MAB 計画なども含めて、どうしてこうした国際的な研究プロジェクトに積極的に関わろうとしないのか、不思議である。地球環境に関する国際的関心に大きく貢献するこういった研究の推進には積極的に取り組もうとせず、国際化の必要を説いたり、基礎的な科学的知見の価値を理解しようとせず、科学技術離れを嘆いたり、あまりに一貫性がないように感ずる。

TEMA プロジェクトは世界でも唯一、湿潤森林気候が赤道域から北方森林限界まで連続している東アジアの特質を活かして、地球環境の生態系構造の一端を解明しようとするものであるが、同時に個人的には地理的な比較生態学についても新しい方法論を模索したいと考えている。

## 引用文献

- Gomez-Pompa, A. 1967. Some problems of tropical plant ecology. *Journal of the Arnold Arboretum*, 48:104-121.
- Good, R. 1974. *The Geography of the Flowering Plants*. Longman, London.
- Janzen, D.H. 1967. Why mountain passes are higher in the tropics. *The American Naturalist* 101: 233-249.
- Lugo, A.E. & Brown, S. 1991. Comparing tropical and temperate forests. Pages 319-330 in Cole, J., Lovett, G., & Findlay, S. *Comparative Analyses of Ecosystems*. Springer.
- Ohsawa, M. 1987. Habitat differentiation and the ecological niche in vegetation. *Physiol. Ecol. Japan*, 24(Special No.): s15-s27.
- Ohsawa, M. 1995. Latitudinal comparison of altitudinal changes in forest structure, leaf type, and species richness in humid monsoon Asia. *Vegetatio* in press.
- 大沢雅彦・尾崎煙雄 1992. 東アジアにおける亜熱帯・暖温帯常緑広葉樹林域の植生一環境

パターンのヒエラルキー分析—日本生気象学会雑誌 29(特別号):93-103.

Troll, C. 1948. Der asymmetrische Aufbau der Vegetationszonen und Vegetationsstufen auf der Nord-und Sud halbkugel. Jahresbericht des Geobotanischen Forschungsinstituts Rubel für 1947(Zurich), 46-83.

Troll, C. 1955. Der Jahreszeitliche Ablauf des

Naturgeschehens in den verschiedene Klimagürteln der Erde. Studium Generale, Jg. 8:713-733.

van Steenis, C.G.G.J. 1972. The Mountain Flora of Java. E.J. Brill, Leiden.

von Wissman, H. 1939. Die Klima-und Vegetationsgebiete Eurasiens. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zur Berlin 1939, 1-14.

## マダガスカル島におけるオオハシモズ類の適応放散

九州大学理学部生物学教室 江口和洋

### はじめに

マダガスカル島は世界で4番目に大きい島である。アフリカに付属する大陸島でありながら生物の種類数は少なく、アフリカとの共通種が少ない。と言うのも、マダガスカルがジュラ紀後期に Gondwana 大陸から分離を始めたことによる。白亜紀の8500万年前にはアフリカ大陸から400kmほど離れた現在の位置に到達していた。哺乳類でも鳥類でも大分化が起きたのはこの後であり、モザンビーク海峡は長い間障壁となり、哺乳類や鳥類はこの島で独自の進化を遂げたのである。

このような歴史を持つマダガスカルの鳥は面白い。たとえば、繁殖する鳥類201種のうち、105種がこの島の固有種(52%)である。固有種だけでなく、固有の科が3科あり(クイナモドキ科, ジブツポウソウ科, マミヤイロチョウ科), マスカレーニュ地域を含めると、これに2科が加わる(オオツポウソウ科, オオハシモズ科)。鳥類の種数は少ない。繁殖する種数が201種というのは、面積が2/3である日本(257種)より少ない。また、マダガスカルに近いアフリカ南部にいて、マダガスカルには生息しない目が4目, 科が25科もある。さらに、森林性鳥類として重要なスズメ目のなかでは、ユーラシアやアフリカに多い、アトリ科, シジューカラ科, ヤイロチョウ科, モズ科, キバシリ

科, ヒタキ科などがいない。このようなニッチに空きが多いハビタットでは特定種の適応放散がおこる。

マダガスカルで顕著な適応放散を遂げたのはオオハシモズ類 Vangidae である。この科は頭骨や脚の鱗の形態などを基に、アフリカ大陸に生息するメガネモズ亜科(カブトモズ類)に近縁であるとされている。11属14種に分類されているが、形態の違いがあまりに大きいことから、オオハシモズ類の分類についてはまだ完全な一致には至っていない。私は山岸哲大阪市立大学教授らと1989年からオオハシモズ類の研究を続けている(山岸・江口 1992, Eguchi et al. 1993, Yamagishi et al. in press, Yamagishi & Eguchi in press)。本稿ではその成果を中心にオオハシモズ類の生態を紹介する。

