

ヒト臍帯におけるダイオキシン類等化学物質の
蓄積・曝露状況の継続的調査
平成 11 年度より平成 16 年度総括報告書

平成 17 年 3 月

財団法人 日本公衆衛生協会

目次

I. 概要	1
II. 研究班検討会	1
III. 調査結果	1
1. ダイオキシン類	1
1.1 調査対象	1
1.2 ダイオキシン類調査結果	2
2. PCB 類・有機塩素系化合物	4
2.1 調査対象	4
2.2 PCB 類調査結果	4
2.3 有機塩素系化合物調査結果	6
3. 用語の定義	10
4. 図表データ集	12
4.1 ダイオキシン類	12
4.1.1 調査対象	12
4.1.2 ダイオキシン類調査結果	13
4.2 PCB 類・有機塩素系化合物	28
4.2.1 調査対象	28
4.2.2 PCB 類調査結果	28
4.2.3 有機塩素系化合物調査結果	39

ヒト臍帯におけるダイオキシン類等化学物質の蓄積・曝露状況の継続的調査について－総括－

I. 概要

平成 11 年度より平成 16 年度まで、ダイオキシン類、PCB 類、有機塩素系化合物等のヒト胎児への蓄積・曝露状況の推移の把握を行うことを目的として、ヒト臍帯等におけるこれら化学物質濃度を継続して測定した。平成 13 年度からは、千葉大学大学院医学研究院および山梨大学医学部の各倫理委員会の承認を受けて、千葉大学医学部附属病院および山梨大学医学部附属病院の 2 つの医療機関において、正常な経過で出産予定の妊婦のうち承諾を得た者から、出産時に臍帯、臍帯血および母体血を継続して採取し調査に用いた。そして採取した臍帯・臍帯血・母体血中のダイオキシン類・PCB 類および有機塩素系化合物（ヘキサクロロベンゼン、ヘキサクロロシクロヘキサン、cis-クロルデン、trans-クロルデン、オキシクロルデン、trans-ノナクロル、p, p'-DDT、o, p'-DDT、p, p'-DDE、o, p'-DDE、p, p'-DDD、o, p'-DDD、アルドリン、エンドリン、ディルドリン、エンドサルファン、ヘプタクロル、ヘプタクロルエポキシド、メトキシクロル、オクタクロロスチレン）の濃度を、また臍帯血・母体血中のエストロジェン類（エストラジオール、エストリオール、性ホルモン結合グロブリン）および植物エストロジェン類（Genistein、Daidzein、Equol、Coumestrol）の濃度を測定した。本調査では、このうちダイオキシン類・PCB 類および有機塩素系化合物について、ダイオキシン類の個別臍帯試料での測定が可能となった平成 14 年度から平成 16 年度の調査結果をまとめ、また新たに母体出生年との関係などを解析した。

II. 研究班検討会

鈴木 継美 東京大学名誉教授
森田 昌敏 独立行政法人国立環境研究所統括研究官
森 千里 千葉大学大学院医学研究院環境生命医学教授
遠山 千春 独立行政法人国立環境研究所環境健康研究領域長
星 和彦 山梨医科大学産婦人科教授
濱松 晶彦 東京都監察医務院
多田 裕 東邦大学医学部新生児学教授

III. 調査結果

1. ダイオキシン類

1.1 調査対象

対象者数：61 人

検体数：臍帯 61 検体 母体血 41 検体 臍帯血 41 検体

平成 14 年度調査：臍帯 20 検体

平成 15 年度調査：臍帯 22 検体 母体血 22 検体 臍帯血 11 検体

平成 16 年度調査：臍帯 19 検体 母体血 19 検体 臍帯血 30 検体

試料提供者は、2 つの医療機関（千葉大学医学部附属病院・山梨大学医学部附属病院）において試料提供の同意を得た母子である。試料提供者の出産時年齢と出生子数の内容を、臍帯については図 1 に、母体血・臍帯血については図 2 に示した。

1.2 ダイオキシン類調査結果

1.2.1 臍帯中ダイオキシン類濃度

臍帯中ダイオキシン類の脂肪重量あたりの毒性等量(TEQ : PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)は、TEQ¹ (注¹) の平均値が 13 pg-TEQ/g-fat、濃度範囲が 3.8~40 pg-TEQ/g-fat、TEQ² (注²) の平均値が 14 pg-TEQ/g-fat、濃度範囲が 5.4~41 pg-TEQ/g-fat、TEQ³ (注³) の平均値が 16 pg-TEQ/g-fat、濃度範囲が 5.6~42 pg-TEQ/g-fat であった (表 1)。

また湿重量あたりの毒性等量(TEQ : PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)は、TEQ¹ の平均値が 0.015 pg-TEQ/g-wet、濃度範囲が 0.0041~0.041 pg-TEQ/g-wet、TEQ² の平均値が 0.017 pg-TEQ/g-wet、濃度範囲が 0.0052~0.042 pg-TEQ/g-wet、TEQ³ の平均値が 0.019 pg-TEQ/g-wet、濃度範囲が 0.0059~0.044 pg-TEQ/g-wet であった (表 1)。

