



【海洋生物多様性 WS 事前インタビュー】

和田時夫先生

(独)水産総合研究センター・中央水産研究所所長

農水省所管の独立行政法人水産総合研究センター・中央水産研究所に所長の和田時夫氏を訪ねた。

インタビューア：丸山浩平、佐藤勝昭

日時：2011.09.15, 10:30-12:15

聞き手：水産というお立場から生物多様性をどのようにご覧になっているのでしょうか

和田： まず概念から述べますと、生物多様性には3つあります。1つは海域中の「生態系の多様性」、2つ目は「種の多様性」、3つ目は「種内の遺伝的多様性」です。さらに、たとえば、東北の沿岸をとってみても、沿岸域の岩場の磯の生物群と沖合の親潮の影響を受けた生物群、さらには砂浜海岸の生物群では、物理・化学的プロセスの影響が異なります。これら全体が「東北沿岸」であって、そのサブセットに多様性がないと構成する生物群のサービスの維持が困難になる。種の中の多様性というのは、同じ種でも、環境変動に対応して変化しうるということで、たとえばある場所でのみ産卵する魚は環境が不適になると再生維持できないかということ、多少産卵時期をずらしたりして適応するように遺伝子がつくられている。そして遺伝子で許容できる範囲を超えると種が断たれる。こういう遺伝的なキープが大事であることをベースラインとして意識する必要があります。水産では、網で捕れる魚を対象とするわけですが、網でとらえられないもの、直接目で見えないものをどういう形で見えるようにするか（見える化）、そしていかに定量的に調べるか、が大きな命題です。



網でとれない生物は「メタゲノム」で

聞き手：具体的には？

和田： まず小さい方ですが、「メタゲノム¹」があります。個別に見るのではなく環境全体としてとらえ、気候や海洋の変動への応答を見ようというのです。通常は、網で採って来ます。プランクトンネットないし網で海水を濾して採ってきて場所や時間による変動を観察します。これに対して、どうしても見えないもの・培養できないものをとらえる方法としてメタゲノムがあります。ゲノムは塩基の組み合わせで目に見えないのですが、大きな魚だけでなくバクテリアから上に上がってくるものを、培養せずに量的に把握できます。種の特定はできませんが・・・そしてメタゲノム情報と目で見える有用生物との関係を、外部環境に対する応答性として見ていきます。メタゲノム情報の変化と有用生物の変化にはタイムラグがあるので、このメタゲノム情報を見ることは、有用生物の影響の予測（予兆）として使えるのです。

¹メタゲノミクスは環境サンプルから直接に回収されたゲノム DNA を扱う新しい研究分野である。従来の微生物のゲノム解析では単一菌種の分離・培養過程を経てゲノム DNA を調製していたが、メタゲノム解析は単一菌種の分離・培養過程を経ずに、微生物の集団から直接そのゲノム DNA を調製し、そのヘテロなゲノム DNA をそのままシーケンシングする。そのため、メタゲノム解析により従来の方法では困難であった難培養菌のゲノム情報が入手可能となった。(Wiki より)

産業直結「赤潮を例に」

聞き手：実際に使っているのでしょうか？

和田： 産業に直結している例として「赤潮」を取り上げましょう。毎年、赤潮は何百億円もの被害を与えますが、これまでの解析では、発生後に後付けで説明しているだけで、予測が困難でした。これをバクテリア、ウイルスレベルでとらえ、目に見える状態まで増殖、高濃度にして、芽が出た段階で周りの反応を見るならタイムラグを使って対策を講じる猶予がもらえるのです。もし、フィールドにおいて迅速にメタゲノムが把握できれば、より効率的になるはずですよ。

聞き手：メタゲノムの装置はどこに置くのですか

和田： ブイや調査船で CPR(連続プランクトンレコーダ)にメタゲノム解析装置をつないで、ライブラリと比較すればよいのです。DNA チップでも、仮想デジタル DNA チップで解析できるでしょう。装置を置くのは、係留ブイでもフローティングブイでもよいのです。コンパクトで迅速なデバイスができないかと期待しています。また測った大量のデータをどう処理して理解できるように加工するかも重要です。これは後ほど述べます。

聞き手：福島放射線の影響を知りたいという要望がありますよね。

和田： これは地球温暖化によって侵入してくる病原菌をモニタリングするなど、国の安全保障問題にも繋がります。これらを実現するためには、センシング装置をたくさん低コストでつくり、分散モニタリングするようなセンサ・ネットワーク・システムを構築することが必要です。要素技術はすでにあるが、金さえかければ、大きさに制約がなければできるようですよ。しかし、やはりそう簡単なものではなく米国でもうまくいっていないようです。

聞き手：どこがむずかしいのですか。

和田： 要素をきちんと知り尽くした上で、トータル・システムとして組み上げることが課題です(システム科学)。これは米国でもうまくいっていないことです。例えば、海の中では水圧が高いので防水がむずかしい。海水を取り入れてサンプルを測るので完全密閉というわけにいかないのです。したがって、値段もべらぼうに高くなります。

