

平成 13 年度

臭素系ダイオキシン類に関する調査結果について

目 次

| | |
|--------------------|----|
| 1 調査の目的 | 1 |
| 2 調査の概要 | 1 |
| 3 試料の概要 | 5 |
| 4 分析方法 | |
| (1) 臭素系ダイオキシン類 | 16 |
| (2) (塩素化)ダイオキシン類 | 28 |
| (3) ポリ臭素化ジフェニルエーテル | 35 |
| 5 調査結果及び考察 | |
| (1) 大気 | 41 |
| (2) 降下ばいじん | 47 |
| (3) 土壌 | 53 |
| (4) 地下水 | 62 |
| (5) 水質 | 64 |
| (6) 底質 | 66 |
| (7) 水生生物 | 72 |
| (8) 野生生物 | 79 |
| (9) 食事試料 | 84 |
| 6 まとめ | 87 |
| 参考 | 88 |

1 調査の目的

環境省においては、「ダイオキシン類対策特別措置法（平成11年法律第105号、平成12年1月施行）」の附則第2条に基づき、臭素系ダイオキシンによる人の健康に対する影響等に関する調査研究を推進することとしている。

そこで本調査では、発生源と推定される地点の近傍等で臭素系ダイオキシン類の存在状況に関するパイロット調査を行うことにより、臭素系ダイオキシン類の人の健康や生態系への影響に関する調査研究を推進するための基礎資料を得ることを目的とする。

2 調査の概要

(1) 調査媒体

大気、降下ばいじん、土壌、地下水、水質、底質、水生生物(魚介類)、野生生物(鳥類、ほ乳類)及び食事試料の9媒体について調査を実施した。

(2) 分析項目

分析項目は表-1に示すポリ臭素化ジベンゾ-パラ-ジオキシン（PBDDs）及びポリ臭素化ジベンゾフラン（PBDFs）異性体及び同族体並びに表-2に示すモノ臭素ポリ塩素化ジベンゾ-パラ-ジオキシン（MoBPCDDs）及びモノ臭素ポリ塩素化ジベンゾフラン（MoBPCDFs）異性体及び同族体とした。

また、地下水及び水質以外の試料については（塩素化）ダイオキシン類及びポリ臭素化ジフェニルエーテル（PBDEs）についても測定を行った。分析項目は表-3及び4に示した。なお、本調査の測定項目については、標準物質が入手可能なものを選定した。

表-1 ポリ臭素化ジベンゾ-パラ-ジオキシン(PBDDs)及びポリ臭素化ジベンゾフラン(PBDFs)

| 臭素置換体 | PBDDs | PBDFs |
|-------|---|------------------------------------|
| 四臭素化体 | 2,3,7,8-TeBDD | 2,3,7,8-TeBDF |
| | TeBDDs総和 | TeBDFs総和 |
| 五臭素化体 | 1,2,3,7,8-PeBDD | 1,2,3,7,8-PeBDF 2,3,4,7,8-PeBDF |
| | PeBDDs総和 | PeBDFs総和 |
| 六臭素化体 | 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD 1,2,3,7,8,9-HxBDD | 1,2,3,4,7,8-HxBDF |
| | HxBDDs総和 | HxBDFs総和 |

表-2 モノ臭素ポリ塩素化ジベンゾ-パラ-ジオキシン(MoBPCDDs)及び

モノ臭素ポリ塩素化ジベンゾフラン(MoBPCDFs)

| 置換体 | MoBPCDDs | MoBPCDFs |
|----------|---------------------------|---------------------|
| 一臭素三塩素化体 | 2-MoB-3,7,8-TrCDD | 3-MoB-2,7,8-TrCDF |
| | MoB-TrCDDs総和 | MoB-TrCDFs総和 |
| 一臭素四塩素化体 | 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF |
| | MoB-TeCDDs総和 | MoB-TeCDFs総和 |
| 一臭素五塩素化体 | 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | - |
| | MoB-PeCDDs総和 | MoB-PeCDFs総和 |
| 一臭素六塩素化体 | 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | - |
| | MoB-HxCDDs総和 | MoB-HxCDFs総和 |
| 一臭素七塩素化体 | 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | - |
| | MoB-HpCDDs総和 | MoB-HpCDFs総和 |

表-3 ダイオキシン類分析対象項目

| | | 塩素数 | 分析対象項目 | 略号 |
|----------|---------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| ダイオキシン | 4 | | 2,3,7,8-テトラクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ | 2,3,7,8-TeCDD |
| | | | 1,3,6,8-テトラクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ | 1,3,6,8-TeCDD |
| | | | 1,3,7,9-テトラクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ | 1,3,7,9-TeCDD |
| | | | テトラクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ総和 | TeCDDs総和 |
| | 5 | | 1,2,3,7,8-ペンタクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ | 1,2,3,7,8-PeCDD |
| | | | ペンタクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ総和 | PeCDDs総和 |
| | 6 | | 1,2,3,4,7,8-ヘキサクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ | 1,2,3,4,7,8-HxCDD |
| | | | 1,2,3,6,7,8-ヘキサクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ | 1,2,3,6,7,8-HxCDD |
| | | | 1,2,3,7,8,9-ヘキサクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ | 1,2,3,7,8,9-HxCDD |
| | | | ヘキサクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ総和 | HxCDDs総和 |
| | 7 | | 1,2,3,4,6,7,8-ヘプタクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD |
| | | | ヘプタクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ総和 | HpCDDs総和 |
| | 8 | | オクタクロジベンゾ-p-ラジ 枠シ | OCDD |
| | ジベンゾフラン | 4 | | 2,3,7,8-テトラクロジベンゾフラン |
| | | | 1,2,7,8-テトラクロジベンゾフラン | 1,2,7,8-TeCDF |
| | | | テトラクロジベンゾフラン総和 | TeCDFs総和 |
| 5 | | | 1,2,3,7,8-ペンタクロジベンゾフラン | 1,2,3,7,8-PeCDF |
| | | | 2,3,4,7,8-ペンタクロジベンゾフラン | 2,3,4,7,8-PeCDF |
| | | | ペンタクロジベンゾフラン総和 | PeCDFs総和 |
| 6 | | | 1,2,3,4,7,8-ヘキサクロジベンゾフラン | 1,2,3,4,7,8-HxCDF |
| | | | 1,2,3,6,7,8-ヘキサクロジベンゾフラン | 1,2,3,6,7,8-HxCDF |
| | | | 1,2,3,7,8,9-ヘキサクロジベンゾフラン | 1,2,3,7,8,9-HxCDF |
| | | | 2,3,4,6,7,8-ヘキサクロジベンゾフラン | 2,3,4,6,7,8-HxCDF |
| | | | ヘキサクロジベンゾフラン総和 | HxCDFs総和 |
| 7 | | | 1,2,3,4,6,7,8-ヘプタクロジベンゾフラン | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF |
| | | | 1,2,3,4,7,8,9-ヘプタクロジベンゾフラン | 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF |
| | | | ヘプタクロジベンゾフラン総和 | HpCDFs総和 |
| 8 | | オクタクロジベンゾフラン | OCDF | |
| コプラナーPCB | ノンオルト | 4 | 3,4,4',5-テトラクロビフェニル | 3,4,4',5-TeCB(#81) |
| | | | 3,3',4,4'-テトラクロビフェニル | 3,3',4,4'-TeCB(#77) |
| | | 5 | 3,3',4,4',5-ペンタクロビフェニル | 3,3',4,4',5-PeCB(#126) |
| | 6 | 3,3',4,4',5,5'-ヘキサクロビフェニル | 3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169) | |
| | モノオルト | 5 | 2',3,4,4',5-ペンタクロビフェニル | 2',3,4,4',5-PeCB(#123) |
| | | | 2,3',4,4',5-ペンタクロビフェニル | 2,3',4,4',5-PeCB(#118) |
| | | | 2,3,3',4,4'-ペンタクロビフェニル | 2,3,3',4,4'-PeCB(#105) |
| | | | 2,3,4,4',5-ペンタクロビフェニル | 2,3,4,4',5-PeCB(#114) |
| | | 6 | 2,3',4,4',5,5'-ヘキサクロビフェニル | 2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167) |
| | | | 2,3,3',4,4',5-ヘキサクロビフェニル | 2,3,3',4,4',5-HxCB(#156) |
| | | | 2,3,3',4,4',5'-ヘキサクロビフェニル | 2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157) |
| | 7 | 2,3,3',4,4',5,5'-ヘプタクロビフェニル | 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189) | |

表-4 ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs) 分析対象項目

| 臭素数 | 分析対象項目 | 略号 |
|-------|-------------------------------|------------------------|
| 三臭素化体 | 2,4,4'-トリブフェニルエーテル | 2,4,4'-TrBDE |
| 四臭素化体 | 2,2',4,4'-テトラブフェニルエーテル | 2,2',4,4'-TeBDE |
| 五臭素化体 | 2,2',4,4',6-ペンタブフェニルエーテル | 2,2',4,4',6-PeBDE |
| | 2,2',4,4',5-ペンタブフェニルエーテル | 2,2',4,4',5-PeBDE |
| 六臭素化体 | 2,2',4,4',5,6'-ヘキサブフェニルエーテル | 2,2',4,4',5,6'-HxBDE |
| | 2,2',4,4',5,5'-ヘキサブフェニルエーテル | 2,2',4,4',5,5'-HxBDE |
| 七臭素化体 | 2,2',3,4,4',5,6'-ヘプタブフェニルエーテル | 2,2',3,4,4',5,6'-HpBDE |
| 十臭素化体 | デカブフェニルエーテル | DeBDE |

(3) 調査試料

以下の設定基準に基づき、A地域、B地域及びC地域から調査媒体ごとに調査地点を選定した。なお、試料は平成13年12月から平成14年3月までに採取した。

<設定基準>

1) A地域

臭素系難燃剤を含む家電、家庭用品等の廃棄物を焼却している施設を発生源と想定し、発生源から概ね1km以内を焼却施設周辺地域とする。

2) B地域

人口が集中している都市部の地域とする。

3) C地域

臭素系ダイオキシン類の環境汚染が小さいと考えられる農村地域とする。

3 試料の概要

(1) 大気

A地域については図-1に示すような地点を踏まえて3ヵ所を選定し、B地域は地域の代表性を示せるような3地点を選定し、C地域については、1地点を選定し測定を行った。A地域については、最大着地濃度発生地点に可能な限り近接していると考えられる地点において主風向を勘案して風上、風下各1地点を含む3地点（A1,A2及びA3、図-1）とした。ただし、A2側が海域であったため、A2及びA3はA4に接近した地点となった。B及びC地域については、代表的な任意の地点とした。

大気試料の概況を表-5に示した。また、風配図を図-2～8に示した。なお、0.4m/s未満はCaImとした。

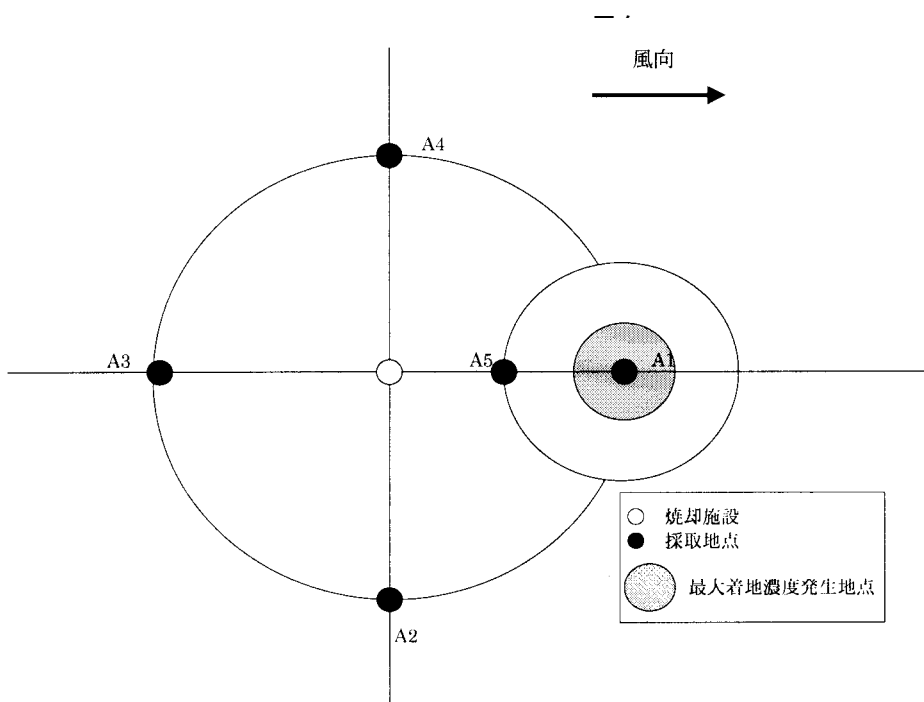
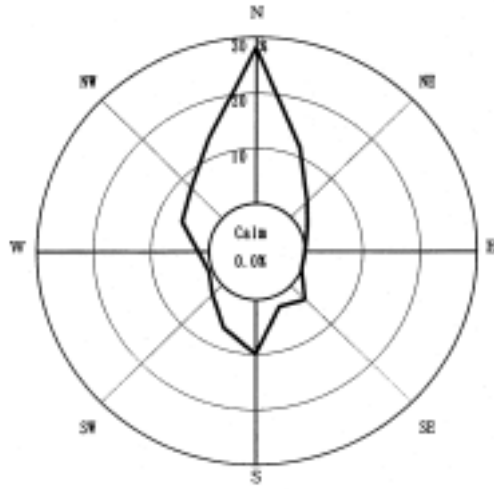


図-1 A地域における試料採取地点の設定

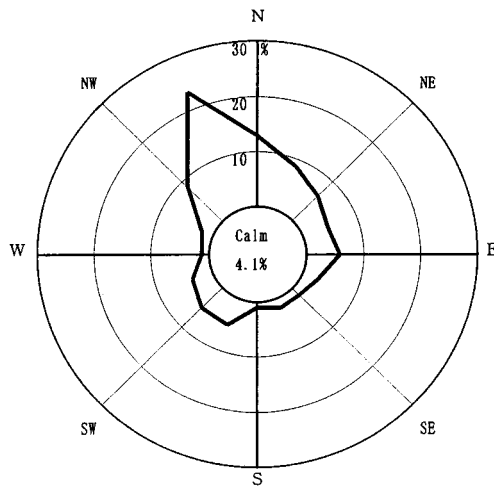
表-5 大気試料の概況

| 採取地点 | 採取期間 | 吸引時間 (hr) | 平均気温 () | 平均気圧 (hPa) | 吸引量 (m ³) | 総粉じん濃度 (mg/m ³) | |
|------|------|---------------|-------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|-------|
| A 地域 | A1 | 2002.2.18～25 | 168 | 8.8 | 1013 | 4032.6 | 0.084 |
| | A2 | 2002.2.18～25 | 168 | 8.3 | 1013 | 4032.6 | 0.080 |
| | A3 | 2002.2.18～25 | 168 | 8.7 | 1013 | 4032.0 | 0.088 |
| B 地域 | B1 | 2002.1.22～29 | 168 | 6.2 | 1002 | 4032.5 | 0.032 |
| | B2 | 2002.1.22～29 | 168 | 5.8 | 1006 | 4032.6 | 0.037 |
| | B3 | 2002.1.22～29 | 168 | 6.2 | 1008 | 4032.4 | 0.030 |
| C 地域 | C1 | 2001.12.21～28 | 168 | 0.4 | 960 | 4032.6 | 0.014 |



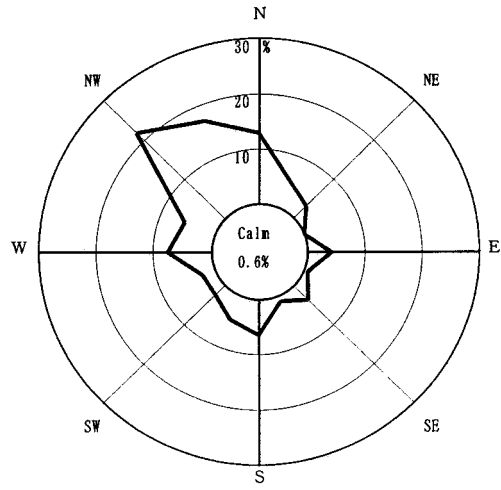
平成14年2月18日～2月25日
 平均風速：2.2 m/s

図-2 A地域A1地点の風配図



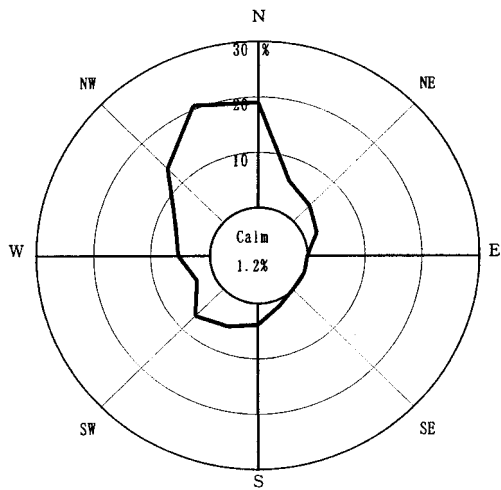
平成14年2月18日～2月25日
 平均風速：1.7 m/s

図-3 A地域A2地点の風配図



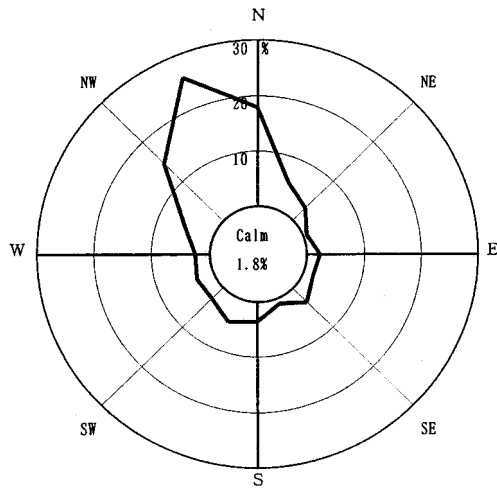
平成14年2月18日～2月25日
 平均風速：2.0 m/s

図-4 A地域A3地点の風配図



平成14年1月22日～1月29日
 平均風速：3.1 m/s

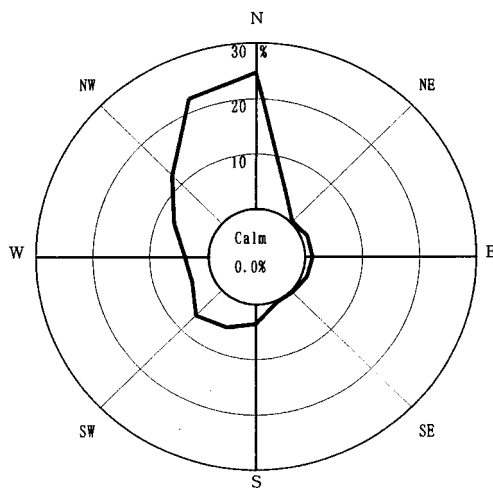
図-5 B地域B1地点の風配図



平成14年1月22日～1月29日

平均風速：2.4 m/s

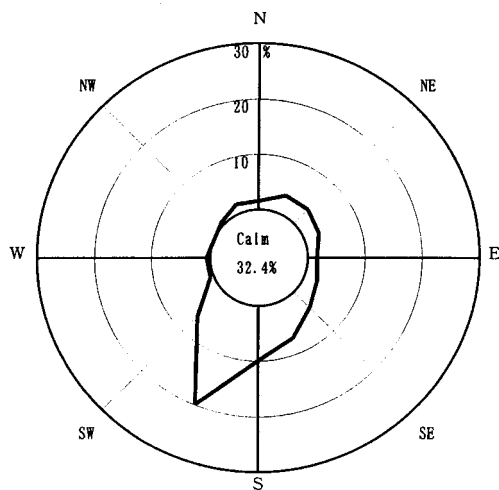
図-6 B地域B2地点の風配図



平成14年1月22日～1月29日

平均風速：3.6 m/s

図-7 B地域B3地点の風配図



平成13年12月21日～12月28日

平均風速：0.5 m/s

図-8 C地域C1地点の風配図

(2) 降下ばいじん

大気の測定地点と同地点（A 地域及びB 地域の3 地点及びC 地域1 地点）にて測定を行った。なお、採取期間は1 ヲ月間で行った。降下ばいじん試料の概況を表-6 に示した。

表-6 降下ばいじん試料の概況

| 採取地点 | | 採取期間 | 降下ばいじん量 (mg) | 降下ばいじん濃度 (t/km ² /30日) |
|------|----|----------------------|-----------------|--------------------------------------|
| A 地域 | A1 | 2002.2.18～3.20 | 373 | 2.2 |
| | A2 | 2002.2.18～3.20 | 327 | 2.0 |
| | A3 | 2002.2.18～3.20 | 251 | 1.5 |
| B 地域 | B1 | 2002.1.22～2.22 | 315 | 1.8 |
| | B2 | 2002.1.22～2.22 | 361 | 2.1 |
| | B3 | 2002.1.22～2.22 | 316 | 1.8 |
| C 地域 | C1 | 2001.12.21～2002.1.21 | 32 | 0.2 |

(3) 土壌

A地域では5地点（図-1）、B地域では3地点、C地域は1地点を選定し、大気採取地点の近傍で表層土壌を採取し、測定を行った。なお、各地点において表層土壌を5ポイント採取し、等量混合して測定を行った。土壌試料の概況を表-7に示した。

表-7 土壌試料の概況

| 採取地点 | 採取日 | 含水率 (%) | 強熱減量 (%) | 土性* | 土色 | 被覆物等 | |
|------|-----|------------|----------|------|--------|--------|----|
| A 地域 | A1 | 2002.2.18 | 4.3 | 8.6 | シルト質壤土 | 褐色 | 芝生 |
| | A2 | 2002.2.18 | 8.5 | 17.9 | シルト質壤土 | 褐色 | 枯葉 |
| | A3 | 2002.2.18 | 2.9 | 6.9 | 壤土 | 黄褐色 | 無 |
| | A4 | 2002.2.18 | 5.0 | 8.6 | 壤土 | 黄褐色 | 無 |
| | A5 | 2002.2.18 | 2.5 | 3.7 | シルト質壤土 | 褐色 | 枯草 |
| B 地域 | B4 | 2002.1.23 | 3.9 | 8.9 | 砂壤土 | 灰オリーブ色 | 無 |
| | B5 | 2002.3.4 | 7.6 | 19.3 | 壤土 | 暗褐色 | 枯葉 |
| | B6 | 2002.1.23 | 8.4 | 13.2 | シルト質壤土 | 暗褐色 | 無 |
| C 地域 | C2 | 2001.12.21 | 2.8 | 3.9 | 砂壤土 | 褐色 | 無 |

* 土性判定の目安

| 土性 | 判定法 |
|--------|---|
| 砂土 | ほとんど砂ばかり（砂85%以上）で、ねばり気を全く感じない。 |
| 砂壤土 | 砂の感じが強く（砂65～85%）、ねばり気はわずかしかない。 |
| 壤土 | ある程度砂を感じ（砂40～65%）、ねばり気もある。砂と粘土が同じくらいに感じられる。 |
| シルト質壤土 | 砂はあまり感じないが、サラサラした小麦粉のような感触（シルト質45%以上）がある。 |
| 埴土 | わずかに砂を感じるが、かなりねばる（粘土15～25%）。 |
| 重埴土 | ほとんど砂を感じないで、よくねばる（粘土45%以上）。 |

（参考文献）ペドロジスト懇談会編：土壌調査ハンドブック、博友社

シルト：粒径5μm～74μmの粒子、粘土：粒径5μm以下の粒子（日本統一土質分類）

(4) 地下水

A地域及びB地域についてそれぞれ2地点を選定し、採水した。また、C地域について1地点を選定した。試料の概況を表-8に示した。

(5) 水質及び底質

A地域については河川1地点及び海域1地点を選定し、水質及び底質を採取した。B地域については河川1地点及び海域1地点を選定し、水質及び底質を採取した。また、C地域について河川1地点を選定した。試料の概況を表-9及び10に示した。

(6) 水生生物

公共用水域汚染を調査するため、水生生物を採取し、測定を行った。試料の概況を表-11に示した。

(7) 野生生物(鳥類、ほ乳類)

焼却施設周辺地域等の生物への汚染を調査するため、各地域について野生生物(鳥類、ほ乳類)を採取した。試料の概況を表-12に示した。

(8) 食事試料

食事への汚染を調査するため、A地域及びB地域に居住する住民を選定し、陰膳方式(実際に摂食した食事と同じもの、同じ量を試料とする方法)で食事試料(3日分を1試料とした。)を各2試料ずつ調製した。また、C地域については1名を選定した。表-13に食事試料の内容を示した。

表-8 地下水試料の概況

| 採取地点 | 採取日 | 天候 | 気温 () | 水温 () | pH | SS (mg/L) | 電気伝導率 (mS/m) | 臭気 | 外観 | |
|------|-----|------------|-----------|-----------|------|--------------|-----------------|-----|-----|------|
| A地域 | A3 | 2002.2.18 | 晴 | 12.0 | 13.2 | 8.6 | < 1 | 31 | 無臭 | 無色 |
| | A6 | 2002.2.18 | 晴 | 13.2 | 13.4 | 8.5 | < 1 | 26 | 無臭 | 淡黄色 |
| B地域 | B9 | 2002.1.23 | 晴 | 12.5 | 17.1 | 8.2 | < 1 | 27 | 弱土臭 | 淡灰白色 |
| | B10 | 2002.3.4 | 晴 | 13.5 | 16.8 | 8.4 | < 1 | 15 | 無臭 | 無色 |
| C地域 | C4 | 2001.12.21 | 雨 | 4.5 | 14.5 | 6.8 | < 1 | 7.4 | 無臭 | 無色 |

SS：浮遊物質量

表-9 水質試料の概況

| 採取地点 | 採取日 | 天候(前日) | 気温 () | 水温 () | pH | SS (mg/L) | 透視度 | 臭気 | 外観 | |
|------|--------|------------|-----------|-----------|------|--------------|-----|------|----|------|
| A地域 | A7(河川) | 2002.2.18 | 曇(曇) | 12.1 | 11.5 | 8.2 | 14 | > 50 | 無臭 | 無色 |
| | A8(海域) | 2002.2.18 | 曇(曇) | 9.5 | 10.7 | 8.6 | 15 | > 50 | 無臭 | 淡黄褐色 |
| B地域 | B7(河川) | 2002.1.23 | 晴(晴) | 14.2 | 12.3 | 7.4 | 5 | 25 | 無臭 | 淡緑青色 |
| | B8(海域) | 2002.2.8 | 晴(晴) | 13.6 | 13.9 | 7.6 | 2 | > 50 | 無臭 | 淡茶褐色 |
| C地域 | C3(河川) | 2001.12.21 | 雪(晴) | 4.5 | 4.8 | 8.0 | < 1 | > 50 | 無臭 | 無色 |

SS：浮遊物質量

表-10 底質試料の概況

| 採取地点 | 採取日 | 泥温 () | 含水率 (%) | 強熱減量 (%) | 泥質 | 臭気 | 外観 | 混入物 | |
|------|--------|------------|------------|-------------|------|----|--------|--------|----|
| A地域 | A7(河川) | 2002.2.18 | 10.6 | 32.9 | 4.5 | 泥 | 中腐敗臭 | オリーブ黒色 | 貝殻 |
| | A8(海域) | 2002.2.18 | 9.4 | 26.0 | 2.7 | 砂 | 無臭 | 暗灰黄色 | 貝殻 |
| B地域 | B7(河川) | 2002.1.23 | 11.6 | 30.5 | 3.3 | 砂 | 弱植物性臭気 | 黄褐色 | 無 |
| | B8(海域) | 2002.2.8 | 13.0 | 72.8 | 14.7 | 泥 | 強腐敗臭 | オリーブ黒色 | 貝殻 |
| C地域 | C3(河川) | 2001.12.21 | 3.9 | 25.4 | 2.8 | 砂 | 無臭 | 黒褐色 | 無 |

強熱減量：水分を除いた後、600 で2時間強熱した時の重量差。

表-11 水生生物試料の概況

| 採取地点 | 種 | 採取日 | 個体数 | 体重(g) | 体長, 殻長, 甲幅長 (cm) |
|--------|---------|------------|-----|-----------|------------------|
| A 地域 | A7(河川) | アユ | 20 | 8.7~35.8 | 3.3~5.4 |
| | | ムラサキイガイ | 150 | 2.7~6.2 | 2.9~4.0 |
| | | カキ | 100 | 10.2~52.8 | 3.7~7.6 |
| | A8(海域) | イソガニ | 40 | 6.2~14.1 | 2.5~3.1 |
| | | ムラサキイガイ | 200 | 1.2~3.5 | 2.3~3.8 |
| A9(海域) | スズキ | 2002.03.08 | 4 | 540~2250 | 26.8~52.5 |
| B 地域 | B7(河川) | コイ | 3 | 576~1039 | 33.2~44.4 |
| | | フナ | 3 | 888~2120 | 40.1~54.0 |
| | | マルタウグイ | 1 | 1,320 | 40.9 |
| | B8(海域) | スズキ | 6 | 292~957 | 27.2~37.9 |
| | | ボラ | 4 | 365~822 | 27.5~28.9 |
| | B11(海域) | ムラサキイガイ | 107 | 5.2~9.2 | 3.8~4.8 |
| C 地域 | C5(河川) | ヤマメ | 9 | 79.9~173 | 16.4~22.3 |
| | | ニジマス | 7 | 141~660 | 17.8~27.6 |
| | | コイ | 1 | 3,350 | 53.5 |

表-12 野生生物試料の概況

| 採取地点 | 種 | 個体数 | 採取時期 | 体重(g) | 翼長(cm) | 尾長(cm) |
|------|-------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A 地域 | ドバト | 3 | 2002.3.5 | 204~254 | 20.9~21.6 | 11.4~13.0 |
| B 地域 | ドバト | 3 | 2002.3.22 | 310~336 | 21.1~22.5 | 9.5~12.9 |
| | カラス | 10 | 2002.3 | 537~813 | 30.9~34.6 | 20.4~23.4 |
| その他 | カワウ | 3 | - | - | - | - |
| | アカネズミ | 10 | 2001.10 | 11.3~46.0 | - | - |
| | トビ | 2 | 2001.9.25 | 1000~1050 | - | - |
| | タヌキ | 3 | 2001.12 | 3100~5400 | - | - |

表-13 食事試料 (A地域 男性、年齢42歳、体重72kg)

| 1日目 (2351 g) | 2日目 (2880 g) | 3日目 (2511 g) |
|---|--|--|
| トースト (食パン、ハム、チーズ、ジャム、ケチャップ、スライスしたトマト、からしマヨネーズ) アーモンド トマトジュース | トースト (食パン、ハム、チーズ、ジャム、ケチャップ、スライスしたトマト、からしマヨネーズ) アーモンド、ポテトフライ トマトジュース、牛乳 スイートポテト (ポテト、干しブドウ、ココナツ) | トースト (食パン、ハム、チーズ、ジャム、ケチャップ、スライスしたトマト、からしマヨネーズ) トマトジュース、牛乳 ヨーグルト アーモンド |
| 焼きうどん (うどん、キャベツ、ニンジン、ピーマン、豚肉) ちくわ わさび漬 | 天ぷらそば (そば、大豆、刺身、ネギ、イモ、エンドウ) そら豆塩茹で シイタケの卵とじ (シイタケ、ネギ、鶏卵) 味噌 | 肉まん 塩ギョウザ アツ炒め煮 (アツ、油揚げ) 煮物 (キャベツ) ポタージュスープ |
| 豆ご飯 (米、エンドウ豆) しじみ汁 (しじみ) 焼き魚 (アジ) 刺身の胡麻和え (刺身、胡麻) 煮物 (ゴボウ、コンニャク、油揚げ) 焼き厚揚げ サラダ (レタス、トマト、タマネギ、ニンジン、マヨネーズ) アーモンド | ご飯 (米) 味噌汁 (ダイコン、ニンジン、サヤ、アツ、ネギ、酒粕) おでん (ねりもの、鶏卵、がんも、ダイコン、コンニャク、ジャガイモ、昆布) 漬物 (大根、シ、ケチャップ) アーモンド | 炊きこみご飯 (米、ニンジン、油揚げ、刺身貝柱) 味噌汁 (豆腐、ネギ) ポテトサラダ (ジャガイモ、ケチャップ、ニンジン、マヨネーズ) もやし紫蘇和え (もやし、シ、ドレッシング) ささみか (鶏肉、チーズ) 豚肉香味焼 (豚肉) ビシキの煮物 (ビシキ、ダイコン、コンニャク、ニンジン、油揚げ) 漬物 (ケチャップ)、梅干 |
| デコポン 焼きプリン 茶 | プリン、仔ゴ、紅葉饅頭 茶 | プリン、バウムクーヘン アーモンド 茶 |

表-14 食事試料 (A地域 女性、年齢33歳、体重52kg)

| 1日目 (2525 g) | 2日目 (2680 g) | 3日目 (2795 g) |
|--|---|---|
| ご飯 (米) カレー (スイートコーン、牛乳) 冷奴 (豆腐、シラス干し) 塩シウマイ ウイナーセージ 浅漬 (ケチャップ、セリ) | ご飯 (米) 味噌汁 (アツ、油揚げ) ポテトサラダ (パレソ、ケチャップ、ニンジン、加工ホウレンソウ) 春巻き (タネ、キャベツ、ニンジン) 塩辛 (イ) | ご飯 (米) 味噌汁 (ダイコン、油揚げ) しめ鯖 (アツ) 冷奴 (豆腐、シラス干し) サラダ (ハム、刺身、マヨネーズ) 佃煮 (アツ) |
| ご飯 (米) 焼き魚 (鮭) アツ (パレソ、アツ、豚肉) 煮物 (タネ、コンニャク、ピーマン) オムレツ (鶏卵) 梅干 | ご飯 (米) 鰻 ビーフン (ビーフン、キャベツ、アツ、キノコ、ニンジン) 卵とじ (刺身、鶏卵) 海苔 | ご飯 (米) マボロ茄子 (アツ、豚肉) アツ (白身魚) 筑前煮 (レンコン、ゴボウ、サヤ、ニンジン) おムレツ (鶏卵) プリン |
| ご飯 (米) つみれ汁 (イ、ダイコン、厚揚げ) さしみ (鮭) 肉じゃが (牛肉、パレソ、アツ、アツ) 野菜炒め (アツ、アツ) 焼き鳥 (鶏肉) 干し柿 | ご飯 (米) とんかつ (豚肉、キャベツ、アツ) 刺身 (アツ、アツ、ニンジン、パレソ、干しタネ、豚肉) ビシキ煮物 (ビシキ、ニンジン、コンニャク、油揚げ) 高菜漬炒め (高菜、胡麻、アツ) プリン | ちゃんぽん (麵、キャベツ、アツ、ニンジン、さつま揚げ、加工ホウレンソウ) コロッケ (アツ、アツ) グレイプフルーツ |
| ヨーグルト、フルーツ、のど飴 ほうじ茶 コーヒー 茶 | せんべい、フルーツ、飴玉 野菜ジュース ほうじ茶 コーヒー 茶 | レズンパイ、ビスケット、飴玉 ほうじ茶 コーヒー 茶 |

