

## (7) A7海域 (有明海湾口部)

## ア) この海域の特性

A7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) をみると、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。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<sup>1)</sup>。

底質については、砂質及び礫質で、有機物、栄養塩が少ない<sup>2)、3)</sup>。

水深が深く、潮流流速が速い。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)。

本海域では島原半島沿岸にてノリ養殖が一部区域で行われている。

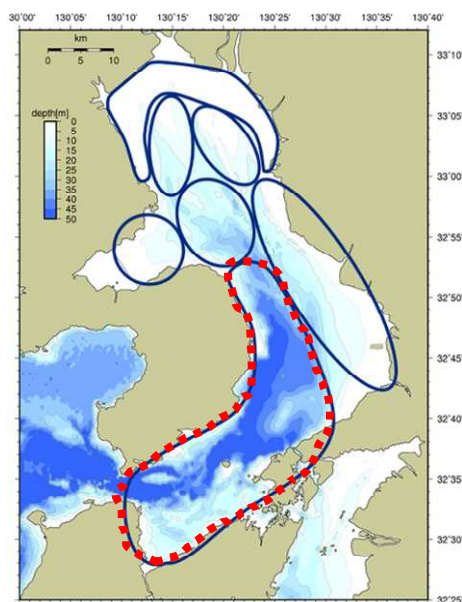


図 4.4.107 A7海域位置

## イ) ベントスの変化

### ① 現状と問題点の特定

A7海域では、2004年以前のベントスのモニタリング結果がなく、1970年頃と現在の変化は不明である。2005～2015年のデータしか得られなかったため、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(図4.4.108)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。

