

## 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（案）

&lt;平成 16 年度版 文献シートより作成&gt;

表 有明海、八代海における問題点の分類一覧

大分類	小分類	表番号	ページ等	備考
1. 水質の変化	1.1 赤潮の増加 (赤潮発生件数、赤潮の規模、赤潮の発生メカニズムに関する参考情報)	表 1	p.1~2	
	1.2 貧酸素水塊の発生	表 2	p.3	
	1.3 その他(水温,塩分,COD,栄養塩,SS・透明度)	表 3	p.4~5	水温：該当文献無し
2. 底質の変化	2.1 底質の細粒化	表 4	p.6	
	2.2 底質の性状等	表 5		
3. 潮位・潮流の変化	3.1 潮位	表 6	p.7	
	3.2 潮流	表 7	p.8	
4. 二枚貝の減少	4.1 アサリ	表 8	p.9	
	4.2 タイラギ	表 9	p.10	
	4.3 その他	-	-	該当文献無し
5. ノリ不作		表 10	p.10	
6. 魚類養殖の赤潮被害		-	-	該当文献無し
7. その他の水産資源の減少		-	-	該当文献無し
8. 水産資源以外の生物の減少(ベントス等)		表 11	p.10	
9. 干潟・藻場の減少		-	-	該当文献無し

表 1(1) 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（水質の変化：赤潮の増加）

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
1. 水質の変化	1.1 赤潮の増加 (赤潮発生件数)	<有明海に関する事項>		(追加)	諫早湾の底質が悪化し、また窒素やリン負荷の増加によって赤潮が多発するようになった。【研究結果】<1：小委員会重要文献>
	1.1 赤潮の増加 (赤潮の規模)	(追加)	調査期間中の2002年(平成14年)7月及び10月に最大面積600km <sup>2</sup> を超える大規模な赤潮が、いずれも最奥部の佐賀県から福岡県及び熊本県北部の沿岸で発生した。【研究結果】<5：小委員会重要文献>		
	1.1 赤潮の増加 (赤潮の発生メカニズムに関する参考資料)	<有明海に関する事項>		(追加)	クロロフィル濃度の値が潮位変動の振幅の小さい時期(小潮期)に増加する傾向があるのは、浮泥濃度の低下による光条件が良くなったためと考えられる。【研究結果】<2：小委員会重要文献>
				(追加)	最近の赤潮・貧酸素水塊の頻発、ベントスの減少、ノリの色落ち現象等は、潮流の流速低下による浮泥濃度の低下と透明度の上昇により植物相の卓越種が付着珪藻から浮遊性の珪藻にシフトされたことによると考えられた。【研究結果】<2：小委員会重要文献>
				(追加)	水理模型試験結果によると、諫早湾潮受堤防は諫早湾内の流動を大きく抑制しており、これにより湾内外の海水交換を悪化させていることがわかる。これは、河川からの淡水や夏場の日射により容易に密度成層が形成され、赤潮に対する湾内の耐性を低下させている可能性を示唆した。【研究結果】<3：小委員会重要文献>
				(追加)	水産に対する浦規模の局所的な解決策として、密度流拡散装置を設置した場合の底層から汲み上げた栄養塩の移流拡散を染料を用いた輝度法で調べた。その結果、吹出し染料濃度が1%以上である面積は大潮時で計測面積内の1/3、小潮時で3/4程度を占め、底層の無機態窒素化合物濃度を実測ベースで20µg・atoms/Lとすると湾奥西部に0.2µg・atoms/Lを供給できることから、植物プランクトンの一次生産に寄与できる程度で栄養塩濃度は広がることが示された。【研究結果】<3：小委員会重要文献>
				(追加)	諫早湾口水深17m地点の水質の鉛直分布観測結果より、日射と栄養塩濃度が赤潮発生の要因であることが確認された。【研究結果】<4：小委員会重要文献>
				(追加)	赤潮の発生時には、有明海奥部に流入する河川水で表層が低塩分化して塩分層が形成され、そこへ大量の栄養塩が流入し、栄養塩濃度がDINで40µmol/L、DIPで2µmol/Lを超えるような高濃度に達していた。【研究結果】<5：小委員会重要文献>
				(追加)	赤潮発生過程をとりまとめると、表層の低塩分化による成層構造が形成された時、その表層に陸域から大量の栄養塩が流入して極端な富栄養化状態が一時的に発生し、植物プランクトンが急速に増殖して赤潮へと発展した。【研究結果】<5：小委員会重要文献>
				(追加)	諫早湾内の2002年(平成14年)夏季の観測では、2期間においてクロロフィルaの増殖がみられ、その数日前に比較的大きな降雨が観測された。同時期の無機態窒素濃度は降雨から数日後の限られた期間にのみ定量されたが、リンは窒素に比べ高濃度であったことから、通常、諫早湾内では窒素により植物プランクトンの増殖が制限され、降雨等によって窒素が供給されて十分な日射が得られた場合に植物プランクトンの増殖が行われると考えられる。【研究結果】<6：小委員会重要文献>

