

(2) 難燃繊維加工工場

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、7検体中6検体で検出され、実測濃度は、PBDDs/DFsが平均3.4ng/m³N(ND ~ 13ng/m³N)、PBDDsが平均0.87ng/m³N(ND ~ 4.6ng/m³N)、PBDFsは平均2.6ng/m³N(ND ~ 12ng/m³N)で、毒性等量相当値は、平均0.046ng-TEQ/m³N(0 ~ 0.21ng-TEQ/m³N)であった。

同族体パターンは、OBDF及びHpBDFsの比率が高い施設とTeBDDs、TeBDFs及びPeBDFsの高い施設があった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-1)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、PBDDs/DFsの実測濃度は、難燃プラスチック製造工場の総合排出口からの排出ガス(平均980ng/m³N)より2~3桁程度低い値で、家電リサイクル工場からの排出ガス(平均2.4ng/m³N)との比較では、同程度の値であった。毒性等量相当値は、難燃プラスチック製造工場の総合排出口からの排出ガス(平均0.0036ng-TEQ/m³N)よりも1桁程度高い値で、家電リサイクル工場からの排出ガス(平均0.017ng-TEQ/m³N)よりもやや高い値であった。

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、7検体中仕上げセット工程の2検体で検出され、実測濃度は、平均4.0ng/m³N(ND ~ 28ng/m³N)であった。

同族体パターンでは、MoBHpCDDs、MoBTrCDDs、MoBTeCDFsなどの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-9)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、難燃プラスチック工場で検出された総合排出口からの排出ガス(0.033ng/m³N)と比べ、B-1施設の仕上げセット工程(0.071ng/m³N)はやや高い値で、B-3施設の仕上げセット工程(28ng/m³N)は3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、7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27ng/m³N(0.44 ~ 180ng/m³N)、PCDDs/DFsが平均14ng/m³N(0.004 ~ 100ng/m³N)、Co-PCBが平均12ng/m³N(0.40 ~ 76ng/m³N)であった。毒性等量は、平均0.046ng-TEQ/m³N(0.000099 ~ 0.31ng-TEQ/m³N)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 図-17)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、PCDDs/DFs及びCo-PCBの実測濃度は、難燃プラスチック製造工場の総合排出口からの排出ガス(平均2.1ng/m³N)よりも1桁程度高い値で、家電リサイクル工場からの排出ガス(平均0.83ng/m³N)よりも2桁程度高い値であった。毒性等量は、難燃プラスチック製造工場の総合排出口からの排出ガス(平均0.0025ng-TEQ/m³N)、家電リサイクル工場からの排出ガス(平均0.0033ng-TEQ/m³N)よりも1桁程度高い値であった。

d. ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEsは、7検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均2,400ng/m³N(16 ~ 9,000ng/m³N)であった。

同族体パターンでは、全体的にはDeBDEの比率が高いが、1箇所ではTrBDEs及びDiBDEsの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-25)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、難燃プラスチック製造工場の総合排出口からの排出ガス(平均83ng/m³N)よりも2桁程度高い値で、家電リサイクル工場からの排出ガス(平均360ng/m³N)よりも1桁程度高い値であった。

e. テトラプロモビスフェノールA(TBBPA)

TBBPAは、7検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均550ng/m³N(8.6~2,400ng/m³N)であった。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、難燃プラスチック製造工場の総合排出口からの排出ガス(平均130,000ng/m³N)よりも3桁程度低い値で、家電リサイクル工場からの排出ガス(平均110ng/m³N)よりもやや高い値であった。

f. トリプロモフェノール(TBPs)

TBPsは、7検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均2,200ng/m³N(9.2~14,000ng/m³N)であった。

g. ヘキサプロモシクロドデカン(HBCD)

HBCDは、7検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均740,000ng/m³N(46~3,700,000ng/m³N)であった。

排水

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、総合排水3検体、工程排水等4検体中全検体で検出され、実測濃度は、総合排水でPBDDs/DFsが平均80,000pg/L(320~170,000pg/L)、PBDDsが平均6,000pg/L(6.2~17,000pg/L)、PBDFsが平均73,000pg/L(310~150,000pg/L)、工程排水等でPBDDs/DFsが平均920pg/L(4.4~2,000pg/L)、PBDDsが平均6.5pg/L(1.7~11pg/L)、PBDFsが平均920pg/L(2.7~2,000pg/L)であった。なお、難燃加工を行っていない染色工程排水からは、検出されなかった。

毒性等量相当値は、総合排水で平均77pg-TEQ/L(3.6~130pg-TEQ/L)で、工程排水等で平均2.3pg-TEQ/L(0~6.6pg-TEQ/L)であった。

B-1施設の処理前総合排水は、処理前のため「工程排水等」に分類した。

同族体パターンは、OBDF、HpBDFs、TeBDFsなどの比率が高かった

(別図-2 媒体別同族体組成 図-2)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、PBDDs/DFsの実測濃度では、総合排水は、難燃プラスチック製造工場の総合排水出口等からの排水(平均32,000pg/L)よりやや高い値で、家電リサイクル工場の雑排水(平均5,600pg/L)よりも1桁程度高い値であった。工程排水等は、難燃プラスチック製造工場のその他工程等からの排水(平均68,000pg/L)より1~2桁程度低い値で、家電リサイクル工場の工程排水(140,000pg/L)より2桁程度低い値であった。毒性等量相当値では、総合排水は、難燃プラスチック製造工場の総合排水出口等からの排水(平均1.5pg-TEQ/L)より1桁程度高い値で、家電リサイクル工場の雑排水(平均31pg-TEQ/L)よりやや高い値であった。工程排水等は、難燃プラスチック製造工場のその他工程等からの排水(平均7.3pg-TEQ/L)よりやや低い値で、家電リサイクル工場の工程排水(420pg-TEQ/L)よりも2桁程度低い値であった。

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、総合排水3検体中全検体、工程排水等4検体中3検体で検出され、実測濃度は、総合排水で平均500pg/L(66~1,300pg/L)、工程排水等で平均66pg/L(ND~170pg/L)であった。なお、難燃加工を行っていない染色工程排水からは、検出されなかった。

同族体パターンは、MoBHpCDDs、MoBPeCDFsの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-10)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、総合排水は、難燃プラスチック製造工場の総合排水出口等からの排水(平均0.86pg/L)より3桁程度高い値で、家電リサイクル工場の雑排水(平均5.1pg/L)より2桁程度高い値であった。工程排水等は、難燃プラスチック製造工場のその他工程等からの排水(平均12pg/L)よりやや高い値で、家電リサイクル工場の工程排水(520pg/L)よりは1桁程度低い値であった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、総合排水3検体、工程排水等4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590pg/L(170～980pg/L)、PCDDs/DFsが平均320pg/L(85～450pg/L)、Co-PCBが平均280pg/L(89～560pg/L)、工程排水等でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均10,000pg/L(49～40,000pg/L)、PCDDs/DFsが平均740pg/L(3.6～2,800pg/L)、Co-PCBが平均9,300pg/L(46～37,000pg/L)であった。

