

資料 1

研究活動報告書（概要）

テーマ：諫早湾干拓事業に伴う「有明海異変」に関する保全生態学的研究

申請者：諫早湾保全生態学研究グループ

代表者：東 幹夫（報告書記述）

目的：諫早湾干拓事業に伴う諫早湾の潮止（締切）を契機に有明海生態系の構造と機能が大きく変わり、時間とともに環境悪化と漁業不振が顕在化し、「有明海異変」として深刻な事態を招いている。

申請者は、1992年から2001年まで島原半島沖で、さらに諫早湾潮止直前の1997年3月から諫早湾内、同年6月から有明海全域および有明海奥部海域において、現在まで採泥・採水調査を毎年継続している。これらの調査によって、諫早湾潮止前後の海洋環境（とりわけ底質）変化に伴う底生動物相の変遷を追跡するとともに、既往諸調査では手薄になっていた動物プランクトンや有明海特産魚種ヤマノカミをふくむ仔稚魚から成魚までの生活史や生息状況等を調査し、「有明海異変」の原因を多角的に解明し、開門調査等に基づく有明海生態系の順応的管理 adaptive management への切り替えが有明海再生・保全のための喫緊の課題であることを具体的に提起する。

以下、本研究活動の進捗状況と得られた成果を概要について調査研究計画の項目（一部変更）別に報告する。

1. 潮止前後における潮流の変化

西ノ首英之（長崎大学）は、島原半島有明町沖と深江町沖を含む26定点において潮止前の1992～94年に測定した潮流流速と潮止後の2003～04年に上記2ヵ所4定点において同一条件下で観測した流速を比較した。その結果、潮止後の潮流の流速が潮止前より24～28%減少したことが判明した。この観測値は、実測したものとしては唯一のものであり、諫早湾への水塊の流出入が島原半島沿岸において集中的に生じていることを明らかにした重要な成果である。（資料2. p.164. 資料3参照）

2. 栄養塩とクロロフィル濃度の変化

市川敏弘（鹿児島大学）は、2003年8月および04年8月の諫早湾調整池16定点、04年8月の潮受堤防外諫早湾15定点、さらには03年11月および04年11月の有明海奥部海域50定点において栄養塩（ $PO_4\text{-P}$ 、 $NO_3\text{-N}$ 、 $NO_2\text{-N}$ 、 $NH_4\text{-N}$ 、 $SiO_2\text{-Si}$ ）およびクロロフィルの分布を明らかにした。詳細は本報告に委ね、ここではその一部を紹介する。潮止直後の調整池内の $NO_3\text{-N}$ と $NO_2\text{-N}$ の合計値は平均 $0.6 \pm 0.3 \mu\text{M}$ であったが、潮止後の干潟消失による潟華の消滅によって栄養塩が消費されなくなり、00年には $200 \pm 48 \mu\text{M}$ にまで激増した。その後

調整池に大量発生した植物プランクトンが栄養塩を吸収して窒素濃度は潮止前の水準に戻ったが、底泥の貧酸素化に伴って NO_3^- 還元による NH_4^+ が生産され、調整池からの排水に伴って植物プランクトンが堤防外は大量輩出され諫早湾の有機物負荷が増大している。また 03 年に調整池内外で溶存有機窒素 (DON) を比較し、調整池の DON が堤防外より 7 倍も高く、富栄養化が進行していることを明らかにした。(資料 2. p.167 参照)

3. 動物プランクトン相の変化

上田拓史 (愛媛大学) によって、2004 年 3 月、7 月、10 月、05 年 1 月の 4 回、諫早湾 4 定点および有明海奥部 3 定点で動物プランクトンの水深 2m から表層までのカイアシ類の種別計数結果が 2002 年の有明海奥部のデータと比較された。その結果、諫早湾における最優占種 *Oithona devisae* の生息密度は有明海奥部より低く、諫早湾が高濁度域であった潮止前と比べて動物プランクトン相が変化したことが示唆された。

さらに、Hirota (1974) による潮止前の有明海全域の動物プランクトン相と 2002 年 6 月、04 年 10 月、05 年 1 月の採集結果と比較したところ最優占種 *Oithona devisae* と次優占種 *Paracalanus parvus s. l.* の 1972 年との違いは、湾奥・湾中央に分布していた *Oithona devisae* が有明海全域に広がり、有明海全域に分布していた *Paracalanus parvus s. l.* が湾奥での分布密度を減らしたことから、有明海が潮止前と比べて閉鎖的になった、つまり、30 年前と比べて強内湾性種の分布域が拡大して湾外から流入する弱内湾性種が湾奥まで入りにくくなったことを示している。ノリの色落ちの原因となる湾奥の珪藻赤潮は植物プランクトン食者である *Paracalanus parvus s. l.* の減少と関係しているかも知れない。(資料 2. p.168 参照)

4. 有明海奥部河口域と諫早湾との仔稚魚の比較

木下泉 (高知大学) は、有明海奥部の六角川河口域、西部域分および諫早湾において 2002 年 5 月から 03 年 9 月までの四季にわたって大潮時における浮遊期から着底期の仔稚魚の分布生態を調査した。その結果、ムツゴロウ・ワラスボなど有明海特産魚は卵黄囊期から稚魚期まで感潮域から河口域にかけて潮流に乗って浮遊するが、特産魚のハゼクチや準特産魚のコイチ・ショウキハゼなどは前屈曲期から出現し、感潮域から河口域にかけて成長する傾向を見せた。これらの魚種にとって河口干潟域が重要な成育場となっていることを明らかにした。いっぽう、顕著な流入河川を欠く西部域や潮止後の諫早湾ではこれらの魚種の着底個体は出現せず、汽水域とは関係の薄いアカハゼ・シロチチブ・スジハゼなどの着底個体が出現した。

潮止の 17~18 年前に、諫早湾に流入する本明川河口域での仔稚魚調査で、有明海特産魚ないし準特産魚、とりわけサッパ・コイチ・ハゼクチ・ショウキハゼ・シマフグなどが周年多数採集された。これら仔稚魚相は、現在の六角川河口域のものと極めてよく似ている。(資料 2. p.159 参照)

5. ヤマノカミの生活史と諫早湾流入河川での分布の変化

碓井利明（国見高校）は、有明海特産魚ヤマノカミの生活史を研究した。2003年と04年の3~4月に六角川河口域で稚魚網による採集を行い、仔稚魚が有明海特有の濁った感潮域で潮流に乗って往復しながら成育する初期生活史を解明した。河川遡上後の主な生息域となっている浜川と太良川の河口堰直下において2003年6月から04年1月までと、04年4~5月に定点・定期調査を行い、5月上旬から8月上旬までの遡上期に大きな群れが2回遡上すること、河川での生息密度や成長などを標識放流法と潜水観察・再捕法等によって明らかにした。また、諫早湾に注ぐ河川での7~8月における生息状況を1993年から継続して調査した結果、潮止後、流入河川における生息密度が減少し、調整池へ注ぐ河川では2000年には姿を消し、調整池外流入河川でも諫早湾口に近い田古里川を除いて03年には消滅したことがわかった。田古里川個体群は開門後のヤマノカミの回復にとって極めて重要であるため、早急な保護が必要である。（資料2、p.158参照）

6. 底質と底生動物相の変化

(1) 調整池および潮受堤防外諫早湾

2002年5月、9月、03年8月、04年8月、05年8月に調整池内16定点、04年8月、05年8月に堤防外諫早湾15定点において採泥調査を行った。

このうち、調整池において02年5月にstn.C-12のみからヒラタヌマコダキガイ（稚貝）1個体が見つかった。02年9月にはstn.C-4、C-12、C-16、C-24の4定点からヒラタヌマコダキガイがそれぞれ2、1、1（稚貝）、1の5個体が出現した。04年8月にはstn.C-16のみからヤマトシジミ（稚貝）が4個体出現した。02年5月と9月はその前に短期開門調査が実施され、僅かな海水導入とはいえそれに伴って海から侵入したヒラタヌマコダキガイ稚貝が成長して9月には成貝になったものと考えられる。因みに短期開門前の02年3月にはヒラタヌマコダキガイは皆無であった。03年8月のサンプルは同定・計数が終わっていない。05年8月には、底泥の堆積が進行して以前より全般に水深が浅くなり、酸化還元電位は高いマイナス値を示し、ほとんどの定点で H_2S 臭がして還元泥に棲めるミズミズ類やユスリカ類が低密度ながら生息する状況であった。塩分濃度が10psu以上であった02年頃までは大増殖していたヨコエビ類のタイリクドロクダムシ *Corophium sinense* は塩分低下等の影響で02年9月以降激減し、それ以降はほとんど確認されていない。

堤防外諫早湾については目下試料整理中である。05年8月の調査ではほとんどの定点で底泥の H_2S 臭が強く、生きたまま採集された底生動物はキセワタ2~3個体が僅か2定点から出現した程度で無生物状態に近かった。

(2) 有明海全域および有明海奥部50定点

有明海全域調査の1回目は潮止直後の1997年6月に、2回目は本研究の始まる1年前の02年6月に実施されており、本研究期間中に底質などの無機環境データの整理・分析と底生動物の同定・計数に基づくデータ分析を行った。粒度分析は近藤寛（長崎大学）が中心となって行い、底生動物を含むデータ分析・考察は東幹夫（前長崎大学）が行った。

有明海奥部 50 定点調査は 2003 年 11 月、04 年 11 月および 05 年 6 月の 3 回実施した。

有明海全域および有明海奥部 50 定点調査による海底堆積物と底生動物相の変化については、2004 年 11 月 20 日の長崎大学における公開シンポジウムで、松尾・東 (2004) によって報告され、東 (2005) によって日本海洋学会編『有明海の生態系再生をめざして』の中で分担執筆された。その内容は、公害等調整委員会の専門委員意見書に対する意見と評価としても提出されたものである。大変重要な内容なので以下に要約する。

まず、有明海全域の海底堆積物の粒度組成を潮止直後の 1997 年 6 月とそれから 5 年後の 02 年 6 月とで比較した。中央粒径値 $Md\phi$ の度数分布を両年で比べたところ、97 年の最頻値 (モード) が $1\sim 2\phi$ の中粒砂であったのに対して 02 年のそれは $2\sim 3\phi$ の細粒砂にシフトしていた。そこで潮止 40 年前の 1957 年の鎌田 (1967) および潮止 18 年前の 1979 年の木下ら (1979) のデータと比較した。その結果、いずれの度数分布も $1\sim 2\phi$ の中粒砂にモードを持つことが確認された。つまり、潮止直後まで 40 年ないし 18 年間維持されてきた有明海海底堆積物の粒度組成が潮止から僅か 5 年にして細粒化していることが判明したのである。これは西ノ首英之 (2004) が実測し (前述)、宇野木早苗ら海洋物理学者が明らかにした潮止後の潮流の弱化を反映した物理現象であり、潮止による潮流の弱化に伴う底質への影響が諫早湾内に止まらず有明海の広い範囲に及んでいることを実証した重要な知見といえる。有明海奥部 50 定点の粒度組成の経年変化を 0997 年から 01 年まで辿った分析結果 (詳細は本報告) も、潮止 4~5 年後に底質の細粒化が起こったことを裏付けた。

底生動物相が底質に大きく規定されていることは言うまでもない。有明海全域の生息密度を 1997 年と 02 年とで比較すると、97 年より 02 年の方が増加しており、とりわけヨコエビ類、二枚貝類、クーマ類の 3 つの高次分類群においてその差は統計的に有意 ($p < 0.05$) であった。そこで、平均生息密度の経年変化を 6 月のデータを用いて有明海奥部について比較した。底生動物全体では 97 年の平均生息密度 $14,515$ 個体/ m^2 を 100 とすると、99 年は 44, 00 年は 30, 01 年は 42, 02 年は 171 となった。そこで、潮止から 4 年間減少し続けた後 02 年に激増すると言う共通したパターンを示す小型甲殻類のうちヨコエビ亜目に焦点を当てて主要種の消長を底質変化と関連付けて分析した。その結果、ドロクダムシ科の *Corophium* sp. A (と言う新種) を含むドロクダムシ科のヨコエビが底質の細粒化 (泥化) の進行と対応して激増したことが判明した。

