

1. 取り組むべき調査研究内容

熱帯林の研究方法についていま重要なのは、太く短い研究ではなくて、むしろ細くても長い研究であると思われる。困ったことにこれは多くの日本人研究者にとって必ずしも得意な方法ではないようである。長期にわたる継続研究を行えば、森林の維持機構を解明できる保証はないが、長期研究なしには解明出来ないことは明かである。

熱帯林を構成する生物は、絶望的になるほど豊かで、森林の維持にかかわる生物間の相互作用のネットワークも恐ろしく複雑である。いくつかの研究課題を以下にあげてみた。

(1) 樹冠部における生物間の相互作用

温帯も含めて森林の研究が最も遅れているのが樹冠部の生態である。我々が森林の中で見る光景は、草原で言えば地面にはいつくばって、土の表面と草本の根元を見ているようなものである。視点をもっと高いところに移さなければ森を理解できないのは明白である。そこで森林の中に50mを越す観察タワーをいくつか建て、樹冠部を自由に動けるような装置を工夫して、そこを舞台とした生物間の相互作用を解明を目ざす。お金はかかるが、人材さえ確保すれば成果は確実にあがる。林内の生態遷移の異なる段階の場所において主要な樹種の送粉、種子の生産、種子散布の過程を解明することによって森林の維持機構についての重要な知見も得られるであろう。

(2) 樹木の栄養生理学的研究

熱帯林では有機物が地上部の植物体に集中しており、土壌には有機物・栄養塩のいずれも乏しい。本課題ではこのような立地に生息する樹木が栄養塩を獲得し成長する機構を特に菌根をめぐる生物間の関係に注目して解明する。

また、生態遷移の異なる段階に出現する樹種間でそのような機構を比較することにより、森林の維持機構や伐採後の森林の回復過程、さらには不毛地と化したところにどのような樹種を植えるべきかかといった問題を解く手がかりも得られる。

(3) 土壌における生物の相互作用

森林の成立・維持に土壌が重要な影響を及ぼしていることは常識であるが、そこにおける生物の相互作用を土壌形成との関わりで解明したものは少ない。近年進展した土壌の微細構造を根、微生物、小型土壌動物の作用と関連させて観察するミクロな方法と、これまでの土壌動物の調査では用いられなかった大きな方形区（例えば20 m×40 m）を設けて、その土を深さ1 mぐらいまで掘りおこし、根や大型土壌動物の分布様式やそれらによる土壌構造の形成作用を明らかにするというマクロな方法を併用することによって、従来よく見えなかった土の中における生物相互あるいは生物と無機環境との相互作用の解明を目指す。

（4）森林の更新過程

かなり大きな調査区をいくつか設け、その樹木すべての種名を明らかにした上で、それらの成長、枯死過程について長期間（100年？）にわたる追跡調査を行う。これは言うのは簡単で実施は極めて困難な作業であり、実際にはある程度以上の大きさの樹木を対象とさせざるを得ないであろう。パナマやマレーシアの森林ではこのような研究が始められており、今回の研究課題でも考慮すべきであろう。

2. 地球環境研究としての今後のあり方と研究体制

地球環境にかかわる他の多くの問題と同様に、熱帯林も相当に手ごわい相手である。本研究は熱帯林の保全、再生や野生生物種の保護への方策を探ることをその主要な目的の一つとし、その前段階として熱帯林の維持機構を明らかにすることを目指している。しかし、短期の研究で熱帯林の維持機構を解明することはまず不可能である。例えば、東南アジアのフタバガキ科の樹木を主体とする熱帯林では、主要な樹種が大量に種子をつけるのは4－6年であり、その繁殖過程を解明するには、最低4－6年の調査期間が必要である。樹木の繁殖生態の解明が熱帯林の維持機構を明らかにする上で不可欠であると考えれば、調査期間を繁殖周期の2倍、つまり8－12年よりも長くとるのは常識とさえ言えるであろう。さらに、森林の維持機構を探ろうとすれば、生態遷移の異なった段階における群集構造の比較という方法を援用するにしても、樹木の成長をかなり長期にわたって追跡調査する必要性がある。追跡期間が10年では足りないことも明白であろう。

