

6 まとめ及び考察

難燃剤製造工場及び難燃繊維加工工場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等についての調査結果のまとめ及び考察を以下に示す。

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、難燃剤製造工場については、TBBPA(A-1施設)及びTBBPA系難燃剤(TBBPAポリカーボネートオリゴマー)(A-2施設)の製造時、難燃繊維加工工場については、HBCD(B-1,B-2,B-3施設)及びDeBDE(B-2施設)を使用した繊維の難燃/防炎加工時における調査である。

(1) 難燃剤製造工場

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、5検体中全検体で検出され、実測濃度は、PBDDs/DFsが平均 $0.12\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$ ($0.012 \sim 0.18\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$)、PBDDsが平均 $0.048\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$ (ND(検出下限未満) $\sim 0.18\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$)、PBDFsが平均 $0.070\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$ (ND $\sim 0.17\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$)であった。毒性等量相当値は、平均 $0.00022\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$ ($0 \sim 0.0006\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$)であった。

同族体パターンは、TeBDDs、HxBDFs、HpBDFsなどの比率が高かった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-1)。

平成14年度臭素系ダイオキシン類排出実態等調査結果(以下、「平成14年度排出実態調査結果」という。)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 $980\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$)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 $2.4\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$)よりも1桁程度低い値であった。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 $0.0036\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$)よりも1桁低く、家電リサイクル工場からの排出ガス(平均 $0.017\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$)よりも2桁低い値であった。

「平成14年度臭素系ダイオキシン類排出実態等調査報告書」(平成15年12月、環境省環境管理局ダイオキシン対策室)の結果概要は参考資料-5の2参照

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、5検体中とも検出されなかった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、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 $0.025\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$ ($0.006 \sim 0.044\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$)、PCDDs/DFsが平均 $0.0068\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$ (ND $\sim 0.020\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$)、Co-PCBが平均 $0.019\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$ ($0.006 \sim 0.032\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$)であった。毒性等量は、平均 $0.0000023\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$ ($0.0000006 \sim 0.0000054\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$)であった。

同族体パターンは、TeCDDs、OCDD、TeCDFs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 $2.1\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$)、家電リサイクル工場からの排出ガス(平均 $0.83\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$)よりも1桁～2桁低い値であった。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 $0.0025\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$)、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3桁程度低い値であった。

排水

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、総合排水2検体、工程排水2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460pg/L(280及び630pg/L)、PBDDsが平均7.5pg/L(ND及び15pg/L)、PBDFsが平均450pg/L(280及び610pg/L)、工程排水でPBDDs/DFsが平均69,000pg/L(8,000及び130,000pg/L)、PBDDsが平均7,100pg/L(160及び14,000pg/L)、PBDFsが平均64,000pg/L(7,900及び120,000pg/L)であった。毒性等量相当値は、総合排水で平均0.92pg-TEQ/L(0.54及び1.3pg-TEQ/L)、工程排水で平均24pg-TEQ/L(0及び48pg-TEQ/L)であった。

同族体パターンは、OBDF、HpBDFs、PeBDFs、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の実測濃度については、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)よりも2桁程度低い値で、家電リサイクル工場の雑排水(平均5,600pg/L)よりも1桁程度低い値であった。工程排水は、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)と同程度の値で、家電リサイクル工場の工程排水(140,000pg/L)よりやや低い値であった。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)と同程度の値で、家電リサイクル工場の雑排水(平均31pg-TEQ/L)よりも1桁程度低い値であった。工程排水は、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)よりやや高い値で、家電リサイクル工場の工程排水(420pg-TEQ/L)よりも1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2検体中全て検出されず、工程排水2検体中1検体で検出され、実測濃度は、総合排水は全てND、工程排水で平均1.5pg/L(ND及び3pg/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 図-9)。

