

(ノート)

有明海における水産資源の現状と再生

伊藤史郎

The Status and Recovery of Marine Resources in the Ariake Sound

Shiro Iro

1. 有明海の水産資源の現状

有明海は、閉鎖的な地形要因と潮汐の物理的要因から日本一大きな潮の干満差が生じる海域である。特に佐賀・福岡両県の沿岸域である湾奥部は、水深20m以下の遠浅の海域で最大6mの干満差があり、干潮時には広大な干潟が出現する。このうち湾奥西部は軟泥質、東部は砂泥質の堆積物によって干潟が形成されており、このような環境が独特の生態系を生み、国内では有明海にしか分布しない特産種や、有明海を含む一部の海域にのみ分布する準特産種など珍しい生物、そして水産上有用な魚介類（魚類・貝類・甲殻類など）を育ててきた。全国の生産量の4割を占めるノリ養殖とともに、これらが有明海を「日本一豊かな海」にしている所以であった。ところが、2000年度（2000年10月から2001年3月）には有明海沿岸4県のノリ生産量が平年の6割にとどまるという「ノリ不作」が起り、社会問題としてクローズアップされた。しかし、有明海における魚介類の異変、すなわち漁獲量の減少はすでに20年近くまえから始まっている。熊本県のアサリは1970年代後半には6万トンを越えていたが、その後急激に減少し、近年では最盛期の1/10以下になっている。湾奥部では、佐賀県を中心とした軟泥質に生息するアゲマキが1988年から激減し、1994年以降は皆無の状況である(図1)。さらに湾奥部の冬の風物詩であるタイラギ漁も、長崎県では1990年代に入り漁獲量が減少したため1994年以降は休漁状態にある。佐賀・福岡県海域においても2003年は若干の漁獲がみられたものの、1996年の漁獲量のピークを最後に厳しい状況にある(図2)。タイラギと同様に潜水器漁業の重要な漁獲対象物であるクマサルボウ（準特産種）も1998年以降漁獲がみられない(図3)。また、ここ数年はクルマエビの漁獲量の減少も顕著である¹⁾(図4)。以上のように魚介

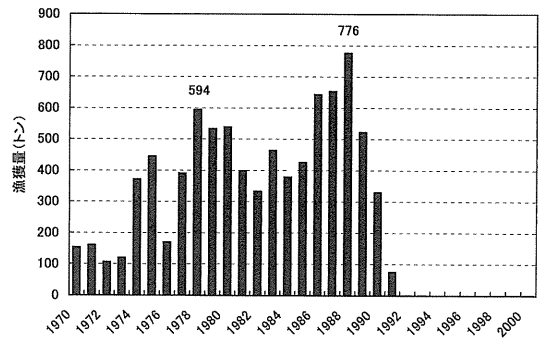


図1 佐賀県有明海域のアゲマキ漁獲量の推移 (佐賀農林水産統計, 暦年)

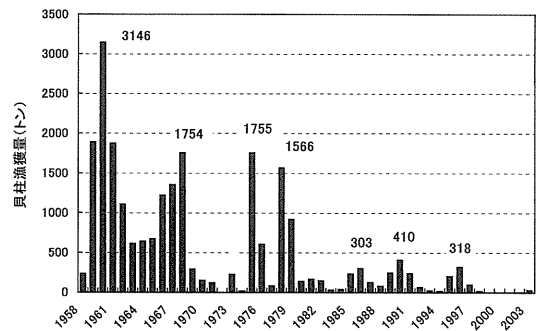


図2 佐賀県大浦漁協のタイラギ貝柱漁獲量の推移 (大浦漁協資料, 年度)

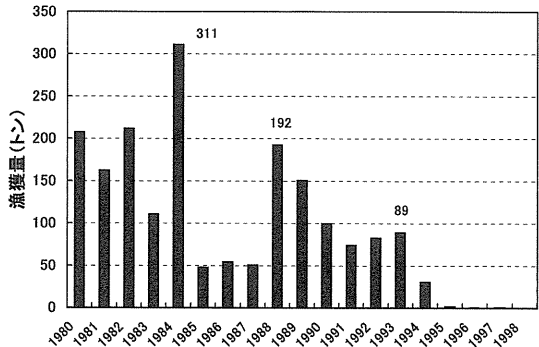


図3 佐賀県大浦漁協のクマサルボウ漁獲量の推移 (大浦漁協資料, 年度)

