信州大学環境科学論集　第10号，1988
〔Bull. Environ. Conserv., Shinshu Univ.〕

昆虫相をもととした自然環境の生物指標

Biotic Index of Natural Environment based on the species of Insect.

森　本　尚　武*・増　沢　利　和*

Naotake MORIMOTO and Toshikazu MASUZAWA

従来から生物を指標として自然環境を評価する試みが随分多くなされては来ているが，特に短期間にダイナミックに変動する動物を用いた評価法はまだ十分に普及しているとは言えない。これは動物の数が季節や年によって大きく変動すること及び動物の行動範囲がきわめて大きいことにもその一因があるものと考えられる。

そこで，動物を指標とした自然環境の評価法の確立のために，ここでは昆虫類を指標として自然環境を評価する場合にどのようにすればよいのかについて，われわれの試みたアプローチのしかたを中心に考察してみたいと思う。

ところで，昆虫類を用いた環境評価の研究例としてはわが国では特に水生昆虫を指標としたものが多い。例えば，津田ら（1960）は水生昆虫の種類数をもととした水質の生物指標について報告し，相当精度の高い環境評価が可能であると述べている。確かに水中という比較的閉鎖された環境においては，そこに生息している種類数から水質の程度を知ることが可能であろうが，陸生の昆虫では種類数だけではなかなか環境を評価することはむつかしい。しかし，陸生の昆虫類でも環境の指標になる可能性がないとはいえない。

生物はいろいろな環境条件に適応して，その場所で多種多様な生活を営んでいる。中でも特に昆虫類は環境に対する適応価が高くさらに繁殖力の大きさと相まってこの世の中で隆盛をきわめている動物の一つである。したがって，われわれは彼等の環境に対する適応のしかたを利用して，彼等の生活場所の環境条件を推し量ることが可能なのである。

筆者らは，南アルプス戸台川流域赤河原及び北アルプス乗鞍岳のいろいろな標高地点で，環境のちがい（標高差，林分構造のちがい，人為的な力の加った場所と自然のままの状態が維持されているような場所など）が土壌表層に生息する甲虫の種類や個体数にどのような影響を及ぼすのかについて，数年間にわたって調査を行い，それぞれの環境に生息する甲虫群集の構造や個体数に著しい差がみられることを見出した（森本，1972，森本・長谷川，1973，森本・吉田・長谷川，1974）。また，最近では，筆者らが八ケ岳高原海ノ口自然郷で10数箇所の異った植物群落をもった地域における蝶相を調らべたところ，それぞれの場所で植物群落に対応した蝶類が生息していることを見出した（佐野・森本，1983）。

もちろん土壌表層に生息する甲虫群集や蝶相が環境のちがいをよく反映しているとは言っても，すべての昆虫類が環境の指標になるとは限らない。しかし，環境のちがいによって，特徴のある昆虫類が出現したり，特徴のある昆虫群集の構造を示せば，これらを利用して環境の評価が可能になるはずである。

それでは具体的にどのようなことについて調査し，どうすれば昆虫類が環境の評価の指標になるのかについて述べてみよう。

(1)昆虫相の記載を行う。

昆虫の種類はきわめて多いので，これらすべてのものを対象にすることは困難である。したがって，比較的多くの種類と個体数がみられるいくつかの昆虫群を選んで環境のちがういくつかの場所での昆虫の種類相を調べる必要がある。そうして，それぞれの環境に生息する「特徴種」及びいろいろの環境に共通して出現する「共通種」を選び出す。ここで，もしもそれぞれの環境の特徴種が引き出せれば，その種の食性，習性及び生息好適環境から考えてなぜその種がその環境下に生息しているのかを推定しなければならない。このように考えれば，特徴種というのは，それがそのまま環境の指標として使えることになるはずである。

(2)いろいろの環境に出現する「共通種」について環境による個体数のちがいを調べる。

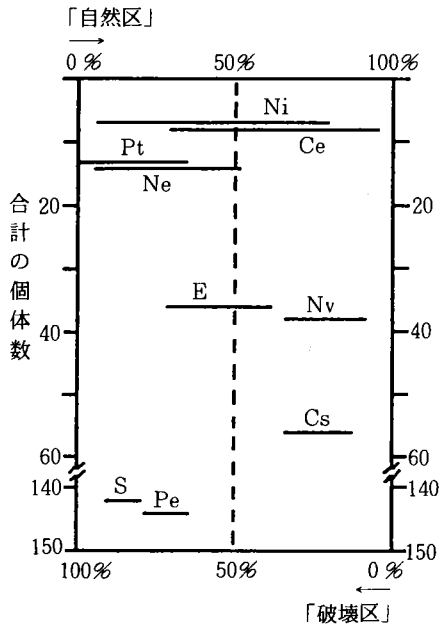
たとえ共通種が出現したとしても各環境におけるその種類の個体数の多少から生息場所としての環境の適否が

信州大学農学部応用昆虫学研究室
Laboratory of Applied Entomology, Fac Agric. Shinshu Univ.