主要出現種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。

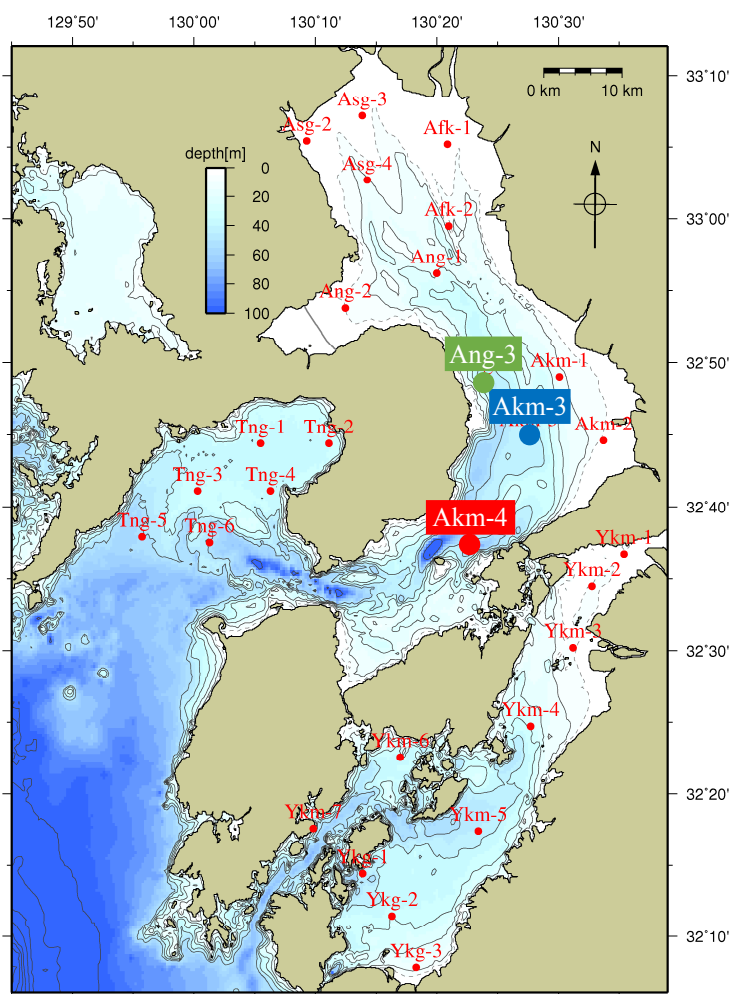


図 4.4.108 A7海域におけるベントス調査地点

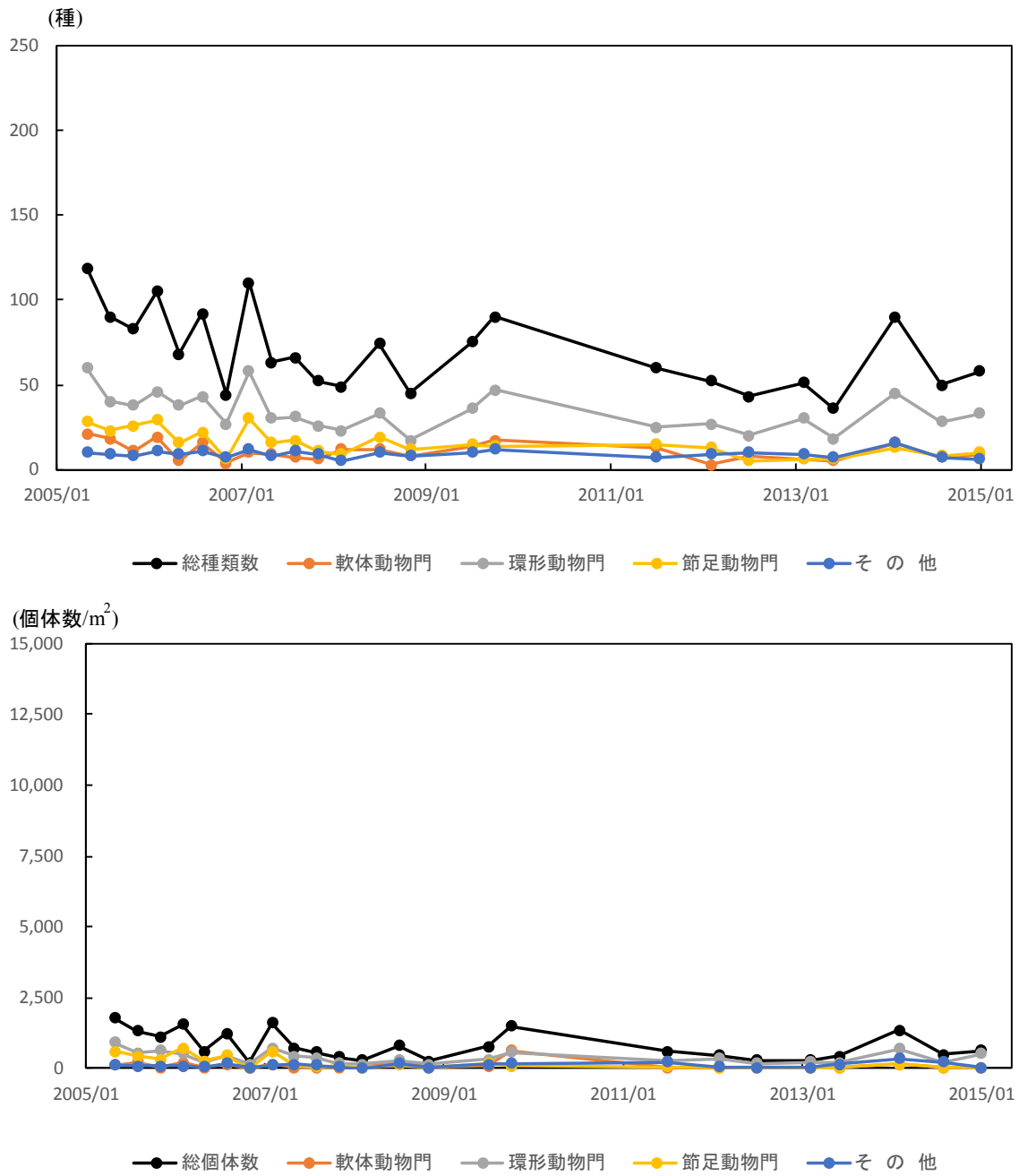


図 4.4.109 (1) A7海域におけるベントスの推移 (Akm-3)

出典：環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査結果」  
 環境省「有明海・八代海再生重点課題対策調査結果」等  
 もとに環境省が作成した。

