

6.2 タイラギの浮泥による影響

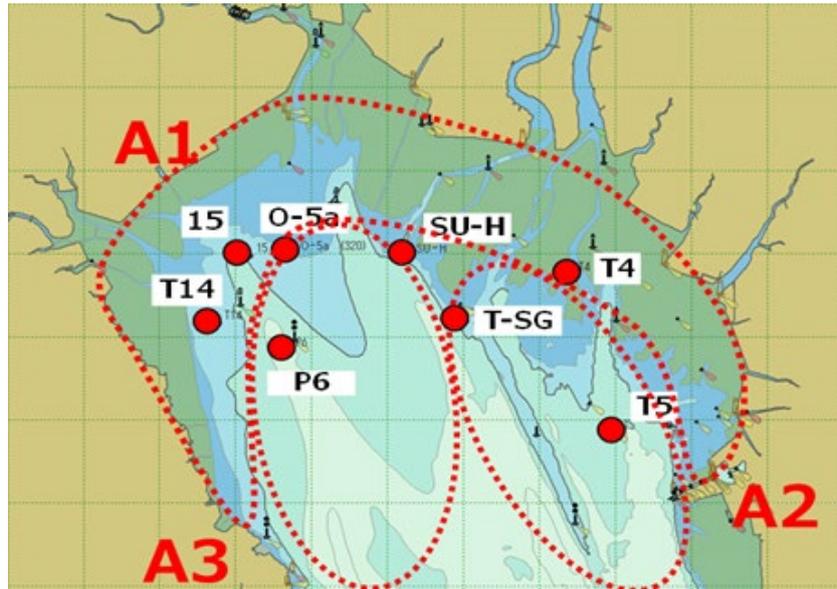
環境省では、有明海における二枚貝減少要因解明のため、これまで底質・水質等の物理環境データやタイラギの資源調査データ等を用いて様々な解析を行い、現状把握、減少要因解明等を行ってきた。ここでは、浮泥の出現調査及びその変動状況を把握するとともに、その変動要因について検討を行った結果を示す。

6.2.1 タイラギの浮泥による影響

調査は有明海奥部(図 6.2-1)において、2014(平成 26)～2019(令和元)年の夏期(6～9 月)の小潮時に毎年計 6～8 回実施した(海況等により一部欠測あり)。各定点において、潜水土によりアクリル管に不攪乱堆積物コア試料を採取し、浮泥層厚(密度法)及び酸化還元電位を測定し、分取した浮泥試料の含水率、粒度分布、クロロフィル色素含量、有機炭素・窒素含量及び安定同位体比を測定した。

浮泥層厚はアサリ、サルボウ生貝と密度($1.4\text{g}/\text{cm}^3$)がほぼ同じ塩化ビニル(PVC)の小型の円盤を用いた密度法¹⁾により測定し、二枚貝が埋没する堆積層の厚さと等しいものとした。浮泥層厚とタイラギ着底稚貝分布との間には、浮泥層厚 $\geq 8\text{mm}$ (目視)で稚貝の着底がほぼ見られないこと²⁾が示され、 $\geq 11\text{mm}$ (密度法を用いて測定した浮泥層厚に基づく浮泥輸送モデル)で稚貝が分布しないこと³⁾が報告されていることから、浮泥層厚が 8mm もしくは 11mm をタイラギ稚貝の着底及びその後の生息環境の適・不適の基準とした。

タイラギ、アサリ、サルボウなどの二枚貝は、主に植物プランクトンを餌料として摂取していることから、浮泥中に含まれるクロロフィル色素量(クロロフィル *a*:Chl-*a*)を餌料環境の指標の 1 つと考えた。また、植物プランクトンを含む分解途中の有機物(デトリタスなど)も餌料として利用可能と考え、海起源の有機炭素量をもう 1 つの餌料環境の指標とした。海起源の有機炭素量の算出には、海起源有機炭素の安定同位体比のエンドメンバーとして有明海奥部西側の赤潮状態の植物プランクトン($\delta^{13}\text{C} = -18.5\text{‰}$)を、陸起源の有機炭素の安定同位体比のエンドメンバーとして筑後川の出水時の感潮河道域の懸濁粒子($\delta^{13}\text{C} = -24.8\text{‰}$)を用い、試料中の有機炭素量と有機炭素安定同位体比からそれぞれの起源の有機炭素量を求めた⁴⁾。



2014(平成26)年度～2019(令和元)年度(6年間):地点 T14、15、O-5a、SU-H、T5 の5点

2015(平成27)年度～2019(令和元)年度(5年間):地点 P6

2017(平成29)年度～2019(令和元)年度(3年間):地点 T4、T-SG の2点

有明海奥部における8測点で実施。各測点は平成28年度委員会報告における以下の海域区分に属する。

A1海域:地点 T14、15、O-5a、SU-H、T4

A2海域:地点 T-SG、T5

A3海域:地点 P6

なお、境界線付近の地点 O-5a、SU-H については、水深等の地理的な位置関係により A1 海域とした。

参考文献:平成26年度～令和元年度有明海・八代海等再生評価支援業務(有用二枚貝類の減少要因解明調査)報告書

図 6.2-1 有明海奥部における2014(平成26)～2019(令和元)年夏期の浮泥調査地点図

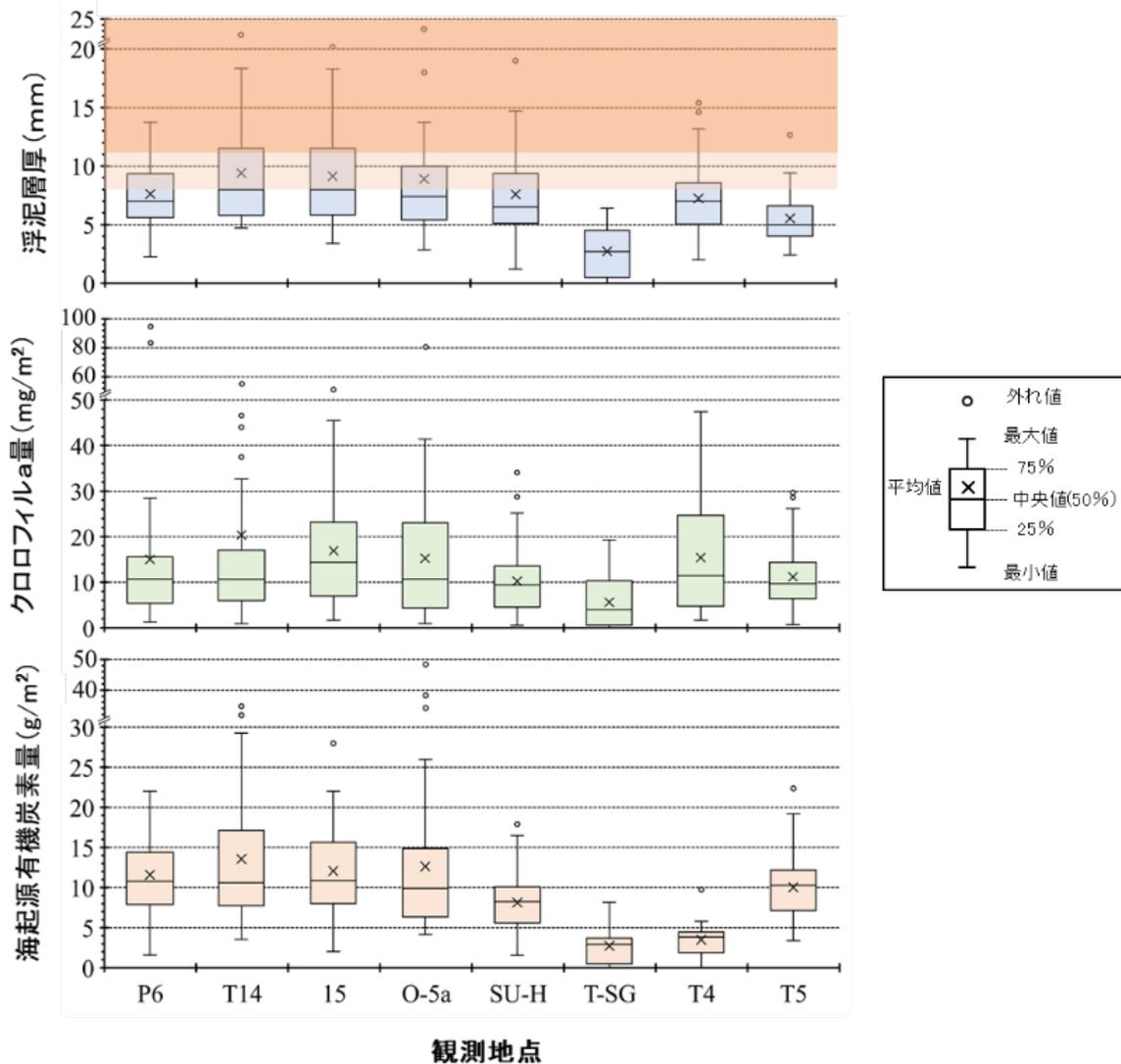
出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(1) 浮泥等の調査結果

有明海奥部において、浮泥層厚は西側(A1及びA3海域)及び中央海域(A1海域)で、しばしば8mmもしくは11mmを超えている。一方、東側海域(A1及びA2海域)ではほとんどが8mm未満と変動幅が低く推移していた(図6.2-2)。特にタイラギ漁場に近接したT5(A2海域)における浮泥層厚は5mm前後と低く、地点T-SG(A2海域)では最も低い値を示している。浮泥層厚からみて、タイラギの着底及びその後の息に適すると考えられる地点は、層厚が小さいT-SG、T5(A2海域)であり、層厚が8mmを越える頻度が低い地点T4(A1海域)、P6(A3海域)、SU-H(A1海域)がこれに続くと考えられる。

一方で、浮泥の増加は着底期から稚貝期にかけてのタイラギにとって、埋没という物理的に負の要因と考えられるが、有機物との複合体を含んでいることから、タイラギも含め、沈積物食動物としての側面のある二枚貝にとっては餌料として機能することも想定される。そこで、浮泥中における餌料として有効な成分としてのChl-aの含量については、奥部西側海域(A1海域)の地点15、O-5aで高く、地点T14では中央値は低いものの、特異的に高くなることが散見され

た。東側のうち地点 T4 (A1 海域) は高い傾向にあった。浮泥層厚が最も低かった地点 T-SG (A1 海域) では、Chl-a 量が最も低い値を示した。同様に、海起源有機炭素量を測定した結果について参照すると、奥部西側海域 (A1 海域) の地点 T14、15、O-5a で高い値を示し、西側の地点 P6 (A3 海域)、中央の地点 SU-H (A1 海域)、東側の地点 T5 (A2 海域) がこれに続いた。一方、東側の地点 T-SG (A2 海域)、T4 (A1 海域) では低い値を示した。



注) 図中のうす橙色、橙色はそれぞれ浮泥層厚 8 mm 以上、11 mm 以上を示す

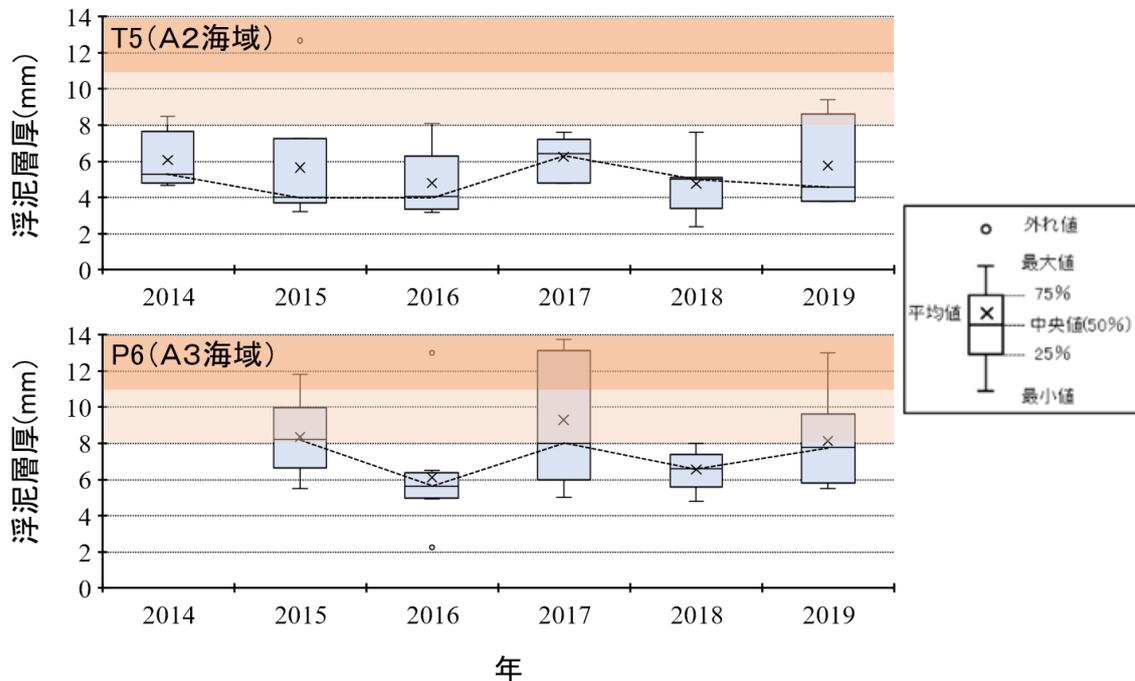
図 6.2-2 有明海奥部における 2014(平成 26)～2019(令和元)年夏期の浮泥層厚、クロロフィルa 色素量、海起源有機炭素量の地点別の変動

出典: 環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(2) 浮泥層厚の経時変化

餌料として浮泥を評価した場合、A1 及び A3 海域が Chl-*a* もしくは海起源有機炭素量が高い傾向にあり、A2 海域は Chl-*a* 量、海起源有機炭素量ともに低い(図 6.2-2)。

