

メーユ通信

東京大学大気海洋研究所 プロジェクトメーユ ニュースレター

豊かな海へ 科学の力で

No.4

1.October.2015

Tohoku Ecosystem-Associated Marine Sciences, since FY2011

目次●CONTENTS

- 特集：海の豊かさを支える
— 栄養塩とプランクトン — 2
- 生き物図鑑 第4回
カイアシ類 — 7
- 研究者に聞く 第4回
海に流出した汚染物質のゆくえは……? — 8
東京大学大気海洋研究所 海洋化学部門
生元素動態分野 准教授 研究班代表 小川 浩史
- 街歩き 第4回
魚がいるだけでは、だめなんだ
漁師さんがいないと — 12
岩手県水産技術センター
技師 高梨 愛梨さん
- 復活“海の日一般公開” — 14
- はまさんの台所 第4回
マンボウの茶わん蒸し — 16

知のいざない
ときめきの海へ

メーユのクイズに チャレンジ

海の植物に必要な2つの
要素は何？
ヒント：畑の肥料と同じ
〇〇〇、〇〇酸、カリ

ページを
めくって
答を探そう!



特集

海の豊かさを支える —— 栄養塩とプランクトン

海に囲まれた日本では、古くから海の恵みを受けて暮らしています。

イワシのような小魚から、サケやカジキなどの大型の魚、ウニやイカといった奇妙な形の生きもの、はては巨大なクジラまで、海から調達して主に食べものとして利用してきました。多種多様の生きものをたくさん育んでいる海を、私たちは豊かと感じるのでしょうか。

豊かさを支えているのは、プランクトンや栄養塩。その観測と解析を、プロジェクト「グランメーユ」ではすすめています。

植物プランクトンは海の命の出発点

植物を草食動物のシマウマが食べ、そのシマウマを肉食動物のライオンが食べるという陸上の食物連鎖と同様に、海の中にも食物連鎖があります。

連鎖の出発点は「海の植物」。沿岸のような海底が浅い場所ではワカメ、コンブ、アマモといった岩や砂についた海藻や海草^{※海草}がありますが、量の多さからみると、水中で流れに身をまかせてプカプカとただよう植物プランクトンが主役です。

植物プランクトンは、一〇〇分の一ミリ、一〇〇〇分の一ミリといった肉眼では見えないほど小さなもので、日光と水、二酸化炭素を使って、生き物が利用できる形のエネルギーを作りだす光合成を行っています。この植物プランクトンを動物プランクトンが食

べ、動物プランクトンを小さな魚が食べ、小さな魚を大きな魚が食べています。とても小さな生きものですが、草がなければシマウマもライオンも死に絶えてしまうように、すべての海の生きものが植物プランクトンの恩恵を受けて育ち、命をつなげているのです。

食物連鎖の出発点である植物プランクトンが増えれば、大小の魚も増え、その海域は豊かになっていきます。しかし、世界の海のあらゆる場所が豊かなわけではありません。砂漠のように生きものがない海域もあれば、ひとつの海域で生きものが増えたり減ったりもします。どうしてそのような違いがおこるのでしょうか。

※海草 海藻とは異なり、陸上で進化した植物が再び海に生活圏を求めて進化したもので、砂場に生えています。アマモはこの仲間に入ります。



大槌湾で採集された植物プランクトンの顕微鏡写真

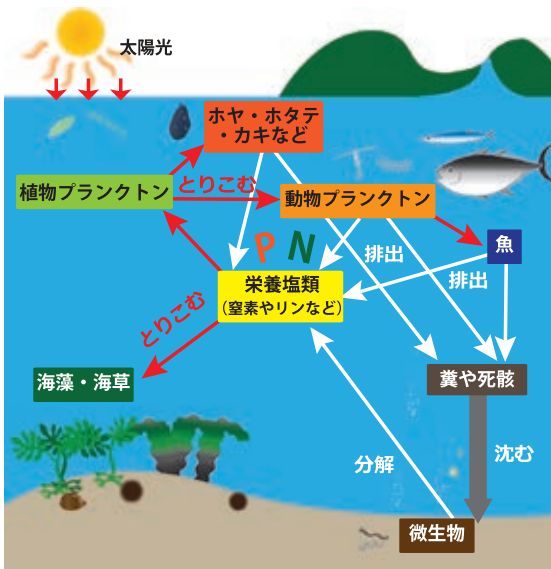
窒素とリンが海にとって肥料になる

「栄養塩の存在が、海の豊かさを決める重要な役割をはたしている」と、東京大学大気海洋研究所（以下「大海研」）の永田俊教授は語っています。生きものを形作るのに必要な元素のうち、植物プランクトンが利用できるかたちで海水に溶けこんだものを、「栄養塩」といいます。

「生きものが必要とする主な元素は、炭素、窒素、リン、イオウですが、炭素とイオウは海の中にたくさんあるので、不足する心配はありません。足りなくなるのは窒素とリン、これらが十分にあると、植物プランクトンや海藻は増えていきます」

陸上の植物も、窒素、リン、カリの入った肥料をまくと、よく成長し、花や実のつきがよくなります。同様のことが、栄養塩と植物プランクトン、海藻にも言えるのです。

図1: 海の世界の食物連鎖と元素の循環



栄養塩を取り込んで、海の植物は成長、増殖します。食物連鎖の中で、動物は植物を食べることで必要となる元素を取り入れますが、やがて命の終わりがくるとその動物も死骸になり、他の動物や微生物に分解されることで、もう一度、栄養塩に戻り、それが植物や動物に取り込まれて生きものになるという循環を、ぐるぐるときくり返しています。

栄養塩を運んでくる親潮と川の水

栄養塩を運んでくれる水の動きは、主に三つあげられます。一つめは秋から冬にかけて、海が上下に大きくかき混ぜられた時に、海の底にたまっていたものを光が当たる海の上の方に運ぶ動き。二つめは森や街などの陸上の世界から出た、栄養塩を含む河川水の流れ込み。三つめは三陸沿岸に特徴的なもので、二月から三月にかけて北からやってくる、栄養塩の豊富な親潮の流入です。

三陸沿岸の生き物に必要な元素は、水の動きによって川で結びつけられた陸上の世界や、遠く離れた沖合の世界の間を行き来しています。

栄養塩の効果は大きく、植物プランクトンはあつとつと増えていきます。「人口二〇〇人の村が、何かのはずみで食べものが手に入ると、一〇日ほどで一気に入万人に増えるような感じ」と、大槌湾で栄養塩の研究をしている大海研の福田秀樹助教はたどえます。そして、爆発的に増えるけれど減るのも早く、食べものがなくなると、かんたんに二〇〇人に戻ってしまいます。「基本的に、海は陸に比べると栄養が少ない状態です。そこに栄養がくると、海の生きものはそれに飛びついて増え、増えすぎて栄養を使い果たし、最後には自分たちまで住めない環境になってしまうのです」



