

(7) A 7 海域 (有明海湾口部)

ア) この海域の特性

A 7 海域 (有明海湾口部) は図 4. 4. 107 に示すように、有明海の中央から湾口にかけての海域である。

九州農政局(2008年12月)「有明海の再生に向けた新たな取組 環境変化の仕組みの更なる解明のための調査 -調査結果のまとめ-」を見ると、潮流は湾の形状に沿っておおむね南北方向が卓越していると読み取れる。

底質については、砂質及び礫質で、有機物、栄養塩が少ない¹⁾。

平均流について、島原半島沖の表層では、夏期は南東方向、冬期は南西方向が卓越しており、底層では夏期、冬期ともに島原半島に沿って湾口方向となっている²⁾。

水深が深く、速い潮流が卓越する。貧酸素水塊の発生は指摘されていない。

赤潮について、本海域は 2011～2015 年の赤潮発生件数が 17 件である(図 4. 4. 150 参照)。

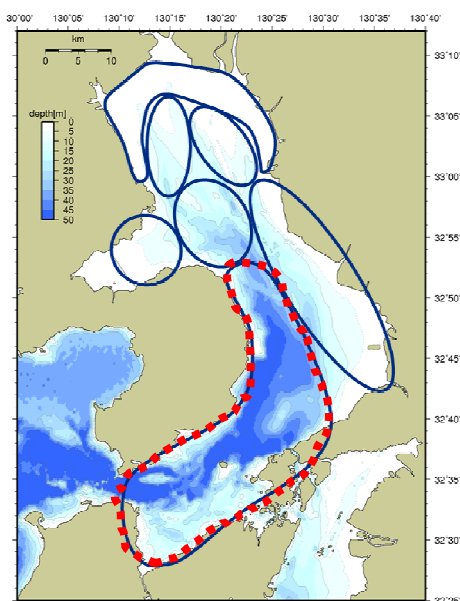


図 4. 4. 107 A 7 海域位置

イ) ベントスの変化

a) 現状と問題点の特定

A7海域では、1970年頃のベントスのモニタリング結果が無く、1970年頃と現在の変化は不明である。2005年以降の約10年間のデータのみにより問題点を特定することは困難であるが、以下のとおり傾向の整理を行った。

図4.4.109に示すように、全3調査地点のうちAkm-3では、2005年以降のデータから、種類数は総種類数及び節足動物門に減少傾向がみられ、個体数は節足動物門に減少傾向がみられた。これら以外の分類群の種類数、個体数に単調な増加・減少傾向はみられなかった。

Akm-4では、2005年以降のデータから、種類数は全ての分類群で増加傾向がみられ、個体数では軟体動物門で増加傾向がみられ、これら以外の分類群では単調な増加・減少傾向はみられなかった。2007年頃まで総個体数の変動が大きく、その変動を作り出すベントスが節足動物門から環形動物門へと変化していた。

Ang-3では、2005年以降のデータから、その他の分類群の種類数に増加傾向がみられた。これ以外の分類群の種類数、個体数に単調な増加・減少傾向はみられなかった。

主要種の出現状況は節足動物がみられなくなり、環形動物がみられる頻度が高くなってきた。

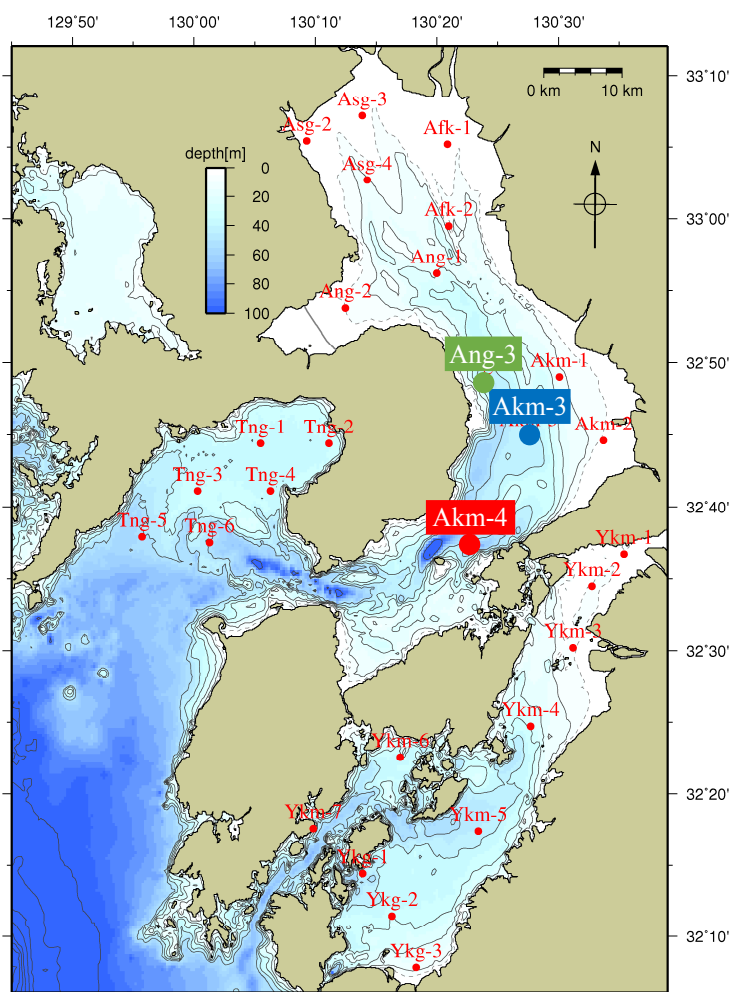


図 4.4.108 A7海域におけるベントス調査地点

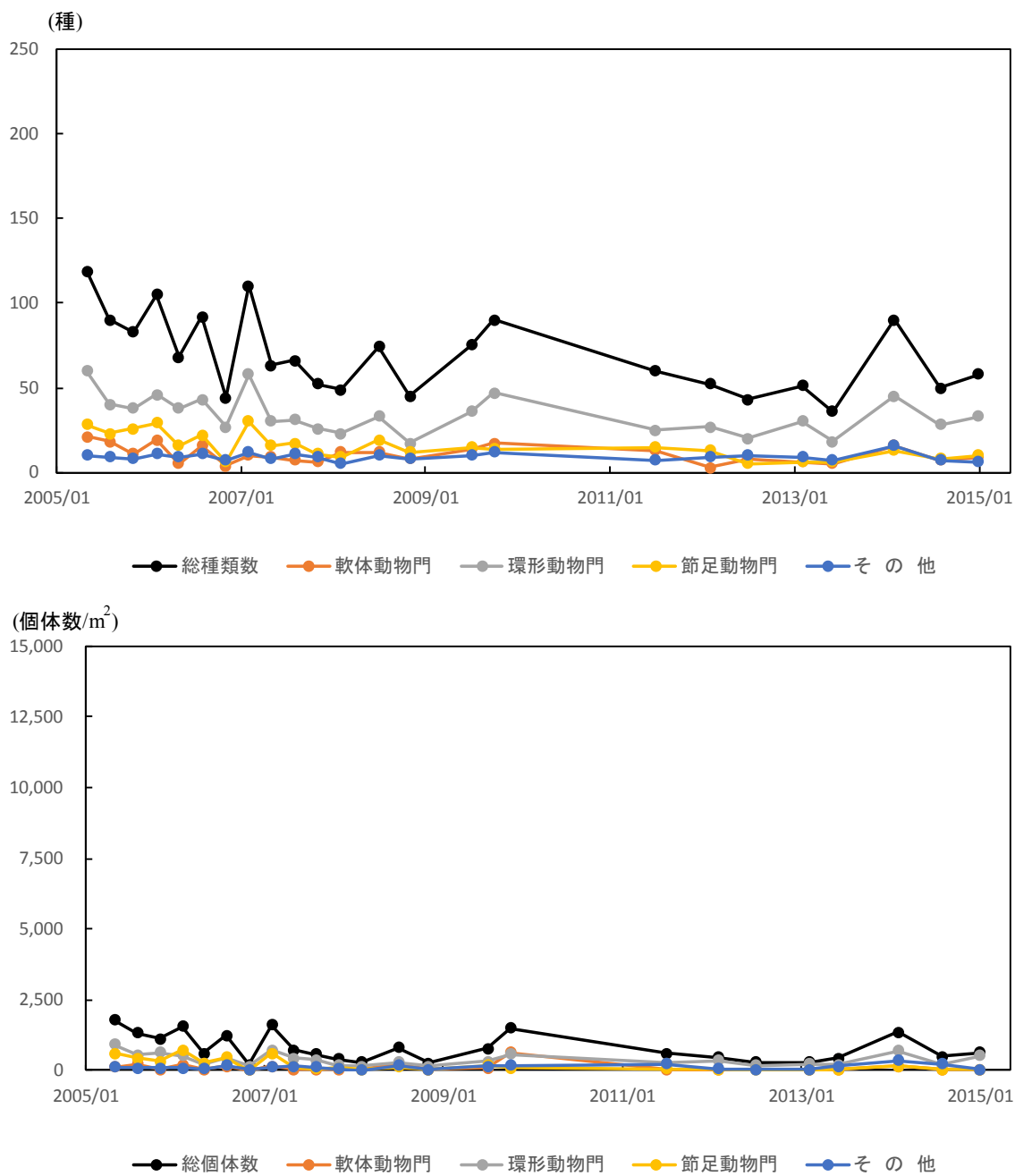


図 4.4.109 (1) A7海域におけるベントスの推移(Akm-3)
 出典：平成17～26年度環境省調査結果

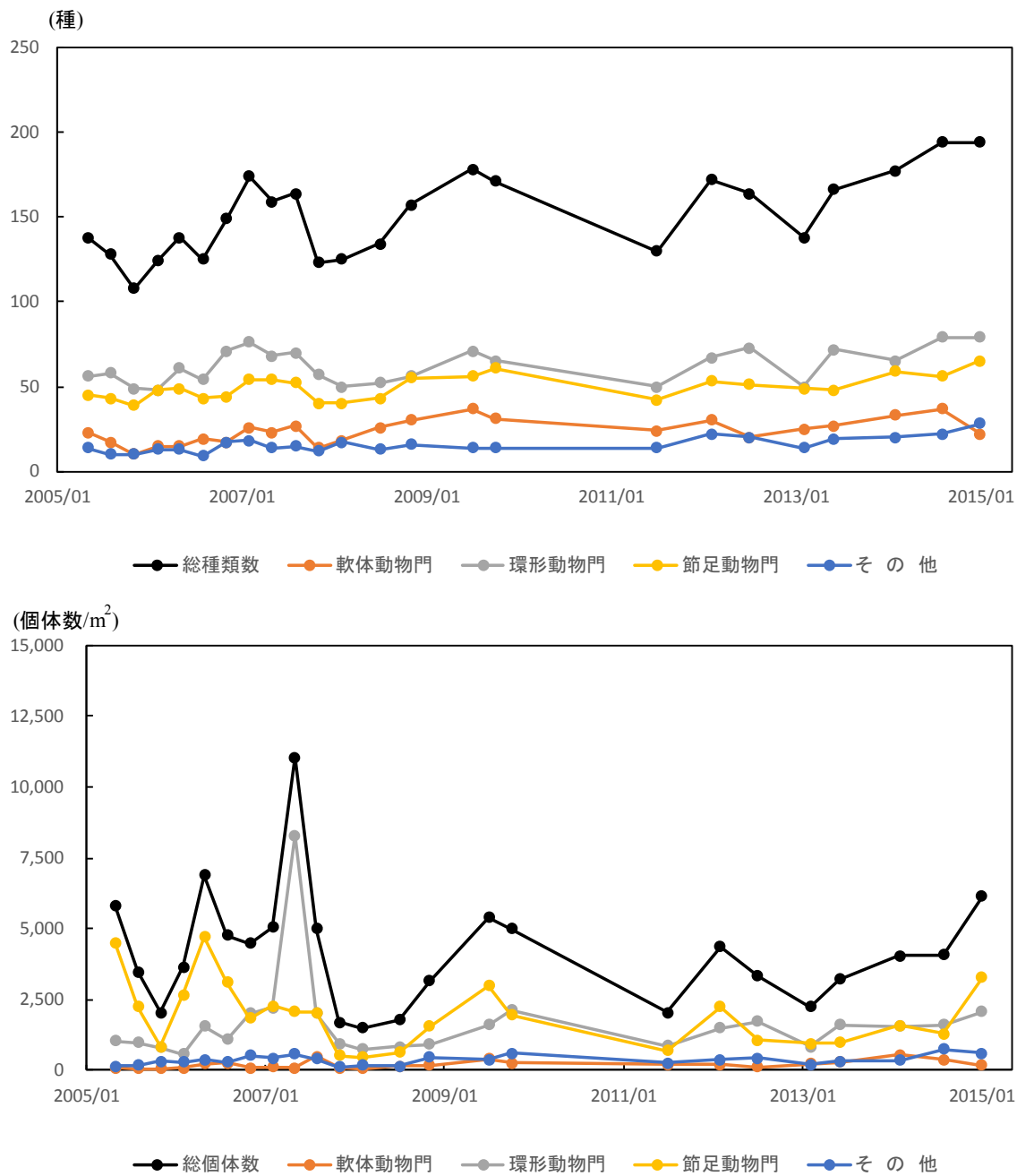


図 4.4.109(2) A7 海域におけるベントスの推移(Akm-4)
 出典：平成 17～26 年度環境省調査結果

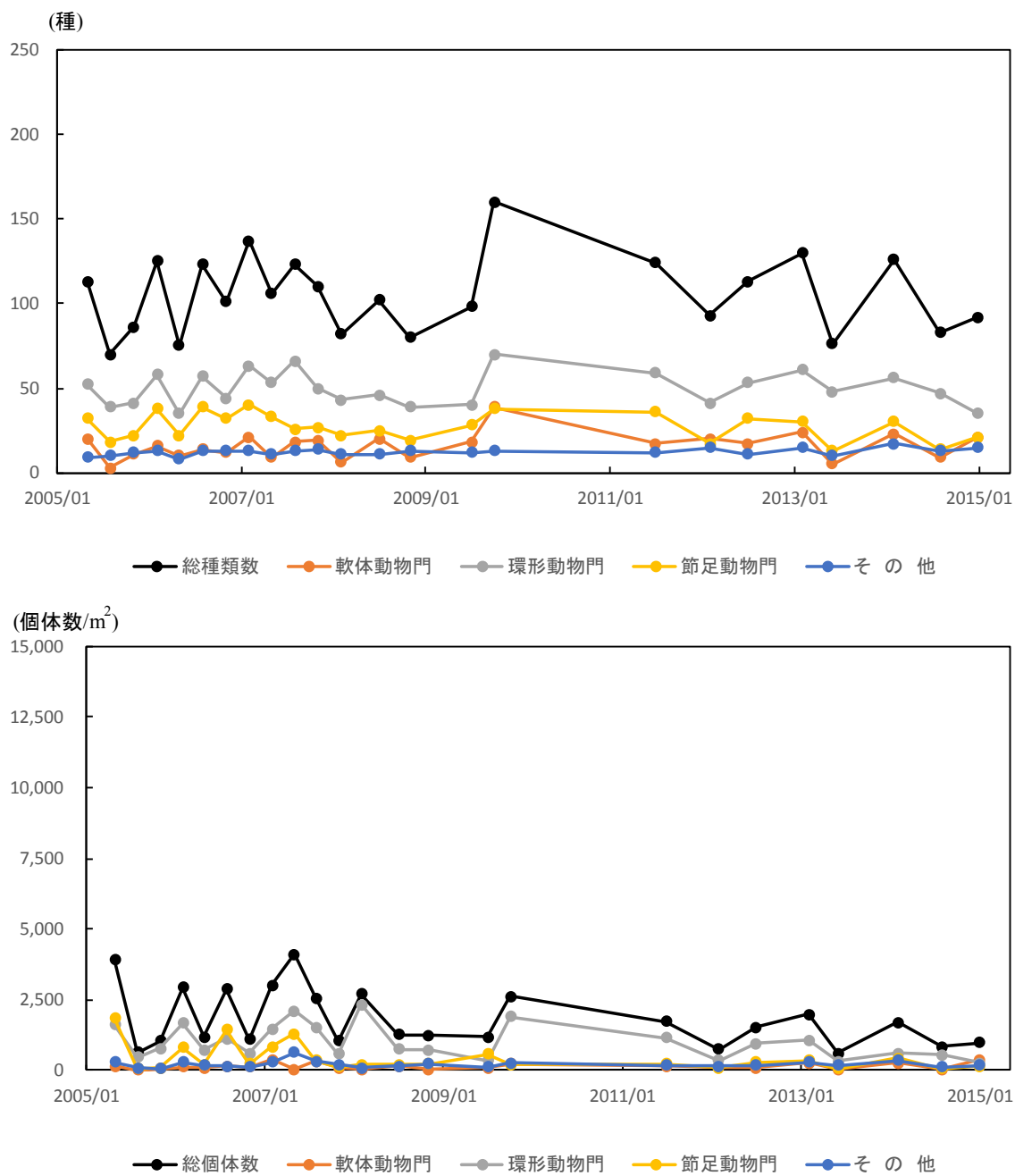


図 4.4.109(3) A7海域におけるベントスの推移(Ang-3)
出典：平成17～26年度環境省調査結果

表 4.4.13(1) A7 海域におけるベントスの出現主要種の推移 (Akm-3)

A-7			
Akm-3			
年月	門等	種名	個体数割合
2005/05	節足動物門	Photis sp.	8.2
	環形動物門	ハラオス科	7.8
	節足動物門	デアステリス科	7.3
2005/08	軟体動物門 二枚貝類	キヌルガイ	10.3
	節足動物門	トコロエビ	6.9
	環形動物門	タケフコカイ科	6.3
2005/11	環形動物門	ハラオス科	20.1
	節足動物門	カトソコエビ	6.7
	紐形動物門	紐形動物門	5.3
2006/02	節足動物門	クマ目	8.5
	節足動物門	タダオソコエビ	6.2
	節足動物門	Photis sp.	6.2
2006/05	節足動物門	Photis sp.	17.0
	節足動物門	Caprella sp.	10.0
	環形動物門	ハラオス科	7.1
2006/08	節足動物門	タダオソコエビ	11.1
	環形動物門	ハラオス科	9.8
	節足動物門	クマ目	9.0
2006/11	環形動物門	Sigambra tentaculata	14.7
	星口動物門	イトクスホシムシ属	13.8
	環形動物門	モロテコカイ	9.2
2007/02	節足動物門	Caprella sp.	9.7
	軟体動物門 二枚貝類	ヤマホトギスカイ	7.2
	節足動物門	クマ目	7.1
2007/05	紐形動物門	紐形動物門	15.4
	環形動物門	Sigambra tentaculata	6.7
	環形動物門	モロテコカイ	6.7
2007/08	環形動物門	Sigambra tentaculata	13.9
	環形動物門	モロテコカイ	8.4
	星口動物門	イトクスホシムシ属	5.7
2007/11	節足動物門	カトソコエビ	16.0
	紐形動物門	紐形動物門	11.0
	環形動物門	モロテコカイ	9.5
2008/02	環形動物門	モロテコカイ	12.8
	環形動物門	Sigambra tentaculata	10.1
	軟体動物門 二枚貝類	偽イ科	6.1
2008/07	紐形動物門	紐形動物門	12.3
	軟体動物門 二枚貝類	チヨハナガイ	8.2
	軟体動物門 二枚貝類	ニマイガイ綱	8.0
2008/11	環形動物門	モロテコカイ	11.9
	環形動物門	Paraprionospio sp. (B型)	9.0
	棘皮動物門	クシノハクモヒトデ	8.2
2009/07	節足動物門	クマ目	9.3
	環形動物門	Sigambra tentaculata	7.2
	紐形動物門	紐形動物門	6.9
2009/10	軟体動物門 二枚貝類	ヤマホトギスカイ	32.0
	紐形動物門	紐形動物門	6.8
	節足動物門	ウミイソムシ	5.0
2011/07	棘皮動物門	イカリナマコ科	22.9
	環形動物門	モロテコカイ	13.9
	棘皮動物門	ムシモトキキソウキヤク科	8.1
2012/02	環形動物門	モロテコカイ	40.7
	環形動物門	Sigambra tentaculata	4.8
	環形動物門	Sosane sp.	4.3
2012/07	環形動物門	モロテコカイ	25.8
	軟体動物門 二枚貝類	キヌルガイ	10.6
	環形動物門	Magelona sp.	6.6
2013/02	環形動物門	モロテコカイ	19.9
	環形動物門	Polygordius sp.	10.3
	環形動物門	Magelona sp.	8.3
2013/08	環形動物門	イトコカイ科	18.0
	刺胞動物門	ウミユ目	11.1
	海綿動物門	普通海綿綱	9.2
2014/02	環形動物門	Marphysa sp.	20.9
	棘皮動物門	トケイカリナマコ	18.9
	軟体動物門 二枚貝類	フタハシラガイ科	5.7
2014/08	軟体動物門 二枚貝類	ホトギスカイ	24.3
	棘皮動物門	マメウニ科	17.0
	節足動物門	カイムシ目	9.7
2015/01	節足動物門	スカメソコエビ科	49.7
	節足動物門	フトヒゲソコエビ科	5.5
	節足動物門	レウコン科	4.0

