



スペイン国ムトリク発電所(上:防波堤に建設された発電施設,下:施設遠景)

(撮影:恩地 啓実)

目次

研究紹介

海洋酸性化がシロギスの産卵に及ぼす影響 …………… 2

解説

海洋環境問題に関する経験とこれからの展開 …………… 4

海外出張報告

国際シンポジウムPRIMO18に参加して…………… 7

共同研究パートナーインタビュー

研究者さん、いらっしゃい! …………… 8

エッセイ潮だまり

都市伝説? サザエの右足左足 …………… 9

トピックス

平成27年度電力-海生研情報交換会を開催 ……………10

2015日本メキシコ学生交流プログラム……………10

新潟県立柏崎高等学校のスーパーサイエンスハイスクール
(SSH)で実習を担当 ……………10

中央研究所で公開ゼミナール開催 ……………10

創立40周年記念報告会開催のお知らせ……………11

研究成果発表……………11

表紙写真について……………12

海生研へのご寄附のお願い……………12

海洋酸性化がシロギスの産卵に及ぼす影響

1. 海洋酸性化とは

ニュースなどでよく耳にする地球温暖化現象の主要因の1つが、人間活動によって年々増加する大気中の二酸化炭素(CO₂)であることは広く一般的に知られています。大気中のCO₂が増加することによって、海洋に溶け込むCO₂の濃度も大気と同様に年々増加します。CO₂は水に溶けると酸の性質を示すため、水のpHは低下します。そのため海洋に溶け込むCO₂量が増加すると、海水のpHが低下する「海洋酸性化」が進んでいくことになります。すでに海表面のpHは0.1程度、産業革命前に比べて低下していると推定されており¹⁾、特に海生生物への影響が懸念されています。これまでの研究で海洋酸性化の進行により海水の炭酸イオン濃度が減少し、炭酸カルシウムの骨格や殻を持つ棘皮動物、サンゴや貝類の成長に悪影響がでることが報告されています²⁾。また、魚類の成魚は、生死判定に基づいた急性毒性試験によってCO₂に対する耐性が高いことが明らかになっています³⁾。しかし、一般的に魚類の生活史においては、産卵を含む再生産過程が環境因子の変化に対して脆弱であることが多く、今後予測される海洋CO₂増加レベルにおいても魚類の産卵過程に影響が及ぶ可能性は否定できません。そこで本研究は、海洋酸性化が魚類の産卵過程に与える影響を明らかにすることを目的とし、水産有用種であるシロギスを用いて産卵実験を行いました。

2. 基本的な飼育実験システムの構築

一般的に水産有用魚種の産卵には大型の飼育水槽を必要とします。しかし大型水槽を用いた実験では大量の海水を必要とするため、直接実験水槽内をCO₂ガスで曝気することによる従来の方法でCO₂分圧をコントロールすることが困難です。そして、このことが海生生物を用いた高CO₂影響評価研究において小型の生物あるいは初期発生段階の生物以外の大型生物を対象とした既往研究が非常に少ない一因となっています。

そこで、水量1t以上の大型水槽において海水のCO₂分圧を安定的に制御する方法を国立環境研究所との共同研究で新たに確立しました。この方法は、100%のCO₂ガスを自然海水へ吹き込んで調製した高濃度のCO₂海水と自然海水を配管内で混合した後に、水槽内へ注水するものです。海水のCO₂分圧は二酸化炭素測定装置により、水槽内に設置した平衡器を介して導出したCO₂ガスを非分散型赤外線吸収法で連続的に測定しました(図1)。

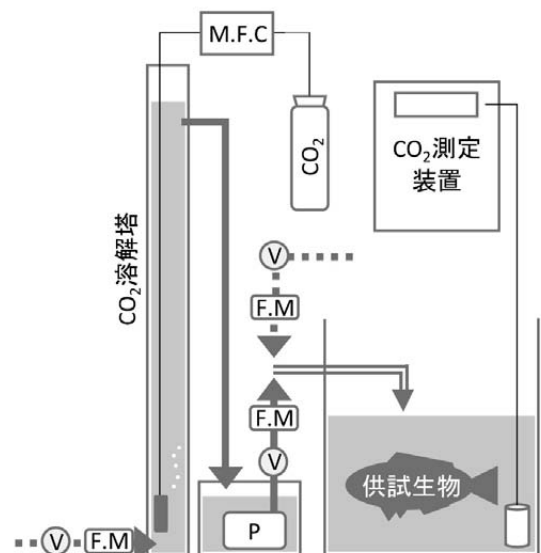


図1. 大型水槽用のCO₂分圧の制御装置の概略図。点線：自然海水、実線：高濃度CO₂海水、および2重線：CO₂濃度調整海水。また、V：流量調整バルブ、F.M：流量計、P：水中ポンプ、M.F.C：マスフローコントローラーを示す。

3. 産卵試験

産卵試験は2012年7月、9月、10月の3回実施しました。供試材料は種苗生産魚および陸上水槽において1ヶ月以上飼育した天然魚とし、雄3尾、雌3尾を容量1t水槽に収容しました。CO₂分圧は約500~600(現在のCO₂分圧; 対照条件)、860(約100年後のCO₂分圧²⁾)、1,500(約300年後のCO₂分圧²⁾)、2,500および4,100 μatm(それ以降のCO₂分圧)の5濃度段階に設定しました。水槽内に40W白熱灯1基を設置し、長日条件(15時間明期、9時間暗期)、産卵適水温(26℃)で飼育

