有明海再生機構の中間まとめ

有明海環境異変を科学技術はどこまで解明したか

特定非営利活動法人 有明海再生機構

有明海再生機構の中間まとめ
－有明海環境異変を科学技術はどこまで解明したか－

平成 23 年 4 月 26 日版

目　　次

中間まとめの基本方針と作業方法 ……1
有明海問題に関する科学技術の到達点
第Ⅰ部　有明海における漁業・生物の現況
１．１　ノリ生産 ……3
１．２　二枚貝 (タイラギ、サルボウ、牡蠣) ……7
１．３　ベントスの減少 ……12
１．４　魚類等の漁獲量減少 ……15

第Ⅱ部　有明海異変の要因の解明 ……19
２．１　シミュレーションモデルとは ……19
２．２　シミュレーションモデルの構築状況 ……20
２．３　シミュレーションモデルの精度検証 ……25
２．４　赤潮 (珪藻、シャトネラなど) 発生の増加 ……31
２．５　潮位潮流 (成層化) の変化 ……35
２．６　栄養塩の流入・有機物の流入 ……43
２．７　貧酸素水塊の発生 ……47
２．８　底質の変化及び懸濁物輸送 ……57
２．９　河川を通じた陸域からの土砂供給の減少 ……64

第Ⅲ部　シミュレーションモデルを用いた再生策の効果判定
３．１　JST 研究の成果 ……68
３．２　環境省有明海貧酸素水塊発生シミュレーションモデル調査業務の成果 ……72

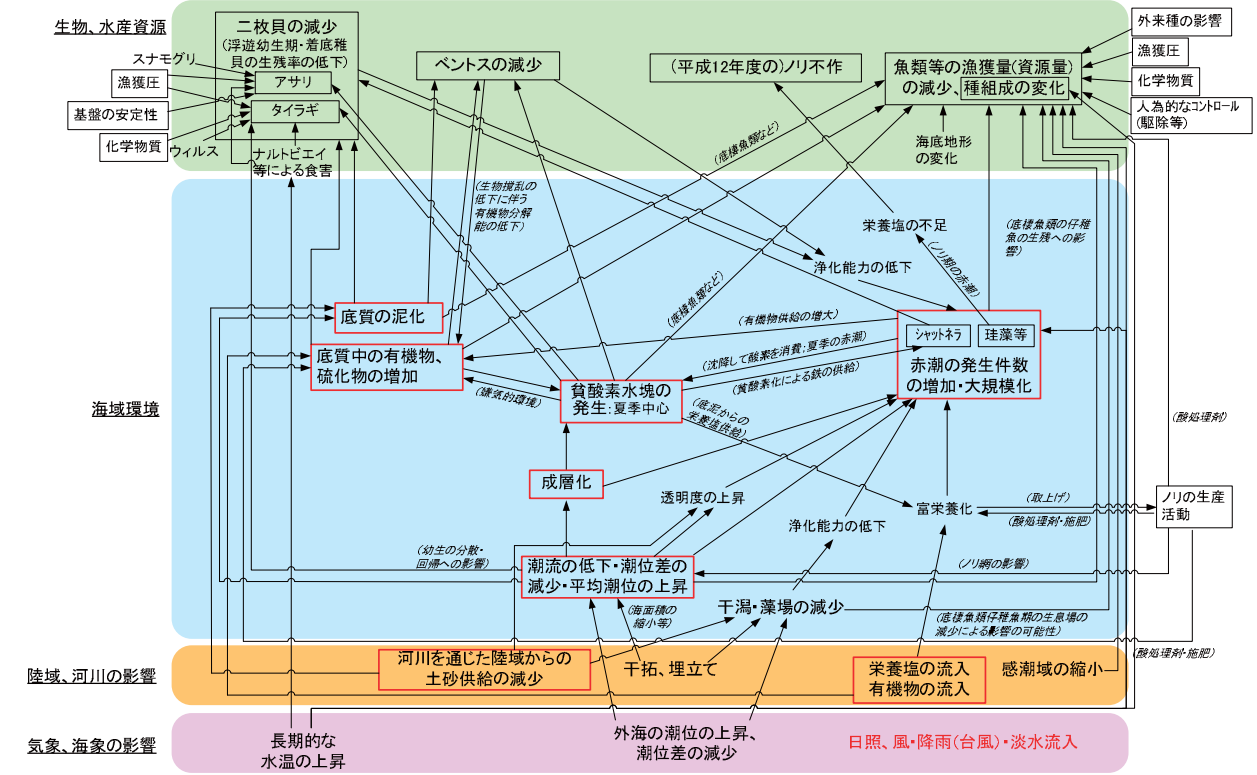
【参考】 ……74

2006年(平成18年)12月に公表された環境省有明海・八代海総合調査評価委員会報告書(以後、評価委員会報告書と呼ぶ)は、有明海異変と呼ばれる有明海環境の状況と変化の要因分析についての、発表当時の科学技術の到達点と見なすことができる。　発表以後の5年間で実施されたプロジェクト型調査研究や、大学における個別研究で得られた多くの成果が発表され、評価委員会報告書の記載事項を変更すべき事項、補強すべき事項が数多く蓄積されてきた。

また、評価委員会報告書が用いていた各種グラフは、2003年から2005年を最終年度としていたが、2009年までの新たなデータを付け加えた場合、事象がどのように理解されるかを再検討する必要にも迫られている。

評価委員会報告書は、有明海環境の問題点の原因・要因との関連の可能性を示すものとして下図の関連図を示した。

これらに示された項目ごとに、評価委員会報告書以降に示された研究成果を付加、修正することにより、現時点における有明海環境問題の科学技術の到達点と認識することとする。



注）陸域、河川の影響と海域環境のエリアに記載されている赤四角で囲まれた項目は、気象、海象の影響の「日照、風・降雨（台風）」の影響を受ける項目である。

図-1　問題点の原因・要因の関連の可能性：有明海

評価委員会報告書以降の調査研究の成果は、環境省が2007年から2009年の3年間実施した「有明海・八代海総合調査推進業務」で収集されたデータベースにほぼすべて網羅されているが、本作業においてすべての調査研究成果を参照することはできないので、有明海再生機構のこれまでの5年間の活動で成果を公表してきた3つの大型調査研究プロジェクトの最終報告書と、有明海再生機構がこれまで実施してきたシンポジウム、成果発表会、有明海講座の報告書に記載された成果を中心に述べることとした。

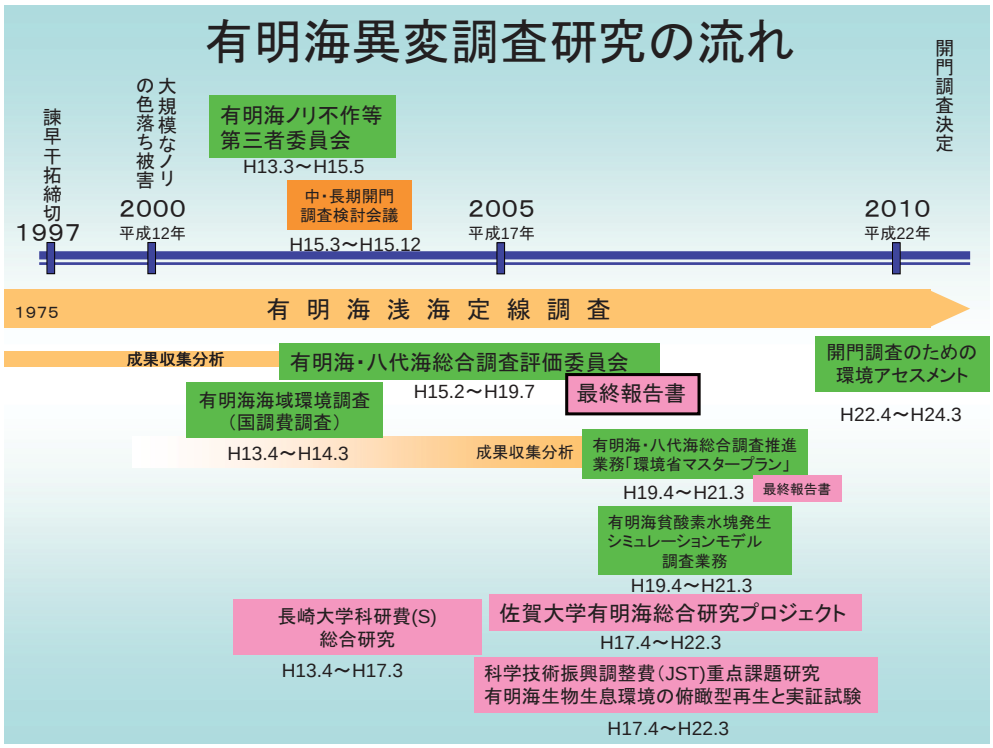


図 -2　有明海再生機構中間まとめに関連深いプロジェクト研究及び調査

評価委員会報告書以降大きく進展したのは、有明海に関する数値シミュレーションによる環境変化の要因分析及び再生方策の効果検証である。懸濁物輸送の解析及び漁業と環境との関連分析等に課題は残すものの、少なくとも流動及び低次生態系の解析においては、ほぼ定量分析が可能なレベルに達していると考えることができる。有明海シミュレーションモデルの比較、精度検証、モデルによる要因分析、物質循環解析、再生策の有効度度検証についても概括する。

ただし、ここに示す中間まとめは、これまで有明海再生機構で進めてきたシンポジウム、部会活動等において検討してきた内容に基づく、あくまでも有明海再生機構が認識する到達点であることをお断りしておきたい。

