

平成 19 年度海洋環境モニタリング調査結果について

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ている。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対象に追加し、これらの項目を対象として、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。

陸域起源の汚染を対象とした調査は、特に大きな汚染負荷が存在すると考えられる内湾や沿岸域から、その沖合にかけての汚染物質の分布や濃度勾配を把握することで、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いる。

廃棄物等の海洋投入処分による汚染を対象とした調査は、近年において相当量の処分が実施されている投入処分Ⅱ・Ⅲ海域（旧 B・C 海域）において、海水、堆積物、海洋生物の汚染状況を把握することを目的としている。

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 3～5 年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 19 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、平成 16 年度調査において、日本海西部の廃棄物投入処分Ⅲ海域（旧 C 海域）における投入処分点付近を中心とした広範囲の海域で、堆積物から高濃度のブチルスズ化合物を検出したことから、その補完調査として、日本海西部における有機スズ化合物の水平的な広がり、過去からの経時の変化を把握し、汚染源の特定に資する情報を得ることを目的として、「日本海西部有機スズ化合物補完調査」を実施した。

2. 調査内容

平成 19 年度は、陸域起源の汚染を対象とした調査として、生体濃度調査を実施するとともに、日本海西部有機スズ化合物補完調査として、底質調査（表層及び層別）を実施した。

2.1 調査海域

①陸域起源の汚染を対象とした調査

生体濃度調査は、親潮域、黒潮域、東シナ海域、日本海域を調査対象地域とした（図 1）。但し、本調査において、有明海のイガイ類は採取できなかったため、欠測とした。

②日本海西部有機スズ化合物補完調査

平成 16 年度調査において堆積物から特に高濃度のブチルスズ化合物を検出した、九州北岸沖の海洋投入処分海域である Y-6'SW、Y-6'、Y-6'NE (F-5) に加え、その南西側の N-1～2、東方側の N-3～6 において実施した（図 2）。

2.2 調査時期

①陸域起源の汚染を対象とした調査

生体濃度調査試料の採取時期は表 1 のとおりである。

②日本海西部有機スズ化合物補完調査

調査時期は、平成 19 年 10 月 23 日～28 日であった。なお、当該海域では過去に平成 10 年 11 月 13 日、平成 13 年 12 月 28 日、平成 16 年 11 月 19～23 日にも調査を実施している。

2.3 調査対象等

①陸域起源の汚染を対象とした調査

生体濃度調査は表 2 (1)に示す項目を測定した。生体濃度調査の対象生物、1 検体とした個体数、分析部位は表 3 のとおりである。

②日本海西部有機スズ化合物補完調査

底質調査は表 2 (2)に示す項目を測定した。

2.4 調査方法

調査方法は海洋環境モニタリング指針に従った。なお、試料の採取等は以下の方法により実施した。

①陸域起源の汚染を対象とした調査

イガイ類は潮間帯で採取した。底生性サメ類、イカ類、タラ類及び甲殻類は漁業者より購入した。

②日本海西部有機スズ化合物補完調査

堆積物試料はマルチプルコアラー（採泥面積 50 cm²×8 本）により採取し、堆積物表面から 3 cm までを試料とした。また、平成 16 年度に最も高濃度のブチルスズ化合物が検出された Y-6' SW においては、層別分析用の試料を同様にマルチプルコアラーにより採取し、0-0.25、0.25-0.5、0.5-0.75、0.75-1、1-1.5、1.5-2 cm、以後 10cm までを 1cm ごとに層別にカットし、試料とした。

2.5 データの扱いについて

本調査結果の精度管理については、調査時、分析時の精度管理はもちろんのこと、分析後も測定物質間の関係及び同一調査海域における過去の調査結果や文献などの既往値から精度を判断し、必要に応じ再分析を行い、検討会において確認した。その結果、異常値の疑いのあるデータについては注釈などでその旨を明記し、異常値かどうかの判断がつかなかったデータはそのまま用いた。ただし、後者については、今後の結果も見ながらさらに検討を行うこととした。なお、本年度調査において異常値の疑いがあるデータはなかった。

2.6 ダイオキシン類の毒性等量換算等

世界保健機構（WHO）においてダイオキシン類の毒性等価係数（TEF）が見直されたことに伴い、これに対応するために平成 20 年 4 月 1 日より改正ダイオキシン類対策特別措

置法施行規則が施行されたが、本調査は改正前の調査であることや過去の値と比較するため、WHO が 1998 年に定めた TEF を用いて毒性等量 (TEQ) 換算を行った。その際、生体濃度調査結果では、定量下限値未満で検出限界値以上の値はそのままとし、検出限界値未満の値は検出限界値の 1/2 として TEQ 換算を行った。

[参考 1] TEQ 換算：ダイオキシン類には多くの種類があり、それぞれの毒性は大きく異なることから、ダイオキシン類の影響を評価する場合には、毒性の強さの表記を統一しておく必要がある。このため、最も毒性が強いとされている 2,3,7,8-TeCDD の毒性に対する、他のダイオキシンの毒性の強さの比・TEF (毒性等価係数) を定めている。一般に、ダイオキシン類の濃度を表示する際は、測定した個々のダイオキシンの濃度に TEF を乗じて 2,3,7,8-TeCDD の毒性量に換算した値・TEQ (毒性等量) を合計したものを使用する。

[参考 2] TEQ 換算時の定量下限値未満の値の扱いについては、生体濃度調査結果は、安全サイドに立ち、定量下限値未満で検出限界値以上の値はそのままの値を用い、検出限界値未満の値は検出限界値の 1/2 とした。

3. 調査結果の概要

平成 19 年度調査結果の概要については、以下のとおりである。

3.1 陸域起源の汚染を対象とした調査

生体濃度調査は、海水や堆積物では検出が困難な微量化学物質について、その現状を把握する有効な手段である。対象とした生物は、イガイ類、底生性サメ類、イカ類、タラ類、甲殻類である。対象とす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、これらをより高感度で検出できるように、底生性サメ類、イカ類、タラ類については肝臓を分析部位としている。また、イガイ類と甲殻類についてはそれぞれ軟体部、筋肉を分析部位としている。

[参考 3] 対象生物の特徴：イガイ類として、東京湾、有明海、富山湾ではムラサキイガイを対象としたが、仙台湾ではムラサキイガイが採取できず、近縁のムラサキインコガイを対象とした。ムラサキイガイは北海道～九州に分布し、潮間帯から水深 10m までの基盤に付着する。また、ムラサキインコガイは北海道南西部～九州に分布し、潮間帯の岩礁に生息している。これらの種は濾過食性で、プランクトンや懸濁物質を捕食するため、世界的な海洋汚染に関するモニタリングの指標生物として利用されている。

底生性サメ類として、仙台湾、東京湾、富山湾ではホシザメを対象としたが、有明海ではホシザメが入手できず近縁のシロザメを対象とした。ホシザメやシロザメは、

北海道以南の日本各地沿岸に生息しており、主として甲殻類を捕食している。

イカ類はスルメイカを対象とした。本種は日本周辺海域の表層に分布しており、魚類や動物プランクトンを捕食している。寿命は1年であり各年の汚染が反映される。

タラ類はマダラを対象とした。本種は日本海側および本州北部太平洋岸の大陸棚および大陸棚斜面域に分布している。魚類、イカ・タコ類、甲殻類などを捕食する。

甲殻類はベニズワイガニを対象とした。本種は日本海と本州北部太平洋岸に分布し、水深1000 m付近を中心とした海底付近に生息する。

①調査結果

平成19年度の調査結果と、平成10～18年度の平均値および検出範囲をあわせて図3に示す。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（最大31 ng/g(wet)）にて検出された。これは、回収率による補正を行ったため、回収率の低いモノ体が今までよりも高くなったためと考えられる。ジ体及びトリ体のみを比較すると、過去9年間の値と同等であった。

全体的な傾向としては、過去9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。

②他の調査結果との比較

PCBとダイオキシン類については、肝臓だけでなく筋肉も同時に分析している。平成19年度の調査で得られた筋肉もしくは軟体部のPCBは、単純平均値3.4 ng/g(wet)（検出範囲：1.1～6.8 ng/g(wet)）であり、環境省「平成17年度化学物質環境実態調査」の結果（参考5）の範囲内であった。筋肉もしくは軟体部のダイオキシン類は、単純平均値0.23 pg-TEQ/g(wet)（検出範囲：0.044～0.81 pg-TEQ/g(wet)）であり、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（参考6）の範囲内であった。

[参考4] mg（ミリグラム）、 μ g（マイクログラム）、ng（ナノグラム）、pg（ピコグラム）：それぞれ桁の異なる単位の種類で、mgは千分の一（ 10^{-3} ）グラム、 μ gは百万分の一（ 10^{-6} ）グラム、ngは十億分の一（ 10^{-9} ）グラム、pgは一兆分の一（ 10^{-12} ）グラムを表す。

[参考5] 既存調査における海生生物のPCBの値は以下のとおり。

- ・環境省「平成17年度化学物質環境実態調査結果」の魚類（筋肉）では0.8～540 ng/g(wet)、貝類（軟体部）では0.92～85 ng/g(wet)

[参考6] 既存調査における海生生物のダイオキシン類の値は以下のとおり。

- ・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」の水生生物では、平均値2.1 pg-TEQ/g(wet)（検出範囲：0.0022～30 pg-TEQ/g(wet)）

- ・厚生労働省「平成 19 年度食品からのダイオキシン類一日摂取量調査」の魚介類（国産の生鮮魚介類のみ、加工品を除く）では、平均値 2.12 pg-TEQ/g（検出範囲：0.12～8.0 pg-TEQ/g）
- ・農林水産省「平成 18 年度農畜水産物に係るダイオキシン類の実態調査」では、国内産の魚類、貝類、甲殻類、その他の水産動植物（イカ・タコ類、ウニ類、海藻類）可食部の平均値はそれぞれ 1.4、0.25、0.32、0.19 pg-TEQ/g

3.2 日本海西部有機スズ化合物補完調査

(1) 表層底質調査結果

調査結果を図 4 に示す。今回調査を実施した測点の中で、Y-6'及び Y-6'SW は平成 16 年度、Y-6'NE については平成 10 年度、平成 13 年度及び平成 16 年度にも調査を実施しており、その結果をあわせて示した。

水深は、西から東に向かって見ると、N-1、N-2 では 200 m 以下であり、東方向に徐々に深くなり、N-3 で最も深く、1500 m 弱となっていた。さらに東方向には、N-5 から N-6 にかけて急激に浅くなり、N-6 では 300 m 程度であった。

