

ウ) タイラギ浮遊幼生の出現状況

平成 28 年度委員会報告において、A2～A4 海域におけるタイラギ資源の減少が顕著であり、貧酸素水塊、立ち枯れへい死、浮泥の堆積による稚貝の生残率低下などの原因・要因が指摘されている。さらに、2012(平成 24)年以降、湾奥全域でタイラギ資源の凋落傾向が顕在化しており、この期間の現象として、親貝資源の減少、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による再生産機構の縮小が示唆されている(平成 28 年度委員会報告)。

タイラギの生活史を図 2.9.3-4 に示す。タイラギも含め、ほとんどの有用二枚貝は卵と精子を海水中へ放出して受精卵を形成する。このため図中の赤破線で示した「発生」～「着底」のステージでは、受精卵から発生した浮遊幼生が潮汐や潮流に乗り、海域区分を越えて広域に浮遊・分散するため、有用二枚貝浮遊幼生の出現状況、稚貝の着底状況に関しては、有明海全域で論議する必要がある。

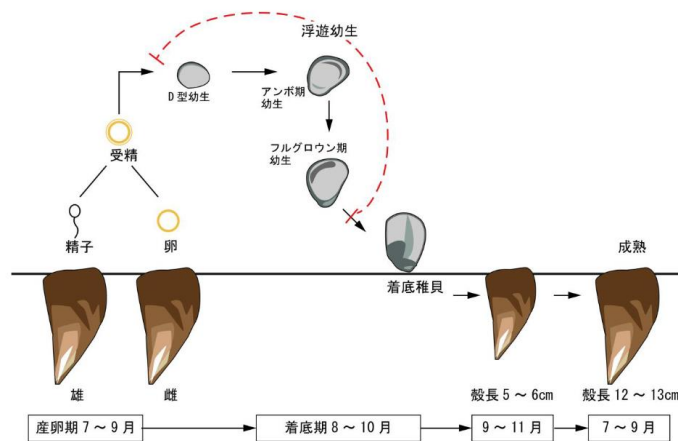
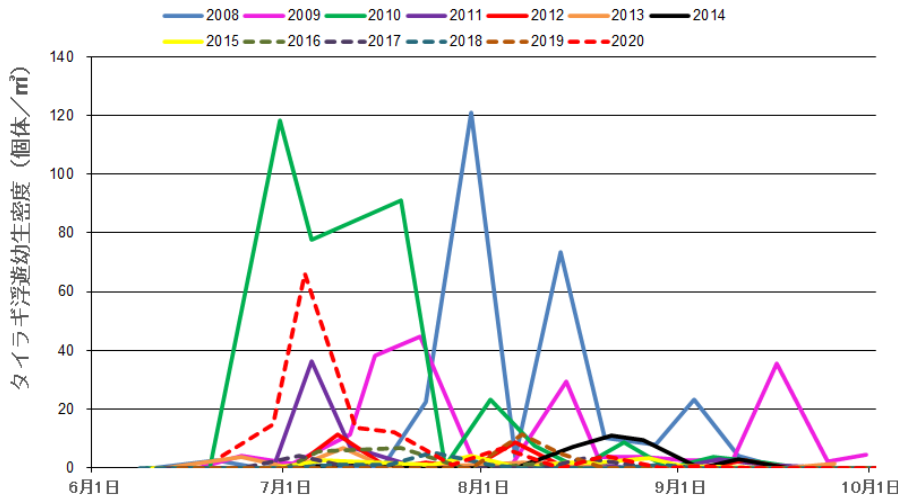


図 2.9.3-4 タイラギの生活史

出典:伊藤史郎(2006)「有明海異変、特にタイラギ資源の減少と今後」海洋と生物,28,625-635.をもとに環境省が作成した。

2016(平成 28)年以降も同一調査定点での継続調査が行われている諫早湾(A6 海域)における出現特性を図 2.9.3-5 に示した。2008(平成 20)年以降の経年変化をみると、A6 海域では 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)～2015(平成 27)年まで 10 個体/m³を超えることがない状況であった(平成 28 年度委員会報告)。2016(平成 28)～2020(令和 2)年までの調査結果を破線で示しているが、2020(令和 2)年に 66 個体/m³と 2012(平成 24)年以降では比較的高い出現密度が 1 年のみ観察されたが、ほとんどの年度で 10 個体/m³以下の出現が続いている。図 2.9.3-3 に示した近年のタイラギ稚貝の発生状況もこの浮遊幼生の発生状況とほぼ一致している。このため、平成 28 年度委員会報告で指摘されたように、2012(平成 24)年以降も引き続き、親貝資源が減少し、浮遊幼生の発生量と着底稚貝の減少という、資源の再生産に大きな支障が生じていることが示唆されている。



注) 2017(平成 29)年度以降は調査定点が A6 海域の 1 定点のみとなったため、この定点における経年変化を示した。平成 28 年度委員会報告の図では A6 海域内の複数定点の平均値を示しており、本図と数字が異なることに留意。

図 2.9.3-5 有明海 A6 海域の 1 定点におけるタイラギ浮遊幼生の出現状況

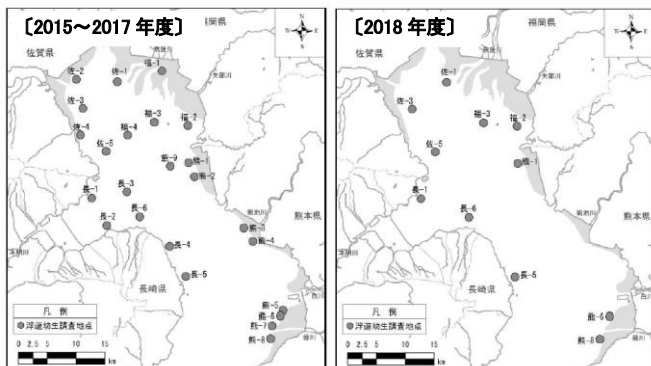
出典:水産庁「平成 20～令和 2 年有明海水産基盤整備実証調査」をもとに環境省が作成した。

有明海におけるタイラギ浮遊幼生の出現特性について、2015(平成 27)年以降、図 2.9.3-6 に示した地点において、産卵期の 6～9 月にかけて広域調査(6～9 月に月 3 回を基本)が実施されている。本調査はタイラギの主要漁場である A1～A3 漁場のみならず、湾中南部海域である A4～A7 海域を含む調査である。

各年度の調査結果(出現密度の水平分布)は図 2.9.3-7 に示した。ここでは各定点における出現規模の年変動を便宜的に比較するために、各調査定点毎の出現密度を調査回数分合計した数字を示す。なお、各調査定点の水深が異なるため、定点毎の発生総量を厳密に示したものではないことに留意が必要である。

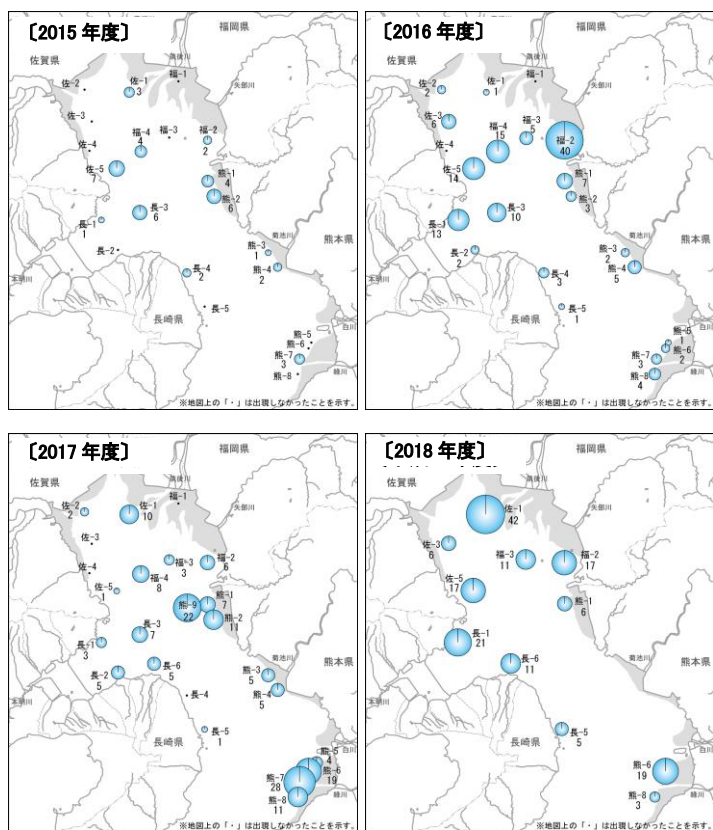
2015(平成 27)年度は有明海湾全域で累計の出現密度が 6 個体/m³以下と出現密度が低く、2016(平成 28)年度は福岡県の大牟田地先から佐賀県大浦地先および諫早湾北部にかけて累計で 10 個体/m³以上の出現がみられた。2017(平成 29)年度は荒尾地先と緑川河口で累積の出現密度が相対的に高く、2018(平成 30)年度は湾奥西部において累計で 10 個体/m³を越える出現密度がみられた。

各調査時の平均的な出現密度は図 2.9.3-5 で示した諫早湾における 2012(平成 24)年以降の出現密度同様に nd～5 個体/m³が検出されることが多く、平成 28 年度委員会報告で示された過去の調査結果を踏まえると、出現密度は 2015(平成 27)～2018(平成 30)年度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。



注)2015(平成 27)～2017(平成 29)年度は 22～24 地点で、2018(平成 30)年度は 11 地点で調査が実施されている。

図 2.9.3-6 タイラギ浮遊幼生出現広域調査地点図

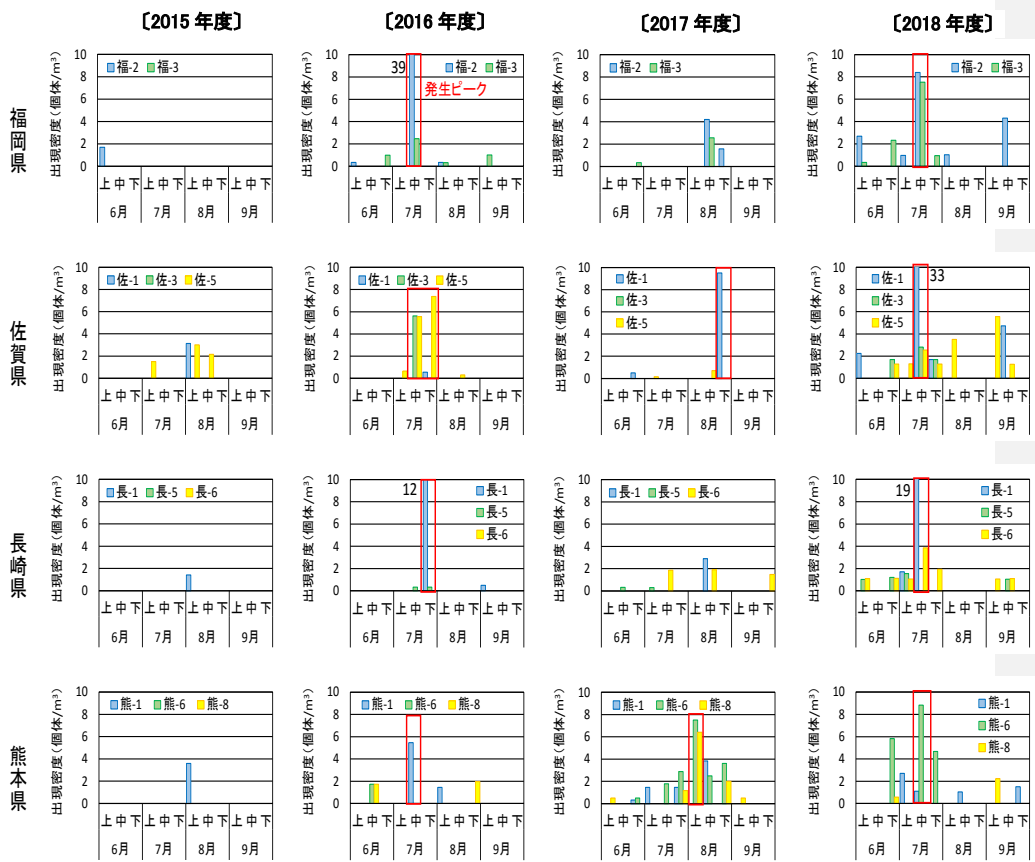


注)浮遊幼生調査は、各地点の水深に応じて 2 層(2m³)、3 層(3m³)で浮遊幼生を採取しており、平面図の浮遊幼生数は、各年度の発生規模を便宜的に示すため、6～9 月にかけて実施された計 12 回の調査結果を合計した浮遊幼生数(1 層 1m³相当数)を表したものである。

図 2.9.3-7 タイラギ浮遊幼生の水平出現特性(2015(平成 27)～2018(平成 30)年度)

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 5 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

タイラギ浮遊幼生の各年度、県別の経時的出現状況を図 2.9.3-8 に示す。2015(平成 27)年度は明確な発生ピークはみられなかったものの、2016(平成 28)年度以降の発生ピークは、概ね 7 月から 8 月に 1~2 回見られ、これは本種の成熟盛期⁷⁾と一致していた。ただし、浮遊幼生の出現ピークの発生時期については、年変動が大きいことが推察される。2016(平成 28)年度の福-2 の累計出現密度は 40 個体/m³ に対して 7 月中旬に 39 個体/m³ 検出されていること、2018(平成 30)年度の佐-1 における累計出現密度は 42 個体/m³ に対して、7 月中旬に 33 個体/m³ が検出されていることなど、数度の出現ピークが年間の累計出現密度に相当することが分かる。