浮泥層厚、二枚貝の餌として機能する有機物含量の双方の観点から検討した場合、タイラギ着底稚貝にとって、浮泥層厚が 5mm 前後で推移している奥部東側の地点 T5 (A2 海域) が最適と評価され、次に浮泥層厚が 8mm を越える頻度が低く、餌料環境も比較的良好な地点 P6 (A3 海域)、SU-H (A1 海域) がこれに続くと評価された。タイラギ着底稚貝の生息に適していると考えられた地点 T5 と P6 について、2014 (平成 26) 年以降の浮泥層厚の年変動を年別にみると、地点 T5 では 2019 (令和元) 年のみ 75% 値が 8mm を超えているのに対して、地点 P6 では 2016 (平成 28) 年、2018 (平成 30) 年以外は、75% 値が大きく 8mm を超えている(図 6.2-3)。また、今回の観測期間では、地点 P6 で台風接近による強い風浪によって干潟域から洗掘等によって運ばれた軟泥が大量に堆積する事例(2016 (平成 28) 年、2018 (平成 30) 年)がみられ、タイラギ稚貝だけでなく成貝も埋没して死亡する可能性が考えられ、実際にはタイラギが継続して生息するには厳しい環境にあることが推察される。また、地点 T4 については、筑後川の河口沖合域に位置し、出水時には大量の河川由来の土砂によって設置した測機等が埋没するなどの事象が観測されており、同地点も地点 P6 と同様に継続的な生息には厳しい環境にあると考えられる。



注) 図中のうす橙色、橙色はそれぞれ浮泥層厚 8 mm 以上、11 mm 以上を示す

図 6.2-3 有明海奥部の地点 T5 (A2 海域)、P6 (A3 海域) における 2014 (平成 26) ~ 2019 (令和元) 年夏期の浮泥層厚の経時変化

出典: 環境省 (2019) 「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 4 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

6.2.2 今後の課題

本調査においては、浮泥の質の評価、特に餌料の指標として用いた Chl-*a* 及び海起源有機炭素について、実際にタイラギの成長・生残にどの程度影響するのか明らかにできなかった。従って、今後はタイラギを用いた室内実験等で影響を把握し、餌料環境を評価する際の基準を決める必要がある。また、タイラギ稚貝の分布が、具体的にどのステージ(着底時、着底後)に、浮泥の何(層厚、成分)によって制限されているかを室内実験等で把握するとともに、現在も着底稚貝が頻度高く観測される海域において、浮泥の特性と着底稚貝の成長・生残との関係を検討する必要がある。さらに、これまでの静的な浮泥(堆積)だけでなく、動的な浮泥(再懸濁粒子)がタイラギの生活史ステージ別の生残・成長等に及ぼす影響も検討する必要がある。

餌料環境の評価に関して、クロロフィル量による評価以外の検証方法が必要と判断される(懸濁粒子の質的評価)。

参考文献

- 1)水産総合研究センター, 佐賀大学, いであ株式会社(2016):平成 27 年度環境省請負業務結果報告書 有明海・八代海等再生評価支援(有明海二枚貝類の減少要因説明等調査), pp. 212.
- 2)古賀秀昭, 荒巻 裕(2013):佐賀県有明海におけるタイラギ漁業の歴史と漁場形成要因—特に2009 年度漁期の豊漁要因についてのいくつかの考察—. 佐賀県有明水産振興センター研究報告, 第26号, 13-24.
- 3)速水祐一, 永尾謙太郎, 岡村和磨, 竹内 一浩(2017):数値シミュレーションによるタイラギ着底稚貝に及ぼす浮泥厚の影響評価. 土木学会論文集 B2(海岸工学), 73(2), p. 11309-11314.
- 4)Fry, B., Scalan, RS. And Parker, PL. (1997): Stable carbon isotope evidence for two sources of organic matter in coastal sediments: seagrasses and plankton. *Geochemica et Cosmochimica Acta*, 41, 1875-1877.

6.3 有明海奥部における COD による餌料環境とその長期変動の推定

環境省では、有明海の有用二枚貝類の保全・回復を図ることを目的とし、二枚貝類の生息環境モニタリングや餌料環境の長期変化の把握・変動機構解明に向けた検討等を実施した。有明海奥部海域では 1970(昭和 45)年代から 1990(平成 2)年代前半にかけて貧酸素化が進み、同時期に COD は増加していた。これは有機物量増加による酸素消費量増加が貧酸素化進行の原因の一つであったことを示唆する。そこで、この時期に有明海奥部において COD が増加した原因の解明に向けた検討を行うこととした。まず、有明海奥部海域におけるタイラギの餌料環境の長期変動を把握するためにボックスモデル解析による検討を実施した。さらに、餌料環境の指標として COD を用いたタイラギの生残率との関係について検討した結果についても報告する。

6.3.1 資料と方法

(1) ボックスモデル解析

有明海奥部(A1、A2、A3 海域)において、主要流入 4 河川のあるエリアとそれよりも南の湾口側エリアの 2 つのボックス(図 6.3-1)を設け、ボックスモデルによって塩分・COD の収支を計算した。

解析には、佐賀県有明水産振興センターと福岡県水産海洋技術センター有明海研究所が基本的に毎月 1 回朔の大潮に実施している浅海定線調査データを用いた。データの期間は 1981(昭和 56)年度から 2014(平成 26)年度までである。また、河川流量・COD 負荷量データとして、手塚ら(2013)の 1981(昭和 56)～2010(平成 22)年のデータセットに 2014(平成 26)年までのデータを追加したものを用いた¹⁾。

10 年スケールの変動を調べるために、連続する 11 年間の平均場について解析を行った。Box1 中の塩分量は、河川流量・拡散による海水交換・Box2 への移流によって変化する。このうち河川流量・移流量はデータから求めることができる。そこで、Box1 内の塩分収支を計算することで Box1 と Box2 間の海水交換量 q を求めた。次に Box1 内の COD の収支を計算した。Box1 中の COD 量は、陸域負荷・Box1 と Box2 間の海水交換による輸送量・Box2 への移流による輸送量・Box1 内での内部生産によって変化する。このうち内部生産以外はデータと上記の q から求めることができる。そこで、Box1 内の COD の収支を計算することで COD の内部生産量 R を求めた。ここで内部生産量とは正味の COD の生産量のこと、[基礎生産による COD の生産量-消費量]である。Box モデル解析の模式図は図 6.3-2 に示すとおりである。

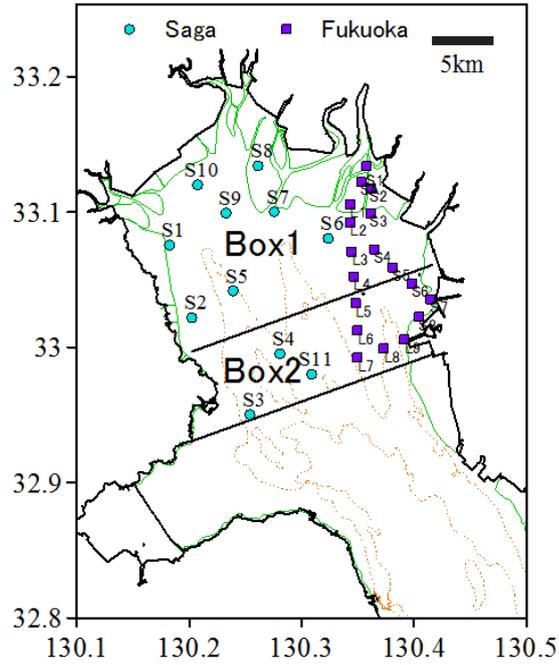


図 6.3-1 ボックスモデルに用いた浅海定線調査の測点位置とボックス区分
 出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

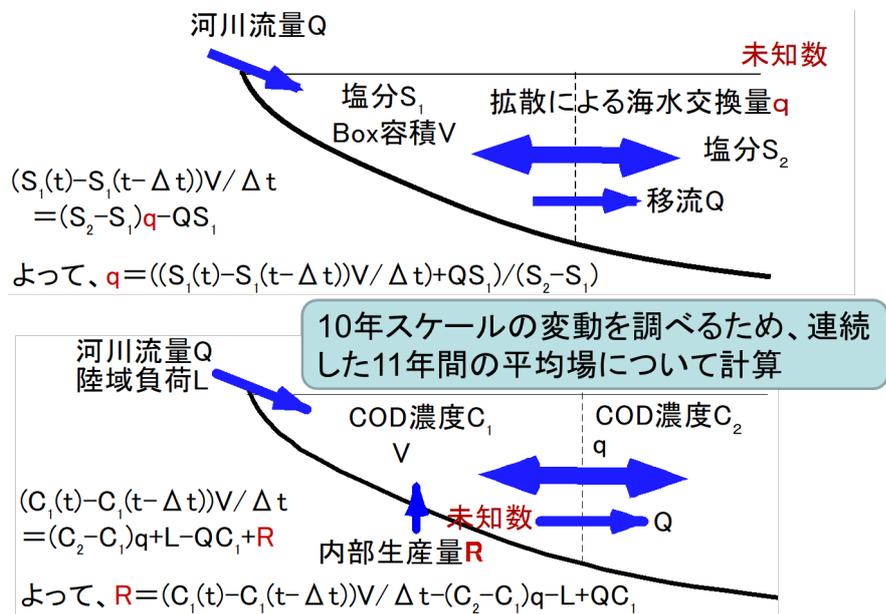


図 6.3-2 Box モデル解析の模式図
 出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(2) 夏季(7・8月)のCOD増加要因の解析²⁾

夏季のBox1におけるCODの増加要因として推定されるものは以下の4つである。

1. 初期値(6月の値)の増加
2. 内部生産量の増加
3. 海水交換・移流による流出の減少
4. 陸域からの負荷量の増加

ボックスモデルによる解析によりこれらのうちどの要因がCOD増加に寄与したのか評価した。

(3) COD季節変化の長期変動とその要因の解析

上記と同じ浅海定線調査データを用いて、Box1の平均CODの季節・経年変化を調べた。さらに経年変化の原因を検討するために上記と同じくボックスモデルによる解析を行った。10年スケールの変動を解明するために連続する11年の平均値について解析した。Box1のCODの増加減少要因として推定されるものは以下の3つである。

1. 内部生産量の増加
2. 海水交換・移流による流出の減少
3. 陸域からの負荷量の増加

ボックスモデルによる解析によりこれらのうちどの要因がCOD増加・減少に寄与したのか評価した。

(4) 餌料環境としてのCODの評価調査

二枚貝の餌料の指標としては、植物プランクトン量の指標であるクロロフィル a を用いることが望ましい。しかし、有明海ではクロロフィル a は長期のデータがないため、代わりに有機物量の指標であるCODについて解析を行ってきた。ただし、CODを餌料指標とすることの妥当性は十分に検証されていない。CODは二価鉄など有機物以外の被酸化物質の影響も受けるため、厳密には有機物量でもない可能性がある。そこで、2018(平成30)年2月から2019(令和元)年2月までの期間、毎月1回、佐賀県有明水産振興センターによる浅海定線調査の測点のうち8点で層別採水を行い、POC(粒状態有機炭素)、DOC(溶存有機炭素)、クロロフィル a の分析を行いCODの値と比較した。佐賀県浅海定線調査測点配置と採水位置は図6.3-3に示すとおりである。

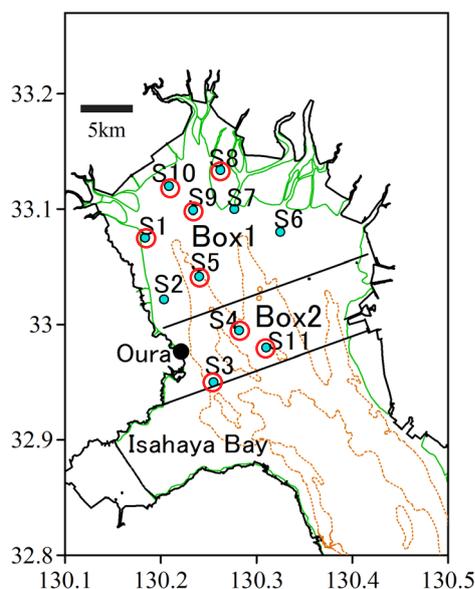


図 6.3-3 佐賀県浅海定線調査測点配置と採水位置(赤丸が採水点)

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(5) 餌料環境としてのCODの評価調査

長期的なタイラギの生残率の変動について検討するために、佐賀県が有明海奥部の55点で実施しているタイラギ稚貝・成貝調査(タイラギ資源量調査)のデータと、ボックスモデルで解析したものと同一浅海定線調査データを解析した。佐賀県有明水産振興センターによるタイラギ資源量調査の測点位置は図 6.3-4 に示すとおりである。

佐賀県有明水産振興センターが毎年基本的に10月に実施しているタイラギ資源量調査(55点調査)と、佐賀県有明水産振興センターおよび福岡県水産海洋技術センター有明海研究所が毎月1回実施している浅海定線調査のデータを解析に用いた。タイラギ資源量調査では、各定点で100mロープを潮流方向に張り、ロープ沿いの幅1mの範囲内に見られたタイラギをダイバーによって採取することで行われている。採取されたタイラギは殻長によって着底稚貝(当歳貝)と成貝(1歳貝以上)に分けられている。本調査では、稚貝については1996(平成8)年以降のデータしか無いため、1996(平成8)年から2016(平成28)年までのデータを解析に用いた。

