

第 4 章 総説編 問題点とその原因・要因の考察（案）

4.1 基本的な考え方

4.1.1. 第 4 章の基本的な考え方（詳細編 4.1.1）

- ・ 第4章では、平成 28 年度委員会報告で取り上げた「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」の主要4項目及び「生物の生息環境の確保」(以降、「主要 5 項目」)について、新たに得られた知見を中心に整理するとともに、これらの変化に対する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有明海及び八代海で取りまとめた。
- ・ 今回新たに、平成 28 年度委員会報告で示した連関図に対し、主要 5 項目に影響を与える原因・要因に着目し、各原因・要因がもたらす影響の程度やプロセスを示すことを目的として、「サブ連関図」を作成した。また、海域区分や季節による違いを見るため、平成 28 年度委員会報告において「個別海域ごとの再生方策」が掲げられた対象海域に注目し、海域ごとの主な問題とその原因・要因を整理した「要因整理表」を作成した。
- ・ なお、影響の程度は、定量的な把握が難しいことから、本報告書においては便宜的に、影響が複数年で確認される場合とそれ以外で分けることとした。また、これらサブ連関図の結果を基に、平成 28 年度委員会報告で示した連関図の更新を行った。

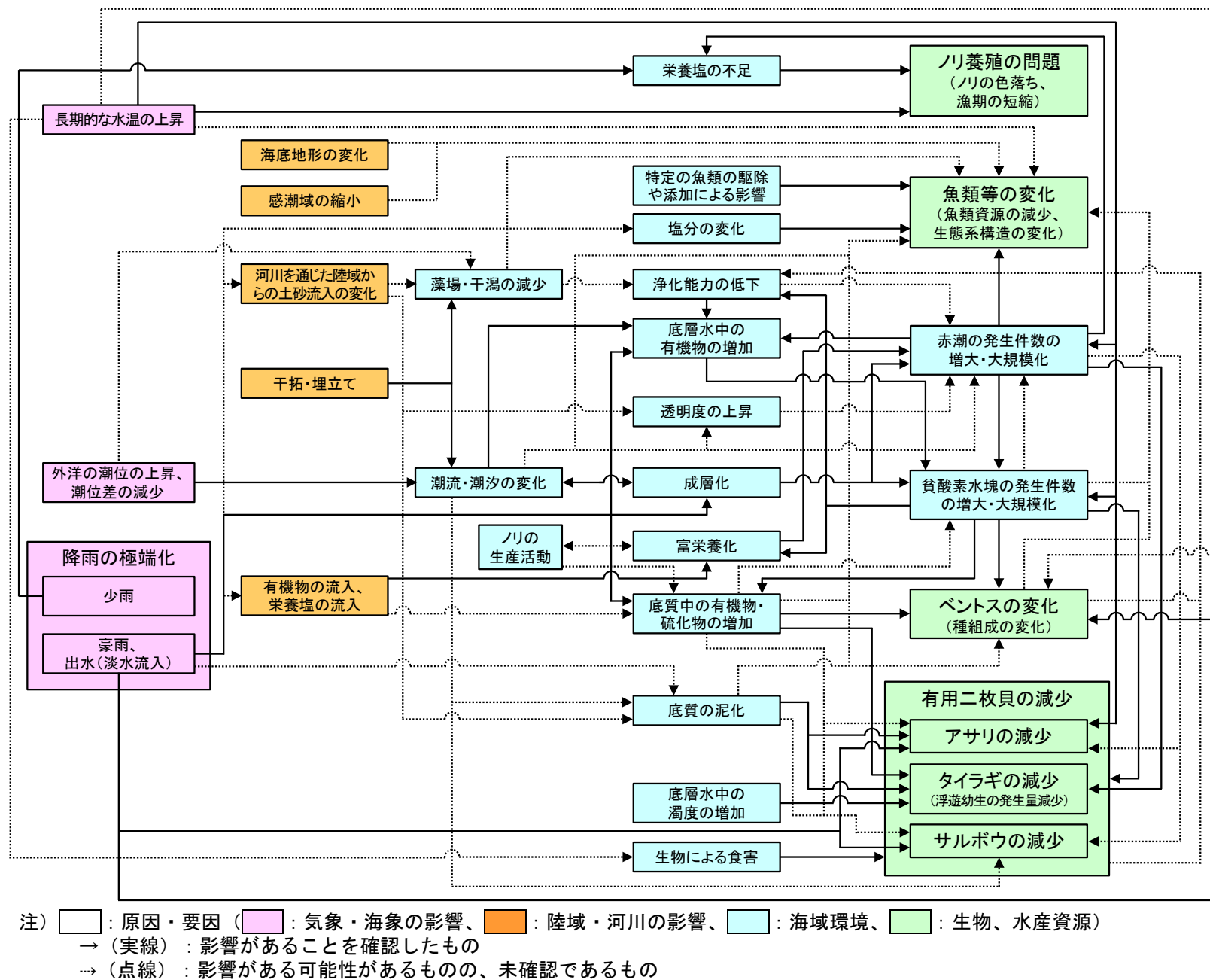


図 4.1.1 有明海における問題点と原因・要因との関連

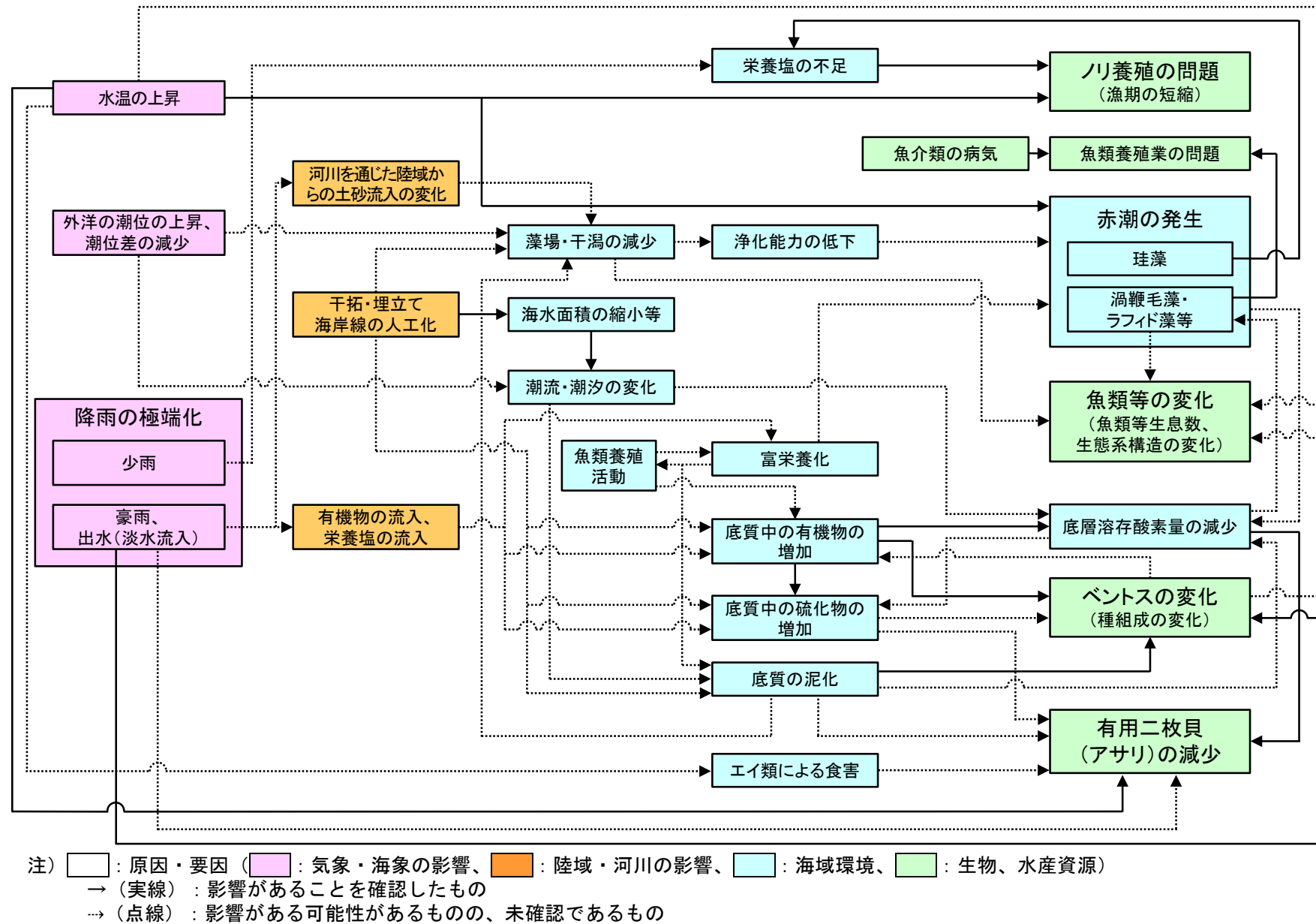


図 4.1.2 八代海における問題点と原因・要因との関連

1 4.2 問題点とその原因・要因の考察

2 4.2.1. ベントス（底生生物）の変化（詳細編 4.2.1）

3 （平成 28 年度委員会報告における問題点等）

- 4 ・ 日和見的で短命な有機汚濁耐性種の増減等により群集構造の年変動が大きい等の特
5 徴がみられるが、変動要因等の明確な特定には至らなかった。
- 6 ・ 底質の変化に伴ってベントス指標種の個体数が大きく増加した可能性が示唆されたも
7 のの、一時的な現象である可能性が高く、底質との明確な関係性は認められていない。
- 8 ・ ベントス群集への底質以外の影響要因として、貧酸素化、長期的な水温上昇等が挙げ
9 られるが、関連性については十分な知見が得られていない。

