

平成 20 年度海洋環境モニタリング調査結果について（概要）

1. 背景と目的

環境省では、海洋環境保全施策の一環として、日本周辺海域における海洋の汚染状況の実態を総合的に把握するとともに、その汚染機構を解明するための基礎資料を得ることを目的として、「日本近海海洋汚染実態調査」（以下日本近海調査とする）を昭和 50 年度から平成 6 年度の 20 年間にわたり実施してきた。その後、環境基本法の成立（平成 5 年）、国連海洋法条約の発効（平成 8 年）、ロンドン条約議定書の採択（平成 8 年）等の国際的な海洋環境保全に係る動きなど日本近海調査の開始当初に比して大きく変化した海洋環境保全に係る国内外の状況に対応できるように、日本近海調査で得られた成果を基礎としつつ、フィージビリティ調査として「海洋環境保全調査」（平成 7～9 年度）を実施し、その結果等を踏まえ、平成 10 年 3 月に今後の海洋環境モニタリングのあり方を示した「海洋環境モニタリング指針」を取りまとめた。

平成 10 年度からは、上記指針に基づき、海洋環境モニタリング調査検討会（座長：中田英昭長崎大学教授）の指導の下、海洋環境モニタリング調査を実施した。同調査では、従来からの人の健康保護あるいは生活環境の保全に加え、海洋環境を保全する観点から、日本近海調査において従来対象とされてきた海水、堆積物、浮遊性プラスチック類等の他、生体濃度や生物群集を調査対象に追加し、汚染源に着目した陸域起源の汚染を対象とした調査と廃棄物等の海洋投入処分による汚染を対象とした調査を実施している。

なお、対象としている海域（排他的経済水域内）は非常に広大であり、すべての海域を単年度で調査することは困難であることから、日本周辺の海域を 8 年程度で一巡することを前提とした調査計画を立てている。これらの調査データを蓄積することにより、経年的な変化を捉えるとともに、日本周辺海域を一巡するごとに、海洋環境の実態について総合的な評価を行うこととしている。

平成 20 年度は、陸域起源の汚染負荷が海洋環境に及ぼしている影響を把握することを目的として「陸域起源の汚染を対象とした調査」を実施した。また、海洋投入処分海域において、堆積物の汚染状況及び生物群集への影響を把握することを目的として「廃棄物等の海洋投入処分による汚染を対象とした調査」を実施した。

2. 調査内容

平成 20 年度は、陸域起源の汚染を対象とした調査として、東京湾から沖合に延びる B 測線において、水質調査、底質調査、生物群集調査及びプラスチック類等調査を実施した（図 1）。生体濃度調査は親潮域、黒潮域、東シナ海域、日本海域で実施した（図 2）。

水質調査、底質調査、生体濃度調査ではそれぞれ、海水、海底の堆積物、海洋生物体内

における重金属類（カドミウムや水銀など）や有害性の高い有機化学物質（PCB やダイオキシン類など）などの濃度を測定している。

生体濃度調査は、沿岸の潮間帯・海底に生息する生物としてイガイ類、沿岸の海底付近に生息する生物として底生性サメ類、沖合の表層付近に生息する生物としてイカ類、沖合の中層から底層にかけて生息する生物としてタラ類、沖合の海底付近に生息する生物として甲殻類を、それぞれの海域・水深における生物相を代表する生物として選定している（図 2）。平成 20 年度は、このうちイガイ類、底生性サメ類を対象とし、採取または買い取りにより入手した。測定項目は表 1 のとおりである。但し、本調査において、有明海のイガイ類は入手できなかったため、カキ類を対象とした。

生物群集調査では、海底で生活する微小生物（学術的にメイオベントスに分類される生物）を対象として、その種類組成などの変化を調べている。

プラスチック類等調査では、海面を漂流するプラスチック類等のゴミが、沿岸から沖合に向かってどのように分布しているかを把握している。

また、廃棄物等の海洋投入処分による汚染を対象とした調査として、房総・伊豆沖合の海洋投入処分海域の排出海域の中心点の測点（Y-718）及び、同等の水深帯の対照点（Y-718NW、Y-718SE）において、底質調査及び生物群集調査を実施した（図 1）。

3. 調査結果の概要

3.1 陸域起源の汚染を対象とした調査

(1) 水質調査結果（図 3）

重金属類は、カドミウムは B-4 で最も高くなっていた。鉛、銅、総水銀については沿岸の B-1 で最も高く、沖合で低くなっていた。なお、総水銀の値が日本近海調査よりも全体的に低くなっているのは、環境中の濃度が減少したというよりは、主として分析時のコンタミネーション（汚染）が減少したためと考えられる。

PCB は、いずれの測点も概ね同程度の値であった。全体的に日本近海調査の結果よりも低くなっているのは、主として分析法の改良によるものと考えられる。HCH は沿岸の B-1 で最も高く、沖合にかけて低くなる傾向が見られた。ダイオキシン類についても同様であり、沿岸域から沖合にかけて低くなっていた。HCH 及びダイオキシン類の値は、過去の本モニタリング調査の値と概ね同等の値であった。

有機スズ化合物は、TBT、TPT、DPT が全ての測点で検出限界値（1 ng/L）未満であった。その他の物質のうちブチルスズ化合物については沖合の B-7 で最も高くなっていた。またフェニルスズ化合物については、沿岸の B-1 で最も高くなっていた。ブチルスズ化合物の値は、過去の本モニタリング調査と概ね同等の値であった。一方、フェニルスズ化合物の値は、過去の本モニタリング調査に比べて高くなっていたが、これは、平成 16 年度以降回収率による補正を行うようになり、回収率が低かった *mono*-体が特に

高く検出されるようになったためと考えられ、これを考慮すると概ね同様のレベルであると言える。

炭化水素は、沿岸の B-1 で最も高く、沖合にかけて低くなる傾向が見られた。これらの値は、日本近海調査および過去の本モニタリング調査の値とほぼ同等の値、もしくはそれよりも低い値であった。

なお、今回得られた結果のうち、海水中のカドミウム、鉛、総水銀、PCB、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、およびダイオキシン類については、環境基準が設定されている。これらの基準と本モニタリング結果を比較すると、すべての項目で基準値以下となっていた（表2）。

(2) 底質調査結果（図4）

カドミウム、鉛、総水銀及び全クロムについては、粒径の小さい B-1 で最も高く、粒径の大きい B-3 で最も低くなった。銅は B-7 で最も高く、B-3 で最も低くなった。

PCB は、B-1～B-4 にかけては沿岸域から沖合域にかけて減少する傾向が見られた。B-5 では、B-1 と同程度の値を示しており、B-5～B-7 では過去の値よりも高くなっていた。平成 15 年度よりマルチプルコアラーを用いた採泥方法に変更したことで、表層を乱さずに採泥できるようになり、より正確な濃度を把握することが可能となったことが一つの要因と考えられる。後述するとおり、いずれも暫定除去基準を下回っており、問題となるレベルではない。

ダイオキシン類及びブチルスズ化合物は、PCB と同様に B-1～B-4 にかけて減少する傾向が見られた。B-1～B-4 では過去の調査と概ね同様の値であった。一方、B-5～B-6 では過去の調査と比較して高くなっていた。沖合で過年度よりも高くなっていた要因の一つは、上述のとおり、採泥方法の変更と考えられる。ダイオキシン類については後述するとおり、いずれも基準値を下回っており、問題となるレベルではない。ブチルスズ化合物については、環境省「化学物質環境実態調査」の平成 17 年度調査結果の範囲内（TBT：1.0～590ng/g(dry)、DBT：1.4～750ng/g(dry)、MBT：0.87～150ng/g(dry)）であった。

フェニルスズ化合物については、B-2 で最も高く、B-7 で最も低い値を示し、全ての測点において *mono*-体の割合が非常に高くなっていた。これは、平成 16 年度以降回収率による補正を行うようになり、*di*-体、*tri*-体に比べて回収率が低かった *mono*-体が特に高く検出されるようになったためと考えられ、これを考慮すると概ね同様のレベルであると言える。これらの値は環境省「化学物質環境実態調査」の平成 17 年度調査結果の範囲内（TPT：<0.03～420ng/g(dry)、DPT：<0.02～74ng/g(dry)、MPT：<0.1～280ng/g(dry)）であった。

ベンゾ(a)ピレンは、PCB、ダイオキシン類、有機スズ化合物と同様に、B-1～B-4 にか

けて減少し、B-5 で高くなる傾向が見られた。これらは過去の B 測線の結果と比較すると、概ね高い値となっていた。また、他の測線を含めて比較すると、B 測線の値は全体的に高い値であった。一方、これらの値は環境省「化学物質環境実態調査」の平成 14 年度調査結果の範囲内 (3.6~1200ng/g(dry)) であった。簡易リスク評価によると、直ちに人の健康に影響を及ぼす濃度ではないと評価された。

直鎖アルキルベンゼンについては、B-4 で最も高く、B-3 で最も低くなっていた。これらの値は、B 測線における過去の調査結果に比べて高かった。本年度の調査で最も高かった B-4 の値は、過去の海洋環境モニタリング調査における最高値 (H14 年度の B-1) の概ね 2 倍のレベルであった。直鎖アルキルベンゼンの慢性毒性に関する情報は得られなかったが、急性毒性 LD50 は 5000mg/kg 以上 (ラット、経口) であり (石油化学工業協会, 1998)、毒性は低いと言えることから、問題のないレベルと考えられる。

コプロスタノール、*epi*-コプロスタノール、コレステロール及びコレスタノールは、沿岸域で高く、沖合にかけて低くなる傾向が見られた。コプロスタノールは過年度の調査と同等のレベルであった。*epi*-コプロスタノールおよびコレスタノールは B-3~5 において過年度の調査よりも高いレベルであった。コレステロールについては、いずれの測点においても過年度の調査よりも高いレベルであった。

PBDE は、B-1 で最も高く (37 ng/g(dry))、B-3 で最も低い値 (0.6 ng/g(dry)) を示した。HBCD は、B-3 では検出限界値未満であり、B-7 で最も高い値 (2.7 ng/g(dry)) を示した。これらは、既存の文献 (Minh et al., 2007) で検出された濃度と同程度であった (PBDE : 0.94~88.6 ng/g(dry)、HBCD : 0.11~2.1 ng/g(dry))。なお、平成 19 年度調査では、日本海西部において、沖合域としては高い濃度の PBDE 及び HBCD が検出されたが、簡易リスク評価によると、いずれも人の健康にただちに影響を及ぼす濃度ではないと評価された。今回東京湾の調査で検出された値は、PBDE では平成 19 年度の日本海西部における調査結果と概ね同等、HBCD では日本海西部の最高値 (410 ng/g(dry)) の約 100 分の 1 以下のレベルであった。

PFOS 及び PFOA は、いずれも B-1 で最も高い値を示し (PFOS : 0.6 ng/g(dry)、PFOA : 0.2 ng/g(dry))、B-3 より沖合では検出されなかった。いずれの物質も過去に海洋環境モニタリング調査において対象としていなかった物質である。PFOS は環境省「化学物質環境実態調査」で平成 17 年度に検出された濃度 (0.065~0.41 ng/g(dry)) よりも高かった。PFOA は、同調査で平成 17 年度に検出された濃度 (<0.024~1.3 ng/g(dry)) の範囲内であった。簡易リスク評価によると、いずれも直ちに人の健康に影響を及ぼす濃度ではないと評価された。

なお、今回得られた結果のうち、堆積物中の水銀と PCB については底質の暫定除去基準が、ダイオキシン類については環境基準が設定されているが、これらの基準と本モニタリング結果を比較すると、すべての項目で基準値以下となっていた (表 3)。

(3) 生体濃度調査結果 (図 5)

海洋環境モニタリング調査の特徴の一つが、海洋生物体内の重金属類や有機化学物質などの濃度を調べる生体濃度調査の実施である。重金属類や有機化学物質の中には、海水や底質よりも生物体内に蓄積される性質のものがある。これらの物質が海水や底質を分析しても検出できない程度のわずかな量しか存在しない場合であっても、生物を試料とすることで検出できる場合もあり、生体濃度調査は極微量の重金属類や有機化学物質が海洋環境の中でどの様に分布しているのかについて現状を把握するための有効な手段である。

重金属類や有機化学物質は、筋肉よりも肝臓に高濃度に蓄積されやすい性質があるため、これらがより高感度に検出できるように、底生性サメ類については肝臓を分析部位とした (PCB とダイオキシン類については、他の調査との比較のため、肝臓だけでなく筋肉も同時に分析している)。イガイ類およびカキ類については軟体部を分析部位とした。

有明海のカキ類の銅は、イガイ類で検出された銅濃度よりも高い濃度で検出された。銅はカキ類において顕著に蓄積されることが知られている (柴田ら、1989) ことから、生物種差が現れたものと考えられる。有明海のサメ類のダイオキシン類は、過去の調査と比較して高い濃度で検出されたが、全海域の過去のサメ類のダイオキシン類濃度の検出範囲内であった。一部の調査海域において底生性サメ類のフェニルスズ化合物の値が、これまでの同一海域同一生物種の検出範囲を超える値にて検出されたが、これは回収率による補正により、回収率の低い *mono*-体が今までよりも高くなったためと考えられる。全体的な傾向としては、過去 10 年間の値と同等の値を示しており、汚染の進行は特に認められなかった。

なお、筋肉もしくは軟体部の PCB (検出範囲 : 2.7~9.7 ng/g(wet)) は、環境省「平成 19 年度化学物質環境実態調査」の結果の範囲内に、ダイオキシン類 (検出範囲 : 0.051~0.92 pg-TEQ/g(wet)) については、環境庁「平成 10 年度ダイオキシン類緊急全国一斉調査結果」等の結果の範囲内であった。

また、重金属類については簡易リスク評価を実施したところ、いずれもただちに人の健康に影響を及ぼすことはないと評価された。さらに、水銀及び PCB は魚介類に対して暫定的規制値が設定されている (水銀 : 0.4ppm、PCB : 0.5~3ppm ; 厚生労働省)。イガイ類及びカキ類の水銀、イガイ類、カキ類及びサメ類 (筋肉) の PCB について基準と比較すると、いずれも基準を下回っていた。

(4) 生物群集調査結果 (図 6)