東京大学大気海洋研究所 国際沿岸海洋研究センター 沿岸生態分野 特任准教授 西部 裕一郎

研究分野／プランクトン生態学。元々は湖沼のプランクトンを研究していたが、海洋のプランクトンの多様性に魅せられフィールドを転向。沿岸から外洋まで幅広い海域を対象に動物プランクトンの生態を研究している。兵庫県出身。



東京大学大気海洋研究所 国際沿岸海洋研究センター 沿岸保全分野 助教 福田 秀樹

研究分野／海洋生物地球化学。海の生き物と環境の関係を化学の視点からアプローチすることが専門。三陸沿岸域から太平洋の沖合の水深数千メートルの深海までを対象に、微生物群集とその栄養源となる物質の関係を調べている。神奈川県出身。



東京大学大気海洋研究所 生元素動態分野 教授 プロジェクトマネージャ「震災に伴う沿岸域の物質循環プロセスの変化」研究班代表 永田 俊

研究分野／微生物生態学・海洋生物地球化学。海の生態系がどうやって維持されているのか、またどのように変動するのかということ、物質循環（生態系の物質代謝）という観点から研究している。長野県出身。

ワカメと栄養塩とプランクトン

栄養塩やプランクトンは目に見えないので、海をながめていても、そうしたためまぐるしい増減がくり広げられていることはわかりません。しかし、岩手県水産技術センターの渡邊志穂専門研究員が、栄養塩の測定数値とワカメの生育状態から、その変化が実感できることを教えてくださいました。

三陸沿岸の名産品であるワカメも、栄養塩の影響を受けて成長していきます。同センターでは、ワカメ養殖の参考になるように、沿海地区漁業協同組合が自ら栄養塩の濃度を測定するための技術支援を行っています。秋の芽だし時期に栄養塩の数値が硝酸態窒素と亜硝酸態窒素の和として $10 \mu\text{g/L}$ を切る

とワカメの芽が脱落しやすくなり、春の刈り取り時期に $30 \mu\text{g/L}$ を下回る状態が続くと、色落ちによる品質低下を招く危険が高くなります。

そして、春先には栄養塩の数値がピークから一気に落ちこむことがよくあるそうです。三ヶ々に上がった値が一週間で二ヶ々に下がくともあります。急に栄養がなくなるのは、ワカメには大きなストレスになります。

この栄養塩の急激な減少は、植物プランクトンが増え、あつという間に栄養塩を使い果たしてしまったことを表しています。数値を継続して計り、それを読み解くと、海で起きていることが見え、不思議だったことがわかってくるのです。

大槌湾で定期的な観測を実施中

※ μg (マイクログラム) $1 \mu\text{g}$ は、 100 万分の 1 グラムです。

大海研のプロジェクト(プロジェグランメニュー)では、

海に肥料をまいたなら？

栄養塩があればプランクトンが増え、プランクトンを求めて魚などが増えるのであれば、畑に肥料をまくように、海にも窒素とリンをまけばよいのでは？と考えるようになります。実際に、ノリや真珠貝の養殖では施肥が行われていました。しかし、岩手県水産技術センターの内記公明主任専門研究員は、岩手では外洋に面した急深な漁場であることを考慮する必要があると語ります。

「硫酸アンモニア、尿素など、一般的な肥料を海に直接施肥するのでは、水深が浅く流れが穏やかな漁場なら効果があるかもしれませんが、岩手県の漁場は水深が $30 \sim 40$ メートルもあるので、表層付近で養殖しているワカメに効果は期待できません。最近、徳島県などでは農業用の緩効性肥料(肥料が溶け出すスピードを抑えて調整する)を用いたワカメ「色落ち対策」の実証試験をしていると聞いていますので、岩手でも検討が必要と思われるです」

永田俊教授は「大量の窒素やリンが海に流れ込むとどうなるか、すでに私たちは経験しています」と、一九七〇年代に生活排水や工場排水によって東京湾や瀬戸内海などでたびたび発生した赤潮に触れました。排水に含まれた大量の窒素やリンでプランクトンが異常に増え、それが毒素を出したり、海の上をおおいつくして日光をさえぎったり、酸素を使い果たしたりと、海は豊かになるどころか、死んだようになりました。

「赤潮がおれば、漁業者は大打撃を受けます。海のバランスは複雑で、適度な栄養とは何なのか、それを適切に供給することは可能なのか、とてもむずかしい問題です」



岩手県水産技術センター
内記公明主任専門研究員

二〇一一年五月より、大槌湾で定期的に栄養塩やプランクトンの観測を行っています。手がけているのは、福田秀樹助教と西部裕一郎特任准教授です。

観測の目的のひとつは、東北地方太平洋沖地震による大津波が湾内の栄養塩やプランクトンにどのような変化をもたらしたかを明らかにし、回復過程を記録することです。大槌湾は典型的な半閉鎖性のリアス式海岸らしい形状を持ち、震災前の栄養塩やプランクトンに関する記録が豊富にあるため、震災の影響を見やすいという利点がありました。

生産量・生産額ともに日本一への復活を目指して

東北地方太平洋沖地震後、「三陸岩手わかめ」は、生産量は全国一位を誇っているものの、販路が十分に回復していないため、生産額は2位にとどまっています。県民の皆さんの応援により、肉厚で歯ごたえが良く、高品質な「三陸岩手わかめ」について、販路回復・消費拡大を図ることを目的とする「日本一の三陸岩手わかめ復活キャンペーン」を実施中です。

観測は二カ月ごとに行います。湾奥の浅い場所から湾口の深い場所までの四カ所を観測地点に定め、毎回GPSで正確に船をとめます。栄養塩や植物プランクトンは、深さを変えて海水をくみ上げて調べますが、このときに使うのが細長い筒のようなニスキン採水器です。蓋を開けた状態でクレーンで海中に降ろし、調べたい深度に達したところで上下のふたをしめて引きあげます。動物プランクトンは、虫とり網が長くなったようなプランクトンネットを、海底から海面まで引き上げて採集します。採取した水は、処理方法に応じて小分けにしたり、濾過して濃縮したりしてから、実験室に運んで分析します。プランクトンの分析は、顕微鏡を使って種類を同定したり数えたりするので、一サンプルに何時間もかかり、時間と労力を必要とする作業です。

