

表 36 固形試料中臭素化・臭素系ダイオキシン類(PBDD/PBDF)の同族体・異性体の分布(実測濃度)

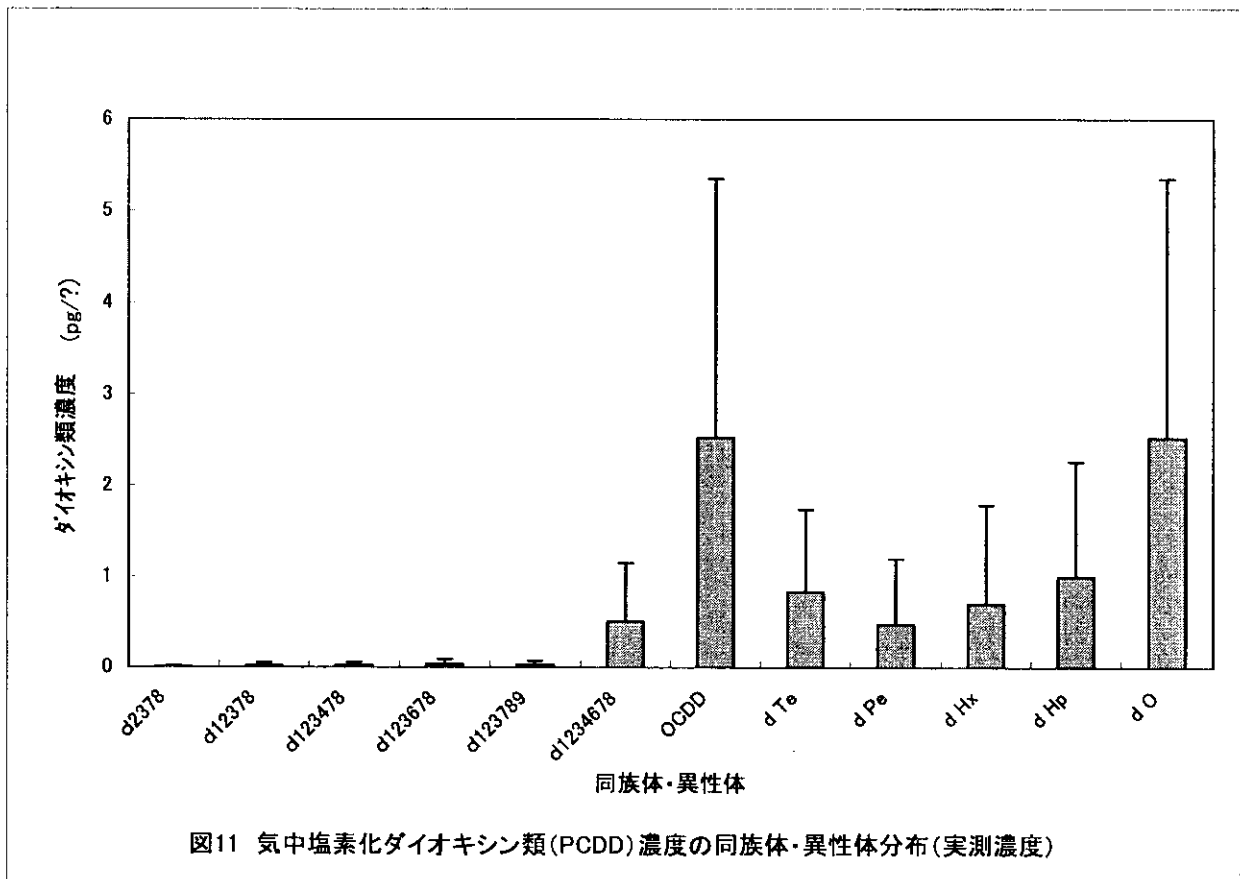
試料 No.	PBDD												PBDF											
	d 2378	d 1237	d 0.16	d 123 478	d 123 789	d 1234	d Te	d Pe	d Hx	d Hp	d O	f 2378	f 1237	f 2347	f 123 478	f 123 4678	f Te	f Pe	f Hx	f Hp	f O			
1511-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	1.90	N.D	N.D	N.D	N.D	0.15	N.D	0.20	N.D	5.00	1.80	3.70	10.00	5.00	N.D			
1511-2	0.16	0.07	N.D	N.D	N.D	N.D	23.00	0.31	1.00	N.D	N.D	3.90	1.10	2.10	3.20	31.00	47.00	70.00	53.00	31.00	N.D			
1512-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	-1.00	21.00	0.24	0.80	9.50	21.00	N.D			
1512-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	1.00	21.00	0.24	0.80	9.50	21.00	N.D			
1513-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.26	N.D	0.60	N.D	N.D	0.79	0.20	0.60	3.00	120.0	6.00	18.00	42.00	120.0	34.00			
1514-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	8.00	330.0	N.D	2.00	8.00	8.00	0.84	1.30	2.40	16.00	310.0	22.00	97.00	330.0	310.0	320.0			
1514-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.18	N.D	N.D	N.D	N.D	0.23	N.D	0.10	N.D	1.00	1.40	1.20	1.40	1.00	N.D			
平均	0.02	0.01	-	-	-	1.14	50.76	0.04	0.23	0.29	1.14	0.84	0.37	0.77	3.17	72.71	11.24	27.36	65.06	72.71	50.57			
標準偏差	0.06	0.03	-	-	-	3.02	123.4	0.12	0.41	0.76	3.02	1.39	0.57	1.03	5.87	112.0	17.56	39.60	118.4	112.0	119.4			

<注> N.Dは0として計算した

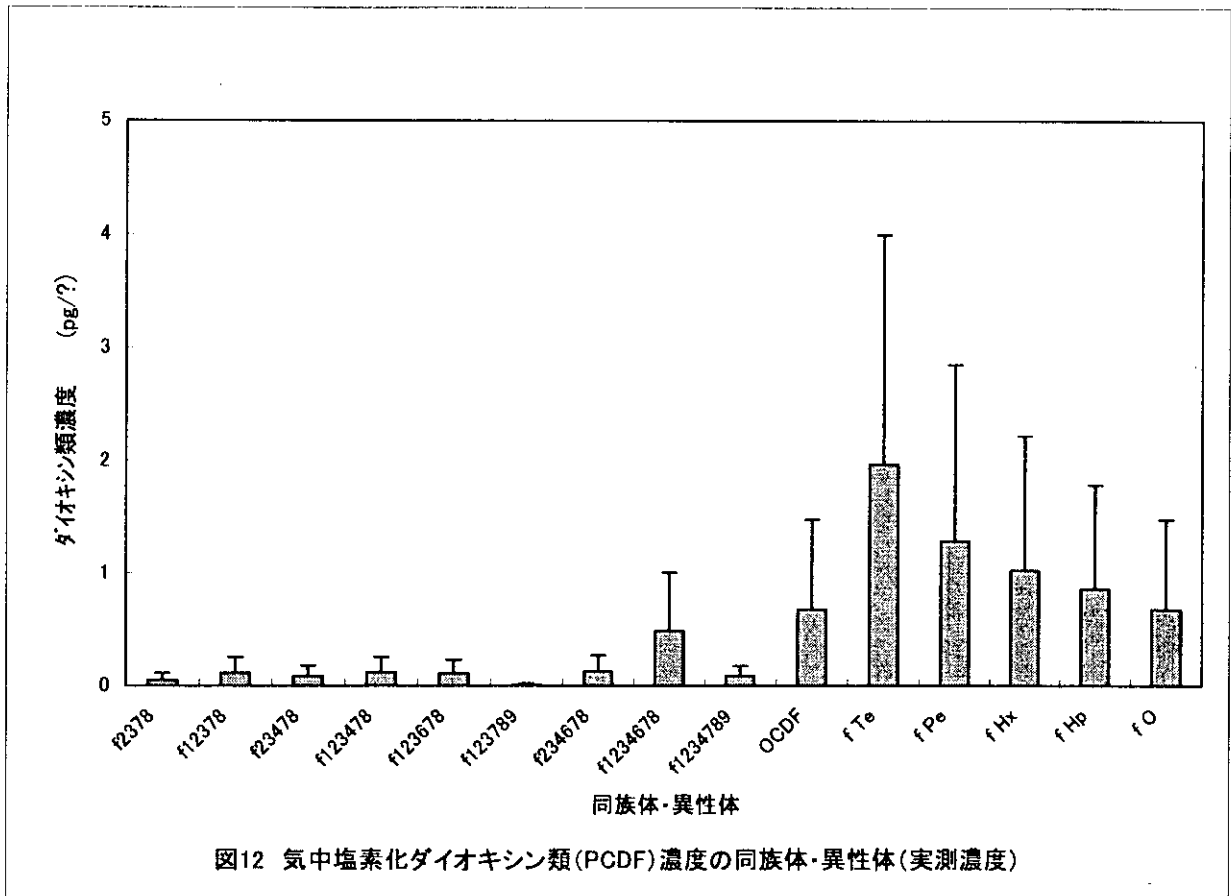
表 37 固形試料中臭素化・臭素系ダイオキシン類(MoBCDD/MoBCDF)の同族体・異性体の分布(実測濃度)

