

札幌市の内分泌かく乱化学物質の測定結果について

中島純夫 立野英嗣 南部佳弘 水嶋好清 三觜 雄

要 旨

平成 11 年度より平成 21 年度までに札幌市衛生研究所で実施した大気、河川水質、河川底質に係る内分泌かく乱化学物質の調査結果について今後の化学物質対策に資するため、測定上の問題や測定値の評価等を実施した。

1. はじめに

1997 年に出版された『奪われし未来』を機会に一般にも注目されるようになった内分泌かく乱化学物質は、1998 年 5 月に当時の環境庁が示した「環境ホルモン戦略計画 SPEED '98」によって、「内分泌攪乱作用を有すると疑われる化学物質」67 物質がリストアップされ、全国的な調査が開始された。札幌市衛生研究所では、平成 11 年度より調査を実施するとともに、環境局環境対策課でも平成 12～16 年度までの 5 ヶ年計画で大気、河川水質、河川底質の調査を当衛生研究所に依頼し、実施している。

調査対象化学物質は、SPEED '98 対象物質のうち大気試料は、5 観測局でフタル酸エステル類等の 10 物質、水質及び底質は、PCB (1～10 塩素化物)、アルキルフェノール類 9 物質、フタル酸エステル類 9 物質、天然女性ホルモン、芳香族炭化水素、有機スズ等の調査を行っている。内分泌かく乱化学物質の評価には、それまでの農薬等の測定で必要とされた $\mu\text{g/L}$ レベルの測定では不十分で、 ng/L レベルの測定が必要と考えられた。これにより、分析技術が向上するとともに GC/MS 等の機器整備も進んだが、フタル酸エステル類やノニルフェノールの様に試験室の内外を問わず広範囲に使用されていることから、ブランク値が検出レベルに近似する物質もあったため、測定精度評価法や検出下限、定量下限の算出法も進歩した。環境省の環境ホルモン対策も平成 17 年の EXTEND2005 を経て、平成 22 年度の EXTEND2010 には、諸外国の動向をまとめた上で今後 5 年間の方針を提示している。

一方、現在の化学物質問題では、野生生物やヒト

暴露等に係るリスク評価とリスク管理が重要である。従って、内分泌かく乱化学物質のみでなく、化審法や PRTR 法等に基づいた広範囲な視点での化学物質対策が求められている。

札幌市衛生研究所でも環境省の化学物質環境実態調査(エコ調査)等に参加し、分析法の開発や大気、水質、底質等の調査を実施し、環境測定技術レベルの向上、本市の環境リスクの把握と評価に努めている。

本報告は、これらの背景を踏まえ、過去に衛生研究所環境科学課(現生活科学課)で実施した内分泌かく乱化学物質調査結果で得られた知見を評価し、今後の化学物質対策に資する目的でまとめたものである。

2. 調査対象化学物質と分析法の概要

2-1 調査対象の選定

本市においてこれまで実施した環境ホルモン関連調査の対象となった化学物質は、SPEED '98 に掲げられた PCB、アルキルフェノール類、フタル酸エステル類、天然女性ホルモン等 22 物質である(表 1)。項目選定の理由は、アルキルフェノール類は、全国の調査結果と平成 11 年～12 年に当所で実施した検出状況に基づくものであり、4-ニトロトルエン、フタル酸ジプロピル、フタル酸ジペンチル、フタル酸ジヘキシルについては、内分泌攪乱化学物質問題検討委員会(平成 12 年 11 月、環境省)にて、優先してリスク評価に取り組む物質とされ、全国調査で検出されている物質である。天然女性ホルモン β -エストラジオール等が選定されたのは、存在量が少なく

