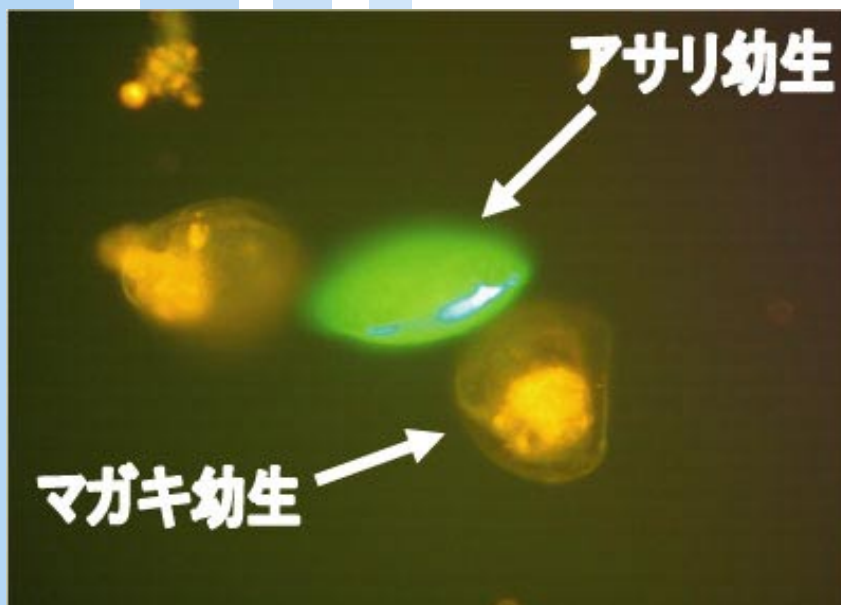




瀬戸内通信

No. 3 Aug. 2005



CONTENTS

巻頭言

2 連携を深め、交流を促進！

キーワード解説

3 プセウドディアプトムス属 Genus *Pseudodiptomus*

4 海の中のウイルス Marine virus

5 有機スズ化合物 Organotin Compounds (3)

研究解説

6 水産基盤整備事業「広域アサリ漁場整備開発のための海況調査」の開始について

8 船底塗料に含まれる殺生物剤について

絵で見る研究最前線

10 二枚貝類の種判別技術の開発

12 続・環境ホルモンと魚の卵

研究室紹介

14 生産環境部資源生態研究室

外国出張報告

15 第2回 HAB 国際ワークショップ

16 第4回藻類ウイルスワークショップ（於アムステルダム）参加記

17 初めての海外出張 台湾 The 7th Indo-Pacific Fish Conference に参加して

最近の話題から

18 内田主任研究官が平成16年度日本水産学会論文賞受賞

19 外丸研究員に日本プランクトン学会奨励賞

巻頭言

連携を深め、交流を促進！

秋山 敏男

本年4月に、三重県内にある(独)水産総合研究センター養殖研究所から山田久前所長の後任として赴任してきました秋山と申します。生まれが広島県大竹市ですので、30年ぶりに七回の転勤の後に故郷に戻ってきたわけです。宮島や中国山地の美しさが変わりはなく、今は甘酸っぱい感慨に浸っています。よろしくお願い致します。

我々の組織は9つの水産研究所が統合して平成13年に独立行政法人水産総合研究センターとなり、15年には(社)日本栽培漁業協会と認可法人海洋水産資源開発センターの業務が加わり、さらに平成18年には(独)さけ・ます資源管理センターとの統合が予定されています。しかし、目まぐるしく変わる組織体制の中にあっても、瀬戸内海区水産研究所の使命が変わるわけではありません。

水産研究所の役割は二つに大別されます。①海区の水産業振興を第一の目的とした研究と②全国対応を使命とする研究の推進です。①は全国に7つある海区水産研究所で実施されています。②は水産工学研究所や養殖研究所などのいわゆる専門水産研究所が担っています。瀬戸内水研は名前の上からは①にあたり、例えばマダイ、ヒラメ、カタクチイワシ、サワラ、トラフグの瀬戸内海系群の資源評価、海域の特性を活かした藻場や干潟の生物生産や水質浄化に対する機能の解明などを行っています。一方で「環境」をキーワードとして、海洋の赤潮・貝毒の発生予察手法・防除技術の開発および有害化学物質の水生生物に対するリスク評価や保全基準に関する研究分野では全国的な対応を担っており、海区、専門の両方の役割を持ったユニークな研究所でもあります。

研究活動の成果は科学論文として発表するだけでなく、成果を分かりやすく皆さんにお伝えする必要があります。瀬戸内通信はその使命を帯びています。昨年創刊して以来研究解説や研究室紹介などの記事をコンパクトに掲載し、手前みそですが多くの方々に好評を博しており、3月に開催された機関評価会議でも外部委員の先生方から高い評価を頂きました。今後も皆さんのご批判を頂きながら充実に努めたいと考えています。ただし、この種の広報誌をセンター本部に一本化する動きもあり今後の動向は流動的ではあります。しかし、何らかの形で海区の方々に瀬戸内水研の情報をお伝えする手段は維持してゆきたいと考えています。

本年度で独立行政法人としての第1次中期計画(H13-17)が終了し、現在、第2期計画(H18-22)を策定中です。より一層、産業界への出口を意識した研究を謳い、市民の皆さんとの交流を促進する内容になるはずですが、瀬戸内水研では、本年度も交流を深めるため、7月23日(土)に研究所の一般公開を実施します。また、今年、瀬戸内の各府県と共同で「瀬戸内海水産フォーラム」を立ち上げ、秋頃に「瀬戸内海におけるアマモ場の現状と回復への取り組み」(仮題)をテーマに広島で開催の予定です。水産関係者の方々そして一般の方々の御参加をお待ちしています。今後も開かれた研究所を目指し、業界そして市民の方々とともに歩んでいきたいと考えています。(所長)

キーワード解説

プセウドディアプトムス属 Genus *Pseudodiaptomus*

岡 慎一郎

【プセウドディアプトムス属とは】

プセウドディアプトムス属は、浮遊性のカラヌス目カイアシン類で、汽水域あるいは沿岸海域に分布する。体長は1-2mmで、雄の方が雌よりもやや小さい。頭胸部前縁は丸く、種によっては先端が尖る。雌雄とも5対の胸肢を備え、第5胸肢は雌が左右対称、雄は左右非対称であり、それらの形状が種の同定のための重要な手掛かりとなる。また、水中に産卵する多くのカラヌス目カイアシン類と異なり、本属は雌が生殖節に卵嚢を付け、1個の卵嚢を持つものと1対の卵嚢を持つものとに分かれる。

【わが国に分布する種】

Walter (1986) は、過去の記載や標本等を整理して本属を72種に分類し、そのうちの49種(未記載種を除く)がインド洋-太平洋域に分布することを示した。わが国にはそのうちの6種、*Pseudodiaptomus inopinus* Burckhardt, *P. marinus* Sato, *P. ishigakiensis* Nishida, *P. nihonkaiensis* Hirakawa, *P. galleti* (Rose), *P. trihamatus* Wright が分布する。

【汽水種】

P. inopinus は1対の卵嚢を持つ種で、わが国に出現するプセウドディアプトムス属の中で、唯一海産ではなく、低鹹な水域に出現する汽水種である。わが国においては、淡水化の進んだ霞ヶ浦をはじめ、本州から南西諸島にいたる各地の汽水湖や河川の感潮域に分布する。また、初期餌料用の輸入冷凍カイアシン類の中に、本種の近縁とみられる種が含まれていたことから(筆者知見)、将来的には初期餌料として本種の利用も可能と考えられる。

【温帯沿岸海域に分布する種】

瀬戸内海を含む本州や九州の内湾域や沿岸域には、*P. marinus* が分布する。本種は*P. inopinus* とは異なり、1個の卵嚢を持つ種である。湾奥の富栄養海域等に卓越し、広島県の福山港では5月に出現密度が劇的に増加し、6月頃に最大となる。その後7~8月には激減するが、9~10月には再び増加して小さなピークを見せる(Liang and Uye 1997)。卵嚢をつける本種は、水中に卵を産み落とす他のカイアシン類に比べて、卵および発達段

階初期(ノープリウス期)における生残率が高いことが報告されている(Liang and Uye 1997)。わが国の温帯沿岸域には、もう1種*P. nihonkaiensis* が分布するが、*P. marinus* ほどには研究報告は多くなく、その生態については今後の研究が待たれるところである。

【南西諸島に分布する種】

亜熱帯域である南西諸島には、前述した*P. inopinus* のほか、*P. ishigakiensis*, *P. galleti*, *P. trihamatus* が、河口域を中心に分布する(Oka et al. 1991)。特に*P. ishigakiensis* は、*P. inopinus* とともに南西諸島の河口域を代表するカイアシン類である。また、*P. inopinus* 以外の3種は、東南アジア沿岸や南西諸島沿岸域に分布する熱帯性の種であり、三浦半島の油壺湾から*P. galleti* の採集例(Walter, 1986)があるほかは、わが国の温帯域からの採集報告は無い。しかしながら、地球温暖化等による海水温の上昇が進めば、瀬戸内海沿岸でもこれらの種が普通に見られるようになるかもしれない。

【参考文献】

- Liang, D. and S. Uye (1997) Mar. Biol. 128, 415-421.
 Oka, S., T. Saisho and R. Hirota (1991) Bull. Biogeogr. Soc. Japan, 46(8), 83-88.
 Walter, T. C (1986) J. Plankton Res., 8(1), 129-168.

