

6. まとめ及び考察

有機臭素系難燃剤取扱製造施設(TBP取扱製造施設)及び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の状況についての調査結果のまとめ及び考察を以下に示す。

なお、臭素系ダイオキシン類については、国際的に同意が得られた毒性等価係数(TEF)はないが、IPCS環境保健クライテリアにおいて、ある種の臭素化ダイオキシン類同族体とその対応する塩素化物の間には、毒性学的な類似性が存在するように考えられており、塩素化ダイオキシン類異性体に用いられているTEFを、対応する臭素化ダイオキシン類異性体に暫定的に適用してもよいのではないかと考えられている。このため、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、実測濃度に塩素化ダイオキシン類のWHO-TEF(1998)を掛けて求めた毒性等量相当値についても、参考値として併せて示している。

なお、TBP取扱製造施設(A-1,A-2,A-3)では、臭素系難燃剤(2,4,6-TBP)を取扱って製品を製造する工場であり、難燃繊維加工施設(B-1,B-2,B-3)では、臭素系難燃剤(HBCDs及びDeBDE)を使用して繊維加工する工場である。

(1) TBP取扱製造施設

1) 施設からの排出実態

排出ガス

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、PBDDs/DFsが平均 $8,100\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$ ($1.5 \sim 24,000\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$)、PBDDsが平均 $8,100\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$ ($1.5 \sim 24,000\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$)、PBDFsが平均 $2.7\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$ (⁽¹⁾ND(検出下限未満)～ $8.0\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$)であった。

また、毒性等量相当値は、平均 $0.0013\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$ ($0 \sim 0.0039\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$)であった。

(1)平均値の算出は、NDの検体も含めて算出している。

(2)まとめ及び考察で用いた毒性等量/毒性等量相当値は、検出下限未満を「0」として算出した値を用いた。但し、2)周辺環境状況の塩素化ダイオキシン類については、検出下限未満を検出下限の1/2として算出した値を用いた。

同族体パターンは、TeBDDsの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-1)。

過去の調査結果(⁽³⁾)との比較では、実測濃度は高濃度で検出された難燃剤使用材料製造工場(総合排出口：平均 $42,000\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$)及び難燃プラスチック製造工場(押出機出口：平均 $23,000\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$)よりやや低い値で、毒性等量相当値は、過去の調査結果で最も低い値であった。

(3)参考資料-2 過去の調査結果一覧

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、3検体中1検体で検出され、実測濃度は、平均 $0.067\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$ (ND～ $0.20\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$)であった。

同族体パターンは、MoBPeCDDsのみが検出された。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-7)。

過去の調査結果(⁽³⁾)との比較では、下水道終末処理施設(焼却炉：平均 $0.063\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$)と同程度の値で低い値であった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、PCDDs/DFs及びCo-PCBが平均 $220\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$ ($44 \sim 320\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$)、PCDDs/DFsが平均 $6.9\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$ ($1.4 \sim 13\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$)、Co-PCBが平均 $210\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$ ($42 \sim 310\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$)であった。

また、毒性等量は、平均 $0.046\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$ ($0.017 \sim 0.085\text{ng-TEQ}/\text{m}^3_{\text{N}}$)であった。

同族体パターンは、OCDDの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-13)。

過去の調査結果(⁽³⁾)との比較では、実測濃度は難燃繊維加工工場(平均 $27\text{ng}/\text{m}^3_{\text{N}}$)や下水道終末

処理施設（焼却炉：平均21ng/m³_N）よりも1桁程度高い値であった。また、毒性等量については、難燃プラスチック成形加工工場(0.052ng-TEQ/m³_N)、難燃繊維加工工場(0.046ng-TEQ/m³_N)、家電リサイクル工場(0.033ng-TEQ/m³_N)などと同程度の値であった。

d. ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs)

PBDEsは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均5,200ng/m³_N(310～10,000ng/m³_N)であった。

同族体パターンでは、DeBDEの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-19)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、難燃繊維加工工場(2,400ng/m³_N)と同程度の値でやや高い値であった。

e. テトラプロモビスフェノールA (TBBPA)

TBBPAは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均180,000ng/m³_N(940～540,000ng/m³_N)であった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、過去の調査結果で最も高い値であった難燃プラスチック製造工場（総合排出口：30,000ng/m³_N）と同程度の高い値であった。

f. トリプロモフェノール (TBP)

TBPは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均14,000,000ng/m³_N(16,000～41,000,000ng/m³_N)であった。

異性体パターンでは、2,4,6-TBPの比率が高かった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、過去の調査結果で最も高い値であった難燃繊維加工工場(2,200ng/m³_N)よりも4桁程度高い値であった。

g. ヘキサプロモシクロドデカン (HBCDs)

HBCDsは、3検体中2検体で検出され、実測濃度は、平均460ng/m³_N(ND～790ng/m³_N)であった。

異性体パターンでは、-HBCDの比率が高かった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、難燃プラスチック成形加工工場(110ng/m³_N)と同程度の値でやや高い値であった。

排水

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、8検体中5検体で検出され、実測濃度は、総合排水でPBDDs/DFsが平均30pg/L(14～55pg/L)、PBDDsが平均11pg/L(3.6～21pg/L)、PBDFsが平均19pg/L(11～34pg/L)、工程水でPBDDs/DFsが平均650,000pg/L(220及び1,300,000pg/L)、PBDDsが平均650,000pg/L(110及び1,300,000pg/L)、PBDFsが平均600pg/L(110及び1,100pg/L)であった。

また、毒性等量相当値は、総合排水で平均0.062pg-TEQ/L(0.022～0.096pg-TEQ/L)、工程水で平均0.34pg-TEQ/L(0.29及び0.40pg-TEQ/L)であった。

同族体パターンは、TeBDDs OBDFなどの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-2)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、実測濃度について総合排水は、難燃プラスチック成形加工工場（総合排水出口等：600pg/L）や下水道終末処理施設（放流水：470pg/L）などよりも1桁程度低い値で、工程水は過去の調査結果で最も高い値であった難燃剤使用材料製造工場と同程度の高い値であった。また、毒性等量相当値では、総合排水は過去の調査結果で最も低い値であった下水道終末処理施設（放流水：0.73pg-TEQ/L）よりも1桁程度低い値で、工程水についても同程度の低い値であった。

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、8検体中2検体で検出され、実測濃度は、総合排水で平均3.0pg/L(ND～9pg/L)、

工程水で平均20pg/L(ND～41pg/L)であった。

同族体パターンは、MoBTrCDDs、MoBHpCDFsのみが検出された。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-8)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、家電リサイクル工場(雑排水：5.1pg/L)と同程度で低い値であった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、8検体中全検体で検出され、実測濃度は、総合排水でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均1,100pg/L(920～1,200pg/L)、PCDDs/DFsが平均130pg/L(54～210pg/L)、Co-PCBが910pg/L(860～1,000pg/L)、工程水でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均1,600pg/L(1,200及び1,900pg/L)、PCDDs/DFsが平均600pg/L(220及び970pg/L)、Co-PCBが940pg/L(890及び1,000pg/L)であった。

また、毒性等量は、総合排水で平均0.21pg-TEQ/L(0.11～0.33pg-TEQ/L)、工程水で平均0.56pg-TEQ/L(0.32及び0.81pg-TEQ/L)であった。

同族体パターンは、OCDDの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-14)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、実測濃度について総合排水及び工程水は、難燃剤製造工場(総合排水出口等：820pg/L)や家電リサイクル工場(雑排水：1,100pg/L)、家電リサイクル工場(雑排水：1,500pg/L)と同程度の値であった。また、毒性等量については、総合排水及び工程水は下水道終末処理施設(放流水：0.21pg-TEQ/L)、難燃剤製造工場(総合排水出口等：0.28pg-TEQ/L)、難燃プラスチック成形加工工場(総合排水出口等：0.46pg-TEQ/L)などと同程度の値であった。

d. ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEsは、8検体中全検体で検出され、実測濃度は、総合排水で平均5.0ng/L(4.1～5.9ng/L)、工程水で平均100ng/L(8.4及び200ng/L)であった。

同族体パターンでは、DeBDEの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-20)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、総合排水は難燃プラスチック成形加工工場(総合排水出口等：710ng/L)などよりも2桁程度低い値で、工程水についても難燃プラスチック成形加工工場(総合排水出口等)などよりもやや低い値であった。

e. テトラブロモビスフェノールA(TBBPA)

