

令和3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～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：中田英昭長崎大学名誉教授）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項目に加え、汚染源に着目して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。

令和3年度は、陸域起源の汚染負荷が海洋環境に及ぼしている影響を把握することを目的として「陸域起源の汚染を対象とした調査」を実施した。また、平成15年度の調査において、バックグラウンドよりも高濃度のブチルスズ化合物とフェニルスズ化合物が検出されたC測線近辺の投入処分Ⅱ海域、投入処分Ⅲ海域において、堆積物の汚染状況及び生物群集への影響の追跡調査として「特定の汚染海域（ホットスポット）における追跡調査」を実施した。さらに、バックグラウンドよりも高濃度のPCBが継続して検出されている紀伊水道周辺海域において、「紀伊水道周辺海域におけるPCB詳細調査」を実施した。

2. 調査内容

令和3年度は、陸域起源の汚染を対象とした調査として、生体濃度調査を実施した。また特定の汚染海域（ホットスポット）における追跡調査として、底質調査及び生物群集調査を実施した。さらに、紀伊水道周辺海域における PCB 詳細調査として、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

生体濃度調査は、仙台湾、東京湾、有明海、富山湾において、イガイ類（ムラサキイガイ又はムラサキインコ）、底生性サメ類（ホシザメ又はシロザメ）を対象に実施した（図1）。

②特定の汚染海域（ホットスポット）における追跡調査

平成15年度に高濃度のブチルスズ化合物及びフェニルスズ化合物が検出された投入処分Ⅱ海域（X-2-2）、投入処分Ⅲ海域（Y-3-2）、並びに周辺海域の測点（それぞれX-2-2N'、Y-3-2S）において調査を実施した（図2）。

③紀伊水道周辺海域におけるPCB詳細調査

令和2年度の調査において、高濃度の PCB が検出された C-5 周辺の紀伊水道周辺海域（KC-a、KC-b、KC-7、KC-9、KC-c）において調査を実施した（図2、3）。

2. 2 調査時期

①陸域起源の汚染を対象とした調査

生体濃度調査試料の採取時期は表1のとおりである。

②特定の汚染海域（ホットスポット）における追跡調査

試料採取は、令和3年11月1日～3日に実施した。なお、X-2-2 及び Y-3-2 では過去に平成15年12月24日～平成16年1月1日、平成16年11月16日～17日及び平成23年2月16日～17日にも調査を実施している。

③紀伊水道周辺海域における PCB 詳細調査

試料採取は、令和3年11月3日～4日に実施した。なお、KC-7 では過去に平成15年4月17日及び平成23年2月19日に、KC-9 では平成15年4月17日にも調査を実施している。

2. 3 調査対象等

①陸域起源の汚染を対象とした調査

生体濃度調査は表3-1に示す項目を測定した。生体濃度調査の対象生物、1検体とした個体数、分析部位は表4のとおりである。

②特定の汚染海域（ホットスポット）における追跡調査

底質調査は表3-2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。

③紀伊水道周辺海域におけるPCB詳細調査

底質調査は表3-3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。

2. 4. 1 堆積物

堆積物試料はマルチプルコアラー（採泥面積43 cm²×8本）により採取した。表層試料は堆積物表面から3 cmまでを試料とした。

2. 4. 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。

2. 4. 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 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。

2. 5 データの扱いについて

本調査結果の精度管理は、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。

2. 6 ダイオキシン類の毒性等量換算等

令和3年度の調査結果では、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、底質調査結果では定量下限値未満の値が多く、定量下限値未満で検出限界値以上の値はそのままの値、検出限界値未満の値は検出限界値の1/2を用いると、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

令和3年度調査結果の概要は、以下のとおりである。

3. 1 陸域起源の汚染を対象とした調査

生体濃度調査は、海水や堆積物では検出が困難な微量化学物質について、その現状を把握する有効な手段である。対象とした生物は、イガイ類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4] 対象生物の特徴：イガイ類として、東京湾、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ったため、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 10m までの基盤に付着する。また、ムラサキインコガイは北海道南西部～九州に分布し、潮間帯の岩礁に生息している。これらの種は濾過食性で、プランクトンや懸濁物質を捕食するため、世界的な海洋汚染に関するモニタリングの指標生物として利用されている。

底生性サメ類として、有明海ではシロザメを対象とした。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。

3. 1. 1 調査結果

令和3年度の調査結果と、平成10～令和元年度の検出範囲等をあわせて図4に示す。

東京湾及び富山湾のイガイ類において、過年度調査結果の検出範囲を超える結果は得られなかった。仙台湾のイガイ類のカドミウムについては、過年度調査結果の最高値と同程度の値であったが、この濃度は、農林水産省「平成22年度有害化学物質含有実態調査」の結果（参考5）の範囲内であった。有明海の底生性サメ類のブチルスズ化合物については、過年度調査の最高値の2倍程度で、東京湾の最高値と同程度の値であった。

なお、総水銀及びPCBは、後述するとおり暫定的規制値を下回っているため、問題となるレベルではない。

全体的な傾向としては、過去21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。

3. 1. 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。令和3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 8.5 ng/g(wet) (GC-HRMS法；検出範囲：1.1～360 ng/g(wet)) であり、全体として、環境省「2019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 20 pg-TEQ/g(wet) (検出範囲：0.03～100 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：0.4ppm、PCB：0.5～3ppm）（参考8、9）。イガイ類の総水銀、イガイ類及び底生性サ

メ類（筋肉）の PCB について基準と比較すると、いずれも基準を下回っていた。

[参考 5] 既存調査における水産物のカドミウムの値は以下のとおり。

- ・農林水産省「平成 22 年度有害化学物質含有実態調査」のホタテガイ（貝柱）では $<0.03\sim 1.6 \mu\text{g/g(wet)}$ 、ホタテガイ（うろ）では $7.3\sim 68 \mu\text{g/g(wet)}$ 、ホタテガイ（生殖腺）では $0.59\sim 6.0 \mu\text{g/g(wet)}$ 、マガキ（可食部）では $0.15\sim 1.3 \mu\text{g/g(wet)}$

[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「2019 年度化学物質環境実態調査」の魚類（筋肉）では $1.0\sim 160 \text{ng/g(wet)}$

[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 2.1pg-TEQ/g(wet) （検出範囲： $0.0022\sim 30 \text{pg-TEQ/g(wet)}$ ）
- ・厚生労働省「令和元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 0.46pg-TEQ/g （検出範囲： $0.19\sim 1.0 \text{pg-TEQ/g}$ ）
- ・農林水産省「令和 2 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 0.70pg-TEQ/g （検出範囲： $0.23\sim 1.4 \text{pg-TEQ/g}$ ）

[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 0.4ppm 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）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 0.5ppm （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。

3. 2 特定の汚染海域（ホットスポット）における追跡調査

平成 15 年度の調査において、C 測線近辺の投入処分Ⅱ海域（X-2-2）及び投入処分Ⅲ海域（Y-3-2）の各測点において、堆積物から高濃度のブチルスズ化合物及びフェニルスズ化合物が検出された。当該海域においては、平成 22 年度に追跡調査を実施したところ、依然として高濃度の有機スズ化合物が存在することが確認されている。

本年度は、上記の各測点及び周辺海域の測点（X-2-2N'、Y-3-2S）において追跡調査を実施した（図 2）。

3. 2. 1 底質調査

底質調査結果を図5に示す。水深は、いずれの測点においても4,000 m～5,000m程度であり、過年度調査結果と同程度の水深帯であった。中央粒径はX-2-2で12.6 μ mで最も大きく、平成22年度の結果と同程度であった。その他の測点については、6.92～7.66 μ mであり、過年度調査結果と概ね同程度であった。

水分含有率は60～80%であり、過年度調査結果と同程度であった。硫化物はX-2-2で0.03mg/gで最も大きく、それ以外の測点においては検出限界値と同程度又は検出限界値未満(<0.01 mg/g)であった。

全有機態炭素、全窒素、全リンについては、X-2-2及びY-3-2において、周辺海域の測点(X-2-2N'、Y-3-2S)と概ね同程度の値であり、過年度調査結果と比較しても同程度であった。

ブチルスズ化合物については、X-2-2は570 ng/g(dry)であり、周辺海域の測点(X-2-2N': 36 ng/g(dry))と比較して高くなっていた。Y-3-2は120 ng/g(dry)であり、周辺海域の測点(Y-3-2S: 8.9 ng/g(dry))と比較して高くなっていた。X-2-2は、平成22年度及び平成16年度の値と比較すると低くなっていた。Y-3-2においては、過去最も高く検出された平成15年度(63 ng/g(dry))の値より2倍程度高くなっていた。試料の採取に関しては、同一測点であっても毎回完全に一致した場所で採取できているとは限らないため、採取位置の違いにより検出濃度が変動している可能性が考えられる。なお、回収率の低いmono-体を除いた、tri-体及びdi-体の合計値で比較すると、今回検出された値は過年度調査結果の範囲内であった。

フェニルスズ化合物については、X-2-2は300 ng/g(dry)であり、周辺海域の測点(X-2-2N': 2.7 ng/g(dry))と比較して高くなっていた。Y-3-2は22 ng/g(dry)であり、周辺海域の測点(Y-3-2S: ND ng/g(dry))と比較して高くなっていた。X-2-2、Y-3-2ともに、過年度調査結果と概ね同程度もしくは低くなっていた。

以上のことから、依然としてX-2-2及びY-3-2において高濃度の有機スズ化合物が存在することが確認されたが、高濃度の有機スズはその周辺海域にまでは及んでいないことが明らかとなった。

