

生物群集による自然環境の評価

森 本 尚 武

信州大学農学部応用昆虫学研究室

Assessment of Natural Environment based on the Biotic Community

Naotake MORIMOTO

Laboratory of Applied Entomology, Fac, Agric, Shinshu Univ.

生物は自然の中できわめて複雑な相互関係を維持しながら、さらに種々の環境要因の直接、間接的な作用を受け、また逆に生物が環境に作用を及ぼしながら生活している。したがって自然界の中で生物はお互いにバランスのとれた状態にあるはずである。このような生態系の中では特定の生物だけが、他の生物を圧倒して独立に増え続けるようなことはめったにないわけである。しかし、ある種の生物の個体数を制御している要因がたまたまなくなってしまうとある特定種の大発生が起こることもまれにみられるがそんなに長くこの状態は続かず再び個体数の制御要因が働いて元のバランスのとれた状態に復するのが普通である。

近年とくに注目されてきている環境保全問題は、バランスのとれた生態系に、開発などの人為的な力が加わるために起こる人間も含めた生物への致命的な被害を恐れて起こってきたものであることは言うまでもない。

人間生活の向上を目的とする開発と環境保全つまり自然と人間との調和のとれた共存を考える場合に、人間の行為が自然界の生物にどのような影響を及ぼすかについて予測して行かなければならない。こゝに環境問題におけるシステム・シミュレーションの考えが出てくる。つまり、人間の行動が自然、生物界に波及し、その反作用が人間の生存条件にはね返るそのプロセスは、複雑に入りこんでいるが、環境破壊を防ぐ戦略をたてるには、本物がとり返しのつかない状態になるまえに、モデルによってシステム分析を行い環境の予測をする必要があるというわけである（島津ほか、1973）。これは、どのような破壊要因がどう波及して行くかのプロセスの解明とそれらの要因によって生ずる

破壊の程度の評価をすることなのである。

したがって、先づ、自然での生物の生活の実態を明らかにすること、つぎに人為的な行為が加わることによって、生物がどのように変化するかを知る必要がある。この2つの大きな課題に対してアプローチするためには、どうしても生態学的手法による解明が要求され、後者に対しては、生物を指標にして自然環境の変化の様相を知ると同時に将来の予測をすることがきわめて重要になってくる。

このような観点から、筆者らはすでに新しい手法による生物指標の確立、すなわち従来の貴重種または稀少種を中心にした生物指標だけではなく、その地域、その環境における生物群集をもととした生物指標の重要性について論じてきたが（大串、1978；森本ら、1988）こゝでは、陸生昆虫の群集解析と環境評価との関係を扱ったわが国における調査・研究のいくつかの例を紹介し、生物群集が自然環境の生物指標になり得ること、およびこれを利用して綿密な環境評価が行い得ることについて論じてみたいと思う。

ところで、生物群集による環境評価についての方法はすでに津田ら（1960）が河川の底生動物を用いて報告している。これは河川という閉鎖生態系の中ということ、および水質の汚濁の程度に対応した様相及び群集構成が得られるというメリットが利用できて便利であるので特殊なケースとしてみられがちであるが、きわめて正確な環境評価ができ随分利用されてきている。たとえば、松本市内のいくつかの河川について、底生動物、水生植物および魚類の個体数、現存量、群集内における優占種の出現度合などを調べることによって汚濁度を判定している。またこのような生物学的な水

質判定と併行してさらに、水質の化学分析も行っている。すなわち、河川の上、中、下流でPH、BOD、アンモニア性窒素など都市下水特有の有機汚濁を主とする分析結果を出し、生物学的水質判定と化学的水質判定を総合して水質の汚濁の程度を知ろうというのである。(福島ら、1978)。

一方、陸上の生物についても、生物群集と環境との関係を扱った調査・研究がいくつかある。すなわち、生物はいろいろな環境条件下を生育または生息好適場所としているものである。したがって、逆に生物から彼らの生活している環境を知ろうとするわけなのである。

