

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	2,3,7,8-TeCDF	
		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 3,3',4,4'-テトラクロビフェニル	3,4,4',5-TeCB(#81) 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。

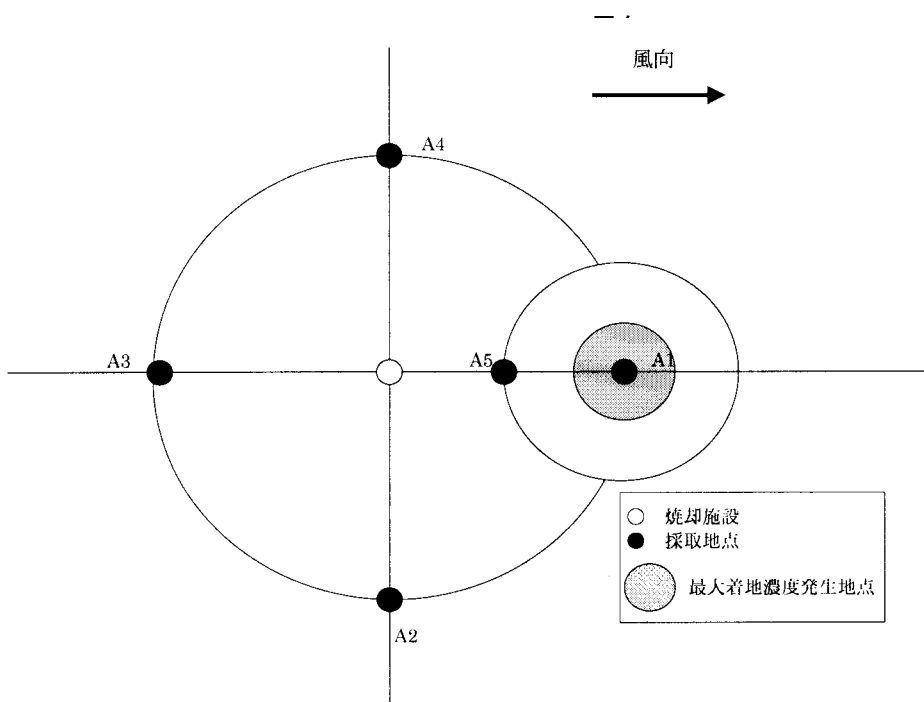
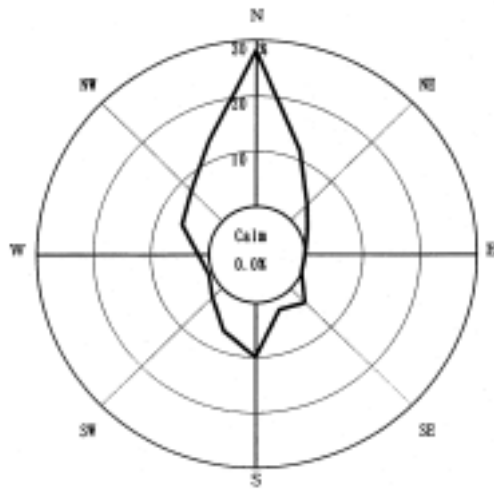


図-1 A地域における試料採取地点の設定

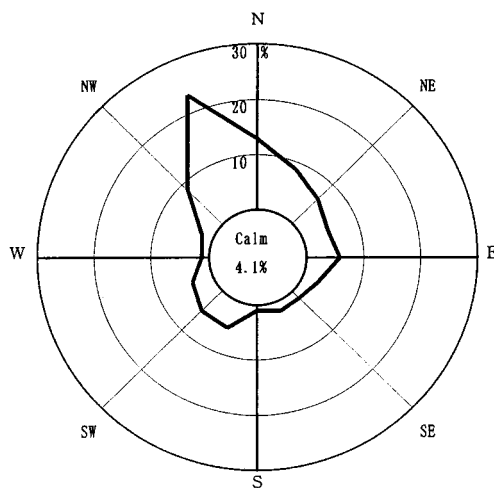
表-5 大気試料の概況

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



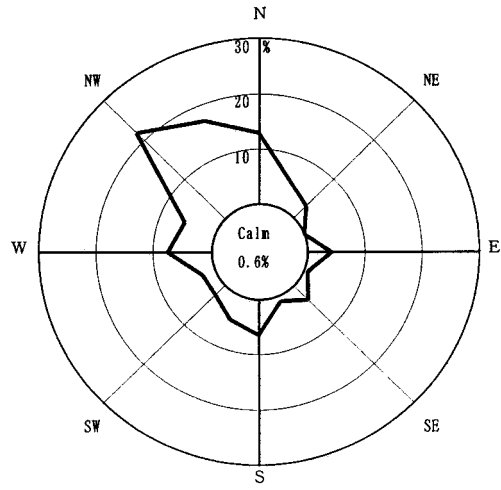
平成14年2月18日～2月25日
 平均風速：2.2 m/s

図-2 A地域A1地点の風配図



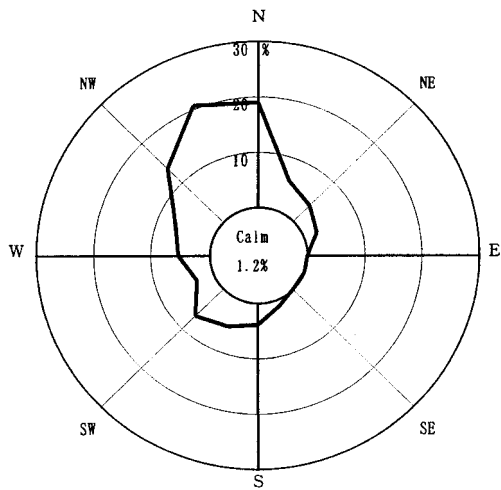
平成14年2月18日～2月25日
 平均風速：1.7 m/s

図-3 A地域A2地点の風配図



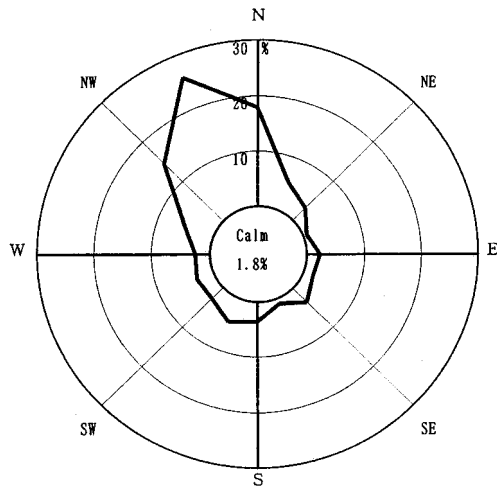
平成14年2月18日～2月25日
 平均風速：2.0 m/s

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

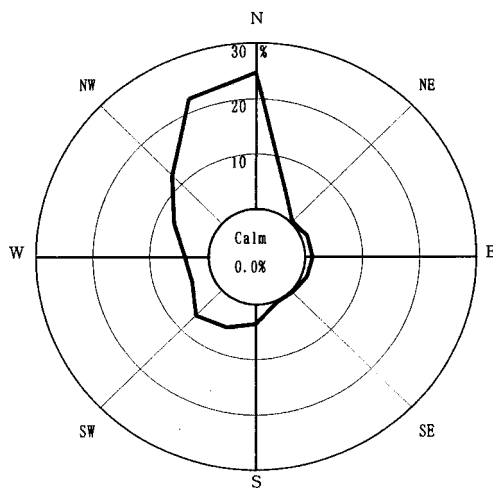
図-5 B地域B1地点の風配図



平成14年1月22日～1月29日

平均風速：2.4 m/s

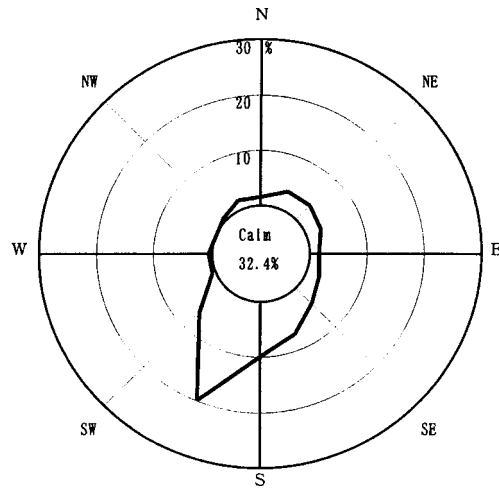
図-6 B地域B2地点の風配図



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、卵、チーズ、ジャム、キウイ、スッ ケンドウ、からしマネズ) アーモンド トマトジュース	トースト (食パン、卵、チーズ、ジャム、キウイ、スッ ケンドウ、からしマネズ) 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、卵、チーズ、ジャム、キウイ、スッ ケンドウ、からしマネズ) 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、杓苳、ササゲ、イモ、 エンドウ) そら豆塩茹で シイタケの卵とじ (シイタケ、カボチャ、鶏卵) ミカ	肉まん 北ギョウザ 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 (加入) 杓苳の胡麻和え (杓苳、胡麻) 煮物 (ゴボウ、コシカ、油揚げ) 焼き厚揚げ サラダ (レタス、トマト、タバコ、ニンジン、マネズ) アーモンド	ご飯 (米) 味噌汁 (ダイコン、ニンジン、ササゲ、アツ、ササ、酒 粕) おでん (ねりもの、鶏卵、がんも、ダイコン、コ シカ、ジャガイロ、昆布) 漬物 (大根、シ、キウイ) アーモンド	炊きこみご飯 (米、ニンジン、油揚げ、杓苳貝 柱) 味噌汁 (豆腐、ササ) ポテトサラダ (ジャガイロ、キウイ、ニンジン、マネズ) もやし紫蘇サラダ (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) ビジキの煮物 (ビジキ、ダイコン、コシカ、ニンジン、油 揚げ) 漬物 (キウイ)、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、バナナケーキ 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) 北シメジ ウイナソーセージ 浅漬 (キウイ、セリ)	ご飯 (米) 味噌汁 (わか、油揚げ) ポテトサラダ (パレソ、キウイ、ニンジン、加工ホコ) 春巻き (タノ、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 (サ) 冷奴 (豆腐、シラス干し) サラダ (卵、杓苳、マネズ) 佃煮 (サ)
ご飯 (米) 焼き魚 (鮭) コウ (パレソ、タサ、豚肉) 煮物 (タノ、コシカ、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、タサ、キノコ、ニンジン) 卵とじ (杓苳、鶏卵) 海苔	ご飯 (米) マボウ - 茄子 (タ、豚肉) アヒ (白身魚) 筑前煮 (レンコ、ゴボウ、ササ、ニンジン) 松ツ (鶏卵) ブドウ
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、タサ、シ、シ) 野菜炒め (アツ、カボツ) 焼き鳥 (鶏肉) 干し柿	ご飯 (米) とんかつ (豚肉、キャベツ、タサ) 杓苳汁 (タサ、ニンジン、パレソ、干しタ、 豚肉) ビジキ煮物 (ビジキ、ニンジン、コシカ、油揚げ) 高菜漬炒め (高菜、胡麻、シカ) プリン	ちゃんぽん (麵、キャベツ、イ、ニンジン、さつま 揚げ、加工ホコ、イ、北) コシカ (コシカ、イ、豚肉、シ) グレープフルーツ
ヨーグルト、フルーツ菓子、のど飴 ほうじ茶 コーヒ 茶	せんべい、フルーツ菓子、飴玉 野菜ジュース ほうじ茶 コーヒ 茶	レーズンパイ、ビスケット、飴玉 ほうじ茶 コーヒ 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 ヨーヨー	トースト (パン、ジャム) ヨーヨー	
うどん (うどん、かき揚げ、肴) 漬物 (キャウリ) 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 (キャウリ) 卵焼き (鶏卵) 納豆
ご飯 (米) ギョウザ (キャウリ、豚肉、コ) 煮物 (キャウリ) 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 (刺身、胡麻) ブリの照り焼き ブロッコリー、トマト
ヨーヨー 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 (キャウリ、トマト、ドレッシング) ゆで卵 (鶏卵) 牛乳 リンゴのヨーヨー (リンゴ、砂糖、バター)	豆もち 卵焼き (鶏卵) サラダ (パピリー、アサダ、キャウリ、トマト、ドレッシング)	ご飯 (米) ミートローフ (牛肉) サラダ (トマト、キャウリ、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、ピー、かぼち、ニンジン、シイタケ、鶏卵) 卵焼き (鶏卵) ピーフライ (ピー)、キクラゲ (ゴボウ) フライ (白身魚、豚肉) サラダ (パピリー、アサダ、キャウリ、トマト、ドレッシング)	サドイチ (パン、鶏卵、マホー) ヨーヨー ボンカン
ちらしずし (米、リンゴ、ピー、かぼち、ニンジン、シイタケ、鶏卵) ハマグリのおひたし (ハマグリ) キクラゲ (ゴボウ) アスパラ菜のおひたし (アスパラ菜、かぼち) 和風ステーキ (牛肉、肴、ニンニク) 漬物 (白菜)	うどん (うどん、肴) ピーフライ (海老) 煮物 (豚肉、シイタケ、リンゴ、サトウ、シイタケ、ニンジン、ゴボウ) ボンカン、アスパラガス 漬物 (白菜)	ご飯 (米) 味噌汁 (かき揚げ、肴) かき揚げ (肴) 酢の物 (キャウリ、アサダ、味噌) アサダのしょうが炒め (アサダ、ショウガ) ダイコンの漬物
ビール ヨーヨー	緑茶 ヨーヨー 牛乳 飴	ヨーヨー

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、袷、わか) 小松菜、ニンジン、ゴボウ 漬物(ダイコン)	ご飯(米) 味噌汁(杓苺、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、袷、わか、豆腐) 杓苺、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(杓苺、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、袷、わか) 魚(アジ) 煮物(ダイコン、ササゲ、コンヤク) ミカ
ご飯(米) 味噌汁(白菜、袷、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、コンヤク) 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。

