

平成 24 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Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ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 24 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 III 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 24 年度は、陸域起源の汚染を対象とした調査として、水質調査、底質調査、生物群集調査及びプラスチック類等調査を実施した。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

①陸域起源の汚染を対象とした調査

有明海から西方に延びる E 測線において実施した（図 1）。

長江起源水の把握を目的とした測点（E-LS）の配置については、以下の手順により調査実施時に決定した。

- 1) 調査開始前に、クロロフィル *a* の衛星画像を用いて、長江起源水が及んでいそうな海域の把握を行った。
- 2) 上記海域をカバーできるように、日中中間線に平行して船を航走しながら、表層海水の連続採水を行い、測器による水温・塩分の連続測定を行った。
- 3) 最も低い塩分が観測された地点に測点を設定した。

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

鹿児島県沖の投入点（Y-713）及びその対照点（Y-713 W）において調査を実施した（図 1）。

2.2 調査時期

①陸域起源の汚染を対象とした調査

調査時期は、平成 24 年 10 月 2～5、27、28 日であった。なお、当該海域における調査は今回が初めてである。

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

調査時期は、平成 24 年 10 月 6 日であった。

2.3 調査対象等

①陸域起源の汚染を対象とした調査

水質調査及び底質調査は表 1 ①に示す項目を測定した。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廃棄物等の海洋投入処分による汚染を対象とした調査

水質調査及び底質調査は表 1 ②に示す項目を測定した。生物群集調査はメイオ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

①海水

海水試料は、内部をテフロンコーティングしたニスキン型採水器により採取した。一部の表層海水は、ポンプにより採水した。採水層は深度 0.5、10、50、100 m、及び底層（海底上 5 m）とした。

②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。

③生物群集試料

メイオベントス群集試料は、①堆積物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 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：ベントスとは水底に生活する生物の総称。大きさにメイオベントス<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

ネット、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

①海水

海水試料の採取は、(1)の①と同様の方法で実施した。採水層は水深に応じ、深度0.5、10、50、100、200mとした。

②堆積物

堆積物試料の採取は、(1)の②と同様の方法で実施した。

③生物群集試料

メイオベントス群集試料の採取は、(1)の③と同様の方法で実施した。

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と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

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 24 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) 水質調査結果

調査実施時の T-S (水温-塩分) ダイアグラムを図 2 に、水温・塩分鉛直図を図 3 に、水質調査結果を図 4 に示した。なお、E-LS については、長江起源水の影響が最も及んでいると考えられる初夏に調査を実施できなかったため、長江起源水を明確に把握することはできなかった。

①水塊構造

表層の水温は E-1 で最も低く、沖合に向けて高くなり、E-4、E-LS、E-5、E-6、E-7 は概ね同程度であった。塩分は、E-1 で低く、その他の測点では同程度であった。E-1 では陸域からの淡水の影響が示唆された。また、いずれの測点においても水深 40~60m 程度まで水温及び塩分が一定であり、それより深いところでは水温及び塩分が変化していることから、当該海域において調査時には鉛直混合が起こっていたと考えられる。

②汚染物質

無機態窒素、リン酸態リン、溶存ケイ酸及びクロロフィル a は、有明海の E-1 で最も高い値を示し、その他の測点（無機態窒素の E-6 を除く）においては概ね同程度の値を示していた。無機態窒素の E-6 については、E-1 よりは低い、周辺の測点よりも高くなっていた。E-1 以外の測点については、いずれも平成 15 年度調査における沖縄沖合の D 測線の値と概ね同程度であった。E-1 の無機態窒素、リン酸態リン、クロロフィル a については平成 20 年度調査における東京湾 (B-1) の値より低かった。

重金属類のうちカドミウムについては、E-6 で最も高く、鉛、銅、総水銀は E-1 で最も高くなっていた。また、いずれの物質も E-4 で最も低くなっていた。E-1 及び E-6 を除くと、いずれの物質も平成 15 年度調査における沖縄沖合の D 測線の値と概ね同程度

であった。E-1 については、平成 20 年度調査における東京湾（B-1）の値よりも低いもしくは同程度であった。なお、後述するとおり、いずれも環境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、E-1 で最も高くなっていた。E-6 では周辺の測点と比較して高くなっていたが、その他の測点においては定量下限値（0.24 ng/L）と同程度の値であった。なお、後述するとおり、いずれも環境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。

HCH 及びダイオキシン類は、E-1 で最も高くなっていた。その他の測点においては概ね同程度の値であった。E-1 以外の測点については、いずれの物質も平成 15 年度調査における沖縄沖合の D 測線の値と概ね同程度であった。E-1 の HCH 類は、平成 20 年度調査における東京湾（B-1）の値と同程度であった。なお、後述するとおり、ダイオキシン類は環境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。

有機スズ化合物のうち TBT 及びフェニルスズ化合物は、全ての測点で検出下限値（それぞれ 3 ng/L）未満であった。ブチルスズ化合物は、E-2 で最も高くなっていた。ブチルスズ化合物については、平成 15 年度調査における沖縄沖合の D 測線の値と概ね同程度であった。

炭化水素は、E-1、E-4、E-6 において他の測点よりも高い値を示していた。いずれの測点も過去に本調査で検出した濃度の範囲内であった。

PFOS は、E-1 のみから検出され、その他の測点においては検出限界値（14 pg/L）未満であった。PFOA は E-1 で最も高く、それ以外の測点では概ね同程度の値であった。いずれの物質も平成 23 年度の化学物質環境実態調査における熊本県の緑川河口域の値（PFOS : 960 pg/L、PFOA : 2,800 pg/L）より低かった。

②基準値との比較（表 2）

今回得られた結果のうち、海水中のカドミウム、鉛、総水銀、PCB、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素並びにダイオキシン類については水質の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] PCB の基準値は定められた測定方法で「検出されないこと」であるが、この測定方法の定量下限値は 0.0005 mg/L である。この単位に本調査で得られた PCB 濃度の単位を揃えると、 $0.12\sim 4.5\text{ ng/L} = 0.00000012\sim 0.0000045\text{ mg/L}$ となり、十分に基準値を達成していた。

[参考 5] mg（ミリグラム）、 μg （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、 μg 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) 底質調査結果

底質調査結果を図 5 に示した。

①一般項目と汚染物質

水深は、有明海の E-1 で最も浅く、最も深いのは E-4 で、149 m であった。

中央粒径は、E-6 では比較的粒径が小さい堆積物 (9.5 μm) が採取されたものの、その他の測点では粒径が大きかった (58~330 μm)。既存の文献 (Milliman *et al.*, 1989) によると、E-6 の西方では大陸起源の細かい粒子が溜まりやすくなっており、E-6 において粒径が小さかったのはそれに起因すると考えられる。

水分含有率、硫化物、全有機態炭素、全窒素、全リンは、E-1 で最も高かった。水分含有率、全有機態炭素、全窒素については、E-1 に次いで E-6 で高くなっていた。E-6 では周辺の測点と比較して粒径が小さく、中央粒径と反比例するような傾向が見られた。

カドミウム、総水銀、全クロムは、E-1 で最も高く、その他の測点では概ね同程度の値であった。鉛は、E-6 で最も高くなっていた。銅は E-1 で最も高く、次いで E-6 で高くなっており、全有機態炭素や全窒素と同様の傾向であった。総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、E-1 で最も高くなっており、その他の測点では概ね同程度の値であった。TOC 当たりに換算すると、E-4 で最も高くなっていたが、明瞭な傾向は見られなかった。なお、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。

HCH 類は、E-1 で最も高く、その他の測点では概ね同程度の値であった。これは、平成 22 年度調査における大阪湾 (C-1) の値よりも低かった。エンドスルファンは、E-5 で最も高くなっていた。これは過去の本調査及び平成 23 年度の化学物質環境実態調査において検出された最高濃度 (本調査 (平成 22 年度 C-4) : 0.3 ng/g、化学物質環境実態調査 (大阪湾) : 0.73 ng/g) よりも高かった。Milliman *et al.* (1989) によると、当該測点周辺の堆積物には大陸起源の粒子も含まれることが想定されることから、越境汚染の可能性が示唆された。

ダイオキシン類は、HCH 類と同様に E-1 で最も高く、その他の測点では概ね同程度の値であった。TOC 当たりに換算した値についても、E-1 で最も高くなっていた。これは、平成 15 年度調査における沖縄沖合の D 測線の値よりも高いが、平成 20 年度の東京湾 (B-1) の値よりも低かった。また、後述するとおり、いずれも環境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。

ブチルスズ化合物は、E-1、E-LS、E-6 では検出されたが、その他の測点では検出限界値（それぞれ 0.6 ng/g(dry)）未満であった。フェニルスズ化合物は、E-1 で MPT のみが検出されており、その他の測点においては、いずれの物質も検出されなかった。

ベンゾ(a)ピレンは、E-1 で最も高く、その他の測点においては定量下限値（3 ng/g(dry)）以下の値であった。これは、平成 15 年度調査における沖縄沖合の D 測線の値よりも高いが、平成 20 年度の東京湾（B-1）の値よりも低かった。

PBDE は、E-1 のみで検出され、その他の測点では検出限界値未満であった。この結果は、平成 20 年度調査における東京湾（B-1）の値よりも低かった。HBCD は、いずれの測点でも検出限界値（各異性体：0.10 ng/g(dry)）未満であった。

PFOS は、E-1 及び E-6 でのみ検出され、いずれも定量下限値（0.13 ng/g(dry)）未満であった。E-1 及び E-6 の値は、平成 20 年度調査における東京湾（B-1）の値よりも低かった。

PFOA については、E-6 で最も高い値を示していた。その他の測点においては定量下限値（0.13 ng/g(dry)）と同程度もしくは定量下限値未満の値であった。E-6 の値は平成 23 年度の化学物質環境実態調査において九州沿岸で検出された値（0.03～0.18 ng/g(dry)）よりも高かった。先に述べたとおり、当該測点周辺の堆積物には大陸起源の粒子も含まれることが想定されることから、越境汚染の可能性が示唆された。

②基準値との比較（表 3）

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。

(3) 生物群集調査結果

メイオベ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ばら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 E-1 で最も多く約 1,100 個体/10 cm²であり、E-4 で最も少なく約 100 個体/10 cm²であった。

図 7 の層別分析結果をみると、E-1 を除く各測点ではばらつきはあるものの、表層で最も個体数が多く、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。一方、E-1 では、明瞭な傾向は見られず、採取された個体数のばらつきも大きかった。

線虫類の個体数とカイアシ類の個体数の比（N/C 比）は、E-1、E-2 で他の測点と比較して相対的に高くなってはいたが、いずれの測点においても高い値は見られなかったこと、硫

化物濃度も高い値を示していなかったことから、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 6〕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

浮遊性プラスチック類等の調査結果を表 4 に、そのうち石油由来項目の結果を図 8 に示した。また、得られた採取物の一覧を表 5 に示した。以下、石油由来項目について述べる。

採取個数は E-1 で多く（1.0 万個/km²）、主な採取物はプラスチック製品の破片であった。その他の測点においては、E-LS を除き概ね同程度（約 6 千個/km²）であり、E-1 と同様に、主な採取物はプラスチック製品の破片であった。E-2 においては、薄膜状プラスチックもプラスチック製品の破片と同程度の採取個数であった。E-LS においてはプラスチック製品の破片のみ採取された。また、レジンペレットは E-1、E-4、E-6、E-7 で採取された。E 測線における採取個数は、過去に実施した本調査の対象海域のうち、最も採取個数が少なかった日本海側北部の H 測線（平成 17 年度実施）と同程度であり、微細な浮遊性プラスチック類等による汚染が少ない海域と同等であった。

採取重量は E-6 で最も大きかった（約 24,000 g/km²）。これは、比較的大きなプラスチック製品の破片（油性ペン、18.6 g（約 22,000g/km²））が含まれていたことによる。E-2 以外の測点では、プラスチック製品の破片の割合が高かった。E-2 では薄膜状プラスチックが多くを占めていた。

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

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、鹿児島県沖の投入処分海域において調査を実施した（図 1）。本調査では、排出海域の中心点の測点（Y-713）及び同等の水深帯の対照点（Y-713W）を調査測点とした。

なお、同海域では、平成 19 年 4 月 1 日から平成 24 年 3 月 31 日までの 5 年間に於いて、約 15 万 m³（許可申請時の値）の廃酸（焼酎かす）が投入処分された。

(1) 水質調査結果

図 9 の TS ダイアグラムと図 10 の水温・塩分の鉛直プロファイルより、投入点 Y-713 と対照点 Y-713W はほぼ同様の水塊に位置していたと考えられた。

水質調査結果を図 10 に示す。焼酎かすによる影響がある場合、有機物に関する指標に影響があると考えられる。クロロフィル a については、投入点 Y-713 の 50m 層において対

照点 Y-713W より高くなっていたものの、溶存酸素、COD、全有機態窒素、全リンは投入点 Y-713 と対照点 Y-713W において概ね同程度であった。全有機態炭素はいずれの測点においても検出限界値 (0.1 mg/L) 未満であった。これらの結果より、投入処分による水質への影響は観測されなかった。

