

平成 21 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、従来からのヒト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、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・・・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 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 21 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、海洋投入処分が行われている IV 海域において、海水や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 21 年度は、陸域起源の汚染を対象とした調査として、底質調査、生体濃度調査、生物群集調査及びプラスチック類等調査を実施した。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は、水質調査、底質調査及び生物群集調査を実施した。

2.1 調査海域

陸域起源の汚染を対象とした調査

底質調査、生物群集調査及びプラスチック類等調査については、富山湾から沖合にのびる G 測線において実施した（図 1）。生体濃度調査は、親潮域、黒潮域、東シナ海域、日本海域を調査対象海域とした（図 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

新潟港（信濃川河口）沖合の投入処分点（Y-702）において調査を実施した（図 3）。

2.2 調査時期

陸域起源の汚染を対象とした調査

調査時期は、平成 21 年 11 月 5 日～11 月 7 日であった。なお、当該海域では過去に平成 10 年 10 月 31 日～11 月 6 日及び平成 14 年 11 月 29 日～12 月 1 日において調査を実施している。生体濃度調査試料の採取時期は表 1 のとおりである。

廃棄物等の海洋投入処分による汚染を対象とした調査

調査時期は、平成 21 年 11 月 8 日であった。

2.3 調査対象等

陸域起源の汚染を対象とした調査

底質調査、生体濃度調査は表 2 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。生物群集調査はメイオバントス群集を対象とした。プラスチック類等調査は表層浮遊物を対象とした。

廃棄物等の海洋投入処分による汚染を対象とした調査

底質調査は表 2 に示す項目を測定した。生物群集調査はマクロベントス群集を対象とした。

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

堆積物

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。

生体濃度試料

イカ類、タラ類及び甲殻類は漁業者より購入した。

生物群集試料

メイオベントス群集試料は、堆積物と同様の方法で採取した堆積物のコア 3 本（平成 15 年度までは 1 本）から、表面積 10 cm²、堆積物表面から 5 cm 深までのサブコアを採取し、目合 1 mm の篩を通過し、目合 0.038 mm の篩上に留まったものを試料とした。

〔参考 1〕メイオベントス、マクロベントス、メガベントス：ベントスとは水底に生活する生物の総称。大きさをメイオベントス < マクロベントス < メガベントスと分類される。メイオベントスは 1 mm の篩を通過し、0.04 mm 前後の篩上に留まる大きさのもので、主な出現動物群として、線虫類、カイアシ類（主としてソコミジンコ類）などがある。

プラスチック類等調査試料

プラスチック類等は気象庁型ニューストーンネット（間口 71.5 × 71.5 cm）を用いて、2 ノット、20 分間の表層曳きにより採取した。荒天時においてもネット開口部が常に海面を捉えられるように平成 16 年度に改良した曳網方法を用いた。

(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

海水

本年度の調査では海水の採取は実施せず、測器による表層から海底までの連続観測に

より濁度の測定を実施した。

堆積物

堆積物試料の採取は、(1)のと同様の方法で実施した。

生物群集試料

マクロベントス群集試料は、スミス・マッキンタイヤー型採泥器（採取面積：0.1m²）で採取した1キャスト分の堆積物試料を目合1mmの篩にかけ、篩上に溜まったものを試料とした。解析にあたっては、1個体が1gを超えるものを除外した。

〔参考2〕マクロベントスは採泥した堆積物を1mmの篩で分別して得られる大きさのもので、主な出現種として、多毛類、クモヒトデ類、甲殻類、二枚貝類などがある。

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。

2.6 ダイオキシン類の毒性等量換算等

ダイオキシン類は世界保健機構（WHO）が平成20年に定めた毒性等価係数（TEF）を用いて毒性等量（TEQ）換算を行った。その際、定量下限値未満の数値は、水質及び底質調査結果では0とした。生体濃度調査では、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としてTEQ換算を行った。

〔参考3〕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4〕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。一方、水質・底質調査結果では定量下限値未満の値が多く、上記のようにするとこれに起因して TEQ 値に占める割合が大きくなり、測点間に明瞭な差が出ない。そこで水質・底質調査では、岸沖方向の濃度勾配を明瞭に捉える観点から、定量下限値未満の値を 0 として扱った。

3. 調査結果の概要

平成 21 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

(1) 底質調査結果

底質調査結果を図 4 に示した。また、平成 10、14 年度に G 測線で実施した海洋環境モニタリングの調査結果をあわせて示した。

一般項目と汚染物質

水深は、沿岸域の G-1 から沖合にかけて徐々に深くなり、G-5 では約 2,700 m となっていた。その沖合の G-6 では急激に浅くなり、G-1 とほぼ同程度の約 400 m となっていた。

中央粒径は、G-6 で最も大きく ($54\mu\text{m}$)、その他の測点では全て $10\mu\text{m}$ 以下 ($5.9\sim 9.3\mu\text{m}$) となっていた。ほとんどの測点において、平成 10、14 年度よりも粒子が大きい堆積物が採取されていた。

水分含有率、硫化物、全有機態炭素、全窒素、全リンは、中央粒径の大きい G-6 では低い、もしくは検出限界未満の値を示し、一方で中央粒径の小さいその他の測点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。

カドミウム、鉛及び総水銀については、G-1 で最も高く、粒径の大きい G-6 で最も低くなっており、陸域からの影響が示唆された。銅は G-5 で最も高く、G-6 で最も低くなった。G-5 で高くなっているのは、自然現象と考えられた。全クロムについては G-3 で最も高く、G-6 で最も低くなった。水銀については後述するとおり、いずれも暫定除去基準を下回っており、ばく露リスクが懸念されるレベルではない。

PCB は、G-1 で最も高く、沿岸域から沖合域にかけて減少する傾向が見られ、陸域からの影響が示唆された。G-3～G-6 では過去の値よりも高くなっていた。これは、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。また、後述するとおり、いずれも暫定除去基準を下回っており、ばく露リスクが懸念されるレベルではない。

ダイオキシン類は、ばらつきがあるものの、G-1～G-5では概ね同程度の値であり、G-6では最も低くなっており、陸域からの影響は観測されなかった。G-1及びG-6では平成14年度の調査と概ね同程度の値であったが、G-2～G-5では過去の調査と比較して高くなっていった。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。また、後述するとおり、いずれも基準値を下回っており、ばく露リスクが懸念されるレベルではない。

ブチルスズ化合物及びフェニルスズ化合物は、沿岸域から沖合域にかけて減少する傾向が見られ、陸域からの影響が示唆された。ブチルスズ化合物についてはいずれの測点においても過去の調査と比較して高くなっており、採泥方法の変更によるものと考えられる。なお、今回の調査結果は、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)、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、有機スズ化合物と同様に、沿岸域から沖合域にかけて減少する傾向が見られ、陸域からの影響が示唆された。これらは過去のG測線の結果と比較すると、概ね同程度の値となっていた。今回の調査結果は、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（3.6～1,200ng/g(dry)）であった。

PBDEは、G-3で最も高く、G-6で最も低い値を示しており、陸域からの影響は観測されなかった。HBCDは、G-1で最も高く、G-6で最も低い値であり、沿岸域から沖合域にかけて減少する傾向が見られ、陸域からの影響が示唆された。今回富山湾の調査で検出された値は、PBDEについては平成20年度の東京湾沖合で検出された値と概ね同等、HBCDについては平成20年度の東京湾の値よりも高い値であった。

PFOS及びPFOAは、いずれの測点においても検出限界値未満（<0.1 ng/g(dry)）であり、陸域からの影響は観測されなかった。

基準値との比較（表4）

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。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。

〔参考5〕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。

(3) 生体濃度調査結果

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、イカ類、タラ類及び甲殻類である。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、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、甲殻類については筋肉を分析部位としている。

〔参考 6〕対象生物の特徴：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いる。魚類や動物プランクトンを捕食する。寿命は 1 年であり各年の汚染を反映する。

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域に生息する。

調査結果

平成 21 年度の調査結果と、平成 10～19 年度の検出範囲等をあわせて図 5 に示す。

測定結果は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た。一方、タラ類肝臓中のブチルスズ化合物が過去の調査と比較して高い濃度で検出された。このうち、過去の調査と比較して高いのは DBT の親潮域 (380 ng/g(wet)) と日本海域 (160 ng/g(wet))、MBT の日本海域 (110 ng/g(wet)) である。TBT については過去の調査と同等であり (親潮域 1.6 ng/g(wet)、日本海域 3.2 ng/g(wet))、ばく露リスクが懸念されるレベルではない。DBT については環境省「化学物質の環境リスク初期評価」で求められている無毒性量を用いて簡易リスク評価を行った結果、ヒトの健康に直ちに影響を及ぼすレベルではないと判断された。MBT については DBT よりも毒性が弱く、濃度が低いことからばく露リスクが懸念されるレベルではないと判断される。

他の調査結果及び基準等との比較

平成 21 年度の調査で得られた筋肉の PCB は、単純平均値 0.96 ng/g(wet) (検出範囲：0.92～1.0 ng/g(wet)) であり、環境省「平成 21 年度化学物質環境実態調査」の結果 (参考 7) の範囲内であった。筋肉のダイオキシン類は、単純平均値 0.36 pg-TEQ/g(wet) (検出範囲：0.28～0.43 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 8) の範囲内であった。

さらに、総水銀及び PCB は魚介類に対して暫定的規制値が設定されている (総水銀：0.4ppm、PCB：0.5～3ppm) (参考 9、10)。甲殻類 (筋肉) の PCB について基準

と比較すると、基準を下回っていた。

〔参考 7〕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 21 年度 化学物質環境実態調査結果」の魚類（筋肉）では 0.84～290 ng/g(wet)、貝類（軟体部）では 0.78～62 ng/g(wet)

〔参考 8〕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 20 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 0.21 pg-TEQ/g（検出範囲：0.011～0.38 pg-TEQ/g）
- ・農林水産省「平成 19 年度農畜水産物中の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 1.5、0.2、0.37、0.34 pg-TEQ/g

〔参考 9〕厚生省「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）及び「深海性魚介類等にかかる水銀の暫定的規制値の取扱いについて」（昭和 48 年 10 月 11 日、環乳第 121 号）において、魚介類の総水銀（可食部）に対して暫定的規制値 0.4ppm が定められている。マグロ類（マグロ、カジキ及びカツオ）、深海性魚介類等（メヌケ類、キンメダイ、ギンダラ、ベニズワイガニ、エッチュウバイガイ及びサメ類）及び河川産魚介類（湖沼産の魚介類を含まない）については適用外。

〔参考 10〕厚生省「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）において、魚介類の可食部に対して暫定的規制値 0.5ppm（遠洋沖合魚介類）及び 3ppm（内海内湾(内水面を含む。)魚介類）が定められている。

（4）生物群集調査結果

メイオバントス群集調査結果を図 6、7 に示した。平成 16 年度より各測点につき 3 試料の採取・分析を行っており、各測点における個体数のバラつきに関する情報が得られている。

図 6 についてみると、個体数は G-2 で最も多く約 2,100 個体 / 10 cm² となっており、G-5 で最も少なく 440 個体 / 10 cm² となっていた。

図 7 の層別分析結果をみると、G-2、G-5、G-6 では表層で最も多く、深層では減少する傾向が見られた。これは一般的な分布傾向と一致している。一方、G-1、G-3、G-4 では、そのような傾向が見られなかった。

線虫類の個体数とカイアシ類の個体数の比（N/C 比）はいずれの測点においても 15 未

満であり、堆積物中の硫化物はいずれの測点においても低くなっていたことから（図 4(2)）、G 測線で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。

〔参考 11〕線虫類の個体数とカイアシ類の個体数の比（N/C 比）は一般に、中央粒径が小さいほど、また有機物が多く貧酸素水塊が生じやすい条件であると高くなる指標である。

（5）プラスチック類等調査

浮遊性プラスチック類等の調査結果を表 5 に、そのうち石油由来項目の結果を図 8(1)(2) に示した。また、得られた採取物の一覧を表 6 に示した。以下、石油由来項目について述べる。

採取個数は G-5 で多く（約 170 万個/km²）、主な採取物は発泡スチレンであった。G-5 以外では、G-3 で多くなっており（約 110 万個/km²）、G-1 で少なくなっていた（6.9 万個/km²）。また、レジンペレットは G-1 を除く全ての測点で採取された。調査実施時期には、G-4 および G-6 付近に対馬暖流が位置していたと考えられる（図 8(3)）。また、対馬暖流に由来する流れが G-2 から G-1 にかけて位置していたと考えられる。浮遊性プラスチック類等は一般的に流れの中心部では少なく、その周辺に集まる傾向があることから、本調査で観測された不均一な分布は、上記の海流の状況を反映したものと考えられる。

採取重量は G-6 で大きく（約 18 kg/km²）、土のう袋のヒモを含む化学繊維が約 11 kg/km²を占めていた。G-2～G-5 でプラスチック製品の破片の割合が高かった。

なお、G-1 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。

また、曳網方法を改良した平成 16 年度以降の日本周辺海域の他の測線における石油由来項目の採取個数と今回の結果を比較すると、他の測線よりも多い方であった（平成 21 年度の G 測線の平均個数（石油由来項目）：57.3 万個/km²、平成 16～20 年度の各測線の平均個数（石油由来項目）：0.3～66.3 万個/km²）。

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

新潟港（信濃川河口）沖の投入処分点では、平成 19 年 4 月 1 日～平成 24 年 3 月 31 日までの 5 年間に於いて、信濃川河口域の新潟港内において浚渫された一般水底土砂 490 万 m³（98 万 m³/年）が投入処分される計画であった（許可番号 7-002）。実際に投入処分されたのは、約 310 万 m³であったが、このうち約 33 万 m³の浚渫土砂については、平成 19 年度から 21 年度までの 3 年間にわたり、許可された海域から約 700m 離れた海域に誤って投入処分されていた（環境省，2010）（図 3）。

国土交通省から提出された事前環境影響評価資料等を踏まえると、環境省が検証すべき

事項は以下のとおりと考えられる。

濁りは、概ね直径 3,000 m の円内に収まっているか？

堆積物中の汚染物質濃度は高まっていないか？

堆積に伴う底生生物相の変化は、概ね直径 720 m の円内に収まっているか？

なお、事業者による海域の状況の監視は平成 21 年度（中間年）および 23 年度（最終年）に実施された。

廃棄物等の海洋投入処分による汚染を対象とした調査では、新潟港（信濃川河口）沖合の海洋投入処分海域において調査を実施した。本調査では、排出海域の中心点の測点（Y-702）、同等の水深帯の測点（平均流の下流方向に 1km 及び 2km 離れた Y-702E1 及び Y-702E2、上流方向に 1km 離れた Y-702W1）、同等の水深帯の対照点（平均流の上流方向に 5km 離れた Y-702R5）、及び過去に投入処分が行われてきた海域（Y-702D76、Y-702D84、Y-702D99、Y-702D02）を調査測点とした（図 3）。については、直径 3,000m の円内の測点（Y-702、Y-702E1、Y-702W1）とその外側の測点（Y-702E2、Y-702R5）において調査を実施した。については、変化が生じている可能性が最も高い Y-702 に加え、Y-702E1、Y-702W1、Y-702R5 において調査を実施した。については対象とした 4 測点の他、過去に投入処分が実施された海域の現在の状況をあわせて把握することにより、処分終了後の時間経過に伴う環境回復の程度の推定に役立てる観点から、4 測点（Y-702D76、Y-702D84、Y-702D99、Y-702D02）において調査を実施した。底生生物相と関連の深い堆積物の一般項目はこの 8 測点において調査を実施した。調査測点ごとの調査項目を表 7 に示した。

（1）水質調査結果

水温及び塩分の鉛直分布を図 9 に、濁度の鉛直分布を図 10 に示す。

水温については、いずれの測点においても表層から底層まで約 19 で一様であった。塩分については、投入点 Y-702、Y-702W1、対照点 Y-702R5 では表層から底層まで一様であった。一方で、Y-702E1 では、20m 以深で塩分濃度に乱れが見られた。また、Y-702E2 では、表層から水深 20m までは塩分の増加が見られたが、20m 以深では一様となっていた。