TBBPAは、8検体中全検体で検出され、実測濃度は、総合排水で平均130ng/L(12～270ng/L)、工程水で平均1,400,000ng/L(490及び2,700,000ng/L)であった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、総合排水は家電リサイクル工場(雑排水：780ng/L)、難燃繊維加工工場(総合排水出口等：440ng/L)などよりもやや低い値で、工程水については過去の調査結果で最も高い値であった家電リサイクル工場(工程水：25,000ng/L)よりも2桁程度高い値であった。

f. トリブロモフェノール(TBPs)

TBPsは、8検体中全検体で検出され、実測濃度は、総合排水で平均57ng/L(32～96ng/L)、工程水で平均16,000,000ng/L(2,700及び31,000,000ng/L)であった。

異性体パターンでは、2,4,6-TBPの比率が高かった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、総合排水は過去の調査結果で最も高い値であった難燃繊維加工工場(総合排水出口等：68ng/L)同程度の値で、工程水については4桁程度高い値であった。

g. ヘキサブロモシクロドデカン(HBCDs)

HBCDsは、8検体中全検体で検出され、実測濃度は、総合排水で平均8.1ng/L(1.9～16ng/L)、工程水で平均110ng/L(17及び200ng/L)であった。

異性体パターンでは、 α -HBCDの比率が高かった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、総合排水は過去の調査結果で最も低い値であった難燃プラスチック成形加工工場(総合排水出口等:2.5ng/L)よりやや高い値で、工程水については2桁程度高い値であった。

2) 周辺環境状況

環境大気

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、5検体中全検体で検出され、実測濃度は、PBDDs/DFsが平均3.3pg/m³(0.87~7.6pg/m³)、PBDDsが平均2.0pg/m³(0.08~5.3pg/m³)、PBDFsが平均1.2pg/m³(0.66~2.3pg/m³)であった。

また、毒性等量相当値は、平均0.0028pg-TEQ/m³(0.0015~0.0044pg-TEQ/m³)であった。

同族体パターンは、TeBDDs、TeBDFs、PeBDFs、HpBDFsの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-3)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、実測濃度は、下水道終末処理施設周辺(4.5 pg/m³)、難燃プラスチック成形加工工場周辺(8.9 pg/m³)、難燃繊維加工工場周辺(4.1 pg/m³)、家電リサイクル工場周辺(6.7pg/m³)などと同程度の値であった。また、毒性等量相当値については、過去の調査結果で最も低い値であった下水道終末処理施設周辺(0.0064pg-TEQ/m³)よりもやや低い値であった。

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、5検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均1.3pg/m³(0.005~3.8pg/m³)であった。

同族体パターンは、MoBTrCDDs、MoBPeCDFs、MoBHxCDFs、MoBHpCDFsなどの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-9)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、家電リサイクル工場周辺(1.3 pg/m³)、難燃プラスチック製造工場周辺(1.3pg/m³)と同程度の値であった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBIは、5検体中全検体で検出され、実測濃度は、PCDDs/DFs及びCo-PCBが平均27pg/m³(13~58pg/m³)、PCDDs/DFsが平均16pg/m³(3.1~49pg/m³)、Co-PCBが平均10pg/m³(7.8~12pg/m³)であった。また、毒性等量は、平均0.15pg-TEQ/m³(0.031~0.35pg-TEQ/m³)であった。

同族体パターンは、OCDD、TeCDFs、PeCDFsなどの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-15)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、実測濃度は難燃プラスチック製造工場周辺(31pg/m³)、下水道終末処理施設周辺(28pg/m³)と同程度の値であった。また、毒性等量も難燃プラスチック製造工場周辺(0.22pg-TEQ/m³)、下水道終末処理施設周辺(0.15pg-TEQ/m³)及び家電リサイクル工場周辺(0.12pg-TEQ/m³)と同程度の値であった。

d. ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEsは、5検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均0.20ng/m³(0.063~0.58ng/m³)であった。

同族体パターンでは、DeBDEの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-21)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、難燃プラスチック成形加工工場周辺(0.21ng/m³)、下水道終末処理施設周辺(0.13ng/m³)などと同程度で低い値であった。

e. テトラプロモビスフェノールA(TBBPA)

TBBPAは、5検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均130ng/m³(4.0~520ng/m³)であった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、過去の調査結果で最も高い値であった難燃プラスチック製造工場周辺(4.8ng/m³)よりも1桁程度高い値であった。

f. トリプロモフェノール(TBPs)

TBPsは、5検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均30ng/m³(0.59~130ng/m³)であった。
異性体パターンでは、2,4,6-TBPの比率が高かった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、難燃繊維加工工場周辺(0.33ng/m³)や難燃プラスチック成形加工工場周辺(0.16ng/m³)よりも2桁程度高い値であった。

g. ヘキサプロモシクロドデカン(HBCDs)

HBCDsは、5検体中4検体で検出され、実測濃度は、平均0.067ng/m³(ND~0.16ng/m³)であった。
異性体パターンでは、-HBCDの比率が高いが、1施設で -HBCD及び -HBCDの比率が高かった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、過去の調査結果で最も低い値であった難燃プラスチック成形加工工場周辺(0.44ng/m³)よりも1桁程度低い値であった。

降下ばいじん

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、PBDDs/DFsが平均1,300pg/m²/day(460~2,500pg/m²/day)、PBDDsが平均650pg/m²/day(71~1,700pg/m²/day)、PBDFsが平均640pg/m²/day(280~930pg/m²/day)であった。

また、毒性等量相当値は、平均2.0pg-TEQ/m²/day(0.67~3.2pg-TEQ/m²/day)であった。

同族体パターンは、TeBDDs、HpBDFsなどの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-4)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、実測濃度は過去の調査結果で最も低い値であった下水道終末処理施設周辺(410pg/m²/day)よりもやや高い値であった。また、毒性等量相当値は下水道終末処理施設周辺(0.3pg-TEQ/m²/day)よりも1桁程度高い値で、難燃プラスチック成形加工工場周辺(1.3pg-TEQ/m²/day)と同程度の値であった。

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、3検体中2検体で検出され、実測濃度は、平均29pg/m²/day(ND~83pg/m²/day)であった。

同族体パターンは、MoBTrCDDs、MoBPcCDFs、MoBHxCDFsの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-10)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、過去の調査結果で最も低い値であった難燃剤製造工場周辺(9pg/m²/day)よりもやや高い値であった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、PCDDs/DFs及びCo-PCBが平均6,700pg/m²/day(2,700~11,000pg/m²/day)、PCDDs/DFsが平均3,800pg/m²/day(890~9,700pg/m²/day)、Co-PCBが平均2,900pg/m²/day(1,300~5,600pg/m²/day)であった。

また、毒性等量は、平均23pg-TEQ/m²/day(13~44pg-TEQ/m²/day)であった。

同族体パターンは、OCDD、TeCDFsなどの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-16)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、実測濃度は難燃剤製造工場周辺(1,100pg/m²/day)、難燃繊維加工工場周辺(2,300pg/m²/day)、難燃プラスチック成形加工工場周辺(3,000pg/m²/day)などよりもやや高い値であった。また、毒性等量は難燃プラスチック製造工場周辺(21pg-TEQ/m²/day)、難燃繊維加工工場周辺(22pg-TEQ/m²/day)などと同程度の値であった。

d. ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEsは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均57ng/m²/day(43~70ng/m²/day)であった。

同族体パターンでは、DeBDEの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-22)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、過去の調査結果で最も低い値であった下水道終末処理施設

周辺 (55ng/m²/day)と同程度の値であった。

e. テトラプロモビスフェノールA(TBBPA)

TBBPAは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均18,000ng/m²/day(1,700～39,000ng/m²/day)であった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、過去の調査結果で最も高い値であった難燃プラスチック製造工場周辺(2,000ng/m²/day)よりも1桁程度高い値であった。

f. トリプロモフェノール(TBPs)

TBPsは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均1,800ng/m²/day(260～4,400ng/m²/day)であった。

異性体パターンでは、2,4,6-TBPの比率が高かった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、難燃繊維加工工場周辺(83ng/m²/day)、難燃プラスチック製造工場周辺(52ng/m²/day)、下水道終末処理施設周辺(26ng/m²/day)などよりも2桁程度高い値であった。

g. ヘキサプロモシクロデカン(HBCDs)

HBCDsは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均31ng/m²/day(15～41ng/m²/day)あった。