(2) 底質調査結果

底質調査結果を図 11 に示す。水深は、投入点 Y-713 と対照点 Y-713W とともに 380 m 程度であった。中央粒径は、投入点 Y-713 は 280 μm 、対照点 Y-713W は 150 μm であり、Y-713W の方がやや粒径の小さい堆積物が採取された。水分含有率は、投入点 Y-713 の方が対照点 Y-713W よりも低かった。硫化物は、いずれの測点においても検出限界値 (0.01 mg/g(dry)) 未満であった。全リンは投入点 Y-713 の方が対照点 Y-713W よりもやや高くなっていたが、全有機態炭素と全窒素は、投入点 Y-713 の方が対照点 Y-713W よりも低くなっていた。これらの結果より、投入処分による底質への影響は観測されなかった。

(3) 生物群集調査

メイオベントス群集調査結果を図 12、13 に示す。図 12 についてみると、個体数は投入点 Y-713 では 180 個体/10 cm^2 、対照点 Y-713W で 130 個体/10 cm^2 であった。また、図 13 の層別分析結果については、ばらつきはあるものの投入点 Y-713 と対照点 Y-713W はいずれも表層で個体数が多く、深層で減少する傾向が見られた。投入点 Y-713 と対照点 Y-713W のメイオベントス群集の個体数に有意差は見られず、投入処分による生物群集への影響は観測されなかった。

3.3 まとめ

今回の調査では、陸域起源の汚染を対象とした調査として、E 測線を初めて対象とした。水質調査においては、湾内の測点においては、陸域からの影響が示唆された。その他の測点においては、沖縄沖合の D 測線 (日本周辺海域におけるバックグラウンド値と考えられる測点) の値と概ね同程度の値であった。底質調査においては、一部の重金属類や PCB、ダイオキシン類、有機スズ化合物、ベンゾ(a)ピレン、PBDE などは、湾内の測点で高く、沖合域では低くなっており、陸域からの影響が示唆された。エンドスルファンや PFOA については沖合域の測点で相対的に高い値が得られており、越境汚染の可能性が示唆された。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。プラスチック類等調査については、全体として採取個数が少なく、微細な浮遊性プラスチック類等による汚染が少ない海域と同等であった。

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、水質調査、底質調査及び生物群集調査のいずれにおいても、投入処分による影響は観測されなかった。

今後も引き続き、汚染の状況に大きな変化がないことについて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	名古屋大学地球水循環研究センター教授
小城 春雄	北海道大学水産学部名誉教授
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
當重 弘	海上保安庁海洋情報部環境調査課海洋汚染調査室長
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25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

COD：化学的酸素要求量	PCDD：ポリ塩化ジベンゾーパラージオキシン
Co-PCB：コプラナーポリ塩化ビフェニル	PCDF：ポリ塩化ジベンゾフラン
DBT：ジブチルスズ	PFOA：ペルフルオロオクタ酸
DPT：ジフェニルスズ	PFOS：ペルフルオロオクタンスルホン酸
HBCD：ヘキサブロモシクロデカン	TBT：トリブチルスズ
HCH：ヘキサクロロシクロヘキサン	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	TEF：毒性等価係数
MPT：モノフェニルスズ	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。)

環境省 (2013) : 「平成 24 年度版 化学物質と環境」 (平成 23 年度 化学物質環境実態調査結果報告書)

Milliman JD, Qin YS, Park YA (1989) Sediments and Sedimentary Processes in the Yellow and East China Sea. In: *Sedimentary Facies in the Active Plate Margin*. Taira A and Masuda F eds., pp 233-249.

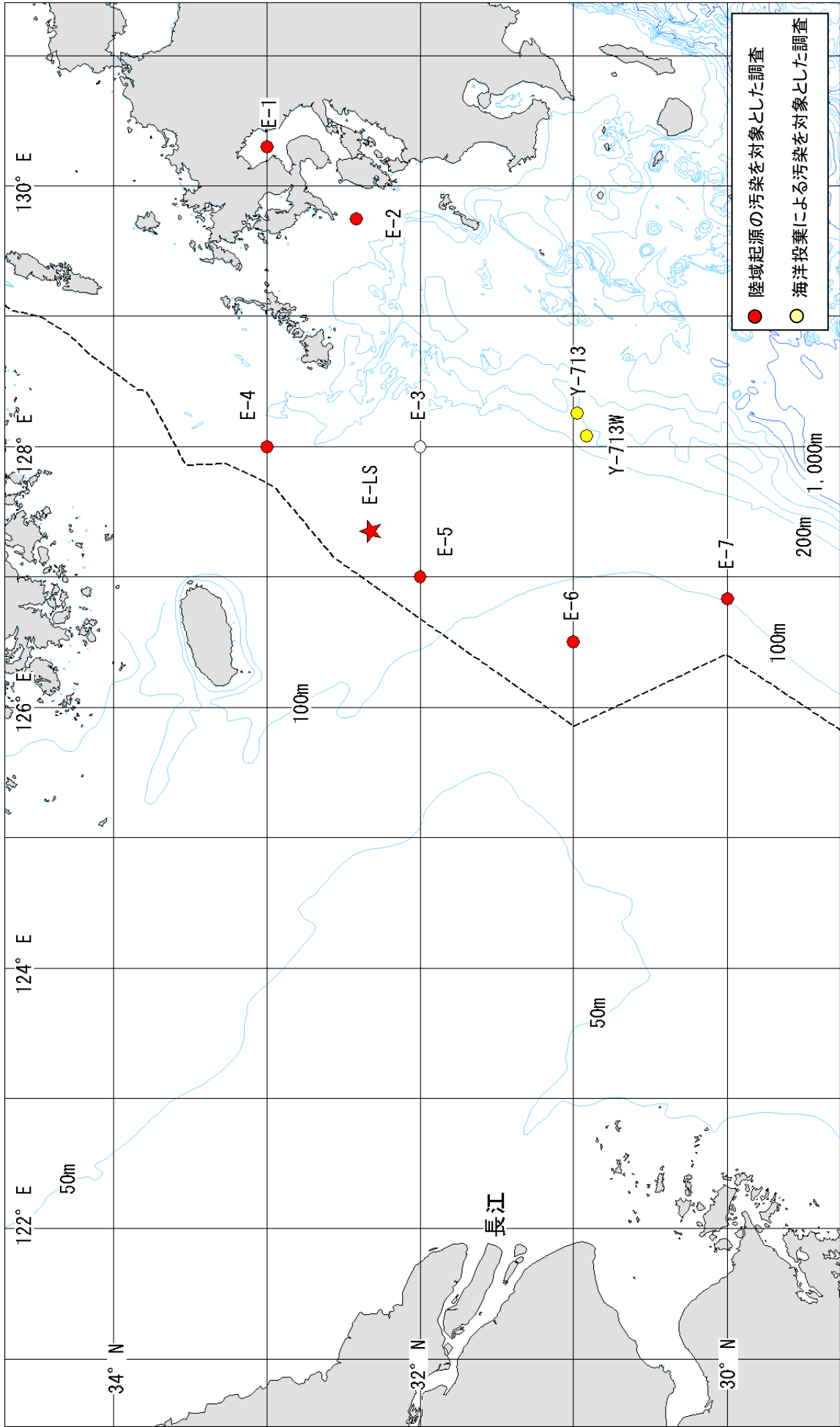


図1 平成24年度海洋環境モニタリングの調査位置

表1 各調査の測定項目

①陸域起源の汚染を対象とした調査における測定項目

	水質調査	底質調査
一般項目	水温、塩分、溶存酸素、pH、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、リン酸性リン、溶存ケイ酸、クロロフィル <i>a</i>	粒度組成、水分含有率、全有機態炭素、全窒素、全リン、硫化物
重金属類	カドミウム、鉛、銅、総水銀、全クロム（全クロムは底質調査のみ）	
有機塩素化合物	ポリ塩化ビフェニル（PCB） ヘキサクロシクロヘキサン（HCH）類：α-HCH、β-HCH、γ-HCH エンドスルファン：α-エンドスルファン、β-エンドスルファン （γ-HCH、エンドスルファンは底質調査のみ）	
ダイオキシン類	ポリクロロジベンゾ-para-ジオキシン（PCDD）・・・ TeCDD：1,3,6,8-TeCDD、1,3,7,9-TeCDD、2,3,7,8-TeCDD、PeCDD：1,2,3,7,8-PeCDD、HxCDD：1,2,3,4,7,8-HxCDD、1,2,3,6,7,8-HxCDD、1,2,3,7,8,9-HxCDD、HpCDD：1,2,3,4,6,7,8-HpCDD、OCDD ポリクロロジベンゾフラン（PCDF）・・・ TeCDF：1,3,6,8-TeCDF、2,3,7,8-TeCDF、PeCDF：1,2,3,7,8-PeCDF、2,3,4,7,8-PeCDF、HxCDF：1,2,3,4,7,8-HxCDF、1,2,3,6,7,8-HxCDF、1,2,3,7,8,9-HxCDF、2,3,4,6,7,8-HxCDF、HpCDF：1,2,3,4,6,7,8-HpCDF、1,2,3,4,7,8,9-HpCDF、OCDF コプラナ-ポリクロロビフェニル（co-PCB）・・・ 3,3',4,4'-TeCB（#77）、3,4,4',5-TeCB（#81）、3,3',4,4',5-PeCB（#126）、3,3',4,4',5,5'-HxCB（#169）、2,3,3',4,4'-PeCB（#105）、2,3,4,4',5-PeCB（#114）、2,3',4,4',5-PeCB（#118）、2',3,4,4',5-PeCB（#123）、2,3,3',4,4',5-HxCB（#156）、2,3,3',4,4',5'-HxCB（#157）、2,3',4,4',5,5'-HxCB（#167）、2,3,3',4,4',5,5'-HpCB（#189）	
有機スズ化合物	トリブチルスズ（TBT）、ジブチルスズ（DBT）、モノブチルスズ（MBT）、トリフェニルスズ（TPT）、ジフェニルスズ（DPT）、モノフェニルスズ（MPT）	
炭化水素	炭化水素（HC）	ベンゾ(a)ピレン
臭素系難燃剤	—	PBDEs、HBCDs
有機フッ素化合物	PFOS、PFOA	

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、溶存酸素、pH、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、リン酸性リン、溶存ケイ酸、クロロフィル <i>a</i>	粒度組成、水分含有率、全有機態炭素、全窒素、全リン、硫化物
その他	有機物関連項目（化学的酸素要求量、全有機態炭素、全窒素、全リン）	—

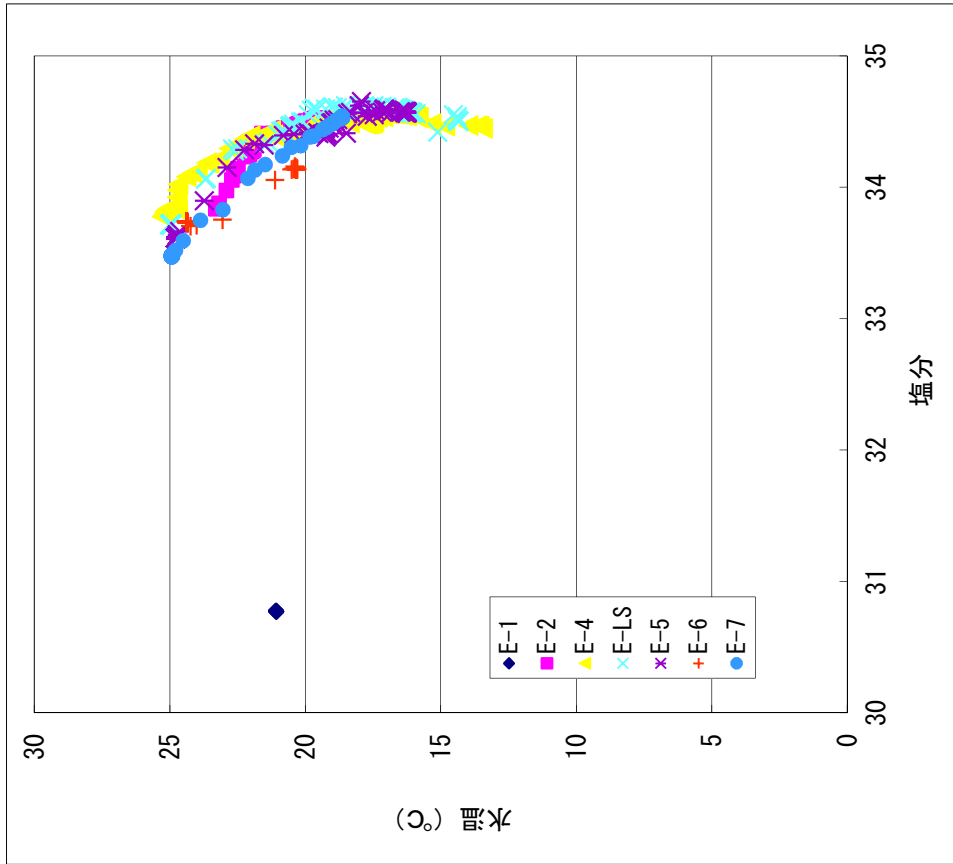
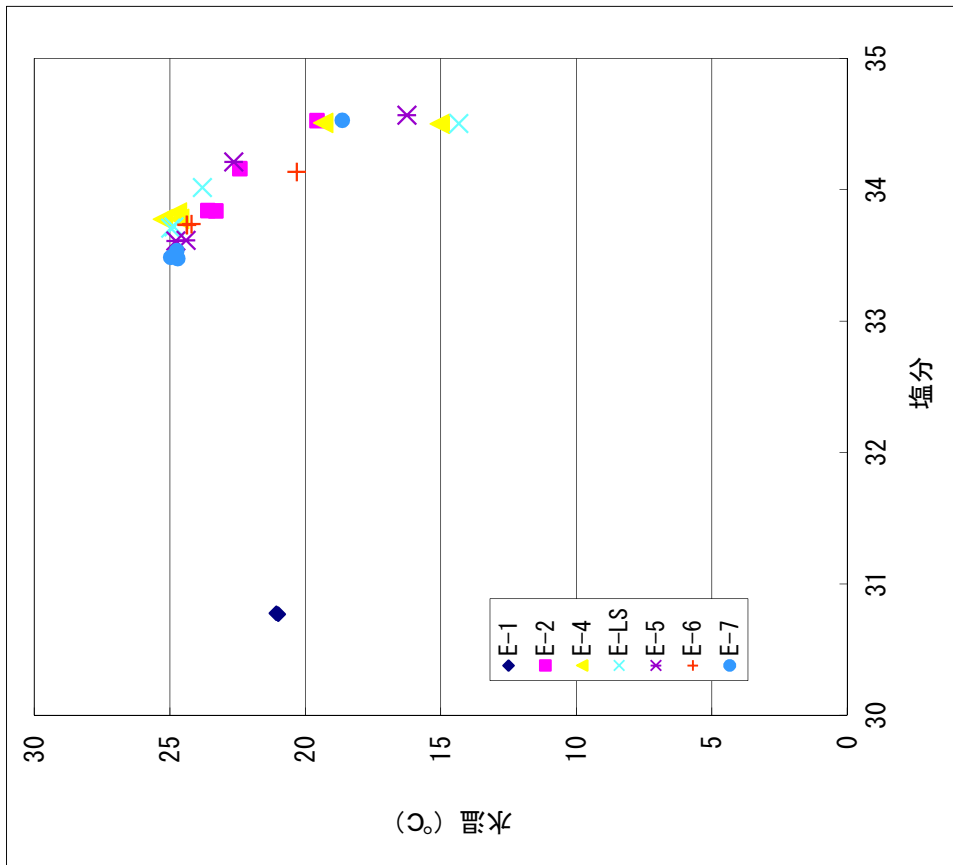