推定できる。

そこでいろいろな環境条件下で出現した共通種の中でも特に個体数が多かった種類をとり出して推計学的に解析するのである。この方法は，2つの場所（または時期）における昆虫相のちがいを各種昆虫の生息している配分割合によって比較するもので，昆虫相を構成しているそれぞれの種ごとに2つの場所に対する個体数の配分割合を百分率で出し，さらにその信頼限界（95%）を出して図に示して推計学的に両場所の差をつかみとろうとするもので，百分率法と呼ばれている（加藤，1955）。

ここではこれについての詳しい解説は省くが，この方法を適用した一例をあげてみる。これは筆者らが行った乗鞍岳における調査結果で，亜高山帯における2地点すなわち，人為的な力の加わった道路沿いの場所（「破壊区」）と道路から十分離れて自然状態のままの環境と考えられる場所（「自然区」）での共通種について百分率法を用いて解析したものである（森本ら，1973，1974）。



Ni：ヒロオビモンシデムシ
Ce：コクロナガオサムシ
Pt：ヤノナガゴミムシ
Ne：サドマルクビゴミムシ
E ：セコブヒラタケシキスイ
Nv：ツノグロモンシデムシ
Cs：ミヤマチビシデムシ
S ：ヒメミヤマツヤヒラタゴミムシ
Pe：オサシデムシ

図1．自然区と破壊区の百分率相関図表（信頼限界は95%のもの）（森本・長谷川，1973より）

この図において，信頼限界を示すラインが50%ラインより左側にみられるということは，「破壊区」に出現頻度が高く，50%ラインより右側の部分に位置する場合には，「自然区」に出現頻度が高いと考えられた種類なのである。つまり，「破壊区」にはオサシデムシ，ヒメミヤマツヤヒラタゴミムシ，ヤノナガゴミムシが，一方「自然区」ではミヤマチビシデムシ，ツノグロモンシデムシの出現頻度が高かったことになる。

したがって，このような解析によって出現する確率が高い種類は，その環境を好むものと考えられるので，これらがその環境の指標種になると考えてもよいであろう。もちろん，ここでもこれらの種がなぜその場所を好んで生息するのかについて，食性，習性及び生息環境の物理的要素の解析が必要であることは言うまでもない。

(3)昆虫群集の複雑性と安定性の解析

前にも述べたように，昆虫類の種類と個体数は季節や年によって著しい変動を示すものである。したがって，昆虫の種類と個体数のみを個々にとらえるのでなくて，これらの総体である群集として見てその動態を知ることによって昆虫の生息している環境の様子を推定することができる。つまり群集が単純か複雑か，どの程度複雑なのか，またその群集は長期にわたって安定しているかどうかなどを調べることになる。

昆虫群集の構造は環境条件によって随分左右されるものであって，昆虫群集が複雑でそれが長期にわたって継続して安定しているということは，環境条件に大きな変化がないことを意味している。この状態は(2)の例で述べた「自然区」でよくみられる。一方，群集構造が単純で，しかも不安定な状態は新しい群集の安定化への方向性を示しており，先の例の「破壊区」でよくみられる状態である。もちろん，ここでも先の2つと同様に，なぜその群集が複雑で安定しているのかについて考察しなければならない。このように考えてみると，群集構造の複雑性

と安定性からも環境の評価が可能になってくる。

以上3つの項目についての資料が数年にわたって継続して得られれば，その結果に基づいてこれらを総合的に判断してより正確な環境評価が可能になってくるにちがいない。

最近，環境アセスメントや昆虫の貴重種の保護対策などが社会的に重要な課題になってきているが，以上述べた点を考慮すれば，少くとも今までよりは正確な評価が行われるようになるであろうし，環境評価のために昆虫類が有効な尺度になり得るものと考える。

文　　献

- 加藤陸奥雄（1955） 動物生態学実験法，中山書店.
- 森本尚武（1972） 南アルプスカラマツ天然林における昆虫群集の解析．文部省科研費（総合研究）研究報告集農学編，日本学術振興会9：112—113.
- 森本尚武・長谷川政興（1973） 北アルプス乗鞍岳における林道の影響による土壌層甲虫群集の差異，文部省科研費(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.
- 森本尚武・吉田利男・長谷川政興（1974） 同上（続報）「同上」第2号：39—42.
- 佐野信幸・森本尚武（1983） 八ケ岳高原海の口自然郷の昆虫．八ケ岳高原海の口自然郷自然環境調査報告書．西部都市開発(株)：55—81.
- 津田松苗・赤木郁恵・渡辺仁治（1960） 肉眼的底生動物の種類数をもととする水質の生物指標．日生態誌10（5）：198—201.