

平成27年度
臭素系ダイオキシン類排出実態等調査
結果報告書

平成28年
環境省 水・大気環境局
総務課 ダイオキシン対策室

目 次

臭素系ダイオキシン類排出実態等調査

1. 調査目的	1
2. 調査概要	1
3. 試料概要	3
4. 分析方法	4
5. 調査結果（総括表）	18
6. まとめ及び考察	21
別表-1 調査結果（個別結果）	29
別図-1 調査施設概要 （製造工程フロー・排水処理フロー・試料採取箇所・周辺状況）	37
別図-2 媒体別同族体組成	43
別図-3 媒体別異性体組成	47
別表-2 臭素系ダイオキシン類排出実態等調査結果一覧 （2002年度～2014年度）	53
参考資料 国内の難燃剤需要推移及び世界の臭素生産量（推定）	71

略語一覧

本調査報告書に使用した主な略語の説明を以下に示す。

PBDDs/DFs	: ホ° リブ° ロモジ° ヘ° ソジ° -ハ° ラ-ジ° オキシ/ジ° ヘ° ソジ° フラン
PBDDs	: ホ° リブ° ロモジ° ヘ° ソジ° -ハ° ラ-ジ° オキシ
PBDFs	: ホ° リブ° ロモジ° ヘ° ソジ° フラン
TeBDDs	: テトラブ° ロモジ° ヘ° ソジ° -ハ° ラ-ジ° オキシ
PeBDDs	: ヘ° ソタブ° ロモジ° ヘ° ソジ° -ハ° ラ-ジ° オキシ
HxBDDs	: ヘキサブ° ロモジ° ヘ° ソジ° -ハ° ラ-ジ° オキシ
HpBDDs	: ヘブ° タブ° ロモジ° ヘ° ソジ° -ハ° ラ-ジ° オキシ
OBDD	: オクタブ° ロモジ° ヘ° ソジ° -ハ° ラ-ジ° オキシ
TeBDFs	: テトラブ° ロモジ° ヘ° ソジ° フラン
PeBDFs	: ヘ° ソタブ° ロモジ° ヘ° ソジ° フラン
HxBDFs	: ヘキサブ° ロモジ° ヘ° ソジ° フラン
HpBDFs	: ヘブ° タブ° ロモジ° ヘ° ソジ° フラン
OBDF	: オクタブ° ロモジ° ヘ° ソジ° フラン
PCDDs/DFs	: ホ° リクロジ° ヘ° ソジ° -ハ° ラ-ジ° オキシ/ジ° ヘ° ソジ° フラン
PBDEs	: ホ° リブ° ロモジ° フェニルエーテル
MoBDEs	: モノブ° ロモジ° フェニルエーテル
DiBDEs	: ジ° ブ° ロモジ° フェニルエーテル
TrBDEs	: トリブ° ロモジ° フェニルエーテル
TeBDEs	: テトラブ° ロモジ° フェニルエーテル
PeBDEs	: ヘ° ソタブ° ロモジ° フェニルエーテル
HxBDEs	: ヘキサブ° ロモジ° フェニルエーテル
HpBDEs	: ヘブ° タブ° ロモジ° フェニルエーテル
OBDEs	: オクタブ° ロモジ° フェニルエーテル
NoBDEs	: ノナブ° ロモジ° フェニルエーテル
DeBDE	: デ° カブ° ロモジ° フェニルエーテル
TBBPA	: テトラブ° ロモヒ° スフェノール A
PBPhs	: ホ° リブ° ロモフェノール
MoBPhs	: モノブ° ロモフェノール
DiBPhs	: ジ° ブ° ロモフェノール
TrBPhs	: トリロモフェノール
TeBPhs	: テトラブ° ロモフェノール
PeBPh	: テトラ° ブ° ロモフェノール
HBCDs	: ヘキサブ° ロモシクロト° テ° カン
TEQ	: 毒性等量 (または毒性当量)
TEF	: 毒性等価係数
HRGC/HRMS	: 高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計
GC/MS	: ガスクロマトグラフ質量分析計
LC-MS/MS	: 液体クロマトグラフ質量分析計

平成 27 年度臭素系ダイオキシン類排出実態調査結果

1. 調査目的

本調査は、ダイオキシン類対策特別措置法附則第二条の「政府は、臭素系ダイオキシンにつき、人の健康に対する影響の程度、その発生過程等に関する調査研究を推進し、その結果に基づき、必要な措置を講ずるものとする」との検討規定に基づき、臭素系ダイオキシン類の排出実態等を把握することを目的とする。

2. 調査概要

今年度は、過去の調査で高濃度の排出が確認された難燃繊維加工を調査対象とした。なお、分析項目は、臭素系ダイオキシン類以外に、それ自体は臭素系ダイオキシン類ではないが、臭素系ダイオキシン類の発生に当たり、臭素の供給源となりうる物質である臭素系難燃剤等についても調査を行った。

2.1 対象施設

対象施設は、表 2.1 に示す難燃繊維加工施設(2 施設)について調査を行った。

表 2.1 施設概要等一覧表

施設	A	B
概要	布製品印刷 布に印刷等の加工をして旗・のぼり・横断幕などの製品を製造	輸送機器用内装材の製造 繊維を染色加工・表面加工・コーティングをしてシート、ドア用ファブリック等の製品を製造
稼働時間 (h/日)	24	24
使用難燃剤	DeBDE	DeBDE(使用量は少ない) DeBDE 以外の臭素系難燃剤 及びリン系難燃剤を使用
主な水処理方法	活性汚泥法 原水槽→調整槽→反応槽→ 加圧浮上→曝気槽→放流槽	凝集沈殿法 排水ピット→反応槽→沈殿槽 →砂ろ過槽→中和槽→ 生物活性炭吸着槽→迂流槽
排水放流先	河川	河川

2.2 調査媒体

(1) 調査対象施設関連項目

調査対象施設からの排出の可能性が高いと考えられる水系への排出を把握するため、以下の媒体について調査した。

1) 排水水(工程水・総合排水)

(2) 周辺環境関連項目(公共用水域水質、公共用水域底質)

調査対象施設付近での環境の状況を把握するため、以下の媒体について調査した。

1) 公共用水域水質(河川上流、下流)

2) 公共用水域底質(河川上流、下流)

2.3 分析項目

(1) 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

1) 2,3,7,8-位臭素置換異性体

2,3,7,8-TeBDD、1,2,3,7,8-PeBDD、1,2,3,4,7,8-HxBDD、
1,2,3,6,7,8-HxBDD、1,2,3,7,8,9-HxBDD、1,2,3,4,6,7,8-HpBDD、OBDD、
2,3,7,8-TeBDF、1,2,3,7,8-PeBDF、2,3,4,7,8-PeBDF、
1,2,3,4,7,8-HxBDF、1,2,3,4,6,7,8-HpBDF、OBDF

2) 同族体

TeBDDs、PeBDDs、HxBDDs、HpBDDs、OBDD、
TeBDFs、PeBDFs、HxBDFs、HpBDFs、OBDF

(2) ポリブロモジフェニルエーテル(PBDEs)

1) PBDEs の異性体

4,4'-DiBDE、2,4,4'-TrBDE、2,2',4,4'-TeBDE、
2,2',4,4',5-PeBDE、2,2',4,4',6-PeBDE、
2,2',4,4',5,5'-HxBDE、2,2',4,4',5,6'-HxBDE、
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE、DeBDE

2) PBDEs の同族体

MoBDEs、DiBDEs、TrBDEs、TeBDEs、PeBDEs、HxBDEs、HpBDEs、
OBDEs、NoBDEs、DeBDE

(3) テトラブロモビスフェノール A (TBBPA)

(4) ポリブロモフェノール(PBPhs)

1) PBPhs の異性体

2-MoBPh、3/4-MoBPh、2,6-DiBPh、2,5/3,5-DiBPh、
2,4-DiBPh、3,4-DiBPh、2,3-DiBPh、2,4,6-TrBPh、
2,3,6-TrBPh、2,4,5-TrBPh、2,3,5-TrBPh、3,4,5-TrBPh、2,3,4-TrBPh、
2,3,4,5-TeBPh、2,3,4,6-TeBPh、2,3,5,6-TeBPh、PeBPh

2) PBPhs の同族体

MoBPhs、DiBPhs、TrBPhs、TeBPhs、PeBPh

(5) ヘキサブロモシクロドデカン(HBCDs)

α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD

3. 試料概要

3.1 施設関連項目

(1) 排水水

表 3.1 排水水試料の概況(1)

施設	試料名	天候(前日)	水温(°C)	pH	SS(mg/L)
A	工程水	晴(晴)	18.1	7.6	690
	総合排水	晴(晴)	16.5	7.8	5.1
B	工程水	晴(雨)	22.3	7.1	72
	総合排水	晴(雨)	19.6	6.9	1.0

表 3.2 排水水試料の概況(2)

施設	試料名	臭化物イオン (mg/L)	電気伝導度 (mS/m)	透視度 (cm)	外観
A	工程水	0.6	57	1	淡紫色
	総合排水	< 0.1	110	> 30	微黄色
B	工程水	< 0.1	75	7	淡茶褐色
	総合排水	< 0.1	110	> 30	微黄色

3.2 周辺環境

(1) 公共用水域水質

表 3.3 公共用水域水質試料の概況(1)

施設	試料名	天候(前日)	水温(°C)	pH	SS(mg/L)
A	河川上流	晴(晴)	7.2	7.5	3.1
	河川下流	晴(晴)	7.8	7.6	2.9
B	河川上流	晴(雨)	12.3	7.5	1.5
	河川下流	晴(雨)	10.5	7.7	2.4

表 3.4 公共用水域水質試料の概況(2)

施設	試料名	透視度 (cm)	臭化物イオン (mg/L)	電気伝導度 (mS/m)	臭気	外観
A	河川上流	> 30	< 0.1	25	無臭	微黄色
	河川下流	> 30	< 0.1	25	無臭	微黄色
B	河川上流	> 30	< 0.1	16	無臭	無色
	河川下流	> 30	< 0.1	67	微土臭	無色

(3) 公共用水域底質

表 3.5 公共用水域底質試料の概況

施設	試料名	泥温 (°C)	含水率 (%)	強熱 減量(%)	硫化物 (mg/g)	有機炭素 量(%)	泥質	臭気
A	河川上流	8.3	26.0	1.1	< 0.1	0.17	砂状	無臭
	河川下流	8.2	28.8	1.8	< 0.1	0.45	砂状	微硫化 水素臭
B	河川上流	9.8	26.3	1.5	< 0.1	0.42	砂状	無臭
	河川下流	9.6	27.3	2.9	< 0.1	1.5	ヘドロ	微硫化 水素臭

4. 分析方法

4.1 分析方法

(1) 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

「ポリブロモジベンゾ-パラ-ジオキシン及びポリブロモジベンゾフランの暫定調査方法」(平成 19 年 3 月 環境省水・大気環境局総務課ダイオキシン対策室)により測定を行った。各媒体別の試料抽出フロー図 4.1~4.3 により抽出後、各媒体共通分析フロー図 4.4 により測定を行った。

(2) ポリブロモジフェニルエーテル(PBDEs)、テトラブロモビスフェノール A (TBBPA)、ポリブロモフェノール(PBPhs)、ヘキサブロモシクロドデカン(HBCDs)

(1) 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)と同様に各媒体別の試料抽出フロー図 4.1~4.3 により抽出後、各媒体共通分析フロー図 4.5 により測定を行った。

4.2 試料採取の概要

(1) 排出水

採水場所において、ステンレス製バケツ及び杓により水をくみ取り、褐色ガラス瓶の 10%の空間が残る程度まで採取場所の水を採水した。

(2) 公共用水域水質

河川の各採水地点にて、ステンレス製バケツにより採取場所の水をくみ取り、褐色ガラス瓶の 10%の空間が残る程度まで採取場所の水を採水した。

(3) 公共用水域底質

河川の採泥地点にて、ステンレス製スコップにより、底質表面から 10cm 程度の泥を採取した。採泥作業が終了後、採泥試料から小石、動植物片などの異物を除いた後、均一に混合した。

4.3 分析フロー

各媒体別の試料抽出フローを図 4.1～図 4.3 に示す。また、各媒体共通の分析フローを図 4.4 及び図 4.5 に示す。

(1) 排水

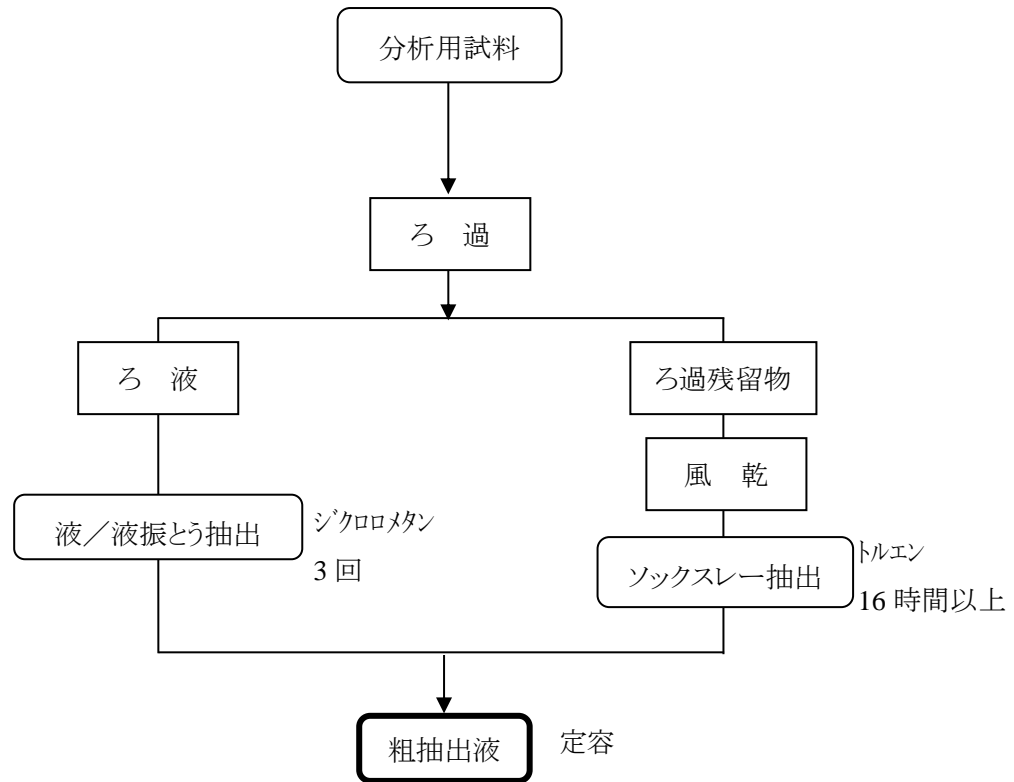


図 4.1 排水抽出分析フロー

(2) 公共用水域水質

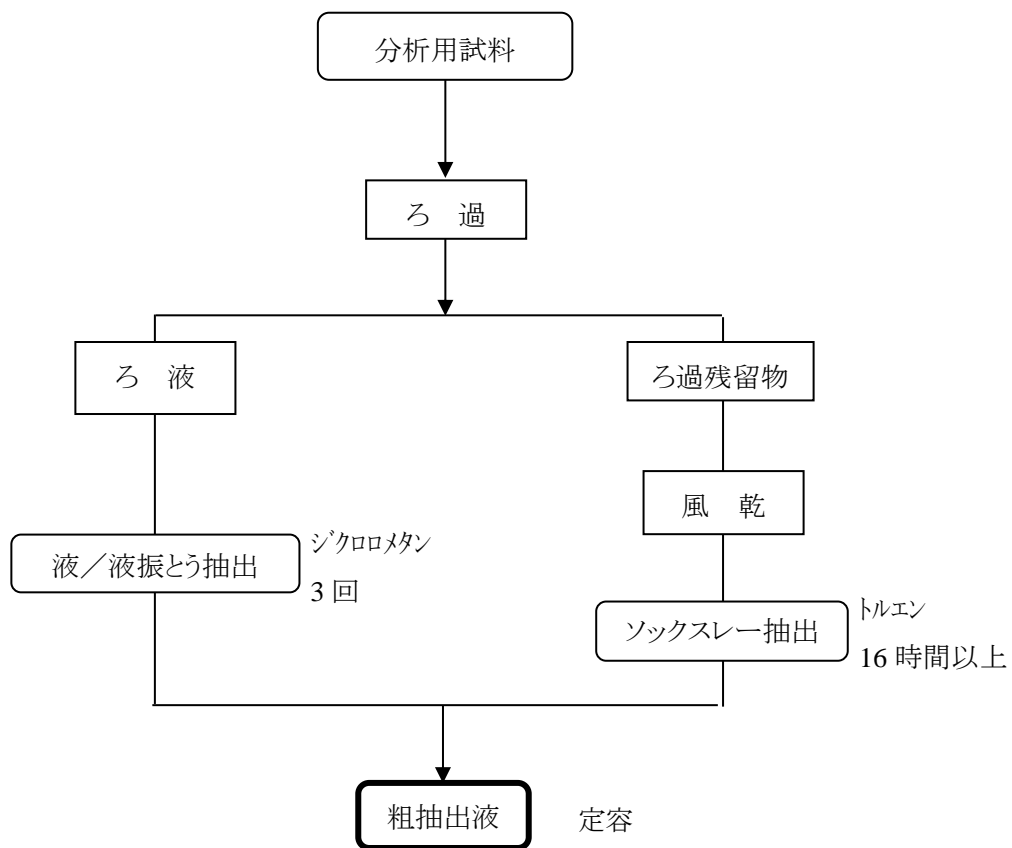


図 4.2 公共用水域水質抽出分析フロー

(3) 公共用水域底質

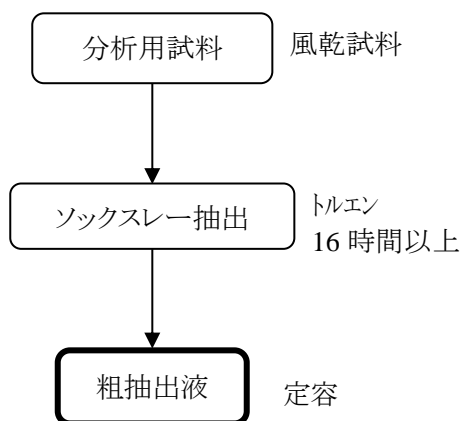


図 4.3 公共用水域底質抽出分析フロー

(4)各媒体共通分析フロー

① PBDDs/DFs

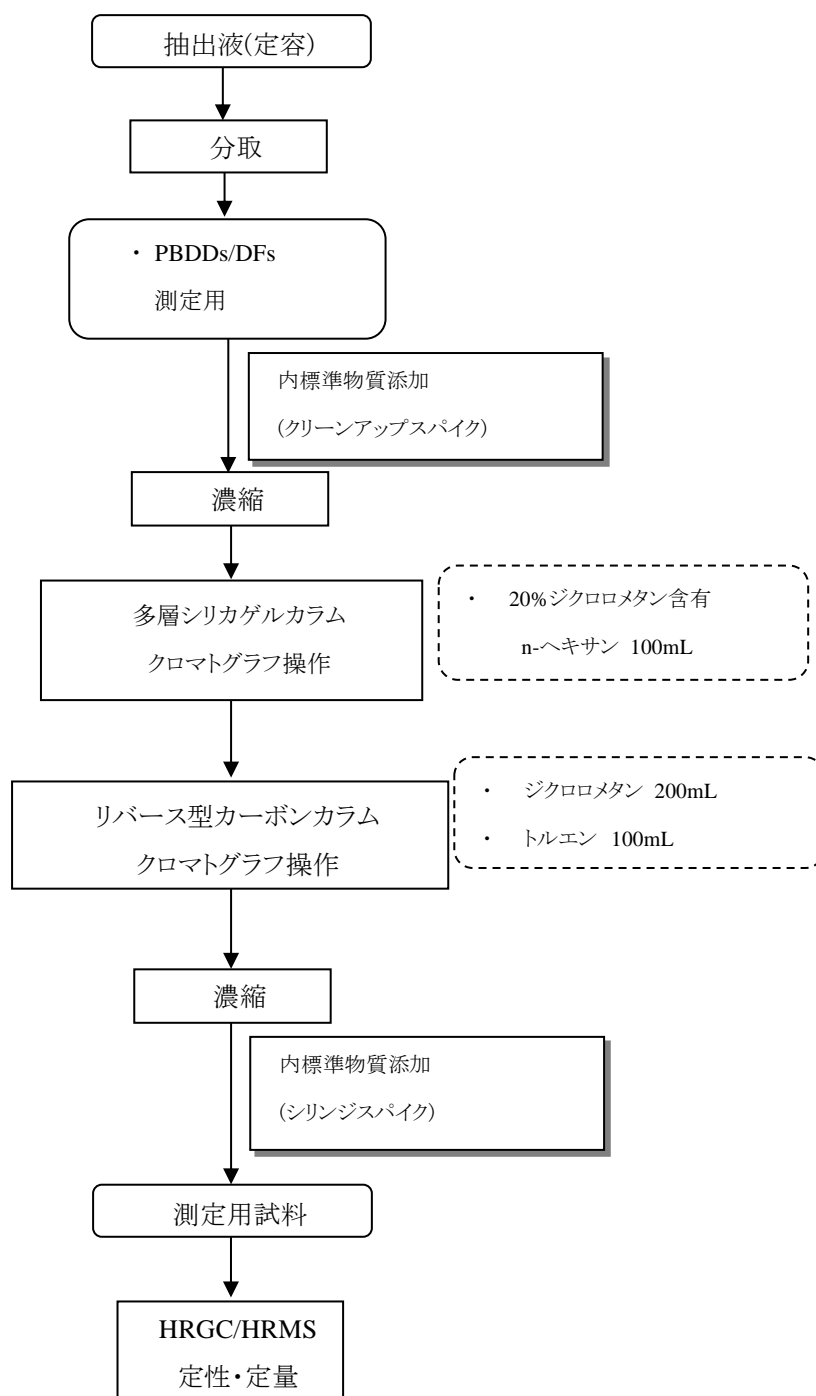


図 4.4 各媒体共通分析フロー(1)

② PBDEs、TBBPA、PBPhs、HBCDs

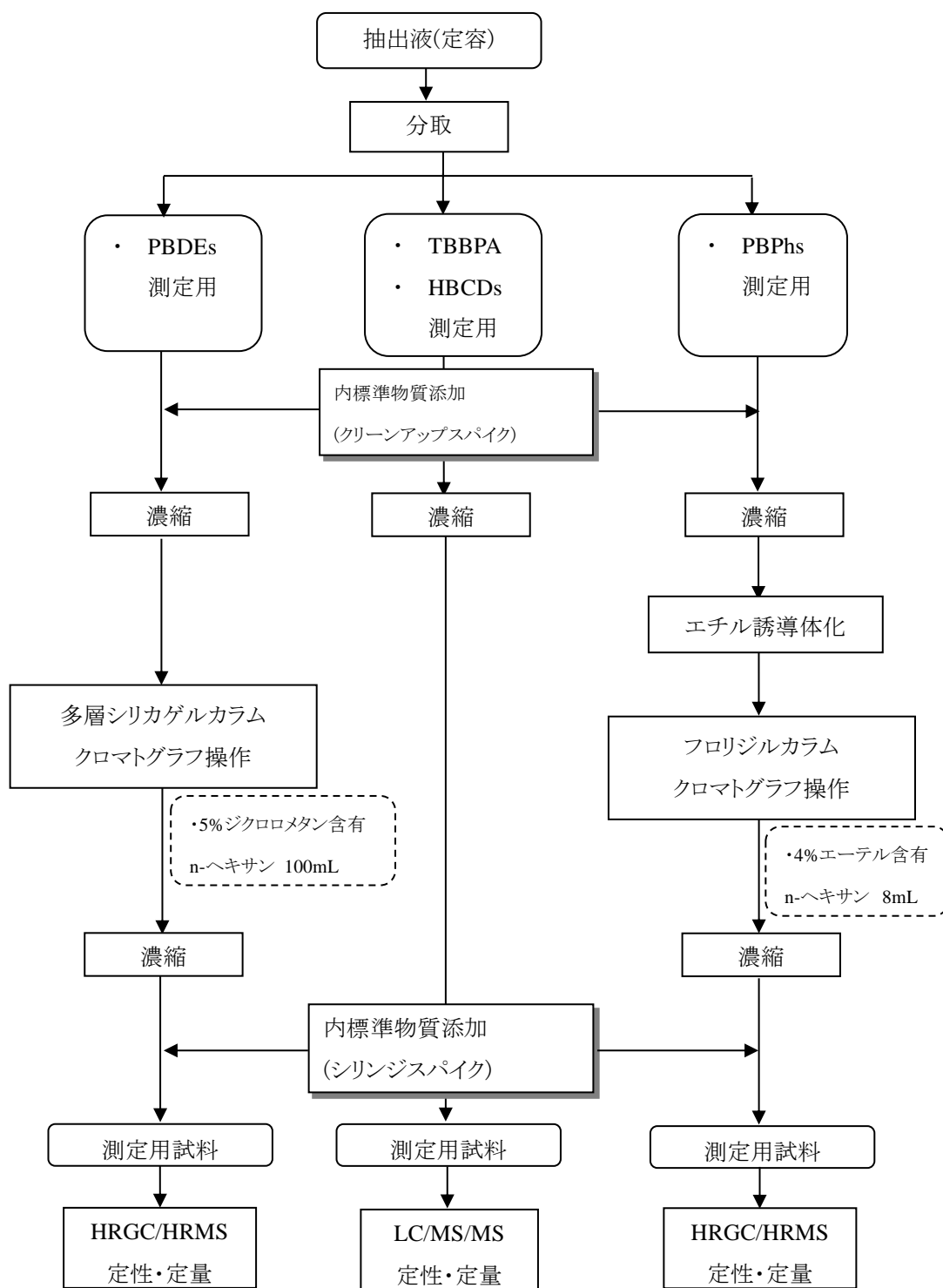


図 4.5 各媒体共通分析フロー(2)

4.4 HRGC/HRMS 及び LC-MS/MS 分析条件

(1) 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

1)-1 分析装置

GC: HP-6890(Agilent 社製)

MS: JMS-700 MStation(日本電子社製)

1)-2 GC 部条件

① 4~6 臭素化体

- ・ 分離カラム:DB-17HT(J&W 社製)

fused silica capillary column 30m×0.25mm(id)×0.15µm

- ・ カラム温度:150°C(2min hold)→10°C/min→220°C→5°C/min→
280°C(20min hold)→20°C/min→310°C(14min hold)
- ・ 注入方法 :スプリットレス法

② 7~8 臭素化体

- ・ 分離カラム:DB-5MS(J&W 社製)

fused silica capillary column 15m×0.25mm(id)×0.10µm

- ・ カラム温度:170°C(1min hold)→15°C/min→260°C→10°C/min→
310°C(8min hold)
- ・ 注入方法 :スプリットレス法

1)-3 MS 部条件

MS 設定条件及び設定質量数を表 4.1~表 4.4 に示す。

① 4~6 臭素化体

- ・MS 設定条件

表 4.1 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	38eV
イオン化電流	600µA
加速電圧	10kV
インターフェース温度	280°C
イオン源温度	280°C
分解能	10,000 以上

② 7～8 臭素化体

・MS 設定条件

表 4.2 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	38eV
イオン化電流	600 μ A
加速電圧	9kV
インターフェース温度	280 $^{\circ}$ C
イオン源温度	280 $^{\circ}$ C
分解能	10,000 以上