図2 TSダイアグラム (E測線)

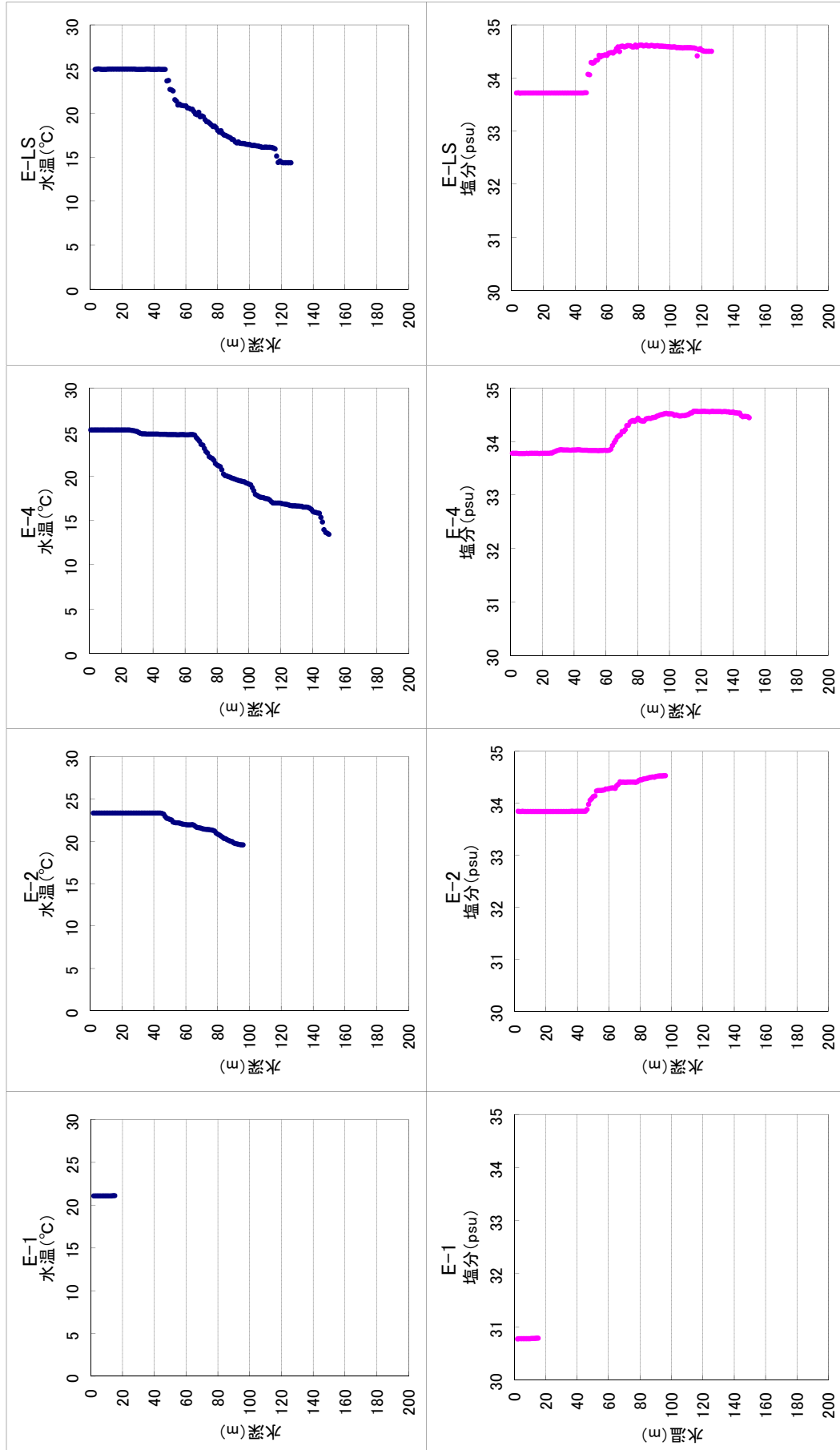


図3(1) 水温・塩分鉛直図 (E測線)

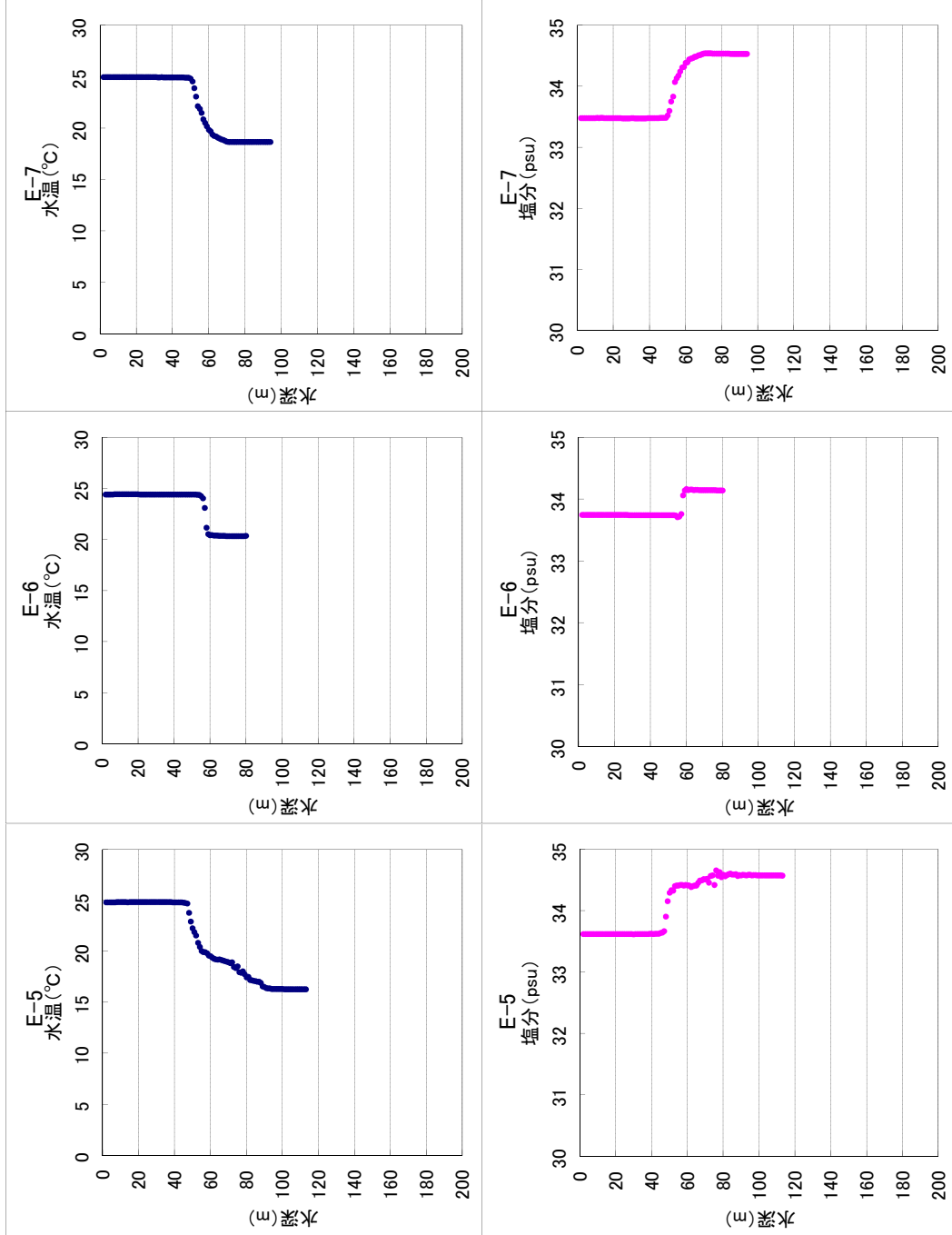
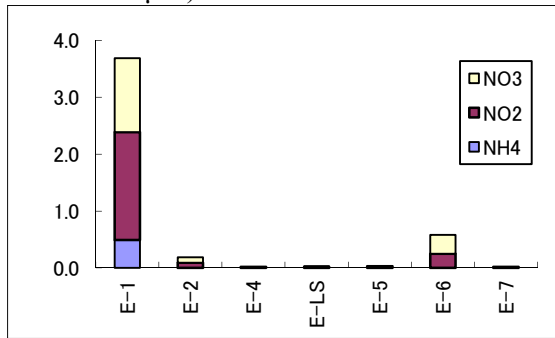
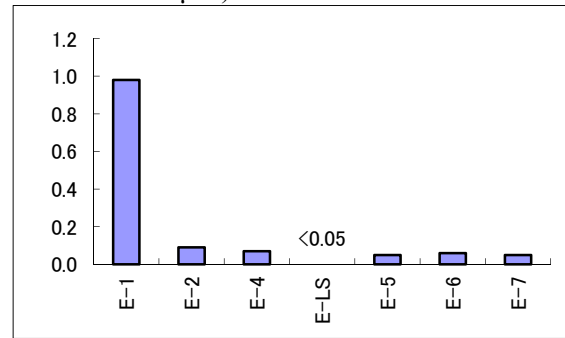


图3(2) 水温・塩分鉛直図 (E測線)

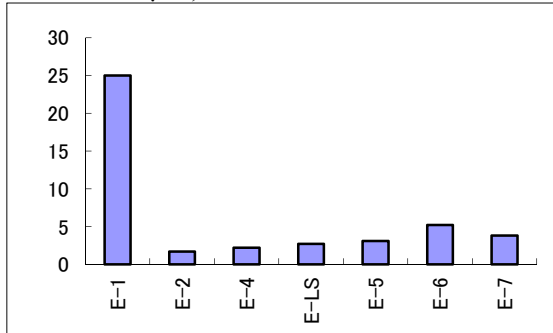
無機態窒素 (μM)



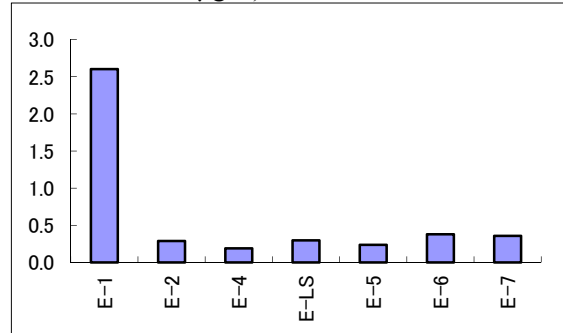
リン酸態リン (μM)



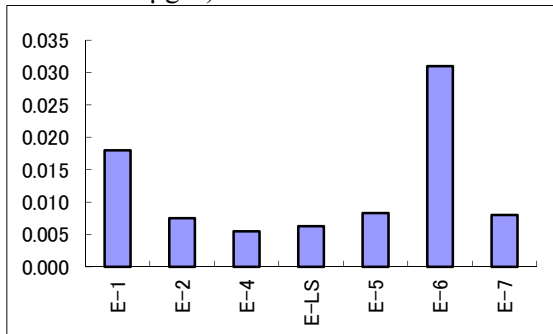
溶存ケイ酸 (μM)