参照した主な調査研究成果

○佐賀大学有明海総合研究プロジェクト最終成果報告書 (2010.3)　　モデル名称：佐大モデル
○文部科学省科学技術振興調整費重点課題解決型研究
「有明海生物生息環境の俯瞰的再生と実証試験」事後評価用報告書 (2010)　モデル名称：JST モデル
○環境省平成 21 年度有明海貧酸素水塊発生シミュレーションモデル調査業務報告書 (2010.3)
モデル名称：鹿島モデル
○環境省有明海・八代海総合調査計画報告書 (2009)
○有明海再生機構「干潟・浅海域における底質の物質循環調査に関する研究」
平成 17 年～ 21 年度研究成果報告書 (2010 公表)
○有明海再生機構シンポジウム「有明海における貧酸素水塊の発生と対応」報告書 (2007)
○田井明氏九州大学博士論文「有明海における潮汐・潮流ならびに水質の変化とその要因に関する研究 (2010.1)
モデル名称：九大モデル
○日本魚類学会自然保護委員会編田北徹・山口敦子責任編集
「干潟の海に生きる魚たち」東海大学出版会刊 (2009)
その他

有明海問題に関する科学技術の到達点

第Ⅰ部　有明海における漁業・生物の現況

1．1　　ノリ生産

● 環境省有明海・八代海総合調査評価委員会報告書の認識

有明海におけるノリ生産枚数は増加傾向で推移してきたが、平成 12 年度漁期において大規模なノリの色落ち被害が生じ、生産枚数は大きく落ち込んだ、平成 13 年度以降の生産枚数は概ね以前の水準で推移している。(図 -3)

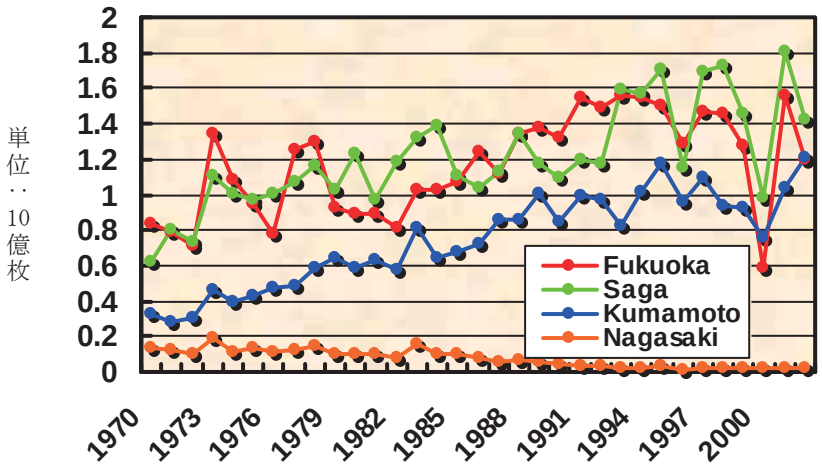
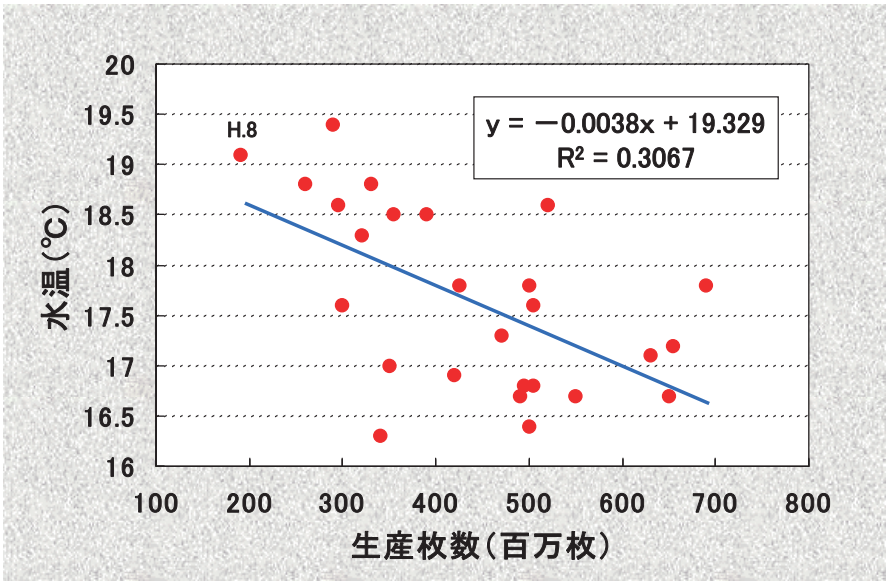


図 -3　板海苔の生産枚数

平成 12 年度のノリ不作については、11 月の集中豪雨の後、極端な日照不足で小型珪藻が発生せず、12 月初旬に栄養塩を多量に含む高塩分海水が持続する条件下、高い日照条件が重なって、大型珪藻 Rhizosolenia imblicata(リゾソレニア・インブリカータ) が大発生して赤潮を形成し、栄養塩を吸収してノリの色落ち被害につながったと考えられる。

また、秋芽網の生産量と水温との関係については、負の相関が示唆されており (図 -4)、秋～冬季の水温上昇が秋芽網期におけるノリの生産に影響を及ぼす要因の一つである可能性が示唆される。



出典：「第 6 回有明海・八代海総合調査評価委員会」“ 資料−2　有明海の海苔養殖”
［鬼頭委員（当時）発表資料］

図 -4　水温と秋芽網期の生産量 (佐賀県)

●環境省有明海・八代海総合調査評価委員会報告書以降の成果

全国海苔貝類漁業協同組合連合会統計資料を用いて最近の海苔生産の動向を見てみよう。

有明海のノリ生産は、場所によってはノリの色落ち被害が発生しているものの、全体としては平成 2009 年度まで豊作が続いている。県別に見てみると、佐賀県は平成 14 年度に枚数及び平均単価の落ち込みがあるものの、枚数については 20 億枚を超す生産枚数を確保しており、平均単価の大きな落ち込みがないため、200 億円を超す生産額を誇っている。福岡県及び熊本県は、生産枚数はほぼ横ばいに推移しているものの、平均単価が減少しているため生産額は減少傾向にある。

参考までに有明海以外の海苔生産地における生産動向を示しておく。

瀬戸内海における主要海苔生産地である兵庫県、香川県においては生産枚数、平均単価ともに減少傾向にあり、生産額は大きく減少しており、瀬戸内海における環境管理の在り方を再検討する動きにも繋がっている。

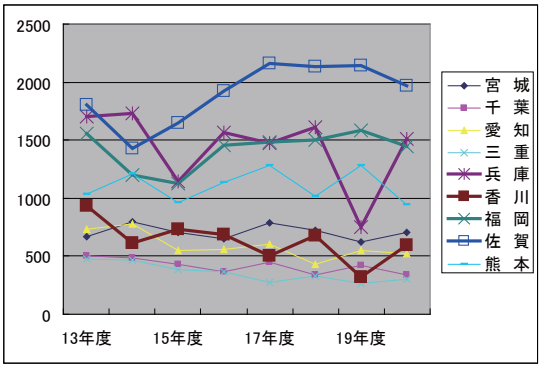


図 -5　板海苔の生産枚数 (単位：百万枚)
(平成 20 年度まで)

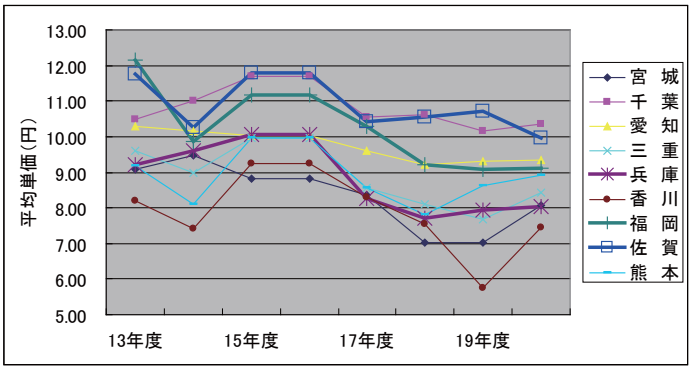


図 -6　板海苔の平均単価 (平成 20 年度まで)

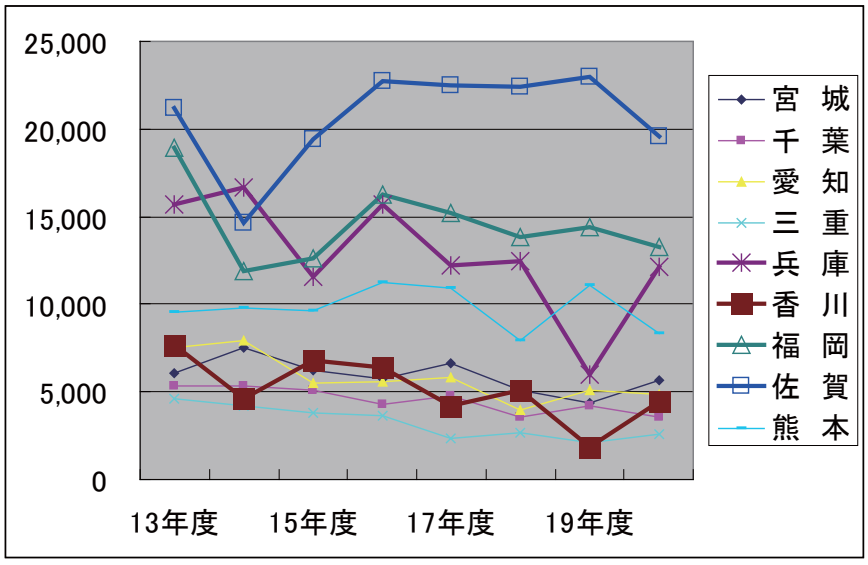


図 -7　板海苔の生産高 (平成 20 年度まで)