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。(「資料2-2 出典リスト<平成16年度版 文献シートより作成>(平成16年7月29日)」参照)

表 1(2) 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（水質の変化：赤潮の増加）

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
1. 水質の変化	1.1 赤潮の増加 (赤潮の発生メカニズムに関する参考資料)	<有明海に関する事項>		<有明海に関する事項>	
				(追加)	渦鞭毛藻シスト数は諫早湾内及び調整池内の試料とも 1960 年代後半以降に急増し、従属栄養種シストも同時期に増加した。独立栄養種を含む渦鞭毛藻シスト数の増加さらに従属栄養種シストの増加は餌料となる珪藻や独立栄養性渦鞭毛藻の増加を反映し、1960 年代後半以降の栄養塩の増加を反映すると推察される。【研究結果】<8：小委員会重要文献>
		<八代海に関する事項>		<八代海に関する事項>	
				(追加)	八代海御所浦町海域における 2000(平成 12 年)年～2001(平成 13 年)年の観測結果より水温、気温など温度条件と赤潮発生との関係について、その特徴を総合すると、赤潮発生時期の温度に関わる条件としては「水温が 20 以上、気温の日較差が約 12～13 以下で平均水温が気温を上回る時期」とまとめられる。さらに、赤潮が発生する直前には「一時的に平均水温が気温より低下する」ことが指摘できる。【研究結果】<7：小委員会重要文献>
		(追加)	八代海全域の赤潮発生に関して、衛星画像による赤潮分布と現地データの対応が得られ、衛星画像での特定が可能であった。また、同画像の赤外センサによる温度分布と比較すると、赤潮分布域はおおよそ水温 23 に相当する。【研究結果】<7：小委員会重要文献>		
		(追加)	赤潮発生機構について、温度条件と赤潮発生との間にはかなり密接な関連性があることが判明し、気温のみからでも赤潮発生を事前に予測することが可能であることが分かった。【研究結果】<7：小委員会重要文献>		

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。(「資料 2 - 2 出典リスト<平成 16 年度版 文献シートより作成>(平成 16 年 7 月 29 日)」参照)

表 2 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（水質の変化：貧酸素水塊の発生）

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
1. 水質の変化	1.2 貧酸素水塊の発生	<有明海に関する事項>		<有明海に関する事項>	
				(追加)	潮受堤防の影響が大きい諫早湾では、潮流の停滞により水質が悪化し、貧酸素水塊が形成されている。【研究結果】<1：小委員会重要文献>
				(追加)	貧酸素水塊は赤潮の数日後に発生することから、鉛直混合の弱まりや有機物分解による酸素消費が原因と考えられた。2001年(平成13年)7月31日前後の貧酸素化については、上記の発生過程とは異なり、先行する赤潮は見られなかった。この直前から南寄りの風が連吹し、水温躍層が深くなっていることから、風に伴う海水の移流により別の場所で形成された貧酸素水塊を運び込んだ可能性が考えられる。【研究結果】<2：小委員会重要文献>
				(追加)	海底面付近の濁度と DO 濃度との間には負の相関関係が存在することから、海底面上の有機物が巻き上げによって海水中の DO を消費する可能性が確かめられた。【研究結果】<3：小委員会重要文献>
				(追加)	酸素消費実験の結果より、底層 5m 内の SS の酸素消費速度は 1.01 ~ 2.53g/m <sup>3</sup> /day、水柱 5m 以内の底泥の酸素消費速度 0.19g/m <sup>3</sup> /day と比較して 5 ~ 13 倍の値を取り、SS が海域の貧酸素化に大きく寄与している可能性がある。【研究結果】<3：小委員会重要文献>
				(追加)	海底の溶存酸素濃度はクロロフィル a の増加から数日遅れて減少しており、増殖した植物プランクトンが沈降し、海底で酸化分解される際に酸素が消費されたと考えられる。【研究結果】<4：小委員会重要文献>
				(追加)	植物プランクトンの増殖があるにもかかわらず貧酸素化には至らなかった時期は、大潮期で潮流が大きかったことが貧酸素水塊の形成を抑制した一因と考えられる。【研究結果】<4：小委員会重要文献>
				(追加)	植物プランクトンの増加がみられないにもかかわらず貧酸素化した時期は、南西風の長期間連吹の影響で有明海中央の澁筋付近に形成された貧酸素水塊が諫早湾内に流入したものと考えられる。【研究結果】<4：小委員会重要文献>

