



瀬戸内通信

No. 1 Oct. 2004



CONTENTS

巻頭言

- 2 「瀬戸内通信」創刊号のお届けに当たって

研究解説

- 3 瀬戸内海西部における2004年カタクチイワシ漁期初めの漁獲状況
6 先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「瀬戸内海における養殖ノリ不作の原因究明と被害防止技術の開発」

絵で見る研究最前線

- 8 瀬戸内海における植物プランクトンと海藻類の現存量と生産量を評価する
10 魚類精子形成に与える女性ホルモン様化合物の影響を精子形成関連遺伝子の発現量により評価する

キーワード解説

- 12 サワラ
13 シャットネラ・オバータ
14 有機スズ化合物 (1)

研究室紹介

- 15 化学環境部生物影響研究室

外国出張報告

- 16 PICES 第12回年次総会に参加して
17 第18回国際海藻シンポジウムに参加して
18 フィリピン水産技術研究所訪問

最近の話題から

- 19 松山研究員に日本水産学会奨励賞

巻頭言

「瀬戸内通信」創刊号のお届けに当たって

關 哲夫

水産総合研究センターは、平成15年10月に海洋水産資源開発センターと社団法人日本栽培漁業協会の業務を引き継ぎ、これら三組織が統合されましたが、事業および事務部門は元の建物に残されておりました。これらが本年8月に横浜みなとみらい地区に移転し、水研センター本部機能が一元化され、いよいよ組織統合後の役割を發揮する段階を迎えております。これに伴い、水研センター全体の活動内容への理解を深めて頂くため、本部からの広報が強化されることとなりました。本年秋に、各研究所の情報を取りまとめた本部からの広報誌の発行が企画されております。これを機に、各研究所の広報のあり方が見直されることとなり、瀬戸内海区水産研究所では、これまで発行してきた瀬戸内水研ニュースを一新し、「瀬戸内通信」として皆様にお届けすることになりました。

この「瀬戸内通信」では、瀬戸内ブロックの水産関係者や試験研究機関の方々、また、当所が全国対応の研究を担当している赤潮環境分野や化学環境分野に関連する多くの方々に当所の研究活動をお伝えし、研究への理解を深めていただくことが主なねらいです。これまでの水研ニュースに掲載された記事の中には、専門分野の研究者を対象とした記述となっていて分かりにくいとの批判もありました。今後は、できるだけわかりやすい表現に努めるとともに、最新の研究成果を紹介する「絵で見る研究最前線」や、社会的にも話題となっている専門分野の事柄について紹介する「キーワード解説」の欄を新たに設けるなど紙面の刷新を図っております。

数多い台風の来襲、大きな地震、大雨による災害が続く本年は、人知れず海の中で生息している生き物にも、海水の温暖化や貧酸素水塊による影響など過酷な

環境となっていることが予想されております。夏の酷暑下では、これまで漁業被害をもたらすことのなかった有害プランクトンの「シャットネラ・オバータ」が赤潮となってハマチなどの養殖に多大な被害をもたらしております。いわば、陸も海も社会も「嵐」が逆巻く状況です。これらの問題に対し、機敏な対応と正確な予測に基づく水産物の安定供給や、持続的生産をもたらす漁場環境の維持に結びつく研究が求められている当所も、「独立行政法人」としての研究機関全体に対する評価とそれに基づく今後のあり方が問われる嵐に立ち向かっている状況にあります。日々真剣に進められている研究の息づかいを「瀬戸内通信」紙面によりお伝えしたいと念願しております。

これまでの当所広報紙は、昭和44年8月に「南西水研ニュース」として創刊され、通巻68号の発行を持って終巻となり、平成11年3月から「瀬戸内水研ニュース」に看板を変え、平成16年2月に発行の通巻11号までご愛読頂きました。ここに紙面をお借りして御礼申し上げます。今後「瀬戸内通信」へのご批判を併せてお願い申し上げます。

(企画連絡室長)



瀬戸内水研ニュース NO. 1-11

研究解説

瀬戸内海西部における2004年カタクチイワシ漁期初めの漁獲状況

河野 悌昌

瀬戸内海西部（燧灘～周防灘）でのカタクチイワシの漁獲量は1970～1980年代にかけて3.1～6.0万トンで推移した（図1）。その後、減少し、1990年代後半は1.5～2.0万トンで推移したが、2001年2.9万トン、2002年3.1万トン、2003年2.8万トンと近年やや増加傾向にある。シラスの漁獲量は1980年頃から増加し、1988年に1.7万トンでピークに達したが、その後やや減少し、1990年代以降は0.6～1.2万トンで推移している。

瀬戸内海西部海域の浮魚資源担当者グループはカタクチイワシの漁獲状況を把握するため、1992年以来、漁期初めの漁獲状況について情報交換を行っている。以下に2004年の情報をとりまとめた。以下で特に明記していない場合、漁獲量は湿重量である。製品重量から漁獲量を推定している場合、各海域で使用されて

いる換算式を文中に示した。また海域によって漁獲対象となるサイズが異なり、製品の銘柄も各地域で異なる場合がある。

【香川県】

燧灘—1993～2003年の平均値を平年値とした。香川・愛媛両県のパッチ網業者の話し合いで、大羽漁は6月10日、チリメン（シラス）漁は6月22日から操業を開始した（解禁日は21日であったが、天候不良のため21日は休漁）。7月9日までの漁獲量は合計3,215.2トン（前年比181%、平年比304%）であった。銘柄別では大羽2,332.4トン（640%、733%）、中羽2.8トン（13%、6%）、小羽60.4トン（64%、130%）、カエリ256.8トン（44%、121%）、チリメン562.8トン（79%、131%）であった。漁獲量の多かった大羽の品

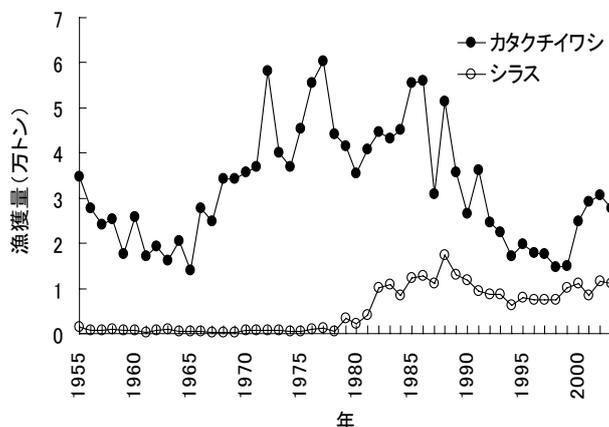


図1 瀬戸内海西部におけるカタクチイワシとシラスの漁獲量

質は良く、チリメン漁が解禁となった後も大羽を主体に漁をする経営体が6月末までであった。4月下旬から6月上旬のカタクチイワシ卵の出現量は前年の7～50倍と非常に多かったが、チリメンの漁獲量は昨年並みか若干下回る程度で推移した。

漁獲量＝製品重量（大羽、中羽、小羽、カエリ、チリメン）×4

【広島県】

6月の県漁連煮干共販結果のうち、共販重量を製品重量で示した。大羽、中羽、小羽については1997～2003年の平均値、カエリ、チリメンについては1994～2003年の平均値を平年値とした。

備後・芸予瀬戸、燧灘一煮干合計（大羽、中羽、小羽の合計）では1.85トン（前年比9%、平年比33%）であった。銘柄別では大羽0.36トン（86%、196%）、

瀬戸内通信 No. 1 (2004. 10)

中羽 0.13 トン (6%, 18%), 小羽 1.36 トン (8%, 31%) であった。カエリは 13.36 トン (15%, 89%), チリメンは 43.15 トン (63%, 99%) であった。

安芸灘, 広島湾一煮干合計では 1.25 トン (前年比 15%, 平年比 11%) であった。銘柄別では大羽 0.43 トン (5%, 2%), 中羽 0.53 トン (4,383%, 6%), 小羽 0.29 トン (919%, 16%) であった。カエリは 3.51 トン (37%, 107%), チリメンは 38.81 トン (244%, 725%) であった。

チリメン, カエリの漁獲量については, 備後・芸予瀬戸, 燧灘では 6 月 10 日の解禁当初に多く, 日数の経過とともに大きく減少した。これに対し, 安芸灘, 広島湾では解禁当初よりも月末にむけて漁獲が好調となる傾向を示した。