個体数は B-3 で最も多く約 3,100 個体/10 cm³ となっており、B-7 で最も少なく約 400

個体/10 cm³となっていた。線虫類の個体数とカイアシ類の個体数の比 (N/C 比) は、B-2 で他の測点よりも高い値を示した。堆積物中の硫化物が B-1 及び B-2 において高くなっていたこと、さらに千葉県水産総合研究センター (2008) によると、B-1 及び B-2 の周辺において重度の貧酸素水塊が生じていたことから、B-1 及び B-2 は貧酸素環境により生物群集の個体数が少ない、もしくは N/C 比が高くなったことが考えられる。一方で、その他の測点については、富栄養化等による影響はほとんど起きていないと評価された。

(5) プラスチック類等調査 (図 7)

採取個数は B-1 で多く (142 万個/km²)、主な採取物は薄膜状プラスチックであった。B-1 以外では、B-2、B-7 で多くなっていた (60~73 万個/km²)。また、レジンペレットは B-2 及び B-7 でのみ採取された。採取重量は B-2 で飛びぬけて大きく (約 14,200 g/km²)、ビニール袋を含む薄膜状プラスチックが約 9,900 g/km²を占めていた。B-2 を除いた全ての測点でプラスチック製品の破片の割合が高かった。

B-2 においては、陸上植物の破片が多く採取されたことから、河川からの流入水の影響のある地点であったことが考えられる。

3.2 廃棄物等の海洋投入処分による汚染を対象とした調査

(1) 底質調査結果 (図 8)

堆積物中の有機物の指標となる全有機態炭素、全窒素、全リンは、いずれの測点も概ね同程度の値であった。硫化物は、投入点 Y-718 で最も高く (0.6 mg/g)、Y-718SE では検出限界値未満であった。

重金属については、投入点 Y-718 と対照点の少なくとも一方は概ね同程度であった。PCB 及びダイオキシン類についても、投入点 Y-718 と対照点 Y-718NW は概ね同程度の値であった。

ブチルスズ化合物及びフェニルスズ化合物は、対照点と比較して投入点 Y-718 において低くなっていた (ブチルスズ化合物 : 7.9 ng/g(dry)、フェニルスズ化合物 : 3.1 ng/g(dry))。

ベンゾ (a) ピレン及び直鎖アルキルベンゼンは、投入点 Y-718 において対照点と比較して 2 倍以上の濃度で検出された (ベンゾ (a) ピレン : 260 ng/g(dry)、直鎖アルキルベンゼン : 470 ng/g(dry))。これは B-6、B-7 と比較しても高い濃度であった。

コプロスタノール、epi-コプロスタノール、コレステロール、コレスタノールについては対照点 Y-718NW において最も高かった。これは B-6、7 の濃度と概ね同程度であった。

(2) 生物群集調査結果 (図 9)

個体数は投入点 Y-718 で最も多く 634 個体/10 cm³であった。また、N/C 比はいずれの測点においても 20 未満の値であり、投入処分による生物群集への影響はなかった。

3.3 まとめ

今回の調査では、陸域起源の汚染を対象とした調査のうち底質調査において、PCB やダイオキシン類などが B-5 から沖合域にかけて、過去の調査結果と比較して高くなっていた。また、臭素系難燃剤である HBCD が沖合域において東京湾内の測点よりも高い濃度で検出された。生体濃度調査においては、過去の調査と比較して特段の汚染の進行は認められなかった。また、生物群集調査においては、東京湾奥の測点において、重度の貧酸素環境による生物群集への影響が見られた。

廃棄物等の投入処分による汚染を対象とした調査では、房総・伊豆沖合の投入処分海域においてベンゾ (a) ピレン及び直鎖アルキルベンゼンが高く検出された。調査海域周辺では、過去に下水汚泥及び一般水底土砂が投入処分された実績があり、その影響が今回、調査対象とした投入処分地点にまで及んでいた可能性も考えられる。発生源の特定には更なる検討が必要であり、今後とも注視する必要があると考えられる。また、重金属類、PCB、ダイオキシン類等については、特段高濃度で検出されず、投入点と対照点を比較しても概ね同程度の濃度であった。

他の測点と比較して高い濃度で検出された物質について、簡易リスク評価を実施したところ、ただちに人健康に対して影響を及ぼす濃度ではないことが明らかになったものの、悪化しないことを確認するために今後も継続した調査が必要である。

4.海洋環境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
小城 春雄	北海道大学水産学部名誉教授
岸本 秀人	海上保安庁海洋情報部環境調査課海洋汚染調査室長
白山 義久	京都大学フィールド科学教育研究センター長
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	長崎大学大学院生産科学研究科長
西田 周平	東京大学海洋研究所浮遊生物分野教授
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 副センター長
牧 秀明	独立行政法人 国立環境研究所 水圏環境研究領域海洋環境研究室 主任 研究員

注：検討員・所属は平成21年度現在のもの

取りまとめ：日本エヌ・ユー・エス株式会社

試料採取等：株式会社環境総合テクノス

化学分析：株式会社環境科学コーポレーション

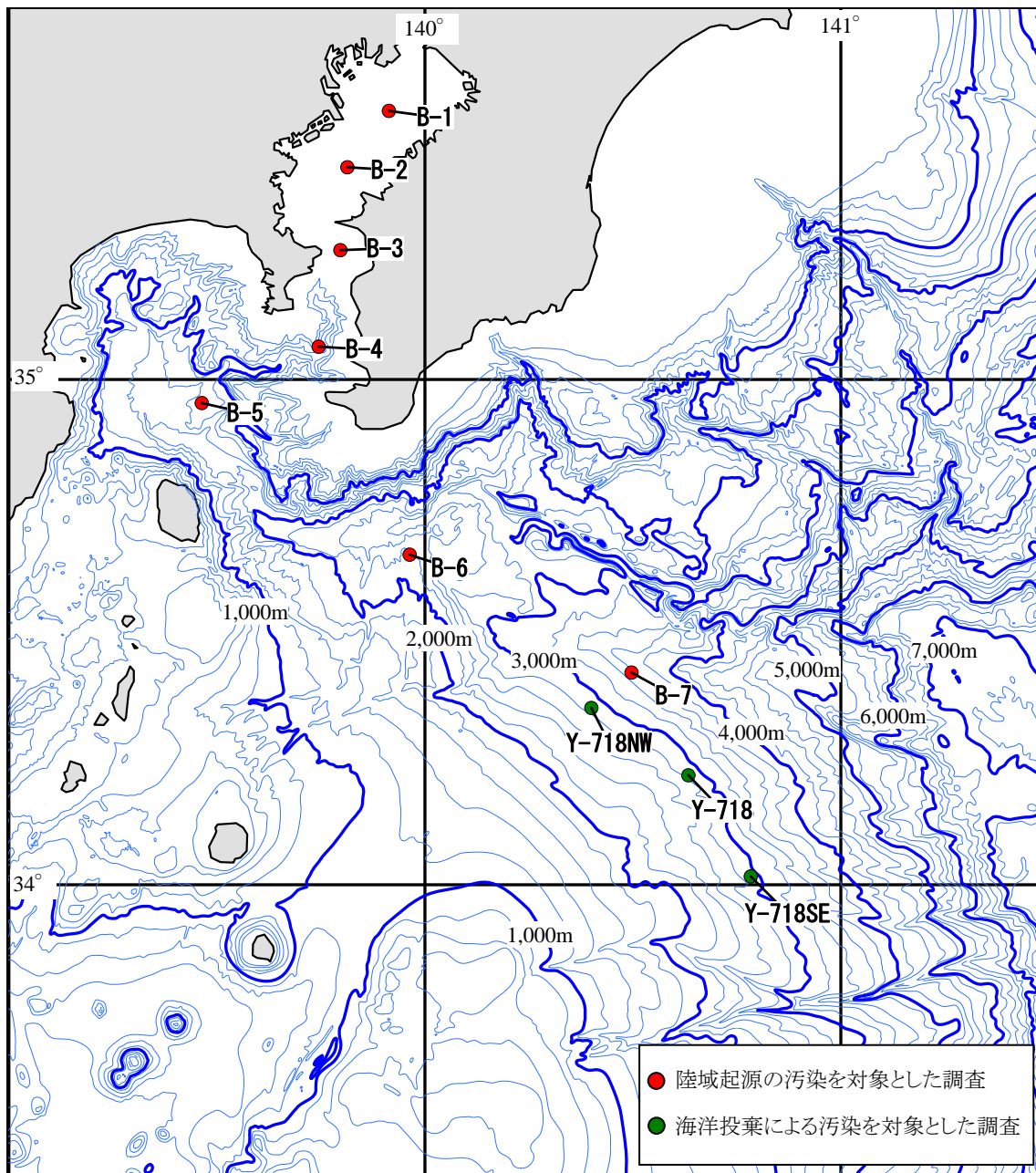
帝人エコ・サイエンス株式会社

5.略語説明

Co-PCB：コプラナーポリ塩化ビフェニル	PCDD：ポリ塩化ジベンゾーパラージオキシン
DBT：ジブチルスズ	PCDF：ポリ塩化ジベンゾフラン
DPT：ジフェニルスズ	PeCDD：五塩化ジベンゾーパラージオキシン
HBCD：ヘキサブロモシクロドデカン	PeCDF：五塩化ジベンゾフラン
HpCDD：七塩化ジベンゾーパラージオキシン	PFOA：ペルフルオロオクタン酸
HpCDF：七塩化ジベンゾフラン	PFOS：ペルフルオロオクタンスルホン酸
HxCDD：六塩化ジベンゾーパラージオキシン	TBT：トリブチルスズ
HxCDF：六塩化ジベンゾフラン	TeCDD：四塩化ジベンゾーパラージオキシン
MBT：モノブチルスズ	TeCDF：四塩化ジベンゾフラン
MPT：モノフェニルスズ	TEF：毒性等価係数
OCDD：八塩化ジベンゾーパラージオキシン	TEQ：毒性等量
OCDF：八塩化ジベンゾフラン	TOC：全有機態炭素
PBDE：ポリ臭素化ジフェニルエーテル	TPT：トリフェニルスズ
PCB：ポリ塩化ビフェニル	

6.引用文献

- 環境庁（1976～1995）：「昭和50年度～平成6年度日本近海海洋汚染実態調査」
- 環境庁（1998）：「海洋環境モニタリング調査指針等作成調査」
（指針部分は、環日本海環境協力センター 編（2000）：「海洋環境モニタリング指針」大蔵省印刷局、として市販されている。）
- 環境庁（1999）：「平成10年度ダイオキシン類緊急全国一斉調査結果について」
- 環境省（2006）：「平成17年度版 化学物質環境実態調査－化学物質と環境」
- 環境省（2007）：「平成18年度版 化学物質環境実態調査－化学物質と環境」
- 厚生労働省（1972）：「食品中に残留するPCBの規制について」（昭和47年8月24日、環食第442号）
- 厚生労働省（1973）：「魚介類の水銀の暫定的規制値について」（昭和48年7月23日、環乳第99号）
- 柴田康之、植弘崇嗣、森田昌敏（1989）：「二枚貝中に含まれる各種元素の濃度」、環境庁国立公害研究所「ムラサキイガイ等の二枚貝中に含まれる微量元素及び有機汚染物質」35-68.
- 石油化学工業協会（1998）：製品安全データシート アルキルベンゼン
<http://www.jpca.or.jp/61msds/j7cb36.htm>
- 千葉県水産総合研究センター（2008）：「貧酸素水塊速報 平成20年8月26日観測結果」及び「貧酸素水塊速報 平成20年9月1日観測結果」
<http://www.pref.chiba.lg.jp/laboratory/fisheries/04jouhou/04tkod/04tkodflame.html>
- Minh, N.H. et al. (2007) : Spacial distribution and vertical profile of polybrominated diphenyl ethers and hexabromocyclododecanes in sediment core from Tokyo Bay, Japan. *Environmental Pollution* **148**, 409-417.



(水深は200mピッチ)