表1 対象物質

物 質 名	主 な 用 途
ポリ塩化ビフェニル類(PCB) トリブチルスズ トリフェニルスズ	熱媒体, ノンカーボン紙電気製品 船底塗料, 漁網の防腐剤 船底塗料, 漁網の防腐剤
アルキルフェノール類 4-t-ブチルフェノール, 4-n-ヘブチルフェノール, 4-ニルフェノール 4-t-オクチルフェノール, 4-n-オクチルフェノール	界面活性剤の原料, 油性フェノール樹脂の原料
ベンゾ[a]ピレン ベンゾフェノン 4-ニトロトルエン ビスフェノールA 2,4-ジクロロフェノール オクタクロロスチレン	非意図的生成物 医療品合成原料, 保香剤等 2,4-ジニトロトルエンなどの中間体 樹脂の原料 染料中間体 有機塩素系化合物の副生成物
フタル酸ジエチル フタル酸ジプロピル フタル酸ジ-n-ブチル フタル酸ジペンチル フタル酸ジヘキシル フタル酸ブチルベンジル フタル酸ジシクロヘキシル フタル酸ジ-2-エチルヘキシル アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	プラスチックの可塑剤 (日本では生産されていない) プラスチックの可塑剤 (日本では生産されていない) (日本では生産されていない) プラスチックの可塑剤 プラスチックの可塑剤 プラスチックの可塑剤 プラスチックの可塑剤
17β-エストラジオール 17α-エストラジオール エチニルエストラジオール スチレン3量体	人畜由来ホルモンの女性ホルモン 人畜由来ホルモンの女性ホルモン 人畜由来ホルモン(経口避妊薬ピルの主成分) スチレンモノマー重合時における副産物

てもホルモン活性が高いと考えられ、河川生態系への影響が懸念されたためである。

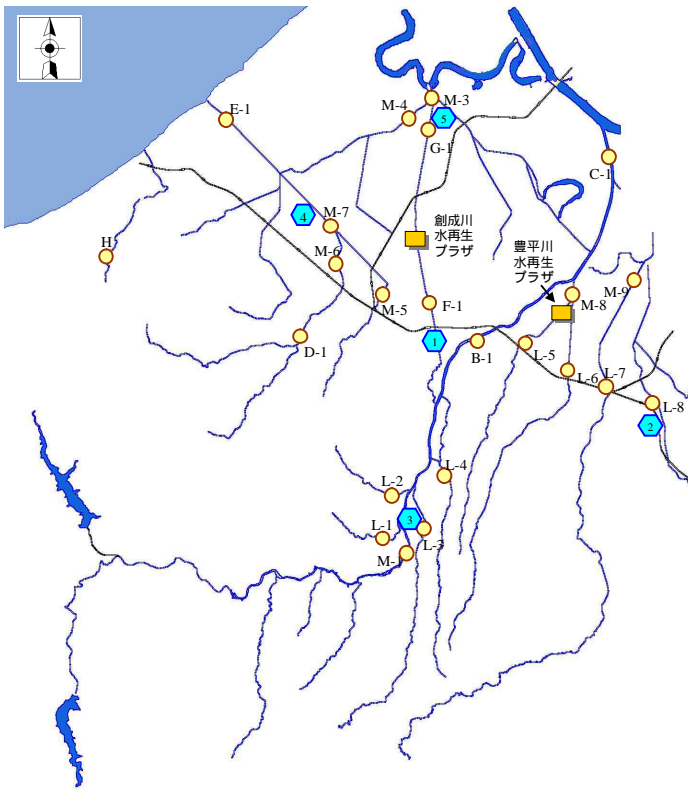
2-2 分析法

内分泌かく乱化学物質の分析法には、平成10年10月に環境庁(現環境省)水質保全局水質管理課から「外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル(水質、底質、水生生物)」が示され、基本的には、これに基づいて測定が行われた。前処理には、有機溶媒使用量の少ない固相抽出法も積極的に採用された。平成10年当時の分析機器の主流は、従来の検出器に比較し測定精度が高い、キャピラリーガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)であったが、GC/MSで環境中の内分泌かく乱化学物質評価に必要なレベルで測定するには、従来の有機化学物質の測定法に比較し「ブランク値の低減、前処理技術の向上」誘導体化法の選択、等の課題があった。プラスチックに添加されるフタル酸ジ-2-エチルヘキシル等のフタル酸エステル類やノニルフェノールの測定では「の問題が顕著であり、これらの物質が試験室内を