異性体パターンでは、-HBCDの比率が高いが、1施設では、-HBCDの比率が高いところがあった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、過去の調査結果で最も低い値であった下水道終末処理施設周辺(13ng/m²/day)よりもやや高い値であった。

公共用水域水質

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、6検体中2検体で検出され、実測濃度については、海域(排水口付近)でPBDDs/DFsが平均40pg/L(ND～120pg/L)、PBDDsが平均16pg/L(ND～49pg/L)、PBDFsが平均23pg/L(ND～70pg/L)、海域でPBDDs/DFsが平均17pg/L(ND～50pg/L)、PBDDsが平均17pg/L(ND～50pg/L)、PBDFsが平均0.13pg/L(ND～0.4pg/L)であった。

また、毒性等量相当値は、海域(排水口付近)で平均0.083pg-TEQ/L(0～0.25pg-TEQ/L)で、海域で平均0.0012pg-TEQ/L(0～0.0036pg-TEQ/L)であった。

同族体パターンは、TeBDDs、OBDDなどの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-5)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、実測濃度は家電リサイクル工場周辺(14及び29pg/L)などと同程度の値であった。また、毒性等量相当値については、海域(排水口付近)は家電リサイクル工場周辺(0.055及び0.057pg-TEQ/L)、難燃繊維加工工場周辺(排出口から離れた海域:0.072pg-TEQ/L)などと同程度の値で、海域は過去の調査結果で最も低い値であった難燃プラスチック成形加工工場周辺(河川上流・排出口から離れた海域:0.0067pg-TEQ/L)よりもやや低い値であった。

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、6検体中3検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)で平均1.5pg/L(ND～4.0pg/L)、海域で平均0.9pg/L(ND～2.8pg/L)あった。

同族体パターンは、MoBTrCDDs、MoBHpCDDsが検出された。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-11)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、海域(排水口付近)及び海域は難燃剤製造工場周辺(排出口付近海域:1.5pg/L)、下水道終末処理施設周辺(河川下流:1.2pg/L)と同程度の値であった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、6検体中全検体で検出され、実測濃度については、海域(排水口付近)

でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均710pg/L(58～1,900pg/L)、PCDDs/DFsが平均660pg/L(11～1,900pg/L)、Co-PCBが平均72pg/L(48～100pg/L)、海域でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均49pg/L(29～61pg/L)、PCDDs/DFsが平均26pg/L(10～49pg/L)、Co-PCBが平均23pg/L(12～37pg/L)であった。

また、毒性等量は、海域(排水口付近)で平均1.0pg-TEQ/L(0.24～2.4pg-TEQ/L)、海域で平均0.11pg-TEQ/L(0.094～0.13pg-TEQ/L)であった。

同族体パターンは、OCDDの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-17)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、実測濃度については海域(排水口付近)は、難燃プラスチック成形加工工場周辺(220及び190pg/L)、下水道終末処理施設周辺(河川上流:380pg/L)などと同程度の値で、海域は難燃プラスチック製造工場周辺(63及び60pg/L)、難燃剤製造工場周辺(20及び550pg/L)と同程度の値であった。また、毒性等量は、海域(排水口付近)で難燃プラスチック成形加工工場周辺(0.31及び0.24pg-TEQ/L)よりやや高い値で、海域では難燃剤製造工場周辺(排出口から離れた海域:0.05pg-TEQ/L)、難燃繊維加工工場周辺(排出口から離れた海域:0.067pg-TEQ/L)と同程度の値であった。

d. ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEsは、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)で平均3.6ng/L(0.28～8.5ng/L)、海域で平均0.70ng/L(0.45～1.1ng/L)であった。

同族体パターンでは、DeBDEの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-23)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、海域(排水口付近)及び海域は、過去の調査結果で最も低い値であった難燃プラスチック成形加工工場周辺(河川上流・排出口から離れた海域:0.78ng/L)よりもやや低い値で、海域では同程度の低い値であった。

e. テトラプロモビスフェノールA(TBBPA)

TBBPAは、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)で平均39ng/L(3.0～85ng/L)、海域で平均0.73ng/L(0.24～1.0ng/L)であった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、海域(排水口付近)は過去の調査結果で最も低い値であった下水道終末処理施設周辺(0.14及び0.33ng/L)よりも2桁程度高い値で、海域はやや高い値であった。

f. トリプロモフェノール(TBPs)

TBPsは、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)で平均20ng/L(5.5～50ng/L)、海域で平均4.4ng/L(1.6～9.4ng/L)であった。

異性体パターンでは、2,4,6-TBPの比率が高かった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、海域(排水口付近)は過去の調査結果で最も低い値であった下水道終末処理施設周辺(0.94ng/L)よりも1桁程度高い値で、海域はやや高い値であった。

g. ヘキサプロモシクロドデカン(HBCDs)

HBCDsは、6検体中3検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)で平均0.44ng/L(ND～0.84ng/L)、海域で平均0.47ng/L(ND～1.4ng/L)であった。

異性体パターンでは、-HBCDの比率が高いが、海域(排水口付近)で -HBCD及び -HBCDの比率が高いところがあった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、海域(排水口付近)及び海域は過去の調査結果で最も低い値であった難燃プラスチック成形加工工場周辺(河川下流・排出口付近海域:6.0ng/L)よりも1桁程度低い値であった。

公共用水域底質

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、6検体全検体で検出され、実測濃度については、海域(排水口付近)でPBDDs/DFs

が平均1,300pg/g-dry (1,300pg/g-dry)、PBDDsは平均380pg/g-dry (58 ~ 950pg/g-dry)、PBDFsが平均910pg/g-dry (340 ~ 1200pg/g-dry)、海域でPBDDs/DFsが平均570pg/g-dry (50 ~ 1,500pg/g-dry)、PBDDsは平均60pg/g-dry (0.8 ~ 170pg/g-dry)、PBDFsが平均480pg/g-dry (4.2 ~ 1400pg/g-dry)であった。

また、毒性等量相当値は、海域(排水口付近)で平均10pg-TEQ/g-dry (7.1 ~ 14pg-TEQ/g-dry)、海域で平均11pg-TEQ/g-dry (0.31 ~ 30pg-TEQ/g-dry)であった。

同族体パターンは、HxBDDs、OBDD、PeBDFs、HxBDFs、HpBDFs、OBDFなどの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-6)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、実測濃度について海域(排水口付近)は、難燃剤製造工場周辺(排出口付近海域:1,800pg/g-dry) 難燃繊維加工工場周辺(河川下流:1,000pg/g-dry)と同程度の値で、海域は難燃プラスチック製造工場周辺(河川下流・排出口付近海域:520pg/g-dry) 難燃剤製造工場周辺(排出口から離れた海域:720pg/g-dry) 難燃繊維加工工場周辺(河川上流:650pg/g-dry) などと同程度の値であった。また、毒性等量相当値について、海域(排水口付近)及び海域は難燃剤使用材料製造工場周辺(排出口付近海域:14pg-TEQ/g-dry) 難燃剤製造工場周辺(排出口付近海域:8.2pg-TEQ/g-dry)と同程度の値であった。

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)で平均3,000pg/g-dry(27 ~ 8,300pg/g-dry)、海域で平均76pg/g-dry(16 ~ 140pg/g-dry)であった。

同族体パターンは、MoBTeCDDs、MoBHpCDDs、MoBHpCDFsなどの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-12)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、海域(排水口付近)は過去の調査結果で最も高い値であった難燃プラスチック製造工場周辺(河川下流・排出口付近海域:150pg/g-dry)よりも1桁程度高い値であった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均2,000,000pg/g-dry(9,600 ~ 6,000,000pg/g-dry)、PCDDs/DFsが平均2,000,000pg/g-dry(3,600 ~ 6,000,000pg/g-dry)、Co-PCBが平均20,000pg/g-dry(2,500 ~ 33,000pg/g-dry)、海域でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均30,000pg/g-dry(4,800 ~ 57,000pg/g-dry)、PCDDs/DFsが平均21,000pg/g-dry(2,500 ~ 54,000pg/g-dry)、Co-PCBが平均8,900pg/g-dry(2,300 ~ 22,000pg/g-dry)であった。

また、毒性等量は、海域(排水口付近)で平均2,100pg-TEQ/g-dry (37 ~ 6,200pg-TEQ/g-dry)、海域で平均37pg-TEQ/g-dry (11 ~ 70pg-TEQ/g-dry)であった。

