

メーユ通信

東京大学大気海洋研究所 プロジェグランメーユ ニュースレター

豊かな海へ 科学の力で

No.2

1.March.2015

Tohoku Ecosystem-Associated Marine Sciences, since FY2011

目次●CONTENTS

- 生き物図鑑 第2回
コケムシ ————— 2
- 特集
今、プロジェグランメーユで進めているサケの研究 — 4
・サケを知りたい。だから、船に乗る。
・サケの研究に、今まで以上に力を入れます！
- 研究者に聞く 第2回
海の中のデータを集める—
ワカメとカキ、適した環境はなぜ違うのか? — 10
東京大学大気海洋研究所 浮遊生物分野 教授
研究班代表 津田 敦
- 街歩き 第2回
漁師魂が若い研究者魂に応える — 14
山田町船越湾 ワカメ・ホタテ養殖
阿部 辰男さん
- はまさんの台所 第2回
煮アナゴ ————— 16

銀鱗がまい
生命がうたう
めぐりかえる
記憶の旅から

メーユの
クイズにチャレンジ
「サケが生まれた川にも
どることができるのは
なぜ？」
ページを
めくって
答えを探そう!



コケムシ

東京大学大気海洋研究所 特任助教 広瀬 雅人

牡蠣やホタテを食べるとき、貝殻の表面にザラザラした硬いコケのようなものが付着していることがあります。貝殻に付いたゴミ……ではありません。こう見えても、じつは動物なのです。



牡蠣の殻(左)とコンブ(右)に付着したコケムシ

コケ？ ムシ？

一見すると植物のコケのようにも見えるこの動物は、「コケのような動物」という意味で「コケムシ」とよばれています。水中の貝殻や海藻などに付着して生活しており、乾燥すると死んでしまいます。コケのように見えるのは体長が1mmもない小さな「個虫」がたくさん集まった「群体」でそれぞれは動くことはできません。しかし、生きた群体を海水に入れて虫眼鏡や顕微鏡で観察すると、それぞれの個虫が細かい繊毛の生えた触手冠で水流を起こし、流れてきた微生物を濾しとって食べている姿を見ることができます。個虫が一斉に触手冠を開く姿は、まるで水中のお花畑のようです。



触手冠をひろげる個虫たち

コケムシって何の仲間？

ここで少し分類学のお話をします。私たちは共通した特徴をもつ生物を近縁なグループに分類します。そして、このグループを門→綱→目→科……といった具合に階層的に整理することで、多様な生物の世界を体系的に捉えることができます。例えば、昆虫やエビ・カニの仲間は硬い外骨格をもつ節足動物門、イソギンチャクやサンゴはクラゲと同じように触手に毒針をもつので刺胞動物門といった具合です。

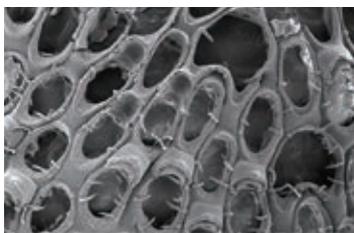
では、コケムシは何動物門なのかというと、それ自体がコケムシ動物門(「外肛動物門」とも呼ばれる)を構成しています。独立した動物門に分類されるということは、コケムシがそれほどユニークな特徴をもっていることの証です。その特徴として真っ先に挙げられるのが、繊毛の生えた触手冠をもつことと、小さな個虫がたくさん集まって群体をつくることです。群体をつくる動物は他にもサンゴなどが知られていますが、コケムシは触手に毒針をもたない点や、

口とは別に肛門をもつ点などで大きく異なります。コケムシが他のどの動物に近い仲間なのかは、実のところ現在でも明らかになっていません。まだまだ謎が多い動物なのです。

コケムシを分類する

謎多きコケムシですが、決して珍しい生き物ではありません。温かい海から寒い海まで、世界中の海に6000種はいるとされています。また、波打ち際から水深6000mの深海まで生息しており、日本近海だけでも1000種はいると考えられています。もちろん、東北の海にも数多くのコケムシが生息しています。東北のコケムシは一体どれほど多様なのでしょうか？

コケムシの多様性を明らかにするには、コケムシを正しく分類する必要があります。コケムシの多くは硬い炭酸カルシウムの殻をつくるので、分類するにはこれら個虫がつくる小部屋のかたちを顕微鏡で観察します。これにより、手元にあるコケムシがすでに知られている種類なのか、もしくはまだ名前が付いていない種類であるのかを調べることができます。実際に調査してみると、目の前の海からでも、日本からの報告がない種や名前のついていない種が多数見つかります。私が研究を開始する前には1種しか報告がなかった大槌湾からも、これまでに50種以上のコケムシが得られています。



個虫がつくる小部屋の電子顕微鏡写真

東北のコケムシ研究からわかること

東北のコケムシは実に多種多様です。名前の通りコケのようなものもいれば、マイタケにそっくりな外見をしたコケムシがロープに付着することもあります。また、中にはサンゴのように大きく成長するものも知られています。

サンゴのような骨格をもつ大型のコケムシは、大槌沖の水深100mほどの岩礁域にも

生息しています。じつは、この水深帯における震災の生物への影響は、これまでほとんど調査されてきませんでした。しかし、震災前から生息しているコケムシの骨格には、当時の記録が残されている可能性があります。そこで現在、この記録を探索する研究に着手しています。コケムシの骨格を調べることで、少し深い海底の生き物が震災で受けた影響を明らかにできるかもしれません。



大槌で得られるサンゴ状のコケムシ(上)とマイタケ状のコケムシ(下)

コケムシは基本的には人類にとって無毒・無害な生き物です。しかし、水中のモノに付着して生活するため、残念ながらその存在が歓迎されないことも多々あります。例えば、船底や網に付着して漁業活動の妨げになる例や、養殖している海産物に付着することでその成長を阻害する例もあります。このような害を防ぐためには、どのようなコケムシが、いつ、どこで増えるのかを知る必要があります。そこで現在は、松島湾や大槌湾でコケムシを含む付着生物の種類や季節ごとの変化を継続的に調査しています。

コケムシは地味で目立たないため、なかなか気づいてもらえない動物です。しかし、探してみると意外と身近に存在し、しかも様々な可能性を秘めた動物でもあります。これからも東北のコケムシの多様性や生態を明らかにしていくことで、あまり知られていない生き物たちにもスポットライトを当て、多くの人に東北の海の動物たちを身近に感じていただけるきっかけになればと思っています。



