

図 2 個別食品試料中ダイオキシン類の分析フロー

日数	工程	人員	作業内容	備考	作業時間
1日目	①試料調製	2	試料搬入 可食部の採取 均一化	野菜、果実計10食品	4hr
	②抽出	1	秤量(20g)		2hr
			ASE抽出セルへの充填 クリーンアップスパイク ASEによる抽出の実施 抽出液濃縮用器材の準備	夜間運転による自動抽出	6.5hr 0.5hr
2日目	②抽出	1	抽出液の濃縮		3.5hr
	③クリーンアップ	1	硫酸処理操作	一夜放置	1hr
			カラムクロマトグラフィーの準備		1hr
3日目	③クリーンアップ	2	多層シリカゲルカラムクロマト 減圧濃縮 活性炭シリカゲルカラムクロマト 減圧濃縮 窒息ガスによる濃縮		7hr
4日目	③クリーンアップ	1	引き続き窒素ガスによる濃縮 サンプルバイアルへ移す シリンジスパイク 最終試験液の調製		6hr
4~5日目	④同定及び定量	1	i) PCDD/Fs、モノオルトPCBs分析 使用機器: Micromass Autospec Premier 注入法: SCLV injection system カラム: BPX-Dioxin I	65min × 12試料(標準品測定を含む) 夜間運転	13hr
			ii) モノオルトPCBs分析 使用機器: Micromass Autospec Ultima 注入法: Splitless injection カラム: HT8-PCB	35min × 12試料(標準品測定を含む)	7hr
6~7日目	④同定及び定量	1	結果解析 定量値の確定		14hr

図3 食品中ダイオキシン類の迅速分析方法の運用試験結果

表1 TDS 試料中ダイオキシン類の測定条件

分析対象物質	PCDDs、PCDFs及び モノオルトPCBs	モノオルトPCBs
注入方法	溶媒除去大容量注入 (SCLV injection system)	通常注入 (Splitless injection)
プレカラム	BPX-5(6m × 0.25mm、0.25 μm)	-
分析カラム	BPX-Dioxin I (SGE製、40m × 0.15mm)	HT8-PCB (SGE製、60m × 0.25mm)
注入量/最終試験液量	5 μl/25 μl	1 μl/20 μl
カラムオープン昇温条件(注 入口圧力)	160°C、2.75分間保持(469kPa)- 20°C/min-300°C、15分間保持 (678kPa)-70°C/min-195°C、4.5分 保持(323kPa)-3°C/min-300°C、3 分間保持(442kPa)	130°C、1分間保持-20°C/min- 220°C、0分間保持-3°C/min- 280°C、0分間保持-20°C/min- 300°C、3.5分間保持

表 2 TDS 試料中ダイオキシン類分析における検出下限

化合物	検出下限(µg/g、湿重量あたり)	
	第1-3、5-13群	第4群
2,3,7,8-TeCDD	0.0011	0.0064
1,2,3,7,8-PeCDD	0.0020	0.012
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.0020	0.012
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.0020	0.012
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.0020	0.012
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.0022	0.013
OCDD	0.0056	0.033
2,3,7,8-TeCDF	0.0022	0.013
1,2,3,7,8-PeCDF	0.0012	0.0074
2,3,4,7,8-PeCDF	0.0012	0.0074
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.0025	0.015
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.0025	0.015
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.0025	0.015
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.0025	0.015
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.0030	0.018
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.0030	0.018
OCDF	0.0023	0.014
3,3',4,4'-TeCB(#77)	0.010	0.060
3,4,4',5'-TeCB(#81)	0.0011	0.0065
3,3',4,4',5'-PeCB(#126)	0.0010	0.0063
3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169)	0.0008	0.0047
2,3,3',4,4'-PeCB(#105)	0.20	1.2
2,3,4,4',5'-PeCB(#114)	0.020	0.12
2,3',4,4',5'-PeCB(#118)	0.25	1.5
2',3,4,4',5'-PeCB(#123)	0.015	0.090
2,3,3',4,4',5'-HexCB(#156)	0.070	0.42
2,3,3',4,4',5'-HexCB(#157)	0.015	0.090
2,3',4,4',5,5'-HexCB(#167)	0.20	1.2
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189)	0.010	0.060

表 3 TDS 試料中ダイオキシン類分析におけるクリーンアップスパイク(CS)回収率

化合物	CS 回収率(%)												
	第1群	第2群	第3群	第4群	第5群	第6群	第7群	第8群	第9群	第10群	第11群	第12群	第13群
2,3,7,8-TeCDD	49	72	49	51	52	48	63	66	64	51	49	52	66
1,2,3,7,8-PeCDD	62	79	63	57	57	59	75	70	67	64	66	61	73
1,2,3,4,7,8-HxCDD	57	61	82	65	61	60	76	71	66	73	80	73	70
1,2,3,6,7,8-HxCDD	52	62	83	67	63	57	72	67	62	64	72	63	64
1,2,3,7,8,9-HxCDD	66	70	80	71	63	61	82	76	69	73	98	67	75
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	53	59	63	79	61	58	72	65	58	64	75	70	65
OCDD	45	36	47	72	51	49	60	50	45	53	65	55	46
2,3,7,8-TeCDF	131*	95	95	74	92	99	125*	101	111	104	144*	121*	108
1,2,3,7,8-PeCDF	101	65	108	55	120*	128*	219*	185*	147*	154*	93	148*	215*
2,3,4,7,8-PeCDF	56	67	63	54	53	55	70	67	64	58	72	60	67
1,2,3,4,7,8-HxCDF	54	69	131*	64	58	54	58	71	65	64	73	64	64
1,2,3,6,7,8-HxCDF	50	66	81	59	53	50	54	62	56	58	66	58	61
2,3,4,6,7,8-HxCDF	59	63	70	65	58	59	63	68	63	75	81	81	67
1,2,3,7,8,9-HxCDF	57	60	74	68	60	56	60	68	63	72	98	73	64
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	62	47	67	79	62	59	82	79	63	81	82	80	70
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	47	44	53	104	59	52	63	57	49	57	63	62	55
OCDF	31	52	67	80	43	41	59	64	46	45	42	46	61
3,3',4,4'-TeCB(#77)	42	37	42	81	51	49	59	48	43	47	55	52	44
3,4,4',5'-TeCB(#81)	36	62	73	80	56	62	67	67	48	51	47	53	63
3,3',4,4',5'-PeCB(#126)	52	62	84	96	71	65	85	78	56	70	73	71	76
3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169)	89	53	116	102	68	69	83	84	50	75	123*	78	76
2,3,3',4,4'-PeCB(#105)	68	62	61	72	82	74	91	72	79	71	80	87	76
2,3,4,4',5'-PeCB(#114)	66	60	61	77	67	75	78	72	73	79	70	74	79
2,3',4,4',5'-PeCB(#118)	66	57	60	74	84	73	76	70	65	76	67	64	70
2',3,4,4',5'-PeCB(#123)	68	54	61	76	83	75	79	71	66	76	68	65	70
2,3,3',4,4',5'-HexCB(#156)	81	73	68	96	102	85	86	82	78	94	87	89	102
2,3,3',4,4',5'-HexCB(#157)	81	92	72	93	106	83	83	82	77	90	96	90	95
2,3',4,4',5,5'-HexCB(#167)	78	54	73	95	103	82	85	82	80	88	87	84	101
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189)	87	73	68	97	107	88	91	86	77	97	120	110	111