毒性等量は、総合排水で平均3.6pg-TEQ/L(0.61～8.5pg-TEQ/L)、工程排水等で平均17pg-TEQ/L(0.042～66pg-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 図-18)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、PCDDs/DFs及びCo-PCBの実測濃度は、総合排水は、難燃プラスチック製造工場の総合排水出口等からの排水(平均300pg/L)よりやや高い値で、家電リサイクル工場の雑排水(平均1,100pg/L)よりもやや低い値であった。工程排水等は、難燃プラスチック製造工場のその他工程等からの排水(平均360pg/L)より2桁程度高い値で、家電リサイクル工場の工程排水(420,000pg/L)よりも1桁程度低い値であった。毒性等量では、総合排水は、難燃プラスチック製造工場の総合排水出口等からの排水(平均0.50pg-TEQ/L)よりも1桁程度高い値で、家電リサイクル工場の雑排水(平均2.8pg-TEQ/L)と同程度の値であった。工程排水等は、難燃プラスチック製造工場のその他工程等からの排水(平均0.75pg-TEQ/L)よりも2桁程度高い値で、家電リサイクル工場の工程排水(平均240pg-TEQ/L)よりも1桁程度低い値であった。

d. ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEsは、総合排水3検体、工程排水等4検体中全検体で検出され、実測濃度は、総合排水で平均2,100,000ng/L(1,900～6,200,000ng/L)、工程排水等で平均1,900ng/L(140～6,500ng/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 図-26)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、総合排水は、難燃プラスチック製造工場の総合排水出口等からの排水(平均320ng/L)、家電リサイクル工場の雑排水(平均610ng/L)よりも4桁程度高い値であった。工程排水等は、難燃プラスチック製造工場のその他工程等からの排水(平均720ng/L)よりもやや高い値で、家電リサイクル工場の工程排水(19,000ng/L)よりも1桁程度低い値であった。

e. テトラブロモビスフェノールA(TBBPA)

TBBPAは、総合排水3検体、工程排水等4検体中全検体で検出され、実測濃度は、総合排水で平均440ng/L(61～710ng/L)、工程排水等で平均79ng/L(13～170ng/L)であった。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、総合排水は、難燃プラスチック製造工場の総合排水出口等からの排水(平均7,600ng/L)よりも1桁程度低い値で、家電リサイクル工場の雑排水(平均780ng/L)と同程度の値であった。工程排水等は、難燃プラスチック製造工場のその他工程等からの排水(平均19,000ng/L)、家電リサイクル工場の工程排水(25,000ng/L)よりも3桁程度低い値であった。

f. トリブロモフェノール(TBPs)

TBPsは、総合排水3検体、工程排水等4検体中全検体で検出され、実測濃度は、総合排水で平均68ng/L(32～100ng/L)、工程排水等で平均710ng/L(17～2,700ng/L)であった。

g. ヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)

HBCDは、総合排水3検体、工程排水等4検体中全検体で検出され、実測濃度は、総合排水で平均1,200,000ng/L(180,000～2,000,000ng/L)、工程排水等で平均180,000,000ng/L(1,400,000～

530,000,000ng/L)であった。

建屋内空気

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、7検体中全検体で検出され、実測濃度は、PBDDs/DFsが平均160pg/m³(1.3~950pg/m³)、PBDDsが平均0.69pg/m³(ND~2pg/m³)、PBDFsが平均160pg/m³(1.0~950pg/m³)であった。毒性等量相当値は、平均0.86pg-TEQ/m³(0~5.6pg-TEQ/m³)であった。

同族体パターンは、OBDF、HpBDFs、HxBDFs、PeBDFs、TeBDFsの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-3)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、PBDDs/DFsの実測濃度は、家電リサイクル工場(平均13,000pg/m³)より、B-2施設の融着工程周辺(950pg/m³)で1桁程度低い値で、他の工程周辺(1.3~56pg/m³)では、3~4桁程度低い値であった。毒性等量相当値は、家電リサイクル工場(平均37pg-TEQ/m³)より、B-2施設の融着工程周辺(5.6pg-TEQ/m³)で1桁程度低い値で、他の工程周辺(0.024~0.15pg-TEQ/m³)では2~3桁程度低い値であった。

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、7検体中3検体で検出され、実測濃度は、平均0.67pg/m³(ND~3.2pg/m³)であった。

同族体パターンは、MoBHpCDDs、MoBHxCDDs、MoBTeCDFs、MoBTrCDFsなどの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-11)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、家電リサイクル工場(平均4.7pg/m³)より1桁程度低い値であった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、7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38pg/m³(15~120pg/m³)、PCDDs/DFsが平均11pg/m³(4.3~24pg/m³)、Co-PCBが平均27pg/m³(10~95pg/m³)であった。毒性等量は、平均0.13pg-TEQ/m³(0.084~0.18pg-TEQ/m³)であった。

同族体パターンは、OCDD、PeCDFs、TeCDFsの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-19)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、PCDDs/DFs及びCo-PCBの実測濃度は、家電リサイクル工場(平均150pg/m³)と比べ、B-3施設の仕上工程周辺(120pg/m³)で同程度の値で、他の工程周辺(15~43pg/m³)では1桁程度低い値であった。毒性等量では、家電リサイクル工場(平均0.51pg-TEQ/m³)よりやや低い値であった。

d. ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEsは、7検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均20ng/m³(0.65~91ng/m³)であった。

同族体パターンでは、全体的にはDeBDEの比率が高いが、TrBDEs、DiBDEsの比率が高い箇所もあった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-27)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、家電リサイクル工場(平均3,800ng/m³)より2桁程度低い値であった。

e. テトラブロモビスフェノールA(TBBPA)

TBBPAは、7検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均18ng/m³(3.0~57ng/m³)であった。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、家電リサイクル工場(平均61ng/m³)よりやや低い値

であった。

f. トリプロモフェノール(TBPs)

TBPsは、7検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均 $8.9\text{ng}/\text{m}^3$ ($0.86 \sim 24\text{ng}/\text{m}^3$)であった。

g. ヘキサプロモシクロドデカン(HBCD)

HBCDは、7検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均 $1,700\text{ng}/\text{m}^3$ ($200 \sim 5,900\text{ng}/\text{m}^3$)であった。

2) 周辺環境の状況

環境大気

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、PBDDs/DFsが平均 $4.1\text{pg}/\text{m}^3$ ($0.56 \sim 8.8\text{pg}/\text{m}^3$)、PBDDsが平均 $0.14\text{pg}/\text{m}^3$ ($0.03 \sim 0.28\text{pg}/\text{m}^3$)、PBDFsが平均 $3.9\text{pg}/\text{m}^3$ ($0.46 \sim 8.5\text{pg}/\text{m}^3$)であった。毒性等量相当値は、平均 $0.011\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ ($0 \sim 0.042\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$)であった。

同族体パターンは、B-1施設はPeBDFs、TeBDFs、B-2施設は、PeBDFs、OBDF、TeBDFs、B-3施設は、HxBDFs、PeBDFs、HpBDFsの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-4)

平成14年度臭素系一般環境調査のPBDDs/DFs(4~6臭素化体)の実測濃度(平均 $3.1\text{pg}/\text{m}^3$)との比較では、平均 $2.9\text{pg}/\text{m}^3$ で同程度の値であった。また、毒性等量相当値(平均 $0.015\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$)との比較では、平均 $0.007\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ で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検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均 $0.21\text{pg}/\text{m}^3$ ($0.031 \sim 0.38\text{pg}/\text{m}^3$)であった。

同族体パターンは、MoBHpCDDs、MoBPeCDDs、MoBTrCDDsなどの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-12)。

平成14年度臭素系一般環境調査(平均 $0.32\text{pg}/\text{m}^3$)との比較では、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、6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 $5.9\text{pg}/\text{m}^3$ ($5.0 \sim 6.7\text{pg}/\text{m}^3$)、PCDDs/DFsが平均 $3.9\text{pg}/\text{m}^3$ ($3.4 \sim 4.7\text{pg}/\text{m}^3$)、Co-PCBが平均 $1.9\text{pg}/\text{m}^3$ ($1.5 \sim 2.3\text{pg}/\text{m}^3$)であった。毒性等量は、平均 $0.045\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ ($0.034 \sim 0.053\text{pg}/\text{m}^3$)であった。

同族体パターンは、PeCDFs、TeCDFs、TeCDDsなどの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-20)。

平成14年度ダイオキシン類に係る環境調査結果(平均値 $0.093\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$)との比較では、全ての地点でやや低い値であった。

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、平均 $1.7\text{ng}/\text{m}^3$ ($0.054 \sim 6.1\text{ng}/\text{m}^3$)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 図-28)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、難燃プラスチック製造工場周辺(平均 $6.4\text{ng}/\text{m}^3$)よりもやや低い値で、家電リサイクル工場周辺(平均 $1.1\text{ng}/\text{m}^3$)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、平均 $2.3\text{ng}/\text{m}^3$ ($0.14 \sim 5.4\text{ng}/\text{m}^3$)であった。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、難燃プラスチック製造工場周辺(平均4.8ng/m³)よりもやや低い値で、家電リサイクル工場周辺(平均0.33ng/m³)より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、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均0.33ng/m³(0.033~0.86ng/m³)であった。

g. ヘキサブROMシクロドデカン(HBCD)

