

被災地の海洋環境の第2次モニタリング調査結果（詳細版）

1. 背景と目的

平成23年3月11日に発生した東日本大震災に伴い、被災地においては陸域で山積み保管されているがれき等の自然発火等による有害大気汚染物質等の発生、倒壊した建築物の解体作業等におけるアスベストの飛散、被災した工場等からの有害物質の公共用水域・地下水・土壌への漏出、津波による廃棄物の海上流出や油汚染及び福島第一原子力発電所からの放射性物質の漏出等により、国民の健康への悪影響や生活環境の悪化が懸念されている。これら環境汚染による人への健康被害の防止、被災地の生活環境や自然環境に対する住民不安の解消のためには、早急かつ適確に状況把握する必要がある。

このことから、海域においては、津波により流出した有害物質及び廃棄物並びに福島第一原子力発電所より漏出した放射性物質に起因して海洋環境中で汚染が生じる可能性のある項目について、被災地の海洋環境の第1次モニタリング調査（以降、第1次調査）においてその現状を把握したところである。今回の被災地の海洋環境の第2次モニタリング調査（以降、第2次調査）では、その後の経時的な変化を把握した。

（1）化学物質調査

震災に起因する油等の流出による汚染物質の広がりを把握する。

（2）放射性物質調査

福島第一原子力発電所から漏出した放射性物質の広がりを把握する。

2. 調査内容

調査は平成23年8月30日～9月1日に実施した（第1次調査は平成23年6月3日～20日に実施）。

（1）化学物質調査

岩手県、宮城県、福島県の海域に3測線（各測線ごとに離岸約1 km、10km、20kmの3測点）を配置し、調査を実施した（図1）。調査項目は表1のとおり。分析方法は表2のとおり。

（2）放射性物質調査

文部科学省等の関係省庁と協力して、上記化学物質調査と同じ3測線において放射性物質調査を実施した（図1）。表層海水及び底層海水、海底土を採取し、放射性セシウム（Cs-134及びCs-137）及び放射性ストロンチウム（Sr-90）の測定を行った。分析方法は表2のとおり。

3. 調査結果の概要

3. 1 化学物質調査

(1) 生活環境の保全に関する環境基準（生活環境項目）

環境基準値（参考資料参照）と比較して問題となる値はなかった。

(2) ポリ塩化ビフェニル（PCB）

海水中の PCB は全体として第1次調査結果とおおむね同様の値であり、いずれの測点においても環境基準値（公定法により検出されないこと＝0.0005mg/L未満）を下回っていた。一方、堆積物中の PCB は、第1次調査結果よりも高い値が検出された測点があり、汚染負荷の増大が推察されたが、いずれの測点においても暫定除去基準値（参考資料参照）を下回っていた。

(3) ダイオキシン類

海水中及び堆積物中とも、全体としては第1次調査結果と同様の値であり、一部の測点の底層海水からは第1次調査結果よりも高い値が検出されたものの、いずれの測点においても環境基準値（参考資料参照）を下回っていた。

(4) 油分（炭化水素）

海水中の炭化水素は、全体として第1次調査結果と同様の値であった。

(5) 多環芳香族炭化水素

堆積物中の多環芳香族炭化水素は、全体として第1次調査結果よりも低い値であった。

(6) 臭素系難燃剤（PBDE 及び HBCD）

海水中の PBDE は一部の測点において第1次調査よりも高く、これは河川水に由来する可能性があると考えられた。堆積物中の PBDE は、いずれの測点においても第1次調査結果と同様の値であった。

海水中の HBCD はいずれの測点においても検出されなかった。一方、堆積物中の HBCD は、一部の測点において第1次調査結果よりも高い値が検出され、主として α 体が増加していた。製品に含まれる HBCD の主成分は γ 体であるが、熱が加わると α 体に変化すること、また、 α 体は環境中で移動・拡散しやすいことなどから、陸域で山積み保管されているがれき等の自然発火等が起源となっている可能性、あるいは、離れた発生源から移動・拡散した可能性があると考えられた。

(7) 有機フッ素化合物 (PFOS 及び PFOA)

海水中及び堆積物中の有機フッ素化合物は、全体としては第1次調査結果と同様の値であった。

3. 2 放射性物質調査

放射性物質については、第1次調査よりも感度の高い分析を行った。海水中の濃度は、セシウム 134 では表層 0.0043~0.18Bq/L、底層 0.0058~0.20Bq/L の範囲、セシウム 137 では表層 0.0064~0.22Bq/L、底層 0.0079~0.24Bq/L の範囲であった。また、海底土中の濃度については、セシウム 134 では 0.72~450Bq/kg(dry)の範囲、セシウム 137 では 1.0~520Bq/kg(dry)の範囲、ストロンチウム 90 では不検出 (<0.12Bq/kg(dry)) ~ 0.28Bq/kg(dry)の範囲であった。

4. まとめ

化学物質調査では、環境基準が設定されている項目（生活環境項目、PCB 及びダイオキシン類：参考資料参照）はいずれも問題となる値は検出されなかった。全体としては第1次調査の調査と同様の値である項目が多かったものの、堆積物中の PCB については第1次調査よりも高い値が検出された測点があり、汚染負荷の増大が推察された。また、堆積物中の HBCD についても、第1次調査よりも高い値が検出された測点があり、陸域で山積み保管されているがれき等の自然発火等が起源となっている可能性、あるいは離れた発生源から移動・拡散した可能性があるかと推察された。

一方、堆積物中の多環芳香族炭化水素は全体的に第1次調査よりも低い値を示しており、第1次調査の調査において震災による影響を捉えていた可能性がある。また、陸域で山積み保管されているがれき等の自然発火等により有害物質が発生し海域を汚染する可能性も考えられることから、今後も引き続き、これらの状況について監視を続けていくこととする。

5. 海洋環境緊急モニタリング調査検討会検討員

(50音順、敬称略)

石坂 丞二	名古屋大学地球水循環研究センター教授
井上 均見	海上保安庁海洋情報部環境調査課海洋汚染調査室長
小城 春雄	北海道大学水産学部名誉教授
白山 義久	独立行政法人海洋研究開発機構理事
田中 勝	鳥取環境大学サステイナビリティ研究所長・特任教授
田辺 信介	愛媛大学沿岸環境科学研究センター教授
中田 英昭	長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科長（座長）
西田 周平	東京大学大気海洋研究所教授
野尻 幸宏	独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センター上級主席研究員
牧 秀明	独立行政法人国立環境研究所地域環境研究センター海洋環境研究室主任研究員

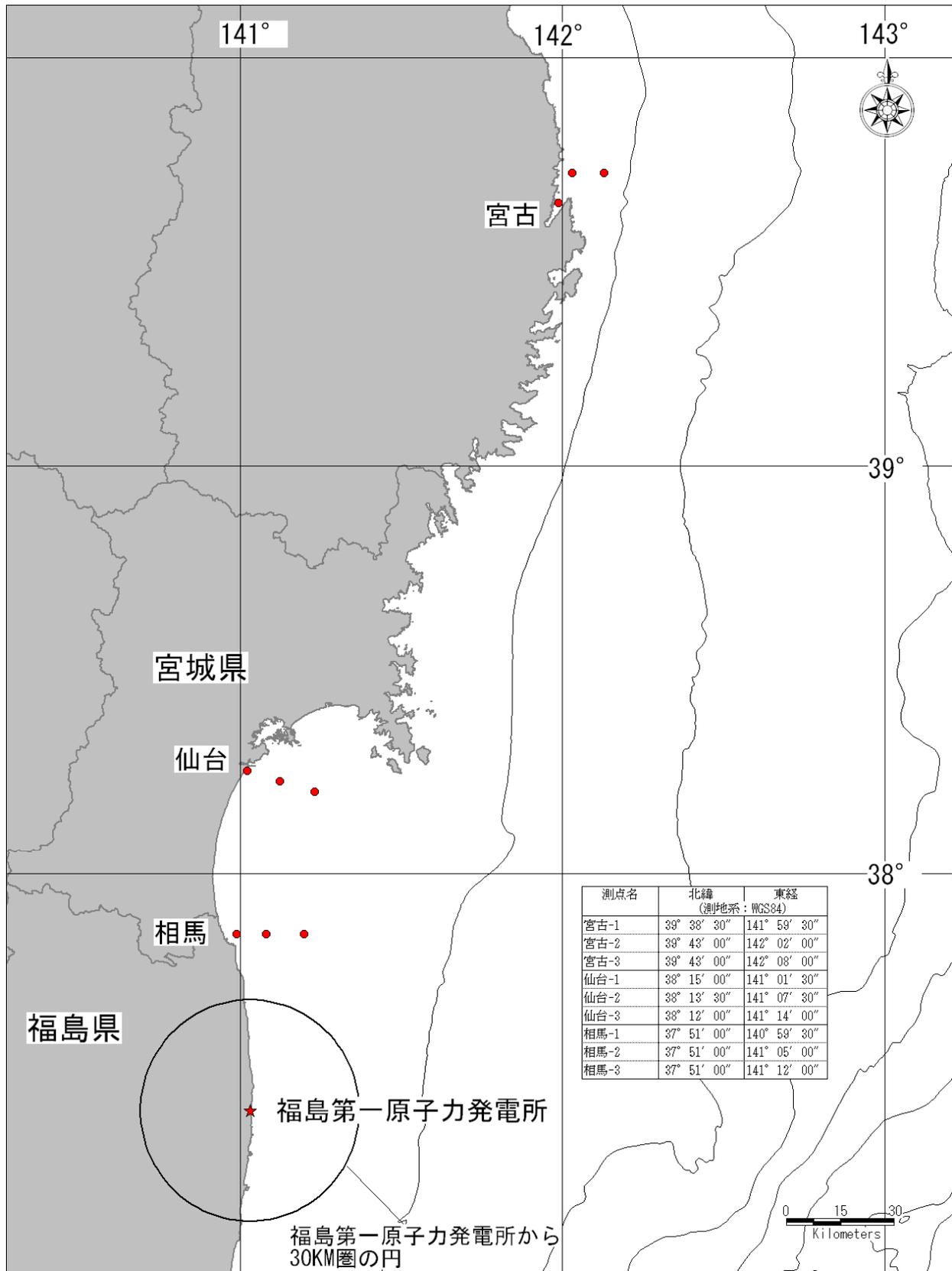


図 1 平成 23 年度第 2 次海洋環境緊急モニタリングの調査位置

※各エリアの調査地点は海岸線に近いものから順に 1、2、3 を示す。

表1 化学物質調査の測定項目

水質調査

採水時に、水色、透明度の測定、連続観測機器による水温・塩分・溶存酸素量(DO)・濁度プロファイルの観測(表層から海底まで)を実施。

水質一般項目	水温、塩分、アンモニア態窒素
環境基準 (生活環境項目)	水素イオン濃度(pH)、化学的酸素要求量(COD)、全窒素、全リン、全亜鉛
有機塩素化合物	PCB (1)
ダイオキシン類	PCDD、PCDF、co-PCB (2)
油分(炭化水素)	HC (IGOSS法) (3)
臭素系難燃剤	PBDE、HBCD (4)
有機フッ素化合物	PFOS、PFOA (5)