表-15 食事試料 (B地域 女性, 年齢53歳, 体重57 kg)

| 1日目 (1625g) | 2日目 (1724 g) | 3日目 (1421 g) |
|--|--|---|
| トースト (パン、ジャム) 目玉焼き (鶏卵) トマト コーヒー | トースト (パン、ジャム) コーヒー | |
| うどん (うどん、かき揚げ、肴) 漬物 (キャリ) リンゴ | スパゲッティボリタ (スパゲッティ、トマト、ピーマン、マッシュルーム、ペーコン) ミカ 紅茶 | ご飯 (米) 味噌汁 (味噌、油揚げ) 焼き魚 (鮭) 漬物 (キャリ) 卵焼き (鶏卵) 納豆 |
| ご飯 (米) ギョウザ (キャベツ、豚肉、コラーゲン) 煮物 (キャベツ) 焼き魚 (鮭) | ご飯 (米) アジのムニエル (アジ) 刺身のおひたし マホー豆腐 (豆腐、豚肉、肴) スープ (鶏卵、肴) | ご飯 (米) ショウガ焼き (豚肉、ショウガ) 胡麻和え (味噌、胡麻) ブリの照り焼き ブロッコリー、トマト |
| コーヒー 茶 | ココア | 肉まん 緑茶 |

表-16 食事試料 (B地域 女性, 年齢44歳, 体重58 kg)

| 1日目 (1397 g) | 2日目 (1765 g) | 3日目 (1156 g) |
|--|--|--|
| トースト (食パン1/2) サラダ (キャリ、トマト、ドレッシング) ゆで卵 (鶏卵) 牛乳 リンゴのヨーグルト (リンゴ、砂糖、バター) | 豆もち 卵焼き (鶏卵) サラダ (ベビーリーフ、キャリ、トマト、ドレッシング) | ご飯 (米) ミートローフ (牛肉) サラダ (レタス、キャリ、トマト、ドレッシング) 青じりの漬物 |
| タンメン (麺、味噌) | ご飯 (米) ちらしずし (米、リンゴ、エビ、かぼち、コジン、シイタケ、鶏卵) 卵焼き (鶏卵) エビフライ (エビ)、キクラゲ (ゴボウ) フライ (白身魚、豚肉) サラダ (ベビーリーフ、キャリ、トマト、ドレッシング) | サドイッチ (パン、鶏卵、マネーズ) コーヒー ボンカン |
| ちらしずし (米、リンゴ、エビ、かぼち、コジン、シイタケ、鶏卵) ハマグリのお汁 (ハマグリ) キクラゲ (ゴボウ) アスパラのおひたし (アスパラ、かぼち) 和風ステーキ (牛肉、肴、コラーゲン) 漬物 (白菜) | うどん (うどん、肴) エビフライ (海老) 煮物 (豚肉、シイタケ、リンゴ、サトウ、シイタケ、コジン、ゴボウ) ボンカン、アスパラガス 漬物 (白菜) | ご飯 (米) 味噌汁 (わかじか、豆腐) 揚げ物 (揚げ) 酢の物 (キャリ、シイタケ、味噌) 天のしょうが炒め (天、ショウガ) ダイコンの漬物 |
| ビール コーヒー | 緑茶 コーヒー 牛乳 飴 | コーヒー |

表-17 食事試料 (C地域 男性, 年齢65歳, 体重65kg)

| 1日目 (2438 g) | 2日目 (2630 g) | 3日目 (2787 g) |
|--|---|--|
| ご飯(米) 納豆 味噌汁(白菜、苜、わか) 小松菜、ニンジン、ゴボウ 漬物(ダイコン) | ご飯(米) 味噌汁(れんこん、ダイコン、わか) 納豆、海苔、ブロッコリー 漬物(ダイコン、白菜) | ご飯(米) 味噌汁(白菜、苜、わか、豆腐) れんこん、納豆、海苔 漬物(ダイコン) |
| 食パン、マーガリン ハムエッグ(卵、ハム) おひたし(小松菜) みかん、漬物(ダイコン) | ご飯(米) 味噌汁(れんこん、ダイコン、わか、卵) ブロッコリー、ニンジン、ゴボウ マグロ ミカン | ご飯(米) 味噌汁(白菜、苜、わか) 魚(アジ) 煮物(ダイコン、ササゲ、コンニャク) ミカ |
| ご飯(米) 味噌汁(白菜、苜、わか) 野菜炒め(シイタケ、シジ、チゲンサイ) 漬物(ダイコン) | ご飯(米) 煮物(鶏肉、ダイコン、ササゲ、蒲鉾、コンニャク) パン、ミカ 漬物(ダイコン) | ヤキソバ(ソバ、キャベツ、ニンジン、シイタケ、豚肉、シ ジ) 牛乳、ミカ 漬物(白菜) |
| 茶 | 茶 | 茶 |

4 分析方法

(1) 臭素系ダイオキシン類

【試料の前処理】

[大気・降下ばいじん]

採取したろ紙及びウレタンフォームを風乾後、ろ紙はトルエン、ウレタンフォームはアセトンでそれぞれ16時間ソックスレー抽出を行った。ろ紙及びウレタンフォームの抽出液を合わせ減圧濃縮器を用いて40℃以下で濃縮し、トルエンに溶解した。これを100 mlのメスフラスコに定容し前処理液とした。以下の操作は、前処理液を分取した後ヘキサン100 ml程度に転溶し、内標準物質を加えたものについて行った。なお、操作はすべて遮光した試験室で褐色ガラス器具あるいはアルミ箔で包んだガラス器具を用いて行った。

[土壌・底質]

風乾した試料を2 mmでふるった後、円筒ろ紙に20 g採取し、銅粉20 g及び内標準物質を加え、トルエンで16時間ソックスレー抽出を行った。抽出液を無水硫酸ナトリウム20 gを詰めた漏斗に通過させて脱水した後、ヘキサン100 ml程度に転溶し前処理液とした。なお、操作はすべて遮光した試験室で褐色ガラス器具あるいはアルミ箔で包んだガラス器具を用いて行った。

[地下水・水質]

固相抽出装置に試料200 Lを通水した後、採取したディスク型固相及びガラス繊維ろ紙を風乾した。ディスク型固相及びガラス繊維ろ紙をトルエンで16時間ソックスレー抽出を行った。抽出液を減圧濃縮器を用いて40℃以下で濃縮した後、ヘキサンに溶解し、内標準物質を加えた。なお、操作はすべて遮光した試験室で褐色ガラス器具あるいはアルミ箔で包んだガラス器具を用いて行った。

また、B地域の地下水2試料については水中ダイオキシン採取装置を用いて分析を行った。

水中ダイオキシン採取装置に検体200 Lを通水した後、採取したろ紙及びウレタンフォームを風乾した。ろ紙はトルエン、ウレタンフォームはアセトンでそれぞれ16時間ソックスレー抽出を行った。ろ紙及びウレタンフォームの抽出液を合わせ減圧濃縮器を用いて40℃以下で濃縮した後、ヘキサンに溶解し、内標準物質を加えた。なお、操作はすべて遮光した試験室で褐色ガラス器具あるいはアルミ箔で包んだガラス器具を用いて行った。

[水生生物・野生生物・食事試料]

均一に調製された試料を500 ml容のナスフラスコにとり（水生生物はナスフラスコ2本に採取（試料量として200 g）。食事試料はナスフラスコ5本に採取（試料量として500 g）。）、内標準物質を加え、2 mol/L水酸化カリウム溶液200 mlを加え、室温で12時間かくはんした。これを1 L容分液漏斗に移し、メタノール150 ml及びヘキサン100 mlを加え、10分間振とうした。静置後、ヘキサン層を分取し、水層にはヘキサン100 mlを加え、同じ操作を2回繰り返した。ヘキサン抽出液を合わせ、2 W/V%塩化ナトリウム溶液200 mlを加えて回転するように緩やかに揺り動かした。静置後、水層を捨て、ヘキサン層に再び2 %塩化ナトリウム溶液100 mlを加え、同じ操作を繰り返した。ヘキサン層は無水硫酸ナトリウム20 gを詰めた漏斗に通過させて、脱水した後、減圧濃縮器を用いて40℃以下で約100 mlまで濃縮して前処理液とした。なお、操作はすべて遮光した試験室で褐色ガラス器具あるいはアルミ箔で包んだガ

ラス器具を用いて行った。

【試料溶液の調製】

前処理液を300 ml容の分液漏斗に移し、濃硫酸10 mlを加え緩やかに混合し、静置後、硫酸層を捨てた。この操作を硫酸層の色が消えるまで繰り返した後、ヘキサン層に精製水20 mlを加え、緩やかに振とうし、静置後、水層を捨て、更に2 W/V%塩化ナトリウム溶液50 mlによる洗浄を2回繰り返した。次いで、ヘキサン層に5 W/V%炭酸水素ナトリウム溶液10 mlを加え、緩やかに振とうし、静置後、水層を捨て、ヘキサン層を無水硫酸ナトリウム10 gを詰めた漏斗に通過させて脱水した。減圧濃縮器を用いて40 以下で濃縮して約5 mlとした。

土壌及び底質試料については、更に還元銅による処理を加えた。硫酸処理したヘキサン溶液に還元銅5 gを加え10分間振とうした後、還元銅を分別除去し減圧濃縮器を用いて40 以下で濃縮して約5 mlとした。

ヘキサン濃縮液をシリカゲルカラム(2 g)に移し、ヘキサン200 mlを流した。この溶出液を300 ml容なす形フラスコにとり、減圧濃縮器を用いて40 以下で濃縮して約5 mlとした。ヘキサン濃縮液をフロリジルカラム(5 g, 1%含水)に移し、ヘキサン150 mlで洗浄後60 V/V%ジクロロメタン-ヘキサン溶液200 mlを流し、目的物質を溶出させた。この溶出液を300 ml容のなす形フラスコにとり、減圧濃縮器を用いて40 以下で濃縮して約5 mlとした。このヘキサン濃縮液を10 ml容濃縮用試験管に移し、窒素気流下で0.5mlまで濃縮した。濃縮液を活性炭分散シリカゲルカラム(0.5 g)に移し、5 V/V%ジクロロメタン-ヘキサン溶液100 mlで洗浄後、トルエン250 mlを流し、目的物質を溶出させた。この溶出液を300 ml容なす形フラスコにとり、減圧濃縮器を用いて40 以下で約5 mlに濃縮した。

得られた濃縮液を少量のヘキサンで10 ml容濃縮用試験管に移し、窒素気流下で溶媒を乾固直前まで濃縮し、シリンジスパイク50 µl(または20 µl)を加えて試料溶液とした。なお、操作は全て遮光した試験室で褐色ガラス器具あるいはアルミ箔で包んだガラス器具を用いて行った。

【空試料溶液の調製】

試料を加えずに、【試料の前処理】及び【試料溶液の調製】と同様の操作をして得られたものを空試料溶液とした。

【標準溶液の調製】

臭素系ダイオキシン類標準原液及び¹³C標識臭素系ダイオキシン類をデカンで希釈して100 ~ 0.1 ng/ml(内標準10 ng/ml)の定量用混合標準溶液を作成した。また、¹³C標識臭素系ダイオキシン類をデカンで希釈して10 ng/mlのクリーンアップスパイク溶液を作成した。

【ガスクロマトグラフ - 高分解能質量分析装置操作条件】

PBDDs及びPBDFsの測定

カラム：Fused Silica DB-5HT [J&W Scientific] ,

長さ 30 m , 内径 0.25 mm , 膜厚0.1 μm

導入系：スプリットレス

温度：試料注入口 260

カラム 160 (1 min保持) 10 /min昇温 300 (20 min保持)

MoBPCDDs及びMoBPCDFsの測定

カラム：Fused Silica DB-5HT [J&W Scientific] ,

長さ 30 m , 内径 0.25 mm , 膜厚0.1 μm

導入系：スプリットレス

温度：試料注入口 260

カラム 160 (1 min保持) 5 /min昇温 300 (1 min保持)

機種：Autospec ULTIMA [Micromass Ltd.]

イオン源温度 : 300

イオン化電流 : 500 μA

イオン化法 : EI

イオン化電圧 : 30 eV

分解能 : 10,000*

| | |
|--|-------------------------|
| 設定質量数 : TeBDF | m/z 483.6955 , 485.6934 |
| [¹³ C ₁₂]TeBDF | m/z 495.7357 , 497.7337 |
| TeBDD | m/z 499.6904 , 501.6883 |
| [¹³ C ₁₂]TeBDD | m/z 511.7306 , 513.7286 |
| PeBDF | m/z 561.6060 , 563.6039 |
| [¹³ C ₁₂]PeBDF | m/z 573.6462 , 575.6442 |
| PeBDD | m/z 577.6009 , 579.5988 |
| [¹³ C ₁₂]PeBDD | m/z 589.6412 , 591.6391 |
| HxBDF | m/z 639.5165 , 641.5144 |
| HxBDD | m/z 655.5114 , 657.5094 |
| [¹³ C ₆]HxBDD | m/z 663.5295 , 665.5274 |
| MoB-TrCDF | m/z 349.8491 , 351.8461 |
| MoB-TrCDD | m/z 365.8440 , 367.8410 |
| MoB-TeCDF | m/z 383.8092 , 385.8071 |
| MoB-TeCDD | m/z 399.8041 , 401.8021 |
| [¹³ C ₁₂]HxCDD | m/z 401.8559 |
| [¹³ C ₁₂]MoB-TeCDD | m/z 411.8444 , 413.8423 |
| MoB-PeCDF | m/z 417.7702 , 419.7681 |
| MoB-PeCDD | m/z 433.7651 , 435.7631 |
| MoB-HxCDF | m/z 451.7312 , 453.7292 |
| MoB-HxCDD | m/z 467.7262 , 469.7241 |
| MoB-HpCDF | m/z 487.6893 , 489.6873 |
| MoB-HpCDD | m/z 503.6851 , 505.6822 |

本条件では1,2,3,4,7,8-HxBDDと1,2,3,6,7,8-HxBDDはGCで分離しないため、分析値は合計値で示した。

* : 検出感度を優先させたため、分解能を12,000ではなく10,000とした。

【定量】

定量用混合標準溶液1 μlをガスクロマトグラフ-高分解能質量分析装置に注入して、各臭素数に応じた設定質量数ごとにSIMを行った。得られたSIMチャートから各臭素化物の内標に対するピーク面積比(A)を求めた。同様に、試料液についてもピーク面積比(B)を求め、定量値を算出した。なお、内標準物質の回収率はシリンジスパイクを基準に算出し、基本的に40～120%の範囲に入ったものについて定量する。

【計算】

$$\text{濃度 (pg/g)} = \frac{Q(\text{pg}) \times \frac{\text{試料溶液のピーク面積比 (B)}}{\text{標準溶液のピーク面積比 (A)}}}{\text{試料量 (g)}}$$

Q：内標準物質添加量

【検出下限】

臭素系ダイオキシン類の検出下限を表-18及び19に示した。

表-18 臭素系ダイオキシン類の検出下限

| | 大気 | 降下 ばいじん | 土壌 底質 | 地下水 水質 | 水生生物 |
|-----------|------------------------|--------------------------|----------|-----------|----------|
| MoB-TrCDD | 0.005pg/m ³ | 2pg/m ² /day | 0.2pg/g | 0.01pg/L | 0.01pg/g |
| MoB-TeCDD | | | | | |
| MoB-PeCDD | 0.01pg/m ³ | 4pg/m ² /day | 0.5pg/g | 0.02pg/L | 0.02pg/g |
| MoB-HxCDD | 0.02pg/m ³ | 8pg/m ² /day | 1pg/g | 0.04pg/L | 0.04pg/g |
| MoB-HpCDD | 0.05pg/m ³ | 20pg/m ² /day | 2pg/g | 0.1pg/L | 0.1pg/g |
| MoB-TrCDF | 0.005pg/m ³ | 2pg/m ² /day | 0.2pg/g | 0.01pg/L | 0.01pg/g |
| MoB-TeCDF | | | | | |
| MoB-PeCDF | 0.01pg/m ³ | 4pg/m ² /day | 0.5pg/g | 0.02pg/L | 0.02pg/g |
| MoB-HxCDF | 0.02pg/m ³ | 8pg/m ² /day | 1pg/g | 0.04pg/L | 0.04pg/g |
| MoB-HpCDF | 0.05pg/m ³ | 20pg/m ² /day | 2pg/g | 0.1pg/L | 0.1pg/g |
| TeBDD | 0.005pg/m ³ | 2pg/m ² /day | 0.2pg/g | 0.01pg/L | 0.01pg/g |
| PeBDD | 0.01pg/m ³ | 4pg/m ² /day | 0.5pg/g | 0.02pg/L | 0.02pg/g |
| HxBDD | 0.05pg/m ³ | 20pg/m ² /day | 2pg/g | 0.1pg/L | 0.1pg/g |
| TeBDF | 0.005pg/m ³ | 2pg/m ² /day | 0.2pg/g | 0.01pg/L | 0.01pg/g |
| PeBDF | 0.01pg/m ³ | 4pg/m ² /day | 0.5pg/g | 0.02pg/L | 0.02pg/g |
| HxBDF | 0.05pg/m ³ | 20pg/m ² /day | 2pg/g | 0.1pg/L | 0.1pg/g |

表-19 臭素系ダイオキシン類の検出下限

| | 野生生物 | | | | | 食事試料 |
|-----------|-------------------------------|--------------------------|------------------|---------|--------|-----------|
| | タヌキ(筋肉) カワウ(胸筋) カラス(筋肉) | ドバト トビ(筋肉) カラス(肝臓) | アカネズミ タヌキ(脂肪) | トビ(肝臓) | トビ(脂肪) | |
| MoB-TrCDD | 0.01pg/g | 0.02pg/g | 0.04pg/g | 0.2pg/g | 2pg/g | 0.004pg/g |
| MoB-TeCDD | | | | | | |
| MoB-PeCDD | 0.02pg/g | 0.04pg/g | 0.08pg/g | 0.4pg/g | 4pg/g | 0.008pg/g |
| MoB-HxCDD | 0.04pg/g | 0.08pg/g | 0.2pg/g | 0.8pg/g | 8pg/g | 0.02pg/g |
| MoB-HpCDD | 0.1pg/g | 0.2pg/g | 0.4pg/g | 2pg/g | 20pg/g | 0.04pg/g |
| MoB-TrCDF | 0.01pg/g | 0.02pg/g | 0.04pg/g | 0.2pg/g | 2pg/g | 0.004pg/g |
| MoB-TeCDF | | | | | | |
| MoB-PeCDF | 0.02pg/g | 0.04pg/g | 0.08pg/g | 0.4pg/g | 4pg/g | 0.008pg/g |
| MoB-HxCDF | 0.04pg/g | 0.08pg/g | 0.2pg/g | 0.8pg/g | 8pg/g | 0.02pg/g |
| MoB-HpCDF | 0.1pg/g | 0.2pg/g | 0.4pg/g | 2pg/g | 20pg/g | 0.04pg/g |
| TeBDD | 0.01pg/g | 0.02pg/g | 0.04pg/g | 0.2pg/g | 2pg/g | 0.004pg/g |
| PeBDD | 0.02pg/g | 0.04pg/g | 0.08pg/g | 0.4pg/g | 4pg/g | 0.008pg/g |
| HxBDD | 0.1pg/g | 0.2pg/g | 0.4pg/g | 2pg/g | 20pg/g | 0.04pg/g |
| TeBDF | 0.01pg/g | 0.02pg/g | 0.04pg/g | 0.2pg/g | 2pg/g | 0.004pg/g |
| PeBDF | 0.02pg/g | 0.04pg/g | 0.08pg/g | 0.4pg/g | 4pg/g | 0.008pg/g |
| HxBDF | 0.1pg/g | 0.2pg/g | 0.4pg/g | 2pg/g | 20pg/g | 0.04pg/g |

【試薬】

| | |
|------------|--|
| ヘキサン | : ダイオキシン分析用[和光純薬工業株式会社] |
| ジクロロメタン | : ダイオキシン分析用[和光純薬工業株式会社] |
| トルエン | : ダイオキシン分析用[和光純薬工業株式会社] |
| アセトン | : ダイオキシン分析用[和光純薬工業株式会社] |
| メタノール | : ダイオキシン分析用[和光純薬工業株式会社] |
| デカン | : 特級[東京化成工業株式会社] |
| 硫酸 | : 特級[関東化学株式会社] |
| 水酸化カリウム | : 特級[和光純薬工業株式会社] |
| 精製水 | : あらかじめヘキサンで洗浄したもの |
| 塩化ナトリウム | : 特級[和光純薬工業株式会社] |
| 炭酸水素ナトリウム | : 特級[関東化学株式会社] |
| 無水硫酸ナトリウム | : PCB 分析用[関東化学株式会社] |
| 銅粉 | : 鹿1級[関東化学株式会社]、あらかじめヘキサンで洗浄したもの |
| 還元銅(粒状) | : 元素分析用[和光純薬工業株式会社] |
| シリカゲル | : Wako-gel S-1[和光純薬工業株式会社] |
| 1%含水フロリジル | : フロリジル(残留農薬試験用)[和光純薬工業株式会社]に精製水を加え、振とうし調製したもの |
| 活性炭分散シリカゲル | : ダイオキシン分析用[関東化学株式会社] |

【標準品】

すべて Cambridge Isotope Laboratories 社 (米国) 製

| | |
|--|---------------------|
| 2,3,7,8-TeBDD | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| [¹³ C ₁₂] 2,3,7,8-TeBDD* | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| [¹³ C ₁₂] 1,2,3,7,8-PeBDD* | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDD | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| 1,2,3,6,7,8-HxBDD | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| [¹³ C ₆] 1,2,3,6,7,8-HxBDD* | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| 2,3,7,8-TeBDF | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| [¹³ C ₁₂] 2,3,7,8-TeBDF* | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| [¹³ C ₁₂] 1,2,3,7,8-PeBDF* | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| [¹³ C ₁₂] 2,3,4,7,8-PeBDF** | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | (5±0.5 µg/ml ノナン溶液) |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | (50±5 µg/ml ノナン溶液) |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | (50±5 µg/ml ノナン溶液) |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | (50±5 µg/ml ノナン溶液) |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | (50±5 µg/ml ノナン溶液) |
| [¹³ C ₁₂] 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD* | (50±5 µg/ml ノナン溶液) |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | (50±5 µg/ml ノナン溶液) |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | (50±5 µg/ml ノナン溶液) |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | (50±5 µg/ml ノナン溶液) |
| [¹³ C ₁₂] 1,2,3,7,8,9-HxCDD** | (50±5 µg/ml ノナン溶液) |

* : クリーンアップスパイク用

** : シリンジスパイク用

【装置】

ガラス器具 : 分液漏斗、トールビーカー、なす形フラスコ、クロマト管、濃縮用試験管等
(ガラス器具は褐色を使用、またはアルミ箔によって遮光して使用した。)

ソックスレー抽出装置

ロータリーエバポレーター

ウォーターバス

振とう機

ガスクロマトグラフ - 高分解能質量分析装置 : 多重イオン検出器付高分解能質量分析装置

【分析法フローシート】

分析法フローシートを図-9～13に示した。

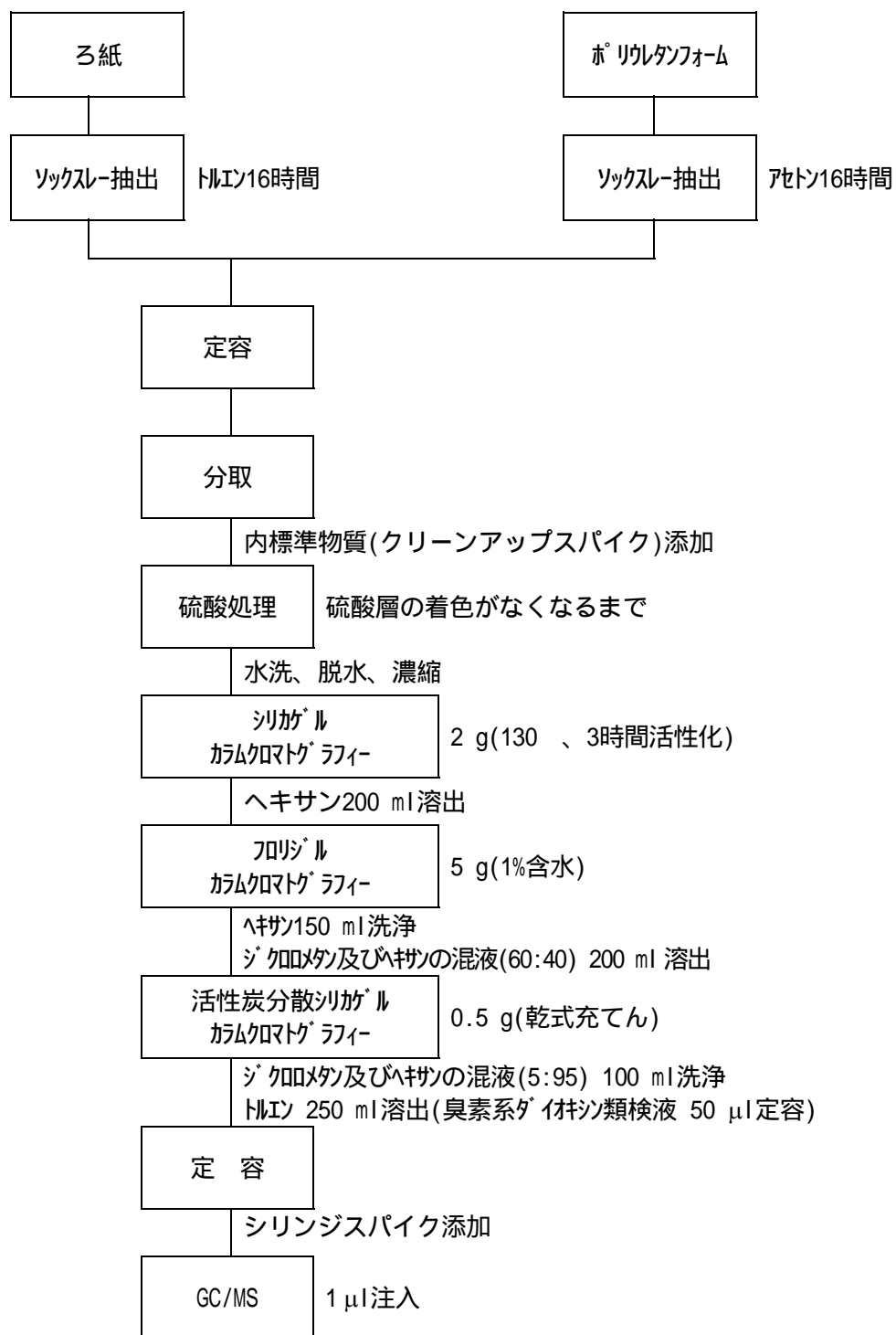


図-9 大気及び降下ばいじんの臭素系ダイオキシン類分析法フローシート

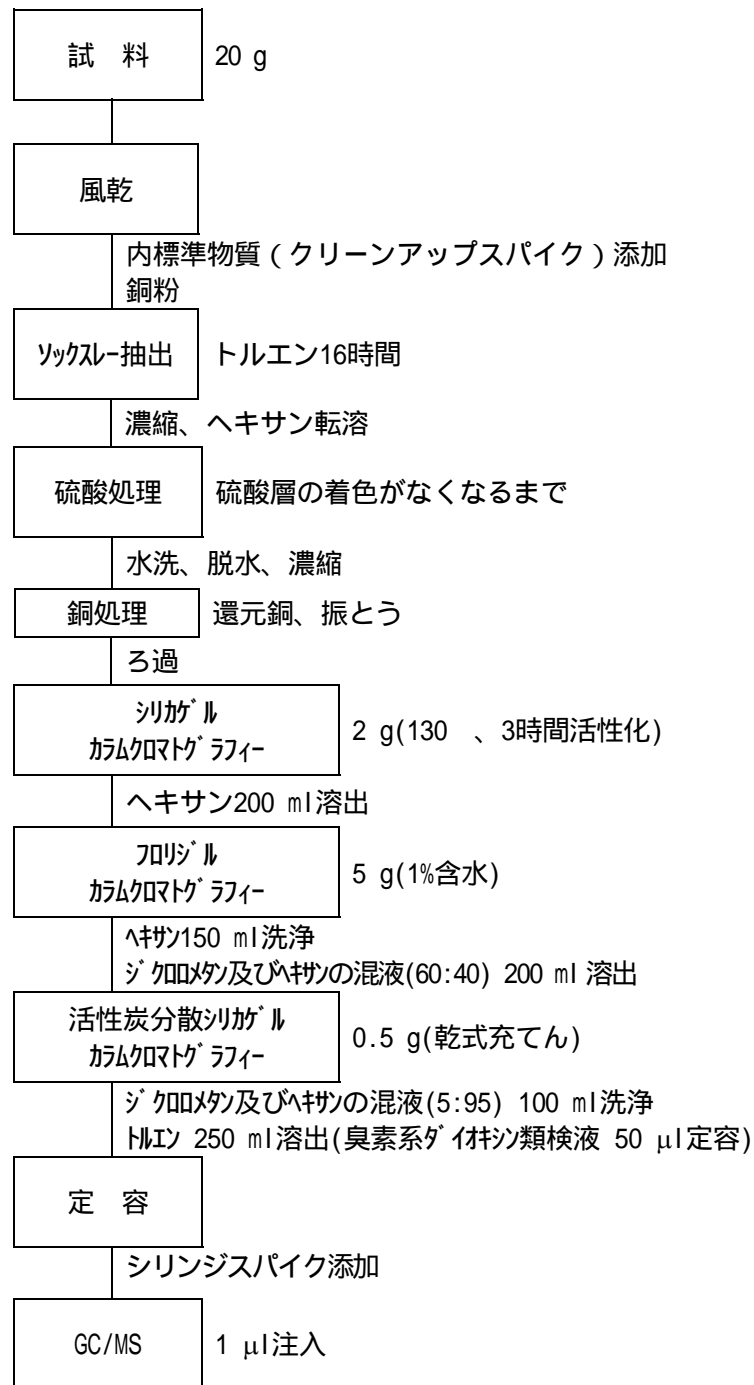


図-10 土壌及び底質の臭素系ダイオキシン類分析法フローシート

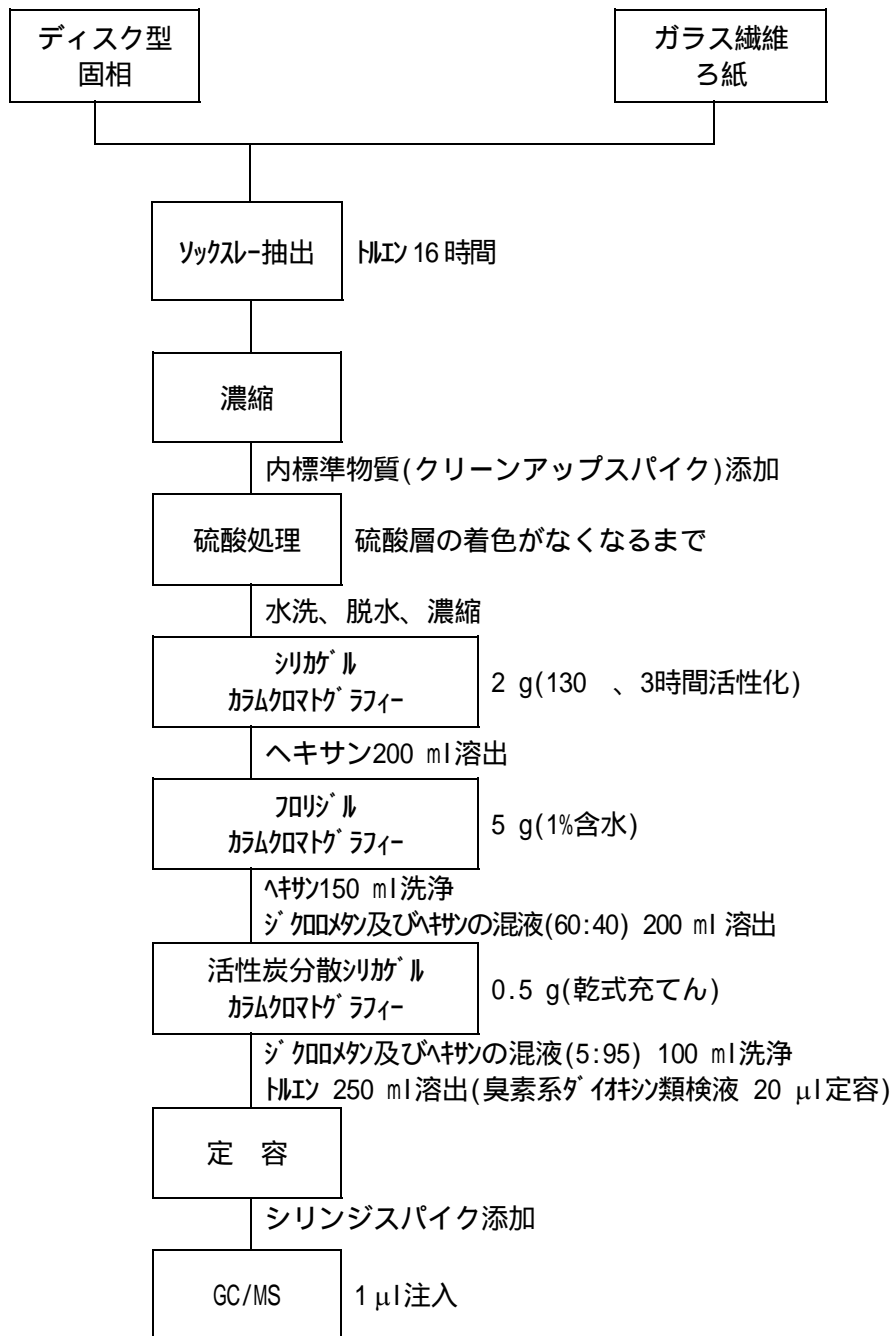


図-11 地下水及び水質の臭素系ダイオキシン類分析法フローシート
(固相抽出)