【愛媛県】

燧灘— 1989～2003 年の平均値を平年値とした。川之江・伊予三島地区の瀬戸内海機船船びき網漁業は大羽漁を 6 月 10 日から, チリメン漁を 6 月 21 日から開始した。6 月の漁獲量は 1,470 トン (前年比 199%, 平年比 292%) で非常に好漁となった。銘柄別では大羽 1,394 トン (223%, 381%), 中羽 0.4 トン (1%, 1%), 中小羽 3.3 トン (18%, 33%), 小羽 44.5 トン (358%, 493%), カエリ 27.9 トン (65%, 158%), チリメン 0.1 トン (4%, 0%) であった。操業開始当初から大羽主体の漁で推移した。チリメンが解禁となった後も大羽主体に推移し, 6 月の漁獲量の約 95% を占めた。一方, チリメンの漁獲は少なく, カエリ以上のサイズが漁獲対象となった。油イワシの発生は現在のところ認められていない。

漁獲量=製品重量 (大羽, 中羽, 中小羽, 小羽, カエリ, チリメン) × 4

伊予灘— 1994～2003 年の平均値を平年値とした。伊予漁業協同組合の機船船びき網による漁では, 4 月に小中羽 0.9 トン (前年比 9%, 平年比 2%), シラス 7.5 トン (前年は漁獲なし, 平年比 2,500%) が漁獲され, 4 月としては過去 10 年間で最もシラスの漁獲が多い年となった (シラスは例年 4 月にほとんど漁獲されない)。5 月はシラスのみ 54.7 トン (131%, 271%) の

漁獲があり, 過去 10 年間では 2 番目に漁獲量が多い年となった。本格的なシラス漁期に入った 6 月はシラスのみ 61.8 トン (209%, 56%) の漁獲があり, 過去 10 年間では中程度の漁模様となった。上灘漁業協同組合の中型まき網は 6 月末まで一度も出漁しておらず, 機船船びき網も 4, 5 月は出漁していない (例年出漁していない)。6 月は下旬になって漁が始まり, 中羽を中心に 82.4 トン (前年比 97%) の漁獲があった。シラスについては漁獲されていない。

【山口県】

広島湾, 屋代島の広島湾側一例年並みの 6 月下旬からカタクチイワシ漁を開始したが, カタクチイワシが小型であり, 量も少ないこと, クラゲが多くて操業に支障があることから操業は 2 日のみで休漁した。

伊予灘—カタクチイワシの分布が少ないため, 光漁協を除いて出漁していない。7 月 8 日までの共販実績 (イリコ重量) はカエリ 80%, 中羽 20% の割合で約 5 トン (前年比 9%) と著しく少なかった。単価は 600 円/kg 程度 (110%) で若干高めであった。光漁協では 4～6 月の大羽の漁獲量は 15 トン (1,000%) と多かったが, カエリ, チリメンは 0.9 トン (2%) と著しく少なかった。

【大分県】

伊予灘— 1991～2003 年の平均値を平年値とした。別府湾 (杵築・日出) の船曳網によるシラス漁は 4 月に平年を上回ったほかは, 低調に推移した。1～3 月は 57 トン (前年比 95%, 平年比 47%), 4 月は 11 トン (40%, 154%), 5 月は 63 トン (29%, 72%), 6 月は 26 トン (20%, 11%) となった。1～6 月の合計は 157 トン (36%, 35%) で前年, 平年を大きく下回った。
漁獲量=製品 (チリメン) 重量 × 2.514

豊後水道— 1991～2003 年の平均値を平年値とした。佐伯湾 (佐伯・鶴見) の船曳網によるシラス漁では 4 月に平年を上回ったほかは, 低調に推移した。1～3 月は 7.8 トン (前年比 8,223%, 平年比 37%), 4 月は 16.6 トン (43%, 111%), 5 月は 14.0 トン (36%, 36%), 6 月は 1.5 トン (5%, 4%) となった。1～6

月の合計は40.0トン(38%, 35%)で前年, 平年を大きく下回った。

漁獲量=製品(チリメン)重量×2.380

豊後水道および外域- 1986～2003年の平均値を平年値とした。県南(鶴見・米水津・蒲江)のまき網によるカタクチイワシの漁獲量は1～3月は36トン(前年比93%, 平年比8%)と不漁の前年並みで, 平年を大きく下回った。4月は34トン(238%, 33%), 5月は74トン(78%, 48%), 6月は209トン(53%, 51%)と平年を下回り, 低調であった。1～6月の合計は354トン(65%, 32%)で前年, 平年を下回った。

本年漁期初めの漁では前年と前々年に引き続き, 瀬戸内海のほぼ中央に位置する燧灘で好漁であった。また前年同様, 大羽が多かった。前年と異なる点は大羽が油イワシとならず, 煮干し加工に適していたことであった。広島湾と安芸灘ではカエリ以上は不漁から平年並み, チリメンは好漁であった。伊予灘では不漁から平年並み, 豊後水道とその外域では前年, 平年を下回る不漁であった。近年, 太平洋での資源量水準は

高位であるにもかかわらず, 外海に近いほど漁模様は思わしくなかった。海洋環境と関連しているのかもしれないが, この原因は不明である。シラスについては広島湾と安芸灘を除いて不漁から平年並みであった。また瀬戸内海東部でも7～8月には前年, 平年を下回る予測とされており(<http://www.nnf.affrc.go.jp/katakuchi/index.html>), 瀬戸内海全体としても前年以上のシラス漁は望めない状況にある。

以上は次の方々(敬称略)から提供して頂いた情報を河野悌昌(瀬戸内海区水産研究所)がとりまとめたものである。

山本昌幸(香川県水産試験場), 相田 聡(広島県水産試験場), 西川 智(愛媛県中予水産試験場東予分場), 河本 泉(愛媛県中予水産試験場), 木村 博(山口県水産研究センター内海研究部), 木村聡一郎(大分県海洋水産研究センター)

(生産環境部沿岸資源研究室)

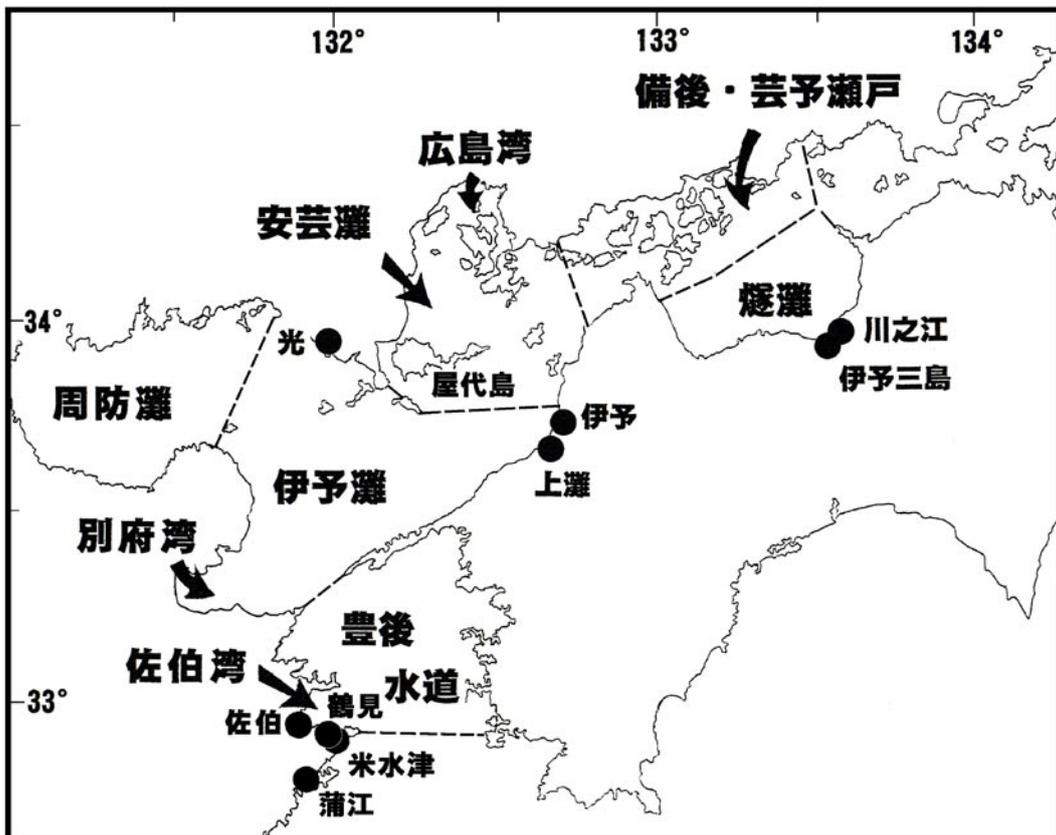


図2 瀬戸内海西部海域

研究解説

先端技術を活用した農林水産研究高度化事業

「瀬戸内海における養殖ノリ不作の原因究明と被害防止技術の開発」

渡邊 康憲

1. はじめに

ここ数年、我が国ではノリの不作が大きな社会問題となっている。その端緒となったのは有明海の2000年漁期の大不作だが、この頃から瀬戸内海でもノリ不作が問題視されるようになった。瀬戸内海は有明海と同様、我が国有数のノリの生産地で、その生産量は全国の36%を占めている（平成元年から15年までの平均値）。しかし、2000年は有明海の大不作の結果全国生産量が落ち込んで、瀬戸内海の占有率は見かけ上44%に上昇したものの、生産量は低水準であった。その後は生産枚数、占有率とも減少傾向が著しく、昨年（2003年）は過去に例を見ない不作となり、占有率も30%に低迷した（図1）。これは瀬戸内海の主産地である播磨灘の不振が大きな要因となっている。その原因は、ノリ漁期の珪藻赤潮の広域化、長期化、それにとともなう色落ち被害の深刻化である。この問題に対応するため、瀬戸内海区水産研究所は昨年後半から関係県との協議や検討を重ね、今年度初めて水産枠が設けられた農林水産省農林水産技術会議「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」の「地方領域設定型研究」に応募することとした。この結果、幸い採択に至り、首題のプロジェクト研究が2007年度まで4ヶ年の予定で開始されることとなった。本稿ではこのプロジェクト研究の概要と期待される成果をご紹介します。