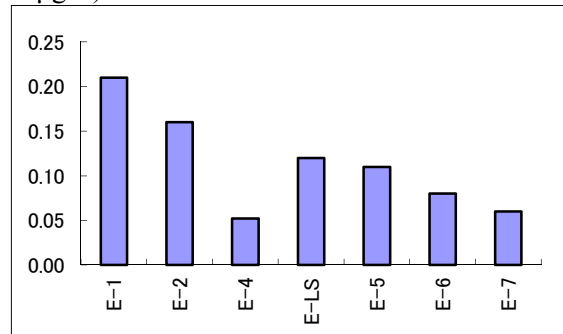
クロロフィルa (μg/L)



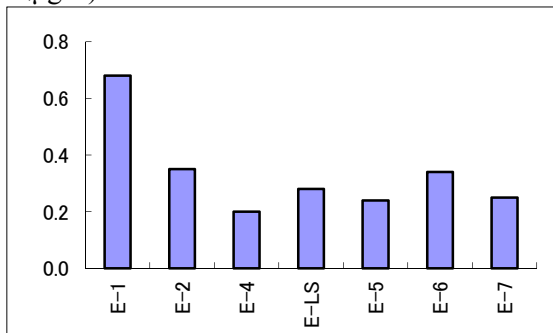
カドミウム (μg/L)



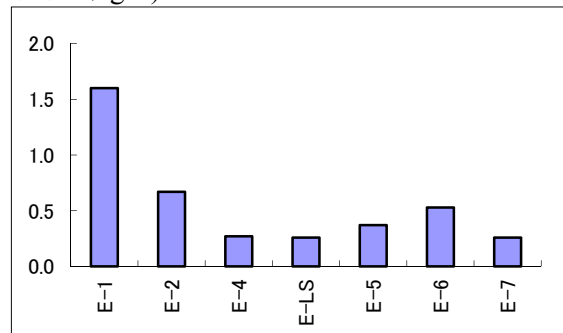
鉛 (μg/L)



銅 (μg/L)



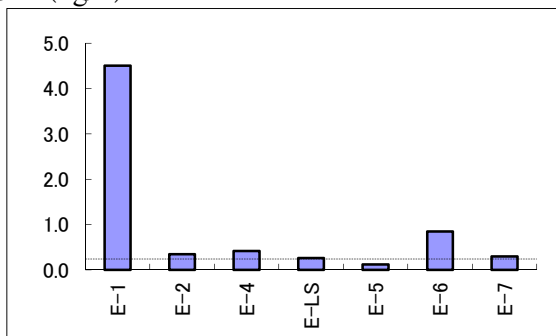
総水銀 (ng/L)



注：E-1は0.5m層、それ以外の測点は10m層の測定結果

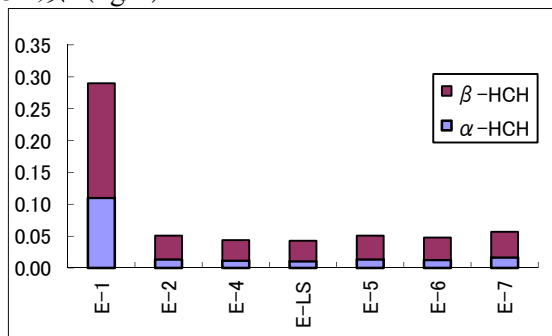
図4(1) 水質調査結果 (E測線、0.5又は10m層)

PCB (ng/L)

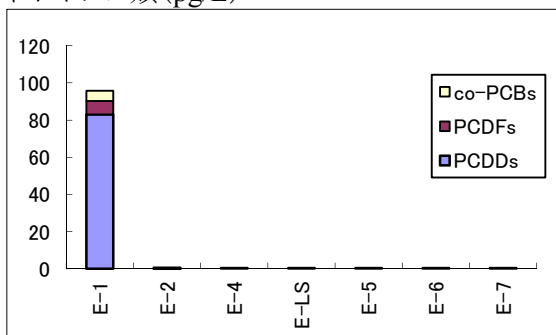


注：破線は定量下限値 (0.24 ng/L)。

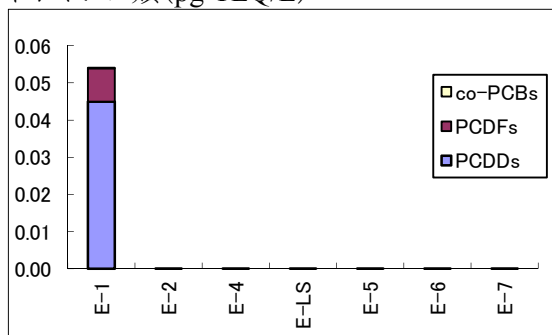
HCH類 (ng/L)



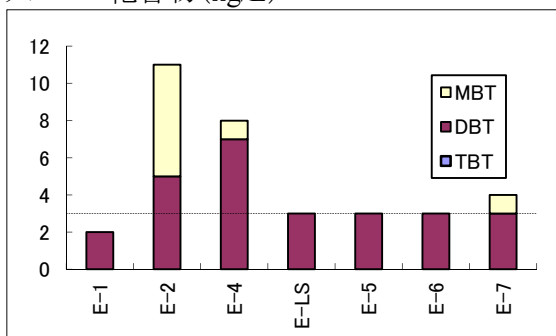
ダイオキシン類 (pg/L)



ダイオキシン類 (pg-TEQ/L)



ブチルスズ化合物 (ng/L)



注：破線は各異性体の定量下限値 (3 ng/L)。

フェニルスズ化合物 (ng/L)

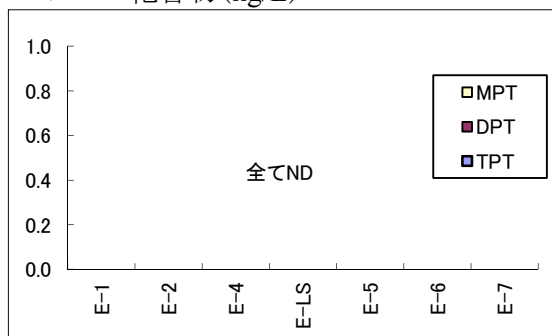
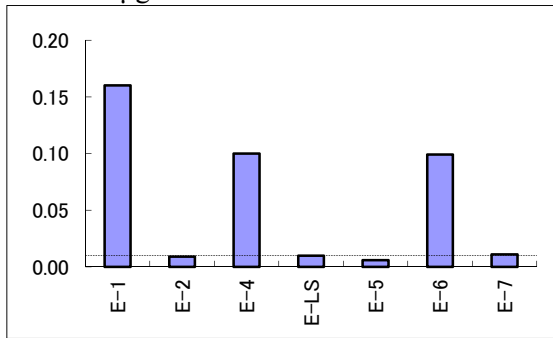


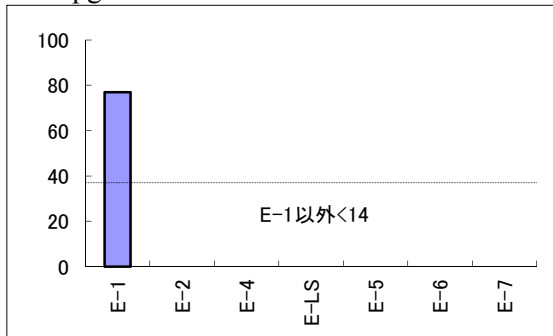
図4(2) 水質調査結果 (E測線、0.5m層)

炭化水素 (μg/L)



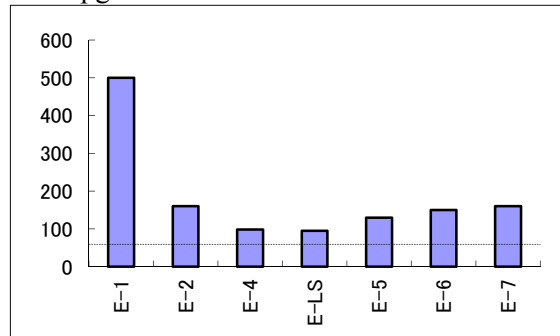
注：破線は定量下限値 (0.01 μg/L)。

PFOS (pg/L)



注：破線は定量下限値 (37 pg/L)。

PFOA (pg/L)



注：破線は定量下限値 (59 pg/L)。

図4(3) 水質調査結果 (E測線、0.5m層)

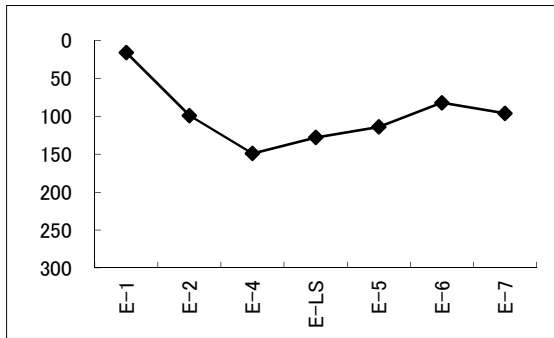
表2 水質測定結果（注1）

測定項目	環境基準	測定結果 最小値～最大値（検体数）
カドミウム	0.01 mg/L 以下	0.0000055～0.000033 mg/L (27)
鉛	0.01 mg/L 以下	0.000052～0.00042 mg/L (27)
総水銀	0.0005 mg/L 以下	0.0000002～0.0000016 mg/L (27)
PCB	検出されないこと（注2）	0.00000012～0.0000045 mg/L (7)
硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素	10 mg/L 以下	0.00092～0.81 mg/L (27)
ダイオキシン類	1 pg-TEQ/L 以下	0.0000096～0.054 pg-TEQ/L (7)

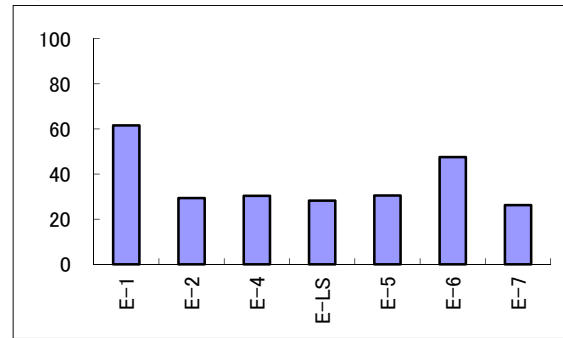
注1：環境基準の設定されている項目についての測定結果

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

水深 (m)



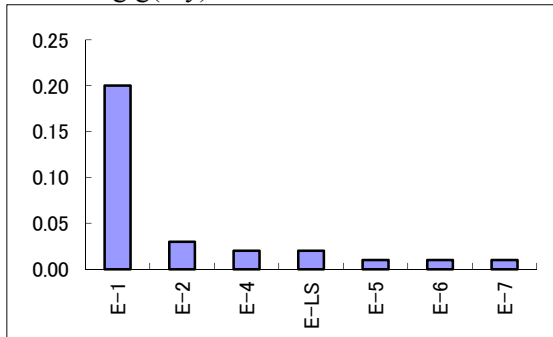
水分含有率 (%)



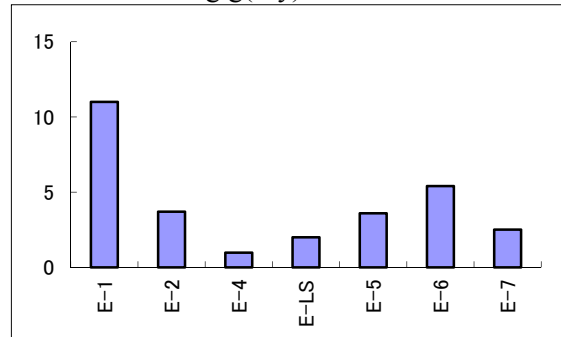
測点	E-1	E-2	E-4	E-LS	E-5	E-6	E-7
水深(m)	16	99	149	128	114	82	96
中央粒径 (μm)	58	180	300	330	280	9.5	270

注：中央粒径は、マイクロレーザー散乱法による値。

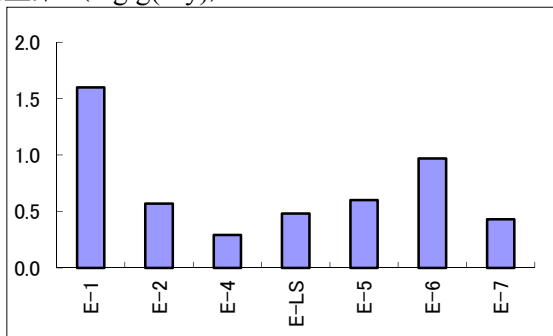
硫化物 (mg/g(dry))



全有機態炭素 (mg/g(dry))



全窒素 (mg/g(dry))



全リン (mg/g(dry))