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。(「資料 2 - 2 出典リスト<平成 16 年度版 文献シートより作成>(平成 16 年 7 月 29 日)」参照)

表 3(1) 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（水質の変化：その他（水温、塩分、COD、栄養塩、SS、透明度））

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
1. 水質の変化	1.3(2) その他(塩分)	<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b> (追加) 島原湾における 2002 年(平成 14 年)、2003 年(平成 15 年)春季では、熊本県白川沖から緑川沖に表層～水深 10m まで南北の水塊の境界が存在し、その境界を挟んで同一水深の塩分は、常に熊本県側沿岸が低く河川水の影響が考えられる。一方、島原半島の有明町沖に分布する低塩分水塊は近傍に大きな河川がないため、付近の海底からの湧水による淡水供給の可能性もある。【研究結果】<5：小委員会重要文献>		<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>	
	1.3(3) その他(COD)	<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>		(追加)	潮受堤防の影響が大きい諫早湾では、潮流の停滞により水質が悪化し、貧酸素水塊が形成されている。【研究結果】<3：小委員会重要文献>
	1.3(4) その他(栄養塩)	<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>		(追加)	締め切り前後の調整池の水質及び排出負荷量を比較すると、調整池の淡水化により浮泥堆積が阻害され、さらに閉鎖性と底生生物の喪失も加わり、植物プランクトンの増加に伴い調整池の水質が悪化した。このため SS, COD, TN および TP の諫早湾への負荷が数倍上昇した。【研究結果】<1：小委員会重要文献>
				(追加)	締め切り前後の調整池の水質及び排出負荷量を比較すると、調整池の淡水化により浮泥堆積が阻害され、さらに閉鎖性と底生生物の喪失も加わり、植物プランクトンの増加に伴い調整池の水質が悪化した。このため SS, COD, TN および TP の諫早湾への負荷が数倍上昇した。【研究結果】<1：小委員会重要文献>
				(追加)	有明海の栄養塩類の現存量を求めると、DIN 現存量の年間平均値は 407 トン、DIP は 67.5 トンであり、ノリの生産量と成分表から算定したノリ養殖による栄養塩類の除去量は、窒素が 552 トン、リンが 60.4 トンである。これより、有明海ではノリ養殖が窒素及びリンの除去に果たす役割は非常に大きいと考えられた。【研究結果】<6：小委員会重要文献>

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。(「資料 2 - 2 出典リスト<平成 16 年度版 文献シートより作成>(平成 16 年 7 月 29 日)」参照)

表 3(2) 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（水質の変化：その他（水温、塩分、COD、栄養塩、SS、透明度））

