

## 西海区水産研究所ニュース No.107

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産総合研究センター 公開日: 2024-03-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2001143">https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2001143</a>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.





# 西海区水産研究所 ニュース



## C O N T E N T S

### 巻頭言

海区水産業研究部の軌跡と役割

### 研究トピックス

- 二枚貝の漁獲量が減ってマクロベントス調査始まる
- クロアワビの成熟サイズについて  
—浮消波堤の調査から—
- イセエビの初期生態研究
- 藻場の消長における藻食性魚類の影響
- 海区産業研究室の紹介と昨年の有明海の赤潮発生状況（速報）
- 有明海に生息するタイラギのへい死原因を求めて
- 九州沿岸に分布を広げる有毒プランクトン  
—二枚貝の毒化に備え分析体制を整備する—

### 人事異動

No. 107

独立行政法人

水産総合研究センター西海区水産研究所

Seikai National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency



## 海区水産業研究部の軌跡と役割

海区水産業研究部長 白石 學

西海水研が担当する九州西岸域は干潟の発達した有明海や多くの内湾、多数の島々からなっており、我が国でも最も恵まれた自然環境を利用して、多様な魚介藻類を対象にした沿岸漁業や養殖業が発展してきた。沿岸や内湾域では重要資源の回復を図るために、マダイ、ヒラメ、クルマエビ、ガザミ等の人工種苗の放流も活発に行われている。このような背景のもとで、その前身の時代も含めて海区水産業研究部では山口県から沖縄県までの水産試験場等（水産試験場、海洋技術センター、水産研究センター、水産振興センター等を含む）と密接な連携をとりながら、地域水産業の振興の基盤となる増養殖研究を推進してきた。

本誌106号は石垣支所の特集となっている。引き続き今号では海区水産業研究部の特集として、この部の成り立ちと役割について筆者が記述し、その後に各研究室から最新の成果について紹介する。海区水産業研究部は研究対象領域（地域的な海域と対象生物等）が各県水産試験場等と重複することが多々あるが、同じことを同じように研究しているわけではない。これらの研究機関とどのように役割分担し、また、連携・協力を図っているかについて、この機会に点検し、今後のあり方について展望したい。

### 1. 西海水研における増養殖研究の概観

現在の海区水産業研究部は5年足らずの歴史に過ぎないが、その前身の組織をたどると20年を超える諸先輩の活躍の跡が輝いている。そこで、「西海区水産研究所50年史」に沿ってこうした歴史をひもとく中で、地域に密着した研究がどのように進められたかを点検しておきたい。

西海水研が発足して31年を経過した1980年に増養殖部門を担当する浅海開発部が新設され、本格的な研究が開始されることとなった。この背景には、1960年代頃まで隆盛を誇っていた以西底びき網漁業が衰退し、つくり育てる漁業の推進が重要な施策として掲げられたことがあった。また1988年には、組織改正並びに研究基本計画（西海水研の研究推進における重点的課題と到達目標

について、10年程度を見通しつつ定めたもの。おおよそ5年程度の間隔で見直しが図られてきた）の推進方向を改訂し、浅海開発部を資源増殖部と改称した。この際には西海水研を含めて5海区水研に資源増殖部が設置された。海区水研の資源研究部は更に1998年の抜本的な組織改編により、現在の海区水産業研究部となった。

以下の説明ではしばしばプロジェクト研究課題に言及することになるが、研究所において研究を行うための資金（予算）について説明しておこう。大蔵省（現財務省）から研究者1人当たりの年間研究費（約百数十万円）が手当されていて、基礎的な研究課題を設けて研究を行うこととしている。しかしながら、この程度の地道な予算では十分な研究はできないので、外部の競争的資金に応募して積極的な研究を展開できるように努力することは非常に重要である。そのような競争的資金をプロジェクト研究予算というが、私たちにとって馴染の深いものは、農林水産技術会議事務局、科学技術庁（現文部科学省）、環境庁（現環境省）等が管理する予算である。これらのプロジェクト研究に参加することは十分な実力が認められたということであり、研究を実施するための予算だけでなく、研究に必要な高額備品を整備することができるメリットがある。

### 2. 浅海開発部(1980～1988)

#### 研究経過と成果

浅海開発部は4つの研究室からなり、研究基本計画における研究問題「沿岸浅海域における生物生産機構の解明と資源培養技術の開発」を主な柱として、次の3つの大課題を中心に研究を行ってきた。

#### (1) 生物群集の特性と環境収容力の解析

海の生産力を支えている小型の餌生物である主要かい脚類の個体群の季節変動や、年変動及び微小動物プランクトンの分布と現存量を明らかにした。また、平戸島・志々伎湾の植物・動物プランクトンの分布や量を明らかにして、これを餌とするマダイが湾内にどの位生息できるのかを、餌量と魚類との関係、魚種内・魚種間の関係などから

明らかにし、更にこの関係を再現できるシミュレーションモデルを作成した。

## (2) 資源培養技術の開発及び増養殖技術の確立

スズキ、マダイ、ヒラメ等の稚仔魚における器官形成と人工種苗の発育・成長特性を解明し、健康な種苗を育成するための技術の開発に有用な成果を得た。また、九州西岸域における海藻類の現存量を把握し、藻場の季節的消長を明らかにした。更に、ノリ養殖の安定化に資するため、水温や栄養塩などがノリの成育におよぼす影響を明らかにするとともに、商品価値のないスミノリが発生する原因の究明を行った。

## (3) 九州西方沿岸域に関する総合研究

有明海および九州西方海域における植物プランクトン現存量の季節変動や動物プランクトンの種組成等、低次生産構造の一端を明らかにした。

1980年に開始された農林水産技術会議事務局計上予算による大型別枠研究「近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究（マリーンランディング）」に参加して、10年間に及ぶこのプロジェクト研究が進化する中で、アマモ群落を生活基盤とする生物群集の季節的消長とその特性を明らかにするとともに、ヒラメ・カレイ類の浮遊稚仔の分布と成長および着底過程稚仔の分布と移動などの発育場選択過程を明らかにした。ヒラメ幼稚仔の摂餌特性、分布生態及び個体群の動態などの発育場における生活様式を明らかにしたこと、ヒラメ幼稚仔の餌料生物の分布生態と底環境を明らかにしたこと等の研究成果は、その後の当水研におけるヒラメ研究の基礎となった。

1981年には、大型別枠研究「生物資源の効率的利用技術の開発に関する総合研究（バイオマス変換計画）」が開始され、生物資源現存量（藻類）の解析と再生産可能性を評価することにより資源増殖分野にバイオマス（利用可能な生物資源）の研究が付加されることになった。1983年には一般別枠研究「細胞融合・核移植による新生物資源の開発に関する研究（細胞融合）」も開始されてプロトプラスト（細胞から細胞壁を取り除いてバラバラにした細胞）に関する研究が始まり、アマノリ類のプロトプラストの作成とその融合に成功し、育種とバイオテク研究の基礎が築かれた。

このように、浅海開発部が発足してから資源増殖分野の重要な研究が急速に進展したが、以上のような課題設定のねらいは海洋環境研究や生態系研究等の幅広く広域的な研究を行うことであり、多くのプロジェクト研究に参画することにより基礎的・先導的な研究が深化し、顕著な成果を上げた。この期間に発表された原著論文は38編に達

している。

## 3. 資源増殖部(1988～1998)

### の研究経過と成果

資源増殖部は4研究室体制で、3研究問題(1)～(3)と4大課題(a、b)で構成される新しい基本計画に基づいた研究を実施することとなった。

### (1) 優良品種の育成と遺伝資源の保存

#### a. 九州西岸域主要魚介類へのバイオテクノロジー等先端技術の展開

アマノリ類や水産動物のバイオテク研究は、1983年から開始されたプロジェクト研究の下で大きく前進し、有用藻類の好適系統を育成するために、アマノリにおける形質転換技術及びノリ・プロトプラストを利用した変異株作出技術の開発、アワビ・カキのDNA分析による変異の探索手法の開発、魚類有用遺伝子の単離と構造解析に関する研究等が推進された。また、形態から種の識別ができないイセエビとカノコイセエビ浮遊幼生をDNAの変異を利用して種判別する方法を開発した。更に、アマノリ類の収集・保存ならびに品種に関する調査研究では、1985年から開始されたジーンバンク（水産生物の遺伝資源の保存）事業により、アマノリ類の収集と糸状体の継代培養が進められ、現在までに13種58系統が保存されるとともに、それらの特性解明が進展している。この事業の中でアマノリ殻胞子の超低温凍結保存法を開発し、特許を取得したことが特筆される。

### (2) 有用水産資源の培養及び管理技術の確立

#### a. 九州西岸及び沖合域における魚介類の餌料環境と環境収容力

増養殖場の低次生物生産機構を明らかにするため、主要かい脚類の生物生産過程、微小動物プランクトンの生産性、魚類稚仔の生残と餌料プランクトンの生産性等の解明が行われた。また、1989年より開始された大型別枠研究「生態秩序」で、腐食連鎖及び生食連鎖における餌料となる底生生物の生産過程の解明及び食物関係からみた底魚類の共存機構、餌料生物の生産過程と底魚類による利用様式等を解明する研究も行われた。更に、種苗放流による生態系モデルの検証も行われた。これら一連の研究から、ヒラメの主要餌料生物であるアミ類の豊度には顕著な季節・年変動があり、成育場の環境収容力はアミ類の豊度によって規定されることが明らかとなった。また、放流種苗の生残は共食いを含めた被食や餌をめぐる他種との競合にも左右されること等が明らかとなった。これらの成果はつくり育てる漁業での種苗放流技術の向上に重要な貢献を果たした。

## b. 九州西岸及び沖合域における資源培養による漁業生産の増大

有用魚介類種苗の育成および放流技術開発に資するため、1986年からは種苗の生理・生態特性に基づく放流技術の解明、底生魚類の複合放流技術の開発及び有用植食動物の放流個体群の効果的な管理技術の開発等に関する研究が行われた。また、アワビ類の個体群維持機構の解明と種苗放流技術の向上に関する研究が行われた。これらの関連研究により、放流したアワビ稚貝の主な初期減耗要因は被食であり、浅海に放流した方が生残率、成長率ともに高いこと等が明らかになった。

さらに、イセエビに関する研究では、これまで全く不明であったイセエビ浮遊幼生の回遊経路をほぼ解明するとともに、沿岸岩礁域における浮遊幼生着底数の増加とその生残率向上を可能とする稚エビ礁の必要条件も明らかにしつつある。一方、有明海におけるイヌノシタ属の分布、成長、摂餌生態等が把握され、人工種苗の適切な放流条件の解明に向けた福岡県からの受託研究に発展している。

### (3) 増養殖生産技術の体系化

#### a. 九州西岸域における効率的生産体制の確立

増養殖場の効率的利用技術を開発するために、1988年から九州西岸域における魚類養殖および有明海における採貝漁業の実態把握を行った。また、1991年からは水産庁による沿岸漁場整備事業の一環として、アサリ漁場における餌料環境評価法を検討した。更に、新育種素材による増養殖技術開発に資するため、免疫学的手法によるアマノリ類優良株選抜技術開発に関する研究が開始された。