表 4.3 設定質量数

	(M+2) ⁺	(M+4) ⁺	(M+6) ⁺	(M+8) ⁺
TeBDDs	497.6924	499.6904		
PeBDDs		577.6009	579.5989	
HxBDDs		655.5114	657.5094	
HpBDDs			735.4199	737.4179
OBDD			813.3304	815.3284
TeBDFs	481.6975	483.6955		
PeBDFs		561.6060	563.6039	
HxBDFs		639.5165	641.5145	
HpBDFs			719.4250	721.4230
OBDF			797.3355	799.3335

表 4.4 設定質量数(内標準物質)

	(M+2) ⁺	(M+4) ⁺	(M+6) ⁺	(M+8) ⁺
¹³ C ₁₂ -TeBDDs	509.7327	511.7307		
¹³ C ₁₂ -PeBDDs		589.6412	591.6391	
¹³ C ₁₂ -HxBDDs		667.5517	669.5496	
¹³ C ₁₂ -HpBDDs			747.4601	749.4581
¹³ C ₁₂ -OBDD			825.3706	827.3686
¹³ C ₁₂ -TeBDFs	493.7378	495.7357		
¹³ C ₁₂ -PeBDFs		573.6462	575.6442	
¹³ C ₁₂ -HxBDFs		651.5568	653.5547	
¹³ C ₁₂ -HpBDFs			731.4653	733.4632
¹³ C ₁₂ -OBDF			809.3757	811.3737

(2) ポリブロモジフェニルエーテル(PBDEs)

2)-1 分析装置

GC: HP-6890(Agilent 社製)

MS: JMS-700 MStation(日本電子社製)

2)-2 GC 部条件

① 1～7 臭素化体

- ・ 分離カラム:HP-5MS(Agilent 社製)

fused silica capillary column 30m×0.25mm(id)×0.25μm

- ・ カラム温度:90°C(2min hold)→10°C/min→190°C→5°C/min→280°C(13min hold)→15°C/min→310°C(20min hold)

- ・ 注入方法 :スプリットレス法

② 8～10 臭素化体

- ・ 分離カラム:DB-5MS(J&W 社製)

fused silica capillary column 15m×0.25mm(id)×0.10μm

- ・ カラム温度:170°C(1min hold)→15°C/min→260°C→10°C/min→310°C(8min hold)

- ・ 注入方法 :スプリットレス法

2)-3 MS 部条件

MS 設定条件及び設定質量数を表 4.5～表 4.8 に示す。

① 1～7 臭素化体

- ・MS 設定条件

表 4.5 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	38eV
イオン化電流	600μA
加速電圧	10kV
インターフェース温度	280°C
イオン源温度	280°C
分解能	10,000 以上

② 8~10 臭素化体

・MS 設定条件

表 4.6 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	38eV
イオン化電流	600 μ A
加速電圧	9kV
インターフェース温度	280 $^{\circ}$ C
イオン源温度	280 $^{\circ}$ C
分解能	10,000 以上

表 4.7 設定質量数

	M ⁺	(M+2) ⁺	(M+4) ⁺	(M+6) ⁺	(M+8) ⁺	(M+10) ⁺
MoBDEs	247.9837	249.9816				
DiBDEs	325.8942	327.8921				
TrBDEs		405.8027	407.8006			
TeBDEs		483.7132	485.7111			
PeBDEs			563.6216	565.6196		
HxBDEs			641.5321	643.5301		
HpBDEs				721.4406	723.4386	
OBDEs	※[(M+6)-2Br] ⁺ 641.5145		※[(M+8)-2Br] ⁺ 643.5125		801.3491	803.3471
NoBDEs	※[(M+8)-2Br] ⁺ 719.4250		※[(M+10)-2Br] ⁺ 721.4230		879.2596	881.2576
DeBDE	※[(M+8)-2Br] ⁺ 797.3355		※[(M+10)-2Br] ⁺ 799.3335		957.1701	959.1681

表 4.8 設定質量数(内標準物質)

	M ⁺	(M+2) ⁺	(M+4) ⁺	(M+6) ⁺	(M+8) ⁺	(M+10) ⁺
¹³ C ₁₂ -MoBDEs	260.0239	262.0219				
¹³ C ₁₂ -DiBDEs	337.9344	339.9324				
¹³ C ₁₂ -TrBDEs		417.8429	419.8409			
¹³ C ₁₂ -TeBDEs		495.7534	497.7514			
¹³ C ₁₂ -PeBDEs			575.6619	577.6599		
¹³ C ₁₂ -HxBDEs			653.5724	655.5704		
¹³ C ₁₂ -HpBDEs				733.4809	735.4789	
¹³ C ₁₂ -OBDEs	※[(M+4)-2Br] ⁺ 651.5568		※[(M+6)-2Br] ⁺ 653.5547		813.3894	815.3874
¹³ C ₁₂ -NoBDEs	※[(M+8)-2Br] ⁺ 731.4652		※[(M+10)-2Br] ⁺ 733.4632		891.2999	893.2979
¹³ C ₁₂ -DeBDE	※[(M+8)-2Br] ⁺ 809.3757		※[(M+10)-2Br] ⁺ 811.3737		969.2104	971.2084

※フラグメントイオン

(3) テトラブロモビスフェノール A(TBBPA)及びヘキサブロモシクロドデカン(HBCDs)

3)-1 分析装置

LC: 1200 シリーズ (Agilent 製)

MS/MS: Triple Quad 5500 (AB SCIEX 社製)

3)-2 LC 部条件

分離カラム: Develosil C30-UG-5 2.1mm×150mm (野村化学製)

移動相: A:10mM 酢酸アンモニウム溶液 B:CH₃CN

A:B = 65:35 (1min)→(15min)→0:100 (5min)

・流速:0.2mL/min

・カラム温度:40°C

・注入量:10μL

3)-3 MSMS 部条件

MS 設定条件及び設定質量数を表 4.9～表 4.11 に示す。

・MS/MS 設定条件

表 4.9 MS 設定条件

インターフェース	エレクトロスプレー(ESI)
モード	negative
カーテンガス(CUR)	40psi
イオンスプレー電圧(IS)	-4500V
プローブ温度(TEM)	600°C
コリジョンガス(CAD)	5psi
イオンソースガス 1	50psi
イオンソースガス 2	40psi

表 4.10 設定質量数

	プレカーサーイオン	プロダクトイオン
TBBPA	542.5	78.8
HBCDs	640.3	81.0

表 4.11 設定質量数(内標準物質)

	プレカーサーイオン	プロダクトイオン
¹³ C ₁₂ -TBBPA	554.6	80.7
¹³ C ₁₂ -HBCDs	652.5	78.9
d ₁₆ -BPA(ビスフェノール A)	241.0	141.9

(4) ポリブロモフェノール(PBPhs)

4)-1 分析装置

GC: HP-6890(Agilent 社製)

MS: JMS-700 MStation(日本電子社製)

4)-2 GC 部条件

分離カラム:HP-5MS(Agilent 社製)

fused silica capillary column 30m×0.25mm(id)×0.15μm

カラム温度:60°C(1min hold)→15°C/min→220°C→25°C/min→320°C(5min hold)

・注入方法 :スプリットレス法

4)-3 MS 部条件

MS 設定条件及び設定質量数を表 4.12～表 4.14 に示す。

・MS 設定条件

表 4.12 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	38eV
イオン化電流	600μA
加速電圧	10kV
インターフェース温度	250°C
イオン源温度	250°C
分解能	10,000 以上

表 4.13 設定質量数

	M ⁺	(M+2) ⁺	(M+4) ⁺	(M+6) ⁺
MoBPhs	171.9524	173.9504		
DiBPhs	249.8629	251.8609		
TrBPhs		329.7714	331.7693	
TeBPhs		407.6819	409.6798	
PeBPh			487.5903	489.5883

表 4.14 設定質量数(内標準物質)

	M ⁺	(M+2) ⁺	(M+4) ⁺	(M+6) ⁺
¹³ C ₆ -MoBPhs	177.9725	179.9705		
¹³ C ₆ -DiBPhs	255.8830	257.8810		
¹³ C ₆ -TrBPhs		335.7915	337.7894	
¹³ C ₆ -TeBPhs		413.7020	415.6999	
¹³ C ₆ -PeBPh			493.6104	495.6084

4.5 検出下限値

検出下限算出方法

$$C_{DL} = DL \times \frac{v}{v_i} \times \frac{V_E}{V'_E} \times \frac{1}{V}$$

C_{DL} : 試料における検出下限(pg/試料単位)

DL : 測定方法の検出下限(pg)

V_i : HRGC/HRMS(LC/MS/MS)への注入量(μ L) v : 測定試料の液量(μ L)

V_E : 抽出液量(mL) V'_E : 抽出液の分取量(mL)

V : 試料量

検出下限算出に用いた試料量

排水水: 20L

公共用水域水質: 40L 公共用水域底質: 100g

表 4.15 PBDDs/DFs 検出下限値一覧表

試料の種類	排水水		公共用水域水質	公共用水域底質
	工程水	総合排水		
単位	pg/L	pg/L	pg/L	pg/g-dry
2,3,7,8-TeBDD	0.04	0.04	0.02	0.008
1,2,3,7,8-PeBDD	0.1	0.1	0.06	0.02
1,2,3,4,7,8-HxBDD	0.6	0.6	0.3	0.1
1,2,3,6,7,8-HxBDD	0.7	0.7	0.4	0.1
1,2,3,7,8,9-HxBDD	0.5	0.5	0.3	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	0.4	0.4	0.2	0.09
OBDD	1	1	0.6	0.2
2,3,7,8-TeBDF	0.04	0.04	0.02	0.008
1,2,3,7,8-PeBDF	0.2	0.2	0.09	0.04
2,3,4,7,8-PeBDF	0.2	0.2	0.1	0.05
1,2,3,4,7,8-HxBDF	0.5	0.5	0.3	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	0.5	0.5	0.2	0.09
OBDF	1	1	0.6	0.3

※ 検出下限値は、試料量、分取量により異なる場合がある。

表 4.16 PBDEs、TBBPA 検出下限値一覧表

試料の種類	排水水		公共用 水域水質	公共用 水域底質
	工程水	総合排水		
単位	ng/L	ng/L	ng/L	ng/g-dry
MoBDEs	0.01	0.001	0.0007	0.0003
4,4'-DiBDE(#15)	0.01	0.001	0.0007	0.0003
DiBDEs	0.01	0.001	0.0007	0.0003
2,4,4'-TrBDE(#28)	0.02	0.002	0.001	0.0004
TrBDEs	0.02	0.002	0.001	0.0005
2,2',4,4'-TeBDE(#47)	0.02	0.002	0.001	0.0004
TeBDEs	0.04	0.004	0.002	0.0008
2,2',4,4',6-PeBDE(#100)	0.02	0.002	0.001	0.0004
2,2',4,4',5-PeBDE(#99)	0.03	0.003	0.002	0.0006
PeBDEs	0.03	0.003	0.002	0.0006
2,2',4,4',5,6'-HxBDE(#154)	0.03	0.003	0.001	0.0005
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(#153)	0.04	0.004	0.002	0.0008
HxBDEs	0.07	0.007	0.003	0.001
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(#183)	0.05	0.005	0.003	0.001
HpBDEs	0.05	0.005	0.003	0.001
OBDEs	0.03	0.003	0.002	0.0007
NBDEs	0.08	0.008	0.004	0.002
DeBDE(#209)	0.1	0.01	0.006	0.002
TBBPA	0.01	0.01	0.007	0.003

※ 検出下限値は、試料量、分取量により異なる場合がある。

表 4.17 PBPhs 及び HBCDs 検出下限値一覧表

試料の種類	排水水		公共用 水域水質	公共用 水域底質
	工程水	総合排水		
単位	ng/L	ng/L	ng/L	ng/g-dry
2-MoBPh	0.6	0.3	0.2	0.06
3-MoBPh	0.6	0.3	0.2	0.06
4-MoBPh	0.6	0.3	0.2	0.06
2,3-DiBPh	0.6	0.3	0.1	0.06
2,4-DiBPh	0.6	0.3	0.2	0.06
2,5-DiBPh	0.6	0.3	0.1	0.06
2,6-DiBPh	0.6	0.3	0.1	0.06
3,4-DiBPh	0.6	0.3	0.2	0.06
3,5-DiBPh	0.6	0.3	0.2	0.06
2,3,4-TrBPh	0.5	0.2	0.1	0.05
2,3,5-TrBPh	0.5	0.2	0.1	0.05
2,3,6-TrBPh	0.5	0.2	0.1	0.05
3,4,5-TrBPh	0.5	0.2	0.1	0.05
2,4,5-TrBPh	0.5	0.2	0.1	0.05
2,4,6-TrBPh	0.5	0.2	0.1	0.05
2,3,4,5-TeBPh	0.5	0.2	0.1	0.05
2,3,4,6-TeBPh	0.5	0.2	0.1	0.05
2,3,5,6-TeBPh	0.5	0.2	0.1	0.05
PeBPh	0.5	0.2	0.1	0.05
α -HBCD	0.04	0.04	0.02	0.007
β -HBCD	0.03	0.03	0.02	0.007
γ -HBCD	0.07	0.07	0.03	0.01

※ 検出下限値は、試料量、分取量により異なる場合がある。

5. 調査結果(総括表)

(1) 臭素系ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

1) 施設関連項目

排水水

表 5.1 排水水の分析結果(毒性等量相当値)(pg-TEQ/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	工程水	総合排水	工程水	総合排水
PBDDs	270	0.40	0.55	0.17
	(270)	(0.24)	(0.38)	(0.0013)
PBDFs	37,000	36	47	0.42
	(37,000)	(36)	(47)	(0.34)
PBDDs/DFs	37,000	36	48	0.59
	(37,000)	(36)	(48)	(0.34)

注 1)PBDDs/DFs(TEQ)は、WHO-TEF(2006)による PCDDs/DFs の TEF に準じて算出した参考値である。

注 2)毒性等量相当値の表中の上段は、検出下限値未満を検出下限値の 1/2 として算出したものである。

下段の(数値)は、検出下限値未満を「0」として算出した参考値である。

表 5.2 排水水の分析結果(実測濃度)(pg/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	工程水	総合排水	工程水	総合排水
PBDDs	800,000	600	1,300	4
PBDFs	4,800,000	12,000	27,000	270
PBDDs/DFs	5,600,000	12,000	29,000	270

2) 周辺環境関連項目

① 公共用水域水質

表 5.3 公共用水域水質の分析結果(毒性等量相当値)(pg-TEQ/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
PBDDs	0.091	0.092	0.091	0.091
	(0)	(0.00069)	(0.00026)	(0.00036)
PBDFs	0.060	0.47	0.53	0.46
	(0.027)	(0.47)	(0.53)	(0.44)
PBDDs/DFs	0.15	0.56	0.62	0.55
	(0.027)	(0.47)	(0.53)	(0.44)

注 1)PBDDs/DFs(TEQ)は、WHO-TEF(2006)による PCDDs/DFs の TEF に準じて算出した参考値である。

注 2)毒性等量相当値の表中の上段は、検出下限値未満を検出下限値の 1/2 として算出したものである。

下段の(数値)は、検出下限値未満を「0」として算出した参考値である。

表 5.4 公共用水域水質の分析結果(実測濃度)(pg/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
PBDDs	0.03	2.4	1.8	1.3
PBDFs	14	140	140	120
PBDDs/DFs	14	140	140	130

② 公共用水域底質

表 5.5 公共用水域底質の分析結果(毒性等量相当値)(pg-TEQ/g-dry)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
PBDDs	0.029	0.029	0.029	0.22
	(0)	(0)	(0)	(0.19)
PBDFs	0.022	0.40	5.8	33
	(0.0082)	(0.39)	(5.8)	(33)
PBDDs/DFs	0.051	0.43	5.9	33
	(0.0082)	(0.39)	(5.8)	(33)

注 1)PBDDs/DFs(TEQ)は、WHO-TEF(2006)による PCDDs/DFs の TEF に準じて算出した参考値である。

注 2)毒性等量相当値の表中の上段は、検出下限値未満を検出下限値の 1/2 として算出したものである。

下段の(数値)は、検出下限値未満を「0」として算出した参考値である。

表 5.6 公共用水域底質の分析結果(実測濃度)(pg/g-dry)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
PBDDs	0.21	0.17	0.83	190
PBDFs	2.4	150	1,900	6,700
PBDDs/DFs	2.6	150	1,900	6,900

(2) 臭素系難燃物質(PBDEs、TBBPA、PBPhs 及び HBCDs)

1) 施設関連項目

排水

表 5.7 排水における PBDEs、TBBPA、PBPhs 及び HBCDs の分析結果(ng/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	工程水	総合排水	工程水	総合排水
PBDEs	7,800,000	290,000	330,000	1,000
DeBDE	5,900,000	280,000	320,000	1,000
TBBPA	17	0.88	18	4.6
PBPhs	6,400	20	54	11
HBCDs	200	5.1	890	1.6

2) 周辺環境関連項目

① 公共用水域水質

表 5.8 公共用水域水質における PBDEs、TBBPA、PBPhs 及び

HBCDs の分析結果(ng/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
PBDEs	42	300	24	70
DeBDE	40	290	23	65
TBBPA	0.098	0.16	0.65	2.2
PBPhs	1.2	1.5	2.2	2.3
HBCDs	0.26	0.30	0.81	4.0

② 公共用水域底質

表 5.9 公共用水域底質における PBDEs、TBBPA、PBPhs 及び

HBCDs の分析結果 (ng/g-dry)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
PBDEs	0.64	160	1,300	4,900
DeBDE	0.56	150	1,100	4,700
TBBPA	0.028	0.057	0.27	8.4
PBPhs	0.49	2.7	3.0	0.78
HBCDs	0.20	0.38	360	2,900

6. まとめ及び考察

難燃繊維加工施設における臭素系ダイオキシン類等の排出実態及び周辺環境についての調査結果のまとめを以下に示す。

なお、臭素系ダイオキシン類については、国際的に合意された毒性等価係数(TEF)はないが、2011年にWHOと国連環境計画(UNEP)が合同専門家会議を開催し、臭素化ダイオキシン類の毒性等価係数設定に関する論議が行われ、ヒトのリスク評価において臭素化ダイオキシン類と塩素化ダイオキシン類には、同様のTEF値を使用することが推奨されている。^{*1}ここでは、臭素化ダイオキシン類については、実測濃度とともに、塩素化ダイオキシン類のWHO-TEF(2006)に準じて算出した毒性等量相当値^{*2}についても、参考値として併せて示している。

(※1) van den Berg et al. (2013) Polybrominated dibenzo-*p*-dioxins, dibenzofurans, and biphenyls: inclusion in the toxicity equivalency factor concept for dioxin-like compounds. *Toxicological Sciences* 133(2), 197–208.

(※2)まとめで用いた毒性等量相当値は、検出下限値未満の検出値に対しては、下限値の「1/2」として算出した値を用いた。

(1) 施設からの排出実態

排水

① 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsにおける工程水の実測濃度は、A:5,600,000 pg/L・B:29,000 pg/L、PBDDsは、A:800,000 pg/L・B:1,300 pg/L、PBDFsは、A:4,800,000 pg/L・B:27,000 pg/L、総合排水のPBDDs/DFs実測濃度は、A:12,000 pg/L・B:270 pg/L、PBDDsは、A:600 pg/L・B:4 pg/L、PBDFsは、A:12,000 pg/L・B:270 pg/Lであった。

また、毒性等量相当値は、工程水でA:37,000 pg-TEQ/L・B:48 pg-TEQ/L、総合排水でA:36 pg-TEQ/L・B:0.59 pg-TEQ/Lであった。

同族体パターンは、OBDF(20～80%)、HpBDFs(10～65%)などの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 図-1)。異性体については、OBDF(20～87%)、1,2,3,4,6,7,8-HpBDF(11～65%)の比率が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-1)。

② ポリブロモジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEsにおける工程水の実測濃度は、A:7,800,000 ng/L・B:330,000 ng/L、総合排水の実測濃度は、A:290,000 ng/L・B:1,000 ng/Lであった。

同族体及び異性体パターンは、DeBDE(76～98%)の比率が高かった(別図-2 媒体別同族体組成 図-4)。DeBDEを除く異性体については、2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(42～87%)、2,2',4,4',5,5'-HxBDE(8～27%)などの比率が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-4)。

③ テトラブロモビスフェノール A (TBBPA)

TBBPA における工程水の実測濃度は、A:17 ng/L・B:18 ng/L、総合排水の実測濃度は、A:0.88 ng/L・B:4.6 ng/L であった。

④ ポリブロモフェノール(PBPhs)

PBPhs における工程水の実測濃度は、A:6,400 ng/L・B:54 ng/L、総合排水の実測濃度は、A:20 ng/L・B:11ng/L であった。

同族体パターンは、Aでは、PeBPh(92・77%)、Bでは、DiBPhs(73・85%)などの比率が高かった(別図-2 媒体別同族体組成 図-7)。異性体については、Aでは、2,3,4,5,6-PeBPh(92・77%)、Bでは、2,5/3,5-DiBPh(70・84%)などの比率が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-7)。

⑤ ヘキサブロモシクロドデカン(HBCDs)

HBCDs における工程水の実測濃度は、A:200 ng/L・B:890 ng/L、総合排水の実測濃度は、A:5.1 ng/L・B:1.6 ng/L であった。

異性体パターンは、 γ -HBCD(37~80%)、 α -HBCD(17~59%)が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-10)。

(2) 周辺環境

1) 公共用水域水質

① 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsにおける河川(上流)の実測濃度は、A:14 pg/L・B:140 pg/L、PBDDsは、A:0.03 pg/L・B:1.8 pg/L、PBDFsは、A:14 pg/L・B:140 pg/Lであった。河川(下流)におけるPBDDs/DFsの実測濃度は、A:140 pg/L・B:130 pg/L、PBDDsは、A:2.4 pg/L・B:1.3 pg/L、PBDFsは、A:140 pg/L・B:120 pg/Lであった。

また、毒性等量相当値の平均は、河川(上流)でA:0.15 pg-TEQ/L・B:0.62 pg-TEQ/L、河川(下流)でA:0.56 pg-TEQ/L・B:0.55 pg-TEQ/Lであった。

同族体パターンは、OBDF(39~64%)、HpBDFs(16~25%)などの比率が高かった(別図-2 媒体別同族体組成 図-2)。異性体については、OBDF(60~78%)、1,2,3,4,6,7,8-HpBDF(22~37%)の比率が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-2)。

② ポリブロモジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEs における河川(上流)の実測濃度は、A:42 pg/L・B:24 pg/L、河川(下流)では A:300 pg/L・B:70 pg/L であった。

同族体及び異性体パターンは、DeBDE(93~97%)の比率が高かった(別図-2 媒体別同族体組成 図-5)。DeBDEを除く異性体については、Aの河川(上流)では、2,2',4,4'-TeBDE(100%)、Aの河川(下流)及びBの河川(上流)、河川(下流)では、2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(54~63%)、2,2',4,4',5,5'-HxBDE(16~23%)など

の比率が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-5)。

③ テトラブロモビスフェノール A (TBBPA)

TBBPA における河川(上流)の実測濃度は、A:0.098 pg/L・B:0.65 pg/L、河川(下流)では A:0.16 pg/L・B:2.2 pg/L であった。

④ ポリブロモフェノール(PBPhs)

PBPhs における河川(上流)の実測濃度は、A:1.2 pg/L・B:2.2 pg/L、河川(下流)では A:1.5 pg/L・B:2.3 pg/L であった。

同族体パターンは、Aの河川(上流)及び河川(下流)では、TrBPhs(83・71%)、DiBPhs(17・14%)、Bの河川(上流)では、TrBPhs(95%)、河川(下流)では、DiBPhs(48%)、TrBPhs(26%)などの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 図-8)。異性体については、Aの河川(上流)及び河川(下流)では、2,4,6-TriBPh(83・71%)、2,4-DiBPh(17・14%)、Bの河川(上流)では、2,4,6-TriBPh(95%)、河川(下流)では、2,5/3,5-DiBPh(48%)、2,4,6-TriBPh(17%)の比率が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-8)。

⑥ ヘキサブロモシクロドデカン(HBCDs)

HBCDs における河川(上流)の実測濃度は、A:0.26 pg/L・B:0.81 pg/L、河川(下流)では A:0.30 pg/L・B:4.0 pg/L であった。

異性体パターンは、 γ -HBCD(51~81%)、 α -HBCD(12~43%)が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-11)。

2) 公共用水域底質

① 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFs における河川(上流)の実測濃度は、A:2.6 pg/g-dry・B:1,900pg/g-dry、PBDDsは、A:0.21 pg/g-dry・B:0.83 pg/g-dry、PBDFsは、A:2.4 pg/g-dry・B:1,900 pg/g-dryであった。河川(下流)におけるPBDDs/DFsの実測濃度は、A:150 pg/g-dry・B:6,900pg/g-dry、PBDDsは、A:0.17 pg/g-dry・B:190 pg/g-dry、PBDFsは、A:150 pg/g-dry・B:6,700 pg/g-dryであった。

また、毒性等量相当値の平均は、河川(上流)でA:0.051 pg/g-dry・B:5.9 pg/g-dry、河川(下流)でA:0.43 pg/g-dry・B:33 pg/g-dryであった。

同族体パターンは、Aの河川(上流)及び河川(下流)では、HpBDFs(3.8・31%)、HxBDFs(25・38%)、PeBDFs(21・45%)、Bの河川(上流)及び河川(下流)では、OBDF(56・23%)、HpBDFs(18・29%)、HxBDFs(19・22%)、PeBDFs(5・14%)などの比率が高かった(別図-2 媒体別同族体組成 図-3)。異性体については、A及びBの河川(上流)及び河川(下流)では、OBDF(48~100%)、Aの河川(下流)では、2,3,4,7,8-PeBDF(34%)、1,2,3,4,6,7,8-HpBDF(18%)などの比率が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-3)。

② ポリブロモジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEs における河川(上流)の実測濃度は、A:0.64 ng/g-dry・B:1,300 ng/g-dry、河川(下流)で A:160 ng/g-dry・B:4,900 ng/g-dry であった。

同族体パターンは、DeBDE(87~95%)の比率が高かった(別図-2 媒体別同族体組成 図-6)。DeBDEを除く異性体については、Aの河川(上流)及び河川(下流)では、2,2',4,4'-TeBDE(36・29%)、2,2',4,4',5-PeBDE(31・27%)、2,2',4,4',5,5'-HxBDE(13・10%)、Bの河川(上流)及び河川(下流)では、2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(72・73%)、2,2',4,4',5,5'-HxBDE(12・11%)などの比率が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-6)。

③ テトラブロモビスフェノール A (TBBPA)

TBBPA における河川(上流)の実測濃度は、A:0.028 ng/g-dry・B:0.27 ng/g-dry、河川(下流)で A:0.057 ng/g-dry・B:8.4 ng/g-dry であった。

④ ポリブロモフェノール(PBPhs)

PBPhs における河川(上流)の実測濃度は、A:0.49 ng/g-dry・B:3.0 ng/g-dry、河川(下流)で A:2.7 ng/g-dry・B:0.78 ng/g-dry であった。

同族体パターンは、Aの河川(上流)では、TrBPhs(71%)、DiBPhs(15%)、MoBPhs(15%)、河川(下流)では、PeBPh(67%)、TeBPhs(17%)、Bの河川(上流)では、MoBPhs(83%)、TrBPhs(12%)、河川(下流)では、TrBPhs(100%)の比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 図-9)。異性体については、Aの河川(上流)では、2,4,6-TrBPh(71%)、2,4-DiBPh(15%)、3/4-MoBPh(15%)、河川(下流)では、PeBPh(67%)、2,3,5,6-TeBPh(10%)、Bの河川(上流)では、2,5/3,5-DiBPh(83%)、河川(下流)では、2,4,6-TrBPh(100%)の比率が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-9)。

⑤ ヘキサブロモシクロドデカン(HBCDs)

