

*Tropical Ecology Letters*

日本熱帯生態学会 Japan Society of Tropical Ecology May 25 1994

マダガスカルにおける昼行性原猿類  
の調査の現状と問題点

京都大学アフリカ地域研究センター 小山 直樹

## はじめに

私をはじめマダガスカルへ出かけたのは、1981年8月であった。調査の計画はそれ以前からあって、1978年度にでかける予定をしていたのだが、諸般の事情からとりやめざるをえなかったのである。当時のマダガスカルは鎖国にちかい状態で、外国からの研究者はほとんどはいていなかったのである。1981年の初回の調査から1993年までの間に、8回出かけたことになる。これは、ひとえにマダガスカル島そしてそこに生息する生き物たちが、魅力あふれる存在であるからにほかならない。1981年、1982年の京大・霊長類研究所特別事業費による調査(Koyama, 1988; 小山, 1991)の後研究はしばらく中断したが、1988年の京大・70周年記念後援会からの助成金による予備調査の後、1989年から1991年までの3年間は大阪市立大学理学部の山岸 哲教授を研究代表者とする国際学術研究「マダガスカル島における高等脊椎動物の適応放散と社会構造」の研究分担者として、調査をおこなった。この調査の報告はYamagishi(1992)にまとめられている。つづく1992年の私費による2ヵ月間の調査の後、1993年から私が代表者となって国際学術研究「マダガスカルにおける昼行性原猿類の社会生態学的研究」という課題に取り組んでいる。主対象はワオキツネザルとペローシファカであるが、以下にこれまでにわ

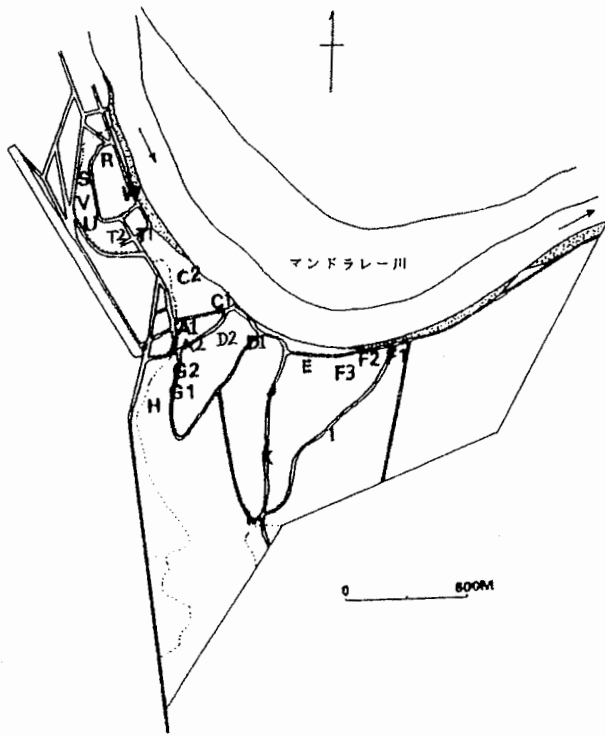
かったことがらや研究上の問題点を記してみたい。

## マダガスカル島

マダガスカル島には現在104種の哺乳類が生息しているにすぎない。このうち霊長目に属するのは30種で、これらはすべて原猿亜目に区分される原始的なサル仲間である。原猿類は旧世界の熱帯・亜熱帯域に生息しているが、マダガスカル島のもの以外はすべて小型で夜行性である。これらの地域では、ずっと進化した真猿類が昼間活動しており、原猿類は夜行性に特殊化する形で生き延びてきているといえるだろう。マダガスカル島の原猿類の過半数は小型で夜行性である。ところが、この島には原猿であって昼行性のものもある。これは真猿類の侵入がなかったために、独自の進化をとげたのだと考えられている。

## ベレンティ保護区

私たちが調査をおこなっているベレンティ保護区は、南緯24度50分、東経46度20分の亜熱帯域にあって、年間降水量は600ミリメートル位しかない。雨量のおよそ70%は11月から3月までの5ヵ月の間に降るので、10月が最も乾燥した時期になる。この約250ヘクタールの広さの私設保護区は水の枯れないマンドラレー川沿いに



ベレンティの森とワオキツネザルのおよその位置

あるため、現地名でキリー(*Tamarindus indica*), ベノノ(*Acacia roovume*), ポレリ(*Nestina isoneura*) など20メートルを越える高木が川辺林を形づくっている。川から遠ざかるにつれて、南西部に特有な乾燥した刺の多い低木林地帯が広がっていく。ちなみに、ベレンティとは現地語で“大きなウナギ”という意味だが、この付近の川ではウナギやティラピアなどの魚がとれるし、たまにはナイルワニにお目にかかることもある。マダガスカル島の南部一帯に生息する昼行性のワオキツネザルは、おとなでも体重2キログラム余りのサルであるが、17~18頭の群れをつくって生活している。一群れのサイズが大きいこともあって、他のキツネザルなどよりその社会生活は複雑である。このベレンティ保護区には、昼行性3種(ワオキツネザル、ペローシファカ、チャイロキツネザル)と夜行性2種(シロアシイタチキツネザル、ハイイロショウキツネザル)の原猿が生息している。他の哺乳類としては、マダガスカルオオコウモリ、テンレック、ハリ

テンレック、フデオアシナガマウス属に属するネズミの仲間の計4種しかおらず、哺乳類相は貧弱である。

### ワオキツネザル

さてワオキツネザルであるが、霊長類ではめずらしく雌が雄よりも優位である。子供のうちははっきりしないが、2才を過ぎる頃から雌は雄よりも優位になっていく。この変化は一カ月位の短い期間内でおこってしまう。普通雌は2才半で初発情をむかえ3才で初産するから、プリンストン大学のA.ジョリー博士らが言うような妊娠、育児に多大なエネルギーが必要で、この食物要求度の違いが雌を優位にさせているという仮説は、まったくあてはまらない。なぜなら、おとな雄よりも優位になる若雌は、妊娠はおろか初発情すら経験していないからである。では何にその原因をもとめるのかということになるが、私はいまのところ身体内部でおこる雌の生理的变化とそれに伴う性器からのフェロモンの発散、そしてその匂いに過敏に反応する雄の行動特性に原因があるのではないかと考えている。この場合、雄と雌の体重であらわされる性差がほとんどないのが前提になる。多くの哺乳類では雄の方が雌より大きく、真猿類の旧世界ザルでは雄が丈夫な犬歯をもっていて、相手に咬みついて屈服させることができるのに対して、ワオキツネザルでは身体の大きさに性差がなく、骨格もきゃしゃにできている。きゃしゃとはいえ犬歯は重要な武器なのだが、おとな雌のなかにはおとな雄と同じように、口を閉じたとき上顎犬歯が外にとびだすほど長く伸びた個体をみることがある。ただ普段の争いには水平に突き出た下顎の門歯が使われているようで、犬歯がどのていど機能を果しているのかはよくわからない。

### 性比

おとなの雌雄の比をあらわす言葉として、社会的性比(Sociometric Sex Ratio)という用語があり、



三つ子をもった雌のワオキツネザル

群れ生活を営んでいる霊長類では、雌のほうが雄より数が多いのが普通である。ところが、ワオキツネザルの雌雄の個体数比はやや雄のほうが多いといわれており、この雄にややかたよった性比が、何に原因があるのかがまだよくわかっていない。調査の主対象としているワオキツネザル3群で、この5年間に77頭の赤ん坊が生まれている。内訳は雄38頭、雌23頭、性不明16頭で、性別が確認できないうちに死亡してしまった個体などを除くと、雄62.3%、雌37.7%と雄が多く生まれている。この77頭のうち、双子が2例(4頭)、三つ子が1例(3頭)含まれている。

アフリカ大陸東部、南部の疎開林に生息する夜行性の原猿であるオオガラゴは、普通双子を産むのだが、集団の性比が雄に偏っており、この性比の偏りが局所的資源競争と関係するという説が出されている。つまり、息子は群れから出ていくので、娘を産むより息子を産むほうが母親にとって資源競争を避ける上で有利だというものである(長谷川, 1993)。この仮説の難点は、雌雄を産みわけのメカニズムがわかっていないことである。性比に偏りが生じる原因とし

て、①雌雄の死亡率はかわらないが、出生時に雄のほうが多く生まれる、②出生時の雌雄比はかわらないが、雌雄の死亡率に差があって雌のほうが死亡率が高い、③出生時に雄が多く生まれ、なおかつ雌の死亡率が高い、という三つの可能性が考えられる。収集した資料からは①が考えられるが、例数が少ないことによる標本誤差なのであろう。私には②の可能性が高いように思われるのだが、もしそうであれば、雌の死亡率の高さは雌の雄に対する優位性と関係しているかもしれない。この性比の問題は、例数をもっと増やすことと長期にわたる個体毎の生きざまを追跡することによって、ある程度わかってくるものと思う。

