

平成 18 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

平成 6 年に国際的に発効した国連海洋法条約は、領海、公海、排他的経済水域、深海底、海洋環境の保全など、海洋の利用に関する問題一般を包括的に規律している条約で、この中で海洋に面する締約国には管轄権が生じる領海、排他的経済水域までの海域などの海洋環境の保全に必要な措置をとることを求めている。この条約は、平成 8 年 7 月に我が国においても発効し、我が国も我が国の排他的経済水域内の海洋環境保全に責務を有することとなった。環境省においては、我が国に課せられたこの責務を果たす一環として、平成 10 年度から、汚染物質の影響、大気経由の海洋への負荷の影響、海洋のバックグラウンドの汚染状況等を確認することを目的として、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長）の指導の下に海洋環境モニタリング調査を実施してきた。

平成 18 年度においては、陸域起源の汚染に注目した調査と廃棄物の海洋投入処分による汚染に注目した調査を実施した。陸域起源の汚染に注目した調査では、陸域起源の汚染原因物質が海洋環境にどのような影響を与えているかを把握することを目的として、生体濃度調査を実施した。廃棄物の海洋投入処分による汚染に注目した調査では、廃棄物の海洋投入処分に起因する海洋汚染の発生の有無を確認することを目的とした。

2. 調査内容

海洋環境モニタリング調査は、昭和 50 年度から平成 6 年度まで実施されていた日本近海海洋汚染実態調査（以下、日本近海調査）で得られた成果に基づいて、調査内容を追加・拡充したものとなっている。具体的には、検討会の意見を踏まえてまとめられた「海洋環境モニタリング調査指針（平成 9 年度環境庁）」に基づき、日本近海調査においても行われてきた水質調査、底質調査、プラスチック類等調査を拡充するとともに、生体濃度調査や生物群集調査を追加している。

水質調査、底質調査、生体濃度調査ではそれぞれ、海水、海底の堆積物、海洋生物体内における重金属類（カドミウムや水銀など）や有害性の高い有機化学物質（PCB やダイオキシン類など）などの濃度を測定している。

このうち、生体濃度調査は、陸域起源の汚染を対象とした調査においては、沿岸の潮間帯・海底に生息する生物としてイガイ類、沿岸の海底付近に生息する生物として底生性サメ類、沖合の表層付近に生息する生物としてイカ類、沖合の中層から底層にかけて生息する生物としてタラ類、沖合の海底付近に生息する生物として甲殻類を、それぞれの海域・水深における生物相を代表する生物として選定している（図 1）。

生物群集調査では、海底で生活する微小生物（学術的にメイオベントスに分類される生物）を対象として、その種類組成などの変化を調べている。

プラスチック類等調査では、海面を漂流するプラスチック類等のゴミが、沿岸から沖合に向かってどの様に分布しているかを把握している。

なお、このモニタリング調査が対象としている海域（我が国の排他的経済水域内）は非常に広大であり、すべての海域を1年で調査することが困難であることから、日本周辺の海域を3～5年で一巡するように調査計画を立てている。これらの調査を積み重ねることにより、経年的な海洋環境の変化を捉えるとともに、我が国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が可能となると考えられる。

3. 調査結果の概要

陸域起源の汚染を対象とした調査における生体濃度調査の試料は別途、親潮域、黒潮域、東シナ海域、日本海域で捕獲されたものを買い取り等により入手した（図1）。廃棄物等の海洋投入処分による汚染を対象として調査した海域は、図2のとおりである。水質調査、底質調査、生体濃度調査の測定項目は表1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) 生体濃度調査の結果

海洋環境モニタリング調査の特徴の一つは、海洋生物体内の重金属類や有機化学物質などの濃度を調べる生体濃度調査を実施していることである。重金属類や有機化学物質の中には、海水や底質よりも生物体内に蓄積される性質のものがある。これらの物質が海水や底質を分析しても検出できない程度のわずかな量しか存在しない場合であっても、生物を試料とすることで検出できる場合もあり、生体濃度調査は極微量の重金属類や有機化学物質が海洋環境の中でどの様に分布しているのかについて現状を把握するための有効な手段である。

重金属類や有機化学物質は、筋肉部よりも肝臓部に高濃度に蓄積されやすい性質があるため、これらがより高感度に検出できるように、底生性サメ類、イカ類、タラ類については肝臓部を分析部位とした（PCBとダイオキシン類については、他の調査との比較のため、肝臓部だけでなく筋肉部も同時に分析している）。イガイ類と甲殻類についてはそれぞれ軟体部、筋肉部を分析部位とした。

平成18年度の生体濃度調査結果を、平成10～17年度の平均値および検出範囲とあわせて図3に示した。生体濃度調査の結果については、筋肉部もしくは軟体部のPCBは、環境省「平成17年度化学物質環境実態調査」の結果の範囲内に、ダイオキシン類においても、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」等の結果の範囲内であり、全体的な傾向としては、過去8年間の値と同等の値を示していた。

以上の点より汚染の進行は特に認められなかった。

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

投入処分海域における影響把握は、投入処分が実施されている海域（投入点 Y-5-1'、Y-5-2'、Y-5-2''）と、投入処分の影響を受けていないと想定した同水深帯の海域（対照点 Y-5-1'S、Y-5-1'N、Y-5-2'W、Y-5-2''N）との比較により行った。本調査では、有機性汚泥などの投棄を認めている海域（海洋汚染防止法上のⅢ海域（直線基線から 50 海里以遠：旧 C 海域）として規定されている海域）でのみ調査を実施した。

なお、本海域においては、2000 年に Y-5-1'S 及び Y-5-2' と同一地点（Y-5-1 及び Y-5-2 対照）において調査を実施している。

(1) 水質調査結果

海水中の有機物の指標となる全有機態炭素、全有機態窒素、全リンや、重金属類、PCB、炭化水素は、どの投入処分区においても、ある程度のばらつきはあるものの、投入点と対照点は概ね同様であった（図 4）。なお、投入処分Ⅲ海域には海洋投入処分基準に適合したもののみ投入処分が実施できる。この海洋投入処分基準は投入処分後、すみやかにその現場海域が環境基準を満たすことができる濃度設定となっている。基準値適合の面からみると、本調査で得られた水質調査結果の値は、すべて環境基準値以下であった（表 2）。

(2) 底質調査結果

底質の調査結果は図 5 のとおりである。堆積物中の有機物の指標となる全有機態炭素及び全窒素については、Y-5-1'S、Y-5-2'、Y-5-2'W において周辺の測点と比較して低い値を示した。これは、堆積物の中央粒径が大きいことが考えられる。全リン、重金属類、PCB、フェニルスズ化合物、直鎖アルキルベンゼンについては、いずれの投入点と対照点においても概ね同様の値を示した。また、ダイオキシン類は、投入点 Y-5-1' で対照点と比較して高くなっていたが、特段高い値ではなかった。

ブチルスズ化合物のモノ体については、回収率が低く、信頼性が低いと考えられるため、欠測とした。モノ体を除いてブチルスズ化合物について見ると、投入点 Y-5-1' よりも対照点 Y-5-1'N において高かった。

直鎖アルキルベンゼン及びコプロスタノールは、それぞれ合成洗剤と人間などの糞便に由来する物質で、それぞれ下水及びし尿に多く含まれており、これらによる汚染の状況を示す指標として下水、し尿の海洋投入処分海域において調査を行ってきた。直鎖アルキルベンゼンは、いずれの地点においても、過去の付近海域の調査結果と比較して高い濃度で検出されたが、コプロスタノールは、同程度の値であった。下水には一部コプロスタノールも含まれることから、直鎖アルキルベンゼンだけが、過去の付近海域の調査結果と比較

して高めの濃度を示す原因については不明である。

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が、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（表 3）。

(3) 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。投入点 Y-5-1'では個体数が少なくなるような傾向は見られなかった（図 6）。しかし、投入点 Y-5-2'、Y-5-2''においては対照点と比較して個体数が有意に減少していた。投入点 Y-5-2'と対照点 Y-5-2'W については、堆積物の中央粒径が大きく異なることから、関連する環境要因の差が原因と考えられる。投入点 Y-5-2''と対照点 Y-5-2''N では、本調査において測定した環境項目の結果について、投入点と対照点とで明瞭な違いは見られなかった。そのため、今回の調査結果からは、原因を特定することはできなかった。また、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 20 未満の値であり、富栄養化による影響はほとんど起きていないと評価された。

(4) プラスチック類等調査

採取個数は Y-5-1'で多く、プラスチック製品の破片と発泡スチレンは同程度採取された（図 7）。発泡スチレンは沿岸域で多い傾向があることから、沿岸域の特徴が観測されていることが分かる。Y-5-2'においては、主な採取物はプラスチック製品の破片であり、化学繊維は採取されなかった。

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生体濃度調査においては、過去の調査と比較して特段の汚染の進行は認められなかった。廃棄物等の投入処分による汚染を対象とした調査では、九州西岸沖のⅢ海域において直鎖アルキルベンゼンが、過去の付近海域の調査結果と比較して高い濃度で検出された。また投入点 Y-5-2''では、対照点 Y-5-2''N よりメイオベントス群集の個体数が有意に減少していた。いずれも明確な原因が不明であるため、今後の調査が必要である。

4. 海洋環境モニタリング調査検討会検討員

(50音順、敬称略)