平成14年度排出実態調査結果との比較では、検出されたA-2施設の蒸留塔からの工程排水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1桁程度低い値で、家電リサイクル工場の工程排水(520pg/L)よりは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、総合排水2検体、工程排水2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820pg/L(47及び1,600pg/L)、PCDDs/DFsが平均750pg/L(6.6及び1,500pg/L)、Co-PCBが62pg/L(41及び83pg/L)、工程排水でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均47pg/L(30及び63pg/L)、PCDDs/DFsが平均2.9pg/L(1.9及び3.8pg/L)、Co-PCBが44pg/L(26及び62pg/L)であった。毒性等量は、総合排水で平均0.28pg-TEQ/L(0.17及び0.39pg-TEQ/L)、工程排水で平均0.14pg-TEQ/L(0.099及び0.19pg-TEQ/L)であった。

同族体パターンは、OCDD、TeCDDs、OCDFなどの比率が高かった。

(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の実測濃度については、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)よりもやや高い値で、家電リサイクル工場の雑排水(平均1,100pg/L)と同程度の値であった。工程排水では、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)よりも1桁程度低い値で、家電リサイクル工場の工程排水(420,000pg/L)よりも4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)と同程度の値で、家電リサイクル工場の雑排水(平均2.8pg-TEQ/L)よりも1桁程度低い値であった。工程排水では、

難燃プラスチック製造工場のその他工程等からの排出水(平均0.75pg-TEQ/L)よりもやや低い値で、家電リサイクル工場の工程排水(240pg-TEQ/L)よりも3桁程度低い値あった。

建屋内空気

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、2検体中全検体で検出され、実測濃度は、PBDDs/DFsが平均2,000pg/m³(17及び4,000pg/m³)、PBDDsが平均5.5pg/m³(2.7及び8.3pg/m³)、PBDFsが平均2,000pg/m³(15及び4,000pg/m³)であった。毒性等量相当値は、平均11pg-TEQ/m³(0.052及び21pg-TEQ/m³)であった。

同族体パターンは、OBDF、HpBDFs、HxBDFs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)と比べ、A-1施設の製品充填場(4000pg/m³)はやや低い値で、A-2施設の収袋作業場(17pg/m³)は、3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)と比べ、A-1施設の製品充填場(21pg-TEQ/m³)は同程度の値で、A-2施設の収袋作業場(0.52pg-TEQ/m³)は1桁程度低い値であった。

建屋内空気の平成14年度排出実態調査結果は、家電リサイクル工場での測定結果である。(以下同様)

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、2検体とも検出されなかった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、2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14pg/m³(12及び16pg/m³)、PCDDs/DFsが平均6.8pg/m³(4.2及び9.3pg/m³)、Co-PCBが平均7.3pg/m³(6.9及び7.6pg/m³)であった。毒性等量は、平均0.12pg-TEQ/m³(0.11及び0.12pg-TEQ/m³)であった。

同族体パターンは、OCDD、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、1桁程度低い値であった。毒性等量は、家電リサイクル工場(平均0.51pg-TEQ/m³)と比べ、やや低い値であった。

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、4検体中全検体で検出され、実測濃度は、PBDDs/DFsが平均23pg/m³(0.10～88pg/m³)、PBDDsが平均0.035pg/m³(ND～0.06pg/m³)、PBDFsが平均23pg/m³(0.05～88pg/m³)であった。毒性等量相当値は、平均0.095pg-TEQ/m³(0～0.37pg-TEQ/m³)であった。

同族体パターンは、OBDF、HpBDFs、HxBDFs、PeBDFs、TeBDFsの比率が高い地点とTeBDDs及びPeBDFsの比率が高い地点があった。

(別図-2 媒体別同族体組成 図-4)

平成14年度臭素系ダイオキシン類に関する調査結果(以下、「平成14年度臭素系一般環境調査」という。)のPBDDs/DFs(4～6臭素化体)の実測濃度(平均3.1pg/m³)との比較では、平均11pg/m³でやや高い値であった。また、毒性等量相当値(平均0.015pg-TEQ/m³)との比較でも、平均0.053pg-TEQ/m³でやや高い値であった。

「平成14年度臭素系ダイオキシン類に関する調査」(平成16年2月、環境省環境保健部環境リスク評価室)の結果概要は参考資料-5の1参照。なお、「平成14年度臭素系ダイオキシン類に関する調査」では臭素化ダイオキシン類については4～6臭素化体のみ測定を行っているため、本調査結果と