東北マリンサイエンス拠点形成事業 (TEAMS) —海洋生態系の調査研究— について

文部科学省の支援により2012年1月から開始された事業で、東北大学、東京大学大気海洋研究所、海洋研究開発機構が中心となっています。東北地方太平洋沖地震とそれにもなう津波で被害を受けた東北沿岸域の科学的な調査を10年間にわたって行い、それを通じて漁業の復興に貢献することを目指しています。TEAMSはその英語名称 (Tohoku Ecosystem-Associated Marine Sciences) の略称です。

プロジェクトメニュー



東京大学大気海洋研究所

岩手大学 東京海洋大学

海洋生態系変動メカニズムの解明

大槌湾・三陸沿岸域

課題 2

プロジェクトメニューとは

東京大学大気海洋研究所では、TEAMS 東大グループの愛称を「プロジェクトメニュー」と名付けました。岩手県大槌町にある「国際沿岸海洋研究センター」を研究拠点とし、震災後に建造された調査船「グランメニュー」にちなんでいます。 ※グランメニューとは仏語で大きな木櫃の意。

TEAMS において「海洋生態系変動メカニズムの解明」を大課題とし、震災が沿岸生態系や生物資源に及ぼした影響とその回復過程を科学的に解明し、持続的観測とモデリングを行っています。それと共に、地域、さらには世界に開かれた新たな海洋研究を展開していくことを目指しています。

TEAMS 体制



海洋研究開発機構 (JAMSTEC)

東海大学

沖合底層生態系変動メカニズムの解明

沖合海底環境

課題 3

東北マリンサイエンス拠点データ

共有・公開機能の整備・運用

課題 4



東北大学 (代表機関)

北里大学

漁場環境の変化プロセスの解明

女川湾・仙台湾

課題 1

本冊子は東北マリンサイエンス拠点形成事業における広報の一環としてプロジェクトメニューが発行するものです。

課題2を担うプロジェクトメニューの中でも、研究テーマごとの班にわかれて調査しています。



東北マリンサイエンス拠点形成事業 URL: <http://www.i-teams.jp/>

プロジェクトメニュー URL: <http://teams.aori.u-tokyo.ac.jp/>

プロジェクトメニューのキャラクター紹介「こんにちは メニューです！」

みなさんにプロジェクトメニューをご案内する広報大使のメニューをご紹介します。

メニューはひょうたんの形をした不思議な生き物で、サイエンスのことはあまり知らないで、博士たちに何でも質問します。三陸沿岸の町や人々についても、みなさんと一緒に勉強していきます。よろしくおねがいします。

- チャームポイント：カモメのヘアピン
- 好きな食べ物：新巻鮭
- 特徴：ハート型の葉っぱの手で光合成をする



メニューのお友達



グラン博士



赤浜くん

メニュー通信 第2号 2015 春

発行日/2015年3月1日

発行/東京大学大気海洋研究所(プロジェクトメニュー事務局)

○企画・編集/木暮一啓(編集長) 佐藤克文(編集委員) 渡部寿賀子(編集委員・イラストレーション) ○外部制作スタッフ/塚本丹(ディレクター) 北島章子(ライター) 田村公生(カメラマン) 佐藤信之(デザイナー)

〒277-8564 千葉県柏市柏の葉5-1-5 東京大学大気海洋研究所・プロジェクトメニュー事務局
電話：04-7136-6407 E-mail: teams@aori.u-tokyo.ac.jp URL: <http://teams.aori.u-tokyo.ac.jp/>

特集

今、プロジエグランメニューで進めているサケの研究

日本人にとって、サケは特別な魚です。風味豊かで栄養価が高く、色もあざやかなサケは、今も焼き鮭をはじめ、フライ、鍋、汁物など、多彩な料理で食卓をにぎわせています。日本では先史時代から食べられていた形跡がありますが、現在も世界の消費量の三分の一を占めるほど、日本人はサケが好きな民族と言えるでしょう。

東北、北海道で多く捕られているサケですが、お歳暮の贈りものとして有名な新巻鮭は大槌が元祖。大槌城主・大槌孫八郎は塩で保存する方法を考え、「南部鼻曲がり鮭」とネーミングして売り出したところ、江戸でたいへんな人気になりました。

川で生まれ、海で育ち、また、川へ帰ってきて産卵して一生を終えるサケは、身近でありながらまだまだわからないことが多く、不思議に満ちた魚でもあります。

なぜ、川と海を行き来するようになったのか？ 海に出たあと、どこをどう泳いでいるのか？ どうやって生まれた川を見つけ出すのか？ 本場に生まれた川に戻っているのか？

そして、震災を経て大きく環境が変わった川や湾内に、またサケは戻ってきてくれるのでしょうか。多くの人が気にかけています。

プロジエグランメニューでは今、大槌湾・三陸沿岸域でサケの研究を進めています。



網にはイカやマンボウ等も入っている。一番多くかかるサケは最後に姿を現す

サケを知りたい。だから、船に乗る。

大槌には定置網漁で漁師にまじって網を引く研究者がいます。どのような思いで漁に出て、どんな研究をしているのでしょうか。

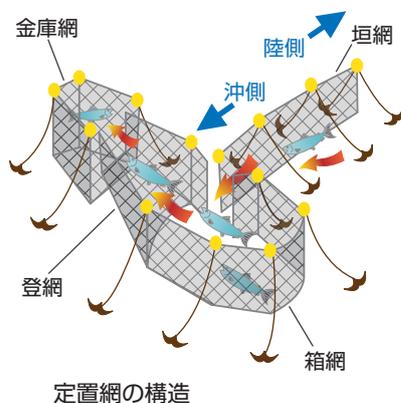
定置網を引く、 まるで漁師のような研究者

深夜二時の漁港に、十一月から一月まで毎日現れる研究者がいます。大気海洋研究所でサケの研究をしている野畑重教特任研究員です。車からおりるとカッパを着込み、ゴム長靴をはき、手袋をつけて、大槌湾でサケをとる定置網船に乗り込む用意をします。見た目は漁師のようですが、肩にかけてカバンの中には麻酔薬や注射、小型発信器など、漁師らしからぬものが入っています。

暗く静かな船着き場では、船がライトで明るく照らされ、漁の準備が行われていました。船は深夜二時半ごろに出漁します。

定置網漁は、回遊する魚の群れが自然に入り込むように、沿岸に巨大な網をしかけるものです。垣網に沿って箱網に入った魚は容易に外に出ることができず、さらに奥の登網、行き止まりの金庫網へと進んでいきます。船で漁場に行き、底網を引いて集まった魚を捕るのを網起こしといいます。