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
1. 水質の変化	1.3(5) その他(SS・透明度)	<有明海に関する事項>		<有明海に関する事項>	
				(追加)	有明海における最近の透明度の増加は、浮泥の巻き上がりの低下の影響が大きく、その原因として潮差の減少による潮流流速の減少や平均潮差の増加が考えられる。【研究結果】<2：小委員会重要文献>
				(追加)	濁度は潮差とともに指数関数的に増大し、ノリ網設置期間中の濁度はノリ網がない場合の50～60%に低下する。これを透明度に換算すると、大潮・中潮期の数10cm以下から小潮時には1m以上へと増加する。【研究結果】<2：小委員会重要文献>
				(追加)	締め切り前後の調整池の水質及び排出負荷量を比較すると、調整池の淡水化により浮泥堆積が阻害され、さらに閉鎖性と底生物の喪失も加わり、植物プランクトンの増加に伴い調整池の水質が悪化した。このためSS, COD, TNおよびTPの諫早湾への負荷が数倍上昇した。【研究結果】<1：小委員会重要文献>
				(追加)	現地観測の結果より、当該海域では上げ潮最強時および下げ潮最強時の時間帯において海底上約5mまで高濁度層が形成された。この高濁度層は、満潮時では海底のごく近傍に限られるが、干潮時では全水深にわたって一様化する傾向があることがわかった。【研究結果】<4：小委員会重要文献>
				(追加)	高濁度層の形成について、風速5m程度の北風が生じると水表面下5mまでの吹送流が影響し、水平流速の速度勾配と濁度の濃度勾配の高さが一致し、鉛直シアーにより、SSが上方へ輸送される。【研究結果】<4：小委員会重要文献>
(追加)	高濁度層の形成過程は上げ潮時と下げ潮時では異なり、上げ潮時では底泥の巻き上げにより形成されるが、下げ潮時には堆積物の再懸濁だけでなく、湾奥部で再懸濁したSSが移流により輸送されて形成されると推察される。【研究結果】<4：小委員会重要文献>				

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。(「資料2 - 2 出典リスト<平成16年度版 文献シートより作成>(平成16年7月29日)」参照)

表 4 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（底質の変化）

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
2. 底質の変化	2.1 底質の細粒化	<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>		<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>	
		(追加)	中央粒径値 Md は湾口部が 0~1 の粗粒子が多く、湾中部が 1~2 の中粒砂が多い。諫早湾～湾奥部北部は 9 以上の粘土となる。これらは鎌田(1967)と比べて細粒な値となっている。【研究結果】<1：小委員会重要文献>	(追加)	諫早湾内及び調整池内の柱状試料について、 <sup>210</sup> Pb濃度測定より平均堆積速度を求め、堆積年代を推定した結果、前者の平均堆積速度は 0.58cm/年、後者は-25cm層準で変化があり、その上部が 1.3cm/年、下部が 1.6cm/年であった。【研究結果】<2：小委員会重要文献>
		(追加)	堆積型は鎌田(1967)の方法により、(極粗粒砂), a(砂質堆積物：粗粒～中粒砂), b(砂質堆積物：中粒砂～細粒砂), a(泥質堆積物：Md 5 以下), b(泥質堆積物：Md 5 以上), (粘土：Md 8 より大きい)の型に区分し、鎌田(1967年(昭和42年))と1997年(平成9年)実施調査結果との分布範囲を比較した。湾口部では型が狭くなり、湾中部では a、b型が、湾奥部では型が広がった。これらの堆積型の変化は細粒化を示している。【研究結果】<1：小委員会重要文献>		

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。(「資料 2 - 2 出典リスト<平成 16 年度版 文献シートより作成>(平成 16 年 7 月 29 日)」参照)

表 5 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（底質の変化）

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
2. 底質の変化	2.2 底質の性状等	<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>		<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>	
		(追加)	堆積物は湾口部に砂礫、湾奥部～湾奥部に極粗粒～中粒砂が分布する。諫早湾から湾奥部の北部、熊本県白川～緑川沖は泥が分布し一部は硫化水素臭を有する。【研究結果】<1：小委員会重要文献>		
		(追加)	C,N量はともに泥質堆積物が多く、C/N比は粗粒な堆積物で小さく、細粒な堆積物では大きい。【研究結果】<1：小委員会重要文献>		
		(追加)	島原湾における 2002 年(平成 14 年)、2003 年(平成 15 年)春季では、熊本県白川沖から緑川沖に表層～水深 10m まで南北の水塊の境界が存在し、その境界を挟んで同一水深の塩分は、常に熊本側沿岸が低く河川水の影響が考えられる。この境界の直下の堆積物には多量の有機物が凝集していると考えられる。【研究結果】<2：小委員会重要文献>		