さらに、有明海全域で平均生息密度が統計的に有意に増加した二枚貝類の消長を種レベルで調べた結果、有明海奥部では優占種がヤマホトトギス→チョノハナ→ピロードマクラの順に年を追って交替すること、01 年夏の貧酸素水塊によって多くの二枚貝が激減消滅した 01 年 11 月の後の 02 年 6 月にピロードマクラがまっ先に場所を占拠して激増したことなどから、潮流の弱化に対応した底質の細粒化、浮泥の沈泥化と夏場の貧酸素水塊にともなう嫌気的環境と H_2S 発生による他の二枚貝類など多くの底生動物の激減と言う条件が、これら r-戦略者の二枚貝の激増を招いたものと考察した。*

本研究期間中に実施した有明海奥部 50 定点の 3 回の調査のうち、2003 年 11 月について

* なお、ピロードマクラの激増には覆砂による人為的底質改変が関わっている可能性がある。

は高次分類群レベルでの同定・計数が終わり、ヨコエビ類を始め小型甲殻類や多毛類、二枚貝類、巻貝類などが増加して底生動物全体の平均生息密度が激増するなど興味深いデータがまとまりつつある。このうちヨコエビ類については院生松尾匡敏（長崎大学）による種レベルでの同定・計数が進展しつつある。また、04年11月と05年6月の有明海奥部50定点の採集物についての作業は順調に進んでおり、その成果が期待される。

本研究期間中に、それ以前に採集された底生動物を含めて潮止後の底生動物相^{*1}の変遷がいくつかの分類群について科ないし種レベルでの解明が進んだことも重要な成果である。

佐藤慎一（東北大学）は、1997年6月から02年6月までの有明海全域および有明海奥部50定点を中心とした二枚貝類を種レベルで同定・計数し、底質やD0などの無機環境データと対応させて分析し、多くの学会講演や原著論文を仕上げた。さらに、1995年から001年までに島原半島の水無川沖で採集された底生動物のうち二枚貝類について種レベルでの分析を行い貴重な知見をもたらした。

佐藤正典（鹿児島大学）は、潮止前後^{*2}の多毛類相を対象に、平均現存量、科別個体数変化を明らかにしたほか、2回の有明海全域調査および1999年、00年、01年の有明海奥部調査によって得られた多毛類の平均現存量、科別個体数を用いて多毛類相の変化を明らかにした。このうち主要な科については、分類学者の協力の下で、種レベルでの同定を行い、有明海ないし日本固有の未記録種を記載するなどの成果を上げている。今後、03年以降の採集物についての分析が期待できる。^{*3}

以上、本研究活動のあらましと得られた成果の概要を報告したが、これらの研究成果は、今後潮受堤防開門によって諫早湾干潟の回復過程および有明海生態系の再生過程を具体的に追究する次の段階に向かうための極めて重要な研究ステップとなるであろう。^{*4}

なお、私たち諫早湾保全生態学研究グループ主催の公開シンポジウム「有明海を科学し再生の道をさぐる」（資料2）には、上記グループメンバーのほかに下記の研究者が快く参加して下さった。これらの方々の研究報告やコメントおよび熱心な討論を通じて有明海をめぐる問題の解明と認識が深められたことに対して、グループを代表して衷心より謝意を表したい。

福田 宏（岡山大学）、田北 徹（前・長崎大学）、田中 克（京都大学）、山口敦子（長崎大学）、太田太郎（鳥取県栽培漁業センター）、日比野学（愛知県水産業振興基金）、川村嘉応・伊藤史郎（佐賀県有明水産振興センター）：発表順

*1 資料2. p.163、165参照

*2 資料2. p.166、資料4、資料5参照

*3 資料2. p.152参照

*4 資料2. p.173、174参照

有明海を科学し

再生の道を探る

有明海

諫早湾

日時 ● 2004年11月20日(土曜日)午後1時~6時半

場所 ● 長崎大学中部講堂

主催 ● 諫早湾保全生態学研究グループ(代表:東 幹夫)

協力 ● 長崎大学学園祭運営委員会

後援 ● (財)自然保護助成基金、高知大学

プログラム

10:00 中尾勤悟写真展「有明海の漁と暮らし」(会場入口ロビーにて)
(17:00まで)

13:00 はじめの挨拶：東 幹夫(前・長崎大学)

13:05 **第1部** **有明海の本来の豊かさー絶滅の危機に瀕した野生生物の最後の砦**

「有明海の特異な環境と生物相」佐藤正典(鹿児島大学)

「有明海の特産貝類と外来種」福田 宏(岡山大学)

コメント「特産魚類について」田北 徹(前・長崎大学)

13:50 **第2部** **魚類の成育場としての有明海奥部河口域と諫早湾**

「大陸沿岸から“分家”した河口域生態系の不思議を探る」田中 克(京都大学)

「エイ類から見た有明海」山口敦子(長崎大学)

「特産種ヤマノカミ稚魚の奥部河口域への依存」碓井利明(長崎大学)

「特産魚種の必需成育場=河口域、諫早湾の重要性を顧みる」木下 泉(高知大学)

コメント「稚魚期を奥部河口域で過ごしたスズキの成長」

太田太郎(鳥取県栽培漁業センター)

コメント「普通種の初期生活史における有明海奥部の役割」

日比野学(愛知県水産業振興基金)

《 休憩 》

15:40 **第3部** **諫早湾干拓事業の影響ー潮止め後の環境と生物相の変化**

「底生動物相と底質環境の変化」松尾匡敏(長崎大学)・東 幹夫

コメント「潮流の減衰傾向」西ノ首英之(長崎大学)

コメント「底質の泥質化傾向」近藤 寛(長崎大学)

コメント「貝類相の変化」佐藤慎一(東北大学)

コメント「調整池内外の栄養塩濃度の変化」市川敏弘(鹿児島大学)

コメント「動物プランクトン相の変化」上田拓史(愛媛大学)

16:55 **第4部** **有明海奥部の環境変化の漁業への影響**

「ノリ養殖の変動」川村嘉応(佐賀県有明水産振興センター)

「タイラギ資源の変動」伊藤史郎(佐賀県有明水産振興センター)

17:25 **第5部** **まとめと総合討論ー環境復元の可能性とその道筋**

コメント「他地域の事例から学ぶこと」佐藤正典

コメント「諫早湾における中長期開門調査の必要性と方法論」東 幹夫

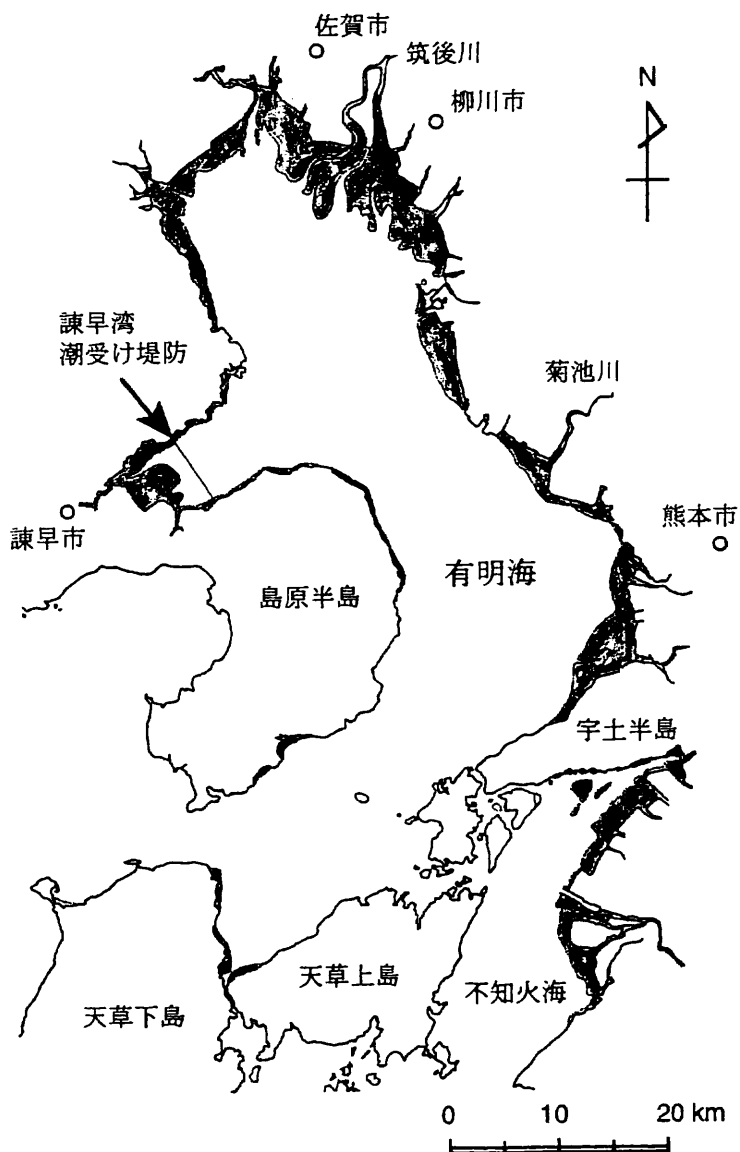
質疑応答

第1部

有明海の本来の豊かさ

—絶滅の危機に瀕した野生生物の最後の砦—

有明海は、特異な環境（日本最大の干満差など）に恵まれ、日本の他の海域ではまったく（あるいはほとんど）見られない特産生物がたくさん生息しています。このような場所は日本中どこにもありません。一部の「特産種」については、かつては日本にもっと広く分布していたことがわかっています。それらは、近年の沿岸開発によって分布域が急激に縮小し、とうとう日本では有明海（あるいは有明海を含むごく少数の海域）に生き残るのみとなってしまったのです。



有明海周辺の地図。塗りつぶした部分は干潟を示す。

有明海の特異な環境と生物相

佐藤正典（鹿児島大学理学部）

大きくて浅い内湾：面積（1700km²）は、東京湾（1400km²）より大きく、平均水深（約20m）は、東京湾（約45m）より浅い。奥部は、大部分が水深20m以下で、特に浅い。

日本最大の干満差と大河川の流入が生み出す広大な干潟：干満差は、奥部で最も大きく、大潮時最大で6m以上。この日本一の干満差には有明海のサイズ（面積や水深）が関係しており、干拓・埋立などによって湾のサイズが変化すれば、干満差にも影響が及びます。有明海では、大きな干満差と遠浅の地形によって、広大な干潟（定期的に干上がる砂泥底）が形成されています。その面積は、日本の全干潟面積の約4割に相当します。九州一の流量を誇る筑後川など大小の流入河川が陸から砂泥を運び込んでいることも干潟の形成を助けています。これらの河川は、淡水と共に大量の栄養分も持ち込みます。その栄養分が干潟・浅海域の生態系に取り込まれ、大きな生物生産力を生み出しています。

浮泥による「濁り」がもたらす豊かさ：河川から持ち込まれる砂泥のうち細かい粘土粒子には、水中の栄養分をたくさん吸着する性質があり、主に有明海奥部に堆積して、軟泥干潟を形成しています。しかし、有明海では、干満差が大きいために、潮流が海水を強く攪拌するので、粘土粒子はたえず巻き上げられ、「浮泥」となって水中を漂います。このため、有明海奥部では海水が常に濁り、透明度が低いのです。このような浮泥による濁りは、栄養分の貯蔵庫とみなすことができます。

一般に、閉鎖的な内湾に過剰の栄養分がたまると、富栄養化の問題が起こりやすくなります。たとえば、海底にたまった有機物の分解に酸素が消費されるので水中の酸素が欠乏し（貧酸素水塊の形成）、それと同時に、海底で有害な硫化水素も発生するので、普通の生物がすみにくい状況が生まれます。しかし、有明海では、栄養分の多くが浮泥に吸着されて存在し、水中で攪拌され続けます。また、沈澱した泥は、干潮時に広大な干潟として空気中にさらされます。したがって、栄養分の貯えが酸素欠乏を起こしにくいのです。そのため、生態系が食物連鎖がその豊富な栄養を取り込み、豊かな水産資源を産み出すことができるのです。たとえば、浮泥から溶出した栄養塩は、光合成を行なう藻類の生産に使われます。広大な干潟では、微少な底生珪藻の役割がとりわけ重要です。潮が引いたあとも湿っている軟泥干潟の表面では、太陽の光をいっぱい浴びて、この底生珪藻がさかんに増殖し、ムツゴロウなどの動物に食べられます。一方、潮が満ちてくると、底生珪藻も浮泥と同じように潮流で巻き上げられ、今度は、二枚貝などの水を濾過する動物に食べられます。潮止め前の諫早湾の干潟表面では、小さじ1杯の泥の中から、新種を含む100種以上の珪藻が見つかっています。このような豊かさが、有明海全体の豊かさを支えているのです。