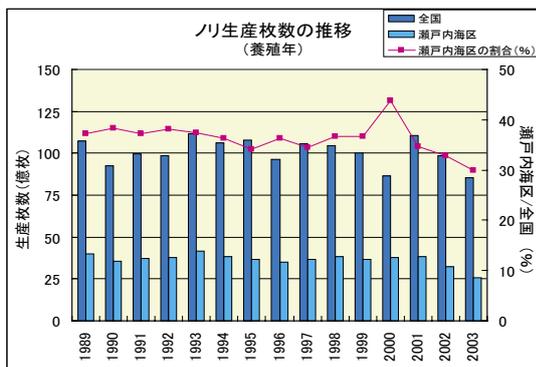


図1. 平成以降の全国および瀬戸内海のノリ生産枚数の変遷(養殖年)
(農林水産漁業統計および全国漁業協同組合連合会資料より作成)

2. 研究の目的

播磨灘を中心とする瀬戸内海東部海域ではここ数年、珪藻赤潮によるノリ色落ち被害が多発している。また、平成14年度以降、赤潮原因種の変化、瀬戸内海における栄養塩濃度の減少等、有明海など他の内湾ノリ漁場では見られない新たな海況、生物学的な海洋環境の変化がノリ不作の原因と推察される状況に至っている。そこで、本研究では、広域モニタリングによる現地調査、室内実験を中心とした主要珪藻類の生理・生態学的特性の解明、さらに栄養塩の動態・珪藻類の増殖ならびにノリ色落ちの機構解明と予測・対策手法の開発を3つの研究の柱（中課題）として、瀬戸内海東部をモデル海域に選定し、ノリ養殖に被害をもたらす珪藻赤潮の発生を早期に予測するとともに、適切な漁場行使・漁業経営を実現して色落ち被害の軽減に寄与するモデルを開発することとした。

3. 参加機関と課題構成

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、養殖研究所）を中核機関として、京都大学大学院農学研究科・同大学院地球環境学、香川大学工学部、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、岡山県水産試験場、広島県水産試験場、香川県水産試験場・香川県赤潮研究所の、2大学2水産4県水産試験場が以下に示す8つの小課題を担当する。プロジェクト全体の概要を図2に示した。中課題の内容と小課題の担当機関は以下のとおりである。

(1) 広域モニタリングによる栄養塩、珪藻類およびノリ色落ちの動態の把握

播磨灘、備讃瀬戸および宍道灘北部において、連携のとれた広域モニタリングを実施してノリ色落ちに至る過程を詳細に調査し、中課題「栄養塩、珪藻類およびノリ色落ちの機構解明と予測・対策手法の開発」の基

礎となるノリ色落ちにいたる仮説を提案する。また、モデルの検証を行う(兵庫県, 岡山県, 広島県, 香川県)。

(2) 主要珪藻類の生理・生態学的特性の解明

培養実験, 調査船調査で主要有害珪藻類の生理・生態学的特性, 増殖活性, 鉄などの微量物質の増殖への影響, および休眠期細胞の分布などを明らかにする。

以下の3つの小課題から成る。

1) ノリの色落ち原因藻 *Eucampia zodiacus* の生理・生態学的特性の解明 (兵庫県)

2) 有害珪藻類の生活史特性の解明と増殖活性評価手法の開発 (瀬戸内海区水産研究所)

3) 栄養塩と微量物質が主要珪藻類の増殖に与える影響の解明 (京都大学地球環境学堂)

(3) 栄養塩, 珪藻類およびノリ色落ちの機構解明と予測・対策手法の開発

他の2つの中課題の成果を活用して瀬戸内海全域, ノリ漁場およびノリ網の範囲の3段階の空間スケールを対象として栄養塩, 珪藻の動態を経時的に予測できるモデルを開発する。細部は以下の4つの小課題から成る。

1) 有害珪藻類による窒素取り込み能とそのモデル化 (瀬戸内海区水産研究所)

2) 瀬戸内海全域における栄養塩の中期的変動機構

の解明 (京都大学農学研究科・養殖研究所)

3) ノリ漁場における栄養塩動態評価モデルの開発 (養殖研究所・京都大学農学研究科)

4) ノリ色落ち機構の解明と漁場行使モデルの作成及びこれを用いた被害軽減手法の開発 (香川県, 香川大学工学部)

4. 期待される成果

本研究ではまず, 各機関で蓄積された既存データの解析を行い, 過去から現在までの瀬戸内海の水質環境等の変遷を明らかにする。次に赤潮構成種の変化や珪藻赤潮の発生機構について仮説を構築する。すなわち, 赤潮の発生には栄養塩等の化学的環境の他に, シストの有無や種の生理・生態特性, 種間関係などの生物学的条件, 潮汐ともなう水塊の流動などの物理学的条件, 気象条件などが複雑にからみ合っている。本プロジェクトでは現地モニタリング・グループと室内実験グループの研究成果をモデル・グループが栄養塩の動態や珪藻赤潮発生予測に取り込むことで予測精度を向上させ, 合理的なノリ養殖漁業の経営に貢献することが期待される。さらに, 漁場行使の適正化への寄与も期待される。

(赤潮環境部長)

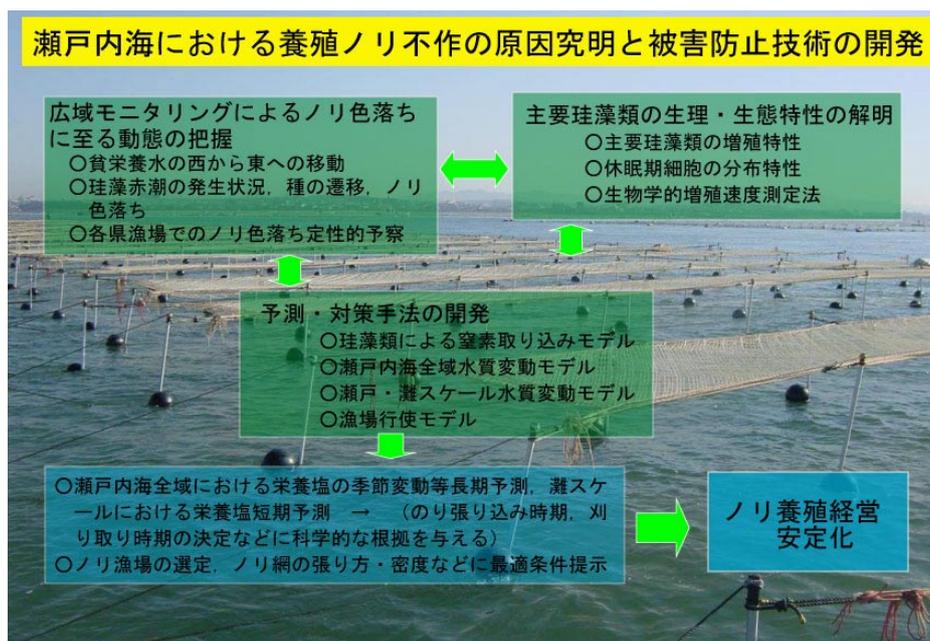


図2. プロジェクト全体の概念図(背景は兵庫県のノリ養殖漁場)