しました。実験期間は4週間とし、期間中は毎日、実験水槽の側面に設置した集卵水槽において産卵の有無を確認しました。シロギス卵は分離浮性卵であり、産卵直後の卵は浮いているので容易に確認できます。卵が認められた場合、集卵器から全卵を回収して5Lの海水中で均一に分散させた後、50mLのサブサンプルを分取し、その中の沈下卵数(死卵)、浮上卵数および浮上卵の正常発生卵数を計測しました。これらの計数値より、産卵数(沈下卵数+浮上卵数)、浮上卵率(浮上卵数/産卵数×100)および浮上卵の正常発生率(浮上卵中の正常発生卵数/産卵数×100)を求めました。また、各実験水槽で産卵された受精卵を引き続き孵化まで曝露し孵化率を測定しました。

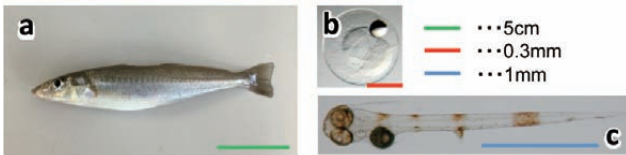


図2. 実験に用いたシロギス。a: 親魚, b: 受精卵, c: 孵化1日後の仔魚。

4. 結果

3回の産卵実験において、対照、860、1,500、2,500および4,100 μatm のいずれのCO₂分圧でも産卵が観察されました。平均産卵数は17,974±6,987(対照区)、26,095±8,594(860 μatm)、19,110±5,131(1,500 μatm)、23,553±1,327(2,500 μatm)、28,856±785(4,100 μatm)であり、濃度区間で有意な差は認められませんでした。各濃度区における卵の浮上卵率は全て60%以上であり、それらの正常発生率、孵化率はともに90%以上と高く、各濃度区間で有意差は確認されませんでした(図3)。

以上の結果、産卵数、浮上卵率、卵の正常発生率および孵化率に酸性化の影響は認められなかったことから、シロギスの産卵過程は海洋酸性化に対して強い耐性を持つことが示唆されました。しかしクマノミでは、産卵数と仔魚の卵囊の大きさが酸性化の影響を受けることが報告されている⁴⁾ため、種によって酸性化に対する感受性が異なるものと推察されます。また、魚類

はCO₂の直接影響として海洋酸性化のみならず温暖化の影響を受け得るため、今後、それらの同時進行を踏まえた温暖化と酸性化の複合影響評価が必要であると思われます。(本研究は、環境研究総合推進費A-1203の助成を受けて実施されました。)

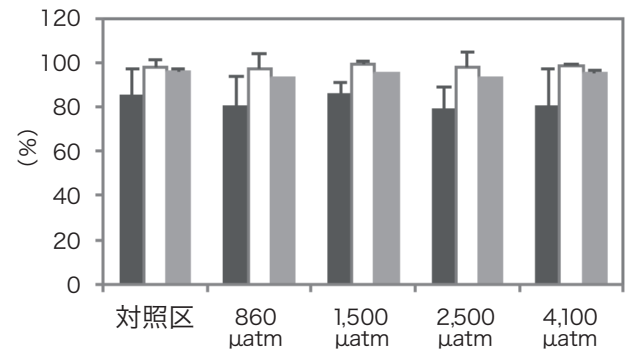


図3. 高CO₂分圧下で産出されたシロギス卵の浮上卵率(■), 浮上卵の正常発生率(□)および孵化率(■)。棒グラフは3回の産卵実験の平均値、縦棒はその標準偏差を示す。(ANOVA $p>0.05$)。

引用文献

- 1) 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) (2013). 第5次評価報告書, 第一作業部会.
- 2) 諏訪僚太, 中村崇, 井口亮, 中村雅子, 守田昌哉, 加藤亜記, 藤田和彦, 井上麻夕里, 酒井一彦, 鈴木淳, 小池勲夫, 白山義久, 野尻幸宏 (2010). 海洋酸性化がサンゴ礁域の石灰化生物に及ぼす影響. 海の研究, 19(1), 21-40.
- 3) Ishimatsu, A., Hayashi, M., and Kikkawa, T. (2008). Fishes in high-CO₂, acidified oceans. Mar. Ecol. Prog. Ser., 373, 295-302.
- 4) Miller G. M., Watson, S. A., McCormick, M. I. and Munday, P. L. (2013). Increased CO₂ stimulates reproduction in a coral reef fish. Global Change Biology, 19(10), 3037-3045.