10 （令和 8 年度委員会報告で明らかになった知見等）

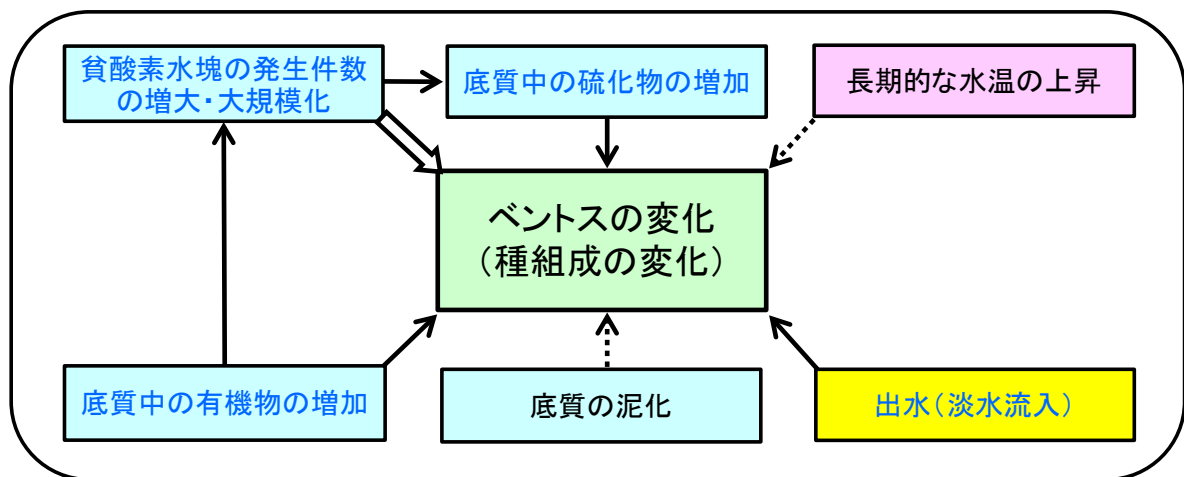
11 有明海

- 12 ・ A3 海域では、底質の COD 増加に伴ってベントスの種類数が減少するとともに多様度
13 も低下した可能性が示唆された。なお、COD の増加は有機物量の増加よりも、還元体
14 の増加による影響が大きいものと推察された。
- 15 ・ 底質中の硫化物の増加については、A6 海域では、ベントスの種類数が減少するととも
16 に多様度も低下した際に、底質の T-S が増加していたことから、ベントスの変動に関与
17 している可能性が示唆された。
- 18 ・ 貧酸素水塊については、A3 海域において、顕著に貧酸素化した期間に調査を実施し
19 た年は種類数・個体数・湿重量が激減しており、貧酸素状態がベントス群集に影響を与
20 えている可能性が示唆された。
- 21 ・ 出水（淡水流入）について、A1 海域において、2020 年度夏期にベントスの種類数が減
22 少するとともに多様度も低下しており、出水に伴う一時的なベントス相の変化の可能性
23 が示唆されたが、出水によるベントス相への直接的な影響か、あるいは出水に伴う底質
24 の変化がベントス相に影響したかは不明である。
- 25 ・ 底質の泥化、長期的な水温上昇による影響については、新たな知見は得られていない。

26 八代海

- 27 ・ Y2 海域では、底質の COD 増加や細粒化が翌年のベントスの種類数・個体数の変化に
28 影響した可能性が示唆されたが、COD の増加が有機物由来か還元体由来かは明確で
29 はなかった。
- 30 ・ 底質の泥化については、ホトギスガイのマットが形成されたことによる還元化と泥化に
31 より、ベントス相が駆逐もしくは水平・垂直移動した可能性が高いと考えられた。
- 32 ・ 出水（淡水流入）について、球磨川での大出水の 1 か月後の 2020 年度夏期調査にお
33 いて、底質グループが変化し、ベントスグループは翌年に変化があったことから、出水
34 により底質が変化し、これが翌年のベントス相に影響を与えた可能性が示唆されたが、
35 より詳細な解析が必要と考えられる。
- 36 ・ 底質中の硫化物の増加による影響については、新たな知見は得られていない。

37



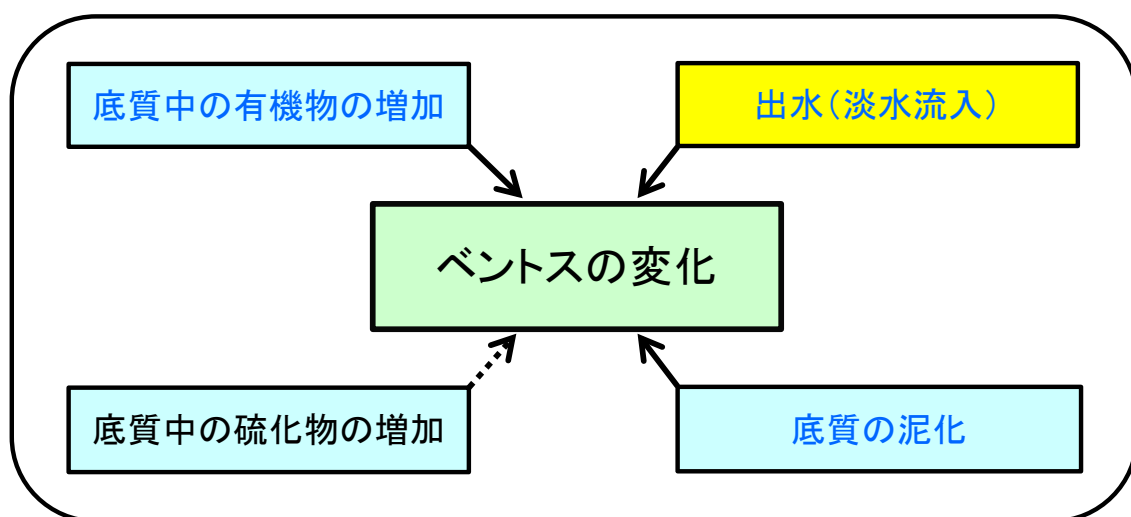
- 注) : 平成 28 年度委員会報告書において示した原因・要因
 (: 気象・海象の影響、 : 海域環境、 : 生物、水産資源)
 : 平成 28 年度委員会報告以降に得られた知見に基づき、新たに追加された原因・要因
青字 : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因
⇒ (白抜き線) : 複数年で影響があることを確認したもの
→ (実線) : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
⇨ (点線) : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

図 4.2.1 有明海のベントスの変化と原因・要因との関連 (サブ連関図)

表 4.2.1 海域区分別の有明海のベントスの変化と原因・要因との関連 (要因整理表)

	A1 海域	A2 海域	A3 海域	A4 海域	A6 海域	備 考
底質中の有機物の増加	—	—	○※	—	—	
底質中の硫化物の増加	—	—	—	—	○※	
底質の泥化	—	—	—	—	—	
貧酸素水塊の発生件数の増大・大規模化	—	○※	◎※	—	—	夏期に貧酸素水塊が発生
長期的な水温の上昇	—	—	—	—	—	
出水(淡水流入)	○※	—	—	—	—	夏期の出水に伴って淡水が流入

- 注 1) ◎ : 複数年で影響があることを確認したもの
○ : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
— : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの
※ : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因
注 2) 対象海域は、平成 28 年度委員会報告で「個別海域ごとの再生方策」が掲げられた海域を基本としつつ、新たに知見が得られたその他の海域についても整理した。



- 注) : 平成 28 年度委員会報告書において示した原因・要因 (: 海域環境、 : 生物、水産資源)
- : 平成 28 年度委員会報告以降に得られた知見に基づき、新たに追加された原因・要因
- 青字 : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因
- (実線) : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
- (点線) : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

図 4.2.2 八代海のベントスの変化に関する問題点と原因・要因との関連

表 4.2.2 八代海のベントスの変化と原因・要因との関連 (要因整理表)

	Y2海域	備 考
底質中の有機物の増加	○※	
底質中の硫化物の増加	—	
底質の泥化	○※	
出水(淡水流入)	○※	夏期の出水に伴って淡水が流入

注 1) ○ : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの

— : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

※ : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因

注 2) 対象海域は、平成 28 年度委員会報告で「個別海域ごとの再生方策」が掲げられた海域を基本としつつ、新たに知見が得られたその他の海域についても整理した。

4.2.2. 有用二枚貝の減少

(1) タイラギ (詳細編 4.2.2(1))

(平成 28 年度委員会報告における問題点等)