(生産環境部環境動態研究室長)



図 *Pseudodiaptomus ishigakiensis*

左：卵嚢をもった雌，中：雌，右：雄

キーワード解説

海の中のウイルス

Marine viruses

長崎慶三・外丸裕司

蒼い海。水は透明で、キラキラと輝き、澄んでみえる。だがその中に、無数の微生物がひしめき、活動し、そして相互に関係しているという事実は意外と知られていない。そしてそこに、無数のウイルスが含まれているということも・・・

【ウイルスはどれくらいいるの？】

人々が夏のバカンスを楽しむ海辺。1Lの牛乳パックに汲んだ一杯の海水。さてその中に、何個のウイルスがいるか？・・・正解は、数百億から数千億個。或る研究者の試算によれば、海洋ウイルスの総量はシロナガスクジラ約100万頭分(27～270 Mt)に相当するという。海の中には膨大な量のウイルスが存在している。

【ウイルスとは何か？】

ウイルスは、基本的にはDNAまたはRNAという遺伝情報の載った核酸がタンパク質の殻(カプシド)に包まれたものである。粒子状のものから繊維状のものまで、その形態は多様である。ウイルス自身は代謝能力を持たないため、他の生物のように、餌や光を与えても殖えることはない。したがって、ウイルスは正確に言えば「生物」ではない。ウイルスは、自身の複製に適した宿主細胞内に侵入し、乗っ取り、宿主側の生合成系を利用することによって殖える。その後、宿主細胞が内側から溶かされ、夥しい量の子孫ウイルスが外に放出されることで、ウイルスの複製サイクルは完了する。

【どんなウイルスがいるの？】

海の中のウイルスの多くは、細菌類やラン藻類に感染するウイルス(=ファージ)であると考えられている。宿主の生物量から推算すれば、その次に多いのは植物プランクトンや無色鞭毛虫等の微小プランクトンを宿主とするウイルスであろう。そして、海藻、甲殻類、魚類など、海に棲むあらゆる生物について、それらを宿主とするウイルスが存在していると考えられる。われわれの生活との関連において注目されるのは、もっぱら人や魚の病気を起こすウイルスであり、科学研究

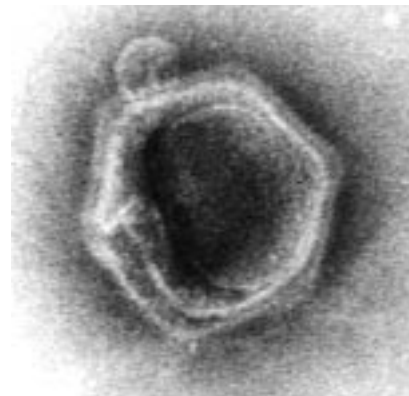
の対象になっているが、全体からみればほんの一部に過ぎない。海の中のウイルスのほとんどは、人や魚の健康に害を及ぼすことはない。

【なぜウイルス研究なの？】

筆者らの研究室では、赤潮を抑える天然の微生物に関する研究を通し、赤潮消滅のメカニズムを解明してきた。その結果、ウイルス感染がある種の赤潮の動態・終息にきわめて重要な役割を果たしていることを示す幾つかの証拠を得た。現在、こうした有用ウイルス(すなわち天然の「抗赤潮微生物」)を上手く利用することで、赤潮の発生を予防・小規模化するための研究を進めている。天然環境中で赤潮の消滅に実際に関与している微生物を用いることで、環境にやさしい安全な赤潮防除技術の開発に繋げることが、筆者らの研究の一つのゴールと考えている。

【未知なる遺伝資源】

海のウイルスを捕まえて、中からその設計図に相当するDNAまたはRNAを取り出し、塩基配列を調べる。そこには様々なタンパク質をコードする遺伝子が密に並んでいる。しかし、その配列を既存のデータベースにあててみると、その多くは既知タンパク質との相同性を示さない。これは、海のウイルスの中に、未知なる遺伝資源が豊富に眠っている可能性を示すものである。海の中のナノ・ワールドには、新しいバイオツールや創薬資源の探索を行う上で有望な世界が存在するものと期待される。(赤潮環境部赤潮制御研究室)



図．赤潮原因藻ヘテロシグマに感染するウイルス(HaV)。

キーワード解説

有機スズ化合物 Organotin Compounds (3)

隠塚 俊満

前回は有機スズ化合物の海産生物に対する毒性影響について取り上げましたが、今回は環境中における有機スズ化合物の動態についてお話しします。

【環境中における動態】

有機スズ化合物の性質としては、水に溶けにくい事や底質等への強い吸着性などが挙げられます。これらの性質から、船底等から海水中に溶け出した有機スズ化合物は懸濁物質に吸着し、最終的には海底に蓄積されてきました。また、製造や使用の規制によって海水中の有機スズ化合物は年々減少してきましたが、近年では下げ止まり状態になっています。これは、海底に蓄積している有機スズ化合物が海水中に溶け出す、いわゆる2次的な汚染が原因と考えられています。

【環境中における分解】

環境中の有機スズ化合物は、主に光による分解と生物による分解を経て減少していきます。物質の濃度が半分に減少する期間を半減期と言いますが、海水中における有機スズ化合物の一種であるトリブチルスズ(TBT)の半減期は報告によって1～60日とかなり幅がみられます。これは水温、光条件などの環境条件により、分解速度が大きく変動するためと考えられています。また、底質中での半減期はこれより長く、4～5ヶ月という報告が多いのですが、水温や底質の種類によって報告値が大きく変動します。

【生物濃縮】

生物による化学物質の体内蓄積を生物濃縮と言います。この生物濃縮は、主に海水から生物による化学物質の濃縮倍率により評価されてきましたが、近年では環境生物中の化学物質濃度を測定することにより、生態系食物連鎖を通じた生物への濃縮について評価するも行われています。海水中のTBTは、生物によって数百倍から数万倍濃縮されますが、食物連鎖を通じた濃縮はそれほど顕著ではありません。一方、トリフェニルスズ(TPT)の場合、海水から生物への濃縮倍率はTBTとあまり変わりませんが、食物連鎖を通じたTPTの濃縮はTBTよりも顕著に現れるとの報告があります。この違いを引き起こす理由については水生生物における蓄積・排泄機構がTBTとTPTで異なるためと考えられています。

【おわりに】

有機スズ化合物は、使用の規制によって環境中濃度は減少傾向にあり、環境に対する影響は限定されています。しかし、有機スズ化合物は、国際機関である経済協力開発機構が設定した水生生物毒性のクラス分けにおいてClass Iという最も毒性の強い部分に分類される物質です。今回紹介した特徴を考慮しながら、環境中の有機スズ化合物に関して今後も注意していくことが大切です。

(化学環境部生物影響研究室)