環境問題の解決は、広域にわたるデータの蓄積が必要な場合もあれば、長期にわたってデータを蓄積することが重要な場合もある。熱帯林の場合には前者ももちろん必要であるが、後者がもっと重要である。もしも、本研究分野では長期継続研究が困難であるならば、現地の研究者や国内外の他の研究チームと

の共同研究によって、長期研究を可能にするような方策を探ることが非常に重要なものとなる。また現地の研究者による現地の研究にどれだけ力を貸せるのかという観点がさらに重要であろう。熱帯林の伐採・保全についての問題は地球規模の問題であると同時に、現地の人々の問題であり、我々が線引きをしてここは保護区にすべきでなどと言えない側面を多く含む。

研究体制について言えば、少なくとも、OTS (Organization of Tropical Studies)との連携を深めること、東南アジアにおいて精力的に研究を進めてきた研究グループ、例えばスマトラやカリマンタンにおける日本人研究者を主力とするもの、アメリカのアシュトン博士を中心とするもの、イギリスのアバデーン大学を中心するものなどと研究交流をはかり、相補的な研究を進める必要がある。最も大切なのは、現地の研究機関との協力関係であるが、これについては、具体的な案を持ち合わせていない。

人の生産・生活活動によって野生生物の種類は減少の一途をたどっている。この研究ではその減少の原因を明かにし、その原因を除去する方法の発見を目的とする。従って研究の進め方は、基本的には野生生物の保護・管理のための理念を定めることであり、同時にわが国における代表的な種群について具体的にその理念を適用することである。

研究計画の内容に入る前に野生生物とは何かについて述べておく。野生生物とは「自らの生活を自らの能力で維持し、繁殖しているもの」と定義されよう。従って、原理的にはあらゆる自然の生物はこれに入る。植物も当然に入る。但し、常識的には野生の昆虫類・その他の無脊椎動物・両生類・爬虫類・鳥類・哺乳類などを指し、植物は特に野生生物とは呼ばない。野生生物保護の先進国であるイギリスでも「あらゆる家畜化されていない生物」と定義しながらも、「但し、この用語は植物を除く野生の動物に限定されることが多い」としている (The Oxford Dictionary of Natural History, ed.M.Allaby, Oxford University Press, 1985)。その保護・保全に当たって、動物では種を中心として考えるが (昆虫では多少異なる)、植物では群落単位に考えることが多いのでこの考え方がある。しかし、ヤクスギの例に見られるように植物においても種を対象とした保護・保全が有り得るのでやはり定義的には植物も包含してよいと考える。基本的には動物を主として、時宜に応じて植物に適用することが实际的であろう。

さて、人の活動により野生生物が受ける負の影響を最少にするための第一の方策は、人の生活圏と生物のそれとを分離することである。私はこれを「保護のためのすみわけ」と呼んでいる。歴史的にみても野生生物の種の減少の第一原因は生息地の減少である。端的に言えば、生息地さえ健全である限り種の滅亡は有り得ないのである。狩猟圧も勿論ネガティブな要因であるが、人の入らない部分を生息地として確保してあれば、狩猟圧のためのみによる絶滅は起きる筈がないのである。従って、この研究の第一のテーマとしては野生生物が本来すんでいた、またはすんでいる生息地の質と量 (広さ) を押え、その確保を考えることである。

生息地の広さとは即ち分布である。地球上に生息する野生生物種はそれぞれに特有の分布範囲を持っている。分布の範囲は地理的・地誌的要因で決っているが、生物種の保護・保全に際してはまづ第一に必要な知見である。

次に、生息地の質量を知るためにその生物の生活の内容、個体群生態学的な

パラメーター（年齢構成・生命表・社会基本構造・繁殖の速度・餌などの資源）を明らかにしなければならない。これは言うは易く、全てのパラメーターを定めることはなかなか困難である。従って、生息地の大きさを決めるための最少の情報である個体群の年齢構成の概況、餌の分布と量、繁殖の速度を得る必要がある。