このデータでは、各点におけるタイラギの個体数は変動が大きく、しかもゼロである場合が多かった。ほとんどの測点で、稚貝の着底が認められたのは21年間の内9回以下であった。0個体の点は除いて、 \log (平均稚貝密度)と稚貝発見年数の関係を調べたところ、有意な正の相関($r = 0.65$)が得られた。さらに、全期間の稚貝発見回数の分布を調べたところ、湾奥南東部から湾奥中央部にかけて高い値となっていた。以降、この海域をタイラギ高頻度着底海域と呼ぶ。稚貝の着底自体が少ない海域について、生存状況と環境との関係を検討するのは難しい。そこで本研究では、高頻度着底海域に絞って解析を実施した。高頻度着底海域に含まれる12定点について、下記の式で表される値をタイラギの生残率とした。

$$\text{生残率} = \frac{\text{翌年の成貝発見点数}}{\text{稚貝発見点数}} \times 100$$

こうして得られたタイラギの生残率と餌料環境の指標としてCODの関係について検討した。

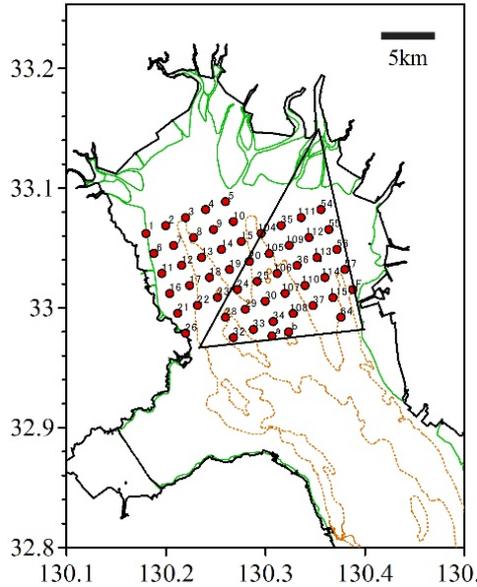


図 6.3-4 佐賀県有明水産振興センターによるタイラギ資源量調査の測点位置

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

6.3.2 調査結果

(1) 夏季(7・8月)のBox1におけるCODの収支の経年変化

CODの初期値、内部生産量、移流及び海水交換による輸送量、陸域負荷量の経年変化は図6.3-5に示すとおりである。

1980(昭和55)～1990(平成2)年代について、COD初期値(6月のCOD濃度)は1986(昭和61)～1988(昭和63)年にかけて増加したが、その後は減少していた。海水交換による流出量は増加(マイナスの値は流出を示す)していた。移流による流出量は横ばいであった。陸域負荷についても横ばいであった。一方で、内部生産については増加していた。これらのことから、初期値、海水交換、移流、陸域負荷はいずれもこの時期のCOD増加の原因にはなっておらず、内部生産のみが寄与していたと考えられた。Box1からBox2へのCOD流出量は増加傾向にあったが、内部生産がそれ以上に増加していたことがこの期間のCOD増加の原因であったと考えられた。このことから、Box1において有機物の生産が増加した(基礎生産の増加等)、有機物の消費が減少した(二枚貝等による捕食量の減少等)のいずれか、あるいは両方が同時に起きていたと考えられた。

ただし、夏季のうち、7月のCOD内部生産の値は大きな負の値になることが多かった。これはBox1内での消費やBox外への流出が多いというよりも、河川からのCOD負荷量が過小評価になっているためではないかと考えられる。7月の出水時には河川感潮域からBox1に大量の懸濁物とともに有機物、CODも流入すると考えられる³⁾。しかし本モデルで扱っている陸域負荷は順流域の分だけであり、河川感潮域起源の有機物負荷量を評価できていないために過小評価になっていると考えられる。ただし、経年変化におけるCOD内部生産の増減については本モデルで十分に解析可能であると考えられる。

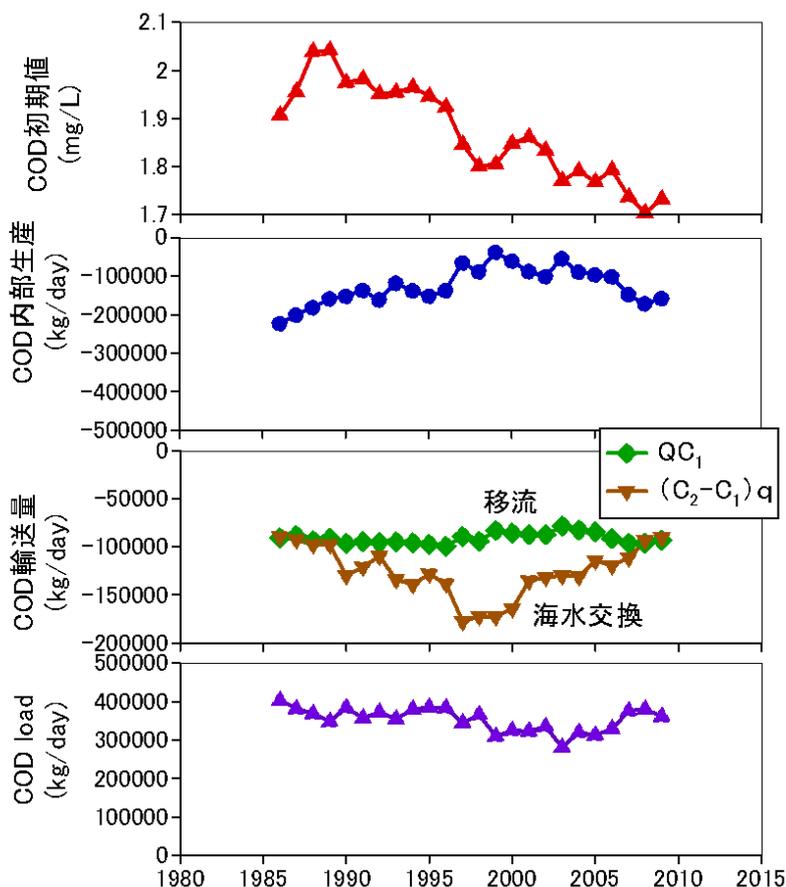


図 6.3-5 COD の初期値、内部生産量、移流及び海水交換による輸送量、陸域負荷量の経年変化

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(2) 夏季以外の季節における COD 減少要因の解析

Box1 の平均 COD 季節変化の経年変化を図 6.3-6 に示す。夏季の COD の値は 1986(昭和 61)年以降継続的に増加していた。一方で、それ以外の季節については 1990(平成 2)年代以降減少しており、近年の 12 月は最も低い値となっていた。

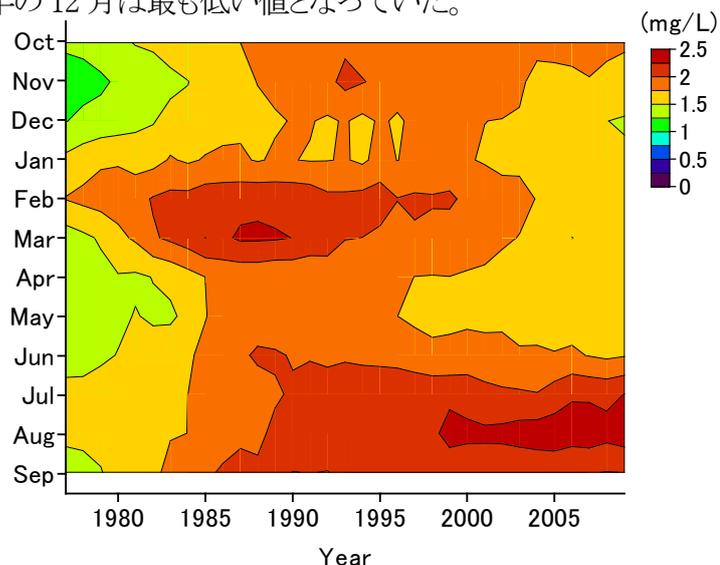


図 6.3-6 Box1 の平均 COD 季節変化の経年変化

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

このような COD の減少が生じた原因について Box モデルで検討した。その結果、COD 減少の主な要因は Box1 の内部生産の減少であった。図 6.3-7 に Box1 の COD の内部生産季節変化の経年変化を示す。秋冬季～春季(10 月～5 月)の Box1 の COD 内部生産は 1990(平成 2)年代から近年にかけて減少していた。内部生産の減少は 3 月に最も大きく、3 月の COD 内部生産量は約 20 年間で 1/4 に減少していた。COD 内部生産の減少は、基礎生産の減少、捕食量の増加のいずれか、あるいは両方によって生じる。有明海奥部における主要な有機物捕食者は二枚貝類だと考えられるが、1990(平成 2)年代から現在にかけて二枚貝の漁獲量は減少しており、二枚貝類の捕食圧が増加したとは考えにくい。したがって、この結果は有明海奥部では 1990(平成 2)年代以降に基礎生産量が減少した可能性を示唆している。

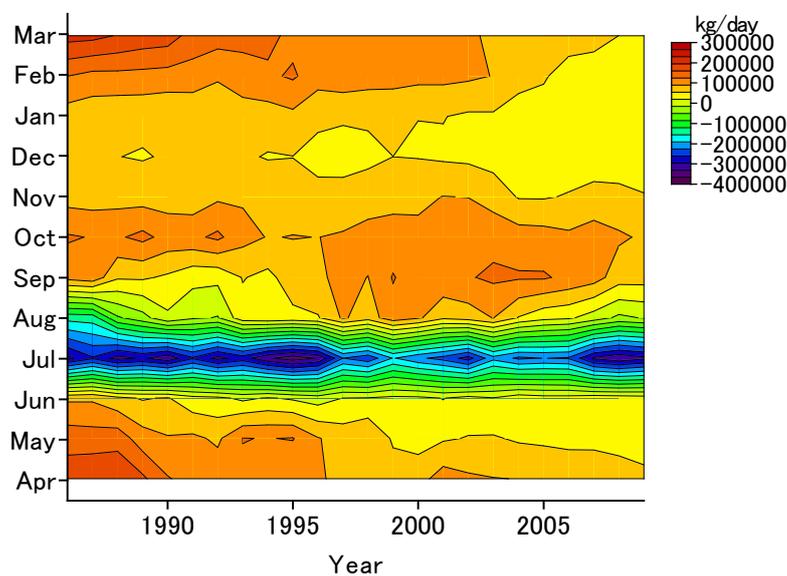


図 6.3-7 Box1 の COD 内部生産量季節変化の経年変化

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(3) 餌料環境の指標としての COD の検討

餌料環境として COD を用いることの妥当性について検討した。図 6.3-8 に Box1 の COD とクロロフィル *a*、POC の関係を示す。いずれも Box 平均値である。その結果、COD とクロロフィル *a*、COD と POC の間には弱いながらも有意な正の相関があった。このことから、有明海奥部では空間的にある程度のデータを平均した場合には COD は餌料環境の指標としてみなせると判断された。

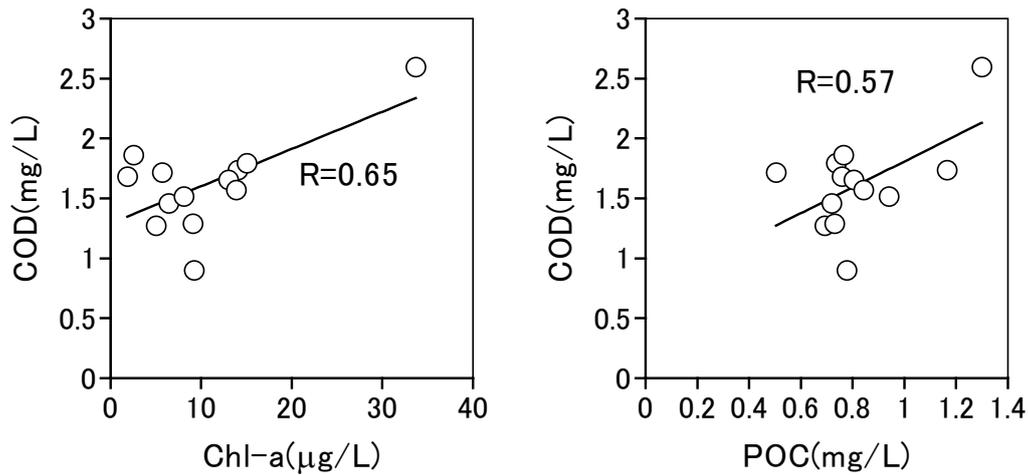


図 6.3-8 Box1 の平均 COD とクロロフィル a、POC の関係

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(4) 餌料環境としての COD とタイラギの生残との関係

全データ期間のうち、測点別のタイラギ稚貝確認回数の空間分布を図 6.3-9 に示す。本調査期間においてタイラギ資源は既に低迷しており、多くの測点において 21 年間のうちでタイラギ稚貝が確認されたのは 6 回以下であった。その中で、東側の紫色の枠で示す海域において比較的高い頻度で稚貝の着底が確認された。そこで、この四角で囲まれた海域をタイラギ高頻度着底海域とよぶ。以降では、高頻度着底海域における餌料環境とタイラギの生残との関係について検討した結果を示す。

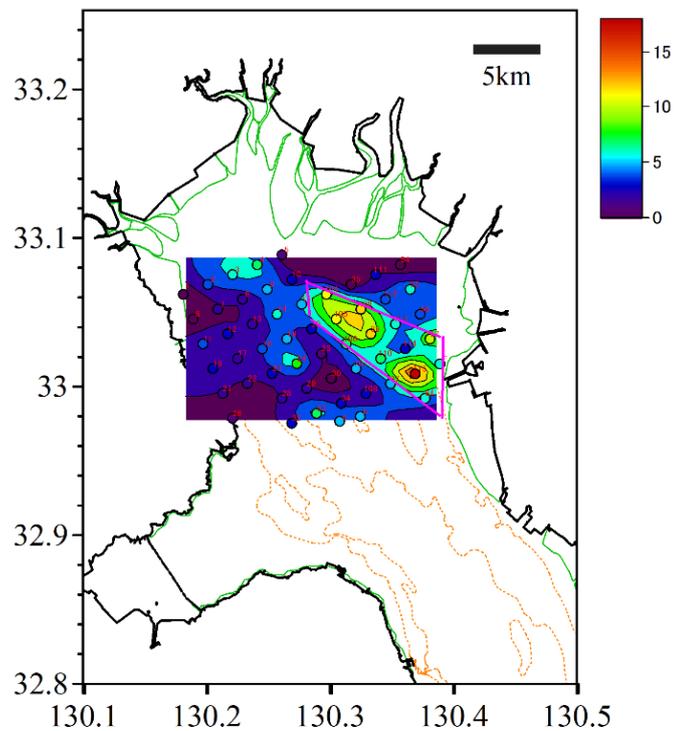


図 6.3-9 タイラギ稚貝確認回数の空間分布

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

高頻度着底海域におけるタイラギ生残率の変化を図 6.3-10 に示す。1996(平成 8)年は 400%となっているが、これは着底稚貝より成貝の発見点数が 4 倍も多く確認されたことを示している。稚貝の調査初年で精度がまだ十分でなかった可能性もあるため、この年は除いて解析を行った。年により生残率=0%(成貝数=0)の場合もあるが、全体として生残率は変動しながら減少傾向にあった。そこで、この生残率の値と餌料環境の指標である COD の経年変動について関係性を検討した。解析にあたっては、10 月以降の COD と翌年 10 月における生残率との相関を検討し、どの時期(期間)の COD が最も高い相関を持つか調べた。