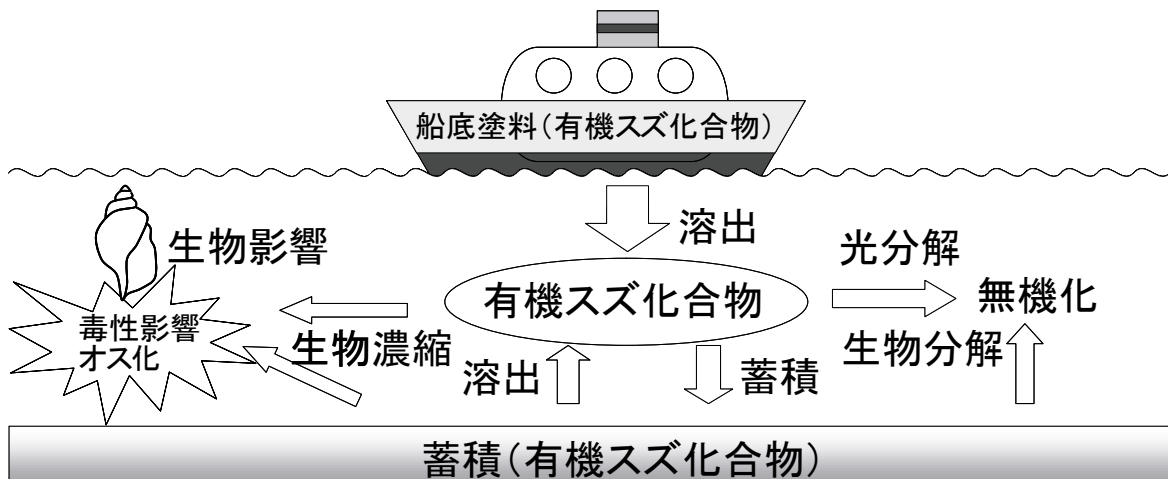


図. 有機スズ化合物の環境中動態

研究解説

水産基盤整備事業「広域アサリ漁場整備開発のための海況調査」 の開始について

手塚 尚明・浜口 昌巳・辻野 陸・岡 慎一郎

周防灘では近年アサリ漁獲量が大きく減少し、その回復が課題となっている。大分県では1985年の27,503トンピークに減少し、2000年には675トンと約1/40にまで減少した。山口県、福岡県も同様の状況であり、アサリ漁獲量の回復は周防灘沿岸各県に共通の広域的な課題である。また、アサリ漁獲量の減少は周防灘だけでなく、有明海や太平洋沿岸を含む全国的な課題でもある。漁獲量減少の原因は解明されていないものの、これまで適切な資源管理が行われず過剰漁獲となっていた可能性に加え、干潟の生産力低下や、ナルトビエイによる食害等の可能性が指摘されている。

このような状況の中、アサリ資源回復に向けた取り組みが各地で開始されている。周防灘海域では、大分県はアサリ資源回復計画を策定し、山口県は同計画を策定予定であり、福岡県は水産基盤整備事業を実施している。全国的にも沿岸各県で資源回復計画の策定や水産基盤整備事業が実施されている。とはいえ、これらの取り組みは開始されたばかりであり、解決すべき問題、解明すべき課題は数多く残されている。本事業は、周防灘海域のアサリ資源回復に向けた具体策の検討を目標に、大分県、山口県、水産工学研究所と当水産研究所の共同体制により調査を行うものである。

アサリの漁獲量減少の原因を把握し、アサリ資源の回復および適切な資源管理を行うには、アサリ個体群の動態を把握する必要がある。アサリ個体群の動態は、卵から孵化後、数週間にわたって海中を漂い広域的に分散する浮遊幼生期と、干潟に着底後、稚貝、成貝へと成長する底生生活期の大きく二つの段階に分けて考えることが出来る。

浮遊幼生期の課題としては、干潟へ供給される浮遊幼生量の推定、および産卵母貝集団の配置、管理方

針の検討、つまり浮遊幼生量を増大させるにはどこに親貝の生息地があればよいか、親貝の量はどの程度必要かという問題が挙げられる。これには浮遊幼生の広域的な分散過程の実態、つまり周防灘沿岸の各漁場へ供給される浮遊幼生はどこから来るのかを明らかにする必要がある(浜口ら, 2005)。本事業では、当水産研究所のしらふじ丸による周防灘全体の浮遊幼生調査(図1)に加え、沿岸各県との共同調査によって、周防灘における浮遊幼生の広域的分散と干潟への供給過程の解明を目指している。

底生生活期の課題としては、成長・生残率の推定とその変動要因の把握、および成長・生残率の向上に必要な対策の検討が挙げられる。アサリの成長・生残には、被食や漁獲、および餌料環境、貧酸素、底質の安定性等の環境条件が関係している。大分県中津干潟は山国川河口に広がる干潟で、大部分は砂質、一部に石混じりの地点がある(図2)。この干潟には2005年4月の時点で殻長数mm~10mm前後のアサリ稚貝(前年の秋生まれ)が約5000~10000個体/m²の密度で生き残っている。今後この稚貝の成長・生残を追跡し、アサリの成長・生残率の推定、および成長・生残率の向上に必要な条件の解明を目指していく。

これら本事業での調査と全国的な調査、取り組みの成果をもとに、アサリ資源回復に向けた具体策を検討し、周防灘海域および全国的なアサリ資源の回復を実現することが最終的な目標である。

参考文献

浜口昌巳, 長井敏, 安田仁奈. (2005): 新たな調査手法開発によるメタ個体群動態解明. 月刊海洋, 37 (2), 125-132.

(生産環境部環境動態研究室, 藻場・干潟環境研究室)