図1 平成20年度海洋環境モニタリングの調査位置

※生体濃度調査を除く

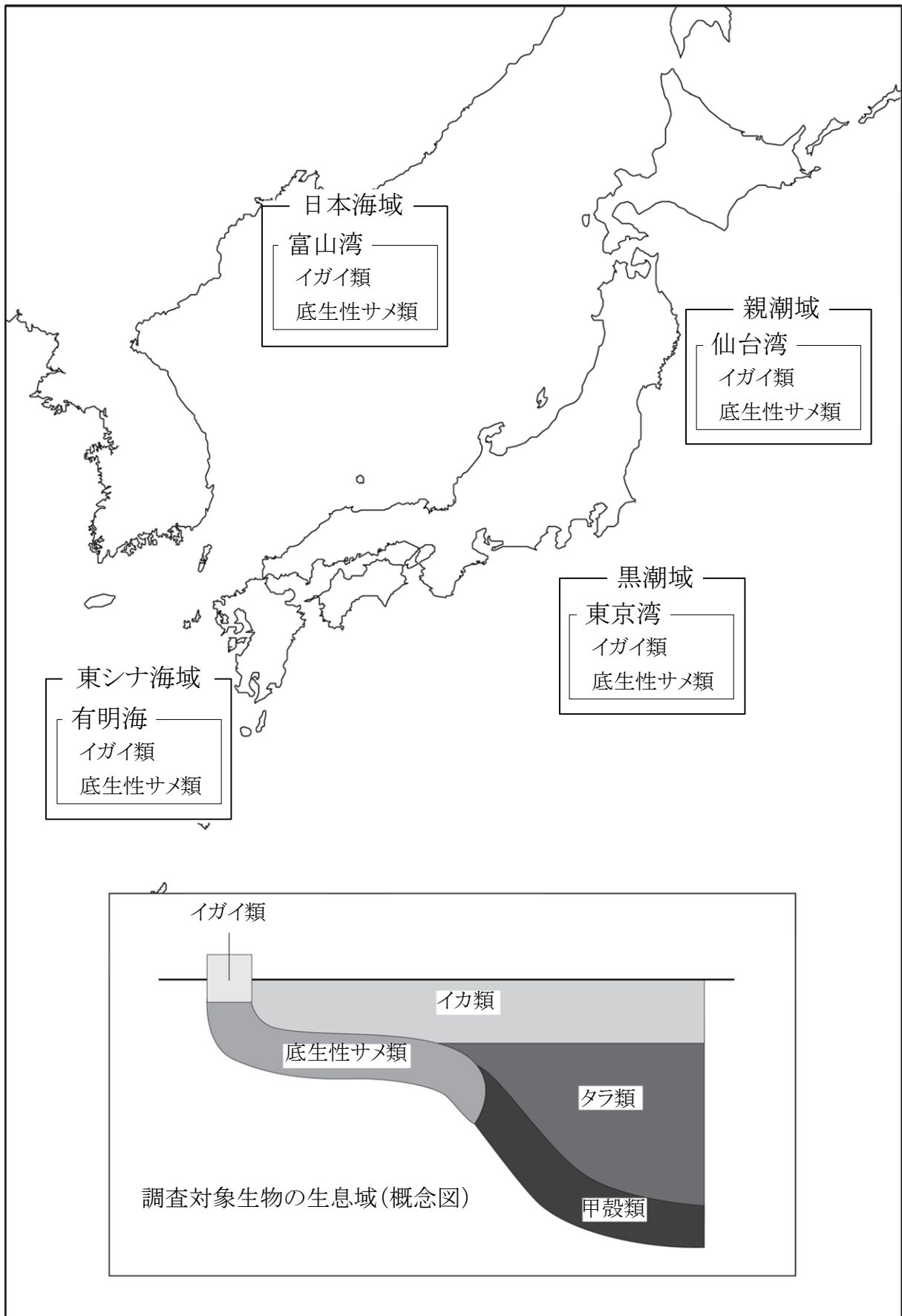


図2 平成20年度海洋環境モニタリング（生体濃度調査）の調査位置図

表 1 各調査の測定項目

①陸域起源の汚染を対象とした調査における測定項目

	水質調査	底質調査	生体濃度調査
一般項目	水温、塩分、溶存酸素、pH、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、リン酸性リン、溶存ケイ酸、クロロフィル <i>a</i>	粒度組成、水分含有率、全有機態炭素、全窒素、全リン、硫化物	種同定、性別、全長等、湿重量、脂質量
重金属類	カドミウム、鉛、銅、総水銀、全クロム（鉛は水質及び底質調査のみ、全クロムは底質調査のみ）		
有機塩素化合物	ポリ塩化ビフェニル（PCB） ヘキサクロロシクロヘキサン（HCH）類： α -HCH、 β -HCH（HCH類は水質調査のみ）		
ダイオキシン類	ポリクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン（PCDD）・・・ TeCDD：1,3,6,8-TeCDD、1,3,7,9-TeCDD、2,3,7,8-TeCDD、PeCDD：1,2,3,7,8-PeCDD、HxCDD：1,2,3,4,7,8-HxCDD、1,2,3,6,7,8-HxCDD、1,2,3,7,8,9-HxCDD、HpCDD：1,2,3,4,6,7,8-HpCDD、OCDD ポリクロロジベンゾフラン（PCDF）・・・ TeCDF：1,3,6,8-TeCDF、2,3,7,8-TeCDF、PeCDF：1,2,3,7,8-PeCDF、2,3,4,7,8-PeCDF、HxCDF：1,2,3,4,7,8-HxCDF、1,2,3,6,7,8-HxCDF、1,2,3,7,8,9-HxCDF、2,3,4,6,7,8-HxCDF、HpCDF：1,2,3,4,6,7,8-HpCDF、1,2,3,4,7,8,9-HpCDF、OCDF コプラナ-ポリクロロビフェニル（co-PCB）・・・ 3,3',4,4'-TeCB（#77）、3,4,4',5-TeCB（#81）、3,3',4,4',5-PeCB（#126）、3,3',4,4',5,5'-HxCB（#169）、2,3,3',4,4'-PeCB（#105）、2,3,4,4',5-PeCB（#114）、2,3',4,4',5-PeCB（#118）、2',3,4,4',5-PeCB（#123）、2,3,3',4,4',5-HxCB（#156）、2,3,3',4,4',5'-HxCB（#157）、2,3',4,4',5,5'-HxCB（#167）、2,3,3',4,4',5,5'-HpCB（#189）		
有機スズ化合物	トリブチルスズ（TBT）、ジブチルスズ（DBT）、モノブチルスズ（MBT）、トリフェニルスズ（TPT）、ジフェニルスズ（DPT）、モノフェニルスズ（MPT）		
炭化水素	炭化水素（HC）	ベンゾ(a)ピレン	－
臭素系難燃剤	－	ポリ臭素化ジフェニルエーテル（PBDE）、ヘキサプロモシクロドデカン（HBCD： α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD）	－
有機フッ素化合物		PFOS、PFOA	
マーカ	－	直鎖アルキルベンゼン、コプロスタノール類：コプロスタノール、 <i>epi</i> -コプロスタノール、コレスタノール、コレステロール	－

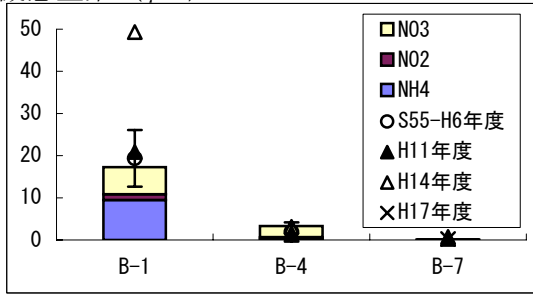
注 1：co-PCB の（ ）内の番号は IUPAC（国際純正及び応用化学連合）No.を示す。

②廃棄物等の海洋投入処分による汚染を対象とした調査における測定項目

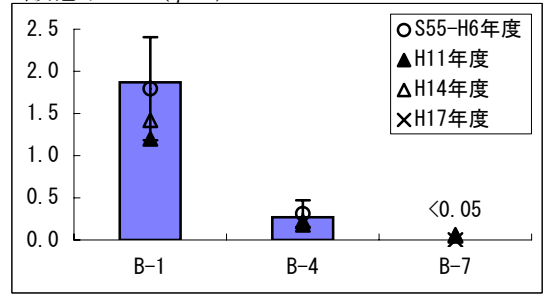
	底質調査
一般項目	粒度組成、水分含有率、全有機態炭素、全窒素、全リン、硫化物
重金属類	カドミウム、鉛、銅、総水銀、全クロム
有機塩素化合物	ポリ塩化ビフェニル（PCB）
ダイオキシン類	ポリクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン（PCDD）・・・ TeCDD：1,3,6,8-TeCDD、1,3,7,9-TeCDD、2,3,7,8-TeCDD、PeCDD：1,2,3,7,8-PeCDD、HxCDD：1,2,3,4,7,8-HxCDD、1,2,3,6,7,8-HxCDD、1,2,3,7,8,9-HxCDD、HpCDD：1,2,3,4,6,7,8-HpCDD、OCDD ポリクロロジベンゾフラン（PCDF）・・・ TeCDF：1,3,6,8-TeCDF、2,3,7,8-TeCDF、PeCDF：1,2,3,7,8-PeCDF、2,3,4,7,8-PeCDF、HxCDF：1,2,3,4,7,8-HxCDF、1,2,3,6,7,8-HxCDF、1,2,3,7,8,9-HxCDF、2,3,4,6,7,8-HxCDF、HpCDF：1,2,3,4,6,7,8-HpCDF、1,2,3,4,7,8,9-HpCDF、OCDF コプラナ-ポリクロロビフェニル（co-PCB）・・・ 3,3',4,4'-TeCB（#77）、3,4,4',5-TeCB（#81）、3,3',4,4',5-PeCB（#126）、3,3',4,4',5,5'-HxCB（#169）、2,3,3',4,4'-PeCB（#105）、2,3,4,4',5-PeCB（#114）、2,3',4,4',5-PeCB（#118）、2',3,4,4',5-PeCB（#123）、2,3,3',4,4',5-HxCB（#156）、2,3,3',4,4',5'-HxCB（#157）、2,3',4,4',5,5'-HxCB（#167）、2,3,3',4,4',5,5'-HpCB（#189）
有機スズ化合物	トリブチルスズ（TBT）、ジブチルスズ（DBT）、モノブチルスズ（MBT）、トリフェニルスズ（TPT）、ジフェニルスズ（DPT）、モノフェニルスズ（MPT）
炭化水素	ベンゾ(a)ピレン
その他	マーカ（直鎖アルキルベンゼン、コプロスタノール類：コプロスタノール、 <i>epi</i> -コプロスタノール、コレスタノール、コレステロール）

注 1：co-PCB の（ ）内の番号は IUPAC（国際純正及び応用化学連合）No.を示す。

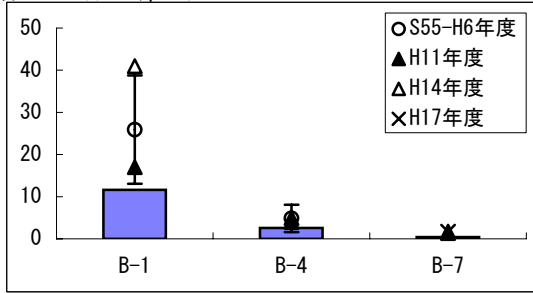
無機態窒素 (μM)



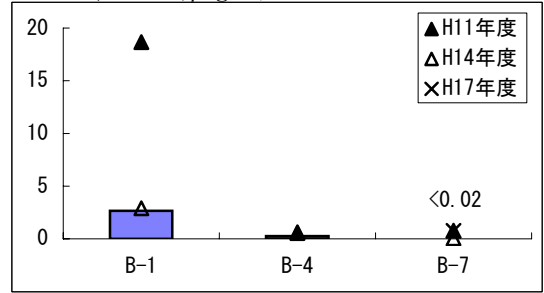
リン酸態リン (μM)



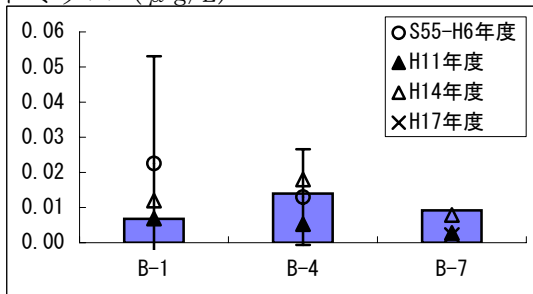
溶存ケイ酸 (μM)



クロロフィルa (μg/L)

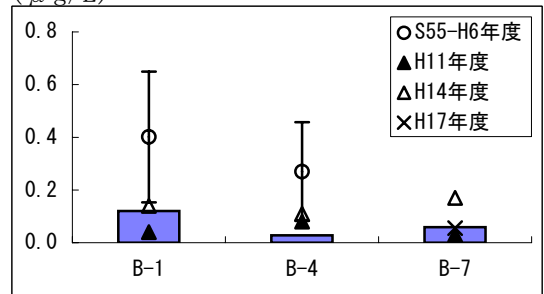


カドミウム (μg/L)



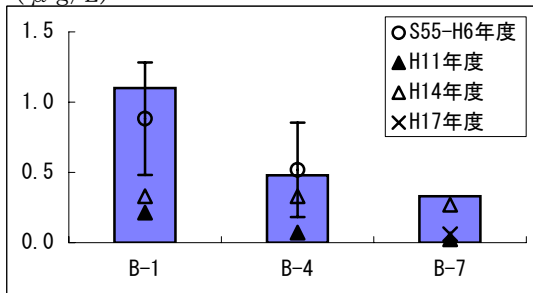
注：80-89年、90-94年の定量下限値はそれぞれ0.005、0.001 μg/L

鉛 (μg/L)



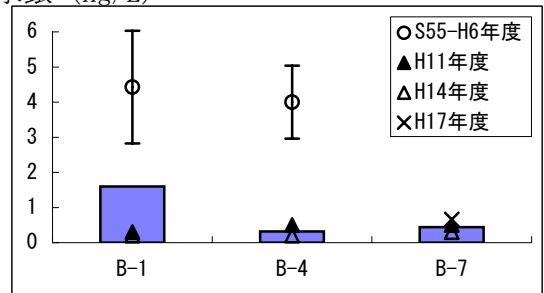
注：80-89年、90-94年の定量下限値はそれぞれ0.1、0.02 μg/L

銅 (μg/L)



注：80-89年、90-94年の定量下限値はそれぞれ0.2、0.01 μg/L

総水銀 (ng/L)

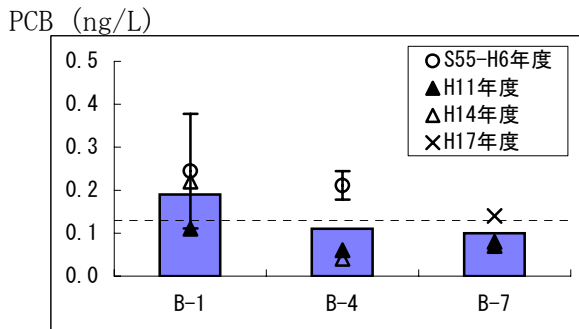


注：80-94年の定量下限値は1ng/L

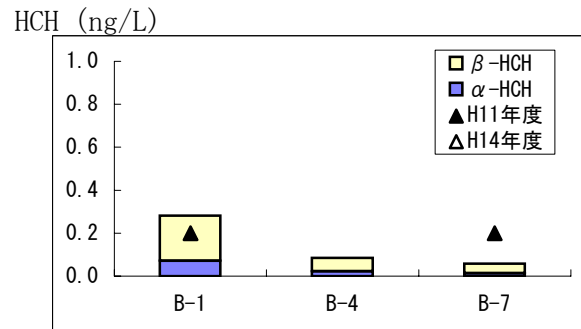
注：○と上下のバーは、日本近海海洋汚染実態調査結果の平均値と標準偏差を表す
平均値の算出にあたっては、定量下限値未満の値は定量下限値として用いた。

- カドミウムを除いて、全てB-1で最も高かった。
- 総水銀の値が日本近海調査よりも全体的に低くなっているのは、主として分析時のコンタミネーションが減少したためと考えられる。