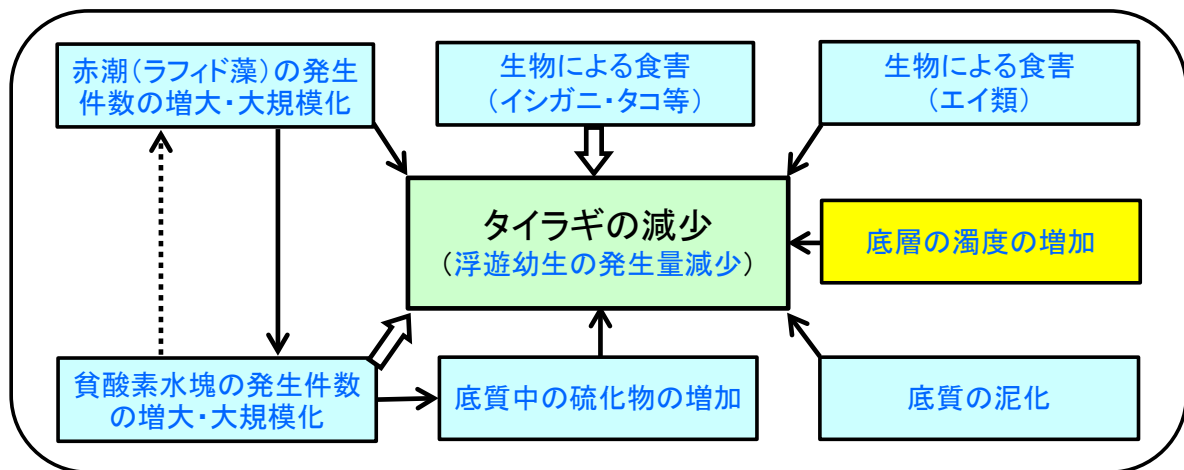
- ・ 有明海の貝類の漁獲量は 1980 年頃(約 100,000t)から急速に減少して、最近 5 年間(2009 年～2013 年)では 20,000tを下回っている。
- ・ 2012 年以降にタイラギの資源量の低下傾向が顕著になっており、2012 年から休漁状態が続いている。その要因として、エイ類による食害や、着底後、翌年に発生する「立ち枯れへい死」と呼ばれる原因不明の大量死や、貧酸素水塊の影響が推定されている。また、タイラギの浮遊幼生や着底稚貝の量が 2012 年以降低位で推移していると類推される。
- ・ タイラギの親貝資源の減少によって、浮遊幼生の発生量と着底稚貝が減少し、資源の再生産に大きな支障が生じている可能性が示唆された。
- ・ 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。また、赤潮の発生件数の増大・大規模化によるタイラギへの影響に関する知見も確認されていない。
- ・ 浮泥の存在がタイラギに悪影響を及ぼすとの知見がある。

(令和 8 年度委員会報告で明らかになった知見等)

- ・ 2012 年以降、成貝に加えて浮遊幼生の出現低下によると思われる稚貝の資源量の低下傾向が顕著になっている。ただし、A6 海域を対象とした広域調査においては、2018 年度頃から浮遊幼生の出現数は増加の兆しがみられる。
- ・ 生物による食害の影響について、ナルトビエイ、アカエイ類のほか、小型底生捕食者(イシガニ・マダコ等)による影響も一部海域の結果から示唆された。また、長期間の貧酸素状態が見られなかった夏期から秋期にかけてタイラギがへい死した現地試験結果から、稚貝の生残率には食害と底質の影響が関係していることが示唆された。
- ・ 貧酸素水塊の影響について、致死的影响をうける溶存酸素濃度は、稚貝で 3.5mg/L 以下、1 歳貝で約 0mg/L、2 歳貝で 2.0mg/L 以下であり、貧酸素耐性は稚貝<2 歳貝<1 歳貝の順に高いと考えられた。また、底層の溶存酸素濃度の推計値とタイラギ生息域の重ね合わせた結果から、タイラギの大量へい死には貧酸素だけでなく、それ以外の要因も複合的に関与している可能性が示唆された。
- ・ 底質中の硫化物の影響について、酸揮発性硫化物(AVS)がタイラギの生息環境の限定要因となる可能性が高いことが示唆された。また、底質の浮泥は、着底時の稚貝の生残に一時的に影響を与えるものの、長期的な資源変動との関係性は不明瞭であった。
- ・ 底層の濁度の影響について、泥濃度に依存して摂餌率が急激に低下し、タイラギは濁りに対して極めて敏感な二枚貝であると推察された。また、実際の海域環境において有効餌料量の増減に応じてタイラギのグリコーゲン量の変動する傾向が確認され、摂餌可能な濁度条件となる時間帯に摂餌量を確保していると思われた。このため、タイラギ

1 健全性の推定には、摂餌活動やグリコーゲン蓄積を阻害しない水質環境の継続時間
2 に着目して評価する必要がある。

- 3 ・ 赤潮の影響について、現地実験の結果からタイラギ人工貝 1 歳貝殻長の *Chattonella*
4 赤潮によるろ水量低下(成長阻害)が示唆されている。気候変動の将来予測結果による
5 と、21 世紀末(RCP2.6)では、有明海・八代海で *Chattonella* 赤潮の発生頻度が高くな
6 る可能性が示唆されていることから、赤潮の影響は今後も留意する必要がある。



- 注) : 平成 28 年度委員会報告書において示した原因・要因 (: 海域環境、 : 生物、水産資源)
- : 平成 28 年度委員会報告以降に得られた知見に基づき、新たに追加された原因・要因
- 青字 : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因
- ⇒ (白抜き線) : 複数年で影響があることを確認したもの
- (実線) : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
- (点線) : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

図 4.2.3 タイラギの減少と原因・要因との関連 (サブ関連図)

表 4.2.3 海域区分別のタイラギの減少と原因・要因との関連 (要因整理表)

	A1 海域	A2 海域	A3 海域	A4 海域	A6 海域	A7 海域	備考
生物による食害(エイ類)	○※	○※	○※	○※	○※	○※	
生物による食害(イシガニ・タコ等)	—	◎※	○※	—	—	◎※	
貧酸素水塊の発生件数の増大・大規模化	◎※	◎※	◎※	—	—	—	夏期に貧酸素水塊が発生
底質中の硫化物の増加	○※	○※	○※	—	—	—	
底質の泥化	—	○※	—	—	—	—	
底層の濁度の増加	○※	○※	○※	○※	○※	○※	室内実験
赤潮(ラフィド藻)の発生件数の増大・大規模化	—	—	○※	—	—	—	夏期に赤潮が発生

- 注 1) ◎ : 複数年で影響があることを確認したもの
 ○ : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
 — : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの
 ※ : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因
- 注 2) 対象海域は、平成 28 年度委員会報告で「個別海域ごとの再生方策」が掲げられた海域を基本としつつ、新たに知見が得られたその他の海域についても整理した。

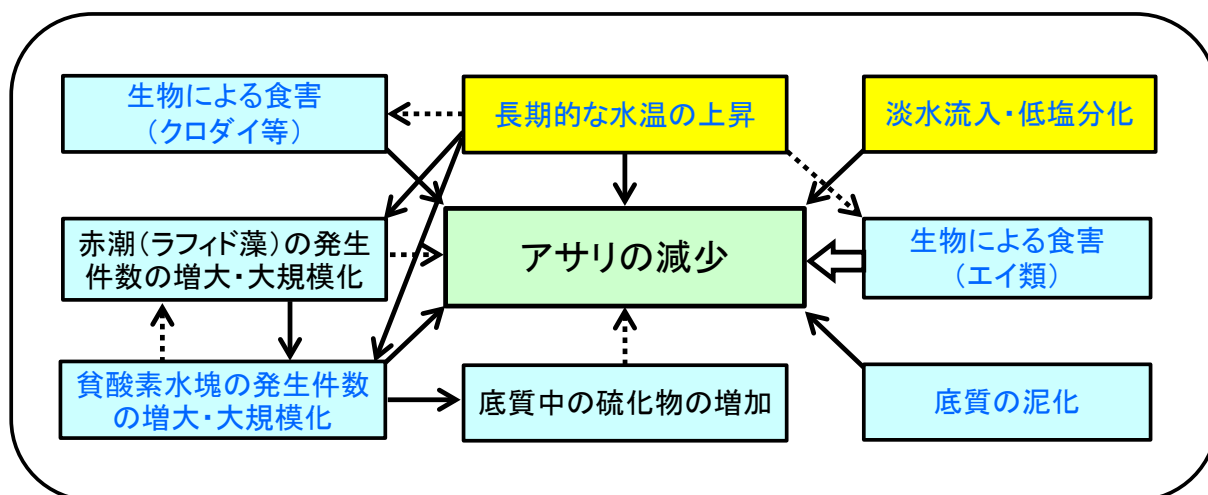
1 (2) アサリ (詳細編 4.2.2(2))

2 (平成 28 年度委員会報告における問題点等)

- 3 ・ 平成 18 年度委員会報告から、アサリの漁獲量低迷の要因として、過剰な漁獲圧、底質
4 の変化、ナルトビエイによる食害、有害赤潮、底質中のマンガンの影響が挙げられてい
5 るが、このうち底質中のマンガンはアサリの資源減少要因として特定されるには至って
6 いない。
- 7 ・ 2008 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
8 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。
- 9 ・ アサリの浮遊幼生や着底稚貝の量が過去と比較して 2008 年以降低位で推移している
10 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
11 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。
- 12 ・ *Chattonella* 赤潮の発生件数の増大が有明海全体で増加しているが、これが直接アサ
13 リ資源に影響している可能性は考えにくい。