中央粒径は、N-1 及び N-2 で大きく、その他の測点では 10 μ m 以下となっていた。過去に調査を実施した測点については、大幅な変化は見られなかった。

水分含有率、全有機態炭素、全窒素、全リンは、中央粒径の大きい N-1 および N-2 では低い値を示し、中央粒径の小さいその他の測点では高くなっていた。硫化物は、Y-6'以外は検出限界値未満であった。

カドミウムについては、水深の浅い N-1、N-2 及び N-6 において低い値を示した。平成 16 年度には Y-6'SW において周辺の測点よりも高い値が検出されたが、今回の調査では Y-6'や Y-6'NE と同様の値であった。総水銀については、Y-6'で最も高く、次いで Y-6'SW で高かった。Y-6'SW の値は平成 16 年度に比べると低かったが、Y-6'SW および Y-6'の値は、周辺の測点の値や、平成 10 年度および平成 13 年度の F 測線の値（概ね 0.05 μ g/g-dry 前後）に比べて高かった。また、Y-6'SW 及び Y-6'の総水銀濃度は、過去の調査において沿岸域で最も高い濃度であった東京湾奥（B-1、0.22～0.46 ng/g(dry)）と同等またはそれよりも高い濃度であった。堆積物中の水銀については底質の暫定除去基準が設定されているが、この基準と本モニタリング結果を比較すると、基準値以下となっていた（表 4）。

ブチルスズ化合物は、N-1 及び N-2 では低く、Y-6'SW 及び Y-6'において最も高くなっていた（Y-6' SW : 800 ng/g(dry)、Y-6' : 619 ng/g(dry)）。Y-6'以東では、東方向に濃度が徐々に減少していた。いずれの測点においても、モノ体が 8 割以上を占めていた。なお、平成 16 年度に最も高い値が検出され、Y-6'の 2 倍程度の濃度であった Y-6'SW において、本調査では Y-6'と同程度の濃度が検出された。ブチルスズ化合物の濃度は減少傾向であるものの、表層底質の濃度は現在も、過去に沿岸域において比較的の高い濃度で検出されて

いる東京湾（109～191 ng/g(dry)）や大阪湾（32～75 ng/g(dry)）よりも高い濃度であることがわかった。フェニルスズ化合物は、トリ体のみが Y-6'SW、Y-6'、N-4 及び N-5 において検出され、その他の測点については、フェニルスズ化合物は検出されなかった。

直鎖アルキルベンゼンは合成洗剤に、コプロスタノールは人間などの糞便に由来する物質であり、それぞれ下水及びし尿に多く含まれている。これらによる汚染の状況を示す指標として下水汚泥、し尿・し尿浄化槽汚泥の海洋投入処分海域において直鎖アルキルベンゼン及びコプロスタノール類の調査を行った。直鎖アルキルベンゼンは、全測点で検出され（46～190 ng/g(dry)）、N-1、N-2、N-6 を除いた広範囲において、100 ng/g(dry)を越す比較的高い濃度が検出された（110～190 ng/g(dry)）。コプロスタノール及び epi-コプロスタノールについては Y-6'（コプロスタノール：3000 ng/g(dry)、epi-コプロスタノール：100 ng/g(dry)）、コレステロール及びコレスタノールについては Y-6'SW（コレステロール：12000 ng/g(dry)、コレスタノール：1400 ng/g(dry)）において最も高くなっていた。平成 16 年度には、直鎖アルキルベンゼン及びコプロスタノールはバックグラウンドレベルを上回る値が検出されており、今回の調査においても同様にバックグラウンドレベルを超える高い濃度が検出された。当該海域では、下水汚泥やし尿・し尿浄化槽汚泥の投入処分実績があり、これらの投入処分に由来して、比較的高濃度で検出された可能性が考えられる。なお、本モニタリング調査において実施している測線のうちバックグラウンドと考えられるものとしては、人為的負荷が最も少ないと考えられる D 測線が挙げられる。過去の調査における D 測線の直鎖アルキルベンゼン濃度は 3.2～3.3 ng/g(dry)、コプロスタノール濃度は <0.2～9.0 ng/g(dry)であった。

また、臭素系難燃剤である PBDE 及び HBCD の比率を用いて、高濃度で検出された有機スズ化合物が我が国からの排出に起因するものかどうかを判断することを目的として、PBDE 及び HBCD の分析を行ったが、明確な結論は得られなかった。なお、HBCD は沿岸域（0.056～2.1 ng/g(dry)；Minh ら、2007）よりも高い濃度（1.7～410 ng/g(dry)）で検出された。底質データを用いた簡易リスク評価の結果からは、人の健康にただちに影響を及ぼす濃度ではないと考えられるが、海洋生態系保全の観点から、今後、詳細な調査を実施していく必要がある。

(2) 層別底質調査結果

マルチプルコアラーにより採取した堆積物の層別試料について、有機スズ化合物濃度を分析し、同時に鉛 210 法とセシウム 137 法とを併用して年代測定を実施した。その有機スズ化合物濃度及び年代測定の結果（セシウム 137 法）を図 5 に示す。なお、分析の結果を踏まえて、当初予定していたよりも深い層（5～10cm の層）についても濃度を明らかにするために、表層から 5cm 以深の試料については、他の項目調査のために採取した試料を分析し、そのデータを参考値として図に示した。

ブチルスズ化合物は、堆積物試料表面から 4-5cm 層、すなわち昭和 60 年頃の層において最も濃度が高く、昭和 60 年頃から現在にかけて濃度は減少傾向であった。また、5cm 以深の層については参考値であるものの、昭和 60 年頃の層よりも濃度が低くなっていた。また、ブチルスズ化合物の組成より、安定したモノ体の比率が最も高く、表層から下層まで類似した組成を示していることから、分解の進んだ状態のものが投入処分されたことに起因していることが推察された。

フェニルスズ化合物については、1~5cm の層でトリ体のみが検出され、5cm 以深の層ではトリ体、ジ体、モノ体ともに検出されなかった。5cm 層まで検出されているトリ体の濃度は、表層から 5cm の層まで概ね同程度の濃度であった。

有機スズ化合物は昭和 30 年代半ばから防汚塗料（船底塗料や漁網防汚剤）として広く使用されてきたが、我が国では昭和 60 年代に、有機スズ化合物による海洋汚染が問題となり、それに伴い、化学物質の審査および製造等の規制に関する法律（化審法）において、有機スズ化合物のうちトリブチルスズオキシド（TBTO）が平成元年に第一種特定化学物質に指定され、製造、使用、輸入が原則禁止された。また、その他のトリブチルスズ化合物（13 物質）及びトリフェニルスズ（TPT）化合物（7 物質）については、平成元年から 2 年にかけて第 2 種特定化学物質に指定され、製造、輸入予定数量の事前届出のほか、必要に応じ、製造、輸入量の規制が行われるようになった。

今回得られたブチルスズ化合物の鉛直分布は、我が国におけるブチルスズ化合物の使用量の推移と非常に類似していることがわかった。トリブチルスズの推定開放系用途出荷量を図 6 に示す。

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。

日本海西部有機スズ化合物補完調査において、平成16年度調査に引き続き、ブチルスズ化合物が堆積物から高濃度で検出された。その濃度は、昭和60年頃をピークに現在にかけて減少傾向にあり、我が国のブチルスズ化合物の使用量の推移と類似の傾向を示した。また、臭素系難燃剤の比率を用いて汚染源の特定を試みたが、明確な結論は得られなかった。なお、臭素系難燃剤HBCDの検出濃度は、人の健康にただちに影響を及ぼすレベルではないと考えられるものの、沿岸域よりも高い濃度で検出された。

上記のことより、当該海域は重要監視海域であると考えられ、今後も詳細な調査を含む継続監視が必要である。

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	長崎大学水産学部教授
小城 春雄	北海道大学水産学部名誉教授
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
二ツ町 悟	海上保安庁海洋情報部環境調査課海洋汚染調査室長
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20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

