



のと海洋ふれあいセンターだより

の と かい ちゅう りん
能 登 の 海 中 林

NEWS LETTER OF NOTO MARINE CENTER No.19. Sept. 2003



城ヶ崎海岸の灰色の凝灰岩ぎょうかいがんに空く穴(7p参照)

< 目次 >

メバルは3種に分けられる～隠れた「種」を見つける～	甲斐 嘉晃...2
リセットクリーンアップ事業について	田島 迪生...4
タッチフィールドと藻塩体験コーナーの完成	東出 幸真...6
トピックス	7
センター誌抄と観察路だより	8

平成15年9月

メバルは3種に分けられる～^{かく}隠れた「種」を見つける～

京都大学大学院農学研究科 ^{かい よしあき} 甲斐 嘉晃

メバルは北海道から九州までの岩礁地帯にごく普通に見られる種類です。能登の市場でも「はちめ」とよばれ、冬から春にかけて多く水揚げされます(写真1)。このメバルを見ていると、あることに気づきます。メバルの体色には、赤い色のもの、黒っぽいもの、茶色いものの3つのパターンが見られるのです。漁師さんたちや釣り人の中には、「これらは別々の種類だ」と言う人もいるほどバリエーションに富んでいます。実際、体色ごとに市場で取り引きされる値段が違ふこともしばしばあります。



写真1 能登の市場に水揚げされた「はちめ」

体色の赤いタイプ(写真2)は、体色、胸鰭、腹鰭が赤いだけでなく、他の形態的な特徴も見られます。胸鰭が長く、たいてい肛門の直上付近まで伸びており、軟条数を数えてみると15本であることが多いのです。体色の黒いタイプ(写真3)は、背中側が真っ黒で胸鰭も黒くなります。生きているときは背中側が少し青みがかかることから、場所によっては「あおめばる」と呼ばれることもあります。このタイプの胸鰭の軟条数は16本であることが多いのです。メバルの中では最も外海によく見られるタイプで、能登には少ないのですが、和歌山などに行くと多く見られます。体色の茶色いタイプ(写真4)は、生きているときには黄金色で死後は焦げ茶色になり、胸鰭も茶色っぽくなります。3型の中では最も普通に見られ、胸鰭の軟条数は17本であることが多くなります。

今のところこれらの体色の違いは「^{どうしゅない}同種内の^{へんい}変異で水深や環境による^{ほごしよく}保護色である」とされることが多いようです。しかし、胸鰭の軟条数は赤、黒、茶色のタイプで異なりますが、普通、環境の変化で胸

鰭の軟条数が変わることはありません。体色の違いは本当に環境による違いなのでしょうか？それともこれらは実は別種の関係にあるのではないのでしょうか？

実はこのメバルの体色の違いは、さかのぼること100年、^{せいれき}西暦1904年から魚類の研究者たちを^{こんらん}混乱させてきました。体色の違いは別種にするべきだと言う説と、同種内の^{へんい}変異にしかすぎないと言う説があったのです。しかし、詳しい研究がされないまま、近年は同種内の^{へんい}変異と言う説が^{しはいてき}支配的でした。一体どちらの説が正しいのか、私達の研究グループではこの問題に取り組むことにしました。

これを調べるためには、まず「種」とは何かという話からしなければなりません。「種」の定義はいろいろあるのですが、最も一般的なのは「^{しゆ}生物学的種^{がいねん}概念」というものです。実際の定義はやや難しい話になるのですが、これをメバルに当てはめて、話を簡単にしてみましょう。もし、メバルの赤同士、黒同士、茶色同士が^{こうはい}交配して子供を産むことができるが(メバルは魚類では珍しい^{めづら}卵胎生^{らんたいせい}なので、卵ではなく^{ふか}孵化した仔魚^{しぎよ}で親から産まれます)、赤と黒、黒と茶、茶と赤の異なる色同士の^{かくり}間には子供ができないのなら、メバル3型は生殖的に隔離されており、「メバルの赤、黒、茶型は互いに別種の関係にある」といえます。逆に、赤と黒、黒と茶、茶と赤の間でも自由に子供を作り、次世代に残すことができれば、メバルの3型は同種で、体色の違いは同種内の^{へんい}変異にしかすぎないと言うことになります。