3. 2. 2 生物群集調査

生物群集調査はメイオベントス群集を対象とした。個体数は、X-2-2では238個体/10 cm²、X-2-2N'で158個体/10 cm²であった。Y-3-2では835個体/10 cm²、Y-3-2Sで615個体/10 cm²であった(図6)。投入処分Ⅱ海域(X-2-2)及び投入処分Ⅲ海域(Y-3-2)の各測点とその周辺海域の測点では有意差は見られず、ブチルスズ化合物及びフェニルスズ化合物による生物群集への明瞭な影響は見られなかった。

図6の層別分析結果をみると、Y-3-2を除く各測点では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、Y-3-2 では、一般的な分布傾向を示すものと傾向が明瞭でないものがあった。

今回の結果を C 測線近辺の投入処分Ⅱ海域 (X-2-2) 及び投入処分Ⅲ海域 (Y-3-2) において前回調査を実施した平成 22 年度調査結果と比較すると、いずれの測点においても個体数密度が高くなっていた。

[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、有機物が多く貧酸素水塊が生じやすい場所で高い値を示すことから、環境悪化の指標として用いられている。

3. 3 紀伊水道周辺海域における PCB 詳細調査

令和 2 年度の調査において、紀伊水道周辺海域の C-5 の堆積物から平成 22 年度調査結果の約 2 倍の濃度の PCB が検出された。当該海域では、本調査の開始当初から高濃度の PCB が確認されており、平成 15 年度に実施した詳細調査の結果、C-5 の西方に高濃度の負荷源が存在する可能性があるとの結論づけられ、その負荷は 1970 年代頃から生じている可能性があることが明らかとなっている。

また、高濃度の PCB が確認された海域周辺の地形は海底谷となっており、PCB の蓄積しやすい海域である可能性がある。

本年度は、C-5 周辺の海域における PCB の水平的な分布を確認することを目的とし、海底地形を踏まえ、過年度に調査を実施していない海域を含め (KC-a、KC-b 及び KC-c)、北西から南東にかけて測点を配置し、紀伊水道周辺海域における PCB 詳細調査を実施した (図 3)。

3. 3. 1 底質調査

底質調査結果を図 5 に示す。水深は、KC-a、KC-b では 300m 程度であった。KC-7、KC-9、KC-c では 1,000 m 程度であり、過年度調査結果と同程度の水深帯であった。中央粒径は、KC-a、KC-b は 80~100 μ m、KC-7、KC-9、KC-c では約 10 μ m であり、KC-7 及び KC-9 においては過年度調査結果と概ね同程度の粒径の堆積物が採取された。水分含有率は 40~80% 程度の値であった。硫化物は、KC-9 及び KC-c で検出限界値と同程度 (0.01 mg/g) であり、それ以外の測点においては検出限界値未満 (<0.01 mg/g) であった。全有機態炭素、全窒素、全リンは、KC-7、KC-9、KC-c と比較して、KC-a 及び KC-b で低くなっており、KC-7 では過年度調査結果と概ね同程度であった。

PCB は、KC-7 (2,100 ng/g(dry)) で最も高く、KC-7 の北西側の測点 (KC-a、KC-b) では KC-7 と比較して低くなったが、KC-7 の南東側の測点 (KC-9、KC-c) では、北西側の測点

よりも高くなっていた。過年度調査の結果と比較すると、KC-7 は同程度の濃度（平成 22 年度：3,500 ng/g(dry)、平成 15 年度：1,700 ng/g(dry)）であったが KC-9 では平成 15 年度（93 ng/g(dry)）よりも 2 倍程度高い濃度で検出された（210 ng/g(dry)）。KC-7 の周辺は海底谷となっており、KC-7 は西側から東側にかけて落ち込む急斜面の途中に位置している測点であることから、KC-7 の東側で検出された PCB は KC-7 周辺に存在する高濃度負荷源に由来するものである可能性がある。なお、いずれの測点においても暫定除去基準値を下回っており、問題となるレベルではない。

本年度は、C-5 周辺の海域における PCB の水平的な分布を確認することを目的とし、過年度に調査を実施していない海域に測点を配置した。その結果、過年度調査において高濃度の PCB が確認された KC-7 の北西の海域では高濃度の PCB は検出されなかった（KC-a：26 ng/g(dry)、KC-b：26 ng/g(dry)）。また KC-7 の南東の海域では、周辺の海域と比較して高い濃度の PCB の存在は確認されなかった。今後、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。

3. 3. 2 生物群集調査

生物群集調査はメイオベントス群集を対象とした。個体数は約 1000~2500 個体/10 cm² であり、令和 2 年度調査の C-5（約 700 個体/10 cm²）と比較すると個体数密度が高くなっていた（図 7）。KC-7 の北西の海域の測点（KC-a 及び KC-b）と KC-7 では、それぞれ個体数密度に有意差は見られず、PCB による生物群集への明瞭な影響は見られなかった。

図 7 の層別分析結果をみると、KC-9 を除く各測点では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、KC-9 では、一般的な分布傾向を示すものと傾向が明瞭でないものがあつた。

4. まとめ

令和 3 年度は、陸域起源の汚染を対象とした調査のうち生体濃度調査においては、過年度調査結果と比較して特段の汚染の進行は認められなかった。

特定の汚染海域（ホットスポット）における追跡調査では、C 測線近辺の投入処分Ⅱ海域（X-2-2）及びⅢ海域（Y-3-2）において、依然として高濃度の有機スズ化合物が検出されたが、高濃度の有機スズはその周辺海域にまでは及んでいないことが明らかとなった。

紀伊水道周辺海域における PCB 詳細調査では、紀伊水道周辺海域の KC-7 において依然として高濃度の PCB が検出された。KC-7 以外の測点においては、高濃度の PCB は検出されず、過年度調査結果と比較して汚染の進行は認められなかった。

いずれの海域においても、今後も定期的な監視を行っていくこととする。

5. 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教授
河村 知彦	東京大学大気海洋研究所所長
鮫島 真吾	海上保安庁海洋情報部大洋調査課海洋汚染調査室長
白山 義久	海洋研究開発機構特任参事
高橋 真	愛媛大学大学院農学研究科教授
中田 英昭	長崎大学名誉教授 (座長)
野尻 幸宏	弘前大学大学院理工学研究科教授
牧 秀明	国立環境研究所地域環境保全領域海域環境研究室主任研究員

注：検討員・所属は令和3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

6. 略語説明

Co-PCB：コプラナーポリ塩化ビフェニル

DBT：ジブチルスズ

DPT：ジフェニルスズ

HBCD：ヘキサブROMシクロドデカン

MBT：モノブチルスズ

MPT：モノフェニルスズ

PBDE：ポリブROMジフェニルエーテル

PCB：ポリ塩化ビフェニル

PCDD：ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン

PCDF：ポリ塩化ジベンゾフラン

PFOA：ペルフルオロオクタン酸

PFOS：ペルフルオロオクタンスルホン酸

TBT：トリブチルスズ

TEF：毒性等価係数

TEQ：毒性等量

TOC：全有機態炭素

TPT：トリフェニルスズ

7. 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（2021）：「2020年度版化学物質と環境（2021年3月）」

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（2019）：「令和元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（2020）：「令和2年度 水産物中のダイオキシン類の実態調査」