含めた環境中に広く存在しているため、捕集剤、器具、試薬、純水等の操作に用いるあらゆるものからの溶媒洗浄や加熱によるブランク値低減がはかられた。しかし、化学物質によってはブランク値を低減が不可能に近く、対策として、操作ブランク試験やトラベルブランク(試料採取容器に純水を入れ、試料採取箇所ですり取りの間にトラベルブランク試料の蓋を開放し、試料採取後蓋を閉める操作をした試料)等の工夫を行った。しかし、ブランクやトラベルブランク間のバラツキも大きい場合もあり、定量下限値を低い濃度に保つには細心の注意が必要となった。また、アルキルフェノール類やβ-エストラジオール等の女性ホルモン等を高感度で測定するには、誘導体化が欠かせない技術であったが、操作が煩雑となり、誘導体化にもトリメチルシリル化、メチル化、エチル化、ペンタフルオロベンジル化等の種々の方法があり、その操作は熟練を要するものであった。また、誘導体化は煩雑な工程が加わるため、1試料当たりの前処理時間も長くなった。

表2 分析法の概要

対象物質	フタル酸ジエチル	フタル酸ジプロピル	フタル酸 n-ブチル	フタル酸 n-ペンチル	フタル酸シクロヘキシル	フタル酸ジフェニル	フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)	フタル酸ジシクロヘキシル	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	フタル酸イソノル				
大気試料	平成13年度 ガラス繊維ろ紙 - 超音波抽出 (DCM) - 遠心分離 - 濃縮-GC/MS													
大気試料	平成14年度 ガラス繊維ろ紙 + エムポアディスク - 超音波抽出 (DCM) - 遠心分離 - 濃縮-GC/MS													
対象物質	多環化ビフェニル (PCB)	多環化フェニル類	ビスフェノールA	2,4-ジクロロエノール	フタル酸エステル類	フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)	ベンゾ[a]ピレン	ベンゾ[e]ピレン	オキサクロリスレン	トリブチルスズトリアセテート	17-β-エストロゲン	17-α-エストロゲン	エチニルエストロゲン	ステレン3量体
水質試料	H11年度 ヘキササン抽出-アルカリ分解-シリカゲルカラム-GC/MS	pH3 - DCM抽出-シリカゲルカラム-GC/MS	NaCl添加 - DCM抽出-TMS化-GC/MS	NaCl添加-溶媒抽出-GC/MS	NaCl添加-溶媒抽出-GC/MS	NaCl添加-ヘキササン抽出-GC/MS	NaCl添加-ヘキササン抽出-GC/MS	NaCl添加-ヘキササン抽出-GC/MS	HC1酸性-ヘキササン抽出-プロピル化-GC/MS	固相抽出-加熱分解-ELISA	固相抽出-加熱分解-ELISA	固相抽出-加熱分解-ELISA	固相抽出-加熱分解-ELISA	NaCl添加-ヘキササン抽出-GC/MS
H12年度														
H13年度														
H14年度														
H15年度														
H16年度														
H17年度														
H18年度														
H19年度	固相抽出-LC/MS/MS	固相抽出-LC/MS/MS	固相抽出-LC/MS/MS											
H20年度														
H21年度														
底質試料	H11 ヘキササン抽出-アルカリ分解-硫酸処理-シリカゲルカラム-GC/MS	pH3-アセトン抽出-DCM抽出-シリカゲルカラム-GC/MS	pH3-アセトン抽出-DCM抽出-シリカゲルカラム-TMS化-GC/MS	ACN抽出-GC/MS	ヘキササン抽出-アルカリ分解-硫酸処理-シリカゲルカラム-GC/MS	ヘキササン抽出-アルカリ分解-硫酸処理-シリカゲルカラム-GC/MS	ヘキササン抽出-アルカリ分解-硫酸処理-シリカゲルカラム-GC/MS	ヘキササン抽出-アルカリ分解-硫酸処理-シリカゲルカラム-GC/MS	HCl酸性 MeOH-酢酸エチル抽出-酢酸エチル-ヘキササン抽出-イオン交換精製-プロピル化-GC/MS	固相抽出-加熱分解-ELISA	固相抽出-加熱分解-ELISA	固相抽出-加熱分解-ELISA	固相抽出-加熱分解-ELISA	ヘキササン抽出-アルカリ分解-硫酸処理-シリカゲルカラム-GC/MS
H12														
H13														
H14														
H15														
H16														