2009 年冬から翌年 1 月にかけて六角川塩田川沖合で発生したノリの色落ち被害は、その海域で発生したアステリオネア (珪藻) の異常繁殖 (赤潮) が原因であり、諫早湾から発生したものではなかった。

速水は、プランクトン沈殿量を目的変数として重回帰解析により、標準重回帰係数を求め、二枚貝、透明度、DIN 濃度に強い相関があることを明らかにした。特に、プランクトン沈殿量とサルボウ貝の漁獲量との間には強い負の相関があることが明らかにした。(佐賀大学有明海総合研究プロジェクト最終報告書)

このことは、サルボウ貝によるプランクトンの補食によるコントロールがあることを強く示唆している。

捕食の影響－二枚貝漁獲量との比較－

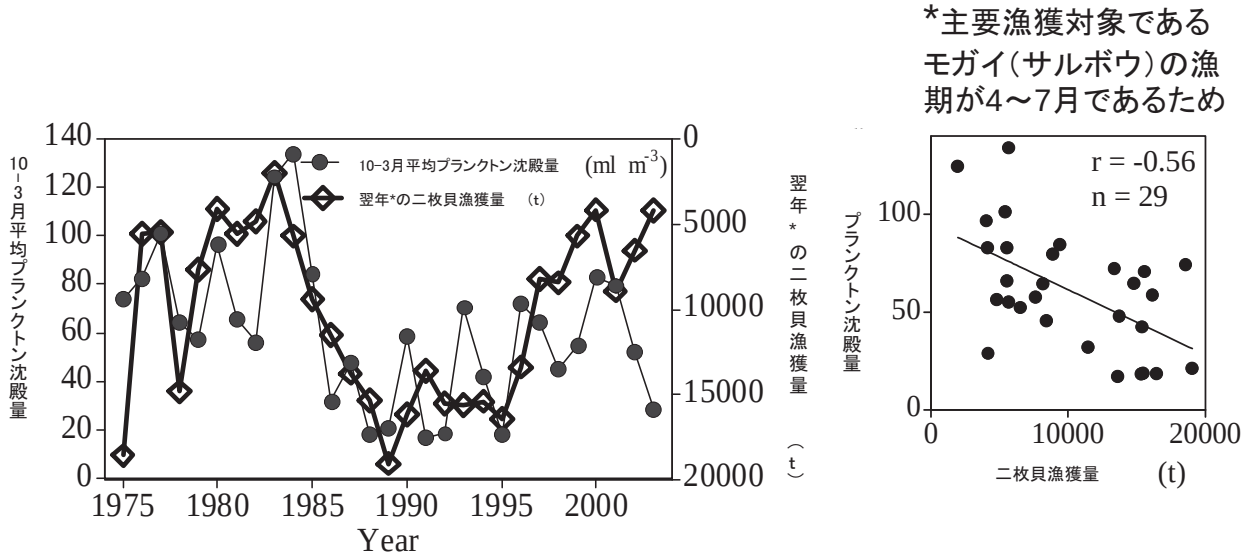


図 -8　二枚貝漁獲量とプランクトン沈殿量の関係

さらに川村が求めた佐賀県海苔養殖東部海域における色落ち発生状況を示す図とプランクトン沈殿量と二枚貝漁獲量のグラフを示し、二枚貝漁獲量が多い時期 (1988 年～ 1997 年) は比較的海苔の色落ちが発生していないことを明らかにし、海苔生産の安定化には二枚貝の増殖が有効であることを示唆している。

(本城 H22.3 第 1 回有明海のなぜ？シンポジウムディスカッション時のコメント)

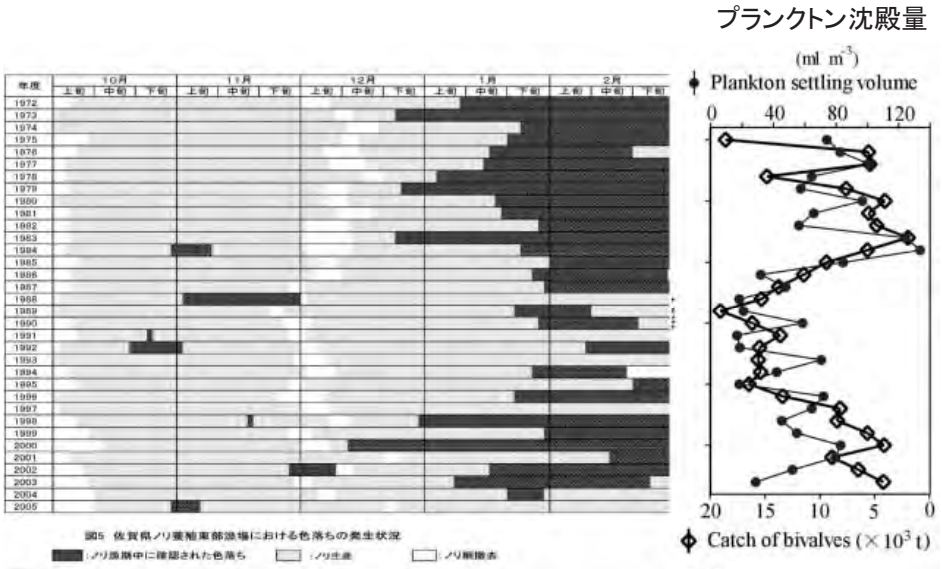


図 -9　海苔の色落ち発生状況と二枚貝漁獲量

有明海再生機構平成 21 年干潟浅海域物質循環調査報告書

佐賀県が NPO 法人有明海再生機構に委託した有明海環境の長期変遷に関する調査報告書に記載されている海苔養殖に関する資料を掲載する。

○ 1970 年代から海苔の共販枚数は漸増傾向にあり、2000 年に海苔の色落ち被害により大きな落ち込みがあったものの、それ以外では豊作が続き、2000 年代には 1980 年代の 1.5 倍の生産量を上げている。

○ 有明海に於ける酸処理剤の使用量は、佐賀県が 1993 年 (平成 5 年) に使用を許可して以来、増加の一途をたどっている。2007 年頃の酸処理剤使用量は 1988 年頃の 4 倍近くにまで増加している、酸処理剤の使用量増加が有明海に於ける海苔の生産量増加の大きな要因であるかどうかのチェックが必要である。

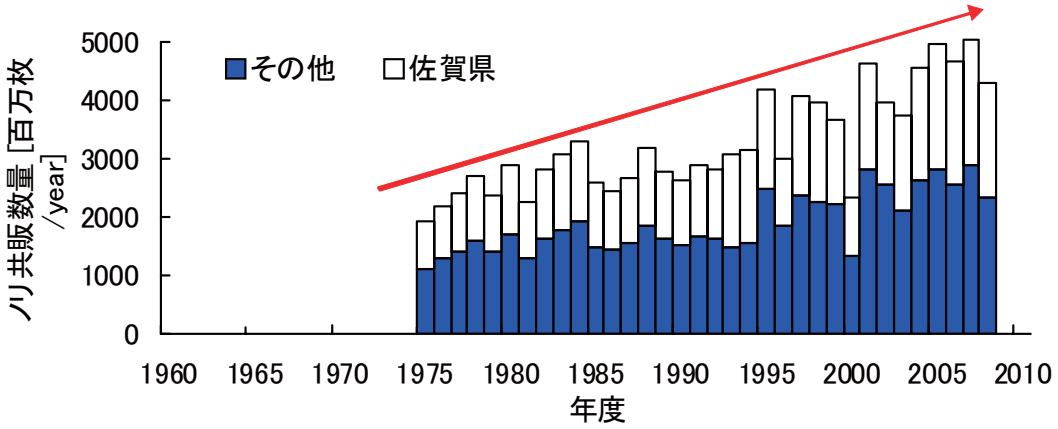


図 -10　有明海産海苔共販数量の年次変化

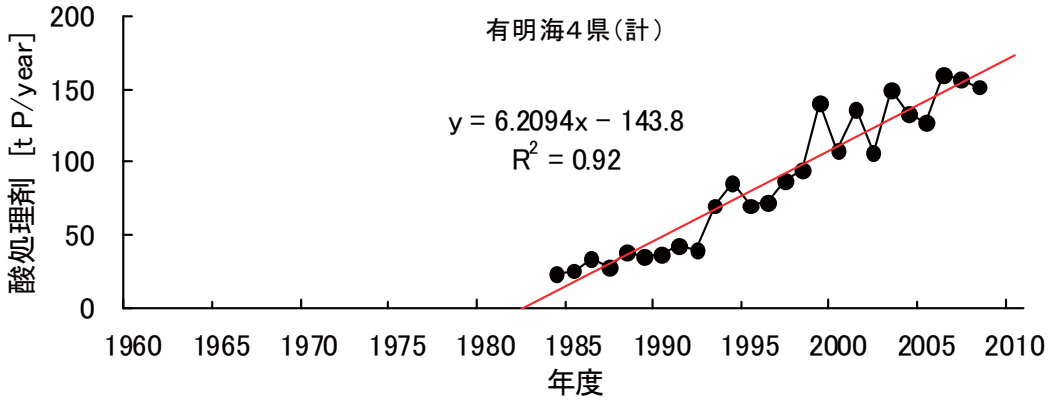


図 -11　酸処理剤使用の年次変化

●現在の到達点

●局所的にはノリの色落ち、病害による被害はあるものの 8 年程度の豊作が続いている。社会全体のデフレ傾向で全ての物価が減少傾向にあるが、瀬戸内海などの他海域で栄養塩不足による不作が続いているため、有明海産の平均単価は微減にとどまっている。海苔の生産と諫早干拓締め切りとの間には関係はないと考えて良い。