大きな生物は音響で把握

聞き手：大きい方は？

和田： 魚の定量評価は大事であるが、むずかしい課題です。トロール網等で濾し取ってくる手法は効率的です。しかし、ものは採れるが、動いているものは逃げられるので捉えられない。したがって採集効率は1より低いのです。その上、採ってしまったら、死んだ魚です。生きている状態で見たいのです。そこで注目されている技術が音波を使った技術です。まず、音響カメラがあります。これは、おなかの診断に使う超音波エコーの装置と同じ原理ですが、分解能を上げるために周波数を上げると、海中での吸収が大きくて数十メートルしか視界がありません。これと可視のビデオカメラと組み合わせて観測しますが、もっと自由に行動をとらえたい。そこでアクティブでなくパッシブなマシンを考えました。魚も発声します。固有の音で鳴くのです。これをハイドロホンという集音マイクを固定または船に取り付けて、音をステレオで捉えます。通常魚は浅いところにいるので、これなら、観測船だけでなく、普通の商船に付けてやればよいのです。リアルタイムで陸上の基地に飛ばしてやればよい。ハイドロホンは揚子江のカワイルカの生態観察の国際共同研究に使われ、イルカの数の推定と保護対策プランが立てられました。この機器の開発は水産工学研究所で行っています。

聞き手：貴センターではずいぶん高度の計測装置が開発されていますね。開発に課題はあるのですか。

和田： このような要素技術はあるのですが、大量に低コストでつくってくれる会社がありません。音を出して調べる魚群探知機にしても、単一周波数ではだめなのです。返ってくる音波には魚ごとに違い、いわば声紋があります。これをとらえるには広帯域のトランスデューサを備えたアクティブソナーが必要です。要素技術は開発され、プロトタイプも出来ていますが、いざ使うとなったときに、装置を一定コストで実用に耐えうるものを作り、そういう船にどれだけ装着できるか、それが問題です。耐久性の良いものも必要です。

大量データの処理が重要

聞き手： 大量データの処理の問題がありましたね。

和田： データマイニングをして他の物理量とマッチングさせる情報技術が必要です。そしてフィールドデータをライブラリとして構築・整理していく必要があります。同じ魚でも海域、季節で異なるので、春用のチップを組み込めば、春のライブラリで魚種判別ができるようになります。そして、リモートセンシングによる水温分布、別調査の魚の分布などの様々なデータを、GIS(Geographic Information System) に載せて重ね合わせることで、予測を行い漁場探索の実用に供することができます。

海洋空間の利用のために統合的なシステムを

聞き手： さまざまな情報の提供ができますね。

和田： 海底鉱物資源の探索は生物資源にも影響を与えます。ユーザー間での棲み分けが必要です。また平時の現状利用を把握しておく、災害のとき、どういう影響を受けるかが判定できます。しかし、現状では断片的なデータしかなく限られています。データを統合して1つの絵に入れ込むことができていない。海を総括的に管轄する組織も利用者も多岐にわたります。従来、海洋から得られるサービスといえば、漁業権が強かった。次いで海運（港・航路）。これに加えて、資源・エネルギーの利用が加わってきました。新ユーザーとどう調整するか？環境・生物への影響を一般国民も含めた価値判断が必要です。合意形成のためのツールが必要です。