HBCDs における河川(上流)の実測濃度は、A:0.20 ng/g-dry・B:360 ng/g-dry、河川(下流)で A:0.38 ng/g-dry・B:2,900 ng/g-dry であった。

異性体パターンは、 γ -HBCD(53~85%)、 α -HBCD(13~37%)が高かった(別図-3 媒体別異性体組成 図-12)。

(4)考察

1) 過去の発生源調査における排水水濃度との比較

排水水については、工程排水及び総合排水で4検体中全ての検体でPBDDs/DFsが検出された。総合排水の実測濃度は、A:12,000 pg/L・B:270 pg/L、毒性等量相当値は、A:36 pg-TEQ/L・B:0.59 pg-TEQ/Lで図6.1及び図6.2に示す過去の調査結果(排水水:PBDDs/DFs実測濃度、毒性等量相当値)との比較では、A施設で高い値であった。

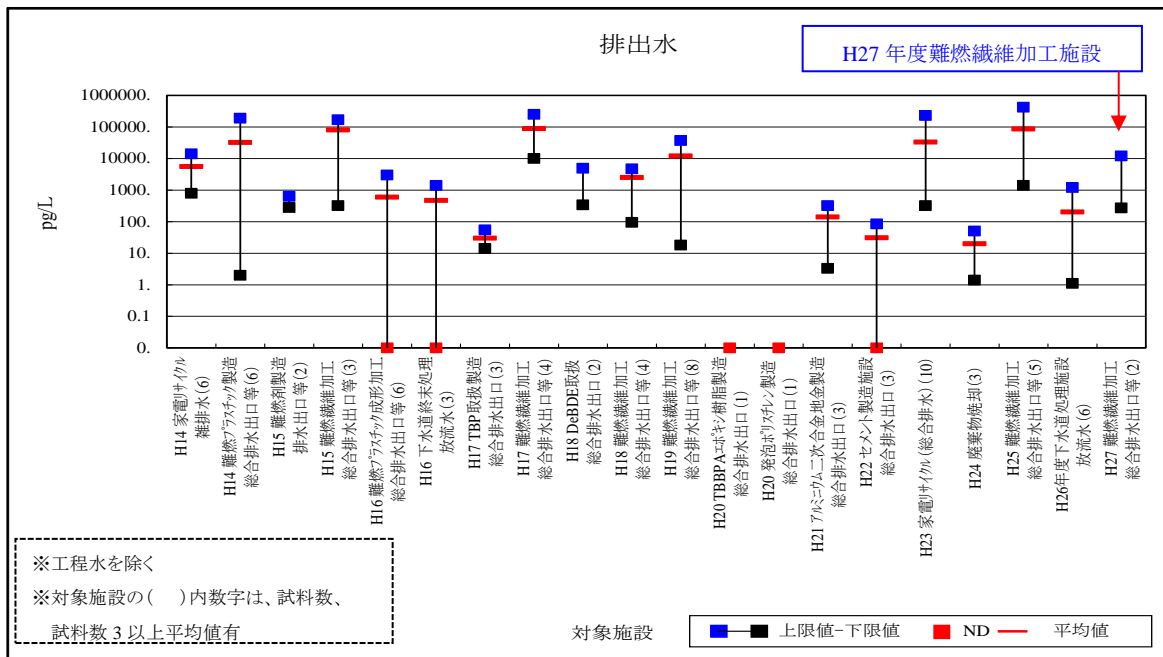
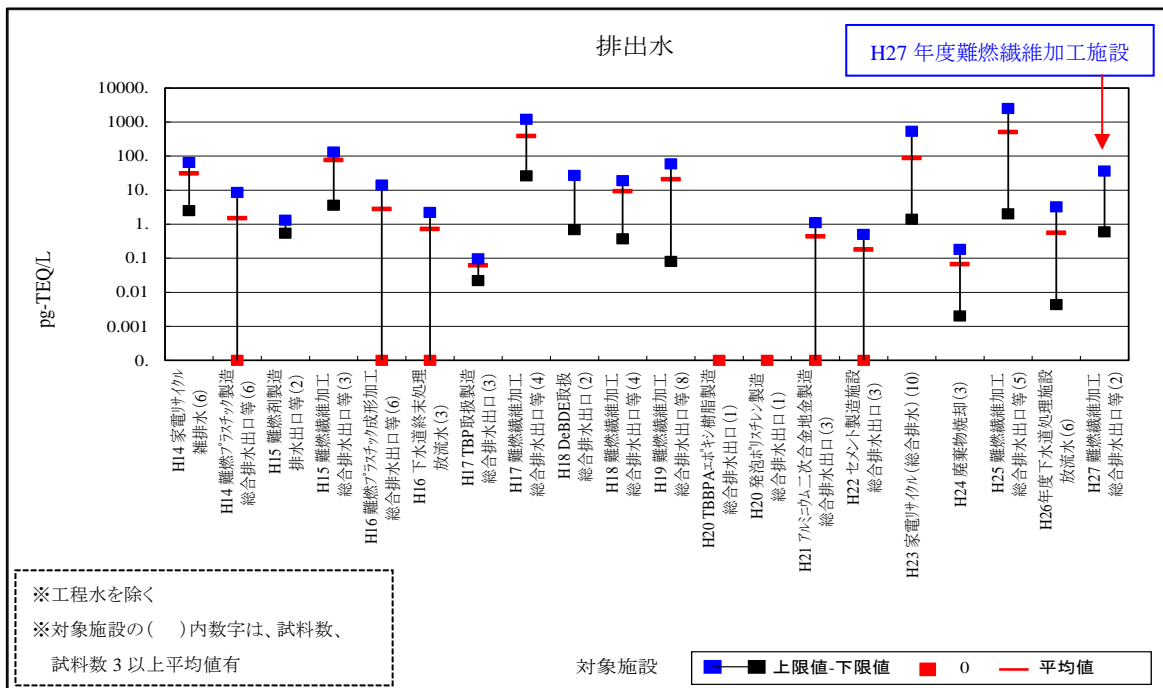


図 6.1 過去の調査結果との比較(排水水:PBDDs/DFs 実測濃度)



注 1)H27年度の毒性等量相当値は、検出下限値未満を「1/2」として算出した値、他年度は、検出下限値未満を「0」として算出した値

注 2)塩素化ダイオキシン類の排水水基準値は、10 pg-TEQ/L

図 6.2 過去の調査結果との比較(排水水:PBDDs/DFs 毒性等量相当値)

2) 施設の周辺の公共水域における検出

施設周辺の公共用水域水質については、4検体中全ての検体でPBDDs/DFsが検出された。実測濃度は、河川(上流)でA:14 pg/L・B:140 pg/L、河川(下流)でA:140 pg/L・B: 130 pg/L、毒性等量相当値は、河川(上流)でA:0.15 pg-TEQ/L・B:0.62 pg-TEQ/L、河川(下流)でA:0.56 pg-TEQ/L・B:0.55 pg-TEQ/Lであった。図6.3及び図6.4に示す過去の調査結果(公共用水域水質:PBDDs/DFs実測濃度、毒性等量相当値)との比較では、B地点の河川(上流)でやや高い値で、河川(下流)は、A及びBともやや高い値であった。

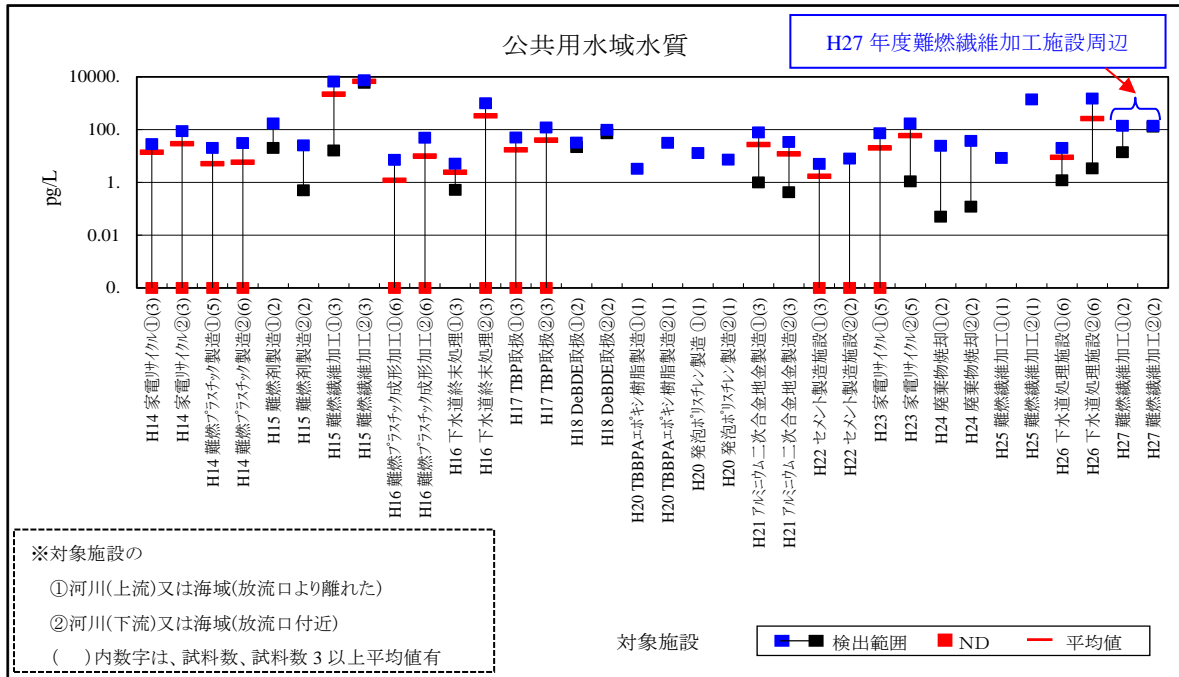
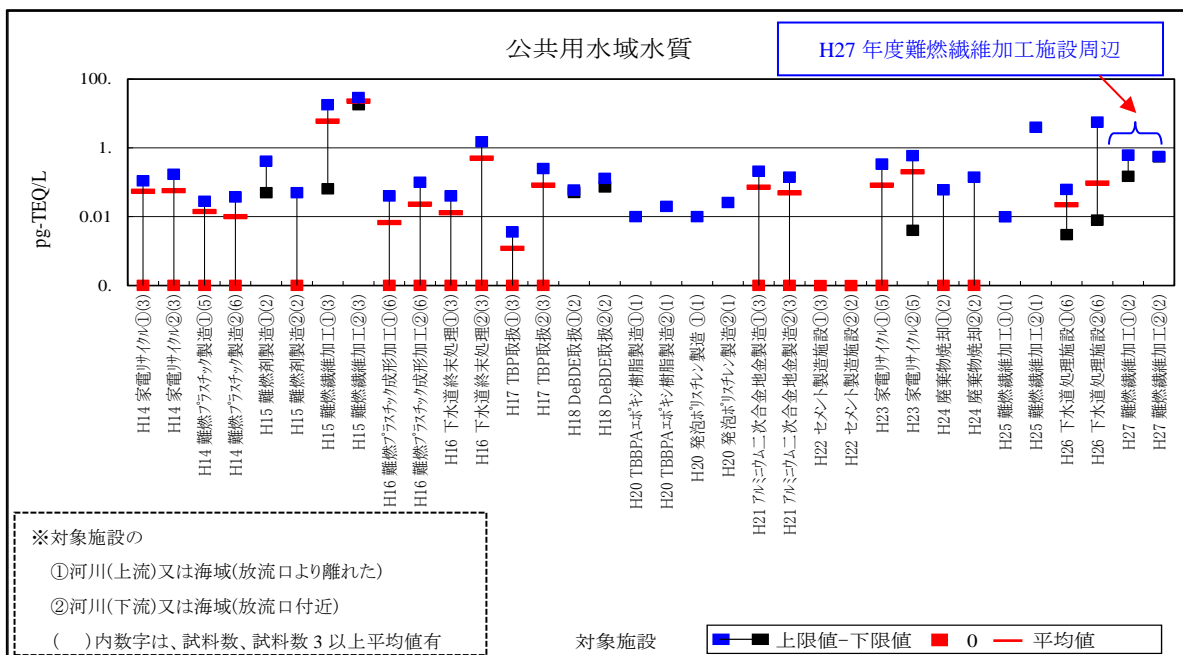


図 6.3 過去の調査結果との比較(公共用水域水質:PBDDs/DFs 実測濃度)



注 1)H27 年度の毒性等量相当値は、検出下限値未満を「1/2」として算出した値、他年度は、検出下限値未満を「0」として算出した値

注 3)塩素化ダイオキシン類の水質環境基準値は、1 pg-TEQ/L

図 6.4 過去の調査結果との比較(公共用水域水質:PBDDs/DFs 毒性等量相当値)

施設周辺の公共用水域底質については、4 検体中全ての検体で検出され、PBDDs/DFs の実測濃度は、河川(上流)で A:2.6 pg/g-dry・B:1,900 pg/g-dry、河川(下流)で A:150 pg/g-dry・B:6,900 pg/g-dry、毒性等量相当値は、河川(上流)で A:0.051 pg-TEQ/g-dry・B:5.9 pg-TEQ/g-dry、河川(下流)で A:0.43 pg-TEQ/g-dry・B:33 pg-TEQ/g-dry であった。図 6.5 及び図 6.6 に示す過去の調査結果(公共用水域底質:PBDDs/DFs 実測濃度、毒性等量相当値)との比較では、B 地点の河川(上流)でやや高い値、B 地点の河川(下流)で高い値であった。

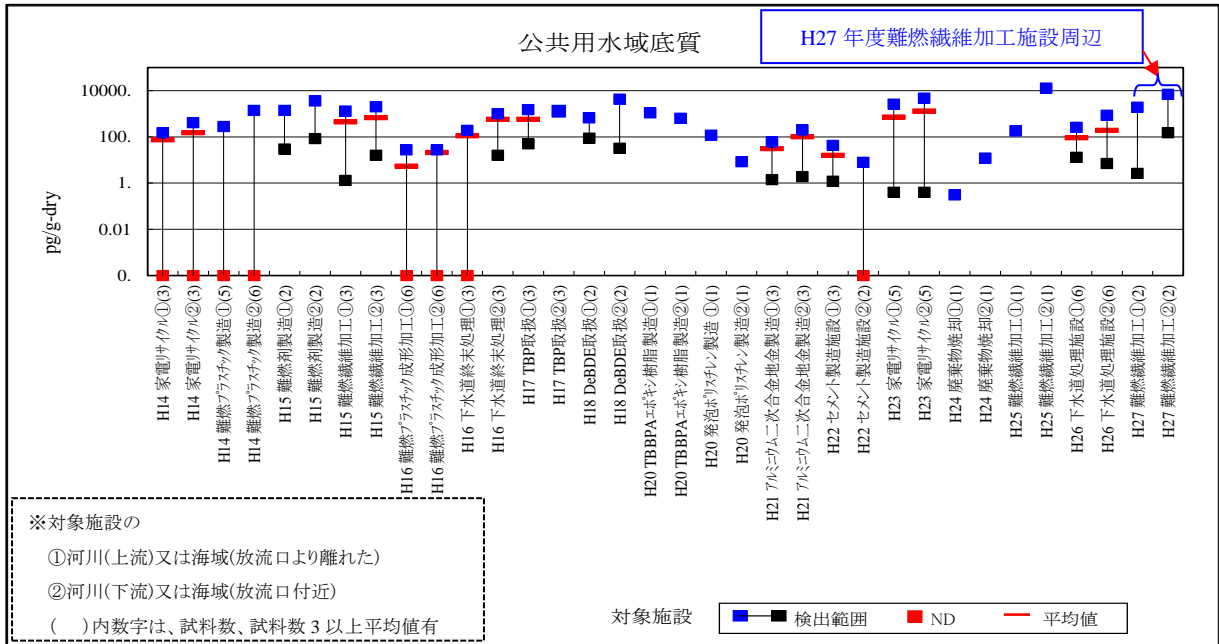
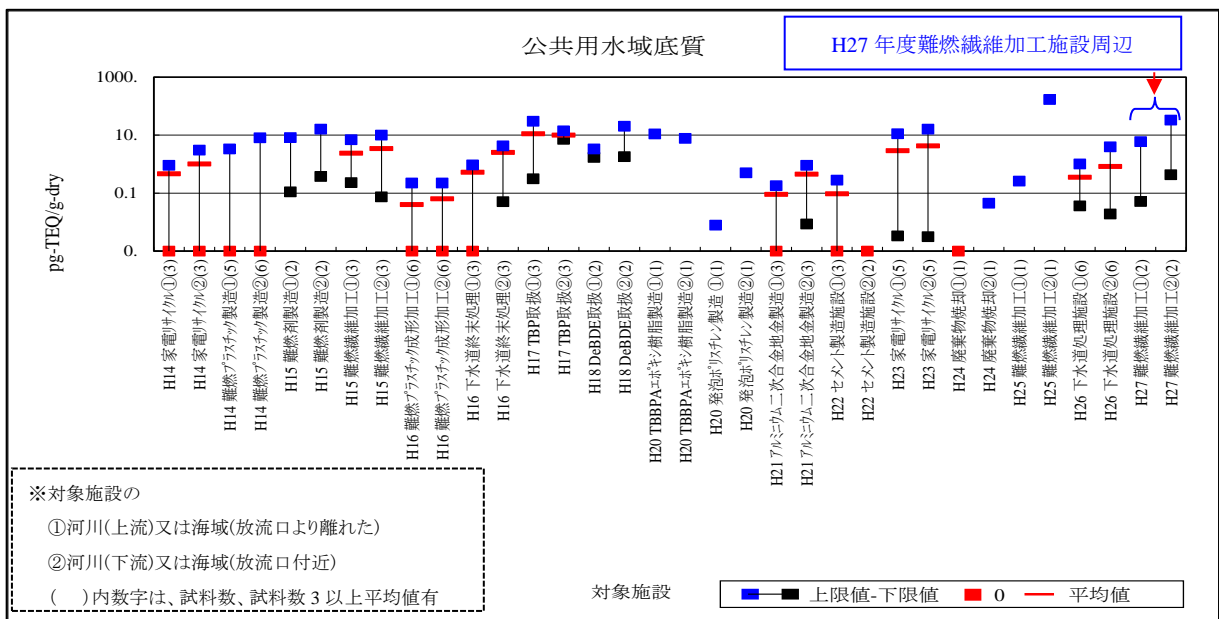


図 6.5 過去の調査結果との比較(公共用水域底質:PBDDs/DFs 実測濃度)



注 1)H27 年度の毒性等量相当値は、検出下限値未満を「1/2」として算出した値、他年度は、検出下限値未満を「0」として算出した値

注 4)塩素化ダイオキシン類の底質環境基準値は、150 pg-TEQ/g-dry

図 6.6 過去の調査結果との比較(公共用水域底質:PBDDs/DFs 毒性等量相当値)

3) まとめ

難燃繊維加工施設は、過年度でも調査を行い、工程水及び総合排水で高濃度のPBDDs/DFsが検出されていることから今年度は、新たに2施設の難燃繊維加工施設について現状の実態を把握するために調査を行った。

排水水については、工程水及び総合排水でPBDDs/DFsが検出され、特に工程水では実測濃度及び2,3,7,8-位置換異性体濃度が非常に高い値で検出された。また、総合排水では、排水処理により工程水よりも2~3桁程度低い濃度になっているが、1施設では、塩素系ダイオキシン類の排出基準を超える高い値が検出された。公共用水域底質では、1施設において河川下流で高い値が検出されている。

別表 - 1

調査結果(個別結果)

調査結果

①排水

表-1 排水中のPBDDs/DFs分析結果(実測濃度) (pg/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	工程水	総合排水	工程水	総合排水
2, 3, 7, 8-TeBDD	ND	ND	ND	ND
TeBDDs	18	ND	ND	ND
1, 2, 3, 7, 8-PeBDD	5.2	ND	ND	ND
PeBDDs	92	0.4	ND	ND
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDD	31	ND	ND	ND
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxBDD	21	ND	ND	ND
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxBDD	ND	ND	ND	ND
HxBDDs	560	4.4	ND	ND
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDD	2800	7.4	ND	ND
HpBDDs	8900	40	ND	ND
OBDD	790000	550	1300	4
Total PBDDs	800000	600	1300	4
2, 3, 7, 8-TeBDF	33	1.4	5.2	ND
TeBDFs	1500	130	120	6.5
1, 2, 3, 7, 8-PeBDF	150	2.2	7.2	ND
2, 3, 4, 7, 8-PeBDF	92	2.6	6.0	ND
PeBDFs	6400	180	190	8.8
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDF	4000	30	41	ND
HxBDFs	35000	560	450	7.6
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDF	3600000	3000	3400	28
HpBDFs	3600000	3000	3400	28
OBDF	1100000	7700	23000	220
Total PBDFs	4800000	12000	27000	270
Total (PBDDs+PBDFs)	5600000	12000	29000	270

表-2 排水中のPBDDs/DFs分析結果(毒性等量相当値) (pg-TEQ/L) (*1)

物質名	A 施設		B 施設	
	工程水	総合排水	工程水	総合排水
2, 3, 7, 8-TeBDD	0.02	0.02	0.02	0.02
1, 2, 3, 7, 8-PeBDD	5.2	0.05	0.05	0.05
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDD	3.1	0.03	0.03	0.03
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxBDD	2.1	0.035	0.035	0.04
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxBDD	0.03	0.03	0.03	0.03
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDD	28	0.074	0.0025	0.0025
OBDD	240	0.17	0.38	0.0013
2, 3, 7, 8-TeBDF	3.3	0.14	0.52	0.002
1, 2, 3, 7, 8-PeBDF	4.5	0.066	0.21	0.003
2, 3, 4, 7, 8-PeBDF	28	0.77	1.8	0.045
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDF	400	3.0	4.1	0.025
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDF	36000	30	34	0.28
OBDF	340	2.3	7.0	0.066
Total TEQ (*2)	37000	36	48	0.59
Total TEQ (*3)	37000	36	48	0.34

*1: 毒性等量相当値は、WHO-TEF(2006)によるPCDDs/DFsのTEFに準じて算出した参考値である。

*2: 毒性等量相当値は、検出下限未満を「検出下限値の1/2」として算出した値である。

*3: 毒性等量相当値は、検出下限未満を「0」として算出した参考値である。

表-3 排出水中のPBDEs分析結果(実測濃度) (ng/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	工程水	総合排水	工程水	総合排水
MoBDEs	11	ND	ND	ND
4,4'-DiBDE(#15)	9.0	0.021	0.03	0.007
DiBDEs	10	0.025	0.03	0.007
2',3,4/2,4,4'/2,2',3-TrBDE(#33/#28/#16)	2.7	0.010	ND	ND
TrBDEs	4.7	0.031	ND	ND
2,2',4,4'-TeBDE(#47)	26	0.22	ND	0.004
TeBDEs	34	0.75	ND	0.004
2,2',4,4',5-PeBDE(#99)	13	0.35	0.10	ND
2,2',4,4',6-PeBDE(#100)	1.8	0.025	ND	ND
PeBDEs	23	0.99	0.29	ND
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(#153)	110	2.2	1.1	0.015
2,2',4,4',5,6'-HxBDE(#154)	13	0.63	0.43	0.008
HxBDEs	140	3.7	2.1	0.023
2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(#175/#183)	1200	4.7	3.5	0.025
HpBDEs	1300	5.9	5.8	0.048
OBDEs	15000	130	64	0.36
NoBDEs	1800000	9400	6600	28
DeBDE	5900000	280000	320000	1000
Total PBDEs	7800000	290000	330000	1000

表-4 排出水中のHBCDs, TBBPA及びPBPhs分析結果(実測濃度) (ng/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	工程水	総合排水	工程水	総合排水
α -HBCD	43	3.0	150	0.76
β -HBCD	8.0	0.19	27	0.07
γ -HBCD	150	1.9	710	0.80
Total HBCDs	200	5.1	890	1.6
TBBPA	17	0.88	18	4.6
2-MoBPh	28	0.4	3.8	0.4
3/4-MoBPh	18	0.9	0.6	ND
MoBPhs	47	1.3	4.4	0.4
2,6-DiBPh	22	ND	ND	ND
2,5/3,5-DiBPh	ND	ND	38	9.5
2,4-DiBPh	3	ND	1.7	ND
3,4-DiBPh	3	ND	ND	ND
2,3-DiBPh	ND	ND	ND	ND
DiBPhs	27	ND	39	9.5
2,4,6-TrBPh	76	0.9	3.1	0.4
2,3,6-TrBPh	ND	ND	ND	ND
2,4,5-TrBPh	4	ND	0.7	ND
2,3,5-TrBPh	2	ND	5.3	1.0
3,4,5-TrBPh	1	ND	1.3	ND
2,3,4-TrBPh	ND	ND	ND	ND
TrBPhs	83	0.9	10	1.3
2,3,4,5-TeBPh	19	0.6	ND	ND
2,3,4,6-TeBPh	35	0.7	ND	ND
2,3,5,6-TeBPh	300	1.2	ND	ND
TeBPhs	360	2.5	ND	ND
2,3,4,5,6-PeBPh	5900	16	ND	ND
Total PBPhs	6400	20	54	11

②公共用水域水質

表-5 公共用水域水質中のPBDDs/DFs分析結果(実測濃度) (pg/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
2, 3, 7, 8-TeBDD	ND	ND	ND	ND
TeBDDs	0.03	0.06	0.27	0.13
1, 2, 3, 7, 8-PeBDD	ND	ND	ND	ND
PeBDDs	ND	ND	0.17	ND
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDD	ND	ND	ND	ND
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxBDD	ND	ND	ND	ND
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxBDD	ND	ND	ND	ND
HxBDDs	ND	ND	0.5	ND
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDD	ND	ND	ND	ND
HpBDDs	ND	ND	ND	ND
OBDD	ND	2.3	0.9	1.2
Total PBDDs	0.03	2.4	1.8	1.3
2, 3, 7, 8-TeBDF	ND	0.11	0.07	0.22
TeBDFs	0.52	7.3	5.2	13
1, 2, 3, 7, 8-PeBDF	ND	0.1	ND	ND
2, 3, 4, 7, 8-PeBDF	ND	0.2	0.2	ND
PeBDFs	0.7	12	9.0	13
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDF	ND	1.5	0.9	1.1
HxBDFs	1.3	20	21	19
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDF	2.5	23	35	30
HpBDFs	2.5	23	35	30
OBDF	9.1	78	70	49
Total PBDFs	14	140	140	120
Total (PBDDs+PBDFs)	14	140	140	130

表-6 公共用水域水質中のPBDDs/DFs分析結果(毒性等量相当値) (pg-TEQ/L) (*1)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
2, 3, 7, 8-TeBDD	0.01	0.01	0.01	0.01
1, 2, 3, 7, 8-PeBDD	0.03	0.03	0.03	0.03
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDD	0.015	0.015	0.015	0.015
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxBDD	0.02	0.02	0.02	0.02
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxBDD	0.015	0.015	0.015	0.015
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDD	0.001	0.001	0.001	0.001
OBDD	0.00009	0.00069	0.00026	0.00036
2, 3, 7, 8-TeBDF	0.001	0.011	0.007	0.022
1, 2, 3, 7, 8-PeBDF	0.0015	0.0036	0.0015	0.0015
2, 3, 4, 7, 8-PeBDF	0.015	0.05	0.064	0.015
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDF	0.015	0.15	0.091	0.11
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDF	0.025	0.23	0.35	0.30
OBDF	0.0027	0.023	0.021	0.015
Total TEQ (*2)	0.15	0.56	0.62	0.55
Total TEQ (*3)	0.027	0.47	0.53	0.44

