

4章 問題点とその原因・要因の考察

1 基本的な考え方

- ・ 有明海・八代海では、閉鎖性海域という条件の下、漁業、干拓、防災、海上交通等のための開発が継続的に実施。自然環境自体の長期的変化とともに、人為的な働きかけを受けつつ、その海域環境や生態系を変遷させて今日に至ったと思料。
- ・ 両海域が抱える諸問題の原因・要因を可能な限りの確に把握した上で、両海域の再生に取り組むことが望ましく、評価委員会に求められる任務はまさにこの点にある。
- ・ この問題点の原因・要因の考察については、原因・要因の特定自体が目的ではなく、有明海及び八代海の再生に向けた措置に資するとの観点から、評価委員会として考えるところを示すもの。

2 問題点の特定と関係する可能性のある要因

- ・ 有明海、八代海における生物・水産資源にかかる問題点として各々以下のとおり整理。
（有明海）有用二枚貝の減少、魚類等の減少、ベントスの減少、ノリ養殖（不作）
（八代海）養殖魚介類への影響、底生魚介類等の減少、ノリ養殖（不作）
- ・ 有明海及び八代海で生じている生物・水産資源にかかる問題点、これらの問題点の要因に関する調査研究結果、報告等を整理し、問題点に関連する可能性が指摘されているものを図4.1.1及び図4.1.2に取りまとめた。
- ・ 図4.1.1及び図4.1.2で示された相関図には、定量的に明らかなもの、定性的に明らかなもの、可能性は指摘されているが根拠となるデータ等が明確でないものが混在。
- ・ 評価委員会においては、上記の図を出発点として、長期的データに加えて、短期的データ、実験や実証調査の結果等を見ながら、再生方策の検討に資するため、問題点と要因との因果関係を考察。

3 問題点と直接的な環境要因との関連に関する考察（現時点のもの、試案含む）

(1) 有明海

ア) 有用二枚貝の減少

タイラギ

(現状と問題点の特定)

タイラギは数年おきに漁獲ピークが生じるが、長崎県では1990年代から、佐賀県・福岡県では2000年頃からピークがなくなり、殆ど漁獲されなくなった（別添資料32）。

(要因の考察)

タイラギ(有明海北西部漁場)については、(a)長期的な減少要因、(b)近年の減少要因(湾奥の北東部の漁場)の2つに分けて整理。

(a) 長期的な減少要因

- ・ タイラギ成貝の生息量調査(1976年～1999年)の結果、1990年前後を境に東側に漁場が偏る傾向(別添資料33)。
- ・ タイラギ浮遊幼生、着底稚貝は1981年調査では広範囲に分布したが、2003年調査では浮遊幼生は広範囲に見られるものの着底稚貝は東側に偏って分布(西側には浮遊幼生が分布するが着底稚貝がみられない)(別添資料34)。

- ・ 実験結果から、浮遊幼生には着底時の底質選択性はないこと、砂のない泥の基質では斃死することを確認（別添資料 35）。
 - ・ 有明海奥部の中西部海域は経年的な底質の泥化傾向がみられ、タイラギ幼生が同海域に着底後に死亡したと推測（別添資料 36）。
 - ・ 覆砂効果実証調査の結果、佐賀県の覆砂区には稚貝は着底するが、その後、密度が低下して殆ど見られなくなった。佐賀県の覆砂区にシルトが多く堆積していたが、福岡県の覆砂区にはシルトは堆積せずに着底稚貝も生残（別添資料 37）。
 - ・ さらに、着底稚貝は硫化物、強熱減量の少ないところに多く、中央粒径値も既存の知見にあるように Md 4 付近に多いことが確認（別添資料 38）。タイラギの長期的な減少については、底質の泥化、有機物・硫化物の増加、貧酸素水塊といった底質悪化による着底期以降の生息場の縮小が主因と史料。
 - ・ 潮流変化による浮遊幼生の輸送への影響は判断できない。化学物質、ナルトビエイ等の食害、ウィルス、漁獲圧（漁獲努力量はタイラギの資源量に応じて増減）ともに影響は少ないと史料。
- (b) 近年の減少要因（北東部漁場）
- ・ 近年の北東部漁場での減少要因としては、2000 年以降に発生した大量斃死、ナルトビエイ等による食害による影響は明らか。大量斃死のメカニズムは現時点では不明。活力低下時のウィルス感染の影響が認められるが、活力低下の原因は不明。貧酸素水塊は主因でないと考えられ、化学物質の影響も明らかではない。

アサリ

（現状と問題点の特定）

- ・ 熊本沿岸で 1977 年に 6 万 5 千 t の漁獲があった。その後減少し、1990 年半ばから 2 千 t 前後で推移したが、最近は回復傾向にあり、2003 年は 7 千 t となった（別添資料 39）。
- ・ 漁場が岸に寄り、熊本県荒尾地先等で漁場が縮小（1980 年代と 2000 年代の比較）。熊本県の主要漁場においては全域で漁獲量が激減（別添資料 40）。