試料 No.	MoBCDD												MoBCDF											
	Mod 378	Mod 2378	Mod 3678	Mod 2367	Mod 2346	Mod Tr	Mod Te	Mod Pe	Mod Hx	Mod Hp	Mod 2378	Mod 2378	Mod 2378	Mod Tr	Mod Te	Mod Pe	Mod Hx	Mod Hp						
1511-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1511-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1512-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1512-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1513-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1514-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1514-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
平均	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
標準偏差	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

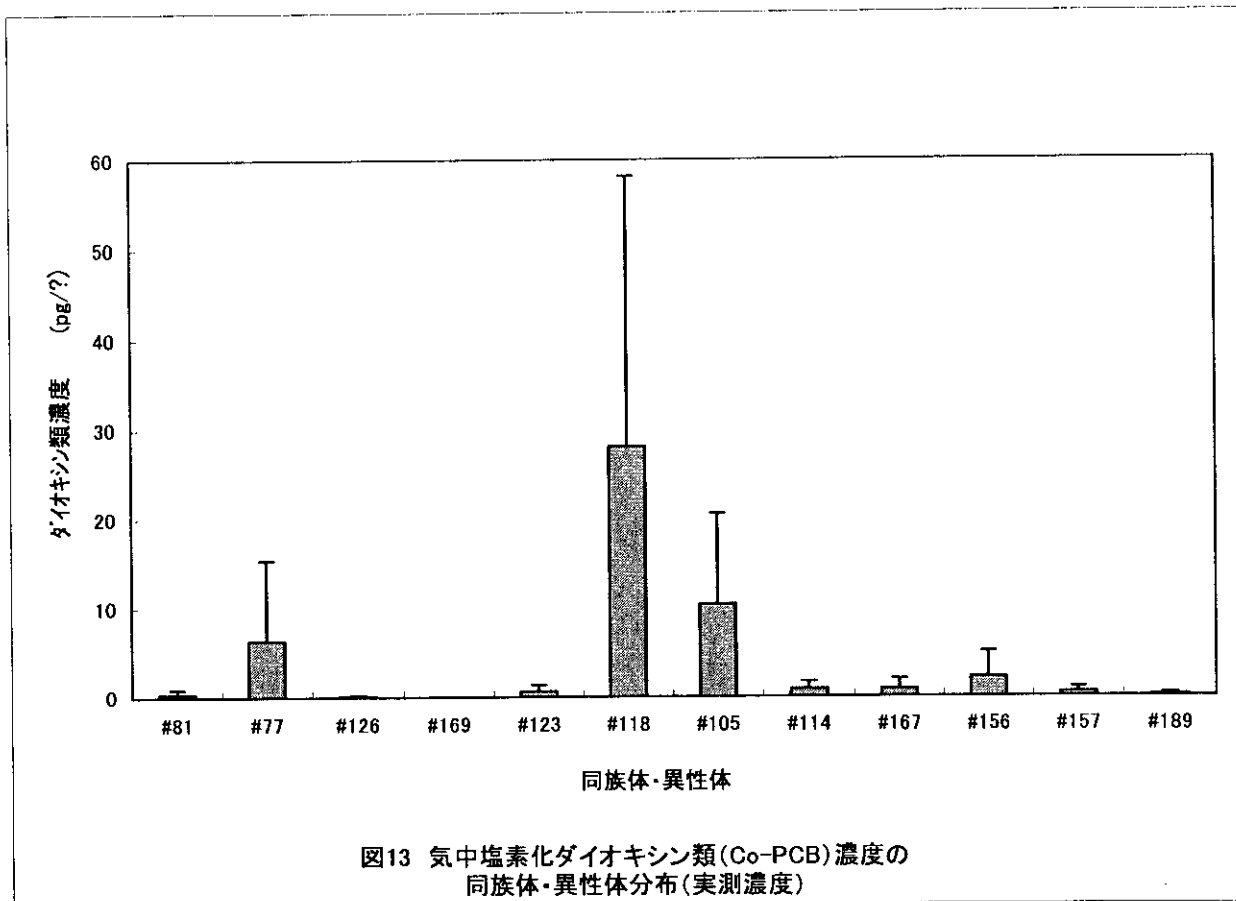
<注> N.Dは0として計算した



<注> d 2378 : 2,3,7,8-TeCDD, d 12378 : 1,2,3,7,8-PeCDD, d 123478 : 1,2,3,4,7,8-HxCDD, d 123678 : 1,2,3,6,7,8-HxCDD, d 123789 : 1,2,3,7,8,9-HxCDD, d 1234678 : 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD, OCDD, d Te : TeCDDs, d Pe : PeCDDs, d Hx : HxCDDs, d Hp : HpCDDs, d O : OCDF



<注> f 2378 : 2,3,7,8-TeCDF, f 12378 : 1,2,3,7,8-PeCDF, f 23478 : 2,3,4,7,8-PeCDF, f 123478 : 1,2,3,4,7,8-HxCDF, f 123678 : 1,2,3,6,7,8-HxCDF, f 123789 : 1,2,3,7,8,9-HxCDF, f 234678 : 1,2,3,4,6,7,8-HxCDF, f 1234678 : 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF, f 1234789 : 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF, OCDF, f Te : TeCDFs, f Pe : PeCDFs, f Hx : HxCDFs, f Hp : HpCDFs, f O : OCDF



<注> #81 : 3,4,4',5-TeCB, #77 : 3,3',4,4'-TeCB, #126 : 3,3',4,4',5-PeCB, #169 : 3,3',4,4',5,5'-HxCB, #123 : 2',3,4,4',5-PeCB, #118 : 2,3',4,4',5-PeCB, #105 : 2,3,3',4,4'-PeCB, #114 : 2,3,4,4',5-PeCB, #167 : 2,3',4,4',5,5'-HxCB, #156 : 2,3,3',4,4',5-HxCB, #157 : 2,3,3',4,4',5'-HxCB, #189 : 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB

表38 気中塩素化ダイオキシン類(PCDD/PCDF)の同族体・異性体の分布(実測濃度)