大津波のあと、 湾内の漁場環境は……？

大槌湾の栄養塩を調べている福田助教によると、震災から一年目は海底から栄養塩が運ばれる秋から冬の初めにかけて、通常の栄養塩の濃度よりも少し高めとなり、窒素とリンの比率も、湾の富栄養化が進んだかのようなリンが多めの値が出たそうです。海底が富栄養

図2: 観測地点／大槌湾



化して酸素が不足すると、窒素を含む栄養塩は、植物プランクトンが利用できない形に除去されることがあります。二、三年目になると違いはごくわずかになり、窒素とリンの比率はむしろ震災前より海底がきれいになったかのような、窒素が多めの比率となりました。震災後に海がきれいになったという印象を持たれた方もあるかもしれませんが、もしかするとこれと一致しているのかもしれませんが、これらの変化は生きものの量の変化には結びついていないとのこと。そして四年目の数値は、「震災前に戻った」という印象だそうです。

動物プランクトンを研究している西部特任准教授も、震災後二年間のサンプルを分析し、過去のデータと比べてみたところ、「大槌湾では、すでに震災二カ月後の五月には動物プランクトンの種類と分布は震災前とほぼ同じ状態に戻っていた」と話しています。「二カ月間に何があつたのかは想像するしかありませんが、津波によって多くの動物プランクトンが元々の生息場所から流されてしまったものの、湾外から新たな個体が入ったり湾内に残った個体が増加したりして、二カ月後には元どおりになったのではと考えています」。

「あれほど大きな事が起きたので、劇的な変化があると思っていました。悪い方向で考えると、プランクトンが異常発生して赤潮が出るのではないかと。しかし、栄養塩やプランクトンに関しては、すぐに震災前に戻ったのです」というのが二人の見解です。大槌湾の復元力の強さは、湾内と外海の水が入れかわりやすい、海水交換のよい湾であることが大きく影響していると考えられます。

その他の三陸沿岸の湾でも、大槌湾と同じように

メニューのクイズに
チャレンジ(表紙参照)の答え

チッソ、リン



右: ニスキン採水器による採水。ワイヤーをつたって落ちてきたメッセージャーという重りがぶつかると、バネで上下の蓋が開まるしくみになっている
中央: プランクトンネットによるプランクトン採集
左: 分析する項目ごとに専用の容器に分取する



震災前後の違いをさまざまな研究機関が解析しているのですが、いずれは各々のデータをつきあわせ、比較して、三陸沿岸の震災による影響を、明らかにしようとしていきます。

将来にも活用できるデータを残す

栄養塩やプランクトンの観測について、二人は今後、親潮が南下してくる時期にも集中して行いたいと考えています。

栄養塩類の濃度が高く、プランクトンが豊かな親潮は、三陸沿岸の海産物にとって栄養の供給源です。どういう時期に、どういう性質の水がやってきて、どう生きものに影響するかが正確にわかれば、より効果的な漁業を行えるでしょう。

さらに、将来、地球温暖化の影響で水温が上がるようになれば、海流の変化が起き、沿岸で捕れる魚の種類も変わっていきます。環境と生きものの関係を蓄積したデータがあれば、現状を把握したり、変化を予測したりして、柔軟な対応ができます。

「三陸沿岸では現在、復興にともなう土木工事が行われているので、陸上からの土砂の流入などで海洋環境に変化が及ばないか、そういった観点からも調査を続けていきます。現在のプランクトンや栄養塩について調べ、サンプルやデータを保存しておくことは重要な意味があると考えています」(西部)

「それが必要となるのはまだ先のこともかもしれません。記録は後世の行政や地元の水産試験場の方々にも利用できる形として公表していくので、今、積みあげているデータは、地域の財産になっていくと思っています」(福田)

ワカメを海の定点観測者に

ワカメの味や色は、成長期の環境の栄養分、水温などで決まります。ワカメが急激に育ち始めるのは、海がかき混ぜられて海底の栄養塩が上の方に運ばれてくる十一月から二月、そして成長のピークを迎えるのはさらに栄養豊かな親潮が多く流れ込む三月から四月です。ワカメの成長や品質には、親潮が沿岸に接近する時期や量が大きく影響しています。

一年をかけて長さ二メートルにもなるワカメは、根元の成長点で新しい葉が生まれることで上へ上へと伸び、その時々々の環境状況が身体に刻み込まれます。つまり、一本のワカメの先端には古いデータがあり、根元にいくにしたがって新しいデータになり、一年分の環境状態が磁気テープのように記録されているのです。大槌湾では三年前から、このワカメの記録機能の研究が行われています。永田俊教授の指導のもとで大学院生・佐藤菜央美さんがとりにくんでいます。

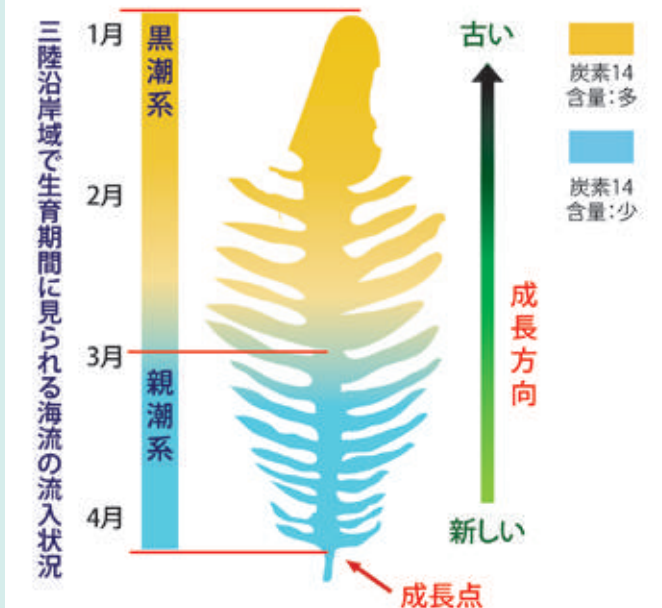
海洋状況の目印にしたのは、黒潮の中には多く、親潮の中には少ない「炭素14」という原子です。ワカメに取り込まれた炭素14の量を調べれば、そのワカメが育った場所では、黒潮から親潮にどのよう切り替わっていったのかがわかるのではないかと考えています。

研究は現在、炭素14の量と親潮が来た時期や量が正しく一致しているかを検証している段階です。一年目は海が荒れて

研究用に育てたワカメが流されたりもしましたが、今では両者の関係はかなり信頼できるといふデータが揃ってきています。

この関係が確立できれば、ワカメを海の定点観測者にすることが出来ます。大槌湾だけでなく、他の三陸の湾でも、その海のワカメを調べれば、親潮がその場所ですいつ、どのくらいの量が流れ込んできたのかがわかります。ワカメの品質の善し悪しの原因を解明する手がかりになりますし、親潮の影響を受ける他の海産物にも応用することが出来るでしょう。