こゝでは、陸生の昆虫類について、いくつかの調査・研究例をあげて論じてみることにする。

○三重県大杉谷および大台ヶ原山の昆虫相(山下ら、1972)

この地域の昆虫群集を調べたところ、この地域をタイプカテゴリーとする優占種がいくつか存在していることおよび垂直分布と地理的分布にも群集に特徴がみられることが明らかになった。しかも、それらがこの地域の環境の特異性に起因していることも明確になった。また、大台ヶ原山頂のトウヒ林で大発生したトウヒツツリハマキガは、全く人間の力なしに、次第に終熄しつゝあることからこの地域の昆虫群集は複雑で多様性に富み、きわめて安定した状態にあると考えられるとしている。したがって、移動力の大きい種では、季節ごとに生息空間を変化させるものも多いので、保護空間は単に食草が存在する地域だけではなく、生態系全体の生活空間であることも指摘されている。

○三重県父ヶ谷地域の昆虫相(山下ら、1975)

この地域の代表的な2つの森林環境すなわち、原生林(溪畔林、ツガ林およびブナ林)と天然性二次林(常緑広葉樹林)について、各環境に出現する目、科および優占種と群集の種構成を調べ、それぞれの森林植生の特色を反映して異なった昆虫群集が形成されていること、さらにその群集の安定性を知るために、それぞれの環境での食物連鎖関係を調べて原生林の方が食物連鎖関係がより複雑であり群集が安定していると述べている。

○三重県上野市南部丘陵地域の昆虫相(山下ら、1976)

農耕地に囲まれた丘陵地としての典型的な昆虫群集(里山昆虫群集)がこの丘陵地の特徴であり、さらにこの地域の環境を細分してみると、アカマツ二次林の各段階、草原ごとに異質な群集が現れることも明らかになった。

さらに、環境の変化を示す指標としていくつかの種

の個体数の増加と減少をあげている。すなわち、開放的な初期段階の二次林の存続する限りドクガの生息に許容的であり、また大発生の可能性もあるにはあるが、うっ閉度の増加にともなって次第に個体数が減少すること、また、都市型カイガラムシの代表的な2種、カメノコロウムシとオオワラジカイガラムシの個体数が増加して行くにつれて、環境が都市的環境へ維持して行くことを示し、これら2種の個体数の増加が環境破壊によるものであると考えられた。

○物理的・化学的環境要因の解析

(武田ら、1976、1977；山下ら、1977)

以上の昆虫群集の解析と同時に森林環境内と林縁部の物理的、化学的環境要素の解析も行われ、その環境になぜその節足動物群集が形成されるのかについて総合的に究明しようとしたものである。すなわち環境要素の中で最も重要と考えられる気象要因(地表面の湿度、気温、林床の相対照度、相対湿度、風向、風速)と土壌空気中の炭酸ガス濃度、大気中の二酸化窒素の量などが調べられ、森林環境のちがいによって、これらの環境要素が随分異なること、ならびにこのちがいが昆虫類の生息にも間接的に大きな影響を及ぼしている可能性があることが示唆された。

○愛知県北部の茶臼山高原道路建設予定地域付近の昆虫相(佐藤、1976)

多様な昆虫相がみられたことから、これは日本温帯域の代表としての落葉広葉樹林(ブナ)に依存して出現していること、さらに物質循環にスムーズに行われている生態系として位置づけられ、これは、動、植物と土壌の相互作用の上に安定した形で成り立っていることが明らかにされた。したがって、その生態系がどこかで切断されるとその安定性は崩壊して、自然に大きなダメージを与えることになる、特に道路建設がその生態系の崩壊要因となる可能性があるので人間福祉向上によって許容される範囲である前提条件のもとで慎重に道路を建設すべきであるとの注意がうながされている。このように生物群集ばかりでなく生態系全体から環境評価を行うべきであることが示唆されたことになる。

