



【海洋生物多様性 WS 事前インタビュー】

才野敏郎先生

独立行政法人海洋研究開発機構(JAMSTEC)

横浜研究所

日時：2011年9月21日 13:00-15:15

聞き手：川口哲、丸山浩平、佐藤勝昭



聞き手：生物多様性をどう定義して、どうやって測るのか、CREST 研究総括の小池先生は、「生態系サービス」のために機能と量を評価するという見方でしたが、才野先生のお考えをお聞かせください。

才野：生物多様性は、見えても定量化できない、機能をモデル化し切れないのです。お話で住む世界ではなく、モデルパラメータがないと、地球にはどうか、人間にはどうかという質問に答えられません。「生物多様性」と言っても、みんないうことが違う。定量の指標がない。要するに、小池さんはサービスととらえている。私から言うと、物質循環の安定性というか、モノの循環がうまくいっていることが「多様性が保証されている」のです。

聞き手：具体的には？

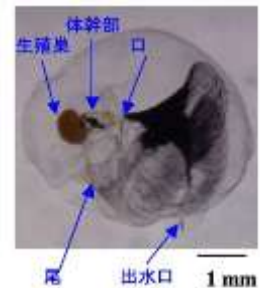
才野：例えば、生物が集まって「赤潮が発生する」、「水が腐ってよどむ」というのではなく、バクテリアが代謝するべきものが循環しているか、これが私から見た「多様性」です。通常の「生物」から積み上げる基礎からのアプローチでは、生態系が現場でどう機能しているかはわからない。取り出せない。

聞き手：取り出すともとのモノではなくなるのですね。

才野：触るとばらばらになる生物がいっぱいあります。例えば、オタマゴヤでは、体の外に粘液質を表皮から分泌して、ハウスと呼ばれる構造物をつくりまします。しかし、これを取り出すと壊れてしまう。飼育できないので、スキューバでなければ見えません。生物の個体は環境中で移動します。しかし、代謝の結果は水中に残ります。陸の上でも動物の糞から生物をさらにそこにいる人間まで見えてくるってことがあります、それと同じです。

聞き手：先生は、モノを通じて生物に迫るのですね。以前、CRESTでもそのような研究をしておられましたね。

才野：生物にはCO<sub>2</sub>を有機物に変えるプロセスがあります。この「基礎生産」が物質循環の基礎です。CRESTでは基礎生産を新しい方法でとらえようとしてきました。これが、CRESTで開発した「高速フラッシュ励起蛍光光度計」です。繰り返しの早い光パルスで光合成の反応中心にぶつくと、還元状態にエネルギーをため込む。これを蛍光として観測すると、基礎生産がはかれます。これが伝統法と比較できるかということで、光合成で酸素だけををはかる方法を使って検証しました。これは、もともと米国で開発され、英国で製造されていましたが、装置が大きいので、日本の技術を使って小形のモノを作りました。開発者と親しかったので、国内で使う分には特許料を払わなくてよいという形で特許問題をクリアできました。



聞き手：生物多様性関係で新技術をやっている人はどれくらいおられるのですか？

才野：物質循環がうまくいっているかを見ている人はいますが、モデルをたてて、それを検証しています。しかし、モデルは所詮モデルです。モデルでは新しいことは見つかりません。「観測」することが必要だと思います。

聞き手：CRDSで生物多様性のプロポーザルのための議論をしており、生物多様性の「保全」をターゲットに「予測」をしようとしています。

才野：保全するにも、多様性がなんたるかを知らない・・・さまざまな定義があつてよいし、定義づけてコンテンツを見た方がよいと思います。話は変わりますが、2009年にOcean Obs 2009がベニスで開催されました。このちょうど10年前、1999年の同会議の結果、ARGO計画が決まり、3000個のブイを設置しました。この目的は達成されたので、今回、何が大切かが議論されました。その結果、「生物化学観測」といって、生物計測と物理計測とを一緒にやらないと意味がない。50kmメッシュでデータを採ったとしても、生物は決して平均的な環境を感じているわけではありません。もっとローカルな身近な環境を感じているわけで、そこを測らないと話になりません。

聞き手：そんな細かいことが影響するのですか？

才野：海の水は、密度的に成層しています。温度で密度の変動があり、振幅が激しい。光があたるか、あたらないか、栄養塩があると生物は活発に活動します。CTD（電気伝導、温度、深さ）は結構早く測れます。しかし、生体計測はサンプリングが遅い。早く測れるのは「光」しかない。音波でもできるが、光の散乱を使ったり、波長を変えて吸収・蛍光を測ったり。

聞き手：最近、フェムト秒レーザを使って、いろんな化学過程が測れるようになっていますが、・・・そういう先端技術を利用しようということは考え内のでしょうか？

才野：私たちは、そういう最新の情報はもっていません。私の開発した蛍光はせいぜいマイクロ秒です。フェムト秒で同位体比が測れるようなら、使いたいです。

聞き手：食物連鎖と物質循環の結びつきはあるのでしょうか。

才野：海の中には小さな生き物がたくさんいます。普段は光合成して育って、それを周りの生き物が食って・・・という形で使われます。この場合、物質循環的にはプラスマイナスゼロです。もし外から栄養塩が、または、深いところにある栄養塩が、光のあるところにくると、微生物、とくに珪藻が増える。すると珪藻を食べる生き物が付いてきて、それを食べる魚がくる。こういう営みを、物質をモニターすることでとらえることができます。

聞き手：CTDのような環境パラメータに対して生物パラメータとしては基礎生産を測るのですね。

才野：生態系をそのまま測りたいのです。光合成は誰がやってもよい。基礎生産がどうやって決められるのか、物理的要因は何かを見るのです。私の経験ですが、昇降ブイで観測したところ、基礎生産の増減と環境因子の間には何らかの対応が付くと思います。

