

環境問題への一警鐘 —生物学的立場から—

I

環境問題のような大きな問題を論じるなどということは私のような若輩には大変荷が重い、多様な分野の人達に自分の専門の昆虫の話を読んで頂くのも大変なことなので、あえて上記のテーマを設定した。それは最近になっていくつかの問題で環境問題にかかわらざるを得なくなり、その結果得た見解は、このままで良いのか、という多くの疑問や矛盾を含んだものであったので、これらのことについて多少なりとも自分の意見を述べておくことが研究を行なっている者の義務であるような気がしてきたからである。これがこの文を書くに至った動機である。皆様の御批判を頂ければ幸いである。

II

「環境」という言葉は非常に良く使われるが、漠然としていて内容が曖昧である。辞書には「生物をとりまく周りのもの」と書いてある。しかし、生物学の立場から言うならば「主体である生物の周囲に存在するものの中で重要なものを個々評価し、その結果取り上げられた要因全体」に対して環境と呼ぶべきであると言えよう。

例えば、野原の上をモズとモンシロチョウが飛んでいるとしよう。両者にとって「周りのもの」いわゆる環境は全く同じである。ところが、モズにとって関心のあるのは動くもの、すなわち餌である小動物や昆虫達であり、静止した個々の草花などはほとんど意味をなさないものであるにちがいない。一方、モンシロチョウにとって大切なものは、吸蜜のための草花であり、産卵のためのアブラナ科植物であり、また捕食者であるクモやカマキリ等である。このように、同じ場所に生活していても種が異なれば、その環境もおおのずと違ってくる。我々は生物の環境を論じる場合には、それぞれの種にとって重要な環境要因を認識しなければならない。これは当然といえば当然である。しかし、我々が生物の環境の主要因を上げることが大変難しい。すでに明らかになっているものは数百万種に及ぶ生物の極々わずかである。この現状を認識しなければならない。

次にもう少し系統のレベルを下げて種内の話をしよう。最もわかりやすいようにヒトという生物を取り上げてみよう。

ヒトの生物としての特徴を上げれば、脳が特に発達していて知能が高いこと、道具を使うこと、言語が良く発達していること、二本足で歩くこと、等いくつかの項目が上げられる。このように一つの生物はあるまとまりの

信州大学理学部生物学教室 藤 山 静 雄

ある特徴を持っている。

しかし、それぞれの個体が全く同じという訳ではない。例えば、我々が何人かの松本市民に「松本の町でどこを知っているか？」と尋ねたとしよう。その結果得られる答は、共通点も多いものの各人各様に違う。それは、個人により関心のあるものや生活基盤が異なるからであって偶然によるものではない。その答えを分析すれば、各人の答えのうちの主要部分はその人によって非常に大切な部分になっていることがわかるにちがいない。このことは各人が要求する環境についても言えるであろう。ヒトが要求する環境の特徴をまとめて上げることができるが、その中をさらに詳しく見るなら、人種や国や個人によってさまざまな違いがあることがわかる。

このヒトの例から明らかなように主体的な環境も、個々の生物について一つのまとまりがあるものの、さらに細かい違いが種内に存在することを認めなければならないだろう。このように環境と一口に言っても、生物の系統上の扱うレベルによってさまざまな内容を持っている。我々は問題とするレベルの環境を把握しなければならない。

III

地球規模での環境破壊や環境汚染が問題になり始めて久しい。森林の伐採による砂漠の増大や主として化石燃料の燃焼による大気中の二酸化炭素濃度の増大と地球の温暖化、河川や湖、内海の富栄養化、BHC、DDT等の農薬やPCBなど人工合成物質による環境汚染など様々な問題が起きている。

こういった問題に対処するため環境科学の研究が強力に推進されている。そして、この研究が徐々に実を結び、一部実際の対応策が考えられ実施されてきている。こういった研究もさしせまった現実的な対策を立てるという意味において大変重要であり価値を十分認めるものである。

しかし、私にはもう少し先の将来の問題を考えた場合、もっと根本的な対策としての研究が必要であるように感じられる。我々が持っている生物と環境に関する知識、とりわけ前者に対するものはまだまだ少なく、地球上の個々の生物の価値をうんぬんし生態系を理論的に創り出し、管理できるほどには学問は進んでいないのである。このような現状を認識し、一方で生物学的知見を集積することを強力に押し進めるべきではないだろうか。以上述べたような問題点について簡単な例を上げて述べてみる。