3つの中課題を相互に連携させて栄養塩動態, 珪藻赤潮発生の予測モデルを開発しノリ養殖経営の安定化に資する。

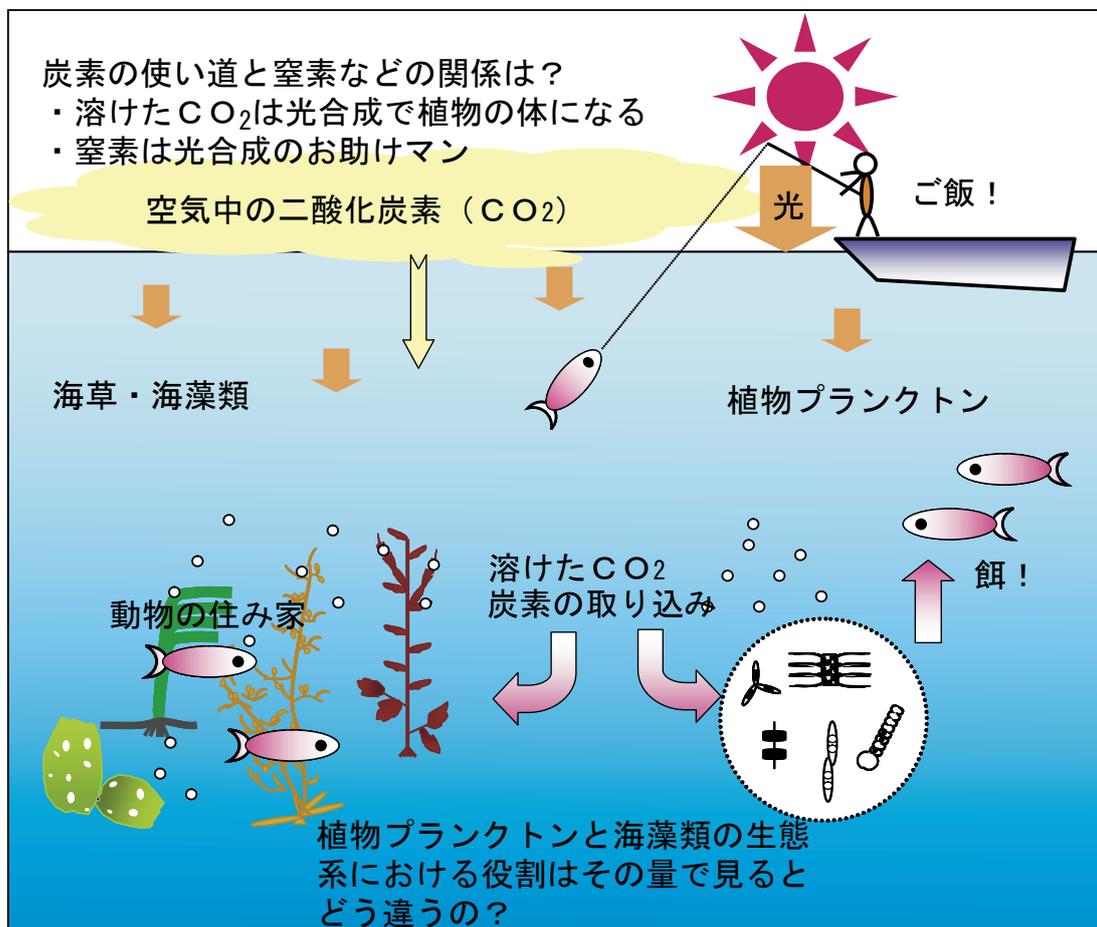
絵で見る研究最前線

瀬戸内海における植物プランクトンと海藻類の現存量と生産量を評価する

寺脇利信・吉田吾郎・新村陽子

背景

炭素と窒素は生物の体を構成する主な材料です。植物プランクトンや海藻類は光エネルギーを使って、海水中の炭素や窒素で体をつくります。植物プランクトンや海藻類がつくった体（有機物）は魚などの動物の餌として利用され、それぞれの生物が量的にバランスを保って沿岸域の生態系がつけられています。

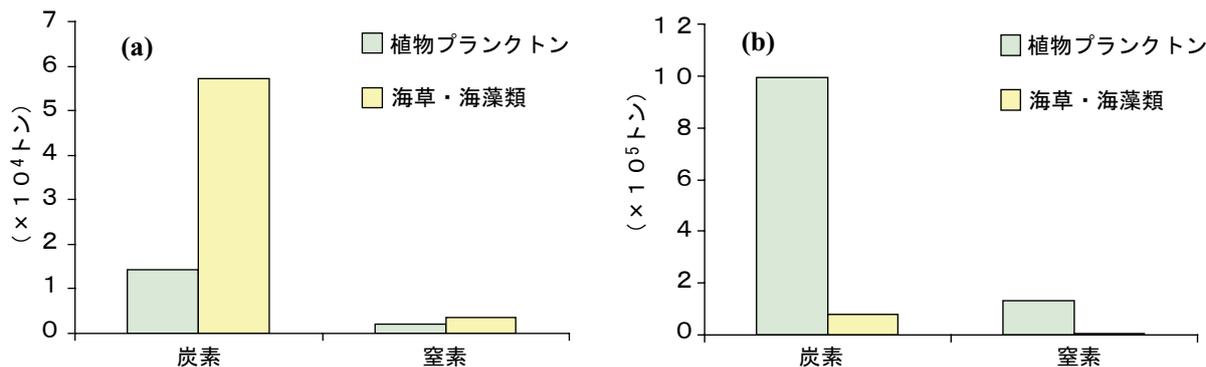


最近の問題

漁業を安定して維持するためには、海の生物資源が健全に維持されているのか、あるいはそれぞれの資源量が将来どのように変化するかを科学的に判定することが重要となっています。この判定の基礎となるのが海の栄養と光によって最初の有機物を作り出す植物の生産量なのです。植物プランクトンや海藻類の現存量や生産量は海流や陸からの栄養の供給などに依存しますので、海域によって異なります。しかし、瀬戸内海では植物プランクトンと海藻類による現存量と生産量の差などが明らかにされていなかったため、それらの生態系における役割の特徴がはっきりしていませんでした。

方法

瀬戸内海における植物プランクトンと海藻類の現存量や生産量が生態系の中で果たしている役割の特徴を明らかにするため、まず、広島湾で四季別に海藻類を採取して、優占種の炭素や窒素の量を測りました。その値を用いて瀬戸内海の花藻類がもつ有機物の量(すなわち現存量)の最大値、や一年間に作られた有機物の量である生産量の最大値を推定しました。そして、過去の研究データとそれぞれ比較しました。植物プランクトンの現存量や生産量はそれぞれ1年の平均値を使用しました。



瀬戸内海における植物プランクトンと海草・海藻類の現存量 (a) と生産量 (b)

結果

植物プランクトンの年間生産量は海藻類よりも大きく、それぞれに含まれる炭素量で比較すると海藻類の約 17 倍に達しました。しかし、海藻類の現存量の最大値は植物プランクトンよりも大きく、炭素量では植物プランクトンの約 4 倍に達しました。窒素量でも同じような傾向がみられました。これらのことなどから、植物プランクトンは大量に生産されるけれども消費される動物の餌としての役割が大きく、海藻類は炭素を貯蔵しながら大きな群落を形成し動物の住み家をつくるなどの役割が大きいことがわかりました。

将来的に

植物プランクトンの量が魚の資源量に及ぼす影響を明らかにし、また、大量の CO₂ を藻体の材料として固定している海藻類の特徴を利用した環境修復などの可能性の探求を続けたいと考えています。

(生産環境部藻場・干潟環境研究室)

