今後の有明海創生を考える

（有明海再生機構からの提言）

特定非営利活動法人有明海再生機構

令和２年２月

目　　次

1. はじめに　2

2. 迷走する有明海問題の全容　4

3. 今後の有明海創生を考える　１０

4. 今後取り組むべき主な研究課題　１３

参考資料 1　１３

有明海創生に向けての問題認識

参考資料 2　１５

気候変動による有明海環境への影響について

参考資料 3　１８

環境 DNA 分析及び化石情報を用いた有明海の過去環境の推定について

参考資料 4　２１

新国富指標を使った有明海の魅力創出と持続可能な社会の構築について

今後の有明海創生を考える

（有明海再生機構からの提言）

NPO 法人有明海再生機構

1. はじめに

戦後、食糧増産や防災を目的とした諫早湾干拓事業(以下、諫干事業という)が計画されたが、当初から漁業関係者等から事業による有明海環境への悪影響が懸念されていた。2000 年に起きた大規模なノリの色落ち被害(このことを狭義の“有明海異変”と呼ぶ)を契機に、燻っていた諫干事業に対する漁業関係者の感情が一気に噴き出した。

有明海異変の原因としてその 3 年前に行われた諫干事業による潮受け堤防の設置(このことで調整池内の生物が生息できなくなることから、この行為が“ギロチン”と比喩される)の影響がクローズアップされ、この評価を巡って事業者と漁業関係者の間で対立が深まっていった。“ギロチン”という刺激的な取り上げ方と潮受け堤防に約 300 隻の漁船が集結し、漁業者が「宝の海を返せ」とシュプレヒコールを上げた光景が象徴的にテレビに映し出され、先鋭化していく対立の構図が全国的な関心を呼ぶこととなった。

その後も諫干事業は粛々と推進が図られる一方で、環境への影響や公共事業の必要性などの観点から問題視され、また事業完了後には司法の世界で、潮受け堤防排水門の開門調査の是非を巡って生じた行政間の対立や漁業者と干拓地における営農者間の利害対立を生んだ。この一連の動きはマスコミにも大きく取り上げられたが、その取り上げ方は、人々の関心の移り変わりの中で変容していった。

あれから 20 年が経過した。その間、その時その時の有明海問題とは無関係に、有明海再生に向けた各種対応が国主導で行われ、同様な問題を抱える他の閉鎖性海域では考えられないほどの手厚い取り組みがなされてきた。調査研究についても、2000 年以前が低調だったこともあり、2000 年代から 2010 年代半ばにかけては「調査研究バブル」と称されるほどの規模で実施されていた。(図１)

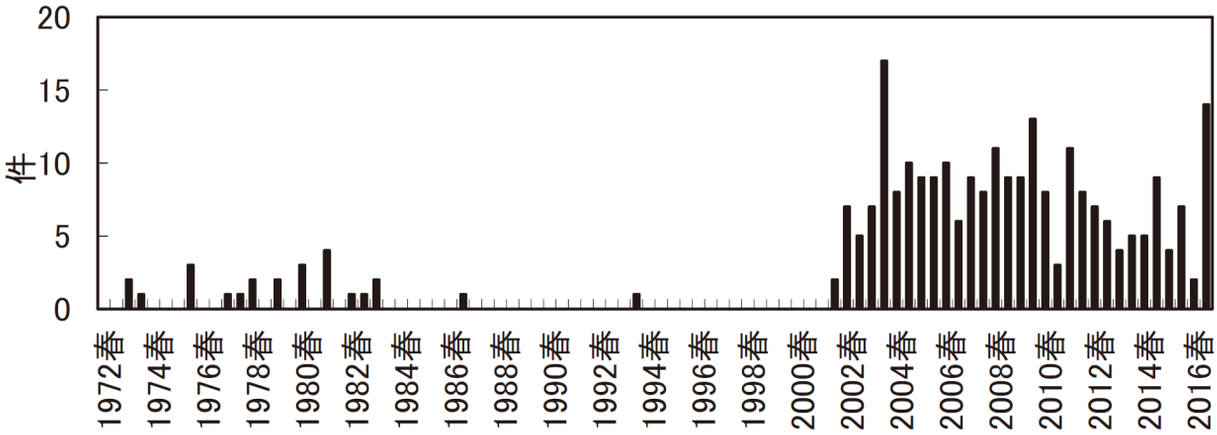


図１　日本海洋学会大会における有明海関係発表件数の推移

出典：水環境学会誌第 40 巻（A）第 5 号(2017) P152

しかし、有明海再生の道筋が見えないまま、後半の 10 年間では漁業関係者や関係する自治体は中長期開門調査を巡っての争いに終始し、その判断を司法に委ねる状態が続いた。この間、マスコミも含めた地域の関心は裁判の行方に終始し、残念ながら地域が主体的に有明海再生に取り組んできたとは言い難い。その裁判も最高裁での見解が示され、一定の方向性が見えてくる中で、今後、有明海問題に対する地域の関心はどのように変容していくのであろうか。

有明海の特徴である大きな潮汐現象のように、全国的に一気に盛り上がった有明海問題も現在は徐々に関心も薄れ、有明海問題を巡る風景も当初と大きく異なってきた。2000 年のノリの大規模色落ちが起きた時は今後のノリ養殖は大丈夫かと危惧されたが、その後、有明海のノリ養殖は地域によって偏りはあるものの、総じて生産高及び生産額で順調に推移している。(図２)

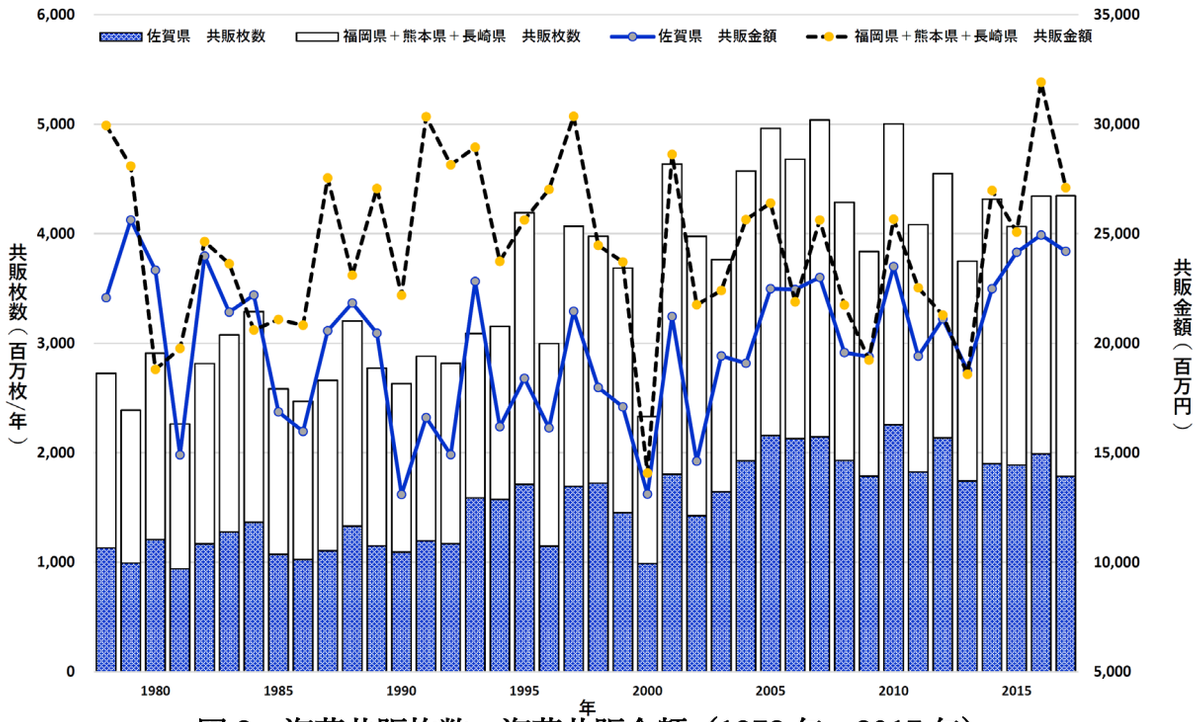


図２　海苔共販枚数・海苔共販金額（1978 年～2017 年）

二枚貝ではタイラギが不調のままであるが、アゲマキと一部の海域のアサリは回復の兆しが見えてきた。

まだ、国の関与は残っているものの、これまでのように諫干事業を通じて、そして開門を巡る裁判を通じての国の関与は、今後はこれまでとは当然異なってくるものと考えられる。多くの課題を抱える有明海問題は、これからも地域の問題として残っていくことは間違いない。