### 食物と出産の時期

ベレンティ保護区には少なくとも179種の植物がはえているが、種が同定されているのはまだ71種だけである。ワオキツネザルは少なくとも52種の植物を食べており、このうちの20%余りは草本類である。この他に蟬、シロアリ、バッタなどの昆虫を好んで食べる。このようにワオキツネザルは雑食性なのであるが、この森に同所的に生息するペローシファカはまったくの肉食主義者で、ワオキツネザルの1/3位の小さななわばりをもっている。ペローシファカは普通4~6頭位の小さな群れをつくっており、一群れにおとな雌の数は最少1頭、最大3頭しかいない。このサルも雌のほうが雄より優位である。赤ん坊の生まれる時期が南半球の冬にあたる6月下旬から7月いっぱい、食べ物の乏しい時期なのである。ワオキツネザルの出産が8月下旬から9月いっぱいにかけてであるから、ちょうど2ヵ月早い。ワオキツネザルと違って、ペローシファカは水を飲むこともなく、必要な水分は食べ物である植物から得ている。ワオキツネザルが熟れた果実を好んで食べるのに対して、どちらかというと未熟な青い実、葉、花、芽を好むようだ。ワオキツネザルが決して食べない有毒のトウダイグサ科の植物でさえ、もり

もり食べるのであるが、糞の形もワオキツネザルなどの糞とは違って、5ミリメートル位の大きさの小型薬用カプセルのような長楕円形をしている。ペローシファカは体重4～6キログラムとワオキツネザルより2, 3倍重く、食物の乏しい時期に出産するなどの特徴をもっている。

チャイロキツネザルはもともとこの森には生息していなかったのであるが、西部海岸に近いモロンダバからつれてこられた約8頭が、1974年に檻から逃げだして野生化し、現在では10群100頭は生息していると思われる。この種の生態はよくわかっていないが、群れの行動域が著しく重複していて、はっきりしたなわばりがなく、群れ同士が出あった場合には、雄が自分の群れの雌たちを他の群れと混じり合わないよう追いつ立てる "herding" という行動をとるといわれている。チャイロキツネザルは性的2型が顕著で雄が雌より身体が大きく、雄のほうが優位である。出産はワオキツネザルより約1ヵ月遅い9月下旬から始まる。

### 成長率

米国のデューク大学には原猿類を野外で飼育している放飼実験場があり、ワオキツネザル2群が飼われている。ここで研究をおこなっているM.E.ペレイラ博士によると、ワオキツネザルの赤ん坊は夏至の頃までは急速に成長するという。北半球のためマダガスカルとは半年ずれるので、早い出産は2月下旬であるが、早く生まれた個体も遅く生まれた個体も、夏至までは成長率が高く、それ以後は成長率が低下するので

ある。飼育施設なので栄養のコントロールができるが、十分な栄養を与えていても夏至を境に成長率にはっきりとした差が生じる。この不可解な現象は、毎月定期的に体重を測定してわかったことであるが、この成長率の差は日照時間が長くなっていくか短くなっていくかということと関連があるらしい。

### おわりに

このように、雌の優位性、性比の偏り、出産の時期と食物、赤ん坊の成長率など原猿類の研究には数多くの問題点が残されている。私達の調査はあと2年継続するが、生息地の環境条件、社会構造、繁殖、コミュニケーションなどについての調査を進めながら、これらの問題に取り組んでいくつもりである。

### 参考文献

- 長谷川真理子 1993. 大きい息子と育ちのよい娘—哺乳類に性比調節はあるか? 科学64(1): 27-34.
- Koyama, N. 1988. Mating behavior of ring-tailed lemurs (*Lemur catta*) at Berenty, Madagascar. Primates 29(2):163-175.
- 小山直樹 1991. マダガスカルの原猿類社会. 「サル文化誌」, 西田・伊沢・加納編, 平凡社, pp.33-56
- Yamagishi, S. (ed.) 1992. Social Structure of Madagascar Higher Vertebrates in Relation to Their Adaptive Radiation. Osaka City University, Osaka. 92pp.

# タイ国ナラチワの泥炭湿地林

横浜国立大学経営学部 鈴木 邦雄

地球環境問題の最先端的課題のひとつとして、熱帯林劣化の現状が様々な形で取り上げられています。熱帯アジアの泥炭湿地林は、熱帯林の1タイプであると同時に、今日の地球環境が抱えている問題や劣化の現状が集約されているのです。以下に、私どもが調査研究の対象としている熱帯アジアの泥炭湿地林を紹介したいと思います。

## 自然湿地の分布

さて、地球上には水田耕作地として利用されている広大な土地があり、その水田の多くが自然湿地を源としています。世界には海水の影響を受けていない湿地だけでも5~9億haと推定されています。世界の湿地の分布を図1に示しています(Aselmann and Crutzen, 1989)。図では、緯度10度ごとの湿地面積がまとめられています。湿地というと、寒帯を中心とする湿原や

ヨシ原など開放景観を形成するのが一般的です。事実、北緯50度以北の陸域には世界の48.9%(Matthews and Fung, 1987)あるいは51.3%(Aselmann and Crutzen, 1989)の湿地が集中しており、特にミズゴケ類やスゲ類など草本植物起源の泥炭湿地(Bog, Fens)が広く存在しています。しかし、低緯度地域、すなわち熱帯にも泥炭湿地が存在しています。熱帯では、泥炭の素材を森林・樹木とする湿地(Swamp)であることは、あまり知られていません。熱帯地域には、世界の湿地の27%(570万km<sup>2</sup>)があるという報告もありますが、この中にはマングローブなどの汽水や海水域が含まれておりません。そのうち、湿潤な熱帯アジアの低地には、世界の熱帯湿地の3分の2、日本の国土の約3倍にも及ぶ広大な面積の泥炭湿地が集中しています。しかも、泥炭湿地という貧栄養で軟弱で特殊な土地に自然条件下でうっ蒼と繁る森林が成立しているとい

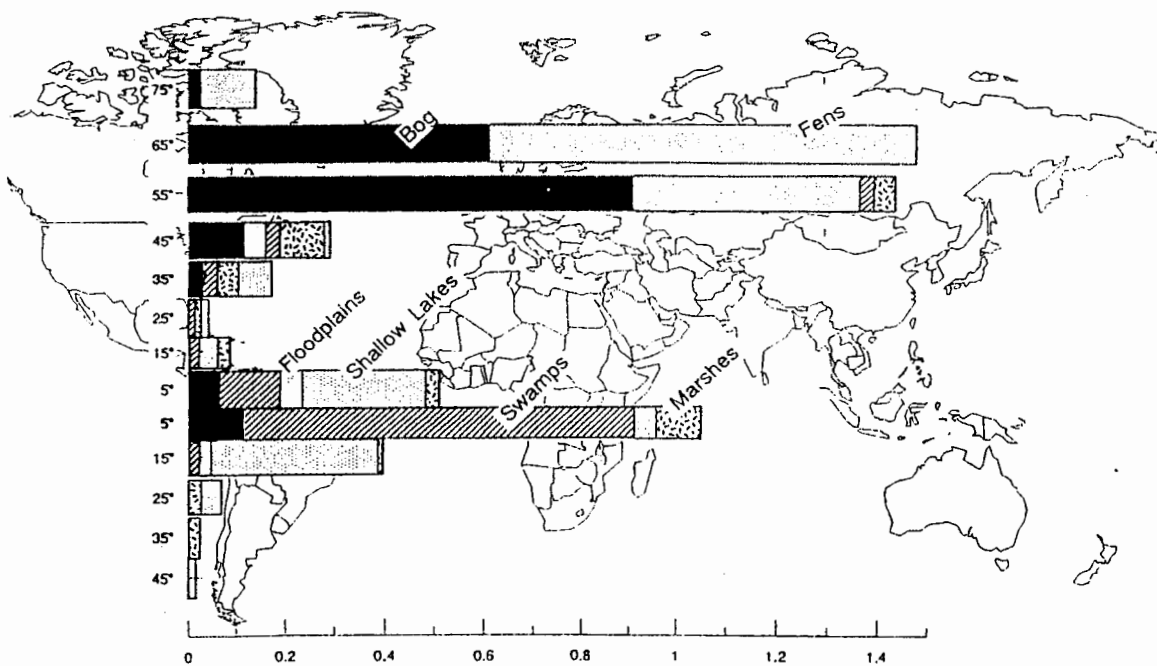


図1 世界の湿地分布(10<sup>6</sup>km<sup>2</sup>)

う、脅威ともいえる事実があります。

### 熱帯泥炭湿地林とは

私どもが現在生態調査を実施している泥炭湿地林は、南部をマレーシアとの国境とするタイ・ナラチワ州に位置しています。

最近まとめられた文献によると、ナラチワ地区の泥炭湿地(約8000ha)のフロラは、109科437種の高等植物と15科33種のシダ植物が記載されており、その内50種がタイでの新記載・新種となっています(Chawalit, 1992)。したがって、今から約8年前、タイの泥炭湿地にはどんな植物が生えているのか、二次林はどんな林か、草原の優占種はなにか、といった疑問に答えてくれる文献や植物学者は見あたりませんでした。幸いにもこの泥炭湿地のフロラを研究していた国立森林局のDr.Chawaitと共同で、これらの疑問に答えるべくデータを収集し、次第にその姿が見えてきた次第です。ナラチワの泥炭湿

地の自然林、二次林、二次草原を対象とした植物社会学的調査結果は、TROPICSの第2巻1号(p.49-65)、『群落研究』の9号などにて発表していますので参照ください。

1992年6月、このタイ・ナラチワ州の泥炭湿地の自然林の中に高さ38mの調査用タワーを建設し、継続的に微気象環境などを観測するとともに、タワーを中心に60m×60m(現在100m×100mに拡大する計画)の固定調査枠を設置し、その枠内外での植生やフロラ(植物相)、垂直方向での植生構造の変化、ツル植物など、生態調査を実施しています。