しかし、実際にメバルの^{しきさいがた}3色彩型の間でも子供を残せるかどうかを直接観察するのは大変難しく、労力がかかることです。そこで、私達の研究グループ



写真2 体色が赤いメバル

ではメバルのDNAに注目したのです。DNAは4種類の塩基という物質がたくさん並んでできており、この並び方を塩基配列といいます。DNAの塩基配列は突然変異により、時間が経つにつれてどんどん変わっていきます。もし、メバルの3色彩型が互いに交配して子供を残すことができているのなら、それぞれの型のDNAは互いに混じりません。DNAが混じらなければ、それぞれの型に特有のDNAの塩基配列に変異が見つかるはずですが、そこで、能登の海から採集したメバルの3色彩型を使って、それぞれの型のDNAの変異を調べることにしました。

まず最初に、ミトコンドリアDNAと呼ばれる遺伝子のある部分を調べてみることにしました。普通のDNAは細胞の中の「核」と呼ばれる部分に含まれているのですが、ミトコンドリアDNAは核の外、細胞質に含まれる特殊なDNAです。しかし、膨大な情報量を含む核のDNAに比べると、ミトコンドリアDNAはコンパクトで調べやすく、この手の研究にはよく使われる遺伝子です。そして、別種と言われる魚類でこの遺伝子を調べると大抵明らかな違いが出てきます。ところが、メバルから取り出したミトコンドリアDNAの塩基配列を、赤、黒、茶色型のそれぞれと比較してみたところ、3型を明らかに区別できるような配列の違いは全く見つかりませんでした。同じ型のメバル同士のDNAは、なんとなく似ているような傾向は見られたのですが、はっきりと3型が遺伝的に異なる、という結論がでなかったのです。この遺伝子で違いが出ないと言うことは、メバルの3色彩型はやはり同種内の変異なのでしょうか。

しかし、一つの遺伝子を調べただけで、同種か別種の判断を下してしまうことは、時として危険な場合があります。一つの遺伝子を調べた結果よりも、多くの遺伝子を調べた結果に基づいた方が、より正確な関係を推定できるのです。メバルもたまたまミトコンドリアDNAで3型の違いが出なかった可能性は否定できません。

そこで、今度は一度に多くの遺伝子を解析できる



写真 3 体色が黒いメバル

新しい手法を使うことにしました。この手法は、AFLP法といって、1995年に開発された比較的新しい手法で、膨大な情報量を持つ核DNAを効率よく調べることができます。AFLP法が開発されたことで、これまで困難であった核DNAの解析が可能となりました。AFLP法は、先ほどのミトコンドリアDNAの解析のようにDNAの塩基配列を直接決定するのではなく、ある特定の塩基配列があるか、ないかを調べます。まだ魚類への適用例は少なかったのですが、この方法をメバルでためして見ることにしました。メバルにこの方法を適用し、安定した結果を出すまでにはずいぶんと苦労し、何度も実験を繰り返さなければなりませんでしたが、1年ほどかけてようやく結果が出てきました。すると、メバルの赤にはあるが、黒にはない、というような、3型を識別できるような塩基配列がいくつも存在することがわかりました。また、3型で明瞭ではないものの少し違いのある遺伝子も数多く見つかりました。このように、遺伝子に明瞭な違いがある、ということは、3色彩型は互いに交配していない別種の間にある、ということです。今まで、同種内の変異と言われていたメバルの3色彩型は互いに別種の間にある、ということを経験した遺伝子研究によりはっきりさせることができたのです。

一つの遺伝子を見ても違いが出なかったのに、多くの遺伝子を見ると違いがはっきり出た、と言うことは、メバルの3色彩型がそれぞれ「別種」になってからの時間が短いためだと考えられています。メバルの3色彩型は一体なにがきっかけとなって「別種」へと進化していったのでしょうか？この謎を解くには、さらにメバルの生態調査等の研究を続けていかなければならないでしょう。また、メバル以外にもメバルの仲間には体色が違うために、同種か別種かの判断が付きにくい種が多く含まれています。アメリカでもメバルの仲間の進化が注目され、遺伝的な研究もどんどん進んでいます。私達の目の前の海にも進化の「謎」はたくさん残されているのです。