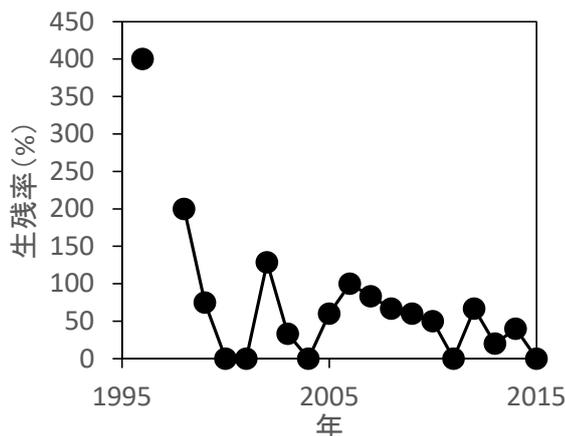


図 6.3-10 高頻度着底海域におけるタイラギ生残率の変化

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 5 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

高頻度着底海域におけるタイラギの生残率と COD の関係を図 6.3-11 に示す。縦軸は相関をとった COD データの開始月、横軸は COD データの平均幅を示す。例えば、縦軸が 11 月で横軸が 3 の場合は、11 月から始まる 3 ヶ月間の平均 COD とタイラギ生残率の相関係数を示す。この図から、10 月～1 月から始まる数ヶ月間において、COD 平均値とタイラギ生残率の間に正の相関がみられた。これは COD が高いと(餌料環境が良いと)タイラギ生残率も良くなることを示唆する。長期的な COD の変動とこの相関解析の結果を合わせて考えると、有明海奥部では 1990(平成 2)年代以降に秋季・冬季の餌料環境が悪化し、それがタイラギの生残率の減少に影響した可能性が示唆された。なお、餌料環境が悪いだけでタイラギがへい死するとの報告はないため、餌料環境が直接的にタイラギに影響したのではなく、餌料環境が良くない条件が続くことでタイラギの体力が落ち、日和見感染などによってへい死した可能性が考えられる。

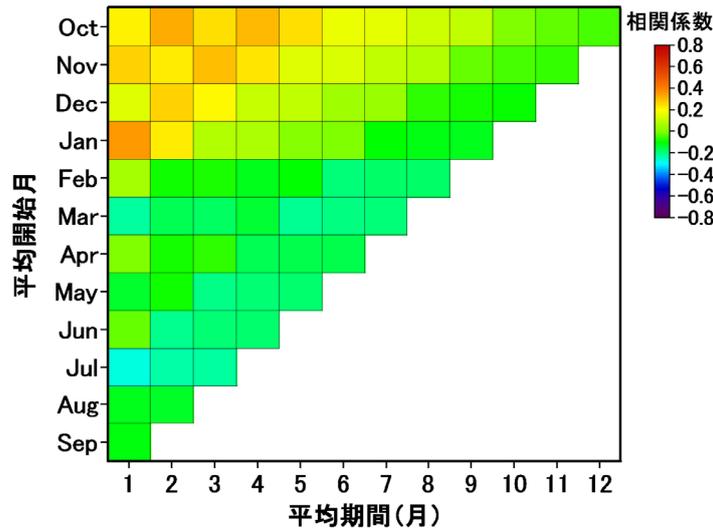


図 6.3-11 高頻度着底海域におけるタイラギの生残率と COD の関係

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

6.3.3 今後の課題

夏季の有明海奥部では 1970(昭和 45)年代から 1990(平成 2)年代前半にかけて COD が増加しており、それは内部生産の増加に起因していた。こうした COD 増加の原因についてはまだわかっておらず、今後検討する必要がある。

ボックスモデルを用いて COD 収支の解析を行うにあたっては、7月を中心にした出水時の河川感潮域からの有機物流入量の評価ができておらず、陸域負荷が過小評価となった。今後、河川感潮域と海域との間の物質輸送を評価することで、この点は改良する必要がある。

秋冬季～春季の有明海奥部では COD が減少しており、それは基礎生産の減少による可能性があることが示唆された。しかし、こうした基礎生産量減少の原因についてはまだわかっておらず、今後検討する必要がある。

今回の解析では基本的にボックス平均した値について解析を実施している。しかし、実際には植物プランクトンは表層に多く分布し、タイラギが生息する底層では低密度である。したがって、表層で生産された植物プランクトンから実際にタイラギが摂餌している物質に至るまでの輸送過程や懸濁物質の組成の変化について今後検討する必要がある。

参考文献

- 1)手塚公裕, 大串浩一郎, 緒方直人(2013):有明海における陸域負荷の長期変動の推定および赤潮発生に及ぼす流入水量の影響. 土木学会論文集 B1(水工学), 69(4), 1735-1740.
- 2)Yuichi Hayami and Naoki Fujii(2018):Decadal-scale variation in COD and DIN dynamics during the summer in the inner area of the Ariake Sea, Japan. Journal of Oceanography, Vol. 74, pp. 551-563.
- 3)鈴木啓太, 杉本 亮, 笠井亮秀, 中山耕至, 田中 克(2009):夏季の有明海筑後川の高濁度汽水域における粒状有機物の動態—河川流量の変動にもなう変化. 水産海洋研究, Vol. 73(3), pp. 149-160.

7. タイラギ母貝団地の造成と移植、種苗生産等の増養殖技術と種苗放流・移植

7.1 タイラギの種苗生産・母貝団地の取組

2018(平成 30)年度以降、福岡県、佐賀県、長崎県が連携してタイラギ人工種苗生産を行い、得られた稚貝を育成し、農林水産省、水産庁及び有明海沿岸 4 県(福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県)が協調して有明海における母貝団地造成に取り組んでいる。天然の親貝の生息がほとんど認められない現況において、人工種苗を母貝として安定的に移植することによって、有明海全体で浮遊幼生量を増加させて、資源回復を目指す取組を実施中である。

7.1.1 実施内容・方法・結果

母貝団地の規模については、2008(平成 20)年にタイラギ浮遊幼生が比較的多く(最大出現密度約 80 個体/m³)みられ、これらの浮遊幼生が高密度で着底し、2009(平成 21)年の漁獲量増加(約 1,000t)につながったと推定されることから、有明海奥部のタイラギ漁場近傍で 80 個体/m³の 2 倍の浮遊幼生発生量に相当する規模(3 年間で合計 2 万個体の母貝団地の造成)を目標とした。

これらの目標達成のために必要な母貝数、またその母貝を確保するための移植用稚貝数を、育成中の平均的な人工種苗の減耗率から逆算して以下のとおり設定した。

- ・人工種苗生産： 殻長 2mm 以下の着底稚貝 35 万個体生産
- ・中間育成の技術開発： 殻長 50mm 以上の移植用稚貝 6 万個体生産
- ・母貝団地の造成： 人工母貝 2 万個体移植

2018(平成 30)年度から、有明海における母貝団地造成の取組を強化するため、福岡県、佐賀県及び長崎県が有明海産親貝から受精卵を得て、人工種苗を生産することに取り組んだ。種苗生産のフローは図 7.1-1 に示した。タイラギの浮遊幼生は殻表面に強い付着性を有し、通常のエアレーションによる気泡がつくことで水面に浮上、凝集し、大量に減耗する¹⁾。そのため、シャワー式の飼育装置と連結水槽方式を組み合わせた技術開発が進められ、2014(平成 26)年に水産研究・教育機構で、改良型の飼育装置を用いて初めて 31 万個体の着底稚貝の生産に成功し、基礎的な種苗生産技術が確立された²⁾。その結果、2018(平成 30)年には福岡県で 4 千個、2019(令和元)年には佐賀県で 9 千個体、長崎県で 387 個体の着底稚貝の生産に成功している(表 7.1-1)。ただし、タイラギの種苗生産は、水面への浮上対策を行ったとしても、他の二枚貝浮遊幼生と比較して様々な大量死が発生する頻度が高く、さらには水質変化など何らかの要因で幼生が突然摂餌を停止するなどの問題も発生しやすいため、今後も技術開発を続ける必要がある³⁾。

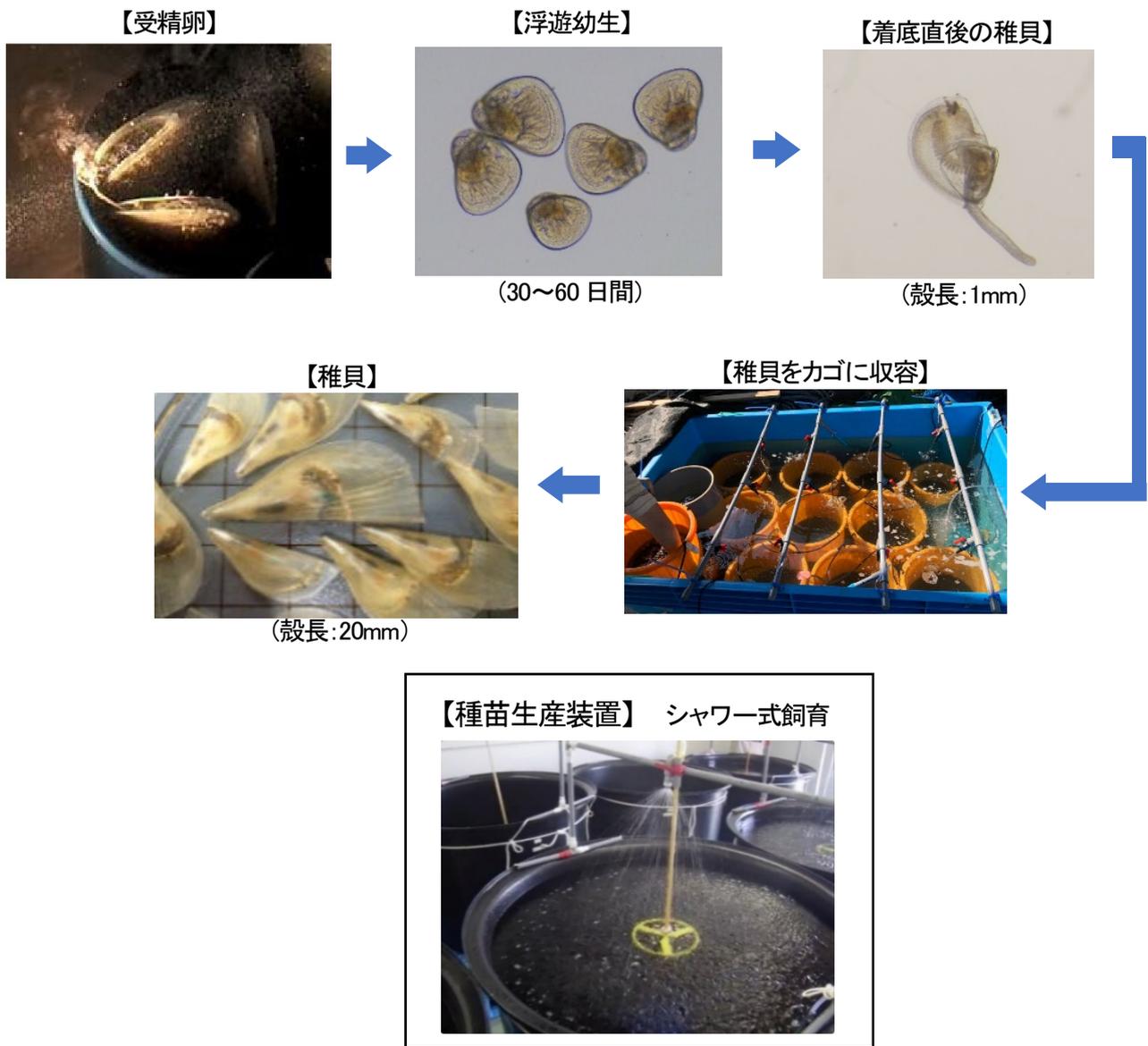


図 7.1-1 種苗生産のフロー

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

表 7.1-1 種苗(着底稚貝)生産実績

	2018(平成30)年	2019(令和元)年	2019(令和元)年の生産動向
福岡県	4千個	0	・4回採卵を実施したが、不調
佐賀県	0	9千個	・8回採卵を実施。このうちの2回(7/1、7/24採卵)で約9千個の着底稚貝を得たが、混入生物のため全滅。
長崎県	0	387個	・4回採卵を実施したが、不調 ・この他、佐賀県から分与された浮遊幼生約1千万個体を飼育し、387個の着底稚貝を得た。

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

母貝団地造成の取組について、有明海沿岸4県では、2018(平成30)年度に水産研究・教育機構から着底稚貝等の提供を受け、福岡県は海中育成ネット、佐賀県は直植え、長崎県は直植え・垂下式、熊本県は垂下式など、その地先の海域特性に合致した造成方式で(図7.1-2)、中間育成した人工稚貝1万3千個体を母貝団地に移植(2019(令和元)年9月末時点)した(図7.1-3)。このほか、佐賀県沖合で生息が確認された天然稚貝(50~100万個体)のうち、2019(平成31)年4月までに6万5千個体を母貝団地に移植した。これらの結果、移植した母貝(合計7万8千個体)は、2019(令和元)年9月末時点で約3万4千個体が生残している状況である(表7.1-2)。