秋から冬にかけての大槌の定置網漁は、サケが中心になります。二〇一三年（平成二五年）のシーズンは、何度も大漁旗が揚がり、三陸一の水揚げを誇りました。定置網漁に使われる船は、現在、瀬谷丸



定置網の構造

と第一久美愛丸の二隻です。どちらも震災後に建造された十九トンの新鋭船で、大きな赤いクレーンが目を引きます。沖野島漁場、野島漁場、長越漁場の三カ所に網はしかけられています。

星が光る空の下、暗い海を船は漁場へまっすぐに向かいます。獲物にありつけることを知っている力モメが、船の周囲を群れ飛んでいます。漁場に近くにつれて作業灯は少しずつ明るくなり、二隻の船が網をはさんでVの形に停泊したときには船のすみまで真昼のように照らしていました。いよいよ網起こしが始まります。

網は、網巻き機と二十名ほどの人力で引き上げていきます。網の中の魚を逃がさないためには、バランスよく短時間で引き上げなくてはなりません。野畑研究員も漁師と並んで網を引きます。網をたぐりよせると同時に、船は少しずつVの字の幅をせばめ



東京大学大気海洋研究所
生命科学部門生理学分野
野畑 重教 特任研究員

横浜市立大学卒業後、日清製油株式会社（現日清オイリオ株式会社）入社。群馬大学で博士号取得後、2005年より現職。マウス、イヌ等の実験動物を用いた研究を経た後、大気海洋研究所では魚類の飲水調節機構に関する研究、さらに2年前から大槌湾に来遊するシロサケの行動を調べている。神奈川県出身。

て平行に並びます。

二隻の船の距離が飛び移れそうなほど近くなったころ、網から逃れようと身をうねらせているサケが見え始めます。クレーンにつられた巨大なタモ網がサケの群れをすくい上げ（表紙の写真参照）、漁師が身体いっぱいつかって船倉の入口へと導き、タモ網の底を開けると、サケは一気に落ちていきます。その場にいる全員が力をあわせ、役割を果たして成果をあげた瞬間です。

血液を採取し、 小型発信器をサケにつける

漁の合間に、野畑研究員は船上で自分の仕事を行います。ひとつはサケの採血をすること、もうひとつはサケに発信器をつけて海に戻すことです。シーズンを通して、採血は七十尾、発信器をつけるのは五十尾以上のサケに行うのが目標です。

あわただしい船上で行うため、どちらの作業も手早くすませます。漁の合間をぬってサケをタモ網ですくい、麻酔の入ったボックスの中にいれます。おとなしくなったら甲板に出し、動脈から血液を一気に抜きとります。サケはボックスに戻し、次のサケへ。一連の作業は、慣れた手つきであつというまに終わります。

採血したサケは持ち帰って研究所で解剖し、成熟の具合を調べ、ウロコや耳石などを採取します。ウロコを顕微鏡で見ると、何年目のサケなのか正確にわかります。私たちが採血で身体の状態を知ると同様に、サケの血液にもさまざまな情報がつまっているのです。採取した血液は遠心分離機にかけ、血漿と赤血球などに分けて冷凍保存をします。

発信器は結束帯でサケの背にくくりつけ、麻酔が覚めたところで海へ戻します。長さ九・三センチの円筒型の発信器は、二五〇日間音波を出し続け、サケがどこにいるかを教えてくれるのです。発信器には電話番号が書いてあり、河川や湾内の漁で発信器つきのサケが見つかって、連絡をもらうこともあります。こうして、北の海から産卵のために沿岸へ戻ってきたサケが、川を上るまでの経路を明らかにするのですが、このような研究は、世界を見てもいまだ行われたことはありません。

サケがあるからこそ、 できる研究だから

「最初から船に乗ろうと思っていただけではないのです」

二〇一一年(平成二三年)秋、野畑研究員が研究を始めたころは漁船に大きな水槽を載せ、そのなか

に二十尾のサケをいれてもらい、漁港で受け取っていました。そうした手間を漁師さんたちは快く引き受けてくれたものの、研究のためにスペースをとる水槽を載せ、大切なサケをもらうことを心苦しく感じ、「お札にせめて網を引きたい」と、漁船に乗り込むことにしたのです。

初めて乗船を頼むときには、怖じ気づく自分を「サケがなければ、できない研究なのだから」と、励ましました。最初は漁師さんたちから怪訝な顔をされ、野畑研究員も慣れない漁のあとは、疲れてなにもできなかつたそうです。波が高い日は、船酔いで吐きながら作業をしました。

漁に同行して三シーズンを経た今では、漁師さんから「今日は何匹ひろうの?」と先に声をかけられ、注射器を手に行っているときは「私、失敗しませんから、かい?」と敏腕外科医のドラマをもじった冗談を言われたりして、すっかり漁の風景になじんでいます。定置網漁を計画、指揮する大謀だいぼうの小石道夫さんは、研究者が船に乗ることを「いずれ漁のプラスになる。プラスになることは、どんどんやっていかななくてはならない」と言い、湾内のサケのさまざまなことが科学的に解明されるのを期待しています。

震災の前と後、そこに サケを知る手がかりがある

野畑研究員は、この二〇一四年(平成二六年)のシーズンをとっても重要に考えています。川を上って産卵するサケがもっとも多いのは、生まれて四年目の四歳魚なのですが、東日本大震災の年にふ化したサケが今年、四歳魚として戻ってくる年だからです。

この年のサケは、二〇一一年(平成二三年)三月十



大謀の小石道夫さん。ふだんは温和だが、危険と隣り合わせの船上では、厳しい表情で漁の指揮をとる



研究室で、サケの血液を冷凍保存する準備を行う。正確なデータを残すために、一尾分ずついいいに作業する。右は、卒業研究で研究所を訪れていた大学生の斉藤楓さん



サケの太い動脈から採血。サケにストレスがかけられないよう、手早く行う

19:00

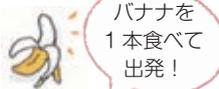
夕飯はお肉をしっかり食べて、就寝!



ポーっとしたり……



1:30 起床



バナナを1本食べて出発!



