

第3章 再生方策等の実施状況等と課題の整理

本章においては、有明海・八代海等における環境の保全・再生及び水産資源の回復等の観点から、再生方策等の実施状況等と課題を整理した。

平成 28 年度委員会報告においては、有明海・八代海等の海域全体において目指すべき再生目標(全体目標)を次のとおりとしている。

<再生目標>

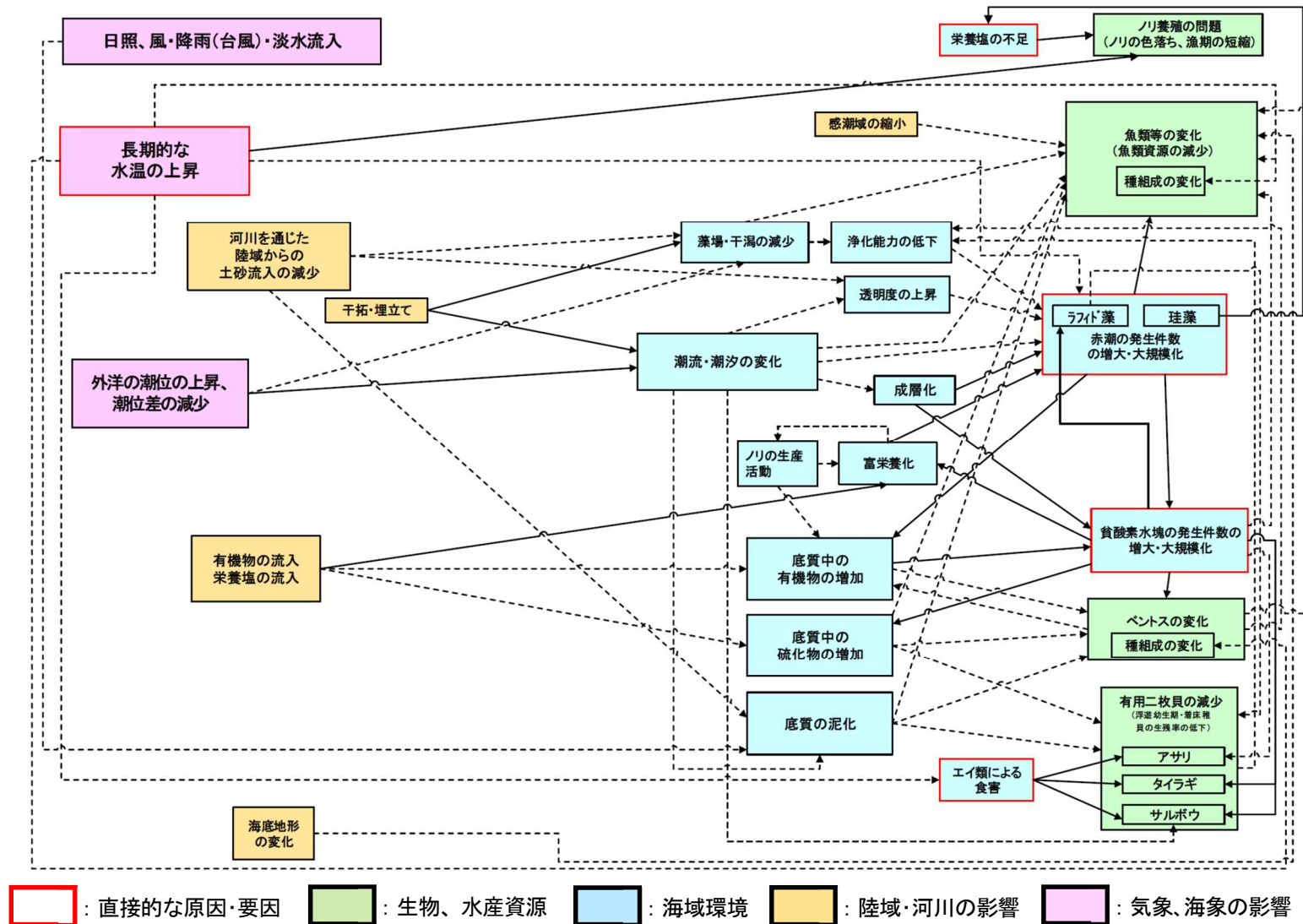
- 希有な生態系、生物多様性及び水質浄化機能の保全・回復
- 二枚貝等の生息環境の保全・回復と持続的な水産資源の確保

これらの目標は、独立しているものではなく、希有な生態系、生物多様性の保全・再生、水産資源等の回復及び持続的かつ安定的な確保は、共に達成されるべきものとして、各種再生方策が取り組まれているところである。特に、有明海・八代海等は、他の海域ではみられない希有な生態系を有しており、高い生物多様性及び豊かな生物生産性を有している。これらの海域における環境の保全・再生に当たっては、この点に特に留意して、科学的知見及び社会的背景に基づき対策を実施する必要がある。

平成 28 年度委員会報告においては、上記の再生目標(全体目標)を踏まえ、有明海・八代海等の多様な生物の生息環境の確保を図りつつ、生態系を構成する上で、または水産資源として重要と考えられる生物について、「ベントス(底生生物)の変化」、「有用二枚貝の減少」、「ノリ養殖の問題」及び「魚類等の変化」の 4 項目を取り上げることとした。また、これらの変化に着目し、有明海・八代海について、問題点及び問題点に関連する可能性が指摘されている原因・要因を連関図として示した(図 3-1)。さらに、有明海・八代海等における環境の保全・再生及び水産資源の回復等の観点から、再生目標を達成するための「再生方策」を整理した(表 3-1)。これらを踏まえ、当該海域等の再生に向けて、関係省庁・関係県により様々な調査や対策等の事業が実施されているところである。これ以降で述べる再生方策等の実施状況等と課題の整理に当たっては、表 3-1 に示す方策について、図 3-1 の問題点と原因・要因との関連や、各事業等の関係を踏まえた上で、今般得られた主要な知見や特筆すべき知見等を記載するとともに、その課題について整理したものである。

※表 3-1 に掲げる、平成 28 年度委員会報告に記載された再生方策については、再生目標の順番を踏まえ、まず、再生方策のバックグラウンドとなる様々な環境の状況と変化について整理するため、「生物の生息環境の確保」とし、次に主要 4 項目である「ベントス(底生生物)の変化」、「有用二枚貝の減少」、「ノリ養殖の問題」、「魚類等の変化」の記載順とした

