

平成 14 年度海洋環境モニタリング調査結果について（要約）

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ます。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りました。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を海洋環境モニタリング調査検討会（座長：中田長崎大学教授）の指導の下に実施してきました。

平成 14 年度においては、陸域起源の汚染に注目した調査とプラスチック類の漂流物に注目した調査を実施しました。この調査では、特に大きな汚染原因が存在すると考えられる内湾や沿岸から、その沖合に向かっての汚染物質の分布や濃度勾配を把握することで、陸域起源の汚染原因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います。

また、ダイオキシン類やポリ塩化ビフェニル（PCB）などの残留性有機汚泥物質については、既に国内法の整備などが行われており、また、平成 16 年 5 月に発効した「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs 条約）」により、国際的にも対策が進められていることから、このような点も視野に入れつつ調査を実施しています。

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ます。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ます。

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ます。

このうち、生体濃度調査では、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んでいます(図2)。

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ます。

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ます。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ます。

3. 調査結果の概要

調査した海域は図1のとおりです。水質調査、底質調査、生体濃度調査の測定項目は表1の通りです。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ました(図2)。

(1) 水質調査の結果(図3)

重金属類はB測線、G測線とも、岸から沖合方向にはっきりとした濃度勾配は認められませんでした。東京湾内から湾外にかけての測点B-1~4において、総水銀の値が日本近海調査結果よりも低くなっているのは、環境中の濃度が減少したというよりは、分析時のコンタミネーション(実験室の空気や、使用する純水、試薬、ガラス器具などから、対象とする測定項目が混入すること)が減少したためと考えられました。一方、カドミウム、鉛、銅の値が日本近海調査よりも低くなっているのは、分析時のコンタミネーションが減少しただけでなく、陸域からの汚染負荷が減少したためと考えられました。

有機化学物質についてみると、PCBは沿岸寄りのB-1~2、G-1で高い値を示し、その他の測点では、定量下限値以下でした。HCHは、G-5を除いては定量下限値未満でした。ダイオキシン類と炭化水素は、B測線では東京湾内~湾口部の測点B-1~3で高く、沖合寄りの測点B-4~8で低くなっていました。G測線では岸沖方向にはっきりとした濃度勾配は認められず、東京湾沖合と同等の低い値を示しました。DDTは全測点で検出限界値未満、有機スズ化合物は全測点で定量下限値未満でした。

PCB、ダイオキシン類、炭化水素が東京湾で高くなっていたのは、陸域からの汚染負荷を反映しているものと考えられました。

今回調査した項目のうち、海水中のカドミウム、鉛、全水銀、PCB、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、およびダイオキシン類については環境基準が設定されています。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ました(表2)。

(2) 底質調査の結果 (図 4)

重金属類についてみると、B 測線ではカドミウムと銅は東京湾内の B-1~2 で高く、湾口部の B-3 で最も低く、沖合側の B-4~7 で再び高くなっていました。一方、鉛と総水銀は東京湾内の B-1~2 で高い値を示し、B-3~7 では低い値を示しました。全クロムは沿岸から沖合にかけてほぼ同様の値を示しました。カドミウムや銅は沖合の非汚染域では自然起源のものが人為起源のものよりも圧倒的に多く、これらが B 測線において沖合に向かって値が高くなっているのは、自然の分別過程を反映している可能性が高いと考えられました。

G 測線では、カドミウムと鉛は最も岸寄りの G-1 で高く、最も沖合に位置する G-6 で低くなっていました。銅、全水銀、全クロムは G-1~5 ではほぼ同様の値を示し、最も沖合に位置する G-6 で低くなっていました。これらの項目のうち、鉛以外の項目は概ね東京湾に比べて低い値でした。鉛については、G-1 において東京湾よりも高い値を示しました。

有機化学物質についてみると、B 測線では PCB、ダイオキシン類、有機スズ化合物、ベンゾ(a)ピレンが東京湾内の B-1~2 で高い値を示し、沖合側の B-3~7 では低い値を示しました。これらが東京湾で高くなっていたのは、陸域からの汚染負荷を反映しているものと考えられました。

G 測線では、PCB は G-2 で高く、ダイオキシン類は G-1 で高くなっていました。有機スズ化合物は定量下限値前後の低い値となっていました。ベンゾ(a)ピレンは、岸寄りの G-1 で高く、沖合にかけて減少していました。いずれも富山湾沖合では、東京湾沖合と同等の低い値となっていました。

直鎖アルキルベンゼン及びコプロスタノールは、それぞれ下水及びし尿に多く含まれる物質であり、これらによる汚染の状況を示す指標として平成 10~13 年度に下水、し尿の海洋投入処分海域において調査を行ってきました。ただし、これら 2 種類の化学物質は陸域からの負荷により海中濃度が増加する可能性もありますので、本年度の調査ではその影響の程度を把握する目的で、B 測線、G 測線においてこれらの物質の濃度を測定しました。直鎖アルキルベンゼン、コプロスタノールとも、全ての測点で検出されました。沖合域における測定値は、これまで投入処分海域で観測された値と同様のレベルであり、これらが投入処分によるものか、陸域からの影響なのかあるいはもともとのバックグラウンドレベルなのかについては、今後さらにデータを収集した上で、解析を進めることとしています。