(実証試験場 応用生態グループ 山本 雄三)

海洋環境問題に関する経験とこれからの展開

顧問 和田 明

1. 温排水問題

水温規制問題の背景：我が国の火力、原子力発電所は近年その殆ど全てが海岸に立地し、大量の冷却水を海水に依存している。従来の火力発電所は需要地に近接して建設されてきたが、このような地点にあつては沿岸海域は港湾として漁業権の既に消滅している例が多く、また設備ユニットも比較的小型であったため、温排水による海域での水温上昇が問題として取り上げられたことは少なかった。しかし、その後急激な電力需要に対処するため、発電所の規模は大容量化し、立地地点も都市におけるコンビナートを除いては、需要地からかなり遠隔な地点に求められるようになってきている。

湾や外洋に面して立地する発電所の場合は、温排水が養殖場や漁場に及ぼす影響の推定とその対策という重要な課題が提起されていた。当時、水温の上昇が水棲生物に与える影響については、まだ十分な調査研究がなされていないため、この関心は主として水産業界関係者からの漁業への懸念として表明されているのが実情である。

アメリカは発電所からの温排水が環境問題の一つとして社会的に注目を集め、発電所立地計画に支障をきたした最初の国である。この国の発電所は従来内陸に立地し、五大湖やミシシッピ川などの河川・湖沼に冷却水を求めるために、水温上昇が水棲生物に影響を与えるものとして問題を生じたケースが多く、州ごとの排出水温規制などの法的措置に対処して冷却池、冷却塔の使用等必要な対策を施してきている。このような内外の情勢を反映して、我が国においても水温の人為的上昇について社会的管理を加える必要があるとの指摘がなされ、1970年12月の国会において成立した水質汚濁防止法において、水温上昇が水質汚濁の一つとして明確に位置づけられた。規制の対象となる水温とは法の規定によれば、「熱による水の汚染状態であつて、

生活環境にかかわる被害を生ずる恐れがある程度のものである。しかしこの水温は、人の健康にかかわる被害を生ずる恐れのある物質、あるいは水質汚濁を示す項目とは本質的に異なっており、水域の水が有するエネルギーのポテンシャルを示す数値と解すべきである。しかも、水域の水温それ自体、季節、日時更に気象・海象などの自然条件の変化に伴って変動するものである。この場合、人間自体が被害を受ける程度の人為的水温の変動が対象となるべきであろう。

水質汚濁防止法による排水基準の設定については、基礎的調査研究資料が十分でないため設定されていなかったが、排水基準を設定することを目的として調査研究が進められた。中央公害対策審議会の下部機構として水質部門特殊問題専門委員会の中に温排水分科会を設け、規制に関する基本的方針の策定のための調査研究計画及び調査研究結果に助言をあたえることとしていた。温排水の排出基準の設定にあつては、基準設定の根拠となる調査研究資料の整備が必要であるが、そのほか基準の設定方法に関して次のような問題があつた。

- (1) 全国一律基準の作成にあつて、地域別、時期別の温度差をどう考えるか。
- (2) どの地点の温度で基準を設定するか。(温度の絶対値をとるか、温度差で決めるか。)
- (3) 排水量の規模別、業種別に区別するか。

このように、温排水に関する排水基準の設定にあつては、水温が他の規制項目とは異質であることもあつて、多くの検討すべき問題点が残された。

温排水分科会は国が実施する温排水の実態調査の結果を分析・評価し、その知見を基礎として排出基準案を策定する作業を進めたが、昭和50年(1975年)12月、中央公害対策審議会の「温排水問題に関する中間報告」を発表するに留まり、温排水の環境生態系については漁業への影響に関する科学的知見が未解明であるとして、

法に基づく排出基準を設定するに至っていない。

現在、大多数の発電所立地点で復水器通過時の上昇温度(Δt)は7℃とされている。 Δt を7℃とした根拠は明確ではない。温排水の規制にあたっては、発電所の排出源の立地条件(緯度、気象、地形、潮流、漁場の位置、水棲生物の種類、温排水量、取排水方法等)により必ずしも一様ではなく、これらを一律的に規制することにはかなり困難が伴う。

沿岸環境保全：温排水拡散だけでなく冷却水取水による魚卵・稚魚類の取り込みについても問題視されてきた。温排水と取水、すなわち冷却水取放水の問題は今後とも電源の臨海立地が続く限り、地元、とりわけ漁業者の合意を得るにあたっての大きな問題として残るであろう。

現在、電源立地に伴う環境影響調査書の作成のために、経済産業省の調査要綱に基づく物理、海洋生物の事前調査が行われている。また発電所の運開後であっても、その前面海域において温排水の拡散状況や海生生物の実態調査が長期継続的に実施されており、膨大な資料が収集されている。今後はこれらのデータを活用して温排水影響を総合的に分析・評価していくことが漁業者たちの納得と信頼を得る上で肝要な方法であると考えている。

また、発電所と漁業との共存を基本に、沿岸域の生産性を高めるような技術の開発が課題となる。例えば、自然海岸を保存するための環境調和型港湾建設技術の検討、埋め立て造成による藻場の消失対策としての代替造成技術の開発、人工魚礁による漁場形成技術の開発などが考えられる。従来の沿岸立地にあっても、港湾施設設置に対する物理的影響を可能な精度で予測し、生物的環境に対する影響を含めて評価し対策を施してきている。今後は周辺の生態系との調和や親水機能に対する社会的要請を踏まえた臨海施設を設計する必要が出てくると考えられる。

このような状況を反映して、発電所の冷却水が海域環境や生物に及ぼす影響を解明する調査研究機関として、財団法人海洋生物環境研究所が昭和50年12月に設立された。海生研の研究成果は、生物影響、漁業影