（要因の考察）

- ・ 生産性を失った漁場に覆砂を施すことによりアサリがたつことから、底質環境にアサリの成育を阻害する要因があるものと推察。生産量の減少が著しい主漁場である緑川河口域の底質について検討。
- ・ 緑川河口域の覆砂漁場では全調査時に着底稚貝を確認。他方、生産のない天然漁場はほとんど着底稚貝がみられない（別添資料 41）。
- ・ 緑川河口域の経年的な底質データは中央粒径値のみであり、若干の細粒化の傾向が窺われる（1981 年調査 0.212 mm 1996～2003 年調査 0.182～0.203 mm）。中央粒径値については 0.25 mm 以下の底質ではアサリの生息が少ないとの報告がある（別添資料 42）。
- ・ 緑川河口域の底質は細かい均質な粒で構成され、稚貝着底に適する 0.5 mm 以上の粒子は 2～3% しかなく、その割合はアサリが生産性が高い他の漁場と比して著しく低い（別添資料 43）。
- ・ 緑川河口域の粒径分布から、稚貝着底に適した大きさの粒子の割合が中央粒径値の減少の程度よりも大きく減少した可能性が示唆され、底質の細粒化がアサリ資源の減少に

つながった可能性が考えられる（他方、中央粒径値の減少は僅かであり、また、中央粒径値の測点数も 1981 年調査と 1996～2003 年調査で異なることから、今後、更なる調査とデータの精査も必要）。

- ・ なお、覆砂については、海砂採取の規制海域が拡大し、今後、その入手が困難になることが想定されること、また、海砂採取が採取海域の漁場環境に影響を及ぼすおそれがあることに留意する必要がある。
- ・ また、基盤の安定性が重要な要因との指摘がある。定置網（熊本県の小型定置は 30 余りあったが、6 経体まで減少）やノリの棒杭、覆砂の実施箇所等の周辺にはアサリが多く、こうした構造物等が基盤の安定性に寄与したと推測。また、4 万 t の漁獲があった頃はアサリが層をなしてアサリ自身（貝殻も含めて）が地盤の安定に寄与したと推測。
- ・ 漁獲圧に関しては、資源管理を行っている地区ではアサリの漁獲量は回復傾向にあり、アサリ資源の減少に漁獲圧が大きく影響すると思料。また、ナルトビエイ等による食害も近年のアサリ資源の減少の一因と考えられる。
- ・ シャットネラ赤潮によるアサリの斃死が確認されており、シャットネラ赤潮の発生が増加傾向にあることから、アサリ資源への影響が推測。

サルボウ

（現状と問題点の特定）

- ・ 漁場は佐賀県西部、中部海域の養殖場及び矢部川河口域。佐賀県沿岸において 1970 年代初頭に約 1 万 4 千 t の漁獲量があったが、その後、斃死（原因は不明）が発生して漁獲量が激減。斃死は 1985 年を境に収束し、佐賀県では 1 万 t 台に回復したが、近年やや減少傾向にあり変動幅も大きい（別添資料 44）。

（要因の考察）

- ・ （近年の漁獲での変動要因としては、シャットネラ赤潮、貧酸素水塊、ナルトビエイの食害等が指摘。）

アゲマキ

（現状と問題点の特定）

- ・ 佐賀県沿岸において 1909 年に漁獲量 1 万 4 千 t を記録。その後は 2 千 t 前後となり、1920 年後半以降は 1 千 t 未満。近年は 1988 年の約 800 t のピークを最後に激減し、1992 年以降はほとんど漁獲がない（別添資料 45）。
- ・ 漁場は 1980 年代には佐賀県西部海域から筑後川・矢部川・白川河口域にあり、八代海にも生息。1988 年夏季に湾奥西部及び中部の養殖場で大量斃死が発生し、1 ヶ月で漁場全域に、約 3 年で湾東部まで拡大（別添資料 46）。

（要因の考察）

- ・ 斃死個体からビルナウィルスが検出されているが、現在の資源量が皆無のため、斃死原因を特定するのは困難。

イ) 魚類等の減少

（現状と問題点の特定）

- ・ 漁獲努力量等の資源評価にかかる情報が整備されていないが、漁獲量の動向を資源変動の目安と考えることができる。検討の基礎とした統計資料の性格上、個別の魚種の増減の詳細を論議することは避け、傾向としての検討を試みた。
- ・ 魚類の漁獲量は、1987年をピーク（1万3千トン台）に減少傾向を示し、1999年には6千トンを割り込んだ（別添資料47）。
- ・ 有明海の主要魚種の大半は底生種であり、そうした魚種の漁獲量が減少。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については1990年代後半にそれまでの最低水準を下回って漁獲量が減少（別添資料48）。