試料No.	PCDD										PCDF																
	d 2378	d 12378	d 478	d 123 678	d 123 789	d 4678	OCDD D	d Te	d pe	d Hx	d Hp	d O	f 2378	f 12378	f 23478	f 478	f 123 678	f 123 789	f 234 678	f 123 4678	f 123 4789	OCDF F	f Te	f Pe	f Hx	f Hp	f O
1511-1	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.23	1.20	0.98	0.38	0.35	0.44	1.20	0.07	0.11	0.08	0.13	0.11	N.D	0.12	0.63	0.08	0.95	2.75	1.50	1.20	0.98	0.95
1511-2	N.D	0.02	0.02	0.03	0.04	0.37	1.80	1.20	0.54	0.52	0.71	1.80	0.08	0.15	0.12	0.17	0.14	N.D	0.15	0.76	0.11	1.10	3.70	1.90	1.40	1.20	1.10
1511-3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.05	0.11	0.10	0.07	0.09	0.09	0.11	0.01	0.04	0.04	0.06	0.05	N.D	0.06	0.27	0.02	0.19	0.61	0.51	0.49	0.38	0.19
1511-4	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	0.03	0.07	0.14	0.11	0.10	0.07	0.07	0.02	0.05	0.04	0.06	0.05	N.D	0.05	0.27	0.03	0.22	1.00	0.71	0.54	0.40	0.22
1512-1	N.D	N.D	0.02	0.02	0.02	0.36	2.50	0.39	0.23	0.33	0.69	2.50	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	N.D	0.02	0.14	0.04	0.19	0.89	0.26	0.21	0.26	0.19
1512-2	N.D	0.02	0.01	0.01	0.02	0.23	1.30	0.35	0.25	0.27	0.42	1.30	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	N.D	0.03	0.09	0.02	0.12	0.78	0.24	0.15	0.16	0.12
1512-3	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	0.21	1.20	0.31	0.21	0.21	0.38	1.20	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	N.D	0.02	0.09	0.02	0.13	0.68	0.17	0.10	0.15	0.13
1512-4	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.05	0.25	0.07	0.03	0.05	0.10	0.25	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	N.D	0.02	0.06	0.01	0.06	0.34	0.11	0.10	0.09	0.06
1513-1	0.05	0.12	0.14	0.20	0.15	2.70	8.60	3.86	3.01	4.50	5.30	8.60	0.26	0.57	0.39	0.55	0.48	0.05	0.60	2.20	0.37	3.30	8.00	6.10	4.80	3.90	3.30
1513-2	0.01	0.05	0.04	0.08	0.07	0.68	1.40	1.32	0.96	1.30	1.31	1.40	0.11	0.23	0.16	0.22	0.21	N.D	0.23	0.71	0.13	0.77	3.80	2.64	1.90	1.30	0.77
1513-3	N.D	0.03	0.04	0.07	0.07	0.64	1.80	0.69	0.61	1.21	1.20	1.80	0.06	0.20	0.14	0.23	0.21	0.02	0.20	0.71	0.14	0.68	2.36	2.19	1.94	1.30	0.68
1513-4	0.01	N.D	0.04	0.09	0.06	0.49	0.97	1.36	0.61	0.99	0.91	0.97	0.08	0.22	0.15	0.19	0.18	0.02	0.16	0.50	0.11	0.53	3.60	2.57	1.60	1.00	0.53
1514-1	N.D	0.01	0.03	0.04	0.04	0.94	8.30	0.77	0.20	0.55	1.90	8.30	0.02	0.04	0.05	0.08	0.08	N.D	0.15	0.60	0.16	1.32	0.79	0.60	0.84	1.20	1.32
1514-2	N.D	N.D	0.02	0.03	0.03	0.68	7.20	0.61	0.13	0.34	1.50	7.20	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	N.D	0.09	0.36	0.09	0.74	0.92	0.46	0.47	0.71	0.74
1514-3	N.D	0.01	N.D	N.D	0.01	0.18	1.60	0.52	0.11	0.14	0.37	1.60	N.D	0.02	0.02	0.02	0.02	N.D	0.04	0.16	0.04	0.27	0.53	0.23	0.22	0.28	0.27
1514-4	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.28	2.10	0.65	0.15	0.20	0.54	2.10	0.01	0.04	0.02	0.05	0.04	N.D	0.07	0.26	0.04	0.31	0.68	0.39	0.45	0.48	0.31
平均	—	0.02	0.02	0.04	0.03	0.51	2.53	0.83	0.47	0.70	1.00	2.53	0.05	0.11	0.08	0.12	0.11	0.01	0.13	0.49	0.09	0.68	1.96	1.29	1.03	0.86	0.68
標準偏差	—	0.03	0.03	0.05	0.04	0.64	2.83	0.91	0.72	1.09	1.27	2.83	0.06	0.14	0.10	0.14	0.12	0.01	0.14	0.52	0.09	0.80	2.03	1.56	1.19	0.92	0.80

<注> N.Dは0として計算した

表 39 気中塩素化ダイオキシン類(Co-PCB)の同族体・異性体の分布(実測濃度)

試料 No.	Co-PCB																
	#81	#77	#126	#169	#123	#118	#105	#114	#167	#156	#157	#189					
1511-1	0.14	1.72	0.17	0.02	0.46	34.30	12.50	0.99	1.00	2.51	0.47	0.12					
1511-2	0.33	4.30	0.19	0.03	0.66	33.00	12.60	0.99	0.89	2.04	0.41	0.08					
1511-3	0.14	1.98	0.07	0.02	0.14	4.70	1.97	0.22	0.11	0.25	0.08	0.06					
1511-4	0.07	0.86	0.11	0.03	0.05	1.36	0.53	0.07	0.07	0.20	0.06	0.10					
1512-1	0.06	1.11	0.07	0.01	0.39	27.00	8.60	0.65	0.97	2.92	0.64	0.21					
1512-2	0.05	0.60	0.06	N.D	0.23	13.90	4.70	0.36	0.59	1.62	0.33	0.10					
1512-3	0.11	13.89	0.11	0.01	1.74	122.00	39.00	2.60	4.79	12.20	2.61	0.81					
1512-4	0.04	2.01	0.04	N.D	0.29	18.80	6.10	0.46	0.73	1.95	0.41	0.16					
1513-1	0.35	3.90	0.47	0.13	0.47	22.60	8.90	0.70	0.79	2.04	0.51	0.27					
1513-2	0.73	10.70	0.20	0.04	0.68	23.40	9.90	0.94	0.46	1.18	0.21	0.14					
1513-3	0.93	13.90	0.17	0.03	0.72	21.90	10.80	1.06	0.32	0.80	0.20	0.09					
1513-4	2.20	36.00	0.28	0.03	2.93	74.00	30.10	3.10	1.89	4.24	0.67	0.38					
1514-1	0.18	2.59	0.09	N.D	0.49	13.10	5.50	0.51	0.43	1.06	0.24	0.06					
1514-2	0.23	3.70	0.07	0.01	0.54	17.80	6.90	0.64	0.36	0.97	0.21	0.04					
1514-3	0.20	3.30	0.05	N.D	0.39	12.70	5.00	0.50	0.27	0.63	0.14	0.03					
1514-4	0.10	1.65	0.06	0.01	0.24	9.00	3.60	0.34	0.24	0.57	0.14	0.04					
平均	0.37	6.39	0.14	0.02	0.65	28.10	10.42	0.88	0.87	2.20	0.46	0.17					
標準偏差	0.55	9.04	0.11	0.03	0.72	30.07	10.17	0.82	1.14	2.87	0.60	0.20					