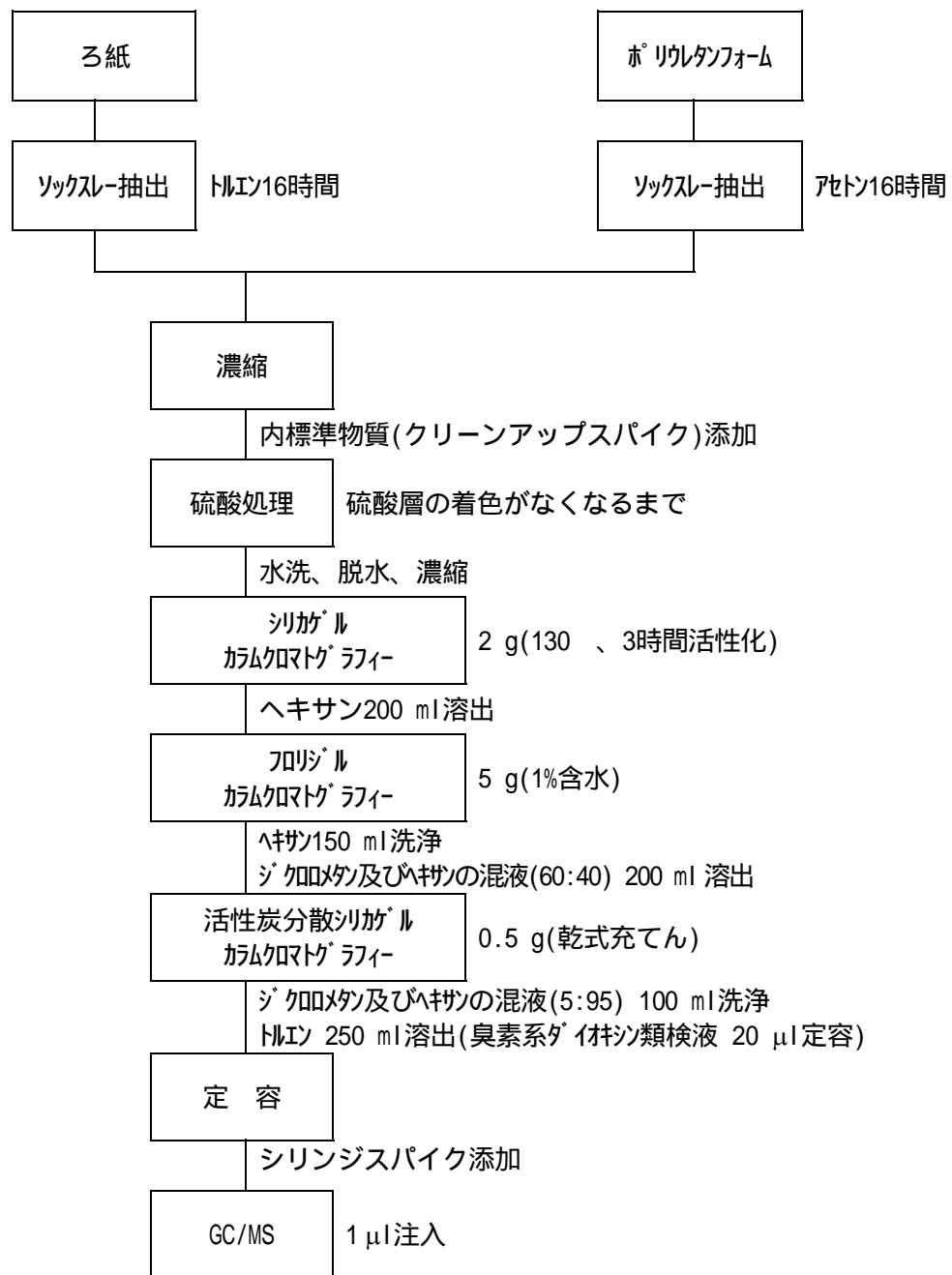


図-12 地下水及び水質の臭素系ダイオキシン類分析法フローシート
(水中ダイオキシン採取装置)

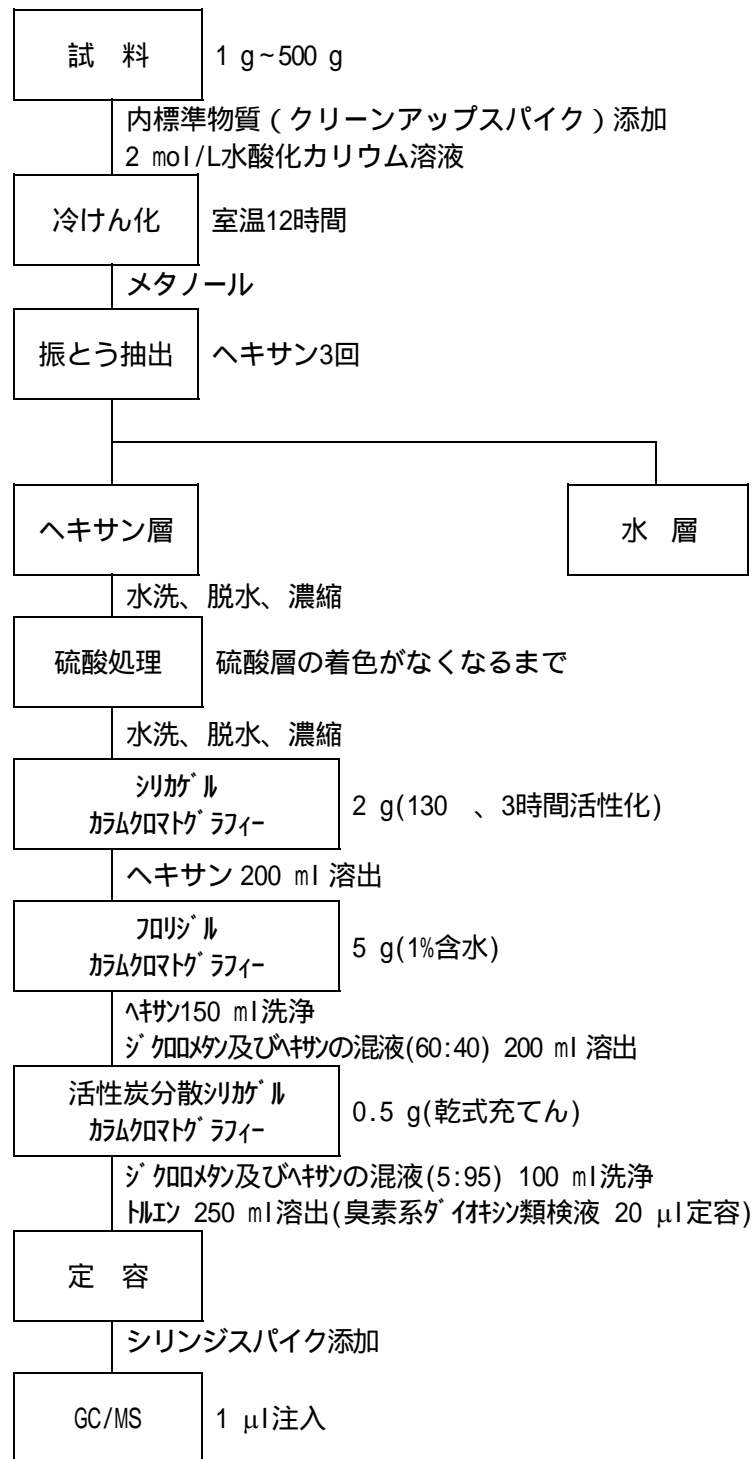


図-13 水生生物、野生生物及び食事試料の臭素系ダイオキシン類分析法フローシート

(2) (塩素化)ダイオキシン類分析方法
 分析法フローシートを図-14~16に示した。

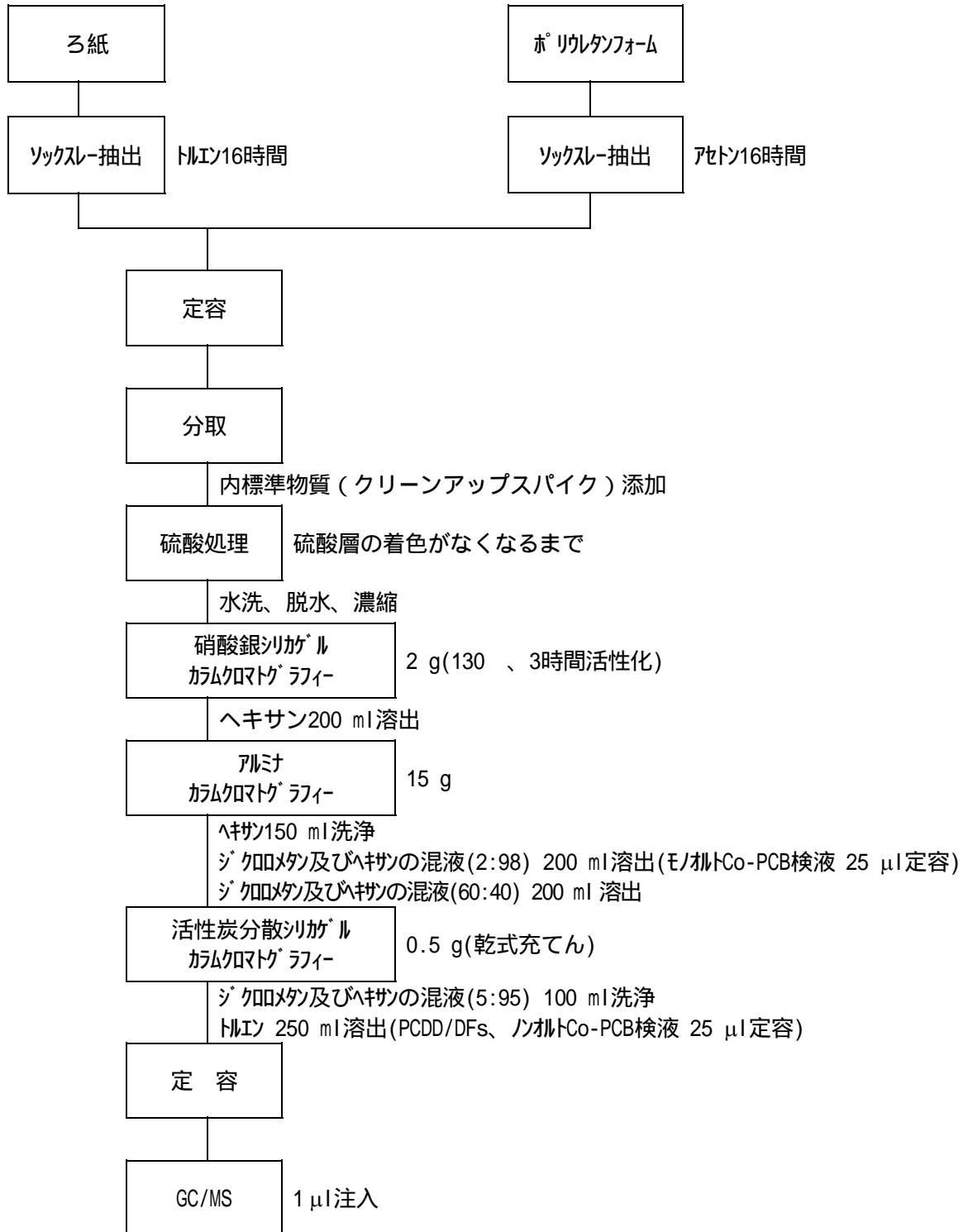


図-14 大気及び降下ばいじんの(塩素化)ダイオキシン類分析法フローシート

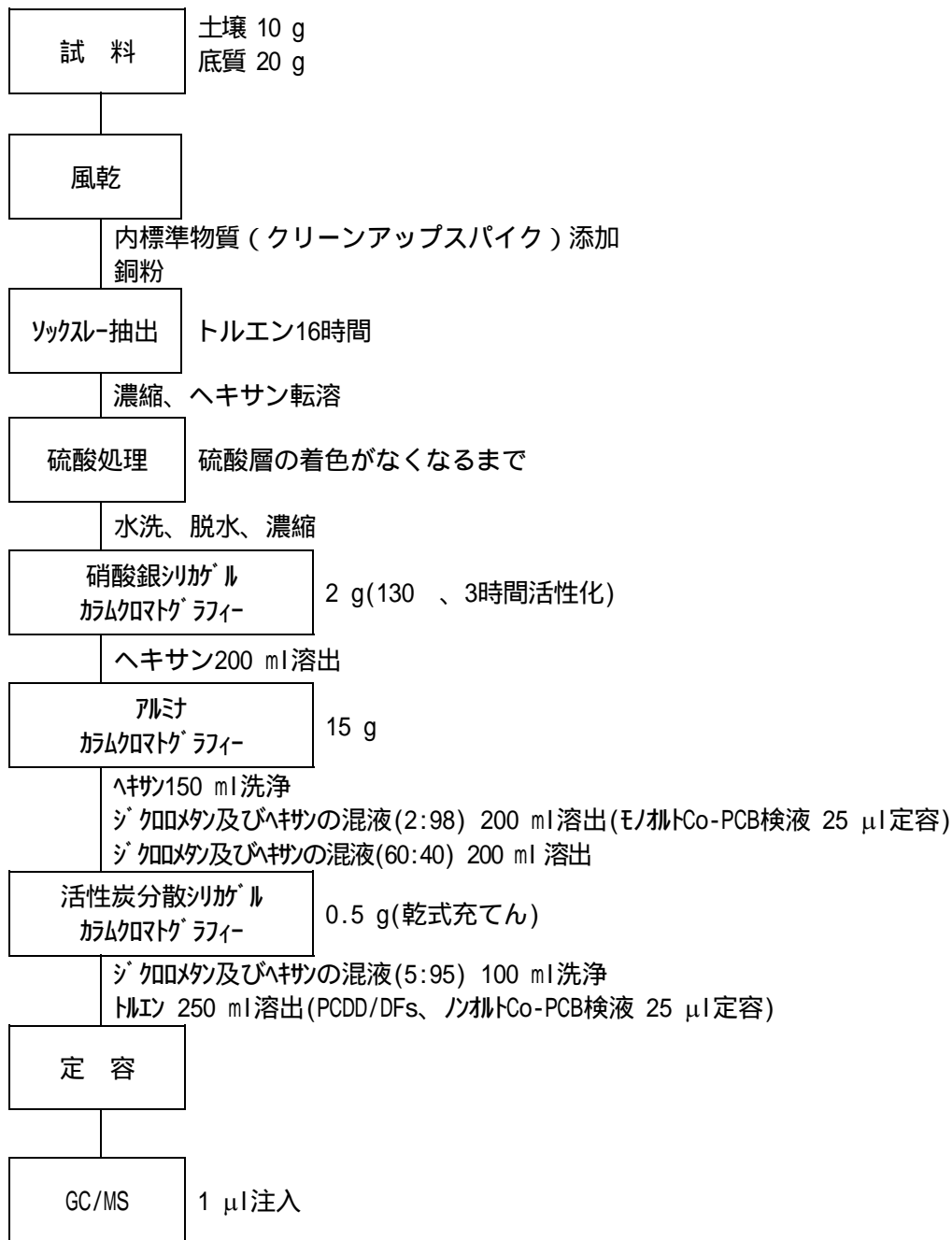


図-15 土壌及び底質の (塩素化) ダイオキシン類分析法フローシート

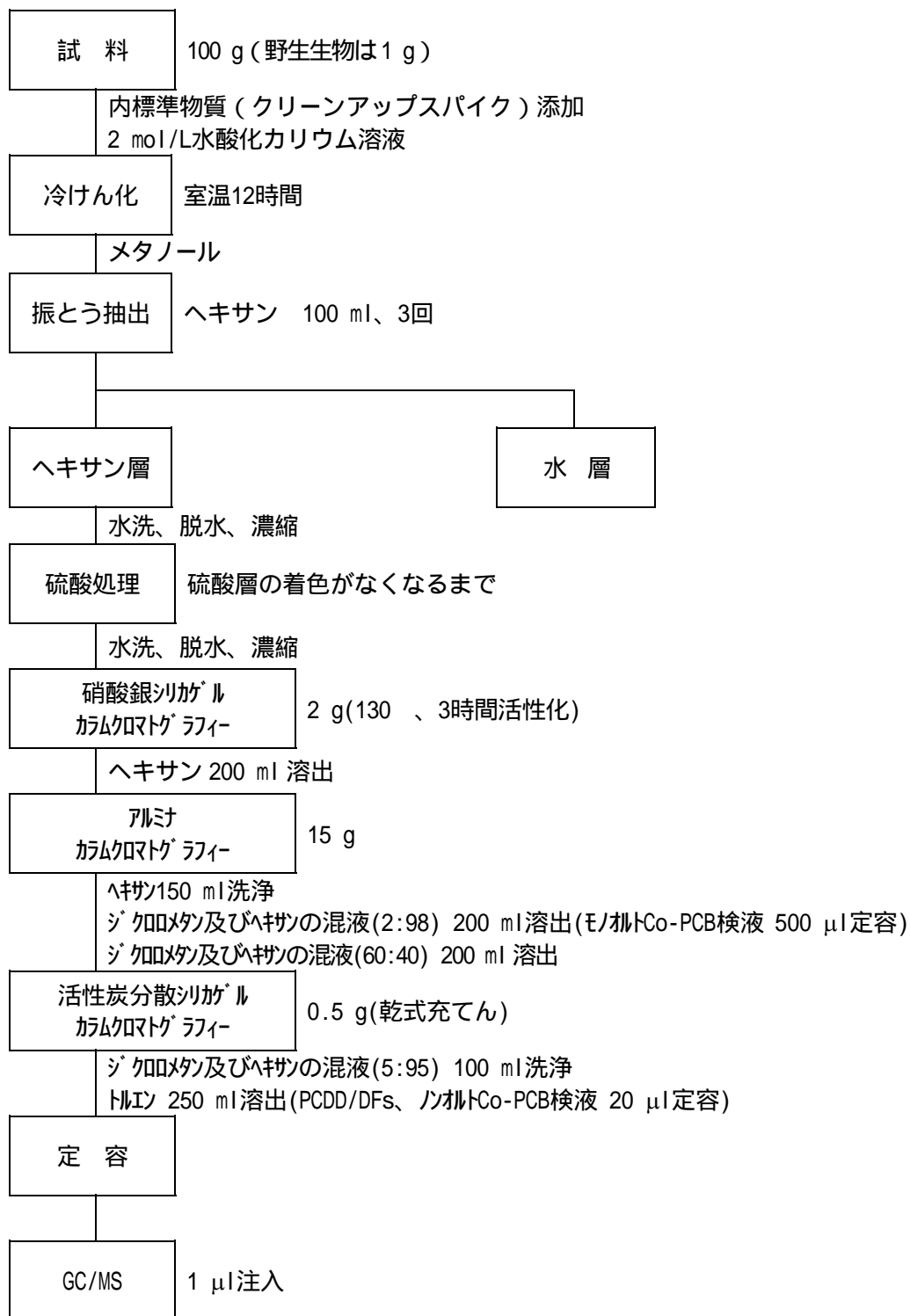


図-16 水生生物、野生生物及び食事試料の(塩素化)ダイオキシン類分析法フローシート

【ガスクロマトグラフ - 高分解能質量分析装置操作条件】

[大気・降下ばいじん・土壌・底質]

カラム： (a)Fused Silica SP-2331[SIGMA-ALDRICH]

長さ 60 m , 内径 0.32 mm , 膜厚 0.2 μm

(b)Fused Silica DB-17[J&W SCIENTIFIC]

長さ 60 m , 内径 0.32 mm , 膜厚 0.25 μm

(c)Fused Silica DB-5MS[J&W SCIENTIFIC]

長さ 60 m , 内径 0.25 mm , 膜厚 0.25 μm

試料導入系：スプリットレス

温度： 試料注入口 260

カラム

(a)150 (1 min保持) 15 /min昇温 200 (5 min保持)

2 /min昇温 250 (30 min保持)

(b)150 (1 min保持) 10 /min昇温 210

30 /min昇温 270 (34 min保持)

(c)150 (1 min保持) 15 /min昇温 200 (5 min保持)

2 /min昇温 250 (10 min保持)

20 /min昇温 270 (10 min保持)

[水生生物・野生生物・食事試料]

カラム： (a)Fused Silica SP-2331[SIGMA-ALDRICH]

長さ 60 m , 内径 0.32 mm , 膜厚 0.2 μm

(b)Fused Silica DB-17[J&W SCIENTIFIC]

長さ 60 m , 内径 0.32 mm , 膜厚 0.25 μm

(c)Fused Silica HT8[SGE]

長さ 50 m , 内径 0.22 mm , 膜厚 0.25 μm

試料導入系：スプリットレス

温度： 試料注入口 260

カラム

(a)150 (1 min保持) 15 /min昇温 200 (5 min保持)

2 /min昇温 250 (30 min保持)

(b)150 (1 min保持) 10 /min昇温 180

5 /min昇温 210 (5 min保持)

30 /min昇温 270 (33 min保持)

(c)160 (1 min保持) 15 /min昇温 220 (5 min保持)

2 /min昇温 280 20 /min昇温 300 (10 min保持)

機種： Autospec ULTIMA[Micromass Ltd.]

イオン源温度： 260

イオン化法： EI

イオン化電圧： 30 eV

イオン化電流： 500 μ A

分解能： 10,000

| | |
|--|-------------------------|
| 設定質量数： TeCDF | m/z 303.9016 , 305.8987 |
| [¹³ C ₁₂]TeCDF | m/z 315.9419 , 317.9389 |
| TeCDD | m/z 319.8965 , 321.8936 |
| [¹³ C ₁₂]TeCDD | m/z 331.9368 , 333.9338 |
| PeCDF | m/z 339.8597 , 341.8568 |
| [¹³ C ₁₂]PeCDF | m/z 351.9000 , 353.8970 |
| PeCDD | m/z 355.8546 , 357.8517 |
| [¹³ C ₁₂]PeCDD | m/z 367.8949 , 369.8919 |
| HxCDF | m/z 373.8207 , 375.8178 |
| [¹³ C ₁₂]HxCDF | m/z 385.8610 , 387.8580 |
| HxCDD | m/z 389.8156 , 391.8127 |
| [¹³ C ₁₂]HxCDD | m/z 401.8559 , 403.8530 |
| * HpCDF | m/z 407.7818 , 409.7788 |
| * [¹³ C ₁₂]HpCDF | m/z 419.8220 , 421.8190 |
| * HpCDD | m/z 423.7767 , 425.7737 |
| * [¹³ C ₁₂]HpCDD | m/z 435.8169 , 437.8140 |
| * OCDF | m/z 441.7428 , 443.7398 |
| * [¹³ C ₁₂]OCDF | m/z 453.7830 , 455.7801 |
| * OCDD | m/z 457.7377 , 459.7348 |
| * [¹³ C ₁₂]OCDD | m/z 469.7779 , 471.7750 |
| ** TeCB | m/z 289.9224 , 291.9194 |
| ** [¹³ C ₁₂]TeCB | m/z 301.9626 , 303.9597 |
| ** PeCB | m/z 325.8804 , 327.8775 |
| ** [¹³ C ₁₂]PeCB | m/z 337.9207 , 339.9178 |
| ** HxCB | m/z 359.8415 , 361.8385 |
| ** [¹³ C ₁₂]HxCB | m/z 371.8817 , 373.8788 |
| ** HpCB | m/z 393.8025 , 395.7995 |
| ** [¹³ C ₁₂]HpCB | m/z 405.8428 , 407.8398 |

* DB-17カラムを使用し測定した。

** ノンオルトCo-PCBはDB-17カラム、モノオルトCo-PCBはDB-5MSまたはHT8カラムを使用し測定した。

【検出下限及び定量下限】

(塩素化)ダイオキシン類の検出下限及び定量下限は表-20及び21に示した。

表-20 (塩素化)ダイオキシン類の定量下限・検出下限

| 分析項目 | 大気 pg/m ³ | | 降下ばいじん pg/m ² /day | | 土壌 pg/g | | 底質 pg/g | |
|-----------------------------|-------------------------|-------|----------------------------------|------|------------|------|------------|------|
| | 定量下限 | 検出下限 | 定量下限 | 検出下限 | 定量下限 | 検出下限 | 定量下限 | 検出下限 |
| 2,3,7,8-TeCDD | 0.003 | 0.001 | 7 | 2 | 0.4 | 0.1 | 0.22 | 0.07 |
| 1,3,6,8-TeCDD | 0.003 | 0.001 | 7 | 2 | 0.8 | 0.2 | 0.4 | 0.1 |
| 1,3,7,9-TeCDD | 0.003 | 0.001 | 7 | 2 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| TeCDDs | 0.003 | 0.001 | 7 | 2 | 0.4 | 0.1 | 0.22 | 0.07 |
| 1,2,3,7,8-PeCDD | 0.004 | 0.001 | 9 | 3 | 0.29 | 0.09 | 0.15 | 0.04 |
| PeCDDs | 0.004 | 0.001 | 9 | 3 | 0.29 | 0.09 | 0.15 | 0.04 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 0.009 | 0.003 | 19 | 6 | 0.6 | 0.2 | 0.30 | 0.09 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 0.007 | 0.002 | 14 | 4 | 0.30 | 0.09 | 0.15 | 0.05 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 0.007 | 0.002 | 15 | 4 | 0.5 | 0.1 | 0.24 | 0.07 |
| HxCDDs | 0.009 | 0.003 | 19 | 6 | 0.6 | 0.2 | 0.30 | 0.09 |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 0.006 | 0.002 | 13 | 4 | 0.3 | 0.1 | 0.18 | 0.05 |
| HpCDDs | 0.006 | 0.002 | 13 | 4 | 0.3 | 0.1 | 0.18 | 0.05 |
| OCDD | 0.013 | 0.004 | 27 | 8 | 4 | 1 | 2.0 | 0.6 |
| 2,3,7,8-TeCDF | 0.004 | 0.001 | 8 | 2 | 0.29 | 0.09 | 0.15 | 0.04 |
| 1,2,7,8-TeCDF | 0.004 | 0.001 | 8 | 2 | 0.5 | 0.1 | 0.24 | 0.07 |
| TeCDFs | 0.004 | 0.001 | 8 | 2 | 0.29 | 0.09 | 0.15 | 0.04 |
| 1,2,3,7,8-PeCDF | 0.004 | 0.001 | 7 | 2 | 0.25 | 0.08 | 0.13 | 0.04 |
| 2,3,4,7,8-PeCDF | 0.003 | 0.001 | 7 | 2 | 0.30 | 0.09 | 0.16 | 0.05 |
| PeCDFs | 0.004 | 0.001 | 7 | 2 | 0.30 | 0.09 | 0.16 | 0.05 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 0.006 | 0.002 | 11 | 3 | 0.5 | 0.1 | 0.25 | 0.08 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 0.005 | 0.002 | 10 | 3 | 0.5 | 0.1 | 0.25 | 0.07 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 0.008 | 0.002 | 17 | 5 | 0.4 | 0.1 | 0.20 | 0.06 |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 0.007 | 0.002 | 14 | 4 | 0.6 | 0.2 | 0.30 | 0.09 |
| HxCDFs | 0.008 | 0.002 | 17 | 5 | 0.6 | 0.2 | 0.30 | 0.09 |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 0.007 | 0.002 | 15 | 4 | 0.4 | 0.1 | 0.19 | 0.06 |
| 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 0.008 | 0.002 | 16 | 5 | 0.4 | 0.1 | 0.19 | 0.06 |
| HpCDFs | 0.008 | 0.002 | 16 | 5 | 0.4 | 0.1 | 0.19 | 0.06 |
| OCDF | 0.010 | 0.003 | 21 | 6 | 1.7 | 0.5 | 0.9 | 0.3 |
| 3,4,4',5-TeCB(#81) | 0.005 | 0.002 | 11 | 3 | 0.4 | 0.1 | 0.19 | 0.06 |
| 3,3',4,4'-TeCB(#77) | 0.006 | 0.002 | 13 | 4 | 0.5 | 0.1 | 0.25 | 0.08 |
| 3,3',4,4',5-PeCB(#126) | 0.003 | 0.001 | 7 | 2 | 0.3 | 0.1 | 0.18 | 0.05 |
| 3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169) | 0.009 | 0.003 | 18 | 6 | 0.25 | 0.07 | 0.13 | 0.04 |
| 2',3,4,4',5-PeCB(#123) | 0.005 | 0.001 | 10 | 3 | 0.5 | 0.2 | 0.28 | 0.08 |
| 2,3',4,4',5-PeCB(#118) | 0.013 | 0.004 | 27 | 8 | 2.0 | 0.6 | 1.0 | 0.3 |
| 2,3,3',4,4'-PeCB(#105) | 0.007 | 0.002 | 14 | 4 | 1.3 | 0.4 | 0.7 | 0.2 |
| 2,3,4,4',5-PeCB(#114) | 0.003 | 0.001 | 7 | 2 | 0.6 | 0.2 | 0.29 | 0.09 |
| 2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167) | 0.004 | 0.001 | 9 | 3 | 0.5 | 0.2 | 0.28 | 0.08 |
| 2,3,3',4,4',5-HxCB(#156) | 0.009 | 0.003 | 19 | 6 | 0.6 | 0.2 | 0.31 | 0.09 |
| 2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157) | 0.007 | 0.002 | 14 | 4 | 0.8 | 0.2 | 0.4 | 0.1 |
| 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189) | 0.008 | 0.003 | 17 | 5 | 0.5 | 0.2 | 0.27 | 0.08 |

表-21 (塩素化)ダイオキシン類の定量下限・検出下限

| 分析項目 | 水生生物 pg/g | | 野生生物 pg/g | | 食事試料 pg/g | |
|-----------------------------|--------------|-------|--------------|------|--------------|-------|
| | 定量下限 | 検出下限 | 定量下限 | 検出下限 | 定量下限 | 検出下限 |
| 2,3,7,8-TeCDD | 0.010 | 0.003 | 1.0 | 0.3 | 0.010 | 0.003 |
| 1,3,6,8-TeCDD | 0.012 | 0.004 | 1.0 | 0.3 | 0.010 | 0.003 |
| 1,3,7,9-TeCDD | 0.010 | 0.003 | 1.0 | 0.3 | 0.010 | 0.003 |
| TeCDDs | 0.010 | 0.003 | 1.0 | 0.3 | 0.010 | 0.003 |
| 1,2,3,7,8-PeCDD | 0.010 | 0.003 | 1.0 | 0.3 | 0.010 | 0.003 |
| PeCDDs | 0.010 | 0.003 | 1.0 | 0.3 | 0.010 | 0.003 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 0.020 | 0.006 | 1.7 | 0.5 | 0.018 | 0.005 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 0.021 | 0.006 | 1.9 | 0.6 | 0.020 | 0.006 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 0.018 | 0.006 | 1.6 | 0.5 | 0.017 | 0.005 |
| HxCDDs | 0.021 | 0.006 | 1.9 | 0.6 | 0.020 | 0.006 |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 0.015 | 0.004 | 1.8 | 0.5 | 0.019 | 0.006 |
| HpCDDs | 0.015 | 0.004 | 1.8 | 0.5 | 0.019 | 0.006 |
| OCDD | 0.06 | 0.02 | 5 | 1 | 0.05 | 0.01 |
| 2,3,7,8-TeCDF | 0.008 | 0.002 | 0.8 | 0.2 | 0.009 | 0.003 |
| 1,2,7,8-TeCDF | 0.009 | 0.003 | 0.8 | 0.3 | 0.009 | 0.003 |
| TeCDFs | 0.008 | 0.002 | 0.8 | 0.2 | 0.009 | 0.003 |
| 1,2,3,7,8-PeCDF | 0.010 | 0.003 | 0.9 | 0.3 | 0.010 | 0.003 |
| 2,3,4,7,8-PeCDF | 0.010 | 0.003 | 0.8 | 0.2 | 0.008 | 0.002 |
| PeCDFs | 0.010 | 0.003 | 0.9 | 0.3 | 0.010 | 0.003 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 0.019 | 0.006 | 1.8 | 0.6 | 0.019 | 0.006 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 0.019 | 0.006 | 1.7 | 0.5 | 0.018 | 0.005 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 0.018 | 0.005 | 1.9 | 0.6 | 0.020 | 0.006 |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 0.021 | 0.006 | 1.9 | 0.6 | 0.020 | 0.006 |
| HxCDFs | 0.021 | 0.006 | 1.9 | 0.6 | 0.020 | 0.006 |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 0.018 | 0.005 | 1.7 | 0.5 | 0.017 | 0.005 |
| 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 0.017 | 0.005 | 1.7 | 0.5 | 0.017 | 0.005 |
| HpCDFs | 0.018 | 0.005 | 1.7 | 0.5 | 0.017 | 0.005 |
| OCDF | 0.04 | 0.01 | 5 | 1 | 0.05 | 0.01 |
| 3,4,4',5-TeCB(#81) | 0.019 | 0.006 | 2.2 | 0.7 | 0.023 | 0.007 |
| 3,3',4,4'-TeCB(#77) | 0.026 | 0.008 | 2.6 | 0.8 | 0.027 | 0.008 |
| 3,3',4,4',5-PeCB(#126) | 0.024 | 0.007 | 2.4 | 0.7 | 0.025 | 0.007 |
| 3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169) | 0.019 | 0.006 | 2.1 | 0.6 | 0.022 | 0.007 |
| 2',3,4,4',5-PeCB(#123) | 0.5 | 0.1 | 60 | 20 | 0.6 | 0.2 |
| 2,3',4,4',5-PeCB(#118) | 0.6 | 0.2 | 60 | 20 | 0.6 | 0.2 |
| 2,3,3',4,4'-PeCB(#105) | 0.5 | 0.2 | 60 | 20 | 0.6 | 0.2 |
| 2,3,4,4',5-PeCB(#114) | 0.6 | 0.2 | 60 | 20 | 0.7 | 0.2 |
| 2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167) | 0.5 | 0.2 | 50 | 10 | 0.5 | 0.1 |
| 2,3,3',4,4',5-HxCB(#156) | 0.4 | 0.1 | 40 | 10 | 0.4 | 0.1 |
| 2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157) | 0.4 | 0.1 | 40 | 10 | 0.4 | 0.1 |
| 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189) | 0.4 | 0.1 | 40 | 10 | 0.4 | 0.1 |