濁度については、Y-702E1 を除くいずれの測点においても概ね同程度であり、特段高い値は得られなかった。一方で Y-702E1 では、水深 20m 以深で著しく高い値が得られた。塩分の挙動が濁度の挙動と反比例して一致していることから、高濁度の海水が実際に存在し、そのため電導度セルの反応が低下したと解釈するのが妥当と考えられる。ただし、調査日（平成 21 年 11 月 8 日）直近の投入処分は 10 月 28 日であり、衛星画像より本海域では水塊が比較的速やかに移動すると考えられ、投入処分が長期にわたって濁度を高めるような影響を与えることはないと考えられる。一方、直近での降雨は 11 月 5 日の夜中であるが、大きな水位の変化は見られず、観測された高い濁度が河川水に由来するものかどうか

かは不明である。また、海底に堆積した粒子が、波や流れの影響で巻き上げられた可能性については、11月6～8日にかけて風が弱い状態が続いており、はっきりしない。

(2) 底質調査結果

調査結果を図 11 に示す。水深は Y-702D99 を除き概ね同等の水深帯（40～50m 前後）であった。Y-702D99 では他の測点よりも浅く 30 m であった。

中央粒径は、投入点 Y-702 では 26 μm であり、対照点 Y-702R5（15 μm ）に比べて大きかった。一方、投入点周辺の測点 Y-702E1 と Y-702W1 では 10 μm 弱であり、対照点よりも小さい値であった。過去に投入処分が実施されていた測点では、Y-702D02 は 25 μm で Y-702 と同等、Y-702D99 では 460 μm で他の測点に比べて一桁大きい値であった。

水分含有率は、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-702 で最も高く（0.54 mg/g）、次いで Y-702D02 において高くなっていた（0.50 mg/g）。その他の測点では全て 0.1mg/g を下回る値であり、Y-702D99 では検出限界値未満であった。全有機態炭素、全窒素、全リンは、Y-702D99 で最も低い値を示しており、次いで投入点 Y-702 で低くなっていた。また、いずれも Y-702D76 において最も高くなっていた。

重金属類については、ばらつきがあるものの、投入点 Y-702 と対照点 Y-702R5 は概ね同程度の値であった。また、Y-702 は Y-702E1 及び Y-702W1 とともに概ね同程度の値であった。

PCB 及びブチルスズ化合物は、投入点 Y-702 において最も高い値を示した。

ダイオキシン類については、投入点 Y-702 と対照点 Y-702R5 は概ね同程度の値であった。また、Y-702E1 において最も高くなっていた。

フェニルスズ化合物は、対照点 Y-702R5 と比較して投入点 Y-702 において高くなっていた（Y-702：1.3 ng/g(dry)、Y-702R5：ND）。

ベンゾ（a）ピレンは PCB と同様に、投入点 Y-702 において最も高い値を示した。

直鎖アルキルベンゼンは、投入点 Y-702 と対照点 Y-702R5 は概ね同程度の値であった。

コプロスタノール、epi-コプロスタノール、コレスタノールについては投入点 Y-702 において対照点 Y-702R5 と比較して高くなっていた。また、Y-702E1 において最も高かった。コレステロールについては、投入点 Y-702 において対照点 Y-702R5 と比較して高くなっていたが、Y-702 の値は Y-702E1 及び Y-702W1 と同程度であった。

(3) 生物群集調査結果

マクロベントス群集調査結果を図 12、表 8 に示した。

個体数は投入点 Y-702 で 78 個体 / 0.1 m^2 であり、対照点 Y-702R5（55 個体 / 0.1 m^2 ）と概ね同程度であった。マクロベントスの組成については、投入点 Y-702 と対照点 Y-702R5 では、環形動物門が最も多く、組成は類似していた。

また、湿重量は、Y-702 及び Y-702E1 において特に大きくなっていた。

分類群の組成（個体数）からシャノン・ウィーバーの多様度指数 H' （以下に示した公式を参照）を求めたところ、Y-702 および Y-702D99 において他の測点よりも低い値が得られた。さらに、測点間のユークリッド距離を非類似度指数とし、群平均法によりクラスタリングを行ったところ、Y-702、Y-702D99、それ以外の測点の 3 グループに区分された。

$$\hat{H}' = - \sum_{i=1}^S \frac{\chi_i}{N} \ln \frac{\chi_i}{N} \dots \dots \left(N = \sum_{i=1}^S \chi_i \right)$$

S=種類数

N=群集中における総個体数

χ_i = i 番目の種の個体数

(4) まとめ

上記の結果から、次のことが言える。

まず、濁りについては、投入点の東方 1km の測点 Y-702E1 を除くいずれの測点においても概ね同程度であり、特段高い値は得られなかった。Y-702E1 の水深 20m 以深においては、著しく高い値が観測された。衛星画像より本海域では水塊が比較的速やかに移動すると考えられ、投入処分が長期にわたって濁度を高めるような影響を与えることはないと考えられたが、今後も継続した監視が必要である。

次に、堆積物中の汚染物質については、投入点 Y-702 において PCB、ブチルスズ化合物、ベンゾ(a)ピレンが他の測点よりも高い値を示し、これらは投入処分に由来するものと考えられる。ただし観測された値は特段高いものではない。また、これらの物質は投入点の東西 1km の Y-702E1 および Y-702W1 では対照点 Y-702R5 と同等の値であることから、投入処分の影響は Y-702E1 や Y-702W1 には及んでおらず投入点周辺に限られていると言える。

なお、今回の分析結果は含有量を表している。上記の物質はいずれも堆積物に吸着しやすく、海水に溶出しにくい性質を持っていることから、汚染拡大の可能性は低いと考えられる。これらの物質については、事業者により溶出試験が行われ、Y-702 において基準を満たしていることが確認されており、本調査の結果はそれと整合するものである。

最後に、底生生物については、現在の投入処分点において、投入処分に伴い堆積物の性状（粒径）や海底の地形が変化することにより、他の測点と比べて異なる底生生物相が見られた。過去に投入処分が実施されていた測点についても、4 測点のうち 1 測点のみであるが、Y-702D99（平成 11 年度まで投入処分を実施）において、現在も堆積物の粒径が大きい状態であり、それに伴って底生生物の組成等が他と異なっていた。

なお、誤投入海域においては調査を実施していないが、誤投入がなされた地点は本来の排出海域の近傍であり生態系を含めた海域の状況が同様であると推察され、その影響は本来の排出海域と類似したものであると想定されること、かつ、処分量が本来の排出海域の約 1/10 であることから、誤投入の影響は本来の排出海域において想定される影響よりも

小さいものと判断される。

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、有機スズ化合物等が過去の調査結果と比較して高くなっていた。これはいずれも平成 15 年度に採泥方法を変更し、表層を乱さずに採泥できるようになったことで、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。生体濃度調査において、タラ類肝臓中のブチルスズ化合物が過去の調査と比較して高い濃度で検出されたが、簡易リスク評価の結果、ヒトの健康に直ちに影響を及ぼすレベルではないと判断された。これらが高い値を示した理由は不明であり、今後も引き続き監視を行っていくこととする。また、生物群集調査においては、富栄養化等による影響は見られなかった。

廃棄物等の投入処分による汚染を対象とした調査では、新潟港沖合の投入処分海域の 1 測点において、著しく高い濁度が観測された。投入処分が長期にわたって濁度を高めるような影響を与えることはないと考えられたが、今後も継続した監視が必要である。投入点の堆積物中の PCB、ブチルスズ化合物、ベンゾ(a)ピレンが他の測点と比較して高く検出されたが、特段問題となる濃度ではなく、その範囲も投入点に限られていた。堆積物の性状の変化に伴う底生生物相の変化も投入点に限られていたが、過去の投入処分点の中にもそのような現象が観測された地点があった。なお、誤投入海域における影響は本来の排出海域において想定される影響よりも小さいものと判断される。

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 |
| 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ナビリティ研究所長・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国際連携研究センター教授 |
| 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球環境研究センター海洋環境研究室主任研究員 |

注：検討員・所属は平成 24 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 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ROM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（2004）：「平成15年度版 化学物質と環境」（平成14年度 化学物質環境実態調査結果報告書）

環境省（2007）：「平成18年度版 化学物質と環境」（平成17年度 化学物質環境実態調査結果報告書）

環境省（2010）：「許可海域外の海洋投入処分に係る環境省としての対応について(お知らせ)」<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=13231>

環境省（2011）：「平成22年度版 化学物質と環境」（平成21年度 化学物質環境実態調査結果報告書）

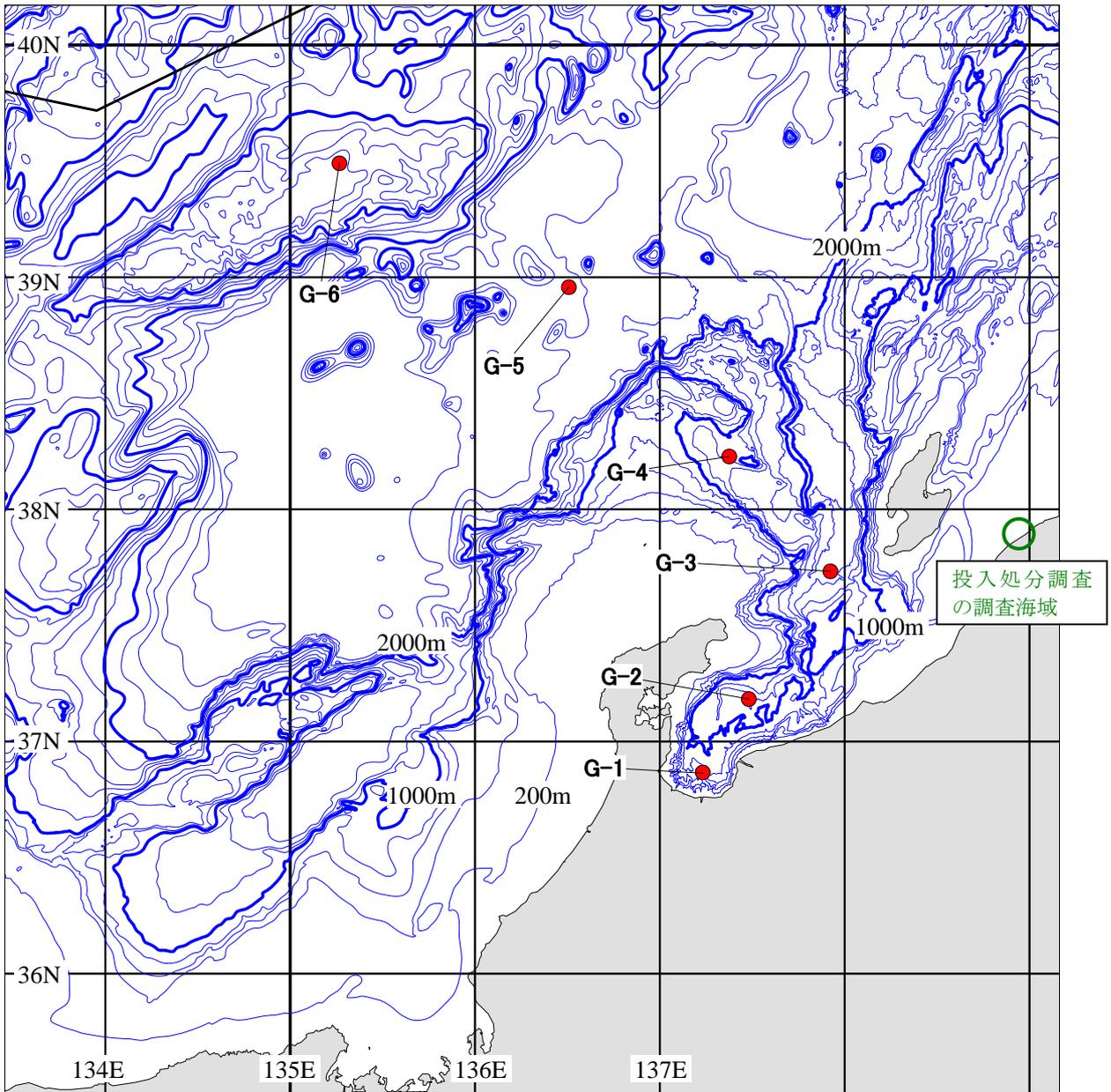
厚生省（1972）：「食品中に残留するPCBの規制について」（昭和47年8月24日、環食第442号）

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）

厚生省（1973）：「深海性魚介類等にかかる水銀の暫定的規制値の取扱いについて」（昭和48年10月11日、環乳第121号）

厚生労働省（2009）：「平成20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（2009）：「平成19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」



(等深線は200mピッチ)