【採取方法】

船上からスミス・マッキンタイヤ型採泥器（採泥面積 0.05m²）を用いて表層泥を採取した。採泥回数は 10 回とした。

【主要種の選定方法】

年ごとに、Akm-3 において個体数が多い順に 3 種抽出した。同数の場合は併記した。

【出典】

平成 17～26 年度環境省調査結果より取りまとめ

A7 海域における出現主要種の変遷を詳細にみると、Akm-3 では、主要種のなかで、節足動物は多くみられ、2007 年以降は環形動物も多くみられるようになっている。

表 4.4.13 (2) A7 海域におけるベントスの出現主要種の推移(Akm-4)

		A-7	
		Akm-4	
年月	門等	種名	個体数割合
2005/05	節足動物門	Gammaropsis sp.	35.3
	節足動物門	ホリヨコエビ	10.2
	節足動物門	テシクヨコエビ科	3.5
2005/08	節足動物門	ニッポンスガメ	10.1
	節足動物門	Gammaropsis sp.	8.2
	節足動物門	ヒトツメスガメ	7.2
2005/11	棘皮動物門	クモヒトデ綱	12.5
	節足動物門	Ampelisca sp.	6.5
	環形動物門	カサリコカイ科	5.6
2006/02	節足動物門	ホリヨコエビ	23.1
	節足動物門	Gammaropsis sp.	12.7
	節足動物門	ヒトツメスガメ	7.6
2006/05	節足動物門	Gammaropsis sp.	18.0
	節足動物門	Corophium sp.	8.6
	節足動物門	エンボソコエビ科	7.9
2006/08	節足動物門	Lembos sp.	8.6
	節足動物門	Gammaropsis sp.	7.6
	節足動物門	ニッポンスガメ	6.7
2006/11	節足動物門	エンボソコエビ科	8.3
	節足動物門	Photis sp.	4.5
	節足動物門	Ampelisca sp.	4.2
2007/02	節足動物門	Ampelisca sp.	8.1
	節足動物門	ヒトツメスガメ	7.2
	節足動物門	イシクヨコエビ科	4.8
2007/05	環形動物門	カサリコカイ科	45.0
	節足動物門	Photis sp.	5.7
	環形動物門	エラシシビオ	5.0
2007/08	環形動物門	カサリコカイ科	7.9
	節足動物門	ホリヨコエビ	6.0
	節足動物門	ニッポンスガメ	5.2
2007/11	環形動物門	Lanice sp.	22.4
	節足動物門	ミサキスガメ	5.5
	紐形動物門	紐形動物門	4.1
2008/02	環形動物門	アシビキツバサゴカイ	8.8
	節足動物門	ミサキスガメ	8.4
	環形動物門	Lanice sp.	7.8
2008/07	節足動物門	ミサキスガメ	12.9
	環形動物門	カサリコカイ科	8.7
	環形動物門	Eunice sp.	3.2
2008/11	節足動物門	ミサキスガメ	15.9
	棘皮動物門	クモヒトデ綱	6.8
	環形動物門	Lanice sp.	6.2
2009/07	節足動物門	ホリヨコエビ	9.7
	節足動物門	ミサキスガメ	8.8
	節足動物門	ニッポンスガメ	4.4
2009/10	環形動物門	Lanice sp.	17.0
	棘皮動物門	クモヒトデ綱	8.1
	節足動物門	ミサキスガメ	7.8
2011/07	環形動物門	カサリコカイ科	11.6
	紐形動物門	紐形動物門	5.8
	節足動物門	ミサキスガメ	5.4
2012/02	節足動物門	ミサキスガメ	7.9
	節足動物門	エンボソコエビ科	7.8
	節足動物門	ホリヨコエビ	7.2
2012/07	節足動物門	ミサキスガメ	6.5
	環形動物門	クサシクカイ科	6.4
	紐形動物門	紐形動物門	5.7
2013/02	節足動物門	ミサキスガメ	12.0
	節足動物門	イシクヨコエビ科	8.5
	環形動物門	カサリコカイ科	5.5
2013/08	環形動物門	バテオニス科	7.6
	環形動物門	Notomastus sp.	7.1
	節足動物門	メクラガニ	4.6
2014/02	軟体動物門 二枚貝類	Mimachlamys sp.	7.6
	環形動物門	Glycera sp.	6.0
	環形動物門	コガネコロムシ科	5.2
2014/08	節足動物門	メナシビソノ	10.5
	環形動物門	Lysippe sp.	7.1
	軟体動物門	トライミスコマツホ	3.5
2015/01	軟体動物門	トウカクガイ科	10.8
	軟体動物門 二枚貝類	ニマイガイ綱	7.6
	環形動物門	サスキムボソシヤコ	4.6

【採取方法】

船上からスミス・マッキンタイヤ型採泥器（採泥面積 0.05m²）を用いて表層泥を採取した。採泥回数は 10 回とした。

【主要種の選定方法】

年ごとに、Akm-4 において個体数が多い順に 3 種抽出した。同数の場合は併記した。

【出典】

平成 17～26 年度環境省調査結果より取りまとめ

A7 海域における出現主要種の変遷を詳細にみると、Akm-4 では、主要種のなかで節足動物が多くみられ、2007 年以降は環形動物が多くみられるようになっている。

なお、富栄養でない海域に生息しているとされるニッポンスガメが 2009 年まで継続的に主要種となっている。

表 4.4.13 (3) A7 海域におけるベントスの出現主要種の推移(Ang-3)

A-7			
Ang-3			
年月	門等	種名	個体数割合
2005/05	節足動物門	Gammaropsis sp.	14.5
2005/05	節足動物門	エンボソコエビ科	11.9
2005/05	環形動物門	ハラオニス科	10.1
2005/08	環形動物門	カサリコカイ科	17.2
2005/08	環形動物門	ハラオニス科	7.5
2005/08	環形動物門	Aonides oxycephala	7.2
2005/11	環形動物門	Polygordius sp.	26.3
2005/11	環形動物門	ハラオニス科	16.2
2005/11	環形動物門	Aonides oxycephala	4.8
2006/02	環形動物門	Polygordius sp.	13.5
2006/02	環形動物門	Scolecipis sp.	6.4
2006/02	環形動物門	イトコカイ科	5.8
2006/05	環形動物門	Scolecipis sp.	20.5
2006/05	環形動物門	ハラオニス科	11.5
2006/05	脊索動物門	ネズミヤ	8.7
2006/08	節足動物門	Photis sp.	14.2
2006/08	節足動物門	カタオソコエビ	8.5
2006/08	環形動物門	ハラオニス科	6.5
2006/11	環形動物門	Sosane sp.	9.7
2006/11	環形動物門	カサリコカイ科	6.4
2006/11	節足動物門	フロスカメ	5.5
2007/02	節足動物門	カイムシ目	8.6
2007/02	環形動物門	ケンサキシビオ	6.7
2007/02	環形動物門	ハラオニス科	5.9
2007/05	環形動物門	Scolecipis sp.	8.9
2007/05	棘皮動物門	カキモヒテ	7.9
2007/05	節足動物門	Photis sp.	6.7
2007/08	環形動物門	ハラオニス科	8.9
2007/08	紐形動物門	紐形動物門	5.6
2007/08	環形動物門	ギボシイソメ科	4.5
2007/11	棘皮動物門	カキモヒテ	14.7
2007/11	環形動物門	Eunice sp.	7.5
2007/11	環形動物門	Notomastus sp.	7.5
2008/02	環形動物門	Scolecipis sp.	57.6
2008/02	環形動物門	ハラオニス科	9.5
2008/02	環形動物門	オトヒコカイ科	5.0
2008/07	環形動物門	Scolecipis sp.	17.7
2008/07	環形動物門	ハラオニス科	12.1
2008/07	節足動物門	ミサカメ	4.9
2008/11	環形動物門	ケンサキシビオ	9.1
2008/11	環形動物門	ハラオニス科	7.1
2008/11	節足動物門	ソコシエビ	6.3
2009/07	節足動物門	Corophium sp.	12.8
2009/07	節足動物門	Photis sp.	12.8
2009/07	環形動物門	ハラオニス科	10.4
2009/10	環形動物門	ケンサキシビオ	8.5
2009/10	環形動物門	シリス亜科	7.5
2009/10	環形動物門	Sabellaria sp.	6.8
2011/07	環形動物門	ハラオニス科	17.5
2011/07	環形動物門	カサリコカイ科	8.4
2011/07	環形動物門	ケンサキシビオ	3.9
2012/02	節足動物門	カタオソコエビ	5.9
2012/02	環形動物門	ハラオニス科	5.3
2012/02	環形動物門	ケンサキシビオ	5.1
2012/07	環形動物門	ケンサキシビオ	12.9
2012/07	環形動物門	Lumbrineris sp.	7.0
2012/07	環形動物門	ハラオニス科	5.9
2013/02	環形動物門	ハラオニス科	9.4
2013/02	環形動物門	ケンサキシビオ	8.9
2013/02	節足動物門	カイムシ目	4.7
2013/08	軟体動物門 二枚貝類	ウメハナガイ	16.3
2013/08	環形動物門	Mediomastus sp.	8.5
2013/08	環形動物門	Ninoe sp.	6.9
2014/02	節足動物門	ムツバアリアケガニ	9.5
2014/02	節足動物門	コシガニ属	8.2
2014/02	軟体動物門 二枚貝類	イガイ科	7.8
2014/08	環形動物門	Nephtys sp.	13.2
2014/08	触手動物門	フクロコケムシ科	11.8
2014/08	軟体動物門	スカンガイ科	7.9
2015/01	軟体動物門 二枚貝類	ヒナテアサガイ	29.9
2015/01	環形動物門	Eumida sp.	7.2
2015/01	節足動物門	メクラガニ	6.8

【採取方法】

船上からスミス・マッキンタイヤ型採泥器(採泥面積 0.05m²)を用いて表層泥を採取した。採泥回数は10回とした。

【主要種の選定方法】

年ごとに、Ang-3において個体数が多い順に3種抽出した。同数の場合は併記した。

【出典】

平成17～26年度環境省調査結果より取りまとめ

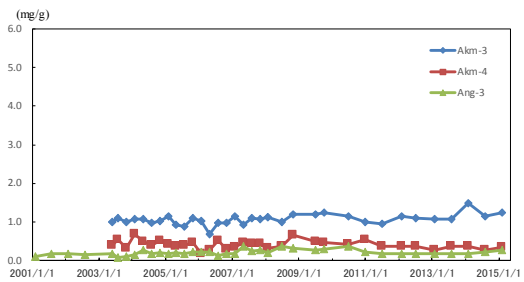
A7 海域における出現主要種の変遷を詳細にみると、Ang-3では、主要種のなかで環形動物が多くみられ、次いで節足動物である。

b) 要因の考察

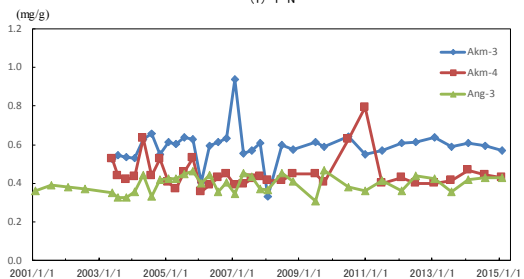
ベントスの生息と密接な関係があるといわれる底質について、1970年頃からのモニタリング結果がないため、ここでは2003年以降の調査結果から要因の考察を行うこととした。図4.4.110に示すように、粘土・シルト含有率については全3調査地点のうち1地点(Akm-3)は30~40%程度、他の2地点(Ang-3、Akm-4)は0.5~10%程度であり、海域全体として単調な増加・減少傾向はみられず、泥化傾向はみられなかったと考えられる。

底質の硫化物については全3地点でnd~0.15mg/g程度であり、2地点(Ang-3及びAkm-3)で増加傾向がみられ、他の1地点(Akm-4)では単調な増加・減少傾向はみられなかった。

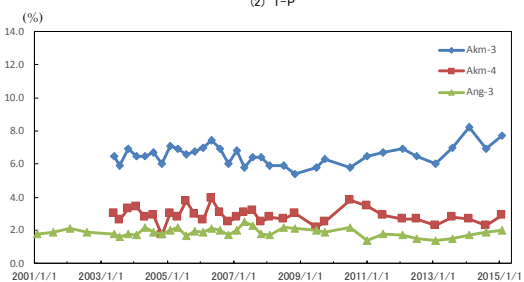
底質の有機物に関して、強熱減量は全3地点のうち1地点(Akm-3)は6~7%程度、他の2地点(Ang-3、Akm-4)は2~3%程度であり、単調な増加・減少傾向はみられなかった。また、CODは全3地点のうち1地点(Akm-3)は4~10mg/g程度で、増加傾向がみられた。他の2地点(Ang-3、Akm-4)は1~2mg/g程度であり、単調な増加・減少傾向はみられなかった。



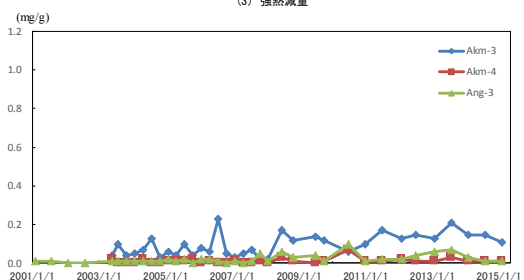
(1) T-N



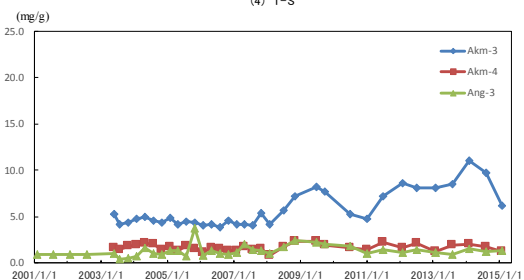
(2) T-P



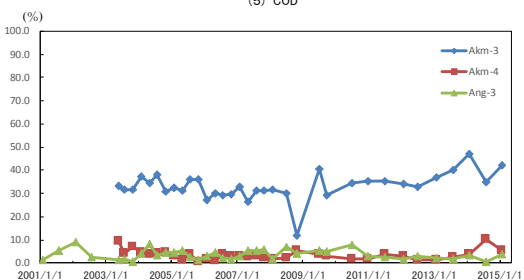
(3) 強熱減量



(4) T-S



(5) COD



(6) 粘土シルト分

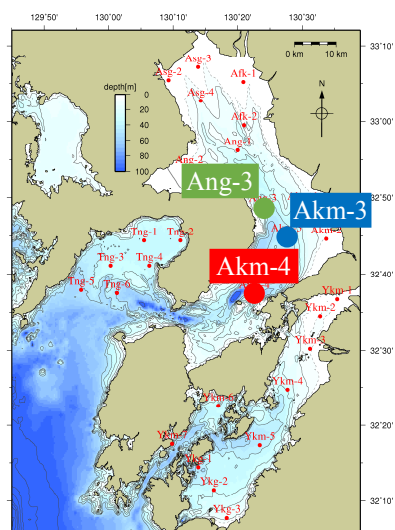


図 4. 4. 110 A 7 海域における底質の推移
 (図 4. 4. 108 A 7 海域におけるベントス調査地点と同一地点)
 出典：環境省調査結果

これらの結果から、底質については、本海域では 2003 年以降におけるデータから、単調な変化傾向はみられなかった。底質の動向とベントスの生息に明確な関係の有無は確認されなかった。

ウ) 有用二枚貝の減少

本海域では、島原半島や天草海域の干潟にタイラギの生息が認められる。島原半島を中心にアサリの漁獲がみられるが元々生息密度は高くない。サルボウの生息域であるが出現密度は低い。

a) アサリ

① 現状と問題点の特定

A7海域のうち長崎県島原半島沿岸では、1985年に263tの漁獲を記録したが、1988年以降は80t以下で推移した。2009年に166t、2010年に156tを記録したものの、その後再び減少し、2013年は9tとなっている。

熊本県天草沿岸では、1983年に195tの漁獲を記録したが、その後減少し、1998年以降は50t以下で推移してきた。2010年以降はさらに減少傾向が進み、2013年は13tとなっている。

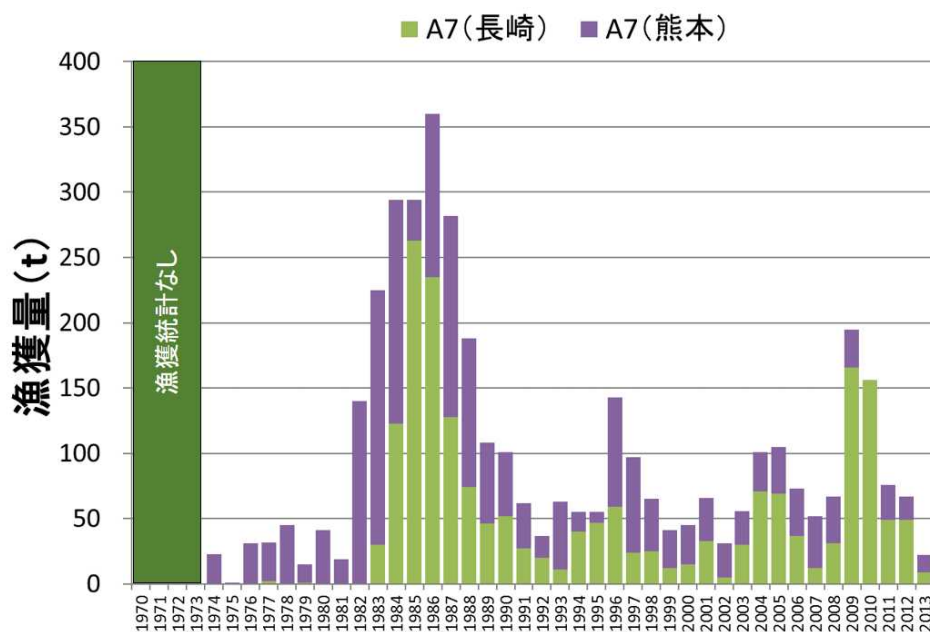


図 4.4.111 A7海域のアサリ漁獲量の推移

(出典：農林水産統計より環境省が整理・作図した。)

② 要因の考察

本海域は岩礁性の海岸線が多いため、アサリの生息に適した砂質干潟の面積が小さい。このため漁獲量が少なく、アサリが生息する干潟の環境調査や資源調査もほとんど実施されていないため、資源変動要因については考察できない。なお、前回委員会報告書では、本海域におけるアサリ資源量との関連について、基質攪拌作用の強い十脚甲殻類（スナモグリ類）の影響が指摘されている。

