

## 平成 28 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」という。）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すべく、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、当該指針に基づき、海洋環境モニタリング調査検討会（座長：中田英昭長崎大学水産学部教授）の御指導の下、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加え、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Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ海域（廃棄物排出海域）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、全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目指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、経年変化を把握するとともに、日本周辺海域を一巡するごとに、海洋環境汚染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 28 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。

## 2. 調査内容

平成 28 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、プラスチック類等調査を実施した。

### 2.1 調査海域

陸域起源の汚染を対象とした調査のうち、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、日本海北部の H 測線 (H-1~H-4) において実施した (図 1、表 1)。生体濃度調査は、仙台湾、東京湾、有明海、富山湾を調査対象海域とした (図 2、表 1)。なお、H-2 は岩盤であったために採泥ができなかったことから、北西に約 6 km 離れた地点で採泥を行い、当該測点を H-2' とした。また、仙台湾の底生性サメ類については欠測とした。

### 2.2 調査時期

H 測線における試料採取は、平成 28 年 7 月 9 日~12 日に実施した。なお、当該海域では平成 10 年 10 月 29、30 日、平成 13 年 12 月 11~21 日、平成 18 年 3 月 3~6 日にも調査を実施している。

生体濃度調査試料の採取時期は表 2 のとおりである。

### 2.3 調査対象等

底質調査、生体濃度調査は表 3 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 4 のとおりである。生物群集調査はメイオベ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。

### 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) 堆積物

堆積物試料はマルチプルコアラー (採泥面積 43 cm<sup>2</sup>×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。

## (2) 生体濃度試料

イガイ類は潮間帯で採取もしくは漁業者より購入した。底生性サメ類は漁業者より購入した。

## (3) 生物群集試料

メイオベントス群集試料は、2.4 (1)と同様の方法で採取した堆積物のコア 3 本から、直上水を確認したのち、表面積 10 cm<sup>2</sup>、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。大きさでメイオベントス<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。

## (4) 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。

## 2.5 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。なお、本年度調査において汚染源の存在を示唆する疑いがあるデータは確認されなかった。

## 2.6 ダイオキシン類の毒性等量換算等

本年度の調査結果については、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、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 2] 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 3] 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、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 28 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

底質調査結果を図 3 に示した。今回調査を実施した H 測線の中には日本近海調査において約 20 年にわたり調査が実施されてきた測点が含まれている。日本近海調査の結果（昭和 50 年度～平成 6 年度）の平均値と標準偏差をあわせて示した。また、平成 10、13、17 年度に H 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。なお、平成 17 年度は今回と同様にマルチプルコアラーを用いて採取し、堆積物表面から 3cm までを試料としたが、平成 10、13 年度はボックスコアラーにより採取している。分析結果の比較においては注意が必要である。

また、有機塩素化合物である HCH 類及びエンドスルファン、臭素系難燃剤である PBDE 及び HBCD、有機フッ素化合物の PFOS 及び PFOA については、本年度初めて H 測線で調査を実施した。いずれの項目も、本モニタリング調査の他の測線の調査結果と比較し、値の評価を行った。

##### ①一般項目と汚染物質

水深は、H-2'で最も浅く（124 m）、最も深いのは H-4 で、約 3,600 mであった。

中央粒径は、H-3、H-4 においては  $10\mu\text{m}$  以下の粒径が細かい堆積物であったのに対し、H-1 では約  $360\mu\text{m}$  であり、粒径の大きい堆積物が採取された。H-1、H-3、H-4 に

については、平成 17 年度と概ね同程度の粒径の堆積物が採取された。

水分含有率、硫化物、全有機態炭素、全窒素、全リンは、粒径が小さい H-3 で最も高く、粒径が大きい H-1 で最も低くなっていた。硫化物、全有機態炭素、全窒素は全体として、過年度調査結果と比較して高くなっていたが、全リンは概ね同程度の値であった。

カドミウム、鉛、銅、総水銀は、中央粒径の大きい H-1 で最も低くなっていた。全クロムは、H-4 で最も低くなっていた。鉛、総水銀については、H-3 において過年度調査結果と比較して高い傾向が見られたが、自然変動の範囲内と考えられる。その他の項目については、ばらつきはあるものの、過年度調査結果と概ね同程度の値であった。

PCB については、ガスクロマトグラフ電子捕獲検出器を用いた方法 (GC-ECD 法) とガスクロマトグラフ高分解能質量分析計を用いた方法 (GC-HRMS 法) により分析を行った。いずれの方法においても概ね同程度の濃度で検出され、H-3 で高く、H-1 で低くなる傾向がみられた。また、過年度調査結果と比較すると、H-4 において高い傾向が見られたが、その他の測点においては概ね同程度の値であった。

ダイオキシン類は、H-2' で最も高く、H-1 で最も低くなっていた。過年度の H 測線の調査結果と比較すると、概ね同程度の値であった。

HCH 類については、H-3 で最も高く、H-1 で最も低くなっていた。全体として、北海道南西部の噴火湾から沖合にのびる A 測線の調査結果と概ね同程度の値であった (A 測線 (平成 27 年度) : 0.068~0.41 ng/g(dry))。エンドスルファンについては、H-1 及び H-2' で他の測点と比較して相対的に高くなっていた。A 測線の調査結果と比較すると、A 測線よりも高い値であったが (A 測線 (平成 27 年度) : すべて検出限界値未満)、有明海から西方にのびる E 測線で検出された値の範囲内であった (E 測線 (平成 24 年度) : 0.11~1.3 ng/g(dry))。

ブチルスズ化合物は、H-1 及び H-2' では検出限界値未満であった。H-3 及び H-4 では *mono* 体のみが検出され、いずれも定量下限値 (2 ng/g(dry)) 未満の低い値であった。フェニルスズ化合物も同様に、H-1 及び H-2' では検出限界値未満、H-3 及び H-4 では *mono* 体のみが定量下限値 (2 ng/g(dry)) 未満の低い値で検出された。過年度の調査結果と比較すると、概ね同程度もしくは低い値であった。

ベンゾ(a)ピレンは、H-3 で最も高く、H-1 及び H-2' では検出限界値 (1 ng/g(dry)) 未満であった。H-4 では過年度調査結果よりも低い値であったが、それ以外の測点では過年度調査結果と概ね同程度の値であった。

PBDE は、H-2' で高く、H-1 は検出限界値未満であった。H-2' 以外の測点は、A 測線の調査結果の範囲内であった (A 測線 (平成 27 年度) : ND~1.1 ng/g(dry))。H-2' は富山湾から沖合にのびる G 測線の沿岸寄りの測点と概ね同程度の値であった (G-1、G-2 (平成 21 年度) : 6.4~7.0 ng/g(dry))。HBCD は、H-3 で最も高く、H-1 は検出限界値未満であった。H-3 以外の測点は、A 測線の調査結果と概ね同程度の値であった (A 測線 (平

成 27 年度) : ND~0.18 ng/g(dry)) 。 H-3 は、 G 測線の調査結果の範囲内であった ( G 測線 (平成 21 年度) : 0.2~18 ng/g(dry)) 。

PFOS、PFOA については、 H-2' で最も高く、 H-3 及び H-4 では定量下限値 (0.13 ng/g(dry)) 未満の低い値であった。 A 測線の調査結果と比較すると、いずれの物質も A 測線よりも高い値であった ( A 測線 (平成 27 年度) PFOS : <0.040~0.13 ng/g(dry)、 PFOA : <0.040~0.18 ng/g(dry)) 。

## ②基準値との比較 (表 5)

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 4] mg (ミリグラム) 、  $\mu\text{g}$  (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、  $\mu\text{g}$  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。

## (2) 生体濃度調査

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、イガイ類及び底生性サメ類である。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、底生性サメ類については肝臓を分析部位としている。また、イガイ類については軟体部を分析部位としている。

[参考 5] 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を採取できなかつたため、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 10 m 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、東京湾及び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。

## ① 調査結果

平成 28 年度の調査結果と、平成 10～26 年度の検出範囲等をあわせて図 4 に示す。

東京湾の底生性サメ類のダイオキシン類及び東京湾のイガイ類のフェニルスズ化合物については、過年度調査において検出された値よりも低かったものの、全体としては、過年度調査において検出された値の範囲内であった。

また、PCB については GC-ECD 法と GC-HRMS 法により分析を実施したところ、ほとんどの試料において、GC-ECD 法と GC-HRMS 法で同程度の値を示していた。

全体的な傾向としては、過去 17 年間の値と同程度の値を示しており、特段の汚染の進行は認められなかった。

## ② 既存の調査結果及び基準等との比較

底生性サメ類の 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 28 年度の調査で得られた底生性サメ類の筋肉もしくはイガイ類の軟体部の PCB は、単純平均値 5.3 ng/g(wet) (GC-ECD 法；検出範囲：1.1～13 ng/g(wet))、7.3 ng/g(wet) (GC-HRMS 法；検出範囲：0.50～19 ng/g(wet)) であり、全体として、環境省「平成 26 年度化学物質環境実態調査」の結果（参考 6）の範囲内であった。底生性サメ類の筋肉もしくはイガイ類の軟体部のダイオキシン類は、単純平均値 0.25 pg-TEQ/g(wet)（検出範囲：0.034～0.54 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 7）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：0.4 ppm、PCB：0.5～3 ppm）（参考 8、9）。イガイ類の軟体部の総水銀、イガイ類の軟体部及び底生性サメ類の筋肉の 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。