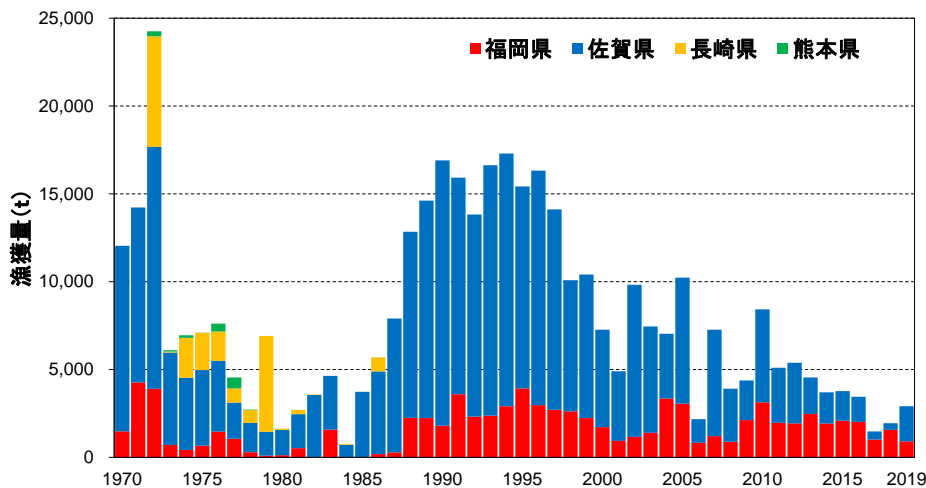
注)ここでは、4カ年すべての調査データが揃っている11定点のデータのみを表示している。

図 2.9.3-8 タイラギ浮遊幼生の各年度、県別の経時的出現状況

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(2) サルボウ

サルボウ漁場は A1 海域(佐賀県西部及び矢部川河口域)が中心である。1972(昭和47)年に 24,252tの漁獲量があったが、その後、へい死(原因は不明)が発生して漁獲量が減少した。へい死は 1985(昭和 60)年を境に収束し、1988(昭和 63)～1997(平成 9)年にかけて 10,000t を超える漁獲量(最大 17,299t/1994 年)がみられた。1998(平成 10)年以降は、全体的には減少傾向にあるものの、年によっては 5,000t を超える年もあったが、2012(平成 24)年以降は減少傾向にある(図 2.9.3-9)。なお、サルボウの漁獲量は属人統計のため、県ごとの漁獲量がそのまま生息海域からの漁獲を示しているとは限らないことへ留意する必要がある。



注) 2007～2010年の期間サルボウ漁獲量は農林水産統計で集計していないため、県のデータが存在する福岡県(福岡県提供)と佐賀県(佐賀県提供)の漁獲量のデータのみ計上。

図 2.9.3-9 有明海におけるサルボウの漁獲量推移

出典：農林水産省「農林水産統計」、福岡県提供資料及び佐賀県提供資料をもとに環境省が作図した。

(3) アサリ

ア) 漁獲量

有明海でのアサリの漁獲量は、1977(昭和 52)～1983(昭和 58)年には4県の漁獲合計がピークに達し(有明海におけるアサリは熊本県沿岸で最も多く漁獲され、1977(昭和 52)年に 65,000t の漁獲を記録)、1983(昭和 58)年には最大となる 90,386t となった。その後減少し、1996(平成 8)年以降、2,000t 前後で推移した。2003(平成 15)年から2008(平成 20)年にかけて有明海全域で資源が一時的に回復し、2006 年(平成 18)の漁獲量は 9,655t に達した。しかしながら、2009(平成 21)年以降再び漁獲量が減少している(図 2.9.3-10)。2014(平成 26)～2015(平成 27)年に比較的高い稚貝の発生がみられ、2018(平成 30)年の漁獲量が福岡県で 1,682t、A4 海域に相当する熊本県の2017(平成 29)年の漁獲量が 672t まで増加した。

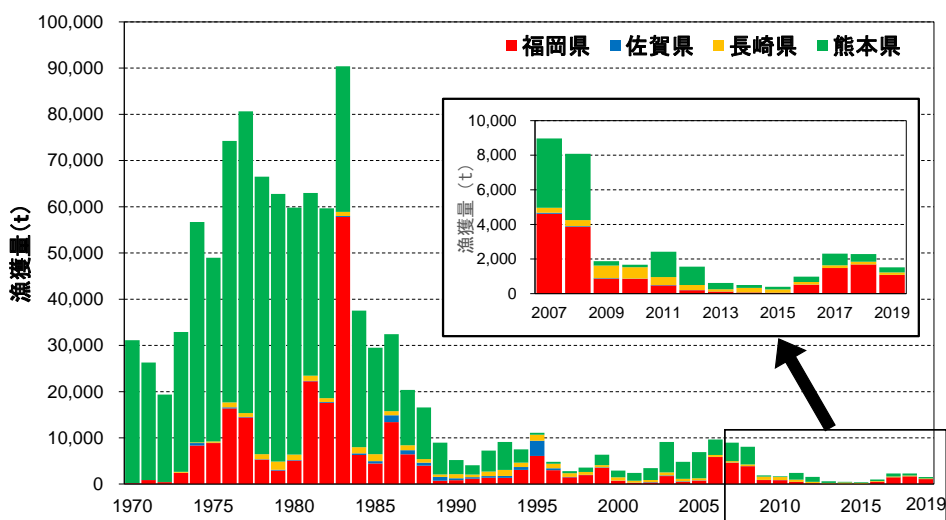


図 2.9.3-10 有明海におけるアサリ漁獲量の推移

出典:農林水産省「農林水産統計」をもとに環境省が作図した。

八代海におけるアサリは熊本県沿岸で 1985(昭和 60)年に 2,891t の漁獲があり、1970(昭和 45)年以降では最高であった。その後変動幅は 500～1,500t と大きいものの、1993(平成 5)～2000(平成 12)年の間で 6 年ほど 1,000t を超える漁獲量がみられた。2005(平成 17)年以降漁獲量が増加し、2008(平成 20)年には 1,721t となったが、その後減少し、2012(平成 24)年以降は低い水準で推移している(図 2.9.3-11)。

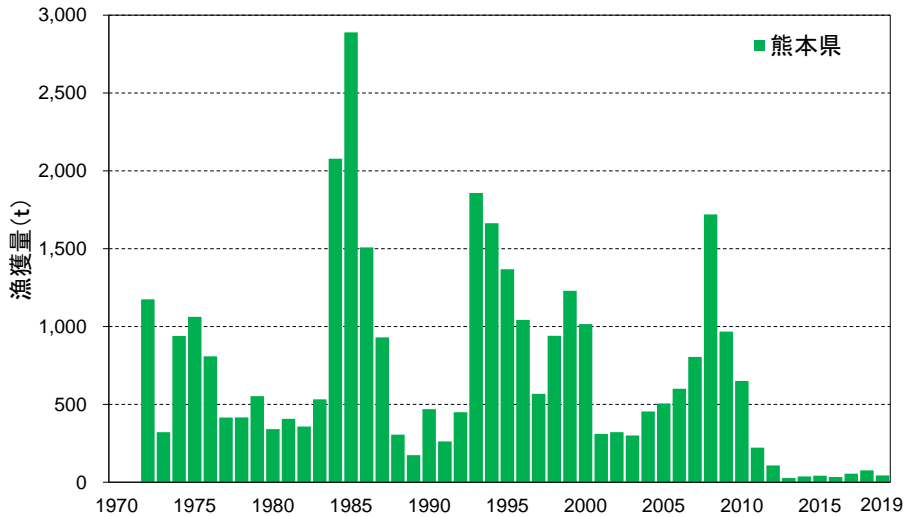


図 2.9.3-11 八代海におけるアサリ類漁獲量の推移

出典：農林水産省「農林水産統計」をもとに環境省が作成した

イ) アサリ浮遊幼生の出現状況

アサリの生活史を図 2.9.3-12 に示した⁸⁾。アサリも他の有用二枚貝同様に体外受精を行い、卵と精子を海水中に放出して受精卵を形成する。アサリでは「発生」～「着底」のステージでは、浮遊幼生が潮流に乗り、海域区分を越えて広域に浮遊・分散するため、有用二枚貝浮遊幼生の出現状況、稚貝の着底状況に関しては、有明海全域で論議する必要がある。アサリの浮遊期間は 10 日間から 2 週間程度と言われている。

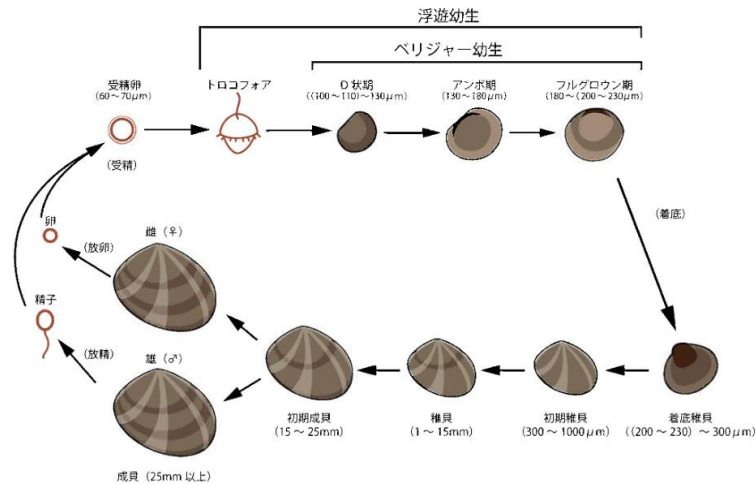


図 2.9.3-12 アサリの生活史

出典：社団法人全国沿岸漁業振興開発協会(2006)「沿岸漁場整備開発事業増殖場造成計画指針(ヒラメ・アサリ編)」より作成した。

有明海のアサリ浮遊幼生出現状況について、2015(平成 27)年以降、図 2.9.3-13 に示した地点において、産卵期の6~9月にかけて広域調査が実施されている。本調査はアサリの主要漁場である A1、A4、A6 海域のみならず、湾中南部海域である A5、A7 海域を含む調査である。

各年度の調査結果(出現密度の水平分布)を図 2.9.3-14 に示した。ここでは各定点における出現規模の年変動を便宜的に比較するために、各調査定点毎の出現密度を調査回数分合計した数字を示す。なお、各調査定点の水深が異なるため、定点毎の発生総量を厳密に示したものではないことに留意が必要である。

アサリは産卵盛期が春と秋の2回みられることから、春期と秋期のそれぞれの調査時の出現密度(個体/m³)の総計である。

春期の3年間の調査のうち、2017(平成 29)年度の累計の出現密度は3カ年の中で最も高く、福-4 における累計出現密度が 15,546 個体/m³となっていた。これに比較すると、2018(平成 30)年度は累計の出現密度が1桁近く少ない出現であった。春期の出現は概ね湾全域で見られるが、福岡県から熊本県の沿岸部で比較的高い累計出現密度がみられる。

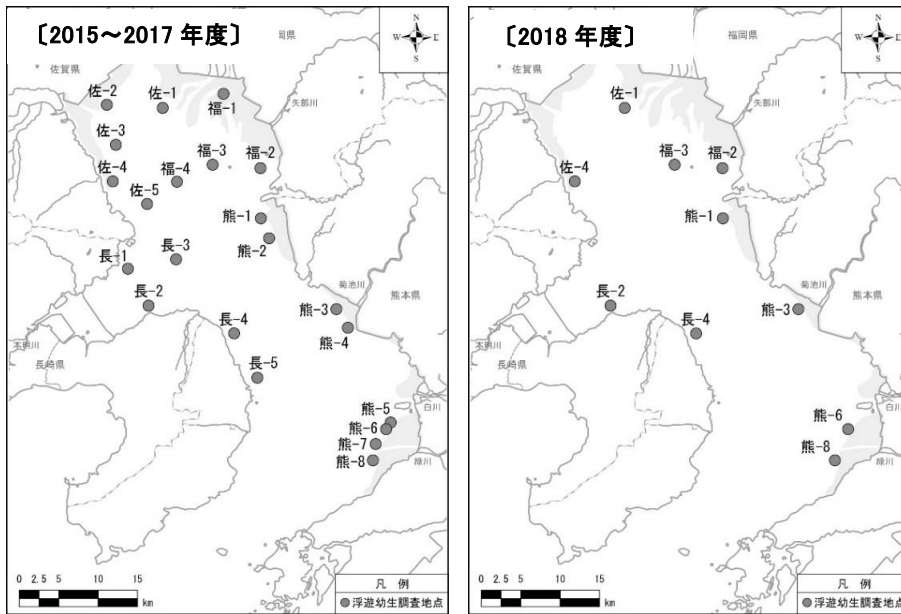
秋期は春期に比較すると累計の出現密度がやや低めに推移し、かつ高密度で出現する定点がいくつかみられた。4年間の調査のうち、大牟田地先から長洲地先にかけて(福-2、熊-1、熊-2)で高い累計出現密度がみられている。

2017(平成 29)年度は春期も秋期も高いアサリ浮遊幼生の出現がみられているが、図 2.9.3 10 に示した漁獲量でもこの年度は近年としては比較的高い漁獲がみられていることから、親貝資源の規模と浮遊幼生発生量との関係性が示唆される。また、アサリの浮遊幼生の出現は、アサリの主要な生息域である福岡県から熊本県の沿岸で高い出現がみられているが、アサリの生息がほとんどみられない佐賀県地先でも低いながら常に浮遊幼生の出現がみられることから、幼生が湾全域で広域に拡散していることが推定される。