媒体	記号	地点名
大気	1	北1条大気汚染観測局
	2	厚別大気汚染観測局
	3	南保健センター
	4	西清掃事務所
	5	篠路大気観測局
水質・底質	A-1	白川浄水場取水口
	B-1	東橋
	C-1	中沼
	M-1	藻南橋
	L-1	川沿橋
	L-2	北の沢橋
	L-3	五輪小橋
	L-4	精進川放水路分派前
	L-5	望月寒鉄北橋
	L-6	月寒鉄北橋
	L-7	厚別鉄北橋
	L-8	水恋橋
	M-3	茨戸橋
	M-4	菟寒六号橋
	M-5	新川橋
	M-6	八軒橋
	M-7	福積橋
	M-8	東栄橋
	M-9	厚別七号橋
	D-1	西野浄水場取水口
E-1	第一新川橋	
F-1	北16条橋	
G-1	茨戸耕北橋	
H	宮町浄水場取水口	

図1 調査地点

β-エストロジオール等の女性ホルモンやエチニルエストロジオール等の合成ホルモンは当初 ELISA 法での測定が提示されたが、交差反応により GC/MS 法に比較し、高い値となる傾向があるため、測定精度に問題があると考えられ、誘導体化-GC/MS 法が主に用いられた。現在では、β-エストロジオール等女性ホルモンは誘導体化の必要が無く高感度で測定可能な液体クロマトグラフ質量分析計(LC/MS/MS)によって測定するのが主流となっている。

表2に平成21年度までに衛生研究所で実施した内分分泌かく乱化学物質試験法の概要を示した。

2-3 調査地点

調査地点は、大気は、平成13年度から15年度に5観測局、水質及び底質は、主な24環境基準点を選定し、調査を実施した(図1)。平成19年度~21年度については、水質のみ、検出事例のあるアルキルフェノール類5物質、天然ホルモン(α-エストロジオール、β-エストロジオール)と合成ホルモンであるエチニルエストロジオールの8物質を測定している。平成21年度の水質は、河川5地点に加え、豊平

川及び創成川水再生プラザ放流水の調査も実施している。

3. 測定結果

平成11年度~21年度までの内分分泌かく乱化学物質の測定結果を表3~5に示した。

大気試料のフタル酸エステル類の捕集は、平成13年度はガラス繊維フィルター(Whatman、直径47mm)を用いたが、平成14年度はガラス繊維フィルターとエムポアディスク(3M、C18、直径47mm)とを組み合わせた捕集材を用いた。

平成13年度以降の水質及び底質試料中のPCB定量下限値が低いのは、ダイオキシン測定用の二重収束型ガスクロマトグラフ質量分析計(HR-GC/MS)で測定したためである。また、平成12年度の底質PCB定量下限値は、1μg/kgと高い値となっている。定量下限値が異なる測定結果について基本統計量を示すのは問題があるが、大気、水質試料については、定量された化学物質のみの最大値、底質について、平均値と中央値も示した。

表3 大気試料のフタル酸エステル類測定結果

調査年月日	物質名	(単位:ng/m ³)									
		フタル酸ジエチル	フタル酸ジプロピル	フタル酸-n-ブチル	フタル酸-n-ペンチル	フタル酸ジヘキシル	フタル酸ブチルベンジル	アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	フタル酸ジシクロヘキシル	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	フタル酸イソノニル
		最大値		33						49	
	検出数 / 測定回数	0 / 20	0 / 20	10 / 20	0 / 20	0 / 20	0 / 20	0 / 20	0 / 20	5 / 20	0 / 20
H13.3.26	定量下限	5.7	4.0	60	3.0	30	3.0	4.0	3.0	110	140
	北1条大気汚染観測局	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	厚別大気汚染観測局	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	南保健センター	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	西清掃事務所	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	篠路大気汚染観測局	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H13.10.9	定量下限	2.9	4.0	3.0	3.0	30	1.2	4.0	1.8	8.4	140
	北1条大気汚染観測局	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	厚別大気汚染観測局	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	南保健センター	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	西清掃事務所	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	篠路大気汚染観測局	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H14.10.8	定量下限	0.9	1.2	-	0.9	9	0.36	1.5	0.54	2.5	42
	北1条大気汚染観測局	ND	ND	19	ND	ND	ND	ND	ND	28	ND
	厚別大気汚染観測局	ND	ND	16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	南保健センター	ND	ND	17	ND	ND	ND	ND	ND	22	ND
	西清掃事務所	ND	ND	12	ND	ND	ND	ND	ND	26	ND
	篠路大気汚染観測局	ND	ND	33	ND	ND	ND	ND	ND	19	ND
H15.1.10	定量下限	0.9	1.2	-	0.9	9	0.36	1.5	0.54	2.5	42
	北1条大気汚染観測局	ND	ND	21	ND	ND	ND	ND	ND	49	ND
	厚別大気汚染観測局	ND	ND	14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	南保健センター	ND	ND	13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	西清掃事務所	ND	ND	13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	篠路大気汚染観測局	ND	ND	13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