以上をまとめれば、分布と個体群的資料（含生活史）の両面の情報があってはじめて野生生物の減少のための対策は考えられるのであり、現状の存続管理も万全となる。

種によって必要な生息地の大きさが異なるのであるから、ではどの様にして対象とする種は選べばよいのであろうか。端的に言えば、最も広い生息地を必要としている種に焦点を合わせて生息地の保全面積を設定するのがよい。日本列島ではそれはクマであり、シカであり、カモシカであり、サルであり、イノシシであり、クマタカであり、イヌワシである。各種の分布が最もよく重なっている共通の範囲を選定する。しかも、それぞれの種はその範囲で十分に個体群を維持できる大きさを持つことが必要である。この考え方はかつて”トッブアニマルを護る面積”と言われてきたが、大事な点は広い面積を要求する種を幾つかのセットで考慮することにある。その面積の算定に当たっては人の経済的都合や利害は度外視すること、設定面積は複数が必要であることは言うまでもない。

場所と種が決まれば以下の手順で研究を進める。

- ①対象種の設定作業――分布図の作成。
- ②主調査地の設定――調査班の組織。
- ③調査方法の決定――長期調査（個体数変動の傾向を知る）・短期調査（大人数、集中調査によって個体群のパラメーターを定める）
- ④調査の実施
- ⑤分布や個体数の現状説明――安定しているか？減少しているか？増加しているか？人との関係はどうかなどを明らかにする。
- ⑥対策の設定――減少している個体群に対しては数と面積の増加の方策を、人の生息地にまで出現して摩擦を生じている場合には人為的調節手段を含む個体数・分布の制限策を考える。

調査班には検討委員会と調査実施委員会をおき、両者の定常的情報の交換が効率的に研究を進める上に有効である。対象動物の全国的位置づけ、研究方法の検討等は検討委員会で、具体的場所での研究実施は土地かんをもった実施委員会という作業分担になろう。

以上、野生生物の定義、研究の目的・範囲、研究の実施の方法について私見をまとめた。

1. 生態系研究の方法における問題点。

熱帯降雨林を生態系として研究することをねらいとしているが、研究者がどこまで意識してできるか、生態系という言葉は概念としてどこでも使っているが、生態系研究の具体的なアプローチが未だ明確でない。極めて当たり前ではあるが、研究はどういう生物がどのように分布し生活しているかを明らかにすることからはじまる。それ自体かなり時間を要することを理解する必要がある。そのための障害は生物の種類が多くて同定できない恐れである。熱帯降雨林の研究に含まれるもう一つの重要な課題である”生物の多様性の保全”はこの問題そのものであり、分類学者を動員しなければ避けて通らなければならない。言い替えれば、生態系はあまり複雑な構造であると研究者の手に余る可能性がある。それにしてもいろいろな分野の研究者に参加してもらわなければ生態系の研究にはならず、熱帯林のある種の生物の生態に終わる危険がある。もちろんそれはそれで価値があるが、この研究の目標とすべきではない。熱帯降雨林の構造の特性はある程度知られている。しかし動物、とくに小型の動物や、微生物までを含めたものはないに近い。有用樹種以外の植物は無視される傾向があるが、熱帯林構造を作り上げていく上で重要かも知れない。とりあえずは生態系研究に必要な研究者の組織作りが大切である。つぎは生物の熱帯林における機能面からの部類分けを行い、そのなかでそれぞれ主要な生物種を選択し研究の対象とする。

2. 生態系維持機構における生物相互作用

生態系研究の方法として炭素量としての生物量の分布あるいは分配とその移動速度がとりあげられてきた。これは太陽エネルギーの固定からはじまる生態系の動的な構造の決定要因としてエネルギー換算も容易であり生物生産の研究の際に一つの共通測度とされたものである。これ自体現在でも有効な手段であるが、生態系構造が掴めていなければ極めて限定された情報しか得られない。このような量的把握を強調するあまり生物の相互作用系として、あるいは相互依存性にかんする質的な研究が抜けていたという反省がある。熱帯降雨林の維持機構の解明においては特にこの点に関する研究が重要である。

3. 研究協力のありかた

この研究の目的を理解し研究協力を相手国の研究機関に要請する場合に、相手国側の考え方、事情を考慮しなければならない。本来二国間の協力研究であるならば、両者の合意のもとに研究を進めなければならない。研究内容も前もって十分討議されるべきであったが、こちらの都合で計画が立てられた。この辺の事情はODAの場合とかなり異なっている。研究協力において相互の利益と役割が明確でないと失敗する可能性があるが、この研究では相手側の利益がなんであるか現段階では明示できない。既に述べたように生態系の研究は多数の研究者が関わることになる。この人達が短期間相手国に滞在しても十分なデータを得ることができないおそれがあるし、相手側もそれでは対応しにくいと思われる。この問題を解決するには(1)海外旅費を十分確保するか、(2)生態系の研究はあきらめて個々の問題点の研究に置き換えるかのどちらかである。このことは早急に決める必要がある。