響などの基礎資料として利用されている。

一方、環境保全の立場ならびにコストダウンの面から、冷却水使用水量の減少化(復水器通過後の温度上昇値の増大)の可能性が検討される必要がある。現在、冷却水の復水器通過後の温度上昇値は、7℃が一般とされている。もし温度上昇値を7℃から更に上昇させ、冷却水使用量を減少させることが可能であれば、卵・稚仔取り込みもそれに応じて減少する。更に冷却水使用量の減少は発電所内消費電力量の低減、取放水施設規模の縮小にもつながり、コストダウンの面においても利点を有している。特に、水中から高速で放水する場合、周囲の海水と速やかに混合することから、より Δt を大きくし、水量を小さくした方が効率的ではないか。一旦、合議で決まったことを変えるには説得性のある議論をしていかないと変えられない。

2. 地球温暖化問題

深刻な地球温暖化：人間は現在、1年間にCO₂を化石燃料の燃焼によって約300億トン大気に放出している。原子力発電所の事故の危険性について盛んに論議されているが、同時に、化石燃料の危険性も考慮すべきである。CO₂による地球温暖化は既にサイクロンの熱帯性低気圧の発生回数を増やしている。大気中へ放出されたCO₂は200年間大気にとどまるといわれている。CO₂は今後の地球環境の行く末を左右しかねない問題と考える。

温暖化対策については、本年末にパリで開催される国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)で京都議定書に続く新しい枠組みで合意できるかが焦点である。

日本政府は2030年度に2013年度比で26%削減するという削減目標を発表している。

発電所のガスからCO₂を分離・回収するコストに関する検討によると、既存の分離・回収技術を適用すれば発電コストが5割増加するといわれている(IEA 1993)。その理由は主として、化学溶媒によるCO₂の分離・回収が大量のエネルギーを使用するからである。将来、回収技術の改良と処理規模の拡大により、

コストが低減することを期待したい。

1990年代においては、この事情を勘案して、CO₂の抑制策と隔離技術について研究が進められていた。CO₂隔離技術とは、発生したCO₂を回収し、海中に放出(隔離)する技術であるが、現在は海洋へCO₂を直接放出することは認められていない(海底下地中へのCO₂貯留のみロンドン条約で認められている)。当時、海洋隔離への期待が高まっていた中、人為起源の廃棄物を海洋に投棄する考え方には異論がないわけではなかった。このような技術の意思決定には多くの政治的な判断も必要である。その判断の根拠に資するためにも、一層の海洋隔離の可能性に関する研究を進める必要があった。以下に、当時の検討の一部を紹介する。

日本近海におけるCO₂海洋隔離の検討：地球温暖化の影響が将来的なものとなされ、また、対策を行った場合の経済的な影響が大きいと考えられていたために、具体的な対策は遅れていた。社会システムを変化させずに多量のCO₂の放出を削減させることは難しく、エネルギー利用効率の向上をはかることは無論であるが、CO₂の発生抑制策や固定・隔離技術についても研究開発を進める必要があった。

CO₂の海洋隔離によって海中に放出されたCO₂は海水中での化学反応や生物による取り込み、ハイドレイド膜生成による溶解抑制などの影響を受けると考えられるが、深層でのCO₂海洋隔離を考える場合、水温と圧力が支配的な水深では隔離されたCO₂と周辺海水の密度差は小さく、CO₂の挙動は周辺海域の流れに大きく依存し典型的な拡散解析でも十分その挙動把握ができる。

太平洋におけるCO₂交換量を海洋のCO₂分圧から算出してみた(和田ら、未発表)。仮想CO₂投入海域は、CO₂吸収の強い海域と考えられている日本南方海域(東経134度・北緯24度周辺)とした(図1)。また、船舶による中層希釈を想定し、No.5点(東経134度・北緯24度周辺)に50年連続投入する方法(ケースA)と、No.1~9の計9点を1年おきに番号順に移動しながら投入する方法(ケースB)の2つのケースについて検討を行った。CO₂は水深1,500m層に投入する仮定とした。