今回調査した項目のうち、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ます。これらの基準と本モニタリング結果を比較すると、いずれの項目で基準値以下となっていたと考えられます。(底質

の暫定除去基準はそれぞれの調査測線に近い沿岸における計算値と比較しました。) (表 3)。

(3) 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が、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の実施です。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ります。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す。

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ました (PCB とダイオキシン類については、肝臓部だけでなく筋肉部も同時に分析しています)。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ました。

平成 14 年度の生体濃度調査結果を 10~13 年度の調査結果とあわせて図 5 に示しました。カドミウム、銅、総水銀については、湿重量当りの濃度を示しました。PCB、ダイオキシン類、有機スズ化合物は、主として脂質部分に蓄積されると考えられるため、湿重量当りの濃度に加え、脂質量当りに換算した濃度も示しました。

対象物質・対象生物・対象海域ごとに各年の結果の推移をみると、年によってばらつきがあり、これまでの結果からは、はっきりとした経年変化を示すことはできません。ただし、全体的な傾向としては、どの年も同程度の値を示す項目が多くなっていました。

平成 14 年度の値に着目すると、10~13 年度の値に比べてやや高くなっているものがありました。例えば、脂質量当りの PCB は富山湾のイガイ類 (軟体部) と、4 海域のイカ類 (筋肉部)、日本海域のタラ類 (筋肉部) で高くなっていました。また、脂質量当りのダイオキシン類は、東シナ海域のイカ類 (肝臓部・筋肉部) と、日本海域のタラ類 (筋肉部) で高くなっていました。ただし、筋肉部や軟体部のように脂質量の少ない部位では、脂質量が少し変わるだけで脂質量当りの分析項目の値が大きく変わります。先の値の多くは脂肪含量の変動に由来するものと考えられました。生物体内の調査項目の濃度は、海水や堆積物の汚染を反映するだけでなく、体長や時期等によっても変動すると考えられます。今後データをさらに蓄積し、経年変化を明らかにしていく予定です。

海域について平成 10~14 年度の 5 年分を平均すると、銅は、タラ類 (肝臓部) では親潮域が相対的に高い値を示しました。総水銀は、タラ類 (肝臓部) では日本海域が相対的に高い値を示しました。PCB は、底生性サメ類 (肝臓部) では黒潮域が、タラ類

(肝臓部)では日本海域が相対的に高い値を示しました。ダイオキシン類は、底生性サメ類(肝臓部)では親潮域が、イカ類(肝臓部)では東シナ海域と日本海域が、タラ類(肝臓部)では日本海域が相対的に高い値を示しました。ブチルスズ化合物は、イガイ類では黒潮域が相対的に高い値を示しました。フェニルスズ化合物は、イカ類(肝臓部)では日本海域が相対的に高い値を示しました。

ダイオキシン類の同族体及び異性体組成(図6)を海域間で比較したところ、イガイ類とイカ類(肝臓部)については海域により違いがみられました。ダイオキシン類は、燃焼や農薬などの汚染源ごとに異なる組成比をもつことから、これらは、汚染の由来の違いに起因すると考えられ、今後さらにデータを蓄積したうえで解析する予定です。

なお、平成14年度の調査における筋肉部もしくは軟体部のPCBおよびダイオキシン類は、環境省等が別途実施している調査の範囲内の値でした。

(4) プラスチック類等調査(図7)

B測線では、東京湾の外側に位置するB-4で最も多くの数量の浮遊性プラスチック類が観測されました。G測線では、沿岸寄りのG-1で最も多く観測されました。

平成11年度の調査ではB測線、G測線の平均値はそれぞれ92,000個/km²、350,000個/km²でしたが、今回の観測結果はそれぞれ10,000個/km²、82,000個/km²と少なくなっていました。これは、平成14年度の調査においてはネットの曳網方法に問題があったためと考えられたため、平成15年度の調査では改善を行っています。(平成15年度結果は解析中。)

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	北海道大学水産学部教授
木幡 邦男	独立行政法人 国立環境研究所流域圏環境管理プロジェクト 海域環境管理研究チーム 総合研究官
白山 義久	京都大学理学部附属瀬戸臨海実験所教授
田辺 信介	愛媛大学沿岸環境科学研究センター教授
中田 英昭	長崎大学水産学部教授
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温暖化研究プロジェクト 炭素循環研究チーム 総合研究官
宮本 哲司	海上保安庁海洋情報部海洋調査課海洋汚染調査室長

注：検討員・所属は平成14年度当時のもの

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