写真 4 体色が茶色いメバル

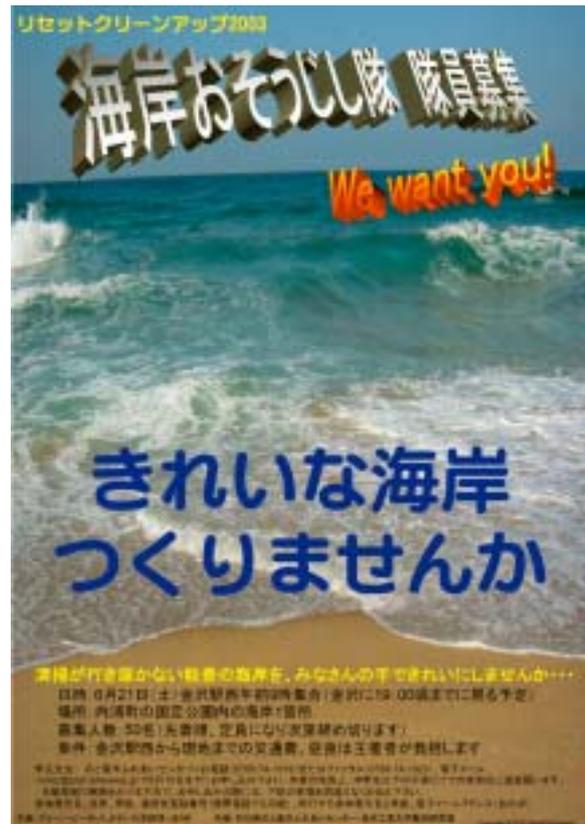
リセットクリーンアップ事業について

田島 迪生

今年の6月21日(土)に当センターでリセットクリーンアップ2003と言う事業が実施されました。1ヶ月前前に金沢工業大学環境システム工学科の敷田麻実教授から何処か能登でやってみないかの打診があり、当センターとしては多忙ではあるが、環境調査も業務の一環であるので引き受けることにしました。事業の内容はある一定の沿岸区域の全てのゴミを一掃し、その後、どのようにその区域にゴミが集まるかを追跡する調査です。主催は日本財団、海守・クリーンアップ全国事務局です。共催が金沢工業大学と当センターです。



場所選定にあたっては、主催者が来県し、色々見て回り、当センター内に決めたようです。当センターの本館を海の方に降りると今年、整備した藻塩体験フィールドがあります。海に降り、左に曲がると六角柱の飛び石があり、それを渡ったところが、調査区域となりました。当日の参加者は、ボランティア「海守」から28名、本県から62名、事務局、敷田研究室および当センターなどを含めて約100名です。心配していた雨も降らず、やや曇り空の比較的穏やかな日よりでした。集合受付は12時から始まり、さしあたり当センターのマリンシアターでの講演会とのことで、私が昨年から今年に追跡した加賀沿岸の打ち上げゴミについて、紹介させて頂きました。概要を自然人のNO.65に掲載いたしましたので、興味のある方は、お読み下されば幸いです。講演と当センター



の業務紹介終了後、早速、現場に出向き清掃となりました。寄せ集めの集団にありがちな、基本となる事柄の欠如がありました。軍手やゴミ袋等の所在が明白でなく、各自への行きわたりが不十分であちこちからの苦情が多く出たことが、反省すべきことでした。

清掃は2時間程行われ、収集されたゴミの全てを当センター本館前の駐車場に搬入しました。それほど大きなものはありませんでしたが、比較的大型として径30mm、長さ10mほどのハイクレロップ、長径70cm、幅40cm程度の浮子などであり、その他は小さいものが多く、網類、肥料袋、ペットボトル、ライターなど漁具、農業用産物、家庭用ゴミが混在していました。最後にゴミの前で記念撮影して、解散となりました。ご苦労様でした。



この後、モニタリングとなりますが、その調査内容の打ち合わせを行いました。敷田研究室と当センターとの意見の食い違いがありましたが、結局はそれぞれの立場で調査しようとの結果となりました。敷田研究室は1ヶ月に1回全てのゴミを採集し、分類後、各品の数量を測定する。当センターは出来るだけ多くの日数で大きめのゴミ採集を行い、個々を種類分けし、コード番号や賞味期限等を記載し、数と重量を測定し、さらに木材やロープ等については長さや幅を測定するというものです。