(3) ポリ臭素化ジフェニルエーテル分析方法
 分析法フローシートは図-17～20に示した。

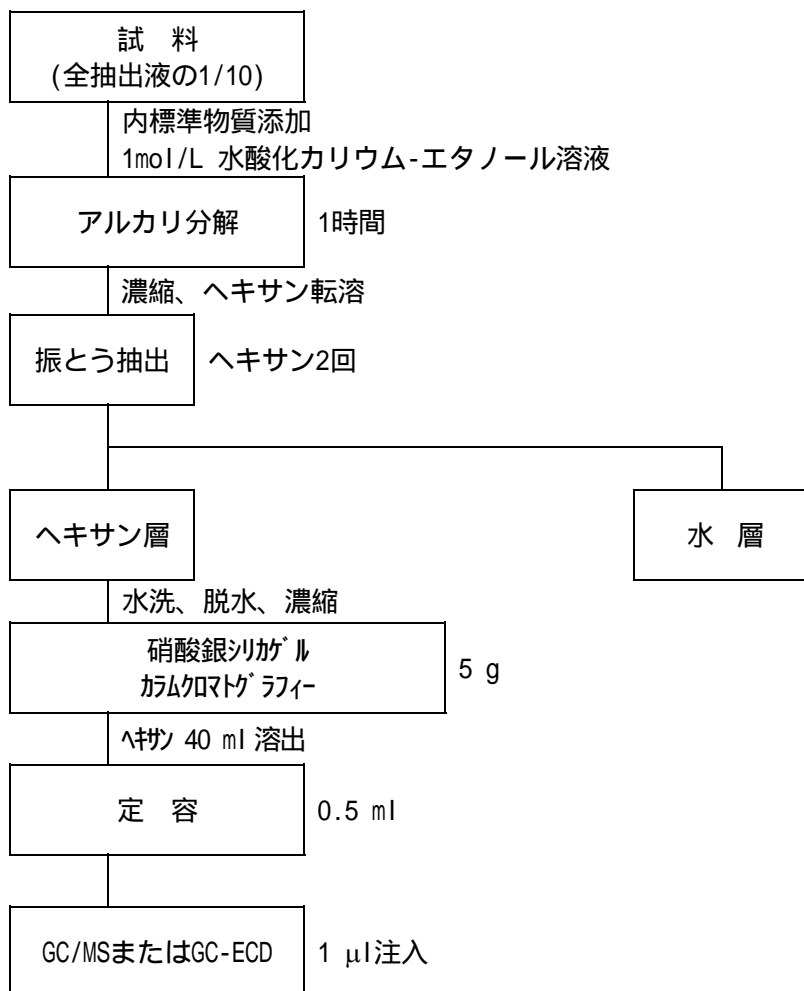


図-17 大気及び降下ばいじんのポリ臭素化ジフェニルエーテル分析法フローシート

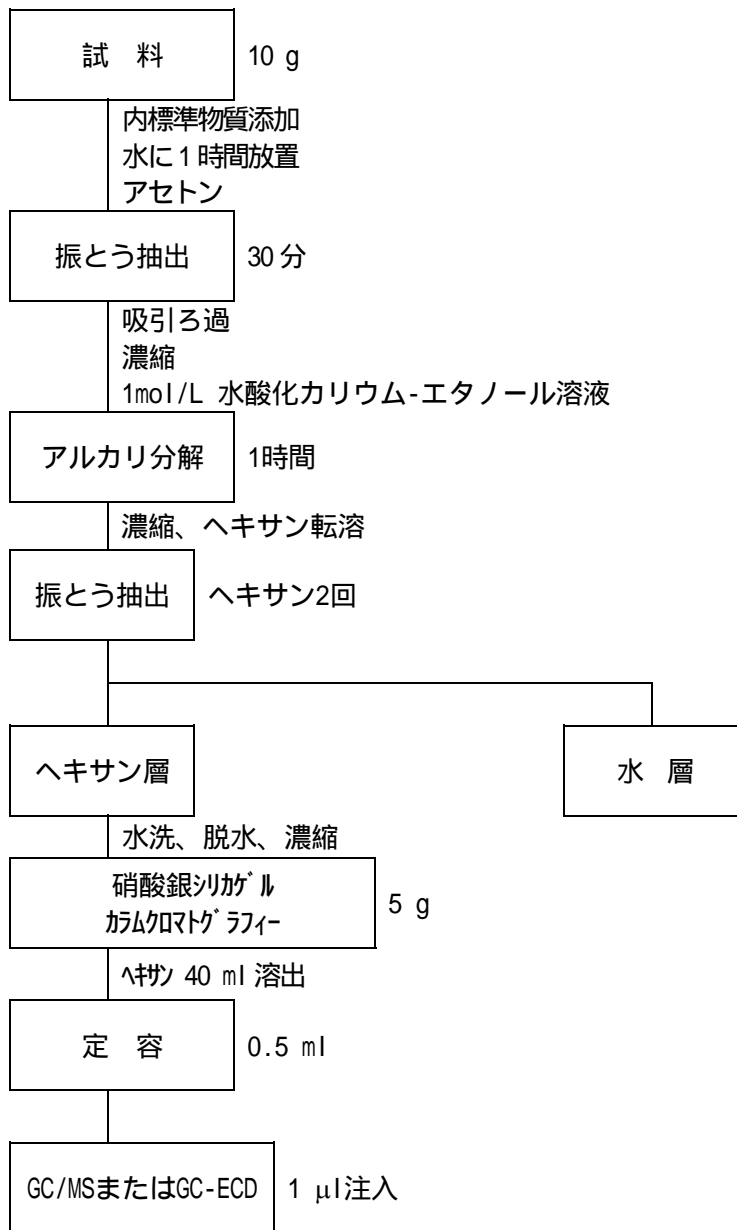


図-18 土壌のポリ臭素化ジフェニルエーテル分析法フローシート

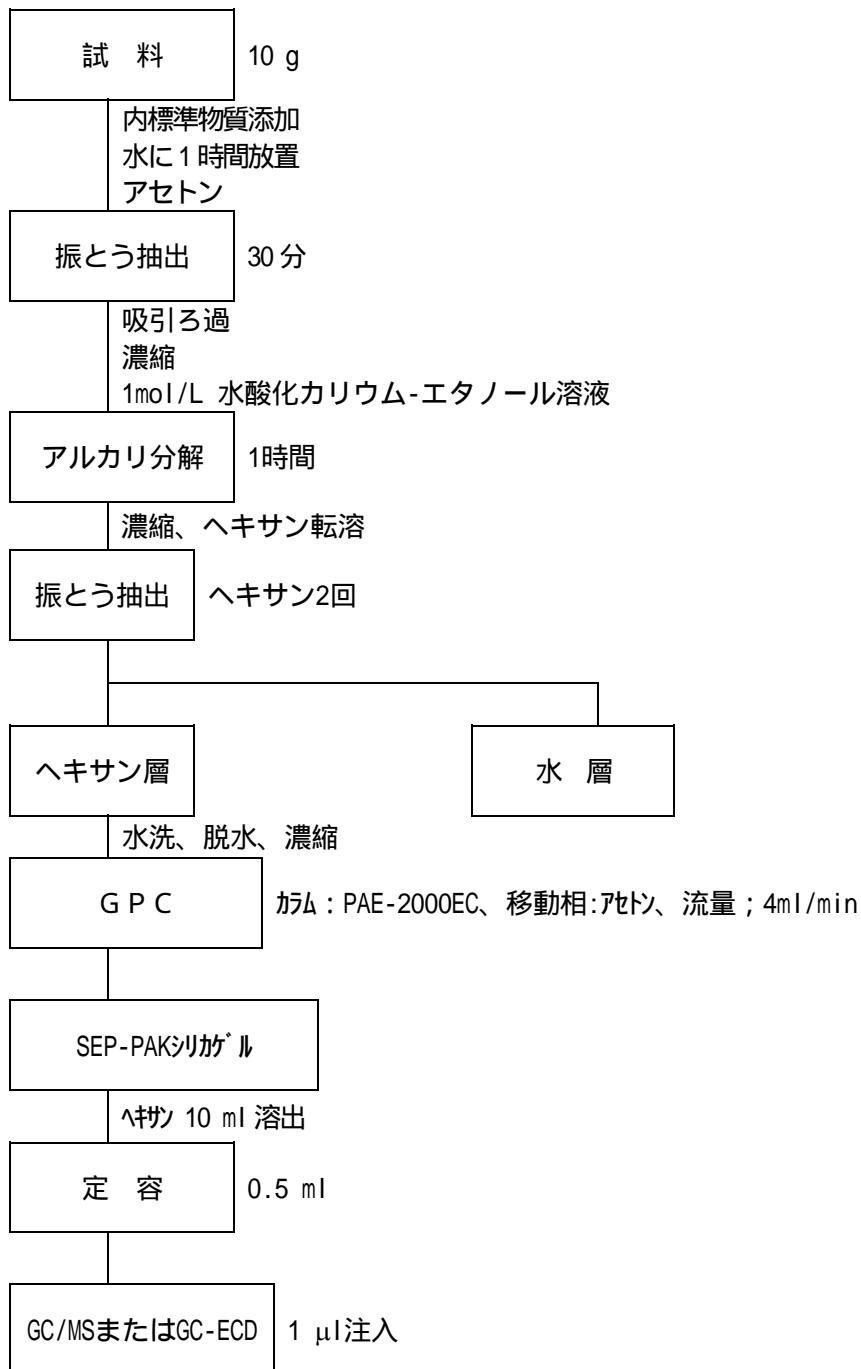


図-19 底質のポリ臭素化ジフェニルエーテル分析法フローシート

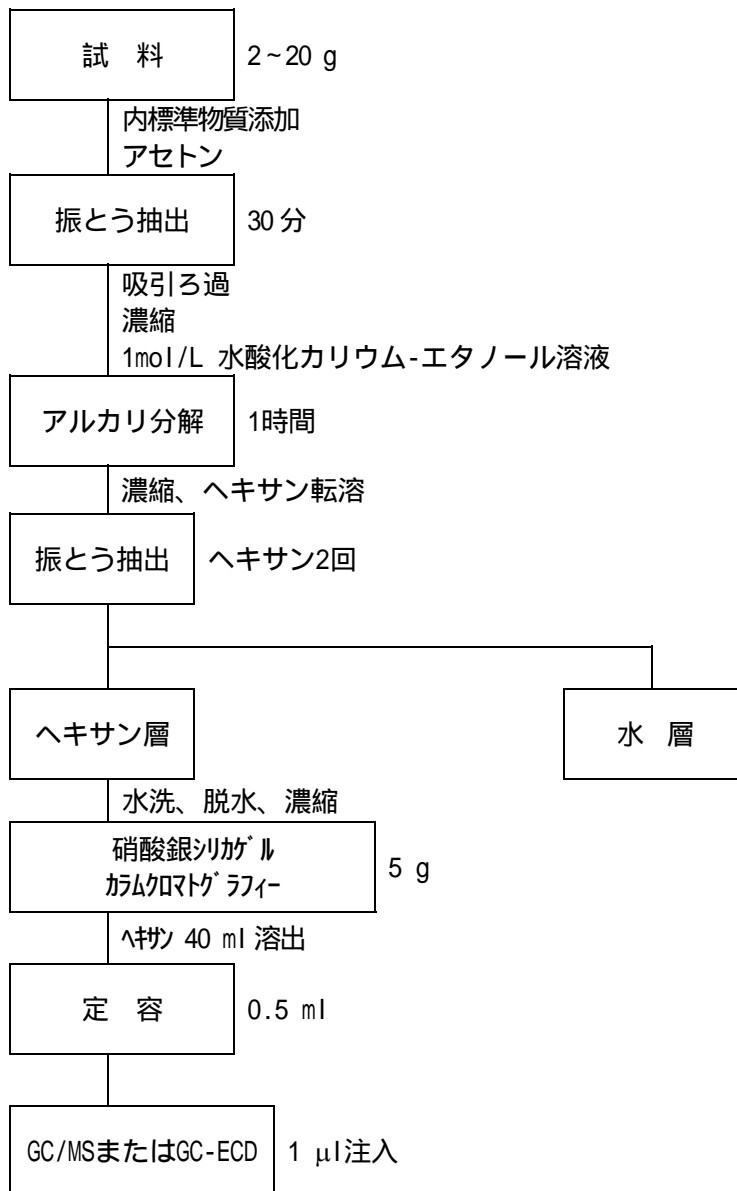


図-20 水生生物，野生生物及び食事試料のポリ臭素化ジフェニルエーテル分析法フローシート

【ガスクロマトグラフ - 質量分析装置操作条件】

[ポリ臭素化ジフェニルエーテル]

機種：Agilent 5973 [Agilent Technologies]

カラム：Fused Silica TC-1，長さ 30 m，内径 0.25 mm，膜厚 0.25 μm

導入系：スプリットレス

温度：試料注入口 280

カラム 120 (2 min保持) 10 /min昇温 320 (6 min保持)

イオン源温度：230

EM電圧：+1000 V

| | |
|--|-------------------|
| 設定質量数： TrBDE | m/z 405.8 , 407.8 |
| [¹³ C ₁₂]TrBDE | m/z 417.8 |
| TeBDE | m/z 485.7 , 487.7 |
| [¹³ C ₁₂]TeBDE | m/z 497.8 |
| PeBDE | m/z 563.6 , 565.6 |
| [¹³ C ₁₂]PeBDE | m/z 575.7 |
| HxBDE | m/z 643.6 , 645.6 |
| [¹³ C ₁₂]HxBDE | m/z 655.6 |
| HpBDE | m/z 721.5 , 723.5 |
| [¹³ C ₁₂]HpBDE | m/z 735.6 |

【ガスクロマトグラフ操作条件】

[デカプロモジフェニルエーテル]

機種：HP 5890 [HEWLETT-PACKARD company]

カラム：Fused Silica Rtx-5，長さ 15 m，内径 0.53 mm，膜厚 0.1 μm

温度：試料注入口 280

カラム 150 (1 min保持) 10 /min昇温 300 (10 min保持)

検出器：ECD

検出器温度：300

キャリアーガス流量：20 ml/min

メイクアップガス流量：40 ml/min

【検出下限】

ポリ臭素化ジフェニルエーテルの検出下限は表-22に示した。

表 - 22 ポリ臭素化ジフェニルエーテルの検出下限

| | 大気 ng/m ³ | 降下 ばいじん ng/m ² /day | 土壌 ng/g | 底質 ng/g | 水生生物 ng/g | 野生生物 ng/g | 食事試料 ng/g |
|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| 2,4,4'-TrBDE | 0.0005 | 0.8 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.01 |
| 2,2',4,4'-TeBDE | 0.0005 | 0.8 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.01 |
| 2,2',4,4',6-PeBDE | 0.001 | 2 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.025 |
| 2,2',4,4',5-PeBDE | 0.001 | 2 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.025 |
| 2,2',4,4',5,6'-HxBDE | 0.0025 | 4 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.05 |
| 2,2',4,4',5,5'-HxBDE | 0.0025 | 4 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.05 |
| 2,2',3,4,4',5,6'-HpBDE | 0.006 | 10 | 0.25 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 |
| DeBDE | 0.006 | 10 | 0.25 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 |

5 調査結果及び考察

(1) 大気

大気中の臭素系ダイオキシン類の測定結果を表-23に、(塩素化)ダイオキシン類の測定結果を表-24に、ポリ臭素化ジフェニルエーテルの測定結果を表-25 に示した。

表-23 臭素系ダイオキシン類測定結果(大気) 単位：pg/m³

| 分析項目 | A地域 | | | B地域 | | | C地域 |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | 0.05 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | 0.53 | 0.12 | 0.13 | N.D. | 0.03 | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | 1.7 | 0.50 | 0.50 | N.D. | 0.07 | N.D. | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | 0.036 | 0.017 | 0.017 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | 0.18 | 0.034 | 0.038 | 0.019 | 0.015 | 0.015 | N.D. |
| MoB-TeCDDs総和 | 0.50 | 0.11 | 0.090 | 0.020 | 0.049 | 0.019 | N.D. |
| MoB-PeCDDs総和 | 1.6 | 0.32 | 0.27 | 0.04 | 0.08 | 0.04 | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | 2.3 | 0.54 | 0.49 | N.D. | 0.09 | 0.02 | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | 2.9 | 0.86 | 0.84 | N.D. | 0.07 | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | 0.23 | 0.094 | 0.10 | 0.043 | 0.044 | 0.033 | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | 0.45 | 0.17 | 0.15 | 0.042 | 0.057 | 0.038 | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | 1.7 | 0.53 | 0.42 | 0.06 | 0.11 | 0.06 | 0.01 |
| MoB-HxCDFs総和 | 2.0 | 0.61 | 0.55 | 0.05 | 0.10 | 0.08 | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | 1.4 | 0.47 | 0.46 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| (MoBPCDDs+MoBPCDFs)総和 | 13 | 3.7 | 3.4 | 0.27 | 0.62 | 0.31 | 0.01 |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | 0.022 | N.D. | 0.015 | 0.011 | N.D. | 0.022 | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.02 | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | 0.01 | N.D. | 0.04 | 0.02 | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.08 | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | 0.25 | 0.15 | 0.21 | 0.44 | 0.50 | 0.29 | 0.12 |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 0.84 | 0.68 | 0.64 | 0.42 | 1.6 | 0.69 | 0.35 |
| PeBDFs総和 | 0.90 | 0.74 | 0.76 | 0.47 | 1.7 | 0.85 | 0.70 |
| HxBDFs総和 | 0.32 | 0.40 | 0.33 | 0.26 | 0.78 | 0.47 | 0.52 |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 2.3 | 2.0 | 1.9 | 1.6 | 4.6 | 2.3 | 1.7 |

表-24 (塩素化)ダイオキシン類測定結果(大気) 単位: pg/m³

| 分析項目 | | A地域 | | | B地域 | | | C地域 | |
|---|---------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 | |
| ダイオキシン | 2,3,7,8-TeCDD | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.003 | 0.005 | 0.004 | (0.002) | |
| | 1,3,6,8-TeCDD | 0.89 | 0.28 | 0.29 | 0.17 | 0.20 | 0.15 | 0.021 | |
| | 1,3,7,9-TeCDD | 0.53 | 0.17 | 0.18 | 0.089 | 0.12 | 0.094 | 0.013 | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDD | 0.079 | 0.037 | 0.034 | 0.021 | 0.030 | 0.021 | 0.011 | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 0.12 | 0.040 | 0.045 | 0.019 | 0.032 | 0.021 | 0.021 | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 0.50 | 0.13 | 0.12 | 0.042 | 0.052 | 0.036 | 0.028 | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 0.48 | 0.11 | 0.10 | 0.039 | 0.043 | 0.033 | 0.039 | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 4.4 | 0.95 | 0.90 | 0.29 | 0.36 | 0.27 | 0.48 | |
| | OCDD | 5.9 | 1.6 | 1.6 | 0.56 | 0.63 | 0.56 | 1.8 | |
| ジベンゾフラン | 2,3,7,8-TeCDF | 0.080 | 0.059 | 0.057 | 0.033 | 0.045 | 0.029 | 0.010 | |
| | 1,2,7,8-TeCDF | 0.12 | 0.091 | 0.081 | 0.050 | 0.063 | 0.044 | 0.014 | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDF | 0.25 | 0.15 | 0.16 | 0.090 | 0.12 | 0.092 | 0.025 | |
| | 2,3,4,7,8-PeCDF | 0.32 | 0.15 | 0.15 | 0.073 | 0.10 | 0.073 | 0.023 | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 0.55 | 0.23 | 0.25 | 0.097 | 0.13 | 0.11 | 0.038 | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 0.51 | 0.21 | 0.22 | 0.093 | 0.10 | 0.088 | 0.032 | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 0.044 | 0.017 | 0.016 | 0.009 | 0.011 | 0.010 | (0.004) | |
| | 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 0.98 | 0.30 | 0.32 | 0.10 | 0.12 | 0.11 | 0.032 | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 3.1 | 1.0 | 1.0 | 0.28 | 0.38 | 0.32 | 0.11 | |
| | 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 0.53 | 0.18 | 0.18 | 0.048 | 0.056 | 0.056 | 0.020 | |
| | OCDF | 2.8 | 0.84 | 0.91 | 0.18 | 0.20 | 0.22 | 0.076 | |
| コプリナーPCB | ノンオルト | 3,4,4',5-TeCB(#81) | 0.086 | 0.056 | 0.059 | 0.045 | 0.047 | 0.036 | 0.009 |
| | | 3,3',4,4'-TeCB(#77) | 0.37 | 0.27 | 0.29 | 0.31 | 0.32 | 0.26 | 0.079 |
| | | 3,3',4,4',5-PeCB(#126) | 0.14 | 0.085 | 0.091 | 0.055 | 0.069 | 0.052 | 0.025 |
| | | 3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169) | 0.057 | 0.028 | 0.028 | 0.017 | 0.024 | 0.018 | (0.005) |
| | モノオルト | 2',3,4,4',5-PeCB(#123) | 0.056 | 0.040 | 0.047 | 0.077 | 0.037 | 0.065 | 0.015 |
| | | 2,3',4,4',5-PeCB(#118) | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 2.2 | 0.89 | 1.9 | 0.35 |
| | | 2,3,3',4,4'-PeCB(#105) | 0.45 | 0.43 | 0.45 | 0.73 | 0.36 | 0.66 | 0.17 |
| | | 2,3,4,4',5-PeCB(#114) | 0.070 | 0.058 | 0.062 | 0.087 | 0.044 | 0.067 | 0.013 |
| | | 2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167) | 0.061 | 0.051 | 0.049 | 0.039 | 0.033 | 0.048 | 0.022 |
| | | 2,3,3',4,4',5-HxCB(#156) | 0.15 | 0.12 | 0.12 | 0.089 | 0.077 | 0.11 | 0.041 |
| | | 2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157) | 0.066 | 0.041 | 0.046 | 0.031 | 0.029 | 0.032 | 0.017 |
| | | 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189) | 0.086 | 0.047 | 0.051 | 0.025 | 0.032 | 0.027 | (0.007) |
| | | TEQ PCDDs総和 (pg-TEQ/m ³) | 0.24 | 0.081 | 0.076 | 0.037 | 0.051 | 0.037 | 0.027 |
| | | TEQ PCDFs総和 (pg-TEQ/m ³) | 0.43 | 0.18 | 0.18 | 0.077 | 0.10 | 0.080 | 0.026 |
| TEQ Co-PCBs総和 (pg-TEQ/m ³) | 0.015 | 0.0091 | 0.0097 | 0.0061 | 0.0074 | 0.0058 | 0.0026 | | |
| TEQ (PCDD/DFs+Co-PCBs)総和 (pg-TEQ/m ³) | 0.68 | 0.27 | 0.27 | 0.12 | 0.16 | 0.12 | 0.055 | | |
| 同族体 | ダイオキシン | TeCDDs総和 | 2.0 | 0.74 | 0.78 | 0.45 | 0.55 | 0.42 | 0.076 |
| | | PeCDDs総和 | 4.0 | 0.99 | 1.0 | 0.53 | 0.66 | 0.52 | 0.15 |
| | | HxCDDs総和 | 7.5 | 1.5 | 1.5 | 0.63 | 0.83 | 0.64 | 0.36 |
| | | HpCDDs総和 | 9.0 | 2.0 | 1.8 | 0.69 | 0.83 | 0.63 | 1.0 |
| | | OCDD | 5.9 | 1.6 | 1.6 | 0.56 | 0.63 | 0.56 | 1.8 |
| | | PCDDs総和 | 28 | 6.8 | 6.7 | 2.9 | 3.5 | 2.8 | 3.4 |
| | ジベンゾフラン | TeCDFs総和 | 3.9 | 2.4 | 2.3 | 1.3 | 1.6 | 1.2 | 0.34 |
| | | PeCDFs総和 | 4.4 | 2.1 | 2.2 | 1.1 | 1.4 | 1.1 | 0.32 |
| | | HxCDFs総和 | 5.9 | 2.2 | 2.3 | 0.90 | 1.1 | 0.96 | 0.31 |
| | | HpCDFs総和 | 6.0 | 1.9 | 1.9 | 0.51 | 0.65 | 0.59 | 0.19 |
| | | OCDF | 2.8 | 0.84 | 0.91 | 0.18 | 0.20 | 0.22 | 0.076 |
| | | PCDFs総和 | 23 | 9.4 | 9.6 | 4.0 | 5.0 | 4.1 | 1.2 |
| | | (PCDDs+PCDFs)総和 | 51 | 16 | 16 | 6.9 | 8.5 | 6.8 | 4.6 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D.", 検出下限以上定量下限未満の場合は括弧付きで表示

表-25 ポリ臭素化ジフェニルエーテル測定結果(大気) 単位：ng/m³

| 分析項目 | A地域 | | | B地域 | | | C地域 |
|------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 |
| 2,4,4'-TrBDE | 0.0005 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4'-TeBDE | 0.0013 | N.D. | 0.0011 | 0.0009 | 0.0006 | 0.0009 | 0.0005 |
| 2,2',4,4',6-PeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5-PeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,6'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,5'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',3,4,4',5,6'-HpBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| DeBDE | 0.014 | 0.019 | 0.034 | 0.014 | 0.014 | 0.020 | N.D. |

まとめ及び考察

モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類は、同族体の総和でA地域が3.4～13 pg/m³ (平均 6.7 pg/m³)、B地域が0.27～0.62 pg/m³ (平均0.40 pg/m³)、C地域が0.01 pg/m³であった。A地域でB地域と比べ全体的に高濃度であった。特に発生源風下に当たっていたA1地点では同地域の他の2地点と比べて高い濃度を示した。C地域ではMoB-PeCDFが微量検出された以外には検出されなかった。同族体分布はA地域、B地域で異なったパターンを示しており、同じ地域内の地点では非常に似たパターンを示していた(図-21)。測定した2,3,7,8-異性体では、A地域から2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD、1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD、1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD及び3-MoB-2,7,8-TrCDFが検出され、B地域では1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD、1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD及び3-MoB-2,7,8-TrCDFが検出された。

ポリ臭素化ダイオキシン類は、同族体の総和でA地域が1.9～2.3 pg/m³ (平均 2.1 pg/m³)、B地域が1.6～4.6 pg/m³ (平均2.8 pg/m³)、C地域が1.7 pg/m³であった。すべての地域からTeBDD、TeBDF、PeBDF及びHxBDFが検出され、PeBDD及びHxBDDは検出されなかった。B2地点がやや高い濃度であったが、地域・地点によって大きな違いは見られなかった。同族体パターンは全ての地点でよく一致していた(図-22)。測定した2,3,7,8-異性体では、2,3,7,8-TeBDFがA1,A3,B1,B3地点から、1,2,3,7,8-PeBDFがB2地点から、2,3,4,7,8-PeBDFがA3,B2,B3地点から、1,2,3,4,7,8-HxBDFがB2地点から検出された。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類との相関を調べるためモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体の総和とポリ臭素化ダイオキシン類同族体の総和でプロットしたところ相関係数 -0.0932で相関はみられなかった(図-23)。

(塩素化)ダイオキシン類は、毒性等量でA地域が0.27～0.68 pg-TEQ/m³ (平均 0.41 pg-TEQ/m³)、B地域が0.12～0.16 pg-TEQ/m³ (平均0.13 pg-TEQ/m³)、C地域で0.055 pg-TEQ/m³であった。A地域はB地域と比べ全体的に高濃度であった。特に発生源風下に当たっていたA1地点では同地域の他の2地点と比べて高い濃度であった。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類との相関を調べるためモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体の総和と(塩素化)ダイオキシン類同族体(PCDDs及びPCDFs)の総和でプロットしたところ相関係数0.9966で正の相関がみられた(図-24)。また、(塩素化)ダイオキシン類(PCDDs及びPCDFs)に対するモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類の比率はA地域で1/4～1/5、B地域で1/14～1/26、C地域で1/460と地域によって大き

な違いが見られた。しかし、(塩素化)ダイオキシン類(PCDDs及びPCDFs)に対するポリ臭素化ダイオキシン類の比率はA地域で1/8~1/22、B地域で1/2~1/4、C地域で1/3と地域によって大きな違いは見られなかった。

ポリ臭素化ジフェニルエーテルは、DeBDE及び2,2',4,4'-TeBDEが主に検出された。C地域でDeBDEが検出されなかったが、A及びB地域では大きな違いはみられなかった。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類及び臭素化ダイオキシン類との相関はみられなかった(図-25,26)。

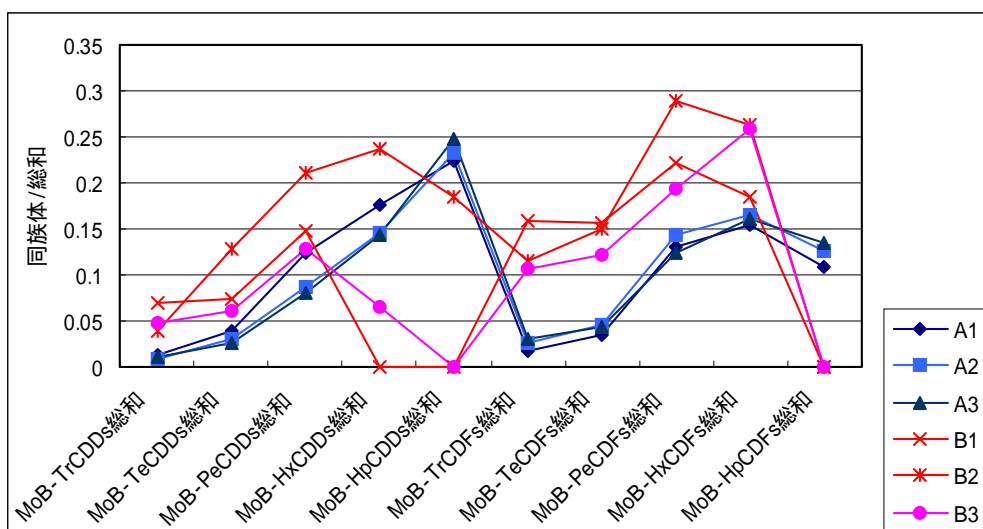


図-21 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布(大気)

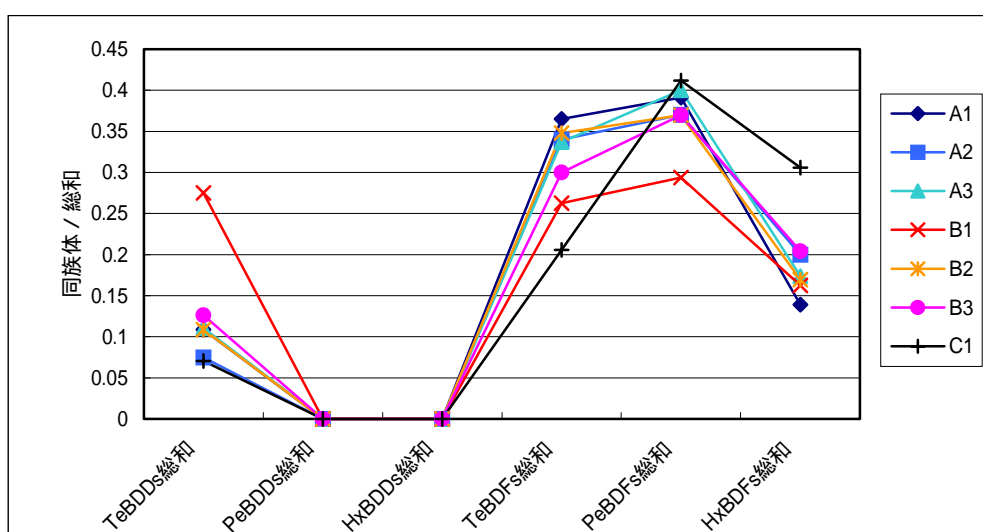


図-22 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布(大気)

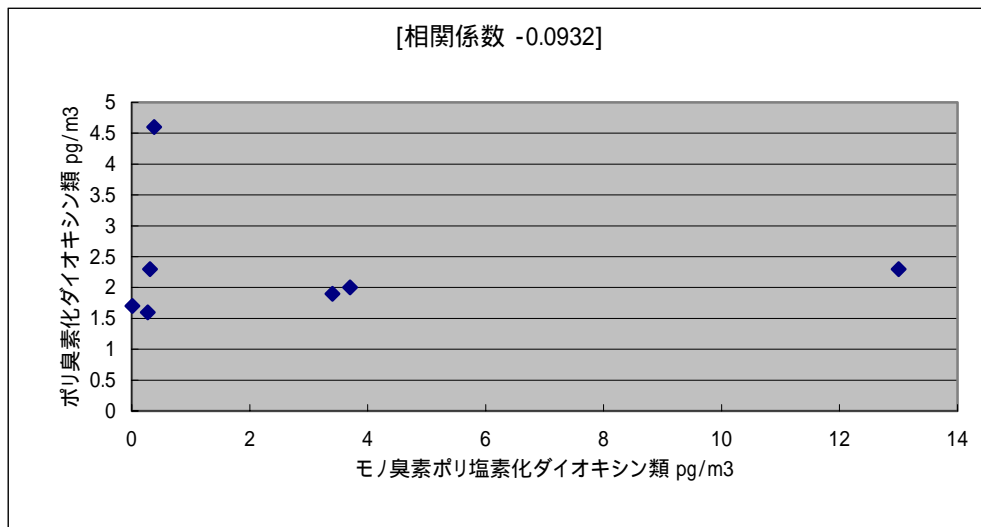


図-23 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関（大気）

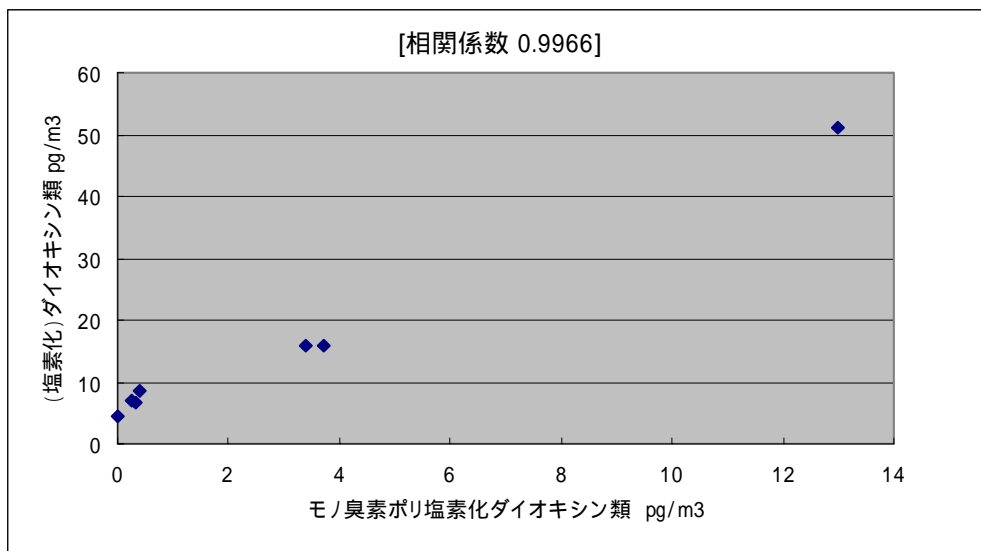


図-24 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
(塩素化)ダイオキシン類同族体総和の相関（大気）