かけがえのない特産生物たち：日本で有明海だけ（あるいは有明海を含む少数の海域だけ）にしか見られない特産種（あるいは準特産種）が多数存在するという事は、有明海のかけがえのない価値を象徴しています。それらの種の主な生息場所は、有明海奥部の泥干潟や河川感潮域です。それらと同種または近縁種とされるものは、大陸の黄海沿岸にも分布しています。すなわち、これらの種は、日本と大陸が氷河期に陸続きだったことを示す「生き証人」なのです。約1万年前に日本列島と大陸が分断された後も、大陸沿岸と環境が似ている有明海には元の生物相がよく保存されたと考えられます。しかし、本当は、東京湾や瀬戸内海にもそれらが保存されていたかもしれないのです。「特産種」のいくつかは、つい50年くらい前までは日本各地にもっと広く分布していたことがわかっています。近年の開発によって追い詰められた彼らにとっては、有明海が日本に残された最後の砦なのです。

参考書：佐藤正典編「有明海の生きものたち」（海游舎）。

有明海の特産貝類と外来種

福田 宏（岡山大学農学部）

有明海は広大な干潟や多数の河口を有することから、それらの棲息環境を好む独特の貝類が見られることは広く知られています。しかし、厳密な意味での有明海固有種は意外に少なく、アズキカワザンショウとシカメガキの2種が挙げられるに過ぎません。有明海の独特さを感じさせる貝類の多くは、実際は瀬戸内海や玄界灘等でも記録されています。しかしそれらの種の大部分は、有明海以外では絶滅または絶滅寸前に追い込まれているため、結果的に「現時点の有明海特産種」と見なされます（オオクリイロカワザンショウ、マルテンスマツムシ、オリイレボラ、イソチドリ、ウミマイマイ、ヤベガワモチ、ハイガイ、スミノエガキ、チリメンユキガイ、チゴマテ、ウミタケ等）。逆に、有明海で近年急激に減少して、結果的に瀬戸内海周防灘などが最大の産地となった種もあります（シマヘナタリ、クロヘナタリ、キヌカツギハマシノミ等）。さらに、有明海においてもそれ以外の海域においても、現時点では健在個体群が確認されない種も挙げられます（ゴマフダマ、アゲマキ等）。有明海・瀬戸内海・その他の大規模な内湾はともに、明治時代以前にそれらの産地が示していた貝類相は多かれ少なかれ崩壊し、それぞれに辛うじて残る種をすべて合わせると、ようやくかつての有明海や瀬戸内海の種相に近似すると考えられます。つまり我々が現在有明海をはじめ各地の内湾環境で目にしている貝類の顔触れは、粉々にされた過去の貝類相の「破片」に過ぎないのです。

特に最近 30 年間で、多くの産地や棲息環境が変質し、急速な生物多様性の変化や低下が指摘されています。諫早湾の閉め切りによる干潟の消失はその最たる例ですが、このような地域絶滅ならびに環境の変化は、有明海全域の様々な環境において急速に生じていると考えられ、しかも多くの場合その原因は不明瞭なままです。

さらに近年は全国的に、人間活動に伴う外来種の移入が顕著となってきましたが、有明海も例外ではありません。有明海に入り込んだ貝類の外来種としては従来、シマメノウフネガイ、ムラサキイガイ、シナハマグリ、ヒラタヌマコダキの4種が知られていましたが、2000年以降の調査において、従来日本では全く報告例のなかったトライミズゴマツボやカラムシロが新たに見出されました。トライミズゴマツボは韓国でも確認されましたが、韓国では本種の文献記録が見当たらず、外来種であると同時に未記載種（新種）の可能性が高い種です。一方、カラムシロはこれまで中国沿岸（揚子江河口から香港）のみで知られていました。両種とも有明海には2000年前後に突然出現したことは確実で、アゲマキなど食用貝類の中国大陸からの人為的移入に伴って運ばれてきた可能性があります。特にカラムシロは有明海奥部で大発生しており、肉食性のためすでにハゼ漁に甚大な被害を与えています。

以上のように、有明海では棲息環境の変質が著しいため、現在の貝類相は、明治時代以前に見られたはずの貝類相とは大きく異なることは疑いようがありません。最近まで辛うじて生き残ってきた種・個体群も、数年程度で絶滅したり、他の種に取って代わられたりしています。一度健在個体群が確認されても、同時に、「この場所でこの貝を、将来再び見ることができるだろうか？」と常に疑わざるをえない場所、それが現在の有明海であると言えるでしょう。

特産魚類について

田北 徹（前・長崎大学水産学部）

有明海は、そこに分布する魚類も個性にあふれています。国内で有明海だけに生息する特産魚種や国内の他海域では珍しい魚種、他海域産とは系統を異にする魚種が多くいますが、それらはすべて、同種またはごく近縁な種が大陸の沿岸にも生息しています。すなわち、有明海の特異な魚類分布は、大陸と日本列島との地史的な関係が今に残した結果なのです。

特産種を含め有明海の特徴的な魚類は、次の3つのカテゴリーに分けられます。1) エツやムツゴロウなどの特産魚種は、国内では有明海のみ（一部は隣接の八代海にも分布）に分布します。有明海奥部の干潟と浅海と、そこに流入する河川の感潮域が主な生息域です。2) コイチやコウライアカシタビラメは国内で有明海以外にも分布しますが、有明海の個体群は有明海内で一生を送り、遺伝的に孤立した系統群と見られます。このような魚種は、春から秋は主に有明海奥部浅海で過ごし、仔稚魚は有明海奥部の浅海から河川感潮域に至る水域で生育します。冬季は外海の影響が強い有明海の中央部または湾口部で過ごしますが、有明海の外に出て行くことはありません。3) マナガツオやトラフグは、産卵期にのみ外海から有明海に來遊します。魚種により、湾口部から奥部までのさまざまな海域で産卵しますが、仔稚魚は有明海奥部の浅海から河川感潮域に至る水域で生育します。

魚類生息環境としての有明海の特徴は、河川感潮域の発達；広大な干潟と奥部浅海の存在；湾内の環境条件の多様性の3つに集約できるでしょう。有明海奥部の背後には平野が広がっており、その中を流れる河川の下流域では、河口から遙か上流まで有明海の潮汐の影響が及ぶ感潮域が発達しています。有明海奥部の干潟は広大で、場所により5 km 以上も沖に広がっています。干潮時には、干潟上でカニ類、巻貝類、ムツゴロウ・トビハゼなどが活動します。満ち潮時には海水が遙か沖合から滞筋に沿って遡上し、河川感潮域をさかのぼるとともに干潟を覆います。満ち潮の強い潮流は小生物を干潟からはぎ取って水中に浮遊させ、小型動物プランクトンや遊泳性の魚類を沖から運びます。また、泥中から二枚貝などの底生動物が現れて水中で活動します。満ち潮時の河川感潮域や海水で覆われた干潟は浮遊する微少な生物で満たされます。満ち潮で運ばれる魚類の多くは稚魚類で、有明海で特徴的な全ての魚種が含まれます。かれらは浅海と河川感潮域を往復しながら豊富な餌のもとで生育します。ムツゴロウなど有明海奥部を生息域とする特産魚類は同じ海域で成魚にまで育ちますが、その他の遊泳性の稚魚類は成長と共に沖へ移動し、冬季は有明海の湾口部で越冬し、あるいは外海へ出て行きます。有明海奥部の河川感潮域、干潟、浅海が稚魚類を生育させ、有明海全体の多様な環境が各魚種の産卵・生育・越冬に必要な条件を満たすことで、有明海に豊富で特異な魚類相を成立させています。

第2部

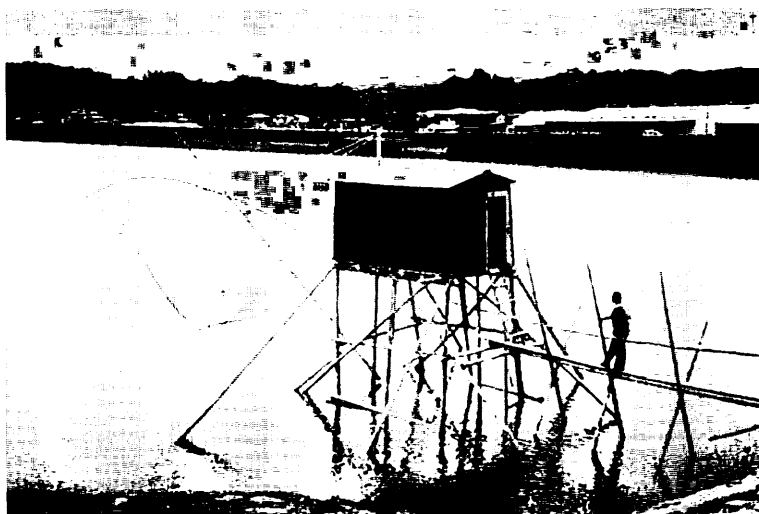
魚類の成育場としての有明海奥部河口域と諫早湾

有明海の漁業生産力は、本来、瀬戸内海と並んで、きわめて大きいことがわかっています。日本各地の沿岸漁業が衰退した中で、有明海には、いまなお、内湾漁業が健在です。「あんこう網」、「むっかけ」、「わらすぼかき」「棚じぶ」などの伝統漁法がまだ残っていることは、今の日本では奇跡的にすら思われます。有明海には、日本の大部分で失われてしまった豊かな生態系とそれに支えられた先祖の生業がまだかろうじて残っているのです。

ここでは、本来重要な漁業資源でありながら、今日、ノリやアサリなどに比べて、あまり注目されていない魚に焦点を当てます。魚は、一般に移動能力が大きいので、あちこち移動できます。産卵場所や子どもの成育場が親魚の生息場所と異なっていることも珍しくありません。有明海内外に生息する多くの魚種にとって、諫早湾を含む有明海奥部が「成育場」として大変重要な役割を果たしていることがわかってきました。



ムツゴロウ



棚じぶ

大陸沿岸から“分家”した河口域生態系の不思議を探る

田中 克 (京都大学フィールド科学教育研究センター)

海の健全さは、通常、水の澄み具合で知ることができます。汚染や富栄養化が進むと、水が濁り、透明度が低くなるからです。しかし、これとは全く逆に、濁っていればいるほど豊かであるという大変不思議な海があります。それが有明海なのです。そんな有明海では、近年、「水がきれいになり始める」という“異変”が生じています。それは豊かな漁業生産と不思議な生きものに恵まれた“宝の海”が瀕死の海へ変わる兆しと危惧されています。ここでは濁った豊かな海の秘密を筑後川河口域で探ってみます。

特産魚類の稚魚を支える特産かいあい類：シノカラヌスシネンシス

有明海をぐるっと一周すると、実に多くの川が流れ込んでいることに気づきます。河口付近でプランクトンを採集して種類を調べると、いくつかの川から、体長 1~2mm のシノカラヌスシネンシスという名前のかいあい類が見つかります。この種類が見つかるのは有明海奥部に限られ、しかもひどく水が濁った川でしか見つかりません。筑後川河口域で詳しく調べると、川の下流部の塩分 1~10 程度の淡水に近い汽水域に集中していることが判りました。筑後川河口域には、中国産の遺伝子を持った有明海産スズキを含め、魚類特産種 8 種が全て生息しています。それらの魚の産卵場所は海から川まで種類によっていろいろですが、生後 1~2 ヶ月を経過した 2cm ほどの稚魚はみんな低塩分汽水域へ集まってきます。そこには、シノカラヌスという格好の餌が豊富にいるからです。エツ、ハゼクチ、ヤマノカミなどの特産種稚魚の胃の中からは、このプランクトンが大量に出てきます。私達がおいしい魚を食べられるのは、世界の至るところでこんな小さなプランクトンが人知れず魚の子供たちを育ててくれているからです。

スズキを育てる特産アミ類：ツノナガハマアミ

スズキは、体長 4cm まではこのシノカラヌスを餌として大きくなり、それ以後は体長 1cm ほどのツノナガハマアミを好んで食べます。このアミも有明海特産種と思われる種です。このアミを食べて、スズキは、夏の終わりには 15cm 近くにも成長します。このように、川から流れ込む淡水と海水が混じり、干満差による激しい流れで水が著しく濁る河口域では、特産の小動物（プランクトン・底生動物）と特産魚類の間に、とても密接な食う一食われる関係がみられます。つまり、有明海奥部の河口域には不思議な「汽水生態系」が存在しているのです。これらの餌となる生きものを支えているのが著しく濁った水と考えられます。