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。(「資料 2 - 2 出典リスト<平成 16 年度版 文献シートより作成>(平成 16 年 7 月 29 日)」参照)

表 6 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（潮位・潮流の変化）

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
3. 潮位・潮流の変化	3.1 潮位	<有明海に関する事項>		<有明海に関する事項>	
		(追加)	有明海の検潮所で観測された 22 年分の潮位データを分析した結果、潮位変動の標準偏差と 1/50 最大波高は有明海内外で長期的な減少傾向にあることがわかった。1/50 最大波高は大潮期の潮位差を客観的に表す指標であるが、干拓工事開始年の 1988 年(昭和 63 年)以降に湾奥の 1/50 最大波高が大きく減少したという傾向は見られなかった。【研究結果】<1：小委員会重要文献>	(追加)	2 次元数値流動解析の結果より、有明海の潮位応答には明瞭な振幅依存性があり、外海の潮位振幅が増加すると湾奥の応答振幅比は減少することが判明した。この特性のために、堤防の影響は大潮期の潮位差にほとんど現れないことがわかった。この結果は観測事実と符合した。【研究結果】<1：小委員会重要文献>
		(追加)	潮汐観測値に基づく有明海の潮汐振幅の内部要因は場所によって異なっており、大浦では 1.3cm(25%)の減少、三角では 0、口之津では 0.7cm(44%)の増大となっている。【研究結果】<5：小委員会重要文献>	(追加)	既往の議論を整理すると、有明海の潮汐振幅減少の要因としては、有明海内の海面積の減少、平均水位の減少、外洋潮汐振幅の減少である。【研究結果】<3：小委員会重要文献>
		(追加)	有明海におけるM <sub>2</sub> 分潮の増幅率の経年変化をみると、干拓事業開始と堤防締切りの間にM <sub>2</sub> 分潮の振幅は減少しており、干拓事業に伴う地形変化が潮汐に及ぼす効果は極めて明瞭である。【研究結果】<6：小委員会重要文献>	(追加)	潮汐の減少には、干拓事業に伴う地形変化という内部効果の他に、外部効果と水深効果があり、それぞれの寄与率は 50%、40%、10%という結果を得た。この効果についてはいくつかの数値計算によって比較されているが、いずれにしても干拓事業が有明海の潮汐に及ぼす影響は無視できる大きさではない。【研究結果】<6：小委員会重要文献>
				(追加)	湾奥の大浦における計算結果では、f 値は 1997 年(平成 9 年)に最大値をとりそれ以降減少するのに対し、M <sub>2</sub> 周期の海面変動振幅は 1996 年(平成 8 年)に最大値をとりそれ以降減少している。このような f 値からのズレは湾口に近くなるほど小さくなっている。S <sub>2</sub> 分潮振幅については近年やや減少気味であるが、その変化はM <sub>2</sub> 程顕著ではなく、K <sub>1</sub> 及びO <sub>1</sub> 分潮・海面変動振幅は顕著な経年変動は見られない。【研究結果】<2：小委員会重要文献>
				(追加)	有明海におけるM <sub>2</sub> 潮汐振幅の減少が、近年の環境問題との関係で注目されているが、実際の有明海の潮汐振幅は、月軌道の昇交点の変動(18.6 年周期)による係数 f の増加でむしろ増加している。大浦の年平均潮差の変動はM <sub>2</sub> の f の変動とM <sub>2</sub> 潮汐振幅自体の変動でほぼ説明できる。【研究結果】<4：小委員会重要文献>
				(追加)	日本造船学会海洋環境研究委員会(2003 年(平成 15 年))が開発した MEC モデルを用いた数値シミュレーションにより潮汐変化の原因を検討した結果、大浦では計算された減少量 5.1cm に対して、諫早堤防 24%、熊本新港 0.1%、平均水位上昇 0%、外海要因 76%となり、上記の潮汐観測値の結果とほぼ完全に一致した。【研究結果】<5：小委員会重要文献>
		(追加)	有明海のM <sub>2</sub> 潮流は、干拓事業と外海の潮汐振幅減少の影響によってほぼ全域で減少したが、諫早湾から有明海中央部では f による変動幅以上の影響を受けている。【研究結果】<5：小委員会重要文献>		

