

有明海・八代海等の環境等変化（底質環境）（3章関係）

(1) 有明海の底質

底質の分布状況は、複雑に入り組んであり、一概には言えないが、湾奥部及び中央部の東側の底質は主にシルト及び砂質シルトであって含泥率が高い状況がみられる。中央部の西側から湾口部にかけては砂質及び礫質がみられる。

クラスター分析結果（各区分の平均値：H26まで）

区分	底質名	中央粒径	含泥率	含水率	硫化物	強熱減量	COD	全窒素	全リン
		φ	%	%	mg/g	%	mg/g	mg/g	mg/g
A	砂	1.30	10.4	28.0	0.04	5.6	4.1	0.48	0.48
B	泥混じり砂	2.55	38.9	37.0	0.17	8.0	7.5	0.79	0.48
C	砂混じり泥	4.86	64.1	50.0	0.20	9.5	9.3	1.08	0.53
D	泥	6.56	89.2	67.0	0.68	10.7	12.9	1.75	0.66

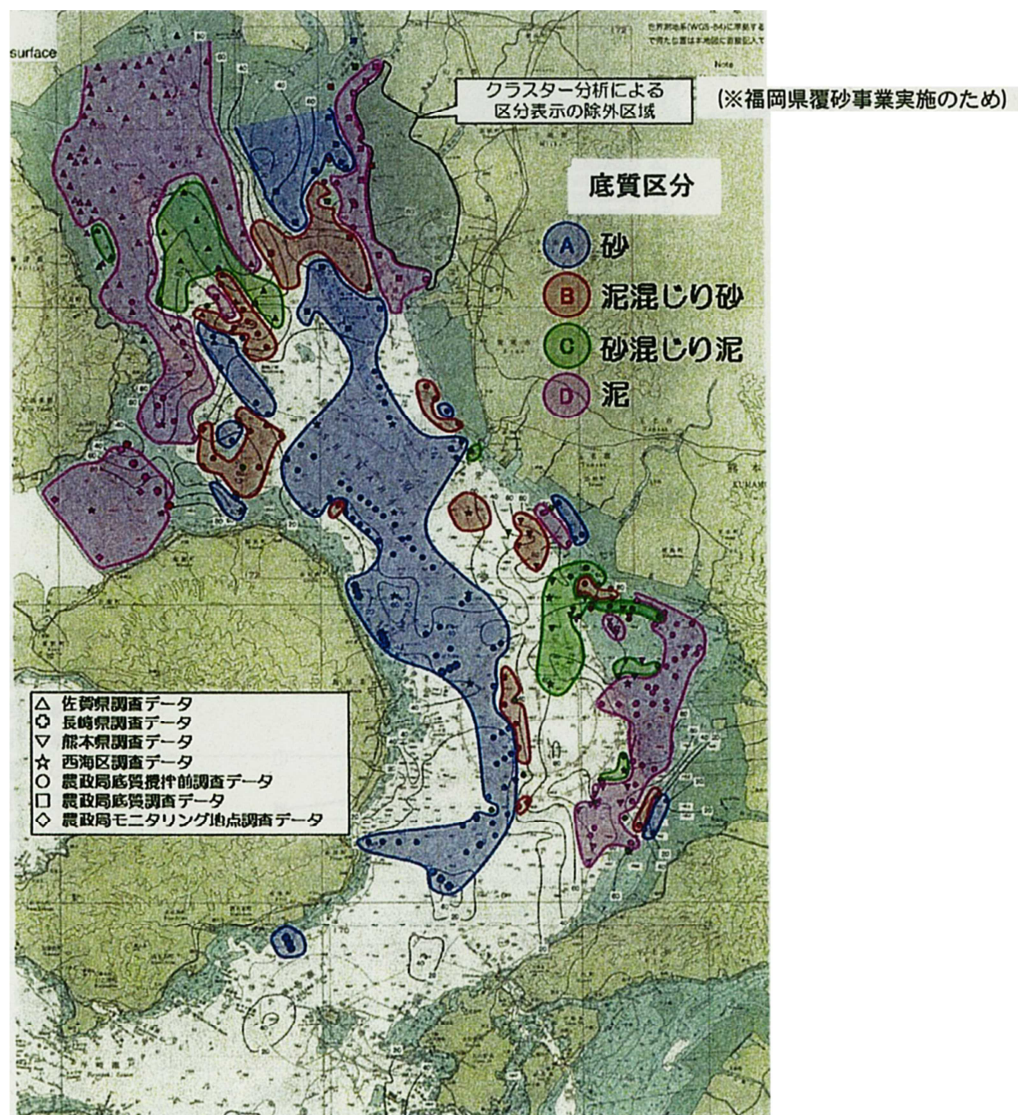


図1 有明海の底質特性格別海域区分図(2014年)