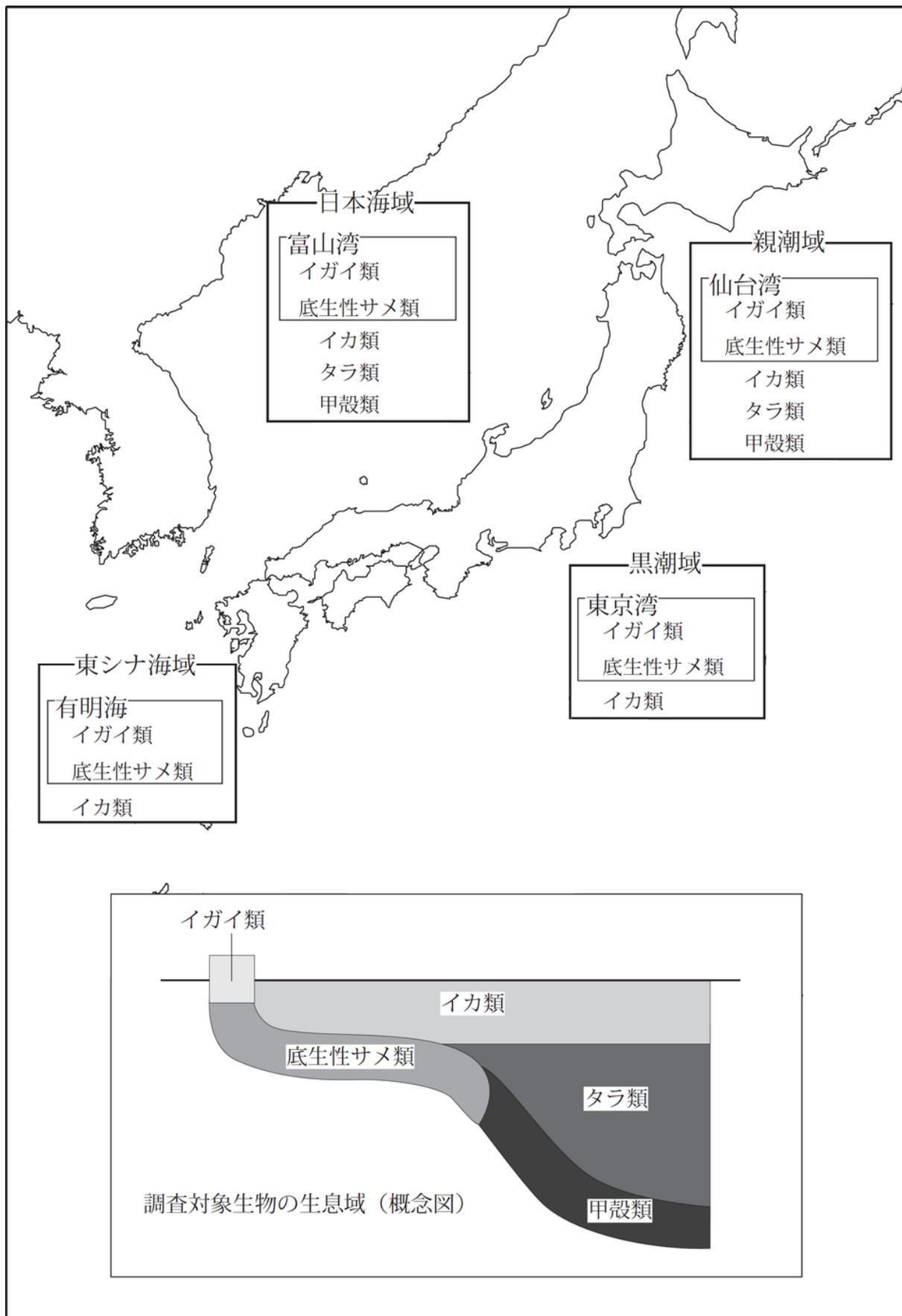
5.略語説明

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

6.引用文献

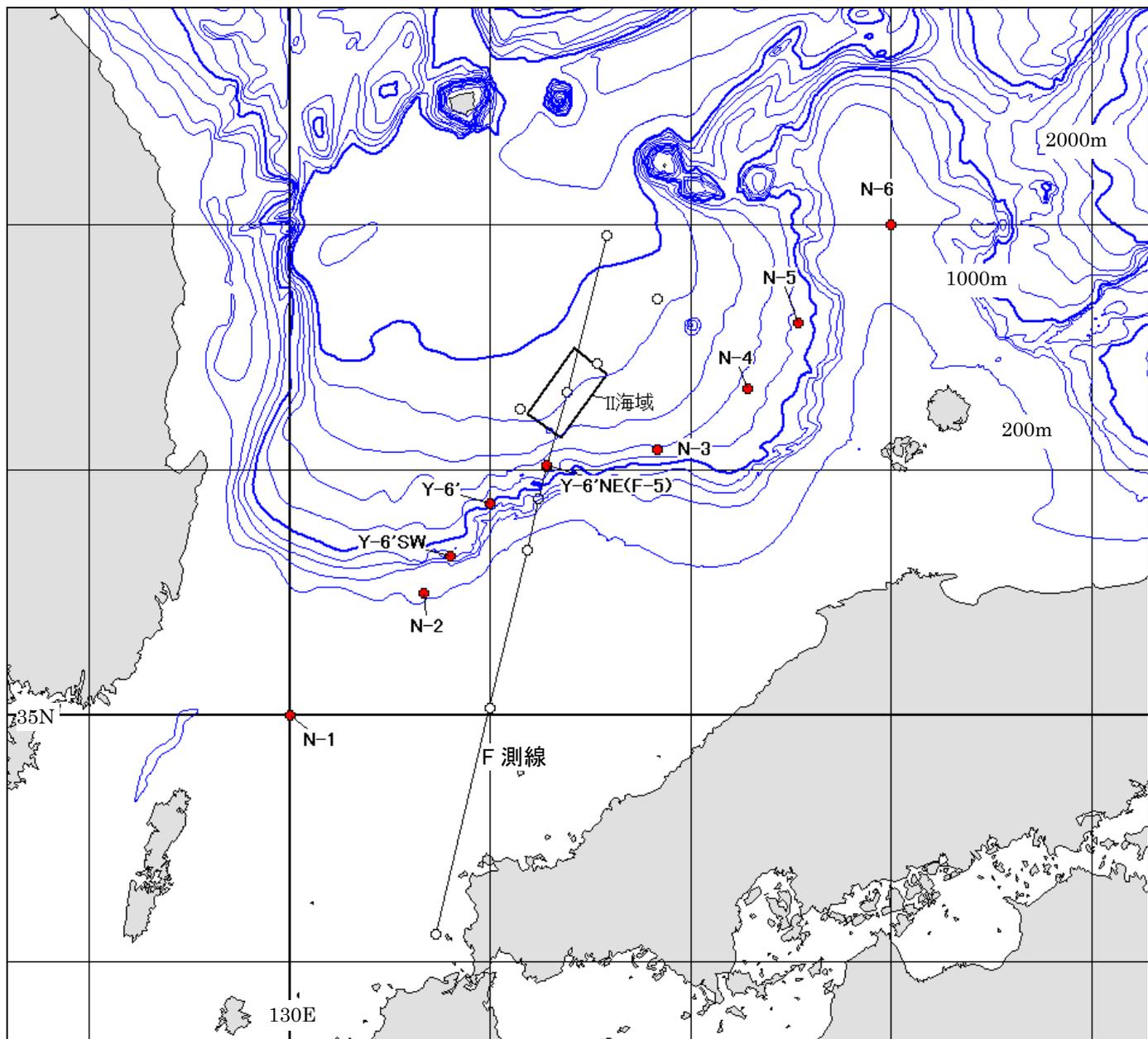
環境庁（1976～1995）：「昭和50年度～平成6年度日本近海海洋汚染実態調査」

- 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（2007）：「平成 18 年度版 化学物質と環境」
- 厚生労働省（2008）：「平成 19 年度食品からのダイオキシン類一日摂取量調査等の調査結果について」
- 農林水産省（2008）：「平成 18 年度農畜水産物に係るダイオキシン類の実態調査の結果について」
- 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.



注：本調査では有明海のイガイ類は採取できなかったため、欠測とした。

図1 平成19年度海洋環境モニタリング（生体濃度調査）の調査位置



(水深は 200m ピッチ)

図2 平成19年度海洋環境モニタリング（日本海西部有機スズ化合物補完調査）の調査位置（赤丸）
 ○は平成16年度に調査を行った測点。このうち九州北岸から沖合に伸びる測線がF測線

表 1 生体濃度調査試料の採取、購入時期（年/月）

対象生物	浅海性	陸棚性	表層性	中層性	深海性
	底生生物	底生生物	遊泳生物	遊泳生物	底生生物
	イカ類	底生性サメ類	イカ類	タラ類	甲殻類
親潮域	H20/1	H20/2	H19/11	H19/11	H20/1
黒潮域	H19/12	H20/1	H19/12	-	-
東シナ海域	欠測	H20/2	H20/11	-	-
日本海域	H20/1	H20/1	H20/2	H20/2	H20/2

表 2 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

	生体濃度調査
一般項目	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
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)