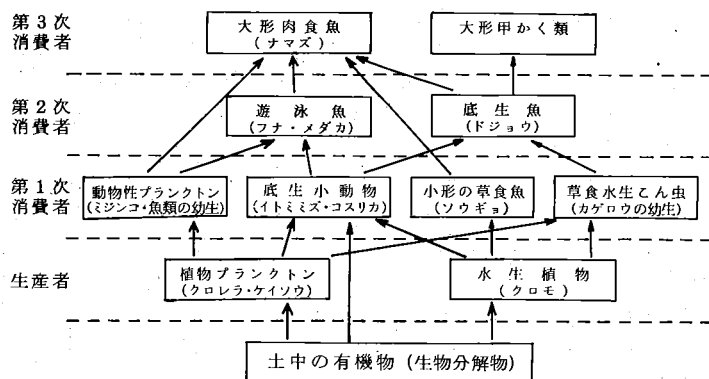


図1. 河川における食物連鎖

図1には河川でみられる単純な食物連鎖の例を示す。この河川に我々は洗剤や各種の有機廃液、重金属などの有害物質を放出し汚染してきた。ある状態では安定していたこの河川も、徐々に富栄養化してきて、それに伴ない土中の有機物が増加し、生産者である植物プランクトンや水生植物が増加する。さらに時間が遅れて第1次消費者の動物達が増加し、続いて第2次消費者の増加をもたらす、というように高次の消費者に影響が伝わっていく。これと同時に有機水銀などの重金属は消費者段階を登るとともに濃縮されていく。水俣病などの公害病の発生地でナマズ等の高次消費者の水銀濃度が高く、それを食べた人が発病したのはよく知られている。こういった変化に対し、貧栄養に適應した動植物は耐えられなくなり絶滅の運命をたどる。このようにして河川の群集構造は目に見えて変化していく。

こういった変化に対してどのような考え方で対策がなされてきたらどうか。それは、汚染源を除き、水をきれいにすることによって元の理想的な生物群集に戻そうという考えに基づいての排水基準の設定であった。この方法はこれまで一応の成果を収めてきた。

しかし、もう少し詳細に考えてみる必要がある。生態系は物理・化学法則のみで律せられている訳ではない。その中心に自明ながら生物が存在するのである。もっと具体的には食物連鎖の各位置を占める種は固有の適應様式を持ち、また同種内にも遺伝的な個体変異を持つのである。多くの場合、種内の変異を我々は直接見ることはできない。そのため環境汚染が生じて我々が直接口にするもの以外については、その生物がなおも存在しさえすれば問題にはしなかった。しかし、殺虫剤の抵抗性の発達の研究で良く知られるように同じ種が存在していても殺虫剤の使用前後では遺伝的形質が大きく違っている。

例えば、図2に示したイエバエの例では遺伝的変異の

大きい浜宿の系統では10世代の淘汰で約7倍にも抵抗性が増している。一方、遺伝的変異のほとんど無いスイスの系統では抵抗性は全く発達していない。この違いの原因は、これらの集団内に殺虫剤散布前にすでに抵抗性の遺伝子を持った個体が存在したか否かによっている。浜宿の系統には抵抗性の遺伝子を持った個体が居た訳である。この集団が最初

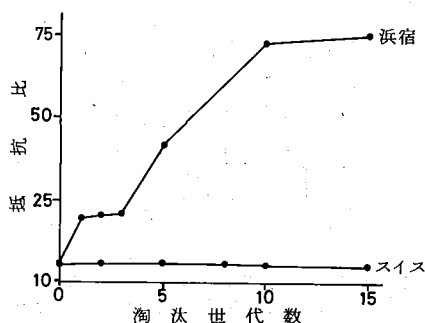


図2. イエバエのダイアジノン抵抗性の発達 (安富 1974 改変)

抵抗性が低かった原因は抵抗性遺伝子を持つ個体が感受性の個体に比べて殺虫剤以外の環境因子に対して不利であった。例えば、種内の競争力が弱かったりした結果、生存力が低くそのため集団内では少数者であったためである。それが殺虫剤という他の環境因子よりも強力な淘汰圧が働いた結果、感受性の個体は死に絶え、逆にこれらの殺虫剤抵抗性の個体が勢力を拡大し集団の優占者になった訳である。このことを考えれば、淘汰前の集団が示す性質と淘汰後の集団が示す性質の中には当然違いが見い出されるであろう。場合によっては同じ個体数だけ存在しても生態系の中で果す機能の程度や働きそのものが異なってくることも考えられる。我々が環境を汚染して、もなおも生き続ける生物の中にはこういった例に見られるような遺伝的な質の変化がみられるにちがいない。