出典：九州農政局（平成28年3月）「有明海漁場環境改善連絡協議会(第22回) 資料5 国営干拓環境対策調査について」

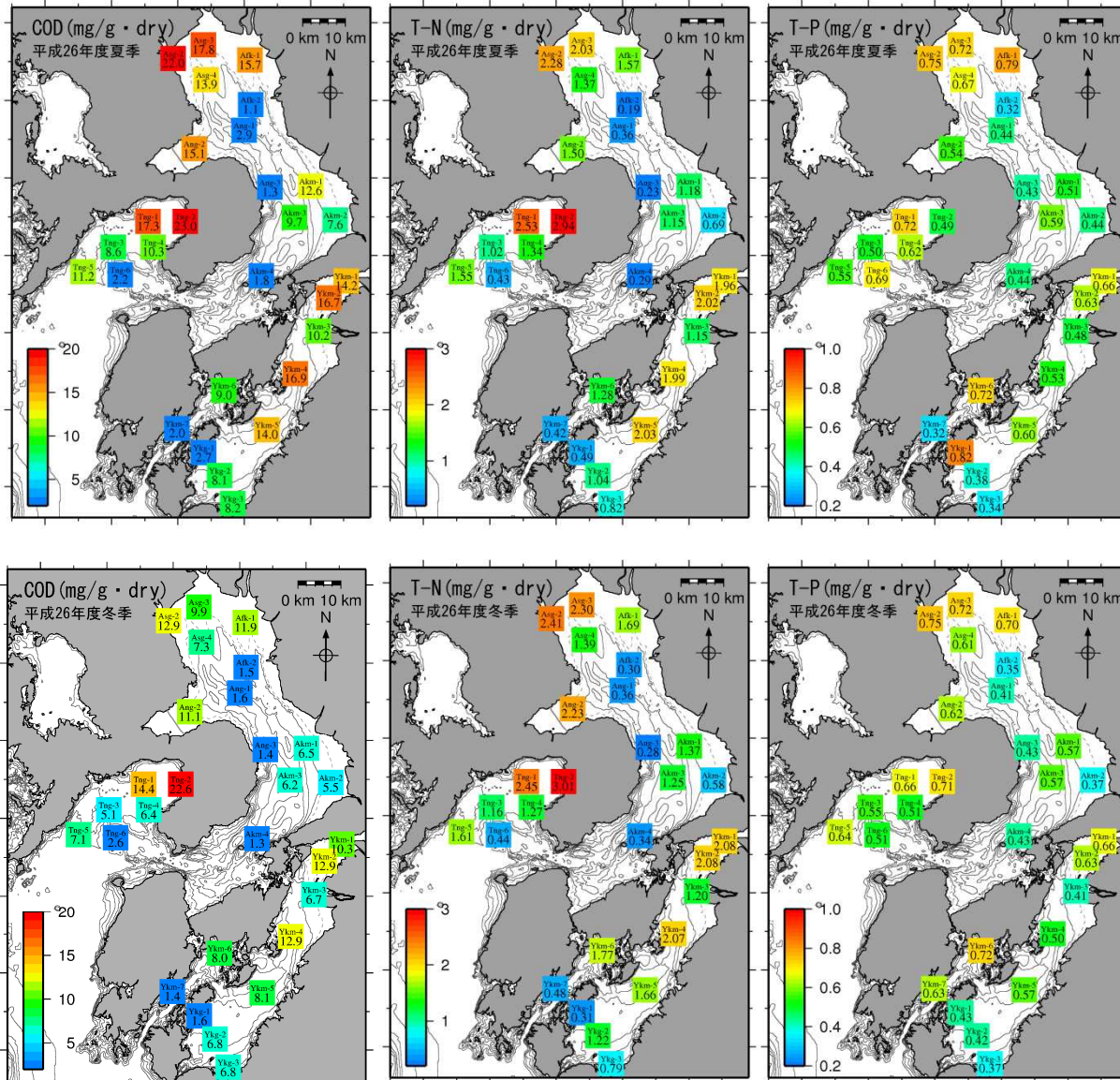


図 2 2014 年度の底質分析結果の水平分布(上段:夏季 下段:冬季)