60m×60m(3,600m<sup>2</sup>)の調査枠内には、胸高直径が10cm以上の樹木だけで259本、17科26属31種が生育しています。表1に樹種別リスト(2本以上のみ)を載せていますが、*Vatica pauciflora*(フタバガキ科)など注目すべき樹種もありますが、本数だけでは*Eugenia tumida*(フトモモ科)が全体の3分の1を占めています。ha当り719本という本数は、東南アジアの熱帯多雨林を対象に調べられたデータの400~600本/haよりも、若干多くなっています。また、地上部のバイオマスを試算しましたところ、250.0トン/haにすぎず、東南アジアの熱帯多雨林の286~655トン/haよりも少なくなっています。0.5haの自然林内では、樹木から草本植物まで含めると、81種の植物の生育を確認しました。81種というフロラ多様性(出現種数)は、日本の溪谷林のものよりも少ないともいえます。

調査用タワーの建てられたタイ南部の年間降水量は2,500mm前後で、雨期に当たる11月と12月だけで1年の約半分の1,000mm以上の降雨があります。そこに広がる湿地自然林は、1年中極端な水位の変化がなく、常に冠水しています。樹木の根付近、倒木落枝が集まった部分だけ水面が途切れます。したがって、現地では歩行・移動に特殊な技術が必要となり、一歩樹木の根の部分から足を踏み外すと、下半身が潜ってしまうほどぬかるんでいます。そのぬかるみの中身は厚さ2~4mの泥炭層(マレーシアでは10m

表1 タイ、ToDaengプロットの種構成。no.:個体数, BA:基底面積。

| Species name  | no. | no.% | BA%  |
|---|-----|------|------|
| <i>Eugenia tumida</i> (Myrtaceae)                                       | 99  | 38.2 | 28.0 |
| <i>Ganua molleyana</i> (Sapotaceae)                                     | 31  | 12.0 | 21.8 |
| <i>Camposperma coriaceum</i> (Anacardiaceae)                            | 12  | 4.6  | 7.9  |
| <i>Macaranga pruinosa</i> (Euphorbiaceae)                               | 12  | 4.6  | 7.5  |
| <i>Endiandra macrophylla</i> (Lauraceae)                                | 11  | 4.2  | 2.8  |
| <i>Polyalthia lateriflora</i> (Annonaceae)                              | 11  | 4.2  | 1.5  |
| <i>Calophyllum teysmannii</i><br>var. <i>inophylloides</i> (Guttiferae) | 9   | 3.5  | 4.8  |
| <i>Goniothalamus giganteus</i> (Annonaceae)                             | 9   | 3.5  | 1.2  |
| <i>Eugenia oblata</i> (Myrtaceae)                                       | 7   | 2.7  | 2.6  |
| <i>Polyalthia glauca</i> (Annonaceae)                                   | 6   | 2.3  | 1.6  |
| <i>Neesia malayana</i> (Bombacaceae)                                    | 5   | 1.9  | 3.5  |
| <i>Blumeodendron kurzii</i> (Euphorbiaceae)                             | 5   | 1.9  | 0.5  |
| <i>Sandoricum beccarianum</i> (Meliaceae)                               | 4   | 1.5  | 2.2  |
| <i>Ixora grandifolia</i> (Rubiaceae)                                    | 4   | 1.5  | 0.5  |
| <i>Sterculia bicolor</i> (Sterculiaceae)                                | 3   | 1.2  | 1.7  |
| <i>Stemonurus secundiflorus</i> (Icacinaeae)                            | 3   | 1.2  | 1.7  |
| <i>Vatica pauciflora</i> (Dipterocarpaceae)                             | 3   | 1.2  | 0.6  |
| <i>Myristica iners</i> (Myristicaceae)                                  | 2   | 0.8  | 1.2  |
| <i>Eugenia muelleni</i> (Myrtaceae)                                     | 2   | 0.8  | 0.5  |
| <i>Parastemon urophyllus</i> (Rosaceae)                                 | 2   | 0.8  | 0.4  |
| <i>Xylopiya malayana</i> (Annonaceae)                                   | 2   | 0.8  | 0.4  |
| <i>Chisocheton patens</i> (Meliaceae)                                   | 2   | 0.8  | 0.3  |
| <i>Xylopiya fusca</i> (Annonaceae)                                      | 2   | 0.8  | 0.3  |
| <i>Baccauria bracterata</i> (Euphorbiaceae)                             | 2   | 0.8  | 0.3  |

以上にもなります)です。それは、溶存酸素量が極端に少なく酸性の強い水の中に堆積した倒木や落枝、有機物が千年以上にわたって分解されずに残されてきたものです。

### 泥炭湿地林の特徴

この泥炭湿地を覆っている森林は、平均樹高が26m、自然状態で高さが30m以上の大木もみられ、林内には大型ヤシ類が多く生育しています。熱帯多雨林と比較すれば若干の疎林となっており、場所によっては光が林床まで深く差し込んでいます。また、林床部に生育している植物相は、樹木の幼苗と数種のヤシ類を除くと極めて貧弱になっています。泥炭湿地の自然林の特徴として、林冠部まで達する樹木に少なくとも数種類のツル植物が生育していることと、*Licuala*, *Nenga*, *Elaeodora*などの大型ヤシ類を中心として高さ5~6m以下に光合成が活発に行われている層があることをあげることができます。ツル植物の生態に関しては目下調査研究中ですが、10前後の種類が高い頻度で出現している現状からも泥炭湿地林の成立・存続に重要な役割を果たしていると考えています。泥炭湿地林では林冠部に光合成の中心があると同時に、水面から数mほど上の空間にも光合成の活発な部分が存在することになります。

もう一つの特徴は根の形態にあります。熱帯の海岸付近に生育しているマングローブ林では板根・空中根という特殊な根系の発達がみられますが、泥炭湿地林でもほとんどの樹木が、支持根、呼吸根といった特殊な空中根を発達させています。4mを越える高さに達する巨大な根系を有する樹木も少なくありません。私どもが調査した樹木のうち胸高直径が10cm以上の樹木の9割以上が、なんらかの特殊な形態の根系を発達させていました。軟弱な地盤において樹木を支持する、水中で不足する酸素を補給する機構としてなど、いろいろな要因から根系が発達したと考えられます。マングローブ林から泥炭林まで、特殊根の発達が共通する特徴のひとつ

になっています。また、林内に生育している *Gynotroches axillaris* は、マングローブ林の構成種として代表的な *Rhizophora apiculata* と同じ科 *Rhizophoraceae* の樹木です。決して大木ではありませんし、出現の頻度も低いのです。しかし、マングローブ林を構成している重要な樹木と同じ科の植物の生育は、マングローブ生態系と泥炭湿地生態系との地史的連続性あるいは生態的環境の同位性を考える素材のひとつとして注目しています。そして、熱帯泥炭の前身となった森林は、マングローブ林であるとの解釈もなされています。

### 熱帯湿地林劣化の現状

昔から、ラタン(籐)・有用木などを採集するため泥炭湿地の自然林にも、人の手が入っていたといわれています。1960年代までは泥炭湿地の自然林の多くが、マレー半島や隣接する島々に残されていました。

泥炭湿地林が開発されずについて最近まで残されてきた原因を考えてみます。湿地林は、マラリヤやフィラリアなど病原菌の巣となっており、人間の容易な進入を阻んでいる暗い大地です。それ以上に、農業生産には向かない土地として、ある意味では無視されてきました。歴史的にみると、泥炭湿地の存在する沿岸低地には、昔からかなり多くの人々が住んでいましたが、泥炭湿地の農地開発は小規模にしか行われてきませんでした。この事実を、注目する必要があります。言い替えると、地域の人々は何度か農地開発を試みてきたものの、泥炭湿地の維持管理は大変で生産性も上げられない、持続的な利用ができない、開発の不適地として放置されてきた土地なのです。しかし、1970年代からはこの泥炭湿地にも大規模な開発が行われてきており、それがいろいろな形での環境問題や社会問題を表面化させています。

泥炭湿地の自然林を訪れた1987年夏、案内してくれたタイの植物学者は、「ここは自然保護地域で、火入れや伐採など人間の手を加えては



いけない区域に指定されています」と説明しながらも、「この自然林も我々の調査が終わる頃には消えてしまうのが、タイ国の自然破壊や森林劣化の現状です」と語ってくれました。その当時は発言の意味を理解できませんでしたが、1993年夏なぜか森林の一部が焼け焦げてしまい、しかも一部は伐採がなされ、彼の指摘していたことが証明されてしまいました。

### 熱帯湿地林劣化のメカニズム

アジアの国々では、熱帯泥炭湿地を水田として農地開発するために、大規模な排水路を浚渫し、森林の伐採、火入れと入植を組み合わせるシステムが採られています。その際に、多くの場合は自然林に生えている大木の上部だけ切って、数十日放置した後火入れをします。排水されて乾燥した泥炭層は、強酸性で微量元素が欠乏しており、農地利用のためにはかなりの土壌改良が必要となります。さらに、表層の泥炭層は、平均で年間10cm以上の有機物の消失・地盤沈下が起きます。マレーシアでは、開発後30年間に1m以上の沈下も記録されています。ただし、森林を伐採した直後の1年間で10cm以上も急速に消失・地盤沈下が進みますが、20年を越えると、消失の速度はかなり遅くなります。

その結果、短期間で熱帯ポドソルや酸性硫酸塩土壌が形成され、せっかく農地として開発した土地が、生物生産地として使えないまで劣化してしまいます。泥炭層が厚い土地ではかなり長期にわたって農地利用が可能かも知れませんが、タイ国などではせいぜい十数年とされています。しかも、従来は熱帯泥炭を有する立地が不毛の地とされてきたため、農地利用や大規模