同族体パターンは、OCDD、OCDFなどの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-18)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、実測濃度について海域(排水口付近)は、過去の調査結果で最も高い値であった難燃剤使用材料製造工場周辺(排出口から離れた海域:79,000pg/g-dry)よりも1桁程度高い値で、海域はやや低い値であった。また、毒性等量について海域(排水口付近)は、過去の調査結果で最も高い値であった家電リサイクル工場周辺(河川下流:39pg-TEQ/g-dry)よりも2桁程度高い値で、海域は同程度の値であった。

d. ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEsは、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)で平均230ng/g-dry (35 ~ 360ng/g-dry)、海域で平均240ng/g-dry (7.2 ~ 700ng/g-dry)であった。

同族体パターンでは、DeBDEの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 a.TBP取扱製造施設 図-24)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、海域(排水口付近)及び海域は難燃プラスチック製造工場周辺(河川上流・排出口から離れた海域:190ng/g-dry)と同程度の値であった。

e. テトラプロモビスフェノールA(TBBPA)

TBBPAは、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)で平均83ng/g-dry (19~120ng/g-dry)、海域で平均4.8ng/g-dry (0.86~12ng/g-dry)であった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、海域(排水口付近)は過去の調査結果で最も高い値であった難燃プラスチック製造工場周辺(河川下流・排出口付近海域:13 ng/g-dry)よりも1桁程度高い値で、海域はやや低い値であった。

f. トリプロモフェノール(TBPs)

TBPsは、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)で平均38ng/g-dry (9.9~72ng/g-dry)、海域で平均9.3ng/g-dry (7.8~11ng/g-dry)であった。

異性体パターンでは、2,4,6-TBPの比率が高かった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、海域(排水口付近)及びは海域は過去の調査結果で最も高い値であった下水道終末処理施設周辺(河川上流:1.3ng/g-dry)よりも1桁程度高い値であった。

g. ヘキサプロモシクロドデカン(HBCDs)

HBCDsは、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)で平均41ng/g-dry (5.5~77ng/g-dry)、海域で平均13ng/g-dry (5.7~21ng/g-dry)であった。

異性体パターンでは、-HBCDの比率が高いが、海域(排水口付近)で -HBCD及び -HBCDの比率が高いところがあった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、海域(排水口付近)は難燃プラスチック成形加工工場周辺(河川上流・排出口から離れた海域:12ng/g-dry)、下水道終末処理施設周辺(河川下流:13ng/g-dry)よりもやや高い値で、海域は同程度の値であった。

3) 考察

臭素化ダイオキシン類の発生源

今回調査した TBP 取扱製造施設は、2,4,6-TBP を使用して製品類を製造している。

排出ガスについては、3 検体中全検体から PBDDs/DFs が検出され、図-9 に示す過去の調査結果（排出ガス：実測濃度）との比較では、平均で $8,100\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$ と高濃度であったが、毒性等量相当値は、平均 $0.0013\text{ng}\text{-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$ で、図-10 に示す過去の調査結果（排出ガス：毒性等量相当値）との比較では、低い値であった。

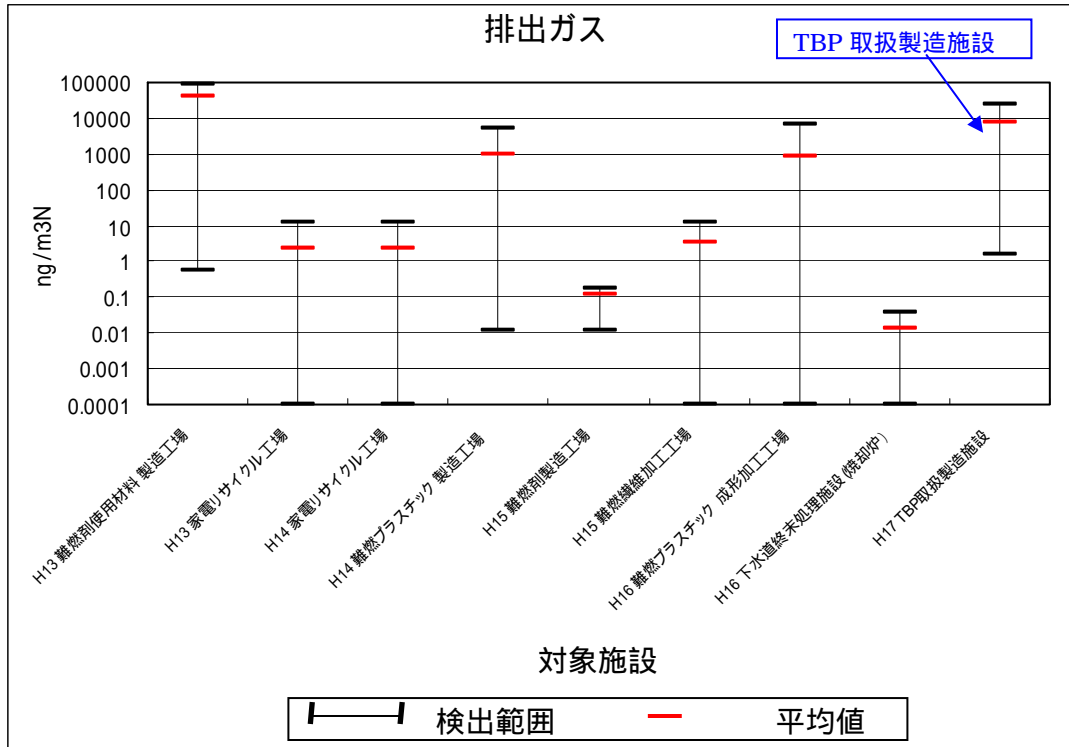


図-9 過去の調査結果との比較（排出ガス：PBDDs/DFs 実測濃度）

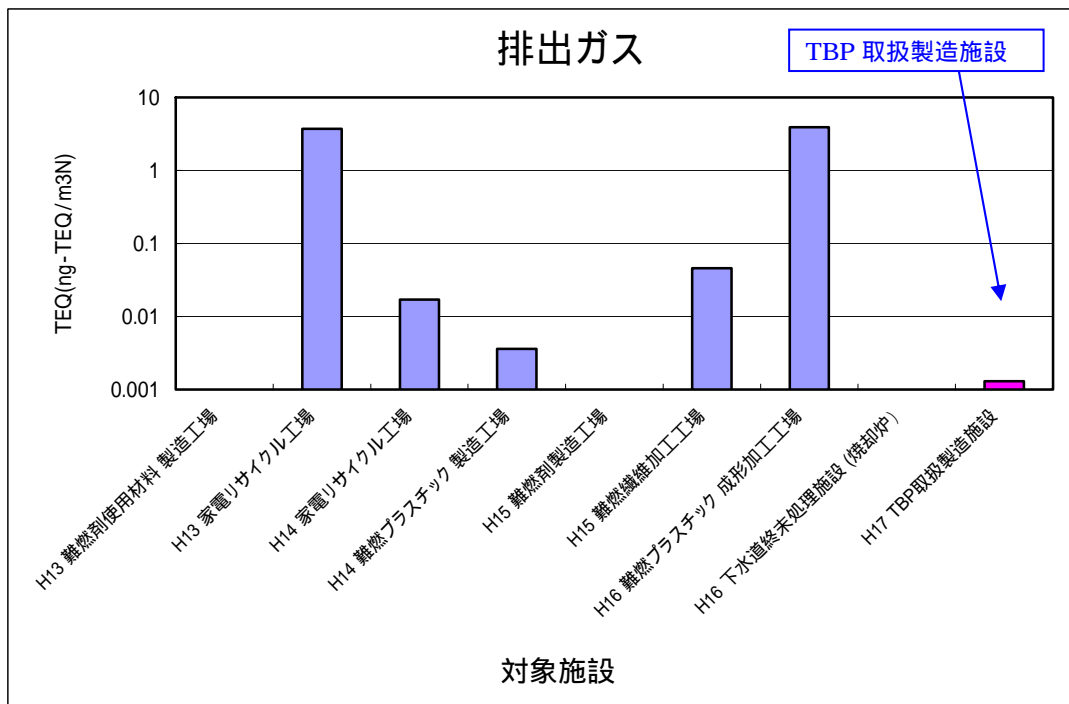


図-10 過去の調査結果との比較（排出ガス：PBDDs/DFs 毒性等量相当値）

排水水については、2施設の工程水について調査を行い、2検体中全検体からPBDDs/DFsが検出され、実測濃度では、1箇所では1,300,000pg/Lと高濃度で検出されたが、毒性等量相当値は平均0.34pg-TEQ/Lで、図-11に示す過去の調査結果（排水水：実測濃度）との比較では、低い値であった。