石坂 丞二	長崎大学水産学部教授
小城 春雄	北海道大学名誉教授
白山 義久	京都大学フィールド科学教育研究センター海域ステーション 瀬戸臨海実験所長
田辺 信介	愛媛大学沿岸環境科学研究センター教授
中田 英昭	長崎大学水産学部長
西田 周平	東京大学海洋研究所浮遊生物分野教授
野尻 幸宏	独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センター副センター長
橋本 鉄男	海上保安庁海洋情報部環境調査課海洋汚染調査室長
牧 秀明	独立行政法人国立環境研究所水圏環境研究領域海洋環境研究室 主任研究員

注：検討員・所属は平成19年度当時のもの

(取りまとめ協力) 日本エヌ・ユー・エス株式会社

5. 略語説明

co-PCB：コプラナ-ポリクロロビフェニル	OCDD：八塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン
DBT：ジブチルスズ	OCDF：八塩化ジベンゾフラン
DDT：ジクロロジフェニルトリクロロエタン	PCB：ポリクロロビフェニル
DPT：ジフェニルスズ	PCDD：ポリクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
HCH：ヘキサクロロシクロヘキサン	PCDF：ポリクロロジベンゾフラン
HpCDD：七塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン	PeCDD：五塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン
HpCDF：七塩化ジベンゾフラン	PeCDF：五塩化ジベンゾフラン
HxCDD：六塩化ジベンゾ-パラ-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-パラ-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	TPT：トリフェニルスズ

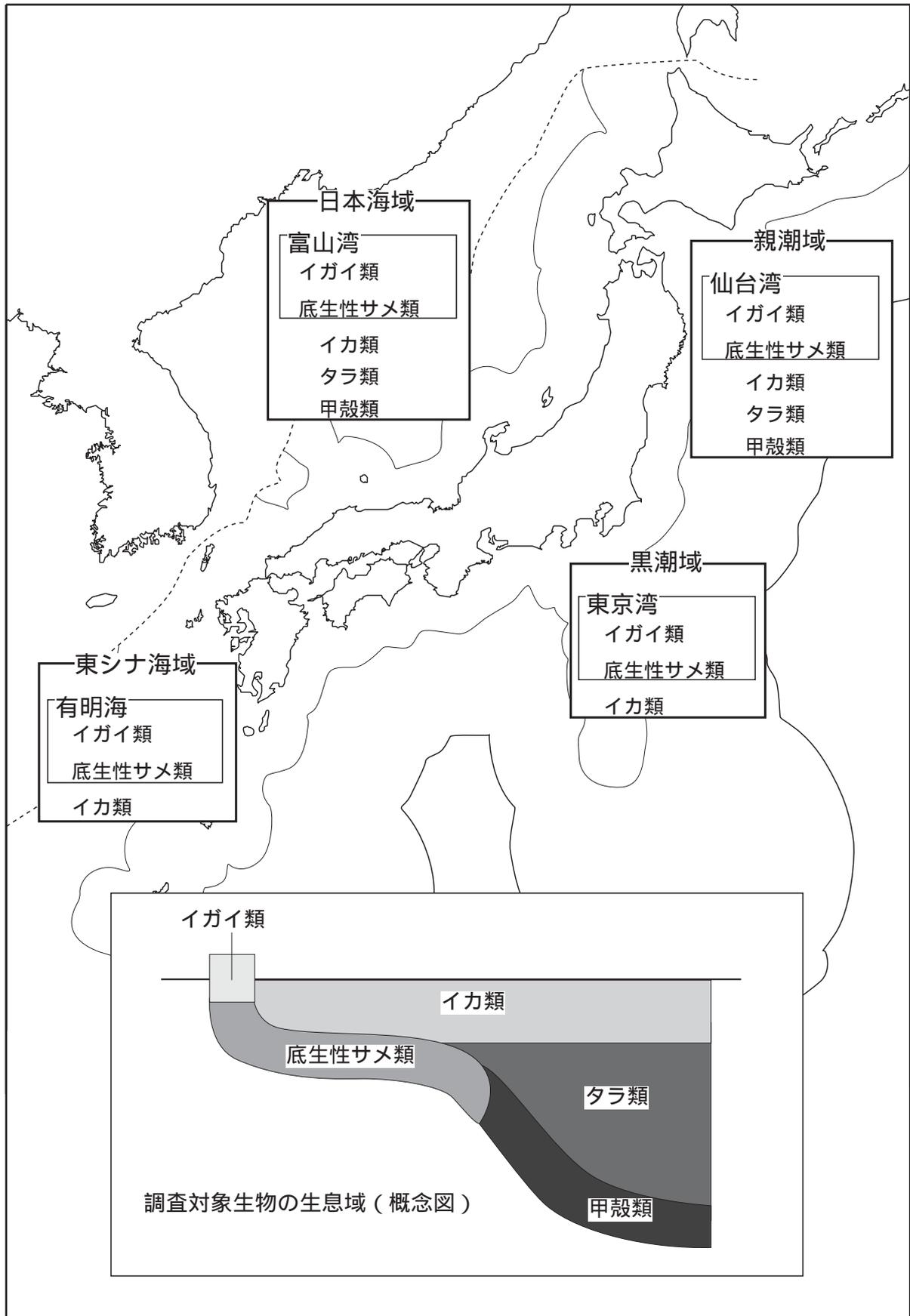
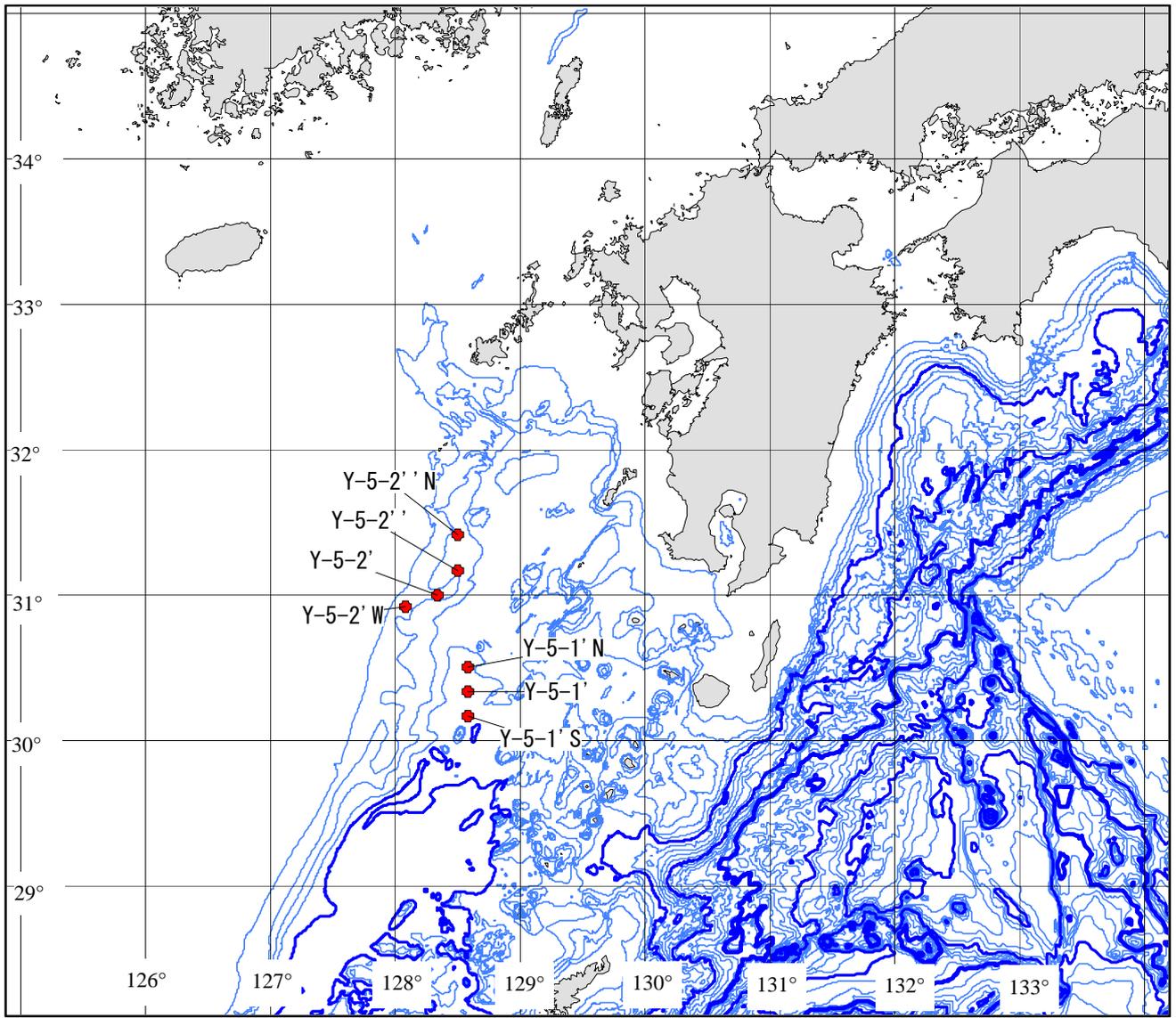


図 1 平成 18年度海洋環境モニタリング (生体濃度調査) の調査位置図



(水深は 200m ピッチ)