底質調査

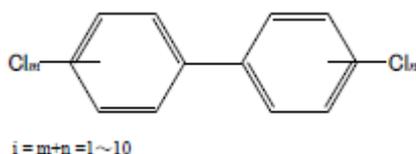
採泥時に船上で泥温、泥色、泥臭を測定。

底質一般項目	粒度組成、水分含有率、硫化物、全有機態炭素、全窒素、全リン
有機塩素化合物	PCB
ダイオキシン類	PCDD、PCDF、co-PCB
多環芳香族炭化水素	アセナフチレン、アセナフテン、ナフタレン(*)、ジベンゾチオフェン(*)、アントラセン、フェナントレン(*)、フルオレン(*)、フルオランテン、ピレン(*)、ベンゾ[a]アントラセン、クリセン(*)、ベンゾ[b,k]フルオランテン、ベンゾ[a]ピレン、ベンゾ[e]ピレン、インデノ[1,2,3-cd]ピレン、ジベンゾ[a,h]アントラセン、ベンゾ[ghi]ペリレンのアルキル基非置換体及び*を付した化合物のアルキル基置換体(炭素数1~3程度)
臭素系難燃剤	PBDE、HBCD
有機フッ素化合物	PFOS、PFOA

1

PCBIは、置換塩素の数（1～10）や位置によって209種の異性体が存在する。PCBの異性体の中にはダイオキシン類と同様の毒性を示すものがある。これをコプラナーポリ塩化ビフェニル（co-PCB）あるいはダイオキシン様PCBと呼んでいる。PCBの測定時には通常、co-PCBも含めた異性体の総量を測定しており、今回の測定においても同様である。

PCBについては水質の基準値（健康項目）及び底質の暫定除去基準が定められているとともに、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）に基づく第一種特定化学物質に指定されている。また、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs条約）の対象物質であり、平成37年までの使用の全廃、平成40年までの適正な処分が求められており、我が国ではポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法（PCB特別措置法）により、その処理が進められている。

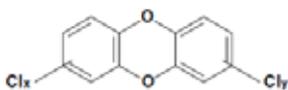


2

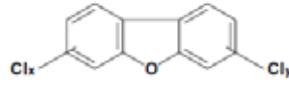
ダイオキシン類は、ポリ塩化ジベンゾ - パラ - ジオキシン（PCDD）、ポリ塩化ジベンゾフラン（PCDF）、コプラナーポリ塩化ビフェニル（co-PCB）の総称である（ダイオキシン類対策特別措置法による定義）。PCDD及びPCDFは意図的に生成・使用されることはなく、ごみ焼却、製鋼用電気炉、たばこの煙、自動車排出ガス等により非意図的に発生する。また、過去に使用されたPCBや一部の農薬に不純物として含まれていたものが底泥などの環境中に蓄積している可能性があるとの研究報告がある。一方、co-PCBIはPCB製品に由来するものに加え、燃烧起源のものがある。

ダイオキシン類は、置換塩素の数や位置によって、PCDDは75種類、PCDFは135種類、co-PCBは12種類の異性体がある。ダイオキシン類は異性体によりその毒性が大きく異なるため、各異性体の量にそれぞれの毒性等価係数（TEF：Toxic Equivalency Factor）を掛けて足し合わせた値（毒性等量（TEQ：Toxicity Equivalency Quantity））が通常用いられる。また、ダイオキシン類はPOPs条約の対象物質であり、ダイオキシン類対策特別措置法により、基準値策定や排出規制が行われている。

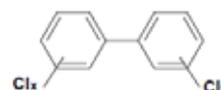
PCDD



PCDF



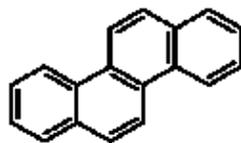
co-PCB



3

油分には様々な化合物が含まれるため、用いる分析方法により対象としている物質が異なる。油分の基準としては、生活環境項目において「n-ヘキサン抽出物質」が「検出されないこと」とされている。公定法の定量下限値は500 µg/Lである。この分析方法はn-ヘキサンで抽出された物質の重量を測定するものであり、測定される物質は不揮発性の油分（80℃で揮発しない物質（動植物油も含む））に加えて油分以外の物質（硫黄、界面活性剤、植物色素等）が含まれる。

一方、本調査では海洋環境モニタリング調査で例年用いているIGOSS法（国際海事機関（IMO）が定める方法。海上保安庁 海洋汚染調査においても同じ方法が用いられている）を用いた。これはクリセンを標準物質として蛍光光度を測定するものであり、測定される物質は多環芳香族炭化水素である。多環芳香族炭化水素は重油中の数十%を占めるため、重質油系の指標となる。定量下限値は0.010 µg/Lである。

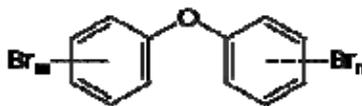


クリセン

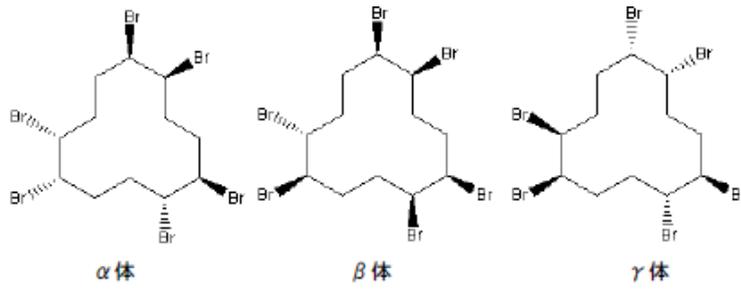
4

臭素系難燃剤は延焼防止を目的としてプラスチック・ゴム・化学繊維に添加されている。

その一種であるポリブロモジフェニルエーテル（PBDE）は、置換臭素の数（1～10）や位置によって、PCBと同様に209種の異性体が存在する。このうち4～7臭素置換体はPOPs条約の対象物質であり、化審法に基づく第一種特定化学物質に指定され、製造・輸入には許可が必要で、特定の用途を除き使用が禁止されている。



また、1,2,5,6,9,10-ヘキサブロモシクロドデカン（HBCD）にも複数の異性体があり、主なものは *trans*-HBCD、*cis*-HBCD、*trans*-HBCD の3種類である。PBDEの代替物質の一つとして今後使用量の増加が予測されている。POPs条約の対象候補物質であり、化審法に基づく第一種監視化学物質及び第三種監視化学物質に指定されている。



5

有機フッ素化合物は、撥水処理、界面活性剤として各種生活用品に使用されている。

その一種であるペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）は POPs 条約の対象物質であり、化審法に基づく第一種特定化学物質に指定されている。一方、ペルフルオロオクタン酸（PFOA）は化審法に基づく第二種監視化学物質に指定されている。

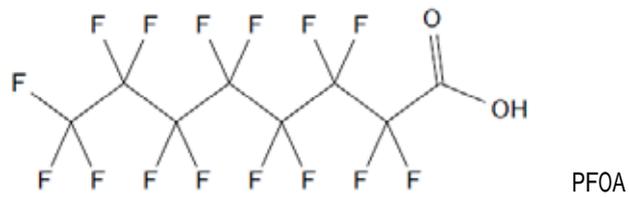
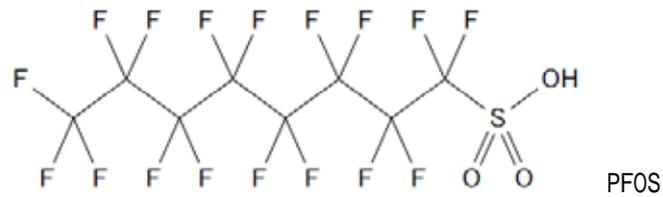


表2(1) 海水中の化学物質分析方法の概要

分析項目	分析方法	測定機器	分析方法の概略	単位	検出限界値等	備考
水温	転倒温度計による	転倒温度計	採水器に装着して使用	°C	0.01	海洋環境保全調査と同様
	CTDによる	CTD	CTDによる連続観測	°C	0.01	
塩分	サリノメーター法	サリノメーター	伝導度比による測定	psu	小数点以下3桁	海洋環境保全調査と同様
	CTDによる	CTD	CTDによる連続観測	psu	小数点以下3桁	
透明度	透明度板による	透明度板	—	m	—	海洋環境保全調査と同様
溶存酸素	改良ウインクラー法	手動ピストンビュレット	N/100チオ硫酸ナトリウム溶液で滴定	mg/L	0.1	海洋環境保全調査と同様
pH	CTDOによる	CTDO	CTDOによる連続観測	mg/L	0.1	海洋環境保全調査と同様
	ガラス電極法	pHメーター	—	—	0.01	
アンモニア態窒素	インドフェノール法	分光光度計	連続フロー自動分析法	mg/L	0.0007	海洋環境保全調査と同様
COD	過マンガン酸カリウム酸性法	オートピストンビュレット	—	mg/L	0.5	
	アルカリ性法	手動ピストンビュレット	—	mg/L	0.5	
全窒素	アルカリ性分解—銅・カドミウム還元法	分光光度計	(分解後、連続フロー自動分析法)	mg/L	0.01	
全リン	ペルオキシニ硫酸分解—アスコルビン酸還元法	分光光度計	(分解後、連続フロー自動分析法)	mg/L	0.003	
全亜鉛	ICP発光分光分析法	ICP発光分光分析装置	酸分解後、ICP発光分析	mg/L	0.001	
PCB	ヘキサン抽出—GC-ECD法	GC-ECD	ヘキサン抽出後、GC-ECDにて測定	ng/L	0.02	基本的に海洋環境保全調査と同様であるが、バックドカラムをキャピラリーカラムに変更
ダイオキシン類	環境マニユアル法	HR-GC/MS	固相抽出後、ソックスレー抽出、HR-GC/MS測定	pg/L	0.15以下	ダイオキシン類に係る水質調査マニユアル(環境庁, 1998)
炭化水素	蛍光光度法	蛍光光度計	ヘキサン抽出後、蛍光光度計にて測定	μg/L	0.004	海洋環境保全調査と同様。IOC Manuals and Guides 13(1984)準拠
PBDE	HRGC/HRMS法	HRGC/HRMS	固相抽出後、ソックスレー抽出、カラムクリーンアップ後、HRGC/HRMS測定	ng/L	TrBDE:0.003	H16年度化学物質分析法開発調査報告書(環境省)に準拠
					TeBDE:0.003 PeBDE:0.004 HxBDE:0.0006 HpBDE:0.002 OcBDE:0.0006 NoBDE:0.03 DeBDE:0.2	
HBOD	LC/MS/MS法	LC/MS/MS	固相抽出後、LC/MS/MS測定	ng/L	α体、γ体:0.03 β体:0.08	H14年度化学物質分析法開発調査報告書(環境省)をベースとしてLC/MS/MS測定に変更
PFOS、PFOA	LC/MS/MS法	LC/MS/MS	固相抽出後、LC/MS/MS測定	pg/L	PFOS:9.0	H15年度化学物質分析法開発調査報告書(環境省)に準拠
					PFOA:19	
放射性セシウム	AMP法による前処理後、γ線スペクトロメトリー	ゲルマニウム半導体検出器	容器に入れ80,000秒間の計測	Bq/L	—	試料量は20L程度