<注> N.D は 0 として計算した

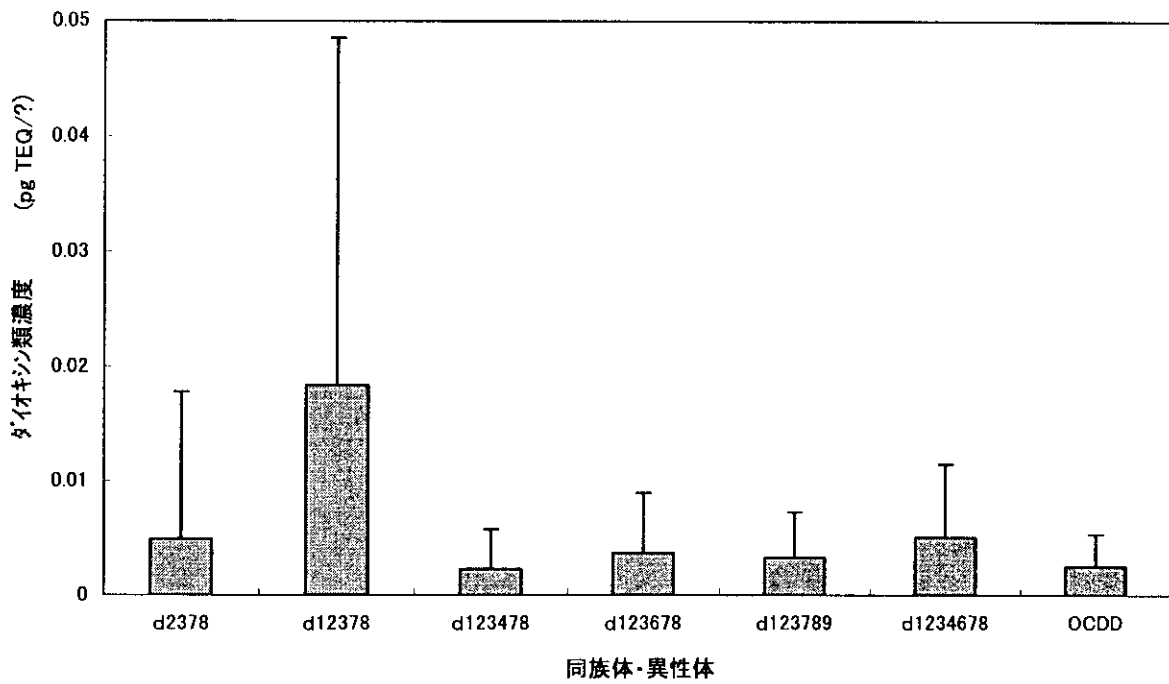


図14 気中塩素化ダイオキシン類(PCDD)濃度の同族体・異性体分布(TEQ濃度)

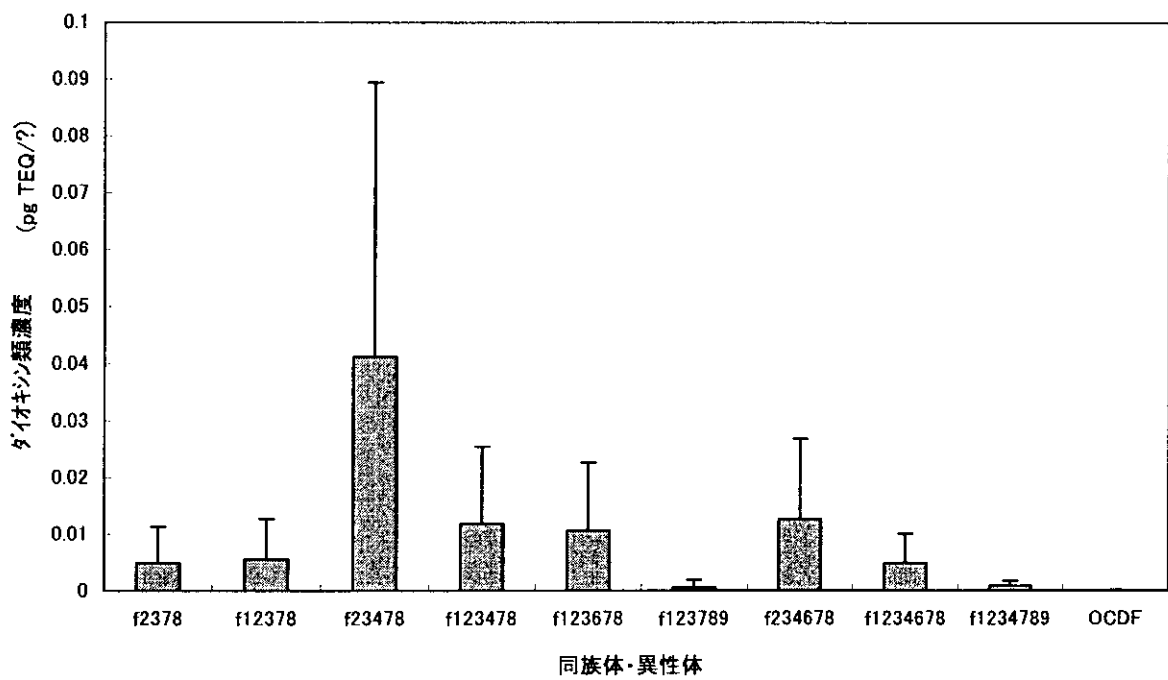


図15 気中塩素化ダイオキシン類(PCDF)濃度の同族体・異性体分布(TEQ濃度)