表 2 に異性体別の臍帯中ダイオキシン類濃度概要 (脂肪重量あたり) を、表 3 に異性体別の臍帯中ダイオキシン類濃度概要 (湿重量あたり) を示した。異性体組成は、個々の臍帯間において大きな違いはみられなかった。

1.2.2 臍帯血中ダイオキシン類濃度

臍帯血中ダイオキシン類の脂肪重量あたりの毒性等量(TEQ : PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)は、TEQ¹ (注¹) の平均値が 7.1 pg-TEQ/g-fat、濃度範囲が 1.8~15 pg-TEQ/g-fat、TEQ² (注²) の平均値が 7.8 pg-TEQ/g-fat、濃度範囲が 3.0~16 pg-TEQ/g-fat、TEQ³ (注³) の平均値が 8.4 pg-TEQ/g-fat、濃度範囲が 4.1~17 pg-TEQ/g-fat であった (表 4)。

また湿重量あたりの毒性等量(TEQ : PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)は、TEQ¹ の平均値が 0.017 pg-TEQ/g-wet、濃度範囲が 0.0047~0.033 pg-TEQ/g-wet、TEQ² の平均値が 0.019 pg-TEQ/g-wet、濃度範囲が 0.0073~0.033 pg-TEQ/g-wet、TEQ³ の平均値が 0.020 pg-TEQ/g-wet、濃度範囲が 0.010~0.034 pg-TEQ/g-wet であった (表 4)。

表 5 に異性体別の臍帯血中ダイオキシン類濃度概要 (脂肪重量あたり) を、表 6 に異性体別の臍帯血中ダイオキシン類濃度概要 (湿重量あたり) を示した。異性体組成は、個々の臍帯血間において大きな違いはみられなかった。

1.2.3 母体血中ダイオキシン類濃度

母体血中ダイオキシン類の脂肪重量あたりの毒性等量(TEQ : PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)は、TEQ¹ (注¹) の平均値が 16 pg-TEQ/g-fat、濃度範囲が 5.5~33 pg-TEQ/g-fat、TEQ² (注²) の平均値が 16 pg-TEQ/g-fat、濃度範囲が 5.5~33 pg-TEQ/g-fat、TEQ³ (注³) の平均値が 16 pg-TEQ/g-fat、濃度範囲が 5.6~33 pg-TEQ/g-fat であった (表 7)。

また湿重量あたりの毒性等量(TEQ : PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)は、TEQ¹ の平均値が 0.090 pg-TEQ/g-wet、濃度範囲が 0.030~0.18 pg-TEQ/g-wet、TEQ² の平均値が 0.090 pg-TEQ/g-wet、濃度範囲が 0.030~0.18 pg-TEQ/g-wet、TEQ³ の平均値が 0.090 pg-TEQ/g-wet、濃度範囲が 0.030~0.18 pg-TEQ/g-wet であった (表 7)。

表 8 に異性体別の母体血中ダイオキシン類濃度概要 (脂肪重量あたり) を、表 9 に異性体別の母体血中ダイオキシン類濃度概要 (湿重量あたり) を示した。異性体組成は、個々の母体血間において大きな違いはみられなかった。

1.2.4 臍帯・臍帯血・母体血中ダイオキシン類濃度の母体出生年との相関について

臍帯中ダイオキシン類濃度と母体出生年の相関関係は、図 3 に示すように、 $y = -0.318x + 640$ ($r = -0.240$ $n = 61$) であり、有意な相関は認められなかった。

臍帯血中ダイオキシン類濃度と母体出生年の相関関係は、図 4 に示すように、 $y =$

$-0.298x + 595$ ($r=-0.381$ $n=41$) であり、有意な相関は認められなかった。

母体血中ダイオキシン類濃度と母体出生年の相関関係は、図 5 に示すように、 $y = -0.480x + 962$ ($r=-0.328$ $n=41$) であり、有意な相関は認められなかった。

1.2.5 臍帯・臍帯血・母体血中ダイオキシン類濃度の出産時母体年齢との相関について

臍帯中ダイオキシン類濃度と出産時母体年齢の相関関係は、図 6 に示すように、 $y = 0.329x + 2.47$ ($r=0.244$ $n=61$) であり、有意な相関は認められなかった。

臍帯血中ダイオキシン類濃度と出産時母体年齢の相関関係は、図 7 に示すように、 $y = 0.298x - 2.15$ ($r=0.379$ $n=41$) であり、有意な相関は認められなかった。

母体血中ダイオキシン類濃度と出産時母体年齢の相関関係は、図 8 に示すように、 $y = 0.477x + 1.00$ ($r=0.324$ $n=41$) であり、有意な相関は認められなかった。

1.2.6 臍帯・臍帯血・母体血中ダイオキシン類濃度の相関関係について

ダイオキシン類濃度の臍帯(y)と臍帯血(x)の相関関係は、図 9 に示すように、PCDDs+PCDFs+Co-PCBs において $y = 1.12x + 4.84$ ($r=0.795$ $n=41$)、PCDDs+PCDFs において $y = 1.10x + 3.92$ ($r=0.799$ $n=41$)、Co-PCBs において $y = 1.29x + 0.639$ ($r=0.816$ $n=41$) であり、すべてにおいて有意 ($p<0.01$) な相関が認められた。

