

実践総合農学のトップリーダーインタビュー

東北大学大学院農学研究科教授

谷口 旭

アクアの生命現象の 不思議と修復を 長期・総合的に解明する



仙台の春に顔がほころぶ谷口教授

東北大学大学院農学研究科の谷口 旭教授は、水圏生態学や水圏修復生態学という海の科学の新しい領域を開拓してきたこの分野の第一人者である。海(アクア)は人類だけでなく全ての生物が誕生した故郷である。しかも、その故郷は人類に漁業資源という恵みをもたらし、私たちの生命を人類誕生以来支えてきてくれた。しかし、急速に増加した人類は、海の恵みを無尽蔵であると勘違いし、乱獲を続けその資源の枯渇が懸念されている。しかも、20世紀における科学技術の急速な進歩は、様々な汚染物質を河川や海洋、そして大気に放出し、地球がもつ浄化能力の限界を超えることが危惧されている。

これまで水産研究の主流は人類の生存を支える漁業資源の採集や加工に置かれていた。しかし、海や漁業資源の有限性が認識されるとともに、捕る漁業から資源を管理して利用する漁業へと研究の重点は変化していった。しかし、管理する漁業を確立するためには、海の生態系に関する知識、さらには悪化した海の生態系を復元するための技術を開発することが不可欠である。

海の生態系とその復元の方法を一貫して研究されてきた谷口教授に、その研究内容を伺いながら、今後の水産研究のあり方を語っていただいた。

どのような研究者にも、その問題に対する研究生活に

入るきっかけがある。そうした研究の原点について、谷口教授に伺った。

海洋研究者の原風景— 内陸地で育った少年が 初めて見た海の美しさに感動

「北海道旭川生まれの私が初めて海を見たのは、小学校5年生の時でした。そのときの感動は今でも鮮やかに脳裏に焼き付いています。留萌の海で遊覧船に乗りました。海の深さは20mだと言われました。私が子どもの頃、旭川にあったいちばん高いビルが20mで、その屋上に立った時の恐怖が甦りました。また、岩場で波がバシッと砕けると泡が空気を引き込んで沈みます。そして次にゆっくり泡が浮き上がってきます。浮き上がってくると泡から反射する光の色が深さで変わります。その光の色の変化がダイナミックで非常にきれいでした。この2つの原風景が記憶の中に強く刻まれていたように思います。

北海道大学の水産学部で卒論指導を担当してくれた教授は、学生がやりたいことをじっくりと聞き研究指導をしてくれました。卒論のテーマは動物プランクトンでした

ので、大学院でも動物プランクトン、具体的にはオキアミの研究をしました。ベーリング海からインド洋、オーストラリアの南まで船に乗ってオキアミの分布を調べました。本当に良く船に乗っていました。オキアミはどの深さにもいますので、サンプリングだけでたいへん時間がかかります。普通は2,000mくらいまで各深さごとにプランクトンネットを船で引いてオキアミを集めます。こうして世界中の海における動物プランクトンの量と分布、そして魚の量との関係を解明していきます。こういう研究アプローチは、100年以上も前から行われていた古典的な浮遊生物学の方法です。実験生物学に比較して時間と体力がいる研究です。修士課程までこの研究をテーマにしました。』



船と海が恋人の学生時代

しかし、谷口教授の研究はオキアミの生態と分布から、海の生態系を対象とした幅広い内容へと変化していく。通常、多くの研究者はより専門深化した方向へと研究を展開するのが一般的であるが、谷口教授はより総合的な方向へと研究の舵をきった。その辺の事情を次のように語ってくれた。

動物プランクトンから植物プランクトンに180度転換、しかし動物プランクトン研究の蓄積が新分野での発見につながる

「私が大学院に入った頃から海中の植物プランクトンの光合成を測定する研究が流行しました。これまでの研究は、植物プランクトンの量を測ることによって、どこの海域の生産が高くどこが少ないかを調査していました。しかし、植物プランクトンの量ではなく、その光合成活性を直接測定する研究が1950年代の後半から始まりました。これは、カーボン14という放射性元素を利用することによって、量が少ない植物プランクトンの光合成量を測定できるようになったのです。当時、地球全体が持っている一次生産の大きさと、それに依存している動物群種の生産を地球規模で測定するという壮大な研究が10年間続きました。私はマスター論文ではオキアミをやりながら、一方でこの研究に参加して基礎的なデータを蓄積していました。



