隻

地上に風が吹き、雨が降り、気温が変われば動植物が影響を受けるのと同様に、深くて広い海の中 - 水が運ぶさまざまなもの

動きが明らかになりました。 き起こしているのかを研究しています。東日本大震災後の集中観測によって、 近づきにくいため、調べるのには困難が伴います。 でも海水がめぐり、さまざまな変化を起こしています。しかし、大気観測とくらべると、海中は人が 東京大学大気海洋研究所の田中潔准教授は、三陸沿岸で海の水がどう動き、 湾内の不思議な海水の なにを運び、なにを引

# 春の冷水がもたらす災いと幸い

アワビやウニ漁、

けど、冷水が離れるのが思いのほか早かったので、 年は三度くらいまで下がったか。冷水帯がいつまで よく岩につくんだ。すると、それを食べるウニやコ も湾内にとどまっていると、養殖のワカメが変色し ました。大槌湾と釜石湾のあいだにある両石湾で てしまって売り物にならなくなるので心配したんだ 二浦憲男さんは、海水温を心配していました。 「冷水帯が岸までくると、天然のワカメやコンブが 「いつも三月くらいに水温が下がるんだけれど、今 今年三月、冷たい水が沖から三陸の湾に寄せてき ホタテやワカメの養殖をしている 悪いことだけでなく、良 THE PARTY NAMED IN

だいじょうぶだったよ

いことももたらします。

春にやってくる冷水は、

ンブもよく育つんだな」

養殖筏(広田湾)



観音様に見守られ、いざ調査へ(釜石湾)



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 田中 潔 准教授

研究分野 海洋物理学、海洋力学。三陸沿岸域や太平洋、南 極まで、さまざまな海域の海流の実態(海の水はどこから など)を、海洋観測、数値シュレーション、流体力学理論 など多様な研究手法を駆使して調べている。大阪府出身。 個人サイト: http://www.icrc.aori.u-tokyo.ac.jp/ member/ktanaka/index.html

どを運んできます。栄養のある海では、 のでなく、海の持つ豊かさに頼るものです。 よく育ちます。三陸の湾で盛んに行われている養殖 海流は、暖かい水、冷たい水、栄養、生きものな 無給餌養殖といって、 エサや栄養を人が与える 生きものが

がなんとなくわかるけれど、もうデータの数字が 帯くらいなら、近くに行けば が吹く』というように、 話で、水温、PH、栄養塩などのデータを得ています。 でいろいろな自然の変化を当てられた。 かを知ることは重要になります。三浦さんは携帯電 「おじいちゃんの世代は『○○の鳥が鳴けば北風 漁業者にとって、 海水がどのような状態にあるの 風や雲や生きものの様子 『冷たい』というの 今は冷水

## 海の生きものは流れで変わる

通りに青黒く見える、 陸沖でぶつかって勢力争いをしています。 津軽海峡を抜けて岸に沿って南下する流れが津軽暖 ら分かれて日本海側を北上する対馬暖流が、さらに の方からくる寒流・親潮は、冷たくて植物プランク 南岸を流れる暖流・黒潮は透明度が高く、その名の トンによる栄養豊富な海流です。南からきて日本の 三陸沖は、複数の海流が混ざりあうのが特徴です。 北のカムチャッカ半島、オホーツク海、 黒潮、 津軽暖流の三つの海水が、三 流れの速い海流です。 千島列島 黒潮か

のところでは海に浮かんでいる小さい生き物や植物 では海底近くの栄養分が巻き上げられたり、下降流 同じように「前線」と言います。前線のあるところ 暖かい水と冷たい水がぶつかるところを、 上昇流と下降流ができます。上昇流のところ 天気と

を調べているのが、

東京大学大気海洋研究所の田中

どのように海の水は動いているのでしょうか。それ

から湾の中に入りこんだ親潮の水です。

三浦さんが話していた、三月にきた冷水帯は、

沖は豊かな海なのです。 が集まってきたりするので、 多様な前線がある三陸

次々と違う顔を見せてくれます そして、季節が変わるごとに海流が入れ替わり、

れ込み、冷たい海を好むサケやマスが、 て沿岸域まで回遊してくるのです。 水も含んでいて、三、四月には五度を下回る水が流 親潮が南へおりてきます。 オホーツクの エサを求め