表2(2) 堆積物中の化学物質分析方法の概要

分析項目	分析方法	測定機器	分析方法の概略	単位	検出限界値等	備考
粒度組成	レーザー散乱分析法	-	-	-	-	
水分含有率	重量法	-	100°Cで2時間乾燥後、恒量	%	0.1	海洋環境保全調査と同様
硫化物	水蒸気蒸留-ヨウ素滴定法	手動ビュレット	蒸留後、チオ硫酸ナトリウムで滴定	mg/g(dry)	0.1	海洋環境保全調査と同様
全有機態炭素・全窒素	CNコーダー法	CNコーダー	乾燥試料を燃焼し電流量として測定	mg/g(dry)	0.1	海洋環境保全調査と同様
全リン	酸分解-アスコルビン酸還元法	分光光度計	(分解後、連続フロー自動分析)	mg/g(dry)	0.01	環境庁水質保全局水質管理課編(1988)
PCB	ケン化処理-GC-ECD法	GC-ECD	アルカリ性メタノール分解後、GC-ECDにて測定	ng/g(dry)	0.4	基本的に海洋環境保全調査と同様であるが、パックドカラムをキャピラリーカラムに変更
ダイオキシン類	環境省マニユアル法	HR-GC/MS	ソックスレー抽出後、HR-GC/MS測定	pg/g(dry)	0.5以下	ダイオキシン類に係る底質調査測定マニユアル(環境省, 2008)
多環芳香族炭化水素	GC/MS法	GC/MS	GC/MS測定	ng/g(dry)	5程度	ナフタレン、ジベンゾチオフェン、フェナントレン、フルオレン、クリセンについては、アルキル基非置換体に加えて、アルキル基置換体も対象
PBDE	環境省マニユアル法	HRGC/HRMS	トルエン還流抽出、HRGC/HRMS測定	ng/g(dry)	TrBDE、TeBDE、PeBDE、HxBDE:0.01 HpBDE:0.02 OcBDE:0.04 NoBDE:0.3 DeBDE:0.5	H13年度要調査項目等調査マニユアル(水質、底質、水生生物)(環境省)
HBCD	LC/MS/MS法	LC/MS/MS	トルエン溶解/超音波抽出、LC/MS/MS測定	ng/g(dry)	α 体:0.015 β 体:0.008 γ 体:0.009	高橋(2005)日本内分泌攪乱化学物質学会第8回研究発表会PA-29
PFOS、PFOA	LC/MS/MS法	LC/MS/MS	高速溶媒抽出、固相濃縮、LC/MS/MS測定	pg/g(dry)	PFOS:2.3 PFOA:2.8	H15年度化学物質分析法開発調査報告書(環境省)
放射性セシウム	乾燥後、 γ 線スペクトロメトリ	ゲルマニウム半導体検出器	容器に入れ80000秒間の計測	Bq/kg(dry)	-	
放射性ストロンチウム	化学分離(発煙硝酸法)後、 β 線測定	2 π ガスフローカウンター	容器に入れ300分間の計測	Bq/kg(dry)	0.12以下	

表3(1) 化学物質調査結果 (海水)

測点		採取日	水深 m	採水深度 m	透明度 m	水質一般項目		
						水温 ℃	塩分 psu	アノモニア態窒素 mg/L
宮古-1	表層	平成23年8月30日	29	0.5	8.2	21.9	33.446	0.014
	底層			27		18.9	33.603	0.016
宮古-2	表層	平成23年8月30日	99	0.5	13.9	20.9	33.489	0.012
	底層			99		14.3	34.040	0.0076
宮古-3	表層	平成23年8月30日	150	0.5	16.5	21.6	33.511	0.0021
	底層			148		9.8	33.943	0.0062
仙台-1	表層	平成23年8月31日	17	0.5	1.9	24.7	30.976	0.010
	底層			17		20.4	33.289	0.014
仙台-2	表層	平成23年8月31日	28	0.5	7.2	24.4	32.780	0.011
	底層			28		17.4	33.491	0.054
仙台-3	表層	平成23年8月31日	40	0.5	10.0	23.9	32.713	0.010
	底層			36		16.9	33.557	0.0074
相馬-1	表層	平成23年9月1日	20	0.5	3.0	24.8	31.923	0.011
	底層			19		19.0	33.352	0.030
相馬-2	表層	平成23年9月1日	31	0.5	7.7	24.5	32.014	0.010
	底層			27		17.4	33.448	0.014
相馬-3	表層	平成23年9月1日	43	0.5	8.2	23.9	32.360	0.0053
	底層			40		16.7	33.525	0.0059

表3(2) 化学物質調査結果 (海水)

測点		環境基準 (生活環境項目)					
		水素 イオン濃度 (pH)	化学的 酸素要求量 (COD) mg/L	溶存 酸素量 (DO) ^{※1} mg/L	全窒素 mg/L	全リン mg/L	全亜鉛 ^{※2} mg/L
宮古-1	表層	7.96	1.7	7.8	0.14	0.012	0.001
	底層	7.97	1.4	7.5	0.11	0.011	<0.001
宮古-2	表層	7.97	1.4	7.6	0.08	0.007	<0.001
	底層	7.91	1.2	7.5	0.13	0.016	0.002
宮古-3	表層	8.01	1.3	7.2	0.09	0.007	<0.001
	底層	7.79	1.1	7.7	0.23	0.031	<0.001
仙台-1	表層	8.30	3.5	8.8	0.26	0.030	<0.001
	底層	7.87	1.7	5.6	0.15	0.029	<0.001
仙台-2	表層	8.26	3.6	7.4	0.19	0.017	<0.001
	底層	7.70	1.7	4.6	0.25	0.049	<0.001
仙台-3	表層	8.03	1.9	7.3	0.11	0.008	<0.001
	底層	7.94	1.5	7.6	0.10	0.010	<0.001
相馬-1	表層	8.03	1.9	7.0	0.13	0.012	<0.001
	底層	7.83	1.6	5.8	0.18	0.028	<0.001
相馬-2	表層	8.08	2.0	7.5	0.12	0.008	<0.001
	底層	7.87	1.5	6.5	0.14	0.020	<0.001
相馬-3	表層	8.05	1.8	7.2	0.10	0.007	<0.001
	底層	7.84	1.5	6.7	0.13	0.018	<0.001

※1:DOは測器を用いた鉛直観測を行っており、該当する採取層の値を記載した (0.5m層として最上層の値を採用)。

※2:<は定量下限値未満であることを示す。

表3(3) 化学物質調査結果 (海水)

測点		ダイオキシン類			
		PCDD	PCDF	co-PCB	合計
		pg-TEQ/L	pg-TEQ/L	pg-TEQ/L	pg-TEQ/L
宮古-1	表層	0	0	0.00010	0.00010
	底層	0	0	0.000046	0.000046
宮古-2	表層	0	0	0.0000087	0.0000087
	底層	0.00015	0	0.000017	0.00017
宮古-3	表層	0	0	0.0000066	0.0000066
	底層	0	0	0.000014	0.000014
仙台-1	表層	0.0017	0	0.00010	0.0018
	底層	0.018	0.0034	0.00025	0.022
仙台-2	表層	0.00024	0	0.000055	0.00030
	底層	0.020	0.0040	0.00017	0.024
仙台-3	表層	0	0	0.000012	0.000012
	底層	0	0	0.000015	0.000015
相馬-1	表層	0.0029	0	0.000056	0.0030
	底層	0.024	0.0050	0.00012	0.029
相馬-2	表層	0	0	0.000035	0.000035
	底層	0.0041	0	0.000055	0.0042
相馬-3	表層	0	0	0.000039	0.000039
	底層	0.0022	0	0.000056	0.0023

表3(4) 化学物質調査結果 (海水)

測点		臭素系難燃剤					有機フッ素化合物	
		PBDE ^{※1}	α -HBCD ^{※2}	β -HBCD ^{※2}	γ -HBCD ^{※2}	HBCD ^{※1}	PFOS ^{※2,3}	PF0A
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	pg/L	pg/L
宮古-1	表層	ND	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	<9.0	230
	底層	0.003	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	<9.0	180
宮古-2	表層	ND	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	(11)	220
	底層	ND	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	(13)	230
宮古-3	表層	0.004	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	<9.0	390
	底層	ND	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	<9.0	150
仙台-1	表層	1.7	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	200	720
	底層	0.75	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	29	260
仙台-2	表層	ND	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	130	500
	底層	ND	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	64	270
仙台-3	表層	ND	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	62	270
	底層	0.003	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	32	260
相馬-1	表層	ND	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	75	320
	底層	0.005	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	44	230
相馬-2	表層	ND	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	61	370
	底層	ND	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	38	230
相馬-3	表層	ND	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	61	330
	底層	0.003	< 0.03	< 0.08	< 0.03	ND	29	230

※1: 複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。

(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

※2: <は検出限界値未満であることを示す。

※3: ()は検出限界値以上、定量下限値未満であることを示す。

表3(5) 化学物質調査結果 (海水)