氷河期の名残：大陸沿岸遺存生態系

有明海奥部に多くの特産種が生息しているのは、今から 1 万年以上前の氷河期に海面が現在より 150m 以上も下がり、中国沿岸の生物が九州のすぐそばまで近づき、その一部が有明海の中に取り残されたと考えられています。私達の研究は、さらに進んで個々の生きものが取り残されたのではなく、生きものと環境、生きものと生きものもののつながりの全体が有明海に取り込まれたことを示しています。つまり、中国沿岸の生態系の一部が“分家”したとみなすことができ、これを“大陸沿岸遺存生態系”と呼んでいます。氷河時代の落とし子ともいえる類い希な生態系といえるのです。有明海の保全は個々の生きものの保全ではなく、それらのつながりの総体としての汽水域生態系の保全こそが必要です。この特異な生態系は、豊かな漁業生産の源でもあります。川と海をつなぐを分断する諫早湾の閉め切りは、この貴重な生態系と“1 万年の歴史”を消し去ることなのです。

有明海は全体として大きな河口域といえます。河口域の生命力は、森で涵養された水が川に集められ海へもたらされることにより維持されています。有明海の再生には、森と川と海をつなぐの再生という観点が不可欠です。

エイ類から見た有明海

山口敦子（長崎大学水産学部）

有明海に生息するエイ類は底曳網、竹羽瀬、あんこう網、刺網、延縄や釣りなどのあらゆる漁法で漁獲されています。中には、エイを獲ることを目的とした伝統的な漁業も存在します。しかし、有明海は大変豊かな魚類相を誇る海域であり、ムツゴロウをはじめとした特産種や準特産種など地域と深いかかわりを持った魚類や、ヒラメなどのように高価な魚類の中にあつて、エイ類はどちらかといえば地味な存在でした。そのため、これまではその生物学的な情報や漁獲に関する情報がほとんどありませんでした。

そのようなエイ類が最近になって注目されるようになった理由は、タイラギなどの二枚貝類資源の減少が深刻な状態にあり、その一因がエイ類による食害であることがわかってきたからです。各県で数年前からエイ類の捕獲が進められています。しかし、その当時は、実際に食害を引き起こしている種についての生態など詳しいことはわかっていませんでした。そこで、現状を把握し、対策を講じるためにも有明海のエイ類についての基礎的な情報を得ることが急務となり、私は、各県の協力を得て、長崎、佐賀、熊本を拠点に漁獲調査を行っています。調査を行っていくうちに、有明海はエイ類の種数、量ともに大変豊富な海域であることがわかってきました。

講演では、有明海に生息するエイ類の中からアカエイ類とトビエイ類を取り上げ、それぞれについて現在起こっている問題とこれまでの研究成果を紹介します。また、これらのエイ類を通して、現在の有明海の環境を考えてみます。

（１）アカエイ類について

有明海では、これまでの調査で少なくとも５種（アカエイ、シロエイ、イズヒメエイ、ズグエイ、ヤジリエイ）のアカエイ属魚類が確認できましたが、そのうち、シロエイ、ヤジリエイは、これまでに記録がありませんでした。また、少なくとも１種については、未だ分類することが出来ていません。講演では、中国で最初に記載されたシロエイと、日本を代表するアカエイ、またこれらの２種に大変よく似た不明のエイに焦点をあてて、現在までに得られた知見を紹介します。

（２）トビエイ類について

有明海にはナルトビエイ、トビエイの２種のトビエイ類が生息することがわかりました。この２種のうち、二枚貝の減少と最も関係の深い種はナルトビエイです。近年になってナルトビエイは西日本の各地の沿岸域に急激に増加したため、各地で二枚貝の食害が深刻な問題となっています。ナルトビエイは熱帯から温帯の沿岸域に生息する大型のエイで、有明海でも 1996 年にはじめてその出現が記録されましたが、詳しい分布や生態はわかっていませんでした。ナルトビエイは雌雄別に大きな群れを形成して行動します。その平均体重は雌で 12kg に達し、摂餌量は多く、二枚貝のみを餌とすることがわかってきました。有明海には春に来遊し、秋まで湾奥部を中心とした海域を移動しながら繁殖や摂餌を行い、水温の低下する冬には有明海から去っていきます。このように、現在までの調査で明らかになったナルトビエイの生態、二枚貝類食害の現状、現在行われている対策についてお話しします。

特産種ヤマノカミ稚魚の奥部河口域への依存

碓井利明（長崎大学教育学部）

ヤマノカミとは：ヤマノカミ *Trachidermus fasciatus* は最大で 18 cm ほどになるカジカ科の淡水魚で、一生の間に海と川を往復する降河回遊魚です。国外では朝鮮半島の南・西岸から中国南部にかけて黄海、東シナ海にそそぐ河川に生息しますが、日本では、有明海湾奥部にそそぐ河川に限られます（有明海特産種）。このことから、これらの水域や地域は大陸とつながっていたと考えられ、有明海のヤマノカミは貴重な大陸遺存種と位置づけられています。また、味がよいため中国では松紅鱸、四鰓鱸とよばれ古くより珍重されていますが、日本国内ではほとんど利用されていません。

ヤマノカミの生活史：ヤマノカミの稚魚は河口域で生まれ、3 cm ほどに成長すると海から河川へ遡ります。その時期は5月～7月で、その後川で成長します。11～12月には成熟して川を下り、1～3月に河口部干潟域に広がるカキ礁や二枚貝のタイラギの空殻内に産卵します。卵はオレンジ色をした塊状でオスが孵化するまで保護します。親魚は産卵後には死亡すると考えられ、寿命はほとんどの場合1年です。

このように本種は一生の間で有明海奥部の海域と川を利用するので、これらの環境変化の影響を強く受けます。特に河口の埋め立てや干拓による産卵場の消失、河川に設けられた大小の河口堰によって行き来が邪魔されるなど、近年の浅海域・河川環境の悪化から分布域、個体数とも減少傾向にあります。このことから、環境省のレッドデータブックには絶滅危惧Ⅱ類（近い将来絶滅が心配される種）に登録されているほどです。

そこで、この魚の保護に役立てるため、稚仔魚期の生活（赤ちゃんの時期＝初期生活史）の解明、河川遡上後の成長の様子そして諫早湾にそそぐ河川の生息状況把握、の3つの調査を行いました。

稚仔魚期の生活：初期生活史解明のため、有明海らしさが残る佐賀県六角川河口域で2003年と2004年の3、4月に漁船で稚魚ネット（目合い 0.5mm）による採集を行いました。なお、満ち潮と引き潮時の両方で定点ごとに採集を行い、合わせて流速・塩分・濁り・水温などを測定しました。これらの結果、ヤマノカミ稚仔魚は有明海特有の濁った河川感潮域（河川で潮汐の影響をうける範囲）を潮に乗って往復しながら成長し、河口から離れた沖合にはほとんど広がらないことが明らかになりました。

川での生活：比較的安定して遡上が確認される佐賀県南西部に位置する2河川（鹿島市の浜川および太良町の多良川）で2003年6月から2004年1月までと2004年4・5月に定点観測を行いました。ここでは、河川遡上後の主な生息域となっている河口堰の直下において、遡上期（遡ってくる時期）や推定生息数、生息密度、成長の月変化を調べ、河川での生息状況を把握しました。調査は毎月2回、エビ玉網を用いシュノーケル潜水による採集を行い、採集した個体は、全長を測定した後、印をつけて放流しました。その結果、遡上期は5月上旬から8月上旬までで、その間大きな群れが2回遡上してくることがわかりました。また、生息域の狭い浜川では遡上後、急激に個体数が減少しますが、生息域の広い多良川での減少は緩やかでした。

諫早湾での分布：1998年から諫早湾に注ぐ主要な河川で毎年7月～8月の期間に採集を行い、生息状況の変化を調べました。なお、1993、1997年のデータは、水産大学の竹下直彦氏に提供いただき引用しました。その結果、諫早湾奥部の潮止めが行われた1997年以降、個体数は減少しはじめ、調整池に注ぐ河川では2000年に絶滅しました。さらに調整池の外に注ぐ河川でも激減し、2003年にはほとんど消滅しました。

ヤマノカミの回復は有明海を回復させる：有明海奥部の干潟が広がる河口域はヤマノカミと同様、他の多くの特産魚が生活史の初期に利用しています。そこで、ヤマノカミは有明海を代表し、河口域が良好な環境であることを示す指標種と考えられます。かつて、干潟が広がる諫早湾には本種が分布していたことから、有明海奥部と同様の環境であったと推察されます。したがって、諫早湾の干潟の回復を図ることは有明海を回復することにつながるのです。

特産魚種の必需成育場＝河口域、諫早湾の重要性を顧みる

木下 泉（高知大学海洋生物教育研究センター）

干満差が比較的大きく干潟が発達する浅海域は、北欧では古くから魚類の成育場として注目されてきました。その中で、オランダ北岸からデンマーク西岸にかけて広がるワッデン海の干潟域がカレイ類を含む多くの北海の魚類の成育場として極めて重要な役割を果たすことが明らかになっています。本邦で最も干潟が発達するのは、九州の有明海です。大潮時の平均干満差が3.5–5 mで、総面積約1,700 km²の内、約223–263 km²の干潟が出現します。これに伴う激しい潮流のため、浮泥による高濁度水塊が発達します。これらの環境は、中国沿岸や朝鮮半島西岸、特に渤海によく類似し、大陸からの多くの遺存種かつ本邦での固有種を育む所以です。

有明海では、昨今、魚介類の漁獲量の大幅な減少がみられ、近年の海苔の大凶作は特記すべきことでしょう。さらに、有明海の一部である諫早湾閉め切りによる潮流の変化、水質の悪化が指摘され始め、今年8月下旬の佐賀地裁による干拓差し止めの仮処分は記憶に新しいところです。しかしながら、諫早湾を堰止めるという大事業があったにも拘らず、有明海河口干潟域を魚類成育場と捉えた調査・研究がほとんどなされないままだった経緯は驚くに値します。有明海再生に向けて、様々な調査・研究が行われるようになってきた最近でも、依然として、水棲動物における干潟域の成育場としての重要性に関しては、調査が乏しく、解明されていない点が多く残されています。

1997年4月14日、潮受け堤防いわゆるギロチンによって本明川河口域を含む諫早湾奥部と有明海は遮断されてしまい、今日に至っています。実は、諫早湾干拓事業が縮小される前の南総計画と呼ばれていた干拓事業計画に対して、有明海における諫早湾、特に本明川河口域の魚類再生産の場としての役割を明らかにせんと、当時、長崎大大学院の若者ら（演者を含む）によって調査がなされていたのです。今回、この四半世紀前の仔稚魚相と現在調査中の有明海最奥部の六角川河口域から諫早湾潮受け堤防外までの仔稚魚相とを比較することによって、失われた本明川河口域の魚類成育場としての重要性を考えてみたいと思います。

1979年時の本明川河口域では、今の六角川や筑後川と同様に、鉛直混合した汽水の濁流が形成されていました。その中で、年間を通して、有明海の特産種および特徴種の仔稚魚が多数採集され、特に、サッパ、コイチ、ハゼクチ、ショウキハゼ、シマフグなどの仔稚魚が各月の優占種となり、本明川河口域を潮汐に伴って遡上または降下しながら、成育場としていたのです。この仔稚魚相およびその動態は、現在の六角川河口域のものと極めて類似していますが、現在の諫早湾および河川がほとんど流入しない佐賀西部海域では、これらの仔稚魚はほとんど見られませんでした。このことは、有明海広しと謂えども、魚類の成育場を提供しているのは、主に河口域であることを示しており、ギロチン堰切後、有明海は、河口域に形成される魚類成育場の大きな一角を失ってしまったと言えるかもしれません。

稚魚期を奥部河口域で過ごしたスズキの成長

太田太郎（鳥取県栽培漁業センター）

スズキ *Lateolabrax japonicus* は、日本沿岸域に広く分布し、重要な水産資源であるだけでなく、ゲームフィッシングの対象魚としても人気の高い、我々にとって大変馴染みの深い魚です。この日本中どこにでもいるスズキですが、有明海のスズキは、他の日本のスズキと遺伝的に異なることが明らかにされています。さらに、その起源は中国大陸に分布するタイリクスズキスズキ *Lateolabrax sp.* とスズキ（日本産）が交雑することにより生じ、これが現在まで維持されている、極めて特殊な個体群であることが明らかにされています。