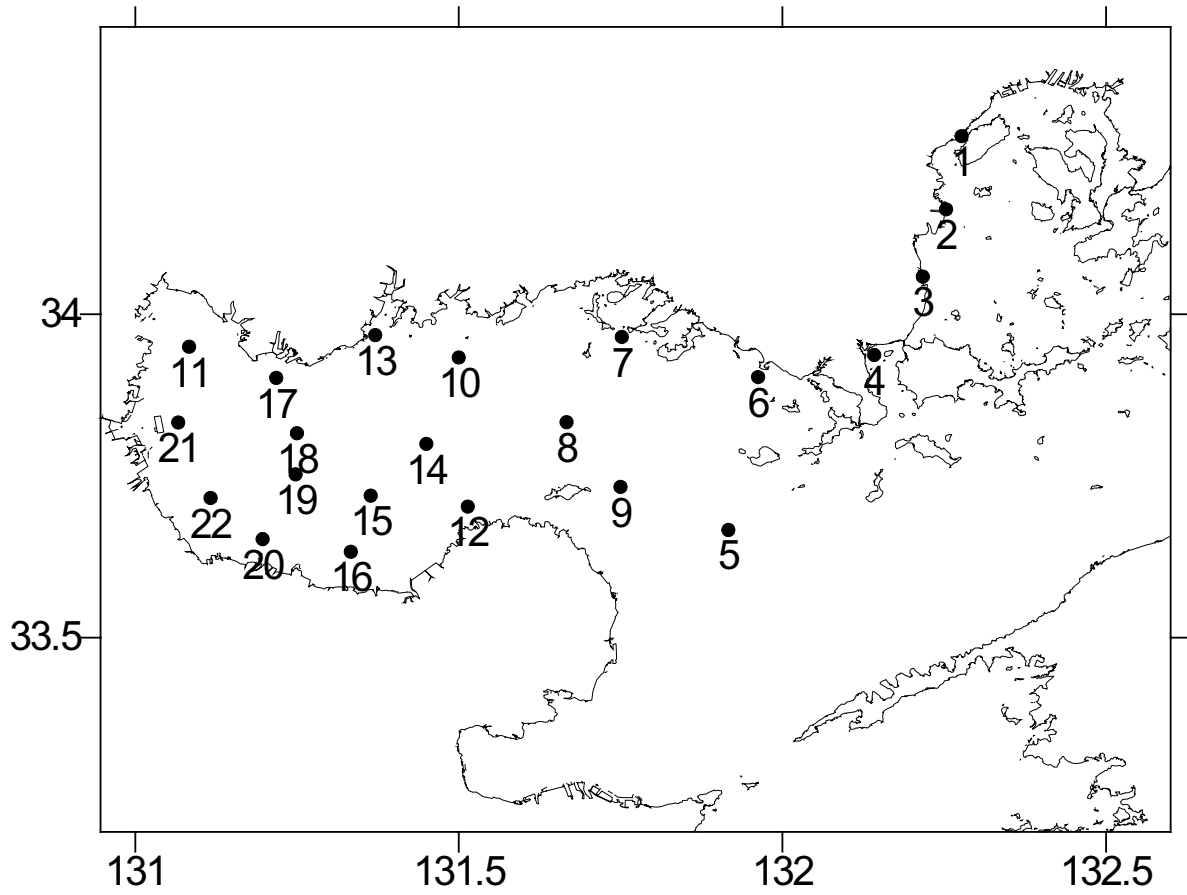


図1. しらふじ丸による周防灘アサリ浮遊幼生調査定点



図2. 大分県中津干潟；石混じりの地点（左）と砂質の地点（右）

研究解説

船底塗料に含まれる殺生物剤について

角埜 彰

海には、目に見えないようなバクテリアから、海草、貝類、甲殻類、魚など様々な生物がいます。そのため、海水に触れているあらゆる表面—例えば船の底、橋脚、ブイなどには、まず海水中のタンパク質などの有機物が付き、これを栄養としてバクテリアなどの微生物が増えます。これらの微生物の層（手で触るとヌルツとした感じ）に海水中の泥や砂などの粒子が付くと、これを足がかりとして、海草が生えたり、フジツボ、イガイなどが付いたりするようになります（図1）。これらの生物が付くことで、特に船では水の抵抗が大きくなり、25パーセントも最高速度が落ちたり、30パーセント以上も余分に燃料を使ったりと、時間やお金がかかりかかるといえます。そのため、生物が付かないように、船底には生物を殺す化学物質（殺生物剤）を含む特殊な塗料（防汚塗料）が塗られています。殺生物剤の中で、特に有機スズ化合物は非常に毒性が強く、約0.001マイクログラム／リットル（耳かき一杯の薬剤を50メートルプール十杯分の水に溶かした濃度）という極めて少ない量で巻貝のメスをオスにしてしまうことが明らかにされました。また、生物の体内に貯まりやすい等の理由から、2001年10月の国際海事機構（IMO）の会議で、有機スズ化合物の使用禁止に関連する「2001年の船舶の有害な防汚方法の規則に関する国際条約」が採択されました。その内容とは、2003年1月1日以降全ての船に殺生物剤として有機スズ化合物を含む塗料の塗装の禁止、および2008年1月1日以降すべての船の外部表面に殺生物剤として有機スズ化合物を含む塗料の存在の禁止です。そのため、世界中で有機スズ化合物に代わって様々な殺生物剤—例えば、イルガロール1051、シーナイン211、ディウロン、亜鉛ピリチオン、銅ピリチオン等が開発、使用されるようになりました。日本では、これら新たに輸入または製造される殺生物剤を含む全ての化学物質について、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法、平

成15年改正）により、環境汚染を防ぎ人の健康を害さないよう、また動植物へも影響を与えないように、化学物質の製造などが規制されています。しかし、化学物質が動植物に与える影響は、ほとんどの場合、ラット、マウスや淡水の魚、ミジンコ、藻類などだけで調べられています。そのため、これまでは、殺生物剤が使用される海の生物に関する毒性についてはほとんど検討されていませんでした。

そこで我々は、海の生物—藻類、エビ、魚を用いて、新規の殺生物剤の中でも使用量が多い亜鉛ピリチオンや銅ピリチオンについて海水中にどれだけあるとどのような影響があるのかについて調べました。その結果、銅ピリチオンは、亜鉛ピリチオンの十分の一の濃度でエビや魚を殺してしまうこと、銅ピリチオンや亜鉛ピリチオンは、藻類に対してエビや魚を殺す濃度のさらに十分の一から百分の一という非常に低い濃度で生長を妨げることなどが明らかになりました。

船底塗料中には、数種類の殺生物剤が組み合わせられて混入されています。亜鉛ピリチオンや銅ピリチオンについても、亜酸化銅と組み合わせて使用される例が多いことが知られています。そこで、亜鉛ピリチオンや銅ピリチオンと銅とを混ぜた場合に、魚やエビに対する毒性が強くなるのかどうかを調べました。その結果、亜鉛ピリチオンと銅とを混ぜた場合に、魚やエビに対する毒性が銅ピリチオンと同じ位に大幅に強まることがわかりました。この原因は、金属ピリチオンの金属部分は簡単に他の金属に置き換わりやすい性質があるため、亜鉛ピリチオンと銅とを混ぜた場合に、亜鉛ピリチオンが銅ピリチオンに換わったためだと考えられました（図2）。

さらに、藻類、エビ、魚などに対する影響をまとめて、推定無影響濃度（生物に影響がないと思われる濃度）を計算しました。その結果、亜鉛ピリチオンだけの場合には0.02マイクログラム／リットル、銅ピリチオンだけの場合には0.01マイクログラム／リ

ットルとなりました。しかし、亜鉛ピリチオンが亜酸化銅と混合されて使用されると銅ピリチオンになり毒性が強まるため、亜鉛ピリチオンも銅ピリチオンと同じ、0.01マイクログラム/リットルとした方がよいことがわかりました。以上のことから、海の生物が

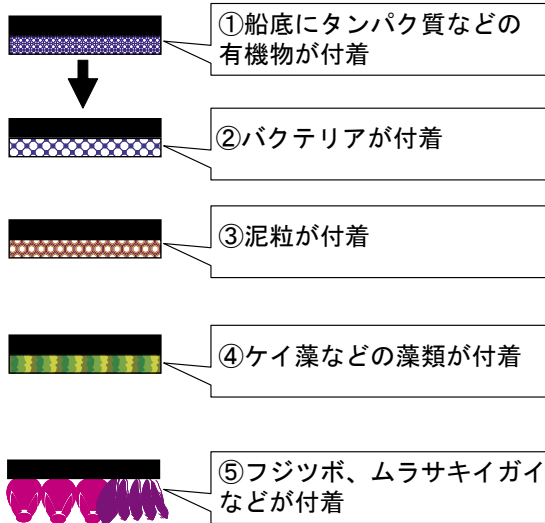


図1. 船底に生物が付着する過程
船底塗料に含まれる殺生物剤は、バクテリアなどが船底表面に付着して繁殖するのを防ぐ。

影響を受けないようにするには、亜鉛ピリチオンや銅ピリチオンの海水中の濃度をここで推定した無影響濃度以下にすればよいことがわかりました(図3)。

化学物質が海水中にどのくらいあると生物に影響があるのかについて調べることは、化学物質の安全性や使用可能量、使用上の注意点等を明らかにするために非常に重要なことです。海には殺生物剤をはじめ種々の化学物質が流れ込んでいることから、海の生物に対して化学物質がどのような影響を与えるのかについて、今後も引き続き研究する必要があります。

(化学環境部 生物影響研究室)

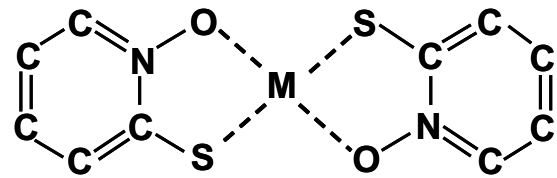


図2. 金属ピリチオンの構造式
Mが亜鉛(Zn)となったものが亜鉛ピリチオン。
Mが銅(Cu)となったものが銅ピリチオン。
Mの金属は他の金属に置き換わり易い性質がある。

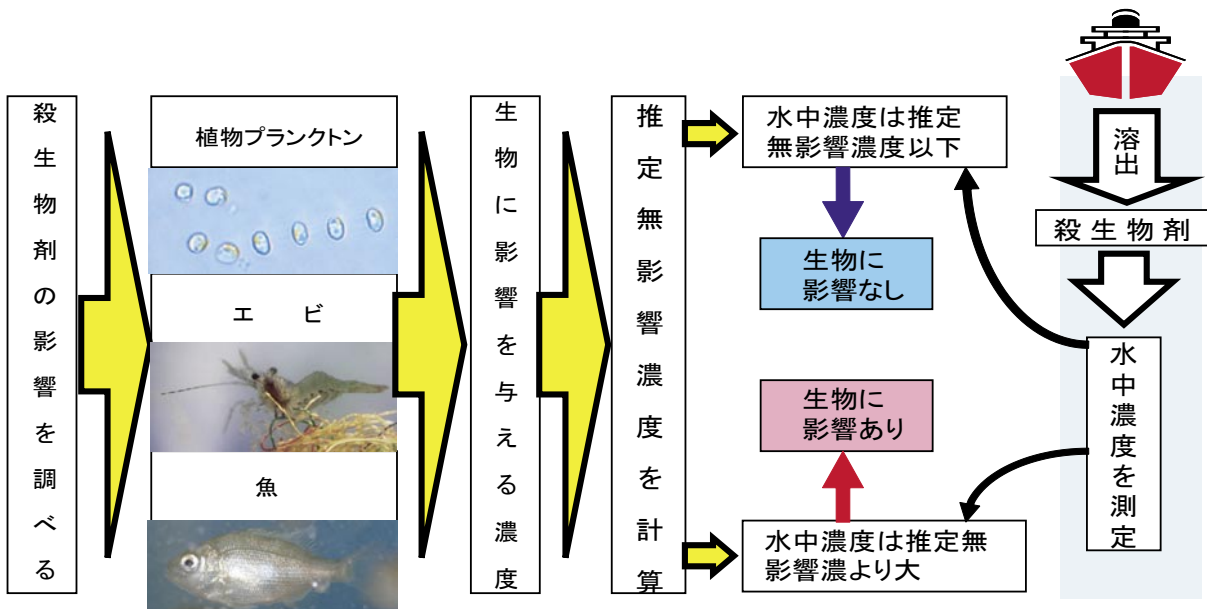


図3

絵で見る研究最前線

二枚貝類の種判別技術の開発

浜口 昌巳

● 背景

アサリなどの多くの二枚貝類は発生初期にはプランクトンとしての浮遊生活期を持つので、たとえばある海域でアサリが湧く環境を取り戻すためには、浮遊幼生がどのように流れて分布するのかを調べなければいけません。しかし、浮遊幼生は小さく（アサリでは0.2mm程度）、かつ、海の水の中には多くの種類のプランクトンがいるので、そのなかから特定の種を同定するためには特別な技術が必要です。また、近年、外国から輸入される魚介類が増え、馴染みの深いアサリも市場に流通する約6割程度は輸入品になっています。これらの輸入品の中には、国内に生息しない種が、日本産と同じ名前（例：ハマグリ）で販売されているケースもあるため、改正JAS法による原材料表示の厳格化により、正確な種や産地の表示が必要となっています。

