

佐賀大学  
有明海  
総合研究  
プロジェクト

東京  
シンポ

# 有明海の自然環境保全と 地域社会発展の両立を目指して



2009年1月  
キャンパス・イノベーションセンター東京(CIC東京) 1F国際会議室

佐賀大学有明海総合研究プロジェクト

# 佐賀大学における有明海研究の歩み

プロジェクト長 荒 牧 軍 治

佐賀大学における有明海との結びつきは、戦後の食糧増産が当時の国策であったことを受けて、農地拡大を目指す干拓事業の研究から始まりました。ところが、一転して1971年に減反政策が始まり農地拡大の要請が弱ったため、農学部は干拓水工学講座を改編して農学部附属浅海干潟総合実験施設を設置し、有明海海象の解明を中心とした環境問題に関する研究を開始しました。

海の問題がそれ程関心を持たれなかった時代、有明海海象観測塔を用いた海象データの取得と分析、有明海平面モデルを用いた流動に関する実験等で大きな成果を挙げたにもかかわらず、社会の要請が大きくないことを理由に、総合実験施設は10年の見直し時期に廃止されてしまいました。

浅海干潟総合実験施設を廃止した7年後の2000年冬から翌春にかけて、有明海の広い範囲で大規模な養殖ノリの色落ち被害が発生しました。この時期は、1997年に潮受堤の締切がおこなわれるなど、諫早湾干拓工事が実施中であったため、ノリ色落ちの原因が諫早湾締切であると考えた漁民が諫早干拓水門前で大規模な抗議行動を行って、有明海環境問題は一気に社会問題化しました。

佐賀大学では、この時期に地域からの強い要望に押されて、有明海湾奥部に位置する唯一の国立大学として、有明海問題に関する総合的な研究を実施す

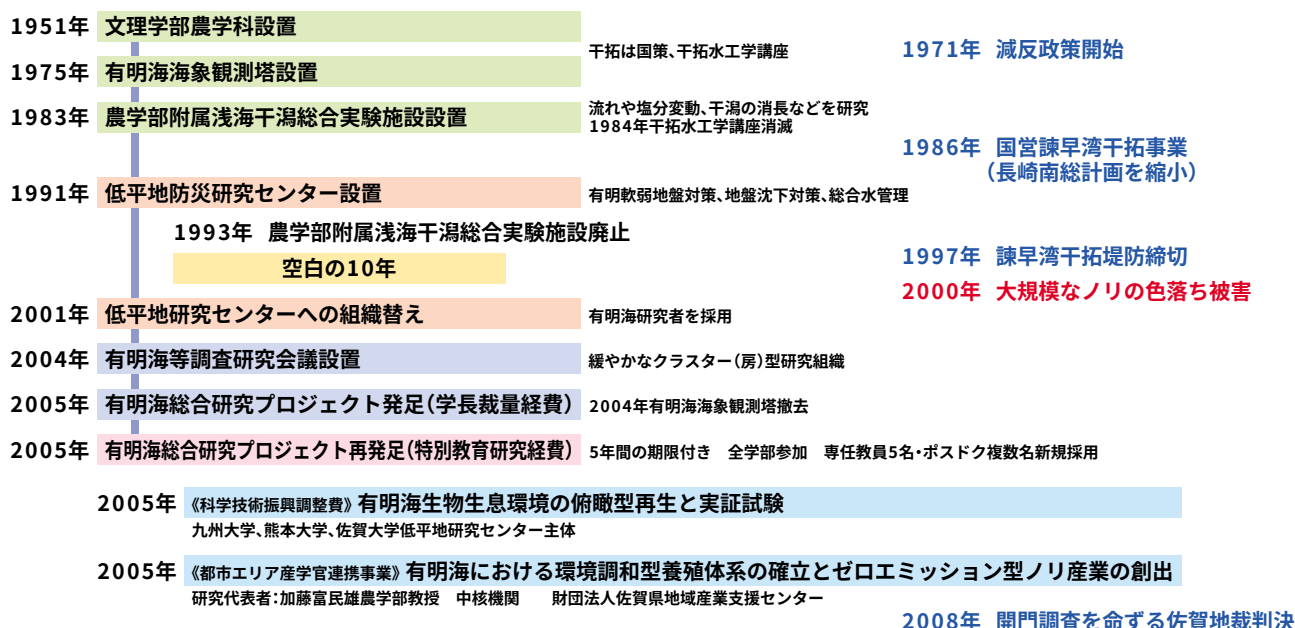
るための連絡組織「有明海等調査研究会議」を結成しましたが、予算的な裏打ちを欠いていたため、思うような成果を挙げることはできませんでした。

その間、佐賀軟弱地盤や低平地の総合的な水管理を対象として設立された低平地防災研究センターは、10年見直し時期に防災の文字を外し、低平地に接する湾海の研究を新たに研究対象とすることとなりました。有明海を研究対象とする若手研究者を採用するとともに、農林水産省系の財団から資金援助を受け、底質改善の技術開発とアゲマキ養殖を結びつけた研究に取り組みました。

その後、2004年に国立大学法人に改編されたのを機に、佐賀大学では学長裁量経費による予算的支援を受けて本格的に有明海に関する総合的な研究を開始しました。幸いにも翌年から文部科学省の特別教育研究経費による支援を受けられることとなり、改めて2005年4月から2010年3月までの5年計画で有明海総合研究プロジェクトを立ち上げて、再出発を図りました。

有明海総合研究プロジェクトが再出発した2005年には科学技術振興調整費と都市エリア産学官連携事業による有明海関連研究プロジェクトが発足し、佐賀大学で同時に3つの有明海研究プロジェクトが動き出すこととなりました。

## 佐賀大学における有明海研究の流れ





# 有明海総合研究プロジェクト 組織 (平成20年11月現在)

|       |                        |
|-------|------------------------|
| 荒牧 軍治 | 理工学部 都市工学科 教授(プロジェクト長) |
|-------|------------------------|

## 環境物質動態研究部門

|       |                       |
|-------|-----------------------|
| 原田 浩幸 | 理工学部 機能物質化学科 准教授(部門長) |
| 吉野 健児 | 有明海総合研究プロジェクト 准教授     |
| 天野 佳正 | 有明海総合研究プロジェクト 研究機関研究員 |

## 干潟底質環境研究部門

|                 |                          |
|-----------------|--------------------------|
| 田端 正明           | 理工学部 機能物質化学科 教授(部門長)     |
| 瀬口 昌洋           | 農学部 生物環境科学科 教授(副プロジェクト長) |
| 原口 智和           | 農学部 生物環境科学科 准教授          |
| ALIM ISNANSETYO | 有明海総合研究プロジェクト 研究機関研究員    |
| 郡山 益実           | 農学部 生物環境科学科 助教(学内研究協力者)  |

## 環境モデル研究部門

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| 速水 祐一 | 有明海総合研究プロジェクト 准教授(部門長)   |
| 大串浩一郎 | 理工学部 都市工学科 准教授(副プロジェクト長) |
| 濱田 孝治 | 有明海総合研究プロジェクト 講師         |
| 吉田 誠  | 有明海総合研究プロジェクト 特別研究員      |
| 山口 創一 | 有明海総合研究プロジェクト 研究機関研究員    |
| 片野 俊也 | 有明海総合研究プロジェクト 研究機関研究員    |
| 平川 隆一 | 理工学部 都市工学科 助教(学内研究協力者)   |

## 微生物相研究部門

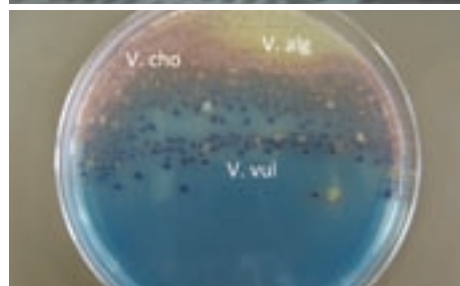
|       |                           |
|-------|---------------------------|
| 神田 康三 | 農学部 生命機能科学科 教授(部門長)       |
| 小林 元太 | 農学部 生命機能科学科 准教授           |
| 田中 重光 | 有明海総合研究プロジェクト 研究機関研究員     |
| 柳田 晃良 | 農学部 生命機能科学科 教授(学内研究協力者)   |
| 兒玉 浩明 | 理工学部 機能物質化学科 准教授(学内研究協力者) |

## 食水系感染症研究部門

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| 中島 幹夫   | 医学部 麻酔・蘇生学講座 教授(部門長)     |
| 大石 浩隆   | 医学部 社会医学講座 准教授           |
| 松本 浩一   | 有明海総合研究プロジェクト 助教         |
| 三溝 慎次、他 | 医学部附属病院集中治療部 講師(学内研究協力者) |
| 永沢 善三、他 | 医学部 副主任検査技師長(学内研究協力者)    |

## 地域文化・経済研究部門

|       |                              |
|-------|------------------------------|
| 山下 宗利 | 文化教育学部 地域・生活文化講座 教授(部門長)     |
| 武田 淳  | 農学部 生物環境科学科 教授               |
| 五十嵐 勉 | 農学部 生物環境科学科 准教授(学内研究協力者)     |
| 桎澤 秀木 | 経済学部 法政策講座 教授(学内研究協力者)       |
| 藤永 豪  | 文化教育学部 地域・生活文化講座 講師(学内研究協力者) |



# 有明海総合研究プロジェクトの目的

佐賀大学有明海総合研究プロジェクトは2つの目的をもっています。1つは、全国規模で社会問題化した“有明海異変”と呼ばれる環境問題の原因解明と再生策提言です。もう1つは地域学としての「有明海学」の創生です。特別教育研究経費による有明海研究を開始するにあたっては、理工学部を中心にした有明海異変に関する研究、農学部による微生物工学を基盤にした研究、医学部によるピブリオ・バルニフィカス症に関する研究という3つの研究の流れがありました。さらに、有明海沿岸では伝統的な漁法や風景が急激に失われつつあることも問題です。全国的には有明海異変問題が注目されており、本プロジェクトは2002年に施行された有明海特別措置法に基づいた研究の1つにもなっています。しかし、有明海に面した地元においては、これらは全て有明

海に関する重要な課題であり、地元大学としては、これら多様な問題をバランスよく解決しながら、地域の振興に役立っていく責務を負っています。

こうした目的を達成するため、本プロジェクトでは3つの研究の柱を立てて研究を実施しています。1つは有明海の環境異変の原因解明と再生を目的としたコア研究1です。2つめは、微生物学を共通の基盤とした微生物相研究部門と食水系感染症研究部門からなるコア研究2です。3つめは、人文科学・社会科学の側面から研究を行うコア研究3です。3つのコア研究は、それぞれ集約的にプロジェクト研究を進めつつ、関係する部分では相互に協力し合い、全体として、総合的な有明海学の創生を目指して研究を進めています。