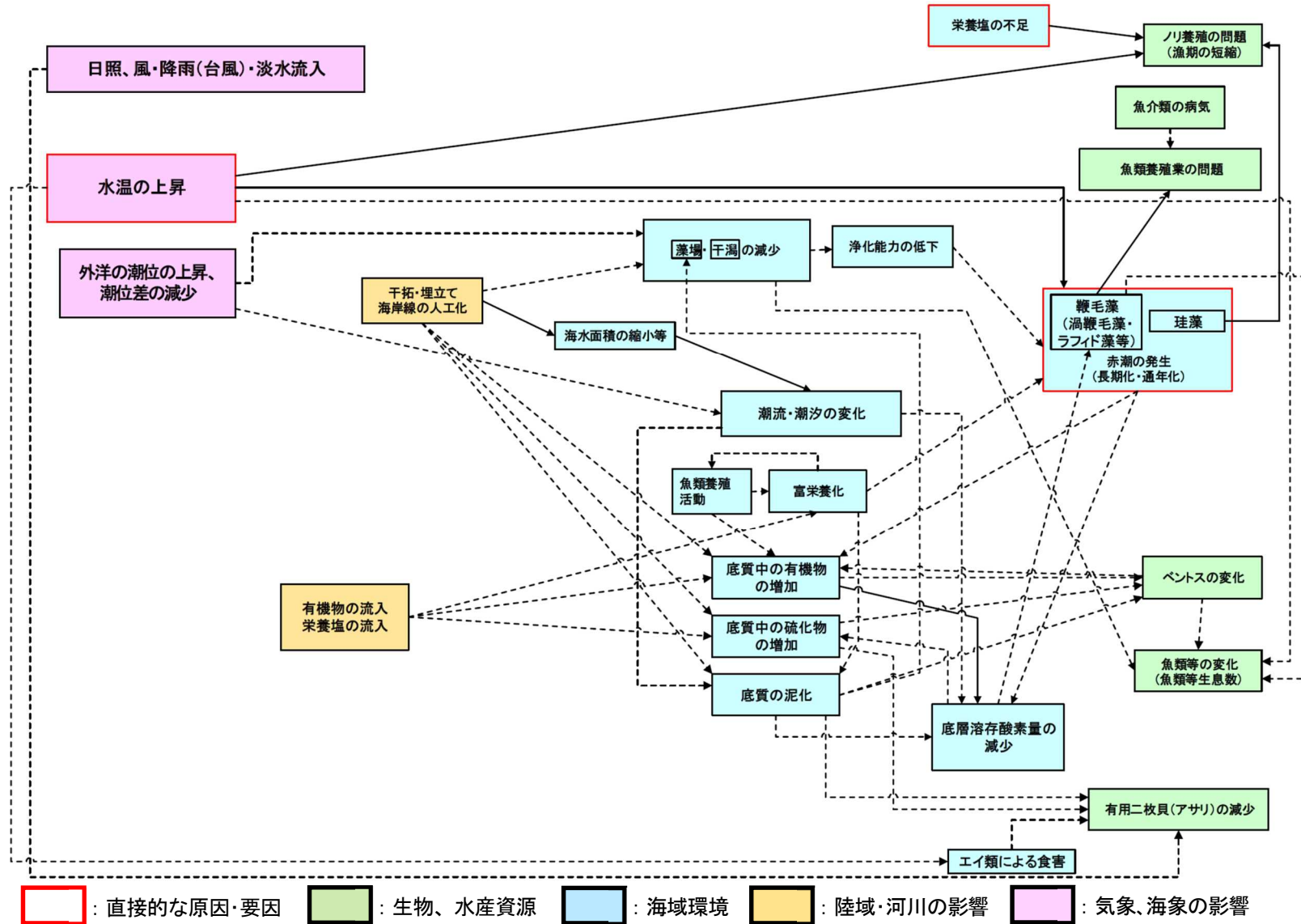
※3.1「生物の生息環境の確保」については、同様の記載順を原則としつつ、「底質の改善、河川からの土砂流入量の把握」、「藻場・干潟の分布状況等の把握、漂流・漂着・海底ごみ対策」及び「水質(貧酸素水塊の軽減対策、赤潮対策)」について、それぞれに関連する再生方策等の状況をまとめて記載



注) 本報告書において関連があることを確認したものを実線で、その他を点線で示した。なお、有明海の中で関連があることを確認した海域区分が一つでもあれば実線で示している。

図 3-1(1) 有明海における問題点と原因・要因との関連の可能性

出典：「有明海・八代海等総合調査評価委員会報告」(平成 29 年 3 月、有明海・八代海等総合調査評価委員会)



注)本報告書において関連があることを確認したものを実線で、その他を点線で示した。なお、八代海の中で関連があることを確認した海域区分が一つでもあれば実線で示している。

図 3-1(2) 八代海における問題点と原因・要因との関連の可能性

出典：「有明海・八代海等総合調査評価委員会報告」(平成 29 年 3 月、有明海・八代海等総合調査評価委員会)

表 3-1 平成 28 年度委員会報告に提示された有明海・八代海等の再生に向けた方策

対象種等	再生方策	有明海							八代海					橋本・牛深周辺海域					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5						
生物の生息環境の確保	<ul style="list-style-type: none"> 底質改善（覆砂、海底耕耘、浚渫、作濡等）の実施、河川からの土砂流入量の把握、適切な土砂管理、ダム堆砂及び河道掘削土砂の海域への還元の検討等 水質浄化機能を有し、生物の生息・再生産の場となる藻場・干潟（なぎさ線を含む）・カキ礁の分布状況等の把握及びその保全・再生 漂流・漂着・海底ごみ対策の推進 事業の計画・実施時における流況や藻場・干潟等への適切な配慮 	有明海・八代海等にかかる「全体方策」※																	
ベントス（底生生物）の変化	<ul style="list-style-type: none"> ベントス群集・底質の継続的なモニタリングの実施 ベントス群集の変化・変動要因の解析調査の実施 	有明海・八代海等にかかる「全体方策」※																	
有用二枚貝の減少	<ul style="list-style-type: none"> 種苗生産・育成等の増養殖技術の確立、人工種苗の量産化、種苗放流・移植の推進 エイ類等の食害生物の駆除・食害防止策の実施 	有明海・八代海等にかかる「全体方策」※																	
タイラギ	<ul style="list-style-type: none"> 広域的な母貝集団ネットワークの形成（浮遊幼生の移動ルート及び稚貝の着底場所の把握、母貝生息適地の保全・再生、母貝生息適地への稚貝放流・移植 等） 資源の回復期における資源管理方法（例えば、採捕の制限、保護区の設定等を含む）の早急な確立、実施 泥化対策等の底質改善（覆砂、海底耕耘、浚渫、作濡等）の実施 																		
	<ul style="list-style-type: none"> 立ち枯れへい死の原因・要因の解明 資源の減少要因の解明 																		
	<ul style="list-style-type: none"> 貧酸素水塊の軽減対策（汚濁負荷量の削減、水質浄化機能を有する二枚貝の生息環境の保全・再生（例：カキ礁再生のための実証事業）、成層化緩和等のための流況改善の検討、貧酸素水塊の発生状況モニタリングの継続実施、水質環境基準に追加された底層溶存酸素量の適切な類型指定） 																		
	<ul style="list-style-type: none"> 母貝生息適地の保全・再生 泥化対策等の底質改善（覆砂、海底耕耘、浚渫、作濡等）、採苗器の設置等 資源の回復期における資源管理方法（例えば、採捕の制限、保護区の設定等を含む）の早急な確立、実施 																		
サルボウ	<ul style="list-style-type: none"> 貧酸素水塊の軽減対策（汚濁負荷量の削減、水質浄化機能を有する二枚貝の生息環境の保全・再生（例：カキ礁再生のための実証事業）、成層化緩和等のための流況改善の検討、貧酸素水塊の発生状況モニタリングの継続実施、水質環境基準に追加された底層溶存酸素量の適切な類型指定） 																		
アサリ	<ul style="list-style-type: none"> 母貝生息適地の保全・再生 泥化対策等の底質改善（覆砂、海底耕耘、浚渫、作濡等）、採苗器の設置等 資源の回復期における資源管理方法（例えば、採捕の制限、保護区の設定等を含む）の早急な確立、実施 																		
ノリ養殖の問題	<ul style="list-style-type: none"> 珪藻赤潮発生の予察、発生機構の明確化 適切な漁場利用（減柵を含む）による漁場環境の改善 酸処理剤等に由来する栄養塩、有機酸の挙動に関する調査・研究 環境負荷の軽減に配慮したノリ養殖技術の確立 水温上昇等に対応したノリ養殖技術（高水温耐性品種等）の開発 	有明海・八代海等にかかる「全体方策」※																	
魚類等の変化	<ul style="list-style-type: none"> 新規加入量、漁獲努力量等を含めた資源量動向のモニタリングの実施 種苗生産等の増養殖技術の確立、広域的な連携も含めた種苗放流の推進 藻場・干潟の分布状況等の把握及び保全・再生 貧酸素水塊の軽減対策（詳細は上述の「タイラギ」「サルボウ」の対策を参照） 	有明海・八代海等にかかる「全体方策」※																	
	<ul style="list-style-type: none"> 赤潮モニタリング体制の強化、有害赤潮の発生予察の推進等による赤潮被害の回避 情報網の整備、防除技術に関する研究の推進等による赤潮被害の軽減 赤潮の発生、増殖及び移動に係る各種原因・要因の解明 環境収容力及び歩留まり率を考慮した生産の検討、給餌等に伴う発生負荷の抑制等 																		