14:00

発信機を付けたサケを川まで探しに行ったり



2:15 船着場で着替えと道具の準備



出港 2:30

ポーっとしたり……

野畑研究員のいちにち



9:00

沿岸センターで分析の準備をしたり……

沖の島・野島・七戻で漁師さんと網を引く



7:00 - 8:00 頃

漁師さん達と朝食



サケに発信機をつけ、海に放流

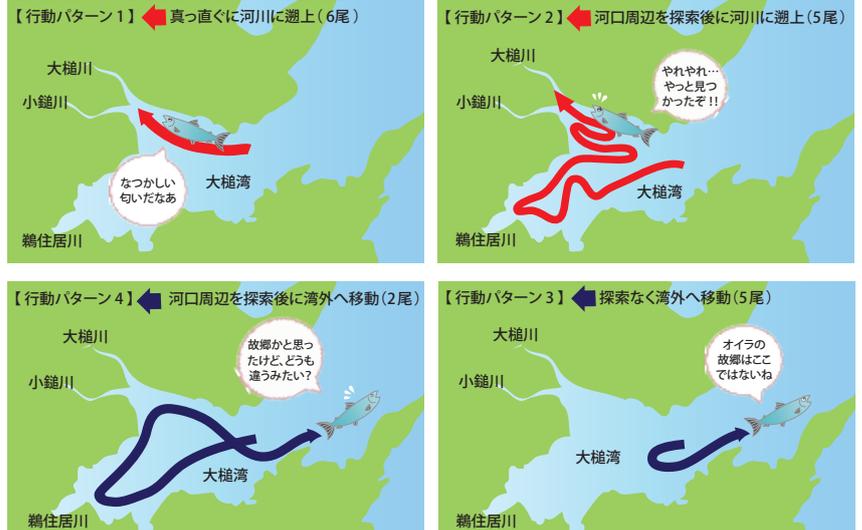
日までは稚魚が順調に放流されていきましたが、十一日の津波がふ化場まで達したために、一気に流されました。サケは川を下るときに自分の生まれた川、母川のおいを覚え、それを頼りに戻ってくるといわれています。波にさらわれて混乱の中で海へ出たサケは、どんな行動を経て川を選ぶのでしょうか。サケにつけた発信器が、それを教えてくれるはずですよ。

二〇一三年(平成二五年)には十八尾のサケに発信器をつけて調査しました。これは順調に海に出たものの、回遊中に震災が起き、母川の環境が様変わりした震災前に放流されたサケです。サケをつかまえ、発信器をつけて放した場所は大槌湾七戻。追跡結果から、大槌湾に流れ込む川に戻ったのは十一尾、まっすぐに川に向かったサケもあれば、時間をかけて川を探しまわったサケもありました。大槌湾から出てよその湾に七尾が行き、複雑に入り組んだ湾を、わざわざ出入りして川を探しているサケがいたので、野畑研究員は、二〇一三年(平成二五年)の結果から「結構、泥臭く母川を探しているんだな」という印象を持ちました。

やがて川の環境が安定してくれば、出て行ったとと変わらぬ母川にサケは帰れるようになりまます。野畑研究員は、「震災前、震災の最中に出て行ったサケよりも、震災後に海に出たサケはストリートに川を選べるのではないか」と予想しています。震災の前と後をくらべると、サケが川を選択する際の行動がより明らかに、「サケが帰りやすくなるには川の環境をどう整えるか」といったことも、わかってくるかもしれません」と野畑研究員は語っています。サケの生態がわかれば、それはさまざまな分野、場面に応用がきくのです。

違いを比較すると、たくさんのがわかってきます。三陸の海辺は津波という大きな変化から回復する過程で、あとからでは集められない情報が多くあり、「今やっておかなければ」という思いで、野畑研究員をはじめ、多くの研究者が、走り回ってさまざまなデータを収集しています。データが多ければ多いほど、謎の解明に近づきます。今シーズンに発信器をつけた五十尾のサケが、どんな経路をたどるのか、興味を持って見守ってください。

大槌湾央で捕獲されたシロサケの行動様式



サケの研究に、今まで以上に力を入れます！



東北地方太平洋沖地震とそれにともなう大津波によって被害を受けた三陸沿岸の地域に、仕事や人、活気を呼びこむためには水産業の復興は欠かせません。なかでも、サケ漁が昔から盛んな三陸で、サケの数が回復し、さらに増えていくことは、海辺に生きる人たちの生活を支えるだけでなく、大いに元気づけることでしよう。プロジェクトメンバーでは、今後、サケの研究を推し進めていきます。なぜサケなのか、また、どのようなことを行うのか、プロジェクトメンバーのサケグループをまとめる兵藤晋准教授に聞きました。

震災後の三陸に、サケは戻ってくるか

サケは不思議な魚です。ふつう、淡水の魚は淡水の中で、海水の魚は海水の中で一生を終えます。しかし、サケは川で生まれ、海に出て広く泳ぎ回り、数年たつて大きくなると、また川に戻ってきて産卵する魚で、川と海を行ったり来たりできる能力を持っています。東北の産業にとって大切な魚であるサケは、科学的にもとても大事で興味深い魚なのです。

では、震災で川や湾の環境が大きく変わってしまったところにも、サケは戻ってこられるのだろうか、大きな影響を受けるのではないかと考えたことが本プロジェクトでサケ研究を進めている理由です。

特に今年からは、サケの研究をプロジェクト

メンバーの重点課題のひとつとして、今まで以上に推し進めていくことになりました。プロジェクトメンバーには、私たちのように生きものの仕組みを研究するグループもあれば、生きものの生態、プランクトン、海水の動き、川や湾の環境などをテーマにして研究しているグループもあります。それぞれの専門を生かし、大槌湾がどうなっているのか、なにが起きているのかを総合的に調べています。

これからは、サケに関わる複数の研究者が「サケ研究グループ」として研究を推進するとともに、サケをキーワードにしてそれぞれのグループの情報をつなげていきます。サケの回遊が湾内外の流れや環境にどう影響されるのか、藻場の再生や餌となるプランクトンとサケの成長との関係、震災による川や湾の微量元素の影響など、今までよりも幅広く、多角的にサケのことがわかるようになるでしょう。

研究と漁業の現場で意見交換を



サケの生活史



サケの回遊ルート

プロジェクトランメーユの研究者は基礎科学が専門で、サケが生まれてから河川や湾内で成長し、繁殖のために河川に戻ってくるまでの行動、淡水と海水を行き来できる仕組みなど、サケがどういう生きものなのかを理解するための研究をしています。ですから、増養殖や漁獲、加工、流通といった、漁業にストレートに結びついた形の貢献は難しい。でも、サケがどんな魚で、どうやって生きていくのかわかると、いろいろな場面、形で役に立ちます。