これまで多くの公共事業がなされ、有明海環境が改善された部分もある。調査研究等の成果も蓄積されてきている。ただ、未だ抜本的な再生には至っていないにもかかわらず、有明海問題への関心は薄れるばかりである。このまま人々の関心の薄かった 2000

年以前の有明海に戻るのか、それとも前向きな動きが生まれ、もう一度関係者の心を一つにした有明海再生に向けての取り組みがなされるのか。できれば後者の前向きな流れを、国が主導するのではなく、地域が主体となって作り上げ取り組んでいくことが期待される。

有明海再生機構としてこの前向きな流れを支援するため、この 20 年間を振り返り総括するとともに有明海の今後を展望する中で、今、何が不足し、今後は何をなすべきか、残された課題を明らかにして問題提起したい。

2. 迷走する有明海問題の全容（図３）

(1) 有明海問題とその対応

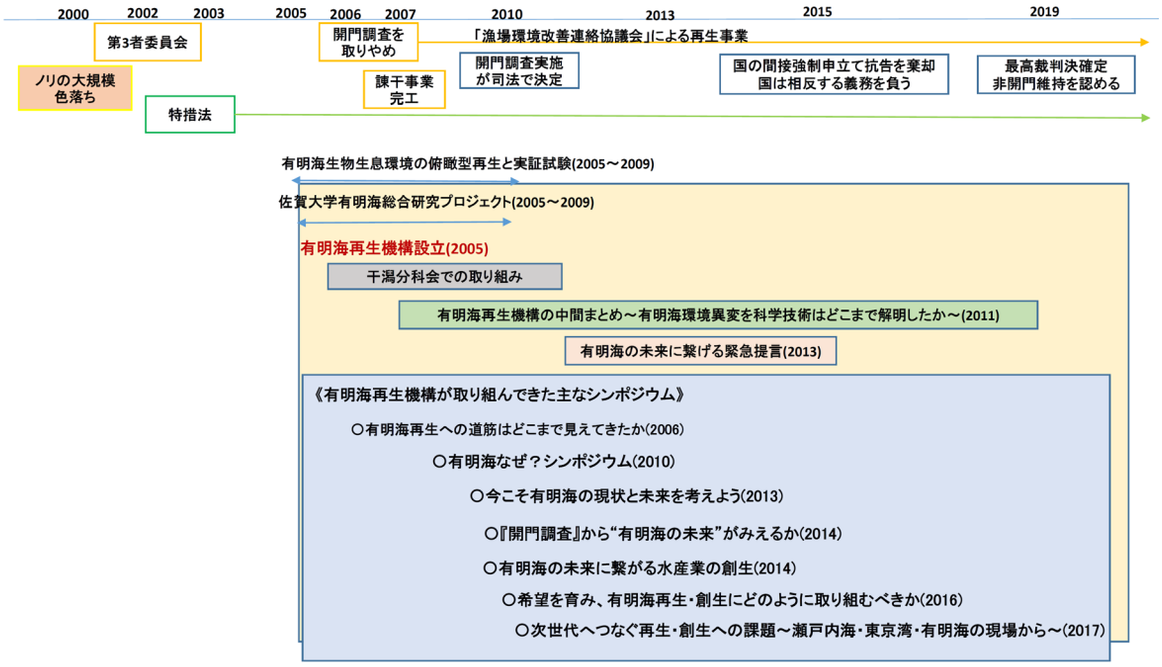


図 3 有明海問題と有明海再生機構の取り組み

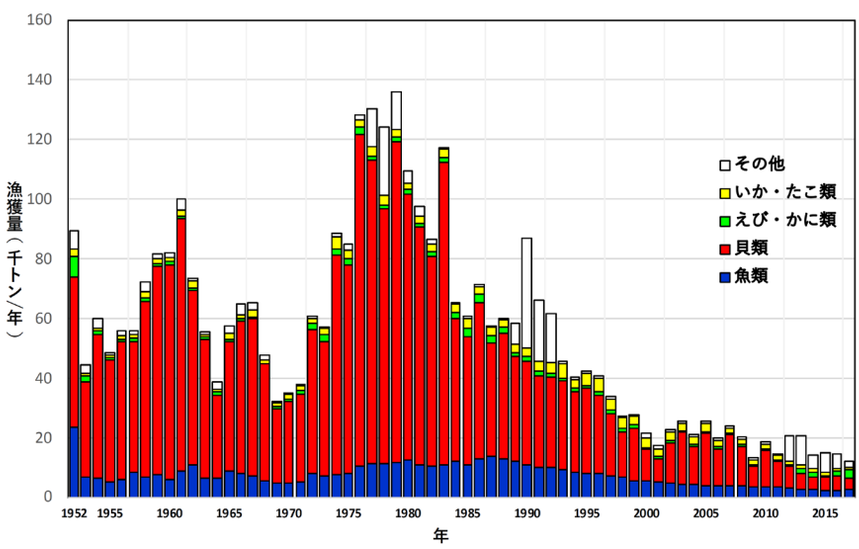


図 4 漁船漁業（有明海魚種別漁獲量；1952 年～2017 年）

有明海における漁獲高は 1980 年ごろをピークにその後減少･低迷傾向が続き（図４）、有明海特有の生物も減少の一途をたどっていった。しかし、このことが有明海問題として社会問題化するのは、2000 年の大規模なノリの色落ち被害の発生後である。また、諫干事業により 1997 年に諫早湾の締め切りがなされ、当初は諫早湾内の有明海固有の生物が死滅するということで環境問題として注目されたが、その前から続いていた漁獲高の減少と結びつき、諫早湾内の環境問題というよりもどちらかというと有明海全体の水産資源への影響がクローズアップされるようになった。それに加えて、漁家数の減少（図５）、漁民の高齢化等、漁業を取り巻く環境が年々厳しくなっていることもあって、その後、諫干事業との関連のもとに水産業に焦点が当たって有明海問題が社会問題化していった。