*1: 毒性等量相当値は、WHO-TEF(2006)によるPCDDs/DFsのTEFに準じて算出した参考値である。

*2: 毒性等量相当値は、検出下限未満を「検出下限値の1/2」として算出した値である。

*3: 毒性等量相当値は、検出下限未満を「0」として算出した参考値である。

表-7 公共用水域水質中のPBDEs分析結果(実測濃度) (ng/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
MoBDEs	ND	ND	ND	ND
4,4'-DiBDE(#15)	ND	ND	ND	0.0005
DiBDEs	ND	ND	0.0005	0.0009
2',3,4/2,4,4'/2,2',3-TrBDE(#33/#28/#16)	ND	0.002	ND	0.001
TrBDEs	ND	0.002	ND	0.001
2,2',4,4'-TeBDE(#47)	0.003	0.003	0.002	0.004
TeBDEs	0.003	0.003	0.003	0.010
2,2',4,4',5-PeBDE(#99)	ND	0.003	0.001	0.004
2,2',4,4',6-PeBDE(#100)	ND	ND	ND	ND
PeBDEs	ND	0.003	0.001	0.004
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(#153)	ND	0.007	0.006	0.012
2,2',4,4',5,6'-HxBDE(#154)	ND	ND	0.003	0.012
HxBDEs	ND	0.007	0.008	0.024
2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(#175/#183)	ND	0.025	0.014	0.040
HpBDEs	ND	0.038	0.025	0.077
OBDEs	0.047	0.41	0.13	0.33
NoBDEs	1.3	14	1.2	4.5
DeBDE	40	290	23	65
Total PBDEs	42	300	24	70

表-8 公共用水域水質中のHBCDs, TBBPA及びPBPhs分析結果(実測濃度) (ng/L)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
α -HBCD	0.03	0.06	0.15	1.7
β -HBCD	0.02	0.02	0.04	0.22
γ -HBCD	0.21	0.22	0.62	2.0
Total HBCDs	0.26	0.30	0.81	4.0
TBBPA	0.098	0.16	0.65	2.2
2-MoBPh	ND	ND	ND	0.3
3/4-MoBPh	ND	0.2	ND	0.3
MoBPhs	ND	0.2	ND	0.6
2,6-DiBPh	ND	ND	ND	ND
2,5/3,5-DiBPh	ND	ND	ND	1.1
2,4-DiBPh	0.2	0.2	0.1	ND
3,4-DiBPh	ND	ND	ND	ND
2,3-DiBPh	ND	ND	ND	ND
DiBPhs	0.2	0.2	0.1	1.1
2,4,6-TrBPh	1.0	1.0	2.1	0.4
2,3,6-TrBPh	ND	ND	ND	ND
2,4,5-TrBPh	ND	ND	ND	ND
2,3,5-TrBPh	ND	ND	ND	0.2
3,4,5-TrBPh	ND	ND	ND	ND
2,3,4-TrBPh	ND	ND	ND	ND
TrBPhs	1.0	1.0	2.1	0.6
2,3,4,5-TeBPh	ND	ND	ND	ND
2,3,4,6-TeBPh	ND	ND	ND	ND
2,3,5,6-TeBPh	ND	ND	ND	ND
TeBPhs	ND	ND	ND	ND
2,3,4,5,6-PeBPh	ND	ND	ND	ND
Total PBPhs	1.2	1.5	2.2	2.3

③公共用水域底質

表-9 公共用水域底質中のPBDDs/DFs分析結果(実測濃度) (pg/g-dry)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
2, 3, 7, 8-TeBDD	ND	ND	ND	ND
TeBDDs	0.21	ND	0.50	ND
1, 2, 3, 7, 8-PeBDD	ND	ND	ND	ND
PeBDDs	ND	0.17	0.33	ND
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDD	ND	ND	ND	ND
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxBDD	ND	ND	ND	ND
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxBDD	ND	ND	ND	ND
HxBDDs	ND	ND	ND	ND
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDD	ND	ND	ND	15
HpBDDs	ND	ND	ND	55
OBDD	ND	ND	ND	140
Total PBDDs	0.21	0.17	0.83	190
2, 3, 7, 8-TeBDF	ND	ND	0.47	11
TeBDFs	0.41	6.0	28	600
1, 2, 3, 7, 8-PeBDF	ND	4.1	11	7.7
2, 3, 4, 7, 8-PeBDF	ND	ND	ND	13
PeBDFs	0.55	67	100	980
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDF	ND	2.1	15	70
HxBDFs	0.65	57	370	1500
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDF	0.82	5.7	360	2000
HpBDFs	0.82	5.7	360	2000
OBDF	ND	13	1100	1600
Total PBDFs	2.4	150	1900	6700
Total (PBDDs+PBDFs)	2.6	150	1900	6900

表-10 公共用水域底質中のPBDDs/DFs分析結果(毒性等量相当値) (pg-TEQ/g-dry) (*1)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
2, 3, 7, 8-TeBDD	0.004	0.004	0.004	0.004
1, 2, 3, 7, 8-PeBDD	0.01	0.01	0.01	0.01
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDD	0.005	0.005	0.005	0.005
1, 2, 3, 6, 7, 8-HxBDD	0.005	0.005	0.005	0.005
1, 2, 3, 7, 8, 9-HxBDD	0.005	0.005	0.005	0.005
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDD	0.00045	0.00045	0.00045	0.15
OBDD	0.00003	0.00003	0.00003	0.041
2, 3, 7, 8-TeBDF	0.0004	0.0004	0.047	1.1
1, 2, 3, 7, 8-PeBDF	0.0006	0.12	0.34	0.23
2, 3, 4, 7, 8-PeBDF	0.0075	0.0075	0.0075	3.8
1, 2, 3, 4, 7, 8-HxBDF	0.005	0.21	1.5	7.0
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpBDF	0.0082	0.057	3.6	20
OBDF	0.000045	0.0038	0.33	0.48
Total TEQ (*2)	0.051	0.43	5.9	33
Total TEQ (*3)	0.0082	0.39	5.8	33

*1: 毒性等量相当値は、WHO-TEF(2006)によるPCDDs/DFsのTEFに準じて算出した参考値である。

*2: 毒性等量相当値は、検出下限未満を「検出下限値の1/2」として算出した値である。

*3: 毒性等量相当値は、検出下限未満を「0」として算出した参考値である。

表-11 公共用水域底質中のPBDEs分析結果(実測濃度) (ng/g-dry)

物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
MoBDEs	ND	ND	ND	0.016
4,4'-DiBDE(#15)	0.0004	0.0009	0.0007	0.018
DiBDEs	0.0004	0.0009	0.0007	0.060
2',3,4/2,4,4'/2,2',3-TrBDE(#33/#28/#16)	0.0005	0.0011	0.0024	0.038
TrBDEs	0.0005	0.0018	0.0035	0.13
2,2',4,4'-TeBDE(#47)	0.0043	0.014	0.018	0.43
TeBDEs	0.0055	0.023	0.030	0.81
2,2',4,4',5-PeBDE(#99)	0.0038	0.013	0.018	0.38
2,2',4,4',6-PeBDE(#100)	0.0007	0.0016	0.0044	0.089
PeBDEs	0.0046	0.016	0.033	0.81
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(#153)	0.0015	0.0048	0.054	0.87
2,2',4,4',5,6'-HxBDE(#154)	0.0008	0.0031	0.021	0.33
HxBDEs	0.0023	0.0090	0.11	1.8
2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(#175/#183)	ND	0.010	0.32	5.5
HpBDEs	0.003	0.011	0.90	17
OBDEs	0.0084	0.15	44	12
NoBDEs	0.055	7.1	120	230
DeBDE	0.56	150	1100	4700
Total PBDEs	0.64	160	1300	4900

表-12 公共用水域底質中のHBCDs, TBBPA及びPBPhs分析結果(実測濃度) (ng/g-dry)

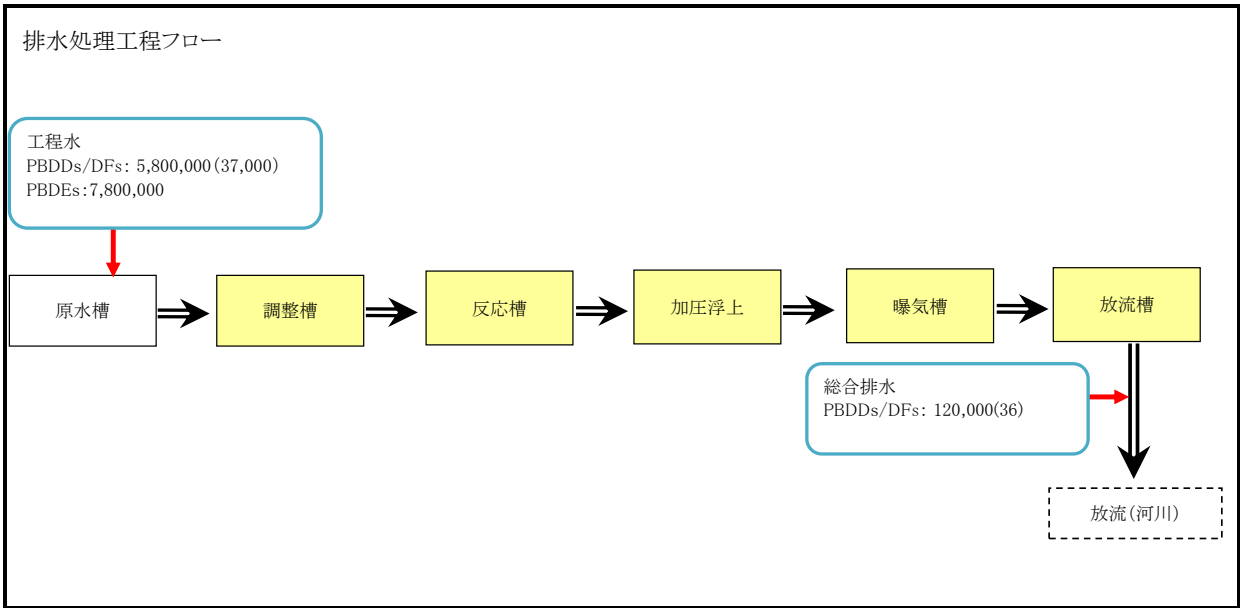
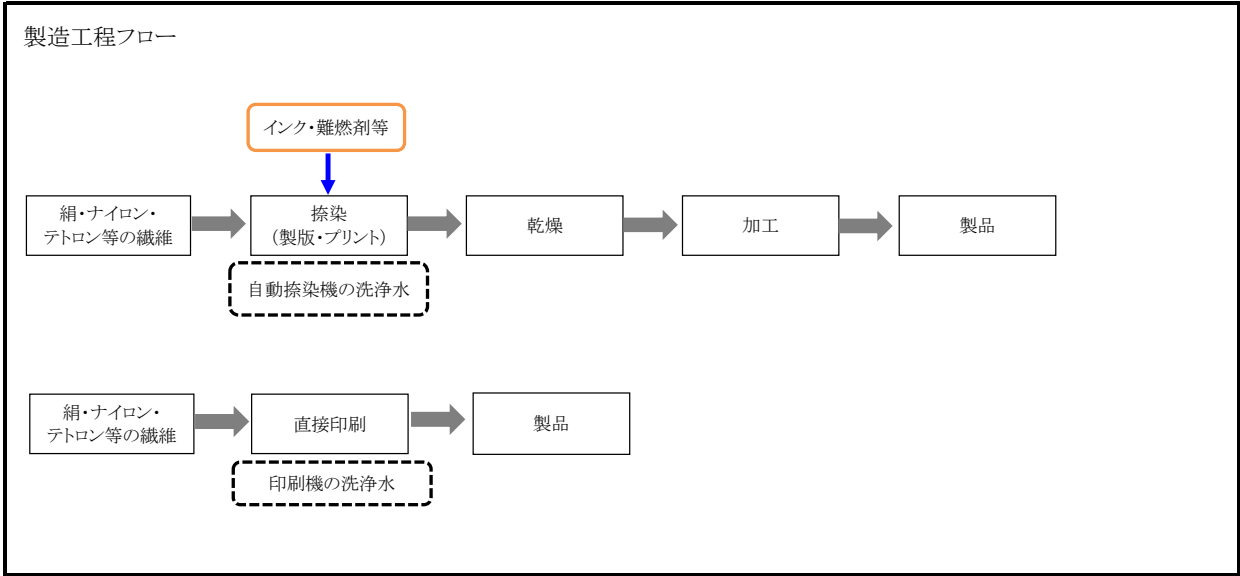
物質名	A 施設		B 施設	
	河川上流	河川下流	河川上流	河川下流
α -HBCD	0.042	0.14	46	590
β -HBCD	0.020	0.040	8.7	180
γ -HBCD	0.14	0.20	310	2100
Total HBCDs	0.20	0.38	360	2900
TBBPA	0.028	0.057	0.27	8.4
2-MoBPh	ND	0.07	0.10	ND
3/4-MoBPh	0.07	0.16	0.08	ND
MoBPhs	0.07	0.23	0.17	ND
2,6-DiBPh	ND	ND	ND	ND
2,5/3,5-DiBPh	ND	ND	2.5	ND
2,4-DiBPh	0.07	ND	ND	ND
3,4-DiBPh	ND	ND	ND	ND
2,3-DiBPh	ND	ND	ND	ND
DiBPhs	0.07	ND	2.5	ND
2,4,6-TrBPh	0.34	0.18	0.09	0.78
2,3,6-TrBPh	ND	ND	ND	ND
2,4,5-TrBPh	ND	ND	ND	ND
2,3,5-TrBPh	ND	ND	0.26	ND
3,4,5-TrBPh	ND	ND	ND	ND
2,3,4-TrBPh	ND	ND	ND	ND
TrBPhs	0.34	0.18	0.35	0.78
2,3,4,5-TeBPh	ND	0.09	ND	ND
2,3,4,6-TeBPh	ND	0.11	ND	ND
2,3,5,6-TeBPh	ND	0.26	ND	ND
TeBPhs	ND	0.46	ND	ND
2,3,4,5,6-PeBPh	ND	1.8	ND	ND
Total PBPhs	0.49	2.7	3.0	0.78

別 図 - 1

調査施設概要

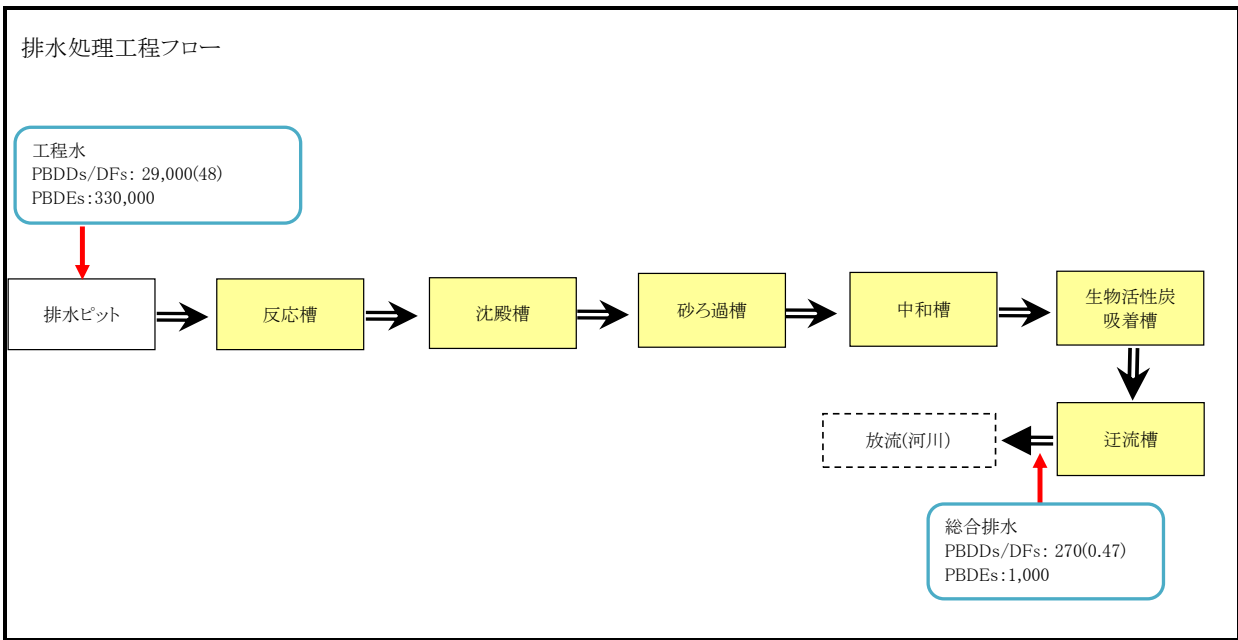
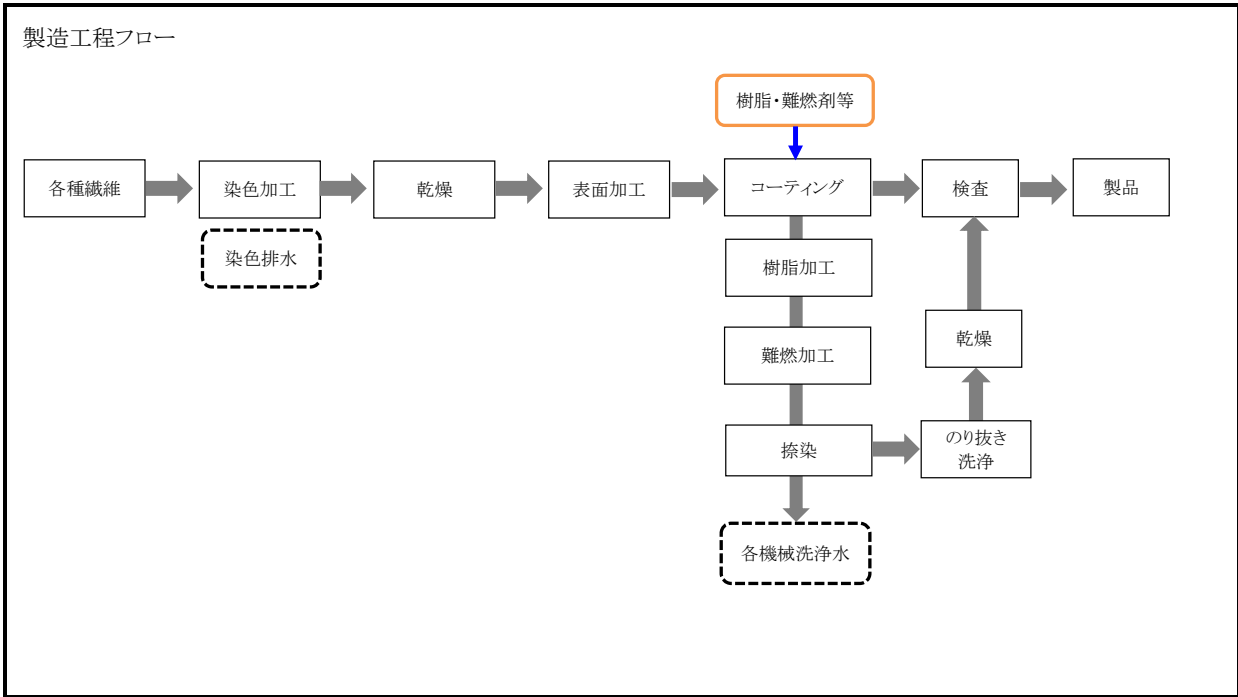
製造工程フロー・排水処理フロー・試料採取箇所・周辺状況

調査施設概要(A施設)



単位: 工程水、総合排水: PBDDs/DFs 実測濃度(pg/L) ,括弧内の値は、(毒性等量相当値(検出下限値未満を検出下限値の1/2として算出))(pg-TEQ/L)
PBDEs : 実測濃度(ng/L)

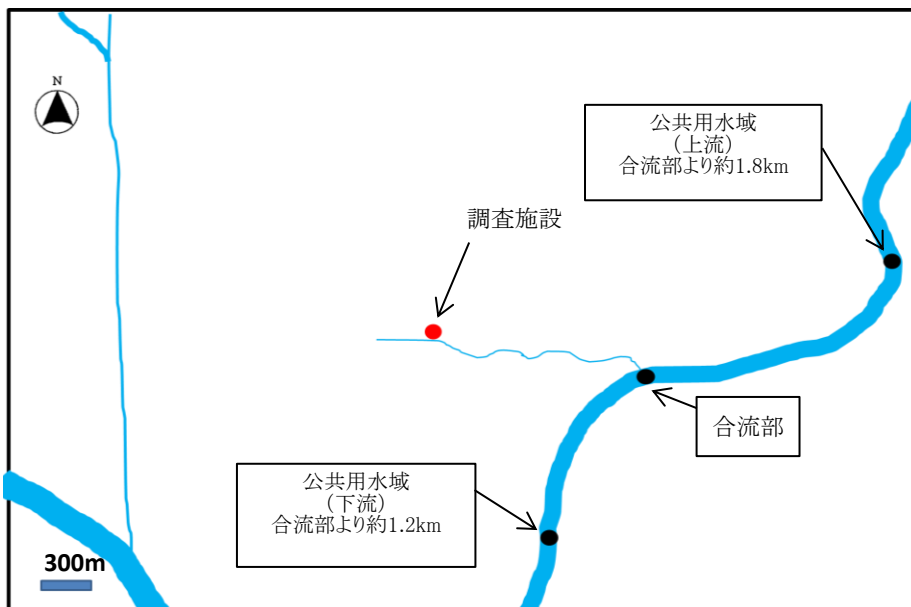
調査施設概要(B施設)



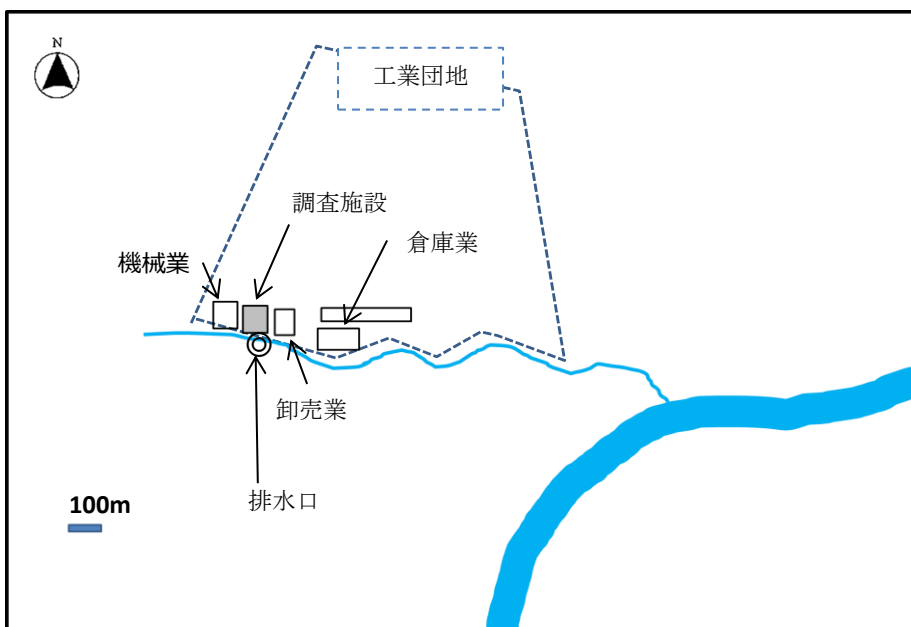
単位: 工程水、総合排水: PBDDs/DFs 実測濃度(pg/L),括弧内の値は、(毒性等量相当値(検出下限値未満を検出下限値の1/2として算出))(pg-TEQ/L)
PBDEs :実測濃度(ng/L)

試料採取箇所及び周辺状況

A施設周辺図 (広域)

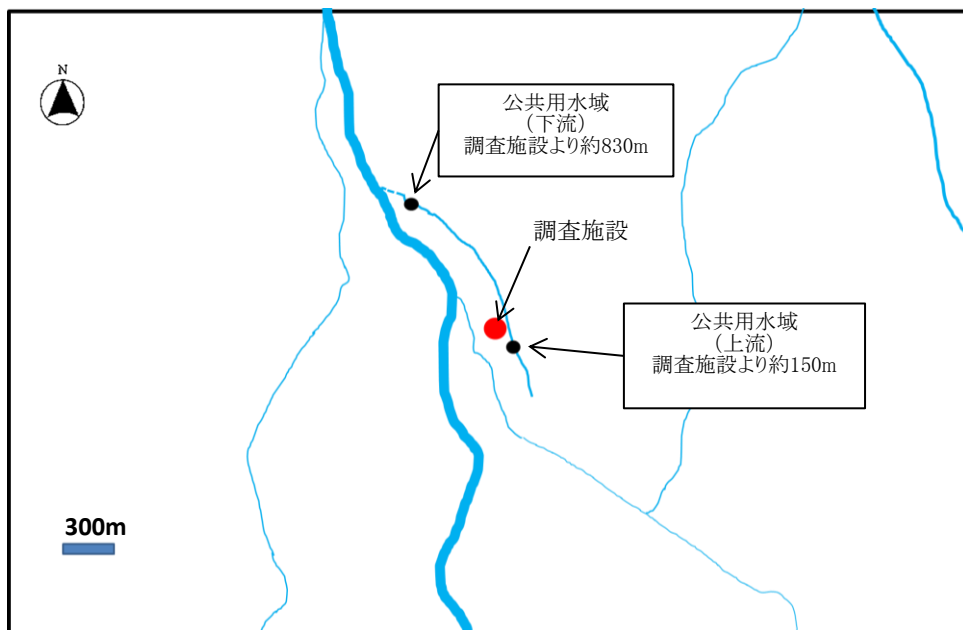


A施設周辺図 (近隣)

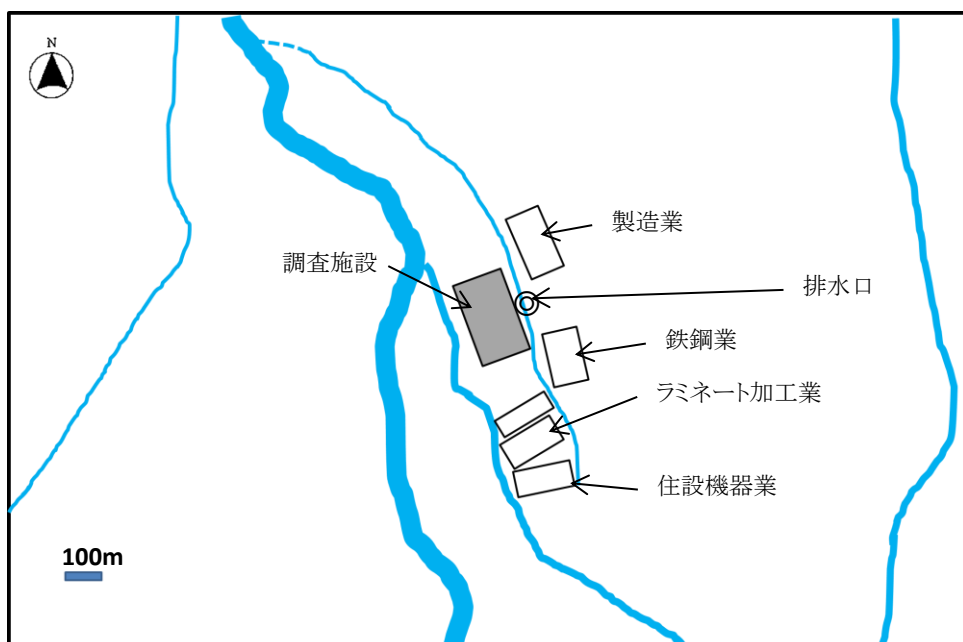


試料採取箇所及び周辺状況

B施設周辺図 (広域)



B施設周辺図 (近隣)