図：ワカメの個体内での炭素14の分布
新しい葉には生まれた時の周囲の海流の痕跡がある



カイアシ類

東京大学大気海洋研究所 特任准教授 西部 裕一郎

カイアシ類と聞いて「何それ?」と思われた方がほとんどではないでしょうか。知名度は低いですが、実は地球上で最も数の多い多細胞動物で、海の生態系を支えるとても重要な生き物なのです。

カイアシ類は海の昆虫

カイアシ類(橈脚類)は、エビやカニと同じ甲殻類の仲間で、専門的にはコペポダ(Copepoda)と呼ばれています。この名前は、^{かい}橈(船を漕ぐオール)のような脚(あし)を持つことに由来しています。海や湖沼に普通に生息しており、水深1万メートルの超深海や標高5千メートルを超えるヒマラヤの氷河からも発見されています。現在までに約11,500種が記録されており、プランクトン性の種類のほか、水底でベントスとして生活する種類や他の動物に寄生・共生する種類もいます。海では動物プランクトンの中で最も量が多く、時には海水1リットルあたり100匹以上になることもあるため、陸上の昆虫になぞらえて「海の昆虫」とも言われます。

海でプランクトン生活をするカイアシ類はほとんどの種類が1~2ミリと小さく、最も大きい種類でも1センチ程度です。また、食用として人間に直接利用されることはないため、私たちの普段の生活で目にする機会はほとんどありません。しかし、イワシやサンマなどは一生の間、マグロのような大型の魚でも子どもの間はカイアシ類を食べて大きくなります。魚のほかにクジラや海鳥もカイアシ類を食べることが知られています。このように、カイアシ類は多くの動物の餌となることで、植物プランクトンから始まる海の世界食物連鎖を繋ぐ大切な役割を果たしているのです。そして、魚を食べる私たち人間の生活を間接的に支えてくれる存在とも言えます。

カイアシ類の一生

カイアシ類は甲殻類の仲間なので、体が殻に覆われています。そのため、成長するためには毎回脱皮をする必要があります。卵から生まれた幼生はノープリウスと呼ばれ、卵形の体に3対の脚がついたシンプルな体形をしています。その後、ノープリウスは6回脱皮して、コペポダイトという親によく似た体形へと変態します。さらに、コペポダイトは5回の脱皮を経て、ようやく成熟した親へと成長します。親には雌と雄があり、水中で交尾をして、雌が受精卵を産みます。



卵から孵ったばかりのカイアシ類のノープリウス幼生。体の大きさは0.1ミリ

卵から生まれたカイアシ類が親になるまでの時間は生息する場所の水温の影響を大きく受け、熱帯では1週間程度と短いですが、北極や南極では数年に及ぶこともあります。また、カイアシ類の中には餌の少ない時期や水温が高すぎたり低すぎたりする時期を休眠して過ごす種類があります。水深の浅い沿岸域では、卵の状態に休眠する種類が多く、



さまざまな色や形のカイアシ類。体の大きさは1~3ミリ。下段中央と右の個体は卵がたくさん入った袋をぶら下げている

このような卵を「休眠卵」と呼びます。休眠卵は長期間生き続けることができるため、沿岸域の海底からはカイアシ類の休眠卵がたくさん見つかります。一方、外洋ではコペポダイトで休眠する種類が多く、水深千メートル程度の深海まで潜って休眠する種類もいます。わずかに数ミリの生き物がこれほど長い旅をするなんて驚異的だと思いませんか?

三陸沿岸のカイアシ類

三陸沖では、寒流の親潮、暖流の黒潮と津軽暖流が流れており、特徴の違う海水が複雑に混ざり合っています。これら起源の異なる海流によって様々な種類のカイアシ類が運ばれてくるため、三陸沿岸では多種多様なカイアシ類を見ることができます。岩手県大槌湾で2年間調査したところ、冬から春には親潮によって運ばれてきた亜寒帯性の種類が、夏から秋には黒潮や津軽暖流によって運ばれてきた亜熱帯性の種類が出現し、合計で70種類も確認することができました。日本周辺の海に出現するカイアシ類が全部で約400種であることを考えると、三陸沿岸はカイアシ類の多様性が高い海域と言えるでしょう。

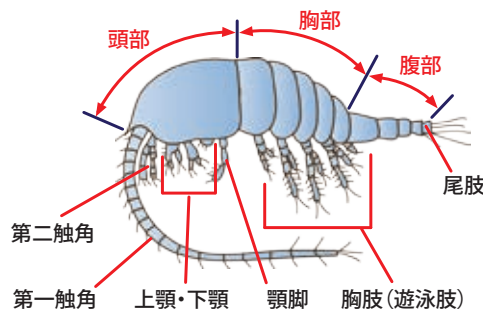


三陸沿岸で春に多く出現するカイアシ類アルカチア ハドソニカ。体の大きさは1ミリ

カイアシ類は目の前の海にもたくさんいます。魅力的なカイアシ類の世界を一度覗いてみませんか。

カイアシ類の体の構造

基本的な体の構造としては、頭部には水の動きや匂い(化学物質)を感知する触覚1対と餌を捕まえたり食べたりするための顎と脚が5対あり、胸部には遊泳するための脚が5対あります。体形はずんぐりしたものや細長いものなど様々です。





海に流出した汚染物質のゆくえは……？

東北地方太平洋沖地震とそれにもなう津波により、陸からさまざまな物が流れ出ました。高度な最先端の分析技術と手法を用いて行った大槌湾でのこれまでの調査では、問題となるような環境汚染は生じていないことがわかっていきます。どのような調査を行ってきたのか、研究班の小川代表にたずねました。

陸から海に流れ出た汚染物質

小川班の研究テーマは「陸から海に流れ出た汚染物質が実際にどうなっているか、解明する」ということでしょうか？



その通りです。東日本大震災では、家屋や送電線や車など、さまざまな物が海に流れ出ましたよね。石油コンビナートの火災などもあったし、工業用原料、農薬や医薬品なども波にさらわれているはずです。

陸上に天然にあった物質と、人為的に造られた物質、湾内に堆積していた物質が巨大津波によって海域へ出たけれども、広い海の水の中で、潮や風の流れる

あつて、そうした物質はどんどん拡散し希釈されてしまうでしょう。しかし一方では食物連鎖を通じた生物濃縮といった問題もあります。



食物連鎖？ 生物濃縮？ 小さな生き物を大きな生き物が食べて……、大きくなるほど、小さな生き物たちから食べてきた物が、お腹や体の中にどんどんたまっていくということ？