14
15 (令和 8 年度委員会報告で明らかになった知見等)

- 16 ・ 有明海や八代海のアサリの漁獲量は低位の状況が続いている。一方で、有明海では、
17 アサリの浮遊幼生の出現ピークが 2019 年頃から増加傾向を示す地点等が見られる。
- 18 ・ 生物による食害の影響について、ナルトビエイによる継続的な影響が考えられた。また、
19 クロダイ等による食害が示唆されたことから、定量的評価が必要と考えられた。
- 20 ・ 底質の泥化の影響について、大規模出水等により漁場に泥が堆積し、中央粒径値が
21 $Md \phi = 3$ を超えるなど、底質が一時的にアサリの生息に不適な環境になることでアサリ
22 が減耗することが示唆された。
- 23 ・ 淡水流入・低塩分化の影響について、梅雨末期の大雨後に塩分が 10 を下回る状態が
24 約 1 週間程度、20 を下回る状態が約 1 か月程度継続したことが原因で、1mm 以上のア
25 サリが減耗したと推察された。
- 26 ・ 貧酸素水塊の影響について、36 時間に満たない無酸素環境に暴露しても致死的な障
27 害や長期的な影響はみられなかったが、48 時間暴露すると、その後水温が高い環境
28 (26.3°C 以上)におかれた場合は生残率が激減したことから、夏期に 48 時間以上無酸
29 素状態となった場合は後遺障害を受ける間もなく即座にへい死する可能性が高いと考
30 えられ、夏～秋期の数ヶ月にわたる漁場でのアサリの緩慢なへい死については、無(貧)
31 酸素が単独で関与し、引き起こされる可能性は低いと示唆された。
- 32 ・ 長期的な水温の上昇の影響については、アサリの産卵期の長期化又は時期の変化が
33 確認されており、海水温の上昇が母貝の成熟に影響を及ぼしている可能性が考えられ
34 る。
- 35 ・ A1 海域の福岡県などでは、冬期にも多くのアサリが減耗しているが、減耗要因は明ら
36 かにない。
- 37 ・ 有害赤潮、底質中のマンガンによる影響については、新たな知見は得られていない。



注) □ : 平成 28 年度委員会報告書において示した原因・要因 (□ : 海域環境、□ : 生物、水産資源)

□ : 平成 28 年度委員会報告以降に得られた知見に基づき、新たに追加された原因・要因

青字 : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因

⇒ (白抜き線) : 複数年で影響があることを確認したもの

→ (実線) : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの

→ (点線) : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

図 4.2.4 アサリの減少と原因・要因との関連 (サブ連関図)

表 4.2.4 海域区分別のアサリの減少と原因・要因との関連 (要因整理表)

	A1海域	A4海域	A6海域	Y1海域	Y2海域	備考
生物による食害(エイ類)	◎※	◎※	◎※	—	—	
生物による食害(クロダイ等)	—	○※	—	—	—	
底質の泥化	○※	—	—	—	—	夏期の出水時に発生
淡水流入・低塩分化	○※	—	—	—	—	夏期の出水時に発生
貧酸素水塊の発生件数の増大・大規模化	○※	○※	○※	○※	○※	室内実験
長期的な水温の上昇	○※	○※	○※	○※	○※	将来予測
底質中の硫化物の増加	—	—	—	—	—	
赤潮(ラフィド藻)の発生件数の増大・大規模化	—	—	—	—	—	

注 1) ◎ : 複数年で影響があることを確認したもの

○ : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの

— : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

※ : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因

注 2) 対象海域は、平成 28 年度委員会報告で「個別海域ごとの再生方策」が掲げられた海域を基本としつつ、新たに知見が得られたその他の海域についても整理した。

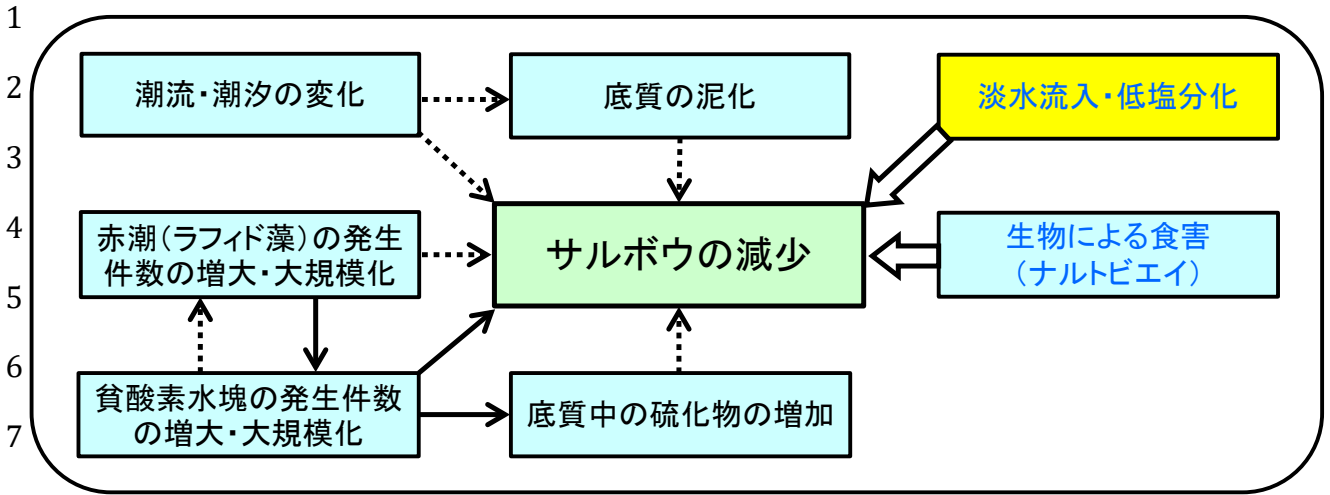
1 (3) サルボウ (詳細編 4.2.2(3))

2 (平成 28 年度委員会報告における問題点等)

- 3 ・ サルボウは二枚貝の中でも比較的低酸素の環境下でも生残できる特性を有した二枚
4 貝のひとつであり、無酸素水中で 7 日間生残するという知見があるが、実際の有明海で
5 は 1mg/L 未満の無酸素状態は小潮期の数日程度しか継続しないことから、サルボウの
6 夏期の大量へい死の要因としては、貧酸素に加えて、夏期の底層溶存酸素量が 1mg/L
7 未満となる場合に増加する底質中の硫化水素の可能性が高いと推測される。
8 ・ 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
9 げられる。

10 (令和 8 年度委員会報告で明らかになった知見等)

- 11 ・ 有明海のサルボウ浮遊幼生出現について、佐賀県海域の調査結果で、2019 年までは
12 産卵期である 6 月から 8 月まで浮遊幼生が安定的に発生していたが、2020 年の豪雨
13 以降浮遊幼生の発生数が激減し、付着稚貝数が大きく減少しており、資源の凋落傾向
14 が顕在化している。
15 ・ 生物による食害については、有明海におけるナルトビエイによる水産有用二枚貝類の
16 推定摂餌量は漁獲量の 13～59%に相当し、サルボウがその大半を占めることから、そ
17 の摂餌圧が資源維持に与える影響は無視できないと考えられる。
18 ・ 淡水流入・低塩分化の影響については、A1・A3 海域の佐賀県海域では 2020 年の豪
19 雨によって、A1 海域の福岡県海域では 2020 年、2021 年の豪雨によって、サルボウ資
20 源は壊滅的な被害を受けており、豪雨による低塩分化によって資源量が著しく減少した
21 と考えられる。
22 ・ 潮流・潮汐の変化、有害赤潮、底質の泥化、底質中の硫化物の増加による影響につい
23 ては、新たな知見は得られていない。



- 注) □ : 平成 28 年度委員会報告書において示した原因・要因 (□ : 海域環境、□ : 生物、水産資源)
 □ : 平成 28 年度委員会報告以降に得られた知見に基づき、新たに追加された原因・要因
 青字 : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因
 ⇨ (白抜き線) : 複数年で影響があることを確認したもの
 → (実線) : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
 ⇨ (点線) : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

図 4.2.5 サルボウの減少と原因・要因との関連 (サブ関連図)

表 4.2.5 海域区分別のサルボウの減少と原因・要因との関連 (要因整理表)

	A1海域	A3海域	備考
生物による食害(ナルトビエイ)	◎※	◎※	
底質の泥化	—	—	
淡水流入・低塩分化	◎※	○※	夏期の出水時に発生
貧酸素水塊の発生件数の増大・大規模化	○	○	
底質中の硫化物の増加	—	—	
赤潮(ラフィド藻)の発生件数の増大・大規模化	—	—	
潮流・潮汐の変化	—	—	

- 注 1) ◎ : 複数年で影響があることを確認したもの
 ○ : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
 — : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの
 ※ : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因
 注 2) 対象海域は、平成 28 年度委員会報告で「個別海域ごとの再生方策」が掲げられた海域を基本としつつ、新たに知見が得られたその他の海域についても整理した。

