

「母乳中のダイオキシン類縁物質濃度とそのリスク評価」

分担研究：母乳内物質の人体(乳児)への影響に関する研究

国立環境研究所

研究協力者 森田昌敏

要約：26の母乳試料中のダイオキシン類縁物質－polychlorinated dibenzo-*p*-dioxin (以下 PCDD)、polychlorinated dibenzofuran (以下 PCDF)、コプラナー(coplanar)及びその他の polychlorinated biphenyl (以下 PCB)－を分析した。全ての試料より各物質を検出した。そのレベルは、諸外国で報告されているものと大差はなかった。特に欧米人の母乳の分析結果に近く、我が国においても人体に対して先進国型の汚染が進んでいることが推測された。

見出し語：PCDD、PCDF、コプラナーPCB、PCB、TEQ

研究方法：香川県、茨城県、東京都、大阪府、静岡県在住のボランティアより、母乳を収集した。母乳試料は、あらかじめ洗浄した遠沈管(50 mL, ガラス製)あるいは採乳袋(ポリエチレン製)に採取した。採乳後、試料は、-20℃で保管した。

約50gの母乳に内部標準を添加後、2N-KOHで一晩アルカリ分解した。それをヘキサンで振とう抽出し、水洗後、ヘキサン層を脱水し、濃硫酸処理を行った。続いてシリカゲル、アルミナ及び活性炭の各カラムクロマトグラフィーを用いてクリンナップを施した。PCBと他の物質(PCDD、PCDF及びコプラナーPCB)との分離は、アルミナカラムで行った。

測定には、ガスクロマトグラフ・二重収束型質量分析計を用いた。PCDD、PCDF及びコプラナーPCBは内部標準法で、その他のPCBは絶対検量線法で定量した。同定は、ガスクロマトグラム保持時間とモニターイオン $m/z = M^+$ 及び $(M+2)^+$ あるいは、 $(M+2)^+$ 及び $(M+4)^+$ のイオン強度比を、標準溶液あるいはフライアッシュ抽出液の測定によって得られたものと比較することで行なった。

結果：分析結果(全重量当り)を平均、標準偏差、最大及び最小値として表1に示した。

世界各国で分析された母乳中のPCDD及びPCDF濃度

表1：母乳中のPCDD、PCDF及びPCB濃度の平均値、標準偏差、最大値及び最小値 (pg/g 全重量当り)

試料重量 (g)	平均	標準偏差	最大	最小
2378-	0.080	0.023	0.15	0.042
Total TetraCDDs	0.17	0.074	0.36	0.067
12378-	0.36	0.18	0.69	0.057
Total PentaCDDs	0.50	0.31	1.2	0.082
123478-	0.10	0.065	0.28	0.033
123678-	1.7	1.0	4.5	0.49
123789-	0.30	0.17	0.66	0.080
Total HexaCDDs	2.2	1.4	5.6	0.62
1234678-	0.62	0.26	1.3	0.21
Total HeptaCDDs	0.67	0.27	1.3	0.25
OctaCDD	4.9	3.2	14	1.4
Total PCDDs	8.5	4.0	20	3.5
2378-	0.051	0.031	0.13	0.0062
Total TetraCDFs	0.14	0.11	0.39	0.010
12378-	0.047	0.038	0.15	0.0061
23478-	1.1	1.2	5.1	0.10
Total PentaCDFs	1.2	1.2	5.1	0.12
123478-	0.19	0.079	0.39	0.073
123678-	0.20	0.10	0.46	0.088
234678-	0.12	0.067	0.36	0.052
123789-	0.037	0.022	0.090	0.0093
Total HexaCDFs	0.62	0.26	1.3	0.30
1234678-	0.13	0.076	0.30	0.026
1234789-	0.18	0.22	0.98	0.026
Total HeptaCDFs	0.31	0.24	1.2	0.06
OctaCDF	0.11	0.13	0.63	0.031
Total PCDFs	2.3	1.4	6.0	0.84
Total TriCBs	140	95	480	10
33'44'-	3.3	3.9	20	1.1
Total TetraCBs	850	540	2100	300
33'44'5'-	3.7	2.0	11	1.4
Total PentaCBs	1200	600	2600	480
33'44'55'-	1.8	0.89	3.9	0.34
Total HexaCBs	2500	1800	8100	720
Total HeptaCBs	800	540	2200	210
Total OctaCBs	73	45	180	21
Total NonaCBs	1.6	1.2	4.2	0.0039
Total PCBs	5500	3100	13000	1900