1994年に基本計画の見直しが行われたが、新規に開始された研究課題の主要成果は下記の通りである。

資源の増殖技術の開発では、1994年から開始された大型別枠研究「新需要創出」で、藻類の有用機能利用による環境向上に関する研究を行った。この研究で、微細藻の連続培養と種苗飼育廃水の浄化を並行して行えるシステムを開発した。また、1993年から西日本各地で発生した養殖クルマエビの大量へい死問題に対して関係県の水産試験場等、行政機関、養殖研究所と連携して対応し、その原因は中国産クルマエビ種苗とともに持ち込まれたウイルスであることを究明する成果を上げるとともに、種苗の防疫体制整備に貢献した。さらに、底生生物の生理活性による漁場環境の評価に関する研究では、生理かく乱物質等の影響を評価するバイオアッセイ系として応用可能と考えられるRT-PCR法によるチトクロムP450の定量法を開発した。一方、海洋生態系の解明では、1994年から開始さ

れた環境庁地球環境研究「サンゴ保全」に参画し、サンゴ活性化測定法の開発と評価に関する研究を行い、サンゴと環境要因との関連を解析した。

## 4. 海区水産業研究部（1998～）

### の研究経過と成果

現在のところ、資源培養研究室、沿岸資源研究室、海区水産業研究室の3室9名（部長を含む）で構成されている。

資源培養研究室では、九州沿岸で効率的な放流を展開するために、培養対象種の生物特性、共存生物との相互関係、生育場の環境収容力等の研究を行っている。近年人工種苗の放流が生態系の生物多様性に与える影響が世界的な問題となり、1997年から開始された特別研究「種苗放流が生物の多様性に及ぼす影響に関する研究」に参加し、人工種苗による放流ヒラメの捕食能力は同サイズの天然魚より劣ることを明らかにした。放流魚は天然魚のように厳しい自然淘汰を受けておらず、形態、生態、行動が天然魚と同じではないために、このような差異が起こるものと考えられた。また、成育場内でのヒラメの分布を維持するための餌量を推定した。これらの結果から、生物多様性の維持を考慮した種苗放流技術について整理し、環境収容力に見合った放流技術を提言した。

転石域におけるウニの分布と餌となる大型褐藻類の関係について調査し、ウニの新規加入量は年により異なることを明らかにしたが、本海域では大型褐藻類の分布が北方海域と異なって複雑であるため、藻類分布調査手法の検討も開始したところである。

沿岸資源研究室では、イセエビ資源の減少要因の解明と加入量をモニタリングする標準的手法の開発をおこなっている。九州西岸域では夏期にふ化した初期幼生が沿岸域に広く分布しているが、9月以降には出現しない。広域的な調査の結果から、幼生は冬期に本州沖の黒潮流軸を越えた渦流域に分布し、1年後に再び黒潮流軸を越えて沿岸域に來遊し、着底するというイセエビの大回遊を明らかにした。この研究は、沿岸域調査のみならず黒潮を越えた外洋域までの広範囲な調査を行うことのできる水産研究所ならではの成果であるといえよう。このように浮遊幼生期の外洋における回遊経路をほぼ解明できたため、次の段階として沿岸域に來遊するポストラバ（稚エビになる一歩手前）を効率的に捕獲できる西海水研式コレクターを開発した。着底したポストラバの生残率の向上には藻場の有無が重要な鍵を握っていることを確かめ、これらの成果を基にポストラバを

大量に採集する方法と増養殖に向けた技術的検討や、多孔式実験礁を天然海域に設置して着底稚エビ礁の必要条件を明らかにしようとしている。

また、近年、全国的に藻場が消失しているが、その原因の一つがアイゴ、ブダイを中心とする食植性魚類による食害であることを初めて明らかにした。さらに、人工衛星を使用して効率的かつ広範囲に藻場の分布状況を把握するための研究に着手したところである。

海区水産業研究室では、資源の減少や赤潮などの発生により二枚貝漁業不振が問題となっているため、主要種の生理状態と環境要因との関わりについて調査・研究を行っている。有明海の主要二枚貝であるタイラギのグリコーゲン含有量は他の貝類同様に産卵期前に高く、産卵期後に低い傾向を示すものの、産卵期前の含有量が年により異なっていることを確認し、このことが生残に何らかの影響をおよぼしていることを推察している。

また、大学などの他機関と連携して農林水産技術会議プロジェクト「内分泌かく乱物質が内湾干潟域に生息する底生魚類の再生産に与える影響の実態把握（環境ホルモン）」に参加し、有明海の河口域に生息する底生魚類への実態把握を行った結果、特定の場所に生息する魚類が環境ホルモン物質の影響を受けていることを確認している。

## 5. 緊急事態への対応

九州西岸域で発生した緊急の事態には、漁業資源部、海洋環境部、各県の水産試験場等と連携・協力して対応している。近年では、2000年12月から有明海において発生した大規模なノリの色落ちや有明海主要二枚貝の減少等の原因を究明するために、13年から始まった行政対応特別研究「有明海の海洋環境の変化が生物生産に及ぼす影響の解明（有明生物）」に参加し、各県試験研究機関と連携・協力して、その解明にあたっている（本誌105号参照）。

資源培養研究室では、有明海で漁獲対象となっている二枚貝類はいずれも生産量が減少し、最近年に事実上絶滅した種もあることから、底生生物の分布様式、海底環境と貝類の生理状態の関係を調べ、二枚貝漁獲量の減少機構を明らかにして漁場造成や資源管理等の生産回復技術の効率的な適用方法を考案中である。

海区産業研究室では、有明海の二枚貝生産の推移を把握するとともに、生産量に影響を与えていたと考えられる要因を抽出する。また、現場調査から二枚貝の生育状況、減耗実態の把握を行い、減耗时期の特定と要因を調べている。さらに、今

回の大規模なノリの色落ちの原因は過去に例のない大規模かつ長期的な珪藻プランクトンの発生によるものであるため、有明海における栄養塩の現存量、供給量などの動態についても検討している。これらの成果は「農林水産省有明海ノリ不作等対策関係検討委員会（通称第三者委員会）」における科学的知見として活用され、学会等においても成果の発表を行っている。平成15年度春季日本水産学会では、行政対応特別研究「有明生物」からの、成果18題を中心として、一会場で計30課題が発表されることとなっている。

## 6. 今後の研究の推進方向

5つの海区水研に設置された海区水産業研究部の研究業務については、かなり幅広い規定振りとなっていて、4項が提出されている。重点を記せば、担当する海域における、①増養殖対象種の資源維持及び増進、生理、生態、育種、②水域の環境収容力、③資源の管理と生態、④漁業、増養殖、漁場利用等についての試験及び研究並びに調査を行うこととされている。このような幅広い規定振りは、海区の情報に応じた研究展開の必要性を受け止めながら適切な専門領域を持つ研究者を配置する可能性を含んだものであると理解している。西海水研においては、担当海域の地域振興のため、海域特性と産業を見つめつつ、将来につながる基礎的な知見の集積に重点を置きながら調査・研究を進めているところである。海域を保全しながらつくり育てる漁業及び資源管理型漁業の振興を図っていくことは地域の水産業の活性化にとって不可欠ではあるが、近年我が国の沿岸や内湾域では赤潮発生や貧酸素水塊の発生、海洋汚染、環境破壊の問題等々により生産量は減少の一途をたどっている。今こそ海区水産業研究部が力を発揮し、ブロック内の水産試験場等との連携・協力を図りつつ地域の産業に貢献するために力を発揮することが求められている。

2000年12月に西海ブロック水産業関係試験研究推進会議の海区水産業研究部会が開催され、西海ブロック内の水産試験場等から48件にも及ぶ研究ニーズが提示された。これらのニーズの内、栽培漁業関係のニーズについては、部会の下部組織である魚介類研究会においてレビューを行い、具体的な問題点を抽出し、メーリングリスト等による情報の共有化を図り、積極的にプロジェクト化、事業化できる調査・研究を企画・立案する方向で進行している。また、藻場消失関係については西海ブロック内だけの問題ではなく、全国的な問題であるため、ブロックのみに止まらず各機関

の専門家などを招へいして研究会やシンポジウムなどを開催し、状況の把握を行っていくこととしている。更に、二枚貝類のへい死問題などの有明海関係の課題については、現在推進している行政対応特別研究「有明生物」の成果に期待し、場合によっては更なるプロジェクト化、事業化できる調査・研究を企画・立案することとしたい。こうした対応は独立法人化を一つの突起として、西海水研としても改めて地域の水産試験場等との役割分担の確認と研究の浄化を目指す一環である。

## 7. 新研究所での展開(2003～)

2003年春には長崎市多良良町に西海水研の新庁舎が完成し、夏季には現在の長崎市国分町から移転する予定である。現在の約4倍にあたる18,000 m<sup>2</sup>の敷地に本館本部棟、本館研究棟、測定・標本棟、飼育実験棟、野外飼育施設等が建設される(本誌106号参照)。当部が中心となって設計した飼育実験棟には魚介類生態実験室、魚類飼育実験室、介類飼育実験室、藻類実験室等の飼育施設と実験施設等が配置されている。これらの実験施設の充実により、現場で把握された様々な現象を精度の高い実験系に持ち込み、現象と実験の両面からのアプローチにより問題を解決することも可能となり、大きな進展が図れるものと期待している。

各県試験研究機関で取り扱う主に水産生物は産業的重要種である。当部では産業的重要種のみならず、それを取り巻く多種多様な生物や生態系の研究を推進して行く。今まで行ってきた生物調査・研究の成果や研究者の体験などから、水産生物、その群集を取り巻く藻場、干潟、岩礁などの場の環境研究の重要性が指摘されており、海区水産業研究部の将来の中心的研究課題となる可能性がある。例えば、イセエビの我が国沿岸への着底量の多少には、藻場の有無が関係していることが明らかになりつつある。岩礁域、藻場およびその周辺水域には多種多様な生物が生息しているが、ここは同時にイセエビ幼稚仔期の生育場であり、その発育段階に適した餌の供給場であることが推察できる。岩礁域に生息場所を依存しているあわび類、うに類等は、岩礁域の大型褐藻類を餌料としており、岩礁域の広さ、そこに繁茂する海藻類の分布や種類などがあわび類、うに類等の資源量を規定していることが推察できる。

有明海においてはアサリやタイラギは着底はするものの、漁獲される前に死亡してしまう現象が続いており、有明海タイラギの潜水器漁業は地域によっては10年にもわたって休漁が続いている。資源減少の原因については産卵量(親資源の大き

さ)、稚貝の発生数、着底後の死亡が主なものであり、これらと関わる現象として、底質の泥分画などが指摘されているが明らかではない。野外では海洋観測などにより環境の悪化時期は特定されているが対応する貝類の死亡時期が特定されていないため、実態解明には至っていない。海区水産業研究部では、種々の貝類の行動に着目し、行動をアナログ信号としてとらえ、実験的に環境を悪化させることによる信号の違いから貝類の死亡時期を特定することを試みている。新庁舎での詳細な実験と有明海での本実験に備えて、現在予備実験を行っているが一部の成果については平成15年度春季日本水産学会大会で報告が行われる。