## 他組織との連携

有明海総合研究プロジェクトが目指す目標は、自らが実施した研究成果を用いるだけでは達成できません。佐賀大学のプロジェクト研究の開始以前に長崎大学が科学研究費(S)を得て2001年から5年間で集中的に実施された研究成果、水産庁が集中的に実施された研究成果及び多くの大学、研究機関の調査研究成果を大いに利用させていただくとともに、いくつもの機関から貴重なデータ提供、観測機器の貸与を受けています。また、行政側の有明海調査研究の中核を担っている西海区水産研究所と共同研究を実施するなど、大学内に留まらず、幅広い機関と連携した調査研究を実施しています。

さらに、佐賀県が旗振り役となり有明海に関係す

る研究者で組織した「特定非営利活動法人有明海再生機構」とは密接に連携をとって研究をおこなっています。有明海の現状理解、有明海にとって再生とは何か等について、本プロジェクトのメンバーは再生機構の分科会に参加して積極的に議論を深めています。また、有明海再生機構が開催するシンポジウムでプロジェクト研究の成果を発表する機会も持っています。環境省に設置された有明海・八代海総合調査評価委員会の答申に基づいて実施中の「有明海・八代海総合調査推進業務」においても、有明海再生機構のメンバーとして積極的に参加し、有明海・八代海の調査研究のロードマップおよび指針作りに非常に大きな役割を果たしています。

## 佐賀大学有明海総合研究プロジェクトと他機関との連携





# 実施体制

## 研究体制

プロジェクト研究を実施するにあたっての最大の課題は、研究目的にそって研究を行う中核的人材の確保でした。研究分野ごとに求める人材像を定め、広く公募を行ったところ、多くの研究者の応募があり、5名（現在は4名）の気鋭の若手研究者を確保することができました。5名のプロジェクト専任教員と、これまで有明海関連の研究を続けていた研究者の中から選出した中核となる10名の研究者とでコア研究者群を形成し、プロジェクト研究の推進を図ることとしました。また、コア研究者と連携して研究を行う学内研究協力者を広く学内から募り、研究体制の充実を図りました。さらに、学外の研究者にも、客員研究員として協力をいただいています。

## 運営体制

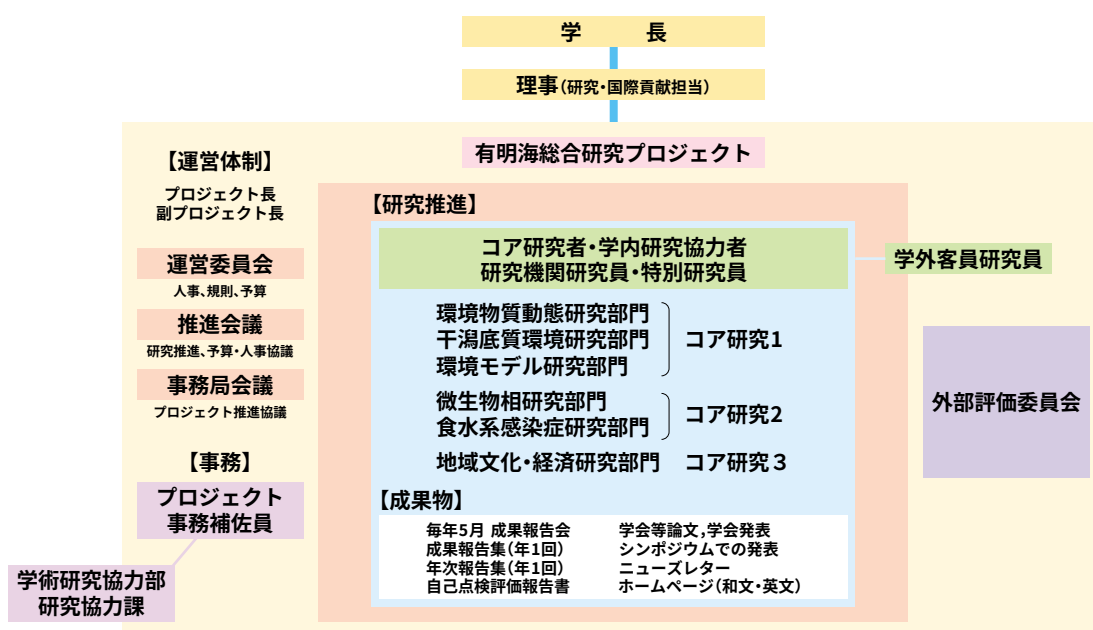
プロジェクトの人事、規程等の重要事項を審議する組織として、学長が任命したプロジェクト長、学部長、部門長等で構成する運営委員会と、有明海研究の推進にかかる事項を機動的に審議する機関として推進会議を設置して運営にあたっています。

## 自己点検評価体制

プロジェクト研究の実施にあたっては、研究目的に沿った研究計画を作成し（plan）、研究実施（do）後、厳密に自己点検評価（check）し、次の研究計画に活かす（action）、PDCAサイクルを実施することが個人の自由な創造性に委ねられる個別研究の場合より強く求められます。

本プロジェクトにおいては、研究テーマ毎に年度当初に策定した研究計画に沿った研究を実施し、その研究成果を成果報告集に取りまとめるとともに、研究者、行政担当者及び地域市民を対象とした成果報告会を毎年度開催しています。成果報告会には、自己点検評価の一環として設置した外部評価委員会の委員にも参加いただき、評価をお願いしました。

コア研究1に4名、コア研究2に2名、コア研究3には1名の外部評価委員をお願いしましたが、これまでに3回、厳格な評価を戴くとともに、プロジェクト研究推進に関する貴重なご助言をいただいています。



## 外部評価委員会 (平成20年5月時点)

|       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| 本城 凡夫 | 九州大学 農学部 名誉教授 (委員長)               |
| 永淵 修  | 滋賀県立大学 環境科学部 教授                   |
| 武岡 英隆 | 愛媛大学 沿岸環境科学研究センター 教授              |
| 中田喜三郎 | 東海大学 海洋学部 教授                      |
| 芳本 忠  | 長崎大学 医歯薬学総合研究科 教授                 |
| 財津 昭憲 | 医療法人雪ノ聖母会 聖マリア病院 救命救急センター集中治療部 主幹 |
| 韓 相福  | ソウル大学 人類学科 名誉教授                   |

# 有明海における環境異変の要因と再生可能性について

## 研究体制

環境物質動態研究部門 山本浩一<sup>1)</sup>・原田浩幸・古賀勝喜<sup>2)</sup>・吉野健児・天野佳正

干潟底質環境研究部門 田端正明・瀬口昌洋・加藤治<sup>3)</sup>・原口智和・郡山益美・西本潤<sup>4)</sup>・Alim Isnansetyo

環境モデル研究部門 速水祐一・大串浩一郎・濱田孝治・平川隆一・加玲美<sup>5)</sup>・片野俊也・吉田誠・山口創一

<sup>1)</sup> 現所属：山口大学理工学研究科, <sup>2)</sup> 2007年度まで, <sup>3)</sup> 現所属：加藤地域環境研究所,

<sup>4)</sup> 現所属：県立広島大学生命環境学部, <sup>5)</sup> 現所属：東北大学生命科学研究科

コア研究1は上記の3研究部門からなり、プロジェクト全6部門の半分が参加するもっとも大きなコア研究グループです。本研究では、「有明海異変」の原因を解明し、健全な水域生態系を維持あるいは再生することを目的としています。異変の原因を解明するためには、データ解析、現地観測・実験にもとづいて仮説を構築し、数値モデルによってその仮説が適切かどうか検討するという戦略を採用しています。モデル構築のために必要な様々な物理・化学・生物学的素過程の解明や境界条件データセットの整備、モデルの精度検証用データセットづくりは3部門で分担して進めています。環境再生策については、危急の問題に対する対症療法的施策の開発・効果の評価とともに、根本的な問題解決につながる方策についても検討を進めています。

## 有明海異変とは ー背景と目的ー

有明海の研究においては、しばしば基礎研究の重要性が強調されます。しかし、広く問題が注目されるようになってから8年にもなる現状を鑑みると、なによりもまず「異変」が生じるにいたった具体的なシナリオ解明と実効性ある再生策の提示をできる限り早く行うことが重要です。

そこで我々は、以下のような戦略で研究を進めています。0) 集中的に研究を進めるため、主な研究対象水域を有明海奥部（竹崎三池港以北）に絞る。時期的には、異変が顕在化した1990年代以降の環境悪化に重点を置く。さらに、1) データ解析と現地観測・実験によって、「異変」発生機構の大枠をつかむ。2) 有明海奥部の流動、懸濁物輸送、低次生態系変動を再現できる数値モデルを構築する。3) 1から導き出された「異変」発生機構に関する仮説を、2のモデルを使って検証する。4) 具体的な再生策を提示し、その実効性をモデルで検討する。ただし、全てのプロセスを数値モデルで適切に表現できるわけではありません。モデル化が難しい高次生物の変化などは、データ解析や観測・実験によって得られた知見を組み合わせ、無理がない論理展開によって原因を推察します。

現時点で、1の「異変」発生機構の大枠をつかみ、仮説を構築するという作業はほぼ終わりました。また、モデル検証用データセットを得るための観測も終了しました。モデルについては、流動についてはかなりの精度まで表現できるものを完成させています。今は、主に懸濁物輸送・生態系モデルの構築、およびモデル化に必要なパラメータや条件の整備作業を進めています。

研究を開始するにあたっては、最初に「有明海異変」と一括りにして呼ばれている問題について整理し、研究テーマを明確化しました。また、これら問題間の相互関係についても検討しました。その上で、問題毎にその原因を解明するべく研究を実施しました。下表に、こうして整理された有明海奥部における「異変」に含まれる問題の一覧を示します。以下では、表に整理した問題毎に、これまでの研究を紹介します。その後で、数値モデル研究の現状についてまとめ、最後に有明海奥部の環境再生に向けた研究について紹介します。ただし、表に挙げたうち7の魚類漁獲量減少については、残念ながら本プロジェクトに魚類研究者がいないため、研究を行っていません。また、アゲマキについても本プロジェクトでは研究を行っていません。

## 有明海奥部における環境異変に含まれる問題

- 1) 透明度上昇
- 2) 赤潮の増加
- 3) 貧酸素水塊の発生
- 4) 底質の細粒化
- 5) 貝類(サルボウ・タイラギ・アゲマキ)漁獲量の減少
- 6) ノリの生産不安定
- 7) 底魚を中心にした魚類漁獲量減少

## 赤潮の増加

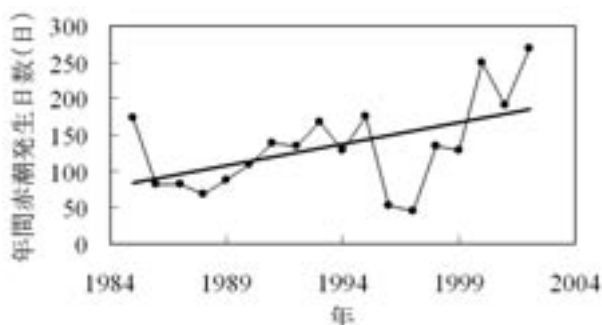
有明海奥部における赤潮については2つの問題が含まれます。1つは年間赤潮日数の増加であり、もう1つは夏季の有毒藻類シャットネラ属プランクトンによる赤潮発生です。