また、春期、秋期における浮遊幼生の旬別の変化を図 2.9.3-15 と図 2.9.3-16 に示す。春期の結果では、2018(平成 30)年度は明確なピークが見られなかったものの、他の年では図中赤囲みのおり、各海域で、異なる時期においてピークが見られた。ただし春期の出現ピークは年変動が大きいことが分かった。秋期では、シーズンごとに1から3回のピークが認められ、出現ピークは10月中旬から11月中旬に集中していた。2010(平成 22)年と2011(平成 23)年に行われた組織学的観察結果でも、秋期の肥満度の最小値が11月に観察されと同時に雌雄とも放出期が認められており⁹⁾(松本ら 2014)、今回の調査結果とほぼ合致している。

日本の主要なアサリ漁場である東京湾、三河湾、伊勢湾のアサリ浮遊幼生発生量を文献値^{10)、11)、12)}と比較したところ、東京湾で 200~900 個体/m³以上(いずれも殻長 100 μm 以下の D 型幼生¹⁰⁾)、三河湾で 100~20,000 個体/m³(D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生¹¹⁾)、伊勢湾で 100~300 個体/m³(D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生¹²⁾)であった。有明海におけるアサリ浮遊幼生の発生量(100~15,000 個体/m³、D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生)は三河湾の発生量と同程度であった。親貝資源量や海水交換率など湾の物理学的な構造が異なるた

め、出現密度を単純に比較できないが、調査期間中のアサリ資源量は過去最低レベルであったにも拘わらず、広域で他海域と同じかより高い浮遊幼生の発生がみられた。



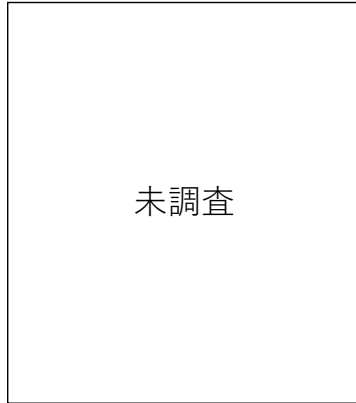
注)2015(平成 27)～2017(平成 29)年度は 22 地点(左図)、2018(平成 30)年度は 3 か年の調査結果を踏まえ、10 地点(右図)で実施された。

浮遊幼生調査はアサリの産卵期が春と秋の2回みられることから、春期は 4～6 月に月 3 回、秋期は 9～11 月に月 3 回を基本として実施された。

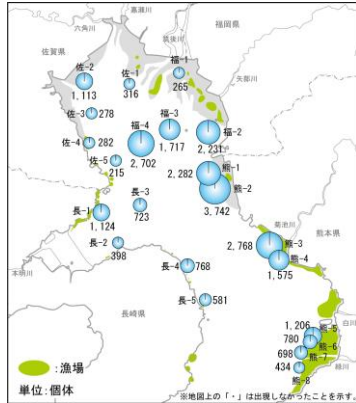
図 2.9.3-13 アサリ浮遊幼生出現広域調査地点図

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 4 回水産資源海域環境再生方策検討作業小委員会資料」

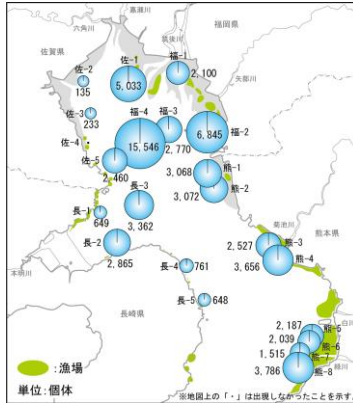
【2015 年度春期】



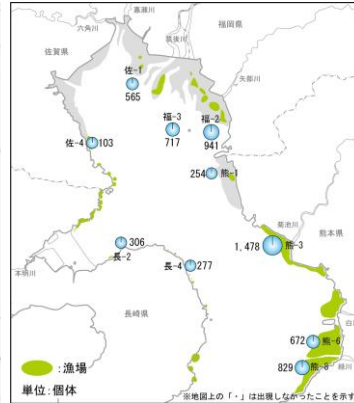
【2016 年度春期】



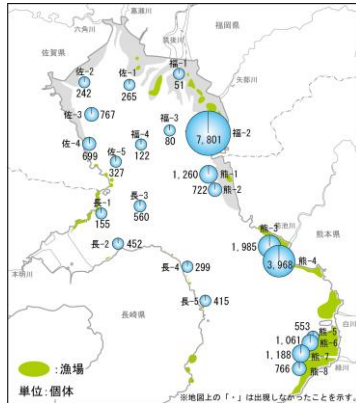
【2017 年度春期】



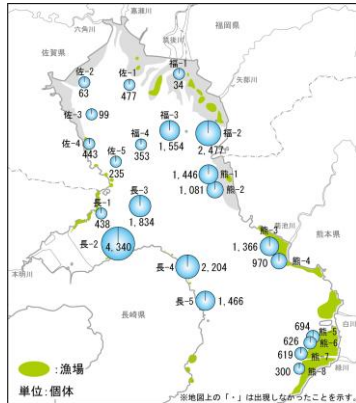
【2018 年度春期】



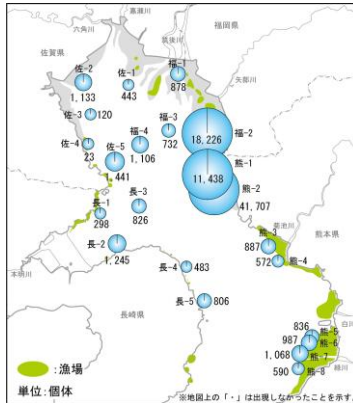
【2015 年度秋期】



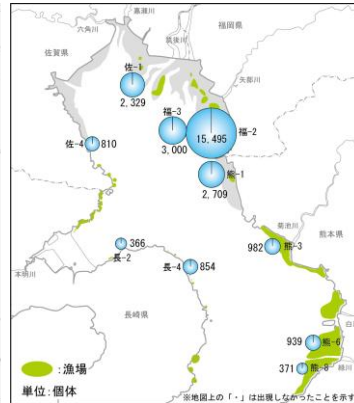
【2016 年度秋期】



【2017 年度秋期】



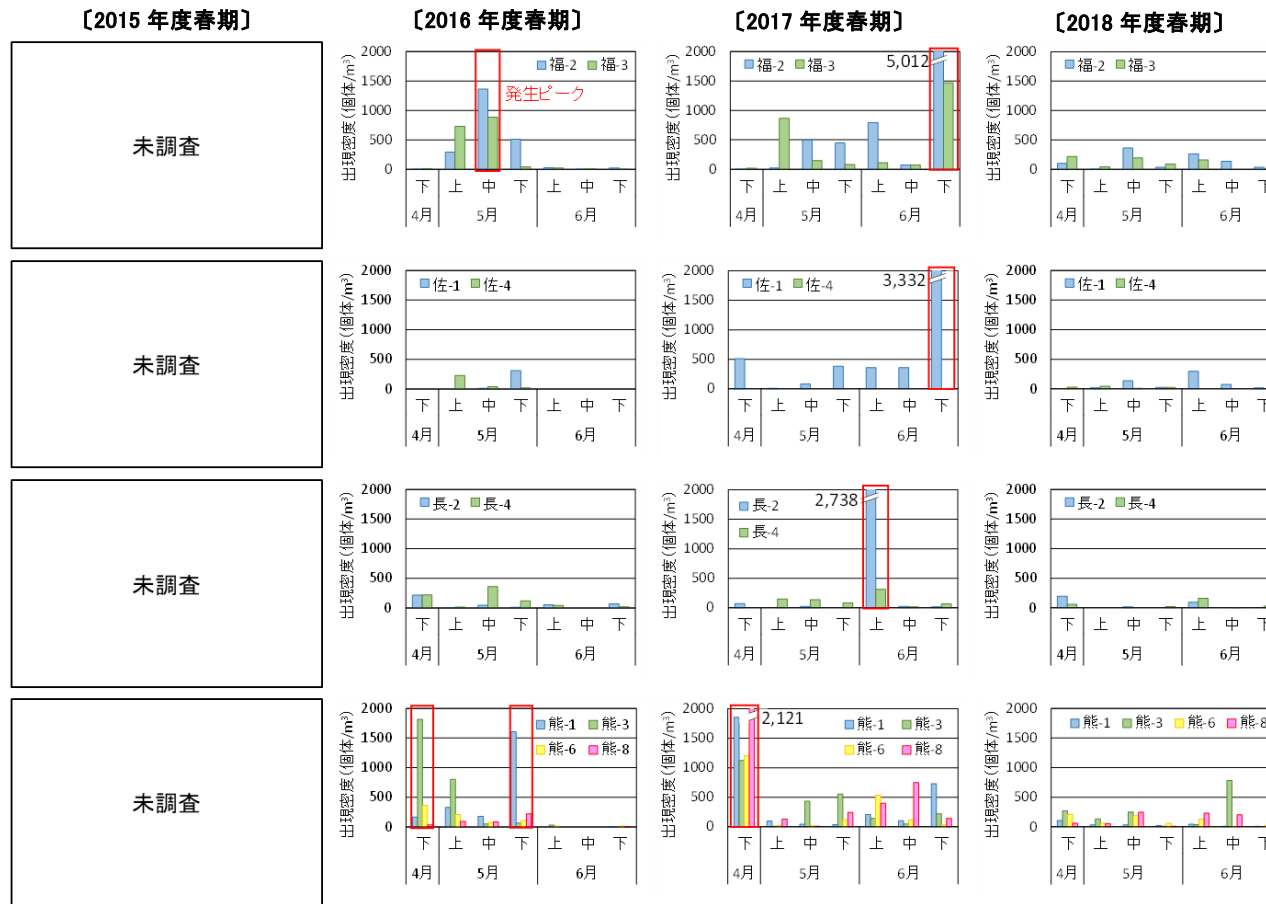
【2018 年度秋期】



注) 浮遊幼生調査は、各地点の水深に応じて2層(2m³)、3層(3m³)で浮遊幼生を採取しており、平面図の浮遊幼生数は、各年度の発生規模を便宜的に示すため、調査期間中(春期:4~6月、秋期:9~11月)の調査結果を合計した浮遊幼生数(1層1m³相当数)を表したものである。

図 2.9.3-14 アサリ浮遊幼生の出現状況(2015(平成 27)年度~2018(平成 30)年度の経時変化)

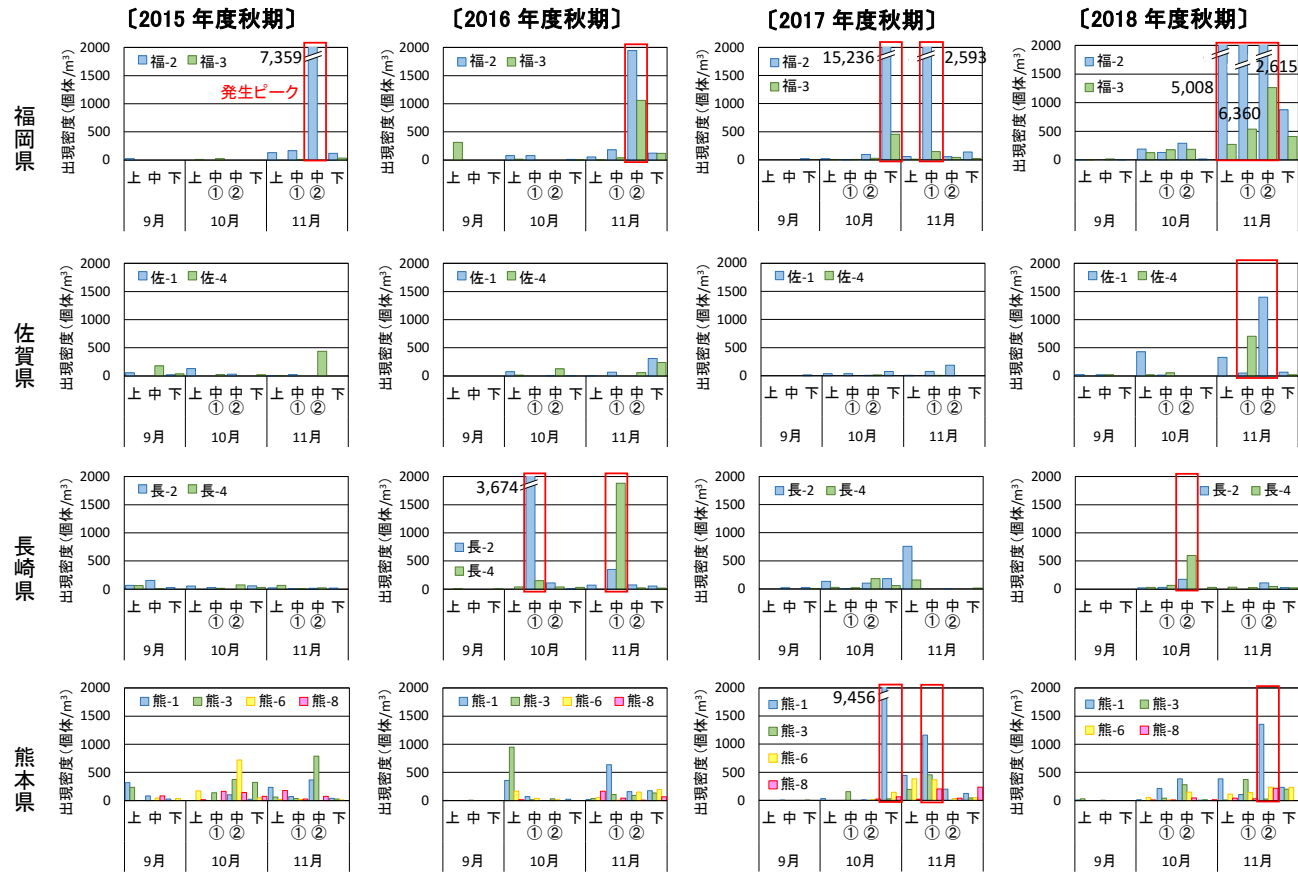
出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回水産資源・海域環境再生方策検討作業小委員会資料」