注) ■ は個別海域毎の再生方策であり、■ は有明海・八代海等の海域全体または多くの海域に共通する再生方策である。
 (※「全体方策」が該当しない海域も一部ある(ノリ養殖が実施されていない海域等)。)

なお、関係省庁・関係県が主体の事業等が多数進められているが、これら事業等の全体像や、各事業等が再生目標のどの部分に対応しているのか等を分かりやすく示すため、有明海・八代海における問題点とその原因・要因との関連の可能性を示した連関図(図3-1)と主な事業等との関係を、図3-2として整理した。

図3-1は、平成28年度時点での知見に基づき、分かりやすさを優先して作成されたものであり、これまでに得られた知見や、各々の関係の影響の大小、いまだ明らかになっていない事象等、今後の調査研究を踏まえ、更なる精査や深化が求められる。表3-1に示された方策等には、今般、実施状況等が報告されていないものもあるが、これらの実施状況等については令和8年度の委員会報告での取りまとめを予定している。

また、平成28年度委員会報告において具体的な言及はないものの、令和8年度の委員会報告に向けては、当該海域の多様な生物の生息環境の確保を図る上では、海域に生息する生物のみならず、森・里・川・海といった流域を意識した生態系のつながりや、渡り鳥をはじめとする他の地域と往来する生物の観点も重要である。

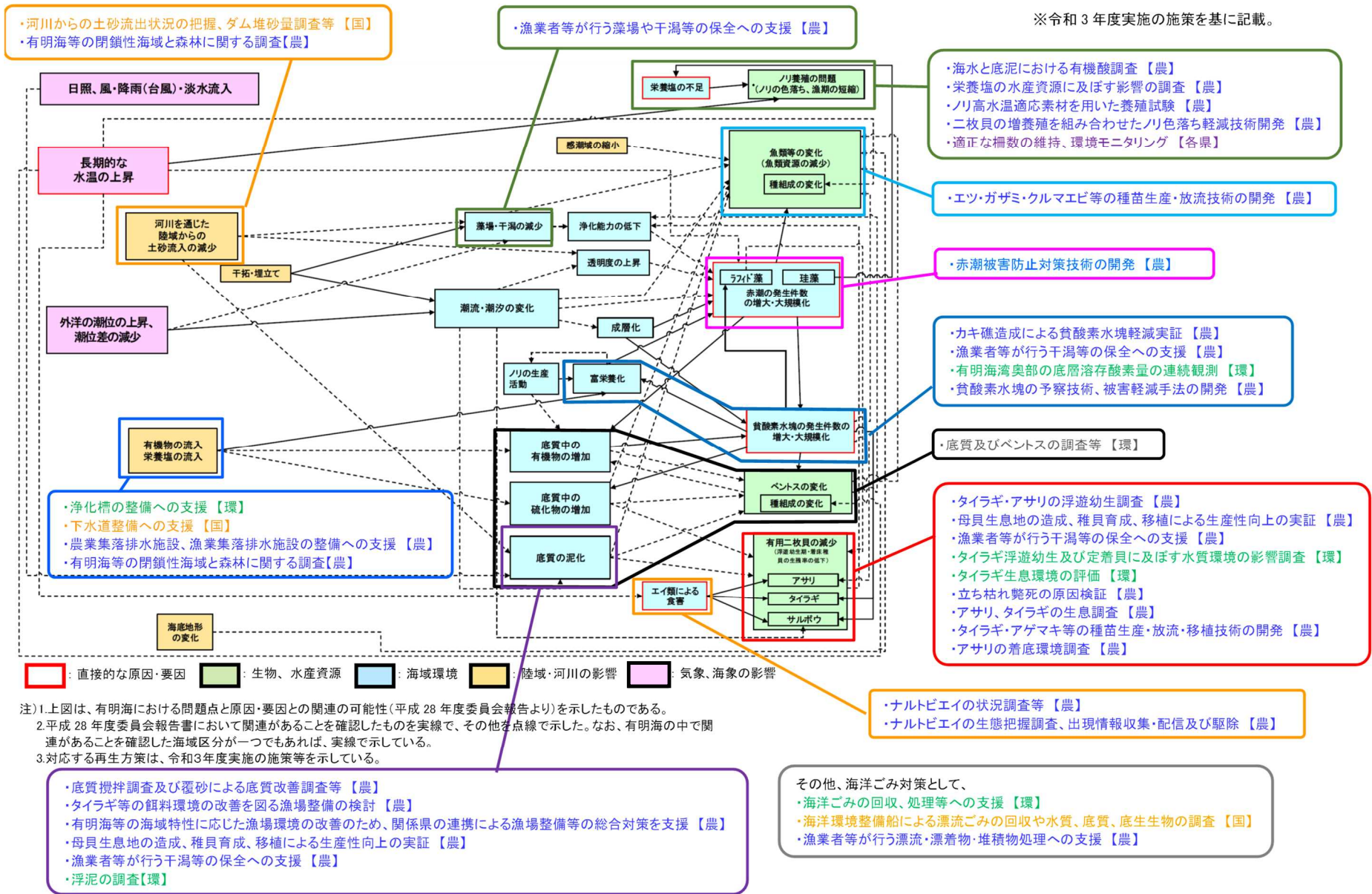
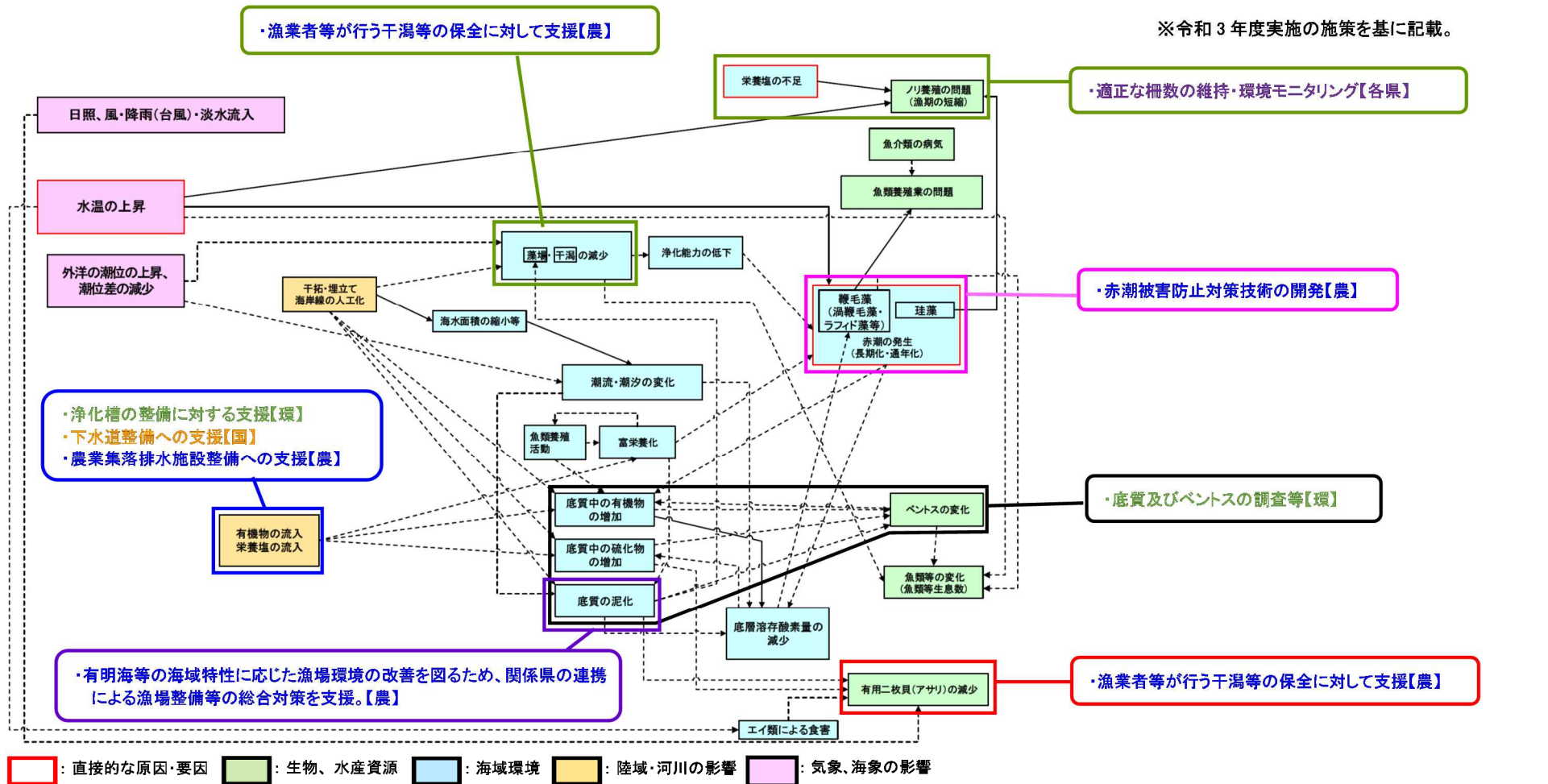