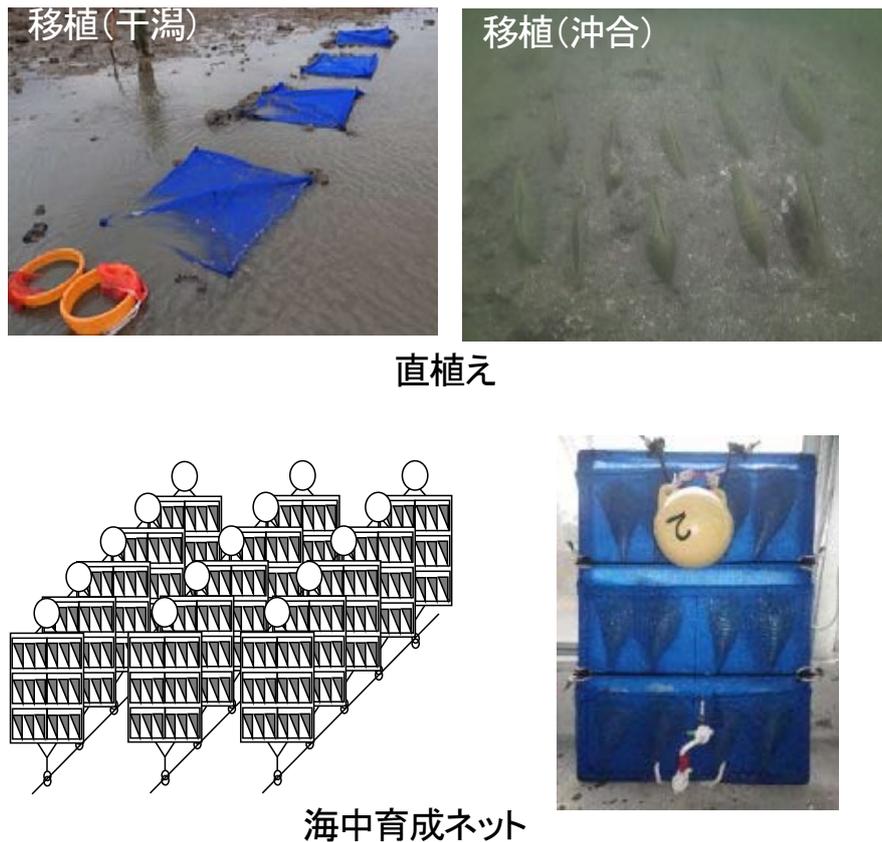


図 7.1-2 母貝団地造成方式の例

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

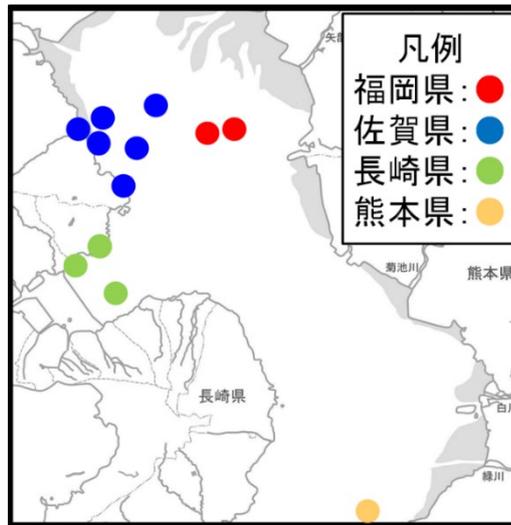


図 7.1-3 各県の母貝造成箇所

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

表 7.1-2 タイラギ人工貝等による母貝団地造成状況(令和元)年9月末時点

県名	海域	種苗種別	造成方式	29年産貝による母貝団地		30年産貝による母貝団地		
				生残数	殻長(mm)	移植数	生残数	殻長(mm)
福岡県	大牟田沖	人工貝	海中育成ネット	320	約160	2,345	2,000	約110
佐賀県	太良町沖	人工貝	直植え	30	約150	4,350	1,300	約130
		天然貝		—	—	65,000	23,700	約140
長崎県	小長井沖 瑞穂沖	人工貝	直植え	124	約150	育成中の稚貝約1,150個体(約100mm)を10~11月に移植予定		
			垂下	37	約150			
熊本県	宇土沖	人工貝	垂下	55	約170	1,500	1,460	約150
合計		人工貝		566	—	13,495	10,060	—
		天然貝		—	—	65,000	23,700	—
		計		566	—	78,495	33,760	—

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

参考文献

- 1)濱本俊策,大林萬鋪(1984):タイラギの人工採卵と幼生飼育に関する問題点.栽培漁業技術開発研究,第13巻2号,pp.13-27.
- 2)松山幸彦,兼松正衛(2018):2.2 養殖の研究 2)無給餌養殖タイラギ,日本水産学会誌,第84巻特別号,pp.80-81.
Bottari T, Spinelli A, Busalacchi B, Rinelli P, Giacobbe S (2017): Transplant trials of the fan mussel *Pinna nobilis* inside the coastal lagoon of Capo Peloro (central Mediterranean, Italy). Journal of Shellfish Research, Vol. 36, 3-8.
- 3)水産研究・教育機構 編(2019):タイラギ種苗生産・養殖ガイドブック.瀬戸内海区水産研究所 141pp.

8. アサリ浮遊幼生の出現状況

8.1 アサリ浮遊幼生ネットワークの推定

農林水産省、有明海沿岸4県(福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県)では、第2章で示されたアサリ浮遊幼生調査を実施するとともに、平成28年度委員会報告で研究・開発が必要な項目として挙げられた「アサリ等の二枚貝の母貝生息適地及び浮遊幼生の移動ルートの解明(広域的な母貝集団ネットワークの形成に関する検討)」について、検討を行った。以下、2015(平成27)～2017(平成29)年にかけて、アサリの浮遊幼生の挙動を推定する数値シミュレーションモデルを構築し、広域的なアサリの浮遊幼生供給関係(以下「浮遊幼生ネットワーク」という。)推定等を行った結果を示す。

8.1.1 調査内容・方法

浮遊幼生シミュレーションモデルの検討フローを図8.1-1に示す。流動モデルは、有明海の流動モデルに、2015(平成27)年度から2017(平成29)年度に実施された浅海域の海底地形測量成果などを反映した上で流況を再現した。

産卵日の推定手法は図8.1-2に示した。本編第2章図2.9.3-14から図2.9.3-16に示されたアサリ浮遊幼生広域調査で得られたアサリ殻長別出現個体数から、各調査日において、D型幼生の出現個体数がピークとなる殻長を求め、求めた殻長と文献等を基に設定した殻長成長速度式から、産卵日を推定した。

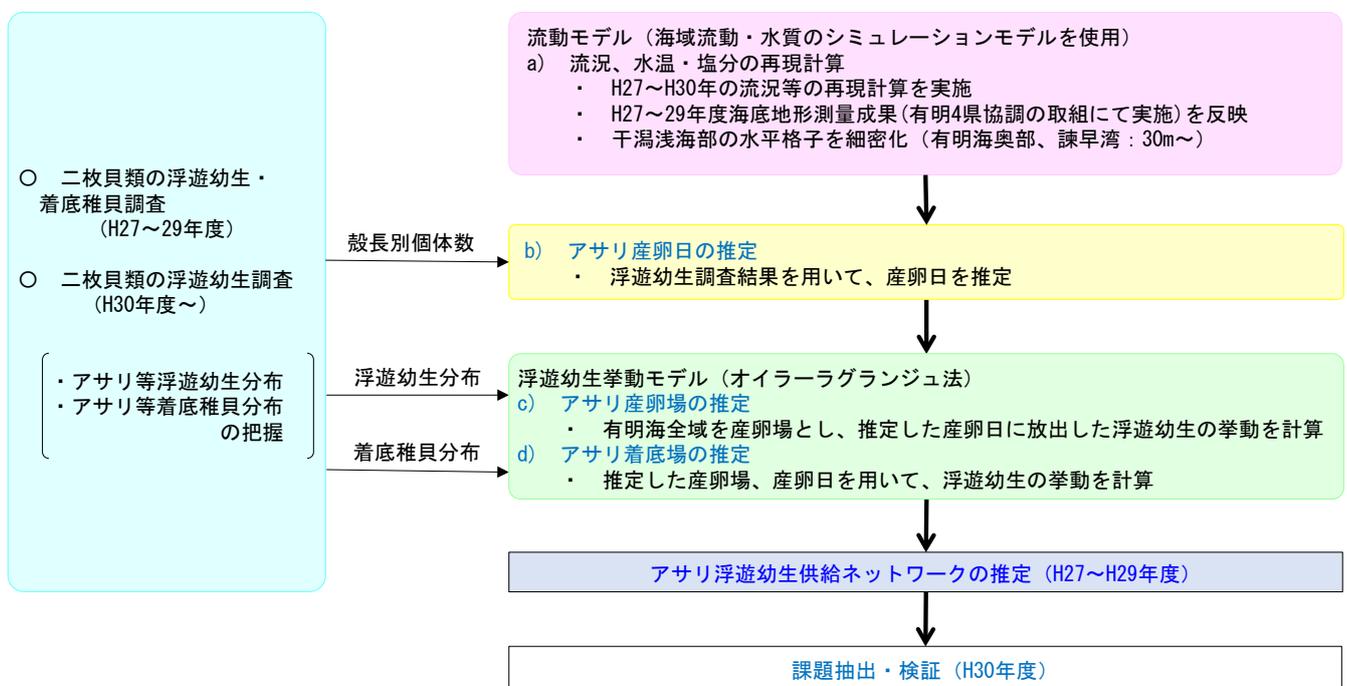
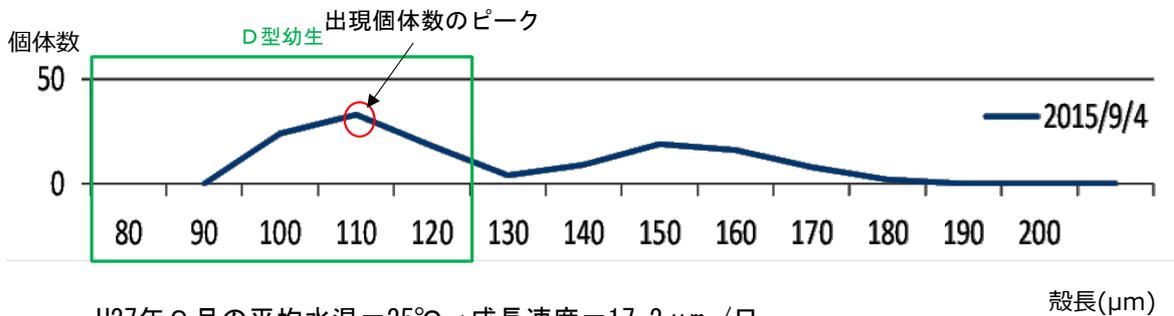


図 8.1-1 浮遊幼生シミュレーションモデルの検討フロー

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

- 各調査日において、D型幼生の出現個体数がピークとなる殻長を求めた。
 - 求めた殻長と殻長成長速度式から、産卵日を推定した。
- アサリ（D型幼生期）の殻長成長速度式※： $(0.641 \times \text{水温} - 7.45) \times 2$ （ $\mu\text{m}/\text{日}$ ）



- ・ H27年9月の平均水温=25°C→成長速度=17.2 $\mu\text{m}/\text{日}$
- ・ 産卵直後のアサリの殻長=60 μm から殻長110 μm となるのに約3日間必要であり、調査日が9月4日であることから、産卵日は9月1日と推定

※殻長成長速度式は以下の文献と平成27年度有明海浮遊幼生調査結果をもとに設定した。

- ・ 荒川純平・黒田伸郎（2003）アサリ浮遊幼生の窒素・リン摂取速度定式化の試み。愛知水試研報，10，15-20.
- ・ 熊本県（2006）熊本県アサリ資源管理マニュアル 熊本県アサリ資源管理マニュアルⅡーアサリを安定的に漁獲するために アサリを安定的に漁獲するためにー

図 8.1-2 アサリ殻長別出現個体数と産卵日推定の例

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

アサリの産卵場の推定は、以下の方法で行った。数値モデルは仮想粒子を配置した100m格子とし(図 8.1-3)、産卵場の推定方法は図 8.1-4 にイメージ図のとおりである。アサリ産卵場の推定は、仮想粒子を有明海全域に100m間隔で配置し、推定した産卵日の流れの状況を再現し、これらの仮想粒子をその流れに乗せて計算を行った。計算上での調査日における仮想粒子分布と浮遊幼生調査の結果を比較し、調査結果と分布場所が一致した仮想粒子の初期位置を産卵場として抽出した。なお、アサリの浮遊幼生の塩分嗜好性(石田ら 2005)も加味してシミュレーション計算を行っている。着底場の推定は、アサリの着底に好適な底質環境条件を参考にし¹⁾、図 8.1-5 の条件に従って推定した。

なお、いずれのシミュレーションも浮遊期間中のアサリの生残率などは考慮していない。

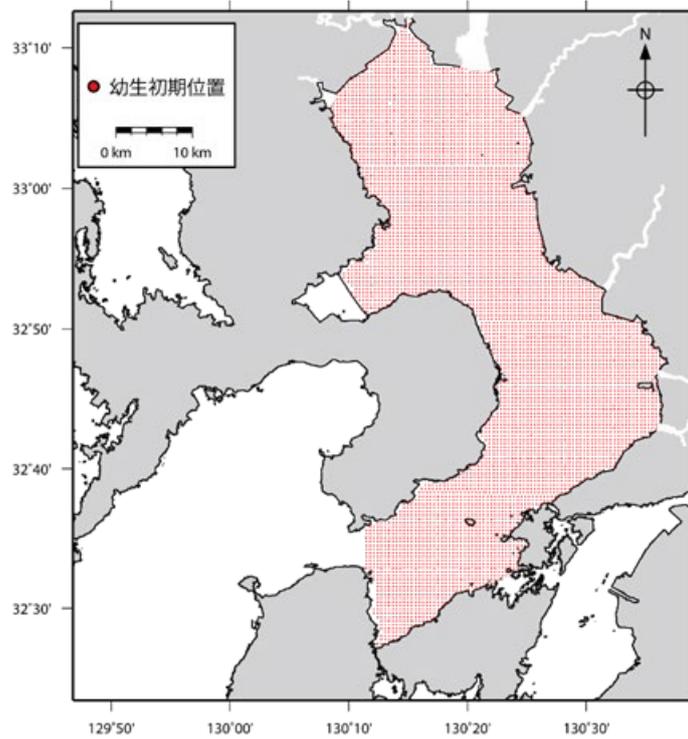
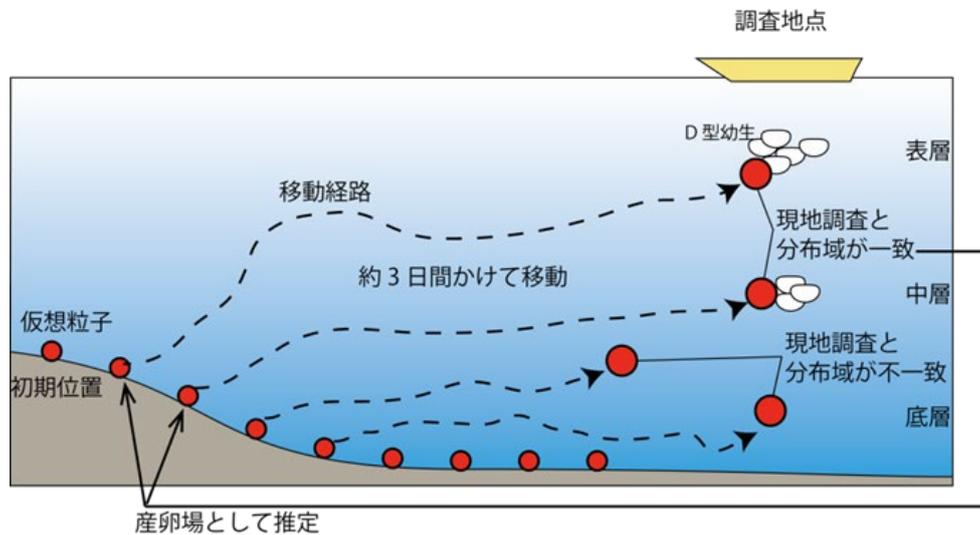