注)ここでは、3カ年すべての調査データが揃っている10定点のデータのみを表示している。

図 2.9.3-15 アサリ浮遊幼生の出現状況(浮遊幼生の旬別の変化・春期)

出典:環境省(20192020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第46回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」



注)ここでは、4カ年すべての調査データが揃っている10定点のデータのみを表示している。

図 2.9.3-16 アサリ浮遊幼生の出現状況(浮遊幼生の旬別の変化・秋期)

出典:環境省(2019-2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第46回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

2.9.4 魚類

(1) 有明海の魚類

ア) 魚類漁獲量

有明海の魚類漁獲量は、1987(昭和 62)年をピーク(13,000t 台)に減少傾向を示しており、1999(平成 11)年には 6,000t を割り込んだ(図 2.9.4-1)。減少傾向は、2000(平成 12)年以降も継続し、2015(平成 27)年以降の数年間は低位のままほぼ横ばい傾向を保ったものの、2018(平成 30)年には過去最低となった(2,455t)。

有明海の漁獲努力量等の資源評価を行うための基礎情報が乏しいことから、ここでは、漁獲量の動向を資源変動の目安と考えることとした(過去の委員会報告に同じ)。県別にみると 1987(昭和 62)年以降、長崎県、佐賀県、熊本県の順で漁獲量の減少が大きい。これまでの評価委員会での検討を踏まえれば、これは有明海における魚類の主漁場である湾央～湾奥の資源量の減少を表している可能性がある。

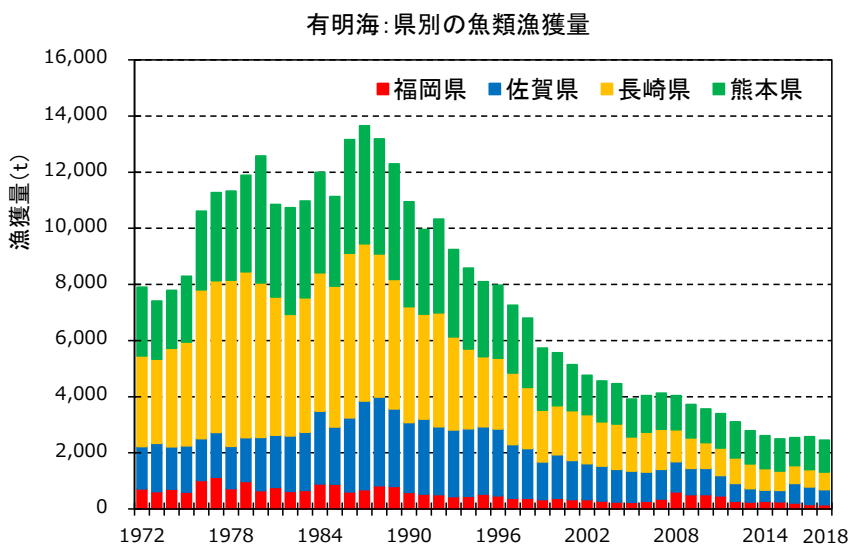


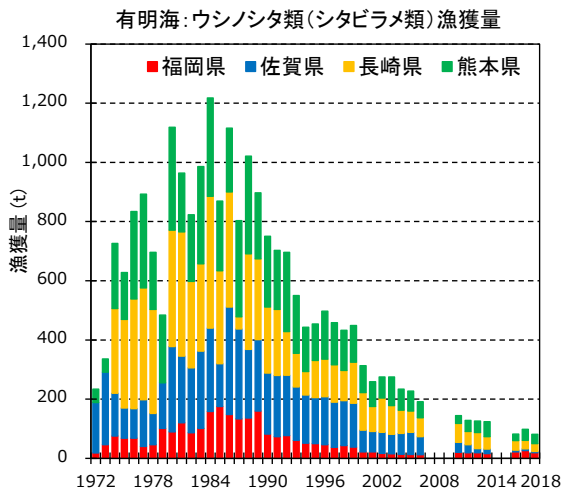
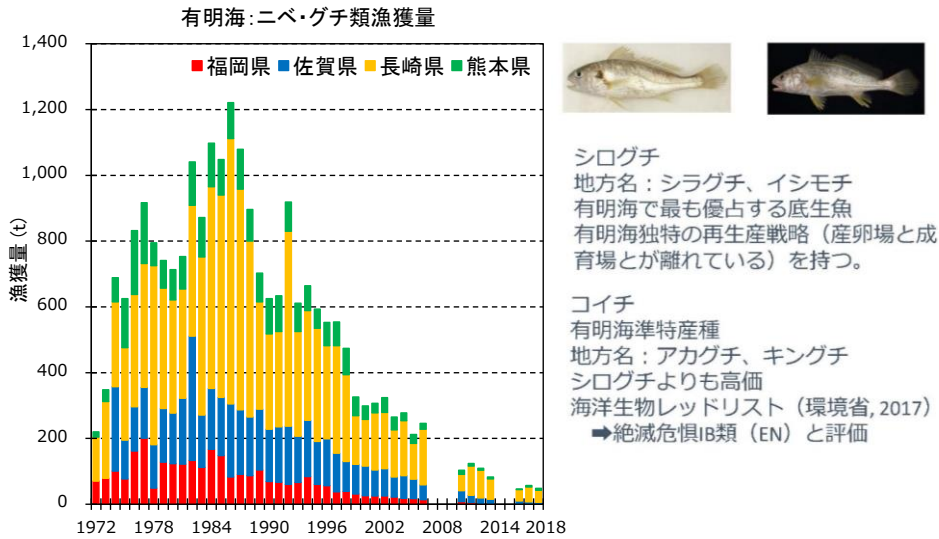
図 2.9.4-1 有明海の魚類漁獲量(海面漁業)の経年変化

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第6回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

なお、魚類資源に関する研究は少しずつ増え、ニベ・グチ類^{13~17)}やウシノシタ類(シタビラメ類^{18)、19)})などのように、種によっては魚類資源の再生産機構や資源の減少要因の解明につながる重要な知見も蓄積されているものの、未だ有明海全体の魚類資源や魚類の多様性を包括的に把握するには十分ではない。

有明海の魚類漁獲量については底生魚類の占める割合が多く、また、それらの減少程度が大きいことから、ここでは過去の委員会報告においても検討の中心となってきた代表的な底生魚類であるニベ・グチ類とウシノシタ類(シタビラメ類)の魚種別漁獲量について取り上げる。平成 28 年度委員会報告以降の動向については、更なる減少傾向

が続いている状況である(図 2.9.4-2)。



農林水産統計及び海面漁業・養殖業生産統計より

注) 2007(平成 19)年～2009(平成 21)年、2014(平成 26)年及び 2015(平成 27)年は、統計に「ニベ・グチ類」及び「ウシノシタ類」の分類がなかったため、データを示していない。

図 2.9.4-2 有明海における主要な底生魚類の漁獲量の推移

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第6回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(2) 有明海の魚類の変動要因について

ア) 初期減耗の増大

平成 28 年度委員会報告で、ニベ・グチ類やウシノシタ類(シタビラメ類)等で初期減耗が大きくなる要因として、溶存酸素の影響、餌料生物(動物プランクトン)の影響等が挙げられたが、その後の知見の更新はなされていない。

イ) 生態系構造の変化の可能性

有明海で多くの魚類が減少する中、エイ類の増加が疑われたことから、平成 18 年の委員会報告では、有明海の魚類に見られた変化として、底生魚類の漁獲量減少に加え、生態系構造が変化した可能性が指摘されている。当時の有明海では、大型の高次捕食魚類に関する情報がなく、生態系の視点から有明海を捉えることができていなかった。

近年、有明海はサメ・エイ類を含め豊富な高次捕食者から成る生態系構造であることが明らかにされつつある。平成 18 年の委員会報告以降、大学等の研究により有明海の高次捕食者の研究が進められ、高次捕食者の中にはアカエイのように周年有明海で過ごす種もいるが²⁰⁾、ナルトビエイのように季節的に有明海を繁殖・摂餌の場として利用する種も多いこと等が明らかにされた²¹⁾。有明海は、アカシユモクザメなど数種のサメ・エイ類にとって、世界有数の繁殖・成育場としての機能を併せ持つ特別な海域であることも明らかになりつつある²²⁾。

しかしながら、高次捕食者が生態系構造に与える影響(魚類への捕食圧等)や、繁殖・成育場としての環境条件等については未解明であり、有明海における高次捕食者を含めた生態系全体の構造、その機能について今後研究を進める必要がある。

ウ) ナルトビエイの生態的知見の充実

ナルトビエイについては 2000(平成 12)年頃に地球温暖化と同期して有明海に増加したことが指摘され、貝類のみを専食²³⁾することからアサリやタイラギへの食害が考えられたが、当時はこの地域のエイに関する知見が乏しかった。現在は、分類学的研究により、ナルトビエイは熱帯性の種ではなく、新種であり、日本の南西部を主な生息場とする稀少性の高い東アジアの固有種であることが明らかにされ、新たな学名 *Aetobatus narutobiei* が付与²⁴⁾されるなど、知見が蓄積されつつある。

平成 28 年度委員会報告以降、最も新しい出版物は、19 年間の調査研究に基づくナルトビエイの繁殖生物学と厳しい環境下での生存戦略に関する新たな研究論文「Yamaguchi et al., 2021」である。有明海がナルトビエイの主要な繁殖地かつ成育場としての機能を担うこと、生活史のイベント(摂餌、繁殖、越冬)に特定の環境を要するナルトビエイにとって、有明海はその生存に必要な条件を満たす限られた生息地の一つであることなどが明らかとなっている²¹⁾。

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、定量的な評価等科学的知見を充実する必要がある。

(3) 八代海の魚類

ア) 魚類漁獲量

八代海の魚類漁獲量は、いわし・あじ・さば類など浮魚類の漁獲量の占める割合が大きく、特に近年は、いわし類、さば類が魚類全体の漁獲量の 8 割以上を占めている。そのため、漁獲量の変化は浮魚類の変化に大きく影響される(図 2.9.4-3)。1982(昭和 57)年をピーク(19,000t 台)に変動を繰り返しながらも緩やかな減少傾向を示し、2003(平成 15)年及び 2006(平成 18)年には 9,000t 台まで落ち込んだものの、それ以降は再び増加し、2016(平成 28)年には漁獲量約 21,000t となった。しかし、2017(平成 29)年、2018(平成 30)年には再び減少した。県別にみると、鹿児島県では近年増加傾向、熊本県では減少傾向である。

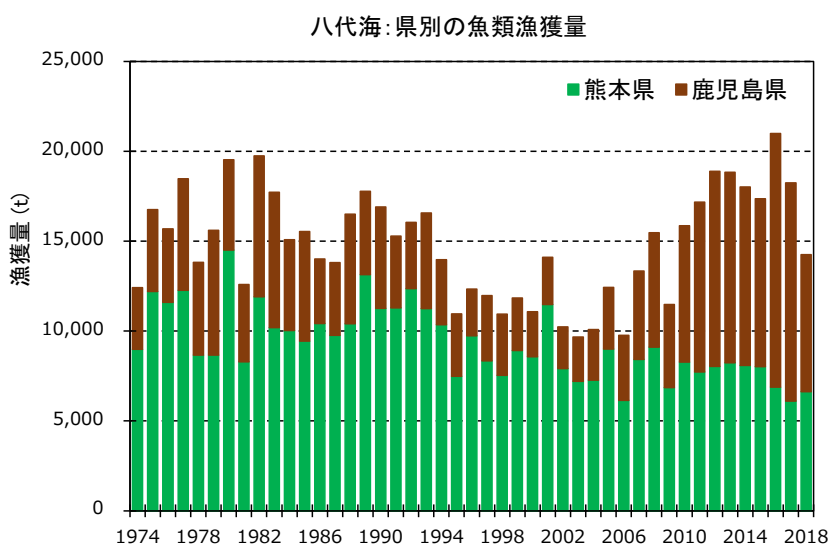


図 2.9.4-3 八代海の魚類漁獲量(海面漁業)の経年変化

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第6回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

八代海の魚類については、有明海と同様に魚類資源の動向を評価するに十分な情報はない。また、漁獲量データはニベ・グチ類、ウシノシタ類(シタビラメ類)、というように複数種ごとにまとめられており、魚種別に把握できるだけの情報なく、有明海のような漁獲量に基づく種別の資源動向の推定も困難である。

八代海の魚類の分布や生息状況に関する知見は、依然として有明海よりもさらに少なく、2020(令和 2)年までの調査では奥部で 85 種(16 目 51 科 70 属)が確認されている。コノシロの出現割合が多いことも明らかにされているが、海域ごとの環境と魚類の出現状況の特徴は把握されておらず、調査年数も少ない状況である。また、八代海の奥部には広大な干潟があり、有明海と良く似た環境を持つにもかかわらず、魚類の漁獲に

かかる種構成は異なっており、八代海と有明海では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。

(4) 八代海の魚類の変動要因について

八代海の生態系構造に係る知見が乏しく、これについて言及することはできない。有明海と同様に、ナルトビエイやアカエイなどの高次捕食者の出現は認められているが、現時点で明らかにされている高次捕食者の種数は有明海に比べて著しく少なく、それらが常時生息するのがあるいは季節的に滞在するのかなど、その生態についても未解明である。加えて、高次捕食者の餌となる可能性のあるコノシロやニベ・グチ類、クロダイやキチヌなど、奥部に出現する魚類を中心とした生物の食性は調査されておらず、生態系構造を把握するに足る知見はない。