（要因の考察）

- ・ 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、近年、他魚種に比べて減少程度が大きい。クルマエビもシログチと類似した再生産の特性を持つ（別添資料49）。
- ・ これら魚種の共通の特徴は、底生種であること、中央部若しくは奥部の深場で産卵し、仔稚魚は潮流により奥部の浅海域で輸送されて成育することがあげられる（別添資料50）。
- ・ 魚類は初期減耗が大きく、その程度により資源量が決まるため、資源変動を考える場合、初期減耗に関する検討が必要。
- ・ 魚類資源の減少に關与する可能性のある要因は、生息場（特に仔稚魚の成育場）の消滅・縮小、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。
- ・ 干潟・藻場や感潮域の減少は、稚仔魚の成育場の消滅・縮小させ、また、貧酸素水塊の発生（流速減少、沈降有機物増加等による）やベントスの減少（底質の泥化による）は底層環境を悪化させて、魚類資源に影響を及ぼす可能性がある。
- ・ また、潮流の変化は仔稚魚の輸送状況を変える可能性があり、また、潮汐の減少は干潟（稚仔魚の育成場）の減少につながる。
- ・ 漁獲圧、ノリの生産活動（酸処理剤等）、水温上昇については、影響は少ないと考えられ、また、外来種の影響、人為的なコントロール、海底地形の変化、化学物質については判断できない。
- ・ 1995年～1997年と2001年～2005年の有明海での漁獲調査結果を比較すると、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（別添資料51）。種組成の変化（特にエイ類の増加）については、底棲魚類の減少、長期的な水温上昇の影響の可能性が考えられる。

ウ) ベントスの減少

（現状と問題点の特定）

- ・ 有明海奥部の底質、底生生物の組成、個体数分布の変化をみると（1989年夏季と2000年夏季の調査の比較）底質は泥化と富栄養化の傾向が認められ、全マクロベントスの平均密度は、3,947個体/m²から1,690個体/m²に減少し、全マクロベントス密度が5,000個体/m²を越える地点数も15地点から5地点に減少（別添資料52、53）。
- ・ 二枚貝類は全体的に減少し、特に住之江川沖海底水道で激減。シズクガイは1989年、2000年とも優占種に含まれた。1989年に最優占種であったチヨノハナガイは2000年に大きく減少。2000年以降の環境省調査でもシズクガイは貝類で最も優占するが、チ

ヨノハナガイは有明海奥部でも熊本港周辺でも高密度で継続して出現しない（別添資料 52、54）。

- ・ 甲殻類は端脚目のホソツツムシは減少し、ドロクダムシ科の *Corophium* sp. が湾奥で増加。多毛類はダルマゴカイが減少し、ケンサキスピオ、カタマガリギボシイソメが増加傾向（別添資料 52）。

（要因の考察）

- ・ 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、中央粒径値との間には有意な負の相関が認められた（別添資料 55）。
- ・ 調査各地点の表層堆積物の中央粒径値、酸揮発性硫化物とベントス（指標生物となりうるもの）の出現範囲を整理すると、中央粒径値に関しては、多くのベントスが Md 1~7 に広く分布するのに対し、エラナシスピオ、コノハエビ、ニッポンスガメの生息範囲は狭かった。また、酸揮発性硫化物については、シズクガイ、ミズヒキゴカイの両種は最も耐性が強く、ヨツバナスピオ B 型、クビナガスガメとチヨノハナガイがこれに次ぐ。エラナシスピオ、コノハエビ、ニッポンスガメ、クシノハクモヒトデは最も耐性が弱い（別添資料 56）。
- ・ 有明海奥部においては、底質の悪化（泥化、有機物・硫化物の増加）がマクロベントスの生物量とその多様性の減少の要因となっている可能性がある。また、同海域で拡大が示唆される貧酸素水塊も影響を及ぼしていると推測。

エ）ノリ養殖（不作）

（現状と問題点の特定）

- ・ 人工採苗技術を始めとする養殖技術の進歩により、有明海のノリ養殖生産量は 1960 年代と比較すると現在では 2~3 倍に増加。ノリの主な病気は、赤ぐされ病、壺状菌病、スミノリ等がある（別添資料 57）。
- ・ 佐賀県有明海でのノリ柵数は昭和 40 年代前半をピークに減少（別添資料 58）。佐賀県では経営体数、柵数とも減少しているが、生産技術の改良により生産量は伸びている（別添資料 59）。
- ・ 平成 12 年度に色落ちによりノリ不作が発生。
- ・ また、佐賀県海域の 10~12 月、1 月~3 月の水温の年変動をみると、水温の上昇傾向がみられる（秋芽網期は水温が低く、塩分が高い方が生産量は増加（別添資料 60））。

（要因の考察）

- ・ 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 imbricata* 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。*Rhizosolenia* 属は有明海において 1958 年、1965 年、1980 年、1996 年にも赤潮を形成してノリに被害を与えた。

（2）八代海

ア）魚介類養殖

（現状と問題点の特定）

- ・ ブリ類養殖は、熊本県では5千t～7千t、鹿児島県では1万2千t～1万6千t程度で安定的に推移（別添資料61）。
- ・ トラフグ養殖（熊本県）は、平成9年の1,851tをピークに減少（平成15年は688t）（別添資料62）。原因は、平成11年の台風による養殖生け簀の損壊や平成12年の赤潮被害により体力が落ちた養殖漁家が、魚価安に陥ったトラフグから他魚種へ転換したことがあげられる。
- ・ クルマエビ養殖（熊本県）は、250t～500t程度で推移（別添資料63）。平成5年には中国産クルマエビ種苗とともに持ち込まれたウイルス感染症により150tまで減少したが、平成8年には収穫量は回復（ウイルス感染症は現在も小規模に発生）。
- ・ 真珠養殖は、平成5年の6.9tをピークに1.9t（平成11年）まで減少し、その後、やや増加傾向で推移（別添資料64）。減少の要因は平成9年に発生したアコヤガイ赤変病であり、耐病性アコヤガイの導入、冬季に低水温地域に移動するなどの対策の結果、生産はやや持ち直している。