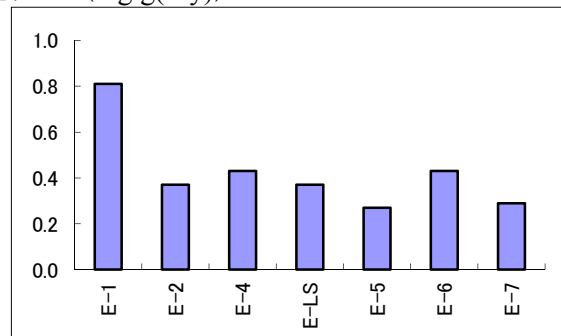
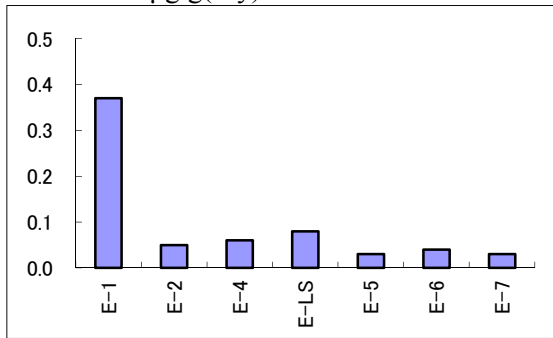
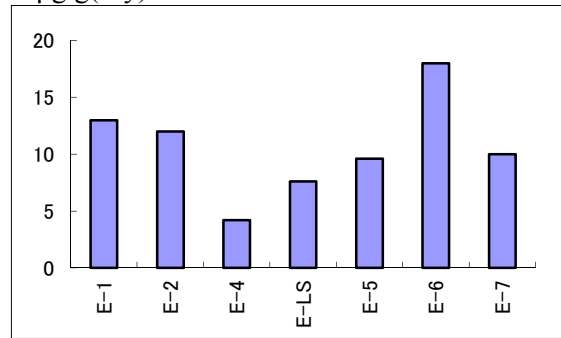


図5(1) 底質調査結果 (E測線)

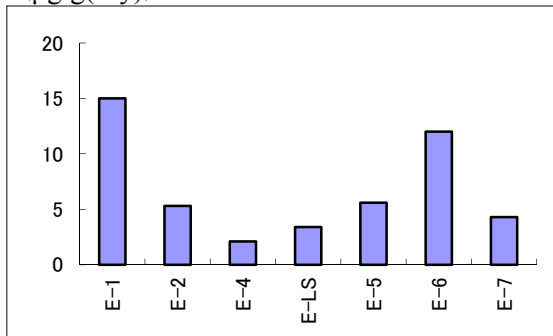
カドミウム (μg/g(dry))



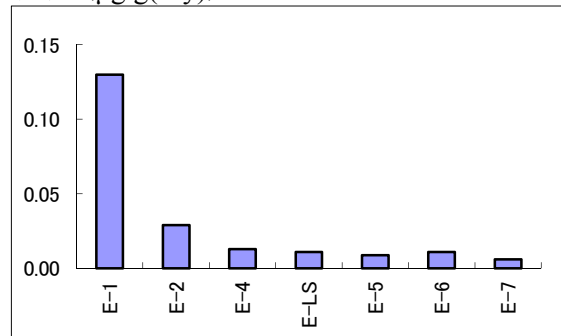
鉛 (μg/g(dry))



銅 (μg/g(dry))



総水銀 (μg/g(dry))



全クロム (μg/g(dry))

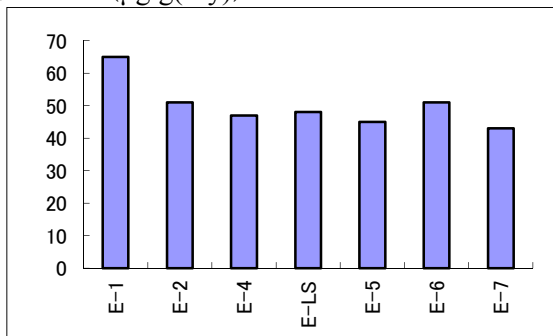
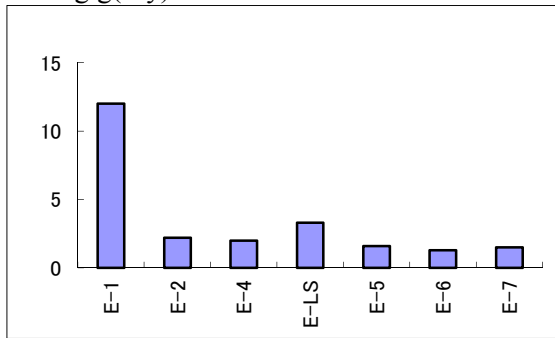
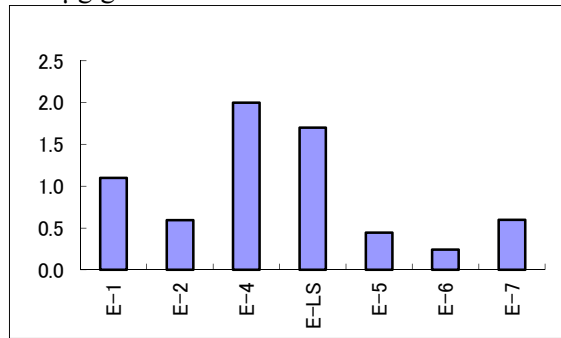


図5(2) 底質調査結果 (E測線)

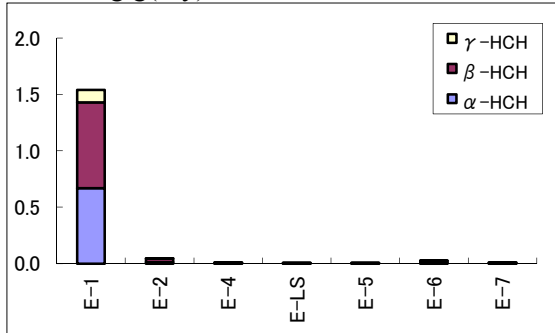
PCB (ng/g(dry))



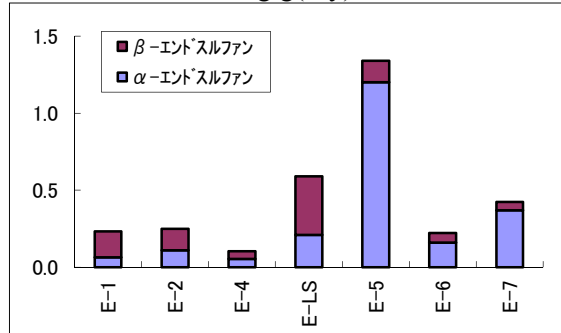
PCB (μg/gTOC)



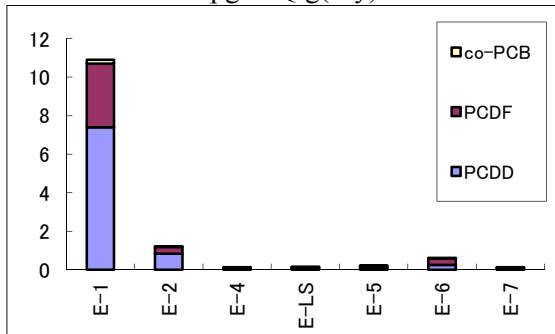
HCH類 (ng/g(dry))



エンドスルファン (ng/g(dry))



ダイオキシン類 (pgTEQ/g(dry))



ダイオキシン類 (ngTEQ/gTOC)

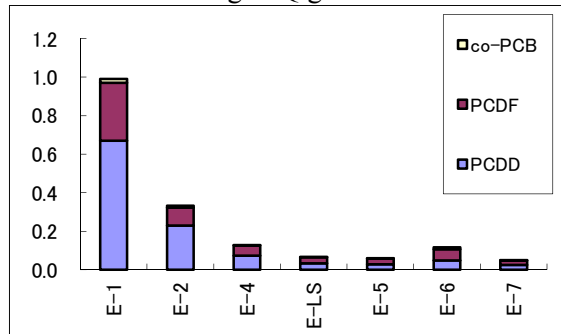
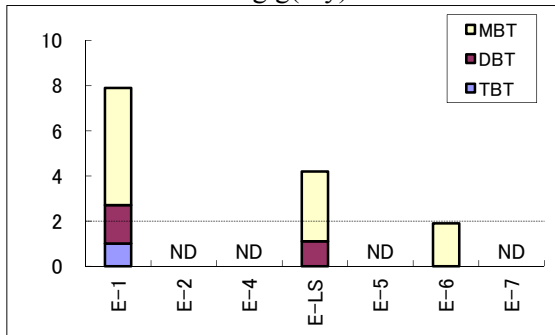


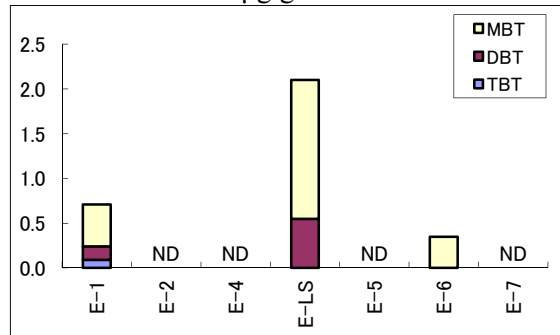
図5(3) 底質調査結果 (E測線)

ブチルスズ化合物 (ng/g(dry))

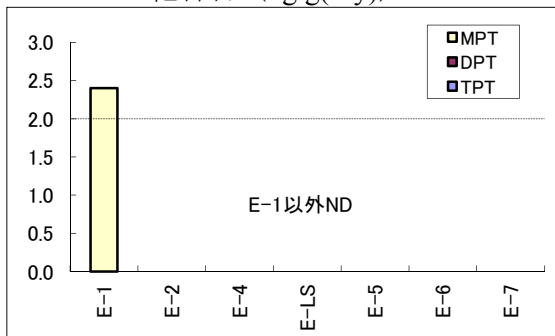


注：破線は各異性体の定量下限値 (2 ng/g(dry))。

ブチルスズ化合物 (μg/gTOC)

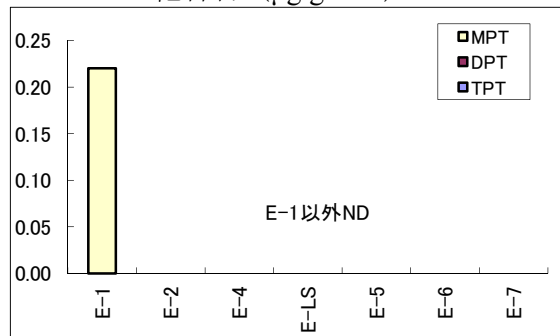


フェニルスズ化合物 (ng/g(dry))

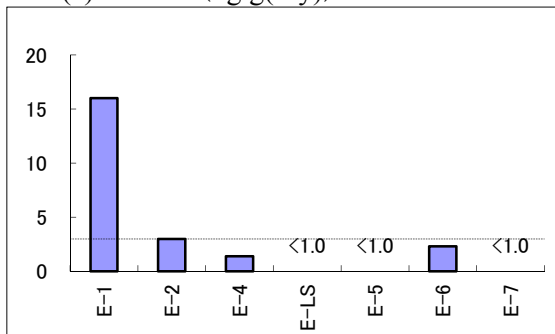


注：破線は各異性体の定量下限値 (2 ng/g(dry))。

フェニルスズ化合物 (μg/gTOC)



ベンゾ(a)ピレン (ng/g(dry))



注：破線は定量下限値 (3 ng/g(dry))。

ベンゾ(a)ピレン (μg/gTOC)

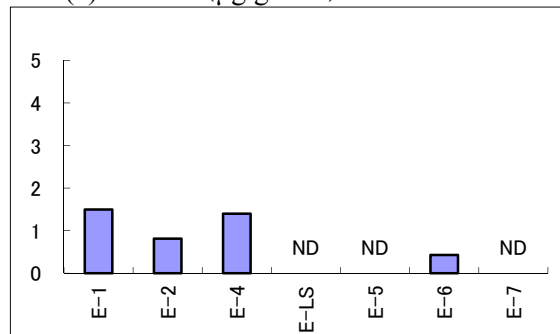
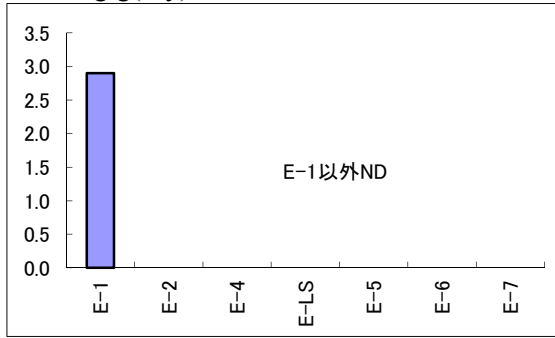
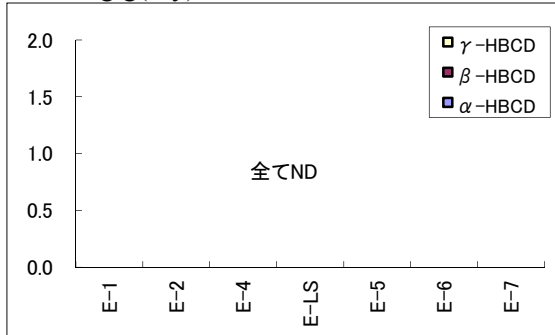


図5(4) 底質調査結果 (E測線)

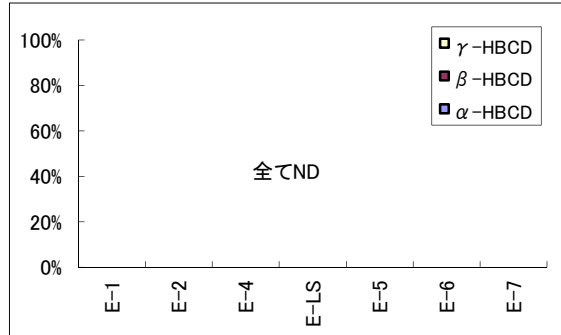
PBDE (ng/g(dry))