絵で見る研究最前線

魚類精子形成に与える女性ホルモン様化学物質の影響を精子形成関連遺伝子の発現量により評価する

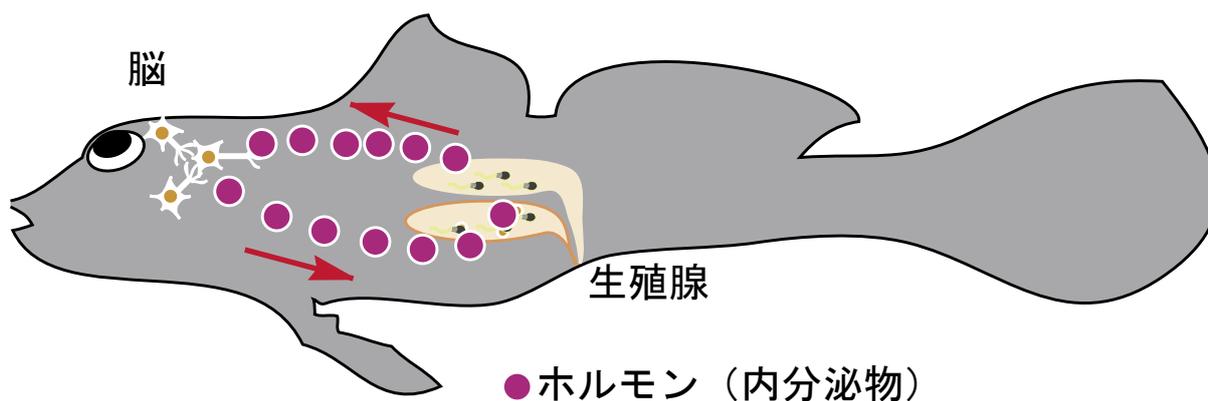
持田 和彦



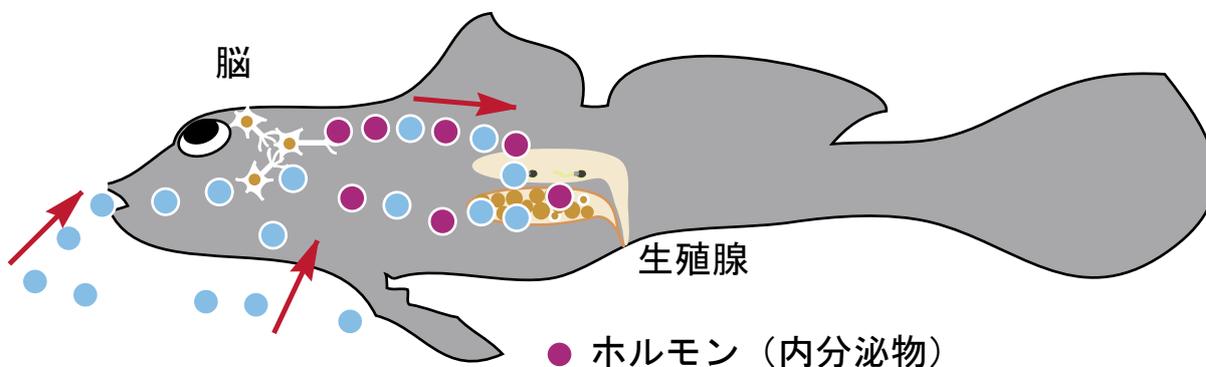
背景

● 内分泌とは？

生殖に関わるホルモンは、主に脳や生殖腺から必要な時に必要な分だけ合成、分泌され、生殖腺を発達させています。そして、この調節はとても厳密に行われる必要があります。



● 内分泌かく乱とは？



● 内分泌かく乱化学物質 (女性ホルモン様化学物質等)

ホルモンと同様の活性を持つ環境中の化学物質 (内分泌かく乱化学物質) が不必要な時、不必要な量体内に入り込むため、生殖腺の発達が乱れてしまいます。

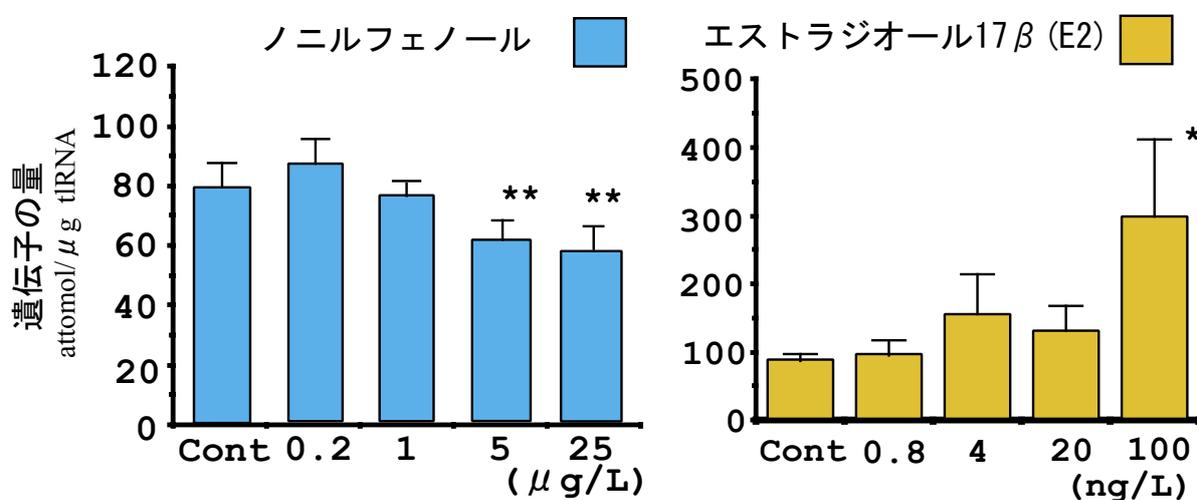
最近、内分泌かく乱化学物質による水質汚染が問題になっています。これらの化学物質の正体はエストラジオール、ノニルフェノール、ビスフェノール A などで、魚類の雄に、本来雌しか作らないはずの卵黄タンパクを作らせたりします。

実験

内分泌かく乱化学物質（特に女性ホルモン様物質）が魚類雄におよぼす影響をさらに詳しく調べるため、内分泌かく乱化学物質が存在する環境を実験的に作り、その中でマハゼを飼育してみました。3週間飼育した後に精巣中の遺伝子の一つを測定してみました。

この遺伝子は、精子を作る段階で重要な役割を果たすタンパク分解酵素に関する情報を持っています。そこで、この遺伝子の量の増減を調べることによって、生殖腺の発達の乱れを明らかにすることができると考えられます。

結果



暴露実験に用いた被験物質の濃度

星印は対照群 (Cont) との間に有意な差があったことを示す。

- その結果、エストラジオール 17β により遺伝子の量が上昇し、ノニルフェノールにより遺伝子の量が減少することがわかりました。このことから、これまで女性ホルモン様活性を持つと言われてきたノニルフェノールがエストラジオール 17β とは異なる作用を示すことがわかりました。

また、このように遺伝子の量を測定することで内分泌かく乱化学物質の精巣に対する影響とその作用の仕組みを調べることができることを明らかにしました。

将来的に・・・

この遺伝子量の変化と精巣の異常（例えば、生殖細胞の数や形の異常）との関係を調べ、内分泌かく乱化学物質によって引き起こされた精巣の異常の度合いを遺伝子量を測るだけで判定できる方法を開発したいと考えています。

(化学環境部生物影響研究室)

キーワード解説

サワラ *Scomberomorus niphonius*

永井 達樹



【生態】 寿命は雄6歳、雌8歳程度で、雄の一部は1歳、雌は2歳から成熟します。近年資源が減って個体が大型化し、1歳雌の30%が成熟するようになりました。産卵は5～6月に播磨灘、備讃瀬戸や燧灘西側の瀬などで行われます。0歳は夏～秋季、1歳は春～秋季を内海で過ごします。稚魚期の餌は主にイワシ類のシラスで、未成魚期以降は魚食性が強くなります。

【漁業の特徴】 サワラは冬季を紀伊水道以南の太平洋沿岸や伊予灘・豊後水道域で過ごし、春季に東は紀伊水道、西は豊後水道を経て内海へ来遊し、秋季に外海に移出します。親魚は春季に流し網、定置網、釣りで漁獲されます。幼魚は夏季に産卵場の周辺で小型底曳網、パッチ網で混獲されます。その後0歳魚は秋季に外海に近い伊予灘、豊後水道及び紀伊水道で1歳魚とともに曳縄や釣りで漁獲されます。

【漁獲動向】 1975年まで漁獲量は1,700トン以下で推移しました。この頃までに揚網機が導入されて秋漁が広く行われるようになり、着業隻数が増加して漁獲量が徐々に増加し、1986年には6,255トンと最高になりました。その後漁獲量は1998年に196トンまで急激に減少しましたが、2003年に東部（備讃瀬戸以東）で543トン、西部（燧灘以西）で704トン、合計1,247トンまで回復しました（図1）。

2002年4月から水産庁の資源回復計画として春・秋漁の部分的禁漁や流し網の網目拡大などの資源管理

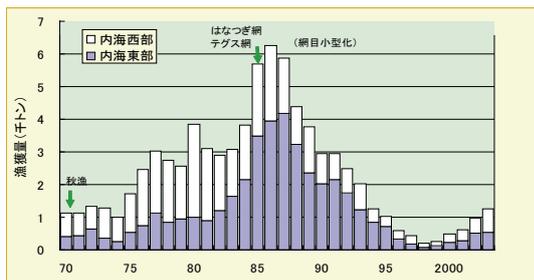


図1 瀬戸内海産さわらの漁獲量の推移

が開始され、2003年4月にTAE(漁獲努力量の総量管理)が適用されました。

【資源動向】 年別年齢別漁獲尾数を用いてコホート解析を行い、放流分を含む資源量を推定しました。東部では資源量が1987年の約12,000トンから2003年には1,773トンに、同期間に西部では約5,500トンから2,033トンになりました。資源水準は低位です。資源は東部で1997年、また西部で1998年を底に増加傾向にあります。この増加は1999年級以降加入が良いことに支えられています。2002年級が卓越しています。

資源回復計画では資源悪化に伴う成長の増進が認められた1990年代初頭の水準まで資源を回復させることが目標とされています。2002年級が卓越したので、2歳魚となる2004年から親魚量がかさあげされる見込みです。1998年以降について仮定した親子関係では、2004年以降年平均で東部104万尾、西部107万尾の加入があり、2003年の水準で漁獲を続けても資源は増大すると予測されます。