（要因の考察）

- ・ 魚類養殖生産に対しては、有害赤潮の発生、魚病の発生が影響。

イ) ノリ養殖（不作）

（現状と問題点の特定）

- ・ ノリ収穫量は平成14年まではやや増加傾向であったが、平成15年に収穫量が大きく落ち込み、その後、収穫量は低位で推移している（別添資料67）。

ウ) 魚類等の減少

（現状と問題点の特定）

- ・ 魚類の漁獲量は1980年代の初めに2万t近くを記録したが、1990年代初めまでは概ね1万5千t前後で推移。1994年から減少傾向にあり2001年にやや増加したものの2003年は1万tを切り、最低を記録（別添資料67）。

（以下、熊本県の漁獲の傾向）

- ・ 近年、カタクチイワシ、シラス、タチウオ、マアジなどの漁獲量が大きい。
- ・ 2001年からまき網によるコノシロの漁獲量が増加（7千t）したが、翌年から漁獲量が減少。
- ・ タチウオ、マダイ、クルマエビ、その他のカレイ類は、1990年代後半から減少。近年、マダイ浮游期仔稚魚の分布密度が減少傾向にあり、漁獲量の一層の減少が危惧。
- ・ カタクチイワシ、クロダイ・ヘダイ、スズキは1990年代前半から減少。ガザミは1980年代半ばにピークを示した後に減少し、ピーク時の1/5程度で推移。
- ・ 多くの魚種が減少傾向にある中でシラスの漁獲は増加傾向。シラスは、他魚種の餌料ともなるため、八代海の漁業生産と生態的地位（高次捕食者への餌料としての）の両面において重要。シラス漁業は、八代海の漁業生産の1/4から1/6を占める重要な産業であることから、シラスの資源生態の把握と、漁業の適切な管理が必要。

4. 直接的な環境要因の変化に関する考察（現時点のもの、試案含む）

（1）有明海

ア）潮流流速の減少について

- ・ 有明海では、干拓・埋立て、海岸線の人工化（護岸化）が進むとともに、港湾等の人工構造物の構築、ノリ網の柵数の増加（1950年代後半から急増したが、1970年頃をピークに減少傾向）。さらに外海の水位上昇（別添資料69）に伴って有明海においても水位が上昇。
- ・ 有明海で長期にわたって生じてきた海面積の減少や平均水位の上昇等の事象は、物理的条件として、有明海の潮流を長期的に減少させる方向へ働くものと思料。
- ・ 長期的な有明海の地形変化に伴う潮流流速の変化に関してシミュレーションが行われており、有明海湾奥部の干拓（1970年以前）に伴う地形変化により湾奥部を中心に潮流は10～30%減少（別添資料70）、諫早湾干拓に伴う地形変化によって諫早湾内で20～60%の流速減少、有明海中央部で5%の流速減少との結果が報告されている（別添資料71）。
- ・ 有明海の潮流にかかる経年的な実測データの不足等から、その程度、各要因の寄与度等は判断できないが、上述のような事象が有明海で生じ、また、有明海の長期的な地形変化による潮流変化にかかるシミュレーション結果を考察すれば、有明海の潮流は、干拓・埋め立て、外海の潮位上昇と潮位差の減少、人工構造物、ノリ網の設置等により、長期的（経年的）かつ平均的に減少した可能性が高いと考えられる。

イ）底質の泥化について

潮流の減少

- ・ 一般的に海底の底質への粒子の沈降、堆積を考える場合、粒子の粒径と潮流流速の大きさに密接な関係があることに留意する必要がある。
- ・ 有明海では大潮期を中心にSS濃度が上昇し、湾奥部でその傾向が顕著。湾奥西部の測点では底層のSS濃度は流速に対応し、上げ潮と下げ潮時の流速増大による底泥巻き上げがSS濃度増大の主要な要因と考えられた（別添資料72）。
- ・ 有明海湾奥西部においては、底層の流速が20cm/sを超えると顕著なSS濃度の増大がみられ、この流速値が底泥の移動限界に対応しているとの報告がある（別添資料73）。こうした潮汐流に対応したSS濃度の変動パターンは熊本港沖の観測点でも同様にみられる。
- ・ タイラギの薄まき覆砂の効果実証調査（別添資料74）から、福岡県大牟田地先と佐賀県太良沖では底質への浮泥の堆積状況が異なり、これは25cm/sの流速の出現頻度の違いが要因のひとつとして推測。これは前出の有明海湾奥西部における底泥の移動限界（流速20cm/s）とも調和。
- ・ 有明海全体の潮流の状況と底泥（底質）の状況を比較すると、概ね相対的に潮流の遅い海域で底質の含泥率が高い傾向がみられる（別添資料75）。
- ・ 有明海の潮流は前述のとおり多くの要因により長期的に減少した可能性があると考えられるため、流速低下に伴って、浮泥の移動限界に対応した流速値を下回る海域が拡大し、当該海域で底泥の移動量の減少、堆積量の増加を生じさせ、底質の泥化を進めた可能性が高いと推測。
- ・ 具体的には、1956～1957年、1997年及び2001年の有明海における底質の泥化状況