図1 平成21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

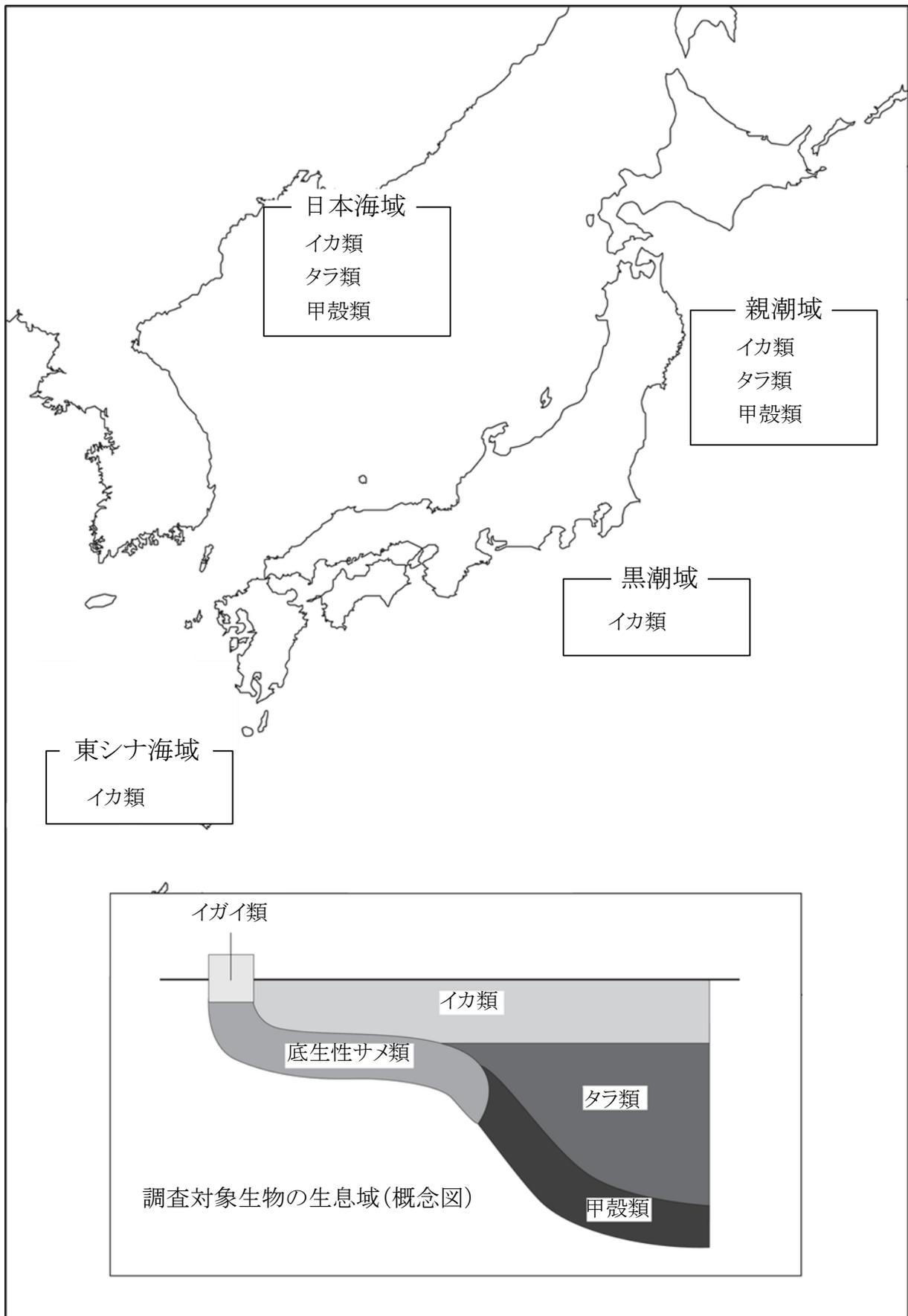


図2 平成21年度海洋環境モニタリング（生体濃度調査）の調査位置図

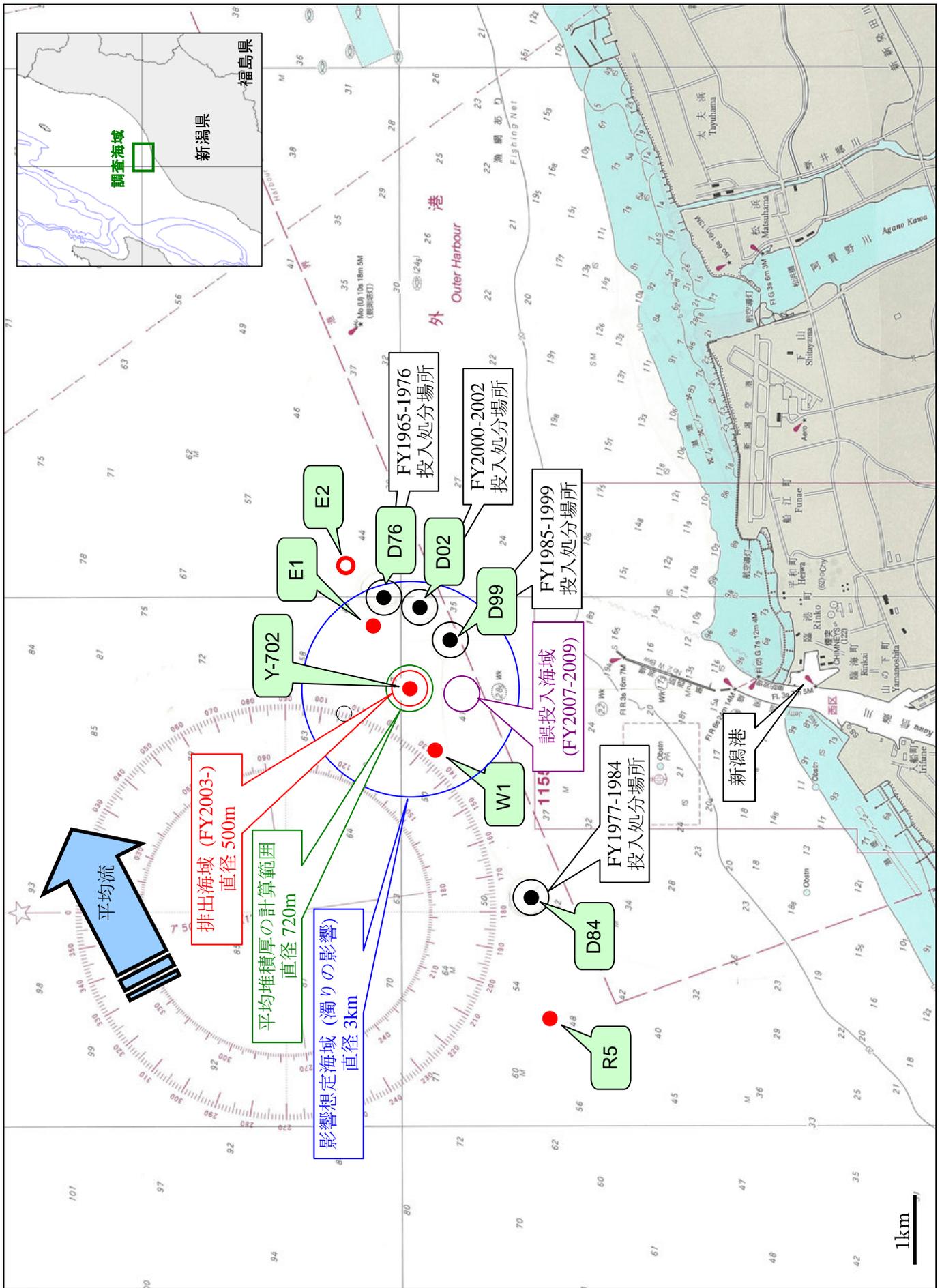


図3 平成21年度海洋環境モニタリング（投入処分による汚染を対象とした調査）調査測点

表 1 生体濃度調査試料の採取時期（年/月）

| 対象生物 | 表層性 | 中層性 | 深海性 |
|-------|--------|--------|-------|
| | 遊泳生物 | 遊泳生物 | 底生生物 |
| | イカ類 | タラ類 | 甲殻類 |
| 親潮域 | H21/12 | H21/12 | H22/2 |
| 黒潮域 | H21/12 | — | — |
| 東シナ海域 | H22/2 | — | — |
| 日本海域 | H22/2 | H22/1 | H22/3 |

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

| | 底質調査 | 生体濃度調査 |
|----------|--|--------------------|
| 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 | 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、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） | |
| 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 | — |
| 臭素系難燃剤 | ポリ臭素化ジフェニルエーテル（PBDE）、ヘキサブROMシクロドデカン（HBCD：α-HBCD、β-HBCD、γ-HBCD） | — |
| 有機フッ素化合物 | PFOS、PFOA | |

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 21 年度は水質調査は実施しない。

表 2 (続き) 各調査の測定項目

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

| | 水質調査 | 底質調査 |
|---------|----------|---|
| 一般項目 | 水温、塩分、濁度 | 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、epi- コプロスタノール、コレスタノール、コレステロール) |

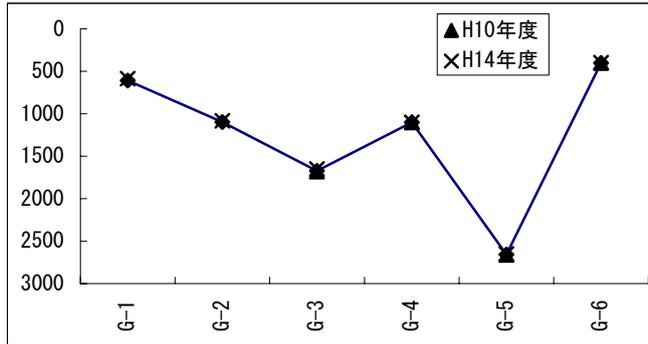
注 1 : co-PCB の () 内の番号は IUPAC (国際純正及び応用化学連合) No.を示す。

注 2 : 平成 21 年度は投入処分海域の生体濃度調査は実施しない。

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 |
|---------|-----|----------------|------|
| 表層性遊泳生物 | イカ類 | 8~20 | 肝臓 |
| 中層性遊泳生物 | タラ類 | 6~7 | 肝臓 |
| 深海性底生生物 | 甲殻類 | 6~7 | 筋肉 |

水深 (m)



H21年度

| 測点 | G-1 | G-2 | G-3 | G-4 | G-5 | G-6 |
|----------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| 水深(m) | 608 | 1,099 | 1,674 | 1,102 | 2,658 | 402 |
| 中央粒径(μm) | 7.1 | 6.5 | 5.9 | 6.6 | 9.3 | 54 |
| 淘汰度 | 2.5 | 2.6 | 2.5 | 2.6 | 2.3 | 2.2 |

H14年度

| 測点 | G-1 | G-2 | G-3 | G-4 | G-5 | G-6 |
|----------|-----|------|------|------|------|-----|
| 水深(m) | 586 | 1081 | 1650 | 1100 | 2650 | 398 |
| 中央粒径(μm) | 4.8 | 5.1 | 5.0 | 2.3 | 3.8 | 45 |
| 淘汰度 | - | - | - | - | - | - |

H10年度

| 測点 | G-1 | G-2 | G-3 | G-4 | G-5 | G-6 |
|----------|-----|-----|-------|-------|-------|-----|
| 水深(m) | | | 1,682 | 1,102 | 2,660 | 401 |
| 中央粒径(μm) | | | - | 3.7 | 4.1 | 87 |
| 淘汰度 | | | - | - | - | - |

注：中央粒径は、平成21年度はマイクロレーザー散乱法による値、平成10、14年度はJIS法による値。

水分含有率 (%)

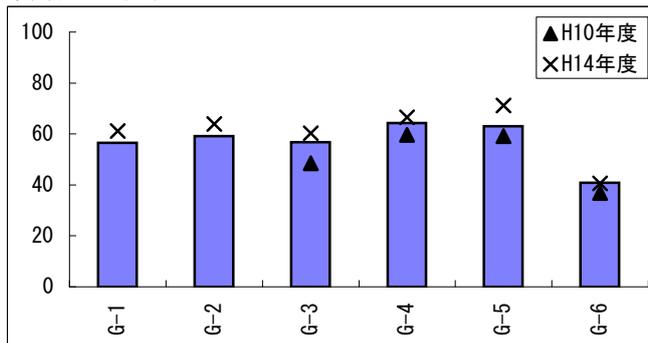
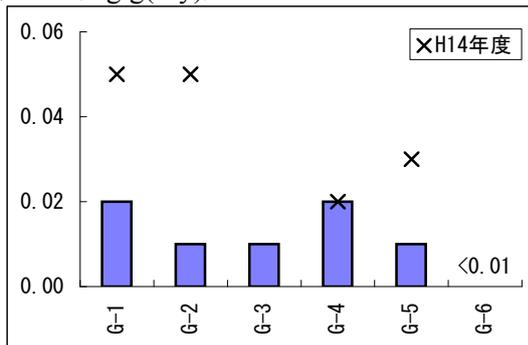


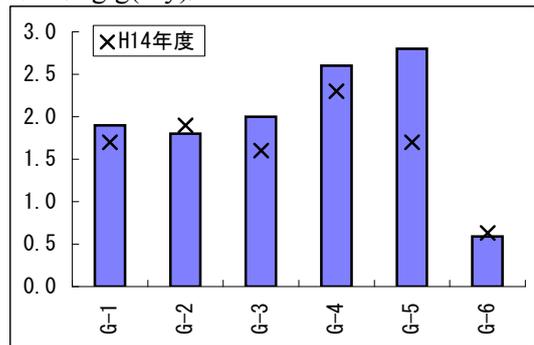
図4(1) 底質調査結果

硫化物 (mg/g(dry))

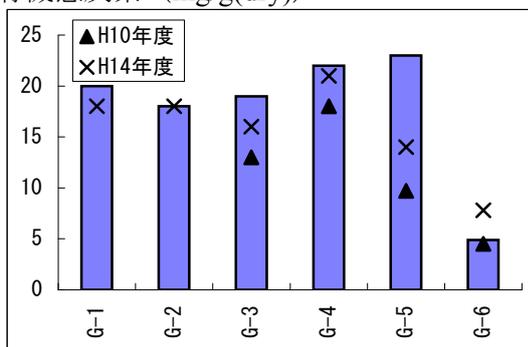


注：平成10年度は全てND。平成14年度のG-3、G-6はND。

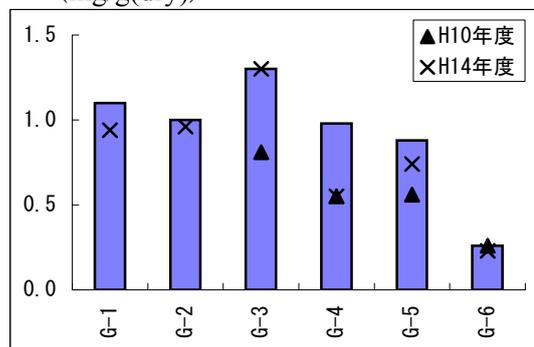
全窒素 (mg/g(dry))



全有機態炭素 (mg/g(dry))



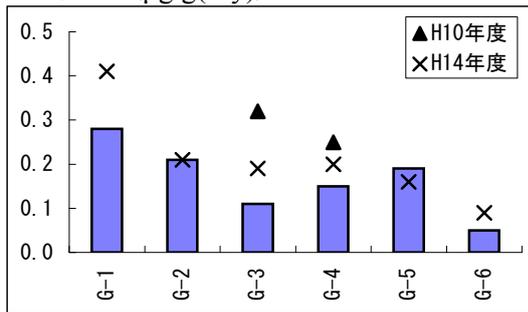
全リン (mg/g(dry))



- 中央粒径の大きいG-6では低い、もしくは検出限界未満の値を示し、中央粒径の小さいその他の測点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。

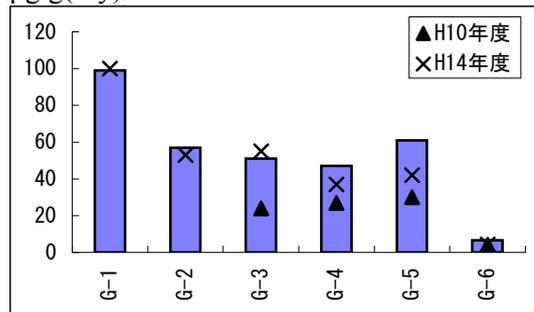
図4(2) 底質調査結果

カドミウム (μg/g(dry))

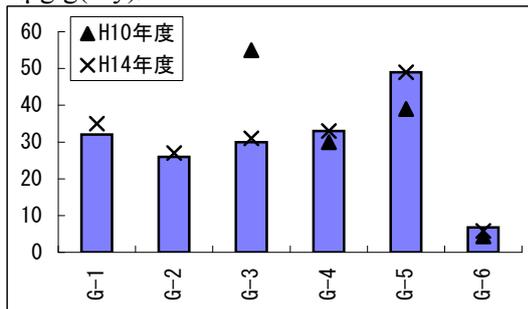


注：平成10年度のG-5、G-6はND。

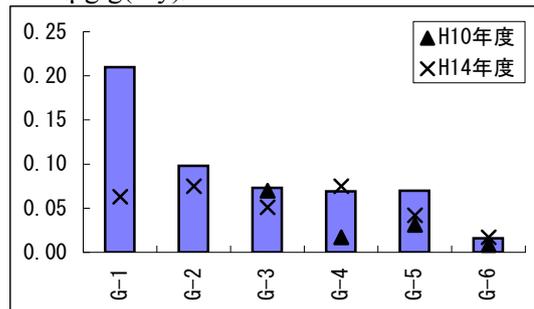
鉛 (μg/g(dry))



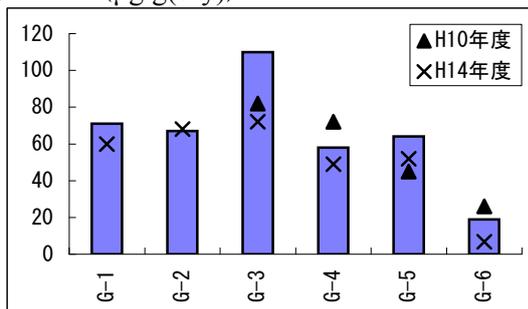
銅 (μg/g(dry))



総水銀 (μg/g(dry))



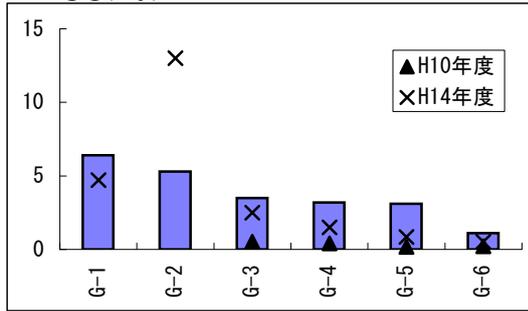
全クロム (μg/g(dry))



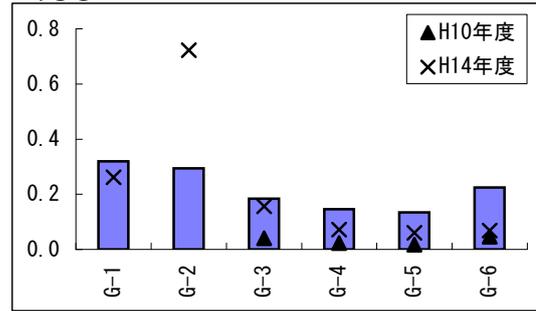
- カドミウム、鉛及び総水銀については、G-1で最も高く、粒径の大きいG-6で最も低くなった。
- 銅はG-5で最も高く、G-6で最も低くなった。
- 全クロムについてはG-3で最も高く、G-6で最も低くなった。

図4(3) 底質調査結果

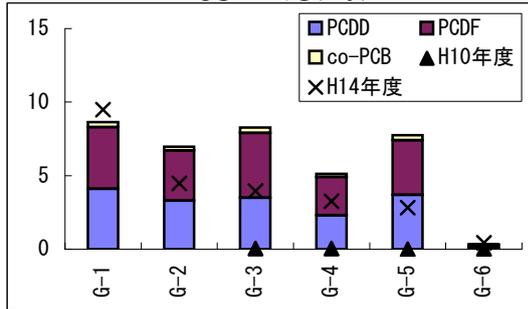
PCB (ng/g(dry))