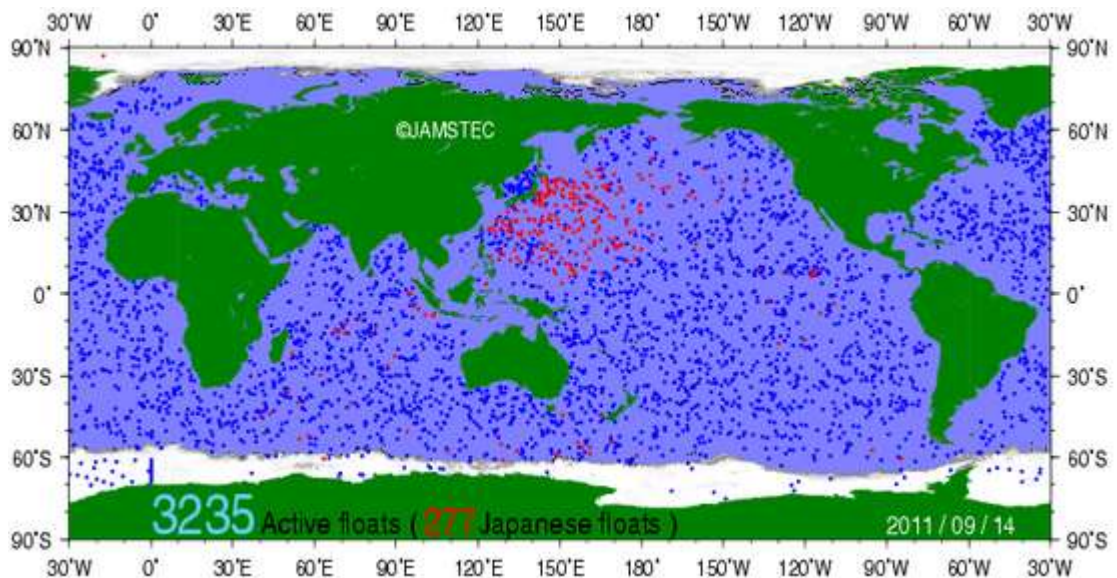
海洋空間計画の概念が必要

聞き手： 日本が特に遅れているのでしょうか？

和田： 外国は、海洋は一元的に管理しています。日本では海洋基本法ができ、国交省を中心に統括していますが、寄り合い所帯であるという問題があります。外国では、「海洋空間計画(Marine Spatial Planning)」というコンセプトがあって、公共政策のベーシックツールとして使われ、学問分野にもなっています。日本は発展途上です。海洋利用は時間とともにニーズに合わせて考えるべきもので、ひとつで万能ということはありません。

聞き手： ARGO 計画といって国際的にたくさんのブイをおいて観測していますよね。

和田： 世界で約 3,000 個のブイが置かれています。最も多いのは米国、次いで日本です。気象庁や JAMSTEC も貢献しています。多くの国が自国のそばにだけ置きたがるのですが、日米は、赤道付近などにもおいて、世界的に気象観測に寄与しています。



海の財産目録を作る必要がある

聞き手：日本は世界で6番目の経済水域(exclusive economic zone; EEZ)を持っているのに、十分なモニタリングができていないといわれているのですが・・・。

和田： そんなことはありません。日本は水産国なので、水産資源に関する限り、トップクラスのモニタリングをしています。ただ、偏りがあって、水産は進んでいるが鉱物は遅れている。それにしっかりした海の国勢調査ができていない。外国では、Marine Cadastre という概念がしっかりできています。これはいわば海の財産目録です。魚が棲息する場所の戸籍です。

聞き手： 深さ方向はどこまで？中層は測定する必要がないのですか。

和田： 深海はJAMSTECが6500mまでカバーしています。中層には、全体としては量が多いのだけれど、非常にまばらなので、これまであまりモニタリングされていませんでした。しかし、CO₂、大気、熱循環などを通じて表層にも影響を与えています。EEZの中身を立体的に捉えないといけませんね。

民間を巻き込んで海洋産業の発展を

聞き手：メタゲノムの解析装置の開発には民間の力が必要では？

和田： そのとおりです。ヒトゲノムは創薬につながって大きな市場が拓けました。そういう意味で、海洋メタゲノムも企業の関心が高い分野です。装置を作るだけでなく情報産業として国内だけでなく国際的な情報を持っているところが強いです。国際標準を作ることが大切です。

聞き手：標準化という点で日本は遅れていますね。

和田： やはり米国、EUが進んでいます。私は、情報通信事業者の参入が重要だと思っています。だけれど、システムに組み合わせなければなりません。日本では、NTT、富士通、三菱総研²、日立情報ソリューションズなどが提案しようとしています。JAXA や AIST もやっています。また、統計数理研究所と国立遺伝学研究所（共に情報・システム研究機構）が協力した活動もあり、ツールとしての情報のプラットフォームを作りたいと考えています。ここは科学者の物差しだけではだめで、セットで売り込んで「海洋産業」を育てていかなければなりません。このような動きは、大学にもあって、東大では浦先生をヘッドとする海洋アライアンスを立ち上げま

² 三菱総研では、例えば角田智彦主任研究員が詳細の調査を実施。

した。横国大では国際法が専門の来生副学長を中心に文理融合型の統合的海洋教育・研究センターを立ち上げています。浦先生の研究活動で、メタンが析出している海底にカニが生息していることが分かりました。しかし、メタンハイドレートとカニのどちらを優先的な価値と判断するかは難しい問題です。

聞き手：CO₂の貯留を海底で行うという流れもあります。

和田： 実行されるかどうかはわかりません。様々な利用者が加わりますので、その合意形成が重要であるわけです。そのためにも、「センサス・オブ・マリンライフ³」でも行われたようなデータ収集が大事です。そして、データ収集の道具の開発は、そのセットとして大事となります。米国では海洋研究の半分に Navy の資金が使われているようです。日本でも福島原発の影響という課題もあります。放射性物質の多くが海洋に流出したわけです。その生態系への影響を時空間的に見ていくことは、これからの方が大変になると考えています。

聞き手：ご多忙のところ、長時間にわたってお話いただき有り難うございました。

³ 2000～2010年に世界中の海洋生物学者によって行われた海の生物情報に関するデータ整備プログラム <http://www.comlsecretariat.org/?id=213674>