図 2 平成 18 年度海洋環境モニタリングの調査位置
 ※生態濃度調査を除く

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

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

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

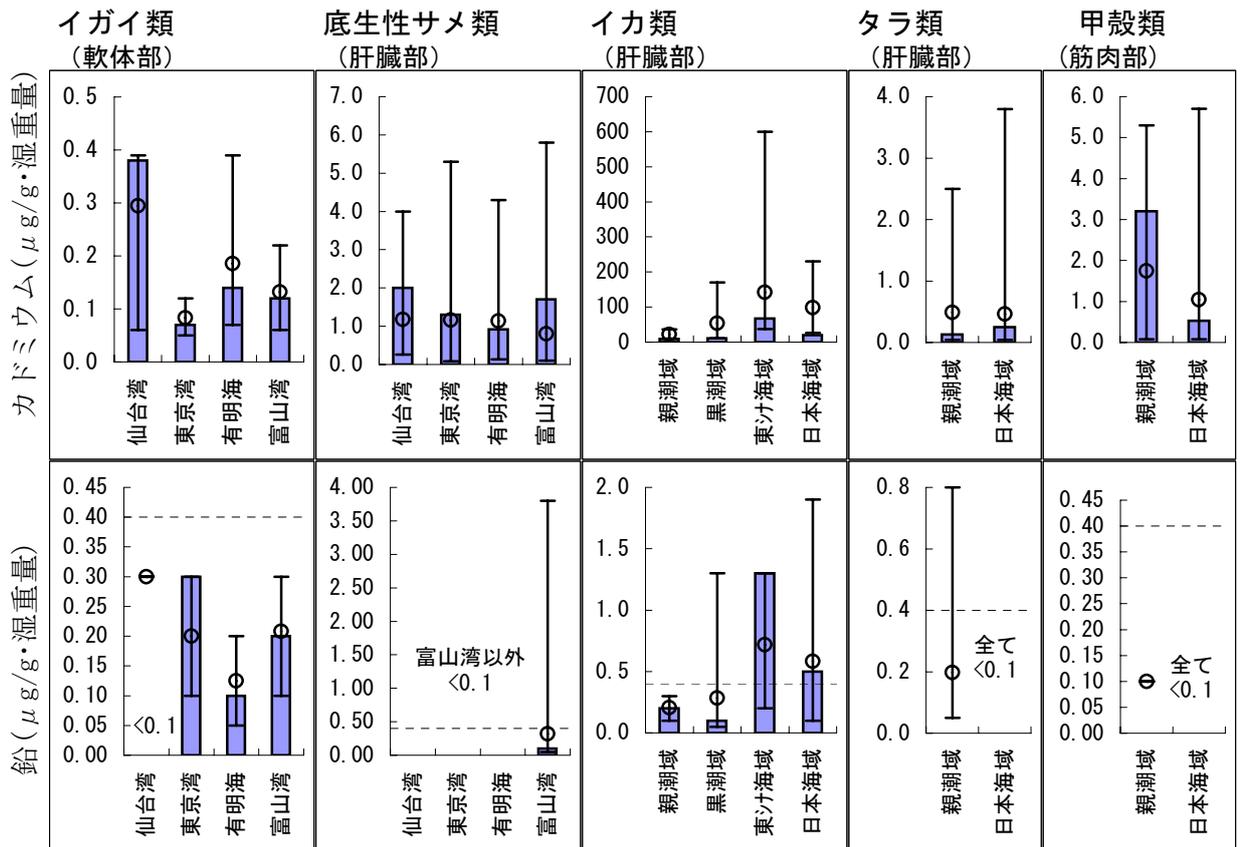
注 2 : 平成 18 年度は水質調査及び底質調査は実施しない。

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

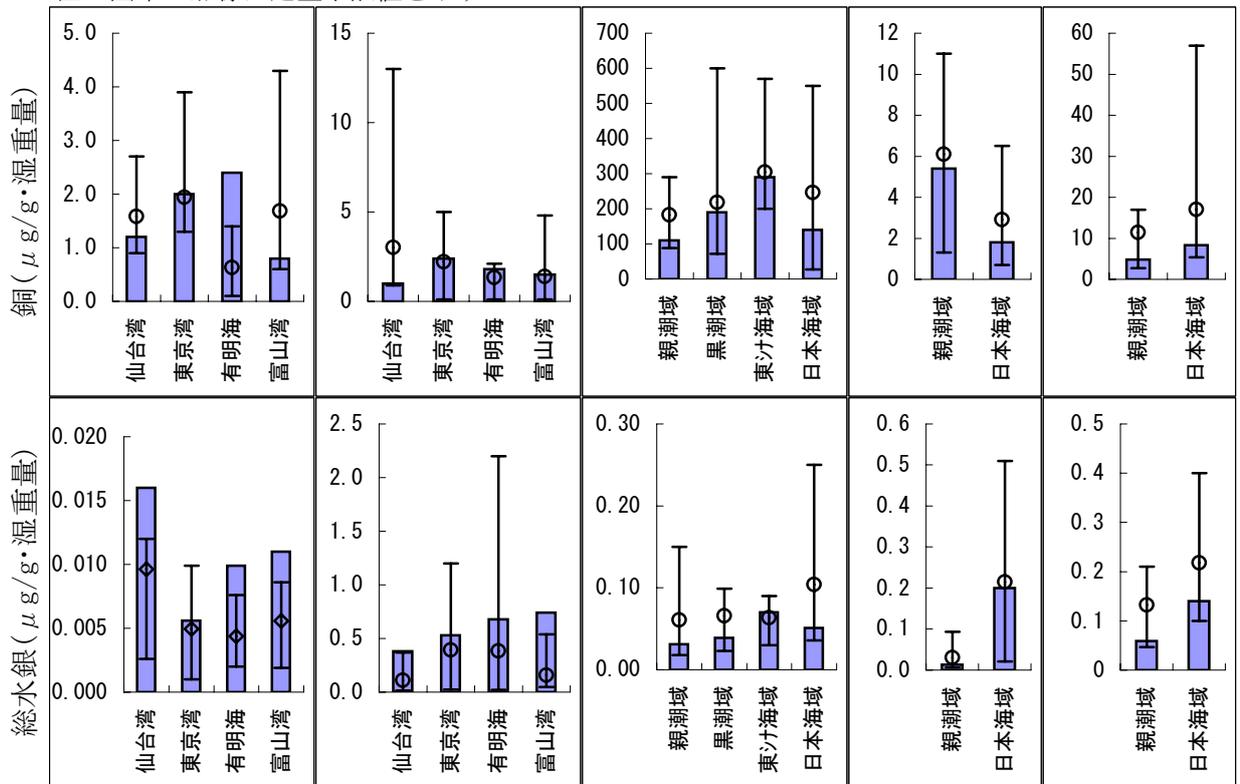
	水質調査	底質調査
一般項目	水温、塩分、溶存酸素、pH、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、リン酸性リン、溶存ケイ酸、クロロフィル <i>a</i>	粒度組成、水分含有率、全有機態炭素、全窒素、全リン、硫化物
重金属類	カドミウム、鉛、銅、総水銀、全クロム (全クロムは底質調査のみ。)	
有機塩素化合物	ポリ塩化ビフェニル (PCB) ヘキサクロシクロヘキサン (HCH) 類 : α -HCH、 β -HCH (HCH 類は Y-5-1'及び Y-5-2'の水質調査のみ)	
ダイオキシン類 (水質調査なし)	ポリクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン (PCDD) …… TeCDD : 1,3,6,8-TeCDD、1,3,7,9-TeCDD、2,3,7,8-TeCDD、PeCDD : 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	炭化水素 (HC)	—
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)	マーカー (直鎖アルキルベンゼン、コプロスタノール類 : コプロスタノール、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 18 年度は投入処分海域の生体濃度調査は実施しない。