昨年までの2年間大型種苗(全長約90mm)換算で10万尾が放流されました。10万尾の放流は資源量で370トン、漁獲量で156トンの効果を見込めます。東部で放流した魚の一部が西部で再捕されました。

【今後に向けて】 資源が低位、かつ現状の漁獲圧が高いため、親魚量を未開発(漁業がない)時の30%にする管理基準 $F_{30\%}$ を採用し、2005年のABC(生物学的許容漁獲量)を1,812トンとしました。

この4～5年間東西とも8月以降水道域周辺で漁獲が好調です。水温の上昇で魚が水道域に滞留し漁獲されやすいようです。資源の回復とともに年々操業日数が増えています。2003年の水準で今後漁獲を続けても資源量は増大すると予測されています。しかし0歳加入が東西それぞれ年40～50万尾ないと、資源は持続しないので、実際の加入がどうなるか見守る必要があります。

(生産環境部資源生態研究室長)

キーワード解説

シャットネラ・オバータ *Chattonella ovata* Y. Hara et Chihara sp. Nov. (Hara et al. 1994)

坂本 節子・山口 峰生

本年7月、瀬戸内海で養殖ヒラメやマダイに漁業被害を及ぼした *Chattonella ovata*。本種を優占種とする赤潮の記録はこれが初めてである。有害有毒プランクトン解説の第1回は *C. ovata* を取り上げる。

【形態】本種は細胞長 50～70 μm 、幅 30～45 μm の卵形あるいは倒卵形でやや扁平な無殻の細胞で、ラフィド藻綱に属する。前端部に浅い凹部があり、その基部から亜等長の2本の鞭毛が出ている。細胞内には多数の細長い紡錘形の葉緑体が放射状に配置している。外部原形質には液泡が著しく発達しており、葉緑体間の空隙を占める。核は涙滴形であり、内部原形質の中央部に位置する。本種の葉緑体微細構造の特徴は *Chattonella antiqua* に似ているが、特有な細胞形態と種々の培養条件下でも保持される発達した液泡から他種と識別される。細胞の形と細胞内のオルガネラの配置が“ワラジ”を連想させることから、日本ではワラジシャットネラと呼ばれた。

【魚介類への影響】広石ほか (1998) によれば、魚類の斃死をもたらす細胞密度はマダイ (体重 65.1 \pm 1.5g) で $4.1 \sim 6.8 \times 10^3$ cells/ml、マアジ (体重 42.8 \pm 1.7g) で 5.4×10^3 cells/ml、ハマチ (体重 489.4 \pm 66.0g) で 2.8×10^3 cells/ml であり、*C. antiqua* とほぼ同等の魚毒性を持つと考えられる。組織学的検査の結果、本種に暴露されたマダイとマアジの二次鰓弁に水腫や肥厚がみられたが、ハマチのそれには深刻な損傷はみられない。他の *Chattonella* と同様に活性酸素が魚類斃死に関わっていると考えられる。

【分布・生態】日本では瀬戸内海播磨灘および鹿児島湾で生息が知られる。吉松・小野 (1986) は 1983 年から 3 年間にわたり播磨灘南部における本種の出現特性をまとめている。それによると出現期は7月上旬～8

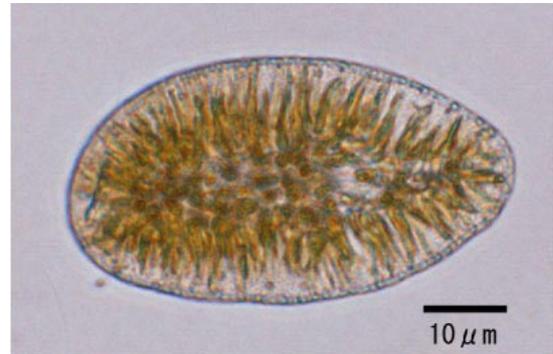


図 *Chattonella ovata*

月上旬および10月中旬、出現水温は 21.8～28.0℃でラフィド藻綱の中では高水温で出現する。出現塩分は 31.2～32.0。10m 層に多く出現し、20m 以深では出現しない。初出現時の底層水温は 20～21℃で冬季には栄養細胞はみられない。

本種の増殖は遊泳細胞の無性的な二分裂による。シストの形成や有性生殖は知られていないが、今井・伊藤 (1985) により播磨灘の海底泥発芽実験において本種栄養細胞が確認されている。このことから、本種はシスト等の耐久細胞として海底泥中で越冬していると考えられている。

海外では 2001 年 4 月に中国の Dapeng Bay で本種と *Chattonella globosa* の混合赤潮の発生が報告されている。また、2003 年 4 月にメキシコの Kun Kaak Bay で *Chattonella marina* との混合赤潮により魚類、貝類、タコ、ナマコが斃死している。

【参考文献】

- Hara, Y. et al. (1994) Jpn. J. Phycol. 42: 407-420.
 広石伸互, 他 (1998) 日本水産学会春季大会講演要旨 p. 138.
 吉松定昭・小野知足 (1986) 香川赤潮研報 No. 2, 1-42.
 今井一郎・伊藤克彦 (1985) 南西海区水研報 No. 19, 43-52.

(赤潮環境部赤潮生物研究室)

キーワード解説

有機スズ化合物 (1)

隠塚 俊満

【特徴】有機スズ化合物はスズ原子にアルキル基やフェニル基が共有結合する構造を持つ化合物群です。これらのアルキル基やフェニル基が1個結合するモノ体から4つ結合するテトラ体まで多くの化合物から構成されます。この有機スズ化合物のほ乳類に対する毒性はアルキル基の鎖長がC₄で、またトリ体で最も高いため、トリブチルスズ化合物は船底防汚塗料などの殺生物剤として最も多く使用されてきました。これらの有機スズ化合物は防汚塗料としてきわめて優秀でしたが、裏を返せば強い殺生物剤であるといえます。そのため「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」(化審法)において、有機スズ化合物の一種であるビス(トリブチルスズ)＝オキンドが第1種特定化学物質に、その他20種類の有機スズ化合物が第2種特定化学物質に指定されており、法律の規制を受けています。

【歴史】日本で船底防汚塗料として使用が開始されたのは1960年代はじめからといわれています。カキの異常など水生生物に対する毒性が非常に強く、また、極めて微量で巻き貝をオス化するなど、海洋生物に重大な悪影響を及ぼすことがわかり、1980年代から欧米で規制が進み、日本でも1990年代初頭までに造船

業界は使用を中止しています。価格が安く、効果が長く続くことから多くの国で大型船を中心に使用が続けられてきましたが、2001年国際海事機関(IMO)の総会で船舶への使用を禁止する条約が採択され、2008年の完全禁止が決まりました。

【注目点】日本では使用中止後、環境水中の有機スズ化合物濃度は低くなる傾向がありますが、10年以上経過してなお、底質にはまだ高い濃度で蓄積しています。そのため底質の有機スズ化合物が環境水中へ溶出し、新たな汚染源となることが心配されています。また、有機スズ化合物の種類によっては、底質から底生生物へ、さらにそれらを捕食する底魚類等へと、食物連鎖を通して生物濃縮をするという研究結果もあり、底質に蓄積している有機スズ化合物による環境への影響を調べていくことが大切です。

いまだに大型船を中心に多くの国で有機スズ化合物は使用されています。使用を中止して10年以上経過した日本でも、まだ有機スズ化合物の環境影響が懸念されていることを考えると、2008年の完全禁止後も有機スズ化合物に対する監視を続ける必要があります。

(化学環境部生物影響研究室)

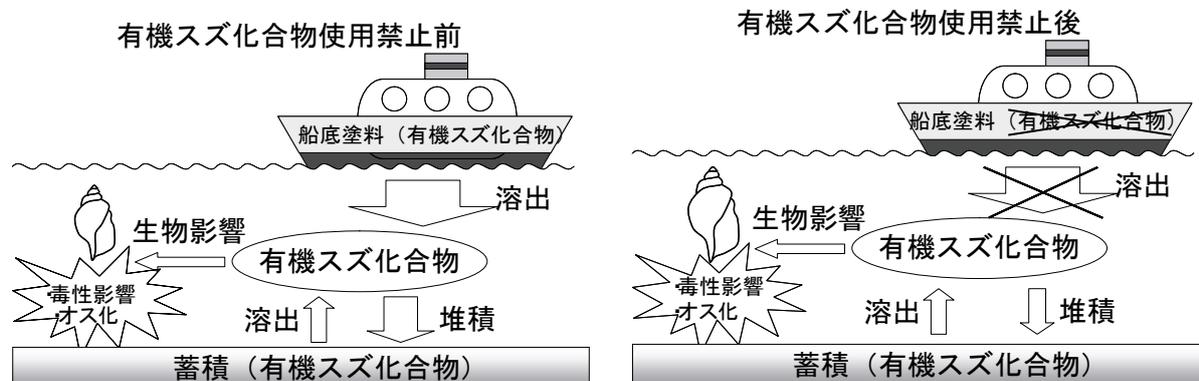


図1. 使用中止前・後における有機スズ化合物の環境中動態

研究室紹介

化学環境部生物影響研究室

藤井 一則

オリンピックと共にお鉢が回ってくるようで、前回はシドニーオリンピックの年に研究室紹介文を書きました(瀬戸内水研ニュース第4号)。当時は、藤井、角埜、平本の3人体制で、主な研究課題が3課題の発足したての研究室でした。あれから4年。当時主流であった環境ホルモン関連課題に加え、今では流出油、船底塗料、漁網防汚剤など多岐にわたる汚染物質を対象とした課題に取り組んでいます。試験生物も、魚だけでなくエビ類、ゴカイ類、植物プランクトンなど幅広く使える体制が整いつつあります。以下に、現在のスタッフと担当研究課題などを紹介いたします。