現在までに分かったことは、材木類や太いロー

プ類が多いこと、外国製品は希に上がるがそれほど多くないこと、細かく砕けたものが多いこと、等の特徴としています。海をみていると沖のゴミが磯の方に流れてくるのは、風向による影響が最も高いようです。そして風の強さが、軽いゴミは単独に、タイヤ、鉄製品、ガラス瓶など重いものを含む種々のゴミが流れ藻とともに打ち上げるようです。1年間、出来る限りの調査を行い、ゴミの実態を報告いたします。

最後に、この調査を主に行っている横井将大君を紹介します。彼は今年珠洲実業高校を卒業し、入所しました。高校時代は野球部でピッチャーとして活躍し、知る人ぞ知る有名人です。勤勉で、緻密で、真面目な好青年です。当センター共々、宜しくお願いします。 (館長)



タッチフィールドと藻塩体験コーナーの完成

東出 幸真

石川県では、九十九湾海中公園と隣接する園地を、車椅子を利用する方や、幼児の方などがもっと利用しやすくすることを目的に、平成13年からの3年計画で環境省の補助を受け『海の自然体験フィールド整備事業』を行なっています。平成13年はボードウォークの整備と歩きにくかった飛び石を撤去し、新たに飛び石の整備を行うことで磯の観察路の一部をバリアフリー化し、これまで困難だった車椅子やベビーカーでの利用ができるようになりました。実際に車椅子で利用された方に「磯の香りや波音が気持ちいい」とか「波打ちぎわまで近づいたのは久しぶり」。などと、概ね好評のようです。

さて、2年目にあたる平成14年度は、藻塩づくりの体験施設と屋外タッチフィールドの整備を行ないました。また、九十九湾園地のスタジヤやヤブツバキなどの自然林の中を散策することができる自然観察歩道も完成しました。

簡単に藻塩体験コーナーと屋外タッチフィールドの説明をしたいと思います。

1. 藻塩体験コーナー

古代の塩作りを体験することができるコーナーです。能登の主に内浦側の海岸一帯では、弥生中期～平安中期にかけて土器製塩がさかんに行われていたようで、九十九湾園地を含めてその土器の破片が出土し、この九十九湾園地周辺も遺跡に指定されています。朝顔の花のように口が広くなった釣鐘型で、底を砂に刺すことができるような突起を持つ、能登式の製塩土器です。実際に使われていたものは高さ30cmほどですが、センターで土器製塩を体験していただくために用意しているのは、この形をまねた高さ20cmほどのミニチ



ュア版です。海藻と海水を使って塩分濃度の高い海水（かん水）を準備し、この土器で煮詰め、塩を作ります。体験コーナーには、かん水を海藻を干して作るための場所と、煮詰めるための薪や炭を燃やす、砂を敷き詰めた土間を整備しました。薪を燃やして炎が消え、「おき」の状態になったら、土器を砂の上に刺すように並べてかん水を注ぎます。その後、「おき」が少なくなったら新しい薪を追加し、煮詰めていきます。天候の悪いときや手軽に体験したい場合は室内で鍋とカセットコンロを利用して行うことができます。

2. 屋外タッチフィールド

芝生広場の一角に九十九湾周辺の海岸を復元し、海の生きものを飼育しています。荒天の日でも安全に、そして楽しく海の生きものとふれあうことができるように、本当の海よりも波や風の影響が少なくなるようにしています。一方、海の生きものたちの飼育環境を良好に保つため、自然のエネルギーである潮の満ち干で海水を交換し、太陽光発電と風力発電で発電して海水循環ポンプを動かし、飼育水を浄化しています。

事業の最終年度である今年は、「海の自然体験館（仮称）」の建設が予定されています。2階建てで1階部分にはスノーケリング機材の収納庫とシャワールームが、2階部分には貝殻クラフトや塩づくりの体験ができるスペースと、120人までの団体が一度に利用できるレクチャールームが整備される予定です。これまでいくつかは班分けをして利用されるという、不自由を余儀なくされていた団体の方々や、震えながら温水シャワーの順番待ちをされていたスノーケリングスクール等の参加者の方々、お楽しみに。（普及課 技師）



トピックス

九十九湾海中公園地区で見つかった珪化木

坂井 恵一

のと海洋ふれあいセンター周辺の城ヶ崎海岸では、明るい灰色をした岩が目をはびます。この岩の色があまりにコンクリートに似ているので、来館者の中にはこれがコンクリートの「人口的な岩」と思い込んでいる方も少なくないようです。