担当者等連絡先

部署名：環境省 水・大気環境局水環境課海洋環境室

T E L：03-5521-9023（直通）

責任者名：室長 杉本留三

担当者名：室長補佐 堀野上貴章（内線：25523）

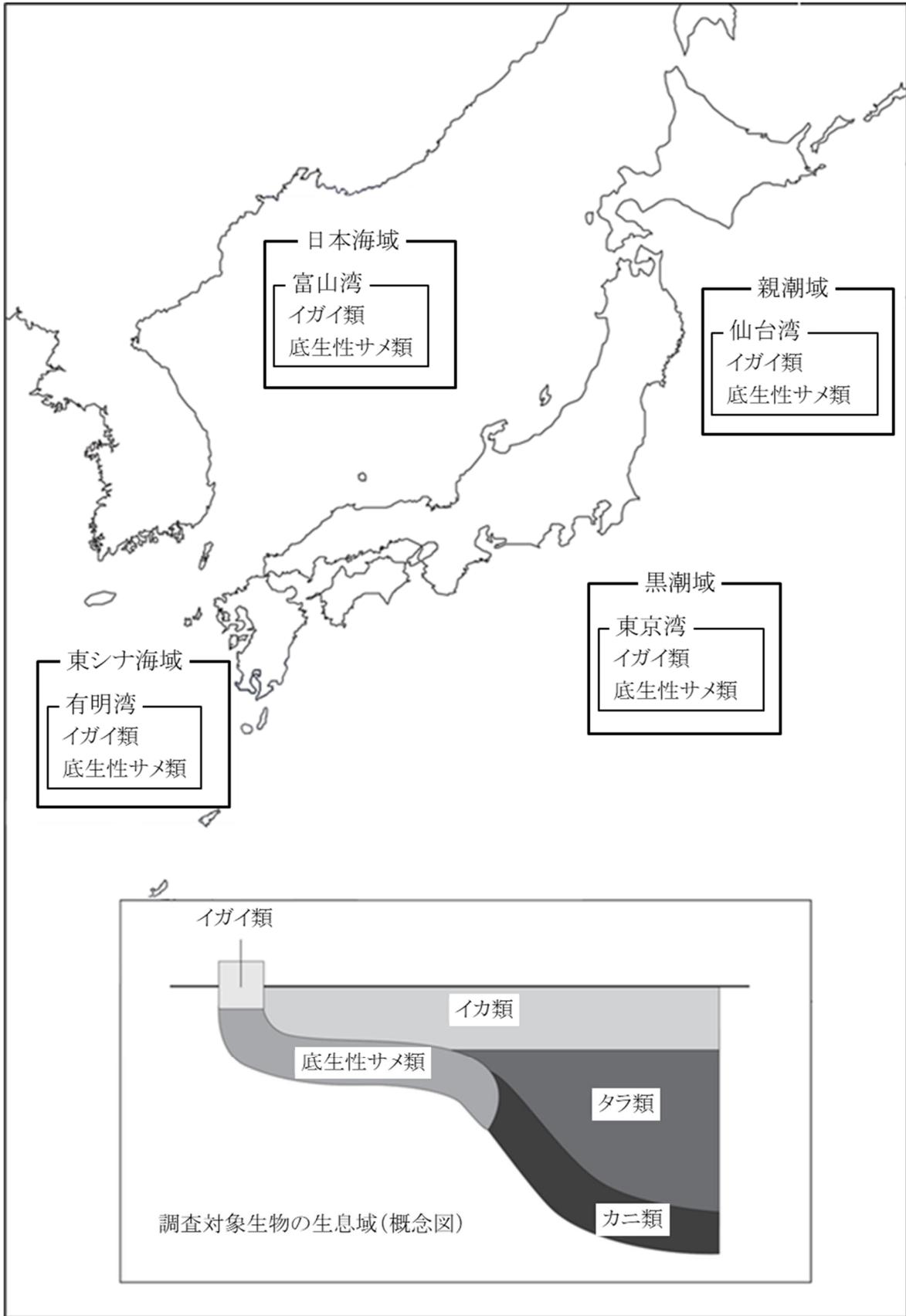


図1 陸域起源の汚染を対象とした調査の調査位置
(生体濃度調査)

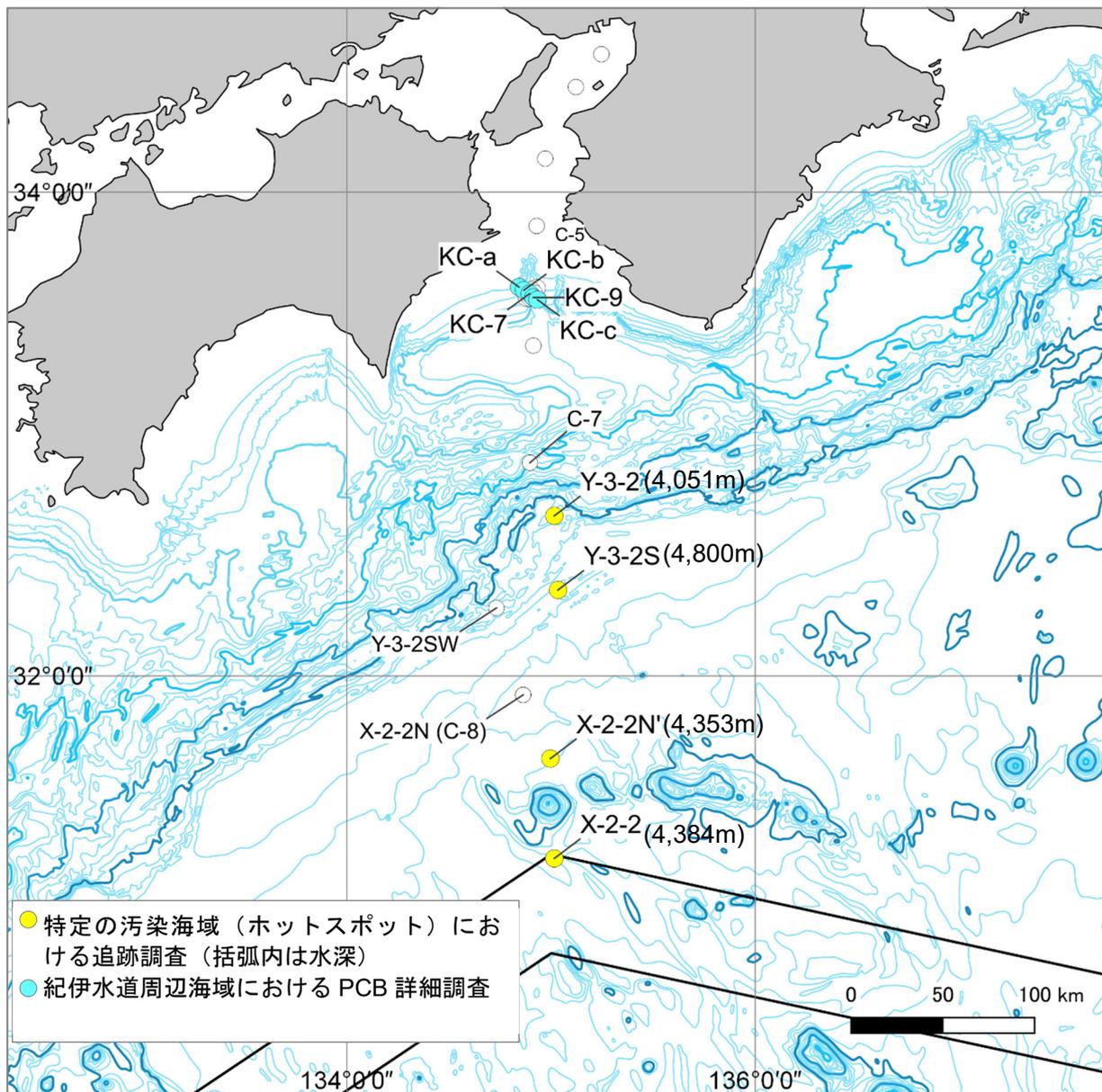


図2 特定の汚染海域（ホットスポット）における追跡調査及び
 紀伊水道周辺海域における PCB 詳細調査の調査位置
 （底質調査、生物群集調査）

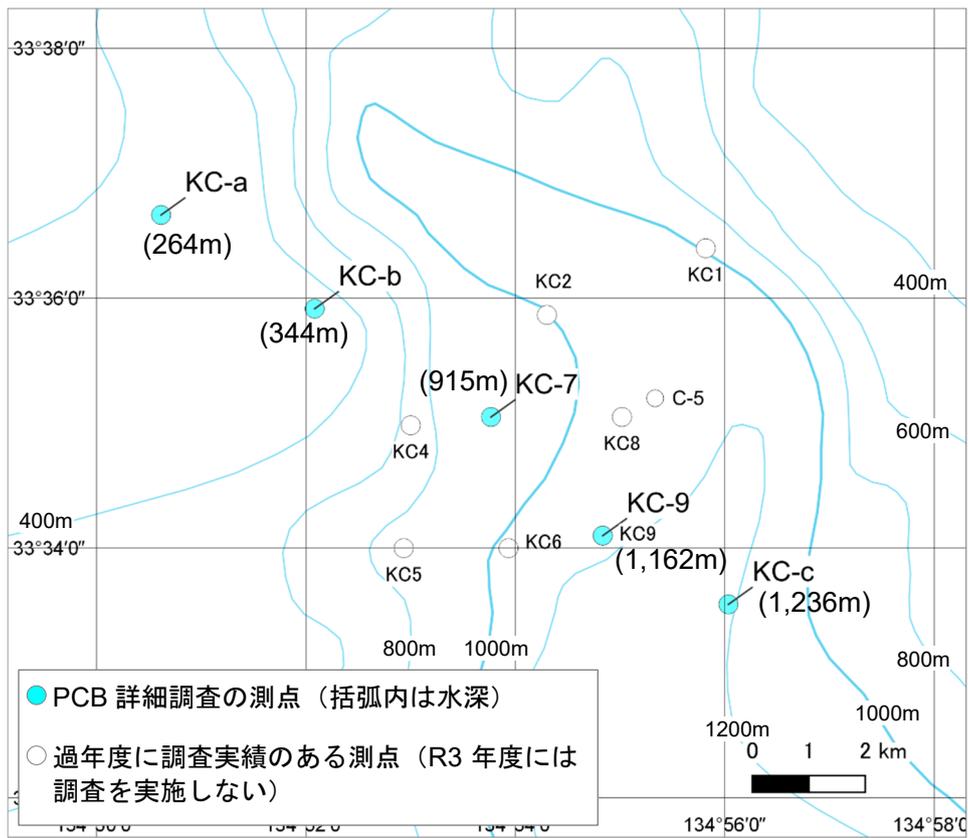


図3 紀伊水道周辺海域における PCB 詳細調査の調査位置 拡大図
(底質調査、生物群集調査)

表 1 測点位置と採取項目概要

測点名		北緯 (測地系：WGS84)	東経	過去調査 との対比	水深 (m)	堆積物	生体濃度調査	底生生物
							買取等	イベントス
陸域 起源 汚染 調査	親潮域	—	—	—	—	—	イガイ類、底生性サメ類	—
	黒潮域	—	—	—	—	—	イガイ類、底生性サメ類	—
	東シ海域	—	—	—	—	—	イガイ類、底生性サメ類	—
	日本海域	—	—	—	—	—	イガイ類、底生性サメ類	—
追跡 調査	Y-3-2	32° 40' 00"	135° 01' 00"	—	4,060	○	—	○
	Y-3-2S	32° 21' 30"	135° 02' 05"	—	4,500	○	—	○
	X-2-2N'	31° 39' 12"	134° 59' 50"	—	4,400	○	—	○
	X-2-2	31° 14' 00"	135° 01' 00"	—	4,380	○	—	○
詳細 調査	KC-a	33° 36' 40"	134° 50' 37"	—	300	○	—	○
	KC-b	33° 35' 55"	134° 52' 05"	—	450	○	—	○
	KC-7	33° 35' 03"	134° 53' 46"	—	920	○	—	○
	KC-9	33° 34' 06"	134° 54' 50"	—	1,100	○	—	○
	KC-c	33° 33' 33"	134° 56' 02"	—	1,100	○	—	○