測点		有機塩素化合物 PCB ^{※1}	炭化水素 HC
		mg/L	μg/L
宮古-1	表層	<0.0005	0.031
	底層	<0.0005	0.047
宮古-2	表層	<0.0005	0.029
	底層	<0.0005	0.028
宮古-3	表層	<0.0005	0.017
	底層	<0.0005	0.022
仙台-1	表層	<0.0005	0.077
	底層	<0.0005	0.29
仙台-2	表層	<0.0005	0.040
	底層	<0.0005	0.18
仙台-3	表層	<0.0005	0.018
	底層	<0.0005	0.030
相馬-1	表層	<0.0005	0.035
	底層	<0.0005	0.16
相馬-2	表層	<0.0005	0.026
	底層	<0.0005	0.052
相馬-3	表層	<0.0005	0.023
	底層	<0.0005	0.041

※1:<は報告下限値未満であることを示す。

表4(1) 化学物質調査結果 (堆積物)

測点	採取日	水深 m	底質一般項目					
			中央粒径 μm	水分含有率 %	硫化物 ^{※1} mg/g(dry)	全有機炭素 (TOC) mg/g(dry)	全窒素 ^{※1} mg/g(dry)	全リン mg/g(dry)
宮古-1	平成23年8月30日	29	15	45.8	0.04	40	2.7	0.99
宮古-2	平成23年8月30日	99	100	32.3	<0.01	7.8	0.7	0.38
宮古-3	平成23年8月30日	151	150	27.9	<0.01	3.9	0.4	0.31
仙台-1	平成23年8月31日	17	17	49.3	0.08	33	2.7	0.87
仙台-2	平成23年8月31日	28	12	51.8	0.09	26	2.6	0.88
仙台-3	平成23年8月31日	40	300	19.4	<0.01	1.5	0.1	0.15
相馬-1	平成23年9月1日	19	180	20.8	<0.01	1.2	<0.1	0.18
相馬-2	平成23年9月1日	31	280	21.4	<0.01	1.3	0.1	0.25
相馬-3	平成23年9月1日	43	920	15.1	<0.01	1.0	<0.1	0.15

※1: <は検出限界値未満であることを示す。

表4(2) 化学物質調査結果 (堆積物)

測点	有機塩素化合物	ダイオキシン類				多環芳香族炭化水素
	PCB ^{※1, 2, 3} ng/g (dry)	PCDD pg-TEQ/g (dry)	PCDF pg-TEQ/g (dry)	co-PCB pg-TEQ/g (dry)	合計 pg-TEQ/g (dry)	PAH ng/g (dry)
宮古-1	3.8	0.71	0.52	0.20	1.4	23
宮古-2	(0.6)	0.10	0.21	0.031	0.34	1.2
宮古-3	(0.7)	0.043	0.057	0.00034	0.10	1.0
仙台-1	13	6.7	3.4	0.64	11	8.2
仙台-2	6.5	6.1	3.0	0.39	9.5	3.0
仙台-3	<0.4	0.13	0.059	0.00056	0.19	1.0
相馬-1	<0.4	0.049	0.0083	0.00020	0.058	1.1
相馬-2	(0.5)	0.022	0.004	0.000059	0.026	1.0
相馬-3	<0.4	0.014	0.003	0.00038	0.017	0.77

※1: <は検出限界値未満であることを示す。

※2: () は検出限界値以上、定量下限値未満であることを示す。

※3: 1ng/g=0.001ppm

表4(3) 化学物質調査結果 (堆積物)

測点	臭素系難燃剤				有機フッ素化合物		
	PBDE ^{※1} ng/g (dry)	α-HBCD ^{※2} ng/g (dry)	β-HBCD ^{※2,3} ng/g (dry)	γ-HBCD ^{※3} ng/g (dry)	HBCD ng/g (dry)	PFOS pg/g (dry)	PFOA pg/g (dry)
宮古-1	0.7	5.7	1.1	0.85	7.6	14	13
宮古-2	ND	0.36	0.054	0.066	0.48	25	31
宮古-3	ND	0.087	(0.013)	0.028	0.13	35	88
仙台-1	91	5.5	0.95	5.0	11	150	120
仙台-2	24	0.30	0.075	3.8	4.2	120	120
仙台-3	3.2	<0.015	<0.008	0.16	0.16	14	30
相馬-1	0.6	<0.015	<0.008	0.070	0.070	9.9	11
相馬-2	0.6	<0.015	<0.008	0.097	0.097	11	15
相馬-3	3.3	<0.015	<0.008	(0.016)	0.016	18	50

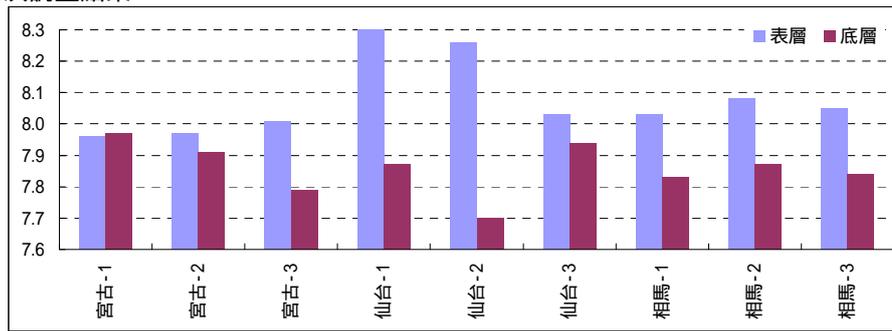
※1:複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。

(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

※2:<は検出限界値未満であることを示す。

※3:() は検出限界値以上、定量下限値未満であることを示す。

水素イオン濃度
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)



化学的酸素要求量 (mg/L)
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)

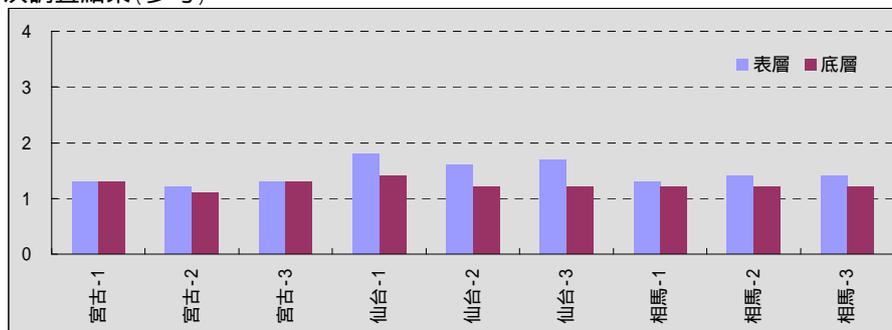


図2(1) 水質調査結果

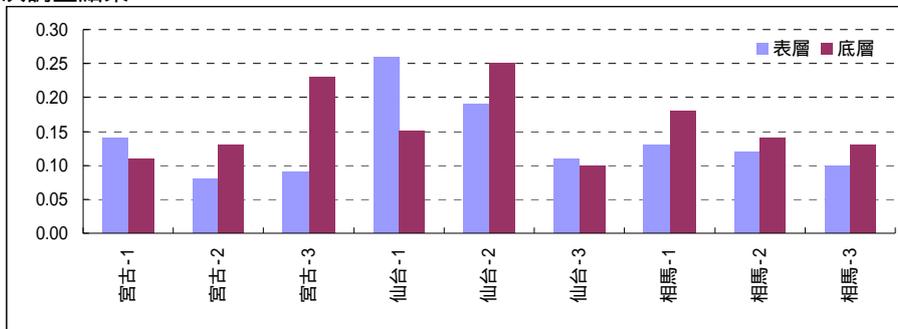
溶存酸素量 (mg/L)
第2次調査結果



第1次調査結果 (参考)



全窒素 (mg/L)
第2次調査結果



第1次調査結果 (参考)

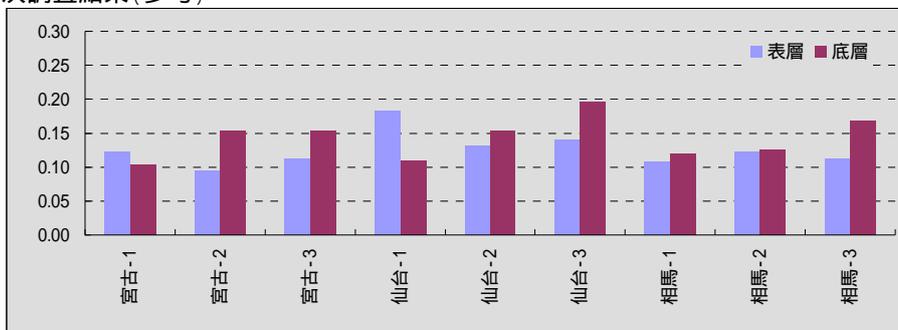
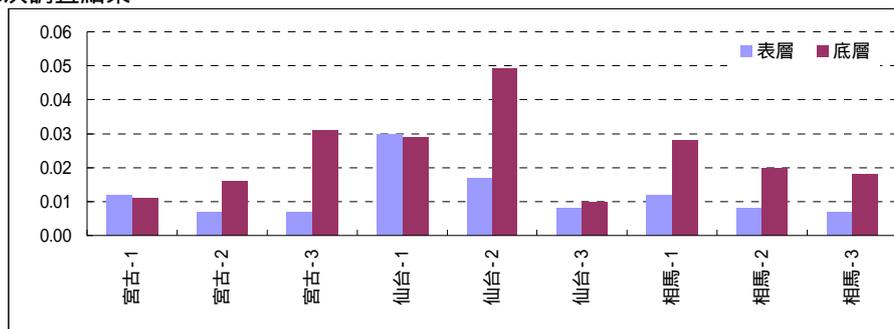


図2(2) 水質調査結果

全リン (mg/L)
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)

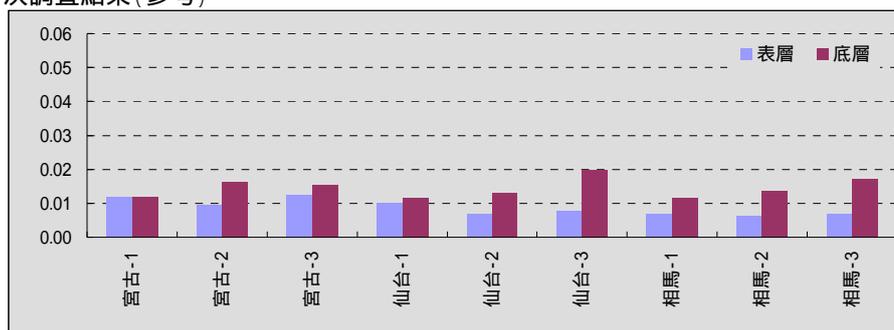
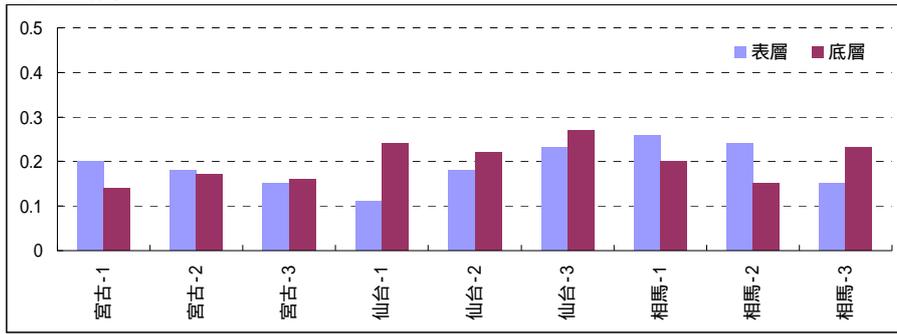