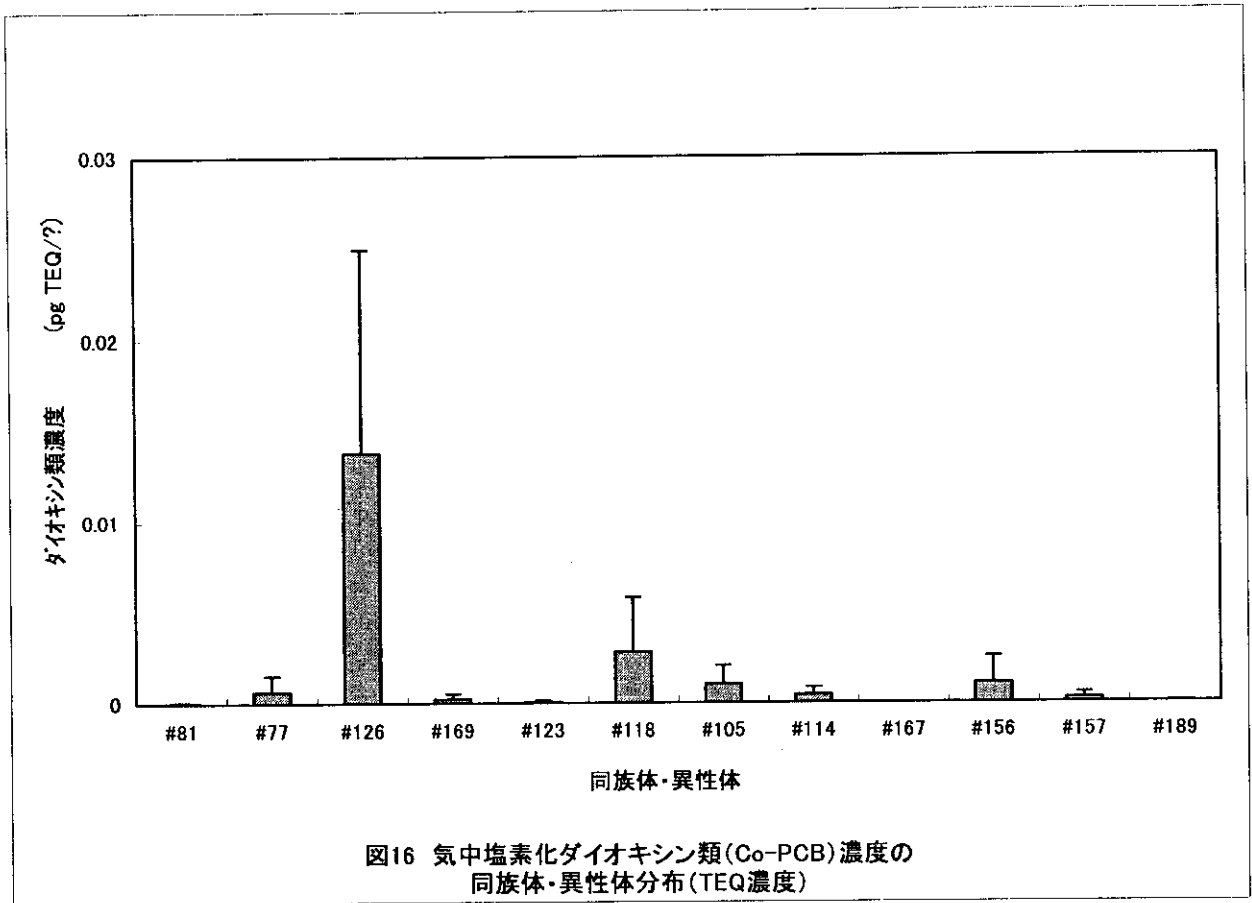


表 40 気中塩素化ダイオキシン類(PCDD/PCDF)の同族体・異性体の分布(TEQ 濃度)

試料 No.	PCDD				PCDF								OCDF
	d 2378	d 12378	d 123478	d 1237894678	OCDD	f 2378	f 12378	f 23478	f 123478	f 123789	f 1234678	f 1234678	
1511-1	0.01	0.02	N.D	N.D	N.D	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	N.D
1511-2	N.D	0.02	N.D	N.D	N.D	0.01	0.01	0.06	0.02	0.01	0.01	0.01	N.D
1511-3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	N.D
1511-4	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	N.D
1512-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.02	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1512-2	N.D	0.02	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1512-3	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1512-4	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1513-1	0.05	0.12	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.20	0.06	0.05	0.05	0.06	0.02
1513-2	0.01	0.05	N.D	0.01	N.D	0.01	0.01	0.08	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
1513-3	N.D	0.03	N.D	0.01	N.D	0.01	0.01	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
1513-4	0.01	N.D	N.D	0.01	N.D	0.01	0.01	0.08	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
1514-1	N.D	0.01	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
1514-2	N.D	N.D	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	N.D
1514-3	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1514-4	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.01	0.01	N.D	N.D	0.01	N.D
平均	-	0.02	-	-	-	-	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	-
標準偏差	-	0.03	-	-	-	-	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	-

<注> N.D は 0 として計算した

表 41 気中塩素化ダイオキシン類(Co-PCB)の同族体・異性体の分布(TEQ 濃度)

試料 No.	Co-PCB														
	#81	#77	#126	#169	#123	#118	#105	#114	#167	#156	#157	#189			
1511-1	N.D	N.D	0.02	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1511-2	N.D	N.D	0.02	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1511-3	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1511-4	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1512-1	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1512-2	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1512-3	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D			
1512-4	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1513-1	N.D	N.D	0.05	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1513-2	N.D	N.D	0.02	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1513-3	N.D	N.D	0.02	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1513-4	N.D	N.D	0.03	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1514-1	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1514-2	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1514-3	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
1514-4	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D			
平均	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
標準偏差	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

<注> N.Dは0として計算した

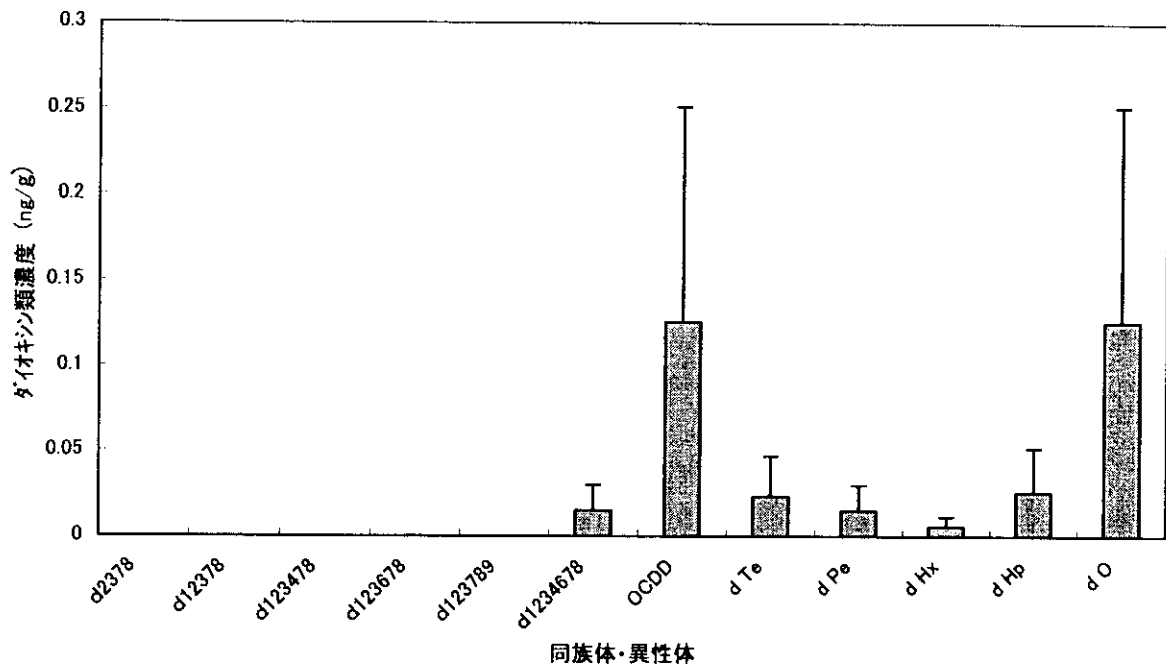


図17 固形試料中塩素化ダイオキシン類(PCDD)濃度の同族体・異性体分布(実測濃度)