●ノリの色落ち被害とタイラギの漁獲量に強い負の相関が見られるので、海苔の安定的な生産には二枚貝の復元が有効であると考えられる。(二枚貝の漁獲量とプランクトン沈殿量の関係はもう少し長期的に観察する必要がある。)

●酸処理剤の使用量増加が近年の豊作を支える重要な要因なのかどうか (逆に過酷な条件なので使用量が増加したとも考えられる) を検証する必要がある。

1．2　二枚貝 (タイラギ・サルボウ・牡蠣)

● 環境省有明海・八代海総合調査評価委員会最終報告書の認識

タイラギ

主要漁場である有明海北部海域 (佐賀県・福岡県海域) において、中・西部の漁場が消失するとともに、残された北東部の漁場では 2000 年以降に成貝の大量斃死の発生が確認された。また、近年ナルトビエイ等による食害がみられる。

砂のない泥の基質では斃死 (砂のある基質では着底後に足糸で砂粒に固着して生存) することが実験によって確認されたことから、稚貝が見られない中央～西部海域では浮遊幼生は着底後に斃死したものと考えられる。

タイラギ稚貝と底質との関係については、2003 年～ 2005 年の調査結果から、酸揮発性硫化物 (AVA-S)、強熱減量が少なく、中央粒径値 (Md φ)4 付近の底質に稚貝が多く分布することが示されている。

有明海の底質は長期的に泥化傾向にあると考えられる。有明海湾奥部で 1989 年と 2000 年に実施された底質調査を比較すると、西側から中央部にかけて分布していた中央粒径値 Md φ 6 の部分が Md φ 7 に変化しており、こうした海域で泥化が進んだものと思われる (図 -12)。このほか、同調査結果によると、底質の強熱減量 (IL)、酸揮発性硫化物 (AVS-S) も増加している。また、有明海湾奥西部においては貧酸素化の進行が示唆される。

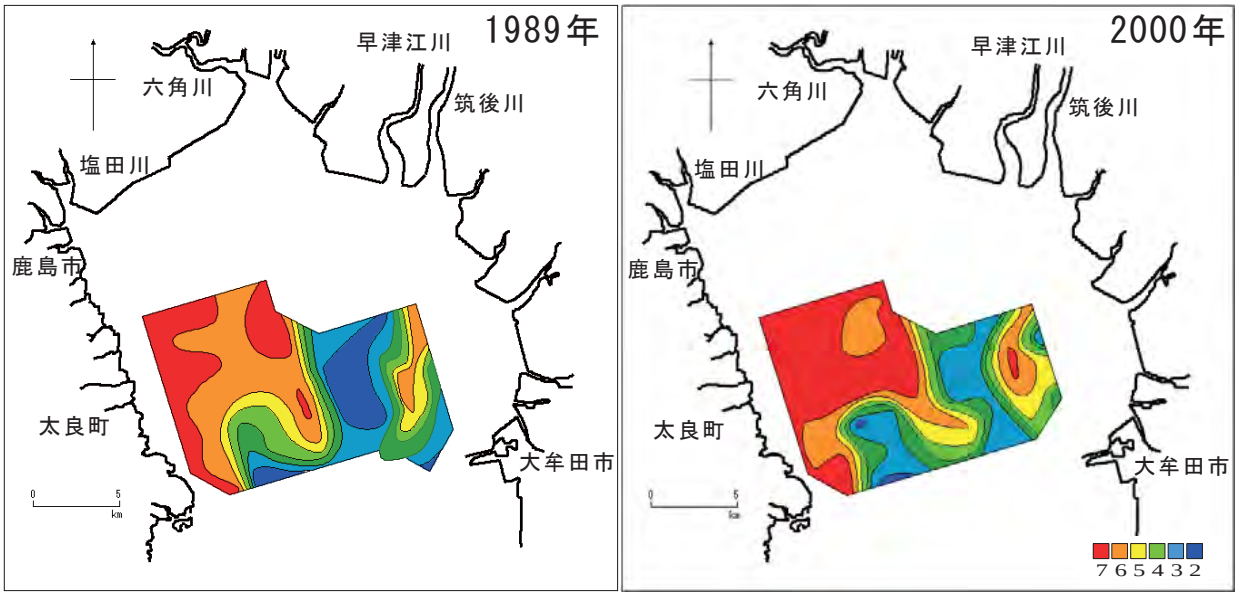


図 -12　底質の中央粒径値の水平分布

近年のタイラギ資源の減少要因としては、2000 年以降に北東部漁場で確認された成貝の大量斃死 (立ち枯れ斃死) の発生があげられる、大量斃死は、タイラギ稚貝の着底から 1 年以降の 5 月～ 8 月及び秋季にタイラギの大きさに関係なく発生している、衰弱個体は軟体部が萎縮し、鰓や腎臓にウィルス様粒子が確認されている。

北東部漁場において近年発生しているタイラギの大量斃死のメカニズムについては現時点では不明である。

ナルトビエイの資源量は明らかにされていないが、漁業者からの聞き取り等によると、近年増えているとの指摘があり、タイラギの造成漁場、天然漁場において、タイラギ生息数の減少にかなりの影響を与えていることが推測される。タイラギ資源の水準が低位にある状況において、近年のナルトビエイによる食害はタイラギ資源の減少要因の 1 つと考えられる。

以上を整理すると、有明海北部海域のタイラギ資源の減少は、長期的要因として中西部漁場での底質環境の悪化 (泥化、有機物・硫化物の増加、貧酸素化) による着底期以降の生息場の縮小、短期的要因として北東部漁場での大量斃死 (原因不明) とナルトビエイによる食害が考えられる。長崎県海域におけるタイラギの減少要因、タイラギ幼生の輸送状況に及ぼす潮流変化の影響、大量斃死の発生メカニズムについては明らかにされておらず、今後解明していくべきと考える。

●環境省有明海・八代海総合調査評価委員会報告書以降の成果

有明海再生機構　第２回　有明海のなぜ？シンポジウム

タイラギはこれまでも豊漁不漁を数年おきに繰り返してきたが、1999 年以降はほぼ漁獲量ゼロの年が続いた。2009 年度は鹿島太良沖の西部海域でタイラギの漁獲が行われ、豊漁となった。

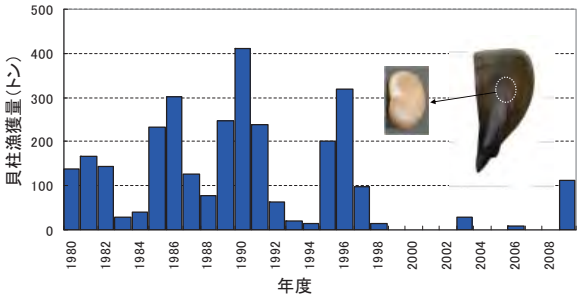


図 -13　タイラギ貝柱漁獲量の推移

評価委員会の報告書ではタイラギは中央粒径値 4 以下の砂質、砂泥質の底質で成育するとしているが、今回 13 年ぶりに豊漁になった沖神瀬～アサイと呼ばれる海域は中央粒径値 8 程度、泥分率 95% 以上の泥質である。図 -16 は 1977 年から 1990 年のおいてどの海域でタイラギの漁獲があったかを示したものである。図に示すようにタイラギ漁場は年によって大きく移動する特徴があり、底質のような長期的に緩やかに変動する特性よりも、浮泥厚のように年ごとに大きく変動する特性に強く依存している可能性もある。泥分率の高い沖神瀬の海域においてもタイラギ漁業が行われていたことから、泥質であってもタイラギが成育できることを確認しておく必要がある。

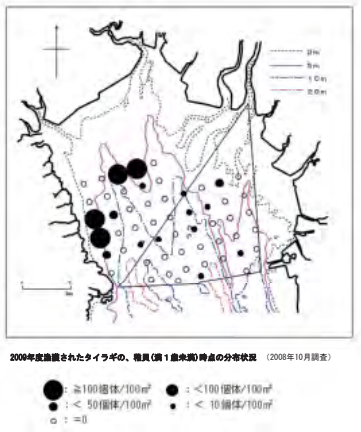


図 -14　タイラギ稚貝の分布状況 (2000 年 10 月調査)