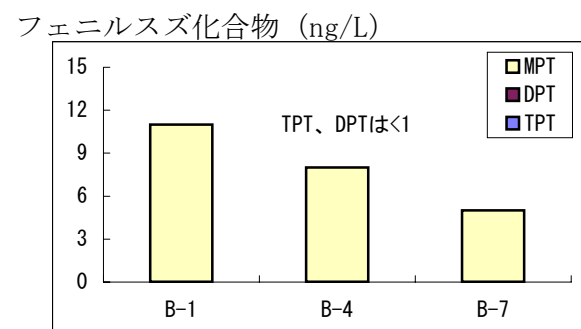
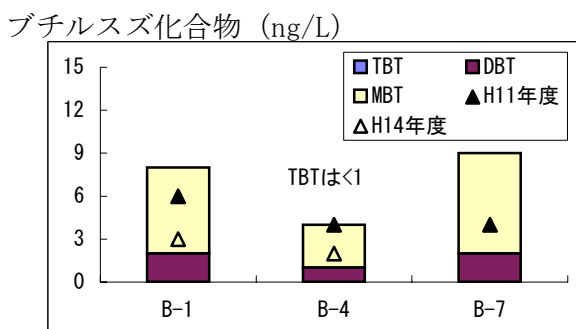
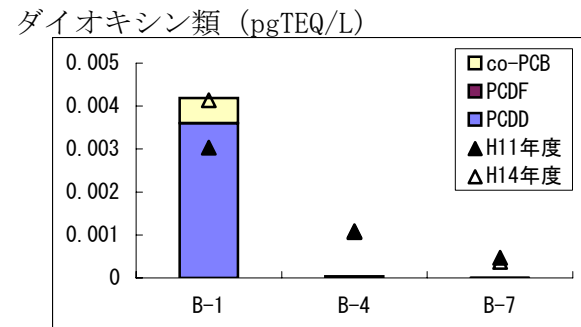
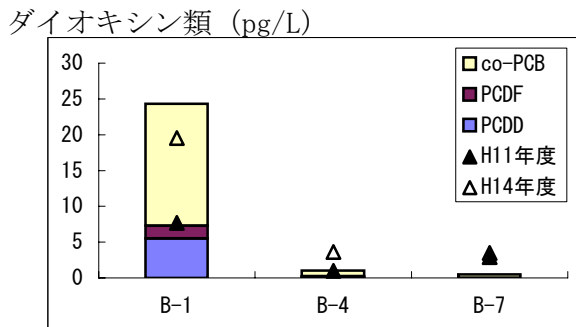
図3(1) 水質調査結果 (10m層)



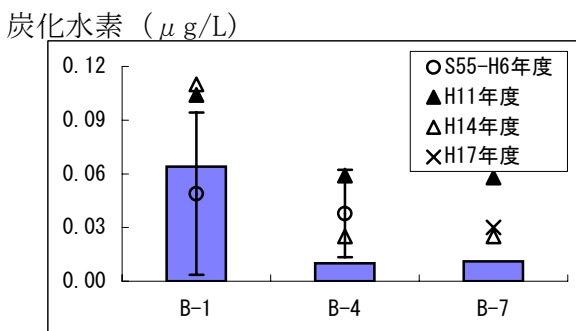
注: 破線は平成20年度の定量下限値(0.13 ng/L)



注: 平成11年度のB-4、平成14年度は検出限界値未満



注: 平成11、14年度は検出限界値未満



注: ○と上下のバーは、日本近海海洋汚染実態調査結果の平均値と標準偏差を表す。
平均値の算出にあたっては、定量下限値未満の値は定量下限値として用いた。

- ブチルスズ化合物を除き、全てB-1で最も高かった。
- PCB の値が全体的に日本近海調査の結果よりも低くなっているのは、主として分析法の改良によるものと考えられる。

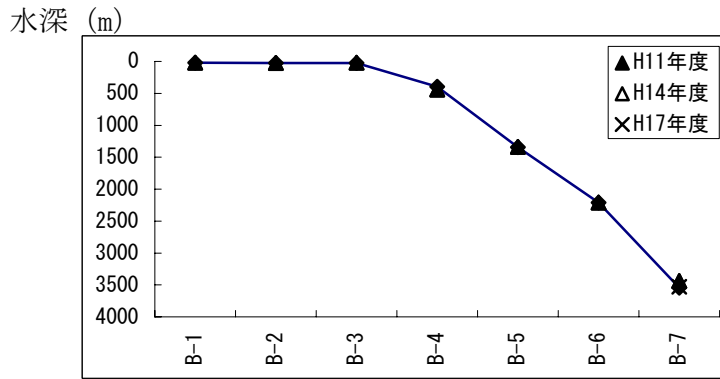
図3(2) 水質調査結果 (0.5m層)

表2 水質測定結果（注1）

測定項目	環境基準	測定結果 最小値～最大値（検体数）
カドミウム	0.01 mg/L 以下	0.0000061～0.00011 mg/L (22)
鉛	0.01 mg/L 以下	0.000015～0.00019 mg/L (22)
総水銀	0.0005 mg/L 以下	0.00000022～0.0000016 mg/L (22)
PCB	検出されないこと（注2）	0.0000001～0.00000019 mg/L (3)
硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素	10 mg/L 以下	0.0017～1.5 mg/L (13)
ダイオキシン類	1 pg-TEQ/L 以下	0.0000087～0.0042 pg-TEQ/L (3)

注1：環境基準の設定されている項目についての測定結果

注2：「検出されないこと」は定められた測定方法の定量限界を下回ることであり、ここでは、0.0005mg/L 以下となる



H20年度

測点	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7
水深 (m)	20	25	23	395	1,341	2,211	3,542
中央粒径 (μm)	15	34	167	98	32	56	11
淘汰度	2.5	3.3	1.5	5.0	3.1	3.1	2.9

H17年度

測点	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7
水深 (m)							3,529
中央粒径 (μm)							7.1
淘汰度							2.6

H14年度

測点	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7
水深 (m)	19	24	19	439	1339	2212	3440
中央粒径 (μm)	3.9	10	150	380	24	6.1	5.7
淘汰度	-	-	1.1	-	-	-	-

H11年度

測点	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7
水深 (m)	23	26	25	540	1,267	2,198	3,560
中央粒径 (μm)	-	-	-	-	-	-	-
淘汰度	-	-	-	-	-	-	-

注：中央粒径は、平成20、17年度はマイクロレーザー散乱法による値、平成11、14年度はJIS法による値。

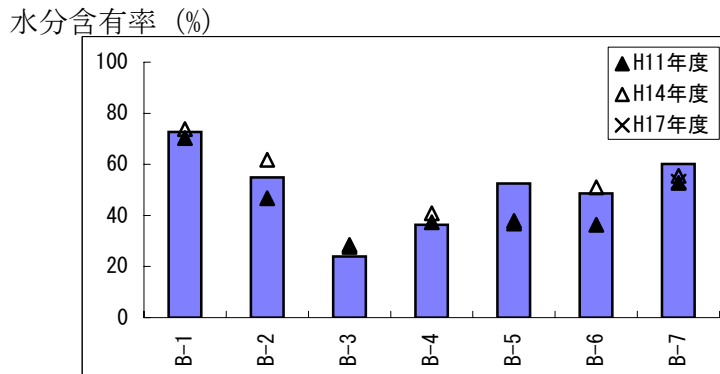
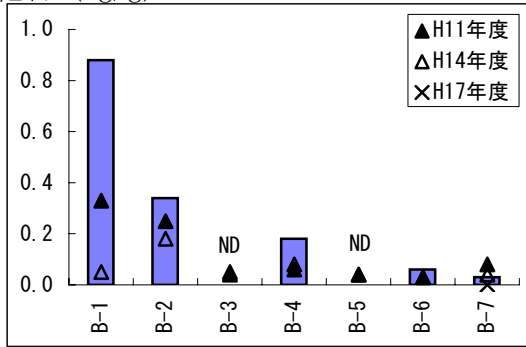
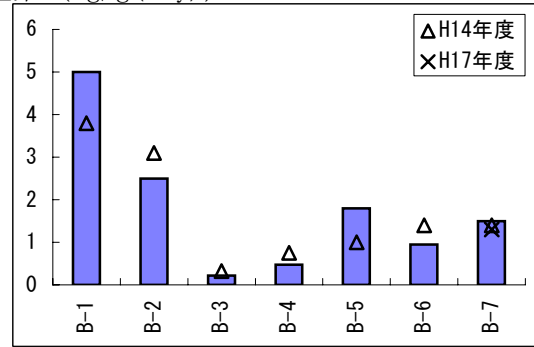


図4(1) 底質調査結果

硫化物 (mg/g)

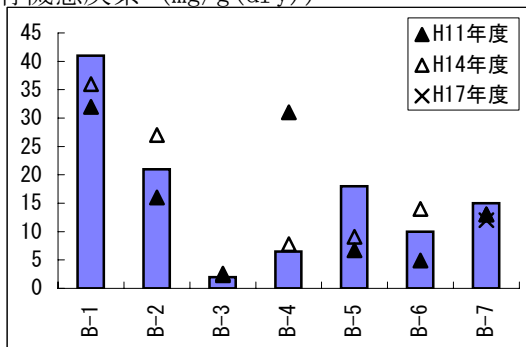


全窒素 (mg/g(dry))

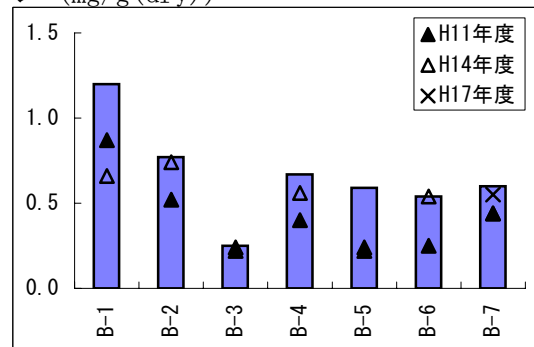


注:平成11年度は欠測

全有機態炭素 (mg/g(dry))



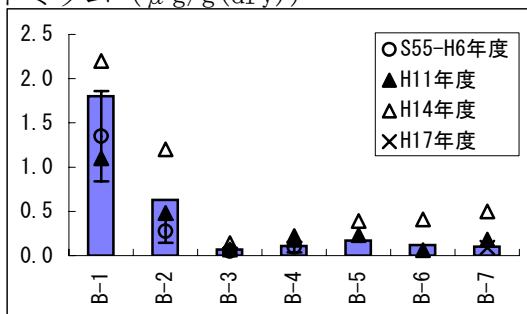
全リン (mg/g(dry))



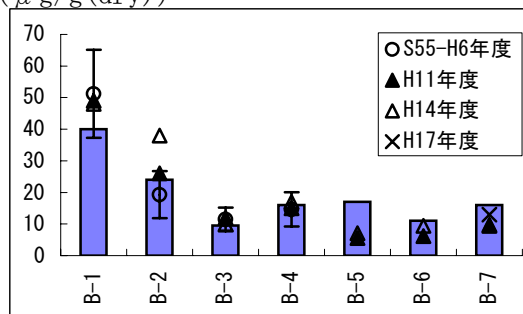
• 中央粒径の大きいB-3、B-4では低い、もしくは検出限界未満の値を示し、中央粒径の小さいB-1では高くなっており、中央粒径と反比例する傾向が見られた。

図4(2) 底質調査結果

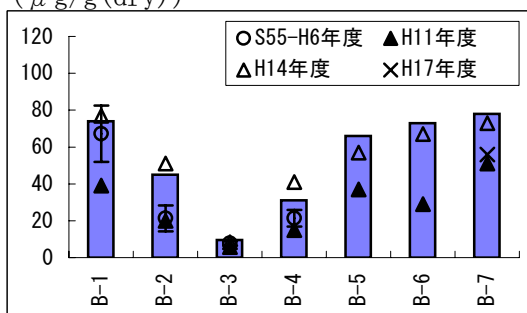
カドミウム ($\mu\text{g/g(dry)}$)



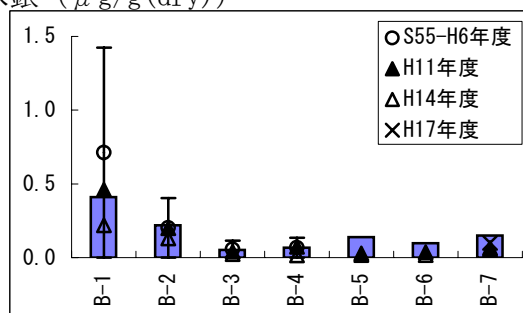
鉛 ($\mu\text{g/g(dry)}$)



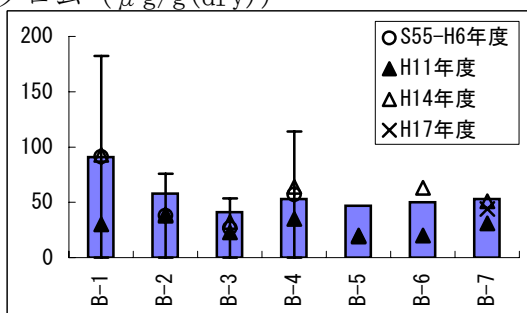
銅 ($\mu\text{g/g(dry)}$)



総水銀 ($\mu\text{g/g(dry)}$)



全クロム ($\mu\text{g/g(dry)}$)

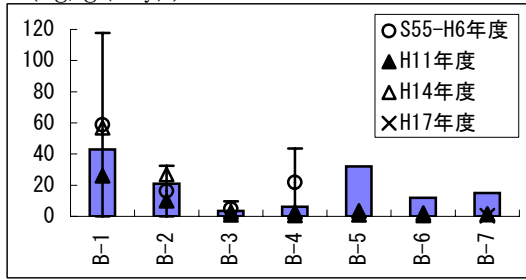


注：○と上下のバーは、日本近海海洋汚染実態調査結果の平均値と標準偏差を表す。

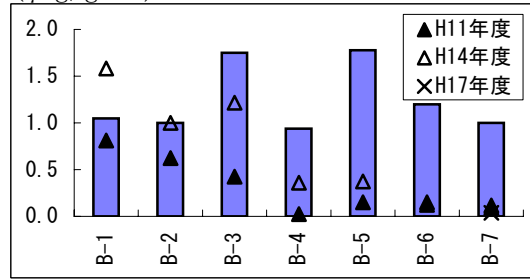
- カドミウム、鉛、総水銀及び全クロムは、中央粒径の小さいB-1で最も高く、中央粒径の大きいB-3で最も低くなった。
- 銅はB-7で最も高く、B-3で最も低くなった。

図4(3) 底質調査結果

PCB (ng/g(dry))

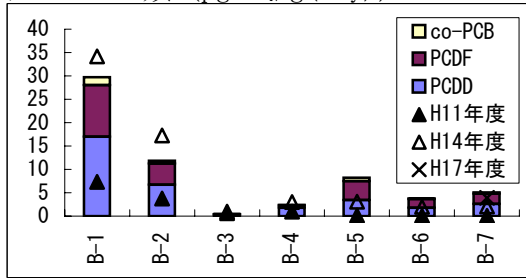


PCB (μ g/gTOC)