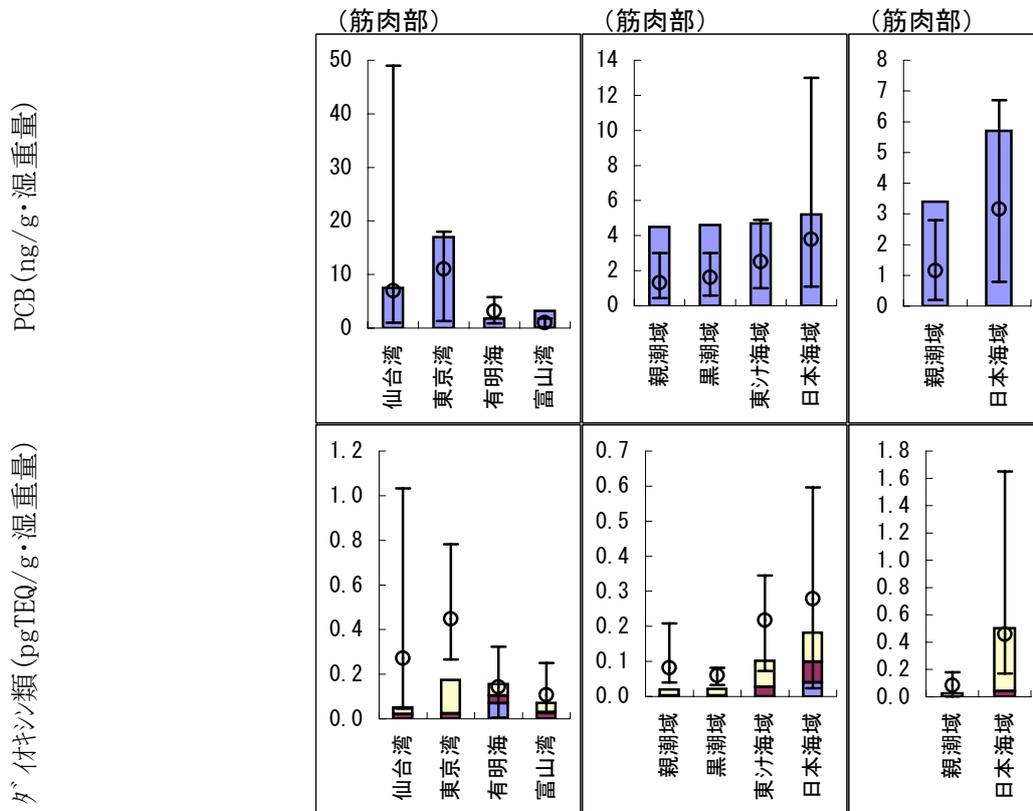
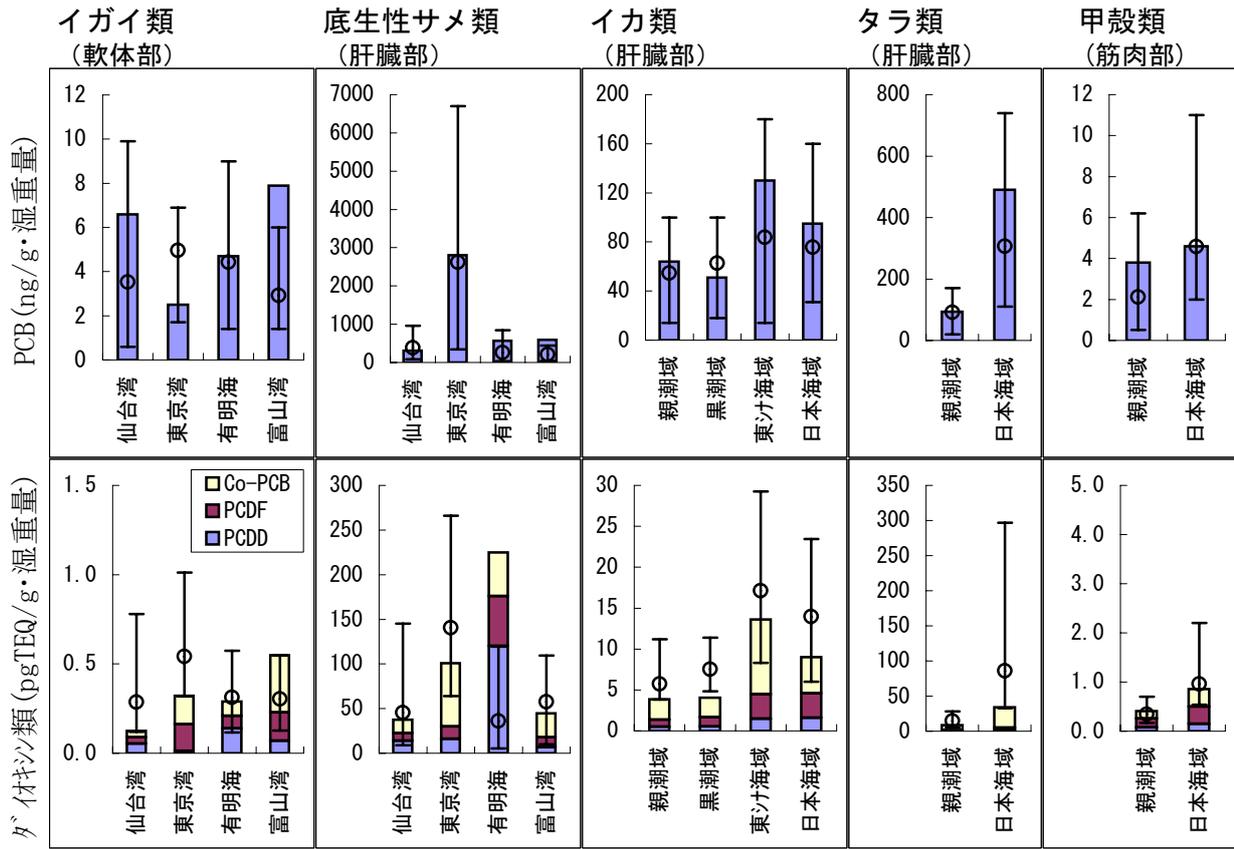