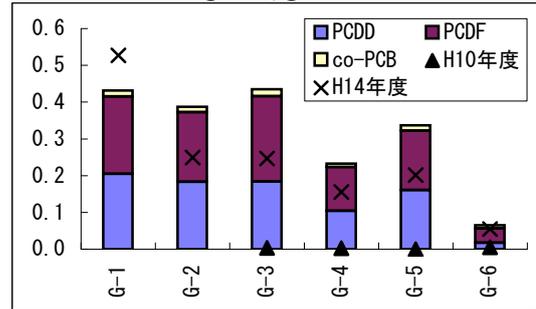
PCB (μg/gTOC)



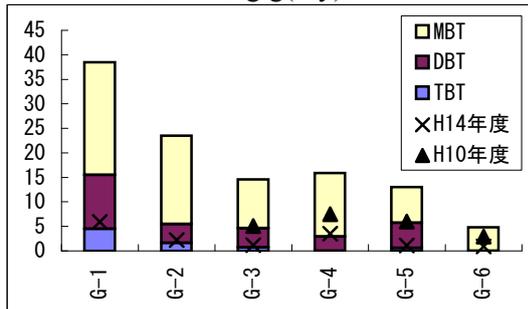
ダイオキシン類 (pgTEQ/g(dry))



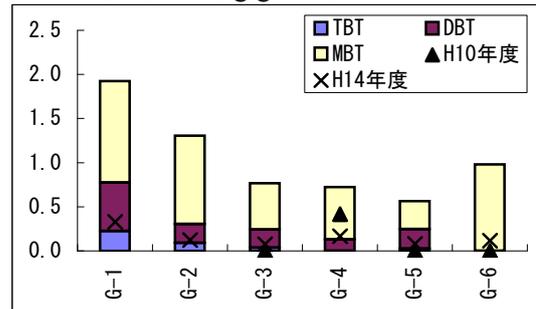
ダイオキシン類 (ngTEQ/gTOC)



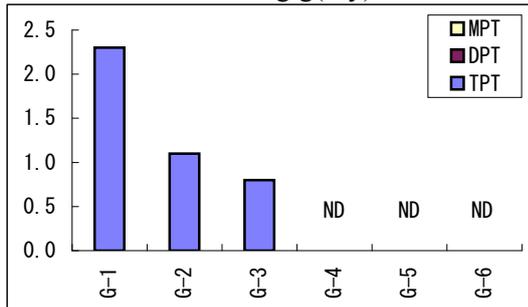
ブチルスズ化合物 (ng/g(dry))



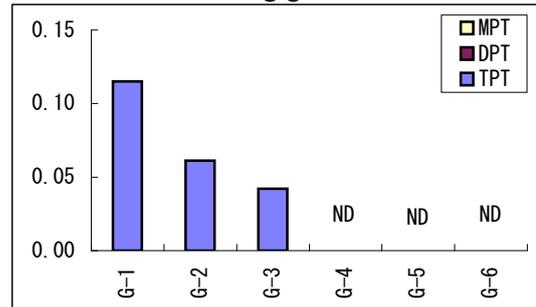
ブチルスズ化合物 (ng/gTOC)



フェニルスズ化合物 (ng/g(dry))



フェニルスズ化合物 (ng/gTOC)

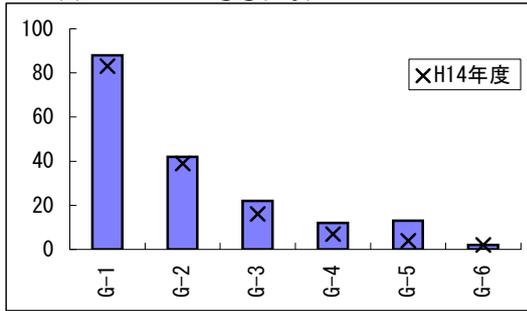


注：平成10、14年度は全てND。

- PCB、ブチルスズ化合物及びフェニルスズ化合物は、G-1で最も高く、沿岸域から沖合域にかけて減少する傾向が見られた。
- ダイオキシン類は、ばらつきがあるものの、G-1～G-5では概ね同程度の値であり、G-6では最も低くなっていた。

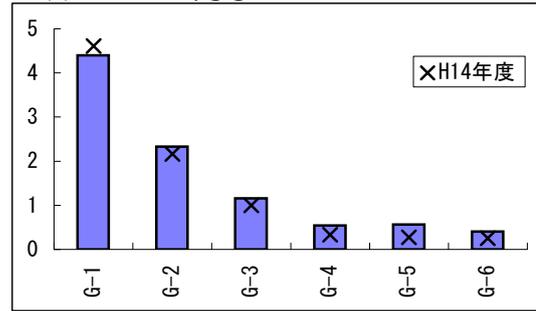
図4(4) 底質調査結果

ベンゾ(a)ピレン (ng/g(dry))

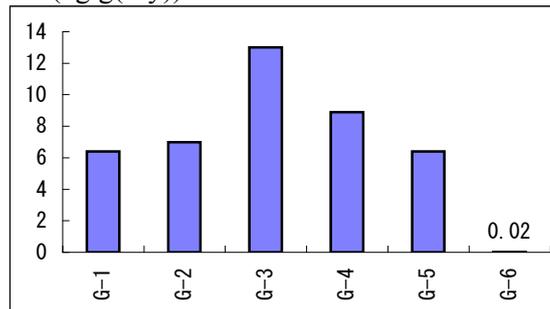


注：平成10年度は全てND。

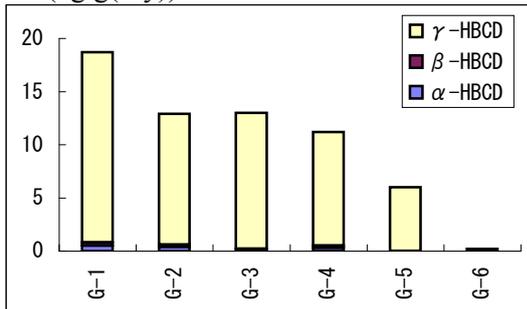
ベンゾ(a)ピレン (μg/gTOC)



PBDE (ng/g(dry))

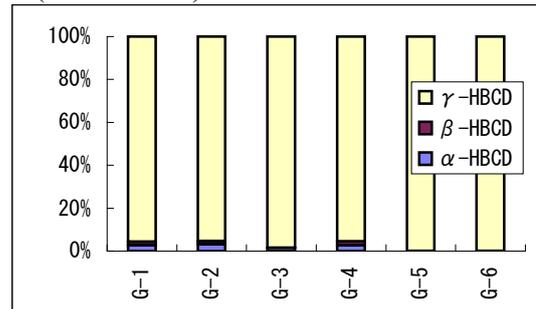


HBCD(ng/g(dry))

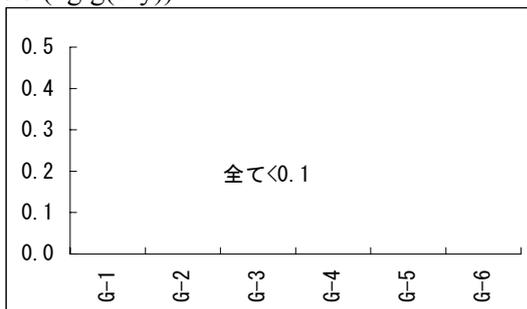


注:各異性体の検出限界値は0.1ng/g(dry)

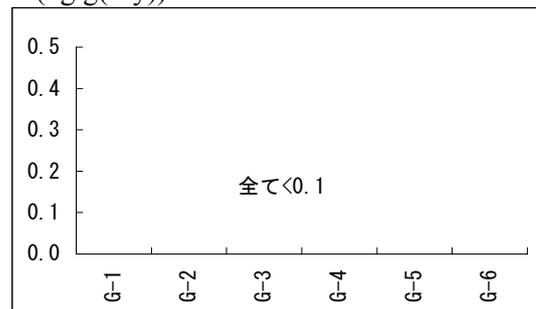
HBCD(異性体組成)



PFOS (ng/g(dry))



PFOA (ng/g(dry))



- ベンゾ(a)ピレン、HBCDは、沿岸域から沖合域にかけて減少する傾向が見られた。
- PBDEは、G-3で最も高く、G-6で最も低い値を示した。
- PFOS及びPFOAは、いずれの測点においても検出限界値未満(<0.1 ng/g(dry))であった。

図4(5) 底質調査結果

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) | 0.016～0.21 ppm (6) |
| PCB | 10 ppm (暫定除去基準) | 0.0011～0.0064 ppm (6) |
| ダイオキシン類 | 150 pg-TEQ/g 以下 (環境基準) | 0.32～8.6 pg-TEQ/g (6) |

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

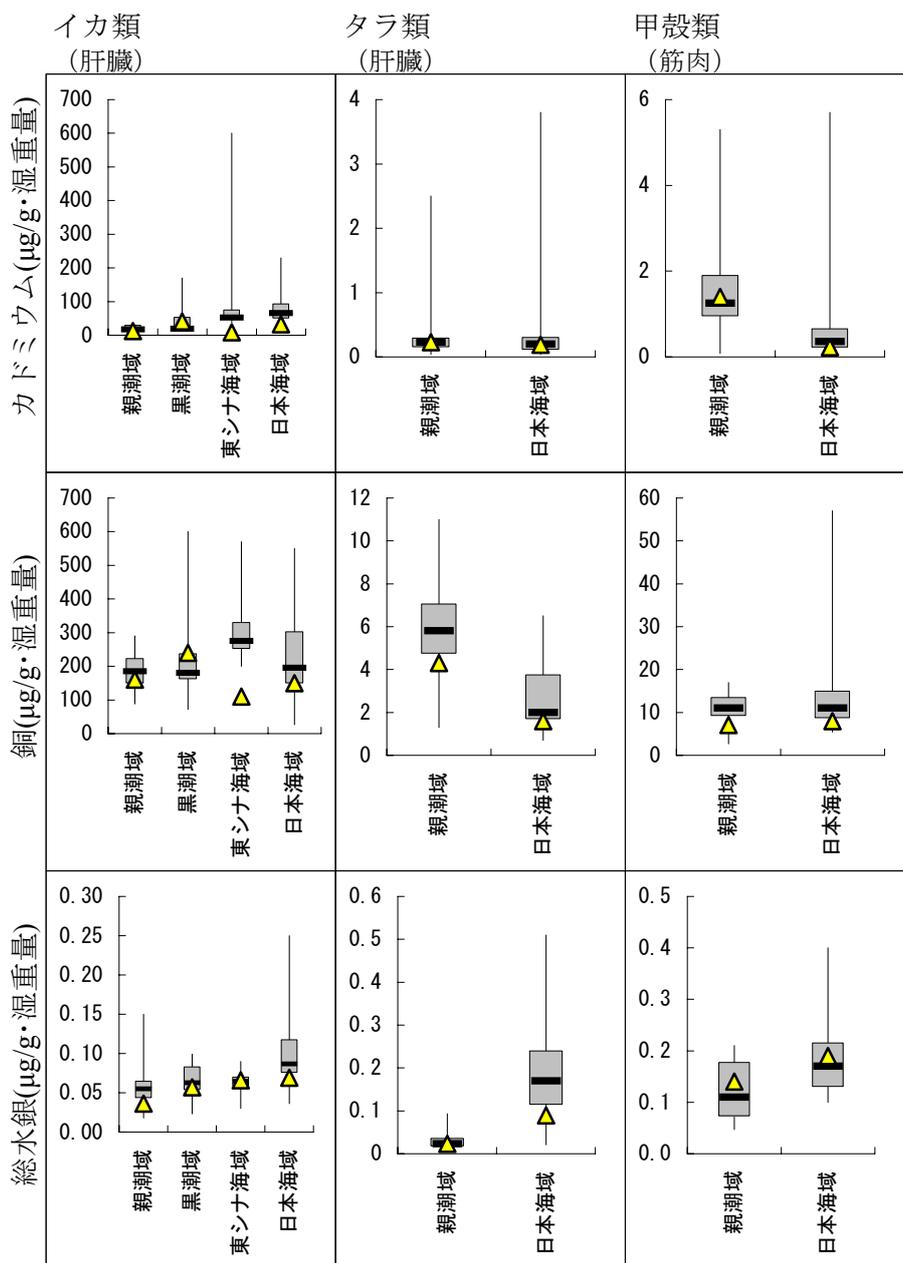
注2： $C=0.18 \times (\Delta H / J) \times (1 / S)$ (ppm)

ΔH =平均潮差 (m)、 J =溶出率、 S =安全率

例えば、 $\Delta H=0.128$ m (富山港)、 $J=5 \times 10^{-4}$ 、 $S=100$ とすると、

$C=0.46$ ppm となる

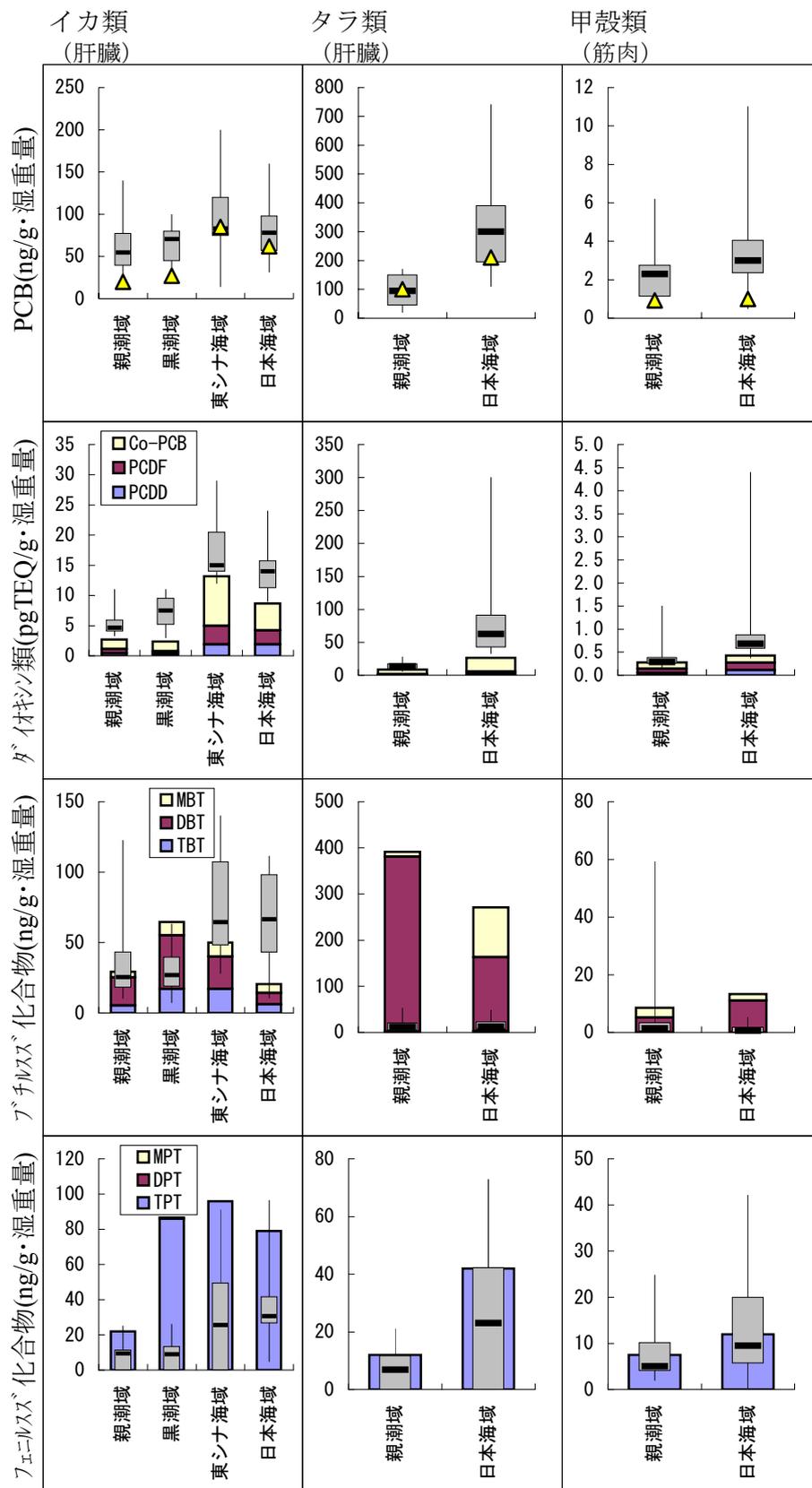
注3：1 ppm = 1 μ g/g(dry) = 1,000 ng/g(dry)