図3-2(1) 有明海における問題点と原因・要因との関連の可能性と各事業等との関係



注) 1. 上図は、八代海における問題点と原因・要因との関連の可能性(平成28年度委員会報告より)を示したものである。
 2. 平成28年度委員会報告書において関連があることを確認したものを実線で、その他を点線で示した。なお、八代海の中で関連があることを確認した海域区分が一つでもあれば、実線で示している。
 3. 対応する再生方策は、令和3年度実施の施策等を示している。

その他、海洋ごみ対策として

- ・漁業者等が行う漂流・漂着物・堆積物処理に対して支援【農】
- ・海洋ごみの回収、処理等に対する支援【環】
- ・海洋環境整備船による漂流ごみの回収や水質、底質、底生生物の調査【国】

図3-2(2) 八代海における問題点と原因・要因との関連の可能性と各事業等との関係

3.1 生物の生息環境の確保

3.1.1 底質の改善、河川からの土砂流入量の把握

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

有明海・八代海の底質については、限られた近年のデータからは海域全体として単調な変化傾向(泥化、有機物又は硫化物の増加等)はみられなかったが、一部の海域では場所により一定期間泥化傾向を示した地点もみられており、有用二枚貝等の水生生物の保全・再生のための重要な地点については、底質改善が有効な場合があると考えられる。

また、河川からの土砂流入の減少は、海域での底質の泥化の要因となる可能性がある。

<再生方策等の実施状況等と課題>

底質中の有機物・硫化物等に関する調査や、有明海の福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県海域では、覆砂等の底質改善の取組が実施されている(ケース 1.1、ケース 4.1)。泥土等が堆積している海域においては、覆土やしゅん濩による底質の改善が有効な場合もあるが、底質の改善は、局所的な対策となるため、有明海・八代海全体の生物生息環境の対策としては適用が難しいことに留意しつつ進める必要がある。

底質調査結果により、2019(令和元)年 8 月の前線に伴う大雨の後、湾奥部の底質の COD 濃度が上昇し、長期に渡りその状況が継続していることが判明しており、大雨による底質への影響が示唆された。

河川からの土砂流出状況については、近年、大雨が頻発し、土砂流入にも影響していると考えられることから、筑後川流域を対象に、2017(平成 29)年 7 月の九州北部豪雨における土砂の発生状況等の調査が実施された。筑後川右岸流域の斜面の崩壊により、大量の土砂が河川へ流出したと推定された。また、筑後川中流域では平均河床高、最深河床高ともに上昇していることが確認された。今後、被災後の河道状況を注視し、定期横断測量及び定期的な河川材料調査を実施することにより、河道内の土砂堆積状況を確認する必要がある。また、流域の変化や、河川下流・海域への土砂(細粒分を含む)流出と底質や生物との関連性等について確認することも重要である。

海域と森林との関わりについては、菊池川流域を対象として、流出モデルを用いた水量、浮遊土砂量及び栄養塩量(窒素、リン)の解析が実施された(ケース 1.2)。森林の持つ水源涵養機能、土砂等の流出平準化機能・ストック機能等の観点から、引き続きの調査・検討が必要である。

3.1.2 藻場・干潟の分布状況等の把握、漂流・漂着・海底ごみ対策

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

有明海・八代海の沿岸域においては、生態系や生物多様性の基盤となり、水質浄化機能を有する藻場・干潟の面積が減少するとともに、漂流・漂着・海底ごみが藻場・干潟等の維持管理の妨げとなっている。