聞き手：生態系の生物パラメータとしてメタゲノムを見るということも提案されていますね。

才野：米国ではすでに2003年～2004年にヨットを仕立ててゲノムを測定することが行われていました。日本は、ジェノミクスは遅れています。プラットフォームも進んでいて、ARGOやグライダーでゲノムを採取することにもNSFが力を入れて進めています。2009年にワークショップがありました。フロート、グライダーにバイオセンサを積んでいろいろなことがわかるじゃないかと・・・。2011年のOSミーティングでセッションをやることになっています。

聞き手：JAMSTECは深海に関して高い技術があると思うのですが、才野先生の研究に、JAMSTEC

の技術は活かされているのでしょうか

才野： 自動昇降ブイで昇降させて計測するのは、結構むずかしいのです。深海は水圧が高いので、圧力容器はよく閉まります。これに対して、昇降ブイでは下の方では圧力がかかるが、上に行くと圧力がかからない。圧力の違うところを行き来するので疲労します。1つだけ経験があります。自動昇降ブイには市販品のCTD（外国製品）のデータを昇降動作の制御に使いますが、異常動作するようになったので自前のCTDを開発しました。このとき、海洋工学センターの研究者に加わっていただきました。せっかく開発したのですが、私が名大からここに移ったためチームがばらばらになってしまい、装着には至りませんでした。

聞き手：生態系をバルクとして見たものとの対応はありますか

才野： これは「生物多様性が保たれる」とは何かという問題と関わってくるのですが、私は、「物質循環が滞らない状態」と考えています。とくに、構成元素である炭素や酸素の同位体比に注目していて、生態系の中でいろんなことが起きても、ぐるぐる回って納まる場所に納まっておれば、規則正しい同位体比になっているはずで、どこかが切れると異常があるというとらえ方です。生態系を網羅的に測れば、ばらつきで円滑になる。このためにはラボ的にサイエンティフィックにきっちりしたデータをとっておき、バルクのデータと比較すればよい。

聞き手：日本には要素技術はあるが、なかなか計測機器として開発してもらえないという状況があるようですが。

才野： その通りです。ケータイにはあんなに小さいところにすごい技術が詰め込まれている。しかし、たとえばFRLSセンサを小さくしてフロートに詰めるようにしようとすると、企業は、数が出ないものに開発費はかけられないという。基板おこしに6千万もかかる。幸いCRESTでは領域総括をお願いして、特別に認めてもらえたので開発できましたが……。このようにステップバイステップに金がかかります。要素技術があっても、それをくみ上げる仕組みや人材がないというのが現状です。

聞き手：膨大なデータ処理とモデリングという問題についてはどうお考えでしょうか。

才野： 気象庁が過去の膨大なプランクトンの採集資料を持っていて、神戸のは、阪神大震災でなくなったのですが、舞鶴や函館のデータをデータ化する仕事を千葉さんという女性研究者が私のところでやってくれました。水産庁のオダテコレクション\*というプランクトン資料もデータ起こしました。これらを総合して、数十年の長期変動から、これまでの常識と違うことがわかってきました。

聞き手：どんなことがわかったのですか

才野： いちばんの違いは、植物プランクトンと動物プランクトンのブルームの時期がずれることです。植物プランクトンが多いときと、下から上がってくる動物プランクトンのブルームの時期が一致していれば問題はないのですが、何らかの理由（栄養塩の入り方など）で時期がずれて、動物プランクトンが上がって来たときに植物プランクトンがないと、動物プランクトンは死んじゃう。しかし、たまたま早く上がってきたのが生き残る。こうして、生態系の変動が起きます。何があっても、全体としてみんながくたばることのないような仕掛けを持っている。このモデ

---

\* 水産庁及び自治体の有用漁業資源の漁場調査及び海洋環境調査の一環として1951年より行われてきた動物プランクトン採集調査試料（ホルマリン液浸標本群）・丸特ネットおよび北太平洋標準ネット（口径45cm、円錐形、目合い0.33mm）による150m-0m深の鉛直曳網

・東北水研が現在保管している液浸標本数：22,000本

ルは、「生物多様性」を考える上で重要です。

聞き手：CRDS では、シーズとニーズの邂逅をしようとしているのですが、ワークショップを開いても相手が見つかるのか心配しています。

才野： 直接のお答えにならないのですが、先日 JST ニュース<sup>†</sup>で、「有孔虫の X 線トモグラフィ」の話を読みました。有孔虫をやっている人がその骨格構造を調べようとしても、普通の X 線研究者は相手にしてくれません。こういう研究は大変参考になります。

聞き手：生物多様性の研究背景になっている2つのこと、ひとつは TEEB という経済評価、もう一つは福島原発事故の海洋汚染の問題、これらについての先生の見解をお聞かせください。

才野： 私は、実は、生物多様性そのものには興味がわからないのです。先日、静岡の大学で講義を頼まれ次のような話をしました。「健全な水環境の創出」というが、「水がきれい」ならいいのか、人間の手の及ばない水がよいのか。里山、里海というのが注目されている。人間が管理するのが健全ではないのか。人間が適当に関わることで、生物からサービスを受け取るとともに、生物を管理してあげる。持ちつ持たれつの関係です。物質循環という目で見ればよい。私は、多様性を金科玉条にするべきでないと思っています。

---

<sup>†</sup> JST ニュース 2011 年 7 月号 p.14 ようこそ私の研究室 5 2「プランクトンの殻の構造を宇宙ステーション構造に活かす」(さきがけ研究者岸本直子)