有明海佐賀県海域では、1990年代から2000年代にかけて年間赤潮発生日数が増加しました。それは主に秋・冬季の珪藻赤潮の増加に起因します。プランクトン沈殿量の経年変動について重回帰分析を行った結果からは、秋冬季のプランクトン沈殿量変動に対して最も関係があったのは二枚貝減少で、その次が透明度の上昇でした。二枚貝については漁獲データを用いて検討しており、その大半がサルボウです。有明海佐賀県海域のサルボウ漁獲量は、1989～1998年は15000t/年前後でしたが、それ以降急激に減少し、盛期の1/3程度まで減少しました。また、有明海奥部の透明度は多くの場合2m以下ですが、平均透明度は1980年代後半から1990年代にかけて上昇し、1990年代を通じて相対的に透明度が高い状況が続きました。こうしたことから、二枚貝減少による捕食圧の低下に加え、透明度上昇によって光条件が好転し、生産が増加したことが、この海域の秋冬季の赤潮増加を引き起こしたと考えられます。

有明海のノリ養殖は、かつてはスミノリ病、アカグサレ病などに影響され、しばしば栄養塩レベルが

高くても生産枚数が低く押さえられましたが、現在では酸処理によってこれらの病害はほぼ克服され、ノリの生産枚数は栄養塩レベルを制限する植物プランクトンの発生時期に左右されています（川村、2006）。すなわち、「有明海異変」の1つに挙げられるノリの生産不安定化の要因は、秋・冬季の珪藻類を中心にした赤潮にあります。

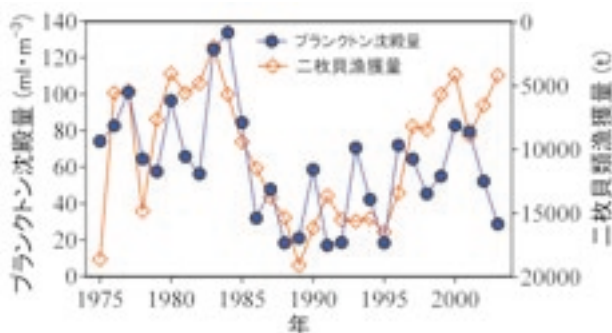
シャットネラ赤潮については、2008年に詳細な現地観測と実験を行い、赤潮の発生機構について検討しました。シャットネラ赤潮の発生については、貧酸素水塊からの鉄の供給が引き金になっていると言われています（環境省、2006）。しかし、有明海の鉄濃度変動のデータは極めて限られています。そこでこの観測では、植物プランクトン量や栄養塩濃度と合わせて鉄濃度について連続して調査しました。2008年には7月末から8月中旬にかけてシャットネラ赤潮が継続し、8月には魚類の大量斃死が発生しました。観測結果からは、今回の赤潮については、何かのイベントをきっかけに急激にシャットネラが増殖したのではなく、ほぼ一定の速度で増殖し、珪藻類が消失した結果、シャットネラだけが卓越した状態になったと考えられました。赤潮時に行った24時間連続観測からは、浅海域ではシャットネラは夜間には海底まで移動していることが明らかになりました。



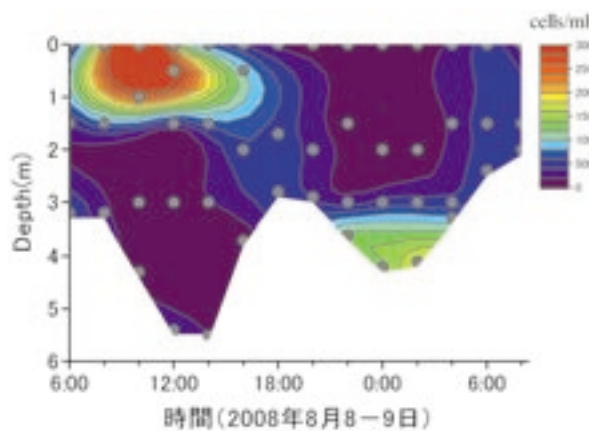
有明海佐賀県海域における年間赤潮発生日数の推移



シャットネラ アンティーカー



秋冬季のプランクトン沈殿量と翌年の貝類漁獲量の経年変動比較



シャットネラの日周鉛直移動

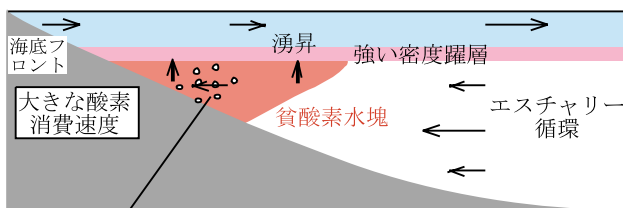
- まとめ
- ・有明海佐賀県海域の近年の赤潮増加の主要因は、二枚貝減少と透明度の上昇と考えられる。
  - ・夏季のシャットネラ赤潮については、少なくとも2008年は、何らかのイベントによる急激な増殖が原因ではなく、着実な増殖が継続したことで説明できる。



## 貧酸素水塊

酸素は海洋生物にとって重要な要素であり、貧酸素化はしばしば大規模な生物の斃死を引き起こします。有明海奥部の貧酸素水塊には次の2つの特徴があります：1) 沖合の深い層ではなく、岸に近い浅い水域の底層で生じる、2) 比較的短時間の間に底層の溶存酸素濃度が大きく変動する。

1) については、東京湾や伊勢湾の貧酸素水塊が水深20m以上の深い海域を中心に形成されることが多いのと対照的です。この原因は、夏季の有明海では、表層の2～5m付近に強い密度躍層が形成されること、エスチャリー循環が卓越すること、浅海域の酸素消費速度が大きいことの3つであると考えられます(速水ら、2008)。密度躍層が海底に接する付近には海底フロントが形成され、エスチャリー循環により底層水はフロントに向かって流れ、フロント付近に収束域を形成します。そのため、密度躍層が発達し、躍層以深への酸素輸送が制限される時には、新鮮な底層水は酸素消費によって徐々に酸素濃度を下げながら海底フロントに向けて輸送されます。したがって、海底フロントの沖側で最も低酸素になります。有明海奥部では密度躍層が浅いため、底層フロントは5m以浅の浅い水域に形成されます。また、泥干潟が広がるこの海域では酸素消費速度も大きくなっています。瀬口ら(2006)は、底質の含泥率・COD濃度が高いほど貧酸素水塊の発生頻度が高いことを示しています。さらに、躍層以深の水柱の厚さが薄いこと、エスチャリー循環によって有機懸濁物が海底フロント付近に集積され、強い潮流によって活発に沈降、再懸濁することが、この海域の酸素消費速度を高いものにしています。



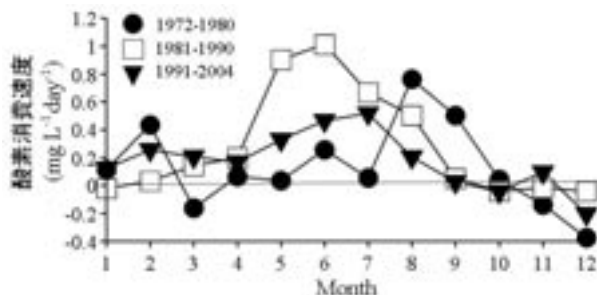
躍層以深の水柱高さが小さい(単位底面積あたりの容積小)有機懸濁物集積、活発な沈降・再懸濁

有明海奥部で浅海域に貧酸素水塊が形成される機構

特徴2) については瀬口ら(2005)は、大潮時に強い潮流によって鉛直混合され、小潮時には混合が弱まる結果成層が強まり、それが主要因となって底層が貧酸素化することを明らかにしました(瀬口ら、

2005)。速水ら(2006)は、小潮時の成層強化には沖合からの高塩分水の進入が寄与していることを示しました。一方、大規模な出水が起きると、大潮時でも強い成層が維持され、貧酸素が継続します。こうしたことから、有明海奥部の貧酸素水塊は、形成機構によって、1) 出水型、2) 底層貫入型の2パターンあると考えられます。2006年には有明海で過去最大規模の貧酸素水塊を観測しましたが(濱田ら、2008)、これは前者によるものです。また、貧酸素水塊の変動には風の影響も大きく、台風時の吹き寄せと鉛直混合は貧酸素水塊の消失を引き起こします。2008年には諫早湾で青潮が発生しましたが、これは南よりの風が引き起こした沿岸湧昇によると考えられます。

貧酸素化が経年的に進行したかどうか明らかにすることは極めて重要ですが、有明海では過去のモニタリングデータが限られるため、明確になっていません。瀬口ら(2008)は、有明海湾奥西部海域の溶存酸素濃度変動について2層ボックスモデルで解析し、1990年代以降、成層強度は変わらないのに夏季の酸素消費速度が小さくなり、貧酸素化が緩和されたことを示しました。一方で、速水(2007)は、佐賀県海域の7月のデータについて年々の成層強度の違いを除いた貧酸素化ポテンシャルを求め、この海域が1980年代に急激に貧酸素化しやすくなり、平均すると1970年代よりも80年代、80年代よりも90年代の方が貧酸素化しやすかったことを示しています。貧酸素化ポテンシャルの増大は底層COD濃度の上昇と一致して生じており、有機物負荷量の増加が原因になっている可能性があります。また、Yoshino et al (2008)は、有明海奥部におけるマクロベントスのバイオマス、主要種の分布域は1989年から2006年の間に低下したことを示し、この原因の1つは貧酸素化の進行であろうと考えています。このように、有明海の貧酸素化の長期変動についてはプロジェクト内でもまだ見解が分かれており、今後まだ研究を必要としています。



ボックスモデルで求めた底層酸素消費速度の変化

- まとめ
- ・ 有明海の貧酸素水塊は、干潟前面の浅海域に形成され、短期間で酸素濃度が大きく変動する。
  - ・ 貧酸素水塊は成層の強化によって引き起こされ、成層強化には出水型と底層貫入型がある。
  - ・ 有明海奥部のマクロベントスは1989年以降に貧弱化しており、貧酸素化が原因として疑われる。
  - ・ 貧酸素化の経年変化については、1990年代以降は改善されたという結果と、過去に比べても貧酸素化しやすい状態が続いているという2つの結果が得られており、今後の重要検討課題である。



## 底質細粒化・透明度上昇と懸濁物輸送

有明海奥部から諫早湾にはかつて広範囲にタイラギの漁場が広がっていましたが、底質の細粒化にともなってそのほとんどが消失しました。しかし、その要因については研究が少なく、環境省委員会による報告書でもあまり触れていません。したがって、この原因を明らかにすることは本プロジェクトの大きな研究課題です。