を比べると、湾奥部の底質の泥化がみられる（別添資料 76）。また、1989 年と 2000 年の底質の調査結果によると、Md 7 の部分が湾中央に広がっているとの報告があるが、それぞれの調査方法の違いに留意する必要がある（別添資料 36）。

- ・ 潮流流速の減少によって湾奥部で底質の泥化が進行したことが推測。

河川からの土砂供給の減少

- ・ 流入河川からの粗粒の流入が特に減少したとすれば底質の細粒化の一因となる可能性が指摘（農林水産省有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会最終報告書）。
- ・ 筑後川は有明海へ流入する河川の流域面積の約 35% を占め、有明海への影響が最も大きく、ダム堆砂量から推算した筑後川流域の土砂生産量はダム流域で 10 万 m³/年、全流域がダム流域と同様の土砂生産をすると仮定すると全流域で 32 万 m³/年と推定される（別添資料 77）。
- ・ 筑後川では 1953 年から 50 年間に各種事業により土砂が持ち出され、3,300 万 m³ の河床変動（拡大）が生じたと推定。特に砂利採取は最盛期に年間 200～300 万 m³/年と言われ、近年の土砂生産推定量 32 万 m³/年を大きく上まわる（別添資料 78）。
- ・ 筑後川の下流域においては、砂利採取や、土砂流出の停滞、海からのガタ土の流入増加等により、河床材中の砂の割合が大きく減少し、シルト・粘土が増加したと考えられる（別添資料 79）。掃流砂量はばらつきがあるものの減少傾向が認められ（別添資料 80）、砂の現存量の減少、河床の緩勾配化が原因として指摘。
- ・ 短期的なイベントとして、筑後川の感潮域に堆積したシルト粘土は出水時に浸食されて河口沖合域に堆積（別添資料 81）。
- ・ 1950～60 年代の砂利採取やダム堆砂により筑後川から海域へ砂の供給量が大きく減少したと思われる。筑後川における人為的な砂の持ち出しが底質の細粒化の一因となる可能性がある。
- ・ また、アサリ漁場である緑川河口干潟に関し、1966 年～2003 年の間の緑川における砂利採取量は 335 万 m³、ダム堆砂量は 447 万 m³ であり（別添資料 82）、過去においては河床の低下もみられ、昭和 43 年、昭和 53 年と比べると近年の河床高は低い状態にある。

ウ) 底質中の有機物、硫化物の増加及び貧酸素水塊について

- ・ 有明海奥部の底質調査の結果、底質の強熱減量（IL）、酸揮発性硫化物（AVS）は増加し（1989 年と 2000 年の比較）また、湾奥部の一部地点の底質中の COD も増加傾向（別添資料 83）。
- ・ 有明海の表層堆積物中の有機炭素量は湾奥部西部（鹿島沖）諫早湾で高く、また、同海域ではクロロフィル色素量の値も大きいことから、底質に沈降する有機物への植物プランクトンの寄与が示唆（別添資料 84）。
- ・ 佐賀県、諫早湾等では赤潮の確認日数も増加していることから（別添資料 85）赤潮の増加（植物プランクトン由来の有機物の沈降、堆積の増加）により、湾奥部、諫早湾の底質中の有機物が増加している可能性が推察される。
- ・ また、湾奥の佐賀県側の一部海域（有機炭素濃度が高い値を示す）では、夏季の DO 濃度の長期的な低下傾向（別添資料 86）が推測され、貧酸素水塊の増大と底質中の硫化物の長期的増加の可能性が窺われる。

- ・ ノリ酸処理剤・施肥の負荷よりも養殖ノリによる炭素、窒素及び燐の取り上げ量が大
きいこと、有明海の流入負荷量（COD、T-N、T-P）に占める酸処理剤・施肥の負荷の
割合は僅かであること、酸処理剤の底質の移行についても5万倍希釈液（20ppm）で
は検出不可との結果であることから、酸処理剤・施肥が底質の有機物・硫化物の増加
の主たる要因とは考えにくい。
- ・ ベントスの減少は、底質中の有機物、硫化物の増加の要因の一つとなる可能性はある
と考えられる。