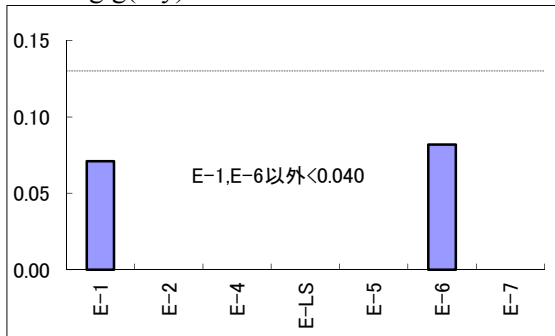
HBCD (ng/g(dry))



HBCD (%)

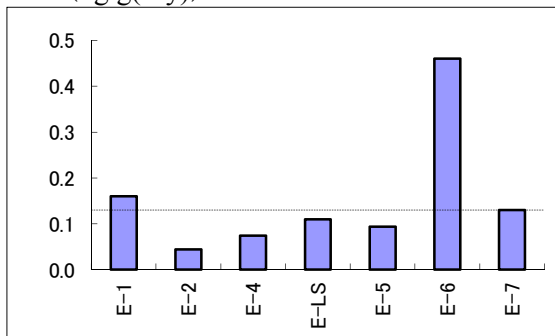


PFOS (ng/g(dry))



注：破線は定量下限値 (0.13 ng/g(dry))。

PFOA (ng/g(dry))



注：破線は定量下限値 (0.13 ng/g(dry))。

図5(5) 底質調査結果 (E測線)

表3 底質測定結果 (注1)

測定項目	環境基準又は暫定除去基準	測定結果 最小値～最大値 (検体数)
水銀	C (注2) (暫定除去基準)	0.006～0.13 ppm (7)
PCB	10 ppm (暫定除去基準)	0.0013～0.012 ppm (7)
ダイオキシン類	150 pg-TEQ/g 以下 (環境基準)	0.048～1.0 pg-TEQ/g (7)

注1：環境基準あるいは暫定除去基準の設定されている項目についての測定結果

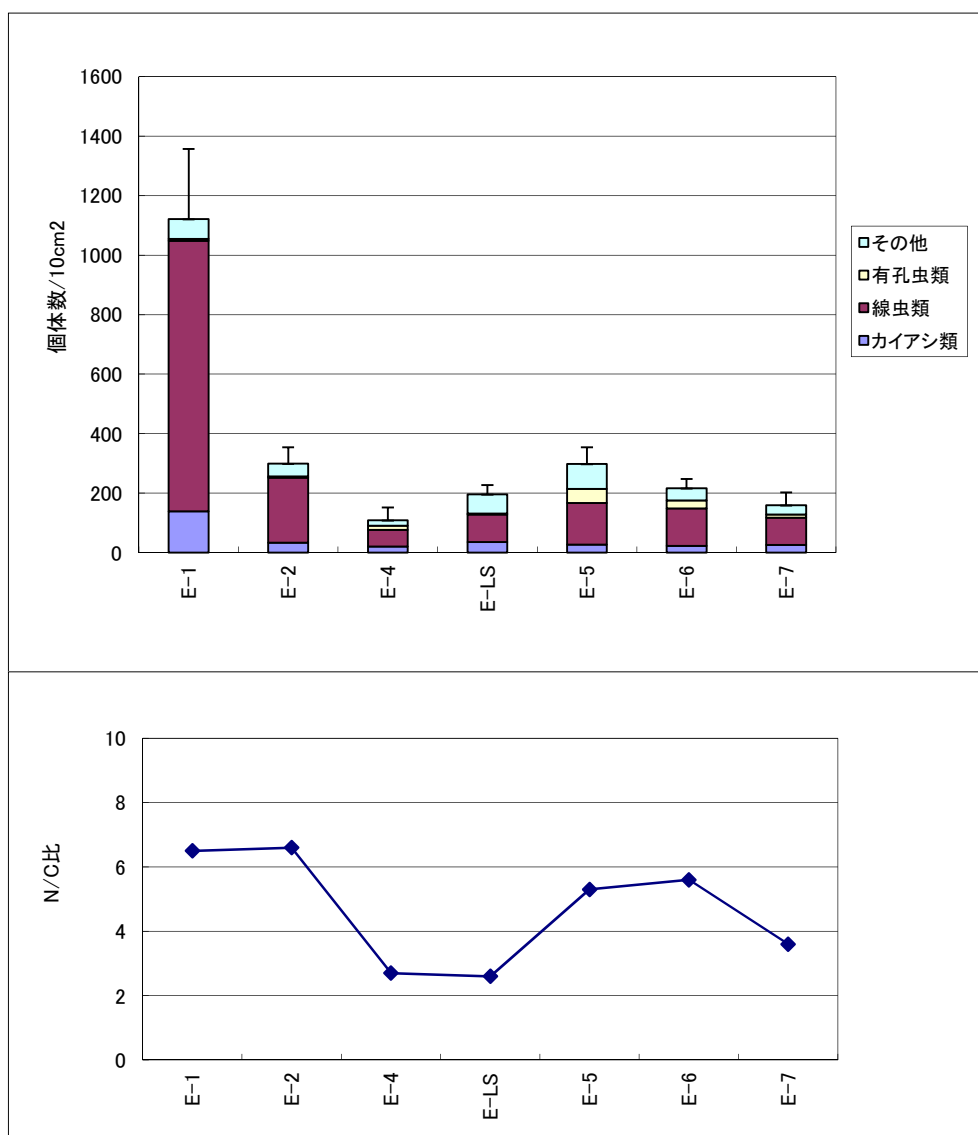
注2： $C=0.18 \times (\Delta H / J) \times (1 / S)$ (ppm)

ΔH =平均潮差 (m)、 J =溶出率、 S =安全率

例えば、 $\Delta H=3.0\text{m}$ (長州港)、 $J=5 \times 10^{-4}$ 、 $S=100$ とすると、

$C=11\text{ppm}$ (長州港) となる

測点	E-1	E-2	E-4	E-LS	E-5	E-6	E-7
水深(m)	16	99	149	128	114	82	96
中央粒径(μm)	58	180	300	330	280	9.5	270



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、E測線）

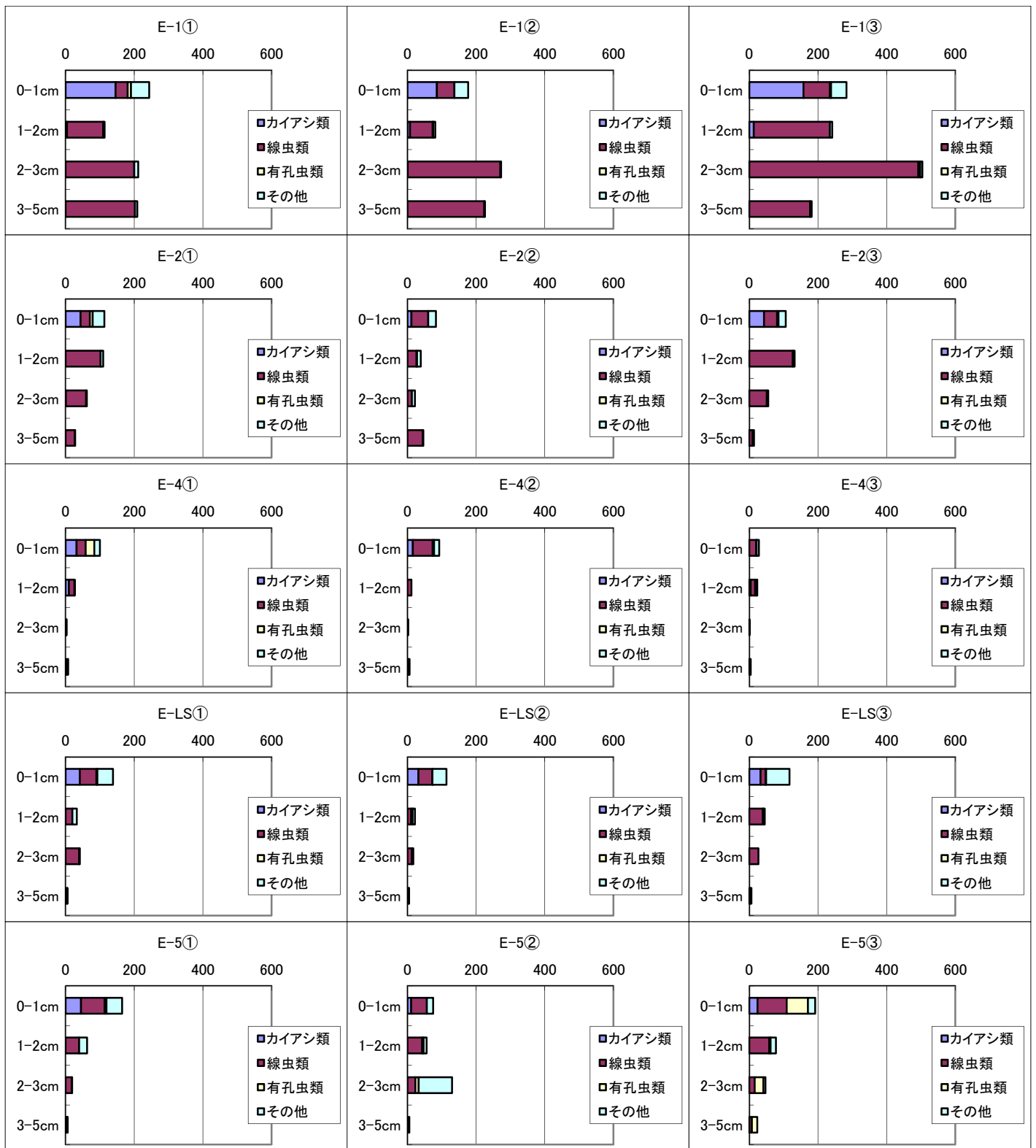


図7(1) 生物群集調査結果 (メイオベントス、層別個体数 (/10cm³)、E測線)

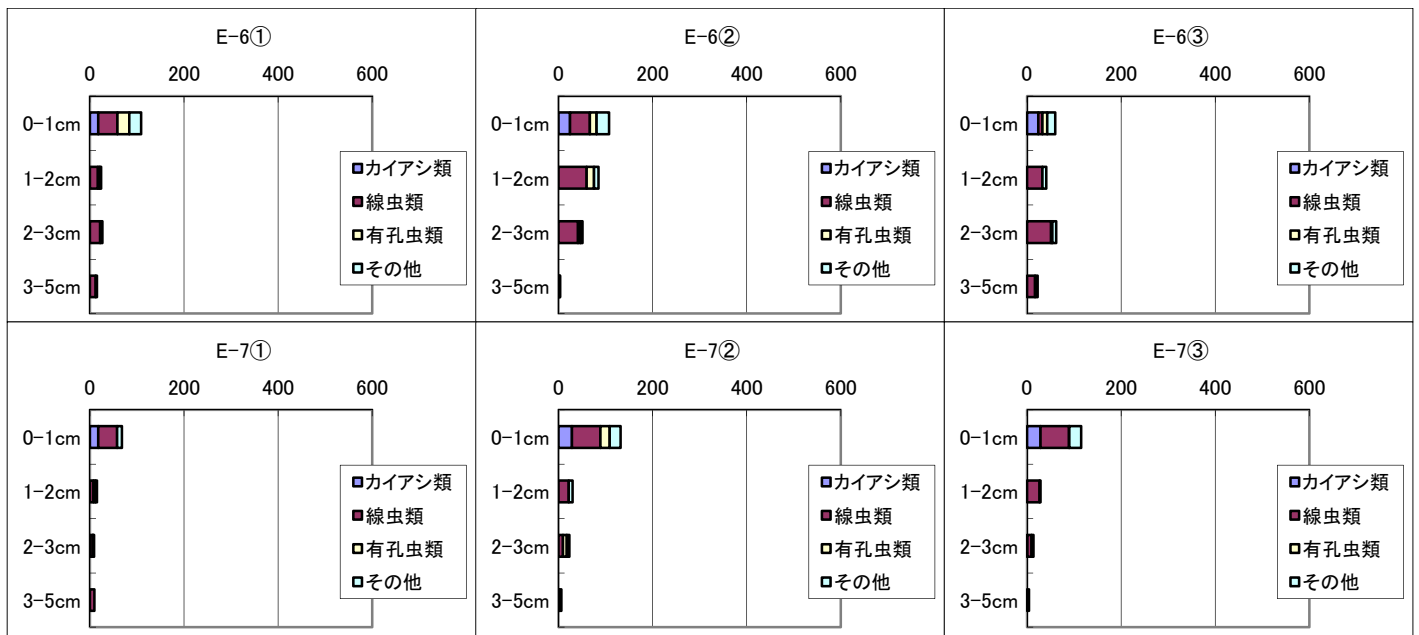


図7(2) 生物群集調査結果 (メイオベントス、層別個体数 (/10cm³)、E測線)