注：図中の点線は定量下限値を示す



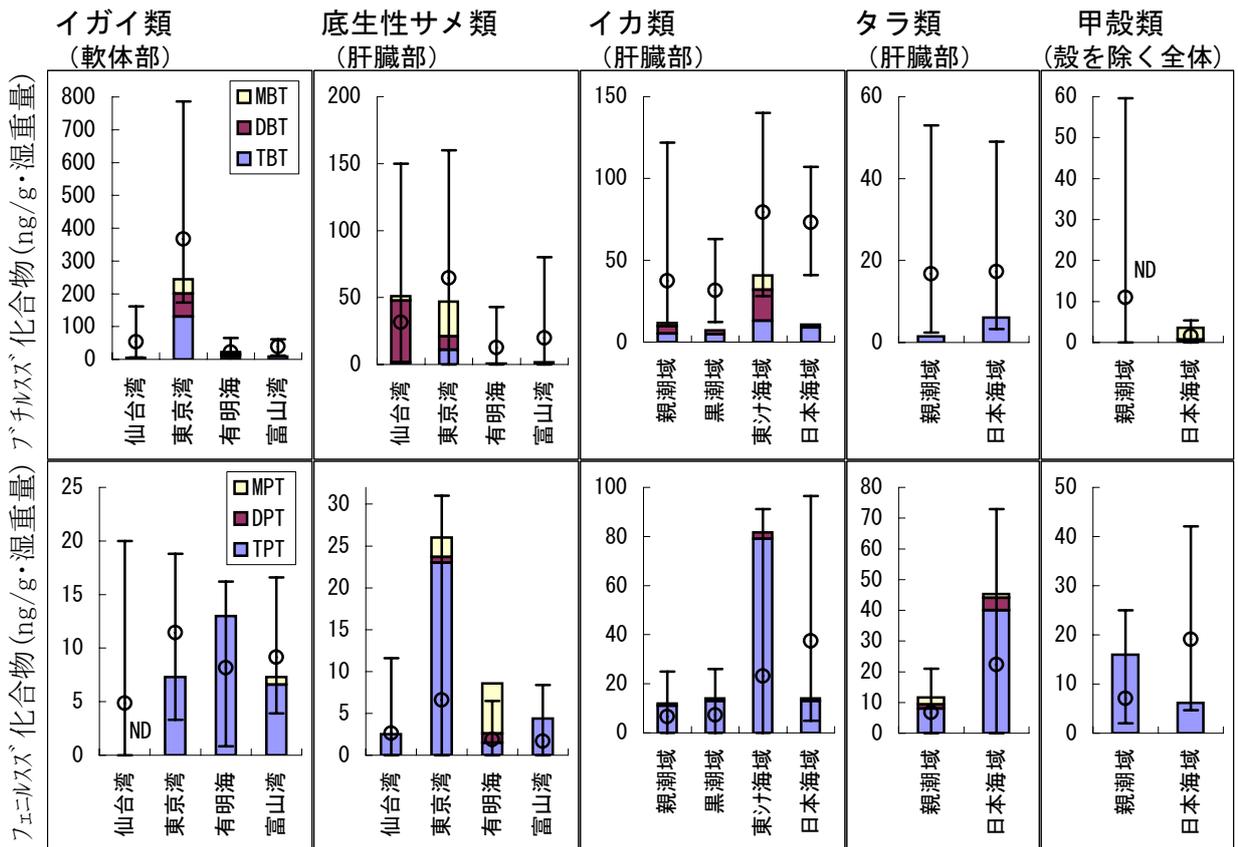
注：○と上下のバーは、H10～17年の平均値と検出範囲を表す

図3(1) 生体濃度の測定結果



注：○と上下のバーは、H10～17年の平均値と検出範囲を表す

図3(2) 生体濃度の測定結果



注：○と上下のバーは、H10～17年の平均値と検出範囲を表す

図3(3) 生体濃度の測定結果

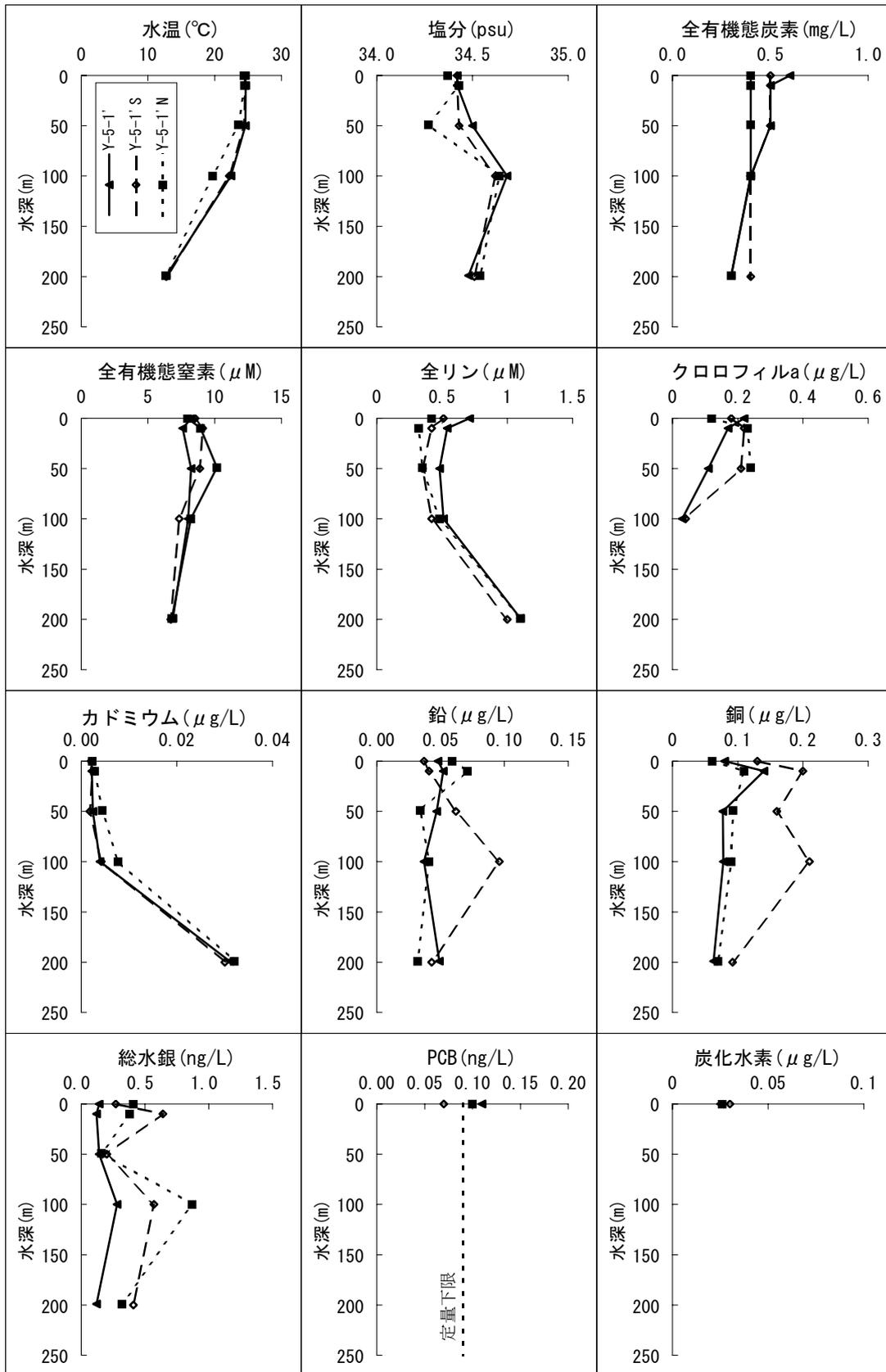


図4(1) 水質調査結果 (投入処分C海域Y-5-1')

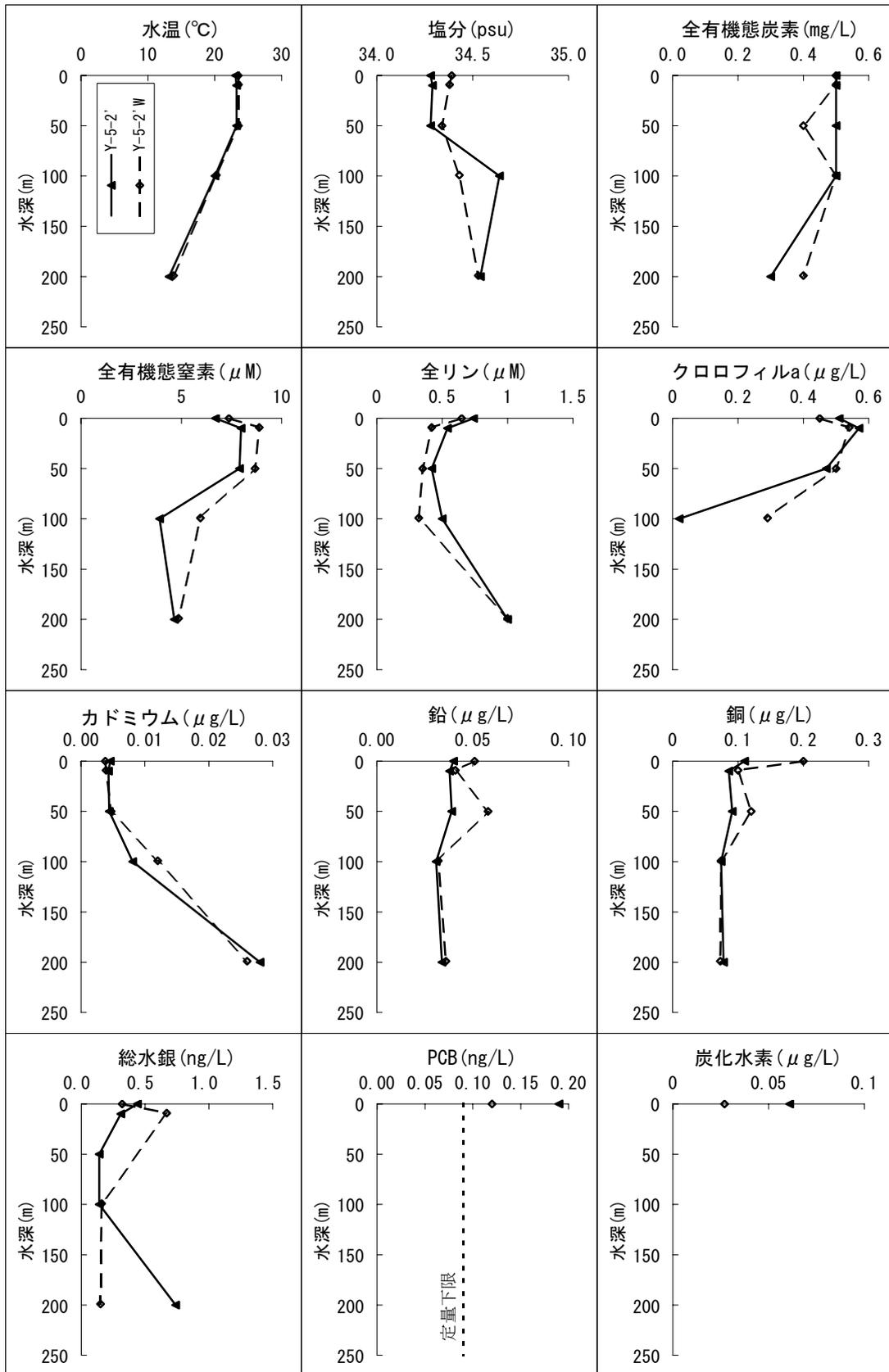


図4(2) 水質調査結果 (投入処分C海域Y-5-2')