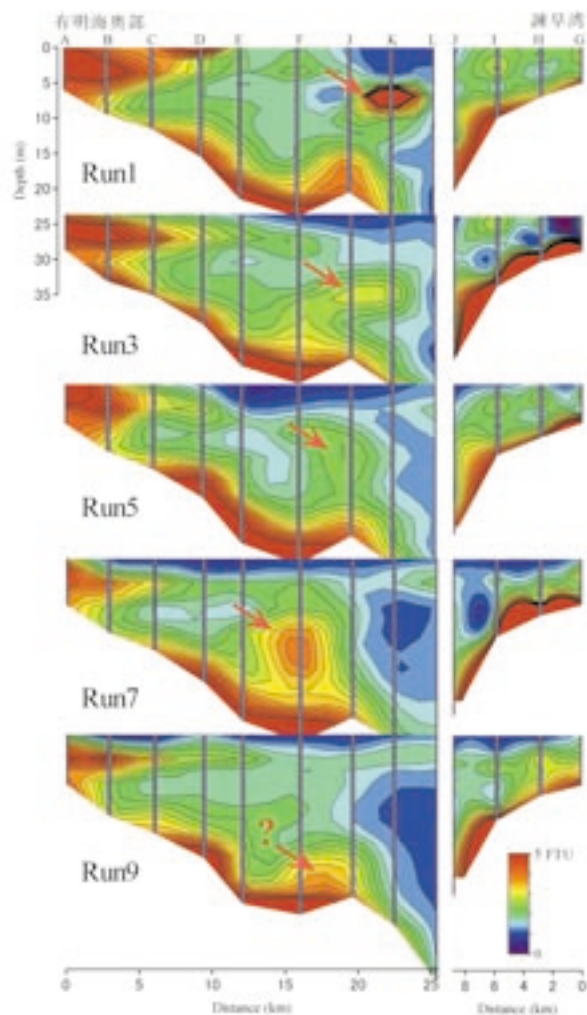
有明海奥部では、長崎大学、佐賀県有明水産振興センターによって、1975—76年、1989年、2000年に広域的な底質調査が行われました。本プロジェクトでも、2005年に干潟を含めた100地点で採泥し、詳細な底質分布を得ました（山本ら、2006）。これらの結果を比較すると、1989年から2000年の間に太良町沖の有明海湾奥南西部海域において底質のMdφ>7の領域（粘土質の領域）が拡大したことがわかりました。湾奥東部でも細粒化は生じましたが、これはMdφ>4の領域の拡大で、シルト域の拡大でした。有機炭素安定同位体比の分析からは、湾奥南西部海域の底質は海域で生産された有機物を多く含んでいるのに対し、湾奥東部の細粒化進行域では陸起源の有機物が多いことがわかりました。したがって、両海域の細粒化機構は異なるものと推定されます（山本ら、2008）。また、細粒化が進むと有機物と共に重金属が吸着、濃縮され、底質中の重金属濃度が上昇することもわかりました（田端ら、2006）。

この海域では、底質細粒化とほぼ同時期に透明度の上昇も生じました。有明海奥部の場合、透明度の上昇とは表層を浮遊する粘土粒子の減少を意味します。したがって、この問題は海域における懸濁物の動態と密接に関係します。有明海でも諫早湾以南の西岸域における透明度は、1996年を境に急に上昇しており、これは諫早湾締切にともなって諫早湾内で表層まで巻き上がる懸濁物が減少し、西岸沿い表層を流出する懸濁物が減少したためと考えられます（速水ら、2007）。

有明海湾奥西部では、残差流系としてはエスチャリー循環が卓越します。したがって、底層の懸濁物は湾奥方向に輸送、集積されます（速水ら、2007）。年間を通した連続観測の結果からは、湾奥向きの懸濁物輸送は平穏時には年間を通してありますが、台風時には逆に大量の懸濁物が沖向きに輸送されることがわかりました。また、こうした懸濁物輸送の変化が底質分布と密接に関係していることもわかりました（笠置ら、2007）。

こうしてわかってきた懸濁物輸送機構から、太良町沖における底質の変化には、湾奥側だけではなく、

沖合からの懸濁物輸送の影響も大きいと考えられます。そこで、島原半島沖および諫早湾内までを含めて、1潮汐間の流動と懸濁物濃度分布の変化を詳しく調べました。その結果、諫早湾内で巻き上げられた底泥が湾外に流出し、その後塩田川沖海底水道に沿って有明海湾奥方向に輸送される様子を捉えました（速水ら、2008）。さらに、音響測深器による観測から、諫早湾から東に向かって粘土堆積域が拡大傾向にあることを明らかにしました（山本ら、2008）。諫早湾内では、潮受け堤が完成した1997年以降、赤潮発生量が急増し、海域で生産された有機物が大量に堆積しています。こうした結果は、有明海湾奥南西部海域の底質細粒化に対して、諫早湾締切にともなった懸濁物輸送の変化が影響した可能性があることを示唆します。この可能性については数値シミュレーションモデルによって検証する予定です。



諫早湾から有明海湾奥にかけての1潮汐間の濁度分布の変化。  
矢印は諫早湾起源とみられる高濁度水塊。

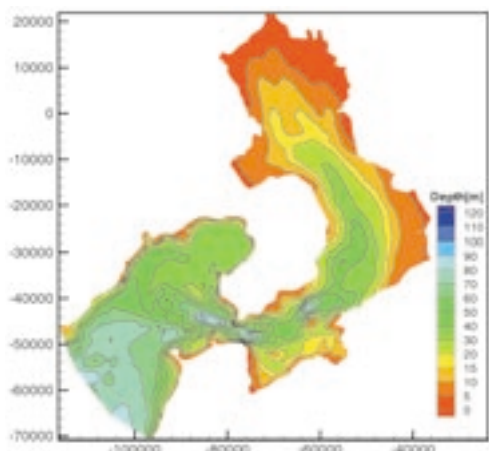
- まとめ
- ・有明海奥部の底質細粒化とは、南西部の粘土域の拡大と、東部のシルト域拡大に分けられる。
  - ・有明海西部海域の諫早湾以南では、諫早湾締切によって透明度が上昇したと考えられる。
  - ・有明海湾奥西部の懸濁物動態については、平穏時のエスチャリー循環による湾奥方向への輸送と、強風時のイベント的な輸送の2つが支配的要素である。
  - ・湾奥南西部の粘土域拡大には、諫早湾締切による懸濁物輸送の変化が影響した可能性がある。

## 流動と数値モデル

本プロジェクトでは「環境異変」の要因を数値モデルで検討するという方針のため、精度の高い数値シミュレーションモデルを構築することが重要な課題です。モデル構築にあたっては、まず3次元流動シミュレーションモデルを完成し、それを土台にして懸濁物輸送モデルを構築、その上に低次生態系モデルを組み込みます。また、集水域モデルを別途構築し、低次生態系モデルの境界条件として陸域からの負荷量を与えます。海域モデルの基本は物質の移流・拡散を支配する流動モデルであるため、流動モデルの誤差は他のモデルにも伝播します。したがって、流動モデルについては特に高い精度が要求されます。そこで本研究では、沿岸での流動の表現に有利であると考えられる有限体積法数値モデルFVCOM (Chen et al, 2006) をベースとした有明海モデルを構築しています。

## 【流動モデル】

FVCOMは水平方向に三角形の非構造格子、鉛直方向に $\sigma$ 座標系を適用した有限体積法海洋モデルです。計算領域は有明海全体と橘湾・天草灘の一部を含んでいます。現在、計算格子間隔は湾奥で500m、開境界付近で1200m、 $\sigma$ 層の数は10となっています。

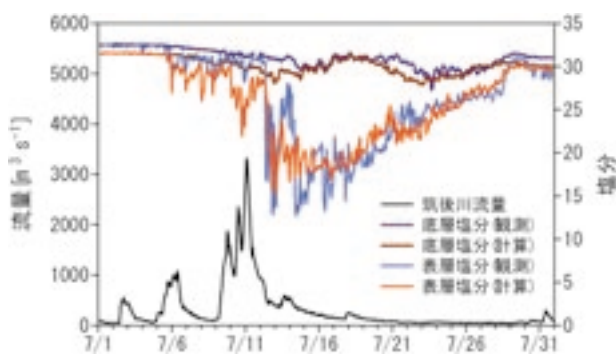


数値モデルの計算領域

流動モデルの精度を確認するため、夏季の出水にともなった流動および海洋構造の変化を実測と比較しました。筑後川の出水後、諫早湾では出水から少し遅れて塩分が低下します。諫早湾の農政局監視槽におけるモニタリングデータとモデル計算結果を比較すると、両者は非常によく一致しました (濱田ら、2008)。潮流についても、本モデルは有明海奥部において実測された潮流楕円を精度よく再現できることを確認しており、流動モデルとして本モデルは十分な精度を有していることが確認できました。

## 【懸濁物輸送モデル・低次生態系モデル】

有明海奥部のほとんどは、シルト・粘土を多く含む粘着性底質です。粘着性懸濁物・底質は、凝集に



諫早湾監視槽 (B3) における出水時の塩分変動 (実測とモデル) および筑後川の流量変化

よって沈降速度が変化したり、底質の違いによって同じ掃流力でも再懸濁量が異なるなど、砂のような非粘着性懸濁物・底質に比べるとはるかに挙動が複雑で、モデル化が困難です。しかし、本海域における懸濁物動態のモデル化に必要なパラメータや調査データはこれまで極めて限られていました。そこで本プロジェクトでは、有明海で繰り返し現地観測、実験を行い、懸濁物の沈降速度、底質再懸濁過程を定式化しました。沈降速度については、ブロックの性質の変化まで含めて詳しい検討を行いました。海域の懸濁物輸送モデルに適用するにあたっては、沈降速度をSS濃度の関数で表すのが最も妥当と結論しました。懸濁物の沈降速度はSS濃度の約0.5乗で表されました。これは、SS濃度が大きくなるにつれてブロックの粒径が大きくなるためです (山本ら、2008)。底質の再懸濁特性については、底質の粘土含有率およびベーン剪断強度の関数で表すことができることを明らかにし、底質分布調査結果と合わせて、再懸濁パラメータのマッピングを行いました。これらに加え、有明海奥部では赤潮やノリ養殖の影響が大きく、沈降速度や底質再懸濁特性に対して藻類が生産する細胞外ポリマー (EPS) が影響する可能性があるため、それについても研究を進めています (大石ら、2008)。

流動モデルをベースにして、上記の結果を用いて懸濁物輸送モデルを構築し、モデルによる計算結果を1潮汐間の濁度・透明度分布の反復観測の結果と比較しました。有明海奥部では、強い潮流による巻き上げと、憩流時の沈降、それに移流が加わり、1潮汐の間に濁度・透明度は大きく変化します。岸近くで一致が悪いですが、基本的な透明度分布の変化はモデルでよく再現できました。今後、底質細粒化と懸濁物輸送の項で示した仮説について、本モデルを用いて検証する予定です。

