

令和 4 年度
臭素系ダイオキシン類排出実態等調査
結果報告書

令和 5 年 3 月
環境省 水・大気環境局 総務課

目次

1. 調査目的.....	1
2. 調査概要.....	1
2.1 調査対象施設	1
2.2 調査媒体	2
2.3 分析項目	2
3. 試料概要.....	3
3.1 採取試料一覧	3
3.2 試料採取状況	4
4. 分析方法.....	6
4.1 分析方法	6
4.2 試料採取概要	7
4.3 分析フロー.....	8
4.4 測定条件	15
4.5 検出下限値.....	22
5. 調査結果（総括表）	26
6. まとめ及び考察.....	36
7. 臭素系ダイオキシン類暫定排出インベントリー	61
 別表-1 調査結果（個別結果）	66
別図-1 調査施設概要 （製造工程フロー、排ガス・排水処理フロー・試料採取箇所）	84
別図-2 媒体別同族体組成	88
別図-3 媒体別異性体組成	92
参考資料 国内の難燃剤需要推移（推定）.....	96

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。

PBDD/Fs	: ホリブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] -パラ-ジ [®] オキシ [®] ン/ジ [®] ベンゾ [®] フラン
PBDDs	: ホリブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] -パラ-ジ [®] オキシ [®] ン
PBDFs	: ホリブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] フラン
TeBDDs	: テトラブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] -パラ-ジ [®] オキシ [®] ン
PeBDDs	: ペンタブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] -パラ-ジ [®] オキシ [®] ン
HxBDDs	: ヘキサブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] -パラ-ジ [®] オキシ [®] ン
HpBDDs	: ヘプタブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] -パラ-ジ [®] オキシ [®] ン
OBDD	: オクタブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] -パラ-ジ [®] オキシ [®] ン
TeBDFs	: テトラブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] フラン
PeBDFs	: ペンタブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] フラン
HxBDFs	: ヘキサブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] フラン
HpBDFs	: ヘプタブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] フラン
OBDF	: オクタブ [®] ロモジ [®] ベンゾ [®] フラン
PCDD/Fs	: ホリクロロジ [®] ベンゾ [®] -パラ-ジ [®] オキシ [®] ン/ジ [®] ベンゾ [®] フラン
Co-PCB	: コプラナーホリクロロビス [®] フェニル
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	: ペンタブ [®] 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	: ヘプタブ [®] 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 [®] ロモビス [®] 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	: トリブ [®] ロモフェノール
TeBPhs	: テトラブ [®] ロモフェノール
PePh	: ペンタブ [®] ロモフェノール
HBCDs	: ヘキサブ [®] ロモシクロ [®] デ [®] カン
DBDPE	: デカブ [®] ロモジ [®] フェニルエタン
HxBBz	: ヘキサブ [®] ロモベンゼン
TEQ	: 毒性等量(または毒性当量)
TEF	: 毒性等価係数
GC-HRMS	: 高分解能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

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

臭素系ダイオキシン類の暫定排出インベントリーによると、臭素系ダイオキシン類の排出量が多い施設として、過去にデカブロモジフェニルエーテル（DeBDE）を使用していた施設のうち、大気系への排出では難燃プラスチック製造加工施設、水系への排出では難燃剤製造・取扱施設及び難燃繊維加工施設があげられる。

今年度は、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（以下、化審法という）によるDeBDE規制効果の確認をするために、過去DeBDEを使用・取扱をしており、水系への臭素系ダイオキシン類の排出濃度が高かった難燃プラスチック製造加工施設及び未調査施設の各1施設において排出実態調査を実施した。また、周辺環境調査も合わせて実施した。

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物質等についても調査を行った。

2.1 調査対象施設

表 2-1 対象施設概要

	難燃プラスチック製造加工施設	
施設名	A 施設	B 施設
難燃加工製品	断熱材	電気ケーブル
製造工程フロー	コンパウンド樹脂→シート発泡→成形→冷却→製品	コンパウンド→押出→冷却→電線製造→冷却→架橋→製品
DeBDE 使用終了時期	2018 年 3 月	2007 年 12 月
使用臭素系難燃剤	・デカブロモジフェニルエタン (DBDPE)	・デカブロモジフェニルエタン (DBDPE) ・エチレンビステトラブロモフタルイミド
排水処理	油分分離槽→公共水域 ※ 難燃製品を成形加工後、間接冷却しているが、難燃加工ラインの排水はほとんどない。	油分分離槽→沈殿槽→公共水域 ※ コンパウンド冷却水は都度排出され、電線製造冷却水は循環水で排出は不定期。
排ガス処理	脱臭装置（触媒燃焼処理） （排ガスを約 400～500℃で酸化分解する処理法）	集塵機 （バグフィルター）
過年度調査	なし	平成 16 年度(2004 年度)A-3 施設

2.2 調査媒体

(1) 難燃プラスチック製造加工施設(A 施設)

- ・ 排ガス、総合排水、建屋内空気、環境大気、コンパウンド樹脂、製品

(2) 難燃プラスチック製造加工施設(B 施設)

- ・ 排ガス、工程水、総合排水、沈殿槽汚泥、建屋内空気、コンパウンド樹脂、製品

2.3 分析項目

(1) 臭素化ダイオキシン類 (PBDD/Fs)

a. 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

b. 同族体

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

(2) ポリブロモジフエニルエーテル類 (PBDEs)

a. PBDEs の異性体

4,4'-DiBDE (#15)、2,4,4'-TrBDE (#28)、2,2',4,4'-TeBDE (#47)、
2,2',4,4',5'-PeBDE (#99)、2,2',4,4',6'-PeBDE (#100)、
2,2',4,4',5,5'-HxBDE (#153)、2,2',4,4',5,6'-HxBDE (#154)、
2,2',3,4,4',5',6'-HpBDE (#183)、DeBDE (#209)

b. 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) ブロモフェノール類 (PBPhs)

a. 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、2,3,4,5,6-PeBPh

b. PBPhs の同族体

MoBPhs、DiBPhs、TrBPhs、TeBPhs、PeBPh

(5) ヘキサブロモシクロデカン (HBCDs)

α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD

(6) デカブロモジフエニルエタン (DBDPE)

(7) 塩素化ダイオキシン類 (PCDD/Fs,Co-PCB)

a. PCDD/Fs の 2,3,7,8-位塩素置換異性体

2,3,7,8-TeCDD、1,2,3,7,8-PeCDD、1,2,3,4,7,8-HxCDD、
 1,2,3,6,7,8-HxCDD、1,2,3,7,8,9-HxCDD、1,2,3,4,6,7,8-HpCDD、OCDD、
 2,3,7,8-TeCDF、1,2,3,7,8-PeCDF、2,3,4,7,8-PeCDF、1,2,3,4,7,8-HxCDF、
 1,2,3,6,7,8-HxCDF、1,2,3,7,8,9-HxCDF、2,3,4,6,7,8-HxCDF、
 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF、1,2,3,4,7,8,9-HpCDF、OCDF

b. PCDD/Fs の同族体

TeCDDs、PeCDDs、HxCDDs、HpCDDs、OCDD、
 TeCDFs、PeCDFs、HxCDFs、HpCDFs、OCDF

c. Co-PCB

3,4,4',5'-TeCB (#81)、3,3',4,4'-TeCB (#77)、3,3',4,4',5'-PeCB (#126)、
 3,3',4,4',5,5'-HxCB (#169)、
 2',3,4,4',5'-PeCB (#123)、2,3',4,4',5'-PeCB (#118)、2,3,3',4,4'-PeCB (#105)、
 2,3,4,4',5'-PeCB (#114)、2,3',4,4',5,5'-HxCB (#167)、
 2,3,3',4,4',5'-HxCB (#156)、2,3,3',4,4',5'-HxCB (#157)、
 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (#189)

3. 試料概要

3.1 採取試料一覧

(1) 難燃プラスチック製造加工施設(A 施設)

表 3-1 採取試料一覧表

試料名	採取箇所	採取方法
排ガス(脱臭装置出口)	脱臭装置出口	製造ライン稼働中に、JIS K 0311 の I 形の 2 連で、約 4 時間連続採取
建屋内空気(発泡装置周辺)	発泡装置周辺	製造ライン稼働中に、ハイボリュームエアサンプラーで 6 時間連続採取
総合排水	集合ピット枡	2 時間毎に 1 回、計 3 回採取
環境大気 (施設南西)	敷地境界	ハイボリュームエアサンプラーで 1 週間連続採取
環境大気 (施設東)	敷地境界	
コンパウンド樹脂		施設からご提供、DBDPE 使用
製品		施設からご提供、DBDPE 使用

※ 複数箇所から採取した試料及び複数回採取した試料はコンポジットして、1 試料とした。

(2) 難燃プラスチック製造加工施設 (B 施設)

表 3-2 採取試料一覧表

試料名	採取箇所	採取方法
排ガス (集塵機出口)	集塵機出口	製造ライン稼働中に、JIS K 0311 の I 形の 2 連で、約 4 時間連続採取
建屋内空気 (電線製造場周辺)	電線製造場周辺	製造ライン稼働中に、ハイボリュームエアサンプラーで 6 時間連続採取
コンパウンド冷却水	コンパウンド冷却水排出溝	コンパウンド冷却水が発生時に、4 時間毎に 2 回採取
電線冷却水	電線冷却水排出溝	電線冷却水が発生時に、2 時間毎に 2 回分を採取
総合排水	放流口	2 時間毎に 1 回、計 3 回採取
沈殿槽汚泥	沈殿槽	沈殿槽汚泥をエクマンバージ採泥器で 2 回採取
コンパウンド樹脂		施設からご提供、DBDPE 使用
製品		施設からご提供、DBDPE 使用

※ 複数箇所から採取した試料及び複数回採取した試料はコンポジットして、1 試料とした。

3.2 試料採取状況

(1) 難燃プラスチック製造加工施設

1) 施設関連

表 3-3 排出ガス試料の概況 (1)

施設名	試料名	ガス温度	水分	ガス流速	ガス量 (湿り)	ガス量 (乾き)	補正吸引量
		(°C)	(vol%)	(m/s)	(m³/h)	(m³/h)	(m³)
A	排ガス (脱臭装置出口)	246	2.60	10.4	14,600	14,200	8006.8
B	排ガス (集塵機出口)	26	1.64	11.8	15,000	14,800	6240.6

※ 排出ガスの m³ は、標準状態 [0°C、101.32kPa] の体積を示す (以下、同様)。

表 3-4 排出ガス試料の概況 (2)

施設名	試料名	一酸化炭素濃度	酸素濃度	臭化水素濃度	塩化水素濃度	ばいじん濃度
		(volppm)	(vol%)	(mg/m³)	(mg/m³)	(g/m³)
A	排ガス (脱臭装置出口)	250	19.0	<1	<1	<0.001
B	排ガス (集塵機出口)	<1	20.9	<1	<1	<0.001

表 3-5 排水水試料の概況 (1)

施設名	試料名	採取回数	天候	pH	水温	電気伝導度	酸化還元電位	透視度
					(℃)	(mS/m)	(mV)	(cm)
A	総合排水	1回目	曇り	7.22	26.0	15.81	297	>30
		2回目	曇り	7.31	19.8	15.36	307	>30
		3回目	曇り	7.29	20.3	14.96	246	>30
B	コンパウンド冷却水	1回目	曇り					
		2回目	曇り					
	電線冷却水	1回目	曇り	7.40	19.0	28.8	114	>30
		2回目	曇り	7.57	18.9	29.2	177	>30
	総合排水	1回目	曇り	7.22	23.0	34.5	80	>30
		2回目	曇り	7.33	23.5	34.4	92	>30
		3回目	曇り	7.39	23.9	59.5	130	>30

表 3-6 排水水試料の概況 (2)

施設名	試料名	臭化物イオン	SS	外観	臭気
		(mg/L)	(mg/L)		
A	総合排水	<0.1	0.5	無色	無臭
B	コンパウンド冷却水	<0.1	<0.5	無色	無臭
	電線冷却水	<0.1	<0.5	微黄色	無臭
	総合排水	<0.1	1.1	無色	無臭

表 3-7 建屋内空気試料の概況

施設名	試料名	吸引量	総粉じん濃度
		(m³)	(mg/m³)
A	発泡装置周辺	179.9	0.38
B	電線製造場周辺	179.9	0.37

2) 周辺環境

表 3-8 環境大気試料の概況

施設名	試料名	吸引量	総粉じん量	平均気温	平均風速	平均風向
		(m³)	(mg/m³)	(℃)	(m/s)	(16 方位)
A	施設南西	1008.3	0.048	12.3	1.5	SE
	施設東	950.0	0.056			

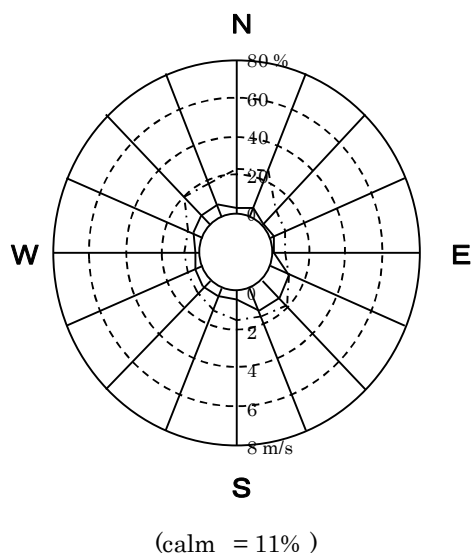


図 3-1 風配率及び風向別平均風速図(A 施設)

4. 分析方法

4.1 分析方法

(1) PBDD/Fs

「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～図 4-7 により抽出後、各媒体共通分析フロー図 4-8 により測定を行った。

(2) PBDEs、TBBPA、HBCDs、PBPhs、DBDPE

各媒体別の試料抽出フロー図 4-1～図 4-6 により抽出後、各媒体共通分析フロー図 4-9 により測定を行った。

(3) PCDD/Fs 及び Co-PCB

① 排出ガス

「排ガス中のダイオキシン類測定方法」(JIS K 0311 : 2020)

② 排水

「工業用水・工場排水中のダイオキシン類の測定方法」(JIS K 0312 : 2020)

③ 建屋内空気

「廃棄物焼却施設関連作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策要綱」(平成 13 年 4 月 25 日 厚生労働省 基発第 401 号)

④ 環境大気

「ダイオキシン類に係る大気環境調査マニュアル」(令和 4 年 3 月 環境省水・大気環境局 総務課、大気環境課)

⑤ 汚泥

「特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定方法」
(平成 4 年 7 月 3 日 厚生省告示第 192 号)

①～⑤より測定を行った。各媒体別の試料抽出フロー図 4-1～図 4-7 により抽出後、各媒体共通分析フロー図 4-10 により測定を行った。

4.2 試料採取概要

(1) 排出ガス

排ガスは採取試料量を多くするために、採取管部、フィルタ捕集部、液体捕集部、吸着捕集部、吸引ポンプ及び流量測定部からなる採取装置（JIS K 0311 I 形）2 連により、試料採取をした。

(2) 排水（工程水、総合排水）

採水場所において、ステンレス製バケツ類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。採取回数は複数回採水した。

(3) 建屋内空気

試料採取は、ハイボリウムエアサンプラーに石英ろ紙 1 枚とポリウレタンフォーム 2 個を装着し、毎分 500L 程度の一定流量で 6 時間連続吸引して、採取空気量として約 180m³ を採取した。

(4) 汚泥

沈殿槽汚泥は、採取場所において、ステンレス製エグマンバージ採泥器により褐色ガラス瓶に採取した。

(5) 環境大気

試料採取は、ハイボリウムエアサンプラーに石英ろ紙 1 枚とポリウレタンフォーム 2 個を装着し、毎分 100 L 程度の一定流量で 7 日間連続吸引して、採取空気量として約 1,000 m³ を採取した。

(6) コンパウンド樹脂及び製品

試料は、施設からご提供いただいた。

4.3 分析フロー

各媒体別の試料抽出フローを図 4-1～図 4-7 に示す。また、各媒体共通の分析フローを図 4-8～図 4-10 に示す。

(1) 排出ガス

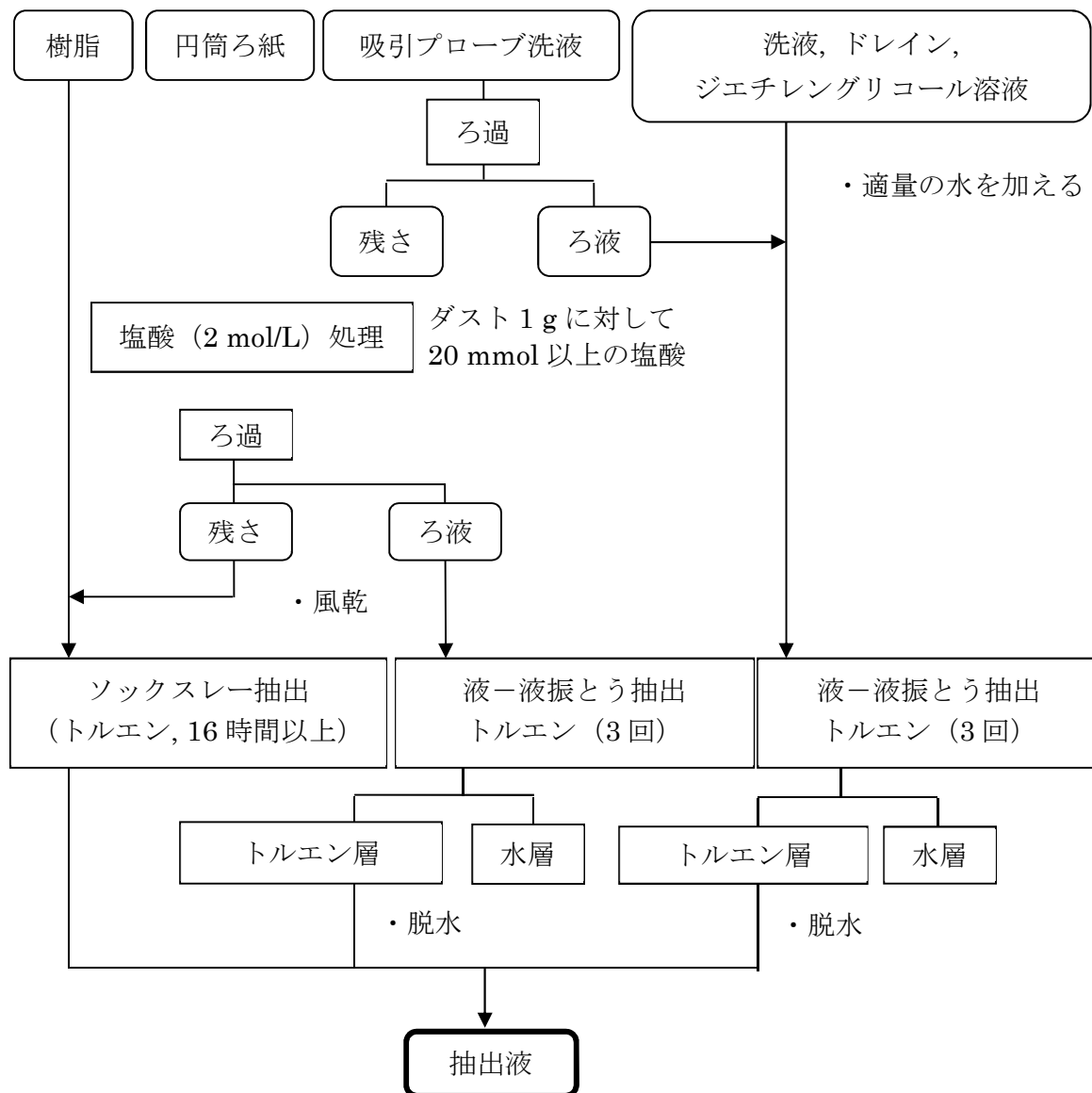


図 4-1 排出ガス試料基本抽出分析フロー

(2) 排水水（工程水、総合排水）

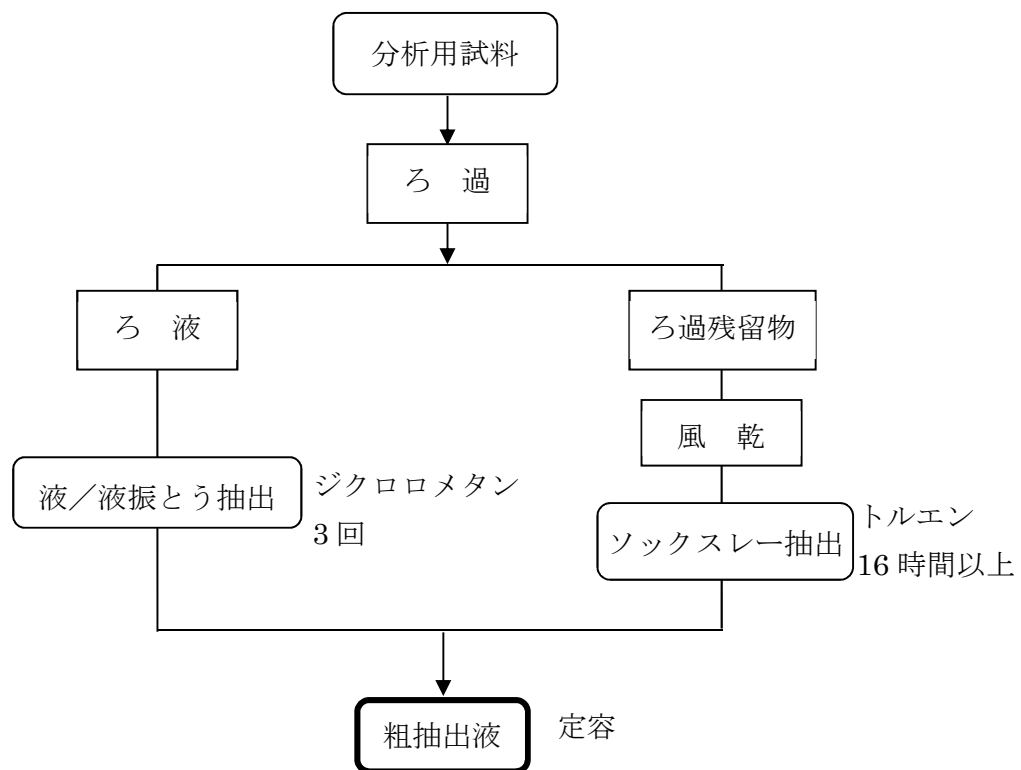


図 4-2 排水水抽出分析フロー

(3) 汚泥

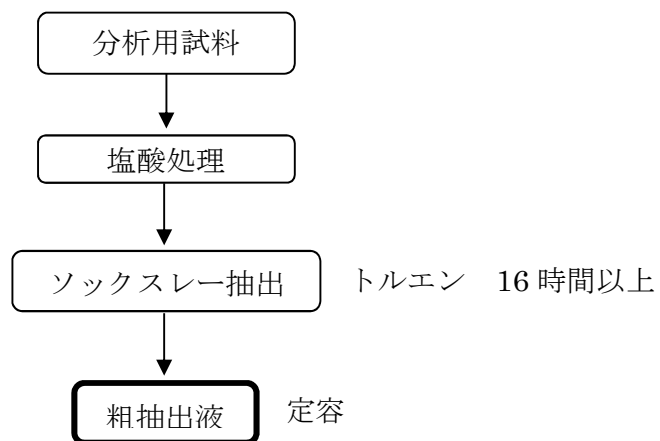


図 4-3 汚泥抽出分析フロー

(4) 建屋内空気

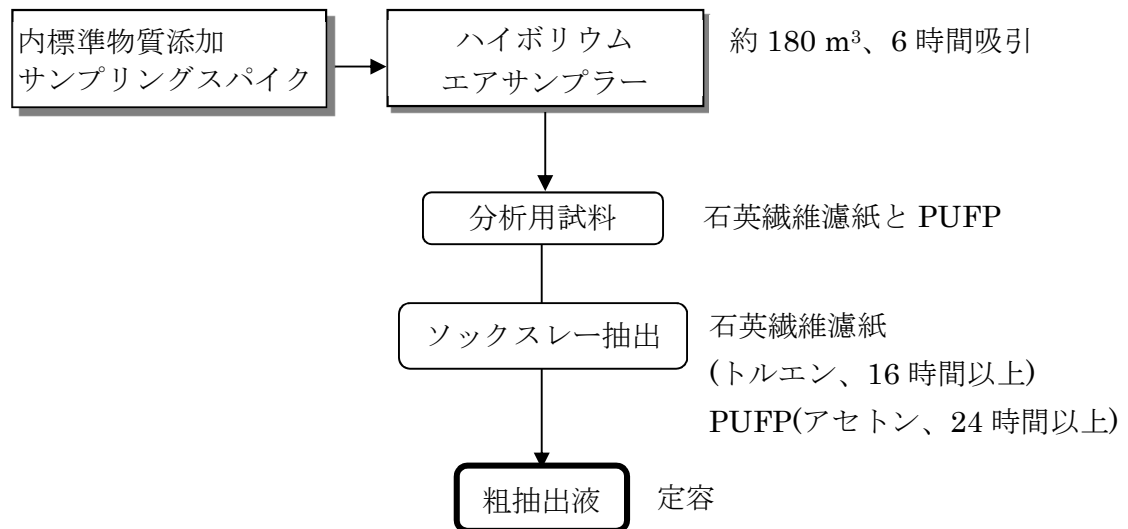


図 4-4 建屋内空気抽出分析フロー

(5) 環境大気

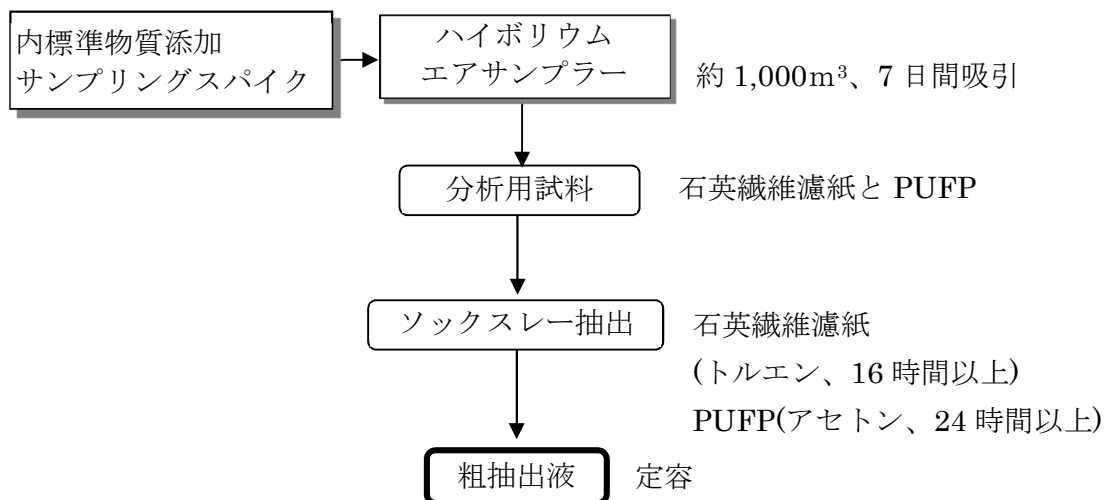


図 4-5 環境大気抽出分析フロー

(6) コンパウンド樹脂及び製品

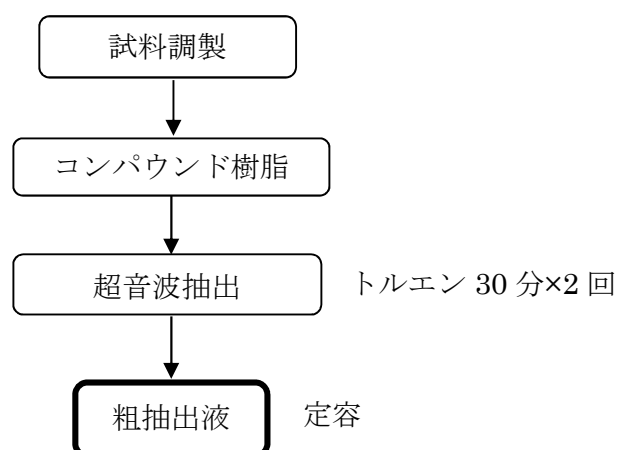


図 4-6 コンパウンド樹脂抽出分析フロー

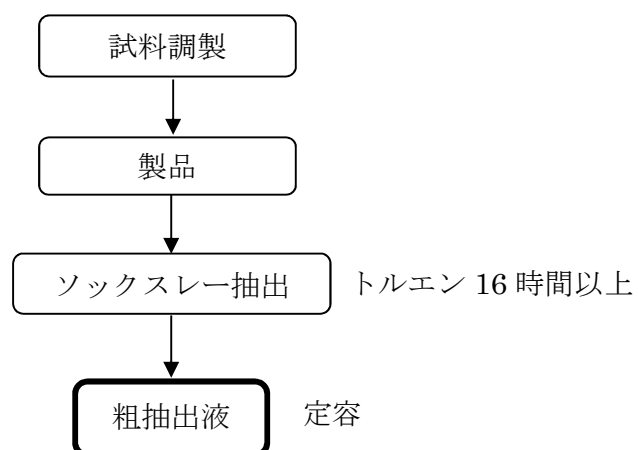


図 4-7 製品抽出分析フロー

(7) 各媒体共通分析フロー

① PBDD/Fs

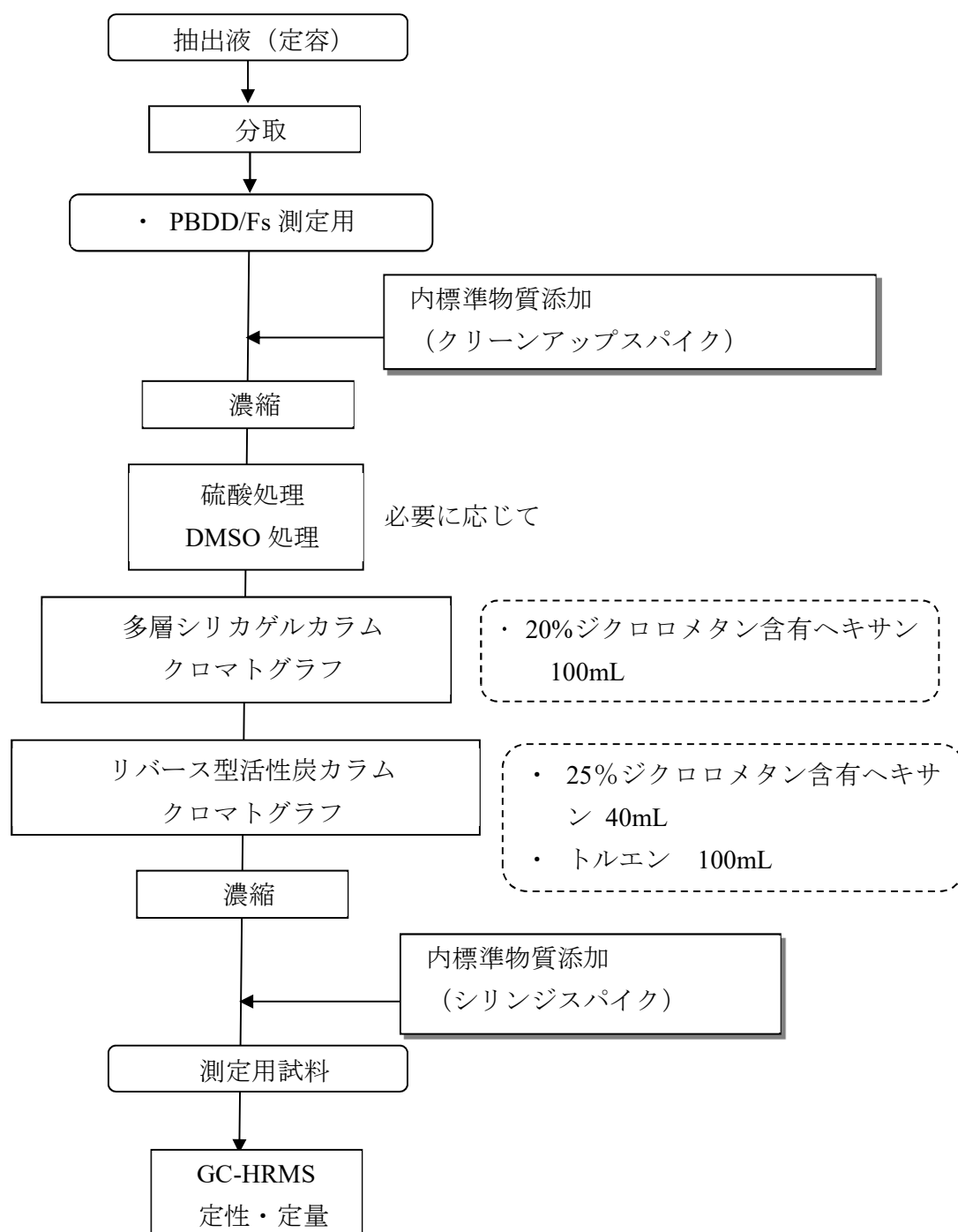


図 4-8 各媒体共通分析フロー(1)