エ) まとめ

有明海における生物・水産資源に係る問題点として、「ベントスの変化」、「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、問題点の有無の確認を行い、これらの問題点の原因・要因の考察や海域の物理環境等の現状・変化について整理した。

A7海域（有明海湾口部）では、有用二枚貝及びベントス（底生生物）について問題の有無は確認されなかった。

なお、「魚類等の変化」に関する原因・要因の考察は、有明海全体でまとめて別に記載した（(8) 有明海全体－有用二枚貝の減少、(9) 有明海全体－ノリ養殖、魚類等参照）。

ベントスについては、1970年頃のデータが無く、1970年頃と現在の変化は不明である。2005年から約10年間のデータにより問題点を特定することは困難であるが、傾向の整理を行った。

具体的には、2005年以降の全3調査地点におけるデータから、全3地点のうち1地点（Akm-3）で総種類数、節足動物門の種類数及び個体数に減少傾向がみられた。他の1地点（Ang-3）でその他の分類群の種類数に増加傾向がみられた。さらに他の1地点（Akm-4）では、全ての分類群の種類数で増加傾向がみられ、個体数では軟体動物門に増加傾向がみられた。これら以外の分類群では単調な増加・減少傾向はみられなかった。

ベントスの生息と密接な関係があるといわれる底質については、2003年以降におけるデータでは単調な変化傾向はみられなかった。また、本海域では底質の動向とベントスの生息に明確な関係の有無は確認されなかった。

- ・ 底質の泥化（細粒化）については、全3調査地点のうち1地点（Akm-3）は粘土・シルト分が30～40%程度、他の2地点（Ang-3、Akm-4）は0.5～10%程度であり、海域全体として単調な変化傾向（細粒化・粗粒化傾向）はみられなかった。
- ・ 底質の硫化物については、全3地点でnd～0.15mg/g程度であり、2地点（Ang-3、Akm-3）で増加傾向がみられ、他の1地点（Akm-4）では単調な増加・減少傾向はみられなかった。
- ・ 底質の有機物に関して、強熱減量は全3地点のうち1地点（Akm-3）は6～7%程度、他の2地点（Ang-3、Akm-4）は2～3%程度であり、単調な増加・減少傾向がみられなかった。CODは全3地点のうち1地点（Akm-3）は4～10mg/g程度で、増加傾向がみられた。他の2地点（Ang-3、Akm-4）は1～2mg/g程度であり、単調な増加・減少傾向はみられなかった。

アサリについて、本海域は岩礁性の海岸線が多いため、生息に適した砂質干潟の面積が小さい。このため漁獲量が少なく、アサリが生息する干潟の環境調査や資源調査もほとんど実施されていないため、資源変動要因については考察できない。なお、前回委員会報告書では、本海域におけるアサリ資源量との関連について、基質攪拌作用の強い十脚甲殻類（スナモグリ類）が指摘されている。

引用文献

- 1) 環境省資料.
- 2) 九州農政局(2008)「有明海の再生に向けた新たな取組」環境変化の仕組みの更なる解明のための調査-調査結果のまとめ-, 6. 潮流調査 p. 6-1.

(※本文及び図表等に記載している文献を取りまとめ中)

(8) 有明海全体－有用二枚貝の減少

有明海の貝類の漁獲量は1980年頃(約100,000 t)から急速に減少して、最近5年間では20,000 tを下回っている(図 3.9.15)。

有用二枚貝の減少の問題については、個別の海域区分(A1～A7海域)ごとに貧酸素水塊や底質等の原因・要因を考察したところであるが、一方で空間としての有明海全体で考察すべき要因として、エイ類による食害や浮遊幼生の減少等が挙げられる。これらの要因について、本節で取り上げる。

ア) エイ類による食害

ナルトビエイやアカエイなど、一部のエイ類は近年生息数が増加したと考えられている。ナルトビエイは東アジアの暖かい水域に広く分布すると言われている。平均体重が雄で6 kg、雌で12 kgと大型のエイである。ナルトビエイは、タイラギ、アサリやサルボウなどの貝類のみを摂食する。このため、貝類資源の多い有明海においては、ナルトビエイをはじめとしたエイ類の捕食圧は資源変動に無視できない影響を与えていると推定されている(山口 2011)。

有明海において、ナルトビエイは水温が18度を超える春先から外海側から回遊して摂餌行動を示し、水温が低下する秋から再び越冬のため外海に逸散していく行動を示すことが判明している(図 4.4.112)。

近年の調査により、有明海に來遊するナルトビエイの資源量は年変動があるものの十数万～60万尾と推定されており、胃内容物の精査結果から、少なくとも二枚貝に対する捕食圧は多い時には年間3,000tを超えると推定されているが、近年は漁獲量に対する食害量の割合には減少傾向がみられる。(図 4.4.113、表 4.4.14)。環境省 有明海・八代海総合調査評価委員会(2006(平成18)年12月)委員会報告にあるように、ナルトビエイの胃内容物からはタイラギ、サルボウ、アサリなどが高頻度に確認されている(川原ら 2004, 山口 2011)。実際に、A2海域やA3海域では移植されたタイラギが突然消滅し、付近にかみ砕かれたタイラギの殻が散乱することが頻繁に観察されているため、ナルトビエイなどの食害を受けて減少していると推定されている。移植試験の結果によれば、本種を含めたエイ類と推定される食害は無視できない(的場ら 2015)。また、多くのアサリ漁場などでも本種による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(山口 2011)。



図 4. 4. 112 有明海におけるナルトビエイの来遊概念図

出典： 平成 26 年度二枚貝類生息環境保全調査業務（九州農政局）

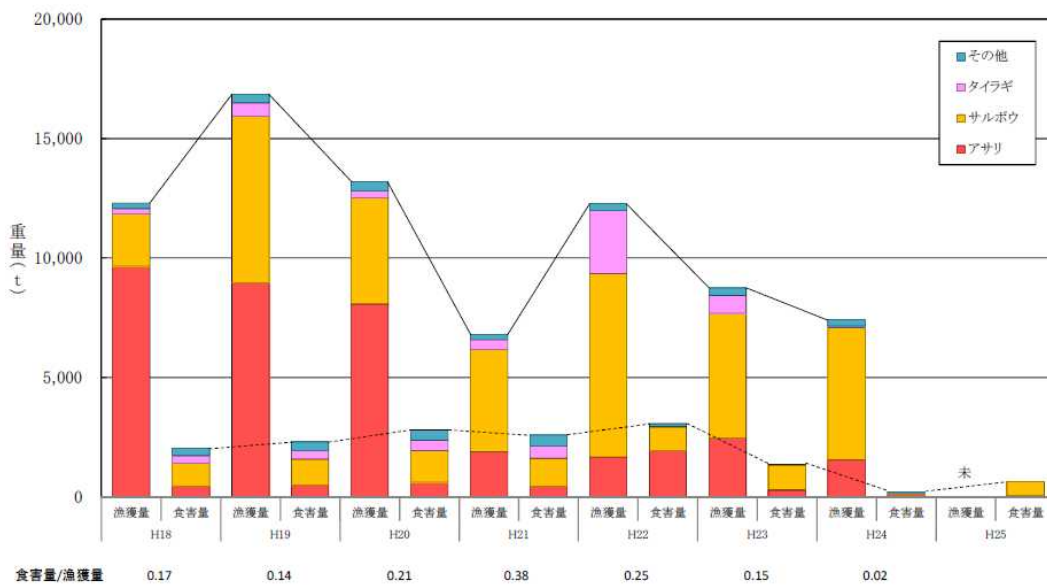


図 4. 4. 113 二枚貝類漁獲量とナルトビエイによる食害量推定値の経年変化

出典： 漁獲量データは『H24 海面漁業・養殖業生産統計(東シナ海区及び九州)H26.6九州農政局統計部』

図 4. 4. 113 に平成 18 年から 25 年までの、有明海における二枚貝漁獲量と採捕調査結果に基づくナルトビエイによる二枚貝食害量の推定結果を示す。胃内容物組成と量、有明海に飛来するナルトビエイの個体数から推定し、本種による二枚貝等の食害量は数百 t から 3,000t まで変動している。有明海全域における二枚貝類の漁獲量に対する食害量推定値の割合は、平成 21 年は 4 割弱と最も大きかったが、近年 7 年間の平均では 2 割弱であった。

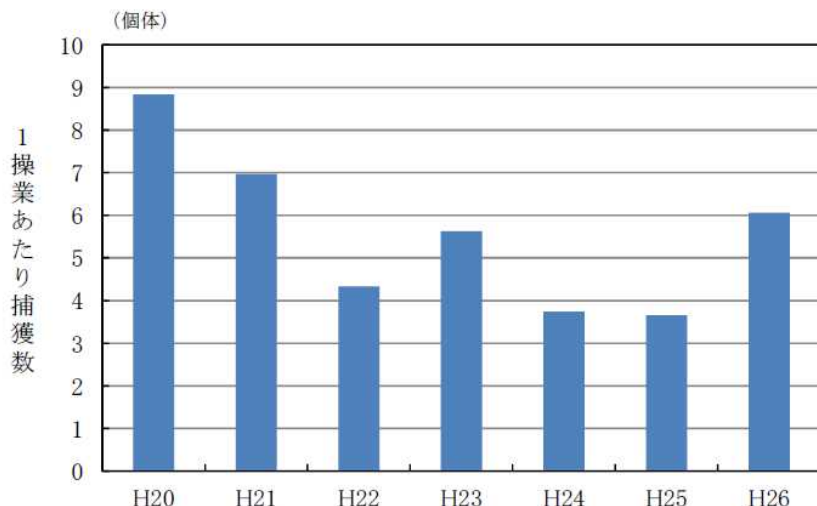


図 4. 4. 114 有明海における標本船調査における1操業あたりのナルトビエイ捕獲数 (CPUE) の経年変化
 出典： 平成 26 年度二枚貝類生息環境保全調査業務 (九州農政局)

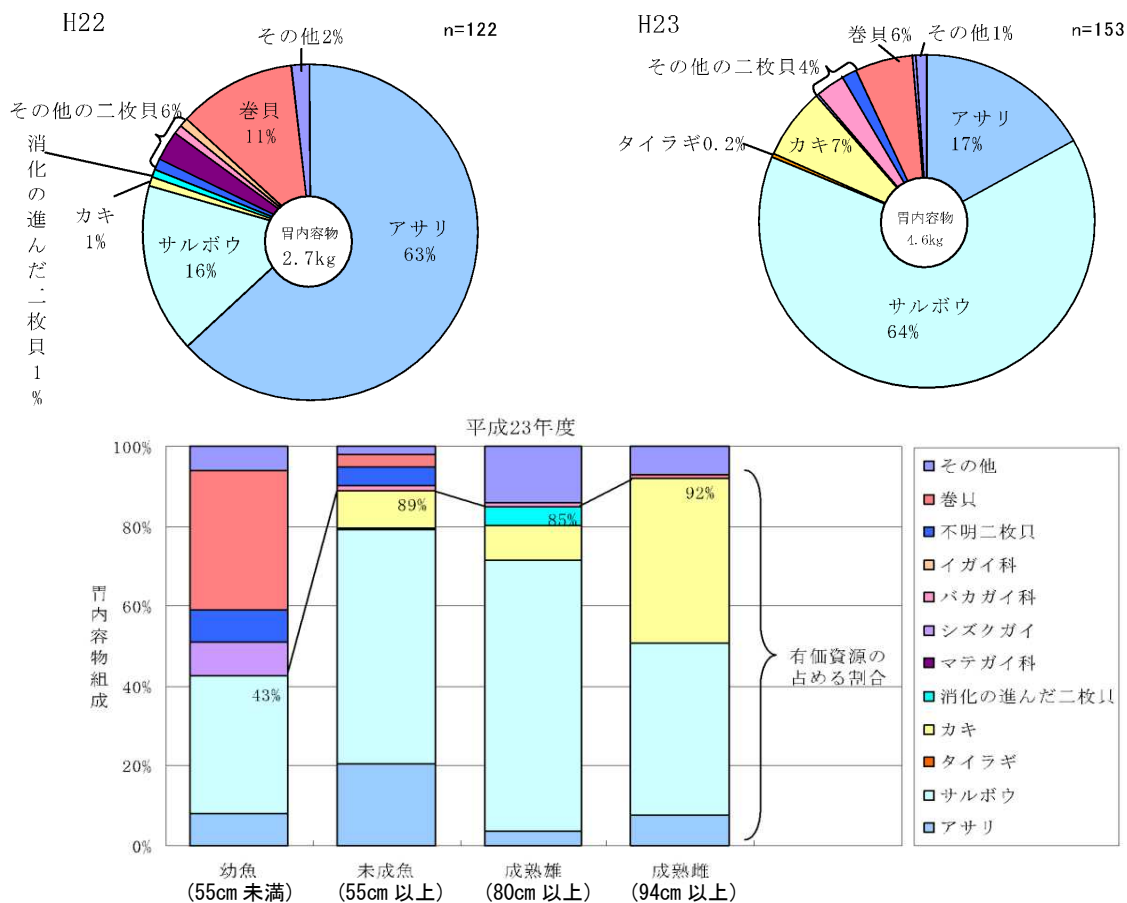


図 4. 4. 115 ナルトビエイの胃の内容物重量の合計値に占める各貝類の重量割合
 出典： 平成 23 年度二枚貝類生息環境保全調査業務 (九州農政局)

表 4.4.14 その他の食害生物の食害量の推定

出典：平成26年度二枚貝類生息環境保全調査業務（九州農政局）

No.	食害生物		食性	現存量	年間二枚貝 摂餌量
1	エイ類	ナルトビエイ	二枚貝専食	約16万個体 (1,200t程度)	3,000t程度
2	エイ類	トビエイ	二枚貝(約50%) 巻貝(約30%)	1.7万個体程度	160~370t
3	硬骨魚 類	クロダイ コショウダイ ヘダイ ヒゲソリダイ	甲殻類(約60%) 魚類(約20%) 多毛類(約10%)	—	ほとんど影響なし

川原逸郎・伊藤史郎・山口敦子（2004）有明海のタイラギ資源に及ぼすナルトビエイの影響. 佐賀県有明水産振興センター研究報告, 22, 29-33.

山口 敦子（2011）ナルトビエイによる二枚貝の食害実態とそれに対する取り組みについて. 日本水産学会誌 77(1), 127.

イ) 浮遊幼生の減少等

2010年夏期に貧酸素を中心とした環境変動によってこの海域におけるタイラギ資源は被害を受けているが、2012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いる。この期間の現象として、親貝資源の減少に由来すると推定される浮遊幼生発生量の低下による再生産機構の低下が示唆されている。有用二枚貝は体外受精を行い、受精卵を海水中に放出する。このため「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こととした。

図 4.4.116、図 4.4.117 に、2008 年以降のタイラギ浮遊幼生出現状況を示した。

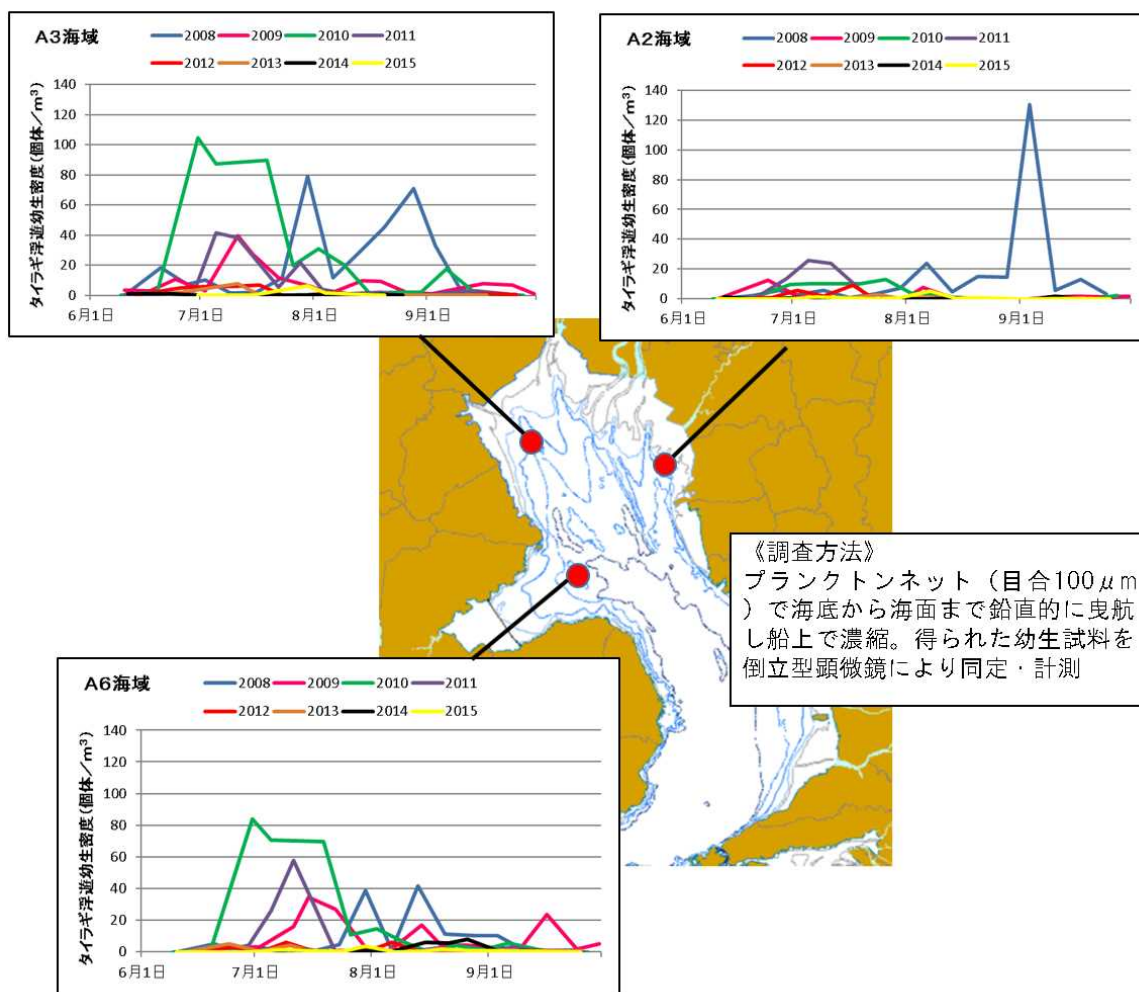


図 4.4.116 有明海におけるタイラギ浮遊幼生の出現状況

出典：平成 20～27 年有明海水産基盤整備実証調査（水産庁）及び
平成 25～27 年有明海・八代海等再生評価支援事業（環境省）より

経年変化をみると、A2海域では2008年に130個体/m³程度の出現があったが、2012年以降は10個体/m³を超えることがない状況である。また、A3及びA6海域においては、2011年以前は毎年40個体/m³を越える出現密度であったものの、2012年以降は10個体/m³を超えることがほとんどない状況に至っている。この影響で、湾奥部における着底稚貝の出現密度が極端に低下していると推定されていることから、2012年以降は何らかの要因によって親貝資源が減少し、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可能性が示唆されている。