*回収率が>120%となりガイドラインに適合しなかった化合物。マトリックス共存の影響と考えられる。

表4 TDS試料中ダイオキシン類の分析結果

化合物	TEF	濃度 (pg/g, 湿重量あたり)												
		第1群	第2群	第3群	第4群	第5群	第6群	第7群	第8群	第9群	第10群	第11群	第12群	第13群
2,3,7,8-TeCDD	1	ND	ND	0.0020	ND	ND	ND	0.0012	ND	ND	0.013	0.0029	0.0016	ND
1,2,3,7,8-PeCDD	1	ND	ND	0.0067	0.0065	ND	ND	ND	ND	ND	0.030	0.0070	0.0083	0.0028
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	ND	ND	0.0045	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0040	0.0088	0.0028	0.0020
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	ND	ND	0.012	ND	ND	0.0023	ND	ND	ND	0.011	0.018	0.010	0.0039
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	ND	ND	0.0067	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0045	0.0075	0.0052	0.0030
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	ND	0.0077	0.18	0.21	0.038	0.0062	0.014	0.0061	0.0039	0.020	0.13	0.038	0.043
OCDD	0.001	0.015	0.066	2.6	0.25	0.62	0.012	0.043	0.042	0.013	0.11	0.79	0.064	0.15
2,3,7,8-TeCDF	0.1	0.0024	ND	0.0031	ND	0.0038	ND	0.0037	ND	ND	0.097	0.0086	0.0031	0.0022
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	ND	ND	0.0015	ND	ND	ND	0.0021	ND	ND	0.027	0.0034	ND	0.0015
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	ND	ND	0.0076	ND	ND	ND	0.0017	ND	ND	0.084	0.016	0.015	0.0012
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	ND	ND	0.0051	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.004	0.018	0.011	0.0026
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	ND	ND	0.0064	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.010	0.014	0.010	ND
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	ND	ND	0.0046	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.011	0.013	0.0089	ND
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	ND	ND	0.042	ND	0.0067	ND	0.003	ND	ND	0.011	0.052	0.0078	0.0036
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0057	0.0030	ND
OCDF	0.0001	ND	ND	0.042	0.078	0.022	ND	ND	ND	ND	0.0039	ND	ND	ND
3,3',4,4'-TeCB(#77)	0.0001	0.014	0.050	0.20	0.15	0.034	0.022	0.13	0.031	0.036	4.2	0.13	0.034	0.053
3,4,4',5'-TeCB(#81)	0.0001	ND	0.0032	0.011	0.014	0.0034	0.0013	0.010	0.0026	0.0026	0.22	0.016	0.011	0.0027
3,3',4,4',5'-PeCB(#126)	0.1	ND	0.0057	0.077	0.029	0.0029	0.0021	0.013	0.0021	0.0037	1.5	0.087	0.066	0.011
3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169)	0.01	ND	ND	0.016	0.0084	ND	ND	ND	ND	ND	0.40	0.029	0.016	0.0041
2,3,3',4,4'-PeCB(#105)	0.0001	ND	0.41	3.0	1.9	ND	ND	0.41	0.24	ND	70	10	1.5	0.55
2,3,4,4',5'-PeCB(#114)	0.0005	ND	ND	0.25	0.17	ND	ND	0.032	ND	ND	4.8	0.48	0.16	0.048
2,3',4,4',5'-PeCB(#118)	0.0001	0.32	1.3	11	5.2	0.42	0.37	0.84	0.55	0.40	210	30	5.8	1.6
2',3,4,4',5'-PeCB(#123)	0.0001	ND	ND	0.19	0.11	ND	ND	0.023	ND	ND	4.0	0.23	0.12	0.034
2,3,3',4,4',5'-HexCB(#156)	0.0005	ND	0.12	1.9	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	27	2.4	0.70	0.25
2,3,3',4,4',5'-HexCB(#157)	0.0005	ND	0.017	0.39	0.13	ND	ND	0.020	ND	ND	7.6	1.6	0.16	0.066
2,3',4,4',5,5'-HexCB(#167)	0.00001	ND	0.45	0.87	0.26	ND	ND	ND	ND	ND	15	1.8	0.32	ND
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189)	0.0001	ND	ND	0.30	0.10	ND	ND	0.012	ND	ND	3.6	0.64	0.11	0.047
Total DXN (pgTEQ/g, ND=0)		0.00029	0.0010	0.032	0.0065	0.0018	0.00032	0.0044	0.00039	0.00047	0.31	0.045	0.031	0.0070
Total DXN (pgTEQ/g, ND=LOD/2)		0.0031	0.0038	0.032	0.023	0.0045	0.0032	0.0061	0.0032	0.0033	0.31	0.045	0.031	0.0080
ガイドラインにおける標準的検出下限を適用した場合														
Total DXN (pgTEQ/g, ND=0)		0	0.00020	0.0072	0.0031	0.0010	0	0.000013	0	0	0.30	0.0086	0.0012	0.00074

表5 個別食品中ダイオキシン類の分析結果

化合物	TEF	濃度 (pg/g、湿重量あたり)									
		いちご	にんじん	トマト	キャベツ	レタス	白菜	春菊	ほうれん草	ちんげんさい	茶葉
2,3,7,8-TeCDD	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0033	ND	0.0041
1,2,3,7,8-PeCDD	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0093	0.0034	0.013
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0079	ND	0.0061
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	ND	0.0031	ND	ND	ND	ND	ND	0.013	0.0044	0.0089
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.013	0.0043	0.013
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.0056	0.017	0.027	0.0044	0.019	0.0056	0.017	0.24	0.10	0.098
OCDD	0.001	0.023	0.094	0.086	0.015	0.22	0.027	0.20	2.1	1.2	0.51
2,3,7,8-TeCDF	0.1	0.0028	0.0043	0.0093	0.0025	0.0071	ND	0.019	0.023	ND	0.052
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	ND	ND	0.0066	ND	ND	ND	0.010	0.018	0.0046	0.040
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	ND	ND	ND	ND	0.0034	ND	0.014	0.016	ND	0.054
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0076	0.018	0.0048	0.035
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0063	0.019	ND	0.041
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0047	ND	0.0071
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0040	0.018	ND	0.035
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	ND	0.0053	0.0067	ND	0.0076	ND	0.015	0.066	0.015	0.097
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.010	ND	0.0081
OCDF	0.0001	0.013	0.019	0.030	0.0085	0.013	0.0062	0.011	0.11	0.059	0.056
3,3',4,4'-TeCB(#77)	0.0001	0.048	0.058	0.19	ND	0.032	0.035	0.10	0.28	0.085	1.6
3,4,4',5'-TeCB(#81)	0.0001	0.0033	0.0049	ND	ND	0.0047	0.0013	0.018	0.072	0.010	0.15
3,3',4,4',5'-PeCB(#126)	0.1	0.0039	ND	0.0074	0.0016	ND	ND	0.011	0.030	0.0062	0.19
3,3',4,4',5,5'-HxCB(#169)	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0075	ND	0.023
2,3,3',4,4'-PeCB(#105)	0.0001	0.38	0.46	1.5	0.34	0.14	0.32	0.65	1.5	0.41	5.1
2,3,4,4',5'-PeCB(#114)	0.0005	0.026	0.056	0.11	0.028	0.043	0.036	0.038	0.12	0.047	0.41
2,3',4,4',5'-PeCB(#118)	0.0001	0.80	1.1	3.1	0.8	ND	0.71	1.4	3.3	0.94	11
2',3,4,4',5'-PeCB(#123)	0.0001	0.031	ND	0.038	0.023	0.018	0.037	0.038	0.14	0.029	0.40
2,3,3',4,4',5'-HexCB(#156)	0.0005	0.042	0.079	0.23	0.055	0.030	0.063	0.12	0.27	0.096	0.80
2,3,3',4,4',5'-HexCB(#157)	0.0005	0.023	0.026	0.074	ND	ND	0.022	0.054	0.082	0.021	0.24
2,3',4,4',5,5'-HexCB(#167)	0.00001	0.028	0.034	0.044	0.025	ND	0.031	0.067	0.14	0.042	0.43
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB(#189)	0.0001	ND	ND	ND	ND	0.016	0.031	ND	0.12	ND	0.16
Total DXN (pgTEQ/g, ND=0)		0.00092	0.0013	0.0031	0.00063	0.0029	0.00026	0.013	0.042	0.0082	0.090
Total DXN (pgTEQ/g, ND=LOD/2)		0.0047	0.0050	0.0068	0.0044	0.0061	0.0042	0.015	0.042	0.010	0.090
厚生労働省の全国汚染実態調査における分析例(平均濃度)*											
例数		2	3	3	3	7	3	2	4	3	4
Total DXN (pgTEQ/g, ND=0)		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.0025	<0.001	0.042	0.036	0.004	0.080