② PBDEs、TBBPA、PBPhs、HBCDs、DBDPE

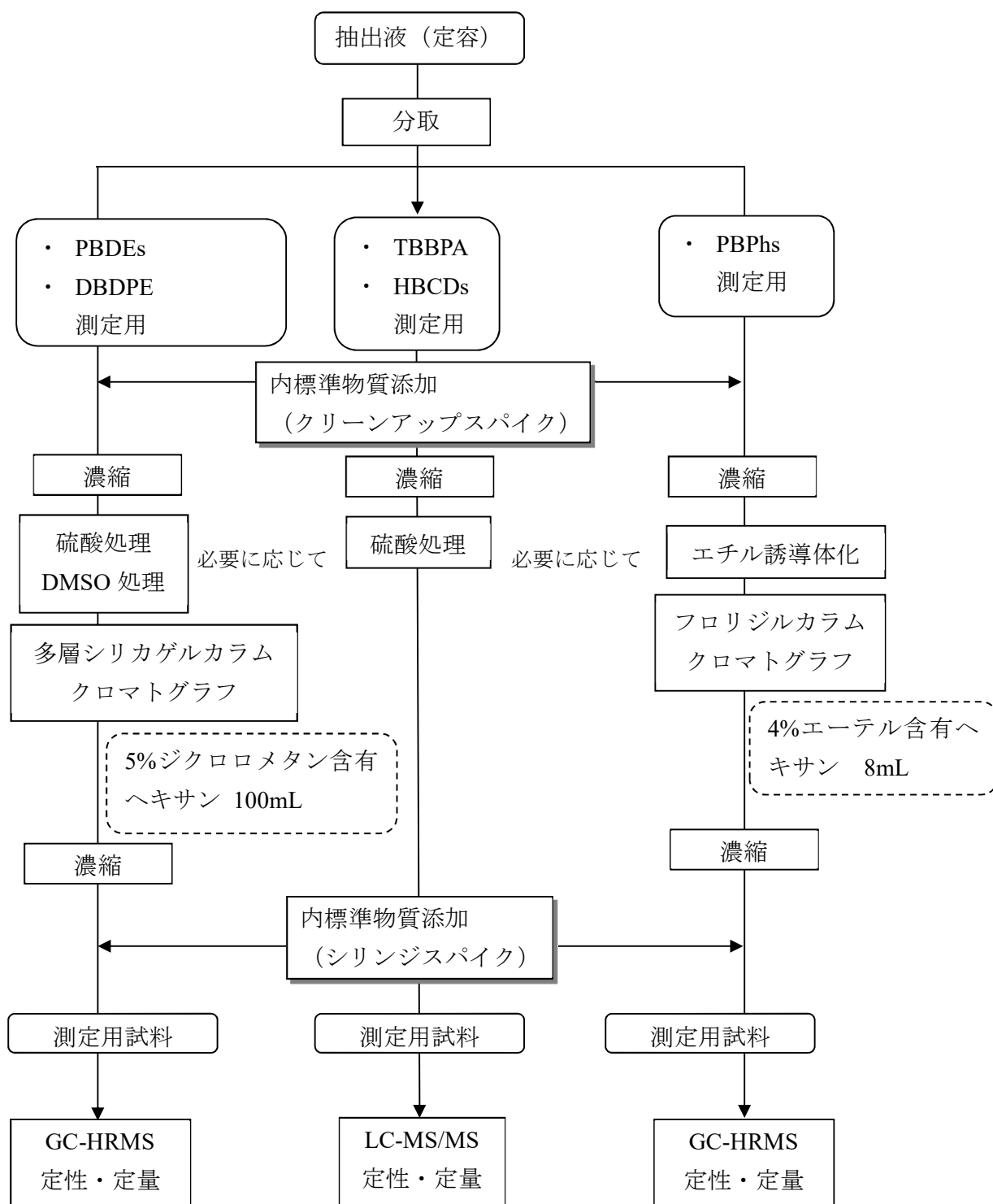


図 4-9 各媒体共通分析フロー (2)

③ PCDD/Fs、Co-PCB

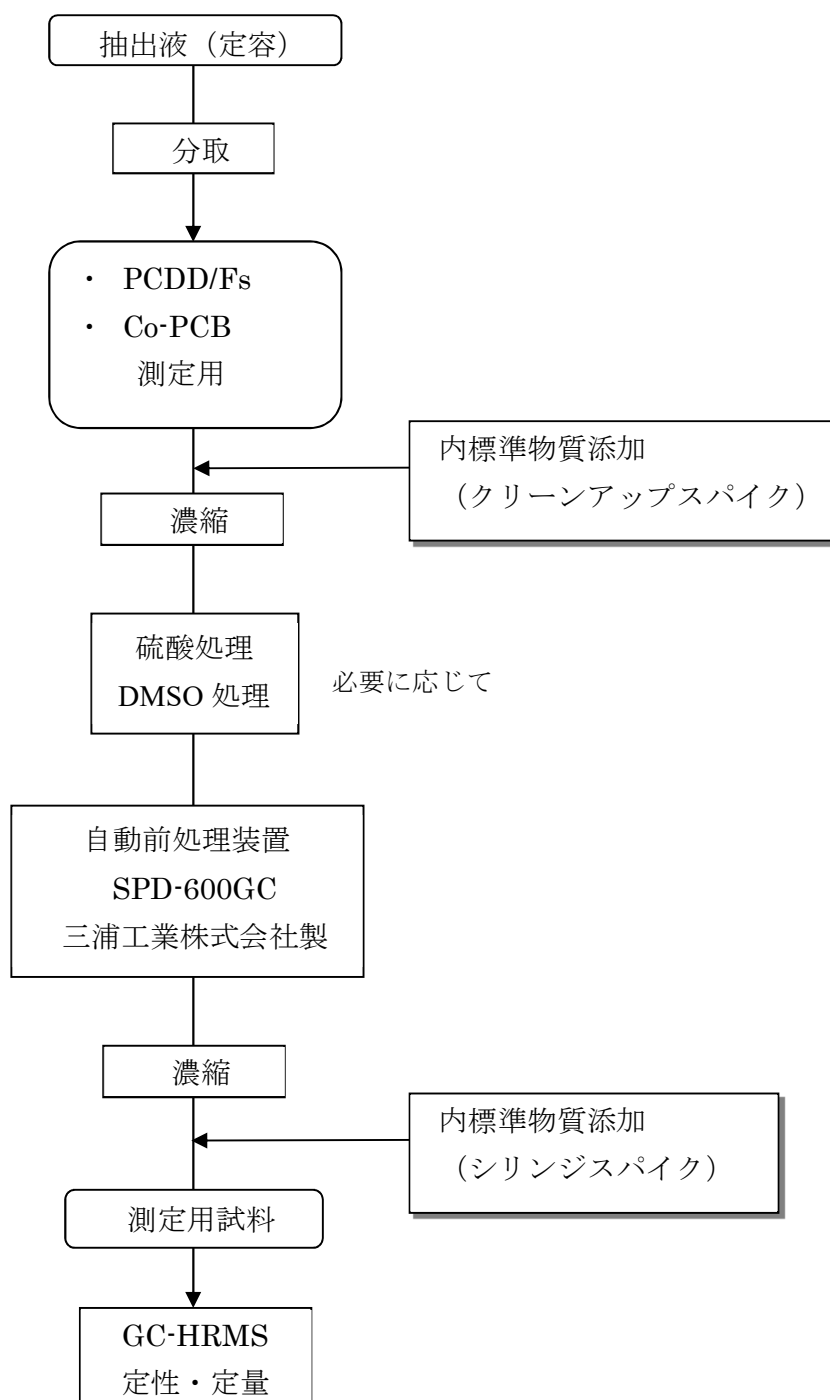


図 4-10 各媒体共通分析フロー(3)

4.4 測定条件

(1) PBDD/Fs

a. 分析装置

GC: Agilent-7890 (Agilent 社製)

MS: JMS-800D UltraFOCUS (日本電子社製)

b. 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℃ (2min hold) →10℃/min→220℃→5℃/min→
280℃ (20min hold) →20℃/min→310℃ (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℃ (1min hold) →15℃/min→260℃→10℃/min→
310℃ (8min hold)
- ・ 注入方法 : スプリットレス法

c. 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

表 4-1 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	38 eV
イオン化電流	500 μA
加速電圧	10 kV
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

表 4-2 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	38 eV
イオン化電流	500 μA
加速電圧	9 kV
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

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) PBDEs 及び DBDPE

a. 分析装置

GC: HP-7890 (Agilent 社製)

MS: JMS-800D UltraFOCUS (日本電子社製)

b. 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℃ (2min hold) →10℃/min→190℃→5℃/min→
280℃ (13min hold) →15℃/min→310℃ (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：150℃（1.5min hold）→15℃/min→260℃→
10℃/min→310℃（8min hold）
- ・ 注入方法：スプリットレス法

c. 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

表 4-5 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	38 eV
イオン化電流	500 μ A
加速電圧	10 kV
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

② 8～10 臭素化体

表 4-6 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	38 eV
イオン化電流	500 μ A
加速電圧	9 kV
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
DBDPE	*[(M+4)-C ₇ H ₂ Br ₅] ⁺ 484.6032			*[(M+6)-C ₇ H ₂ Br ₅] ⁺ 486.6012		

*フラグメントイオン

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
¹³ C ₁₄ -DBDPE	※[(M+4)-C ₇ H ₂ Br ₅] ⁺ 491.6267			※[(M+6)-C ₇ H ₂ Br ₅] ⁺ 493.6246		
¹³ C ₆ -HxBBz				557.5240	559.5220	

※フラグメントイオン

(3) TBBPA 及び HBCDs

a. 分析装置

LC : 1200 シリーズ (Agilent 製)

MS/MS : Triple Quad 5500 (AB SCIEX 社製)

b. 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 : 10 mM 酢酸アンモニウム溶液 B : CH₃CN
A : B=65 : 35 (1min) → (15min) → 0 : 100 (5min)
- ・流速 : 0.2 mL/min
- ・カラム温度 : 40℃
- ・注入量 : 10 μL

c. MS/MS 部条件

MS/MS 設定条件及び設定質量数を表 4-9～表 4-11 に示す。

表 4-9 MS/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
カーテングス (CUR)	40 psi
イオンスプレー電圧 (IS)	-4,500V
プローブ温度 (TEM)	600 °C
コリジョンガス (CAD)	5 psi
イオンソースガス 1	50 psi
イオンソースガス 2	40 psi

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
$^{13}\text{C}_{12}$ -TBBPA	554.6	80.7
$^{13}\text{C}_{12}$ -HBCDs	652.5	78.9
d_{16} -BPA（ビスフェノール A）	241.0	141.9

(4) PBPhs

a. 分析装置

GC : HP-6890 (Agilent 社製)

MS : AutoSpec-Ultima NT (Waters 社製)

b. 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℃ (1min hold) →15℃/min→220℃→25℃/min
→320℃ (5min hold)
- ・注入方法 : スプリットレス法

c. 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。

表 4-12 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	38 eV
イオン化電流	500 μA
加速電圧	10 kV
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

(5) PCDD/Fs 及び Co-PCB

a. 分析装置

GC : HP-7890 (Agilent 社製)

MS : AutoSpec-Premier (Waters 社製)

b. GC 部条件

① BPX-DXN 測定

- ・分離カラム : BPX-DXN (SGE 社製)

fused silica capillary column 60m×0.25mm (id) ,膜厚
不明

- ・カラム温度 : 130℃ (1min hold) →15℃/min→210℃→3℃/min
→310℃→5℃/min→320℃ (8min hold)

- ・注入方法 : スプリットレス法

② RH-12ms 測定

- ・分離カラム : RH-12ms (Invetx 社製)

fused silica capillary column 60m×0.25mm (id) ,膜厚
不明

- ・カラム温度 : 130℃ (1min hold) →15℃/min→210℃→4℃/min
→310℃→5℃/min→320℃ (8min hold)

- ・注入方法 : スプリットレス法

c. MS 部条件

MS 設定条件及び設定質量数を表 4-15～表 4-18 に示す。

① BPX-DXN 測定

表 4-15 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	35 eV
イオン化電流	500 μA
加速電圧	10 kV
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

② RH-12ms 測定

表 4-16 MS 設定条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	35 eV
イオン化電流	500 μ A
加速電圧	10 kV
インターフェース温度	250 $^{\circ}$ C
イオン源温度	250 $^{\circ}$ C
分解能	10,000 以上

表 4-17 設定質量数

	M ⁺	(M+2) ⁺	(M+4) ⁺
TeCDDs	319.8965	321.8936	
PeCDDs	353.8576	355.8546	
HxCDDs		389.8156	391.8127
HpCDDs		423.7767	425.7737
OCDD		457.7377	459.7348
TeCDFs	303.9016	305.8986	
PeCDFs		339.8597	341.8568
HxCDFs		373.8207	375.8178
HpCDFs		407.7818	409.7788
OCDF		441.7428	443.7398
TeCBs	289.9224	291.9194	
PeCBs		325.8804	327.8775
HxCBs		359.8415	361.8367
HpCBs		393.8025	395.7995

表 4-18 設定質量数 (内標準物質)

	M ⁺	(M+2) ⁺	(M+4) ⁺
¹³ C ₁₂ -TeCDDs	331.9368	333.9339	
¹³ C ₁₂ -PeCDDs	365.8978	367.8949	369.8919
¹³ C ₁₂ -HxCDDs	399.8589	401.8559	403.8530
¹³ C ₁₂ -HpCDDs		435.8169	437.8140
¹³ C ₁₂ -OCDD		469.7780	471.7750
¹³ C ₁₂ -TeCDFs	315.9419	317.9389	
¹³ C ₁₂ -PeCDFs		351.9000	353.8970
¹³ C ₁₂ -HxCDFs		385.8610	387.8580
¹³ C ₁₂ -HpCDFs		419.8220	421.8191
¹³ C ₁₂ -OCDF		453.7830	455.7801
¹³ C ₁₂ -TeCBs	301.9626	303.9597	
¹³ C ₁₂ -PeCBs		337.9207	339.9178
¹³ C ₁₂ -HxCBs		371.8817	373.8788
¹³ C ₁₂ -HpCBs		405.8428	407.8398

4.5 検出下限値

検出下限算出方法

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

C_{DL} : 試料における検出下限 (pg (ng) / 試料単位)

MDL : 測定方法の検出下限 (pg (ng))

v_i : HRGC/HRMS (LC/MS/MS) への注入量 (μL)

v : 測定試料の液量 (μL)

V_E : 抽出液量 (mL)

V'_E : 抽出液の分取量 (mL)

V : 試料量

表 4-19 PBDD/Fs 検出下限値一覧表

試料の種類	排ガス	排水	建屋内 空気	環境 大気	汚泥	製品等
試料量	8 m ³	40 L	180 m ³	1,000 m ³	20 g-dry	1.0 g
単位	ng/m ³	pg/L	pg/m ³	pg/m ³	ng/g-dry	ng/g
2,3,7,8-TeBDD	0.001	0.02	0.004	0.0008	0.002	0.02
1,2,3,7,8-PeBDD	0.003	0.06	0.01	0.002	0.006	0.06
1,2,3,4,7,8-HxBDD	0.01	0.3	0.07	0.01	0.03	0.3
1,2,3,6,7,8-HxBDD	0.02	0.4	0.08	0.01	0.04	0.4
1,2,3,7,8,9-HxBDD	0.01	0.3	0.06	0.01	0.03	0.3
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	0.01	0.2	0.05	0.009	0.02	0.2
OBDD	0.03	0.6	0.1	0.02	0.06	0.6
2,3,7,8-TeBDF	0.001	0.02	0.005	0.0008	0.002	0.02
1,2,3,7,8-PeBDF	0.005	0.09	0.02	0.004	0.009	0.09
2,3,4,7,8-PeBDF	0.006	0.1	0.03	0.005	0.01	0.1
1,2,3,4,7,8-HxBDF	0.01	0.3	0.06	0.01	0.03	0.3
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	0.01	0.2	0.05	0.009	0.02	0.2
OBDF	0.03	0.6	0.1	0.03	0.06	0.6

※ 検出下限値は、試料量及び分取量により異なる場合がある。

表 4-20 PBDEs、DBDPE、TBBPA 及び HBCDs 検出下限値一覧表

試料の種類	排ガス	排水	建屋内 空気	環境 大気	汚泥	製品等
試料量	8 m ³	40 L	180 m ³	1,000 m ³	20 g-dry	1.0 g
単位	ng/m ³	ng/L	ng/m ³	ng/m ³	ng/g-dry	ng/g
MoBDEs	0.07	0.01	0.003	0.0006	0.03	0.6
4,4'-DiBDE (#15)	0.07	0.01	0.003	0.0006	0.03	0.6
DiBDEs	0.07	0.01	0.003	0.0006	0.03	0.6
2,4,4'-TrBDE (#28)	0.1	0.02	0.005	0.0009	0.04	0.9
TrBDEs	0.1	0.02	0.005	0.0009	0.04	0.9
2,2',4,4'- TeBDE (#47)	0.1	0.02	0.005	0.0008	0.04	0.8
TeBDEs	0.2	0.03	0.007	0.001	0.06	1
2,2',4,4',6'- PeBDE (#100)	0.1	0.02	0.005	0.0009	0.04	0.9
2,2',4,4',5'- PeBDE (#99)	0.2	0.03	0.007	0.001	0.06	1
PeBDEs	0.1	0.02	0.005	0.0009	0.05	0.9
2,2',4,4',5,6'- HxBDE (#154)	0.1	0.03	0.006	0.001	0.05	1
2,2',4,4',5,5'- HxBDE (#153)	0.2	0.04	0.009	0.002	0.08	2
HxBDEs	0.2	0.04	0.008	0.002	0.08	2
2,2',3,4,4',5,6'- HpBDE (#183)	0.3	0.05	0.01	0.002	0.1	2
HpBDEs	0.2	0.04	0.009	0.002	0.08	2
OBDEs	0.2	0.03	0.007	0.001	0.06	1
NBDEs	0.3	0.06	0.02	0.002	0.2	2
2,2',3,3',4,4',5, 5',6,6'-DeBDE (#209)	0.6	0.1	0.03	0.005	0.2	5
DBDPE	0.1	0.03	0.007	0.001	6	1000
α-HBCD	0.3	0.06	0.01	0.002	0.1	
β-HBCD	0.5	0.09	0.02	0.004	0.2	
γ-HBCD	0.3	0.05	0.01	0.002	0.1	
TBBPA	0.5	0.09	0.02	0.004	0.2	

※ 検出下限値は、試料量及び分取量により異なる場合がある。

表 4-21 PBPhs 検出下限値一覧表

試料の種類	排ガス	排水	建屋内 空気	環境 大気	汚泥
試料量	8 m ³	40 L	180 m ³	1,000 m ³	20 g-dry
単位	ng/m ³	pg/L	pg/m ³	pg/m ³	ng/g-dry
2-bromophenol	0.8	0.2	0.03	0.006	0.3
3/4-bromophenol	0.8	0.2	0.03	0.006	0.3
2,6-dibromophenol	0.7	0.1	0.03	0.006	0.3
2,5/3,5- dibromophenol	0.8	0.2	0.03	0.006	0.3
2,4-dibromophenol	0.7	0.1	0.03	0.006	0.3
3,4-dibromophenol	0.7	0.1	0.03	0.006	0.3
2,3-dibromophenol	0.8	0.2	0.04	0.006	0.3
2,4,6- tribromophenol	0.6	0.1	0.03	0.005	0.2
2,3,6- tribromophenol	0.6	0.1	0.03	0.005	0.2
2,4,5- tribromophenol	0.6	0.1	0.03	0.005	0.2
2,3,5- tribromophenol	0.6	0.1	0.03	0.005	0.2
3,4,5- tribromophenol	0.6	0.1	0.03	0.005	0.2
2,3,4- tribromophenol	0.6	0.1	0.03	0.005	0.2
2,3,4,5- tetrabromophenol	0.6	0.1	0.03	0.005	0.2
2,3,4,6- tetrabromophenol	0.6	0.1	0.03	0.005	0.2
2,3,5,6- tetrabromophenol	0.6	0.1	0.03	0.005	0.2
2,3,4,5,6- pentabromophenol	0.6	0.1	0.03	0.005	0.2

※ 検出下限値は、試料量及び分取量により異なる場合がある。

表 4-22 PCDD/Fs 及び Co-PCBs 検出下限値一覧表

試料の種類	排ガス	排水	建屋内 空気	環境 大気	汚泥
試料量	8 m ³	40 L	180 m ³	1,000 m ³	20 g-dry
単位	ng/m ³	pg/L	pg/m ³	pg/m ³	ng/g-dry
2,3,7,8-TeCDD	0.001	0.1	0.07	0.01	0.001
1,2,3,7,8-PeCDD	0.0006	0.1	0.04	0.007	0.002
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.0004	0.1	0.05	0.009	0.001
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.002	0.1	0.07	0.01	0.001
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.001	0.1	0.05	0.01	0.0009
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.002	0.2	0.07	0.01	0.001
OCDD	0.002	0.1	0.2	0.03	0.002
2,3,7,8-TeCDF	0.001	0.1	0.07	0.01	0.0007
1,2,3,7,8-PeCDF	0.0006	0.1	0.05	0.009	0.001
2,3,4,7,8-PeCDF	0.0009	0.08	0.08	0.01	0.0008
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.0006	0.1	0.03	0.005	0.002
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.001	0.05	0.02	0.004	0.0007
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.001	0.1	0.03	0.005	0.001
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.0009	0.1	0.05	0.009	0.001
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.002	0.1	0.03	0.006	0.0003
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.002	0.1	0.05	0.01	0.001
OCDF	0.002	0.09	0.08	0.01	0.003
3,4,4',5'-TeCB(#81)	0.0005	0.1	0.03	0.005	0.0004
3,3',4,4'-TeCB(#77)	0.001	0.1	0.04	0.008	0.001
3,3',4,4',5'-PeCB(#126)	0.001	0.2	0.07	0.01	0.001
3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169)	0.001	0.1	0.05	0.01	0.0008
2',3,4,4',5'-PeCB(#123)	0.0005	0.1	0.01	0.002	0.0004
2,3',4,4',5'-PeCB(#118)	0.0008	0.1	0.03	0.006	0.0007
2,3,3',4,4'-PeCB(#105)	0.0005	0.09	0.03	0.006	0.0009
2,3,4,4',5'-PeCB(#114)	0.0007	0.1	0.02	0.003	0.0007
2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167)	0.0009	0.1	0.03	0.005	0.0008
2,3,3',4,4',5'-HxCB(#156)	0.001	0.09	0.05	0.009	0.001
2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157)	0.0008	0.1	0.03	0.005	0.0005
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189)	0.002	0.2	0.03	0.006	0.002

※ 検出下限値は、試料量及び分取量により異なる場合がある。

5. 調査結果（総括表）

(1) 臭素化ダイオキシン類（PBDD/Fs）

a. 排出ガス

表 5-1 排出ガスの分析結果（毒性等量相当値）（ng-TEQ/m³）

物質名	A 施設	B 施設
	脱臭装置出口	集塵機出口
PBDDs	0.017	0.00056
	0.016	0
PBDFs	0.10	0.00030
	0.099	0.00007
PBDD/Fs	0.12	0.00086
	0.12	0.00007

注 1) PBDD/Fs (TEQ) は、WHO/IPCS(2006)による PCDD/Fs の TEF により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、下段の数値は検出下限値未満を「0」として算出したものである。

表 5-2 排出ガスの分析結果（実測濃度）（ng/m³）

物質名	A 施設	B 施設
	脱臭装置出口	集塵機出口
PBDDs	6.6	ND
PBDFs	9.3	0.014
PBDD/Fs	16	0.014

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

b. 排水

表 5-3 排水の分析結果（毒性等量相当値）（pg-TEQ/L）

物質名	A 施設	B 施設		
	総合排水	コンパウンド冷却水	電線冷却水	総合排水
PBDDs	0.29	0.098	0.091	0.091
	0.12	0.008	0	0
PBDFs	5.5	0.036	0.21	0.23
	5.5	0.004	0.19	0.20
PBDD/Fs	5.8	0.13	0.30	0.32
	5.6	0.012	0.19	0.20

注 1) PBDD/Fs (TEQ) は、WHO/IPCS(2006)による PCDD/Fs の TEF により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、下段の数値は検出下限値未満を「0」として算出したものである。

表 5-4 排出水の分析結果（実測濃度）（pg/L）

物質名	A 施設	B 施設		
	総合排水	コンパウンド 冷却水	電線冷却水	総合排水
PBDDs	67	0.8	4.1	0.69
PBDFs	950	0.4	32	51
PBDD/Fs	1,000	1.2	36	52

注）表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

c. 汚泥

表 5-5 汚泥の分析結果（毒性等量相当値）（ng-TEQ/g-dry）

物質名	B 施設
	沈殿槽汚泥
PBDDs	0.012
	0.004
PBDFs	0.13
	0.13
PBDD/Fs	0.14
	0.14

注 1) PBDD/Fs (TEQ) は、WHO/IPCS(2006)による PCDD/Fs の TEF により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、下段の数値は検出下限値未満を「0」として算出したものである。

表 5-6 汚泥の分析結果（実測濃度）（ng/g-dry）

物質名	B 施設
	沈殿槽汚泥
PBDDs	0.069
PBDFs	28
PBDD/Fs	28

注）表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

d. 建屋内空気

表 5-7 建屋内空気の分析結果（毒性等量相当値）（pg-TEQ/m³）

物質名	A 施設	B 施設
	発泡装置周辺	電線製造場周辺
PBDDs	0.21	0.018
	0.029	0
PBDFs	22	0.027
	22	0.019
PBDD/Fs	22	0.045
	22	0.019

注 1) PBDD/Fs (TEQ) は、WHO/IPCS(2006)による PCDD/Fs の TEF により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、下段の数値は検出下限値未満を「0」として算出したものである。

表 5-8 建屋内空気の分析結果（実測濃度）（pg/m³）

物質名	A 施設	B 施設
	発泡装置周辺	電線製造場周辺
PBDDs	96	0.055
PBDFs	1,200	8.2
PBDD/Fs	1,300	8.2

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

e. 環境大気

表 5-9 環境大気の分析結果（毒性等量相当値）（pg-TEQ/m³）

物質名	A 施設	
	施設南西	施設東
PBDDs	0.0029	0.0029
	0	0
PBDFs	0.014	0.046
	0.014	0.046
PBDD/Fs	0.017	0.049
	0.014	0.046

注 1) PBDD/Fs (TEQ) は、WHO/IPCS(2006)による PCDD/Fs の TEF により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、下段の数値は検出下限値未満を「0」として算出したものである。

表 5-10 環境大気の分析結果（実測濃度）（pg/m³）

物質名	A 施設	
	施設南西	施設東
PBDDs	ND	0.010
PBDFs	1.1	2.9
PBDD/Fs	1.1	2.9

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

f. コンパウンド樹脂及び製品

表 5-11 コンパウンド樹脂及び製品の分析結果（毒性等量相当値）（ng-TEQ/g）

物質名	A 施設		B 施設	
	コンパウンド樹脂	製品	コンパウンド樹脂	製品
PBDDs	0.12	0.091	0.092	0.091
	0.029	0	0.0013	0
PBDFs	0.033	0.033	0.036	0.043
	0	0	0.0023	0.011
PBDD/Fs	0.15	0.12	0.13	0.13
	0.029	0	0.0036	0.011

注 1) PBDD/Fs (TEQ) は、WHO/IPCS(2006)による PCDD/Fs の TEF により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、下段の数値は検出下限値未満を「0」として算出したものである。

表 5-12 コンパウンド樹脂及び製品の分析結果（実測濃度）（ng/g）

物質名	A 施設		B 施設	
	コンパウンド樹脂	製品	コンパウンド樹脂	製品
PBDDs	25	ND	4.4	ND
PBDFs	ND	ND	7.7	8.5
PBDD/Fs	25	ND	12	8.5

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

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

a. 排出ガス

表 5-13 排出ガスの分析結果 (ng/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	脱臭装置出口	集塵機出口
PBDEs	1,100	2.2
DeBDE	1,100	2.2
DBDPE	24,000	18
TBBPA	3.4	ND
PBPhs	1,300	61
HBCDs	ND	1.7

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

b. 排水

表 5-14 排水の分析結果 (ng/L)

物質名	A 施設	B 施設		
	総合排水	コンパウンド 冷却水	電線冷却水	総合排水
PBDEs	130	0.18	6.7	19
DeBDE	120	0.18	4.4	16
DBDPE	3,100	2.1	1.7	20
TBBPA	0.6	ND	5.7	3.6
PBPhs	1.1	14	71	41
HBCDs	0.3	ND	ND	ND

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

c. 汚泥

表 5-15 汚泥の分析結果 (ng/g-dry)

物質名	B 施設
	沈殿槽汚泥
PBDEs	4,300
DeBDE	3,700
DBDPE	15,000
TBBPA	15
PBPhs	11
HBCDs	72

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

d. 建屋内空気

表 5-16 建屋内空気の分析結果 (ng/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	発泡装置周辺	電線製造場周辺
PBDEs	31	1.1
DeBDE	27	0.73
DBDPE	780	9.4
TBBPA	2.4	0.49
PBPhs	25	0.13
HBCDs	ND	ND

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

e. 環境大気

表 5-17 環境大気の分析結果 (ng/m³)

物質名	A 施設	
	施設南西	施設東
PBDEs	0.025	0.065
DeBDE	0.023	0.054
DBDPE	4.5	19
TBBPA	0.051	0.053
PBPhs	0.025	0.099
HBCDs	ND	ND

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

f. コンパウンド樹脂及び製品

表 5-18 コンパウンド樹脂及び製品の分析結果 (ng/g)

物質名	A 施設		B 施設	
	コンパウンド樹脂	製品	コンパウンド樹脂	製品
PBDEs	64	30	75	140
DeBDE	64	30	75	140
DBDPE	51,000,000	5,800,000	12,000,000	10,000,000

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

(3) 塩素化ダイオキシン類 (PCDD/Fs、Co-PCB)

a. 排出ガス

表 5-19 排出ガスの分析結果 (毒性等量値) (ng-TEQ/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	脱臭装置出口	集塵機出口
PCDDs	0.00096	0.0017
	0	0
PCDFs	0.00039	0.00044
	0	0
Co-PCB	0.000066	0.000066
	0.0000010	0.0000011
PCDD/Fs、Co-PCB	0.0014	0.0022
	0.0000010	0.0000011

注 1) TEF は、WHO/IPCS(2006)の TEF を適用した。

注 2) 毒性等量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、下段の数値は検出下限値未満を「0」として算出したものである。

表 5-20 排出ガスの分析結果 (実測濃度) (ng/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	脱臭装置出口	集塵機出口
PCDDs	ND	ND
PCDFs	0.001	0.002
Co-PCB	0.027	0.028
PCDD/Fs、Co-PCB	0.029	0.030

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

b. 排水水

表 5-21 排水水の分析結果（毒性等量値）（pg-TEQ/L）

物質名	A 施設	B 施設		
	総合排水	コンパウンド冷却水	電線冷却水	総合排水
PCDDs	0.12	0.12	0.12	0.12
	0.00042	0	0.00018	0.0038
PCDFs	0.052	0.043	0.049	0.043
	0.015	0	0.012	0.0010
Co-PCB	0.012	0.012	0.018	0.24
	0.00016	0.00029	0.0061	0.24
PCDD/Fs、Co-PCB	0.18	0.17	0.18	0.40
	0.016	0.00029	0.018	0.25

注 1) TEF は、WHO/IPCS(2006)の TEF を適用した。

注 2) 毒性等量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、下段の数値は検出下限値未満を「0」として算出したものである。

表 5-22 排水水の分析結果（実測濃度）（pg/L）

物質名	A 施設	B 施設		
	総合排水	コンパウンド冷却水	電線冷却水	総合排水
PCDDs	2.0	0.1	0.6	2.8
PCDFs	1.8	ND	0.6	8.2
Co-PCB	4.3	8.1	190	1,000
PCDD/Fs、Co-PCB	8.1	8.2	200	1,000

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

c. 汚泥

表 5-23 汚泥の分析結果（毒性等量値）（ng-TEQ/g-dry）

物質名	B 施設
	沈殿槽汚泥
PCDDs	0.0094
	0.0084
PCDFs	0.016
	0.016
Co-PCB	0.19
	0.19
PCDD/Fs、Co-PCB	0.22
	0.21

注 1) TEF は、WHO/IPCS(2006)の TEF を適用した。

注 2) 毒性等量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、下段の数値は検出下限値未満を「0」として算出したものである。

表 5-24 汚泥の分析結果（実測濃度）（ng/g-dry）

物質名	B 施設
	沈殿槽汚泥
PCDDs	1.1
PCDFs	1.3
Co-PCB	620
PCDD/Fs、Co-PCB	630

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

d. 建屋内空気

表 5-25 建屋内空気の分析結果（毒性等量値）（pg-TEQ/m³）

物質名	A 施設	B 施設
	発泡装置周辺	電線製造場周辺
PCDDs	0.064	0.064
	0	0
PCDFs	0.020	0.020
	0	0
Co-PCB	0.0056	0.015
	0.0013	0.011
PCDD/Fs、Co-PCB	0.089	0.099
	0.0013	0.011

注 1) TEF は、WHO/IPCS(2006)の TEF を適用した。

注 2) 毒性等量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、下段の数値は検出下限値未満を「0」として算出したものである。

表 5-26 建屋内空気の分析結果（実測濃度）（pg/m³）

物質名	A 施設	B 施設
	発泡装置周辺	電線製造場周辺
PCDDs	0.53	0.12
PCDFs	ND	0.18
Co-PCB	34	360
PCDD/Fs、Co-PCB	35	370

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

e. 環境大気

表 5-27 環境大気の分析結果（毒性等量値）（pg-TEQ/m³）

物質名	A 施設	
	施設南西	施設東
PCDDs	0.010	0.010
	0.00022	0.00012
PCDFs	0.0035	0.0035
	0.00017	0.00015
Co-PCB	0.00066	0.00068
	0.000021	0.000029
PCDD/Fs、Co-PCB	0.015	0.014
	0.00041	0.00029

注 1) TEF は、WHO/IPCS(2006)の TEF を適用した。

注 2) 毒性等量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、下段の数値は検出下限値未満を「0」として算出したものである。

表 5-28 環境大気の分析結果（実測濃度）（pg/m³）

物質名	A 施設	
	施設南西	施設東
PCDDs	0.43	0.33
PCDFs	0.07	0.07
Co-PCB	0.52	0.75
PCDD/Fs、Co-PCB	1.0	1.2