4. 研究の進め方

既に系の構造研究の問題点について述べたが、その機能の研究においても現時点では容易ではない。とりあえず次のような整理は理解されやすい。

- (1) 森林生態系を物理的に上層、中層、下層と分け、それぞれの生物群集の機能を明らかにする。ここでの上層は樹冠部分、下層は地表から根系まで。
- (2) 成熟した森林と再生途上の森林との対比における生物群集の研究を行う。
- (3) 自然更新の機構を明らかにするために森林内のギャップにおける植生回復の経時的解析を目指す。

5. 地球環境研究のあり方

(1) 総合化研究

研究の総合化は形を整えるのに必要かもしれないが、一つ一つがどういう成果を得られるかまだ見えてこない段階ではかなり困難である。それぞれの分野はリンケージしているとはいえ、不十分なデータや解析結果をもとに総合化研究を走らせることは無駄である。分野の総合化を無理にするよりも、まさに地球としてのまとめが重要。

(2) 研究対象の中心

環境問題の最終的な評価対象は人間、しかも健康についてであった。実際にはなかなかそれに結びつかないところがある。地球環境研究の場合も同じ

観点が重要であるが、この観点が殆どぬけている。もう一つの観点は地球全体およびその構成部分の生態系を中心とする考え方である。どの研究分野においてもそれぞれ全体として影響を受けるのは生態系である。言葉としては誰でも使っているが、実際にそれに迫るべき研究形態を持っていないし、理解も不十分である。

(3) 研究の地域

少なくとも現在の規模の予算と組織では極東ないしアジア地域に限定するのが实际的である。しかし地球全体として問題を捉えようとするならば、この限定は外したほうがよいし、分野によってはより重要な地域での研究を推進すべきである。

(4) 研究期間

地球環境問題が早急には解決されないであろうが、本来このような研究課題がでない状態のほうが望ましい。政治的に解決すべき問題として、またその結果として研究が不要になることが一部考えられる。特に行政当局はそのような判断をしかねない。長期の研究がなされてこそ意義のあるものが殆どであること、それをどういう形態でどのように継続するか予め検討しておく必要がある。

(5) 研究体制

現在の体制は省庁の研究機関と大学および委託研究機関からなっている。その中心となる研究機関として国立環境研究所があたるべきとは思いますが、そのために行われた機構改革はまだ対応できる体制になっていない。このままでは定員増も望めないことから、中途半端な世話係になりかねない。ほんとうの意味での地球環境研究の中心となるには別の組織を作りそれに見合う人材を集めなければならないだろう。

多機関にまたがることから、分野毎に運営委員会をもたないとばらばらになりかねない。これは研究を実施する人達で構成する。

今一つ検討委員会の役割が明確でない。研究の評価はともかく研究計画にどこまで注文をつけることができるか、現状ではそれはあくまでも参考にとどまるだろう。

1. 今後取り組むべき調査研究

人口の急増と経済発展および生活水準の上昇に伴い、熱帯林地域が急速に変貌しつつある現在、地球環境研究に関連した今後の熱帯林研究の取り組むべき究極的な課題は、「熱帯林の持続的利用と保全、および、熱帯林地域の合理的土地利用技術の開発」であり、熱帯林関連の全ての研究は、最終的にはこの課題の解決を目指したものであるべきである。

地球温暖化に関与するガス類の地球規模での循環に対する陸上生態系の関与、温暖化に伴う陸上生態系の反応、食糧の自給や植物エネルギーの供給、熱帯林破壊の環境影響、各種のインパクトに対する陸上生態系の反応など、地球環境研究における陸上生態系、とくに熱帯林関連分野における重要な研究課題の解明も、最終的には、この地球上にどのような熱帯林をどのくらい残すべきか、保全地域以外の熱帯林地域をどのように合理的に利用したらそれが可能になるか、という問題を解明する方向で総合し、集約していくべきである。そのためには、研究課題を、基礎的研究課題、基幹研究課題、総合的研究課題に分けて取り組むのが良いだろう。