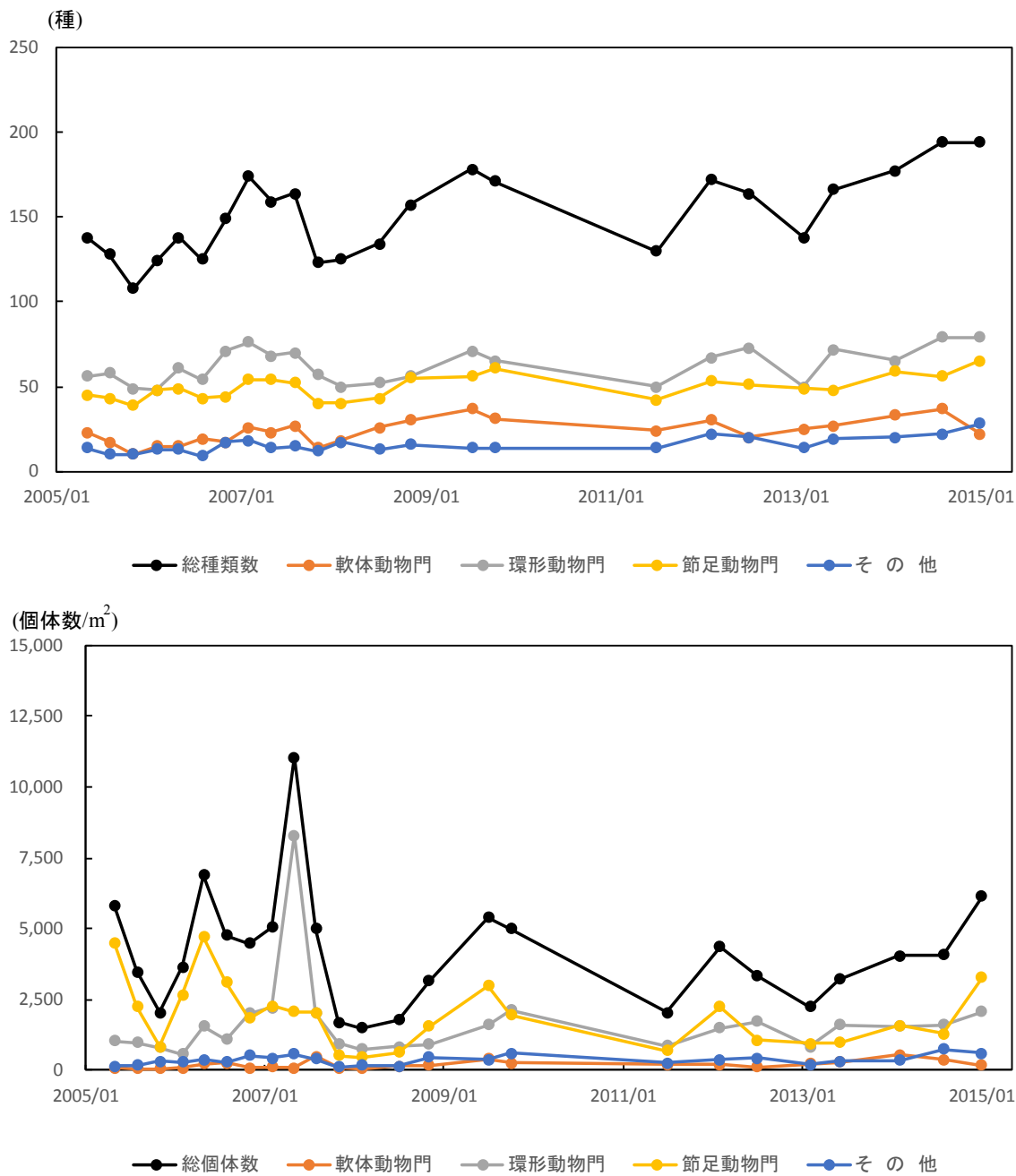


図 4.4.109 (2) A7海域におけるベントスの推移 (Akm-4)

出典：環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査結果」  
 環境省「有明海・八代海再生重点課題対策調査結果」等  
 もとに環境省が作成した。