注) 表中の「ND」は、検出下限値未満であることを示す。

6. まとめ及び考察

本調査では、過去 DeBDE を使用していた難燃プラスチック製造加工施設を 2 施設調査した。DeBDE の代替難燃剤は、両施設とも主にデカブロモジフェニルエタン (DBDPE) であった。排ガス及び排水処理は、A 施設では、排ガス処理は発泡装置の排ガスを脱臭装置(触媒燃焼処理)による酸化分解しており、排水は油分分離による排水処理、B 施設では、排ガス処理はコンパウンド工程の排ガスをバグフィルターによる除塵処理をしており、排水は油分分離+沈殿による排水処理をしていた。

製造工程において、使用される難燃剤が DBDPE になったことで臭素系ダイオキシン類の排出実態を確認するために、排ガス処理後の排ガス、公共用水域に排出される総合排水、加熱工程周辺の建屋内空気、原材料のコンパウンド樹脂、製品を調査した。また、A 施設では、周辺環境の環境大気も合わせて調査した。

(1) 排出ガス

a. PBDD/Fs

PBDD/Fs 実測濃度は、排ガス処理後で、A 施設では 16 ng/m^3 、B 施設では 0.014 ng/m^3 であり、毒性等量相当値 (ND=0) は、A 施設では 0.12 ng-TEQ/m^3 、B 施設では $0.00007 \text{ ng-TEQ/m}^3$ であった。

過去実施した難燃プラスチック製造加工調査データと比較すると、A 施設では、2020 年度 B 施設と同濃度レベルであったが、B 施設では、過年度調査の 2004 年度 A-3 と同様に低い濃度レベルであった (図 6-1、表 6-1)。

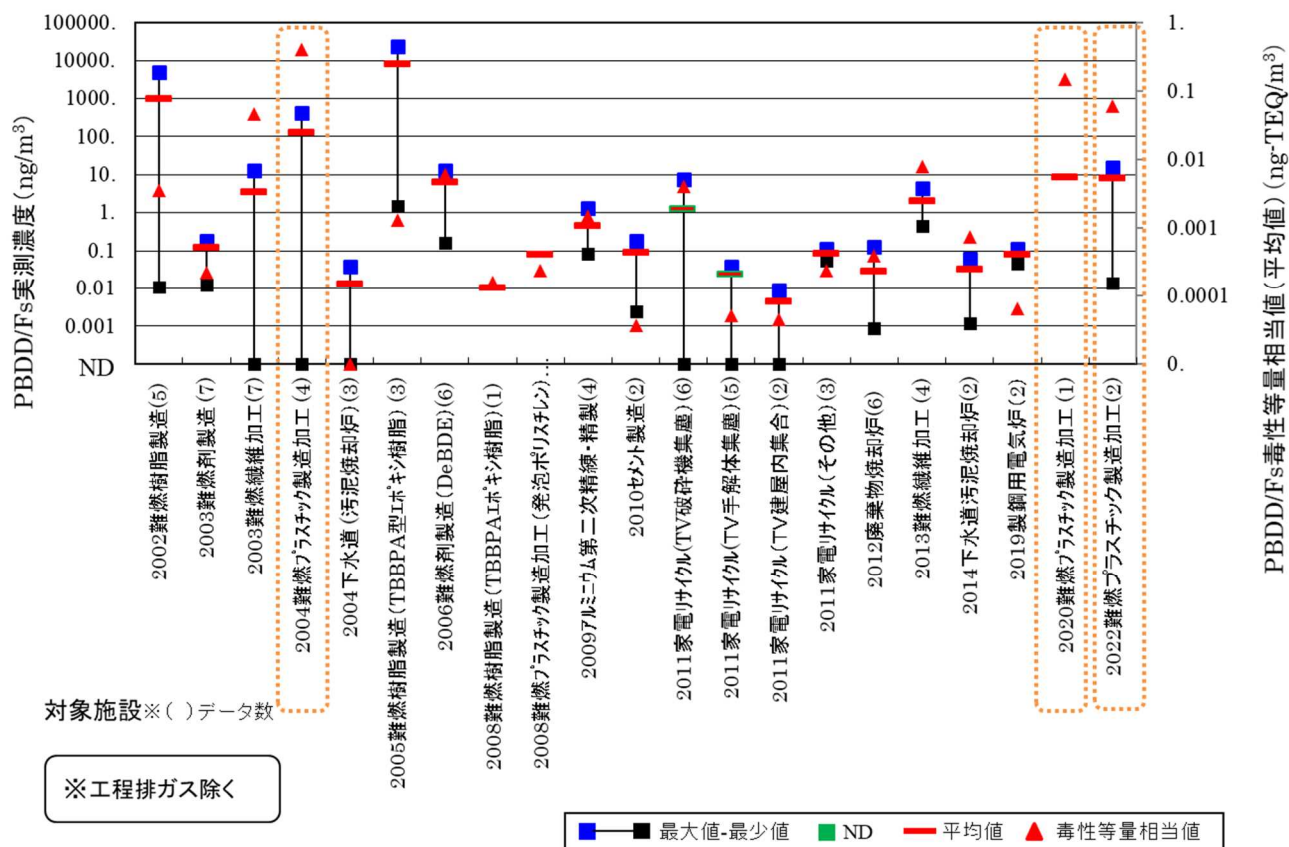


図 6-1 排ガスにおける PBDD/Fs 検出状況

表 6-1 難燃プラスチック製造加工施設における排出ガス中の調査データ

調査 年度	施設 名	試料名	PBDD/Fs		使用難燃剤
			ng/m ³	ng-TEQ/m ³	
2004 (H16)	A-1	発泡炉上部	7,100	33	DeBDE
		湿式集塵機出口	21	0.15	DeBDE
	A-2	押出ライン	17	0.16	DeBDE
	A-3	集塵機出口	ND	0	DeBDE
	A-4	電線接着上部	ND	0	DeBDE
	A-5	脱臭装置入口	1.3	0.052	DeBDE
		脱臭装置出口	ND	0	DeBDE
	A-6	成形加工前工程	180	0.51	DeBDE
		成形加工後工程	430	1.4	DeBDE
2020 (R2)	B	排ガス(処理前)	21	0.31	DBDPE
		蓄熱燃焼装置出口	8.4	0.15	DBDPE
2022 (R4)	A	脱臭装置出口	16	0.12	DBDPE
	B	集塵機出口	0.014	0.00007	DBDPE

※ ND は検出下限未満を示す。

PBDD/Fs 同族体組成は、A 施設は、OBDD、HxBDFs 及び OBDF が主体であり、B 施設では、HpBDFs 及び HxBDFs が主体であった（図 6-2）。PBDD/Fs 異性体組成は、OBDD、1,2,3,4,6,7,8-HpBDF 及び OBDF が主要な異性体であった（図 6-3）。

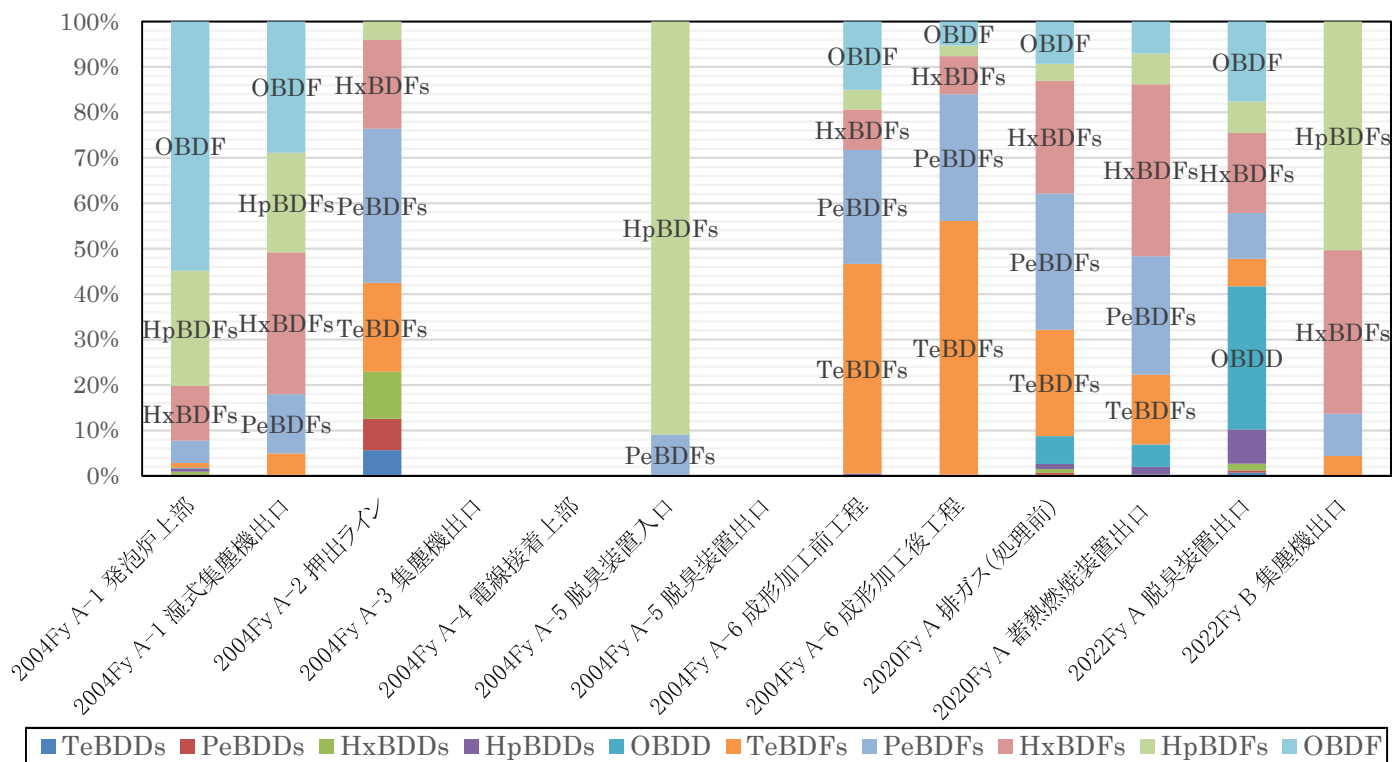


図 6-2 PBDD/Fs 同族体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

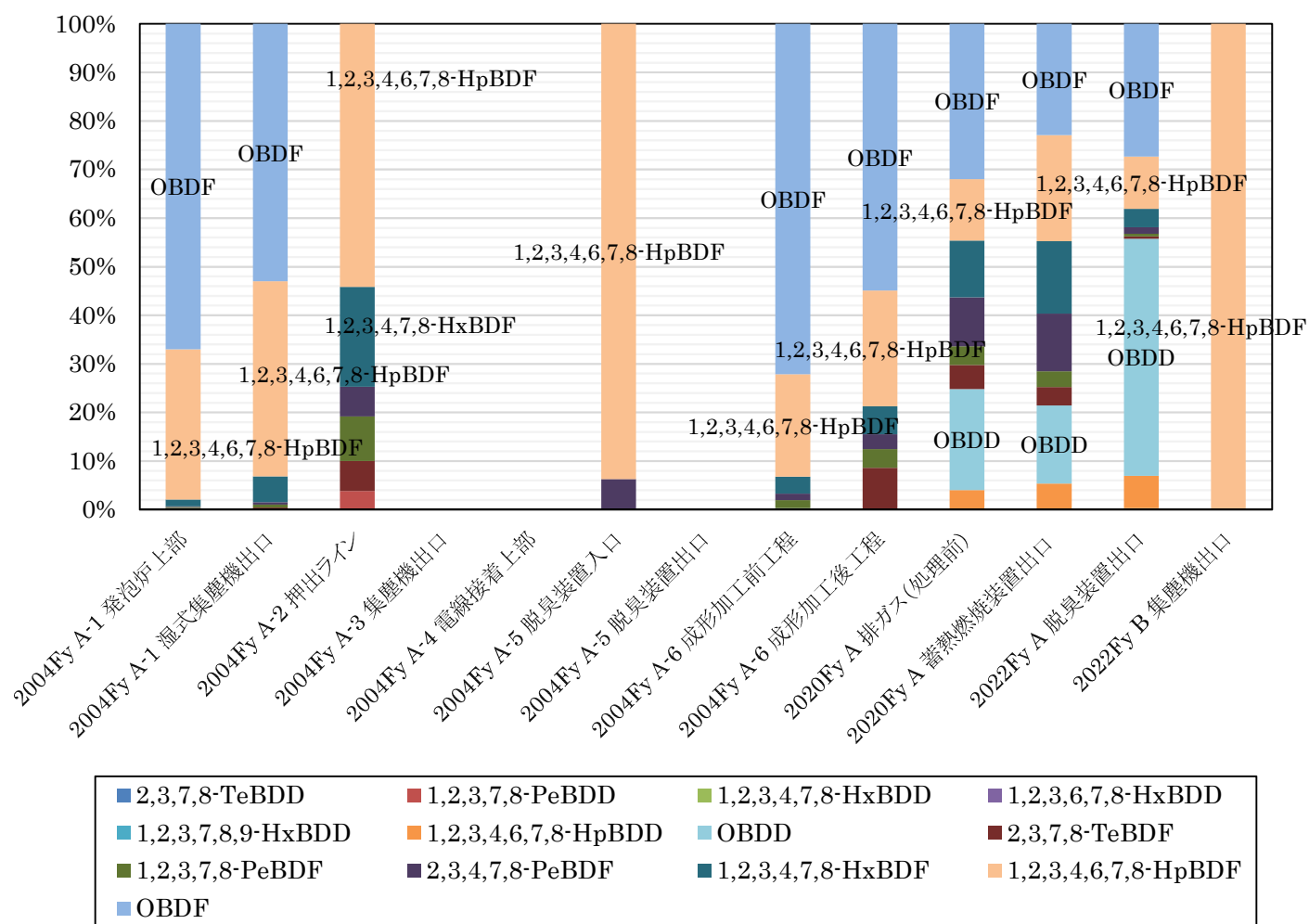


図 6-3 PBDD/Fs 異性体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

b. PCDD/Fs 及び Co-PCB

PCDD/Fs 及び Co-PCB 実測濃度は、A 施設では、処理後の脱臭装置出口 0.029 ng/m^3 、B 施設では、処理後の集塵機出口 0.030 ng/m^3 、毒性等量値（ND=0）は、A 施設では $0.0000010 \text{ ng-TEQ/m}^3$ であり、B 施設では、 $0.0000011 \text{ ng-TEQ/m}^3$ であった。

c. PBDEs

PBDEs 実測濃度は、A 施設では、処理後の脱臭装置出口 $1,100 \text{ ng/m}^3$ 、B 施設では、処理後の集塵機出口 2.2 ng/m^3 であった。

過去実施した難燃プラスチック製造加工調査データと比較すると、A 施設では、2020 年度 B 施設とほぼ同濃度レベルであったが、B 施設では、過年度調査の 2004 年度と比較すると、1 桁低い濃度レベルであった（図 6-4、表 6-2）。

PBDEs 同族体組成は、A 施設及び B 施設ともに DeBDE が 90%以上を占めた組成であった（図 6-5）。DeBDE 以外の PBDEs 異性体組成は、#175/#183-HpBDE が主要な異性体であった（図 6-6）。

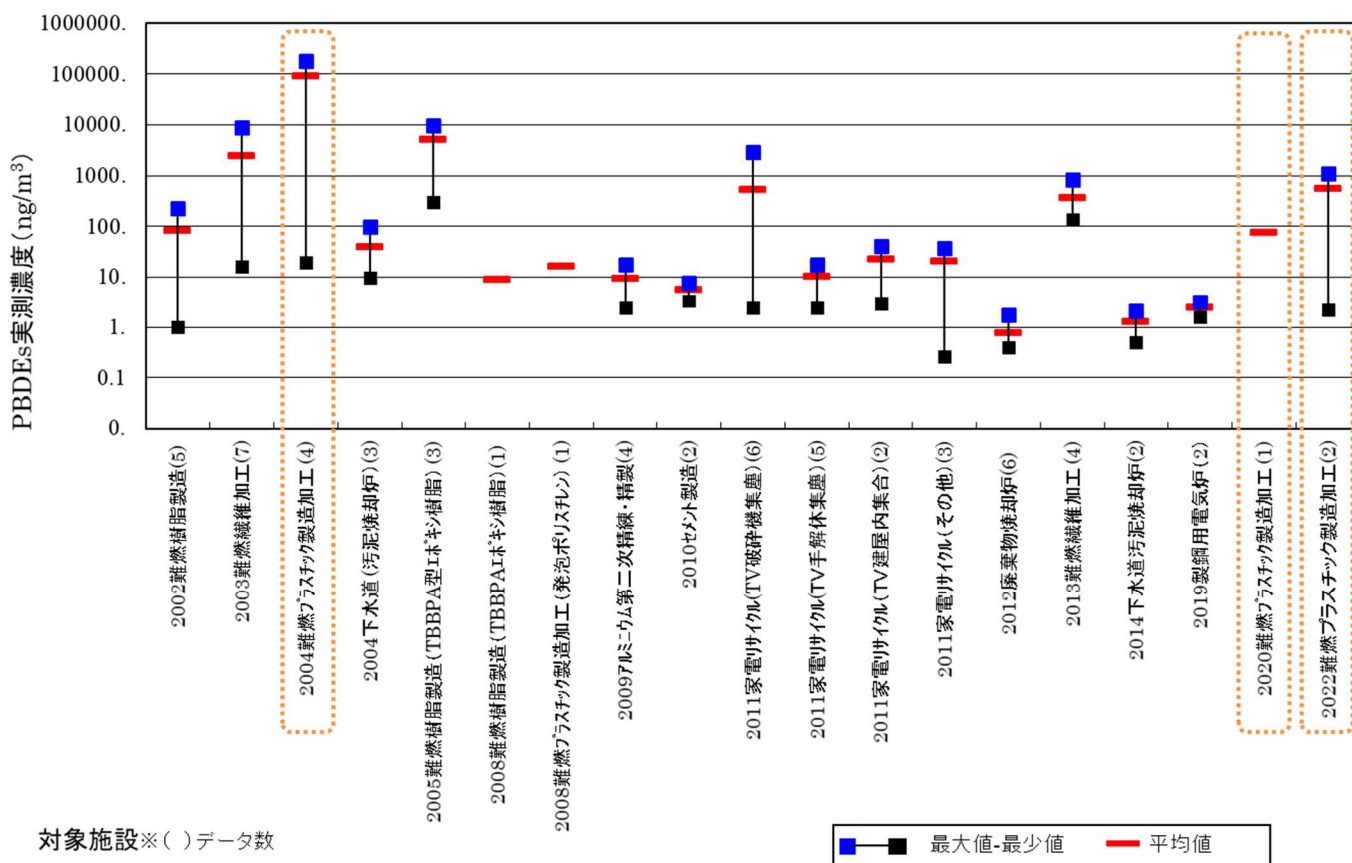


図 6-4 排ガスにおける PBDEs 検出状況

表 6-2 難燃プラスチック製造加工施設における排出ガス中の調査データ

調査 年度	施設 名	試料名	PBDEs	DBDPE	HBCDs	TBBPA	使用 難燃剤
			ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	
2004 (H16)	A-1	発泡炉上部	2,100,000	未測定	790	12	DeBDE
		湿式集塵機出口	13,000	未測定	18	4.5	DeBDE
	A-2	押出ライン	180	未測定	8.3	8.3	DeBDE
	A-3	集塵機出口	20	未測定	9.5	9.5	DeBDE
	A-4	電線接着上部	110	未測定	10	10	DeBDE
	A-5	脱臭装置入口	1800	未測定	27	24	DeBDE
		脱臭装置出口	16	未測定	51	51	DeBDE
	A-6	成形加工前工程	180,000	未測定	6.8	6.8	DeBDE
		成形加工後工程	170,000	未測定	39	39	DeBDE
2020 (R2)	B	排ガス(処理前)	350	200,000	ND	ND	DBDPE
		蓄熱燃焼装置出口	77	12,000	ND	ND	DBDPE
2022 (R4)	A	脱臭装置出口	1,100	24,000	ND	3.4	DBDPE
	B	集塵機出口	2.2	18	1.7	ND	DBDPE

※ ND は検出下限未満を示す。

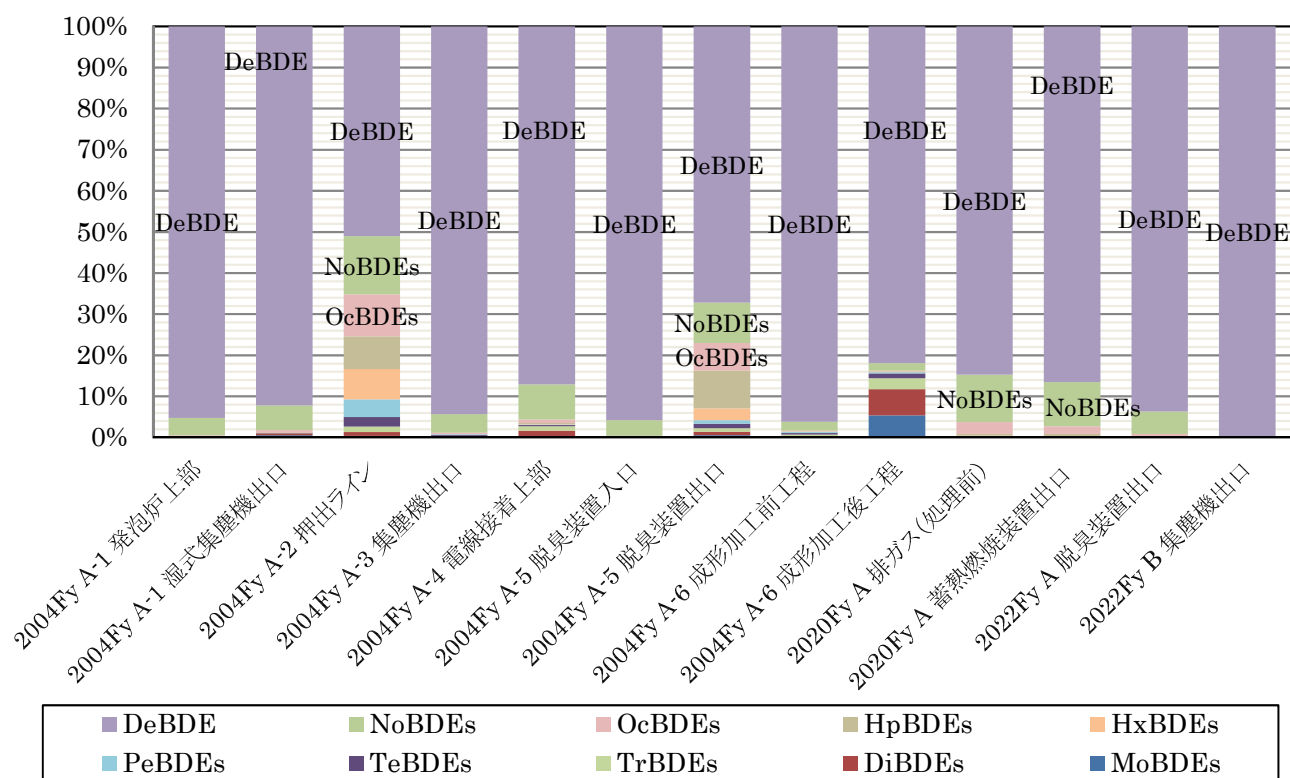


図 6-5 PBDEs 同族体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

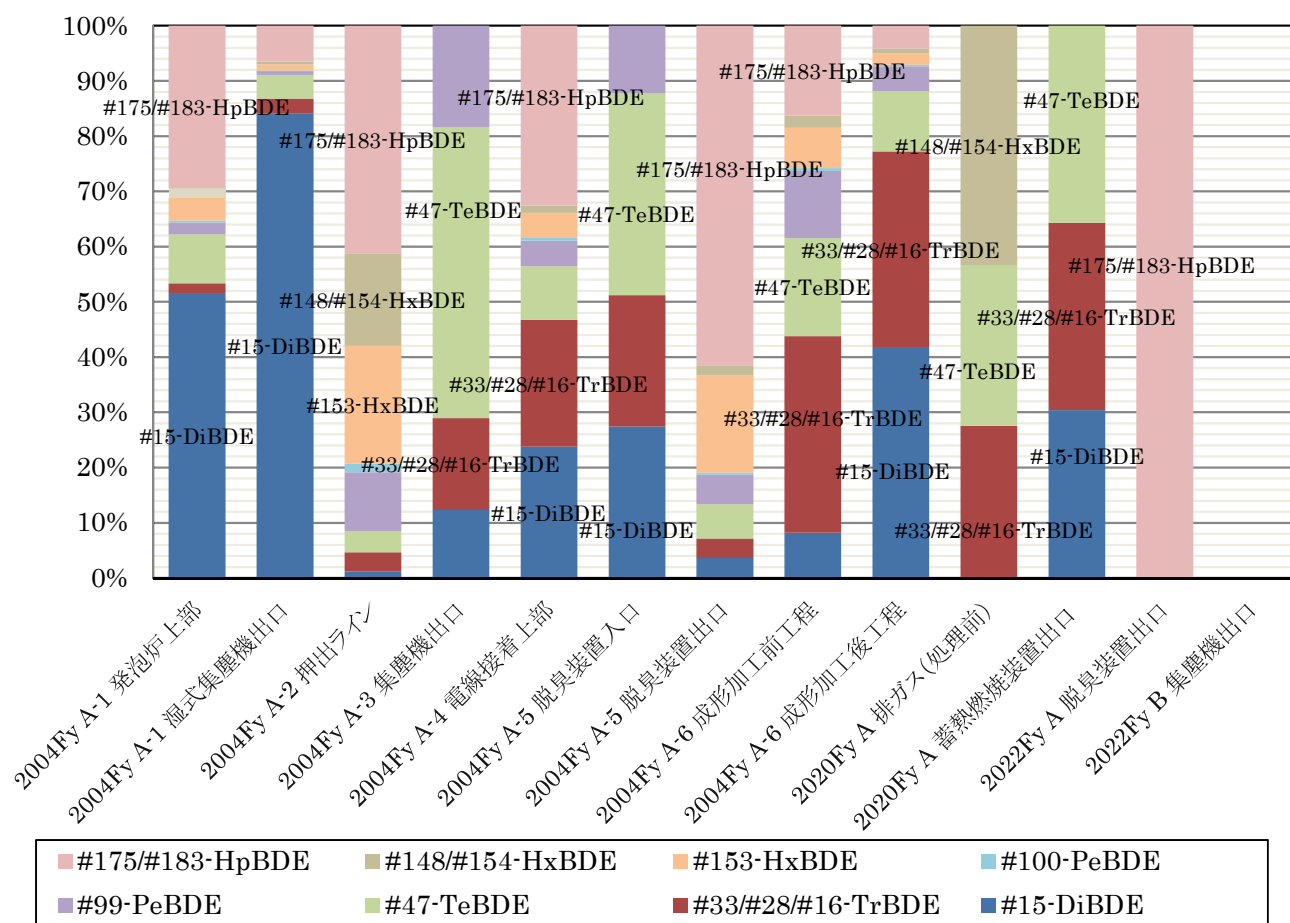


図 6-6 PBDEs 異性体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

d. TBBPA

TBBPA 実測濃度は、A 施設では、処理後の脱臭装置出口 3.4 ng/m³、B 施設では、処理後の集塵機出口 ND ng/m³であった。

e. HBCDs

HBCDs 実測濃度は、A 施設では、処理後の脱臭装置出口 ND ng/m³、B 施設では、処理後の集塵機出口 1.7 ng/m³であった。

f. PBPhs

PBPhs 実測濃度は、A 施設では、処理後の脱臭装置出口 1,300 ng/m³、B 施設では、処理後の集塵機出口 61 ng/m³であった。

PBPhs 異性体組成では、A 施設の処理後の脱臭装置出口では、3/4-MoBPh、B 施設の処理後の集塵機出口では、2-MoBPh、3/4-MoBPh が主要な異性体であった（図 6-7）。

g. DBDPE

DBDPE 実測濃度は、A 施設では、処理後の脱臭装置出口 24,000 ng/m³、B 施設では、処理後の集塵機出口 18 ng/m³であった。

過去実施した難燃プラスチック製造加工調査データと比較すると、A 施設では、2020 年度 B 施設と同濃度レベルであった（表 6-2）。

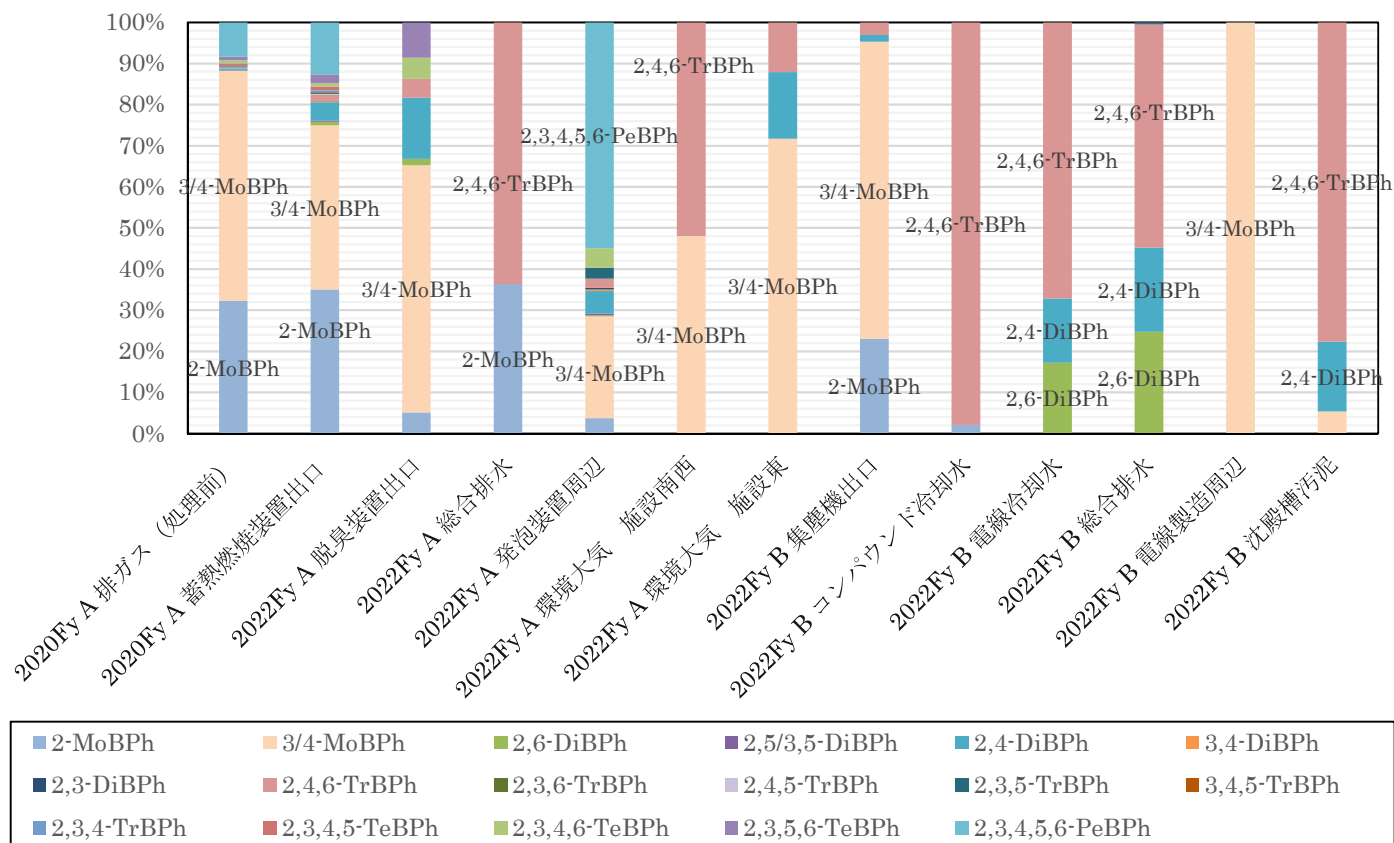


図 6-7 PBPhs 異性体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

(2) 排水

a. PBDD/Fs

排水中の PBDD/Fs 実測濃度は、A 施設では、総合排水 1,000 pg/L、B 施設では、総合排水 52 pg/L、毒性等量相当値 (ND=0) は、A 施設では、総合排水 5.6 pg-TEQ /L、B 施設では、総合排水 0.20 pg-TEQ /L であった。

過去データと比較すると、A 施設では、総合排水は 2020 年度の B 施設と同濃度レベルであったが、B 施設では、過年度調査の 2004 年度の A-3 施設と比較すると、電線冷却水で 2 桁低く、総合排水で 1 桁低い濃度レベルであった (図 6-8、表 6-3)。

PBDD/Fs 同族体組成は、A 施設では、HxBDFs、PeBDFs、TeBDFs が主体であり、B 施設では、HxBDFs、HpBDFs が主体であった (図 6-9)。PBDD/Fs 異性体組成は、1,2,3,4,6,7,8-HpBDF が主要な異性体であった (図 6-10)。