を表2にまとめる。各データと比較するために、乳脂肪割合を3.0%として乳脂肪重量当りの濃度を計算した。国内の他の研究と比較すると、平成4年度の大阪府立公衆衛生研究所による調査結果¹⁾の4.6~5.7 pg/g (脂肪重)、あるいはOgakiら(1987)²⁾の報告した9.0~19(平均13) pg/g (脂肪重)という値より、今回の結果は低くなっている。この傾向はTCDDに限らず、他の異性体でも同様である。また、ベトナムのTCDD濃度が各国と比較してやや高いことと、モスクワを除く旧ソビエト各地のOCDD濃度が低いことを除けば、各国の母乳中のPCDD及びPCDF濃度の間に大きな違いはなく、今回の我々の結果はその範囲内に収まる。

表 2: 世界各国の母乳中のPCDD及びPCDFの濃度(µg/g 脂肪重量当り)

国名	カニヅツ	イヅツ	フヅツ	クヅツ	旧西ヅツ	7月功	南7月功 (黒人)	南7月功 (白人)	ノヅツ	クヅツ (BinhLong)	クヅツ (YungTau)	クヅツ (TayNinh)	クヅツ (SongBe)
2378-TetracDD	0.6(Trace-2.3) ^b	1.9(1.3-3.3)	NA ^c	ND ^d	2.9(ND-7.9)	2.5	1.2	1.7	3.3	2.8	6.2	5.7	3.3
12378-PentaCDD	6.5(3.5-13.8)	12.6(9-18)	31	7	9.9(1.0-40)	6.8	3.9	5.8	5.2	6.9	10.5	14.1	4.5
123478-HexaCDD	2.5(0.8-3.6)	NI ^e	26	13	7.6(1.0-24)								
123678-HexaCDD	19(12-23)	NI	97	50	31.2(6.0-123)	38.2 ^f	21.5 ^f	16.5 ^f	15.3 ^f	17 ^f	15.1 ^f	43.8 ^f	14.1 ^f
123789-HexaCDD	6.3(3.9-9.0)	NI	32	24	6.6(1.0-21)	9.6	6.1	6.9	4.8	4.4	6	10.9	3.1
1234678-HepaCDD	59.5(38-86)	72.8(48-92)	174	150	44.7(11-174)	59.6	51.1	60.7	40.7	37.9	52.9	88	19.5
OctaCDD	302(197-484)	434(168-623)	328	754	195(13-664)	234	196	254	180	146	181	415	79.6
2378-TetracDF	4.2(2.2-8.7)	5.4(4.0-8.0)	4	9.4	2.2(ND-5.0)	1	0.8	1.5	1.2	1	2	1.1	0.8
12378-TetracDF	ND	ND	4.5	ND	0.7(ND-7.0)	ND	0.3	0.4	ND	1.3	1.4	2	0.8
23478-TetracDF	21.3(7.5-3)	36.4(24-54)	31	21	25.1(1.0-67)	4.1	2	5.5	6.5	7.1	9.3	10.9	6
123478-HexaCDF	4.7(2.7-8.9)	NI	13	15	7.3(1.0-28)	7.8 ^g	2.4	3.4	5.8 ^g	8.8	9.5	16.3 ^g	7.3
123678-HexaCDF	3.4(1.9-6.8)	NI	52	11	5.8(1.0-25)	1.2	1.8	3.1	1.5	6.7	5.4	3.1	4.1
234678-HexaCDF	1.4(0.8-2.6)	NI	11	4.2	3.4(1.0-9.0)	0.6	0.6	1.3	ND	2	1.6	1.4	1.4
123789-HexaCDF	NA	NA	NA	NA	NA	ND	0.6	ND	ND	ND	0.7	ND	ND
1234678-HepaCDF	7.4(4.4-12)	9.2(4-12)	46	23	4.8(ND-20)	8.1	5.2	4.7	4.3	13.2	11.8	14.9	7.7
1234789-HepaCDF	ND	ND	ND	ND	NA	ND	0.6	0.4	ND	ND	ND	ND	ND
OctaCDF	3.2(ND-11)	2.4(1-4)	ND	46	8.2(ND-86)	ND	6.1	2.8	ND	ND	ND	ND	4.4
国名	IB% ^h (2.97)	IB% ^h (1.47-7.9)	IB% ^h (1.47-7.9)	IB% ^h (1.47-7.9)	IB% ^h (1.47-7.9)	IB% ^h (1.47-7.9)	IB% ^h (1.47-7.9)	IB% ^h (1.47-7.9)	IB% ^h (1.47-7.9)	IB% ^h (1.47-7.9)	IB% ^h (1.47-7.9)	IB% ^h (1.47-7.9)	IB% ^h (1.47-7.9)
引用文献	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
試料数	1	1(5)	1(4)	1(10)	1(4)	1(22)	1(21)	1(150)	1	2	1(15)	1(4)	1(4)
2378-TetracDD	8.7	2	1.9	3.4	2.5	3.5	3.1	3	5.1	13		2.7	
12378-PentaCDD	6.3	2.7	3.6	3.9	2.2	6.2	7.2	9.3	15	15 ^b		12	
123478-HexaCDD	4	0.9	1.6	2.2	1	5.9	6.5	7.8	5.0	76 ^b		3.5	
123678-HexaCDD	14	4	6.1	6.6	4.4	28	33	32	66			57	
123789-HexaCDD	1.8	0.7	2	1.2	1.1	4.8	7.1	6.3	41			9.9	
1234678-HepaCDD	16	5	6.9	11	6	34	50	46	51	150 ^b		21	
OctaCDD	88	30	48	68	33	163	303	185	373	789		160	
2378-TetracDF	1.9	2.7	6.3	1.7	2.8	2.4	3.3	2	4.4	17		1.7	
12378-TetracDF	0.4	1.3	2.3	0.8	1	1.6	0.3	0.7	1.6	NI		1.6	
23478-TetracDF	11	9.6	19	8.4	7.4	8.4	6.2	24	24	34		38	
123478-HexaCDF	4	8.2	15	5.4	5.7	5.8	5.3	7.3	9.1	17		6.5	
123678-HexaCDF	2.5	3.2	5	2.4	2.2	3.4	3	5.9	6.3			4.0	
234678-HexaCDF	1.1	0.6	1.8	0.8	0.7	2.2	1.5	3.2	5.1	NI		4.0	
123789-HexaCDF	ND	ND	ND	ND	ND	NA	NA	NA	ND	NI		1.2	
1234678-HepaCDF	1.5	1.4	2.6	0.7	0.6	2.4	5.7	5.2	4.7	7		4.2	
1234789-HepaCDF	ND	ND	ND	ND	ND	NA	NA	NA	8.9			5.9	
OctaCDF	0.8	0.4	2	1.5	0.5	5.5	2.7	9.9	3.7	21		3.6	