そこで、これらのニーズに答えるために技術開発を行いました。

● 方法

国内外に生息する二枚貝について既存のDNAデータベースからの情報に加え、当所での遺伝子解析により二枚貝類の種並びに産地判別にふさわしい情報を加えて種並びに産地判別可能なデータベースを構築しました。また、遺伝子情報をもとにして、より実用性の高いモノクローナル抗体やリアルタイムPCR等による種および産地判別技術を開発しました。



図1. 今回の研究で開発された二枚貝幼生の遺伝子解析による同定ツール

結果

二枚貝幼生についての遺伝子による種および産地判別の手法を図1に示します。これは成貝や食品でも同じで正確に種の同定が可能です。また、一部の二枚貝については、他のミトコンドリア遺伝子領域やマイクロサテライト解析といった遺伝子解析に、元素分析や体成分分析を加えることによって、産地の特定も可能となりつつあります(図2)。一方、図3にはこれまでに当所で開発した種判別用モノクローナル抗体による同定技術を示してあります。現在、これらの技術の一部は国内各地で使用されています。



図2. 二枚貝類の種および産地判別技術開発の一例

モノクローナル抗体による貝類幼生の種同定システム

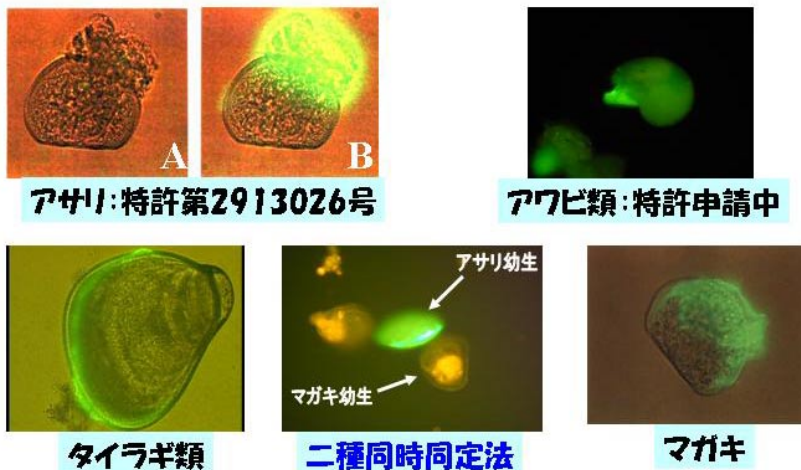


図3. 当所で開発した二枚貝類幼生同定用モノクローナル抗体

将来にむけて

種判別の手法は、今回の研究でほぼ確立されましたので、アサリ等二枚貝類幼生の動態解明、開発等による影響評価、ならびに劣化が著しい沿岸生態系を健全化等のために使用したいと考えています。一方、開発中の産地判別技術も、近い将来実用化され、現在社会問題となっている産地偽装等を正すために活用したいと考えています。

(生産環境部 藻場・干潟環境研究室長)

絵で見る研究最前線

続・環境ホルモンと魚の卵

藤井 一則

● 背景

ホルモンとは、「刺激する」という意味のギリシャ語に由来し、特定の臓器で作られ、血液により運ばれて離れた臓器に作用し、生殖、成長などを調節する極めて重要な物質です。ホルモンは、必要な時に必要な量だけ作られ、かつ極めて少ない量で強い効果を発揮します。一方、環境ホルモンと呼ばれる環境汚染物質は、このようなホルモンの働きを真似たり邪魔したりして、本来の生物の営みをかく乱する物質を指します。魚の場合、女性ホルモンの作用をする環境ホルモンの影響が最も心配されているため、女性ホルモンによって作られる魚の卵の材料となる蛋白質－ビテロジェニン－を指標としてその影響実態を調べました。

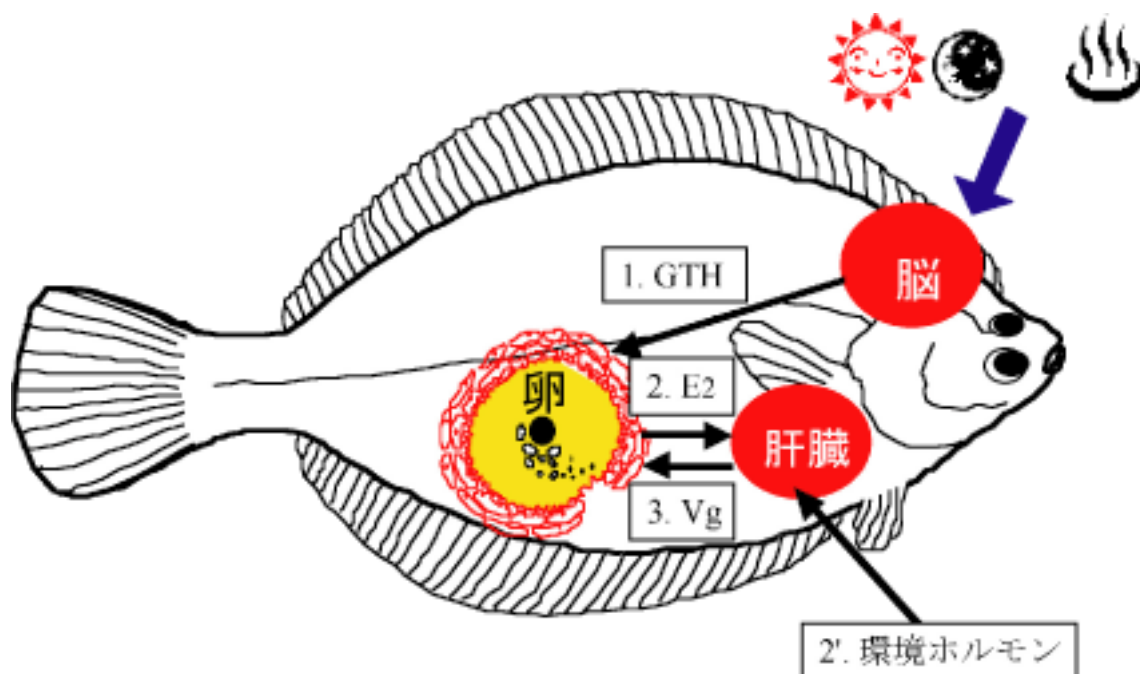


図1. 魚の卵の発達過程

1日の昼と夜の長さの変化や、水温の変化によって成熟の引き金が引かれた魚の脳からは、成熟を促進するホルモン、生殖腺刺激ホルモン(GTH)が血液中に放出されます。血液の流れに乗って卵巣に到達した生殖腺刺激ホルモンは、卵巣で女性ホルモン(E2)を作らせます。さらにその女性ホルモンは、血液の流れに乗って肝臓に到達し、卵の材料になるビテロジェニン(Vg)を作らせます。ところが、女性ホルモンと同じような働きをする環境ホルモンが体に入ると、卵巣を持たない雄でも肝臓でビテロジェニンを作るようになります。

方法と結果

(1) 環境ホルモンによる雄の雌化

環境ホルモンの一種であるオクチルフェノール (OP: 10, 32, 100 $\mu\text{g/L}$) あるいは経口避妊薬の材料となる合成女性ホルモンのエチニルエストラジオール (EE: 10, 32, 100ng/L) を添加した海水中で北米産の魚マミチョグを、受精卵から親になるまでの1年間にわたり飼育しました。その結果、各物質の濃度が高くなるほど雌の比率が増加し、特に100ng/Lのエチニルエストラジオール曝露区では、全ての魚が雌になりました (図2)。また、32ng/Lのエチニルエストラジオールに曝露した雄の生殖腺には、精子と共に卵が混在していました (図3)。さらに、両物質共に濃度が高くなるほど、雌雄ともに血液中ピテロジェニン濃度も高くなりました。このように、濃度が高くなるに従って種々の影響が現れてくることがわかりました。