開発の歴史が浅く、持続的な土地利用、特に農地利用のためのノウハウが確立されていません。東南アジアの低地帯には、このような形で農地開発を放棄した荒廃地や不毛の地をいたるところでみることができ、現在でも広がりつつあります。

### 森林生態系の修復に向けて

では、熱帯泥炭湿地の農地利用や開発によって生じた荒廃地の森林修復はもはや不可能なのでしょうか。容易でないことだけは、確かです。

熱帯湿地林を開発した土地が次々と荒廃し、様々な地域環境問題を発生させているなら、熱帯湿地に森林生態系を復元することが問題解決の第一歩と考えています。すべてを森林に回復させよというのではなく、環境保全・生態的機能を果たしてくれる“自然の懐”を確保するためでもあります。そのためには、どのような形にせよ、森林を再生・回復させる道具(利用する植物)とプロセス(育成の方法)を明らかにすることが必要です。

熱帯湿地林は、陸域生態系の一部として、東南アジアなど湿潤熱帯では重要な生態系とされています。“水”という要因では、水域生態系との接点ともなります。人間活動の歴史をみると、湿地と重複する立地環境の多くを農業生産の場として積極的に活用してきました。東南アジアといえども土地面積はかぎられています。湿地林の生態系、あるいはその地域の生態系を持続的に活用し、修復しながら使っていくノウハウが、これからの持続的な土地利用、適切な開発という人間と環境の共生を導くものと考えています。



# —第2回日本熱帯世帯学会ワークショップの報告—

## 「熱帯昆虫の進化生態学と個体群動態：現状と展望」

### はじめに

中村浩二(金沢大・理・生態)

私達は、インドネシアの多雨地帯であるスマトラ中部のパダン、ジャワ西部のボゴールなどで、食葉性のマダラテントウ、ジンガサハムシ、バナナセセリなどを材料にして現地調査をしてきました。これからは東部ジャワの季節熱帯でも比較調査をはじめます。これまでの調査を総括し今後の方針を探るため、熱帯にすむ昆虫の生活史、個体群動態、繁殖戦略の特性などを、温帯とも比較しながら泊まりがけでゆっくり議論するためにこのワークショップを企画しました。今回は私たちのグループだけではなく、いろいろな方々に話題提供していただき、視点の拡大と深化をはかりました。

1994年3月13から14日、石川県山中温泉ときわ館で行われたこの会には約15名の方が参加され、連日早朝から深夜まで(やや過密スケジュールでしたが)討論がはずみました。とくに第1日目の夕食後には、井上民二氏による「サラワクの熱帯多雨林の林冠調査の現況報告」が、多数のスライドを用いて約2時間にわたりおこなわれ、参加者に大きな反響をひきおこしました。

この企画の支援された日本熱帯生態学会ならびに御多忙にもかかわらず御参加いただいた方々に深くお礼申し上げます。

### 熱帯昆虫の発育と休眠

田中誠二(農水省・蚕糸昆虫農業技術研究所)

変温動物である昆虫にとって常夏の熱帯は天国であるかのように、子供の頃想像していた。一年中大きな甲虫がはびこり、キリギリスが鳴き、美しいチョウが舞うといった光景である。しか

し、私の見たパナマの熱帯は、少し様相が異なっていた。確かに大きな甲虫やキリギリス、そして美しいチョウは豊富に生息していたのだが、多くの昆虫の生活史には、かなりはっきりとした季節性があり、年中見られる種はむしろ少なかった。年によって、見られる昆虫の種や数が随分と変化するものだというのを2年目に強く印象づけられた。例外はあるが、一般に熱帯の1年は季節に富んでいると言えよう。それを形作っているのは、主に降雨量である。雨量の変化に応じて植物は成長し、花を付け、実を結ばせる。その生活史に同調して昆虫たちの生活史も形作られ、それは次第に小はバクテリアや線虫、大は鳥や大型哺乳類にいたるまで様々な生物達の有機的な世界が進化してきた。

パナマに棲むステノターサス(テントウムシダマシ)という小さな甲虫は、毎年6~8月にあるシュロの木の根本に大集団を形成し、休眠状態で10ヶ月間そこでじっと過ごす。雨季から乾季に移り、再び雨季がやってくると、一斉に交尾をして、どこかに飛んでゆく。そして2ヶ月すると、彼らの子孫がまた同じシュロの木に集まり、同じ生活史が繰り返されるのである。ステノターサスは、乾季中に飛翔筋を再生させ、生殖腺の発育をすでに始め、雨季の到来を待っている。つまり、雨季の到来を予測して、休眠を終わらせるメカニズムが存在しているのである。彼らは、どのようにして休眠から覚める時を知るのだろうか。温度は、一年中ほとんど一定で季節の変化を告げるカレンダーにはなりそうもない。低緯度(9度)での日長の変化もきわめて小さい。しかし、このわずかな日長の変化に反応して、休眠からの覚醒時期を調節していることが最近明らかにされ、しかも、わずかな乾季中の湿度の変化をも感知して、雨季到来の時

期を予測していることが分かった。

温帯の冬に休眠する昆虫では、休眠中の代謝率が低温によって低レベルに保たれるという利点があるが、熱帯では常に高温にさらされており、体の小さい昆虫が絶食状態で10ヶ月間も生き延びるということは驚嘆に値する。休眠中のステノターサスの代謝率は他の昆虫と同様、かなり低い。しかし集合すると更に低下し、25°Cで200匹をこえると生体重1グラムあたり50マイクロリットル/時間以下にまで減少する。おそらく、休眠中に大集団(2~7万匹)を形成する一つのメリットが、代謝を下げエネルギーを節約することにあつたのではないかと思われる。

この他、翅型多型現象を示すカメムシや休眠を持たないニクバエの仲間が、熱帯の厳しい季節環境のなかでどのような生活史を展開しているのかを紹介し、熱帯の昆虫の生活史や発育制御に関する研究上の留意点について論じた。

## 生活史の地理変異

木村正人(北海道大・地球環境科学研究科)生物は一般に生息場所の環境条件に適応していると考えられているが、そのことを実際に示すのは容易ではない。ここでは亜熱帯と温帯に生息するショウジョウバエの温度適応と休眠形質を種間および地域個体群間で比較することにより生物の環境適応について考えてみた。

タカハシショウジョウバエ種亜群のハエはおもに亜熱帯に分布しており、台湾からは*Drosophila trilineata*, *D. takahashii*, *D. prostipennis*の3種が知られている。これらのハエは分布域、そしてまた低温および高温に対する耐性を異にしている。*D. trilineata*は高地に分布し、低温に強く高温に弱い。*D. takahashii*は低地に分布し、高温に強く低温に弱い。*D. prostipennis*の分布域、そしてまた低温および高温耐性は前二者の中間である。本種亜群には暖温帯に分布する種類が一種(*D. lutescens*)知られているが、この種は低温に対しては上記の亜熱帯種3種より耐性があり、ま

た高温に対しても*D. takahashii*と同程度に耐性がある。暖温帯においては冬は亜熱帯より格段に寒く、そして夏は亜熱帯と同じように暑い。*D. lutescens*の低温および高温に対する耐性は暖温帯のこうした気候条件を反映していると考えられた。このように、これらのハエは種レベルでは生息場所の温度条件に適応していると言えよう。

では個体群レベルではどうであろうか。*D. takahashii*と*D. lutescens*について、地域個体群の低温耐性を比較したところ、前者では個体群間の差はほとんどなく、後者でも日本本島と南西諸島の個体群間にわずかな差が認められただけで、本島内の個体群間には差がなかった。また、トラフショウジョウバエ種亜群に属する冷温帯種4種についても調べてみたが、低温耐性に地理的変異は認められなかった。これらのハエにおいては低温耐性は種内では比較的安定した形質のようである。そのため、これらの種の冬期の死亡率は分布の北限近くでは相当高いと考えられる。このように、個体群レベルでは生息地域の温度条件に必ずしもよく適応しているとは言えない場合もある。

次にトラフショウジョウバエ種亜群の冷温帯種4種の休眠形質の地理的変異について調べてみた。これらのハエは越冬のため秋、短日条件下で生殖休眠に入るが、臨界日長は日本においては北方の個体群ほど長い。これは、北方ほど冬の到来が早いため、より早く、すなわちより日長の長い時期に休眠に入る必要があるためと考えられている。しかしながら、中国の華東平原においては臨界日長のこのような地理的クラインは認められなかった。華東平原には山や森林などハエの移動を妨げるものがほとんど無ことから、個体群間の遺伝子流動が大きく、地域個体群が分化しなかったものと考えられた。このように、個体群レベルでは生息環境への適応が遺伝子流動により妨げられている場合もある。