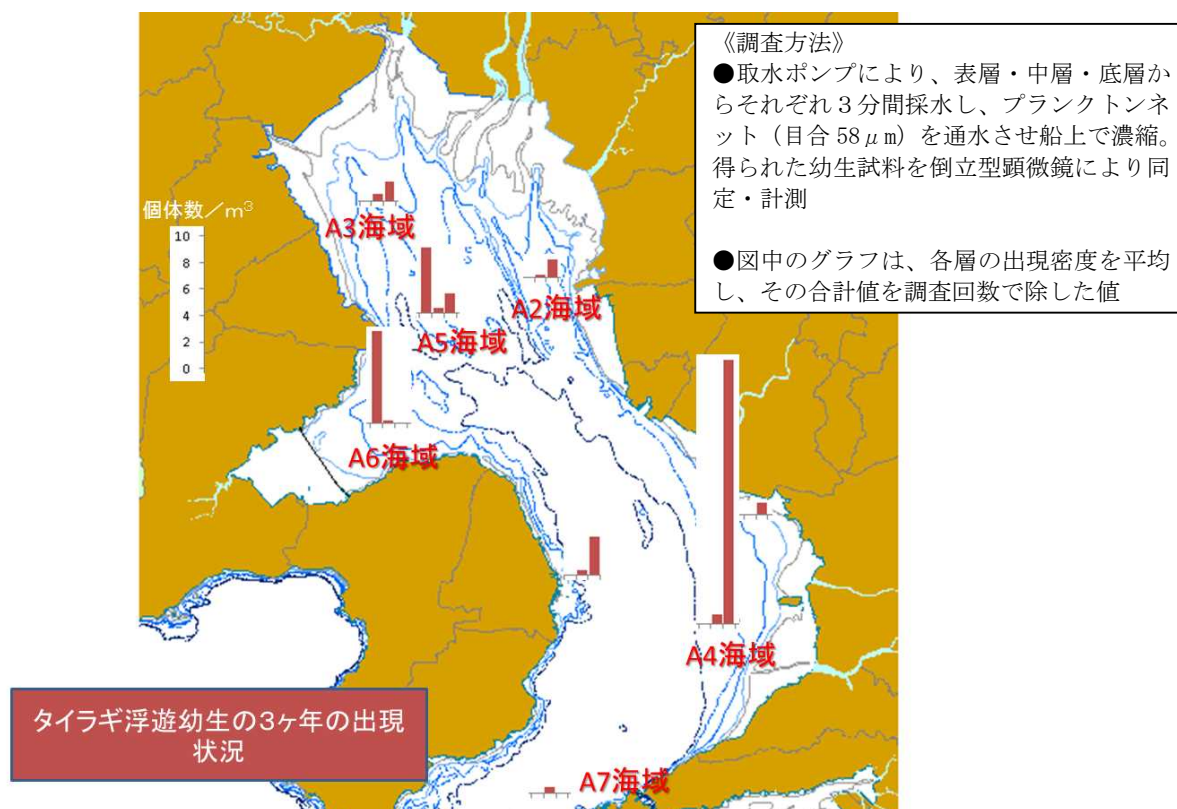


図 4.4.117 2013～2015年にかけてのタイラギ浮遊幼生の水平出現特性

出典：平成25～27年有明海・八代海等再生評価支援事業（環境省）
 ※図中棒グラフは左から2013年、2014年、2015年

図4.4.117に、タイラギ浮遊幼生の水平出現特性について示した。タイラギ親貝については、これまで主要な漁場が存在する湾奥東部海域（A2海域）が幼生の供給源であると推定されていた。しかしながら、2013～2015年にかけて有明海で実施された調査結果を見ると、A2海域でのタイラギ浮遊幼生の出現はむしろ低調であり、A4、A5及びA6海域で高密度に出現していた。

図 4.4.118 にサルボウ浮遊幼生の水平出現特性について示した。サルボウの浮遊幼生については、主要な親貝生息域であるA1からA3海域にかけて高密度に検出され、同生息域から離れるほど浮遊幼生の出現量も低下している。すなわち、親貝生息域と浮遊幼生出現海域が一致している。サルボウの浮遊幼生は浮遊期間がタイラギの半分程度と短く、親貝近傍に幼生が出現するものと推定される。

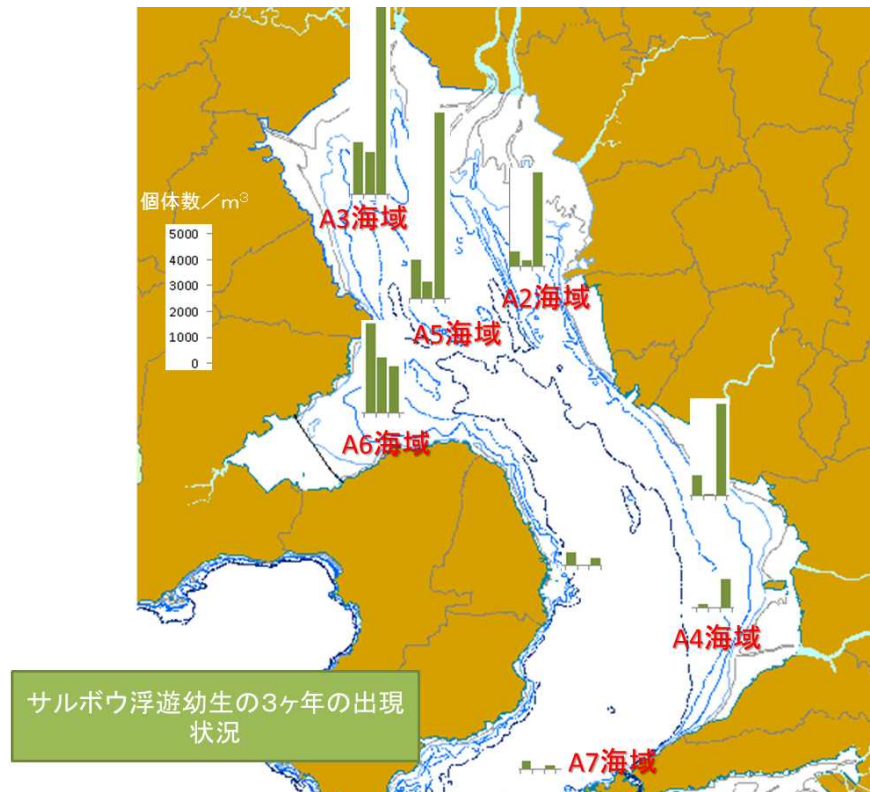


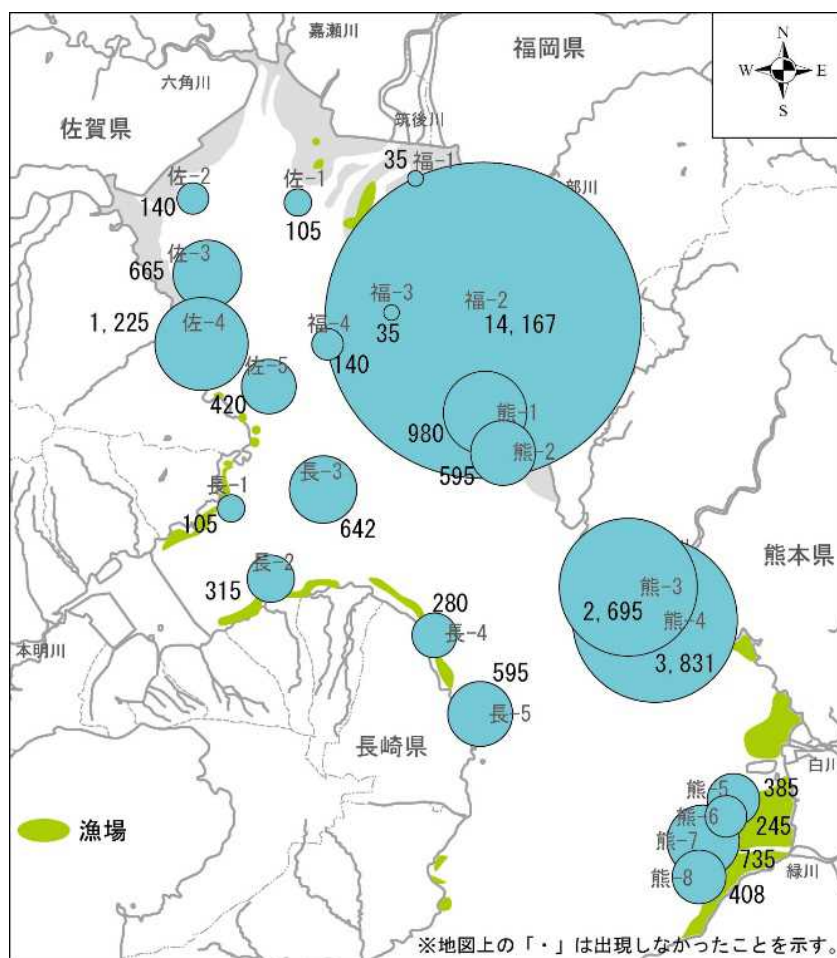
図 4.4.118 2013～2015年にかけてのサルボウ浮遊幼生の水平出現特性

出典：平成25～27年有明海・八代海等再生評価支援事業（環境省）

※図中棒グラフは左から2013年、2014年、2015年

アサリに関しては、2015年から有明海全域を対象とした浮遊幼生と着底稚貝調査が実施されている。図 4.4.119 にアサリ浮遊幼生のうち、受精後 24～48 時間程度経過した D 型幼生（殻長 0.09～0.1mm）の出現特性について示した。本調査は 2015 年 9～11 月に実施された調査時に出現していた D 型幼生の累計値である。

直近である 2015 年秋期のアサリ D 型幼生は、有明海東側の福岡県大牟田沖、熊本県荒尾沖、熊本県菊池川沖にかけて多く出現していた。一方、有明海湾奥西部の佐-2～佐-5 地点にかけては、現在の主要なアサリ漁場（佐賀県東部や諫早湾北岸）と必ずしも一致しておらず、漁場以外に生息する天然アサリ個体群の存在が示唆される。

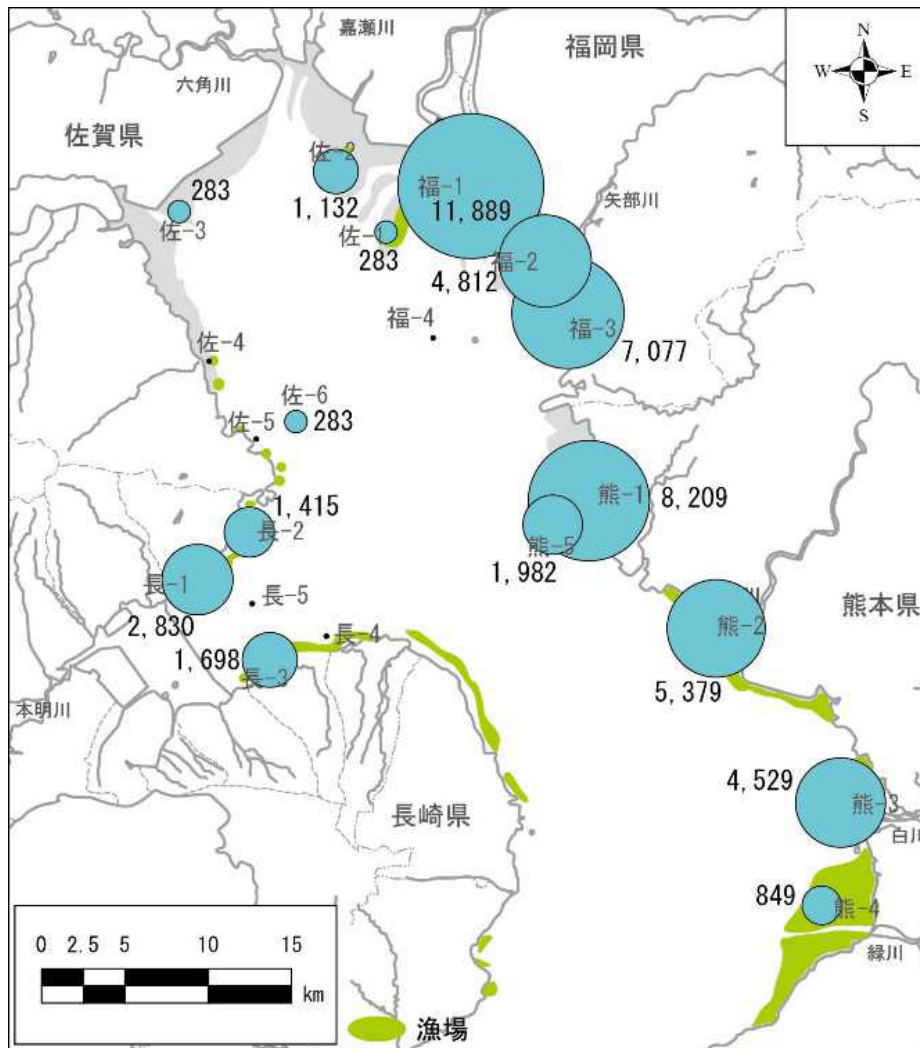


※図中に表示している数値は、調査期間中（2015年9～11月）に確認された浮遊幼生の総個体数（個体数/m³）

図 4.4.119 アサリ D 型幼生の分布状況（2015 年 9～11 月の累計）

出典：福岡県・佐賀県・長崎県・熊本県・九州農政局(2016)二枚貝類の浮遊幼生及び着底稚貝調査について

2015年に有明海全域の着底稚貝の調査が実施されている。アサリの着底稚貝は、有明海の多くの地点で確認されている（図 4.4.120）。



※図中に表示されている数値は、調査期間内（2015年10～12月）に確認された着底稚貝の総個体数（個体数/m²）

図 4.4.120 アサリ着底稚貝の分布状況（2015年10～12月の累計）

出典：福岡県・佐賀県・長崎県・熊本県・九州農政局(2016)二枚貝類の浮遊幼生及び着底稚貝調査について

図 4.4.122 に、2013 年から 2015 年までの 3 ヶ年の緑川河口におけるアサリの生息密度を示した。2015 年に同干潟の広域でアサリの資源量が増加している。

なお、佐賀県太良町にある糸岐川・多良川河口干潟においては、2000 年以降漁獲がほとんどみられなかったが、2016 年春期から漁獲サイズに達しつつあるアサリが確認されている（佐賀県情報）。また、図 4.4.121 で着底稚貝が多く確認された A1 海域の覆砂漁場を中心に、2014 年秋期以降、高密度のアサリ稚貝が確認され、保護区が設定された。2015 年秋期には大規模な移殖・放流が行われ、2016 年秋期から本格的な漁獲が始まっている（福岡県情報）。

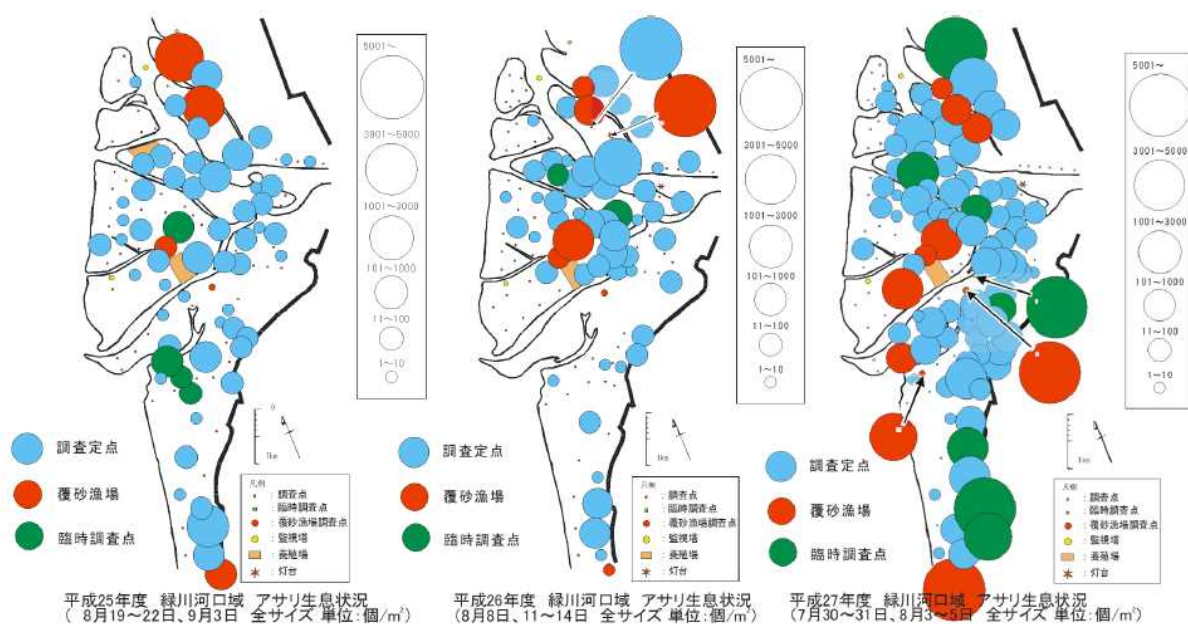


図 4.4.122 熊本県緑川河口におけるアサリ生息密度 (2013 年から 2015 年)

出典：熊本県の調査結果による

ウ) まとめ

有明海の貝類の漁獲量は1980年頃(約100,000 t)から急速に減少して、最近5年間では20,000 tを下回っている。

有用二枚貝の減少を引き起こすおそれがある共通の要因の一つとして、ナルトビエイによる食害がある。有明海全域における有用二枚貝全体の漁獲量に対する食害量の割合を試算すると、2009年は4割弱と最も大きかったが、近年7年間の平均では2割弱であった。

タイラギの浮遊幼生は、2008年にはA2海域で130個体/m³程度の出現があり、A3及びA6海域でも2008年～2011年には毎年40個体/m³を超える出現密度であったが、2012年以降は10個体/m³を超えることがほとんどない状態となり、主要な漁場が存在する有明海湾奥部全体で減少していた。この理由として、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。

有明海全体での2013～2015年のタイラギ浮遊幼生の調査結果によると、主要な漁場であるA2海域での出現は低調であり、A4、A5及びA6海域で高密度に出現していた。

アサリについては、直近である2015年秋の調査で、有明海東岸で初期の浮遊幼生が大量に出現していた。また、2015年の有明海の多くの地点において着底稚貝が確認されている。

参考文献

(※本文及び図表等に記載している文献を取りまとめ中)

(9) 有明海全体－ノリ養殖、魚類等

有明海における問題点とその原因・要因は海域ごとに異なると考えられたことから、前節までは環境特性により区分した海域ごとに問題点の特定及びその要因の考察を進めてきた。

一方、有明海が抱える諸問題には、ノリ養殖に関する問題点など、環境特性による海域区分で検討しては事象を捉えることができないものや、魚類など、空間として有明海全体で捉えるべきものもある。

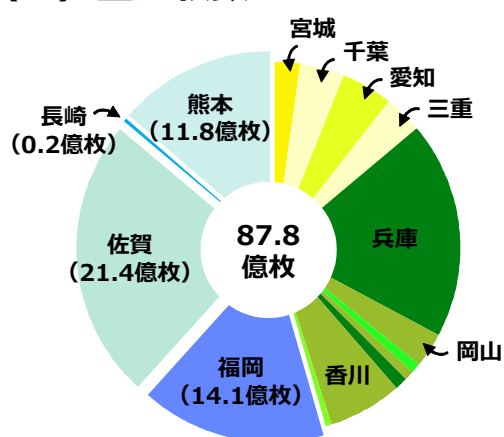
このため、本節では有明海全体に係る問題点として、「ノリ養殖の問題」及び「魚類等の変化」について整理し、その原因・要因について考察を行うこととした。

なお、本節と同様に八代海全体に係る問題点とその原因・要因の考察については、(15) 八代海全体にて整理した。

ア) ノリ養殖の問題

近年、わが国のノリ養殖生産枚数および生産額は、それぞれ 80～90 億枚および 800～950 億円程度で推移しているが、そのうち、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県の4県で、生産枚数の 54%、生産額の 55%を占めている(2012年、図 4.4.122、農林水産省・大臣官房統計部 2013)。このように、有明海は、国内最大のノリ養殖の生産地であることから、有明海におけるノリ養殖の生産は、わが国のノリ養殖やノリの流通などに多大な影響を及ぼすことになる。