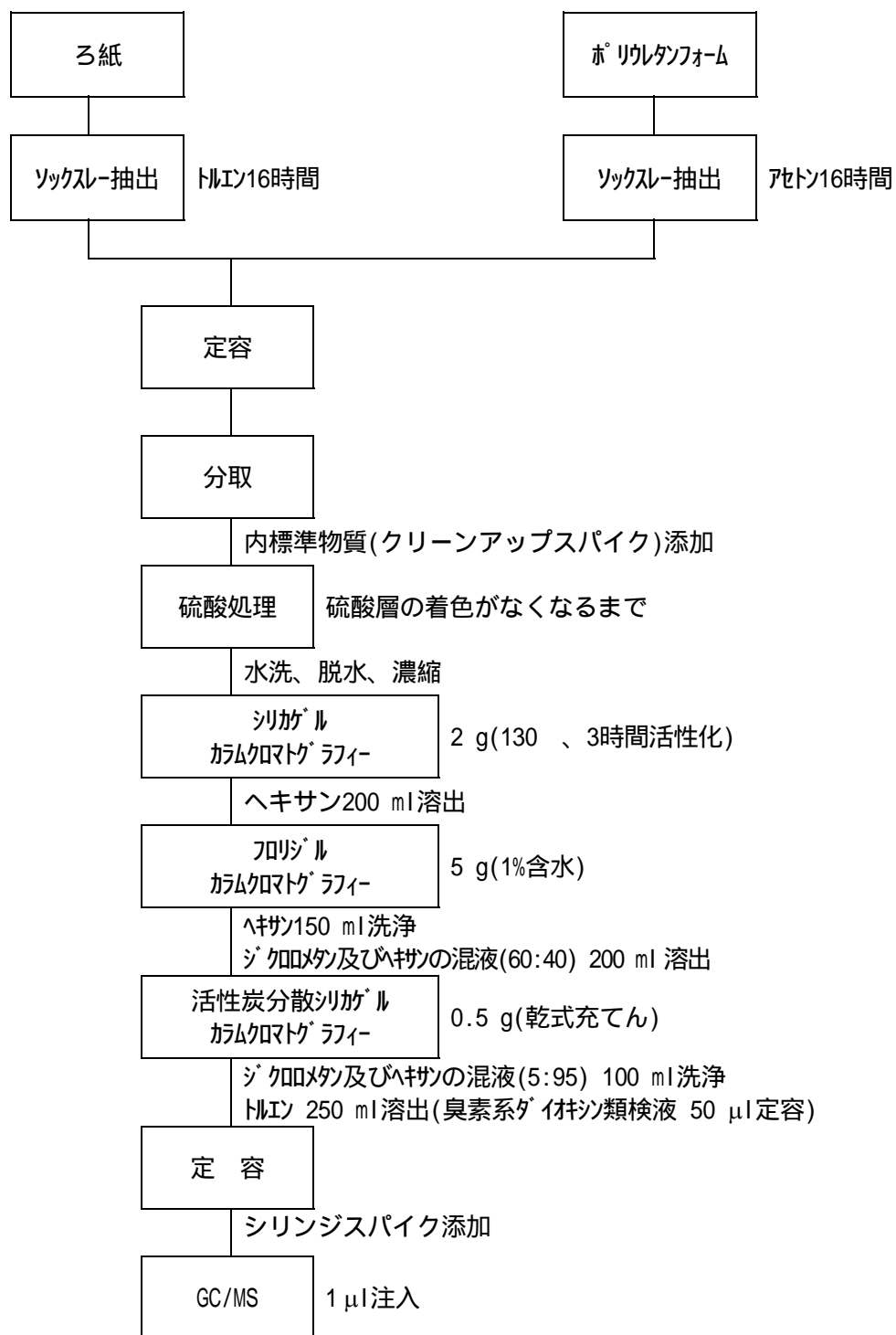


図-9 大気及び降下ばいじんの臭素系ダイオキシン類分析法フローシート

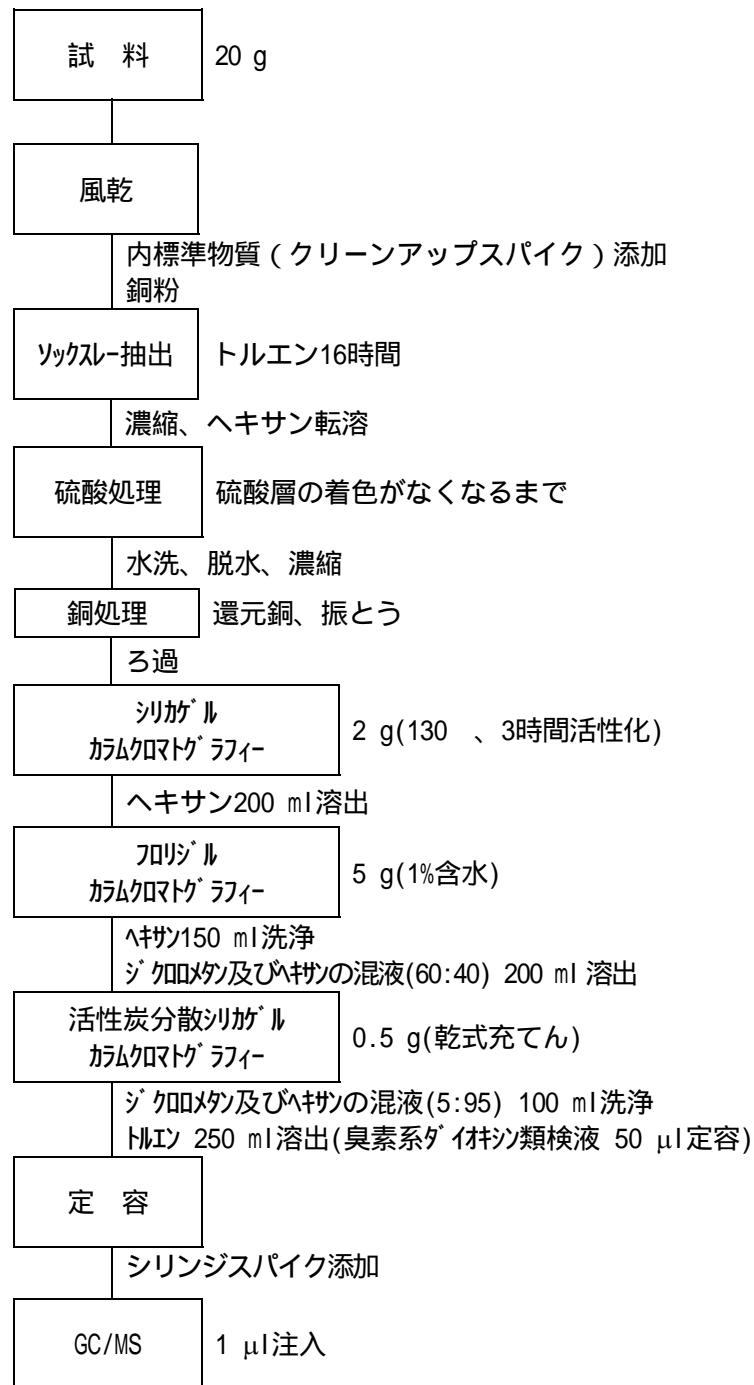


図-10 土壌及び底質の臭素系ダイオキシン類分析法フローシート

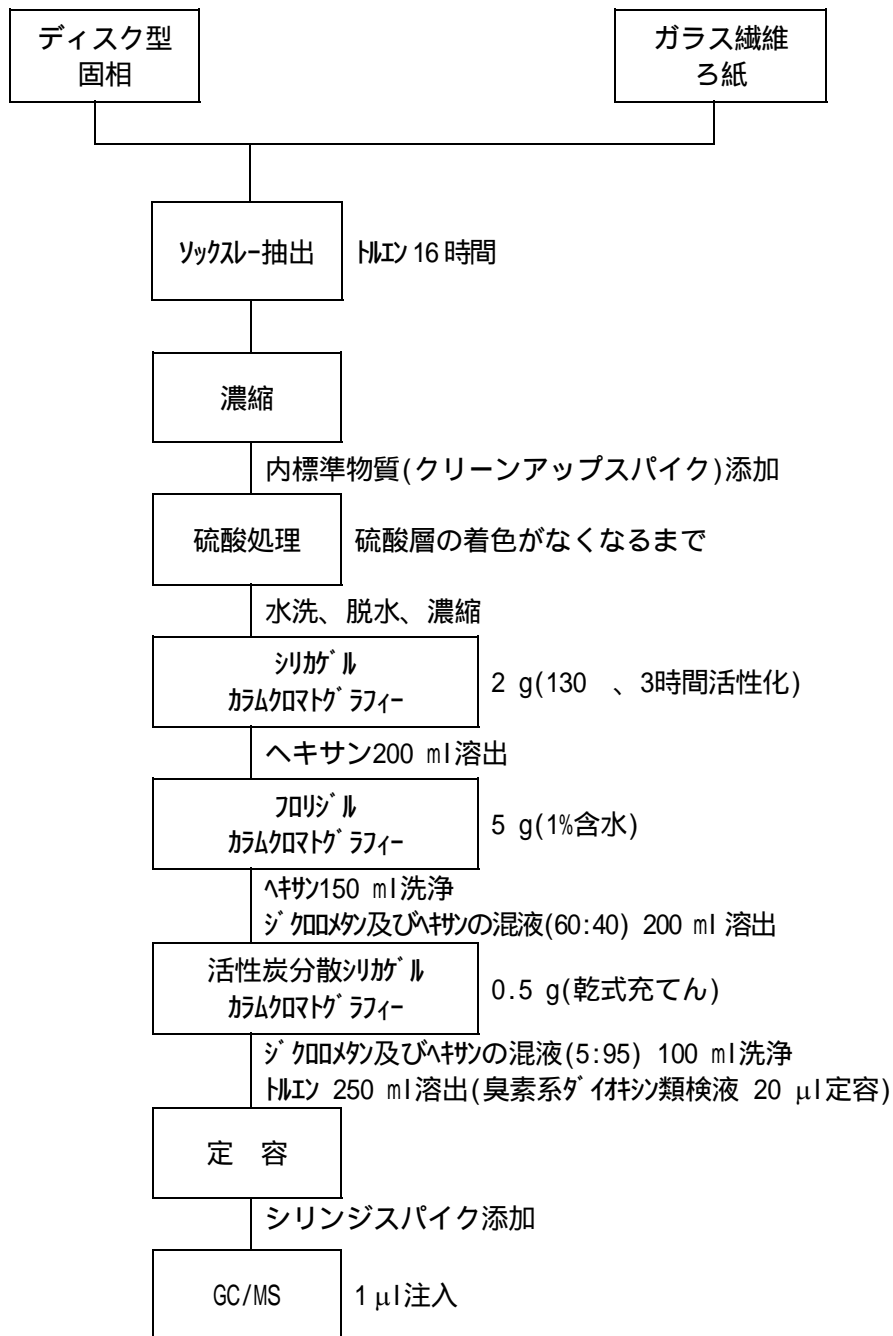


図-11 地下水及び水質の臭素系ダイオキシン類分析法フローシート
(固相抽出)

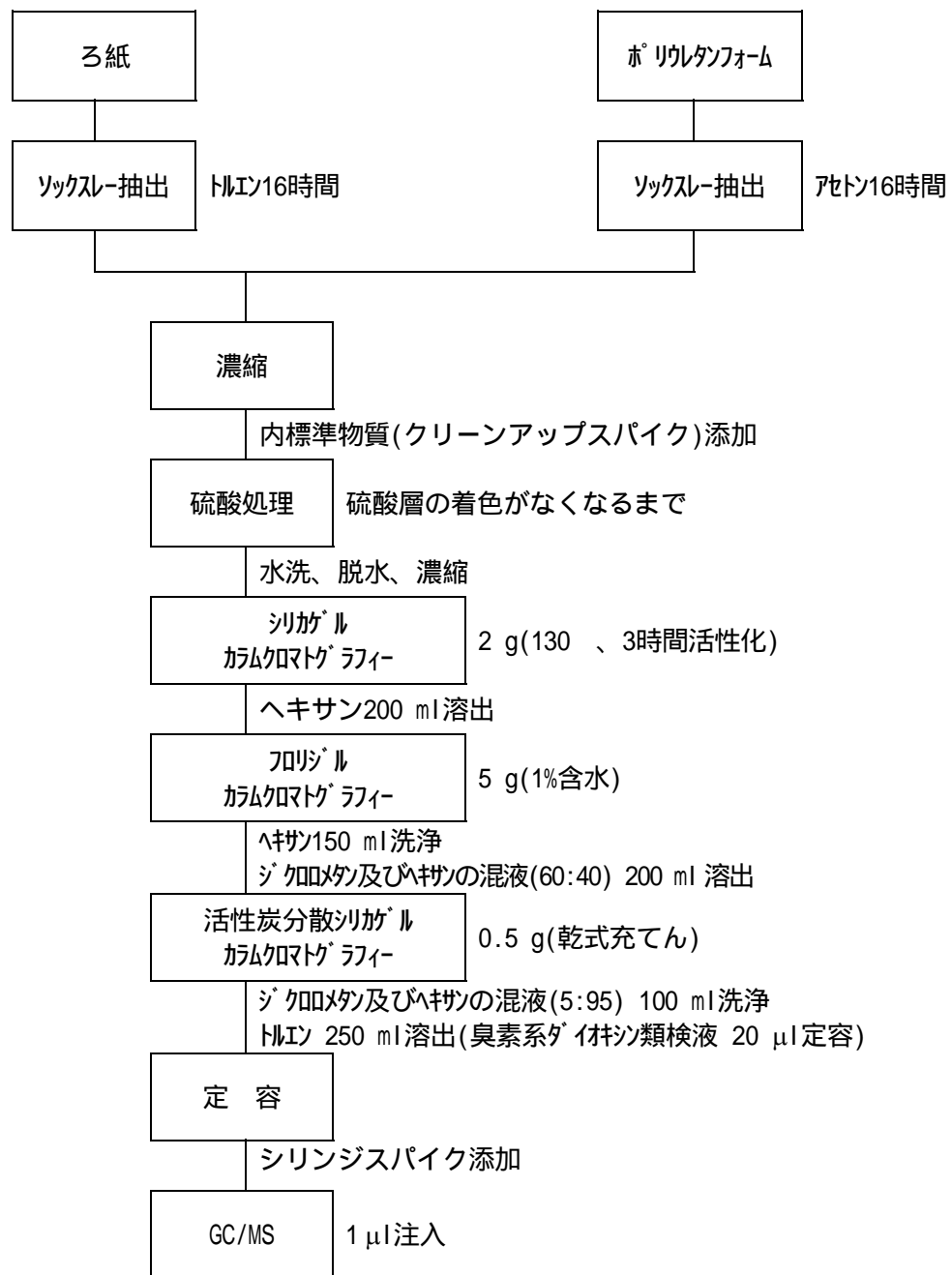


図-12 地下水及び水質の臭素系ダイオキシン類分析法フローシート
(水中ダイオキシン採取装置)