HBCDは、6検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均59ng/m³(2.2~140ng/m³)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2,300pg/m²/day(900~3,300pg/m²/day)、PBDDsが平均15pg/m²/day(8~20pg/m²/day)、PBDFsが平均2,300pg/m²/day(880~3,200pg/m²/day)であった。毒性等量相当値は、平均14pg-TEQ/m²/day(2.6~20pg-TEQ/m²/day)であった。

同族体パターンは、TeBDFs、PeBDFs、HxBDFs、HpBDFs及びOBDFの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-5)。

平成14年度臭素系一般環境調査のPBDDs/DFs(4~6臭素化体)の実測濃度(平均360pg/m²/day)との比較では、平均1,200pg/m²/dayで、やや高い値であった。また、毒性等量相当値(平均0.13pg-TEQ/m²/day)との比較では、平均7.7pg-TEQ/m²/dayで2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、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均100pg/m²/day(26~160pg/m²/day)であった。

同族体パターンは、MoBHpCDDs、MoBTeCDFs、MoBTrCDFsの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-13)。

平成14年度臭素系一般環境調査(平均11pg/m²/day)との比較では、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、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2,300pg/m²/day(960~3,400pg/m²/day)、PCDDs/DFsが平均1,700pg/m²/day(630~2,800pg/m²/day)、Co-PCBが平均570pg/m²/day(330~800pg/m²/day)であった。毒性等量は、平均22pg-TEQ/m²/day(7.1~50pg-TEQ/m²/day)であった。

同族体パターンは、TeCDDs、PeCDFs、TeCDFsなどの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-21)。

平成10年度ダイオキシン類緊急全国一斉調査結果(平均値21pg-TEQ/m²/day)及び平成14年度臭素系一般環境調査(平均13pg-TEQ/m²/day)との比較では、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、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均220ng/m²/day(78~330ng/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 図-29)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、難燃プラスチック製造工場周辺(平均5,500ng/m²/day)、家電リサイクル工場周辺(平均4,100ng/m²/day)よりも1桁程度低い値であった。

e. テトラプロモビスフェノールA(TBBPA)

TBBPAは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均270ng/m²/day(88～420ng/m²/day)であった。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、難燃プラスチック製造工場周辺(平均2,000ng/m²/day)よりも1桁程度低い値で、家電リサイクル工場周辺(平均790ng/m²/day)よりもやや低い値であった。

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83ng/m²/day(38～120ng/m²/day)であった。

g. ヘキサプロモシクロドデカン(HBCD)

HBCDは、3検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均2,700ng/m²/day(1,900～3,700ng/m²/day)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検体中全検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)でPBDDs/DFsが5,900pg/L、PBDDsが18pg/L、PBDFsが5,900pg/L、排水口から離れた海域でPBDDs/DFsが23pg/L、PBDDsがND、PBDFsが23pg/L、河川上流でPBDDs/DFsが平均3,300pg/L(16及び6,600pg/L)、PBDDsが平均29pg/L(ND及び58pg/L)、PBDFsが平均3,300pg/L(16及び6,500pg/L)、河川下流でPBDDs/DFsが平均7,300pg/L(7,200及び7,400pg/L)、PBDDsが平均79pg/L(18～140pg/L)、PBDFsが平均7,300pg/L(7,100及び7,400pg/L)であった。毒性等量相当値は、海域(排水口付近)で29pg-TEQ/L、排水口から離れた海域で0.072pg-TEQ/L、河川上流で平均9.0pg-TEQ/L(0.065及び18pg-TEQ/L)、河川下流で平均21pg-TEQ/L(18及び23pg-TEQ/L)であった。

同族体パターンは、OBDF、HpBDFsの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-6)。

平成14年度臭素系一般環境調査のPBDDs/DFs(4～6臭素化体)の実測濃度(平均2.0pg/L)との比較では、海域(排水口付近)(940pg/L)は2～3桁程度高い値で、排水口から離れた海域(3.1pg/L)は同程度の値で、河川上流(平均800pg/L)は2桁程度高い値で、河川下流(平均1,000pg/L)は3桁程度高い値であった。また、毒性等量相当値(平均0.0017pg-TEQ/L)との比較では、海域(排水口付近)(18pg-TEQ/L)は4桁程度高い値で、排水口から離れた海域(0pg-TEQ/L)で、河川上流(5.0pg-TEQ/L)は3桁程度高い値で、河川下流(12pg-TEQ/L)は4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、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11pg/L、排水口から離れた海域で5.8pg/L、河川上流で平均68pg/L(5.6及び130pg/L)、河川下流で平均85pg/L(49及び120pg/L)であった。

同族体パターンは、MoBHpCDDs、MoBHxCDDs、MoBTeCDFs、MoBTrCDFsの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-14)。

平成14年度臭素系一般環境調査(平均0.40pg/L)との比較では、海域(排水口付近)、河川上流及び河川下流は2桁程度高い値で、排水口から離れた海域は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770pg/L、PCDDs/DFsが410pg/L、Co-PCBが360pg/L、排水口から離れた海域でPCDDs/DFs及びCo-PCBが76pg/L、PCDDs/DFsが62pg/L、Co-PCBが14pg/L、河川上流で平均2,100pg/L(1,700及び2,400pg/L)、PCDDs/DFsが平均2,000pg/L(1,600及び2,300pg/L)、Co-PCBが平均140

pg/L(92及び190pg/L)、河川下流で平均1,500pg/L(1,300及び1,600pg/L)、PCDDs/DFsが平均1,300 pg/L(1,200及び1,400pg/L)、Co-PCBが平均140pg/L(120及び160pg/L)であった。毒性等量は、海域(排水口付近)で3.7pg-TEQ/L、排水口から離れた海域で0.067pg-TEQ/L、河川上流で平均2.3pg-TEQ/L(1.6及び3.0pg-TEQ/L)、河川下流で平均2.4pg-TEQ/L(1.9及び2.9pg-TEQ/L)であった。

同族体パターンは、OCDD、TeCDDs、PeCDFs、TeCDFsの比率が高い地点があった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-22)。

平成14年度ダイオキシン類に係る環境調査結果(平均値0.24pg-TEQ/L)との比較では、海域(排水口付近)、河川上流及び河川下流は1桁程度高い値で、排水口から離れた海域は1桁程度低い値であった。

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11,000ng/L、排水口から離れた海域で70ng/L、河川上流で平均5,500ng/L(26及び11,000ng/L)、河川下流で平均100,000 ng/L(34,000及び170,000ng/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 図-30)

平成14年度排出実態調査結果との比較では、難燃プラスチック製造工場周辺(平均11ng/L)、家電リサイクル工場周辺(平均8.9ng/L)よりも排水口から離れた海域ではやや高い~1桁程度高い値であり、海域(排水口付近)、河川では2~5桁程度高い値であった。

e. テトラブ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250ng/L、排水口から離れた海域で17ng/L、河川上流で平均4.0ng/L(2.8及び5.2ng/L)、河川下流で平均2.0ng/L(1.7及び2.2ng/L)であった。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、難燃プラスチック製造工場周辺(平均9.9ng/L)、家電リサイクル工場周辺(平均2.5ng/L)よりも海域ではやや高い~2桁程度高い値であり、河川では同程度からやや低い値であった。

f. トリブロモフェノール(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1,600ng/L、排水口から離れた海域で3.1ng/L、河川上流で平均2.9ng/L(1.7及び4.0ng/L)、河川下流で平均5.2ng/L(4.3及び6.1ng/L)であった。

g. ヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)