<再生方策等の実施状況等と課題>

2018(平成 30)年度及び 2019(令和元)年度に衛星画像解析手法を用いて有明海・八代海の藻場・干潟面積の調査が実施された。この調査結果によると、有明海においては藻場が 1,456.8ha、干潟が 18,799.3ha、八代海においては藻場が 2,385.0ha、干潟が 4,992.4haであった。今後とも、衛星画像解析手法等の最新技術を用いた定期的な藻場・干潟の分布状況の把握と要因分析が必要である。

藻場・干潟の保全等の取組として、水産多面的機能発揮対策事業等を活用し、漁業者や地域住民等により、アマモの移植や耕うん等が実施されている。今後も、藻場・干潟の保全等の取組及びその支援を引き続き進める必要がある。

国、地方公共団体、関係者が連携し、流木等の海洋ごみの回収・処理等が行われている(ケース 2.1)。漂流物の発生量は、その年の豪雨等の有無の影響を受けるため、今後、気候変動により豪雨の頻度が上がる可能性があることに留意しつつ、生物の生息環境を含めた海洋環境の保全、港湾・漁港・海岸保全施設の適正な管理、航行船舶の安全確保のため、引き続き連携した取組が必要である。

3.1.3 水質(貧酸素水塊の軽減対策、赤潮対策)

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

有明海の湾奥部や諫早湾では、夏期に貧酸素水塊が発生しているが、その発生・消滅メカニズムは明らかとなっていない。

有明海では夏期に *Chattonella* 属赤潮が発生しており、天然魚類のへい死等が発生している。2009(平成 21)年夏期には、有明海湾奥部で発生した赤潮が橘湾に移流し、養殖魚のへい死を生じさせている。

八代海の魚類養殖はブリ類及びタイ類が 90%以上を占めており、生産量は 1990 年代中頃以降は横ばいで推移しているが、年度によって減産がみられる。安定生産の阻害要因として、*Chattonella* 属や *Cochlodinium* 属等の赤潮の発生があり、その発生頻度・規模は 2003(平成 15)年から 2010(平成 22)年まで急激に拡大した。

<再生方策等の実施状況等と課題>

有明海湾奥部や諫早湾では、貧酸素水塊の発生状況について、夏期に底層溶存酸素量の連続観測等のモニタリングや発生メカニズムの推定が実施されている(ケース 3.1)。有明海湾奥部の干潟縁辺域とその沖合域で貧酸素の変動の様相が異なること、潮流振幅と貧酸素水塊の累積時間に関係があることが示唆された。ただし、底層溶存酸素の変動は、河川からの淡水供給、干潟縁辺域における密度成層の形成、潮流振幅の変化等が影響しており、貧酸素化のプロセスは完全には説明できていないため、継続的なモニタリングと定量的な評価(潮流振幅に連動した要因解明含む)が必要である。

有明海・八代海での *Chattonella* 属や *Cochlodinium* 属による赤潮発生予察が行われている(ケース 3.2)。2013(平成 25)年～2017(平成 29)年の有明海奥部及び諫早湾において、

Chattonella 属(鞭毛藻)と珪藻類の出現特性の把握が行われた結果、有明海の *Chattonella* 属は珪藻類との生物学的な種間競合関係が認められた。現地実測データが蓄積されていることから、数値モデル等を活用しつつ、赤潮発生予測技術の高度化に向けた調査研究を進める必要がある。

八代海では、養殖漁業の漁場付近で 100~1,000 cells/ml の *Chattonella* 属が出現した場合に漁業被害が生じる傾向がみられること、2018(平成 30)年には *Chattonella* 属赤潮が中南部で低密度、北部では高密度で発生したが、栄養塩濃度は中南部で低濃度、北部では高濃度で推移しており、栄養塩濃度の分布が本種赤潮の発生に影響を及ぼすことが示唆されていることから、赤潮が発生する要因の解析を進め、発生機構の明確化と発生予測技術の開発が必要である。さらに、より高精度の赤潮発生予測のため、両海域の双方向からの赤潮の移入状況を把握することも必要である。

一般的に、海域の富栄養化は貧酸素水塊や赤潮の発生につながるが、有明海・八代海における近年の貧酸素や赤潮の発生と負荷量変動との間に明瞭な関係性はみられない。一方で、予防的措置の観点から、有明海・八代海では下水道の整備、農業・漁業集落排水施設の整備、浄化槽の整備等による汚濁負荷削減対策が取られている。有明海・八代海での汚濁負荷量は、平成 28 年度以降横ばいか減少傾向となっており、引き続き対策を進める必要がある。

3.2 ベントスの変化

3.2.1 ベントス群集・底質の継続的なモニタリング

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

ベントスについては、近年の限られた期間の調査データからは、その変動傾向等の明確な特定には至らなかった。

<再生方策等の実施状況等と課題>

各海域において、ベントス群集(種類数、個体数等)及び底質の継続的なモニタリングが実施された。その結果によると、有明海の 2005(平成 17)年度から 2020(令和 2)年度までのベントスの種類数は、湾央部から湾口部寄りが多い傾向がみられ、経年的には A2~A7 海域では変動幅が大きく、A1 海域では低位で推移している。個体数は湾奥部寄りが多く、近年は A2 海域及び A3 海域で日和見種や有機汚濁耐性種等による大きな変動がみられている。個体数の変動解析によると、4 地点で減少傾向にあり、このうち 3 地点で環形動物門と節足動物門の減少傾向が共通しているものの、その他の動物門については明確な傾向はみられなかった。

八代海の種類数・個体数は、湾奥部や湾口部寄りが多く、調査時期による変動は有明海に比べて小さいものと考えられる。種類数は全体的に概ね横ばいで推移しているが、Y4 海域と Y5 海域では変動幅の大きい地点もみられた。個体数では、湾奥部で 2000(平成 12)年代にホトギスガイによって高い値となった。個体数の変動解析結果によると、3 地点で減

少傾向にあり、この3地点全てで環形動物門の減少傾向が共通してみられたが、その他の動物門については明確な傾向はみられなかった。

ベントス群集の種組成や個体数の顕著な変化がみられる場合、生物豊かな水環境や持続可能性が損なわれている可能性があることから、今後もベントス群集及び底質について、様々な研究機関が有するデータ等も共有しつつ、継続的なモニタリングを実施することが必要である。

3.2.2 ベントス群集の変化・変動要因の解析

<平成28年度委員会報告による問題点等>

ベントスについては、海域によって種組成や個体数の顕著な変化や日和見的で短命な有機汚濁耐性種が多く見られたが、その変動要因等の明確な特定には至らなかった。

<再生方策等の実施状況等と課題>

2005(平成17)年頃～2018(平成30)年度におけるベントス群集と底質との関連性を解析した結果、ベントス指標種の個体数が一時的に大きく増加した場合において、底質も変化していた可能性が示唆されたものの、その後、このベントス指標種の個体数は例年並みの個体数で推移するなど、一時的な現象である可能性が高く、ベントス群集の変化・変動と底質との明確な関係性は認められなかった(ケース5.1)。また、ベントスの個体数には変化がみられなくても、その出現種の構成が変化している可能性があることから、種組成に着目した検討が必要である。さらには、ベントス群集は季節的な変化が大きいことから、季節特性を考慮した解析を進めるとともに、底質以外の要因である貧酸素化、長期的な水温上昇等との関連性についても解析を進める必要がある。