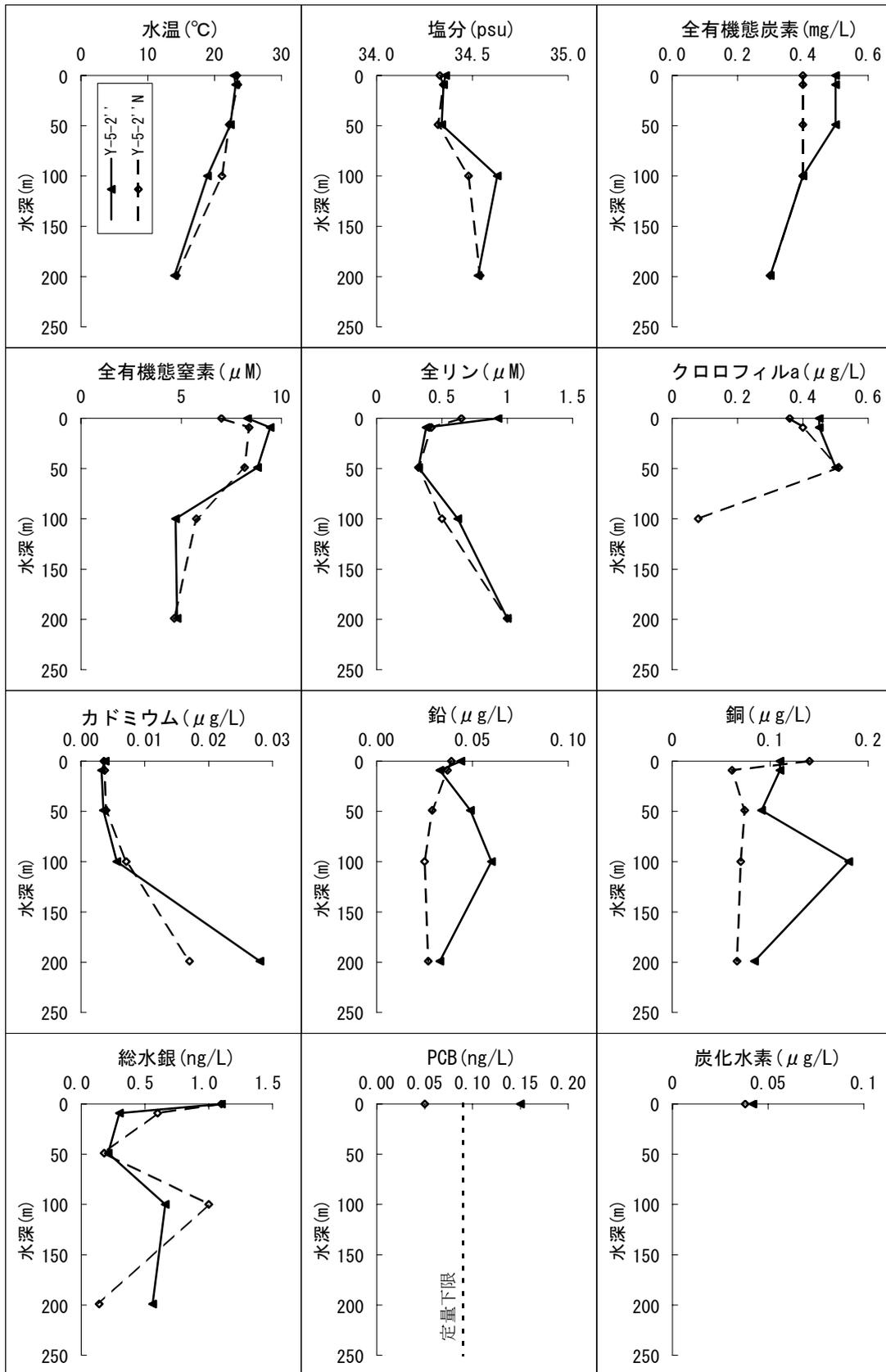


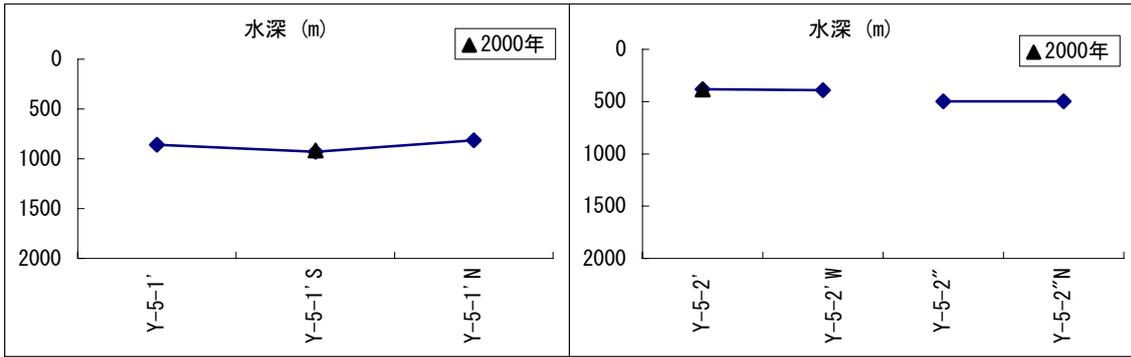
図4(3) 水質調査結果 (投入処分C海域Y-5-2'')

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	0.0000018～0.000032 mg/L (35)
鉛	0.01 mg/L 以下	0.000025～0.000096 mg/L (35)
総水銀	0.0005 mg/L 以下	0.00000003～0.0000011mg/L (35)
PCB	検出されないこと（注2）	0.00000005～0.00000019 mg/L (7)
硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素	10 mg/L 以下	0.004～1.2 mg/L (35)

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



中央粒径 (μm)

測点	Y-5-1'	Y-5-1'S	Y-5-1'N	Y-5-2'	Y-5-2'W	Y-5-2''	Y-5-2''N
2006年	8.9	168.1	6.6	228.7	91.7	6.6	9.0
2000年	-	39.6	-	153	-	-	-

注：中央粒径は、2006年はマイクロレーザー散乱法による値、2000年はJIS法による値。

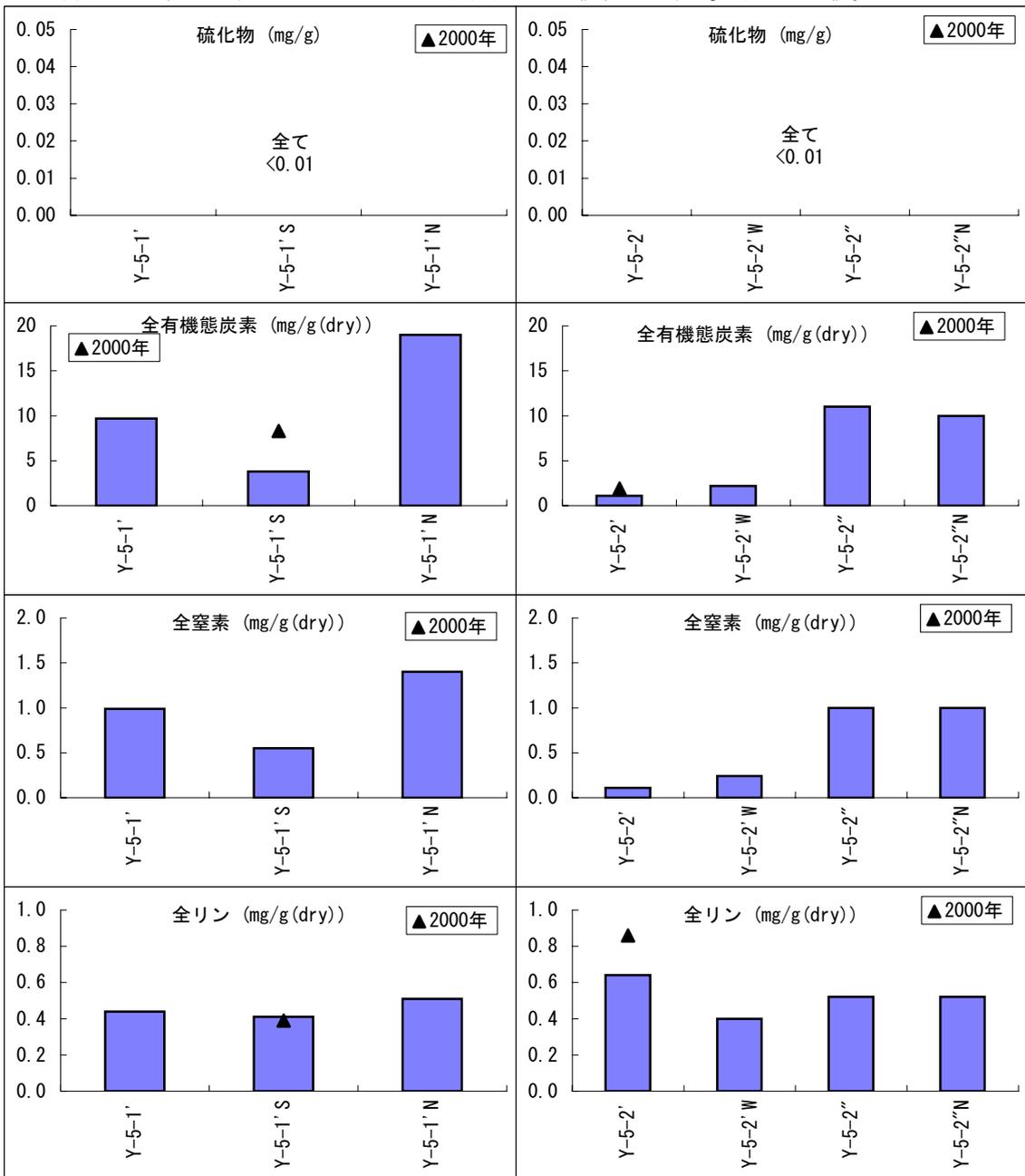


図5(1) 底質調査結果 (Y-5-1'およびY-5-2'、Y-5-2'')