有明海は海区水産業研究部にとって恵まれたフィールド「研究の宝の海」であり、プロジェクト研究の成果を核として、解決された部分、未解決の部分を整理し、有明海の調査・研究を強化しなくてはならない。

近年、沿岸資源の減少を補うため、放流すれば漁獲量が増加するという単純な発想の下に人工種苗の放流が盛んに行われるようになった。しかしながら、栽培漁業の推進を図る上で重要な放流種苗の評価や放流効果の確認等については未だに明確でない部分が多い。また再生産への寄与や遺伝的多様性の確保など生態系保全への配慮も明確でない。また、これまで放流されてきた主な魚種について、成熟と再生産への関与の有無についても確かではない。栽培漁業が資源増大への一つの方法であることは概念的には間違いではないものの、最も必要である「放流効果の確証」に関する技術の開発が不十分な状態であるため、栽培漁業の推進も足踏み状態となっている。海区水産業研究部が行ってきた栽培対象種を中心とした生態系の研究に加えて、このような問題に対しても積極的に取り組み、分子生物学的手法等の先端的・先導的手法を活用して解決していくことが必要である。新庁舎にはこのような施設、設備、機器が完備されている。科学的根拠に基づき、栽培漁業が資源増大のための有効な一つ的手段(one of them)であることを実証することも重大な使命であり、そのためのニーズにあった人材の育成や確保を積極的に行っていきたい。

13年度から始まった行政対応特別研究「有明生物」が実施されてからは各県との連携・協力態勢は以前より強化されてきたが、率直に言って絶大な信頼を得るにはもう少し時間がかかりそうである。海区水産業研究部は、地域の水産業振興のためにも積極的に各県水産試験研究機関と連携・協力を行っていききたいと考えている。



## 二枚貝の漁獲量が減って マクロベントス調査始まる

資源培養研究室 興石 裕一・清本 節夫・鈴木 健吾



### 海苔→二枚貝→マクロベントスの関係

マクロベントスとは水底に住む生き物のうち、ある大きさに区分された生き物のことを言う。採泥器を用いて採取された底泥を1mmあるいは0.5mm目のフルイでふるい、残った動物をマクロベントスと呼ぶ。また、まれに採れて調査結果を大きく左右する1g以上の大型の動物は、多くの場合別に扱っている。

2年前有明海の海苔養殖業は深刻な不作に襲われ、これを機に行政対応特別研究「有明生物」が組織された（ニュース105号）。私たちは、二枚貝の漁獲量が減少した原因を探る一環としてマクロベントスの分布生態調査を始めた。有明海でのアサリ、サルボウガイ、タイラギといった二枚貝の生産は長期低落傾向にあり、特にアサリ、タイラギではこの10年間顕著に漁獲量が減っている。底質の泥化をはじめとした底層環境の悪化が影響していると推察されているが、漁獲量減少の原因は特定できていない。マクロベントスの分布量やその組成は海底の環境を把握するための良い指標となることから、二枚貝の漁獲量が減少した原因を推定する基礎的な資料を得る目的で調査を行っている。



### ベントス調査は帰ってからが大変

有明海では様々な目的でベントス調査が行われているが、広範な海域を対象とした調査事例は少ない。最近では東ら（2000）が全域を対象にした結果を報告している。特別研究の調査では、有明海の北部海域に50余の調査点を設け、小型漁船にスミス・マッキンタイヤー型採泥器を装備して採泥した（写真1）。調査時期は、2001、2002年とも成層化により海底環境が厳しくなる夏季を挟



写真1 スミス・マッキンタイヤー型採泥器による底泥採取

んだ6、10月とした。また、大きな潮位差と小さな船という組み合わせを生かして、約1/4の調査点を干潟域（海図上で0mより浅い海域）に設け、干出する海域としない海域の比較を試みた。ベントス調査は採集を終えた後の処理（選別、査定、測定、底質分析等）に非常に多くの時間がかかる。2002年のサンプルは現在分析中なので、ここでは分析の進んだ2001年の結果をいくつか紹介する。



### 心配と安心（悪化と健全双方を示す結果）

6月の調査で得られた全動物の平均分布密度は2,630個体/m<sup>2</sup>で、多毛類、二枚貝、ヨコエビ類等が主な生物群であった。調査点が異なるため厳密に比べることは出来ないが、東（2000）は、1997年が14,285個体/m<sup>2</sup>、1999年が6,272個体/m<sup>2</sup>という密度を報告しているので、ベントスの密度は近年減少傾向にあると推察される。また、10月の平均分布密度は1,494個体/m<sup>2</sup>であった。一般にベントスの密度は夏から秋に低下することが知られているので、10月にベントスの密度が減少した主な原因は、世代交代や生活様式を変えることでベントスが示す通常の季節変化と言える。ただし、夏に底層の貧酸素化が観測された湾奥西部海

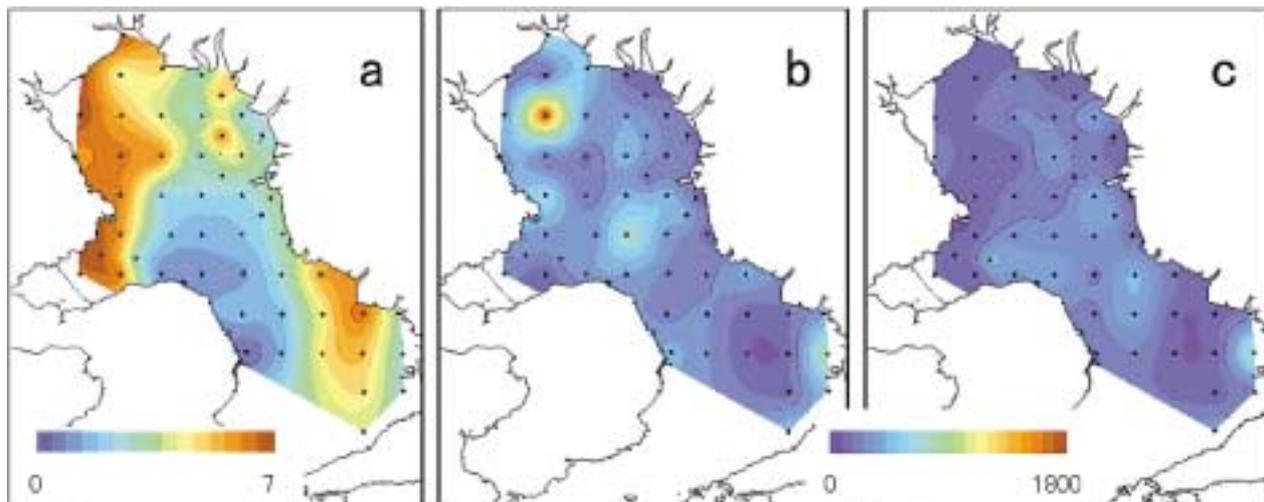


図1 2001年6月の底質中央粒径値(Md  $\phi$ , a) と6月(b)及び10月(c)の全動物分布密度(個体数/0.1 m<sup>2</sup>) 水平分布

域でベントス密度の減少が目立つことから(図1)、有明海の泥化の進行による環境悪化が影響していることも心配される。また、6月と10月の二枚貝の密度を見ると、干出する海域(干潟)では増えたのに対し干出しない海域では減少していた。この結果にも貧酸素が関連している可能性がある。干潟は干出した時に空気に触れるため貧酸素の状態が継続するとは考えにくい、干出しない海域では貧酸素化の影響が続くことも考えられるからである。

ところで、6、10月の調査で採集された二枚貝の総数は約5,500個体でその75%近くをアサリ、シズクガイ、チヨノハナガイが占めた。このうち、アサリは一部の砂底の調査点で集中して採集され、他の2種は湾奥部の泥底の調査点に多かった。シズクガイ、チヨノハナガイの2種はいずれも有機物の多い海域に分布し、有機汚染の指標種とされている。2001年のベントス密度は、他の海域と比べて特に低くはないが(陶山ほか、2003)、汚染指標種とされる二枚貝が多かったことは海底環境の悪化を心配させる結果である。なお、2002年調査の途中集計では、ベントス分布密度の増加およびシズクガイとチヨノハナガイの密度の低下が見られており、少し安心できる結果となっている。

一方、2001年6月の調査では168種の多毛類、57種のヨコエビ類が確認された。特にゴカイなどの多毛類については、上位10種をとってもそ

の合計個体数が全体の半分以下であった。つまり、二枚貝のように特定の種に偏った分布は見られず、予想を超える多様性が確認された。一般に、富栄養化や有機汚染が進むと出現種数や多様性は低下することが知られており、多様な多毛類相の確認は有明海的环境が健全であることを示す一例と言える。また、有明海特産のカニ類として知られ、新種として記載されて以来30年以上も採集記録が無く、絶滅の可能性も心配されていたアリアケヤワラガニが採集されたことも(小菅ほか、2002)、有明海の底質環境が生き物たちを育む力を保って来たことを示す事例と言える。ただし、これらの結果は、最近になって有明海が調査・研究対象として注目され、調査頻度が高まったことにより得られたものとも考えられるため、今後も継続的な調査を行って確認することが重要である。

### 底質の泥化、貧酸素水の出現と二枚貝の漁獲減少

2001年の調査結果で私たちの事前の予想と大きく異なっていたのは、干出しない海域に大型の二枚貝が少なかったことである。実は採集用具の特性から大型の二枚貝はあまり採れないと予想し、約半数の調査点では簡易ドレッジによる採集を行ったにもかかわらず、まとめて二枚貝が得られた調査点がほとんどなかったのである。このため、別の課題で予定していた干出域と非干出域

の二枚貝の生理状態（たとえば肥満度）の比較は出来なかった。「貧酸素の可能性が高い非干出域の二枚貝の生理状態は干出域より悪い」というシナリオを書いていたのだが...