類の漁獲量からも、「宝の海」であった有明海の生産力が近年著しく低下していることがうかがわれる。

2. 有明海の生産力の源

白砂青松そして沖に広がる青い海、それと相反するような有明海の泥干潟と濁った海の色は「汚れた」イメージをもたれがちである。ところが、この「汚れた」泥干潟と濁りこそが有明海の高い生産力を支えてきた源である。筑後川を中心とした大小100あまりの河川から、有明粘土と呼ばれるモンモリロナイト系の微細な粘土粒子が有明海には流れ込んでいる。この粘土粒子は海水中のナトリウムやマグネシウムなどの塩類イオンと反応して凝集する性質をもつ。このとき水中の懸濁性有機物や栄養塩（アンモニウム、硝酸、亜硝酸、リン、ケイ酸など）を吸着して綿状の肥沃な懸濁物質となり、堆積し干潟を形成する。また、この懸濁物質は、有明海特有の干満差による速い潮流で常に巻き上げられ「浮泥」と呼ばれる濁りのもとになる。浮泥は栄養塩に富み、動物プランクトンだけでなく、二枚貝や多毛類など多種多様なベントスの貴重な餌となっている。さらに、食物連鎖を通して魚類や甲殻類とも密接に関係しており、有明海の高い生産力を支えてきた。また、この浮泥は強い潮流により常に懸濁しているため好氣的に分解されやすく、酸化層に富んだ有明海独特の物質循環を成り立たせていた。

また、佐賀県中西部から諫早湾にかけての泥干潟は、植物プランクトンの繁殖の場であり、浮泥とともに有明海の高い生産力を支えてきた源であった。

3. 有明海の環境の現状

近年、有明海の環境変化が問題になっている。具体的には、夏期の *Chattonella antiqua* を代表とする有害プランクトンの多発や貧酸素水塊の発生、干潟面積の減少による浄化機能や生産力の低下、潮汐・潮流振幅の減少、

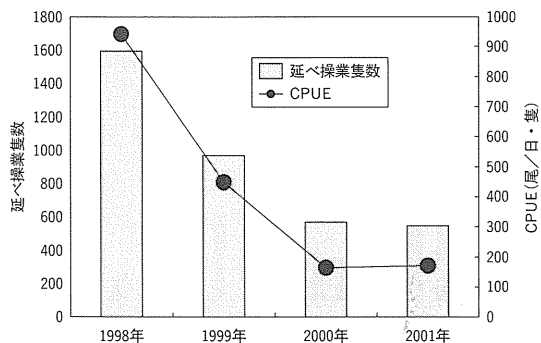


図4 有明海佐賀県海域における源式網漁業の延べ操業隻数とクルマエビのCPUE (森川ら 2003)

流動の変化などである。このような異変については、2001年以降、多くの研究者や研究機関によって調査が行われるようになったが、有明水産振興センターにおいては「ノリ不作」が発生する以前にも、過去の調査データから水質と底質の環境変化に関するいくつかの問題点を指摘していた。水質環境については、佐賀県海域を中心とした湾奥部における透明度とCOD（化学的酸素要求量）が、1970年代から1980年代、1990年代へと段階的に上昇していることを報告していた（図5、6）。透明度の上昇は浮泥の減少を意味するもので、潮汐・潮流振幅の減少が原因の一つとして考えられる。CODの上昇も浮泥の減少に伴う浄化機能の低下を表していると考えられる。底質環境については、1989年には湾奥部の底質のうち佐賀県地先を中心に西側沿岸に限られていた中央粒径値 (Mdφ) 7以上の泥質域が2000年では湾奥部の中央部まで拡大していることを報告した²⁾（図7）。これは、湾奥部を中心に底質の細粒化（より細かい粒子の堆積の進行）が進んでいることを示している。これについても潮