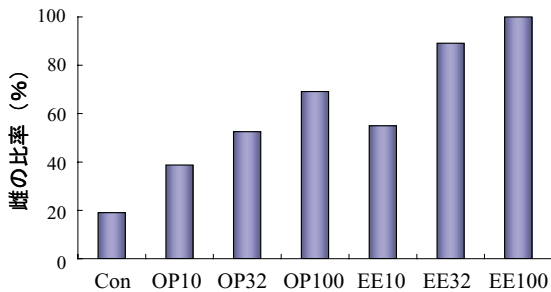


図2. 環境ホルモンに曝露したマミチョグの雌の比率

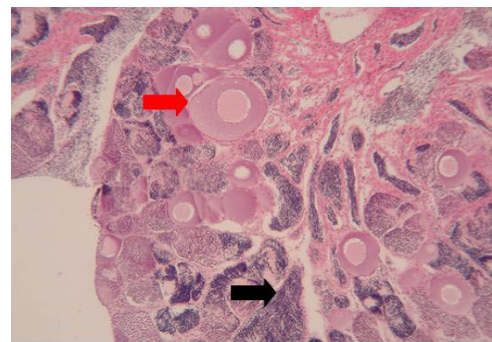


図3. エチニルエストラジオールに曝露した雄のマミチョグの生殖腺 (赤矢印は卵, 黒矢印は精子)

(2) マコガレイに及ぼす環境ホルモンの影響実態

東京湾4ヶ所と広島湾1ヶ所でマコガレイを採集し、血液中のピテロジェニン濃度と生殖腺を調べました。その結果、どの海域でも雌雄共に生殖腺には異常が無く、雄のピテロジェニン濃度にも異常に高い値は検出されませんでした (図4)。また、現場海水中の環境ホルモン濃度は非常に低い値を示していました。以上のことから、これらの海域では、マコガレイに環境ホルモンの影響は及んでいないと考えられました。

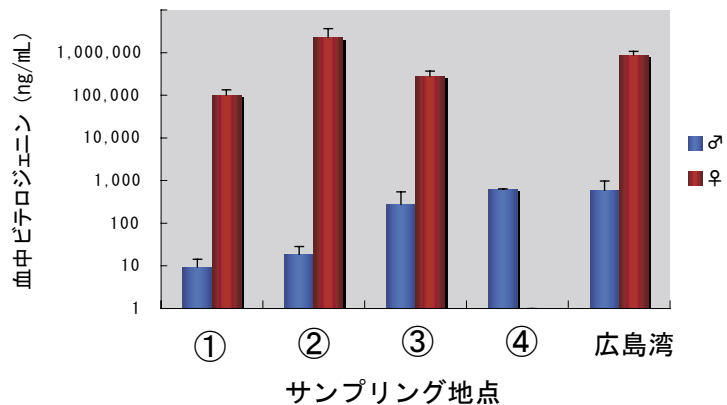
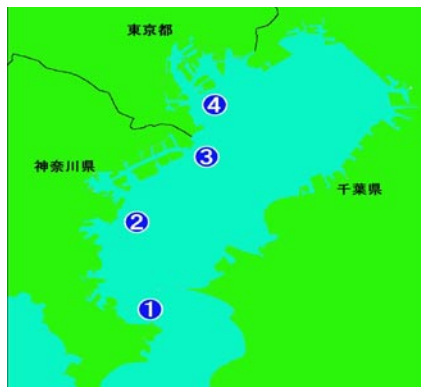


図4. 東京湾 (①~④) 及び広島湾のマコガレイにおける環境ホルモンの影響実態
赤は雌, 青は雄の血中ピテロジェニン濃度を示す

将来的に

他の海域にも調査を広げ、我が国における環境ホルモンの影響実態を明らかにしたいと考えています。

(化学環境部生物影響研究室長)

研究室紹介

生産環境部資源生態研究室

永井 達樹

当研究室は南西海区水産研究所の最後の時代には資源部資源管理研究室でしたが、平成10年10月の組織改編により、研究所の名称が瀬戸内海区水産研究所と改名されたのに伴い、海区水産部研究部海区産業研究室と改称され、更に平成15年4月に同部と瀬戸内海洋環境部が統合され、生産環境部となった際に、資源生態研究室となりました。

研究室の人員は平成14年3月末まで2名、それ以降現在まで室長1名です。

研究室の研究テーマは時代にあわせ様々に変わってきました。交付金の研究テーマは現在水産総合研究センターの第1期中期計画のなかで海区水産部研究部の時代にスタートした「漁業及び他産業を考慮したサワラとイカナゴの資源管理方策の評価」という小課題に平成18年3月まで取り組んでいます。

上記の課題のうち、サワラでは秋にサゴシ(0歳魚)をとるのをやめ、魚を大きくさせ、なるべく春に親魚(2歳魚以上)としてとるよう漁業関係者に薦めて来ました。これは生物学的観点からのみでなく、経営的にも合理的だからです。しかし魚群が季節的に回遊するために、秋～冬にしか漁獲できない地域もありますから、資源管理では地域の実情に配慮した協調と連帯が必要です。瀬戸内海産サワラに関しては平成14年4月から水産庁の資源回復計画の第1号の事例となり、関係府県が協力して資源の回復に取り組んでいます。

一方、イカナゴでは瀬戸内海で海砂利採取が最も盛んな備讃瀬戸においてイカナゴ資源量と海砂利採取量の経年的な推移から両者の関係を検討し、海域利用について提言することを目標としています。

交付金に対し、今一つの柱である水産庁の受託事業では、研究室間で担当魚種の入れ替えがありました。平成15年4月以降瀬戸内海産のサワラとトラフグの資源評価を担当しています。受託事業では府県に集めていただいた資料や研究室で集めた資料の分析を行い、資源の豊度や資源量について経年的な推移を調べ、資源評価報告書の作成を毎年行っています。

サワラの場合には、1歳や2歳の若い年齢を漁獲の主体としている上に、0歳魚の加入が変動しやすいので、資源量の将来予測がなかなかむづかしいのですが、そのようななかでも可能漁獲量の推定をいかに正確に行えるかが問われています。

トラフグでは幼魚から産卵親魚まで強い漁獲に晒され、資源が低位、かつ減少気味に推移するなかで、資源の定量的評価を行い得るか、更に有効な資源管理を提言できるかが問われています。

研究成果の公表に関して言えば、交付金の課題に関連して、これまでエメックス(世界閉鎖性海域環境保全会議)において口頭で1回、ポスターで2回の発表をして来ました。

上述した交付金や受託事業と直接関係していませんが、資源生態という研究室の看板に多少ともかなうテーマとして、瀬戸内海の富栄養化とクラゲ類の増大について(日本プランクトン学会報52)や瀬戸内海の魚類生産に変化はあったか(海洋と生物2005年6月号;印刷予定)など、折りにふれ、今日的な話題にも取り組んでいますので、興味をもっていただければ幸いです。

外国出張報告

第2回 HAB 国際ワークショップ

渡辺 康憲

韓国では1995年以降、南部海域を中心にコックロディニウム・ポリクリコイデス赤潮（以下、コックロディニウム赤潮）が外洋から沿岸へと広域的に発生し、甚大な漁業被害をもたらしている。本種は我が国でも近年日本海側にまで発生海域が拡大し、被害の深刻化が懸念されている。中国では新たに政府援助を得て、東シナ海を対象とした赤潮研究が開始された。このような状況を踏まえ、韓国（国立水産科学院）からの呼びかけで2004年12月10日～12日、済州市で韓日中3国によるHAB(Harmful Algal Bloom)ワークショップが開催され、山口峰生赤潮生物研究室長とともに出席した。

ワークショップ(workshop)は日本語に訳すと勉強会といったところだろうか？勉強会の最大の目的は3国がそれぞれの立場を尊重しつつ協力しあって、コックロディニウム・ポリクリコイデスと東シナ海の赤潮に関する共同研究をいかに推進するかにある。出席者は韓国人研究者10名、日本2名、中国2名の小規模なものだったが、全員が済州空港から車で10分程の場所にあるホテルに宿泊し、12月11日の午前・午後、研究発表と会議を行った。

12月11日は午前中、5件のプレゼンテーションが行われた。まず、韓国の金鶴均博士から（博士は韓国の赤潮研究の第一人者で、ドクター・コックロディニウムとして国際的にも著名）、韓国におけるコックロディニウム研究の現状について報告が行われた。続いて、釜山大学の李教授が韓国におけるコックロディニウム赤潮発生時の状況を海洋物理学的手法で解析した結果が報告された。日本からは山口室長が水産庁によるコックロディニウム赤潮に関する調査・研究の現状と過去の八代海や日本海における発生状況を詳しく説明した。中国からは、科学院海洋研究所の周名江教授が新たに始まった中国におけるHABの生態学と海洋学プロジェクト研究(CEOHAB)の紹介を行い、国家海洋