(1) 生産枚数



(2) 生産額

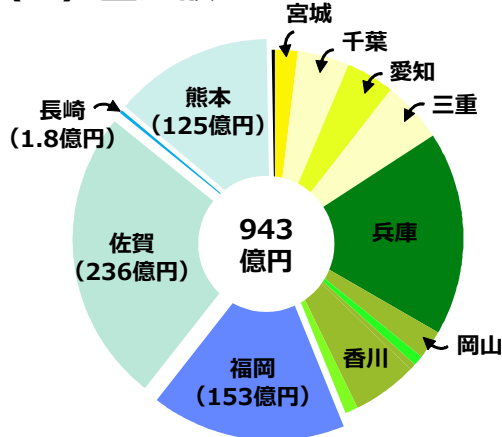


図 4.4.122 2012年におけるノリ養殖の産地別生産枚数と生産額

a) 現状と問題点の特定

有明海の福岡県、佐賀県、長崎県および熊本県海域における 1980 年代以降のノリ養殖の生産枚数および生産額の推移を図 4.4.123 に示した。福岡県海域におけるノリ養殖の生産枚数は 1980 年代に増加し、1990 年代以降、概ね 15 億枚前後で推移している。生産額についても、1980 年代に増加し、1991 年度には 200 億円にまで達した。その後、減少し、2000 年代以降は概ね 150 億円前後で推移している。佐賀県海域におけるノリ養殖の生産枚数は、1980 年代に 10 億枚程度であったのが、1990

年以降増加し、2000年代中頃以降は、概ね20億枚前後で推移している。生産額は、年度による変動が大きいですが、1980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および生産額は、ともに1980年代に増加し、1990年代中頃以降、それぞれ10億枚および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および生産額は、1990年前後に減少し、1990年代中頃以降、生産枚数は2千万枚前後、生産額は概ね2億円程度で推移している。

このように、近年、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、生産量の増減が見られる。

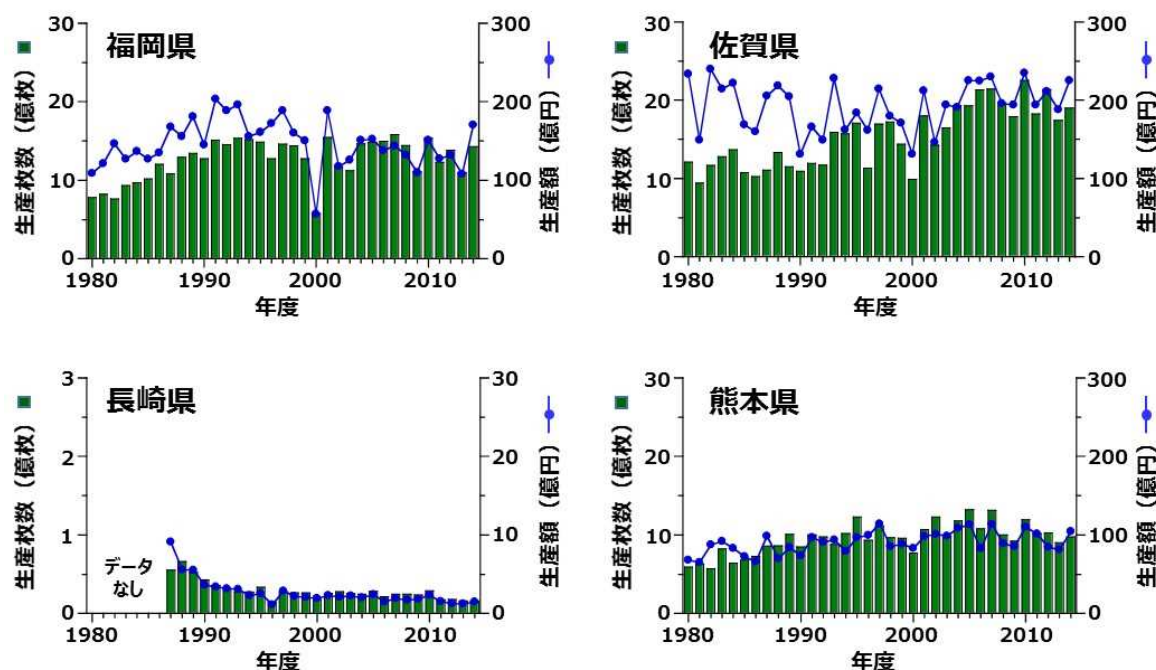


図 4.4.123 有明海の福岡県、佐賀県、長崎県および熊本県海域におけるノリ養殖の生産枚数（カラム）及び生産額（折れ線）の推移。

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。また、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。

b) 要因の考察

安定したノリ養殖の生産を阻害している要因としては、あかぐされ病、壺状菌病、スミノリ症などに代表される病害、色落ち、水温上昇に伴う漁期の短縮などが挙げられる。これらのなかで、特に「色落ち」は、2000～2001年のノリ漁期に、有明海で大きな問題となったノリの大不作をもたらした要因とされており、現在でも有効な対策を講じるには至っていない。

ノリの「色落ち」とは、ノリ葉体の細胞中における色素（クロロフィル、フィコエリスリンなど）の生成が阻害されることによって、色調が黒色から茶褐色に変化する現象を指す（有賀 1980）。色落ちしたノリは、商品価値が下がるため、生産枚数や生産額の減少につながる。ノリの「色落ち」のメカニズムについて、その全容

は明らかとされていないが、海水中の栄養塩濃度の低下が重要な役割を果たしているであろうと考えられている(藤澤ら 2000、白石 2010、村山ら 2015; 図 4.4.124)。秋期から冬期の有明海湾奥部における海水中の栄養塩濃度の低下をもたらす要因のひとつとして、珪藻類による赤潮の発生が挙げられる。有明海における秋期～冬期(10月～翌3月)の珪藻赤潮の発生件数について、データが整理されている1985年度以降の推移を図4.4.125に示した。1980年代中頃～1990年代における珪藻赤潮の発生件数は、年間4～5件程度であったが、2000年以降、急増し、2005年前後に減少したものの、2011年以降、再び増加傾向にある。また、有明海における年間の赤潮発生件数のうち、秋期～冬期(10月～翌3月)の珪藻赤潮が占める割合は4分の1程度に過ぎないが、赤潮による被害件数に着目すると、その大部分は秋期～冬期(10月～翌3月)の珪藻赤潮の発生によるノリの色落ち被害である。

ノリの色落ちと珪藻赤潮との関係を検証するため、有明海福岡県海域を例に、1985年度以降のノリの色落ちの発生期間と珪藻赤潮の発生期間とを対比した(図4.4.126)。その結果、多くの場合、ノリの色落ちに先行する形で珪藻赤潮が発生しており、珪藻赤潮の発生とノリの色落ち被害とが密接に関係していることが示唆された。すなわち、珪藻類が赤潮を形成することによって、海水中の栄養塩濃度が急激に低下し、養殖ノリに必要なとされる栄養塩が減少する結果、色落ちが生じているものと推察される。

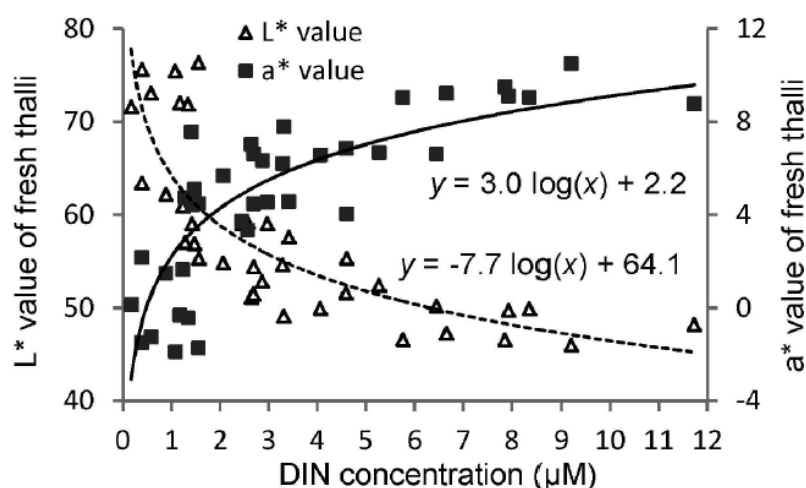


図 4.4.124 備讃瀬戸海域における溶存態無機窒素 (DIN) 濃度とノリの色調 (L*値, a*値) との関係

村山ら (2015) より引用。L*値は明るさ、a*値は赤みを示す指標で、ともに色彩色素計などで測定される。

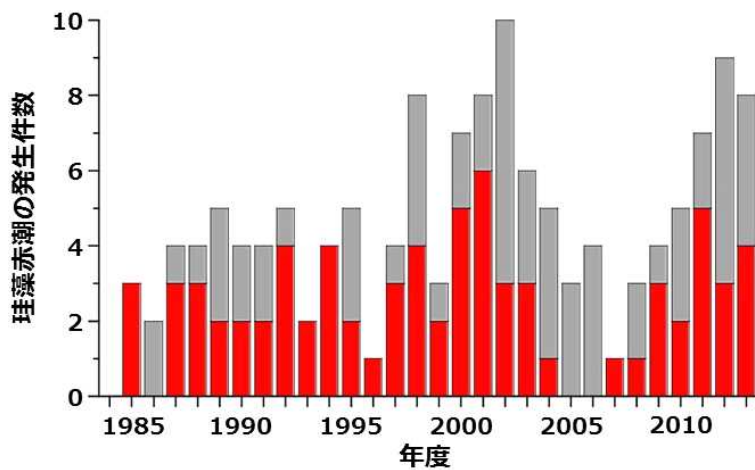


図 4.4.125 有明海における秋期～冬期（10月～翌3月）の珪藻赤潮の発生件数の推移

赤色のバーは被害件数を示す。

出典：九州海域の赤潮（水産庁九州漁業調整事務所）をもとに作成。

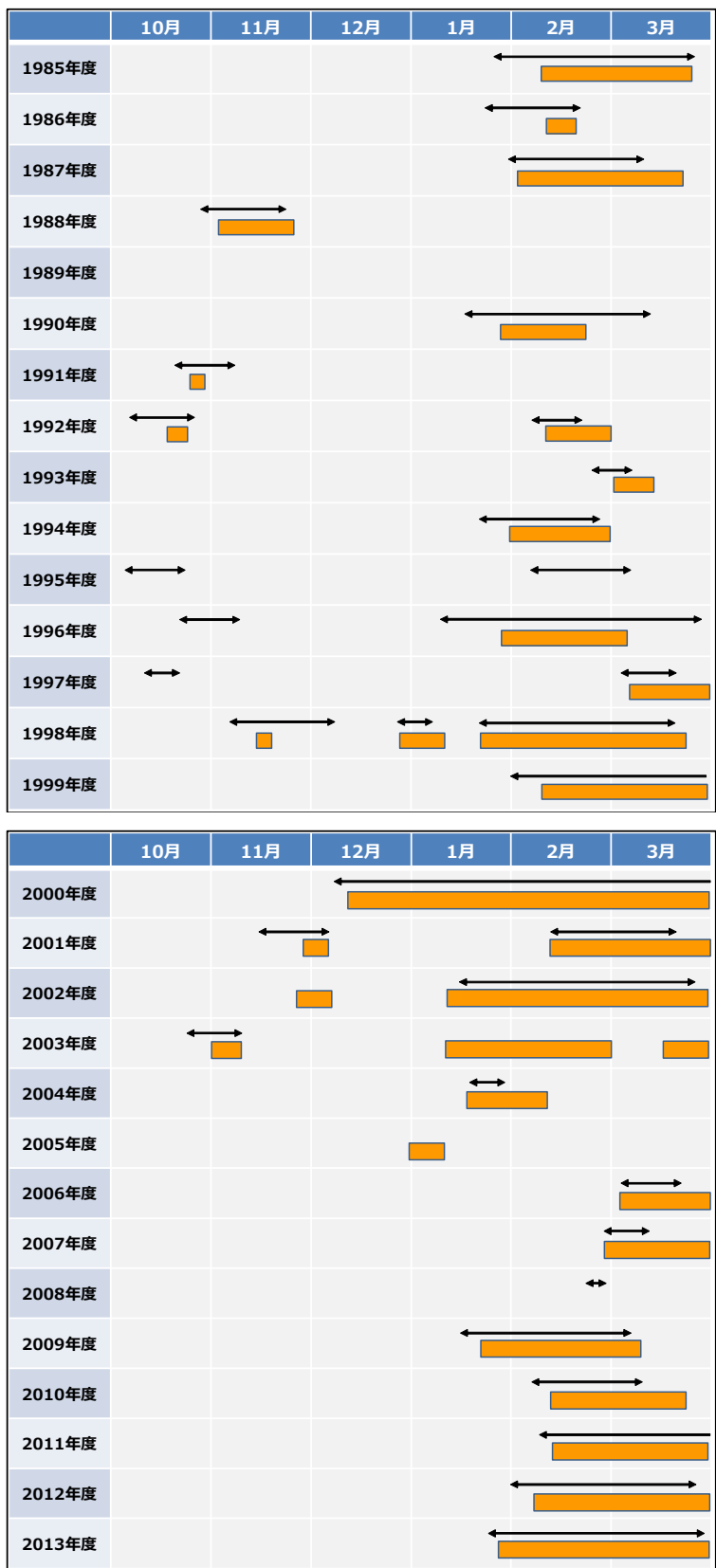


図 4. 4. 126 有明海福岡県海域におけるノリの色落ちの発生期間 (■) と珪藻赤潮の発生期間 (矢印)

通常、細胞あたりの栄養塩吸収量が大きい大型の珪藻類、例えば *Eucampia zodiacus* や *Coscinodiscus wailesii*、*Rhizosolenia imbricata* などの種が、ノリの色落ちを引き起こす原因プランクトンとして位置づけられている (図 4.4.127)。また、世界各地の沿岸・内湾域で普遍的に生息している *Skeletonema* spp. 等の小型珪藻類についても、ノリ漁期に赤潮を形成すると、色落ちを引き起こす場合がある。ここでは、これまでに有明海で大規模なノリの色落ち被害を引き起こした3種の珪藻類 (*Rhizosolenia imbricata*、*Eucampia zodiacus* および *Asteroplanus karianus*) に焦点を当て、それぞれの種の有明海における赤潮の発生状況と発生機構について述べる。

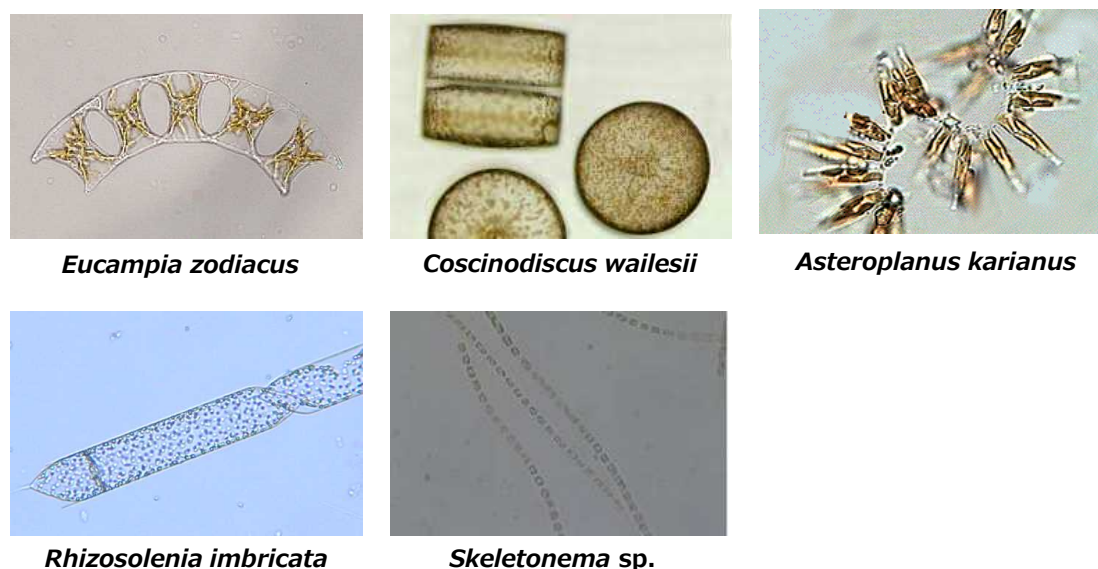


図 4.4.127 ノリの色落ちの原因となる主な珪藻類

① *Rhizosolenia imbricata*

Rhizosolenia imbricata (図 4.4.127) は、主に暖海の外洋域に分布する大型 (殻径 10~60 μm 、殻長 100~500 μm) の珪藻類で、増殖可能な水温帯が比較的高く、低塩分への耐性が低いという特徴を持つ (佐々木・鬼頭 2003)。本種は、2000 年度に有明海で発生したノリの大不作 (色落ち) の原因種と推定されていることもあり、環境省 有明海・八代海総合調査評価委員会 (2006 (平成 18) 年 12 月) 委員会報告においては、本種を想定した形で、大型珪藻類の発生機構が整理されている (図 4.4.128)。しかしながら、2000 年度のノリの大不作以降、有明海において、*R. imbricata* による赤潮が発生したとの報告はなされていない。

② *Eucampia zodiacus*

Eucampia zodiacus (図 4.4.127) は、極域を除く世界中の沿岸域に広く分布し、頂軸長が 100 μm に達する大型の珪藻類で、ノリの色落ち被害が頻発している東部瀬戸内海においても重要な色落ち原因種として位置づけられていることから、水温や栄養塩に対する増殖特性など、生理・生態学的知見が精力的に収集・整理されている (例えば、西川 2002、西川・堀 2004、Nishikawa et al. 2007、Nishikawa et

al. 2009、Nishikawa et al. 2011)。

有明海において、*E. zodiacus* は1980年代より出現が確認されており、1980年代後半や2000年前後に、比較的高密度で出現していた(図 4.4.129)。2011年度以降も、高密度での出現が連続してみられており、特に2013年度の冬期には、本種による赤潮が有明海のほぼ全域で発生し、多くのノリ漁場で色落ち被害が生じた。

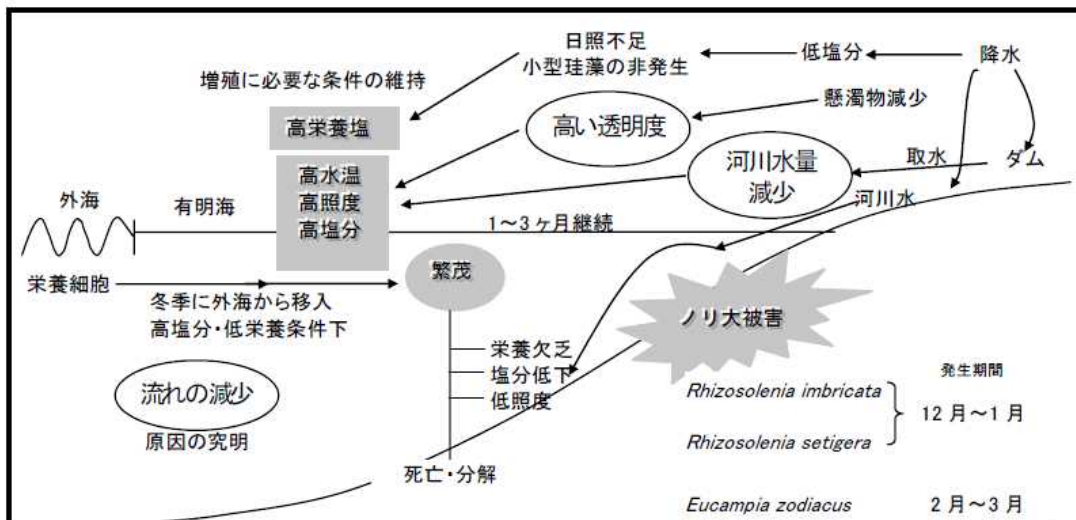


図 4.4.128 大型珪藻類 (主に *Rhizosolenia imbricata*) の発生機構
環境省 有明海・八代海総合調査評価委員会 (2006 (平成18)年12月) 委員会報告より抜粋。*R. imbricata* は、塩分が高い冬期に外海から湾内に移入。日照不足等によって、小型珪藻の増殖が抑えられた後に、増殖に必要な条件(高水温、高照度、高栄養塩など)が整うと大発生につながる。