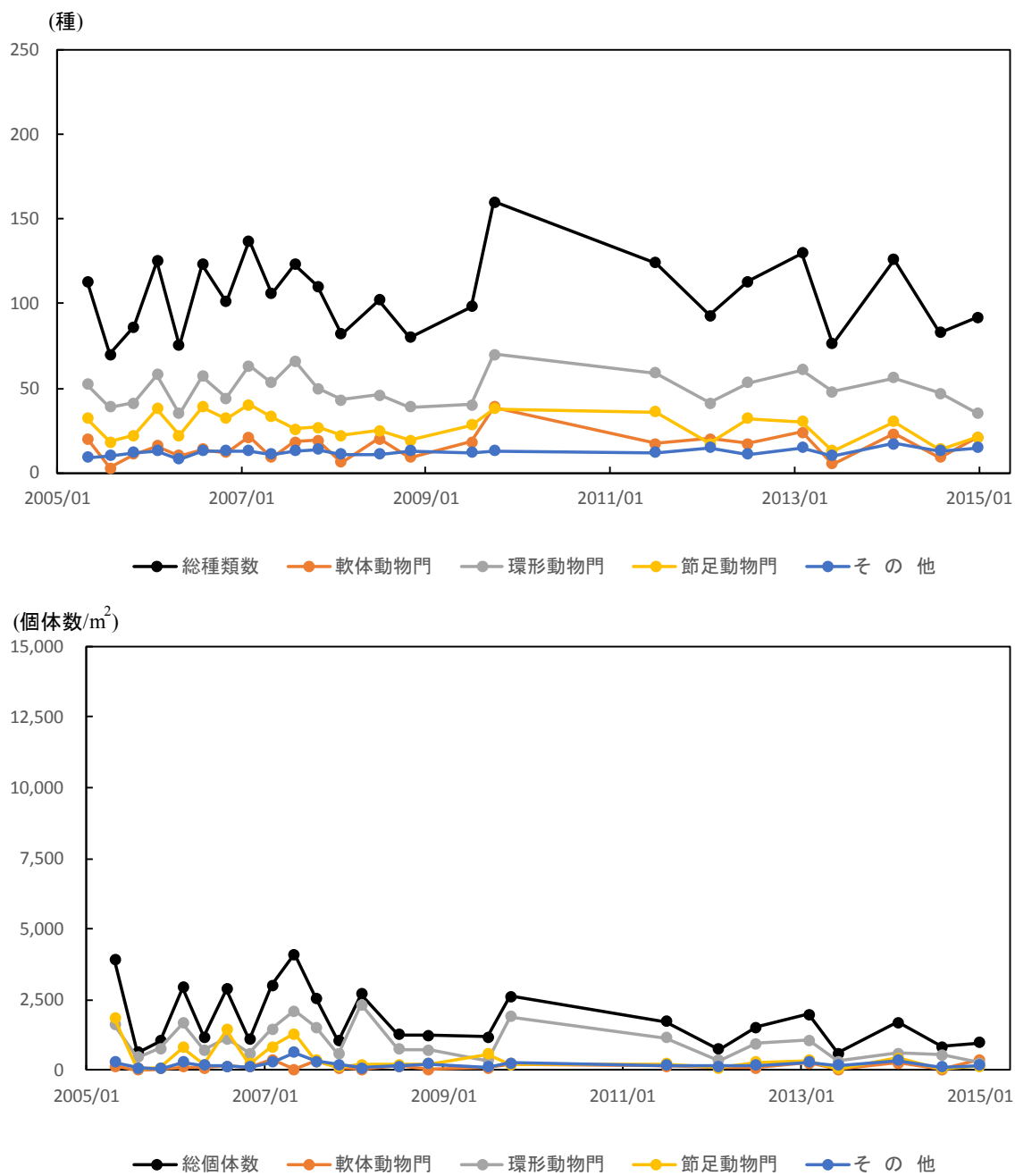


図 4.4.109 (3) A7海域におけるベントスの推移 (Ang-3)

出典：環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査結果」  
 環境省「有明海・八代海再生重点課題対策調査結果」等をもとに環境省が作成した。

表 4.4.13 (1) A7海域におけるベントスの主要出現種の推移 (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	パオニス科	7.8%
2005/08	節足動物門	デアステリス科	7.3%
	軟体動物門 二枚貝類	キヌタレカイ	10.3%
	節足動物門	ドロコエビ	6.9%
2005/11	環形動物門	タケアシカイ科	6.3%
	節足動物門	パオニス科	20.1%
	節足動物門	カドソコエビ	6.7%
2006/02	環形動物門	カドソコエビ	6.2%
	節足動物門	Photis sp.	6.2%
	節足動物門	Photis sp.	17.0%
2006/05	節足動物門	Caprella sp.	10.0%
	環形動物門	パオニス科	7.1%
2006/08	節足動物門	カドソコエビ	11.1%
	環形動物門	パオニス科	9.8%
	節足動物門	ケマ目	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	ヤマホトキスカイ	7.2%
2007/05	節足動物門	ケマ目	7.1%
	環形動物門	環形動物門	15.4%
	環形動物門	Sigambra tentaculata	6.7%
2007/08	環形動物門	モロコカイ	6.7%
	環形動物門	Sigambra tentaculata	13.9%
	星口動物門	モロコカイ	8.4%
2007/11	環形動物門	イトクスホシムシ属	5.7%
	節足動物門	カドソコエビ	16.0%
	環形動物門	環形動物門	11.0%
2008/02	環形動物門	モロコカイ	9.5%
	環形動物門	モロコカイ	12.8%
	環形動物門	Sigambra tentaculata	10.1%
2008/07	軟体動物門 二枚貝類	イガイ科	6.1%
	環形動物門	環形動物門	12.3%
	軟体動物門 二枚貝類	チヨハナカイ	8.2%
2008/11	軟体動物門 二枚貝類	ニマイガイ綱	8.0%
	環形動物門	モロコカイ	11.9%
	環形動物門	Parapironospio sp. (B型)	9.0%
2009/07	環形動物門	クシノクモヒトデ	8.2%
	節足動物門	ケマ目	9.3%
	環形動物門	Sigambra tentaculata	7.2%
2009/10	環形動物門	環形動物門	6.9%
	軟体動物門 二枚貝類	ヤマホトキスカイ	32.0%
	環形動物門	環形動物門	6.8%
2011/07	節足動物門	ウミイゴムシ	5.0%
	環形動物門	イカリナマコ科	22.9%
2012/02	環形動物門	モロコカイ	13.9%
	環形動物門	ムシモトキチンヤク科	8.1%
	環形動物門	モロコカイ	40.7%
2012/07	環形動物門	Sigambra tentaculata	4.8%
	環形動物門	Sosane sp.	4.3%
	環形動物門	モロコカイ	25.8%
2013/02	軟体動物門 二枚貝類	キヌタレカイ	10.6%
	環形動物門	Magelona sp.	6.6%
	環形動物門	モロコカイ	19.9%
2013/08	環形動物門	Polygordius sp.	10.3%
	環形動物門	Magelona sp.	8.3%
	環形動物門	イトコカイ科	18.0%
2014/02	刺胞動物門	ウミエビ目	11.1%
	海綿動物門	普通海綿綱	9.2%
	環形動物門	Marphysa sp.	20.9%
2014/08	環形動物門	トゲイカリナマコ	18.9%
	軟体動物門 二枚貝類	フタバシガイ科	5.7%
2015/01	軟体動物門 二枚貝類	ホトキスカイ	24.3%
	環形動物門	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	スカソコエビ科	49.7%
	節足動物門	フヒゲソコエビ科	5.5%
	節足動物門	レリオン科	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 0.05m<sup>2</sup>）を用いて表層泥を採取した。採泥回数は 10 回とした。