### オオハシモズ類の採餌生態

私たちはオオハシモズ類14種をすべて調べるぞと神をも恐れぬ野望をいだいた。オオハシモズ類には全島各地に生息する種もいれば非常に狭い限られた地域にしかいない種もいる。そこで、1989年から1990年にかけて、オオハシモズを求めてマダガスカル各地をまわることになった。この間の悪戦苦闘については山岸教授著の「マダガスカル自然紀行」(中公新書)に詳しい。結局、オオハシモズ類13種の採餌行動を観察

できた。オオハシモズ類は14種であるから、あと一種、クロマダガスカルモズのデータで全種そろふことになる。ところがこの種は北の熱帯雨林の奥深くに隠れ棲んでいるので出会えない。ちょうどマージャンの国士無双をテンパったままの状態である。

表にオオハシモズ類全種の形態、採餌生態、食性を示す。種間で体のサイズ（体長の最小が14cm、最大が32cm）とくちばしの形態が大きく違う。くちばしの形態を基に6つのグループに分け、長いくちばしはピンセット、太いのはプライヤというように、工具になぞらえることができる。極端にくちばしの長いハシナガオオハシモズと極端に太いヘルメットモズを除く各グループは2～4種から構成される。食性は基本的には昆虫食だが、は虫類をよく捕るもの、果実を食うものもある。

一般にくちばしの形態の違いは餌のサイズや質、または採餌方法の違いの反映と考えられている。確かに、くちばしがピンセットのようなハシナガオオハシモズは、樹皮のすきまや昆虫の侵入孔から昆虫をつまみ出す。高木の樹冠部でつまみ捕り採餌をするアカオオハシモズはシジュウカラ類によく似たくちばしと体型を持つ。ハシボソオオハシモズ属の各種は頑丈そうなくちばしで枝や幹をつつく。カメレオンをよく捕らえるカギハシオオハシモズのくちばしは長く頑丈で、先端が鉤状に曲がっている。と、ここまでは話はうまくいっている。ところが、1つ大きな例外がある。種子食のダーウィンフィンチを連想させる馬鹿太いくちばしを持つヘルメットモズが、実は葉や小枝の部分で昆虫を採餌するのである（表）。ヘルメットモズのくちばしは大きくて奇妙な形をしているだけでなく、薄暗い森の中でも目立つオパールのような乳青色をしている。信号のような社会的意味合いがあるのかもしれない。この例外を除けば、似たくちばし形態の種同士は似たような餌を似たような方法で捕るのではないかと予測できる。

採餌方法と採餌部位を基に分類すると、7つの採餌グループ（採餌ギルド）に分けられた。そして、2種以上から構成される採餌ギルドは、1つの例外を除いていずれも互にくちばし形

態の違う種同士で構成されていた。言い換えると、くちばしの形態の似たもの同士は樹木の異なる部位が異なる方法で採餌している。アカオオハシモズはモズのように地上の餌に飛びかかり、ハシナガオオハシモズやハシボソオオハシモズ属はつつき捕りが多い傾向もあるが、採餌方法は基本的にはつまみ捕りである。どちらかという、種間の違いは採餌方法よりも採餌部位で大きい。くちばしの形態の同じ種同士は採餌ニッチを違えているのである。同じくちばし形態で同じように葉や小枝の部分でつまみ捕り採餌をするアカオオハシモズとルリイロマダガスカルモズも、さらに細かく見れば、前者は高木の樹冠部、後者は中低木の樹冠部というように、高さを違えて採餌していた。同所的に生息して似たような餌を捕る種同士では、高さや部位など採餌する微少環境を違えることが競争を避ける一つの方法であろう。このように、オオハシモズ類では採餌部位や採餌方法を違えることにより、同一森林内で共存している。

共存ということになると、オオハシモズ以外の種も考慮する必要がある。オオハシモズ類はほとんどが他種との混群を形成する（表）。東部地域Andasibe (Perinet) 自然保護区で調べた、降雨林のスズメ目鳥類群集の場合、サンコウチヨウやオウチュウなどの空中採餌者以外はほとんどがつまみ捕り採餌者であり、そのうち、オオハシモズ類以外の種は主に葉層部を利用していった。これに対して、オオハシモズ類は太枝や幹の部分の採餌が多く、採餌方法や採餌部位は比較的多岐にわたっていた。他のスズメ目鳥類とは採餌場所、方法を違えている。マダガスカルにはキツツキ、キバシリ、ゴジュウカラなど木の幹部分で専門的に採餌するグループがない。オオハシモズ類はこの空いたニッチを占めるように適応放散したと考えられる。しかし、アフリカ大陸のメガネモズ類やオオヤブモズ類との類縁が指摘されるように、祖先型はつまみ捕りやとびかかり型の採餌方法で昆虫や小脊椎動物を捕らえていたと考えられ、この系統的な制約のため、真正のキツツキ類のように樹木に穴をうがつ採餌者を生み出すには至らなかったであろう。

表. オオハシモズ類各種の形態的, 生態的特徴. 様々な文献を基に作成した.