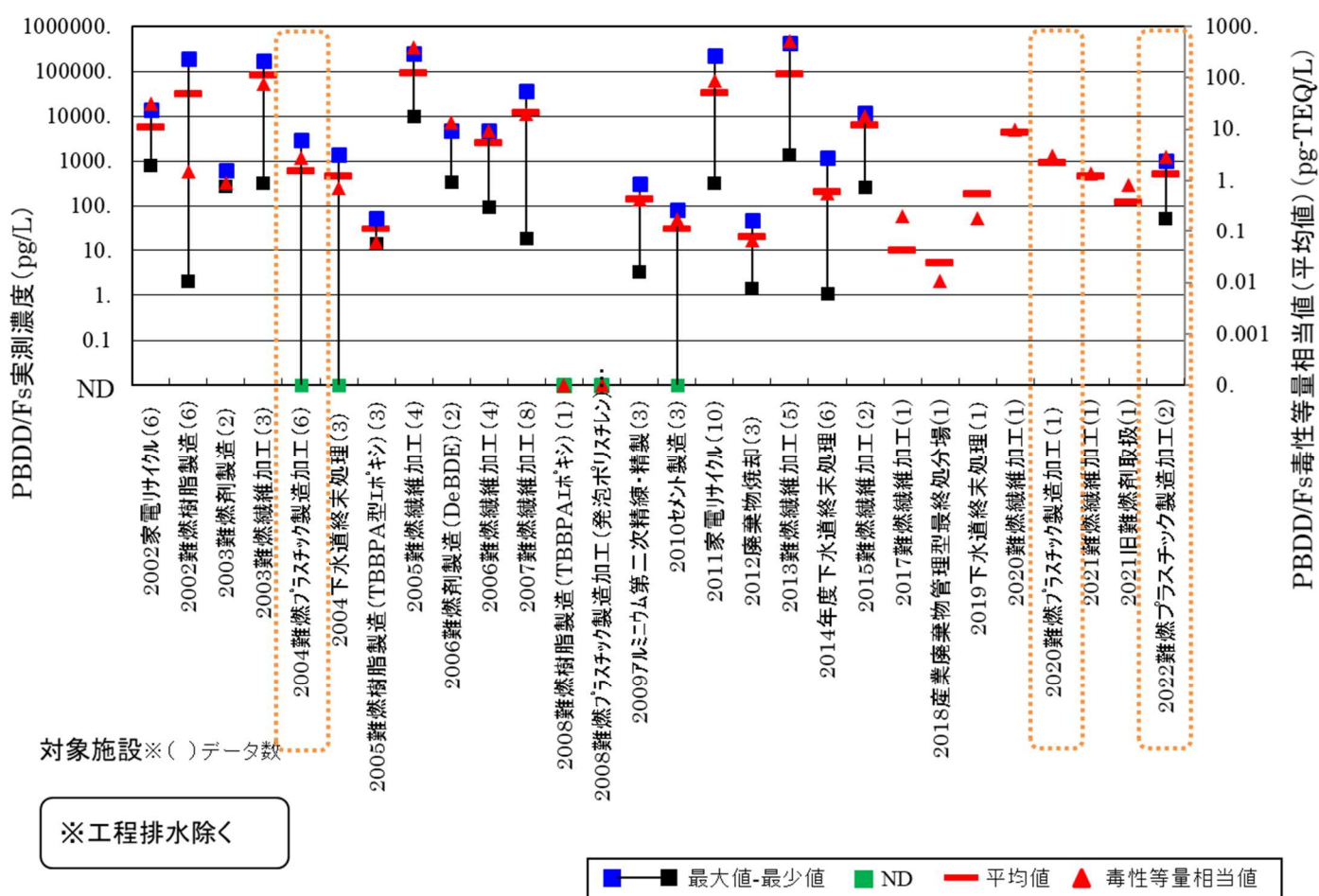


図 6-8 排水における PBDD/Fs 検出状況

表 6-3 難燃プラスチック製造加工施設における排水中の調査データ

調査 年度	施設 名	試料名	PBDD/Fs		使用難燃剤
			pg/L	pg-TEQ/L	
2004 (H16)	A-1	総合排水	3,000	14	DeBDE
	A-2	総合排水	13	0.10	DeBDE
	A-3	コンパウンド冷却水	25	0.23	DeBDE
		電線冷却水	9,300	63	DeBDE
		総合排水	580	2.8	DeBDE
	A-4	総合排水	ND	0	DeBDE
	A-5	総合排水	1.3	0	DeBDE
	A-6	真空ポンプ・シール水	ND	0	DeBDE
		冷却槽水	290	1.5	DeBDE
		総合排水	ND	0	DeBDE
2020 (R2)	B	総合排水	920	3.1	DBDPE
2022 (R4)	A	総合排水	1,000	5.6	DBDPE
	B	コンパウンド冷却水	1.2	0.012	DBDPE
		電線冷却水	36	0.19	DBDPE
		総合排水	52	0.20	DBDPE

※ ND は検出下限未満を示す。

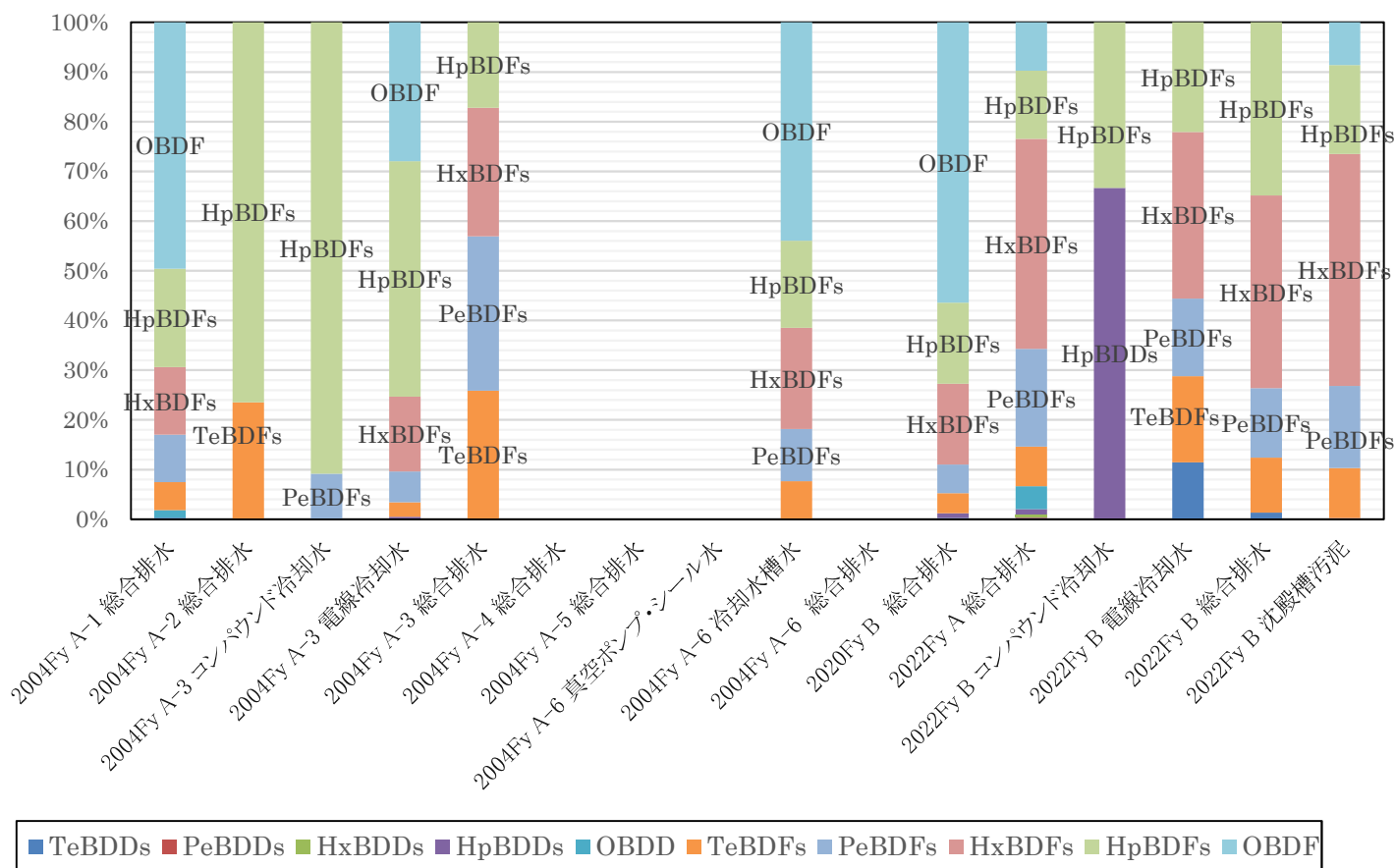


図 6-9 PBDD/Fs 同族体組成 (難燃プラスチック製造加工施設)

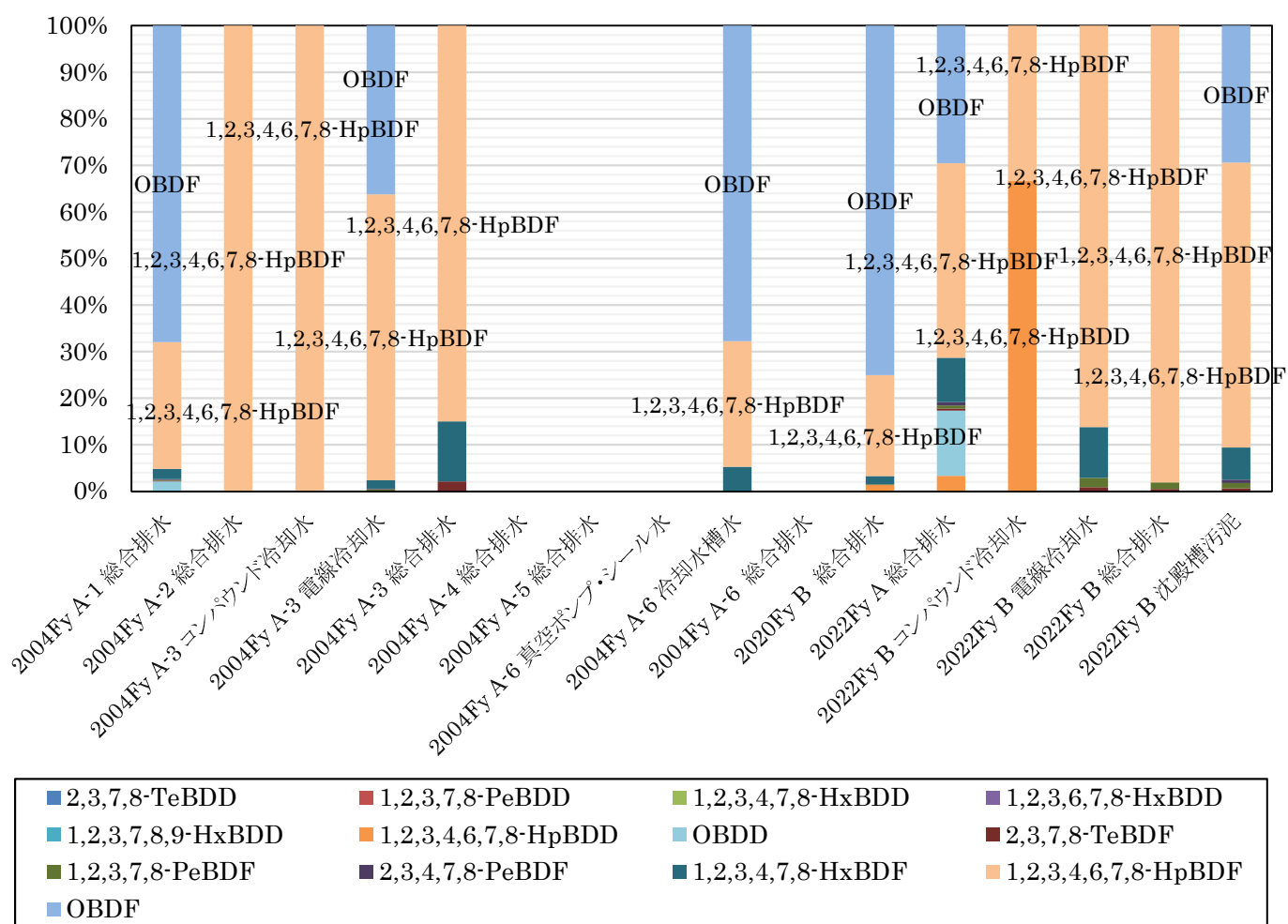


図 6-10 PBDD/Fs 異性体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

b. PCDD/Fs 及び Co-PCB

排水中の PCDD/Fs 及び Co-PCB 実測濃度は、A 施設では、総合排水 8.1 pg/L、B 施設では、総合排水 1,000 pg/L、毒性等量（ND=0）は、A 施設では、総合排水 0.016 pg-TEQ/L、B 施設では、総合排水 0.25 pg-TEQ/L であった。

c. PBDEs

排水中の PBDEs 実測濃度は、A 施設では、総合排水 130 ng/L、B 施設では、総合排水 19 ng/L であった。

過去データと比較すると、A 施設では、総合排水は 2020 年度 B 施設と同濃度レベルであり、B 施設では、過年度調査の 2004 年度の A-3 施設と比較すると、同濃度レベルであった（図 6-11、表 6-4）。

PBDEs 同族体組成は、全ての試料において DeBDE が主体であった（図 6-12）。DeBDE 以外の PBDEs 異性体組成は、#47-TeBDE、#153-HxBDE、#175/#183-HpBDE が主要な異性体であった（図 6-13）。

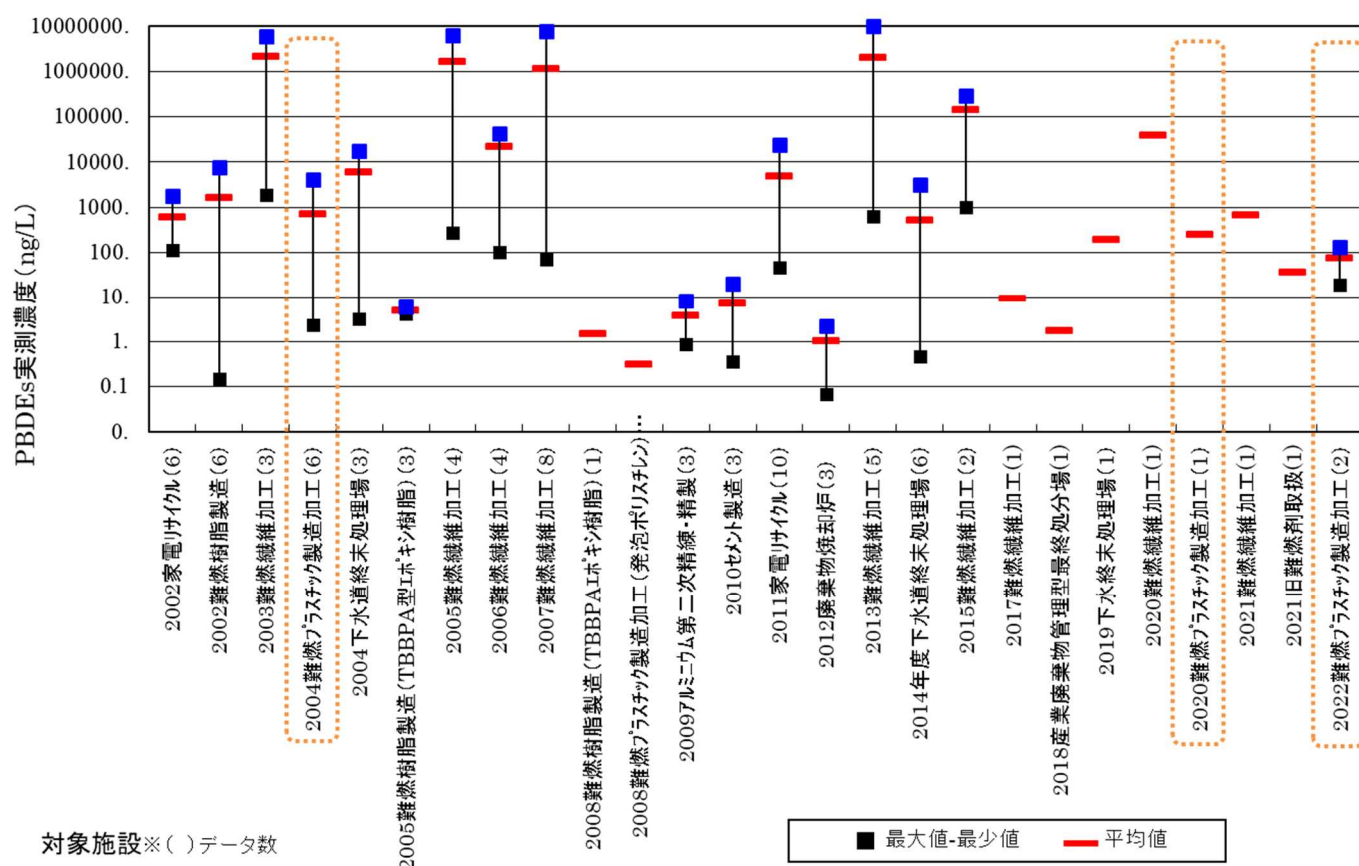


図 6-11 排水における PBDEs 検出状況

表 6-4 難燃プラスチック製造加工施設における排水中の調査データ

調査 年度	施設 名	試料名	PBDEs	DBDPE	HBCDs	TBBPA	使用 難燃剤
			ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	
2004 (H16)	A-1	総合排水	4,200	未測定	5.0	1.4	DeBDE
	A-2	総合排水	5.1	未測定	ND	0.32	DeBDE
	A-3	コンパウンド冷却水	140	未測定	1.2	4.0	DeBDE
		電線冷却水	440	未測定	1.3	11	DeBDE
		総合排水	41	未測定	1.1	6.7	DeBDE
	A-4	総合排水	3.6	未測定	2.5	0.17	DeBDE
	A-5	総合排水	4.1	未測定	4.5	0.15	DeBDE
	A-6	真空ポンプ・シール水	3.6	未測定	0.97	0.18	DeBDE
		冷却槽水	340	未測定	0.50	0.16	DeBDE
		総合排水	2.4	未測定	1.8	0.16	DeBDE
2020 (R2)	B	総合排水	250	12,000	ND	1.6	DBDPE
2022 (R4)	A	総合排水	130	3,100	0.3	0.6	DBDPE
	B	コンパウンド冷却水	0.18	2.1	ND	ND	DBDPE
		電線冷却水	6.7	1.7	ND	5.7	DBDPE
		総合排水	19	20	ND	3.6	DBDPE

※ ND は検出下限未満を示す。

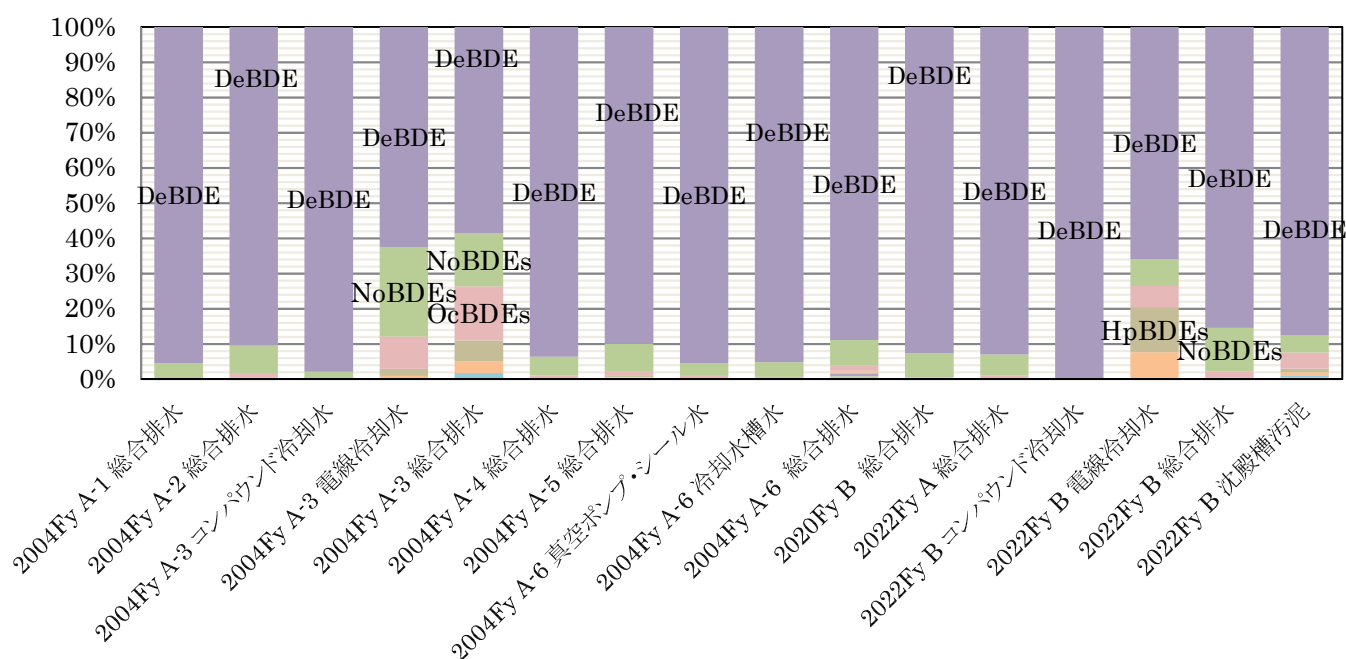


図 6-12 PBDEs 同族体組成 (難燃プラスチック製造加工施設)

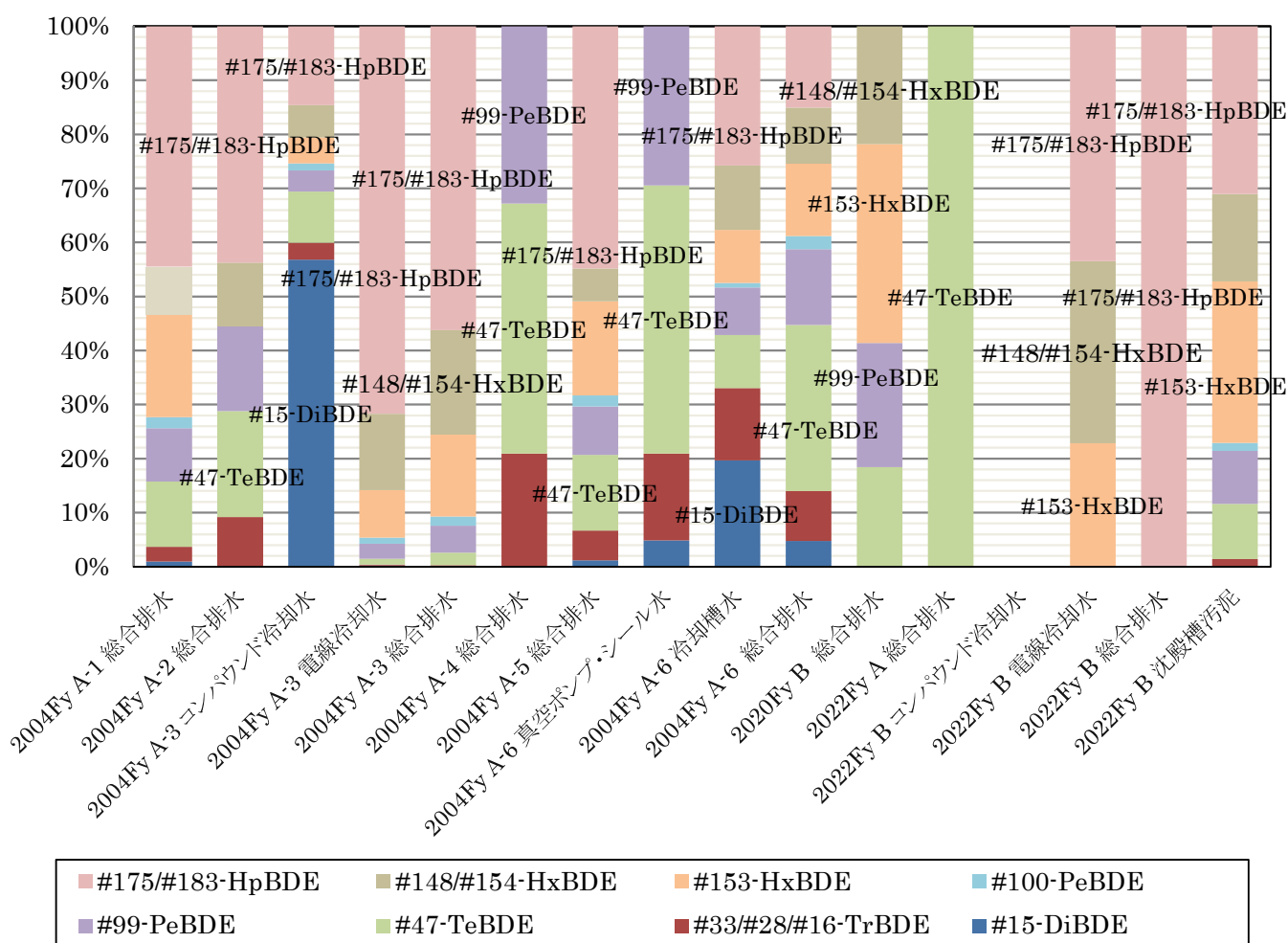


図 6-13 PBDEs 異性体組成 (難燃プラスチック製造加工施設)

d. TBBPA

排水中の TBBPA 実測濃度は、A 施設では、総合排水 0.6 ng/L、B 施設では、総合排水 3.6 ng/L であった。

e. HBCDs

排水中の HBCDs 実測濃度は、A 施設では、総合排水 0.3 ng/L、B 施設では、総合排水 ND ng/L であった。

f. PBPhs

排水中の PBPh 実測濃度は、A 施設では、総合排水 1.1 ng/L、B 施設では、総合排水 41 ng/L であった。

PBPhs 異性体組成では、A 施設の総合排水では、2,4,6-TrBPh、B 施設の処理後の総合排水では、2,4,6-TrBPh が主要な異性体であった（図 6-7）。

g. DBDPE

排水中の DBDPE 実測濃度は、A 施設では、総合排水 3,100 ng/L、B 施設では、総合排水 20 ng/L であった。

過去データと比較すると、A 施設では、総合排水は 2020 年度 B 施設と同濃度レベルであった（表 6-4）。

(3) 建屋内空気

a. PBDD/Fs

建屋内空気中の PBDD/Fs 実測濃度は、A 施設では、発泡装置周辺 1,300 pg/m³、B 施設では、電線製造場周辺 8.2 pg/m³、毒性等量相当値（ND=0）は、A 施設では、発泡装置周辺 22 pg-TEQ/m³、B 施設では、電線製造場周辺 0.019 pg-TEQ/m³ であった。

過去データと比較すると、A 施設の発泡装置周辺は、2004 年度の A-1 施設と同濃度レベルであり、B 施設の電線製造場周辺は、過年度調査の 2004 年度の A-3 施設に比べて、2 桁低い濃度レベルであった（図 6-14、表 6-5）。

PBDD/Fs 同族体組成は、A 施設の発泡装置周辺では、HxBDFs、PeBDFs、TeBDFs が主体であり、B 施設では、過年度調査の 2004 年度と同様に OBDF、HpBDFs が主体であった（図 6-15）。PBDD/Fs 異性体組成は、OBDD、1,2,3,4,6,7,8-HpBDF 及び OBDF が主要な異性体であった（図 6-16）。

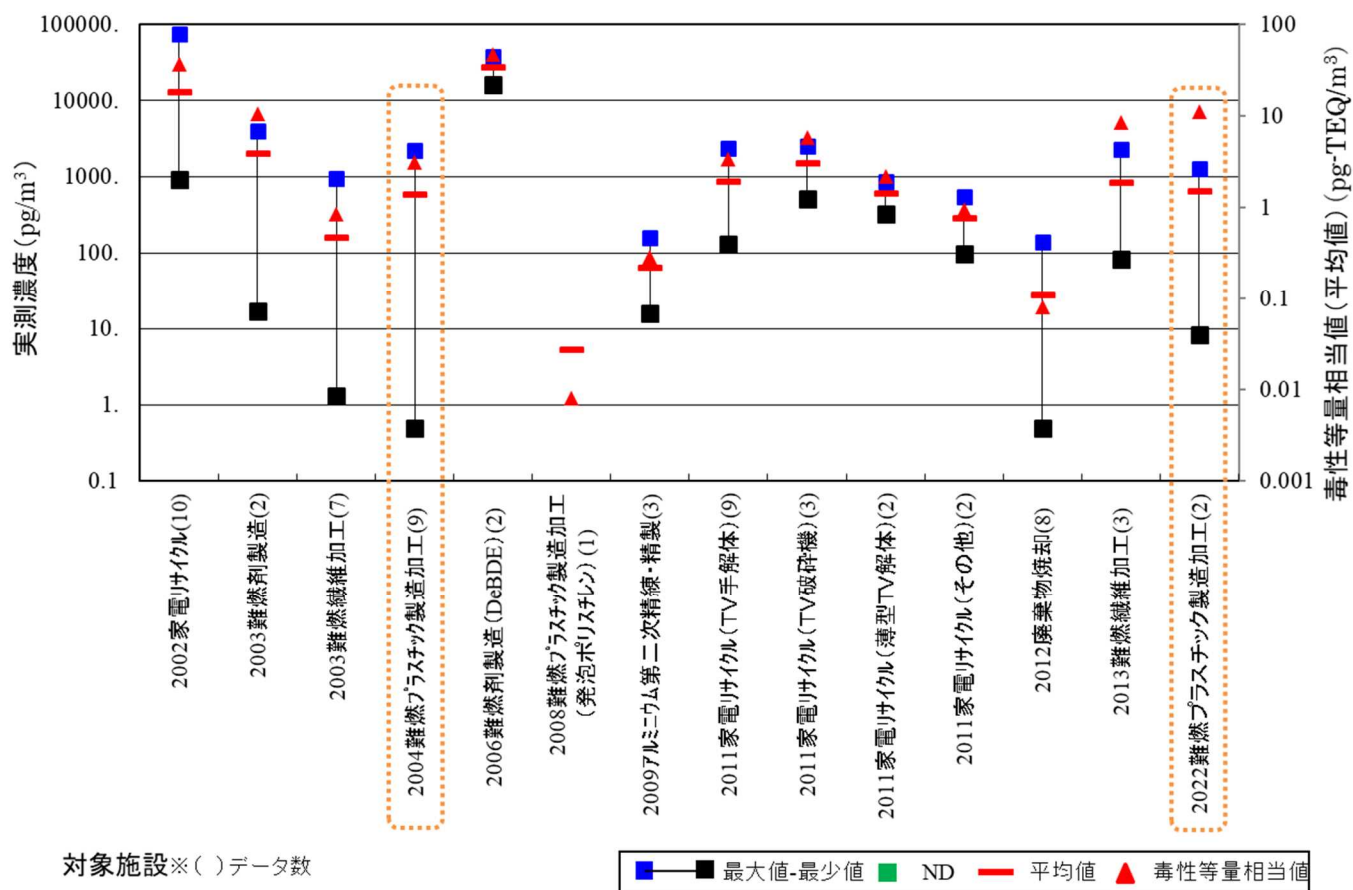


図 6-14 建屋内空気における PBDD/Fs 検出状況

表 6-5 難燃プラスチック製造加工施設における建屋内空気中の調査データ

調査 年度	施設 名	試料名	PBDD/Fs		使用難燃剤
			pg/m ³	pg-TEQ/m ³	
2004 (H16)	A-1	樹脂混練作業場周辺	730	2.1	DeBDE
		発泡炉周辺	2,200	13	DeBDE
	A-2	押出ライン周辺	960	6.3	DeBDE
	A-3	電線製造場周辺	150	1.0	DeBDE
	A-4	製品加工作業場周辺	18	0.038	DeBDE
	A-5	製品巻取り作業場周辺	0.49	0	DeBDE
	A-6	押出工程周辺	7.3	0.014	DeBDE
		成形加工前工程周辺	130	0.63	DeBDE
		成形加工後工程周辺	1,000	5.0	DeBDE
2022 (R3)	A	発泡装置周辺	1,300	22	DBDPE
	B	電線製造場周辺	8.2	0.019	DBDPE

