



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. 33. Oct. 2010



能登海洋深層水に紛れ込む深海性のエビ類:モロトゲアカエビ(左上)、クラタモエビ(右上)、イバラモエビ(左下)、トヤマエビ(右下) (2~5ページ参照)

## <目次>

能登海洋深層水の取水水温と紛れ込む深海性の動物たち .....	坂井 恵一・横井 将大・豊原 知足 ...	2
ホンダワラ類につく2タイプのモズク類 .....	池森 貴彦 ...	6
トピックス .....		7
センター誌抄と観察路だより .....		8

平成 22 年 10 月

# 能登海洋深層水の取水水温と紛れ込む深海性の動物たち

坂井 恵一・横井 将大・豊原 知足\*

\* 能登町海洋深層水施設

能登半島の富山湾側、のと海洋ふれあいセンターがある能登町小木沖の海底は急深な海底地形をしていて、海岸のすぐ近くまで深海が迫っています。このため、この海岸は日本海沿岸における海洋深層水の取水適地の一つです。ここでは、今から約10年前から取水の準備が始まり、2005年8月には現在の取水施設が完成しました(写真1)。そして、取水された海洋深層水は、汲み上げたそのものは「原水」として、塩分濃度を約1.5倍に濃縮した「濃縮水」と塩分をほとんど取り除いた「脱塩水」に、また深層水から精製した塩「能登の塩」とその副産物の「にがり」に加工されて販売されています。



写真1 能登町の海洋深層水施設

## 日本海の海洋深層水

海は広くて深い、いまだに神秘に満ちた世界です。また海の中にも陸地と同じ様に山や谷、平野の様な場所があります。海底の地形に応じた一般的な分類の一つとして、深さに応じた区別があり、水深が200mより浅い場所は沿岸、200mより深い場所は深海とされています。今回取り上げる深層水とは、水深が200mより深い所を占めている海水のことを示します。

日本海はオホーツク海や東シナ海とともに太平洋の縁海の一つです。平均水深は1,350m、最深部が3,700mもあり、オホーツク海や東シナ海より深いのが特徴です。ところが、他の海と連絡する海峡はいずれも浅くて狭く、東シナ海とつながる対馬海峡、太平洋に続く津軽海峡は共に最

大水深は約140m、北海道の稚内とロシアのサハリン島との間の宗谷海峡は約60mに過ぎません。このため、他の海との海水の交換も規模が小さく、流入する海流は黒潮と東シナ海の水とが混合してできた対馬(暖)海流だけです。この対馬(暖)海流は水深が浅い対馬海峡を通るため、日本海に入ってから表層を流れることになり、その影響は最大でも水深約300mまでと言われています。そして、大部分は津軽海峡を経て太平洋に、一部が北海道の西海岸沖を通して宗谷海峡からオホーツク海に流出します。すなわち、日本海の水深300m以上の深海を占める深層水は、周りの海とはほとんど交流がなく、また日本海に流れ込んでいる対馬海流ともあまり混じりあわない、孤立した深層水と言えます。このため、日本海の深層水は「日本海固有(冷水)」とも呼ばれています。

太平洋沿岸における水深300m前後の深層水は、水温が年間を通じて10℃前後で、溶存酸素量も水深が増すごとに減少します。ところが、日本海固有(冷水)は水温が1.5℃以下と極端に低く、溶存酸素が表層水の約60%も含まれているという特徴があります。このため、日本海の方が深海性の動物が豊富に生息できる環境になっています。能登町の深層水施設においても、本格的な取水が始まると深海性の動物の紛れ込みが認められるようになりました。今回は、2006年1月から2008年12月までに観測できた深層水の取水温度と紛れ込んだ深海性動物、特に採集された個体数が多かったエビ類を中心に紹介します。

当センターは開館以来、主に磯の生きものの飼育展示を行ってきましたが、日本海の環境保全を考える上では日本海固有(冷水)、そして深層水で生活している動物の紹介も大切だと考え、2006年3月から深海性動物の展示・解説を始めました。