有明海のスズキにこのような特殊な個体群が維持されていることは、彼らの特殊な初期生活史と密接に関連しているものと考えられます。筑後川は有明海最大の河川ですが、ここで毎年行っている調査により、春季に体長 17 mm 前後のスズキ仔稚魚が河川淡水域へ集団的に遡上することが確認されています。海の魚にとって‘川を遡る’という行動は、流れに逆らい、塩分の壁を越えるという、かなりのリスクを背負った行動と思われれます。にもかかわらずこのような生活史が維持されるには、川を遡ることによって何らかの生態的利点を得られるのではないかと推察出来ます。このことを追求するため、耳石と呼ばれる硬組織を使い、有明海産スズキの仔稚魚期の成長や河川遡上履歴を調べました。

まず最初に、春季に河川淡水域から海域までの様々な塩分域で採集した仔稚魚を用い、これらの耳石に形成される日周輪（一日一本、木の年輪のように輪紋が形成されるため、孵化後の日数がわかります）を数えました。さらに、体長と孵化後日数の関係がわかれば、一日あたりの成長量が推定できます。この結果から、より低い塩分域（河川上流域）で採集された仔稚魚ほど、成長が良いという傾向が認められました。

さらに、耳石中に微量に混在するストロンチウムという元素の分布状態を調べることで、彼らが過去に淡水域に移入した、しないを知ることができます。これを用い、夏季～秋季に体長 10 cm 位に成長したスズキの若魚を採集し、彼らの仔稚魚期（春季）における淡水遡上履歴を調べました。その結果、仔稚魚期に淡水域に遡上した群は、遡上しなかった群に比べ、サイズが大きい傾向が認められました。

これらの結果から、有明海産スズキの仔稚魚期に見られる淡水域への遡上は、‘高い成長速度が得られ、より早く大きくなることができるという生態的利点’が原動力になっているものと考えられました。このような有明海産スズキの初期生活史に見られる生態的な特殊性、さらには前に述べた大陸の影響を強く受けた遺伝的な特殊性は、筑後川に代表される広大で生産性の高い河口域の存在と密接に関連しているものと考えられました。

普通種の初期生活史における有明海奥部の役割

日比野 学（愛知県水産業振興基金）

有明海において一般に注目を集める魚類は、干潟を飛び跳ねるムツゴロウに代表されるそこにしか分布しない7種類の特産種です。しかし、有明海における魚類相の主要な構成メンバーは、100種類以上に及ぶ普通種（他の海域でも分布する種）なのです。この普通種の中で、特に湾奥浅海域を生息場とする種は、コノシロ、サツパ、ヒラ、アユ、スズキ、シロギス、ヒイラギ、クロダイ、マハゼ、コイチ、シログチ、コウライアカシタビラメ（クヅコ）などであり、いずれも水産資源として重要な種類といえます。これらの種類はそれぞれの卵から成魚への成育の初期過程において、毎年決まった時期に、決まった大きさで、決まった生息域に律儀に集まってきます。この過程を初期生活史と言います。それぞれの種の初期生活史パターンは、生物が進化の過程で獲得した、種の個体生存のための最良の道程であり、その一部でも遮断されればたちどころに種の存続が危ぶまれかねません。特産種はもちろんのこと多くの普通種が生息したであろう諫早湾奥部に流入する本明川の河口域、およびその周辺に広がる干潟域は、閉め切り堤により消失しました。それは、そこに定住していた種だけでなく、生活史の中の一時期に利用していた種にとっても致命的な出来事に違いありません。

有明海を湾奥の筑後川から一周ぐるっと時計廻りに回って稚魚の生息環境をみていくと、まず筑後川河口の黄土色に濁った水と、その周辺に軟らかい泥質の干潟があります。少し離れて熊本県境あたりまで南下すると砂質の干潟になり、さらに宇土半島あたりから水の透明度が増し岩礁性の海辺が広がってきます。有明海湾口の白砂青松の海岸から島原市へと北上すると砂利や石が転がる海岸線がみられます。諫早湾を経て佐賀県へと入るころから、再び泥質の干潟が広がるようになり、六角川へ到着するころには黄土色に濁った水が眼前に広がってきます。一口に有明海と言っても、湾奥から湾口には性質の異なる多様な生息環境があり、それぞれに出現する稚魚の種類も大きく変化します。湾奥を利用する稚魚の種組成には固有の特徴があり、湾奥内であっても河口域と干潟の渚域では稚魚による利用のされ方が異なるなど、各生息域は他の生息域では代替できない役割を持っていると思われます。中でも有明海沿岸の多くを占める砂泥や小石の渚域は、特産種ではなく普通種の稚魚がおもに成育場として利用していることも明らかになってきました。また、種によっては体サイズや季節によって生息域間の移動がみられることもしばしばあり、一時的な調査ではなく周年のおよび経年的といった長期間にわたる動態モニタリングが必要不可欠であると考えられます。

有明海では今、他の海域にも普通に生息している普通種ですら一部でその生存が危ぶまれつつあり、このような状況では、稀少な特産種が存続されるとは到底思えません。私達は、将来の有明海の健全な魚類相や魚類資源維持のために、奥部浅海域の魚類初期成育場としての役割をもう一度問い直す必要があるのではないのでしょうか。

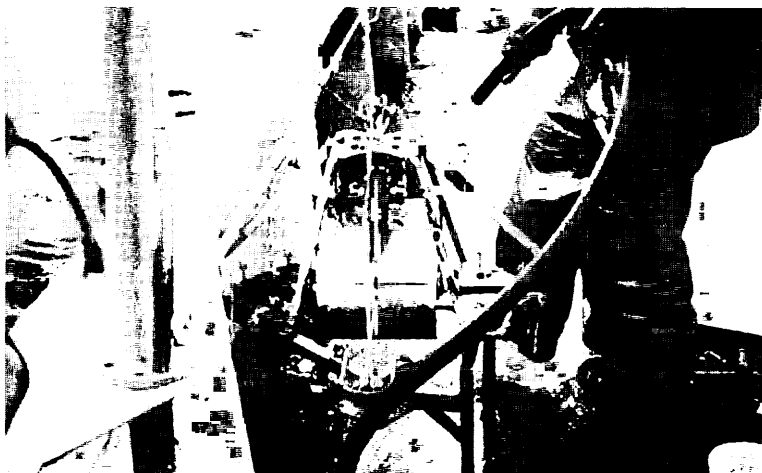
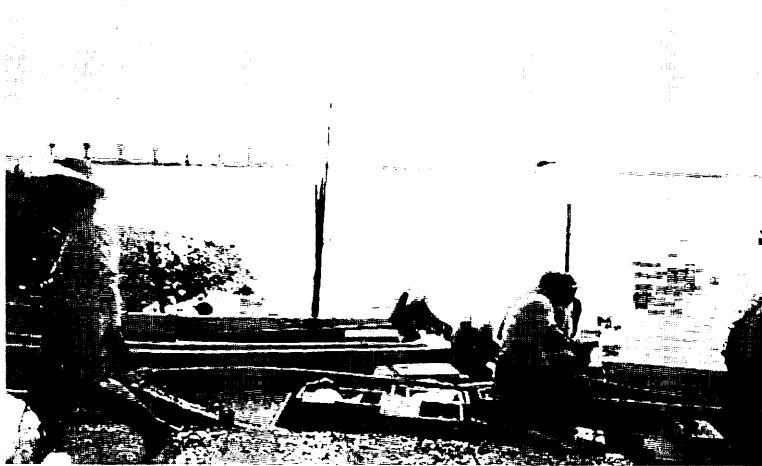
第3部

諫早湾干拓事業の影響

—潮止め後の環境と生物相の変化—

近年の「有明海異変」には、複数の要因が関係していると思われていますが、現在進行中の諫早湾干拓事業は、その主な要因である可能性があります。2001年、農水省が招集した有明海ノリ不作等関係調査検討委員会は、相当な状況証拠をふまえて、「有明海異変」と諫早湾干拓事業との因果関係をより確実に検証するために、干拓事業を数年にわたって中断し、調整池に海水を導入してその生態系を回復させ、その効果を確認すること（中長期開門調査）を提言しました。農水省はその調査の実施に今なお否定的ですが、調査実施を求める漁業者の声は根強く、漁業者らが諫早湾干拓事業の工事差し止めを求める裁判では、2004年8月26日、佐賀地方裁判所が漁業者側の主張を認め国の工事の差し止めを命じる仮処分の決定を下しました。一方、地元の長崎県・諫早市では、農地造成と防災を目的とした諫早湾干拓事業の早期完成を望む声もあり、干拓事業の是非が大きな社会問題になっています。

私たちは、1997年の諫早湾の閉め切り直後から8年間にわたって、諫早湾を中心とする有明海全域での生態系の基礎調査を継続して実施してきました。ここではその結果を報告します。



調査風景

- (上) 2004年8月、調整池から見た北部排水門
- (下) 2003年11月、有明海での採泥調査 (Smith-McIntyre採泥器)

底生生物相と底質環境の変化

松尾匡敏（長崎大学大学院生産科学研究科）・東幹夫（前・長崎大学教育学部）

有明海は、南北約 96 km、東西約 18 km、平均水深約 20m、水域面積 1700 km² のわが国最大級の内湾である。有明海の特徴として、長い奥行きと浅い水深によって生み出される固有振動周期（約 7.8 時間）が、外海から作用する潮汐振動周期（約 12 時間）に近いために、共振して大きな潮汐差が生み出されていること（宇野木、2001）、および、阿蘇山などの火山灰が流入河川によって運ばれた有明粘土に由来する浮泥が有明海奥部から諫早湾にかけて広大な泥干潟を形成し、高い生物生産性と優れた浄化能力を支えていること（東、2003）が挙げられる。

近年、有明海では、熊本新港の工事着工（1979 年）、筑後大堰の運用開始（1985 年）、諫早湾干拓事業の工事着工（1989 年）、および潮受け堤防の締め切り（1997 年）というような人為的改変が進行している。諫早湾干拓事業に伴う潮受け堤防の締め切り後、潮汐の振幅や潮流の速度の減少（宇野木、2001 など）、貧酸素水塊や赤潮の発生（東、2000；堤ほか、2002）、ノリの不作や魚介類の漁獲高の減少（佐藤正典ほか、2001；東、2003）、底質の細粒化（中嶋ほか、2003；松尾ほか、2003）などを引き起こしたことが指摘され、社会的問題となっている。

私たちは、諫早湾および調整池において、1997 年 3 月（潮止め直前）から 2004 年 8 月まで、14 回にわたって採泥調査（E.B. - grab）を行い、一部の結果についてはすでに報告している（東、2000；佐藤・金澤、2004 など）。また、有明海全域においても、1997 年 6 月に 92 定点、2002 年 6 月に 88 定点での採泥調査（S.M. - grab）を行った。さらに、諫早湾およびその周辺海域において 1998 年 11 月に 36 定点、1999 年 6 月に 38 定点、諫早湾を含む有明海奥部において 2000 年 6 月・11 月、2001 年 6 月・11 月、2003 年 11 月にそれぞれ 50 定点の採泥調査を継続し、底質の変化と底生動物（ベントス）群集の経年変化について追跡してきた。

有明海の流れについては、現在さまざまな議論があるが、西海区水産研究所の報告によると、1978 年と 2001 年の潮流の比較の結果、2001 年のほうが 12%減少していることがわかっている。また、諫早湾潮止め前後の同一 5 定点での恒流の比較の結果、4 定点において 55~75%の減少があった（宇野木、2004）。

これらの流動の減少は、底質に反映されるであろう。教育学部地学教室の分析の結果、2002 年 6 月の底質が、有明海全域にわたって、1997 年 6 月よりも細粒化していることがわかった（中嶋ほか、2003；松尾ほか、2003）。これらの底質の変化は、ベントスの生息状況に何らかの変化を与えるはずである。

ベントスは、一般に動きが緩慢で、環境の変化に対して生息状況がじかに反映されるなど、環境モニタリングの指標として優れている。そこで、ベントスの生息状況について追跡することは、諫早湾干拓事業の影響をモニタリングすることにつながるであろう。

