

特集 I 鹿児島

「指標生物は環境 の指標となりう るか？」

— 対談 —

柿沼好子

鹿児島大学理学部教授
理学博士

●ききて

鎌田政明

鹿児島大学理学部教授
理学博士 当協会理事

鎌田 柿沼先生は東北大学の浅虫にある臨海実験所から鹿児島大学にこられたわけですが、始めに御専門の腔腸動物の立場から、青森の陸奥湾とくらべて南九州の生物相についての御感想をおきかせ下さい。

柿沼 気候の違い、地理的条件の違いもあるし、地形、生物的自然も違います。鹿児島湾の中には活動中の火山があるということで一概には比較できません。北だけのもの、南だけのもの、両方ともみられるもの等、いろいろです。南には毒性の強いものが多いようです。また南の方では種数は多く、種あたりの個体数は少ない傾向があります。

鎌田 鹿児島湾の地形をみてみると、その細長さ、またいくつかの大規模な火山活動があったといわれています。大昔から鹿児島湾のかたちを固定的に考へるのはどんなものでしょうか。何回かの海進、海退があり、歴史があったものと考えられます。鹿児島湾の現在の面積は東京湾とほぼ同じですが、深さははるかに深く、湾岸の人口、生産力には決定的な差があります。深いこともあって、未汚染内湾、ないしは低汚染内湾といわれています。

柿沼 私からみるとかなり汚染が進行しているように思われます。鹿児島湾は深い所もあり、容量も大きいため、汚染が目立ちにくいだけのように思われます。同じ内湾でも陸奥湾のように浅いと汚染がはやく進み、人々が気づくのがはやいのでしょう。

鎌田 私もながい間水質審議会（昭和61年3月からは県の公害対策審議会の水質部会）の会長としていろいろな汚染問題に対応してきました。いつも痛感することは鹿児島湾域への人口と生産活動の集中ということ

です。たとえば鹿児島湾の良好な水質保全の保持——これは鹿児島県にとって鹿児島湾ブルー計画として採用されていますが——これはもとより大きな目標です。それは環境局——あるいは保健環境部の問題であるにとどまりません。県、市、のあらゆる分野にかかわる大命題なのです。このような意識、認識が欠落していることが多いのです。鹿児島湾への汚濁負荷ひとつをとってみても正に鹿児島県、鹿児島市の行政課題のうち最大のものだからです。いまの所、鹿児島湾の汚染は主として化学的に論じられているようですが、表題にある生物指標という考え方方はまだのようですが……この点について

柿沼 環境を総合的に論じるにはいろいろな分野例えは生物学、地学、化学、人文学などいろいろな面からの総合的な討論がぜひとも必要でしょう。生物指標という考え方の原点には生物による天気予報や魚群探知などがあるようです。汚染の調査に生物指標を用いることの利点としては、物理的、化学的な調査では検出されないような微量因子の検出、また様々な汚染因子の累積的な相乗作用、あるいは汚染像全体というものが把握できるといったことがいわれているようです。いずれにしても環境条件をそこに生息する生物の種によって把握するわけです。しかし私は「生物指標」という考え方方にかなり疑問を持っているのです。……正直なところ。

鎌田 それはどういうことでしょうか。

柿沼 たとえばシダ植物のヘビノネゴザは土壤中に多量の重金属が存在することを示す指標生物として有名ですが、この場合にも

金属とこの植物との関係だけがとりあげられ、シダにとって他の環境要因は問題にされていません、この点が問題だと思うのです。どんな土壤にでもこの金属を入れたらこのシダが増えるのでしょうか。金属が多いと他の植物がいなくなつてこのシダだけが残るのだとしたら、このシダと他の生物との関係も問題にしなければ……と思うのです。

ある物理的化学的な環境条件がある種の生物にとって充分な条件であっても、その生物が含まれる食物連鎖の系の中で他の生物とのかかわりによって少数しか生存できずにいるといった場合も考えられます。つまり一つの生物種だけで、物理的、化学的条件——環境の条件を云々することが難しいように思います。

生物はある環境の中に住む……といいますが積極的に自らの環境を造りかえるものなのです。このことは私の腔腸動物の研究から示唆を受けました。生物は環境の変化に対して表現型のレベル及び遺伝子型のレベルで、個体発生の過程及び系統発生の過程で自らをその環境に適応させてやろうとしているものだと思います。

鎌田 一つの生物種をとりあげて論ずるという点にひっかかるわけですね。

柿沼 一つにはその通りです。生物種を単純に考えがちなことが根柢にあるわけです。生物と環境とのかかわりを問題にしていますとそのかかわりの複雑さに驚き、一つの生物種についてどれだけのことが分かっているのか疑問になってきます。いったい環境とは何でしょう。主体があってそれにとつての環境でしょう。

鎌田　自分以外のすべてでしょうか。

柿沼　自分を含むすべて……といった方がよ
いかも知れません。主体にとっての環境で
すから主体が違えば環境が違います。主体
をどの種にとるかによって環境は変わりま
すし、主体と個体にとるか、種個体群にと
るか、生態系にとるかによって環境も変
わってきます。

鎌田　生態系にとっての環境とはどういうこ
とでしょうか。

柿沼　生態系といった場合、一般にある地域
に住むすべての生物とその地域内の非生物
的要素をひとまとめにして、捉えたもので
すので、それにとっての環境ということにな
りますと、その地域以外のもの例えば他の
生態系も含まれるわけです。一方、その生
態系の内側を考えてみると物理的、化
学的に規定される環境因子はおそらく複
雑なものでしょう。そしてそれら環境因子
はお互いに作用を及ぼしあうとともに、生
物ともいろいろな関係をもっているものと
考えられます。もちろん生物といった場合、
それは単なる物質の塊ではなく高次の有機
体ですから、その複雑さも大変なものです。
ある生物種の生物の環境という場合、非生物
的環境だけではなく、同種個体との社会
的かかわり合いや、他の種の生物とのかか
わり合いといった生物学的環境といったも
のも考えに入れなければならないと思います。
どのような生物も一個体だけ、單一種
だけで生活してはいないのです。いくつか
の生物種が共生し共生して生活しているも
のなのだと思います。従って、ある生物種
にとって生態系とはその生物自身を内包し
た環境のシステムになるわけです。