[参考 6] 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 26 年度版 化学物質と環境」の魚類（筋肉）では 0.94～230 ng/g(wet)、貝類（軟体部）では 0.73～44 ng/g(wet)

[参考 7] 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 26 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 0.45 pg-TEQ/g（検出範囲：0.095～2.4 pg-TEQ/g）
- ・農林水産省「平成 27 年度 水産物中のダイオキシン類の実態調査」の国内産の魚類では、平均値 1.2 pg-TEQ/g（検出範囲：0.067～6.6 pg-TEQ/g）

[参考 8] 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 0.4 ppm 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 9] 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 0.5 ppm（遠洋沖合魚介類）及び 3 ppm（内海内湾（内水面を含む。）魚介類）が定められている。

### (3) 生物群集調査

メイオベントス群集調査結果を図 5、6 に示した。平成 16 年度以降、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ばらつきに関する情報が得られている。

図 5 についてみると、個体数は H-1、H-2' 及び H-3 では概ね同程度であり（約 500 個体/10 cm<sup>2</sup>）、H-4 で少なかった（約 140 個体/10 cm<sup>2</sup>）。

図 6 の層別分析結果をみると、いずれの測点においても表層で個体数が多く、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。

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 10 未満であった（図 5）。N/C 比が低かったことから、いずれの測点においても海洋環境が悪化している状況は認められなかった。

今回の調査結果を平成 17 年度調査結果と比較すると、H-3 において個体数が有意に増加していた。

[参考 10] 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。

### (4) プラスチック類等調査

プラスチック類等の調査結果を表 6、図 7、8 に示した。

海水の単位体積当たりの採取個数は H-2 で多く（6.1 個/m<sup>3</sup>）、H-3 で最も少なかった（0.63 個/m<sup>3</sup>）（表 6、図 7）。いずれの測点においてもプラスチック片が最も多かった。

単位体積当たりのサイズ別個数分布においては、全体としてサイズが小さくなるに従って個数が増える傾向が見られた（図 8）。同様の結果が環境省「平成 26 年度沖合域にお



ける漂流・海底ごみ実態調査」においても得られており、サイズの大きなプラスチック類が劣化し、細片化を繰り返すことで多くの微細片が形成されることが一因であると考えられる。

### 3.2 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ついて、一部の測点で過去の結果と比較すると高い値が検出されたが、全体としては、過去の調査結果と概ね同程度の値であった。生体濃度調査においては、全体として過去の調査と同程度の値を示しており、特段の汚染の進行は認められなかった。生物群集調査では、いずれの測点においても海洋環境が悪化している状況は認められなかった。プラスチック類等調査においては、既存の調査結果と同様に、試料のサイズが小さくなるにつれて個数が多くなる傾向が見られた。

今後も引き続き、定期的な監視を行っていくこととする。

## 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	名古屋大学宇宙地球環境研究所副所長・教授
小城 春雄	北海道大学名誉教授
白山 義久	海洋研究開発機構理事
田辺 信介	愛媛大学沿岸環境科学研究センター特別名誉教授
中田 英昭	長崎大学水産学部教授（座長）
西田 周平	東京大学名誉教授
野尻 幸宏	弘前大学大学院理工学研究科教授
深江 邦一	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	国立環境研究所地域環境研究センター海洋環境研究室主任研究員

注：検討員・所属は平成28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：いであ株式会社

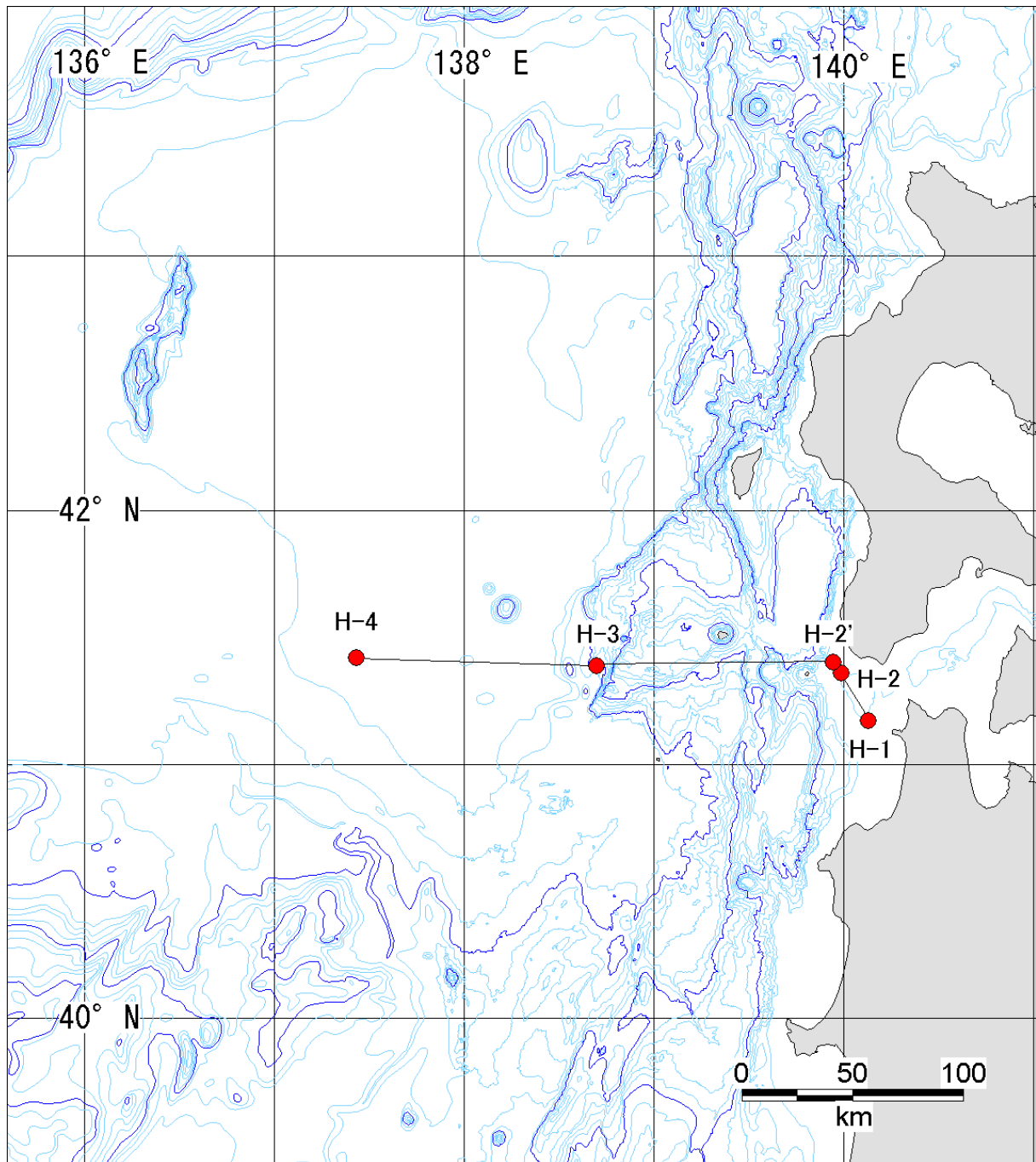
帝人エコ・サイエンス株式会社

## 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	PFOA：ペルフルオロオクタン酸
HBCD：ヘキサブロモシクロドデカン	PFOS：ペルフルオロオクタンスルホン酸
MBT：モノブチルスズ	TBT：トリブチルスズ
MPT：モノフェニルスズ	TEF：毒性等価係数
LAB：直鎖アルキルベンゼン	TEQ：毒性等量
PBDE：ポリ臭素化ジフェニルエーテル	TOC：全有機態炭素
PCB：ポリ塩化ビフェニル	TPT：トリフェニルスズ