## 熱帯昆虫の種分化

片倉晴雄(北海道大・理学研究科系統進化学)  
Mayrによって提唱され、現在広く受け入れられている異所性種分化理論には、熱帯の動物に関する知見が大きく貢献している(Mayr, 1963)。これを見ても明らかのように、温帯の種分化に対する熱帯の種分化などといった一般論が存在するかどうかが疑わしい。しかし、鳥や哺乳類に比べれば小型で移動力も乏しい昆虫は、環境の影響をより強く受ける可能性があり、そのため、温帯と熱帯では、気候の違いを反映した異なった種分化の様式が存在するかもしれない。中でも明白な点は、熱帯では年当たり世代数が多いので、それだけ種分化速度が早いだろうと予想されることである。たとえばニジュウヤホシテントウは日本では年2化(中村浩二, 1976)だが、赤道直下のスマトラでは年8化(中村浩二, 私信)である。また、熱帯は温帯に比べれば気候の大規模な変動(例えば氷期～間氷期の繰り返し)が少ない。氷期に覆っていた氷床が退いた後に生じる生態的な空白での新しい種の進化といったことは熱帯には期待できないわけで、より飽和した競争的な環境で種分化が進行する事になるだろう。さらに、我々が研究対象としている食植性昆虫に限れば、熱帯では植物の種類が豊富なため、特定の植物から別の植物へと食草を拓げる際に、様々な方向への食性の変化が起き、温帯よりも多様な寄主特異的近縁種が進化するという予想も成り立つ。食植性昆虫では異所性種分化のみならず同所性種分化も起こり得るといのが大勢の見方だが、どの程度頻繁に同所性種分化が生じているかは依然として議論の的である(Otte and Endler (eds.), 1989)。上に挙げた熱帯の特質が、同所性種分化の成否とどの様な関わりをもつかも興味深いところである。

こうした点を念頭において、インドネシア産マダラテントウ類の研究を行っている。これまでに東ジャワと西スマトラから24種を確認しているが、害虫は一部の種のみで、一般に個体群

は低密度のまま推移しているらしい。生活史の詳細は不明の種類がほとんどだが、どの種類も寄主特異的であり、少なくとも特定の科(family)の植物のみを加害するが多い。明らかに地域間で形態の分化が生じている種がある一方で、異なった植物を食べている同所性近縁種の存在も明らかになっている。また、ニジュウヤホシテントウにはナス類を加害する個体とマメ科の雑草を加害する個体が見つかったが、これらは同所性種分化の途上にあるホストレースの可能性があり、詳しい検討を開始した。温帯では、季節があるために、昆虫、餌植物共に通年で供給し続けるのが困難で、累代飼育が難しいが、熱帯では室温での累代飼育が可能で人件費も安い。こうした熱帯の研究条件の有利さを生かし、飼育施設や分析機器など、設備面での不利な点を克服して研究を進めたいと考えている。

## 熱帯における昆虫個体群の ダイナミクス：その予測可能性

曾田貞滋(信州大・理学部)

かつて、熱帯では環境が定常で平衡個体群が達成され、温帯では環境の変動によって、個体群は非平衡状態を維持し、密度に依存しない増加フェーズが繰り返されるとみなされていた。しかし、主にライトトラップによる個体数消長データの蓄積により、熱帯昆虫の個体群も季節的変動を含めてさまざまな変動パターンを示すことが明らかになった。温帯では季節的環境変化(とくに温度が強力な拘束要因)に対し、昆虫の耐性ステージは通常1つに限られている。これに加え休眠による生活史制御の進化によって、齢構成を含めた個体数の変動パターンは、きわめて規則的である。昆虫個体群の変動パターンに関しては「温帯の方が熱帯のよりはるかに予測可能なものである」という見方が可能である。湿潤熱帯やその周辺では、降雨の不規則的変動が直接間接的に生活史に影響することが重視されているが、温度環境の変動が小さく、齢構成

を収束させてしまうほどの強い環境ストレスが周期的には起こらないため、個体群構造や生物間相互作用上の明確な時間的変化が生じにくい。温帯では昆虫個体群の年次変動の要因分析が発展したが、その背景には、世代が離散的であるために、世代別の個体数推定が容易で、回帰分析、変動主要因分析などのモデルが構築しやすくかつ適用できたことが要因となっている。一方熱帯では、恒常的に世代の重なりが存在し、生活史・個体数動態の分析やそのための単純なモデルの構築が困難である。平衡個体群に到達しているものはごく稀と考えられ、連続世代・安定年齢構成のモデルは通常適用できない。

熱帯の同一地域における、さまざまな動態特性を示す個体群の出現を、関与する環境の変動パターンと昆虫の側の生活史進化の相互関係から分析することにより、予測可能なものにすることは重要なテーマである。とくに熱帯における主要な環境要因としては、降雨が目されており、降雨パターンがハビタットの物理環境、餌資源への影響を通してどう昆虫個体群に作用するかを、系統群ごとに整理してみる必要がある。

ライトトラップの個体数変動データの多くには、生活史に関する知見がともなわず、捕獲効率の一定性も保証されていないので、多様な変動パターンの内容分析が困難である。スマトラにおいて温帯と同じ方法で調査された植食性昆虫(中村ら)や、真社会性のハリナシバチのコロニー群のデータ(井上ら)、ジャワにおける種子食カメムシの安定個体群のデータ(西田ら)は、生活史の内容が把握されており、一歩踏み込んだ個体群動態のデータを提供している。湿潤熱帯でのこれらの昆虫では、強力な環境ストレスとそれに対応する発育ステージの限定(いわゆる休眠ステージのようなもの)は基本的に存在しない。井上らが設置した人工的な巣場所の集合におけるミナンカバウハリナシバチのコロニーの安定年齢構成達成には、多年性のコロニー、

巣場所の維持や餌の貯蔵に関する高度な社会的行動が重要な要因だが、巣場所の数の変動が短期的な環境攪乱に影響されず、ゆっくりおこることが前提であろう。種子食カメムシの平衡個体群の維持には、種子の地面への落下が比較的一定速度で1年中継続することが前提条件となる。一方、病気の媒介者として応用的に重要な蚊については、世界的に多くの個体数消長データが存在するが、幼虫ハビタットの水の存在が降雨に強く影響される度合いに応じて、その個体数変動の降雨との相関が決まるようである。蚊にとっての最も強力な環境ストレスは幼虫ハビタットの乾燥であり、これに対する耐性ステージは卵であるか、卵の乾燥耐性の発達していないグループでは成虫である。蚊のハビタット選択はかなり厳密なので、各ハビタットの水位動態特性と、蚊の生活史特性を考慮することにより、降雨パターンからある程度の動態パターンを予測することは可能である。このように熱帯昆虫の動態パターンを把握するためのひとつの段階として、降雨パターンとハビタットおよび資源の変動の相関関係を把握し、それに対する昆虫側の発育繁殖上の反応、生活史戦略を組み合わせてモデル化することが必要であろう。

## 東南アジアの熱帯降雨林に生息する種子食性ホシカメムシの一種 (*Melampus faber*) の個体群過程と繁殖生態

西田隆義(京大・農・昆虫)

### 1) 個体群過程

気温や降雨量などの季節変動がきわめて小さいと考えられる湿潤熱帯においても、昆虫の個体群は多くの場合大きな密度変動を示したりかなり明瞭な世代をもつことが多く、安定年齢構成を持つ個体群はきわめて少ないことが最近明かになりつつある(Wolda, 1988; Nakamura, 1990)。

このような熱帯昆虫の個体群密度変動パターンをGodfray and Hassell (1987, 1989) は、寄生蜂などの天敵がもたらしうるとする見解をしめし、現在もなお活発な論争が続いている。しかしながら理論的な議論が活発になされている一方で、詳細な個体群調査の対象となった昆虫の多くは比較的攪乱されやすい農耕地の害虫であり、安定した熱帯降雨林に生息する昆虫の調査は精度の悪いライトトラップによるものがほとんどである。したがって攪乱の小さな熱帯降雨林に生息する昆虫の個体群動態を詳細に調査した例は現在でもきわめて少ない。

気候の季節変動が小さな熱帯降雨林における昆虫の個体群動態を明かにする目的で、気候の季節変動の小さなインドネシアのジャワ島ボゴールにあるボゴール植物園において、1990年11月より断続的に3回、計7か月間にわたり種子食性のホシカメムシ(*Melampus faber*)の空間的に隔離された個体群の動態を調べた。その結果、餌である植物種子(アオギリ科の*Hydnocarpus*属)の供給が安定して豊かなときには、個体群はほぼ安定年齢構成に達していたが、餌の供給が減少し不安定になると、個体群の年齢構成は不安定になり、とくに幼虫では世代らしいものが認められるように変化することがわかった。しかしながら密度レベルの変動は最大で2~3倍程度ときわめて安定していた。

本種は多くのホシカメムシ類と同様、警戒色をしており有毒であるので天敵はきわめて少なく、同じホシカメムシ科に属する肉食性ホシカメムシ(種名不明で新種の可能性が高い)が捕食するだけであった。この肉食性ホシカメムシも完全な隔離個体群で、本種のみを専食しており、成虫個体数は最大時で十数頭であった。ボゴール動物学博物館に所蔵されている古い標本の記録から同地域において餌種と捕食者がすくなくとも数十年にわたり共存していることが示唆された。このように安定した個体群の動態が餌種と捕食者とでともに生じている生態学的理由として、きわめて高い生存率と長い繁殖期間が考

えられた。

## 2) 繁殖生態

本種の交尾時間は著しく長く、最大19日にも達した。精子の移送は短時間でおわり、かつ長い交尾自体には雌の適応度を高める効果は認められなかったため、このような長い交尾時間は雄による交尾後警護行動とみなせる。雌は周期的に産卵を繰り返すので、産卵直後の雌は警護に大きな時間コストがかかり、逆に産卵直前の雌は警護時間が短くてすむ。したがって雄が繁殖成功を最大にするようにふるまっているならば、産卵直前の雌をより好むはずである。一頭の雄に2頭の卵巣発育状態の異なる雌を与えて、配偶選好性の実験を行なったところ、予測のとおりより卵巣の発育した雌を正確に選ぶことがわかった。また、交尾中の雄に対して新たな雌を導入したところ、新たに導入された雌の卵巣発育状態が交尾中の雌のそれよりもかなり発達している場合にのみ、雄は交尾を中断して導入雌と再交尾することがわかった。また、交尾を中断しても導入雌が交尾に応じない場合があり、交尾中断には再交尾の失敗というコストが伴うことがわかった。これらの結果を総合的に判断すると、雄は雌の卵巣発育状態を正確に評価しより卵巣発育の進んだ雌を選択するが、すでに交尾中の場合には再交尾失敗のコストをみこんで選好基準を厳しくするという配偶選好規則をもっているものと考えられた。このような雄の配偶選好規則は雄の生涯繁殖成功を高める上できわめて合理的であると考えられる。