オキアミから植物プランクトンそして微小動物プランクトンへ

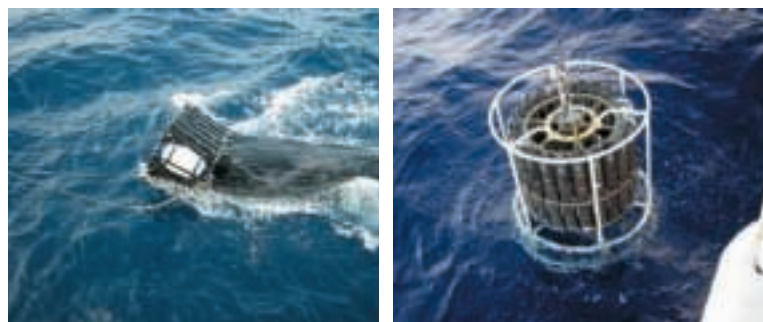
私は修士で動物プランクトンを研究していましたので、植物プランクトンの基礎生産や変動の特徴を測定するだけでなく、同時に動物プランクトンの量も測って植物プランクトンの光合成量と動物プランクトンの量的な関係

をかなりきれいに出しました。19世紀末くらいから始まった従来の研究では、植物プランクトンの量と動物プランクトンの量は正比例していませんでした。しかし、私は植物プランクトンの光合成量と動物プランクトンの摂食量との間にはきれいな正比例関係があるという新知見を出すことができました。こうした関係を解明できたのは、植物を研究するだけでなく、動物で得た研究成果が大いに役立ったからです。幅広く研究することの重要性を痛感しました。』

しかし、放射性元素を活用した植物プランクトンの光合成研究は、海洋汚染を防止するための厳しい環境基準の決定によって中止せざるを得なくなりました。こうした状況の中で谷口教授は、次にどのような研究に挑戦したか伺った。

新たな研究への挑戦、ここでもこれまでの研究の蓄積が新たな発見の扉を開く

「評価の高い研究成果を実現して大いに意欲に燃えていた時に、植物プランクトンの光合成研究を断念しなければならなくなりました。私だけでなくほとんどの人がこの研究をやめなければなりません。その原因は、原子力船『むつ』の建造です。原子力船からの放射能の漏れを多くの国民は心配し、『むつ』の就航に慎重でした。こうした国民の心配を取り除くため、科学技術庁(当時)はアイソトープや放射性物質の漏れや扱いに関する厳しい法律を制定しました。その結果、海に放射性同位元素であるカーボン14を持って行って光合成を測定するような研究ができなくなってしまいました。



プランクトンの採集風景

そのため、アメリカで注目され始めて、まだ日本では研究する人がいなかった植物プランクトンと同じくらいの大きさの微小動物プランクトンの研究を始めることにしました。これまで動物プランクトンの研究者は伝統的に0.3~0.5mmくらいの網目の粗いプランクトンネットでサンプルを集めていました。一方、植物プランクトンの研究者は0.1mmくらいの網目で集めていました。その植物プランクトンの採集物を注意深く見てみると、0.1mmくらいの大きさの動物がたくさんいました。微小動物のことに気がついたのが植物プランクトンの研究者だったことは皮肉ですね。ここでも、近視眼的な見方では物の本質が見えないことがわかります。

これまで、微小動物プランクトンの量は普通の動物プランクトンよりはるかに少ないと思われていましたが、研究の結果、微小動物プランクトンの方がかなり多いことを明らかにしました。今では、この事実は海洋研究者の常識となっています。しかも、小さい動物は大きい動物に比べて代謝活性が高いので、代謝量でいうと非常に重要な部分を占めることを解明しました。動物プランクトンの代謝活性は体重と水温との関数で表せるのです。こうした研究はこれまで日本では誰もやっておりませんでしたので、幸いなことに第一人者になりまして、本年4月に日本海洋学会宇田賞をもらいました。

しかし、当時の学会の常識と異なる研究をしていたのですから、風当たりは強かったですね。『そんなゴミみたいなものを研究して何になるんだ』と言われたこともありましたが、しかしひるまずに、時間と根気がいる仕事を続けました。船に2ヵ月乗って100サンプル程度集めます。1つのサンプルを見るのに、どんなに慣れてきても3~4時間がかかります。サンプルをデータにするまでまた2~3ヵ月かかります。さらに、そうしたデータを海域別・時期別・深さ別に集めて分析するのでとても時間がかかります。ですから、1年に1つの論文を書ければいいほうです。