種名 <sup>1</sup>	SBV	HV	PV	VDV	LV	WHV	BV	HBV	CV	BLV	RTV	RV	TV	NV
全長(cm)	32	31	24	23	24	20	23	29	14	16	14	20	20	14
し峰長(mm)	61	48	23	21	24	21	?	28	15	13	11	18	20	8
し高(mm)	9	28	11	12	12	8	?	11	6	6	5	8	6	3
くちばし型 <sup>2</sup>	A	B	C	C	C	D	D?	D	E	E	E	E	F	F
ハビタツト <sup>3</sup>	DF/SF	RF	RF	DF	SF	ALL	RF	ALL	ALL	RF/DF	RF/DF	RF/DF	RF/DF	RF
採餌ギルド <sup>4</sup>	A	B	A	C	D	C	D	B	B	E	E	F	D	G
餌	昆虫	昆虫	昆虫	昆虫	昆虫	昆虫	昆虫	は虫類	昆虫	昆虫	昆虫	昆虫	昆虫	昆虫
					は虫類	は虫類		昆虫	果実	果実	は虫類	は虫類		
社会単位														
非繁殖期 <sup>5</sup>	LF	SL	SL	SL	SL	SF	SL	SL	SF/LF	SF	SL	SL	SL	SL
繁殖期 <sup>6</sup>	MN	MN	MN	MN	MN	MN	MN?	MN	MNH	MN	MN	MNH	MN	MN
混群形成	No	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
巣の形態	鉢状	カップ	カップ	カップ	カップ	カップ	?	カップ	カップ	カップ	カップ	カップ	カップ	樹洞
巣の位置	木の又	木の又	?	?	枝上	枝の又	?	木の又	枝上	枝先	枝先	木の又	枝上	樹洞
主要巢材	枯れ枝	コケ	?	?	草の繊維	草の繊維	?	草の繊維	草の繊維	小枝	木の葉	植物繊維	コケ	コケ
		シダ			クモの糸	クモの糸		コケ	クモの糸	木の葉	クモの糸	コケ	草の根	
		クモの糸						クモの糸		クモの糸		クモの糸		

1: SBV=ハシナガオオハシモズ, HV=ヘルメットモズ, PV=クロノドハシボソオオハシモズ, VDV=シロノドハシボソオオハシモズ, LV=クロアゴハシボソオオハシモズ, WHV=シロガシラオオハシモズ, BV=クロマダガスカルモズ, HBV=カギハシオオハシモズ, CV=チェバートオオハシモズ, BLV=ルリイロマダガスカルモズ, RTV=アカオオハシモズ, RV=アカオオハシモズ, TV=クロヒヨドリ, NV=ベニハシゴジュウカラモズ.

2: A=ピンセット型, B=ブライア型, C=ペンチ型, D=ラジオペンチ型, E=標準型, F=平ピンセット型.

3: RF=熱帯降雨林, DF=落葉広葉樹林, SF=半砂漠有刺林, ALL=3つの森林タイプの全てに生息, /=両森林タイプに生息.

4: A=樹幹枝・つつき捕り型, B=多所・多技術型, C=小枝及び葉枝・つまみ捕り/つつき捕り型, D=小枝及び葉枝・つまみ捕り型, E=樹冠部・つまみ捕り型, F=地上・とびかかり型, G=樹幹・つまみ捕り型.

5: SL=単独個体または番い, SF=小群(10個体未満), LF=大群(10個体以上).

6: MN=1夫1妻, MNH=ヘルパーのいる1夫1妻.

## オオハシモズ類の社会構造

採餌生態については役満を上げられないままでも、とにかく13種について明らかにすることができた。しかし、私たちの野望にはもう1つ、社会構造を明らかにするという、とてつもないものがあつた。これは行く道遥かなりの感はあるが、やはり面白いものを見つけ出している。まずは、オオハシモズ類の非繁殖期の社会単位、配偶様式、巣の形態、巣材の種類などを表に示した。

非繁殖期には多くの種類は単独か番い単位で生活しているが、4種ほどは群れ生活を営む。中でも、ハシナガオオハシモズは20~30羽の大きな群れを作る。また、夜間には大木に50個体以上が集まって共同で泊まる。一方、ヘルメットモズやベニハシゴジュウカラモズなど降雨林に生息が限られる種は単独か番いで生活している。しかし、自身で群れを作らなくても他のスズメ目鳥類と混群を作る。