たとえば、シロサケの稚魚放流は体重一〜三グラムで行われているようですが、生理学分野では、体重一グラム程度に成長した稚魚が海水にもっとも適応しやすいという研究結果を一九八〇年代に出しています。

研究者と漁業の現場がつながりをもち、おたがいの意見を交換すれば、研究結果が地域や産業に生かされていく場面が増えていくと思います。野畑研究員や国際沿岸海洋研究センターの青山教授、北川准教授が中心となって、ふ化場や、サケ漁の現場でサケにかかわる人たちと交流しながら研究を進めています。北海道大学の帰山教授が中心となって毎年開催している「さーもん・かふえ」も貴重な交流の場であり、今後も協力して継続していきます。

長く研究を 続けることの大事さ

小型発信器によるサケの行動追跡ですが、現在は、大槌湾内で捕獲されたサケがその後どのような行動をとり、大槌湾に注ぐ河川に遡上するのかわか

調べています。ただし、そのサケがどの河川で生まれたサケなのかを知ることが、最終的に生まれた河川に戻ったのかわかを知るためには必要です。そこで、岩手大学の阿部教授のグループと共同で、遺伝子解析によつて生まれた河川を特定できないかと研究を進めています。また、プロジェクトランメーユの化学系研究者の協力を得て、耳石という組織に含まれる微量元素組成から、生まれた河川の特長ができるかどうかという研究も開始します。

さらに今年も、大槌川を含む複数の河川のふ化場で、ふ化場ごとに異なるマークをサケに付ける試みがなされると聞いています。三〜五年後に大槌湾に戻ってきたサケの耳石のマークを調べれば、本当に大槌川で生まれたサケなのかどうかかわかるのです。大槌湾に戻ってきたサケのなかでどの程度が大槌川で生まれたサケなのか、大槌川生まれのサケと別の川で生まれたサケでは遡上行動はどのように異なるのか、成長して戻ってくるのが今から楽しみです。

研究を長く継続していくことは、震災による影響を正しく理解するためには重要です。特にサケについては、三〜五年後に戻ってくるという特徴や、震災やその後の復興過程での環境変化が成長や母川回帰に影響を及ぼす可能性を考えると、長期間のプロジェクトである意味がより一層強いのです。私たちの研究による基礎的な知見が、将来のサケ資源の保護、安定した漁獲、効率的なふ化放流事業につながり、漁業に、地域に、社会に役立つと信じて研究を進めています。

メーユのクイズにチャレンジ(表紙参照)の答え

「サケは生まれた川の匂いを覚えていてそれを頼りに帰ってくるといわれています」



大気海洋研究所の研究者たち。大槌にて

東京大学大気海洋研究所
生命科学部門生理学分野

兵藤 晋 准教授

研究分野／海洋生物生理学、
適応生物学、内分泌学 最近
はサメとサケが研究の中心だ
が古代魚も好き。生物のから
だの仕組みを行動や生態と結
びつけようと、大槌、沖縄、
ハワイ、オーストラリアなど
のフィールドを飛び回っている。
愛知県出身。

研究者に聞く



第2回

このコーナーでは広報キャラクターのメニューがハカセに何でも質問します。プロジェクトメンバーに携わっている研究者のご紹介もかねた、研究者の「顔が見える」コーナーです。

海の中のデータを集める ワカメとカキ、 適した環境はなぜ違うのか？

今年の海の中はどうか？

海の中の水温・塩分・流れ・栄養塩・

クロロフィル・溶存酸素などの

様々なデータをとり分析し、

その問いに答えていきます。



研究テーマ
「沿岸広域連続モニタリングシステムと
海洋分析センターの構築」
研究班代表 津田 敦

東京大学大気海洋研究所 浮遊生物分野 教授
研究分野：生物海洋学（動物プランクトン、物質循環）
個人サイト：[http://www.ecosystem.aori.u-tokyo.ac.jp/
plankton/tsuda/tsuda-j.html](http://www.ecosystem.aori.u-tokyo.ac.jp/plankton/tsuda/tsuda-j.html)

モデル構築にとって大切な要素 水温・塩分・流れ・栄養塩・ クロロフィル・溶存酸素

津田班の研究テーマは「沿岸
広域連続モニタリングシステムと海洋分析センターの構築」
とありますが、これはどういったことな
のですか？



今回の地震と津波が起きたこと
で、最初はきつと、海の中の生
物も変わるだろうと予測しました。そして、
大気海洋研究所としてはどうしたらいい
か、何ができるのかと考えました。海洋
環境を調べて漁業の復興に何らかの形で
関わることが、われわれが目指すテーマ
だと思えました。その中でもいちばん貢
献できるだろうと考えたのが「モデル構
築」。つまり「今年海の中はどうなる？」
という再現モデルを作つて示すことです。



ただ、数値モデルが合っているかどう
かを確かめるには、たくさんデータの
必要があります。そのたくさんデータを
とってくるのが、私の班の目標です。そし
て実際の海のデータと作り上げたモデル
が合っているかどうかを、モデリング班
(第一回に登場した田中准教授が代表の
班)とすり合わせて再現モデルをより正
確なものにしていくんです。

モデルを作り上げるときに、
この三陸地域ならではの特
徴はありますか？



はい。海洋モデル構築はかな
り進んでいるのだけれど、沿
岸のモデルを作るのは難しいんですよ。
例えば今、天気予報の精度が上がつてき
て何日か先の天気まで予報できるよう
なっているけど、それよりも難しいこと
なんです。それは、沿岸の浅い海はいろ
いろ複雑になる条件が重なっているから
です。とくに三陸はリアス式の独特な地
形もあるでしょう。それに、陸や海から
の風、川からの水、深さ、潮の満ち引き、
などなど……。



広い海のまん中よりも、海岸に
近いところの仕組みを再現する
ほうが難しいということ？



そう。たとえば福島第一原発
の事故で海へ放射性物質がど
う流れていったかなどということもつ
と簡単にわかりそうなものではないかと
思いますが、沿岸で起きたことだから
複雑でわかりにくいのですよね。