^a (内): 混合した試料数
^b 平均値(最小値-最大値)
^c 分析せず
^d 検出せず
^e 同定できず
^f (123478-HexaCDD)+(123678-HexaCDD)
^g (123478-HexaCDF)+(123678-HexaCDF)
^h 同族体として合計

表 3： 母乳試料のTCDD毒性等価量(TEQ) (pg/g 全重量当り)

試料番号	1	2	3	4	5	6	7
TEQ of PCDDs ^a	0.21	0.53	0.18	0.17	0.76	0.22	0.48
TEQ of PCDFs ^a	0.085	0.16	0.72	0.22	0.19	0.18	0.40
TEQ of Co-PCBs ^b	0.14	0.27	0.20	0.26	0.27	0.18	0.41
Total TEQ ^c	0.44	0.96	1.1	0.65	1.2	0.58	1.3

試料番号	9	12	13	16	21	33	34
TEQ of PCDDs ^a	0.57	0.60	0.77	0.79	0.68	0.26	0.43
TEQ of PCDFs ^a	1.5	0.82	1.5	1.9	2.6	0.15	0.25
TEQ of Co-PCBs ^b	0.27	0.34	1.1	0.44	0.41	0.22	0.34
Total TEQ ^c	2.3	1.8	3.4	3.1	3.7	0.63	1.0