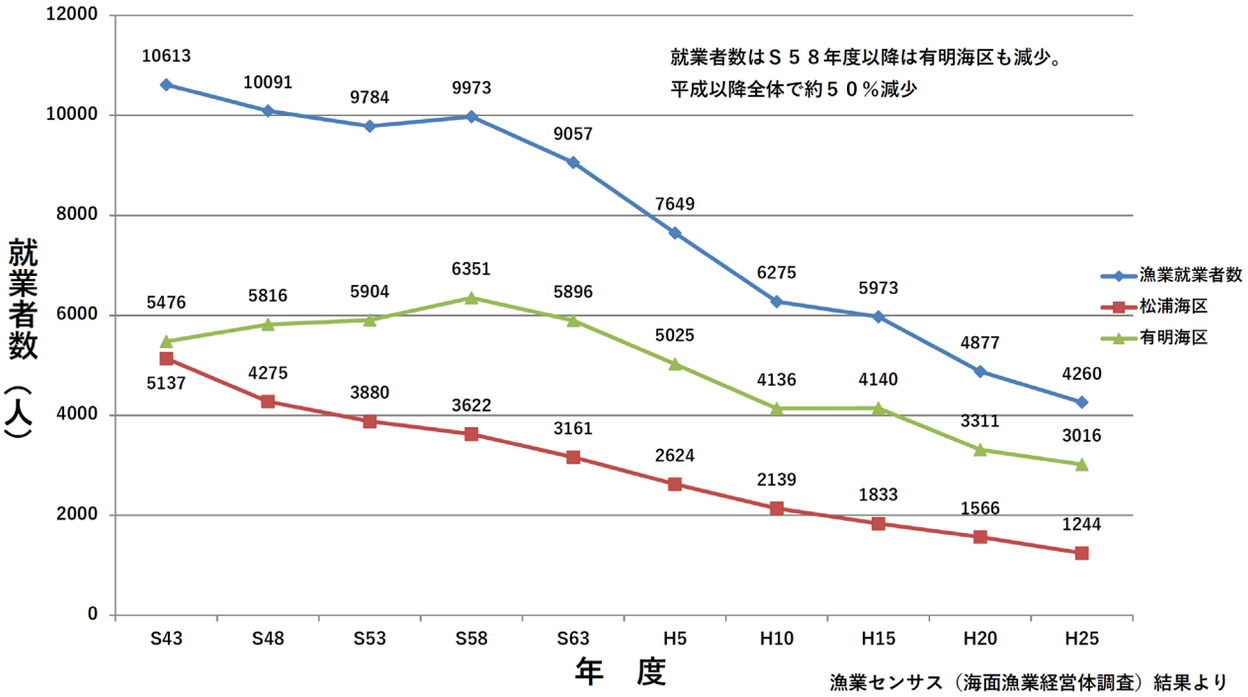


図５ 佐賀県漁業就業者数推移

有明海異変後、有明海問題に対して国による各種対応が始まった。2002 年に有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会（いわゆる第三者委員会）を設置し、原因究明等について学識経験者等に意見を聞くこととなる。その結果、有明海における基礎的調査研究が少ない中で開門調査が唯一の評価方法という位置づけのもとに短期開門調査が実施されるが、期待された中長期開門調査の実施は今後の検討課題となった。その後農水省は、開門にあたっての技術的検討等を行い、効果が期待されないだけでなく管理上の問題が多いことを指摘し、2006 年に中長期開門調査の取りやめを発表した。その後漁業関係者の農水省に対する不信は募るばかりで、両者の関係は悪化の一途をたどっていくこととなる。その結果、裁判へと発展し、事業者が科学的根拠をもとに漁業者の理解を得て合意形成を図るという事業本来の姿とはかけ離れ、その決着を司法にゆだねることとなった。

有明海異変後のもう一つの対応として、有明海再生に向けた対策として打ち出されたのが「有明海および八代海等を再生するための特別措置法」(以下、特措法)である。この法律は 2002 年に議員立法により制定され、有明海及び八代海の再生に関する基本方針を国が定め、環境保全及び漁業振興施策に関する計画を県が策定し、その実施を促進するための事業に対して国の補助割合をかさ上げするということなどがその内容となっている。また、農水省が中長期開門調査を実施しない代わりに別途有明海再生予算をつけ、その予算の下に「漁場環境改善連絡協議会」での取り組みも開始された。しかし、有明海問題の引き金となったのは諫干事業であるが、これらの取り組みにいずれも農水省が中心となって関わっているものの、諫干事業との関係は対象外とすることが前提となっている。

有明海異変後の国の各種対応、取り組みに対して、漁業関係者は一定の評価はするものの、顕著な成果が出ていないこともあって、引き続き原因究明を追求し、一途に中長期開門調査を要求する構図が続くこととなる。その後、このことがあたかも有明海問題の本質であるかのように、地域の関係者の間では中長期開門調査の実施が有明海問題の中心的話題となっていった。

(2) 有明海問題に対する科学の役割

① 諫干事業と環境影響評価

諫干事業が計画されたのは戦後すぐであり、その後、時間の経過とともに事業を取り巻く環境も大きく変化していった。紆余曲折を繰り返しながら、現在の計画で具体化するのが昭和 60 年代以降となる。当時、事業実施にあたって環境影響評価はなされているが、現在の影響評価法に基づくものではなく、長崎県環境影響評価事務指導要綱に基づいて行われており、検討範囲が諫早湾内に限られ、有明海は検討の対象に入っていない。

司法に委ねられていた開門調査問題に対して、2008 年頃から長崎地裁、福岡高裁で一定の方向性が示されていく。諫干事業は 2007 年に完工していたが、当時の政府の判断で国は福岡高裁控訴審判決に対して上告を断念することで福岡高裁控訴審判決が確定し、2010 年に裁判で開門調査の実施が決定された。それを受けた形で、「諫早湾干拓事業の潮受堤防の排水門の開門調査に係る環境影響評価」が行われ、2012 年にその結果が公表されたが、2010 年の政府判断は本来であれば環境影響評価を受けての判断が望ましかった。諫干事業の推進にあたっての合意形成において、環境影響評価は合意形成等に際して必ずしも十分にその役割を発揮してこなかったようである。

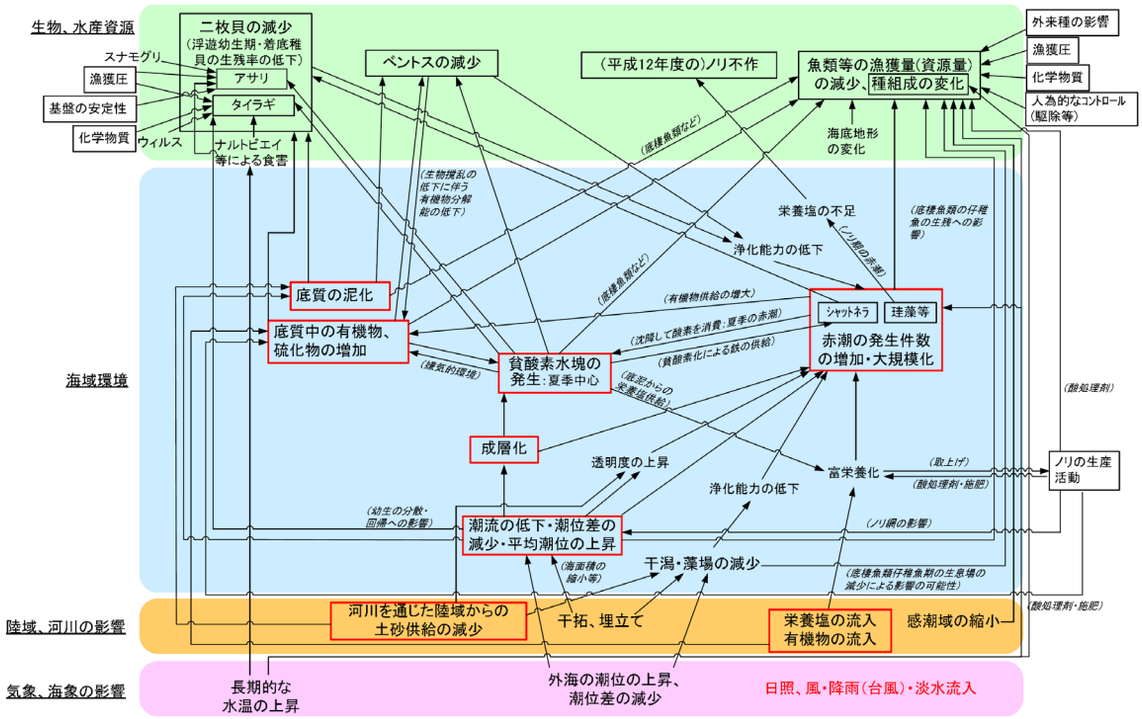
② 大学等の研究機関での調査研究

有明海における調査研究は、有明海異変以前においてはもっぱら福岡、佐賀、長崎、熊本の 4 県の水産試験場によって実施されてきた。さらに、西海区水産研究所を中心として、有明海における水産資源減少の原因解明等の研究がなされてきた。