また、この懸濁物輸送モデルをベースとして、低次生態系モデルの開発を進めています。これは、栄養塩、植物プランクトン、デトリタス、動物プランクトン、溶存酸素濃度を動的に扱うモデルで、これを用いて赤潮の増加の項で示した経年的な赤潮増

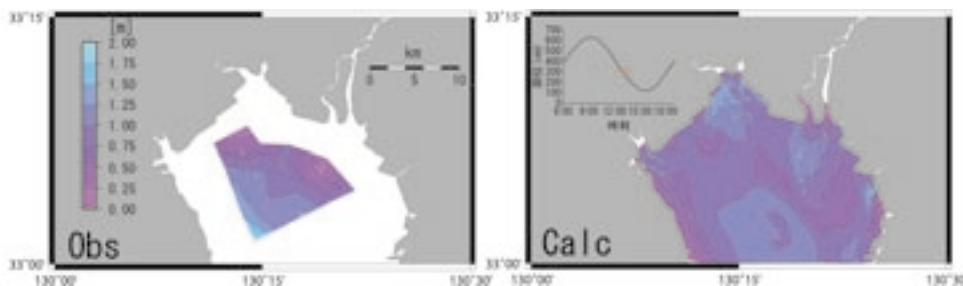


加に関する仮説を検証します。また、プロジェクト内で見解が分かれている貧酸素化の長期変動についても検討する予定です。

### 【集水域モデル】

集水域モデルでは、有明海流入主要8河川について、流出モデル・負荷流出モデルの構築を進めています。窒素・リンについては、全窒素・全リンだけでなく、各態の無機栄養塩についても対象としてい

ます。直接流入については、これまで有明海について行われた負荷量見積もりがかなり誤差の大きいもので、非灌漑期における原単位の不適切がその原因として大きいことを明らかにしました。そこで、有明海集水域に適した原単位を求めるために現地調査を進めています。これらの結果から、数値モデルの境界条件とするだけではなく、陸域から有明海に流入する負荷量のより正確な長期変化を明らかにします（大串ら、2008）。



有明海奥部における透明度分布の実測（左）とモデルによる計算結果（右）の比較

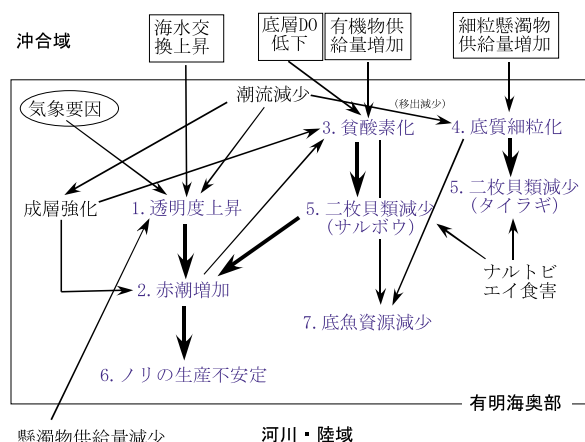
- まとめ
- ・本研究では流動モデルを構築し、それをベースに懸濁物輸送モデル、低次生態系モデルを作成した。
  - ・流動モデルは、出水時のイベント的变化を含め、有明海奥部の流動・海洋構造を精度よく再現した。
  - ・詳しい調査実験によって有明海奥部の懸濁物沈降速度、底質再懸濁特性の定式化に成功した。
  - ・懸濁物輸送モデルによって、有明海奥部における1潮汐間の透明度変動を再現することができた。

有明海奥部の環境再生に向けて

これまでの成果にもとづく、有明海奥部西部海域の環境異変に関する我々の仮説は以下の通りです。貧酸素化によってサルボウなど二枚貝が減少し、サルボウ等の減少と透明度上昇が赤潮の増加を引き起こした。赤潮増加はノリ生産不安定の原因となっている。同時期に底質の細粒化が生じ、それがタイラギの減少を引き起こした。よって重要なのは、貧酸素化と、底質・透明度変化の要因となった懸濁物動態の変化です。現在、諫早湾には海域起源の有機懸濁物が大量に堆積し、そこからは有明海奥部に向けて有機懸濁物が輸送されています。したがって、潮受け堤水門の開門等によって諫早湾から有明海奥部への有機懸濁物輸送量を減少させると、この海域の本質的な環境改善につながる可能性があると考えられます。ただし、上記仮説は必ずしもプロジェクト全体のコンセンサスが得られているわけではなく、今後モデルによって検討する課題です。

こうした根本的な対策以外に、危急の問題に対する対症的な施策も必要で、本プロジェクトでもそれに対応した研究を行っています。現在実施されている環境再生策として、覆砂は最大規模のものです。ただし、現在行われている覆砂は持続性がなく、何年か経つと再び覆砂を必要とするため、より持続性が高い覆砂方法の確立や、覆砂に適した条件を明らかにすることが求められています。本プロジェクトでは、覆砂が実施された複数の工区について経年的に追跡調査することにより、覆砂の効果が持続す

る期間および工区によって効果持続期間が異なる要因について検討しています（原口ら、2008など）。また、他の対症的な施策としては、貧酸素水塊を解消するために、湧昇流発生ブロックを海底に設置することで、有明海の潮流を利用し、外部からエネルギーを投入することなく鉛直混合を促進する方法を検討しています（瀬口ら、2005）。本方法は人工物を設置しますが、貧酸素水塊が解消され次第ブロックを取り除くことにより、生態系への影響は最低限に抑えられます。また、ノリの色落ち対策としては、底泥の攪拌による栄養塩供給の促進によって色落ちノリが着色することが、実験室レベルですが確認されています（田端ら、2005）。



有明海奥部の近年の環境異変要因に関する模式図

# 有明海における微生物学的手法による病害菌防除について

## 研究体制

微生物相研究部門 神田康三・小林元太・田中重光・柳田晃良・兒玉浩明

加藤 富民雄<sup>1)</sup>・田代 幸寛<sup>2)</sup>

食水系感染症研究部門 中島幹夫・大石浩隆・松本浩一・三溝慎次（集中治療部、代表）

永沢善三（検査部細菌検査室、代表）

<sup>1)</sup> 現所属：別府大学食物栄養科学部、<sup>2)</sup> 現所属：西南女学院大学短期大学部

コア研究2では、主として微生物相研究部門と食水系感染症研究部門が中心となり、海洋微生物の生態把握とビブリオ・バルニフィカス感染症対策に取り組んでいます。有明海で生じる環境変化をそこに棲息する微生物を対象にして研究・調査し、これまでに蓄積された物理・化学的知見の上に、有明海の基幹産業の一つである海苔養殖と食の安全、疫病対策に貢献したいと考えています。微生物相研究部門では有明海に特徴的に形成されている干潟域に棲息する微生物相解析を行っています。また、季節的変動調査も行うことにより、有明海の生態系変化を解き明かすことを期待しています。そして、海苔養殖に深甚な被害をもたらすスミノリ病に対して微生物による生物学的防除法の確立を行います。また、食水系感染症研究部門では、有明海周辺に多く見られ肝臓疾患などを持つ方が感染すると重篤な病態を呈すことがあるビブリオ・バルニフィカス症に関する研究及び対策を行っています。

現在、微生物相研究部門では、有明海における病害菌被害を微生物学的手法により防除することを提案しています。有明海の主要産業である海苔養殖業に多大な被害を与えうる海苔スミノリ病は細菌による病害であることが分かっています。また、有明海風土病とも言ふべき、高致死率の重篤な感染症であるビブリオ・バルニフィカス症も同じくビブリオ属

細菌による感染症であることが分かっています。それぞれの病害菌はその細菌種も形状や特性も異なりますが、それらを効果的に防除する方法の確立をコア研究2では試みています。そのために考案しているのは、細菌に特異的に感染するバクテリオファージの利用、すなわちファージセラピーです。

## 有明海研究における微生物学・医学的課題に対する研究課題

### 微生物相研究部門

- 1) 泥干潟域の病原微生物・環境微生物の挙動把握
- 2) 生理学・分子遺伝学的手法による泥干潟域の微生物相解析
- 3) 海苔病原細菌を溶菌・殺菌する微生物の分離および海苔病害防除法の確立

### 食水系感染症研究部門

- 1) ビブリオ・バルニフィカス感染症に関する医療施設ネットワークの構築
- 2) 海域モニタリング
- 3) 患者調査及び啓蒙活動
- 4) ビブリオ・バルニフィカス菌の培養及び早期診断に関する研究
- 5) ハイリスク者スクリーニング法の開発
- 6) 新規治療法の研究



コア研究2の研究アウトプットシエーマ



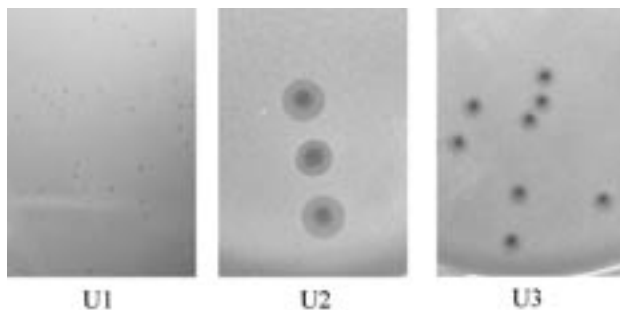
## 海苔スミノリ症への対策



海苔スミノリ症とは、細菌感染が原因となり、海苔葉体の原形質が突出する海苔の病気のことであり、このような海苔スミノリ病の葉体からの乾製品には、正常なものにくらべ、表面に光沢がなく、ほとんど商品価値がなくなってしまう。