図1に示した食物連鎖の第1次消費者であるユスリカについても殺虫剤への抵抗性の発達が知られており、近年多発が問題になっている。このような淘汰が一定時間続いた後にはその集団は元の遺伝的組成に戻らないことが知られている。ダーウィンが論じたように、種内の遺

伝的変異の大きさは種の適応の原動力であり、変異の減少は種の絶滅の可能性を大きくする。こういったことからこの問題を安易に見過ぐすことはできない。

我々はいろいろな方法を通して環境を汚染し破壊し続けている。そういった影響は種の絶滅や多発を通して目に見える形になっているが、そうでない場合には我々の問題にはなり難い。しかし、群集を構成する個々の種の質をひずませることによって目に見えない形で問題が拡大しつつあることを十分認識しなければならない。

我々の住む地球上には数百万種に及ぶ動植物が存在する。そして、それらは我々の想像を絶するような様々な生活様式を持っている。良く知られる多様性安定性の法則によれば生物界が多様であればあるほど生態系は安定であるという。事実そうなのであるが、なぜそうなのかについては十分明らかになってはいない。図3に示した生態系のモデルのように、生態系を構成する生物の種数

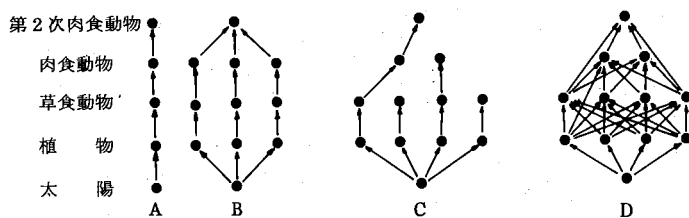


図3. いろいろなモデル生態系とその群集の安定性 (ウィルソン・ボサート1977 改変)

が多ければ多いほど (AよりもB), 全体の食物網が複雑であればあるほど (CよりもD), 群集の安定性が高いという論理が存在するだけである。このことの内容は生態学の実証的な研究成果に基づいたというよりは、確率論すなわち構成種の絶滅確率がどれ位いかを問題にしたに過ぎないのである。

実際に安定性の本質がこの説どうりなのか、もっと他にあるのか否かについては全く明らかになっていない。現在も世界では年々急ピッチで生物の種数が減少しているという。昨年の米大統領環境問題諮問委員会の報告によれば、現在の状態が続けば今から20年後には全体の15~20%の種が死滅すると推定されるという。ヒトが現在の人口を維持するためには自然を全く破壊しないなどということは無理であることは明らかである。だが、一方で我々が自分達を安定した生態系の中に置きたいという一見矛盾する考えを持つならば、我々は我々にとって最も都合で安定した生態系を創り出していかなければならない。ところが、前述のように現在のところは、汚染され破壊されつつある地球の環境に対していくつかの応急対策をとるところまではできても、理想的な環境

を創造し管理して行くという十分な実力を持つに至っていないのである。そういったことを可能にするよう全力で努力することは言うまでもなく環境科学にかかわる者にとって責務であるが、この困難な現実を認識しておくことも必要であろう。

こういった状況の中で我々が今成し得ることは何であろうか。理想の生態系を創ることも逆に自然に全く手を触れないなどということも無理である。自然に対する悪影響を少しでも減らす努力こそが我々にできることなのである。すなわち、生活を直接脅かすことのないようなぜいたくを慎むことによって環境汚染を少しでもくい止めることができるのではないだろうか。

環境汚染や自然破壊はとすると企業や政府のみの責任にされ、我々はつねに被害者であるような感覚を持つ。しかし、車による排気ガス公害や合成洗剤による環境汚染等からしても明らかなように我々消費者も被害者であると同時に加害者であることを認識しなければならない。このように見ると我々がこの問題に対して直接かかわり合っていることがわかる。この点を認めた上で我々は自分の生活の中から環境問題を見つめ、自ら出来るところから改善して行かなければならないと思うのである。

IV

人類の歴史を振り返る時、原始の狩猟時代から今日まで、時間の経過とともに我々の生活は相対的に楽に、暮し良いものに成ってきた。しかし、我々ヒトを生物として見た場合、文明の発達によりむしろ絶滅し易くなったと言って良いのではないだろうか。