藤井一則(研究室長); 趣味と化しつつある腰痛体操の合間に、水産庁事業課題「海産底生生物を用いた底質毒性試験法の開発と影響評価手法の確立」及び「環境要因分析調査」を担当。運営費交付金課題「エストロゲン様物質がマミチヨグの精子形成と初期発生に及ぼす影響解明と評価手法の開発」では、エストロゲン受容体の変動などを担当。担当課題など持たず、研究室員の獲得した予算のお零れで細々と好きな研究をしたいとの夢を持つが、現実は甘くない。

角埜 彰(主任研究官); 趣味である海釣りの合間に、環境省プロ研課題「多環芳香族化合物及び油処理剤の海産生物の初期発生に関する影響評価」、水産庁事業課題「代替漁網防汚剤の魚介類に対する有害性評価」を担当。運営費交付金課題では、主に精巢の顕微鏡観察などを担当。釣りバカ日誌のハマちゃんを地で行く好漢で、研究室最古参の大黒柱なるものの、日夜毒を盛られている試験生物から見れば鬼か。

持田和彦(主任研究官); 趣味である溪流釣りの合間に、農水省プロ研課題「魚類の精子形成関連タンパク質を指標とした有機スズ化合物の影響評価手法の開発」及び環境省プロ研課題「(船底塗料用防汚剤が)甲殻類及び魚類に対する有害性の解明」を担当。運営

費交付金課題では、精巢片を用いた試験管内での影響評価などを担当。研究室で唯一の海外研究経験者であり、遺伝子レベルの影響評価法開発にも着手しているホープ。今春、センター本部から奥方が瀬戸内水研に転勤して来られ、公私ともに充実。

隠塚俊満(研究員); 謎に包まれた趣味の合間に、各種プロ研課題等を補佐するとともに、植物プランクトンを用いた化学物質の生態系影響評価に着手。運営費交付金課題では、精巢における特定の酵素の変動を指標とした影響評価などを担当。当研究室2年目の若者で、研究室で唯一気品を感じる存在であり、今後の活躍を大いに期待している。

平本千秋(パートタイマー); 室長と同級生ながらも、数ヶ月の差で最年長者の地位を獲得した姉御。試験生物の飼育を一手に担う「マミチヨグ(実験魚の名前)の母」。

山田愛子(パートタイマー); 昨年秋に参入した研究室最年少のお嬢様。顕微鏡標本作りのスペシャリストとしての道を歩んでいる。

伊藤克敏(研究等支援職員); トライアスロンで鍛えたと言ってしまったばかりに、さんざんコキ使われている新米博士。本来の専門は貝毒の動態なるものの、当研究室では蛋白質や遺伝子を扱う仕事から水槽掃除まで、幅広く研究を支援してくれる好青年。良い就職先がありましたら是非ご紹介下さい。店長のイチオシです。

以上、4年前の約2倍のスタッフで、約3倍の仕事をこなしています。仕事の性質上、実験室での仕事が増えましたが、次回北京オリンピックの頃には、実験室で得られた成果を野外に還元し、環境汚染化学物質が海産生物に及ぼしている影響の実態に迫りたいと考えています。

(化学環境部生物影響研究室長)

外国出張報告

PICES 第12回年次総会に参加して

樽谷 賢治

去る2003年10月に韓国(ソウル)で開催された北太平洋科学機構(PICES)第12回年次総会に参加する機会をいただきましたので、その概要を報告します。

本会議には、各種委員会の委員として水産総合研究センターからも多数の方が参加されていましたが、私の場合には特に委員等を任されてはいなかったため、比較的気楽な立場での参加となりました。会場となったのは、ソウル市郊外(金浦空港近く)にあるオープンしてまだ日が浅く、緑に囲まれた閑静な雰囲気のホテルでしたが、私はソウル市中心部で宿泊していたため、毎朝、地下鉄とバスで1時間以上かけて通う羽目となってしまいました。

会議では、「Plankton dynamics in relation to the biogeochemical cycle of nitrogen in Hiroshima Bay, the Seto Inland Sea of Japan」と題して発表を行いました。内容は、動・植物プランクトンの現存量ならびに生産量の周年調査から、広島湾における低次生産構造を明らかにするとともに、簡単なボックスモデルを用いることで、同湾における窒素の循環過程を併せて見積もったものです。さらに、広島湾はカキの養殖が盛んに行われていることから、カキの水揚げによる窒

素の除去能についても検討しました。その結果、基礎生産者から二次生産者(微小および植食性大型動物プランクトン)および三次生産者(肉食性大型動物プランクトン)への転送効率は、それぞれ4%および0.6%程度とかなり低い値を示すこと、カキの水揚げ量から見積もった窒素の回収量は20 ton N month⁻¹であり、陸域からの全窒素負荷量の約5%に相当することなどが明らかとなりました。

自らの発表以外にも、会場では、様々なセッションでの発表を聴講し、興味ある情報を収集できたように思います。それにもまして、日本はもちろん、韓国やアメリカ、タイ等から参加された多くの方々と意見を交わす機会が得られたことは、非常に有意義であったと感じています。もちろん、歩道に鈴なりのように立ち並ぶ様々な屋台や舌鼓を打った数々の韓国料理も強く印象に残っていますが……。

最後に、本総会に出席する機会を与えてくださった皆様、会場でお世話になった皆様方に心から感謝いたします。

(生産環境部環境動態研究室)



図：会場となったホテル(Meyfield Hotel)の外観

外国出張報告

第 18 回国際海藻シンポジウムに参加して

内田 基晴

6月20日から5日間、ノルウェーで開催された第18回国際海藻シンポジウム（ISS2004）に参加しました。本シンポジウムは3年ごとに開催されており、今回は45カ国から約350名の参加者を迎えて白夜の都市ベルゲンで行われました。物価の高い都市での開催ということが影響してか、前回の南アフリカ共和国での開催時に比べやや少ない参加となりましたが、海藻に関する研究の各分野で熱心な討議と情報交換が行なわれました。小職にとっては、初めての本シンポジウム参加でしたが、海藻に関わる研究のうち特に応用面に軸足を置く会議であり、民間企業の参加が多いことと国際色豊かなことが特徴のように見受けられました。海藻産業は生産量からみると堅調に推移しているものの、全体的には停滞感も漂っており、技術面からの革新的な話題の提供が望まれているとも感じました。

今回の参加に際して、小職も口頭発表1題（演題：海藻の乳酸発酵）及びポスター発表1題（演題：海藻の乳酸発酵に適した乳酸菌の検索）の発表を行いました。口頭発表は大会初日の基調講演の直後のトップバッターであったため、緊張感の残るメイン会場で多くの聴衆を頂くことができ本当に幸運でした。15分間の英語での発表を何とか無難に終えた後、次の講演者がキャンセルして不在というハプニングがあり、座長がその場を取り繕うのに苦慮している状況が生まれました。そこで急遽、このこと再登壇してさらに15分の時間を頂き、時間の関係で端折った部分のプレゼン発表を行ってしまいました。決して英語にそれほど自信がある訳ではありませんが、今回は、攻めの気持ちを持ってのシンポジウム参加であったため、食欲に機会を捉えて情報発信を行った次第です。今回の本シンポジウムへの参加の目的の一つは、最近我々が開発した“海藻の乳酸発酵技術”が、食糧生産・食品

利用の分野としては初めてとなる“海洋系”の“植物性素材”を発酵させる技術であるという点を確認するためでした。幸いプレゼン後にこの点について異論を唱える各国参加者もなく、チリ、フランス、マレーシア、韓国等の参加者からはさらに詳細な技術情報の提供を求められるなど、海藻の乳酸発酵技術が新しい話題であることが確認できました。ポスター発表では、ワカメとマコンブを原料として調製した発酵試料を持参し、展示しました。これを外国人に食べさせてみるのが今回の2番目の目的でしたが、10人程に食べさせることに成功(?)しました。反応は・・・微妙でした。海藻を発酵させる技術は、食品分野だけでなく、海洋環境分野での利用も期待できます。沿岸域に存在するアオサ等の漂着海藻を本技術により水産飼料（マリンサイレージ）に変換して利用することで、沿岸生態系の物質循環を円滑にし、環境調和的なかたちで高次の生物生産量を高めることを目指しています。