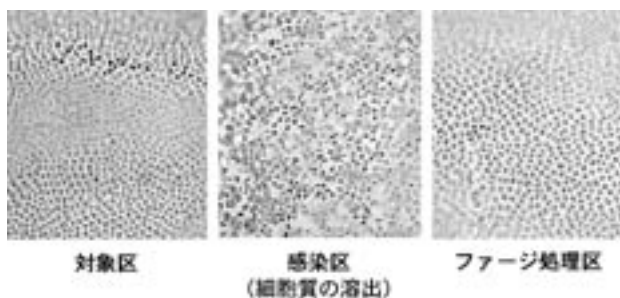


我々は、海苔スミノリ症原因菌を分子生物学的に同定解析し、さらにそれらの菌に対して感染性を有するバクテリオファージの分離を行いました。

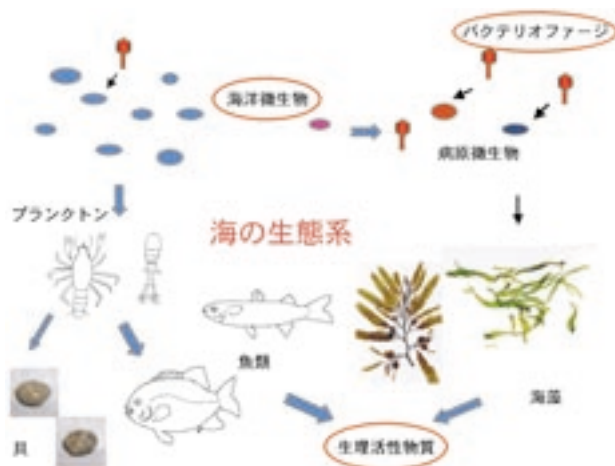


スミノリ症原因菌に対するブランク

そのバクテリオファージを用いることにより、スミノリ症の発症を抑制することができることを実験室レベルで確認できました。



バクテリオファージによるスミノリ症細菌感染防止実験



海食物連鎖と生態系

## ビブリオ・バルニフィカスに対する新規治療

ビブリオ・バルニフィカスは汽水域に生息する細菌であり、肝機能が低下したヒトが感染した場合には致死率70%以上という重篤な感染症に陥ることが報告されています。

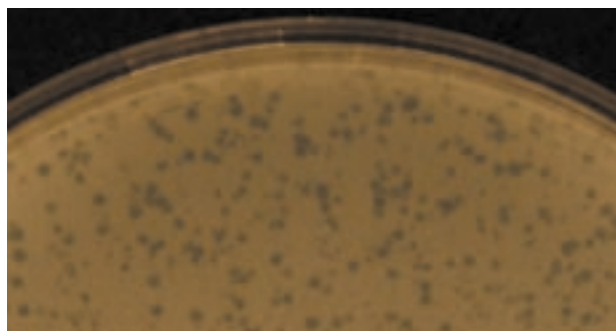


その治療法については、発症した患者の肝機能が低下していることから抗生剤の投与もままならず、病状の進行も早いことから、決定打といえる治療法はないのが現状です。そこで、我々はこのビブリオ・バルニフィカス感染症に対して、バクテリオファージによる治療、すなわちファージセラピーを試みることにしました。

まずは、ビブリオ・バルニフィカスに特異的に感染するバクテリオファージの検索を有明海の泥や海水、牡蠣等から行いました。



さらに、人為的にビブリオ・バルニフィカス感染症を発症させたマウスへファージ液を投与することによるファージセラピー実験を行っています。



ビブリオ・バルニフィカスに対するプラーク

- まとめ
- ・海苔スミノリ症原因菌を分子生物学的に同定解析し、その細菌に対して感染性を有するバクテリオファージの検索・分離を行った。
  - ・本バクテリオファージを用いることにより、スミノリ症の発症を抑制することが可能であることを確認した。
  - ・ビブリオ・バルニフィカスに感染するバクテリオファージを検索・分離し、今後のファージ治療の可能性を見出した。

#### ビブリオ・バルニフィカス感染症対策

ビブリオ・バルニフィカスは世界中の海水中に広く存在し、健常者には病原性はないとされてきましたが、肝疾患患者が生魚介類摂取により感染すると数日以内に敗血症性ショックや壊死性筋膜炎を起こし、治療が遅れれば半日から数日という短期間で急激に敗血症性ショックへ移行し死亡する極めて予後不良の感染症です。

わが国では、1976年に河野らが激しい経過を取って死亡した症例を紹介したのが初の報告例です。米国ではフロリダ州を中心にメキシコ湾沿岸地域に多数の報告例があり、わが国でも1980年代になり、西日本を中心に比較的多くの報告がなされはじめました。

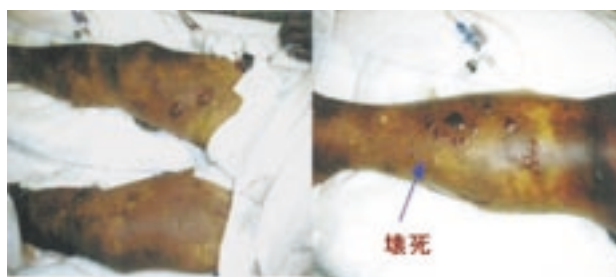
佐賀大学医学部附属病院においても、2005年5月までに、18例を経験し、その一部を報告しています。現在、抗生剤の投与と全身管理を行いながら、重症例には壊死組織の除去や患肢の切断などを行っているものの、必ずしも有効ではありません。当院でも5例が軽快退院したのみです。

ビブリオ・バルニフィカス菌は、俗にいう“人食い菌”で、世界中の海域、特に比較的温暖な汽水域に生息しています。海水温上昇、塩分濃度低下により増殖が活発化する傾向があります。

#### 【これまでに確認された本感染症の特徴】

- ・患者発生は5～11月にみられる。(7月頃がピークとなる。)
- ・日本国内では、佐賀・熊本・福岡・長崎の4県(有明海沿岸に位置する)で国内患者の約4割が発生している。

- ・本菌が付いた生鮮魚介類を非加熱で食べることで感染するケースがほとんど。
- ・重度の肝機能障害、免疫不全等を基礎疾患に持つ患者で発症し、男性に多い(男女比 8 : 1)。
- ・感染から発症まで数時間～2日程度の潜伏期が存在し、手足の激痛、発熱、寒気、皮膚腫脹、腹痛等がみられ、最終的には壊死性筋膜炎、敗血症性ショックを引き起こす。



〈写真提供：佐賀県立病院好生館 藤田先生〉

- ・治療の基本は、①抗生剤投与、②手術、③集中治療(全身管理)。
- ・死亡率は約7割と高率であり、救命できても機能障害が残ることが多い。

#### 【本感染症の予防について】

本感染症は健常者で発症することは殆どありません。重度の肝機能障害などの感染リスクを有する患者でも下記のことに注意すれば発症を予防することが出来ます。

- ・魚介類を生で摂取しない。
- ・魚介類を摂取する場合には十分に加熱する。
- ・傷口を海水につけない。



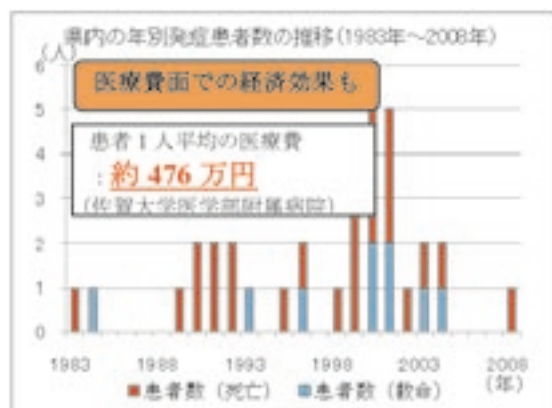
これまでの主な成果

①ビブリオ・バルニフィカス感染症ネットワークを構築しました。



2005年より県庁健康福祉本部健康増進課を含む18関連医療施設からなるビブリオ・バルニフィカス感染症ネットワークを構築し、有明海海水サンプルからの菌検出状況(毎月、医学部附属病院で検査)や、ネットワーク管内での患者発生状況等について情報の共有化を図り、リスク患者への啓発を行うことで、患者発生の予防に努めています。

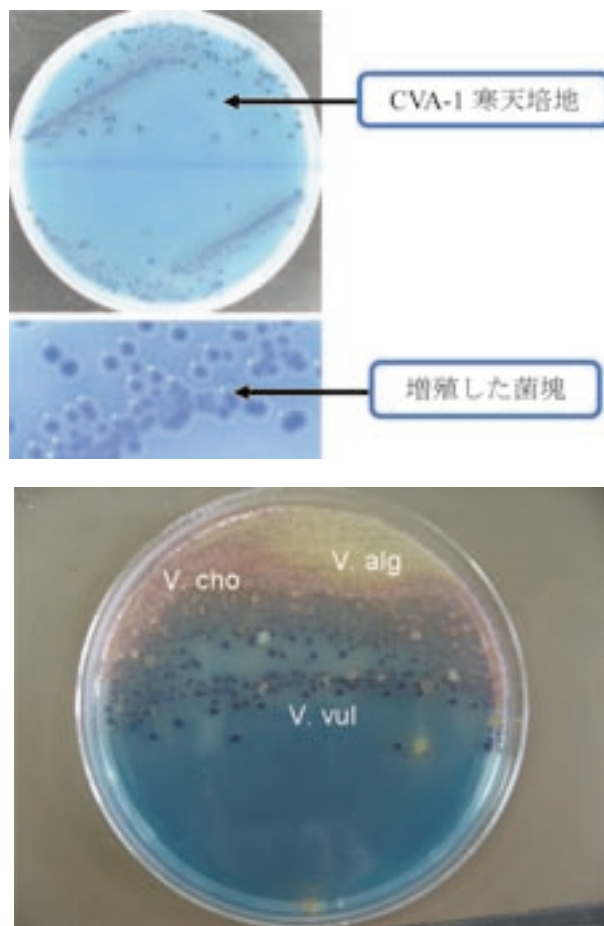
②医療費節減への貢献



2005年から2007年までの3年間は佐賀県内の患者発生を0件に抑えることができ、医療費(患者一人平均約476万円の医療費[佐賀大学医学部附属病院調べ])節減にも貢献できていると考えています。

③迅速検査法の開発(栄研化学との共同開発研究)

a) CVA-1寒天培地: 簡便かつ迅速な菌分離用の培地として新規に開発しました。「ESビブリオ寒天培地「栄研」」として市販中です。



CVA-1培地上での菌種。発色性の違いでの菌種の識別が可能。  
有明海海水中より検出。

V. cho; V. cholerae, V. alg; V. alginolyticus  
V. vul; V. vulnificus

b) LAMP法による迅速診断法

: Loop-mediated Isothermal Amplification (LAMP) 法を用い、ビブリオ・バルニフィカス毒素遺伝子をターゲットとした遺伝子検査法によって、2時間程度で菌種の同定が可能となりました。

c) 臨床診断への応用について

本学では、CVA-1寒天培地およびLAMP法を、ビブリオ・バルニフィカス感染症が疑われる患者の迅速診断に応用しています。本プロジェクト発足以来3年間、本感染症患者は佐賀県内では発生していませんでしたが、残念ながら今年度に入り、刺身のつまだけを食べて発症した1名の患者が認められました。その際、両迅速検査法を用いて診断を行い、連絡を受けてから数時間で収容先医療機関に情報提供することができました。

- まとめ
- ・情報の共有化、重症患者の移送等を目的とし、ビブリオ・バルニフィカス感染症ネットワークを構築した。
  - ・「正しく怖がる」啓発活動を行うことにより、患者発生を防止すると共に、医療費の節減にも貢献している。
  - ・迅速検査法を開発し臨床現場へ応用することで、早期診断に役立っている。