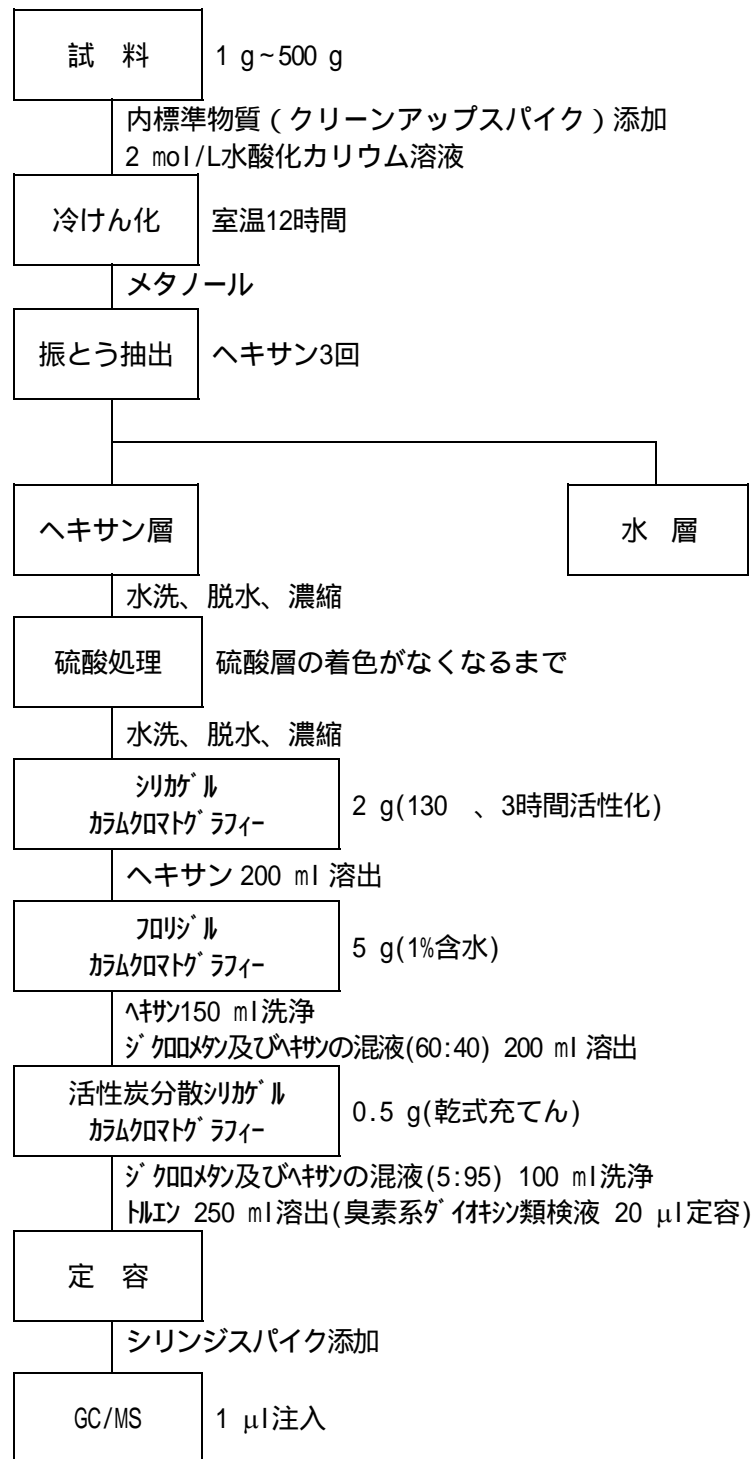


図-13 水生生物、野生生物及び食事試料の臭素系ダイオキシン類分析法フローシート

(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。

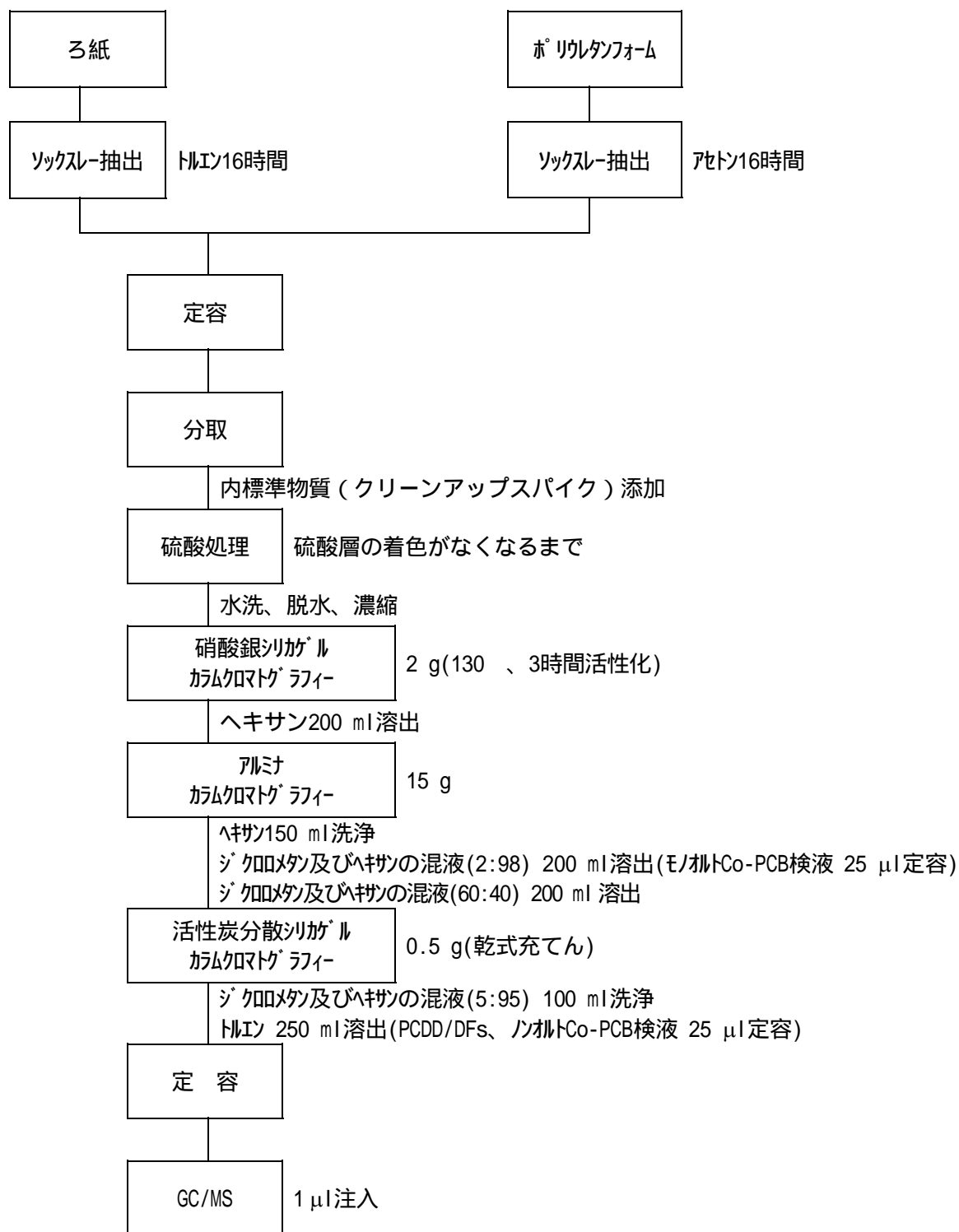


図-14 大気及び降下ばいじんの(塩素化)ダイオキシン類分析法フローシート

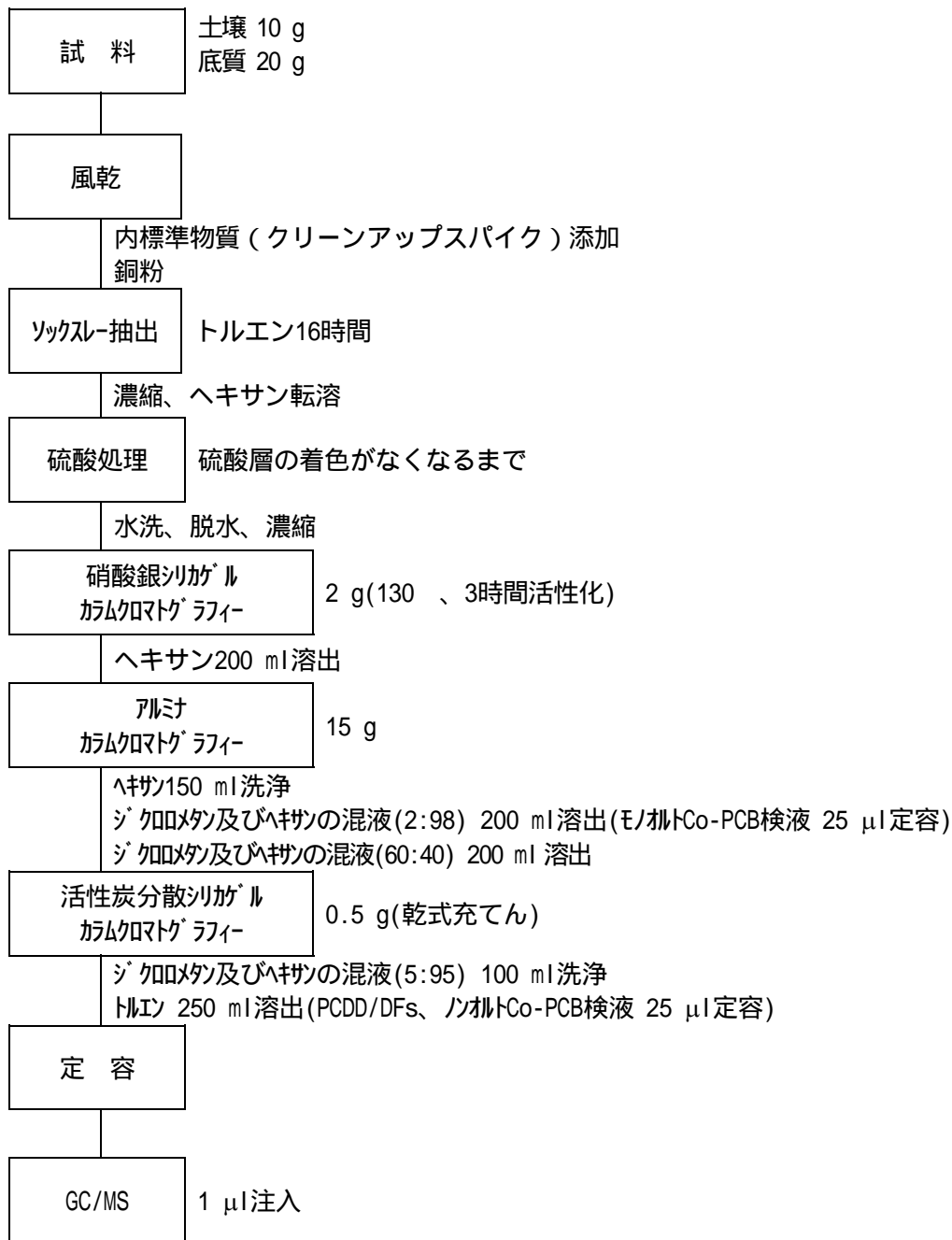


図-15 土壌及び底質の(塩素化)ダイオキシン類分析法フローシート

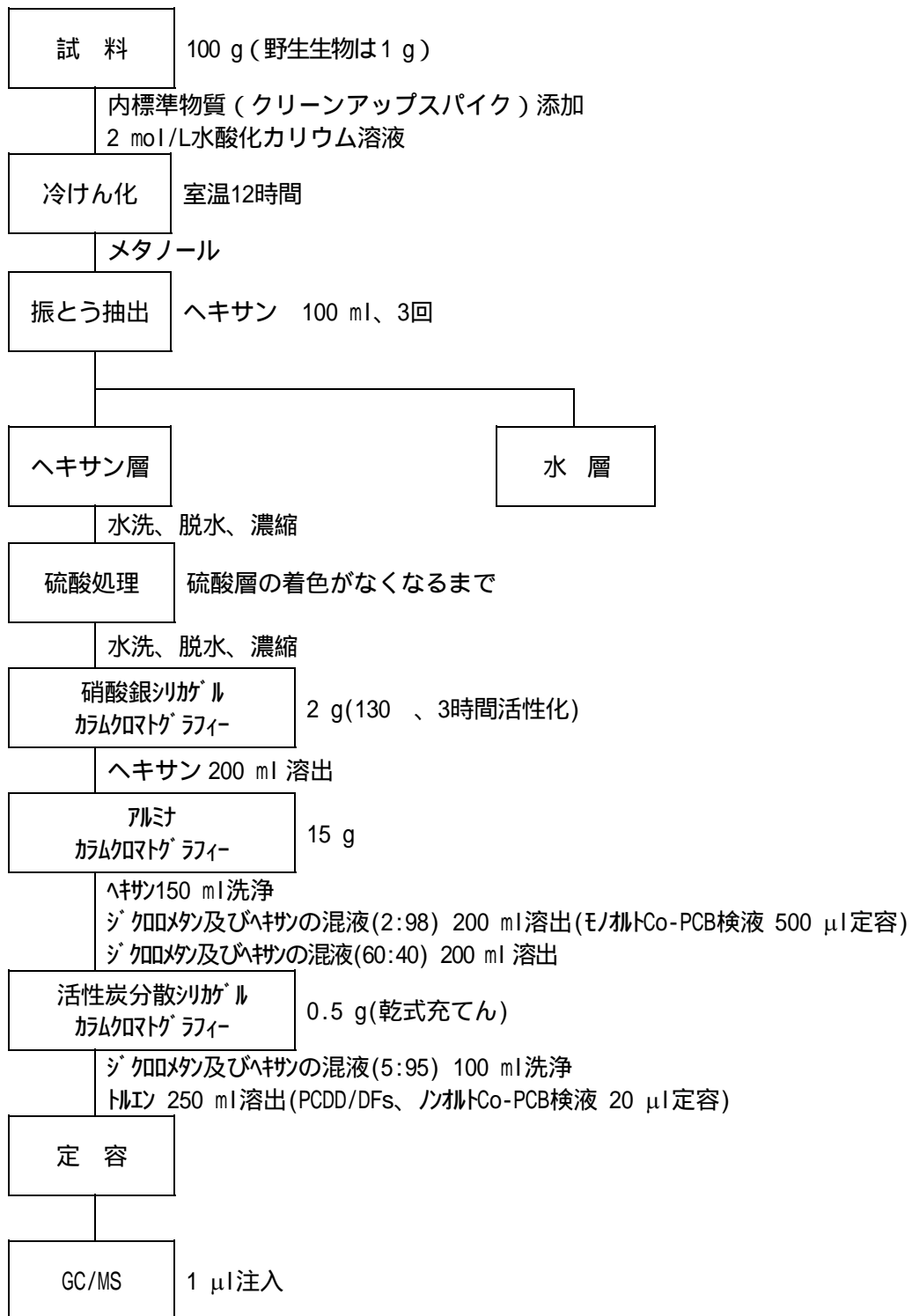


図-16 水生生物、野生生物及び食事試料の(塩素化)ダイオキシン類分析法フローシート

【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。

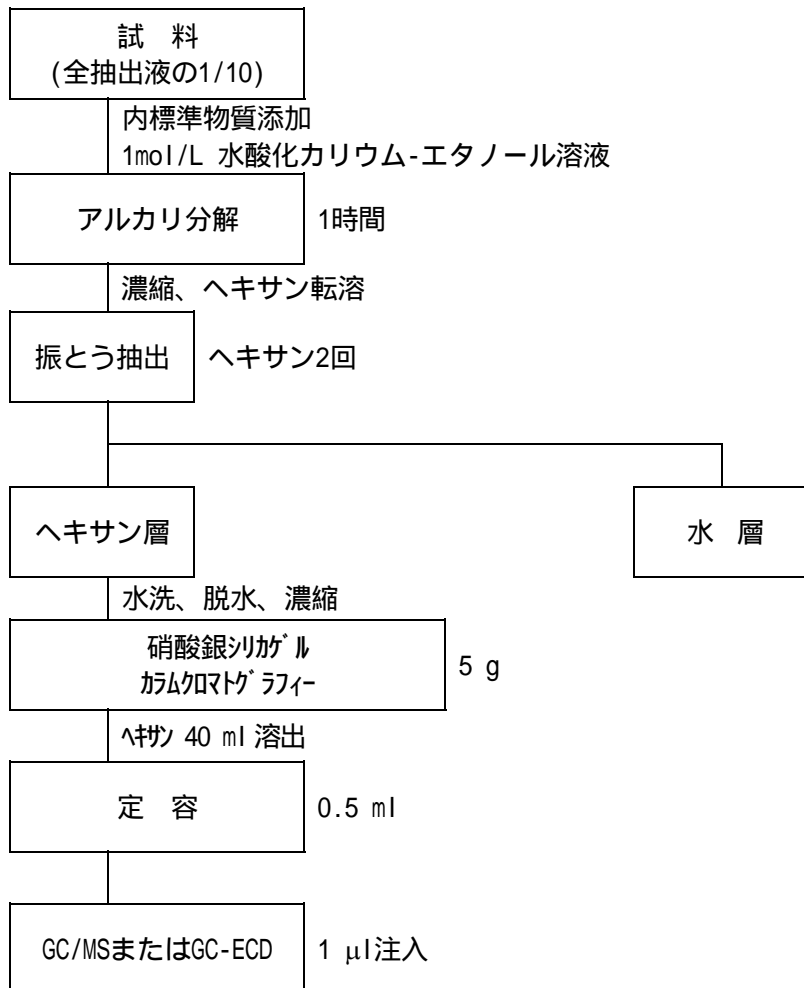


図-17 大気及び降下ばいじんのポリ臭素化ジフェニルエーテル分析法フローシート