4.2.3. ノリ養殖の問題（詳細編 4.2.3）

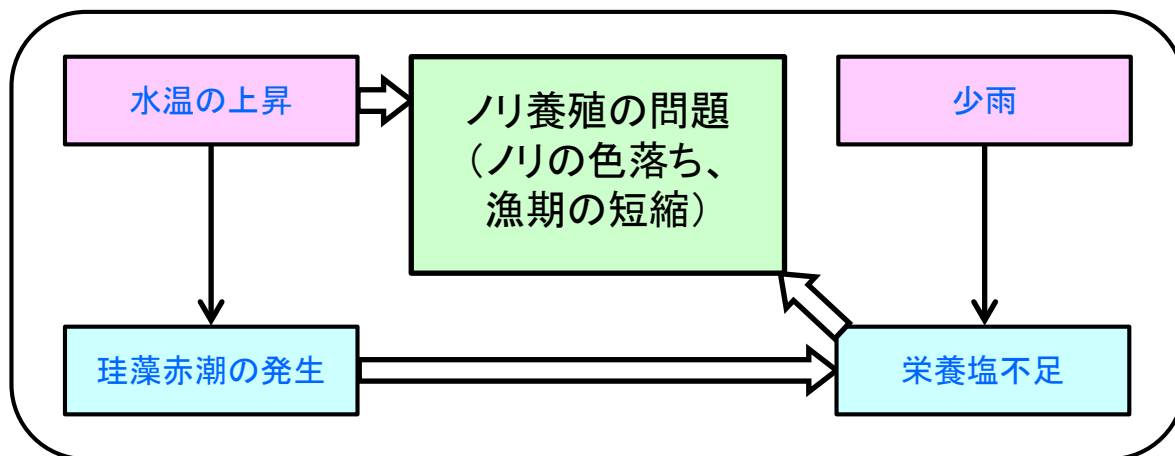
（平成 28 年度委員会報告における問題点等）

- ・ 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、その要因として、病害、色落ち、秋期水温の上昇に伴う漁期の短縮等が挙げられる。
- ・ ノリの色落ちのメカニズムについては、珪藻類の増殖（珪藻赤潮の発生）に伴う海水中の栄養塩濃度の低下が大きな影響を及ぼすと考えられており、*E. zodiacus* は光環境の改善、*Skeletonema* spp. は水塊の鉛直混合や低水温、高栄養塩濃度など、*A. karianus* 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が、その詳細は明らかになっていない。
- ・ 安定したノリ養殖の生産を阻害する要因として、秋期の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ている。
- ・ ノリ酸処理剤や施肥剤の使用は、適正に行われれば底泥中の有機物や硫化物増加の主たる要因となる可能性は低いと思われるが、負荷された有機酸や栄養塩の挙動については知見に乏しい。

（令和 8 年度委員会報告で明らかになった知見等）

- ・ ノリ酸処理剤について、底質や水質への影響は検出されていない。
- ・ 珪藻赤潮によって栄養塩が不足し、ノリの色落ちが生じる事象について、珪藻の種類別に発生要因を整理した。*Eucampia zodiacus* は、2 月以降の水温が上昇する時期に、降水により河川流量が増加することで栄養塩類が供給されるとともに、密度成層が形成され細胞の増殖に有利になると考えられる。*A. karianus* は、冬期に限定的に珪藻赤潮を形成する要因として、休眠細胞の復活特性が低水温に適応していることが示唆されたほか、窒素要求性が非常に高く、他種よりも低い光強度を利用可能であることが明らかになった。*Skeletonema* spp. は、有明海奥部西側域における河口周辺での初期増殖及び水塊の滞留による増殖によって形成されることが分かっている。*Chaetoceros* spp. は、主要なノリ色落ち原因珪藻とは扱われてこなかったが、2018 年度以降、秋期に有明海広域で細胞密度が上昇し、赤潮化する頻度が上昇してきた。晴天が続いたことで、水柱内での良好な光環境が継続したことにより、増殖に有利に働き、赤潮化した可能性が考えられた。
- ・ ノリ養殖施設の流体抵抗が滞留傾向を強め、物理環境として植物プランクトンの増殖に寄与していることが明らかになった。
- ・ 有明海のノリ生産が低くなった年は、少雨によって陸域からの窒素供給が少ないことによる影響が考えられているものの、必ずしも少雨年が窒素不足になるとは限らないことが分かった一方で、夏に植物プランクトンの活性が高められ、窒素が大量に消費された場合には、秋に陸域からの負荷の補給がなければノリ養殖期間中において窒素不足となることが推察され、少雨に伴って栄養塩不足が生じる可能性があることが示唆された。
- ・ 水温 23℃以上の高水温が長期間継続すると、ノリ幼芽の生育が阻害されることが推察された。また、秋芽網期において、平均水温が高い年ほどアカグサレ病の影響により生

- 1 産枚数は少なく、アカグサレ病の被害度が高くなると、概ね平年の生産枚数よりも大きく
- 2 低下する傾向がみられた。
- 3
- 4



注) □ : 平成 28 年度委員会報告書において示した原因・要因

(□ : 気象・海象、□ : 海域環境、□ : 生物、水産資源)

青字 : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因

⇒ (白抜き線) : 複数年で影響があることを確認したもの

→ (実線) : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの

図 4.2.6 有明海のノリ養殖の問題と原因・要因との関連 (サブ連関図)

表 4.2.6 ノリ養殖の問題と原因・要因との関連 (要因整理表)

		A1海域	A2海域	A3海域	A4海域	備考
栄養塩不足	大型珧藻	◎※	—	◎※	—	冬期後半に珧藻が増殖
	中型珧藻	◎※	◎※	◎※	—	冬期前半に珧藻が増殖
	小型珧藻	◎※	◎※	◎※	◎※	秋期から冬期に珧藻が増殖
	少雨	○※	—	—	—	ボックスモデルによる解析結果
水温の上昇		◎※	○※	◎※	○※	秋期～冬期における水温の上昇(A1、A3)将来予測

注 1) ◎ : 複数年で影響があることを確認したもの

○ : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの

— : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

※ : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因

注 2) 対象海域は、平成 28 年度委員会報告で「個別海域ごとの再生方策」が掲げられた海域を基本としつつ、新たに知見が得られたその他の海域についても整理した。

4.2.4. 魚類等の変化（詳細編 4.2.4）

（平成 28 年度委員会報告における問題点等）

有明海

- ・ 有明海では、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。
- ・ 有明海の漁獲量が減少傾向にある要因として、藻場・干潟等の生息場の縮小や貧酸素水塊の発生等の生息環境（底層環境や仔稚魚の輸送経路、仔稚魚の成育場）の変化、魚類の種組成の変化、夏期の *Chattonella* 属赤潮の発生による影響が考えられる。
- ・ 有明海が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る。

八代海

- ・ 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。
- ・ 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い。魚類の分布や生息状況に関する知見も少なく、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。また、八代海の漁獲種の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示唆されるが、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、種数や生態、高次捕食者の餌となる可能性のある魚類の食性等についての知見も未解明である。

（令和 8 年度委員会報告で明らかになった知見等）

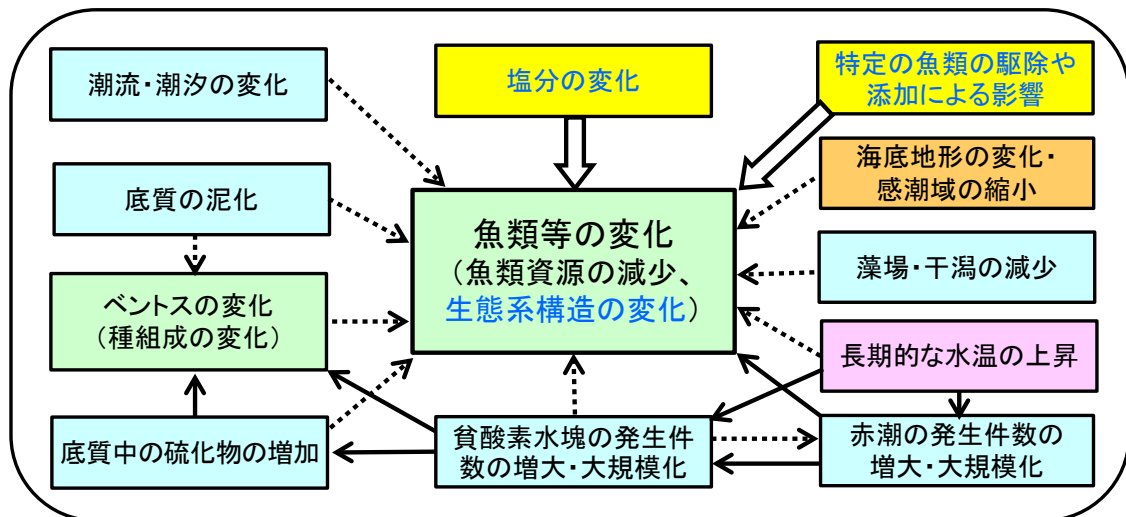
有明海

- ・ 有明海の魚類漁獲量は、1987 年をピークに減少傾向を示しており、2023 年には過去最低となった。魚類漁獲量の多くを占める底生魚類のニベ・グチ類、カレイ類及びウシノシタ類（シタビラメ類）の漁獲量は、更なる減少傾向が続いている。
- ・ 魚類等の変化に対する生態系構造による影響について、アカシュモクザメの新生仔は、成育場の餌資源が豊富にあるとは限らず、しばしば飢餓状態にあることが指摘されており、そのため、成育場における初期餌料環境は、本種の生残率の良悪に大きく影響する。
- ・ スペシャリスト食性であるナルトビエイとマナガツオの食性の多様度は低く、大きく異なる分類群の生物を摂食することは困難であるため、餌生物の減少により生存が脅かされる可能性が示唆される。
- ・ ジェネラリスト食性であるアカエイ、スミツキザメは、有明海生態系のキーストーン種であることから有明海の多くの生物と直接・間接的にも繋がりが多く、その動態は生態系下位の生物にも様々に影響を与えることが示唆されている。