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。(「資料 2 - 2 出典リスト<平成 16 年度版 文献シートより作成>(平成 16 年 7 月 29 日)」参照)

表 7 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（潮位・潮流の変化）

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
3. 潮位・潮流の変化	3.2 潮流	<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>		<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>	
		(追加)	潮受堤防建設前後(1993年(平成5年)と2003年(平成15年))の潮流観測結果より、潮受堤防建設による潮流の減少率は約21~27%であり、この期間の潮位変動の変化が2.4%程度であったにもかかわらず流速は大幅に減少した。 【研究結果】<2:小委員会重要文献>	(追加)	潮流流速の減少率は、締切により減少した面積が北部有明海(有明-長洲ライン以北)に占める割合(5%)と比較して非常に大きいことから、諫早湾への水塊の流出入が島原半島沿岸で集中的に生じていることが示唆された。【研究結果】<2:小委員会重要文献>
		(追加)	潮流流速の調和解析結果では、M <sub>2</sub> 潮の潮流楕円の長軸が南北方向にずれ、潮流の流向が変化し、長軸長が約10~28%減少した。【研究結果】<2:小委員会重要文献>	(追加)	水理模型試験結果によると、諫早湾潮受堤防は諫早湾内の流動を大きく抑制しており、これにより湾内外の海水交換を悪化させていることがわかる。【研究結果】<4:小委員会重要文献>
		(追加)	干拓事業による潮汐への影響について、M <sub>2</sub> 分潮の振幅率は干拓事業開始以降減少を続けている。【研究結果】<3:小委員会重要文献>	(追加)	2次元数値流動解析で求めた湾奥の海水の滞留時間は水平渦拡散係数に強く依存し、沖波高への依存性は弱く、沖波片振幅1.4m、渦拡散係数0~50 m <sup>2</sup> /sの場合の滞留時間は50~279日となるが、実際の水平渦拡散係数(1 m <sup>2</sup> /s以上)の場合、堤防が滞留時間にほとんど影響を与えない。【研究結果】<5:小委員会重要文献>
		(追加)	潮受堤防締切り前後の大潮最大流速の変化率を求めると防波堤前面では80~90%もの顕著な流速の減少が生じ、諫早湾口でも10~30%減少しており、堤防締切りの効果は顕著である。【研究結果】<7:小委員会重要文献>	(追加)	諫早湾堤防の流れへの影響について、堤防の有無による流れの変化を比較するため、夏季と冬季における堤防の有無による流速をみると、夏季・冬季ともに堤防が存在した場合の流れが遅くなっている。【研究結果】<1:小委員会重要文献>
				(追加)	水門開放による流動の変化について数値シミュレーションにより検討した結果、水門を完全に開放した場合には、水門を通じて最大流速4m/s以上の速い流れが生じ、調整池の海水交換は改善され、平均滞留時間は約5日となると予測された。ただし、開門を1潮汐当り4時間、調整池の水位を-1mに維持した場合には、平均滞留時間は完全に開放した場合の約2倍となると予想された。【研究結果】<1:小委員会重要文献>
				(追加)	数値シミュレーションの計算精度の向上には、特に干潟域を中心とした水深データの整備・精度向上やノリ網による水理抵抗の効果の導入などが必要である。【研究結果】<6:小委員会重要文献>
				(追加)	有明海の物理環境について、潮汐振幅の減少に主眼が置かれ様々な検討が行われてきたが、締切堤防付近では潮流変動振幅が大きく変化することから、湾全体の潮位変動振幅の減少と諫早湾近傍での潮流変動振幅の現象を明示的に分離して議論すべきである。【研究結果】<6:小委員会重要文献>
				(追加)	橘湾から流入した外洋水は熊本市沖の沿岸水塊と湧水の影響下にある水塊との間を通過して北方の有明海へ移動すると推定される。【研究結果】<8:小委員会重要文献>

注)図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。(「資料2-2 出典リスト<平成16年度版 文献シートより作成>(平成16年7月29日)」参照)