一方有明海異変後は、大学においてもこれまでにない大規模な予算で有明海環境全体を俯瞰する調査研究が実施されるようになった。有明海再生をめざし、九州大学、熊本大学及び佐賀大学が共同で「有明海生物生息環境の俯瞰型再生と実証試験(H17～H21)」を、佐賀大学では「佐賀大学有明海総合研究プロジェクト(H17～H21)」などが行われた。

これらは環境変化についての科学的解明を行うための基礎的研究が主であって、成果がそのまま同時期に展開されていく開門調査を巡る紛争の解決に向けての合意形成ツールにつながらなかったし、有明海再生にも十分につなげることはできなかった。できれば調査研究にあたって、行政機関や漁業関係者との連携が図られ、地域からの具体的なミッションが事前に加味されているとよかったのかもしれない。

これらの研究により、ノリの色落ちや二枚貝の減少に影響を及ぼす赤潮、貧酸素水塊等の発生メカニズムはかなりわかってきた（**図６**）。しかし、何が原因かを特定し適切な



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６ 問題点と原因・要因との関連の可能性；有明海

出典：環境省　有明海・八代海総合調査評価委員会　委員会報告（H18/12/21）

対策を実施するまでに至っていないのは、一つには 2000 年以前の観測データが不足していることが原因といわれている。一方、シミュレーションモデル等により有明海環境全体を俯瞰し、有明海環境のメカニズムに言及するようになってきた。これは諫干事業の推進にあたって国が実施した環境影響評価等からである。ただ、まだモデルの精度が十分でなく発展途上にあり、また計算資源の問題もあって 2000 年以前の過去環境の再現は一部に留まる。1970 年から 2000 年の間は陸域から汚濁負荷の流入が大きかった時

期で、この過去環境から現在までを精度良く再現できると、より適切な再生方策の提案につな
がると考えられる。

そして、基礎的研究においても、研究者の間で評価・見解が分かれている部分もあって、環境省の「有明海・八代海等総合調査評価委員会(以下、評価委員会という)」でまとめられた報告書において明確に記述できていない点もある。この報告書は現時点で分かり得た知見を集約したものであるが、これをもとにした具体的な再生策へつなげることは現時点では期待薄である。

③ 期待される今後の調査研究

これまで有明海環境は、火山噴火や地震、台風など大規模なイベントにより大きく変化し、その都度生物はその環境に順応して生きてきた。今後、最近の豪雨に見られるように気候変動の影響で降雨の量やパターンが大きく変容し、河川への影響はもとより、最終流入先の海域環境への影響に対してもリスク要因として考えなければならない。

漁業関係者の一番の関心は、水産資源の回復である。水産資源の減少、とりわけ二枚貝の減少に対しては、水産資源回復の問題であると同時に干潟環境の改善との関係で重点課題の 1 つとして取り組まなければならない。現在「特措法関連の公共事業」、「漁場環境改善連絡協議会」での取り組みなどの有明海再生事業が行われている。しかし、水産関係の調査研究組織や大学で行われた基礎的調査研究との連携・調整が図られておらず、効果が十分に発揮されていないのが実態であり、今後は関係者の連携による総合的な取り組みが期待される。

また、地球温暖化による海域環境の変化を通じて水産資源に及ぶ悪影響が懸念される中で生物多様性に配慮しつつ、養殖業を始め水産業のあるべき姿の検討に資する科学的知見を提供することも必要である。

有明海再生の目標は、環境が改善し、水産資源が回復するだけでなく、水産業等の生業が成り立ち、有明海沿岸域が豊かになることで、有明海創生を目指すことである。自然科学だけでなく社会科学の分野での研究も有明海創生に向けてもっと具体的に実施されることが望まれる。

(3) 有明海問題に対する有明海再生機構の取り組み

有明海再生機構は、2005 年に特定非営利活動法人として設立された。ちょうど農水省が中長期開門調査を実施しないと表明した頃で、事業者と漁業関係者の対立が深刻となり裁判へと発展する状況下にあった。このため、事業者ではない中立的な立場で有明海の環境変化の原因や再生への道筋を提案する組織、研究機関が必要と言うことで立ち上げられた。主な活動として、シンポジウム等を開催し、各大学や研究機関で行われた調査研究及び有明海再生機構での独自の調査研究などの成果を持ち寄り、研究者間で前半は有明海環境変化のメカニズムの解明、後半は社会的に関心が高いテーマで議論し、

集約して得られた結果を広く広報してきた。

主なシンポジウムは以下の通りである。

○「有明海再生への道筋はどこまで見えてきたか？！」(2006 年度)

○「有明海再生に向けた新たなステップ～有明海の環境変化の現状認識（共有化）から再生へ～」(2008 年度)

○「有明海なぜ？シンポジウム」(2010 年度)5 回シリーズで関心の高い話題を取り扱った。

・なぜ、ノリの色落ちが起きたのか

・なぜ、タイラギがとれたのか(平成 21 年度だけ)

・貧酸素水塊はなぜ発生するのか

・底質・干潟はどうかわってきたのか

・有明海の環境変化はどこまで科学で解明されたか

○「今こそ有明海の現状と未来を考えよう」(2013 年度)

○「『開門調査』から“有明海の未来”が見えるか」(2014 年度)

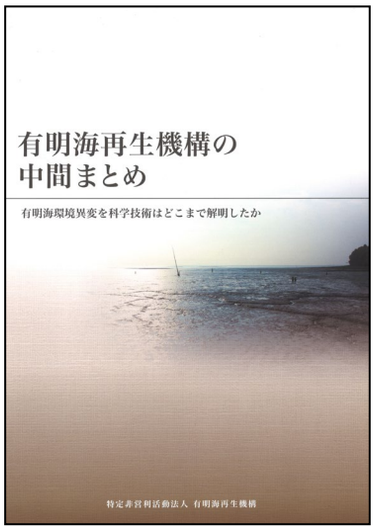
○「有明海の未来に繋がる水産業の創生」(2014 年度)

○「希望を育み、有明海再生・創生にどのように取り組むべきか」(2016 年度)

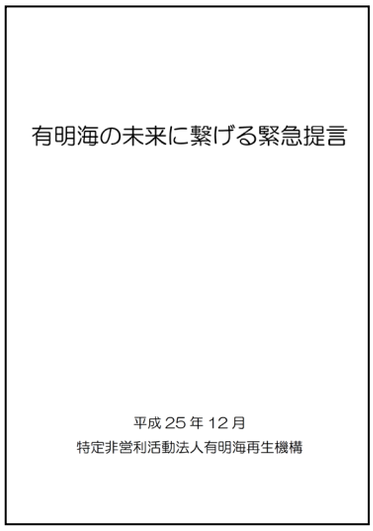
○「次世代へつなぐ再生・創生への課題～瀬戸内海・東京湾・有明海の現場から～」(2017 年度)

さらに科学的知見の集約として、2011 年には、**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～（図７）**を取りまとめるとともに、環境省が行った**調査研究ロードマップ**の作成にも関与した。

そして 2013 年 12 月には、開門調査を巡る**「有明海の未来に繋げる緊急提言」（図８）**を国や県に提出し、当時中長期開門調査を巡って司法での争いが続き、司法の判断に一喜一憂するという地域の構図であったが、有明海問題に対して地域が本来何をなすべきか、今後の取り組みの方向について提言を行った。