HBCD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440,000ng/L、排水口から離れた海域で12,000ng/L、河川上流で平均9,100ng/L(1,100及び17,000ng/L)、河川下流で平均32,000ng/L(13,000及び50,000ng/L)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検体中全検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)でPBDDs/DFsが16pg/g-dry、PBDDsがND、PBDFsが16pg/g-dry、排水口から離れた海域でPBDDs/DFsが9.5pg/g-dry、PBDDsが2pg/g-dry、PBDFsが7.1pg/g-dry、河川上流でPBDDs/DFsが平均650pg/g-dry(1.3及び1,300pg/g-dry)、PBDDsが平均100pg/g-dry(0.5及び200pg/g-dry)、PBDFsが平均550pg/g-dry(0.8及び1,100 pg/g-dry)、河川下流でPBDDs/DFsが平均1,000pg/g-dry(28及び2,000pg/g-dry)、PBDDsが平均15pg/g-dry(ND及び30pg/g-dry)、PBDFsが平均1,000pg/g-dry(28及び2,000pg/g-dry)であった。毒性等量相当値は、海域(排水口付近)で0.074pg-TEQ/g-dry、排水口から離れた海域で0.023pg-TEQ/g-dry、

河川上流で平均3.6pg-TEQ/g-dry(0.23及び6.9pg-TEQ/g-dry)、河川下流で平均5.1pg-TEQ/g-dry(0.11及び10pg-TEQ/g-dry)であった。

同族体パターンは、OBDF、HpBDFs、PeBDFs及びTeBDDsなどの比率が高かった。
(別図-2 媒体別同族体組成 図-7)。

平成14年度臭素系一般環境調査のPBDDs/DFs(4~6臭素化体)の実測濃度(平均430pg/g-dry)との比較では、海域(排水口付近)は0pg/g-dryで、排出口から離れた海域(0.20pg/g-dry)は3桁程度低い値で、河川上流(180pg/g-dry)及び河川下流(140pg/g-dry)はやや低い値であった。また、毒性等量相当値(平均5.6pg-TEQ/g-dry)との比較では、海域(排水口付近)及び排出口から離れた海域ともに0pg-TEQ/g-dryで、河川上流(平均1.1pg-TEQ/g-dry)及び河川下流(平均1.7pg-TEQ/g-dry)は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5検体で検出され、実測濃度は、海域(排水口付近)で1.4pg/g-dry、排水口から離れた海域で0.6pg/g-dry、河川上流で平均22pg/g-dry(1.0及び42pg/g-dry)、河川下流で平均7.5pg/g-dry(ND及び15pg/g-dry)であった。

同族体パターンは、MoBHpCDDsなどの比率が高かった。
(別図-2 媒体別同族体組成 図-15)。

平成14年度臭素系一般環境調査(平均130pg/g-dry)との比較では、海域で2~3桁程度低い値で、河川で1~2桁程度低い値であった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、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75pg/g-dry、PCDDs/DFsが47pg/g-dry、Co-PCBが28pg/g-dry、排水口から離れた海域でPCDDs/DFs及びCo-PCBが85pg/g-dry、PCDDs/DFsが54pg/g-dry、Co-PCBが30pg/g-dry、河川上流で平均990pg/g-dry(86及び1,900pg/g-dry)、PCDDs/DFsが平均640pg/g-dry(74及び1,200pg/g-dry)、Co-PCBが平均380pg/g-dry(13及び740pg/g-dry)、河川下流で平均660pg/g-dry(11及び1,300pg/g-dry)、PCDDs/DFsが平均260pg/g-dry(5.6及び520pg/g-dry)、Co-PCBが平均400pg/g-dry(5.7及び800pg/g-dry)であった。毒性等量は、海域(排水口付近)で0.18pg-TEQ/g-dry、排水口から離れた海域で0.19pg-TEQ/g-dry、河川上流で平均2.8pg-TEQ/g-dry(0.17及び5.5pg-TEQ/g-dry)、河川下流で平均1.7pg-TEQ/g-dry(0.66及び2.8pg-TEQ/g-dry)であった。

同族体パターンは、OCDD、TeCDDsなどの比率が高かった。
(別図-2 媒体別同族体組成 図-23)。

平成14年度ダイオキシン類に係る環境調査結果(平均値9.8pg-TEQ/g)との比較では、海域で2桁程度低い値で、河川で1桁程度低い値であった。

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6.2ng/g-dry、排水口から離れた海域で1.4ng/g-dry、河川上流で平均8,000ng/g-dry(1.7及び16,000ng/g-dry)、河川下流で平均2,800ng/g-dry(9.6及び5,500ng/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 図-31)

平成14年度排出実態調査結果との比較では、難燃プラスチック製造工場周辺(平均180ng/g-dry)、家電リサイクル工場周辺(平均31ng/g-dry)に比べ、海域で1~2桁程度低い値で、河川で1~2桁程度高い値であった。

e. テトラプロモビスフェノールA(TBBPA)

TBBPAは、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0.29ng/g-dry、排水口

から離れた海域で0.033ng/g-dry、河川上流で平均0.93ng/g-dry(0.92及び0.93ng/g-dry)、河川下流で平均0.74ng/g-dry(0.65及び0.83ng/g-dry)であった。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、難燃プラスチック製造工場周辺(平均7.9ng/g-dry)、家電リサイクル工場周辺(平均4.3ng/g-dry)に比べ、海域(排水口付近)及び河川で1桁程度低い値で、排水口から離れた海域で2桁程度低い値であった。

f. トリブプロモフェノール(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0.21ng/g-dry、排水口から離れた海域で0.15ng/g-dry、河川上流で平均0.73ng/g-dry(0.36及び1.1ng/g-dry)、河川下流で平均0.57ng/g-dry(0.040及び1.1ng/g-dry)であった。

g. ヘキサブプロモシクロドデカン(HBCD)

HBCD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1,100ng/g-dry、排水口から離れた海域で110ng/g-dry、河川上流で平均380ng/g-dry(70及び680ng/g-dry)、河川下流で平均370ng/g-dry(76及び660ng/g-dry)であった。

3) 難燃剤及び加工品における含有状況

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、難燃剤4検体、加工品4検体中全検体で検出され、実測濃度は、HBCD難燃剤中では平均3.1ng/g(0.13～9.0ng/g)、DeBDE難燃剤中では720ng/gで、HBCD使用の加工品中では平均0.99ng/g(0.64～1.5ng/g)、DeBDE使用の加工品中では390ng/gであった。毒性等量相当値は、HBCD難燃剤中では平均0.0064ng-TEQ/g(0.00091～0.017ng-TEQ/g)、DeBDE難燃剤中では1.1ng-TEQ/gで、HBCD使用の加工品中では平均0.0026ng-TEQ/g(0.0020～0.0036ng-TEQ/g)、DeBDE使用の加工品中では0.54ng-TEQ/gであった。

DeBDE難燃剤/使用加工品中のPBDDs/DFsは、実測濃度、毒性等量相当値ともHBCD難燃剤/使用加工品中の濃度よりも2桁～3桁程度高かった。

同族体パターンは、難燃剤では、全体的にはOBDFの比率が高く、その他HpBDFsなどの比率が高かった。また、加工品についても、難燃剤と同様にOBDF、HpBDFsなどの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-8)。

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、難燃剤4検体、加工品4検体中全検体で検出され、実測濃度は、HBCD難燃剤中では平均0.013ng/g(0.0096～0.017ng/g)、DeBDE難燃剤中では0.030ng/gで、HBCD使用の加工品中では平均0.008ng/g(0.003～0.014ng/g)で、DeBDE使用の加工品中では0.015ng/gであった。