## 【主要出現種の選定方法】

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】

環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査結果」等より取りまとめ

A7 海域における主要出現種の変遷を詳細にみると、Akm-3 では、主要出現種の中かで、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主要出現種の推移 (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%	
2005/05	節足動物門	ホソコエビ	10.2%	
2005/05	節足動物門	テングヨコエビ科	3.5%	
2005/08	節足動物門	ニッポンスガメ	10.1%	
2005/08	節足動物門	Gammaropsis sp.	8.2%	
2005/08	節足動物門	ヒツメスガメ	7.2%	
2005/11	棘皮動物門	クモヒトデ綱	12.5%	
2005/11	節足動物門	Ampelisca sp.	6.5%	
2005/11	環形動物門	カザリコカイ科	5.6%	
2006/02	節足動物門	ホソコエビ	23.1%	
2006/02	節足動物門	Gammaropsis sp.	12.7%	
2006/02	節足動物門	ヒツメスガメ	7.6%	
2006/05	節足動物門	Gammaropsis sp.	18.0%	
2006/05	節足動物門	Corophium sp.	8.6%	
2006/05	節足動物門	ユンボソコエビ科	7.9%	
2006/08	節足動物門	Lembos sp.	8.6%	
2006/08	節足動物門	Gammaropsis sp.	7.6%	
2006/08	節足動物門	ニッポンスガメ	6.7%	
2006/11	節足動物門	ユンボソコエビ科	8.3%	
2006/11	節足動物門	Photis sp.	4.5%	
2006/11	節足動物門	Ampelisca sp.	4.2%	
2006/11	節足動物門	Ampelisca sp.	8.1%	
2007/02	節足動物門	ヒツメスガメ	7.2%	
2007/02	節足動物門	イシヨコエビ科	4.8%	
2007/05	環形動物門	カザリコカイ科	45.0%	
2007/05	節足動物門	Photis sp.	5.7%	
2007/05	環形動物門	エラナシビオ	5.0%	
2007/08	環形動物門	カザリコカイ科	7.9%	
2007/08	節足動物門	ホソコエビ	6.0%	
2007/08	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%	
2007/11	節足動物門	ミサキスガメ	5.5%	
2007/11	紐形動物門	紐形動物門	4.1%	
2008/02	環形動物門	アシビキウハサゴカイ	8.8%	
2008/02	節足動物門	ミサキスガメ	8.4%	
2008/02	環形動物門	Lanice sp.	7.8%	
2008/07	節足動物門	ミサキスガメ	12.9%	
2008/07	環形動物門	カザリコカイ科	8.7%	
2008/07	環形動物門	Eunice sp.	3.2%	
2008/11	節足動物門	ミサキスガメ	15.9%	
2008/11	棘皮動物門	クモヒトデ綱	6.8%	
2008/11	環形動物門	Lanice sp.	6.2%	
2009/07	節足動物門	ホソコエビ	9.7%	
2009/07	節足動物門	ミサキスガメ	8.8%	
2009/07	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%	
2009/10	棘皮動物門	クモヒトデ綱	8.1%	
2009/10	節足動物門	ミサキスガメ	7.8%	
2011/07	環形動物門	カザリコカイ科	11.6%	
2011/07	紐形動物門	紐形動物門	5.8%	
2011/07	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%	
2012/02	節足動物門	ユンボソコエビ科	7.8%	
2012/02	節足動物門	ホソコエビ	7.2%	
2012/07	節足動物門	ミサキスガメ	6.5%	
2012/07	環形動物門	カザリコカイ科	6.4%	
2012/07	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%	
2013/02	節足動物門	イシヨコエビ科	8.5%	
2013/02	環形動物門	カザリコカイ科	5.5%	
2013/08	環形動物門	ハラオニス科	7.6%	
2013/08	環形動物門	Notomastus sp.	7.1%	
2013/08	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%
2014/02	環形動物門	Glycera sp.	6.0%	
2014/02	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	10.5%	
2014/08	環形動物門	Lysippe sp.	7.1%	
2014/08	軟体動物門	トライミスヨマツボ	3.5%	
2015/01	軟体動物門	トウカクガイ科	10.8%	
2015/01	軟体動物門	二枚貝類	ニマガイ綱	7.6%
2015/01	環形動物門	サスキボソシヤコ	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 0.05m<sup>2</sup>)を用いて表層泥を採取した。採泥回数は10回とした。