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	R03/11	欠測
東京湾	R03/11	欠測
有明海	欠測	R04/1
富山湾	R04/1	欠測

表3 - 1 各調査の測定項目（陸域起源の汚染を対象とした調査における測定項目）

	生体濃度調査
一般項目	種同定、性別、全長等、湿重量、脂質量
重金属類	カドミウム、銅、総水銀
有機塩素化合物	ポリ塩化ビフェニル（PCB）
ダイオキシン類	ポリクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン（PCDD）・・・ TeCDD：1,3,6,8-TeCDD、1,3,7,9-TeCDD、2,3,7,8-TeCDD、PeCDD：1,2,3,7,8-PeCDD、HxCDD：1,2,3,4,7,8-HxCDD、1,2,3,6,7,8-HxCDD、1,2,3,7,8,9-HxCDD、HpCDD：1,2,3,4,6,7,8-HpCDD、OCDD ポリクロロジベンゾフラン（PCDF）・・・ TeCDF：1,3,6,8-TeCDF、2,3,7,8-TeCDF、PeCDF：1,2,3,7,8-PeCDF、2,3,4,7,8-PeCDF、HxCDF：1,2,3,4,7,8-HxCDF、1,2,3,6,7,8-HxCDF、1,2,3,7,8,9-HxCDF、2,3,4,6,7,8-HxCDF、HpCDF：1,2,3,4,6,7,8-HpCDF、1,2,3,4,7,8,9-HpCDF、OCDF コプラナ-ポリクロロビフェニル（co-PCB）・・・ 3,3',4,4'-TeCB（#77）、3,4,4',5-TeCB（#81）、3,3',4,4',5-PeCB（#126）、3,3',4,4',5,5'-HxCB（#169）、2,3,3',4,4'-PeCB（#105）、2,3,4,4',5-PeCB（#114）、2,3',4,4',5-PeCB（#118）、2',3,4,4',5-PeCB（#123）、2,3,3',4,4',5-HxCB（#156）、2,3,3',4,4',5'-HxCB（#157）、2,3',4,4',5,5'-HxCB（#167）、2,3,3',4,4',5,5'-HpCB（#189）
有機スズ化合物	トリブチルスズ（TBT）、ジブチルスズ（DBT）、モノブチルスズ（MBT）、トリフェニルスズ（TPT）、ジフェニルスズ（DPT）、モノフェニルスズ（MPT）

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

表3 - 2 各調査の測定項目（特定の汚染海域（ホットスポット）における追跡調査における測定項目）

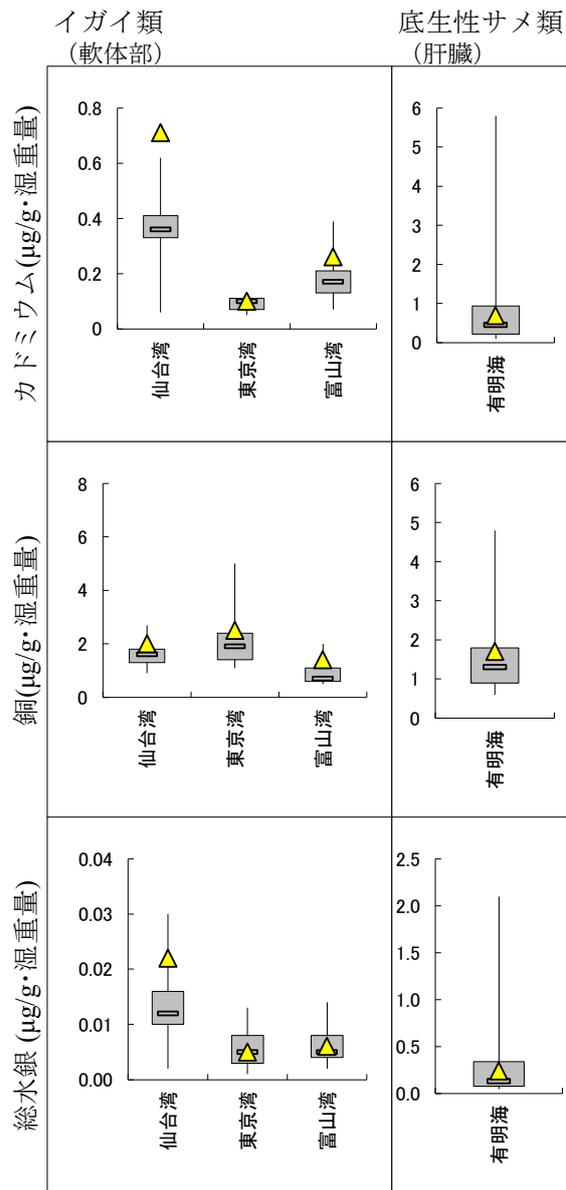
	底質調査
一般項目	粒度組成、水分含有率、全有機態炭素、全窒素、全リン、硫化物
有機スズ化合物	トリブチルスズ（TBT）、ジブチルスズ（DBT）、モノブチルスズ（MBT）、トリフェニルスズ（TPT）、ジフェニルスズ（DPT）、モノフェニルスズ（MPT）

表3 - 3 各調査の測定項目（紀伊水道周辺海域におけるPCB詳細調査における測定項目）

	底質調査
一般項目	粒度組成、水分含有率、全有機態炭素、全窒素、全リン、硫化物
有機塩素化合物	ポリ塩化ビフェニル（PCB）

表4 生体濃度調査の対象生物等

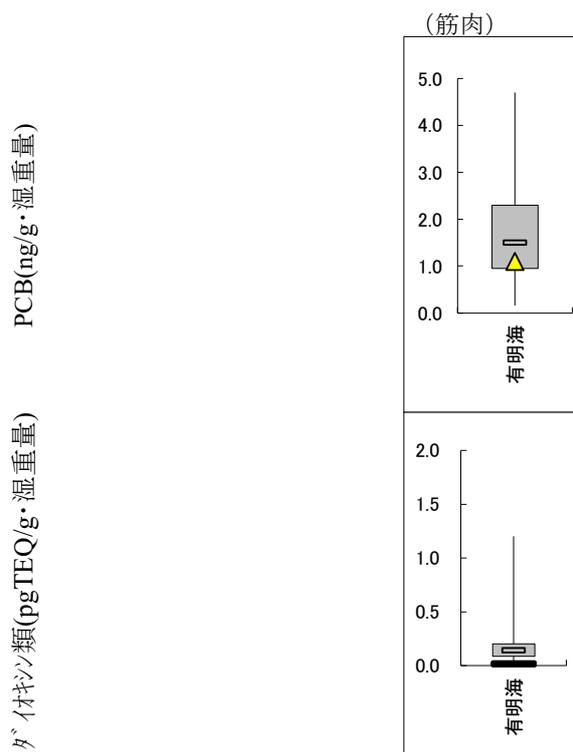
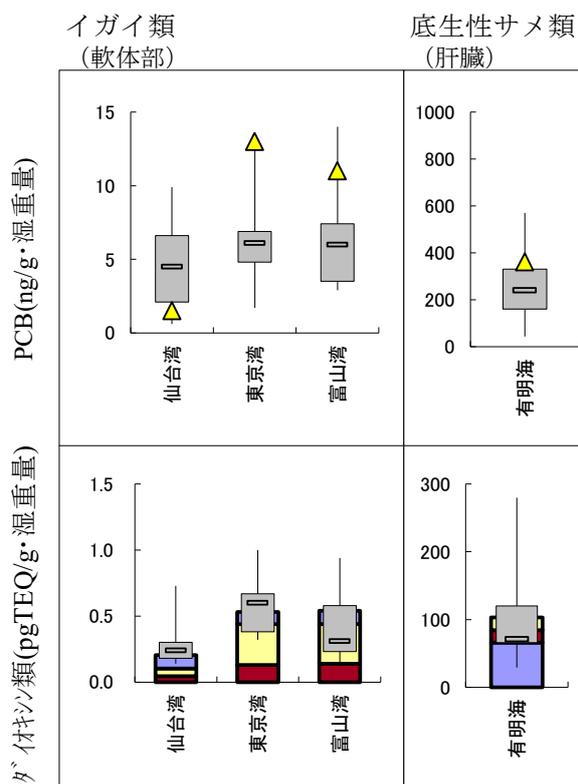
対象生物		1 検体とした 個体数	分析部位	
			脂質量、PCB、 ダイオキシン類	左記以外の物質
浅海性底生生物	イガイ類	20	軟体部	軟体部
陸棚性底生生物	底生性サメ類	6	肝臓、筋肉	肝臓