鎌田　お話をたいへん難しくなりました。い
ま問題にしている南九州、あるいは鹿児島
湾の環境といった場合、そこに住む我々を
含めた住民が主体と考えての環境ですから、
そこでの人間を含めた生態系ということに
なりましょう。

柿沼　究極的にはその通りです。先にのべた
環境のシステムであるということは様々な
環境要因が生物に対して独立して働きかけ
るのではなく、互いに関連していくのだと
いうことをいいたいのです。つまり生物に
とっての環境とは、環境要素の寄せ集めで
はなく、環境要素のシステム化した総体で
あるということを言いたいのです。このよ
うに環境をシステムとして考えると、生物
の少数の特定種だけをとりあげてその存否、
あるいは個体数を論じてもともと複雑な
「環境」を論じよう、把握しようという生
物指標の考え方方に大変な危険を感じるわけ
です。ある生物種がある場所に生息してい
るかを問題にするとき、その生物の存在だ
けを単純に議論するのではなく、その生物
が充分に生きているかを含めて検討しなけ
ればならないと思います。

鎌田　充分に生きているとはどういう事なの
でしょうか。

柿沼　生活史を全うしているということ、つ
まりそこで生まれ、生長し、成熟し、産卵
し、死ぬということです。ここで重要な事
は、一つの生物種でも、生活史を通して考
えると発生のステージによって環境の評価
が変わるということです。例えばクラゲと
ポリプの世代交代を行う腔腸動物では、一
般にクラゲに適した環境条件とポリプに適
した環境条件が異なります。ポリプを不適

な条件下におくとポリープは一斉にクラゲを形成します。それはクラゲの形成に適した条件とも言えるのです。クラゲが逃散した後ポリープは退化し、クラゲは有性生殖を行ない新しいポリープをそれに適した場所につくるという現象が知られています。

先に環境というものは主体をもつという話をしましたが、発生の進行に伴って主体が変化し、それによって環境の評価の仕方が変わるわけです。生活史を通すと、一つの生物は多様な環境を要求するという話なのです。

鎌田 ちょっと話が変りますが環境の計測ということが行われ、それによって環境の状況を判定することがありますね。

柿沼 CODの測定、BODの測定などがありますね。そこで得られた数字は一つの目安であって、それだけであまり詳しく論じることは大変危険ですね。その内容について詳しく考察が必要です。COD、BODという水質要素の意味については、専門家の間でもいろいろ議論されるのですがついに初心に帰って論じるという立場が必要でしょう。

鎌田 鹿児島県の鹿児島湾のブルー計画などではよく環境容量ということがいわれますか。

柿沼 それはしばしばそこまでは汚染してもよい限界と受け取られる危険があります。またそれが生態系のことを全く考慮に入れていないことも気になりますね。

鎌田 今日の対談の主題は指標生物ということでした。ある地域を鹿児島湾と限定しても、今までに何か指標生物となりうるようなものが見つかっているのでしょうか？。

柿沼 私が鹿児島に来て感じることは、水产学部、農学部などを含めて生物学の立場からこの環境をみてこられた方は多かったでしょうに、応用生物学の立場からの研究が多くかったのではないでしょうか。私の講座を中心として基礎的にこの問題にとり込んでいきたいと思います。繰り返し申し上げたいことは、指標生物の考え方について一般的に疑念をもっているが、先に述べたようにシステムとして、生態系として把握していきたいという考え方です。これからですから多少時間もかかりましょう。少しづつ基礎がためをしていくつもりです。

鎌田 おぼろげながら先生の考え方方が分かってきたように思います。

柿沼 繰り返し問題にしたのは、指標生物もしくは生物指標が環境の指標になり得るのかということです。「環境は常に何らかの主体にとってのものであり、単なる環境は存在しないということ。生物は環境にまったく依存して生活しているものではなく、環境に働きかけ、環境をつくり変え、環境に対応して自らをもつくり変えるものだということ。環境という複雑なシステムの状態と、その要素でもあり、それ自体複雑なシステムである生物の特定の種の存否、個体数などが単純に対応するものではないと考えられること」を強調したいと思います。

これから私の進む道としては、一つの生物種、少ない生物種を指標として環境の状態を読みとろうとするのではなく、個々の生物の生活と生きざまを詳しく調べ、他の生物種や環境条件とのかかわりを把握し、生態系全体として多くの生物種に注目していくようにしたいと思います。鹿児島湾の

環境を考えるということは、私にとってこの自然を私なりに理解しようということになります。

環境問題は人間の快適に生活しうる環境を保全する問題としますと“人間”の眼からみた自然、人間中心の自然の問題だと思いますが、自然は一つの視点からだけみて片がつくようなものではないのではないかと思います。

これから生物学にも、それぞれの生物の眼を通してみた自然観が求められるような気がしてなりません。つまり、かつてはファーブルのような博物学者によって行われてきたみかたなのです。これまで博物学は生物学以前などといわれてきましたが、これから生物学には、その博物学的な方法と思考が必要なのではないかと思うのです。

鎌田 どうも長時間にわたっていろいろと有り難うございました。



（会場）お詫び申し上げます。さすがに時間が長すぎました。