## 【主要出現種の選定方法】

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】

環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査結果」等より取りまとめ

A7海域における主要出現種の変遷を詳細にみると、Akm-4では、主要出現種の中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出現種となっている。

表 4.4.13 (3) A7海域におけるベントスの主要出現種の推移 (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%
	節足動物門	ユボソコエビ科	11.9%
	環形動物門	ハラオニ科	10.1%
2005/08	環形動物門	カザリヨカイ科	17.2%
	環形動物門	ハラオニ科	7.5%
	環形動物門	Aonides oxycephala	7.2%
2005/11	環形動物門	Polygordius sp.	26.3%
	環形動物門	ハラオニ科	16.2%
	環形動物門	Aonides oxycephala	4.8%
2006/02	環形動物門	Polygordius sp.	13.5%
	環形動物門	Scolecipis sp.	6.4%
	環形動物門	イトヨカイ科	5.8%
2006/05	環形動物門	Scolecipis sp.	20.5%
	環形動物門	ハラオニ科	11.5%
	脊索動物門	ネズミヤ	8.7%
2006/08	節足動物門	Photis sp.	14.2%
	節足動物門	クダソコエビ科	8.5%
	環形動物門	ハラオニ科	6.5%
2006/11	環形動物門	Sosane sp.	9.7%
	環形動物門	カザリヨカイ科	6.4%
	節足動物門	フクロサメ	5.3%
2007/02	節足動物門	カイジ目	8.6%
	環形動物門	ケンサキスピオ	6.7%
	環形動物門	ハラオニ科	5.9%
2007/05	環形動物門	Scolecipis sp.	8.9%
	棘皮動物門	カキモヒトデ	7.9%
	節足動物門	Photis sp.	6.7%
2007/08	環形動物門	ハラオニ科	8.9%
	紐形動物門	紐形動物門	5.6%
	環形動物門	キノシノメ科	4.5%
2007/11	棘皮動物門	カキモヒトデ	14.7%
	環形動物門	Eunice sp.	7.5%
	環形動物門	Notomastus sp.	7.5%
2008/02	環形動物門	Scolecipis sp.	57.6%
	環形動物門	ハラオニ科	9.5%
	環形動物門	オビムカイ科	5.0%
2008/07	環形動物門	Scolecipis sp.	17.7%
	環形動物門	ハラオニ科	12.1%
	節足動物門	ミサキサメ	4.9%
2008/11	環形動物門	ケンサキスピオ	9.1%
	環形動物門	ハラオニ科	7.1%
	節足動物門	ソコエビ科	6.3%
2009/07	節足動物門	Corophium sp.	12.8%
	節足動物門	Photis sp.	12.8%
	環形動物門	ハラオニ科	10.4%
2009/10	環形動物門	ケンサキスピオ	8.5%
	環形動物門	シリシ垂科	7.5%
	環形動物門	Sabellaria sp.	6.8%
2011/07	環形動物門	ハラオニ科	17.5%
	環形動物門	カザリヨカイ科	8.4%
	環形動物門	ケンサキスピオ	3.9%
2012/02	節足動物門	クダソコエビ科	5.9%
	環形動物門	ハラオニ科	5.3%
	環形動物門	ケンサキスピオ	5.1%
2012/07	環形動物門	ケンサキスピオ	12.9%
	環形動物門	Lumbrineris sp.	7.0%
	環形動物門	ハラオニ科	5.9%
2013/02	環形動物門	ハラオニ科	9.4%
	環形動物門	ケンサキスピオ	8.9%
	節足動物門	カイジ目	4.7%
2013/08	軟体動物門 二枚貝類	ウメノナカイ	16.3%
	環形動物門	Mediomastus sp.	8.5%
	環形動物門	Ninoe sp.	6.9%
2014/02	節足動物門	ムツバアリアカニ	9.5%
	節足動物門	ゴシガニ属	8.2%
	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%
	触手動物門	フクロケムシ科	11.8%
	軟体動物門	スカシガイ科	7.9%
2015/01	軟体動物門 二枚貝類	ヒメテアシガイ	29.9%
	環形動物門	Eumida sp.	7.2%
	節足動物門	メダカニ	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 0.05m<sup>2</sup>) を用いて表層泥を採取した。採泥回数は10回とした。