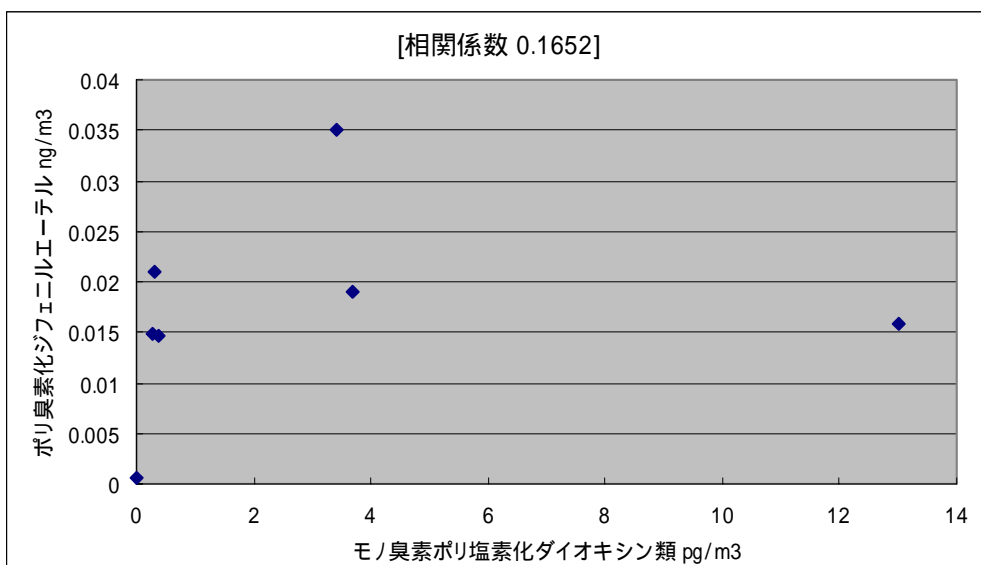


図-25 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和とポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関（大気）

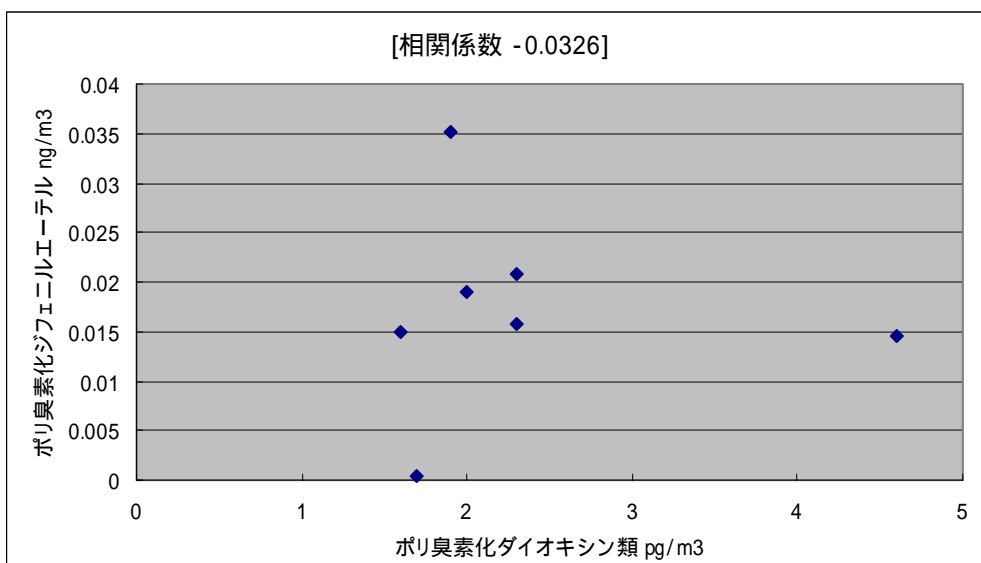


図-26 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和とポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関（大気）

(2) 降下ばいじん

降下ばいじん中の臭素系ダイオキシン類の測定結果を表-26に、(塩素化)ダイオキシン類の測定結果を表-27に示した。また、ポリ臭素化ジフェニルエーテルの測定結果を表-28に示した。

表-26 臭素系ダイオキシン類測定結果(降下ばいじん) 単位: pg/m²/day

| 分析項目 | A 地域 | | | B 地域 | | | C 地域 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | 5 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | 49 | N.D. | 12 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | 160 | 30 | 50 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | 3 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | 81 | 5 | 10 | N.D. | 2 | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDDs総和 | 210 | 6 | 14 | 2 | 4 | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDDs総和 | 360 | 18 | 31 | N.D. | N.D. | 4 | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | 230 | 18 | 39 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | 270 | 60 | 80 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | 10 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | 23 | N.D. | 2 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | 46 | N.D. | N.D. | N.D. | 5 | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDFs総和 | 36 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| (MoBPCCDs+MoBPCDFs)総和 | 1300 | 110 | 180 | 2 | 11 | 4 | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | 6 | 7 | 5 | 11 | 19 | 13 | 3 |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 60 | 110 | 120 | 70 | 96 | 120 | 37 |
| PeBDFs総和 | 59 | 84 | 81 | 57 | 84 | 88 | 42 |
| HxBDFs総和 | 50 | 60 | 60 | 40 | 40 | 80 | 20 |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 180 | 260 | 270 | 180 | 240 | 300 | 100 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D."で表示

表-27 (塩素化)ダイオキシン類測定結果(降下ばいじん) 単位: pg/m²/day

| 分析項目 | | A地域 | | | B地域 | | | C地域 | |
|--|---------------------|--|----------|------|------|------|------|------|------|
| | | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 | |
| ダイオキシン | 2,3,7,8-TeCDD | (3) | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | (3) | N.D. | |
| | 1,3,6,8-TeCDD | 530 | 65 | 95 | 52 | 63 | 35 | N.D. | |
| | 1,3,7,9-TeCDD | 300 | 34 | 47 | 32 | 30 | 19 | (2) | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDD | 16 | (6) | (6) | (4) | (6) | (6) | N.D. | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 26 | (10) | (10) | (6) | (7) | 22 | (11) | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 110 | 15 | 25 | (7) | (7) | (11) | N.D. | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 79 | (10) | (13) | (8) | (7) | (8) | N.D. | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 1100 | 150 | 270 | 44 | 100 | 94 | 30 | |
| | OCDD | 1600 | 540 | 700 | 320 | 500 | 520 | 87 | |
| ジベンゾフラン | 2,3,7,8-TeCDF | 14 | (7) | 9 | (5) | (7) | 10 | N.D. | |
| | 1,2,7,8-TeCDF | 24 | 8 | 10 | 10 | 16 | 10 | (2) | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDF | 30 | 10 | 15 | 12 | 16 | 13 | (3) | |
| | 2,3,4,7,8-PeCDF | 35 | 9 | 16 | 8 | 13 | 8 | (3) | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 39 | 13 | 16 | (8) | 14 | 15 | (8) | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 38 | 10 | 15 | (8) | 12 | (9) | (7) | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | (7) | (6) | N.D. | |
| | 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 75 | 15 | 33 | (11) | (13) | 14 | N.D. | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 150 | 34 | 56 | 23 | 120 | 74 | 15 | |
| | 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 29 | (9) | (12) | (5) | 77 | 37 | (6) | |
| | OCDF | 120 | 28 | 52 | (19) | 230 | 110 | (17) | |
| コブダイオキシン | ノンオルト | 3,4,4',5-TeCB(#81) | 19 | (7) | 12 | 11 | 12 | 11 | N.D. |
| | | 3,3',4,4'-TeCB(#77) | 91 | 57 | 90 | 91 | 92 | 100 | N.D. |
| | | 3,3',4,4',5-PeCB(#126) | 34 | 14 | 17 | 14 | 15 | 16 | (3) |
| | | 3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169) | (13) | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | モノオルト | 2',3,4,4',5-PeCB(#123) | 14 | N.D. | N.D. | 22 | 15 | 23 | (3) |
| | | 2,3',4,4',5-PeCB(#118) | 340 | 220 | 340 | 460 | 240 | 760 | N.D. |
| | | 2,3,3',4,4'-PeCB(#105) | 170 | 110 | 160 | 210 | 130 | 340 | (13) |
| | | 2,3,4,4',5-PeCB(#114) | 17 | 7 | 12 | 15 | 9 | 23 | N.D. |
| | | 2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167) | 21 | 11 | 17 | 18 | 14 | 31 | N.D. |
| | | 2,3,3',4,4',5-HxCB(#156) | 57 | 30 | 44 | 45 | 37 | 81 | (7) |
| | | 2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157) | 24 | (11) | 15 | 15 | (12) | 25 | N.D. |
| | | 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189) | 18 | (7) | (8) | (5) | N.D. | (8) | N.D. |
| | | TEQ PCDDs総和 (pg-TEQ/m ² /day) | 49 | 3.1 | 5.3 | 0.47 | 1.1 | 3.2 | 0.31 |
| | | TEQ PCDFs総和 (pg-TEQ/m ² /day) | 37 | 9.1 | 17 | 4.8 | 12 | 9.7 | 0.15 |
| TEQ Co-PCBs総和 (pg-TEQ/m ² /day) | 3.5 | 1.5 | 1.8 | 1.5 | 1.6 | 1.8 | 0 | | |
| TEQ (PCDD/DFs+Co-PCBs)総和(pg-TEQ/m ² /day) | 90 | 14 | 24 | 6.8 | 15 | 15 | 0.46 | | |
| 同族体 | ダイオキシン | TeCDDs総和 | 1000 | 130 | 200 | 130 | 140 | 100 | 11 |
| | | PeCDDs総和 | 1700 | 160 | 230 | 80 | 90 | 92 | 22 |
| | | HxCDDs総和 | 2600 | 240 | 440 | 77 | 99 | 130 | 49 |
| | | HpCDDs総和 | 2000 | 310 | 550 | 100 | 210 | 200 | 61 |
| | | OCDD | 1600 | 540 | 700 | 320 | 500 | 520 | 87 |
| | | PCDDs総和 | 8900 | 1400 | 2100 | 710 | 1000 | 1000 | 230 |
| | | ジベンゾフラン | TeCDFs総和 | 670 | 210 | 310 | 270 | 360 | 290 |
| | PeCDFs総和 | 560 | 160 | 250 | 150 | 200 | 160 | 30 | |
| | HxCDFs総和 | 490 | 110 | 200 | 85 | 120 | 97 | 38 | |
| | HpCDFs総和 | 320 | 65 | 120 | 38 | 320 | 180 | 30 | |
| | OCDF | 120 | 28 | 52 | (19) | 230 | 110 | (17) | |
| | PCDFs総和 | 2200 | 570 | 930 | 560 | 1200 | 840 | 150 | |
| | (PCDDs+PCDFs)総和 | 11000 | 2000 | 3100 | 1300 | 2300 | 1900 | 380 | |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D.", 検出下限以上定量下限未満の場合は括弧付きで表示

表-28 ポリ臭素化ジフェニルエーテル測定結果(降下ばいじん) 単位：ng/m²/day

| 分析項目 | A地域 | | | B地域 | | | C地域 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 |
| 2,4,4'-TrBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4'-TeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.9 | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',6-PeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5-PeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,6'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,5'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',3,4,4',5,6'-HpBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| DeBDE | 20 | 16 | 21 | 21 | 27 | 77 | N.D. |

まとめ及び考察

モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類は、同族体の総和でA地域が110～1,300 pg/m²/day(平均530 pg/m²/day)、B地域が2～11 pg/m²/day(平均5.7 pg/m²/day)、C地域がすべて不検出であった。A地域はB地域と比べ全体的に高濃度であった。特に発生源風下に当たり大気中濃度の高かったA1地点では降下ばいじん中濃度についても同地域の他の2地点と比べて高い濃度を示した。A地域の同族体分布では大気のパターンと比べてジベンゾフランの割合が低い傾向が見られた(図-27)。測定した2,3,7,8-異性体では、A地域で2-MoB-3,7,8-TrCDD、1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD、1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD及び3-MoB-2,7,8-TrCDFが検出された。

ポリ臭素化ダイオキシン類は、同族体の総和でA地域が180～270 pg/m²/day(平均240 pg/m²/day)、B地域が180～300 pg/m²/day(平均240 pg/m²/day)、C地域が100 pg/m²/dayであった。全ての地域からTeBDD、TeBDF、PeBDF、HxBDFが検出され、PeBDD、HxBDDは検出されなかった。C地域がやや低い濃度であったが、地域・地点によって大きな違いは見られなかった。同族体パターンは全ての地点でよく一致しており、大気と比較するとTeBDDの割合がやや低い傾向であった(図-28)。測定した2,3,7,8-異性体では検出されたものはなかった。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類との相関を調べるためモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体の総和とポリ臭素化ダイオキシン類同族体の総和でプロットしたところ相関係数 -0.1817で相関はみられなかった(図-29)。

(塩素化)ダイオキシン類は、毒性等量でA地域が14～90 pg-TEQ/m²/day(平均43 pg-TEQ/m²/day)、B地域が6.8～15 pg-TEQ/m²/day(平均12 pg-TEQ/m²/day)、C地域が0.46 pg-TEQ/m²/dayであった。A1地点が大気同様高い濃度を示した。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類との相関を調べるためモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体の総和と(塩素化)ダイオキシン類同族体(PCDDs及びPCDFs)の総和でプロットしたところ(図-30)相関係数0.9861で正の相関がみられた。また、(塩素化)ダイオキシン類(PCDDs及びPCDFs)に対するモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類の比率はA地域で1/8～1/18、B地域で1/210～1/650、C地域で0と地域によって大きな違いが見られた。しかし、(塩素化)ダイオキシン類(PCDDs及びPCDFs)に対するポリ臭素化ダイオキシン類の比率はA地域で1/8～1/61、B地域で1/6～1/10、C地域で1/4と地域によって大きな違いは見られなかった。

ポリ臭素化ジフェニルエーテルは、DeBDEが主に検出され、B2地点のみ2,2',4,4'-TeBDEが検出された。C地域ではすべて検出されなかった。B3地点で他に比べ高い濃度であったが、その他のA及びB地域では大きな違いはみられなかった。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類及びポリ臭素化ダイオキシン類との相関はみられなかった(図-31,32)。

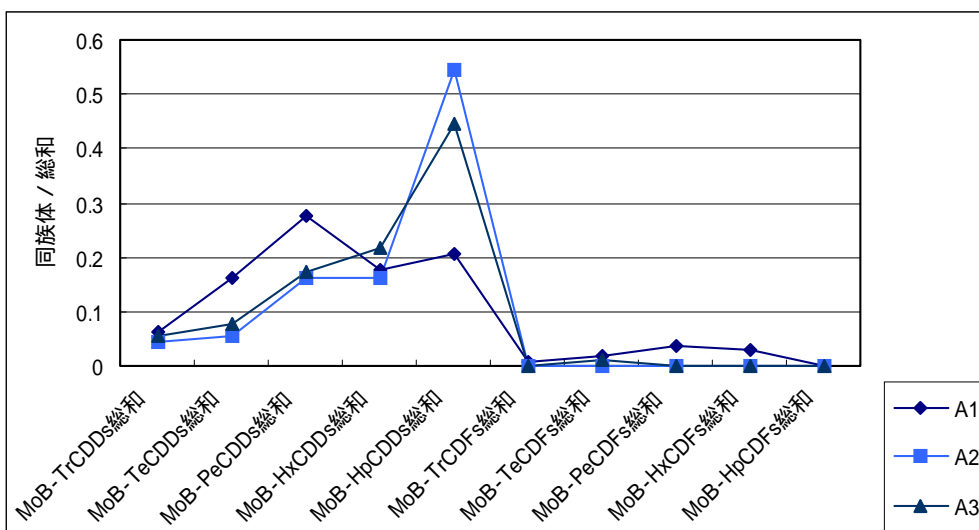


図-27 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布(降下ばいじん)

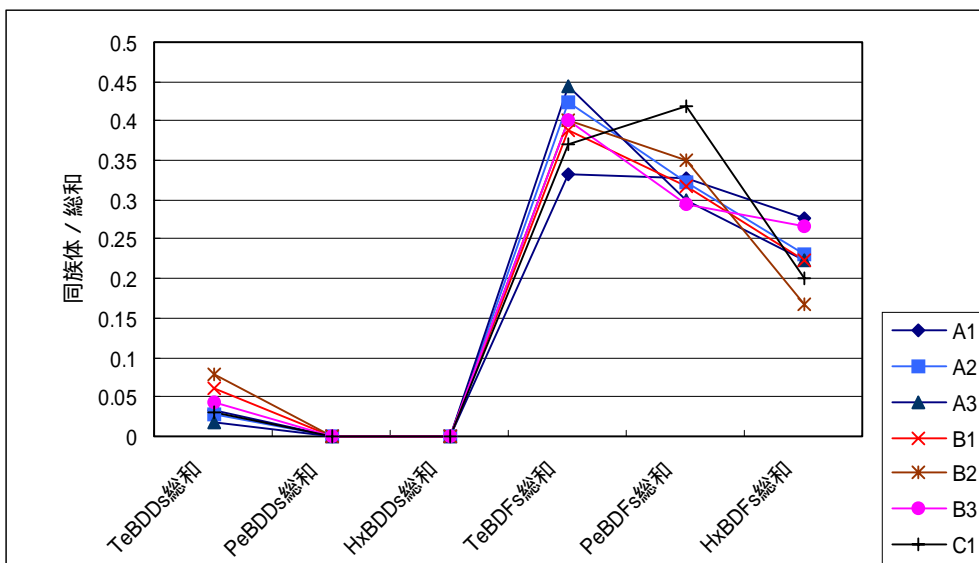


図-28 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布(降下ばいじん)

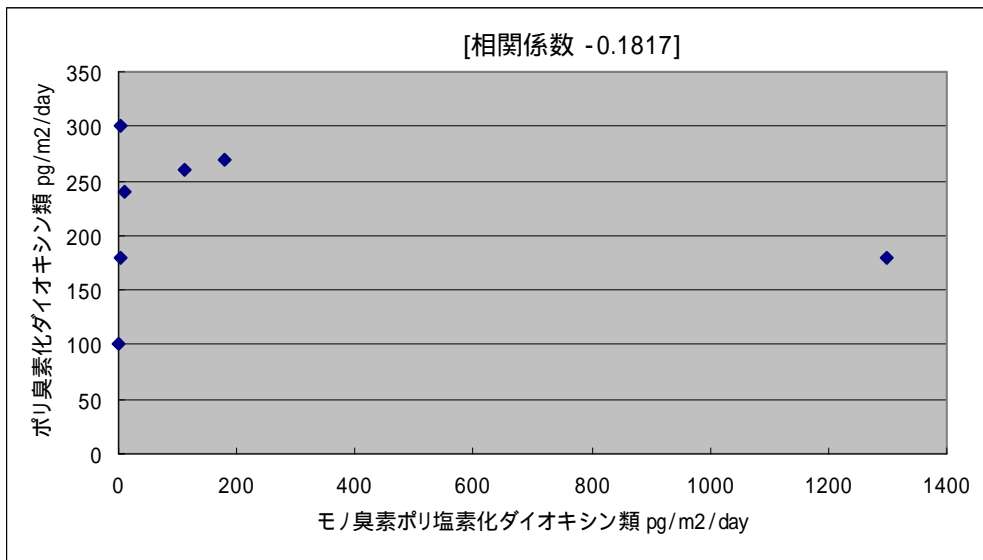


図-29 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関（降下ばいじん）

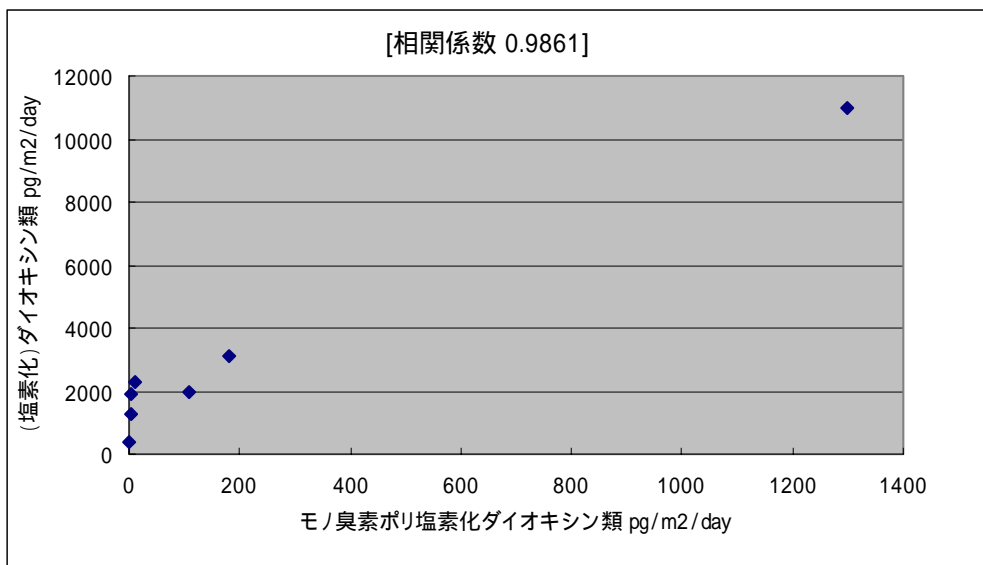


図-30 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
(塩素化)ダイオキシン類同族体総和の相関（降下ばいじん）

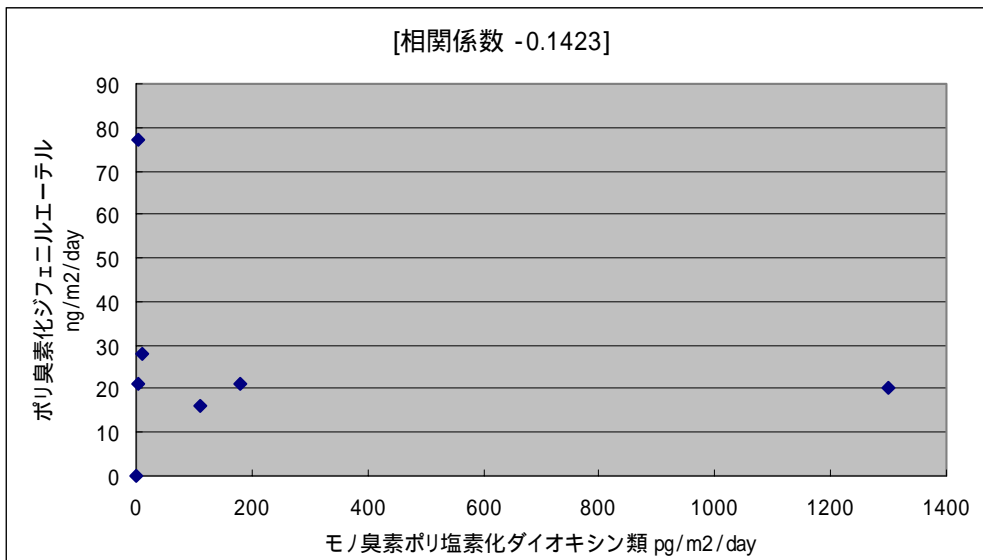


図-31 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関(降下ばいじん)

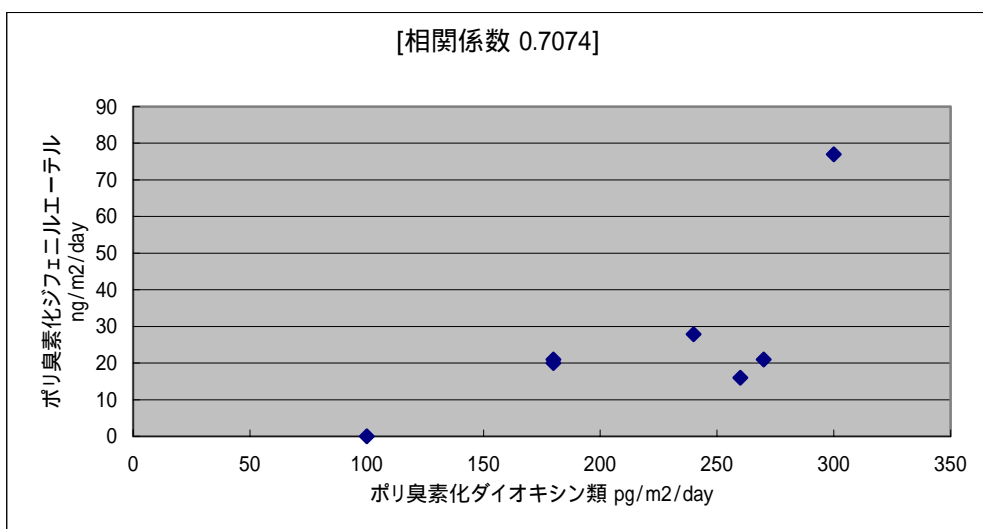


図-32 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関(降下ばいじん)

(3) 土壌

土壌中の臭素系ダイオキシン類の測定結果を表-29及び30に、(塩素化)ダイオキシン類の測定結果を表-31及び32に示した。また、ポリ臭素化ジフェニルエーテルの測定結果を表-33及び34に示した。

表-29 臭素系ダイオキシン類測定結果(土壌-1) 単位: pg/g

| 分析項目 | A地域 | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | 23 | 4 | 1 | N.D. | 2 |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | 30 | 40 | 13 | 8 | 10 |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | N.D. | 0.3 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | 0.4 | 2.8 | N.D. | 0.7 | 0.3 |
| MoB-TeCDDs総和 | 2.1 | 4.8 | 1.1 | 1.2 | 1.4 |
| MoB-PeCDDs総和 | 5.7 | 8.7 | 2.3 | 2.3 | 3.6 |
| MoB-HxCDDs総和 | 10 | 16 | 5 | N.D. | 6 |
| MoB-HpCDDs総和 | 53 | 64 | 20 | 12 | 16 |
| MoB-TrCDFs総和 | N.D. | 0.9 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | N.D. | 1.2 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | 0.6 | 2.2 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDFs総和 | 1 | 6 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | 4 | 10 | 6 | N.D. | N.D. |
| (MoBPCDDs+MoBPCDFs)総和 | 77 | 120 | 34 | 16 | 27 |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | N.D. | 0.5 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | 1.0 | 2.6 | 1.3 | 0.7 | N.D. |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 2.5 | 21 | 1.7 | 7.2 | 2.0 |
| PeBDFs総和 | 2.8 | 21 | 2.1 | 7.4 | 2.1 |
| HxBDFs総和 | 4 | 33 | 3 | 6 | N.D. |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 10 | 78 | 8.1 | 21 | 4.1 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D."で表示

表-30 臭素系ダイオキシン類測定結果(土壌-2) 単位: pg/g

| 分析項目 | B 地域 | | | C 地域 |
|------------------------------------|------|------|------|------|
| | B4 | B5 | B6 | C2 |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | 0.4 | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | N.D. | 2 | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | N.D. | 7 | 4 | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | N.D. | 0.5 | 0.3 | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | N.D. | 6.0 | 2.3 | N.D. |
| MoB-TeCDDs総和 | N.D. | 5.1 | 2.6 | N.D. |
| MoB-PeCDDs総和 | N.D. | 5.4 | 3.7 | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | N.D. | 6 | 3 | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | N.D. | 11 | 4 | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | N.D. | 4.4 | 1.6 | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | N.D. | 2.6 | 0.7 | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | N.D. | 4.7 | 1.9 | N.D. |
| MoB-HxCDFs総和 | N.D. | 6 | 1 | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | N.D. | 6 | N.D. | N.D. |
| (MoBPCDDs+MoBPCDFs)総和 | N.D. | 57 | 21 | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | N.D. | 0.5 | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | 3 | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | N.D. | 12 | 2.3 | N.D. |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 5.4 | 31 | 10 | 2.5 |
| PeBDFs総和 | 4.0 | 21 | 9.0 | 2.7 |
| HxBDFs総和 | 6 | 32 | 15 | 3 |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 15 | 96 | 36 | 8.2 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D."で表示

表-31 (塩素化)ダイオキシン類測定結果(土壌-1) 単位: pg/g

| 分析項目 | | A地域 | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | |
| ダイオキシン | 2,3,7,8-TeCDD | 0.5 | 0.8 | (0.2) | (0.3) | N.D. | |
| | 1,3,6,8-TeCDD | 27 | 45 | 11 | 14 | 15 | |
| | 1,3,7,9-TeCDD | 11 | 25 | 7.0 | 8.7 | 9.0 | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDD | 3.5 | 4.7 | 1.3 | 1.8 | 0.46 | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 4.9 | 5.3 | 1.7 | 3.9 | 0.8 | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 18 | 11 | 5.9 | 5.0 | 1.8 | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 11 | 9.1 | 4.3 | 6.7 | 1.6 | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 450 | 140 | 87 | 70 | 19 | |
| OCDD | 8800 | 1200 | 1300 | 670 | 120 | | |
| ジベンゾフラン | 2,3,7,8-TeCDF | 1.1 | 4.7 | 0.50 | 1.4 | 0.37 | |
| | 1,2,7,8-TeCDF | 1.5 | 4.5 | 0.6 | 1.3 | 0.5 | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDF | 2.7 | 10 | 1.3 | 2.9 | 0.88 | |
| | 2,3,4,7,8-PeCDF | 2.3 | 10 | 1.3 | 3.6 | 0.79 | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 6.2 | 15 | 4.4 | 6.9 | 1.5 | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 5.3 | 15 | 2.6 | 7.5 | 1.2 | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 0.5 | 1.2 | 0.4 | 0.8 | (0.3) | |
| | 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 4.9 | 26 | 4.5 | 12 | 2.1 | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 82 | 74 | 28 | 45 | 6.7 | |
| | 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 10 | 12 | 5.1 | 6.7 | 1.5 | |
| OCDF | 300 | 92 | 71 | 35 | 11 | | |
| コプラナーPCB | ノンオルト | 3,4,4',5-TeCB(#81) | 1.1 | 4.4 | 0.7 | 0.9 | 1.2 |
| | | 3,3',4,4'-TeCB(#77) | 12 | 36 | 4.9 | 8.2 | 29 |
| | | 3,3',4,4',5-PeCB(#126) | 2.6 | 19 | 2.1 | 4.2 | 1.8 |
| | | 3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169) | 0.82 | 8.4 | 0.87 | 2.0 | 0.45 |
| | モノオルト | 2',3,4,4',5-PeCB(#123) | 2.2 | 8.3 | 1.4 | 1.9 | 4.0 |
| | | 2,3',4,4',5-PeCB(#118) | 59 | 230 | 24 | 35 | 120 |
| | | 2,3,3',4,4'-PeCB(#105) | 31 | 140 | 13 | 18 | 56 |
| | | 2,3,4,4',5-PeCB(#114) | 1.7 | 6.2 | 0.8 | 1.0 | 2.1 |
| | | 2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167) | 3.7 | 22 | 2.5 | 4.6 | 5.4 |
| | | 2,3,3',4,4',5-HxCB(#156) | 9.9 | 55 | 5.8 | 9.2 | 14 |
| | | 2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157) | 3.1 | 22 | 2.0 | 4.3 | 4.4 |
| | | 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189) | 1.5 | 18 | 1.6 | 4.3 | 1.9 |
| | | TEQ PCDDs総和 (pg-TEQ/g) | 13 | 9.6 | 3.5 | 4.1 | 1.1 |
| | | TEQ PCDFs総和 (pg-TEQ/g) | 4.0 | 13 | 2.3 | 5.3 | 1.0 |
| TEQ Co-PCBs総和 (pg-TEQ/g) | 0.29 | 2.1 | 0.23 | 0.45 | 0.22 | | |
| TEQ (PCDD/DFs+Co-PCBs)総和 (pg-TEQ/g) | 17 | 24 | 6.0 | 9.9 | 2.3 | | |
| 同族体 | ダイオキシン | TeCDDs総和 | 47 | 94 | 22 | 28 | 26 |
| | | PeCDDs総和 | 45 | 99 | 18 | 29 | 24 |
| | | HxCDDs総和 | 130 | 160 | 59 | 65 | 36 |
| | | HpCDDs総和 | 800 | 290 | 180 | 130 | 42 |
| | | OCDD | 8800 | 1200 | 1300 | 670 | 120 |
| | | PCDDs総和 | 9800 | 1800 | 1600 | 920 | 250 |
| | ジベンゾフラン | TeCDFs総和 | 29 | 140 | 18 | 40 | 13 |
| | | PeCDFs総和 | 42 | 170 | 23 | 53 | 16 |
| | | HxCDFs総和 | 110 | 190 | 46 | 81 | 17 |
| | | HpCDFs総和 | 310 | 150 | 71 | 83 | 16 |
| | | OCDF | 300 | 92 | 71 | 35 | 11 |
| | | PCDFs総和 | 790 | 740 | 230 | 290 | 73 |
| | | (PCDDs+PCDFs)総和 | 11000 | 2600 | 1800 | 1200 | 320 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D.", 検出下限以上定量下限未満の場合は括弧付きで表示

表-32 (塩素化)ダイオキシン類測定結果(土壌-2) 単位: pg/g

| 分析項目 | | B地域 | | | C地域 | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|------|------|-------|------|
| | | B4 | B5 | B6 | C2 | |
| ダイオキシン | 2,3,7,8-TeCDD | (0.2) | 1.5 | 0.8 | (0.2) | |
| | 1,3,6,8-TeCDD | 5.1 | 97 | 44 | 12 | |
| | 1,3,7,9-TeCDD | 3.0 | 55 | 23 | 4.4 | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDD | 0.78 | 7.6 | 3.4 | 0.45 | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 0.7 | 6.2 | 3.2 | 1.0 | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 2.4 | 12 | 5.7 | 1.3 | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 2.2 | 11 | 7.6 | 1.0 | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 13 | 100 | 47 | 15 | |
| | OCDD | 100 | 410 | 260 | 180 | |
| ジベンゾフラン | 2,3,7,8-TeCDF | 1.1 | 13 | 10 | 0.44 | |
| | 1,2,7,8-TeCDF | 1.1 | 14 | 10 | 0.5 | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDF | 1.7 | 21 | 12 | 0.89 | |
| | 2,3,4,7,8-PeCDF | 1.4 | 18 | 11 | 1.1 | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 2.1 | 23 | 14 | 1.7 | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 1.9 | 22 | 12 | 1.6 | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDF | (0.3) | 1.7 | 0.8 | 0.4 | |
| | 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 2.6 | 27 | 16 | 2.7 | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 8.6 | 94 | 52 | 12 | |
| | 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 1.6 | 13 | 5.8 | 2.7 | |
| | OCDF | 9.1 | 98 | 40 | 16 | |
| コペンナーPCB | ノンオルト | 3,4,4',5-TeCB(#81) | 0.8 | 15 | 6.4 | 1.1 |
| | | 3,3',4,4'-TeCB(#77) | 10 | 150 | 95 | 29 |
| | | 3,3',4,4',5-PeCB(#126) | 2.6 | 61 | 34 | 2.6 |
| | | 3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169) | 0.78 | 13 | 5.5 | 0.50 |
| | | | | | | |
| | モノオルト | 2',3,4,4',5-PeCB(#123) | 4.1 | 48 | 35 | 8.7 |
| | | 2,3',4,4',5-PeCB(#118) | 110 | 990 | 770 | 180 |
| | | 2,3,3',4,4',5-PeCB(#105) | 47 | 630 | 380 | 84 |
| | | 2,3,4,4',5-PeCB(#114) | 2.2 | 20 | 12 | 4.0 |
| | | 2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167) | 8.8 | 94 | 99 | 11 |
| | | 2,3,3',4,4',5-HxCB(#156) | 22 | 210 | 210 | 30 |
| | | 2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157) | 5.6 | 77 | 70 | 8.6 |
| | | 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189) | 2.6 | 34 | 20 | 2.3 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TEQ PCDDs総和 (pg-TEQ/g) | | 1.5 | 13 | 6.3 | 0.95 | |
| TEQ PCDFs総和 (pg-TEQ/g) | | 1.7 | 20 | 12 | 1.4 | |
| TEQ Co-PCBs総和 (pg-TEQ/g) | | 0.30 | 6.6 | 3.7 | 0.32 | |
| TEQ (PCDD/DFs+Co-PCBs)総和 (pg-TEQ/g) | | 3.4 | 39 | 22 | 2.7 | |
| 同族体 | ダイオキシン | TeCDDs総和 | 11 | 210 | 93 | 19 |
| | | PeCDDs総和 | 10 | 180 | 76 | 8.7 |
| | | HxCDDs総和 | 24 | 200 | 93 | 14 |
| | | HpCDDs総和 | 28 | 210 | 100 | 32 |
| | | OCDD | 100 | 410 | 260 | 180 |
| | | PCDDs総和 | 170 | 1200 | 620 | 250 |
| | ジベンゾフラン | TeCDFs総和 | 24 | 330 | 200 | 13 |
| | | PeCDFs総和 | 23 | 300 | 170 | 16 |
| | | HxCDFs総和 | 22 | 240 | 140 | 20 |
| | | HpCDFs総和 | 16 | 160 | 85 | 25 |
| | | OCDF | 9.1 | 98 | 40 | 16 |
| | | PCDFs総和 | 94 | 1100 | 640 | 90 |
| | | (PCDDs+PCDFs)総和 | 270 | 2300 | 1300 | 340 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D.", 検出下限以上定量下限未満の場合は括弧付きで表示