注)平成13年度の捕集は、ガラス繊維ろ紙のみで行い、平成14年度の捕集は、ガラス繊維ろ紙とエムポア C18ディスクフィルターで行った。

4. 考 察

4-1 大気試料のフタル酸エステル類

測定対象 10 物質中、フタル酸-n-ブチル (13 ~ 33ng/m³)、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル (<2.5 ~ 49ng/m³) の 2 成分が検出されており、この 2 物質が大気環境中に広く存在しているものと判断される。環境省が平成 10 ~ 11 年度実施した全国調査結果と比較すると本市検出の 2 物質以外にフタル酸ジエチル、フタル酸ブチルベンジル、アジピン酸ジ-2-エチルヘキシルの検出例があるが、本市で検出されたフタル酸-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルの 2 物質と比較し、検出レベルが低く、本市の測定結果は、全国調査の結果と大差ないと考えられる(表 6)。

4-2 水質及び底質

PCB の水質試料では、高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計 (HRGC/MS) による測定で 3 ~ 6 塩素化合物が検出されている。検出濃度は、0.01 ~ 0.77ng/L と低い。しかし、底質では厚別七号橋、東栄橋、月寒鉄北橋、稲積橋で他地点と比較し高い値が検出されている。平成 11 ~ 12 年度に実施された全国調査との比較で特異的に高い値とは考えられない(表 7)。本市の河川底質についても総 PCB として µg/kg レベルで残留している地点のあることが判明した。

アルキルフェノール類は、水質、底質とも全国の

検出レベルの範囲であり、発寒 6 号橋底質のノニルフェノール 170µg/kg が最大であるが、定量下限値 50µg/kg と比較し、特異的に高い値とは考えられない。

フタル酸エステル類は、水質、底質ともフタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジ-n-ブチルの検出割合が高く、厚別七号橋や発寒 6 号橋の底質では、mg/kg レベルで検出されており、大気試料の測定結果と合わせ、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジ-n-ブチルが環境中に高濃度に存在している証拠と判断される。

天然女性ホルモンの 17-β-エストラジオールは、水質、底質とも平成 11 年度で検出割合が高いが、測定法が ELISA 法であり、17-β-エストラジオール以外の交差反応の影響が大きいと考えられる。17-α-エストラジオール、エチニルエストラジオールは、検出されていない。17-β-エストラジオールは、下水処理場から河川に放流され、放流域の生物相に与える影響が懸念されるが、LC/MS/MS による下水放流水の測定結果で最大 2ng/L であり、本市の下水処理場の運転状況では滞留時間が充分なため、殆どが下水処理工程で除去されていると考えられ、天然ホルモンが河川生物に与える影響は、殆ど無いものと考えられる。

表6 大気試料フタル酸エステル類の札幌市測定結果と平成10~11年度全国調査の比較

(単位: ng/m³)

物 質 名	札幌市(平成13年度~15年度)		平成10年度全国調査		平成11年度全国調査	
	検出割合	範囲	検出割合	範囲	検出割合	範囲
フタル酸ジエチル	0 / 20	ND	82 / 178	ND ~ 18	20 / 20	ND ~ 6.5
フタル酸ジプロピル	0 / 20	ND	11 / 178	ND ~ 2.0	0 / 20	ND
フタル酸-n-ブチル	10 / 20	ND ~ 33	86 / 178	ND ~ 160	20 / 20	ND ~ 63
フタル酸-n-ペンチル	0 / 20	ND	11 / 178	ND ~ 1.5	0 / 20	ND
フタル酸ジヘキシル	0 / 20	ND	0 / 178	ND	0 / 20	ND
フタル酸ブチルベンジル	0 / 20	ND	47 / 178	ND ~ 5.5	13 / 20	ND ~ 3.5
アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	0 / 20	ND	140 / 178	ND ~ 21	18 / 20	ND ~ 5.3
フタル酸ジシクロヘキシル	0 / 20	ND	7 / 178	ND ~ 4.9	0 / 20	ND
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	5 / 20	ND ~ 49	61 / 178	ND ~ 360	19 / 20	ND ~ 34
フタル酸イソノニル	0 / 20	ND	5 / 178	ND ~ 69	0 / 20	ND