また、総合排水についても2検体中全検体から検出されたが、毒性等量相当値は平均で0.062pg-TEQ/Lで図-12に示す過去の調査結果（排水水：毒性等量相当値）との比較では、低い値であった。また、塩素化ダイオキシン類の排水基準相当値(10pg-TEQ/L)より2桁程度低い値であった。

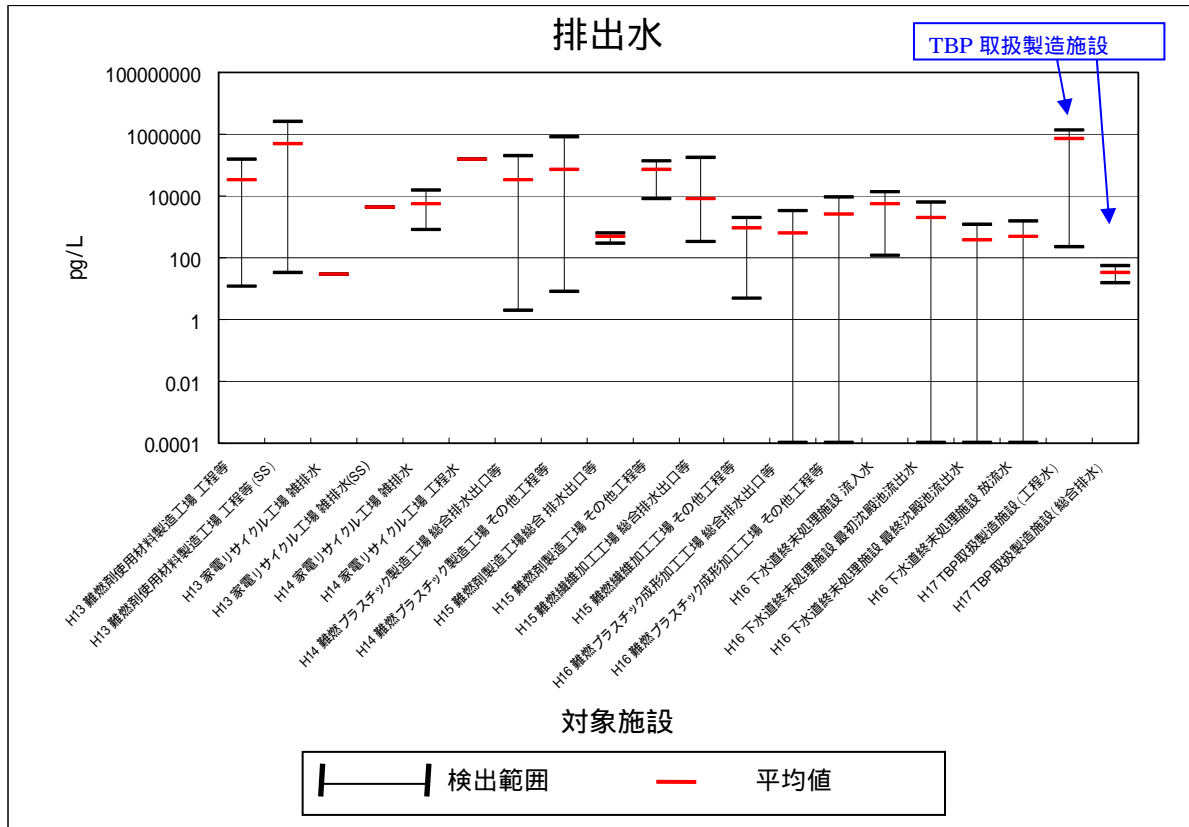


図-11 過去の調査結果との比較（排水水：PBDDs/DFs 毒性等量相当値）

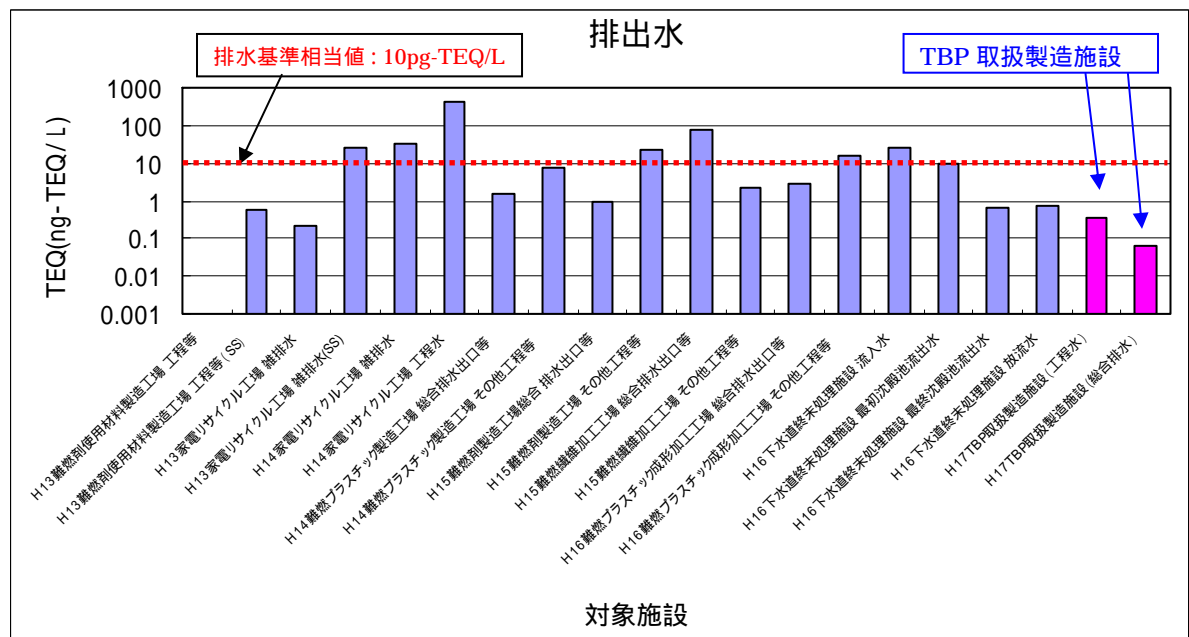


図-12 過去の調査結果との比較（排水水：PBDDs/DFs 毒性等量相当値）

施設からの排出による周辺環境への影響

排出ガス中のPBDDs/DFs濃度（毒性等量相当値）は低く、周辺環境への影響は小さいものと考えられる。

施設周辺の環境大気については、PBDDs/DFsの毒性等量相当値は平均0.0028pg-TEQ/m³で、図-13に示す過去の調査結果（環境大気：毒性等量相当値）との比較では、低い値であった。また、全地点において塩素化ダイオキシン類の大気基準相当値(平均0.6pg-TEQ/m³)より2桁程度低い値であった。

施設周辺の降下ばいじんについても、PBDDs/DFsの毒性等量相当値は、平均2.0pg-TEQ/m²/dayで、図-14に示す過去の調査結果の毒性等量相当値と比べて低い値であった