表-33 ポリ臭素化ジフェニルエーテル測定結果(土壌-1) 単位：ng/g

| 分析項目 | A 地域 | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
| 2,4,4'-TrBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4'-TeBDE | 0.02 | 0.28 | N.D. | 0.03 | N.D. |
| 2,2',4,4',6-PeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5-PeBDE | N.D. | 0.19 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,6'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,5'-HxBDE | N.D. | 0.10 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',3,4,4',5,6'-HpBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| DeBDE | N.D. | 15 | N.D. | 0.30 | N.D. |

表-34 ポリ臭素化ジフェニルエーテル測定結果(土壌-2) 単位：ng/g

| 分析項目 | B 地域 | | | C 地域 |
|------------------------|------|------|------|------|
| | B4 | B5 | B6 | C2 |
| 2,4,4'-TriBDE | N.D. | 0.02 | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4'-TeBDE | N.D. | 0.47 | 0.09 | N.D. |
| 2,2',4,4',6-PeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5-PeBDE | N.D. | 0.25 | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,6'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,5'-HxBDE | N.D. | 0.1 | 0.2 | N.D. |
| 2,2',3,4,4',5,6'-HpBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| DeBDE | 0.30 | 3.3 | 0.33 | N.D. |

まとめ及び考察

モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類は、同族体の総和でA地域が16～120 pg/g (平均 55 pg/g)、B地域が N.D.～57 pg/g (平均26 pg/g)、C地域が全て不検出であった。A2地点が最も高い濃度を示した。同族体分布ではMoB-HpCDDの割合が高いパターンを示し、大気とは異なり、どちらかという而降下ばいじんに近いパターンを示した(図-33)。A地域ではMoB-HpCDDの割合が突出して高く、同地域内の5地点のパターンはよく一致していた。B地域ではMoB-HpCDDの割合がA地域ほど高く異なる濃度分布となっていた。測定した2,3,7,8-異性体では、A地域から1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD、1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD及び3-MoB-2,7,8-TrCDFが検出され、B地域では2-MoB-3,7,8-TrCDD、1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD、1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD及び3-MoB-2,7,8-TrCDFが検出された。

ポリ臭素化ダイオキシン類は、同族体の総和でA地域が4.1～78 pg/g (平均 24 pg/g)、B地域が15～96 pg/g (平均49 pg/g)、C地域が8.2 pg/gであった。ほとんどの地点からTeBDD、TeBDF、PeBDF及びHxBDFが検出され、PeBDD及びHxBDDは検出されなかった。地点によって濃度に大きな差が見られ、最高濃度はB5地点の96 pg/g、最低濃度はA5地点の4.1 pg/gであった。同族体パターンはすべての地点でよく一致しており、大気や降下ばいじんと比較するとHxBDFの割合がやや高い傾向であった(図-34)。測定した2,3,7,8-異性体では、A2地点で2,3,7,8-

TeBDF、B5地点で2,3,7,8-TeBDF及び1,2,3,4,7,8-HxBDFが検出された。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類との相関を調べるためモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体の総和とポリ臭素化ダイオキシン類同族体の総和でプロットしたところ相関係数 0.5929であった(図-35)。

(塩素化)ダイオキシン類は、毒性等量でA地域が2.3~24 pg-TEQ/g(平均12 pg-TEQ/g)、B地域が3.4~39 pg-TEQ/g(平均21 pg-TEQ/g)、C地域が2.7 pg-TEQ/gであった。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類との相関を調べるためモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体の総和と(塩素化)ダイオキシン類同族体(PCDDs及びPCDFs)の総和でプロットしたところ相関係数0.5489であった(図-36)。A1地点における(塩素化)ダイオキシン類同族体の総和のうち80%がOCDDであり、農薬不純物等の影響を強く受けていることが考えられたため、OCDD濃度を除外して相関を見たところ相関係数は0.7434となった。また、(塩素化)ダイオキシン類(PCDDs及びPCDFs)に対するモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類の比率はA地域で1/12~1/140、B地域で1/40~0、C地域で0と地域によって大きな違いが見られた。(塩素化)ダイオキシン類(PCDDs及びPCDFs)に対するポリ臭素化ダイオキシン類の比率はA地域で1/33~1/1100、B地域で1/18~1/36、C地域で1/41と地域によって違いが見られたがこれは焼却施設以外の影響が原因と思われた。

ポリ臭素化ジフェニルエーテルは、2,4,4'-TrBDE、2,2',4,4'-TeBDE、2,2',4,4',5-PeBDE、2,2',4,4',5,5'-HxBDE及びDeBDEが検出された。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類及びポリ臭素化ダイオキシン類との相関が示唆された(図-37,38)。

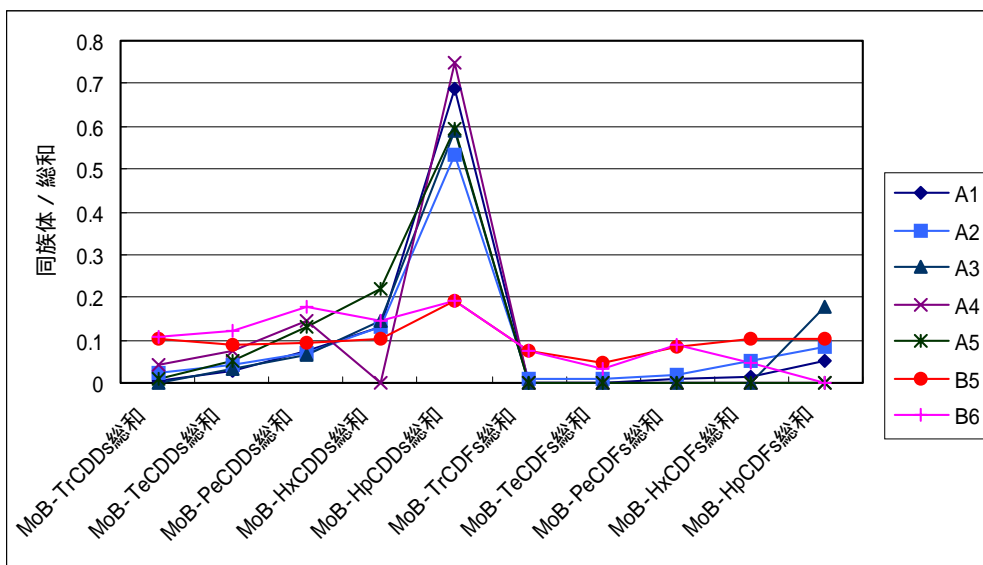


図-33 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布 (土壌)

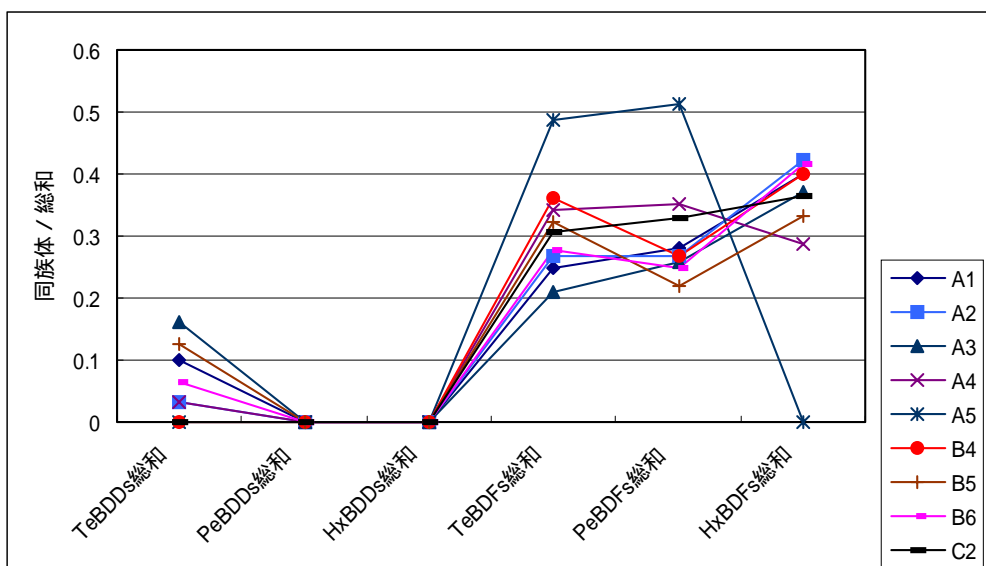


図-34 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布 (土壌)

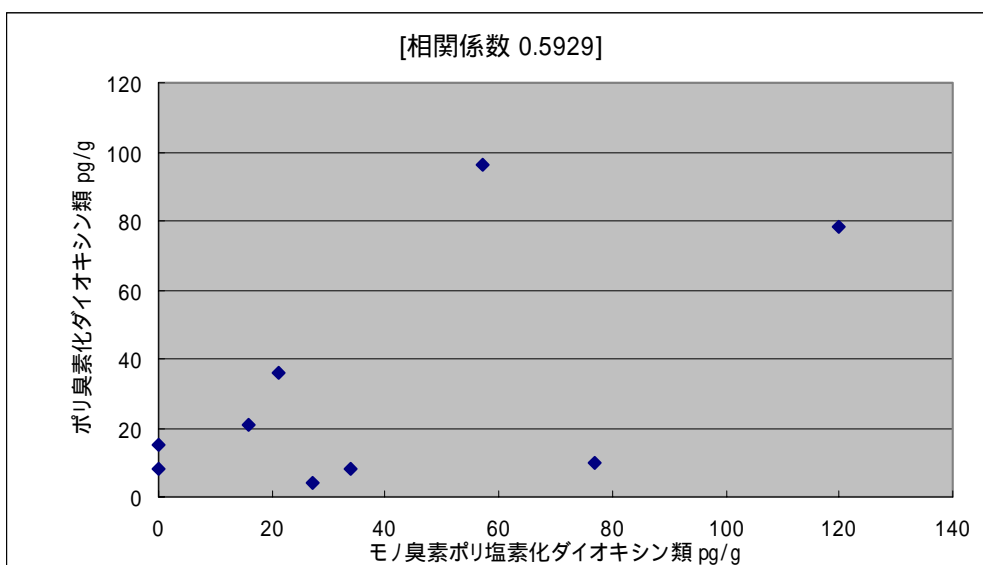


図-35 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関（土壌）

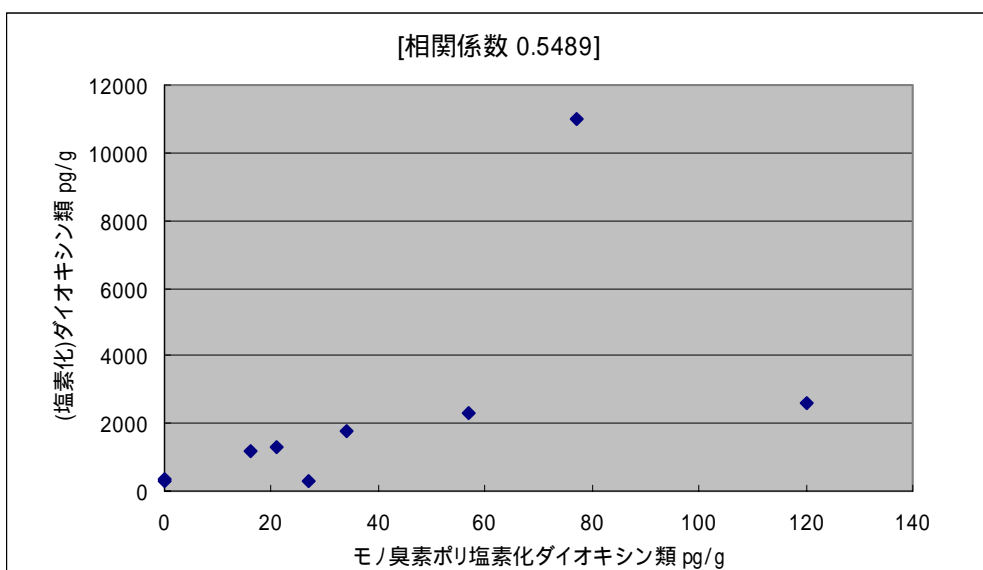


図-36 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
(塩素化)ダイオキシン類同族体総和の相関（土壌）

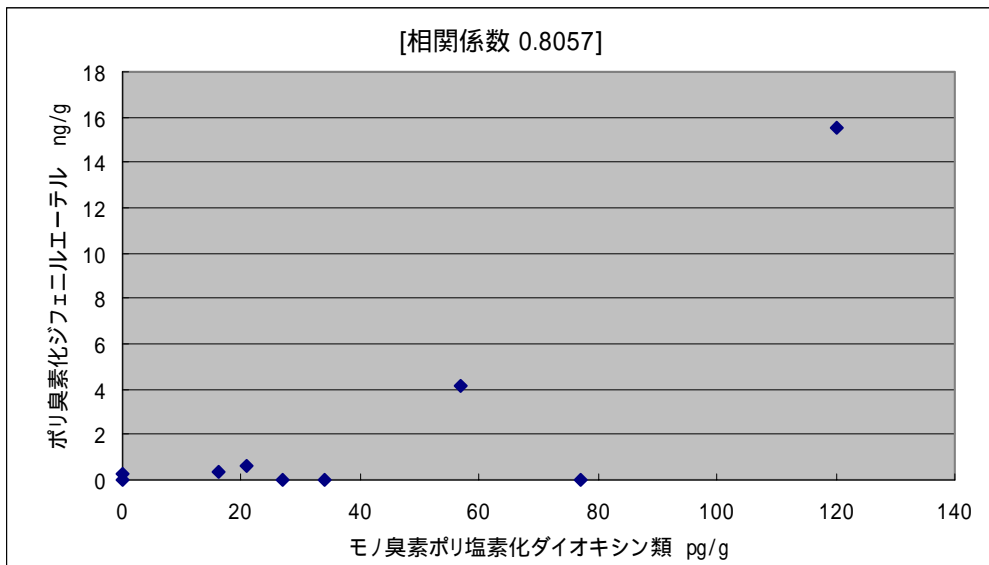


図-37 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関(土壌)

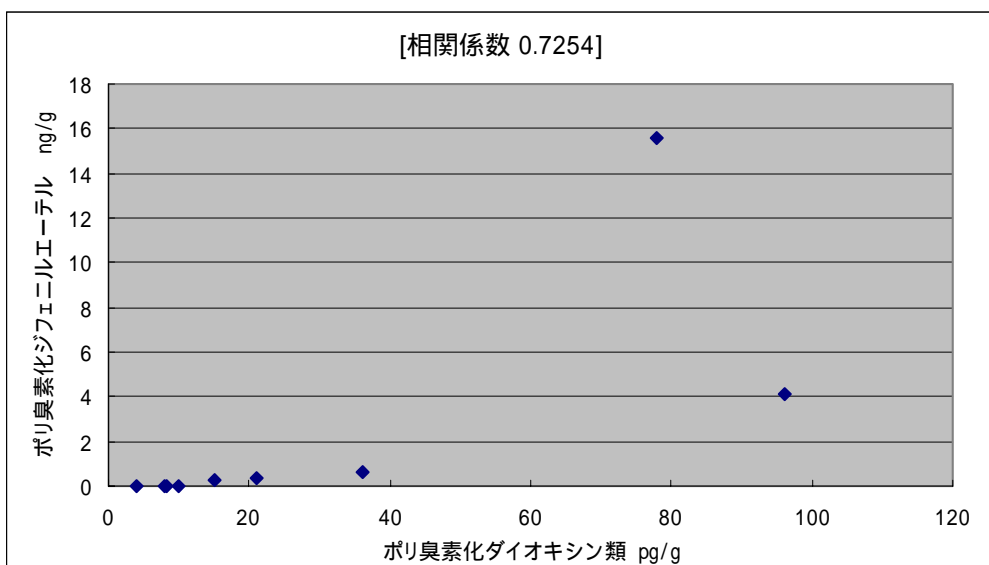


図-38 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関(土壌)

(4) 地下水

地下水の臭素系ダイオキシン類の測定結果を表-35に示した。

表-35 臭素系ダイオキシン類測定結果(地下水) 単位：pg/L

| 分析項目 | A 地域 | | B 地域 | | C 地域 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|
| | A3 | A6 | B9 | B10 | C4 |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | N.D. | N.D. | 0.20 | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDDs総和 | N.D. | N.D. | 0.02 | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDDs総和 | N.D. | N.D. | 0.02 | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| (MoBPCDDs+MoBPCDFs)総和 | N.D. | N.D. | 0.24 | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | N.D. | 0.13 | N.D. | 0.15 | 0.12 |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | 0.04 | N.D. | 0.12 | 0.18 | N.D. |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 0.05 | 0.17 | 0.31 | 0.69 | 0.16 |
| PeBDFs総和 | 0.03 | 0.18 | 0.17 | 0.28 | N.D. |
| HxBDFs総和 | N.D. | N.D. | 0.3 | N.D. | 0.1 |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 0.12 | 0.35 | 0.90 | 1.2 | 0.26 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D."で表示

まとめ及び考察

モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類はB9のみで検出され、同族体の総和で0.24 pg/Lであった。検出された同族体はほとんどがMoB-TrCDDでMoB-TeCDD及びMoB-PeCDDが微量検出された。測定した2,3,7,8-異性体では検出された異性体はなかった。

ポリ臭素化ダイオキシン類は、同族体の総和でA地域が0.12~0.35 pg/L (平均 0.24 pg/L)、B地域が0.90~1.2pg/L (平均1.1 pg/L)、C地域が0.26 pg/Lであった。ほとんどの地点からTeBDD、TeBDF、PeBDF及びHxBDFが検出され、PeBDD及びHxBDDは検出されなかった。同族体分布はほぼ似たパターンであった(図-39)。測定した2,3,7,8-異性体では、A6,B10及びC4地点で2,3,7,8-TeBDFが検出された。

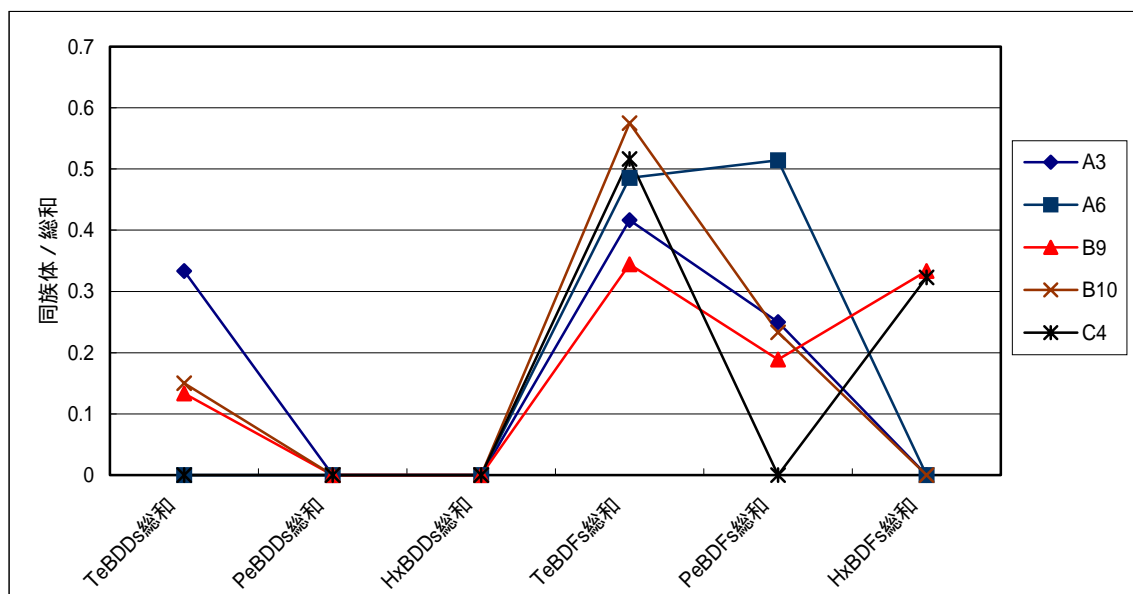


図-39 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布 (地下水)

(5) 水質

水質中の臭素系ダイオキシン類の測定結果を表-36に示した。

表-36 臭素系ダイオキシン類測定結果(水質) 単位: pg/L

| 分析項目 | A 地域 | | B 地域 | | C 地域 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | A7(河川) | A8(海域) | B7(河川) | B8(海域) | C3(河川) |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | 0.02 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | 0.05 | 0.23 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | 0.3 | 0.8 | 0.2 | N.D. | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | 0.15 | 0.23 | 0.33 | 0.13 | N.D. |
| MoB-TeCDDs総和 | 0.07 | 0.33 | 0.04 | 0.02 | N.D. |
| MoB-PeCDDs総和 | 0.22 | 0.95 | 0.10 | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | 0.22 | 1.0 | 0.04 | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | 0.5 | 1.4 | 0.3 | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | N.D. | 0.04 | 0.01 | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | 0.02 | 0.14 | 0.03 | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDFs総和 | N.D. | 0.17 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | N.D. | 0.1 | N.D. | N.D. | N.D. |
| (MoB-PCDDs+MoB-PCDFs)総和 | 1.2 | 4.4 | 0.85 | 0.15 | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | 0.16 | 0.09 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | 0.07 | 0.06 | 0.08 | 0.05 | 0.03 |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 0.66 | 0.53 | 0.78 | 0.22 | 0.03 |
| PeBDFs総和 | 0.92 | 0.39 | 0.76 | 0.17 | 0.05 |
| HxBDFs総和 | 0.8 | 0.5 | 1.1 | 0.3 | N.D. |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 2.5 | 1.5 | 2.7 | 0.74 | 0.11 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D."で表示

まとめ及び考察

モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類は、同族体の総和でA地域が1.2～4.4 pg/L (平均 2.8 pg/L)、B地域が 0.15～0.85 pg/L (平均0.50 pg/L)、C地域がすべて不検出であった。同族体分布は、B8地点が違ったパターンであるが残りはおおむね似たパターンであった(図-40)。測定した2,3,7,8-異性体では、2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD、1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD及び1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDDが検出された。

ポリ臭素化ダイオキシン類は、同族体の総和でA地域が1.5～2.5 pg/L (平均 2.0 pg/L)、B地域が0.74～2.7 pg/L (平均1.7 pg/L)、C地域が0.11 pg/Lであった。すべての地点からTeBDD、TeBDF、PeBDF及びHxBDFが検出され、PeBDD及びHxBDDは検出されなかった。同族体分布はほぼ似たパターンであった(図-41)。測定した2,3,7,8-異性体では、A7,A8地点で2,3,7,8-TeBDFが検出された。

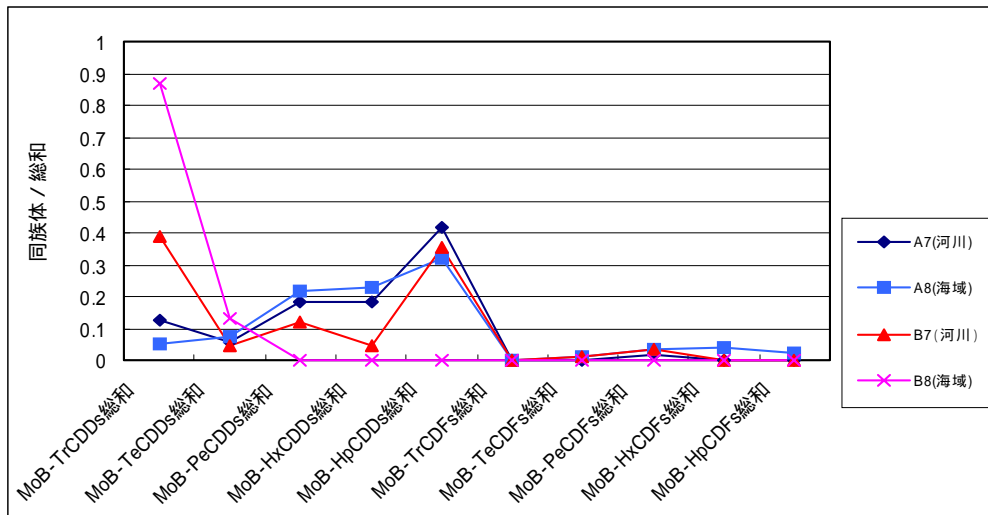


図-40 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布 (水質)

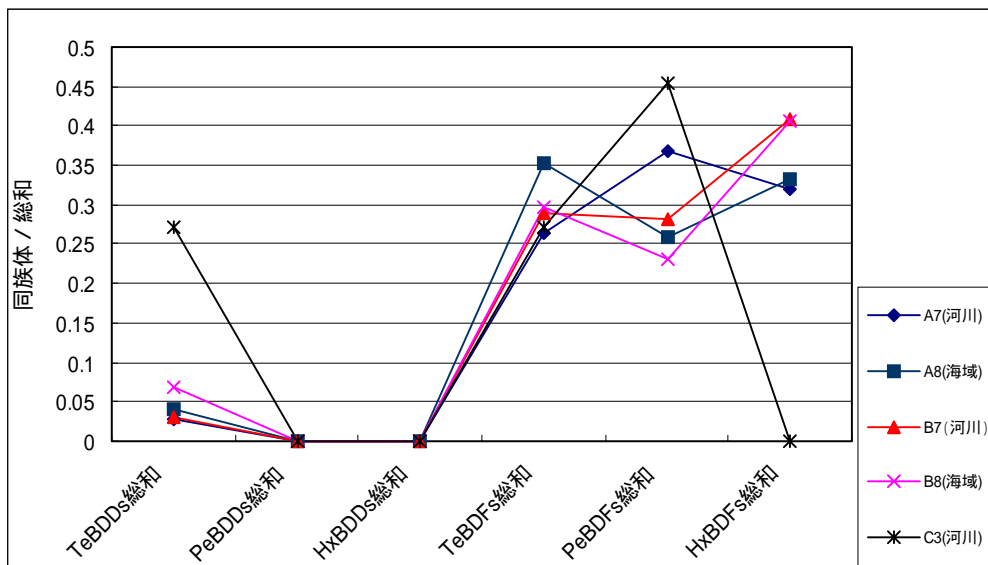


図-41 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布 (水質)

(6) 底質

底質中の臭素系ダイオキシン類の測定結果を表-37に、(塩素化)ダイオキシン類の測定結果を表-38に示した。また、ポリ臭素化ジフェニルエーテルの測定結果を表-39に示した。

表-37 臭素系ダイオキシン類測定結果(底質) 単位: pg/g dry

| 分析項目 | A地域 | | B地域 | | C地域 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | A7(河川) | A8(海域) | B7(河川) | B8(海域) | C3(河川) |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | 0.6 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | N.D. | 11 | N.D. | 2 | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | 12 | 56 | N.D. | 10 | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | N.D. | N.D. | N.D. | 0.7 | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | 0.3 | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | 0.8 | 10 | 0.3 | 2.8 | N.D. |
| MoB-TeCDDs総和 | 2.5 | 23 | N.D. | 2.8 | N.D. |
| MoB-PeCDDs総和 | 5.9 | 43 | N.D. | 4.9 | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | 3 | 48 | N.D. | 6 | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | 20 | 93 | N.D. | 18 | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | N.D. | 0.6 | N.D. | 3.4 | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | N.D. | 2.2 | N.D. | 4.5 | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | N.D. | 6.1 | N.D. | 7.2 | N.D. |
| MoB-HxCDFs総和 | 1 | 8 | N.D. | 7 | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | N.D. | 14 | N.D. | 10 | N.D. |
| (MoBPCDDs+MoBPCDFs)総和 | 33 | 250 | 0.3 | 67 | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | 0.7 | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | N.D. | N.D. | 0.3 | 2.4 | 0.8 |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 5.9 | N.D. | 3.4 | 15 | 0.4 |
| PeBDFs総和 | 9.5 | N.D. | 3.6 | 23 | N.D. |
| HxBDFs総和 | 16 | N.D. | 3 | 35 | N.D. |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 31 | N.D. | 10 | 75 | 1.2 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D."で表示

表-38 (塩素化)ダイオキシン類測定結果(底質) 単位: pg/g dry

| 分析項目 | | A地域 | | B地域 | | C地域 | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | | A7(河川) | A8(海域) | B7(河川) | B8(海域) | C3(河川) | | |
| ダイオキシン | 2,3,7,8-TeCDD | (0.07) | N.D. | (0.11) | 3.5 | N.D. | | |
| | 1,3,6,8-TeCDD | 21 | 27 | 8.4 | 200 | 4.7 | | |
| | 1,3,7,9-TeCDD | 9.4 | 18 | 3.1 | 93 | 2.1 | | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDD | 0.63 | 1.1 | 0.39 | 11 | (0.08) | | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 0.91 | 3.2 | 0.45 | 12 | (0.17) | | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 2.1 | 13 | 0.88 | 26 | 0.15 | | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 1.7 | 7.8 | 0.93 | 17 | (0.15) | | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 31 | 160 | 8.1 | 320 | 1.4 | | |
| | OCDD | 190 | 290 | 83 | 2600 | 12 | | |
| ジベンゾフラン | 2,3,7,8-TeCDF | 0.77 | 0.24 | 0.45 | 35 | (0.10) | | |
| | 1,2,7,8-TeCDF | 0.89 | 0.44 | 0.59 | 49 | (0.13) | | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDF | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 48 | 0.16 | | |
| | 2,3,4,7,8-PeCDF | 1.3 | 2.5 | 0.98 | 44 | (0.12) | | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 2.7 | 4.6 | 1.3 | 60 | 0.25 | | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 2.4 | 4.9 | 1.3 | 44 | (0.18) | | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 0.27 | 0.67 | (0.15) | 2.7 | N.D. | | |
| | 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 4.5 | 15 | 2.0 | 54 | (0.27) | | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 14 | 30 | 5.9 | 280 | 0.92 | | |
| | 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 2.6 | 9.7 | 1.1 | 26 | 0.20 | | |
| | OCDF | 21 | 54 | 6.3 | 550 | 1.1 | | |
| コブナーPCB | ノンオルト | 3,4,4',5-TeCB(#81) | 7.1 | 0.53 | 1.1 | 200 | (0.17) | |
| | | 3,3',4,4'-TeCB(#77) | 170 | 4.8 | 21 | 5200 | 2.9 | |
| | | 3,3',4,4',5-PeCB(#126) | 7.1 | 1.8 | 2.1 | 190 | 0.83 | |
| | | 3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169) | 0.76 | 1.1 | 0.40 | 16 | 0.15 | |
| | モノオルト | 2',3,4,4',5-PeCB(#123) | 0.29 | 0.51 | 6.8 | 3200 | 0.54 | |
| | | 2,3',4,4',5-PeCB(#118) | 9.3 | 14 | 260 | 48000 | 12 | |
| | | 2,3,3',4,4'-PeCB(#105) | 4.8 | 7.6 | 110 | 19000 | 6.5 | |
| | | 2,3,4,4',5-PeCB(#114) | 0.34 | 0.63 | 6.6 | 1100 | (0.28) | |
| | | 2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167) | (0.16) | 0.60 | 14 | 2300 | 0.89 | |
| | | 2,3,3',4,4',5-HxCB(#156) | 0.52 | 1.9 | 34 | 6300 | 1.4 | |
| | | 2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157) | (0.1) | 0.9 | 8.9 | 1300 | 0.7 | |
| | | 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189) | N.D. | 1.4 | 2.2 | 260 | (0.17) | |
| | | TEQ PCDDs総和 (pg-TEQ/g) | | 1.4 | 5.1 | 0.71 | 23 | 0.030 |
| | | TEQ PCDFs総和 (pg-TEQ/g) | | 2.0 | 4.3 | 1.1 | 47 | 0.044 |
| | | TEQ Co-PCBs総和 (pg-TEQ/g) | | 0.74 | 0.20 | 0.28 | 31 | 0.088 |
| TEQ (PCDD/DFs+Co-PCBs)総和 (pg-TEQ/g) | | 4.1 | 9.6 | 2.1 | 100 | 0.16 | | |
| 同族体 | ダイオキシン | TeCDDs総和 | 37 | 53 | 16 | 440 | 7.3 | |
| | | PeCDDs総和 | 22 | 100 | 8.1 | 260 | 1.2 | |
| | | HxCDDs総和 | 36 | 240 | 11 | 370 | 1.5 | |
| | | HpCDDs総和 | 63 | 290 | 17 | 660 | 2.6 | |
| | | OCDD | 190 | 290 | 83 | 2600 | 12 | |
| | | PCDDs総和 | 350 | 970 | 140 | 4300 | 25 | |
| | ジベンゾフラン | TeCDFs総和 | 22 | 22 | 16 | 950 | 3.4 | |
| | | PeCDFs総和 | 28 | 43 | 15 | 670 | 2.4 | |
| | | HxCDFs総和 | 34 | 74 | 15 | 560 | 1.9 | |
| | | HpCDFs総和 | 32 | 81 | 12 | 600 | 2.0 | |
| | | OCDF | 21 | 54 | 6.3 | 550 | 1.1 | |
| | | PCDFs総和 | 140 | 270 | 64 | 3300 | 11 | |
| | | (PCDDs+PCDFs)総和 | | 490 | 1200 | 200 | 7700 | 35 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D.", 検出下限以上定量下限未満の場合は括弧付きで表示