また、平成28年度委員会報告では、2006(平成18)年のベントス個体数は、1989(平成元)年の個体数に比べて減少したことが報告されているが、二つの時期を切り取った断片的な情報であることから、今後、2005(平成17)年以前のベントスデータ等を用いて長期的な変動解析を実施することが必要である。

3.3 有用二枚貝の減少

3.3.1 タイラギの生息状況や浮遊幼生の出現状況

<平成28年度委員会報告による問題点等>

2012(平成24)年以降にタイラギの資源量の低下傾向が顕著になっており、その要因として、着底後、翌年に発生する「立ち枯れへい死」と呼ばれる原因不明の大量死や、貧酸素水塊の影響が推定されている。また、タイラギの浮遊幼生や着底稚貝の量が2012(平成24)年以降低位で推移していると類推される。

<再生方策等の実施状況等と課題>

タイラギの稚貝・成貝の生息調査等によれば、A2 海域では、2000(平成 12)年以降、タイラギの着底稚貝は認められるものの、着底後の立ち枯れへい死による減耗(数ヶ月程度で資源量の 50~100%が死滅)が問題となっており、2011(平成 23)年以降は資源量の急減により、2012(平成 24)年から 2020(令和 2)年にかけて 9 年連続の休漁となっている。A3 海域でも、2010(平成 22)年以降稚貝・成貝の出現が低迷している。

2015(平成 27)~2018(平成 30)年にかけて実施された広域的なタイラギの浮遊幼生調査等によれば、タイラギ浮遊幼生は、有明海湾奥部や中央東部で多く出現する傾向にあったが、出現密度は 2015(平成 27)~2018(平成 30)年のように増加の兆しは見られるものの、2012(平成 24)年以前と比較すると、全体的に低位で横ばいであると考えられる。また、浮遊幼生の出現がピークとなる時期は、年により変動が大きいことが推察される。2008(平成 20)年以降の諫早湾(A6 海域)におけるタイラギ浮遊幼生の出現状況によると、2008(平成 20)年及び 2010(平成 22)年に 120 個体/m³程度の出現があったが、2012(平成 24)年以降では大部分の年度で 10 個体/m³以下の出現が続いている。なお、タイラギ浮遊幼生の出現状況については、調査で確認される浮遊幼生の密度が低い非検出地点が多く、浮遊幼生のソースとなる親貝の分布状況把握や着底直前の浮遊幼生の動態把握が不十分である。今後も資源の現状を把握するため、浮遊幼生調査を引き続き行うことが必要である。また、主要なタイラギ生息域のみならず、有明海中部・南部も含め、浮遊幼生のソースとなる親貝の分布についても調査を行うとともに、数値モデル等を用いたタイラギ浮遊幼生の移流拡散の実態把握についても検討が必要である。

3.3.2 タイラギの立ち枯れへい死の原因解明

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

タイラギは資源量が減少し、2012(平成 24)年から休漁状態が続いている。また、タイラギの立ち枯れへい死と呼ばれる原因不明の大量死が 2000(平成 12)年以降問題となっている。

<再生方策等の実施状況等と課題>

移植によるタイラギ減耗要因解明試験、タイラギに影響を及ぼす可能性が考えられる浮泥の調査等が実施されている(ケース 6.1、ケース 6.2、ケース 6.3)。タイラギの立ち枯れへい死の多くは春期から秋期にかけて発生し、貧酸素水塊、基礎生産力(特に浮遊珪藻)の低下による餌不足、濁りによる摂食障害、硫化水素などの底質中の有害物質、ウイルスの影響などの懸念が示されているが、原因の特定には至っていない。同一地点における異なる器材・手法による移植試験間の結果を比較すると、浮泥層厚と餌料環境との関係が示唆されるとともに、海底から 1m 程度切り離すことで立ち枯れへい死が見られなくなったことから、海底近傍の環境が立ち枯れへい死に影響する可能性が考えられた。引き続きその原因解明に向けた現地調査及び室内実験等による検証が必要である。

3.3.3 タイラギ母貝団地の造成と移植、種苗生産等の増養殖技術と種苗放流・移植

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

タイラギの親貝資源の減少によって、浮遊幼生の発生量と着底稚貝が減少し、資源の再生産に大きな支障が生じている可能性が示唆された。

<再生方策等の実施状況等と課題>

資源の状態が低位で推移するなか、浮遊幼生発生量を確保するため、タイラギの母貝団地の造成、稚貝育成・移植等が実施された(ケース 7.1)。有明海沿岸 4 県では、福岡県は海中育成ネット、佐賀県は直植え、長崎県は直植え・垂下式、熊本県は垂下式など、その地先の海域特性に合致した方式で、母貝団地の造成や移植が行われている。

佐賀県沖合の天然稚貝の一部を母貝団地に移植したが、移植後は様々な食害生物や環境要因の変化に伴うストレスを受けて減耗していく場合が多かった。このため、母貝団地へ移植したタイラギの生残率を高めるため、エイ類等の食害防止策、低塩分や貧酸素等のへい死リスクを踏まえ、数値モデル等を活用した適地選定、生息に適した底質の改善、広域的な浮遊幼生供給ネットワークの形成に向けた母貝団地の造成場所や方法に関する評価等を継続的に実施する必要がある。

母貝団地造成に必要となる天然稚貝の発生量低下を補うため、タイラギの種苗生産・放流・移植技術の開発等が実施された。タイラギの人工種苗生産として、シャワー式の飼育装置と連結水槽方式を組み合わせた技術開発が進められ、2014(平成26)年に改良型の飼育装置を用いて初めて有明海産着底稚貝の大量生産に成功し、基礎的な種苗生産技術が確立された。その後、福岡県、佐賀県、長崎県では着底稚貝の安定的な量産に向けた取組が行われているが、大量死の発生や水質変化等を要因として、浮遊幼生が突然摂餌を停止するなどの問題も発生しやすいことから、今後も技術開発を続ける必要がある。

生産されたタイラギ人工種苗を母貝として移植するためには、リスクの低い海域で効率的な中間育成(着底稚貝から移植可能な 5cm 以上の稚貝にする方法)を行うことが効果的であるため、複数機関が連携した取組が必要である。

3.3.4 アサリ浮遊幼生の出現状況

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

2008(平成 20)年以降、アサリ漁獲量が低迷しており、秋期に発生したアサリの浮遊幼生や着底稚貝の減少による再生産の縮小が大きく影響しているとの指摘がある。

<再生方策等の実施状況等と課題>

2015(平成 27)～2018(平成 30)年にかけて、広域的なアサリの浮遊幼生調査及びアサリ浮遊幼生の挙動を推定するシミュレーションモデルの構築等が実施された(ケース 8.1)。アサリ浮遊幼生は、春期、秋期ともに有明海全域で確認され、特に、有明海湾奥部の福岡県沖、有明海中央東部の熊本県沖が多かった。浮遊幼生の出現個体数は、地点間及び年