表4(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											紙	陸上植物 破片		昆虫	軽石	その他・ 不明
	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	レジレン レット	化学繊維	モノフイ ラメント	タバコ フィル ター	タール ボール	小計								
E-1	1	1	4	1	1	1	0	0	10	1	9	1	1	3	26		
E-2	1	2	2	0	1	0	0	0	7	0	3	0	0	3	13		
E-4	1	1	2	1	0	0	0	0	6	0	3	1	0	2	13		
E-LS	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	5	7		
E-5	2	0	2	0	0	2	0	0	6	0	4	0	0	0	10		
E-6	1	0	2	1	1	0	0	0	6	0	2	1	1	2	13		
E-7	1	1	2	1	0	1	0	0	7	0	2	1	1	3	15		
合計	8	6	17	5	3	4	0	0	42	1	24	5	5	19	96		

表4(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											紙	陸上植物 破片		昆虫	軽石	その他・ 不明
	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	レジレン レット	化学繊維	モノフイ ラメント	タバコ フィル ター	タール ボール	小計								
E-1	100	154	7701	83	5	7	0	0	8051	126	46632	13	4953	720	60494		
E-2	9	888	98	0	526	0	0	0	1521	0	72	0	0	24	1617		
E-4	1892	166	1490	209	0	0	0	0	3757	0	213	69	0	222	4261		
E-LS	0	0	70	0	0	0	0	0	70	0	0	0	5	289	364		
E-5	11	0	10	0	0	4	0	0	25	0	41	0	0	0	66		
E-6	930	0	22361	298	263	0	0	0	23851	0	933	449	58	31	25322		
E-7	6	41	75	26	0	6	0	0	153	0	101	2	29	25	310		
合計	2948	1249	31805	616	794	17	0	0	37430	126	47992	534	5045	1311	92438		

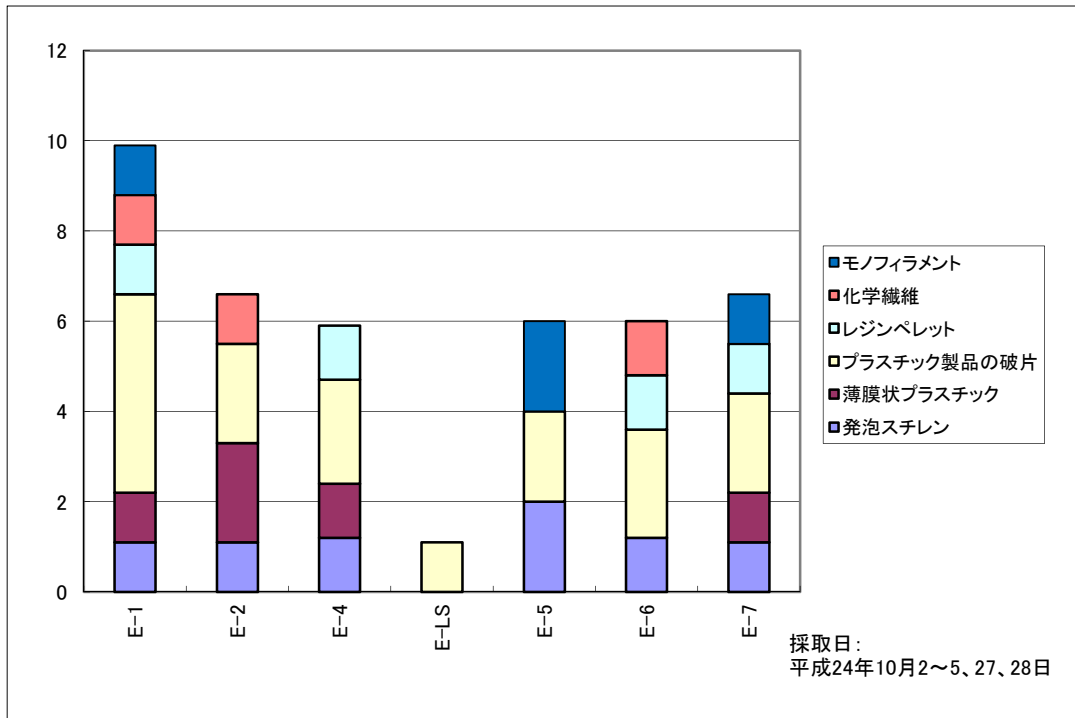
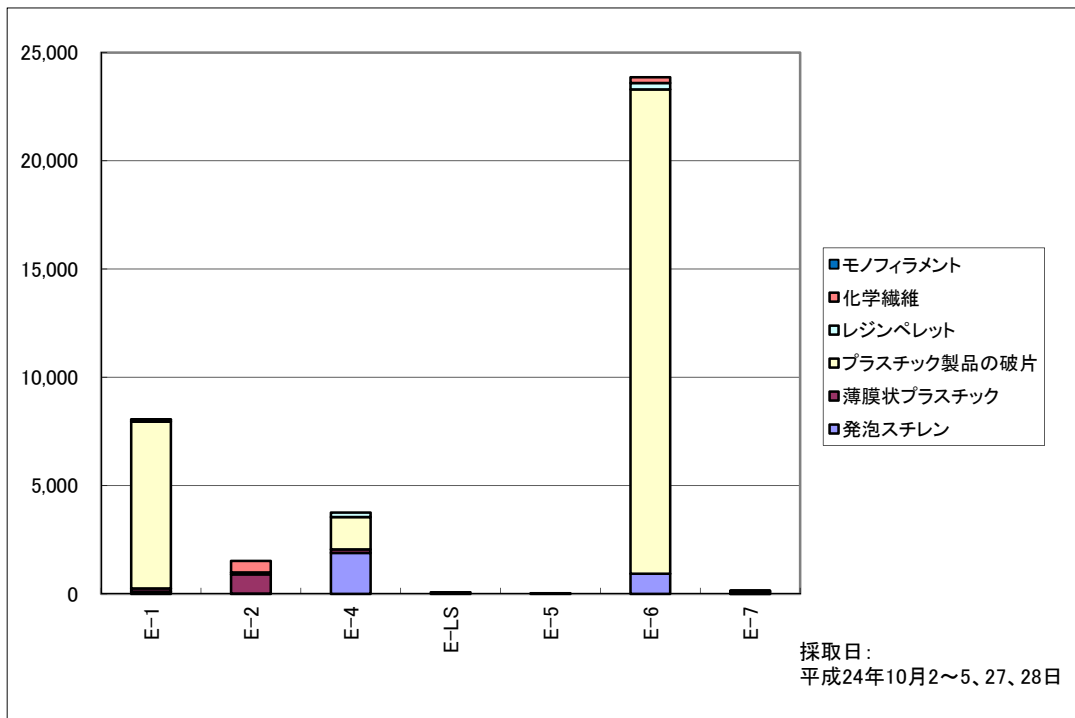


図8(1) プラスチック類（石油由来項目）の分布（単位：千個/km²）



注：E-6のプラスチック製品の破片は、1個が約22,000g/km²（約18g/個）を占めるものを含む。

図8(2) プラスチック類（石油由来項目）の分布（単位：g/km²）

表5 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	プラスチック袋片	薄膜状プラスチック
3	薄膜状プラスチック片	
4	プラスチック（円筒状）	プラスチック製品の破片
5	プラスチック（板状）	
6	プラスチック板片	
7	プラスチック片	
8	レジンペレット	レジンペレット
9	化繊ロープ	化学繊維
10	化学繊維（より糸）	
11	化学繊維（荷造り用）	
12	モノフィラメント	モノフィラメント
13	紙	紙
14	竹	陸上植物破片
15	葦皮片	
16	松葉	
17	木片	
18	草木の枝・皮	
19	植物の葉	
20	植物の実	
21	植物	
22	昆虫	
23	軽石	軽石
24	軽石かサンゴ	
25	炭化物	その他・不明
26	毛	
27	海藻	
28	その他	
29	不明（自然由来）	
30	不明（人工物由来）	
31	不明	

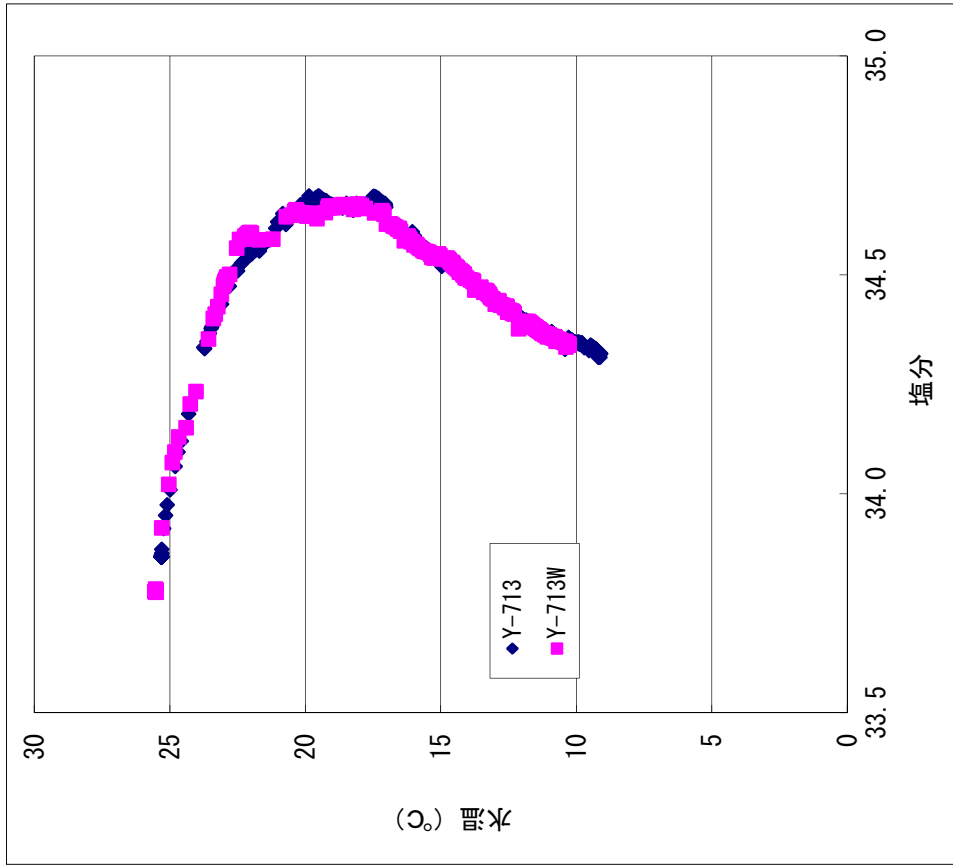
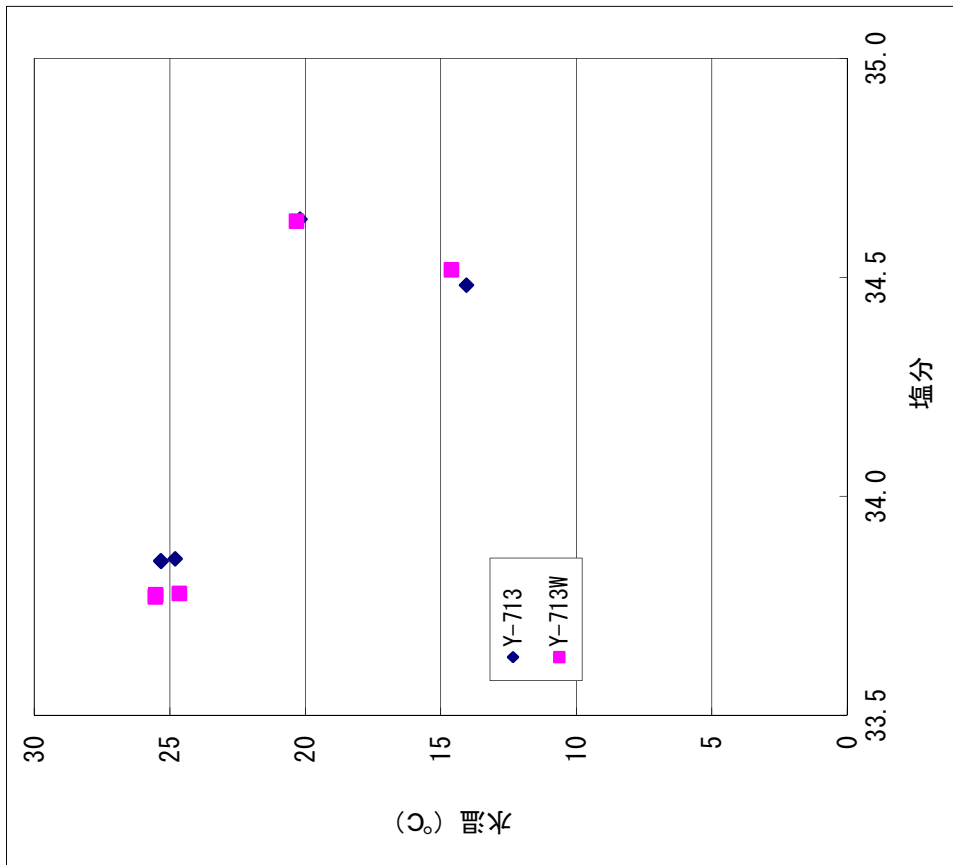


図9 TSダイアグラム (投入処分海域、Y-713)