狩猟採集の時代には寒さや乾ばつ、伝染病等の環境要因がヒトの生命をおひやかしていた。ところが、こういった要因は地域的であったり、密度の高い所で激しく低い所で弱かったりして場所によりその影響力が異なるため熱帯から温帯まで世界中に分布したヒト全体を死に追いやる危険性は無かった。今日ではこれらの要因による危険性は相対的に低下したが、逆に今まで無かった核兵器などの人工の大量殺りく兵器や環境汚染や公害が登場し、ヒト全体を死に追いやる危険性が増した。後2者について補足するならば、我々が便利だから、楽しいから、利益になるからと言って求めているものの中には自然を破壊し、公害を発生させることによって生物としてのヒトの存続を危うくするような危険なものが多く含まれている。安全と考えられ許可されている化学合成物質の中にも大きな危険が含まれていることはDDT, PCB, サリドマイド、キノホルム等の過去の例で明らかである。

なぜこのようなことが起こるのだろうか？それは、究極的には我々の持つ生物学的知識が不足しているからなのだ。と言うよりはむしろ生物の研究が奥が深くで難しいからだ、と言うべきであろう。

例えば、ある合成化合物の影響をマウスを使って実験するとする。実験はいわゆる科学的資料を得るため、通常「より均一」なマウス集団を用いる。一方には、その化合物を、他方には悪影響の無いものを一定期間あるいは一定量与える。実験の結果、生存率、臓器等身体への影響が認められなければ、影響なしと判断する。しかし、実際問題としては、前述のように生物には個体変異があり、平均的なレベルで影響が無くても一部の個体に悪影響が見られることは十分あり得るはずである。通常の人には何でもない薬をアレルギー体質の人達が飲んで症状を表わし問題になるのはこの例である。影響の現われるのは普通最も弱い人達なのである。こういった問題を対岸の火災として見ているならば後で取り返しの付かないことになるだろう。弱い部分が切り捨てられていくうちには図4に示したように、いつか自分と同じレベルのヒトも必ず弱い部分（図中のA点参照）に入ってくるので

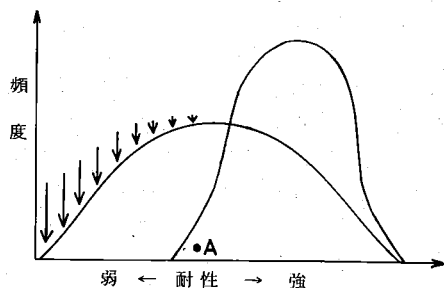


図4. 淘汰が集団に与える影響

矢印の強さは淘汰圧の強さを示す。この淘汰では、なだらかな山型は右側の方に移動し、急な山型になる。それに伴って点Aの位置は山型の中心から相対的に左端にずれる。

ある。また、もう少し長い時間で見た場合、淘汰のスピードが変異を増大させるスピードを上まわれれば、変異は減少し適応力は弱まりやがては死滅することになるのである。

このように目に見えない程にゆっくりと生ずる悪影響に対しては、我々はその存在に気づくことすら困難である。こういった危険から我々を守るためにはその危険性のある化合物を営利を目的に安易に実用化しないことであり、また我々がその使用に慎重になることである。

我々が下等動物と呼ぶ昆虫の中にはヒトがたとえ滅びても必ず生き延びるであろうにちがいない種が多く存在する。「虫ケラ」とみくびっては呼ぶものの、我々も生

物である以上、種の存続こそが最も大事なことであり、それを保障することが最も賢いことではないだろうか。科学文明の進歩の中でもう一度、我々は「生物としてのヒトの存続にとって大切なものは何か？」「どこに危険が存在するのか？」を問うてみる必要があるような気がする。

生物学は役に立たないと言われてきたが、私には生物を研究することによって問題の解決の糸口が見い出されるような気がする。

V

現在の我々は、少なからず環境問題に関心を持っている。しかし、実際に何らかの工夫をしている人は少ない。自らの生活の中に豊さを満喫するのも良いが、我々が直接環境問題にかかわっているという意味で我々の生活を見直す必要があるのではないだろうか。

いろいろと問題を指摘してきたが、私には未来に花を開くであろう環境科学という学問について直接抱負を語るよりも、我々が置かれている現状をより深く認識し、そこから小さな一歩を踏み出すことの方が結局は大切であるように思われる。

参考文献

- ウイルソン・ボサート(1977) 集団の生物学(巖俊一、石和貞男訳)・培風館。
- 安富和男(1974) 殺虫剤抵抗性・昆虫と行動と適応(大島長造編)・培風館・P 247。
- ユクスキュル・クリサート(1973) 生物から見た世界(日高敏隆・野田保之訳)・思索社。