- 特定の魚類の添加が個体群動態に及ぼす影響として、トラフグ放流魚では、個体の成長が悪いことに加えて寿命が短く、栄養状態が悪く、生涯を通じた適応度が低いことが明らかとなった。種苗放流によるリスクは対象とする資源だけでなく、生態系全体に影響が波及する可能性があり、再生方策の検討に際しては、野生魚と放流魚では生態学的に異なる特性を持つことを十分考慮する必要がある。
- 特定の魚類の駆除が及ぼす影響として、ナルトビエイの成長が過去に比べて早くなり、小型化したことが明らかとなった。個体群減少による種内競争の低下が成長の加速に繋がった可能性や、餌となる二枚貝の種の変遷による栄養状態の変化などが考えられるが、これらの検証については今後の課題である。
- 塩分の変化による影響について、マナガツオは 8 月(仔稚魚の段階)の底層塩分が高い年には加入が失敗すること、底層塩分が高い年が複数年続くと個体群絶滅の可能性があることなどが明らかとなった。また、アカシユモクザメの幼魚(0歳)は、成魚よりも温暖で中程度の塩分環境を好むことが示唆されたことから、有明海湾奥部の塩分環境が本種の初期生残に影響し、成育場としての機能を左右することが明らかになった。
- 海底地形の変化、潮流・潮汐の変化、藻場・干潟の減少、貧酸素水塊の発生、長期的な水温の上昇、底質の変化、ベントスの変化による影響については、新たな知見は得られていない。

八代海

- 八代海の魚類漁獲量は 1982 年をピークに変動を繰り返しながらも緩やかな減少傾向を示し、その後再び増加したものの、2017 年以降は再び減少傾向にあり、2023 年には過去最低となった。八代海では浮魚類の漁獲量の占める割合が高いものの、その漁獲量は減少傾向にあり、また、底生魚類についても、有明海同様に漁獲量の減少傾向がみられている。
- 魚類等の変化に係る生態系構造の変化による影響については、コノシロはデトリタス食者と考えられてきたが、動植物プランクトン食者として、特に八代海的环境水中に優占する珪藻類に加え、低い割合ながら渦鞭毛藻やラフィド藻も摂餌していた。八代海の生態系構造に係る知見は依然として乏しい状況であることから、今後は、高次捕食者及びその餌となる魚類の食性、環境変化が及ぼす影響など、八代海の生態系構造の解明に向けて継続的な調査が求められる。
- 藻場・干潟の減少、有害赤潮、水温の上昇、ベントスの変化による影響については、新たな知見は得られていない。



注) □ : 平成 28 年度委員会報告書において示した原因・要因
 (□ : 気象・海象の影響、□ : 陸域・河川の影響、□ : 海域環境、□ : 生物、水産資源)
 □ : 平成 28 年度委員会報告以降に得られた知見に基づき、新たに追加された原因・要因
 青字 : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因

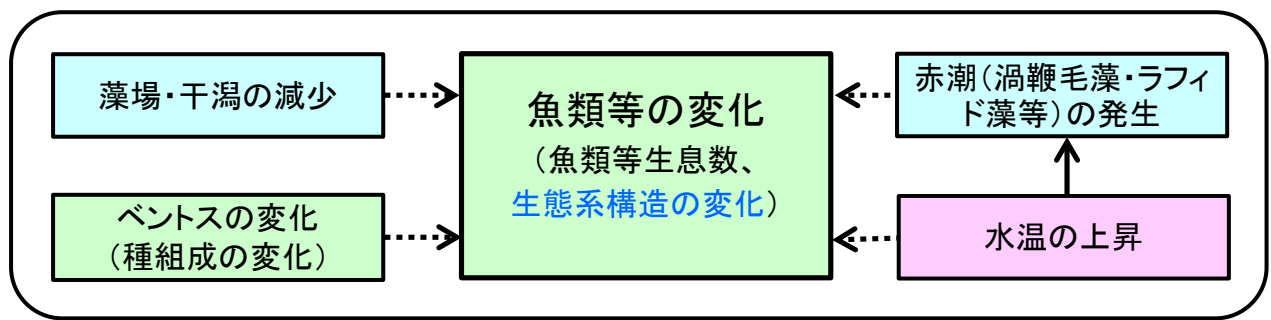
- ⇒ (白抜き線) : 複数年で影響があることを確認したもの
 → (実線) : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
 ⇨ (点線) : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

図 4.2.7 有明海の魚類等の変化の問題と原因・要因との関連 (サブ関連図)

表 4.2.7 有明海の魚類等の変化の問題と原因・要因との関連 (要因整理表)

	有明海全体	備考
塩分の変化	◎※	
藻場・干潟の減少	—	
潮流・潮汐の変化	—	
底質中の硫化物の増加、泥化	—	
赤潮の発生件数件数の増大・大規模化	○	
貧酸素水塊の発生件数件数の増大・大規模化	—	
長期的な水温の上昇	—	
ベントスの変化	—	
特定の魚類の駆除や添加による影響	◎※	
海底地形の変化・感潮域の縮小	—	

注 1) ◎ : 複数年で影響があることを確認したもの
 ○ : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
 — : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの
 ※ : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因



注) □ : 平成 28 年度委員会報告書において示した原因・要因
 (□ : 気象・海象の影響、□ : 海域環境、□ : 生物、水産資源)
 青字 : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因
 → (実線) : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
 - - - (点線) : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

図 4.2.8 八代海の魚類等の変化の問題と原因・要因との関連 (サブ関連図)

表 4.2.8 八代海の魚類等の変化の問題と原因・要因との関連 (要因整理表)

	八代海全体	備 考
藻場・干潟の減少	—	
ベントスの変化	—	
水温の上昇	—	
赤潮(渦鞭毛藻・ラフィド藻等)の発生	—	

注) — : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

4.2.5. 生物の生息環境の確保

(1) 生物の生息環境に係る問題点とその原因・要因（詳細編 4.2.5(1)）

（平成 28 年度委員会報告における問題点等）

- ・ 有明海・八代海の底質については、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・再生に重要な地点については、底質改善が有効な場合が考えられる。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。
- ・ 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。
- ・ 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 年夏期には、有明海湾奥部で発生した有害赤潮が橘湾に移流し、養殖魚のへい死を生じさせている。
- ・ 八代海の魚類養殖における安定生産の阻害要因として、*Chattonella* 属や *Cochlodinium* 属等の有害赤潮の発生があり、その発生頻度・規模は 2003～2010 年に急激に拡大した。

（令和 8 年度委員会報告で明らかになった知見等）

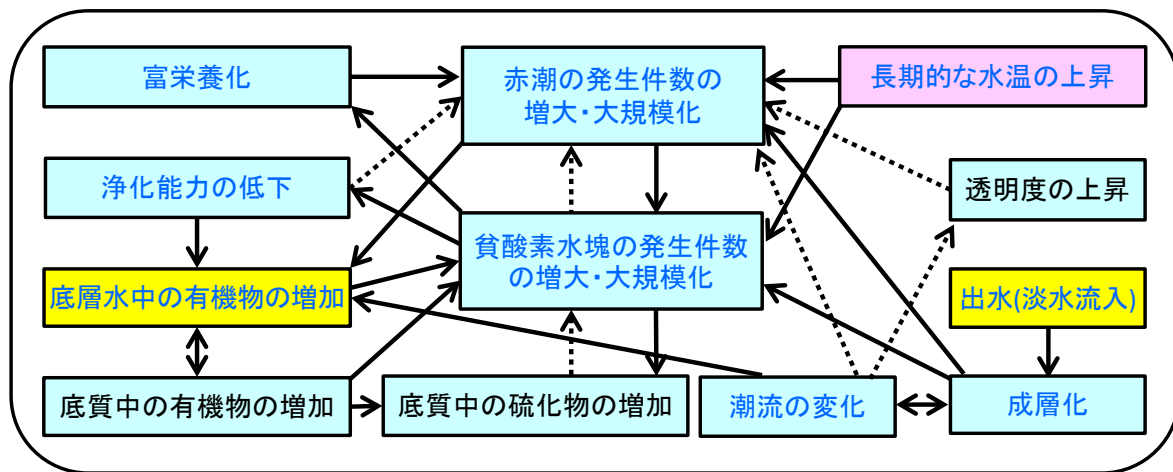
有明海

- ・ 有明海湾奥部においてみられる、夏期の COD の増加は、河川からの COD 流入量や海域の生態系純生産量の増加に起因しており、生態系純生産量の増加は、淡水の滞留時間の増加、潮汐振幅の減少（潮流の減少）、二枚貝による捕食量の減少（浄化機能の低下）が影響した可能性が示された。また、赤潮に由来する有機物供給が底層の酸素消費速度に影響し、貧酸素水塊の増大・大規模化に寄与している可能性がある。
- ・ 有明海の貧酸素化により、二枚貝類による植物プランクトンなどの有機物の摂餌を減少させ、酸化分解への移行量が増加していることが示唆された。
- ・ 河川からの出水による淡水供給により密度成層が形成しやすくなること、海域の成層化に伴い、内部潮汐流が変化することによって正味の潮流が弱まることで貧酸素化が促進される効果が示唆された。さらには、成層化が進むことにより、貧酸素の累積時間が大きくなることが示されている。