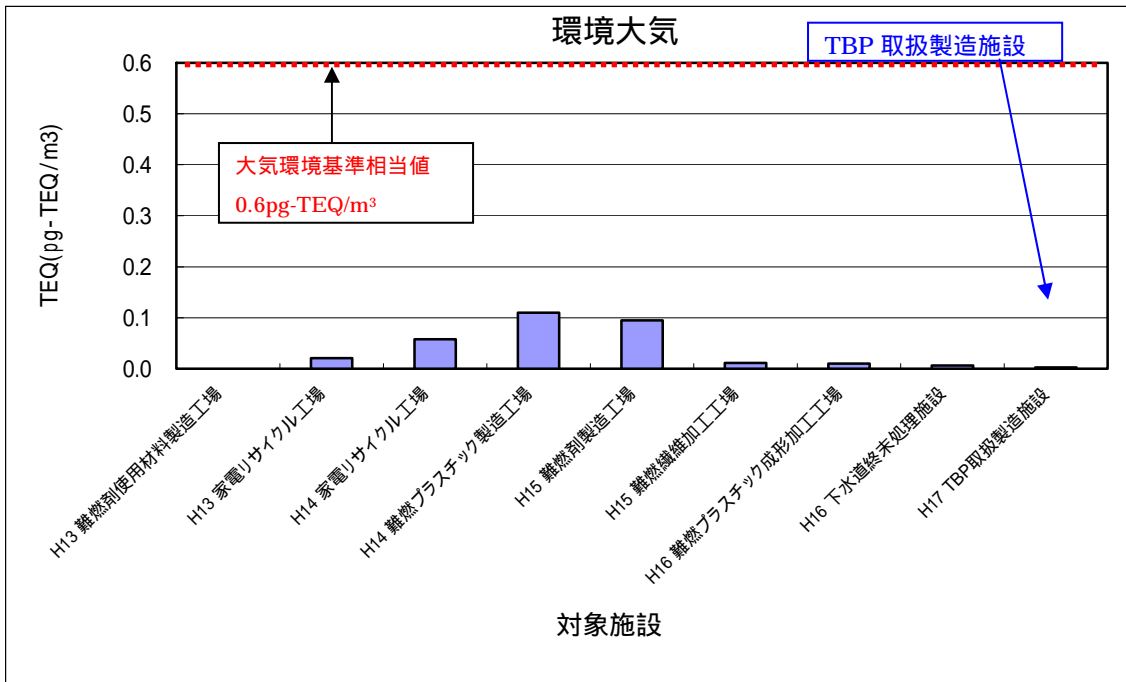


図-13 過去の調査結果との比較（環境大気：PBDDs/DFs 毒性等量相当値）

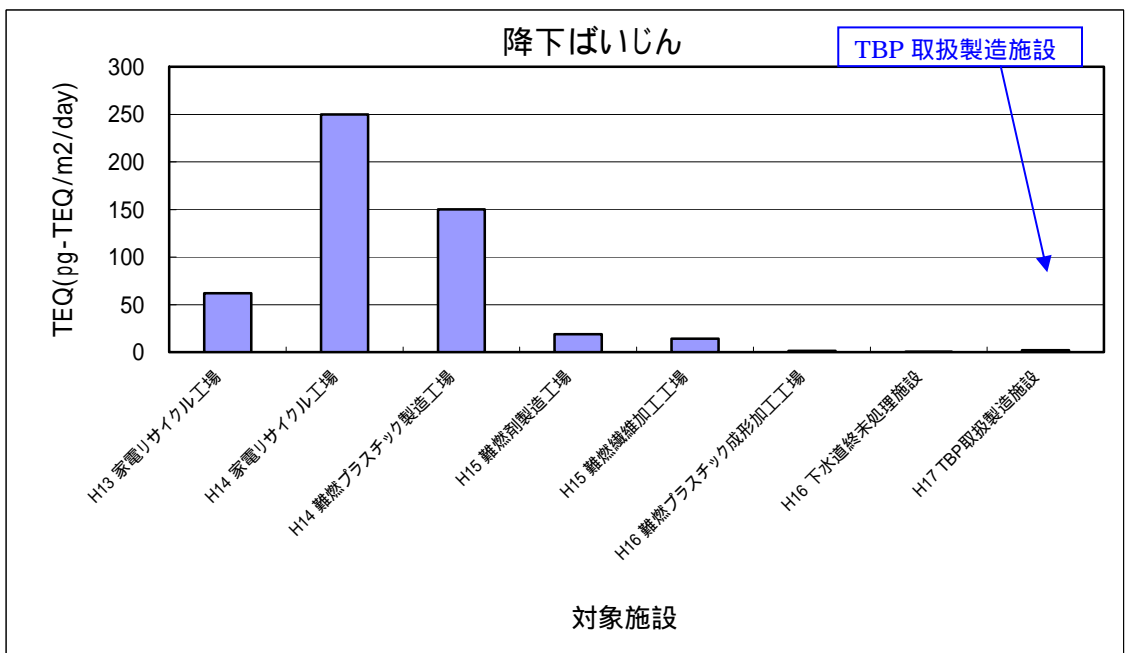


図-14 過去の調査結果との比較（降下ばいじん：PBDDs/DFs 毒性等量相当値）

まとめ

今回の調査から、TBP 取扱製造施設で PBDDs/DFs の排出が確認された。排出ガス中の実測濃度は高値であるが、2,3,7,8-位置換異性体以外の異性体濃度が高値であり、毒性が強いと考えられている2,3,7,8-位置換異性体濃度については、低値であることや環境大気濃度についても低いことから周辺環境への影響は小さいものと考えられる。

排水についても、工程水及び総合排水で PBDDs/DFs が検出され、高濃度で検出された箇所では、排出ガスと同様に2,3,7,8-位置換異性体以外の異性体の濃度が高値であり、毒性が強いと考えられている2,3,7,8-位置換異性体濃度については、低値であった。また、塩素化ダイオキシン類の排出基準相当値よりも低い値であり、周辺の公共用水域水質においても濃度が低いことから、周辺環境への影響は大きくないものと考えられる。

(2) 難燃繊維加工施設における排出実態

今回の難燃繊維加工施設における排出実態調査は、H15年度の排出実態調査結果の排水水において、染色・防災加工工程排水よりも総合排水(実測濃度：平均80,000pg/L, 毒性等量相当値：平均77pg-TEQ/L)の方がPBDDs/DFsの実測濃度、毒性等量相当値とも高いことから、染色・防災加工工程以外の工程等からPBDDs/DFsが排出されている可能性が示唆されたため、排水経路別の追加調査を行った。

1) 施設からの排出実態

排水水

a. 臭素化ダイオキシン類 (PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、17検体中16検体で検出され、実測濃度は、工程排水でPBDDs/DFsが平均110,000pg/L(270 ~ 490,000pg/L)、PBDDsが平均6,800pg/L(ND ~ 34,000pg/L)、PBDFsが平均100,000pg/L(230 ~ 460,000pg/L)、処理後総合排水でPBDDs/DFsが平均89,000pg/L(10,000 ~ 250,000pg/L)、PBDDsが平均2,300pg/L(55 ~ 8,800pg/L)、PBDFsが平均87,000pg/L(10,000 ~ 250,000pg/L)であった。毒性等量相当値は、工程排水で平均120pg-TEQ/L(1.4 ~ 590pg-TEQ/L)、処理後総合排水で平均390pg-TEQ/L(26 ~ 1,200pg-TEQ/L)であった。

同族体パターンは、OBDF、HpBDFs、PeBDF、TeBDFsなどの比率が高かった(別図-2 媒体別同族体組成 b.難燃繊維加工施設 図-25)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、毒性等量相当値は、工程排水及び処理後総合排水とも高い値で工程排水では、H15年度調査で難燃繊維加工工場のその他工程等(平均2.3pg-TEQ/L)より2桁程度高い値で、処理後総合排水では、同じく総合排水出口等(平均77pg-TEQ/L)より1桁程度高い値であった。

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類 (MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、17検体中11検体で検出され、実測濃度は、工程排水で平均1,200pg/L(ND ~ 7,000pg/L)、処理後総合排水で平均1,500pg/L(160 ~ 4,100pg/L)であった。

同族体パターンは、MoBHpCDDsの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 b.難燃繊維加工施設 図-26)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、過去の調査結果で最も高い値であった家電リサイクル工場(工程水：520pg/L)よりも工程排水及び処理後総合排水ともやや高い値であった。また、工程排水では、H15年度調査で難燃繊維加工工場のその他工程等(平均66pg/L)より1桁程度高い値で、処理後総合排水では、同じく総合排水出口等(平均500pg/L)よりやや低い値であった。

c. 塩素化ダイオキシン類 (PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、17検体中全検体で検出され、実測濃度は、工程排水でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均2,600pg/L(1,200 ~ 6,900pg/L)、PCDDs/DFsが平均660pg/L(49 ~ 1,300pg/L)、Co-PCBが平均1,900pg/L(1,200 ~ 5,600pg/L)、処理後総合排水でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均2,800pg/L(2,300 ~ 3,900pg/L)、PCDDs/DFsが平均1,100pg/L(700 ~ 1,400pg/L)、Co-PCBが平均1,700pg/L(1,200 ~ 2,500pg/L)、毒性等量は、工程排水で平均7.4pg-TEQ/L(0.29 ~ 22pg-TEQ/L)、処理後総合排水で平均8.4pg-TEQ/L(4.1 ~ 12pg-TEQ/L)であった。