諫早湾を含む有明海奥部におけるベントスの経年変化について、6 月に調査を行った 5 回分について平均生息密度を、1997 年 6 月を 100%として比較すると、2000 年 6 月までは 43%、29%と減少を続けたが、2001 年 6 月に 42%、2002 年 6 月に 171%と増加した。11 月の 4 回分について 1997 年 6 月を 100%として比較すると、それぞれ 18%（1998 年）、15%（2000 年）、22%（2001 年）、85%（2003 年）と 6 月と同じような傾向を示した。これらの内訳を分類群別に見ると、1997 年 6 月から 2001 年 6 月まで連続的に減少していたヨコエビ類が、2002 年 6 月に激増し、それが同年 11 月まで高い生息密度を維持していた。全ベントス中のヨコエビ類の占める割合の年変化（6 月のデータで比較）を追うと、1997 年から 2001 年まで、30%、31%、16%、5%と連続的に減少していたが、2002 年に 66%を占めるまでに激増した。2002 年 6 月に増加したヨコエビは、首藤宏幸博士（日本海区水産研究所）による種同定の結果 *Corophium* sp. A という、これまで報告されていない種であった。また、二枚貝類については、佐藤慎一博士（東北大）の種同定の結果、1997 年 6 月~2000 年 6 月まで連続的に平均生息密度を減少させていたが、2000 年 11 月にヤマホトトギスガイが、2001 年 6 月にチヨノハナガイが増加した後、2001 年 11 月には夏場の貧酸素水塊の発生により二枚貝類全体の個体数を減少させた。しかし、2002 年 6 月には底質の細粒化などを受けて、ピロードマクラガイが増加した。

以上の結果は、諫早湾干拓事業によって、有明海全域における流動を弱め、底質を細粒化させた結果、ベントスの生息状況が大きく変わりつつあることを示唆しているものと考えられる。

潮流の減衰傾向

西ノ首 英之 (長崎大学水産学部)

有明海は、福岡・佐賀・長崎及び熊本の4県に囲まれた大きな内湾である。湾軸の延長96Km、平均幅18Km、面積1700Km²の水面をもつが、平均水深は約20mに過ぎない。有明海の見況は、大きな潮差と肥沃度の高い干潟の発達など潮汐、河川水、海底地形、気象などの変動要因がふくそうし、時間的にも空間的にも複雑な変動を示している。

近年のノリ不作に代表される有明海環境異変については、諫早湾干拓事業による長さ7Kmの潮受け堤防の完成やそれに伴う約10%の干潟の消失、熊本新港建設、ノリ養殖時の酸処理消毒液の流失、海砂採取など様々な原因説が論じられている。

このうち、近年報告された潮流流速の低下は、物質輸送能力の低下による水質・底質の悪化をもたらし、赤潮の多発など環境異変の一因になっていると考えられる。

演者は『雲仙普賢岳の火山活動による水産業への影響と復興策の調査検討』の研究課題の一環で、1992～1994年に有明海およびその周辺の26地点で潮流観測を行なった。この観測は諫早湾潮止め前のデータである。その潮流が潮止め後にどのように変化したかを調べるために、2003～2004年、4地点において、先の観測と同一条件で潮流観測を行ない、両者の比較を行った。

【観測の概要と方法】

①長崎県有明町湯江川河口沖合い約0.6および1.4湊の2地点 (P61: 32° 51' 58" N, 130° 20' 58" E, 平均水深15m)、(P62: 32° 52' 23" N, 130° 21' 54" E, 平均水深32m) の観測について:

諫早湾潮止め前の観測=1993年10月12日～11月12日、潮止め後の観測=2003年10月8日～11月10日。

P61では水深5m層、P62では水深5mと20m層の潮流を、共に同一の電磁流速計(アレック電子社製: ACM-8M)で、また同一の係留方式で観測記録した。両観測とも月齢をほぼ整合させたデータを30昼夜分について解析した。

②長崎県深江町沖合い約2.0湊 (P41: 32° 41' 23" N, 130° 23' 49" E, 水深48m) と島原市沖合い約2.7湊 (P43: 32° 45' 30" N, 130° 25' 52" E) の2地点の観測について:

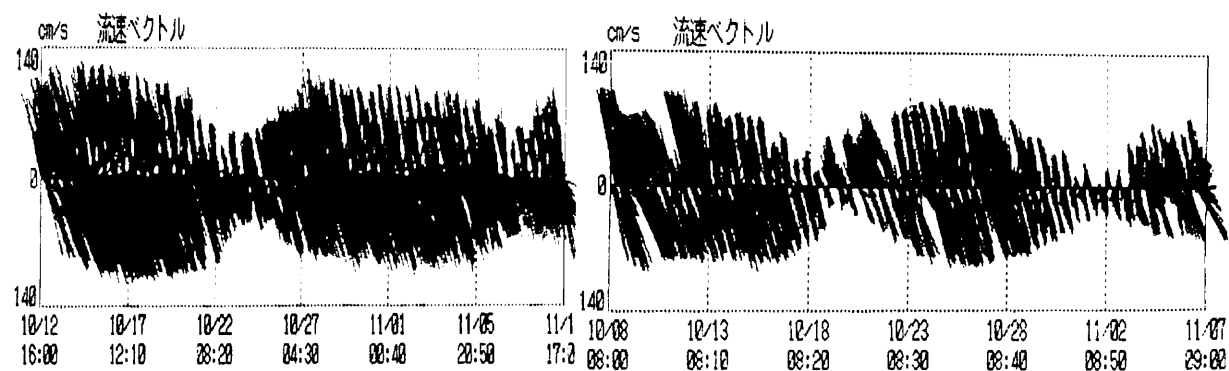
諫早湾潮止め前の観測=1993年4月28日～5月28日、潮止め後の観測=2004年4月22日～5月26日。

P41、P43共に水深5mと20m層の潮流を①と同様の方式で観測記録し、両年の観測日のずれは月齢の整合を優先した。

【結果および考察】

諫早湾潮止め前と後での潮流の水平流速ベクトル時系列図の一例(P61地点、5m層)を下図に示した(左が潮止め前、右が潮止め後を示す)。なお、この期間中の大浦検潮所の潮位変動平均は1993年が1.28m、2003年が1.26m。また期間中の気象条件(アメダスによる島原の降雨量・気温・風速データ)は、両年で大きな相違はなかった。

図から、両年とも共通して、流向が海岸線とほぼ平行に半日周期で規則正しく変化していることがわかる。上げ潮と下げ潮は概ね逆向きで、流速は上げ潮でやや早い傾向が認められる。流速は、全般に、潮止め後に大幅に減少した。流速の平均値を潮止め前後で比較すると、P61(水深5m)では62.8cm/sから47.4cm/sに(-24%)、P62(水深5m)では、42.0cm/sから30.3cm/sに(-28%)、P62(水深20m)では、53.8cm/sから39.3cm/sに(-27%)、それぞれ減少した。すなわち、これらの地点では、潮止め後に、潮流の流速が24～28%減少したことになる。また、大潮時と小潮時の流速差が潮止め後では大きく、強流時間の短縮傾向が顕著に認められる。



底質の泥質化傾向

近藤 寛（長崎大学教育学部）

海底堆積物（底質）の粒度などの組成は、海底地形・水深・岸からの距離・流入河川・周辺の地形と地質などの地理的要因と海流・潮汐・波浪などの海況に影響を受けています。最近における有明海の自然的・人為的な改変として、1990年11月からの雲仙・普賢岳の噴火による土石流の流れ込み、1997年4月諫早湾干拓工事による諫早湾閉め切り、1985年筑後大堰の運用開始、熊本新港工事、海砂の採取、沿岸の埋立てなどがあります。これらは有明海の海況に影響を及ぼすと考えられます。諫早湾閉め切り後に、潮流の速さが減少したことが報告されています。潮流が変われば底質も何らかの変化を受けると考えられます。ここでは、諫早湾閉め切り直後の1997年6月から2002年6月までの底質の粒度分析結果を述べます。

諫早湾が閉め切られて淡水化した調整池には泥が多量に堆積しています。荒天時にはその底泥の巻き上げと河川からの新たな泥の流入により水中に泥が懸濁します。諫早湾閉め切り後に調整池内に堆積した泥の厚さは、閉め切り堤防に近い場所では2004年8月までに65 cmになっています。調整池の濁った泥水は、北部と南部の排水門から排出されるために閉め切り堤防外の諫早湾にも淡褐色の泥が堆積しています。

有明海は、早崎瀬戸から島原半島布津と熊本県三角の間までを湾口部、島原半島多以良と熊本県長洲の間から南を湾央部、その北を湾奥部に区分されます。1997年6月に有明海全域から採取した底質は、湾奥部東部に中粒粒径値 $Md \phi 1 \sim 2$ の中粒砂が広く分布し、湾奥部北部から諫早湾にかけては $Md \phi 4$ 以上の泥が広がっていました。湾央部では島原半島沖に中粒砂が分布し、熊本県の白川・緑川の沖に泥が分布していました。2002年6月になると、湾奥部の東部は中粒砂の分布が狭まり細粒砂となりました。また湾央部でも中粒砂の分布が狭まり細粒砂が広くなりました。中央粒径値 $Md \phi$ の度数分布図では、1997年には中粒砂の範囲が最大であるのに対して、2002年には細粒砂の範囲が最大となり、底質が細粒化したことを示しています。

2001年6月、11月に有明海湾奥部において、採泥器と塩化ビニールパイプ（長さ12 cm、2.5 cm 径）を用いて採取したコア（円柱状の底質試料）を表層と下層に分けて、含泥量を調べました。6月採取のコアは、含泥量が表層で高くなる地点が多く、そこでは時間と共に底質が細粒化したことを示唆しています。6月と11月の表層の含泥量を比較すると、諫早湾では、11月の方が含泥量が高くなりましたが、有明海湾奥部では、逆に、11月の方が低くなりました。このような含泥量の変化は、底質中の泥が堆積と再懸濁を繰り返していることによると考えられます。

有明海で潮流の速さが減少することは、泥が堆積して底質が細粒化する原因になりますが、陸から供給される泥の量、再懸濁による泥の流出、海水中の懸濁物量、泥が定着する時間なども検討する必要があります。

貝類相の変化

佐藤慎一（東北大学総合学術博物館）

私たちは、移動能力に乏しく環境変動の影響を受けやすい二枚貝類に着目し、有明海全域における二枚貝類の種組成や生息密度の変化と環境変化との関係を考察しています。長崎大学水産学部の実習船「鶴水」により、諫早沖 50 定点（1997 年 6 月-2003 年 11 月の間に 9 回）と、島原沖 24 定点（1995 年 11 月-2001 年 12 月の間に 8 回）において、Smith-McIntyre 採泥器による採泥調査を実施して、1 mm 目の篩に残ったすべての貝類標本を固定し、種ごとの個体数を数えました。

潮止め直後の 1997 年 6 月には、諫早沖 50 定点において、36 種（平均密度：294 個体/m²）の二枚貝類が得られました。特に多く見られた種は、カラスノマクラ、ビロードマクラ、ホトトギスガイ、ヤマホトトギスガイ、チヨノハナガイ、シズクガイでした。これらの種は、シズクガイとビロードマクラを除いて、1998 年に現存量が急激に減少し（おそらく、前年の夏に発生した貧酸素水塊の影響による）、さらに 2000 年 6 月にはビロードマクラも消滅したため（堆積物の粗粒化が原因か？）、17 種（142 個体/m²）まで減少しました。しかし、その後（2000 年 11 月以降）、諫早沖 50 定点の二枚貝類の種数・生息密度は増加傾向にあります。同様の傾向は島原沖 24 定点でも見られました。1995 年 11 月から 1997 年 11 月までは常に 24 種（200 個体/m²）以上が確認されていましたが、1998 年 11 月以降に急激に減少し、1999 年 12 月には 15 種（74 個体/m²）にまで減少しました。しかし、その後、2000 年 10 月には 15 種（116 個体/m²）、2001 年 12 月には 21 種（158 個体/m²）と、少しずつ増加しつつあります。

このように、諫早沖 50 定点と島原沖 24 定点において、二枚貝類の分布の類似した変化が認められました。これは、1997 年の諫早湾干拓堤防締め切りの影響が有明海の広い範囲に及んでいることを示唆しているように思われます。それでは、なぜ、二枚貝類の種数・生息密度が、2000 年秋以降は増加に転じたのでしょうか？ 諫早沖では、2000 年夏には極度の貧酸素水塊が発生せず、その後にヤマホトトギスガイやチヨノハナガイが一時的に増殖しました。さらに、2002 年 6 月以降は、堆積物の細粒化と共に、ビロードマクラが著しく増加しています。しかし、このようなライフサイクルの短い種の増加は一時的な現象でしかなく、今後も有明海の環境悪化が改善されない限りは、二枚貝類の多くの種が現存量の増減を繰り返しながらも、全体として減少に向かうものと考えられます。