配偶様式はすべて一夫一妻的で、科内での変異は小さい(後述するように、私たちはアカオオハシモズで複数の配偶様式を見つけているが)。チェバートオオハシモズとアカオオハシモズにヘルパーが存在する(Appert 1970, Yamagishi et al. in press)。巣の形態はベニハシゴジュウカラモズの樹洞営巣をのぞいて、どの種もカップ状である。しかし、多くの種が草の繊維とクモの巣網を主材料にする一方で、ハシナガオオハシモズがカラスの巣のように、小枝だけで組み立てるなど、材料、構造の精巧さなど幅が広い。巣の形態は種の系統性の反映というという考え方もあるし(山岸 1994)、造巣への投資量の大きさは配偶様式の進化にも関係するだろう。

オオハシモズ類の社会生態の本格的な研究はやっと始まったようなものである。今後研究を進めていくために、現在までの知見から次のような作業仮説を立ててみた。非繁殖期には半砂漠有刺林のような開けた森林に生息する種(ハシナガオオハシモズ)ほど大きな群れを形成する。群れは複数種の場合(混群)も単一種の場合も同じ機能を持つのではないだろうか。熱帯雨林のように多くの種と共存している環境では

混群を作り、半砂漠有刺林のように種数の少ないところでは単一種の群れを作る。オオハシモズ類のような昆虫食鳥類では、群れを形成することにより採餌効率を高めることができ、捕食回避の機能も果たす。しかし、昆虫は種子のように集中分布しないのでコロニー繁殖には不利である。このため、繁殖期にも混群を形成するが、繁殖は分散して一夫一妻的に行なうのであろう。形態面や、採餌行動面では分化を逃がっているが、社会構造面では種間の違いは小さい。オオハシモズ類は森林内で同所的に種分化を起こし、森林以外のハビタットには進出しなかった。そのため、構造的にはいくらか変異のあるハビタットではあつても、環境の変異の幅としてはそれほど大きくはない。そのため、食性の幅も比較的小さく、社会構造に大きな変異を生み出すには至らなかったであろう。

## これから面白いこと

マダガスカル西部、アンカラファンチカ自然保護区には西部地域特有の落葉広葉樹林がよく残っている。ここで、私たちはアカオオハシモズの奇妙な配偶様式を見つけ出した。この種では、1つの個体群内にヘルパーなしの一夫一妻、ヘルパー付き一夫一妻(1~3個体)、一妻二夫の3種類の繁殖単位が存在する。3個体以上からなるグループで過剰なのは常にオスの方であつた。ヨーロッパカヤクグリのようななんでもありの世界ではないが、色んな繁殖単位が混在するのは珍しい。一妻二夫の雄間には順位があり、優位雄は雌や巣の近くから劣位雄を排除する。しかし、この排除がかなりいい加減で、劣位雄はかなりの時間を雌の側で過ごし、交尾もする。ヒナが大きくなるとどちらの雄も同程度に給餌する。ただし、現在までの観察では、ヘルパーにしろ一妻二夫にしろ、繁殖に関わる個体が増えてもヒナへの総給餌頻度が特に増えることもなく、繁殖成功はかえって低くなる。誰が得をしているのかと考えてみても、雌が楽をしているだけということしか見えてこない。ただそれだけでもなからうから次の繁殖期の調査が楽しみである。

もう1つ面白そうなのは、シロガシラオオハシ



モズとハシナガオオハシモズとの関係である。ハシナガオオハシモズの採餌群やねぐら群にしばしばシロガシラオオハシモズが混じる。おそらく後者が前者に追随しているのであろう。営巣場所の選択に関しても同様の追随が見られる。マダガスカル南部の半砂漠有刺林では両者ともバオバブに営巣する。調査した40本のバオバブ中20本に両種のどちらかが営巣していた。このうち、10本がハシナガオオハシモズのみ、4本でハシナガオオハシモズがシロガシラオオハシモズ以外の鳥類（マダガスカルチョウゲンボウ、ニシマダガスカルハタオリ）と同居、5本でシロガシラオオハシモズと同居（両種にチョウゲンボウが加わった2本を含む）、シロガシラオオハシモズのみが営巣したバオバブは1本だけだった。シロガシラオオハシモズは営巣する場合にはハシナガオオハシモズの営巣しているバオバブを選んでいるようである（ただし、サンプル数は統計的検定が可能なほど十分ではない）。近くに営巣していたハシナガオオハシモズがシロガシラオオハシモズのヒナに給餌したという報告もある（Appert 1970）。両種はくちばしの長さを除いて形態や体色がよく似ており、飛行姿勢、鳴き声など行動面でも類似したところが多い。シロガシラオオハシモズのハシナガオオハシモズへのある種の労働寄生が生じ