同族体パターンは、OCDD、HpCDDs、PeCDFsの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 b.難燃繊維加工施設 図-27)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、毒性等量は、工程排水及び処理後総合排水ともやや高い値で工程排水では、H15年度調査で難燃繊維加工工場のその他工程等(平均17pg-TEQ/L)よりやや低い値で、処理後総合排水では、同じく総合排水出口等(平均3.6pg-TEQ/L)よりやや高い値であった。

d. ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs)

PBDEsの実測濃度は、工程排水で平均5,000,000ng/L(500 ~ 40,000,000ng/L)、処理後総合排水で

平均1,600,000ng/L(270~6,400,000ng/L)であった。

同族体パターンでは、DeBDEの比率が高かった。(別図-2 媒体別同族体組成 b.難燃繊維加工施設 図-28)。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、工程排水では、H15年度調査で難燃繊維加工工場のその他工程等(平均1,900ng/L)より3桁程度高い値で、処理後総合排水では、同じく総合排水出口等(平均2,100,000ng/L)と同程度の値であった。

e. テトラブロモビスフェノールA (TBBPA)

TBBPAの実測濃度は、工程排水で平均20ng/L(0.93~87ng/L)、処理後総合排水で平均6.6ng/L(3.7~8.7ng/L)であった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、工程排水では、H15年度調査で難燃繊維加工工場のその他工程等(平均79ng/L)よりやや低い値で、処理後総合排水では、同じく総合排水出口等(平均440ng/L)と2桁程度低い値であった。

f. トリブロモフェノール (TBP)

TBPの実測濃度は、工程排水で平均140ng/L(33~320ng/L)、処理後総合排水で平均89ng/L(49~190ng/L)であった。

異性体パターンでは、2,4,6-TBPの比率が高かった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、工程排水では、H15年度調査で難燃繊維加工工場のその他工程等(平均710ng/L)より1桁程度低い値で、処理後総合排水では、同じく総合排水出口等(平均68ng/L)と同程度の値であった。

g. ヘキサブロモシクロデカン (HBCDs)

HBCDsの実測濃度は、工程排水で平均13,000,000ng/L(4,400~44,000,000ng/L)、処理後総合排水で平均3,800,000ng/L(610,000~8,100,000ng/L)であった。

異性体パターンでは、 α -HBCDの比率が高かった。

過去の調査結果⁽³⁾との比較では、工程排水はH15年度調査で難燃繊維加工工場のその他工程等(平均180,000,000ng/L)より1桁程度低い値で、処理後総合排水では、同じく総合排水出口等(平均1,200,000ng/L)よりやや低い値であった。

2) 考察

臭素化ダイオキシン類の発生源

B-1施設の工程排水について、H15年度調査の染色工程排水(HBCD使用)は、HBCD等による難燃染色後の排水を染色機出口より直接採取を行ったが、H17年度調査での工程排水-1(HBCD使用)は、染色機出口以降の排水経路での採取で染色機よりの直接採取ではないため、HBCD染色工程以外の排水も含まれると考えられる。結果、工程排水-1(HBCD使用)では、H15年度調査よりも実測濃度で2桁程度高い値(4.4 510pg/L)になっていた。H15年度調査には採取していない経路では、工程排水-2で工程排水-1(HBCD使用)よりも1桁程度高い値(4500pg/L)、工程排水-3では、同程度の値(610pg/L)であった。

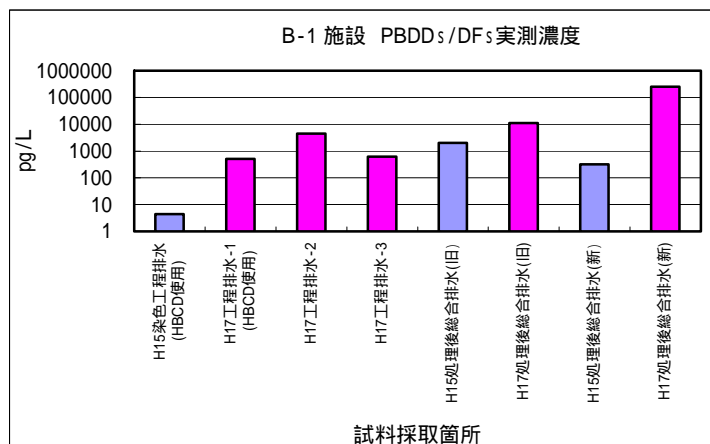


図-17 B-1 施設 PBDDs/DFs 実測濃度比較

また、処理後総合排水(旧)では実測濃度で約5倍程度、毒性等量相当値で1桁程度高い値であった。処理後総合排水(新)では、更に高値で実測濃度及び毒性等量相当値で3桁程度高い値であった。原因は不明であるが、工程排水より処理後総合排水の方が高値であり、排水経路及び排水処理のさらなる詳細な調査が必要である。

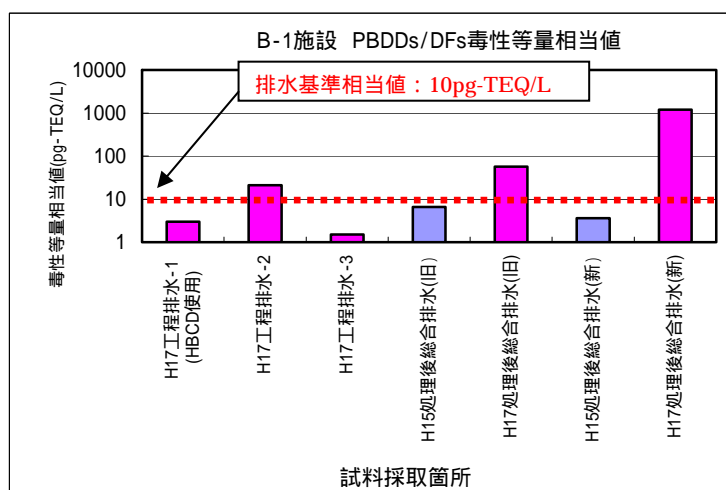


図-18 B-1 施設 PBDDs/DFs 毒性等量相当値比較

図-17にH15年度及びH17年度のPBDDs/DFsの実測濃度比較、図-18にPBDDs/DFsの毒性等量相当値の比較を示す。

排水経路については、別図-1施設及び施設周辺・工程・測定点の概要参照

B-2施設の工程排水については、工程排水-1(HBCD使用)は、B-1施設と同様で染色機よりの直接採取ではなく、HBCD染色工程以外の排水も含まれると考えられる。

結果、H15年度調査よりもやや高い値(180 630pg/L)になっていた。H15年度調査では採取していない経路では、DeBDEの排水が流れ込む工程排水-2(ピット)で工程排水-1

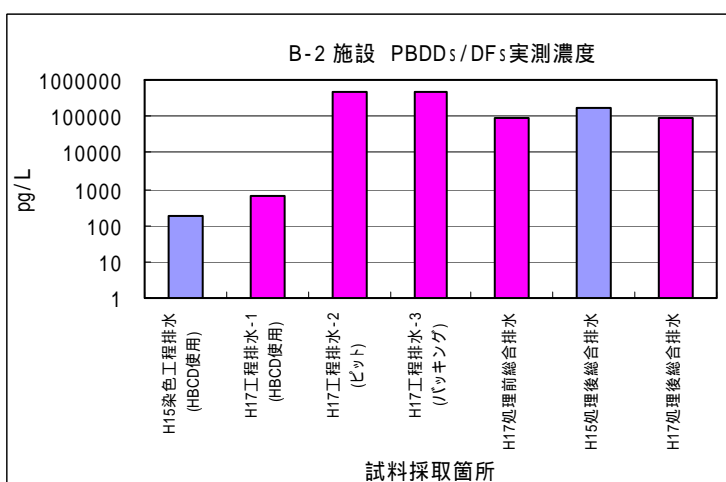


図-19 B-2 施設 PBDDs/DFs 実測濃度比較

(HBCD使用)よりも3桁程度高い値(460,000pg/L)で、DeBDE排水を直接含む工程排水-3(バッキング)でも同様に3桁程度高い値(490,000pg/L)で、工程排水-2と工程排水-3の実測濃度は同程度であるが、毒性等量相当値では工程排水-2が590 pg-TEQ/Lに対し、工程排水-3は360

pg-TEQ/Lで、DeBDE排水が工程排水-2（ピット）及びその経路で毒性の強いTeBDFsやPeBDFsなどの生成の可能が示唆される。また、処理前の総合排水では、工程排水-2や工程排水-3よりも1桁程度低い値（95,000pg/L）であった。一方、処理後の総合排水では処理前総合排水より若干低い値であったが、H15年度調査よりも実測濃度で約1/2程度の値（170,000 85,000 pg/L）毒性等量相当値では約2倍程度の値（130 290pg-TEQ/L）で高値であった。