## 【主要出現種の選定方法】

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】

環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査結果」等より取りまとめ

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



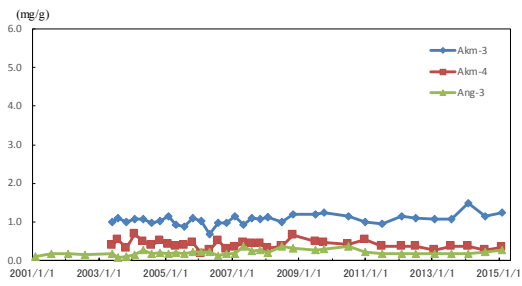
## ② 原因・要因の考察

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、2002年以前のモニタリング結果がなく、1970年頃と現在の変化は不明である。ここでは2003～2015年の調査結果から原因・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。

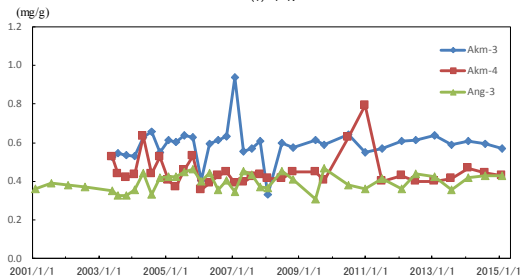
底質の硫化物については全3地点でnd～0.15mg/g程度であり、2地点(Ang-3及びAkm-3)で増加傾向がみられ、他の1地点(Akm-4)では単調な増加・減少傾向はみられなかった。

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。

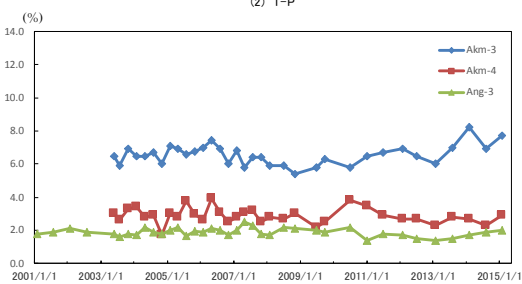
これらの結果から、底質について、本海域では2003～2015年にかけてのデータから、単調な変化傾向はみられなかった。底質の動向とベントスの生息に明確な関係の有無は確認されなかった。