(図７)有明海再生機構の中間とりまとめ



(図８)有明海の未来に繋げる緊急提言

3. 今後の有明海創生を考える

(1) 今後の課題認識

諫干事業という公共事業の存在なくして、また大規模なノリの色落ち被害という事象が発生せずして、これほどまでに有明海の環境問題に対する全国的な関心が集まることはなかったであろう。海底耕運、覆砂などの公共事業や「調査研究バブル」と言われるほどの手厚い調査研究の実施など、同時期に同様な問題を抱えていた他の閉鎖性海域からはこの点だけに関しては羨望の目で見られていた。

しかし、有明海問題という地域の問題が国の公共事業に翻弄され、現在、有明海再生は道半ばというよりも“有明海再生丸は船頭なき漂える船”と化している。北海道大学の宮脇教授が有明海再生機構主催のシンポジウム“今こそ有明海の現状と未来を考えよう”での基調講演で、混迷する有明海問題の本質を次のように的確に指摘された。「地域問題を司法の結論に委ねることには限界がある。市民(漁民を含む)、地方自治体、国の関係者が水平な場に立って議論することが必要である。有明海問題は、国主導の縦割り構造の政策議論になっている。縦割り構造の弊害が出ているし、県自身が利害関係者、当事者となってしまって本来の縦割り構造の中での県の役割を果たせていない」。

国は、「諫干事業の推進」という縦割りの政策論議を推し進めてきた。その結果、この 20 年間に何が起こったのかと言えば、国と漁業者の対立から事業推進を願う長崎県と漁業者に寄り添う佐賀県との対立へと発展し、裁判では漁業者と干拓地入植者が原告となり、相反する司法判断が出され、国が間接強制金を支払う構図となってしまった。政策議論の公理と言える“有明海再生”という基本的価値観が関係者の間で共有化はされているものの、具体的な行動にまだ結びついていないのは、まさに宮脇教授が指摘された国主導の縦割り構造の政策議論の結果だったと言えるのではないだろうか。

大学改革の流れの中で九州の国立大学は地域貢献が期待されている。水平的な政策議論が展開されていれば、大学等で実施された調査研究がその議論の中に位置付けられ、もっと成果が活かされ地域貢献につながったのではないか。有明海再生機構もその中で活用されれば当初の理念に沿って、もっと役割が果たせたのかもしれない。公共事業もより効果的な展開が望めたのかもしれない。また、これまでの取り組みでは、各種機関の相互の関係やニーズとシーズの不一致が指摘されているが、このことも水平的な政策議論がなされなかったことの一因と言える。

東京湾や瀬戸内海の例をみると、水平的な議論の場が用意されている。有明海においてもこの先行事例を参考としつつ、水平的な議論の場の構築を考えるべきである。現在、有明海再生機構では、国の地方行政機関、4 県の関係者、漁業組合及び NPO に呼びかけ、「有明海及びその沿岸域の再生・創生を考える会(準備会)」を開催している。緩やかな情報交換の場としてこれまで年に 3、4 回開催してきたが、組織として正式な位置づけがなされないままでは継続が困難となっている。

有明海での調査研究は、2000 年以降かなり実施されているが、実施機関がそれぞれの目的に応じて観測データの取得からその分析及び評価まで行い、ある程度の成果は得

られているが、横の連携が不十分である。評価委員会はその評価は行うが、再生に向けてどのような取り組みをすべきか羅針盤的な役割は未だ果たせていない。今後も必要な調査・観測は継続し、有明海環境を長いスパンで見ることができる体制の整備が求められる。できれば、行政機関の中で有明海の管理者が明確となって、その中で体制の整備が進むことが望ましい。一方、それが不可能であれば、大学が連携してその役割の一部を果たすことも選択肢の一つとして大いに期待される。

有明海問題は、関係 4 県が連携し、地域が主体性をもって取り組むべきものであった。このためには地域の貴重な自然環境資源をどのように考え、どうしたいかという基本的な認識合わせが必要であった。有明海再生、創生の具体的なイメージ（**参考資料 1**）の共通認識化を図るところから始めなければならない。そして、有明海創生を目指し、有明海の環境を保全するだけでなく、水産資源の回復が図られ、有明海の資源を活用して地域が活性化するよう具体的な取り組みが求められる。

もう一度“有明海を考える”という前向きな展開を図っていくためには、関係者に有明海問題に対する新たな気づきやそれに対する関心の醸成から始め、そしてその対応に対する参加の輪を広げていくことが肝要である。

(2) 今後の有明海創生を考える(提言)

① 有明海を考える機運の醸成

皆で有明海の魅力を再認識し、将来世代のためにも有明海再生・創生を目指した新たな動きを呼びかけたい。これまでの反省から、とりあえず有明海問題から諫干事業問題を切り離し、地域が主体となって今後の有明海、そしてその有明海とどのように関わっていくのかを考える環境、機運を醸成していくことから始めることが必要ではないだろうか。

まずは有明海に関心を持つこと、有明海問題に対する新たな気づきが重要となる。有明海環境を過去から現在、そして未来に繋がる時間軸で全体を俯瞰することで、そこからいくつかの課題が浮かび上がる。例えば、1970 年から 2000 年の間の陸域から汚濁負荷の流入量が大きかった時期の過去環境が再現できると、物質収支変化の全体像が解明でき、環境修復事業のコーディネーションにつながるのではないか。より適切な再生方策の提案につながることも考えられる。また、地球温暖化の影響で最近話題となっている気候変動による有明海環境への影響も気になるところである。

有明海再生機構では令和元年度に、「気候変動による有明海環境への影響について」、「環境 DNA 分析及び化石情報を用いた有明海の過去環境の推定について」及び「新国富指標を使った有明海の魅力創出と持続可能な社会の構築について」の 3 つのテーマについてワークショップを開催し、研究者等に対して呼びかけ、その出席者とこれらの問題について認識を深め、今後の研究課題としてどのように取り組むべきか議論した。（**4. 今後取り組むべき主な研究課題**）に再掲しているように、このようなテーマを題材として、まずは有明海を考える機運を高めることを提案したい。

② 有明海再生・創生の目標に対する認識の共有化

有明海再生の目標は、環境が改善し、水産資源が回復するだけでなく、水産業等の生業が成り立ち、有明海沿岸域が豊かになることで、有明海創生を成し遂げることである。地方行政機関も環境部局や水産部局だけが担当するのではなく、地域活性化に係る部局も参加し一体的な取り組みとなるよう推進体制を強化することが望まれる。

筑後川の恵みを共有する筑後川流域、有明海、福岡都市圏の「水共同域」の連携を強化する中で有明海創生の取り組みを実施することや、環境省の重点施策である「自立分散型社会」及び「地域循環共生圏」の創造のモデル地域として取り組むことを提案する。

③ 水平的政策議論の場の設置

地域が主体で取り組む場合、有明海においても瀬戸内海、東京湾のような水平的政策論議の場が必要である。4 県が主導し協調しながらそのような議論の場を設置する動きを期待したい。これまで実施してきた「有明海及びその沿岸域の再生・創生を考える会(準備会)」を発展させ、正式な関係者の会議に発展させることも一つの方向として考えてはどうか。

④ 水産業の持続性の確保、水産の 6 次産業化

有明海は市民が集う海というよりも水産業としての生産の場であり、水産業を通じて漁業者が“海の守り人”として有明海環境に関わってきた。しかし、有明海問題が深刻化し、地域によっては、水産業としての生業が保てず、漁業者の離職が続いている。沿岸域の適性に応じた水産業モデルを関係者で確立し、「生産」、「流通」及び「消費」の各段階で生業が成り立つ工夫が必要である。水産の 6 次産業化の取り組みが急務である。

⑤ 調査研究の継続性の確保

これまで多くの調査研究がなされてきた。これらの調査研究を有明海の再生や管理、水産資源管理など、目的に沿った整理と取りまとめを行い、それをベースに今後も必要な観測、調査を継続することが最も重要なことである。別途、このことを専門的に行う機関が設置されることが望ましいが、不可能であれば大学間のネットワークで連携・分担しながら行うことが考えられる。特に、そのリーダーシップを佐賀大学に期待すること大である。