一方、雌は交尾中には非交尾中に比較して、捕食されにくくなった。その理由は、交尾相手の雄が捕食者の接近を雌よりも遠距離で認知できるためであった。したがって交尾は捕食回避を通じて雌に間接的に適応度の増大をもたらすことになる。しかしながら捕食回避による雌の生存率増大の効果は、交尾後警護による雄の配偶成功増大の効果にくらべて小さく、長時間交尾の主要な適応的機能は他雄による乗っ取りをふせぐことにあると思われる。ただし、交

尾姿勢が雌にも利益をもたらさうことは、長時間交尾という形質が発達する上である程度の選択圧になった可能性があるものと考えられる。

## カドフシアリとササラダニの 相利共生的関係

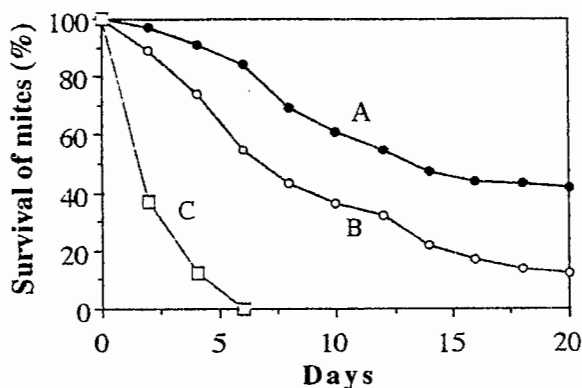
伊藤文紀(香川大学・教育・生物)

アリ巢にはきわめて多様な節足動物(15目150科以上)が蟻客として住み込んでいるが、そのほとんどはアリに対して寄生的に振るまう。アブラムシ類のように、アリになんらかの報酬を与える相利共生的関係を結んでいるものは、わずか2目(鱗翅目と半翅目)で知られていたにすぎない。ダニ類は蟻客の中でも最も優占的にみられるグループであるが、従来知られているものはいずれもアリコロニーの寄生者であった。筆者はインドネシア ボゴール植物園においてカドフシアリ属の1種 *Myrmecina* sp. の生態調査をおこない、ササラダニ類の1種がカドフシアリと相利共生的関係を結んでいることを明らかにした (Ito and Takaku 1994)。このササラダニはき

わめて特異な形態的特徴をもつことから、ボゴール産の標本にもとずき新科・新属が設定され *Aribates javensis* と命名されている (Aoki et al, 1994)。

*A. javensis* はカドフシアリに特殊化した蟻客で、他種のアリの巢や土壌中には一切生息していない。ボゴール植物園で採集したカドフシアリ巢のすべてにササラダニの卵、幼態、成虫がふくまれており(30巢調査)、巢あたり平均アリ数とダニ数はそれぞれ100個体と25個体であった。興味深いことに、このササラダニは完全に運動性を欠いており、全ステージにわたってアリの世話をうける。アリは頻繁に巢内のササラダニを運んだり、体を舐めたりする。また、アリはダニの産卵をも手伝う。ササラダニはアリによる世話なしには生存することができず、ササラダニをアリから隔離して飼育すると大部分が2日以内に死亡する。アリは生きているササラダニを食べることはないが、死亡したササラダニはただちにハタラキアリや幼虫によって食べられる。また、アリ巢の餌条件が悪いときには、生きているササラダニも餌として利用する。以上のことから、このササラダニはカドフシアリの保存食として機能していると推察されるが、ダニの存在はアリコロニーの卵生産や幼虫の生存率に影響を及ぼしてはなかった。

ササラダニ類は従来蟻客として報告されたことはない。またカドフシアリ属の一部はアリ科で唯一のササラダニに特殊化した捕食者であることから(Masuko 1994)、ボゴールで観察されたアリーササラダニの相利共生的関係は、本来エサであったササラダニがアリ巢内で生き残るようになり、その結果生じた関係であると考えられる。どのような過程で本来のエサが蟻客に転じたのかは不明であるが、寄主であるカドフシアリの巢別れで増殖し移動能力がきわめて乏しいという特性は、ササラダニと特殊な関係を結んだ要因のひとつであろう。



- A アリコロニーのエサ条件が良好
- B コロニーが飢餓状態
- C アリの世話がない場合

図 さまざまな条件下におけるササラダニの生存率



## イネ害虫トビイロウンカの 発生動態

沢田裕一(滋賀県立短期大学)

熱帯の水田生態系は複雑で多様性に富むため、そこに生息する害虫の発生パターンにも地域的季節的に著しい変異がみられる。ここでは、熱帯の主要稲作害虫であるトビイロウンカの発生動態について、稲の栽培様式との関連を比較検討する。

### 1. 稲の周年栽培地帯と同期栽培地帯での発生動態の比較

トビイロウンカは、基本的には稲のみを食草とするため、この種の発生は年間を通して稲が栽培される稲の周年栽培地帯で多く、作期を斉一化し休閑期を設定することが本種の防除対策に有効だとされてきた(Dyck et al. 1979, 持田 1980 など)。しかし、インドネシア中部ジャワ州での5年間の調査の結果、1)ウンカの被害発生量は、周年栽培地帯よりも作期を斉一化した同期栽培地帯で激しいこと、2)同期栽培地帯では、大部分のウンカは休閑期に餌(稲)不足で死滅するが、休閑期後、周年栽培地帯から同期栽培地帯へウンカが飛来し、このウンカが発生源となって同期栽培地帯で多大の被害が発生することが示された(Swada et al. 1991)。

両地域の水田で生命表を作製しウンカの発生動態を比較分析した結果、1)同期栽培地帯では、ウンカの初期密度は低いが、その後の密度増加率が高く、そのため、ピーク世代密度は周年栽培地帯より高くなること、2)両地域での密度増加率の相違を決める要因として、卵期の被寄生率の差が重要であることが示された(沢田 & Suburoto 1991, Sawada et al. 1992<sup>a</sup>)。両地域の初期水田でのすくい取り調査によれば、同期栽培地帯での卵寄生蜂の密度は、周年栽培地帯の数十分の1、クモ類などの広食性捕食者の密度は数分の1程度であった。同期栽培地帯では、休閑期の間にウンカが死滅するとともに、それを餌とする卵寄生蜂や捕食者など天敵生物の密度

も著しく低下し、そのため、作期の開始とともに外部より侵入した小数のウンカは、天敵密度の低い好適な環境下で急速に増加し被害を発生させるものと思われる(沢田 & Kusumayadi 1991)。

このことは、熱帯の水田でのウンカの防除対策に重要な指針を与える。すなわち、周年栽培地帯の水田では、ウンカの密度増加は天敵の作用によって強く抑制されるため、ウンカ密度が多少高くても殺虫剤の散布は極力控えるべきであろう。他方、同期栽培地帯ではウンカの密度増加率が高いので、初期水田でのモニタリングを強化し、早期予察・早期防除の体制を確立することが重要であろう(Sawada 1993)。

### 2. 同期栽培地帯の第一作期と第二作期での発生動態の比較

同期栽培地帯では、一般に乾季に2~3ヶ月の休閑期が設定されるため、稲の作期は休閑期後の第一作期と、第一作期に続く第二作期に分けられる。両作期の間で、トビイロウンカの個体群特性に顕著な相違が認められた。

1)ピーク世代の密度レベル： 第一作期では、初期水田へのウンカの侵入密度は低いが、その後の密度増加率が高く、そのため、ピーク世代ではしばしば被害が発生するような高密度に達する。第二作期では、初期密度が高いにもかかわらず、密度増加率やピーク世代密度は第一作期より遥に低いレベルに抑えられる。捕食者や卵寄生蜂などの天敵生物の作用の相違が、両作期での個体群の密度増加率やピーク世代密度のレベル差を決める基本的要因だと推察された(Sawada et al. 1992<sup>b</sup>)。

2)ピーク世代密度の予測性： 第一作期では、各世代密度間に高い相関が検出され、各水田でのピーク世代密度は初期密度によりかなり正確に予測されることが示された。第二作期では、密度増加率の場所間での変動が大きいため、ピーク世代密度の変動は密度増加率に強く影響され、初期密度によるピーク密度の予測は困難なことが示された。密度増加率の場所間での変



動を決める要因として、灌漑や降雨による水田内での水利条件の重要性が指摘された。また、第二作期の初期水田では、長翅成虫による密度依存的な移動分散により場所間での密度変動が著しく安定化されるため、このことが、ピーク世代密度の予測をより困難にしている(Sawada et al. 1993)。

以上のような、稲の栽培様式とトビイロウンカの発生動態との関連は、熱帯でのこの種の予察システムや防除対策を確立するうえでの基本になると思われる。

### 熱帯で害虫になる方法： タバココナジラミを例にして

藤井宏一(筑波大・生物)

タバココナジラミは世界各地に分布し、約350種の植物を加害する広食性の害虫である。幼虫は口針を篩管部に刺して吸汁し、また甘露を出してスス病の原因となり、さらにはウイルスのベクターとして、特にタバコ、綿、大豆等の大害虫として知られている。