そうですね、海の中の食物連鎖というのは、まず植物プランクトンを動物プランクトンが食べて、それを小さな魚が食べて、小さな魚をもっと大きな魚が食べて、そしてそれらの糞や死骸をバクテリアが分解して

図1: 陸域からの流出物と分析対象



研究テーマ「陸域由来の環境汚染物質の流入実態の解明」
研究班代表 小川 浩史

東京大学大気海洋研究所
海洋化学部門 生元素動態分野 准教授
研究分野：生物地球化学

http://www.k.u-tokyo.ac.jp/pros/person/hiroshi_ogawa/hiroshi_ogawa.htm

……ということがくり返されています。生態系全体で見ると、大きな生き物ほど数が少ないピラミッド型になりますね。食物連鎖の中で最初に食べられる方の小さな生き物には、体の表面に微量の汚染物質がくっついていていただけだったとしても、それを食べる大きな生き物、さらに大きな生き物と、ピラミッドの上位になるほど汚染物質が蓄積されていくこととなります。漁師さんたちにも大問題なわけです。

分析を行う対象物のことを「試料」とか「サンプル」といいますが、このプロジェクトで我々が調べているのは、海水や泥といった「環境試料」がベースです（一部の生物試料も分析しています）。

4つの分析グループのそれぞれの仕事をご説明しましょう。

1 人為起源有機化合物 Hopane, PAH, LAB, PCB



この中でPCBというのはポリ塩化ビフェニル、簡単に言うとプラスチックの仲間の物質で、一九六〇年代から七十年代にかけていろいろな工業製品に使われていました。大変な有害物質ですが、高度成長期にはそうした物質が川や海にたれ流しにされ、深刻な公害問題が起きましたよね。PCBは一九七五年に法律によって製造禁止になつて、それまでに製造された物は厳重に保管されていたのですが、巨大津波によって三陸沿岸に保管されていたものが海に流された可能性があります。



ええっ……！ 保管していたというのは、簡単には蓋が開かないように容器が何かに閉じておいてあったのですか？



そうですね。しかし長期に渡って考えると、海の中でそうした容器が腐食していつか、少しずつ漏れ出してしまふ可能性もある。もうひとつ心配されるのは、保管されていたものとは別にかつて（製造禁止になる前の高度成長期に）海に流されて、沿岸海底の泥の中に残って埋もれていたものもあるはずですよ。それらも津波でかき回されて、泥の下にあったものが表に出て海に流れてしまった可能性も考えられたわけです。



PCBなどの汚染物質は数値として表れたりしているのですか？ これまでの調査でどこまでわかってるのですか？



現状では、大槌湾では特に環境汚染を示すようなデータは得られていません。

環境基準というのは環境省が作っているのだけれど、行政が検査を依頼するのは通常コンサルタント会社です。彼らは環境基準より低い数値を測る必要はないので、基準を下回っていれば数値に表さずにそれで報告が出せるわけですが、東京農工大学の高田秀重教授の研究室は、高度な最先端の分析技術で、そうした基準値レベルを下回る環境汚染物質の存在と動態を高感度で解明できます。



有機溶媒を使って抽出を行う前に、成分を分析しやすいよう均一にする



マルチプルコアラー(柱状採泥器)で採取した泥



スミスマッキンタイヤ(グラブ採泥器)による採泥の様子

分析する試料は、泥の場合、「採泥器」を使って採取する。採泥器にはグラフ式（つかみとり方式）や柱状式（打ち込み方式）など種類があり、堆積物の性状や目的によって使い分けられる。試料には木や貝などが混入していることもあるので、それらを取り除いて均質な試料にし、実験室で分析を行う。

2 重金属

Pb, Cu, Cd, Zn, Pt, Hg



これら金属元素は、鉛(Pb)・銅(Cu)・カドミウム(Cd)・亜鉛(Zn)といった、もともと自然界、天然にある物質ですが、それを抽出したり精製して重金属製品ができていますよね。例えば鉛は車のバッテリーに使われています。それらが腐食にもなつて、ジワジワと溶け出してしまふことが考えられました。



ものすごい数の車が海に流れ出ているはずですよ……？



そうですね。水銀(Hg)は水俣病の原因となった物質ですけど、われわれ日本人はあの物質で大変な経験をしましたよね。私たちの研究グループでは、水銀を環境省による基準の10万倍の高感度で検出できる技術を持っています。環境省の調査の下限値は1ppmまでですが、0.01ppbという値まで検出できるのです。

それから、重金属の中でもプラチナ(Pt)は、陸上にはあつても海中には本来はない物質です。ですからこれが検出されたら、その周辺には必ず陸域から来た重金属が何かあるということになります。



そうすると、そのありかを探して引き上げる、ということにつながるのですか？

そうです。ホットスポットと呼んでいますが、そうした汚染源が特定できたら、行政へ提言して、そこで汚染物質を除去してもらうことができますね。

そうすれば、漁師さんたちは安心して漁を続けられることになります。

3 耳石、貝殻中の 重金属組成

Pb/Ca, Ba/Ca, Sr/Ca

このグループは貝などの生物試料を分析していますが、ここで「マツセルウォッチ」という、世界的な基本手法についてお話ししましょう。マツセルとは日本で言う「ムール貝（ムラサキイガイ）」のことで、世界中どこにでもいる貝なので、ムール貝を分析することで共通に比較ができ、「ムール貝を見て、環境汚染を知る」とも言えます。貝の身の部分、脂肪の方には主に有機化合物が蓄積されますが、殻からは重金属の汚染を知ることができます。

他の貝ではダメなのですか？

たとえばアサリでやろうとしても、アサリがない国もあるので、比較できないですね。アサリとムール貝を比較しても、濃縮の仕方や生理特性が違います。ムール貝同士を比較することで、そうした生物の種類の違いによる影響を無視して、その土地の環境がわかるのです。

ムール貝は岸壁などに付着している貝

で、とても強く、地震と津波が起きた後もたくさんいますよ。船底やブイにもくっついて問題になったりしています。

では大槌湾のムール貝は、震災前に試料として採った貝と、震災後に採った貝があるのですか？ 震災前の貝もあれば、比較できる情報があるということ？

そこが重要なポイントなのですけれどね。大槌湾では震災後のムール貝はあるのですが、震災前は採取していなかったのです。どこか他の研究機関の研究者が採っていると思うので、リサーチをかけたのですが……、あつたのはアサリでした。しかし、同じ場所のものはないけれども、震災後のムール貝を大槌湾と別の場所で比較することはできますね。日本全国のデータがありますから。

