

Ⅲ. 調査方法についての検討

1. 検討方法

本調査は、地域の生態系を総合的に捉える点、自然と人間活動の関係とその変動をとらえようとする点、さらにそれらが大縮尺スケールでとらえようとする点で、これまでに類を見ない基礎調査である。これらのテーマは現代の生態学あるいは環境科学の重要な課題のひとつであるが、未だに方法論が確立されたとはいえない。最近話題となっている景観生態学 (Landscape Ecology) の重要テーマである。このように本調査はまさに現代的な研究課題のひとつである。したがって今回調査項目と調査方法を設定し、第1回目の調査を各地で実施したが、それらの調査手法については、この時点で調査の実施状況ならびに調査結果を踏まえ、再度検討する必要がある。また項目によっては初年度の調査手法の検討の際に、検討はしたものの具体的な調査項目にまでいたっていないものもあった。

そこで、本調査では以下のような方法・手順で調査方法の再検討を行った。

まず、Ⅱ章で行ったように、今回各道県で実施された調査の実施状況を集計・解析し、その中から問題点を抽出する。同時に各道県で調査を実施した担当者に対してアンケート調査を行い、その意見を集約・分析する。そのうえで、「生態系総合モニタリング調査検討委員会」において、議論を行い、その結果をⅢ章にまとめた。特に、Ⅲ-4.には、次回調査を実施するにあたっての課題と提案をまとめた。前述したようにこの分野の研究は現在まさに研究途上にある。したがって、数年後に次回調査を実施する時点では多くの新たな知見が得られている可能性もあり、次回調査開始時点でも再度調査方法を検討することが不可欠である。

2. 調査の実施状況および全体とりまとめにあたっての問題点

2-1. 調査趣旨と調査地設定についての問題点

本研究の目的は、ある特定の地域を選定し、その地域の生物群集と無機的環境、すなわち生態系が、そこに作用する人為的インパクトによって変化していく過程をモニタリングすることにある。このモニタリング調査の積み重ねにより、人為的インパクトと自然との関係、すなわちどのような種類でどの程度のインパクトが加わった場合に、自然はどのような変化をするか、あるいはある規模・質を持った自然がどの程度の人為的インパクトなら許容できるのかを明らかにするための基礎資料が得られることも期待している。

平成2年度に、当初各都道府県1カ所を含む全国50カ所で、調査を実施するという計画があったが、それは(財)日本自然保護協会内に設置した生態系総合モニタリング調査検討委員会において、予算的に不可能と判断され、全国で数カ所が適当であると結論した。その際、人為的インパクトの種類は各種あり、生物群集あるいは生態系も様々な反応をすることが考えられるが、当面は都市近郊地域の都市化(住宅地化等)が進行しつつある地域を対象に絞って調査地を選定するよう提言をし、それを念頭においた調査方法の提言を行った。人為的インパクトの種類を絞ることにより、地域間の比較を可能にし、また次回以降の調査方法の検討を容易にすると思われた。具体的には、都市近郊地域を広域モニタリング地域に設定し、その中で都市化が進行し変化するところとコントロールとして都市化があまり進行しないところを重点モニタリング地域に設定する、といったことであった。

これらの意図は調査実施段階の調査地選定では必ずしも反映されず、今回調査が実施された5地域は、人為的インパクトの面からいってさまざまで、また都市化とは無関係に思える地域も重点モニタリング地域に選定されている。そのため、全国の5地域間の比較が現段階では困難となった。

また、地域の自然を把握する場合に、調査地域を水系単位で設定すること有効な方法としてが考えられる。今回の場合も重点モニタリング地域を小水系単位で設定することなどが上記委員会内では検討されたが、実施段階では今後の課題として残された。

しかし、それぞれの地域におけるさまざまな人為的インパクトとそれによる生態系の変化を追うという点では、調査地が設定され、最初のデータが蓄積されたことになる。すなわち、原生自然環境保全地域調査などのような植生の遷移などの自然状態のダイナミズムやグローバルレベルの人為的インパクトによる生態系変化のモニタリングとは異なる、ローカルレベルでかつ比較的強度の人為的インパクトによる生態系変化のモニタリングが第一歩を踏み出したわけである。したがって、本調査は、今後さらに方法等の検討を行うことも含め、長期にわたって継続する意義を有している。

2-2. 生物群集と人為的インパクトの関係についての問題点

近年、「景観生態学 (Landscape Ecology)」という分野が盛んになってきた。これまで「景観」という概念は、地域を把握する概念として地理学で研究されてきたが、形態の側面に偏り、構造並びに機能的側面が軽視されてきたことから、しばらくの間、忘れられていた。近年、建築学、都市工学、造園学の方面で、「景観」の見直しが行われてきたが、それもまた構造ならびに機能的側面の検討が不十分である。

一方、生態学の分野では、個々の植物や動物についてあるいはいくつかの生物観の構造と機能の研究は進展をみせてはいるものの、それを総合化する部分が不十分であった。そこで、全体としての構造、機能的関係を把握する方法として現在「景観生態学」が注目され始めている。今回の調査においても、地形・植物・土地利用を中心に「景観生態学」的手法を用い、総合的に捉える視点が不可欠である。その枠の中で、指標的な動物・水質等をもちいて補足することが望ましい。