局第二海洋研究所の陸斗定教授は東シナ海の大規模赤潮原因種がプロロセントラム属の新種であるとする見解を報告した。本種の赤潮は面積が1万K㎡にも達するものがあるという。陸教授は以前、日中黒潮共同研究で西海区水産研究所に留学していたことがあり、小職とは面識があったが、帰国後ヨーロッパへも留学したとのことで、別人のような成長の跡に感銘を受けた。

午後からは会議となった。韓国側は、コックロディニウム赤潮の種は外洋域から運ばれてくるとの仮説を持っており、これを検証するため、特に日本との共同乗船調査を希望していた。欧米ではHAB研究は環境問題としての位置付けで実施されているが、日本や韓国は水産分野の問題として研究が進められてきた。このため、状況認識にも将来展望にも共感する点が多い、しかし、現状では当方に予算の裏付けもマンパワーもない。韓国も状況は厳しい。その点、中国はこれから本格的な赤潮研究が開始される段階にあるようで、大きな可能性を感じた。結局、当面、今回のような勉強会(EASTHABと命名)を年に一度持ち回りで開催することとし、2005年は中国の青島で開催することとなった。小職はEASTHABの日本側の連絡係ということになった。

(赤潮環境部長)



写真 ワークショップ会場の一コマ 左端は山口室長、右列は金鶴均博士（国立水産科学院：右から2人目）ほか韓国側出席者、正面は座長の崔仲基教授（仁荷大学）

外国出張報告

第4回藻類ウイルスワークショップ（於アムステルダム）参加記

長崎 慶三

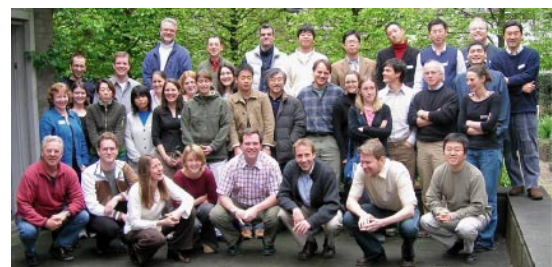
3年ぶりの国際藻類ウイルスワークショップ。私自身、基調講演、一般講演、チェアマン、そしてパンケツトでの演奏と、盛りだくさんのobligationを抱えての参加となった。わがチームがこの3年間に積み重ねた努力を世界に発信する絶好の機会。協同研究者である当研究室の白井葉子さん、水本祐之くん、甲南大学の高尾祥丈くん、福井県立大学の吉田天士先生、高島ゆかりさん、そして私の計6名が参加し、計10題(ポスター3題含む)の発表を行った。当研究室のコアメンバーである外丸裕司くんが所用のため同行できなかったのは残念だったが、次回には必ずや参加して自慢のデータを自身の手で披露してほしい。

いわずもがな、英語の発表である。皆、出発直前まで、繰り返し、繰り返し、リハーサルに余念がない。与えられた時間を可能な限り有効に使って、いかに自分たちの研究を深く理解してもらい、的確なコメントやアイデアを聴衆から引き出すことができるか。ただスライドを見せ、原稿を棒読みすることでは、聴衆を引きつけるのは難しい。経験上、その事実は明白だ。そんな私の薦め(押しつけ?)に従って、皆、原稿なしでの発表を立派にこなしてみせた。お見事。少なくとも私が貴方達の年齢のときにはできなかった技を、既にこなすだけの力を身につけつつある。頼もしい限りである。あとはディスカッションの力を身につければもっと楽しめるはず。そのためには、少しばかり力が入ったトレーニングが求められるだろうけれど。ネイティブの流暢な質問に立ちつくした悔しさが喉元を越えないうちに、何をどうしたらいいか真剣に考え、具体的な対策を立てることがきっと大事だと思う。それでも賢明に、一生懸命ディスカッションに参加しようとしていた皆の姿は嬉しかった。

本ワークショップには、世界各地から総勢42名が参加した。マイクロアレイ解析、共焦点レーザー顕微鏡観察、プログラムされた細胞死という観点からのア

プローチ・・・様々な新しい技術や考え方が導入され、藻類ウイルス研究分野がまだまだ急速な成長を続けていることを実感する。代表的な原生生物であるアメーバに対して感染する超巨大ウイルス($\phi 0.4 \mu m$)を発見したフランスのグループは、真核生物、真性細菌、古細菌に次ぐ第四界としてこうした巨大ウイルスを位置付けた系統樹を示しながら「核の由来は巨大DNAウイルスと関連している」という画期的な仮説を紹介し、注目を浴びた。批判や反論は多々あるだろう。しかしながら、こうした斬新な解釈により、生命の根元や進化に対する研究のモチベーションが藻類ウイルス研究分野に新しい風を吹き込むとしたら、それだけでも本仮説の構築は意義深いといえるだろう。私たちのグループは、渦鞭毛藻とRNAウイルスの密接な生態学的相互関係、藻類ウイルスでは世界初となるインテイン(タンパク質イントロン)の発見、珪藻RNAウイルスのゲノム構造解析、原生生物感染性RNAウイルスのゲノム構造と発現解析、ウイルス抵抗性発現機構、新奇有毒藍藻感染性ファージの性状解析、植物ウイルス研究技術の藻類ウイルス研究分野への導入等に関する発表を行った。酒の席での参加者らとの話から、躍進しつつある藻類ウイルス研究のチームの一つとして相応の評価を受けたものと確信する。次回までに、世界との連携をさらに深め、研究を更に深化させておきたいと切に望む。

(赤潮環境部赤潮制御研究室長)



ワークショップ参加者。みんな一緒に「WISKY!」

外国出張報告

初めての海外出張

台湾 The 7th Indo-Pacific Fish Conference に参加して

河野 悌昌

本会議は2005年5月16日から20日にかけて、台北市の台湾大学の近くにあるホテル、ハワード・インターナショナル・ハウス・タイペイで開催された。この会議は4年に1度開かれており、過去シドニー、東京、ウェリントン、バンコク、ヌメア、ダーバンで開催されている。第7回目にあたる今回は台湾の中華民国魚類学会、国立海洋生物博物館と中央研究院の主催であった。会議には38カ国から約500名が参加し、このうち台湾、日本、中国、オーストラリア、アメリカからの参加者で約8割を占めた。最高気温が35℃もあったせいか、ポロシャツやTシャツとラフな服装をしている参加者が多く、中にはアロハ、バミューダにサンダルという人もおり、私がこれまで参加してきた日本の学会とは雰囲気はかなり違っていた。またConference（会議）と名前が付いているが学会に近い印象を受けた。期間中は午前中に3～6名のKeynote Speech、午後に口頭発表とポスター発表が行われた。全体が29のセッションに分けられており、そのうち口頭発表は28セッションで249題、ポスター発表は27セッションで208題であった。セッションは魚類の形態、体系学、分子系統学、生理、生態、漁業、保全などのほか、サメ、ウナギ、ハゼについてもそれぞれで設けられていた。私はFishery biology and ecologyというセッションで、摂餌開始期におけるカタクチイワシ仔魚の栄養状態を評価する手法と天然仔魚の栄養状態について口頭発表を行った。

私の発表は17日午後の最初であったので、昼食時間の早いうちに会場に入った。会場係がそのセッションで使用されるファイルをスクリーンに映しだし、チェックをしていた。自分のファイルを聴衆者側から眺めていると我が目を疑った。パワーポイントで消えていくはずの文字が残り、重なって読めなくなってしまうスライドが数枚あるではないか。会場係はそれに気づかず、他の演者のファイルを次々にチェックしていく。一通りのチェックを終えた会場係に修正したいと伝え、いざ修正をと壇上のラップトップの前に立ったが、アプリケーションが中国語表示でよくわからない。残り時間20分。焦りながら少しじっとしてみたが、やっぱりよくわからない。これ以上、傷を深めたくなかつ

たので、あきらめてそのままやることにした。ファイルはあらかじめメールで送っていた。発表者のために用意されていたPreview Roomのデスクトップで前日にチェックしたときは完璧だったのに…。まあ本番前に認識できたので早めに行っておいてよかったと前向きに考えた。気を取り直し、台湾大学の教授である座長に挨拶をした。初めての英語でのプレゼンテーションなので緊張している旨を伝えた。笑いながら「心配するな。私もこの後、プレゼンテーションするので緊張している。」といったように聞こえた。ゆっくり話すつもりでいたものの、緊張してやや速くなっていることに10分経過のベルで気づいた。その後の調整でほぼ練習通り、約13分で発表は終了した。しかし質問はなく残念であった。あってもうまく答えられなかったのかもしれないが…。