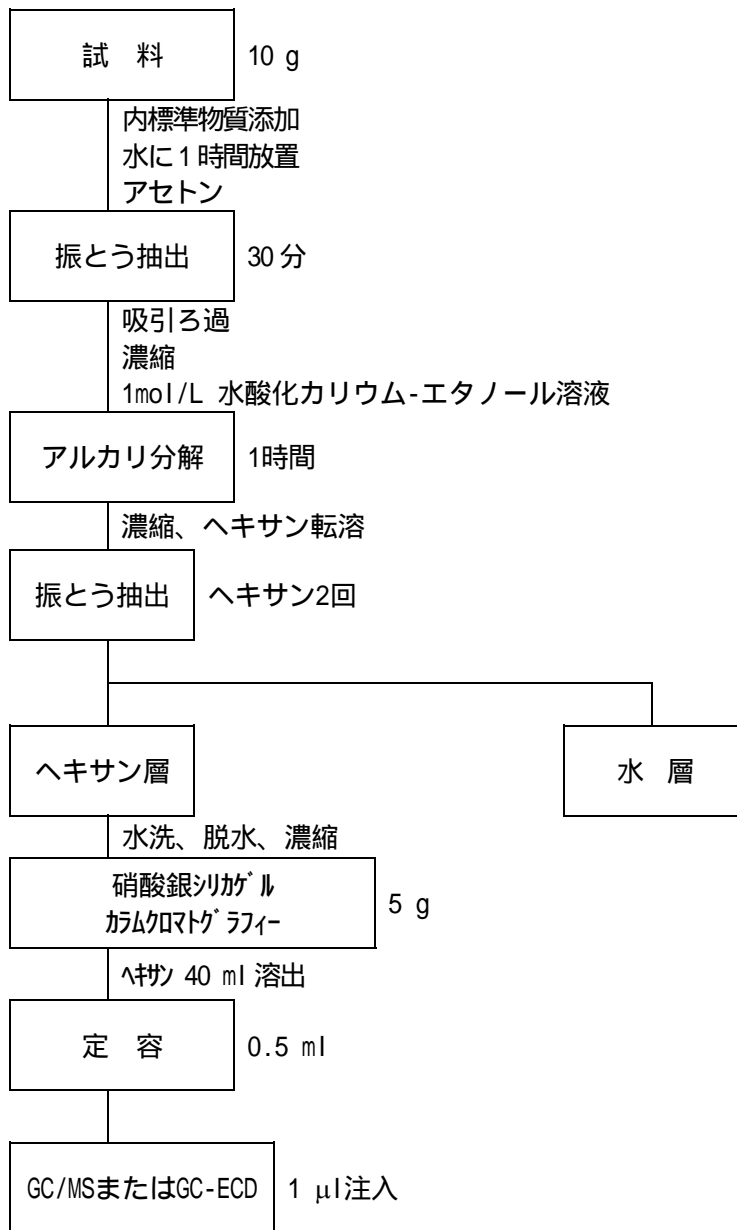


図-18 土壤のポリ臭素化ジフェニルエーテル分析法フローシート

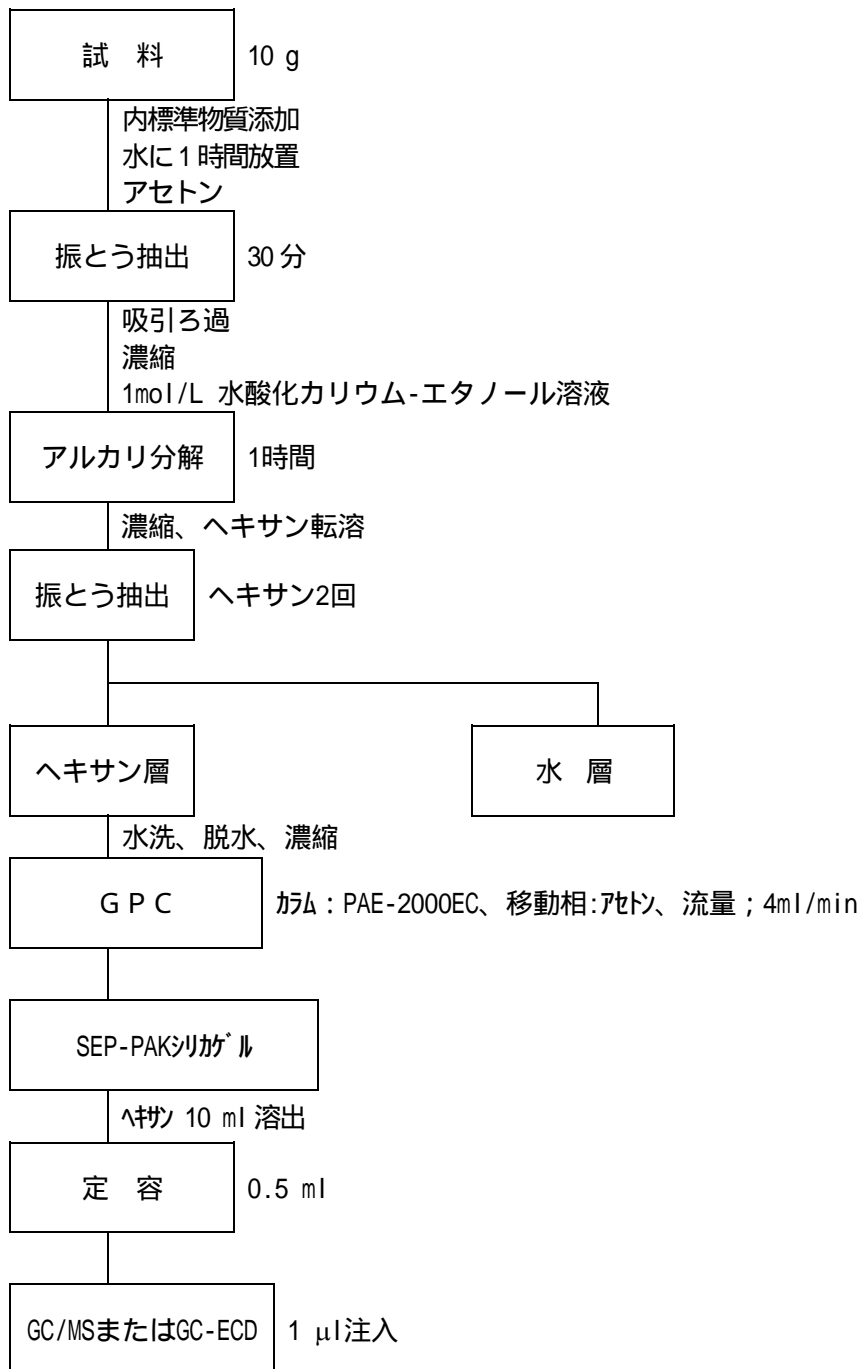


図-19 底質のポリ臭素化ジフェニルエーテル分析法フローシート

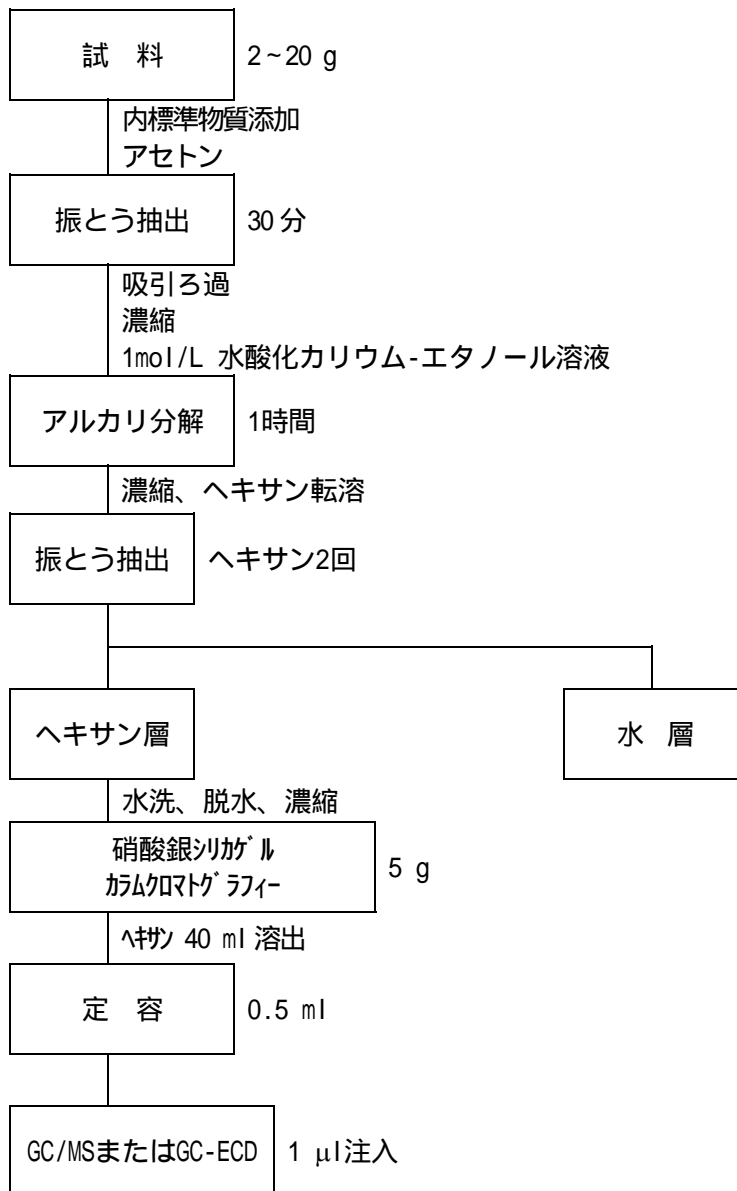


図-20 水生生物，野生生物及び食事試料のポリ臭素化ジフェニルエーテル分析法フローシート

【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
	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)。

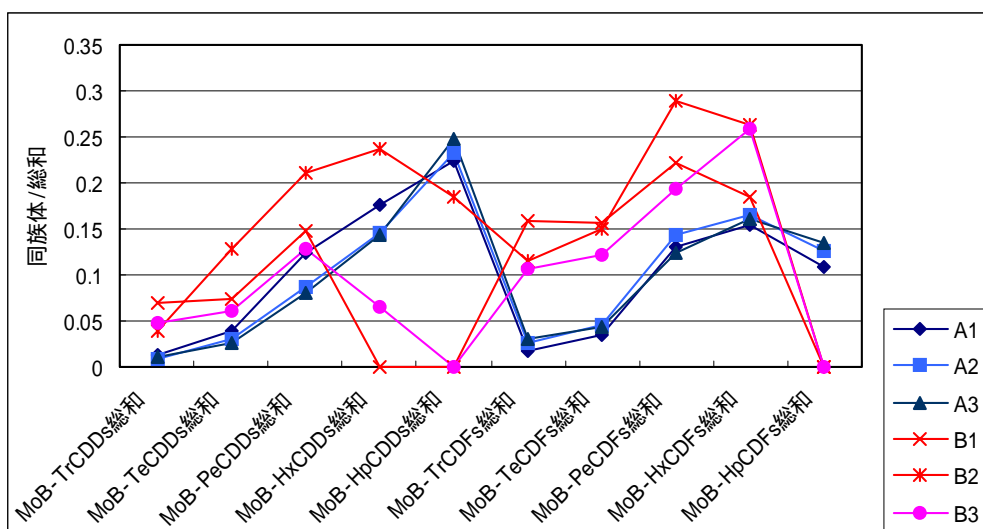


図-21 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布(大気)

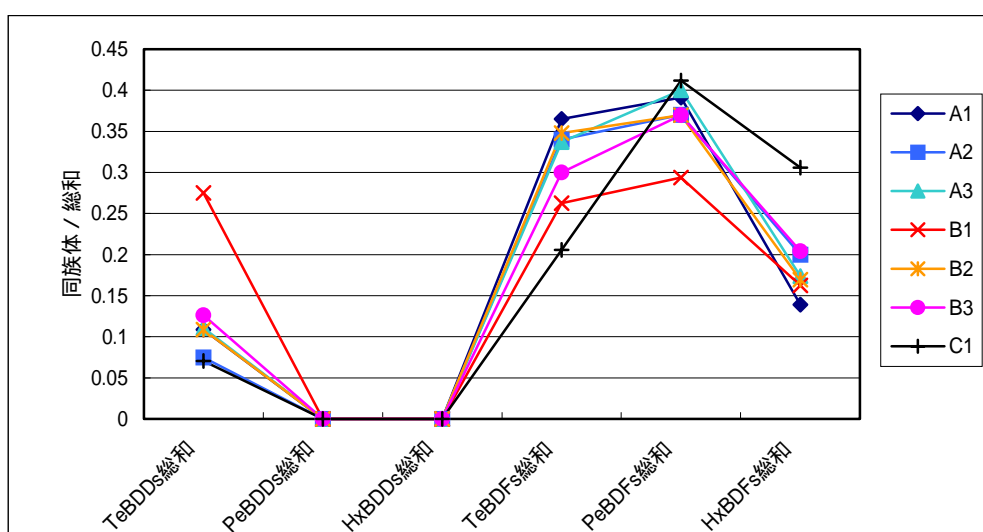


図-22 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布(大気)