# 有明海におけるノリ養殖と干潟・浅海域の持続的利用

ー過去・現在、そして未来のためにー

研究体制

地域文化・経済研究部門 山下宗利・武田 淳・五十嵐 勉・桎澤 秀木・藤永 豪

コア研究3の研究内容は三つに大別できます。一つは有明海沿岸域における生業の持続的可能なシステムの構築をめざすことを目標に、佐賀県沿岸域におけるノリ養殖と地域との関係を追求する研究分野です（山下）。一つは干潟のワイズ・ユース及び干潟の生業や伝統的な漁撈活動、これにもとづく環境認識や民俗知識等の生活文化の調査とそのデジタル・アーカイブスの構築による再評価を目指した研究分野であり（武田・五十嵐・藤永）、上記研究と同様にフィールド調査を核に人類学・地理学の手法を用いた研究活動を行っています。そしてもう一つは諫早湾・有明海問題についての社会的決定に関するデータベースの整備を目指しています（桎澤）。

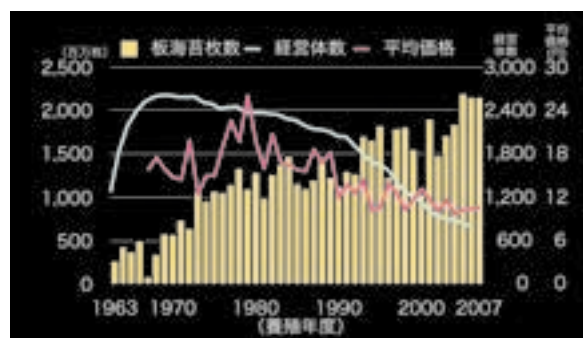
## ノリ養殖と協業化

現在の佐賀県有明海では、ノリ養殖への特化が進行しています。佐賀県有明海区においては海面漁業・養殖業生産額の95.8%を海面養殖業、すなわちノリ養殖業が占めており（2004年）、海苔生産にきわめて依存した漁業が営まれています。これとは対照的に、アゲマキやタイラギといった二枚貝の漁獲は近年の有明海においては壊滅状態にあり、これは有明海を取り囲む福岡県や熊本県、長崎県においても共通して認められる現象です。

佐賀県有明海におけるノリ養殖は2000年度に色落ち被害が拡大し、ノリ養殖へ大きな依存度を有する沿岸漁民に深刻な影響を与えました。しかしながら、佐賀県における海苔生産は近年全国一を誇り、2007年度には販売枚数は21.5億枚、販売金額は約230億円に達し、4年連続して200億円を超える実績を生み出しています。この結果、2000年度の不作は忘れ去られつつある、といっても過言ではありません。その一方で、ノリ養殖漁家の生産構造をみると、全国的な第1次産業の趨勢に呼応して、ノリ養殖漁業従事者の高齢化とともに経営体数の長期的な減少傾向が生じています。2006年の経営体数は847にまで減少し、これは最高を示した1969年当時の約3割に過ぎません。さらに海苔価格の低迷がノリ養殖を取り巻く環境に深刻な影響を及ぼしつつあります。板海苔1枚当たりの平均価格は1979年度の25.8円が最高で、その後は年変動を繰り返しながらも明確な低下傾向を示しています。2007年度の平均価格は10.72円で、他産地との優位性もしだいに縮小し、損益分岐点をわずかに上回る状態です。このような海苔価格の低迷は、主としてコンビニエンスストアで販売されているおにぎり用海苔への比重が高まっていることがその背景にあります。

佐賀県ではノリ養殖を取り巻く厳しい環境に対処するため、早くから協業化（全面協業タイプと委託加工タイプ）を促進してきました。1995年度に芦刈漁協と福富町漁協の中部地区で開始され、2007年にはノリ養殖の協業体総数は110に達し、個人経営から協業体へと移行したノリ養殖漁家総数は498を数え、その協業体移行率は45.8%に達しています。

協業体への移行には地域差が存在しています。最も移行が進展しているのは福富町の88.4%で、白石町北明支所が次いで高く、佐賀市支所、たら支所と続きます。協業化の進展している支所では、高齢化と後継者問題が深刻化し、さらには小規模なノリ養殖漁家の存在が一因となっています。これに対して、大詫間支所や鹿島市（浜町）支所や南川副支所では協業体移行率は低く、大規模な個人経営が存続していることがその背景にあります。これら意欲的なノリ養殖漁家の存在は重要であり、生産基盤のさらなる向上を図る必要があります。ノリ養殖協業化は、生産コストの縮減や女性労働時間の短縮などの生産性の向上を、また同一の協業体で生産された同品質の等級の板海苔が同時に多量に出品されるため、価格の安定とともに取り扱いの簡素化をもたらしました。



有明海におけるノリ養殖の推移

まとめ ノリ養殖への特化と協業化が進展したが、海苔価格の低迷が生じて厳しい経営環境にある。意欲的なノリ養殖漁家の生産基盤を維持向上させる方策が必要である。



有明海沿岸域における生業と生活文化

有明海沿岸域では、潮汐活動のデイリーリズムに対応した陸域での農耕と海域での漁撈という「半農半漁」に根ざした複合的な生業・生活文化、住民による環境に関わる民俗知識といった独自の文化を築いてきました。しかしながら、近年、海域における干潟漁撈の衰退とノリ養殖業への特化（モノカルチャー化）、そして陸域における農業の「近代化」に伴い、こうした有明海独自の文化が崩壊しつつあります。我々は、この「もう一つの有明海異変」に注目しました。

国営諫早湾干拓事業以前の有明海では、古くは戦国期から海面の干拓が繰り返されてきました。この干拓は、有明海沿岸で「地先干拓」と呼ばれる単式干拓で、干拓地の農民は溝渠（堀・クリーク）灌漑・アオ取水（潮汐逆水灌漑）・島畑等の独特の低湿地農耕と溝渠での淡水魚漁撈、そして干潮時に露出した干潟での農具を漁具として利用するような漁撈や浅海域での竹羽瀬や漁網による独特の漁撈活動が行われてきました。これらの漁撈活動は「おかず捕り」程度のものではあっても、漁場の海底地形や潮流、滞筋・泥質と砂質等の干潟の環境に関わる環境認知や、漁獲方法・漁具の改良、および食文化等に関わる多様で豊かな民俗知識を育んできました。これらのマイナー・サブシステムは、環境負荷の小さいワイズ・ユースとみなされますが、農業の近代化に伴う土地改良事業と機械化・高投入型農業への転換、及びそれに伴う農業労働力の兼業化への転換や機械の共同利用をはじめとする協業化が進展し、「海での農業」としてのノリ養殖業への特化というものカルチャー化が顕著となりました。農業所得の停滞や、ノリ網の拡大と酸処理剤に代表される高投入型漁業への特化は、伝統的なワイズ・ユースの崩

壊に繋がる激変と見なし得る状況といえましょう。

干拓地での環境保全型農業や、ノリ網の設置枚数の管理と酸処理剤の投入量削減などの低投入型農漁業への転換は、有明海異変後の新しいワイズ・ユースへの模索ともみなされますが、ノリ養殖における生産量と価格変動、及び漁民の高齢化等の問題は、このようなモノカルチャー体質に関わる持続可能性とも関わる課題です。残された、あるいは必要とされる新たなワイズ・ユースの視点から、持続可能な有明海沿岸域における生業・生活文化の構築を目指さねばなりません。



有明海沿岸域における生業・生活文化

まとめ 干潟・浅海という有明海独自の自然環境にもとづく生業・生活文化（ワイズ・ユース）が失われつつある今日、新たな視点から持続可能な地域社会と文化のあり方を考えていく必要がある。

諫早湾干拓事業をめぐるアジェンダ・セッティングのズレ

有明海問題の最大の課題である国営諫早湾干拓事業は、今日、混迷を深めています。我々は、諫早湾干拓事業の決定過程に焦点を当て、国会等における審議（1952年以降）・新聞各紙の報道記事（1985年以降）について網羅的に検索し、当時、どのような議論がなされ、またなされなかったのかをアジェンダ・セッティングの視点から検証する作業を行いました。その結果、国会審議に限らず、環境意識の高まった1980年代後半から90年代前半にかけて計画された事業であるため、環境保全の観点から、活発な

社会的議論が展開されてしかるべきものでしたが、実際には、ローカルな課題として以外は、ほとんどの新聞でとりあげられておらず、事業の目的もほとんど検討されていません。このことが、本事業の防災効果についても、今日、裁判で争われている要因の一つであるとみなされます。

このように、諫早湾干拓事業をめぐる紛争の原因は、しかるべき時（計画時）に、しかるべき議論（環境への影響、洪水防止機能、コスト等）が行われてこなかったという、アジェンダ・セッティングのズレにあるのではないかと思います。

まとめ 諫早干拓をめぐる問題は、計画時に関係者を交えて議論すべきであった事柄（自然環境への影響、防災機能の有効性、コスト等）が社会的に議論されなかったアジェンダ・セッティングのズレに起因する。

# 研究成果の総合化に向けた取り組み

本プロジェクトの第1の目的は「有明海異変の解明と再生策の提言」であり、平成13年に成立した「有明海及び八代海を再生するための特別処置に関する法律」（有明海特措法）による調査研究事業の一環として実施されてきました。この目的に対しては、有明海奥部における赤潮や貧酸素水塊の発生機構を明らかにし、それらを説明する数値シミュレーションモデルの構築にも目途がたつなど、一定程度の成果は挙げ得たと自負していますが、現時点では、地域からの要望が強い「再生策の提言」にはまだ至っていません。プロジェクト終了までの残り期間で湧昇流発生装置による上下攪拌、諫早干拓水門の常時開門等の施策が有明海の環境改善にどの程度有効であるかについて、集中して検討する予定です。