しかしインドネシアの中部ジャワ州の大豆畑では、タバココナジラミの害虫としての地位は低い。この地方では乾期・雨期が存在し、季節によって大豆の栽培面積は異なるが、一年を通じて栽培が行なわれている。しかし、比較的小さな面積でみると、栽培面積は時間的・空間的にかなり変化する。

このような、ある程度の大きさのパッチがたえず不規則にできてはまた(収穫によって)消滅するというような熱帯での栽培植物環境では、パッチからパッチへの移動成功率とパッチ内での増殖率の両方が、そのパッチでの個体数増加に影響を及ぼす要因として考えられる。当然のことながら、大豆の栽培面積の増加と共にパッチ間の移動成功率は上昇するであろう。従って、移動成功率が高く、かつパッチ内での増殖率の高い昆虫では、寄主植物量の増加と共にパッチ

への侵入個体数が増加し、パッチ内での個体数は急速に増加するであろう。このような昆虫では、ある一定地域の栽培面積の時間的増減と昆虫発生量の増減との間には正の相関が見られる筈であり、このような昆虫は害虫として大発生する可能性がある。実際にジャワ州の大豆畑で害虫として目立つハスモンヨトウやサヤメイガの類はこれらの性質を持っていると考えられる。

一方、パッチ内での増加率がそれほど高くない昆虫では、寄主植物の量の増加によってパッチへ入ってくる個体数が増加しても、収穫によってそのパッチでの寄主植物が減少する前にその寄主植物に重大な被害を与える程には増えられず、従って重要な害虫にはなりえないと考えられる。このようにパッチ内での増加率が低い、あるいはパッチ間移動成功率が低い、あるいはその両方の性質を持つ昆虫では、地域全体での昆虫個体数の変化は、その地域の寄主植物量の増減に対して時間的遅れを持った増減を示す筈である。タバココナジラミはこのような性質を持った昆虫のグループに属する結果、ジャワ州では重要な害虫になりえないのだと思われる。

上のような見方を簡単な数式モデルで考えてみると次のようになる：

$$\frac{dN(t)}{dt} = i + rN(t) \quad (1)$$

ここで、 $N(t)$  はあるパッチでの時間  $t$  における個体数、 $r$  はパッチ内での増殖率、そして  $i$  はパッチ間移動成功率とする(この値は周囲の栽培面積の関数となるべきものであるが、ここでは簡単のために定数としておく)。もし  $N(0) = 0$  (即ち、新しいパッチができた時にはそのパッチには昆虫が存在しない)とすると、時間  $t$  でのそのパッチでの個体数は

$$N(t) = i \frac{\exp(rt) - 1}{r} \quad (2)$$

となり、時間  $t$  における個体数は、移動成功率

(i) と、増殖率 ( $r$ ) の関数の積で表わされることが判る。特に  $r$  が小さい時には、上の式は

$$N(t) = i(t + rt^2/2 + r^2t^3/3 + \dots) \quad (3)$$

と近似され、 $t$  が小さい時には  $i$  の大小が大きな意味を持っていることが判る。

(1)式は現実を正確にモデル化したものではなく、単にヒューリスティックな意味で取り上げたものであるが、熱帯である昆虫が害虫となりうるかどうかを考えると、またより一般的に、熱帯である生物の個体数が時間的にどのように変化するかを考える時にも、適当な示唆を与えてくれるであろう。

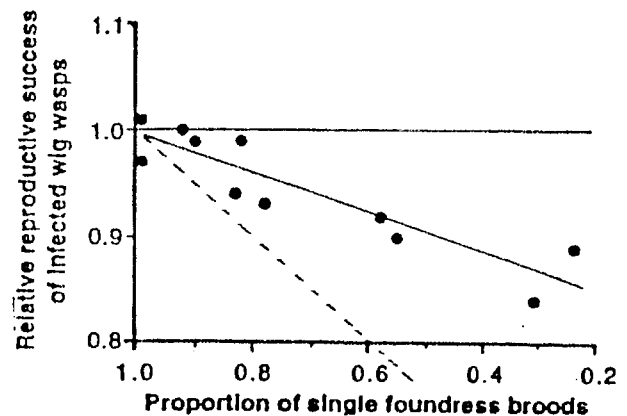
## イチジクコバチの寄生線虫の 病毒性進化

山村則男(佐賀医大・数学)

Herre (1993) は、バラ・コロラド島でのイチジクコバチの研究で、その寄生線虫の水平感染率が高くなるような集団構造をもつ種ほど、寄生者の病毒性が高くなっていることを見いだした。下図の横軸は、1つのイチジクの実の中に1匹だけハチが入る確率であり、縦軸は、線虫に寄生されたハチの子の数の寄生されていないハチの子の数に対する割合である。確かに、11組の寄主と寄生者に対応する11個のデータ点は、1つのイチジクに入るハチの数が多いほど

寄生線虫の病毒性が高まることを示している。そこで、このデータが寄生者の最適戦略として理解できるかどうかを数理モデル(Yamamura (1993) を応用したもの)を作って検討してみた。

1つのイチジクの中に入るハチの数が、平均値入のポアソン分布になると仮定すれば、病毒性(ハチの子の数の減少率)の ESS 値は図中の点線のようになり、その傾きは、データの回帰直線の傾きの2.66倍にもなる。理論値とデータの差は、次のような要因を検討することが重要であることを示唆した。(1) イチジクの中に複数のハチがいても、親から子への垂直感染のために、実質的な  $\lambda$  の値はもっと小さい。(2) 線虫に感染したハチの飛翔力が下がるため、本当の病毒性はもっと高い。(3) 寄主の生体防御機構のために、寄生者の病毒性が ESS 値まで達しない。



# 環境関連分野の専門家の養成・派遣に関する アンケートの集計結果について

会長 吉良 竜夫

「環境関連分野の専門家の養成・派遣に関するアンケート調査」の集計結果がまとまりましたので、ご報告申し上げます。このアンケート調査に際しましては会員の皆様のご協力を得て非常に高い回収率を得ることができました。ご協力どうもありがとうございました。記入回答例などさらに詳しい内容をお知りになりたい方は事務局の方までご連絡下さい。

## 集計結果

日本熱帯生態学会は環境庁地球環境部の依頼を受けて、環境関連分野の専門家の養成・派遣に関するアンケート調査を実施した。1993年8月10日にアンケート用紙を発送し、10月19日現在で201の回答があった。発送数430に対して、回収率は47%であった。

### 1. アンケート対象について

アンケート対象者の所属機関(設問1, 回答数 205)は、教育研究機関(高校, 大学, 大学院, 附置研究所・施設等)に所属するものが最も多くアンケート回答者の65%を占めた。国の試験研究機関, 民間企業がそれに続くが、それぞれ12%, 7%であった。年齢(設問2, 回答数 201)は40歳代が30%と最も多く、以下30歳代(26%), 50歳代(21%)と続いた。

専門分野を表すキーワード(設問3, 複数回答, 回答者数 174)を問うたのに対し、森林生態, 熱帯林業など森林と関わりのある回答をしたものが多く45%を占めた。そのほか動物, 植物, 昆虫, 環境, 民族, 人類など, 専門分野は多岐にわたっていた。

現在深刻になりつつある地球規模の環境問題が、専門分野とどのように関連するか(設問4, 複数回答, 回答数 573)の問いに対して、「森林破壊」が最も多く69%を占めた。以下、「生物

多様性」(57%), 「野生生物保護」(33%), 「資源利用」(25%), 「土地荒廃」(20%), 「砂漠化」(17%)と続いた。資源, 環境の保護のみならず, それらの利用についても高い関心が寄せられた。

研究または関心の対象とする海外地域(設問5, 複数回答, 回答数 517)は、東南アジアが84%と最も高く、以下、東アジア(38%), アフリカ(29%), 中南米(28%), オセアニア(22%)の順であった。わが国から地理的に近い地域にかかわりが高い傾向があったが、アフリカ, 中南米, オセアニアにも強い関心が寄せられていた。海外旅行の経験(設問6, 回答数 201)は98%とほとんどの回答者が経験していた。海外旅行を経験した者(196名)のうち(設問7, 複数回答, 回答数 545), 学術調査を目的とするものが83%に達し、60%が国際会議出席経験があり、22%が留学経験があった。また最近5年間の海外旅行の機会(設問8, 回答数 198)は59%が「増える傾向にある」、29%が「かわらない」と答えた。海外経験者が着実に増えていることが窺える。

開発途上国に対する環境関連分野の国際協力の拡大について(設問9)は、「大いに関心がある」または「関心がある」と答えたものが99%を占めた。開発途上国に対する環境援助の対象として(設問10, 複数回答, 回答数 965), 重要な問題として現地の人材養成が82%と最も高く、森林の持続的利用の促進(73%), 環境教育の推進(56%), 関連研究機関の整備(49%), 自然保護地域の設定(36%), 環境事業に対する環境アセスメントの充実(35%)などが続いた。国際協力の対象は「物」ばかりでなく「人」にも重点を置かなければならないとする意見が多いことが窺える。

回答者のほとんどが海外経験をもち、なんらかの現場にタッチした経験がある。その結果、環境関連分野の国際協力に強い関心を持ち、国際協力のあり方について現地の人材養成と環境教育の推進を含めた教育研究機関の整備などに積極的な意見を持っていることが窺えた。