度・季節による変動が大きいですが、2017(平成 29)年は春期、秋期ともに浮遊幼生の出現個体数が多かった。浮遊期間中のアサリの生残率などは考慮されていないものの、数値モデルによる評価の結果、有明海では広域的なアサリの浮遊幼生供給関係(浮遊幼生ネットワーク)があることが推定された。今後、アサリ浮遊幼生のシミュレーション結果も活用し、資源の再生に向けて有効と判断される適地において母貝団地の造成等を行うことが重要である。

3.3.5 アサリの資源再生、母貝生息適地の保全・再生

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

アサリの浮遊幼生や着底稚貝の量が過去と比較して 2008(平成 20)年以降低位で推移していると類推される。このような状況の中で、アサリ資源の持続的な利用を進めるために確保すべき資源量等の知見が得られていないことが課題の一つとして挙げられている。

<再生方策等の実施状況等と課題>

資源の状態が低位で推移するなか、浮遊幼生発生量を確保するためのアサリの母貝団地の造成、稚貝育成・移植等が実施された(ケース 9.1、ケース 9.2、ケース 9.3)。各県のアサリ漁場及びその近傍において、移植放流や、被覆網・基質入り網袋の設置等、資源再生・生産性向上に向けた取組が行われており、産卵可能なサイズの成貝を高い生残率で育成する技術が開発されている。

今後は、上記に加え、広域的な再生産サイクルの形成に向け、安定的な再生産サイクル形成に必要な産卵母貝量の把握や、母貝の育成、稚貝の育成・移植等における技術的課題に係る技術開発や実証事業などに取り組むとともに、これらの取組の有効性、効率性の向上につながる技術等について、引き続き検討する必要がある。

3.3.6 エイ類等の食害生物の駆除・食害防止策

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

有用二枚貝の漁獲量が減少しており、その要因の一つとしてエイ類等による食害が挙げられる。

<再生方策等の実施状況等と課題>

ナルトビエイの来遊量及び摂餌量の調査、生態把握調査、駆除・食害防止策等が実施された(ケース 11.1)。有明海においては、2001(平成 13)年以降ナルトビエイの駆除事業が実施されており、胃内容物組成と量等の調査が実施されている。胃内容物組成からは、アサリ、サルボウ、タイラギなどの有用二枚貝に一定の被害を及ぼしていることが確認できたが、資源量が減少しているタイラギが胃内容物中に確認されたのはごくまれであった。このほか、多くのアサリ漁場等でもエイ類による摂餌食害痕が多数認められ、これらは被覆網を施すことで生存率の向上が認められることが知られている。

一方で、タイラギの移植試験により、エイ類の食害防止に有効な被覆網においても、イシ

ガニ、ガザミ、イイダコ、マダコ、アカニシ等の小型捕食者による捕食も確認されている(ケース 11.2)。小型捕食者を含めたエイ類等による食害は、資源の状態が低位にある近年のタイラギ減少要因の一つとして考えられ、引き続きその影響等について、調査等によって定量的に解明していく必要がある。

ナルトビエイは近年、生態的知見が蓄積され、希少性の高い種であることも明らかとなり、二枚貝類漁獲量への影響を明らかにするための捕食・被食関係を含め、引き続き、ナルトビエイの生態について科学的知見を充実する必要がある。

3.4 ノリ養殖の問題

3.4.1 ノリの色落ち

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

有明海のノリ養殖については、2000 年代中頃以降、比較的高い水準で推移しているが、年度によって生産量の増減がみられる。その要因の一つとして、ノリの色落ちが挙げられる。

<再生方策等の実施状況等と課題>

ノリ漁期における栄養塩のモニタリング調査、赤潮の発生状況調査、赤潮被害防止対策技術の開発等が実施された。赤潮発生には、*E. zodiacus* については光環境の改善、*Skeletonema* spp.については水塊の鉛直混合や低水温、高栄養塩濃度など、*A. karianus* については、海水交換の低い海域において、水温の低下と水柱の透過光量の増加が重要であることが示されている。ノリの色落ちのメカニズムについて、これら珪藻類の増殖に伴う海水中の栄養塩濃度の低下が大きな影響を及ぼしているものと考えられているが、その詳細は明らかになっていない。こうした中、一部の海域では下水処理施設における季節別運転管理により、冬期に下水放流水に含まれる栄養塩類濃度を増加させる取組が行われている。

一方、ノリの色落ち原因となる赤潮の発生及び増殖の予察技術の開発が必要である。*Eucampia zodiacus* による赤潮については、色落ち被害の発生頻度が特に高いため、発生要因の解析を進め、発生機構の明確化と発生予察技術の開発が必要である。なお、本種赤潮はノリ漁期終盤に発生することから、ノリ生産の継続・終了の判断材料として、赤潮終息の予察技術についても検討が必要である。*Skeletonema* 属は、形態形質による種判別は困難であるが、分子形質による種判別技術が開発されてきていることから、季節や海域毎の赤潮構成種を判別し、種の特性に応じた検討を進める必要がある。

3.4.2 環境負荷の軽減に配慮したノリ養殖技術の確立

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

持続性の高いノリ養殖のため、適切な漁場利用による漁場環境の改善、有機酸や栄養塩の挙動について調査研究を行うとともに、環境負荷の軽減に配慮したノリ養殖技術の確立が求められている。

<再生方策等の実施状況等と課題>

二枚貝等の増養殖を組み合わせたノリ色落ち軽減技術の開発のため、ノリ養殖施設周辺において、珪藻類を摂餌する二枚貝を養殖することで、環境負荷の少ない手法でノリ色落ちの軽減を図る実証試験が行われている(ケース 12.1)。これまでのカキ類を含む二枚貝等生物の機能を活用した珪藻発生の抑制、栄養塩回帰効能の向上等によるノリ色落ち軽減技術の開発により、二枚貝による色落ち原因プランクトンの除去量とノリの品質向上効果との関係性が認められるものの、実海域における色落ち被害を有効に抑制するためには膨大な二枚貝が必要との試算となっていることから、さらに定量的な評価を行う必要がある。

3.4.3 水温上昇等に対応したノリ養殖技術の開発

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

安定したノリ養殖の生産を阻害する要因として、秋期水温上昇や栄養塩の早期の枯渇による漁期の短縮等が挙げられ、生産や養殖経営の不安定化のリスクが高まっている。

<再生方策等の実施状況等と課題>

水温上昇等に対応したノリ養殖技術の開発、適切な漁場利用によるノリ漁場環境の改善等が実施された(ケース 13.1)。高水温耐性のある新たなノリ品種の選抜が行われ、高水温でも形態変化が少なく生長が良好な株が選抜されている。気候変動に伴う影響を軽減するための適応策として、水温上昇等に対応したノリ養殖技術(高水温耐性品種、広水温耐性品種、耐病性品種、低栄養塩耐性品種の開発等)の開発が必要である。

3.5 魚類等の変化

3.5.1 魚類漁獲量等の状況

<平成 28 年度委員会報告による問題点等>

有明海の漁獲量は減少傾向にある。また、魚類資源に関する研究が少なく、特に漁獲努力量等の資源評価を行うための長期的かつ基礎的データの蓄積が不十分である。

八代海の漁獲量は、熊本県では減少、鹿児島県では増加傾向にあり、八代海全体でもわずかに増加傾向にある。また、魚類資源に関する研究が少なく、特に漁獲努力量等の資源評価を行うための長期的かつ基礎的データの蓄積が不十分である。