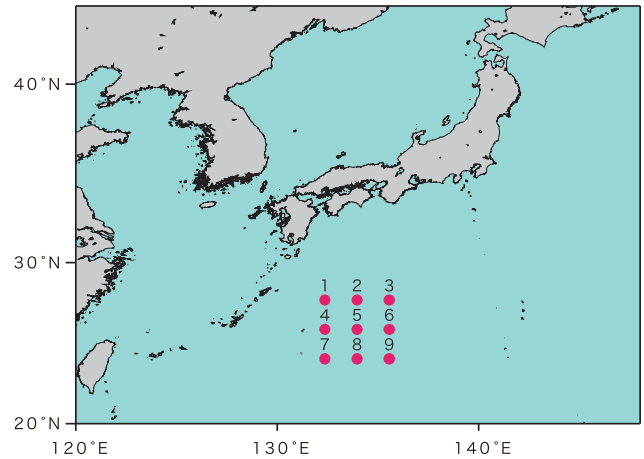


図1 太平洋での仮想CO₂投入海域

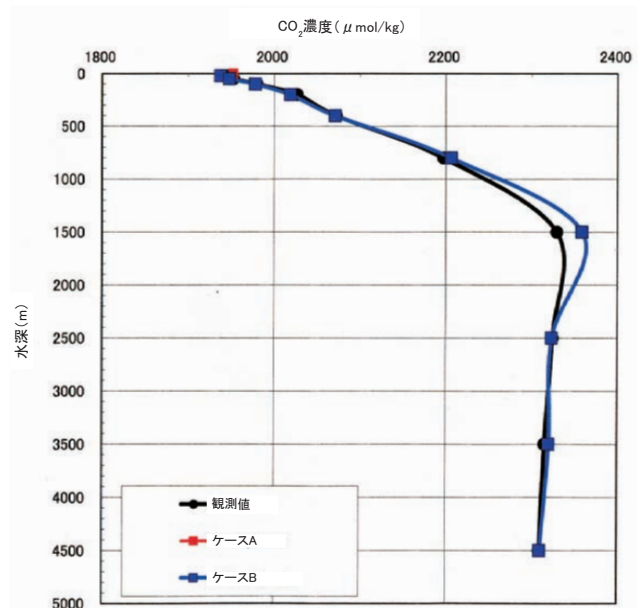


図2 CO₂を水深1500m層へ投入した時の濃度計算結果
3ケースの計算結果は投入層近傍を除きほぼ等しく、
その場合、各記号が重なり合い見難くなっている。

その結果、CO₂の影響範囲は投入層近傍にとどまり50年間連続投入後でも表層の濃度上昇はわずかであることが確認された(図2)。また、太平洋におけるCO₂交換量を海洋のCO₂分圧から算出した結果、太平洋全体のCO₂の収支で見ると、太平洋はCO₂の吸収に寄与していることが分かった。

このように、CO₂増加による気候変動リスクを可能な限り低減化させるためには、今後、環境中へのCO₂排出量を抑制することはもとより、CO₂分離・回収技術や、排出されるCO₂の固定・隔離技術などの開発を更に推進する必要があると考えられる。

国際シンポジウムPRIMO18に参加して

2015年5月24日から27日まで、ノルウェー王国トロンデハイム市において、ノルウェー科学技術大学の主催により開催された国際シンポジウム18th International symposium on Pollutant Responses in Marine Organisms (海洋生物における汚染物質応答 第18回会合、略してPRIMO 18)に参加する機会に恵まれました。

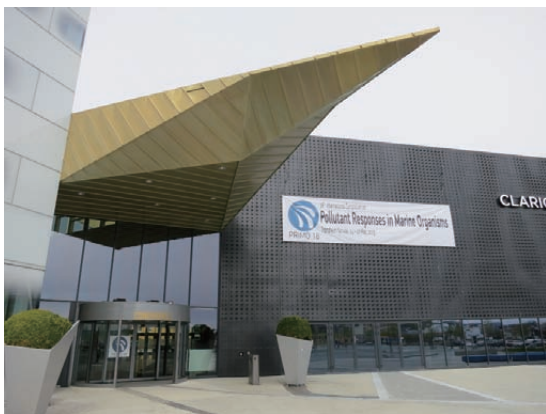
東京から18時間、約1万kmのフライトを経て、ノルウェーに到着したのは夜10時を過ぎ、辺りは暗いかと思いきや、白夜になりつつある初夏のため夕方の様な明るさでした。氷河による浸食作用によって形成された複雑で美しいフィヨルド地形を見ながら車で移動した後、深夜によりやく目的地であるトロンデハイム市中心街のホテルにチェックインしました。

本シンポジウムにおいては、111演題の口頭発表、121演題のポスター発表が行われました。発表は、バイオマーカー、汚染物質の生体内分布、内分泌かく乱、最近の汚染物質、コンピュータ解析による毒性学、熱帯地域における生態毒性学、極地地域における毒性応答、遺伝毒性と表現型、気候変動と適応、原油の毒性、ナノ物質の毒性、分子細胞レベル応答の表現型、混合物毒性、現在の環境問題という部会に分かれており、各部会にて活発な討議が行われました。

今回のシンポジウムにおいては口頭発表を行うことが認められ、Effects of silver nanocolloids on early life stages of the scleractinian coral

Acropora japonica (銀ナノコロイドがサンゴの初期生活史に与える影響について)というタイトルにて発表を行いました。近年、環境汚染物質の種類は増加を続けており、中でもナノ物質の産業利用は爆発的に増えています。ナノ物質はたとえ同じ化学物質から形成されていても大きさや構造、化学的修飾や助剤の有無などによって生物影響が異なり、毒性の把握が難しいと言われていています。発表内容は、銀ナノコロイドが海水中にて銀イオンとなり、造礁サンゴの初期生活史段階である受精、幼生生残、幼生変態率、ポリプ成長率に対して急性毒性を引き起こすことを示した研究内容であり、東洋大学生命環境科学研究センターの柏田センター長・教授と同大学大学院博士課程の片岡氏との共同研究になります。本研究発表の内容についての議論では、サンゴを含めた海産無脊椎動物へのナノ金属物質の体内蓄積の素過程に関する議論を主に行いました。発表後の質疑応答を含め、学会開催期間中を通して様々な研究者と活発な研究議論を行うことができ、分野が特に近い研究者とはお互いに連絡を取り合いながら今後の研究を進めることを確認しました。なお、今回の学会参加は東洋大学の文部科学省私立大学戦略的「研究基盤形成支援事業(平成26-30年度)「人為由来環境変化に対する生物の適応戦略と小進化」の助成を受けたものです。

(実証試験場 応用生態グループ 諏訪 僚太)



左：学会会場の外観、右：ニードロス大聖堂で行われた開会式の様子

研究者さん、いらっしゃい!