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。

注 2 : 平成 19 年度は水質調査及び底質調査は実施しない。

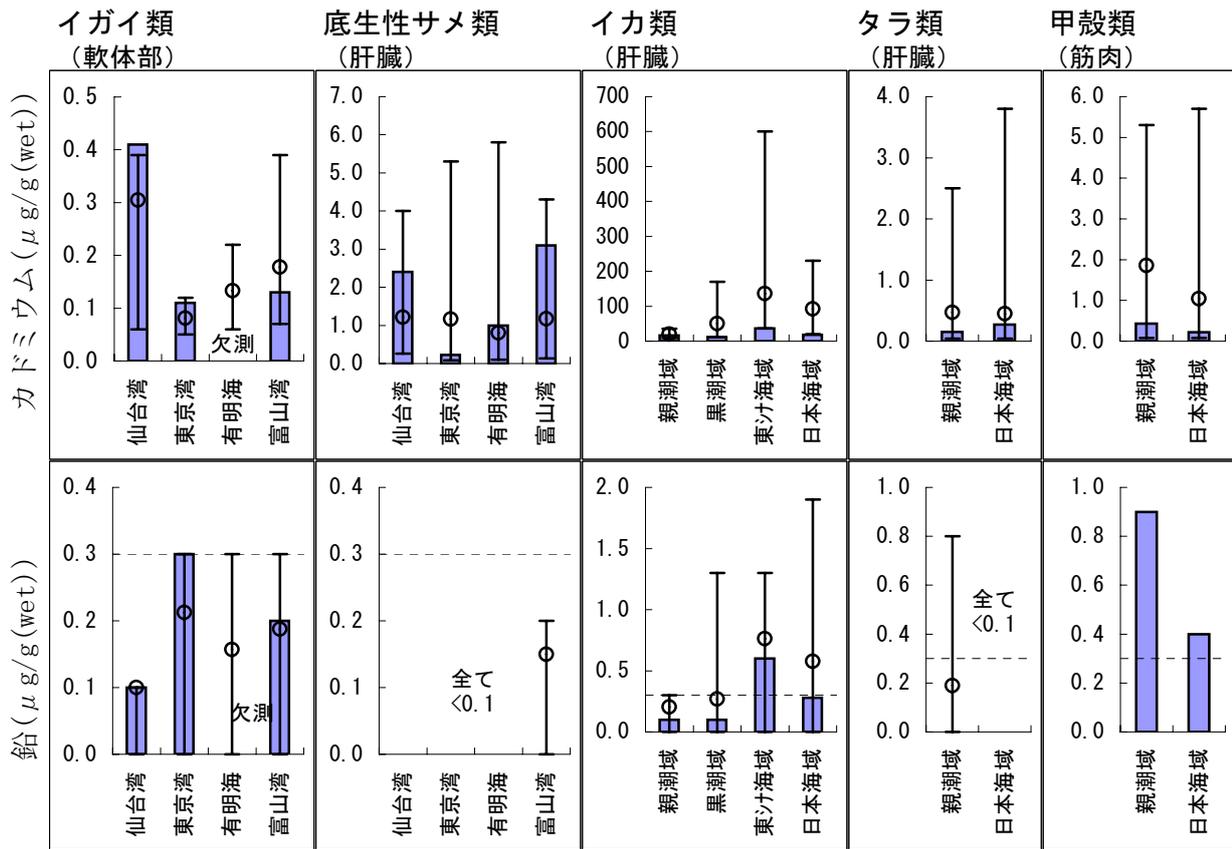
表 2 (続き) 各調査の測定項目

(2) 日本海西部有機スズ化合物補完調査における測定項目

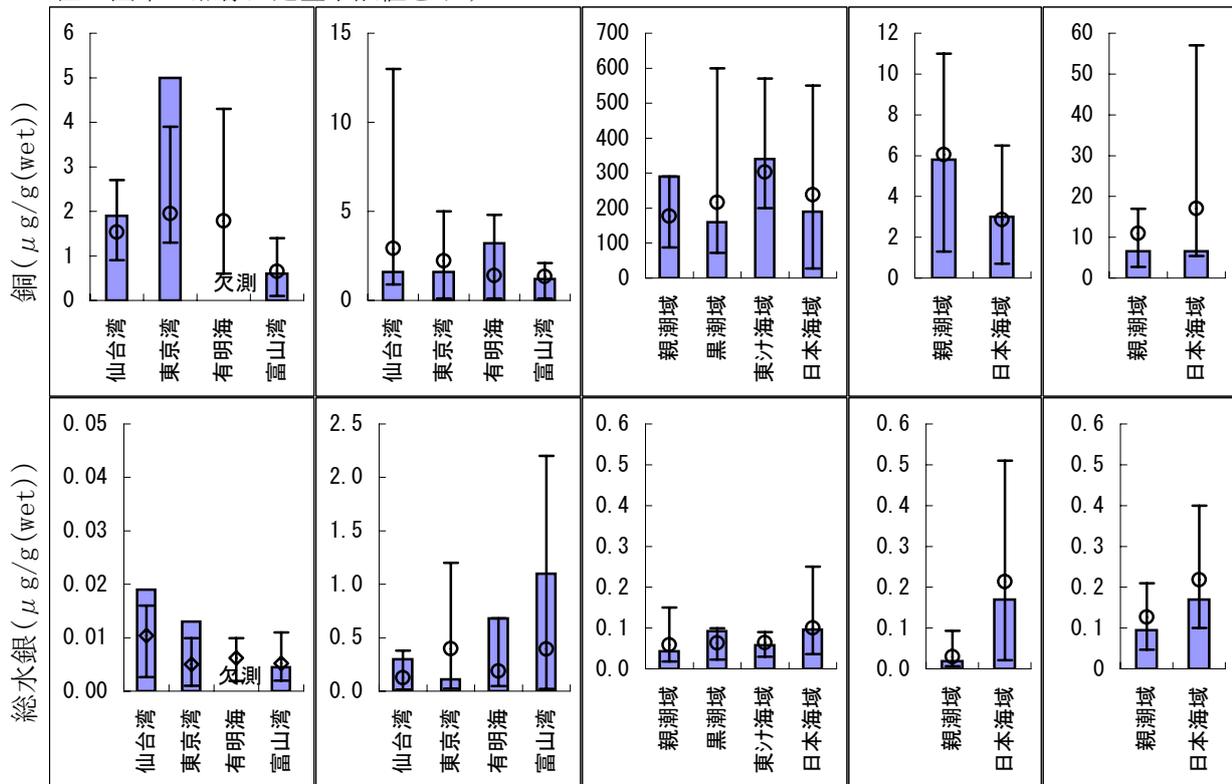
	底質調査
一般項目	粒度組成、水分含有率、全有機態炭素、全窒素、全リン、硫化物
重金属類	カドミウム、総水銀
有機スズ化合物	トリブチルスズ (TBT)、ジブチルスズ (DBT)、モノブチルスズ (MBT)、 トリフェニルスズ (TPT)、ジフェニルスズ (DPT)、モノフェニルスズ (MPT)
その他	臭素系難燃剤 (PBDEs、 α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD) マーカー (直鎖アルキルベンゼン、コプロスタノール類：コプロスタノール、 <i>epi</i> -コプロスタノール、コレスタノール、コレステロール)

表 3 生体濃度調査の対象生物等

対象生物		1 検体とした 個体数	分析部位	
			脂質量、PCB、 ダイオキシン類	左記以外の 物質
浅海性底生生物	イガイ類	約 140	軟体部	軟体部
陸棚性底生生物	底生性サメ類	3~12	肝臓・筋肉	肝臓
表層性遊泳生物	イカ類	4~20	肝臓・筋肉	肝臓
中層性遊泳生物	タラ類	2~6	肝臓・筋肉	肝臓
深海性底生生物	甲殻類	5	筋肉	筋肉

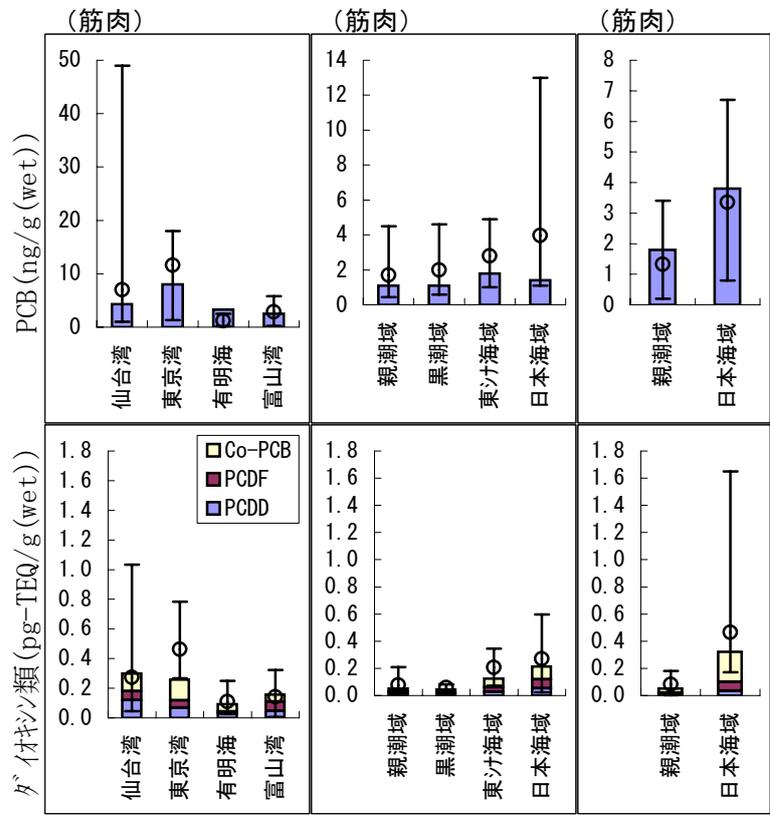
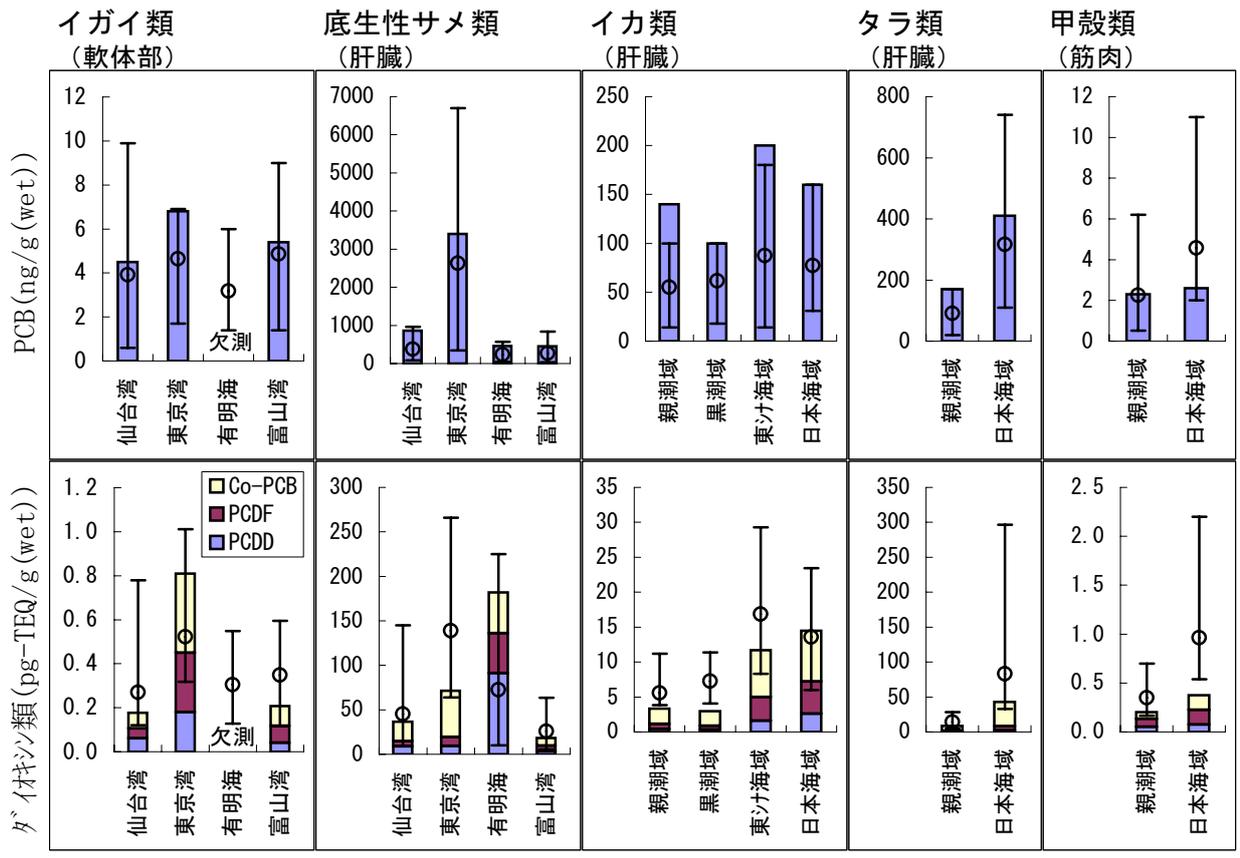