同族体パターンは、難燃剤では、MoBHpCDDs、MoBPcCDDsなどの比率が高かった。また、加工品では、MoBHpCDDs、MoBHxCDDs、MoBPcCDDsなどの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-16)。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、難燃剤4検体、加工品4検体中全検体で検出され、実測濃度は、HBCD難燃剤中では平均0.49ng/g(0.39～0.66ng/g)、DeBDE難燃剤中では0.38ng/gで、HBCD使用の加工品中では平均0.28ng/g(0.25～0.33ng/g)で、DeBDE使用の加工品中では1.3ng/gであった。毒性等量相当値は、HBCD難燃剤中では平均0.0028ng-TEQ/g(0.0023～0.0039ng-TEQ/g)、DeBDE難燃剤中では0.000088ng-TEQ/gで、HBCD使用の加工品中では平均0.0010ng-TEQ/g(0.00053～0.0014ng-TEQ/g)、DeBDE使用の加工品中では、0.010ng-TEQ/gであった。

同族体パターンは、難燃剤では、OCDD、HpCDDs、HxCDDsなどの比率が高かった。また、加工品では、OCDD、HpCDDs、HxCDDs、HxCDFs、PeCDFsなどの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-24)

d. ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)

PBDEsは、難燃剤4検体、加工品4検体中全検体で検出され、実測濃度は、HBCD難燃剤中では平均28 μg/g(16 ~ 40 μg/g)、DeBDE難燃剤中では200,000 μg/g(含有率20%)で、HBCD使用の加工品中では平均2.5 μg/g(1.4 ~ 3.8 μg/g)で、DeBDE使用の加工品中では55,000 μg/g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 図-32)

e. テトラブロモビスフェノールA(TBBPA)

TBBPAは、難燃剤4検体中全検体、加工品4検体中3検体で検出され、実測濃度は、HBCD難燃剤中では平均3.1ng/g(1.3 ~ 5.4ng/g)、DeBDE難燃剤中では3.4ng/gで、HBCD使用の加工品中では平均6.2 ng/g(ND ~ 15ng/g)、DeBDE使用の加工品中では15ng/gであった。

f. トリブロモフェノール(TBPs)

TBPsは、難燃剤4検体、加工品4検体中全検体で検出され、実測濃度は、HBCD難燃剤中では平均62ng/g(28 ~ 94ng/g)、DeBDE難燃剤中では5.3ng/gで、HBCD使用の加工品中では平均3.6ng/g(0.64 ~ 6.3ng/g)で、DeBDE使用の加工品中では3.1ng/gであった。

g. ヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)

HBCDは、難燃剤4検体、加工品4検体中全検体で検出され、実測濃度は、HBCD難燃剤中では平均400,000 μg/g(含有率40%)(140,000 ~ 650,000 μg/g)、DeBDE難燃剤中では25,000 μg/gで、HBCD使用の加工品中では平均21,000 μg/g(15,000 ~ 28,000 μg/g)、DeBDE使用の加工品中では370 μg/gであった。

4) 考察

臭素化ダイオキシン類の発生源

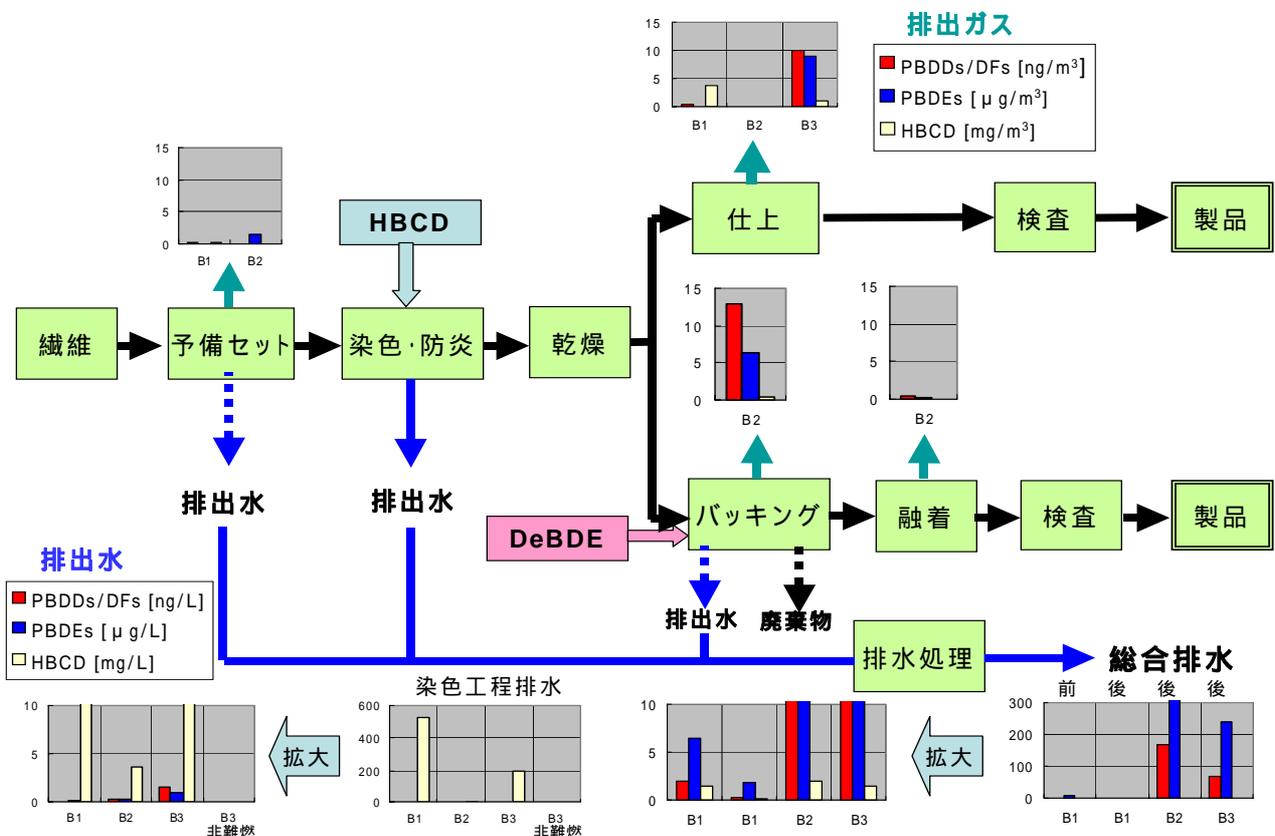


図-16 難燃繊維加工工程及び排出ガス、排出水中の

PBDDs/DFs、HBCD 及び PBDEs の実測濃度

今回調査した難燃繊維加工工場においては、各施設(B-1,2,3)とも染色工程で、HBCD を使用して防炎加工を行っており、また、B-2 施設では、バックング工程において DeBDE を使用して難燃加工を行っている。

一連の難燃繊維加工工程のうち、排出ガスを排出している工程としては、各施設共通工程では、予備セット工程及び仕上げセット工程があり、B-2 施設については、加えてバックング工程及び融着工程がある。また、排水を排出している主要な工程は、各施設とも染色・防炎加工工程であり、この工程から排出された排出水は、他の工程からの工程排水と併せて処理されたのち、総合排出口から公共用水域に排出されている。難燃繊維加工工程及び各工程からの排出ガス、排出水中のPBDDs/DFs、HBCD 及びPBDEs の実測濃度を図-16 に示す。

排出ガスについては、B-2 施設の仕上げセット工程を除く検体から PBDDs/DFs が検出された。図-16 より、PBDDs/DFs は、予備セット工程(実測濃度:平均0.082ng/m³、毒性等量相当値:平均0.0001ng-TEQ/m³)からはあまり排出されていないが、染色・防炎工程後の仕上げセット工程の一部(B-3 施設(実測濃度:10ng/m³N、毒性等量相当値:0.21ng-TEQ/m³N))やバックング工程(B-2 施設(実測濃度:13ng/m³N、毒性等量相当値:0.11ng-TEQ/m³N))から比較的高濃度で排出されている。

排出水については、染色・防炎加工工程排水(実測濃度:平均560pg/L、毒性等量相当値:平均0.90pg-TEQ/L)の全検体から PBDDs/DFs が検出されている。工程で用いている工業用水、難燃加工を行っていない染色工程からは PBDDs/DFs が検出されなかったことから、当該染色・防炎加工工程から PBDDs/DFs が排出されているものと考えられる。一方で、染色・防炎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、今回調査した染色・防炎加工工程以外の工程等からも PBDDs/DFs が排出されている可能性が示唆された。