八代海・橘湾

- ・ 八代海の赤潮については、観測データや気象・水質情報の蓄積と解析により、2～4 月の平均気温と梅雨入り時期を用いた判別分析が開発され、発生する 1～3 か月前の予察が可能となったほか、発生日の推定も比較的高い確率で可能となっている。

- 1 • 橘湾の貧酸素水塊については、2018 年以降毎年発生しており、降雨や表層水温の上
- 2 昇後に第 2 躍層が形成され、その下層で貧酸素化が進行すると考えられた。また、有
- 3 明海からの出水が早崎瀬戸で混合・低塩分化され、橘湾中層へ貫入したものと考えら
- 4 れた。



注) □ : 平成 28 年度委員会報告書において示した原因・要因
 (□ : 気象・海象の影響、□ : 海域環境)
 □ : 平成 28 年度委員会報告以降に得られた知見に基づき、新たに追加された原因・要因
 青字 : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因
 → (実線) : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
 → (点線) : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの

図 4.2.9 生物の生息環境に係る問題点と原因・要因との関連 (サブ連関図)

表 4.2.9 生物の生息環境に係る問題点と原因・要因との関連 (要因整理表)

	有明海全域	備考
富栄養化(内部生産)による赤潮の増大	○※	シミュレーション結果
赤潮の増大による底質中の有機物の増加	○	
赤潮の増大による底層水中の有機物の増加	○※	シミュレーション結果
赤潮の増大による貧酸素水塊の増大	○※	
底層水中の有機物の増加による貧酸素水塊の増大	○※	
底質中の有機物の増加による貧酸素水塊の増大	○	
貧酸素水塊の増大による浄化能力の低下	○※	シミュレーション結果
貧酸素水塊の増大による赤潮の増大	—	
貧酸素水塊の増大による底質中の硫化物の増加	○	
成層化による貧酸素水塊の増大	○※	
出水による成層化	○※	
潮流の減少による成層化	○※	シミュレーション結果
成層化による潮流の減少	○※	シミュレーション結果
水温の上昇による赤潮の増大	○※	将来予測
水温の上昇による貧酸素水塊の増大	○※	将来予測
潮流の減少による底層水中の有機物の増加	○※	シミュレーション結果
浄化能力の低下による底層水中の有機物の増加	○※	シミュレーション結果
透明度の上昇による赤潮の増大	—	
潮流の減少による透明度の上昇	—	
貧酸素水塊の増大による富栄養化	○	
成層化による赤潮の増大	○	
浄化能力の低下による赤潮の増大	—	
潮流の減少による赤潮の増大	—	

注) ○ : 単年又はモデル解析・室内実験で影響があることを確認したもの
 — : 影響がある可能性があるものの、未確認であるもの
 ※ : 平成 28 年度委員会報告以降に追加的な知見が得られた原因・要因

（２）気候変動による影響（詳細編 4.2.5(2)）

ア）気候変動の影響が想定される要素

- 気候変動により想定される影響の概略図「水環境・水資源分野」「自然生態系分野」「農業・林業・水産分野（水産業）」（以下「概略図」という。）を基に、有明海、八代海において確認された事象（将来予測も含む）を赤枠で抽出した。
- 将来予測を含む知見については「確信度」に関する情報が重要であることから、気候変動影響評価報告書を基に記載した。