## 取水施設の概要

深層水の取水は内径が75mm、外側を鉄線で

補強したポリエチレン管が使われています。取水管の長さは全長が約3,700mで、海岸から約500mは海底に埋設され、それ以降は海底面に露出した状態で設置されています（図1）。取水口は水深320mの海底に架台で約5m立ち上げられ、斜め上方に向けて固定されています（図2）。

水深320mの海底から深層水が初めて姿を現すのが取水ピットです。取水ピットは海面より約3m低く設けられているので、ポンプ等の力を借りなくても深層水は自然と湧きあがって来ます（図3）。取水ピットまで到達した深層水は気液分離タンク①（写真2）に入り、気泡の除去が行われます。私たちが普段暮らしている地上や海の表面は1気圧の世界です。ところが、海中では水深が10m深くなるごとに1気圧が加算されます。このため、水深320mの海底は33気圧の世界に

なり、地上の空気は容積が約33分の1に圧縮されることになります。この気圧の変化によって発生する気泡を取り除くのが「気液分離タンク」です。

次に深層水は取水ストレーナー②（写真3）に入り、大型の浮遊物等が取り除かれます。この浮遊物とは深海性の動物、すなわち魚やエビ類、そしてクラゲ類や各種動物の幼生等のプランクトンのことです。この後、深層水は取水ポンプ③によって、地上にある原水タンクに貯蔵されます（写真4）。

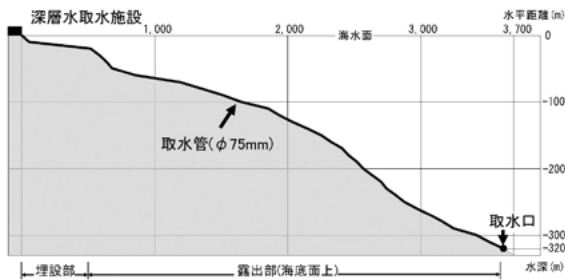


図1 取水管の設置概略図

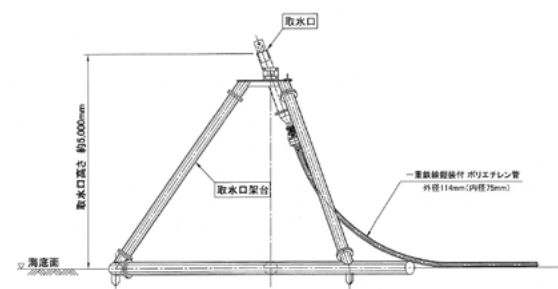


図2 取水口部分の設置構造

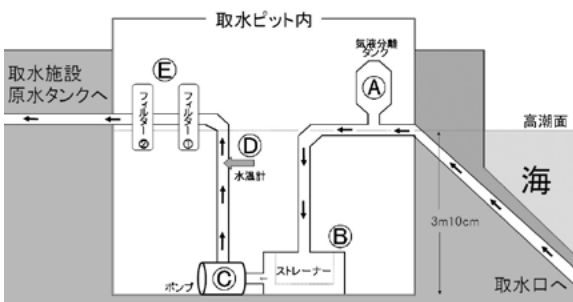


図3 取水設備の系統概略図



写真2 気液分離タンク



写真3 取水ストレーナー



写真4 原水タンク（奥）と濃縮水タンク（手前）

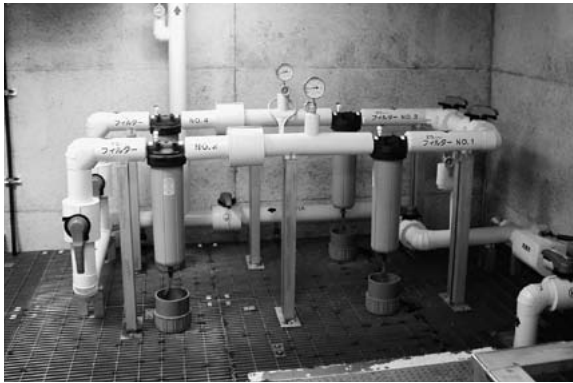


写真5 フィルター (25 $\mu$ mと5 $\mu$ m、各2基)