……そうかあ。実際の作業と
しては、何のデータをとつて
いるのですか？



水温・塩分・流れ・栄養塩・ク
ロロフィル・溶存酸素のデータ。
ひとつずつ説明しましょう。



| モデル構築に必要なデータ | |
|--------------|---|
| 水温・塩分・流れ | これにより水の性質（構造と重さ）と動き、つまり物理がわかる。 |
| 栄養塩 | 植物が成長するために必要な化学成分（窒素やリンなど）のこと。植物プランクトン、海藻、アマモたちの成長に必要なので、供給がとて重要。また、栄養塩の出どころを知ることも重要。 |
| クロロフィル | 光合成を行うのに必要な色素。これを測ることで植物プランクトンがどれくらいいるかがわかる（カキやホタテは植物プランクトンを食べているので漁業の指標になる）。 |
| 溶存酸素 | 光合成をすると酸素が出るので、クロロフィルが多いところでは基本的に多くなる。 |

養殖業の再開とこれから

水中の栄養分や植物プランクトンがど
のくらいあるかによって、ワカメやカキ
などの成長に影響があります。例えば昔
から、大槌湾はワカメ、山田湾はカキの
養殖が盛んだけど、この違いはどこにあ
るのか……、何かそのようになってい
った理由がかならずあるわけです。

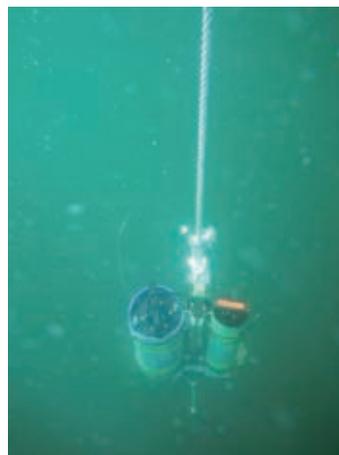
大槌湾のワカメ養殖や山田湾
のカキ養殖は、再開されてい
るのですか？



ある程度再開されています。
震災翌年の二〇一二年は、ワ



大槌湾で育てたワカメ



水中に吊り下げられたモニタリング機器



モニタリング機器を水中に設置

カメやカキの成長がすこぶる良かったんです。でもそれを「良かった」と言っただけでいいのは、難しいところなんです。いろいろなものがよく獲れたのは、皮肉なことに、たぶん震災のせい。一年養殖を休んだからでしょう。それに養殖を再開したくてもできなかった人たちがいる。資金の問題だったり、家族を亡くしたりして労働の手がないとか、いろいろな理由で……。

一年休んで、しかも養殖をする人が減ってしまったために、海の中の栄養が增えた。そのため二〇二二年のワカメやカキがよく育ったと考えられるんです。だから諸手を挙げて良かった、とは言えない。そして今はまたすごい勢いで養殖が再開されています。



大槌湾の養殖風景

今はもう養殖場がいっぱいだけ

津波が起きた後、漁師さんを見て「こんなに広がったの？」と思っただけ

では去年が良くてもこれからもまた成長が良いとは限らない、今後はどうなるかわからないということですか？



「すごい勢いで獲っていたら、やがて獲れなくなってしまう」ということは漁師さんたちも経験上わかっているはずなんです。何だかんだ言って漁師さんたちのいうことは確かだもの。でもわかっているけど、獲らないわけにいかない。そういうことを指す

「共有地の悲劇 (tragedy of commons)」という言葉があるんです。多数者が利用できる共有地は管理できない、ということなんです。もし自分の所有地であれば、人は海洋資源を絶やさないために獲る量を調整するでしょう？でも成長を良くするために自分が養殖する場所を増やさなくても、そのあいだに他の人がどんどん増やしてしまっただけ、結局は自分の取り分が減ってしまっただけ、利益の最大化を求めて皆がより多くの養殖場を増やしていった結果、皆が被害を受けることになる。これが「共有地の悲劇」です。



なるほど……。困ったことだけど、漁師さんたちは生活がかかっているから……。



そう。だからって研究者の立場で獲るな、とは言えないですよ。漁師さんたちには漁師さんたちの生活があるから、どのくらい獲るのが

適切なのかという研究成果が出るまでは待つていられないわけですよ。

この問題を研究と関連付けるのは難しいし、今の段階ではそんなにうまくいかないでしょう。裏付けをとることができないのは一〇年後でしょうね。でも「どうしたらよいか？」という問いに答えられるように、ちゃんと準備しておきたい。今だって「どうしたらたくさん獲れませんか？」って聞かれることもありますよ。ただいつか、「本当にどうしたらよいか？」と皆で考える時が来ると思う。歩み寄りの時がね。

分析センターの構築



各班がとってきたデータは、分析センターにまわします。



分析センターというのは、どこかに新たに建物を建てるということではなくて、大気海洋研究所の中に設置している機関、みたいなもの……？



そうですね。最初は大槌の沿岸センターがもつと早く復興すると思っていたから、そこに分析センターを作りたいと思っていました。でも復興に結構時間がかかりそうなので、大気海洋研究所の中にしました。教員がついて、常勤なり非常勤の職員でサンプルの処理や分析をして、公表や管理をする。今もデータの一部はホームページに載っています。これからさらに拡充して、ア

カイブを作るつもりです。

海の中の生きものたちは、とても強かった！

この事業が始まって約三年、震災からは四年弱ですが、これまでの研究によりわかったこと、というのは、何かありますか？



いや、ないですね！



えっ！
ホントにない？！



津波そのものの影響は結構あると思っていたのだけど、二〇二一年五月の観測で、海の中のプランクトンはちゃんと元通りになっていったよな……。地震と津波によって陸上はものすごく様子が変わっちゃったでしょう？一方、海は表面を見ただけでは変化しているように見えない。それで海の中のプランクトンや栄養塩はどうかと思って調べてみると、ほとんど変わってなかったんですよ。



へええー！



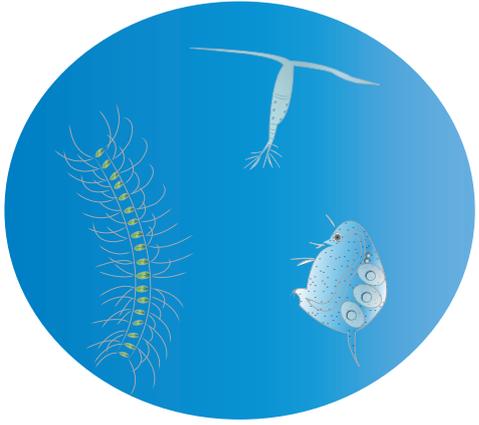
「東北マリンサイエンス拠点形成事業」とは直接関係ないのだけれど、僕はプランクトンを研究しているんで、震災後のプランクトンを調