図2(3) 水質調査結果

PCB(ng/L)
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)

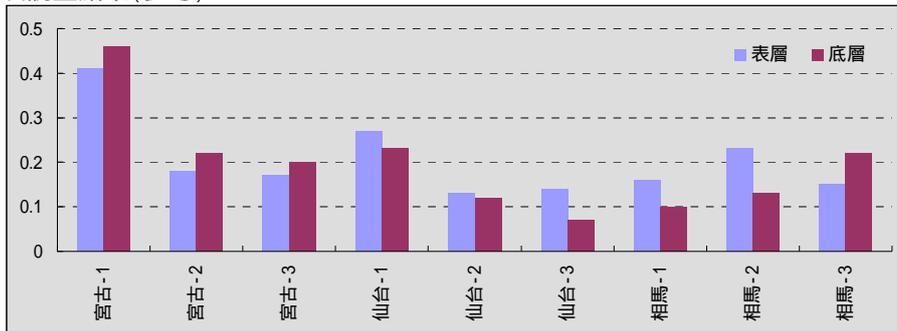
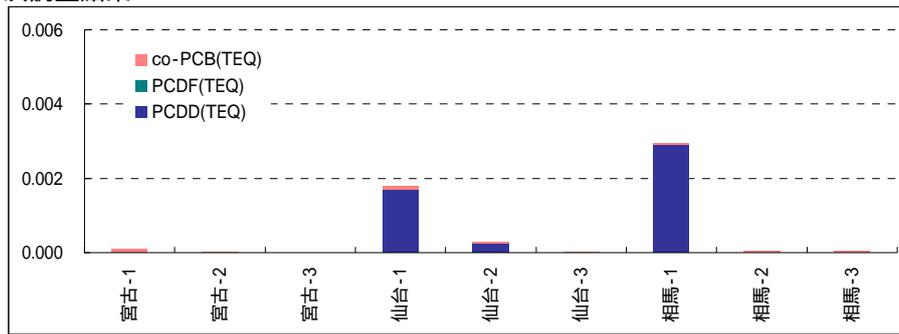
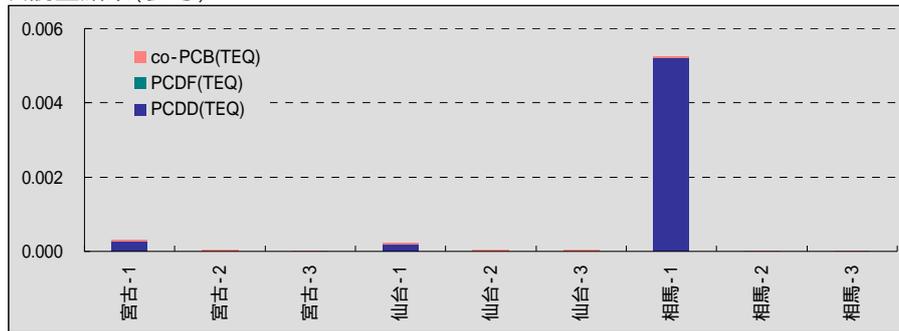


図2(4) 水質調査結果

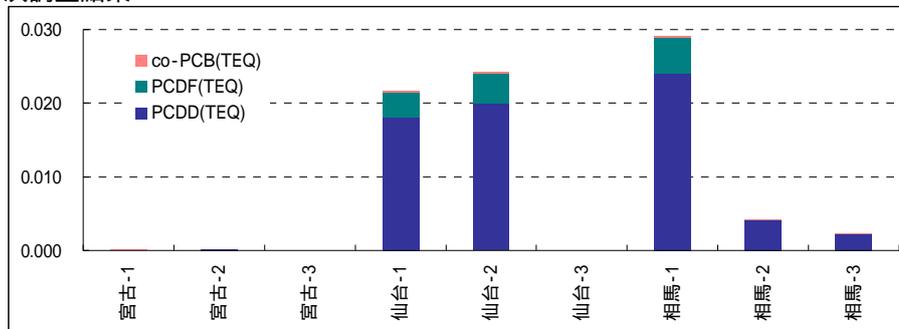
ダイオキシン類(表層: pg-TEQ/L)
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)



ダイオキシン類(底層: pg-TEQ/L)
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)

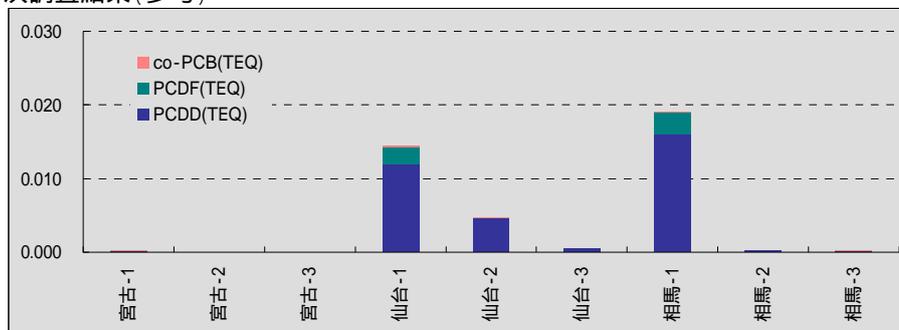
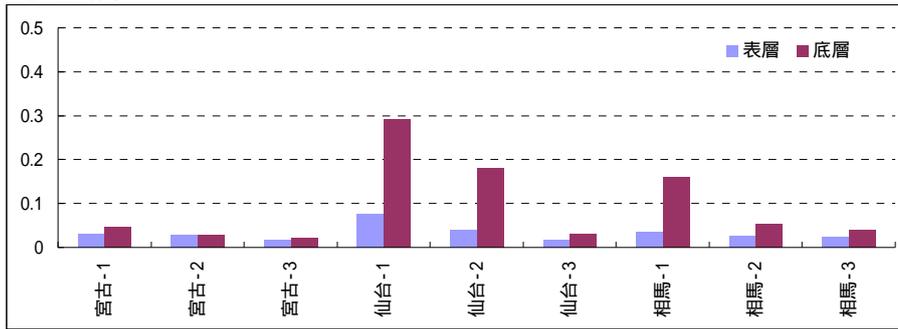


図2(5) 水質調査結果

炭化水素 (μg/L)
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)

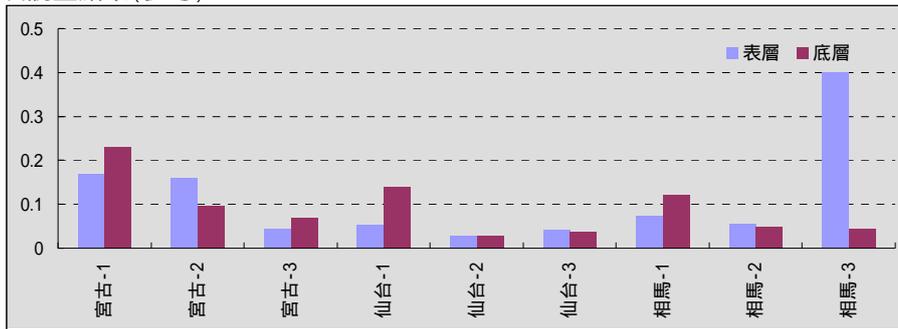
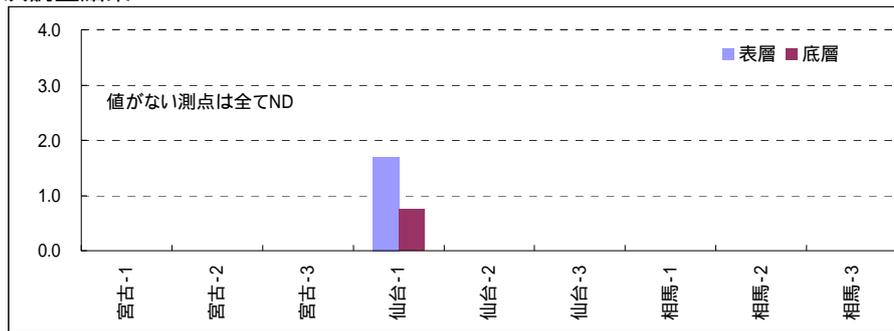


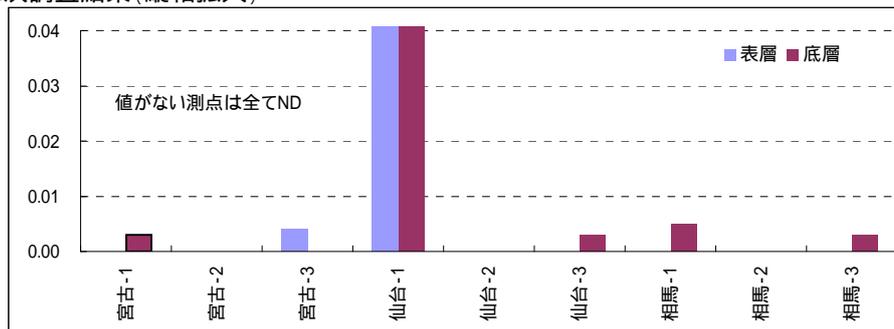
図2(6) 水質調査結果

PBDE(ng/L)
第2次調査結果



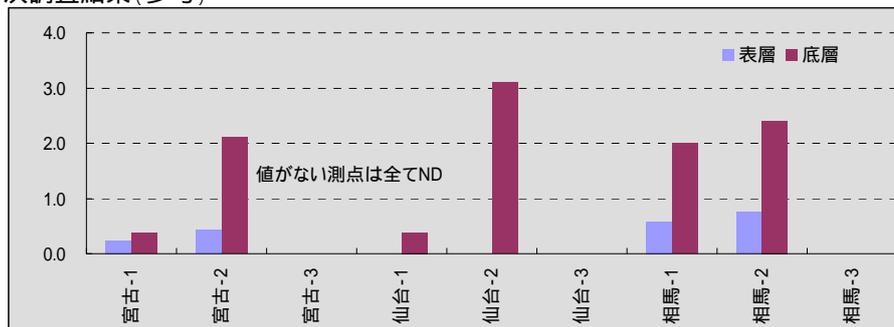
複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