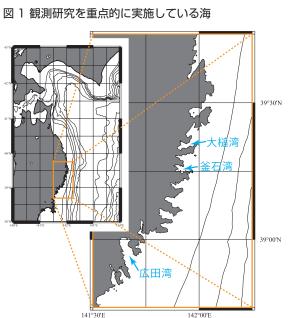
きくなったサケが、十一月ごろから故郷の三陸の川 戻り鰹、一○~二○度を好むサンマです。そして、 超えてきますが、その後は下がっていきます。 アジ、マグロなど多彩な魚が主役に代わります。 に産卵のために戻ってきます。 川で生まれ、ベーリング海やアラスカ海へいって大 しているスルメイカ、ヒラマサ、マンボウ、サバ、 力を伸ばします。水温は二〇度を超え、 夏になると、親潮は北に戻り、黒潮系の海水が勢 海水温がもっとも高くなるのが九月で、二○度を 北上していた魚が南下してきます。脂がのった 黒潮を回遊

ることもあります。 また、一メートルもあるオオカミウオも沿岸に現れ たい水を好むケガニ、タラの仲間がよく獲れます。 冬は、親潮の勢力が増し、南下してくるので、 冷

災の後も、大きく変わることはありませんでした。 こうした海流の変化は、二〇一一年の東日本大震

## 湾内では、 油

データを集めて海中の謎を探る





調査のため漁師さんに傭船をお願いする(広田湾

水産施設が多数敷設されている三陸沿岸では、地元の漁業協同組合や 漁師さんの協力なくして観測はできません。田中准教授のグルー 美協同組合や岩手県水産技術センター、岩手県水産部などと連携して観 画を立てたり、情報交換を行っています。

ご登場いただいた三浦憲男さんは釜石 、気海洋研究所の佐藤克文教授が2004年に三貫島でオオミズナギ 調査を始めて以来、毎回船で鳥に渡していただいています。

潔准教授です

を運んでいるのかを調べています。 してます。海水がどこからきて、どこへいくのか。 田中准教授の専門は海洋物理、 遅いのか。酸素や栄養など、 海水の流れを研究 どんなもの

> ます。 の層、

に表面に浮かんだ三メートルくらいの層になっ

温や塩分を計ったりしています。 さや向きを計ったり、 防波堤を建築中の釜石湾、 海面から海底付近までの様子を捉えることがで 特に湾内では年に数回、 その沖合を重点的に観測をしています ADCPという計測機器を使って海流の速 典型的なリアス式湾である大槌湾、 CTDという機器を使って水 南東に開いている広田 小型船に乗って船 どちらの計測機器 **図** 

塩計なども海中や海底に設置中です。 くなってしまうからです。 ないと、潮が変わって同じ条件下のデータではな できるだけ早くまわらなくてはなりません。 器を下ろしていきます。湾内の観測地点は、 ところではモーターを使って、船から海底に計測機 船で観測地点へ行き、 つねに海流の変化を捉えられるように、 常時監視型の流速計や水温計、 浅い場所では人力で、 また、船をださなくと 波浪計 そうで 大槌湾 日に 深い

## 図2 晩春から初秋にかけての大槌湾内の海流の様子

どの川の水と海水が混じった水で、塩分が薄いため

番上の緑色の矢印は、

鵜住居川、

大槌川、

小鎚川な

図2は、大槌湾の水の動きを記したものです。

わかりました。

秋の大槌湾の海流が、

三層構造になっていることが

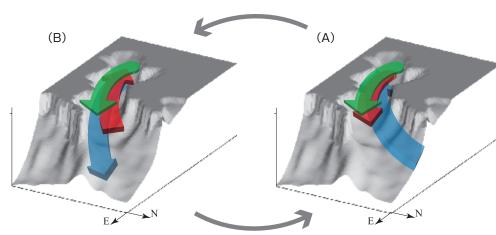
こうした調査を三年間続けて、

最近、

晩春から初

湾内の海流は三階建て構造 (三層構造) となっていて、1階の流れ (青色の矢印) と2階の流れ(赤色の矢印)は6~12時間毎に交替して現れる。

湾内で起きるダイナミックな変化





CTD (conductivity temperature depth) 深さ10cm刻みごとに、水温や塩分を計ること ができる



(acoustic Doppler current profiler) 海の中に超音波を発射して、海の塵や生き物 にあたって戻ってくる反射波を解析し、海水の 流速(向きと速さ)を計る

層は重いので下に沈んでいます。 メートル以上の厚みがあります。 暖かい水の層は軽いので上に浮き、 赤い矢印は太陽であたためられた暖か 青い矢印は冷たい海水の層で、いずれも一〇 物理の法則に従っ 冷たい水の い海水

湾奥に向かって流れています(A)。それが六~ 赤い層が沖に向かって流れているとき、 青い 、層は



海象観測筏(水温プロファイル計・大槌湾) 大槌湾では様々な自動観測機器を用いて、海洋環境のモニタリングを 実施。得られたデータはウェブ上でリアルタイム配信されている