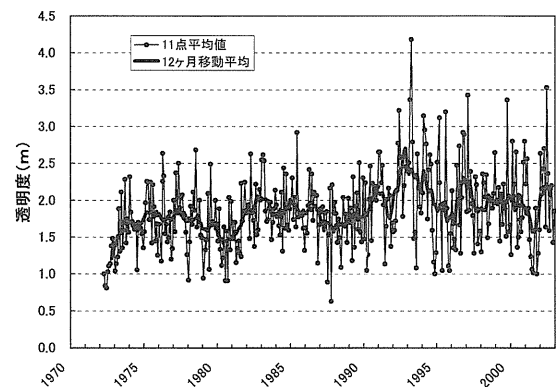


図5 佐賀県海域における透明度（浅海定線調査11点平均値）の変動

●, 11点平均値; —, 12ヶ月移動平均。

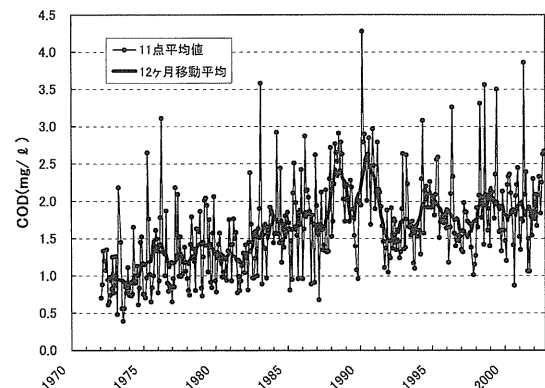


図6 佐賀県海域におけるCOD（浅海定線調査11点平均値）の変動

●, 11点平均値; —, 12ヶ月移動平均。

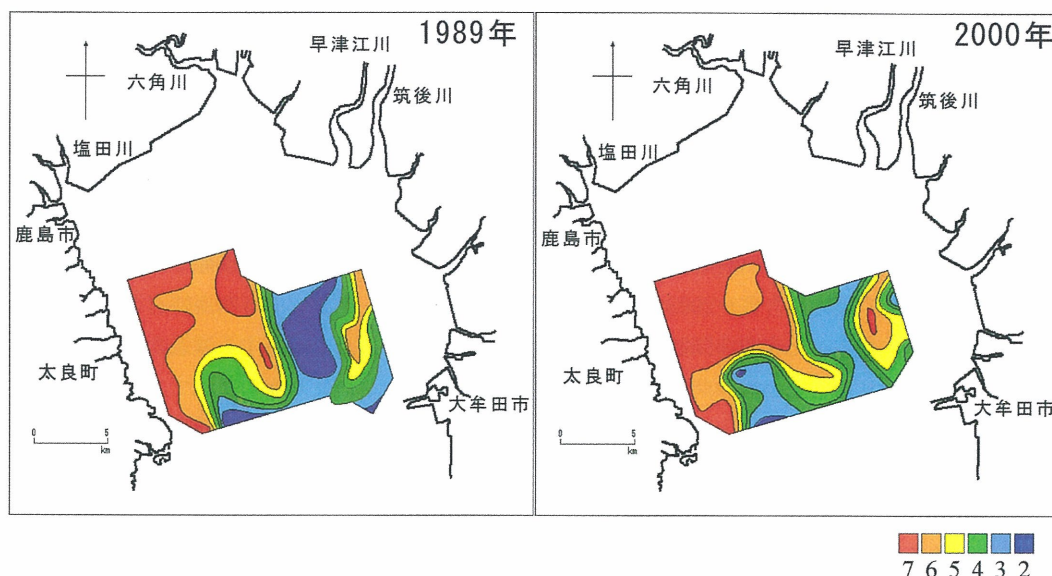


図7 中央粒径値 (Mdφ) の水平分布 (大隈ら 2001)

汐・潮流振幅の減少や筑後川を中心とした河川からの砂質の流入量の減少などが原因として考えられる。

このなかでも、最も影響が強いと考えられる潮汐振幅の減少は、①諫早湾縮切り等による有明海内の海水面積の減少、②有明海内の平均水位の上昇による共振の弱まり、③広域的な平均水位の上昇による外洋の潮汐振幅の減少、等によると考えられている。その影響の割合については、最近の報告³⁾では①が40~50%、②はごく微小、③が50~60%と考えられている。