べてみると、まったく言っていないほど、どうってことなかった。陸上と違ってね……。

たとえばアカルチャという動物プランクトンがいますが、彼らはいつも岸近くに住んでいます。つまり津波で彼らは四方八方へ蹴散らされたと思います。でも我々が震災から二か月後に調査してみると、元通り岸近くにたくさん見られました。魚ならば泳いで帰ってきたんだと思いますが、体長は一ミリメートルに満たない生き物です。正直驚きました。



つまり、ずっと自然界にいたものたちは、もう一〇〇〇年に一度の震災と津波くらいでは大丈夫なように、ご先祖様から経験済みで……？



そう、もうDNAで受け継がれているのだよね。今回みたいに巨大な津波は、五〇〇〜一〇〇〇年に一度とかいうけれど、今回ほどではなくても三陸にそれなりに大きな津波が来るのは五〇〜六〇年に一度っていうでしょう。人間だって一生に一度は遭う頻度。だから、波や潮汐や海流にいつもさらされている海の中の生き物たちにとっては、どうってことなかった……。彼らはとても強い！ということがわかったのです。

でも、多くの種類の中には昔に比べると少ないものもあります。ただ、これが震災の影響なのか自然の変動の一部なのかは、今後モニタリングを続けていかなくてはわからないと思います。



では今後の課題や目標はどういったことですか？
粛々と続けます。いいデータがとれるように。

大槌へ・東北へ…… ただ通い続ける



大槌や東北に対する思いはありますか？



え、それは……。一言では語れない。一晩中話せます。

僕は東京出身なのだけれど、その次に長くいたのが北海道で、その次が大槌。

だから大槌は第三の故郷と思っているのだけれど……、そうは言っても、やっぱり自分は被災者ではないわけで、第三者なんですよ。

二か月に一度のペースで大槌に行っているけれど、行くたびに人々の様子が違うんですよ。地元の人たちの気持ちや表情が……一度として同じことはない。だから簡単にはいろいろ言えないし、自分もどんな気持ちでいたらいいかわからなくなってきた。「頑張つて」なんだけれど、「頑張つて」とは言えなかったり、でもここは「頑張つて」しかないと思ったり、だから僕はもう自分の気持ちを考えるのはやめて、大槌に行き続けるしかないと思っています。

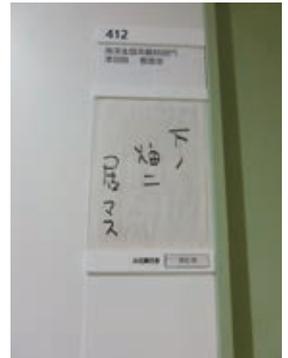
インタビューを終えて

インタビューの最後に研究者仲間へのメッセージをたずねました。それに対する津田班長のこたえは、「東北マリンサイエンス拠点形成事業」は研究機関や所属や分野も違う者同士が集まっているけれども、『畑の違う者同士でも、ぜひ一緒にやりますよ。競争とかもぬきで』ということでした。

研究の話から、趣味のバードウォッチングまで話題が広がりましたが、三〇年ほど前に大槌で始めたのがきっかけだそうです。持論は「釣り・研究・家族は同値である」。研究室の前にはいつも「下ノ畑二居マス」(宮沢賢治?)という貼り紙が出ています。「下の畑(うした)」「と尋ねたら、「おしえてあげない!」……。多彩な顔を持つ謎めいた班長からは、研究のことのみならず、多彩なお話が聞けました。



「釣り・研究・家族は同値である」



研究室の前の貼り紙

「研究者に聞く」はプロジェクトメンバーのホームページでもシリーズで掲載されています。
<http://teams.ori.u-tokyo.ac.jp/whats-happening/interviews/>



街歩き

プロジェクトのキャラクター・メニューが大槌・釜石・山田・宮古のユニーク、元気な人を紹介します。

漁師魂が若い研究者魂に応える

山田町船越湾
ワカメ・ホタテ養殖

阿部 辰男さん

「じえんじえー(先生)、こっち、こっち」山田船越湾の漁港に着くと、海鳥の声に混じって声が聞こえました。同行の佐藤克文教授(東京大学大気海洋研究所)によると、その声の主が阿部辰男さん(七〇歳)とのこと(佐藤教授が同行したのは、実は阿部さんはお国訛りがすばらしいので、その通訳でもありました)。阿部さんは船越湾でワカメとホタテの養殖を行っています。

一年のうち三〇〇日は働いているな

阿部さんにワカメの養殖についてうかがいました。ワカメは六〜七月ごろに放出された胞子を種系につけ、十〜十一月ごろに種糸で育った一〜二センチの若い葉(幼芽)を養殖用の縄に巻きつけ海中に垂らし本格的に養殖が始まります。このとき海水の温度や栄養塩(※)のデータなどをとりつつ、吊り下げの深さなどをこまめに調節して育てます。それはまるで研究者の作業と同じようです。収穫までには、まだまだ様々な作業があり、二月ごろ、二メートルくらいになったものを収穫します。

ホタテも同様に玉ねぎを入れるネットのような網に稚貝を付着させ、養殖の様々な作業工程をへてようやく収穫、出荷ができます。

「いやあ、ワカメやホタテを養殖するというのは、てまひまかかって、おれら、一年のうち三〇〇日は働いているな」と阿部さん。同席していた息子の貴範(たかの)さんも「労働力がなければできない仕事。でも、てまひまかければ、その結果も出る」といいます。

阿部さんは、震災後、瓦礫撤去作業のとき突然たおれ救急車で入院したそうです。検査の結果、病名



ワカメの若い葉(幼芽)を養殖用の縄に巻きつける。これを海中に吊り下げる



左から田代次雄さん、阿部辰男さん、阿部貴範さん
「写真撮るんだったらネクタイしてきたのに」(阿部さん)

は心臓弁膜症、九死に一生を得たわけです。

「おれの心臓は動物なんだあ」

言っている意味がわからず貴範さんに聞くと、

「心臓のためになった弁膜のひとつを、牛のに入れ替えたんです」

※栄養塩(えいようえん) 植物プランクトンや海藻の栄養となる、硝酸塩・リン酸塩などの化学物質のこと。生き物の遺骸などからリサイクルされたもので、植物の力で再び生き物の体になる。

研究にかける心意気に、おれも応えねば

阿部さんには漁師とは別のもうひとつの顔があります。それは佐藤克文研究室の「フィールドワークの足」です。八年ほど前からフィールドワークの現場である船越湾沖の無人島、船越大島に漁船を出してくれています。