海生研では、外部の研究機関と様々な共同研究を実施しています。このコーナーでは、皆さんに共同研究の内容を知ってもらうために、共同研究のパートナーさんにインタビューしてみました。

共同研究タイトル「植物プランクトンの増殖における水温と海洋酸性化の影響」

共同研究機関名「一般財団法人電力中央研究所」

●まずは自己紹介をお願いします。

電力中央研究所、環境科学研究所、大気・海洋環境領域の芳村毅(ヨシムラタケシ)です。化学海洋学が専門で、植物プランクトンが炭素や栄養塩などの物質循環に果たす役割を解明するための研究を実施してきました。



●海生研ではどのような研究をしていますか?

環境省環境研究総合推進費「海洋生物が受ける温暖化と海洋酸性化の複合影響の実験的研究」の分担者として、植物プランクトンに対する水温およびCO₂分圧の増加の複合的な影響を評価するための研究を行っています。柏崎の実証試験場の屋外スペースにおいて、自然海水を水温3段階(現場水温, +2℃, +4℃)とCO₂分圧3段階(現場濃度, 700 ppm, 1,000 ppm)の組み合わせの条件下で培養し、植物プランクトン群集と有機炭素生産の応答を測定しています。

●共同研究のパートナーとして海生研を選んだ理由を教えてください。

海生研さんも同じ推進費課題のメンバーであったことはもちろんの理由ですが、実証試験場は屋外に培養水槽を設置できる豊富なスペースがあることや、培養に用いる自然海水を好きな時に好きなだけ(もちろん常識の範囲での話ですが)採取させていただけることはとても大きな魅力であり、今回の実験の実施をお願いしました。また、日本海での近年の水温上昇は、日本周辺海域の中でも顕著であることが知られており

(気象庁, 平成26年3月10日発表), 水温上昇の影響を早急に評価すべき海域であることも挙げられます。

●海生研で実際に研究を行ってみて感じたことを教えてください。

海生研の皆さんが外部研究者を大変暖かく迎え入れてくださっていることです。一人で作業をしていますとたびたび「手伝いは必要ないですか」と声をかけてくださいます。実験作業が長引いてしまい定時で終わることができなかった場合でも、終了までお付き合いいただきました。さらに、土日も規則の範囲内で作業させていただけることは、連続実験を実現するうえで極めて重要でした。また、「温調装置が止まっているけれど大丈夫?」などと細かく気にかけていただき、大変ありがたいお心遣いに深く感謝しています。

●今後、共同研究を行っていく上で、海生研に対して何か要望はありますか?

自然海水中の植物プランクトン群集に対する将来の環境変化の影響は複雑であり、研究を継続していく必要があります。今後も公募研究への応募により研究資金の獲得を目指すうえで、パートナーとして共同応募をお願いできればと考えています。

芳村さん、どうもありがとうございました。芳村さんは、室内実験や船上実験も実施しており、植物プランクトンに対する水温およびCO₂分圧の増加の影響を総合的に研究されています。海生研で実施した屋外実験も含め、今後の研究成果が非常に楽しみです。



3つの水槽で水温を3段階に調節するとともに、各水槽内でCO₂分圧を3段階に調節した自然海水を5リットル容器で培養します。経時的に容器内の海水を採取して、各種項目を測定します。

(実証試験場 応用生態グループ 林 正裕)



都市伝説? サザエの右足左足

サザエ *Turbo cornutus*

軟体動物門>腹足綱>古腹足目>リュウテンサザエ科の一種。本州各地、海沿いの観光地で、つば焼で売られているのを見かけたことがあるのではないのでしょうか。

腹足綱というくりがいわゆる巻貝類のことで、腹足(ふくそく)と呼ばれる筋肉の蠕動(ぜんどう)運動で匍匐(ほふく)します。カタツムリ(ミスジマイマイ *Euhadra peliomphala* など陸生巻貝類の通称、デンデンムシとも言う)が窓ガラスを這っているところを、裏側から見たことはないのでしょうか。あれが、「腹足の蠕動運動による匍匐」です。



写真1: サザエのつば焼き(御宿町伊勢海老祭にて)

博物館企画展

平成26年3月、海をテーマにした博物館で、友人が担当した企画展(期間限定の特別展)を見に行ってきました。博物館の展示は、標本や写真パネルなど、乾いたもの、動かないものだけだと思われがちですが、この博物館では、目の前の海で採集した魚介類などが、生体のまま展示されたりもします。

今回の企画展でも多くの生体展示がありました。一つの水槽には、海藻の生体で藻場環境が創り出され、そこに魚介類の生息状態が再現されていました。

この生体展示のジオラマは、さすがに研究者が作っただけあって、海中の様子が忠実に再現されたものでした。しばし眺めていると、サザエが水槽壁面を這い始めて、前面のガラスに回ってくるようでした。

これは面白いものが見られると思うと、一人で見るのはもったいなくなり、企画展会場にいた見ず知らずの見学者にも声をかけて、皆を集めました。職員でもなく、案内係を仰せつかっているわけでもないのに…です。

しかし、これは、やはり、皆に見せたいほどに、興奮する光景です。それは、サザエが、右足と左足を交互に出して、シャナリシャナリと、ガラス面を歩き回る光景です。



写真2: サザエの腹足(シャナリシャナリ)

サザエの右足左足

サザエも巻貝ですから、「腹足の蠕動運動による匍匐」をすることには変わりありません。ただし、サザエの腹足は、前後に通る溝で左右2つに分かれています。これを交互に前に出すので、まるで二本足で歩いているように見えるのです。しかも、前に出た足の前端が後ろに残した足の前端に少し被さるので、まるで花魁道中の足さばき(下駄さばき?)です。それで、シャナリシャナリなのです。

サザエは、活魚料理店の水槽にすることがありますから、足の裏側(腹足)を見る機会があります。しかし、動いていることは極めて希です。幸運にも、動いている場面に巡り合ったら、ぜひ見てみてください。本当に、シャナリシャナリなのです。

ところで、この話、信じますか?