これは火山から噴出した灰や砂、礫が積み、そのあとで固まった「凝灰岩」の一種で、デイサイト質火砕流堆積物と呼ばれています。岩の質はもろく、指でこするとぼろぼろと砕けます。また、小さな「軽石」も多数含まれています。この凝灰岩の基底部分にはしばしば樹幹が含まれ、珪化木・炭化木となることが知られています。内浦町の行延地区では、多数の巨大な珪化木が道路工事に伴ない出土しました。これらの珪化木は、「珪化木公園」の中で展示されています。

さて、当センターの海岸のデイサイト質火砕流堆積物の中にも珪化木が見つかります。しかし、多くの珪化木は粉々になって脱落していて、その

痕跡が凝灰岩の中の筒や穴として見られるに過ぎません（表紙写真）。ところが今年の春、海中公園に指定されている区域内で長さ約2m50cm、直径約60cmの珪化木が見つかりました。ただし、片方は海底の岩の中に埋もれているため、実際の長さは不明で、その反対側は先端から約80cmのところまで折れています。

この九十九湾周辺で起こった地質の変遷を改めて思い知らされると共に、自然海岸を保存することの重要性を再認識させられました。（普及課長）



マコンブはどこから？

東出 幸真

平成15年5月4日の朝、磯の観察路を巡回していると、波打ちぎわにロープや釣りに使う糸のようなものが絡み合っていて打ちあがっていました。回収しようと近づいていくと、幅5cm、長さ40cmほどのマコンブのような見慣れない海藻が絡まっています。釣糸に見えたものは網の一部のようです。そこで、センターに持ち帰り、図鑑で詳しく調べてみたところマコンブ（*Laminaria japonica*）だと



わかりました。

マコンブは北海道南部の津軽海峡から噴火湾にけつと、青森県や岩手県の太平洋沿岸だけに生育し、約2～6mに生長する海藻です。石川県内でマコンブが自然分布するという情報は得られていません。

ところが、マコンブは中国、韓国、そして日本の瀬戸内海などで養殖の実績があるとされています。ひょっとしたら石川県でも養殖されているかもしれないと考え、石川県水産総合センターに問い合わせたところ、珠洲市の漁業組合で平成13年までマコンブの養殖試験を行っていたそうです。そのときの生育状況をお聞きすると、2mほどに生長したが、今回流れ着いたものと同じように薄いべらべらの藻体だったようです。

果たしてこのマコンブ、どこからやってきたのでしょうか？
（普及課 技師）

- 2003(H15)年 前期(1~6月)
- 1/ 18 冬の磯の自然観察会「海藻と遊ぼう」を開催 18名参加
 - 2/ 14 内浦町公害対策審議会が開催され、坂井恵一普及課長が出席
 - 2/ 8 のとスノーケリング研究会「海もぐら」の臨時総会が開催され、竹内菜穂子会長の県外転勤に伴い、平成15年度からの新会長に越石将義氏が選出された
 - 2/ 9 平成14年度磯の自然解説者研修会「石川の自然談話会」を開催 31名参加 座長:矢島孝昭氏(金沢大学理学部教授)事例紹介として、矢島孝昭氏(テーマ:在来種と外来種-用語の整理-)、笹山雄一氏(金沢大学理学部教授、テーマ:外来生物と遺伝子の生物多様性)、坂井恵一(当センター普及課、テーマ:石川県の外来魚)
 - 2/ 28 のと海洋ふれあいセンターだより「能登の海中林」第18号を発行
 - 3/ 7 総合消防訓練を実施
 - 3/ 11-13 平成14年度 全国科学博物館協議会第2回総会ならびに研究発表会が神奈川県立生命の星・地球博物館(小田原市)で開催され、田島進生館長出席
 - 3/ 14-17 藻塩体験コーナーの運営に関する先進地視察のため、広島県蒲刈町と兵庫県赤穂市に坂井恵一普及課長を派遣、内浦町企画観光課の南山寛幸技師が同行
 - 3/ 29 「海の自然体験フィールド整備事業」のうち、平成15年度分の屋外タッチフィールド、藻塩体験コーナーの整備工事が完了
 - 3/ 31 磯の観察シート 33-36号を発行
 - 4/ 19 春の磯の自然観察会「あめふらしと遊ぼう」を開催 17名参加
 - 5/ 19 穴水町立向洋中学校が取り組んでいる総合的な学習「環境教育」に係る現地調査の事前講習会に坂井恵一普及課長を講師として派遣
 - 6/ 7-8 日本海セトロジー研究会第14回大会(総会・研究発表会)が鳥取県立県民文化会館(鳥取市)で開催され、東出幸真技師が出席
 - 6/ 21 九十九海園地の海岸で、クリーン・ビーチいしかわ実行委員会主催による「リセットクリーンアップ石川2003」とクリーンアップ全国事務局と日本財団海守事務局主催による「海守クリーンアップキャプテン養成研修」が開催され、海岸おそうじし隊 63名とキャプテン研修会の29名