震災直後の夏、ご自身も被災されたにもかかわらず、唯一残った漁船を提供してくれました。なかば調査をあきらめていた研究者たちも、これには大感激。

「若い人たちががんばってんだから、おれもそれに応えねばね」と阿部さん。

「おおっ、来た来た。おれの命の恩人」

阿部さんに紹介されたのは、田代次雄さん。田代さんは阿部さんが倒れたとき、すぐそばにいて親身に介抱してくれたそうです。二人は、若いころは遠洋漁業船と一緒に乗った仲。田代さんは地震の発生直後には「地震の後にはきつと津波がくる」と思い、船に乗って沖に出て難を逃れたそうです。

そんな田代さんもまた研究者たちの手助けをしてくれています。

佐藤研究室ではウミガメにデータロガーという小型の記録計をつけて、深度、温度、速度、加速度、地磁気といった行動データを取っています。また、小型のビデオカメラを取り付け動物目線の画像データも取っています。これらの機器を田代さんは漁船で回収します。こうして貴重なデータが研究者の手渡るわけです。

また、ハンジに来てくれたらええのにな

「ハンジのハンジさん、○○ちゃんはどうした？」

「あの女の子、なにしてる。」

「○○さんなんか、男以上だったな。はあ波荒いの」ジャンプして島にとりついたりなあ」

ここ船越湾で研究をし、巣立っていった若い研究者たちのその後を親身に気にかける阿部さん。阿部さんと若い研究者たちの親密な深い関わりを感じました。

「みんなまたここに来ないかなあ。うまいもの食べさせてえなあ」

阿部さんとのこうした関係の中で、若い研究者は研究者として、また人間として育っていくのでしょうか。ワカメやホタテを育てる阿部さんの心意気。やさしく素朴な気遣いが研究者たちの心に染みるのでしょうか。

「地元の人たちとの強い関わりがなければ、フィールドワークは成り立たない」という佐藤教授のことばを思い出しました。



オオミズナギドリ。1羽1羽の体重を調べ、特殊なカメラやGPSを取り付ける



いざ船越大島へ



ホタテの幼生をこのネットに付着させる
左から二人目が佐藤克文教授

船越半島(左)と船越大島(右)

はまさんの台所

第2回

お店の味をご家庭で 煮アナゴ



■材料（2人分）

- アナゴのひらき（約 200g）
- 煮汁
 - ・水…………… 1000cc
 - ・薄口醤油……………100cc
 - ・酒……………100cc
 - ・砂糖…………… 130g

このコーナーでは、大槌湾、三陸沿岸域の食素材を使った料理を提案していきます。



■作り方

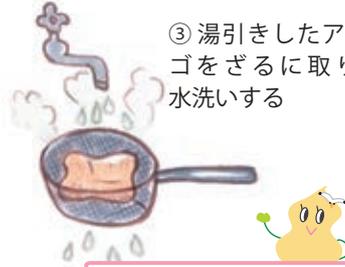
① アナゴのひらきを塩でよくもみ、水で洗いぬめりを取る



② お湯をわかし沸騰したら、アナゴを入れ湯引きする



③ 湯引きしたアナゴをざるに取り、水洗いする



POINT 湯引きはアナゴが白くなったらオーケー！

④ 鍋に煮汁とアナゴを入れ、火にかける



⑤ 沸騰したらアクを取る



⑥ 火をとろ火にして鍋にふたをする



POINT ふたをしたたら、あけない、いじらない

⑦ 約30分できあがり！



⑧ アナゴを鍋から取り出し盛り付ける

POINT フライ返し、はしを使うと身がくずれない

■残った煮汁でバリエーション

○アナゴのとじ玉井
アナゴを切って玉ねぎ・みつばで卵とじにする。



○煮詰め
煮汁に砂糖 20 グラムを加え、とろみが出るまで煮詰める。この煮詰めをアナゴにぬって食べる。



ゆでイカにつけてもおいしい！



はまさんのつぶやき

「以前、アナゴは江戸前のもといわれ、特に東京湾の細めのアナゴをよく使っていたよ。関西では箱寿司に使うので焼きアナゴにしていた。関東は背開き、関西は腹開きと、下ろし方にも違いがあるんだ。でも腕くらい太いアナゴは『松島』と呼ばれていてね。三陸もアナゴは名産なんだよ。最近スーパーでもアナゴの開きを見かけるね。今は手軽に買えるので、アナゴのおいしさを味わって欲しいね。」

「はまさん」こと 濱 弘泰さん

千葉県柏市にある大気海洋研究所の1階に店を構える「お魚倶楽部はま」の店主。店名は「さまざまな魚が宝石のように詰まった玉手箱を、お客さんとともに開けて楽しむ」というイメージに由来。「魚への探求心から、“一般的ではない食材、一般的ではない食べ方”を常に工夫しています」というはまさんは、全国の漁港に自分で足を運び、通常のルートでは手に入らない優れた食材を探求しているお寿司屋さんです。

アナゴについて

アナゴの仲間(アナゴ科)には32属150種類以上が知られている。このうち我々に馴染みの深い「アナゴ」は、日本沿岸から黄海、東シナ海を中心に生息するクロアナゴ属(*Conger*)のマアナゴ(*C. myriaster*)である。アナゴ科を含むカライワシ類は、仔魚期にレプトセファルスと呼ばれる特異な葉型仔魚期を持つ。冬から春にかけて沿岸で漁獲されるマアナゴのレプトセファルスは、西日本の一部で早春の味覚として知られ、最近では「ノレソレ」の名称で全国に広がりつつある。一方、マアナゴの生態は、未だほとんど謎に包まれたままである。例えば、我が国の最南端である沖ノ鳥島の

東京大学大気海洋研究所 教授 青山 潤

南380km(北緯17°東経136°)付近が産卵場の一部であることが示唆されたのは、ようやく2012年になってからである。「江戸前」など沿岸性のイメージの強いマアナゴだが、実は遙か外洋に産卵場を持ち、レプトセファルスとして海流に漂いながら生育場へ辿り着くという生態的特徴を持っているようだ。筒やかご、底引き網など沿岸漁業により年間1万トン程度漁獲されるマアナゴは、これまで比較的安定した水産資源と考えられていた。しかし、近年では漁獲努力の増加にもかかわらず水揚げは減少傾向にあり、早急かつ効果的な管理・保護方策が求められている。