試料番号	35	37	38	39	40	41	50
TEQ of PCDDs ^a	0.22	0.58	0.39	0.49	0.51	0.26	0.45
TEQ of PCDFs ^a	0.11	0.55	0.35	0.32	0.57	0.19	0.51
TEQ of Co-PCBs ^b	0.17	0.65	0.44	0.72	0.41	0.38	0.31
Total TEQ ^c	0.50	1.8	1.2	1.5	1.5	0.83	1.3

試料番号	54	59	63	66	73	平均
TEQ of PCDDs ^a	0.49	0.41	0.75	0.65	0.73	0.48
TEQ of PCDFs ^a	0.42	0.59	0.84	0.82	0.55	0.63
TEQ of Co-PCBs ^b	0.27	0.48	0.58	0.57	0.39	0.39
Total TEQ ^c	1.2	1.5	2.2	2.0	1.7	1.51

a) International-TEF(TCDD毒性等価係数)を使用

b) WHO-TEF を使用

c) (Total TEQ) = (TEQ of PCDDs) + (TEQ of PCDFs) + (TEQ of Co-PCBs)

考察：今回の値は、ドイツ、アメリカなど欧米の母乳の分析結果に近く、我が国においても人体に対して先進国型の汚染が進んでいることが推測できる。

母乳のリスクを評価するために、母乳中の PCDD、PCDF 及びコプラナーPCB 濃度を TCDD 毒性等価量(TEQ)に換算した(表 3)。PCDD、PCDF 及びコプラナーPCB の TEQ は、それぞれ平均 0.48 pg/g (全重)、平均 0.63 pg/g (全重)、平均 0.39 pg/g (全重)で、合計は平均 1.5 pg/g (全重)であった。

このことは、乳児が 1 mL 当り平均で約 1.5 pg の TEQ を摂取していることを示している。乳飲量を 120 mL/kg 体重/日とすると、乳児の TEQ 摂取量は 180 pg/kg 体重/日(コプラナーPCB を含む)と見積もることができる。

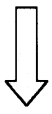
TCDD についての動物を用いた慢性毒性試験の結果では、ラットにおいて 1,000 pg/kg 体重 が無作用量であり、サルにおいては 100 pg/kg 体重 付近でわずかな影響が発現するとされている。動物の種類によって差が大きく、人への感受性がどのような位置にあるかは明らかではない。従って、動物実験から外挿するリ

スク評価は困難であるが、ダイオキシン汚染が要警戒レベルにあるといえよう。

謝辞：サンプリングにご協力頂いた大西鐘壽 教授に感謝致します。

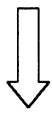
文献：

- 1) 「人間環境系」総合班(1994)平成 4 年度研究成果報告, 文部省科学研究費重点領域研究「人間環境系」研究広報,16
- 2) Ogaki, J., K.Takayama, H.Miyata and T.Kashimoto (1987)Chemosphere,16,2047-2056
- 3) Nygren, M., C.Rappe, G.Lindström, M.Hansson, P.-A.Bergqvist, S.Marklund, L.Domellöf, L.Hardell and M. Olsson (1986)In:Chlorinated Dioxins and Dibenzofurans in Perspective,Eds. Rappe, C., G.Choudhary and L.H.Keith, Lewis Publishers Inc.
- 4) Früst, P., C.Krüger, H.-A.Meemken and W.Groebel (1989)Chemosphere,18,439-444
- 5) Schecter, A., J.R.Startin, M.Rose, C.Wright, I.Packer, D.Woods and H.Hansen(1990)Chemosphere, 20,919-925
- 6) Schecter, A., P.Früst, C.Früst, W.Groebel, S.Kolesnikov, M.Savchenkov, A.Beim, A.Boldonov, E.Trubitsun and B.Vlasov(1990)Chemosphere,20,927-934
- 7) Früst, P., H.-A.Meemken, C.Krüger and W.Groebel (1987)Chemosphere,16,1983-1988



検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



要約:26 の母乳試料中のダイオキシン類縁物質-polychlorinated dibenzo- -dioxin(以下 PCDD)、polychlorinated dibenzofuran(以下 PCDF)、コプラナー(co-planar)及びその他の polychlorinated biphenyl(以下 PCB)-を分析した。全ての試料より各物質を検出した。そのレベルは、諸外国で報告されているものと大差はなかった。特に欧米人の母乳の分析結果に近く、我が国においても人体に対して先進国型の汚染が進んでいることが推測された。