有明海では、水深0m～5mと40m以深の面積が減る一方、水深10m～30mの分布が増え、水深が平均化している。

また、海底堆積物の珪藻類や赤潮シストの変化等から、有明海の富栄養化は少なくとも1950～1960年頃から進行したと考えられる（図3）。熊本沖（潮目のところ：図3'）では硫化水素臭を伴う泥が20～30mm堆積し、また、大浦沖・諫早湾口では1～4mのシルト質の底泥が堆積している。堆積速度（年間約1～5mm）からみて底質の変化は以前（熊本沖（堆積速度は年間約1mm）では1970～1980年頃）から始まったとみられる。

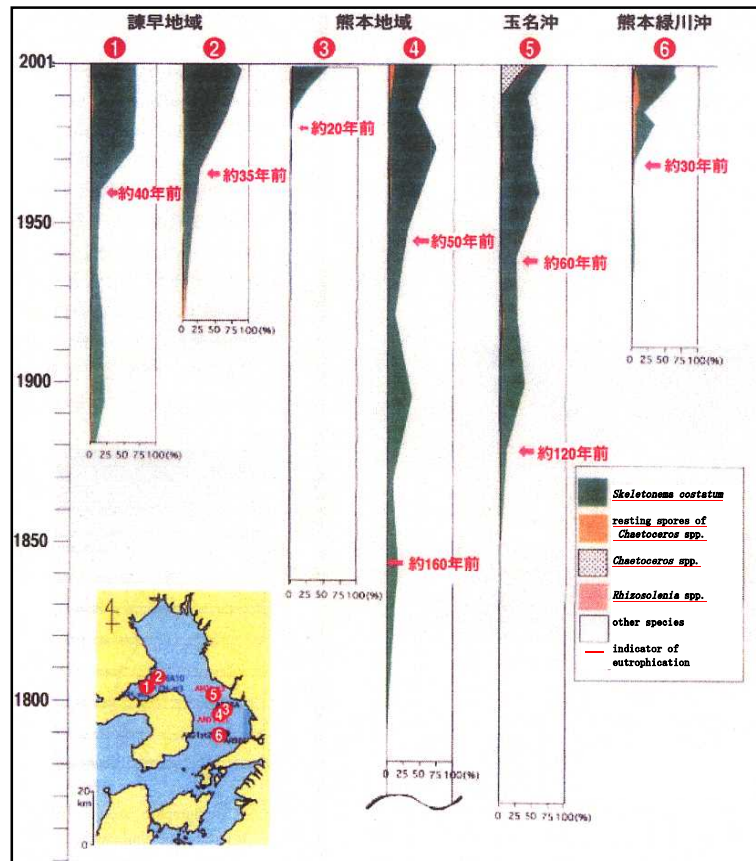


図3 海底堆積物に含まれる富栄養化を示唆する珪藻属・種の出現頻度の変遷（中原2002MS）

出典：滝川清（2005）「第14回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-3 有明海・八代海の底質環境について」