このような環境変化が、先に述べたような近年の漁獲量の減少、特に濾過食性底性生物であるアゲマキ、タイラギなどの二枚貝資源の消失もしくは減少につながっている可能性がある。アゲマキ資源の減少は、1988年からみられるようになった佐賀県西部海域における異常斃死が急速に有明海全域に拡大した結果であると考えられる⁴⁾。その原因については、衰弱した個体からビルナウイルスが検出され、攻撃試験により斃死を引き起こすことが確認されている⁵⁾が、天然資源がほとんど存在しない現時点においては原因を特定することは困難である。また、後で述べるように干潟環境の保全から考えても、アゲマキ資源の消失の影響は計り知れないほど大きい。沖合域のタイラギ資源については、当センターが調査した1976年からのタイラギ生息域の変化から(付図1)、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ものと考えられる⁶⁾。この漁場消失は、湾奥部を中心とした底質の細粒化と何らかの因果関係があると思われる。有明海のタイラ

ギは瀬戸内海と同様に鱗片状突起列が顕著なもの有鱗片型 (*Atrina pectinata lischkena*) と、そうでないもの無鱗片型 (*Atrina pectinata japonica*) 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きた。そこで、1987~1991年のケン、ズベの生息割合をみると(付図2)消失した佐賀県西部から中央部にかけての漁場には、1989~1991年の豊漁年も含め1980年代後半までは、ケンとズベが混在していた。しかし1991年にはズベの割合が著しく高くなり、その後、ズベは激減して、現在ではケン、ズベともほとんど生息していない。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った。このことから、生息環境である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る。また、先にも述べたように現在ではほとんど生息がみられないクマサルボウは、浮遊幼生から着底期に至る過程で主としてタイラギを付着基質として選択し、約1年間の付着生活をおくる⁷⁾という生態的特徴があり、タイラギ資源の減少はクマサルボウの生息に大きな影響を与えたと考えられる。このため、クマサルボウの消失は、佐賀県西部から中央部にかけてのタイラギ資源の減少と連動していると推察される。

なお、佐賀・福岡県海域における2000年以降のタイラギの不漁については、詳細を後述する。

以上のことから、徐々に進行してきた水質・底質環境

の変化が、有明海の潜在的な浄化機能（回復能力）を超え、このことが二枚貝を中心とした急激な漁業資源の減少として現れた可能性がある。

4. 有明海の生産力の回復

2000年度の「ノリ不作」の原因究明のために設置された農林水産省「有明海ノリ不作等対策関係検討委員会」、いわゆる「第三者委員会」の最終報告書が2003年3月に出された。この中では、先に述べた有明海問題に関する指摘事項について個別に現状報告と今後の問題提起がされている。しかし、これは委員会の性格上、あくまでも提言であって、「未だ未解決の問題に対して国、大学、有明4県などの研究成果が、有明海の回復に充分活かされることを望むものである」と結んでいる。このため、今後有明海の生産力を回復させるためには以下のことが不可欠である。

一つは、これが最も重要なものであり、健全な有明海を取り戻すために第一義的になされるべきものである。それは、十分な調査に基づく国、大学、有明4県などの研究成果が正確な情報として取りまとめられ、有明海が抱えている問題点が明らかになることである。そのうえで問題点を真摯に受け止め、場の改善と保全がなされるべきであろう。

次の課題は、第三者委員会の最終報告書でも述べられているように、有明海の漁業と環境の再生を考える上でいつの時代の有明海を再生の目標とするかである。報告書では、一つの目標年代を1980年前後とした場合には、例えば赤潮発生を抑制するために河川からの流入負荷を現在の40%削減する必要があるとしている。このためには、有明海を取り巻く沿岸域の自治体による努力が不可欠である。河川からの流入による負荷量の削減には有明海を生活の場としている漁業者の方々の努力も必要不可欠である。例えば、現在のノリ養殖の活性処理や施肥においては指導マニュアルの遵守が望まれる。