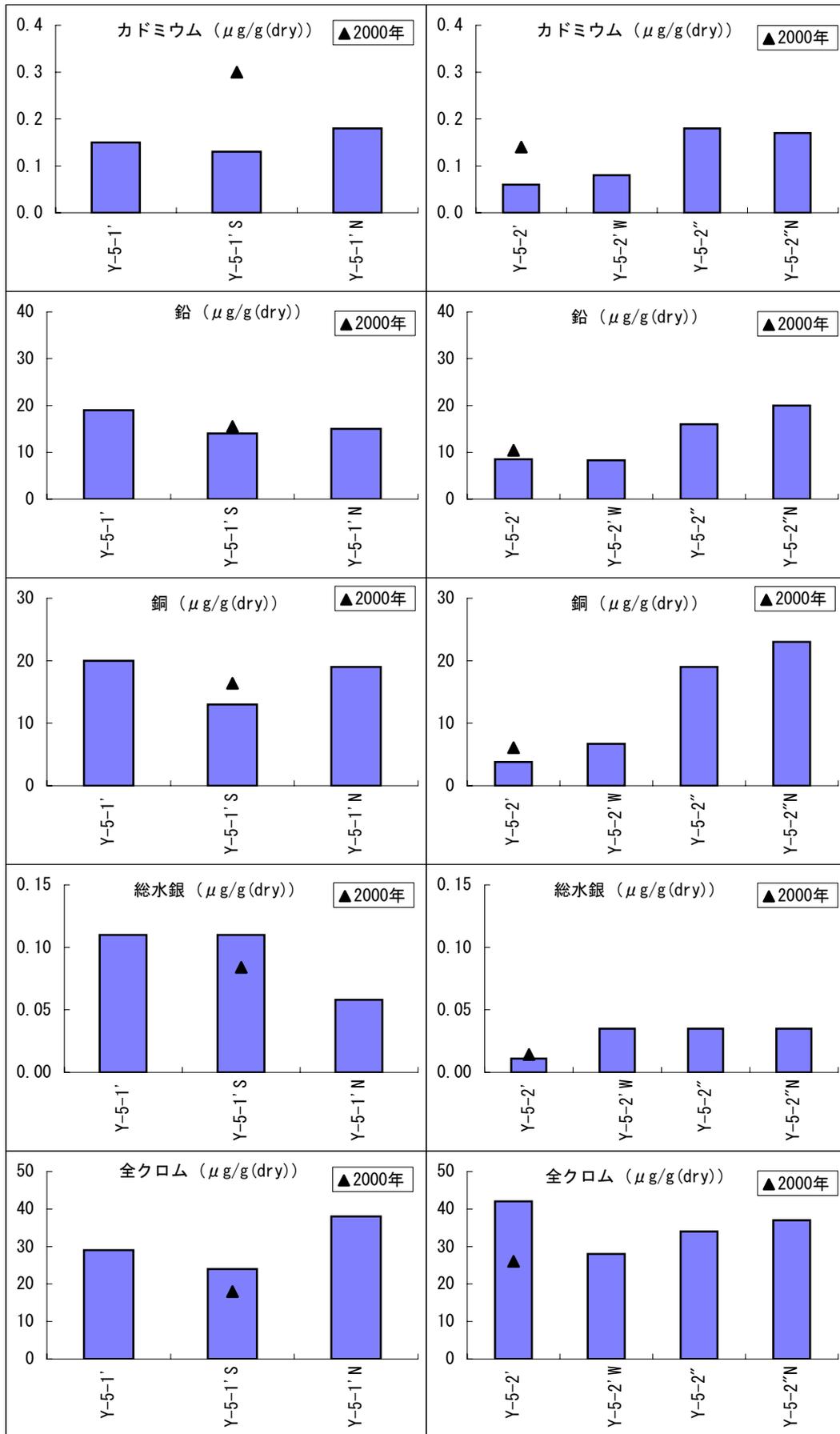
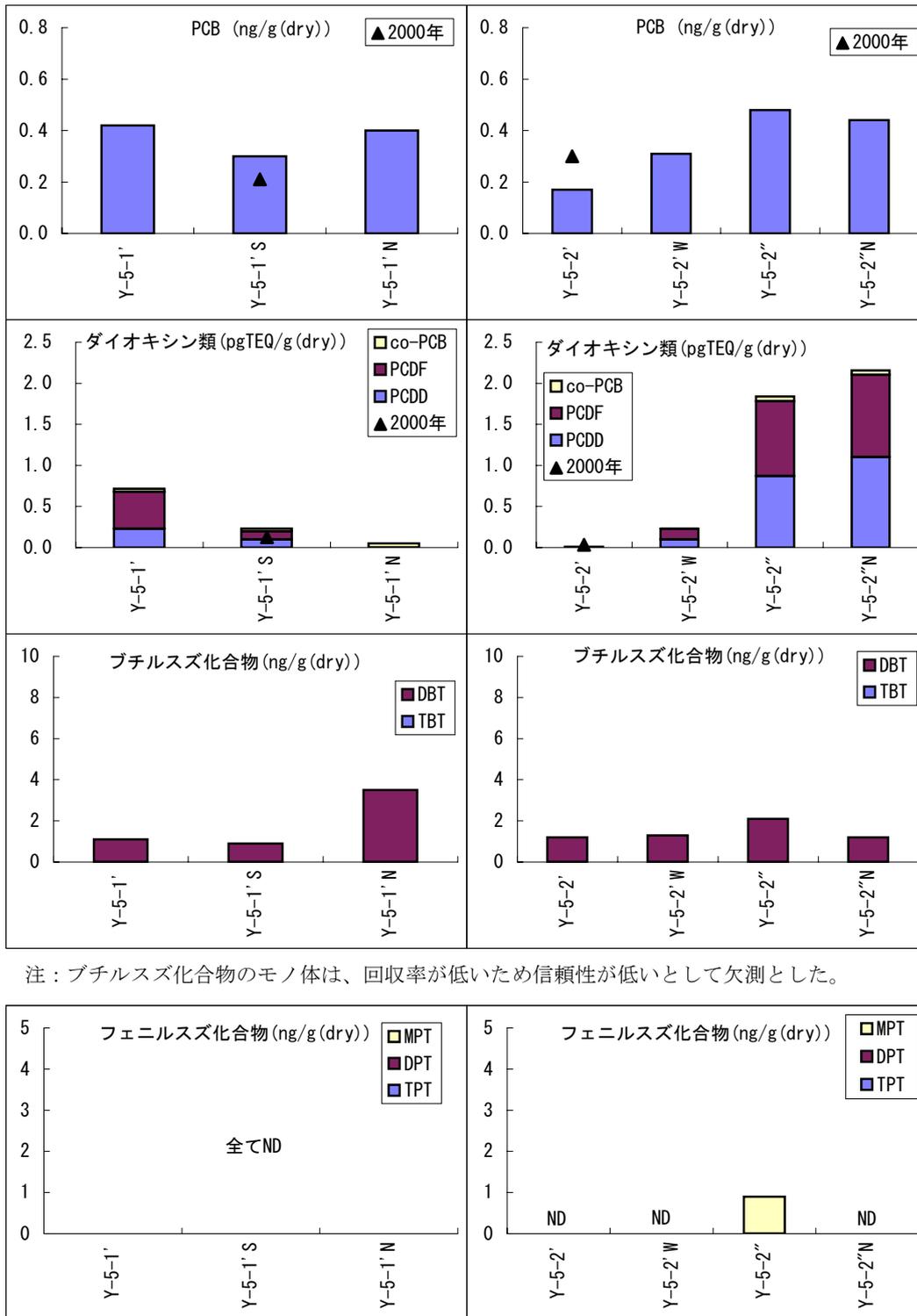


図5(2) 底質調査結果 (Y-5-1'およびY-5-2'、Y-5-2'')



注：ブチルスズ化合物のモノ体は、回収率が低いと信頼性が低いとして欠測とした。

図5(3) 底質調査結果 (Y-5-1' およびY-5-2'、Y-5-2'')

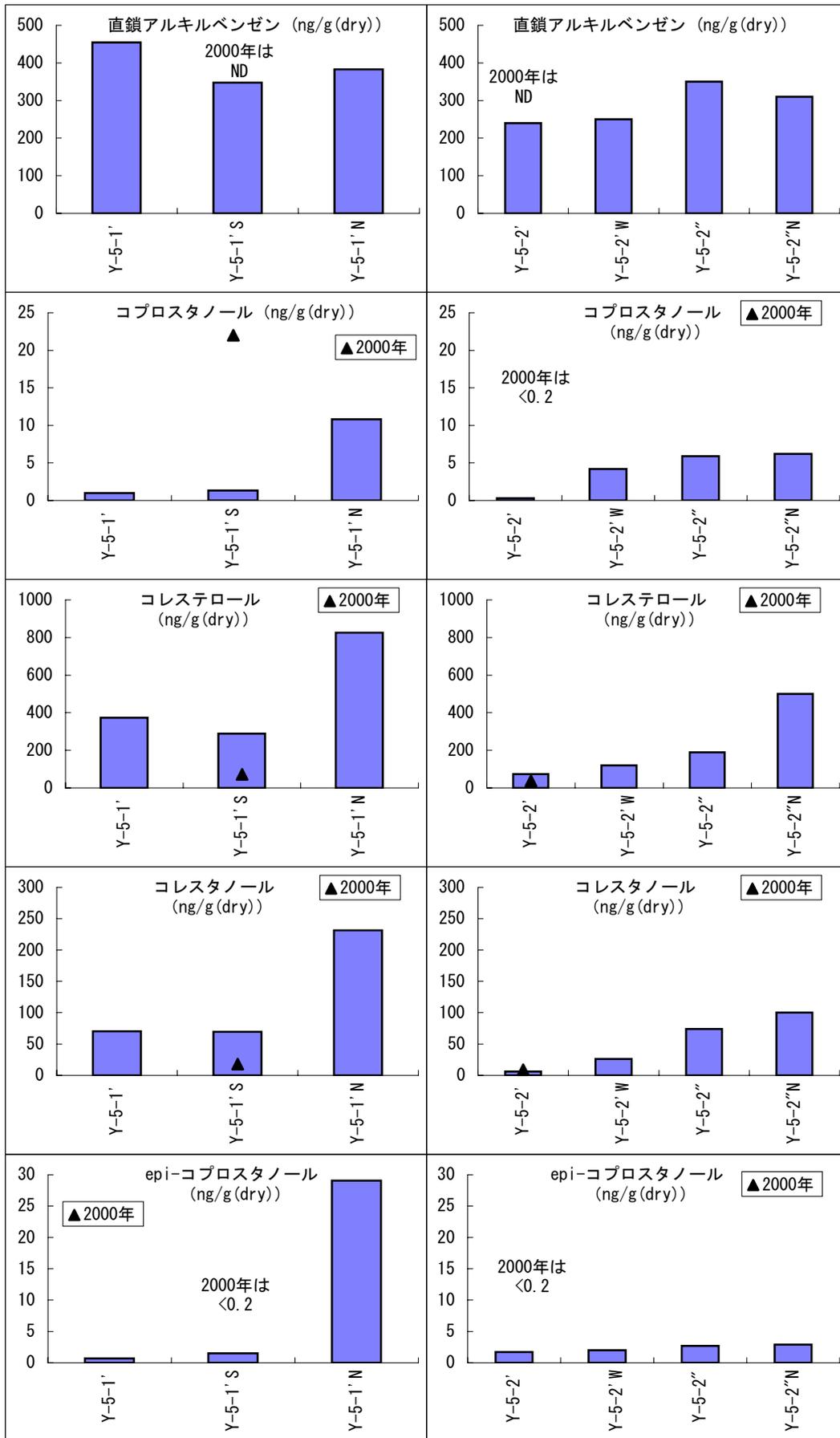


図5(4) 底質調査結果 (Y-5-1'およびY-5-2'、Y-5-2''')

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)	0.011～0.11 ppm (7)
PCB	10 ppm (暫定除去基準)	0.00017～0.00048 ppm (7)
ダイオキシン類	150 pg-TEQ/g 以下 (環境基準)	0.0091～2.2 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