注：図中の点線は定量下限値を示す



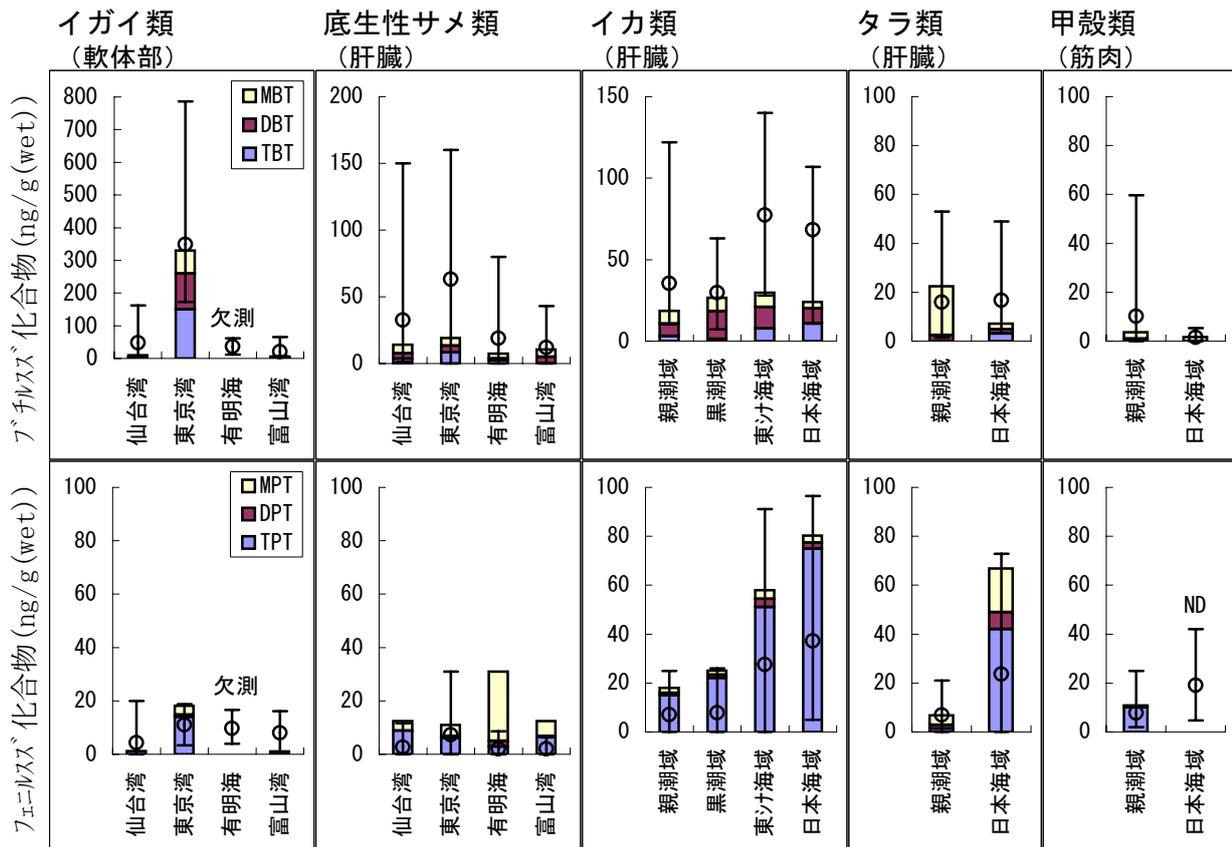
注：○と上下のバーは、H10～18年度の平均値と検出範囲を表す

図3(1) 生体濃度調査結果



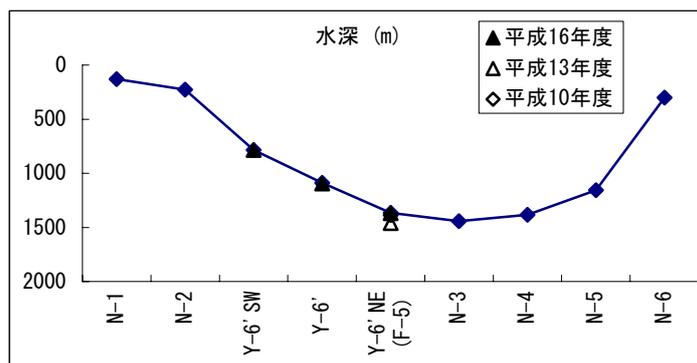
注：○と上下のバーは、H10～18年度の平均値と検出範囲を表す

図3(2) 生体濃度調査結果



注：○と上下のバーは、H10～18年度の平均値と検出範囲を表す

図3(3) 生体濃度調査結果



平成19年度

測点	N-1	N-2	Y-6' SW	Y-6'	Y-6' NE (F-5)	N-3	N-4	N-5	N-6
中央粒径 (μm)	41	120	4.7	4.4	4.6	4.5	5.6	5.8	8.6
淘汰度	3.7	1.5	2.2	2.2	2.2	2.1	2.0	2.1	2.7

平成16年度

測点	N-1	N-2	Y-6' SW	Y-6'	Y-6' NE (F-5)	N-3	N-4	N-5	N-6
中央粒径 (μm)	-	-	5.2	5.3	4.2	-	-	-	-
淘汰度	-	-	2.1	2.0	2.0	-	-	-	-

平成13年度

測点	N-1	N-2	Y-6' SW	Y-6'	Y-6' NE (F-5)	N-3	N-4	N-5	N-6
中央粒径 (μm)	-	-	-	-	2.2	-	-	-	-
淘汰度	-	-	-	-	-	-	-	-	-

平成10年度

測点	N-1	N-2	Y-6' SW	Y-6'	Y-6' NE (F-5)	N-3	N-4	N-5	N-6
中央粒径 (μm)	-	-	-	-	4.9	-	-	-	-
淘汰度	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注：中央粒径は、平成19年度、16年度はマイクロレーザー散乱法による値、平成13年度、10年度はJIS法による値。

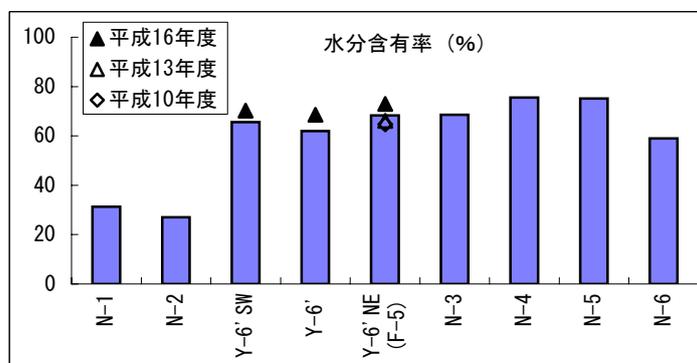


図4(1) 表層底質調査結果 (日本海西部有機スズ化合物補完調査)

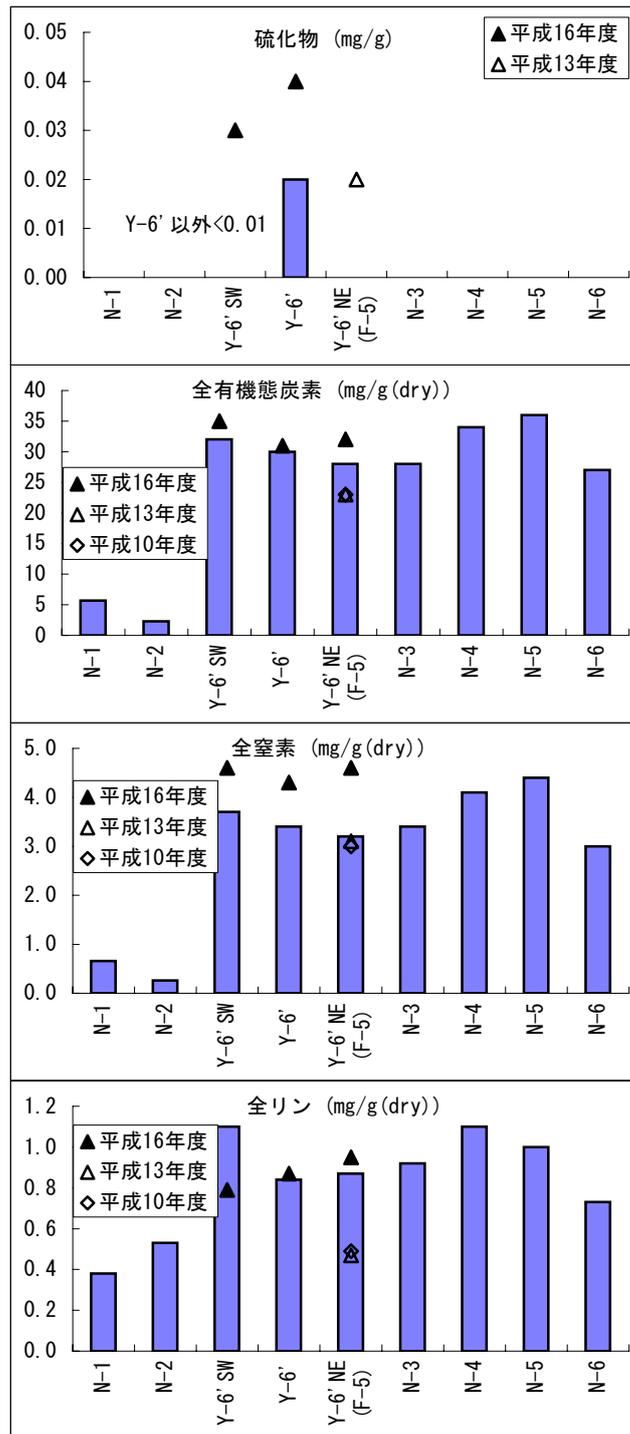


図4(2) 表層底質調査結果 (日本海西部有機スズ化合物補完調査)