表 8 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（二枚貝の減少：アサリ）

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
4. 二枚貝の減少	4.1 アサリ	<有明海に関する事項>		<有明海に関する事項>	
		(追加)	熊本県有明海沿岸の2干潟（熊本市の緑川河口干潟および荒尾市の干潟）では、マンガン濃度が700～2500mg/kgのレベルに達しており、少なくとも、マンガン濃度が1000mg/kgを超える地域ではアサリの高密度な個体群の棲息は認められない。【研究結果】<1,4：小委員会重要文献>	(追加)	有明海中央部の砂質干潟(白川干潟)におけるニホンスナモグリの研究より、ニホンスナモグリが全域に分布する一方、かつて干潟全域に高密度に生息していたアサリは低潮部にのみ分布しており、アサリに対するニホンスナモグリの加害作用が示唆された。【研究結果】<3：小委員会重要文献>
		(追加)	有明海のアサリ漁獲量の減少に関して、緑川河口、菊池川河口、荒尾の各干潟と韓国のソングェドウ干潟の堆積物の重金属類について調査した結果、分析した5種類の重金属(Mn, Zn, Cu, Cd, Pb)のうち、Mnの含有量が最も高く、荒尾では2,100µg/g、緑川河口では730µg/g、菊池川河口では440µg/g、ソングェドウでは300µg/gであった。アサリの生息密度は菊池川河口が3,520～78,660indi./m <sup>2</sup> で最も高く、現存量はソングェドウ干潟の6,732.4gWW/m <sup>2</sup> が最も高かった。【研究結果】<2：小委員会重要文献>	(追加)	近年の有明海のアサリ漁獲量の激減について、これまでに触れられなかった点や補足すべき点を以下に指摘する。(対象干潟は、橘湾から有明海の湾口部側1/3までの水域にある砂質干潟、有明海中央部の砂質干潟である。) 1)近年のアサリ個体群の激減はそれに先立つ1970年代の急増と切り離せない。この時期のアサリ漁獲量の増大は食物条件に恵まれて起こった異常発生である。 2)成体の本来の生息地である低潮帯から、1970年代に個体群の爆発的増大により中潮帯から高潮帯に生息域を広げたアサリが、アナジャコやニホンスナモグリなどの加害種により排除された。 3)アサリ個体群の凋落後は現在シオフキ個体群が優勢となり、アサリ以前にはハマグリが優占していたように、優占種交替現象の一種と見るべきかもしれない。 4)水産有用種のみで有明海の生態系像を作るのは危険である。 5)砂質干潟の泥化が稚貝の潜砂行動を阻害したり窒息死させる可能性がある。【研究結果】<3：小委員会重要文献>
		(追加)	有明海のアサリの漁獲量は1976年(昭和51年)をピークに、1980年(昭和55年)以降減少した。【研究結果】<5：小委員会重要文献>	(追加)	マンガンは過去から現在を通じて常に河川を通じて陸上から流入しているが、近年の川砂の採取やダム建設による砂の供給量の減少により、干潟の砂のマンガン濃度がアサリ稚貝の正常な発育に支障をきたすようになったものと考えられる。【研究結果】<1,4：小委員会重要文献>
		(追加)	沖合で採取した砂を撒くことによって高濃度に達したマンガンを含む干潟の砂が、一時的ではあるがマンガン濃度を大幅に下げ効果をもたらす。ここではアサリ稚貝の大量死は見られない。【研究結果】<1,4：小委員会重要文献>	(追加)	アサリの密度及び個体数と底質のマンガン含有量の間には明らかな逆相関がみられ、マンガン含有量が500µg/g以下ではアサリの密度は30,000～78,000indi./m <sup>2</sup> 、現存量は1,000～6,700gWW/m <sup>2</sup> に達するが、マンガン含有量が1,700～2,900µg/gではアサリの密度と現存量は極端に少なくなり、1,000µg/g以上ではアサリの濃密分布域は形成されなかった。マンガン濃度の増加が干潟のアサリ個体群の減少に関係している可能性がある。【研究結果】<2：小委員会重要文献>
(追加)	熊本県緑川河口干潟におけるアサリ資源は、数年に1回卓越年級群が発生している。【研究結果】<6:小委員会委員からの指摘事項>	(追加)	干潟底質の重金属とアサリ現存量を調査した結果では、アサリの現存量は底質のマンガン濃度と反比例し、マンガン濃度が1,000µg/gを超えるとほとんどアサリが存在しなかった。従って、マンガン濃度が高いことがアサリ資源を減少させている原因と考えた。【研究結果】<5：小委員会重要文献> 緑川河口干潟で沖合の海底で採取した砂を盛ったところアサリなどが順調に回復したが、その効果は2年程度しか続かなかった。これは盛砂によって底質が改善されたが、それが潮流で移動するなどにより再び元の悪化した底質に戻ったと考えられる。【研究結果】<5：小委員会重要文献>		