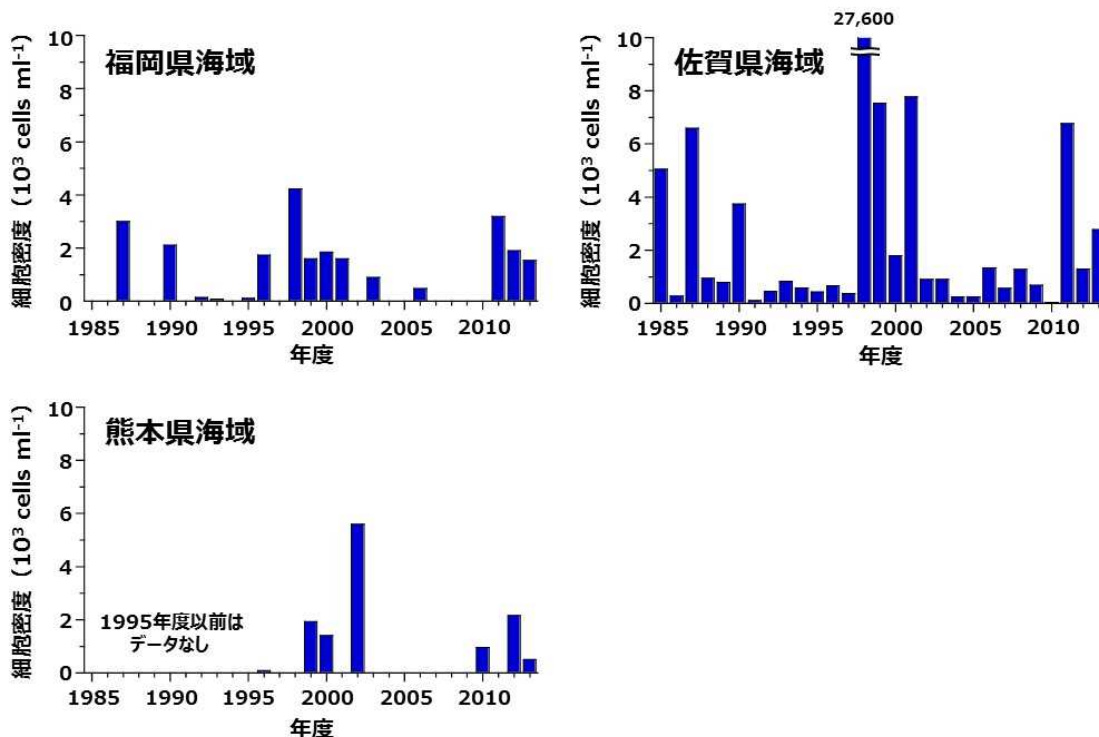


図 4.4.129 有明海福岡県海域、佐賀県海域および熊本県海域における *Eucampia zodiacus* の最高細胞密度の経年変化

有明海での *E. zodiacus* による赤潮の発生機構については、いまだ充分には解明されておらず、断片的な知見にとどまっている。Ito et al. (2013) は、2011 年度冬期の比較的大規模な本種による赤潮発生時に実施した観測結果から、まず *Skeletonema* spp. などの小型珪藻類の増殖が見られ、それらが衰退した 2 月下旬から *E. zodiacus* の細胞密度が急激に増加したこと、海水中の栄養塩濃度は、小型珪藻類の増殖により減少し、その後の *E. zodiacus* の増殖にともなって急激に低下したことを報告している (図 4.4.130)。また、観測当初に沖合域の底層に分布していた *E. zodiacus* は、濁度が低下する小潮期の後に、細胞密度が増加する傾向がみられたことから、光環境の改善が海水中で沈降しつつある *E. zodiacus* が赤潮のレベルまで個体群を拡大する要因のひとつであると推察した (図 4.4.131、図 4.4.132)。

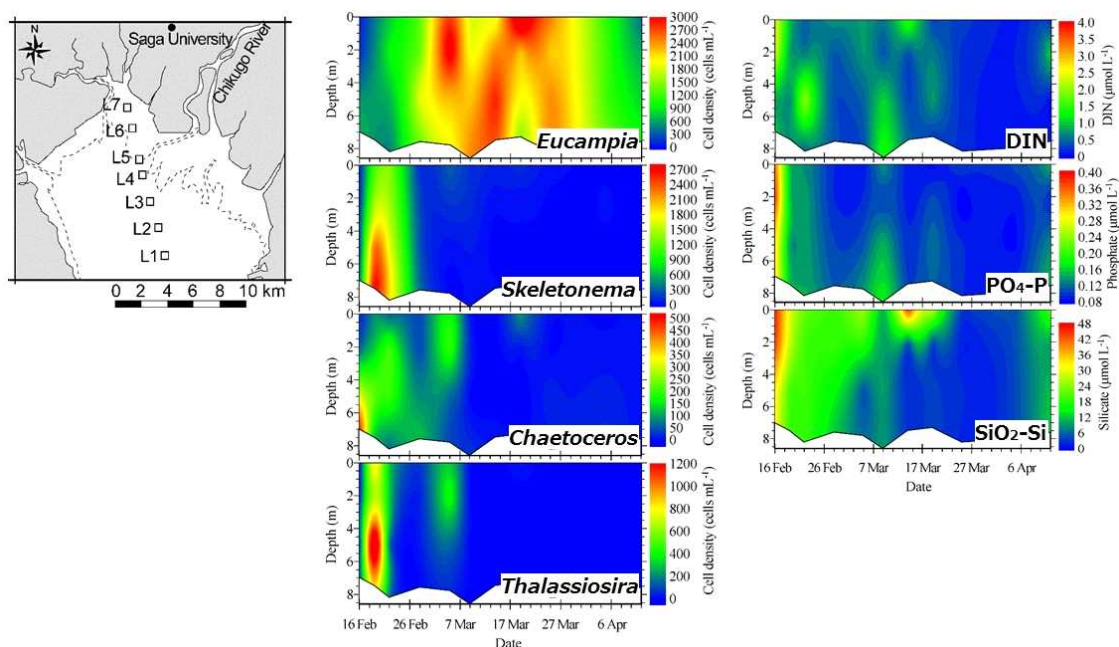


図 4.4.130 有明海湾奥部の観測定点 (L4) における植物プランクトン (*Eucampia zodiacus*、*Skeletonema* spp.、*Chaetoceros* spp.、*Thalassiosira* spp.) の細胞密度および栄養塩濃度 (溶存態無機窒素 DIN、リン酸態リン PO₄-P、ケイ酸態ケイ素 SiO₂-Si) の経時変化 (2012 年 2 月～4 月)。Ito et al. (2013) より引用。

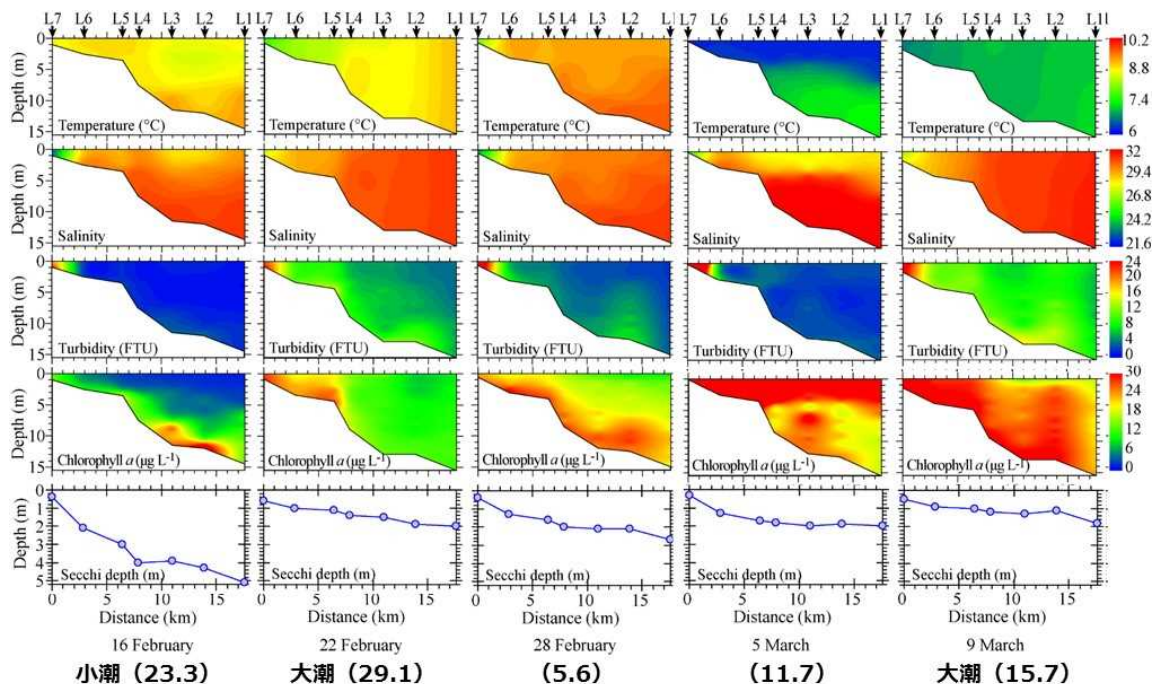


図 4.4.131 有明海湾奥部の観測定線における水温、塩分、濁度、クロロフィル a 濃度の鉛直分布及び透明度の経時変化 (2012 年 2 月~4 月)。Ito et al. (2013) より引用。

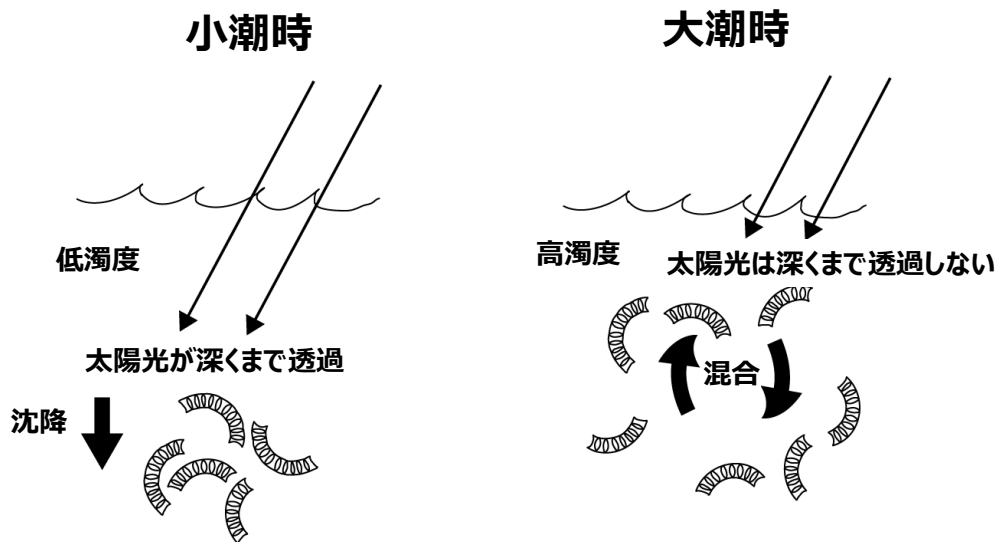


図 4.4.132 有明海における *Eucampia zodiacus* による赤潮の発生機構 (概念図) Ito et al. (2013) をもとに作成。

③ *Asteroplanus karianus*

Asteroplanus karianus は、有明海や噴火湾などの海域で分布が確認されている中型（細胞長 16~68 μm ）の珪藻類で、近年の研究から、休眠期細胞の復活とその後の増殖は、高水温よりも低水温の方が至適であること、効率的に増殖するには窒素源が豊富に存在する環境が必要であることなどが明らかにされている（松原ら 2014、Yamaguchi et al. 2014）。

有明海佐賀県海域における *A. karianus* による赤潮の発生状況を見ると、1980~2000 年代前半においても出現が認められていたが、2007 年度以降、単独で、かつ高密度の赤潮を形成する傾向が見られる（図 4.4.133）。また、本種による赤潮の形成とノリの色落ち被害との関係を比較してみると、赤潮の発生海域の拡大にともない、ノリの色落ち被害も拡大していく様子が明瞭に認められる（図 4.4.134）。一方で、本種は、有明海において、これまで佐賀県海域以外の海域で赤潮を形成した報告はなく、きわめて赤潮の発生海域が限定されていることも本種による赤潮の特徴である。

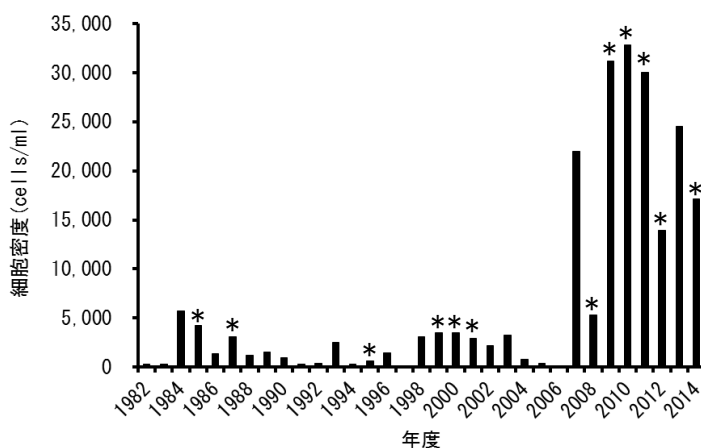


図 4.4.133 有明海佐賀県海域における *Asteroplanus karianus* の最高細胞密度の変動。
*は、本種を構成種に含む赤潮により色落ち被害が発生した年度を示す。

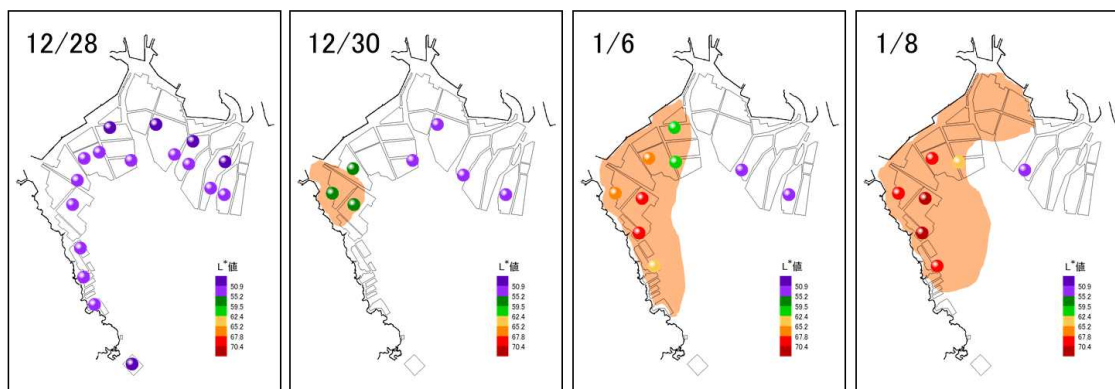


図 4.4.134 有明海佐賀県海域における *Asteroplanus karianus* による赤潮の発生海域とノリの色落ち状況の推移（2011 年度）

現在のところ、*A. karianus* による赤潮の発生が、有明海の佐賀県海域において、2007年度以降、単独で高密度の赤潮を形成するようになった要因は不明である。ただし、これまでの研究から、本種は水温および全天日射量が年間で最低となる時期に赤潮を形成する傾向にあること（図 4.4.135）、鉛直混合期に細胞密度が増加する傾向にあること（図 4.4.136）などが明らかとなっており、本種による赤潮の発生には、水塊の鉛直混合や低水温、高栄養塩濃度などの環境条件が寄与している可能性が示唆される。

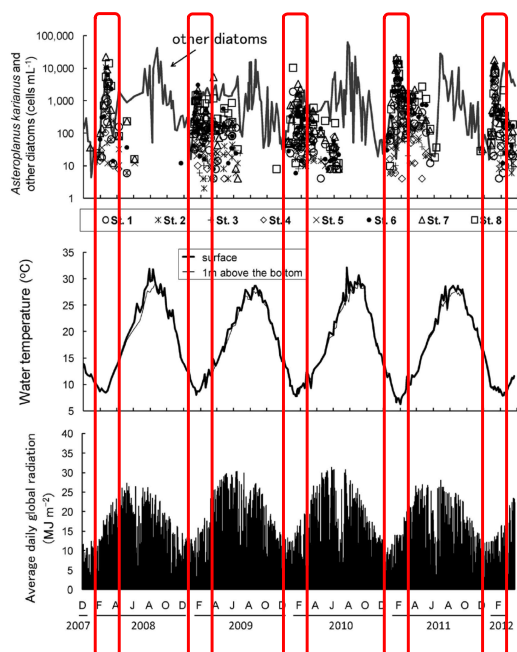


図 4.4.135 有明海佐賀県海域表層における珪藻類の細胞密度、水温および全天日射量の推移（2007年12月～2012年3月）。

松原ら（2014）をもとに作成。

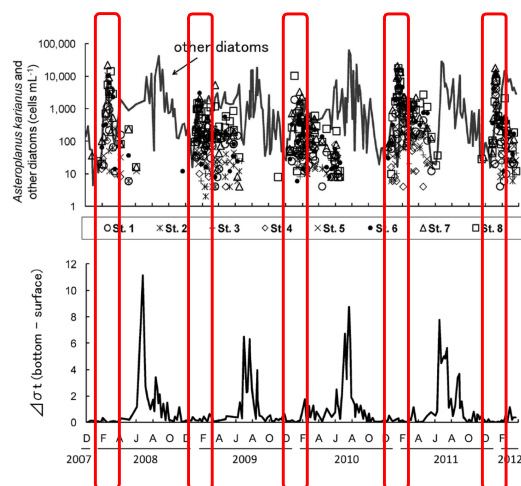


図 4.4.136 有明海佐賀県海域表層における珪藻類の細胞密度と鉛直安定度 $\Delta\sigma_t$ の推移（2007年12月～2012年3月）。

松原ら（2014）をもとに作成。

また、有明海では、近年、ノリの採苗時期が遅れる傾向にある。有明海の福岡県、佐賀県及び熊本県海域における1981年度以降のノリの採苗日と10月の表層水温の推移を図 4.4.137に示した。福岡県海域における1997年度までのノリの採苗日は、10月1日～5日（平均10月2日）の範囲にあったが、1998年度以降2006年度までは10月4日～13日（平均10月8日）、2007年度以降は10月14日～27日（平均10月18日）と15日程度も遅くなっている。同様の傾向は、佐賀県および熊本県海域においても認められる。ノリの採苗時期は、水温や潮汐などの海況条件を踏まえ、関係者が協議のうえ決定される。特に、ノリは、採苗直後の幼芽の段階で水温25℃以上の高水温にさらされると、様々な生育障害が生じることから（山内1974、三根ら2013、島田2014）、秋期水温の上昇は、ノリの採苗に多大な影響を及ぼす。実際、有明海のノリ漁場周辺海域における秋期（10月）水温は、1990年代後半以降、高めで推移している（図 4.4.137）。したがって、近年の秋期水温の上昇が採苗時期の遅れやそれに伴う冷凍網期の開始（冷凍網出庫）の遅れなどにつながっており、ひいてはノリ養殖の生産にも影響を及ぼしていることが示唆される。