別 図 - 2

媒体別同族体組成

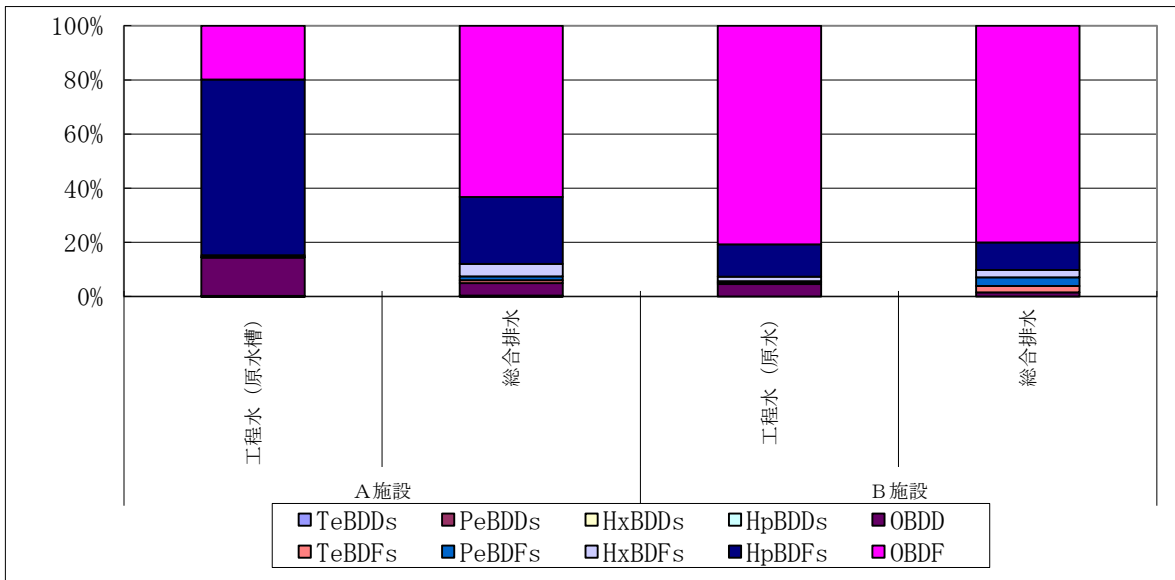


図-1 排水 PBDDs/DFs同族体組成

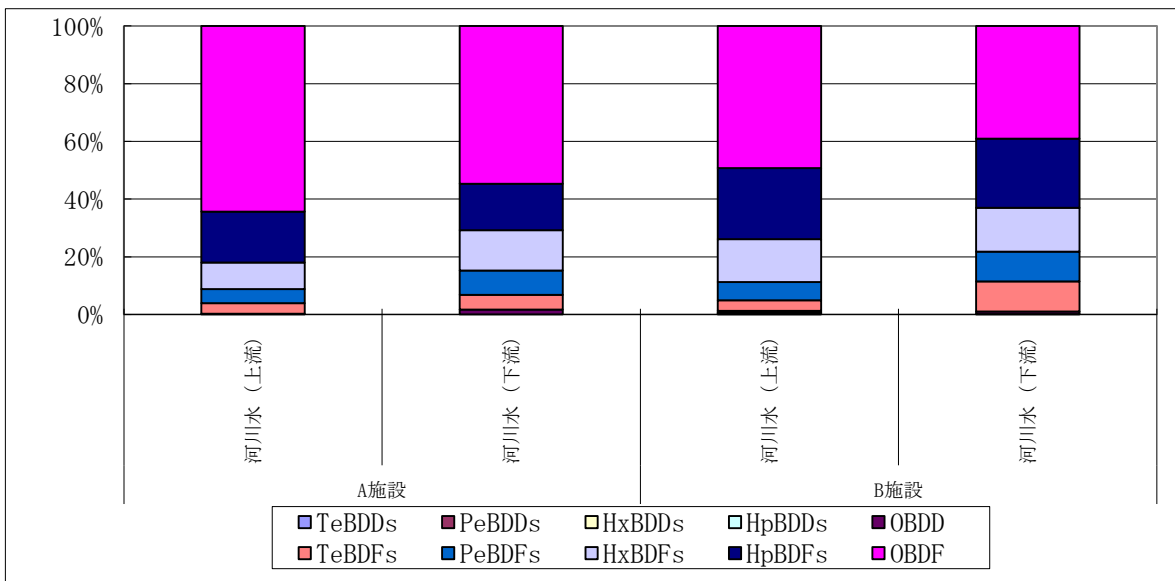


図-2 公共用水域水質 PBDDs/DFs同族体組成

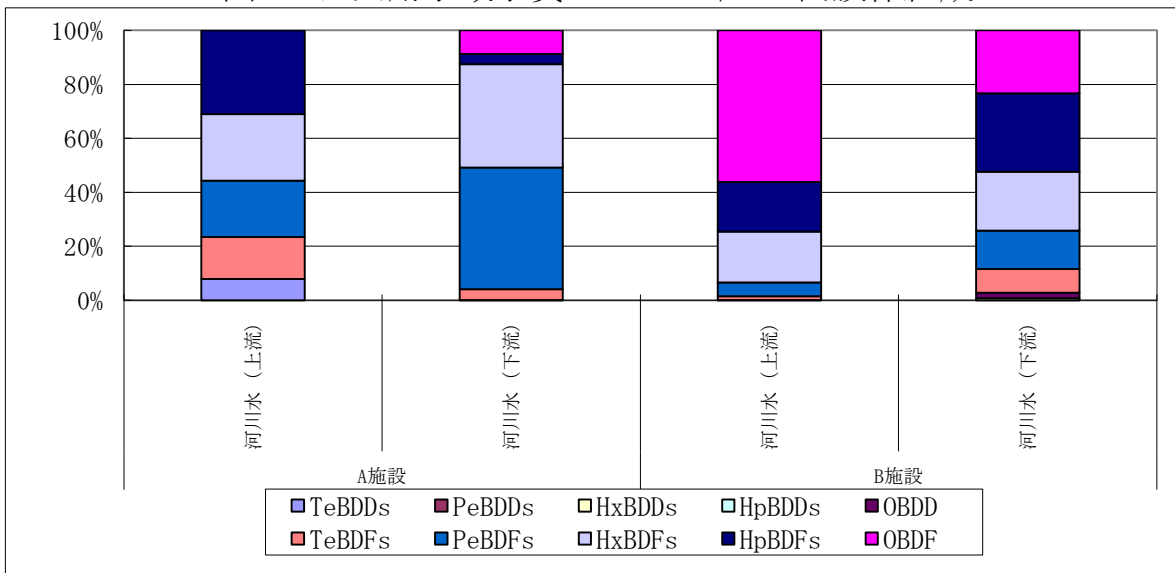


図-3 公共用水域底質 PBDDs/DFs同族体組成

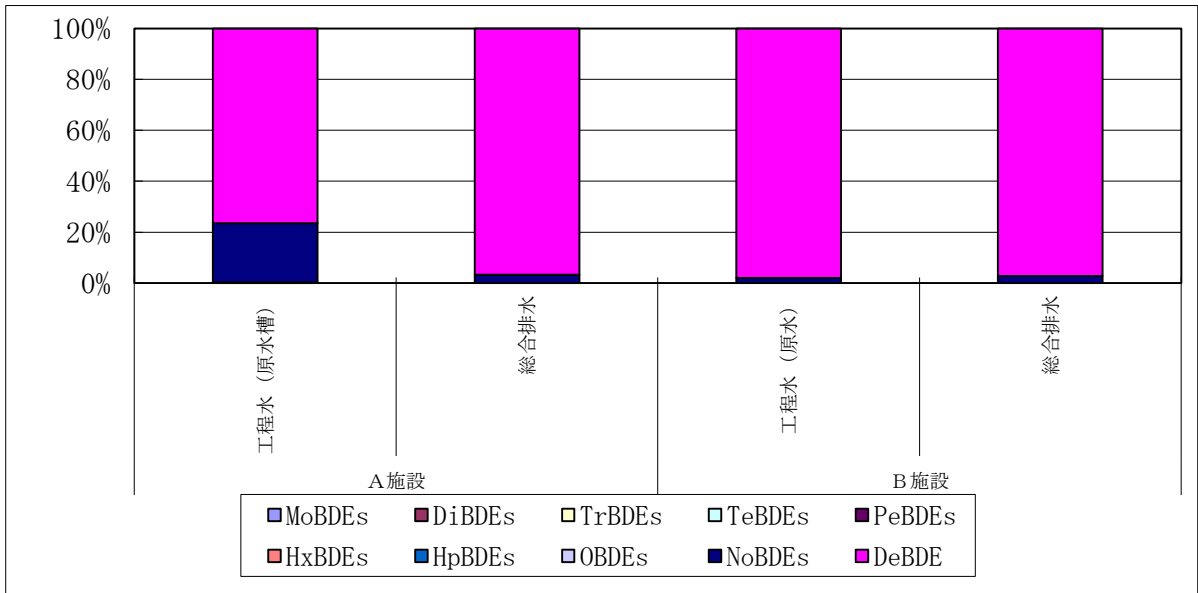


圖-4 排出水 PBDEs同族体組成

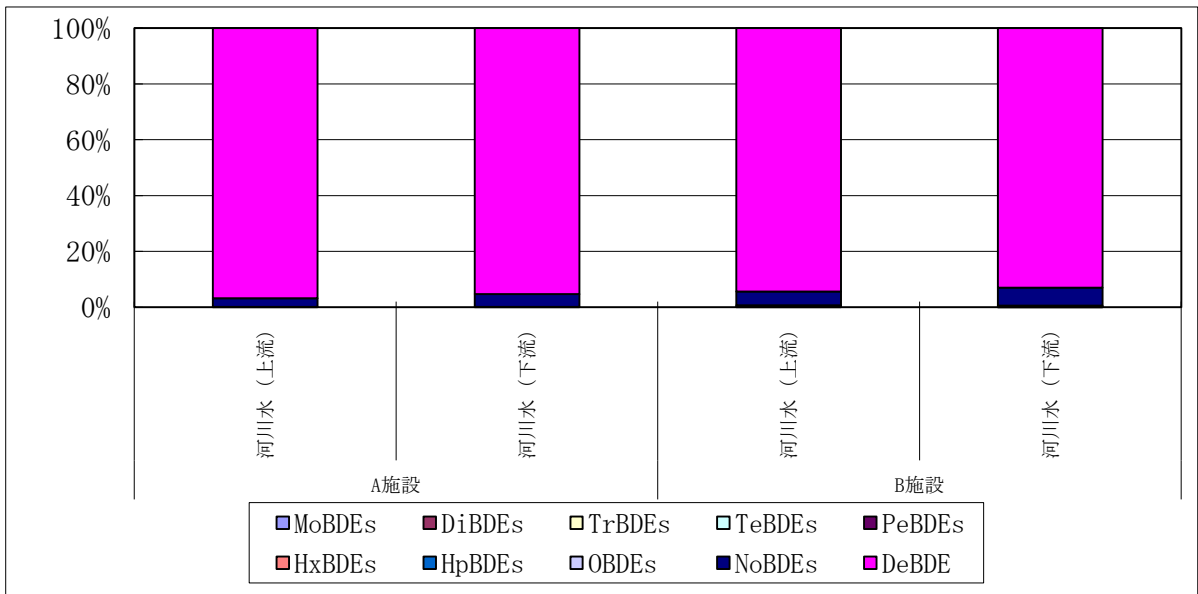


圖-5 公共用水域水質 PBDEs同族体組成

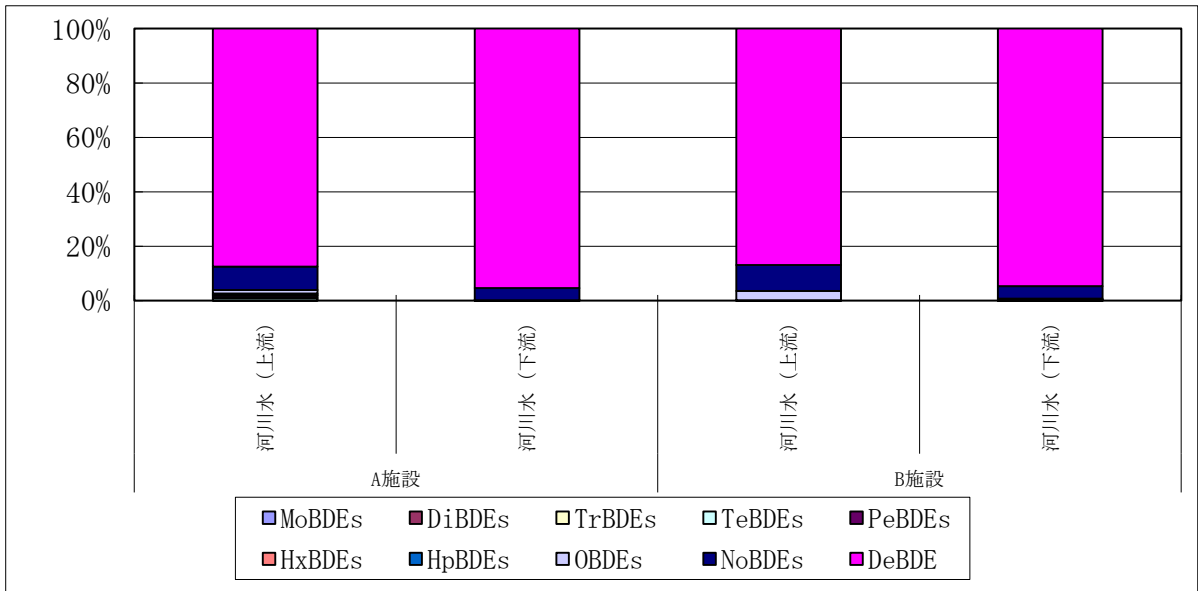


圖-6 公共用水域底質 PBDEs同族体組成

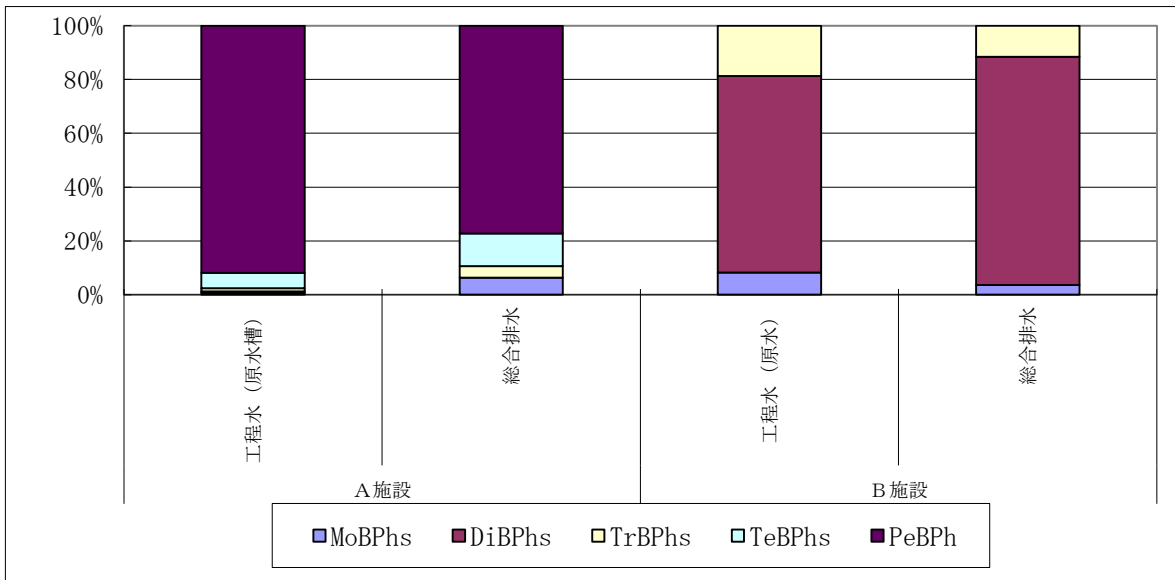


図-7 排水水 PBPhs同族体組成

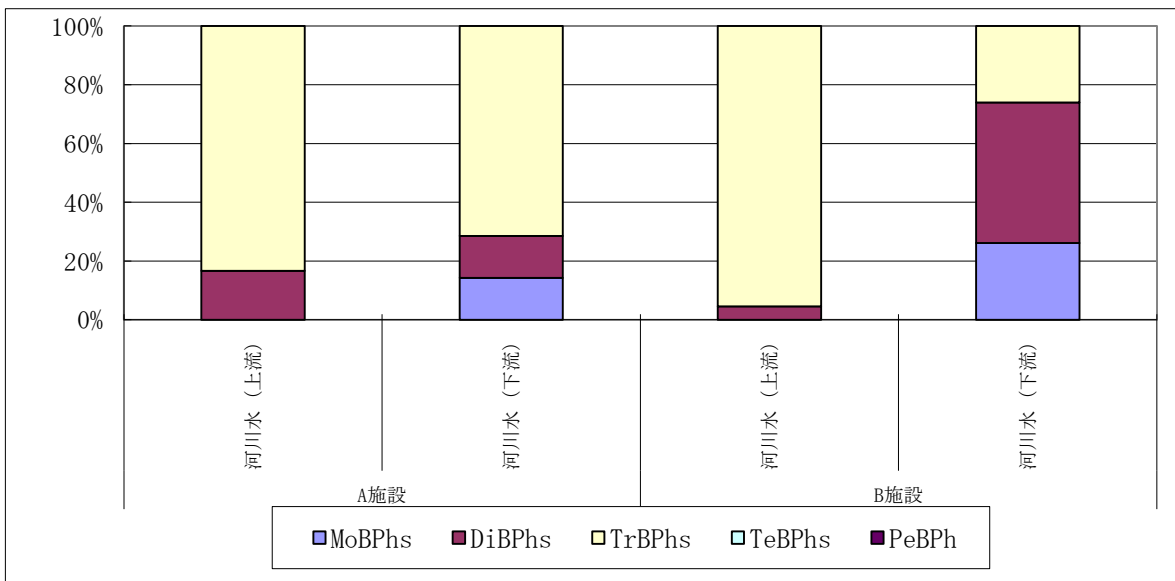


図-8 公共用水域水質 PBPhs同族体組成

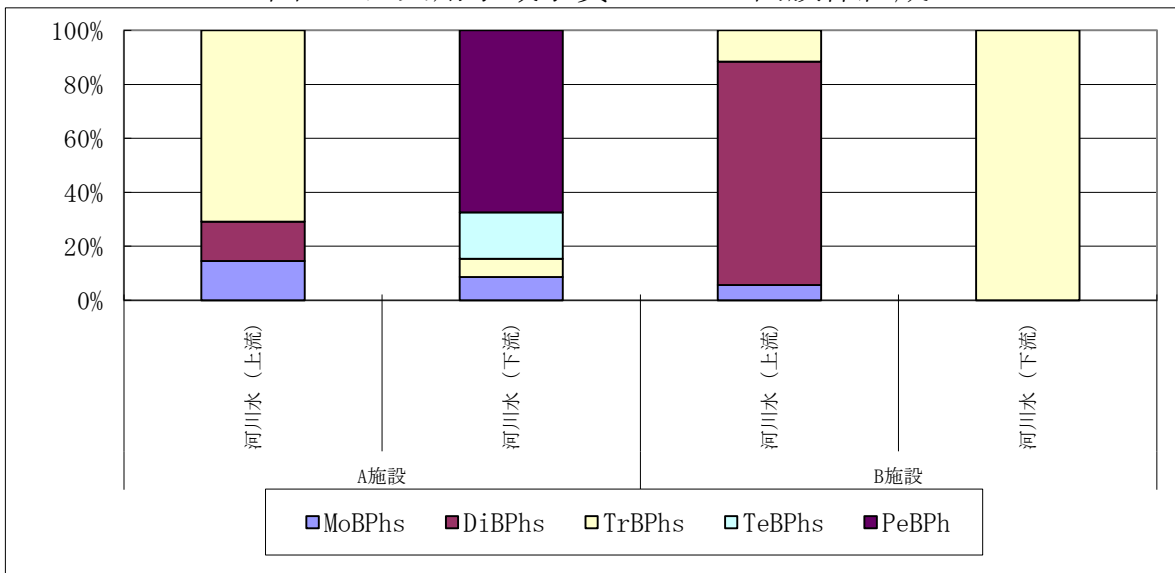


図-9 公共用水域底質 PBPhs同族体組成

別 図 - 3

媒体別異性体組成

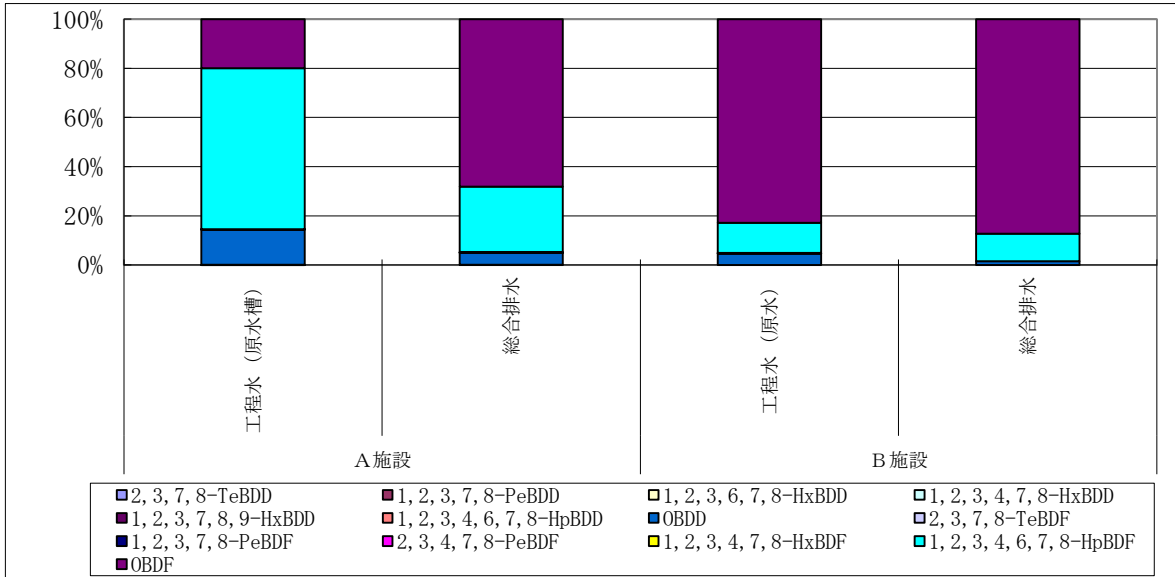


図-1 排水 PBDDs/DFs異性体組成

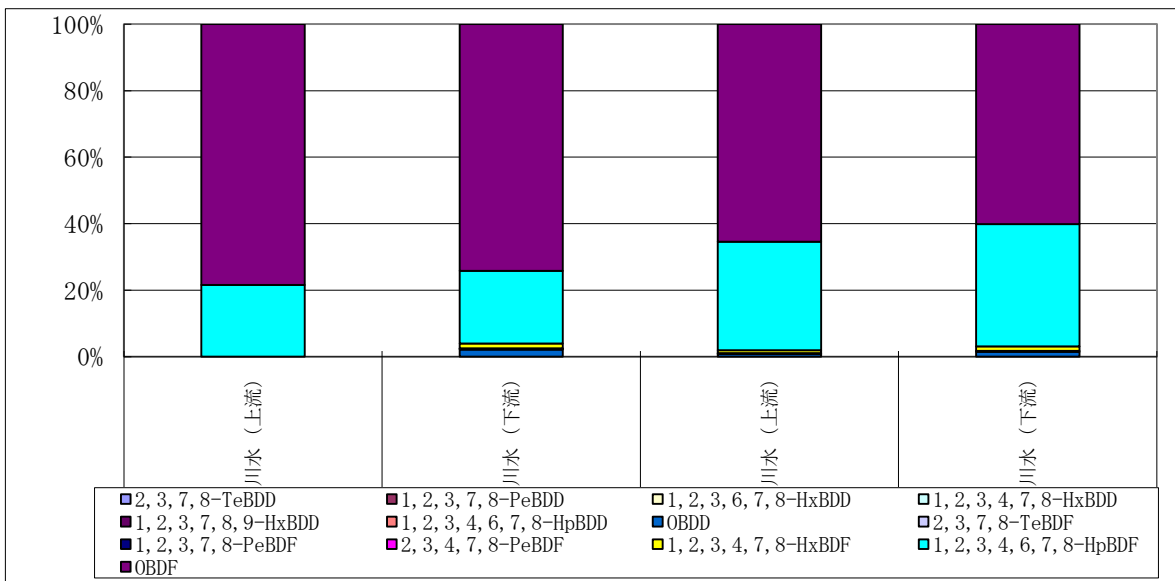


図-2 公共用水域水質 PBDDs/DFs異性体組成

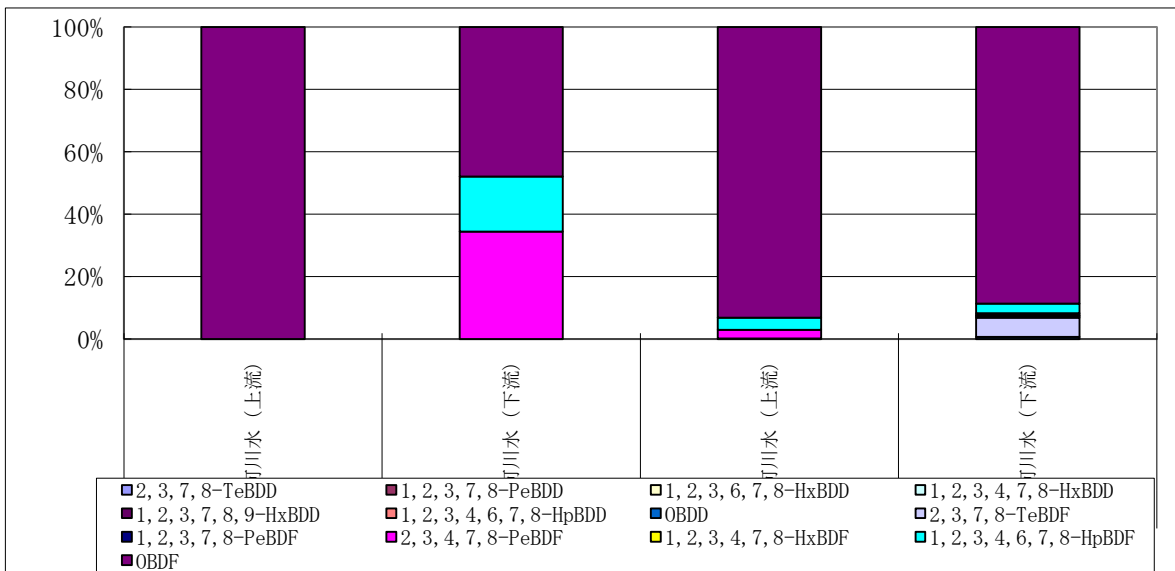


図-3 公共用水域底質 PBDDs/DFs異性体組成

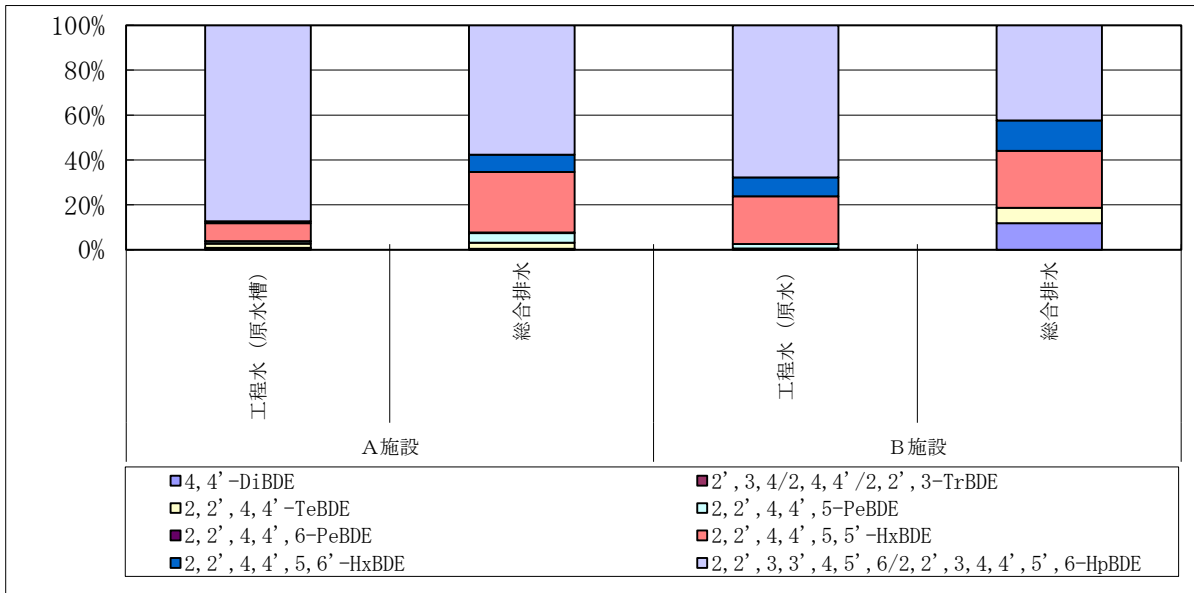


図-4 排水 PBDEs異性体組成(DeBDE除く)