ています。 も秒速三〇センチメートルと、かなりの速さで動いは、早いときでは秒速五〇センチメートル、通常では向かってと、流れの向きが逆転します(B)。流れ一二時間もすると、赤が湾奥に向かって、青は沖一二時間

きさや海底地形の違いなどが関係しているようです。特さや海底地形の違いなどが関係しているようで、湾の大湾内に三層構造は作られますが、大槌湾ほど湾内全は、物理学の理論から考えると、潮の満ち引き、大陸は、物理学の理論から考えると、潮の満ち引き、大陸は、物理学の理論から考えると、潮の満ち引き、大陸は、物理学の理論から考えると、潮の満ち引き、大陸は、物理学の理論がら考えると、潮の満ち引きが大槌湾の海中全体で、そんなダイナミックな動きが大槌湾の海中全体で、そんなダイナミックな動きが

# 新たにわかった水の動きを糸口に

らきた水は、湾の奥まで行っているの?』と聞かれ ます。今まではそうした質問に答えられる科学的証 ることは以前から想像していましたが、それが湾全体 にじゅうちょう)』といわれることがあります。 の現象は、漁師の言葉で、『二重潮(ふたえじお・ ロープが傷んでしまうことがよくあるからです。こ になることもあって、イカダを海につなぎ止める れ、しかも時間がたつと引っ張られる方向が逆向き を入れると上半分と下半分が逆の方向に引っ張ら ます」と、田中准教授は語っています。養殖イカダ ることが、今回の研究で科学的に裏づけられました。 で組織的にこんなにもダイナミックに起きていてい 大槌の漁師さんたちは、体験的に知っていたと思い 「ある地点の上層下層で、逆向きの海流が流れてい 「海の中の上下で流れの向きが違っていることを、 また、ときどき漁師さんから『深いところで外か

# 海流を利用する海の生きもの

## サケの稚魚が一斉にいなくなった

昨年、我々はサケ稚魚の分布状態を調べるため、大時年、我々はサケ稚魚の分布状態を調べるため、一方にサケの姿はどの群れを継続的に確認していたのですが、不思るほどの群れを継続的に確認していたのですが、不思いました。四月以降、漁港などを中心に真っ黒に見えいました。

一晩のうちに一体何が起きたのか。サケだけを見ていては説明することができません。しかし、同時に行いては説明することができません。しかし、同時に行いては説明することができません。しかし、同時に行いては説明することができません。しかし、同時に行われていた田中さんの観測は、サケ稚魚の消えたまさきを詳細に捉えていました。この頃、沖合には黒潮ととを詳細に捉えていました。この頃、沖合には黒潮ととを詳細に捉えていました。この頃、沖合には黒潮ととを詳細に捉えていました。この頃、沖合には黒潮ととを詳細に捉えていました。この頃、沖合には黒瀬ととを詳細に捉えていました。この頃、沖合の暖水を一気に大槌湾へ運んだのです。これにより大槌湾内にいたサケ稚魚は、カールのうちに一体何が起きたのか。サケだけを見ていては説明することができません。しかし、同時に行いては説明することができません。

田中さんの研究によれば、この現象は大槌湾で特に田中さんの研究によれば、この現象は大槌湾以外のサケ稚魚に関する情報はありませんが、海槌湾以外のサケ稚魚に関する情報はありませんが、海の物理的な環境が生物の行動に大きな影響を与えた一の物理的な環境が生物の行動に大きな影響を与えた一の物理的な環境が生物の行動に大きな影響を与えた一の物理的な環境が生物の行動に大きな影響を与えた一の物理的な環境が生物の行動に大きな影響を与えた一番先に接岸する親潮系水に依存して成長し、外洋へ向かうことが知られています。おそらく我々の観察は大槌湾で特に異な現象で、この後のサケ稚魚がどうなったのか興味といところです。

# 海流は生きものを運ぶベルトコンベア

青山

潤

産卵するウナギです。
ちません。例えば、サケとは逆に川で成長して、海でちません。例えば、サケとは逆に川で成長して、海で回遊を行う生物では、海流抜きにその生活史は成り立利用した生活史を持っています。特に地球規模での大利用した生活史を持っています。特に地球規模での大利用した生活史を持っています。

付いて沖へ戻されないようにするメカニズムです。付いて沖へ戻されないようにするメカニズムです。イセエビやアナゴでも同じようなメカニズムがです。イセエビやアナゴでも同じようなメカニズムがです。イセエビやアナゴでも同じようなメカニズムがです。イセエビやアナゴでも同じようなメカニズムがです。イセエビやアナゴでも同じようなメカニズムがの漁方はで子ども時代を過ごす多くの海産魚に「選択や河口域で子ども時代を過ごす多くの海産魚に「選択や河口域で子ども時代を過ごす多くの海産魚に「選択や河口域で子ども時代を過ごす多くの海産魚に「選択や河口域で子ども時代を過ごするメカニズムです。