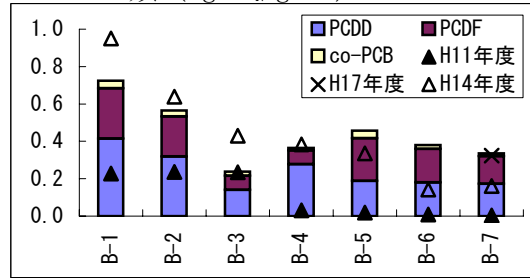


注:○と上下のバーは、日本近海海洋汚染実態調査結果の平均値と標準偏差を表す。

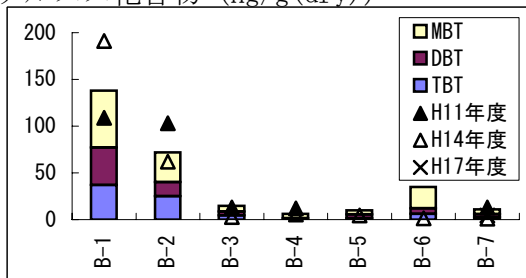
ダイオキシン類 (pgTEQ/g(dry))



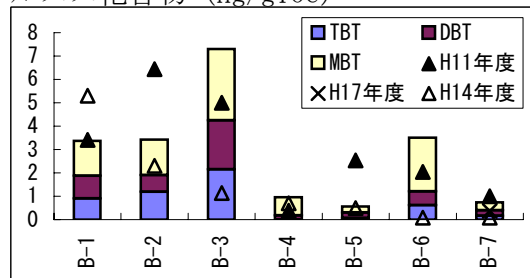
ダイオキシン類 (ngTEQ/gTOC)



ブチルスズ化合物 (ng/g(dry))

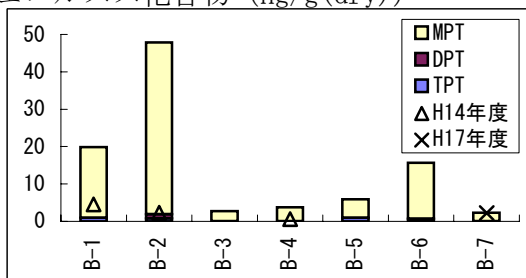


ブチルスズ化合物 (ng/gTOC)

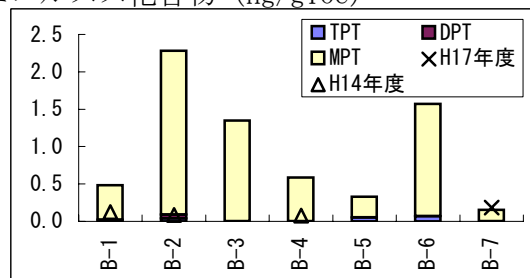


注:各異性体の定量下限値は1.8ng/g(dry)

フェニルスズ化合物 (ng/g(dry))



フェニルスズ化合物 (ng/gTOC)



注1:平成11年度は検出限界値未満

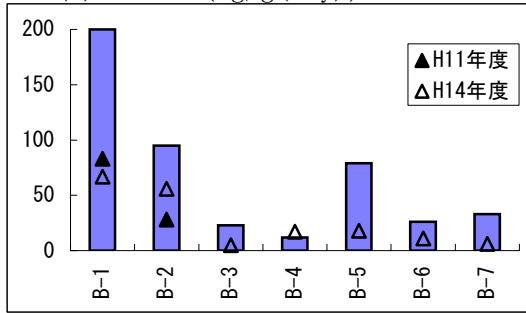
注2:各異性体の定量下限値は1.8ng/g(dry)

注:平成11年度は検出限界値未満

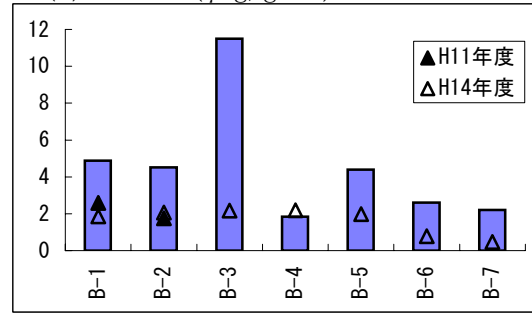
- PCB、ダイオキシン類及びブチルスズ化合物は、B-1～B-4では沿岸域から沖合域にかけて減少する傾向が見られた。B-5、B-6では過去の値よりも高くなっていた。
- フェニルスズ化合物は、B-2で最も高く、B-7で最も低い値を示し、全測点でモノ体の割合が非常に高くなっていた。

図4(4) 底質調査結果

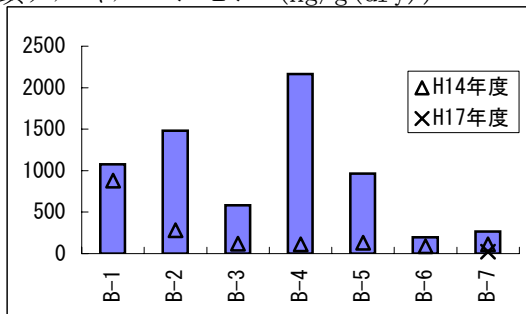
ベンゾ(a)ピレン (ng/g(dry))



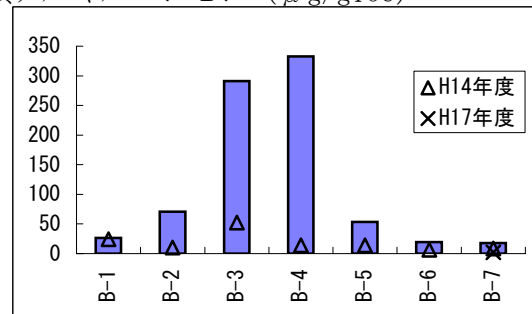
ベンゾ(a)ピレン ($\mu\text{g/gTOC}$)



直鎖アルキルベンゼン (ng/g(dry))



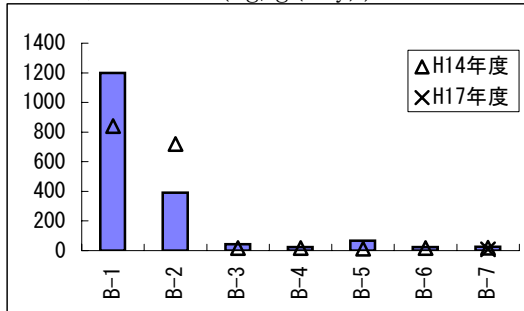
直鎖アルキルベンゼン ($\mu\text{g/gTOC}$)



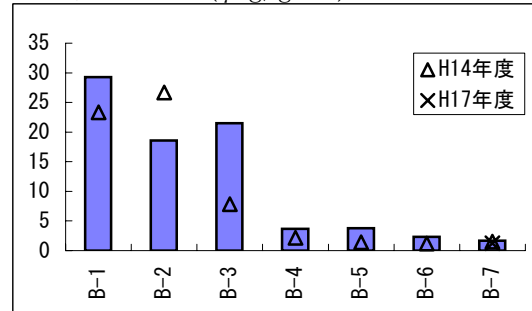
- ベンゾ(a)ピレンは、B-1～B-4にかけて減少し、B-5で高くなる傾向が見られた。
- 直鎖アルキルベンゼンについては、B-4で最も高く、B-3で最も低くなっていた。

図4(5) 底質調査結果

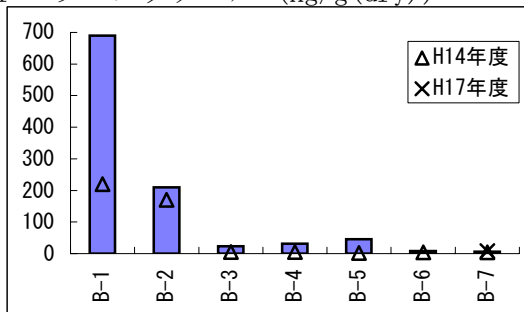
コプロスタノール (ng/g(dry))



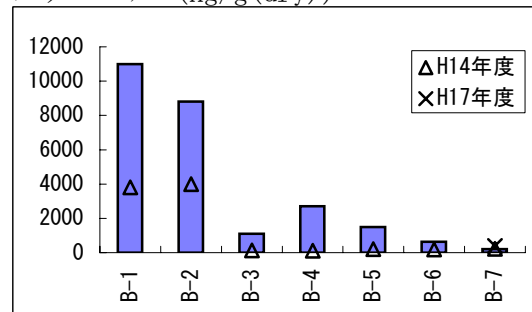
コプロスタノール ($\mu\text{g/gTOC}$)



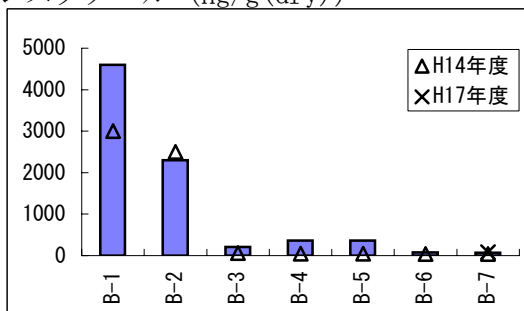
epi-コプロスタノール (ng/g(dry))



コレステロール (ng/g(dry))



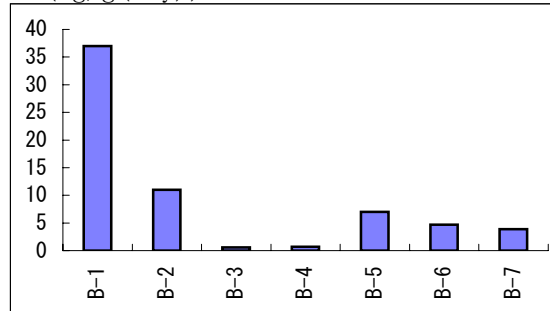
コレスタノール (ng/g(dry))



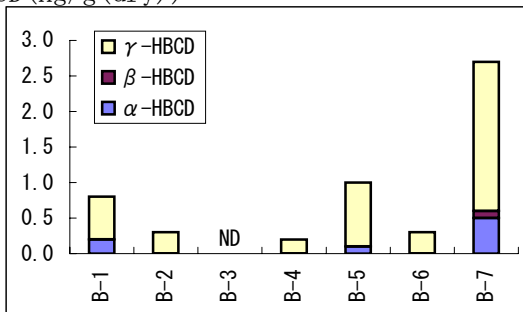
• コプロスタノール、epi-コプロスタノール、コレステロール及びコレスタノールは、沿岸域で高く、沖合にかけて低くなる傾向が見られた。

図4(6) 底質調査結果

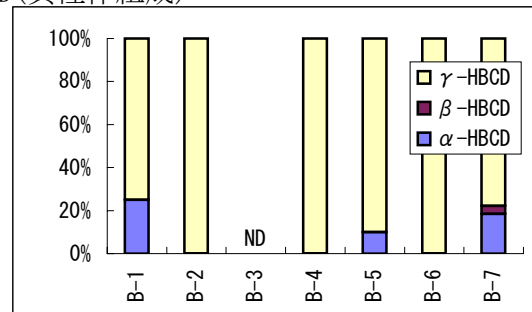
PBDE (ng/g(dry))



HBCD (ng/g(dry))

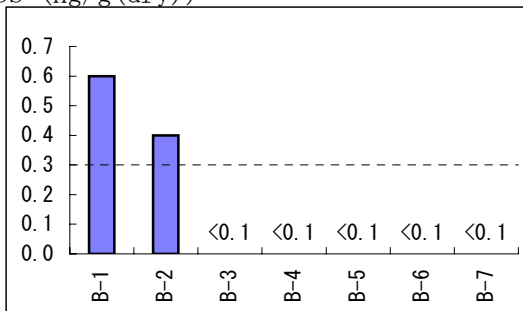


HBCD(異性体組成)



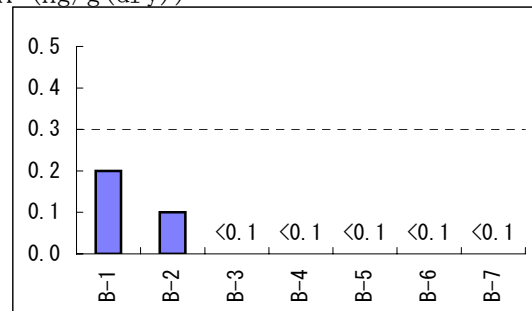
注:各異性体の定量下限値及び検出限界値はそれぞれ0.3、0.1ng/g(dry)

PFOS (ng/g(dry))



注:破線は定量下限値 (0.3ng/g(dry))

PFOA (ng/g(dry))



注:破線は定量下限値 (0.3ng/g(dry))

- PBDEは、B-1で最も高く、B-3で最も低い値を示したが、既存の東京湾の濃度と同程度であった。
- HBCDは、B-3では検出限界値未満であり、B-7で最も高い値を示した。既存の東京湾内の濃度と同程度の濃度であった。
- PFOS及びPFOAは、いずれもB-1で最も高い値を示し、B-3より沖合では検出されなかった。

図4(7) 底質調査結果

表3 底質測定結果 (注1)

測定項目	環境基準又は暫定除去基準	測定結果 最小値～最大値 (検体数)
水銀	C (注2) (暫定除去基準)	0.052～0.41 ppm (7)
PCB	10 ppm (暫定除去基準)	0.0035～0.043 ppm (7)
ダイオキシン類	150 pg-TEQ/g 以下 (環境基準)	0.48～29.7 pg-TEQ/g (7)