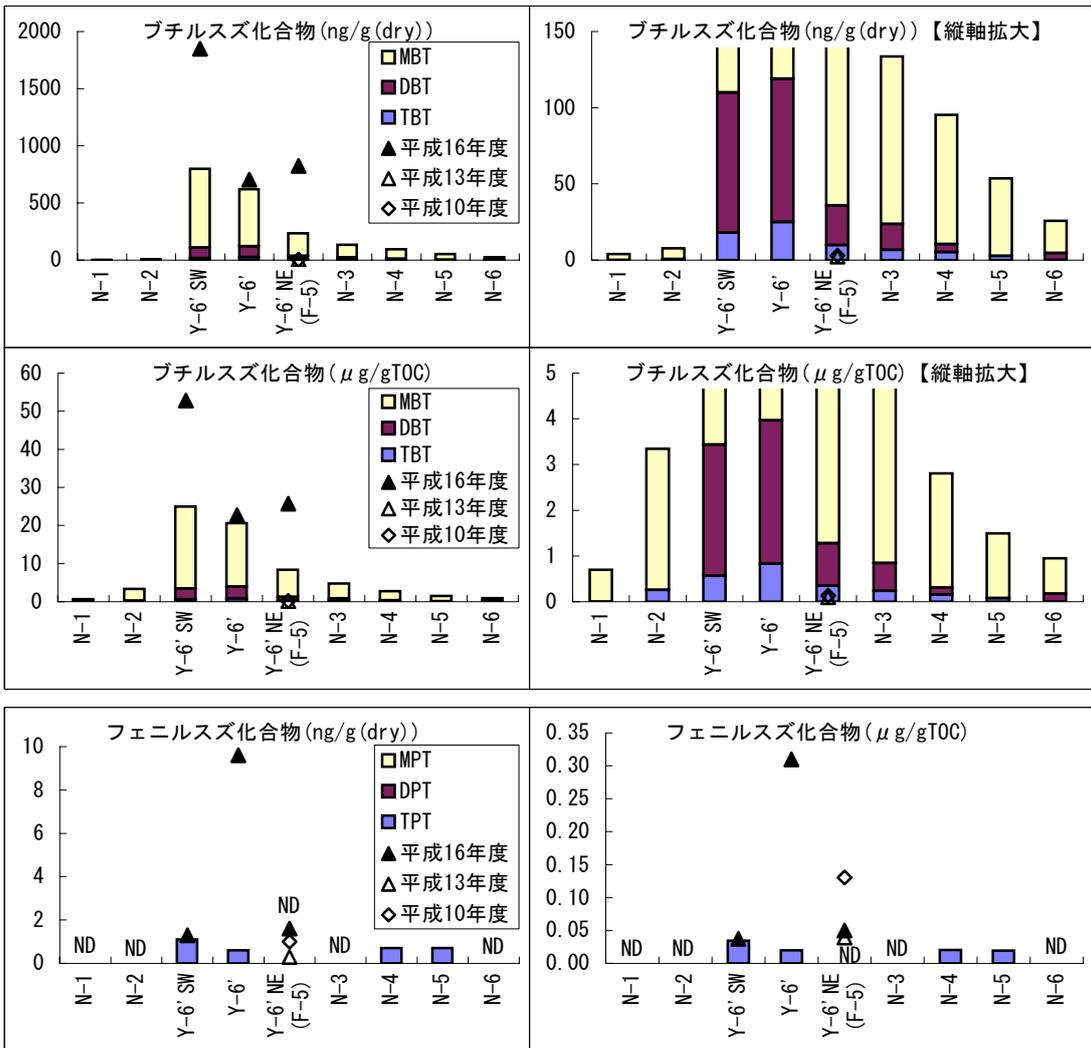
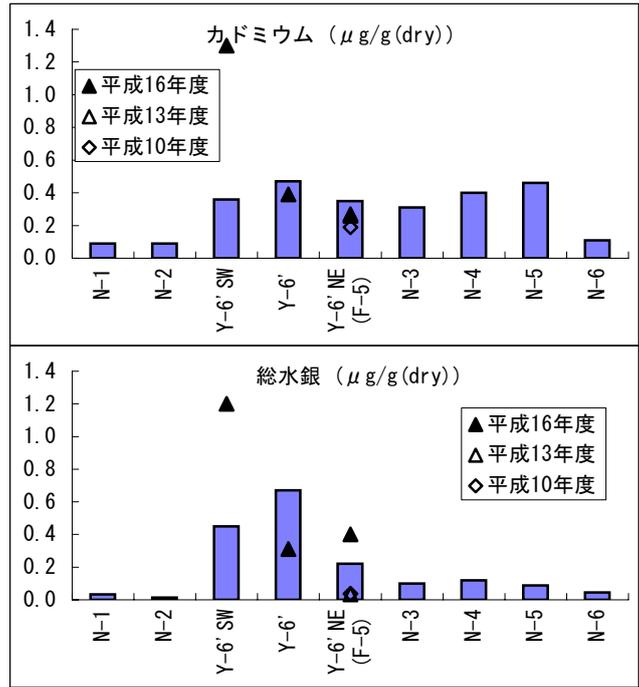


図4(3) 表層底質調査結果 (日本海西部有機スズ化合物補完調査)

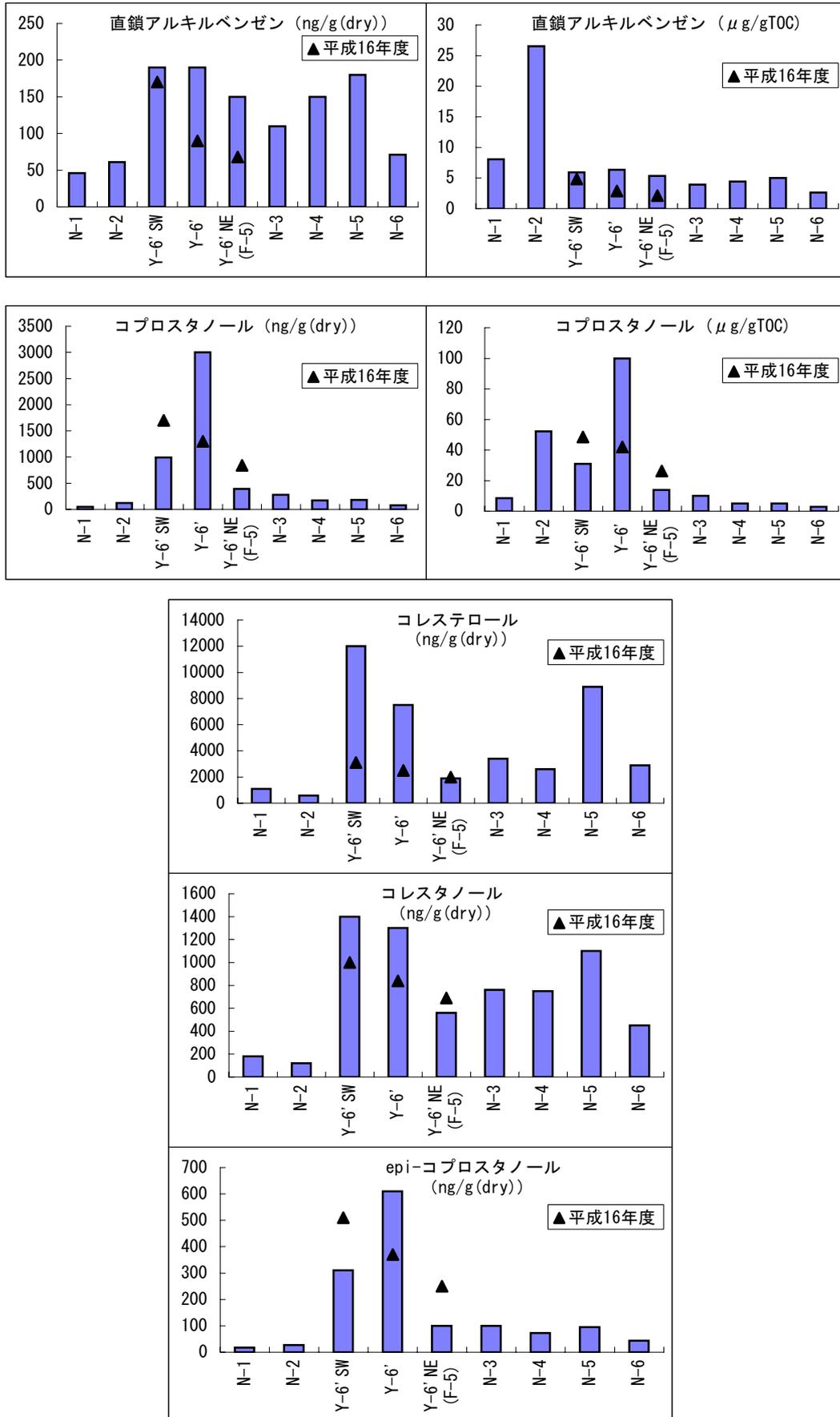


図4(4) 表層底質調査結果 (日本海西部有機スズ化合物補完調査)

表4 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）	0.013～0.67 ppm（7）

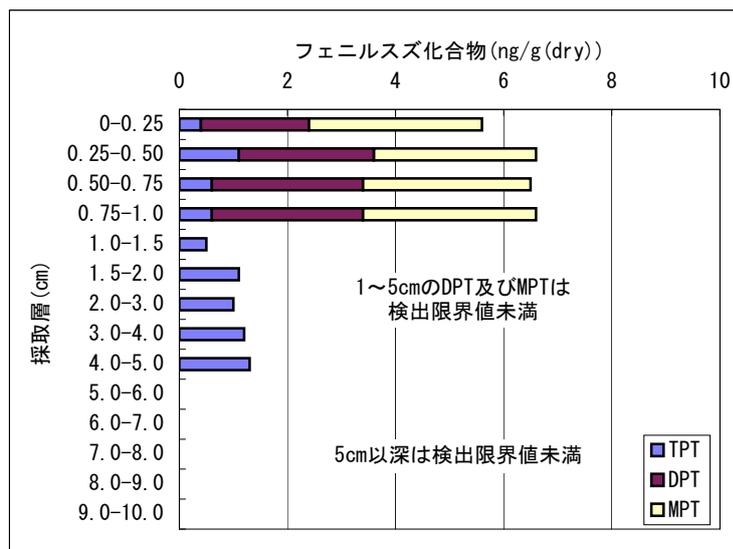
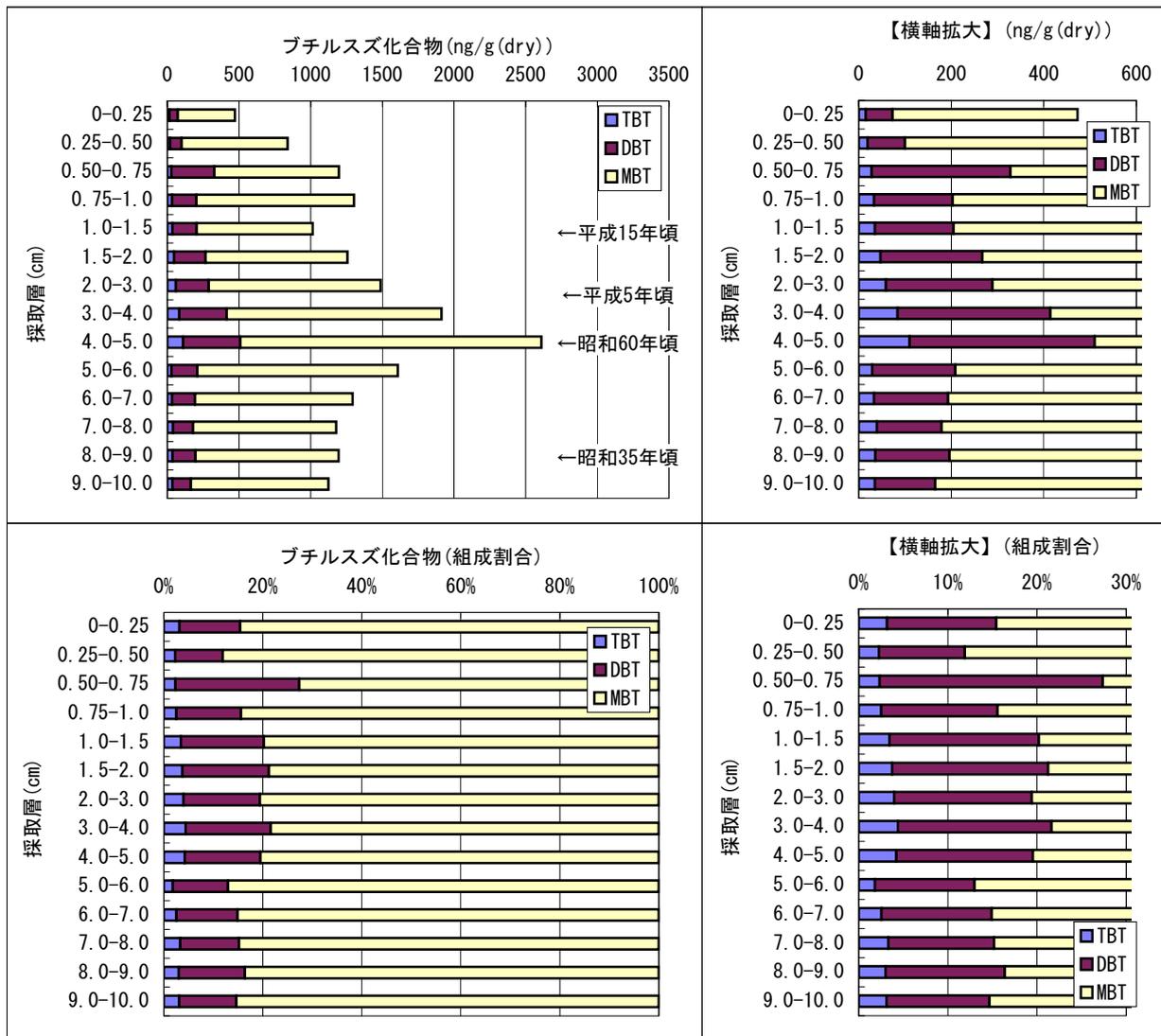
注1：環境基準あるいは暫定除去基準の設定されている項目についての測定結果