## 6. 引用文献

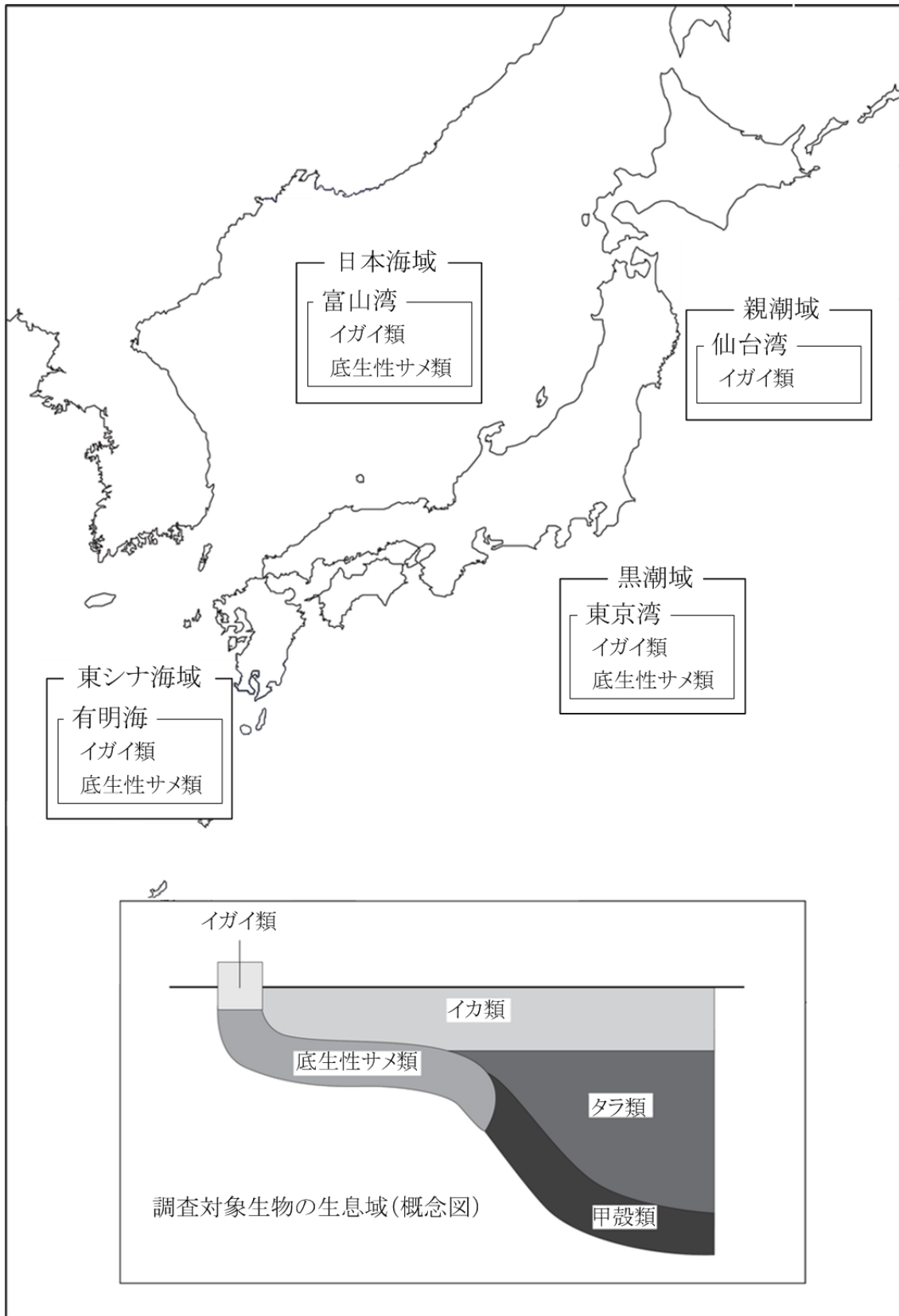
- 環境庁（1976～1995）：「昭和 50 年度～平成 6 年度日本近海海洋汚染実態調査」
- 環境庁（1998）：「海洋環境モニタリング調査指針等作成調査」  
（指針部分は、環日本海環境協力センター 編（2000）：「海洋環境モニタリング指針」大蔵省印刷局. として市販されている。）
- 環境庁（1999）：「平成 10 年度ダイオキシン類緊急全国一斉調査結果について」
- 環境省（2015）：平成 26 年度環境省委託業務「平成 26 年度沖合域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書」（平成 27 年 3 月）
- 環境省（2016）：「平成 27 年度版 化学物質と環境」（平成 26 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（2015）：「平成 26 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（2017）：「平成 27 年度 水産物中のダイオキシン類の実態調査」



注：H-2 ではプラスチック類等調査のみ、H-2'では底質調査、生物群集調査を実施した。

(等深線は (原則として) 200mコンター)

図 1 平成 28 年度海洋環境モニタリングの調査位置  
(陸域起源の汚染を対象とした調査)



注：仙台湾の底生性サメ類は欠測とした

図2 平成28年度海洋環境モニタリングの調査位置図（生体濃度調査）

表1 測点位置と採取項目概要

測点名	北緯 (測地系：WGS84)	東経	過去の調査 との対比	水深 (m)	堆積物	生体濃度調査	底生生物 群集	フラスコ類	
陸域 起源汚染 調査	H-1	41°10'13"	140°07'46"	—	170	○	○	○	
	H-2	41°21'36"	139°59'14"	—	300	—	—	○	
	H-2'	41°24'06"	139°56'37"	—	124	○	○	—	
	H-3	41°23'11"	138°41'48"	日近A-3	3,093	○	○	○	
	H-4	41°25'12"	137°25'49"	日近A-2	3,606	○	○	○	
	親潮域 (仙台湾)	—	—	—	—	—	—	—	—
	黒潮域 (東京湾)	—	—	—	—	—	—	—	—
	東シ海域 (有明海)	—	—	—	—	—	—	—	—
日本海域 (富山湾)	—	—	—	—	—	—	—	—	

注：仙台湾の底生性サメ類は欠測とした。

表2 生体濃度調査試料の採取時期（年/月）

対象生物	浅海性	陸棚性
	底生生物	底生生物
	イガイ類	底生性サメ類
仙台湾	H28/5	—
東京湾	H28/9	H28/10
有明海	H28/6	H28/6
富山湾	H28/5	H28/9

表3 各調査の測定項目

	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	カドミウム、銅、総水銀
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類 (HCH: $\alpha$ -HCH、 $\beta$ -HCH、 $\gamma$ -HCH)、エンドスルファン ( $\alpha$ -エンドスルファン、 $\beta$ -エンドスルファン)	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: $\alpha$ -HBCD、 $\beta$ -HBCD、 $\gamma$ -HBCD)	—
有機フッ素化合物	PFOS、PFOA	—

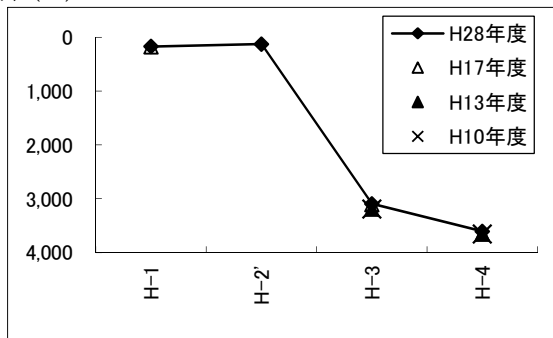
注1: co-PCBの( )内の番号はIUPAC(国際純正及び応用化学連合) No.を示す。

注2: 平成28年度は水質調査は実施しない。

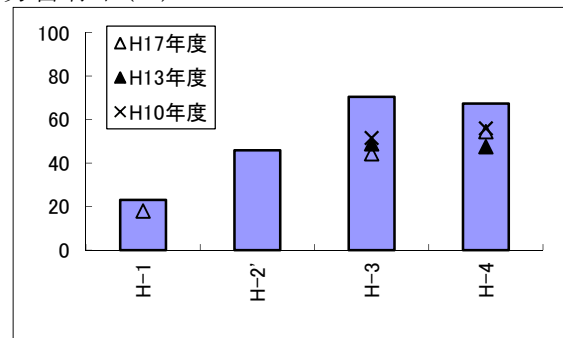
表4 生体濃度調査の対象生物等

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	20	軟体部	軟体部
陸棚性底生生物	底生性サメ類	4~13	肝臓、筋肉	肝臓

水深(m)



水分含有率(%)



平成28年度

測点	H-1	H-2'	H-3	H-4
水深(m)	170	124	3,093	3,606
中央粒径 (μm)	362	59.1	6.95	7.44

平成17年度

測点	H-1	H-2'	H-3	H-4
水深(m)	172		3,109	3,656
中央粒径 (μm)	478		10.6	7.96

平成13年度

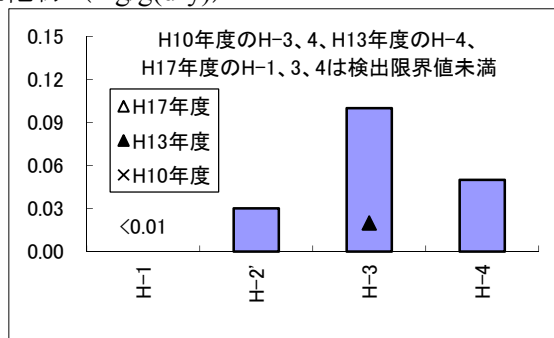
測点	H-1	H-2'	H-3	H-4
水深(m)			3,191	3,650
中央粒径 (μm)			5.4	19.1