*データは平成10～16年度の厚生労働省調査結果報告書より抜粋した。

分担研究報告書

4. 食品中臭素化ダイオキシン及びその関連化合物質汚染調査

分担研究者 中川 礼子

(福岡県保健環境研究所)

分担研究報告書

ダイオキシン類による食品汚染実態の把握に関する研究
(4)食品中臭素化ダイオキシン及びその関連化合物汚染調査

分担研究者 中川礼子 福岡県保健環境研究所

研究要旨

臭素化ダイオキシン類は、プラスチック等に使用される臭素系難燃剤の製造過程や臭素系難燃剤を含む製品の燃焼によって生成することが明らかとなっており、毒性は塩素化ダイオキシン類とほぼ同等であることが報告されている。また、デカブロモジフェニルエーテル(DeBDE)、テトラブロモビスフェノール A(TBBPA)等の臭素系難燃剤は、現在もテレビやパソコン等の電化製品や、カーテン等の繊維に使用されており、これらの臭素系難燃剤の人体への影響が懸念されている。我々は、人への暴露源と考えられる食品の安全性を確保するため、様々な食品における臭素化ダイオキシン類及びその関連化合物の汚染実態を明らかにすることを目的として研究を行っている。本年度は、(1) 臭素系ダイオキシン類(PBDD/DFs, MoBrPCDD/DFs)及び臭素化ジフェニルエーテル類(PBDEs)のマーケットバスケット方式による三地域(北海道、東北、中部地区)の摂取量調査 (2)ヘキサブロモシクロデカン(HBCDs)の分析法検討と一地域(北九州地区)のマーケットバスケット試料の分析を行い、一日摂取量を推定した。臭素系ダイオキシン類(PBDD/DFs, MoBrPCDD/DFs)及び臭素化ジフェニルエーテル類(PBDEs)のマーケットバスケット方式による摂取量調査では第4群の油脂類から1,2,3,4,6,7,8-HpBDFが検出されたが、その他の群では臭素系ダイオキシン類は検出されなかった。臭素化ジフェニルエーテルはすべての群から検出された。ND=0とした場合の臭素系ダイオキシン類の一日摂取量は平均で0.00071pgTEQ/kg体重/日、臭素化ジフェニルエーテル類の一日摂取量は平均で1.83ng/kg体重/日であった。一方、検討したHBCDsの分析法は再現性及び回収率も良好であった。また、予備調査での北九州地区におけるHBCDsの一日摂取量はND=0とした場合、平均で1.80ng/kg体重/日であった。

研究協力者
芦塚由紀
(福岡県保健環境研究所)
村田 さつき
(福岡県保健環境研究所)
堀 就英
(福岡県保健環境研究所)
安武 大輔
(福岡県保健環境研究所)

高橋哲夫
(北海道立衛生研究所)
田村征男
(名古屋市衛生研究所)
手代木年彦
(宮城県塩釜保健所黒川支所)
佐々木久美子
(国立医薬品食品衛生研究所)

A 研究目的

デカブロモジフェニルエーテル(DBDE)やテトラブロモビスフェノール A(TBBPA)等の臭素系難燃剤は、主にテレビやパソコン等の電化製品や、カーテンなどの繊維に使用されている。これら臭素系難燃剤の人体への影響や、臭素系ダイオキシン類の発生が懸念されてきた。国内ではメーカーの自主規制により、臭素化ジフェニルエーテル類(PBDEs)については1990年以降、大きく需要が減少しているが、その代わりにTBBPAやヘキサブロモシクロドデカン(HBCDs)の需要が増えている。さらにPBDEsを使用した製品の廃棄が今後ピークを迎えることも指摘されるため、環境への汚染を未然に防止していく必要があると思われる。我々は、人への暴露源と考えられる食品の安全を確保するため、様々な食品における汚染実態を明らかにすることを目的として研究を行ってきた。昨年度の研究においては、中国四国地区と関東地区の国内2地域における臭素系ダイオキシン類(PBDD/DFs, MoBrPCDD/DFs)及び臭素化ジフェニルエーテル類(PBDEs)のマーケットバスケット方式による摂取量調査とテトラブロモビスフェノール A(TBBPA)の分析を行った。マーケットバスケット方式による摂取量調査では2地域の第4群(油脂類)の試料から1,2,3,4,6,7,8-HpBDFが検出された。PBDEsはすべての食品群別試料から検出された。さらに食品からの摂取量について、詳細な調査をおこなうために、本年度は(1)臭素系ダイオキシン類(PBDD/DFs, MoBrPCDD/DFs)及び臭素化ジフェニルエーテル類(PBDEs)の

マーケットバスケット方式による追加的摂取量調査(北海道、東北、中部地区の3地域)を昨年度に引き続き実施した。また、(2)ヘキサブロモシクロドデカン(HBCDs)の分析法の検討と一地域(北九州地区)のマーケットバスケット試料の分析を実施した。

B 研究方法

1 臭素系ダイオキシン類(PBDD/DFs, MoBrPCDD/DFs)及び臭素化ジフェニルエーテル類(PBDEs)のマーケットバスケット方式による摂取量調査(北海道、東北、中部地区の3地域)

1-1 実験材料

今回は北海道、東北、中部地区の3地域の機関で調製した試料の分析を行った。食品群の内訳は次の通りである。また、試料を調製した際に基となった地域別一日摂取量と最終分析重量を表1に示す。第10群、第11群、第12群はn=2で調製したものを分析した。

第1群 米、米加工品

第2群 米以外の穀類、種実類、いも類

第3群 砂糖類、菓子類

第4群 油脂類

第5群 豆類、豆加工品

第6群 果実、果汁

第7群 緑黄色野菜

第8群 他の野菜類、キノコ類、海藻類

第9群 酒類、嗜好飲料

第10群 魚介類

第11群 肉類、卵類

第12群 乳、乳製品

第13群 調味料

表1 マーケットバスケット試料の食品群別重量表

(1) 北海道地区マーケットバスケット試料

	第1群	第2群	第3群	第4群	第5群	第6群	第7群	第8群
一日摂取量(g)	340.1	190.4	30.4	11.1	43.9	135.4	85.4	211.2
最終分析試料重量(g)	340.1	405.0	43.7	11.1	46.9	135.4	76.0	204.2
	第9群	第10群A	第10群B	第11群A	第11群B	第12群A	第12群B	第13群
一日摂取量(g)	412.8	120.2	120.2	105.6	105.6	193.8	193.8	90.3
最終分析試料重量(g)	412.8	140.4	160.6	137.2	135.6	193.8	193.8	90.3

(2) 東北地区マーケットバスケット試料

	第1群	第2群	第3群	第4群	第5群	第6群	第7群	第8群
一日摂取量(g)	382.0	164.8	30.9	10.6	58.9	128.2	95.7	213.7
最終分析試料重量(g)	381.7	168.4	30.9	10.6	98.2	128.2	89.1	196.6
	第9群	第10群A	第10群B	第11群A	第11群B	第12群A	第12群B	第13群
一日摂取量(g)	389.5	92.8	92.8	104.7	104.7	162.9	162.9	78.0
最終分析試料重量(g)	389.5	83.6	81.0	92.6	84.9	162.9	162.9	78.0

(3) 中部地区マーケットバスケット試料

	第1群	第2群	第3群	第4群	第5群	第6群	第7群	第8群
一日摂取量(g)	346.4	171.1	35.6	10.3	59.7	130.2	92.3	196.2
最終分析試料重量(g)	526.4	260.8	48.9	10.3	61.9	130.2	81.0	187.3
	第9群	第10群A	第10群B	第11群A	第11群B	第12群A	第12群B	第13群
一日摂取量(g)	499.2	89.0	89.0	110.3	110.3	177.5	177.5	81.0
最終分析試料重量(g)	499.2	110.9	113.6	123.5	127.2	177.5	177.5	81.0