二枚貝漁獲量の減少には、環境悪化、食害、資源管理の不徹底等の様々な要因が絡んでいそうである。中でも貧酸素による海底環境の悪化が直接的なへい死要因になるか否かは、今後慎重に検討することが必要と考えられ、移植試験や飼育試験による検討を予定している。これらの試験は、まだ予備的な段階であるが、興味深いことがわかってきた。



## 二枚貝は水面を目指す？

二枚貝という砂の中に潜り込んでじっとしているという、あまり活発でないイメージがあるかもしれない。しかし、一見動かないように見える二枚貝の仲間も、周りの環境の変化にあわせているいろいろな行動をとっているようである。アサリの貧酸素耐性試験では、海水中の酸素を窒素ガスで追い出して酸素が少ない状態にするとアサリが砂の中からはい出してくる（写真2）。同様の試験をタイラギで行ってみると、タイラギも砂の中からはい出してくる。このときタイラギが貝殻を開閉する動きを測ってみると、砂に潜るときとは異なった運動をしていることがわかった（図2）。水中の酸素が少なくなった時に砂の表面に出てくる行動はシズクガイでも報告されており（玉井、1993）、砂泥域に住む二枚貝にはよくある行動とも考えられる。なぜこれらの貝は砂の中からはい



写真2 貧酸素耐性試験でアサリが砂の表面に這い出している様子

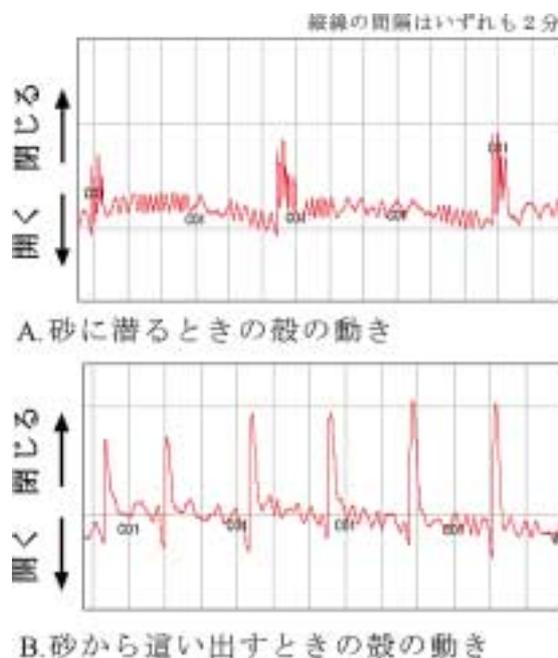


図2 タイラギの殻の開閉運動の記録。砂に潜るときは短い間隔で殻を数回開閉するが、砂から出てくるときは数分の間隔をおいて一回ずつ殻を閉じている。

出してくるのか？たとえ砂からはい出しても、魚のように水面まで上がって空気を吸うことは出来ないはずだが...。理由はまだ十分説明できないものの、この行動を調べることにより漁場の環境が好適な状態にあるのかどうかを判断する材料になりそうである。このような観点から二枚貝の行動にも着目して研究を進めていこうと考えている。

## 文献

- 東幹夫. 諫早湾干拓事業の影響. 「有明海の生き物たち」佐藤正典編 海游舎 2000; pp320-337.
- 東幹夫・近藤寛・西ノ首英之. 土石流の漁業への影響. 「火山-雲仙普賢岳がもたらしたもの」. 長崎大学「火山と災害」教育研究グループ編著 2000; pp104-146.
- 小菅丈治・輿石裕一・陶山典子. アリアケヤワラガニ（ヤワラガニ科）の再発見. 南紀生物 2002; 44(2):103-105.
- 陶山典子・輿石裕一・須田有輔・村井武四. 底質から見た有明海北部の海域区分とマクロベントスの分布. 水大校研報 2003; 51(4). 印刷中
- 玉井恭一. シズクガイの貧酸素耐性. 日水誌 1993; 59(4), 618-620.



# クロアワビの成熟サイズについて

—浮消波堤の調査から—

海区水産業研究部 清本節夫・林 育夫\*・吉村 拓・高木儀昌\*\*

\*：日本海区水産研究所 海区水産業研究部 \*\*：水産工学研究所 水産土木工学部

動物が成長し、成熟する大きさは生物学的最小形 (biological minimum size) と言われ、この大きさ以上の個体は繁殖に参加する (放卵・放精する) ことが期待される。クロアワビは暖海域に生息するあわびの1種で、沿岸漁業の重要な対象種であり、近年では種苗放流が広く行われている。このため、多くのことが分かっていると思われるが、天然での生物学的最小形については意外に調査事例が少ない。

昨年11月6日に、長崎市網場(あば)地先に設置されている浮消波堤の調査が行われた。この消波堤の上部には、プール状になった水深1mほどの部分があり、そこには小型海藻が繁茂し、ヨレモク・ノコギリモクもわずかながら見られた(写真1)。動物ではうに類のムラサキウニ、巻貝のウラウズガイ、二枚貝のケガキ、ヒバリガイモドキが多く見られ、主に熱帯域に生息するギンタカハマも確認された(表1)。

ここであわび類の採集を行い(写真2)、2人の潜水士が1時間半ほどの探索で殻長3~10cmのあわび130個体を採集した。これらは、殻長の



写真1 プール内のイソモク



写真2 プール内のクロアワビ

表1 消波堤中央部のプールで見られた動物

種類	出現頻度*	種類	出現頻度*
<b>棘皮動物</b>		メガイアワビ	—
ヒトデ	—	オオコシダカガンガラ	+
イトマキヒトデ	—	コシダカガンガラ	+
ムラサキウニ	+++	ギンタカハマ	—
アカウニ	—	サザエ	+
ガンガゼ	—	ウラウズガイ	+++
バフンウニ	++	フトコロガイ	++
<b>軟体動物</b>		オオヘビガイ	++
<b>ヒザラガイ類</b>		ヒメヨウラク	++
クサズリガイ	—	キクノハナガイ	++
ババガゼ	—	コノハマドリガイ	+
<b>軟体動物</b>		アメフラシ	—
<b>腹足類</b>		<b>軟体動物</b>	
ヨメガガサ	++	<b>二枚貝類</b>	
サクラアオガイ	+	ケガキ	+++
トコブシ	—	サルノカシラ	++
マダカアワビ	—	ヒバリガイモドキ	+++
クロアワビ	++		

\*:頻度は、30分間の観察で、-1~3個体、+4~10個体、++11~50個体、+++50個体以上観察されたことを示す。

みを測定する予定であったが、生殖巣が発達して雌雄が判別できる状態であったため、現場で肉眼での成熟状態も調査し、再び浮消波堤に返した。あわび類の雌雄の判別は通常外形では困難であるが、産卵期にはいわゆる角の部分に雄では黄白色に、雌では緑色になり判別できる。このため、肉眼による雌雄の判別が可能かどうかで成熟しているかどうかを判定することが多い。なお、採集されたあわびはほとんどがクロアワビで、メガイアワビが1個体、さらにマダカアワビと思われるものが5個体混ざっていた。

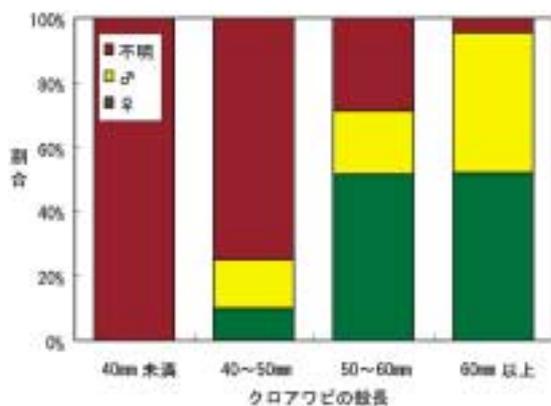


図1 各殻長ごとのクロアワビの成熟状況。不明は未成熟と考えられる個体。

採集数の多いクロアワビについてのみ結果を図1に示した。生殖巣が黄白色、あるいは、緑色になり、雌雄が判別できたのは、殻長6cm以上では44個体中42個体（95%）、殻長6～5cmでは35個体中25個体（71%）、殻長5～4cmでは20個体中5個体（25%）であり、殻長4cm未満で成熟を確認できた個体はなかった。成熟が確認できた最小の個体（生物学的最小形）は雄で4.7cm、雌で4.8cmであり、殻長6cmまでにはほとんどの個体が成熟するものと考えられた。なお、同じ長崎県内の宇久島で長崎水試が調べた結果（市来ら1977）では生後2年で平均4.6cmに、3年で平均8.0cmに成長するとされている。

これまでクロアワビの生物学的最小形について調べられた例では、茨城県で8.0cm（猪野・原田1961）、千葉県で雌5.5cm、雄6.2cm（千葉県1980）、兵庫県淡路島で雌6.8cm、雄6.0cm（兵庫県1980）、徳島県で雌5.4cm、雄5.1cm（小島・湯浅1993）とされている。これらに比較して、今回の結果は1cm程小さい。この原因の一つとして、産卵盛期と思われる時期に

殻長4～5cmの個体を調査した事例が少ないことが挙げられる。茨城県の例では殻長6.5cm未満の個体は調べられていない。また、千葉県の例では5.0cm未満の個体も多く調査されているが、調査を行ったのが9月30日であり、産卵盛期と考えられる11月より少し早い。今回の調査では、殻長の測定後に放卵した個体も見られたことから、産卵の最盛期であったと考えられ、成熟度の調査に適した時期に小型個体を調査することができたため、より小さい個体の成熟を初めて確認できた可能性がある。

また、一般的に生物学的最小形は分布の北側で大きくなり、南側で小さくなる傾向にあることから、今回の結果もその傾向に沿ったものであるかもしれない。さらに、かつて猪野（1952）は、クロアワビの生息域である不知火海に、形態がエゾアワビに酷似するクロアワビが生息していると報告しており、また、2日後に不知火海の御所の浦町で同様の調査が行われた結果、殻長3.7cm以上の個体で成熟が確認されている。今回調査した網場地先は、不知火海とは有明海をはさんでつながっている橘湾に面しており、不知火海に見られる、外海のクロアワビとは多少異なった特徴をもつグループが生息しているのかもしれない。

今回の調査で見られたクロアワビ小型個体の成熟が、分布域の南端に位置するためか、地域的な集団の特性によるものか、あるいはそれ以外の理由によるものかは、今後、他の海域で調査を行い、結果を比較する必要がある。

## 引用文献

- 千葉県（1980）大規模増殖場開発事業調査総合報告書昭和54年度版（安房地区），pp. 1-79.
- 兵庫県（1980）大規模増殖場開発事業調査総合報告書昭和54年度版（南淡路地区），pp. 1-52.
- 市来忠彦・山下金義・種村一成（1977）長崎県宇久島沿岸におけるクロアワビ幼稚貝の分布と成長．長崎水試研報，（3），p. 84-94.
- 猪野 峻（1952）邦産アワビ属の増殖に関する生物学的研究．東海水研報，（5），p. 1-102.
- 猪野 峻・原田和民（1961）茨城県におけるアワビ産卵期．東海水研報，（31），p. 275-281.
- 小島 博・湯浅明彦（1993）牟岐町地先におけるマダカアワビ・メガイアワビの生態と海士漁業．平成3年度徳島水試事業報告，p. 54-59.