平成10年度

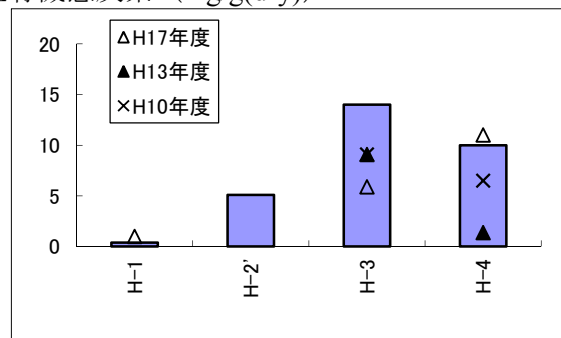
測点	H-1	H-2'	H-3	H-4
水深(m)			3,191	3,657
中央粒径 (μm)			-	-

注：平成28、17年度の中央粒径はマイクロレーザー散乱法による値。平成13、10年度の中央粒径はJIS法による値。

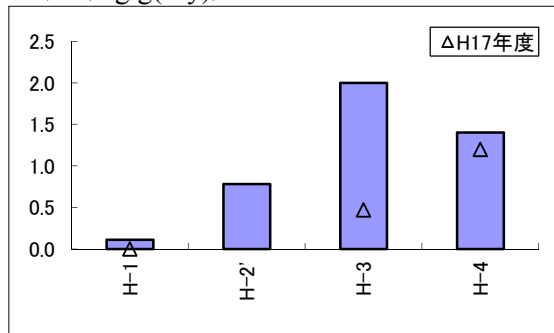
硫化物 (mg/g(dry))



全有機態炭素 (mg/g(dry))



全窒素 (mg/g(dry))



全リン (mg/g(dry))

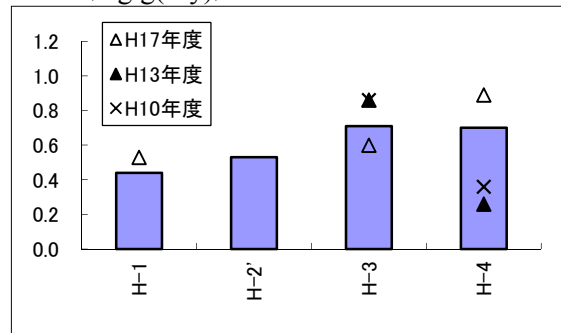
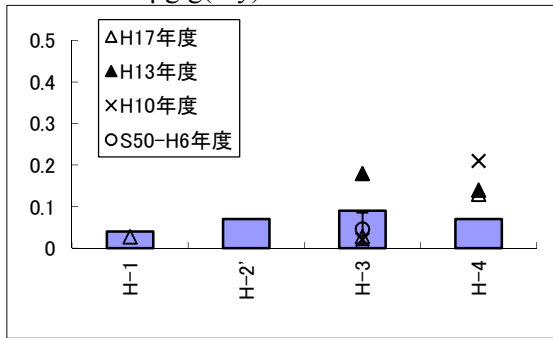


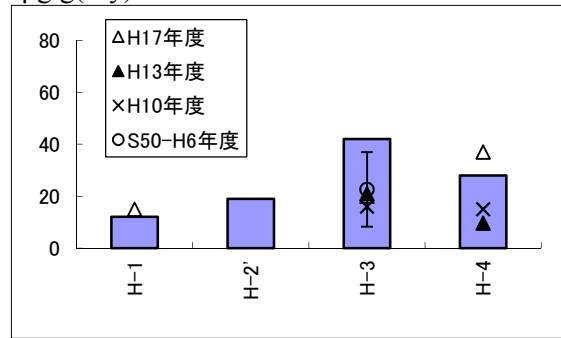
図3(1) 底質調査結果 (H測線、表層堆積物)



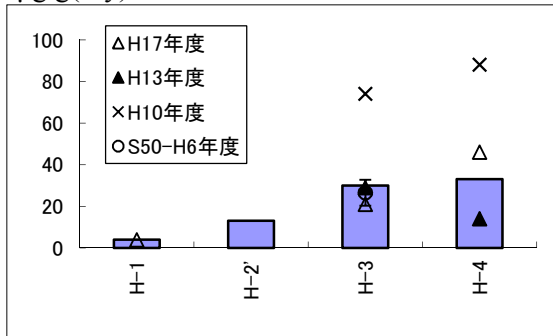
カドミウム (μg/g(dry))



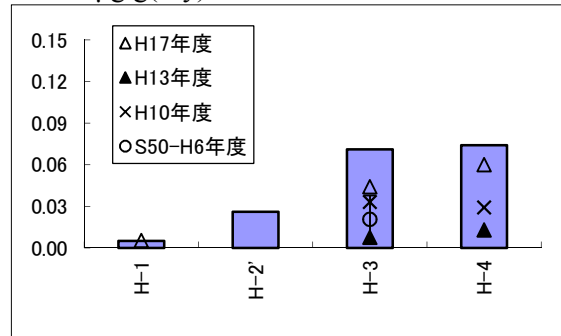
鉛 (μg/g(dry))



銅 (μg/g(dry))



総水銀 (μg/g(dry))



全クロム (μg/g(dry))

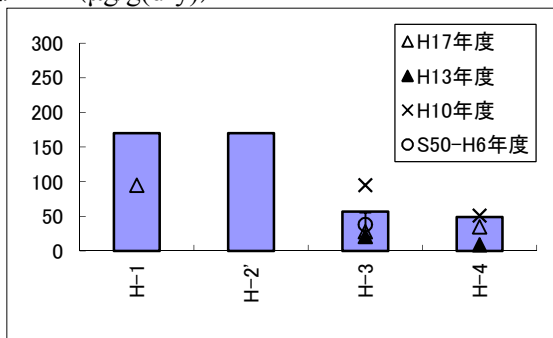
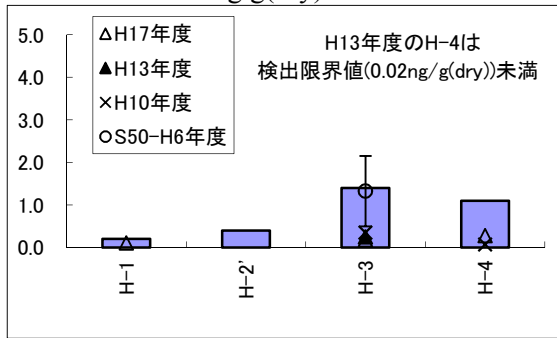
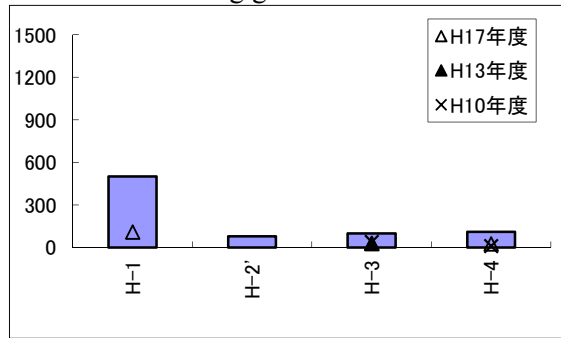


図3(2) 底質調査結果 (H測線、表層堆積物)

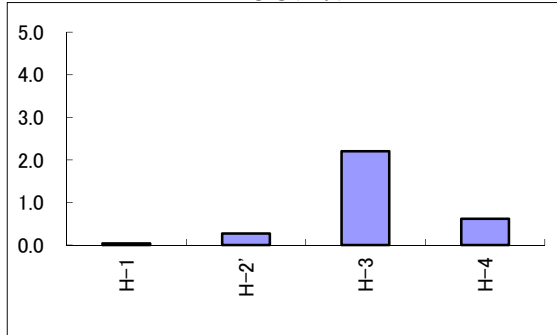
PCB (GC-ECD法) (ng/g(dry))



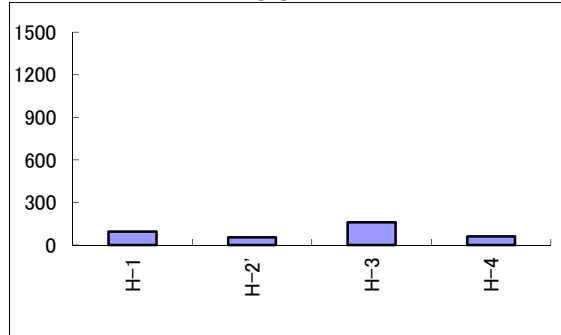
PCB (GC-ECD法) (ng/gTOC)



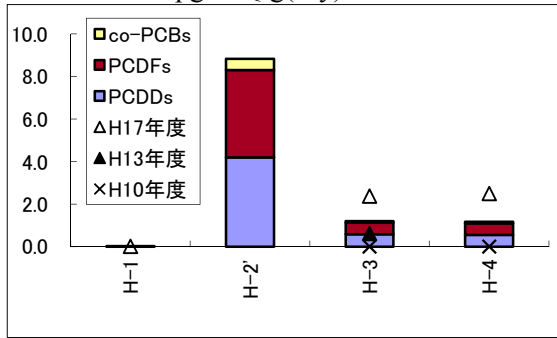
PCB (GC-HRMS法) (ng/g(dry))