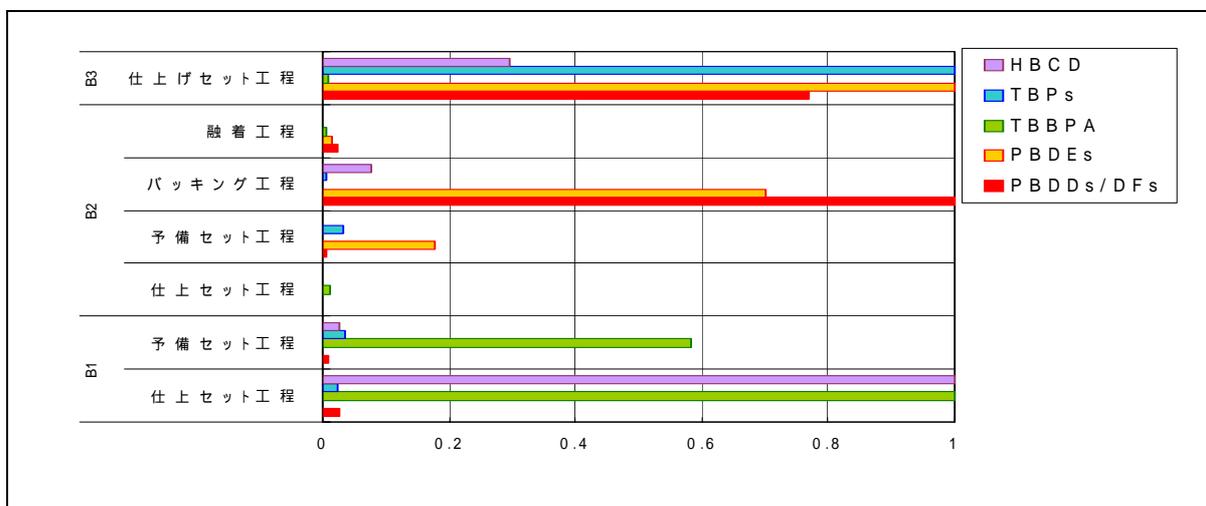


図-17 排出ガス中 PBDDs/DFs 及び 臭素系難燃物質濃度(最大濃度=1とした相対値)

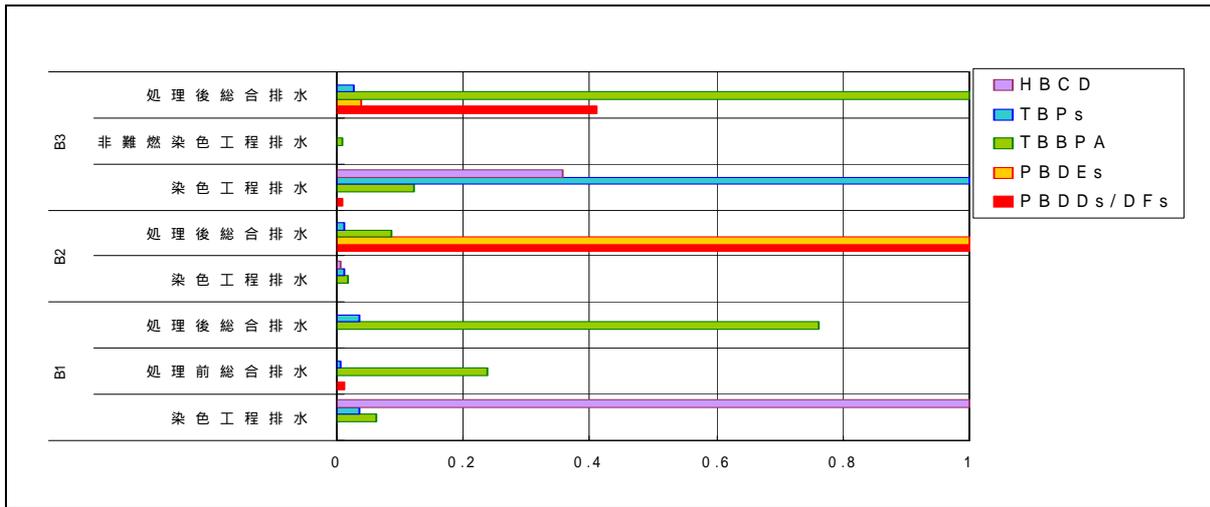


図-18 排出水中 PBDDs/DFs 及び臭素系難燃物質濃度 (最大濃度 = 1 とした相対値)

PBDDs/DFs の排出と臭素系難燃物質との関係を調べるために、排出ガス中及び排水中の PBDDs/DFs と臭素系難燃物質の濃度を比較したグラフを図-17 及び図-18 に示す。また、排水中の PBDDs/DFs と臭素系難燃物質の相関のグラフを図-19 に示す。

図-17 より、排出ガスでは、B-2 施設のバックング工程や B-3 施設の仕上げセット工程といった PBDDs/DFs 濃度が比較的高い工程では PBDEs 濃度も高いことがわかる。なお、B-2 施設の予備セット工程では、PBDEs 濃度は高いが PBDDs/DFs 濃度が低いことから、PBDDs/DFs の排出には、PBDEs 濃度の他にプロセス温度や反応時間等も影響している可能性が考えられる。

また、図-19 より、排水では、PBDDs/DFs 濃度と PBDEs 濃度との間に高い相関 (Spearman の順位相関係数: 0.976、1%水準で有意) が見られたが、PBDDs/DFs 濃度と HBCD 濃度との間には相関がみられなかった (Spearman の順位相関係数: 0.036)。これより、PBDDs/DFs の存在は、主に PBDEs と関係している可能性が示唆された。

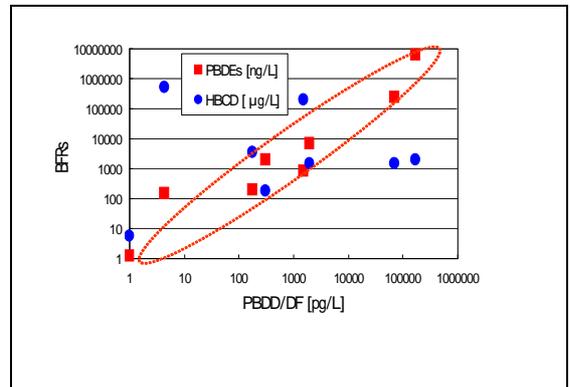


図-19 排水中 PBDDs/DFs 対臭素系難燃物質 (BFRs) の相関

次に、PBDDs/DFs の存在が難燃剤中の不純物由来か工程での生成によるのかについて、バックング工程で DeBDE を使用している B-2 施設を例に 1 バッチあたりのマスバランスにより推定した。表-99 に推定における設定条件及び推定方法、表-100 にマスバランス推定結果、及び図-20 にマスバランス推定フロー図を示す。

表-100 より、PBDDs/DFs は、投入量より産出量の方が多く、工程で PBDDs/DFs が生成されている可能性も示唆された。

なお、B-3施設では、現在PBDEsを使用していないにもかかわらず、処理後総合排水から高い濃度のPBDDs/DFs及びPBDEsが検出されているが、その原因は不明であり、引き続き調査を行う必要がある。