一日の取水量は約100トンです。取水ポンプと原水タンクの間には水温センサー①があり、取水された深層水の温度が分かります。また、2種のフィルター⑤ (25 $\mu$ mと5 $\mu$ m、写真5) が設置されていて、取水ストレーナーでは除去しきれなかった微細な浮遊物<sup>びさい</sup>が取り除かれます。なお、取水ストレーナーと取水ポンプは各2台設置されていて、ほぼ一週間ごとに交互で運転されています。

取水施設では毎日午前9時に取水ポンプを止めて取水ストレーナー内に紛れ込んだ動物等を取り除いて清掃を行い、取水水温の観測をしています。紛れ込んだ動物のうち、最も多いのはエビ類ですが、大型個体は破損がひどく、生きたままで採集されるケースはほとんどありません。これに対し、小型のエビ類は無傷<sup>むきず</sup>でストレーナーにひっかかることが多く、のと海洋ふれあいセンターで飼育できる個体も混じっています。一方、魚ではクサウオ科のザラビクニン *Careproctus trachysoma* が最も数の多い種類ですが、原型を

とどめて採集されるものはほとんどいません。

### 取水水温の変化

3年間で観測された取水水温は8.2～19.1 $^{\circ}$ Cの範囲で変化し、平均水温は13.5 $^{\circ}$ Cでした。のと海洋ふれあいセンター沖の水深320mの深層水は水温が1.5 $^{\circ}$ Cのはずなのに、実際に汲みあがった水はこんなにも温度が高くなっていました。月別の平均水温は8月に高く、3月に最も低くなり、磯の観察路や九十九湾の水温の年間の動向とよく似た変化を示しました(図4)。各年の年間の高低差はいずれの年も10 $^{\circ}$ C以内でしたが、2007年の平均水温は他の兩年よりもほとんどの月で高くなるという違いが認められました。実は、2007年の磯の観察路の水温も、2006年と2008年の水温より約1 $^{\circ}$ C高かったのです。

また、日々の取水水温も決して安定的ではなく、特に8月から11月の間は日によって上昇と下降を繰り返す不安定な状況が認められました(図5)。この3年間の間に、前日または前々日と比べて水温が1 $^{\circ}$ C以上の上昇が、または下降したのが36回ありました。特に2006年7月28日から29日にかけては3.2 $^{\circ}$ C上昇し、その翌日の30日には2.3 $^{\circ}$ C下がりました。また、2007年5月27日と30日のように、26日から27日にかけて1.1 $^{\circ}$ C上昇し、その後は安定していたのに、30日になって1.0 $^{\circ}$ C下がるというように、上昇と降下が数日間におよぶ場合も認められました。

日本海の水深300m以深における固有(冷)水の水温は1.5 $^{\circ}$ C以下で、安定しているとされています。富山県滑川市<sup>なめりかわ</sup>の深層水取水施設は取水管

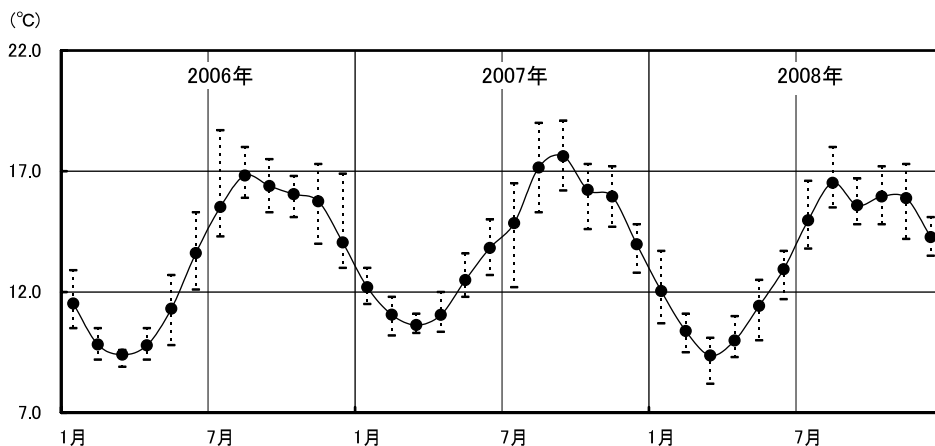


図4 2006年1月から2008年12月に観測した月別の取水水温  
平均値(●)、点線は月別の最高・最低水温の範囲を示す

の内径が250mm、長さが2,630m、取水能力は一日当たり3,000トンもあります。能登町の約30倍の取水力で、その取水水温は概ね2～3℃で安定していると言われています。