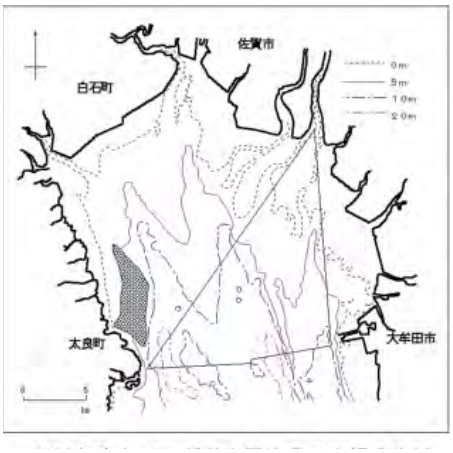


図 -15　2009 年度タイラギ主操業海域

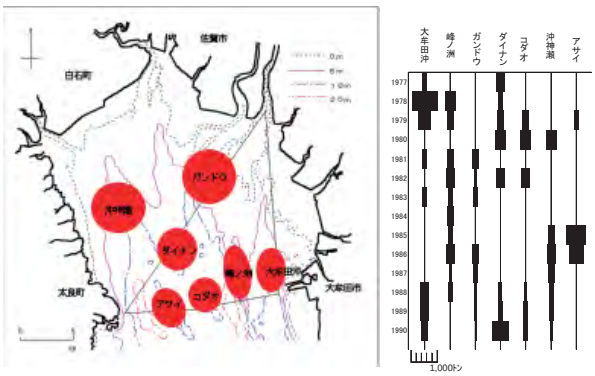
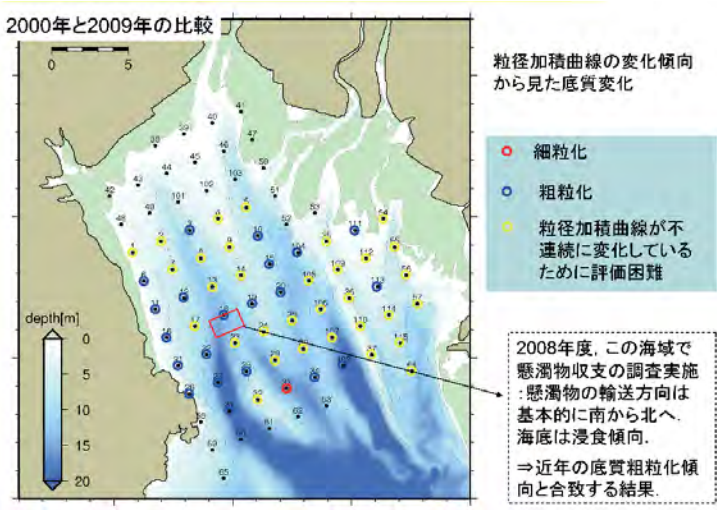


図 -16　漁場ごとのタイラギ生息量の経年変化

佐賀県有明海水産振興センターの成育実験によると、幼生が着底する際には足糸をだして固着できる砂粒、貝殻などの固形物が必要であり、幼生が着底し、生残したのは砂泥質のみであり、完全な泥質では成育不能であった。ただし泥質の底質であっても貝殻、砂粒が少しは含まれており、2009 年度はそれらを利用して幼生は着底に成功したものと考えられる。九州農政局が 2007 年に有明海湾奥部で実施した浮泥の調査結果によると、有明海でタイラギの浮遊幼生の発生がピークを示した 9 月頃は浮泥が消失していた。幼生の着底の可否を規定しているのは底質ではなく浮泥厚である可能性がある。(2008 年の浮泥厚調査のデータを至急入手する必要がある)

2000 年と 2009 年の底質変化を見ると、泥化から粗粒化の方向に変化した報告があり、有明海は泥化しつつあるという認識は変更する必要がある。



速水報告：平成 21 年度有明海・八代海再生フォローアップ調査報告書より

図 -17　2001 年と 2009 年の底質の変化

立ち枯れ斃死について

有明海東部海域では、前年度着底に成功して冬を越した稚貝も、翌年の夏の生育期に立ったまま死んでしまう「立ち枯れ斃死」が発生することが知られている。東部海域の立ち枯れ斃死について、西海区水産研究所の扒本 (ゆりもと) 研究員 (当時) は嫌気状態で発生する硫化水素が原因であるとの研究成果を発表した。

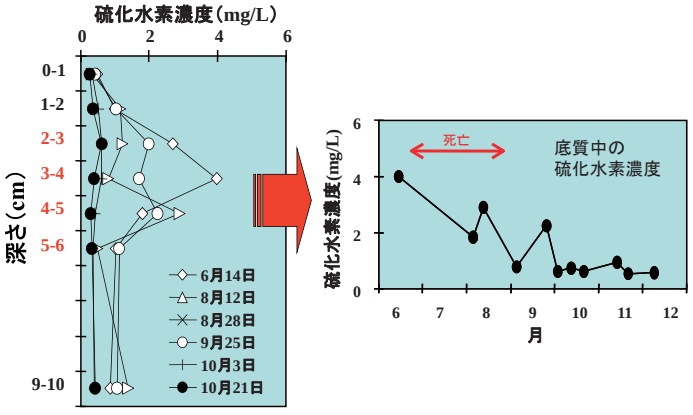


図 -18　深さ方向の硫化水素濃度分布

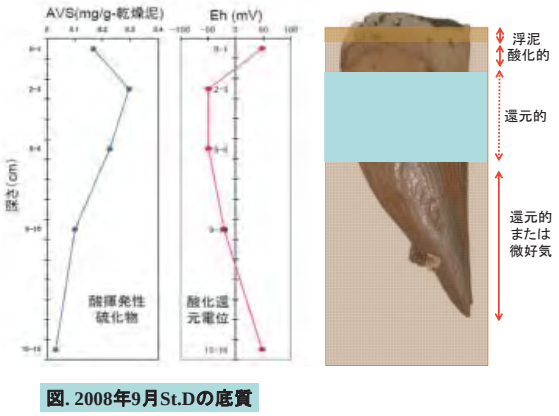


図 -19　揮発発生濃度 (AVS) と酸化還元電位 (Eh) の鉛直分布砂

○有明海北東部潜水器漁場では 6 月下旬から 1 1 月上旬にタイラギの大量死が発生した。

○初夏から秋に底質からは硫化水素が発生していた。

○タイラギ体内には有機酸が蓄積され、摂取・消化器官の組織形に変化が見られた。

○これらの生理変化はタイラギの大量死に関連する現象であると考えられた。

砂質の底質において、底質内に色素を混ぜておくと、タイラギが殻を開閉するとき体内に色素が取り込まれた。これらの実験結果から、砂質地盤においては透水性が大きいため、深さ数㎝の間隙水中の硫化水素を体内に取り入れて斃死するものと推測された。

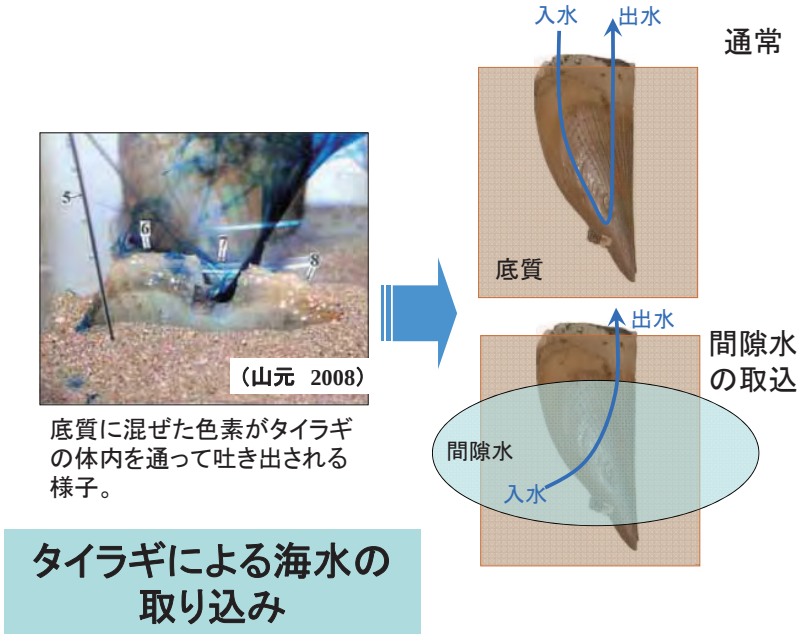
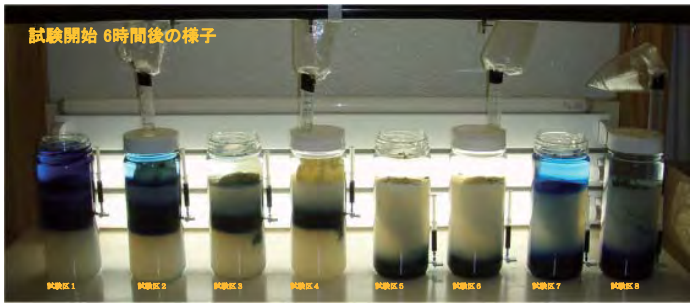


図 -20　タイラギによる海水の取り込み

間隙水利用状況確認試験



試験区	底質	底質を封入した場所（深さcm）	飼育水	間隙水利用量(ml)／6h
1	砂	5～7	通常海水	2.44
2	砂	5～7	貧酸素	1.72
3	泥	5～7	通常海水	0.17
4	泥	5～7	貧酸素	0.18
5	泥	14～16	通常海水	0.20
6	泥	14～16	貧酸素	0.15
7	砂	14～16	通常海水	0.67
8	砂	14～16	貧酸素	0.23

底質が砂の場合は、飼育水のDOが高い試験区で、間隙水の利用量が多かった。
一方、底質が泥の場合は、飼育水のDOに関係なく、間隙水はほとんど利用されなかった。

図 -21　間隙水利用状況確認試験

以上の研究成果が発表された際、2009 年度に漁獲に至った西部海域は硫化水素が発生していた海域であるにもかかわらず、なぜ斃死に至らなかったのかとの疑問が提出された。佐賀県有明海水産振興センターが泥質で色素を用いた同様の実験を行った結果、色素の取り込みは起こらなかった。この実験結果の差は、底質の透水係数の違いだと思われ、泥質の海域で着底に成功した稚貝は、たとえ硫化水素濃度が高い底質であっても斃死が起こらない可能性がある。「立ち枯れ斃死」と呼ばれる現象は、大牟田沖を中心とする砂底質の海域で起こる現象と認識されており、泥底質では立ち枯れ斃死が発生しない事象を説明できることになる。

●現在の到達点

●諫早干拓締め切りが漁業に与えた最大の課題は太良沖でタイラギ全く漁獲できなくなったことだと考えられていたが、昨年から今年度にかけて太良沖でタイラギが漁獲できたことで少しだけニュアンスが変わった。今後、安定的な漁獲ができる状況になるかどうかが鍵である。(調査研究ができる状況になったことが最大の収穫である)