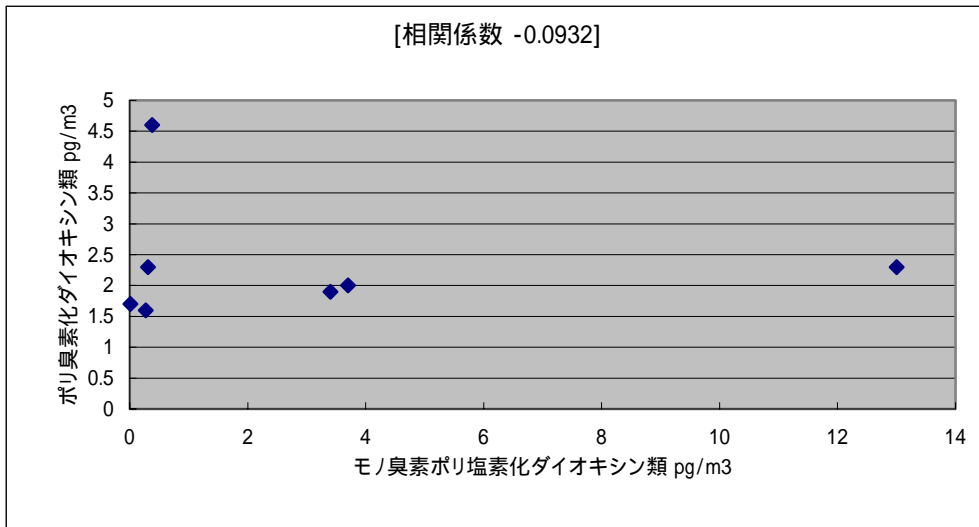


図-23 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関（大気）

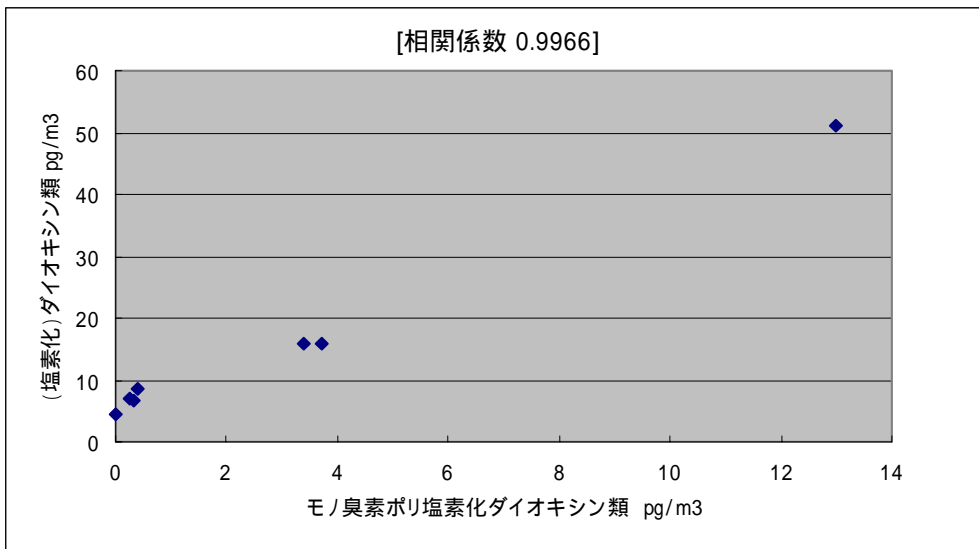


図-24 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
(塩素化)ダイオキシン類同族体総和の相関（大気）

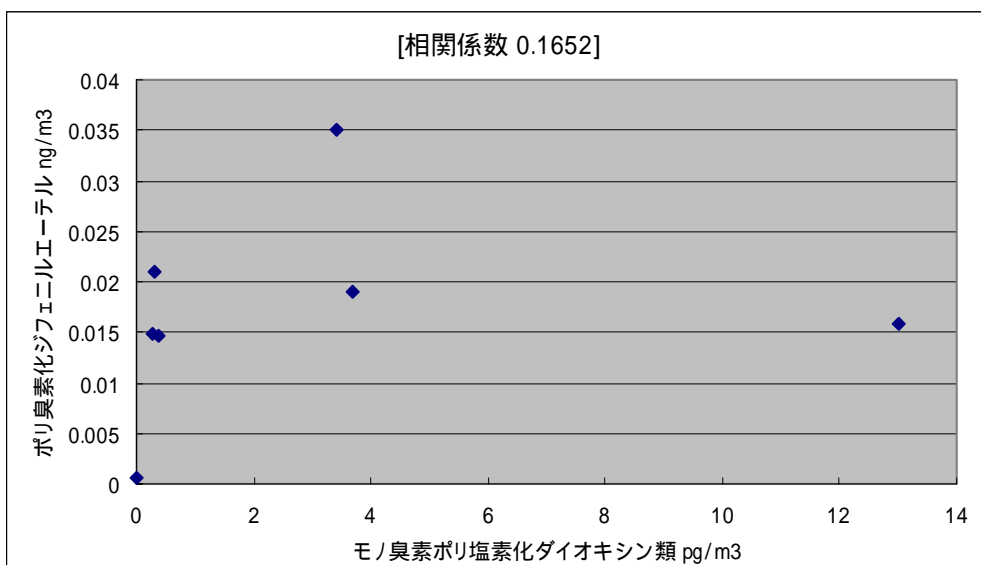


図-25 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和とポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関（大気）

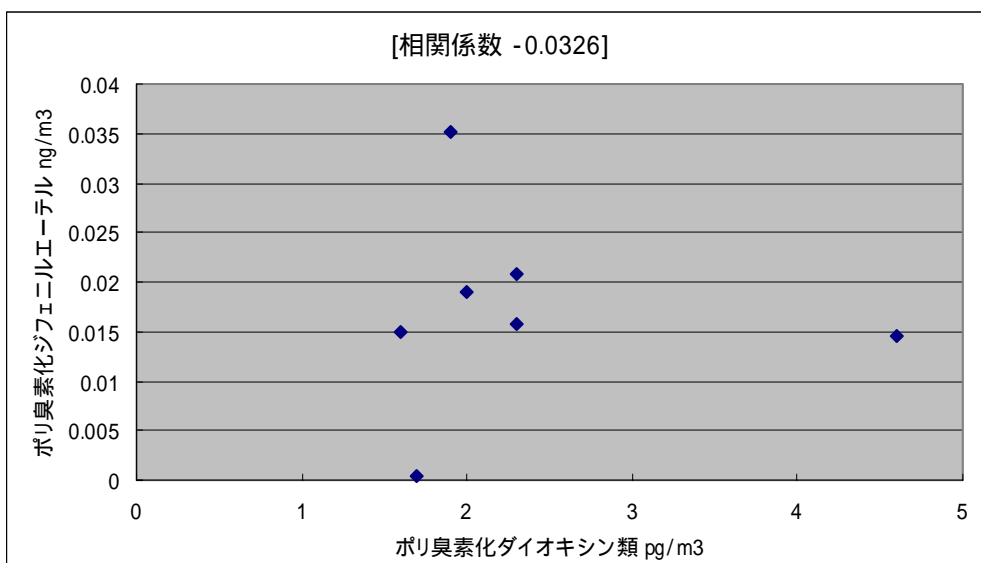


図-26 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和とポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関（大気）

(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.
(MoBPcDDs+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)	
コブナーPCB	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)。

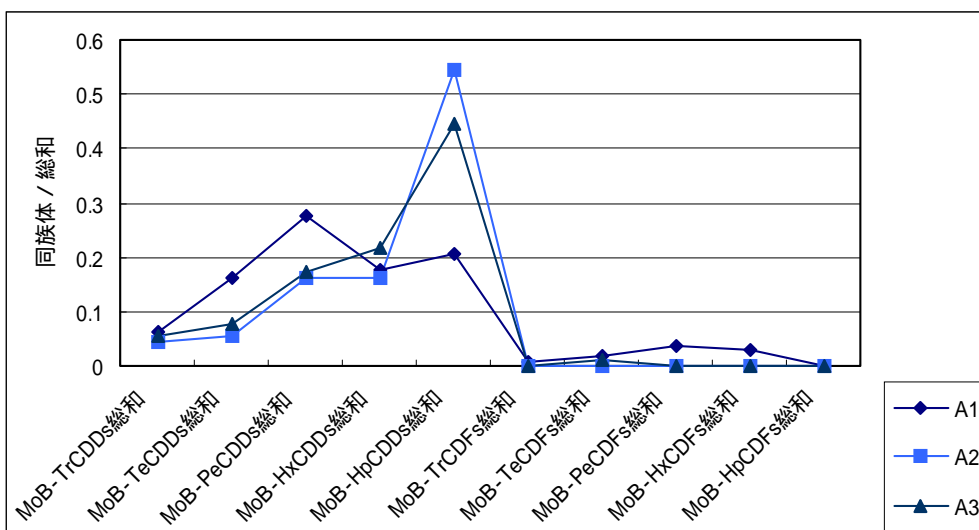


図-27 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布(降下ばいじん)

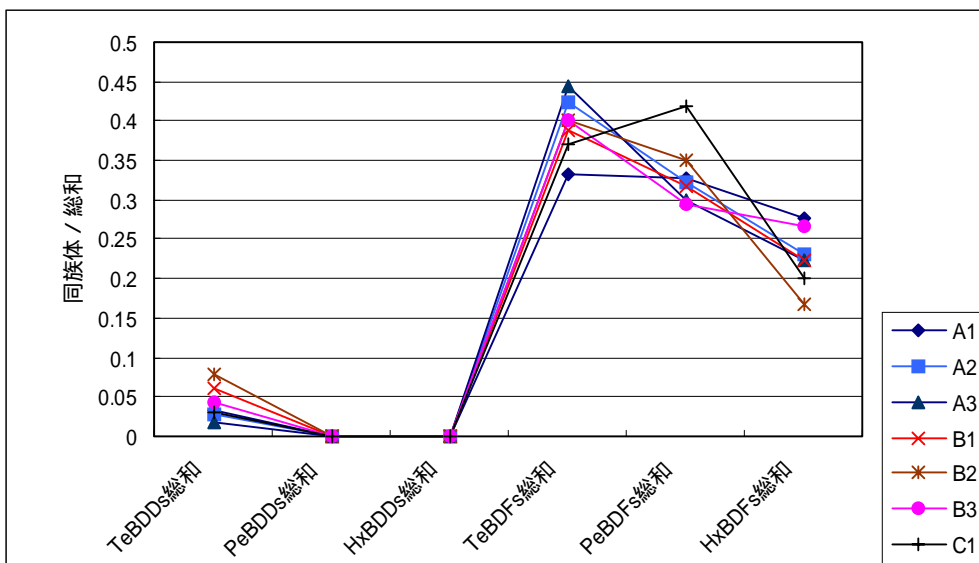


図-28 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布(降下ばいじん)

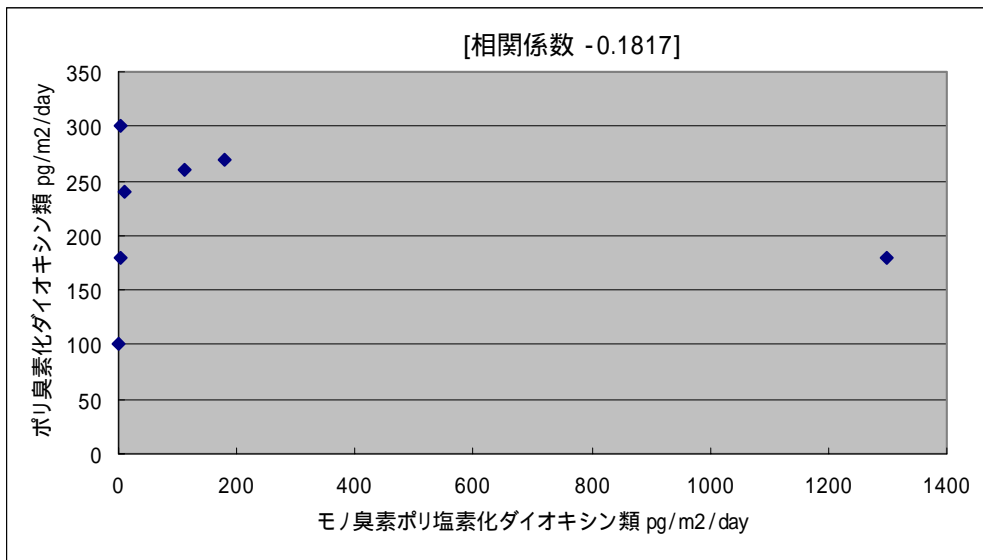


図-29 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関（降下ばいじん）

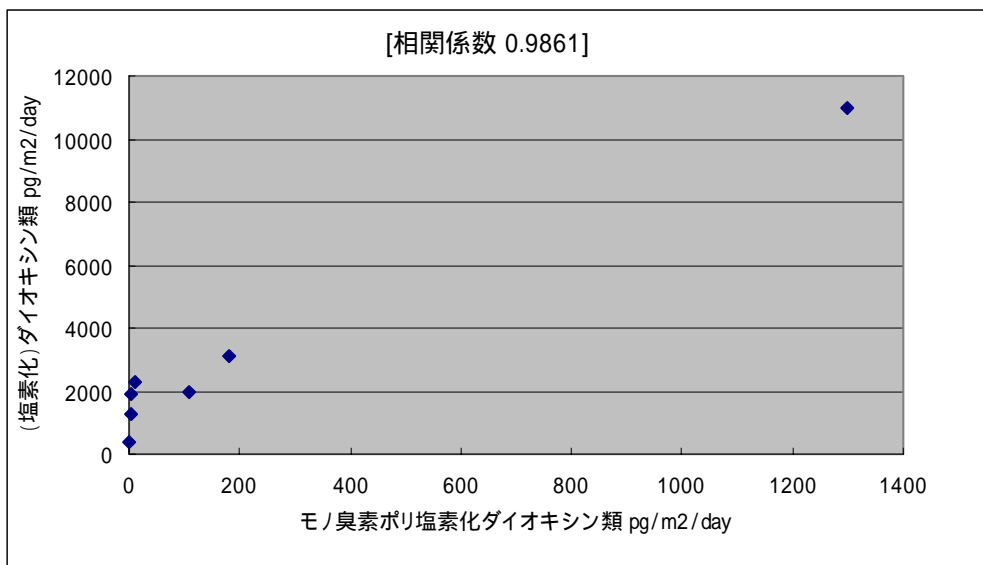


図-30 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
(塩素化)ダイオキシン類同族体総和の相関（降下ばいじん）