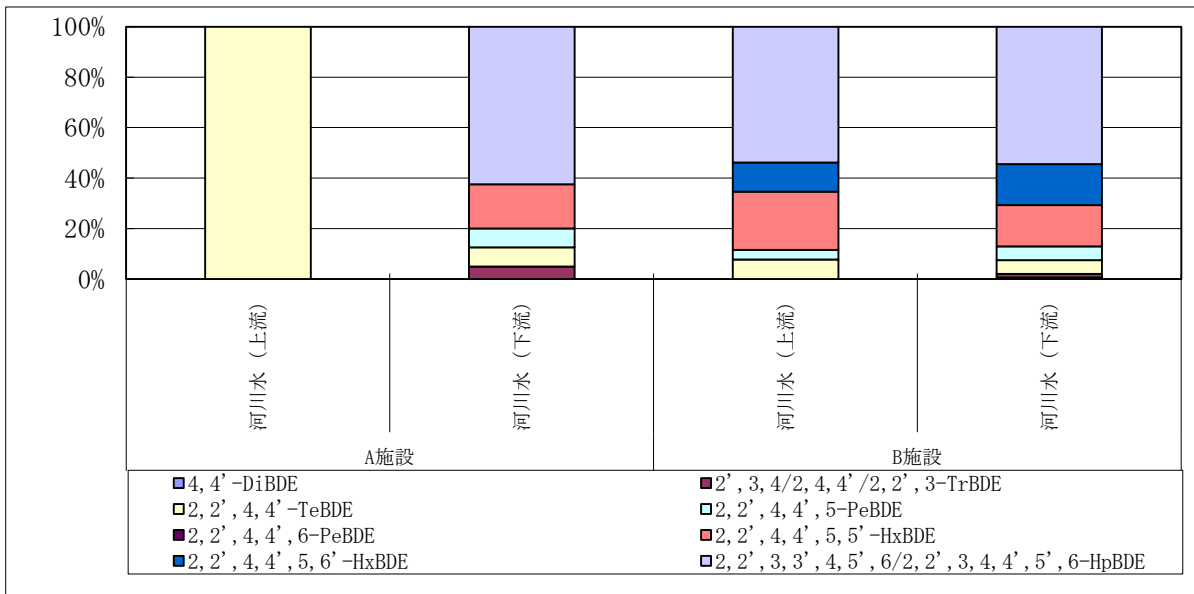


図-5 公共用水域水質 PBDEs異性体組成(DeBDE除く)

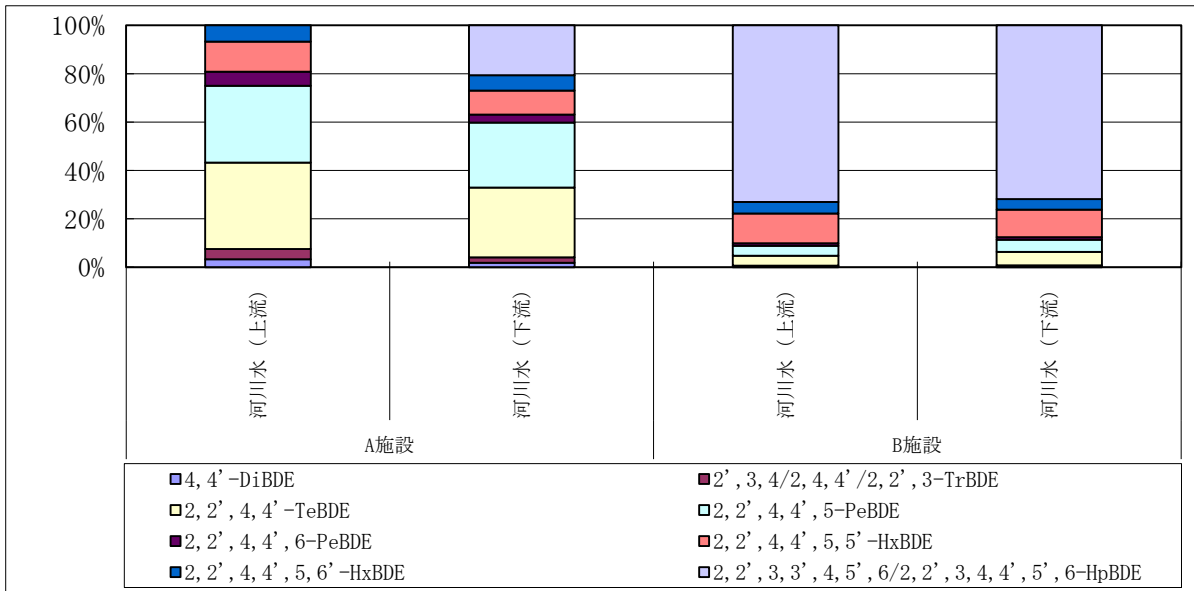


図-6 公共用水域底質 PBDEs異性体組成(DeBDE除く)

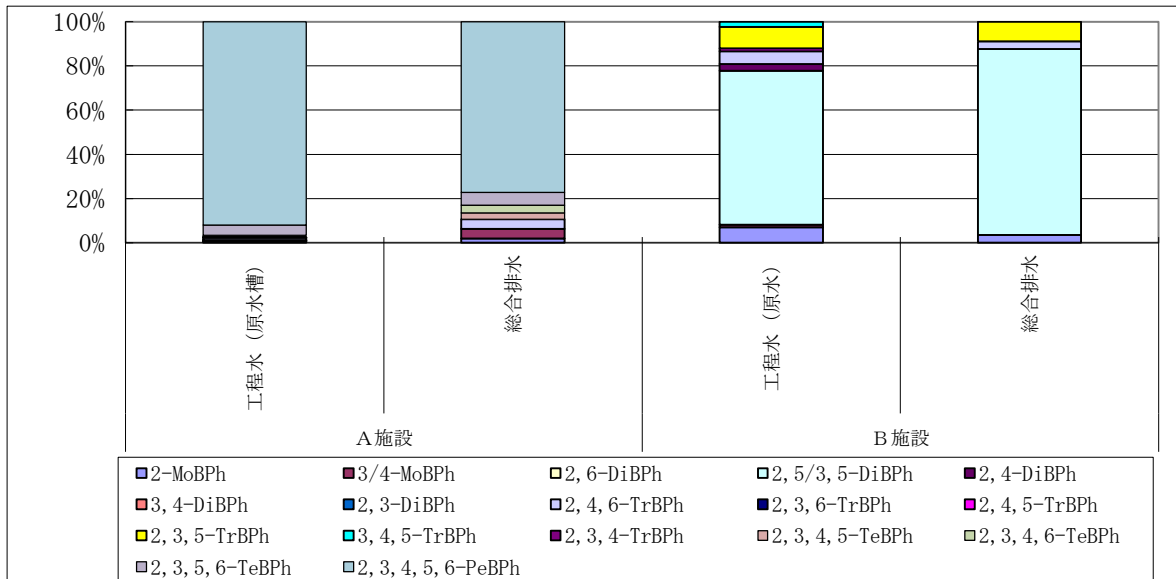


図-7 排出水 PBPhs異性体組成

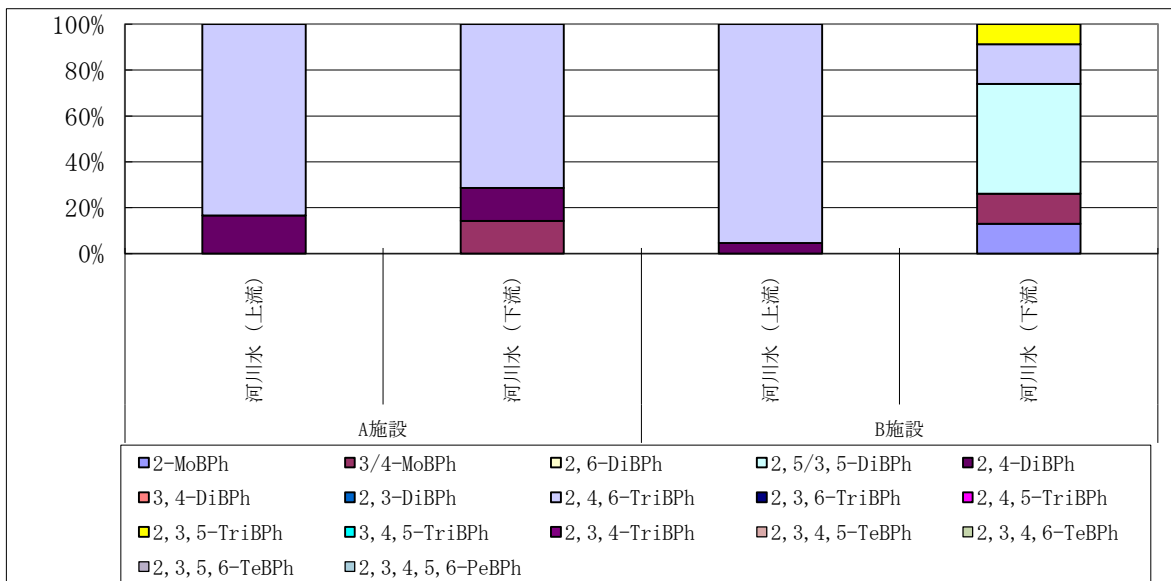


図-8 公共用水域水質 PBPhs異性体組成

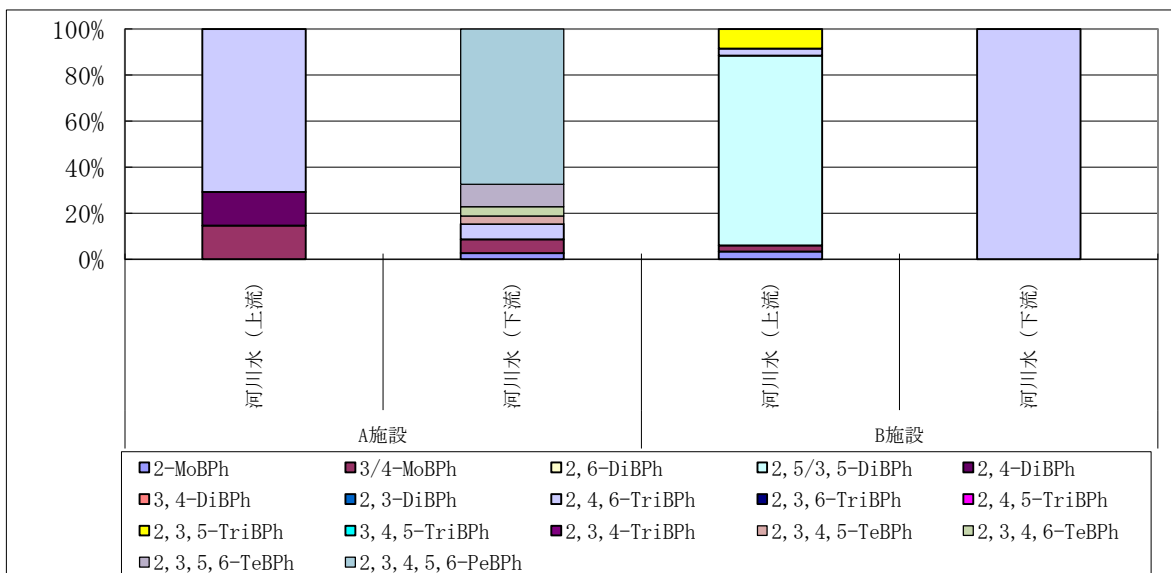


図-9 公共用水域底質 PBPhs異性体組成

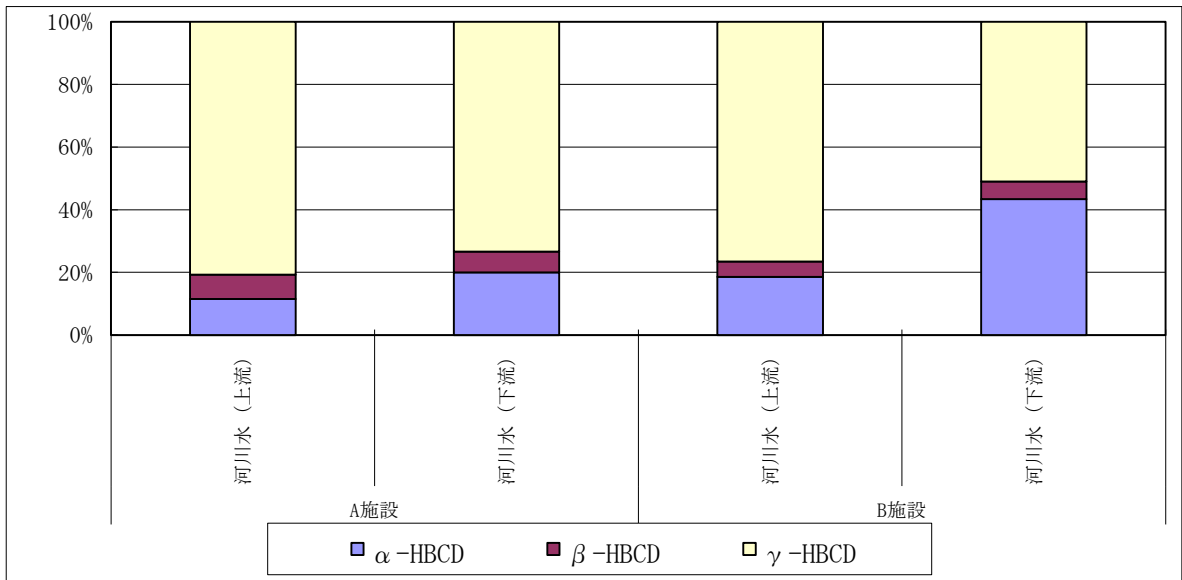


図-10 排水 HBCDs異性体組成

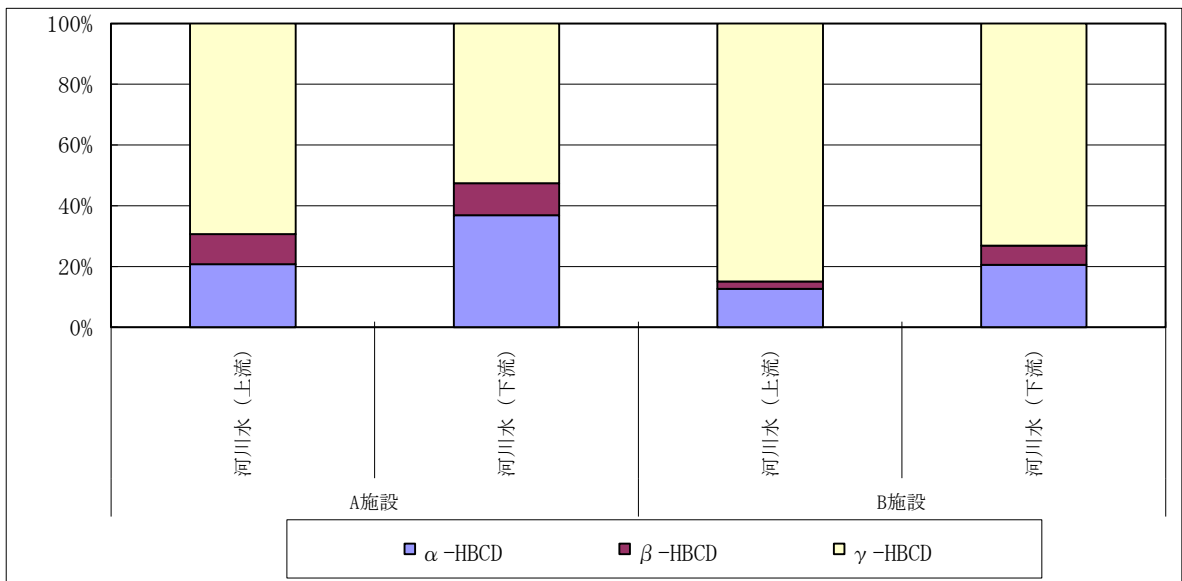


図-11 公共用水域水質 HBCDs異性体組成

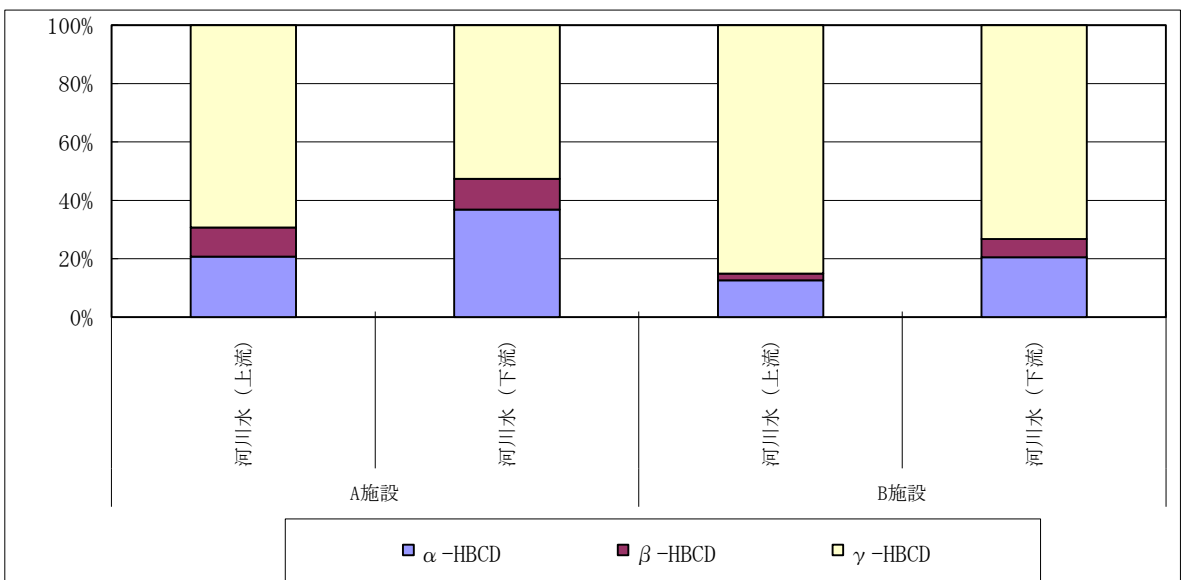


図-12 公共用水域底質 HBCDs異性体組成

別表 - 2

臭素系ダイオキシン類排出実態等調査結果一覧
(2002年度～2014年度)

1. 臭素系ダイオキシン類発生源排出濃度

1.1 排出ガス (PBDDs/DFs・MoBPCDDs/DFs) 排出濃度

調査対象施設等	PBDDs/DFs					MoBPCDDs/DFs			調査年	
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		毒性等量相当値		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度			
		平均値	濃度範囲	平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲		
家電リサイクル施設	4/7	2.4	ND ~ 12	0.017	0 ~ 0.11	0/7	ND	ND	2002	
家電リサイクル施設	13/16	0.550	ND ~ 7.7	0.0018	0 ~ 0.027	未測定			2011	
難燃プラスチック製造施設	総合排出口	5/5	980	0.011 ~ 4,900	0.0036	0 ~ 0.018	1/5	0.0066	ND ~ 0.033	2003
	押出機出口	6/6	23,000	0.81 ~ 140,000	0.0025	0 ~ 0.0059	3/6	0.025	ND ~ 0.092	
難燃剤製造施設 (TBBPA/TBBPAポリカーボネートオリゴマー)		5/5	0.12	0.012 ~ 0.18	0.00022	0 ~ 0.0006	0/5	ND	ND	2004
難燃繊維加工施設		6/7	3.4	ND ~ 13	0.046	0 ~ 0.21	2/7	4	ND ~ 28	
難燃繊維加工施設		4/4	2.1	0.44 ~ 4.3	0.0079	0.0027 ~ 0.019	未測定			2013
難燃プラスチック成形加工施設		6/9	860	ND ~ 7,100	3.9	0 ~ 33	4/9	0.029	ND ~ 0.14	
下水道終末処理施設	脱臭装置入口	2/3	0.023	ND ~ 0.047	0.011	0 ~ 0.023	0/3	ND	ND	2004
	脱臭装置出口	0/3	ND	ND	0	0	1/3	0.0014	ND ~ 0.0041	
	焼却炉	1/3	0.013	ND ~ 0.039	0	0	3/3	0.063	0.015 ~ 0.16	
下水道終末処理施設	焼却炉	2/2	0.032	0.0012・0.062	0.00075	ND・0.0015	未測定			2014
難燃剤製造施設(2,4,6-TBP)		3/3	8,100	1.5 ~ 24,000	0.0013	0 ~ 0.0039	1/3	0.067	ND ~ 0.20	2005
難燃剤取扱施設(DeBDE)		6/6	6.5	0.16 ~ 13	0.0061	0.00033 ~ 0.011	0/6	ND	ND	2006
難燃プラスチック製造施設 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	総合排出口等	2/2	0.090	0.10・0.079	0.00020	0.00016・0.00024	0/2	ND	ND・ND	2008
	冷却工程出口	1/1	0.010	0.010	0.000084	0.000084	0/1	ND	ND	
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	集塵機出口	4/4	0.44	0.085 ~ 1.3	0.0015	0 ~ 0.0056	4/4	0.062	0.012 ~ 0.12	2009
セメント製造施設		2/2	0.091	0.0024・0.18	0.000037	0・0.000074	1/2	0.0085	ND・0.017	2010
廃棄物焼却施設		6/6	0.028	0.0009 ~ 0.13	0.00036	0 ~ 0.0021	未測定			2012

注) 毒性等量相当値は、H19年度まではWHO-TEF(1998)、H20年度以降は、WHO-TEF(2006)のPCDDs/DFsのTEFに準じて算出している。

1.2 排水水 (PBDDs/DFs・MoBPCDDs/DFs) 排出濃度

調査対象施設等		PBDDs/DFs					MoBPCDDs/DFs			調査年
		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		毒性等量相当値		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
			平均値	濃度範囲	平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設	雑排水	6/6	5,600	790 ~ 14,000	31	2.5 ~ 65	2/6	5.1	ND ~ 21	2002
	工程水	1/1	140,000	140,000	420	420	1/1	520	520	
家電リサイクル施設	総合排水	10/10	33,000	320 ~ 230,000	88	1.4 ~ 530	未測定			2011
	工程水	2/2	30,000	36 ~ 59,000	120	0.096 ~ 230	未測定			
難燃プラスチック製造施設	総合排水出口等	6/6	32,000	2.0 ~ 190,000	1.5	0 ~ 8.5	2/6	0.86	ND ~ 4.4	2002
	その他工程等	13/13	66,000	7.6 ~ 820,000	7.3	0.067 ~ 74	7/13	12	ND ~ 54	
難燃剤製造施設 (TBBPA/ TBBPAポリカーボネートオリゴマー)	総合排水出口等	2/2	460	280・630	0.92	0.54・5.4	0/2	ND	ND	2003
	その他工程等	2/2	69,000	8,000・130,000	24	0・48	1/2	1.5	ND・3.0	
難燃繊維加工施設	総合排水出口等	3/3	80,000	320 ~ 170,000	77	3.6 ~ 130	3/3	500	66 ~ 1,300	2005
	その他工程等	4/4	920	4.4 ~ 2,000	1.9	0 ~ 6.6	3/4	66	ND ~ 170	
難燃繊維加工施設	処理後排水出口等	4/4	89,000	10,000 ~ 250,000	390	26 ~ 1,200	4/4	1,500	160 ~ 4,100	2007
	その他工程等	10/10	110,000	270 ~ 490,000	120	1.4 ~ 590	7/10	1,200	ND ~ 7,000	
難燃繊維加工施設	処理後排水出口等	8/8	12,000	18 ~ 37,000	19	0.15 ~ 62	未測定			2013
	その他工程等	6/6	17,000	560 ~ 37,000	28	1.3 ~ 63	未測定			
難燃繊維加工施設	処理後排水出口等	5/5	86,000	1,400 ~ 420,000	500	2 ~ 2,500	未測定			2013
	その他工程等	2/2	220,000	7,900・360,000	380	230・530	未測定			
難燃プラスチック成形加工施設	総合排水出口等	4/6	600	ND ~ 3,000	2.8	0 ~ 14	4/6	0.25	ND ~ 0.45	2004
	その他工程等	4/4	2,400	ND ~ 9,300	16	0 ~ 63	1/4	0.35	0.35	
下水道終末処理施設	流入水	3/3	5,300	110 ~ 13,000	26	0.25 ~ 63	1/3	0.14	ND ~ 0.43	2004
	最初沈殿池流出水	2/3	1,900	ND ~ 5,700	10	0 ~ 30	1/3	0.077	ND ~ 0.23	
	最終沈殿池流出水	1/3	370	ND ~ 1,100	0.63	0 ~ 1.9	0/3	ND	ND	
	放流水	1/4	470	ND ~ 1,400	0.73	0 ~ 2.2	0/3	ND	ND	
下水道終末処理施設	流入水	6/6	28,000	44 ~ 170,000	34	0.12 ~ 200	未測定			2014
	放流水	6/6	200	1.1 ~ 1,200	0.56	0.0043 ~ 3.2	未測定			
難燃剤製造施設 (2,4,6-TBP)	総合排水	3/3	30	14 ~ 55	0.062	0.022 ~ 0.096	1/3	3.0	ND ~ 9.0	2005
	工程水	2/2	650,000	220・1,300,000	0.35	0.29・0.40	1/2	20	ND・41	
難燃剤取扱施設 (DeBDE)	総合排水	2/2	2,600	340・4,900	14	0.69・27	1/2	2.5	ND・5.0	2006
	工程水	1/1	220,000	220,000	360	360	0/1	ND	ND	
難燃プラスチック製造施設 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	総合排水	0/2	ND	ND・ND	0	0・0	0/2	ND	ND	2008
	工程水	1/1	15,000	15,000	0.083	0.083	0/1	ND	ND	
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	総合排水	3/3	140	3.3 ~ 320	0.44	0 ~ 1.1	0/3	10	ND ~ 30	2009
セメント製造施設	総合排水	2/3	31	ND ~ 85	0.18	0 ~ 0.50	0/3	ND	ND	2010
廃棄物焼却施設	総合排水	3/3	20	1.4 ~ 50	0.067	0.002 ~ 0.18	未測定			2012