表2 PBDD/DFs 測定に用いたモニターイオン

	定量イオン	確認イオン
TeBDD	499.6904	497.6924
PeBDD	577.6009	579.5989
HxBDD	655.5114	657.5094
TeBDF	483.6955	481.6975
PeBDF	561.6060	563.6039
HxBDF	641.5145	639.5165
HpBDF	719.4248	721.4228
OBDD	815.3282	813.3302
¹³ C ₁₂ -TeBDD	511.7307	—
¹³ C ₁₂ -PeBDD	589.6412	—
¹³ C ₁₂ -HxBDD	663.5496	—
¹³ C ₁₂ -OBDD	827.3685	—
¹³ C ₁₂ -TeBDF	495.7357	—
¹³ C ₁₂ -PeBDF	573.6462	—

表4 PBDEs 測定に用いたモニターイオン

	定量イオン	確認イオン
TriBDE	405.8027	407.8006
TeBDE	485.7111	483.7132
PeBDE	565.6196	563.6216
HxBDE	643.5301	641.5321
HpBDE	721.4406	723.4386
OBDE	641.5145	639.5160
NoBDE	719.4250	721.4230
DBDE	799.3335	797.3355
¹³ C ₁₂ -TriBDE	417.8429	—
¹³ C ₁₂ -TeBDE	497.7514	—
¹³ C ₁₂ -PeBDE	575.6619	—
¹³ C ₁₂ -HxBDE	655.5704	—
¹³ C ₁₂ -HpBDE	733.4809	—
¹³ C ₁₂ -OBDE	653.5547	—
¹³ C ₁₂ -NoBDE	731.4652	—
¹³ C ₁₂ -DBDE	811.3737	—

表3 Mono-Br-PCDDs 測定に用いたモニターイオン

	定量イオン	確認イオン
Mono-Br-TriCDD	365.8436	367.8410
Mono-Br-TeCDD	399.8045	401.8019
Mono-Br-PentaCDD	435.7628	433.7655
Mono-Br-HxCDD	469.7237	467.7265
Mono-Br-HpCDD	503.6847	505.6819
Mono-Br-TriCDF	349.8487	351.8460
Mono-Br-TeCDF	383.8096	385.8070
¹³ C ₁₂ Mono-Br-TeCDD	411.8448	—

1-2 分析方法

4 群以外の試料は均一化した試料 50～100g を特注ビーカー(直径 9cm、高さ 7cm)に精秤し、 -20°C で凍結した後、凍結乾燥機(VIRTIS 社製 AD2.0 ES-BC)で約 35 時間かけて乾燥させた。乾燥した試料をスパーテルで細かく砕き、洗浄したガラスビーズを混ぜながら、高速溶媒抽出装置の抽出セル(99mL)に充填した。クリーンアップスパイクの $^{13}\text{C}_{12}$ -PBDD/DFs(4-8 臭素化体 125-500pg)、 $^{13}\text{C}_{12}$ -PBDEs(1-10 臭素化体 500-2500pg)、 $^{13}\text{C}_{12}$ -1-Br-2,3,7,8-TeCDD(50pg) を添加した後、高速溶媒抽出を行った。

抽出液は 40°C 以下で約 100mL になるまで減圧濃縮した。硫酸 20mL を加えて 3 回処理を行った後、*n*-ヘキサン洗浄水 20mL で洗浄した。無水硫酸ナトリウムで乾燥させた後、2mL まで減圧濃縮し、シリカゲルクロマトグラフィーで精製した。4 群の試料については約 50g を精秤した後、硫酸処理を行い、他の群と同じ方法で精製を行った。シリカゲルカラムの溶出液 150mL を減圧濃縮し、*n*-ヘキサン 5mL に置換した後、フロリジルカラムクロマトグラフィーを行い、第1画分(PBDEs 画分)と第2画分(PBDD/DFs 及び MoBrPCDD/DFs 画分)に分画した。PBDEs を含む第1画分は約 1mL まで濃縮をし、夾雑物を除去するために、DMSO 分配を行い PBDEs 測定試料とした。PBDD/DFs を含む第2画分は濃縮を行い、*n*-ヘキサン 5mL に置換した後、活性炭カラムクロマトグラフィーで精製を行い測定試料とした。PBDEs の最終検

液はシリンジスパイク $^{13}\text{C}_{12}$

-2,2',3,4,4',5'-HxBDE(#138L)を加えて 25 μL とした。PBDD/DFs 及び MoBrPCDD/DFs の最終検液はシリンジスパイク $^{13}\text{C}_{12}$ -2,3,4,7,8-PeBDF を加えて 15 μL とした。これらの最終検液を、それぞれ高分解能ガスクロマトグラフ/高分解能質量分析計(HRGC/HRMS)で測定した。使用カラム及び測定条件は 1-3 に示す。PBDD/DFs 及び MoBrPCDD/DFs は、カラム 1 で測定を行い、検出されたものについてはカラム 2 で再測定した。測定イオンは表 2、表 3、表 4 に示す。

1-3 使用機器及び条件

(1) 高速溶媒抽出

機器: DIONEX 社製 ASE-300

抽出条件: オープン温度 100°C

抽出圧力: 1500psi

抽出溶媒: ジクロロメタン/*n*-ヘキサン

(1:9)

オープン昇温時間: 7 分

設定温圧保持時間: 10 分

フラッシュ容積: セル容量の 40%

ガスパーズ時間: 120 秒

静置サイクル数: 3 回

ガラスビーズ: 使用前にアセトン/*n*-ヘキサン(2:1)、ジクロロメタン/*n*-ヘキサン(1:9)で洗浄

(2) 測定機器

高分解能質量分析計(HRMS)

Micromass Autospec ULTIMA

高分解能ガスクロマトグラフ(HRGC)

Hewlett Packard 社 HP6890

(3) 使用カラム及び測定条件

- ① PBDD/DFs 及び MoBrPCDD/DFs
カラム 1: J&W 社製

DB-5 0.25mm i.d. × 30m, 膜厚
0.1μm

カラム 2: QUADREX 社製

MP65HT 0.25mm i.d. × 25m, 膜厚
0.1μm

注入方法: スプリットレス

注入口温度: 280°C

昇温条件: 130°C ~ 20°C/min ~ 240°C
~ 5°C/min ~ 320°C (7.5min)

② PBDEs

カラム: Agilent 社製

HP-5MS 0.25mm i.d. × 15m, 膜厚
0.1μm

注入方法: スプリットレス

注入口温度: 260°C

昇温条件: 120°C (2min) ~ 20°C/min ~
200°C ~ 10°C/min ~ 300°C (1min) ~ 20°C/
min ~ 310°C (5min)

2 ヘキサブロモシクロドデカン(HBCDs) の分析

2-1 実験材料

2002年(平成14年度)及び2005年(平成17年度)に、直近の国民栄養調査および県民栄養調査をもとに当所にて調製した福岡県のマーケットバスケット試料(第1群から第13群まで)16件、第1~9群及び第13群は各1件、第10群、第11群、第12群は食品の構成内容を変えて各2件調製した。

再現性試験では、2005年度のマーケ

ットバスケット試料のうち、第10群の魚介類について $n=6$ にて試験を行った。分析にはフードプロセッサーにて均一化した試料の約5gを用いた。

2-2 標準溶液及び試薬

α -、 β -、 γ -ヘキサブロモシクロドデカン [α -、 β -、 γ -1,2,5,6,9,10

-Hexabromocyclododecane] 標準溶液

(各 50 μg/mL トルエン溶液) は

Cambridge Isotope Laboratories 社製を

用いた。クリーンアップスパイクとしては

同社製の $^{13}\text{C}_{12}$ - α -、 $^{13}\text{C}_{12}$ - β -、 $^{13}\text{C}_{12}$ - γ

-ヘキサブロモシクロドデカン (50 μg/mL

トルエン溶液) を用いた。 α 、 β 、 γ

-HBCD の構造式を図1に示す。

メタノール、ジクロロメタン、 n -ヘキサンは関東化学のダイオキシン類分析用またはPCB分析用を用いた。

また、GPC分画後の精製カラムとして、Varian社製のBond Elut PSA (500mg, 3mL) カラムを使用した。

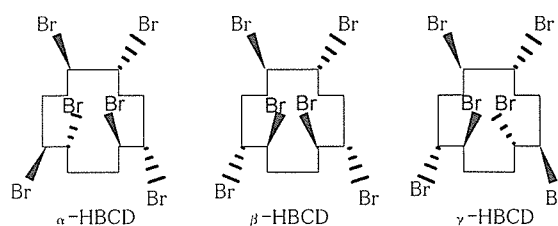


図1 α 、 β 、 γ -HBCDの構造式

2-3 機器及び測定条件

GPC 装置:

ポンプ: Büchi Pump Module C-601

分画機器: 東京理化器械株式会社
EYELA FRACTION COLLECTOR
DC-1500

カラム: Shodex CLNpak PAE800AC
(8.0mm ϕ \times 300mm)

流速: 0.8mL/min

移動相: アセトン

LC/MS/MS: Waters Quattro Micro API

カラム: GL Sciences 社製 Inertsil
ODS-3

粒径: 5 μ m 内径: 2.1mm 長さ: 150mm

カラム温度: 40°C

注入量: 10 μ L

移動相流量: 0.2mL/min

移動相: 10mM 酢酸アンモニウム: メタノール: アセトニトリル = 10: 55: 35

測定モード: MRM 測定

キャピラリー電圧: 2.0kV

イオン源温度: 130°C

モニターイオン:

Native-HBCD; 641>79(定量), 639>79(確認)

$^{13}\text{C}_{12}$ -HBCD; 653>79(定量), 651>79(確認)

2-4 分析操作

(1) 食品試料群の前処理

各食品群の特性を考慮した結果、以

下の 3 通りの前処理操作を行った。(図 2)

① 第 1 群(米、米加工品)、第 2 群(米以外の穀類、種実類、いも類)、第 3 群(砂糖類、菓子類)、第 4 群(油脂類): 試料約 5g を 50mL の遠沈管に秤取り、 $^{13}\text{C}_{12}$ ラベル化 α , β , γ -HBCD 各 1ng をクリーンアップスパイクとして添加した。これに、蒸留水 5mL 及びメタノール 15mL を加えて混合したのち、*n*-ヘキサン 15mL で 2 回抽出した。*n*-ヘキサン層はその 1/2 量(15mL) について *n*-ヘキサン飽和ジメチルスルホキシド(DMSO) 5mL で 3 回液-液分配を行った。DMSO 層を、2%食塩水 100mL を予め入れた分液ロートに移し、*n*-ヘキサン 20mL で 2 回抽出し、これを無水硫酸ナトリウムに通して乾燥させた。これを減圧濃縮後、アセトン 0.2mL に溶解し、全量を GPC に注入した。

② 第 6 群(果実、果汁)、第 7 群(緑黄色野菜)、第 8 群(他の野菜類、キノコ類、海藻類): 試料約 5g を 50mL の遠沈管に秤取り、 $^{13}\text{C}_{12}$ ラベル化 α -, β -, γ -HBCD 各 1ng をクリーンアップスパイクとして添加した。これをジクロロメタン 20mL で 2 回ホモジナイズ抽出し、ジクロロメタン層を無水硫酸ナトリウムに通して脱水させた後、減圧濃縮した。残渣を 10%ジクロロメタン/*n*-ヘキサンに溶解したのち、その 1/2 量を上層 22% H_2SO_4 -silica(4g)

ー下層 44% H₂SO₄-silica(3g)を無水硫酸ナトリウム(5g)で挟んだカラム(予め *n*-ヘキサン 100mL で洗浄したもの)に負荷し、150mL の 10%ジクロロメタン/*n*-ヘキサンで溶出させた。溶出液を集め、減圧濃縮したのち、アセトン 0.2mL に溶解し、全量を GPC に注入した。

③その他の群:第 5 群(豆類、豆加工品)、第 9 群(酒類、嗜好飲料)、第 10 群(魚介類)、第 11 群(肉・卵類)、第 12 群(乳類)、第 13 群(調味料):試料約 5g を秤

取し、¹³C₁₂ラベル化 α-, β-, γ-HBCD 各 1ng をクリーンアップスパイクとして添加した。これをジクロロメタン 20mL で 2 回ホモジナイズ抽出し、ジクロロメタン層を無水硫酸ナトリウムに通して脱水させた後、減圧濃縮した。これを 20mL の 10%ジクロロメタン/*n*-ヘキサンに再溶解したのち、濃硫酸 5mL を加えて攪拌処理し、2000rpm で遠心分離した。上層を減圧濃縮後、0.2mL のアセトンに再溶解した。この 1/2 量を GPC に注入した

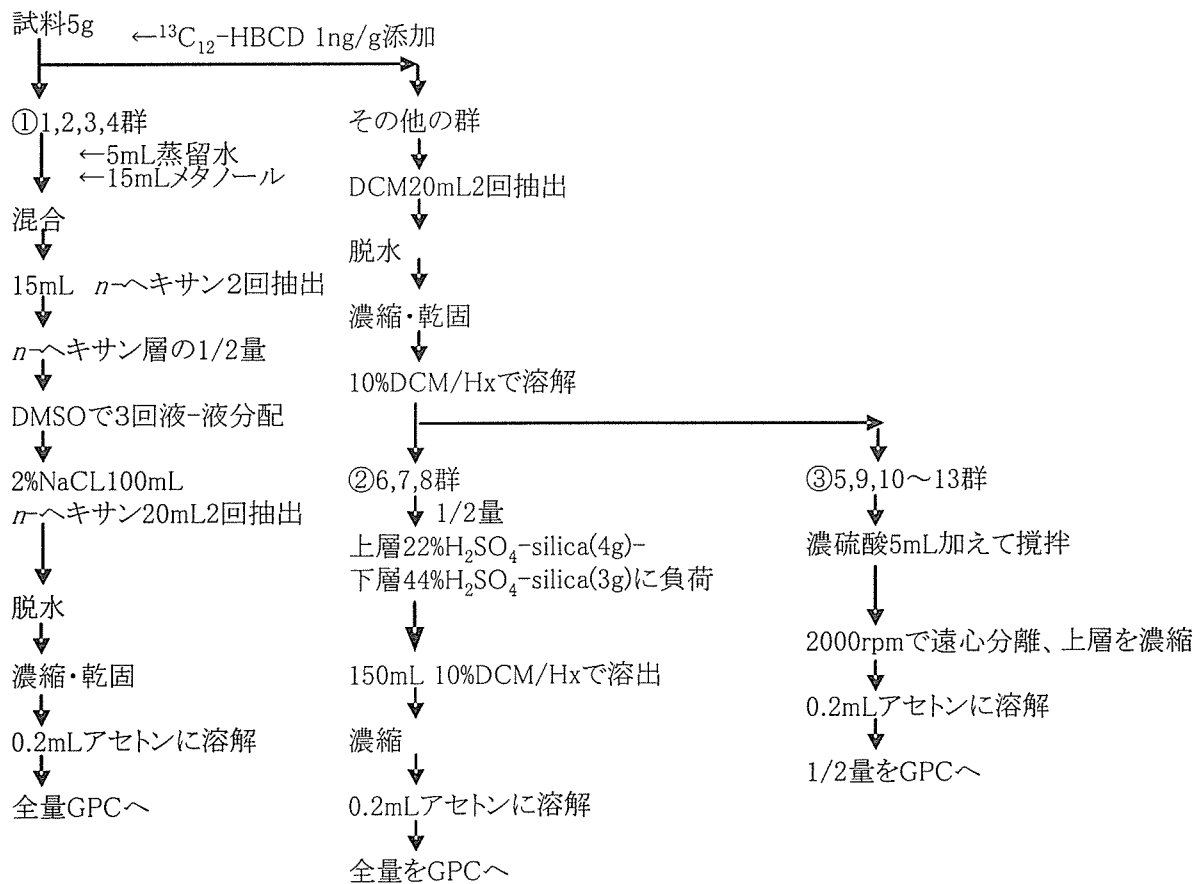


図2 HBCD前処理フローチャート

2-5 精製法の検討

5-1 GPC (Gel Permeation Chromatography) による精製法の検討

HBCDs が含まれる画分を確認するため、HBCDs 及び関連化合物として TBBPA の標準液(溶解液はアセトン)、即ち α -HBCD 5ppm 及び TBBPA 2ppm と 5ppm を 200 μ L 注入し、GPC の溶出液を 0~30 分までの間 2 分間隔で、計 15 本(1 本 1.6mL)分取した。分取液を窒素ガスで乾固し、アセトニトリル 2.5mL に再溶解させた。これについて、極大波長ではないが、TBBPA 及び α -HBCD 共に比較的妨害なく、かつ感度よく計測できる波長域(210-220nm)内の 217nm を選択した。これには、TBBPA 類似構造を持つビスフェノール A の測定吸収波長として 217nm が食品衛生法の公定法で指定されていることも考慮した。吸光度は吸光光度計(島津製作所 PharmaSpec UV-1700)で測定した。また、実試料の分離確認のために、食品試料(第 10 群の魚介類)5g を約 50mL の *n*-ヘキサンでホモジナイズ抽出したのち、得られた *n*-ヘキサン層に硫酸 10mL を加えて混和し、粗脂肪を分解処理した。*n*-ヘキサン層を別の遠沈管に採り、5%塩化ナトリウム水で洗浄後、無水硫酸ナトリウムで脱水した。濃縮後、0.2mL のアセトンに再溶解させ、GPC に注入し、GPC 溶出曲線を得た。