する情報が不可欠と言えます。 ら、その「生き様」を理解するためには物理環境に関生物は様々な環境に応じて進化してきたわけですか



青山 潤 教授 国際沿岸海洋研究センター 沿岸保全分野

研究分野/魚類生態学。ウナギー筋 に研究を行ってきたが、最近では東 に研究を行ってきたが、最近では東 北のサケやイカナゴにすっかり魅せ られている。研究の傍らエッセイ賞受 執筆。第二三回講談社エッセイ賞受 執筆。第二三回講談社エッセイ賞受

## 大槌湾海洋環境モニタリング リアルタイム中継

大槌湾内の水温や波浪の毎日のデ タを、 宅のパソコンや携帯電話で見ることができます。

携帯電話・スマートフォンで QR コードを読み 表示された以下の URL からサイトに接 続してご覧ください。

URL http://lmr.aori.u-tokyo.ac.jp/ feog/kosei/ootsuchi/m/





携帯電話用

パソコンの方は「東大 沿岸海洋センタ-検索していただくと、沿岸センタ--夕配信画面に入れます。

## メーユのクイズにチャレンジ(表紙参照)の答え 「津軽暖流の水.

赤道より少し北から流れてきた黒潮が、

東シナ海で枝分かれして対馬海流とな 日本海を北上し津軽海峡から三陸



沖に出て南下しています。

## 海 の豊かさと物理

## 福 田 秀樹

## 栄養がかき混ぜられる、 冷たい親潮

でも、

揃いました\_

また、特にこれまでは、

漁業の面でも、

研究の面

拠がありませんでしたが、今では、

湾口から湾奥ま

で海流が組織的に流れているといえる科学的証拠が

それは植物が少ないためです。 で深くまで見えるから黒いと表現される海流ですが、 三陸沖は南から黒潮が流れてきます。黒潮は、 透明

と上下が混ざらないままになります。 かったりしますが、海は昔のお風呂と同じように、上 に暖かくて軽い水があり、下は冷たくて重い水がある 最近のお風呂は浴槽内のお湯が均一に暖か

まいます。

の変化、青い水の層に焦点を当てて実態を調べること

によって、新しい糸口が見つかるかもしれません」

るのか。さまざまな疑問を解くのに、三層構造や海流

るのか、栄養はどの層でどのくらいの量が運ばれてく

「生きものが移動するときは海流をどう利用してい

中准教授は語っています。

たことで、新たな観点が得られるのではないかと田

三層最下の青い水の層の存在が明らかになっ 緑の層や赤い層の水が注目されていました。

少ない透明な青い海になるのです。 ざらないので栄養が上のほうに運ばれにくく、 栄養は糞の形になって沈んでいきます。 に表層の水が暖かすぎるところは、上下がほとんど混 植物がどんどん栄養を使い、その植物を動物が食べ、 温かく上にある層の光がよく当たる表面で 亜熱帯のよう 植物が

される、すると上の水の密度が大きくなってかき混ざ 北の海が豊かといわれるのは、寒いから海水が冷や 沈んでいた栄養も上がってくるからなのです。

## 青く美しい海と、 豊かな海のバランス

す。四、五月になると、今度は黒潮から分かれた津軽暖 は北から親潮がくるので、その時期は栄養が最も豊富で 流で亜熱帯からやってきた水が入ってきます。 **大槌湾をはじめとする三陸地域は、二月から四月まで** 

やすい、海水交換がさかんな湾です。 の水が湾の外に流れ出やすく、湾の外の海水も入って来 栄養は川からも入ってきますが、大槌湾は比較的、 Ш

> 蓄積のしやすさは湾ごとにまちまちです。 て海水交換のしやすさが変わるため、 同じリアス式海岸でも、 湾の形や防波堤の存在によっ 川からきた栄養の

今のような景観のよい、青いきれいな海はなくなってし うぐらい酸素を使いすぎてしまうこともあります。 ですが、植物が多すぎると魚などが住めなくなってしま 糞が微生物に分解されて栄養に戻るときには酸素が必要 と海は濁った茶色っぽいものとなります。 海の色は植物の多さで変わりますが、植物が多すぎる 湾の栄養が増えすぎると、生き物は多くなりますが、 また、

ひとつの海の青さや、カキやホタテがどれくらいとれ 物理と生物と化学があわさって決まるのです。



沿岸保全分野 東京大学大気海洋研究所 国際沿岸海洋研究センター

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