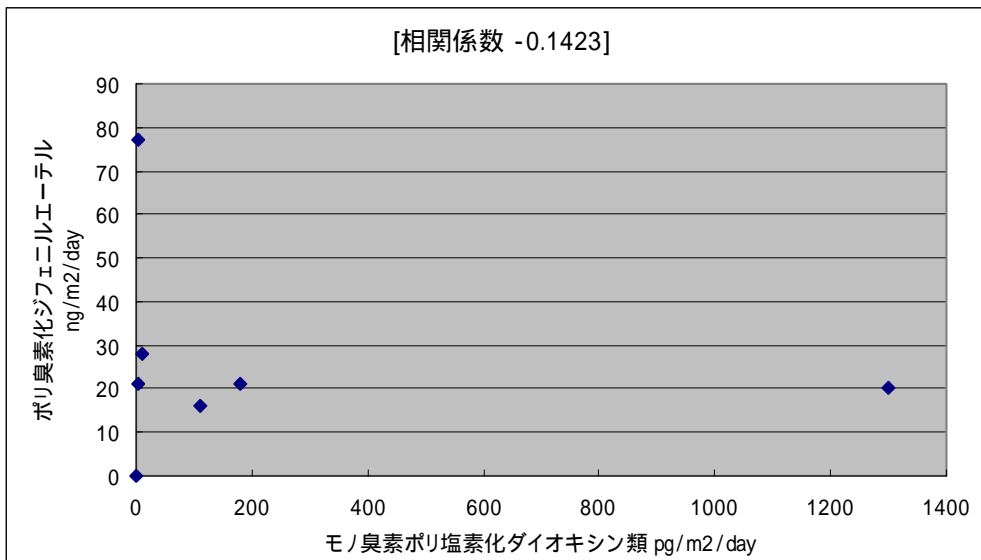


図-31 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関(降下ばいじん)

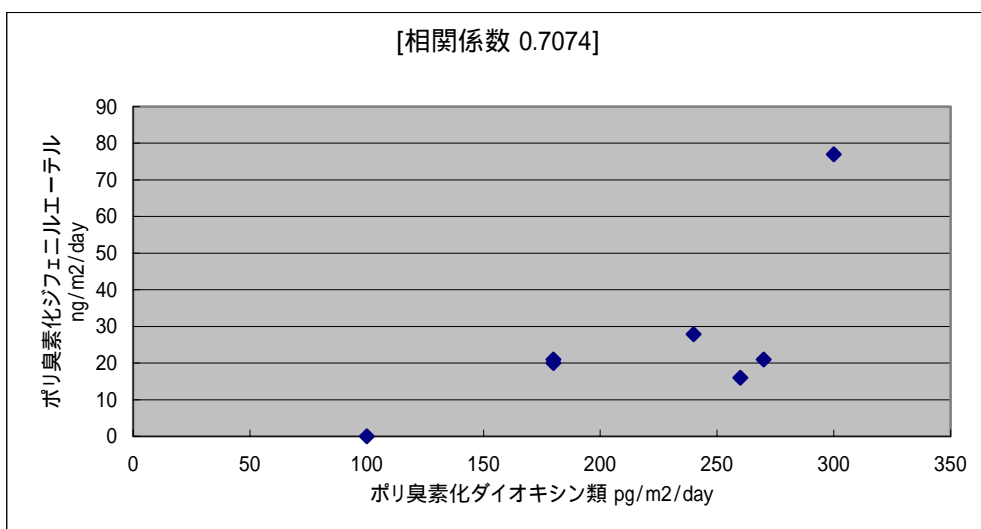


図-32 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関(降下ばいじん)

(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'-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地域ほど高くない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)。

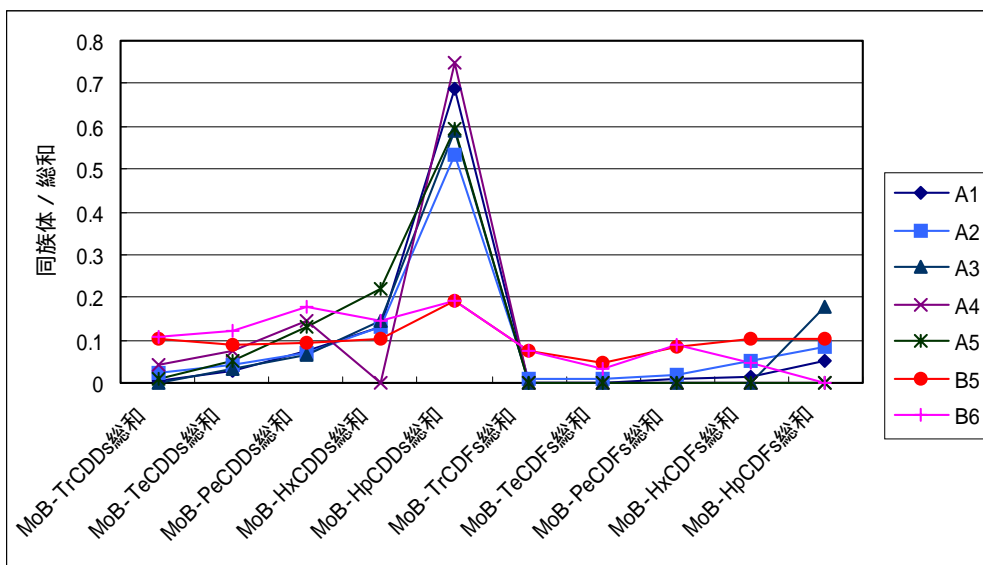


図-33 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布 (土壌)

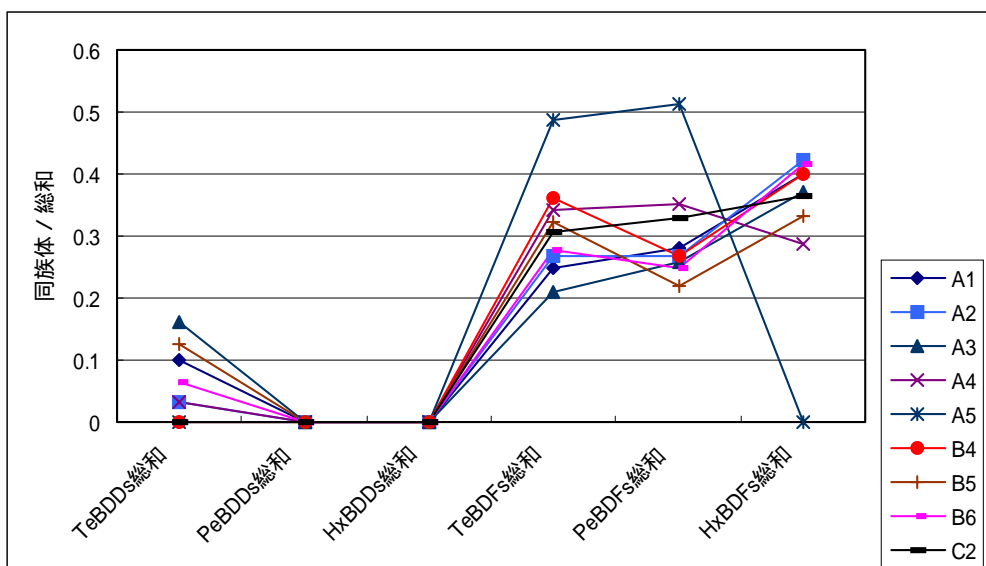


図-34 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布 (土壌)

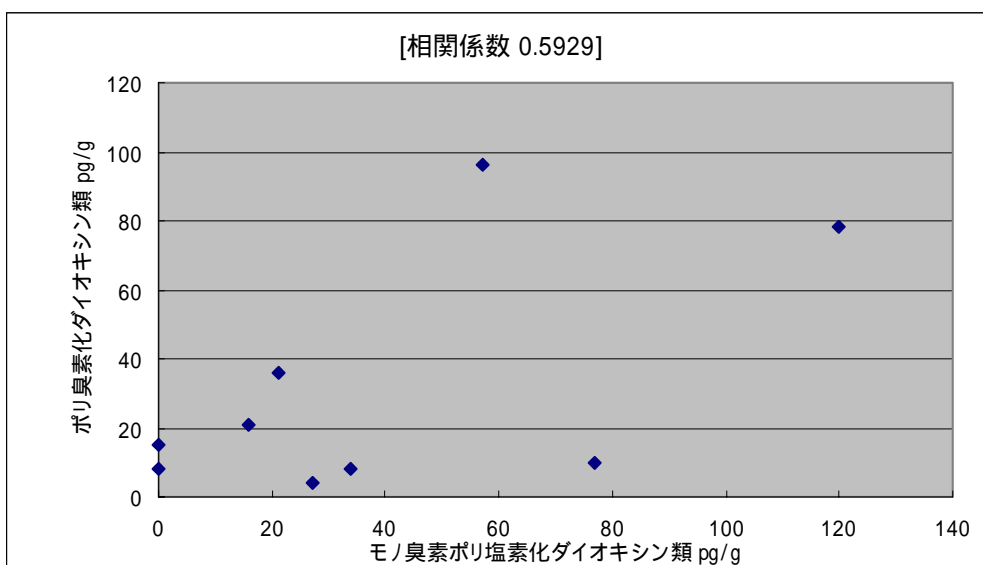


図-35 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関（土壌）

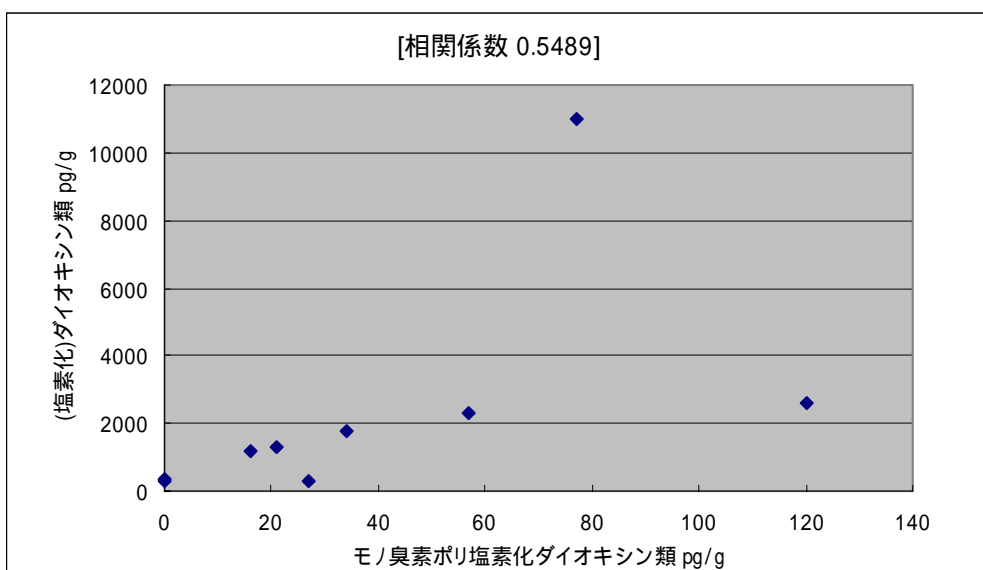


図-36 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
(塩素化)ダイオキシン類同族体総和の相関（土壌）

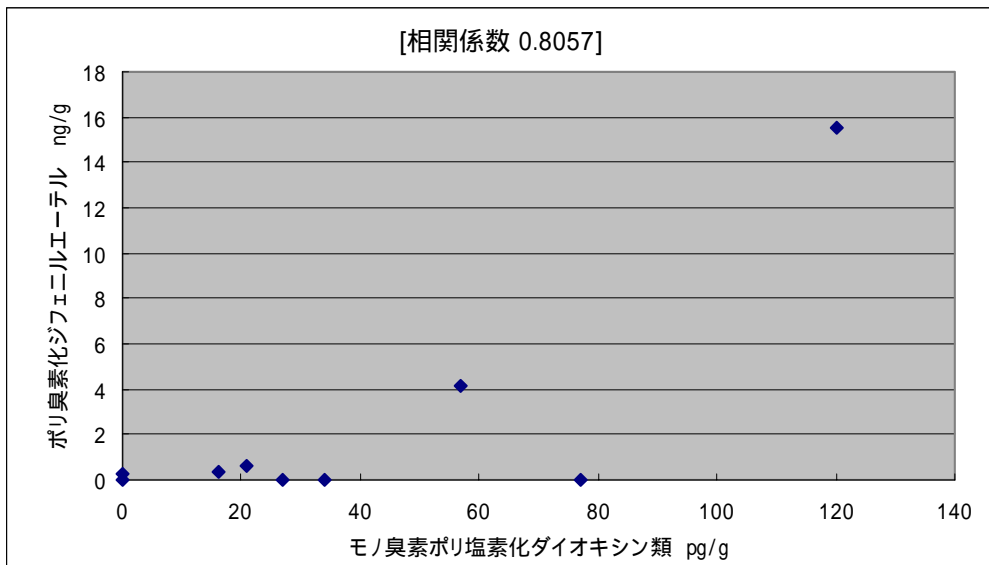


図-37 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関(土壌)

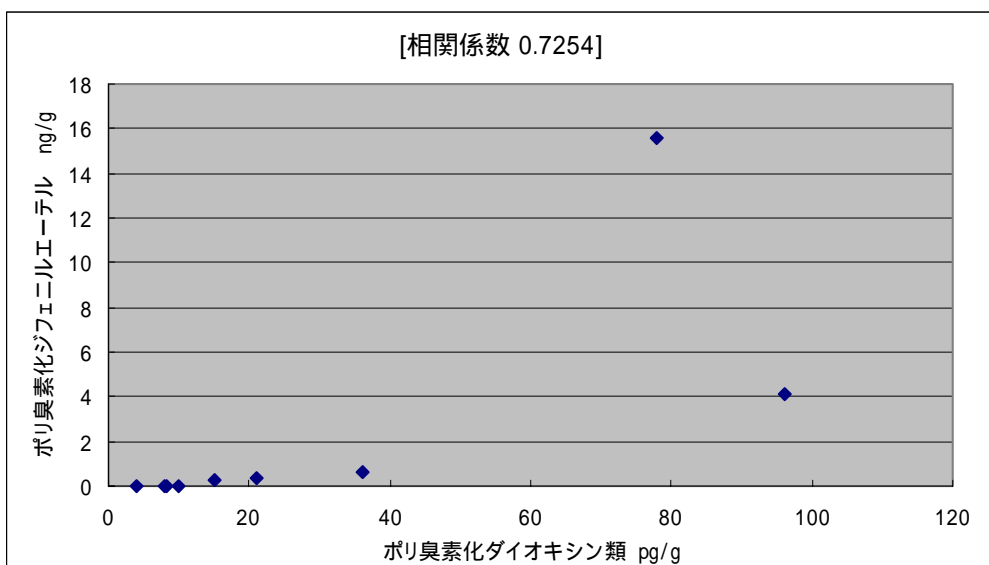


図-38 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関(土壌)