○蔵王エコーライン付近の昆虫相

(小野ら、1973、園部、1973)

昆虫(鞘翅目)の分布型と食性および植物の分布との関係から、この地域に出現する昆虫類を科ごとにまとめて7つのタイプに分類し、それぞれの植物の生育環境に対応した昆虫群集が形成されること、および食草環境の裸地下に伴って分布を拡大する特定種、ウリ

ハムシモドキとミヤマハンミョウが環境の指標になることが明らかにされた。

さらに、蔵王山のアリの群集が調べられて、人為的な影響を受けた結果、高度の高い所では完全に裸地化した所ではアリが全くみなくなること、低い所では裸地化してきた所に元来の林内にみられるものとは全く異質なアリ群集が形成され、アリ類の中の特定な種 (Manica Sp. と Formica lemani) はアスファルト道路の両縁を営巣地として特に好むことも明らかにされた。

これらの結果は、昆虫群集は植物の分布と、さらに好適な生息環境と密接な関連を持っていることを示しているといえよう。

○長野県北アルプス乗鞍岳の昆虫群集

(森本ら、1973；吉田ら、1974)

土壌表層に生息する甲虫類と飛翔性の昆虫類について、標高別に人為的な力が全く加わっていないと思われる森林内と人為的な力が加わっている道路沿いの部分が設けられ、それぞれに出現する昆虫群集が調べられた。その結果、それぞれの環境に特異的な昆虫群集が出現することが明らかにされた。特に飛翔性の昆虫群集ではいくつかの優占種のグループが環境条件をよく反映して現れたことが認められている。

これらの結果は、標高という物理的な環境要素のちがいおよび自然状態と破壊区という生態系の形のちがいによって、昆虫群集も著しく異なることを示している。

以上こゝにあげた調査・研究の事例は、環境と昆虫群集との関係を扱ったもののうちのほんの一部ではあるが、これらに共通して言えることは、それぞれ異なった環境ではその環境に特異的な昆虫群集が出現し、1～数種の指標種を問題にするのではなく、群集全体をみると同時にその群集の変化によって環境を予測しなければならないことである。つまり群集の種構成とそ

の安定性をとりあげることが環境の評価のためにはきわめて重要なのである。

また、さらに環境の物理的要素（たとえば気象）や生物的要素（たとえば餌生物）の解析も同時に行われなければならない。この2つの事項が解明されることによってそれぞれの環境に特異的な昆虫群集の出現する理由も明らかになるであろう。

このように昆虫群集を環境の生物指標として利用することによって、自然環境が望ましい方向へ行こうとしているのかも判断できるであろうし、また、大串（1978）が言っているように、人手の加わっていない自然（いわゆる原生的自然）ばかりでなく、人間によってかなり変容されていても、その中でひとつの安定を保っている自然は、それなりに重要な価値をもっているとも考えられる。

たしかに昆虫類だけでなく動物・植物、全般にわたる総合的なとらえ方によって環境を評価して行かなければならないだろうが、昆虫類は他の動物と異なり比較的定住性が強く、また種類も多いので、動物の中でも特に環境の指標としては便利な材料ではなかろうか。

また、このような生物指標がたとえ確立されたとしても、これだけで環境問題を論ずるわけにはいかないのは当然のことである。人間が自然に力を加えることによって生ずるのが環境問題である以上社会科学の分野にも当然またがることになるだろう。しかし、生態学的な面からの基礎的な調査・研究の積み重ねなくしては、環境問題を本質的にとらえることはできないと考える。

環境問題については、前述したようにいろいろの分野からのアプローチが必要であることは言うまでもない。それらが総合された形で議論されるべきである。したがって、筆者らの考えている生物指標の確立だけが重要であるとは決して思っていないが、環境問題を考えて行く上ではこういう面からのアプローチも必要であろう。