たのかもしれない。

オオハシモズ類の動物社会学的研究は始まったばかりである。今後の研究で新しい発見がもたらされる可能性は大きい。

#### 参考文献

- Appert, O. 1970. Zur Biologie der Vangawurger (Vangidae) Sudwest-Madagaskars. Orn. Beob. 67: 101-133.
- Eguchi, K., Yamagishi, S. & Randrianasolo, V. 1993. The composition and foraging behaviour of mixed-species flocks of forest-living birds in Madagascar. Ibis 135: 91-96.
- 山岸哲・江口和洋. 1992. マダガスカル島におけるオオハシモズ類の適応放散. 学術月報 45: 23-30.
- 山岸哲. 1994. 野鳥の巣は系統を反映するか? 遺伝48 (11): 4-5.
- Yamagishi, S., Urano, E. & Eguchi, K. in press. Group composition and contributions to breeding by Rufous Vangas *Schetba rufa* in Madagascar. Ibis 137.
- Yamagishi, S. & Eguchi, K. in press. Comparative foraging ecology of Madagascar vangids (Vangidae). Ibis 138.

## 科学技術庁「熱帯林の変動とその影響等に関する観測研究」プロジェクトを行って

森林総合研究所 小林繁男

### はじめに

1992年6月にブラジルで開かれた「環境と開発に関する国連会議(UNCED)」で取り上げられた熱帯林の減少と、そこに派生する環境問題や社会経済問題は、解決のための有効な自然科学的方法や効果的な行政的方法を未だに見いだせないままに、今日の社会的興味や世論が移り動いています。現在、地球上の約45億haがなんら

かの森林で覆われ、そのうちの43%が最寒月18℃以上の熱帯に分布しています。しかし、熱帯諸国は人口増加や生活水準の向上により、熱帯林が広範囲に利用され、年間1690万haの森林が地球上から減少しています。熱帯林の減少は焼き畑耕作、森林伐採、薪炭材の採取、農業・工業開発、放牧等が原因になっています。このため、洪水などの自然災害の頻発、表土流



亡、土地荒廃などが進行し、木材の供給力が低下し、野生生物が減少し、地球温暖化や気候変動など地球規模の環境変動に影響を及ぼしています。

しかし、熱帯林の減少に伴うこれらの変動機構はいまだに十分に解明されておりません。そのため、熱帯林の再生・保全、環境保全や持続的林業に関する科学的データや知見も不十分です。このため、植生・土壌・水文・環境・気候等の総合的な研究が必要で、現在進行している森林破壊が地球的規模の環境に及ぼす影響を長期にわたる観測により明らかにしてゆく必要があります。

### 課題の構成と研究経過

以上の研究目的からプロジェクト研究課題は熱帯林植生の変動の解析的研究、熱帯林地域の諸環境の変動の観測研究、ならびに熱帯林の変動とその影響に関する評価研究から構成されています。

1)熱帯林における植生の変動に関する解析的研究はリモートセンシングによる植生分布の長期的変動のモニターを行うとともに、天然林の維持機構、破壊されつつある森林及び破壊が進行した森林の変動・再生機構の解析を現地調査に基づいて行います。この課題は次の4つに細分されています。(1)熱帯地域の広域にわたる植生の変動に関する解析研究では衛星データを用いて東南アジア地域の広範囲の植生の季節変動及び経年変動を明らかにすることにしていきます。(2)熱帯林の植生の維持・更新機構に関する観測研究では開発の影響のない熱帯雨林・熱帯季節林の更新・維持機構を明らかにしようと試みられています。(3)熱帯林の植生の変動機構に関する観測研究では伐採等の開発の影響を受けている熱帯林の植生の変動を明らかにすることにしていきます。(4)熱帯林消滅による植生の変動に関する観測研究では森林が消滅した後の草原及び耕地において、生態系の変動を明らかにしようと試みられています。

2)熱帯林地域における諸環境の変動に関する観測研究は熱帯林の変動に伴う、河川の流域変動などの水文環境の変動や土壌有機物の分解・

集積・流出等の土壌環境の変動及び二酸化炭素等の収支の変動についての機構を明らかにするために、以下の5つの課題を設定しています。

(1)水収支の変動に関する観測研究では熱帯林の変動に伴う、河川・降水・流域地表条件等を現地及び衛星データにより水収支及びその変動を明らかにしようと試みられています。(2)河川、土砂等の水文環境の変動に関する観測研究では熱帯林の変動に伴う水・土砂流出等の水文環境の変動機構を解明することにしていきます。(3)二酸化炭素等の収支機構に関する観測研究では熱帯林地域における二酸化炭素等の収支を地上及び航空機により観測し、その機構及び変動を明らかにしようと試みられています。(4)土壌有機物の分解及び物質循環に関する観測研究では熱帯林地域における土壌物質の分解・集積を観測し、森林における物質循環機構とその変動を解明することとしていきます。(5)土壌環境の変動に関する観測研究では熱帯林地域における森林の消滅に伴う土壌の流出、土壌成分の変動等を観測し、土壌環境の変動の解析を行います。