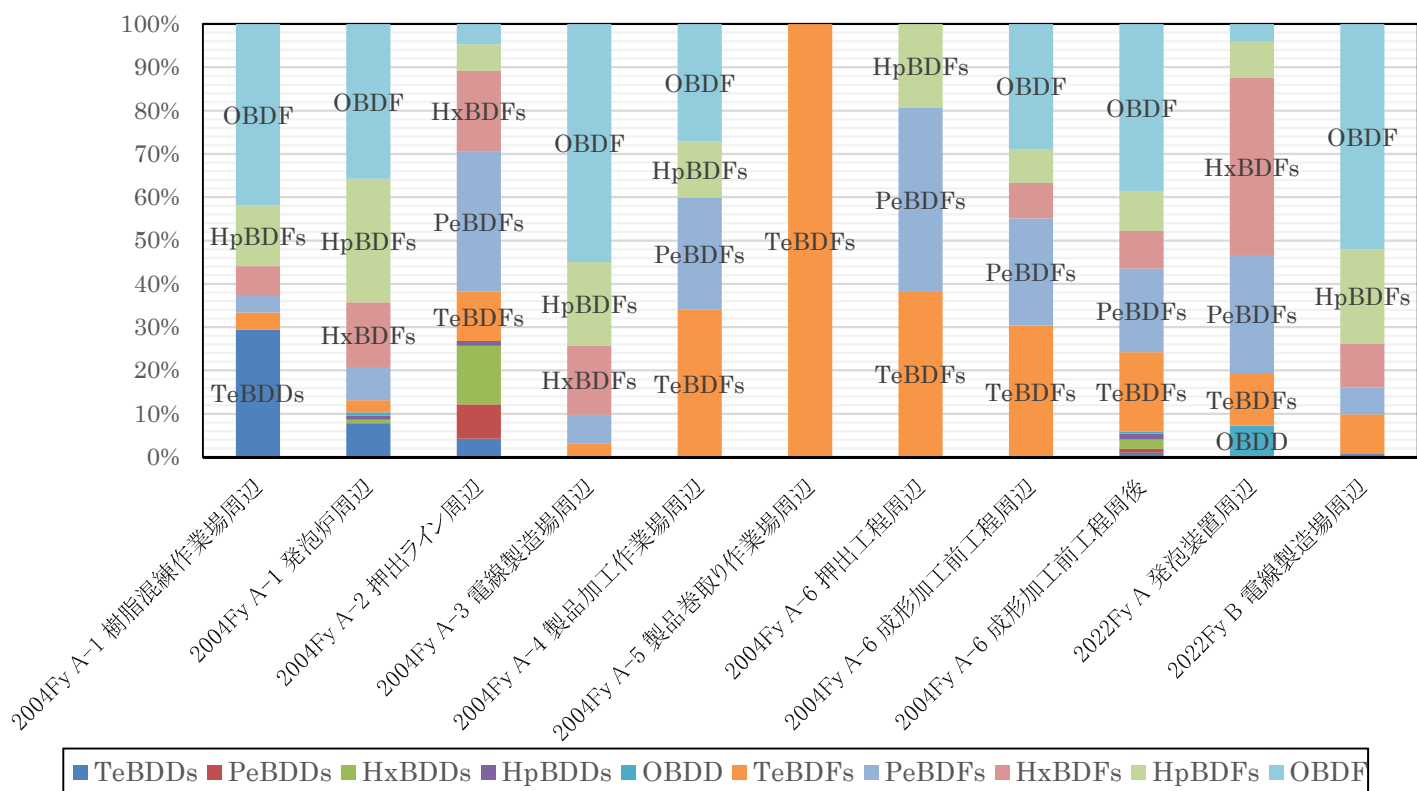


図 6-15 PBDD/Fs 同族体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

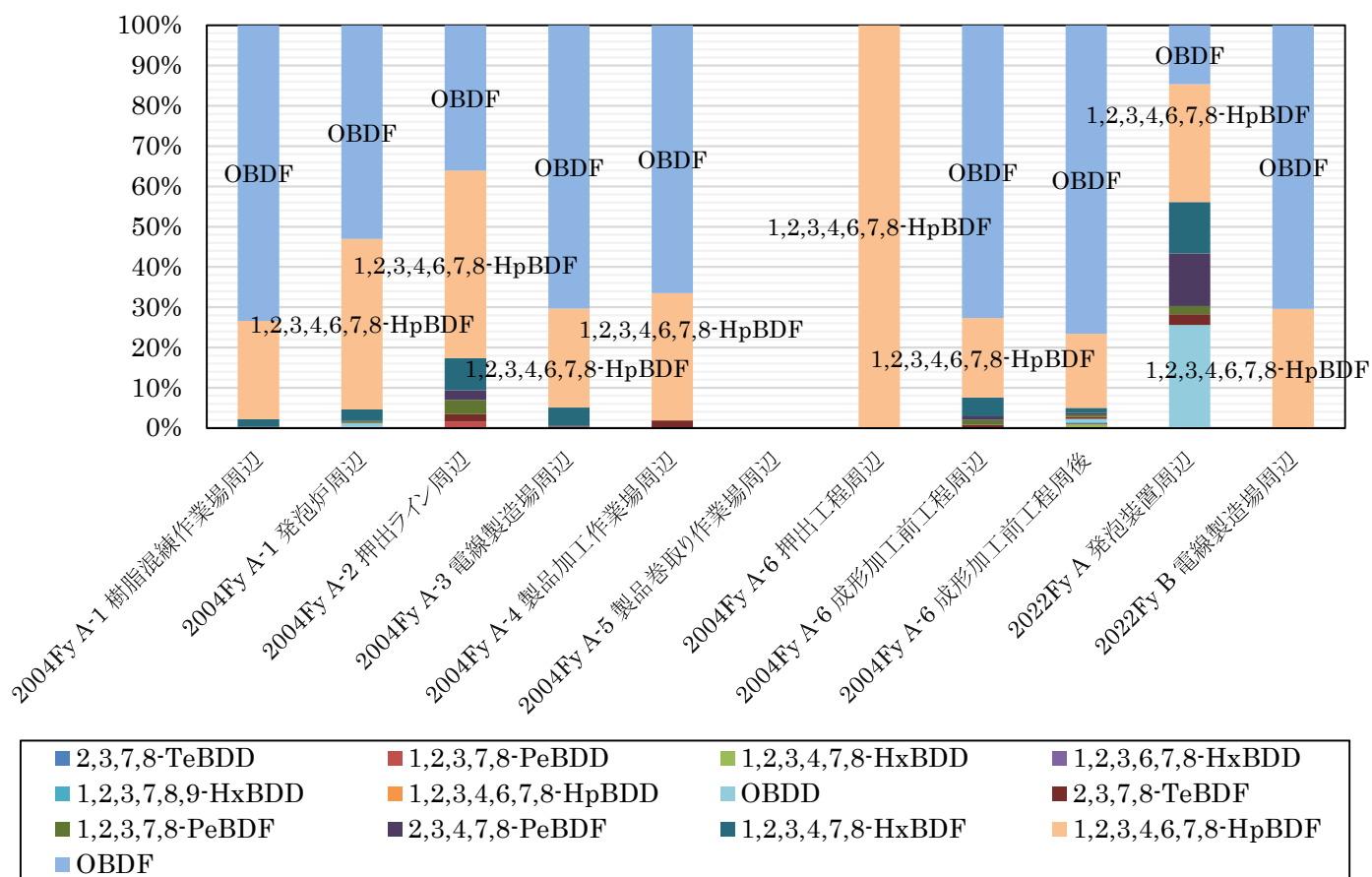


図 6-16 PBDD/Fs 異性体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

b. PCDD/Fs 及び Co-PCB

建屋内空気中の PBDD/Fs 実測濃度は、A 施設では、発泡装置周辺 35 pg/m³、B 施設では、電線製造場周辺 370 pg/m³、毒性等量 (ND=0) は、A 施設では、発泡装置周辺 0.0013 pg-TEQ/m³、B 施設では、電線製造場周辺 0.25 pg-TEQ/m³ であった。

c. PBDEs

建屋内空気中の PBDEs 実測濃度は、A 施設では、発泡装置周辺 31 ng/m³、B 施設では、電線製造場周辺 1.1 ng/m³ であった。

過去データと比較すると、A 施設の発泡装置周辺では、2004 年度 A-1 施設より 1 桁低い濃度レベルであり、B 施設の電線製造場周辺では、過年度調査の 2004 年度の A-3 施設と比較すると、2 桁低い濃度レベルであった (表 6-6)。

PBDEs 同族体組成は、DeBDE が主体であった (図 6-17)。DeBDE 以外の PBDEs 異性体組成は、#33/#28/#16-TrBDE、#175/#183-HpBDE が主要な異性体であった (図 6-18)。

d. TBBPA

建屋内空気中の TBBPA 実測濃度は、A 施設では、発泡装置周辺 2.4 ng/m³、B 施設では、電線製造場周辺 0.49 ng/m³ であった。

e. HBCDs

建屋内空気中の HBCDs 実測濃度は、A 施設では、発泡装置周辺 ND ng/m³、B 施設では、電線製造場周辺 ND ng/m³ であった。

f. PBPhs

建屋内空気中の PBPhs 実測濃度は、A 施設では、発泡装置周辺 25 ng/m³、B 施設では、電線製造場周辺 0.13 ng/m³ であった。

PBPhs 異性体組成では、A 施設の発泡装置周辺では、3/4-MoBPh 及び 2,3,4,5,6-PeBPh、B 施設の電線製造場周辺では、3/4-MoBPh が主要な異性体であった (図 6-7)。

g. DBDPE

建屋内空気中の DBDPE 実測濃度は、A 施設では、発泡装置周辺 780 ng/m³、B 施設では、電線製造場周辺 9.4 ng/m³ であった。

表 6-6 難燃プラスチック製造加工施設における建屋内空気中の調査データ

調査 年度	施設 名	試料名	PBDEs	DBDPE	HBCDs	TBBPA	使用 難燃剤
			ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	
2004 (H16)	A-1	樹脂混練作 業場周辺	11,000	未測定	0.29	0.31	DeBDE
		発泡炉周辺	320	未測定	0.12	0.15	DeBDE
	A-2	押出ライン 周辺	14	未測定	0.21	0.89	DeBDE
	A-3	電線製造場 周辺	190	未測定	0.27	1.1	DeBDE
	A-4	製品加工作 業場周辺	10	未測定	0.15	0.81	DeBDE
	A-5	製品巻取り 作業場周辺	0.97	未測定	2.1	1.6	DeBDE
	A-6	押出工程周 辺	8.2	未測定	0.19	20	DeBDE
		成形加工前 工程周辺	51	未測定	0.16	0.43	DeBDE
		成形加工前 工程周後	550	未測定	0.72	0.34	DeBDE
2022 (R3)	A	発泡装置周 辺	31	780	ND	2.4	DBDPE
	B	電線製造場 周辺	1.1	9.4	ND	0.49	DBDPE

※ ND は検出下限未満を示す。

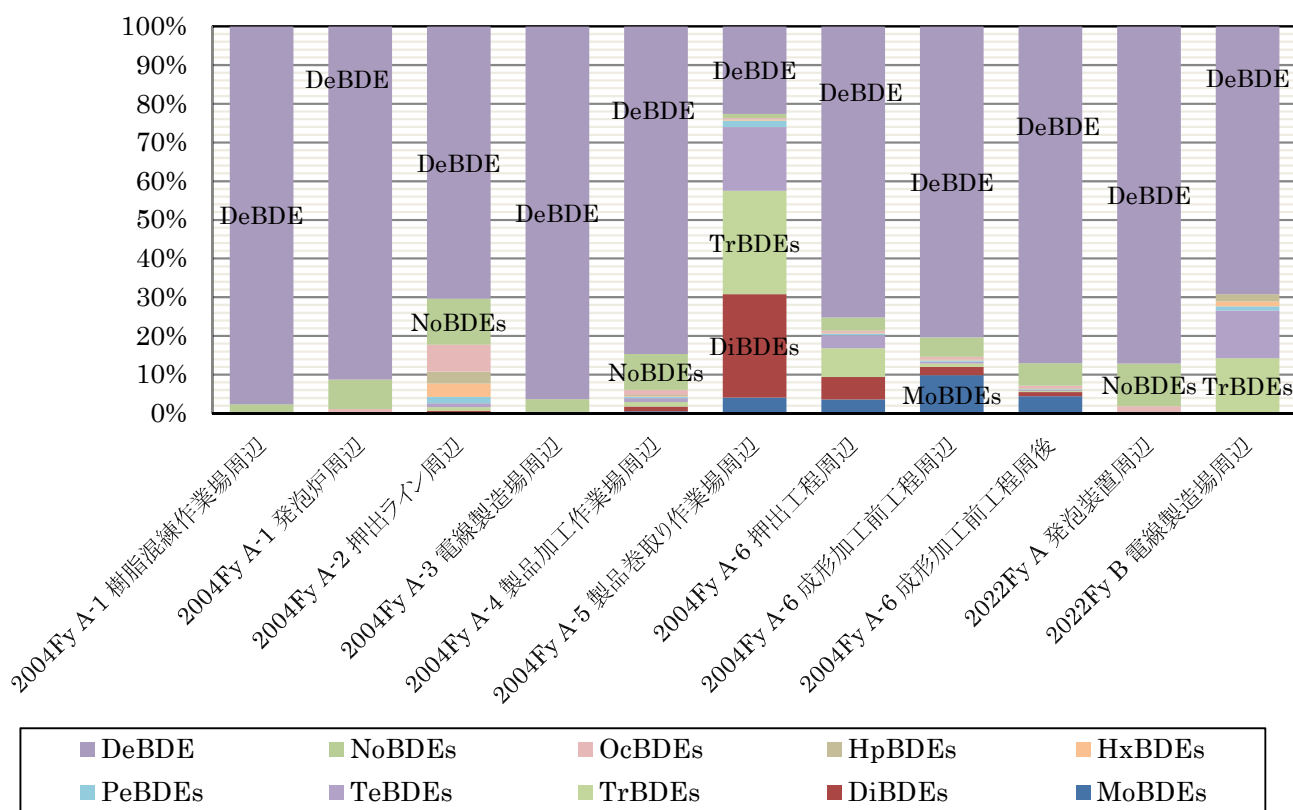


図 6-17 PBDEs 同族体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

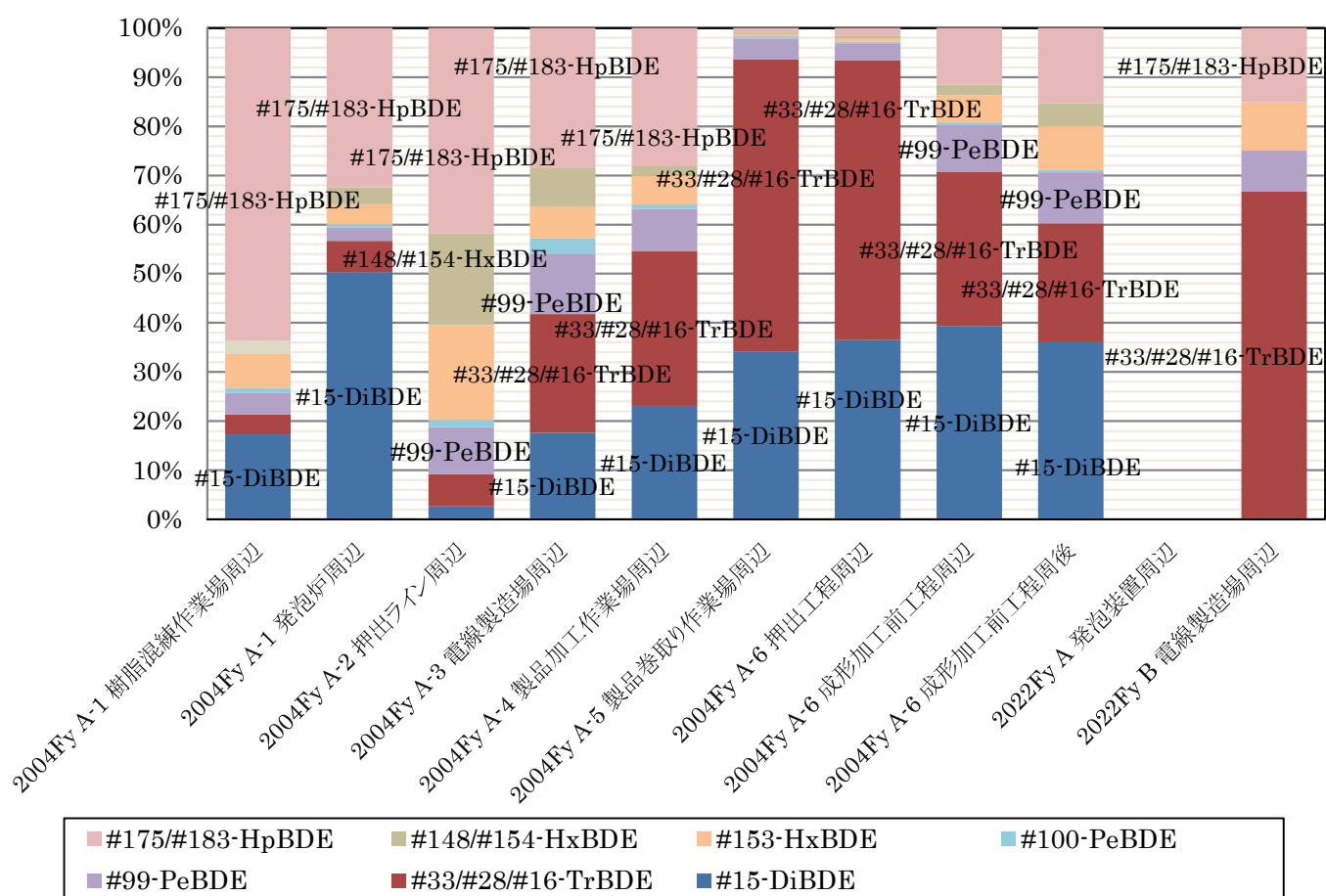


図 6-18 PBDEs 異性体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

(4) 環境大気

a. PBDD/Fs

環境大気中の PBDD/Fs 実測濃度は、A 施設では、施設南西 1.1 pg/m³、施設東 2.9 pg/m³、毒性等量相当値 (ND=0) は、A 施設では、施設南西 0.014 pg-TEQ/m³、施設東 0.046 pg-TEQ/m³ であった。

過去データと比較すると、2004 年度の A-6 施設と同濃度レベルであった (図 6-19、表 6-7)。

PBDD/Fs 同族体組成は、A 施設では、HxBDFs、PeBDFs、TeBDFs が主体であった (図 6-20)。PBDD/Fs 異性体組成は、1,2,3,4,6,7,8-HpBDF 及び OBDF が主要な異性体であった (図 6-21)。

b. PCDD/Fs 及び Co-PCB

環境大気中の PCDD/Fs 及び Co-PCB 実測濃度は、A 施設では、施設南西 1.0 pg/m³、施設東 1.2 pg/m³、毒性等量 (ND=0) は、A 施設では、施設南西 0.00041 pg-TEQ/m³、施設東 0.00029 pg-TEQ/m³ であった。

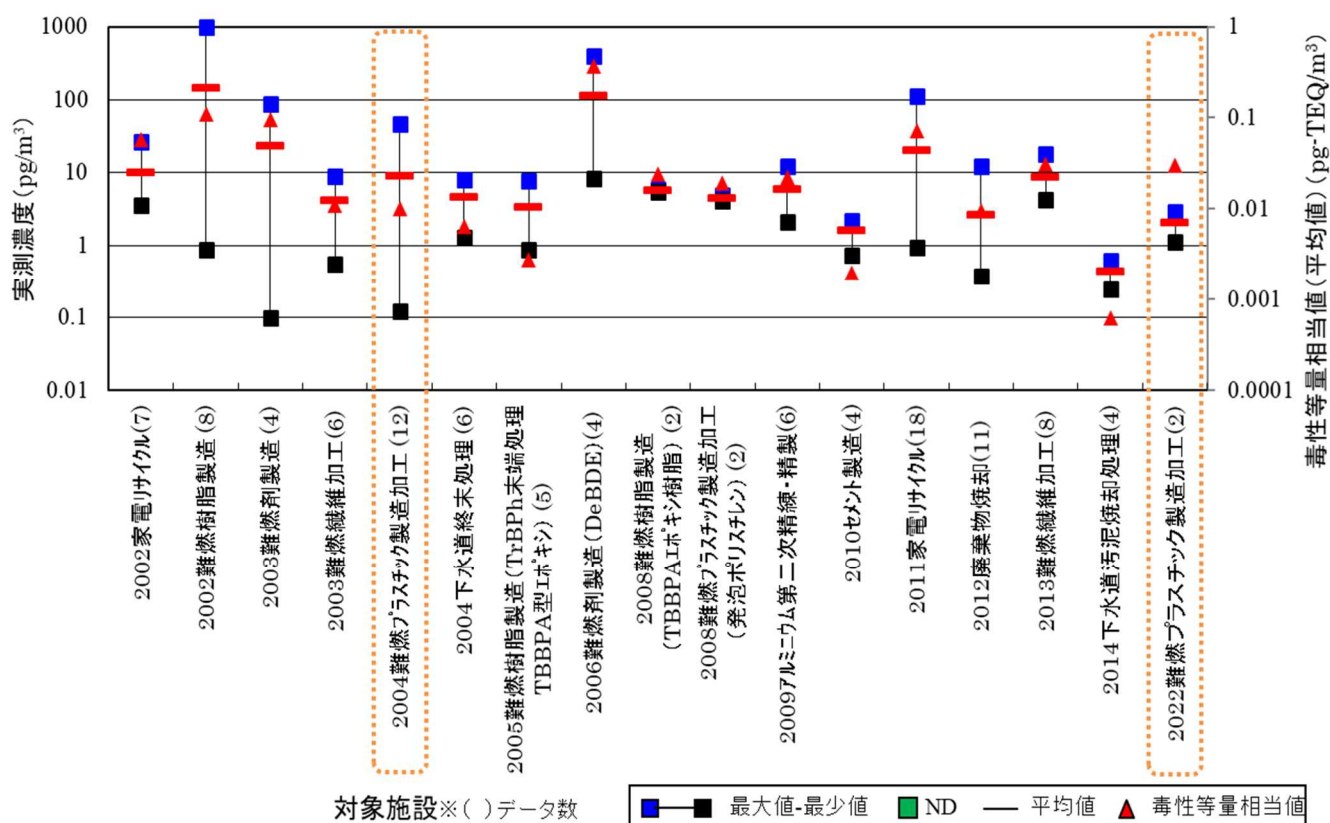


図 6-19 環境大気における PBDD/Fs 検出状況

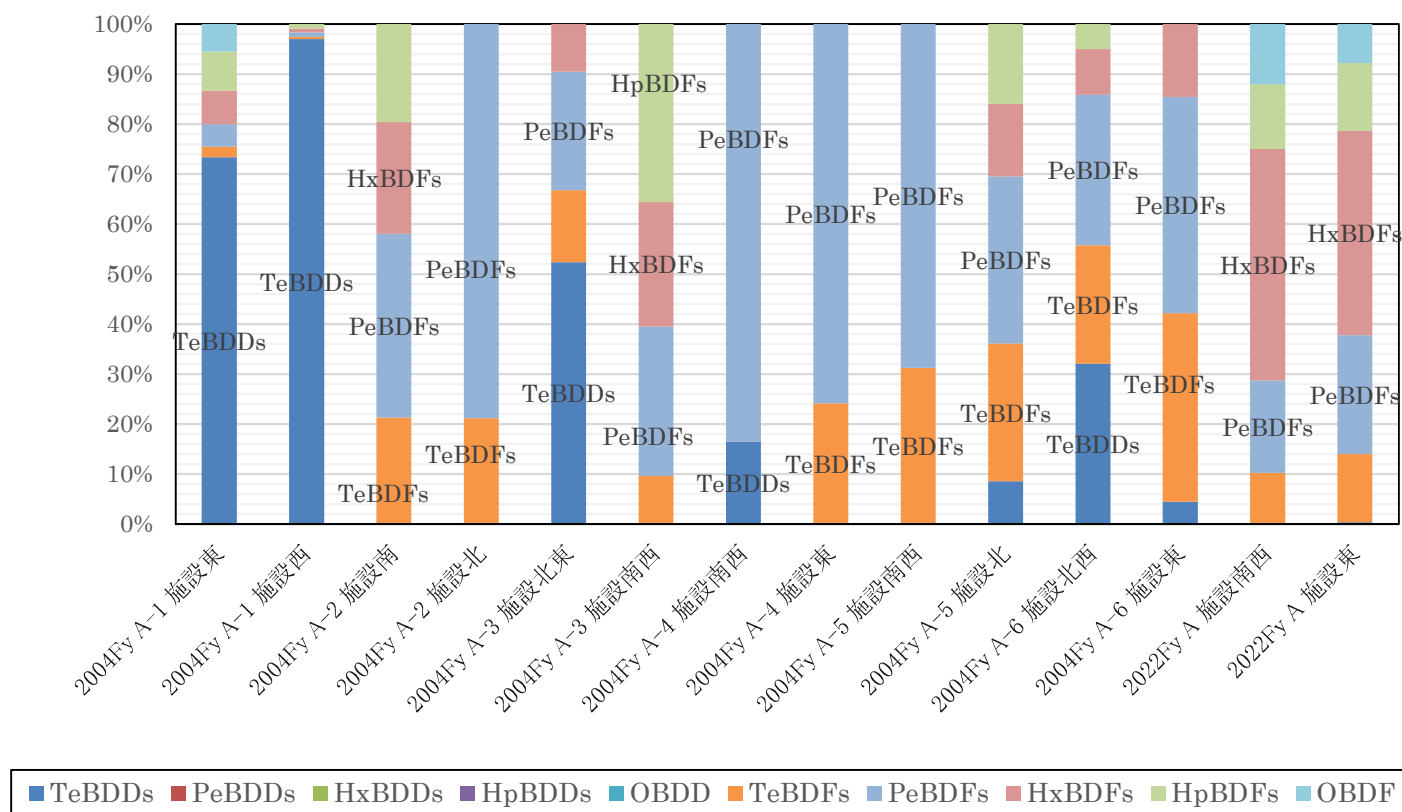


図 6-20 PBDD/Fs 同族体組成 (難燃プラスチック製造加工施設)

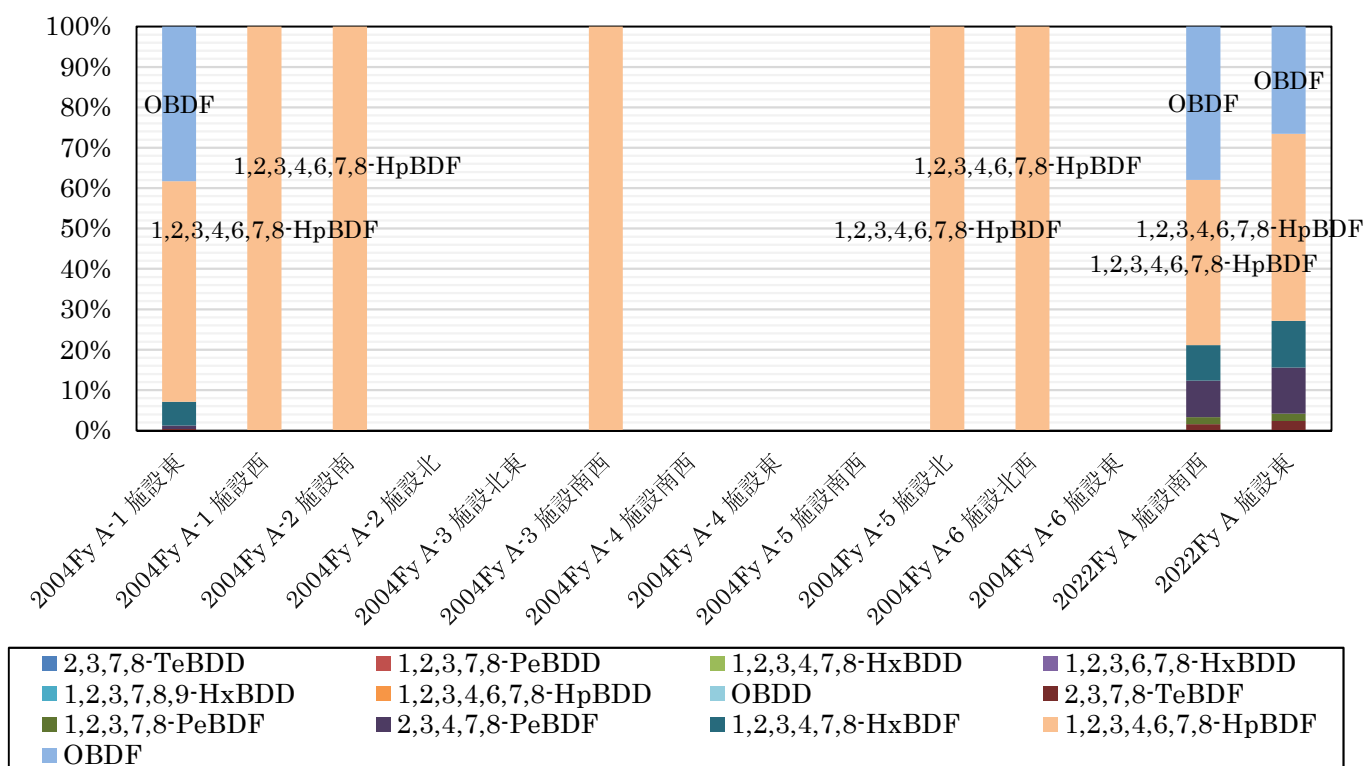


図 6-21 PBDD/Fs 異性体組成 (難燃プラスチック製造加工施設)

表 6-7 難燃プラスチック製造加工施設における環境大気中の調査データ

調査 年度	施設 名	試料名	PBDD/Fs		PBDEs	HBCDs	TBBPA
			pg/m ³	pg-TEQ/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
2004 (H16)	A-1	施設東	47	0.10	1.5	0.026	0.061
		施設西	40	0.004	0.19	0.049	0.018
	A-2	施設南	2.0	0.004	0.10	0.0086	0.017
		施設北	0.20	0	0.019	0.0059	0.0074
	A-3	施設北東	4.3	0	0.032	0.0095	0.53
		施設南西	2.0	0.007	0.25	ND	0.36
	A-4	施設南西	0.12	0	0.035	ND	0.47
		施設東	0.43	0	0.012	0.012	0.054
	A-5	施設南西	0.31	0	0.018	ND	0.095
		施設北	2.5	0.004	0.19	5.1	0.048
	A-6	施設北西	5.8	0.003	0.024	0.043	0.021
		施設東	1.6	0	0.13	0.015	0.041
2022 (R3)	A	施設南西	1.1	0.014	0.025	ND	0.051
		施設東	2.9	0.046	0.065	ND	0.053

※ND は検出下限未満を示す。

c. PBDEs

環境大気中の PBDEs 実測濃度は、A 施設では、施設南西 0.025 ng/m³、施設東 0.065 ng/m³ であった。過去データと比較すると、2004 年度 A-6 施設と同濃度レベルであった（表 6-7）。

PBDEs 同族体組成は、DeBDE が主体であった（図 6-22）。DeBDE 以外の PBDEs 異性体組成は、#15-DiBDE 及び#175/#183-HpBDE が主要な異性体であった（図 6-23）。

d. TBBPA

環境大気中の TBBPA 実測濃度は、A 施設では、施設南西 0.051 ng/m³、施設東 0.053 ng/m³ であった。

e. HBCDs

環境大気中の HBCDs 実測濃度は、A 施設では、施設南西 ND ng/m³、施設東 ND ng/m³ であった。

f. PBPhs

環境大気中の PBPhs 実測濃度は、A 施設では、施設南西 0.025 ng/m³、施設東 0.099 ng/m³ であった。

PBPhs 異性体組成では、A 施設の施設南西では、3/4-MoBPh 及び 2,4,6-TrBPh、B 施設の施設東では、3/4-MoBPh 及び 2,4-DiBPh が主要な異性体であった（図 6-7）。

g. DBDPE

環境大気中の DBDPE 実測濃度は、A 施設では、施設南西 4.5 ng/m³、施設東 19 ng/m³であった。

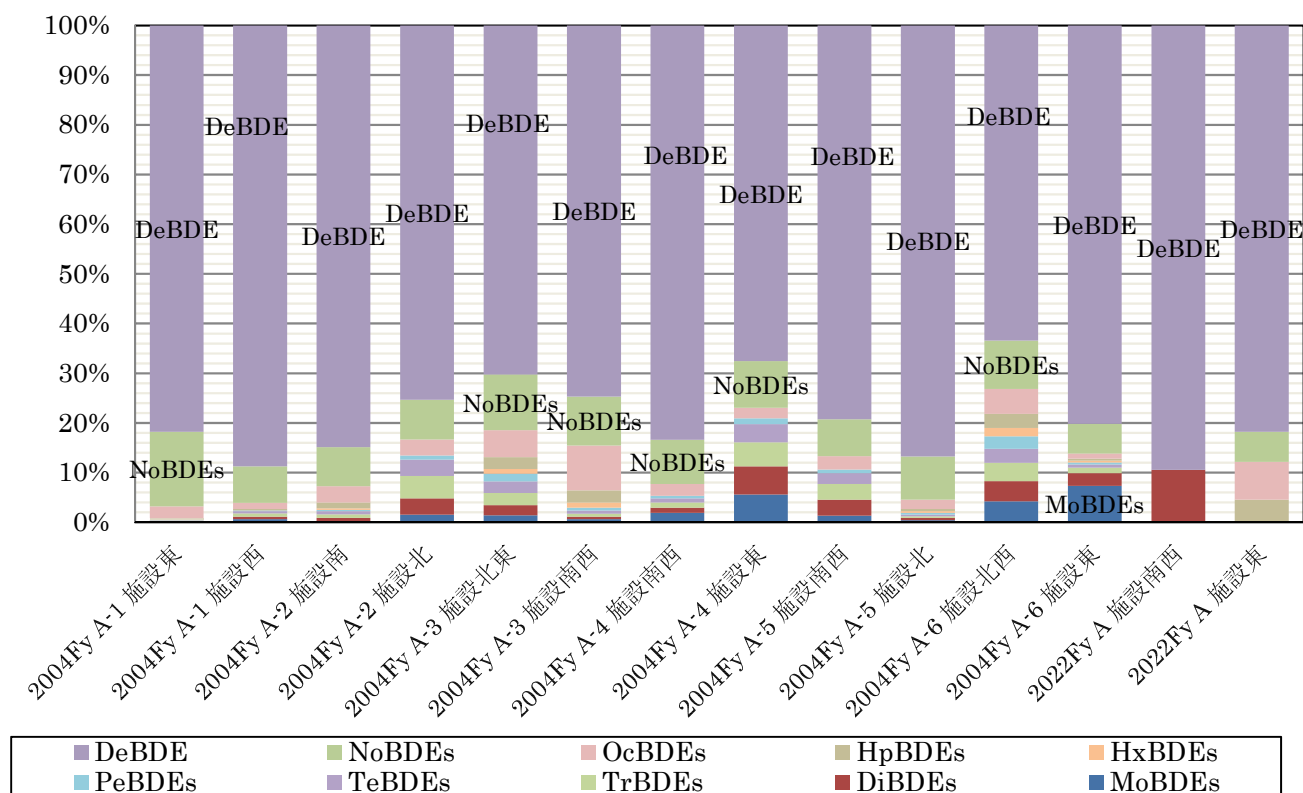


図 6-22 PBDEs 同族体組成 (難燃プラスチック製造加工施設)