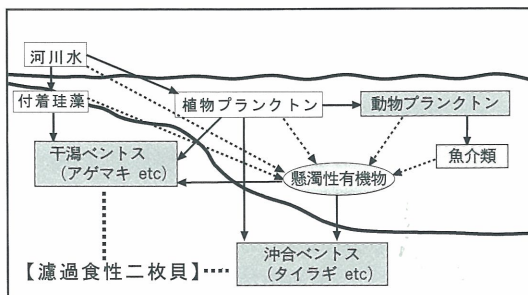


図8 有明海における濾過性二枚貝の役割

最後に、第三者委員会の最終報告書にあるように、有明海の再生には資源の減少が著しい二枚貝の資源回復が不可欠である。

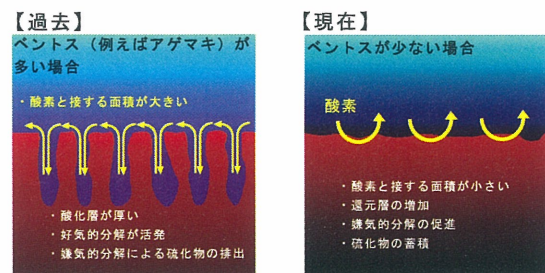
5. 二枚貝のもつ役割

二枚貝のもつ役割としては、重要な二つのことが考えられる。一つは水質浄化機能である。二枚貝は、海水から植物プランクトンや有明海特有の有機物に富む浮泥を体内に取り込んで成長する濾過食性のベントス（底性生物）である。つまり海のなかでフィルターの働きをしていることになる。また、二枚貝のうち、アサリやアゲマキ、タイラギ、サルボウなどの水産上有用なものは、漁獲物として陸上に取り上げられるので、結果的に海水中から植物プランクトンを含む有機物を取り出すことになる。干潟や沖合域に生息する二枚貝は、河川から流入する栄養塩や有機物を起点とした食物連鎖（物質循環）において欠くことのできない生物と言える（図8）。

もう一つは、干潟や沖合の底泥に生息する底表堆積物の多毛類や穿孔性の二枚貝などの巣穴や坑道における活動は、泥中の酸化層を増やし、好氣的分解を活発にしていることである⁸⁾。例えば、かつて干潟に多数生息していたアゲマキは巣穴での深淺移動により、泥中における海水の循環を活発にして干潟のもつ浄化機能を活性化していた（図9）。このような干潟こそが多様なベントスが生息できる有明海本来の姿である。沖合域の底泥においても同様のことが言える。

6. 有明水産振興センターの取り組み

最後に、有明海の貝類回復に向けて、我々が現在取り組んでいる二つのことを紹介したい。ただし、以下に述べる取り組みは、すでに述べたような現在有明海が抱えている問題点が取り除かれなければ、大きな意味をもたないことをご理解いただきたい。



酸化層：酸素を利用する生物が生息できる環境
還元層：酸素を利用しない生物が生息できる環境

図9 底質環境におけるベントスの役割

1) アゲマキ資源の回復に向けた取り組み

現在では皆無となってしまったアゲマキ資源を回復させる方法の一つとして人工種苗の大量放流が考えられる。人工種苗の大量放流は、貝類だけではなく魚類、甲殻類、棘皮動物など多くの有用水産生物について全国各地で行われてきた。しかし、有明海の貝類においては、このような取り組みはなされておらず、アゲマキについても、まず人工種苗を大量に生産する技術開発から始めなければならなかった。1996年に技術開発に着手し、今日では殻長1～2 cmの稚貝を数万個生産するまでに至っている⁹⁾。その概要を以下に示す。

産卵は産卵適期（9～10月）に干潟から採捕してきた母貝を冷却・干出刺激する方法で行った。詳細については省略するが、この技術によって大量の受精卵を得ることが可能になった。母貝は韓国から産卵期の4～5月前に干潟に移植し、有明海に馴染したものである。なお移植にあたっては事前に遺伝子レベルの検査を行い、従来有明海に生息していたアゲマキと類似していることを確認した。将来は昨年東与賀町の八田江川河口域で確認されたような有明海固有の個体群を母貝として用いる予定である。受精した卵は数時間で動きはじめ、約1日後に