の比較は、4～6臭素化体の実測濃度及び毒性等量相当値で行った。

b. モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類(MoBPCDDs/DFs)

MoBPCDDs/DFsは、4検体中2検体で検出され、実測濃度は、平均0.20pg/m³(ND～0.78pg/m³)であった。

同族体パターンは、MoBTrCDDs、MoBTrCDFs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0.32pg/m³)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-PCBは、4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4.7pg/m³(3.3～7.3pg/m³)、PCDDs/DFsが平均3.1pg/m³(1.8～5.2pg/m³)、Co-PCBが平均1.6pg/m³(1.4～2.0pg/m³)であった。毒性等量は、平均0.037pg-TEQ/m³(0.020～0.052pg-TEQ/m³)であった。

同族体パターンは、OCDF、PeCDFs、TeCDFs、OCDD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0.093pg-TEQ/m³)と比較すると、全ての地点でやや低い値であった。

平成14年度ダイオキシン類に係る環境調査結果(平成15年12月、環境省)

降下ばいじん

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、2検体中全検体で検出され、実測濃度は、PBDDs/DFsが平均3,000pg/m²/day(500及び5,400pg/m²/day)、PBDDsが平均39pg/m²/day(ND及び77pg/m²/day)、PBDFsが平均2,900pg/m²/day(500及び5,300pg/m²/day)であった。毒性等量相当値は、平均19pg-TEQ/m²/day(1.7及び36pg-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で若干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10pg-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、2検体中全検体で検出され、実測濃度は、平均9.0pg/m²/day(ND及び18pg/m²/day)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 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、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、2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1,000pg/m²/day(870及び1,200pg/m²/day)、PCDDs/DFsが平均620pg/m²/day(570及び660pg/m²/day)、Co-PCBが平均430pg/m²/day(300及び560pg/m²/day)であった。毒性等量は、平均8.8pg-TEQ/m²/day(8.3及び9.2pg-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、2地点ともやや低い値であった。

「平成10年度ダイオキシン類緊急全国一斉調査結果」(平成11年9月、環境庁)

公共用水域水質

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、4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が平均95pg/L(20及び170pg/L)、PBDDsが平均0.35pg/L(ND及び0.7pg/L)、PBDFsが平均95pg/L(19及び170pg/L)で、排出口から離れた海域でPBDDs/DFsが平均13pg/L(0.5及び25pg/L)、PBDDsが平均0.45pg/L(0.4及び0.5pg/L)、PBDFsが平均12pg/L(ND及び24pg/L)であった。毒性等量相当値は、海域(排水口付近)で平均0.23pg-TEQ/L(0.050及び0.41pg-TEQ/L)で、排出口から離れた海域で平均0.025pg-TEQ/L(0及び0.050pg-TEQ/L)で排水口付近より1桁程度低い値であった。

同族体パターンは、OBDF、HpBDFs及びTeBDDs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)(平均4.4pg/L)でやや高く、排出口から離れた海域(平均1.5pg/L)では同程度であった。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)及び排出口から離れた海域とも、毒性等量相当値は、0pg-TEQ/L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、4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1.5pg/L(1及び2pg/L)で、排出口から離れた海域で平均2.5pg/L(2及び3pg/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 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(排出口付近)でやや高い値で、排出口から離れた海域では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、4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55pg/L(21及び89pg/L)、PCDDs/DFsが平均35pg/L(5.2及び64pg/L)、Co-PCBが平均20pg/L(15及び24pg/L)で、排出口から離れた海域でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均20pg/L(12及び27pg/L)、PCDDs/DFsが平均7.3pg/L(2.6及び12pg/L)、Co-PCBが平均12pg/L(9.4及び15pg/L)であった。毒性等量は、海域(排水口付近)で平均0.18pg-TEQ/L(0.053及び0.31pg-TEQ/L)で、排出口から離れた海域で平均0.050pg-TEQ/L(0.048及び0.051pg-TEQ/L)であった。

同族体パターンは、OCDD、HpCDDs、TeCDDs、OCDFの比率が高かった。

(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(排出口付近)は同程度の値で、排出口から離れた海域ではやや低い値であった。