なるほど！ すると、例えば東京湾のものと比較するとか、地震と津波の被害を受けた海と、そうでない海のムール貝という、環境の違いは反映されますね。

貝殻には表面の殻に木の年輪のような輪紋が刻まれている、日にちがわかるんですよ。二〇一一年三月一日の情報も刻まれています。ですから貝殻に含まれる重金属については、いつごろ濃度が上昇したか？ などを知ることがができます。

へえー！ 殻からそんなことまでわかってしまうなんて！

実は先ほどの「震災前と後の比較できないのか？」という疑問も、一つの貝があればわかるのです。それまでの情報が刻まれていますから。

カレンダー付きのタイムカプセルなのです！

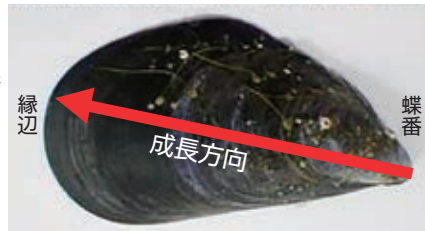


図2: ムラサキイガイ (ムール貝) 蝶番(ちょうつつがい)から縁辺(えんぺん)までを切断・研磨し、化学分析と成長線解析に用いる

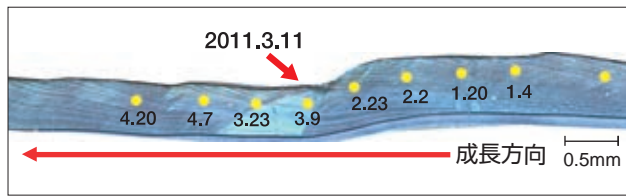


図3: 成長線解析の結果 貝殻の断面図。大潮ごとに明瞭な成長線に対応させていくと日付がわかる

4 陸起源天然有機物

$\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, Lignin

陸起源天然有機物というのは、森林の木々や枯れ枝、落ち葉、土壌など、もともと陸上にある天然有機物のことです。

そういう天然のものでも、普段と違う異常な量が海に出たら、生態系に何らかの影響があるということですか？

考えられますね。この中でリグニン(Lignin)というのは、海の中にはない「高等植物」を構成するもの……、つまり木などですね。机や柵などもリグニンでできていますが、こうした家具や木造の物も海にずいぶん流れ出ましたよね。木というと天然有機物、植物ですが、もともと海にはないものです。これらの物質がどれくらい運ばれてきたかがわかると、他の人工物質とセットで見て、汚染物質が輸送されるメカニズムを考える際のヒントになります。

「漁業復興のために行う 海の精密検査」

では、今後の小川班の課題は……？

この班の良いと思うところは、専門ごとにグループには分か

れているけど、ひとつの試料を各グループで分け合って分析しているという結果を得られていた結果を、今後はそのデータを突き合せて、統合していくことが当面の課題です。統合したデータに基づいて、深い考察を進めたいです。それにより、今後進めるべき新しい方向性、いろいろな事が見えてくるはずです。



地震と津波による汚染物質の影響が実際に見えてくるのは、

これからなのです。今後は町の復興にともなって沿岸域に建造物が作られたりするので、その影響も考えないといけないですよ？



そうですね。しかし、このプロジェクトを進めていく上で、悩みもあります。

このプロジェクトは「漁業の復興に役立てよう、地元ニーズをふまえて推進し成果を還元しよう」というものですが、高感度の検出技術や手法を用いて精査することで、「低い数値であっても、数字」としてデータが公表されたら風評被害につながるから、そんな高感度な分析をきれては困る」という声もあると思うんですよ。でもそこをていねいに説明して、それでもこの研究がとても重要なのだというところを、理解してもらわなくてはならないと思っています。

今回の未曾有の巨大津波によって陸から海に運ばれたと考えられる様々な汚染物質。仮にその一部が時間の経過に伴い

ジワジワと堆積物中や海水中に溶け出すようなことが起きたとします。おそらく初めはごく微量なので、環境基準値以下でしょう。一方、環境基準値以下の濃度レベルで高感度測定を続けていたところ、その低濃度レベル範囲内でも、時間経過に伴い徐々に濃度が上昇している、あるいは、ある特定な海域でいつも高い、というようなことがわかれば、それが将来的に環境基準を超えてしまう前に、警鐘を鳴らすことができます。



ウーン、悩ましいですね……。漁師さんとしては「あんまり細かいこと、やってくれるな」という本音もあるかもしれない……。



これは一つのたとえ話ですけど、町のお医者さんに診てもらったところ、「風邪でしょう。安静にしていればすぐ治ります、大丈夫ですよ」と診断されたとしても、それが今まで経験したことのないような頭痛だったら、たとえ治ったとしてもまだ何か気になる、ということがあるでしょう。それでもう一度、今度は大病院に行つてCTスキャンとか最先端の医療設備で徹底的に精密検査をして、それでもやっぱり大丈夫だったとわかったら、同じ「大丈夫ですよ」でも安心感が違うと思うのです。われわれは、そういう役目を担っていると思います。



それはたしかにそうですね。しかし「よくよく調べたら、大丈

夫じゃなかった」という不都合な結果が待っていることもあり得るわけですよ？



ですから、悪くなる前に対処しないといけない。「早期発見ということですよ。大丈夫じゃないところがわかったら、早くとり除かなくてはならないですから……。



なるほど！

このプロジェクトの中でも、この班の仕事は、市民や漁師の皆さんのご理解をいかに得ながら続けていけるか、がとても重要です。そのた

インタビューを終えて

通信第3号で学生実習をとりあげましたが、研究室では前任者の小池勲夫名誉教授（東京大学海洋研究所元所長）の頃から、毎年五月に大槌で新入生を対象としたフィールドワークを行ってきたとのこと。学部学生の頃は全く違う研究をしていた学生も入って来るので、船に乗り、水の採り方から試料の処理の仕方など一からトレーニングをして、作法を身に付けたら新青丸や白鳳丸など大きな研究調査船に乗せるのだそうです。大槌は新人教育の場でもあり、研究の出発点になる学生も多いのだとか。

今回は詳しく触れませんが、小川班長の専門である「溶存有機物」について「なぜその研究を続けているのですか」とたずねた時、「日々やっていることは水を採ってきて細かい分析をするなど、とても小さなことだけれども、それが地球上の炭素サイクルだと大きなことにつながるのです」「小さなことをやって、大きなことが見えてくる事に魅力を感じています」という言葉が返ってきました。日々ミクロな世界を見つめている小川班長の視線の先に、宇宙を感じました。