# イセエビの初期生態研究

沿岸資源研究室長 吉村 拓



## 研究の目的

海洋生物の多くは、卵からふ化後のしばらくの間、幼生として浮遊生活を送る。このことは、不適な環境から逃れたり、分布域を拡大することにもつながり、種の生き残りにとって重要な役割を持つ。種によって浮遊する期間や水深帯が異なり、その結果として海流などによって運ばれる範囲が違ってくる。その期間が最も長い結果、最も長距離を移送される生物のひとつとして、いせえび類が知られている。



図1 イセエビの成長過程

日本には6～7種のいせえび類が生息しているが、このうち最も一般的な種がいわゆるイセエビ *Panulirus japonicus* で、鹿児島県から千葉県に至る太平洋沿岸と九州西岸域を主要な分布域としている他、台湾北部にも分布している。親の腹部に抱かれた卵から孵化した幼生は、フィロソーマ幼生と呼ばれ、大きさや形から初期・中期・後期の3期に大別されている。最終段階の幼生が変態すると、親エビに似た形のプエルルス、さらに稚エビへと成長する(図1)。室内実験によって、本種の幼生期間はおよそ1年間であることが示されているが、天然海域における幼生の生態にはまだ謎が多い。幼生の分布域が判っていなかったため、調査自体が他の水産生物に比べて少なかったことがその大きな理由である。

全国的に見ればイセエビの漁獲量は比較的安定

しているが、なぜか九州のみが減少の一途を示している。しかし、その原因ははっきりとしない。漁業の実態がよく見えていないこともあるが、幼生期の生態に謎が多く、イセエビ資源の再生産のしくみがいまだに基本的にわかっていないことが、その原因究明における大きな壁となっている。幼生期の生態を探る目的は、どうやって資源が維持されているのかというイセエビの基本を理解する上で不可欠なのである。



## 初期幼生はどこに？

発眼卵をもつ親エビがごく普通に沿岸域で見られることは、幼生の孵化も沿岸域で行われることを示している。しかし、孵化後の初期幼生を広い水域で連続的に調査した例がないため、九州西岸域における初期幼生の分布状況を調べた。

当所東シナ海漁業資源部が1994～99年に陽光丸で実施したIKMT(開口部3m<sup>2</sup>)傾斜曳き(最大水深130m)によるサンプルを調べた結果、7～8月の3航海において初期幼生189個体が出現した。一方、9-10、1-2、4月に行われた6航海では、イセエビ幼生は全く出現しなかった(図2)。九州周辺

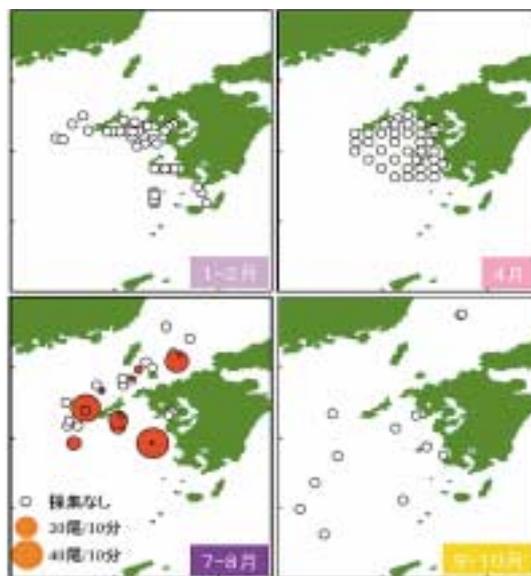


図2 九州西岸域における初期幼生の季節別分布状況

におけるイセエビの産卵期が5～8月であることから、孵化後約4ヶ月以内は沿岸域に分布し、その後沖合へ移送されることが示唆された。



## 中期以降の幼生はどこに？

次に、1989～92年の冬と99～00年の秋に東北水研が本州沖合域で行った稚魚ネット表層曳網によるサンプルに基づいて、本州沖合における分布状況を検討した。その結果、中～後期幼生が11個体出現した。採集された地点は、いずれの年も黒潮流軸より南側の水域に限られていた(図3)。黒潮沖合には、高気圧性と低気圧性の中規模渦が多数存在し、これらが基本的には西方へ移動することが最近明らかにされたことから、中期幼生の移送にこの渦が関与する可能性が示唆される。

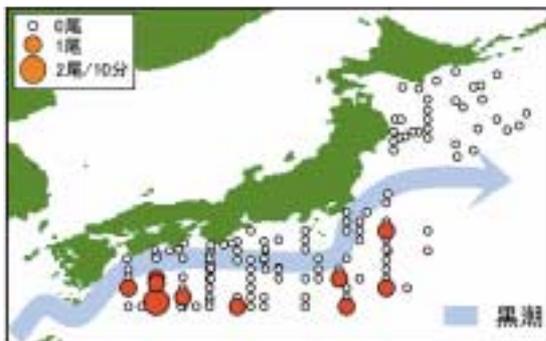


図3 本州沖合域の、秋～冬季における幼生の分布状況

幼生の最終段階のものは、プエルルスへの変態を控えた最終期幼生として区別されることが多い。九州南西沖合での最終期の分布状況を明らかにする目的で、陽光丸による独自調査に加え、遠洋水

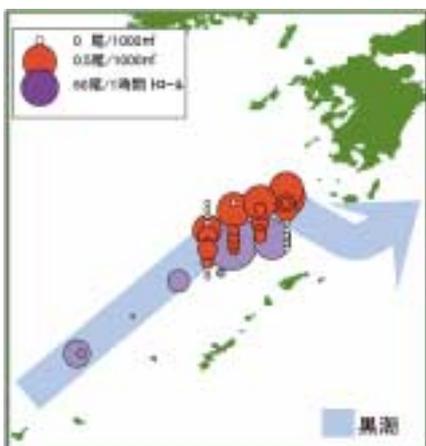


図4 九州南西沖合域の、夏季における後期幼生の分布状況

研が1997年に行った表・中層トロールによるサンプルも含めて検討した。これらの調査で日本のイセエビ研究始まって以来の大量採集が実現され、その結果九州から沖縄周辺の黒潮主流域には、夏季最終期幼生が優占的に分布すること(図4)、プエルルスへの変態も行われることなどが明らかとなった。



## 今後の課題

これまでの結果から、イセエビ幼生の移送には黒潮と黒潮沖合域の中規模渦が大きく関与する可能性が示唆された。渦の西方への移動は秒速約7cmという結果が報告されているので、仮に10ヶ月この水域に分布するとすれば、約1800km移送されることになるが、この距離は北緯25度線上の関東南方から台湾までの距離とほぼ等しく、約一年間という幼生期間と大きく矛盾しない。

しかし、この移送過程を証明するにはまだまだ証拠不十分である。すなわち、幼生が移送される主要な範囲を解明した上で、その中において幼生の成長段階別分布状況を連続的にとらえる必要がある。また、より確実かつ迅速な幼生の種査定法の開発も不可欠である。

おおよそながら中期以降の幼生分布域が見えてきたことで、イセエビの幼生移送過程や再生産の仕組みを明らかにするためのスタートラインにようやく立つことができたと言える。沖合調査に適した大中型調査船を有する水産総合研究センターならではの研究テーマとして、今後一層の進展を図りたい。

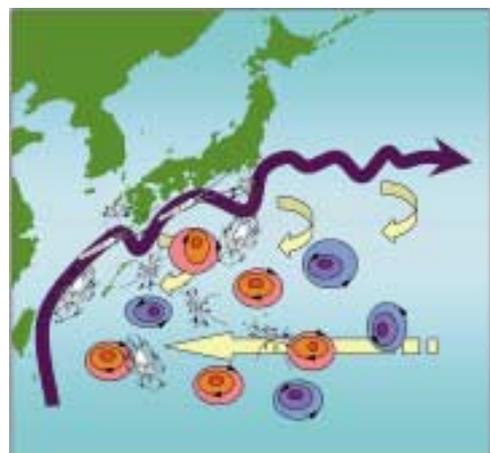


図5 イセエビ幼生の移送過程推定図。赤は高気圧性、青は低気圧性の中規模渦



## 藻場の消長における藻食性魚類の影響

沿岸資源研究室長 吉村 拓・資源培養研究室 清本 節夫



### 藻場とは



写真1 九州西岸域における代表的藻場。  
構成種はホンダワラ類(左)とクロメ(右)

海中の森に相当する藻場（もば）は、“海のゆりかご”とも言われ、生活史の一部を依存する種から、生涯にわたって藻場で過ごす種まで、多種多様な生物を支える重要な環境である（写真1）。アワビやサザエなど、海藻を直接餌として利用する生物にはもちろん、海藻を餌としないイセエビにとっても、浮遊生活から底生生活へ移る場として、また着底後約一年間の隠れ場や索餌場として不可欠な環境である。さらに、陸上の熱帯降雨林に匹敵するほど高い基礎生産量を誇り、海水の水質浄化にも寄与するなど、地球環境にとっても重要な役割を担っている。



### 藻場の衰退

この大切な環境である海の森が、近年全国的に減少していることが、環境省の藻場・干潟調査によって示されている。昭和53年から平成元～4年の間に、実に6,403ha（東京ドーム約1,400個分）もの藻場が消失している。海藻が乏しくなったり、無くなったりする現象を“磯焼け”と呼ぶが、九州も例外でなく、近年宮崎や長崎などから磯焼けの報告例が増えている。人為的な開発行為による場合を除き、予測や実態把握の難しいことから、磯焼けは漁業や環境にとって厄介な問題である。

従来、この磯焼けの発生要因として、水温など

環境条件の大きな変動や、ウニによる海藻の過剰な採食が考えられてきたが、近年特に日本の南西域沿岸では、藻食性魚類による食害の影響も無視できないことが明らかになってきた。きっかけは、我々が連続的に潜水調査を行っている長崎県野母崎（のもざき）町地先において、平成10年の秋に大規模な食害の発生を認めたことであり、その後他の機関も含めて様々な調査が始まっている。



### 藻食性魚類による食害と調査結果

平成10年以降、程度の差はあるものの、野母崎では毎年クロメなどの大型海藻が魚類の食害を受けていることが確認できている。最も目に付くのがクロメであり、ひどい場合は葉が全て無くなり、海底に散乱した葉や残った藻体に多数の歯型や食痕が認められる（写真2）。長崎水試および水産大学校との共同研究によって、この歯形がアイゴやブダイのものであることが確認され、成長点が残っていても、葉の大半を失ったクロメは、その後の成長が異常か、枯れるものの多いことがわかった。食害発生期である秋に漁獲されたアイゴの胃袋を調べた結果、この海域に優占するクロメとノコギリモクが主要な餌であることも示された。また、この歯型や食痕は時間の経過とともにぼやけてしまうため、



写真2 食害を受けたクロメ(上)と、葉に残る歯型(右)



写真3 アイゴ(上)とブダイ(右)、およびアイゴの胃から見つかったクロメ

藻場を高頻度に観察していなければ、食害が原因とはとらえにくいことも判明した。これは、従来この食害が見落とされていた可能性を示唆している。

クロメが無くなった場所にクロメを移植し、無人の水中ビデオカメラで撮影するという野外実験を繰り返したところ、毎回推定10尾前後のブダイが現れ、水温17℃前後での採食活動が活発(図1)で、2時間ほどでクロメ1本の葉をほぼ全て落とすことが確認された(写真4)。アイゴの出現回数は少ないが、数尾~数十尾の群れで現れ、クロメを食べる様子が数回確認された。両種とも葉のすべてを食べる訳ではなく、基部付近を集中的に食べるか、引きちぎるため、結果として食べられずに海底に落とされる量の方が相当に多いことも明らかとなった。

平成11年には南串山町でもクロメの食害が発生し、さらにワカメ養殖場での食害が新聞報道されるなど事例が増えている。なぜ、藻食性魚類の食害が顕著になってきたのかについては、近年の温暖化に伴う海水温の上昇が藻食性魚類の生残りにプラスに働いた結果とする説や、冬季の高水温化が魚類の採食活動を長期化させている、という説が考えられる。しかし、藻食性魚類と藻場の関係について、まだ詳しいことまでは見えていない。この原因のひとつとして、一部地域を除いて漁業の対象にならず、統計記録が残されていないため、魚類を量的に把握できないことがある。また、生態研究も進んでおらず、海藻が餌としてどの程度