第2次調査結果(縦軸拡大)



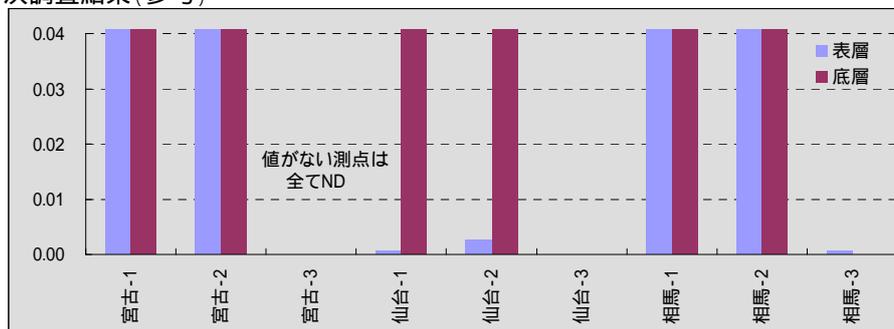
複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

第1次調査結果(参考)



複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

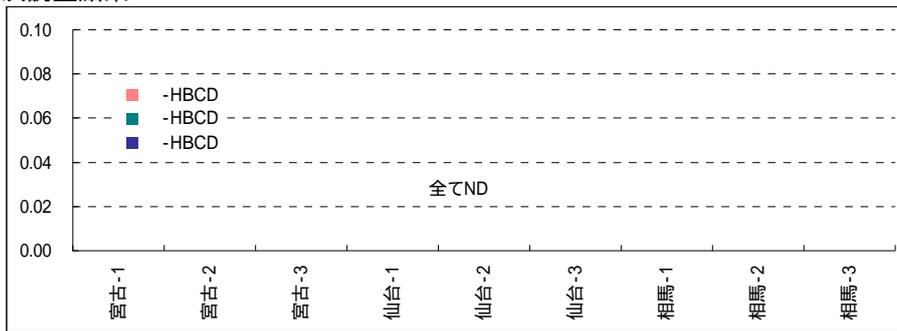
第1次調査結果(参考)



複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

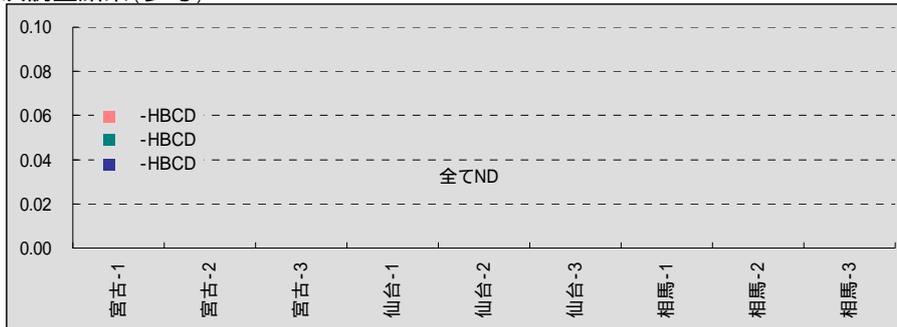
図2(7) 水質調査結果

HBCD(表層:ng/L)
第2次調査結果



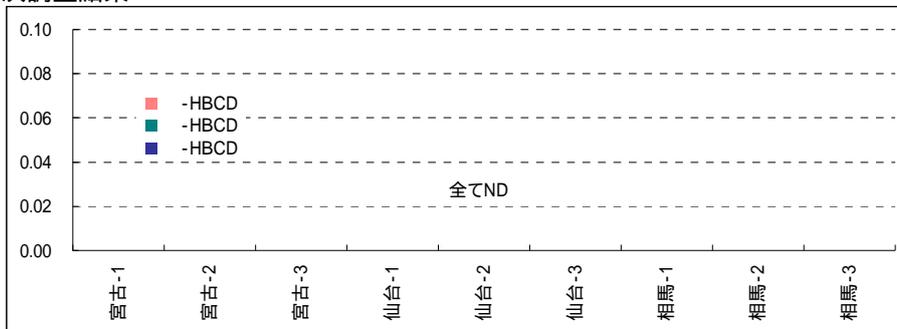
複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

第1次調査結果(参考)



複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

HBCD(底層:ng/L)
第2次調査結果



複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

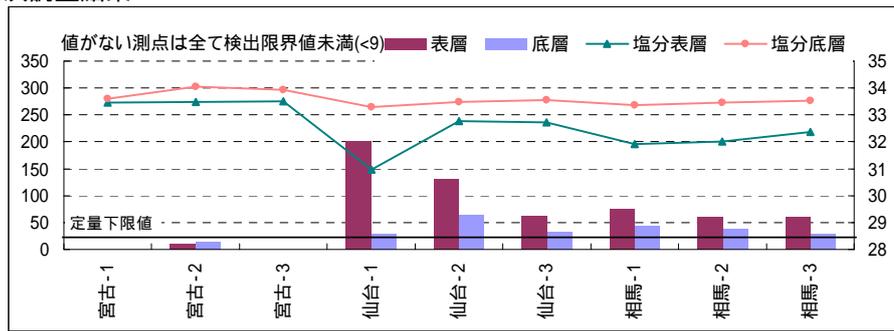
第1次調査結果(参考)



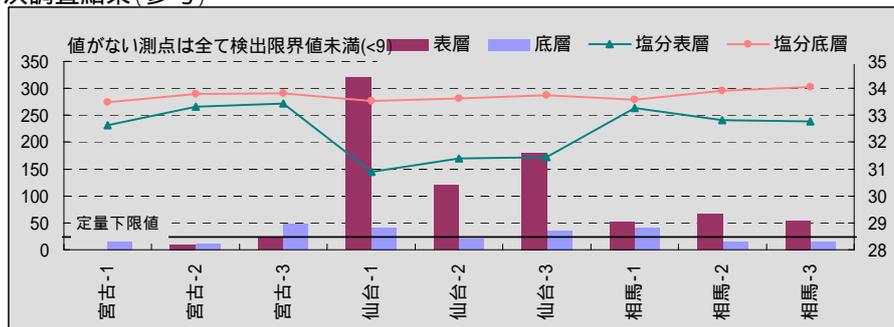
複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

図2(8) 水質調査結果

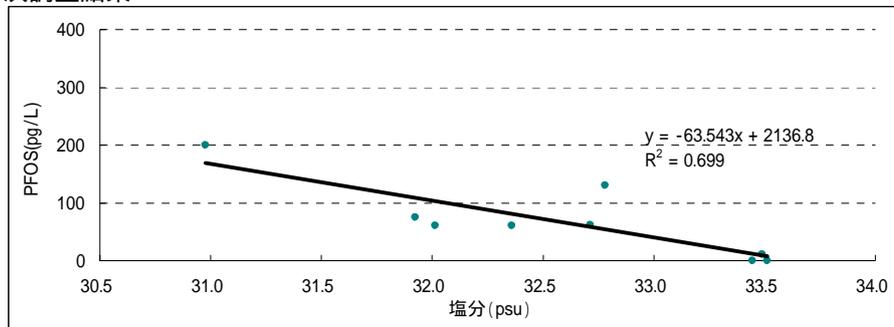
PFOS(pg/L)
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)



PFOS(表層)
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)

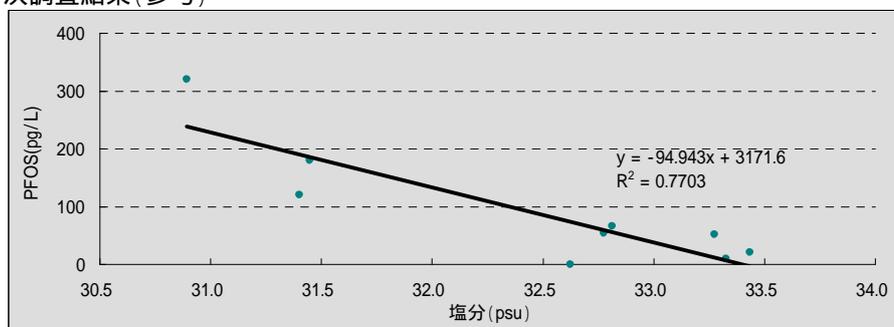
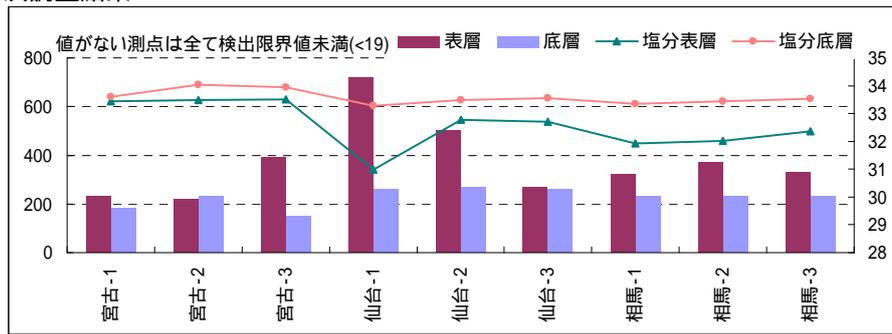
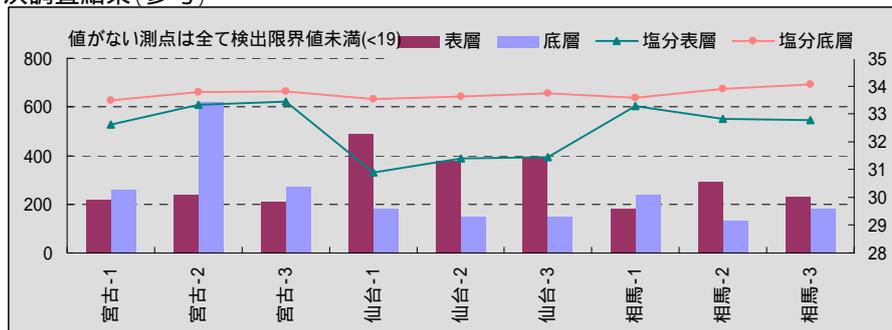