(中央研究所 山本 正之)

(写真2撮影: 実証試験場 応用生態グループ 山本 雄三)

平成27年度電力－海生研情報交換会を開催

平成27年10月1日(木)及び2日(金)の両日、横浜市内で主に電力会社等から15機関、54名のご参加を得て、平成27年度電力－海生研情報交換会を開催しました。

初日の会議(於：横浜テクノタワーホテル)では海生研を含む複数の参加機関から、藻場や海藻類を対象とした3つの調査研究に関する話題提供がありました。さらに、産業技術総合研究所の近藤裕昭氏及び電力中央研究所の角湯正剛名誉特別顧問から発電所環境影響評価についての特別講演があり、活発な質疑応答が交わされました。

2日目は、電源開発(株)のご協力を得て、磯子火力発電所施設を見学させていただき、盛況のうちに終了しました。ご協力、ご参加いただいた方々には、この場を借りてお礼申し上げます。

(事務局 研究企画調査グループ 磯山 直彦)

2015日本メキシコ学生交流プログラム

昨年に引き続き、メキシコの高校生と大学生の10名が中央研究所にやってきました。皆、日本語の研修を受けており、日本語での海生研の研究内容や施設の説明に、熱心に耳を傾けていました。1609年にメキシコに向かう途中の帆船が中央研究所前の田尻の浜で座礁した際に岩和田の人々が多数の乗組員を助けた史実から、御宿町ではメキシコ・スペインと活発な交流を行っています。7月10日から約1か月、午前中は日本語の研修、午後は地元の協力を得て、様々な体験や研修プログラムが行われました。



メキシコ学生と記念撮影

(中央研究所 総務グループ 岩立 明美)

新潟県立柏崎高等学校のスーパーサイエンスハイスクール(SSH)で実習を担当

平成27年7月27日、文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール(先進的な理数教育を実施する高等学校等)に指定されている新潟県立柏崎高等学校の依頼により、海洋生物に関する講義および実習を担当しました。

午前中、25名の生徒たちには実証試験場の生物飼育施設や試験設備を見学してもらい、発電所温排水に対する生物影響の研究紹介の聴講につづき、特別講義として長崎大学大学院の石松惇教授による「海洋温暖化と酸性化によって海の生き物はどう変わる?」を受講してもらいました。

午後より、場所を柏崎高校の実験室に移し、魚類生理学の実習を行いました。実習では、ふ化直前のシロギス卵を4段階の水温条件下におき、顕微鏡を使ってシロギスの心臓を観察し、1分あたりの心拍数を計数してもらいました。講師役の伊藤場長(当時)ほか4名の海生研職員は、生徒たちの観察を補助し、生理学的な解説をするなどして、実習カリキュラムに協力しました。



実習の解説をする伊藤場長と柏崎高校の生徒たち

(実証試験場 応用生態グループ 吉川 貴志)

中央研究所で公開ゼミナール開催

平成27年8月3日に地元御宿町商工会「楽多商人(らくだあきんど)のゼミナール」の一環として、小・中学生を対象に「チリモンさがし」が中央研究所で開催されました。小嶋コーディネーターよりチリモンについて説明後、参加した子供達12名は目を輝かせ、チリメンジャコ

に混じったチリモン(いろいろな稚魚やイカ, タコ, エビ, カニの幼生)を探し出しました。夏休みの自由研究に活かせるイベントとして大好評でした。



チリモン選別作業中の参加者

(中央研究所 総務グループ 岩立 明美)

創立40周年記念報告会開催のお知らせ

私ども公益財団法人海洋生物環境研究所(海生研)は昭和50年の設立以来、皆様の温かなご支援・ご協力のもと、今年12月に40周年を迎えることになりました。これを記念して当所がこれまでに取り組んでまいりました調査研究の成果と、現在及び今後に向けて推進しつつある最近の調査研究の状況に関する報告会を下記のように開催させていただきますのでご案内申し上げます。