⑥ 世界の閉鎖性海域との国際交流

有明海は世界的にも稀な特徴のある閉鎖性海域となっており、その類似の特徴を持った世界の海域との研究や文化面での交流を行ってはどうか。潮汐の大きい河口域(タイダルエクスチュアリ)ではサンフランシスコ湾、干潟の比較では黄海に面する韓国の干潟、オランダの干潟などが候補としてあげられる。

⑦ 特措法の必要な改正

特措法は制定されてから 20 年近くが経過する。時代の要請に基づいて一部改訂がなされた瀬戸内海環境保全特別措置法と同様に必要に応じて改定をすることを提案する。瀬戸内海では、「瀬戸内海の環境の保全」において、水質が良好な状態で保全されるとともに、生物の多様性及び生産性が確保されるなど、瀬戸内海の有する価値や機能が最大限に発揮された「豊かな海」とする考え方が明確にされた。

有明海においても、上記提言等を地域関係者で議論し、有明海再生・創生の理念を盛り込むとともに必要な特措法の改定を考えてはどうか。

4. 今後取り組むべき主な研究課題

(1) 「気候変動による有明海環境への影響について」**(参考資料 2)**

(2) 「環境 DNA 分析及び化石情報を用いた有明海の過去環境の推定について」
(参考資料 3)

(3) 「新国富指標を使った有明海の魅力創出と持続可能な社会の構築について」
(参考資料 4)

参考資料 1

有明海創生に向けての問題認識

東京一極集中などの人口問題で地方消滅の危機が叫ばれる中、政府は重点施策の一つとして“地方創生”を打ち出している。

地方創生は、人口急減・超高齢化という我が国が直面する大きな課題に対し、「人口減少問題の克服」と「成長力の確保」を長期ビジョンに掲げ、各地域がそれぞれの特徴を活かした自律的で持続的な社会を創生することを目指すことである。そのことを有明海及びその沿岸域で実践しようとするものを、「有明海創生」と位置付ける。

地方創生は、取り組みの動機づけが重要で、関係者間で課題、目指すべき方向についての共通認識を図ることが不可欠である。

それでは、“なぜ、有明海及びその沿岸域”を対象として取り上げるのか。

これまで、有明海は、九州の広域交通ネットワークから外れ、特徴的な有明海の真の魅力に触れられることもなく、一般の人にとって遠い存在であった。その沿岸域も主たる産業が水産業及び農業を中心としており、本来全国共通の地方創生を必要とする地域の一つと言える。

“有明海異変”以降、有明海の環境問題、水産業問題がクローズアップされ、有明海は全国的な関心を呼ぶところとなった。有明海再生を目指したこの 20 年間で、環境メカニズムがある程度明らかになり、以前にも増して関係者が有明海のもつ資源力(魅力)、そしてその持続性の重要性を再認識する機会を得た。有明海の問題が惹起される以前よりも関心が高まったのを機に、沿岸域の地域活性化も併せて考え、有明海創生に取り組むべきであった。

一方、有明海沿岸域では、有明海沿岸道路の整備が着々と進み、この有明海沿岸域の市町は産業、観光、文化などのあらゆる面において今までにないつながりを見せることが可能となっている。有明海沿岸道路沿いに九州佐賀国際空港があり、全国各地や海外から人や物を呼び寄せることも可能である。九州新幹線西九州ルートを九州佐賀国際空港へつなげる案も仮に具体化すれば、有明海創生に取り組む上で絶好のチャンスと言える。

しかしながら、沿岸域に限らず多くの人の有明海に対する関心が薄いのが実情である。有明海創生を着実に進めるうえで、まずは有明海の魅力を幅広く発信し、関係者で現状と課題について認識を深め、有明海再生・創生へ向けて具体的に何をすべきかを考える必要がある。そしてその取り組みの輪を広げていかなければならない。魅力を認識する上で、定量評価することも一つの方法であり、九州大学馬奈木俊介主幹教授が掲げる新国富指標を活用することが考えられる。

次に、具体的に有明海の資源を最大限活かし産業振興、観光等を通じて稼げる地域に作り上げていくことである。その際、広域交通体系の構築がその実現に大きく貢献するし、「水共同域」を通じて筑後川流域及び福岡都市圏とのつながりを強化することもその実現に寄与することは言うまでもない。自らのエリアの活性化、そして都市と機能を補完し合う関係の中で地方創生を具体化する環境省の施策の「自立分散型社会」及び「地域循環共生圏」形成にも相通じる。ひとが集い、安心して暮らすことができる魅力的な地域をつくることになる。

有明海の資源の持続性が基本となることは言うまでもない。当面の課題の二枚貝の復活などの有明海再生に取り組むとともに、将来のリスク要因とも懸念される気候変動の影響についても対応することが必要であり、そのためにも継続的な調査・観測及び研究は不可欠となる。

参考資料 2

「気候変動による有明海環境への影響について」

1．背景・必要性

近年、地球温暖化により気候変動が著しく進行し、流域圏における水土砂災害が新たなフェーズに突入したことが、多くの専門家によって指摘されている。実際、我々は流域スケールの同時多発的水土砂災害、巨大化する台風による強風豪雨災害、バックビルディング現象を伴う局地的集中豪雨災害、都市型ゲリラ豪雨による内水氾濫など、流域圏における様々な想定外のスケールの水土砂災害を経験している。この気候変動による沿岸海域への直接的影響としては、海水温の上昇、海面水位の上昇、降水量変動、巨大台風の頻発化や高潮浸水などが挙げられる。一方、沿岸域は、河川流域で生じた様々なインパクトを最終的に引き受け調整する空間であるため、水土砂災害の影響を間接的ではあるが極めて強く受ける。

我が国では、降雨強度・降雨量の増大により、気象災害による死者数は、2000 年ごろから増加傾向にある。また、2 つの温暖化ガス排出シナリオ RCP2.6(2100 年で 2.0℃の気温上昇に相当)と RCP8.5(2100 年で 4.0℃の気温上昇に相当）において、気温変化、海面上昇、海水酸性化及び降水量変化などに関する環境変化予測も明らかにされている。例えば、気候変動による将来の降雨の予測から、RCP8.5 シナリオでは全国一級水系における洪水発生確率の変化倍率は約 4 倍にも達するという結果が明らかにされている。特に、将来筑後川流域での降雨パターンは、小領域における短時間降雨が非常に強くなることが指摘されている。

2．目的・目標

このような気候変動下において、有明海の環境が将来どのように変化するかについて予測し、適応策を講じることは、有明海の環境再生と創生に向かって取り組む上で極めて重要である。また、得られる成果は、様々な沿岸海域への環境影響評価予測を行う上で貴重な指針となる。

3．内容

(1) 気候変動適応に向けて考慮すべきことについて

地球温暖化による有明海への影響評価指標として、溶存酸素(DO)濃度が挙げられる。植物プランクトンによる一次生産、呼吸、枯死、無機化、沈降、硝化、再曝気を考慮した生態系モデルを用い、有明海奥部と諫早湾中央部の 2 地点で影響評価を行ったところ、気温、河川水温、海水温が将来 4℃上昇すると、諫早湾中央部では貧酸素水塊の持続時間が 2.4 倍増加すること、また河川流量が増加するとともに貧酸素水塊の継続時間も増加することが明らかとなった。さらに、気候変動に対して今後我々が講じる適応策に向けて、1.リスクの回避、2.リスクの低減、3.リスクの分散、4.リスクの受容及び 5.リスクの活用の 5 つの視点の重要性が指摘された。