今回の出張はまるで‘初めてのお使い’であった。外国旅行の経験はツアーのみという私は、出張の序盤では泣きが入ったこともあったが最終的にはホテルから会場間までの散歩を楽しむ余裕もできた。英語を公式な言語とする会議への参加と口頭発表を経験し、英語での意思伝達能力の必要性を再認識した。お父さんやお母さんが最後にほめてくれるようなエンディングではなかったが、出張を通して得た経験は最大の成果であり、次へのモチベーションを高めるには十分であった。4年後の開催地はマレーシアのサバ。今よりもどれくらい英語を上手に操ることができるようになっていだろうか？

(生産環境部沿岸資源研究室)



The 7th Indo-Pacific Fish Conference

May 16/20, 2005 Howard International House, Taipei, Taiwan

最近の話題から

内田主任研究官が平成 16 年度日本水産学会論文賞受賞



当所生産環境部内田基晴主任研究官他が執筆した原著論文「ワカメを原料としたマリンサイレーヅ※1の大量調製とアコヤガイ初期稚貝に対する飼料効果」に対し、平成16年度日本水産学会論文賞が授与されました。カキやアコヤガイ等の二枚貝類は、天然の微細藻類を餌料として養殖されるため、年により餌不足となる状況が生じ、貝の身痩せや大量斃死が起きます。また魚の種苗生産では、微細藻類を培養してワムシ（稚魚の餌）の餌とするのに多大な労力とコストをかけています。これらの問題は、微細藻類の培養が大変で大量安定供給が難しいことに起因しています。

内田主任研究官は、海藻ワカメを単細胞化しながら乳酸発酵させる技術を開発し、この技術により安定的に調整できる直径約10 μ mの微小なワカメ粒子（MS）を微細藻類の代替餌料として利用できないかと考えました。そこで、まずワカメを原料としてMSを大量調製することに取り組み、微細藻類の培養に比べ数十倍も高い濃度でMSを調製することに成功しました。またMSは乳酸発酵処理されていて、低pHであるため、常温（20℃）で18ヶ月間保存しても雑菌の生育等の問題がなく、大量安定供給可能な飼料素材であることを示しました。次に、実際の餌としてのMSの価値を

調べるため、アコヤガイ稚貝の飼育試験を行い、殻の成長率で比較しました。その結果、MSを単独給餌した場合には、最も良い餌とされる微細藻類（キートセロス）の18.5-41.1%に相当する飼料効果を認めるに留まりましたが、MSに加えて少量（MSの10%程度）の微細藻類を併用して給餌することで、飼料効果が微細藻類100%給餌の場合の75.8%相当まで大きく改善されることを示しました。

本研究の意義は、初めて海藻の単細胞化・乳酸発酵素材（MS）の大量調製を検討した点及び得られたMSが水産動物に対して一定の飼料価値を有することを示した点にあります。微細藻類との併用給餌によりMSの飼料効果が大幅に改善されたことから、将来、種苗生産の現場で微細藻類餌料の使用量を少なくする目的でのMSの使用が期待されます。また、少量の微細藻類餌料の存在が期待できる天然浅海域においてMSを粗放的に調製し、放出することで懸濁物フィーダーのエサとして機能させ、最終的に生物資源の生産力増大を図る里海（さとうみ※2）的なマリンサイレーヅの構想を発案する契機ともなりました。

（文責：生産環境部長）

※1 牧草をそのまま餌とせず、発酵させて餌料価値を高めてから餌として戻す陸上の仕組みを、利用価値の低い海藻を材料として海に應用しようとするアイデア及びその発酵物。

※2 里山（下草を刈るなど、よく手入れされた山林）は、美しいだけでなく生産力も高い。同じように、海でもある程度手入れをして持続的で高い生産力を得ようとするアイデア及びその海域。

最近の話題から

外丸研究員に日本プランクトン学会奨励賞



当研究所赤潮環境部外丸裕司任期付研究員の研究テーマ「赤潮プランクトンに感染するウイルスの生態研究と赤潮防除への応用研究」に対し、日本プランクトン学会奨励賞が授与されました。

外丸くんが当研究所赤潮環境部において藻類ウイルス研究チームの一員として研究を開始したのは2000年4月のことです。大学院時代にアコヤガイの生態を専門としていた彼は、当初、藻類ウイルスというそれまでと全く異なる研究対象の扱いに大層苦勞していたように記憶しています。しかし彼の持っていた粘り強い研究姿勢により、いつしかその難関を突破し、今では世界中の藻類ウイルス研究者が認める一線級の研究者になりました。そして、研修生、科学技術特別研究員、NEDO派遣研究員、科研費派遣研究員という身分を経て、本年5月から当研究所若手任期付研究員に採用されました。

藻類ウイルス研究チームに加わって以来、彼が手がけた研究はきわめて多岐にわたります。有害赤潮藻であるヘテロシグマとウイルスの生態学的相互関係に関する研究では、綿密な現場モニタリングと並行して実に約6000通りの宿主株-ウイルス株間での接種試験を実施し、宿主であるヘテロシグマはウイルス感受性という点で、ウイルス側は種内宿主特異性という点で、それぞれ

きわめて多様な性状を示すことを明らかにしました。その後、これらのデータは、現場赤潮個体群中で起きている現象を詳細に考察した論文としてAquatic Microbial Ecology誌に掲載されました。投稿・審査時にreviewerやeditorから「膨大な仕事量と考察の内容に大層感心した」とのコメントをもらい、彼がとても喜んでいたのを覚えています。彼の研究人生の中でも、初期の時代の代表論文の一つに数えられることでしょう。

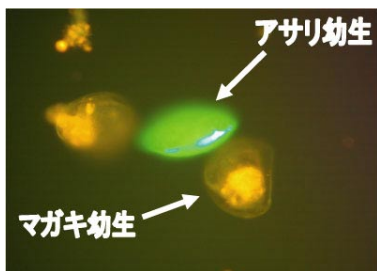
また彼は、貝類斃死原因藻ヘテロカプサ・サーキュラリヌカーマと同種を宿主とする1本鎖RNAウイルスの間にきわめて密接な生態学的相互関係が存在することを、実に4年半にわたるモニタリングにより示すことに成功しました。最近では積極的に分子生物学的技術を導入した現象解明に踏み込み、この仕事を分子生態学的研究のトピックの一つとして発展させつつあります。

さらに彼は、こうした藻類感染性ウイルスを利用して有害赤潮の予防・小規模化を実現するための研究にも携わり、ウイルスの保存性・安全性等に関する多くの知見を得ることに成功しました。実学的スタンスから自然現象を眺める能力を持った、バランスの良い研究者として育ちつつあると感じます。

こうした彼の地道な努力が「奨励賞」という冠として讃えられたことは、共同研究者である私にとっても大層嬉しいことです。これに満足することなく、これからも「赤潮とウイルスの生態学」を究めるべく、常に最善の努力を積み重ねてほしいと願います。

外丸くん、よかったな。たぶんこれからもきついやろけど、がんばるな。

(文責：赤潮制御研究室長)



マガキおよびアサリ浮遊幼生用の特異的モノクローナル抗体を用い、それぞれの種類を異なる蛍光色素で染め分けた結果です。オレンジ色がマガキ浮遊幼生、緑色がアサリ浮遊幼生です。この手法により、同一サンプル中にある二種類の浮遊幼生を簡単に識別できるようになりました。

(浜口昌巳)

編集 後記

瀬戸内通信第3号をお届けします。昨年10月、これまでの瀬戸内水研ニュースをリニューアルし、瀬戸内水研が行っている、または今後進めようとしている研究のわかりやすい紹介、研究を読み解く際に役立つキーワード解説などに力を入れています。興味深く読んでいただけるものと確信しています。そのほか今号も、所員の学会賞と論文賞の受賞記事を掲載することが出来ました。水研が行っている研究を広く知ってもらい、広報の重要性は言うまでもありませんが、それも立派な研究成果が継続的に生み出されていけばこそ。今後もよりよい研究環境の醸成を図り、水研の研究活力を維持し、広報するに足る成果が陸続と出せるように努力して行きたいと思っております（企画連絡室長 玉井 恭一）

瀬戸内通信

第3号

平成17年 8月

編集委員

玉井 恭一 西田 博文 重田 利拓 長井 敏
隠塚 俊満 末藤 浩二郎 濱田 桂一

発行

独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所
〒739-0452
広島県佐伯郡大野町丸石2丁目17番5号
TEL:0829-55-0666 FAX:0829-54-1216
URL <http://www.nnf.affrc.go.jp>

印刷

今田印刷株式会社
〒739-0601
広島県大竹市東栄1丁目10-25
TEL:0827-52-7151 FAX:0827-53-6208