< フロー量の設定方法 >	
・ 繊維投入量	: 施設情報より、1 バッチあたり 300kg と設定
・ HBCD 難燃剤投入量	: 施設情報より、1 バッチあたり 6kg と設定
・ DeBDE 難燃剤投入量	: 加工品への DeBDE 残存率が 96%とし、加工品中 DeBDE 量(繊維投入量 360kg × 6.9%(施設情報))と難燃剤中 PBDEs 濃度 20%(測定値)より推定
・ 工業用水量	: 総合排水量と同量と仮定
・ 加工品重量	: 施設情報より、1 バッチあたり 360kg と設定
・ 染色工程排水	: 施設情報(21t/バッチ)より、1 バッチあたり 21,000L と設定 * 総合排水とのダブルカウント回避のため Output 合計には含まず
・ 総合排水量	: DeBDE 難燃剤投入量の 1%が排水へ移行するとし、PBDEs 濃度(測定値)から推定
・ 排出ガス量	* 排水処理設備での PBDEs 除去は考慮せず : 1 バッチあたり稼働時間(予備セット工程: 0.6h, バッキング工程: 0.8h(施設情報))と排ガス量(測定値)より推定
・ 排水処理設備の余剰汚泥	* 融着工程は排ガス量が不明であるため推定せず : 未計上
< PBDEs 量の推定方法 >	
・ 加工品	: 加工品重量及 × 6.9% (施設情報)
・ 総合排水	: DeBDE 難燃剤投入量の 1%が排水へ移行するとして推定
・ 固形廃棄物	: DeBDE 難燃剤投入量の 3%が廃棄物に移行するとして推定
・ 上記以外の項目	: フロー量 × PBDEs 濃度(測定値)
< PBDDs/DFs 量の推定方法 >	
・ 各項目	: フロー量 × PBDDs/DFs 濃度(測定値)

表-99 マスバランス推定における設定条件及び推定方法(B-2 施設、1 バッチ当たり)

< 投入量 >

Input 側項目	フロー量	PBDEs 量	PBDDs/DFs 量	
DeBDE 難燃剤	130 kg	26,000 g	94 mg	143 μg-TEQ
HBCD 難燃剤	6 kg	0.16 g	0.001 mg	<0.01 μg-TEQ
繊維	300 kg	?	?	?
工業用水	42,000 L	<0.01 g	ND	ND
Input 合計		約 26 kg	約 94 mg	143 μg-TEQ

< 産出量 >

Output 側項目	フロー量	PBDEs 量	PBDDs/DFs 量	
加工品	360 kg	25,000 g	140 mg	194 μg-TEQ
染色工程排水(重複)	21,000 L	<0.01 g	0.004 mg	0.03 μg-TEQ
総合排水	42,000 L	260 g	7.1 mg	5.5 μg-TEQ
予備セット排出ガス	1,086 m ³	0.002 g	0.0001 mg	0 μg-TEQ
バッキング排出ガス	3,392 m ³	0.021 g	0.04 mg	0.37 μg-TEQ
固形廃棄物	?	780 g	?	?
Output 合計		約 26 kg	約 148 mg	200 μg-TEQ

表-100 マスバランス推定結果(B-2 施設、1 バッチ当たり)

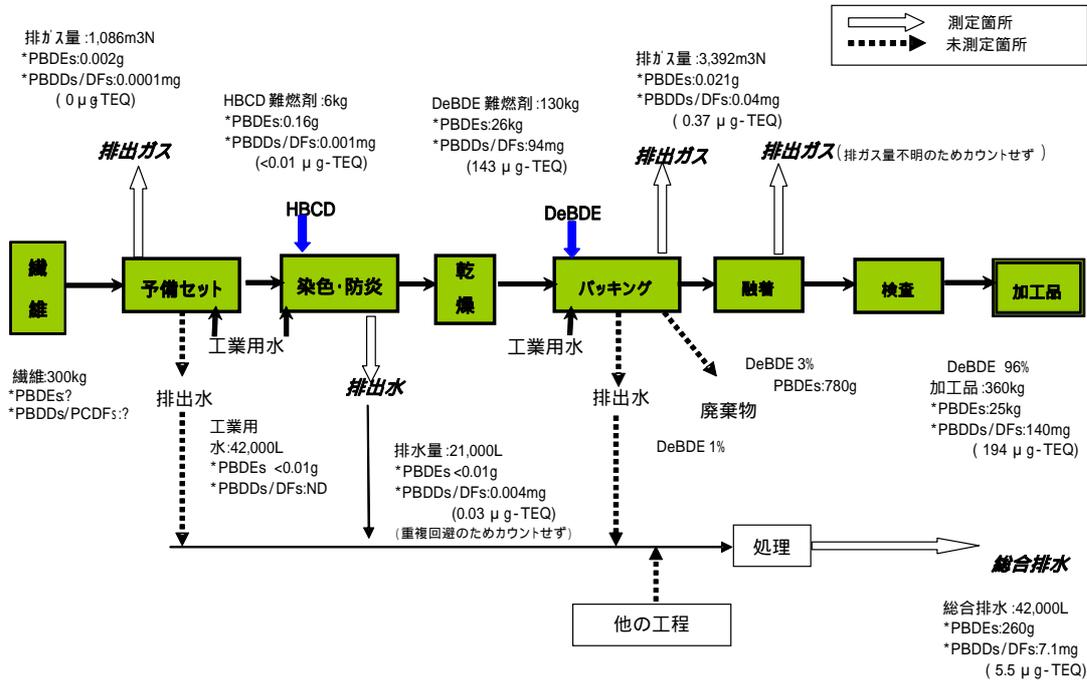


図-20 マスバランス推定フロー図

施設からの排出による周辺環境への影響

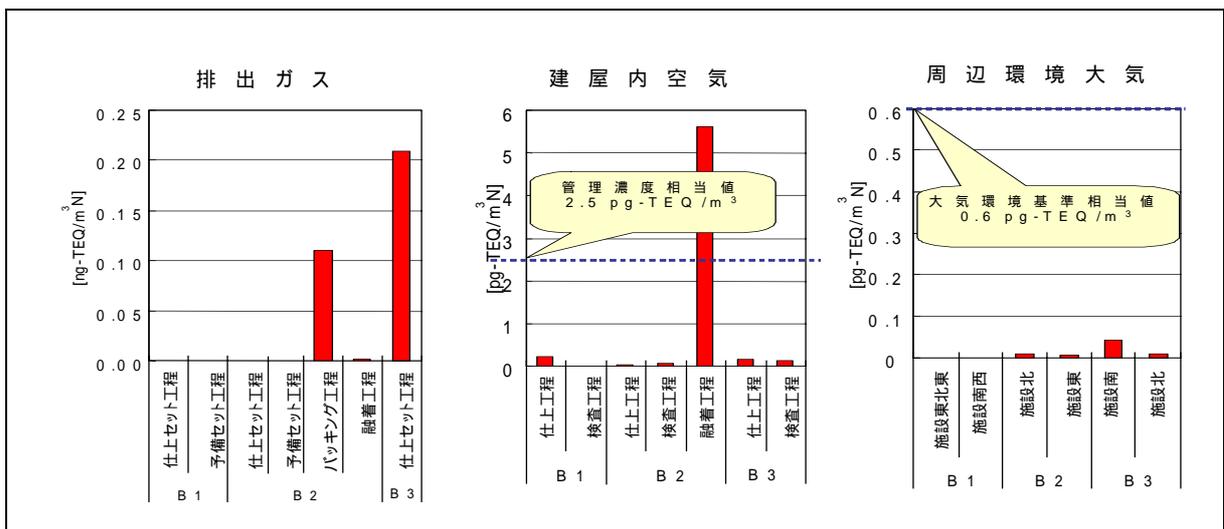


図-21 臭素化ダイオキシン類濃度(気系)

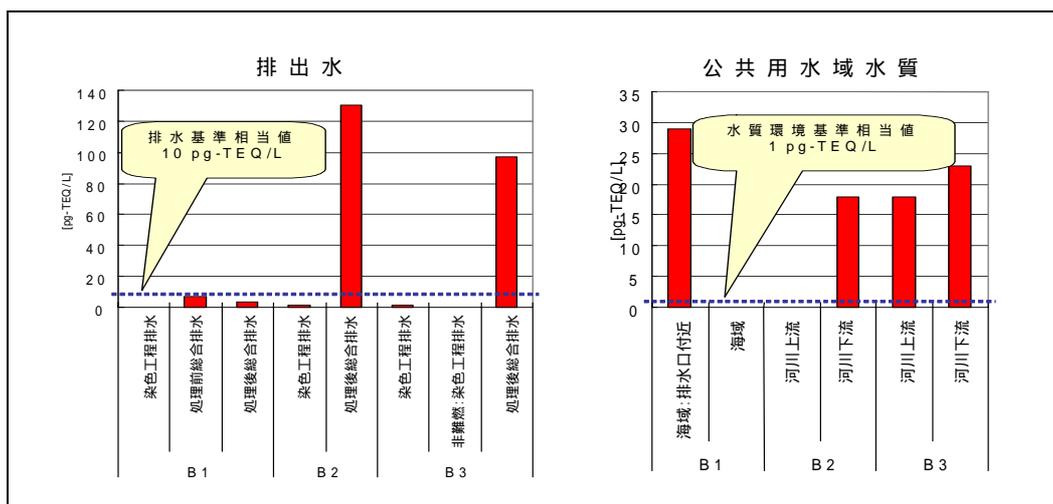


図-22 臭素化ダイオキシン類濃度(水系)