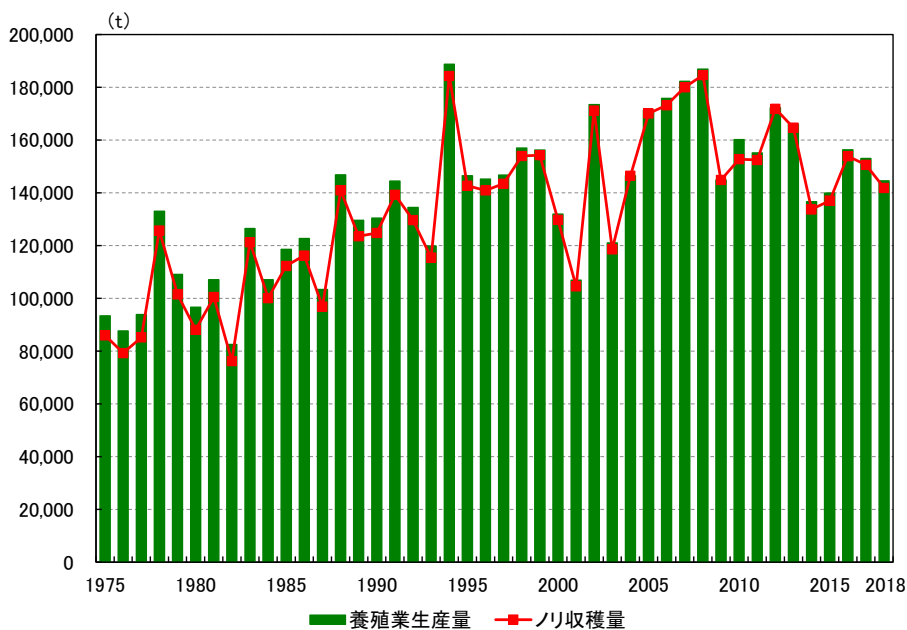
八代海については平成28年度委員会報告以降も基礎情報が不足していることから、サメ・エイ類をはじめとした魚類の生息状況や生態、また各種魚類の動向が生態系の構造や機能に及ぼす影響などについて研究を継続する必要がある。

2.9.5 養殖業生産量

(1) 有明海の養殖業生産量の推移

有明海の養殖業生産量の状況を図 2.9.5-1 に示す。

有明海の養殖業生産量の大部分はノリ養殖によるものであり、ノリ収穫量は 2008(平成 10)年までは増減を繰り返しつつ増加傾向にあったが、その後は 13 万～17 万tの間で推移している。そのほか貝類や魚類の養殖もなされており、双方で約 1%を占める。なお、貝類の養殖生産量のほとんどをカキが占めている。



- 注: 1.福岡県の養殖生産量は、2010 年以降は集計不可となっているため、2009 年の値を用いた。
 2.福岡県のノリ収穫量は、2009 年以降は重量が不明なため、収穫量(千枚)に 0.033 を乗じて算出した。
 3.長崎県のノリ収穫量は、2012 年以降は重量が不明なため、収穫量(千枚)に 0.037 を乗じて算出した。

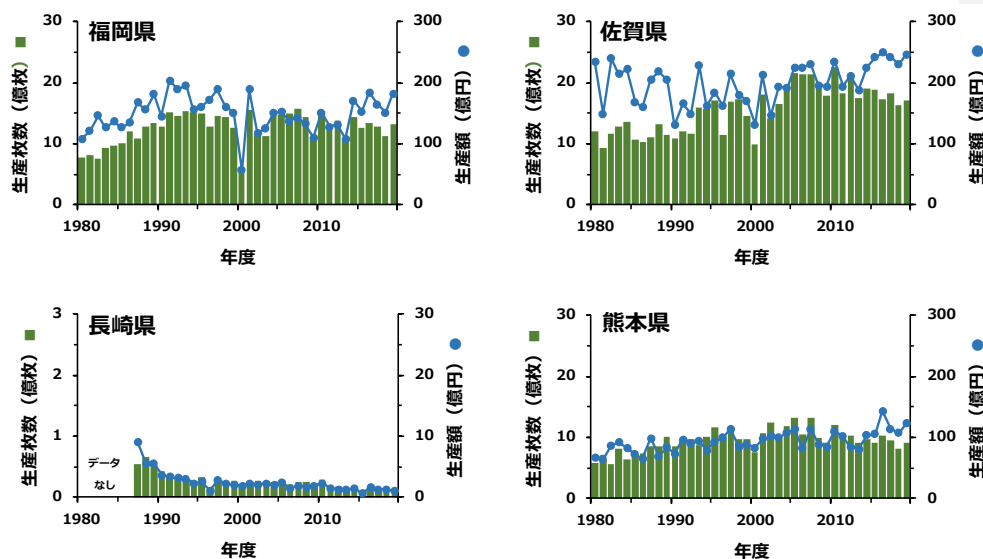
図 2.9.5-1 有明海の養殖業生産量

出典:農林水産統計をもとに環境省が作成した。

ア) ノリの生産量

有明海の福岡県、佐賀県、長崎県及び熊本県海域における1980(昭和55)年代以降のノリ養殖の生産枚数及び生産額の推移を図2.9.5-2に示す。福岡県海域におけるノリ養殖の生産枚数は1980(昭和55)年代に増加し、1990(平成2)年代以降、10～15億枚程度で推移している。生産額についても、1980(昭和55)年代に増加し、1991(平成3)年度には200億円にまで達した。その後減少し、2000(平成12)年代以降は100～180億円程度で推移している。佐賀県海域におけるノリ養殖の生産枚数は、1980(昭和55)年代に10億枚程度であったのが、1990(平成2)年以降増加し、2000(平成12)年代中頃以降は、16～22億枚程度で推移している。生産額は、年度による変動が大きい。1980(昭和55)年代以降、概ね200億円前後で推移している。熊本県海域におけるノリ養殖の生産枚数及び生産額は、ともに1980(昭和55)年代に増加し、1990(平成2)年代中頃以降、それぞれ10億枚及び100億円前後で推移している。一方、長崎県海域におけるノリ養殖の生産枚数及び生産額は1990(平成2)年前後に減少し、それ以降、生産枚数は1～3千万枚程度、生産額は1～2億円程度で推移している。

このように、2000(平成12)年代中頃以降、有明海におけるノリ養殖の生産量は、長崎県海域を除くと、高い水準で推移している。しかしながら、毎年、高い生産量が安定して維持されているわけではなく、年度によって、生産量の増減がみられる。なお、生産の好不調の要因把握に資するべく、ノリの生産量のみならず、栽培単位での生産状況についても留意する必要がある。



注)1.長崎県海域については、1986年度以前のデータが集計されていない。
2.1995年度以前の熊本県海域のデータについては、八代海のデータを含む。

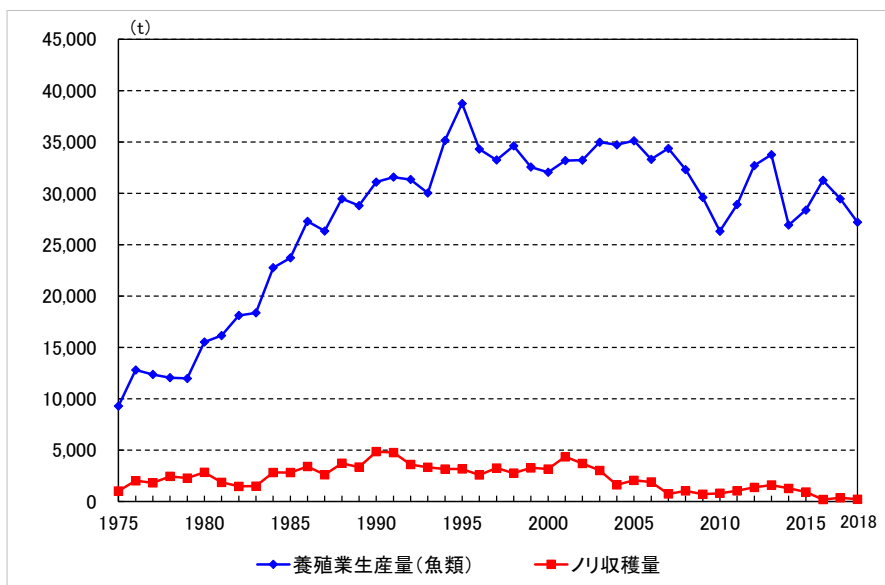
図 2.9.5-2 有明海の福岡県、佐賀県、長崎県及び熊本県海域におけるノリ養殖の生産枚数(カラム)及び生産額(折れ線)の推移

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(2) 八代海の養殖業生産量の推移

八代海の養殖業生産量の状況を図 2.9.5-3 に示す。

養殖業生産量(魚類)については、1994(平成 6)年までは増加していたが、その後は 2.6 万～3.9 万 t 程度で推移している。ノリ収穫量については、2001(平成 13)年まではやや増加傾向がみられたが、2004(平成 16)年以降は約 2 千 t 以下となっており、減少傾向である。



- 注: 1. 養殖業生産量(魚類): 海面養殖業のうち、魚類のみの生産量
 2. 熊本県のノリ収穫量は、2012年以降は重量が不明のため、収穫量(千枚)に 0.036 を乗じて算出した。
 3. 鹿児島県の養殖業生産量は、2013年及び2014年は集計不可となっているため、2012年と同じ値を用いた。
 4. 鹿児島県のノリ収穫量は、1975年、1982年、2004年、2016年、2017年、2018年は重量が不明のため、収穫量(千枚)に 0.033 を乗じて算出した。

図 2.9.5-3 八代海の養殖業生産量

出典: 農林水産統計をもとに環境省が作成した。

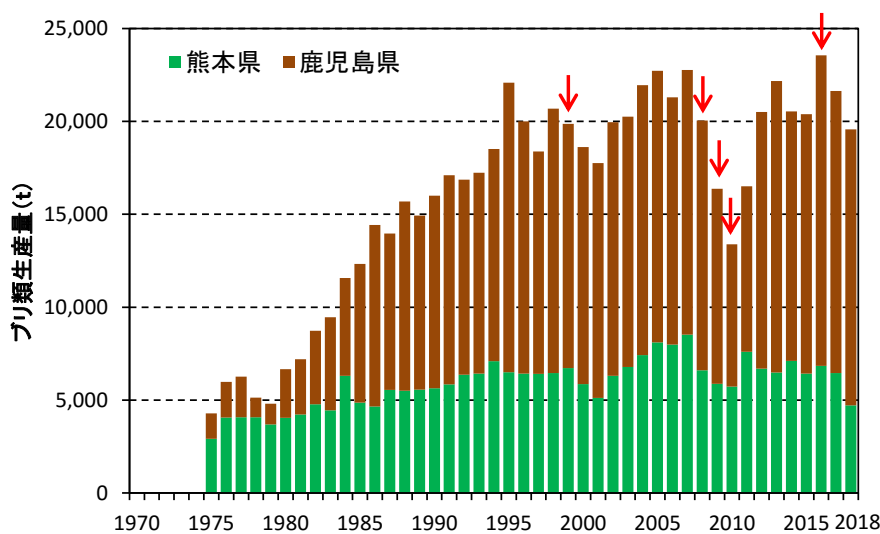
ア) 魚類養殖の状況

八代海では、ブリ、マダイ、トラフグ、シマアジなどの魚類養殖や真珠養殖業等が行われている。八代海における魚類養殖は、ブリ類とタイ類で全体の90%以上を占めており、図 2.9.5-4 にブリ類、図 2.9.5-5 にタイ類の生産量を示した。

ブリ類については、生産量が横ばいに転じた1990(平成2)年代中頃以降、概ね17,000～23,000tの範囲で推移しているが、2000(平成12)年に *Cochlodinium* 属赤潮の発生による生産減少が生じたほか、2009(平成21)年及び2010(平成22)～2011(平成23)年には、主に *Chattonella* 属赤潮により生産量が減少した。

タイ類については、生産量が横ばいに転じた1990(平成2)年代中頃以降、概ね7,400～12,000tの範囲で推移しているが、2000(平成12)年には *Cochlodinium* 属赤潮で、2008(平成20)～2010(平成22)年及び2016(平成28)年には *Chattonella* 属赤潮によって単年度で1億円を超える漁業被害が発生している。

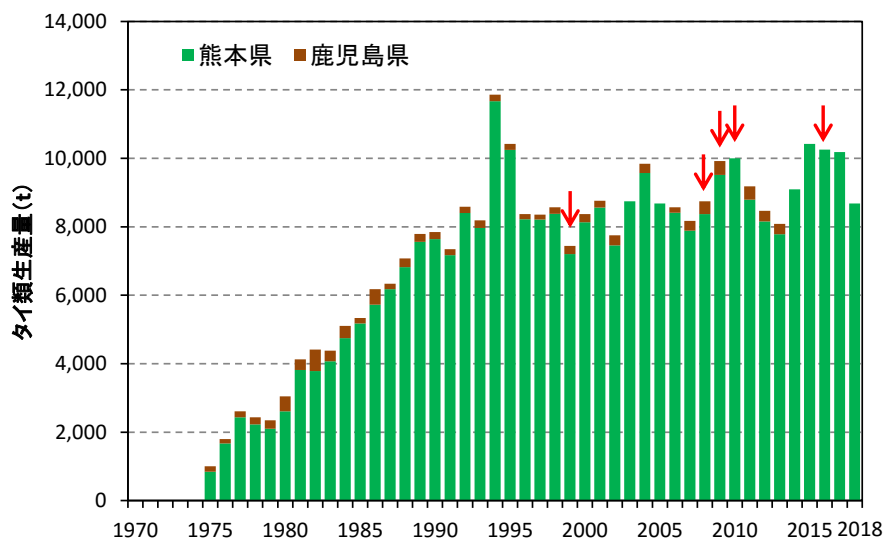
赤潮生物のなかでも、*Cochlodinium* 属と *Chattonella* 属については、魚類、特にブリ類に対する毒性が強いため、赤潮が発生すると養殖魚類に甚大な被害を与えることが知られており、これらの赤潮がこの海域における2009(平成21)年以降の安定した魚類養殖の生産を阻害している重要な要因の一つであると考えられる。