(2) 気候変動の影響予測と適応について

d4PDF を用いた温暖化後の九州地方の豪雨特性の変化について検討されている。d4PDF で得られた過去実験データから、九州地方における 1 時間と 48 時間最大降水量の頻度分布を求め、過去の観測結果と比較した。その結果、d4PDF による 1 時間最大降水量の頻度分布は、過去観測データよりも低降水量側にシフトし、過小評価される。このモデルバイアスの理由の一つとして、ダウンスケーリングの不十分さが指摘された。一方、d4PDF による 48 時間最大降水量の頻度分布は、過去観測データをほぼ良く再現した。d4PDF データ(4℃上昇シナリオ)と d2PDF データ(2℃上昇シナリオ)を用いて九州における最大降水量の将来変化を調べた結果、1 時間最大降水量は温暖化とともに九州全域で増加するが、増加の割合は地域によって異なること、また、 48 時間最大降水量は九州の南東部及び西部では著しく増加するが、九州北部での増加はそれ程顕著ではないことが示された。さらに、過去実験結果に対する 1 時間最大降水量の増加率を調べたところ、 2℃上昇シナリオに比べて 4℃上昇シナリオにおける 1 時間年最大降水量の増加は著しく大きくなることが示され、温暖化による地球の気温上昇を極力抑えることの重要性が指摘された。

(3) 機械学習を用いた赤潮発生予測の試み

人工知能とは、コンピュータプログラムを用いて人間のように理解・推論・思考することで、その中に、機械学習とディープラーニングがある。ディープラーニングはデータの中で有効な特徴を探す手法であるのに対し、機械学習は学習アルゴリズムを用いてデータから知識を抽出・予測する方法である。つまり、機械学習とは、これまで蓄積された膨大な入力データと目的データに基づいて、コンピュータにアルゴリズムを構築させることにより、 新たな入力データをインプットすれば目的とする結果を得ることができる手法である。今回、アルゴリズム構築において SVR(Support Vector Regression)モデル、RF(Random Forest)モデル及び GBRT(Gradient Boosting Regression Tree)モデルの 3 つが検討された。2007 年度～2012 年度 のデータからランダムに 80%を抽出し学習させ、残りの 20%のデータを用いてテストを行った結果、GBRT モデルが最も良いことがわかった。さらに、有明海の環境解析結果が報告された。特に、諫早湾の Chl-a 濃度は当日の有明海奥部の Chl-a 濃度に最も依存し、次いで 3 日前の筑後川からの出水量、3 日前の有明海奥部の表層塩分、2 日前の筑後川からの出水量、2 日前の有明海奥部の表層塩分の順で、高い依存性を示した。また、2007 年 3 月～2011 年 6 月までのデータをトレーニングセット、2011 年 7 月～2012 年 12 月のデータをテストセットとして解析した結果、測定結果との間には、Chl-a 濃度のピーク値において定量的違いは認められるものの、Chl-a 濃度の変動のパターンはかなりの精度で再現できることが示された。

4．成果の活用方法等

(1) 今後、気候変動によって降水量が増加することが明らかであり、これによって有明

海の夏季の密度成層化は一段と強くなる。大規模貧酸素水塊の発生は、海域の生物生息環境に深刻な影響を与える。また、密度成層と貧酸素水塊の発生との間には強い相関関係がある。したがって、「気候変動によって九州における夏季の降水量は増加し、河川からの流出量は増加し、有明海の密度成層は強くなる。これにより、将来貧酸素水塊は大規模化し、その発生頻度は高まる」というシナリオは、十分高い信頼性を有している。今後、貧酸素水塊の発生が、有明海の生態系にどのような影響を与えるかについて総合的に明らかにすること、ならびに密度成層化の制御と大規模貧酸素水塊の発生抑止は、有明海の環境保全において重要な課題となる。

(2) 有明海は、生物学的に多様であり、水産学的にも、地形学的にも極めてユニークな海域である。様々な要素が、気候変動によってどの様に応答するのかについて個々に明らかにしていくことも重要である。例えば、海面上昇、潮汐の変化、海水温の上昇、渇水の増加及び干潟の消失などが有明海環境に及ぼす影響を解明することも重要である。また、地球温暖化が有明海のノリ生産にどのような影響を及ぼすかについても指針を提示するとともに、底生生物を含め、有明海において多様な生態系を創生するにはどうするべきかなどの難しい課題に取り組む必要がある。

(3) 将来の予測方法の一つとして、過去のデータや経験を基に統計的手法によって将来の予測をする機械学習手法が挙げられる。機械学習手法を構築するためには、膨大な過去データの収集と解析が必要となるが、有明海でこれまで蓄積された膨大な実測データと d4PDF などの将来の気象データを整備・活用することにより機械学習手法による将来予測の可能性が期待される。

(4) これからの環境変化の予測として、これまで取り組まれてきた沿岸海域環境変化を予測する精緻な生態系モデルの開発に加え、有明海に蓄積された膨大な観測データを活用した機械学習モデルによる有明海環境変化予測の取り組みも大切と思われる。両者は並行して進められることが効果的である。

(5) 将来の気候変動による有明海の水産資源の変化、生態系システムの変化などの環境変化に注視するだけでなく、「沿岸域は、流域における様々な災害や環境問題の最終影響到達地域である。」という視点を持って、有明海の適応策を講ずることが極めて重要である。

(6) 今後の有明海の環境を保全していく上で、漁業者、行政及び研究者のみならず、沿岸住民や近隣の都市住民が積極的に有明海と関わっていく取り組みが不可欠である。

参考資料 3

「環境 DNA 分析及び化石情報を用いた有明海の過去環境の推定について」

1．背景・必要性

わが国の閉鎖性海域では、1970 年代以降流入河川流域の都市化、産業構造の変化、それに伴う海域の富栄養化や化学物質汚染などにより水環境の劣化が著しくなった。特に閉鎖性海域では、低い海水交換率に加え、開発等による干潟域の消滅による浄化機能や潮流速の低下、富栄養化に伴う貧酸素水塊の発生や赤潮の頻発など多くの問題を抱えている。加えて、近年の地球温暖化に伴う海水温の上昇は生物相に影響を及ぼし始めている。

これらの問題に対してこれまで種々の対策が取られてきた。しかし総量規制による有機物や栄養塩の負荷削減、有害化学物質の使用規制などを除いてその効果は必ずしも思わしくない。かつての様な豊かな沿岸生態系の復活は未だに程遠く、その原因も未解明である。その理由として、生態系が複雑であるため因果関係が明確化されていないこと、さらに目指すべき豊かだった過去環境の生物相が明確でないことが挙げられる。人間の活動を続けながら、生態系を回復するためには過去の生物相の情報を獲得・整備する必要がある。

しかしながら、目指すべき有明海の豊かな生物相の実像は未だ明らかでない。一般に、過去の生物相を推定するには堆積物と化石が用いられる。撹乱のない安定した堆積物コアを得て、そこから化石情報を得ることは高度な知識と経験が必要であり、化石が残りにくい生物への適用は難しい。近年、分子生物学的技術が飛躍的に発展し、環境中に存在する DNA から生息する生物を推定することが可能となってきた。本技術を用いて有明海の過去における生物相の推定が進むことが大いに期待される。

2．目的・目標

2019 年 10 月 16 日、福岡市内で行われた本ワークショップでは、化石を用いた有明海環境の推定、環境 DNA 解析による魚類相推定、堆積物への環境 DNA 解析応用の試み等に関する講演を頂き、これらの手法が有明海の過去の生物相の推定に利用可能かどうか討議した。

3．内容

最初に「化石情報からみた有明海干潟の環境変化」という演題で西南学院大学非常勤講師 下山正一先生からご講演を頂いた。有明海の二枚貝の生息状況を周辺の貝塚からの出土状況から調べ、その殆どがマガキ、ヤマトシジミやアゲマキであり、アサリが大半を占める貝塚は有明海奥部の一尾貝塚に限られることが示された。さらに、現在の緑川干潟アサリ漁場付近の堆積物を調べ、そこに含まれる貝殻から生息した二枚貝を読み取るとともに年代推定を行った。その結果、1792 年の島原大変津波以降アサリは増加