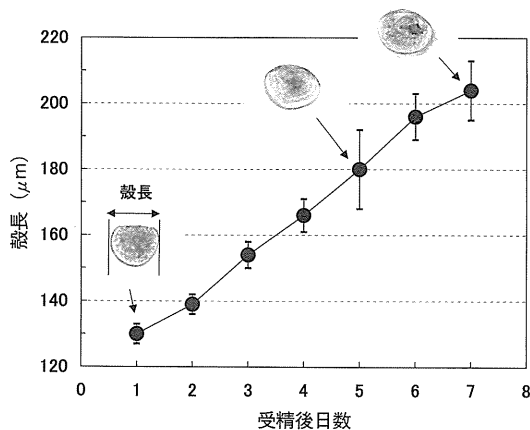


図10 アゲマキ浮遊幼生飼育における殻長の推移

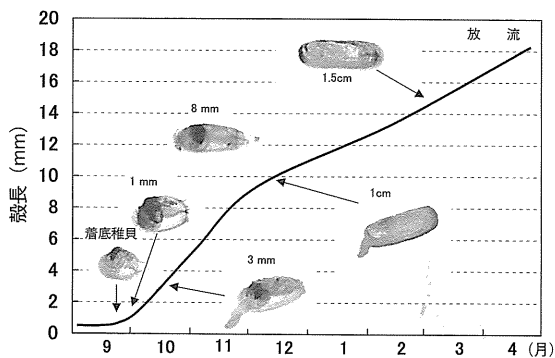


図11 アゲマキ着底稚貝の殻長の推移

殻長約0.13mmのD型幼生になる。受精後7日程度で殻長0.2mmを超え、生息域を水槽の底に変えるようになる（図10）。そこで新たな水槽の底に干潟の泥を敷いて、海水を張ったのち幼生を移してやれば、稚貝へと変態して泥に穿孔する。このようにして成長させれば、天然貝に近い形態になる（図11）。採卵から約半年後の4月には殻長1～2 cmに成長した稚貝が得られる。今後は、この種苗生産技術を関係漁業協同組合などに普及できるようにマニュアル化に向けた努力を行いたい。

次に、室内で成長した稚貝を干潟に放流する放流技術開発について紹介する。これまでの成貝を用いた実験から、軟泥化が進んだ佐賀県西部の干潟では、放流前に若干の砂をまき、耕耘することにより、放流後の生残率が向上することが明らかになっていた。このため、稚貝でも同じように底質改善を施したのち放流する実験を行った。その一例を示すと、2001年5月に鹿島市七浦地先の軟泥質の干潟に放流した稚貝が、かつて天然群が多数生息していたときと同じような成長と生残を示した¹⁰⁾（図12）。このことから、アゲマキ人工種苗によるアゲマキ資源の回復が夢物語でないことが明らかになった。

本格的な放流技術に関しては2003年4月から、砂の巻き込みや耕耘が稚貝の生残率向上にどのように反映しているかを、底質の物理的（含水率など）・化学的（硫化物量など）性状の調査によって明らかにする研究を行っている。なお、このような、放流種苗の生残に及ぼす物理、化学的要因とは別に、生物的要因についても検討する必要性が生じてきた。それは、2004年5月に行った放流実験で、外来種であるムシロガイ科のカラムシロによると思われる食害を確認した。放流技術を確立するうえで、今後はこのような食害種による影響についても研究を行う必要がある。

最後に、アゲマキ人工種苗の放流行為がもたらす効果

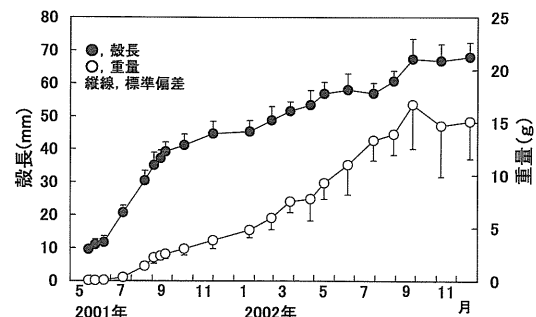


図12 アゲマキ放流貝の平均殻長、重量の推移（大隈ら2003）

●, 殻長; ○, 重量; 縦線, 標準偏差.