1.3 建屋内空気(PBDDs/DFs・MoBPCDDs/DFs) 排出濃度

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: pg/m ³ 毒性等量相当値: pg-TEQ/m ³	PBDDs/DFs					MoBPCDDs/DFs			調査年
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		毒性等量相当値		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
		平均値	濃度範囲	平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設	10/10	13,000	930 ~ 75,000	37	3.2 ~ 180	9/10	4.7	ND ~ 30	2002
家電リサイクル施設周辺	16/16	810	100 ~ 2,500	3.1	0.34 ~ 9.8	未測定			2011
難燃繊維加工施設	7/7	160	1.3 ~ 950	0.86	0 ~ 5.6	3/7	0.67	ND ~ 3.2	2003
難燃繊維加工施設	3/3	850	83 ~ 2,300	8.6	0.32 ~ 25	未測定			2013
難燃プラスチック成形加工施設	9/9	580	0.49 ~ 2,200	3.1	0 ~ 13	2/9	0.3	ND ~ 2.5	2004
難燃剤取扱施設 (DeBDE)	2/2	27,000	38,000・16,000	47	16・78	0/2	ND	ND	2006
難燃プラスチック製造施設 (発泡ポリスチレン)	1/1	5.3	5.3	0.0081	0.0081	1/1	0.17	0.17	2008
廃棄物焼却施設	8/8	27	0.50 ~ 140	0.0800	0.0011 ~ 0.45	未測定			2012

2. 臭素系ダイオキシン類発生源近傍の環境中濃度

2.1 環境大気(PBDDs/DFs・MoBPCDDs/DFs)濃度

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: pg/m ³ 毒性等量相当値: pg-TEQ/m ³	PBDDs/DFs					MoBPCDDs/DFs			調査年
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		毒性等量相当値		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
		平均値	濃度範囲	平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設周辺	7/7	10	3.6 ~ 26	0.058	0.011 ~ 0.15	4/7	0.84	ND ~ 3.7	2002
家電リサイクル施設周辺	18/18	20	0.94 ~ 110	0.073	0.0015 ~ 0.45	未測定			2011
難燃プラスチック製造施設周辺	8/8	140	0.88 ~ 990	0.11	0.0028 ~ 0.65	5/8	1.3	ND ~ 8.9	2002
難燃剤製造施設周辺 (TBBPA/ TBBPAポリカーボネートオリゴマー)	4/4	23	0.10 ~ 88	0.095	0 ~ 0.37	2/4	0.20	ND ~ 0.78	2003
難燃繊維加工施設周辺	6/6	4.1	0.56 ~ 8.8	0.011	0 ~ 0.042	6/6	0.21	0.031 ~ 0.38	
難燃繊維加工施設周辺	8/8	8.7	4.2 ~ 18	0.031	0.011 ~ 0.066	未測定			2013
難燃プラスチック成形加工施設周辺	12/12	8.9	0.12 ~ 47	0.010	0 ~ 0.10	6/12	0.047	ND ~ 0.36	2004
下水道終末処理施設周辺	6/6	4.5	1.3 ~ 7.9	0.0064	0 ~ 0.022	5/6	0.030	ND ~ 0.088	
下水道終末処理施設周辺	4/4	0.43	0.25 ~ 0.62	0.00062	0.00043 ~ 0.00089	未測定			2014
難燃剤製造施設周辺 (2,4,6-TBP)	5/5	3.3	0.87 ~ 7.6	0.0028	0.0015 ~ 0.0044	5/5	1.3	0.005 ~ 3.8	2005
難燃剤取扱施設周辺 (DeBDE)	4/4	110	8.2 ~ 390	0.37	0.01 ~ 1.4	1/4	0.0018	ND ~ 0.007	2007
難燃プラスチック製造施設 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	4/4	5.1	4.1 ~ 5.8	0.022	0.0045 ~ 0.044	4/4	0.49	0.018 ~ 1.2	2008
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	4/4	5.8	2.1 ~ 12	0.022	0.0050 ~ 0.044	4/4	0.32	0.013 ~ 0.72	2009
セメント製造施設	4/4	1.6	0.73 ~ 2.2	0.0020	0.00095 ~ 0.0040	1/4	0.075	ND ~ 0.21	2010
廃棄物焼却施設	11/11	2.6	0.38 ~ 12	0.0096	0.00074 ~ 0.046	未測定			2012

2.2 降下ばいじん(PBDDs/DFs・MoBPCDDs/DFs)濃度

調査対象施設等 ※単位 実測濃度:pg/m ² /day 毒性等量相当値pg-TEQ/m ² /day	PBDDs/DFs					MoBPCDDs/DFs			調査年
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		毒性等量相当値		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
		平均値	濃度範囲	平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設周辺	7/7	47,000	2,000 ~ 180,000	250	3.5 ~ 960	7/7	4,800	17 ~ 33,000	2002
難燃プラスチック製造施設周辺	7/7	34,000	1100 ~ 120,000	150	2.8 ~ 660	7/7	130	9.4 ~ 590	
難燃剤製造施設周辺 (TBBPA/TBBPAポリカーボネートオリゴマー)	2/2	3,000	500・5,400	19	1.7・36	2/2	9	ND・18	2003
難燃繊維加工施設周辺	3/3	2,300	900 ~ 3,300	14	2.6 ~ 20	3/3	100	26 ~ 160	
難燃プラスチック成形加工施設周辺	6/6	670	140 ~ 1,600	1.3	0 ~ 3.2	5/6	18	ND ~ 46	2004
下水道終末処理施設周辺	3/3	410	240 ~ 680	0.3	0 ~ 0.50	2/3	8.6	ND ~ 16	
難燃剤製造施設周辺(2,4,6-TBP)	3/3	1,300	460 ~ 2,500	2.0	0.67 ~ 3.2	2/3	29	ND ~ 83	2005
難燃剤取扱施設周辺(DeBDE)	2/2	13,000	8,500・17,000	41	33・49	1/2	16	ND・31	2006
難燃プラスチック製造施設 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	2/2	2,800	4,900・610	12	23・1.9	1/2	60	120・ND	2008
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	3/3	1,500	430 ~ 2,400	5.3	1.2 ~ 7.9	3/3	270	200 ~ 360	2009
セメント製造施設	2/2	660	380・930	2.0	0.82・3.2	2/2	25	18・32	2010

2.3 公共用水域水質(PBDDs/DFs・MoBPCDDs/DFs)濃度

調査対象施設等		PBDDs/DFs					MoBPCDDs/DFs			調査年
		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		毒性等量相当値		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
			平均値	濃度範囲	平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設周辺	河川上流	1/2	14	ND・28	0.055	0・0.11	2/2	0.63	0.32・0.94	2002
	河川下流	2/3	29	ND ~ 87	0.057	0 ~ 0.17	1/3	0.10	ND ~ 0.30	
家電リサイクル施設周辺	河川上流	4/5	20	ND ~ 72	0.082	0 ~ 0.34	未測定			2011
	河川下流	5/5	59.0	1.1 ~ 170	0.20	0.004 ~ 0.59	未測定			
難燃プラスチック製造施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	3/5	5.1	ND ~ 20	0.014	0 ~ 0.028	0/5	ND	ND	2002
	河川下流・ 排出口付近海域	4/6	5.8	ND ~ 31	0.010	0 ~ 0.037	0/6	ND	ND	
難燃剤製造施設周辺 (TBBPA/ TBBPAホリカーボネートオリゴマー)	排出口から離れた海域	2/2	95	20・170	0.23	0.050・0.41	2/2	2.5	2・3	2003
	排出口付近海域	2/2	13	0.5・25	0.025	0・0.050	2/2	1.5	1・2	
難燃繊維加工施設周辺	河川上流	2/2	3,300	16・6,600	9.0	0.065・18	2/2	68	5.6・130	
	河川下流	2/2	7,300	7,200・7,300	21	18・23	2/2	85	49・120	
	排出口から離れた海域	1/1	23	23	0.072	0.072	1/1	5.8	5.8	
難燃繊維加工施設周辺	排出口付近海域	1/1	5,900	5,900	29	29	1/1	11	11	
	河川上流	1/1	8.5	8.5	0.00099	0.00099	未測定			2013
河川下流	1/1	1,400	1,400	4.0	4.0	未測定				
難燃プラスチック成形加工施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	1/6	1.2	ND ~ 7.1	0.0067	0 ~ 0.04	1/6	0.1	ND ~ 0.6	2004
	河川下流・ 排出口付近海域	3/6	10	ND ~ 49	0.023	0 ~ 0.10	3/6	0.48	ND ~ 1.4	
下水道終末処理施設周辺	河川上流	3/3	2.4	0.52 ~ 5.1	0.013	0 ~ 0.04	2/3	0.52	ND ~ 1.3	
	河川下流	2/3	330	ND ~ 1,000	0.5	0 ~ 1.5	2/3	1.2	ND ~ 3.3	
下水道終末処理施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	6/6	8.9	1.2 ~ 20	0.022	0.003 ~ 0.062	未測定			2014
	河川下流・ 排出口付近海域	6/6	260	3.4 ~ 1,500	0.96	0.008 ~ 5.6	未測定			
難燃剤製造施設周辺(2,4,6-TBP)	排出口から離れた海域	1/3	17	ND ~ 50	0.0012	0 ~ 0.0036	1/3	0.9	ND ~ 2.8	2005
	排出口付近海域	1/3	40	ND ~ 120	0.083	0 ~ 0.25	2/3	1.5	ND ~ 4.0	
難燃剤取扱施設周辺(DeBDE)	河川上流・ 排出口から離れた海域	2/2	27	32・22	0.055	0.051・0.059	1/2	2.7	ND・5.4	2006
	河川下流・ 排出口付近海域	2/2	85	97・73	0.10	0.073・0.13	1/2	2.6	ND・5.2	
難燃プラスチック製造施設周辺 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	河川上流・ 排出口から離れた海域	2/2	5.3	3.3・7.3	0.010	0.010・0.010	0/2	ND	ND・ND	2008
	河川下流・ 排出口付近海域	2/2	22	32・13	0.023	0.020・0.026	0/2	ND	ND・ND	
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	河川上流	2/2	27	1.0 ~ 78	0.072	0 ~ 0.21	0/2	ND	ND・ND	2009
	河川下流	2/2	12	0.42 ~ 34	0.049	0 ~ 0.14	0/2	ND	ND・ND	
セメント製造施設	河川上流	1/3	1.7	ND ~ 5.0	0	0	0/2	ND	ND・ND	2010
	河川下流	1/2	4.0	ND・7.9	0	0	0/2	ND	ND・ND	
廃棄物焼却施設	河川上流・ 排出口から離れた海域	2/2	12	0.05 ~ 24	0.030	0 ~ 0.060	未測定			2012
	河川下流・ 排出口付近海域	2/2	19.0	0.12 ~ 37	0.070	0 ~ 0.14	未測定			

2.4 公共用水域底質(PBDDs/DFs・MoBPCDDs/DFs)濃度

調査対象施設等		PBDDs/DFs					MoBPCDDs/DFs			調査年
		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		毒性等量相当値		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
			平均値	濃度範囲	平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設周辺	河川上流	1/2	75	ND・150	0.46	0・0.91	1/2	22	ND・44	2002
	河川下流	2/3	150	ND ~ 410	1.0	0 ~ 3.0	2/3	37	ND ~ 98	
家電リサイクル施設周辺	河川上流	4/4	710	0.40 ~ 2,600	2.9	0.0033 ~ 11	未測定			2011
	河川下流	4/4	1,300	0.51 ~ 4,700	4.2	0.0031 ~ 16	未測定			
難燃プラスチック製造施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	4/5	130	ND ~ 280	0.98	0 ~ 3.3	4/5	90	ND ~ 190	2002
	河川下流・ 排出口付近海域	5/6	520	ND ~ 1,400	2.1	0 ~ 8.0	5/6	150	ND ~ 670	
難燃剤製造施設周辺 (TBBPA/ TBBPAホリカーネートオリゴマー)	排出口から離れた海域	2/2	720	30・1,400	4.1	0.11・8.1	2/2	53	11・94	2003
	排出口付近海域	2/2	1,800	84・3,600	8.2	0.37・16	2/2	48	2.9・94	
難燃繊維加工施設周辺	河川上流	2/2	650	1.3・1,300	3.6	0.23・6.9	2/2	22	1.0・42	2003
	河川下流	2/2	1,000	28・2,000	5.1	0.11・10	2/2	7.5	ND・15	
	排出口から離れた海域	1/1	9.5	9.5	0.023	0.023	1/1	0.6	0.6	
	排出口付近海域	1/1	16	16	0.074	0.074	1/1	1.4	1.4	
難燃繊維加工施設周辺	河川上流	1/1	180	180	0.26	0.26	未測定			2013
	河川下流	1/1	13,000	13,000	170	170	未測定			
難燃プラスチック成形加工施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	3/6	5.4	ND ~ 27	0.040	0 ~ 0.22	4/6	2.0	ND ~ 9.3	2004
	河川下流・ 排出口付近海域	5/6	21	ND ~ 27	0.063	0 ~ 0.22	5/6	2.3	ND ~ 7.2	
下水道終末処理施設周辺	河川上流	2/3	110	ND ~ 190	0.52	0 ~ 0.93	3/3	8.3	0.75 ~ 14	2004
	河川下流	3/3	570	16 ~ 1,000	2.5	0.05 ~ 4.2	3/3	3.4	2.2 ~ 4.3	
下水道終末処理施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	6/6	91	13 ~ 260	0.35	0.036 ~ 1.0	未測定			2014
	河川下流・ 排出口付近海域	6/6	190	7.0 ~ 860	0.82	0.019 ~ 3.9	未測定			
難燃剤製造施設周辺 (2,4,6-TBP)	排出口から離れた海域	3/3	570	50 ~ 1,500	11	0.31 ~ 30	3/3	76	16 ~ 140	2005
	排出口付近海域	3/3	1,300	1300	10	7.1 ~ 14	3/3	3,000	27 ~ 8,300	
難燃剤取扱施設周辺 (DeBDE)	河川上流・ 排出口から離れた海域	2/2	370	88・660	2.5	1.7・3.3	2/2	38	0.84・76	2006
	河川下流・ 排出口付近海域	2/2	2,200	32・4,300	10	1.8・20	2/2	130	1.2・260	
難燃プラスチック製造施設周辺 (TBBPAエポキシ樹脂 /発泡ポリスチレン)	河川上流・ 排出口から離れた海域	2/2	320	640・8.5	5.5	11・0.0078	1/2	130	260・ND	2008
	河川下流・ 排出口付近海域	2/2	610	1,100・120	4.1	7.7・0.50	1/2	4,700	9,400・ND	
アルミニウム第二次精錬・ 精製製造施設	河川上流	2/2	31	1.4・60	0.090	0・0.18	1/2	7.0	ND・14	2009
	河川下流	2/2	100	1.9・200	0.45	0.0086・0.90	1/2	15	ND・29	
セメント製造施設	河川上流	3/3	16	1.2 ~ 42	0.094	0 ~ 0.28	1/3	0.27	0 ~ 0.8	2010
	河川下流	1/2	4.0	ND・7.9	0	0	0/2	ND	ND	
廃棄物焼却施設	排出口から離れた海域	1/1	0.31	0.31	0	0	未測定			2012
	排出口付近海域	1/1	12.0	12	0.045	0.045	未測定			

3. 臭素系難燃物質発生源排出濃度

3.1 排出ガス(PBDEs・TBBPA・HBCDs・TrBPhs)排出濃度

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/m ³ N	PBDEs			TBBPA			調査年	
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度			
		平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲		
家電リサイクル施設	7/7	360	3.9 ~ 1,400	7/7	110	13 ~ 300	2002	
家電リサイクル施設	7/7	210	0.26 ~ 3,000	6/7	4.5	ND ~ 23	2011	
難燃プラスチック製造施設	総合排出口	5/5	83	1.0 ~ 230	5/5	130,000	3.1 ~ 620,000	2002
	押出機出口	6/6	69	22 ~ 170	6/6	60,000	540 ~ 350,000	
難燃繊維加工施設	7/7	2,400	16 ~ 9,000	7/7	550	8.6 ~ 2,400	2003	
難燃繊維加工施設	4/4	360	140 ~ 860	2/4	2.2	ND ~ 6.4	2013	
難燃プラスチック成形加工施設	9/9	270,000	16 ~ 2,100,000	9/9	4.2	0.84 ~ 12	2004	
下水道終末処理施設	脱臭装置入口	3/3	130	110 ~ 160	3/3	1.8		1.4 ~ 2.2
	脱臭装置出口	3/3	13	6.7 ~ 19	3/3	1.8		1.3 ~ 2.1
	焼却炉	3/3	88	14 ~ 230	3/3	4.0	3.3 ~ 5.1	
下水道終末処理施設	焼却炉	2/2	1.3	0.51・2.1	0/2	ND	ND	2014
難燃剤製造施設(2,4,6-TBP)	3/3	5,200	310 ~ 10,000	3/3	180,000	940 ~ 540,000	2005	
難燃プラスチック製造施設 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	総合排出口	2/2	13	9.1・16	2/2	470	930・16	2008
	冷却工程出口	1/1	2.9	2.9	1/1	0.47	0.47	
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	集塵機出口	4/4	9.4	2.5 ~ 18	4/4	1.3	0.50 ~ 2.1	2009
セメント製造施設	2/2	5.6	3.4・7.8	2/2	1.3	0.3・2.2	2010	
廃棄物焼却施設	6/6	0.8	0.4 ~ 1.8	2/6	0.19	ND ~ 1.1	2012	

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/m ³ N	HBCDs			TrBPhs(※)			調査年	
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度			
		平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲		
家電リサイクル施設		未測定			未測定		2002	
家電リサイクル施設	6/7	8	6.0 ~ 19	6/7	420	ND ~ 4,700	2011	
難燃プラスチック製造施設	総合排出口	未測定		未測定		2002		
	押出機出口	未測定		未測定				
難燃繊維加工施設	7/7	740,000	46 ~ 3,700,000	7/7	2,200	9.2 ~ 14,000	2003	
難燃繊維加工施設	3/4	3.4	ND ~ 8.2	4/4	9.8	6.0 ~ 19	2013	
難燃プラスチック成形加工施設	9/9	110	6.8 ~ 790	7/9	37	ND ~ 190	2004	
下水道終末処理施設	脱臭装置入口	3/3	29	19 ~ 39	3/3	12		5.4 ~ 22
	脱臭装置出口	3/3	31	ND ~ 79	3/3	7.6		5.4 ~ 11
	焼却炉	3/3	36	6.6 ~ 78	3/3	12	5.6 ~ 22	
下水道終末処理施設	焼却炉	0/2	ND	ND	2/2	62	24・100	2014
難燃剤製造施設(2,4,6-TBP)	2/3	460	ND ~ 790	3/3	14,000,000	16,000 ~ 41,000,000	2005	
難燃プラスチック製造施設 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	総合排出口	2/2	49,000	700・98,000	2/2	1,400	2,800・14	2008
	冷却工程出口	1/1	1,600	1,600	1/1	7.1	7.1	
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	集塵機出口	0/4	ND	ND	4/4	53	1.4 ~ 190	2009
セメント製造施設	0/2	ND	ND	2/2	19	9.2・28	2010	
廃棄物焼却施設	3/6	0.083	ND ~ 0.2	5/6	1,000	ND ~ 6,000	2012	

(※)2014年度は、PBPhs

3.2 排水水(PBDEs・TBBPA)排出濃度

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/L		PBDEs			TBBPA			調査年
		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
			平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設	雑排水	6/6	610	110 ~ 1,800	6/6	780	18 ~ 2,600	2002
	工程水	1/1	190,000	190,000	1/1	25,000	25,000	
家電リサイクル施設	総合排水	10/10	4,900	47 ~ 24,000	10/10	1,200	1.4 ~ 5,600	2011
	工程水	2/2	12,000	5.3・24,000	1/2	1,700	ND・3,300	
難燃プラスチック製造施設	総合排水出口等	6/6	1,600	0.15 ~ 7,600	6/6	43,000	9.4 ~ 220,000	2002
	その他工程等	13/13	140	0.85 ~ 400	13/13	2,400	6.7 ~ 12,000	
難燃繊維加工施設	総合排水出口等	3/3	2,100,000	1,900 ~ 6,200,000	3/3	440	61 ~ 710	2003
	その他工程等	4/4	1,900	140 ~ 6,500	4/4	79	13 ~ 170	
難燃繊維加工施設	処理後排水出口等	4/4	1,600,000	270 ~ 6,400,000	4/4	6.6	3.7 ~ 8.7	2005
	その他工程等	10/10	5,000,000	500 ~ 40,000,000	10/10	20	0.93 ~ 87	
難燃繊維加工施設	処理後排水出口等	8/8	1,000,000	72 ~ 7,900,000	未測定			2007
	その他工程等	6/6	210,000	880 ~ 830,000	未測定			
難燃繊維加工施設	処理後排水出口等	5/5	2,000,000	620 ~ 10,000,000	2/5	0.53	ND ~ 2.2	2013
	その他工程等	2/2	3,300,000	2,300,000・4,200,000	2/2	0.71	0.42・1.0	
難燃プラスチック成形加工施設	総合排水出口等	6/6	710	2.4 ~ 4,200	6/6	1.5	0.15 ~ 6.7	2004
	その他工程等	4/4	230	3.6 ~ 440	4/4	3.8	0.16 ~ 11	
下水道終末処理施設	流入水	3/3	160,000	140 ~ 490,000	3/3	9.6	6.7 ~ 11	2004
	最初沈殿池流出水	3/3	33,000	13 ~ 100,000	3/3	3.3	2.0 ~ 4.1	
	最終沈殿池流出水	3/3	5,300	3.9 ~ 16,000	3/3	0.45	0.34 ~ 0.56	
	放流水	3/3	6,000	3.2 ~ 18,000	3/3	0.86	0.33 ~ 1.4	
下水道終末処理施設	流入水	6/6	35,000	17 ~ 210,000	6/6	9.7	7.2 ~ 12	2014
	放流水	6/6	520	0.46 ~ 3,100	6/6	0.44	0.21 ~ 0.70	
難燃剤製造施設(2,4,6-TBP)	総合排水	3/3	5.0	4.1 ~ 5.9	3/3	130	12 ~ 270	2005
	工程水	2/2	100	8.4・200	2/2	1,400,000	490・2,700,000	
難燃プラスチック製造施設 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	総合排水	2/2	0.90	1.5・0.31	2/2	2.3	4.3・0.33	2008
	工程水	1/1	2.5	2.5	1/1	23	23	
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	総合排水	3/3	3.8	0.86 ~ 8.3	3/3	0.61	0.51 ~ 0.72	2009
セメント製造施設	総合排水	3/3	7.2	0.37 ~ 20	3/3	0.44	0.47 ~ 0.99	2010
廃棄物焼却施設	総合排水	3/3	1	0.067 ~ 2.2	3/3	1.76	0.49 ~ 3.6	2012

3.3 排水水(HBCDs・TrBPhs) 排出濃度

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/L		HBCDs			TrBPhs ^(※)			調査年
		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
			平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設	雑排水		未測定			未測定		2002
	工程水		未測定			未測定		
家電リサイクル施設	総合排水	10/10	91	1.6 ~ 430	10/10	440	4.6 ~ 2,700	2011
	工程水	2/2	66	2.7・130	2/2	1,500	1,100・1,800	
難燃プラスチック製造施設	総合排水出口等		未測定			未測定		2002
	その他工程等		未測定			未測定		
難燃繊維加工施設	総合排水出口等	3/3	1,200,000	180,000 ~ 2,000,000	3/3	68	32 ~ 100	2003
	その他工程等	4/4	180,000,000	1,400,000 ~ 530,000,000	4/4	710	17 ~ 2,700	
難燃繊維加工施設	処理後排水出口等	4/4	3,800,000	610,000 ~ 8,100,000	4/4	89	49 ~ 190	2005
	その他工程等	10/10	13,000,000	4,400 ~ 44,000,000	10/10	140	33 ~ 320	
難燃繊維加工施設	処理後排水出口等	8/8	0.91	0.34 ~ 2.1		未測定		2007
	その他工程等	6/6	3.2	0.07 ~ 9.3		未測定		
難燃繊維加工施設	処理後排水出口等	5/5	210	0.63 ~ 970	5/5	42	1.0 ~ 190	2013
	その他工程等	2/2	24	2.2・46	2/2	7.4	4.7・10	
難燃プラスチック成形加工施設	総合排水出口等	5/6	2.5	ND ~ 5.0	6/6	2.9	0.62 ~ 7.4	2004
	その他工程等	4/4	0.99	0.5 ~ 1.3	4/4	20	0.38 ~ 71	
下水道終末処理施設	流入水	3/3	5,700	11 ~ 17,000	3/3	2.2	1.4 ~ 3.4	2004
	最初沈殿池流出水	3/3	210	9.7 ~ 620	3/3	3.9	1.3 ~ 7.7	
	最終沈殿池流出水	3/3	400	1.6 ~ 1,200	3/3	5.2	1.4 ~ 8.1	
	放流水	3/3	400	2.9 ~ 1,200	3/3	32	5.9 ~ 84	
下水道終末処理施設	流入水	6/6	91	26 ~ 280	6/6	13	4.8 ~ 21	2014
	放流水	6/6	1	0.40 ~ 1.6	6/6	0.61	0.05 ~ 1.6	
難燃剤製造施設(2,4,6-TBP)	総合排水	3/3	8.1	1.9 ~ 16	3/3	57	32 ~ 96	2005
	工程水	2/2	110	17・200	2/2	16,000,000	2,700・31,000,000	
難燃プラスチック製造施設 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	総合排水	2/2	3,000	0.4・6,000	2/2	8.7	11・6.4	2008
	工程水	0/1	ND	ND	1/1	8,100	8,100	
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	総合排水	1/3	1.3	ND ~ 4.0	3/3	2.1	0.14 ~ 5.2	2009
セメント製造施設	総合排水	1/3	1.1	ND ~ 3.3	3/3	1.7	1.1 ~ 2.4	2010
廃棄物焼却施設	総合排水	2/3	0.043	ND ~ 0.07	3/3	44	13 ~ 80	2012

(※)2014年度は、PBPhs

3.4 建屋内空気(PBDEs・TBBPA・HBCDs・TrBPhs)濃度

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/m ³	PBDEs			TBBPA			調査年
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
		平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設	10/10	3,800	89 ~ 19,000	10/10	61	2.3 ~ 250	2002
家電リサイクル施設	16/16	190	9.9 ~ 710	16/16	36	4.2 ~ 110	2011
難燃繊維加工施設	7/7	20	0.65 ~ 91	7/7	18	3.0 ~ 57	2003
難燃繊維加工施設	3/3	240	130 ~ 380	3/3	2.2	0.06 ~ 6.1	2013
難燃プラスチック成形加工施設	9/9	1,300	0.97 ~ 11,000	9/9	2.8	0.15 ~ 20	2004
難燃プラスチック製造施設 (発泡ポリスチレン)	1/1	0.88	0.88	1/1	0.10	0.10	2008
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	3/3	0.94	0.62 ~ 1.4	3/3	0.49	0.33 ~ 0.76	2009
廃棄物焼却施設	8/8	14	0.15 ~ 110	8/8	0.51	0.023 ~ 3.5	2012

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/m ³	HBCDs			TrBPhs			調査年
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
		平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設		未測定			未測定		2002
家電リサイクル施設	16/16	1.9	0.47 ~ 6.2	16/16	5.3	0.60 ~ 12	2011
難燃繊維加工施設	7/7	1,700	200 ~ 5,900	7/7	8.9	0.86 ~ 24	2003
難燃繊維加工施設	3/3	0.31	0.14 ~ 0.61	3/3	0.23	0.16 ~ 0.32	2013
難燃プラスチック成形加工施設	9/9	0.46	0.12 ~ 2.1	9/9	4.1	0.16 ~ 32	2004
難燃プラスチック製造施設 (発泡ポリスチレン)	1/1	800	800	1/1	3.6	3.6	2008
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	0/3	ND	ND	3/3	0.28	0.070 ~ 0.70	2009
廃棄物焼却施設	7/8	1.70	ND ~ 13	7/8	0.17	0 ~ 0.82	2012