水環境・水資源分野

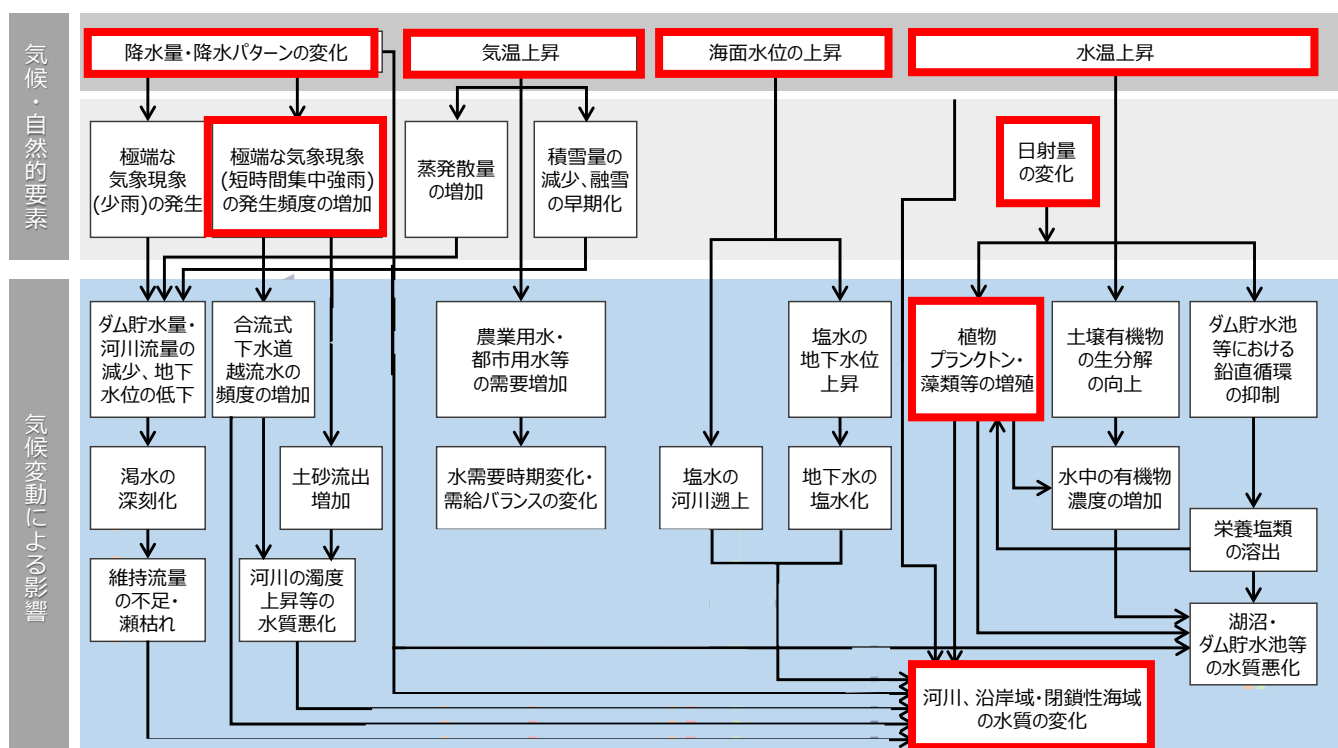


図 4.2.10 (1) 気候変動により想定される影響の概略図

出典：環境省「気候変動影響評価報告書」を基に一部改変（同図に掲載されている「気候・自然的要素」及び「気候変動による影響」を抜粋して表示）

自然生態系分野

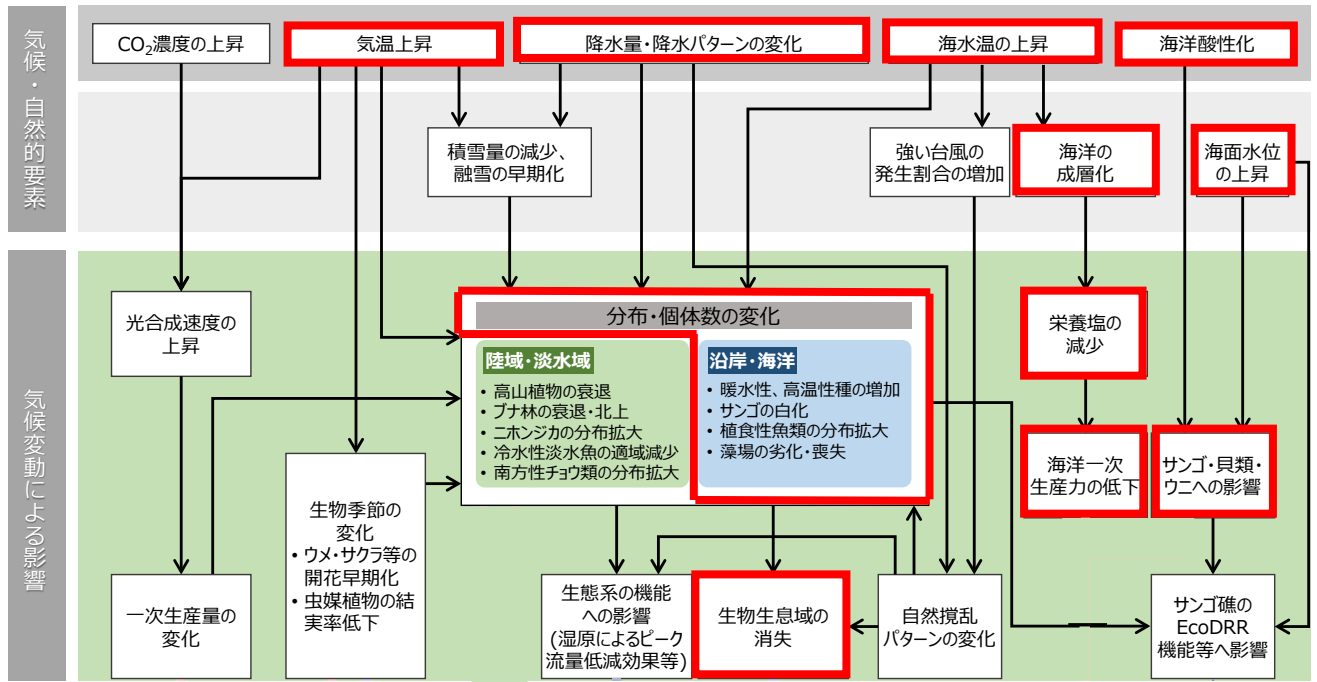


図 4.2.10 (2) 気候変動により想定される影響の概略図

出典：環境省「気候変動影響評価報告書」を基に一部改変(同図に掲載されている「気候・自然的要素」及び「気候変動による影響」を抜粋して表示)

農業・林業・水産業分野 (水産業)

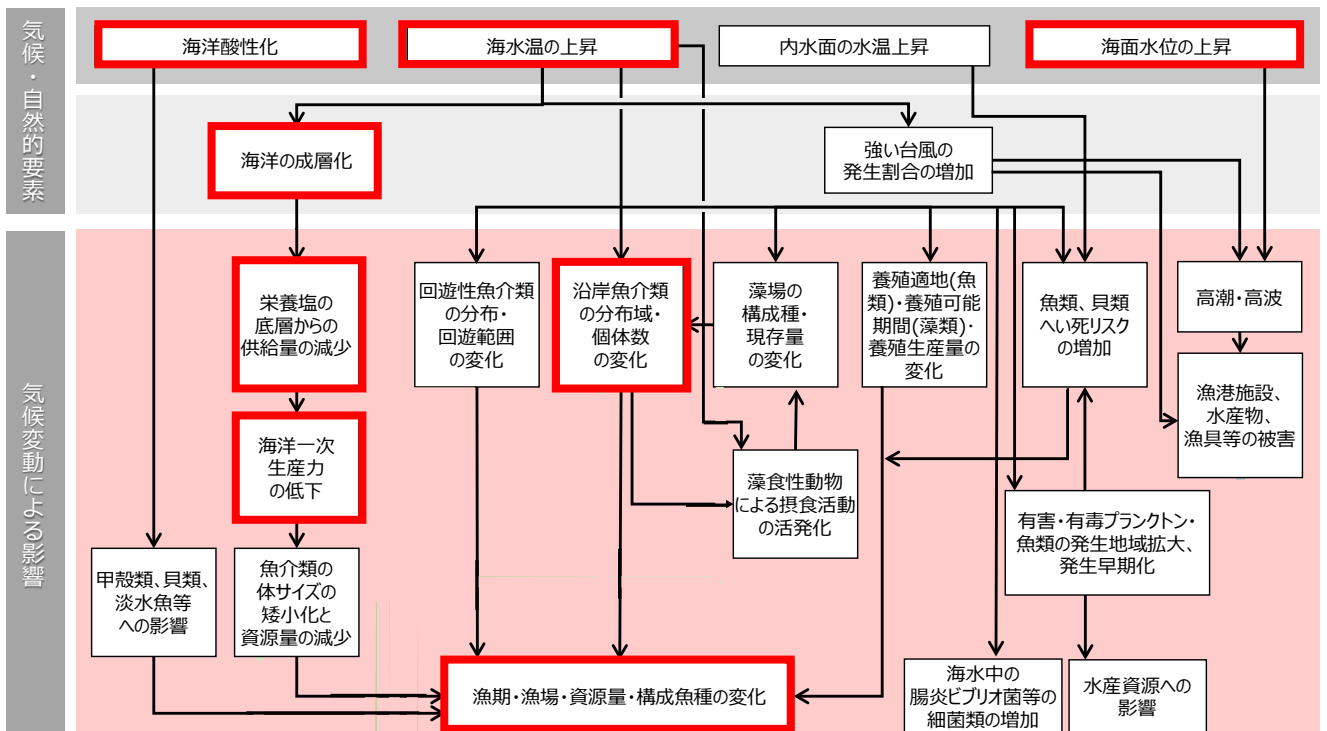


図 4.2.10 (3) 気候変動により想定される影響の概略図

出典：環境省「気候変動影響評価報告書」を基に一部改変(同図に掲載されている「気候・自然的要素」及び「気候変動による影響」を抜粋して表示)

イ) 有明海、八代海で確認されている影響

- ・ 降水量・降水パターンの変化による影響については、豪雨が生じた 2020 年及び 2021 年にタイラギ、アサリ、サルボウが複数海域で大量死しており、豪雨の影響による低塩分化や貧酸素水塊が大規模な範囲で長期間発生したためと推定されている。
- ・ 赤潮発生への影響については、*Chattonella* のシストと栄養細胞のピークが、エルニーニョ直後の時期と一致することから、大規模な大気変動と地球規模の気象変化が、この地域における *Chattonella* の長期的な個体群動態に影響を与えている可能性がある。また、有明海及び八代海における冬期の水温上昇による大型珪藻プランクトンの大量発生機構への関与が指摘されている。
- ・ 貧酸素水塊への影響については、大規模豪雨による出水が、大量の淡水の湾内流入に起因する密度成層の強化や長期化により、貧酸素水塊を時空間的に大規模化させることが推測されており、有明海内の貧酸素水塊 ($DO < 3\text{mg/L}$) の最大面積、継続時間は、筑後川の出水イベントの総流出量と相関が強いことが分かった。また、貧酸素レベルごとの貧酸素水塊の最大面積は、1982 年以降、拡大傾向にある。

ウ) 有明海、八代海で将来想定される影響

- ・ 有明海・八代海の海水交換や窒素循環への気候変動について、RCP8.5 の有明海湾奥部では漁期の 11~2 月における DIN 濃度が現在気候に比べて 2 割減少するのに対し、八代海湾奥部の DIN 濃度は現在気候と同程度に維持されると予測された。有明海・八代海全体の主要な海水フローは、外洋・橘湾から有明海に流入し、有明海湾奥部からの南下流とともに八代海を通過して外洋に流出する時計回りの流れであるが、八代海湾奥部の DIN 濃度の維持には有明海から八代海への DIN の流入増加が寄与しており、夏季の一次生産の高温阻害による有明海湾奥部からの DIN の流出増加と、冬季の橘湾から有明海への DIN の流入増加が原因であることが示された。
- ・ 成層強度への影響については、大規模降雨により有明海では成層化が進行し、鉛直混合と酸素供給を抑制し、結果的に貧酸素状態の頻度と深刻度を増大させており、モデル計算の結果、成層が強くなるほど貧酸素領域が拡大することが示唆された。さらに、気候予測データセットを用いた影響評価より、有明海、八代海のいずれも気候変動の進行が貧酸素の継続期間を長期化する傾向があることが示された。
- ・ 有明海・八代海における *Chattonella* 赤潮の将来予測結果によると、21 世紀末 (RCP2.6) では、有明海では 8 月に、八代海では 7 月~9 月にほとんどの区域で水温 25°C を上回るため、*Chattonella* 赤潮が増殖しやすい水温となり、発生頻度が高くなる可能性が示唆された。
- ・ 気温上昇による有明海の底層溶存酸素濃度への影響については、気温上昇が進んだ場合、底層の貧酸素水塊の発達が助長されることが示唆された。
- ・ 海面上昇による底生生物群集への影響については、八代海湾奥部において、低地盤域に分布する貝類・カニ類は現在よりも高地盤域へ移動することができるが、護岸沿いの高地盤域に分布する貝類・カニ類は堤防等によって現在よりも高い場所への移動が

- 1 阻害されるほか、水位上昇により冠水時間が長くなり、干潟域の底泥中の塩分が上昇
2 するため、塩沼地植物群落が衰退する可能性が指摘されている。
- 3 ・ 気候変動による水温上昇がアサリの生息にもたらす影響については、21 世紀末
4 (RCP8.5)の予測結果では、有明海では、1、2 月に 15℃を上回ることで、成長が早くな
5 る可能性があるが、8 月の水温は生育可能な上限水温(35℃)に近くなることから、秋期
6 の成熟時期の遅れや、高水温にさらされると代謝を抑え、活動を停止する「夏眠」に近
7 い個体が発生する可能性がある。また、大規模出水時の貧酸素シミュレーションにより、
8 アサリとタイラギの生息環境の悪化が予測された。