注1：▲は令和3年度調査結果を示す。

注2：箱ひげ図は平成10～令和元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

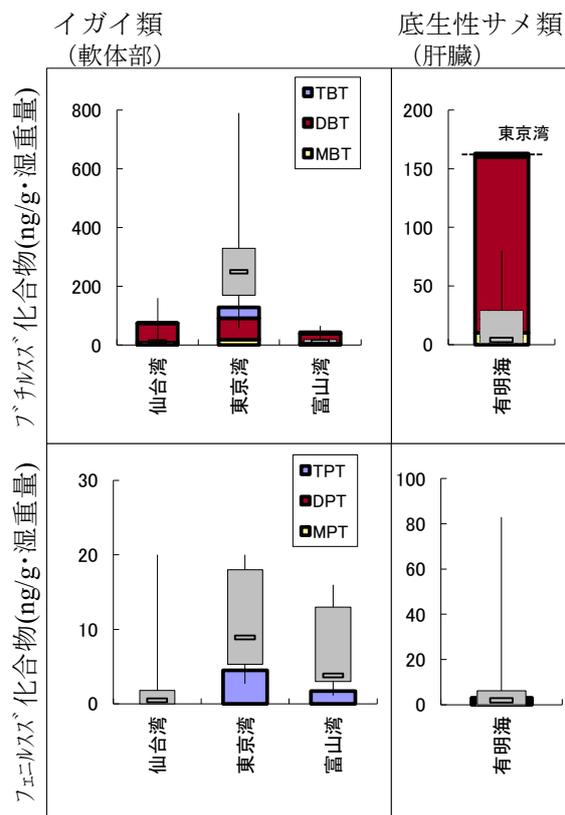


注1：▲及び積上げグラフは令和3年度調査結果を示す。

注2：箱ひげ図は平成10～令和元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。

注3：PCBは平成26年度まではGC-ECD法による値、平成27～令和元年度はGC-HRMS法による値。

図4(2) 生体濃度調査結果



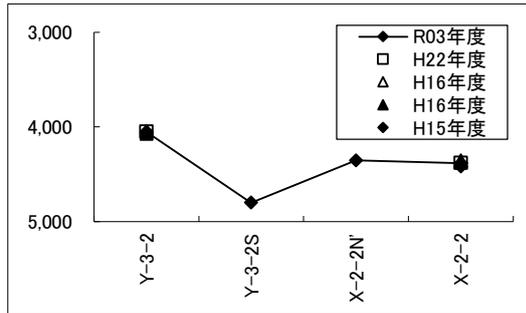
注1： 積上げグラフは令和3年度調査結果を示す。

注2： 箱ひげ図は平成10～令和元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。

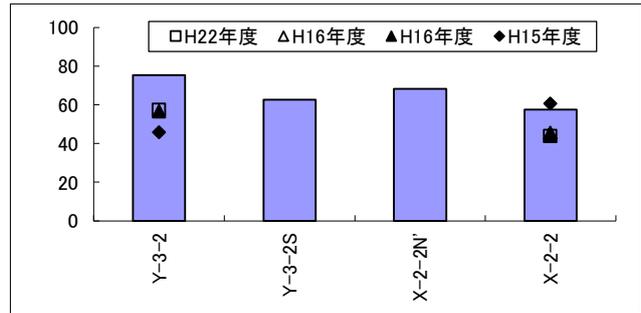
注3： 底生性サメ類のブチルスズ化合物のグラフ中の破線は東京湾の最高値を示す。

図4(3) 生体濃度調査結果

水深(m)



水分含有率(%)



注1：平成22年度、平成16年度、平成15年度はY-3-2S、X-2-2N' で調査を実施せず。

令和3年度

測点	Y-3-2	Y-3-2S	X-2-2N'	X-2-2
水深(m)	4,051	4,800	4,353	4,384
中央粒径 (μm)	7.66	7.64	6.92	12.6

平成22年度

測点	Y-3-2	Y-3-2S	X-2-2N'	X-2-2
水深(m)	4,051			4,381
中央粒径 (μm)	5.96			14.5

平成16年度2回目

測点	Y-3-2	Y-3-2S	X-2-2N'	X-2-2
水深(m)	4,074			4,355
中央粒径 (μm)	5.16			6.91

平成16年度1回目

測点	Y-3-2	Y-3-2S	X-2-2N'	X-2-2
水深(m)	4,056			4,370
中央粒径 (μm)	4.82			5.20

平成15年度

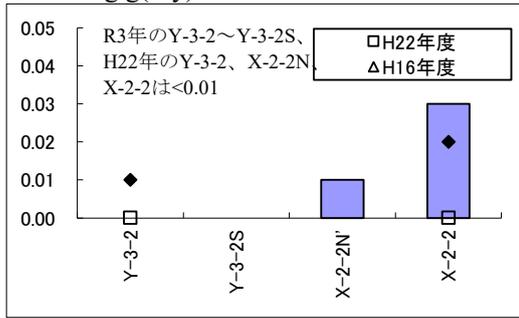
測点	Y-3-2	Y-3-2S	X-2-2N'	X-2-2
水深(m)	4,066			4,419
中央粒径 (μm)	5.24			5.36

注1：中央粒径は、マイクロレーザー散乱法による値

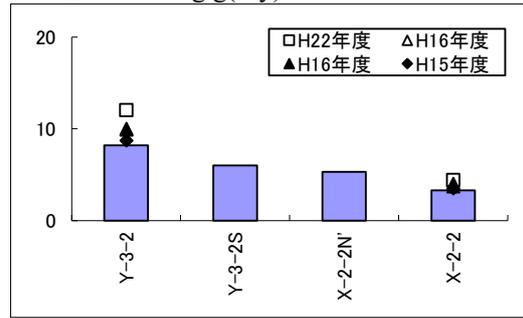
注2：平成22年度、平成16年度、平成15年度はY-3-2S、X-2-2N' で調査を実施せず。

図5(1) 底質調査結果 (ホットスポット)

硫化物 (mg/g(dry))

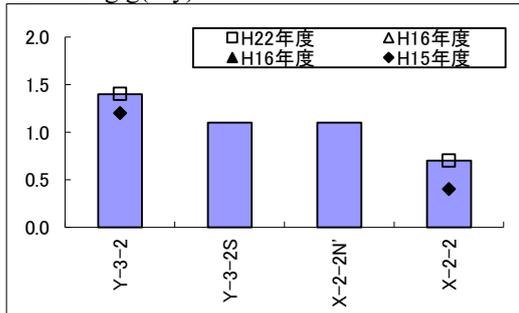


全有機態炭素 (mg/g(dry))

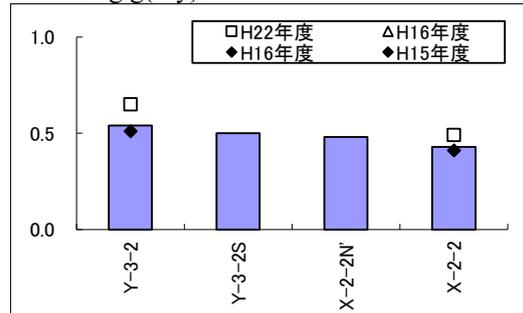


注1：平成22年度、平成16年度、平成15年度はY-3-2S、X-2-2N' で調査を実施せず。

全窒素 (mg/g(dry))



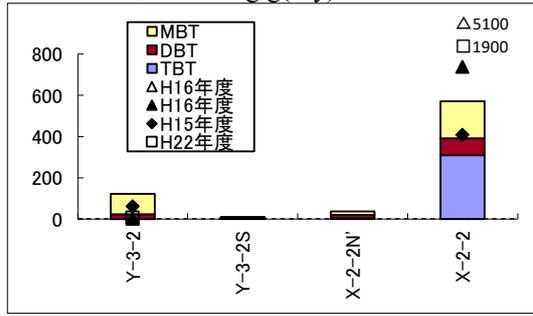
全リン (mg/g(dry))



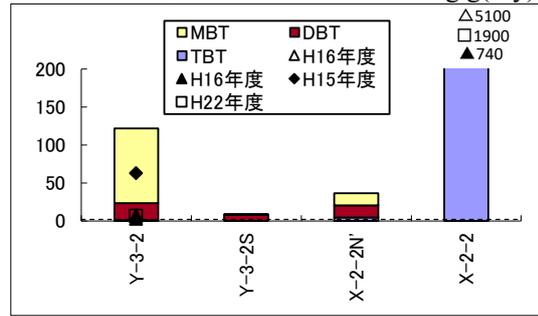
注1：平成22年度、平成16年度、平成15年度はY-3-2S、X-2-2N' で調査を実施せず。

図5(2) 底質調査結果 (ホットスポット)

ブチルスズ化合物 (ng/g(dry))

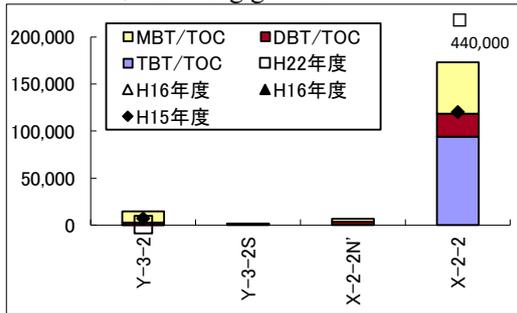


ブチルスズ化合物 (縦軸拡大) (ng/g(dry))

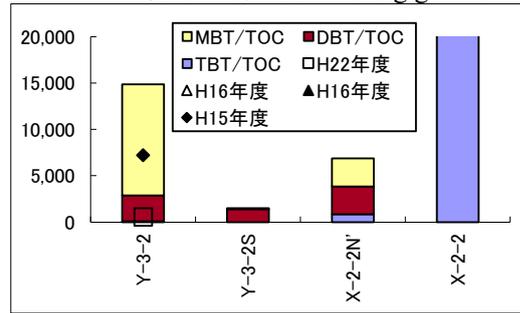


注1：平成22年度、平成16年度、平成15年度はY-3-2S、X-2-2N' で調査を実施せず。

ブチルスズ化合物 (ng/gTOC)

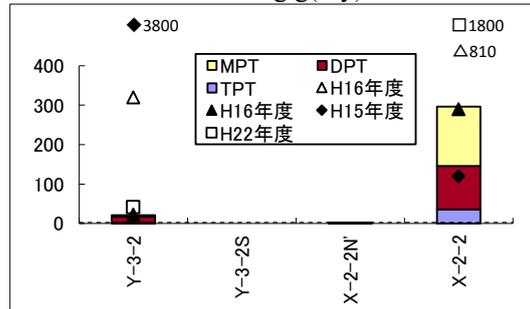


ブチルスズ化合物 (縦軸拡大) (ng/gTOC)