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。(「資料2-2 出典リスト<平成16年度版 文献シートより作成>(平成16年7月29日)」参照)

表 9 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（二枚貝の減少：タイラギ）

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
4. 二枚貝の減少	4.2 タイラギ	<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>		<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>	
		(追加)	有明海北東部（福岡海域）におけるタイラギ死滅の現状と養殖試験の結果より、タイラギの死亡率は3地点のうち、C地点（浅海域水深5m）が高く、A地点（干潟）及びB地点（浅海域最上部）ではほとんど死亡個体は確認できなかった。また、地点間の成長を比較すると、殻長平均はC地点（浅海域水深5m）<A地点（干潟）<B地点（浅海域最上部）の順で、生殖腺重量（指数）もC地点が最低であったことから、C地点の環境が他の地点に比べ悪化していることを示唆している。【研究結果】<2：小委員会重要文献>	(追加)	漁業のうち少なくとも諫早湾とその佐賀県側では、干拓工事によってタイラギ漁場が悪化して漁獲量が減少した。諫早湾の締め切りは貧酸素などの何らかの要因を介して福岡県のタイラギ漁場へも影響を与えている可能性がある。【研究結果】<1：小委員会重要文献> なお、小委員会において、当論文に関し『前段部分については、「諫早湾周辺の4漁協のタイラギ漁獲量の経年変化と諫早湾の工事期間や堤防締切の時期を比較して、締切以前から干拓工事の影響により漁場が悪化し、漁獲量が減少した」と述べられているが、それ以上の科学的根拠は示されていない。』との意見が出された。 また、『後段部分に関連し、「福岡県のタイラギ漁場へも影響を与えている」ことについての科学的根拠は示されておらず、他の調査では「有明海と諫早湾で夏季の小潮期に別々に貧酸素水塊が発生している。」（出典：有明海奥部における貧酸素水塊の動態〔2005年日本海洋学会春季大会講演要旨集〕）との報告がある。』との見解が示された。<小委員会委員からの指摘事項> タイラギの生息環境悪化の原因としては、有害物質の堆積の影響が考えられ、さらに夏季の死亡には酸欠が原因している可能性も考えられる。これらの環境の悪化は潮流が弱まったことに起因しており、これを解決することがタイラギの保全に不可欠である。【研究結果】<2：小委員会重要文献>

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。（「資料2-2 出典リスト<平成16年度版 文献シートより作成>（平成16年7月29日）」参照）

表 10 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（ノリの不作）

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
5. ノリの不作		<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>		<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>	
				(追加)	有明海のノリ養殖について、不作であった2000年（平成12年）と豊作であった2001年（平成13年）の違いをもたらした原因については、2000年漁期の秋芽網期の少ない日照時間によるアカグサレ病の発生と12月の安定した好天の継続による大規模な珪藻赤潮がノリ不作の要因となったと考えた。【研究結果】<1：小委員会重要文献>

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。（「資料2-2 出典リスト<平成16年度版 文献シートより作成>（平成16年7月29日）」参照）

表 11 有明海・八代海の環境等に関する問題点とその原因・要因として指摘されている事項（水産資源以外の生物の減少（ベントス等））

. 問題点		. 状況		. 原因・要因として指摘されている事項	
8. 水産資源以外の生物の減少		<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>		<b>&lt;有明海に関する事項&gt;</b>	
				(追加)	諫早湾北側では底泥の有機物含有量が増加して、貧酸素の原因となり、底生生物が減少した。【研究結果】<1：小委員会重要文献>

注) 図中の< >内の数字は、主な出典の番号を示す。（「資料2-2 出典リスト<平成16年度版 文献シートより作成>（平成16年7月29日）」参照）