●タイラギは、酸揮発性硫化物 (AVA-S)、強熱減量が少なく、中央粒径値 (Md φ)4 付近の底質に稚貝が多く分布する (環境省報告書) としてあたが、それは泥質域にタイラギが着底しなくなった期間 (2003 年～ 2005 年) の特性であり、過去には泥質域でもタイラギが着底生育していたことを理解しておくべきである。

●タイラギ幼生の着底には浮泥の影響が大きいと思われるので、浮泥に関する調査研究を総合的に継続する必要がある。

●立ち枯れ斃死の原因は、毒性の強い硫化水素を含む底質中の間隙水を吸引することによるものと考えられる。この現象は間隙水の移動が容易な砂底質で多く発生し、透水性の低い泥底質では間隙水の移動が少ないため、立ち枯れ斃死は起こりにくいと考えられる。(「立ち枯れ斃死」は有明海東部の砂底質の海域で発生する現象であると認識されている。)

1．3　ベントスの減少

● 環境省有明海・八代海総合調査評価委員会最終報告書の認識

有明海北西部における 1989 年夏季と 2000 年夏季の調査によると、全マクロベントス (小型の底生動物) の平均密度は 3,947 個体 /㎡ (1989 年) から 1,690 個体 /㎡ (2000 年) に減少しており、これは主に二枚貝類の減少 (特に住之江川沖海底水道) によるものであった。(図 -22)(佐賀県有明海水産振興センターの調査研究)

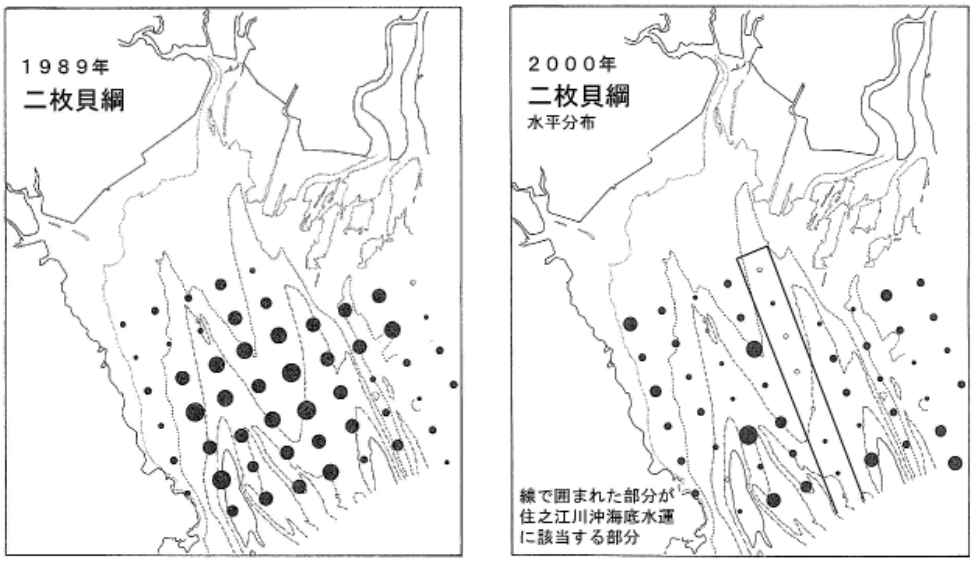


図 -22　1989 年と 2000 年の二枚貝の生息密度

マクロベントスの総個体数、種数、種多様度指数と、底質の強熱減量 (IL)、酸揮発性硫化物、泥分、中央粒径値との関係については、有意な負の相関が認められた。(表 -1)

	I.L	AVS	泥分	Mdφ
総個体数	−0.400	−0.399	−0.470	−0.450
種数	−0.671	−0.633	−0.712	−0.691
種多様度指数H(s)	−0.600	−0.542	−0.543	−0.527

すべて危険率1%で有意

表 -1　マクロベントス (個体数、種数、多様性) と底質との相関 (2000 年調査)

以上のことから、有明海北西部 (湾奥部) においては、底質の泥化、有機物・硫化物の増加、貧酸素化がマクロベントスの生物量及び種の多様性 (生息できるマクロベントスの種類の制限) を減少させる要因となっている可能性があると考える。

●環境省有明海・八代海総合調査評価委員会報告書以降の成果

佐賀大学有明海総合研究プロジェクト最終成果報告 (吉野)

湾奥部のマクロベントス相の特徴は 1989 年当時から主要な分類群レベルでは二枚貝と多毛類が優占する海域であるということで、二枚貝が全体の約 50%、ついで多毛類が 30 ～ 40%を占める。この傾向は 2006 年の時点でも違いはなく、その他の甲殻類やクモヒトデ類などについても 1989 年と 2006 年で全体のベントスに占める割合は変わっていなかった (図 -23)。つまり、大まかな分類群レベルではベントス相に変化は生じていないことになる。89 年当時優占していた生物種の多くは現在でも優占種として出現している。しかしながら総個体数は 89 年よりも減少し、そのいくつかではその分布域や密度が減少していることが明らかになった。(図 -23)

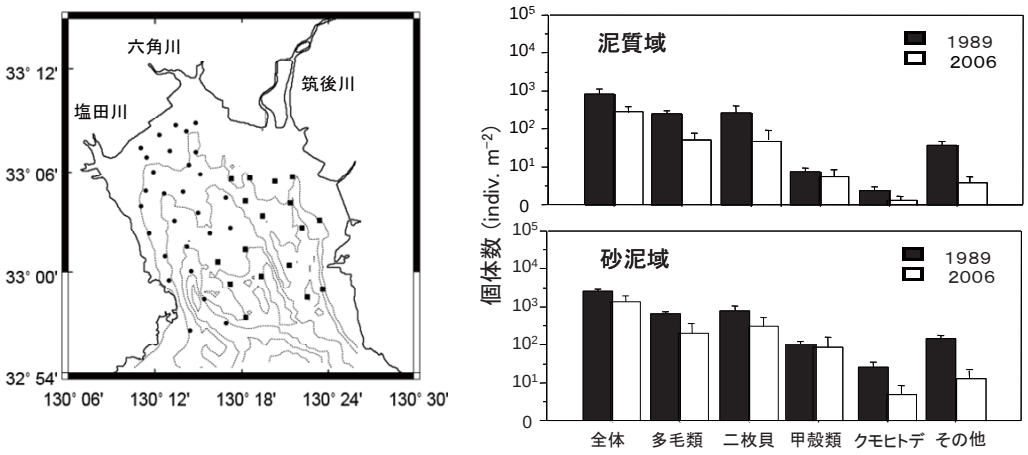


図 -23　1989 年と 2006 年のベントス相

とくに海域西側の泥底では 1g 以上のサルボウを除くバイオマスも 1989 年の平均 101.1g から 54.1g まで減少しており、この減少は統計的にもほぼ有意であった。また総出現種数についても 89 年当時と比較して最低でも 40 種は減少していると推定される。こうした優占種の減少は明らかに現在の湾奥部浅海域のベントス群集が疲弊しており、近年の底層環境の悪化を如実に示すものである。

泥質干潟には隣接する浅海域へのエネルギー供給という重要な生態系機能を有していることも本研究で示された、つまり干潟環境の健全性は干潟域だけの問題ではなく、隣接する浅海域の生態系にとっても重要であり、希少種の生存やそうした生態系機能を破壊する可能性のある覆砂など泥質干潟域の安易な人為的改変は戒められるべきである。

夏季の貧酸素水塊についてはベントス群集への影響は明らかであり、毎年のように生じる貧酸素水塊がバイオマスや密度を長期的に低下させてきたと考えられる。かつて広域に高密度で生息していた濾過食性二枚貝であるヒメカノコアサリやイヨスダレなどが貧酸素の影響で減少した結果、水質浄化機能を低下させ、有機物の底質への負荷にさらに拍車をかけ、ますます貧酸素を生じやすくし、悪循環を引き起こしているだろう。また、湾奥部はコイチなどの仔稚魚のほか、ガザミなどのワタリガニ類、クルマエビなどの水産重要種にも生活史初期段階で育成場として利用される。貧酸素による餌生物の減少等そうした育成場環境の疲弊はより高次の生物群にもその影響が波及する可能性もある。有明海再生に湾奥部環境の再生は不可欠であり、その再生のためにまず主要なストレスと考えられる貧酸素を解消することが当面の最重要課題であると考える。

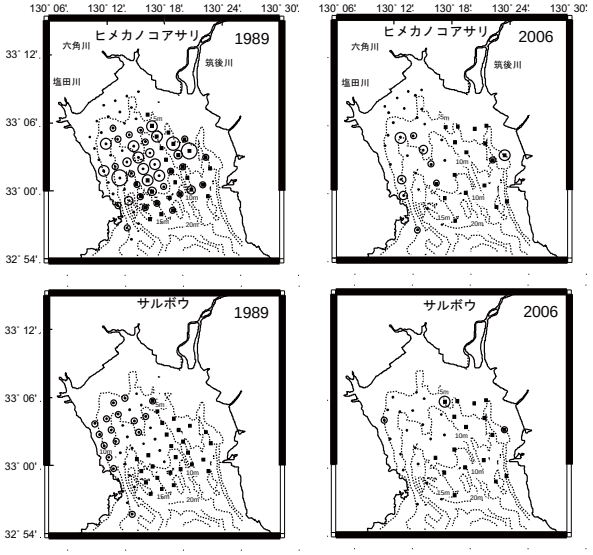


図 -24　ヒメカノコアサリとサルボウの生息密度の変化

有明海の生態系再生を目指して (日本海洋学会編)pp119

2. 2 有明海全域のマクロベントス

有明海全域のマクロベントスを調査した 1997 年 6 月 (92 定点) から 2002 年 6 月 (88 定点) までの 5 年間継続した調査より次の結果を得ている。