4. 臭素系難燃物質発生源近傍の環境中濃度

4.1 環境大気(PBDEs・TBBPA・HBCDs・TrBPhs)濃度

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/m ³	PBDEs			TBBPA			調査年
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
		平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設周辺	7/7	1.1	0.44 ~ 3.3	7/7	0.33	0.13 ~ 1.1	2002
家電リサイクル施設	18/18	3.3	0.037 ~ 25	18/18	0.95	0.015 ~ 4.3	2011
難燃プラスチック製造施設周辺	8/8	6.4	0.032 ~ 42	8/8	4.8	0.12 ~ 10	2002
難燃繊維加工施設周辺	6/6	1.7	0.054 ~ 6.1	6/6	2.3	0.14 ~ 5.4	2003
難燃繊維加工施設周辺	8/8	1.6	0.38 ~ 4.4	8/8	0.028	0.010 ~ 0.11	2013
難燃プラスチック成形加工施設周辺	12/12	0.21	0.012 ~ 1.5	12/12	0.14	0.0074 ~ 0.53	2004
下水道終末処理施設周辺	6/6	0.13	0.027 ~ 0.53	6/6	0.13	0.014 ~ 0.47	
下水道終末処理施設周辺	4/4	0.038	0.021 ~ 0.050	4/4	0.062	0.027 ~ 0.098	2014
難燃剤製造施設周辺(2,4,6-TBP)	5/5	0.20	0.063 ~ 0.58	5/5	130	4.0 ~ 520	2005
難燃プラスチック製造施設周辺 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	4/4	0.078	0.043 ~ 0.11	4/4	130	0.0089 ~ 270	2008
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	6/6	0.18	0.076 ~ 0.29	6/6	0.071	0.0098 ~ 0.16	2009
セメント製造施設	4/4	0.079	0.033 ~ 0.11	4/4	0.073	0.032 ~ 0.18	2010
廃棄物焼却施設	11/11	0.32	0.025 ~ 2.2	11/11	0.012	0.0015 ~ 0.039	2012

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/m ³	HBCDs			TrBPhs(※)			調査年
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
		平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設周辺	未測定			未測定			2002
家電リサイクル施設	18/18	0.20	0.038 ~ 0.97	18/18	0.097	0.004 ~ 0.23	2011
難燃プラスチック製造施設周辺	未測定			未測定			2002
難燃繊維加工施設周辺	6/6	59	2.2 ~ 140	6/6	0.33	0.033 ~ 0.86	2003
難燃繊維加工施設周辺	8/8	0.057	0.015 ~ 0.21	8/8	0.029	0.013 ~ 0.064	2013
難燃プラスチック成形加工施設周辺	9/12	0.44	ND ~ 5.1	12/12	0.16	0.040 ~ 0.43	2004
下水道終末処理施設周辺	5/6	0.65	ND ~ 3.4	6/6	0.25	0.021 ~ 0.90	
下水道終末処理施設周辺	4/4	0.036	0.030 ~ 0.047	4/4	0.014	ND ~ 0.031	2014
難燃剤製造施設周辺(2,4,6-TBP)	4/5	0.067	ND ~ 0.16	5/5	30	0.59 ~ 130	2005
難燃プラスチック製造施設周辺 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	4/4	8.6	0.16 ~ 23	4/4	18	0.22 ~ 65	2008
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	6/6	0.053	0.025 ~ 0.11	6/6	0.026	0.013 ~ 0.034	2009
セメント製造施設	1/4	0.10	ND ~ 0.41	4/4	0.016	0.0066 ~ 0.024	2010
廃棄物焼却施設	10/11	0.05	ND ~ 0.29	11/11	0.028	0.012 ~ 0.058	2012

(※)2014年度は、PBPhs

4.2 降下ばいじん(PBDEs・TBBPA・HBCDs・TrBPhs)濃度

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/m ² /day	PBDEs			TBBPA			調査年
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
		平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設周辺	7/7	4,100	510 ~ 22,000	7/7	790	130 ~ 1,700	2002
難燃プラスチック製造施設周辺	7/7	5,500	100 ~ 29,000	7/7	2,000	210 ~ 3,300	
難燃繊維加工施設周辺	3/3	220	78 ~ 330	3/3	270	88 ~ 420	2003
難燃プラスチック成形加工施設周辺	6/6	74	19 ~ 160	6/6	28	3.0 ~ 53	2004
下水道終末処理施設周辺	3/3	55	24 ~ 72	3/3	45	6.5 ~ 98	
難燃剤製造施設周辺(2,4,6-TBP)	3/3	57	43 ~ 70	3/3	18,000	1,700 ~ 39,000	2005
難燃プラスチック製造施設周辺 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	2/2	78	110・46	2/2	35,000	69,000・63	2008
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	3/3	39	14 ~ 54	3/3	37	9.3・85	2009
セメント製造施設	2/2	77	76・78	2/2	51	15・86	2010

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/m ² /day	HBCDs			TrBPhs			調査年
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
		平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設周辺		未測定			未測定		2002
難燃プラスチック製造施設周辺		未測定			未測定		
難燃繊維加工施設周辺	3/3	2,700	1,900 ~ 3,700	3/3	83	38 ~ 120	2003
難燃プラスチック成形加工施設周辺	6/6	400	5.8 ~ 2,300	6/6	52	18 ~ 110	2004
下水道終末処理施設周辺	3/3	13	9.1 ~ 19	3/3	26	18 ~ 38	
難燃剤製造施設周辺(2,4,6-TBP)	3/3	31	15 ~ 41	3/3	1,800	260 ~ 4,400	2005
難燃プラスチック製造施設周辺 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	2/2	4,300	55・8,500	2/2	33,000	66,000・150	2008
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	2/3	20	ND ~ 34	3/3	8.4	4.7 ~ 11	2009
セメント製造施設	2/2	270	140・400	2/2	9.2	8.4・10	2010

4.3 公共用水域水質(PBDEs・TBBPA)濃度

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/L		PBDEs			TBBPA			調査年
		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
			平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設周辺	河川上流	2/2	6.8	0.52・13	2/2	1.2	0.24・2.1	2002
	河川下流	3/3	10	0.46 ~ 27	3/3	3.4	0.37 ~ 9.3	
家電リサイクル施設周辺	河川上流	5/5	5.4	0.22 ~ 24	5/5	1.0	0.07 ~ 3.6	2011
	河川下流	5/5	16	0.22 ~ 69	5/5	1.5	0.28 ~ 5.8	
難燃プラスチック 製造施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	5/5	6.0	0.36 ~ 27	5/5	2.2	0.22 ~ 4.1	2002
	河川下流・ 排出口付近海域	6/6	14	0.40 ~ 83	6/6	16	0.40 ~ 62	
難燃繊維加工施設周辺	河川上流	2/2	5,500	26・11,000	2/2	4.0	2.8・5.2	2003
	河川下流	2/2	100,000	34,000・170,000	2/2	2.0	1.7・2.2	
	排出口から離れた海域	1/1	70	70	1/1	17	17	
	排出口付近海域	1/1	11,000	11,000	1/1	250	250	
難燃繊維加工施設周辺	河川上流	1/1	6.8	6.8	0/1	ND	ND	2013
	河川下流	1/1	25,000	25,000	1/1	0.32	0.32	
難燃プラスチック 成形加工施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	6/6	0.78	0.26 ~ 1.7	6/6	1.8	0.09 ~ 9.9	2004
	河川下流・ 排出口付近海域	6/6	5.7	0.24 ~ 23	6/6	1.6	0.12 ~ 8.4	
下水道終末処理施設周辺	河川上流	3/3	10	1.6 ~ 27	3/3	0.14	0.03 ~ 0.20	2004
	河川下流	3/3	3,700	3.7 ~ 11,000	3/3	0.33	0.27 ~ 0.42	
下水道終末処理施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	6/6	7.6	3.7 ~ 11,000	4/6	1.6	ND ~ 7.8	2014
	河川下流・ 排出口付近海域	6/6	690	0.82 ~ 4,100	6/6	1.6	0.14 ~ 6.9	
難燃剤製造施設周辺 (2,4,6-TBP)	排出口から離れた海域	3/3	0.70	0.45 ~ 1.1	3/3	0.73	0.24 ~ 1.0	2005
	排出口付近海域	3/3	3.6	0.28 ~ 8.5	3/3	39	3.0 ~ 85	
難燃プラスチック製造施設周辺 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	河川上流・ 排出口から離れた海域	2/2	0.74	0.82・0.67	2/2	0.47	0.11・0.82	2008
	河川下流・ 排出口付近海域	2/2	2.0	2.4・1.5	2/2	0.51	0.27・0.74	
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	河川上流	3/3	0.97	0.15 ~ 2.5	3/3	0.25	0.12 ~ 0.47	2009
	河川下流	3/3	0.62	0.21 ~ 1.1	3/3	0.39	0.083 ~ 1.0	
セメント製造施設	河川上流	3/3	0.18	0.09 ~ 0.33	3/3	0.06	0.02 ~ 0.08	2010
	河川下流	2/2	0.41	0.11・0.71	2/2	0.18	0.06・0.29	
廃棄物焼却施設	河川上流	2/2	2.2	0.055 ~ 4.3	2/2	0.047	0.017 ~ 0.076	2012
	河川下流	2/2	3.60	0.09 ~ 7.2	2/2	2.0	0.15 ~ 1.9	

4.4 公共用水域水質 (HBCDs・TrBPhs) 濃度

調査対象施設等	HBCDs				TrBPhs ^(※)			調査年
	検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度			
		平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲		
家電リサイクル施設周辺	河川上流	未測定		未測定			2002	
	河川下流	未測定		未測定				
家電リサイクル施設周辺	河川上流	5/5	1.6	0.99 ~ 3.6	5/5	44	0.58 ~ 210	2011
	河川下流	5/5	2.0	0.95 ~ 5.2	5/5	61	0.810 ~ 290	
難燃プラスチック 製造施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	未測定		未測定			2002	
	河川下流・ 排出口付近海域	未測定		未測定				
難燃繊維加工施設周辺	河川上流	2/2	9,100	1,100・17,000	2/2	2.9	1.7・4.0	2003
	河川下流	2/2	32,000	13,000・50,000	2/2	5.2	4.3・6.1	
	排出口から離れた海域	1/1	12,000	12,000	1/1	3.1	3.1	
	排出口付近海域	1/1	440,000	440,000	1/1	1,600	1,600	
難燃繊維加工施設周辺	河川上流	1/1	3.5	3.5	1/1	1.4	1.4	2013
	河川下流	1/1	47	47	1/1	2.2	2.2	
難燃プラスチック 成形加工施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	6/6	25	ND ~ 110	6/6	4.8	0.55 ~ 15	2004
	河川下流・ 排出口付近海域	4/6	6.0	0.070 ~ 21	6/6	4.8	0.78 ~ 12	
下水道終末処理施設周辺	河川上流	3/3	13	0.53 ~ 37	3/3	0.94	0.13 ~ 1.6	2014
	河川下流	3/3	400	2.2 ~ 1,200	3/3	21	2.1 ~ 59	
下水道終末処理施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	6/6	1.2	0.70 ~ 2.0	6/6	33	0.3 ~ 150	2014
	河川下流・ 排出口付近海域	6/6	2.7	0.93 ~ 7.6	6/6	5.3	0.9 ~ 16	
難燃剤製造施設周辺 (2,4,6-TBP)	排出口から離れた海域	3/3	0.47	ND ~ 1.4	3/3	4.4	1.6 ~ 9.4	2005
	排出口付近海域	3/3	0.44	ND ~ 0.84	3/3	20	5.5 ~ 50	
難燃プラスチック製造施設周辺 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	河川上流・ 排出口から離れた海域	2/2	1.4	0.56・2.2	2/2	30	7.9・52	2008
	河川下流・ 排出口付近海域	2/2	48	0.41・96	2/2	28	18・39	
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	河川上流	1/3	0.31	ND ~ 0.93	3/3	1.1	0.24 ~ 2.5	2009
	河川下流	1/3	0.17	ND ~ 0.5	3/3	1.3	0.23 ~ 2.2	
セメント製造施設	河川上流	0/3	ND	ND	3/3	1.1	0.30 ~ 1.7	2010
	河川下流	0/2	ND	ND	2/2	1.0	0.24・1.8	
廃棄物焼却施設	河川上流	1/2	1.3	ND ~ 2.6	2/2	5.1	0.40 ~ 9.8	2012
	河川下流	1/2	0.24	ND ~ 0.47	2/2	5.2	0.30 ~ 10	

(※)2014年度は、PBPhs

4.5 公共用水域底質(HBCDs・TrBPhs)濃度

調査対象施設等		PBDEs			TBBPA			調査年
		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
			平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設周辺	河川上流	2/2	25	0.041・49	2/2	0.83	0.052・1.6	2002
	河川下流	3/3	35	0.19 ~ 96	3/3	6.5	0.037 ~ 13	
家電リサイクル施設周辺	河川上流	5/5	120	0.20 ~ 480	5/5	14	0.07 ~ 56	2011
	河川下流	5/5	310	0.13 ~ 1,200	5/5	40	0.08 ~ 140	
難燃プラスチック製造施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	5/5	190	0.69 ~ 520	5/5	1.7	0.42 ~ 4.7	2002
	河川下流・ 排出口付近海域	6/6	180	0.48 ~ 390	6/6	13	0.020 ~ 66	
難燃繊維加工施設周辺	河川上流	2/2	8,000	1.7・16,000	2/2	0.93	0.92・0.93	2003
	河川下流	2/2	2,800	9.6・5,500	2/2	0.74	0.65・0.83	
	排出口から離れた海域	1/1	1.4	1.4	1/1	0.033	0.033	
	排出口付近海域	1/1	6.2	6.2	1/1	0.29	0.29	
難燃繊維加工施設周辺	河川上流	1/1	48	48	1/1	0.35	0.35	2013
	河川下流	1/1	34,000	34,000	1/1	0.82	0.82	
難燃プラスチック成形加工施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	6/6	1.1	0.064 ~ 4.1	6/6	0.52	0.010 ~ 2.6	2004
	河川下流・ 排出口付近海域	6/6	3.7	0.056 ~ 14	6/6	2.4	0.011 ~ 14	
下水道終末処理施設周辺	河川上流	3/3	30	0.37 ~ 54	3/3	0.73	0.070 ~ 1.5	2004
	河川下流	3/3	900	3.7 ~ 1,600	3/3	0.31	0.10 ~ 0.68	
下水道終末処理施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	6/6	300	2.8 ~ 1,500	6/6	2.8	0.14 ~ 9.0	2014
	河川下流・ 排出口付近海域	6/6	2,000	1.7 ~ 11,000	6/6	2	0.096 ~ 8.2	
難燃剤製造施設周辺 (2,4,6-TBP)	排出口から離れた海域	3/3	240	7.2 ~ 700	3/3	4.8	0.86 ~ 12	2005
	排出口付近海域	3/3	230	35 ~ 360	3/3	83	19 ~ 120	
難燃プラスチック製造施設周辺 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	河川上流・ 排出口から離れた海域	2/2	22	44・0.82	2/2	4.4	8.7・0.12	2008
	河川下流・ 排出口付近海域	2/2	130	220・36	2/2	62	82・42	
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	河川上流	2/2	2.6	0.24・5.0	2/2	0.56	0.020・1.1	2009
	河川下流	2/2	6.9	0.82・13	2/2	0.81	0.021・1.6	
セメント製造施設	河川上流	3/3	0.32	0.041 ~ 0.68	3/3	0.037	0.005 ~ 0.094	2010
	河川下流	2/2	0.38	0.07・0.68	2/2	0.042	0.006・0.077	
廃棄物焼却施設	排出口から離れた海域	1/1	0.014	0.014	0/1	ND	ND	2012
	排出口付近海域	1/1	1.9	1.9	1/1	1.5	1.5	

4.6 公共用水域底質(HBCDs・TrBPhs)濃度

調査対象施設等 ※単位 実測濃度: ng/g-dry		HBCDs			TrBPhs ^(※)			調査年
		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		検出頻度 (検出数/調査数)	実測濃度		
			平均値	濃度範囲		平均値	濃度範囲	
家電リサイクル施設周辺	河川上流	未測定			未測定			2002
	河川下流	未測定			未測定			
家電リサイクル施設周辺	河川上流	5/5	3.6	0.38 ~ 11	5/5	19	6.9 ~ 37	2011
	河川下流	5/5	7.2	0.38 ~ 11	5/5	28	10 ~ 72	
難燃プラスチック製造施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	未測定			未測定			2002
	河川下流・ 排出口付近海域	未測定			未測定			
難燃繊維加工施設周辺	河川上流	2/2	380	70・680	2/2	0.73	0.36・1.1	2003
	河川下流	2/2	370	76・660	2/2	0.57	0.040・1.1	
	排出口から離れた海域	1/1	110	110	1/1	0.15	0.15	
	排出口付近海域	1/1	1,100	1,100	1/1	0.21	0.21	
難燃繊維加工施設周辺	河川上流	1/1	140	140	1/1	0.23	0.23	2013
	河川下流	1/1	240	240	1/1	0.056	0.056	
難燃プラスチック成形加工施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	6/6	6.0	0.070 ~ 21	6/6	1.0	0.19 ~ 4.6	2004
	河川下流・ 排出口付近海域	6/6	12	0.54 ~ 53	6/6	0.77	0.073 ~ 3.2	
下水道終末処理施設周辺	河川上流	3/3	4.3	0.49 ~ 6.7	3/3	1.3	0.38 ~ 2.1	2014
	河川下流	3/3	13	1.0 ~ 36	3/3	0.43	0.30 ~ 0.58	
下水道終末処理施設周辺	河川上流・ 排出口から離れた海域	6/6	14	1.3 ~ 62	4/6	5.9	ND ~ 21	2014
	河川下流・ 排出口付近海域	6/6	60	1.5 ~ 270	3/6	4.5	ND ~ 14	
難燃剤製造施設周辺 (2,4,6-TBP)	排出口から離れた海域	3/3	13	5.7 ~ 21	3/3	9.3	7.8 ~ 11	2005
	排出口付近海域	3/3	41	5.5 ~ 77	3/3	38	9.9 ~ 72	
難燃プラスチック製造施設周辺 (TBBPAエポキシ樹脂/発泡ポリスチレン)	河川上流・ 排出口から離れた海域	2/2	0.28	ND・0.56	2/2	12	23・0.71	2008
	河川下流・ 排出口付近海域	2/2	1,400	2.5・2,800	2/2	130	90・170	
アルミニウム第二次精錬・精製製造施設	河川上流	1/2	1.0	ND・2.0	2/2	0.15	0.038・0.26	2009
	河川下流	1/2	2.9	ND・5.8	2/2	0.16	0.040・0.28	
セメント製造施設	河川上流	0/3	ND	ND	3/3	0.096	0.093 ~ 0.10	2010
	河川下流	0/2	ND	ND	2/2	0.070	0.041・0.10	
廃棄物焼却施設	排出口から離れた海域	0/1	ND	ND	1/1	65	65	2012
	排出口付近海域	0/1	ND	ND	1/1	0.38	0.38	

(※) 2014年度は、PBPhs

参考資料

国内の主な難燃剤需要量推移及び世界の臭素生産量(推定)

国内の主な臭素系難燃剤の需要推移(推定) (単位:t/年)

化合物	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
テトラブロモジブフェニルエーテル(TBSPA)	12,000	14,000	18,000	20,000	23,000	24,500	23,000	22,000	24,000	30,000	29,000	31,000	29,500	31,000	32,300	27,300	31,000	32,000	35,000	30,000	29,000	25,000	22,500	17,000	18,000	16,200	15,000	14,000	14,000
デカブロモジブフェニルエーテル(DeBDE)	3,000	4,000	5,000	6,000	10,000	9,800	6,300	5,800	5,500	4,900	4,200	4,450	4,000	3,800	2,800	2,500	2,200	2,200	2,000	1,800	1,700	1,700	1,600	1,300	1,100	990	900	800	800
オクタブロモジブフェニルエーテル(OBDE)	500	1,000	1,100	1,100	1,100	1,500	1,100	900	500	300	280	250	75	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
テトラブロモジブフェニルエーテル(TeBDE)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ヘキサブロモシクロデカン(HBCD)	600	600	700	700	700	1,000	1,400	1,600	1,800	1,800	2,000	2,000	1,850	1,950	2,000	2,200	2,400	2,400	2,600	2,600	3,000	3,000	3,000	2,800	2,800	2,800	2,600	1,500	0
エチレンビス(テトラブロモフタルイミド)	400	400	600	600	1,000	1,200	1,300	1,300	2,500	2,500	2,500	2,500	2,000	2,000	2,000	1,750	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,300	1,000	1,000	900	900	900	900
トリアブロモフェノール	100	250	450	450	450	1,500	2,000	2,700	3,500	4,000	4,100	4,300	4,300	4,300	4,300	3,600	3,800	4,150	4,150	4,150	4,000	3,500	3,150	2,600	2,700	2,400	2,000	2,000	2,000
ビス(トリプロモフェニルエーテル)	400	400	400	400	400	1,000	1,000	900	900	750	500	400	100	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TBSPAポリカーボネートオリゴマー	—	—	—	—	—	—	2,500	2,500	2,500	2,750	3,000	3,000	3,000	2,800	2,800	2,900	1,800	2,500	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	2,500
プロモリステレン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TBSPAエポキシオリゴマー	—	—	—	—	—	—	1,300	1,300	1,300	1,500	1,600	2,000	2,000	3,500	3,300	2,500	2,800	3,000	5,100	6,000	7,500	7,500	7,000	5,000	7,000	7,000	6,000	6,000	6,500
ビス(ペンタプロモフェニルエーテル)エタン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TBSPA-ビス(ジプロモフェニルエーテル)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ポリジプロモフェニルエーテル	100	170	200	—	—	—	—	—	—	200	400	400	800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ヘキサプロモベンゼン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
ペンタプロモベンゼン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
臭素化芳香族リジン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
その他	2,300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計	20,000	21,980	27,610	31,250	40,650	49,000	45,900	46,500	51,450	59,100	59,930	64,450	62,825	65,275	67,250	57,550	63,300	65,700	73,900	69,500	71,650	65,750	60,500	48,520	53,690	49,830	44,320	42,830	41,850

(注) TBSPAは他のTBSPA系難燃剤(TBSPAポリカーボネートオリゴマー、TBSPAエポキシオリゴマー、TBSPA-ビス(ジプロモフェニルエーテル))の原料としても使用されるため、TBSPAの需要量は、TBSPA系難燃剤の原料分が含まれ、合計の需要量はその分ダブルカウントされている。

出典: 化学工業日報社調査資料より作成

DeBDEの製造・輸入数量 (単位:t/年)

年度	製造・輸入数量
2001	2323
2002	2986
2003	2330
2004	2480
2005	2250
2006	1954
2007	1965
2008	1816
2009	1398
2010	2000
2011	1000

出典: 経済産業省 HP資料より作成

HBCDの製造・輸入数量 (単位:t/年)

年度	製造数量	輸入数量	用途別出荷数量				
			繊維用	その他	輸出	合計	
2004	1006	2438	2661	562	0	181	3404
2005	2347	1849	2339	460	50	362	3211
2006	1188	2749	2900	596	52	172	3720
2007	1154	2053	2518	760	4	118	3400
2008	920	1924	2365	446	6	68	2885
2009	1018	1594	2171	399	0	7	2577
2010	936	2083	2830	285	1	0	3116
2011	555	2090	2508	133	0	0	2641
2012	0	2094	2097	0	0	0	2097

出典: 経済産業省 HP資料より作成

国内の主な塩素系・リン系・無機系難燃剤の需要推移(推定) (単位:t/年)

化合物	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
塩素系																														
塩素化パラフィン	4,000	4,000	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	
ヘキサブロシクロペンタデカン	300	400	400	400	400	600	600	600	600	600	660	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
テトラクロロ酸無水フタル酸	150	150	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
クロロド酸	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	390	300	300	300	300	300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計	4,750	4,850	5,350	5,200	5,200	5,400	5,400	5,200	5,200	5,260	5,200	5,200	5,290	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	4,900	4,900	4,900	4,900	4,900	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	
リン系																														
リン酸エステル系	4,000	4,000	4,200	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,600	22,000	22,000	22,000	22,000	20,000	20,000	21,000	21,000	24,000	25,000	20,000	19,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	
含ハロゲンリン酸エステル系	2,900	2,900	3,000	3,000	3,000	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,300	3,100	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	
ポリリン酸塩系	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	3,000	3,000	3,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,500	1,000	
赤リン系	225	225	250	250	250	310	310	310	310	310	400	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
ホスファアエナントリン系	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,500	1,500	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
ホスファゼン系	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
合計	8,625	8,625	8,950	9,150	9,150	9,310	9,310	9,310	10,810	10,410	9,100	9,200	28,500	28,500	28,500	26,500	26,500	26,500	30,500	30,500	33,500	28,500	27,500	27,500	28,500	29,500	29,500	29,500	28,500	
無機系																														
三酸化アンチモン	8,300	13,000	15,000	15,000	16,000	18,500	18,500	17,000	17,000	17,000	18,000	19,100	17,000	16,000	16,000	16,000	14,000	14,000	17,000	15,000	15,000	14,700	11,000	7,900	9,500	9,540	8,830	8,380	9,137	
水酸化アルミニウム	48,000	30,000	33,000	35,000	37,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000
ホウ酸亜鉛	400	400	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
窒素化アアエニジン	4,000	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
五酸化アンチモン	数100	数100	数100	300	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	700	700	700	700	700	700	700
水酸化マグネシウム	2,000	2,000	2,200	2,400	2,400	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	7,000	8,000	14,000	14,000	14,000	14,000	12,500	10,000	10,000	10,000	11,000	11,000	11,000	11,000
ジルコニウム系	200	200	140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計	62,900	49,600	55,740	57,700	61,400	69,500	69,500	68,000	68,000	68,000	70,000	71,100	69,000	68,000	68,000	68,000	69,000	70,000	79,000	77,000	77,000	71,500	65,600	67,200	67,540	67,530	67,530	67,080	67,837	

(注)塩素化パラフィン、可塑剤用も含む数量
 (注)リン酸エステル系は、可塑剤向け含まず
 (注)ポリリン酸アンチモン系は、非難燃剤を含む。

出典:化学工業日報社調査資料より作成

世界の臭素生産量(推定)

(単位:t)

国名	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
中国	40,000	42,000	42,000	40,000	42,000	75,000	80,000	105,000	124,000	130,000	135,000	93,000	100,000	100,000	100,000	110,000	110,000
イスラエル	185,200	181,000	210,000	206,000	206,000	176,000	202,000	207,000	179,500	159,400	164,000	128,000	185,000	202,500	174,000	172,000	180,000
ヨルダン	—	—	—	—	8000	—	34000	66,000	94,500	85,000	85,000	69,000	85,000	150,000	200,000	80,000	80,000
日本	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	30,000	30,000
アゼルバイジャン	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
インド	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,700	1,700
ドイツ	600	500	500	500	500	500	500	500	430	1600	1000	990	1,500	1,900	1,500	1,500	1,500
ウクライナ	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	4,400	4,100	4,100	4,100	4,100	4,100	4,100
トルクメニスタン	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	500	500
スペイン	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	—	—	—
アメリカ	230,000	239,000	228,000	212,000	222,000	216,000	222,000	226,000	243,000	—	—	—	—	—	—	—	—
フランス	1,950	1,950	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
イタリア	300	300	300	300	300	300	300	300	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計	484,800	491,500	509,550	487,550	507,550	496,550	567,550	633,550	668,180	402,750	414,650	320,340	400,850	483,750	504,750	403,300	411,300

(出典) USGS「Mineral Commodity Summaries(鉱物商品概要)」