エ）赤潮の発生

- ・ 一般的に水温の上昇により赤潮プランクトンの増殖速度が増加。有明海では水温が上
昇傾向にあり、植物プランクトンの増殖モデル式を用いると増殖速度は一定程度増加
する結果となる。水温上昇は、赤潮の増加の要因の一つである可能性があるが、海域、
時期及びプランクトンの種類によっては増殖速度がほとんど変わらない若しくは減少
する結果となり、水温上昇以外の要因の存在も示唆。
- ・ 一般的に透明度の上昇は植物プランクトンの増殖にかかる光制限を緩和。有明海では
透明度の上昇率の大きい海域で赤潮発生日数も増加したとの報告がある（別添資料 88）。
これらのことから、透明度の上昇は赤潮の発生の増加の要因の一つと考えられる。
- ・ 流入負荷量、水質の栄養塩類に増加傾向は認められず（別添資料 89）、栄養塩の流入
と近年の赤潮の増加との関係については、他の要因を含めて検討が必要。
- ・ 有明海湾奥部、諫早湾の底層においては貧酸素水塊によって底泥からの栄養塩及び鉄
が溶出し、シャットネラ赤潮の増加につながっていると思料（別添資料 90）。
- ・ 1990 年以前の二枚貝による一日当たりの濾水量（夏季）は、4-10 億 m^3 であり、大潮
時の干潟への海水交流量に匹敵したと推定（別添資料 91）。また、アサリの最盛期に
おける濾水量は 4-6 億 m^3 と推定。アサリ等の二枚貝の減少は懸濁物の除去能力を低下
させ、海域の浄化能力の低下、富栄養化を招き、赤潮を増大させる要因の一つと思料。
- ・ 二枚貝による赤潮原因種の植物プランクトンの摂餌による赤潮発生の抑止について評
価するには、アサリ等の二枚貝の主要食物について更なる調査が必要。
- ・ 一般的に流動が弱まり、海水が滞留しやすくなると、赤潮が発生しやすくなり、この
ことは有明海の小潮時にシャットネラ赤潮の発生が多いことやクロロフィルの増加が
見られるとの報告と一致（別添資料 92）。経年的に潮流低下、潮位差減少が生じてい
る海域においては、赤潮発生が増加するものと考えられる。

オ）透明度の上昇

- ・ 有明海では経年的に透明度の上昇がみられ、特に湾奥西部、熊本市沖合海域において
透明度の上昇が顕著と報告（別添資料 88）。
- ・ 透明度上昇の要因としては、潮流速の減少による浮泥のまき上がりの減少、河川から
の懸濁物負荷の減少、透明度の高い外海水の流入が想定。
- ・ 有明海湾奥部においては、潮流の経年的な減少による底泥の巻き上げの減少がSS濃
度の低下につながり、透明度上昇となって顕れた可能性が推測。筑後川からのSS負
荷量（LQ曲線からの推定）、湾口部の塩分濃度に明確な増減傾向は認められない（別
添資料 93）。

- ・ 他方、佐賀県側の筑後川河口域のノリ漁場の近傍の調査点ではノリ網により流速が減少（別添資料 94）。また、SS 濃度と潮位差の関係はノリ漁期の最盛期と終期で傾向が異なり（別添資料 95）、ノリ網の抵抗による流速の減少がノリ養殖施設の周辺海域（ノリ漁期）における SS 濃度の低下（透明度の上昇）の要因の一つになっていると推測。

（２）八代海

ア）赤潮の発生

- ・ 経年的な水温上昇、透明度上昇、栄養塩の流入については有明海と同様（別添資料 96）。

5．環境と生物生産の中長期的な変化

- ・ 有明海では地形変化、外海の潮位上昇等により、潮流が長期的に減少してきた可能性がある。特に、急速な干拓埋め立て（1955 年～1975 年）による流速減少、干潟埋め立てに伴う浄化能力の低下によって 1970 年代から急速に富栄養化したと推測。
- ・ さらに、透明度の上昇（湾奥部では潮流の低下がその一因と推測）、長期的な流動の減少、経年的な水温上昇等によって赤潮の発生が助長。有機汚濁の進行と底質への有機物の堆積により底層の貧酸素化を招き、こうした海域における底生生物のバイオマスの減少、多様性の喪失につながったと推測。
- ・ 底層の貧酸素化は、ラフィッド藻といった有害赤潮の発生を促しており、水産生物に直接的、間接的に悪影響を及ぼしていると推測。こうした底質環境の悪化は、魚類（特に底棲性）資源の減少を招いた可能性がある。
- ・ 1960 年代までの有明海は、植物プランクトンを中心とした浮遊生態系と干潟生態系を主とする底棲生態系が適度なバランスにあったが、近年、浮遊生態系主体の物質循環に移行してきた可能性が推察。特に以前は有明海で殆ど見られなかった有害赤潮の増加は、生物生産性につながるものではなく、有明海における適切な物質循環を阻害することが懸念。

5 章 再生への取り組み

（１）再生の目標

- ・ 国内でも希少な生態系、生物多様性及び生物浄化機能の回復
- ・ バランスの取れた漁業生産力の向上

（２）再生に当たっての環境管理の考え方

- ・ 予防的措置、不確実性、順応的管理

（３）具体的な再生方策

【例】

ア）底層環境の改善

- ・ 持続性に考慮した底質への覆砂や耕うん
- ・ 覆砂代替材等の新技術の開発、実証調査の推進
- ・ 河川における適切な土砂管理（砂利採取の制限等）

イ）沿岸域の環境保全、回復

- ・ 干潟・藻場の保全と造成、感潮域の保全（稚仔魚の育成場の確保、浄化能力の向上）
- ・ なぎさ線の回復（海岸線における生態系の回復）

- ・ 予防的措置の観点から海域の流動の低下を招く恐れのある開発の抑制
- ・ カキ、アサリ等の貝類の増殖による浄化能力の向上
- ・ 汚濁負荷の削減（生活排水対策等）
- ウ）貧酸素水塊のモニタリング、予察
- エ）貝類、魚類等の資源管理
 - ・ 漁業者が主体となった資源管理の推進、漁業者等への啓蒙普及、種苗放流の推進
 - ・ 二枚貝の食害対策（生態系に配慮した食害生物の駆除）
 - ・ 魚類資源の動向の正確な把握と適正な資源管理の基礎となる漁獲統計の整備
- オ）持続的な魚類養殖、ノリ養殖業の推進（負荷発生の抑制対策の推進、赤潮モニタリング体制の強化、酸処理剤・施肥の適正使用の継続、必要に応じた河川の流況調整）