注1：▲は平成21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

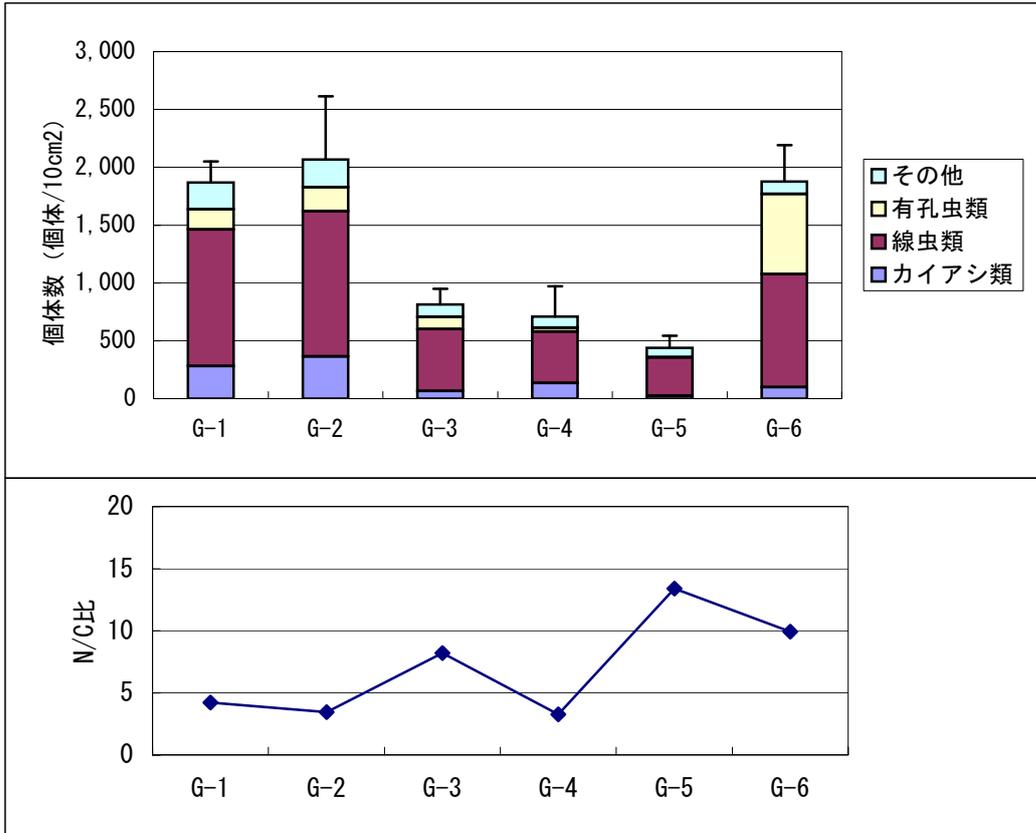


注1 : ▲または積上げ棒グラフは平成21年度調査結果を示す。

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

| 測点 | G-1 | G-2 | G-3 | G-4 | G-5 | G-6 |
|-----------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| 水深(m) | 608 | 1,099 | 1,674 | 1,102 | 2,658 | 402 |
| 中央粒径(μm) | 7.1 | 6.5 | 5.9 | 6.6 | 9.3 | 54 |



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6 生物群集調査結果 (メイオベントス)



• G-2、G-5、G-6では表層で最も多く、深層では減少する傾向。これは一般的な分布傾向と一致。

図7 生物群集調査結果（メイオベントス、層別個体数（/10cm³）、G測線）

表5(1) プラスチック類等の測点別採取結果 (表層)

(単位：千個/km²)

| 測点 | 分類項目 | | | | | | | | | | | 計 | |
|-----|--------|-----------|-------------|---------|------|----------|--------|-------|----|---|----|-----|--------|
| | 石油由来項目 | | | | | | 陸上植物破片 | | | | | | |
| | 発泡スチレン | 薄膜状プラスチック | プラスチック製品の破片 | レジンペレット | 化学繊維 | モノフィラメント | タールボール | 小計 | 昆虫 | 紙 | 軽石 | | その他・不明 |
| G-1 | 5 | 3 | 59 | | 2 | | | 69 | 7 | | | 63 | 301 |
| G-2 | 146 | | 31 | 1 | | | | 178 | 3 | | 8 | 67 | 272 |
| G-3 | 381 | 2 | 673 | 5 | 3 | 12 | 1 | 1,076 | 2 | 5 | | 33 | 1,172 |
| G-4 | 64 | | 90 | 13 | | 1 | 11 | 178 | 1 | | 14 | 5 | 246 |
| G-5 | 1,080 | | 602 | 8 | 1 | 5 | 3 | 1,699 | | | 2 | 41 | 1,891 |
| G-6 | 35 | 15 | 170 | 6 | 8 | 5 | | 240 | | | | 50 | 301 |
| 計 | 1,711 | 20 | 1,624 | 32 | 14 | 23 | 15 | 3,440 | 13 | 5 | 24 | 259 | 4,184 |

表5(2) プラスチック類等の測点別採取結果 (表層)

(単位：g/km²)

| 測点 | 分類項目 | | | | | | | | | | | 計 | |
|-----|--------|-----------|-------------|---------|--------|----------|--------|--------|----|-----|-----|--------|---------|
| | 石油由来項目 | | | | | | 陸上植物破片 | | | | | | |
| | 発泡スチレン | 薄膜状プラスチック | プラスチック製品の破片 | レジンペレット | 化学繊維 | モノフィラメント | タールボール | 小計 | 昆虫 | 紙 | 軽石 | | その他・不明 |
| G-1 | 1 | 2,025 | 244 | | 3,031 | | | 5,300 | 2 | | | 299 | 18,078 |
| G-2 | 412 | | 1,587 | 25 | | | | 2,023 | 4 | | 14 | 532 | 2,663 |
| G-3 | 348 | 38 | 780 | 90 | 26 | 8 | 0.3 | 1,291 | 1 | 291 | | 308 | 2,403 |
| G-4 | 70 | | 3,768 | 240 | | 3 | 46 | 4,127 | 7 | | 40 | 115 | 5,943 |
| G-5 | 348 | | 2,479 | 112 | 1 | 5 | 28 | 2,973 | | | 170 | 88,106 | 91,914 |
| G-6 | 8 | 95 | 6,758 | 86 | 11,401 | 3 | | 18,351 | | | | 302 | 18,942 |
| 計 | 1,187 | 2,158 | 15,616 | 553 | 14,459 | 18 | 75 | 34,066 | 14 | 291 | 224 | 89,662 | 139,943 |

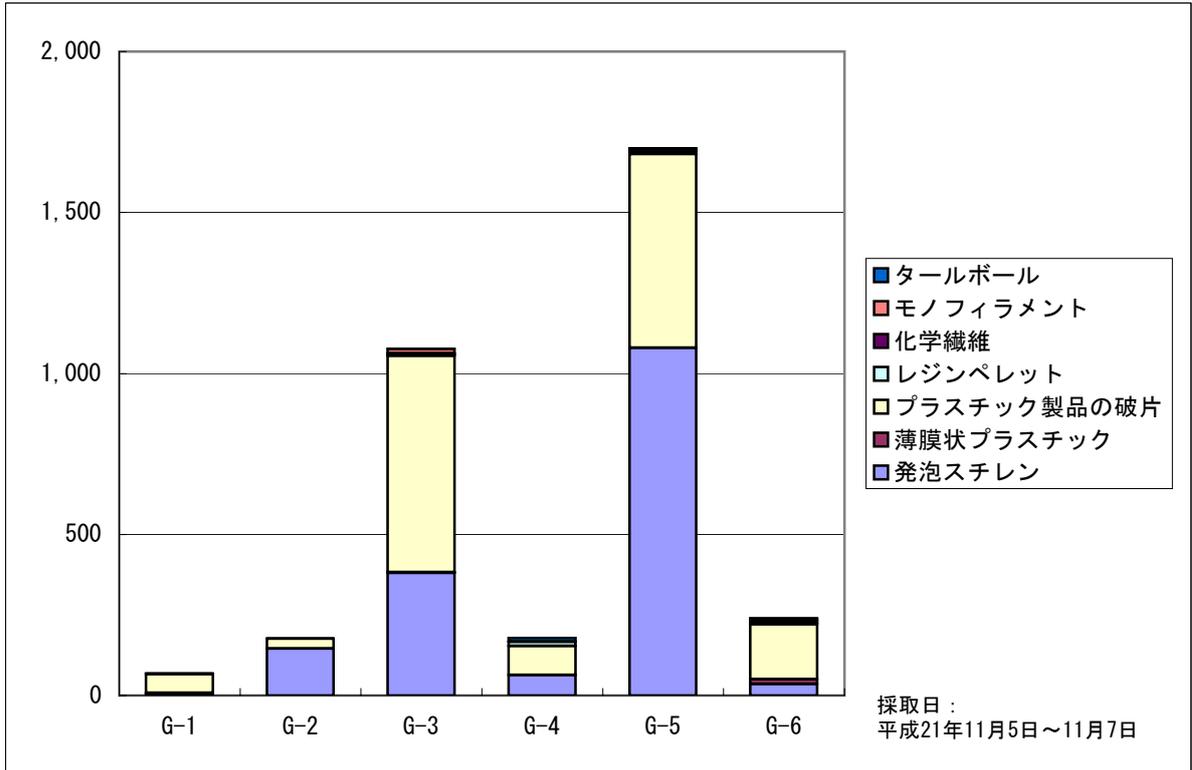


図8 (1) プラスチック類（石油由来項目）の分布（単位：千個／km²）

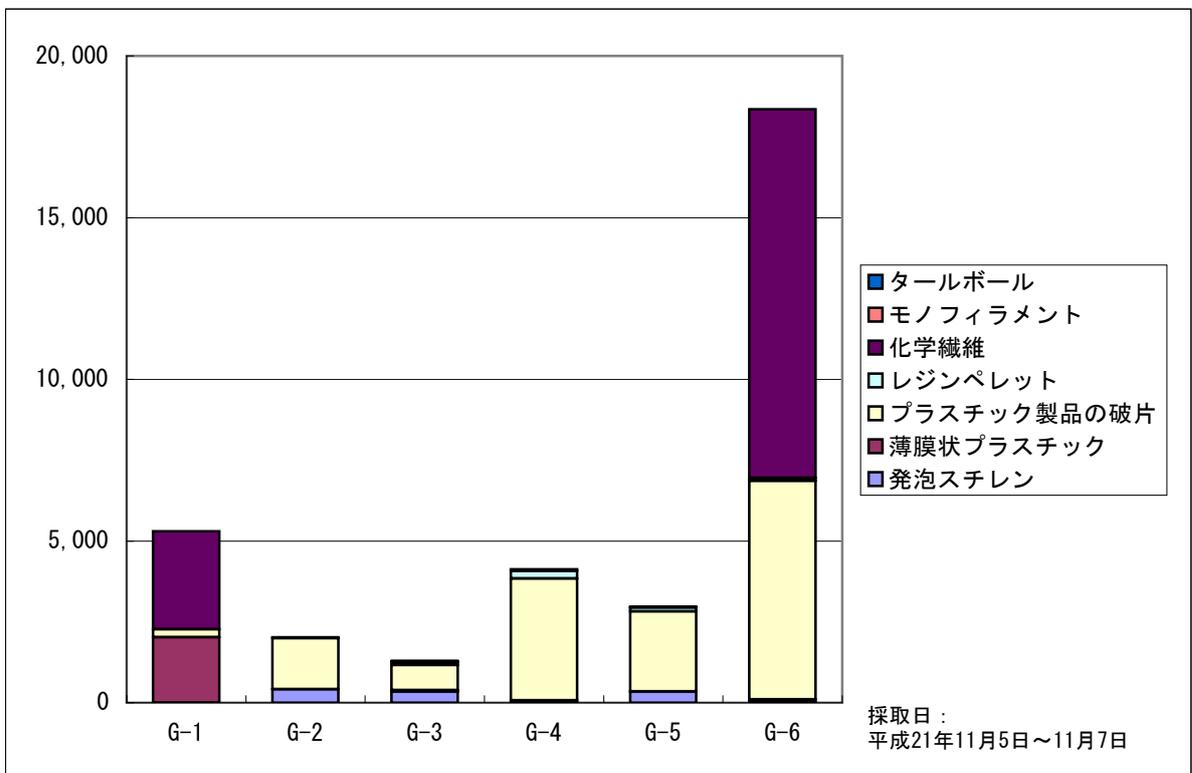


図8 (2) プラスチック類（石油由来項目）の分布（単位：g／km²）

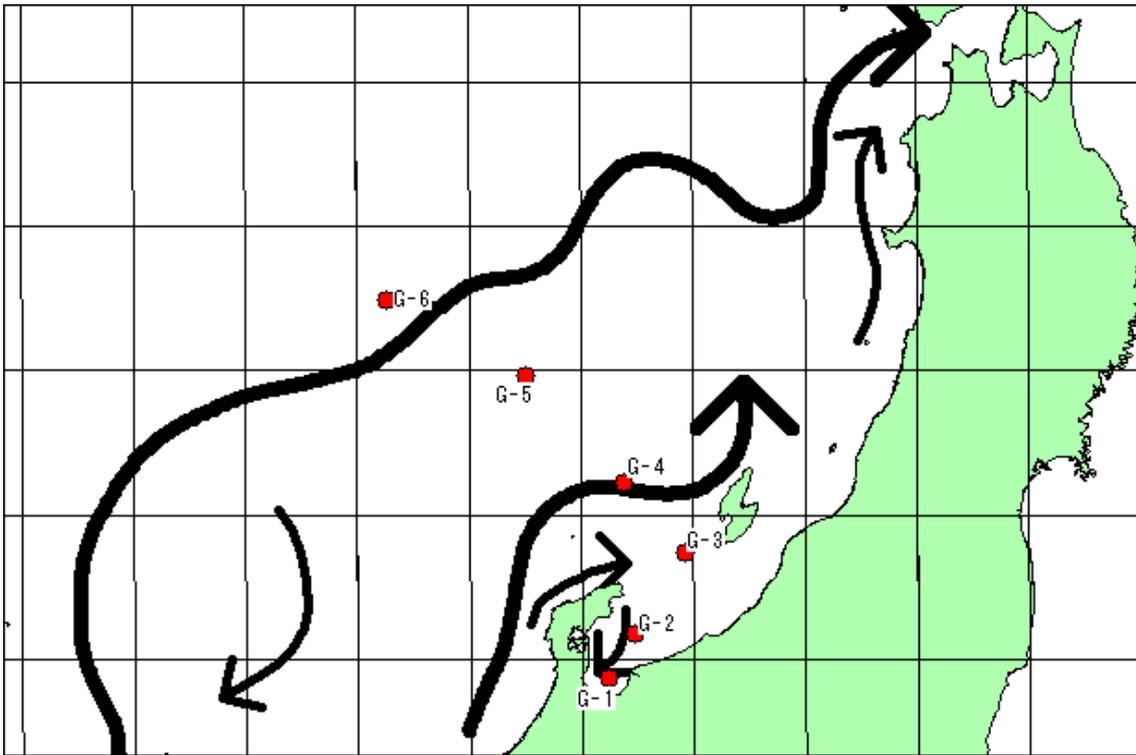


図 8 (3) プラスチック類調査実施時期の海流図

想定流線は以下の資料にもとづくもの。

- ・海上保安庁海洋速報（平成 21 年第 208 号、観測期間 11 月 1 日～8 日）
- ・第九管区海上保安本部海洋速報（平成 21 年第 44 号、観測期間 11 月 6 日～12 日）