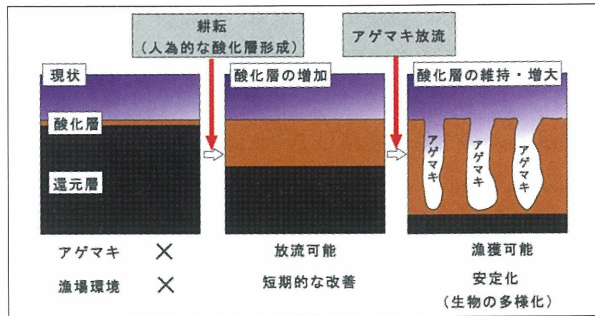


図13 アゲマキ資源の復活がもたらす効果

について考察する(図13)。アゲマキのいない旧アゲマキ漁場に、底質改善を行わないで人工種苗を放流しても高い生残は望めない。しかし、放流前に耕耘(一部は砂を混入する行為も含まれる)することにより、放流が可能となる。漁場環境の視点からみると、これは一時的な改善(主に物理的・化学的性状の改善)がなされている状態である。その後、アゲマキは成長に伴い巣穴の生息深度が深くなり、干潟の酸化層が増大して漁場環境は維持されることになる。アゲマキが漁業資源として活用されるだけでなく、酸化層が増大した干潟には多毛類をはじめとするベントスの多様化が広まることも期待される。このように、干潟機能の回復とともに、先に述べたようにアゲマキを含む濾過食性のベントスによる水質浄化機能の向上が期待される。

2) タイラギ資源の回復に向けた取り組み

湾奥部の佐賀・福岡県海域におけるタイラギ資源の減少原因の一つとしては、主として底質環境の悪化と思われる要因によって生息漁場が縮小し、それに伴って長期的に漸減したことがあげられる。他の一つは2000年以降の夏期ごとに確認されている大量死をとまなう急激な資源量の減少である。タイラギ資源の回復を行うには、これらの点を考慮して回復策を講じる必要がある。湾奥部のタイラギ漁場は、1992年以降は福岡県大牟田市沖を中心とした北東部海域に限られるようになり、生息域が狭くなっている(付図1, 図14)。このような漁場環境でも小さな漁獲量のピークが1992年と1996年にみられたように、タイラギ漁は3~8年の周期で豊凶を繰り返してきた⁶⁾。

この種の資源変動要因としては、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る。また、二枚貝の資源変動を考察するうえでよく言われるのが、卓越群の発生である。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ものである。このタイラギ漁場の縮小

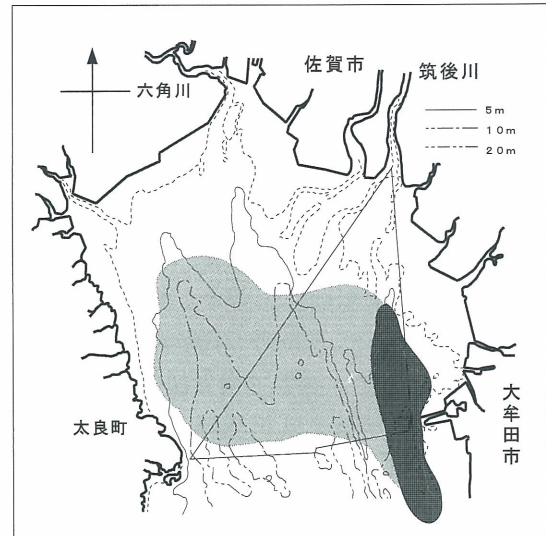
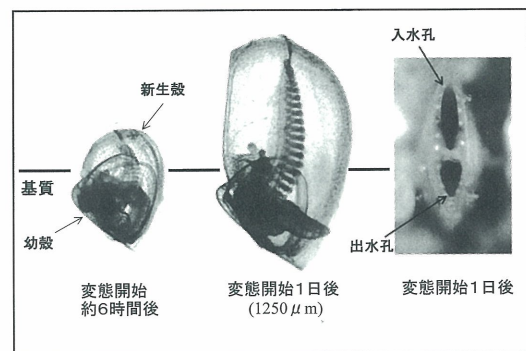


図14 有明海湾奥部におけるタイラギ漁場
■, 消失漁場(中・西部漁場); ■, 北東部漁場。



(川原ら 2004)

図15 タイラギ着底稚貝の形態変化

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県の共同調査を開始した。内容は、産卵期に浮遊幼生と着底稚貝の分布調査を行うとともに、底質環境と着底稚貝の生残との関係を明らかにするものである。底質だけではなく、様々な環境要因(水温、塩分、溶存酸素量、波浪、有害プランクトンなど)についても調査し、考察することにより、漁場の縮小原因はもとより、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が明らかになるであろう。また、当センターでは、独自の取り組みとして、人工飼育による初期生態の解明をめざしている。この研究で明らかになったタイラギ着底稚貝の生態は、殻長0.6~0.7mmで着底した個体は、着底後すぐに足糸で固定し、翌日には殻長が約2倍となり、新生殻部分が着底基質から抜き出て成貝と同様に外套膜を使って呼吸を始