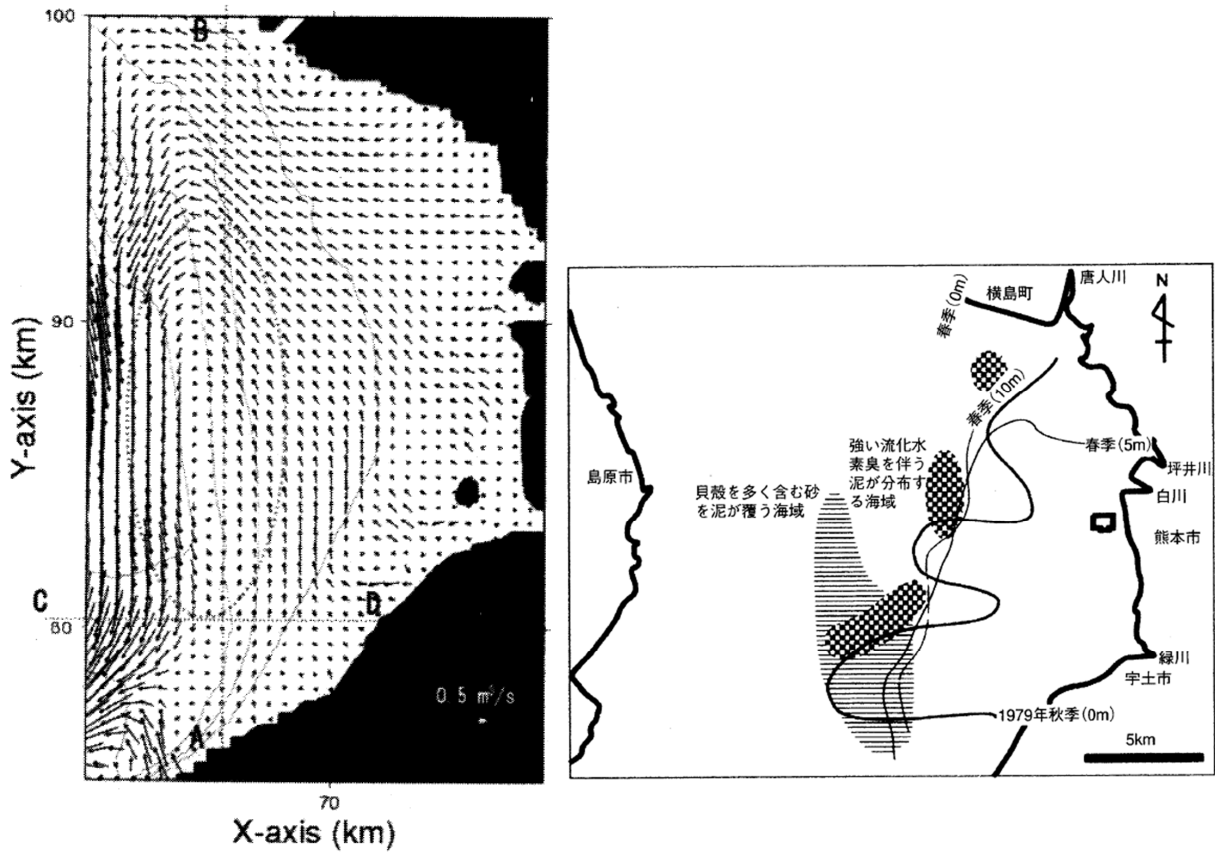


図3' 熊本港沖の残差流（線流量）と熊本沖の水塊境界と硫化水素臭泥の分布

出典：滝川清, 秋元和實, 平城兼寿, 田中正和, 西村啓介, 島崎英行, 渡辺枢 (2005) : 有明海熊本沖の水塊構造と表層堆積物分布特性, 海岸工学論文集, 第52巻, pp. 956-960

有明海の底質の経年的傾向を表1に示した。

なお、1970年頃からの底質のモニタリング結果がないため、ここでは2001年頃以降の調査結果を整理した。11測点のうち、T-Nは2測点で増加傾向・1測点で減少傾向、CODは4測点で増加傾向・1測点で減少傾向、強熱減量は1測点で減少傾向、T-Sは3測点で増加傾向、粘土シルト含有率は1測点で増加傾向・1測点で減少傾向を示し、他の測点及びT-Pでは増減傾向はみられなかった。詳細は、4章で海域区分毎に結果を掲載している。

表1 有明海における底質の変動傾向

		T-N	T-P	COD	強熱減量	T-S	粘土シルト含有率
A1海域	Afk-1						
	Asg-2			++			
	Asg-3						
A2海域	Afk-2						
A3海域	Asg-4			++			
A4海域	Akm-2	++		++		++	++
A5海域	Ang-1	---		---	---		---
A6海域	Ang-2						
A7海域	Ang-3					++	
	Akm-3	++		++		++	
	Akm-4						

注) ■、■で網掛けしている項目は、近似一次回帰式による10年間の変化予測結果が全データの算術平均の10%以上変化しており、■はその傾きが正、■はその傾きが負を示し、■は決定係数が0.2未満であり評価不能を示す。