さらに「景観生態学」においては、人間活動に起因する景観も対象となり、従って生態系と人為的インパクトとの関係を総体としてとらえる手法といえる。現在のところ、「景観生態学」においては衛星画像や空中写真、あるいは各種地図を用いて地域の景観生態を把握し、分析する手法が用いられている。本調査においても基本的にこの手法を用いてデータを整理し、解析を行ったが、より十分な解析を行うためには、コンピューターによる画像解析や地理情報システム (GIS) を用いた解析が不可欠である。特に次回以降、各地域で本調査を継続した場合、そのさまざまな景観構成要素の変化を解析するにはこれらの手法を用いなければ不可能ともいえる。今後、本調査の解析にあたっては導入される必要がある。

また、以上のような全体を俯瞰するような地図情報を用いることに加え、人間の目の高さ、もしくは人間ひとりの行動のレベルの景観の把握も重要となる。さらにこの視点は、反応をする生物側にとっても重要であり、生物の目の高さ、もしくは生物個体の行動レベルでの自然の把握が必要であろう。しかし、このような視点の調査方法は未だ十分に開発されておらず、今後の本調査などで検討していくことが望まれる。次項の環境指標性のある動物調査も、この視点による手法に位置づけることができる。すなわち、動物から見た生息環境の評価なのである。

2-3. 地域生態系の特性と反応を指標する指標動物調査について

陸上の生態系はおおまかに言って、光合成による生産を担う緑色植物、分解者として主に土壤中に生息する菌類や微生物、植物や菌類を餌として消費する動物、さらにこれら全ての生息場所としての無機的環境から構成される。しかし、その全体像を的確に把握し、かつその長期的変動をモニタリングすることは、学術研究のレベルにおいてもほとんどおこなわれていないのが現状である。したがって、現在では生態系を構成する要素別に適切なモニタリングを行ない、それによって生態系全体の変化を推量することが当面の課題となる。しかしながら、生態系の構成要素おのこのモニタリング手法でさえ確立されているとは言い難く、検討の余地が多く残されている (Spellberg 1991)。

本項では、地域の生態系全体像とその変化を推量するための指標動物調査について、基本的方針、モニター対象種の選択方法、生息場所や生物群集に影響のある人為的行為にいての留意点について検討する。

2-3-1. 調査の方針

生態系モニタリングの対象地域に関しては、ほぼ完璧な動物相のリストができていることが前提条件である。さらに、その証拠標本及び同定のための参照標本を完備した施設 (博物館等) がなければならない。そのような施設なしに、僅かな人的資源を駆使して生態系のモニタリングを企画するのは無謀という他はない。しかし、現実には全ての構成要素を調べることは不可能なので、今回の調査では生物間の相互関係に注目して、調査対象地域内の動物群集を特徴づけるいくつかの種類を抽出し、その種の動態をモニターすることを当面の目標とする。

また、動物の特定種のモニタリングと同時に、動物群集全体に及ぼす人為的な生息環境の改変状況についてもモニターし、併せて動物群集の動態に及ぼす人為の影響を包括的に評価するようにしたい。

前者の方法は、対象種に密着したきめの細かいモニタリングを可能にし、後者の方法は、対象種が十分絞込まれない状態で、群集の全体像を粗い方法でモニタリングすることに役立つものである。現実には、どちらか一方の方法で済ませられるものではなく、両者を適当に案配する必要がある。どちらにどれだけの比重をかけるかは、立地条件によって異なるので、調査の進行とともに改善することになるであろう。

2-3-2. モニター対象種の選択

モニターすべき種の選択にあたっては対象地域のフロラとファウナに関する基礎的な情報が不可欠である。モニターすべき種の選択にあたっては、以下の a から j までの項目を考慮する必要があるであろう (表 III-2-1)。

表中の b の「種の類型化」については、複数のピオトープを含む地域生態系の動態を動物群集の立場から把握するための方法として考慮されなければならない各生態系を特徴づける種類についてである。以下に Hunter (1990) による 3 区分を解説

しておく。

表Ⅲ-2-1 調査対象種の選択において考慮すべき属性

a	食物連鎖における位置
b	種の類型化(要石種、指標種、旗章種)
c	ビオトープの類型
d	体の大きさ
e	密度
f	行動圏の大きさ
g	季節的移動(MIGRATION)
h	観察の難易度
i	植物との関係(摂食、受粉、種子散布、生息場所の依存)
j	活動の時間帯
k	同定及び近似種との識別の難易
l	モニターの方法

① 要石種 (key stone species)

生態系の維持に重要な役割を果たしている種、個体数が多いとは限らない。モーリシャス島の樹木の種子の大半はドードーの腹を通過しないと発芽しないので、ドードーはモーリシャス島の生態系における要石種であるといえる。森林を構成する樹木はドードーよりもはるかに寿命が長いので、ドードーが絶滅した後でもかなりの期間は森林としての景観を保っている。しかし、次世代になう芽生えが全く生じないため、親木の寿命とともに森林も消滅してしまうことになる。森林の消滅は、森林生態系の消滅を意味する。したがって、生態系における要石種を明かにすることは生態系のモニタリングの第1歩であるといえる。