文 献

- 1) 福島亘, 中村一雄, 上原武則, 吉田利男, 田中邦雄: 生物指標による松本市内の河川水質汚濁調査. 松本市, 松本市環境をよくする協議会, pp89, 1978
- 2) 森本尚武, 長谷川政興: 北アルプス乗鞍岳における林道の影響による土壌甲虫群集の差異. 文部省科学研究費 (特定研究), 「中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究」 第1号: 45-52, 1973
- 3) 森本尚武, 増沢利和: 昆虫相をもととした自然環境の生物指標, 信州大学環境科学論集 第10号: 135-137, 1988
- 4) 小野泰正, 高槻成紀: 蔵王山の観光開発と昆虫相——エコーライン縁辺の植生と鞘翅目との関係—— 文部省

- 科学研究費 (特定研究), 「蔵王山・蒲生干潟の環境破壊による生物群集の動態に関する研究II (吉岡邦二編): 120-129, 1973
- 5) 大串龍一: 生物からみた能登島の自然環境. 北経調査研究報告, 52号: 5-11, 1978
 - 6) 佐藤正孝: 茶臼山付近の昆虫相の特性と道路建設に対する自然環境保全に関する提言. 茶臼山高原道路建設予定地域付近の昆虫相, 茶臼山高原道路建設予定地域の自然環境調査報告書: 227-229, 1976
 - 7) 島津康男, 桐谷圭治, 浦部達夫: 環境問題におけるシステム・シミュレーション. 文部省科学研究費 (特定研究) 人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究, 研究報告集録: 151-164, 1973
 - 8) 園部力雄: 蔵王山のアリ相および観光開発が種類相に及ぼす影響について. 文部省科学研究費 (特定研究), 「蔵王山・蒲生干潟の環境破壊による生物群集の動態に関する研究II (吉岡邦二編): 110-119, 1973
 - 9) 武田明正, 梅林正直, 山下善平: 森林と道路との間における環境の相互作用に関する研究. 三重大学環境科学研究紀要, 第1号: 61-76, 1976
 - 10) 武田明正, 梅林正直, 島地岩根, 山下善平: 森林の環境形成作用に関する研究. 第1報 スギの壮令林とその新植地との間における環境要素の比較. 三重大学環境科学研究紀要. 第2号: 49-68, 1977
 - 11) 津田松苗, 赤木郁恵, 渡辺仁治: 肉眼的底生動物の種類数をもととする水質の生物指標. 日本生態学会誌 第10巻5号: 198-201, 1960
 - 12) 山下善平, 大川親雄, 島地岩根, 市橋 甫, 村井俊郎, 橋本理一, 富田靖男, 坂部元宏, 中西元男, 倉田 忠: 大杉谷および大台ヶ原山の昆虫相ならびに樹上クモ類相. 大杉谷・大谷ヶ原自然科学調査報告書, 195-285, 1972
 - 13) 山下善平, 島地岩根, 富田靖男, 倉田 忠, 大川親雄, 坂部元宏, 大久保憲秀, 杉山 章, 中西万年. 父ヶ谷地域の昆虫相. 宮川揚水発電計画に伴う父ヶ谷地域自然環境調査報告書: 231-326, 1975
 - 14) 山下善平, 島地岩根, 富田靖男, 倉田 忠, 大川親男, 石田昇三, 五島 勇: 上野市南部丘陵地域の昆虫相. 上野市南部都市開発に伴う自然環境評価報告書: 189-302, 1976
 - 15) 山下善平, 梅林正直, 武田明正, 松浦 誠: 市街地における社寺林と市街との間における環境の相互作用に関する研究. 第1報, 津八幡宮林の林縁における2、3の問題. 三重大学環境科学研究紀要 第2号: 17-47, 1977
 - 16) 吉田利男, 森本尚武: 乗鞍岳における林道の影響による飛翔性昆虫群集——キノコバエ類——の差異. 文部省科学研究費 (特定研究), 「中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究」 第2号: 43-48, 1974