最後に3年後に神戸で開催される国際海藻シンポジウム ISS2007 が、多くの参加者のもと有意義な情報交換の場になるものと期待しています。

(生産環境部藻場・干潟環境研究室)



図 国際海藻シンポジウムで海藻の乳酸発酵に関する口頭発表を行う筆者

外国出張報告

フィリピン水産技術研究所訪問

—有害赤潮渦鞭毛藻のシスト形成・発芽に関する共同研究—

坂本 節子

2004年2月10日から15日まで有害赤潮渦鞭毛藻のシスト形成・発芽に関する共同研究打ち合わせおよび試料採集のためフィリピンのマニラおよびパラワン州を訪問した。訪問先の一つであるフィリピン水産技術研究所 National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI) にはかつて国際協力事業団の派遣専門家として貝毒モニタリング強化プロジェクトを遂行してきたときのカウンターパートがいる。今回の訪問は彼らから *Pyrodinium* シストの発芽環境について共同研究をしたいとの連絡があったことがきっかけであった。

Pyrodinium bahamense var. *compressum* は熱帯から亜熱帯海域で麻痺性貝毒の原因となっている渦鞭毛藻である。フィリピンでは1983年から本種の発生を原因とする貝の毒化が確認され、中毒患者は2001年までに117名の死者を含む2107名にのぼる。カウンターパートの研究ニーズは *Pyrodinium* 等の有害有毒赤潮プランクトンの発生予察である。

Pyrodinium に関する研究、特に本種の増殖生理や生態に関する研究は少なく、不明な点も多く残されている。今回の研究内容は本種のシスト形成・発芽に関するもので、瀬戸内水研赤潮環境部で行われてきた *Alexandrium* 属等のシストの研究で培われてきた技術的知識を期待されての共同研究の誘いであった。

研究を始めるには生きて *Pyrodinium* の栄養細胞かシストが必要である。しかしながら、日本では本種の発生は確認されていない。確実に研究材料を手に入れるため、また研究内容や計画をつめるため、フィリピンに行かせてもらうことにした。試料採集場所として選んだパラワン州のホンダ湾はマニラからは少し遠かったが、私が訪問する2ヶ月前にも *Pyrodinium* が大発生したという情報があったため本種を採集できる可

能性が高かった。パラワン州に到着したときにも現地で貝毒モニタリングをしているスタッフが低密度ながら本種の出現が続いていることを教えてくれた。期待通り、採集した海水中に本種の栄養細胞を確認でき、その細胞を分離して日本に持ち帰った。また、本種のシストが得られることを期待して底泥試料も持ち帰った。

残念ながら底泥試料からは生きてシストを見つけることが出来なかったが、分離して持ち帰った *Pyrodinium* 栄養細胞からは2つの培養株を確立することができた。本種の培養は難しいという話も聞くが、瀬戸内海の水が合っているのか、培養株はフラスコの中で赤潮を形成するくらい良く増えてくれている。つい先日には、これらの培養株を使ってシストを形成させることが出来ることも確認した。これでシスト形成・発芽に関する研究を始めることが出来る環境が整った。

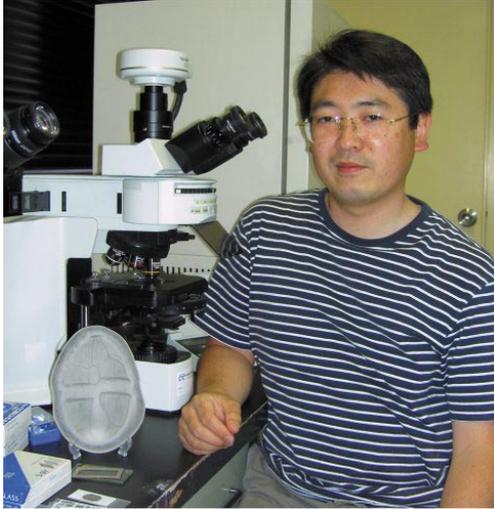
共同研究といってもプロジェクトが立ち上がっている訳ではないので、研究活動はそれぞれの研究機関の予算で進めることになる。カウンターパートと研究内容を協議し、まずは2年を目途に *Pyrodinium* のシスト形成や発芽条件の検討、本種のライフサイクルの詳細な観察と記録、天然シストの発芽環境について研究を進めていく予定である。

最後に、今回の外国出張は年度当初の計画にはなかった活動であったにもかかわらず、出張を押し進めてくれた山口室長はじめ、杜多元赤潮環境部長、關企画連絡室長、山田所長、そして最後に出張の申請を認めていただいた水研センター本部の方々のご理解があつて実現した。ここに心より感謝の意を表す。

(赤潮環境部赤潮生物研究室)

最近の話題から

松山研究員に平成15年度日本水産学会奨励賞



当研究所赤潮環境部松山幸彦研究員が行ってきた「有害渦鞭毛藻ヘテロカプサ・サーキュラリスカーマの発生及び貝類斃死機構の解明に関する研究」に対し日本水産学会より平成15年度日本水産学会奨励賞が授与されました。

1988年以前には出現していなかった渦鞭毛藻の一種、ヘテロカプサ・サーキュラリスカーマ（以降ヘテロカプサ）が日本の沿岸域に赤潮となって多発し、各地に被害をもたらしています。この種は、貝類だけをへい死させる特徴を持っており、カキ養殖業界やアサリなどが生息する干潟のある地域から恐れられ、対策が強く求められていました。

松山幸彦研究員の生理生態学的研究により、ヘテロカプサの赤潮発生機構や貝類のへい死機構が明らかになり、赤潮発生予察手法

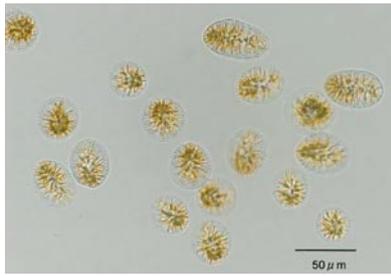
を開発する契機をもたらすとともに漁業被害発生過程の追跡を可能にするなど学術・産業への貢献が顕著であると認められ、この度の受賞となったものです。

この研究により、ヘテロカプサは、海水温が30℃以上となり、さらに高塩分の環境となって、他種渦鞭毛藻の増殖は低下してしまっても増殖できることを明らかにするとともに、海底近くに発生して停滞する酸素濃度の極めて低い水塊（貧酸素水塊）に海底の泥から溶出する栄養塩が蓄積し、台風の通過に伴ってこの水塊が攪乱し周囲に栄養塩が供給されることによってヘテロカプサの増殖が促進されることを示しました。

また、ヘテロカプサは二枚貝や巻貝などに致死的作用を及ぼす一方で魚類、甲殻類、その他の生物に対する影響は全く認められないなど、これまでの赤潮生物にはない種特異的な毒性を示すことも明らかにしました。

さらに、ヘテロカプサの細胞表層に毒素が存在することを見だし、この毒素は細胞を破碎すると毒性を失うことを確認しました。これによりこの毒素は、不安定な糖タンパク質様物質であると推測されるため、生化学的性状を明らかにする研究が現在も行われています。

（文責：企画連絡室長）



有害ラフィド藻シャットネラ・オバータ *Chattonella ovata* の顕微鏡写真。今夏、瀬戸内海で本種を優占種とする赤潮が発生し、養殖漁業等に被害を与えた。これは国内初の出来事である。赤潮発生機構の解明や発生予察技術の開発に向け、赤潮生物研究室では本種の生理・生態などに関する研究に着手した。本文 13 ページに関連記事あり。

(坂本 節子)

編集 後記

広報の役割を見直し、これまでの瀬戸内水研ニュースに替えて「瀬戸内通信」をお届け致します。研究の解説に力点を置き、カタクチイワシやノリの色落ちに関する研究解説を掲載しております。また、最新の研究成果をわかりやすく解説する「絵で見る研究最前線」をカラー刷りで掲載いたしました。今関心事の話題をキーワード解説によって紹介する欄も設けております。わかりやすい記述によって研究への理解を深めて頂くことを念願し、今後も広報の改善に務めたいと存じます。

(企画連絡室長 關 哲夫)

瀬戸内通信

第 1 号

平成 16 年 10 月

編集委員

關 哲夫 西田 博文 内田 基晴 長井 敏
隠塚 俊満 橋谷 紀幸 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

レタープレス株式会社
〒739-1752
広島市安佐北区上深川町 809 番地の 5
TEL:082-844-7500 FAX:082-844-7800