今回、能登町の取水水温が日本海固有（冷）水より温度が明らかに高く、また季節によって、さらに年によって変動するのは、深層水が取水口から取水ピットまで移動するのに約4時間もの時間がかかること、そして取水管が細いので周りの海水の影響を受けて、水温が高くなるのだと考えられます。ところが、先に述べたような日々の急激な水温の変化はちょっと説明が付きません。

2005年9月、台風14号が能登半島沖を通過した際、主に水深50mまでの表層域で毎秒200cm以上の流速を示す「急潮」と呼ばれる極端に早い潮流が発生しました。その時、毎秒50cm以上の強流域が水深430mにまで達していたことが石川県水産総合センターの調査船によって確認されました。また、富山県滑川市の深層水取水施設でも、気象・海況の条件により、取水水温が約5℃以上も急上昇することが確認されています。これらのことから、特に沿岸に近い水深300m付近では、台風や低気圧の接近・通過に伴い急激な潮流が発生し、深層水自体の激しい移動が起こることが分かって来ました。

### 取水管に迷い込む深海動物

3年間で深層水に紛れ込んだエビ類は約270匹でした。紛れ込んだ数は11月から1月にかけての初冬から冬に多く、春先の3月と4月に少ないという結果でした。体の破損がほとんどなく、のと海洋ふれあいセンターに生きたまま持ち込まれたのはモエビ科のイバラモエビ *Lebbeus*

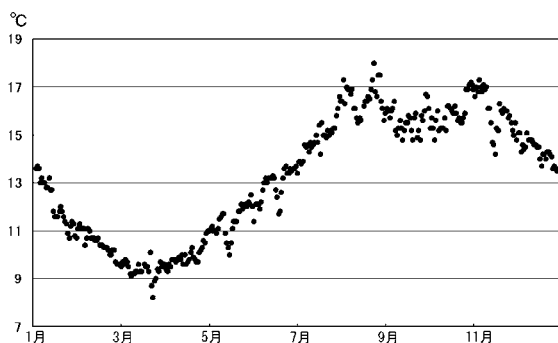


図5 2008年1月から12月に観測した取水水温

*groenlandicus* とクラタモエビ *Eualus kuratai*、タラバエビ科のトヤマエビ *Pandalus hypsinotus* とモロトゲアカエビ *Pandalopsis japonica* の4種類でした（表紙写真）。このうち、モロトゲアカエビが最も多く約50匹、次がクラタモエビで約20匹でした。一方、トヤマエビは2匹、イバラモエビは4匹だけでした。のと海洋ふれあいセンター沖や富山湾にも生息しているはずの通称「甘えび」と呼ばれているホッコクアカエビ *Pandalus eous* は一匹も採集できませんでした（写真6）。

ホッコクアカエビは泥質の海底を好みます。ホッコクアカエビは水槽で飼育すると必ず底面に着底し、状態の良い場合は尾の先端を少し浮き上がらせ、細くて弱そうに見える脚で歩きます。時には腹肢を使って泳ぐこともあります。レイアウトに入れた石やヤギ類に掴まることはありません。モロトゲアカエビとクラタモエビ、イバラモエビは岩や石の海底を好むらしく、飼育するとレイアウト用の石やヤギ類などに掴まっていることがほとんどです。一方、トヤマエビはどちらかといえば水槽底面に着底し、レイアウトの石の窪みに隠れたり、石に寄り添うようにしていることが多いようです。このように、エビ類の行動や生活場所の違いが、紛れ込む数の違いとなっていることが考えられます。