公共用水域底質

a. 臭素化ダイオキシン類(PBDDs/DFs)

PBDDs/DFsは、4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が平均1,800pg/g-dry(84及び3,600pg/g-dry)、PBDDsが平均20pg/g-dry(13及び27pg/g-dry)、PBDFsが平均1,800pg/g-dry(71及び3,600pg/g-dry)、排出口から離れた海域でPBDDs/DFsが平均720pg/g-dry(30及び1,400pg/g-dry)、PBDDsが平均35pg/g-dry(12及び58pg/g-dry)、PBDFsが平均710pg/g-dry(18及び1,400pg/g-dry)であった。毒性等量相当値は、海域(排水口付近)で平均8.2pg-TEQ/g-dry(0.37及び16pg-TEQ/g-dry)、排出口から離れた海域で平均4.1pg-TEQ/g-dry(0.11及び8.1pg-TEQ/

g-dry)であった。

同族体パターンは、OBDF、HpBDFs、及びOBDD、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)(平均170pg/g-dry)でやや低い値で、排出口から離れた海域(平均64pg/g-dry)で1桁程度低い値であった。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)(平均4.2pg-TEQ/g-dry)は同程度の値で、排出口から離れた海域(平均1.6pg-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、4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48pg/g-dry(2.9及び94pg/g-dry)、排出口から離れた海域で平均53pg/g-dry(11及び94pg/g-dry)であった。

同族体パターンは、MoBHpCDDs、MoBHpCDFs、MoBHxCDFs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(排水口付近)及び排出口から離れた海域とも、若干低い値であった。

c. 塩素化ダイオキシン類(PCDDs/DFs及びCo-PCB)

PCDDs/DFs及びCo-PCBは、4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2,600pg/g-dry(1,400及び3,800pg/g-dry)、PCDDs/DFsが平均1,700pg/g-dry(500及び2,900pg/g-dry)、Co-PCBが平均880pg/g-dry(860及び890pg/g-dry)で、排出口から離れた海域でPCDDs/DFs及びCo-PCBが平均3,400pg/g-dry(2,400及び4,300pg/g-dry)、PCDDs/DFsが平均2,500pg/g-dry(1,600及び3,300pg/g-dry)、Co-PCBが平均890pg/g-dry(800及び970pg/g-dry)であった。毒性等量は、海域(排水口付近)で平均5.9pg-TEQ/g-dry(2.9及び8.9pg-TEQ/g-dry)で、排出口から離れた海域で平均7.0pg-TEQ/g-dry(5.0及び8.9pg-TEQ/g-dry)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 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(排水口付近)及び排出口から離れた海域とも、やや低い値であった。