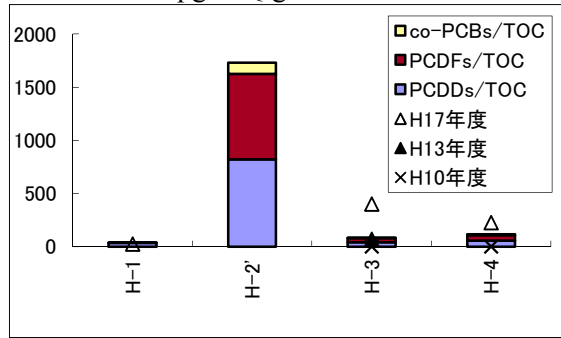
PCB (GC-HRMS法) (ng/gTOC)



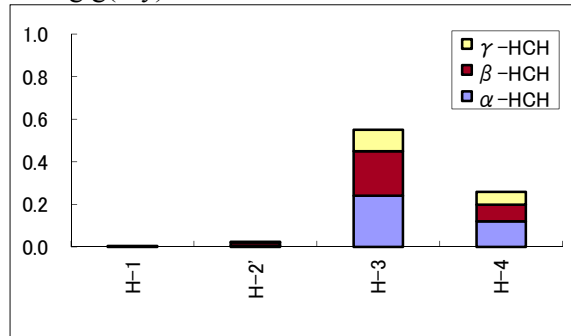
ダイオキシン類 (pgTEQ/g(dry))



ダイオキシン類 (pgTEQ/gTOC)



HCH (ng/g(dry))



エンドスルファン (ng/g(dry))

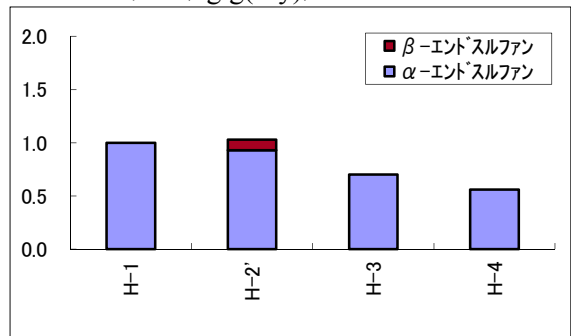
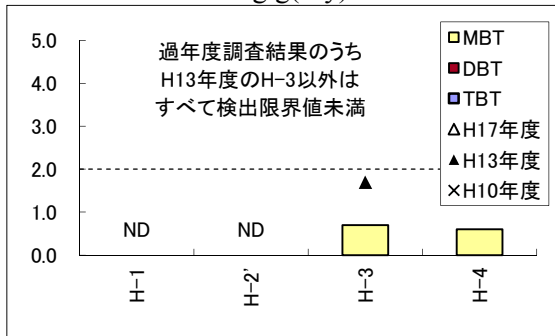


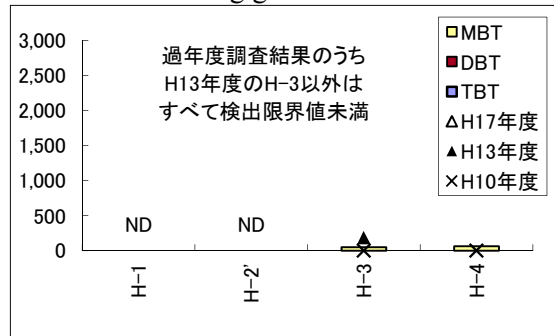
図3(3) 底質調査結果 (H測線、表層堆積物)

ブチルスズ化合物 (ng/g(dry))

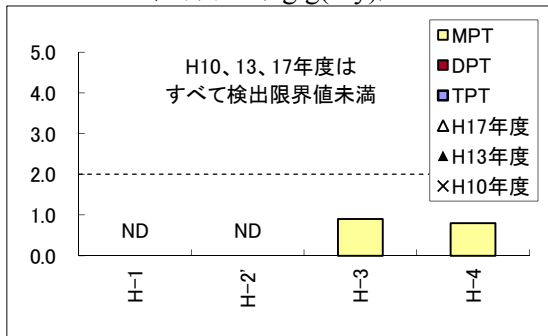


注1：破線は各異性体の定量下限値 (2 ng/g(dry))。

ブチルスズ化合物 (ng/gTOC)

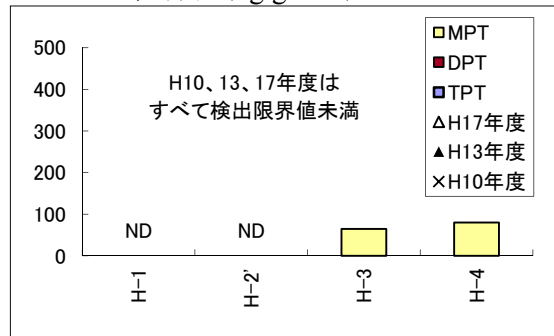


フェニルスズ化合物 (ng/g(dry))

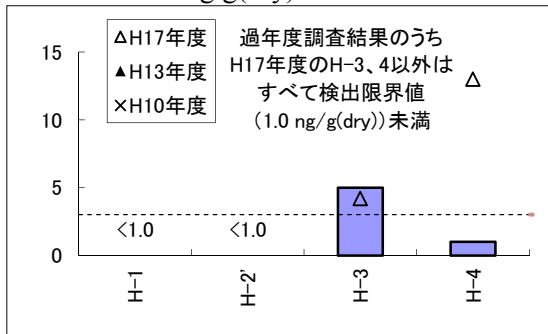


注2：破線は各異性体の定量下限値 (2 ng/g(dry))。

フェニルスズ化合物 (ng/gTOC)



ベンゾ(a)ピレン (ng/g(dry))



注3：破線は各異性体の定量下限値 (3.0 ng/g(dry))。

ベンゾ(a)ピレン (ng/gTOC)

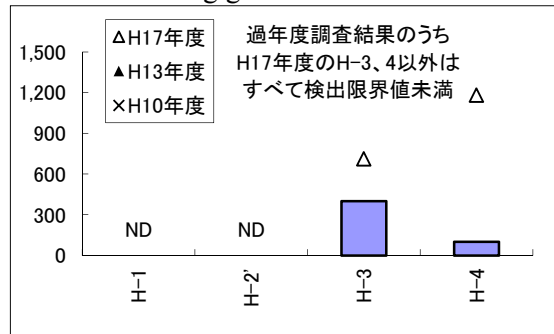
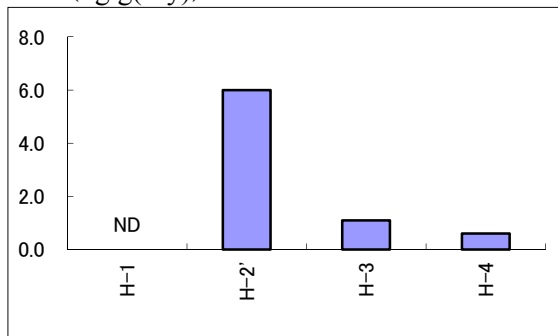
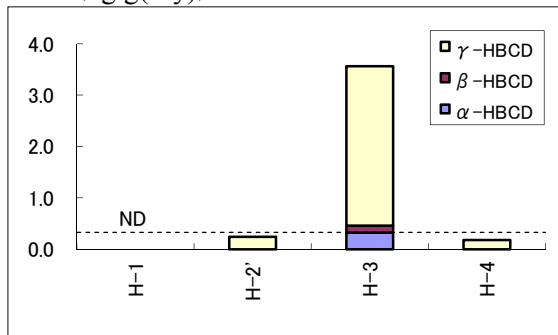


図3(4) 底質調査結果 (H測線、表層堆積物)

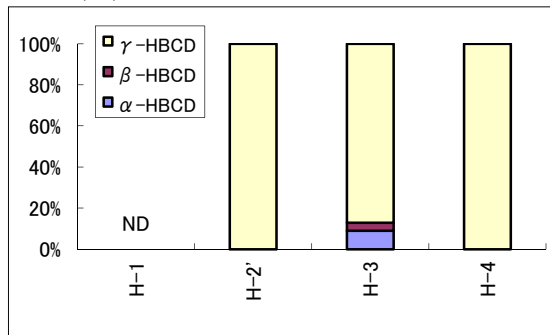
PBDE (ng/g(dry))



HBCD (ng/g(dry))

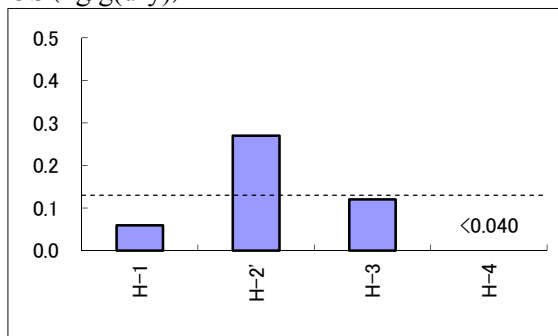


HBCD (%)