資料：環境省資料

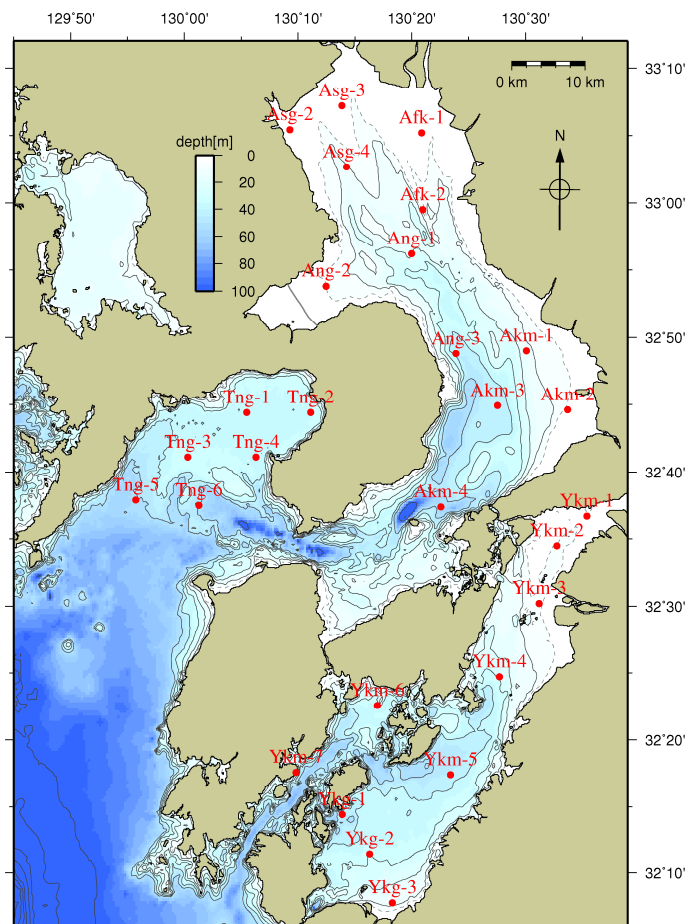


図4 有明海における底質の調査地点

底泥中に含まれる有機物量や硫化物量の増減には、植物プランクトン由来の有機物の沈降・堆積、流動環境、消費者であるベントスの現存量などの変動が影響を及ぼす。また、有明海では、ノリ養殖が精力的に行われていることから、ノリ養殖に用いられている酸処理剤や施肥の影響についても懸念されている。

本章の「有明海・八代海等の環境等変化(汚濁負荷)」で述べられているように、有明海における直接負荷を含めた汚濁負荷に占める酸処理剤及び施肥の割合は、近年、T-Nで1.2%以下、T-Pで5.9%以下である。また、酸処理剤及び施肥による負荷量とノリ養殖による取り上げ量とを比較すると、窒素については、ノリ養殖による取り上げが酸処理剤及び施肥による負荷を上回っており、リンについては、両者がほぼ同じ水準にある。底泥間隙水中に含まれる有機酸のモニタリング調査も実施されているが、ノリ漁場内の底泥中から、酸処理剤の主成分であるクエン酸、リンゴ酸、乳酸などの有機酸はほとんど検出されていない。

以上のことから、酸処理剤の使用や施肥が適正に行われれば、底泥中の有機物や硫化物の増加の主たる要因となる可能性は少ないと思われる。ただし、酸処理剤や施肥により負荷された有機酸や栄養塩の底泥中における挙動については知見に乏しいことから、今後の調査が必要である。また、環境中への負荷が増加すると有機物や硫化物の増加につながる可能性があることから、海域で使用される酸処理剤等に由来する栄養塩量や有機酸量等の継続的なチェックを適切に実施することも重要である。

<資料>ノリ酸処理剤の底質への移行に関する調査結果

- ①ノリ酸処理剤の希釈は、通常（2～5m水深の漁場）では20万～90万倍である。底質への移行については、5万倍希釈（20ppm）で6時間接触させた場合は検出不可、2万倍希釈（50ppm）より高い濃度の場合は微量のクエン酸が検出された。
資料：鬼頭釣（2003）「第6回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-2 有明海におけるノリ養殖について」
- ②有機酸のモニタリング調査としてはクエン酸、リンゴ酸およびグルコン酸濃度を測定した事例がある。総数256検体の測定結果はすべて検出限界値（0.01ppm>または0.1ppm）を下回った。
資料：農林水産省水産庁（1995）「のり酸処理試験研究成果の概要」
- ③農林水産省水産庁（1995年）「のり酸処理試験研究成果の概要」のまとめ
『海域に負荷される酸処理剤の成分としては、水素イオン及び有機酸、さらに栄養効果とpHを下げるための補助剤として添加されているリン酸等があげられる。海域のpHをモニタリングしているが、pH7.4以下は酸処理剤使用前も使用後も検出されていない。クエン酸やリンゴ酸等の有機酸のモニタリング例をみても測定結果はすべて測定限界値以下であった。このように、酸処理剤の影響は海域のモニタリングでは検出されていないが、酸処理剤が海水で希釈された場合にはその有機成分は2～10日で分解されるという結果からも頷ける。』