図2(9) 水質調査結果

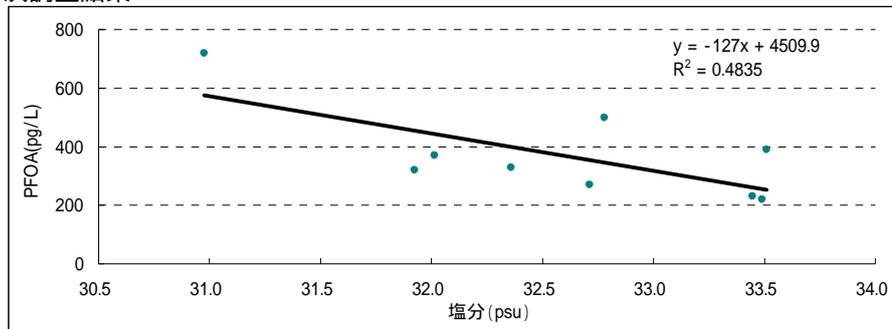
PFOA(pg/L)
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)



PFOA(表層)
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)

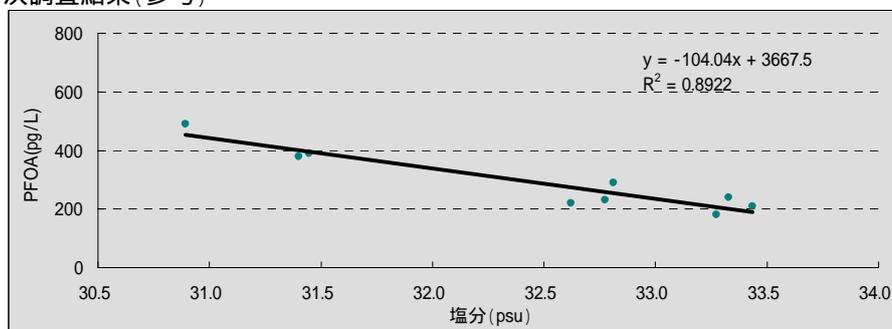
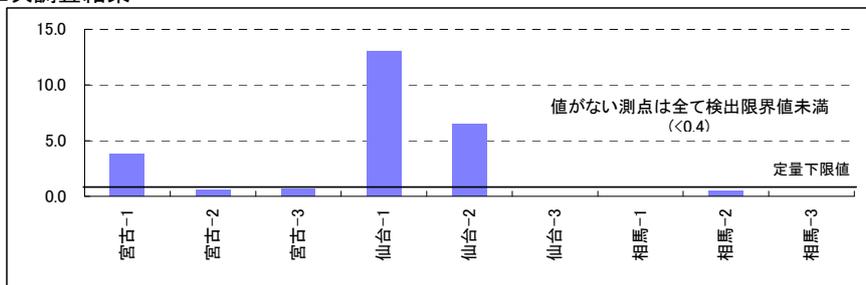
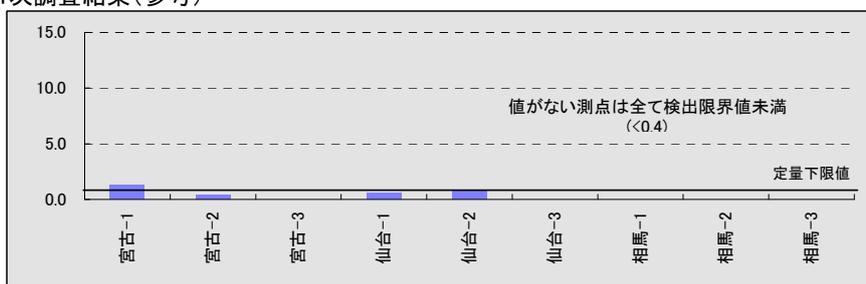


図2(10) 水質調査結果

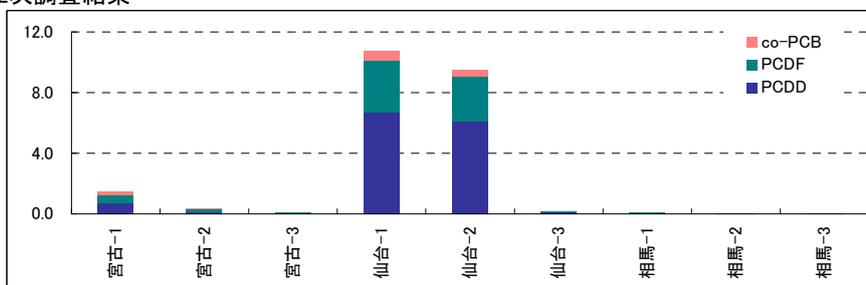
PCB(ng/g(dry))
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)



ダイオキシン類(pg-TEQ/g(dry))
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)

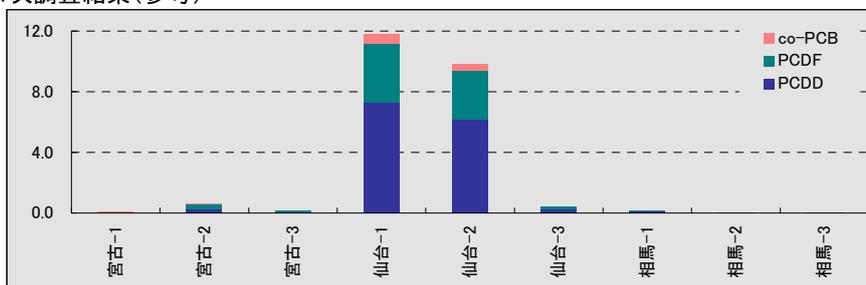
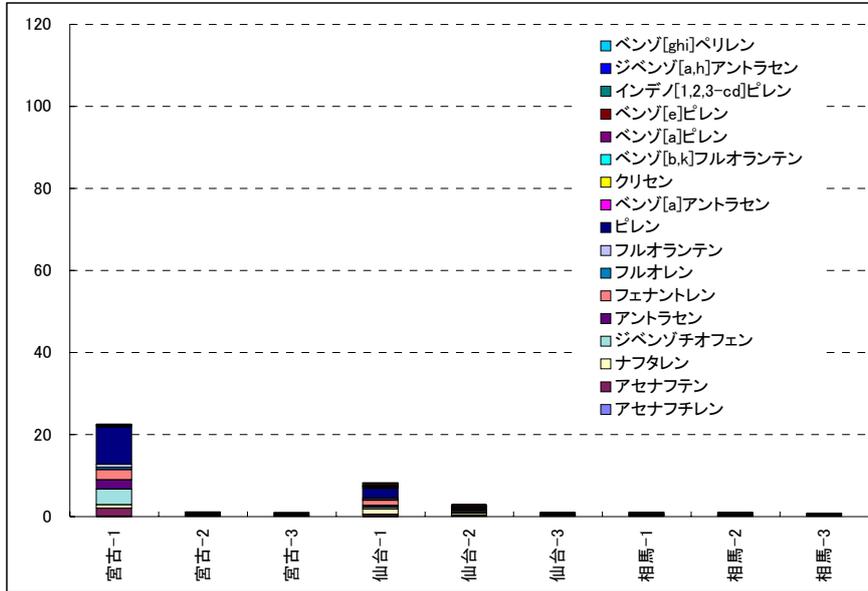


図3(1) 底質調査結果

多環芳香族炭化水素の組成 (ng/g(dry))
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)

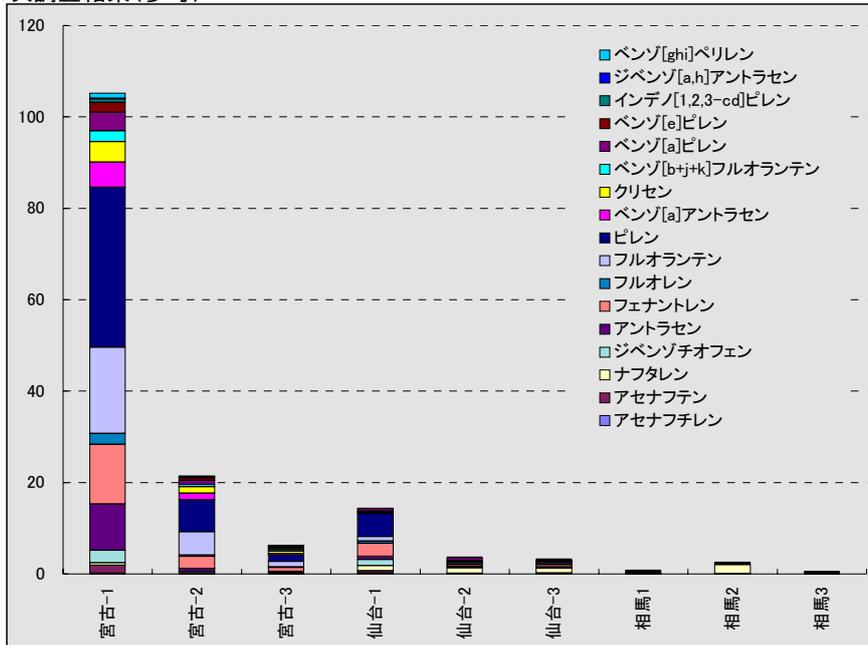
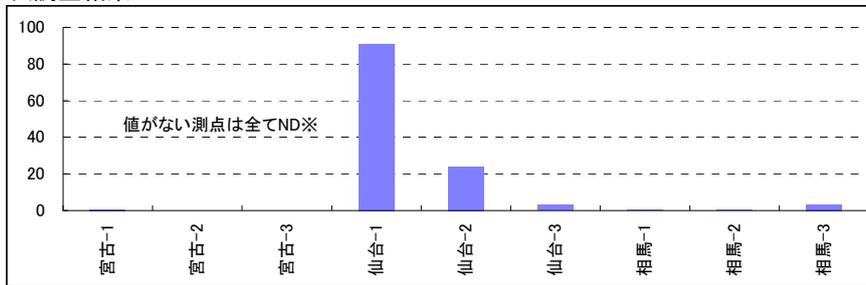