潮止め直後から 2002 年までの経時変化を辿ることのできる 6 月の諫早湾から有明海湾奥海域において、潮止め直後 1 ㎡当たり 1.4 万個体を上回る高い平均生息密度を示した全マクロベントスは 2000 年まで年を追って激減した (1997 年を 100％とすると 99 年は 44％、2000 年は 30％)。ところが 2001 年に 42％まで回復した後、2002 年にはじつに 171％まで激増した。激増フェーズの主体となったのは全マクロベントスの 67％を占めるに至ったヨコエビ亜目と数種の二枚貝である。前者は Corophuim sp. A を優占種とするドロクダムシ科ヨコエビで、後者は年ごとに優占種を交替したヤマホトトギスガイ、チヨノハナガイ、ビロードマクラガイおよびシズクガイである。これらドロクダムシ科ヨコエビや優占二枚貝、とりわけビロードマクラガイの激増の条件として、底質の細粒化が関わっており、潮止め後の流動の弱化が、底質の細粒化だけでなく、夏場の貧酸素水塊や硫化水素などの底質や底層水の悪化をもたらし、環境悪化に耐えられない多くの底生動物の死滅による空隙を無～貧酸素に強い典型的な r - 戦略者たるこれら二枚貝が大挙して場を占拠したものと考えられる。さらに、ビロードマクラガイの激増には覆砂による人為的底質改変の影響が関わっている可能性がある。(東幹夫)

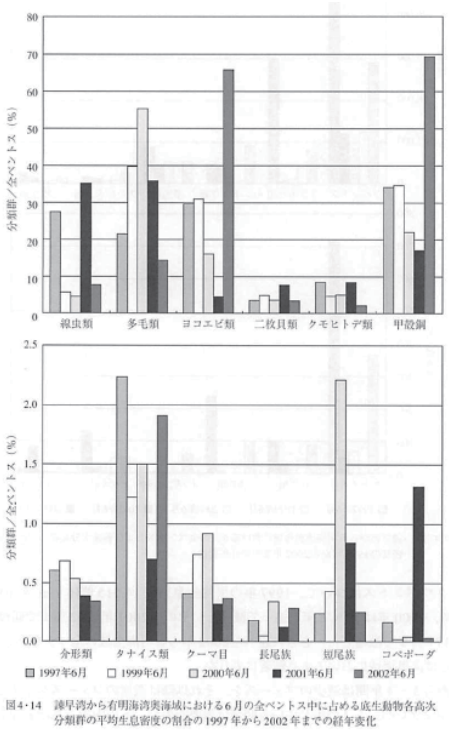


図4・14 諫早湾から有明海湾奥海域における6月の全ベントス中に占める底生動物各高次分類群の平均生息密度の割合の1997年から2002年までの経年変化

図 -25 ベントス生息密度の経年変化

●現在の到達点

● 1989 年、2000 年に佐賀県有明海水産振興センター、2006 年に佐賀大学有明海総合研究プロジェクトが実施したベントス調査より、マクロベントスは減少し続けていることが明らかとなった。

●ベントスの減少は貧酸素が主たる原因であると考えられる。(佐賀大学吉野)

●東は、1997 年から 2002 年までに実施したベントスに関する調査より「潮止め直後 1㎡当たり 1.4 万個体を上回る高い平均生息密度を示した全マクロベントスは 2000 年まで年を追って激減した (1997 年を 100％とすると 99 年は 44％、2000 年は 30％)。ところが 2001 年に 42％まで回復した後、2002 年にはじつに 1 7 1 ％まで激増した。潮止め後の流動の弱化が、底質の細粒化だけでなく、夏場の貧酸素水塊や硫化水素などの底質や底層水の悪化をもたらし、環境悪化に耐えられない多くの底生動物の死滅による空隙を無～貧酸素に強い典型的な r - 戦略者たるこれら二枚貝が大挙して場を占拠したものと考えられる。としている。

1．4　魚類等の漁獲量減少

● 環境省有明海・八代海総合調査評価委員会最終報告書の認識

魚類の漁獲量は、1987 年をピーク (13,000t 台) に減少傾向を示し、1999 年には 6,000t を割り込んだ。(図 -26) 有明海の主要魚種の大半は底生種であり、そうした種の漁獲量が減少しているが、特にウシノシタ類、ヒラメ、ニベ・グチ類、カレイ類及びクルマエビの漁獲量は、1980 年代後半から減少を続け、1990 年代後半に過去の漁獲統計値 (1976 年以降) の最低水準を下回って減少している。(図 -26)

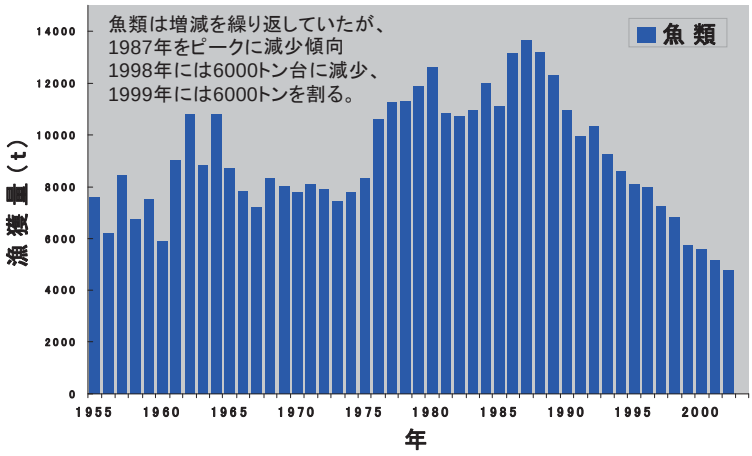


図 -26　魚類漁獲量の経年変化

シログチは、有明海中央～湾口の底層で産卵し、仔稚魚は湾奥に出現するが (図 -27)、近年、他魚種に比べて減少の程度が大きい。漁獲が減少しているクルマエビもシログチと類似した再生産の特性を持つ。中央部若しくは奥部の深場で産卵し、仔稚魚が奥部の浅海域で成育する魚種は多く (図 -28)、それらの仔稚魚は、流れにより浅海域に運ばれて成育することから、輸送経路に当たる海域の環境悪化 (貧酸素化など)、潮流変化、成育場の減少等の影響を受ける可能性がある。魚類資源は初期 (卵～仔稚魚) 減耗が大きく、その程度によって資源量が決まることから、こうした魚類の資源変動を考える場合、初期減耗にどのような要因が関与しているかという検討が必要である。

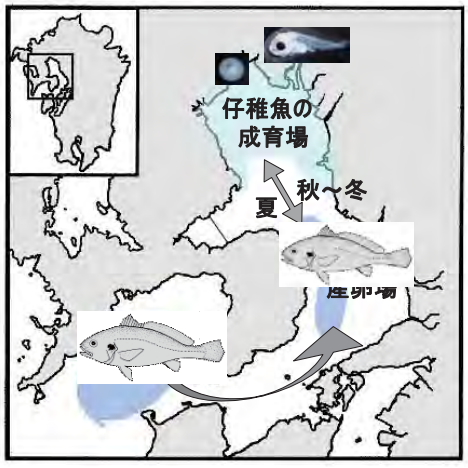


図 -27　シログチの再生産機構

	産卵場	産卵期	稚魚出現場所
クルマエビ	C	5-10月	A,B
ヒラメ	C	5-6月	
アカシタビラメ	A	6－8月	A（成魚より浅い）、着底は夏
コウライアカシタビラメ	C	3,4月	A,B
メイタガレイ	C	11～12月	
シログチ	C	6-8月	A
アカエイ	A,B	7，8月	A,B

図 -28　産卵場所と仔稚魚の成育場所

このほか、エツなどの有明海の特産魚類は、河口域、感潮域を仔稚魚の成育場として利用しており、取水による淡水域の縮小や、護岸構造物の設置、人為的な流量操作、採砂などが複合的に影響する可能性があると考えられる。また、有明海の代表的な魚類であるコイチは、湾奥部と諫早湾で産卵し、その仔稚魚は湾奥部沿岸の浅海域から (図 -29) 河口域に多く分布することから、感潮域、河口域、干潟域の減少が影響を及ぼす可能性があると思われる。

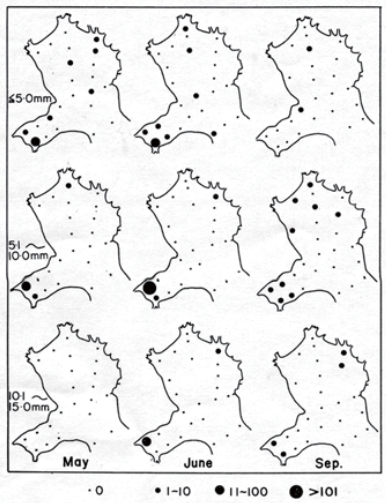


図 -29　コイチ仔稚魚の分布

魚類資源の減少に関与する可能性のある要因については、(a) 生息場 (特に仔稚魚の成育場) の消滅・縮小、(b) 生息環境 (特に底層環境や仔稚魚の輸送経路) の悪化に整理できる。生息場の消滅・縮小に関しては、魚類資源の初期減耗がその資源量に大きく関与することを考えれば、仔稚魚の育成場である干潟・藻場や感潮域の消滅・縮小が魚類資源の減少の一因になる可能性があると思われる。