図-19にH15年度及びH17年度のPBDDs/DFsの実測濃度比較、図-20にPBDDs/DFsの毒性等量相当値の比較を示す。

また、B-2施設ではPBDDs/DFs濃度とPBDEs濃度との間で非常に高い相関（ $r=0.9718$ ）（図-21）が見られ、PBDEsがPBDDs/DFsの生成原因に大きく関係することが示唆される。

B-3 施設の工程排水については、B-1及びB-2施設と同様で染色機よりの直接採取ではなく、HBCD染色工程以外の排水も含まれると考えられる。

結果、工程排水-1(HBCD使用)は、H15年度調査時よりもやや低い値（1,500 270 pg/L）で、工程排水-2では、工程排水-1(HBCD使用)よりもやや高い値（890pg/L）処理前の総合排水では、工程排水-1(HBCD使用)や工程排水-2よりも1桁程度高い値（3,900pg/L）であった。

また、処理後の総合排水では処理前総合排水よりも実測濃度で約2倍程度高い値（10,000pg/L）で、毒性等量相当値は約3倍程度高い値（26pg-TEQ/L）であったが、H15年度調査時よりも実測濃度で1桁程度低い値（70,000 10,000pg/L）毒性等量相当値でやや低い値（97 26pg -TEQ/L）であ

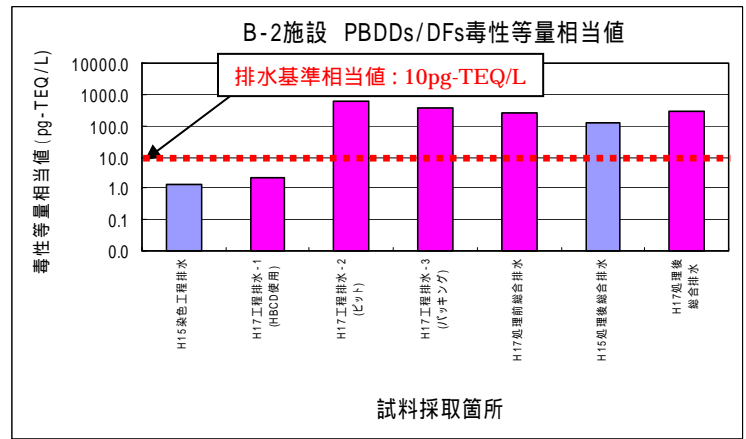


図-20 B-2施設 PBDDs/DFs 毒性等量相当値比較

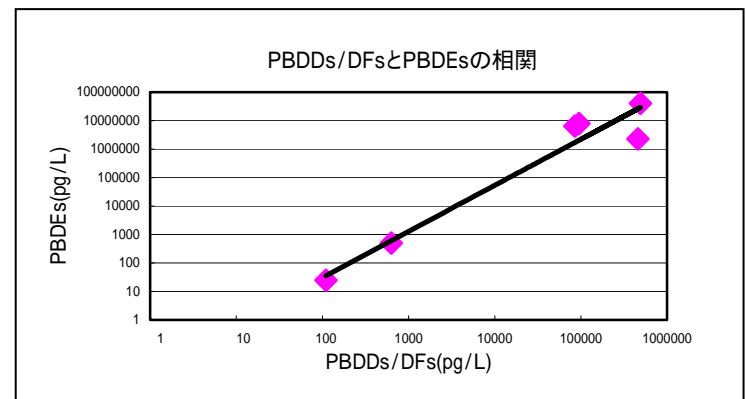


図-21 B-2施設 PBDDs/DFs と PBDEs の相関

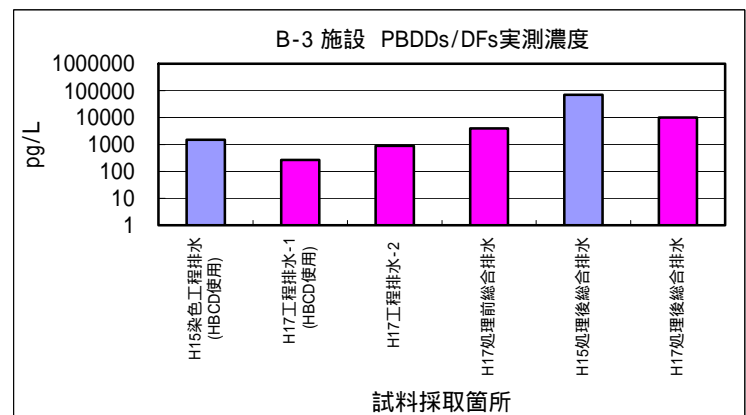


図-22 B-3施設 PBDDs/DFs 実測濃度比較

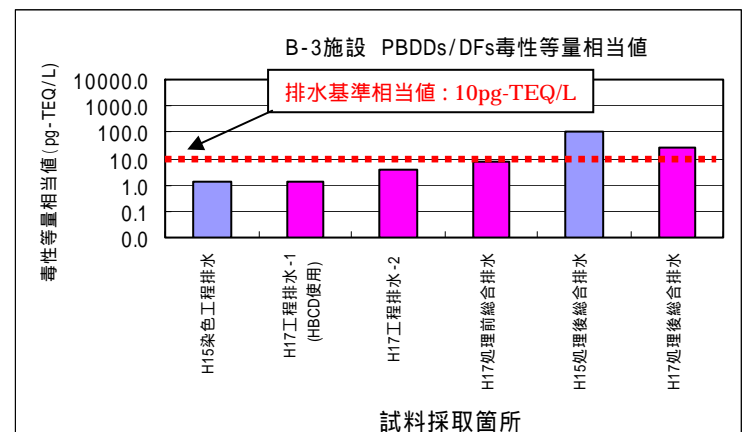


図-23 B-3施設 PBDDs/DFs 毒性等量相当値比較

った。B-3 施設においても原因は不明であるが、工程排水及び処理前総合排水よりも処理後総合排水の方が高値であり、排水経路及び排水処理のさらなる詳細な調査が必要である。

図-22にH15年度及びH17年度のPBDDs/DFsの実測濃度比較、図-23にPBDDs/DFsの毒性等量相当値の比較を示す。

また、図-24よりH15年度調査時と同様にPBDDs/DFs濃度とPBDE濃度との間に高い相関($r=0.7631$)が見られた。

なお、図-17～20、22及び23に

については、同一の工程についてサンプリングしておらず、時間系列による濃度変化を示したグラフではない。

今後の課題

難燃繊維加工施設では、前回（H15 年調査）及び今回の調査から、排水において PBDDs/DFs が高い濃度レベルで検出されている。

今後、更に PBDDs/DFs の発生源の排出実態を明らかにしていくためには、工程で使用される染料の分析などのフォローアップ調査、排水処理施設の詳細調査などを行っていく必要がある。このため、平成 17 年度調査において不明であった点については、引き続き平成 18 年度に調査を行い、検討を進めることとする。

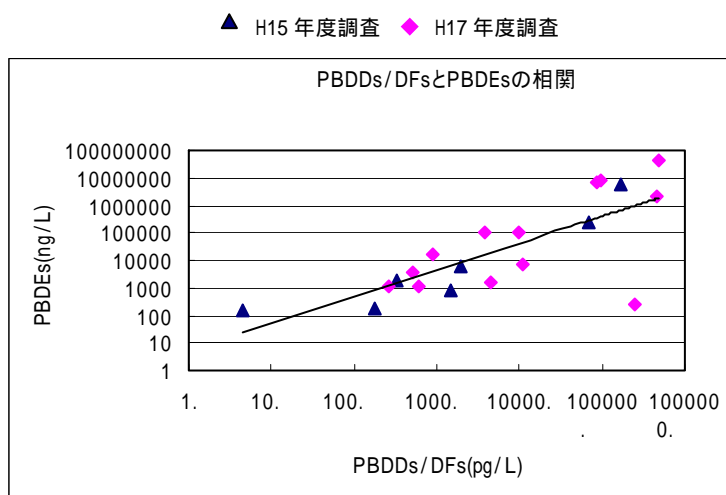


図-24 PBDDs/DFs と PBDEs の相関