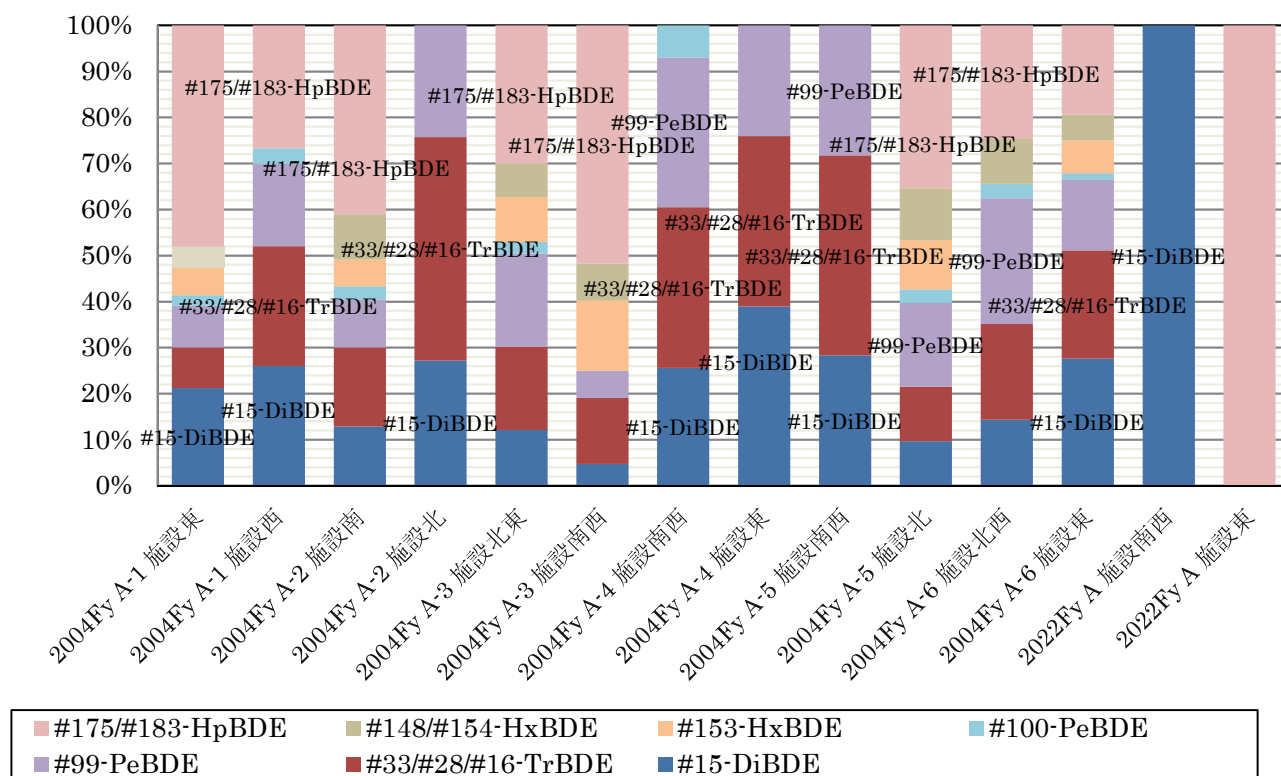


図 6-23 PBDEs 異性体組成 (難燃プラスチック製造加工施設)

(5) コンパウンド樹脂及び製品

a. PBDD/Fs

製品中の PBDD/Fs 実測濃度は、A 施設では、コンパウンド樹脂 25 ng/g、製品 ND ng/g、B 施設では、コンパウンド樹脂 12 ng/g、製品 8.5 ng/g であった。毒性等量相当値 (ND=0) は、A 施設では、コンパウンド樹脂 0.029 ng-TEQ/g、製品 0 ng-TEQ/g、B 施設では、コンパウンド樹脂 0.0036 ng-TEQ/g、製品 0.011 ng-TEQ/g であった。

過去データと比較すると、DBDPE 使用では同濃度レベルであった (表 6-8)。

PBDD/Fs 同族体組成は、HpBDDs、OBDD、HpBDFs 及び OBDF の高臭素化体が主体であった (図 6-24)。PBDD/Fs 異性体組成は、OBDD 及び OBDF が主要な異性体であった (図 6-25)。

表 6-8 難燃プラスチック製造加工施設における製品等中の調査データ

調査 年度	施設 名	試料名	PBDD/Fs		PBDEs	DBDPE	使用難燃剤
			ng/g	ng-TEQ/g	ng/g	ng/g	
2004 (H16)	A-1	難燃剤	2,100	4.2	85,000,000	未測定	DeBDE
		難燃加工品	84,000	190	86,000,000	未測定	DeBDE
	A-2	難燃加工品	6,100	26	27,000,000	未測定	DeBDE
	A-3	難燃剤(1)	42,000	47	970,000,000	未測定	DeBDE
		難燃剤(2)	34	0.083	22,000	未測定	臭素系難燃剤
		難燃剤(3)	18	0.042	7,900	未測定	臭素系難燃剤
		中間原料 (1)	940	2.9	88,000,000	未測定	DeBDE
		中間原料 (2)	ND	0	11,000	未測定	臭素系難燃剤
		中間原料 (3)	ND	0	4,400	未測定	臭素系難燃剤
	A-5	難燃剤(1)	3,700	3.2	980,000,000	未測定	DeBDE
		難燃剤(2)	25	0.050	7,800	未測定	臭素系難燃剤
		難燃加工品	940	0.50	260,000,000	未測定	DeBDE
2022 (R3)	A	コンパウンド 樹脂	25	0.029	64	51,000,000	DBDPE
		製品	ND	0	30	5,800,000	DBDPE
	B	コンパウンド 樹脂	12	0.0036	75	12,000,000	DBDPE
		製品	8.5	0.011	140	10,000,000	DBDPE

※ ND は検出下限未満を示す。

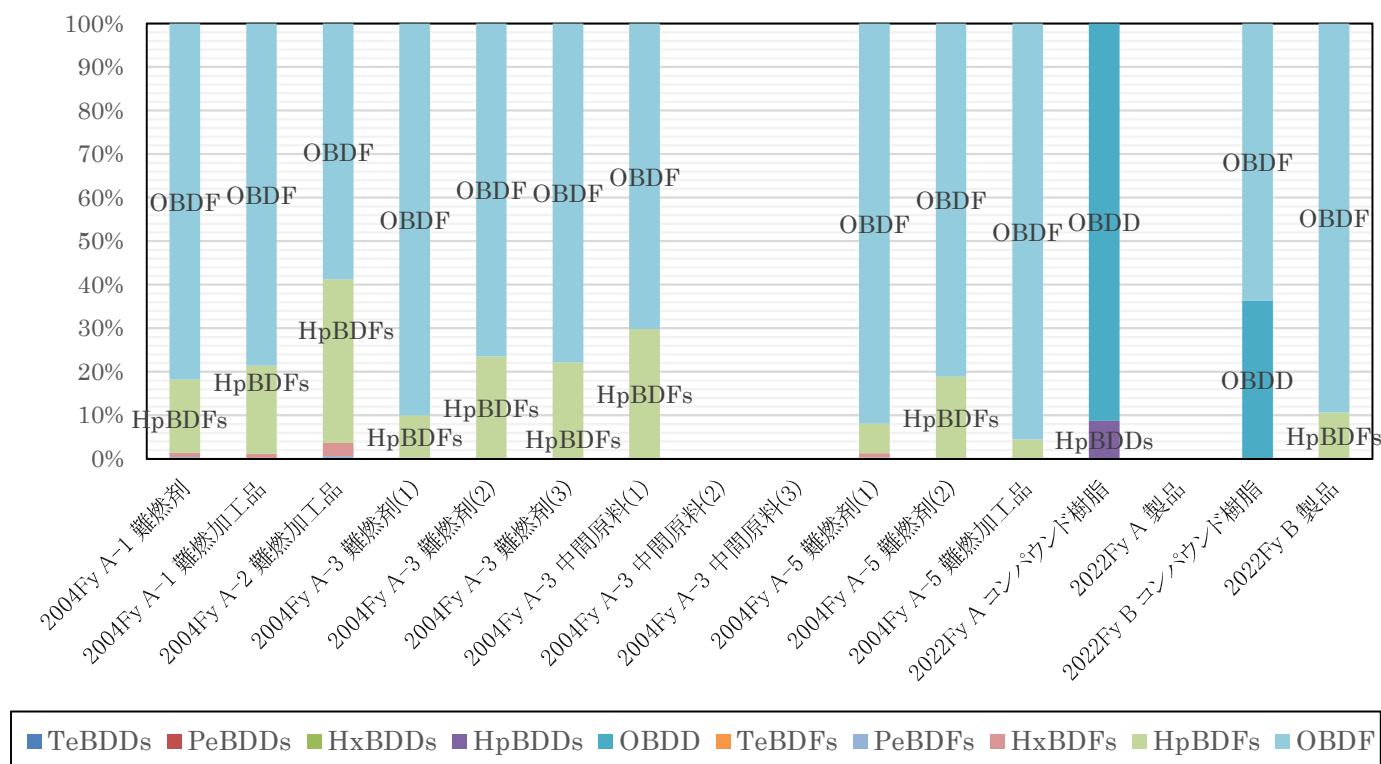


図 6-24 PBDD/Fs 同族体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

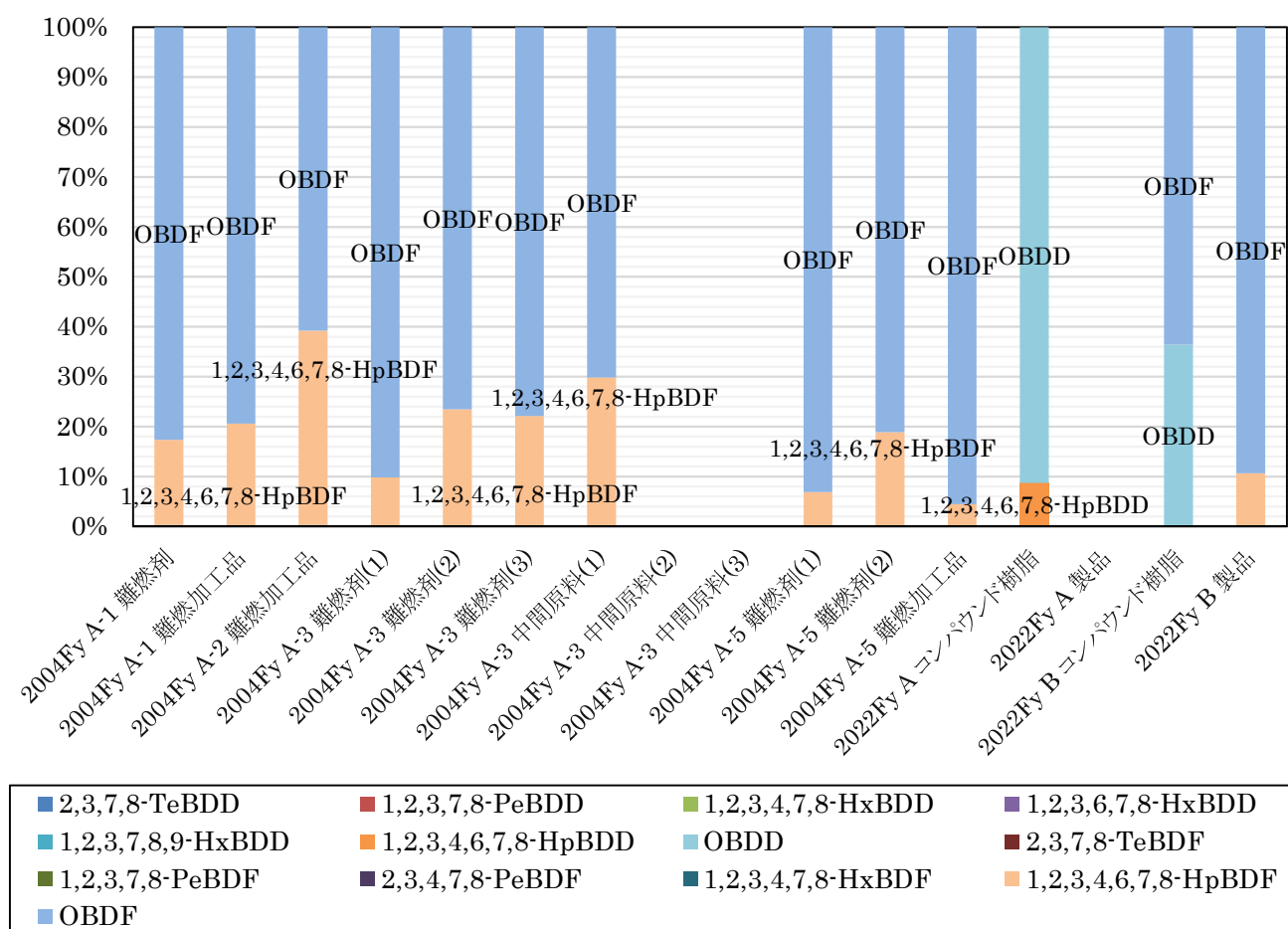


図 6-25 PBDD/Fs 異性体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

b. PBDEs

製品中の PBDEs 実測濃度は、A 施設では、コンパウンド樹脂 64 ng/g、製品 30 ng/g、B 施設では、コンパウンド樹脂 75 ng/g、製品 140 ng/g であった。

過去データと比較すると、B 施設では、2004 年度 A-3 施設と比べると 2 桁低い濃度レベルであった（表 6-8）。

PBDEs 同族体組成は、全ての試料において DeBDE が 90 %以上を占めた組成であった（図 6-26）。DeBDE 以外の異性体は検出されなかった（図 6-27）。

c. DBDPE

製品中の DBDPE 実測濃度は、コンパウンド樹脂 51,000,000 ng/g、製品 5,800,000 ng/g、B 施設では、コンパウンド樹脂 12,000,000 ng/g、製品 10,000,000 ng/g であった。

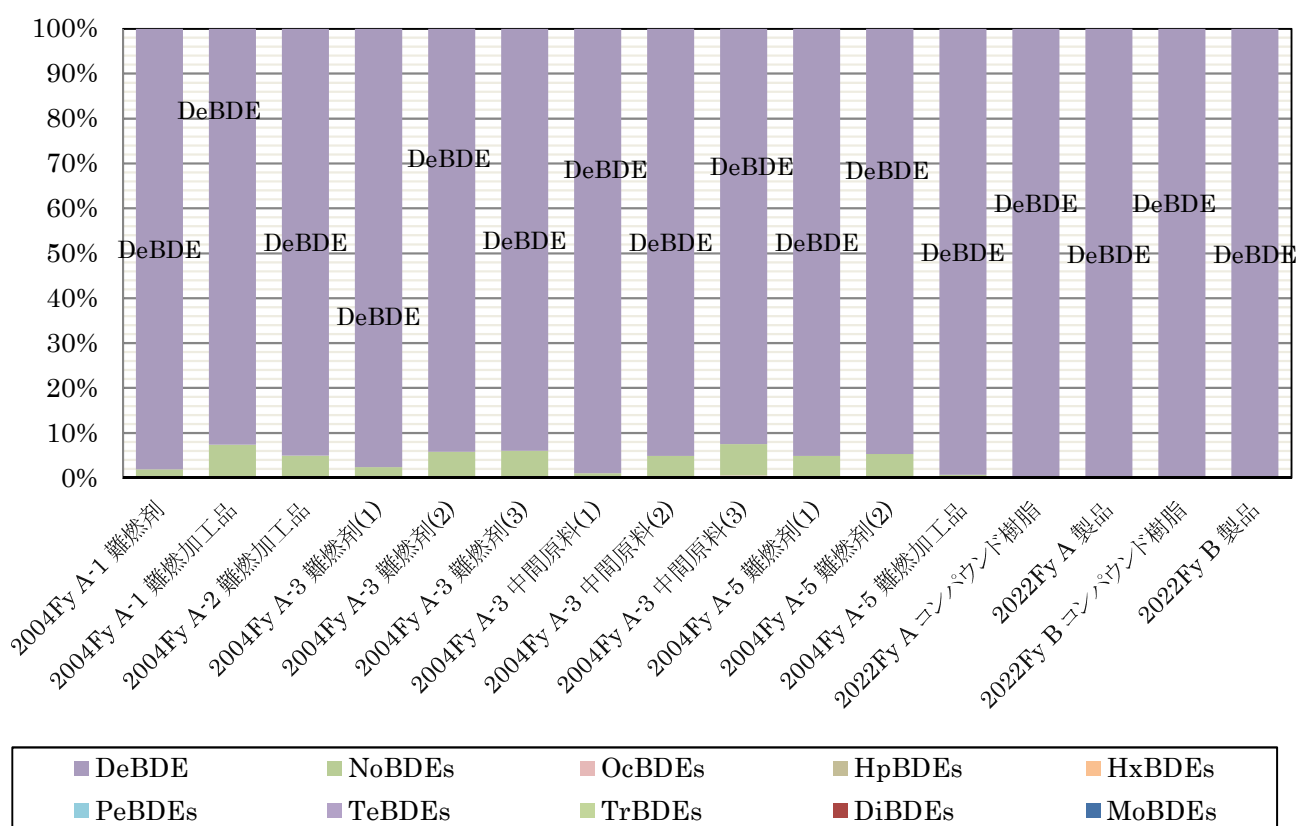


図 6-26 PBDEs 同族体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

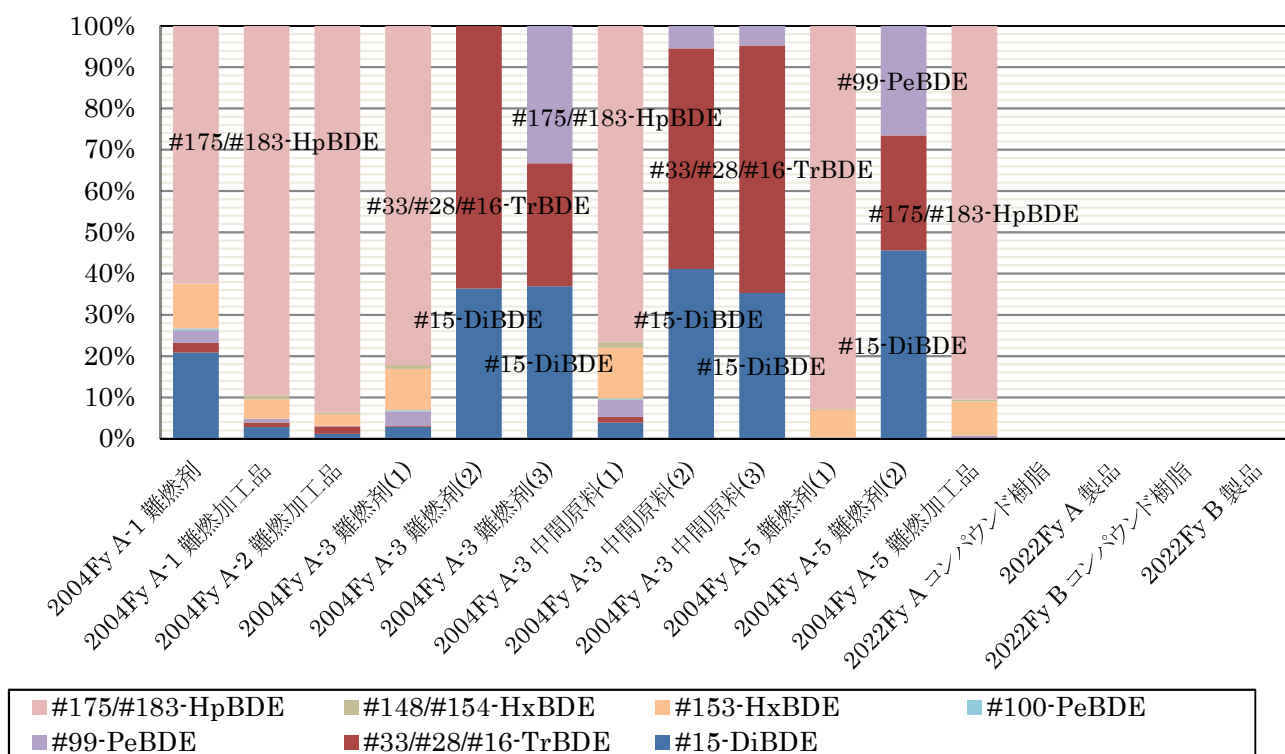


図 6-27 PBDEs 異性体組成（難燃プラスチック製造加工施設）

(6) 考察

今回調査した施設では、過去に DeBDE を取扱っていた施設である。両施設とも、DeBDE から代替難燃剤として、デカブロモジフェニルエタン（DBDPE）を使用していた。

A 施設においては、過去の臭素系ダイオキシン類の排出状況は不明であるが、過去の類似した工程での調査結果と同程度の PBDD/Fs の排出実態が確認された。この施設では、排ガス処理後の排ガスの PBDD/Fs 濃度は 0.12 ng-TEQ/m^3 であったが、排水処理後の総合排水の PBDD/Fs 濃度は 5.6 pg-TEQ/L で検出されており、また、発泡装置周辺の建屋内空気中の PBDD/Fs 濃度は 22 pg-TEQ/m^3 と高濃度で検出されており、DBDPE 使用による PBDD/Fs の排出実態も注視していく必要がある。

B 施設においては、排水中の PBDD/Fs 濃度は、塩素化ダイオキシン類の排出基準相当値を十分に下回る濃度になっており、DeBDE 使用禁止効果を確認できた。ただし、排水処理施設における沈殿槽汚泥には、本施設では DeBDE 使用禁止後から 14 年経過しているにもかかわらず、PBDEs が $4,300 \text{ ng/g-dry}$ で比較的高濃度に検出されており、PBDD/Fs 濃度は $0.14 \text{ ng-TEQ/g-dry}$ であった。この沈殿槽汚泥はほとんど量的に発生しないので、不定期に産廃処理されており、直近では約 10 年前に汚泥を抜いていた。今なお排水処理の汚泥に DeBDE や PBDD/Fs が検出されており、過去の DeBDE 使用施設では、DeBDE 使用後も排水処理の汚泥管理は重要だと思われる。

7. 臭素系ダイオキシン類暫定排出インベントリー

7.1 臭素系ダイオキシン類排出量の推計

今年度は化審法の DeBDE 規制効果を把握するために、過去、PRTR 法で DeBDE 排出量が多い施設、過去塩素化ダイオキシン類の排水基準を上回る濃度で臭素系ダイオキシン類が検出されている難燃プラスチック製造加工施設を調査した。

今までの排出量の推計方法では、DeBDE 需要量あたりの排出原単位 ($\mu\text{g}\cdot\text{TEQ}/\text{トン}\cdot\text{DeBDE 需要量}$) から算出していたが、2018 年 4 月からの DeBDE 使用禁止後、施設毎の排水量あたりからの排出量を求め、それを総和する方法に変更した。

難燃プラスチック製造加工施設における水系への PBDD/Fs 排出量の推計を表 7-1 に、難燃プラスチック製造加工施設における大気系への PBDD/Fs 排出量の推計を表 7-2 に示す。

表 7-1 難燃プラスチック製造加工施設における水系への PBDD/Fs 排出量の比較

	2022 年度推計	2020 年度推計
推計方法	① 調査した施設データから、平均年間排水量、調査データの平均排水濃度を算出。 ② 難燃プラスチック製造加工施設を PRTR の DeBDE 排出事業者のプラスチック製品製造、非鉄金属製造、電気機械器具製造の 43 事業者に限定。 ③ 調査データがある事業者については、排水濃度に年間排水量を乗じて、年間排出量を推計。調査データがなく、年間排水量が不明な事業所については、調査データの平均排水濃度に平均排水濃度を乗じて、年間排出量を推計。	
PBDD/Fs 排出量 ($\text{mg}\cdot\text{TEQ}/\text{年}$)	23.25 (2020 年度、2022 年度データ)	30.6 (2020 年度データ)

表 7-2 難燃プラスチック製造加工施設における大気系への PBDD/Fs 排出量の比較

	2022 年度推計	2020 年度推計
推計方法	① 施設年間排ガス量を算出。 ② 難燃プラスチック製造加工施設を PRTR 排出事業者のプラスチック製品製造、非鉄金属製造、電気機械器具製造の 43 事業者に限定。 ③ 調査データがある事業者については、排ガス濃度に年間排ガス量を乗じて、年間排出量を推計。調査データがなく、年間排ガス量が不明な事業所については、調査データの平均排ガス量に平均排ガス濃度を乗じて、年間排出量を推計。	
PBDD/Fs 排出量 ($\text{mg}\cdot\text{TEQ}/\text{年}$)	250 (2020 年度、2022 年度データ)	462 (2020 年度データ)

7.2 臭素系ダイオキシン類の暫定排出インベントリー

7.1 で算出した臭素系ダイオキシン類の排出量のデータを用いて、PBDD/Fs の水系への年間排出量を表 7-3、PBDD/Fs の大気系への年間排出量を表 7-4 にまとめ、調査対象施設数が少ないことから、参考値として臭素系ダイオキシン類暫定排出インベントリーを表 7-5 に算出した。

今年度は、水系及び大気系への大きな排出源として、難燃プラスチック製造加工施設の調査を実施して、DeBDE の規制効果を確認した。

今回の調査データを追加すると、難燃プラスチック製造加工施設の水系への PBDD/Fs 排出量は約 25%減少し、大気系への PBDD/Fs 排出量は約 50%減少した。

2019 年度から化審法により DeBDE の使用製造禁止になり、今年度の調査を含めて 7 施設だけのデータであるが、DeBDE 由来の水系及び大気系への PBDD/Fs 排出量は減少していた。

今後、臭素系ダイオキシン類の暫定排出インベントリーを更に充実させるためには、引き続き、化審法の DeBDE 規制効果を確認する調査、未測定業種の調査、排出量の多い業種の調査施設数の増加など、調査データ数の確保が必要と考える。

表 7-3 PBDD/Fs の水系への年間排出量

		(mg-TEQ/年)
難燃剤製造・取扱施設	DeBDE、TBBPA、HxBBz	426.9153
	TBBPA ポリカーボネートオリゴマー	—
難燃樹脂製造施設	TBBPA エポキシ樹脂	6.69
	TrBPhs 末端処理 TBBPA 型エポキシ樹脂	7.06
難燃プラスチック製造加工施設	DBDPE 使用	23.3
	発泡ポリスチレン	0.234
難燃繊維加工施設 (DeBDE、DBDPE)		145.35
家電リサイクル施設		2.17
アルミニウム二次精錬・精製施設		1.10
セメント製造施設		29.4
廃棄物焼却施設	一般廃棄物焼却炉	0.948
	産業廃棄物焼却炉	4.32
下水道終末処理場		619
最終処分場	一般廃棄物管理型最終処分場	—
	産業廃棄物管理型最終処分場	0.674

表 7-4 PBDD/Fs の大気系への年間排出量

		(mg-TEQ/年)
難燃剤製造・ 取扱施設	TBBPA	1.08
	TBBPA ポリカーボネートオリゴマー	1.87
	DeBDE	2.07
難燃樹脂製造施設	TBBPA エポキシ樹脂	0.00163
	TrBPhs 末端処理 TBBPA 型エポキシ樹脂	0.760
難燃プラスチック製 造加工施設	DBDPE 使用	250
	発泡ポリスチレン	3.95
難燃繊維加工施設		0.766
家電リサイクル施設		1.14
アルミニウム二次精錬・精製施設		55.9
製鋼用電気炉		82.2
セメント製造施設		510
廃棄物焼却施設	一般廃棄物焼却炉	179
	産業廃棄物焼却炉	166
下水道終末処理場		19.7

表 7-5 臭素系ダイオキシン類暫定排出インベントリー（参考値）

PBDD/Fs (2003～2022 年度調査)		年間排出量 (g-TEQ/年)				
		DeBDE 規制前	調査 年度	DeBDE 規制後	調査 年度	最新値
大 気 へ の 排 出 源	セメント製造施設 (廃棄物焼却炉として)	0.51	2010	—	—	0.51
	難燃プラスチック製造加工施設 (BFR)	1.03	2004	0.250	2020 2022	0.250
	一般廃棄物焼却炉	0.18	2012	—	—	0.18
	産業廃棄物焼却炉	0.17	2012	—	—	0.17
	製鋼用電気炉	—	—	0.082	2019	0.082
	アルミニウム第二次精練・精製施設	0.056	2009	—	—	0.056
	下水道終末処理場 (汚泥焼却炉として)	0.020	2014	—	—	0.020
	小計	1.96				1.274
水 へ の 排 出 源	下水道終末処理場	1.05	2014	0.62	2019	0.62
	難燃剤製造・取扱施設 (BFR)	0.59	2006	0.426	2021	0.43
	難燃繊維加工施設 (BFR)	1.37	2013 2017	0.145	2019 2020 2021	0.15
	難燃プラスチック製造加工施設 (BFR)	0.045	2004	0.0232	2020 2022	0.0232
	セメント製造施設	0.029	2010	0.029	—	0.029
	難燃剤樹脂製造施設 (BFR)	0.0071	2008	0.0071	—	0.0071
	小計	3.08				1.267
合計		5.0				2.54

7.3 臭素系ダイオキシン類の暫定排出インベントリー推計に係る課題

- ① 化審法による DeBDE 使用禁止により、PBDD/Fs 排出量は規制前より半減しているが、代替難燃剤である DBDPE 使用施設の中には、排ガスや排水に比較的高濃度の PBDD/Fs が検出されており、DBDPE の使用施設の排出実態も注視して行く必要がある。
- ② PBDD/Fs 排出量推計では、活動指標として DeBDE の使用量または需要量等から PBDD/Fs 排出原単位を算出している施設は、今後、再調査した後、排出量が計算できなくなるため、推計方法を適宜見直す必要がある。未調査施設の排ガス量や排水量の情報がない場合、調査した施設の情報からの推計になるので、調査データが少ない場合、推計精度に欠ける可能性がある。
- ③ PBDD/Fs 排出量の多い施設として、大気系ではセメント製造施設、水系では下水道終末処理施設が挙げられる。これらの施設は、全国推計する際に、活動量指標が他の施設と比較して桁違いに多いため、PBDD/Fs 濃度が低くても、排出量が大きくなる。これらの施設では、活動量が多い施設の追加調査を実施する必要があると考える。
- ④ PBDD/Fs の排出源が網羅されていない可能性がある現状の未測定業種では、DeBDE 含有廃棄物の混入が疑われる再生プラスチック施設や廃プラスチック再資源化施設、BFR 含有廃基板の再資源化施設である非鉄金属精錬施設などがある。非鉄金属精錬施設としてアルミニウム二次精錬施設は調査しているが、銅、亜鉛、鉛などの施設は調査しておらず、今後調査を実施する必要があると考える。

別表－1

調査結果(個別結果)

表 1 排出ガス中のPBDD/Fs分析結果(実測濃度) (ng/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	排ガス (脱臭装置出口)	排ガス (集塵機出口)
2,3,7,8-TeBDD	0.0014	ND
TeBDDs	0.11	ND
1,2,3,7,8-PeBDD	0.0044	ND
PeBDDs	0.073	ND
1,2,3,4,7,8-HxBDD	0.023	ND
1,2,3,6,7,8-HxBDD	ND	ND
1,2,3,7,8,9-HxBDD	ND	ND
HxBDDs	0.24	ND
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	0.68	ND
HpBDDs	1.2	ND
OBDD	5.0	ND
Total PBDDs	6.6	ND
2,3,7,8-TeBDF	0.047	ND
TeBDFs	0.96	0.0006
1,2,3,7,8-PeBDF	0.056	ND
2,3,4,7,8-PeBDF	0.14	ND
PeBDFs	1.6	0.0013
1,2,3,4,7,8-HxBDF	0.39	ND
HxBDFs	2.8	0.005
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	1.1	0.007
HpBDFs	1.1	0.007
OBDF	2.8	ND
Total PBDFs	9.3	0.014
Total (PBDDs+PBDFs)	16	0.014

表 2 排出ガス中のPBDD/Fs分析結果(毒性等量相当値) (ng-TEQ/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	排ガス (脱臭装置出口)	排ガス (集塵機出口)
2,3,7,8-TeBDD	0.0014	0.00005
1,2,3,7,8-PeBDD	0.0044	0.0002
1,2,3,4,7,8-HxBDD	0.0023	0.0001
1,2,3,6,7,8-HxBDD	0.0002	0.0001
1,2,3,7,8,9-HxBDD	0.00015	0.0001
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	0.0068	0.000005
OBDD	0.0015	0.0000006
2,3,7,8-TeBDF	0.0047	0.000005
1,2,3,7,8-PeBDF	0.00168	0.000009
2,3,4,7,8-PeBDF	0.042	0.00012
1,2,3,4,7,8-HxBDF	0.039	0.0001
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	0.011	0.00007
OBDF	0.00084	0.0000006
Total TEQ (下限×1/2)	0.12	0.00086
Total TEQ (ND=0)	0.12	0.00007

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

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

表 3 排出ガス中のPCDD/Fs・Co-PCB分析結果(実測濃度) (ng/m³)

物質名		A 施設 排ガス (脱臭装置出口)	B 施設 排ガス (集塵機出口)
PCDDs	2,3,7,8-TeCDD	ND	ND
	TeCDDs	ND	ND
	1,2,3,7,8-PeCDD	ND	ND
	PeCDDs	ND	ND
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	ND	ND
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	ND	ND
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND	ND
	HxCDDs	ND	ND
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	ND	ND
	HpCDDs	ND	ND
	OCDD	ND	ND
	Total PCDDs	ND	ND
PCDFs	2,3,7,8-TeCDF	ND	ND
	TeCDFs	0.001	0.002
	1,2,3,7,8-PeCDF	ND	ND
	2,3,4,7,8-PeCDF	ND	ND
	PeCDFs	ND	ND
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	ND	ND
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	ND	ND
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	ND
	2,3,4,6,7,8+1,2,3,6,8,9-HxCDF	ND	ND
	HxCDFs	ND	ND
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	ND	ND
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND	ND
	HpCDFs	ND	ND
	OCDF	ND	ND
	Total PCDFs	0.001	0.002
Total PCDD/Fs		0.001	0.002
Co-PCB	3,4,4',5'-TeCB(#81)	ND	ND
	3,3',4,4'-TeCB(#77)	0.003	0.003
	3,3',4,4',5'-PeCB(#126)	ND	ND
	3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169)	ND	ND
	Total non-ortho CBs	0.003	0.003
	2',3,4,4',5'-PeCB(#123)	0.0009	ND
	2,3',4,4',5'-PeCB(#118)	0.018	0.018
	2,3,3',4,4'-PeCB(#105)	0.0059	0.0063
	2,3,4,4',5'-PeCB(#114)	ND	ND
	2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167)	ND	ND
	2,3,3',4,4',5'-HxCB(#156)	ND	0.001
	2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157)	ND	ND
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189)	ND	ND
	Total mono-ortho CBs	0.024	0.026
Total Co-PCB		0.027	0.028
Total PCDD/Fs・Co-PCB		0.029	0.030
毒性等量 (ng-TEQ/m ³)	Total PCDD/Fs	0	0
	Total Co-PCB	0.0000010	0.0000011
	Total PCDD/Fs・Co-PCB	0.0000010	0.0000011