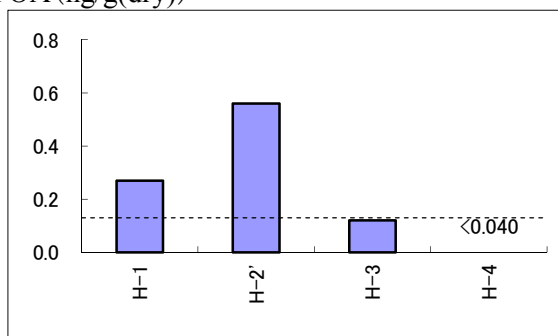
注1：破線は各異性体の定量下限値 (0.33 ng/g(dry))。

PFOS (ng/g(dry))



注2：破線は定量下限値 (0.13 ng/g(dry))。

PFOA (ng/g(dry))



注3：破線は定量下限値 (0.13 ng/g(dry))。

図3(5) 底質調査結果 (H測線、表層堆積物)

表5 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）	0.005～0.074 ppm（4）
PCB	10 ppm（暫定除去基準）	0.0002～0.0014 ppm（GC-ECD法）（4） 0.000037～0.0022 ppm（GC-HRMS法）（4）
ダイオキシン類	150 pg-TEQ/g 以下（環境基準）	0.014～8.8 pg-TEQ/g（4）

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

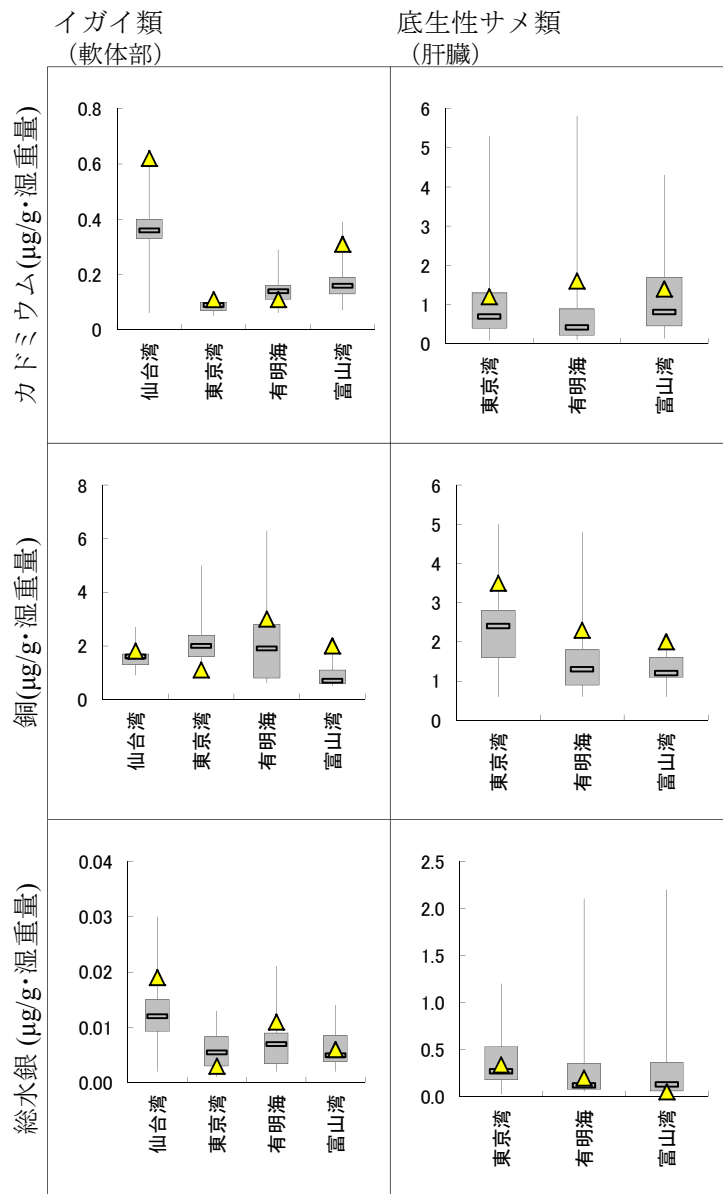
注2： $C=0.18 \times (\Delta H / J) \times (1 / S)$ （ppm）

$\Delta H$ =平均潮差（m）、 $J$ =溶出率、 $S$ =安全率

例えば、 $\Delta H=0.160$  m（北海道・松前）、 $J=5 \times 10^{-4}$ 、 $S=100$  とすると、

$C=0.58$  ppm となる

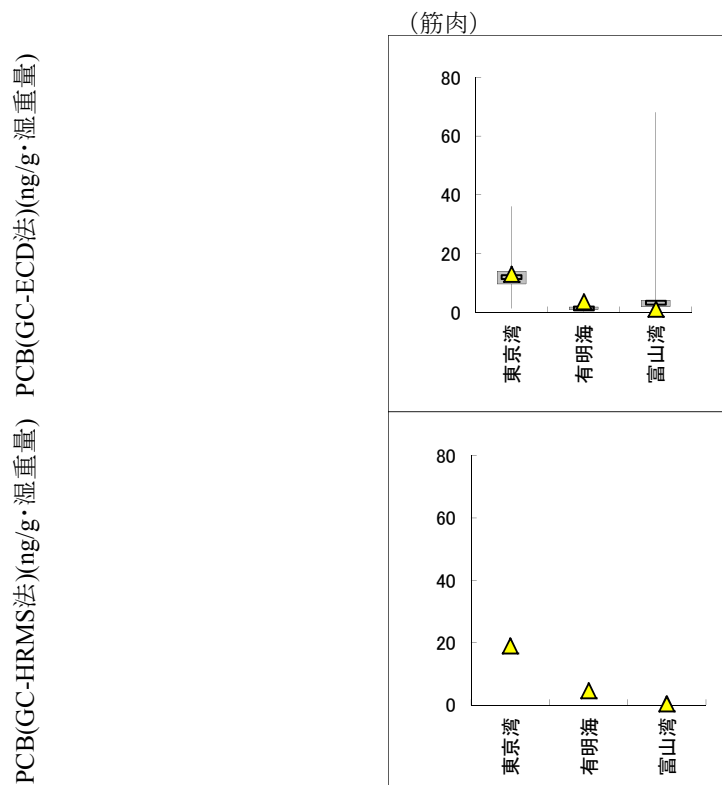
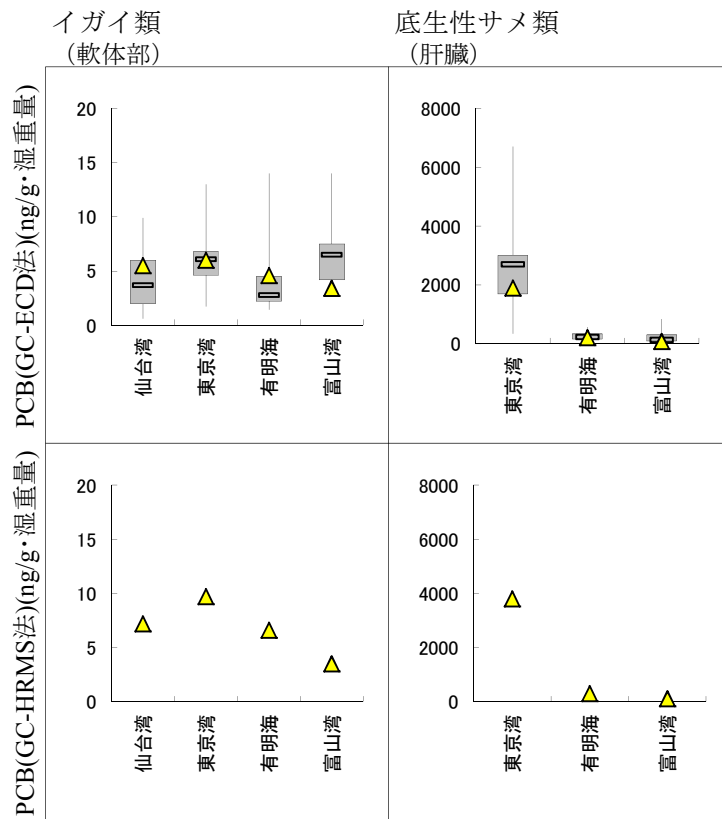
注3：1 ppm=1  $\mu\text{g/g(dry)}$ =1,000 ng/g(dry)