2. 基礎的研究課題

これは熱帯林を対象とした全ての研究を地球環境レベルまで拡大するときに必要な不可欠で、長期間のルーチン観測、測定を必要とするものである。

(1) 熱帯林面積の現状と変化

リモートセンシングと現地調査を併用して行う。まずリモートセンシングによる判定可能な植生区分を行い、これと従来生態学で行われてきた植生区分との対応を明らかにする。これによって生態学で行われてきた従来の測定結果を生かすことができる。ついで、リモートセンシングによって、それぞれの植生内での再生途中の部分の面積と、その再生の程度を明らかにする。また、森林破壊による森林面積の変化を地域別に長期間モニターする。同時に行われる現地調査では、各地域での植生区分毎の種組成とバイオマスの変化を、植生の再生過程を追って明らかにするとともに、それぞれの地域での森林破壊の形態と、破壊後の土地利用とその経時的变化を明らかにする。

(2) 各種熱帯林の水・炭素・栄養塩類の循環

この研究は、陸上生態系を大気系、生物系、土壌系に分けてその相互間の各種のインパクトに対して熱帯林がどのように反応するかを明らかにする現地研究で、環境条件の変化や各種のインパクトに対して熱帯林がどのように反応するかを明らかにする基礎を与えるものである。この研究では、原生林に近いよく発達した諸循環に平衡状態が成立してるとみなせる森林はむろんのこと、原生林中の更新途中の部分や、森林破壊後の各種土地利用の形態による循環も測定する必要がある。

3. 基幹研究課題

熱帯林関連の研究課題の中心をなすもので、3つに分けられる。

(1) 熱帯林破壊の環境影響

これには、熱帯林破壊による地域の熱収支や水収支の変化と気象・気候への影響、 CO_2 、 CH_4 など温暖化ガス収支の変化の地球温暖化への影響、温暖化に伴う植生の種組成、群落構造の変化と植生帯の移動、農地化、放牧地化、林業地化などの土地利用形態の変化と地域気候との相互作用などが含まれる。

(2) 各種インパクトに対する熱帯林の反応

インパクトとしては、各種気候要素の長期的変化、異常乾燥、冷害などの異常気象、大気の CO_2 濃度の上昇などの大気組成の変化、山火や野火、皆伐、拓伐などの森林破壊と森林の分断、森林破壊後の環境的焼畑化、常畑化、牧場化、プランテーションや造林地化などの土地利用形態の変化などがあげられる。これに対する熱帯林と、その破壊後に各種の土地利用が行われている地域の反応としては、エネルギー・水文収支の変化、群落内微気象の変化、土壌侵食と土性の変化、種多様化の変化、生物生産力、分解過程、物質循環の変化などがあげられる。

これらの各種インパクトと森林など各種生態系の反応を組み合わせることによって生まれてくる多くの研究課題を、適当な専門家によって現地で研究する。

(3) 熱帯林における生物資源利用の現状と将来予測

現在、熱帯林が木材資源や燃料材資源、その他の林産物資としてどのようなものがどの位利用されており、その将来の見通しはどうか、新しく利用できる資源がどのくらい有るのかという問題を扱う。

4. 総合的研究課題

以上の研究成果を総合して、熱帯林全般について考察する。これにも3つ方法が考えられる。

(1) 熱帯林の持続的利用技術の研究と開発

これには、種多様性維持のための必要条件と具体的な方法を解明することと、熱帯林が森林としての機能を維持していくためには、最大限どのくらいまでの攪乱が許されるか、その限界条件を探ることの二つがあげられる。

(2) 破壊後の土地の持続的利用技術の開発

これには、燃料林の好適樹種の探索とその造成技術の開発、一般造林樹種の探索とその造林技術の開発、熱帯の各種気候条件に適した早生樹種・牧草種の探索、新林産資源の探索と資源植物の栽培化、新しい熱帯農林経営方式の開発、熱帯畑作地における地力維持技術の開発、荒廃地の生物生産力の回復と土地の再利用の研究などがある。

(3) 熱帯林保全戦略の策定

グローバルとローカルの両面で熱帯林の合理的保全対策を考える。