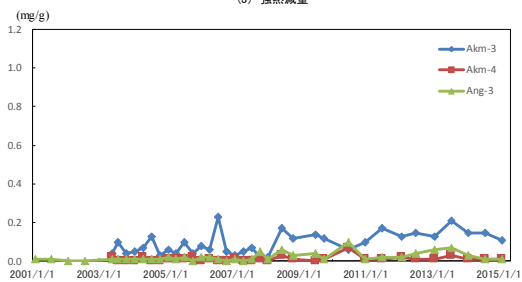
(1) T-N



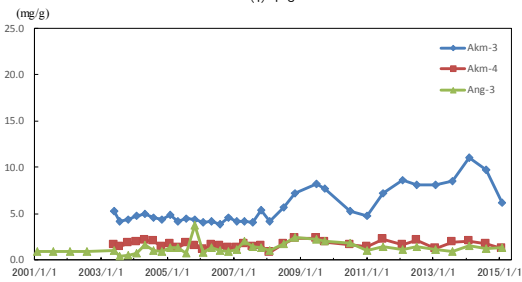
(2) T-P



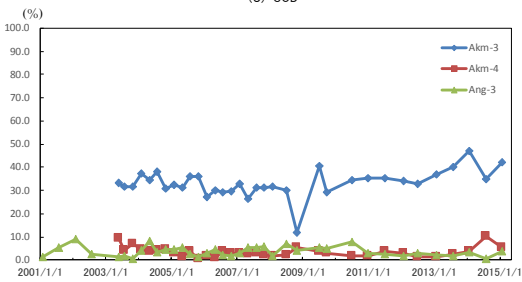
(3) 強熱減量



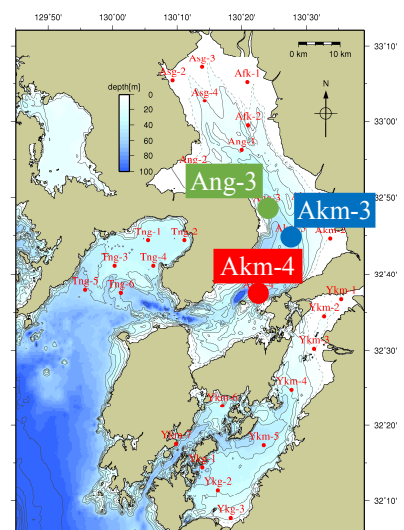
(4) T-S



(5) COD



(6) 粘土シルト分



注) 図 4.4.108 A7海域におけるベントス調査地点と同一地点

図 4.4.110 A7海域における底質の推移

出典：環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査結果」等をもとに環境省が作成した。

### 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。漁獲量や資源量の統計データがとられておらず、推定することも困難である。島原半島を中心にアサリの漁獲がみられるが、岩礁性の海岸線が多く、主要な生息域ではない。サルボウの生息域であるが、漁獲量や資源量の統計データがほとんどない。

#### 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)。

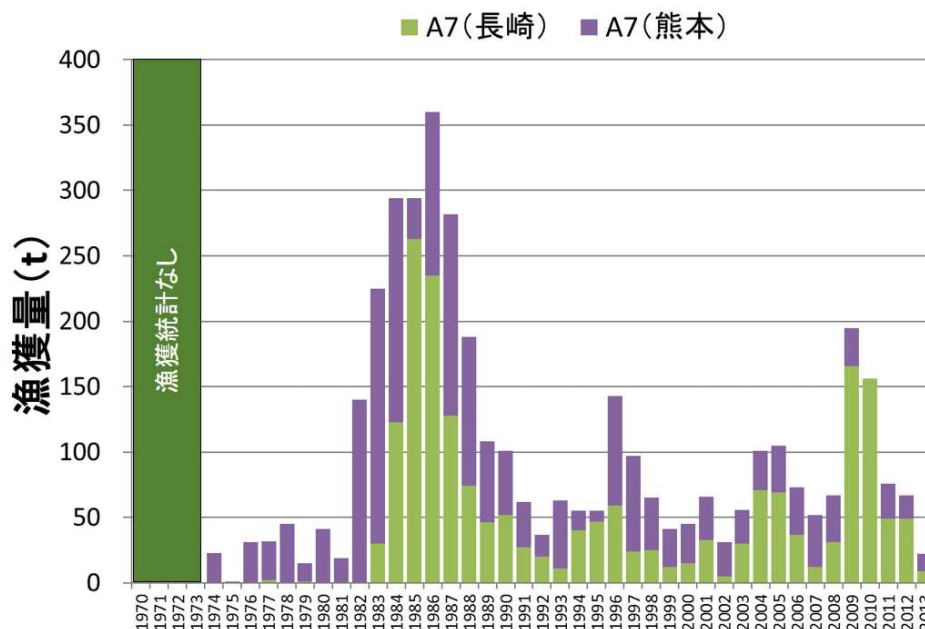


図 4.4.111 A7海域のアサリ漁獲量の推移

出典：農林水産省「農林水産統計」をもとに環境省が作成した。

##### ② 原因・要因の考察

本海域は岩礁性の海岸線が多く、アサリの生息に適した砂質干潟がA1、A4及びA6海域と比較して面積が小さい。このため1986年にみられた最大漁獲量は360tと少なく、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、資源の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<sup>4)</sup>(玉置, 2004)。

## エ) まとめ

A7海域（有明海湾口部）では、本海域は岩礁性の海岸線が多いため、有用二枚貝のうちアサリの生息に適した砂質干潟の面積が小さく、漁獲量が少ない。干潟の環境調査や資源調査がほとんど実施されておらず、情報がないことから評価は困難である。

ベントス（底生生物）について、2005～2015年のデータしか得られなかったため、問題点の明確な特定には至らなかった。

なお、「ノリ養殖の問題」及び「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、2004年以前のデータがなく、1970年頃と現在の変化は不明であるが、2005～2015年のデータから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、2002年以前のデータがなく、1970年頃と現在の変化は不明であり、2003～2015年の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泥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がA1、A4及びA6海域と比較して面積が小さい。このため1986年の最大漁獲量は360tと少なく、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。

参考文献

---

- 1) 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, 6-1p
- 2) 環境省 「有明海・八代海再生フォローアップ調査」
- 3) 環境省 「有明海・八代海再生重点課題対策調査」
- 4) 玉置昭夫 (2004) : ベントスに関することーとくにアサリ漁獲量激減に関連して, 水環境学会誌, 第27巻, 第5号, pp.301-306