④海水中の有機酸濃度のモニタリング調査

佐賀県海域のノリ漁場内の地点を中心に、3カ年（2011～2013年度）にわたり、ノリ養殖期間中（12～3月）の海底泥間隙水中に含まれる有機酸（リンゴ酸、乳酸、クエン酸）濃度を測定。いずれの試料からも有機酸は検出されなかった。

資料：佐賀県有明水産振興センター（2015）平成26年度水産研究成果情報，有明海佐賀県海域における環境中の有機酸モニタリング

⑤ノリ漁場内の有機酸濃度調査

複数県のノリ漁場内に設けた地点において、ノリ養殖期間中に底泥間隙水中に含まれる有機酸（リンゴ酸、乳酸、クエン酸）濃度を測定。その結果、1地点の底泥間隙水から極めて微量の乳酸が確認されたが、酸処理実施中には全地点で有機酸は定量下限未満であった。

資料：長崎慶三・虫明敬一・生田和正（2015）有明海の海水・海底泥間隙水中の有機酸測定．水産技術，8，37-41

（2）八代海の底質

シルト層が湾奥部、日奈久以南の湾東部および天草上島東部に分布する。樋島から御立岬以北では球磨川河口からの極細粒砂（粒径 0.063～0.125mm）が広がるのに対して、以南では細粒砂（粒径 0.125～0.25mm）、南端の瀬戸（黒の瀬戸）付近では中粒砂（粒径 0.25～0.5mm）より粗い砂が分布する（図5）。八代海においては、北部湾奥域における底質の細粒化、泥化が指摘されている。

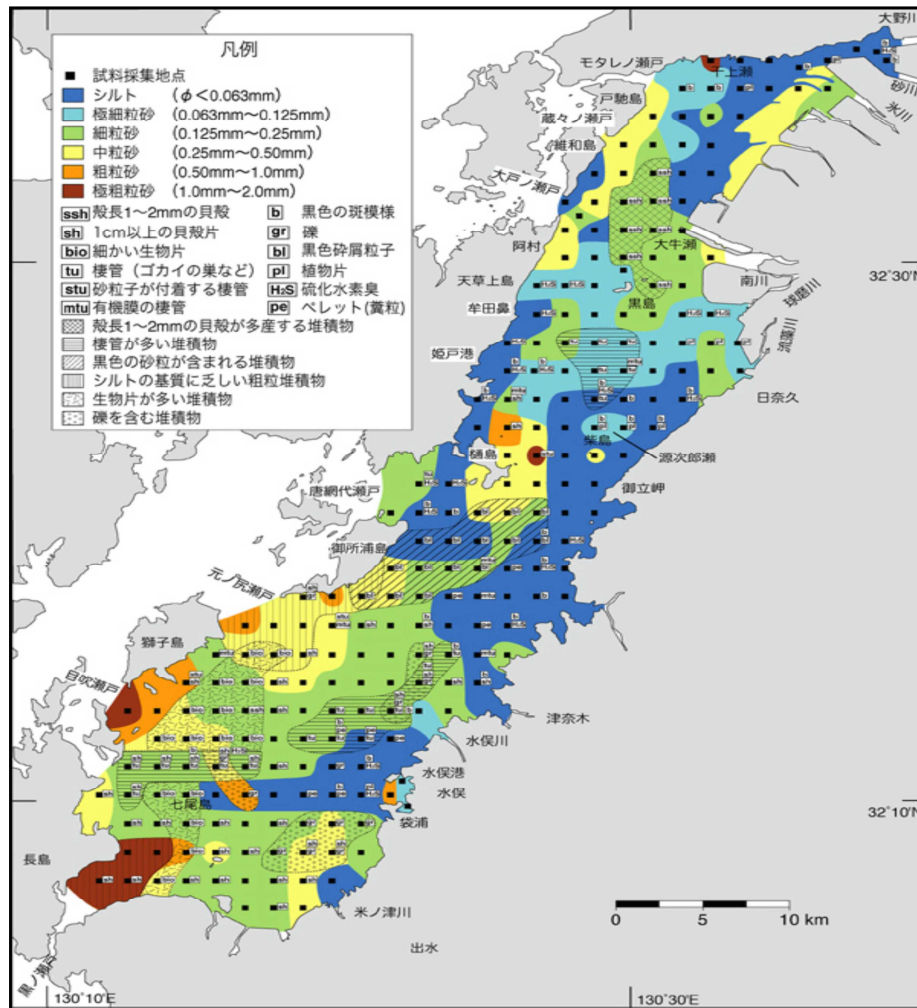


図5 八代海の表層堆積物の分布(2004～2005年)