信頼関係を築いていくことが、とても大切なのです。

めにも、ていねいな説明をしていかなければならないと思っています。



航海調査で立ち寄ったミクロネシア連邦にて。ポナベのジャングルを歩く



研究室にて。地震と津波直後の画像も示しつつ説明

「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.aori.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。

魚がいるだけでは、だめなんだ 漁師さんがいないと



岩手県水産技術センター 技師

高梨 愛梨さん
たかなし あいり

漁業を安定して続けていくためには、過剰に漁獲せず、適切な漁をしていかなければなりません。それには、海にどれだけの魚がいて、それをどれだけ獲っているかを、数字にして把握する必要があります。高梨さんの仕事は、アジ、サバ、イワシ、スルメイカといった広く回遊する魚の状況を調べて数値化することです。

広い海の中で泳ぎまわり、つねに変化をしている魚を調査するのはむずかしいことです。朝は市場に行って魚の情報を得て、夜は岩手県水産技術センターの調査船で漁場調査をし、魚の体長を測ったり、年齢を調べたりしています。一種類につき年間およそ一〇〇〇匹以上のデータを集め、そこから海と市場の全体像を推測していくのです。

「海の中と市場に出回っているものの一部をとり出している調査なので、誤差がないと言いきれなところはありません。でも、感覚頼りでは何が起きているか、具体的に示せない。数字になれば、誰でも理解できるし、変化にも気づけます。たと

釜石湾の内湾の平田湾に、UFOが着陸したような建物があります。岩手県の水産を応援しようという、岩手県水産技術センターです。

海と市場に出で、魚を追う日々

「昨日は夕方家に家を出て、船で海に出ていか釣調査に。朝の三時くらいに帰ってきました」

五月から一月までの漁のシーズン中、高梨さんは海に出る日が週に二、三回はあります。



岩手県水産技術センター

えば、魚が減ったとしても、その理由が乱獲なのか、環境の変化なのか、調査を続けていけばわかります」

海の魚は、毎年異なる変動パターンを描く

「水まわりの生きものが好き」という気持ちから北海道大学水産学部に進み、若手県に水産職で就職、同センターに配属されて四年目になりました。

調査の仕事に、「生きものが好きなのに、扱つのは死んだ魚ばかり」と、最初こそギャップを感じましたが、初めて間近で見る漁業の世界に魅入られていきました。

「何も知らないまま、現場に行ったので、最初はよく怒られていました。漁師さんたちは口調も態度もきびしい。でも、それは危険ととなりあわせの仕事だから、事故が起きてはいけなから、真剣に怒っているんですね。命がけで仕事をしているから、仲間を思いやる優しさは、すごく強いと思います」

一日中、魚のことを考えている漁業者は自身が獲っている魚の資源やそれを取り巻く海の環境に敏感、知識も膨大。「学ばせてもらっている」と高梨さんは言います。

「このあいたは、大船渡の魚市場の社長さんから、『四〇年間、海を見てきたけれど、一度として同じパターンの年はない』と言われました」

変化を続ける海に、「今年はずえこの魚が少ないのだから」「サイズが大きいのはどつしてだろっ」と漁業者が疑問に思ったとき、「今年はずより回遊しているからですよ」「今は二歳魚が多いです」

というように、高梨さんはデータを使って答えられるようになりたいと思っています。

漁業、研究、行政をつなぐ

その場に現れただけで、周囲をパッと明るくしてしまふ高梨さん。初めて行った現場でも、帰り際には「また、明日くる？」と聞かれるように、すつとなじんでいきます。

上司の後藤友明上席専門研究員は、「好奇心旺盛で、漁師の世界や言葉を知らなくてもどんどん入っていきますね。ぼくらが三、四年かかってなじんでいくのに対して、すぐに漁師さんと仲良くなつてしまいます」と、語っています。

同センターは、研究機関であり、若手県の一組織です。科学的な視点で漁業を支援する役割を担っています。そんな中で、漁業の現場に行き、実情をよく知ったうえで、課題を見つけ出せる人材は大切です。

将来的には、今の研究職から行政職に変わる可能性もある高梨さんですが、漁業の現場で感じたこと、学んだことは忘れないようにしたいと思っています。

「若手県にとって、漁業は大切な基幹産業です。漁師のみなさんが、いつまでも魚を獲っていけるように後押ししたい。海に魚がいるだけではだめなんです。漁業者がいないと、魚は食卓に届かないのですから」



地元の漁船に乗り、漁業や魚の勉強

金石湾



研究室でイカの体長を測る



後藤友明上席専門研究員



海を知ろう！
海で遊ぼう！



復活“海の日一般公開”

7月18日、大槌町赤浜にある大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センターにおいて、海の日一般公開が5年ぶりに開催されました。

2010年まで毎年7月に行っていた一般公開は、2011年の津波でセンターが被災したために中断されていましたが、今回ようやく再開にこぎ着けました。季節外れの台風による悪天候が懸念されましたが、幸いにも予想は外れ、時々青空が顔を出す中で計200人ももの来場者を迎えることができました。

2010年までは、最多で1日1300人の来場者がありました。それに比べれば少ない人数ですが、じっくりと展示物を見てもらえました。例えば、ウミガメ水槽で2時間近く大学院生を質問攻めにする小学生やお母さん

が何組もいたのが印象に残っています。一般公開の前日には、大槌と吉里吉里の小学生80名を招いて、1時間で6つの展示物を見てもらいました。1つの展示で10分間では足りなかったのか、翌日も再び訪れてじっくりと星砂探しに取り組んでくれた小学生もいました。

私たちはそんな人達にこそ見てもらいたくて展示の準備をすすめてきました。来年以降もこの企画を継続し、少人数の心に深く刻み込まれるような展示を準備していきたいと思っています。

東京大学大気海洋研究所 教授 佐藤 克文



一般公開前日には大槌と吉里吉里の小学生80名が来てくれました



質問攻めに大学院生もたじろ



大槌湾の生き物に触れるタッチプール



どんな生きものがかくれているのかな？



相当突っ込んだ質疑応答がなされている模様です



「先生、これなんですか」



河村センター長による講演

研究所に寄せられたアンケートから

- ・エラの中から白いぶつたいが出てきた。びっくりした。(10歳以下女子)
- ・ナマコをさいしょはさわれなかったけど、さわれたので良かったです。(10歳以下女子)
- ・サメのことを知りたい。(10歳以下男子)
- ・カメってしっぽがあるやつとないやつがいるの？(10代女子)
- ・ウミガメが近くを泳いでいると思わなかった。(20代会社員女性)
- ・娘(4歳)がタコが生きているのにびっくりしました。(20代男性)
- ・フィールドワークの参加企画をして欲しい。(20代公務員男性)
- ・地元の施設なので、もっと研究をPRして欲しい。また一般公開を行って欲しいです。(40代公務員女性)
- ・子どもたちはかなり集中してちりめん、星砂拾っていました。(40代主婦)
- ・沿岸部に住んでいてもなかなか海の生きものにふれあえる機会がないので、今回のイベントは子どもにとっても大人にとっても楽しい時間になりました。(40代主婦)
- ・被災跡地での研究、イベントに心意気を感じました。(40代公務員女性)