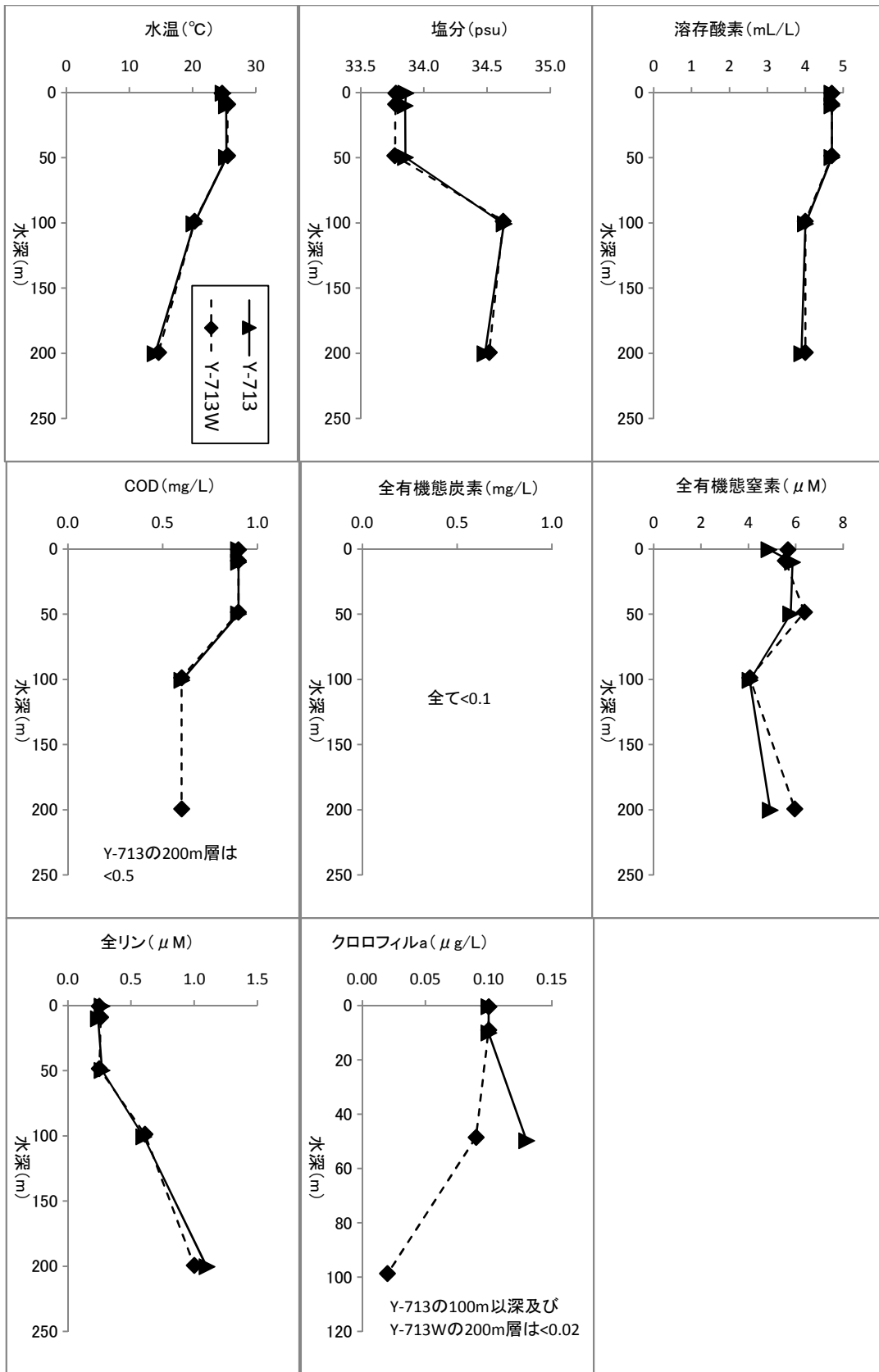
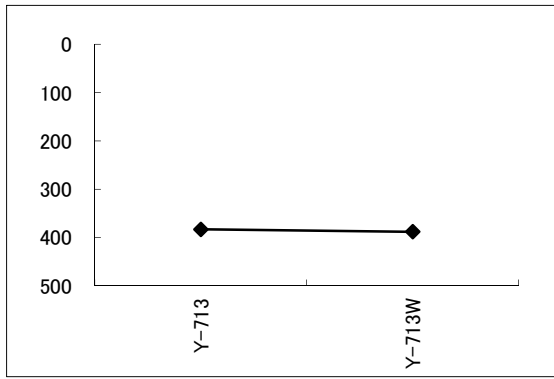
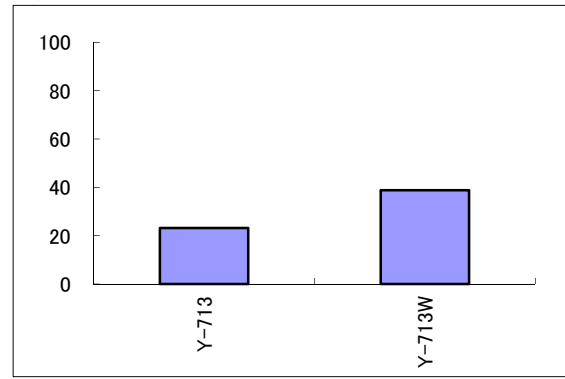


図10 水質調査結果（投入処分海域、Y-713）

水深 (m)



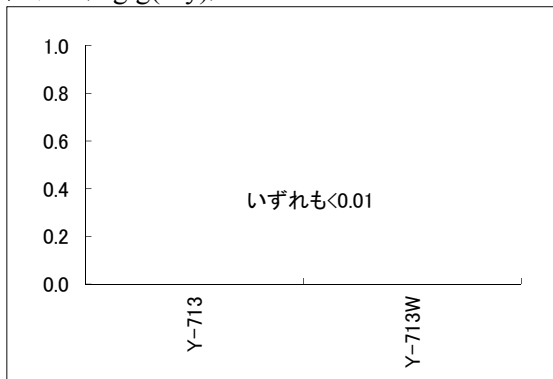
水分含有率 (%)



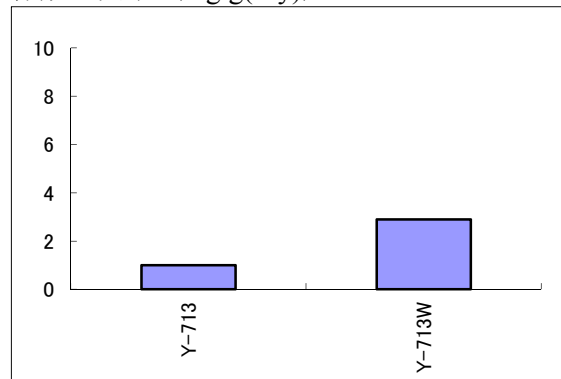
測点	Y-713	Y-713W
水深(m)	383	388
中央粒径 (μm)	280	150

注：中央粒径は、マイクロレーザー散乱法による値。

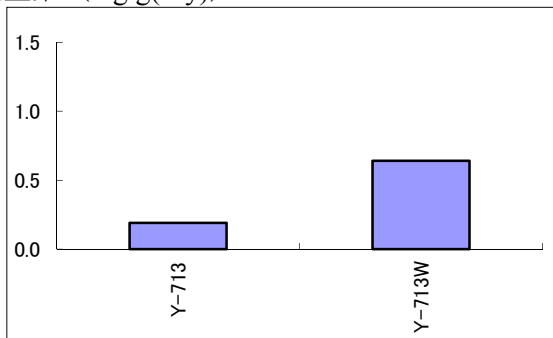
硫化物 (mg/g(dry))



全有機態炭素 (mg/g(dry))



全窒素 (mg/g(dry))



全リン (mg/g(dry))

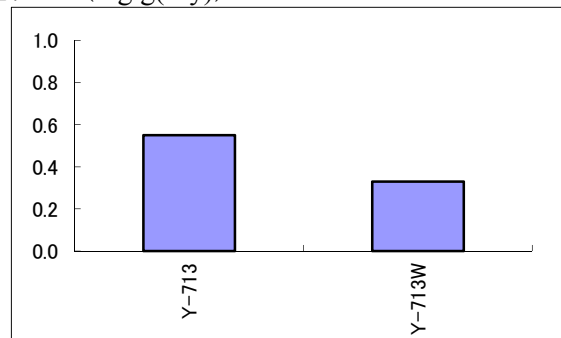
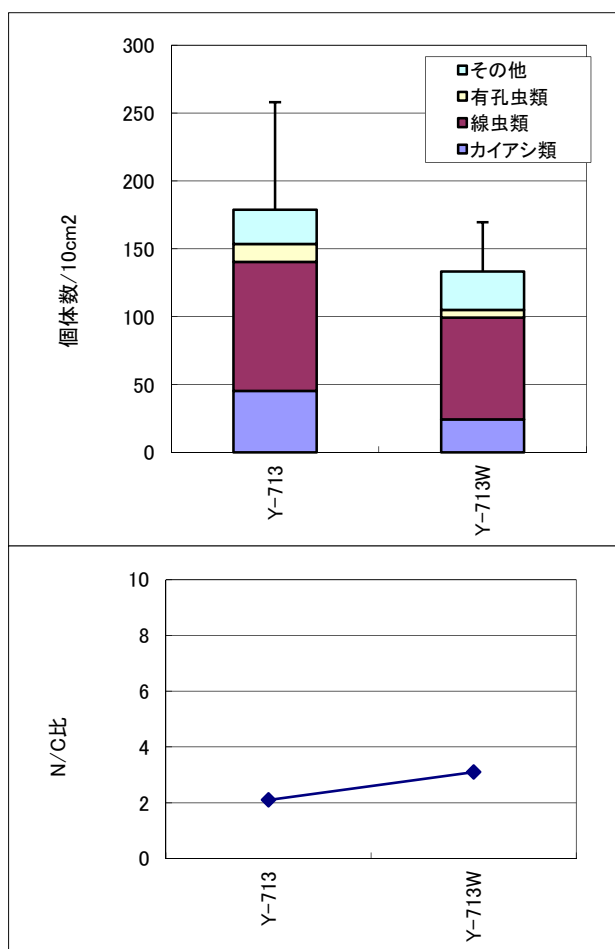


図11 底質調査結果 (投入処分海域、Y-713)

測点	Y-713	Y-713W
水深(m)	383	388
中央粒径 (μm)	280	150



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12 生物群集調査結果（メイオベントス、投入処分海域Y-713）

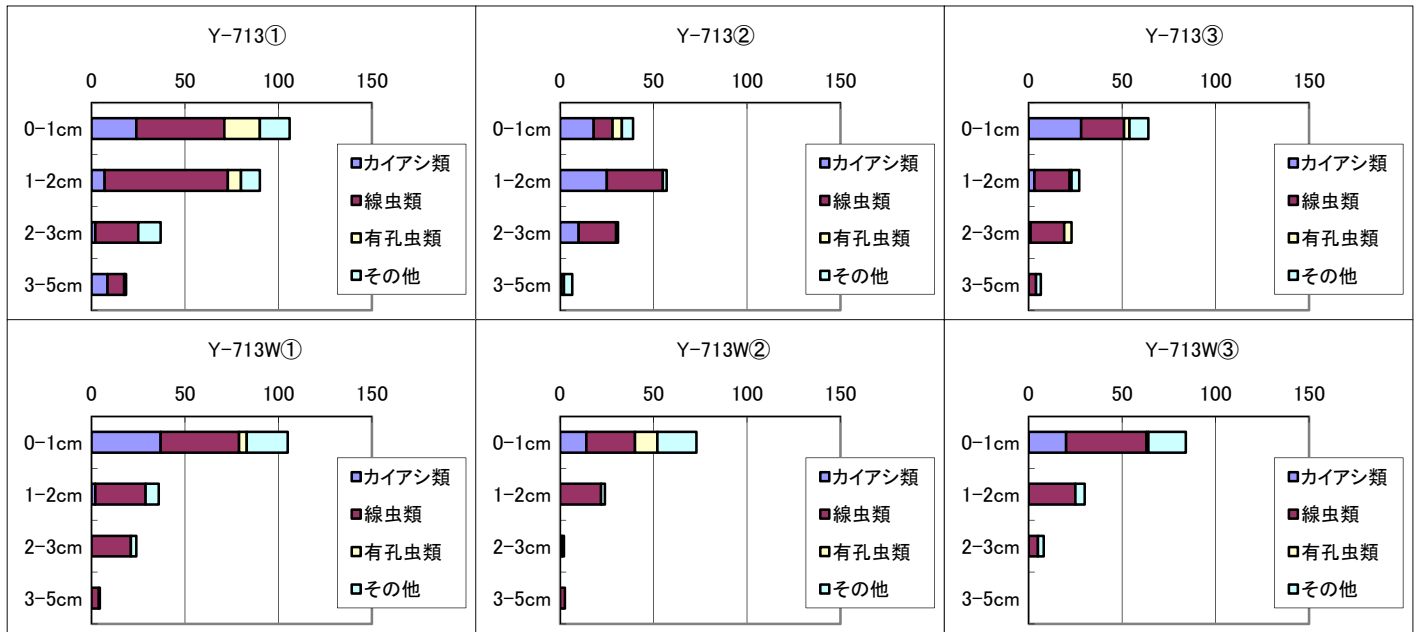


図13 生物群集調査結果（メイオベントス、層別個体数（/10cm³）、投入処分海域Y-713）