注1：▲は平成28年度調査結果を示す。

注2：箱ひげ図は平成10～26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。

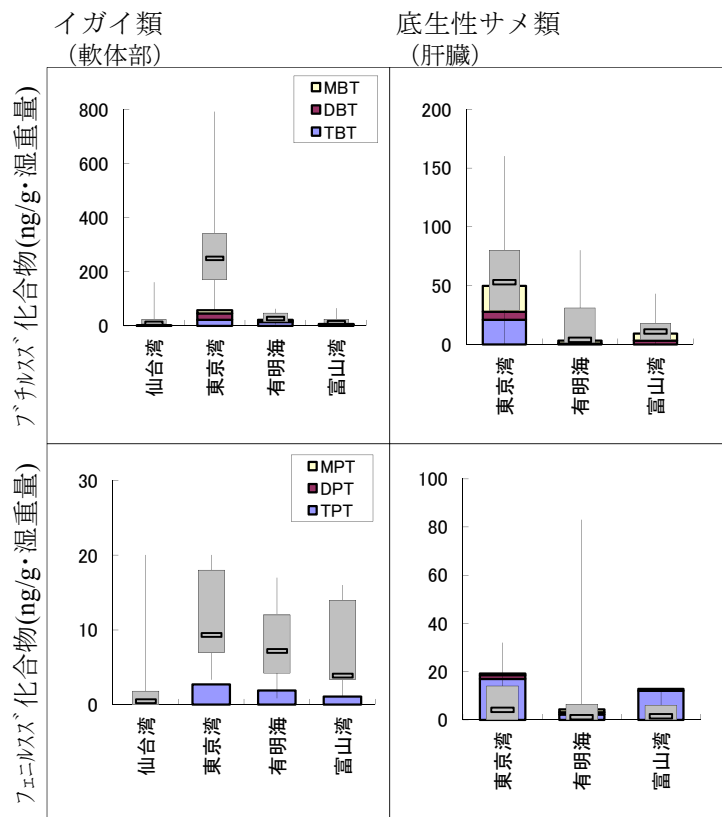
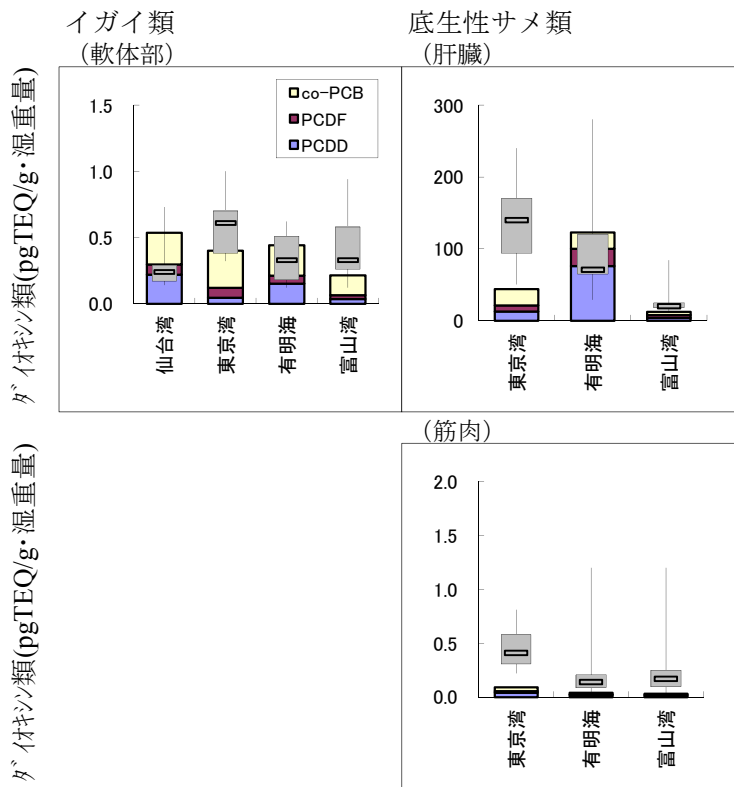
図4(1) 生体濃度調査結果



注1：▲及び積上げグラフは平成28年度調査結果を示す。

注2：箱ひげ図は平成10～26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4(2) 生体濃度調査結果



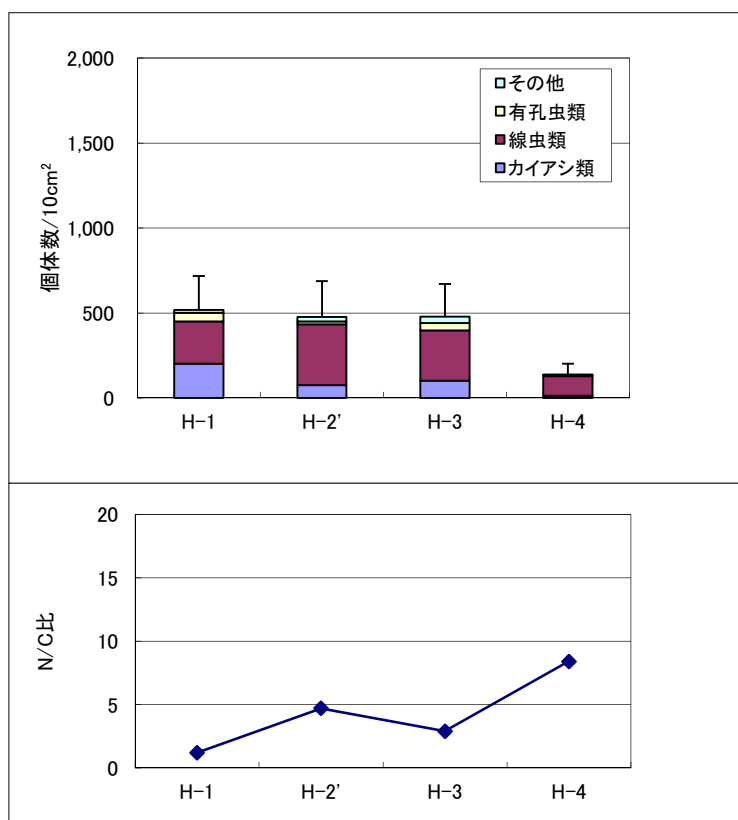
注1： 積上げグラフは平成28年度調査結果を示す。

注2： 箱ひげ図は平成10～26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4(3) 生体濃度調査結果

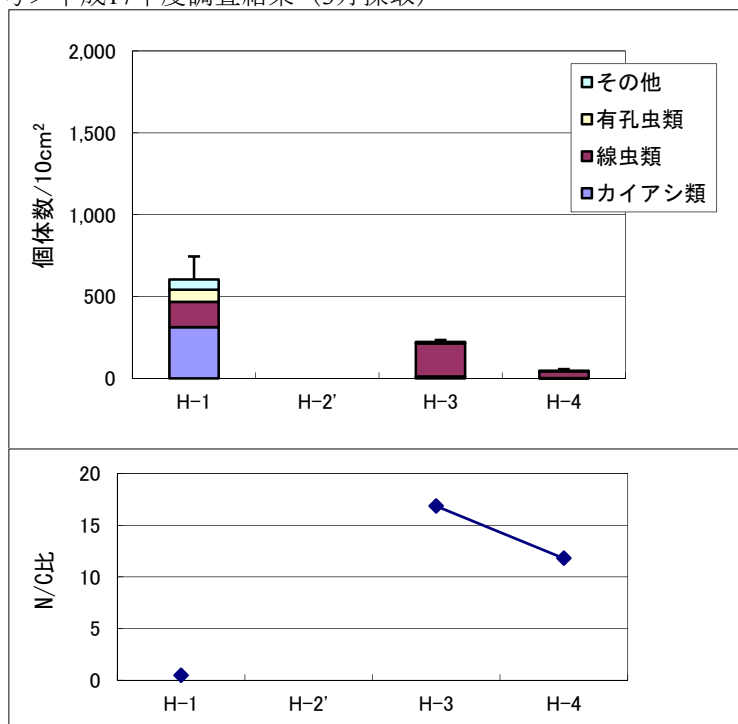


測点	H-1	H-2'	H-3	H-4
水深(m)	170	124	3093	3,606
中央粒径( $\mu\text{m}$ )	362	59.1	6.95	7.44