標準溶液及び食品試料液についての GPC の分離状況は以下ようになった。

- ① 12~14 分:この画分に α -HBCD が溶出した(図 3)。 β -、 γ -HBCD も同画分に溶出することを別途 LC/MS/MS で確認できた。
- ② 14~16 分:この画分に TBBPA が溶出した(図 3)。別途 LC/MS/MS でも確認できた。
- ③ 10~12 分:この画分には試料由来の共雑物(粗脂肪の酸分解処理後残った高分子)が溶出していると考えられた(図 4)。

以上の結果より、前処理を行ったマーケットバスケット試料の抽出液を 100~200 μ L GPC に注入し、HBCDs が含まれる 12~14 分間の分取液をとり、精製を行うこととした。

5-2 GPC 分画後のミニカラムによる精製

分取したサンプルを窒素ガスで乾固させ、トルエン/アセトニトリル(1:3, v/v)混液 2mL に溶解した。これを、あらかじめ同混液 10mL でコンディショニングした Varian 製 PSA カラムに負荷した後、トルエン/アセトニトリル混液 18mL で溶出した。得られた溶出液を減圧濃縮後、窒素ガスで乾固させ、少量のジクロロメタンでバイアルへ移した。バイアル内の溶媒を留去後、メタノール 50 μ L を添加し、測

定サンプルとした。

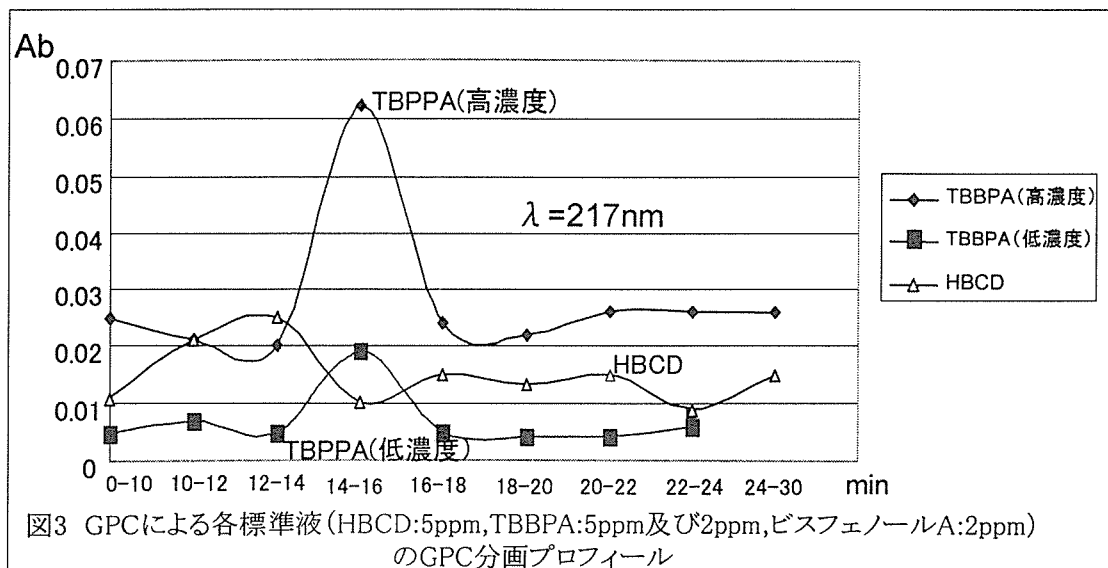


図3 GPCによる各標準液 (HBCD:5ppm, TBPPA:5ppm及び2ppm,ビスフェノールA:2ppm) のGPC分画プロフィール

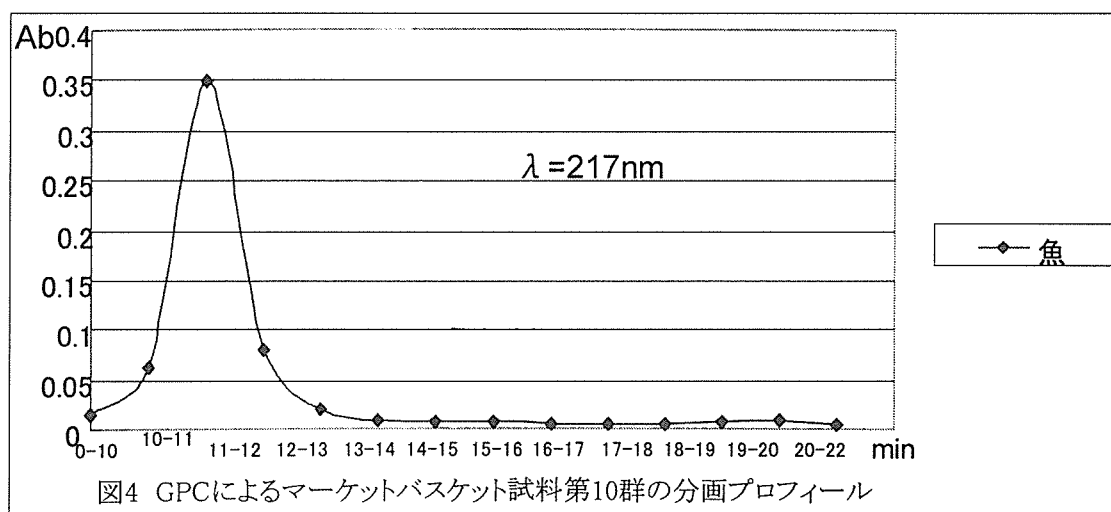


図4 GPCによるマーケットバスケット試料第10群の分画プロフィール

C 結果及び考察

1 臭素系ダイオキシン類 (PBDD/DFs, MoBrPCDD/DFs) 及び臭素化ジフェニルエーテル類 (PBDEs) のマーケットバスケット方式による 3 地域 (北海道、東北、

中部地区) の摂取量調査

北海道、東北、中部地区の 3 地域におけるマーケットバスケット試料の第 1 群から 13 群までの分析を行った。臭素系ダイオキシン類及び臭素化ジフェニルエー

テル類の各異性体の試料における検出

表5 PBDD/DDFs及びMoBrPCDD/DDFsの検出下限値

異性体	検出下限値 pg/g
2,3,7,8-TeBDD	0.01
1,2,3,7,8-PeBDD	0.01
1,2,3,4,7,8/1,2,3,6,7,8-HxBDD	0.05
1,2,3,4,7,8-HxBDD	0.05
OBDD	1
2,3,7,8-TeBDF	0.01
1,2,3,7,8-PeBDF	0.01
2,3,4,7,8-PeBDF	0.01
1,2,3,4,7,8-HxBDF	0.05
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	0.1
3-Br-2,7,8-CDF	0.01
2-Br-3,7,8-CDD	0.01
1-Br-2,3,7,8-CDF	0.01
1-Br-2,3,7,8-CDD	0.01
2-Br-3,6,7,8,9-CDD	0.05
1-Br-2,3,6,7,8,9-CDD	0.05
1-Br-2,3,4,6,7,8,9-CDD	0.05