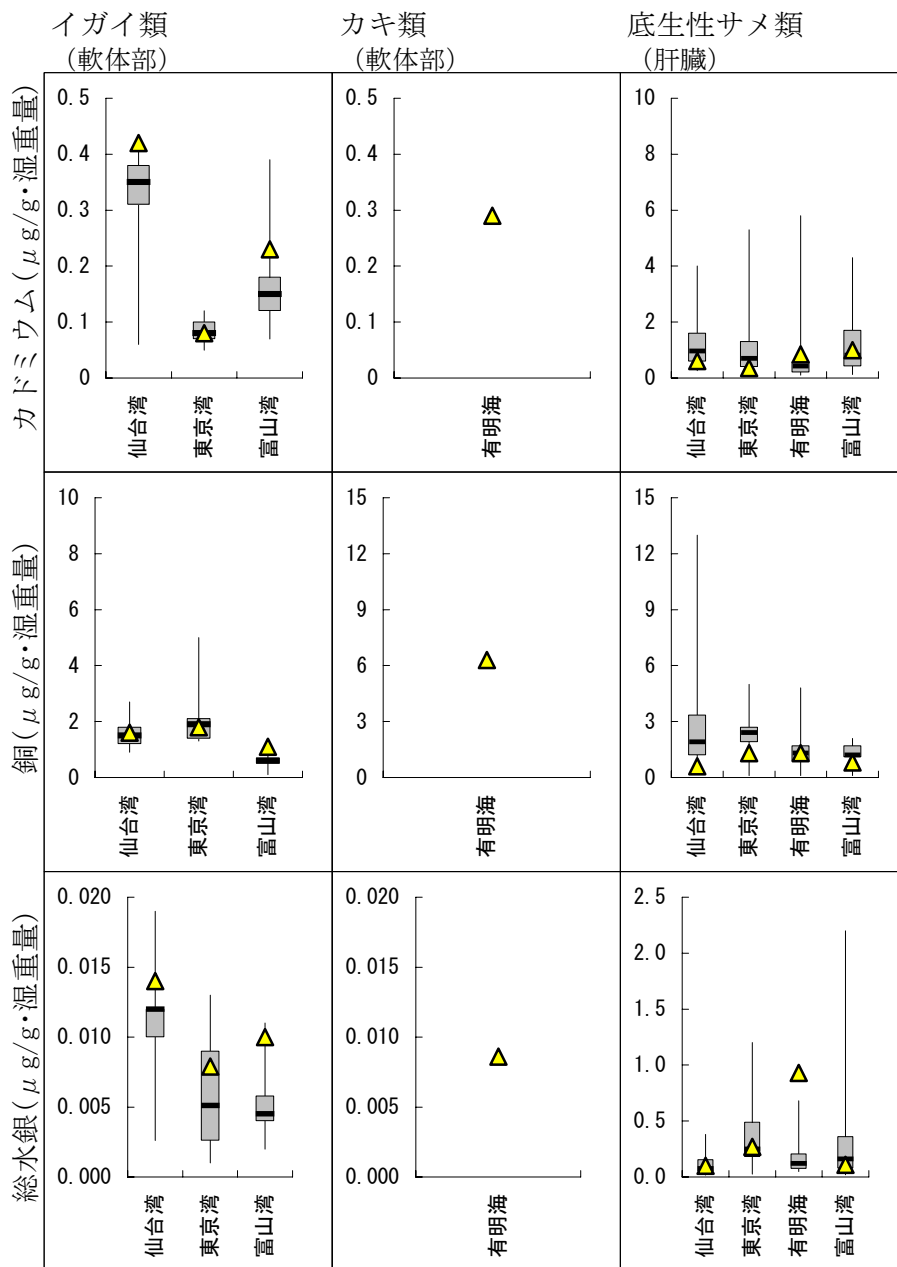
注1：環境基準あるいは暫定除去基準の設定されている項目についての測定結果

注2： $C=0.18 \times (\Delta H / J) \times (1 / S)$ (ppm)

ΔH =平均潮差 (m)、 J =溶出率、 S =安全率

例えば、 $\Delta H=1.0\text{m}$ (東京 (芝浦港))、 $J=5 \times 10^{-4}$ 、 $S=100$ とすると、

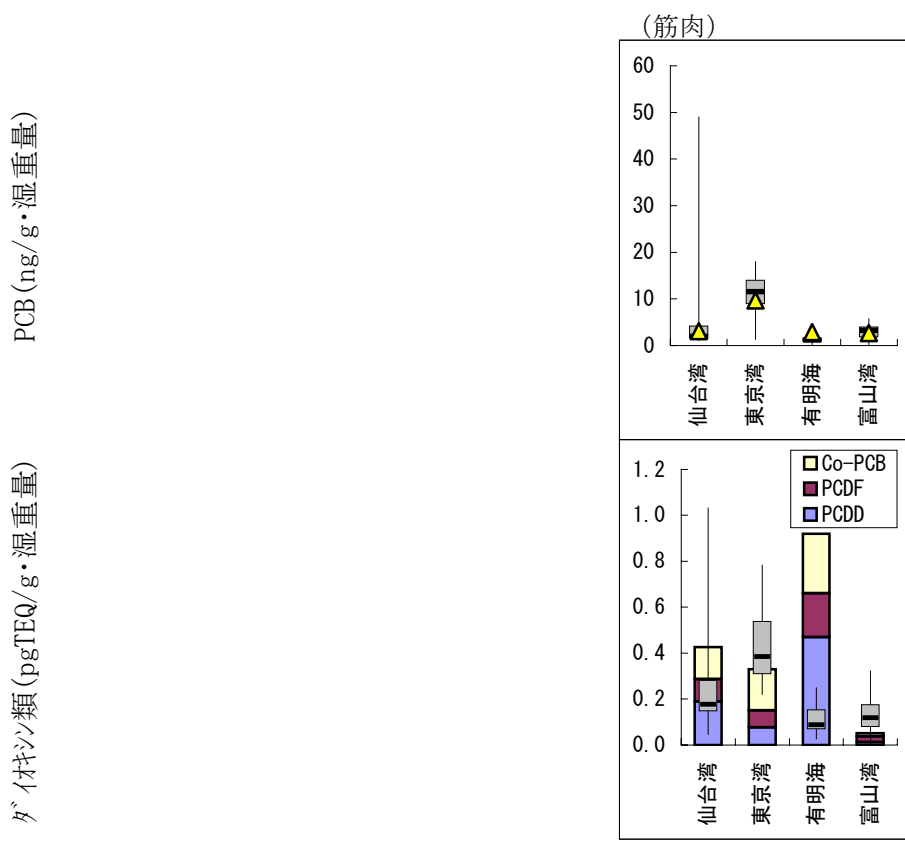
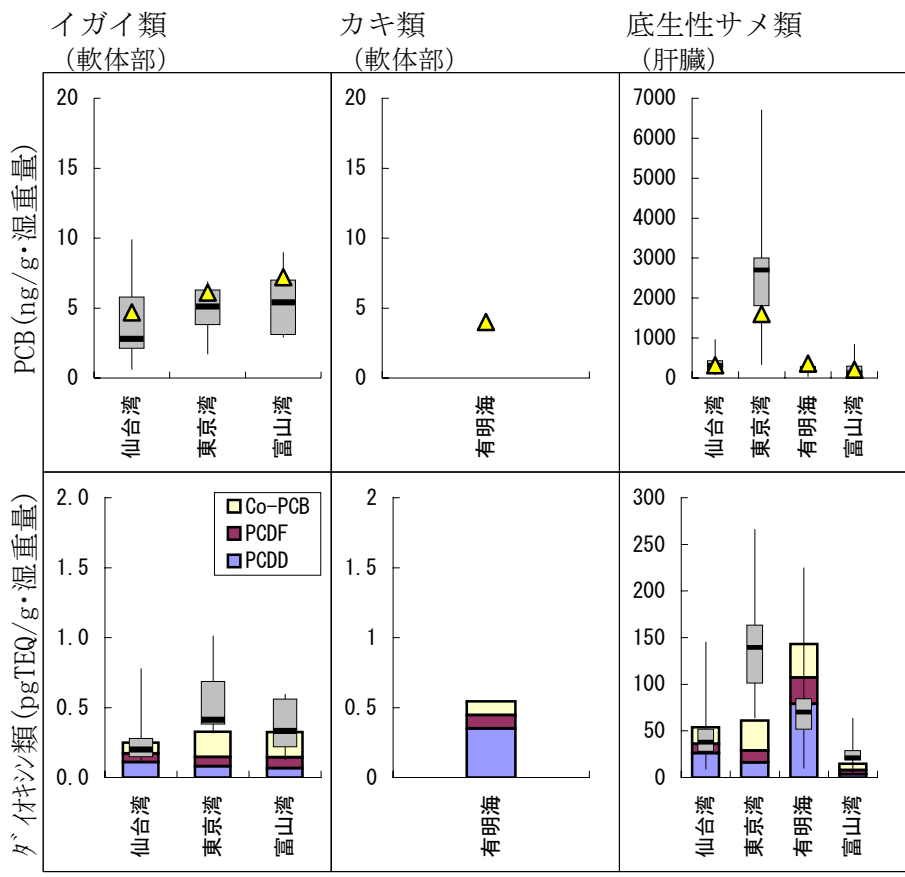
$C=3.6\text{ppm}$ となる



注1：△は平成20年度調査結果を示す。

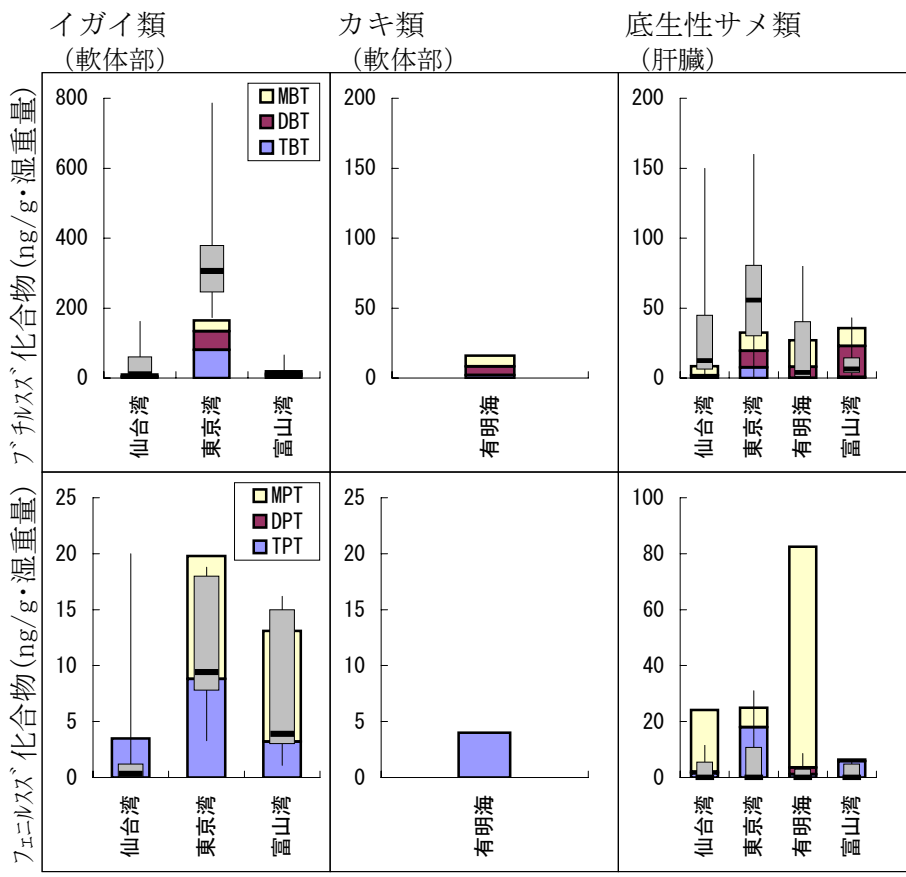
注2：箱ひげ図は平成10～19年度の結果によるもの。長方形の上辺は第3四分位数、下辺は第1四分位数、長方形の中央の線は中央値、上下に伸びるバーは最小値及び最大値を示す。

図5(1) 生体濃度の測定結果



注1 : △または積上げ棒グラフは平成20年度調査結果を示す。
 注2 : 箱ひげ図は平成10~19年度の結果によるもの。長方形の上辺は第3四分位数、下辺は第1四分位数、長方形の中央の線は中央値、上下に伸びるバーは最小値及び最大値を示す。

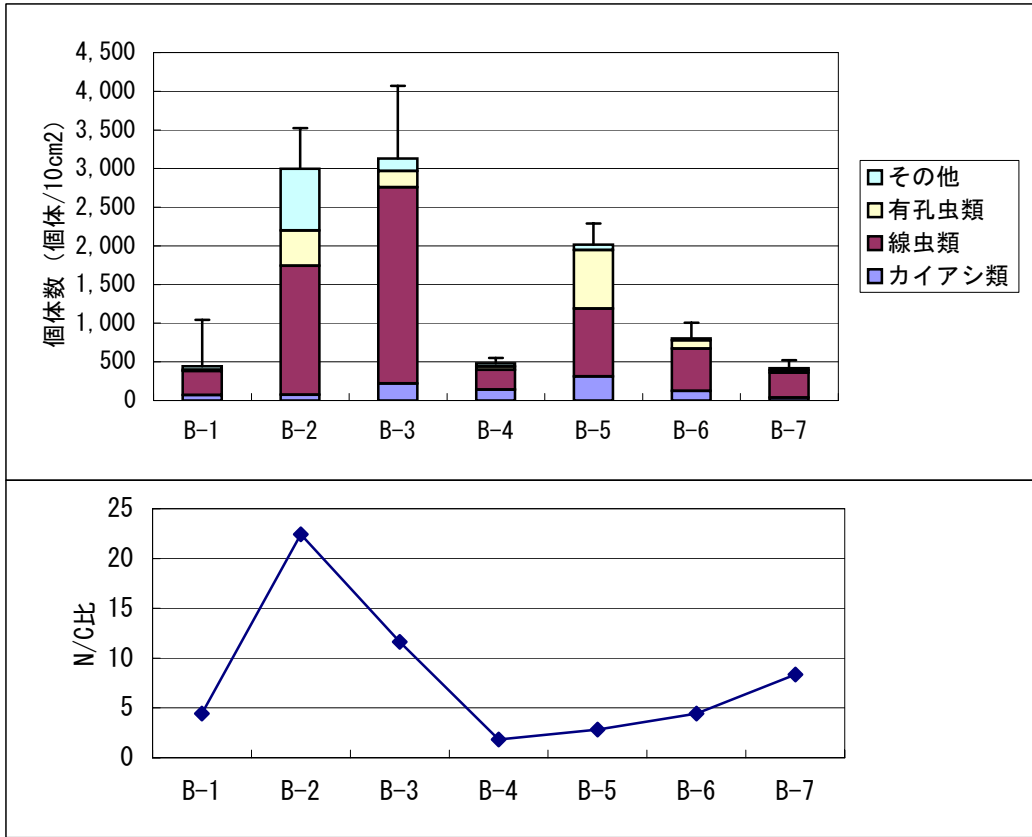
図5(2) 生体濃度の測定結果



注1：積上げ棒グラフは平成20年度調査結果を示す。
 注2：箱ひげ図は平成10～19年度の結果によるもの。長方形の上辺は第3四分位数、下辺は第1四分位数、長方形の中央の線は中央値、上下に伸びるバーは最小値及び最大値を示す。

図5(3) 生体濃度の測定結果

測点	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7
水深(m)	20	25	23	395	1,341	2,211	3,542
中央粒径(μm)	14.8	33.8	167.3	97.6	32.0	56.1	11.5



注1：個体数は3試料の平均値。バーは標準偏差を表す。
注2：N/C比は線虫類の個体数／カイアシ類の個体数
注3：B-1では直上水のサンプルが採取できなかった

図6 生物群集調査結果 (メイオベントス)