## 2. 国際協力のあり方について

設問11は、国際協力について関心を問うたものである。関心は非常に高く、この設問の回答者192名の内、「積極的に協力したい」95名、「場合によっては協力したい」85名となっており、両者を合わせると90%に達している。

「どちらかと言えば消極的」、「協力する意志はない」はそれぞれ10名、2名にとどまっている。

設問11で「協力する意志はない」以外の回答をした会員に対して、可能な国際協力の形を問うたのが設問12である。回答(複数回答、回答総数721)は、多い順に「個別の研修員を受け入れることができる」182名、「各種調査団に参画できる」152名、「情報を提供することが出来る」117名、「JICAの専門家として途上国に派遣されてよい」115名、「マニュアル・ハンドブック作成等に協力することができる」82名、「集団研修の講師を引き受けることができる」59名、「その他」14名となっている。内容は多岐にわたっており、会員が国際協力に対して多様な対応が可能であることがわかる。

## 3. 国際協力の可能性

設問13は「JICAの専門家として途上国に派遣されてよい」と答えた回答者に対して可能な派遣期間の問いである。その内訳(回答総数128名)は「1カ月～3カ月」と答えた会員が最も多く41名、以下順に「3カ月～6カ月間」19名、「1カ月未満」18名、「6カ月～1年」18名、「2年以上」18名、「1年～2年」14名となっている。1年未満の短期派遣が合計96名(回答者の75%)となっており、1年以上の長期派遣可能と答えた会員は32名(25%)にとどまっている。このことは、国際協力に協力したいと考えている会員が多い(設問11、90%)にもかかわらず、

実際の専門家派遣に際してはさまざまな障害があることが示唆された。

長期専門家派遣の障害をみると(設問14、複数回答、回答総数172)、「所属機関における業務の調整ができない」67名、「所属機関の了解がえられない」30名が上位を占めていた。現状のように既存の組織に人材の派遣を頼るやり方では、国際協力に限界があることが明かであった。今後、国際協力を円滑に行うためには要員確保や業務調整などに新たな枠組みが必要であるという意見があった。以下順に「特に障害はない」27名、「その他」17名、「家庭事情がゆるさない」11名、「帰国後の処遇に不安がある」10名、「派遣中の身分・給与に不安がある」5名、「その意志がない」5名となっている。

## 4. 専門家養成研修について

JICA等がおこなっている技術協力専門家養成研修への参加希望をたずねた設問15には127名の回答があった。その回答を多い順に見てゆくと「所属機関の了解が得られれば参加したい」39名、「希望する」35名となっており、専門家研修に積極的な意向をもつ会員が多いことが分かる(両者を合わせると74名：回答数の58%)。以下順に「希望しない」27名、「どちらともいえない」25名、「既に参加したことがある」1名となっていた。

専門家養成研修の参加可能な期間について(設問16)の回答は、「3～6カ月間」16名、「1～3カ月間」23名、「2週間～1カ月間」32名、「2週間未満」34名となっており、現状では必ずしも研修期間が長ければよいということにはなっていない。

専門家養成研修に期待する内容としては(設問17、複数回答、回答総数278)、「途上国の環境問題に関する知識」が76名と最も多く、以下、「語学研修」53名、「地球環境問題に関する国際的な取り組みに関する知識」52名、「経済援助や技術協力に関する知識」51名、「途上国の生活に関する知識」42名、「その他」4名となっている。

環境庁の「環境技術協力に係わる専門家の登録制度(人材バンク)」に関する問い(設問18)に対しては、「今後登録したい」と答えた者は114名(76%)となっており、非常に高い関心があることがわかった。以下「登録する意志はない」34名、「既に登録している」2名となっている。

定年退職した会員、数年後に定年退職する会員に環境専門家として途上国で働いてもよいと考えているかどうかの問い(設問19)に対しては、74名の回答があり、「前向きに考えたい」28名、「事情が許せば考えたい」22名、「全く考えていない」24名となっている。

#### 5. 人材養成

「環境関連分野の国際協力の担い手となる人材養成に関する現状」に対しては(設問20, 回答者数196), 「現状では十分とは言えない」と答えた者が175名おり、多くの会員が現状の人材養成は不十分であると考えていることがわかった。以下「わからない」と答えた者は18名、「現状ではほぼ目的を達成している」と答えた者はわずか3名にとどまっている。

人材養成に対して「現状では十分とはいえない」と答えた会員に、今後人材養成、人材確保をおこなうのに必要な配慮を問うと(設問21, 複数回答, 回答総数488), 多い順に「派遣専門家の帰国後の職場を整備する」122名、「環境関連分野の専門家養成機関を設ける」118名、「派遣中の身分の安定と給与に配慮する」94名が上位を占めた。これらの回答からは、既存の組織や制度を利用しては、国際協力に貢献する人材を確保することは難しいという判断が示されたといえよう。

#### 6. 今後の国際協力のあり方

今後の国際協力のあり方について会員の意見を問う設問(設問22, 記入式)に対しては111名か

ら意見が寄せられた。回答を集約すると、教育・人材養成に関するもの、現状の制度・組織の改革に関するものなどが多かった。これらの中には、専門家派遣を可能にするためのさまざまな提案がなされている。例えば新しい機関の創設、新しい制度の導入や関連省庁の連携の必要性を指摘する意見があった。

国際協力の内容に関しては、地球規模の環境問題に対応するために長期間にわたる総合的な研究協力の必要性や、現地事情にみあった内容の協力が必要であるという意見が多かった。さらに、「環境問題」の理論化や「国際協力」に関する研究の必要性を指摘する意見も寄せられた。

#### 7. アンケート結果をふまえて

アンケートを集計した結果は以上のとおりである。会員がこのアンケートに寄せた関心は極めて高いものがあった。多くの会員はすでになんらかの国際協力を体験していて、体験の中からいくつか重要な点を指摘しているといえよう。今後、環境関連分野の国際協力はますます重要となり、増加する状況にある。それを効果的に遂行するためには、わが国がイニシアティブをとっていく必要がある。特に国際協力の国際ネットワーク化などを考究することは焦眉の急を告げる課題であろう。国際協力ネットワークは「国際協力」を理論化する研究部門、具体的な政策を立案する企画部門、環境情報のデータベース化、海外の国際協力機関との連係、専門家養成のための教育部門などを備える必要がある。

このような体制が整って初めて、地球規模の環境問題にわが国が独自の貢献をすることが可能となるであろう。

## 学術集会

5th Round Table Conference on Dipterocarpsが下記要領で開催されます。

日時：1994年11月7～9日(11月10日にエクスカーションを予定)

主催：International Working Group on Dipterocarps(IWGD) of the International Union of Forestry Research Organizations(IUFRO Working Party S107-17), ASEAN Forest Tree Seed Centre (AFTSC), Forest Research Institute Malaysia (FLIM)  
会場：Quality Chiang Mai Hill Hotel(シングルUS\$32.00,ダブルUS\$40.00)

登録料：US\$150.00

口頭およびポスター発表の申込み：タイトルとA4半ページ程度のアブストラクト

申込〆切日：1994年7月15日

申込先：Mr. Somyos Kijkar, Director, ASEAN-Canada Forest Tree Seed Centre, Muak-Lek, Saraburi THAILAND 18180 Fax:66-036-341-859  
登録用紙の請求は可知直毅まで：

〒305 つくば市小野川16-2 国立環境研究所

Fax:0298-51-4732 Email:kachi@nies. go. jp

## 公 募

公益信託四方記念地球環境保全研究助成基金が平成6年度の希望者を募集をしています。

1)熱帯雨林の減少, 砂漠化の進行等の地球規模の環境問題, 2)絶滅の恐れのある生物等の生態およびその保護・回復, 3)人間の生活と両立する自然環境, 野生生物等の管理手法に関する調査・研究にたずさわる大学等の研究機関の研究者または研究グループ(大学院生や研究生を含む)が対象で, 1, 2件程度, 総額70万円が助成される予定です。

応募締切日：1994年5月31日

申請書および募集要項の請求先：〒113 東京都文京区湯島2-29-3 財団法人自然環境研究センター内公益信託四方記念地球環境保全研究助成基金事務局 Tel 03-3812-0811(担当：堀田,茨城)

## 事務局通信

平成6年3月に行われた選挙の結果, 日本熱帯生態学会会長, 評議員が以下のように選出されました。

会 長 吉良竜夫

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| 評議員 | 安部琢哉  | 田川日出夫 |
|     | 井上民二  | 田中二郎  |
|     | 岩槻邦男  | 中村浩二  |
|     | 岩坪五郎  | 堀田 満  |
|     | 小川房人  | 古川昭雄  |
|     | 荻野和彦  | 山倉拓夫  |
|     | 川那部浩哉 | 山田 勇  |
|     | 久馬一剛  | 依田恭二  |
|     | 甲山隆司  | 米田 健  |
|     | 高谷好一  | 渡辺弘之  |

学会事務局が4月から下記の場所に移転しましたのでお知らせします。

〒606 京都市左京区吉田下阿達町46  
京都大学東南アジア研究センター  
生態環境部門(気付)  
日本熱帯生態学会事務局  
Tel 075-753-7311,7336,7807  
Fax 075-753-7350

The General office of the Japan society of Tropical Ecology has moved to the following address.

The Japan Society of Tropical Ecology  
c/o Division of Ecological Studies  
Center for southeast Asian Studies,  
Kyoto University  
46 Shimoadachi-cho, Yoshida, Sakyo-ku,  
Kyoto 606, Japan  
Tel 075-753-7311,7336,7807  
Fax 075-753-7350