分析結果から算出した3地域における臭素系ダイオキシン類及び臭素化ジフェニルエーテル類の一日摂取量を地域ごとに表7～表9に示す。また、その総括表を表10に示す。

臭素系ダイオキシン類の結果では、今回調査を行った3地域すべての第4群(油脂類)の試料から1,2,3,4,6,7,8-HpBDFが、試料中に湿重量当たり(以下wbと表記)、0.33pg/g wb (0.25-0.44pg/g wb)の濃度で検出された。昨年度の中国四国地区及び関東地区の調査においても第4群の油脂類から、1,2,3,4,6,7,8-HpBDFがそれぞれ試料中濃度で0.14pg/g wbと0.17 pg/g wbという値で検出されている。第4群は、主に食用油やバター、マーガリン等が含まれ、これら油脂類の一日当たり食事がいずれの地域も約10gと他の食品群に比べて少なく、一日摂取量にすると今回調査を行

下限値を表5及び表6に示す。

表6 PBDEsの検出下限値

異性体	検出下限値 pg/g
2,2',4-TriBDE (#17)	0.1
2,4,4'-TriBDE (#28)	0.1
2,2',4,5'-TeBDE (#49)	0.1
2,3',4',6'-TeBDE (#71)	0.1
2,2',4,4'-TeBDE (#47)	0.1
2,3',4,4'-TeBDE (#66)	0.1
3,3',4,4'-TeBDE (#77)	0.1
2,2',4,4',6-PeBDE (#100)	0.1
2,3',4,4',6-PeBDE (#119)	0.1
2,2',4,4',5-PeBDE (#99)	0.1
2,2',3,4,4'-PeBDE (#85)	0.1
2,2',4,4',5,6'-HxBDE (#154)	0.1
2,2',4,4',5,5'-HxBDE (#153)	0.1
2,2',3,4,4',5'-HxBDE (#138)	0.1
2,3,3',4,4',5-HxBDE (#156)	0.1
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE (#184)	0.1
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE (#183)	0.1
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE (#191)	0.1
2,2',3,3',4,4',6,6'-OBDE (#197)	0.2
2,2',3,3',4,4',5,6'-OBDE (#196)	0.2
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE (#207)	0.5
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE (#206)	0.5
DeBDE (#209)	1

った3地域の平均は3.5pg/日(2.7-4.5pg/日)であった。塩素化ダイオキシンである1,2,3,4,6,7,8-HpCDFの毒性等価係数(0.01)を用いて、これらの第4群試料における毒性等量(TEQ)を算出した結果、0.035pgTEQ/日(0.028-0.045pgTEQ/日)と極めて低い値であった。第4群以外の群はすべてNDであった。

一方、臭素化ジフェニルエーテルはすべての群から検出された。3地域すべてで、第4群の総PBDEs濃度が最も高く、特にデカブロモジフェニルエーテル(10臭素化体)が900~3000pg/g wbと高濃度に検出された。PBDEsの一日摂取量における食品群の寄与率は、中部地区では第4群の寄与が32.6%と最も高く、その他の北海道地区及び東北地区では第10群の寄与がそれぞれ52.6%、37.9%と最も高かった。

3 地域のマーケットバスケット試料における臭素化ジフェニルエーテルの異性体比を図5～図7に示す。検出された異性体の中で主要な異性体としては、4 臭素化体の#47、5 臭素化体の#99、#100、6 臭素化体の#154、10 臭素化体の#209であった。10 群(魚介類)ではどの地域においても4 臭素化体の#47の割合が、その他の群では10 臭素化体の割合が大きい場合が多かった。

第1群から第13群までのトータルの一日摂取量を求める際、NDを0とした場合と、NDを検出下限値の2分の1とした場合の両方で計算を行った。表10に算出したPBDD/DFs及びMoBrPCDD/DFs、PBDEsの一日摂取量を示す。

さらに、日本人の平均体重を50kgと仮定して体重1kgあたりの一日摂取量を算出した。臭素系ダイオキシン類(PBDD/DFs、MoBrPCDD/DFs)の一日摂取量は、北海道地区では、ND=0とした場合は0.00056pgTEQ/kg体重/日、ND=1/2xLODとした場合は1.57pgTEQ/kg体重/日と算出された。東北地区ではND=0とした場合が0.00066pgTEQ/kg体重/日、ND=1/2xLODとした場合が1.33pgTEQ/kg体重/日、中部地区では、ND=0とした場合が0.00091pgTEQ/kg体重/日、ND=1/2xLODとした場合が1.61pgTEQ/kg体重/日と算出された。3地域の平均値はND=0とした場合は0.00071pgTEQ/kg体重/日、ND=1/2xLODとした場合は1.50pgTEQ/kg体重/日であった。

平成17年度のダイオキシン類の摂取量に関する研究(分担研究者 米谷民

雄)¹⁾によると、塩素化ダイオキシン類の全国的な平均摂取量は1.2pgTEQ/kg体重/日であった。塩素化ダイオキシン類と臭素系ダイオキシン類の摂取量を足し合わせた場合でも、いずれの地域も我が国の耐容一日摂取用(TDI)の4pgTEQ/kg体重/日を下回ると推察された。

一方、臭素化ジフェニルエーテル類(PBDEs)の一日摂取量は、体重50kgとすると、北海道地区では、ND=0とした場合が1.92ng/kg体重/日、ND=1/2xLODとした場合が1.98ng/kg/日と算出された。東北地区では、ND=0とした場合が1.60ng/kg体重/日、ND=1/2xLODとした場合が1.65ng/kg体重/日、中部地区では、ND=0とした場合が1.95ng/kg体重/日、ND=1/2xLODとした場合が2.01ng/kg体重/日と算出された。3地域の平均値はND=0とした場合は1.83ng/kg体重/日、ND=1/2xLODとした場合は1.88ng/kg体重/日であった。

PBDEsのLOAEL(最小毒性発現量)は1mg/kg体重/日が適当ではないかと考えられているが²⁾、今回の調査においてもPBDEsの摂取量はこの値と比較すると 5×10^5 分の1程度と極めて小さい結果であることから、現在の食品における汚染は人体に影響ないレベルと考えられる。

表7 北海道地区における食品群別（第1群から第13群）の一日摂取量

(1) PBDD/DfEs及びMoBrPCDD/DfEsの一日摂取量(pg/日)
異性体

	1群		2群		3群		4群		5群		6群		7群		8群		9群		10群		11群		12群		13群		合計*		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B			
2,3,7,8-TeBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,7,8-PeBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,4,7,8/1,2,3,6,7,8-HxBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,4,7,8-HxBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
OBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
2,3,7,8-TeBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,7,8-PeBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3,4,7,8-PeBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1,2,3,4,7,8-HxBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total PBDD/DfEs	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3-Br-2,7,8-TrCDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2-Br-3,7,8-TrCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,7,8-TeCDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,7,8-TeCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2-Br-3,6,7,8,9-PeCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,6,7,8,9-HxCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total MoBrPCDD/DfEs	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PBDD/DfEs+MoBrPCDD/DfEs pg/日	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total TEQ(ND=0) pgTEQ/日	0	0	0	0.028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.028	
Total TEQ(ND=1/2LOD) pgTEQ/日	11.9	14.2	1.5	0.4	1.6	4.7	2.7	7.1	14.4	4.9	5.6	4.8	4.7	6.8	6.8	6.8	3.2	78.6											