重要なのか、1個体の魚がどの程度の海藻を食べ、また葉を落とすのか、移動範囲や群れの大きさはどの程度か、など不明な点が多い。

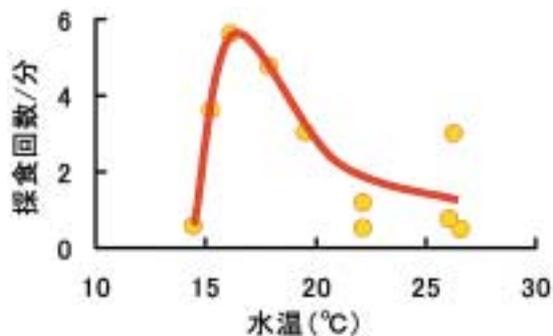


図1 野外実験に基づくブダイの採食活動と水温との関係



## 今後の課題

藻場を守り、漁業被害や海の森の衰退を食い止め、さらには藻場を回復させることが求められている。シカやサルが農作物を食害する場合と違い、藻食性魚類は人間の食料としての利用が容易である。人間の嗜好がからむという多少やっかいな面はあるものの、仮に個体群が増大しているならば、漁業による個体群調整という道が現実的かも知れない。本来美味で、沖縄県などのように地方によっては中級魚以上の価値があるため、利用が広まる可能性は十分にあると考えられる。

そのためにも、まず藻食性魚類の生態や個体群の変動、食害発生メカニズム、食害が藻場に及ぼす影響をより詳しく解明することが不可欠である。現在、水産庁予算による特定研究開発促進事業の中で静岡・大分・長崎の3県が、農林水産技術会議事務局予算によるプロジェクト研究の中で水研と水産大学校がこの問題にかかわっている。両者の連携も具体化しつつあり、本分野の研究が活発化することで、様々なことが見えてくるものと期待される。



写真4 野外におけるクロメ移植実験結果の一例



## 海区産業研究室の紹介と昨年の有明海の赤潮発生状況(速報)

海区産業研究室長 渡辺 康 憲



### 1. はじめに

海区産業研究室は、1998年10月1日の水産庁研究所の組織改正で新設された海区水産業研究部の中に設置されました。増養殖漁業が盛んな九州西岸域で、地域のニーズに沿った新たな水産技術上の調査および試験研究の推進を使命としています。漁場環境、ノリ養殖(写真1)、二枚貝漁業分野を専門とする3名の室員が協力しつつ、業務を推進しています。当所の研究室としては守備範囲が広いのが特徴といえるかも知れません。対象海域は東シナ海域ですが、現在は、特に有明海が中心です。本稿ではごく簡単ですが、研究室の全担当課題を紹介するとともに、昨年(2002年)の有明海の赤潮発生状況についてご紹介します。



写真1 有明海の支柱式ノリ養殖漁場  
適度の干出がノリに独特の旨味を添える



### 2. 研究室の担当課題

海区産業研究室では次の3件の研究課題〔(1)～(3)〕と4件の水産庁委託事業〔(4)～(7)〕を担当しています。

(1)「二枚貝類の漁獲変動過程の解析とその検証」

(プロジェクト研究)

(2)「二枚貝主要種の生理状態と環境要因との関わり」の把握(一般研究)

(3)「内分泌攪乱物質が内湾干潟域に生息する底生魚類の再生産に与える影響実態の把握」(プロジェクト研究)

(4)「水産生物遺伝資源保存事業(アマノリ類遺伝資源の収集・評価および保存)」(水産庁委託事業)

(5)「赤潮・貝毒防除基盤技術開発事業(貝毒成分の推移と環境要因との係わりの解明)」(水産庁委託事業)

(6)「閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業」(水産庁委託事業)

(7)「海洋廃棄物生物影響調査(漁場環境保全推進事業)」(水産庁委託事業)

(1)は農林水産技術会議事務局予算による行政対応特別研究「有明生物」の中の課題です。有明海のタイラギとサルボウを研究対象として、現地調査と飼育実験を組み合わせながら資源減少要因の解明を目指しています。「有明生物」では、プロジェクト全体のリーダーを海区産業研究室が担当しています。(2)はタイラギ等主要二枚貝類の健康診断指標となる生理的基礎データと環境との係わりの把握を目的としています。(3)は(1)と同じ予算による長崎大学との共同研究で、雌性特異的な卵黄形成蛋白ビテロジェニンの血中濃度を測定することで、環境ホルモン影響把握指標種としてのトビハゼの可能性を調べています。(4)はアマノリの重要品種を継続的に保存してゆくもので、現在も野生種の採集や特性試験結果を蓄積しています。(5)は近年九州海域でも発生事例が増えてきた貝毒問題に対応するため、貝毒を成分別に分析しています。(6)は有明4県によるモニタリング調査のとりまとめで、ケイ藻類を含む有害赤潮の発生予察と被害防止を目的としています。

(7)は九州・山口各県で実施されている地先海域の水質・藻場・底質モニタリング調査の助言です。

どの研究課題、委託事業もフィールド調査が基本ですから、常に現場の最新情報を把握しておく必要があります、関係県、特に試験研究機関との関係が重要です。



### 3. 2002年の赤潮発生状況

有明海では秋から春にかけてノリ養殖が盛んに行われています。沿岸の養殖場には畑のようにノリ網が張られています(写真1)。2000年ノリ漁期の大不作を契機として、積年にわたる有明海の体質変化が社会的な注目を集めました。農林水産省にノリ不作等対策検討委員会(第三者委員会)が設置され、有明海再生の道を探る調査研究について検討が進められています(ニュース105号参照)。このような背景のもとで、近年有明海の赤潮発生件数の増加と規模の拡大傾向が指摘されて



写真2 有明海湾奥西部の赤潮  
漁業被害が発生した(2002年8月)

います(写真2)。そこで、各県から九州漁業調整事務所に報告された資料をもとに、まず、2001年(暦年、以下同様)の赤潮発生状況を図1にまとめてみました。横軸は2000年12月31日～2001年12月31日までの1年間を示します。図中の赤線が各県毎の赤潮の発生期間です。福岡、佐賀、熊本県で1月から4月かけて継続している赤潮は、

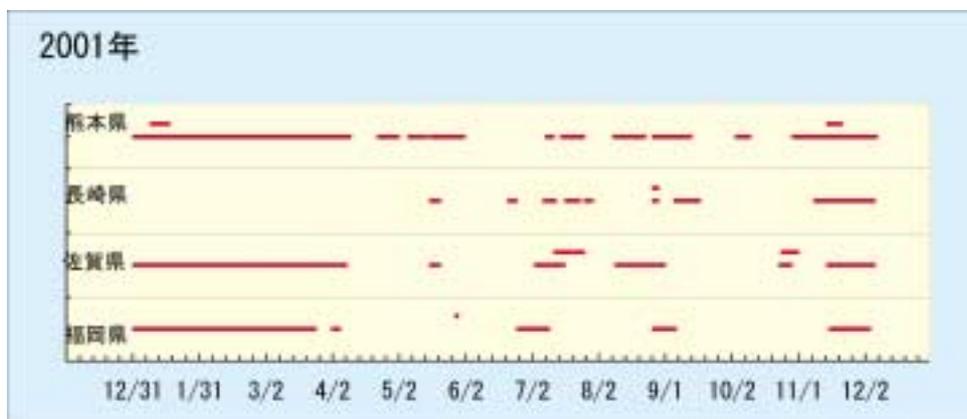


図1 有明4県の赤潮発生状況(2001年)

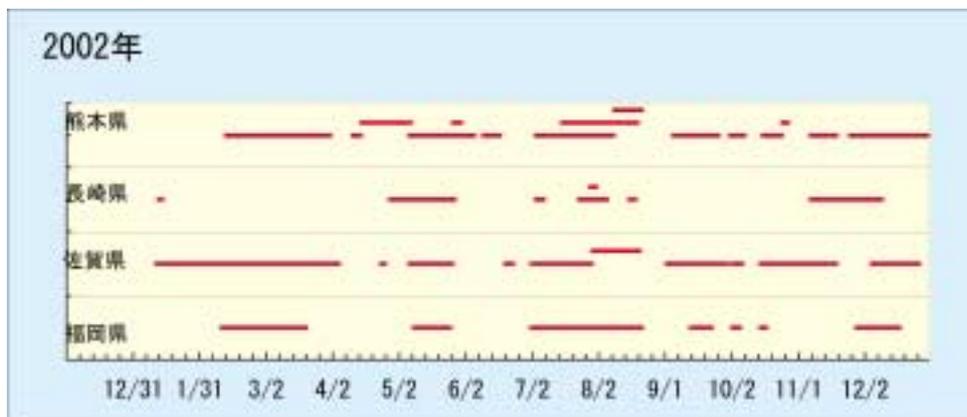


図2 有明4県の赤潮発生状況(2002年)

表1 有明海の県別赤潮発生状況（2001年）

2001年(1~12月)

県名	福岡県	佐賀県	長崎県	熊本県	合計
赤潮継続日数(日)	137	190	72	245	644
赤潮発生件数(件)	6	8	9	12	35

2000年漁期のノリ養殖に大被害をもたらしたりゾソレニア・インブリカータ赤潮で、有明海全域に広がった一つの赤潮でした。一つの県に2本の赤線が走っているのは、2つの海域で赤潮が同時に発生していたことを示します。以前は赤潮の発生件数も少なく、規模もあまり大きくはなかったもので、同一の赤潮が複数県から報告される例は少なかったのですが、近年は報告された数字だけを見ると、発生状況の悪化が増幅されて印象づけられる傾向があります。しかし、この図からもわかるように、有明海全体を見渡すと、一年中どこかの海域で赤潮が発生しているといっても過言ではありません。ちなみに、表1に示したように、2001年の赤潮発生件数は35件、発生期間の合計は644日（暦年換算）で、この時点では過去最高でした。

表2 有明海の県別赤潮発生状況（2002年）

2002年(1~12月)

県名	福岡県	佐賀県	長崎県	熊本県	合計
赤潮継続日数(日)	151	260	96	304	811
赤潮発生件数(件)	7	10	8	17	42

九州漁業調整事務所資料より作成（速報値）

県別に見ると、熊本県や佐賀県のように、海域の広い県で発生件数も多い傾向があるようです。

図2に2002年の赤潮発生状況を示しました。まだ、速報値で、確定した数字とはなっていませんが、過去最高だった2001年より、発生件数、継続日数とも増加しているのがわかります。ちなみに、赤潮発生件数は42件、継続日数（暦年）は811日でした（表2参照）。2001年度漁期のノリ作は、幸い天候にも恵まれ、近年では平成9年度に並ぶ豊作となりましたが（生産枚数44億枚、生産金額502億円）、赤潮発生状況をみると、有明海の漁場環境は決して楽観できる状態とはいえなようです。根気よく、環境改善と漁業技術向上の努力を続けてゆく必要があります。