3)熱帯林の変動及びその影響に関する評価研究は(1)及び(2)で得られた観測調査データに基づき、熱帯林の変動やそれに伴う水・炭素循環、気候への影響の評価を行います。(1)熱帯林の植生の変動の評価・予測に関する研究では熱帯林の植生及び環境変動について総合的評価を行い、開発の進行による変動を取り入れた熱帯林変動予測モデルの構築を行うこととしていきます。(2)熱帯林を中心とする炭素循環、水循環等の変動評価・予測に関する研究では森林を中心とする炭素循環、水循環の総合的評価を行い、開発の進行による変動を取り込んだ予測モデルの構築を試みています。(3)熱帯林の変動による地球規模の気候へのインパクト評価・予測に関する研究では(1)及び(2)で得られた観測調査データ及び(3)で得られた評価モデルの成果を逐次取り入れた地球規模の気候への影響を評価し、気候予測モデルへの組み込みを研究することにしていきます。

さて、上記のような内容の研究プロジェクトを現在行っていますが、私たちが経験している本プロジェクトの提案からその実行までの研究

経過を説明しながら、これから熱帯生態学の研究をプロジェクトで行っていかうとしている人たちに、資料を提供したいと思います。

1989年当時、熱帯林の消失と地球環境問題が盛んにマスコミに取り上げられていました。これを受けて、森林総合研究所に「熱帯・亜熱帯地域における森林の消失が地球生態系に及ぼす影響」研究会を組織しました。この研究会で、今までの研究成果、問題点を検討・整理し、シンポジウム等を通して、今後の研究方向を検討しました。研究会での討議した内容、揚げられた文献、シンポジウムの記録は、3冊の森林総合研究所研究会報告(1989:No.2, 1989:No.3, 1990:No.4)にまとめてあります。また、1989年には科学技術庁から「地球科学技術特定調査研究」プロジェクトの課題募集があり、科学技術庁防災科学技術研究所、気象庁気象研究所、通商産業省資源環境技術総合研究所、建設省土木研究所、農林水産省農業環境技術研究所、同国際農林水産業研究センター、同森林総合研究所が参加する10年間のプロジェクトをタイの熱帯季節林で1990年から1999年まで実施する事になりました。同時に学識経験者を含めて研究検討委員会も設置されました。このプロジェクトは外国の研究機関を相手に行うものですが、国際協力事業団が行うようなG-Gベース(政府対政府)のような枠組みでなく、I-Iベース(研究所対研究所)で行う仕組みになっていました。I-Iベースであること、研究課題内容から、参加研究機関も広範な分野にわたること、10年間という実施期間であることなどが特徴といえます。これらの特徴を持つ本プロジェクトをタイ側に理解していただき、受け入れを打診するために、英文の研究計画書を1990年には発行し、それをもとに1991年2月にプロジェクト説明をタイのNational Research Council of Thailandに行いました。多くの日本人・タイ人研究者の援助の基に、研究内容についての理解は、得られたのですが、カウンターパートが多研究機関になること(タイではあまり外国との共同研究において、例がないことのようにでした)、長期間にわたることなどが大きな問題点として挙げられました。タイ政府の承認、タイ側の体制作り、

プロジェクトの枠組みの設定など確かな実施計画を設定するための期間が必要でした(これは国内で実施するものより、外国との共同研究プロジェクト実行上、はるかに重要な点です)。もちろん、この期間には検討委員会の開催、各機関への連絡、相手国機関への連絡、課外物品購入・発送手続き、海外出張事務、海外経費事務、報告書作成・予算要求事務等の国内の体制作りも行われました。漸く1992年の2月に本プロジェクトの討議議事録(R/D)の署名が行われ、その年に試験地の設定、フィールドの調査観測が開始されました。タイの参加研究機関はNational Research Council, Royal Forest Department, Meteorological Department, Kasetsart University, Royal Irrigation Department, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Land Development Department, Office of Environmental Policy and Planning, Chulalongkorn Universityなどです。そして1993年にはタイ政府がカウンター研究機関にカウンタープロジェクトの予算付けも行われました。