今後はもう少し詳しく、そして長い期間のデータを集め、能登町の深海に生息するエビ類の生態を明らかにしたいと考えています。

### 謝辞

エビ類の種の同定をいただいた千葉県立中央博物館の駒井智幸博士に感謝申し上げます。

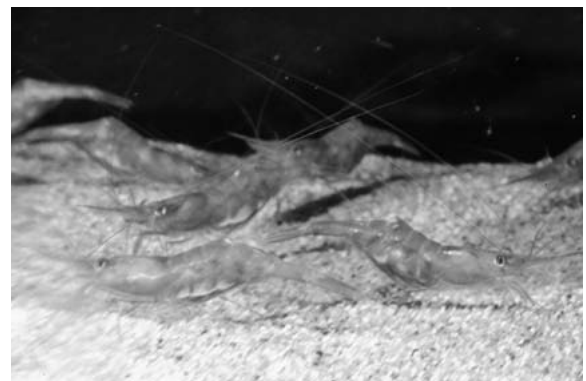


写真6 水槽飼育のホッコクアカエビ、尾部末端が浮き上がっていることが状態の良いことを物語る

## ホンダワラ類につく 2 タイプのモズク類

池森 貴彦

石川県で生育するモズク類には、春に内湾的な海域でホンダワラ類の中のヤツマタモクにつく比較的細い体をしたモズク、夏に波あたりのよい海域の転石につくやや太めの体をしたイシモズク、そしてホンダワラ類につくけれども細胞の構造がイシモズクとそっくりなため、現在は分類的にはイシモズクに含まれているものの、計3タイプがあります。ここでは第3のタイプをクサモズクと呼ぶことにします。

クサモズクは夏に内湾的な海域でモズクのようにホンダワラ類につき、転石にはけっして付着も生育もしません。モズクよりやや太なものもありますが、見た目はほとんどモズクと区別できません。しかし、体を顕微鏡で観察すると、種の決め手となる同化糸という器官の構造がイシモズクにそっくりなのです。かつては「クサモズク」と呼ばれていましたが、現在はイシモズクと同種とみなされています。しかし、イシモズクは明らかな主軸を持っていて体が太くて硬いのに対して、クサモズクは主軸が不明瞭で体はイシモズクより細くて柔らかく、肉眼的な体の構造は明らかに異なっています。

去年(2009年)の夏には、ホンダワラ類の1種のフシスジモクに、モズクとクサモズクの2種類がついていたことを「能登の海中林」の31号で報告しました。去年はホンダワラ類につくモズク類が、4月から12月までと長い期間観察できました。今年(2010年)はどうなるだろうと観察を続けたところ、つき始めは去年とほぼ同じく3月下旬でしたが、7月17日の梅雨明け前後にあっけなく消えてしまいました。モズク類がついているホンダワラ類の種類を調べ、随時採集して顕微鏡で種類を観察しました。その結果、3月下旬から5月にかけてのものはほとんどがヤツマタモクについていて、いわゆる本当のモズクでした。しかし6月下旬から7月中旬にかけてのものは、マメタワラやフシイトモク、フシスジモクなど多種のホンダワラ類についていて、観察したものはすべてクサモズクでした。去年はモズクとクサモズクが混生していたのですが、今年では体が細くていかにもモズクと思われるものも、顕微鏡で観察するとどれもクサモズクでした。

去年と今年とでは何が違ったのでしょうか？

去年の磯の観察路の平均水温は、1月から5月までは平年と同等でしたが、6月から11月までは平年を下回り、12月ようやく平年と同等になりました。去年は冷夏だったのです。ホンダワラ類につくモズクとクサモズクは、低めに推移した水温のおかげで12月まで生育できたのかもしれませんが、これに対し、今年の水温は1月から7月の梅雨明けまでは平年より低めで推移しましたが、梅雨明け以降は水温も一気に高くなり、8月には平年を大きく上回りました。ホンダワラ類につくモズク類は急激な水温の上昇で生育できなくなってしまったのかもしれませんが。

このような繁茂状況の年変化は他の海藻でも見られます。例えば去年の夏はイバラノリがそれほど繁茂しませんでした。今年、夏はモズク類に取って代わるように、浅瀬に生える他の海藻や岩に大量に生えていました。この海藻は本州中南部から南西諸島にかけて生える南方系の海藻です。海の中は毎年同じ季節変化があるのではなく、このように年によって大きく変化するものと改めて気づかされました。(専門員)