(2) PBDEsの一日摂取量(ng/日)
異性体

	1群		2群		3群		4群		5群		6群		7群		8群		9群		10群		11群		12群		13群		合計*		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B			
2,2',4'-TriBDE (#17)	---	---	---	---	---	---	0.01	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.46	
2,4,4'-TriBDE (#28)	---	---	---	---	---	---	0.01	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2.26	
2,2',4',5'-TeBDE (#49)	---	---	---	---	---	---	0.02	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	6.17	
2,3',4',6'-TeBDE (#71)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
2,2',4',4'-TeBDE (#47)	0.06	0.14	0.06	0.52	0.03	0.02	0.03	0.04	0.08	0.08	0.08	0.08	0.68	2.21	0.17	0.26	0.21	25.62										2.67	
2,3',4',4'-TeBDE (#66)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2.67
3,3',4',4'-TeBDE (#77)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.17
2,2',4',4',6'-PeBDE (#100)	---	---	---	0.02	0.17	0.01	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	5.79
2,3',4',4',6'-PeBDE (#119)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.86
2,2',4',4',5'-PeBDE (#99)	0.04	0.13	0.10	1.30	0.04	---	0.01	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	6.40
2,2',3,4,4',5'-PeBDE (#85)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.05
2,2',4',4',5',6'-HxBDE (#154)	---	---	---	0.01	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4',4',5',5'-HxBDE (#153)	---	---	---	0.03	0.22	0.01	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,4,4',5'-HxBDE (#158)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3,3',4,4',5'-HxBDE (#156)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE (#184)	---	---	---	0.001	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,4,4',5',6'-HpBDE (#183)	---	---	---	0.02	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3,3',4,4',5',6'-HpBDE (#191)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',6,6'-OBDE (#197)	---	---	---	0.02	0.01	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',5,6'-OBDE (#196)	---	---	---	0.02	0.02	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE (#207)	0.29	---	---	0.20	0.26	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NoBDE (#206)	---	---	---	0.15	0.37	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DeBDE (#209)	3.24	3.08	2.16	10.07	0.38	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total PBDE (ND=0)	3.70	3.38	2.77	13.17	0.47	0.05	0.06	0.06	0.15	0.98	0.98	0.98	11.68	15.22	5.76	2.35	4.23	95.89											99.10
Total PBDE (ND=1/2LOD)	4.11	3.97	2.80	13.17	0.53	0.32	0.21	0.47	0.98	0.98	0.98	11.75	15.25	5.97	2.49	4.27	4.27	99.10											

--- : NDの異性体
合計*は10、11、12群においては平均値を用いて計算した。

表8 東北地区における食品群別（第1群から第13群）の一日摂取量

(1) PBDD/DFs及びMoBrPCDD/DFsの一日摂取量(pg/日)

異性体	1群		2群		3群		4群		5群		6群		7群		8群		9群		10群		11群		12群		13群		合計*		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B			
2,3,7,8-TeBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,7,8-PeBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,4,7,8,1,2,3,6,7,8-HxBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,4,7,8-HxBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
OBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
2,3,7,8-TeBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,7,8-PeBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3,4,7,8-PeBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1,2,3,4,7,8-HxBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total PBDD/DFs	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3-Br-2,7,8-TrCDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2-Br-3,7,8-TrCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,7,8-TeCDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,7,8-TeCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2-Br-3,6,7,8,9-PeCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,6,7,8,9-HxCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total MoBrPCDD/DFs	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PBDD/DFs+MoBrPCDD/DFs pg/日	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total TEQ(ND=0) pgTEQ/日	0	0	0	0.0033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0033	
Total TEQ(ND=1/2LOD) pgTEQ/日	13.4	5.9	1.1	0.4	3.4	4.5	3.1	6.9	13.6	2.9	2.8	3.0	5.7	5.7	2.7	2.7	66.7												

(2) PBDEsの一日摂取量(mg/日)

異性体	1群		2群		3群		4群		5群		6群		7群		8群		9群		10群		11群		12群		13群		合計*	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
2,2',4'-TriBDE (#17)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4,4'-TriBDE (#28)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4,5'-TeBDE (#49)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3',4',6'-TeBDE (#71)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4,4'-TeBDE (#47)	0.04	0.19	0.10	0.07	0.06	0.03	0.03	0.07	0.05	19.24	9.35	1.67	0.74	0.41	0.70	0.15	16.84											
2,3',4,4'-TeBDE (#66)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3,3',4,4'-TeBDE (#77)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4,4',6'-PeBDE (#100)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3',4,4',6'-PeBDE (#119)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4,4',5'-PeBDE (#99)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,4,4'-PeBDE (#85)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4,4',5,6'-HxBDE (#154)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4,4',5,5'-HxBDE (#153)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,4,4',5'-HxBDE (#138)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3,3',4,4',5'-HxBDE (#156)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE (#184)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,4,4',5',6'-HpBDE (#183)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3,3',4,4',5',6'-HpBDE (#191)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',6,6'-OBDE (#197)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',5,6'-OBDE (#196)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE (#207)	0.29	0.08	0.07	0.23	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NoBDE (#206)	0.23	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DeBDE (#209)	7.88	1.94	1.54	14.75	1.43	0.35	0.67	1.34	1.26	0.93	0.70	2.44	1.64	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total PBDE (ND=0)	8.44	2.59	2.09	15.76	1.64	0.38	0.70	1.42	1.30	40.78	20.04	7.74	3.92	0.88	8.93	4.73	80.19											
Total PBDE (ND=1/2LOD)	8.85	2.77	2.10	15.76	1.76	0.58	0.84	1.72	1.91	40.82	20.10	7.77	3.97	1.18	8.98	4.78	82.46											

--- : NDの異性体 合計*は10, 11, 12群においては平均値を用いて計算した。

表9 中部地区における食品群別（第1群から第13群）の一日摂取量

(1) PBDD/DfFs及びMoBnPCDD/DfFsの一日摂取量(pg/日)

	1群		2群		3群		4群		5群		6群		7群		8群		9群		10群		11群		12群		13群		合計*		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B			
2,3,7,8-TeBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,7,8-PeBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,4,7,8,1,2,3,6,7,8-HxBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,4,7,8-HxBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
OBDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
2,3,7,8-TeBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1,2,3,7,8-PeBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3,4,7,8-PeBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1,2,3,4,7,8-HxBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total PBDD/DfFs	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3-Br-2,7,8-TrnCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2-Br-3,7,8-TrnCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,7,8-TeCDF	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,7,8-TeCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2-Br-3,6,7,8,9-PeCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,6,7,8,9-HxCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1-Br-2,3,4,6,7,8,9-HpCDD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total MoBnPCDD/DfFs	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PBDD/DfFs+MoBnPCDD/DfFs pg/日	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total TEQ(ND=0) pgTEQ/日	0	0	0	0.045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.045	
Total TEQ(ND=1/2LOD) pgTEQ/日	18.4	9.1	1.7	0.4	2.2	4.6	2.8	6.6	17.5	3.9	4.0	4.3	4.5	6.2	6.2	2.8	80.6												

(2) PBDEsの一日摂取量(ng/日)

	1群		2群		3群		4群		5群		6群		7群		8群		9群		10群		11群		12群		13群		合計*	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
2,2',4'-TriBDE (#17)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4',4'-TriBDE (#28)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4',5'-TeBDE (#49)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3',4',6'-TeBDE (#71)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4',4'-TeBDE (#47)	0.09	0.17	0.08	0.15	0.12	---	0.04	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3',4',4'-TeBDE (#66)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3,3',4,4'-TeBDE (#77)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4',4',6'-PeBDE (#100)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,3',4',4',6'-PeBDE (#119)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4',4',5'-PeBDE (#99)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,4,4',4'-PeBDE (#85)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4',4',5,6'-HxBDE (#154)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',4',4',5,5'-HxBDE (#153)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,4,4',5'-HxBDE (#138)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3',4',4',5'-HxBDE (#156)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE (#184)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,4,4',5',6'-HpBDE (#183)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3',4',4',5',6'-HpBDE (#191)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',6,6'-OBDE (#197)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',5,6'-OBDE (#196)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE (#207)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NoBDE (#206)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DeBDE (#209)	1.07	1.80	3.27	29.84	2.40	0.23	0.22	0.32	0.88	0.43	0.72	2.16	2.30	0.68	1.13	14.61	58.36											
Total PBDE (ND=0)	1.16	2.27	3.84	31.80	3.03	0.23	0.26	0.40	0.88	17.63	35.82	5.09	10.13	3.91	2.01	16.51	97.69											
Total PBDE (ND=1/2LOD)	1.97	2.64	3.86	31.81	3.08	0.44	0.38	0.68	1.68	17.74	35.94	5.18	10.18	4.09	2.19	16.54	100.75											

合計*は10, 11, 12群においては平均値を用いて計算した。
 ー : NDの異性体