表6 プラスチック類等調査で得られた採取物一覧

| No. | 具体的な種類名 | 採取物の分類項目 |
|-----|--------------|-------------|
| 1 | 発泡スチレン | 発泡スチレン |
| 2 | 薄膜状プラスチック片 | 薄膜状プラスチック |
| 2 | プラスチック(膜状) | |
| 2 | プラスチック袋片 | |
| 3 | プラスチック片 | プラスチック製品の破片 |
| 3 | プラスチック板片 | |
| 3 | プラスチック(板状) | |
| 3 | プラスチック(円筒状) | |
| 3 | プラスチック(円柱状) | |
| 4 | レジンペレット | レジンペレット |
| 5 | 化学繊維 | 化学繊維 |
| 5 | 化繊ロープ | |
| 5 | 化学繊維(荷造り用) | |
| 6 | モノフィラメント | モノフィラメント |
| 8 | タールボール | タールボール |
| 9 | 紙 | 紙 |
| 10 | 植物 | 陸上植物破片 |
| 10 | 植物の実 | |
| 10 | 植物の葉 | |
| 10 | 草木の枝・皮 | |
| 10 | 草木の皮 | |
| 10 | 葦皮片 | |
| 10 | 木片 | |
| 10 | 松葉 | |
| 11 | 昆虫 | |
| 12 | 軽石 | 軽石 |
| 13 | 鳥の羽 | その他・不明 |
| 13 | 炭化物 | |
| 13 | 輪ゴム | |
| 13 | その他(栄養ドリンク瓶) | |
| 13 | 不明(天然由来) | |
| 13 | 不明(人工由来) | |
| 13 | 不明(人工?天然?) | |

表7 測点別調査項目

| 測点 | ①水質調査 (注1) | ②底質調査 | | ③生物群集 調査 (注4) |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| | | 堆積物一般 (注2) | 汚染物質等 (注3) | |
| Y-702 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Y-702E1 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Y-702E2 | ○ | | | |
| Y-702W1 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Y-702R5 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Y-702D76 | | ○ | | ○ |
| Y-702D84 | | ○ | | ○ |
| Y-702D99 | | ○ | | ○ |
| Y-702D02 | | ○ | | ○ |

注1：水質調査は、水温、塩分、濁度を調査した。

注2：堆積物一般とは、粒度組成、水分含有率、硫化物、TOC、TN、TPである。

注3：汚染物質等とは、重金属類、有機塩素化合物、ダイオキシン類、有機スズ化合物、炭化水素、マーカである。測定項目の詳細については表2②を参照のこと。

注4：生物群集調査は、マクロベントスを対象とした。

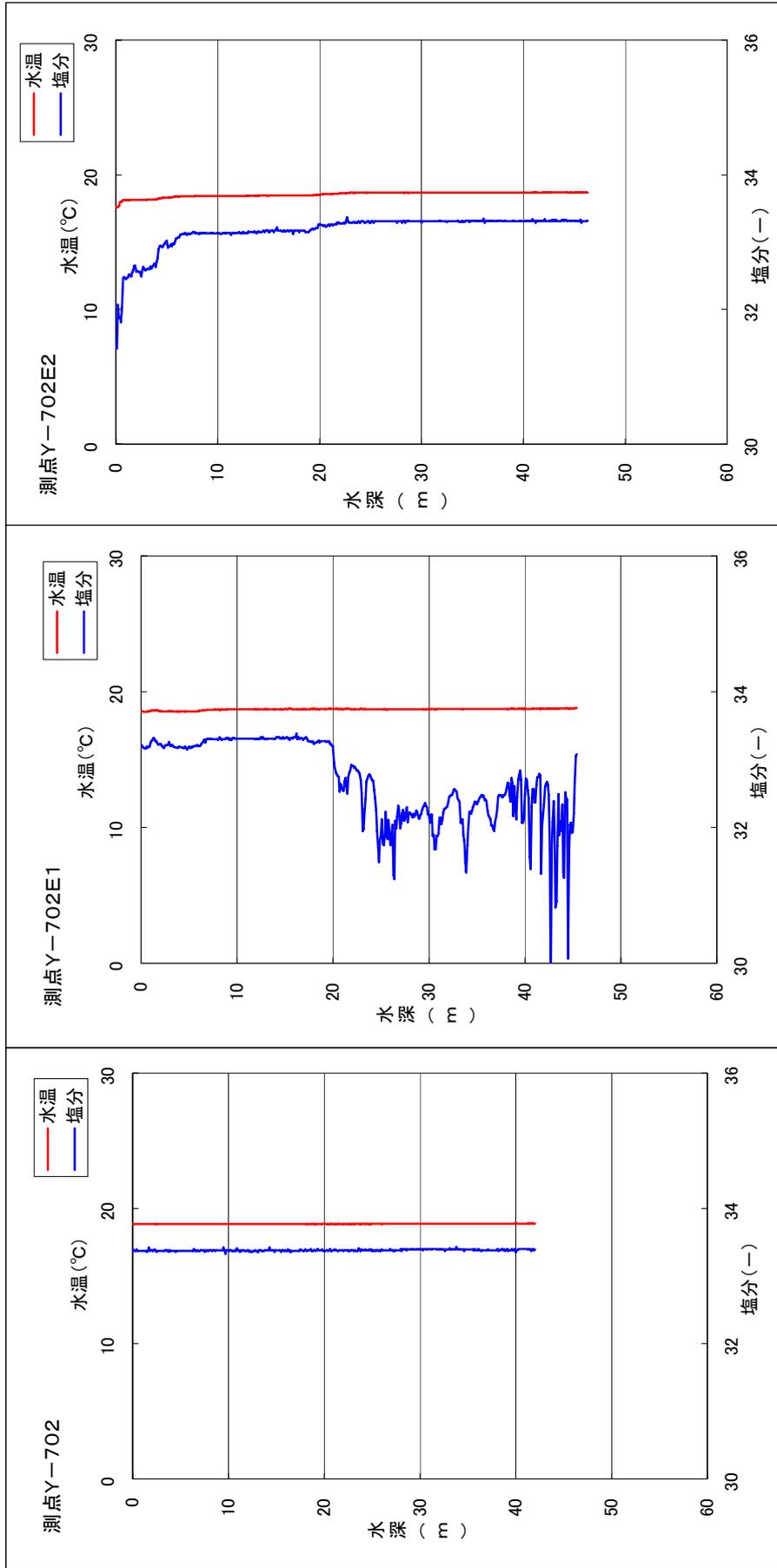


図9 (1) 水質調査結果 (水温及び塩分； Y-702)

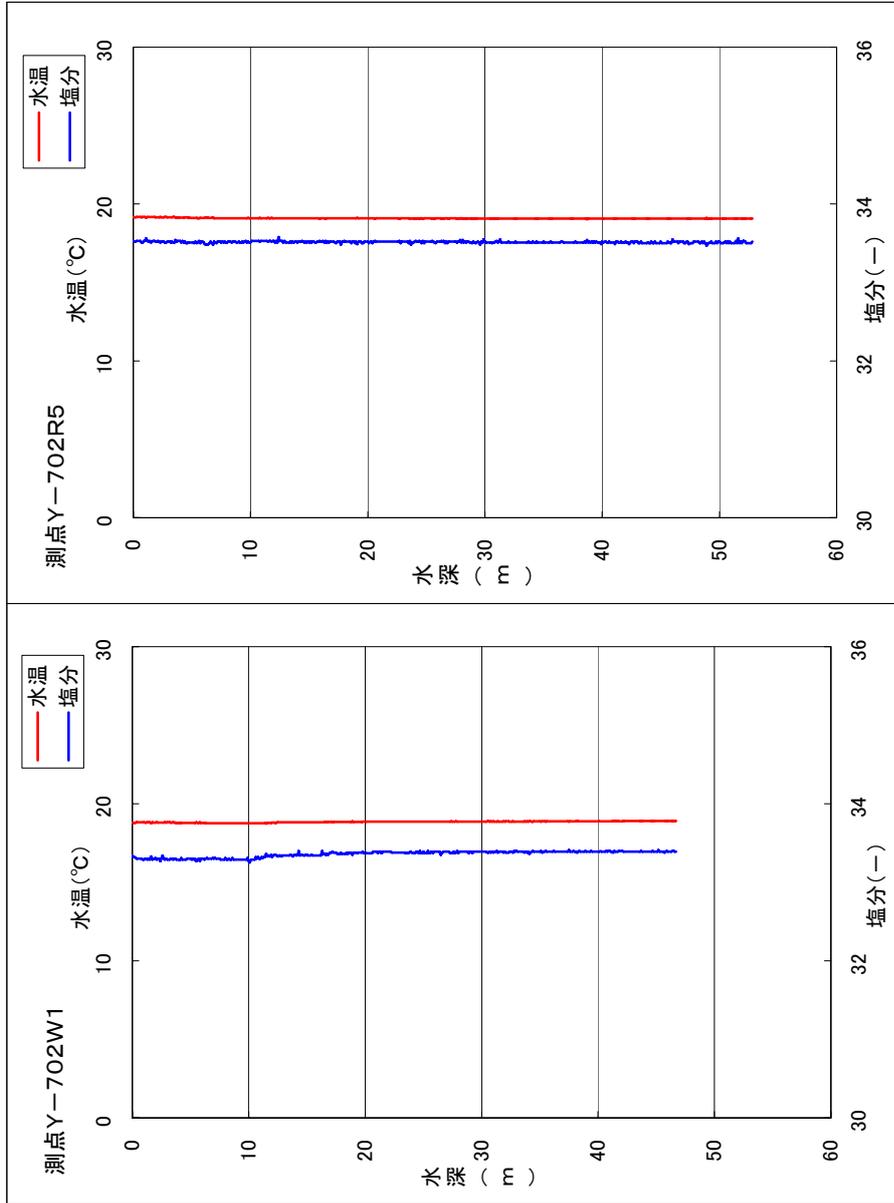


図9(2) 水質調査結果 (水温及び塩分 ; Y-702)

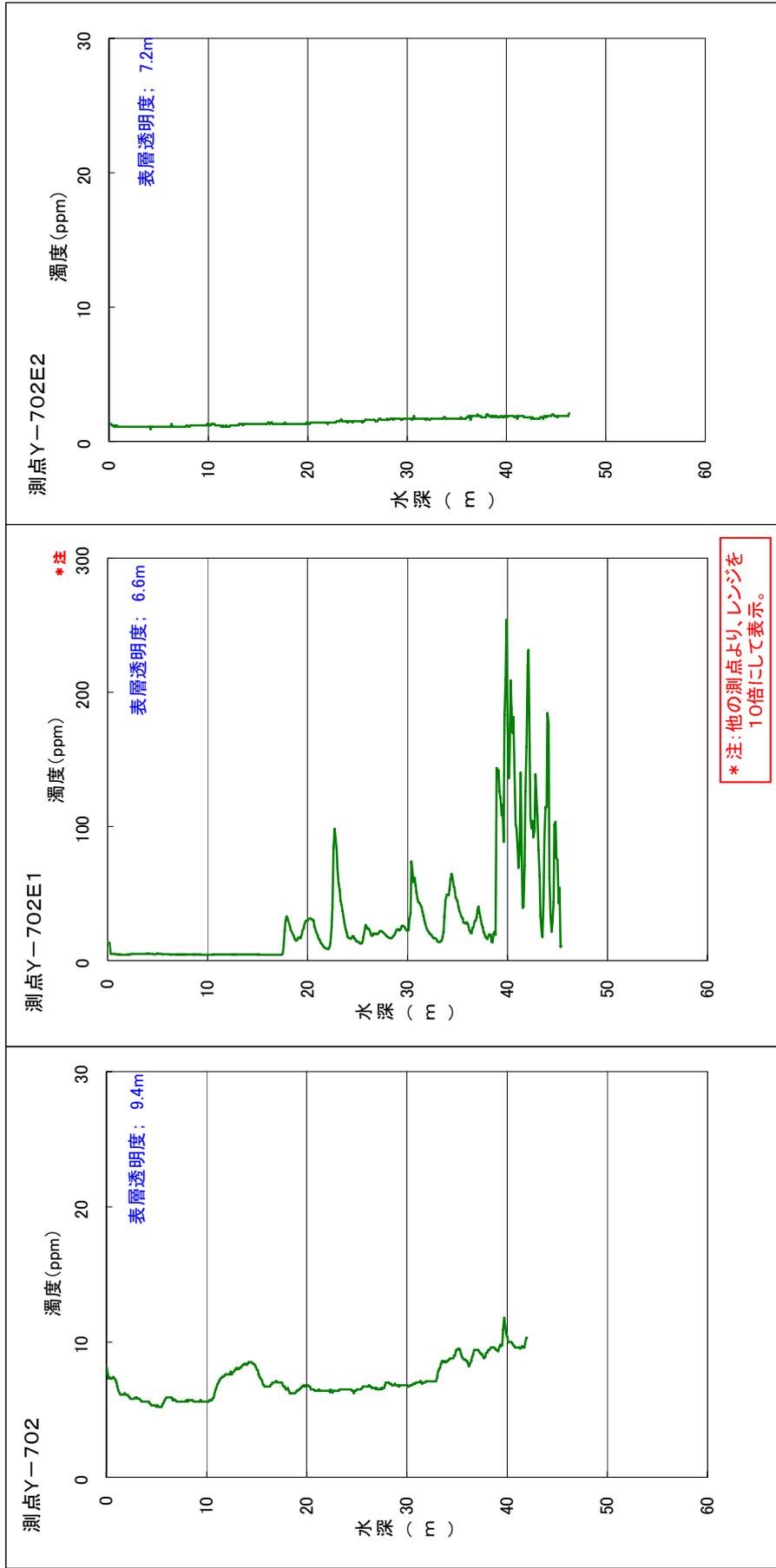


図10(1) 水質調査結果 (濁度 ; Y-702)

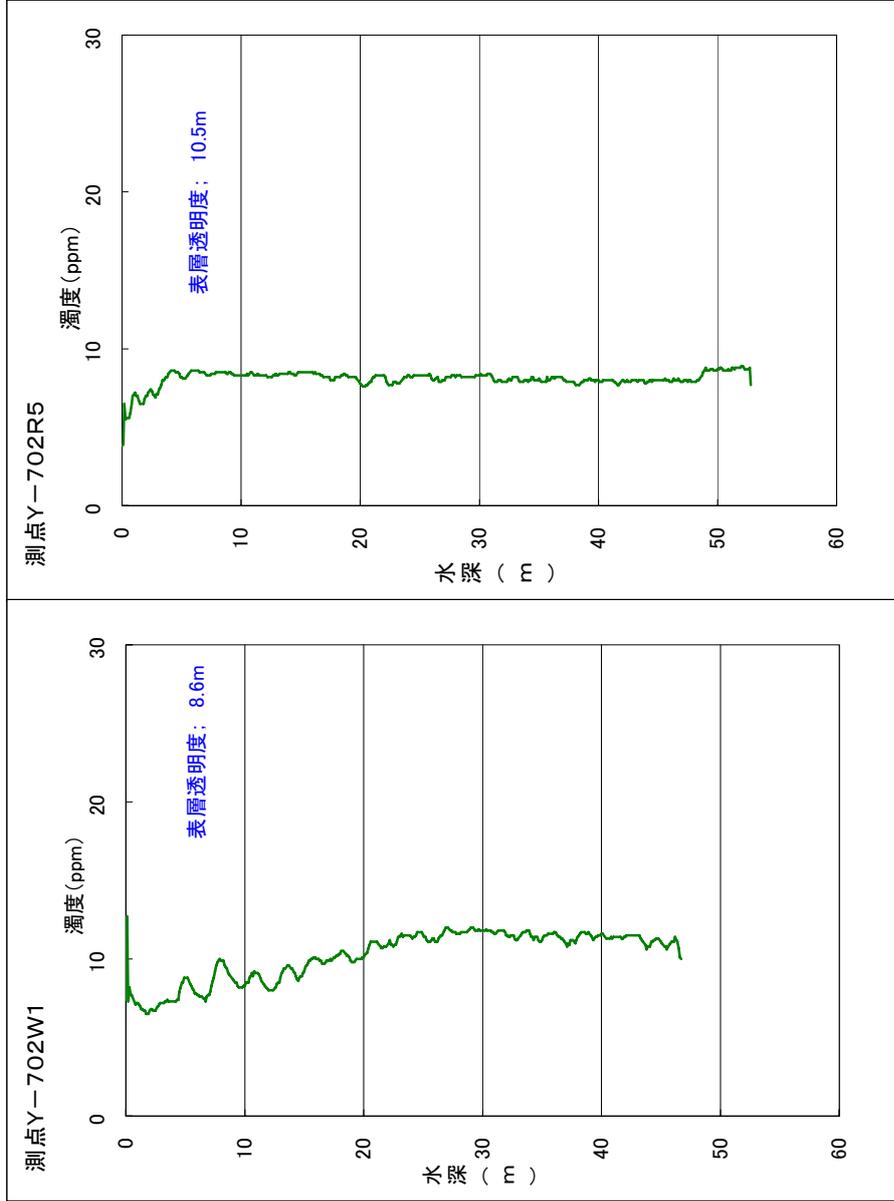
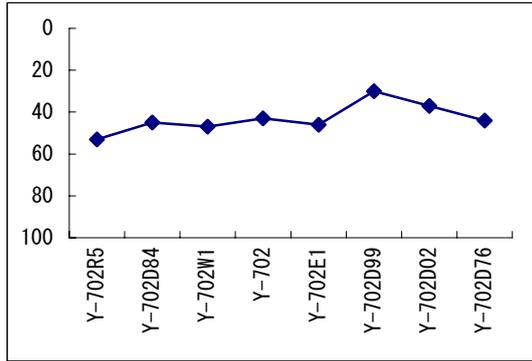
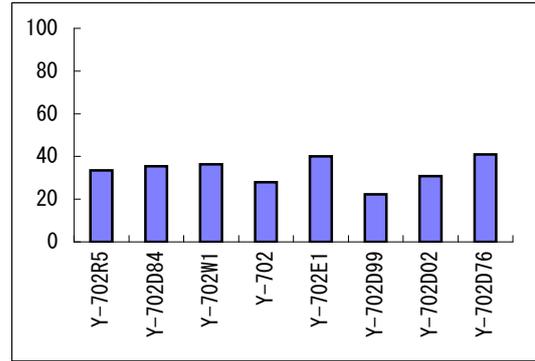