表7 札幌市の水質及び底質測定結果と平成11～12年度全国調査の比較

分類	物質名	水質試料(単位: µg/L)				底質試料(単位: µg/kg)			
		札幌市		全国の調査		札幌市		全国の調査	
		(平成11～21年度 河川)	(河川、湖沼、地下水、海域の全体)	(平成11～16年度 河川底質)	(河川、湖沼、海域底質の全体)	(平成11～16年度 河川底質)	(河川、湖沼、海域底質の全体)	(平成11～16年度 河川底質)	(河川、湖沼、海域底質の全体)
検出割合	範囲	検出割合	範囲	検出割合	範囲	検出割合	範囲		
ポリ塩化ビフェニル(PCB)	塩化ビフェニル合計	7 / 23	ND ~ 1.09	131 / 171	ND ~ 0.15	18 / 19	ND ~ 56	47 / 48	ND ~ 770
	塩化ビフェニル	0 / 23	ND	8 / 171	ND ~ 0.0015	1 / 19	ND ~ 2	32 / 48	ND ~ 2.4
	2塩化ビフェニル	0 / 23	ND	42 / 171	ND ~ 0.029	16 / 19	ND ~ 7	39 / 48	ND ~ 51
	3塩化ビフェニル	5 / 23	ND ~ 0.00024	124 / 171	ND ~ 0.084	15 / 19	ND ~ 11	39 / 48	ND ~ 210
	4塩化ビフェニル	5 / 23	ND ~ 0.00077	71 / 171	ND ~ 0.027	16 / 19	ND ~ 8	42 / 48	ND ~ 320
	5塩化ビフェニル	4 / 23	ND ~ 0.00008	54 / 171	ND ~ 0.0045	16 / 19	ND ~ 15	45 / 48	ND ~ 130
	6塩化ビフェニル	3 / 23	ND ~ 0.00004	56 / 171	ND ~ 0.003	14 / 19	ND ~ 20	47 / 48	ND ~ 49
	7塩化ビフェニル	0 / 23	ND	12 / 171	ND ~ 0.00043	13 / 19	ND ~ 12	46 / 48	ND ~ 8.4
	8塩化ビフェニル	0 / 23	ND	2 / 171	ND ~ 0.00014	8 / 19	ND ~ 2.4	37 / 48	ND ~ 2.1
	9塩化ビフェニル	0 / 23	ND	1 / 171	ND ~ 0.00001	2 / 19	ND ~ 0.14	27 / 48	ND ~ 0.24
10塩化ビフェニル	0 / 23	ND	2 / 171	ND ~ 0.00002	1 / 19	ND ~ 0.004	26 / 48	ND ~ 0.35	
アルキルフェノール類等	4-t-ブチルフェノール	9 / 37	ND ~ 0.02			0 / 19	ND		
	4-n-ブチルフェノール	0 / 7	ND			0 / 9	ND		
	4-n-ペンチルフェノール	0 / 7	ND	0 / 171	ND	0 / 9	ND	0 / 48	ND
	4-n-ヘキシルフェノール	0 / 16	ND	0 / 171	ND	0 / 10	ND	0 / 48	ND
	4-t-オクチルフェノール	5 / 37	ND ~ 0.04	34 / 171	ND ~ 0.72	1 / 19	ND ~ 7	26 / 48	ND ~ 160
	4-n-オクチルフェノール	0 / 16	ND	1 / 171	ND ~ 0.01	0 / 10	ND	0 / 48	ND
	ノニルフェノール	6 / 37	ND ~ 0.39	40 / 171	ND ~ 7.1	2 / 19	ND ~ 170	33 / 48	ND ~ 5600
	ビスフェノールA	9 / 37	ND ~ 0.1	82 / 171	ND ~ 0.72	4 / 19	ND ~ 8.8	14 / 48	ND ~ 47
	2,4-ジクロロフェノール	6 / 37	ND ~ 0.007	7 / 171	ND ~ 0.04	2 / 19	ND ~ 10	0 / 48	ND
	フタル酸エステル類	フタル酸ジ-n-ブチル	2 / 23	ND ~ 0.9	12 / 170	ND ~ 0.9	11 / 19	ND ~ 100	18 / 48
フタル酸ジフェニル		0 / 23	ND	0 / 170	ND	2 / 12	ND ~ 20	23 / 48	ND ~ 140
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル		7 / 23	ND ~ 0.9	49 / 170	ND ~ 6.9	18 / 19	ND ~ 1400	47 / 48	ND ~ 6100
フタル酸ジエチル		0 / 7	ND	12 / 170	ND ~ 0.8	0 / 5	ND	4 / 48	ND ~ 32
フタル酸ジシクロヘキシル		0 / 7	ND	0 / 170	ND	0 / 12	ND	3 / 48	ND ~ 75
フタル酸ジプロピル		0 / 3	ND	0 / 170	ND	0 / 3	ND	0 / 48	ND
フタル酸ジペンチル		0 / 3	ND	0 / 170	ND	0 / 3	ND	0 / 48	ND
フタル酸ジヘキシル		0 / 3	ND	0 / 170	ND	0 / 3	ND	0 / 48	ND
アジピン酸ジ-2エチルヘキシル		3 / 23	ND ~ 0.1	12 / 171	ND ~ 0.03	2 / 19	ND ~ 11	1 / 48	ND ~ 38
ベンゾ[a]ピレン		0 / 23	ND	4 / 171	ND ~ 0.07	15 / 19	ND ~ 51	45 / 48	ND ~ 3000
芳香族炭化水素類	ベンゾフェノン	6 / 23	ND ~ 0.07	18 / 171	ND ~ 0.12	2 / 19	ND ~ 5	26 / 48	ND ~ 14
	オクタクロスリン	0 / 7	ND	0 / 171	ND	0 / 5	ND	0 / 48	ND
	4-ニトロトルエン	2 / 16	ND ~ 0.03	8 / 171	ND ~ 0.17	1 / 10	ND ~ 3	0 / 48	ND
有機スズ化合物	トリブチルスズ	1 / 10	ND ~ 0.011	5 / 171	ND ~ 0.04	7 / 12	ND ~ 1.9	44 / 48	ND ~ 300
	トリフェニルスズ	0 / 7	ND	0 / 171	ND	0 / 5	ND	14 / 48	ND ~ 10
人畜由来天然ホルモン等	17-β-エストラジオール	6 / 37	ND ~ 0.015	133 / 171	ND ~ 0.28	4 / 19	ND ~ 0.4	46 / 48	ND ~ 1.4
	17-α-エストラジオール	0 / 37	ND	47 / 171	ND ~ 0.021	0 / 10	ND	39 / 48	ND ~ 0.5
	エチルエストラジオール	0 / 37	ND	9 / 171	ND ~ 0.0008	0 / 10	ND	0 / 48	ND