<再生方策等の実施状況等と課題>

有明海の魚類漁獲量は 1987(昭和 62)年をピークに減少傾向にあり、これは底生魚類の減少程度が大きいことによるものと考えられるが、平成 28 年度委員会報告では、溶存酸素の影響、餌料生物の影響等を初期減耗の要因として挙げていたものの、その後の知見の更新はなされていないことから、有明海の主要魚種の資源動向及びその変動要因につい

ての知見の収集及び研究が必要である。

有明海は、近年、豊富な高次捕食者から成る生態系構造であることや、特にサメ・エイ類にとって世界有数の繁殖・成育場となっていることが明らかにされつつあるが、高次捕食者が生態系構造に与える影響や繁殖・成育場としての環境条件等は未解明であり、生態系全体の構造や機能について今後研究を進める必要がある。

八代海では、魚類資源の動向を評価するに十分な情報がなく、魚類の分布や生息状況に関する知見も少ない。2020(令和 2)年までの調査では奥部で 85 種が確認されているが、海域ごとの環境と魚類の出現状況の特徴は把握されていない状況である。また、八代海の魚類の漁獲にかかる種構成は有明海と異なっており、魚類生態系構造が大きく異なる可能性があることが示唆されている。

八代海の生態系構造に係る知見は乏しく、高次捕食者の出現は認められているものの、その種数や生態についての知見も未解明である。加えて、高次捕食者の餌となる可能性のある魚類の食性も調査されていないため、サメ・エイ類をはじめとした魚類の生息状況や生態、各種魚類の生態系の構造や機能に及ぼす影響等について研究を継続する必要がある。

第4章 再生方策に共通する今後の課題

本章では、前章での有明海・八代海等における再生方策等の実施状況等と課題の整理結果を踏まえ、今後、適切かつ効果的な再生方策等を進めるための共通する課題を整理した。

4.1 データの蓄積等科学的知見の充実

有明海・八代海等の長期的な変化を把握するため、以下の項目について関係機関及び関係者によるモニタリング調査等を実施・継続し、必要な場合には拡充することにより、基礎的なデータの蓄積を図っていくことが必要である。

○環境データ等の蓄積

- ・流域を含む窒素、りん等の物質循環(底質からの溶出等含む)の挙動の解明
- ・河川流域からの土砂等の流入物質の輸送・堆積過程(海底床高さ等)の解明
- ・潮汐・潮流等の流況の変化が生態系等に及ぼす影響の解明
- ・水質・底質の現状と変化及び項目間の関係性や時間的・空間的観点からの解析・評価
- ・貧酸素水塊の発生・消滅機構の把握
- ・藻場・干潟における生態系の機能(炭素貯留機能を含む)の解明
- ・海洋ごみの実態把握
- ・赤潮の発生と増殖に係る各種要因の解明

○ベントス群集(種組成、個体数、湿重量)の状況

- 有用二枚貝、魚類等の資源量、漁獲量等(基礎生産との関係を含む)
- 有用二枚貝の浮遊幼生や着底稚貝の分布状況
- 魚類等の再生産や生息の場の分布状況 等

また、環境変化のメカニズムや要因等の解明につながるデータの分析・解析に取り組むことが必要であり、環境変化の状況や相互作用等の事象を再現できる数値モデルの有効活用等、最新の知見を踏まえて、問題点の原因・要因の解析・解明や効果的かつ有効な取組の検討等に役立てていくことが重要である。その際、海域に生息する生物のみならず、流域を意識した生態系のつながりや渡り鳥をはじめとする他の地域と往来する生物にも着目した、自然環境や生態系のメカニズムの解明に係る視点も踏まえて取り組むことが必要である。

加えて、気候変動に伴う気温や水温の上昇傾向による海域環境や生物・生態系への長期的な影響や、マイクロプラスチックを含むプラスチックの海域への流出による懸念、近年多発化している豪雨やそれに伴う大規模出水等によるインパクトの大きい海域環境への影響等が生じていることを踏まえ、これらの長期的・短期的影響について調査・研究を推進することが重要である。

4.2 関係者による連携強化と情報の発信・共有の推進

再生方策の推進に当たっては、国や地方公共団体等の関係行政機関のみならず、有識者、教育・研究機関やNPO、漁業者、企業等の多様な主体が有機的に連携し、総合的かつ順応的に取り組んでいくこと、海域・地域を越えて関係者の連携や合意形成を図りつつ、有明海・八代海等の生物や水環境、再生方策等の取組状況等の情報のオープンデータ化に取り組み発信・共有を進めながら地域住民等への普及・啓発を充実させることが引き続き求められている。また、新たな知見を充実させるため、海域環境や水産資源等に係る調査研究能力を有する研究者を養成していくことが重要である。

4.3 再生目標と再生方策等との関連性の明確化と他事業等との連携強化

有明海・八代海等総合調査評価委員会においては、生物や水環境のモニタリング結果の確認を含め、前章(第3章)で掲げた再生目標の達成状況や再生方策の実施状況等を定期的に確認し、これも踏まえて有明海・八代海等の再生に係る評価を適切に実施することとする。

関係省庁・関係県が主体の事業等が多数進められているが、これら事業等の全体像や、各事業等が再生目標のどの部分に対応しているのか等を分かりやすく示すため、前章(第3章)では有明海・八代海における問題点とその原因・要因との関連の可能性を示した連関図と主な事業等との関係(図3-2)を踏まえた上で、再生方策等の実施状況等と課題を整理したところである。

今後とも、この図3-2に示された再生目標と各事業等の関係性などについて、その影響の大小も加味して、最新の知見とともに整理していくことが必要である。また、これを踏まえて、適切かつ効果的な事業等の推進と、他事業等との効果的な連携を強化しつつ、事業実施後に得られた科学的知見や、これを適切かつ科学的に評価した結果をフィードバックしていくことが重要である。

さらには、表3-1に示された再生方策のうち、これまで評価委員会に実施状況等が報告されていない再生方策についても取組を進めることとする。

また、近年、大きな動きとなっている脱炭素社会の実現や、気候変動の影響に対する様々な取組が、今後、当該地域においても加速していくことが予想される。関連する新たな動きについても、情報を収集するとともに、必要に応じ、連携・関連施策として整理していくことが求められる。

4.4 令和8年度委員会報告に向けた取組

平成28年度委員会報告では、再生目標について、当面の目標とする時期を概ね10年後としていることから、令和8年度に委員会報告を行う予定である。一方で、平成28年度委員会報告以降、有明海及び八代海等を取り巻く社会経済情勢等も大きく変化しており、また、気候変動に伴う気温や水温の上昇、豪雨やそれに伴う大規模出水等による影響も顕在化している状況である。令和8年度委員会報告に向けては、このような状況や情勢の変化を踏まえつつ、

本中間取りまとめにおいて整理された課題の解決に向けて取り組むことが求められる。このため、関連する調査研究を進め、平成 28 年度委員会報告に掲げられた再生目標の達成状況や再生方策の実施状況等の定期的な確認とともに、当該取組について検証し、これらも踏まえて有明海・八代海等の再生に係る評価を適切に実施することとする。