調整池内外の栄養塩濃度の変化

市川敏弘（鹿児島大学理学部）

海藻や植物プランクトンなど海の「植物」も肥料がないと成長できません。その肥料の3要素は窒素、リン、およびケイ素で、これらの元素の化合物を栄養塩と呼びます。栄養塩の供給量は生態系のバランスに大きく関係しています。過剰な栄養塩の供給が赤潮を発生させることはよく知られています。栄養塩は水中の微生物が有機物を分解することによって再生しますが、有明海など沿岸海域では河川を通じて陸上から供給されるものも重要です。

私達は1997年に諫早湾が閉め切られた直後から堤防内外の栄養塩濃度の変化を観察してきました。窒素を例にとりましょう。栄養塩としての窒素は、硝酸、亜硝酸、あるいはアンモニアのいずれかのイオンとなって水に溶けています。閉め切り直後、調整池の窒素（硝酸態窒素と亜硝酸態窒素の合計）濃度は平均で $0.6 \pm 0.3 \mu\text{M}$ でした。ところが、濃度はその後急激に上昇し、2000年には平均値が $200 \pm 48 \mu\text{M}$ にも達しました。しかし、これ以後濃度は減少し、2002年には閉め切り直後と同じ程度まで低下しています。閉め切り後窒素濃度が増加した理由は干潟が失われたためです。栄養塩を吸収する干潟の「植物」（微小藻類など）が消滅したために調整池に栄養塩が蓄積されたのです。この高濃度窒素を含んだ水（淡水）が間欠的に堤防外（海水）へ排出されました。淡水は海水よりも軽いため表面に浮かび上がり、徐々に海水と混じります。その結果、局所的ではありますが、高濃度の栄養塩を含んだ水塊が形成されます。海水は粘性が大きく混合しにくい性質がありますので、水塊が消滅するのに時間がかかります。この高濃度・低塩分の水塊は珪藻など植物プランクトンの増殖を促進するでしょう。わずかではありますが、堤防外での平均窒素濃度も増加しています。

2002年には、調整池内の硝酸と亜硝酸態窒素は元通りになりました。これは、調整池に淡水性の植物プランクトンが発生し栄養塩を吸収したためでしょう。ところが、アンモニア態窒素は逆に増加しています。この増加はおそらく底泥が貧酸素状態になったからです。酸素がなくなると硝酸が還元されてアンモニアが生産されるからです。このような生態系は不安定で好ましいものではありません。また、調整池からの排水に伴って、淡水性の植物プランクトンが大量に堤防外に排出されるので、周辺海域での有機物負荷が増大していると考えられます。

以上のような諫早湾の潮受け堤防内外での栄養塩の変化は、生態系に大きな影響を与えるものと思われま

動物プランクトン相の変化

上田 拓史（愛媛大学沿岸環境科学研究センター）

動物プランクトンとは、水中に浮かび、魚のように速く泳ぐことができない動物のことです。多くは数ミリメートル以下の大きさで、植物プランクトンを食べることによって植物プランクトンが増えることを抑える一方、多くの仔稚魚の主要な餌になり、海の生態系の中で重要な役割を果たしている動物たちです。動物プランクトンの中で最も生物量が大きいのがカイアシ類という、エビなどと同じ甲殻類の仲間です。有明海奥部の河口汽水域には有明海特産のカイアシ類がありますが、海域にいるカイアシ類の優占種は、同じ暖流域で規模が似ている東京湾や伊勢湾と変わりません。それらは、湾奥側に多く分布する強内湾性種と、逆に湾口側で多くなる弱内湾性種に大きく2つに分けられます。内湾性カイアシ類の分布を決めている最も重要な要因は餌（通常、植物プランクトン）の質と量だと考えられますが、それらは水の富栄養度や湾の閉鎖度（湾外との水の交換のしやすさ）などによって決まります。したがって、どのカイアシ類がどのように分布するかを見ることによって、湾内の環境状態を知ることができます。

30年前（1972年）、動物プランクトンを専門に研究されていた熊本大学の弘田禮一郎先生が有明海全域の動物プランクトンの分布を調べています。その結果、優占種としては、強内湾性のオイトナ・デビセが湾奥部から湾中央部に、弱内湾性種のパラカラヌス・パーバスが有明海全体に分布していました。2002年の同月（6月）に同じ方法で調査を行った結果、優占種の組成は変わりませんが、強内湾性種の分布は湾口部付近にまで広がり、弱内湾性種は逆に湾奥部まで分布しなくなった傾向が認められました。この結果は、30年前と比べて有明海の水の環境状態がより富栄養化しているか、湾外との水の交換が悪くなったか、またはその両方を示すと考えられます。ノリの色落ちの原因と言われている湾奥部での珪藻の赤潮は、植物プランクトン食者であるパラカラヌス・パーバスの減少と関係があるかもしれません。

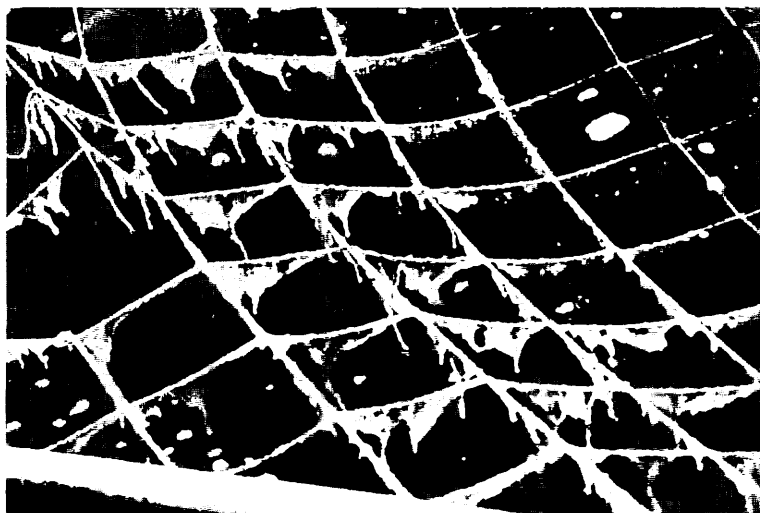
第4部

有明海奥部の環境変化の漁業への影響

有明海全体での漁獲高の低落傾向は、20年以上も前から認められますが、少なくとも有明海奥部に限って見れば、様々な水産資源の漁獲高が1990年以降に著しく減少しています。このような近年の漁業不振は、地域経済にとっても深刻な問題となっています。ここでは、特に影響が大きいノリとタイラギについて、漁獲高の変動と環境との関係について検討します。

ノリ養殖は、現在の有明海の漁業生産額の大半を占めています。そのノリ養殖は、2000年末から2001年にかけて漁期に、かつてない不作に見舞われました。その原因は、この時期（冬）にプランクトン性珪藻（リゾソレニア・インブリカタ）の異常増殖（赤潮）が長期間にわたって広範囲に発生し、それが水中の栄養塩を消費したためと考えられています。

タイラギは、殻長が30cmにもなる大型の二枚貝です。貝柱が高級な食材になるため高値で取り引きされます。近年、全国的に激減したと言われていますが、有明海奥部（長崎県から佐賀、福岡県にかけての海域）では、年変動を繰り返しながらも、1990年頃までは、相当な漁獲が維持されてきました。



色落ちしたノリ
(2001年2月、荒尾沖)



タイラギ
(1995年3月、諫早湾小長井町干潟)

ノリ養殖の変動

川村嘉応（佐賀県有明水産振興センター）

有明海のノリ養殖は、明治初期に熊本県において羽瀬についているノリを採集することから始まりました。その後、人工採苗技術が開発される昭和 20 年代まで、ほそぼそと行われていましたが、人工採苗・冷凍網技術が導入されるや急激に生産量を増やしていきました。いまでは全国生産枚数約 100 億枚の 4 割を生産するまでに成長しています。その間、生産に大打撃を与えるような危機がありました。昭和 42 年のシログサレ病、昭和 50 年代後半のスミノリ病、そして平成 12 年の色落ちによる大被害などです。このうち平成の色落ちについては諫干事業との関係から大問題となり現在に至っています。いっぽう、ノリ漁業者の生活が苦しくなったのは、過剰生産とノリの消費者離れに一因があり、さらに不景気による贈答品の低迷などによって拍車がかかっています。このような状況の中で有明海環境変化が、ノリの生産にどのような影響を与えているかを述べてみます。

ノリ養殖が、養殖期間中の降雨、風、日射量等をはじめとする自然条件に左右されることは言うまでもありません。降雨（淡水）は、河川から海域に流入して栄養塩の濃度や塩分に大きく影響し、風は、水の流れを良くし、葉体の栄養吸収を活性化し、攪拌によって底泥からの栄養塩の溶出を促進するなどの貢献をします。また、日射量は、ノリ葉体の生長を増大させる反面、競合する珪藻類の発生を促進したりもします。このようなノリ養殖環境の視点から見ると、有明海は変わりつつあります。

まず、有明海の潮流がゆるやかになっていることがあげられます。次に、日射（太陽光）が海水中のどこまで届いているのかという指標である透明度が高くなっていることです。珪藻類、鞭毛藻類などの植物プランクトンの休眠胞子は、泥中であって、太陽光によって発芽しますので、透明度の上昇は重要な変化です。COD については、昭和 47 年頃から平成 2 年頃までは上昇傾向を示していますが、その後は、時々 3 mg/L 以上の高い値がみられているものの平衡状態になっています。透明度と COD からみると、「清く濁っている」海から「汚く澄んでいる」海になりつつあります。これらの環境変化は、水温の上昇傾向ともあいまって、植物プランクトンが増殖しやすい状況をもたらしているのではないかと懸念されます。

近年、ノリの生産枚数は栄養塩に影響を受けるようになり、栄養塩不足が早い時期に起きると、例えば、平成 12 年度のように極端に生産枚数が減少します。栄養塩レベルが維持されている間は生産が可能ですが、したがって、栄養塩レベルを制限する植物プランクトンの早期増殖を抑えるような環境作りが重要です。

いっぽう、ノリ養殖が悪影響を与えていると言われている要因もあります。例えば、酸処理、施肥や合成支柱などの施設です。しかし酸処理については、養殖で生産される乾海苔に含まれる P 量相当分の量を使用する、施肥についても、同じように N 量相当分の量を使用するなどの総量規制を設けて環境に負荷にならないようにしています。合成支柱に至っては、過去の最大施設柵数 45 万柵から 32 万柵にまで減らし、潮流が減衰しないように努力しています。

ノリ養殖の環境を良くするためには、高くなっている透明度や COD を元に戻すような努力を続けなければなりません。遠回りかもしれませんが、貝類を増やし、干潟の浄化能力をアップさせるなど、どうかして環境を元に戻す研究・作業・事業が必要です。産業と自然との調和、更には有明海全体の調和を図ることが重要だと思います。

タイラギ資源の変動

伊藤史郎（佐賀県有明水産振興センター）

有明海湾奥部の冬の風物詩であるタイラギ漁は、長崎県では1990年代に入り漁獲量が減少したため1994年以降は休漁状態です。佐賀・福岡海域においても2003年は若干の漁獲がみられたものの、1995年の漁獲量のピークを最後に厳しい状況にあります。