図10(2) 水質調査結果 (濁度 ; Y-702)

水深 (m)

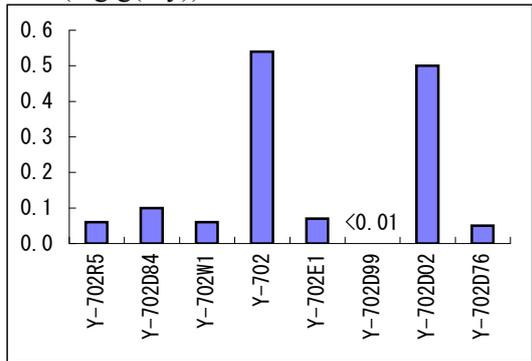


水分含有率 (%)

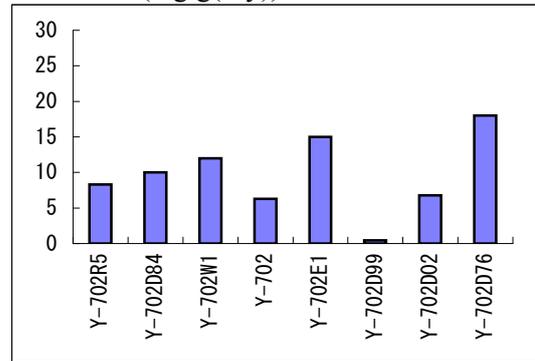


| 測点 | Y-702R5 | Y-702D84 | Y-702W1 | Y-702 | Y-702E1 | Y-702D99 | Y-702D02 | Y-702D76 |
|----------|---------|----------|---------|-------|---------|----------|----------|----------|
| 中央粒径(μm) | 15 | 12 | 8.6 | 26 | 9.9 | 460 | 25 | 17 |
| 淘汰度 | 3.3 | 3.3 | 3.2 | 3.9 | 3.3 | 5.1 | 3.4 | 3.2 |

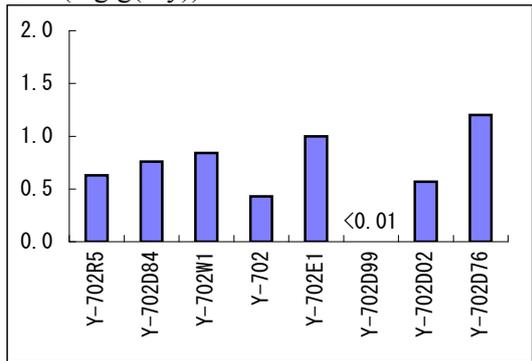
硫化物 (mg/g(dry))



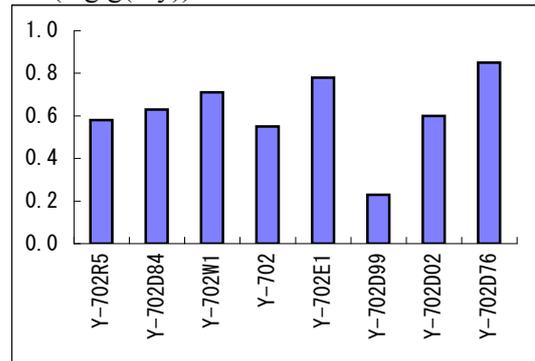
全有機態炭素 (mg/g(dry))



全窒素 (mg/g(dry))



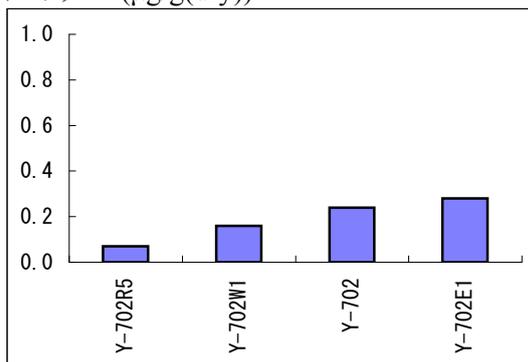
全リン (mg/g(dry))



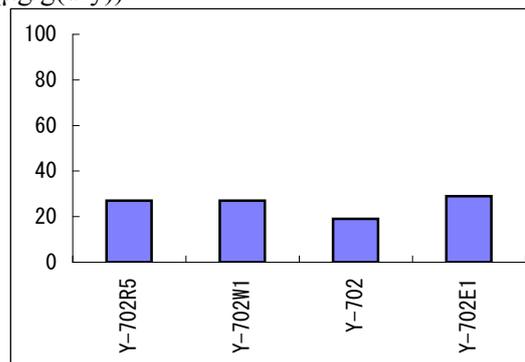
- 硫化物は、投入点Y-702で最も高く、次いでY-702D02において高くなっていた。
- 全有機態炭素、全窒素、全リンは、Y-702D99で最も低い値を示しており、次いで投入点Y-702で低くなっていた。また、いずれもY-702D76において最も高くなっていた。

図11 (1) 底質調査結果 (Y-702)

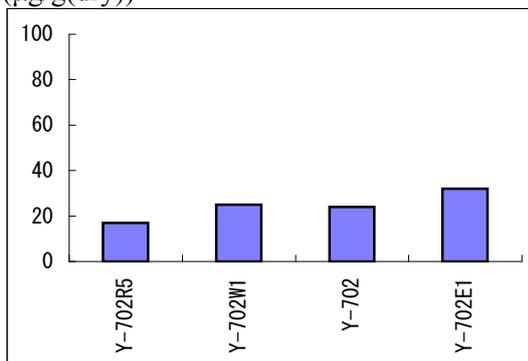
カドミウム ($\mu\text{g/g(dry)}$)



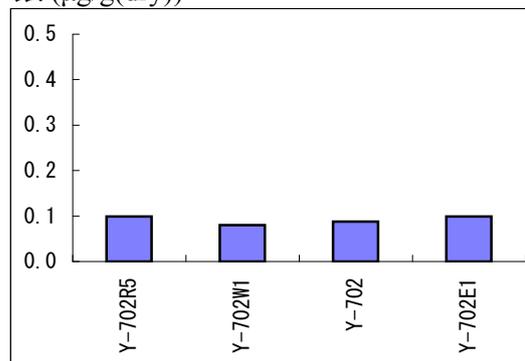
鉛 ($\mu\text{g/g(dry)}$)



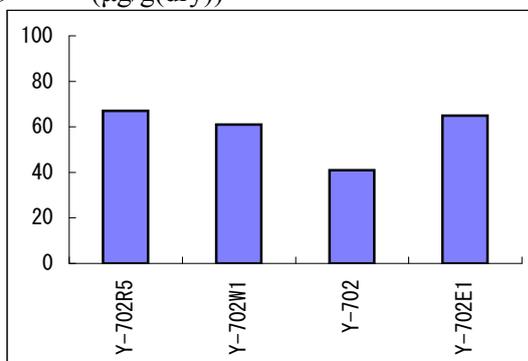
銅 ($\mu\text{g/g(dry)}$)



総水銀 ($\mu\text{g/g(dry)}$)



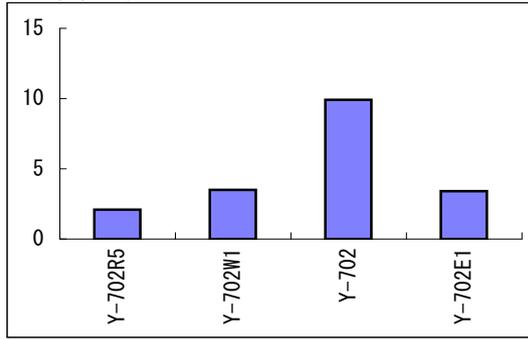
全クロム ($\mu\text{g/g(dry)}$)



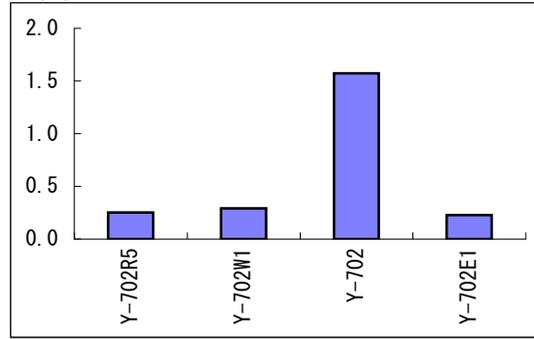
- ばらつきがあるものの、全ての測点で概ね同程度の値。

図11 (2) 底質調査結果 (Y-702)

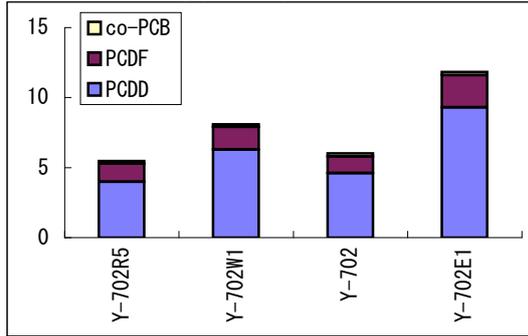
PCB (ng/g(dry))



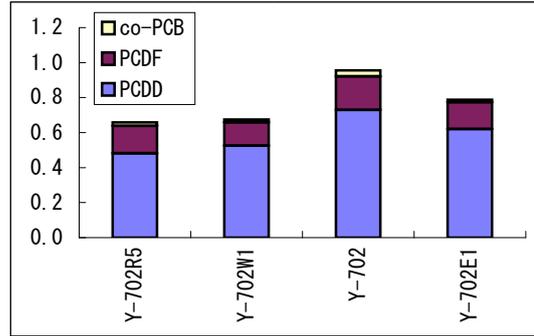
PCB(μg/gTOC)



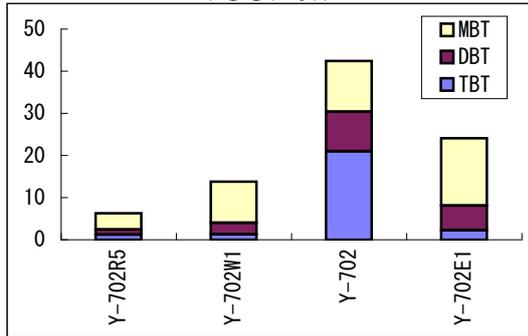
ダイオキシン類(pgTEQ/g(dry))



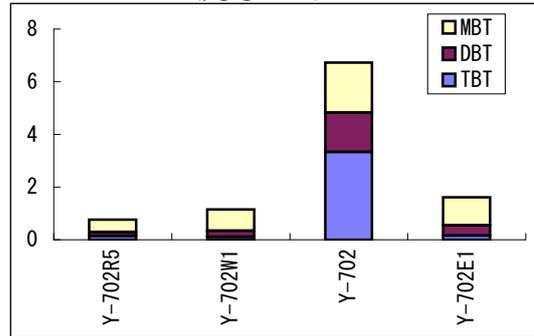
ダイオキシン類(ngTEQ/gTOC)



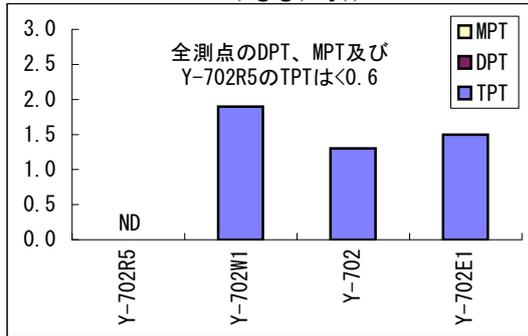
ブチルスズ化合物(ng/g(dry))



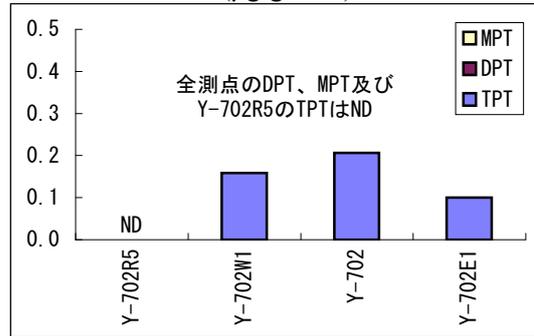
ブチルスズ化合物(μg/gTOC)



フェニルスズ化合物(ng/g(dry))



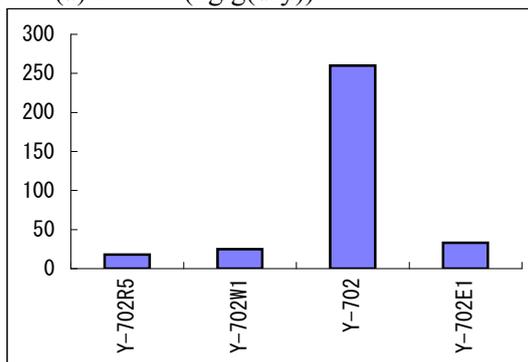
フェニルスズ化合物(μg/gTOC)



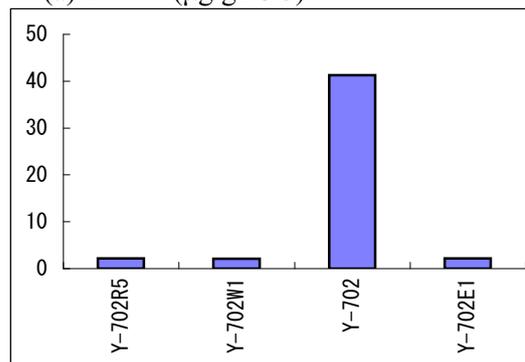
- PCB及びブチルスズ化合物は、投入点Y-702において最も高い値を示した。
- ダイオキシン類については、投入点Y-702と対照点Y-702R5は概ね同程度の値。
- フェニルスズ化合物は、対照点Y-702R5と比較して投入点Y-702で高くなっていた。

図11 (3) 底質調査結果 (Y-702)

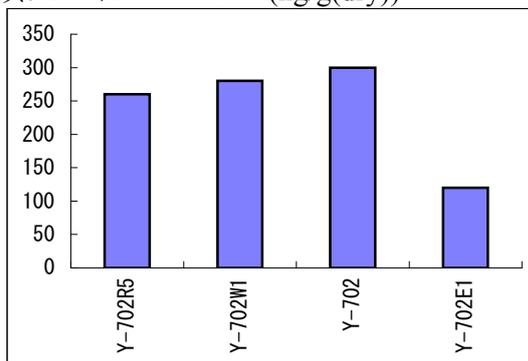
ベンゾ(a)ピレン (ng/g(dry))



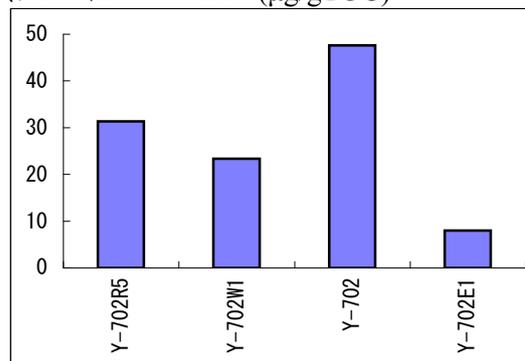
ベンゾ(a)ピレン (μg/gTOC)