(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。

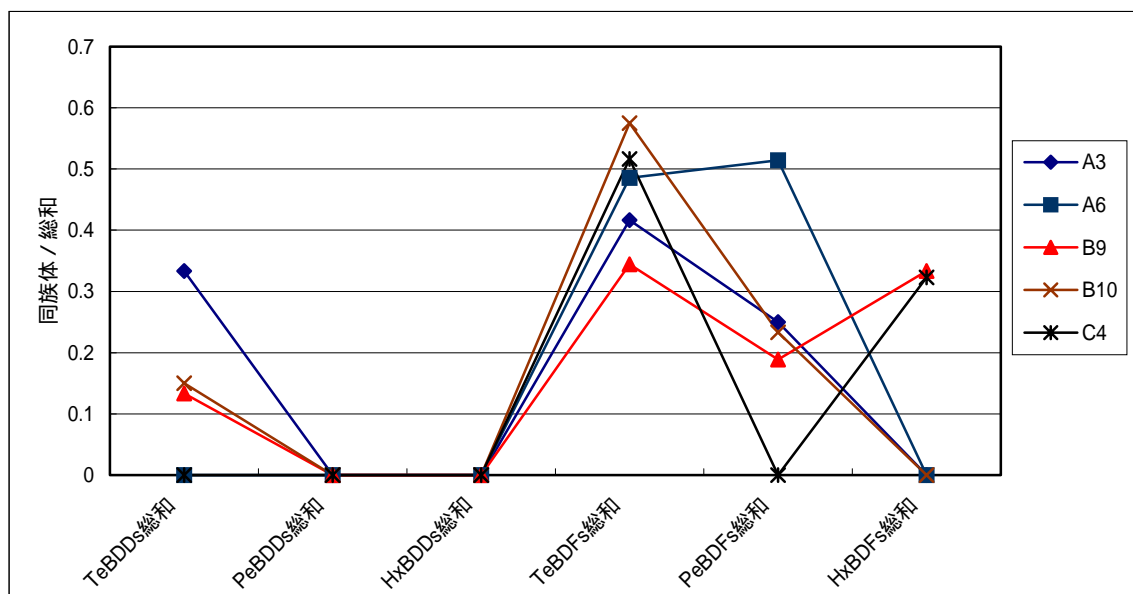


図-39 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布 (地下水)

(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。

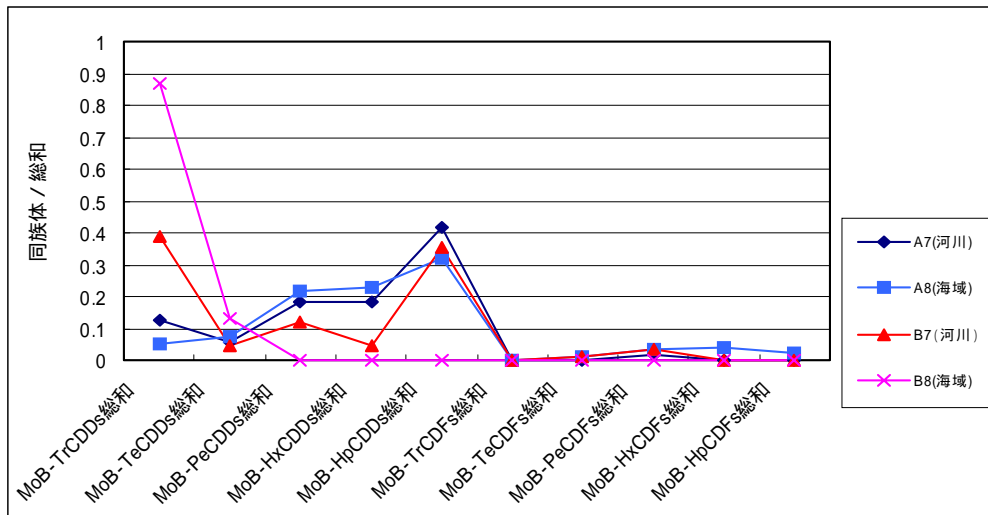


図-40 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布 (水質)

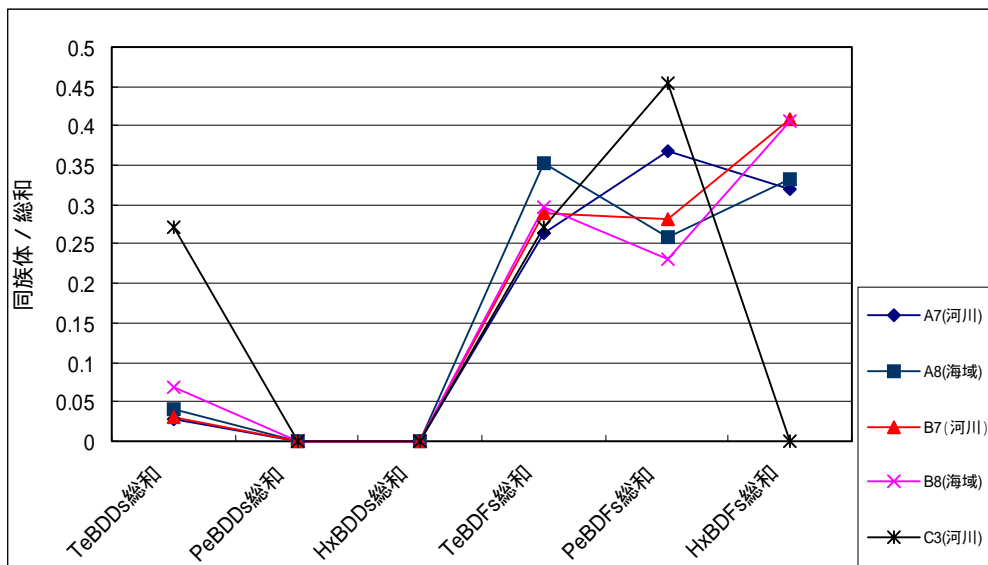


図-41 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布 (水質)

(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	
コプラナー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)。

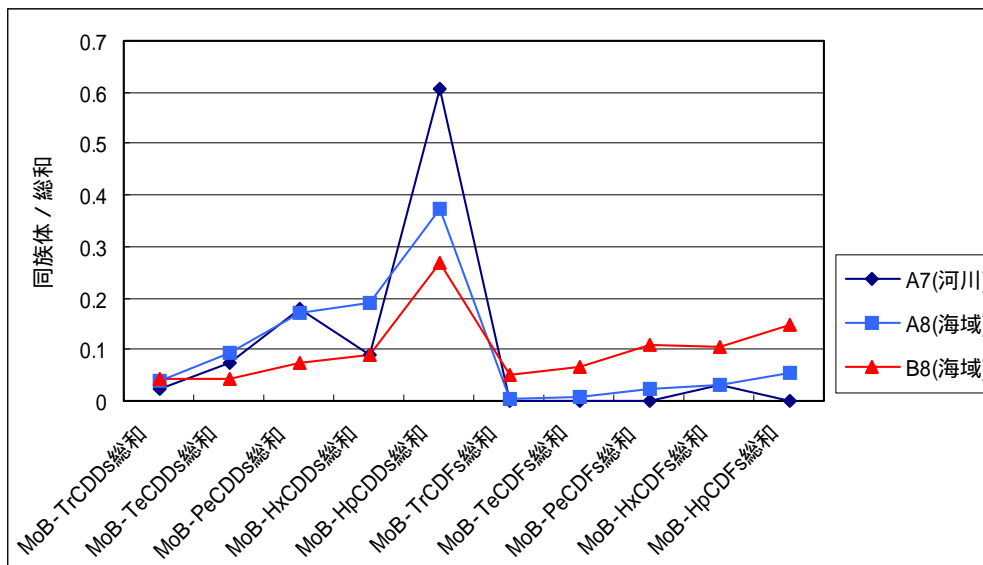


図-42 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布 (底質)

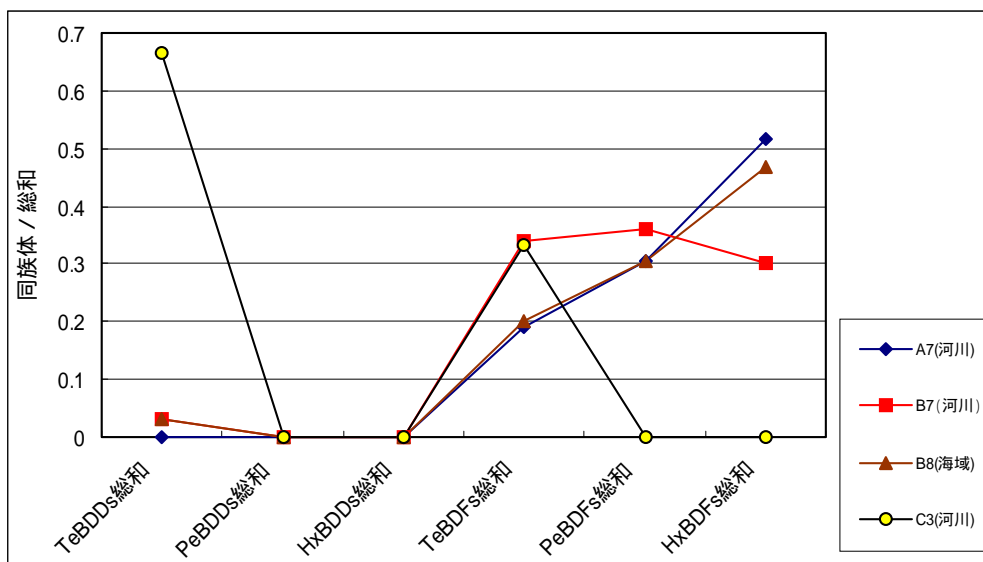


図-43 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布 (底質)

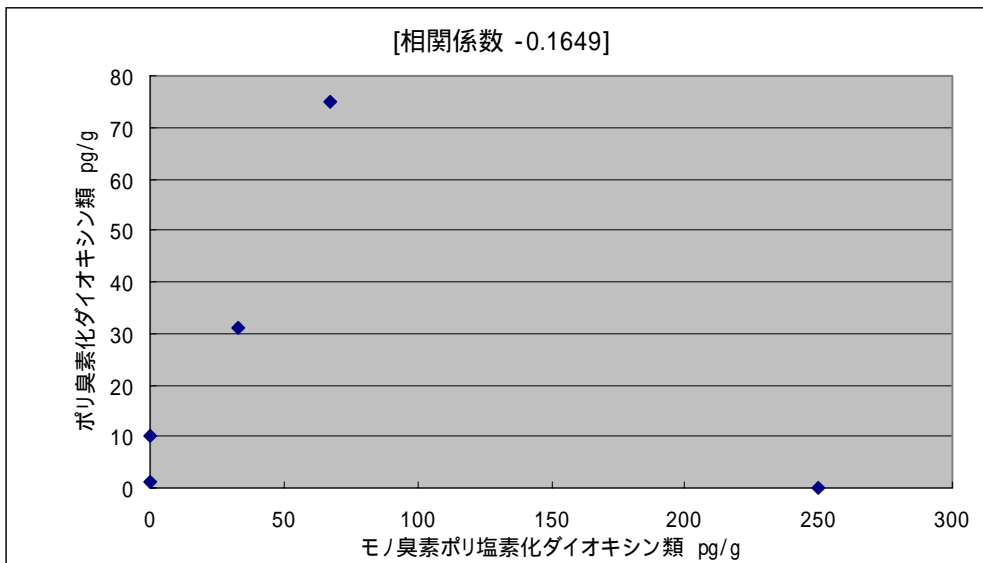


図-44 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関（底質）

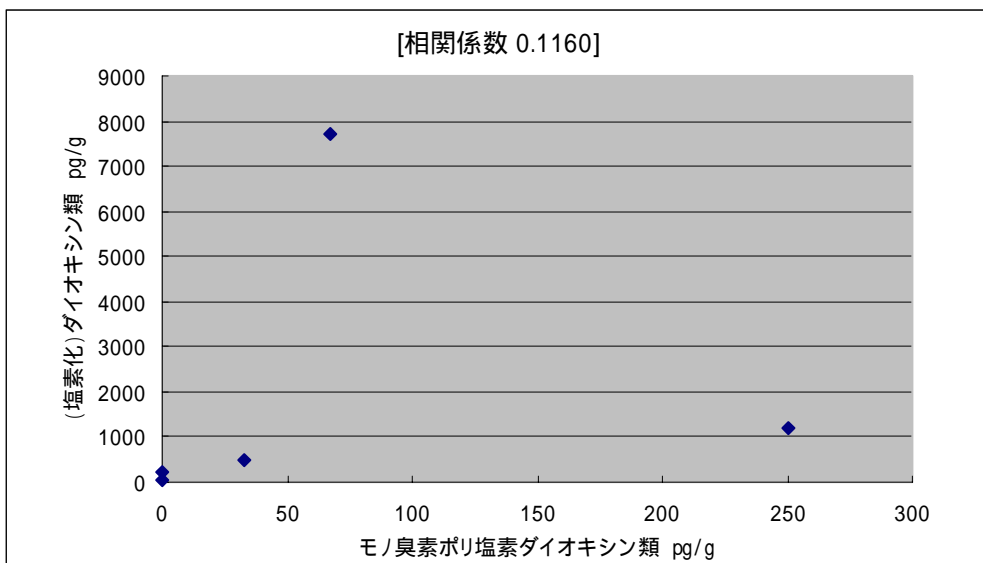


図-45 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
(塩素化)ダイオキシン類同族体総和の相関（底質）