図 8.1-3 仮想粒子を配置した 100m 格子

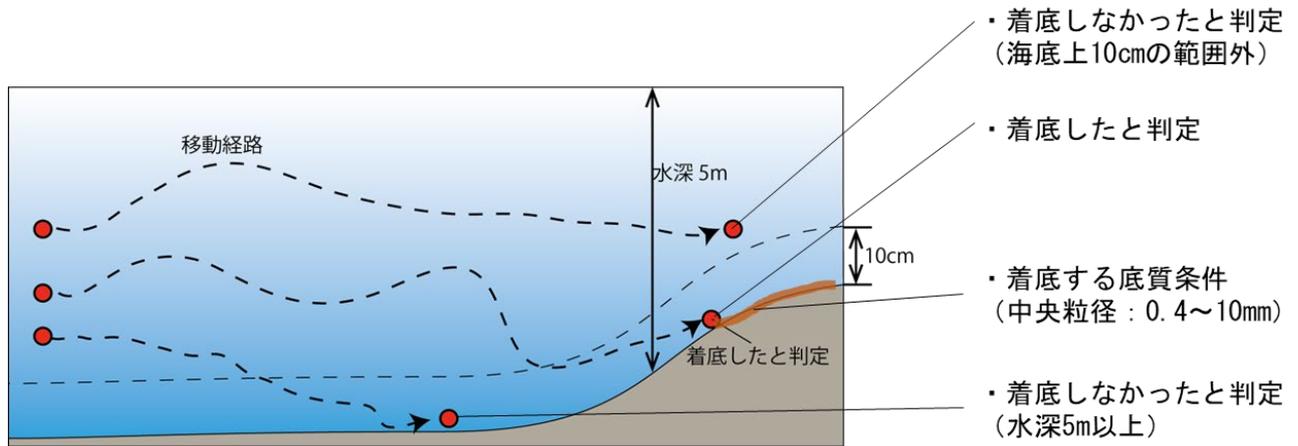
出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」



※アサリ浮遊幼生は嗜好塩分(21‰)に応じた自立移動²⁾を行うため、これらも踏まえて推定を行った。

図 8.1-4 産卵場の推定方法のイメージ

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」



推定した産卵日、産卵場を用いて浮遊幼生の挙動をシミュレーションした。この際、浮遊幼生の着底は、アサリ成貝期の生育環境適地条件(水産庁(2013))を基に、①底質の中央粒径が0.4~10mmの範囲であること、②フルグロウン期以降に水深5m以浅の海域の海底上10cmに1時間以上滞在していることを条件とした。

なお、②については、複数の条件について感度分析を行い、既往の着底稚貝調査結果やアサリの漁場分布に最も近い着底場の分布を示した条件に基づいて設定された条件であり、実際のフルグロウン期幼生の行動生態を示すものではないことに留意が必要。

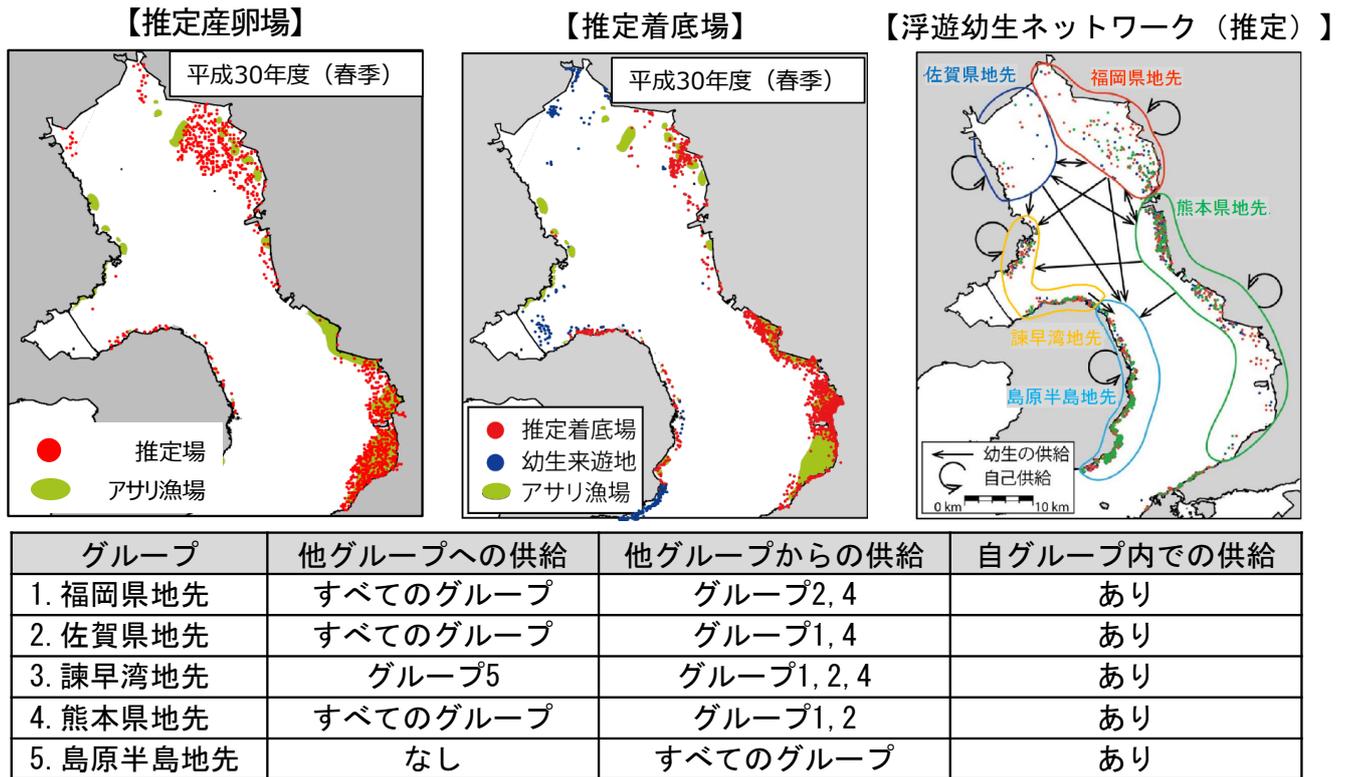
図 8.1-5 アサリ浮遊幼生着底場の推定方法のイメージ

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

8.1.2 結果

(1) アサリの浮遊幼生ネットワークの推定結果

シミュレーションによるアサリの浮遊幼生ネットワークの推定結果を図 8.1-6 に示す。シミュレーション計算に基づくと、主要なアサリ漁場と産卵場、着底場が概ね一致する結果となった。また、福岡県、佐賀県、熊本県地先は浮遊幼生を相互供給するとともに、諫早湾地先や島原半島地先へ幼生を供給するなど、有明海では広域的なアサリの浮遊幼生供給関係がみられることが推定された。



(引用文献：藤家 亘、井下 恭次、武元 将忠、江口 秀治、西 利明、松山 幸彦 (2018)有明海アサリ浮遊幼生の干潟間供給ネットワーク、土木学会論文集B2 (海岸工学), 74, 2, p. 1261_1266.)

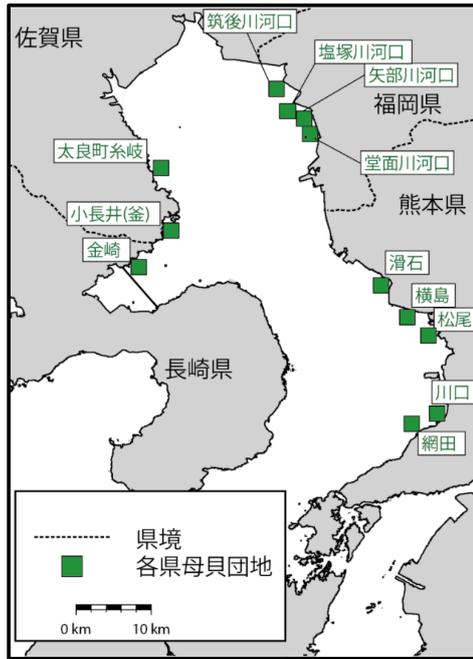
図 8.1-6 アサリの浮遊幼生ネットワークの推定結果

出典：環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(2) 母貝団地造成によるアサリの浮遊幼生ネットワークの形成

有明海沿岸4県においては、漁業調整規則に基づく漁獲制限や漁業団体による資源保護が継続的に取り組まれている12箇所をアサリの母貝団地として設定している。各県の母貝団地の事業海域は図 8.1-7 に示すとおりである。

これら母貝団地から発生する浮遊幼生の着底場等を浮遊幼生シミュレーションモデルにより推定した結果を図 8.1-8 に示す。図中の赤丸はアサリの推定着底場、青丸は底質条件が合わないため着底はしないが、浮遊幼生の来遊が推定された箇所(幼生来遊地)である。これらの結果、母貝団地から発生した浮遊幼生は、概ね有明海のアサリ漁場に着底することが確認された。



	母貝団地
福岡県	筑後川河口 (有区301・3号) 塩塚川河口 (有区9・10号) 矢部川河口 (有区20・24号) 堂面川河口 (有区303号)
佐賀県	太良町系岐
長崎県	小長井(釜), 金崎
熊本県	滑石, 横島, 松尾, 川口, 網田

図 8.1-7 各県の母貝団地の事業海域

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

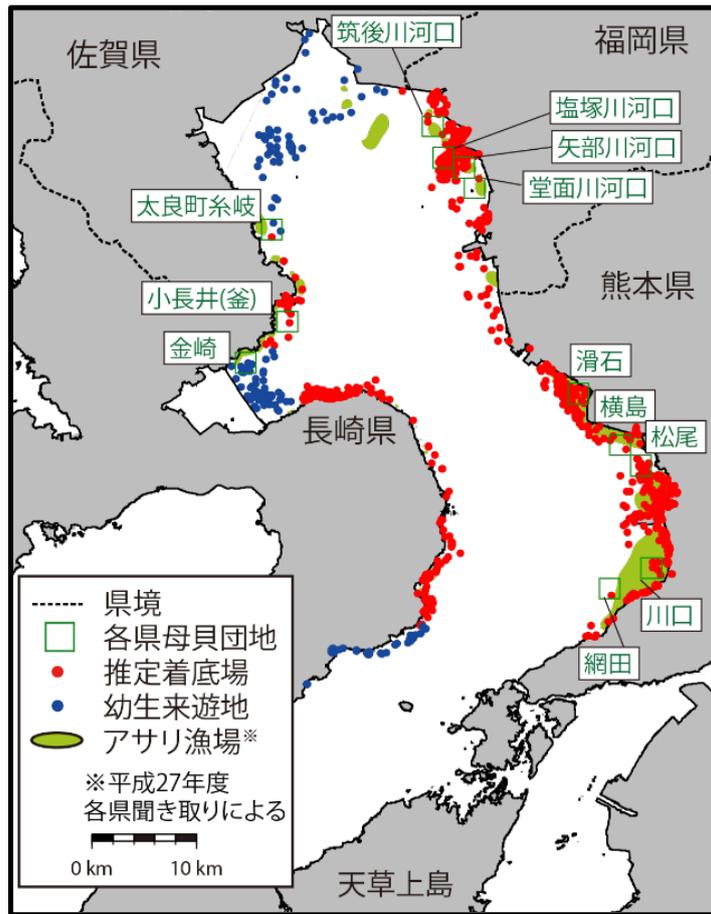


図 8.1-8 アサリ浮遊幼生着底場・来遊地推定結果

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(3) アサリの母貝団地間の相互幼生供給関係

有明海のアサリ漁場への安定的な幼生供給のためには、母貝団地が相互に幼生を供給して浮遊幼生ネットワークが断絶しないことが望ましいことから、既存母貝団地間の相互幼生供給関係を推定した。アサリの母貝団地間の相互幼生供給関係の推定結果は表 8.1-1 と図 8.1-9 に示すとおりである。

熊本県・網田を除く全ての母貝団地は、他の母貝団地から幼生の供給を受け、長崎県・金崎を除く全ての母貝団地では、他の母貝団地へ幼生を供給していた。この結果に基づくと、複数母貝団地間の幼生需給関係がみられ、重層的なネットワークを形成していることが推定された。

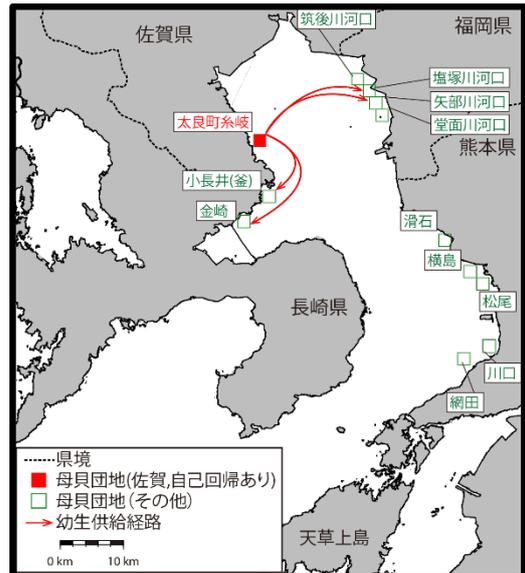
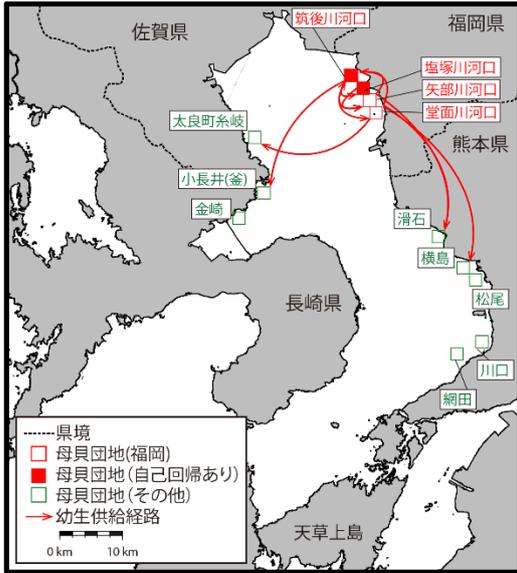
ただし、熊本県・網田へ幼生を供給する既存の母貝団地がないこと、熊本県・川口への供給源は、自己供給を除き網田のみであることから、網田や川口の母貝団地管理のあり方等の検討が必要と考えられる。