ヤツマタモクにつくモズク



フシイトモクにつくクサモズク

## トピックス

## エチゼンクラゲの来襲と珍客の魚たち

坂井 恵一

2009年8月15日、能登半島の最先端、禄剛埼の沖約2マイル(約3.2km)で、大型のフグがはえ縄漁で捕えられました。一見すると無毒のシロサバフグに似ていますが、この魚は皮や内臓、白子(精巢)だけでなく、筋肉(身)にも毒を持っているセンニンフグ *Lagocephalus sceleratus* です。体長が42cmもあり、美味しそうな姿をしています。沖縄や台湾では食中毒の報告例があります。決して食べてはいけないフグです。

年が明けた2010年1月26日、今度はゴイシウマヅラハギ *Thamnaconus tessellatus* が能登町小浦の定置網で見つかりました。体には碁石を並



食べてはいけないセンニンフグ (NMCI P. 3154)

べたような模様があるカワハギの仲間、東シナ海や南シナ海に多い魚のようです(写真はp8)。

また、2009年11月16日には能登町の宇出津大敷網の漁獲物の中に見慣れない、大きな眼と鱗が良く目立つ、全身真っ黒で体長が20cm程の魚が混じっているのに気がきました(写真はp8)。その魚を譲ってもらい凶鑑で調べましたが、特徴が一致する種類は見つかりません。そこで、和歌山県水産試験場の土居内龍さんに調べてもらい、クラゲウオ *Psenes arafurensis* だと判りました。その後、12月15日に鵜川沖の定置網でも一匹が見つかりました。本種は名前の通り、クラゲ類に随伴して生活するのが特徴のようです。

そう言えば去年から今年の冬にかけて、能登にもたくさんのエチゼンクラゲが来襲し、漁師さんたちは困っていました。これらの魚たちの出現に深い関係があるようです。(普及課長)

## アカクラゲ、その毒の威力

東出 幸真

アカクラゲは傘の直径が20cmになり、頂上から放射状に赤茶色の縞模様があります。触手は2m以上にも伸び、強い毒をもっています。能登では春から初夏に磯でもよく目にするケンな生きものです。

私事で恐縮ですが、6月2日、展示生物の採集のためにスノーケリングを行っていました。浅場にはアカクラゲが多く吹き寄せられていたものの、特に気に留めませんでした。私はウェットスーツを着用していて、クラゲにふれないように泳ぐことができる、という自信があったのです。

水深3mの海底にいたフジナマコをつかんで海面近くに浮いてきたときです、上唇に「ざらり」という感触と、ちょうどヤケドをしたときのような痛みが走りました。痛みで涙目になりながらアカクラゲが目の前にいることを確認し、ふたたび刺されないよう注意しながら、急いで岸まで泳ぎました。唇にはクラゲの体からちぎれた触手が付着したままだったので、無意識に唇をなめて

しまい、舌まで刺されるはめになりました。そこで、その触手は海水でそっと洗い落としました。

痛みは3日間続き、唇のみみずばれは1週間消えませんでした。これでアカクラゲに刺されるとどうなるか? 説得力ある解説ができそうです。なお、体の広範囲に被害を受けた場合など、ショック症状が出ることもあるそうです。海水浴をしているときに刺されたときは、すぐに医師の診療を受けてください。(専門員)



アカクラゲの触手が上唇に付着している様子

センター誌抄

2010 (平成 22) 年 前期 (1 ~ 6 月)

- 1/23 ヤドカリ学級「いかす?めしづくり!」を開催 12名参加
- 2/3 能登町主催「能登町活性化プロジェクト フィールドワーク」の  
学習院大学と法政大学の学生 25名が施設見学のため来館
- 2/13 ヤドカリ学級「オリジナルランブシェード作り!」を開催 12名  
参加
- 2/24 能登町小木地内の路上でハクビシンの死亡個体を手入
- 2/26 羽咋市宿泊業組合「能登はく冬バージョン」の勉強会に講師とし  
て池森貴彦専門員を派遣
- 3/13 ヤドカリ学級「能登の美味しい海藻!」を開催 11名参加
- 3/18 総合消防訓練を実施
- 3/20 平成 21 年度 海のまなび舎講座「石川の自然談話会」を開催 17  
名参加; テーマは「相手にメッセージが伝わる写真の撮り方」、  
並びに撮影の実演・アドバイスの 講師は足袋拔 豪氏
- 3/22 金沢大学 JENESIS (若手研究者研修) 能登ツアーの 15名が施設  
見学のため来館