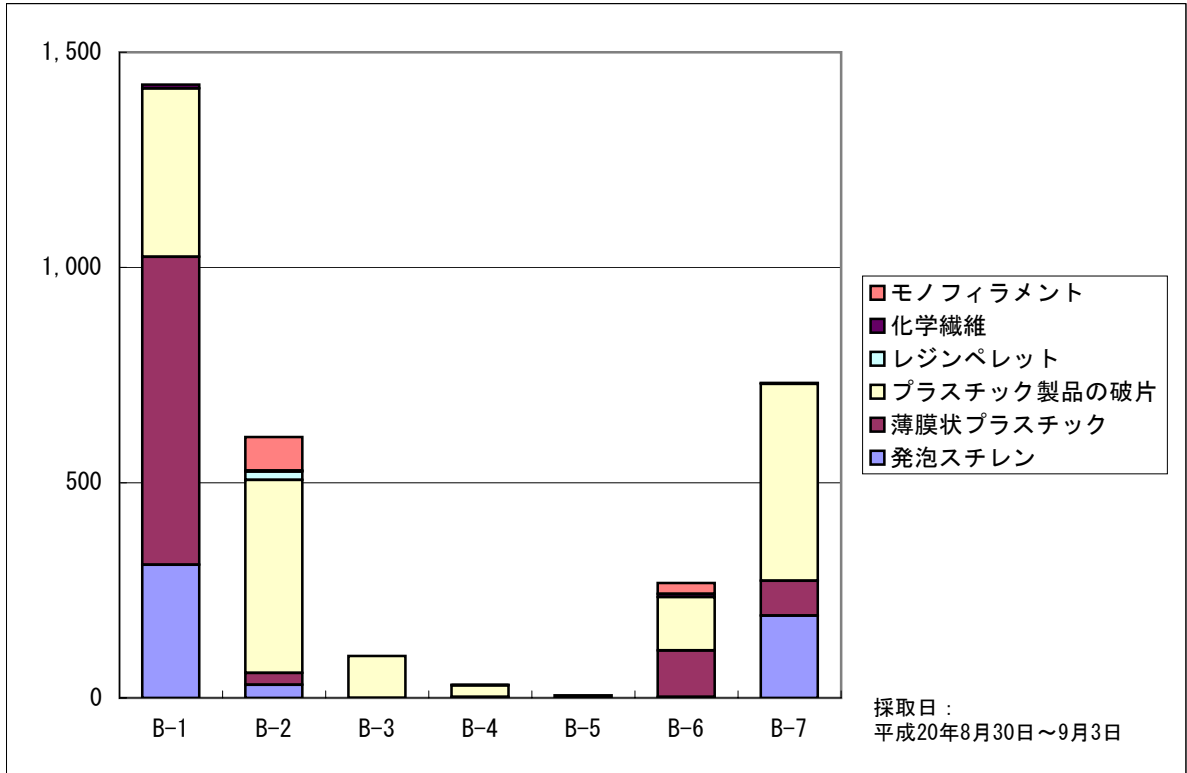


図7 (1) プラスチック類（石油由来項目）の分布（単位：千個／km²）

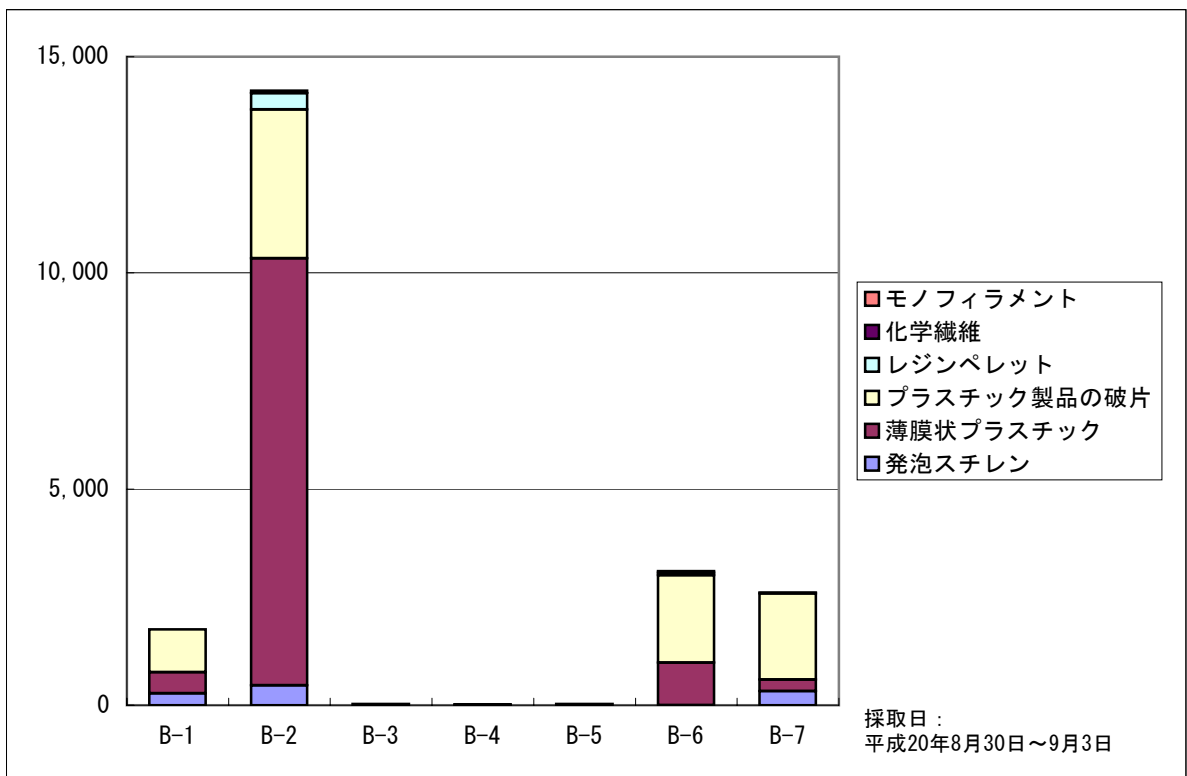
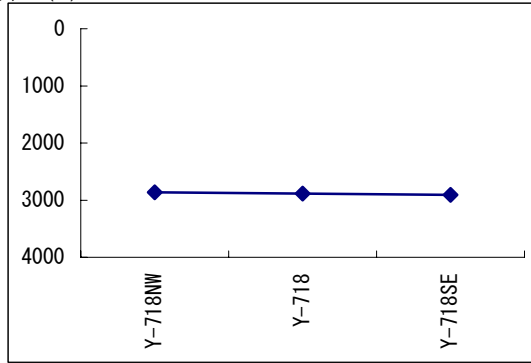
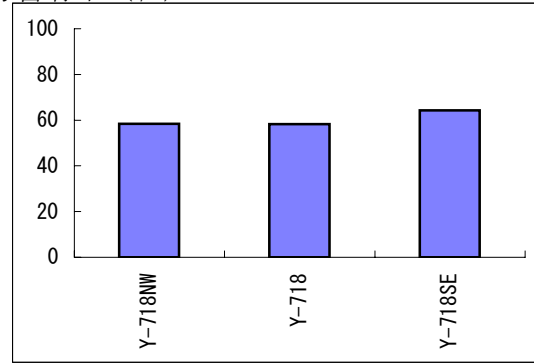


図7 (2) プラスチック類（石油由来項目）の分布（単位：g／km²）

水深 (m)

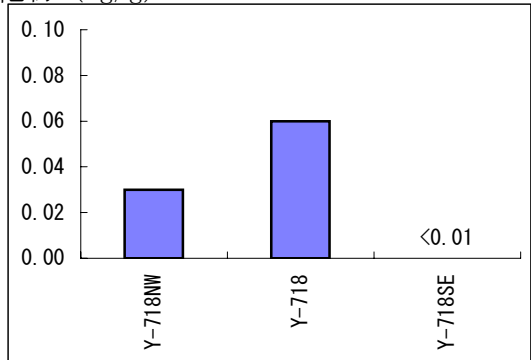


水分含有率 (%)

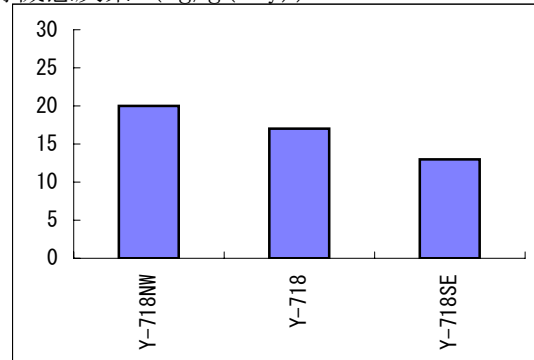


測点	Y-718NW	Y-718	Y-718SE
中央粒径 (μm)	12.7	9.1	9.4
淘汰度	2.8	3.0	2.9

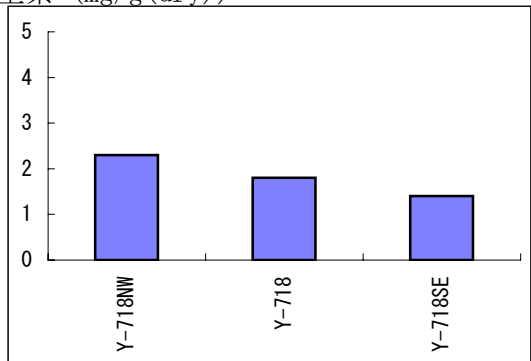
硫化物 (mg/g)



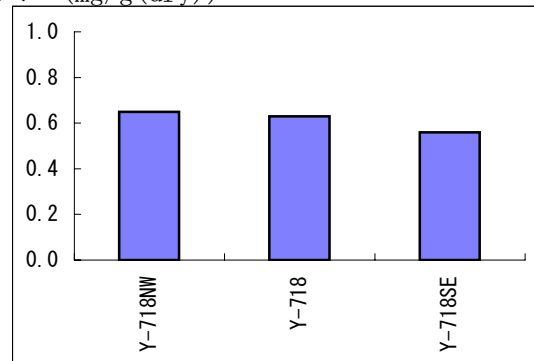
全有機態炭素 (mg/g(dry))



全窒素 (mg/g(dry))



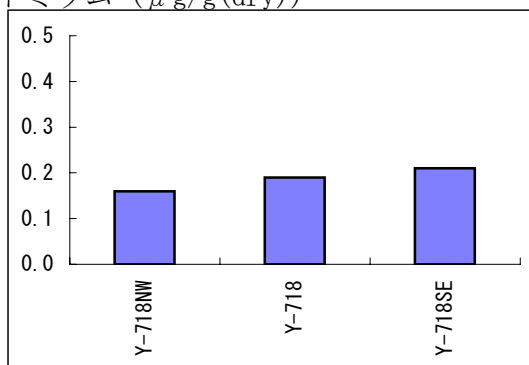
全リン (mg/g(dry))



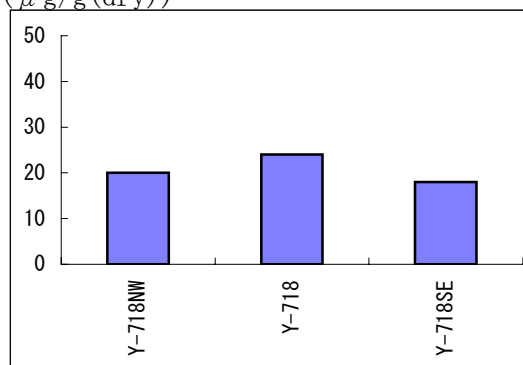
- 水分含有率、全有機態炭素、全窒素、全リンは、いずれの測点も概ね同程度の値。
- 硫化物は、投入点Y-718で最も高い。

図8(1) 底質調査結果 (Y-718)

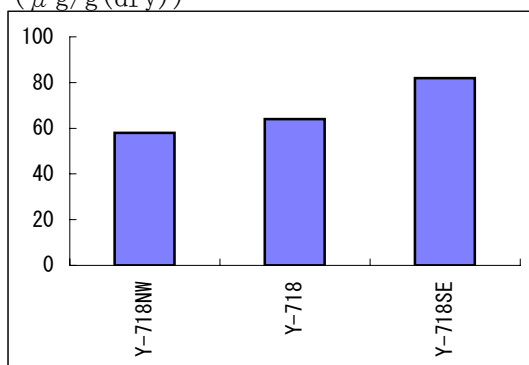
カドミウム ($\mu\text{g/g(dry)}$)



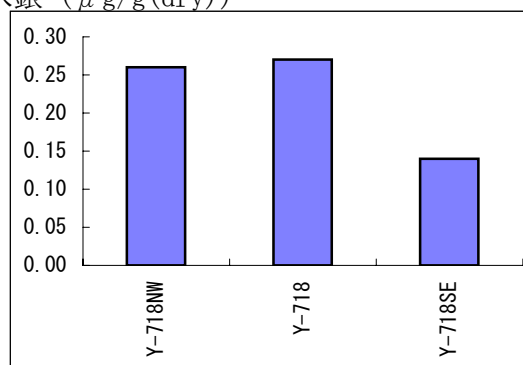
鉛 ($\mu\text{g/g(dry)}$)



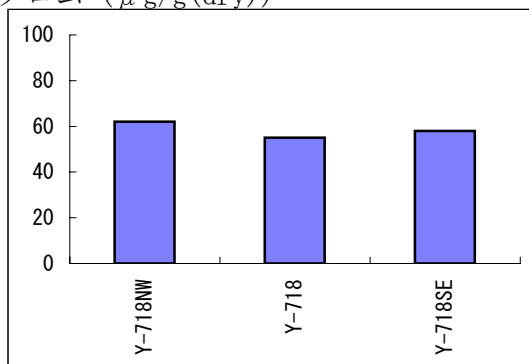
銅 ($\mu\text{g/g(dry)}$)



総水銀 ($\mu\text{g/g(dry)}$)



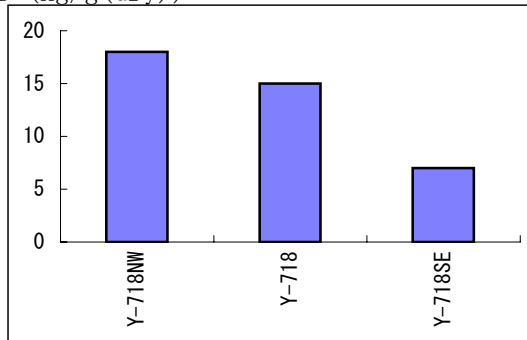
全クロム ($\mu\text{g/g(dry)}$)