注) 矢印は赤潮により1億円以上の漁業被害が発生した年を示す。

図 2.9.5-4 八代海におけるブリ類生産量の経年推移

出典：農林水産省「熊本農林水産統計年報（昭和50～平成30年）」
農林水産省「鹿児島農林水産統計年報（昭和50～平成30年）」をもとに環境省が作成した。



注) 矢印は赤潮により1億円以上の漁業被害が発生した年を示す。

図 2.9.5-5 八代海におけるタイ類生産量の経年推移

出典：農林水産省「熊本農林水産統計年報（昭和50～平成30年）」
 農林水産省「鹿児島農林水産統計年報（昭和50～平成30年）」をもとに環境省が作成した

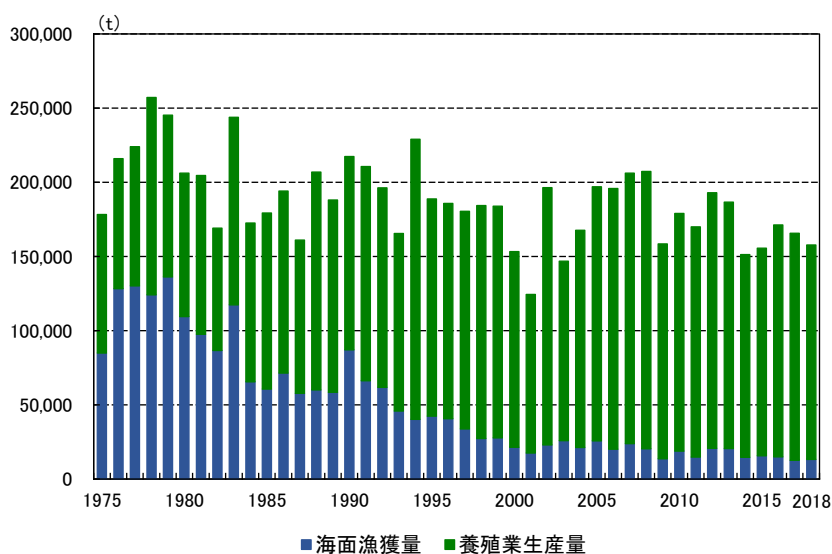
2.9.6 漁業・養殖業生産量

(1) 有明海の漁業・養殖業生産量の推移

有明海の漁業・養殖業生産量の状況を図 2.9.6-1 に示す。

海面漁業の漁獲量と海面養殖業の生産量の合計である漁業・養殖業生産量は、増減を繰り返しながら 2000(平成 12)年以降 15 万～20 万 t 程度で推移している。海面漁獲量は 1990 年代前半 2002(平成 14)以降、なだらかな減少傾向で推移している。養殖業生産量ともは 2002(平成 14)年以降は年変動があるものの、横ばい傾向で推移している。

コメントの追加 [A3]: 意見 39



注)1.漁業・養殖業生産量とは、海面漁獲量と養殖業生産量を合計したもの。

2.海面漁獲量とは、魚類、えび類、かに類、貝類、いか類、たこ類、うに類、海藻類等の漁獲量を合計したもの。

3.養殖業生産量とは、海面養殖業のうち魚類の生産量とノリ収穫量を合計したもの。

4.ノリ収穫量は、ノリの生換算重量が存在する場合はその値を使用、存在しない場合はノリ収穫量に係数を乗じて算出した。

5.福岡県の養殖業生産量は、2010 年以降は集計不可となっているため、2009 年の値を用いた。

6.福岡県のノリ収穫量は、2009 年以降は重量が不明なため、収穫量(千枚)に 0.033 を乗じて算出した。

7.長崎県のノリ収穫量は、2012 年以降は重量が不明なため、収穫量(千枚)に 0.037 を乗じて算出した。

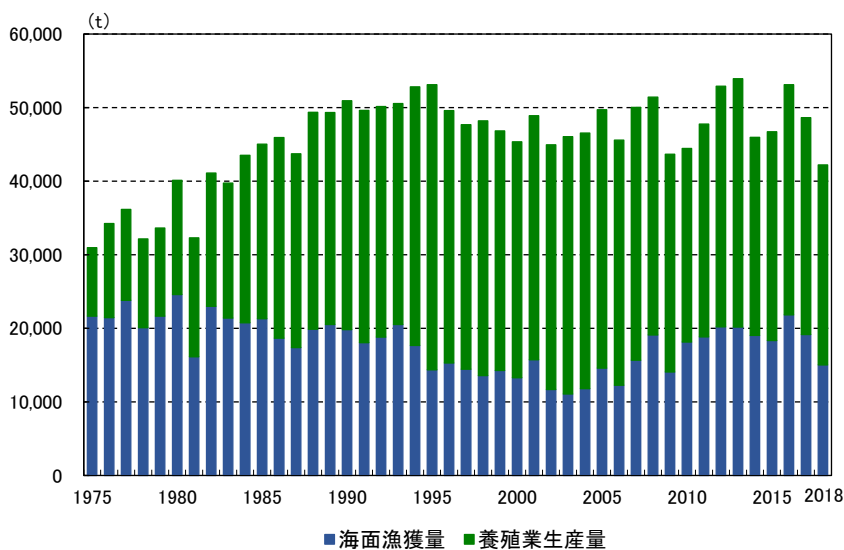
図 2.9.6-1 有明海の漁業・養殖業生産量

出典:農林水産統計をもとに環境省が作成した。

(2) 八代海の漁業・養殖業生産量の推移

八代海の漁業・養殖業生産量の状況を図 2.9.6-2 に示す。

海面漁業の漁獲量と海面養殖業の生産量の合計である漁業・養殖業生産量は、1995(平成 7)年頃までは増加傾向にあったが、その後は増減があるものの、4.2 万～5.4 万 t 程度で推移している。海面漁獲量は 2002(平成 14)年以降はやや増加傾向にあり、2016(平成 28)年は約 2.2 万 t であったが、2018(平成 30)年は 1.5 万 t 程度となっている。養殖業生産量は 1990(平成 2)年頃から 3 万～3.9 万 t 程度で推移している。



- 注) 1. 漁業・養殖業生産量とは、海面漁獲量と養殖業生産量を合計したもの。
 2. 海面漁獲量とは、魚類、えび類、かに類、貝類、いか類、たこ類、うに類、海藻類等の漁獲量を合計したもの。
 3. 養殖業生産量とは、海面養殖業のうち魚類の生産量とノリ収穫量を合計したもの。
 4. ノリ収穫量は、ノリの生換算重量が存在する場合はその値を使用、存在しない場合はノリ収穫量に係数を乗じて算出した。
 5. 熊本県のノリ収穫量は、2012年以降は重量が不明のため、収穫量(千枚)に 0.036 を乗じて算出した。
 6. 鹿児島県の養殖業生産量は、2013年及び 2014年は集計不可となっているため、2012年と同じ値を用いた。
 7. 鹿児島県のノリ収穫量は、1975年、1982年、2004年、2016年、2017年、2018年は重量が不明のため、収穫量(千枚)に 0.033 を乗じて算出した。

図 2.9.6-2 八代海の漁業・養殖業生産量

出典：農林水産統計をもとに環境省が作成した

2.9.7 まとめ

(1) 有明海・八代海等を中心に生息する生物(固有種、希少種等)

有明海・八代海等には、国内で本海域を中心に生息する生物が数多く存在している。特に、有明海及び八代海では、国内で両海域固有、又は国内で両海域を主な分布域とする大陸系遺存種が数多く確認されており、それらの中には環境省レッドリスト等に掲載されている希少種も複数みられる。

(2) ベントス(底生生物)

有明海におけるベントスの種類数については、湾中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 海域は低位で横ばいで推移している。個体数は湾奥部寄りが多く、近年は A2 海域及び A3 海域で大きな変動幅がみられる。特に A2 海域の Afk-2 では、2009(平成 21)年以降、日和見種であるホトギスガイの優占により、夏期の総個体数が高い値となっている。A3 海域の A3g-4 では、2018(平成 30)年以前は有機汚濁耐性種のダルマゴカイ等の環形動物が優占していたが、2019(令和元)年以降は二枚貝類のヒメカノアサリの優占によって総個体数が大きく増加した。湿重量は湾奥部において調査時期ごとに大きな変動がみられ、A1 海域の A3g-3 ではサルボウガイ、A2 海域ではホトギスガイ、A3 海域ではヒメカノアサリによるものと推察される。個体数の変動解析結果によると、4 地点で減少傾向にあり、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。

八代海では、種類数・個体数は湾奥部や湾口部寄りが多い傾向であり、また、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。種類数の経年変化については、全体的には概ね横ばい傾向であるものの、Y4 海域の Ykg-1 と Y5 海域の Ykm-7 では他の海域に比べて変動幅が大きく、種類数が比較的多い。個体数は Y1 海域の Ykm-1 で 2000(平成 12)年代にホトギスガイによる高い値、湿重量は Y1 海域の Ykm-2 で同じくホトギスガイによる高い値がみられた。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。

(3) 有用二枚貝

有明海でのタイラギの漁獲は、1979(昭和 54)年には最大となる 29,305t を記録したが、熊本県では 1980(昭和 55)年代から、長崎県では 1990(平成 2)年代から、佐賀県・福岡県では 2000(平成 12)年頃から漁獲量が減少し、2000(平成 12)年以降は低迷した状態が続き、2012(平成 24)年より休漁となっている。

タイラギ成貝及び稚貝の生息量調査によると、1992(平成 4)年以降タイラギ生息域は A2 海域に分布が偏る傾向がみられるが、この海域では着底稚貝の資源への加入が極めて少なく、局所的に発生した稚貝も主に春期から夏期にかけて立ち枯れへい死等によって大量減耗し、成貝まで到達していない。成貝の分布状況の変化によれば、1996(平成 8)年から 2011(平成 23)年までは $nd \sim 71$ 個体(全平均 11 個体)/100 m^2 、2012(平成 24)年以降は $nd \sim 0.7$ 個体(全平均 0.09 個体)/100 m^2 となっており、2012(平成

24)年以降に資源の凋落傾向が顕著になっている。また、1997(平成 9)年以降の稚貝の分布状況の変化によれば、1997(平成 9)年から2011(平成 23)年まで $nd \sim 1,190$ 個体(全平均 92 個体)/ $100m^2$ 存在したが、2012(平成 24)年以降は 0.3~59 個体(全平均 10.4 個体)/ $100m^2$ となっており、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。

A3 海域では、タイラギは 2012(平成 24)年以降、着底稚貝の発生がほとんど認められないものの、2009(平成 21)~2010(平成 22)年漁期には 1980(昭和 55)年代の豊漁期に近い密度で成貝の育成が認められ、漁獲量の回復がみられた。しかし、2010(平成 22)年夏期には生息していたタイラギが 1 ヶ月程度でほとんど死亡する大量へい死が生じ、以降は再び低迷している。

浮遊幼生について、A6 海域では 2008(平成 20)年及び 2010(平成 22)年に 120 個体/ m^3 程度の出現があったが、2012(平成 24)~2015(平成 27)年まで 10 個体/ m^3 を超えることがない状況であり、その後は 2020(令和 2)年に 66 個体/ m^3 と 2012(平成 24)年以降では比較的高い出現密度が 1 年のみ観察されたが、ほとんどの年度で 10 個体/ m^3 以下の出現が続いている。2012(平成 24)年以降も引き続き、親貝資源が減少し、浮遊幼生の発生量と着底稚貝の減少という、資源の再生産に大きな支障が生じていることが示唆されている。また、有明海での浮遊幼生調査結果によると、2015(平成 27)年度は有明海湾奥部で浮遊幼生が確認され、2016(平成 28)年度から 2018(平成 30)年度は概ね全域で浮遊幼生が確認されたが、平成 28 年度委員会報告で示された過去の調査結果を踏まえると、出現密度は 2015(平成 27)~2018(平成 30)年度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。

サルボウ漁場は A1 海域(佐賀県西部及び矢部川河口域)が中心であり、1972(昭和 47)年に 24,252t の漁獲量があったが、その後、へい死(原因は不明)が発生して漁獲量が減少した。へい死は 1985(昭和 60)年を境に収束し、1988(昭和 63)~1997(平成 9)年にかけて 10,000t を超える漁獲量(最大 17,299t/1994(平成 6)年)がみられたが、1998(平成 10)年以降、減少傾向となり、2006(平成 18)年以降の生産量は 5,000t 以下の年が多く、変動幅も 1,000~3,000t と大きい。