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

文部科学省の支援を受けて2012年1月に開始されたこの事業は、東北大学、東京大学大気海洋研究所、海洋研究開発機構が連携し、地震と津波で被害を受けた東北沿岸域の科学的な調査を10年間にわたって行うものです。調査研究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。

東北マリンサイエンス拠点形成事業公式ウェブサイト URL: <http://www.i-teams.jp/>

プロジェグランメーユ



東京大学大気海洋研究所
岩手大学

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**

プロジェグランメーユとは

東京大学大気海洋研究所では、TEAMS 東大グループの愛称を「プロジェグランメーユ」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「グランメーユ」にちなんでいます。 ※グランメーユとは仏語で大きな木槌の意。

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

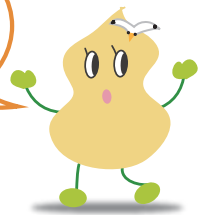


海洋研究開発機構 (JAMSTEC)
東海大学

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**

プロジェグランメーユ
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グランメーユが発行するものです。

プロジェグランメーユ URL: <http://teams.aori.u-tokyo.ac.jp/>
活動内容や研究成果はウェブサイトからもご覧いただけます。

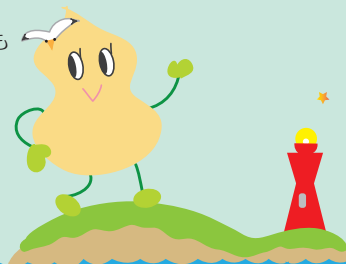


プロジェグランメーユのキャラクター紹介「こんにちは メーユです！」

みなさんにプロジェグランメーユをご案内する広報大使のメーユをご紹介します。

メーユはひょうたんの形をした不思議な生き物です。サイエンスのことはあまり知らないのですが、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。

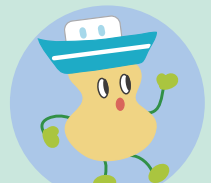
- チャームポイント：カモメのヘアピン
- 好きな食べ物：新巻鮭
- 特徴：ハート型の葉っぱの手で光合成をする



メーユのお友達



グラン博士



赤浜くん

メーユ通信 第4号 2015 秋
発行日/2015年10月1日
発行/東京大学大気海洋研究所(プロジェグランメーユ事務局)

○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・プロジェグランメーユ事務局
電話: 04-7136-6407 E-mail: teams@aori.u-tokyo.ac.jp URL: <http://teams.aori.u-tokyo.ac.jp/>

はまさんの台所

第4回

マンボウと卵のコラボを楽しんで マンボウの茶わん蒸し

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。



■材料（5人分）

- 卵 3個
- だし汁（顆粒だしを使用）..... 400cc
- 塩 ひとつまみ
- 薄口醤油 大さじ四分の三
- マンボウ 適量
- 三つ葉 適量
- しめじ又はしいたけ 5切
- ちくわ、かまぼこなど 5切

■作り方

① マンボウを茹でる。鶏のささみになるので、手でさいて器に入れる。他の材料も器に入れる。

② 温めただし汁に塩、薄口醤油を入れる。ペーパータオルで濾すと仕上がりがきれいになる。

③ 冷めただし汁に卵を割り入れ、混ぜる。

④ 卵液を茶漉しなどで濾す。

⑤ 器に卵液を注ぎ入れラップをかける。

⑥ 湯気があがった蒸し器に器を並べ、蓋をして10分蒸す。

⑦ 10分たったら出来上がり。



POINT 薄口醤油がないときは濃口醤油を使ってもOK。その場合、塩をほんの少し増やしてね。

POINT 卵液を注いだときに気泡ができてしまったら、チャッカマンの火を近づけると消えるよ。

■バリエーション

○ゆでたマンボウが残ったら

きゅうりの千切りの上に、細くさいたマンボウと白髪ねぎをのせて、ごま油、ラー油などで味つける。

○マンボウの腸のチャンプルー

マンボウの腸が手に入ったら、適当に薄く切り、にんにくの芽やゴーヤなどと市販の焼肉のタレで炒める。



はまさんのつぶやき

7～8年前に初めてマンボウを食べただけで、その時は水っぽいと感じて、こんなものどが美味しいのだろうと思っていたよ。

ある時マンボウの腸が手に入ったんで湯がいて酢味噌で食べたら、コリコリして旨くてはまっちゃって。欲が出て身や腸、卵、肝などを刺身・和え物・揚げ物・蒸し物などで食べたろうまいこと！

岩の塊みたいなマンボウも見かけたけど、ジャンプして体を叩きつけて自分についた虫を落とすんだってね。そんな賢くて可愛いヤツを食すなんて申し訳ない！でも「ウマイ！」

「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。

マンボウについて

東京大学大気海洋研究所 特任研究員 中村 乙水

マンボウは普通の魚の後ろ半分を切り落としたような独特の形をしていて、尾びれがない代わりに背びれと臀びれを左右に振って泳ぐ。ザラザラの鮫肌をしているため、マンボウザメと呼ばれることもあるが、フグに近縁な魚である。岩手では初夏と晩秋に沿岸の定置網漁で獲れ、大きなものでは全長2mをゆうに超える。

船で沖に出ると大きなマンボウが海面に横倒しになって漂っているのを見ることがある。そんな様子から、マンボウは泳ぐ力が弱く波に漂って暮らしていると考えられてきた。しかし、マンボウにデータロガーと呼ばれる機械を取り付けてマンボウの行動を調べてみると、

海面をしばらく漂った後に深度100m以深まで潜ることを繰り返していることがわかった。この時、カメラも一緒に取り付けてみると、深度100m以深の冷たい水の中でクダクラゲ類という特殊なクラゲの仲間を食べていることがわかった。深いところに餌がいるのにわざわざ海面と行き来するのは不思議である。そこで、体温計も取り付けてマンボウの体温を測ってみると、冷たい水の中で餌を食べている最中に下がった体温を温かい海面にしばらく漂う間に回復していることがわかった。我々が見ていたマンボウが海面を漂っている姿は、深いところで餌を食べた後に身体を温める様子だったのだ。