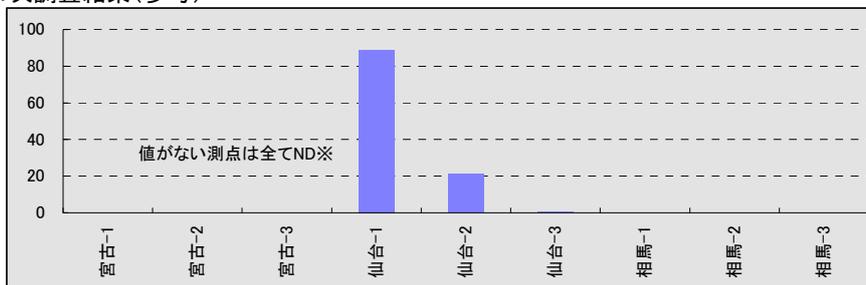
図3(2) 底質調査結果

PBDE (ng/g(dry))
第2次調査結果



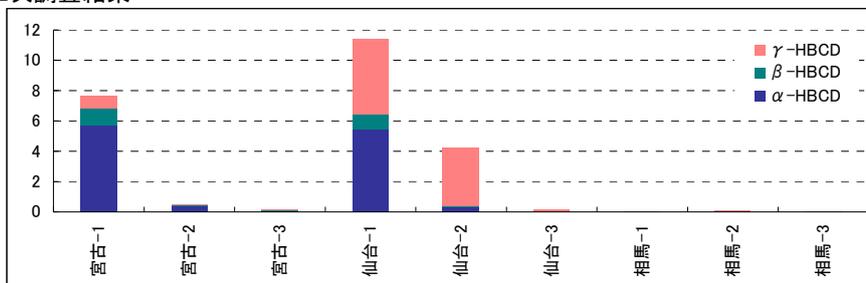
※複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

第1次調査結果(参考)



※複数の異性体・同族体が全て検出限界値未満の場合をNDと表記した。(検出限界値は異性体・同族体ごとに設定)

HBCD(ng/g(dry))
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)

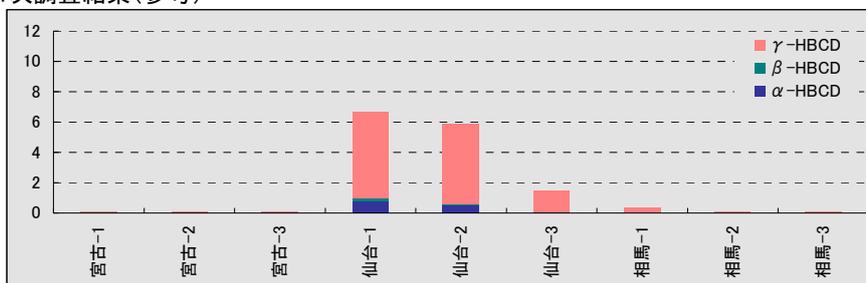
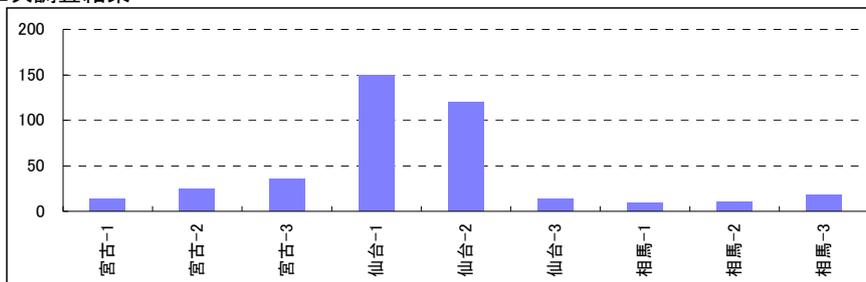
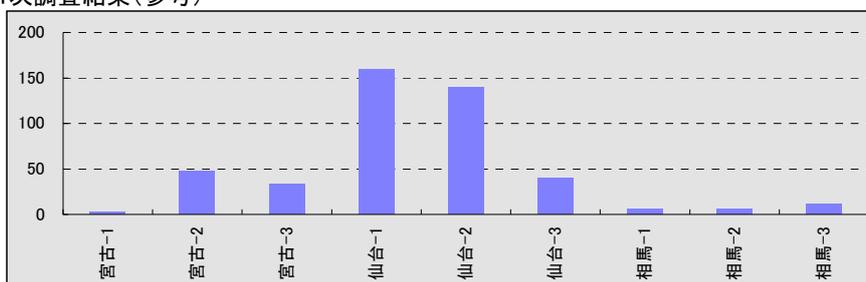


図3(3) 底質調査結果

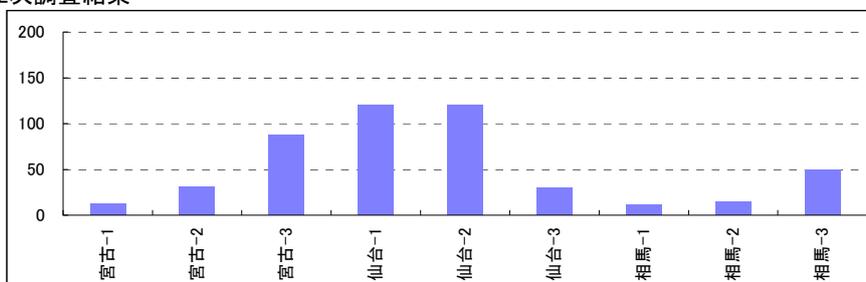
PFOS (pg/g(dry))
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)



PFOA (pg/g(dry))
第2次調査結果



第1次調査結果(参考)

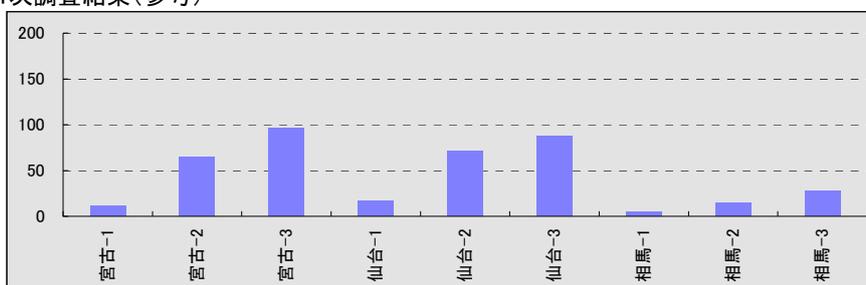


図3(4) 底質調査結果

表5 放射性セシウム及びストロンチウム測定結果

海水

測点	採取日	水深 m	採取層 m	セシウム134 (Cs-134) Bq/L	セシウム137 (Cs-137) Bq/L
宮古-1	平成23年8月30日	29	0.5	0.015	0.018
			27	0.0089	0.012
宮古-2	平成23年8月30日	99	0.5	0.0085	0.011
			99	0.0058	0.0079
宮古-3	平成23年8月30日	150	0.5	0.0043	0.0064
			148	0.0094	0.012
仙台-1	平成23年8月31日	17	0.5	0.18	0.22
			17	0.077	0.098
仙台-2	平成23年8月31日	28	0.5	0.18	0.21
			28	0.083	0.097
仙台-3	平成23年8月31日	40	0.5	0.082	0.10
			36	0.025	0.031
相馬-1	平成23年9月1日	20	0.5	0.18	0.22
			19	0.20	0.24
相馬-2	平成23年9月1日	31	0.5	0.13	0.15
			27	0.11	0.13
相馬-3	平成23年9月1日	43	0.5	0.12	0.14
			40	0.086	0.11

海底土

測点	採取日	水深 m	セシウム134 (Cs-134) Bq/kg(dry)	セシウム137 (Cs-137) Bq/kg(dry)	ストロンチウム90 ^{※1} (Sr-90) Bq/kg(dry)
宮古-1	平成23年8月30日	29	1.7	2.4	不検出
宮古-2	平成23年8月30日	99	2.3	2.4	不検出
宮古-3	平成23年8月30日	151	0.72	1.0	不検出
仙台-1	平成23年8月31日	17	38	46	0.17
仙台-2	平成23年8月31日	28	450	520	0.28
仙台-3	平成23年8月31日	40	31	35	不検出
相馬-1	平成23年9月1日	19	53	61	不検出
相馬-2	平成23年9月1日	31	95	110	不検出
相馬-3	平成23年9月1日	43	30	33	不検出

※1:検出限界値（約0.12Bq/kg(dry)）を下回る場合は不検出と記載。

水質汚濁に係る環境基準について

生活環境の保全に関する環境基準(生活環境項目)

ア

類型	利用目的の適応性	環境基準値(海域)		
		水素イオン濃度(pH)	化学的酸素要求量(COD)	溶存酸素量(DO)
		—	mg/L	mg/L
A	水産1級・水浴・自然環境保全及びB以下の欄に掲げるもの	7.8~8.3	≤2	7.5≤
B	水産2級・工業用水及びCの欄に掲げるもの	7.8~8.3	≤3	5≤
C	環境保全	7.0~8.3	≤8	2≤

- (注)1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
 2 水産1級：マダイ、ブリ、ワカメ等の水産生物用及び水産2級の水産生物用
 水産2級：ボラ、ノリ等の水産生物用
 3 環境保全：国民の日常生活(沿岸の遊歩等を含む。)において不快感を生じない限度

イ

類型	利用目的の適応性	環境基準値(海域)	
		全窒素	全リン
		mg/L	mg/L
I	自然環境保全及びⅡ以下の欄に掲げるもの(水産2種及び3種を除く。)	≤0.2	≤0.02
Ⅱ	水産1種・水浴及びⅢ以下の欄に掲げるもの(水産2種及び3種を除く。)	≤0.3	≤0.03
Ⅲ	水産2種及びⅣ以下の欄に掲げるもの(水産3種を除く。)	≤0.6	≤0.05
Ⅳ	水産3種・工業用水・生物生息環境保全	≤1	≤0.09

- 備考1 基準値は、年間平均値とする。
 2 水域類型の指定は、海洋植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある海域について行うものとする。
 (注)1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
 2 水産1種：水産1種：底生魚介類を含め多様な水産生物がバランス良く、かつ、安定して漁獲される
 水産2種：一部の底生魚介類を除き、魚類を中心とした水産生物が多獲される
 水産3種：汚濁に強い特定の水産生物が主に漁獲される
 3 生物生息環境保全：年間を通して底生生物が生息できる限度

ウ

類型	水生生物の生息状況の適応性	環境基準値(海域)
		全亜鉛
		mg/L
生物A	水生生物の生息する水域	≤0.02
生物特A	生物Aの水域のうち、水生生物の産卵場(繁殖場)又は幼稚仔の生育場として特に保全が必要な水域	≤0.01

ダイオキシン類による大気の汚染、水質の汚濁
(水底の底質の汚染を含む。)及び土壌の汚染に係る環境基準について(抜粋)

媒体	単位	基準値
水質 (水底の底質を除く。)	pg-TEQ/L	1以下
水底の底質	pg-TEQ/g	150以下

底質の暫定除去基準について

PCBを含む底質の暫定除去基準値(底質の乾燥重量当たり)(抜粋)

媒体	単位	基準値
底質	ppm	10以上

※魚介類のPCB汚染の推移をみて更に問題があるような水域においては、地域の実情に応じたより厳しい基準値を設定するよう配慮すること。