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、 $\Delta H=0.393\text{m}$ （大泊港／仙崎）、 $J=5 \times 10^{-4}$ 、 $S=100$ とすると、

$C=1.41\text{ppm}$ となる



注:5cm以深は参考値

図5 層別底質調査結果 (Y-6' SW)

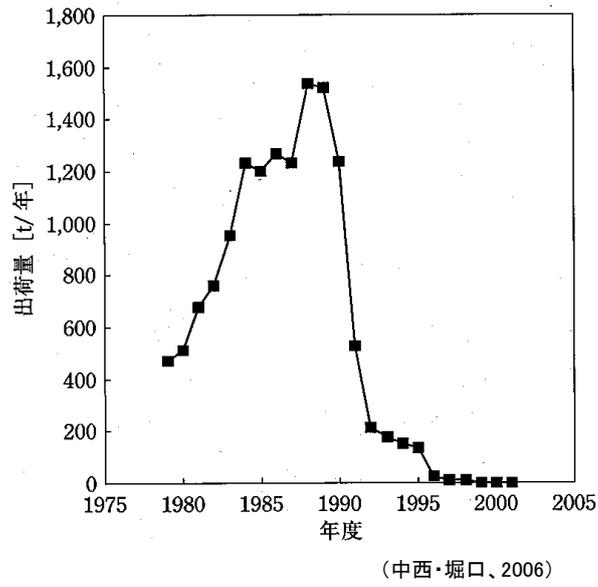


図6 TBTの推定開放系用途出荷量（化学原料用を除く；TBT基換算値）

平成19年度海洋環境モニタリング調査データ集

別表1(1) 生体濃度調査の結果

種名	海域	カドミウム(μg/g(wet))				鉛(μg/g(wet))				銅(μg/g(wet))				全水銀(μg/g(wet))					
		平成19年度		平成10~18年度		平成19年度		平成10~18年度		平成19年度		平成10~18年度		平成19年度		平成10~18年度			
		年	度	平均	最大	最小	年	度	平均	最大	最小	年	度	平均	最大	最小	年	度	平均
イガイ類 (軟体部)	仙台湾	0.41	0.31	0.39	0.060	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.9	1.5	2.7	0.90	0.019	0.010	0.016	0.0026	
	東京湾	0.11	0.081	0.12	0.050	0.30	0.21	0.30	0.30	5.0	2.0	3.9	1.3	0.013	0.005	0.010	0.0010		
	有明海	欠測	0.13	0.22	0.060	欠測	0.16	0.30	0.10	欠測	1.8	4.3	0.60	0.0019	0.006	0.010	0.0019		
	富山湾	0.13	0.18	0.39	0.070	0.20	0.19	0.30	0.20	0.60	0.65	1.4	0.10	0.0045	0.005	0.011	0.0020		
底生性サメ類 (肝臓)	仙台湾	2.4	1.2	4.0	0.26	<0.1	—	ND	ND	1.6	2.9	13.0	0.90	0.30	0.12	0.38	0.02		
	東京湾	0.23	1.2	5.3	0.080	<0.1	—	ND	ND	1.6	2.2	5.0	0.10	0.11	0.40	1.2	0.03		
	有明海	1.0	0.80	5.8	0.10	<0.1	—	3.8	ND	3.2	1.4	4.8	0.10	0.68	0.19	0.68	0.05		
	富山湾	3.1	1.2	4.3	0.13	<0.1	0.15	0.20	0.10	1.2	1.4	2.1	0.10	1.1	0.39	2.2	0.02		
(筋肉)	仙台湾																		
	東京湾																		
	有明海																		
	富山湾																		
イナゴ類 (肝臓)	親潮域	16	20	36	8.7	0.10	0.20	0.30	0.20	290	177	290	88	0.043	0.058	0.15	0.018		
	黒潮域	12	51	170	11	0.10	0.27	1.3	0.10	160	216	600	72	0.092	0.064	0.10	0.023		
	東シナ海域	37	136	600	37	0.60	0.76	1.3	0.70	340	303	570	200	0.058	0.064	0.090	0.030		
	日本海域	18	92	230	20	0.28	0.58	1.9	0.50	190	238	550	27	0.10	0.10	0.25	0.036		
(筋肉)	親潮域																		
	黒潮域																		
	東シナ海域																		
	日本海域																		
タラ類 (肝臓)	親潮域	0.15	0.47	2.5	0.040	<0.1	0.19	0.80	0.30	5.8	6.1	11	1.3	0.019	0.030	0.093	0.007		
	日本海域	0.27	0.45	3.8	0.040	<0.1	—	ND	ND	3.0	2.9	6.5	0.70	0.17	0.21	0.51	0.021		
(筋肉)	親潮域																		
	日本海域																		
甲殻類 (筋肉)	親潮域	0.43	1.9	5.3	0.080	0.90	—	0.10	ND	6.6	11	17	2.7	0.10	0.13	0.21	0.047		
	日本海域	0.22	1.0	5.7	0.080	0.40	—	ND	ND	6.6	17	57	5.4	0.17	0.22	0.40	0.10		

ND:検出下限値未満

空欄:分析対象外

平均値:検出下限値未満の値は検出下限値の1/2として算出

—:過去9年間に検出されたのは1検体以下のため算出せず

別表1(2) 生体濃度調査の結果

種名	海域	PCB(ng/g(wet))				ダイオキシン類(pg-TEQ/g(wet))						
		平成19年度	平成10~18年度			平成19年度			平成10~18年度			
			平均	最大	最小	PCDD	PCDF	Co-PCB	合計	平均	最大	最小
イガイ類 (軟体部)	仙台湾	4.5	9.9	0.6	0.061	0.045	0.071	0.18	0.27	0.78	0.12	
	東京湾	6.8	6.9	1.7	0.18	0.27	0.36	0.81	0.52	1.0	0.32	
	有明海	欠測	6.0	1.4	欠測	欠測	欠測	欠測	0.30	0.55	0.13	
	富山湾	5.4	9.0	1.4	0.040	0.078	0.089	0.21	0.35	0.60	0.12	
底生性サメ類 (肝臓)	仙台湾	860	960	84	8.8	5.8	22	37	45	145	9.0	
	東京湾	3,400	6,700	340	10	10	52	72	139	266	64	
	有明海	460	570	43	91	45	46	182	73	225	10	
	富山湾	450	840	34	3.5	6.2	8.7	18	26	64	5.3	
	仙台湾	4.3	49	1.0	0.12	0.060	0.12	0.30	0.27	1.0	0.05	
	東京湾	8.0	18	1.3	0.068	0.051	0.14	0.26	0.46	0.78	0.27	
(筋肉)	有明海	3.3	1.2	2.5	0.033	0.011	0.049	0.093	0.11	0.25	0.026	
	富山湾	2.5	2.9	5.8	0.048	0.061	0.049	0.16	0.14	0.32	0.006	
	親潮域	140	55	100	0.43	0.71	2.2	3.3	5.6	11	3.8	
	黒潮域	100	62	100	0.33	0.55	2.1	3.0	7.3	11	4.1	
	東シナ海域	200	87	180	1.6	3.4	6.7	12	17	29	8.3	
	日本海域	160	77	160	2.6	4.6	7.3	15	14	23	6.0	
(筋肉)	親潮域	1.1	1.7	4.5	0.018	0.012	0.022	0.052	0.077	0.21	0.040	
	黒潮域	1.1	2.0	4.6	0.013	0.011	0.020	0.044	0.058	0.082	0.033	
	東シナ海域	1.8	2.8	4.9	0.028	0.034	0.063	0.13	0.21	0.34	0.073	
	日本海域	1.4	4.0	1.3	0.053	0.066	0.10	0.22	0.27	0.60	0.024	
	親潮域	170	91	170	0.37	0.93	7.3	8.6	14	28	5.0	
	日本海域	410	317	740	2.5	5.6	35	43	83	297	33	
(筋肉)	親潮域	1.8	1.3	3.4	0.013	0.009	0.029	0.051	0.082	0.18	0.0020	
	日本海域	3.8	3.4	6.7	0.035	0.066	0.22	0.32	0.46	1.7	0.17	
	親潮域	2.3	2.3	6.2	0.051	0.084	0.067	0.20	0.35	0.70	0.17	
甲殻類 (筋肉)	日本海域	2.6	4.6	11	0.076	0.15	0.15	0.38	1.0	2.2	0.54	