出典：NPO みらい有明・不知火（2005）「くちどころが観た八代海の風景」

八代海の底質の経年的傾向を表 2 に示した。

なお、1970 年頃からの底質のモニタリング結果がないため、ここでは 2001 年頃以降の調査結果を整理した。10 測点のうち、T-N は 1 測点で増加傾向、T-P は 2 測点で減少傾向、COD は 7 測点で増加傾向、強熱減量は 1 測点で増加傾向、粘土シルト含有率は 1 測点で増加傾向・1 測点で減少傾向を示し、他の測点及び T-S では増減傾向はみられなかった。詳細は、4 章で海域区分毎に結果を掲載している。

表 2 八代海における底質の変動傾向

		T-N	T-P	COD	強熱減量	T-S	粘土シルト含有率
Y1 海域	Ykm-1	++		++	++		++
	Ykm-2			++			
Y2 海域	Ykm-3			++			
Y3 海域	Ykm-4		--	++			
	Ykm-5		--				
Y4 海域	Ykg-1						--
	Ykg-2			++			
	Ykg-3			++			
Y5 海域	Ykm-6			++			
	Ykm-7						

注) ■、■で網掛けしている項目は、近似一次回帰式による 10 年間の変化予測結果が全データの算術平均の 10%以上変化しており、■はその傾きが正、■はその傾きが負を示し、■は決定係数が 0.2 未満であり評価不能を示す。