- 3/25 のと海洋ふれあいセンターだより「能登の海中林第 32 号」発行  
のと海洋ふれあいセンター研究報告 第 15 号発行
- 3/26 補修工事の完了検査終了
- 3/30 茨城県立自然博物館 教育課主任学芸主事 湯原 徹氏他 2名が海藻  
調査のため来館
- 4/24 ヤドカリ学級「春の磯を見てみよう!」を開催 5名参加
- 4/25 砂浜海岸における底生動物モニタリング調査を実施
- 5/22 ヤドカリ学級「カニのすがたづくり」を開催 11名参加 講師は鶴  
川駐在所の金井巡査部長
- 能登町雇用創出連絡協議会 エコツアーリズム研修 27 名
- 6/3-10 七尾湾岩礁海岸モニタリング調査を実施
- 6/19 ヤドカリ学級「ところてんをつくらう」を開催 23名参加
- 6/26-27 スノーケリング指導者研修会を開催 9名参加 能登消防署による  
普通救命講習受講



路上で見つかったハクビシン



クラゲウオ (NMCI P. 3123, 19.8cm SL)



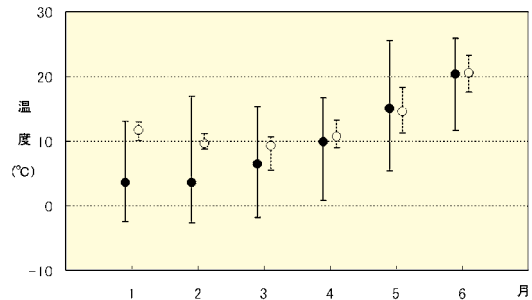
ゴイシウマツラハギ (NMCI P. 3167, 19.8cm SL)

観察路だより

正月気分がまだ残る 1 月 13 日、午前 10 時頃から大変な勢いで雪が降り始めました。越坂は能登でも積雪の少ないところですがずんずん積もり、夕方には 30 cm 程にもなりました。珠洲の宿舎に帰ってまたびっくり! 駐車場が雪に埋もれ入れません。住人と協力して人力除雪、やっと何かの駐車スペースを確保しました。午後 9 時過ぎによく除雪車が来てくれ、いつもの位置に駐車することができました。翌朝まで積雪は続き、必死に出勤して観測に出たところ、なんと越坂の積雪は 48 cm もありました。磯の観察路では松やタブの折木が通路を塞いでいました。これらは数日後に撤去できましたが、久しぶりの雪の猛威に驚きました。

2 月から 6 月までは月毎の平均気温は平年よりもおよそ 1 ~ 3℃ 低く推移し、今年は“冷夏”との予測もあった中で、7 ~ 8 月は私たちの経験したことのない記録的な猛暑となりました。自然は時折このように猛威をふるい、私たち人間を含めた生きものに対して注意を促しているのかもしれない。

4 月下旬から 5 月上旬にかけて、能登半島内浦海域を代表する場所として能登町越坂、外浦海域を代表する場所として珠洲市木ノ浦の藻場の現存量把握調査を県水産総合センターと共同で実施しました。現存量とは単位面積あたりに生育している海藻の重量のことです。越坂の藻場調査は約 10 年ぶりとなります。これから資料の解析を行い、越坂は以前とどう変化したか、木ノ浦の藻場は越坂とどう違うのかを明らかにしたいと思います。(T.I)



2010年1月から6月の気温と水温の月変化

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 33 号 平成 22 年 10 月 30 日 発行  
 編集発行 **のと海洋ふれあいセンター**  
 住所 石川県鳳珠郡能登町越坂 3-47 (〒 927-0552)  
 TEL 0768 (74) 1919 (代): FAX 0768 (74) 1920  
 URL: <http://notomarine.jp/>  
 E-mail: [nmci@notomarine.jp](mailto:nmci@notomarine.jp)

のと海洋ふれあいセンター

設置者: 石川県 (環境部自然保護課) 管理運営: (財) 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)