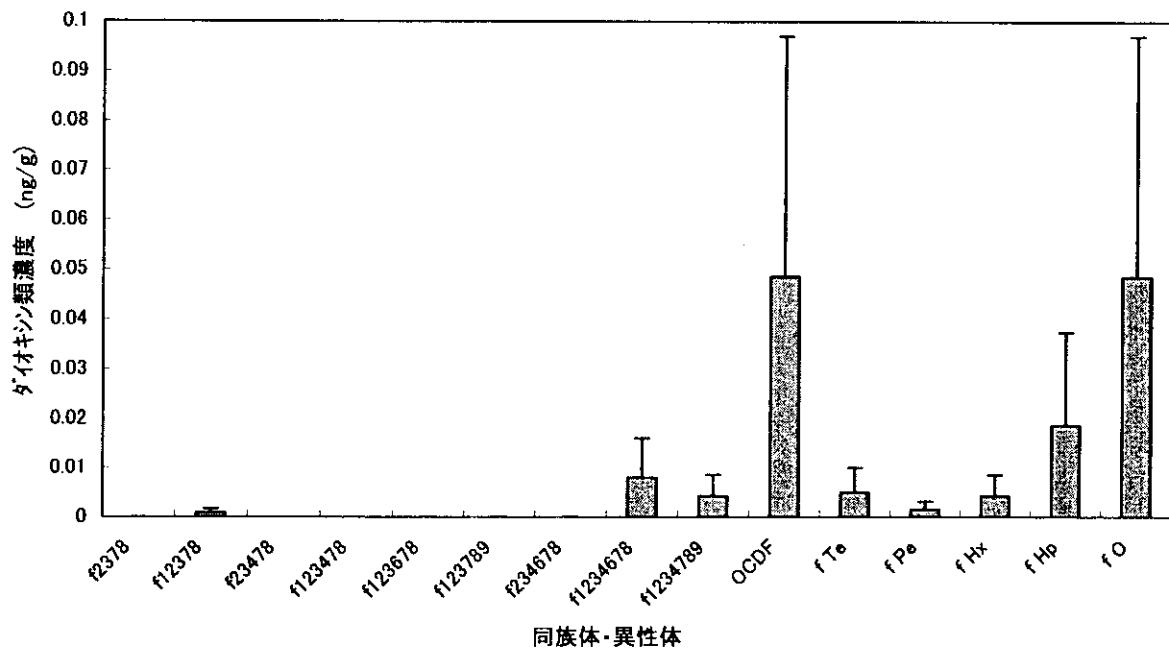


図18 固形試料中塩素化ダイオキシン類(PCDF)濃度の同族体・異性体分布(実測濃度)

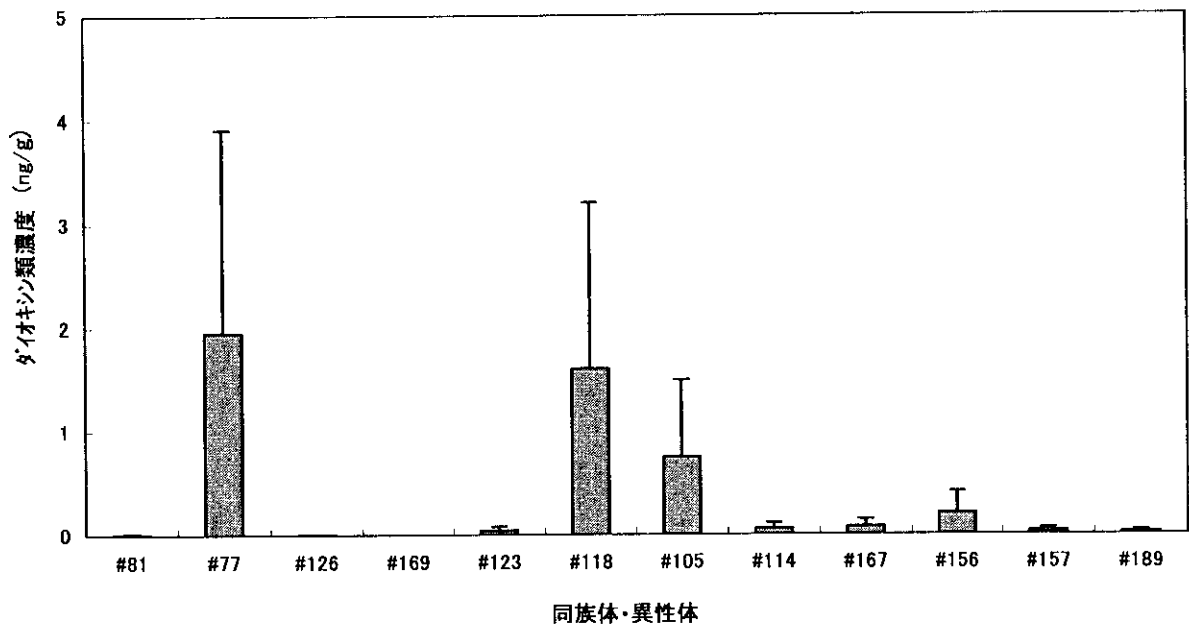


図19 固形試料中塩素化ダイオキシン類(Co-PCB)濃度の同族体・異性体分布(実測濃度)

表42 固形試料中塩素化ダイオキシン類(PCDD/PCDF)の同族体・異性体の分布(実測濃度)

試料No.	PCDD										PCDF																
	d 2378	d 123 478	d 123 678	d 123 789	d 123 4678	OCDD	d Te	d pe	d Hx	d Hp	d O	f 2378	f 12378	f 23478	f 123478	f 123478	f 123478	f 123478	f 123478	f 123478	OCDF	f Te	f Pe	f Hx	f Hp	f O	
1511-1	N.D	N.D	N.D	N.D	0.03	0.12	0.02	N.D	0.04	0.05	0.12	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1511-2	N.D	N.D	N.D	N.D	0.02	0.09	0.01	0.01	N.D	0.03	0.09	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.06	0.01	N.D	N.D	N.D	0.06
1512-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.05	N.D	N.D	N.D	N.D	0.05	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1512-2	N.D	N.D	N.D	N.D	0.06	0.42	0.03	0.10	N.D	0.10	0.42	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.05	N.D	N.D	0.03	N.D	0.05
1513-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.11	0.09	N.D	N.D	N.D	0.11	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1514-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.03	0.01	N.D	N.D	N.D	0.03	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1514-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.06	N.D	N.D	N.D	N.D	0.06	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.05	N.D	N.D	N.D	N.D	0.05
平均	-	-	-	-	0.02	0.13	0.02	0.02	0.01	0.03	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.01	-	-	0.02	0.05	
標準偏差	-	-	-	-	0.02	0.13	0.03	0.04	0.02	0.04	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	0.01	-	-	0.03	0.06	

<注> N.Dは0として計算した

表43 固形試料中塩素化ダイオキシン類(Co-PCB)の同族体・異性体の分布(実測濃度)

試料No.	Co-PCB																		
	#81	#77	#126	#169	#123	#118	#105	#114	#167	#156	#157	#189	#123 789	f 234 678	f 123 4678	f 123 478	f 123 789	f 234 678	
1511-1	N.D	2.50	N.D	N.D	0.04	1.20	0.55	0.05	0.08	0.20	0.02	0.05	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1511-2	0.07	1.40	0.02	N.D	0.13	4.20	2.50	0.18	0.17	0.44	0.07	0.08	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1512-1	N.D	4.80	N.D	N.D	N.D	0.17	0.06	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1512-2	N.D	4.00	N.D	N.D	0.11	5.10	1.90	0.15	0.26	0.76	0.12	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1513-1	N.D	0.65	N.D	N.D	N.D	0.35	0.14	N.D	N.D	0.04	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1514-1	N.D	0.02	N.D	N.D	N.D	0.06	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1514-2	N.D	0.31	N.D	N.D	N.D	0.15	0.07	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
平均	0.01	1.95	-	-	0.04	1.60	0.75	0.05	0.07	0.21	0.03	0.02	-	-	-	-	-	-	-
標準偏差	0.03	1.87	-	-	0.06	2.13	1.02	0.08	0.10	0.29	0.05	0.03	-	-	-	-	-	-	-

<注> N.Dは0として計算した

表 44 固形試料中塩素化ダイオキシン類(PCDD/PCDF)の同族体・異性体の分布 (TEQ 濃度)

試料 No.	PCDD										PCDF										OCDF
	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	
	2378	12378	123	123	123	123	123	123	123	123	2378	12378	23478	478	678	789	678	4678	4789	4789	
1511-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	
1511-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	
1512-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	
1512-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	
1513-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	
1514-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	
1514-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	
平均	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
標準偏差	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

<注> N.Dは0として計算した

表 45 固形試料中塩素化ダイオキシン類(Co-PCB)の同族体・異性体の分布 (TEQ 濃度)