しているが、それ以前は殆ど生息していなかったものと考えられた。また貝殻に含まれるタンパク質からその炭素の起源を推定している。以上、有明海で二枚貝化石を調査した結果、アサリが増加したのは少なくとも島原大変の 1790 年以降であることが明らかにされた。

次に「環境 DNA メタバーコーディングによる有明海の魚類相調査」という演題で九州大学准教授 清野聡子先生にご講演を頂いた。清野先生は 2017 年の 6 月～8 月にかけて日本沿岸で全国一斉調査を行い、得られた海水サンプルから環境 DNA を抽出、その魚類相のスナップショットを取る試みをなされていた。速報値として、現時点で 110 科 313 属の魚類が検出された。ただし、現在の手法では、定性的にその種の魚がいたことを示すのみで量は推定出来ないのが現状である。今後、この方法を広く適用し、例えば海洋保護区の設定、有明海に生息する魚類相の調査等への応用が期待された。

さらに「海底堆積物コア中の環境 DNA 解析と放射年代測定を併用した過去生物相の推定」という演題で九州大学准教授 島崎洋平先生にご講演を頂いた。有明海で採取した堆積物コアの堆積速度を 210Pb 法により測定した結果、堆積速度は太良沖で 0.03 g/㎠/y で最深層は約 100 年程度以前であった。この堆積物各層のサンプルから環境 DNA を抽出して次世代シーケンサーにより魚類、貝類、光合成生物及び細菌類遺伝子断片の検出を試みた結果、珪藻、ラフィド藻、渦鞭毛藻の遺伝子数の存在比率は 100 年程度では顕著な変化はなかった。一方、珪藻の Skeletonema 属の比率が Chaetoceros 属よりも増加傾向にあり、徐々に富栄養化状態に推移している可能性が示唆された。一方で植物プランクトンの遺伝子情報は不足しており、今後情報を蓄積していくことが環境 DNA 解析と放射年代測定を併用した過去環境の推定に必要であると結論づけられた。

最後に「はじめての環境 DNA から、その未来像まで」という演題で株式会社生物技研 伊知地稔先生にご講演を頂いた。環境 DNA 研究に必要な技術から、分子微生物生態学、環境 DNA 研究の歩み、環境 DNA の課題までお話を頂いた。

４．成果の活用方法等

二枚貝化石情報からみた有明海干潟の環境の解析により、アサリ資源が増えたのはここ 200 年程度であることが明らかになった。これは本来の有明海像について再考を促す資料である。本手法はすでに論文化されており、少なくとも過去の有明海はアサリが大量にいた海ではないことを示しているが、それではどの様な海であったのか？またそれが望ましい状態だったのか？について再考が必要である。そのためには、今後さらに詳細なデータを追加し、より確実なものにすることが重要である。また二枚貝だけでなく他の生物化石及び安定同位体比等の活用が必要である。

さらに、環境 DNA メタバーコーディングによる有明海の生物相の解明が期待される。海底堆積物コア中の環境 DNA 解析と放射年代測定を併用した過去生物相解析による手法は現時点では限定的であるが、少なくとも休眠期細胞を生活環に持つ珪藻や鞭毛藻類等で有効と考えられ、今後さらなるデータの蓄積及び検証が必要である。また、

民間や行政機関へ本技術の普及を図りデータを蓄積することが重要である。しかし耐久細胞等を持たない他の生物ではDNAが検出されるものもあるが定量性に関する信頼度は低いものと考えられ、今後更なる研究と情報収集が必要と思われる。

参考資料 4

「新国富指標を使った有明海の魅力創出と持続可能な社会の構築について」

1. 背景・必要性

有明海問題と言えば、水産業の生産の場としての機能低下が話題の中心となり、水産資源の回復を図ることを目指した有明海再生が今日的な関心事となっている。しかし、有明海再生は、有明海の環境が改善され、水産資源が回復するというだけにとどまらず、究極的には水産業等の当該地域での生業が成り立ち、有明海沿岸域が豊かになることを目指すべきである。

この地域も人口が減少し高齢化が進むといった全国共通の問題を抱えている。有明海沿岸域は水産業が重要な産業となっているが、漁獲高が比較的順調に推移するノリ養殖でさえ漁家数が減少するなど、厳しい地域経済構造となっている。国が進める地方創生(まち・ひと・しごと創生)の取り組みが期待される地域であり、有明海沿岸域の地方創生(有明海創生)を目指すことが必要となっている。

このためには、地域の一人一人が夢や希望を持ち、潤いのある豊かな生活を安心して営める地域社会の形成を目指した有明海及び沿岸域の将来像を描き、その認識の共有化から開始しなければならない。そして、地域社会を担う個性豊かで多様な人材の確保や地域における魅力ある多様な就業の機会の創出など、「まち・ひと・しごと」創生に関する施策を総合的かつ計画的に実施することが求められる。

現在、国連サミットにおいて、SDGs(持続可能な開発目標)が採択され、政府においても積極的な取り組みがなされようとしている。また、環境省の環境基本計画において、「経済」、「社会」及び「環境」の統合的向上を目指した「地域循環共生圏」の概念が打ち出され、自然の恵みを生かした地域づくりに取り組み、持続可能な社会をつくろうとしている。これらの考え方は有明海創生と相通じるものがあり、本研究はその考え方や取り組み方法等も参考にしつつ、有明海創生の実践に寄与することを期待するものである。

2. 目的・目標

それでは、有明海創生を具体的にどのように進めていけばいいのか。まずは、有明海、有明海沿岸域の魅力のポテンシャルをどのように捉えるか、関係者でその内容を共有することから始める。そしてその魅力を磨き、その魅力を活用してこの地域社会を持続的に維持・発展させていくにはどのようにすればいいのかを、考えなければならない。この研究では、上述したようなことを具体的に進めるうえで必要となる支援ツールの整備を目的としている。

3. 内容

理念と実践の両面からの取り組みが必要であり、以下の検討内容が考えられる。

(1) 有明海及びその沿岸域の魅力の評価と目指すべき将来像の検討

SDGs の推進に寄与する「新国富指標」を使って、有明海及びその沿岸域の魅力・期待度を把握する。「新国富指標」は、「人工資本」、「教育資本」、「健康資本」及び「自然資本」と呼ぶものを足し合わせ、地域社会の全体が保有している多様な「富(豊かさ)」を総合的に測るものであり、地域の発展に悪影響を及ぼすリスクを軽減し、経済・社会の長期的な成長を推進するのに活用できる。すなわち、現状の魅力を新国富指標で計測し、有明海の水産資源等のあらゆる資源を活用し、また有明海沿岸道路、九州佐賀国際空港及び九州新幹線西九州ルート等の交通インフラをも援用し、さらに福岡都市圏との連携を図るなどして、将来期待したい地域像を描く。その際に、リスク要因として考えられる気候変動の影響についても考慮していく。

(2) 目指す姿からバックキャスティング・アプローチ

目指す将来像を起点として、逆算しながらとるべき対策を考える。具体的に、対策の抽出と解決方策の要点について言及する。

(3) 推進体制の整備

有明海創生を具体化するためには、水平的政策議論の場が必要となる。縦割りを解消し、関係者間、地域間の一層の連携を図ることが期待される。水平的政策議論の場の具体的な案を提案する。

また、個別施策を進めるうえで、プラットフォームづくり、自立のための経済的仕組みづくり及び人材育成なども検討が必要である。その骨格となるものをイメージできるように具体的な推進体制を示す。

4. 成果の活用方法等

地元の有明海創生に対する取り組みを促すとともに、具体的な取り組みに対してそれを支援するツールを整備する。

発　行

特定非営利活動法人有明海再生機構

Ｅメール：npo-ariake@ceres.ocn.ne.jp