表-39 ポリ臭素化ジフェニルエーテル測定結果(底質) 単位: ng/g dry

| 分析項目 | A地域 | | B地域 | | C地域 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | A7(河川) | A8(海域) | B7(河川) | B8(海域) | C3(河川) |
| 2,4,4'-TrBDE | 0.09 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4'-TeBDE | N.D. | N.D. | 0.04 | 0.07 | N.D. |
| 2,2',4,4',6-PeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5-PeBDE | 0.4 | N.D. | N.D. | 0.3 | N.D. |
| 2,2',4,4',5,6'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,5'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | 0.3 | N.D. |
| 2,2',3,4,4',5,6'-HpBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| DeBDE | 8.1 | N.D. | 1.7 | 8.8 | N.D. |

まとめ及び考察

モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類は、同族体の総和でA地域が33~250 pg/g (平均 140 pg/g)、B地域が 0.3~67 pg/g (平均34 pg/g)、C地域がすべて不検出であった。A8地点が最も高い濃度を示していた。同族体分布ではMoB-HpCDDの割合が高く、土壌に近いパターンを示した(図-42)。測定した2,3,7,8-異性体では、A地域から2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD、1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD及び1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDDが検出され、B8地点では1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD、1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD、3-MoB-2,7,8-TrCDF及び1-Br-2,3,7,8-TeCDFが検出された。

ポリ臭素化ダイオキシン類は、同族体の総和でA地域がN.D.~31 pg/g (平均 16 pg/g)、B地域が10~75 pg/g (平均43 pg/g)、C地域が1.2 pg/gであった。多くの地点からTeBDD、TeBDF、PeBDF、HxBDFが検出され、PeBDD及びHxBDDは検出されなかった。地点によって濃度に大きな差が見られ、最高濃度はB8地点の75 pg/g、A8地点はすべて不検出であった。濃度の低かったC3地点を除けば同族体パターンは土壌に似たパターンであった(図-43)。測定した2,3,7,8-異性体では、B8地点で2,3,4,7,8-PeBDFが検出された。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類との相関を調べるためモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体の総和とポリ臭素化ダイオキシン類同族体の総和でプロットしたところ相関係数 -0.1649であった(図-44)。

(塩素化)ダイオキシン類は、毒性等量でA地域が4.1~9.6 pg-TEQ/g(平均6.9 pg-TEQ/g)、B地域が2.1~100 pg-TEQ/g(平均51 pg-TEQ/g)、C地域が0.16 pg-TEQ/gであった。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類との相関を調べるためモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体の総和と(塩素化)ダイオキシン類同族体(PCDDs及びPCDFs)の総和でプロットしたところ、相関係数 0.1160であった(図-45)。また、(塩素化)ダイオキシン類(PCDDs及びPCDFs)に対するモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類の比率はA地域で1/5~1/15、B地域で1/110~1/670、C地域で0と地域によって大きな違いが見られた。しかし、(塩素化)ダイオキシン類(PCDDs及びPCDFs)に対するポリ臭素化ダイオキシン類の比率はA地域で1/16~0、B地域で1/20~1/100、C地域で1/29と地域によって大きな違いは見られなかった。

ポリ臭素化ジフェニルエーテルは、2,4,4'-TrBDE、2,2',4,4'-TeBDE、2,2',4,4',5-PeBDE、2,2',4,4',5,5'-HxBDE及びDeBDEが検出された。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類との相関は見られな

ったが、ポリ臭素化ダイオキシン類との相関が示唆された(図-46、47)。

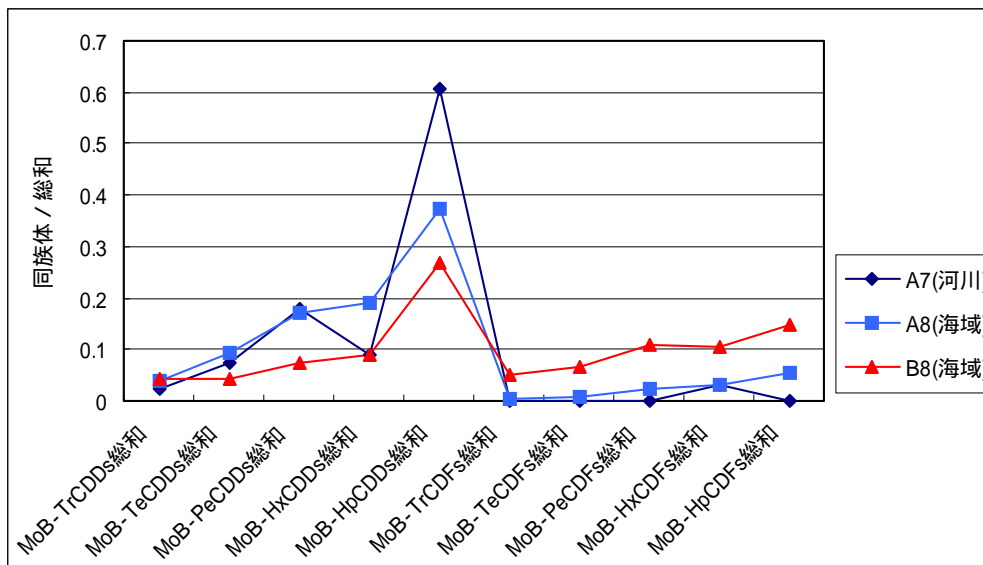


図-42 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布(底質)

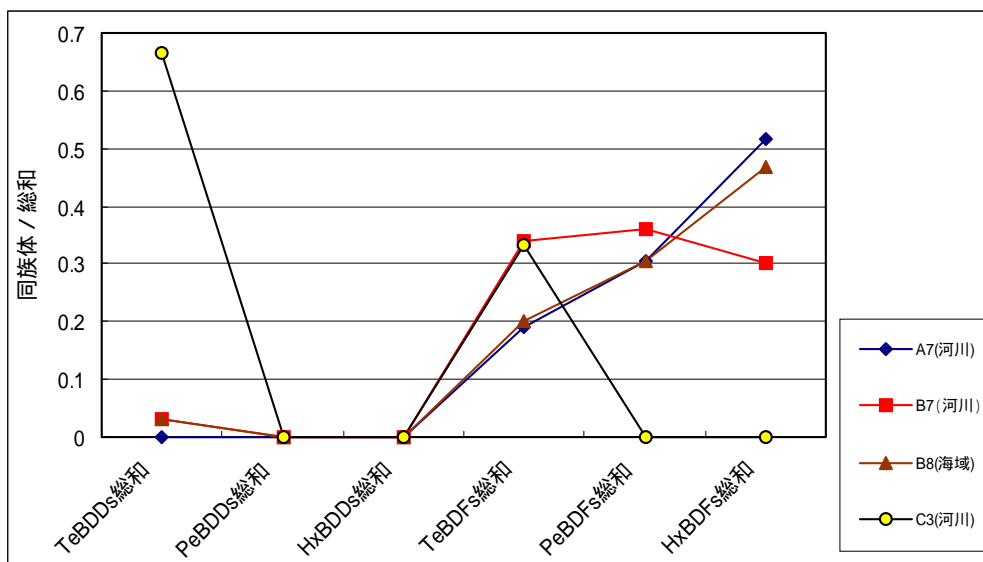


図-43 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布(底質)

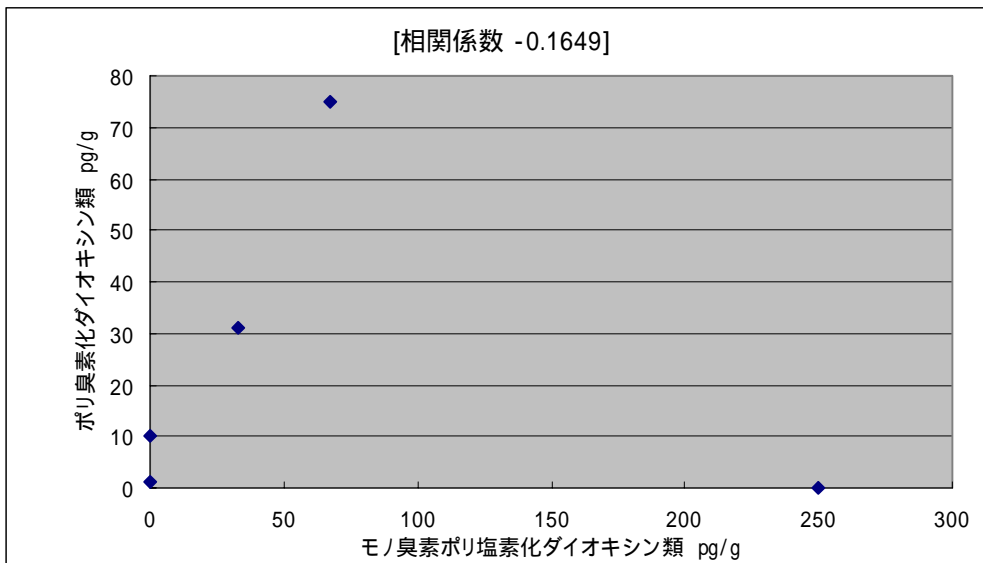


図-44 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関（底質）

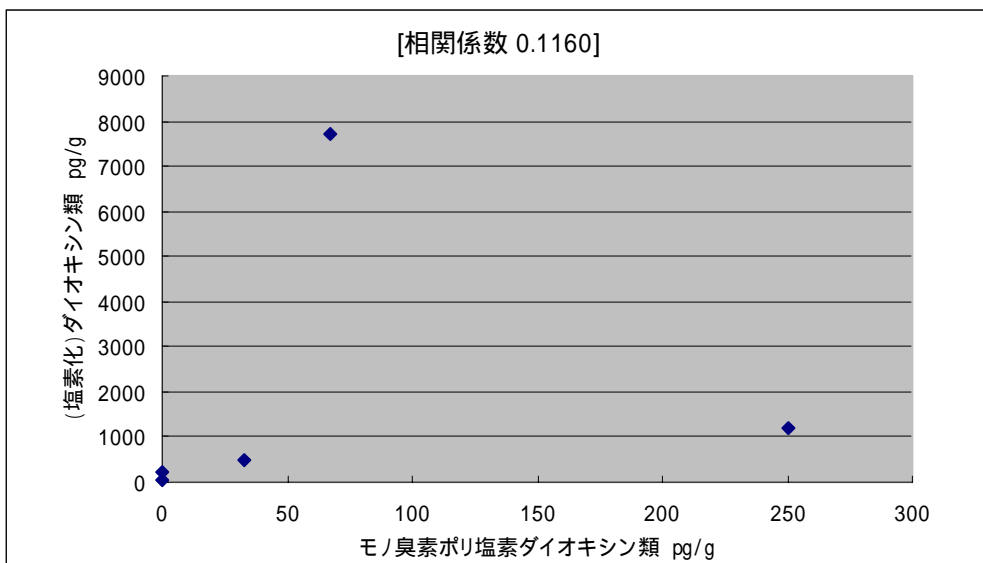


図-45 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
(塩素化)ダイオキシン類同族体総和の相関（底質）

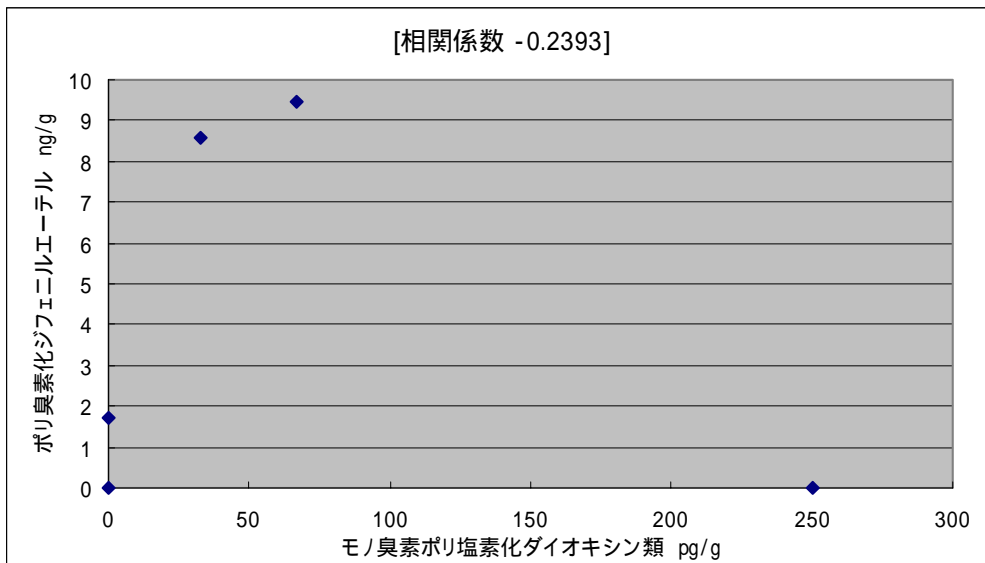


図-46 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関（底質）

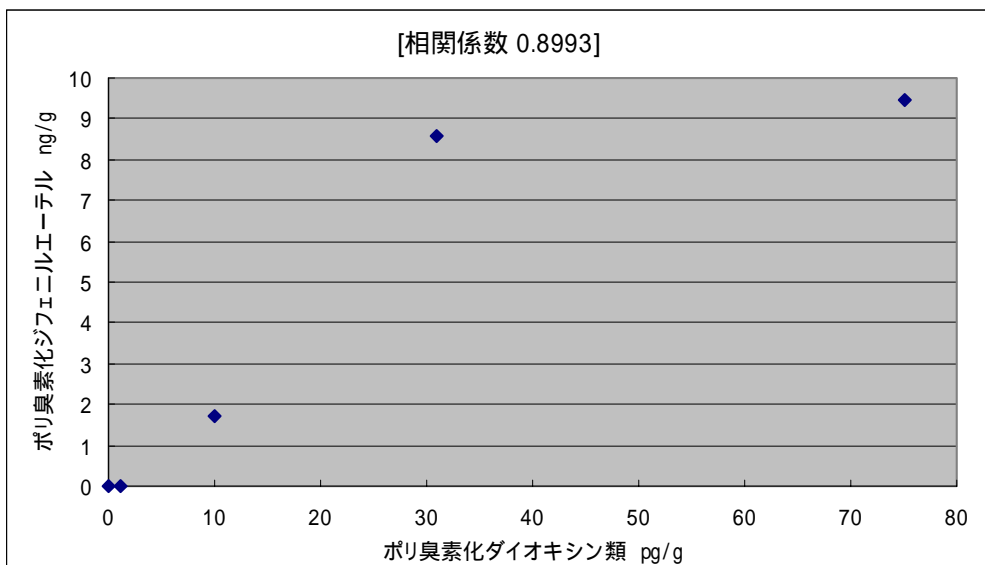


図-47 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関（底質）

(7) 水生生物

水生生物の臭素系ダイオキシン類の測定結果を表-40～42に，（塩素化）ダイオキシン類の測定結果を表-43に示した。また，ポリ臭素化ジフェニルエーテルの測定結果を表-44に示した。

表-40 臭素系ダイオキシン類測定結果(水生生物-1) 単位：pg/g

| 分析項目 | A 地域 | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-------|------|--------|-------|--------|
| | A7(河川) | | | A8(海域) | | A9(海域) |
| | アサカ ドマガニ | ムササガイ | カキ | イソガニ | ムササガイ | スズキ |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.1 | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | 0.15 | 1.3 | 2.3 | 0.51 | 0.95 | N.D. |
| MoB-TeCDDs総和 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.06 | N.D. |
| MoB-PeCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.06 | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.1 | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.11 | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | N.D. | 0.02 | N.D. | 0.11 | 0.01 | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | N.D. | 0.02 | N.D. | 0.12 | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| (MoBPCDDs+MoBPCDFs)総和 | 0.20 | 1.4 | 2.4 | 0.86 | 1.2 | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | 0.12 | N.D. | 0.01 | 0.06 | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | 0.03 | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | 0.05 | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.11 | 0.07 | N.D. |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 1.4 | 0.52 | 0.80 | 4.9 | 0.47 | 0.07 |
| PeBDFs総和 | 0.16 | 0.21 | 0.16 | 3.8 | 0.24 | N.D. |
| HxBDFs総和 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.2 | N.D. |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 1.8 | 0.97 | 1.2 | 9.4 | 0.98 | 0.07 |

表-41 臭素系ダイオキシン類測定結果(水生生物-2) 単位: pg/g

| 分析項目 | B地域 | | | | | |
|------------------------------------|--------|------|------|--------|------|---------|
| | B7(河川) | | | B8(海域) | | B11(海域) |
| | コイ | フナ | ミナガイ | スズキ | ボラ | ムサシガイ |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | N.D. | N.D. | 0.02 | N.D. | N.D. | 0.33 |
| MoB-TeCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | N.D. | N.D. | 0.03 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| (MoBPcDDs+MoBPcDFs)総和 | N.D. | N.D. | 0.05 | N.D. | N.D. | 0.33 |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | N.D. | N.D. | 0.09 | N.D. | N.D. | 0.10 |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 0.14 | N.D. | 0.75 | 0.01 | 0.06 | 0.39 |
| PeBDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.24 |
| HxBDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.2 |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 0.14 | N.D. | 0.84 | 0.01 | 0.06 | 0.93 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D."で表示

表-42 臭素系ダイオキシン類測定結果(水生生物-3) 単位 : pg/g

| 分析項目 | C地域 | | |
|------------------------------------|--------|------|------|
| | C5(河川) | | |
| | ヤマメ | ニジマス | コイ |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | N.D. | N.D. | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| (MoBPCDDs+MoBPCDFs)総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | 0.04 | 0.03 | N.D. |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 0.01 | 0.05 | 0.07 |
| PeBDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 0.05 | 0.08 | 0.07 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D."で表示

表-43 (塩素化)ダイオキシン類測定結果(水生生物) 単位: pg/g

| 分析項目 | | A地域 | | | B地域 | | |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------|--------|---------|---------|---------|------|
| | | A7(河川) | A8(海域) | A9(海域) | B8(海域) | B11(海域) | |
| | | ムササビイ | イソガニ | スズキ | ボラ | ムササビイ | |
| ダイオキシン | 2,3,7,8-TeCDD | (0.021) | 0.053 | 0.062 | 0.14 | 0.023 | |
| | 1,3,6,8-TeCDD | 14 | 1.4 | 0.32 | 0.45 | 5.5 | |
| | 1,3,7,9-TeCDD | 2.6 | 1.5 | (0.009) | 0.011 | 1.1 | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDD | 0.050 | 0.17 | 0.077 | 0.14 | 0.025 | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDD | (0.04) | 0.08 | (0.008) | 0.022 | (0.014) | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 0.09 | 0.29 | 0.056 | 0.049 | 0.042 | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 0.06 | 0.11 | N.D. | (0.010) | (0.021) | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 1.4 | 0.78 | 0.032 | 0.031 | 0.61 | |
| OCDD | 8.7 | 4.2 | 0.07 | (0.03) | 4.9 | | |
| ジベンゾフラン | 2,3,7,8-TeCDF | 0.33 | 0.64 | 0.40 | 0.89 | 0.21 | |
| | 1,2,7,8-TeCDF | 0.21 | 0.17 | (0.003) | 0.010 | 0.15 | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDF | 0.099 | 0.29 | 0.058 | 0.072 | 0.069 | |
| | 2,3,4,7,8-PeCDF | 0.11 | 0.52 | 0.20 | 0.44 | 0.067 | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 0.08 | 0.29 | 0.020 | 0.030 | 0.057 | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 0.08 | 0.26 | (0.012) | 0.031 | 0.042 | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | |
| | 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 0.14 | 0.39 | (0.016) | 0.048 | 0.069 | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 0.47 | 0.53 | (0.014) | (0.013) | 0.31 | |
| | 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 0.04 | 0.05 | N.D. | N.D. | 0.026 | |
| OCDF | 0.86 | 0.51 | N.D. | N.D. | 0.55 | | |
| モノシブナーPCB | 3,4,4',5-TeCB(#81) | 4.4 | 8.8 | 2.6 | 14 | 2.9 | |
| | 3,3',4,4'-TeCB(#77) | 79 | 140 | 45 | 130 | 72 | |
| | 3,3',4,4',5-PeCB(#126) | 3.2 | 8.0 | 7.0 | 16 | 2.2 | |
| | 3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169) | 0.24 | 1.1 | 0.99 | 0.92 | 0.11 | |
| | 2',3,4,4',5-PeCB(#123) | 20 | 32 | 37 | 120 | 16 | |
| | 2,3',4,4',5-PeCB(#118) | 880 | 1800 | 2500 | 7100 | 1100 | |
| | 2,3,3',4,4'-PeCB(#105) | 330 | 640 | 640 | 2000 | 260 | |
| | 2,3,4,4',5-PeCB(#114) | 22 | 50 | 42 | 130 | 19 | |
| | 2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167) | 22 | 44 | 110 | 280 | 30 | |
| | 2,3,3',4,4',5-HxCB(#156) | 38 | 89 | 190 | 580 | 57 | |
| 2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157) | 9.7 | 17 | 45 | 130 | 14 | | |
| 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189) | 2.4 | 5.5 | 16 | 30 | 2.2 | | |
| TEQ PCDDs総和 (pg-TEQ/g) | | 0.080 | 0.28 | 0.14 | 0.29 | 0.059 | |
| TEQ PCDFs総和 (pg-TEQ/g) | | 0.13 | 0.44 | 0.14 | 0.32 | 0.078 | |
| TEQ Co-PCBs総和 (pg-TEQ/g) | | 0.49 | 1.2 | 1.2 | 3.0 | 0.41 | |
| TEQ (PCDD/DFs+Co-PCBs)総和 (pg-TEQ/g) | | 0.70 | 1.9 | 1.5 | 3.6 | 0.55 | |
| 同族体 | ダイオキシン | TeCDDs総和 | 24 | 4.9 | 0.39 | 0.62 | 9.2 |
| | | PeCDDs総和 | 2.0 | 1.5 | 0.086 | 0.16 | 0.92 |
| | | HxCDDs総和 | 1.5 | 1.7 | 0.076 | 0.080 | 0.78 |
| | | HpCDDs総和 | 3.0 | 1.6 | 0.040 | 0.031 | 1.5 |
| | | OCDD | 8.7 | 4.2 | 0.07 | (0.03) | 4.9 |
| | ジベンゾフラン | PCDDs総和 | 39 | 14 | 0.66 | 0.92 | 17 |
| | | TeCDFs総和 | 6.9 | 5.2 | 0.54 | 1.3 | 4.4 |
| | | PeCDFs総和 | 2.8 | 6.7 | 0.55 | 2.3 | 2.7 |
| | | HxCDFs総和 | 1.9 | 5.1 | 0.31 | 0.67 | 2.0 |
| | | HpCDFs総和 | 1.3 | 1.5 | 0.029 | 0.022 | 0.90 |
| | | OCDF | 0.86 | 0.51 | N.D. | N.D. | 0.55 |
| | | PCDFs総和 | 14 | 19 | 1.4 | 4.3 | 11 |
| | | (PCDDs+PCDFs)総和 | 53 | 33 | 2.1 | 5.2 | 28 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D.", 検出下限以上定量下限未満の場合は括弧付きで表示

表-44 ポリ臭素化ジフェニルエーテル測定結果(水生生物) 単位: ng/g

| 分析項目 | A地域 | | | B地域 | |
|------------------------|--------|------|------|------|--------|
| | A7 | A8 | A9 | B8 | B11 |
| | ムラサキガイ | イソガニ | スズキ | ボラ | ムラサキガイ |
| 2,4,4'-TrBDE | N.D. | N.D. | N.D. | 0.09 | N.D. |
| 2,2',4,4'-TeBDE | 0.17 | 0.15 | 0.16 | 0.47 | 0.09 |
| 2,2',4,4',6-PeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5-PeBDE | 0.2 | N.D. | N.D. | N.D. | 0.1 |
| 2,2',4,4',5,6'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,5'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',3,4,4',5,6'-HpBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| DeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |

まとめ及び考察

モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類について、魚類からはB7地点のマルタウグイからMoB-TrCDD及びMoB-TrCDFが微量検出された以外にはすべて不検出であった。同族体の総和で貝類が0.33~2.4 pg/g (平均 1.3 pg/g)、カニ類が 0.20~0.86 pg/g (平均0.53 pg/g)であった。同族体分布ではMoB-TrCDDが主要成分である特異なパターンを示した(図-48)。検出した2,3,7,8-異性体では3-MoB-2,7,8-TrCDFがA7地点のチチュウカイミドリガニ, ムラサキガイ, カキ及びA8地点のイソガニから検出され、A8地点のムラサキガイからは1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDDが検出された。

ポリ臭素化ダイオキシン類は、同族体の総和で魚類がN.D. ~0.84 pg/g (平均 0.15 pg/g)、貝類が0.93~1.2 pg/g (平均1.0 pg/g)、カニ類が1.8~9.4 pg/g (平均5.6 pg/g)であった。カニ類、貝類、魚類の順に濃度が高い傾向であった。魚類からは主にTeBDD及びTeBDFが検出され、貝類及びカニ類からは TeBDD、TeBDF、PeBDF及びHxBDFが検出された。全ての試料からPeBDD及びHxBDDは検出されなかった。同族体分布は貝類及びカニ類で同様の傾向で、大気等に比べてTeBDFの割合が高いパターンであった(図-49)。測定した2,3,7,8-異性体では、A7のチチュウカイミドリガニ及びカキで2,3,7,8-TeBDFが、A8のイソガニで2,3,7,8-TeBDF、1,2,3,7,8-PeBDF及び2,3,4,7,8-PeBDFが検出された。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類との相関を調べるためモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体の総和とポリ臭素化ダイオキシン類同族体の総和でプロットしたところ相関係数 0.2979であった(図-50)。

ポリ臭素化ジフェニルエーテルは、2,4,4'-TrBDE、2,2',4,4'-TeBDE及び2,2',4,4',5-PeBDEが検出され、大気や土壌等で主要成分であったDeBDEは検出されなかった。

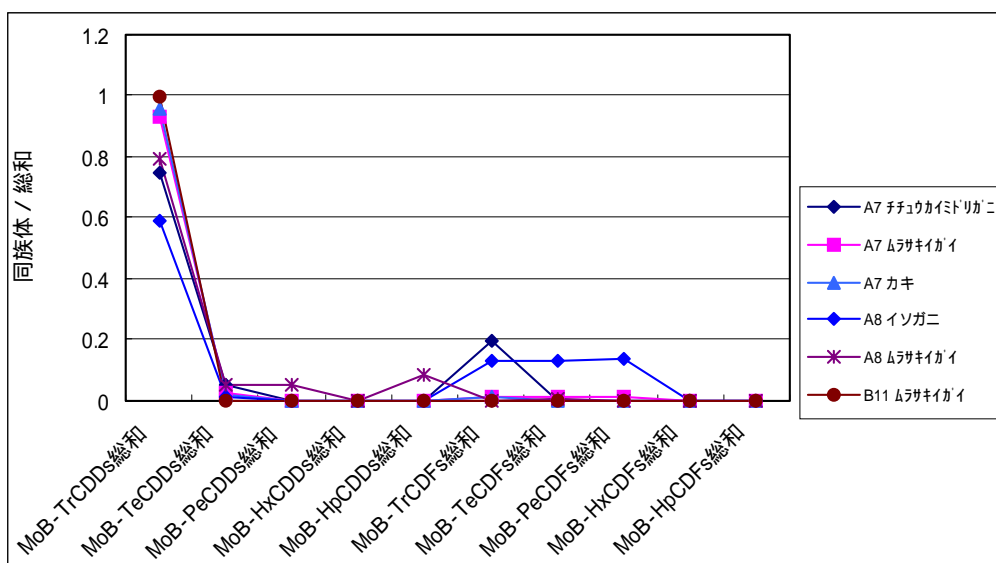


図-48 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布（水生生物）

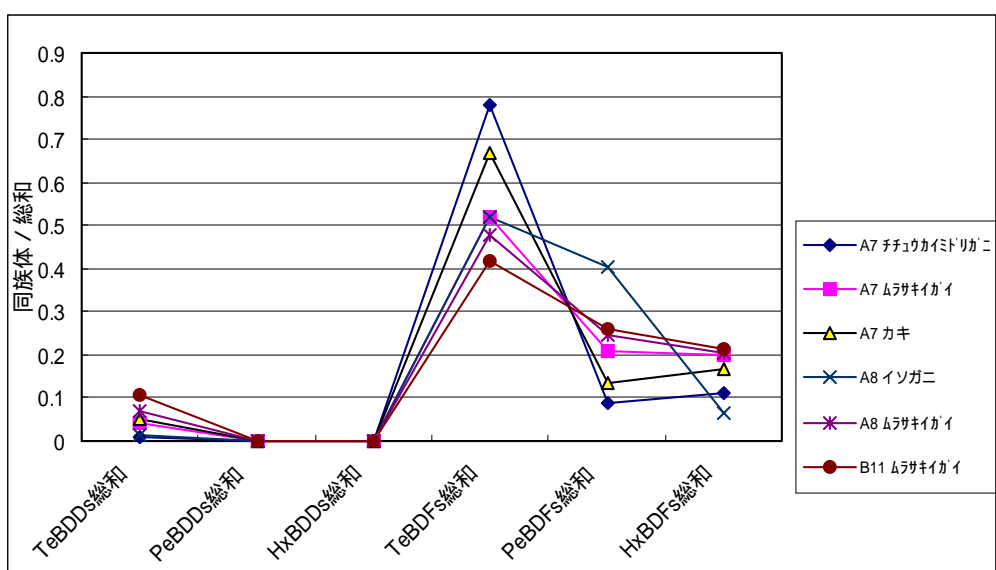


図-49 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布（水生生物）

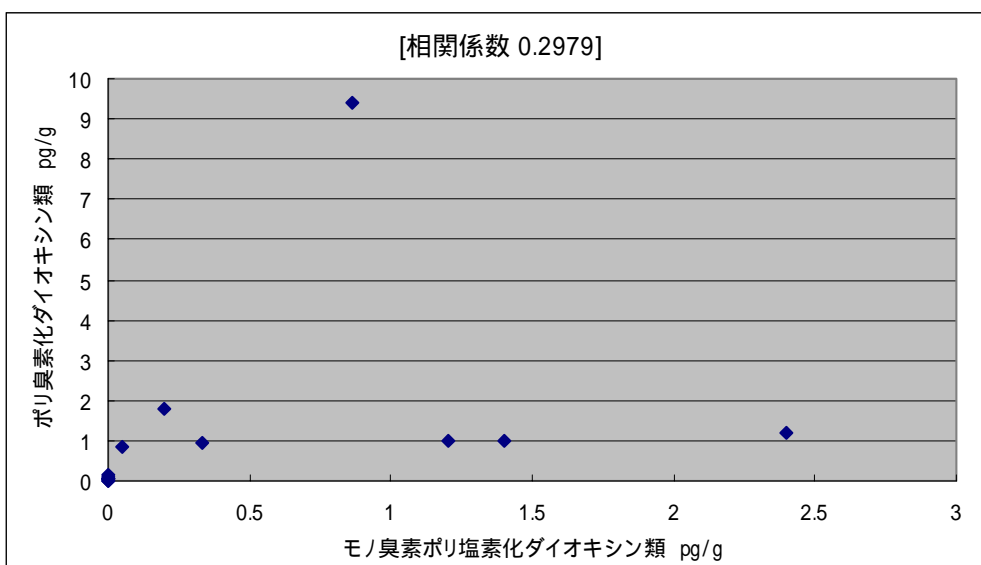


図-50 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関（水生生物）

(8) 野生生物

野生生物中の臭素系ダイオキシン類の測定結果を表-45 及び 46 に、(塩素系)ダイオキシン類の測定結果を表-47 に示した。また、ポリ臭素化ジフェニルエーテルの測定結果を表-48 に示した。

表-45 臭素系ダイオキシン類測定結果(野生生物-1) 単位: pg/g

| 分析項目 | A 地域 | | B 地域 | | その他 | |
|------------------------------------|------|------|-------------|-------------|-------------|------|
| | ドバト | ドバト | カラス (筋肉) | カラス (肝臓) | カワウ (胸筋) | アサギミ |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.03 | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.03 | N.D. |
| MoB-TeCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.05 | N.D. |
| MoB-PeCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.07 | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.02 | N.D. |
| MoB-HxCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| (MoBPCDDs+MoBPCDFs)総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.17 | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.02 | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | 0.02 | N.D. | N.D. | 0.05 | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | 0.03 | 0.15 | 0.02 | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.02 | N.D. |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | 0.6 | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 0.02 | N.D. | 0.03 | 0.05 | 0.34 | N.D. |
| PeBDFs総和 | N.D. | N.D. | 0.12 | 0.48 | 0.25 | N.D. |
| HxBDFs総和 | N.D. | N.D. | 0.1 | N.D. | 0.1 | N.D. |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 0.02 | N.D. | 0.25 | 1.1 | 0.71 | N.D. |

表-46 臭素系ダイオキシン類測定結果（野生生物-2） 単位：pg/g

| 分析項目 | その他 | | | | |
|------------------------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | トビ (筋肉) | トビ (脂肪) | トビ (肝臓) | タヌキ (筋肉) | タヌキ (脂肪) |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.05 |
| MoB-PeCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | 0.02 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.09 |
| MoB-HxCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| (MoBPCDDs+MoBPCDFs)総和 | 0.02 | N.D. | N.D. | N.D. | 0.14 |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0.04 |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | 0.04 | N.D. | N.D. | 0.01 | 0.13 |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | 0.01 | 0.04 |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 0.19 | N.D. | N.D. | 0.01 | 0.27 |
| PeBDFs総和 | 0.06 | N.D. | N.D. | N.D. | 0.36 |
| HxBDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 0.25 | N.D. | N.D. | 0.02 | 0.67 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D."で表示