試料 No.	Co-PCB																							
	#81	#77	#126	#169	#123	#118	#105	#114	#167	#156	#157	#189	#81	#77	#126	#169	#123	#118	#105	#114	#167	#156	#157	#189
1511-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1511-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1512-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1512-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1513-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1514-1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1514-2	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
平均	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
標準偏差	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<注> N.Dは0として計算した

## 第二編 血液中塩素化ダイオキシン類および臭素化ダイオキシン類の高感度分析法の開発（Ⅱ）

神山 宣彦、萩原 正義、鷹屋 光俊

独立行政法人 産業医学総合研究所 作業環境計測研究部

### はじめに

労働現場における臭素化ダイオキシン類（以下 PBDDs）のリスク評価を行うためには、労働者の PBDDs 曝露量を推定する手法の開発が重要である。曝露量を推定する方法には労働者が作業を行っている環境の環境濃度を測定する方法と、労働者の尿・毛髪・血液中に含まれるダイオキシン類を測定するバイオロジカルモニタリング法がある。本分担研究では、研究例も少なく、手法が確立していないバイオロジカルモニタリング法の開発を行い、最終的には、他の分担研究者が行っている疫学研究に応用することを目的としている。

本研究では、血液中の PBDDs の測定法の開発を研究している。バイオロジカルモニタリングの分析対象試料に血液を選択した理由は、血液は、尿や毛髪に比べ、採取が困難で被験者の負担も小さくないが、PBDDs に比べ測定が容易な塩素化ダイオキシン類(PCDDs)においても、尿、毛髪を用いたバイオロジカルモニタリングが実現していない現状では血液以外に選択肢がない。

このような状況を踏まえ研究初年度の昨年度は、PCDDs 測定の必要血液量を減らす研究を行い、血液量 5 g での分析を実現した。最初に PCDDs 測定法の改良を試みた理由は、PBDDs の健康影響を疫学的に評価する際、PCDDs による影響を除外するため、PBDDs と PCDDs の両者の曝露量を測定する必要があるためである。採血量を減らして少しでも被験者の負担を低減するために、測定が比較的容易な PCDDs 分析法を改良し、必要血液量を低減した。さらに、PCDDs の分析法の改良の過程で得た種々の知見を基に、動物の血液に PBDDs を加えた模擬試料の分析を行い、血液中の PBDDs 分析法の骨格部分を構築した。

本年度は以上の昨年度の研究成果をもとに、下記の各課題を行った。

(1) 昨年度ほぼ確立した試料処理方法に若干の改良を加えて、本年度はより完成に近づけた試料処理方法を得た（第 2 章）。

(2) その血中 PBDDs 分析法を他測定機関の測定結果と比較することにより精度評価を行った（第 3 章）。

(3) 日本バイオアッセイ研究センターで行った毒性評価動物実験に用いた



PBDDs を経口投与した実験動物の肝臓および脂肪組織の分析を行い、PBDDs 曝露後の濃度変化に関する知見を得た（第4章）。この試料は、比較的高濃度のPBDDsを含むため測定過程で分析方法の最適化を併せて行うことができた。

（4）これらの知見を基に、血液中のPBDDs測定の手順を確定した。この方法により廃棄物処理や臭素系難燃剤を扱っていない勤労者の血液90gのPBDDs測定を試みたところ、<sup>2378</sup>TeBDD異性体の検出に成功した（第5章）。

（5）この分析法の疫学研究への応用の手始めとして清掃工場に勤めている20人から採取した血液を、臭素系難燃剤の血中濃度で四群に分けたいわゆる「プール血液」試料50g中のPBDDs濃度を測定した（第6章）

#### A. 血液および臓器のPBDDs分析手順

本年度の研究では血液および動物臓器中のPBDDsの分析条件の最適化を試みたが、その基となった昨年度に開発した血液中のPBDDsの分析手順を図2-1に示す。この方法の特徴は試料からの脂肪抽出を分液漏斗による液-液抽出から一旦珪藻土に試料をしみこませた後、高温高圧の有機溶剤で固液抽出を行うことにより、分析妨害物質が抽出されるのを抑制し、以後の精製前処理を容易にすることにより、前処理操作中の試料汚染およびダイオキシン類の損失を抑え、分析感度・精度・確度の向上を図るというものである。また、精製前処理に米国FMS社製のPCDDs分析専用の自動前処理装置を導入した、本装置は環境試料中のPCDDs分析において米国環境保護庁（EPA）が公定法に採用している装置であるが、血液試料およびPBDDs分析への使用実績は少ない。本研究では、カラム・精製溶媒の組み合わせ、クロマトグラフィーによる分離時間などの最適化を行い血液中のPBDDs分析の前処理に適した機器動作プログラムを開発した。本機器を採用することにより、前処理操作の再現性を確保した。これで、今回開発した血中PBDDs分析法を産業医学総合研究所以外の分析機関においても行うことが可能になる筈であり、将来的に血中PBDDs分析を特殊健康診断等で広く行う必要性が生じた場合にも対応できる。