有明海でのアサリの漁獲量は、1977(昭和 52)~1983(昭和 58)年には 4 県の漁獲合計がピークに達し、1983(昭和 58)年には最大となる 90,386t となった。その後減少し、1996(平成 8)年以降、2,000t 前後で推移し、2009(平成 21)年以降再び漁獲量が減少している。八代海では、熊本県沿岸で 1985(昭和 60)年に 2,891t の漁獲があり、1970(昭和 45)年以降では最高であった。その後 1993(平成 5)~2000(平成 12)年の間で 6 年ほど 1,000t を超える漁獲量がみられ、2005(平成 17)年以降漁獲量が増加し、2008(平成 20)年には 1,721t となったが、その後減少し、2012(平成 24)年以降は低い水準で推移している。

有明海のアサリ浮遊幼生出現状況については、春期の 4 年間の調査のうち、最も浮遊幼生が多く観測された地点は 2017(平成 29)年度の福-2 であり、約 7,000 個体/ m^3

の浮遊幼生が観測された。一方、2017(平成 29)年度の佐-4 における浮遊幼生は未検出であった。秋期の 4 年間の調査のうち、最も浮遊幼生が多く観測された地点は、春期と同様に 2017(平成 29)年度の福-2 であり、約 18,000 個体/m³であった。最小は 2017(平成 29)年度の佐-4 で、23 個体/m³であった。

日本の主要なアサリ漁場である東京湾、三河湾、伊勢湾のアサリ浮遊幼生発生量を文献値と比較したところ、東京湾で 200~900 個体/m³以上(いずれも殻長 100 μm 以下の D 型幼生)、三河湾で 100~20,000 個体/m³(D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生)、伊勢湾で 100~300 個体/m³(D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生)であった。有明海におけるアサリ浮遊幼生の発生量(100~15,000 個体/m³、D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生)は三河湾の発生量と同程度であった。

(4) 魚類

有明海の魚類漁獲量は、1987(昭和 62)年をピークに減少傾向を示しており、2015(平成 27)年以降の数年間は低位のままほぼ横ばい傾向を保ったものの、2018(平成 30)年の魚類漁獲量には過去最低となったが、ここ数年間は横ばい傾向である。魚類漁獲量の多くを占める底生魚類のニベ・グチ類とウシノシタ類(シタビラメ類)の漁獲量は、更なる減少傾向が続いており、平成 28 年度委員会報告で、底生魚類等で初期減耗が大きくなる要因として、溶存酸素の影響、餌料生物(動物プランクトン)の影響等が挙げられたが、その後の知見の更新はなされていない。

近年、有明海はサメ・エイ類を含め豊富な高次捕食者から成る生態系構造であることが明らかにされつつある。平成 18 年の委員会報告以降、高次捕食者の中にはアカエイのように周年有明海で過ごす種や、ナルトビエイのように季節的に有明海を繁殖・摂餌の場として利用する種も多いこと等が明らかにされた。有明海は、サメ・エイ類にとって、世界有数の繁殖・成育場としての機能を併せ持つ特別な海域であることも明らかになりつつある。しかしながら、高次捕食者が生態系構造に与える影響(魚類への捕食圧等)や、繁殖・成育場としての環境条件等については未解明であり、有明海における高次捕食者を含めた生態系全体の構造、その機能について今後研究を進める必要がある。

ナルトビエイは 2000(平成 12)年頃に有明海に増加したことが指摘され、アサリやタイラギへの食害が考えられたが、当時はこの地域のエイに関する知見が乏しかった。現在は、ナルトビエイは新種であり、日本の南西部を主な生息場とする稀少性の高い東アジアの固有種であることが明らかにされるなど、知見が蓄積されつつある。ナルトビエイにとって、有明海はその生存に必要な条件を満たす限られた生息地の一つであることなどが明らかとなっている。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、定量的な評価等科学的知見を充実する必要がある。

八代海の魚類漁獲量は長期的には顕著な減少傾向はみられておらず、2016(平成 28)年には約 21,000t となったが、2017(平成 29)年、2018(平成 30)年には再び減少した。県別では、鹿児島県では近年増加傾向、熊本県では減少傾向である。八代海では、有明海と同様に魚類資源の動向を評価するに十分な情報はなく、漁獲量データは

コメントの追加 [A4]: 意見 40

魚種別に把握できるだけの情報はなく、種別の資源動向の推定も困難である。八代海の魚類の分布や生息状況に関する知見は、依然として有明海よりもさらに少なく、2020(令和2)年までの調査では奥部で85種(16目51科70属)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おらず、調査年数も少ない状況である。また、八代海は有明海と似た環境を持つにもかかわらず、魚類の漁獲にかかる種構成は異なっており、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、有明海と同様に、ナルトビエイやアカエイなどの高次捕食者の出現は認められているが、その種数は有明海に比べて著しく少なく、その生態についても未解明である。加えて、高次捕食者の餌となる可能性のある魚類の食性は調査されておらず、生態系構造を把握するに足る知見はない。平成28年度委員会報告以降も基礎情報が不足していることから、サメ・エイ類をはじめとした魚類の生息状況や生態、また各種魚類の動向が生態系の構造や機能に及ぼす影響などについて研究を継続する必要がある。

(5) 養殖業生産量

有明海の養殖業生産量の大部分はノリ養殖によるものであり、ノリ収穫量は2008(平成10)年までは増減を繰り返しつつ増加傾向にあったが、その後は13万~17万tの間で推移している。

八代海の養殖業生産量(魚類)については、1994(平成6)年までは増加していたが、その後は2.6万~3.9万t程度で推移している。ノリ収穫量は2001(平成13)年まではやや増加傾向がみられたが、2004(平成16)年以降は約2千t以下となっている。

(6) 漁業・養殖業生産量

有明海の漁業・養殖業生産量は、増減を繰り返しながら2000(平成12)年以降15万~20万t程度で推移している。

八代海の漁業・養殖業生産量は、1995(平成7)年頃までは増加傾向にあったが、その後は増減があるものの、4.2万~5.4万t程度で推移している。

参考文献

- 1) 佐藤正典, 田北徹(2000): 有明海の生きものたち: 干潟・河口域の生物多様性, 海游舎, 396pp
- 2) 古賀秀昭(1991): 有明海北西海域の底質及び底生生物, 佐賀県有明水産試験場研究報告, 13号, pp.57-79
- 3) 大隈斉, 江口泰蔵, 川原逸朗, 伊藤史郎(2001): 有明海湾奥部の底質及びマクロベントス, 佐賀県有明水産振興センター研究報告, 20号, pp.55-62
- 4) 金澤孝弘, 林宗徳(2003): 夏期における有明海の底質とマクロベントス, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 13号, pp.127-132
- 5) Yoshino, K., Yamamoto, K., Hayami, Y., Hamada, T., Kasagi, T., Ueno, D., and K. Ohgushi(2007): Benthic fauna of the inner part of Ariake Bay: long-term changes in several ecological parameters. *Plankton & Benthos research*, 2(4): 198-212
- 6) 吉野健児, 山本浩一, 速水祐一, 濱田孝治, 山口創一, 大串浩一郎(2009): 有明海湾奥部のマクロベントス相, 日本ベントス学会誌, 64: 15-24.
- 7) 坂本達也, 前野幸男, 松井黎明, 吉岡直樹, 渡辺康憲(2005): タイラギの性成熟と各種組織におけるグリコーゲン量との関係, 水産増殖, 第53巻4号, 397-404.

- 8) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会(2006)「沿岸漁場整備開発事業増殖場造成計画指針(ヒラメ・アサリ編)」
- 9) 松本才絵, 淡路雅彦, 日向野純也, 長谷川夏樹, 山本敏博, 柴田玲奈, 秦安史, 櫻井泉, 宮脇大, 平井玲, 程川和宏, 羽生和弘, 生嶋登, 内川純一, 張成年(2014): 日本国内6地点におけるアサリの生殖周期、日本水産学会誌, 第80巻4号, 548-560
- 10) 粕谷智之(2005): 東京湾におけるアサリ浮遊幼生の動態、水産総合研究センター研究報告別冊, 第3号, 51-58
- 11) 黒田伸郎, 落合真哉(2002): 三河湾におけるアサリD型幼生の分布、愛知県水産試験場研究報告, 第9号, 19-26.
- 12) 水野知巳, 丸山拓也, 日向野純也(2009): 三重県における伊勢湾のあさり漁業の変遷と展望(総説)、三重県水産研究所研究報告, 第17号, 1-21.
- 13) Kume, G., Yagishita, N., Furumitsu, K., Nakata, H., Suzuki, T., Handa, M., and A. Yamaguchi: The role of molecular methods to compare distribution and feeding habits in larvae and juveniles of two co-occurring sciaenid species *Nibea albiflora* and *Pennahia argentata*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 167, 516-525 (2015).
- 14) 山口敦子, 久米元: 魚類の産卵・出産・保育場としての有明海奥部の重要性, 科学:特集 有明海—何が起こり、どうするか 81(5) 446-449 2011年5月
- 15) 山口敦子, 久米元, 藤崎靖志: 寄生虫および遺伝学的手法による長崎周辺4海域産シログチの系群判別. 長崎大学水産学部研究報告, 89, 7-13 (2008).
- 16) Yamaguchi, A., Todoroki, T., and G. Kume: Reproductive cycle, sexual maturity and diel-reproductive periodicity of white croaker, *Pennahia argentata* (Sciaenidae), in Ariake Sound, Japan. *Fisheries Research*, 82(1-3), 95-100 (2006).
- 17) Yamaguchi, A., Kume, G., Higuchi, T., and T. Takita: Geographic variation in the growth of white croaker, *Pennahia argentata*, off the coast of northwest Kyushu, Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 71(2), 179-188 (2004).
- 18) Kume, G., Furumitsu, K., Nakata, H., Suzuki, T., Handa, M., and A. Yamaguchi: Spatiotemporal occurrence and feeding habits of tonguefish, *Cynoglossus lighti* Norman, 1925, larvae in Ariake Bay, Japan. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(2), 276-281 (2015).
- 19) 山口敦子, 久米元: 有明海におけるデンベシタビラメの年齢と成長および成熟について. 長崎大学水産学部研究報告, 85, 9-12 (2004).
- 20) Furumitsu, K., Wyffels, J., and A. Yamaguchi: Reproduction and embryonic development of the red stingray *Hemirhynchus akajei* from Ariake Bay, Japan. *Ichthyological Research*, 66(4), 419-436 (2019).
- 21) Yamaguchi, A., Furumitsu, K., and J. Wyffels: Reproductive Biology and Embryonic Diapause as a Survival Strategy for the East Asian Endemic Eagle Ray *Aetobatus narutobiei*. *Frontiers in Marine Science* 8:768701(2021).
- 22) 山口敦子: 有明海における稀少板鰐類の繁殖機構および成育場の機能解明による保全基盤の構築(課題番号 19H02977). 科学研究費補助金・基盤研究(B), 2019年度実績報告書.
- 23) Yamaguchi, A., Kawahara, I., and S. Ito: Occurrence, growth and food of longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, in Ariake Sound, Kyushu, Japan. *Environ. Biol. Fish.* 74, 229-238 (2005).
- 24) White, W. T., Furumitsu, K., and A. Yamaguchi: A new species of eagle ray *Aetobatus narutobiei* from the Northwest Pacific: an example of the critical role taxonomy plays in fisheries and ecological sciences. *PLoS One* 8:e83785. doi: 10.1371/journal.pone.0083785 (2013).

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>

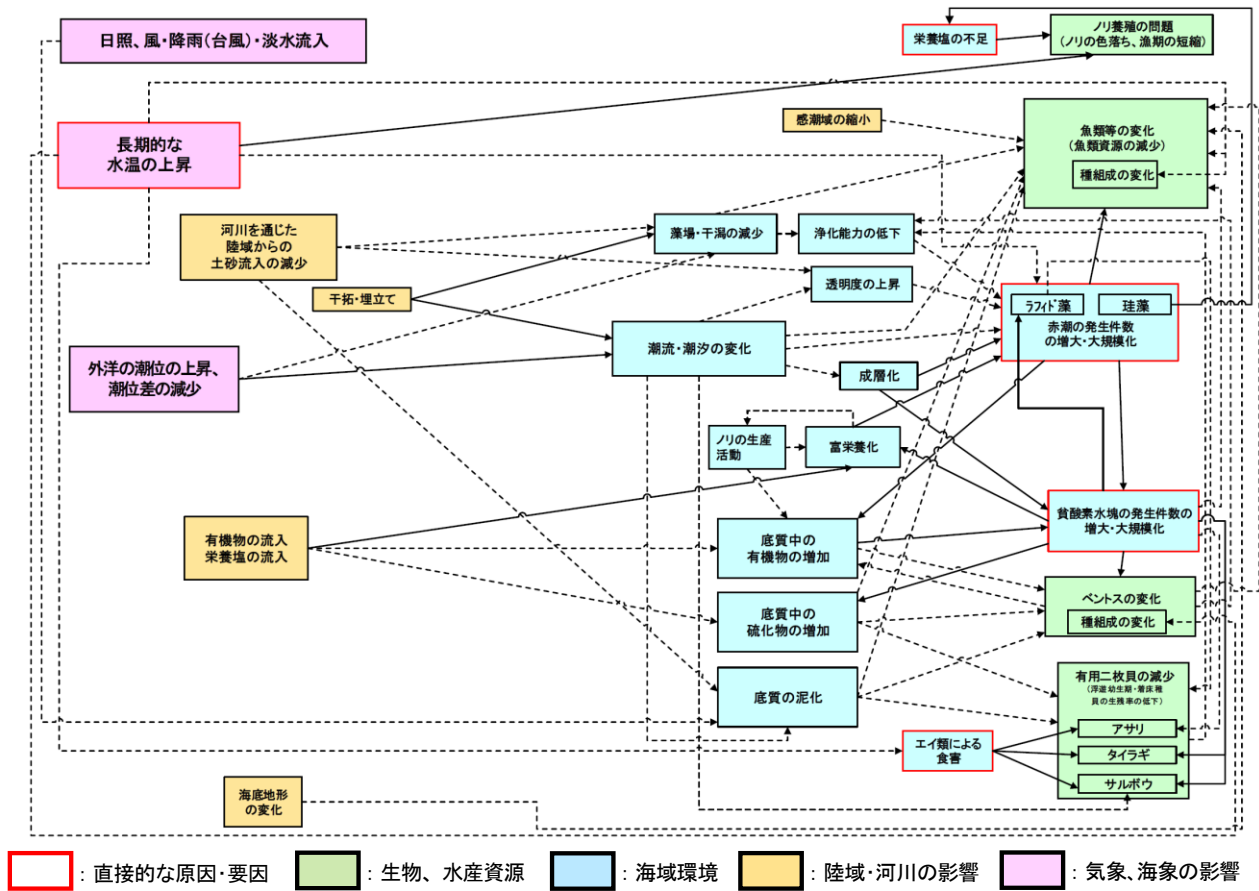
- 希有な生態系、生物多様性及び水質浄化機能の保全・回復
- 二枚貝等の生息環境の保全・回復と持続的な水産資源の確保