3) 考察
臭素化ダイオキシン類の発生源

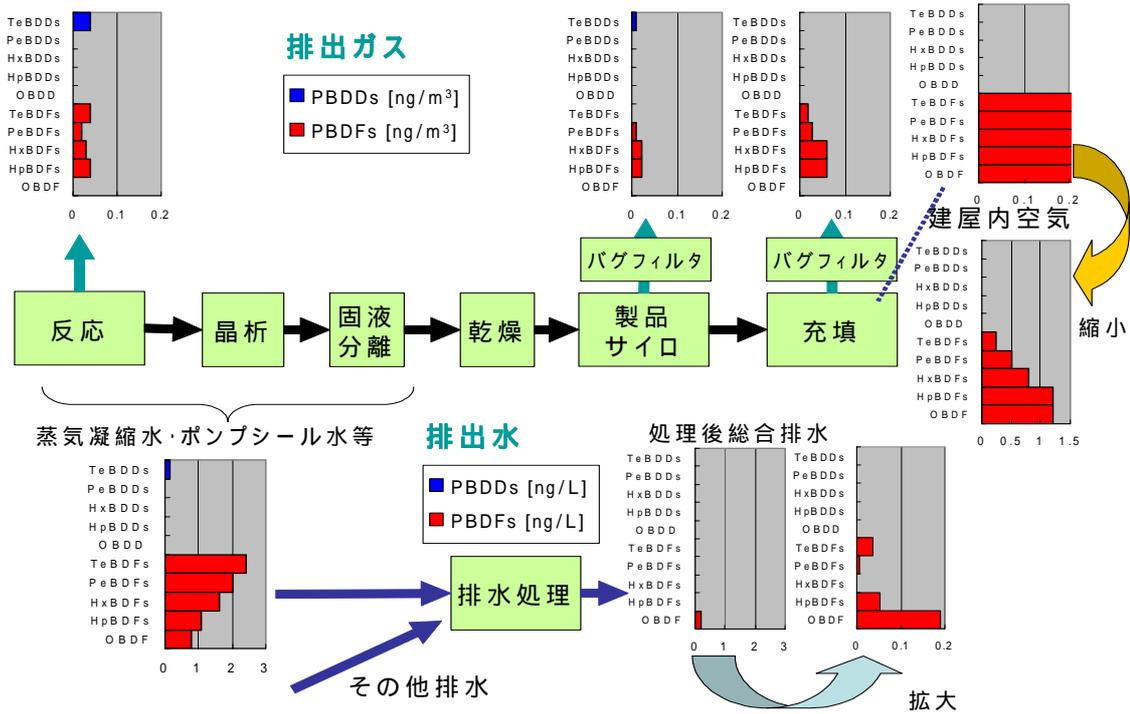


図-12 A-1施設の製造工程及び排出ガス、排水中のPBDDs/DFsの実測濃度

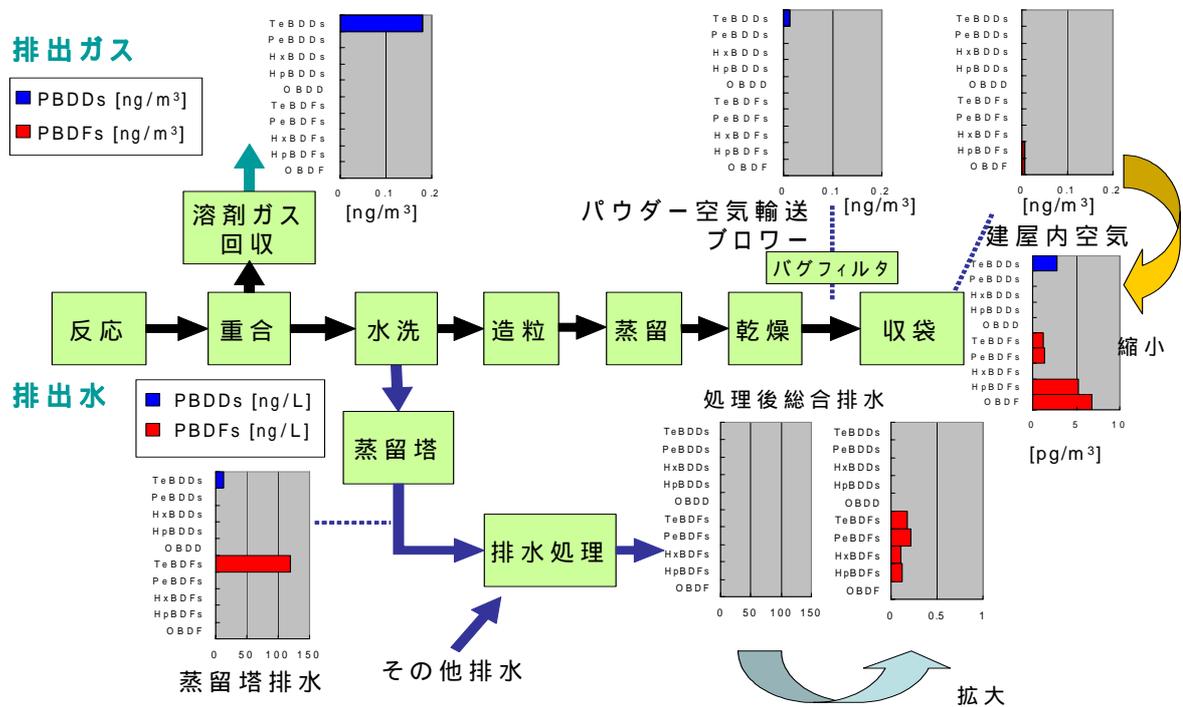


図-13 A-2施設の製造工程及び排出ガス、排水中のPBDDs/DFsの実測濃度

今回調査した難燃剤製造工場においては、A-1 施設では TBBPA、A-2 施設では TBBPA を原料とした TBBPA 系難燃剤(TBBPA ポリカーボネートオリゴマー)の製造を行っている。