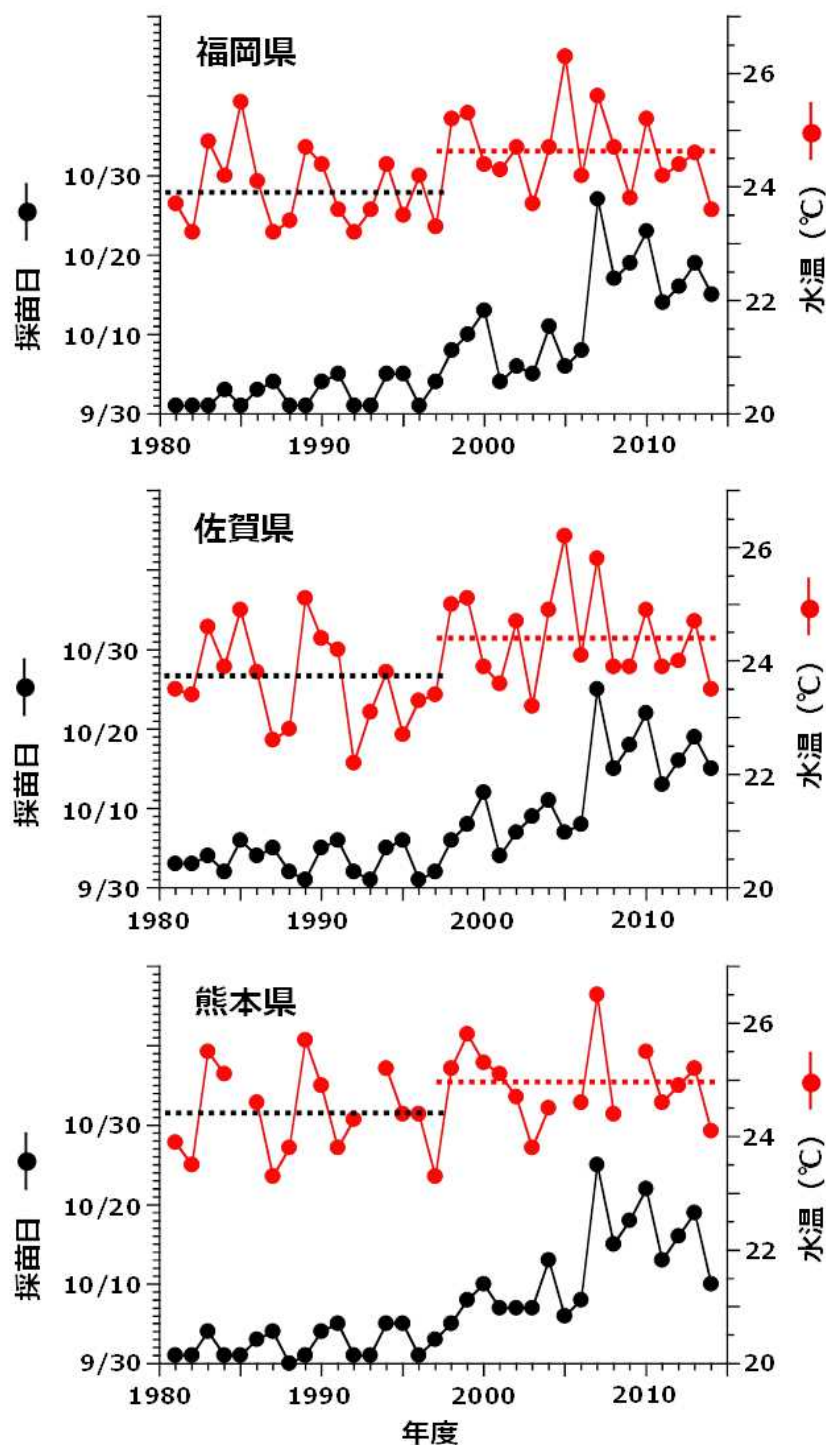


図 4.4.137 有明海の福岡県、佐賀県及び熊本県海域におけるノリの採苗日と10月の表層水温の推移。黒色及び赤色の破線は、それぞれ1981～1997年度及び1998～2014年度の表層水温の平均値を示す。ノリの採苗日は各県機関から提供されたデータを使用した。10月の表層水温については、各県機関で実施されている浅海定線調査で得られた水温データ（福岡県：定点S4、佐賀県：定点10、熊本県：定点12）を使用した。

c) まとめ

近年、有明海におけるノリ養殖の生産量は、比較的高い水準で推移しているが、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。安定したノリ養殖の生産を阻害している要因として、あかぐされ病、壺状菌病、スミノリ症などに代表される病害、色落ち、水温上昇に伴う漁期の短縮などが挙げられる。ノリの色落ちは、海水中の栄養塩濃度が急激に低下し、養殖ノリに必要なとされる栄養塩が減少する結果、生じる現象で、植物プランクトン、特に大型珪藻類の赤潮形成による栄養塩の消費が要因のひとつであると考えられる。また、近年の秋期水温の上昇が採苗時期の遅れやそれに伴う冷凍網期の開始（冷凍網出庫）の遅れなどにつながっている。

イ) 魚類等の変化

a) 現状と問題点の特定

有明海では魚類資源に関する研究が少なく、漁獲努力量など資源評価を行うための基礎資料が整備されていないため、ここでは漁獲量の動向を資源変動の目安と考える。

魚類の漁獲量は、1987年をピーク（13,000 t 台）に減少傾向を示し、1999年には6,000 t を割り込んだ（図 4.4.138）。有明海の主要魚種の大半は底生種であり、そうした種の漁獲量が減少しているが、特にウシノシタ類、ヒラメ、ニベ・グチ類、及びカレイ類の漁獲量は、1980年代後半から減少を続け、1990年代後半に過去の漁獲統計値（1976年以降）の最低を下回っている（図 4.4.139、図 4.4.140）。また、クルマエビも同様の傾向を示している（図 4.4.140）。その後も減少傾向が続いているが、魚類の漁獲量が最も多かった長崎県の漁獲量の減少程度が大きく、2005年以降は熊本県が長崎県を上回ることが多くなった。

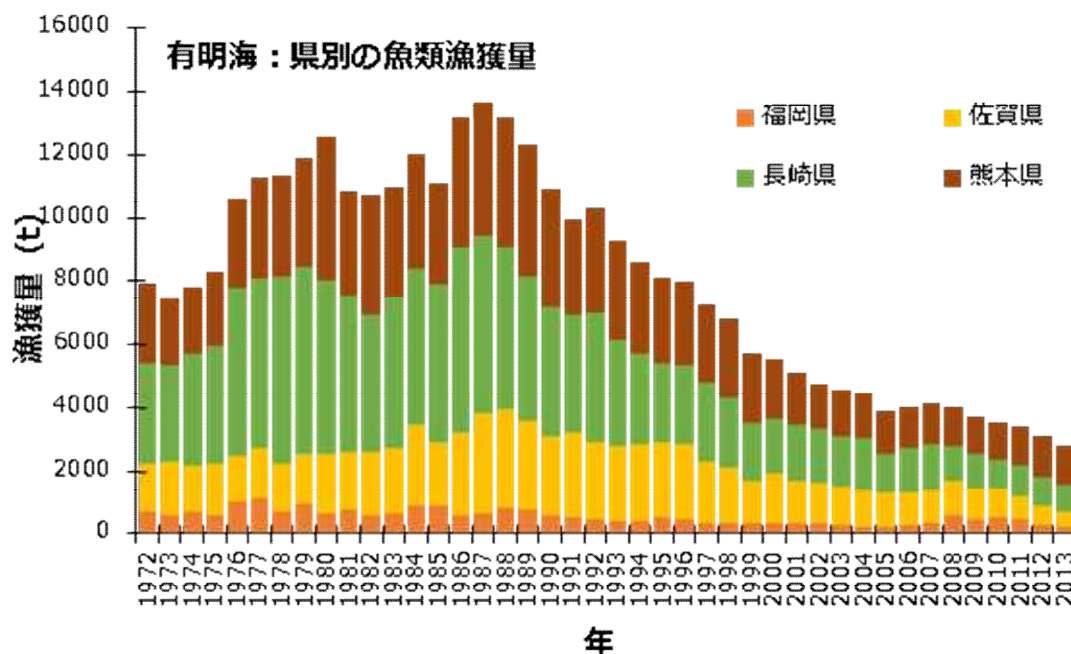


図 4.4.138 有明海の県別魚類漁獲量

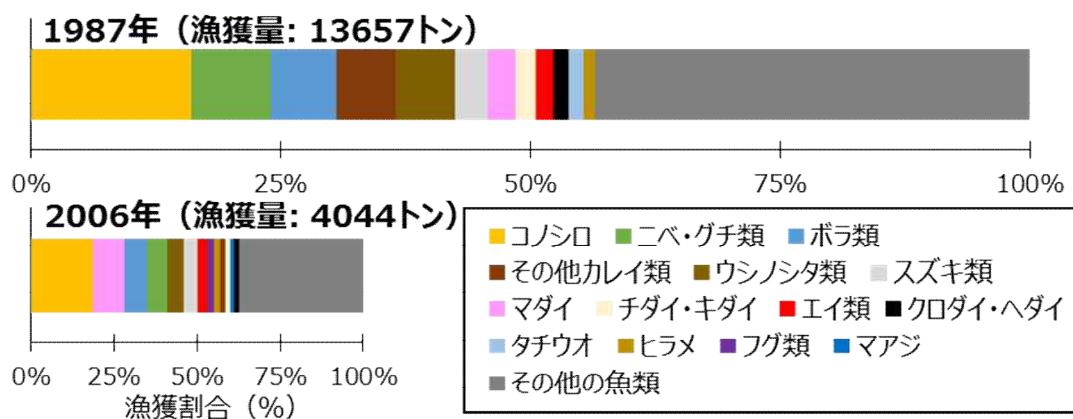


図 4.4.139 有明海の魚類漁獲割合(1987年と2006年の比較)

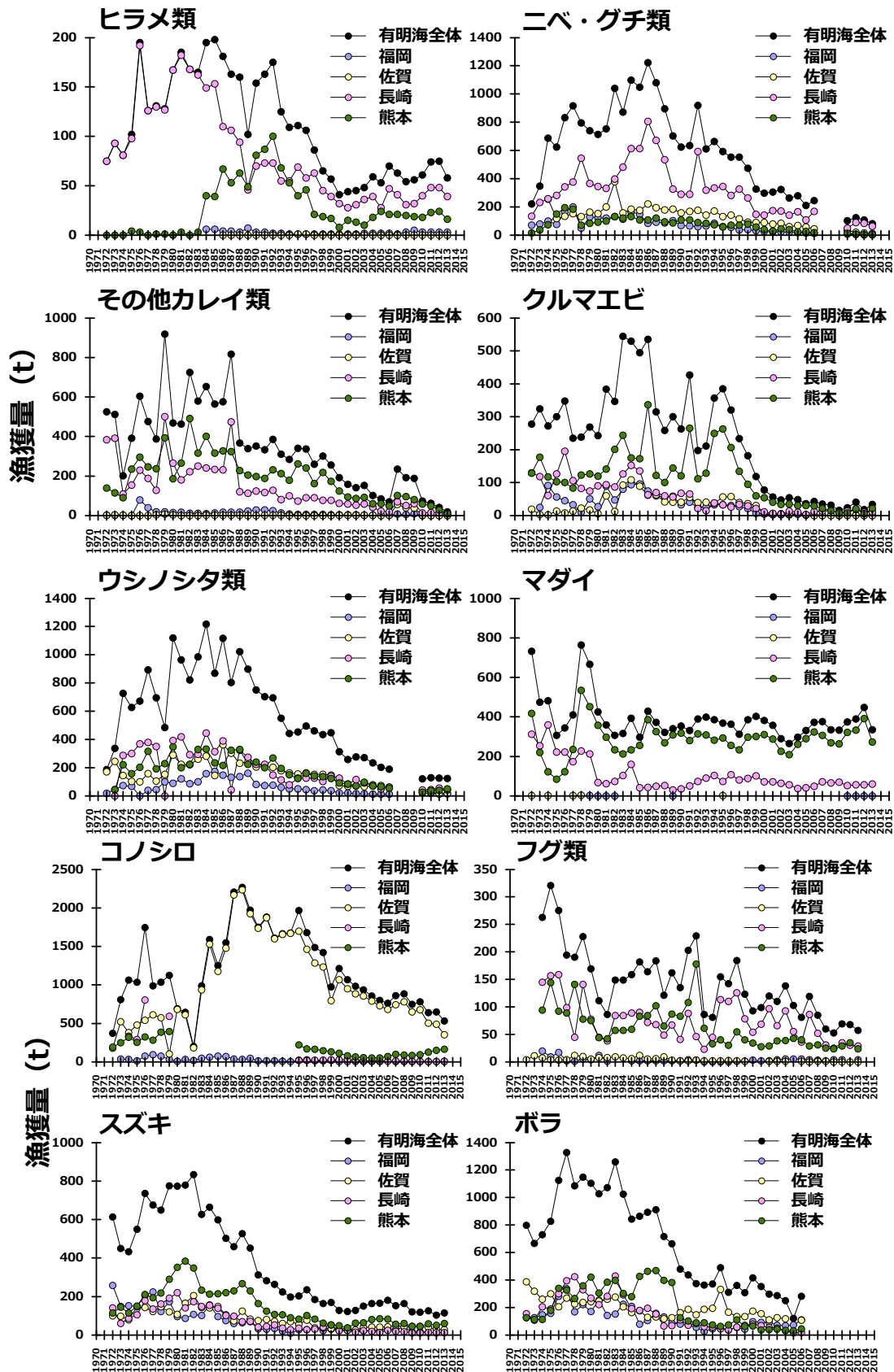


図 4. 4. 140 有明海における主要な魚類漁獲量の経年推移

b) 要因の考察

① 魚類等の再生産機構

ここでは、他魚種に比べて減少が著しいとみられる魚類について、その要因の考察を行う。資源の減少が著しい種や有明海を代表する種について、卵や仔魚の輸送機構、輸送経路、初期生態、産卵場や成育場の特定などを行った結果として、かつて漁獲量が最も多く、近年資源量の減少が著しいシログチ、デンベエシタビラメ等を例に、有明海の底魚魚類の再生産機構を図 4.4.141～図 4.4.143 に示す。

シログチは、有明海中央部で最も優占する魚種であり、有明海では鮮魚や練り製品の原料などに利用されている漁業資源である。漁業者への聞き取りでは、近年最も資源が減少した種の一つとして挙げられている。シログチは日本の沿岸域に普通に生息する種で、有明海周辺でも、橘湾から外海へと連続して分布しているが、有明海・橘湾系群は、外海のものとは異なる系群であることが明らかになっている。有明海のシログチは産卵場と成育場がかなり離れており、卵や仔魚が成育場まで輸送される有明海に特徴的な再生産の仕組みを持つ。このような再生産の仕組みは、他の海域に生息するシログチとは異なることが分かっており、有明海を代表する生活史のパターンである。このような再生産の仕組みを持つ種には、コウライアカシタビラメやクルマエビ（図 4.4.144）が挙げられる。

有明海のシタビラメ類は、“クチゾコ”や“クツゾコ”と呼ばれ、重要な漁業資源となっている。有明海ではこれまでに、イヌノシタ、コウライアカシタビラメ、デンベエシタビラメ、ゲンコ及びオキゲンコの少なくとも5種を確認している。デンベエシタビラメは有明海特産種、コウライアカシタビラメは準特産種に分類されている。デンベエシタビラメの仔魚は、コウライアカシタビラメやシログチの場合と異なり、産卵場である湾奥部および諫早湾に広く出現し、稚魚も同様に湾奥部および諫早湾の浅海域に広く分布する。変態直前の仔魚から着底後の稚魚は、潮間帯から河口域にも出現することが分かっている。このように全生活史を湾奥に依存する種には、他にコイチなどが挙げられる。

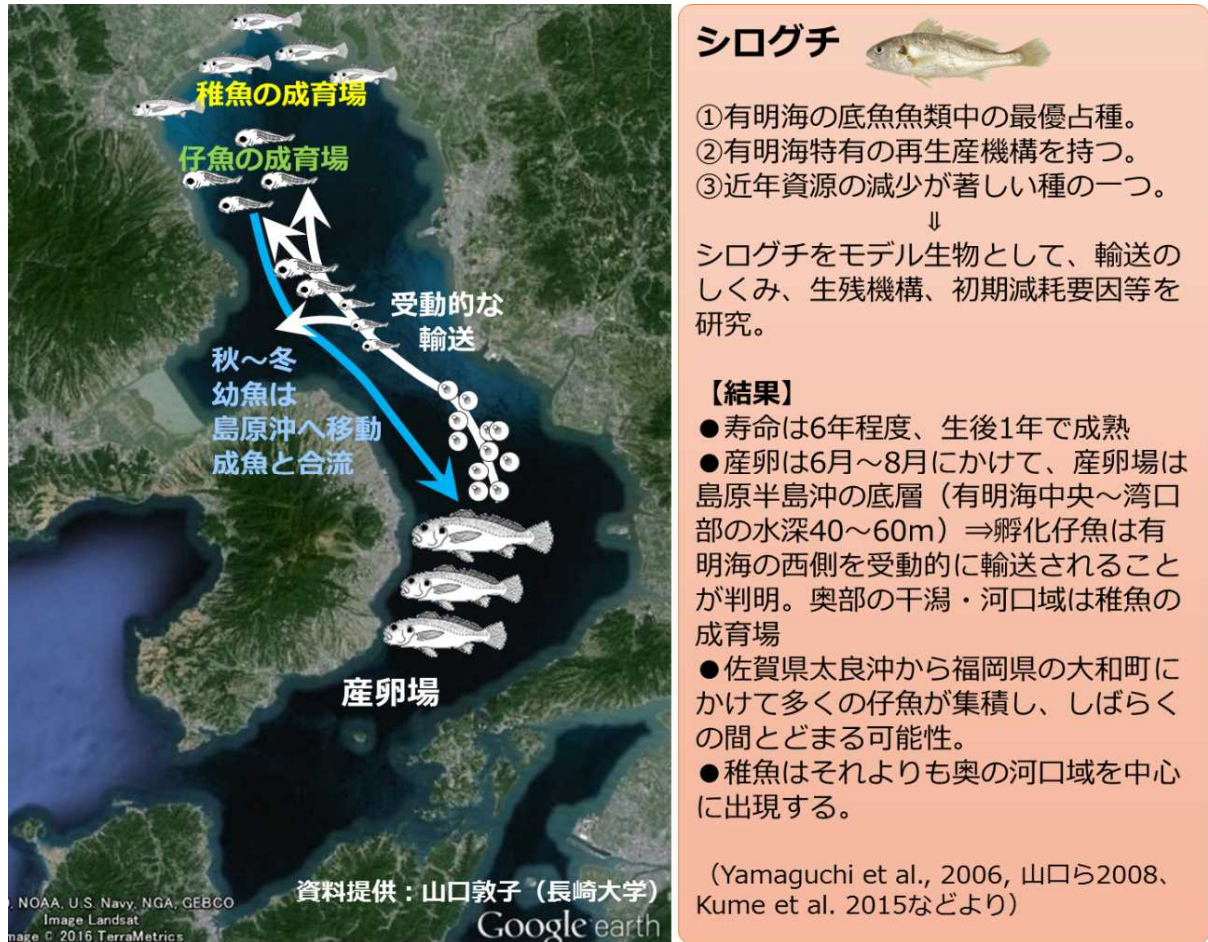


図 4. 4. 141 シログチに代表される再生産機構
出典：長崎大学・平成 19～21 年度などより

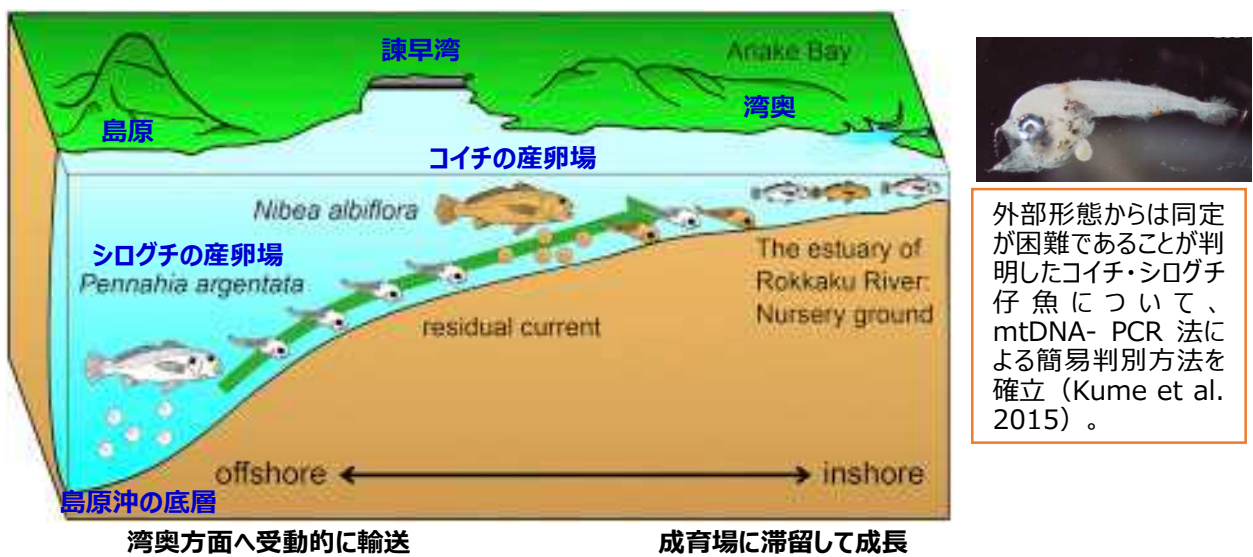


図 4. 4. 142 フィールド調査と DNA 分析等により明らかになったシログチ・コイチの卵・仔魚輸送機構と成育場 (資料提供：山口・長崎大学)