表 8.1-1 アサリの母貝団地間の相互幼生供給関係の推定結果

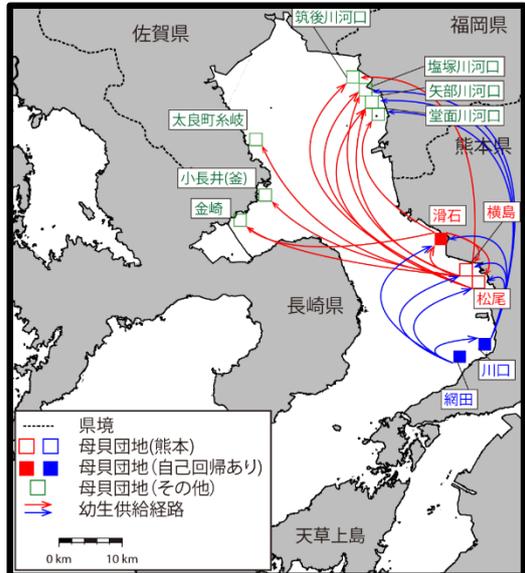
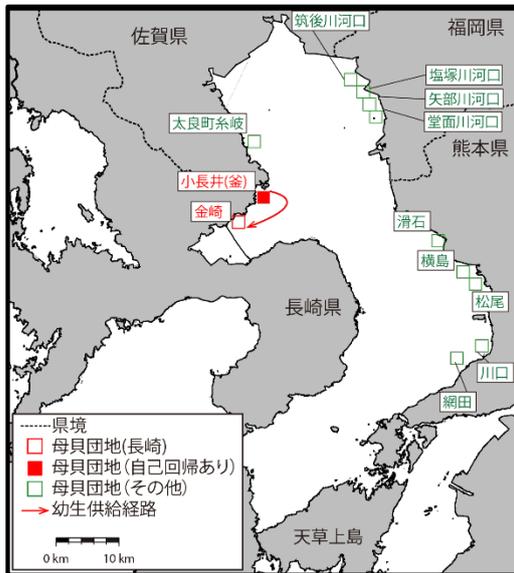
供給先 供給源	筑後川 河口	塩塚川 河口	矢部川 河口	堂面川 河口	糸岐	小長井	金崎	滑石	横島	松尾	川口	網田
筑後川河口	○	○	○	○		○						
塩塚川河口	○	○	○									
矢部川河口	○							○				
堂面川河口	○				○			○	○			
糸岐		○	○			○	○					
小長井						○	○					
金崎												
滑石				○			○	○	○	○		
横島	○	○	○		○	○	○					
松尾	○	○	○									
川口		○	○	○				○	○	○	○	
網田								○	○	○	○	○

注) 着色部は自己供給を示す。なお、モデルを精緻化等した場合に需給関係が変わる場合がある。

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」



《福岡県の母貝団地を供給源とした場合》 《佐賀県の母貝団地を供給源とした場合》



《長崎県の母貝団地を供給源とした場合》 《熊本県の母貝団地を供給源とした場合》

注) 矢印は浮遊幼生の供給経路を示したものである。

図 8.1-9 母貝団地の浮遊幼生相互供給関係

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

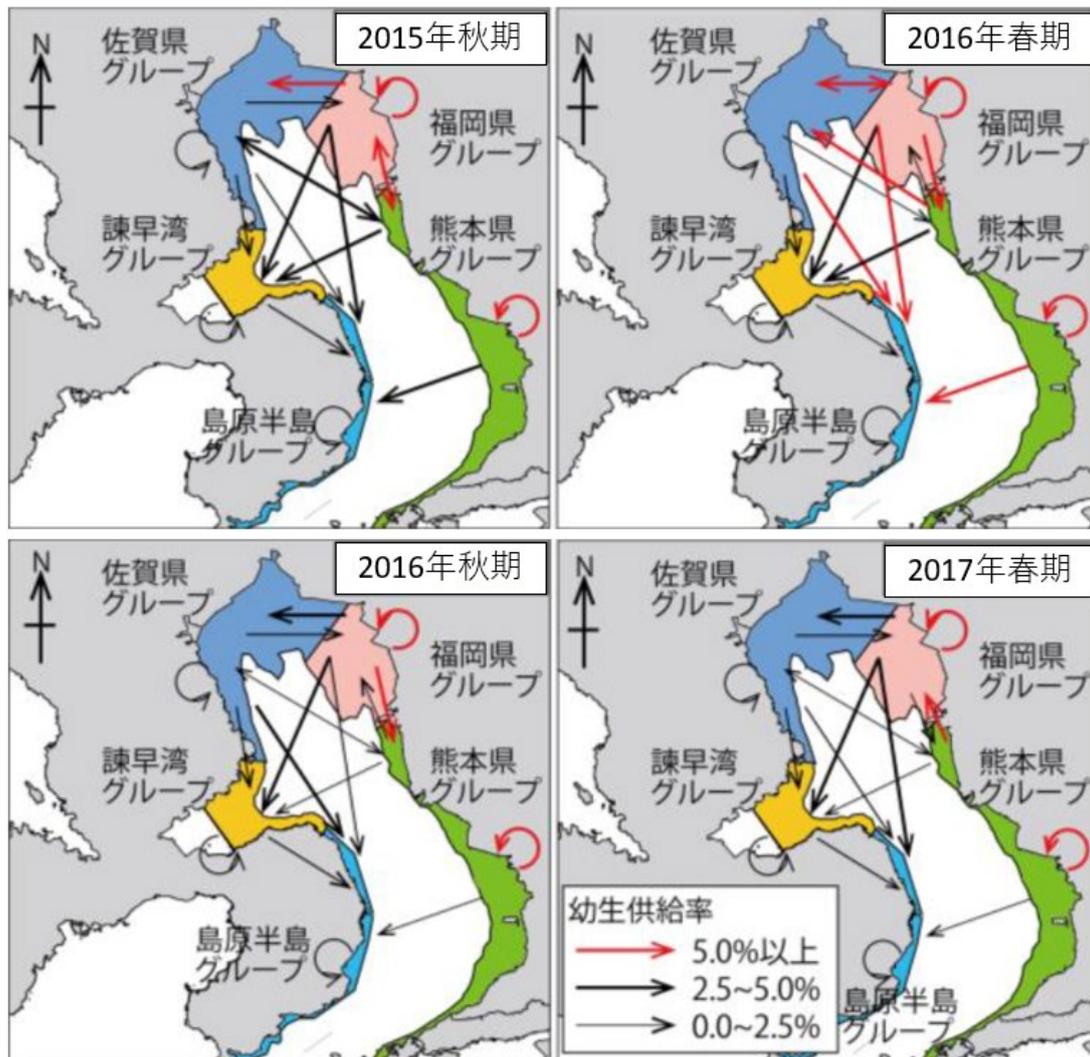


図 8.1-10 平成 27(2015)年秋期から平成 29(2017)年春期までのアサリ浮遊幼生供給率(%)の推定結果

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

参考文献

- 1)水産庁(2013):有明海漁場造成技術開発事業:二枚貝漁場環境改善技術導入のためのガイドライン,水産庁増殖推進部編,220 pp.
- 2)石田基雄,小笠原桃子,村上知里,桃井幹夫,市川哲也,鈴木輝明(2005):アサリ浮遊幼生の成長に伴う塩分選択行動特性の変化と鉛直移動様式再現モデル,水産海洋研究,69巻2号,pp.73-82
- 3)藤家 亘,井下恭次,武元将忠,江口秀治,西 利明,松山幸彦(2018):有明海アサリ浮遊幼生の干潟間供給ネットワーク,土木学会論文集B2(海岸工学),74巻2号,pp.11261-11266

9. アサリの資源再生、母貝生息適地の保全・再生

9.1 福岡県海域における移植放流によるアサリ資源再生の取組

福岡県では、覆砂域に大量に着生したアサリ稚貝の保護と有効利用を目的に、アサリの移植・放流を行っている。さらに、移植効果を向上するための資源保護策について、検討した結果を示す。

9.1.1 アサリの移植・放流試験

試験海域を図 9.1-1 に示す。また、移植放流の採捕及び放流場所別アサリの成長を図 9.1-2 に、移植元と放流先の生息密度及び肥満度、群成熟度の推移を図 9.1-3 に示す。2015 (平成 27)年度には、矢部川河口の覆砂漁場である有区 20 号を中心に大量のアサリ着底稚貝が発生した。これ以降、2019(令和元)年 6 月までに有区 20 号等の高密度発生場所から、図中矢印の先に示した各保護区へと稚貝の移植放流を実施し、累計で 1,687t を移植した。移植先について、着底後の成長や生残率が移植元よりも高くなることを想定して、底質や地盤高などの特性などから選定した。その結果、移植先のアサリの方が、移植後 9 カ月で殻付き重量が 3.2 倍になるなど、移植元よりも成長が良い結果となった。また、放流先では移植元に比べ、肥満度や群成熟度も高い傾向がみられた。移植後のアサリ分布状況の経時的推移を図 9.1-4 に示す。

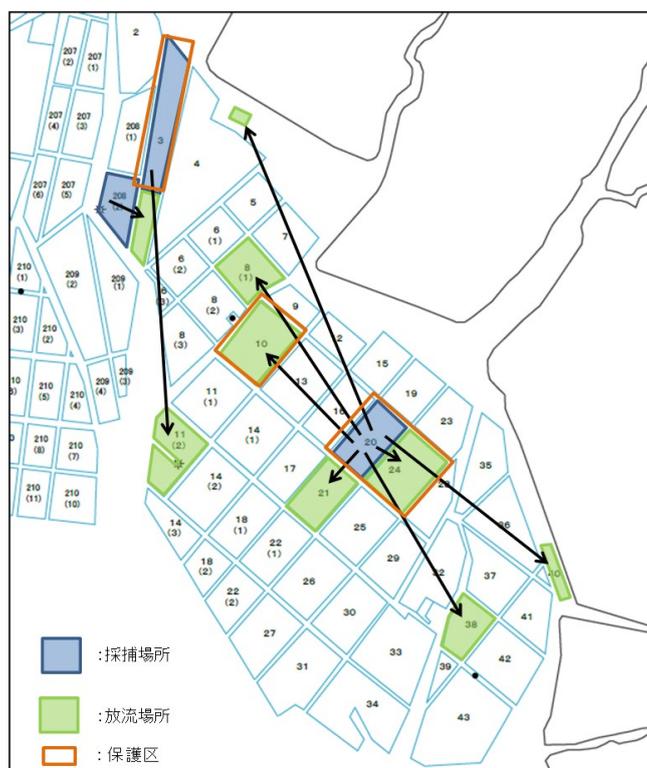


図 9.1-1 福岡県におけるアサリの移植放流の状況

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

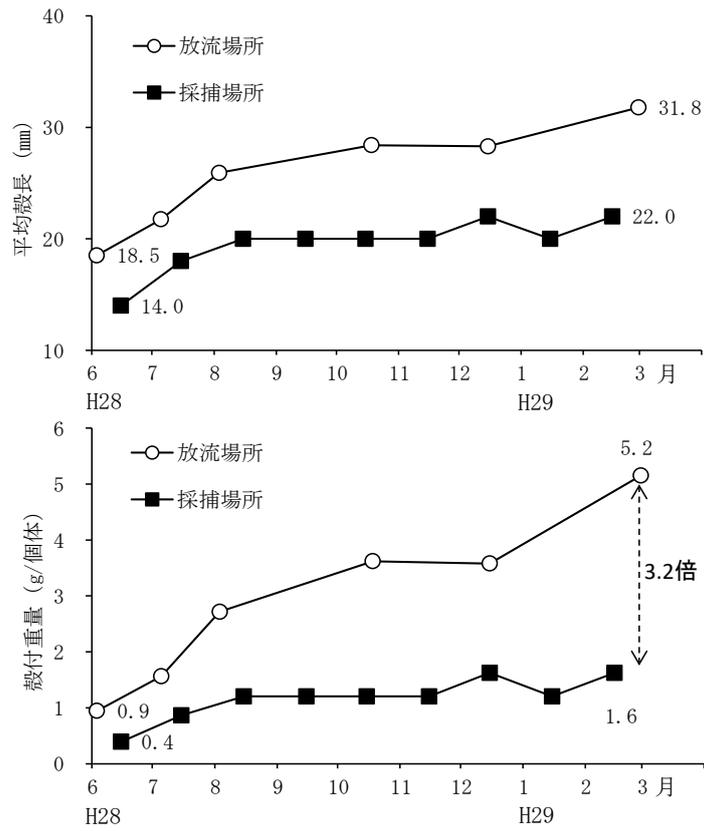
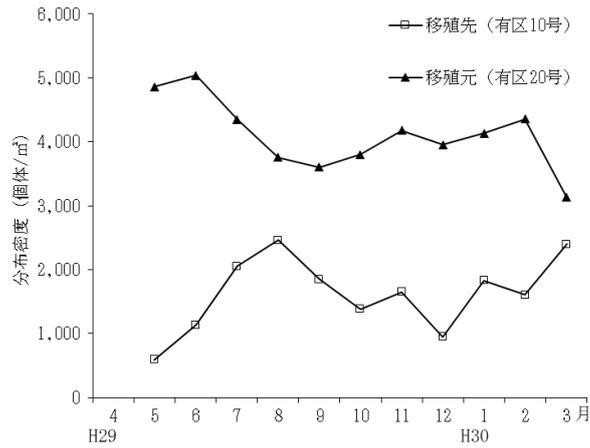