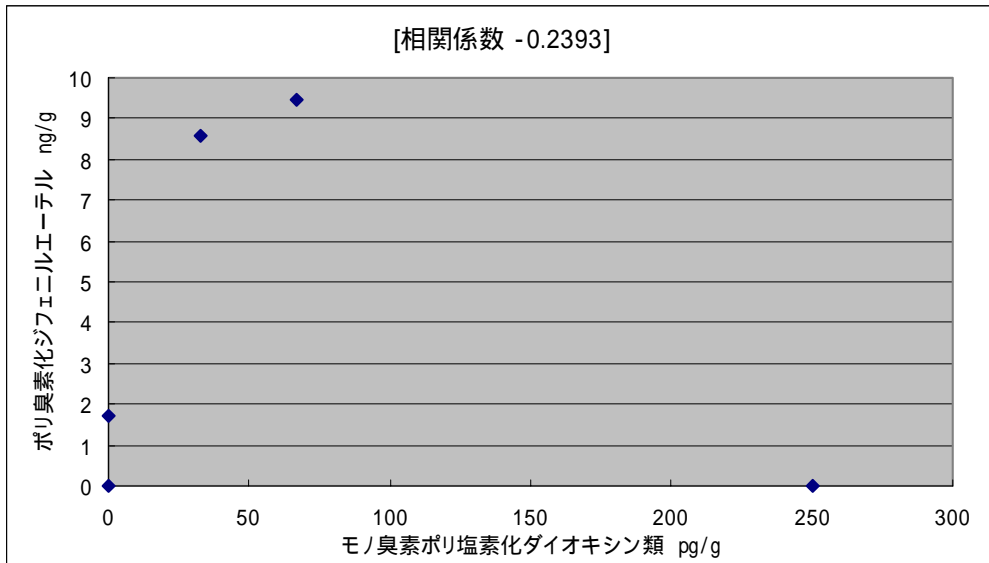


図-46 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関（底質）

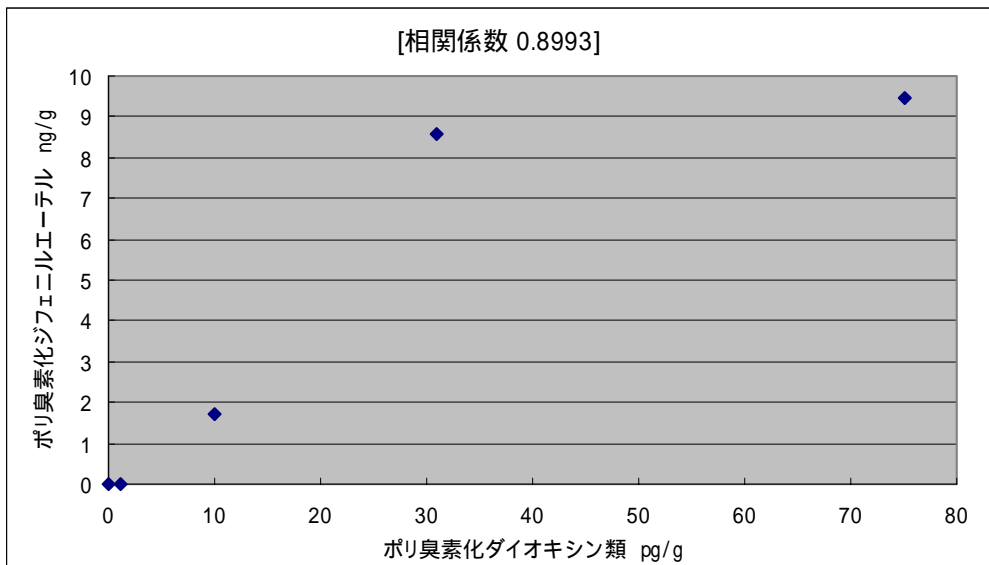


図-47 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ジフェニルエーテル総和の相関（底質）

(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		
モノオロト	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',5-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'-HxCB(#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。

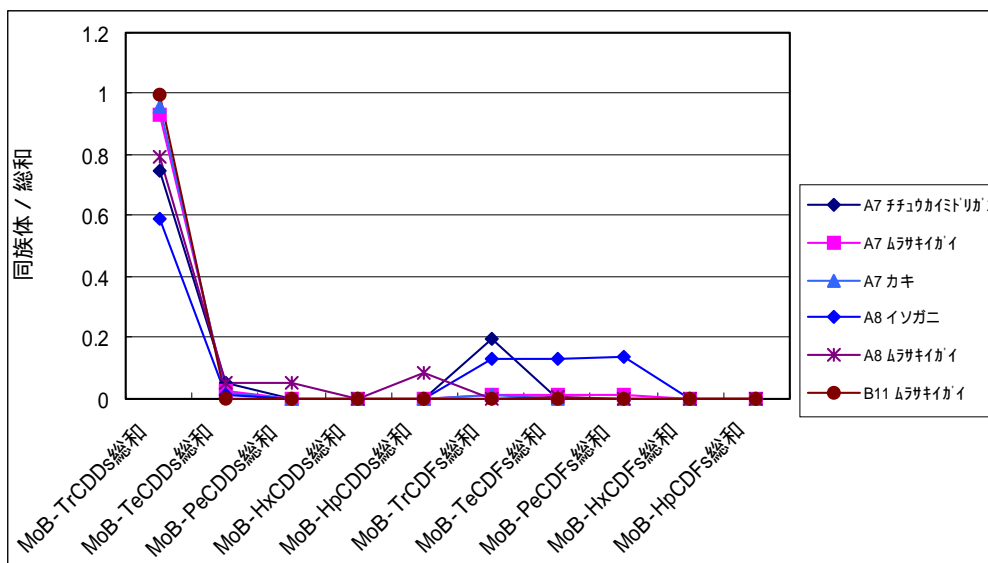


図-48 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体分布（水生生物）

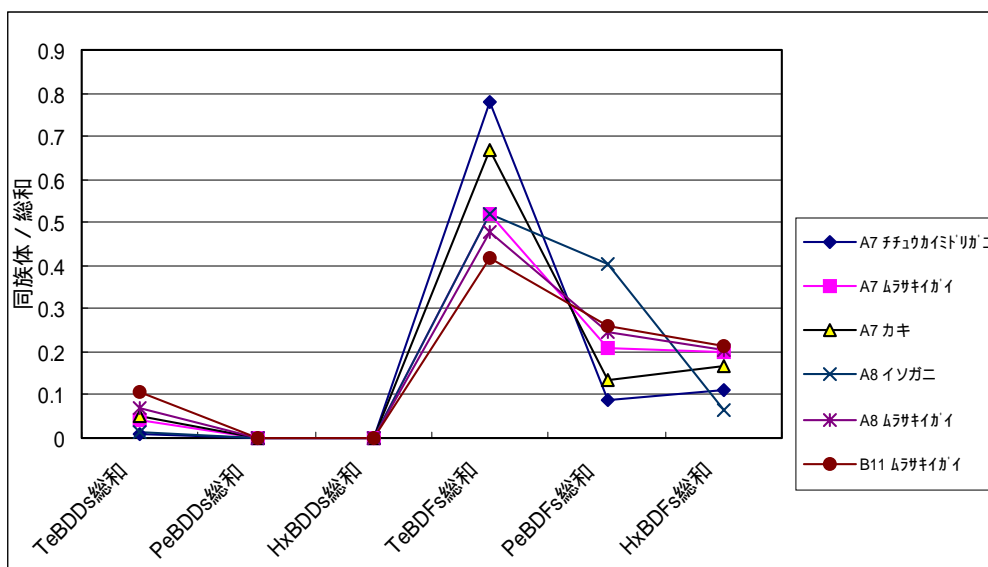


図-49 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布（水生生物）

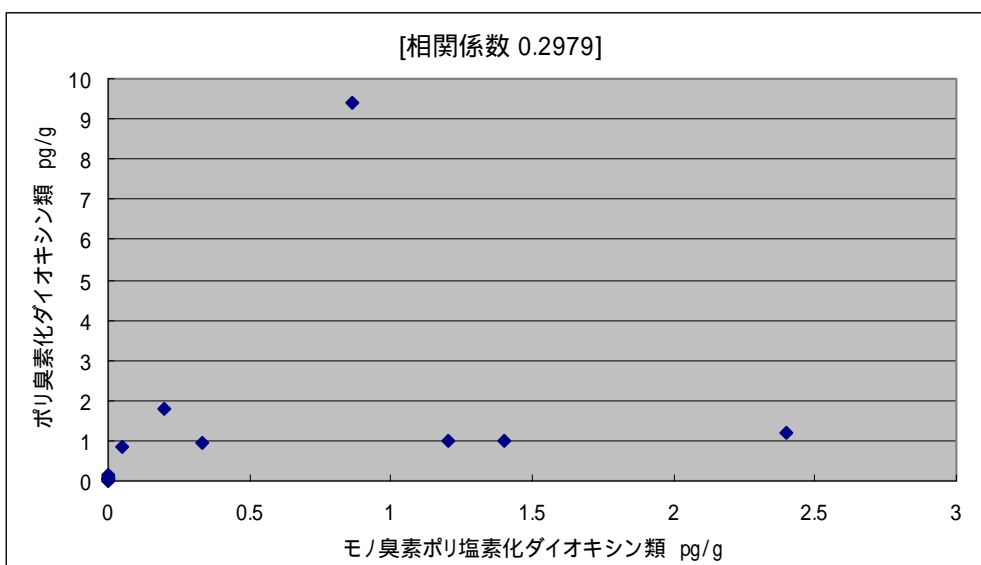


図-50 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関（水生生物）

(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.			
コブナー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。

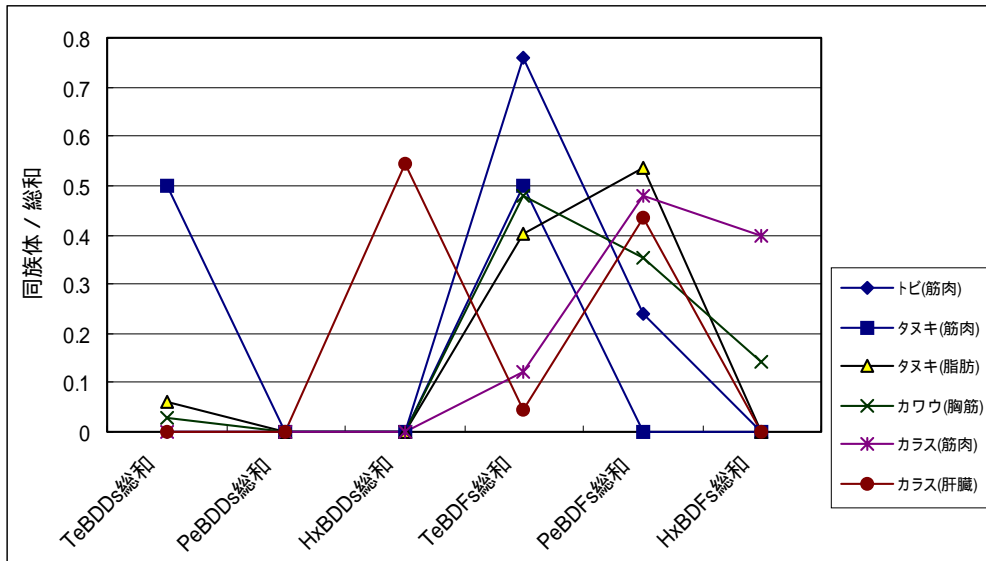


図-51 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布 (野生生物)

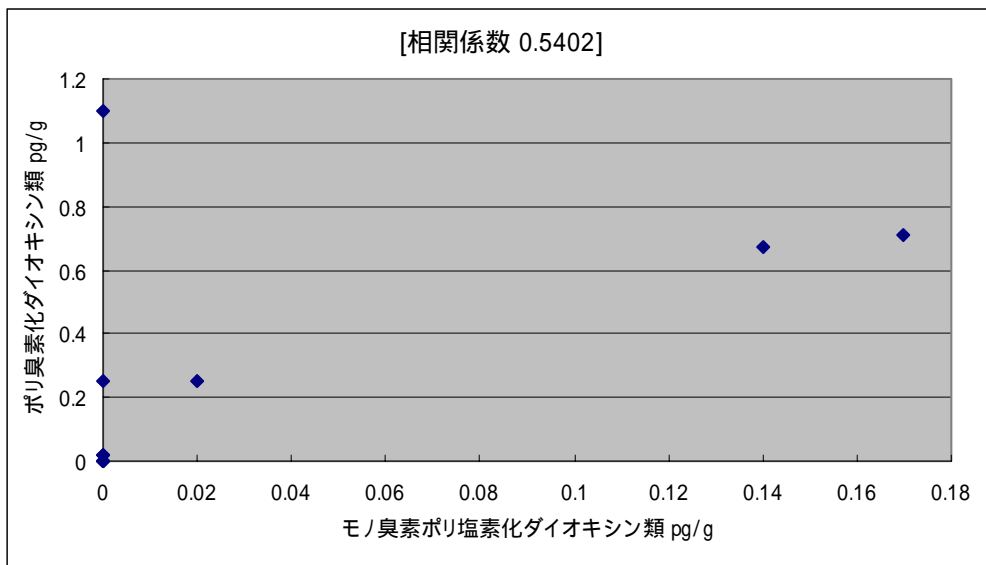


図-52 モノ臭素ポリ塩素化ダイオキシン類同族体総和と
ポリ臭素化ダイオキシン類同族体総和の相関 (野生生物)

(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.
コブナー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

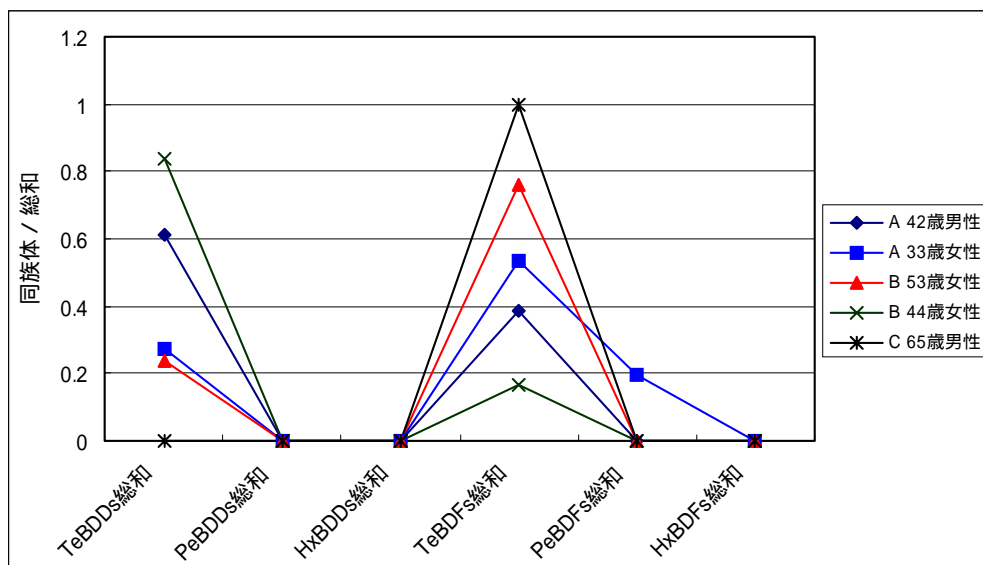


図-53 ポリ臭素化ダイオキシン類同族体分布（食事試料）

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。