なお、当日は研究成果の口頭発表の他に、ポスター発表及び外部専門家による特別講演も企画しています。

海生研創立40周年記念報告会

—かけがえのない海を未来へ—

日 時：平成27年12月2日(水) 13:00より

場 所：一橋大学一橋講堂2階中会議室

住 所：東京都千代田区一ツ橋2丁目1番2号
学術総合センター内

詳細につきましては、海生研ウェブサイトをご覧ください。

<http://www.kaiseiken.or.jp/>

研究成果発表

学会誌への論文発表等

以下の論文を学会誌に投稿し、掲載されました(アンダーラインは海生研職員です)。

- ◆Inoue, M. · Yoneoka, S. · Ochiai, S. · Oikawa, S. · Fujimoto, K. · Yagi, Y. · Honda, N. · Nagao, S. · Yamamoto, M. · Hamajima, Y. · Murakami, T. · Kofuji, H. · Misonoo, J. Lateral and temporal variations in Fukushima Dai-ichi NPP-derived ^{134}Cs and ^{137}Cs in marine sediments in/around the Sado Basin, Sea of Japan. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 303(2), 1313-1316 (2015).
- ◆Oikawa, S. · Watabe, T. · Takata, H. · Misonoo, J. · Kusakabe, M. Plutonium isotopes and ^{241}Am in surface sediments off the coast of the Japanese islands before and soon after the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 303(2), 1513-1518 (2015).
- ◆高田兵衛 · 帰山秀樹 · 喜多村稔 · 横田瑞郎 · 池上隆仁 · 日下部正志. 海洋環境における動物プランクトン中の東電福島第一原発由来放射性Csの動態. *海洋と生物*, 37(3), 310-318 (2015).
- ◆Nishida, K. · Suzuki, A. · Isono, R. · Hayashi, M. · Watanabe, Y. · Yamamoto, Y. · Irie, T. · Nojiri, Y. · Mori, C. · Sato, M. · Sato, K. · Sasaki, T. Thermal dependency of shell growth, microstructure, and stable isotopes in laboratory-reared *Scapharca broughtonii* (Mollusca: Bivalvia). *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 16, doi:10.1002/2014GC005634. (2015).
- ◆Haraguchi, S. · Yamamoto, Y. · Suzuki, Y. · Chang, H. J. · Koyama, T. · Sato, M. · Mita, M. · Ueda, H. · Tsutsui, K. 7α -Hydroxy-pregnenolone, a key neuronal modulator of locomotion, stimulates upstream migration by means of the dopaminergic system in salmon. *Scientific Reports*, 5, 12546; doi: 10.1038/srep12546 (2015).
- ◆Takata, H. · Hasegawa, K. · Oikawa, S. · Kudo, N. · Ikenoue, T. · Isono, S. R. · Kusakabe, M. Remobilization of radiocesium on riverine

particles in seawater: The contribution of desorption to the export flux to the marine environment. Marine Chemistry, 176, 51-63 (2015).

口頭発表・ポスター発表等

13th International conference on Biogeochemistry of Trace Elements, 第21回日本環境毒性学会研究発表会, 化学工学会第47回秋季大会にて3件の口頭発表を実施しました。詳細は、以下をご参照ください。

口頭: <http://www.kaiseiken.or.jp/treatise/treatise09.html>

講師派遣等

主催者の要請に応じて職員を派遣し、火原協大学講座(於 中国電力株式会社), 平成27年度技術講習会(於 盛岡市内)において、発電所海水設備の汚損対策技術に関連した講演を行いました。詳細は、以下をご参照ください。

<http://www.kaiseiken.or.jp/treatise/treatise11.html>

表紙写真について

表紙写真の要塞のような護岸は、ビスケー湾(北大西洋)に面したスペインの北東部に位置するムトリクに設置され、2011年7月より発電を開始している波力発電所です。波のエネルギーを利用した「波力発電」はここ数年、太陽熱、風力と並びクリーンなエネルギーとして欧州を中心に開発が進められており、日本でも新エネルギーとして着目されております。この発電所では、振動水柱型発電法が用いられており、これは、護岸に開いたスリット状の穴から入り込んだ海水が護岸内部の空気を波によりピストン運動させることにより、右図のようなタービンを回転させることで発電させるというシステムです。

この発電所のメリットとしては、防波堤の建築にあわせて発電設備を建設することで建設費用を抑えることができ、また風力発電に比べて面積が5分の1程度であるということがあげられます。一方、発電時にかなりの騒音が生じることや季節などで発電量のバラつきが大きい(ムトリクでは夏は平穏でほとんど発電しない)などのデメリットがあります。ムトリク波力発電所に設置された計16のタービンの発電量は年間60万kWhで、これは600人分の消費電力に相当するそうです。(なお、ムトリク波力発電所は「海洋エネルギー発電技術に係る生物付着影響の調査および対策の検討(NEDO)」の調査の一環として視察しました。)



タービン内模式図 (出典: 写真撮影した説明用展示パネルを一部改変し、空気の流れを矢印で示す)



タービン外観

(中央研究所 海洋生物グループ 恩地 啓実)

海生研へのご寄附のお願い

海生研は、発電所の取放水等が海の環境や生息する生物に与える影響を科学的に解明する調査研究機関として、昭和50年に財団法人として設立され、平成24年4月からは公益財団法人に移行しました。

今後も、科学的手法に基づき、計画的・安定的に調査研究を推進し、基盤充実を図るため、皆様からのご寄附をお願い申し上げます。

なお、当財団は「特定公益増進法人」に位置づけられていますので、ご寄附いただいた方に対して、税法上の優遇措置が講じられています。

ご寄附の振込先 三菱東京UFJ銀行 新丸の内支店
普通預金口座 4345831
口座名義 公益財団法人 海洋生物環境研究所
理事長 弓削 志郎

海生研ニュースに関するお問い合わせは、
(公財)海洋生物環境研究所 事務局までお願いします。

電話 (03) 5225-1161

見やすく読みまちがえにくいユニバーサルデザインフォントを採用しています。