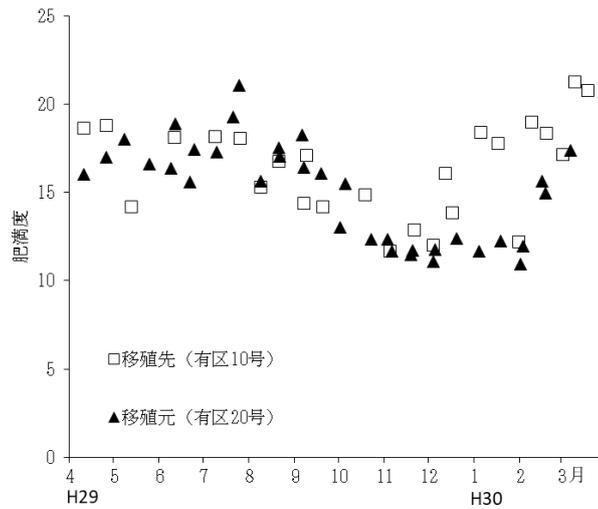
図 9.1-2 移植放流の採捕及び放流場所別アサリの成長

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

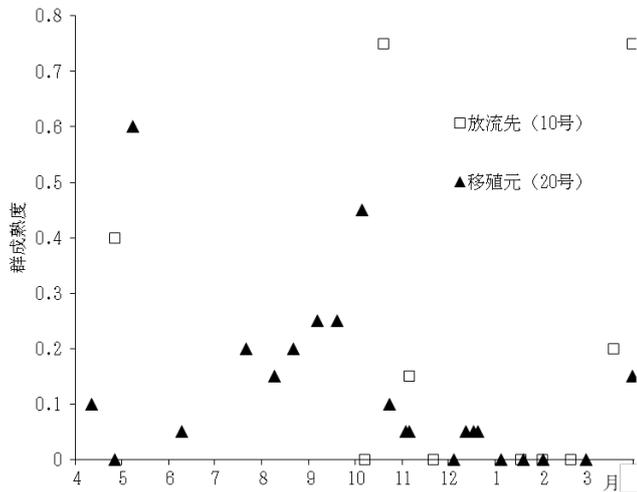
分布密度



肥満度



群成熟度



放流先は移殖元に比べ、肥満度や群成熟度も高い傾向がみられた。

図 9.1-3 移植元および放流先の密度および肥満度、群成熟度の推移

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

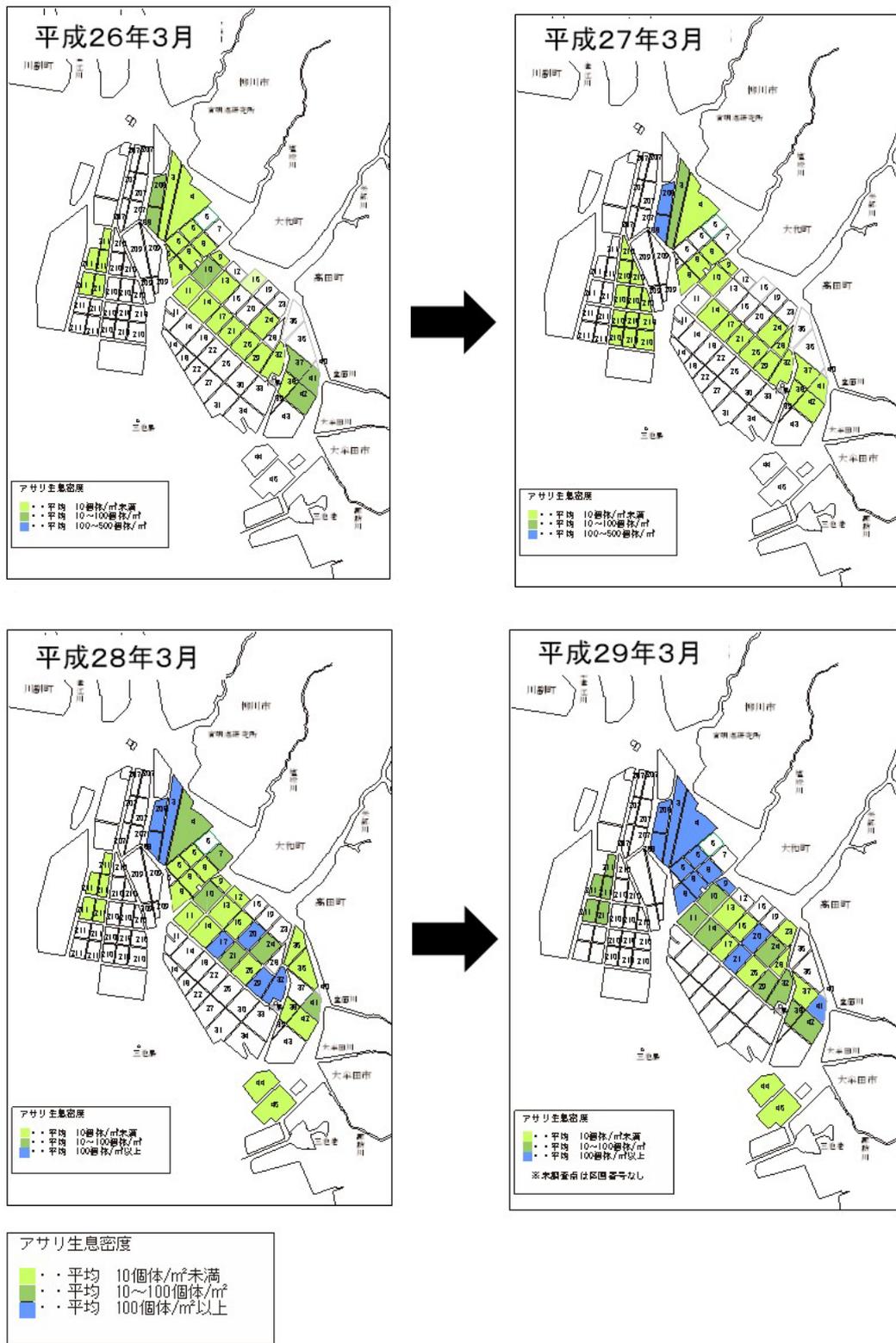


図 9.1-4 アサリ分布状況の推移

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

9.1.2 アサリの移植効果を向上するための保護育成試験

移植されたアサリの生残率をさらに向上させるために、下記 2 つの保護育成試験を実施した結果を示す。

(1) 被覆網によるアサリ生残向上試験

アサリ生残率向上のため、全国的にアサリの流出防止を目的に干潟面に被覆網を設置して保護する取組が実施されている¹⁾。そこで、2018(平成30)年8月に高地盤域(有区303号:地盤高1.5m)で、殻長8mmの小型アサリを放流し、さらに6月に殻長25mmの大型アサリを放流したのち、被覆網(目合い9mm)を被せて残存率を追跡調査した。試験毎のアサリの残存率及び殻長の推移を図9.1-5に示す。大型のアサリでは被覆網区では、対策をしなかった区と比較して2倍程度の保持効果があるものの、小型の稚貝では網目から流出するなど、保持効果が弱い結果となった。試験中の殻長の成長については、試験区間でほとんど差異が認められないことから、洗掘など干潟面の物理的な擾乱が残存率に影響していると推定された。

(2) 砂利袋の設置(産卵母貝の確保・母貝場造成)

日本沿岸で取り組まれるもう一つのアサリの資源再生策として、網袋に砂利を詰めたもの(以下「砂利袋」という。)を干潟面に設置することで、アサリの天然稚貝の採苗効果のみならず、封入されたアサリの成長・生残率が向上することが知られている²⁾。そこで、有明海福岡県海域においても、砂利袋の設置による産卵母貝の確保・母貝場造成を実施した。砂利袋の設置位置を図9.1-6に、砂利袋の設置状況を表9.1-1に、砂利袋による漁場ごとの採苗結果を図9.1-7に示した。

有明海における試験の結果、砂利袋は設置後一定期間が経過すると埋没して原地盤とほぼ一体化し、アサリの採苗効果が落ちることが分かった³⁾。一方、二重底プレートで埋没防止対策を施すと、対策をしなかった区よりも2.2倍のアサリが保持できた³⁾。この方法によって砂利袋の中で成熟サイズまで成長したアサリを原地盤に放流し、母貝場造成や漁獲につなげることができた。砂利袋の埋没対策の結果を図9.1-8に、これらの成果に基づき実施されている砂利袋を活用したアサリ母貝場造成の実施状況を図9.1-9に示した。



○残存率	
【大型アサリ(25mm)】	
被覆網区	123.7%
対照区	45.8%
【小型アサリ(8mm)】	
被覆網区	7.6%
対照区	0%
○成長	
【大型アサリ(25mm)】	
被覆網区	31.5mm
対照区	32.5mm
【小型アサリ(8mm)】	
被覆網区	14.1mm

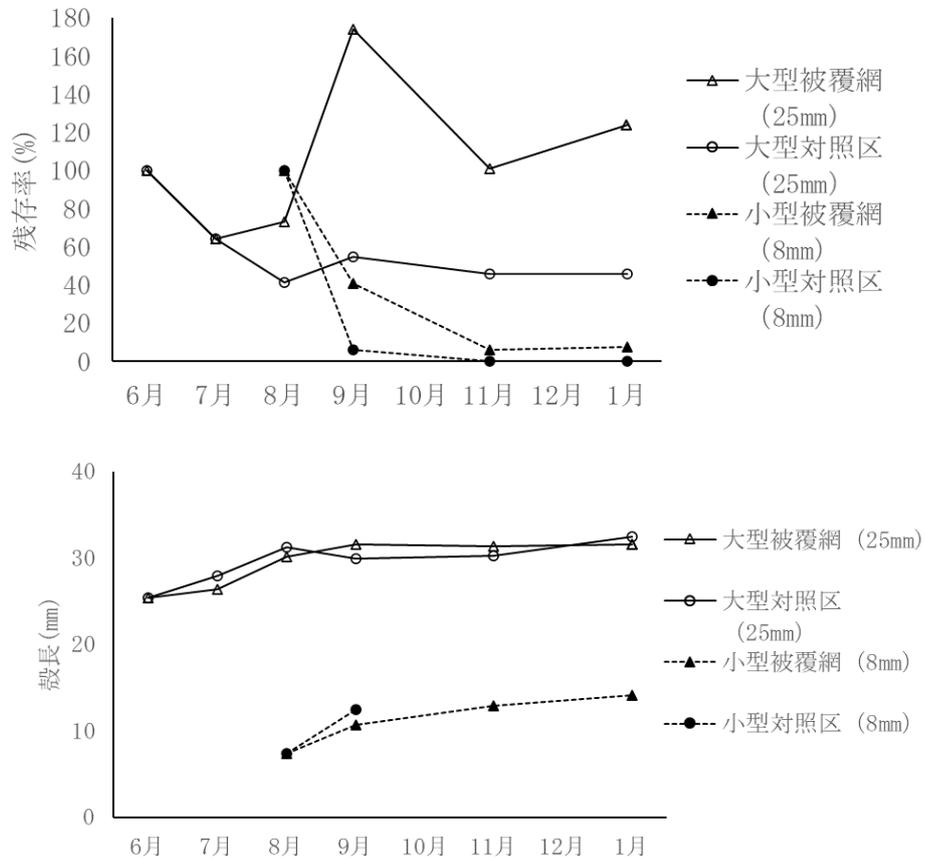
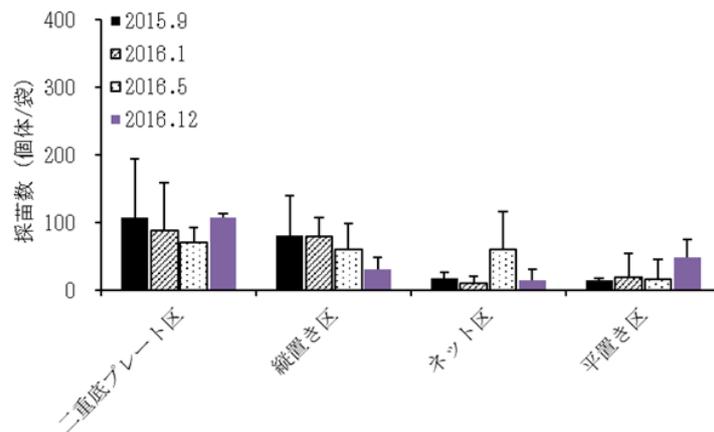


図 9.1-5 堂面川河口におけるアサリの残存率(上)及び殻長(下)の推移

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」



参考文献：長本ら（2017）福岡県水産海洋技術センター研究報告，第 27 号，pp. 1-8

図 9.1-8 砂利袋の埋没対策

出典：環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 4 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」



H30 年度は 15,840 ネット分を放流(約 15.9t)

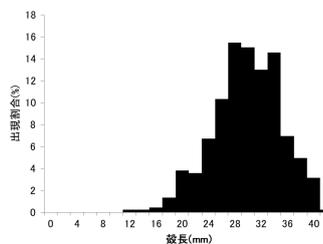
砂利袋内の成員(2cm)の割合は約 98%
(設置後約2年半)



設置後、1～3年経過した砂利袋



砂利袋内のアサリおよび基質を利用した母貝場造成



個数/袋	平均殻長(mm)	総重量(g)	個数/m ²
152	30.9	1,002	842

※砂利袋：30cm × 60cm

図 9.1-9 砂利袋を活用した母貝場造成の状況

出典：環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 4 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

参考文献

- 1)水産庁(2008)「干潟生産力改善のためのガイドライン」. 118 pp.
- 2)長谷川夏樹, 日向野純也, 井上誠章, 藤岡義三, 小林節夫, 今井芳多賀, 山口 恵(2012):アサリ増殖基質としてのカキ殻加工固形物「ケアシェル」の利用. 水産技術第 5 号(1), pp. 97-105
- 3)長本 篤, 的場達人, 篠原 直哉(2017):有明海福岡県地先における砂利袋を用いたアサリ天然採苗の埋没対策とその効果, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 第 27 号, pp. 1-8