生息環境の悪化については、貧酸素水塊の発生 (沈降有機物の増加等による) やベントスの減少 (底質の泥化による) があげられる。これらは、底棲魚類が生息する底層環境 (餌料環境も含む) を悪化させるとともに、それらの仔稚魚の輸送経路に当たる海域において影響を及ぼすことも推測され、魚類資源の減少の一因になる可能性があるものと思われる。

また、潮流・潮汐の変化による影響については、潮流の変化が仔稚魚の輸送状況を変える可能性があり、また、潮汐の減少は仔稚魚の育成場である干潟の減少につながる。

その他に考えられる魚類資源の減少要因としては、漁獲圧があげられるが、有明海において魚類への漁獲圧が大きく増加したとは考えにくい。また、ノリ酸処理剤については、魚類への影響試験結果を考慮すると、酸処理剤が適正に使用されていれば、その影響は少ないと考えられる。このほか、外来種の影響、人為的なコントロール (種苗放流、駆除等)、海底地形の変化、化学物質の影響については、関連情報がないため、判断できない。

魚類の種組成に関しては、有明海の漁獲調査結果によると、ナルトビエイ等の軟骨魚類の占める割合が多くなっている。エイ類の増加については、競合する底棲魚類の減少、捕食者であるサメ類の減少 (図 -30)、水温上昇の影響の可能性が考えられる。

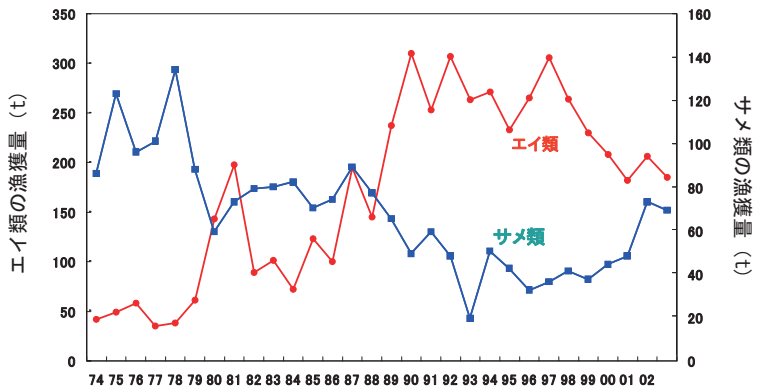


図 -30　サメ類・エイ類漁獲量の経年変化

●環境省有明海・八代海総合調査評価委員会報告書以降の成果

環境省評価委員会の最終報告書に参照された事項及びそれ以降の研究成果をまとめて、日本魚類学会自然保護委員会編 (責任編集：田北徹、山口敦子) で「干潟の海に生きる魚たち」(東海大学出版、2009 年 3 月 5 日初版) が出版された。この内容が 2009 年時点における到達点と考えることができる。

各章ごとの主な論点

1 章　有明海の環境 (田北徹)

●有明海では近年、魚介類の生産がひどく低下しているが、有明海の潜在的な生産性は依然高いと考えられる。

●人口の構造物から淡水の泥水が大量に放流されるという状況は、この海の自然環境に順応してきた魚類にとって全く新しい環境である。

3 章　有明海が育むサメ・エイ類 (山口敦子)

●ナルトビエイは 3 ～ 4 月頃に有明海に来遊し、初夏から秋にかけて湾奥部や熊本県沿岸の浅瀬を移動しながら索餌や繁殖を行う。11 月～ 12 月になると浅瀬の低水温を避けるかのように徐々に深場に移動する。さらに水温が低下すると島原半島沖を経由して湾外へ移動する。

●ナルトビエイは丈夫な歯を使って、貝を専門に摂食する。特に、アサリ、サルボウ、タイラギなどの二枚貝を好む。

●一度に産む子供の数は平均 3 個程度、胎仔持つようになるまで平均して生後 7 年くらい。繁殖力が旺盛だから急増したという指摘は適切ではない。

●有明海はもともとエイの生息に適していた。

●諫早湾干拓により本名川とセットであった諫早湾奥部を失ったことが、サメ・エイを含む有明海生態系に及ぼした影響は計り知れない。有明海における生物生産の回復には、干潟・河口域環境の回復と干潟面積の復元が急務である。

5 章　筑後川に運命を託す希少魚エツ

●エツの成魚が筑後川感潮域にいるのは 7 月または 8 月まで。産卵期以外はおもに有明海で生活すると考えられる。

●親魚が淡水または低塩分水にたどり着いてはじめて産卵できる。

●感潮域上流部に淡水または低塩分水域が存在すること、すなわち、上流から感潮域への流れ込みが途切れずに十分あることがエツの繁殖に不可欠である。

●筑後川内のエツ漁期が 5 月から 7 月と定められ、禁漁期が産卵を保護する形になっていない。河口沖で若年魚が大量に捕獲されて捨てられている。施策がちぐはぐで、資源保護の実効を上げていない。

諫早湾はかって多く種の仔稚魚の成育の場であった。干拓締め切りで成育の場が失われたのは生態系にとって、漁業にとって非常に大きな変化・影響をもたらしたという立場に立ち、諫早干拓水門を開放し、塩水干潟を再構築することを求めている。

有明海再生機構平成 21 年干潟浅海域物質循環調査報告書

上記報告書に 2007 年までの漁獲量の経年変化が掲載されている。漁船漁業は減少傾向から若干ではあるが増加の傾向を示している。

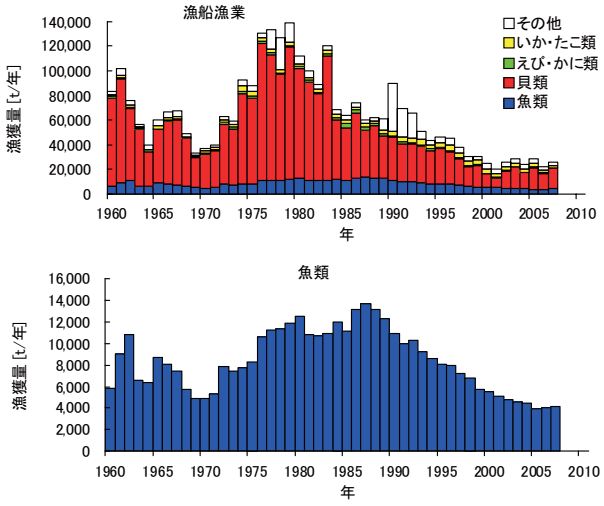
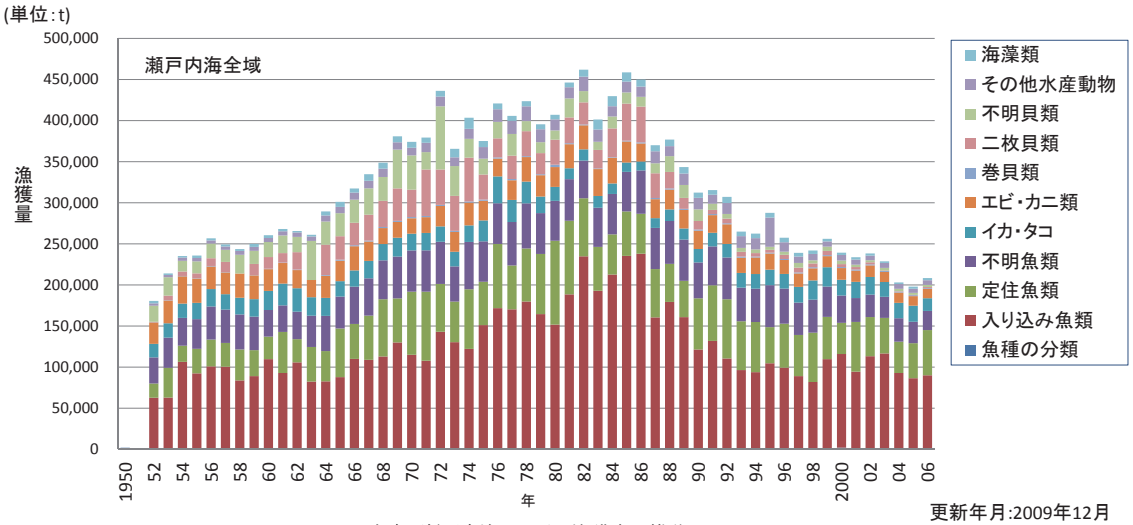


図 -31　漁船漁業の漁獲量の経年変化

参考のために、瀬戸内海環境情報センターホームページに示された瀬戸内海における漁獲高の推移を示しておく。



参考　瀬戸内海における漁獲高の推移

（出典:瀬戸内海環境情報センターホームページ）

●現在の到達点

●有明海における漁船漁業の漁獲量は、1987 年をピークに 2000 年までは減少の一途をたどっている。この傾向は他の海域おける漁獲量の推移と同様であり、有明海だけの傾向ではない。ただし、有明海における漁船漁業は 2000 年以降ほぼ横ばいで推移している。

●有明海における多くの魚類は有明海中央部で産卵し、仔稚魚は海流を利用して移動し透明度の低い湾奥部を生育海域としている。有明海湾奥部が貧酸素などで環境が悪化したことが魚類減少に大きな影響を与えたものと思われる。

●湾奥部と同様の干潟が発達し透明度の低く、貧酸素の発生が少なかった諫早湾を締め切り、透明度が上昇し、貧酸素が多発するようになったことでもう一つの生育の場を奪ったことが魚類減少に繋がっていると考えられる。諫早開門調査の実施を希望する理由としては最も明確である。