## 有明海に生息するタイラギの へい死原因を求めて

海区産業研究室 研究員 根本 達也



### はじめに

タイラギ（写真1）はハボウキ科の仲間で、水深5～10mの潮通しの良い砂もしくは砂泥の海底に生息し、成貝の殻長は20～25cm以上にまでなる大型二枚貝である。タイラギは東京湾、伊勢湾など関東以南各地の内湾で過去に漁獲されていたが、近年分布は縮小傾向にあり、現在も漁業が成立しているのは主に有明海と瀬戸内海である。国内のタイラギ生産の大部分を占めた有明海のタイラギ漁業は1999年以降ほぼゼロ（図1）の状態が続いており、漁業者に大きな打撃を与えている。当研究室は有明海沿岸4県（長崎県、佐賀県、福岡県、熊本県）の試験研究機関と連携を取りながら、有明海のタイラギ漁獲量減少の原因と考えられるタイラギ稚貝の異常へい死（何らかの原因による短期間の死亡）問題について取り組んできた。現在もこの問題は未解明な点が多く残されており決定的な原因究明には至っていない。ここでは当研究室のタイラギへい死問題への対応を紹介する。



写真1 有明海で採集されたタイラギ

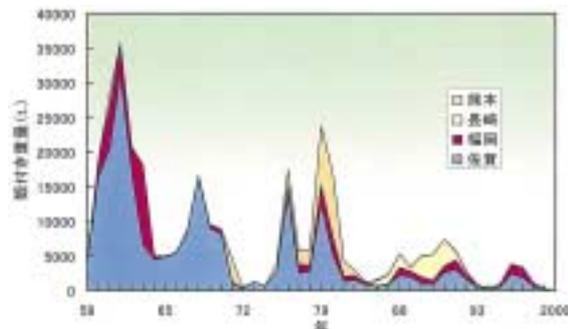


図1 有明海における県別タイラギ生産量の推移  
(有明海4県農林水産統計年報より作成)



### 有明海におけるタイラギ漁業、 漁場の概観

タイラギは有明海湾奥部東岸を中心に、水深5～10mの非干出域から大潮干潮時に干潟が形成される浅瀬にかけて広範囲に分布している。非干出域ではタイラギをヘルメット式潜水器により漁獲し、干潟域ではタイラギを徒歩獲り（かちどり：干潟を歩きながら鈎棒を用いてタイラギを引っ掛けて獲る）により漁獲している。いずれの漁業も漁期が定められており11月～3月頃の冬場を実施される。有明海のタイラギ生産の大部分は資源量が多く分布範囲の広い非干出域で行われるヘルメット式潜水器によるもので、資源量が少ない干潟で行なわれる徒歩獲による生産はわずかである。



### 近年のタイラギ生育状況

タイラギのへい死現象は1999年秋季に有明海湾奥部東岸の非干出域で初めて確認された。へい死現象はこれまで非干出域でのみ観察され、干潟域では見られないことがモニタリング調査で明らかになっている。また、表1に示すようにへい死発生時期が年々早まる傾向にあり、タイラギの産卵期は7～9月であることから、非干出域のタイ

表1 非干出域で確認されたタイラギのへい死時期

年	1999	2000	2001	2002
へい死発生時期(月)	不明	10~12	6~7	4*

\* へい死現象は確認されなかったが生育途中の稚貝が消失したことを確認

ラギは産卵期を迎えずにへい死し、現在は再生産不能な状況にあると考えられる。一方、干潟域ではタイラギが産卵期に放卵放精を行なうことが確認されるとともに、産卵期後もへい死が見られず順調に生育することを確認した。これらの状況証拠から、現在の非干出域に発生するタイラギ稚貝は干潟域から供給を受けているものと推察される。もちろん、過去に非干出域（潜水器漁場）で数万トンもの漁獲があった時代には、ここからの稚貝の供給が中心であったものと思われる。有明海のタイラギ漁業が持続的に行われていた時代には1年を通じた分布密度の調査がほとんどないことから、着底した稚貝が冬場の漁期以前に大量にへい死していたかどうかは明らかではない。しかし、稚貝の着底密度が高いところでは現在でも30~50個体/m<sup>2</sup>も発生することがあり、恐らく自然状態でもそのような現象はあったものと思われる。

### 非干出域に生息するタイラギの生理状態

筆者らはタイラギ異常へい死が認められた有明海湾奥部西岸の非干出域において、新たに発生したタイラギ稚貝について、生理状態の把握を行なう目的で2000年2月~2001年6月までグリコーゲン含量のモニタリングを行なった。二枚貝類ではグリコーゲン蓄積量は活力の指標となることが知られており、蓄積量の変動は水温、産卵期および摂餌状態により影響を受け変動する。この変動には年周期が見られるが、貝に異常が起こった場合は蓄積量の低下などが観察されるものと予想される。

グリコーゲン含量の推移を図2に示す。グリコーゲンの蓄積は餌となる珪藻プランクトンの春季の増殖期である2~4月に見られ、性成熟の進行に伴って減少した。カキやアコヤガイについての既往文献では、グリコーゲン含量は産卵期に

低下が見られるが産卵終了後は速やかに回復することが知られている。しかし、今回有明海で採集されたタイラギはグリコーゲン含量の回復が産卵期後も見られず、10~12月に全ての個体で2mg/g程度の値にまで低下して、へい死の発生が認められた。結局この年のタイラギ漁は、ヘルメット式潜水器による漁期を迎える11~12月にはタイラギが全滅して休漁となった。へい死が観察された10~12月には海水温が低下して、この面では二枚貝にとって良好な環境であろう。しかし、浅海定線データからはプランクトン発生量は極めて少なく、放卵放精で衰弱したタイラギは餌不足の環境下で衰弱が進行し、へい死したものと推察された。

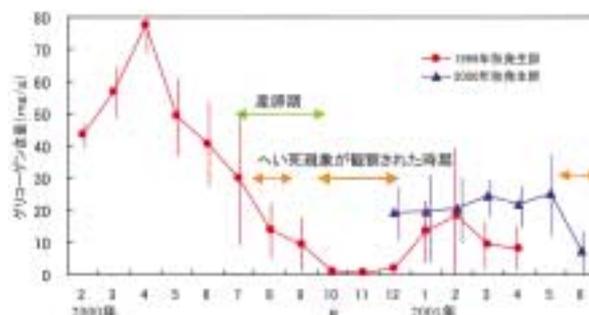


図2 非干出域で採集されたタイラギの閉殻筋グリコーゲン含量の推移

### 室内飼育実験による検討

フィールドで観察された現象に関して更に検討を加えるため、有明海で採集した産卵期のタイラギについて低餌量環境への耐性について実験を行なった。給餌区と無給餌区を設け、タイラギの生残状況を観察し、グリコーゲン含量の推移を測定し、絶食環境下での中腸腺組織像の変化について光学顕微鏡で観察した。中腸腺は二枚貝が摂餌したものを消化吸収するための器官である。有明海で採集した砂をコンテナに敷き、天然に近い状態で砂ろ過海水による流水下でタイラギの飼育試験を

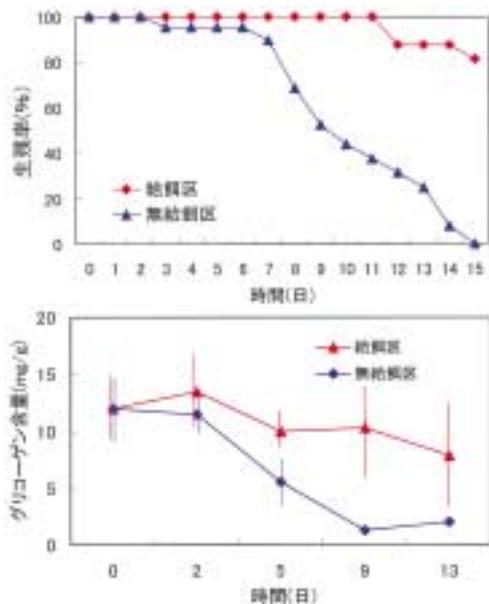


図3 室内飼育試験による生存率と閉殻筋グリコーゲン含量の推移

行なった。また、試験期間中の水温は平均 25℃で推移し、給餌区には植物プランクトンのキートセラスを給餌した。各試験区の生残状況とグリコーゲン含量の推移を図3に示す。タイラギのへい死は7日目から観察され、グリコーゲン含量は無給餌区の9日目で1.3mg/gにまで低下した。この結果から、産卵期タイラギの低餌量環境下における半数致死日数は10日前後であることが明らかになった。また、グリコーゲン含量が2000年10～12月ころのへい死発生時に観察された個体と同レベルの濃度を示したのが、試験9日目であった。中腸腺の組織像の観察結果(写真2)から、給餌区には組織形態の異常は認められなかったが、絶食区では試験9日目の試料で消化もう囊の萎縮が観察され、試験13日目には組織崩壊が確認された。これらの結果から9日間程度の低餌量環境が継続した場合、タイラギ中腸腺の栄養吸収に障害が現れることが示唆された。



## おわりに

タイラギのへい死問題は、過去に主漁場を形成した非干出域においてのみ発生しており、干潟域では認められていない。このことからタイラギのへい死原因は非干出域の環境変化にあるものと推察される。いくつかある環境要因の中から何がへい死原因に

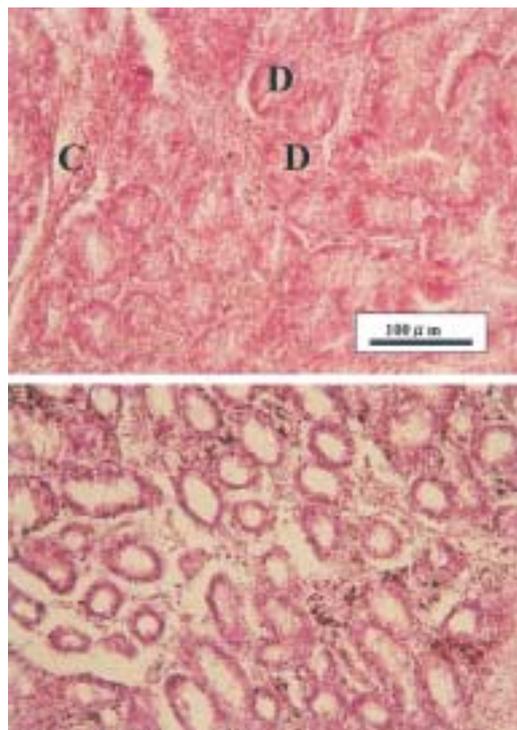


写真2 絶食飼育試験によるタイラギ中腸腺組織の変化  
写真上. 正常組織像 写真下. 絶食9日目組織像  
D. 消化盲囊 C. 結合組織

なっているのか明らかにするためには、逐次検討してゆく必要がある。筆者らが今回述べた結果からは、タイラギのへい死発生時期である2000年10～12月にはグリコーゲン含量の低下を確認し、タイラギの活力の指標となるグリコーゲン含量はへい死発生時期の特定に有効な指標として使えるものと考えられた。また、既存の環境データから、2000年9～11月には餌量環境が悪化していたことが示されている。一方、室内飼育試験の結果から産卵期のタイラギは7日程度の絶食環境で死亡し始め、9日目でグリコーゲン含量がほぼゼロとなり、中腸腺組織が萎縮することが明らかになった。以上の結果は、餌料環境の悪化に対してタイラギは強い耐性を持たないことを意味している。タイラギのへい死原因解明のためには、有明海の二枚貝が生息する海底付近の餌料環境が健全であるかどうかについて更に検討を進める必要があるものと考えられる。