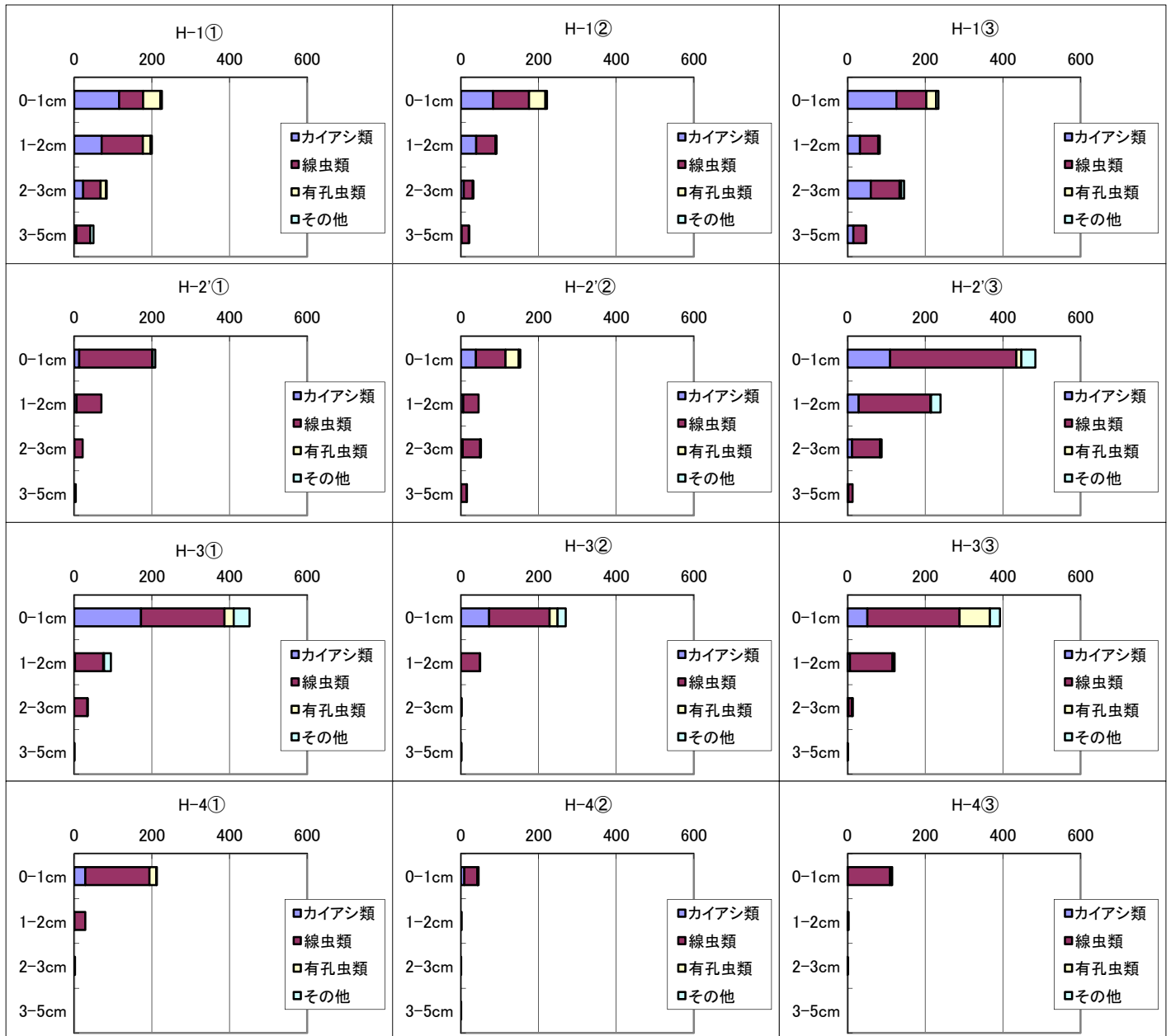
注1：個体数は3試料の平均値。バーは標準偏差を表す。  
 注2：N/C比は線虫類の個体数/カイアシ類の個体数。

<参考>平成17年度調査結果（3月採取）



注3：平成17年度はH-2'で調査を実施していない。

図5 生物群集調査結果（メイオベントス、H測線）



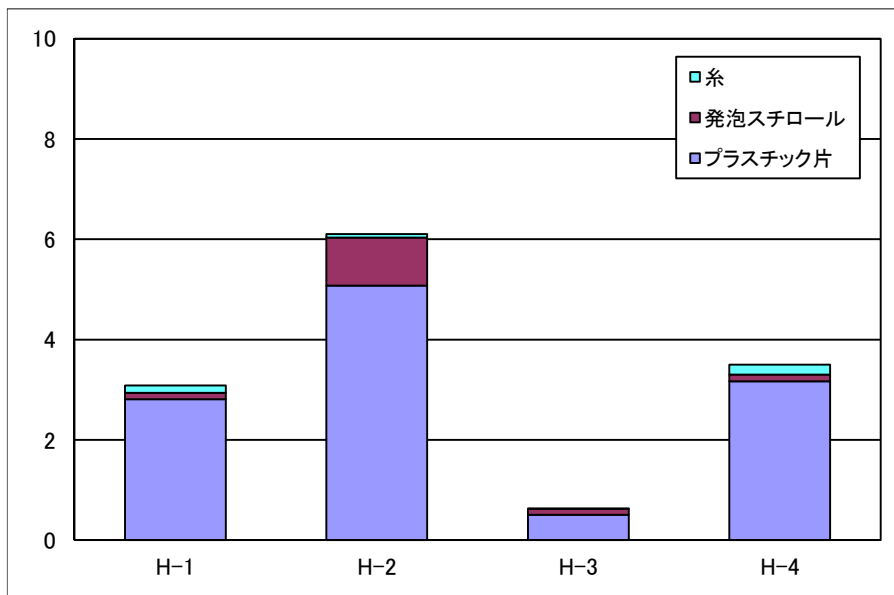
注: 各測点の①～③は、各測点で採取した3試料の個別の結果を示す。

図6 生物群集調査結果 (メイオベントス、層別個体数 (/10cm<sup>3</sup>)、H測線)

表6 プラスチック類の測点別採取結果（単位：個/m<sup>3</sup>）

	H-1	H-2	H-3	H-4
プラスチック片	2.8 (98%)	5.1 (92%)	0.51 (96%)	3.2 (98%)
発泡スチロール	0.13 (90%)	0.96 (91%)	0.11 (97%)	0.13 (80%)
糸	0.15 (61%)	0.066 (42%)	0.015 (50%)	0.20 (43%)
合計	3.1 (96%)	6.1 (92%)	0.63 (95%)	3.5 (94%)

注：括弧内は5mm以下のプラスチック類の割合



（採取日：平成28年7月9日～7月11日）

図7 単位体積あたりのプラスチック類の分布（単位：個/m<sup>3</sup>）

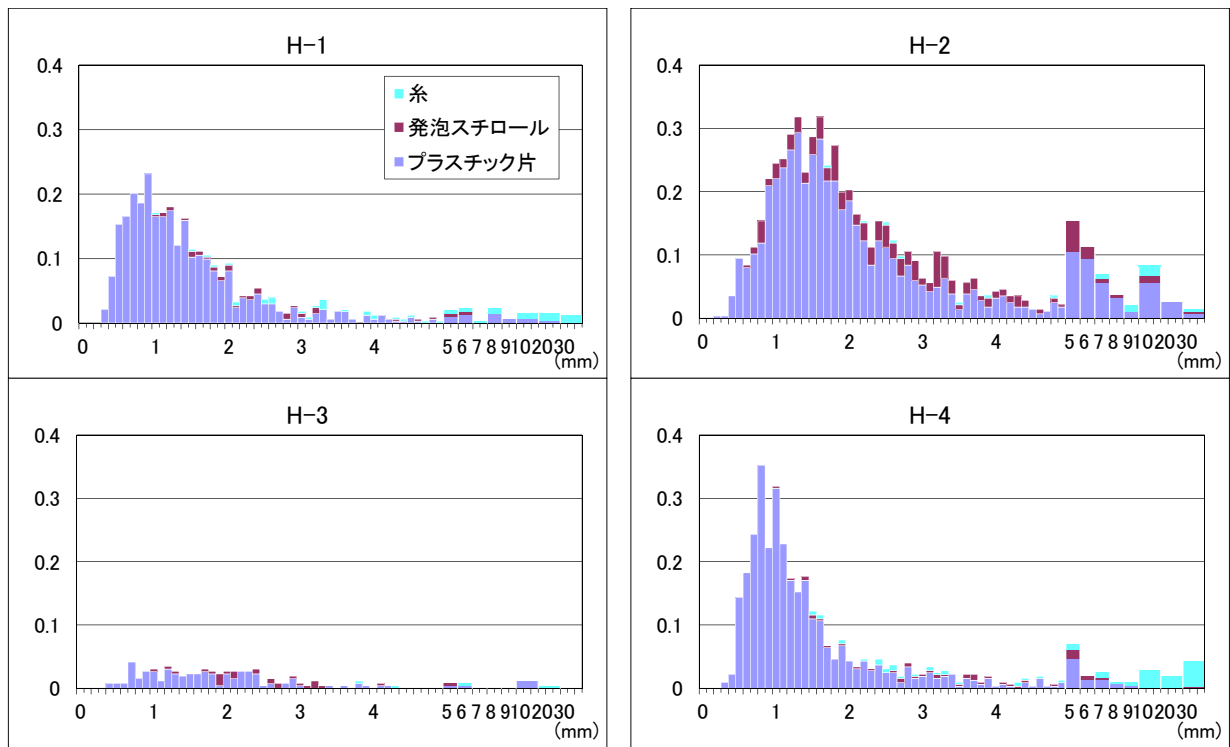


図8 単位体積あたりのプラスチック類のサイズ別個数分布 (単位: 個/m<sup>3</sup>)