一連の難燃剤製造工程のうち、排出ガスを排出している工程としては、A-1 施設では反応工程及び製品輸送・充填工程があり、A-2 施設では重合時の溶剤ガス回収工程及び製品輸送工程がある。両施設とも製品輸送・充填工程からの排出口にはバグフィルターが設置されている。

また、排水を排出している工程としては、A-1 施設では反応・晶析・固液分離工程、A-2 施設では蒸留工程があり、これら工程から排出された排水は、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。両施設の製造工程及び各工程からの排出ガス、排水中の PBDDs/DFs の実測濃度を図-12 及び図-13 に示す。

排出ガスについては、すべての検体から PBDDs/DFs が検出されたが、PBDDs/DFs の実測濃度(平均 0.12ng/m³N)、毒性等量相当値(平均 0.00022ng-TEQ/m³N)とも、これまでに調査した難燃プラスチック製造工場(総合排出口)(実測濃度：平均 980ng/m³N、毒性等量相当値：平均 0.0036ng/m³N)や家電リサイクル工場(実測濃度：平均 2.4ng/m³N、毒性等量相当値：平均 0.017ng/m³N)と比べ、実測濃度で 1~4 桁程度、毒性等量相当値で 1~2 桁程度低く、TBBPA 及び TBBPA 系難燃剤の製造工程からの PBDDs/DFs の大気中への排出は少ないものと考えられる。なお、A-1 施設については、製品充填場の建屋内空気中の PBDDs/DFs の毒性等量相当値(21pg-TEQ/m³)が塩素化ダイオキシン類の管理濃度相当値(2.5pg-TEQ/m³)より 1 桁程度高く、当該充填施設で取り扱っている製品中の不純物による影響等の可能性が示唆された。

排水についても、両施設の工程排水から PBDDs/DFs が検出された。両施設とも工程で用いている工業用水からは PBDDs/DFs が検出されなかったことから、当該製造工程から PBDDs/DFs が排出されているものと考えられる。PBDDs/DFs の濃度は、A-2 施設の蒸留塔排水では、実測濃度(130,000 pg/L)は高いが、毒性等量相当値は 0pg-TEQ/L であった。一方、A-1 施設の蒸気凝縮水・ポンプシール水等では、実測濃度(80,000pg/L)は A-2 施設の蒸留塔排水よりやや低いものの、毒性等量相当値(48pg-TEQ/L)は高く、これまでに調査した難燃プラスチック製造工場及び家電リサイクル工場の工程排水(毒性等量相当値：平均 37pg-TEQ/L)と同程度であった。これらの工程排水は、排水量が比較的少量であり、他に排水工程がないことから、TBBPA 及び TBBPA 系難燃剤の製造工程からの水系への PBDDs/DFs の排出はさほど大きくないものと考えられる。また、処理後総合排水については、PBDDs/DFs の実測濃度では、工程排水より A-1 施設(280pg/L)で 1 桁程度、A-2 施設(630pg/L)で 2~3 桁程度低い値であり、毒性等量相当値(A-1 施設：0.54pg-TEQ/L、A-2 施設：1.3pg-TEQ/L)も、両施設とも塩素化ダイオキシン類の排水基準相当値(10pg-TEQ/L)に比べて 1~2 桁程度低かった。なお、A-2 施設においては、工程排水(0pg-TEQ/L)よりも処理後総合排水の毒性等量相当値の方が高く、他の工程等から 2,3,7,8-体の PBDDs/DFs が排出されている可能性が示唆された。