昔は偉い先生がいて、研究の価値は論文の数だけではないということをよく知っていましたから、われわれのような研究でもやらせてもらえました。』

こうした様々な研究蓄積に基づき谷口教授は、水圏生態学や水圏修復生態学の確立に力を注いでいる。谷口教授が目指している水圏生態学や水圏修復生態学の目標、研究内容について伺った。

水圏生態学、水圏修復生態学が目指すもの

「20世紀は短期的な研究成果ですごく技術が発達して



海の神秘に挑戦する水圏生態学

人間の生活が便利になりました。しかし、気がついてみたら環境や生態系は壊滅的なダメージを受けてしまいました。こうした事態になっても短期的な研究で技術開発をしている研究者が圧倒的多数を占めています。確かに現代の論文の点数を競う評価システムのもとでは、やむを得ない面もあります。しかし、私のように論文はなかなか書けないけれども、海洋の生態系や環境を鳥瞰して様々な提言をすることも必要です。21世紀でいちばん重要なのは、生態系とか環境の研究をじっくりやっている人たちの意見です。短期的な研究で開発された技術をチェックして実用化する場合、チェックできる人は総合的な生態学をやっている人以外にいないでしょう。そういう研究者や研究を大事にしないと、真に有用な研究成果を実用化できなくなるでしょう。



海の生態系は奥が深く、わからないことが多い

私の研究室の名称は『水圏修復生態学』ですが、1995年に新設したときは東北大学の教授会でも全く理解されませんでした。環境修復などといった研究を大学がやるべきではないという意見が出されました。でも、私はこれだけ教授会で反対意見があるのであれば時代の先端を走っているので大丈夫だと確信しました。案の定、外国

から日本の環境修復についての研究現状の調査があったようですが、全く研究蓄積がないことがわかって問題になりました。これで新しい専攻の新設が認可されました。この研究室では、植物プランクトンの光合成量を高めて大気中の二酸化炭素を海で吸収する研究をやらうと決めました。

水圏が抱える問題は大きく2つにわけられます。1つは赤潮とかヘドロなどの富栄養化です。この富栄養化というのは、栄養が多すぎる問題で、実際には窒素化合物であるアンモニアが過剰になることです。これまで富栄養問題を解決するためには、余分な栄養塩を除去する方法が検討されてきました。しかし、私の研究では、窒素が余っているということはリンが不足しているのであるからリンを足せばいいという全く逆の方法を採用しました。すなわち、海の栄養塩のバランスを持続させる考え方で、窒素が多くて困っている海域にリンとケイ素を加えると、栄養バランスが改善されて魚の生産を高める食物連鎖を太くする植物プランクトンが増えます。

これが私が考える『水圏修復生態学』です。』

先生が考える水圏修復の基本的な考え方はよく理解できました。あまりにもスケールが大きな話ですが、あの大きな広い海の中で一体どのようにして栄養塩のバランスを改善するのですか。具体的にそのような方法はあるのでしょうか。

水圏修復の決め手は資源の循環です

「具体的には、農業と同じようにリン酸肥料やケイ酸肥料を海に撒くことになります。しかし、電力やエネルギーを使ってこうした肥料を製造したのでは資源循環はでき

ません。そのため、資源循環の視点からケイ酸とリンを廃棄物で補給しようと考えたのです。具体的には製鉄所のスラグという残渣物の利用を考えました。製鉄スラグには、リン、ケイ素、それに鉄分もあります。実験では、富栄養化した窒素過剰の海水の中にスラグを少し入れると、植物プランクトンの中の珪藻が増え、赤潮プランクトンが減って珪藻が増えるという形で海の生態系が変わることが明らかになりました。また、外洋でこのスラグを使うと、植物プランクトンが増えて大気中の二酸化炭素を減らす光合成が促進できます。今、このような研究は国際的にも注目され、多くの研究者が取り組んでいます。』