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

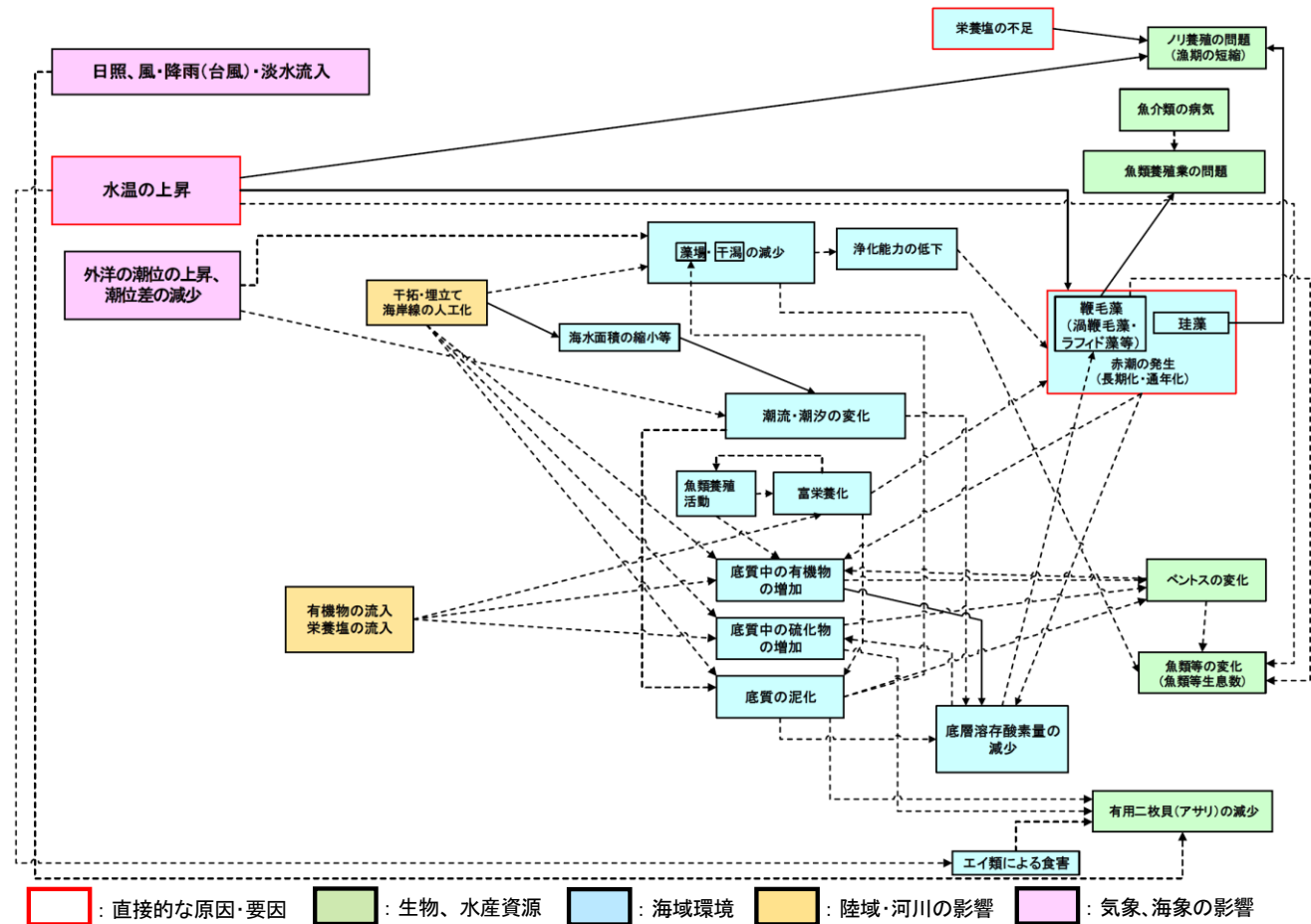
※3.1「生物の生息環境の確保」については、同様の記載順を原則としつつ、「底質の改善、河川からの土砂流入量の把握」、「藻場・干潟の分布状況等の把握、漂流・漂着・海底ごみ対策」及び「水質(貧酸素水塊の軽減対策、赤潮対策)」について、それぞれに関連する再生方策等の状況をまとめて記載



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					橋寄・牛深・海蔵	
		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、作滞等）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 エイ類等の有害生物の駆除・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、作滞等）の実施 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 														
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、作滞等）、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"> 珧藻赤潮発生の予察、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） 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。

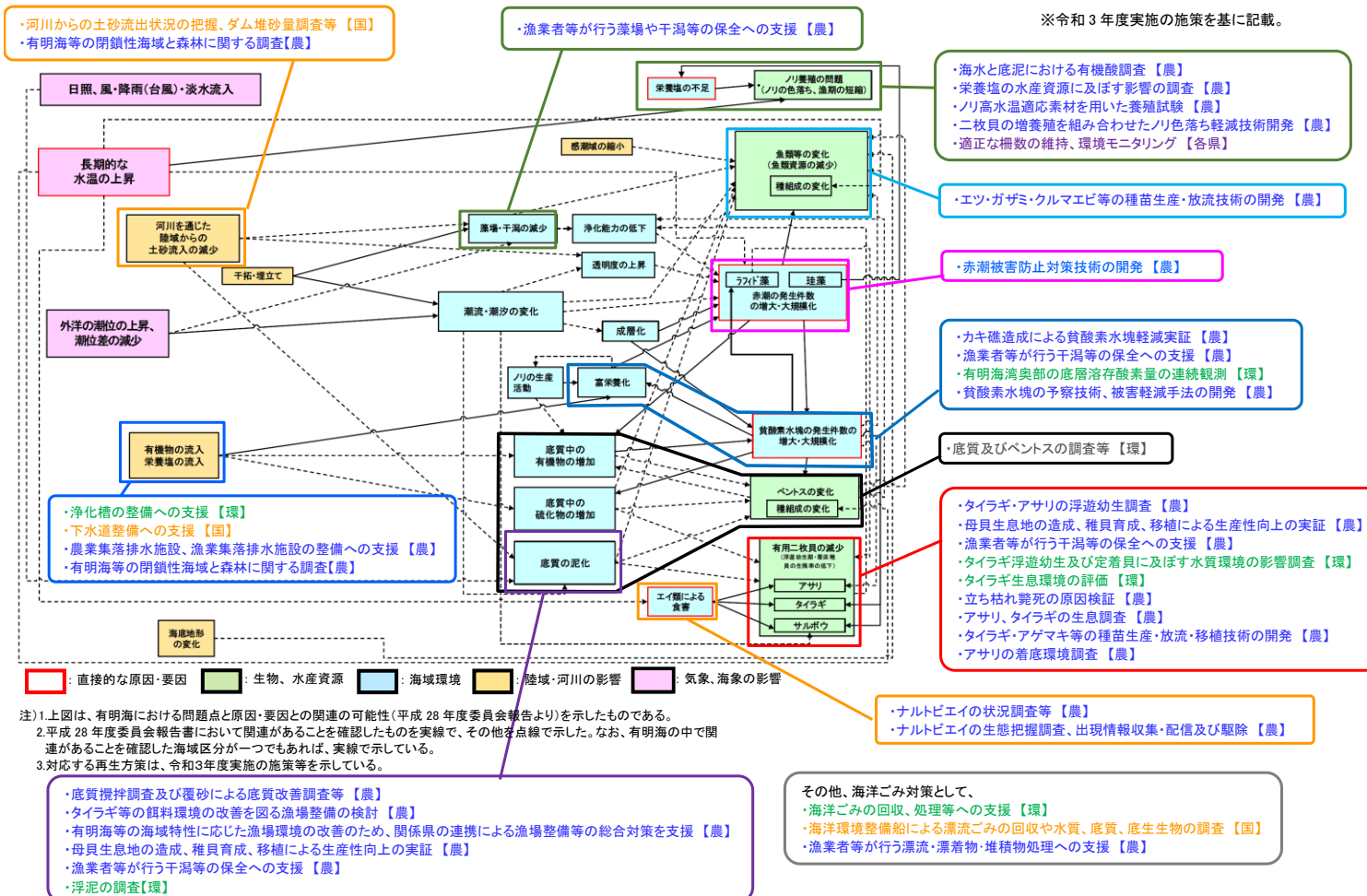
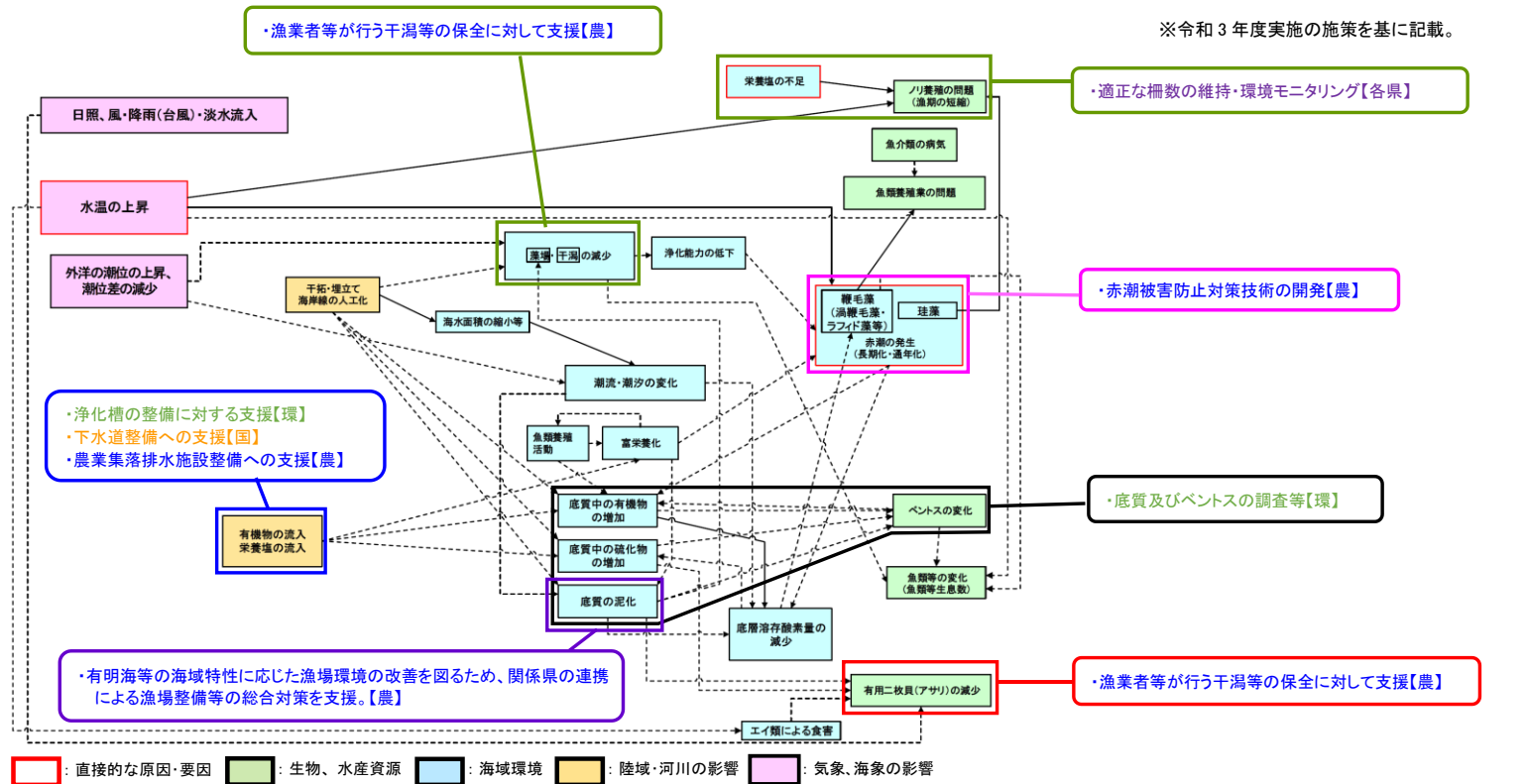


図 3-2(1) 有明海における問題点と原因・要因との関連の可能性と各事業等との関係



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年度委員会報告書より)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(資料編ケーススタディ(以下「ケース」という。))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。

コメントの追加 [1]: 意見 45

<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、湾中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な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で多かった。浮遊幼生の出現個体数は、地点間および年

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)。各県のアサリ漁場およ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、冬季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성에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抑制、栄養塩回帰効果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るものの、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

で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(海底床高高等)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。