## 謝辞

これらの研究は福岡県水産海洋技術センター有明海研究所、熊本県水産研究センターの協力のもとにおこなった。ここに記して感謝の意を表す。



## 九州沿岸に分布を広げる有毒プランクトン —二枚貝の毒化に備え分析体制を整備する—

海区産業研究室 研究員 塚本 達也・海区産業研究室長 渡辺 康憲



### はじめに

有毒プランクトンによる二枚貝の毒化現象はこれまで北海道、東北地方で多発し、中毒被害が度々報告されている。水産業の立場からは特にホタテガイ養殖への被害が深刻である。麻痺性貝毒(PSP)あるいは下痢性貝毒(DSP)を保有する有毒プランクトンが増殖し、ホタテガイがこれを捕食して体内に毒成分を蓄積するために毒化現象が発生すると考えられている。ホタテガイは一度毒化すると解毒に時間がかかるため、出荷時期になっても市場に出荷できず、漁業経営に大きな障害となっている。毒化によって貝がへい死するわけではないが、このような事態は他の水産物への風評被害にもつながりかねず、毒化の予防から発生後の行政的な対応に至るまでの有効な対策の充実が望まれている。

これまで貝毒問題は北海道、東北地方など主に東日本に限られたイメージが強かった。しかし、1990年代以降、西日本でも二枚貝の毒化がしばしば報告されるようになった。九州沿岸ではPSP保有プランクトンである *Alexandrium catenella* と *Gymnodinium catenatum* の発生頻度が増加し、ヒオウギガイ養殖やカキ養殖で毒化被害を発生させている。熊本県宮野河内湾、鹿児島県口ノ福浦、大分県猪串湾や小蒲江湾などでは出荷規制が長期化する事例が見られるようになってきている。さらにまた、北海道、東北地方のように比較的水温の低い海域に分布すると考えられていた *Alexandrium tamarense* が西日本でも確認されたり、新奇有毒プランクトンの *Alexandrium tamiyavanichii* が大分県猪串湾と長崎県五島列島で確認されるなど、西日本でも貝毒問題への対応が重要性を増している。

本稿ではまだ緒についたばかりではあるが、九州海域の貝毒問題への海区産業研究室の取り組みを紹介する。



### 九州沿岸の貝毒監視体制の現状

北海道、東北地方の沿岸各県では貝毒問題が水産業に与える影響の深刻さと社会の関心の高さから、有毒プランクトンの発生状況、二枚貝毒化状況などの監視体制が各県毎によく整備されている。九州海域でも各県試験研究機関を中心として、有毒プランクトンの発生状況調査、マウス試験法による二枚貝の毒化状況の把握などの定期的な監視体制が敷かれ、毒化事例が発生するとさらに高い頻度で調査が実施されている。しかし、この分野の調査への関心は、漁場環境関連分野の中では必ずしも高くはないのが現状である。

このような状況の中で海区産業研究室では、昨年度から水産庁依託の赤潮・貝毒防除基盤技術開発事業の中で「貝毒成分の推移と環境要因とのかかわりの解明」に取り組んでいる。本調査では近年増加傾向にある九州沿岸の二枚貝毒化被害に対応するため、これまで毒分析に用いられてきたマウス試験法に代わる毒分析手法として高速液体クロマトグラフィー分析(HPLC法)によるPSP分析体制を整備し、毒分析の省力化を目的とした酵素免疫吸着法(Enzyme-Linked Immunosorbent Assay: ELISA法)の現場モニタリングへの活用についても検討を行った。



### 主な貝毒分析法とその特徴

具体的な取り組みを紹介する前に、ここではまず、現在実用化されている麻痺性貝毒分析法の特徴と問題点を整理する。

マウス試験法:二枚貝から抽出した毒をマウスの腹腔内に注射し、マウスの致死時間から毒量を算出する。特別な試験装置を必要とせずまた他の方法に比べ簡便で、多くの検査機関で実施されている最も普及した測定方法である。しかし、試験には ddY 系マウス

の雄を用いる必要があることや、マウスの飼育管理に手間がかかる、マウス納入業者からの安定供給が必須などの制約がある。また近年、動物愛護の観点からマウスを用いた毒性試験は敬遠される傾向にある。

**ELISA 法:** 貝毒に対する抗原抗体反応を利用して定量する免疫酵素法の一つである。麻痺性貝毒成分を動物に接種し、動物の血液中に形成された特異抗体を測定に用いる。一度に多検体の毒量を比較的短時間に定量することが可能である(約20検体/3時間)。しかし、本測定法では測定に用いる抗体の質で検出感度が左右される。また、麻痺性貝毒にはサキシトキシン(STX)群、ゴニオトキシン(GTX)群およびC-Toxin群と呼ばれる3つのグループを中心として20種以上の同族体の存在が知られているが、特異抗体を用いる抗原抗体反応を利用するため、全ての麻痺性貝毒成分に高感度に反応する抗体を作製するのは極めて困難な現状である。したがって、現場への適用にあたってはどのような毒性分を想定するか、すなわち、免疫に用いる毒のデザインによって、得られる抗体の反応性(測定の信頼性)が左右される。このため、ELISA法では、用いる抗体の特徴と対象海域の貝毒発生の特性を十分に把握した上で現場に適用することが重要となる。

**HPLC 法:** マウス試験法やELISA法は二枚貝に蓄積した毒成分の総量の目安を得るには簡易で有効な手法だが、毒量を成分毎に明らかにすることは出来ない。しかし、HPLC法では貝から抽出した毒成分を、分析カラムを通すことで成分毎に分離した後検出器で定量するため、成分毎の定量が可能である。本分析法では毒成分別に予め濃度が既知の標準毒を使用する。この標準毒との比較で毒成分別の濃度の定量を行う(標準毒は日本水産資源保護協会から試験研究機関を対象に配布事業が行なわれている)。近年は、HPLC分析で問題となる擬似ピーク(対象毒成分と近接して出現する不純物によるピーク)をクリアするため、HPLC分析装置に質量分析計を組み合わせたLC-MS分析法が普及し始めており、さらに高精度で信頼性の高い定量が可能となっている。これらの機器分析法は貝毒研究に有力な手段を提供しているが、機器が高額なことや、分析技術の修得に時間を要する、また試料処理速度が遅いなどの短所がある(HPLC分析は1検体30分程度、ただし、

STX群等グループ別に測定する必要がある)。



## ELISA 法と HPLC 法の比較

ELISA法は多検体を一度に短時間で測定可能なため、マウス試験法に比べ現場モニタリングへの活用が期待できることを先に述べた。しかし、市販のELISAキットは外国製であり、外国の現場での毒組成をもとに特異抗体が作製されていることから、我が国の現場へ適用する際には使用されている抗体の特徴を十分に把握しておく必要がある。そこで、市販されているPSP分析ELISAキット(ドイツR-biopharm社製RIDASCREEN PSP)について、HPLC法との比較を試みた。検体には2000年5月から12月に採取した熊本県産の毒化した天然のカキを使用した(写真1)。



写真1 貝毒分析に供した天然のカキ

表1に示した測定結果を見ると、ELISA法では60~130 nMに対してHPLC法では810~62,830 nMで、ELISA法による毒の検出割合は3検体全てHPLC法の10%以下であった。具体的には、5月、6月、12月の順に、7.4%、8.5%、2.1%で、毒量が多かった12月の検体で検出割合が低かった。

ELISA法でこのように測定値が低かった原因として、分析試料の希釈倍率設定の困難さが指摘できる。前処理では同一検体に3段階(100、1,000、10,000倍)の希釈倍率を設定したが、希釈倍率が高いと実際の毒量を過少評価してしまい、測定値が小さくなる可能性が示唆された。次に、同一検体についてHPLC分析で得られた毒組成を表2に示す。今回使用したELISAキットでは抗体検出の

表1 カキを用いた ELISA 法と HPLC 法の比較

カキ採取日	市販 ELISA (A)	HPLC (B)	検出割合 (A/B : %)
2000年5月15日	60	810	7.4
2000年6月14日	90	1,060	8.5
2000年12月12日	130	62,830	2.1

A、Bの単位：nM

表2 カキにおける PSP 成分

サンプル名	毒成分 採集日	C1	C2	GTX4	GTX1	GTX3	GTX2	GTX5	GTX6	NSTX	STX	合計
カキ	2000. 5. 15	ND	ND	170	200	200	150	—	—	ND	90	810
カキ	2000. 6. 14	ND	ND	570	350	30	40	—	—	ND	70	1060
カキ	2000. 12. 12	12010	8210	ND	870	3740	510	2890	2380	21260	10960	62830

\* ND: 検出限界以下、—: 未測定 (単位:nM)

主対象となるのは STX 群であるが、GTX 群と C-Toxin 群も多く含まれていることが判明した。すなわち、GTX 群と C-Toxin 群の合計は、毒化の程度が低かった5月、6月ではそれぞれ全体の11%と7%、高毒化した12月の検体では48%を占めた。これは ELISA 法に用いられた抗体が試料に含まれる毒成分のすべてを検出していないことを示しており、この傾向は高毒化した時期に顕著であった。以上のことから今回使用した ELISA キットは試料が採集された海域の現場モニタリングにはあまり適さないことが考えられた。

被害を与えている。この問題の解決にはまず有毒プランクトン発生量と二枚貝毒量の推移を把握することが重要である。しかし、現場モニタリングには多大な労力と費用を要するため、効率的な調査を行う必要がある。ELISA 法を始めとする酵素免疫法はこの問題解決の有力な手法としての可能性を秘めているが、それには特異抗体の感度の向上が求められている。近年、国内の大学や研究機関で PSP に対する高感度な抗体の作製が試みられている。今後、これらの抗体を用いた PSP 分析キットの開発が期待されるが、現場への適用には抗体の特性を把握するとともに各フィールドの毒成分組成に関する基礎的な知見の蓄積が重要であると考えられる。

なお、筆者らの調査は北里大学水産生物化学研究室と熊本県水産研究センターの協力を得て実施したことを付記する。



### おわりに

近年の九州沿岸域では貝毒問題が深刻な東日本と同様、PSP 原因プランクトンの発生が各地で確認されており、時には二枚貝を毒化させ養殖漁業に

## 人事異動

発令年月日	異動内容	氏名	新所属	旧所属
15. 1.10	退職	阿南友也		陽光丸機関員



## 西海区水産研究所ニュース

No.107 2003年3月

編集・発行 独立行政法人 水産総合研究センター 西海区水産研究所  
 Seikai National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency  
 〒850-0951 長崎市国分町3番30号  
 TEL (095)822-8158 FAX (095)821-4494  
<http://www.snf.affrc.go.jp/>