しかし、残念ながらほとんどの生態系に関する我々の知識ではどの種が要石種であるかわからないのが現状である。多くの場合、要石種が失われ生態系の均衡がやぶれて初めて要石種の存在に気づくのである。

② 指標種 (Indicator species)

生態学的あるいは生理的な耐性の幅が狭く、その種の存在や不在が環境状態のよき指標となる種。水界生態系に関してはさまざまな指標種が提案され、実用化されているが、陸上動物についてはまだ未開発である。

③ 旗鑑種 (Flagship species)

特定種のモニターによって生態系全体を把握するためにはその地域の生物学的多様性や生態学的な種間の関連性を包括しうる種を選ぶ必要がある。例えば、トラは食物連鎖のほぼ頂点に立ち、しかもさまざまな植生を含む広大な面積を必要とする生物である。トラの動態をモニターすることによって生態系の状態を判断できるし、トラが生存可能な生息地を確保することによってトラ以外のかなりの生物の多様性を確保し、生態系の健全さを保全することができる。

動物の個体数を把握する方法は、対象とする種類に応じて適切なものを選ばなければならない。そのため、時間的、経済的理由からモニタリング可能な種類が限定

されてしまう。これによって、対象とした少数の種類が生息状況を知ることはできるが、分類学的に離れてはいるがそれぞれが生態系の一員として密接につながっている複数の種類を同時にモニタリングすることは困難である。

そこで、考えられる次善の方法は、生態学的に関連しあうと想定される種の組み合わせを揚げ、その中からできるだけ共通の方法でセンサスできる種の組み合わせを選ぶ方法である。ある種の1年生草本を食草とするチョウとその植物の関係であれば、チョウのルートセンサスと食草のセンサスを同時に行なうことも可能であろう。一般には、このような1対1の関係は小数派であると考えられているが、ある地域群集でさえこのことが定量的なデータによって確かめられているわけではない。

したがって、既知の情報をもとに生態的な関係を想定し、その構成メンバーの動態を根気よくモニタリングすることが結局は近道であろう。例えば、アカガエルは、長期間のセンサスによって人為的な影響の程度が明かにされており、その有効性がすでに示されている（長田 1978、長谷川 1991、1992）。また、ジョロウグモは、市街地の小さな林で小型化すること（Miyashita 1990）や、市街地周辺の山林に大規模な殺虫剤空中散布が市街地のジョロウグモを著しく減少させた事例（徳本 1990）が報告されている。

2-3-3. 動物にとっての生息場所の評価

対象種が十分絞り込まれない状態であっても、モニタリング地域内にどのような生息場所がどれだけ存在しているかを把握することによって、群集の全体像を粗い方法でモニタリングすることがある程度可能になるはずである。ここでは、生息場所の空間的配置とその動態を把握するうえで考慮すべき項目を記す。今後調査の中でその妥当性が検討されることが望まれる（表Ⅲ-2-2）。

表Ⅲ-2-2 生息場所の空間的配置とその動態を把握するうえで考慮すべき項目

ア) 生息場所の空間的配置とその動態
a 面積と形
b 周辺部の距離
c ビオトープ間の距離
d 植生の令構成
e 植生の垂直方向の多様性
f 巨木の分布（営巣場所として）
g 湧水の分布（水辺環境に依存する動物の生命維持装置としての表層地下水）
イ) 回廊と障壁、その空間的配置と動態
a 生息場所間の移動を保障する回廊としての河川敷、緑地帯、緑の多い住宅地
b 動物の移動を阻害する人工構造物の空間配置と動態
(道路の形態と交通量) - 交通事故
(側溝の深さと傾斜) - 落とし穴
(地表面の人工舗装化) - 生息と移動に不適な高温度環境の出現
ウ) ビオトープの変化の視覚的認識

2-3-4. 動物群集の動態に直接的に影響を与える人為的行為の把握

生息場所が事実上ほとんど変化しなくても、人間による餌付け、外来種の導入などによっても、動物群集が大きな変化を示すことはすでによく知られている（Elton 1958）。そこで、動物群集の動態に直接的に影響を与える人為的行為として表Ⅲ-2-3を掲げておく。

表Ⅲ-2-3 動物群集の動態に直接的に影響を与える人為的行為

ア) 人工的な餌資源の供給
a 餌づけ
b 生ゴミの回収状況
c 農作物の作付状況
イ) 薬剤（殺虫剤、除草剤等）の散布
a 農業
b 林業
c ゴルフ場
d 住宅地
ウ) 直接的な駆除行為
a 有害鳥獣駆除
b 狩猟
c 密漁、密猟
d 愛玩動物用の捕獲
エ) 人間の活動による生活の攪乱
a 非定住者人口の動態（観光等による非定住者人口の季節的変動）
オ) 外来種の導入