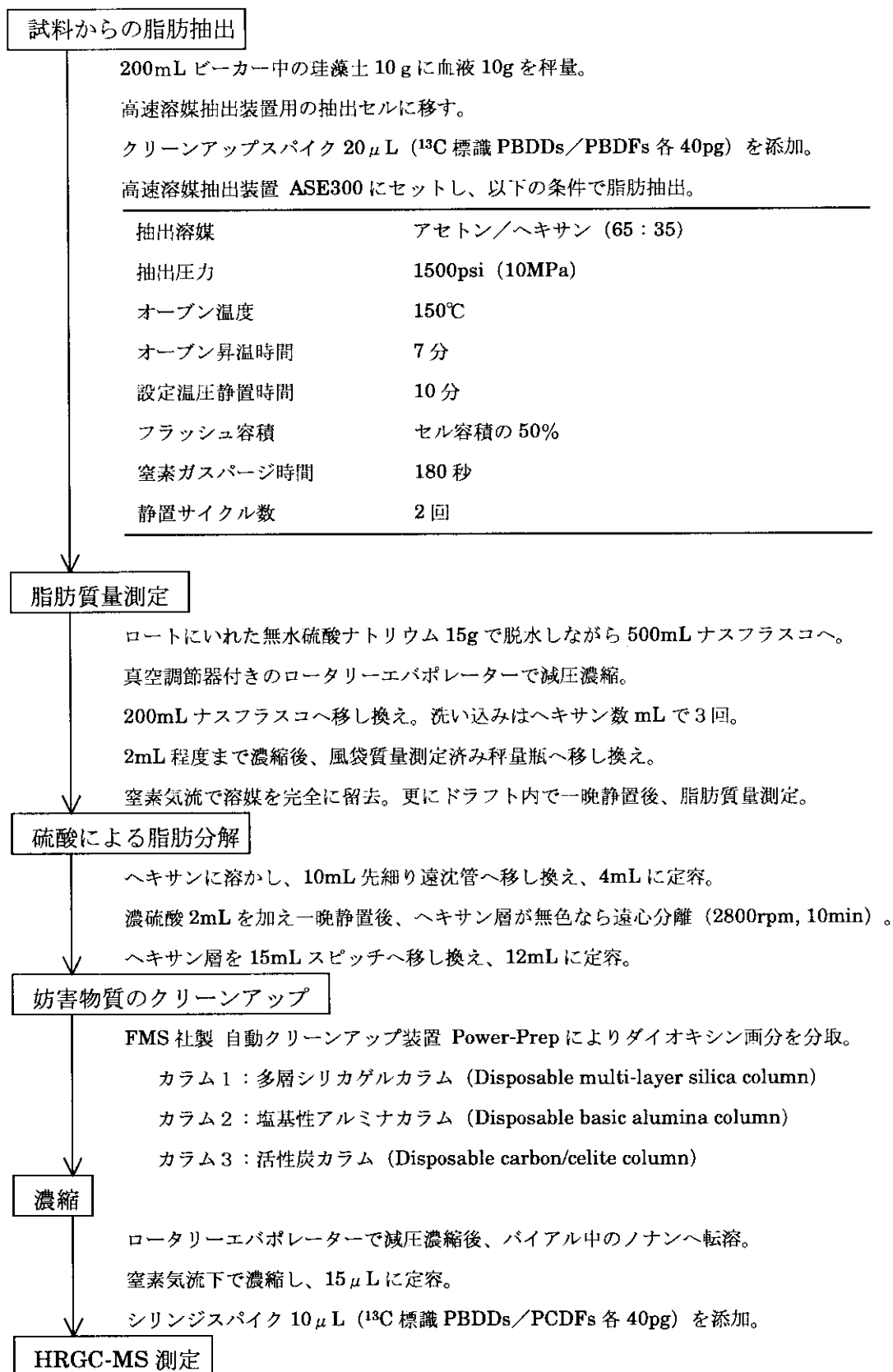


図 1. 臭素化ダイオキシン類の分析手順

## B. 動物血液に PBDDs を加えた模擬試料を用いた分析法の精度評価

図 1 に示した分析手法の検証を行った。検証方法は、産業医学総合研究所で改良した PBDDs 分析法（図 1：以下産医研法）により、動物（ウシ）血液に PBDDs の標準試料を加えた試料について分析を行った。一方、旧厚生省の血中（塩素化）ダイオキシン類分析暫定マニュアルに準拠した方法（以下既存法）で血中 PCDDs 分析の実績がある測定機関（大塚製薬 EDC 分析センター）で、同様に動物血液に PBDDs 標準試料を加えた試料の分析を行い、その結果と比較した。

### 1. 方法

#### 1) 精度管理用（臭素化ダイオキシン類添加）標準動物血液の調製

PBDDs 標準物質の混合溶液の調製には、表 1 に示したものをを用いた。それらを動物（ウシ）血液に添加し、精度管理用臭素化ダイオキシン類含有標準動物血液を作製した。当初 7 種類の濃度を調製し、同一試料を相互に分析することとしたが、一方の機関が既存法に関して試料の再調製および再測定などを行ったため、同一試料ではなく、ほぼ同等濃度の別の 5 種類の試料を産医研で測定し、比較した。

#### 2) 臭素化ダイオキシン類の測定

本研究所においては、試料血液 5~10g を用い、産医研法により分析を行った。大塚製薬 EDC 分析センターでは、既存法と同様の方法で分析を行った。ただし、既存法は PBDDs が PCDDs よりも質量分析計で低い測定感度しかえられないことを考慮して試料量を通常の 120g に増やして分析を行った。

### 2. 結果および考察

試料中の PBDDs 添加量、測定結果、回収率の結果を表 1 に示す。回収率の数値のみに着目すると、既存法が概ね 90-110% の範囲に収まっているのに対し、産医研法では、200% を超える測定結果も散見され、既存法がすぐれているという事になる。ただし、産医研法は既存法の 1/10 以下の試料量で分析を行った値である。

今回の実験は、もっとも低濃度の試料でも全血 1ml あたり 0.9pg の 2,3,7,8 体を含んでおり、100~200pg-TEQ/g-lipid に相当する高濃度試料における値である。このような高濃度試料においては、既存法がより正しい結果をもたらすが、PCDDs の血中濃度（常人で 20pg-TEQ/g-lipid）などから PBDDs の健康影響を正しく評価するためには、最低限 10pg-TEQ/g-lipid 程度の PBDDs 濃度を測定する必要があり、既存法を用いたのでは必要血液量が多くなりすぎる。従って既存法を基に分析法を開発するにしても何らかの高感度化と試料量の少量化の

改良を行う必要がある。それを新たに研究するよりも、現在、既存法よりも若干劣るものの有る程度の精度・確度が得られている産医研法を改良する方がより早く目的、即ち労働者の健康リスク評価に適用可能な血中PBDDs類濃度測定法を実現できると考え、産医研法の改良を行った。改良の内容および結果に関しては第5章にて述べる。

表 1. クロスチェックの結果

物質		濃度系列 1		濃度系列 2		濃度系列 3		濃度系列 4		濃度系列 5	
		既存法	産医研	既存法	産医研	既存法	産医研	既存	産医研	既存	産医研
2,3,7,8-TeBDF	含有量 (pg/mL)	571	250	114.29	62.5	22.86	15.6	4.57	3.91	0.91	0.977
	測定値 (pg/mL)	618	410	109.12	91	25.09	22	4.67	4.9	0.98	1.7
	回収率 (%)	108	164	95	146	110	141	102	125	94	174
2,3,7,8-TeBDD	含有量 (pg/mL)	57.14	25	11.43	6.25	2.29	1.56	0.46	0.391	0.09	0.0977
	測定値 (pg/mL)	64.32	73	11.09	13	2.41	3.8	0.45	0.77	0.09	0.22
	回収率 (%)	113	292	97	208	106	244	98	197	99	225
1,2,3,7,8-PeBDF	含有量 (pg/mL)	2857	1250	571	313	114	78.1	22.86	19.5	4.57	4.88
	測定値 (pg/mL)	2373	1800	556	450	120	110	22.96	26	4.68	7.9
	回収率 (%)	83	144	97	144	105	141	100	133	98	162
2,3,4,7,8-PeBDF	含有量 (pg/mL)	2857	1250	571	313	114	78.1	22.86	19.5	4.57	4.88
	測定値 (pg/mL)	2412	1700	541	420	120	100	23.01	24	4.65	7.4
	回収率 (%)	84	136	95	134	105	128	101	123	98	152
1,2,3,7,8-PeBDD	含有量 (pg/mL)	285.7	125	57.14	31.25	11.43	7.81	2.29	1.95	0.46	0.488
	測定値 (pg/mL)	287.5	240	55.78	55	11.97	12	2.17	2.6	0.45	0.94
	回収率 (%)	101	192	98	176	105	154	95	133	102	193
1,2,3,4,7,8-HxBDF	含有量 (pg/mL)	2286	1000	457.14	250	91.43	62.5	18.29	15.6	3.66	3.91
	測定値 (pg/mL)	2535	2900	381.72	470	94.87	200	18.61	32	3.93	13
	回収率 (%)	111	290	84	188	104	320	102	205	93	332
1,2,3,4,7,8- + 1,2,3,6,7,8-HxBDD	含有量 (pg/mL)	2857	1250	571.43	313	114.29	78.1	22.86	19.5	4.57	4.88
	測定値 (pg/mL)	2875	2200	505.08	440	118.90	190	23.98	31	4.98	13
	回収率 (%)	101	176	88	141	104	243	105	159	92	266
1,2,3,7,8,9-HxBDD	含有量 (pg/mL)	1429	625	285.71	156	57.14	39.1	11.43	9.77	2.29	2.44
	測定値 (pg/mL)	1466	950	263.91	210	59.60	67	11.88	13	2.48	5
	回収率 (%)	103	152	92	135	104	171	104	133	92	205
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	含有量 (pg/mL)	5714.29	2500	1142.86	625	228.57	156	45.71	39.1	9.14	9.77
	測定値 (pg/mL)	8874.09	440	858.00	130	177.93	25	27.68	4.2	5.18	0.38
	回収率 (%)	155	18	75	21	78	16	61	11	177	4