#### 調査地の概況、試験研究計画 ならびに今までの成果

本プロジェクトでは試験地はバンコックの西北250kmに位置するカンチャナブリ・トンパーンにあるメクロン流域試験地をセンターステーションとして、チェンマイ北部、東北・中部タイならびにサケラートなどでそれぞれの課題に従って調査観測が行われています。

センターステーションであるメクロン流域試験地は、Fig.1のような明瞭な乾季・雨季がある熱帯季節林地帯です。地質は花崗岩、石灰岩、砂岩ならびに頁岩から構成されています。土壌は一般に赤色系褐色ラテライトで、標高により土色、土性、構造が異なります。植生は混交落葉樹林、乾燥フタバガキ科林、乾燥常緑林、伐採の入った二次林ならびに荒廃草地在り分布しています。天然林、二次林ならびに荒廃草地に4haの固定試験地を設定し、さらに焼き畑跡地のチーク(*Tectona grandis*)新植地(2年生)に0.12haと16年生のチーク人工林に0.18haの固定試験地を設定しました。これらの固定試験地で、

毎木調査、実生動態、リターフォール・シードフォール量、デンドロメータによる成長量、植生パターン、リター分解率、先駆種動態・現存量などの調査を行っています。また、天然林、二次林ならびにチーク新植地では微気象計測ステーションを設置し、気温、地温、熱流、照度、降雨、林内雨、湿度ならびに土壤水分を連続計測しています。

熱帯林における植生の変動に関する観測・解析研究ではチェンマイ市西部山岳地帯の乾季のランドサットTMデータより植生指数画像を時系列的に作成し、落葉樹林帯や常緑樹林帯等の林型区分が可能であることが解りました。また、焼き畑は常緑林地帯でのみ行われ、焼き畑後落葉広葉樹が進入することが解ってきました。熱帯雨林に比較して、天然の熱帯季節林では面積当たりの種多様性は低い、樹木の本数当たりではほぼ同等に高いことが認められました。二次林では、*Bauhinia viridescense*, *Sterculia macrophylla*, *Musa acuminata*などの先駆種の個体群動態が二次遷移を左右することが認められ、荒廃草地では植生が激しい変化を起こしていること、樹木が優占する場所の現存量が草地よりはるかに大きいことが認められました。乾季の乾燥や火事などの攪乱がこれらの更新・遷移に果たす影響が強いことも明らかにされつつ

あります。

熱帯林地域における諸環境の変動に関する観測研究では熱帯林の減少に伴って水収支の観測をLam Phra Phloeng川で行った結果、年流出率が約0.3と非常に損失量が多いことが解ってきました。また、Mae Tang川では下流地点の年間流出浮遊砂量が中流部の5~10倍ほど大きく中流から下流域が主要な土砂生産源と考えられました。また、二酸化炭素の航空機観測では混合層の上空の濃度は大気バックグラウンド濃度に接近し、混合層内部では濃度は高い方向で変動し、日中は森林の風上で風下より高い傾向を示しました。さらに、メクロン流域試験地の土壌は酸性から弱酸性を示し、土壌有機物や交換性塩基類が表層に集積し、炭素含有量が少なく、パラツキが大きいことが認められました。森林土壌と耕地化された土壌の比較において、東北タイで認められた耕地化による有機物・塩基の減少はタイ中部ナムナオ地区で顕著ではありませんでした。

熱帯林の変動及びその影響に関する評価研究では集落の家族数の変遷や焼き畑面積の変動と木材会社の森林伐採による集落周辺の森林の減少を明らかにするとともに、禁伐になってからの盗伐の実態も明らかにされてきている。また、熱帯季節林の数種の光合成速度の実測と生育期間の想定から年総生産速度を推定した結果、日本南部の暖温帯林とタイ南部やパソアの熱帯雨林の中間に位置すると考えられました。さらに、熱帯林役割を開発した植生次元モデルとして気候モデルへ組み込むために、大気境界層モデルを改良し、大気放射物理過程を導入した結果、平均気温が観測値よりも次第に上昇して行く傾向が抑制されました。