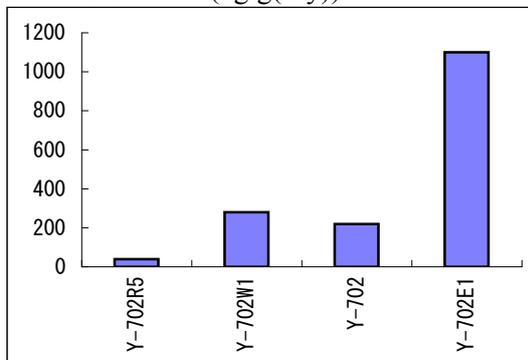
直鎖アルキルベンゼン (ng/g(dry))



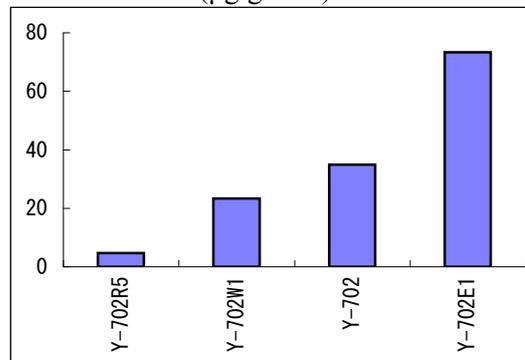
直鎖アルキルベンゼン (μg/gTOC)



コプロスタノール (ng/g(dry))



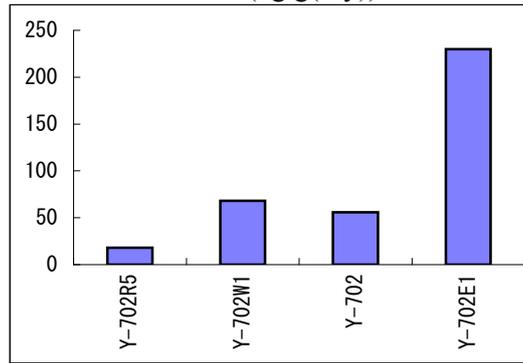
コプロスタノール (μg/gTOC)



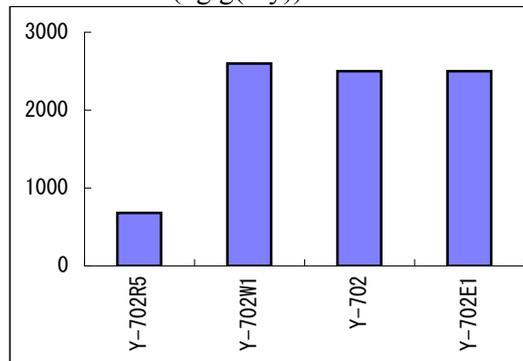
- ベンゾ (a) ピレンは、投入点Y-702において最も高い値を示した。
- 直鎖アルキルベンゼンは、投入点Y-702と対照点Y-702R5は概ね同程度の値であった。
- コプロスタノールは、投入点Y-702において対照点Y-702R5と比較して高くなっていた。

図11 (4) 底質調査結果 (Y-702)

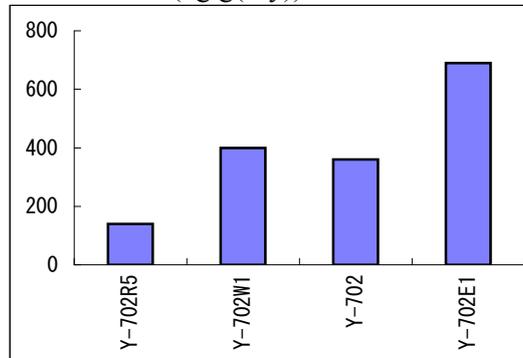
epi-コプロスタノール (ng/g(dry))



コレステロール (ng/g(dry))



コレスタノール (ng/g(dry))



- epi-コプロスタノール、コレスタノールは、投入点Y-702において対照点Y-702R5と比較して高くなっていた。
- コレステロールについては、投入点Y-702において対照点Y-702R5と比較して高くなっていたが、Y-702の値はY-702E1及びY-702W1と同程度。

図11 (5) 底質調査結果 (Y-702)

| 測点 | Y-702R5 | Y-702D84 | Y-702W1 | Y-702 | Y-702E1 | Y-702D99 | Y-702D02 | Y-702D76 |
|-----------------------|---------|----------|---------|-------|---------|----------|----------|----------|
| 水深(m) | 54 | 45 | 48 | 43 | 46 | 27 | 37 | 44 |
| 中央粒径(μm) | 15 | 12 | 8.6 | 26 | 9.9 | 460 | 25 | 17 |

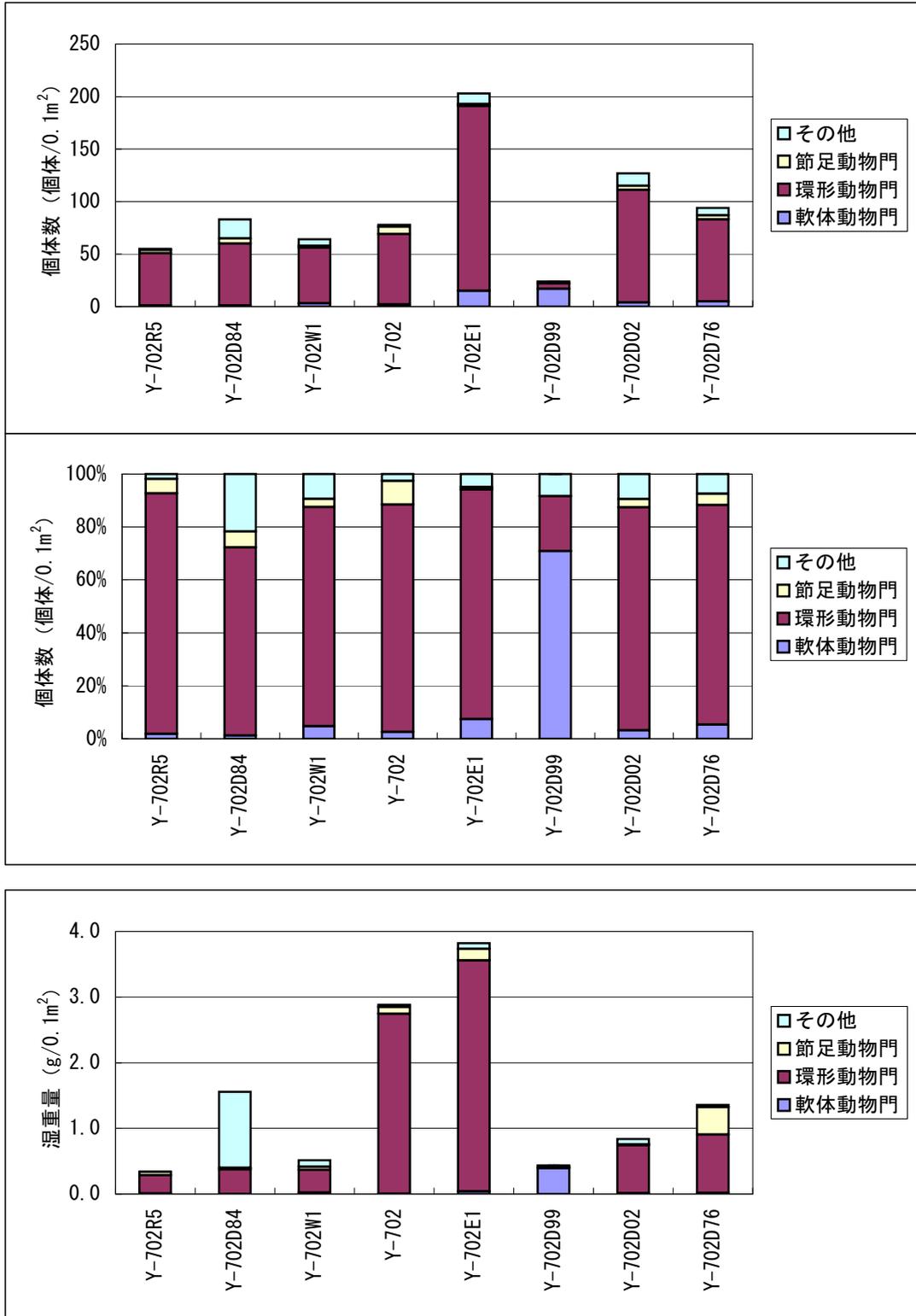


図12 生物群集調査結果 (マクロベントス)

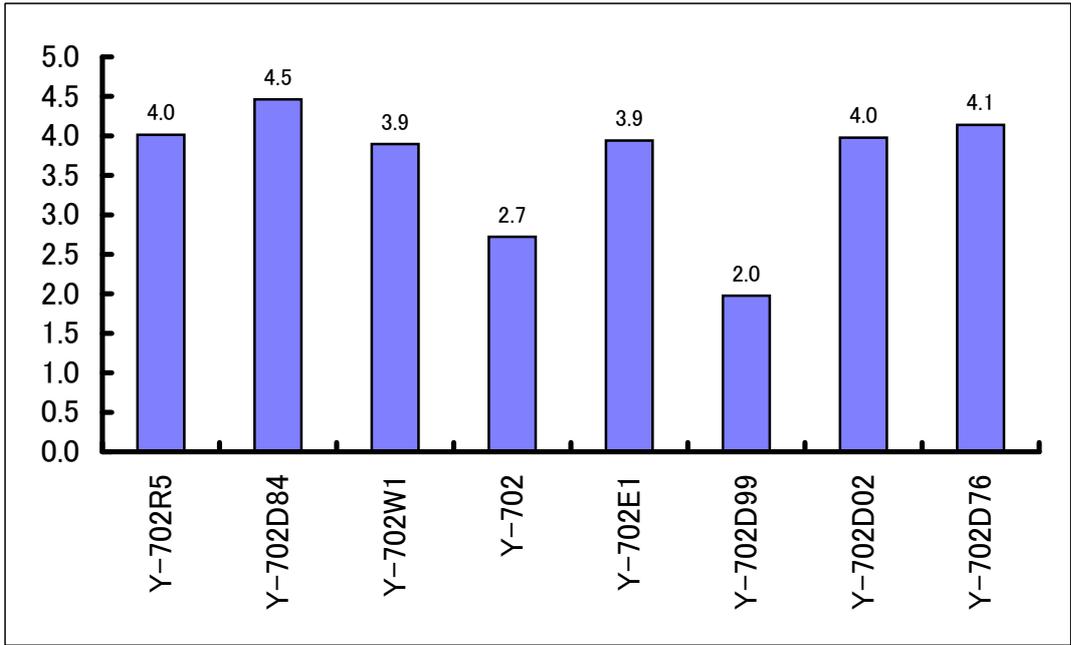
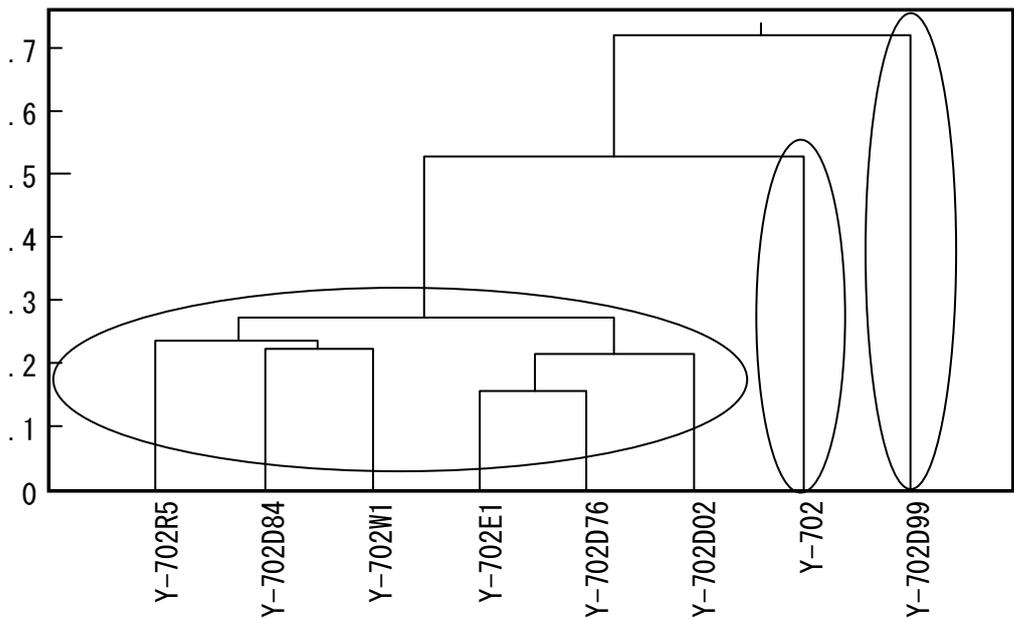


図12(2) 多様度指数(マクロベントス、H')



樹形図

図12(3) クラスタ分析結果(マクロベントス)

- マクロベントスの組成を用い、測点間のユークリッド距離を非類似度指数とし、群平均法によりクラスタリングを行った。
- マクロベントスの組成は、多様度が低い地点から順に、Y-702D99、Y-702、その他のように、大きく3つに分類される。

表8 生物群集調査結果概要 (マクロベントス)

| | | Y-702R5 | Y-702D84 | Y-702W1 | Y-702 | Y-702EI | Y-702D99 | Y-702D02 | Y-702D76 |
|------------------------------------|--------|----------|---------------------|---------------------|-------------|----------|---------------------|---------------------|----------|
| 出現分類群数 (分類群/0.1m ²) | 軟体動物門 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 | 3 | 3 | 2 |
| | 環形動物門 | 17 | 21 | 15 | 12 | 20 | 4 | 20 | 17 |
| | 節足動物門 | 3 | 5 | 1 | 4 | 2 | 0 | 2 | 4 |
| | その他 | 1 | 7 | 5 | 1 | 4 | 1 | 4 | 3 |
| 個体数 (個体/0.1m ²) | 軟体動物門 | 1 | 1 | 3 | 2 | 15 | 17 | 4 | 5 |
| | 環形動物門 | 50 | 59 | 53 | 67 | 176 | 5 | 107 | 78 |
| | 節足動物門 | 3 | 5 | 2 | 7 | 2 | 0 | 4 | 4 |
| | その他 | 1 | 18 | 6 | 2 | 10 | 2 | 12 | 7 |
| 湿重量 (g/0.1m ²) | 軟体動物門 | 0.008 | 0.002 | 0.021 | 0.004 | 0.0 | 0.39 | 0.014 | 0.018 |
| | 環形動物門 | 0.28 | 0.37 | 0.35 | 2.7 | 3.5 | 0.013 | 0.73 | 0.89 |
| | 節足動物門 | 0.048 | 0.024 | 0.043 | 0.10 | 0.17 | 0 | 0.012 | 0.42 |
| | その他 | 0.005 | 1.2 | 0.10 | 0.032 | 0.1 | 0.031 | 0.1 | 0.0 |
| 主な出現種 個体数/0.1m ² (%) | モロコカイ | 10 (18%) | <i>Magelona</i> sp. | <i>Magelona</i> sp. | ダムコカイ | ダムコカイ | ヒメシロカイ | イトコカイ科 | イトコカイ科 |
| | イトコカイ科 | | 13 (16%) | 12 (19%) | 41 (53%) | 33 (16%) | 15 (63%) | 25 (20%) | 13 (14%) |
| | | モロコカイ | | イトコカイ科 | カタマカリギホシイソメ | イトコカイ科 | <i>Polydora</i> sp. | <i>Glycinde</i> sp. | ダムコカイ |
| | 5 (9%) | 11 (13%) | 11 (17%) | 8 (10%) | 32 (16%) | 2 (8%) | 22 (17%) | 11 (12%) | |
| | ダムコカイ | リネウス科 | ダムコカイ | イトルアソメ | ニヒタマクシフサゴカイ | リネウス科 | ダムコカイ | <i>Glycinde</i> sp. | |
| 5 (9%) | 7 (8%) | 7 (11%) | 6 (8%) | 24 (12%) | 2 (8%) | 12 (9%) | 11 (12%) | | |

注：主な出現種は各調査地点の出現個体数の上位3種を示す。