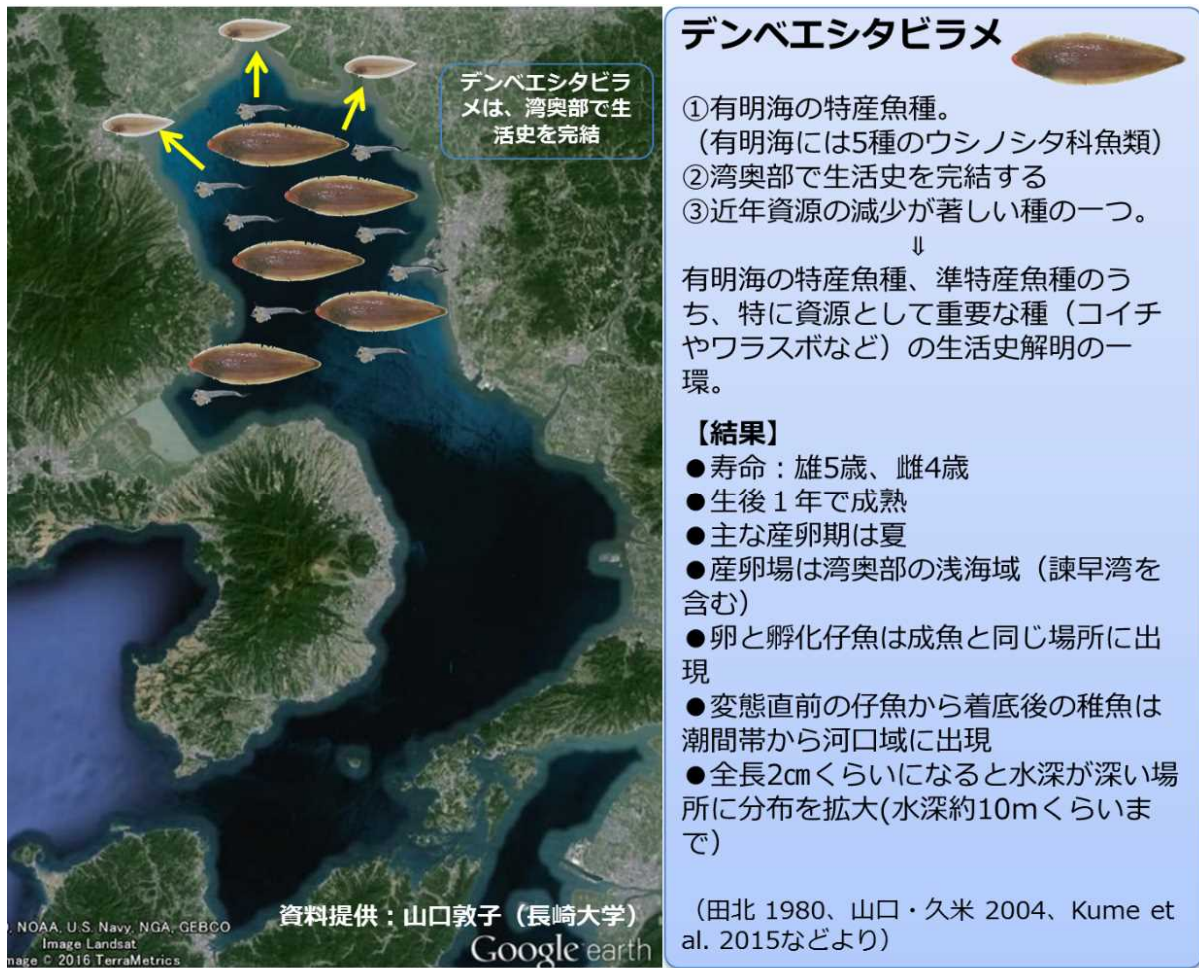


図 4.4.143 デンベエシタビラメの生産機構
出典：長崎大学・平成 19～21 年度などより

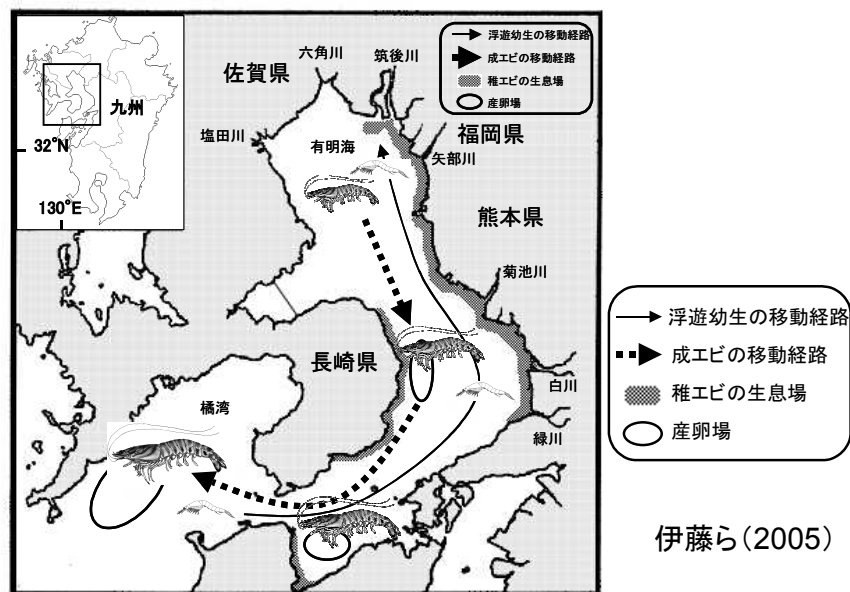


図 4.4.144 クルマエビの産卵場所と稚エビの出現場所

出典：中田英昭(2005)「第 17 回有明海・八代海総合調査評価委員会
資料-2 水産資源に関するとりまとめ (2) 主に魚類資源について」

これまでに明らかになった成果に基づき、産卵場や成育場など各種の生活史ステージにおける海域利用について、海域区分に従って記すと、産卵場はA7海域、仔魚の輸送経路はA3・A5海域、仔魚の成育場はA2・A3海域、稚魚の成育場はA1海域であることが分かった。コウライアカシタビラメなどが同様の海域利用を示すことが判明している。

これらの生活史を持つ底生魚類の減少要因を考察すると、底質や底層環境の変化等に加え、卵から仔稚魚期までを過ごす成育場の環境変化や卵仔魚の輸送に関わる流れの変化などが初期減耗を高めている可能性もある。

有明海の特産魚類は河口域、感潮域を仔稚魚の成育場として利用しており、護岸構造物の設置、人為的な流量操作、採砂などが複合的に影響する可能性があると考えられる。

また、有明海の準特産魚種であるコイチやデンベエシタビラメなどは湾奥部（A2、A3海域）で産卵し、その仔魚は湾奥部沿岸の浅海域（A1海域）を成育場とすること、さらに河口域が稚魚の成育場となっていることが明らかとなっており、感潮域、河口域、干潟・浅海域の減少や環境悪化が初期減耗を高め、資源減少を引き起こしている可能性がある。

初期減耗要因の解明に関連して、仔稚魚の生残に関わる産卵場から成育場への輸送経路および仔稚魚成育場の環境についての調査結果として、ニベ科仔魚およびデンベエシタビラメ仔魚の個体数密度と採集地点における溶存酸素量との関係を図4.4.145に、餌生物（カイアシ類）に対する選択性について図4.4.146に示す。

仔魚の個体数密度と現場で観測されたDOとの関係からは、ニベ科仔魚（コイチ、シログチ）では2.7mg/l、デンベエシタビラメでは、3.05mg/l以下では仔魚は出現していないことがわかった。これらの値をもってただちに仔魚の分布を制限する閾値であると断定することはできないが、一つの目安と考えることは出来る。初期減耗を低減し、環境再生の目標を設定するうえでも、仔魚が生息可能な溶存酸素量を明らかにしておくことが重要である。また、餌環境も初期発達段階の仔魚の生残に関わる重要事項である。同所で採集されたニベ科およびシタビラメにとっては小型のカイアシ類が重要な餌生物となっていたが、ニベ科では*Pseudodiaptomus marinus*が、デンベエシタビラメでは*Microsetella norvegica*が種特異的に重要な餌生物として利用されていたことから、同所に生息するものでも種によって餌の選択性には違いがあることがわかった。

有明海には河川循環流が卓越し、遊泳力の乏しいシログチの卵や仔魚は常に中底層に分布し、中底層の湾奥向きの残差流により受動的に湾奥へと輸送されていると考えられる。年による中底層の残差流の強度の違いが、仔魚の湾奥への輸送の可否を決定する重要な要因、つまりその年の加入量を決定する主要因の一つとなっていると考えられる（Kume et al., 2015）。

以上のように、現時点では資源減少要因の特定には至っていないものの、湾奥における貧酸素水塊の発生状況に加え、成育場の餌環境、成育場である湾奥部への仔魚の輸送の成功の可否は、初期の生残や成長を規定し、資源の増減に大きな影響を及ぼすものと推定される。

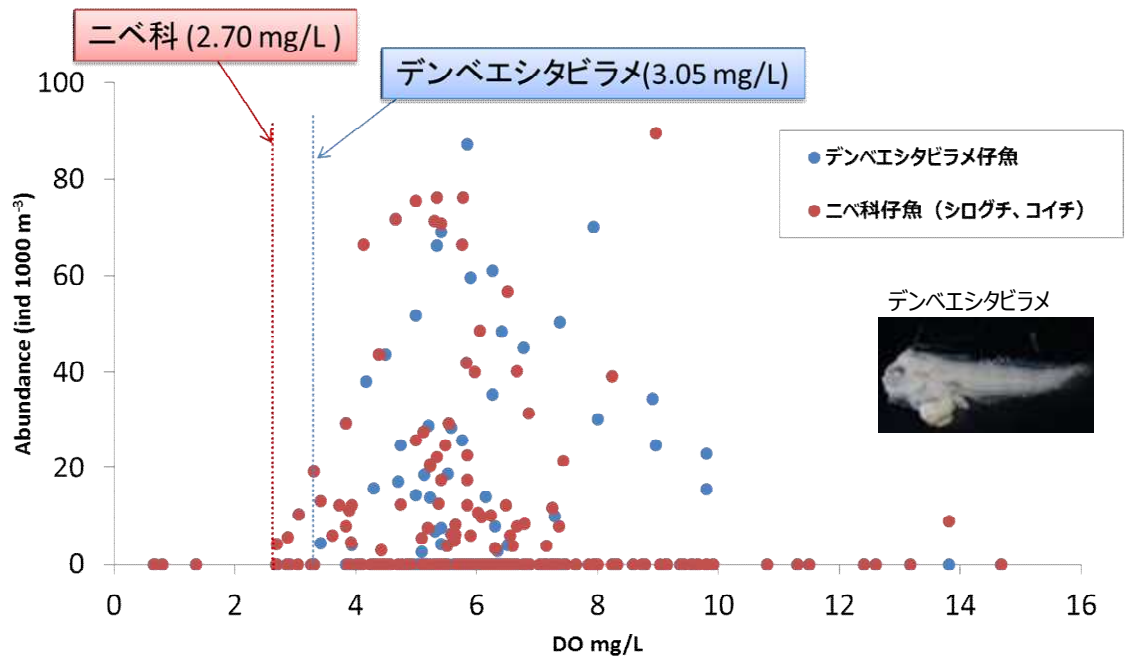


図 4. 4. 145 ニベ科仔魚（シログチ、コイチ）およびデンベエシタビラメ仔魚の個体数密度と採集地点における溶存酸素量との関係
出典：長崎大学・平成 19～21 年度などより

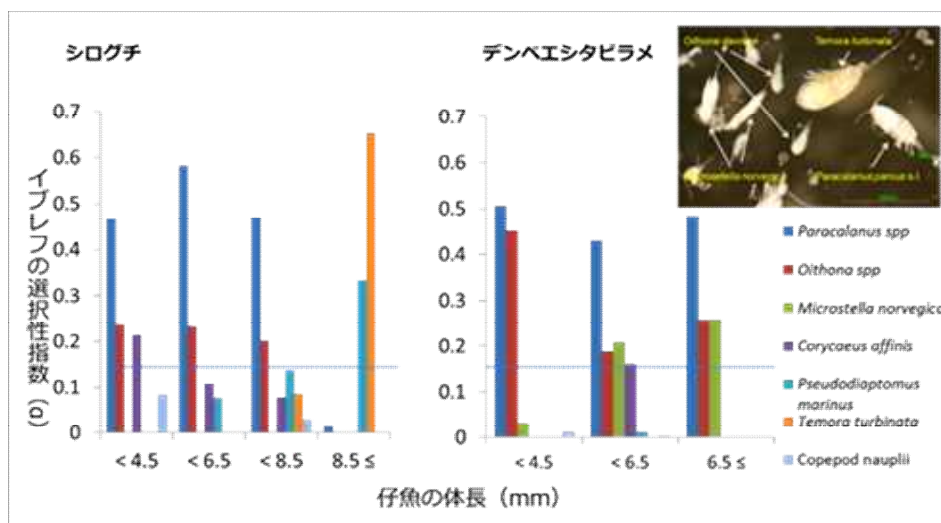


図 4. 4. 146 同所に生息する仔魚の餌生物（カイアシ類）に対する選択性
出典：長崎大学・平成 19～21 年度などより

ニベ科仔魚の 2007 年～2012 年までの分布密度の推移をみると年々減少傾向にあり、特に近年初期減耗が高まっていることがわかる（図 4. 4. 147）。シログチ成魚の漁獲量も緩やかな減少傾向を示していたことから、シログチ資源が減少傾向にある可能性が高い。仔魚の輸送経路上に形成される貧酸素水が及ぼす影響、捕食による死亡率の増加、利用可能な餌が不足することによる餓死など、何らかの要因による初期減耗の増大が資源の減少を招いている可能性がある。あるいは成魚の資源量減少や小型化に伴う産卵量の減少により、仔魚が減少している可能性がある。

同様にデンベエシタビラメの分布密度についても減少傾向が認められ、ニベ科に比べて著しい(図 4.4.148)。デンベエシタビラメは、仔魚期にはまだ扁平な体型ではなく、浮遊生活を送っている。デンベエシタビラメはシログチとは異なり、成魚も湾奥部に生息する生活史型である。デンベエシタビラメ仔魚の生息可能な DO の閾値 (3.05mg/L) がニベ科 (2.7mg/L) よりも高いと予想されたことから、ニベ科よりも貧酸素の影響を強く受けやすいことが予想される。さらに、デンベエシタビラメについては生涯、湾奥部に生息することが判明した。そのため、着底後の稚魚期以降は、湾奥部の底質を含めた底層環境が極めて重要である。

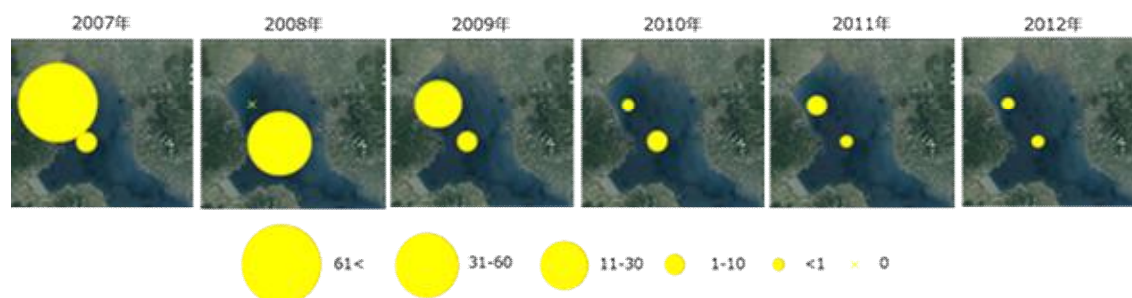


図 4.4.147 ニベ科仔魚の分布密度 (/1000 m³) の経年変化
出典：長崎大学・平成 19～21 年度などより

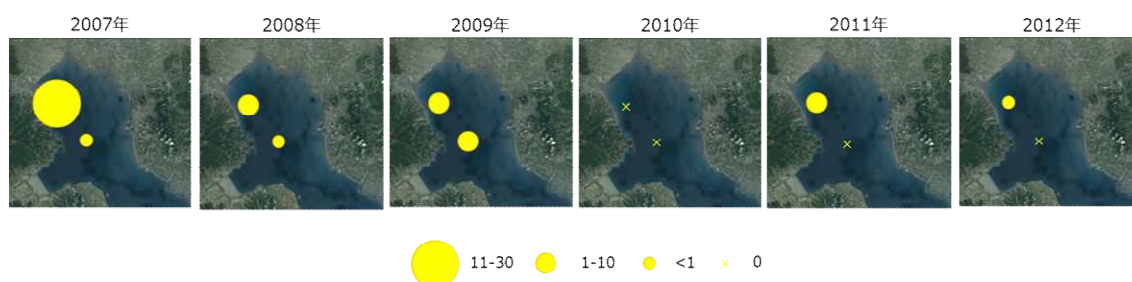


図 4.4.148 デンベエシタビラメの分布密度 (/1000 m³) の経年変化
出典：長崎大学・平成 19～21 年度などより

水産資源の減少要因の一つに有明海生態系構造の変化、すなわち種組成の変化が挙げられる(山口 2013)。有明海ではサメ類が減少し、エイ類が増加した。その後、有用な貝類への捕食圧が増加した可能性が高い(図 4.4.149)。しかし、2000 年以降、エイ駆除によりサメ・エイ類への漁獲圧が高まったことから、ともに減少傾向を示している。貝類への食害が指摘されるナルトビエイは、2013 年に新種であったことが報告され(White et al. 2013)、これまでに考えられていたような熱帯を起源とするエイではなく、日本からベトナム沿岸にかけての狭い範囲に生息する東アジアの特産種であることが明らかにされたばかりである。エイ駆除ではナルトビエイに加え、稀少なシロエイ、ヤジリエイなどのアカエイ類やスミツキザメなどが混獲されている。今後はナルトビエイや希少種に関する科学的知見を蓄積した上で、各種生物や生態系に配慮した取組が必要となる。

一方、貝類(二枚貝)を摂食する魚類として、ナルトビエイのほかにアカエイ、トビエイ等その他のエイ類、ワラスボ、シタビラメ類、クロダイ、コショウダイ、