施設からの排出による周辺環境への影響

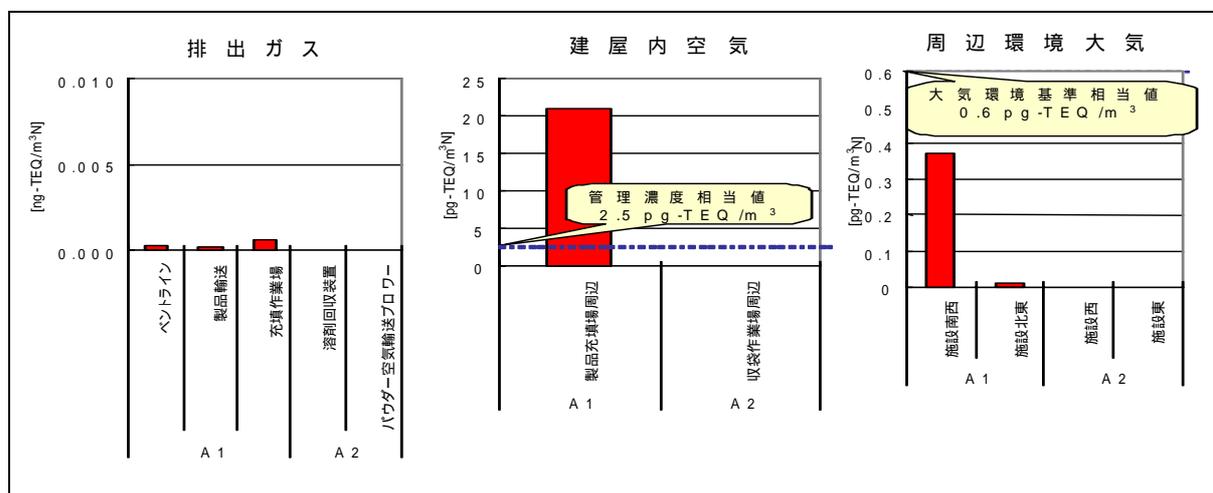


図-14 臭素化ダイオキシン類濃度(気系)

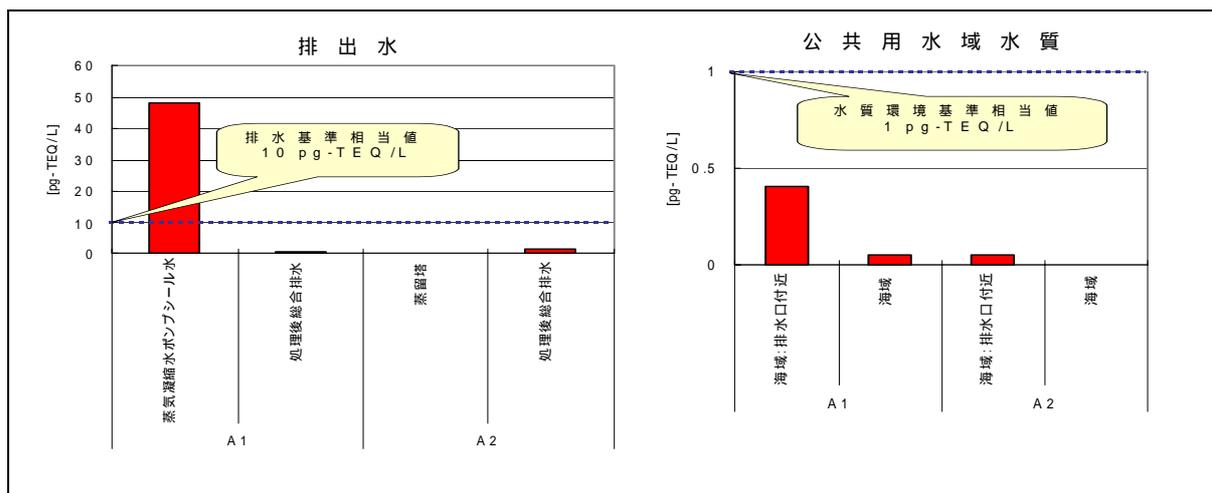


図-15 臭素化ダイオキシン類濃度(水系)