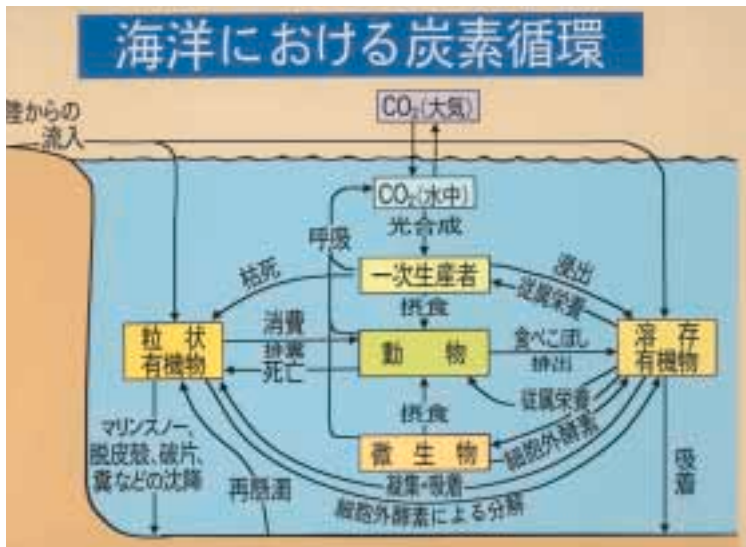


製鉄スラグは重要な資源

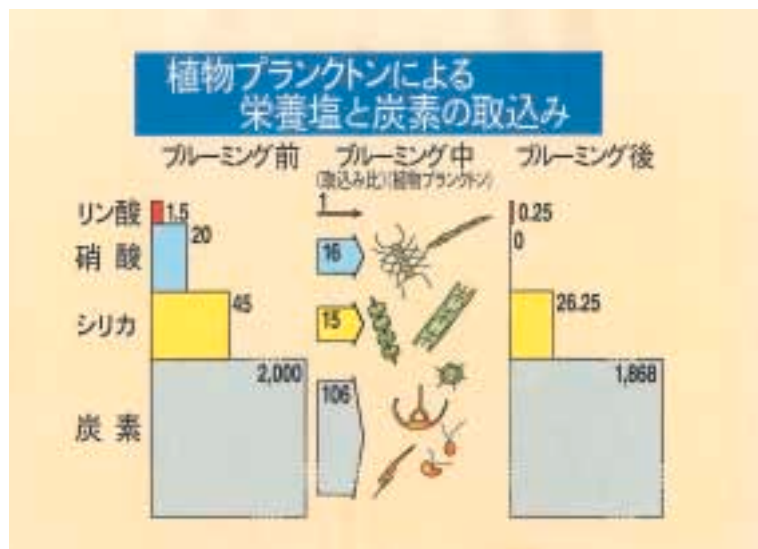
先生の研究の素晴らしさはわかりますが、本当に製鉄スラグを海に撒いても大丈夫なのでしょうか。一般の人々の感情として、海の中に何か得体の知れない物を撒くと海の生物や生態系に大きな影響が出るのではないかという不安があります。

研究者の使命は、人類や環境・資源保全のための多くの選択肢を出すこと

「確かに実証研究の展開という点では大きな問題があります。最大の問題は、海にスラグを撒くことに対する人々の抵抗感です。スラグを撒くと珪藻が増えて動物プランクトンが増えて魚が増えるというのは疑う余地がありません。しかし、それは一面では原始林を切り倒して



海の中での資源の循環とプランクトンの機能の解明が重要



牧場を作るとか畑を作るのと同じことです。荒涼たる海を豊かな海に変えるということは生産の立場から見れば非常にいいことですが、自然保護の立場から見ると海が本来持っている自然生態系の破壊・改造になってしまいます。世界中の陸上はほとんど人工生態系になってしまいました。自然の生態系が残っているのはもう海しかありません。この海にまで手をつけるのかというのは人間の素直な感情です。

私自身もそう思います。やらなくて済むことならやらないほうが良いことです。

しかし、地球温暖化が人類の生存を脅かすほど深刻な問題を引き起こすような事態になった場合、人類はそうした問題を解決するための選択肢をたくさん用意

しておく必要があります。そうした対策の中で生態系にもっとも優しいやり方を準備する必要があるというのが私の考えです。

食料問題が発生した場合、製鉄スラグや都市廃水を利用して水産資源を増殖する、また地球温暖化の原因である二酸化炭素を固定して地球環境を守ることに貢献できると考えています。特に南極海とかベーリング海のような鉄だけが不足している海に対してはスラグが、全ての栄養塩が不足しているその他の海域ではスラグと都市廃水の混合撒布が有効です。ただし、日本のように優秀な廃水や廃棄物の処理技術を各国が確立することが前提になります。

より一層の処理技術の開発が不可欠ですね。」

(聞き手：門間敏幸)