その他の物質としては、底質からベンゾ[a]ピレン、トリブチルスズの検出頻度がやや高い。ベンゾ[a]ピレンは、燃焼等による非意図的生成物であり、自動車排ガス等に由来するものと考えられる。一般に船底塗料に用いられるトリブチルスズについては、本市での使用実態は、把握されておらず、由来が不明である。

5. まとめ

- (1) 蓄積性、残留性の高い底質中のPCBについては、HRGC/MSによる高感度測定によって残留レベルが把握できた。
- (2) アルキルフェノール類では、ノニルフェノールの検出割合が高いが、試薬、器具等からの汚染もあり、ブランク値も高く、定量下限及び測定精度とも劣ると考えられる。
- (3) フタル酸エステル類は、ノニルフェノール以上にブランク値が高く、測定精度に問題があるが、

大気、水質、底質何れの試料でもフタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジ-n-ブチルの検出割合が高い結果となった。

- (4) 天然女性ホルモンの17-β-エストラジオールは、水質、底質とも平成11年度で検出割合が高いが、測定法がELISA法であり、17-β-エストラジオール以外の交差反応の影響が大きいと考えられる。
- (5) 下水放流水中の17-β-エストラジオール等の天然女性ホルモンあるいは、合成ホルモンであるエチルエストラジオール測定結果からは、下水放流水による生物への天然女性ホルモン等の影響は少ないと考えられる。