以上は、実際に調査、観測、解析をはじめて3年間の部分的成果をまとめたものです。さらに続く5年間で、より熱帯季節林生態系が明らかにされることと思います。

#### おわりに

本文は「熱帯林の変動とその影響等に関する観測研究—平成5年度 研究成果報告書(科学技術庁研究開発局:1995)」を基に、著者が携わ

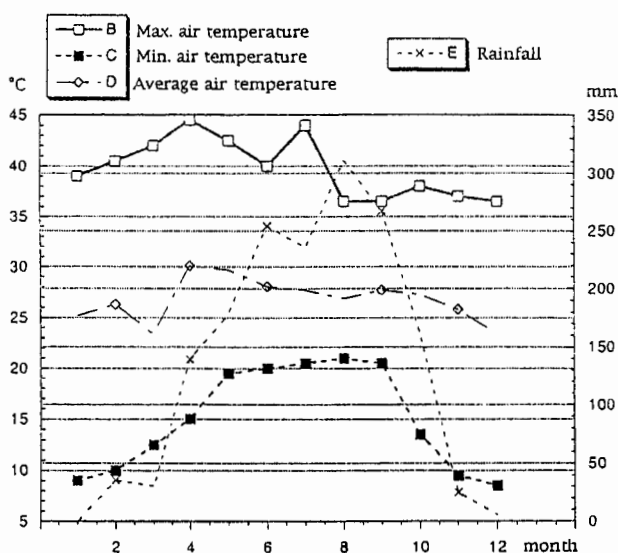


Fig.1 Characteristics of the wet and dry seasons based on monthly air temperature and rainfall at Mae Klong Watershed Research Station (1979-1989)

っているメクロン流域試験地での調査などを中心にまとめたものです。

文章中にプロジェクト立案から実行段階まで、やや長く記述しましたが、若手の研究者が研究プロジェクトを提案する場合、それを外国で実行する場合の参考になればと思い記しました。研究プロジェクトの提案には、十分な準備が必要であること、外国での共同研究には、カウンターパートの理解と協力が必要であること、また、現在の森林と環境問題を研究するには長期の生態モニタリングが必要であると考えています。

現在、熱帯各地で、日本の研究者による種々の熱帯林の共同長期生態モニタリングが行われています。各プロジェクト間の研究遂行上の問題点や成果などの情報の交換が必要な時です。この紙面上での各プロジェクトの紹介やシンポジウムなどの開催を通して、ネットワークづくりが出来れば、さらに研究が進むであろうと期待しています。

## プロジェクトに関連した文献

- 森林総合研究所. 1988. 熱帯・亜熱帯林の消失. 森林総合研究所研究会報告 No. 2, 66pp.
- , 1988. 熱帯林の消失とその影響. 同研究会報告書 No. 3, 80pp.
- , 1989. 熱帯林問題と研究対応. 同研究会報告書 No. 3, 119pp.
- Science and Technology Agency. 1990. Research Programme on the Changes of Tropical Forests and Their Influences. STA, 60PP.
- 科学技術庁研究開発局. 1993. 熱帯林の変動とその影響等に関する観測研究. 平成3年度研究成果報告書, 科技厅研究開発局, 105pp.
- , 1994. 平成4年度研究成果報告書, 126pp.
- , 1995. 平成5年度研究成果報告書, 135pp.
- STA, NRCT & JISTEC. 1995. The International Workshop on the Changes of Tropical Forest Ecosystems by El Nino and Others. Proceedings. (in press)

## マラリア予防・治療ネットワークの紹介

森林総合研究所 藤間 剛

熱帯から帰国後、マラリアと思われる発熱にみまわれた場合、下記のいずれかに連絡すれば、適切な対応方法の指示を受けることができます。

- 1) 東海大学救命救急センター  
センター長 沢田祐介  
TEL 0463-93-1121 FAX 0463-95-5337  
24時間受け付け。
- 2) 東海大学医学部感染症学部門 田中朝雄  
TEL 0463-93-1121 内線 2600  
FAX 0463-95-5450
- 3) 名古屋大学農学部 武岡洋治  
TEL 052-789-4015 FAX 052-789-4012

- 4) 山口大学総合治療センター  
(救急医学) 定光大海  
TEL 0836-22-2343 FAX 0836-22-2344

- 5) 筑波大学基礎医学系 田中真奈実  
TEL/FAX 0298-53-3263

上記のいずれかに連絡をすれば、どこで診察をうければ良いのかという指示にあわせて、必要に応じた診療機関への連絡および治療薬の提供等がなされます。

日本では大半の臨床医がマラリアの治療経験をもたないので、診断および治療薬の決定等、初期治療のおくれから大事にいたる可能性は決して低くありません。熱帯熱マラリアの場合は、

数日の遅れにより死にいたることもあるので、とくに迅速な治療が必要です。また抗マラリア薬の多くは強い副作用をともなう細胞障害性薬剤であり、その処方には細心の注意が必要とされています。ネットワークは、初期治療の混乱から死者をだしたり、重大な副作用による薬害がおこったりすることを極力阻止することを目的としています。マラリア流行地から帰国後、

異常な発熱によりマラリア感染が少しでも疑われる場合には、ためらわずに連絡することをおすすめします。

また、マラリア流行域で調査をおこなう場合は、事前に問い合わせれば、現地で発病した場合の対応方法、治療薬の配布等、必要な情報を提供していただけます。