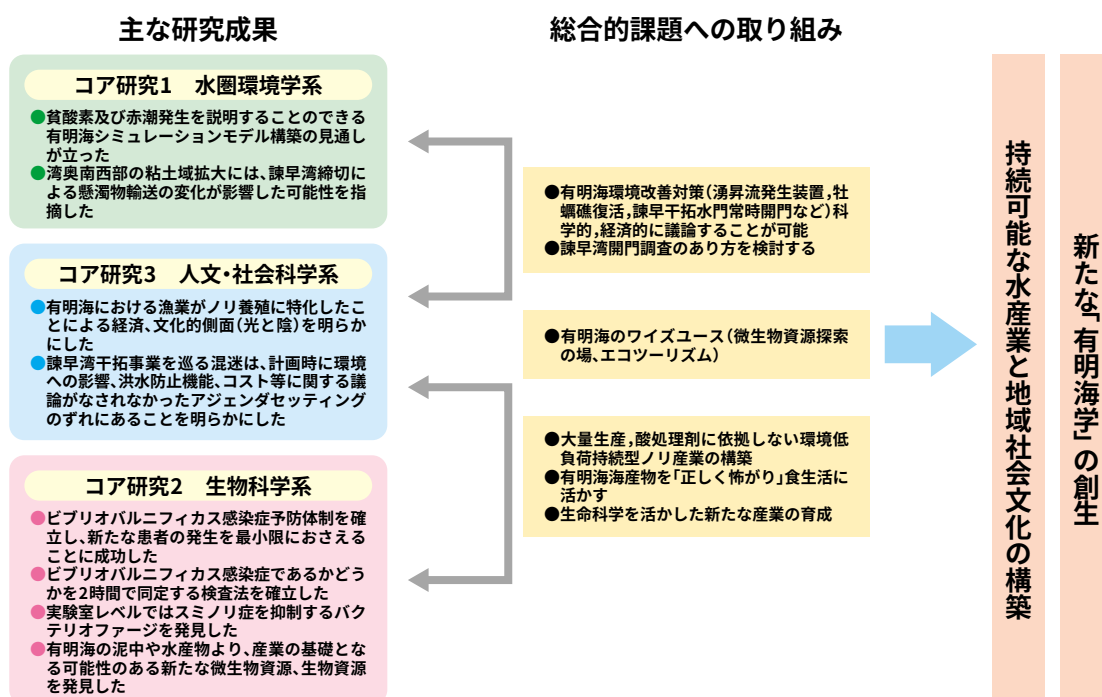
再生策の提言以外にも、分野の異なる研究者が総合的に取り組まなければならない課題があります。本年6月27日に佐賀地裁が出した「諫早湾開門調査を命ずる」判決を受けて、農林水産省は開門調査を前提とした環境アセスメントを実施するとともに、有明海における漁業振興を目的とした新たな調査研究を実施することを決定しました。諫早開門調査のような社会的課題と科学的事象が複雑に絡まり合った課題に対しては、水圏環境学系と人文・社会科学系の研究者の緊密な連携による総合的調査研究が必要です。開門調査に向けて諫早湾と近傍海域及びそ

の沿岸域の現況を自然科学的、社会科学的に把握するための調査を開始しました。

プロジェクトのもう1つの目的に「有明海学の創生」を掲げています。この目的に沿って、海洋環境に関する研究だけでなく、医学、微生物工学、人文・社会科学など、より広い視野、より長いタイムスパンで研究を実施してきました。決して有明海及び沿岸域の特質について網羅的に研究を実施できた訳ではありませんが、限られた研究の中からも、非常に多様な価値をもっている有明海が見えてきたと考えています。

有明海奥部沿岸の地域社会は、ノリ漁業を中心とした水産業に大きく依存する一方で、広大な干潟・浅海域を生活の場として特有の文化を育んできました。ここ数年、有明海のノリ生産は好調さを維持していますが、ノリの価格低迷・輸入自由化、長期的な漁業従事者の減少などの課題を抱え、持続可能性が懸念されています。また、タイラギやアゲマキやウミタケが食卓から姿を消し、有明海を前海として利用することで育まれた独特の生活文化が消えようとしています。有明海異変を地域社会の活性化・文化継承を含めて広義に捉え直して、環境科学系と人文・社会科学系の研究者の緊密な連携による総合的調査研究を継続する必要があると考えています。

## 研究成果の総合化に向けて





# 外部評価委員会の評価結果

## 外部評価委員による評価

外部評価委員会の委員には、その年度当初にプロジェクト全体および研究部門毎にまとめた年度計画書、計画がどの程度実現したかを示す自己点検評価報告書および研究者毎の成果報告集を予め送付し、次年度の5月に開催する成果報告会に参加していただきました。外部評価は、研究者の構成、プロジェクト研究の推進体制、自己点検評価体制等のプロジェクト全体に関する評価と、研究計画に従った成果が挙がっているかどうかについて評価委員の専門に近い分野の部門評価をお願いしました。プロジェクト全体および部門毎に基本的には記述式で評価をお願いしましたが、評価を分かりやすくするために、それぞれについて4段階評価していただいています。下に示す表は、外部評価委員による評価点の平均値を示したものです。プロジェクト全体、各研究部門のいずれにおいても、年度を追うに従って評価点が上がっており、評価、改善のサイクルが機能していると考えて良いと思います。

## 外部評価委員の指摘に対する対応

外部評価委員からは、4段階の評価以外に個別的な課題についての質問および改善事項が記述されています。これらの事項を一覧表にし、プロジェクト全体についてはプロジェクト長が、研究部門および個別研究課題については部門長および研究担当者が指摘された事項に関する改善策を記述し、改善を図ることとしています。

下の表は、指摘された事項とその改善対応の一例を示したものです。赤潮生物専門の研究者の必要性を指摘された事項については、新たに設けられた特別研究員枠を獲得して補充し、指摘事項に対応することができました。部門間およびコア間の討議と連携の充実を求める指摘に関しては、コア内部の部門間では改善が行われているものの、コア間での討議、連携が十分だとは言えず、残りの期間において克服しなければならない課題であると認識しています。

## 外部評価委員による有明海総合研究プロジェクトの評価

### 1. プロジェクト全体に関する評価

| 評価年度 | 平成17年度 | 平成18年度 | 平成19年度 |
|------|--------|--------|--------|
| 評 点  | 3.3    | 3.5    | 3.5    |

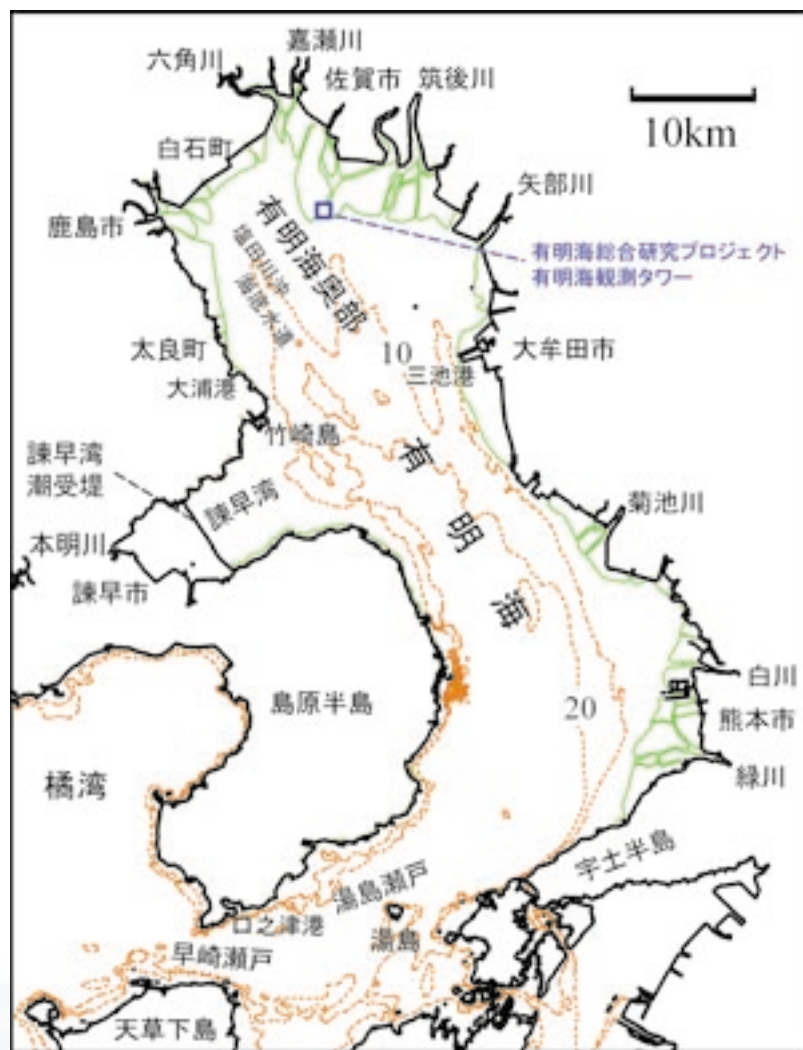
評点4:取組は、非常に優れたものである  
 評点3:取組は、いくつかの観点で優れたものが見受けられる  
 評点2:取組はいくつかの観点で不十分な点が見受けられる  
 評点1:取組は様々な観点で不十分である

### 2. 各研究分野の評価

|        | コア研究1  |        |       | コア研究2 |       | コア研究3   |
|--------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
|        | コア1全体  |        |       | 微生物相  | 食水感染症 | 地域文化・経済 |
| 平成17年度 | 3.3    |        |       | 3     | 4     | 4       |
|        | コア研究1  |        |       | コア研究2 |       | コア研究3   |
|        | 環境物質動態 | 干潟底質環境 | 環境モデル | 微生物相  | 食水感染症 | 地域文化・経済 |
| 平成18年度 | 3      | 3      | 3.5   | 4     | 4     | 4       |
| 平成19年度 | 3.7    | 3      | 3.7   | 4     | 4     | 4       |

## 外部評価委員からの指摘事項とプロジェクトの改善対応の例

|           | 外部評価委員の指摘事項                                                                                                                           | プロジェクトの対応                                                                                                                                                                        |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 全 体       | シャットネラ赤潮発生の原因究明に関する赤潮生物専門の研究員の配置も必要であり、この点で体制の若干の弱体を感じました。                                                                            | 平成19年度に大学に新たに設けられた特別研究員枠を獲得して、赤潮生物を専門とする研究者を採用した。                                                                                                                                |
| 全 体       | 有明海異変解明の骨格となるいくつかのテーマは複数の部門に関連するものであり、部門間の連携による戦略的な研究の展開を望みたい。今回のような公開のシンポジウム以外に、複数の部門のスタッフが参加して時間の制約なく徹底討論を行えるような機会を頻繁に設けることが必要であろう。 | コア1内部ではモデル構築をテーマに各自の研究成果を持ち寄って具体的な検討を行っており、相当つっこんだ意見交換を行っている。コア間の研究成果の交流は部門長会議で行うことにしている。                                                                                        |
| 環境モデル研究部門 | 今後は他部門との連携も強化しつつ、各現象、要因間の連鎖構造の解明や定量化、さらには異変のきっかけとなる外的要因の解明などを行い、有明海異変の全体像を明らかにして欲しい。また、佐賀県海域での問題と諫早湾関連の問題の区別をより明確にすることも必要であろう。        | 最初の2年間で部門毎にある程度まとまった成果が得られたので、H19年度からは各部門の成果を集約し、それをモデルに生かし、有明海奥部生態系システム全体の動態を調べていく計画です。また、これまでは佐賀県海域の問題に絞って研究を進めてきたが、H19年度からは諫早湾およびそれに続く海域についても研究を開始し、海域間で環境変化の要因を比較したいと考えています。 |



## 佐賀大学有明海総合研究プロジェクト

〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1番地

Phone/Fax: 0952-28-8846

e-mail: [ariakeinfo@ml.cc.saga-u.ac.jp](mailto:ariakeinfo@ml.cc.saga-u.ac.jp)

URL: <http://www.ariake.civil.saga-u.ac.jp/index.html>

この印刷物は再生紙を使用しております。