ND: 検出下限値未満

空欄: 分析対象外

平均値: 検出下限値未満の値は検出下限値の1/2として算出

別表1(3) 生体濃度調査の結果

種名	海域	ブチルスズ化合物 (ng/g(wet))					フェニルスズ化合物 (ng/g(wet))								
		平成19年度					平成10～18年度								
		TBT	DBT	MBT	合計	平均	最大	最小	TPT	DPT	MPT	合計	平均	最大	最小
イカ類 (軟体部)	仙台湾	2.8	2.0	4.9	9.7	48	162	5.1	1.2	<0.6	<0.6	1.2	4.3	20	ND
	東京湾	150	110	70	330	349	786	173	14	0.80	3.4	18	11	19	3.3
	有明海	欠測	欠測	欠測	欠測	36	62	12	欠測	欠測	欠測	欠測	10	17	3.9
	富山湾	2.0	2.2	2.1	6.3	20	66	6.4	1.1	<0.6	<0.6	1.1	8.1	16	0.84
底生性サメ類 (肝臓)	仙台湾	3.5	4.2	6.4	14	33	150	1.1	8.8	<0.6	3.7	13	2.6	12	ND
	東京湾	8.4	4.9	5.9	19	63	160	ND	6.1	0.70	4.2	11	7.3	31	ND
	有明海	2.5	1.4	3.6	7.5	19	80	ND	2.9	2.1	2.6	31	2.0	8.6	ND
	富山湾	<0.6	5.0	5.5	11	12	43	ND	6.8	<0.6	5.7	13	2.0	6.4	ND
(筋肉)	仙台湾														
	東京湾														
	有明海														
	富山湾														
イカ類 (肝臓)	親潮域	3.2	7.6	7.8	19	35	122	10	15	0.90	2.1	18	7.1	25	ND
	黒潮域	1.4	17	8.2	27	30	63	7.3	22	1.4	1.7	25	7.8	26	ND
	東シ海域	7.9	13	8.9	30	77	140	28	51	3.5	3.4	58	28	91	ND
	日本海域	11	9.2	3.9	24	68	107	11	75	2.4	2.9	80	37	97	4.9
(筋肉)	親潮域														
	黒潮域														
	東シ海域														
	日本海域														
タラ類 (肝臓)	親潮域	<0.6	2.5	2.0	23	16	53	1.5	1.3	1.6	3.9	6.8	7.0	21	ND
	日本海域	3.1	1.7	2.4	7.2	17	49	3.3	42	6.9	18	67	24	73	ND
	親潮域														
	日本海域														
甲殻類 (筋肉)	親潮域	<0.6	1.0	2.6	3.6	10	60	ND	10	<0.6	0.90	11	7.8	25	2.0
	日本海域	<0.6	<0.6	1.7	1.7	1.5	5.4	ND	<0.6	<0.6	<0.6	ND	19	42	4.7

ND:検出下限値未満

空欄:分析対象外

平均値:検出下限値未満の値は検出下限値の1/2として算出

別表2(1) 日本海西部有機スズ化合物補完調査の結果(表層堆積物)

測点	調査年度 (平成)	水深(m)	水分含有率 (%)	硫化物 (mg/g)	TOC (mg/g(dry))	TN (mg/g(dry))	TP (mg/g(dry))	Cd (μ g/g(dry))	T-Hg (μ g/g(dry))
N-1	19	129	31	<0.01	5.7	0.66	0.38	0.090	0.034
N-2	19	226	27	<0.01	2.3	0.26	0.53	0.090	0.013
Y-6'SW	19	786	66	<0.01	32	3.7	1.1	0.36	0.45
	16	784	70	0.030	35	4.6	0.79	1.3	1.2
Y-6'	19	1,089	62	0.020	30	3.4	0.84	0.47	0.67
	16	1,094	69	0.040	31	4.3	0.87	0.39	0.31
Y-6'NE (F-5)	19	1,367	68	<0.01	28	3.2	0.87	0.35	0.22
	16	1,368	73	0.23	32	4.6	0.95	0.26	0.40
	13	1,460	66	0.020	23	3.1	0.47	0.27	0.034
	10	1,387	65	ND	23	3.0	0.49	0.19	0.037
N-3	19	1,442	69	<0.01	28	3.4	0.92	0.31	0.099
N-4	19	1,383	76	<0.01	34	4.1	1.1	0.40	0.12
N-5	19	1,157	75	<0.01	36	4.4	1.0	0.46	0.088
N-6	19	302	59	<0.01	27	3.0	0.73	0.11	0.045

測点	調査年度 (平成)	ブチルスズ化合物(ng/g(dry))				ブチルスズ化合物/TOC(μ g/gTOC)			
		TBT	DBT	MBT	合計	TBT/TOC	DBT/TOC	MBT/TOC	合計
N-1	19	<0.6	<0.6	4.0	4.0	—	—	0.70	0.70
N-2	19	0.60	<0.6	7.1	7.7	0.26	—	3.1	3.3
Y-6'SW	19	18	92	690	800	0.56	2.9	22	25
	16	69	180	1,600	1,849	2.0	5.1	46	53
Y-6'	19	25	94	500	619	0.83	3.1	17	21
	16	53	110	540	703	1.7	3.5	17	23
Y-6'NE (F-5)	19	9.8	26	200	236	0.35	0.93	7.1	8.4
	16	83	100	640	823	2.6	3.1	20	26
	13	0.30	0.50	1.5	2.3	0.013	0.022	0.064	0.098
	10	1.0	1.0	1.0	3.0	0.043	0.043	0.043	0.13
N-3	19	6.6	17	110	134	0.24	0.61	3.9	4.8
N-4	19	5.3	5.1	85	95	0.16	0.15	2.5	2.8
N-5	19	2.7	<0.6	51	54	0.075	—	1.4	1.5
N-6	19	<0.6	4.7	21	26	—	0.17	0.78	0.95

測点	調査年度 (平成)	フェニルスズ化合物(ng/g(dry))				フェニルスズ化合物/TOC(μ g/gTOC)			
		TPT	DPT	MPT	合計	TPT/TOC	DPT/TOC	MPT/TOC	合計
N-1	19	<0.6	<0.6	<0.6	ND	—	—	—	—
N-2	19	<0.6	<0.6	<0.6	ND	—	—	—	—
Y-6'SW	19	1.1	<0.6	<0.6	1.1	0.034	—	—	0.034
	16	0.40	0.40	0.50	1.3	0.011	0.011	0.014	0.037
Y-6'	19	0.60	<0.6	<0.6	0.60	0.020	—	—	0.020
	16	0.30	0.30	9.0	9.6	0.010	0.010	0.29	0.31
Y-6'NE (F-5)	19	<0.6	<0.6	<0.6	ND	—	—	—	—
	16	0.30	0.30	1.0	1.6	0.0094	0.0094	0.031	0.050
	13	0.30	0.30	0.30	0.90	0.013	0.013	0.013	0.039
	10	1.0	1.0	1.0	3.0	0.043	0.043	0.043	0.13
N-3	19	<0.6	<0.6	<0.6	ND	—	—	—	—
N-4	19	0.70	<0.6	<0.6	0.70	0.021	—	—	0.021
N-5	19	0.70	<0.6	<0.6	0.70	0.019	—	—	0.019
N-6	19	<0.6	<0.6	<0.6	ND	—	—	—	—

—: 検出されなかったため算出せず

空欄: 調査を実施していない項目

別表2(2) 日本海西部有機スズ化合物補完調査の結果(表層堆積物)

測点	調査年度 (平成)	LAB (ng/g(dry))	LAB/TOC (μ g/gTOC)	コプロスタノール (ng/g(dry))	コプロスタノール /TOC (μ 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))
N-1	19	46	8.1	49	8.6	17	1,100	180
N-2	19	61	27	120	52	27	580	120
Y-6'SW	19	190	5.9	990	31	310	12,000	1,400
	16	170	4.9	1,700	49	510	3,100	1,000
Y-6'	19	190	6.3	3,000	100	610	7,500	1,300
	16	90	2.9	1,300	42	370	2,500	840
Y-6'NE (F-5)	19	150	5.4	390	14	100	1,900	560
	16	68	2.1	840	26	250	2,000	690
	13							
	10							
N-3	19	110	3.9	280	10	100	3,400	760
N-4	19	150	4.4	170	5.0	73	2,600	750
N-5	19	180	5.0	180	5.0	95	8,900	1,100
N-6	19	71	2.6	76	2.8	44	2,900	450

測点	調査年度 (平成)	ヘキサブロモシクロデカン(ng/g(dry))				PBDE (ng/g(dry))
		α -HBCD	β -HBCD	γ -HBCD	合計	
N-1	19	0.10	0.20	1.4	1.7	1.5
N-2	19	0.40	0.30	3.0	3.7	1.1
Y-6'SW	19	54	32	324	410	36
	16					
Y-6'	19	30	21	318	368	31
	16					
Y-6'NE (F-5)	19	23	16	170	208	22
	16					
	13					
	10					
N-3	19	19	17	138	174	19
N-4	19	10	8	85	102	13
N-5	19	8.0	5.0	45	58	7.0
N-6	19	0.80	0.90	8.2	10	2.4

-: 検出されなかったため算出せず

空欄: 調査を実施していない項目

別表3 日本海西部有機スズ化合物補完調査の結果(Y-6'SW、層別堆積物試料)

採取層(cm)	有機スズ化合物 (ng/g(dry))							
	ブチルスズ化合物				フェニルスズ化合物			
	TBT	DBT	MBT	合計	TPT	DPT	MPT	合計
0-0.25	15	58	400	473	0.40	2.0	3.2	5.6
0.25-0.50	19	81	740	840	1.1	2.5	3.0	6.6
0.50-0.75	28	300	870	1,198	0.60	2.8	3.1	6.5
0.75-1.0	33	170	1,100	1,303	0.60	2.8	3.2	6.6
1.0-1.5	35	170	810	1,015	0.50	<0.6	<0.6	0.50
1.5-2.0	47	220	990	1,257	1.1	<0.6	<0.6	1.1
2.0-3.0	59	230	1,200	1,489	1.0	<0.6	<0.6	1.0
3.0-4.0	84	330	1,500	1,914	1.2	<0.6	<0.6	1.2
4.0-5.0	110	400	2,100	2,610	1.3	<0.6	<0.6	1.3
5.0-6.0	29	180	1,400	1,609	<0.6	<0.6	<0.6	ND
6.0-7.0	33	160	1,100	1,293	<0.6	<0.6	<0.6	ND
7.0-8.0	39	140	1,000	1,179	<0.6	<0.6	<0.6	ND
8.0-9.0	36	160	1,000	1,196	<0.6	<0.6	<0.6	ND
9.0-10.0	35	130	960	1,125	<0.6	<0.6	<0.6	ND