（４）解明すべき課題（重点化を図るべき研究課題）

【例】

ア）二枚貝

- ・ 持続性の高い漁場の造成・改善に資するため、底層の流速・流向と浮泥の巻き上げ、海底地形、底質の粒径・泥分率に関する調査
- ・ 大量斃死（タイラギ北東部漁場等）の発生機構の解明
- ・ 成育初期（稚貝）の減耗メカニズムの解明

イ）魚類等の資源生態

- ・ 主要魚類等の具体的な資源回復策に資するため、再生産機構（減少要因）の解明（流れによる仔稚魚の産卵場から育成場への輸送状況、その後の生残状況の調査）
- ・ 底棲魚類の生態と群集構造（食物網の構造、非漁獲対象種を含む群集構造）の解明
- ・ 近年増加傾向が示唆されるエイ類の生態解明

ウ）赤潮発生の増加に関する詳細なメカニズムの解明

エ）貧酸素水塊発生モデルの構築、発生防止オプションの検討

オ）物質収支に関する知見の蓄積と適切な負荷管理の検討

カ）潮流・潮汐

- ・ 有明海、八代海に影響する外海の潮位観測
- ・ シミュレーションの精度向上
- ・ 潮流の変化による底質、水産資源等への影響の検討

キ）土砂に関する知見の蓄積