佐賀・福岡沖合域のタイラギ資源については、1976年から当センターが調査した結果、佐賀県西部から中央部にかけての漁場（生息域）の消失が長期的な漁獲量の減少につながっていることが明らかになりました。この漁場消失は、湾奥部を中心とした底質の細粒化（より細かい粒子の堆積の進行）と何らかの因果関係があると思われます。有明海のタイラギには鱗片状突起列がはっきりした有鱗片型 (*Atrina pectinata lischkena*) と、そうでない無鱗片型 (*Atrina pectinata japonica*) の2種類があり、佐賀県では前者を「ケン」、後者を「ズベ」と呼んで区別していました。一般的には、ズベの生息域は、ケンに比べて、泥分が若干多いと言われています。佐賀県西部から中央部にかけての漁場には、1980年代後半までは、ズベとケンが混在していましたが、1991年にはズベの割合が著しく高くなりました。しかし、その後、ズベは激減して、現在では、ズベ、ケンともほとんど生息していません。その後、漁獲がやや回復した1995、1996年には、生息域は福岡県沖の北東部漁場に限られるようになり、ケンしかみられなくなりました。このことから、底質の細粒化がタイラギ生息域の変化に影響していることがうかがわれます。底質環境については、底質の細粒化の目安となる中央粒径値 ($Md\Phi$) 7以上の泥質域が1989年には湾奥部のうち佐賀県地先を中心に西側沿岸に限られていたのですが、2000年では湾奥部の中央部まで拡大しています。このような底質の細粒化は潮汐・潮流振幅の減少や河川からの砂質分の流入量の減少などが影響している可能性があると思われます。

湾奥部のタイラギ漁場は、1992年以降は北東部海域に限られるようになりましたが、ここでは、1996年に漁獲量のピークがみられました。タイラギ漁でみられるこのような資源変動は、産卵期や着底時期の環境要因が大きく影響しているものと思われます。これに関連して、二枚貝の資源変動を考察するうえで重要なのは、卓越群の発生です。これは、稚貝が大量に発生する年が数年に一度あり、この稚貝の成長による資源量の増加が漁獲量の増加につながるという考え方です。

以上のようなタイラギ漁場の縮小原因や資源変動要因を解明するため、2003年から西海区水産研究所、有明4県が共同調査を始めています。目的は、産卵期に浮遊幼生と着底稚貝の分布調査を行うことにより、底質環境と着底稚貝の生残との関係を明らかにすることです。水温、塩分、溶存酸素量、波浪、有害プランクトンなど、様々な環境要因についても調査して、漁場の縮小原因だけでなく、資源変動がタイラギ生活史のどのステージで決定されているのか、そして、その決定がどのような環境要因に影響を受けているのかを明らかにしたいと考えています。また、当センターでは、独自に人工飼育による初期生態の解明をめざしています。この研究によってタイラギ着底稚貝は、殻長0.6~0.7 mmで着底し、その後すぐに足糸で固定して、翌日には殻長が約2倍となり、成貝と同様に外套膜を使って呼吸を始めることが明らかになりました。また、浮遊幼生から着底稚貝に至る過程で、基質（粒度などの底質環境）に対する選択性はあまり認められないものの、着底後の生残には基質が大きく影響するということが分かりました。このような研究成果は、タイラギ漁場の縮小原因の解明や今後の漁場改善等による資源回復策を講ずる上で重要な基礎的知見となるでしょう。

このようなタイラギ資源の減少とは別に、解決すべき大きな問題として2000年以降、毎年発生している大量死をあげなければなりません。この問題解決には、各研究機関、研究者の連携強化が不可欠だと思います。

第5部

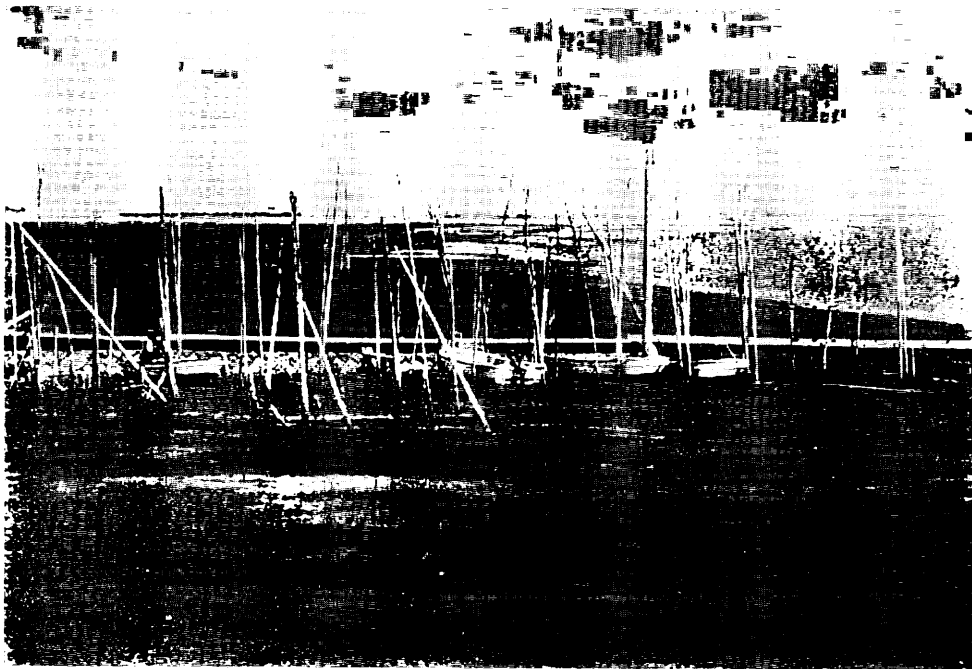
まとめと総合討論

—環境復元の可能性とその道筋—

有明海の環境悪化を食い止め、本来の豊かさを取り戻すためには、有明海の自然環境の特徴をまずよく理解したうえで、これまでの様々な人為的な影響を検討する必要があります。現在進行中の諫早湾干拓事業の是非も避けては通れない問題です。

科学的な研究は、物事の特徴や因果関係をある程度明らかにすることができますが、「私たちはどうすべきなのか」について答えを与えるものではありません。それが、私たちの価値観や生き方にかかわる問題だからです。しかし、同じ価値観でも、重要な事実を知っている場合と知らない場合とでは、選択が異なるかもしれません。

諫早湾干拓事業の是非が議論になっている今、何よりも必要なことは、科学的な事実を多くの人が共有することでしょう。そうでなければ議論がかみ合いません。私たちは、後になって、「どうして、知らせてくれなかったのか」と責められることのないよう、将来に禍根を残さないために、研究者としての立場上知り得たことを、今一度、地元の人々に、きちんとお伝えしたいと考えました。それがこのシンポジウムを長崎で開催した最大の理由です。これをきっかけとして、多くの人が、干拓事業のプラス面だけでなくマイナス面にも理解を深め、その上で、「私たちはどうすべきなのか」について、あらゆる選択の可能性を検討して欲しいと願っています。



潮止め前の諫早湾干潟（1994年8月）

他地域の事例から学ぶこと

佐藤正典（鹿児島大学理学部）

諫早湾干拓事業に関しては、1989年の着工以来、すでに15年の歳月と多大な予算が投じられており、工事は完成間近まで進んでいます。しかし、今からでも引き返し、すべてをやり直すという選択はありえないことではありません。諫早湾は、埋め立てられたわけではなく、潮受け堤防によって堰とめられているだけです。堤防内に海水がもどれば、堤防の外で生き残っている干潟生物の幼生が潮に乗って帰ってくるので、調整池も干涸びた土地も、やがてはまた元の干潟生態系にもどるでしょう。「これまでの投資を無駄にしないため」という理由だけで重大な問題を見過ごすならば、将来、その何倍も大きな損害を発生させる恐れがあります。

1) 農水省による中海・宍道湖の淡水化・干拓事業の中止から学ぶこと

鳥取・島根県にまたがる汽水湖の中海・宍道湖を堤防で閉め切って淡水化すると共に、その内部に干拓地を造成して米を増産するという計画は、諫早湾干拓事業とそっくりです。1968年に着工され、1987年には海との連絡を断つ堤防や水門がほぼ完成しました。しかし、この間に、米作りという本来の目的が失われ、淡水化による水質汚濁や漁業の壊滅を懸念する住民の声が大きくなりました。とりわけ日本一の漁獲高を誇るヤマトシジミ（汽水産二枚貝）の全滅が懸念されました。農水省は1988年に事業をいったん休止し、検討を重ねた後、2002年、淡水化・干拓事業の中止が正式に決定しました。現在は、残された堤防（総延長は約12km）を開削するかどうかについて、議論が続いています。ここでは、着工以来34年間の投資をすべて無駄にしても、自然環境と漁業を守るという選択がなされました。そのような決断が社会的に合意されることも不可能ではないのです。

2) 不知火海奥部での高潮対策から学ぶこと

不知火海奥部の熊本県不知火町周辺では、1999年9月の台風18号の接近に伴う高潮によって、大きな被害が発生し、12名もの人命が失われました。しかし、それでも、諫早湾のように海を閉め切ってしまう計画はなく、既存堤防の補強という対策がとられています。

3) 水俣病の歴史に学ぶこと

不知火海における水俣病は、1956年に公式発見されました。その原因が水銀であることを突き止めた熊本大学の研究班は、3年後の1959年に、それを厚生省に報告しました。しかし、厚生省はその委員会をすぐに解散させ、別な委員会をつくり、有効な対策をとらないままでした。このことは、有明海異変に関して、諫早湾干拓事業の影響を検証する中長期開門調査を提言した「第三者委員会」を農水省が解散させ、新たに官僚OBから成る別の委員会をつくったことに、あまりにもよく似ています。結局、水俣病では、汚染源の工場が水銀排水を止める（1968年）までに、公式発見から12年（原因がわかってから9年）もかかってしまいました。このことが、途方もなく被害を拡大したことは明らかです。その責任は、今なお、行政や研究者に問われ続けています。

参考書：原田正純（編）「水俣学講義」（日本評論社）。

諫早湾における中・長期開門調査の必要性と方法論

東 幹夫（前・長崎大学教育学部）

1. 亀井農水大臣は、ことし5月11日の記者会見で、諫早湾の中・長期開門調査の見送りを表明しました。世紀の変り目に起ったノリ凶作を機に農水省自身が組織したノリ第三者委員が提言した中・長期開門調査を、開門総合調査運営会議や中・長期開門調査検討会議の開門調査否定論を根拠に、農相自らが否定したことによって、諫早干拓が有明海の環境悪化に影響を与えていると想定したノリ第三者委員会の見解を検証する道はいまだに閉ざされたままです。8月26日に佐賀地方裁判所が下した諫早干拓の工事差止め仮処分決定は、諫早干拓と有明海異変・漁業被害の法的因果関係を明確に認定し、事業を厳しく断罪しました。この決定は民事訴訟としてはわが国で初めての画期的な司法判断でした。この中で佐賀地裁は、中・長期開門調査を国が実施していないことによって「事実上生じた『より高度の疎明が困難となる不利益』を債権者（漁民）らにのみ負担させるのはおよそ公平とはいいがたい。」と農水省を批判しています。「より高度の疎明」とは、2002年4月から1ヵ月にも満たないごく限られた水量の海水導入に限定した短期開門調査では解明することのできなかった、干潟回復の生物学的過程や有明海流動の回復過程とそれに伴う有明海生態系の復元などの解明によって、諫早干拓と有明海異変との関係をより正確に証明することを意味しており、同時に、このままでは立ち直れないほど疲弊し病んでいる有明海の再生の道すじを明らかにすることでもあります。「高度の疎明」が「困難」とならないうちに、できるだけ早く中・長期開門調査を実施する必要があります。極めて限られた条件であったとはいえ、短期間開門調査は、海水導入によって調整池の水質改善を明瞭に証明しました。佐々木（2004）は、海水導入によって調整池の窒素（TN）とリン（TP）は浄化機能が回復したが、CODを主に浄化する二枚貝などのベントスが増殖する時間がなかったためCODについては浄化力は示されなかった、と述べています。浄化に関わる生物的回復過程を追跡するためにも中・長期開門調査は不可欠です。

2. 宇野木（2002）によれば、現在の南北両水門の常時全面開門（250m）だけでは潮止め前の半分程度の潮汐回復しか期待できないが、開口幅が1kmを超すと有明海湾奥の潮汐は潮止め前はかなり近づくそうです。開門ないし潮受堤防開削あるいは堤防撤去の技術的、防災的検討を含めて、病んだ有明海生態系の蘇生をはかるため、環境悪化と漁業被害に対して最も疑わしい潮止めをやめ、まずは水門を開けて海水を導入し、リスクを最小限に抑えるための監視（モニタリング）を続けながら、干潟の浄化機能と有明海の流動の回復過程を追跡することは、保全生態学の方法論の常道である適応的管理 adaptive management の手法にほかなりません。21世紀の早い時期に、有明海再生への第一歩となった佐賀地裁の仮処分勝利決定が出たいま、国や県や諫干推進諸団体は不当な異議申立てを撤回し、事業を根本的に見直し、有明海再生の方向で力を結集することを、研究者集団として強く訴えるものです。