* 毒性等量は、検出下限未満を「0」として算出した値である。

表 4 排出ガス中のPBDEs,DBDPE分析結果(実測濃度) (ng/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	排ガス (脱臭装置出口)	排ガス (集塵機出口)
MoBDEs	ND	ND
4,4'-DiBDE(#15)	ND	ND
DiBDEs	ND	ND
2',3,4/2,4,4'/2,2',3-TrBDE(#33/#28/#16)	ND	ND
TrBDEs	ND	ND
2,2',4,4'-TeBDE(#47)	ND	ND
TeBDEs	ND	ND
2,2',4,4',5-PeBDE(#99)	ND	ND
2,2',4,4',6-PeBDE(#100)	ND	ND
PeBDEs	ND	ND
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(#153)	ND	ND
2,2',4,4',5,6'-HxBDE(#154)	ND	ND
HxBDEs	ND	ND
2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(#175/#183)	2.0	ND
HpBDEs	2.0	ND
OBDEs	8.1	ND
NoBDEs	64	ND
DeBDE	1100	2.2
Total PBDEs	1100	2.2
DBDPE	24000	18

表 5 排出ガス中のHBCDs,TBBPA及びPBPhs分析結果(実測濃度) (ng/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	排ガス (脱臭装置出口)	排ガス (集塵機出口)
α-HBCD	ND	ND
β-HBCD	ND	ND
γ-HBCD	ND	1.7
Total HBCDs	ND	1.7
TBBPA	3.4	ND
2-MoBPh	65	14
3/4-MoBPh	770	44
MoBPhs	830	58
2,6-DiBPh	20	ND
2,5/3,5-DiBPh	ND	ND
2,4-DiBPh	190	1.0
3,4-DiBPh	ND	ND
2,3-DiBPh	ND	ND
DiBPhs	210	1.0
2,4,6-TrBPh	59	1.9
2,3,6-TrBPh	ND	ND
2,4,5-TrBPh	ND	ND
2,3,5-TrBPh	ND	ND
3,4,5-TrBPh	ND	ND
2,3,4-TrBPh	ND	ND
TrBPhs	59	1.9
2,3,4,5-TeBPh	ND	ND
2,3,4,6-TeBPh	66	ND
2,3,5,6-TeBPh	110	ND
TeBPhs	180	ND
2,3,4,5,6-PeBPh	ND	ND
Total PBPhs	1300	61

表 6 排出水中のPBDD/Fs分析結果(実測濃度) (pg/L)

物質名	A 施設	B 施設		
	総合排水	コンパウンド 冷却水	電線冷却水	総合排水
2,3,7,8-TeBDD	ND	ND	ND	ND
TeBDDs	2.4	ND	4.1	0.69
1,2,3,7,8-PeBDD	ND	ND	ND	ND
PeBDDs	1.9	ND	ND	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	5.1	ND	ND	ND
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	11	0.8	ND	ND
HpBDDs	11	0.8	ND	ND
OBDD	47	ND	ND	ND
Total PBDDs	67	0.8	4.1	0.69
2,3,7,8-TeBDF	1.5	ND	0.08	0.08
TeBDFs	81	ND	6.2	5.7
1,2,3,7,8-PeBDF	2.2	ND	0.18	0.27
2,3,4,7,8-PeBDF	2.2	ND	ND	ND
PeBDFs	200	ND	5.6	7.2
1,2,3,4,7,8-HxBDF	32	ND	1.0	ND
HxBDFs	430	ND	12	20
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	140	0.4	7.9	18
HpBDFs	140	0.4	7.9	18
OBDF	99	ND	ND	ND
Total PBDFs	950	0.4	32	51
Total (PBDDs+PBDFs)	1000	1.2	36	52

表 7 排出水中のPBDD/Fs分析結果(毒性等量相当値) (pg-TEQ/L)

物質名	A 施設	B 施設		
	総合排水	コンパウンド 冷却水	電線冷却水	総合排水
2,3,7,8-TeBDD	0.02	0.01	0.01	0.01
1,2,3,7,8-PeBDD	0.05	0.03	0.03	0.03
1,2,3,4,7,8-HxBDD	0.03	0.015	0.015	0.015
1,2,3,6,7,8-HxBDD	0.035	0.02	0.02	0.02
1,2,3,7,8,9-HxBDD	0.03	0.015	0.015	0.015
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	0.11	0.008	0.001	0.001
OBDD	0.0141	0.00009	0.0001	0.0001
2,3,7,8-TeBDF	0.15	0.001	0.008	0.008
1,2,3,7,8-PeBDF	0.066	0.00135	0.0054	0.0081
2,3,4,7,8-PeBDF	0.66	0.015	0.015	0.015
1,2,3,4,7,8-HxBDF	3.2	0.015	0.10	0.015
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	1.4	0.004	0.079	0.18
OBDF	0.0297	0.0001	0.00009	0.00009
Total TEQ (下限×1/2)	5.8	0.13	0.30	0.32
Total TEQ (ND=0)	5.6	0.012	0.19	0.20

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

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

表 8 排出水中のPCDD/Fs・Co-PCB分析結果(実測濃度)(pg/L)

物質名		A 施設	B 施設		
		総合排水	コンパウンド冷却水	電線冷却水	総合排水
PCDDs	2,3,7,8-TeCDD	ND	ND	ND	ND
	TeCDDs	0.3	0.1	ND	ND
	1,2,3,7,8-PeCDD	ND	ND	ND	ND
	PeCDDs	ND	ND	ND	ND
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	ND	ND	ND	ND
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	ND	ND	ND	ND
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND	ND	ND	ND
	HxCDDs	ND	ND	ND	ND
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	ND	ND	ND	0.3
	HpCDDs	0.3	ND	ND	0.3
	OCDD	1.4	ND	0.6	2.5
Total PCDDs		2.0	0.1	0.6	2.8
PCDFs	2,3,7,8-TeCDF	ND	ND	ND	ND
	TeCDFs	ND	ND	ND	5.5
	1,2,3,7,8-PeCDF	ND	ND	ND	ND
	2,3,4,7,8-PeCDF	ND	ND	ND	ND
	PeCDFs	ND	ND	0.2	2.5
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	ND	0.1	ND
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	ND	ND	ND	ND
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	ND	ND	ND
	2,3,4,6,7,8+1,2,3,6,8,9-HxCDF	ND	ND	ND	ND
	HxCDFs	0.4	ND	0.3	0.1
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.5	ND	0.2	0.1
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND	ND	ND	ND
	HpCDFs	0.5	ND	0.2	0.1
	OCDF	0.9	ND	ND	ND
Total PCDFs		1.8	ND	0.6	8.2
Total PCDD/Fs		3.8	0.1	1.2	11
Co-PCB	3,4,4',5'-TeCB(#81)	ND	ND	ND	0.4
	3,3',4,4'-TeCB(#77)	0.4	0.7	2.1	14
	3,3',4,4',5'-PeCB(#126)	ND	ND	ND	2.1
	3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169)	ND	ND	ND	ND
	Total non-ortho CBs	0.4	0.7	2.1	17
	2',3,4,4',5'-PeCB(#123)	ND	ND	1.7	9.3
	2,3',4,4',5'-PeCB(#118)	2.6	4.4	130	630
	2,3,3',4,4'-PeCB(#105)	1.0	1.5	41	170
	2,3,4,4',5'-PeCB(#114)	ND	0.2	2.5	9.5
	2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167)	ND	0.2	4.4	37
	2,3,3',4,4',5'-HxCB(#156)	0.33	0.72	14	96
	2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157)	ND	0.2	3.0	21
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189)	ND	ND	0.3	4.3
Total mono-ortho CBs		3.9	7.4	190	980
Total Co-PCB		4.3	8.1	190	1000
Total PCDD/Fs・Co-PCB		8.1	8.2	200	1000
毒性等量 (pg-TEQ/L)	Total PCDD/Fs	0.016	0	0.012	0.0048
	Total Co-PCB	0.00016	0.00029	0.0061	0.24
	Total PCDD/Fs・Co-PCB	0.016	0.00029	0.018	0.25

* 毒性等量は、検出下限未満を「0」として算出した値である。

表 9 排出水中のPBDEs,DBDPE分析結果(実測濃度) (ng/L)

物質名	A 施設	B 施設		
	総合排水	コンパウンド 冷却水	電線冷却水	総合排水
MoBDEs	ND	ND	ND	ND
4,4'-DiBDE(#15)	ND	ND	ND	ND
DiBDEs	ND	ND	ND	ND
2',3,4/2,4,4'/2,2',3-TrBDE(#33/#28/#16)	ND	ND	ND	ND
TrBDEs	ND	ND	ND	ND
2,2',4,4'-TeBDE(#47)	0.13	ND	ND	ND
TeBDEs	0.13	ND	ND	ND
2,2',4,4',5-PeBDE(#99)	ND	ND	ND	ND
2,2',4,4',6-PeBDE(#100)	ND	ND	ND	ND
PeBDEs	ND	ND	ND	ND
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(#153)	ND	ND	0.21	ND
2,2',4,4',5,6'-HxBDE(#154)	ND	ND	0.31	ND
HxBDEs	ND	ND	0.51	ND
2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6'-HpBDE(#175/#183)	ND	ND	0.40	0.06
HpBDEs	ND	ND	0.85	0.06
OBDEs	1.2	ND	0.40	0.35
NoBDEs	7.6	ND	0.51	2.3
DeBDE	120	0.18	4.4	16
Total PBDEs	130	0.18	6.7	19
DBDPE	3100	2.1	1.7	20

表 10 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		
	総合排水	コンパウンド 冷却水	電線冷却水	総合排水
α-HBCD	ND	ND	ND	ND
β-HBCD	ND	ND	ND	ND
γ-HBCD	0.3	ND	ND	ND
Total HBCDs	0.3	ND	ND	ND
TBBPA	0.6	ND	5.7	3.6
2-MoBPh	0.4	0.3	ND	ND
3/4-MoBPh	ND	ND	ND	ND
MoBPhs	0.4	0.3	ND	ND
2,6-DiBPh	ND	ND	12	10
2,5/3,5-DiBPh	ND	ND	ND	ND
2,4-DiBPh	ND	ND	11	8.3
3,4-DiBPh	ND	ND	ND	ND
2,3-DiBPh	ND	ND	ND	ND
DiBPhs	ND	ND	24	18
2,4,6-TrBPh	0.7	14	47	22
2,3,6-TrBPh	ND	ND	ND	ND
2,4,5-TrBPh	ND	ND	ND	ND
2,3,5-TrBPh	ND	ND	ND	0.1
3,4,5-TrBPh	ND	ND	ND	ND
2,3,4-TrBPh	ND	ND	ND	ND
TrBPhs	0.7	14	47	22
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	0.1
TeBPhs	ND	ND	ND	0.1
2,3,4,5,6-PeBPh	ND	ND	ND	ND
Total PBPhs	1.1	14	71	41

表 11 建屋内空気中のPBDD/Fs分析結果(実測濃度) (pg/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	発泡装置周辺	電線製造場 周辺
2,3,7,8-TeBDD	ND	ND
TeBDDs	ND	0.055
1,2,3,7,8-PeBDD	ND	ND
PeBDDs	ND	ND
1,2,3,4,7,8-HxBDD	ND	ND
1,2,3,6,7,8-HxBDD	ND	ND
1,2,3,7,8,9-HxBDD	ND	ND
HxBDDs	ND	ND
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	ND	ND
HpBDDs	ND	ND
OBDD	96	ND
Total PBDDs	96	0.055
2,3,7,8-TeBDF	10	ND
TeBDFs	160	0.76
1,2,3,7,8-PeBDF	7.7	ND
2,3,4,7,8-PeBDF	49	ND
PeBDFs	360	0.51
1,2,3,4,7,8-HxBDF	48	ND
HxBDFs	540	0.84
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	110	1.8
HpBDFs	110	1.8
OBDF	55	4.3
Total PBDFs	1200	8.2
Total (PBDDs+PBDFs)	1300	8.2

表 12 建屋内空気中のPBDD/Fs分析結果(毒性等量相当値) (pg-TEQ/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	発泡装置周辺	電線製造場 周辺
2,3,7,8-TeBDD	0.02	0.002
1,2,3,7,8-PeBDD	0.05	0.005
1,2,3,4,7,8-HxBDD	0.035	0.0035
1,2,3,6,7,8-HxBDD	0.04	0.004
1,2,3,7,8,9-HxBDD	0.03	0.003
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	0.0025	0.0003
OBDD	0.0288	0.000015
2,3,7,8-TeBDF	1.0	0.00025
1,2,3,7,8-PeBDF	0.231	0.0003
2,3,4,7,8-PeBDF	14.7	0.0045
1,2,3,4,7,8-HxBDF	4.8	0.003
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	1.1	0.018
OBDF	0.0165	0.0013
Total TEQ (下限×1/2)	22	0.045
Total TEQ (ND=0)	22	0.019

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

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

表 13 建屋内空气中のPCDD/Fs・Co-PCB分析結果(実測濃度) (pg/m³)

物質名		A 施設	B 施設
		発泡装置周辺	電線製造場 周辺
PCDDs	2,3,7,8-TeCDD	ND	ND
	TeCDDs	0.19	0.12
	1,2,3,7,8-PeCDD	ND	ND
	PeCDDs	ND	ND
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	ND	ND
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	ND	ND
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND	ND
	HxCDDs	0.34	ND
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	ND	ND
	HpCDDs	ND	ND
	OCDD	ND	ND
	Total PCDDs	0.53	0.12
PCDFs	2,3,7,8-TeCDF	ND	ND
	TeCDFs	ND	0.13
	1,2,3,7,8-PeCDF	ND	ND
	2,3,4,7,8-PeCDF	ND	ND
	PeCDFs	ND	ND
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	ND	ND
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	ND	ND
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	ND
	2,3,4,6,7,8+1,2,3,6,8,9-HxCDF	ND	ND
	HxCDFs	ND	0.05
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	ND	ND
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND	ND
	HpCDFs	ND	ND
	OCDF	ND	ND
	Total PCDFs	ND	0.18
Total PCDD/Fs		0.53	0.30
Co-PCB	3,4,4',5'-TeCB(#81)	0.22	0.14
	3,3',4,4'-TeCB(#77)	3.6	3.7
	3,3',4,4',5'-PeCB(#126)	ND	ND
	3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169)	ND	ND
	Total non-ortho CBs	3.8	3.9
	2',3,4,4',5'-PeCB(#123)	0.57	3.9
	2,3',4,4',5'-PeCB(#118)	18	250
	2,3,3',4,4'-PeCB(#105)	9.5	74
	2,3,4,4',5'-PeCB(#114)	1.0	6.2
	2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167)	0.19	5.5
	2,3,3',4,4',5'-HxCB(#156)	0.67	15
	2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157)	0.12	2.5
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189)	ND	0.24
	Total mono-ortho CBs	30	360
Total Co-PCB		34	360
Total PCDD/Fs・Co-PCB		35	370
毒性等量 (pg-TEQ/m ³)	Total PCDD/Fs	0	0
	Total Co-PCB	0.0013	0.011
	Total PCDD/Fs・Co-PCB	0.0013	0.011

* 毒性等量は、検出下限未満を「0」として算出した値である。

表 14 建屋内空気中のPBDEs,DBDPE分析結果(実測濃度) (ng/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	発泡装置周辺	電線製造場 周辺
MoBDEs	ND	ND
4,4'-DiBDE(#15)	ND	ND
DiBDEs	ND	ND
2',3,4/2,4,4'/2,2',3-TrBDE(#33/#28/#16)	ND	0.088
TrBDEs	ND	0.15
2,2',4,4'-TeBDE(#47)	ND	0.069
TeBDEs	ND	0.13
2,2',4,4',5'-PeBDE(#99)	ND	0.011
2,2',4,4',6'-PeBDE(#100)	ND	ND
PeBDEs	ND	0.011
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(#153)	ND	0.013
2,2',4,4',5,6'-HxBDE(#154)	ND	ND
HxBDEs	ND	0.013
2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6'-HpBDE(#175/#183)	ND	0.02
HpBDEs	ND	0.02
OBDEs	0.57	ND
NoBDEs	3.4	ND
DeBDE	27	0.73
Total PBDEs	31	1.1
DBDPE	780	9.4

表 15 建屋内空気中のHBCDs,TBBPA及びPBPhs分析結果(実測濃度) (ng/m³)

物質名	A 施設	B 施設
	発泡装置周辺	電線製造場 周辺
α-HBCD	ND	ND
β-HBCD	ND	ND
γ-HBCD	ND	ND
Total HBCDs	ND	ND
TBBPA	2.4	0.49
2-MoBPh	0.94	ND
3/4-MoBPh	6.3	0.13
MoBPhs	7.2	0.13
2,6-DiBPh	0.07	ND
2,5/3,5-DiBPh	0.11	ND
2,4-DiBPh	1.4	ND
3,4-DiBPh	0.10	ND
2,3-DiBPh	0.09	ND
DiBPhs	1.8	ND
2,4,6-TrBPh	0.58	ND
2,3,6-TrBPh	ND	ND
2,4,5-TrBPh	ND	ND
2,3,5-TrBPh	0.67	ND
3,4,5-TrBPh	ND	ND
2,3,4-TrBPh	ND	ND
TrBPhs	1.3	ND
2,3,4,5-TeBPh	ND	ND
2,3,4,6-TeBPh	1.2	ND
2,3,5,6-TeBPh	ND	ND
TeBPhs	1.2	ND
2,3,4,5,6-PeBPh	14	ND
Total PBPhs	25	0.13

表 16 汚泥中のPBDD/Fs分析結果(実測濃度) (ng/g-dry)

物質名	B 施設
	沈殿槽汚泥
2,3,7,8-TeBDD	0.004
TeBDDs	0.043
1,2,3,7,8-PeBDD	ND
PeBDDs	0.026
1,2,3,4,7,8-HxBDD	ND
1,2,3,6,7,8-HxBDD	ND
1,2,3,7,8,9-HxBDD	ND
HxBDDs	ND
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	ND
HpBDDs	ND
OBDD	ND
Total PBDDs	0.069
2,3,7,8-TeBDF	0.048
TeBDFs	2.8
1,2,3,7,8-PeBDF	0.094
2,3,4,7,8-PeBDF	0.060
PeBDFs	4.6
1,2,3,4,7,8-HxBDF	0.56
HxBDFs	13
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	5.0
HpBDFs	5.0
OBDF	2.4
Total PBDFs	28
Total (PBDDs+PBDFs)	28
2,3,7,8-TeBDD	0.004
1,2,3,7,8-PeBDD	0.003
1,2,3,4,7,8-HxBDD	0.0015
1,2,3,6,7,8-HxBDD	0.002
1,2,3,7,8,9-HxBDD	0.0015
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	0.0001
OBDD	0.000009
2,3,7,8-TeBDF	0.0048
1,2,3,7,8-PeBDF	0.00282
2,3,4,7,8-PeBDF	0.018
1,2,3,4,7,8-HxBDF	0.056
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	0.050
OBDF	0.00072
Total TEQ (下限×1/2)	0.14
Total TEQ (ND=0)	0.14

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

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

表 17 汚泥中のPCDD/Fs・Co-PCB分析結果(実測濃度) (ng/g-dry)

物質名		B 施設 沈殿槽汚泥
PCDDs	2,3,7,8-TeCDD	ND
	TeCDDs	0.083
	1,2,3,7,8-PeCDD	0.004
	PeCDDs	0.091
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.0052
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.015
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.011
	HxCDDs	0.15
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.072
	HpCDDs	0.14
	OCDD	0.61
	Total PCDDs	1.1
PCDFs	2,3,7,8-TeCDF	0.025
	TeCDFs	0.56
	1,2,3,7,8-PeCDF	0.011
	2,3,4,7,8-PeCDF	0.020
	PeCDFs	0.32
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.026
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.017
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND
	2,3,4,6,7,8+1,2,3,6,8,9-HxCDF	0.019
	HxCDFs	0.24
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.055
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND
	HpCDFs	0.093
	OCDF	0.061
	Total PCDFs	1.3
Total PCDD/Fs		2.3
Co-PCB	3,4,4',5'-TeCB(#81)	0.20
	3,3',4,4'-TeCB(#77)	7.7
	3,3',4,4',5'-PeCB(#126)	1.7
	3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169)	0.052
	Total non-ortho CBs	9.7
	2',3,4,4',5'-PeCB(#123)	5.0
	2,3',4,4',5'-PeCB(#118)	360
	2,3,3',4,4'-PeCB(#105)	120
	2,3,4,4',5'-PeCB(#114)	5.8
	2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167)	28
	2,3,3',4,4',5-HxCB(#156)	74
	2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157)	16
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189)	3.1
	Total mono-ortho CBs	610
Total Co-PCB		620
Total PCDD/Fs・Co-PCB		630
毒性等量 (ng-TEQ/g-dry)	Total PCDD/Fs	0.024
	Total Co-PCB	0.19
	Total PCDD/Fs・Co-PCB	0.21

* 毒性等量は、検出下限未満を「0」として算出した値である。

表 18 汚泥中のPBDEs,DBDPE分析結果(実測濃度) (ng/g-dry)

物質名	B 施設
	沈殿槽汚泥
MoBDEs	ND
4,4'-DiBDE(#15)	ND
DiBDEs	ND
2',3,4/2,4,4'/2,2',3-TrBDE(#33/#28/#16)	1.1
TrBDEs	1.1
2,2',4,4'-TeBDE(#47)	8.2
TeBDEs	17
2,2',4,4',5-PeBDE(#99)	7.9
2,2',4,4',6-PeBDE(#100)	1.2
PeBDEs	19
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(#153)	24
2,2',4,4',5,6'-HxBDE(#154)	13
HxBDEs	43
2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(#175/#183)	25
HpBDEs	47
OBDEs	190
NoBDEs	210
DeBDE	3700
Total PBDEs	4300
DBDPE	15000

表 19 汚泥中のHBCDs,TBBPA及びPBPhs分析結果(実測濃度) (ng/g-dry)

物質名	B 施設
	沈殿槽汚泥
α-HBCD	43
β-HBCD	12
γ-HBCD	17
Total HBCDs	72
TBBPA	15
2-MoBPh	ND
3/4-MoBPh	0.6
MoBPhs	0.6
2,6-DiBPh	ND
2,5/3,5-DiBPh	ND
2,4-DiBPh	1.9
3,4-DiBPh	ND
2,3-DiBPh	ND
DiBPhs	1.9
2,4,6-TrBPh	8.7
2,3,6-TrBPh	ND
2,4,5-TrBPh	ND
2,3,5-TrBPh	ND
3,4,5-TrBPh	ND
2,3,4-TrBPh	ND
TrBPhs	8.7
2,3,4,5-TeBPh	ND
2,3,4,6-TeBPh	ND
2,3,5,6-TeBPh	ND
TeBPhs	ND
2,3,4,5,6-PeBPh	ND
Total PBPhs	11

表 20 環境大気中のPBDD/Fs分析結果(実測濃度) (pg/m³)

物質名	A 施設	
	施設南西	施設東
2,3,7,8-TeBDD	ND	ND
TeBDDs	ND	0.010
1,2,3,7,8-PeBDD	ND	ND
PeBDDs	ND	ND
1,2,3,4,7,8-HxBDD	ND	ND
1,2,3,6,7,8-HxBDD	ND	ND
1,2,3,7,8,9-HxBDD	ND	ND
HxBDDs	ND	ND
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	ND	ND
HpBDDs	ND	ND
OBDD	ND	ND
Total PBDDs	ND	0.010
2,3,7,8-TeBDF	0.0051	0.020
TeBDFs	0.11	0.40
1,2,3,7,8-PeBDF	0.006	0.016
2,3,4,7,8-PeBDF	0.031	0.098
PeBDFs	0.20	0.70
1,2,3,4,7,8-HxBDF	0.03	0.10
HxBDFs	0.50	1.2
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	0.14	0.40
HpBDFs	0.14	0.40
OBDF	0.13	0.23
Total PBDFs	1.1	2.9
Total (PBDDs+PBDFs)	1.1	2.9

表 21 環境大気中のPBDD/Fs分析結果(毒性等量相当値) (pg-TEQ/m³)

物質名	A 施設	
	施設南西	施設東
2,3,7,8-TeBDD	0.0004	0.0004
1,2,3,7,8-PeBDD	0.001	0.001
1,2,3,4,7,8-HxBDD	0.0005	0.0005
1,2,3,6,7,8-HxBDD	0.0005	0.0005
1,2,3,7,8,9-HxBDD	0.0005	0.0005
1,2,3,4,6,7,8-HpBDD	0.000045	0.000045
OBDD	0.000003	0.000003
2,3,7,8-TeBDF	0.00051	0.0020
1,2,3,7,8-PeBDF	0.00018	0.00048
2,3,4,7,8-PeBDF	0.0093	0.0294
1,2,3,4,7,8-HxBDF	0.003	0.010
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	0.0014	0.0040
OBDF	0.000039	0.000069
Total TEQ (下限×1/2)	0.017	0.049
Total TEQ (ND=0)	0.014	0.046

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

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

表 22 環境大気中のPCDD/Fs・Co-PCB分析結果(実測濃度) (pg/m³)

物質名		A 施設	
		施設南西	施設東
PCDDs	2,3,7,8-TeCDD	ND	ND
	TeCDDs	0.30	0.23
	1,2,3,7,8-PeCDD	ND	ND
	PeCDDs	0.021	0.016
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	ND	ND
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	ND	ND
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND	ND
	HxCDDs	0.01	ND
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.02	0.01
	HpCDDs	0.04	0.03
	OCDD	0.06	0.06
	Total PCDDs	0.43	0.33
PCDFs	2,3,7,8-TeCDF	ND	ND
	TeCDFs	0.04	0.03
	1,2,3,7,8-PeCDF	ND	ND
	2,3,4,7,8-PeCDF	ND	ND
	PeCDFs	ND	ND
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	ND	ND
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	ND	ND
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	ND
	2,3,4,6,7,8+1,2,3,6,8,9-HxCDF	ND	ND
	HxCDFs	ND	0.009
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.016	0.014
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND	ND
	HpCDFs	0.016	0.014
	OCDF	0.02	0.02
	Total PCDFs	0.07	0.07
Total PCDD/Fs		0.50	0.40
Co-PCB	3,4,4',5'-TeCB(#81)	0.005	ND
	3,3',4,4'-TeCB(#77)	0.057	0.084
	3,3',4,4',5'-PeCB(#126)	ND	ND
	3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169)	ND	ND
	Total non-ortho CBs	0.063	0.084
	2',3,4,4',5'-PeCB(#123)	0.007	0.014
	2,3',4,4',5'-PeCB(#118)	0.32	0.46
	2,3,3',4,4'-PeCB(#105)	0.092	0.14
	2,3,4,4',5'-PeCB(#114)	0.011	0.021
	2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167)	0.008	0.010
	2,3,3',4,4',5'-HxCB(#156)	0.021	0.026
	2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157)	ND	ND
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189)	ND	ND
	Total mono-ortho CBs	0.46	0.67
Total Co-PCB		0.52	0.75
Total PCDD/Fs・Co-PCB		1.0	1.2
毒性等量 (pg-TEQ/m ³)	Total PCDD/Fs	0.00038	0.00026
	Total Co-PCB	0.000021	0.000029
	Total PCDD/Fs・Co-PCB	0.00041	0.00029

* 毒性等量は、検出下限未満を「0」として算出した値である。

表 23 環境大気中のPBDEs,DBDPE分析結果(実測濃度) (ng/m³)

物質名	A 施設	
	施設南西	施設東
MoBDEs	ND	ND
4,4'-DiBDE(#15)	0.0008	ND
DiBDEs	0.0027	ND
2',3,4/2,4,4'/2,2',3-TrBDE(#33/#28/#16)	ND	ND
TrBDEs	ND	ND
2,2',4,4'-TeBDE(#47)	ND	ND
TeBDEs	ND	ND
2,2',4,4',5-PeBDE(#99)	ND	ND
2,2',4,4',6-PeBDE(#100)	ND	ND
PeBDEs	ND	ND
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(#153)	ND	ND
2,2',4,4',5,6'-HxBDE(#154)	ND	ND
HxBDEs	ND	ND
2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(#175/#183)	ND	0.003
HpBDEs	ND	0.003
OBDEs	ND	0.005
NoBDEs	ND	0.004
DeBDE	0.023	0.054
Total PBDEs	0.025	0.065
DBDPE	4.5	19

表 25 環境大気中のHBCDs,TBBPA及びPBPhs分析結果(実測濃度) (ng/m³)

物質名	A 施設	
	施設南西	施設東
α-HBCD	ND	ND
β-HBCD	ND	ND
γ-HBCD	ND	ND
Total HBCDs	ND	ND
TBBPA	0.051	0.053
2-MoBPh	ND	ND
3/4-MoBPh	0.012	0.071
MoBPhs	0.012	0.071
2,6-DiBPh	ND	ND
2,5/3,5-DiBPh	ND	ND
2,4-DiBPh	ND	0.016
3,4-DiBPh	ND	ND
2,3-DiBPh	ND	ND
DiBPhs	ND	0.016
2,4,6-TrBPh	0.013	0.012
2,3,6-TrBPh	ND	ND
2,4,5-TrBPh	ND	ND
2,3,5-TrBPh	ND	ND
3,4,5-TrBPh	ND	ND
2,3,4-TrBPh	ND	ND
TrBPhs	0.013	0.012
2,3,4,5-TeBPh	ND	ND
2,3,4,6-TeBPh	ND	ND
2,3,5,6-TeBPh	ND	ND
TeBPhs	ND	ND
2,3,4,5,6-PeBPh	ND	ND
Total PBPhs	0.025	0.099

表 24 コンパウンド樹脂及び製品中のPBDD/Fs分析結果(実測濃度) (ng/g)

物質名	A 施設		B 施設	
	コンパウンド樹脂	製品	コンパウンド樹脂	製品
2,3,7,8-TeBDD	ND	ND	ND	ND
TeBDDs	ND	ND	ND	ND
1,2,3,7,8-PeBDD	ND	ND	ND	ND
PeBDDs	ND	ND	ND	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	2.2	ND	ND	ND
HpBDDs	2.2	ND	ND	ND
OBDD	23	ND	4.4	ND
Total PBDDs	25	ND	4.4	ND
2,3,7,8-TeBDF	ND	ND	ND	ND
TeBDFs	ND	ND	ND	ND
1,2,3,7,8-PeBDF	ND	ND	ND	ND
2,3,4,7,8-PeBDF	ND	ND	ND	ND
PeBDFs	ND	ND	ND	ND
1,2,3,4,7,8-HxBDF	ND	ND	ND	ND
HxBDFs	ND	ND	ND	ND
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	ND	ND	ND	0.9
HpBDFs	ND	ND	ND	0.9
OBDF	ND	ND	7.7	7.6
Total PBDFs	ND	ND	7.7	8.5
Total (PBDDs+PBDFs)	25	ND	12	8.5

表 25 コンパウンド樹脂及び製品中のPBDD/Fs分析結果(毒性等量相当値) (ng-TEQ/g)

物質名	A 施設		B 施設	
	コンパウンド樹脂	製品	コンパウンド樹脂	製品
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	0.022	0.001	0.001	0.001
OBDD	0.0069	0.00009	0.00132	0.00009
2,3,7,8-TeBDF	0.001	0.001	0.001	0.001
1,2,3,7,8-PeBDF	0.00135	0.00135	0.00135	0.00135
2,3,4,7,8-PeBDF	0.015	0.015	0.015	0.015
1,2,3,4,7,8-HxBDF	0.015	0.015	0.015	0.015
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	0.001	0.001	0.001	0.009
OBDF	0.00009	0.00009	0.00231	0.00228
Total TEQ (下限×1/2)	0.15	0.12	0.13	0.13
Total TEQ (ND=0)	0.029	0	0.0036	0.011

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

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

表 26 コンパウンド樹脂及び製品中のPBDEs,DBDPE分析結果(実測濃度) (ng/g)

物質名	A 施設		B 施設	
	コンパウンド樹脂	製品	コンパウンド樹脂	製品
MoBDEs	ND	ND	ND	ND
4,4'-DiBDE(#15)	ND	ND	ND	ND
DiBDEs	ND	ND	ND	ND
2',3,4/2,4,4'/2,2',3-TrBDE(#33/#28/#16)	ND	ND	ND	ND
TrBDEs	ND	ND	ND	ND
2,2',4,4'-TeBDE(#47)	ND	ND	ND	ND
TeBDEs	ND	ND	ND	ND
2,2',4,4',5-PeBDE(#99)	ND	ND	ND	ND
2,2',4,4',6-PeBDE(#100)	ND	ND	ND	ND
PeBDEs	ND	ND	ND	ND
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(#153)	ND	ND	ND	ND
2,2',4,4',5,6'-HxBDE(#154)	ND	ND	ND	ND
HxBDEs	ND	ND	ND	ND
2,2',3,3',4,5',6/2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(#175/#183)	ND	ND	ND	ND
HpBDEs	ND	ND	ND	ND
OBDEs	ND	ND	ND	ND
NoBDEs	ND	ND	ND	ND
DeBDE	64	30	75	140
Total PBDEs	64	30	75	140
DBDPE	51000000	5800000	12000000	10000000

別図-1

調査施設概要

(製造工程フロー、排ガス・排水処理フロー、試料採取箇所)