- ・ 河川に堆積する土砂の量と質の把握
- ・ 海域への流入経路
- ・ 海域内での挙動の把握

（５）取り組みの体制

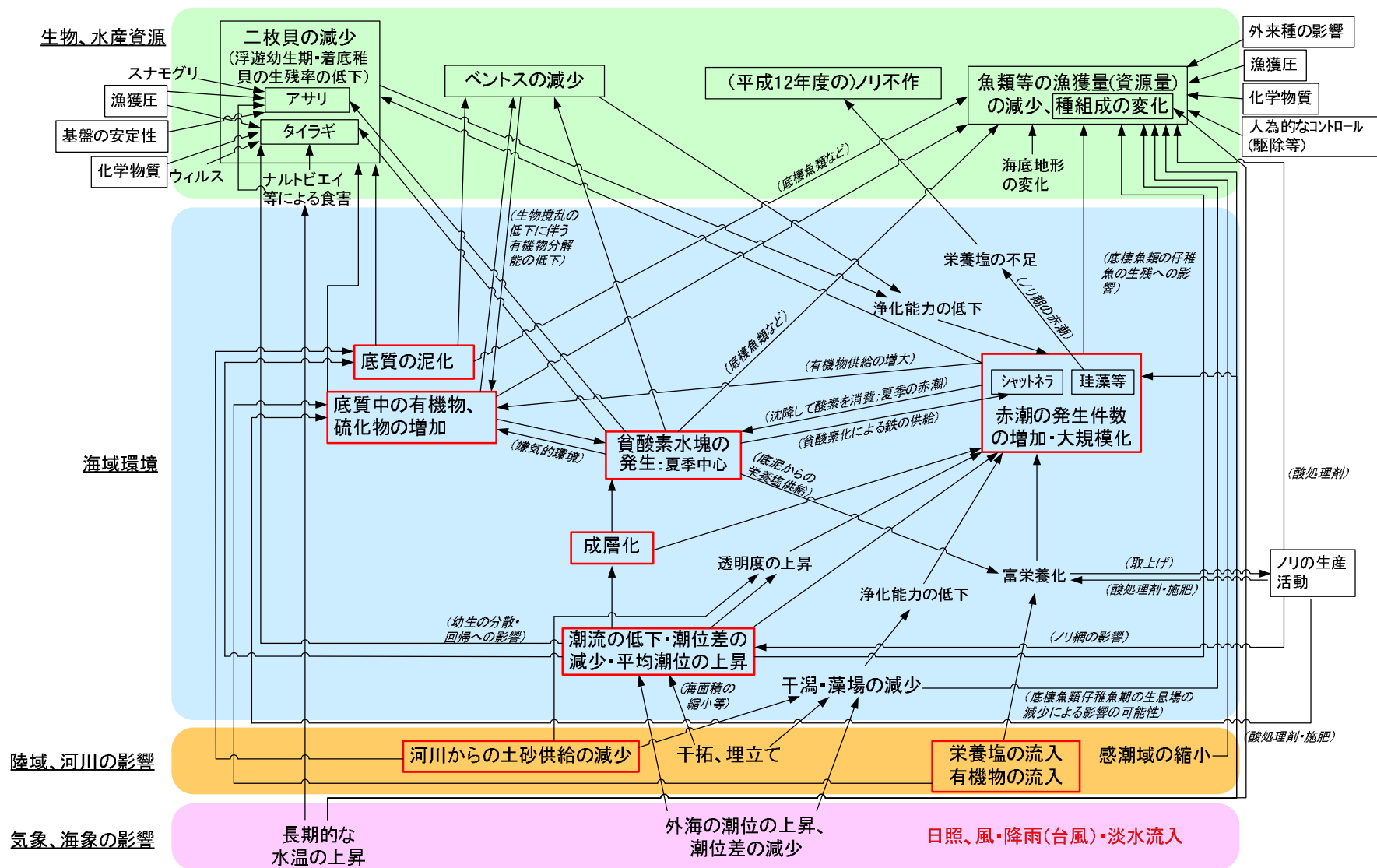
ア）調査研究の総合的推進

（調査のマスタープランの作成、調査関係機関間の調整能力の強化、関連データの共有、流域及び海域全体を把握・評価するための総合的なモデルの構築に向けた共同作業の推進等）

イ）海域環境モニタリングの継続

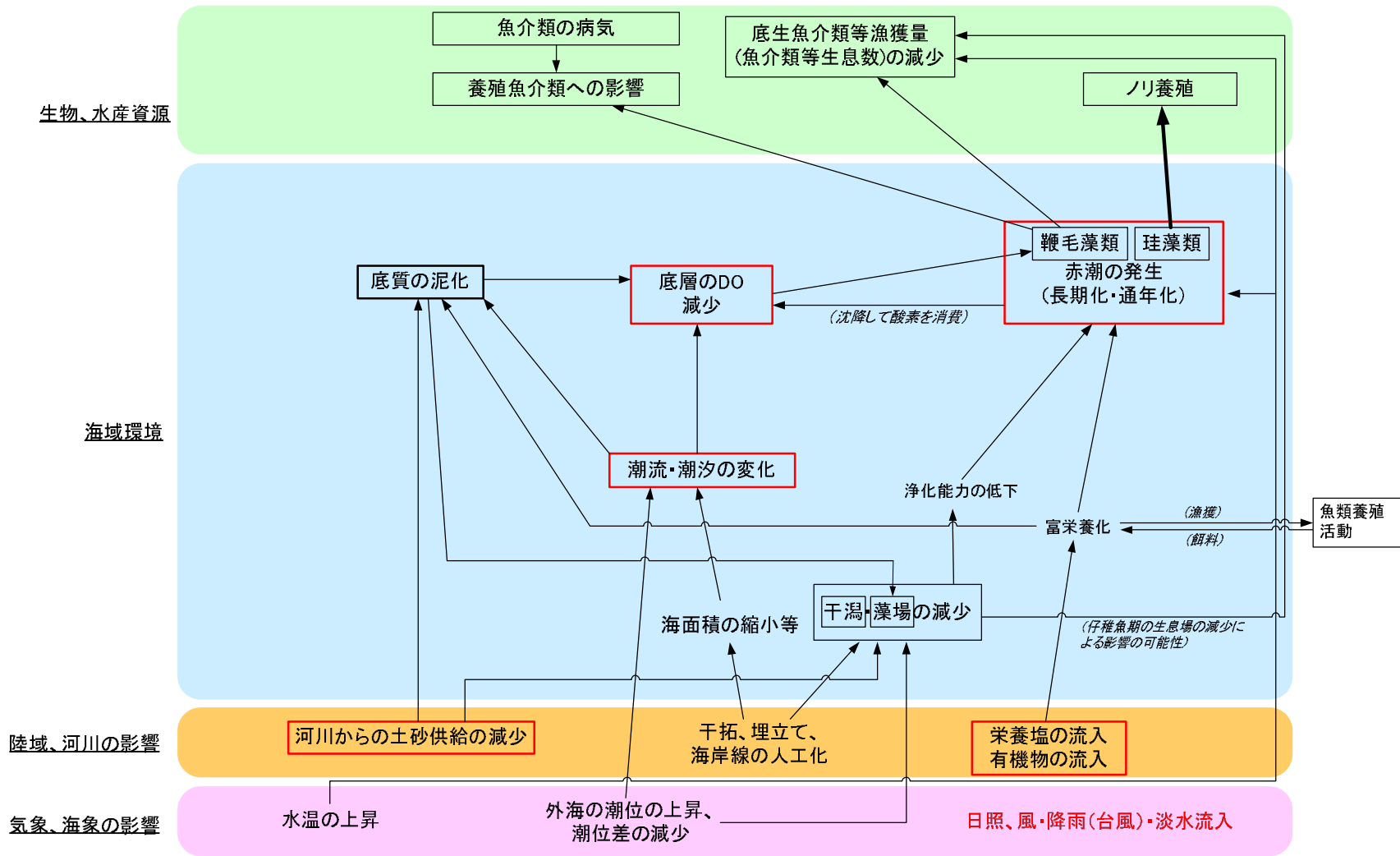
(干拓・埋め立て等による環境や生態系の変化に関するモニタリングの継続)
ウ) 八代海における調査研究の強化

おわりに



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 4.1.1 問題点と原因・要因との関連の可能性：有明海



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 4.1.2 問題点と原因・要因との関連の可能性：八代海