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-14(気系)及び図-15(水系)に示す。

両施設とも排出ガス中の PBDDs/DFs 濃度は低く、TBBPA 及び TBBPA 系難燃剤の製造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。施設周辺の環境大気については、A-1 施設周辺では、施設北東地点における PBDDs/DFs の毒性等量相当値は、0.010pg-TEQ/m³(4~6 臭素化体：0.0028pg-TEQ/m³)と低く、4~6 臭素化体の比較でも一般環境調査結果(毒性等量相当値(4~6 臭素化体)：0.015pg-TEQ/m³)より 1 桁程度低い値であり、当該施設に比較的近い施設南西地点における PBDDs/DFs の毒性等量相当値(0.37pg-TEQ/m³)は、施設北東地点より高いが、塩素化ダイオキシン類の大気基準相当値(0.6pg-TEQ/m³)よりは低い値であった。これについては、当該製造工程以外の工程・施設からの PBDDs/DFs の排出の影響が示唆された。また、A-2 施設周辺については、調査した 2 地点とも PBDDs/DFs の毒性等量相当値は 0pg-TEQ/m³であった。

施設周辺の公共用水域水質については、A-1 施設周辺では、排水口から離れた海域の PBDDs/DFs の毒性等量相当値は 0.050pg-TEQ/L で、排水口付近の海域では、それより 1 桁程度高い 0.41pg-TEQ/L であった。A-2 施設周辺では、排水口から離れた海域及び排水口付近の海域の PBDDs/DFs の毒性等量相当値は、それぞれ 0pg-TEQ/L 及び 0.050pg-TEQ/L であった。なお、4~6 臭素化体の毒性等量相当値はすべて 0pg-TEQ/L であり、一般環境調査結果(毒性等量相当値(4~6 臭素化体)：0.0017pg-TEQ/L)に比べ低い値であった。

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、A-1 施設周辺、A-2 施設周辺とも、排水口から離れた海域(毒性等量相当値：A-1 施設 8.1pg-TEQ/g、A-2 施設 0.11pg-TEQ/g)に比べ、排水口付近の海域(毒性等量相当値：A-1 施設 16pg-TEQ/g、A-2 施設 0.37pg-TEQ/g)の方がやや高く、4~6 臭素化体の毒性等量相当値は、0~8.4 pg-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。

排水口付近の海域の水質及び底質中の PBDDs/DFs 濃度は、排水口から離れた海域の濃度レベルよりも高く、当該施設からの排水の影響が示唆された。また、A-1 施設については、処理後総合排水と排水口付近の海域水質の PBDDs/DFs 濃度が同程度のレベルであることから、周辺の施設からの排水の影響も示唆された。

まとめ

今回の調査から、TBBPA及びTBBPA系難燃剤を製造している難燃剤製造工場では、濃度レベルに差はあるものの、難燃剤製造の各工程からPBDDs/DFsの排出が確認された。排出ガス中のPBDDs/DFsは実測濃度、毒性等量相当値とも低く、排出ガスを通じた周辺環境へ影響は小さいものと考えられる。

排水水については、一部の工程排水中に、処理後総合排水に比べ高濃度のPBDDs/DFs が検出されたが、排水量が比較的少量であり、処理後総合排水中のPBDDs/DFsの毒性等量相当値も塩素化ダイオキシン類の排出基準相当値に比べ低かったため、周辺環境への影響はさほど大きくないものと考えられる。また、一部の環境大気等及び排水口付近の海域から今回調査したTBBPA及びTBBPA系難燃剤の製造工程や施設からの排出だけでは説明し難い程度の濃度レベルのPBDDs/DFsが検出されたことから、当該製造工程以外の工程や施設からもPBDDs/DFs が排出されている可能性が示唆された。

MoBPCDDs/DFsについては、一部の工程排水から検出されたが、PBDDs/DFsに比べて極めて低濃度であり、当該工程や施設からは排出され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TBBPA及びTBBPA系難燃剤以外の難燃剤の製造工程や他の施設等からの排出状況、TBBPA及びTBBPA系難燃剤中のPBDDs/DFsの含有状況等についても調べていく必要がある。