調査施設概要（A施設）

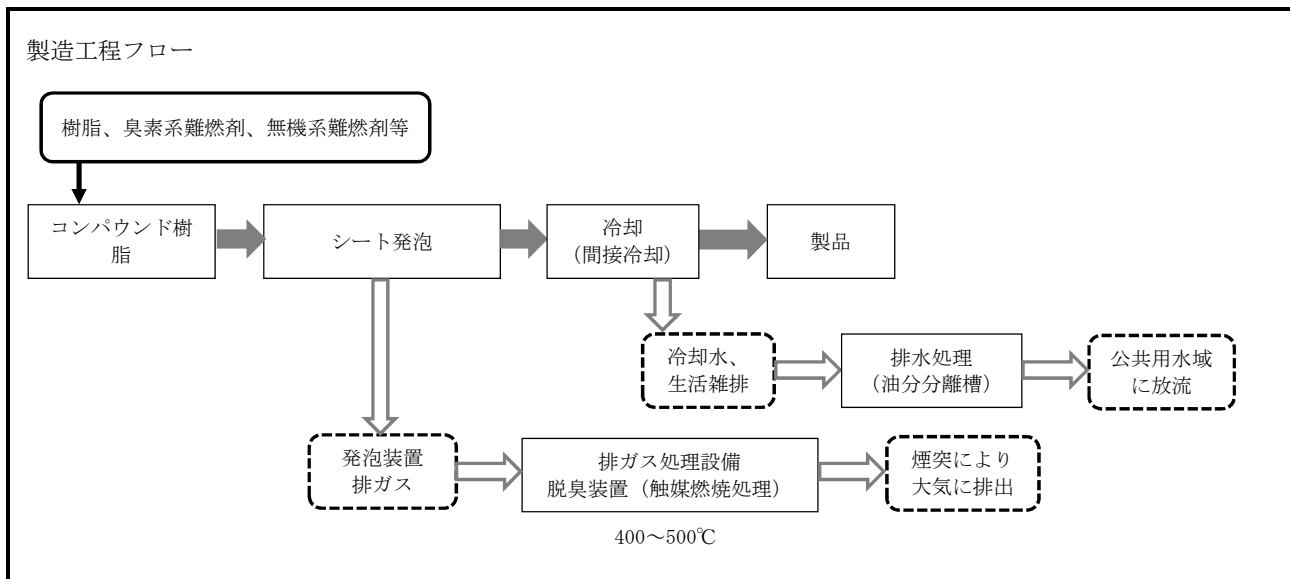


図-1 製造工程フロー

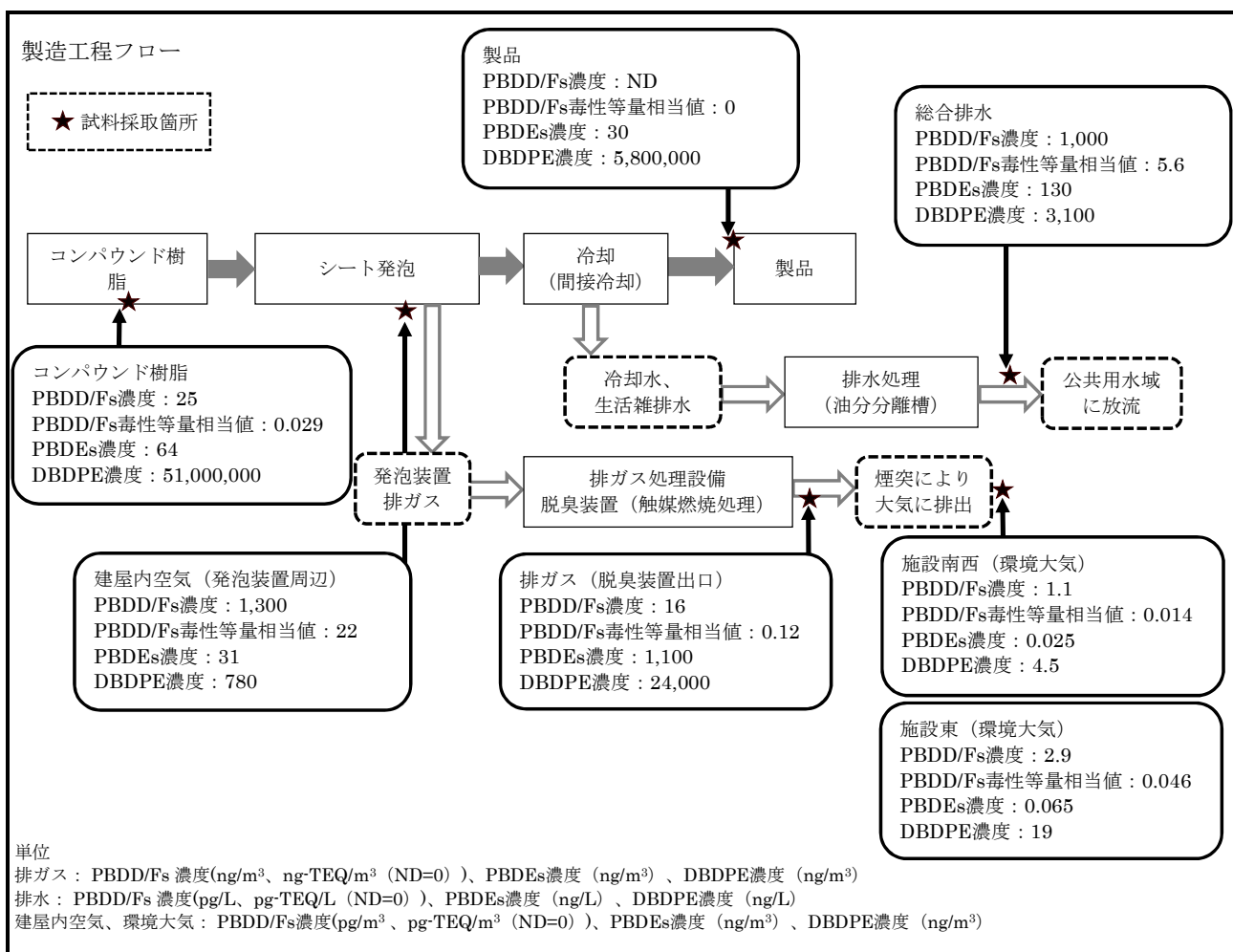


図-2 試料採取箇所

調査施設概要（B施設）

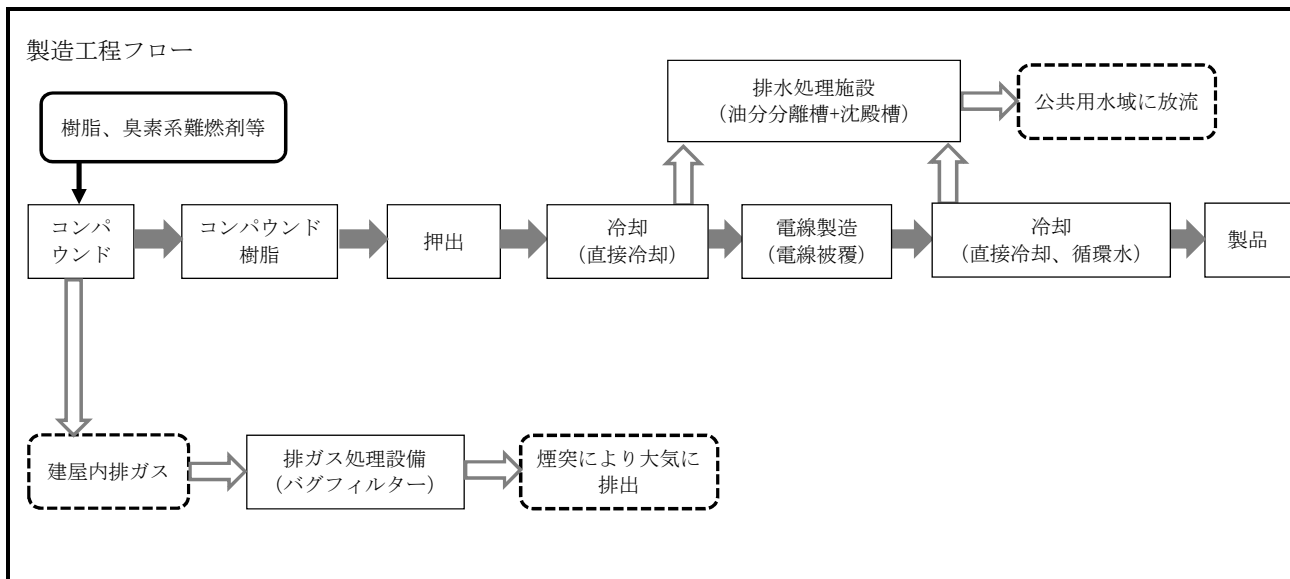


図-1 製造工程フロー

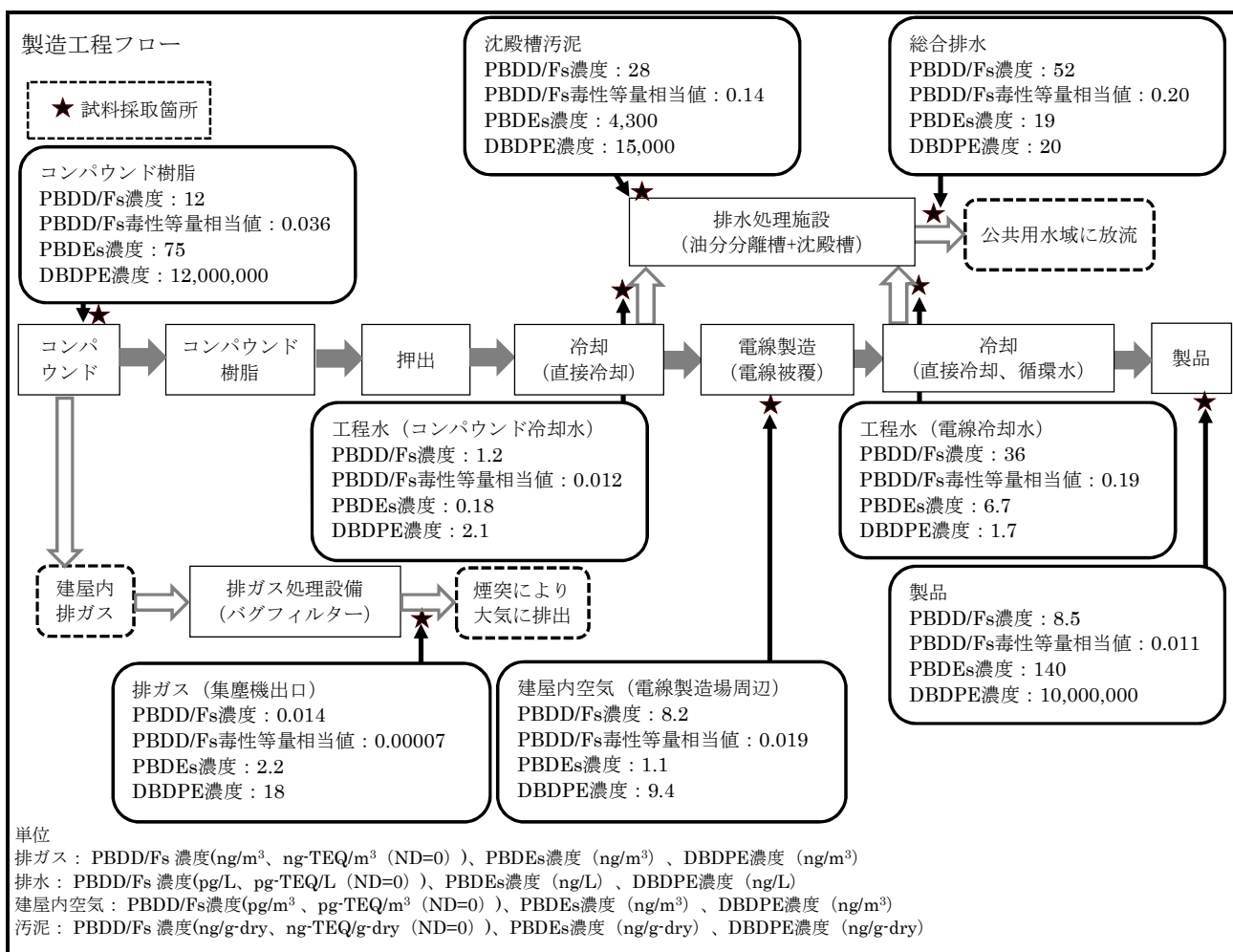


図-2 試料採取箇所

別図-2

媒体別同族体組成

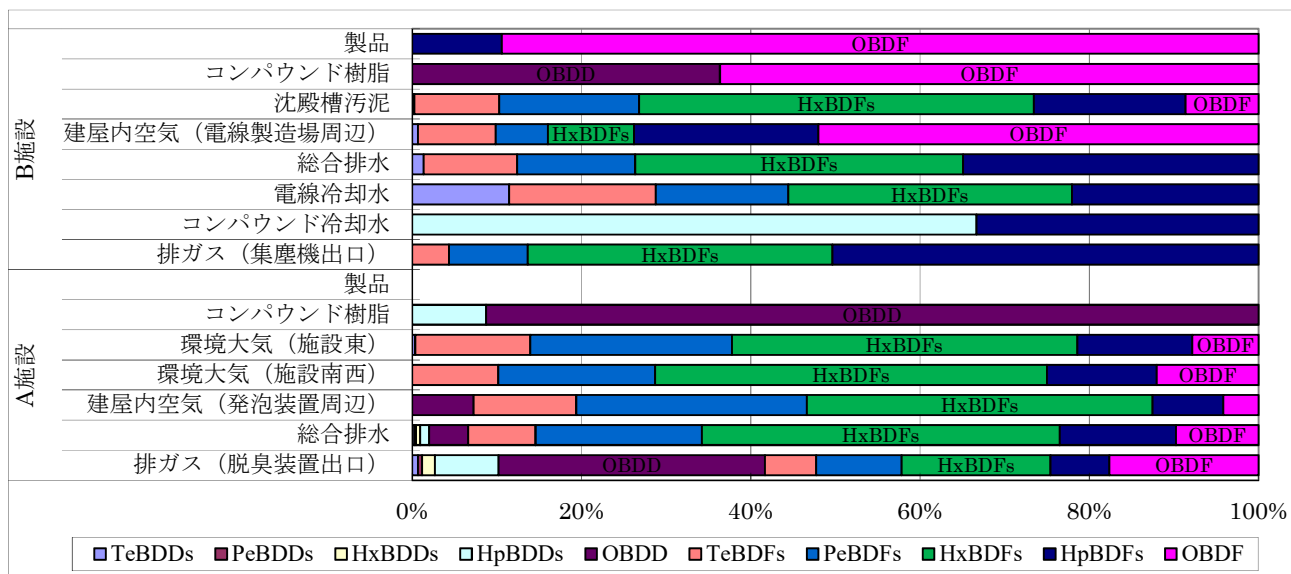


図 1 PBDD/Fs同族体組成 (%)

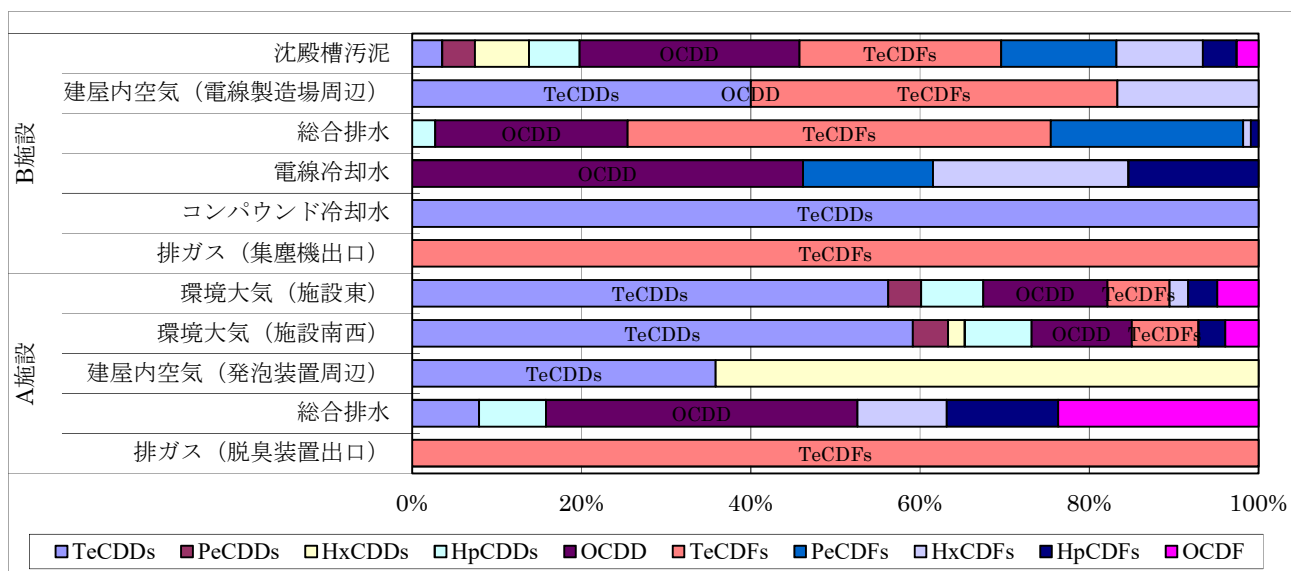


図 2 PCDD/Fs同族体組成 (%)

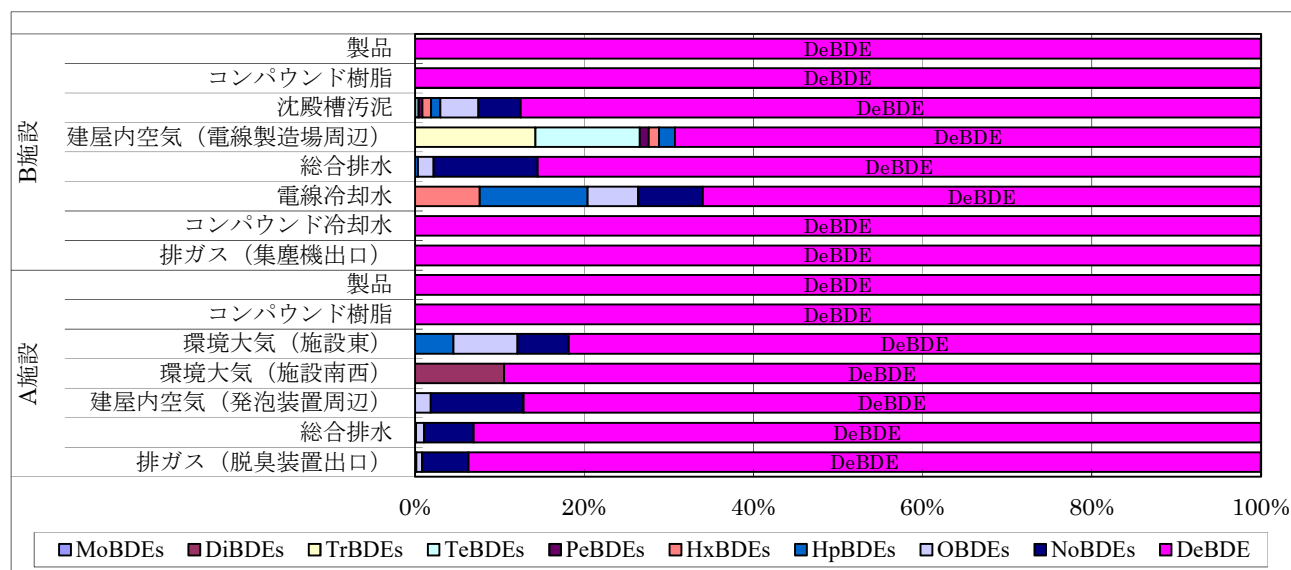


図 3 PBDEs同族体組成 (%)

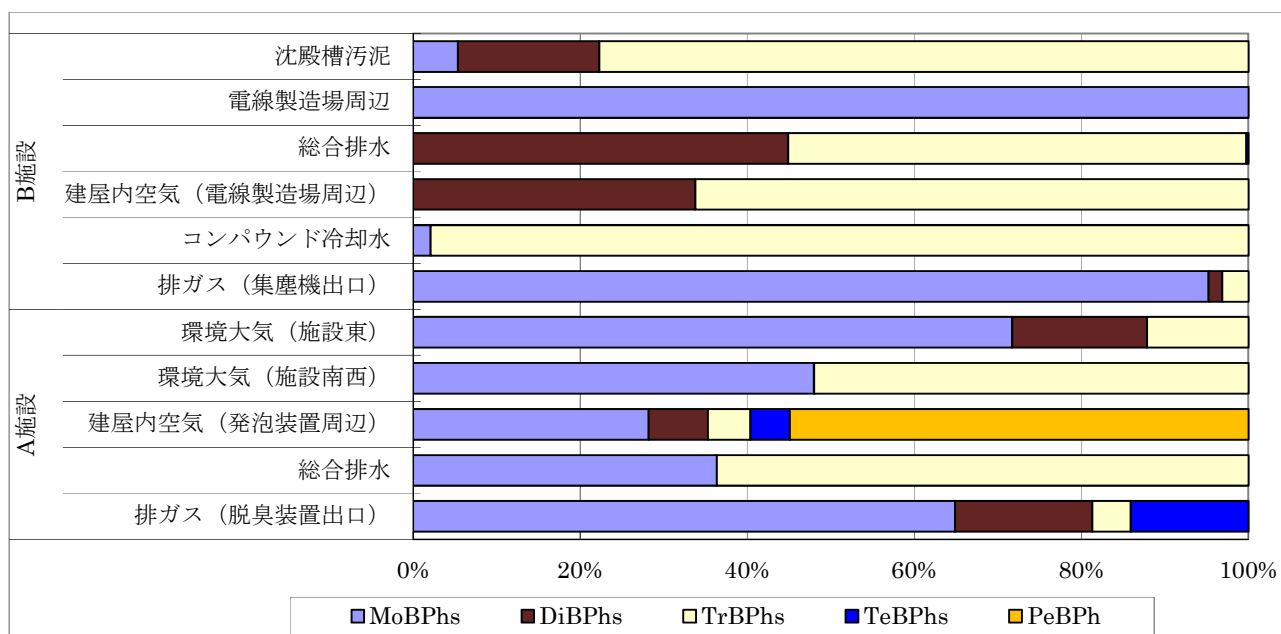


図 4 PBPhs同族体組成 (%)

別図-3

媒体別異性体組成

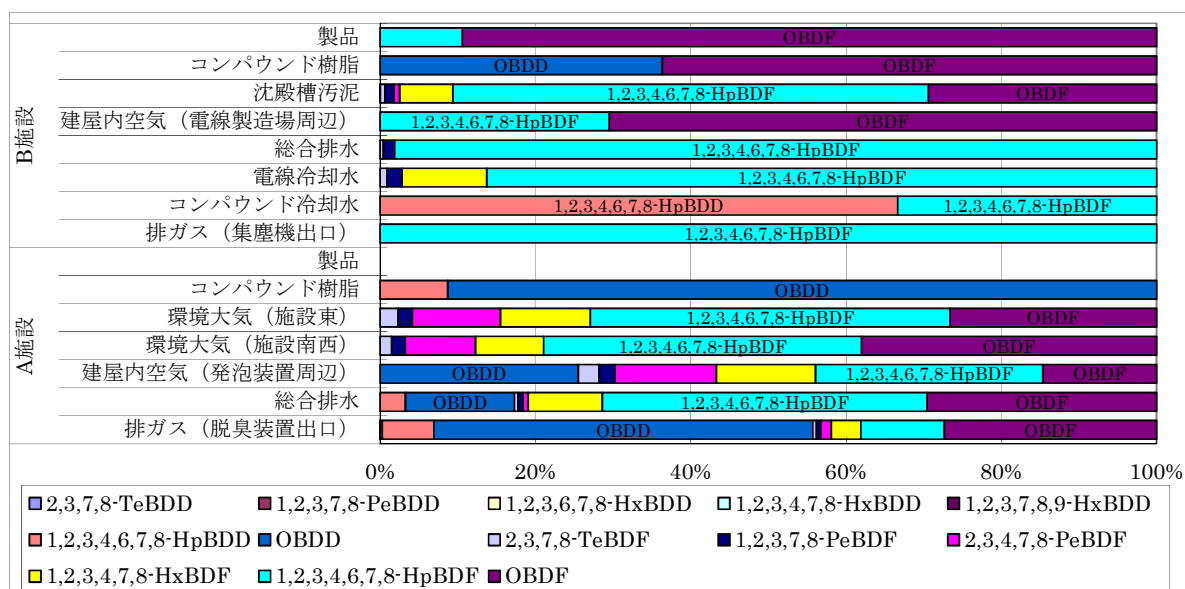


図1 PBDD/Fs異性体組成 (%)

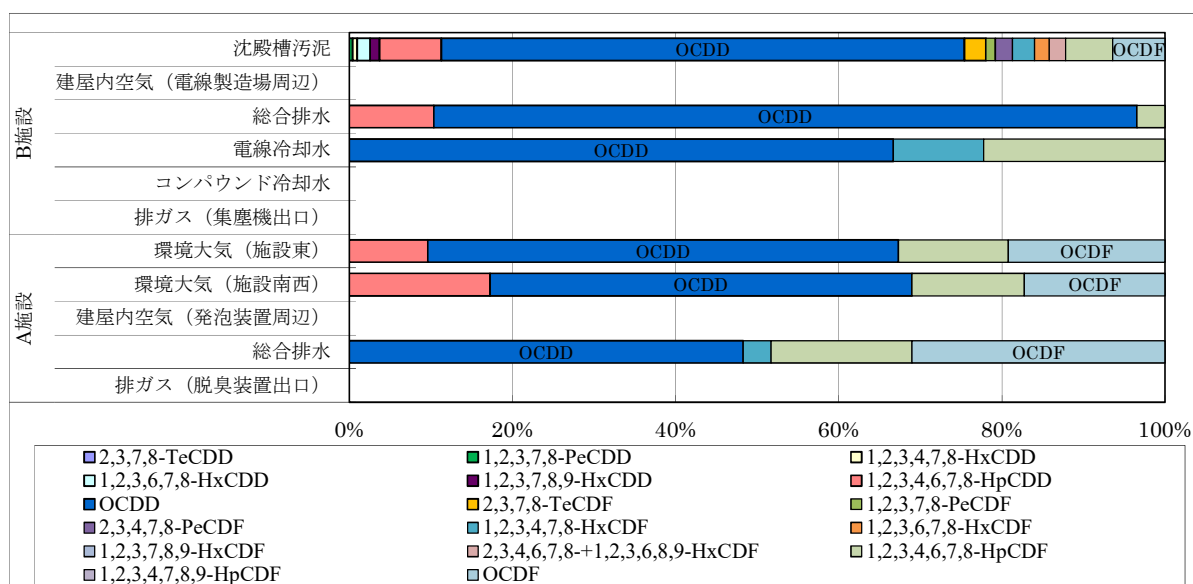


図2 PCDD/Fs異性体組成 (%)

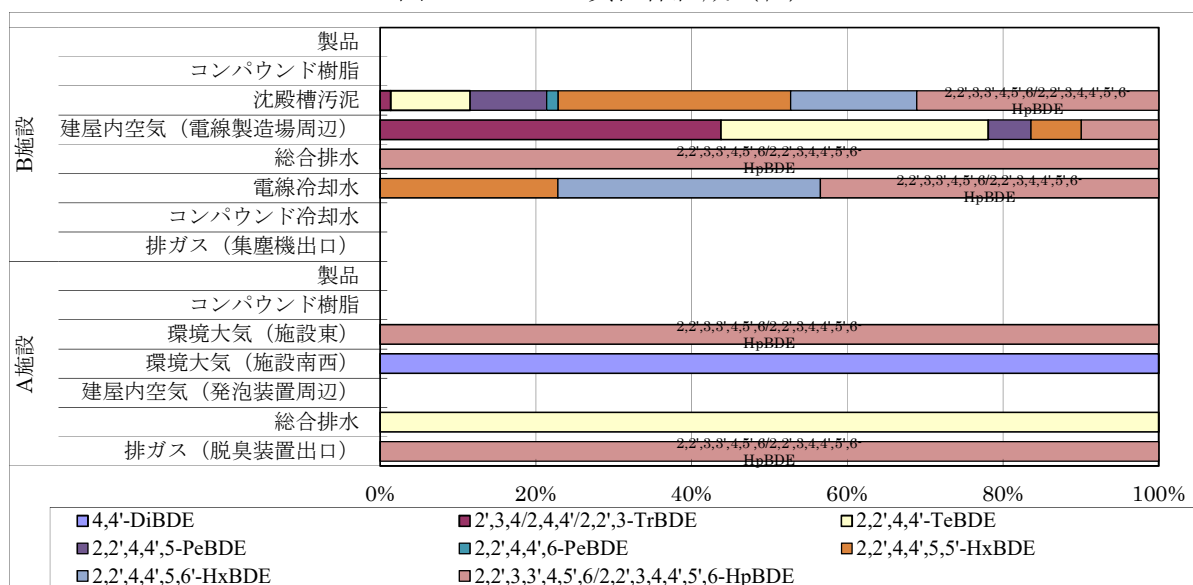


図3 PBDEs異性体組成 (%)

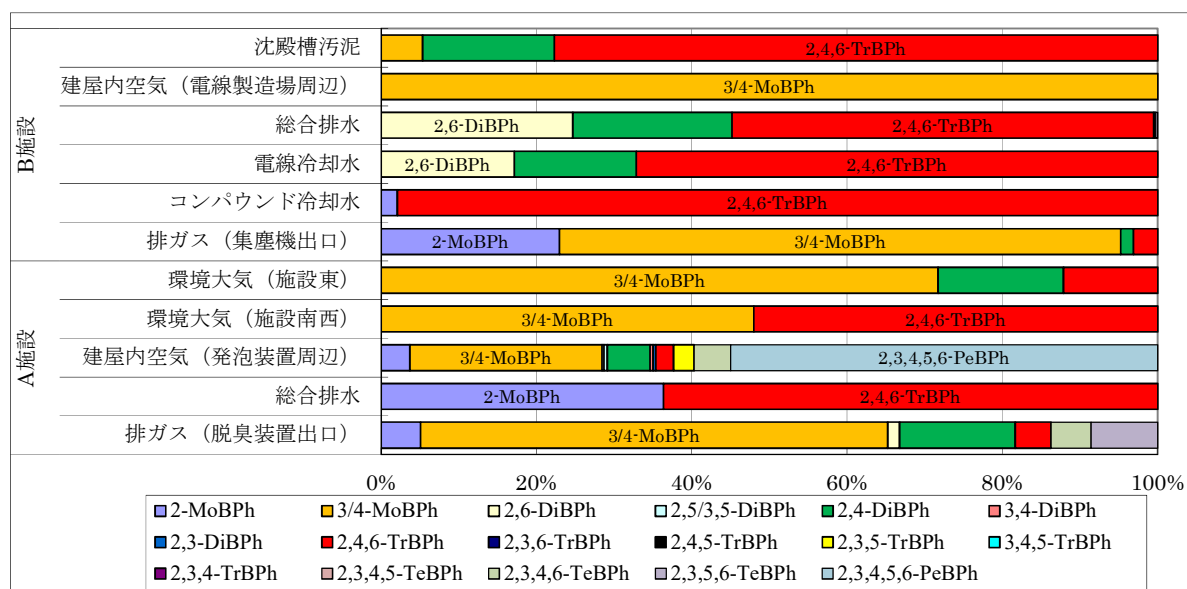


図 4 PBPhs異性体組成 (%)

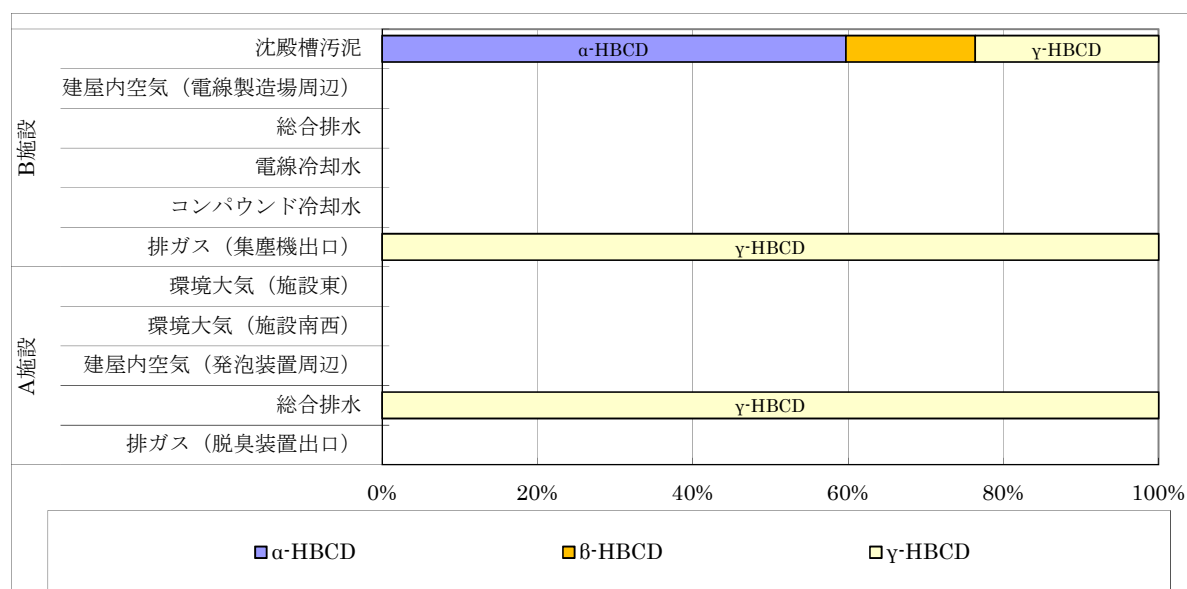


図 5 HBCDs異性体組成 (%)

参考資料

国内の主な難燃剤需要量推移(推定)
及び世界の臭素生産量(推定)

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:トン/年)

[illegible]

注)塩素化パラフィンは、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)ポリリン酸アンモニウムは、非難燃剤を含む。

出典：化学工業日報社調査資料より作成