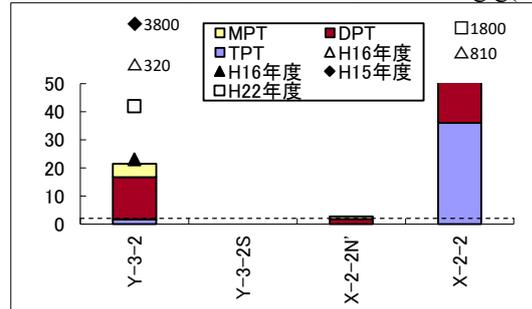


注1：平成22年度、平成16年度、平成15年度はY-3-2S、X-2-2N' で調査を実施せず。

フェニルスズ化合物 (ng/g(dry))

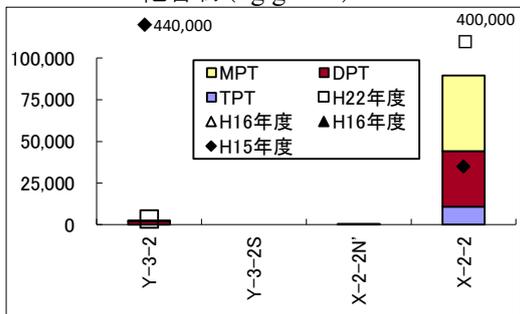


フェニルスズ化合物 (縦軸拡大) (ng/g(dry))

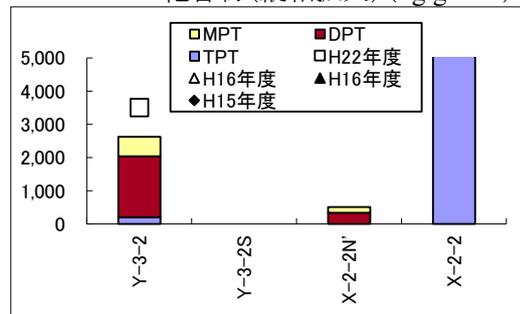


注1：平成22年度、平成16年度、平成15年度はY-3-2S、X-2-2N' で調査を実施せず。

フェニルスズ化合物 (ng/gTOC)



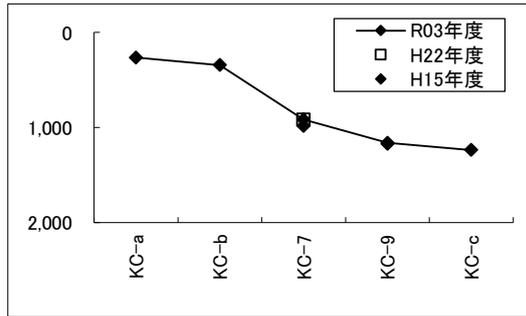
フェニルスズ化合物 (縦軸拡大) (ng/gTOC)



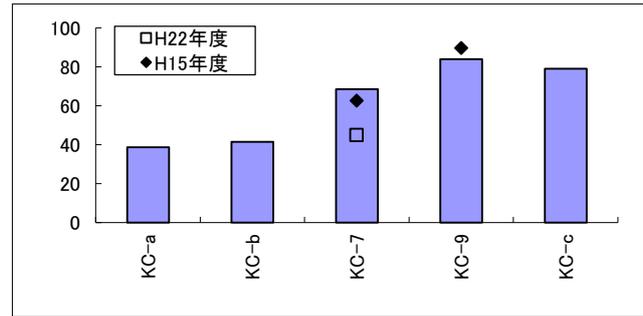
注1：平成22年度、平成16年度、平成15年度はY-3-2S、X-2-2N' で調査を実施せず。

図5(3) 底質調査結果 (ホットスポット)

水深(m)



水分含有率(%)



注1：平成22年度はKC-a、KC-b、KC-9、KC-cで、平成15年度はKC-a、KC-b、KC-cで調査を実施せず。

令和3年度

測点	KC-a	KC-b	KC-7	KC-9	KC-c
水深(m)	264	344	915	1162	1236
中央粒径 (μm)	98.7	81.4	10.5	10.6	10.5

平成22年度

測点	KC-a	KC-b	KC-7	KC-9	KC-c
水深(m)			921		
中央粒径 (μm)			10.9		

平成15年度

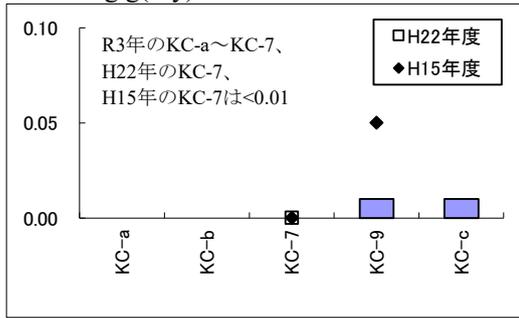
測点	KC-a	KC-b	KC-7	KC-9	KC-c
水深(m)			982	1,170	
中央粒径 (μm)			6.70	6.70	

注1：中央粒径は、マイクロレーザー散乱法による値

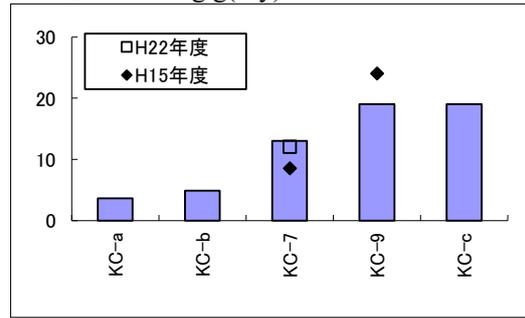
注2：平成22年度はKC-a、KC-b、KC-9、KC-cで、平成15年度はKC-a、KC-b、KC-cで調査を実施せず。

図5(4) 底質調査結果 (PCB詳細調査)

硫化物 (mg/g(dry))

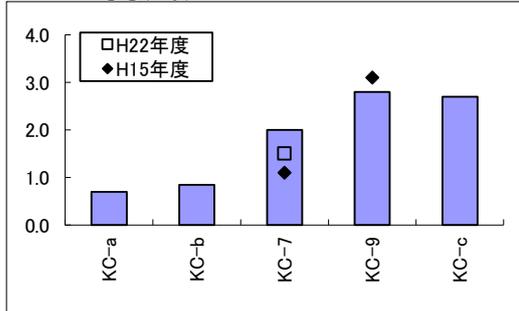


全有機態炭素 (mg/g(dry))

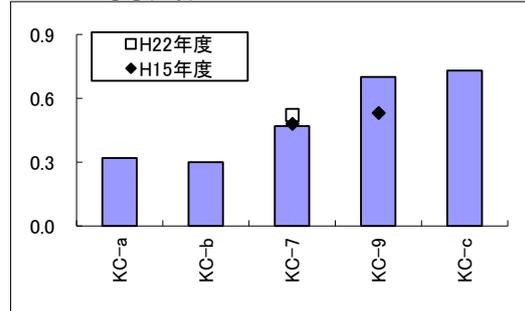


注1：平成22年度はKC-a、KC-b、KC-9、KC-cで、平成15年度はKC-a、KC-b、KC-cで調査を実施せず。

全窒素 (mg/g(dry))

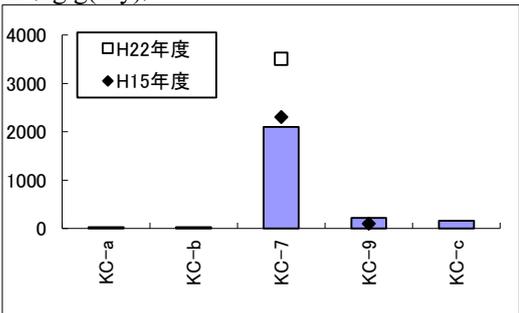


全リン (mg/g(dry))

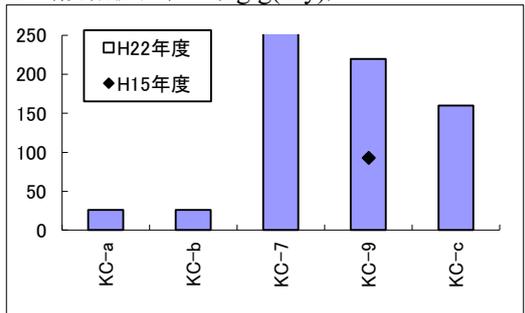


注1：平成22年度はKC-a、KC-b、KC-9、KC-cで、平成15年度はKC-a、KC-b、KC-cで調査を実施せず。

PCB (ng/g(dry))

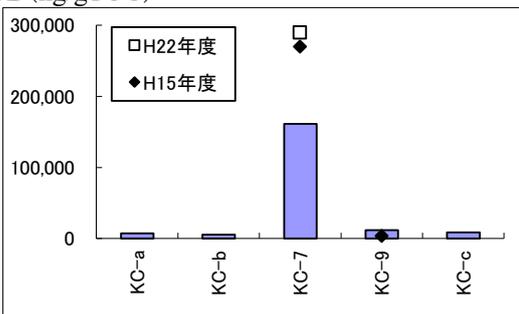


PCB (縦軸拡大) (ng/g(dry))