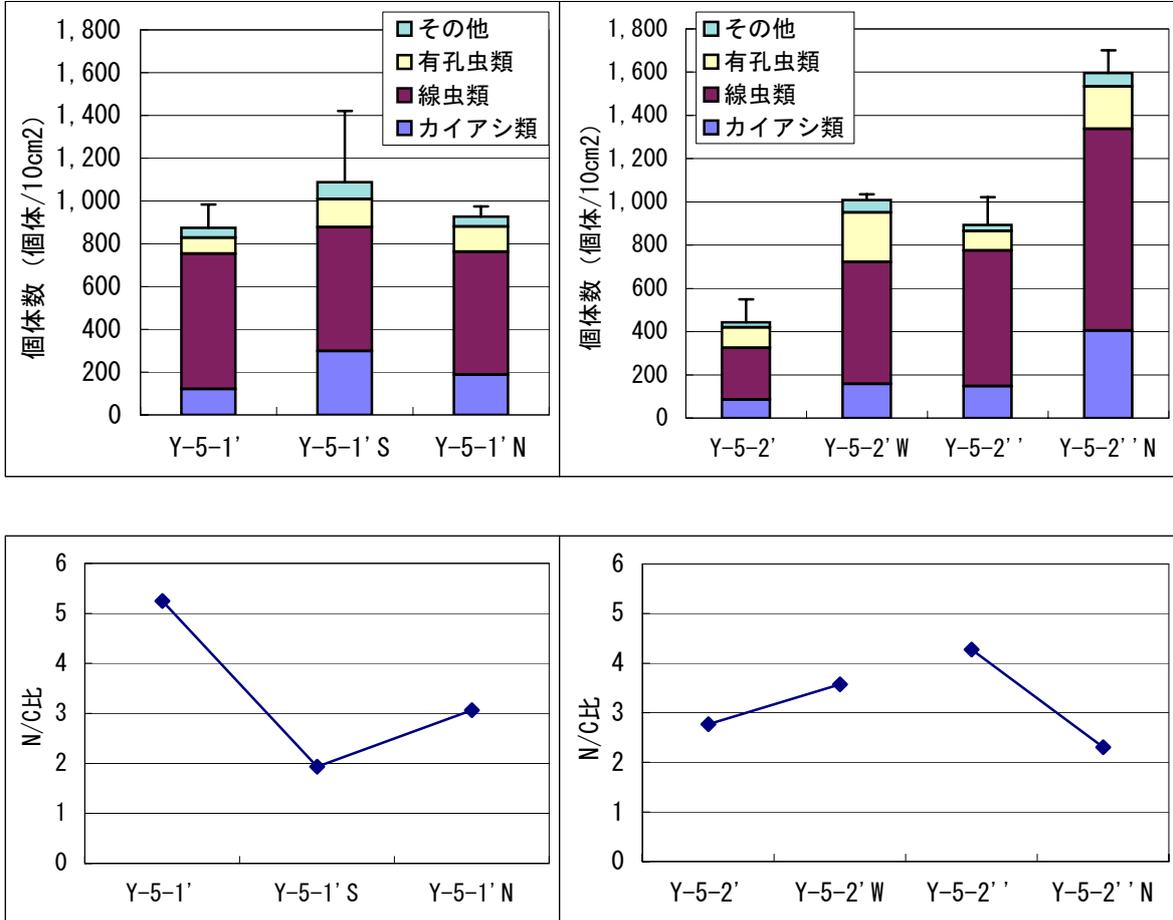
注2： $C=0.18 \times (\Delta H / J) \times (1 / S)$ (ppm)

ΔH =平均潮差 (m)、 J =溶出率、 S =安全率

例えば、 $\Delta H=1.26\text{m}$ (口永良部島)、 $J=5 \times 10^{-4}$ 、 $S=100$ とすると、

$C=4.5\text{ppm}$ となる

測点	Y-5-1'	Y-5-1'S	Y-5-1'N	Y-5-2'	Y-5-2'W	Y-5-2''	Y-5-2''N
水深(m)	859	931	814	381	390	497	498
中央粒径(μm)	8.9	168	6.6	229	92	6.6	9.0



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)

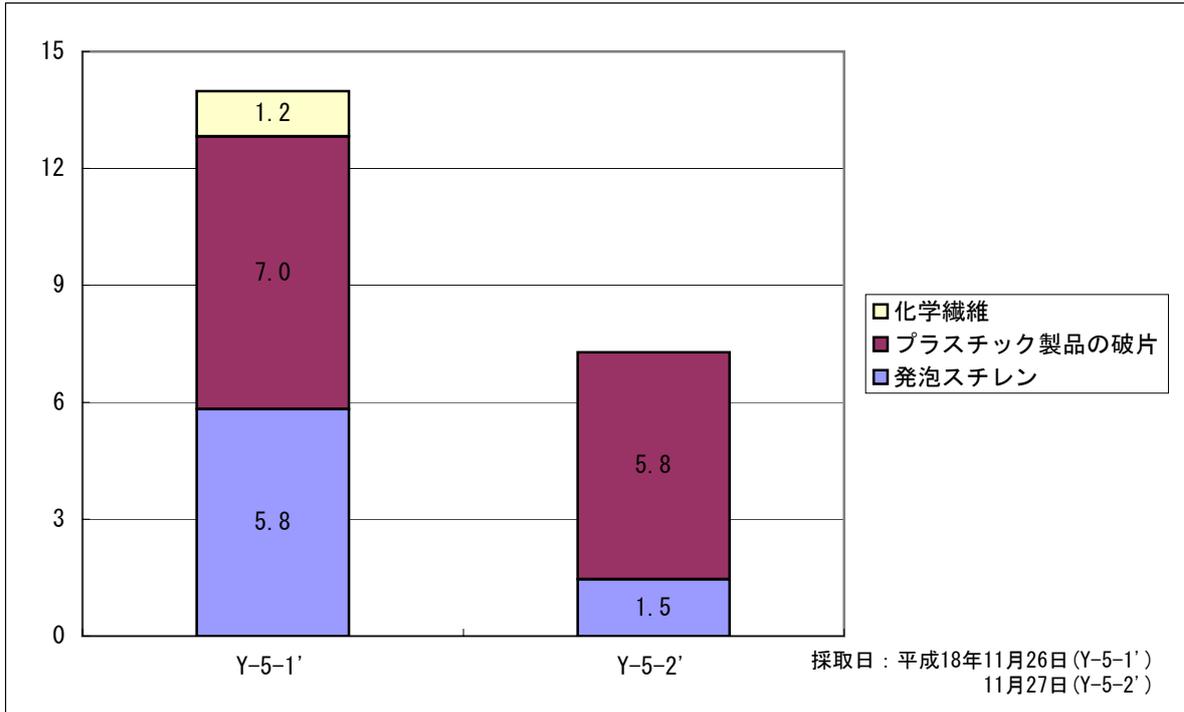


図7 (1) プラスチック類（石油由来項目）の分布（単位：千個／km²）

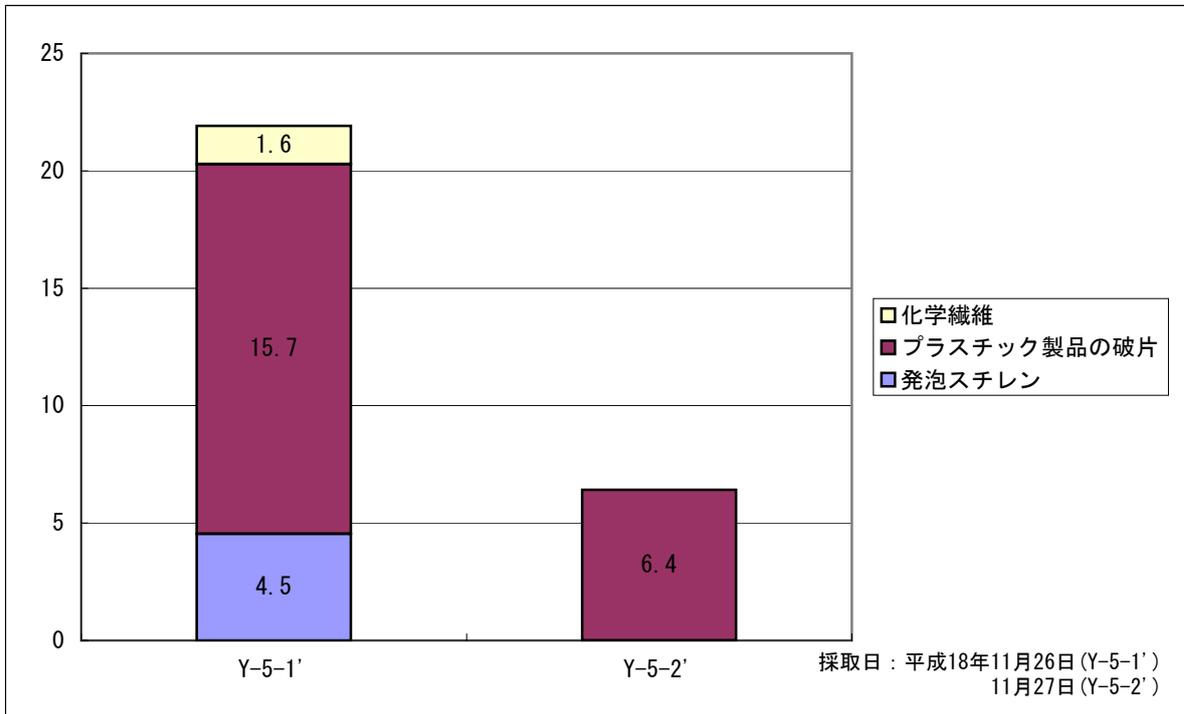


図7 (2) プラスチック類（石油由来項目）の分布（単位：g／km²）