媒体毎に PBDDs/DFs 濃度(毒性等量相当値)を比較したグラフを図-21(気系)及び図-22(水系)に示す。

施設周辺の環境大気における PBDDs/DFs の毒性等量相当値は、平均0.011pg-TEQ/m³(4~6臭素化体:平均0.007pg-TEQ/m³)と低く、一般環境調査結果(毒性等量相当値(4~6臭素化体):平均0.015pg-TEQ/m³)との比較でもやや低い値であった。

排出ガス中の PBDDs/DFs の毒性等量相当値は、平均0.046 ng-TEQ/m³(0~0.21ng-TEQ/m³)で、高い値のところでも周辺環境大気における PBDDs/DFs 濃度より1桁高い程度であり、排ガス量もさほど多くないことから、難燃繊維加工工程の排出ガスを通じた周辺環境への影響は小さいものと考えられる。

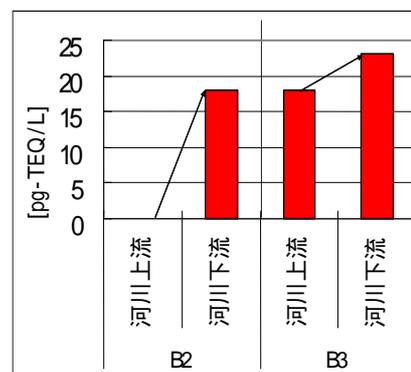


図-23 河川(上流・下流)における PBDDs/DFs 濃度の比較

施設周辺の公共用水域水質の PBDDs/DFs の毒性等量相当値は、平均15pg-TEQ/L(4~6臭素化体:平均8.5pg-TEQ/L)で、4~6臭素化体の比較では、一般環境調査結果(毒性等量相当値(4~6臭素化体):平均0.0017pg-TEQ/L)より3桁程度高い値であった。また、図-22より、B-1施設周辺海域排水口付近、B-2施設周辺河川下流、B-3施設周辺河川上流及び下流における PBDDs/DFs の毒性等量相当値は、塩素化ダイオキシン類の水質環境基準相当値(1 pg-TEQ/L)よりも1桁程度高い値であった。

施設周辺の公共用水域底質については、PBDDs/DFs の毒性等量相当値は、各施設周辺水域とも、排出口から離れた海域又は河川上流(毒性等量相当値:B-1施設0.023pg-TEQ/g、B-2施設0.23pg-TEQ/g、B-3施設6.9pg-TEQ/g)と排出口付近の海域又は河川下流(毒性等量相当値:B-1施設0.074pg-TEQ/g、B-2施設0.11pg-TEQ/g、B-3施設10pg-TEQ/g)とは同程度の濃度レベルであり、4~6臭素化体の毒性等量相当値は、0~3.4pg-TEQ/gで、一般環境調査結果(毒性等量相当値(4~6臭素化体):5.6pg-TEQ/g)と比べ同程度かそれ以下の値であった。

一方、排出水中の PBDDs/DFs の毒性等量相当値は、染色・防災加工工程排水では平均0.90pg-TEQ/Lで、あまり高い値ではなかったが、B-2及びB-3施設の処理後総合排水中の PBDDs/DFs の毒性等量相当値は、それぞれ130 pg-TEQ/L及び97pg-TEQ/Lで、塩素化ダイオキシン類の排水基準相当値(10 pg-TEQ/L)よりも1桁程度高い値であった。これは、これまでに調査した難燃プラスチック製造工場の総合排水(毒性等量相当値:平均1.5pg-TEQ/L)や家電リサイクル工場の雑排水(毒性等量相当値:

平均 31pg-TEQ/L)に比べても 1~2 桁程度高い値である。また、河川における PBDDs/DFs 濃度を比較したグラフ(図-23)より、B-2 及び B-3 施設周辺の河川において上流よりも下流の PBDDs/DFs 濃度が高いことから、当該施設からの PBDDs/DFs の排出が周辺水域に影響を及ぼしていることが考えられる。B-1 施設周辺海域についても、排水口付近の海域の水質において、排水口から離れている海域よりも毒性等量相当値で 3 桁程度高い値の PBDDs/DFs が検出されたことから、当該施設や周辺の施設等からの PBDDs/DFs の排出の影響が考えられる。

なお、B-3 施設については、河川上流においても相当程度高い濃度の PBDDs/DFs が検出されたことから、当該施設上流側に他の PBDDs/DFs の排出源が存在している可能性が示唆された。

難燃繊維加工業からの排出量の試算

今回の調査で得られた限られたデータの範囲で国内の難燃繊維加工業からの PBDDs/DFs の排出量を試算した結果を表 101 に示す。表-101 より、PBDDs/DFs の水系への排出量は、5.5~55g/年、4.2~42mg-TEQ/年、大気への排出量は、0.03~0.3g/年、0.3~3mg-TEQ/年となった。

<ul style="list-style-type: none"> • 排出係数(DeBDE あたり) <ul style="list-style-type: none"> 水系排出：270ng/g、210pg-TEQ/g 大気排出：1.7ng/g、14pg-TEQ/g • 活動量(繊維加工業での DeBDE 使用量) 国内使用量の 1~10%と仮定 20~200ton-DeBDE/年 • 排出量 <ul style="list-style-type: none"> 水系：5.5~55g/年、4.2~42mg-TEQ/年 大気：0.03~0.3g/年、0.3~3mg-TEQ/年
--

表-101 繊維加工業からの臭素化ダイオキシン類排出量(試算)

まとめ

今回の調査から、HBCD及びDeBDEを使用した難燃繊維加工工場では、難燃繊維加工の各工程から PBDDs/DFsの排出が確認された。

施設周辺の環境大気中のPBDDs/DFs濃度は一般環境調査結果よりやや低い値であり、排出ガス中のPBDDs/DFs濃度も高く、周辺環境大気中濃度よりも1桁高い程度であることなどから、排出ガスを通じた周辺環境への影響は小さいものと考えられる。

一方、施設周辺の公共用水域水質からは、高濃度のPBDDs/DFsが検出されており、また、排水口の影響を受けないところに比べ、排水口付近の水域のPBDDs/DFs濃度が高いことから、当該施設からのPBDDs/DFsの排出が周辺水域に影響を及ぼしていることが考えられる。なお、染色・防炎加工工程の工程排水よりも総合排水の濃度レベルの方が高いことから、PBDDs/DFsは、染色・防炎加工工程排水からも排出されるものの、施設内にそれ以外にPBDDs/DFsを排出する工程等が存在し、その工程等からの排水の影響の方が大きい場合もあることが示唆された。

また、HBCDよりもPBDEsとPBDDs/DFsとの濃度の間に高い相関が見られることから、PBDDs/DFsの存在は、主にPBDEsと関係している可能性が示唆された。

MoBPCDDs/DFsについては、一部の工程の排出ガス及び排水より検出されたが、排出ガスの一部を除き、PBDDs/DFsに比べてかなり低濃度であり、MoBPCDDs/DFsの影響はあまり大きくないものと考えられる。

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、今回調査した難燃繊維加工工程以外の工程等や周辺施設からの排出状況等についても調べていく必要がある。