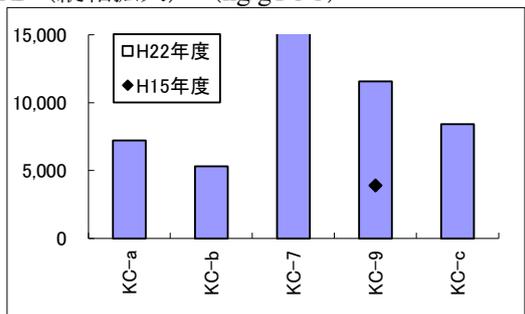


注1：平成22年度はKC-a、KC-b、KC-9、KC-cで、平成15年度はKC-a、KC-b、KC-cで調査を実施せず。

PCB (ng/gTOC)



PCB (縦軸拡大) (ng/gTOC)



注1：平成22年度はKC-a、KC-b、KC-9、KC-cで、平成15年度はKC-a、KC-b、KC-cで調査を実施せず。

図 5(5) 底質調査結果 (PCB詳細調査)

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)	-
PCB	10 ppm (暫定除去基準)	0.026～2.1 ppm (5)
ダイオキシン類	150 pg-TEQ/g 以下 (環境基準)	-

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)

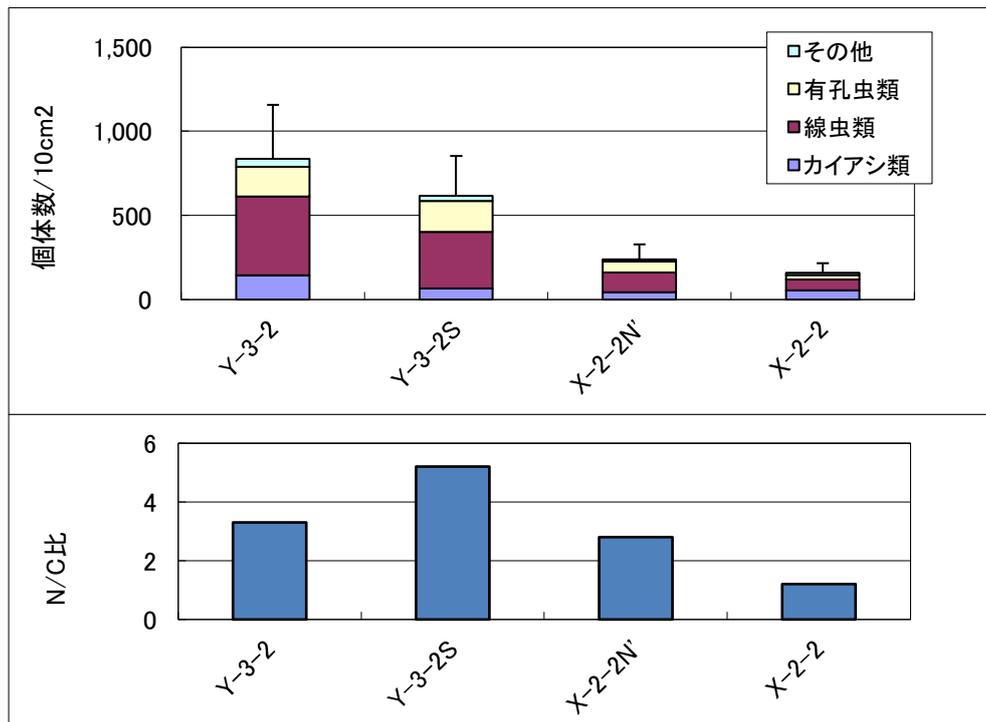
ΔH =平均潮差 (m)、 J =溶出率、 S =安全率

例えば、 $\Delta H=0.617$ m (大阪府 (大阪港))、 $J=5 \times 10^{-4}$ 、 $S=100$ とすると、

$C=2.2$ ppm となる

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

測点	Y-3-2	Y-3-2S	X-2-2N'	X-2-2
水深(m)	4,051	4,800	4353	4384
中央粒径(μm)	7.66	7.64	6.92	12.6



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/カイヤシ類（ハルパクチクス目）の個体数。

<参考>平成22年度調査結果

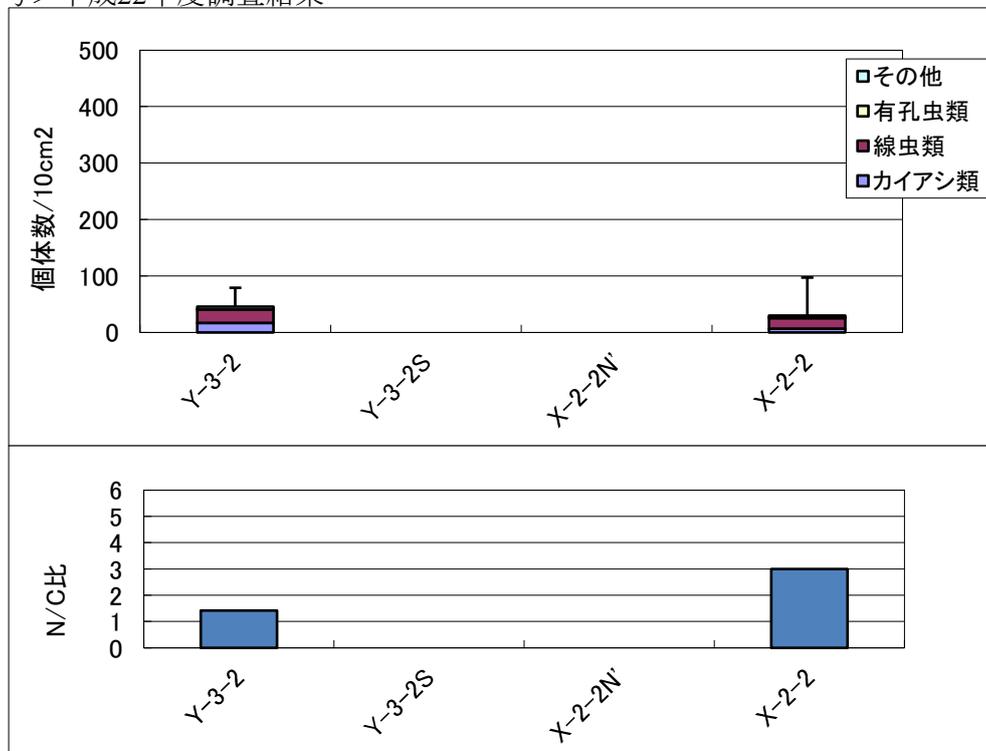
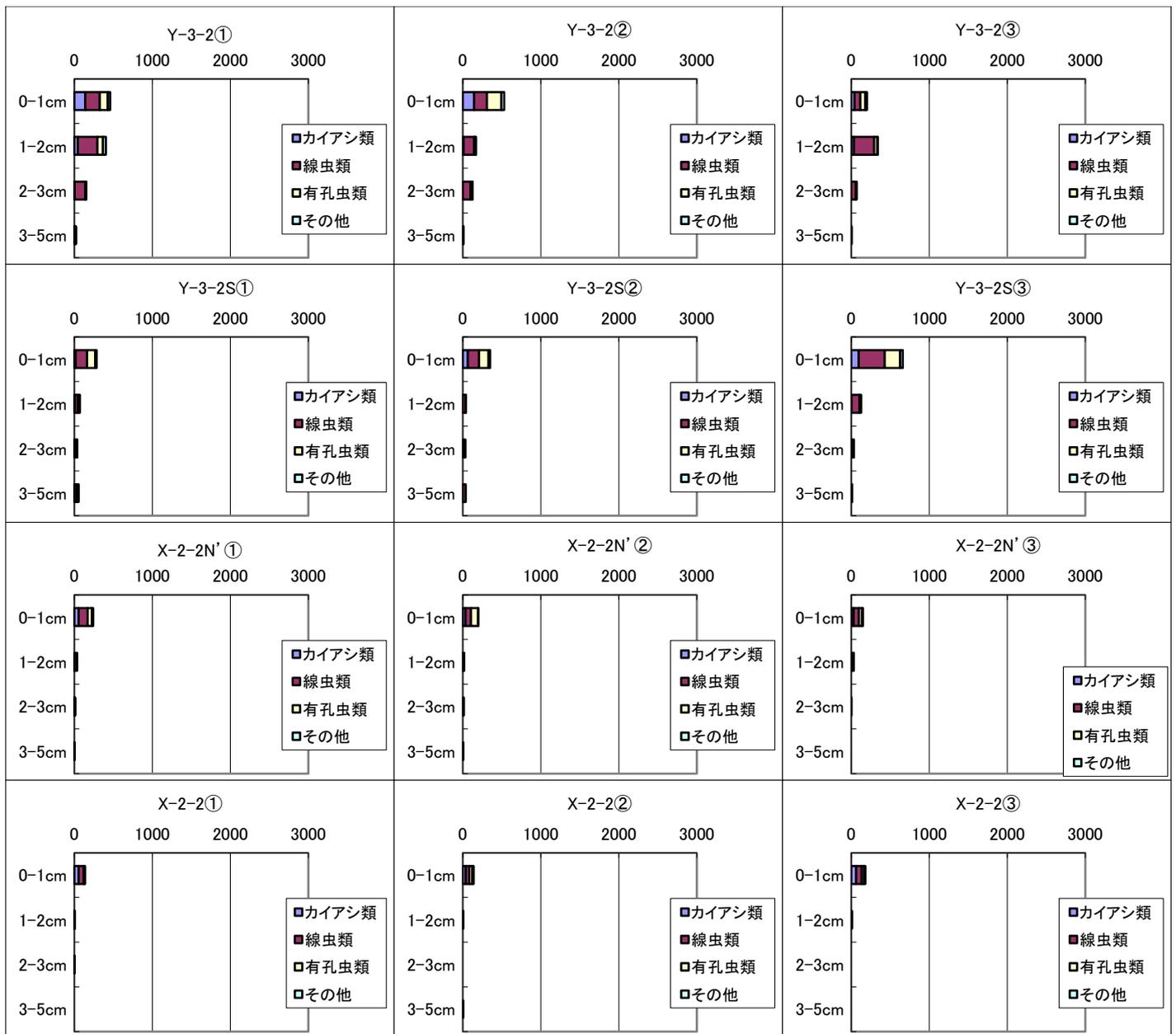