- 6/ 22 内浦町の五色ヶ浜海水浴場で「海守クリーンアップキャプテン養成研修-2日目」が開催される。
- 6/ 24-26 わく・ワーク(Work)体験学習で小木中学校2年生の西脇千穂さんと広瀬実穂さんの2名が職場体験を実施
- 6/ 27 穴水町立向洋中学校の総合的な学習「環境教育」に係る生徒による現地調査結果発表会に坂井恵一普及課長を派遣



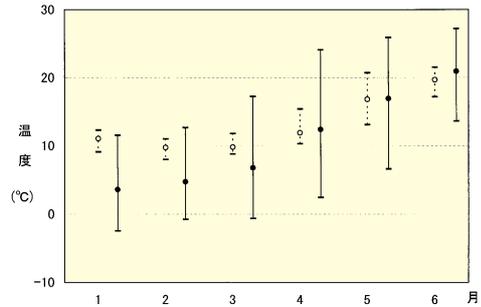
藻塩体験コーナーにおける土器製塩

観 察 路 だ よ り

今年4月以降、天候不順により日照時間も短く、気温・水温とも前年より低めに推移しました。そのためか、例年5~6月に磯の浅い所で産卵するアメフラシとアマクサアメフラシが少なく、しかもその産卵時期も遅れが観察されました。磯の観察路も、波やうねりの強い日が多かったため、利用可能な日が例年より少なくなりました。

一方、海藻の周りを泳ぎ回るホンペラやクサフグの姿は特に変化が認められず、また、メジナやアゴハゼの幼魚の数も特に少ないようには観察されませんでした。

さて、新しく「藻塩体験コーナー」と「屋外タッチフィールド」の整備工事が終わり、ボードウォークも延長されました。車椅子やベビーカーでもセンター周辺の海岸を無理なく一周できるようになり、磯の観察も十分可能です。また、「自然遊歩道」も約2倍の長さに拡張されました。その遊歩道を含めた海岸線で6月21日、「リセットクリーンアップいしかわ2003」で100人余りの参加者が海岸清掃作業を行いました。その後もセンターでほぼ毎日、漂着ゴミの回収、及びにその分析を行っています。したがって、漂着ゴミのないきれいな海岸を楽しむことができるはずです。今まで以上に海と海岸の自然とのふれあいを深めていただけたものと確信しています。(K.T)



2003年1月から6月の気温と水温の月別変化
 気温：午前9時に観測した月別平均値()

実線は月別の最高・最低気温の範囲を示す

水温：午前9時に観測した月別平均値()

破線は月別の最高・最低水温の範囲を示す

のと海洋ふれあいセンターだより 「能登の海中林」
 通巻第19号 平成15年9月30日 発行
 編集発行 のと海洋ふれあいセンター
 住所 石川県珠洲郡内浦町字越坂3-47
 TEL 0768(74)1919(代) FAX 0768(74)1920
 URL: <http://www.pref.ishikawa.jp/nmc/index.html>
 E-mail: nmci@pref.ishikawa.jp

— のと海洋ふれあいセンター —

設置者：石川県(環境安全部自然保護課) 管理運営：石川県県民ふれあい公社
 入場料：個人は高校生以上200円、団体(20名以上)160円、中学生以下は無料
 開館時間：午前9時~午後5時(但し、入館は午後4時30分まで)
 休館日：毎週月曜日(国民の祝日を除く)と年末年始(12月29日~1月3日)