表-47 (塩素化)ダイオキシン類測定結果(野生生物) 単位: pg/g

| 分析項目 | | B地域 | その他 | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------|------------|-------------|------|-----|
| | | カラス (肝臓) | トビ (脂肪) | トビ (肝臓) | タヌキ (脂肪) | | |
| ダイオキシン | 2,3,7,8-TeCDD | N.D. | 17 | 1.0 | 1.6 | | |
| | 1,3,6,8-TeCDD | (0.4) | (0.8) | (0.5) | (0.4) | | |
| | 1,3,7,9-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDD | (0.5) | 42 | 3.5 | 1.8 | | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDD | (1.0) | 6.5 | (0.9) | (1.3) | | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDD | (1.2) | 21 | 2.9 | 3.0 | | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDD | N.D. | 3.6 | N.D. | (0.9) | | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 2.9 | 19 | 5.6 | 6.4 | | |
| | OCDD | 10 | 46 | 24 | 11 | | |
| ジベンゾフラン | 2,3,7,8-TeCDF | N.D. | 1.6 | (0.3) | 2.2 | | |
| | 1,2,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDF | N.D. | 1.4 | N.D. | 2.1 | | |
| | 2,3,4,7,8-PeCDF | 1.3 | 54 | 8.0 | 4.3 | | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDF | (1.4) | 10 | (1.6) | 4.1 | | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDF | (1.5) | 11 | (1.6) | 2.0 | | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | | |
| | 2,3,4,6,7,8-HxCDF | (0.7) | 11 | (1.7) | 2.6 | | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 1.6 | 4.6 | (1.1) | 2.1 | | |
| | 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | N.D. | (1.2) | N.D. | N.D. | | |
| OCDF | N.D. | (1) | N.D. | N.D. | | | |
| コホナーPCB | ノンオルト | 3,4,4',5-TeCB(#81) | N.D. | 520 | 25 | 3.4 | |
| | | 3,3',4,4'-TeCB(#77) | 2.5 | 580 | 30 | 14 | |
| | | 3,3',4,4',5-PeCB(#126) | (1.3) | 2100 | 110 | 81 | |
| | | 3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169) | 5.8 | 310 | 28 | 45 | |
| | モノオルト | 2',3,4,4',5-PeCB(#123) | 50 | 9000 | 360 | (40) | |
| | | 2,3',4,4',5-PeCB(#118) | 3200 | 510000 | 22000 | 4000 | |
| | | 2,3,3',4,4'-PeCB(#105) | 510 | 140000 | 5600 | 1600 | |
| | | 2,3,4,4',5-PeCB(#114) | 160 | 8100 | 360 | 110 | |
| | | 2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167) | 160 | 34000 | 1100 | 360 | |
| | | 2,3,3',4,4',5-HxCB(#156) | 940 | 69000 | 2400 | 1100 | |
| | | 2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157) | 210 | 17000 | 560 | 40 | |
| | | 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189) | 90 | 5700 | 160 | 380 | |
| | | TEQ PCDDs総和 (pg-TEQ/g) | | 0.030 | 62 | 4.8 | 3.8 |
| | | TEQ PCDFs総和 (pg-TEQ/g) | | 0.067 | 30 | 4.0 | 3.4 |
| TEQ Co-PCBs総和 (pg-TEQ/g) | | 1.1 | 330 | 16 | 9.8 | | |
| TEQ (PCDD/DFs+Co-PCBs)総和 (pg-TEQ/g) | | 1.8 | 420 | 25 | 17 | | |
| 同族体 | ダイオキシン | TeCDDs総和 | (0.4) | 18 | 1.5 | 1.9 | |
| | | PeCDDs総和 | (0.5) | 42 | 3.5 | 1.8 | |
| | | HxCDDs総和 | 2.2 | 31 | 4.2 | 5.1 | |
| | | HpCDDs総和 | 3.1 | 20 | 6.1 | 7.2 | |
| | | OCDD | 10 | 46 | 24 | 11 | |
| | | PCDDs総和 | 16 | 160 | 39 | 27 | |
| | ジベンゾフラン | TeCDFs総和 | N.D. | 3.0 | 0.3 | 2.2 | |
| | | PeCDFs総和 | 1.3 | 63 | 8.0 | 6.5 | |
| | | HxCDFs総和 | 3.6 | 39 | 4.9 | 8.8 | |
| | | HpCDFs総和 | 2.2 | 11 | 1.8 | 2.8 | |
| | | OCDF | N.D. | (1) | N.D. | N.D. | |
| | | PCDFs総和 | 7.1 | 120 | 15 | 20 | |
| | | (PCDDs+PCDFs)総和 | | 23 | 270 | 54 | 47 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D.", 検出下限以上定量下限未満の場合は括弧付きで表示

表-48 ポリ臭素化ジフェニルエーテル測定結果(野生生物) 単位：ng/g

| 分析項目 | B 地域 | その他 | | |
|------------------------|-------------|------------|------------|-------------|
| | カラス (肝臓) | トビ (脂肪) | トビ (肝臓) | タヌキ (脂肪) |
| 2,4,4'-TrBDE | N.D. | 6.7 | 0.29 | 0.08 |
| 2,2'4,4'-TeBDE | 0.19 | 120 | 4.1 | 1.3 |
| 2,2',4,4',6-PeBDE | 0.5 | 20 | 0.6 | 0.2 |
| 2,2',4,4',5-PeBDE | 2.0 | 9.4 | N.D. | 0.7 |
| 2,2',4,4',5,6'-HxBDE | 0.4 | 13 | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,5'-HxBDE | 1.1 | 12 | N.D. | 0.7 |
| 2,2',3,4,4',5,6'-HpBDE | N.D. | 1.5 | N.D. | N.D. |
| DeBDE | 0.9 | 1.7 | N.D. | 1.1 |

まとめ及び考察

モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類について、カウウ(胸筋)、トビ(筋肉)及びタヌキ(脂肪)以外はすべて不検出であった。検出された同族体はMoB-TrCDD、MoB-TeCDD/DF及びMoB-PeCDFであった。測定した2,3,7,8-異性体では、検出された異性体はなかった。

ポリ臭素化ダイオキシン類は、同族体の総和でN.D.～1.1 pg/gの範囲であり、最大はカラス(肝臓)であった。同族体分布は、検出された試料ではおおむねTeBDD、TeBDF、PeBDF及びHxBDFが検出されており、HxBDDが検出されたカラス(肝臓)以外PeBDD及びHxBDDは検出されなかった(図-51)。測定した2,3,7,8-異性体では、A地域のドバト、トビ(筋肉)及びタヌキ(筋肉)から2,3,7,8-TeBDFが、タヌキ(脂肪)から2,3,7,8-TeBDD及び2,3,7,8-TeBDFが、カウウ(胸筋)から2,3,7,8-TeBDD及び2,3,4,7,8-PeBDFが、カラス(筋肉)から2,3,4,7,8-PeBDFが、カラス(肝臓)から2,3,7,8-TeBDF及び2,3,4,7,8-PeBDFが検出された。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類との相関を調べるためモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体の総和とポリ臭素化ダイオキシン類同族体の総和でプロットしたところ相関係数 0.5402であった(図-52)。

ポリ臭素化ジフェニルエーテルは、多くの異性体が検出され、大気や土壤等と比べDeBDEの割合が低かった。

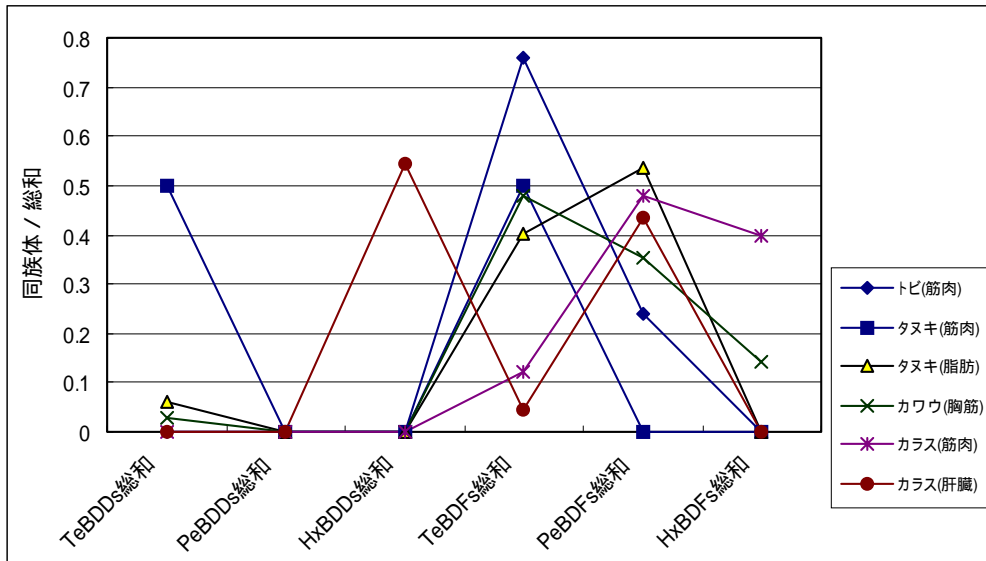


図-51 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布 (野生生物)

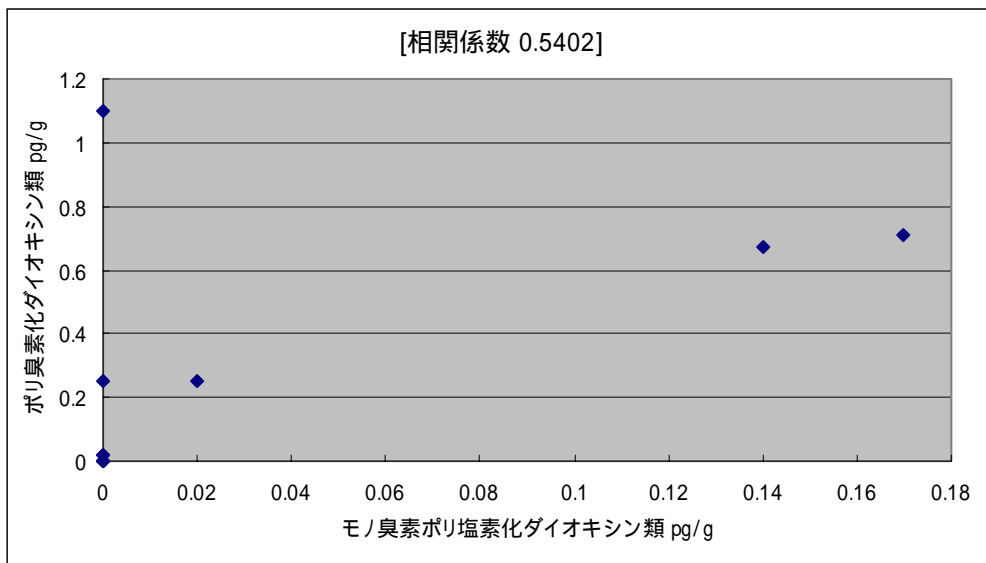


図-52 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和とポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関 (野生生物)

(9) 食事試料

食事試料中の臭素系ダイオキシン類の測定結果を表-49 に、(塩素化)ダイオキシン類の測定結果を表-50 に示した。また、ポリ臭素化ジフェニルエーテルの測定結果を表-51 に示した。

表-49 臭素系ダイオキシン類測定結果(食事試料) 単位: pg/g

| 分析項目 | A 地域 | | B 地域 | | C 地域 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 42 歳男性 | 33 歳女性 | 53 歳女性 | 44 歳女性 | 65 歳男性 |
| 2-MoB-3,7,8-TrCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2-MoB-3,6,7,8,9-PeCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,6,7,8,9-HxCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 3-MoB-2,7,8-TrCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1-MoB-2,3,7,8-TeCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TrCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-TeCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-PeCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HxCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| MoB-HpCDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| (MoBPCDDs+MoBPCDFs)総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-/ 1,2,3,6,7,8-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8,9-HxBDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,7,8-TeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,3,4,7,8-PeBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1,2,3,4,7,8-HxBDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDDs総和 | 0.024 | 0.012 | 0.009 | 0.051 | N.D. |
| PeBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDDs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| TeBDFs総和 | 0.015 | 0.022 | 0.029 | 0.010 | 0.009 |
| PeBDFs総和 | N.D. | 0.008 | N.D. | N.D. | N.D. |
| HxBDFs総和 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| (PBDDs+PBDFs)総和 | 0.039 | 0.042 | 0.038 | 0.061 | 0.009 |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D."で表示

表-50 (塩素化)ダイオキシン類測定結果(食事試料) 単位: pg/g

| 分析項目 | | A地域 | | B地域 | | C地域 | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------|-------|---------|---------|-------|------|
| | | 42歳男性 | 33歳女性 | 53歳女性 | 44歳女性 | 65歳男性 | | |
| ダイオキシン | 2,3,7,8-TeCDD | N.D. | 0.002 | 0.003 | N.D. | N.D. | | |
| | 1,3,6,8-TeCDD | 0.075 | 0.050 | 0.091 | 0.23 | 0.023 | | |
| | 1,3,7,9-TeCDD | 0.018 | 0.013 | 0.028 | 0.030 | 0.007 | | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDD | 0.004 | 0.003 | 0.008 | N.D. | N.D. | | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDD | N.D. | 0.005 | N.D. | 0.005 | N.D. | | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDD | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 0.013 | 0.022 | 0.018 | 0.040 | 0.015 | | |
| | OCDD | 0.25 | 0.13 | 0.18 | 0.25 | 0.12 | | |
| ジベンゾフラン | 2,3,7,8-TeCDF | 0.005 | 0.035 | 0.057 | 0.003 | 0.004 | | |
| | 1,2,7,8-TeCDF | 0.003 | 0.004 | 0.005 | N.D. | N.D. | | |
| | 1,2,3,7,8-PeCDF | 0.003 | 0.007 | 0.014 | N.D. | N.D. | | |
| | 2,3,4,7,8-PeCDF | 0.007 | 0.014 | 0.030 | 0.005 | 0.005 | | |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 0.004 | N.D. | 0.005 | N.D. | N.D. | | |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDF | N.D. | N.D. | 0.005 | N.D. | N.D. | | |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | | |
| | 2,3,4,6,7,8-HxCDF | N.D. | 0.004 | N.D. | N.D. | N.D. | | |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 0.006 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | N.D. | | |
| | 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | | |
| | OCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | | |
| コプリナーPCB | ノンオルト | 3,4,4',5-TeCB(#81) | 0.022 | 0.041 | 0.12 | 0.008 | 0.009 | |
| | | 3,3',4,4'-TeCB(#77) | 0.23 | 1.4 | 2.0 | 0.12 | 0.087 | |
| | | 3,3',4,4',5-PeCB(#126) | 0.17 | 0.42 | 0.58 | 0.040 | 0.042 | |
| | | 3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169) | 0.038 | 0.050 | 0.094 | 0.009 | 0.013 | |
| | | | | | | | | |
| | モノオルト | 2',3,4,4',5-PeCB(#123) | 0.2 | 0.7 | 1.2 | 0.1 | N.D. | |
| | | 2,3',4,4',5-PeCB(#118) | 6.0 | 66 | 60 | 4.8 | 3.7 | |
| | | 2,3,3',4,4'-PeCB(#105) | 2.2 | 22 | 20 | 1.5 | 1.3 | |
| | | 2,3,4,4',5-PeCB(#114) | 0.2 | 0.8 | 1.5 | 0.2 | N.D. | |
| | | 2,3',4,4',5,5'-HxCB(#167) | 0.6 | 4.7 | 3.2 | 0.3 | 0.2 | |
| | | 2,3,3',4,4',5-HxCB(#156) | 1.1 | 7.7 | 5.8 | 0.62 | 0.4 | |
| | | 2,3,3',4,4',5'-HxCB(#157) | 0.34 | 2.0 | 1.7 | 0.17 | 0.2 | |
| | | 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189) | 0.20 | 0.91 | 0.6 | 0.12 | N.D. | |
| | | | | | | | | |
| TEQ PCDDs総和 (pg-TEQ/g) | | 0.0042 | 0.0057 | 0.011 | 0.00093 | 0.00016 | | |
| TEQ PCDFs総和 (pg-TEQ/g) | | 0.0046 | 0.011 | 0.022 | 0.0029 | 0.0029 | | |
| TEQ Co-PCBs総和 (pg-TEQ/g) | | 0.019 | 0.057 | 0.072 | 0.0053 | 0.0051 | | |
| TEQ (PCDD/DFs+Co-PCBs)総和 (pg-TEQ/g) | | 0.028 | 0.074 | 0.11 | 0.0090 | 0.0082 | | |
| 同族体 | ダイオキシン | TeCDDs総和 | 0.093 | 0.075 | 0.15 | 0.27 | 0.030 | |
| | | PeCDDs総和 | 0.022 | 0.020 | 0.039 | 0.015 | 0.009 | |
| | | HxCDDs総和 | 0.008 | 0.024 | 0.019 | 0.017 | N.D. | |
| | | HpCDDs総和 | 0.013 | 0.041 | 0.035 | 0.049 | 0.026 | |
| | | OCDD | 0.25 | 0.13 | 0.18 | 0.25 | 0.12 | |
| | | PCDDs総和 | 0.39 | 0.29 | 0.42 | 0.60 | 0.19 | |
| | ジベンゾフラン | TeCDFs総和 | 0.052 | 0.14 | 0.20 | 0.014 | 0.020 | |
| | | PeCDFs総和 | 0.022 | 0.055 | 0.097 | 0.010 | 0.008 | |
| | | HxCDFs総和 | 0.018 | 0.004 | 0.025 | 0.005 | N.D. | |
| | | HpCDFs総和 | 0.006 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | N.D. | |
| | | OCDF | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | |
| | | PCDFs総和 | 0.098 | 0.21 | 0.33 | 0.036 | 0.028 | |
| | | (PCDDs+PCDFs)総和 | | 0.48 | 0.50 | 0.75 | 0.64 | 0.21 |
| | | | | | | | | |

実測濃度が検出下限未満の場合は"N.D."で表示

表-51 ポリ臭素化ジフェニルエーテル測定結果(食事試料) 単位: ng/g

| 分析項目 | A地域 | | B地域 | | C地域 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 42歳男性 | 33歳女性 | 53歳女性 | 44歳女性 | 65歳男性 |
| 2,4,4'-TrBDE | N.D. | N.D. | 0.01 | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4'-TeBDE | N.D. | 0.03 | 0.05 | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',6-PeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5-PeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,6'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',4,4',5,5'-HxBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2,2',3,4,4',5,6'-HpBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| DeBDE | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |

まとめ及び考察

モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類はすべて不検出であった。

ポリ臭素化ダイオキシン類は、同族体の総和で0.009~0.061 pg/g(平均 0.038pg/g)の範囲であった。同族体はTeBDD及びTeBDFが検出されており、1試料(A地域33歳女性)のみPeBDFが検出された(図-53)。測定した2,3,7,8-異性体では、検出された異性体はなかった。

(塩素化)ダイオキシン類は、毒性等量で0.0082~0.11 pg-TEQ/g(平均 0.046 pg-TEQ/g)であった。今回の結果を使って算出した1日摂取量を表-52に示した。全試料で耐容1日摂取量(TDI)の4pg-TEQ/kg/dayを下回った。

ポリ臭素化ジフェニルエーテルは、2,4,4'-TrBDE及び2,2',4,4'-TeBDEが検出され、大気や土壌等で主要成分であったDeBDEは検出されなかった。

表-52 (塩素化)ダイオキシン類の1日摂取量(臭素系は含まない)

| | A地域 | | B地域 | | C地域 |
|----------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | 42歳男性 | 33歳女性 | 53歳女性 | 44歳女性 | 65歳男性 |
| 合計食事摂取量(g)* | 7,742 | 8,000 | 4,770 | 4,318 | 7,856 |
| TEQ(pg-TEQ/g) | 0.028 | 0.074 | 0.11 | 0.0090 | 0.0082 |
| ダイオキシン類摂取量(pg-TEQ)* | 217 | 592 | 525 | 38.9 | 64.4 |
| 体重(kg) | 72 | 52 | 57 | 58 | 65 |
| 1日摂取量(pg-TEQ/kg/day) | 1.0 | 3.8 | 3.1 | 0.22 | 0.33 |

* : 3日間の総量

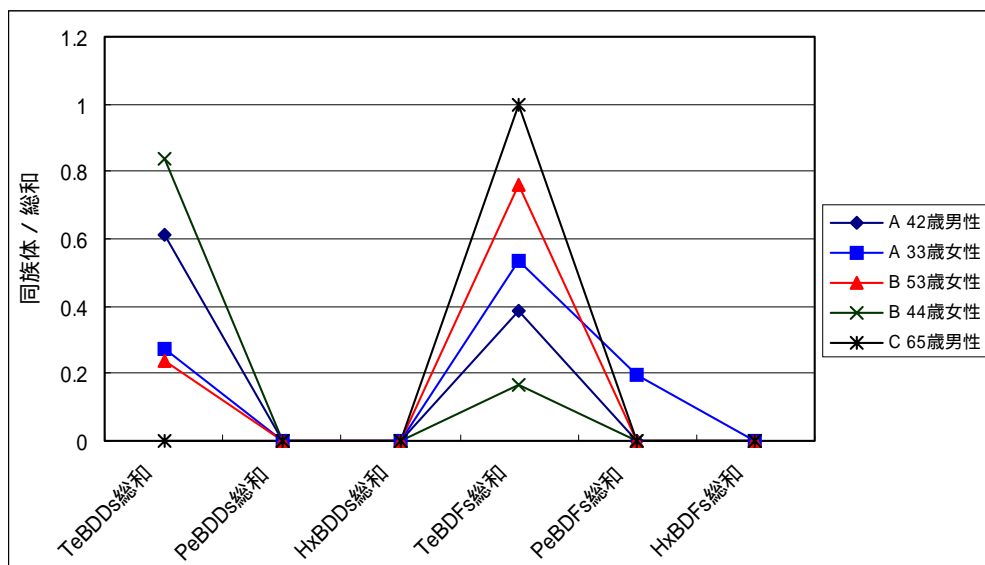


図-53 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布（食事試料）

6 まとめ

今回の調査において、大気、降下ばいじん、土壌、底質等の環境試料から臭素系ダイオキシン類であるモノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類及びポリ臭素化ダイオキシン類が検出された。平成13年度は平成12年度より検出感度を向上させたことにより、水質及び地下水からも低濃度ではあるが検出され、環境中に広く存在することが明らかとなった。

今後、臭素系ダイオキシン類の高感度分析法やより多くの2,3,7,8-位置換体分析法の開発を行うとともに、臭素系ダイオキシン類の環境中での蓄積状況等をより詳細に把握するため、継続して調査を実施する必要がある。

<参考>

1. 経路別個人暴露量について

臭素系ダイオキシン類の毒性等量（TEQ）は国際的にも決まっていないが、WHO環境保健クライテリアによれば臭素系ダイオキシン類について「塩素系のダイキシン類の毒性等価係数を当面使用することは妥当と思われる。」としている。モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類（MoBPCDDs、MoBPCDFs）及びポリ臭素化ダイオキシン類（PBDDs、PBDFs）の2,3,7,8-置換体の異性体数を表-53に示した。今回測定した2,3,7,8-置換体はこれらの一部であったが、MoBPCDDs、MoBPCDFs、PBDDs及びPBDFsについてそれぞれ対応する（塩素化）ダイオキシン類の毒性等価係数〔WHO-TEF（1998）〕を用いて毒性等量（TEQ）を算出し、経路別個人暴露量の推計を試みた。大気経由の推計暴露量は大気中の濃度をもとに体重50kg、1日呼吸量15m³を用いた。また、土壌経由の暴露量は土壌中の濃度を用いて体重50kg、1日当りの土壌摂取量を100mg（大人）とした。なお、検出下限未満を「0」及び検出下限の1/2として算出した。また、調査していない項目については「0」として算出した。表-54～56に大気、土壌及び食事試料の臭素系ダイオキシン類の毒性等量（TEQ）を示した。

表-53 臭素系ダイオキシン類の2,3,7,8-置換体数

| 置換体 | PBDDs | PBDFs | MoBPCDDs | MoBPCDFs |
|---------|-------|-------|----------|----------|
| 四ハロゲン化体 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 五ハロゲン化体 | 1 | 2 | 5 | 10 |
| 六ハロゲン化体 | 3 | 4 | 9 | 18 |
| 七ハロゲン化体 | 1 | 2 | 7 | 14 |
| 八ハロゲン化体 | 1 | 1 | 2 | 4 |

表-54 臭素系ダイオキシン類のTEQ換算値（大気）

単位：pg-TEQ/m³

| | A地域 | | | B地域 | | | C地域 |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 |
| MoBPCDDs | 0.010 (0.015) | 0.0013 (0.0068) | 0.0014 (0.0069) | 0 (0.0056) | 0.00031 (0.0058) | 0 (0.0056) | 0 (0.0056) |
| MoBPCDFs | 0.0036 (0.0037) | 0.0017 (0.0018) | 0.0017 (0.0018) | 0.0007 (0.00083) | 0.0007 (0.00083) | 0.0007 (0.00083) | 0 (0.00038) |
| MoBPCDDs+ MoBPCDFs | 0.014 (0.019) | 0.0030 (0.0086) | 0.0031 (0.0087) | 0.0007 (0.0064) | 0.0010 (0.0066) | 0.0007 (0.0064) | 0 (0.0060) |
| PBDDs | 0 (0.013) | 0 (0.013) | 0 (0.013) | 0 (0.013) | 0 (0.013) | 0 (0.013) | 0 (0.013) |
| PBDFs | 0.0022 (0.0075) | 0 (0.0055) | 0.0065 (0.0093) | 0.0011 (0.0064) | 0.029 (0.029) | 0.012 (0.015) | 0 (0.0055) |
| PBDDs+ PBDFs | 0.0022 (0.020) | 0 (0.018) | 0.0065 (0.022) | 0.0011 (0.019) | 0.029 (0.042) | 0.012 (0.027) | 0 (0.018) |
| total 臭素系ダイオキシン類 | 0.016 (0.039) | 0.0030 (0.027) | 0.0096 (0.030) | 0.0018 (0.025) | 0.030 (0.048) | 0.013 (0.034) | 0 (0.024) |

検出下限未満の場合、上段は「0」、下段（ ）内は検出下限の1/2で算出したもの。

表-55 臭素系ダイオキシン類のTEQ換算値(土壌)

単位: pg-TEQ/g

| | A地域 | | | | | B地域 | | | C地域 |
|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------|-----------------|------------------|--------------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B4 | B5 | B6 | C2 |
| MoBPCDDs | 0.23 (0.46) | 0.044 (0.27) | 0.011 (0.24) | 0.0008 (0.23) | 0.021 (0.25) | 0 (0.23) | 0.42 (0.55) | 0.0004 (0.23) | 0 (0.23) |
| MoBPCDFs | 0 (0.015) | 0.03 (0.035) | 0 (0.015) | 0 (0.015) | 0 (0.015) | 0 (0.015) | 0.05 (0.055) | 0.03 (0.035) | 0 (0.015) |
| MoBPCDDs+ MoBPCDFs | 0.23 (0.47) | 0.074 (0.30) | 0.011 (0.25) | 0.0008 (0.25) | 0.021 (0.26) | 0 (0.25) | 0.47 (0.60) | 0.030 (0.27) | 0 (0.25) |
| PBDDs | 0 (0.55) | 0 (0.55) | 0 (0.55) | 0 (0.55) | 0 (0.55) | 0 (0.55) | 0 (0.55) | 0 (0.55) | 0 (0.55) |
| PBDFs | 0 (0.25) | 0.05 (0.29) | 0 (0.25) | 0 (0.25) | 0 (0.25) | 0 (0.25) | 0.35 (0.49) | 0 (0.25) | 0 (0.25) |
| PBDDs+ PBDFs | 0 (0.80) | 0.05 (0.84) | 0 (0.80) | 0 (0.80) | 0 (0.80) | 0 (0.80) | 0.35 (1.0) | 0 (0.80) | 0 (0.80) |
| total 臭素系ダイオキシン類 | 0.23 (1.3) | 0.12 (1.1) | 0.011 (1.0) | 0.0008 (1.0) | 0.021 (1.1) | 0 (1.0) | 0.82 (1.6) | 0.030 (1.1) | 0 (1.0) |

検出下限未満の場合、上段は「0」、下段()内は検出下限の1/2で算出したもの。

表-56 臭素系ダイオキシン類のTEQ換算(食事試料)

単位: pg-TEQ/g

| | A地域 | | B地域 | | C地域 |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 42歳男性 | 33歳女性 | 53歳女性 | 44歳女性 | 65歳男性 |
| MoBPCDDs | 0 (0.0045) | 0 (0.0045) | 0 (0.0045) | 0 (0.0045) | 0 (0.0045) |
| MoBPCDFs | 0 (0.0003) | 0 (0.0003) | 0 (0.0003) | 0 (0.0003) | 0 (0.0003) |
| MoBPCDDs+ MoBPCDFs | 0 (0.0048) | 0 (0.0048) | 0 (0.0048) | 0 (0.0048) | 0 (0.0048) |
| PBDDs | 0 (0.01) | 0 (0.01) | 0 (0.01) | 0 (0.01) | 0 (0.01) |
| PBDFs | 0 (0.0044) | 0 (0.0044) | 0 (0.0044) | 0 (0.0044) | 0 (0.0044) |
| PBDDs+ PBDFs | 0 (0.014) | 0 (0.014) | 0 (0.014) | 0 (0.014) | 0 (0.014) |
| total 臭素系ダイオキシン類 | 0 (0.019) | 0 (0.019) | 0 (0.019) | 0 (0.019) | 0 (0.019) |

検出下限未満の場合、上段は「0」、下段()内は検出下限の1/2で算出したもの。

1) 検出下限未満を「0」とした場合

推計暴露量について表-57～60に示した。

表-57 大気経由の暴露量

| 調査地点 | A 地域 | | | B 地域 | | | C 地域 |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|------|
| | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 |
| 臭素系ダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/m ³) | 0.016 | 0.0030 | 0.0096 | 0.0018 | 0.030 | 0.013 | 0 |
| 下段：地域平均 | 0.0095 | | | 0.015 | | | 0 |
| 1日当り呼吸量 (m ³) | 15 | | | | | | |
| 体重 (kg) | 50 | | | | | | |
| 大気経由暴露量 (pg-TEQ/kg/日) | 0.0029 | | | 0.0045 | | | 0 |

表-58 土壌経由の暴露量

| 調査地点 | A 地域 | | | | | B 地域 | | | C 地域 |
|-------------------------|---------|------|-------|--------|-------|---------|------|-------|------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B1 | B2 | B3 | C1 |
| 臭素系ダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/g) | 0.23 | 0.12 | 0.011 | 0.0008 | 0.021 | 0 | 0.82 | 0.030 | 0 |
| 下段：地域平均 | 0.077 | | | | | 0.28 | | | 0 |
| 1日当り摂取量 (mg) | 100 | | | | | | | | |
| 体重 (kg) | 50 | | | | | | | | |
| 土壌経由暴露量 (pg-TEQ/kg/日) | 0.00015 | | | | | 0.00056 | | | 0 |

表-59 食事経由の暴露量

| 調査地点 | A 地域 | | B 地域 | | C 地域 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 42歳男性 | 33歳女性 | 53歳女性 | 44歳女性 | 65歳男性 |
| 臭素系ダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/g) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1日当り摂取量 (g) | 2,581 | 2,667 | 1,590 | 1,439 | 2,619 |
| 体重 (kg) | 72 | 52 | 57 | 58 | 65 |
| 食事経由暴露量 (pg-TEQ/kg/日) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 下段：地域平均 | 0 | | 0 | | 0 |

表-60 各地域の推計暴露量

| | 大気経由 (pg-TEQ/kg/日) | 土壌経由 (pg-TEQ/kg/日) | 食事経由 (pg-TEQ/kg/日) | 総和 (pg-TEQ/kg/日) |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| A 地域 | 0.0029 | 0.00015 | 0 | 0.0031 |
| B 地域 | 0.0045 | 0.00056 | 0 | 0.0051 |
| C 地域 | 0 | 0 | 0 | 0 |

- 2) 検出下限未満を検出下限の1/2とした場合
推計暴露量について表-61～64に示した。

表-61 大気経由の暴露量

| 調査地点 | A 地域 | | | B 地域 | | | C 地域 |
|---------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 |
| 臭素系ダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/m ³) | 0.039 | 0.027 | 0.030 | 0.025 | 0.048 | 0.034 | 0.024 |
| 下段：地域平均 | 0.032 | | | 0.036 | | | 0.024 |
| 1日当り呼吸量 (m ³) | 15 | | | | | | |
| 体重 (kg) | 50 | | | | | | |
| 大気経由暴露量 (pg-TEQ/kg/日) | 0.0096 | | | 0.011 | | | 0.0072 |

表-62 土壌経由の暴露量

| 調査地点 | A 地域 | | | | | B 地域 | | | C 地域 |
|-------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|--------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B1 | B2 | B3 | C1 |
| 臭素系ダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/g) | 1.3 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 1.6 | 1.1 | 1.0 |
| 下段：地域平均 | 1.1 | | | | | 1.2 | | | 1.0 |
| 1日当り摂取量 (mg) | 100 | | | | | | | | |
| 体重 (kg) | 50 | | | | | | | | |
| 土壌経由暴露量 (pg-TEQ/kg/日) | 0.0022 | | | | | 0.0024 | | | 0.0020 |

表-63 食事経由の暴露量

| 調査地点 | A 地域 | | B 地域 | | C 地域 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 42歳男性 | 33歳女性 | 53歳女性 | 44歳女性 | 65歳男性 |
| 臭素系ダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/g) | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 |
| 1日当り摂取量 (g) | 2,581 | 2,667 | 1,590 | 1,439 | 2,619 |
| 体重 (kg) | 72 | 52 | 57 | 58 | 65 |
| 食事経由暴露量 (pg-TEQ/kg/日) | 0.68 | 0.97 | 0.53 | 0.47 | 0.77 |
| 下段：地域平均 | 0.83 | | 0.50 | | 0.77 |

表-64 各地域の推計暴露量

| | 大気経由 (pg-TEQ/kg/日) | 土壌経由 (pg-TEQ/kg/日) | 食事経由 (pg-TEQ/kg/日) | 総和 (pg-TEQ/kg/日) |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| A 地域 | 0.0096 | 0.0022 | 0.83 | 0.84 |
| B 地域 | 0.011 | 0.0024 | 0.50 | 0.51 |
| C 地域 | 0.0072 | 0.0020 | 0.77 | 0.78 |

まとめ

検出下限値未満を「0」として推計した場合、臭素系ダイオキシン類の推計暴露量は0~0.0051 pg-TEQ/kg/日と非常に低い結果になった。(塩素化)ダイオキシン類では食事経由の暴露がほとんどであるが、食事時の臭素系ダイオキシン類はすべて検出下限未満であったため、食事経由の推計暴露量は0 pg-TEQ/kg/日であった。しかし、検出下限未満を検出下限値の1/2として見積り、推計した場合、0.51~0.84 pg-TEQ/kg/日となり、耐容1日摂取量(4 pg-TEQ/kg/日)の13~21%を占めることになる。平成12年度の調査では1.3~1.8 pg-TEQ/kg/日であり、平成13年度の調査結果の方が低い。これは検出感度を向上させ、検出下限を下げた影響であると考えられる。従って、より高感度の測定方法により実際の濃度を反映した状況を把握する必要がある。