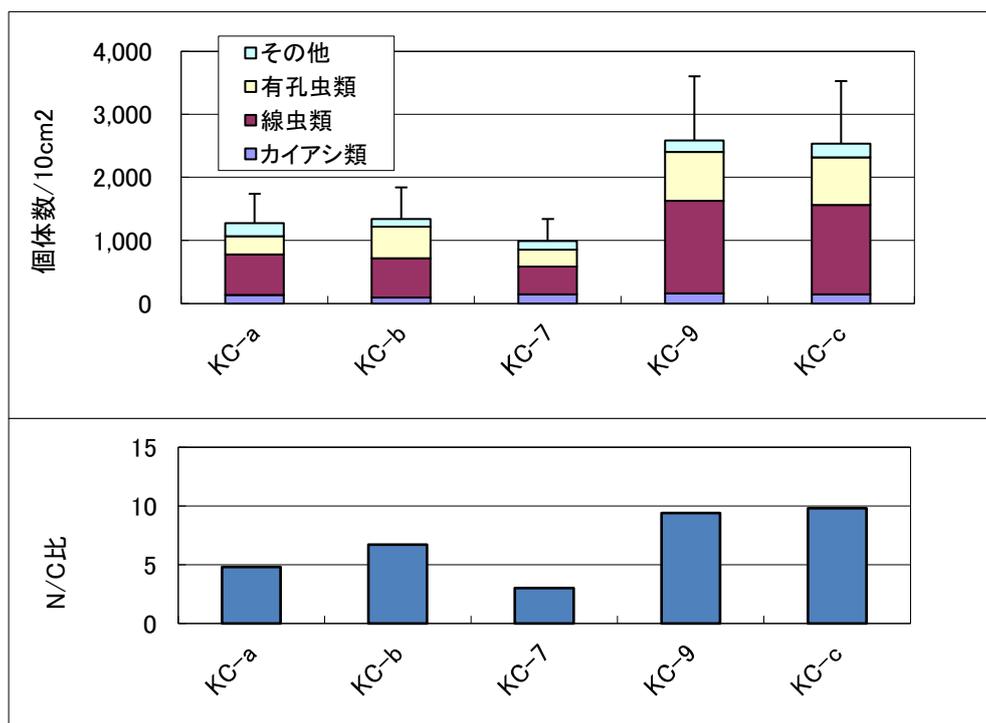
図6(1) 生物群集調査結果(メイオベントス、ホットスポット)



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 (2) 生物群集調査結果 (メイオベントス、層別個体数 (/10cm³)、ホットスポット)

測点	KC-a	KC-b	KC-7	KC-9	KC-c
水深(m)	264	344	915	1162	1236
中央粒径(μm)	98.7	81.4	10.5	10.6	10.5



注1：個体数は3試料の平均値。バーは標準偏差を表す。

注2：N/C比は線虫類の個体数/カイアシ類（ハルパクチクス目）の個体数。

<参考>平成22年度調査結果

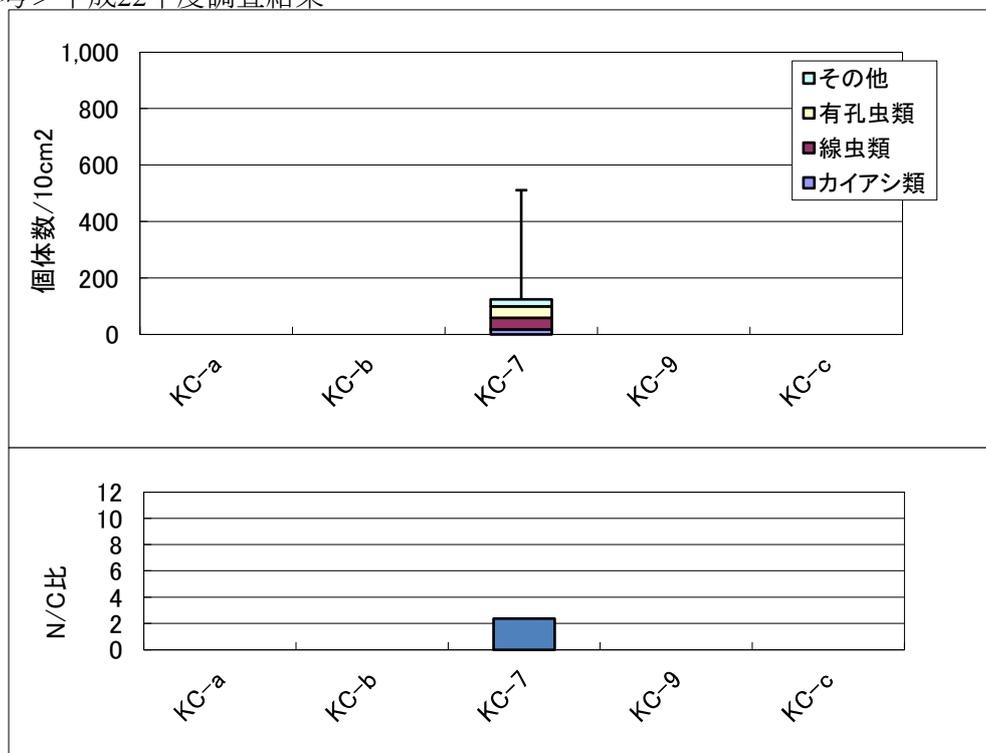
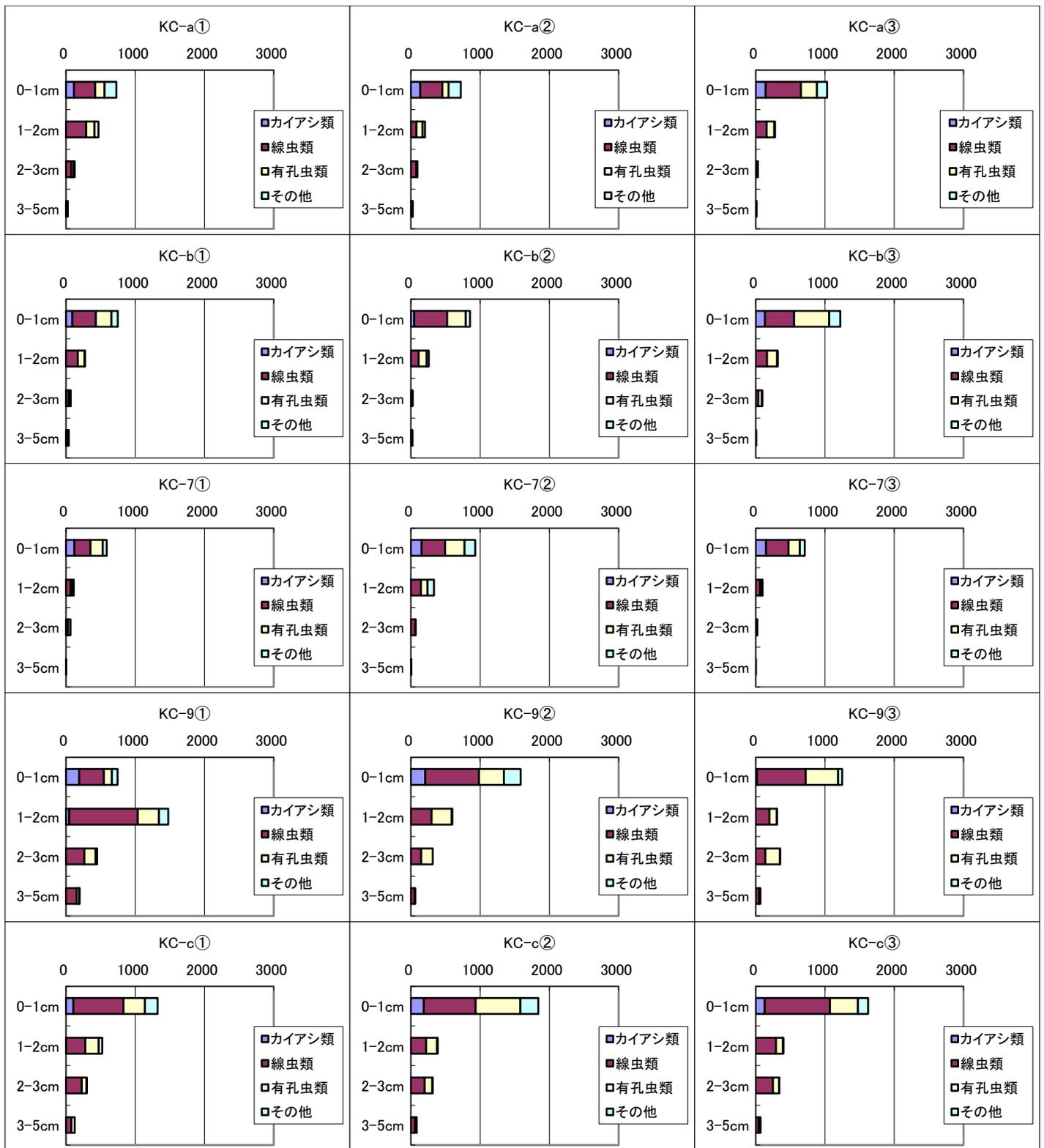


図7(1) 生物群集調査結果(メイオベントス、PCB詳細調査)



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