資料：環境省資料

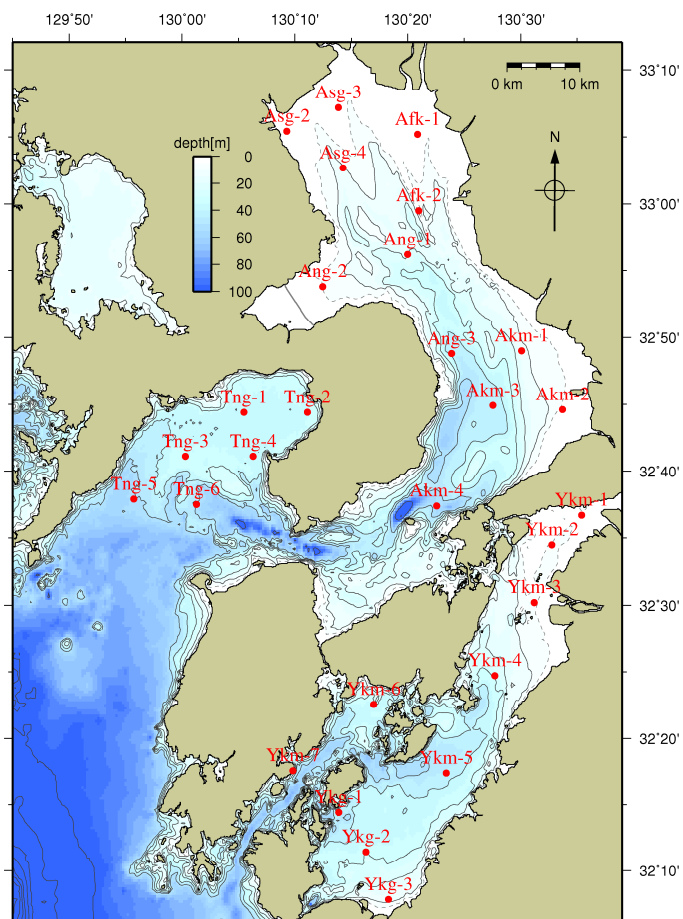


図6 八代海における底質の調査地点

（3）橘湾の底質

橘湾では、シルトは湾奥部から湾西部に分布し、砂は湾中央東部に分布する。

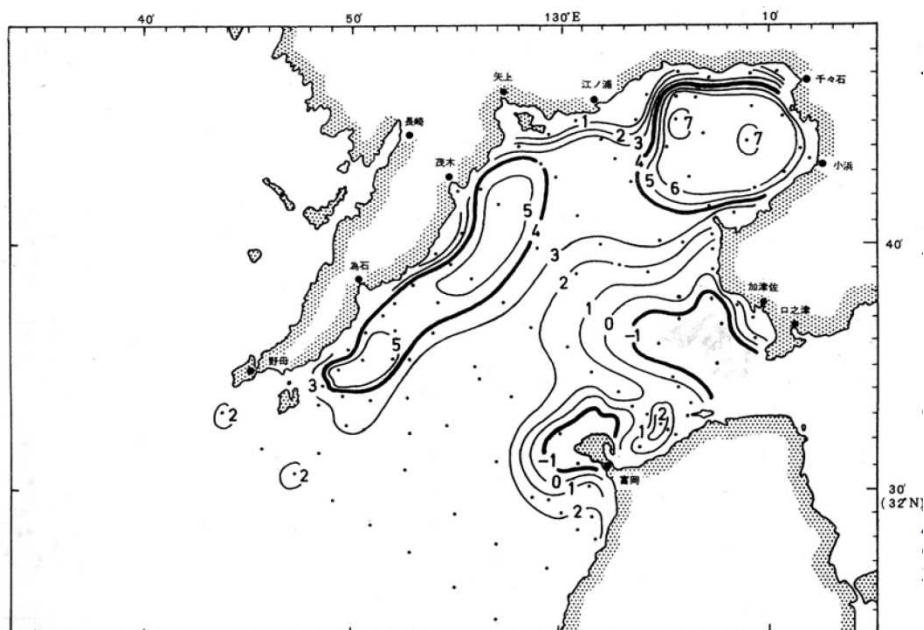


図7 橘湾の中央粒径(Md φ)の分布（井上, 1970）

出典：中田（2012）「第30回有明海・八代海等総合調査評価委員会 資料-3 橘湾の海域特性について」

（4）有明海、八代海における底質中の重金属・有害化学物質

環境省が2001年度に有明海で実施した調査、中田らが2004年に八代海で実施した調査によると、有明海・八代海の底質中の重金属（総水銀、カドミウム、鉛、亜鉛、砒素）の測定値は、東京湾、大阪湾、三河湾及び伊勢湾の既往値と同等以下であった。また、有明海の底質中に含まれるトリブチルスズ化合物、トリフェニルスズ化合物、ノニルフェノール、4-*t*-オクチルフェノール、フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)、PCB、17β-エストラジオール、農薬（ピリダフェンチオン、ブタクロール、1,2-ジクロロベンゼン）についても東京湾、大阪湾、三河湾及び伊勢湾の既往値と同等以下もしくは不検出であった。

（5）まとめ

有明海において2014年までに行われた調査によると、湾奥部及び中央部の東側の底質は主にシルト及び砂質シルトであって含泥率が高く、中央部の西側から湾口部にかけては砂質及び礫質であった。

有明海について、経年データのある2001年頃以降の調査結果から底質の経年的傾向（10年間で10%以上の変化）を整理したところ、11測点のうち、T-Nは2測点（有明海中央東部及び湾口部の一部）で増加傾向・1測点（湾央部）で減少傾向、CODは4測点（湾奥部の一部、有明海中央東部及び湾口部の一部）で増加傾向・1測点（湾央部）で減少傾向、強熱減量は1測点（湾央部）で減少傾向、T-Sは3測点（有明海中央東部及び湾口部の一部）で増加傾向、粘土シルト含有率は1測点（有明海中央東部）で増加傾向・1測点（湾央部）で減少傾向を示し、他の測点及びT-Pでは増減傾向はみられなかった。

ノリ酸処理剤・施肥の影響については、酸処理剤の底質への移行に関する調査結果によれば、ノリ漁場における水質や底質から有機酸は殆ど検出されなかった。酸処理剤の使用や施肥が適正に行われれば、底泥中の有機物や硫化物の増加の主たる要因となる可能性は少ないと思われる。ただし、酸処理剤や施肥により負荷された有機酸や栄養塩の底泥中における挙動については知見に乏しいことから、今後の調査が必要である。また、環境中への負荷が増加すると有機物や硫化物の増加につながる可能性があることから、海域で使用される酸処理剤等に由来する栄養塩量や有機酸量等の継続的なチェックを適切に実施することも重要である。

八代海について、経年データのある2001年頃以降の調査結果から底質の経年的傾向を整理したところ、10測点のうち、T-Nは1測点（湾奥部の一部）で増加傾向、T-Pは2測点（湾央部）で減少傾向、CODは7測点（全海域の一部）で増加傾向、強熱減量は1測点（湾奥部の一部）で増加傾向、粘土シルト含有率は1測点（湾奥部の一部）で増加傾向・1測点（湾口東部）で減少傾向を示し、他の測点及びT-Sでは増減傾向はみられなかった。