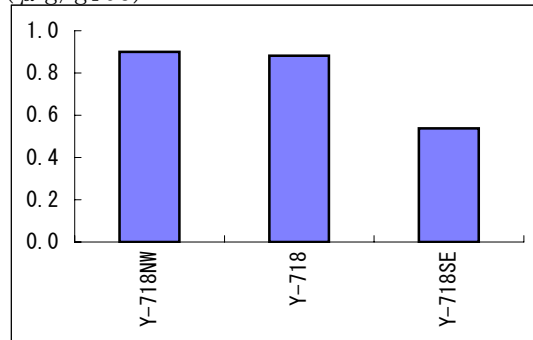
- 投入点Y-718は、対照点の一方と概ね同程度の値。

図8(2) 底質調査結果 (Y-718)

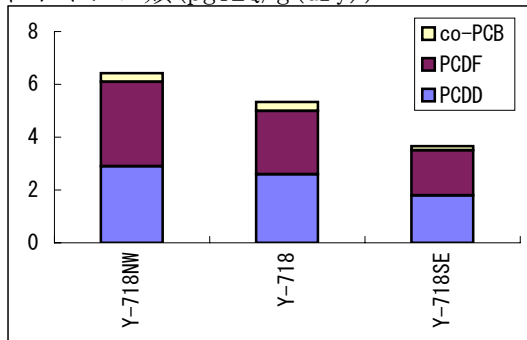
PCB (ng/g (dry))



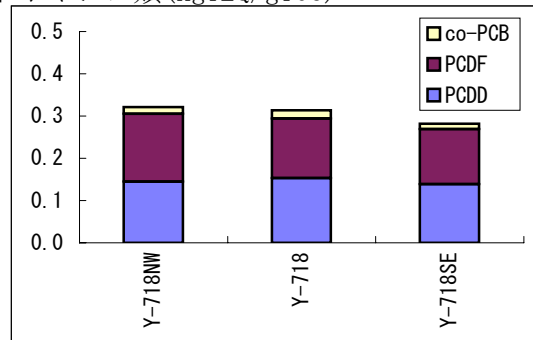
PCB (μ g/gTOC)



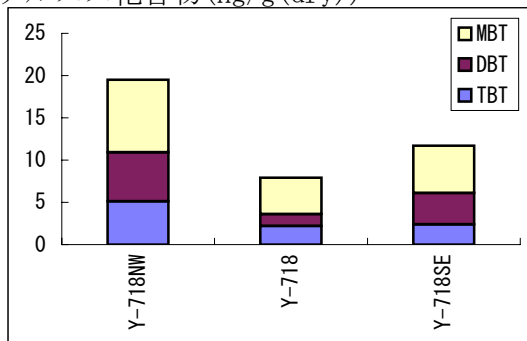
ダイオキシン類 (pgTEQ/g (dry))



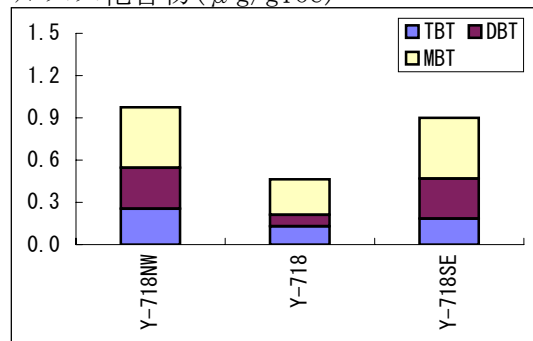
ダイオキシン類 (ngTEQ/gTOC)



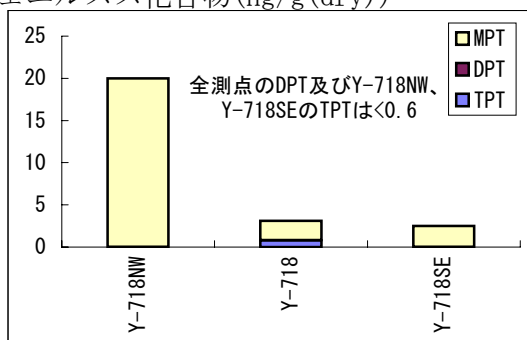
ブチルスズ化合物 (ng/g (dry))



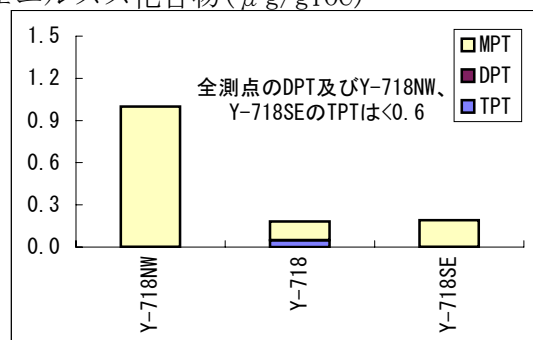
ブチルスズ化合物 (μ g/gTOC)



フェニルスズ化合物 (ng/g (dry))



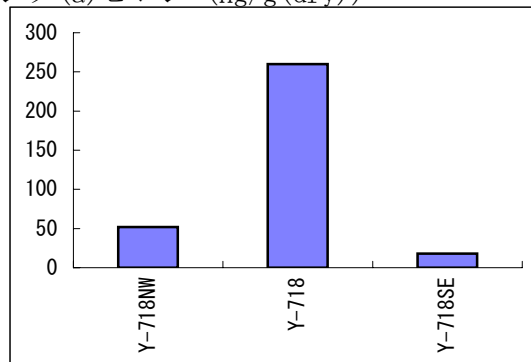
フェニルスズ化合物 (μ g/gTOC)



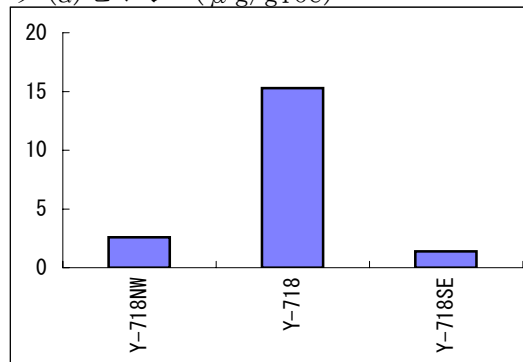
- PCB及びダイオキシン類は、投入点Y-718と対照点Y-718NWは同程度の濃度。
- ブチルスズ化合物及びフェニルスズ化合物は、対照点と比較して投入点Y-718で低くなっていた。

図8(3) 底質調査結果 (Y-718)

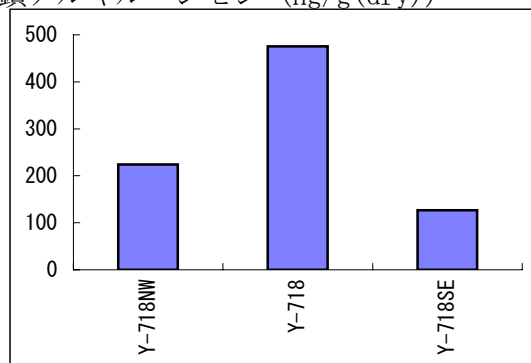
ベンゾ(a)ピレン (ng/g(dry))



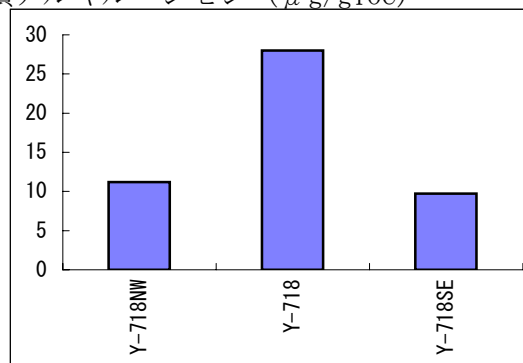
ベンゾ(a)ピレン ($\mu\text{g/gTOC}$)



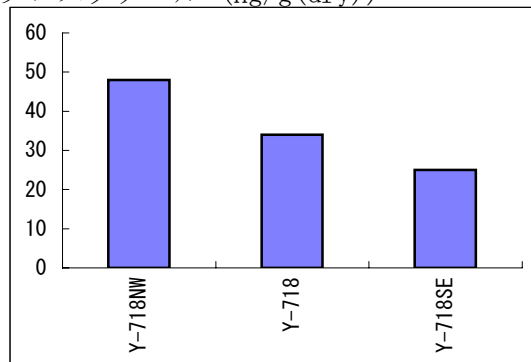
直鎖アルキルベンゼン (ng/g(dry))



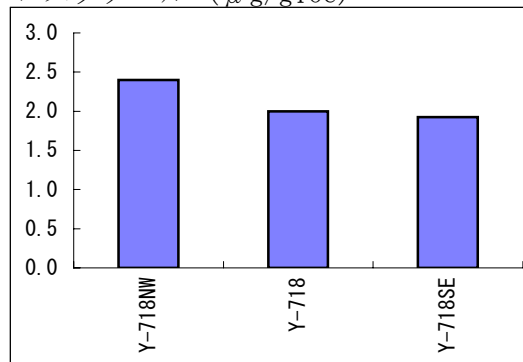
直鎖アルキルベンゼン ($\mu\text{g/gTOC}$)



コプロスタノール (ng/g(dry))

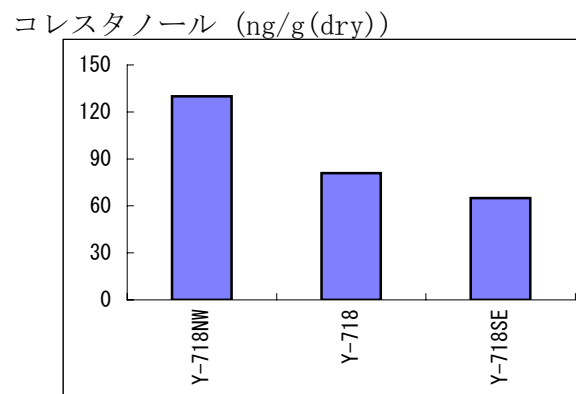
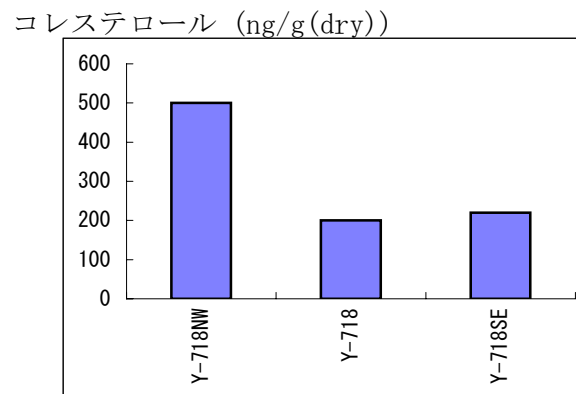
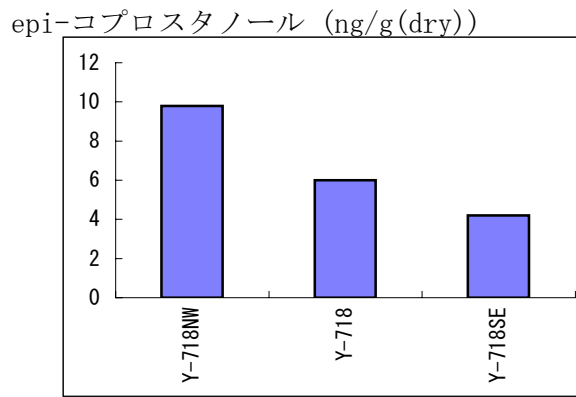


コプロスタノール ($\mu\text{g/gTOC}$)



- ベンゾ(a)ピレン及び直鎖アルキルベンゼンは、投入点Y-718において対照点と比較して2倍以上の値。
- コプロスタノールは、対照点Y-718NWにおいて最も高かった。これはB-6、7の濃度と概ね同程度の値。

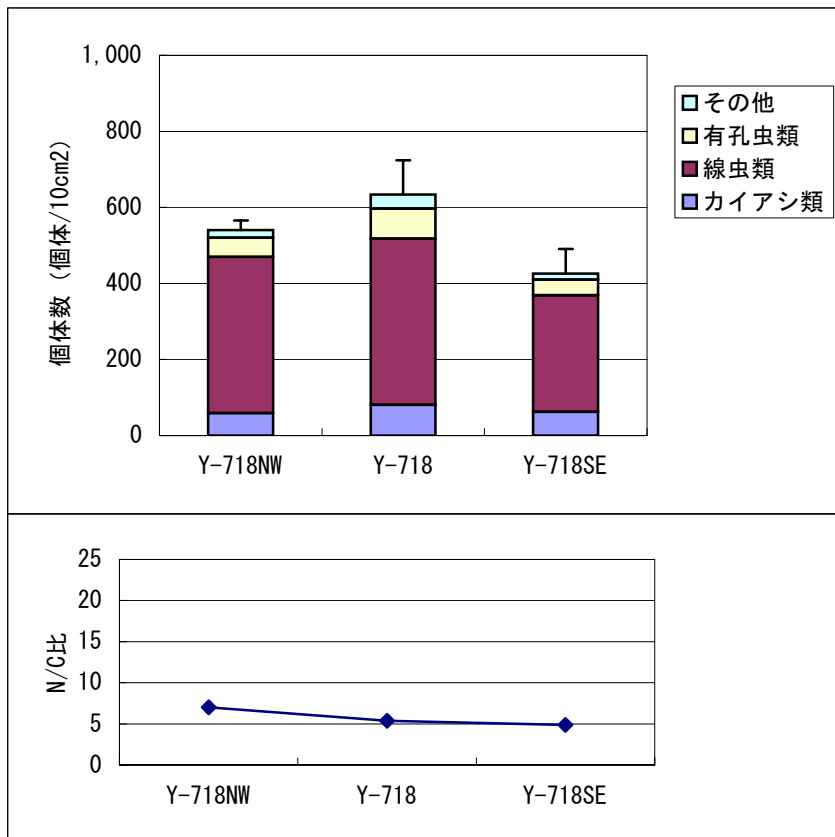
図8(4) 底質調査結果 (Y-718)



- epi-コプロスタノール、コレステロール、コレスタノールは、対照点Y-718NWにおいて最も高かった。これはB-6、7の濃度と概ね同程度の値。

図8(5) 底質調査結果 (Y-718)

測点	Y-718NW	Y-718	Y-718SE
水深(m)	2,865	2,883	2,907
中央粒径(μ m)	12.7	9.07	9.42



注1：個体数は3試料の平均値。バーは標準偏差を表す。
注2：N/C比は線虫類の個体数/カイアシ類の個体数

図9 生物群集調査結果 (メイオベントス、Y-718)