ダイオキシン類濃度の臍帯(y)と母体血(x)の相関関係は、図 10 に示すように、PCDDs+PCDFs+Co-PCBs において $y = 0.582x + 3.58$ ($r=0.775$ $n=41$)、PCDDs+PCDFs において $y = 0.640x + 2.69$ ($r=0.738$ $n=41$)、Co-PCBs において $y = 0.509x + 0.671$ ($r=0.836$ $n=41$) であり、すべてにおいて有意 ($p<0.01$) な相関が認められた。

ダイオキシン類濃度の臍帯血(y)と母体血(x)の相関関係は、図 11 に示すように、PCDDs+PCDFs+Co-PCBs において $y = 0.439x + 0.170$ ($r=0.821$ $n=41$)、PCDDs+PCDFs において $y = 0.525x - 0.530$ ($r=0.836$ $n=41$)、Co-PCBs において $y = 0.326x + 0.387$ ($r=0.843$ $n=41$) であり、すべてにおいて有意 ($p<0.01$) な相関が認められた。

1.2.7 ダイオキシン類調査結果のまとめと今後の課題

臍帯中のダイオキシン類濃度はきわめて低く、平成 11 年度の調査当初は 3 検体分の混合試料からの測定しかできなかった。その後、前処理方法の改良や HRGC-HRMS 測定における大量注入方式の導入などにより、平成 13 年度調査にて臍帯個別測定の検証を行い、平成 14 年度調査より臍帯個別測定が可能となった。加えて平成 15 年度調査からは、母体血・臍帯血 10mL からの分析が可能となり、同一の個体から採取された臍帯、臍帯血、母体血中のダイオキシン類濃度の比較が可能となった。これらの調査結果から臍帯、臍帯血、母体血中のダイオキシン類濃度の関係が明らかとなった。

調査した臍帯、臍帯血、母体血の全てからダイオキシン類が検出され、その脂肪重量あたりの毒性等量 (TEQ : PCDDs+PCDFs+Co-PCBs) の平均濃度は母体血>臍帯>臍帯血の順に高く、それぞれの異性体組成は同様な傾向であった。また臍帯-臍帯血間、臍帯-母体血間、臍帯血-母体血間で有意 ($p<0.01$) な相関が認められた。これらの結果は、ダイオキシン類の母子間移行、すなわちダイオキシン類のヒト胎児への曝露を示すものであり、ダイオキシン類濃度の高い母体における胎児への影響が懸念される場所である。

新たに母体出生年と臍帯・臍帯血・母体血中ダイオキシン類濃度の相関関係について解析した結果、臍帯 ($r=-0.240$ $n=61$)、臍帯血 ($r=-0.381$ $n=41$) および母体血 ($r=-0.328$ $n=41$) すべてにおいて有意な相関は認められなかった。近年のダイオキシン類対策による環境汚染の減少、それに伴う人体への曝露量の減少が、ダイ

オキシシン類濃度と母体出生年の関係に影響を与えるまでには、さらに長期的な視点からの調査が必要と思われる。したがって、この結果は母体出生年と臍帯・臍帯血・母体血中ダイオキシシン類濃度の相関関係について結論付けるものではない。加えてヒト胎児への蓄積・曝露状況の推移の長期的な把握という点からも、母体出生年と臍帯・臍帯血・母体血中ダイオキシシン類濃度の関係について継続して調査する必要がある。

出産時母体年齢と臍帯・臍帯血・母体血中ダイオキシシン類濃度の相関関係についても、臍帯 ($r=0.244$ $n=61$)、臍帯血 ($r=0.379$ $n=41$) および母体血 ($r=0.324$ $n=41$) すべてにおいて有意な相関は認められなかった。これらの結果は、調査対象が妊婦であるため年齢の分布範囲が狭かったことや調査事例が十分でなかったことなどの点から、出産時母体年齢と臍帯・臍帯血・母体血のダイオキシシン類との間に相関関係がないと結論付けるものではない。母体の食事内容、生活環境、暴露時期とダイオキシシン類の体内半減期との関係等の要因がダイオキシシン類の母体内の蓄積に寄与しているものと考えられる。一方、平成 15 年度に環境省が行った「ダイオキシシン類の人への蓄積量調査」^(注 4) において加齢により血液中ダイオキシシン類濃度が増加する傾向が認められたという結果が報告されている。この結果の相違については、例数や年齢分布の違いなどの要因によるものと思われる。本調査は年齢分布が出産時と限定されているため、この母集団のなかで加齢による影響を明らかにするうえでは、さらに調査事例を増やすなどして検討していく必要がある。また対象が妊婦であることからあわせて出生子数も考慮しながら解析を行っていく必要がある。

(注 1) TEQ¹ : 定量下限値未満の異性体を 0 とした場合の Total TEQ

(注 2) TEQ² : 定量下限値未満の異性体を定量下限値の 1/2 とした場合の Total TEQ

(注 3) TEQ³ : 定量下限値未満の異性体を定量下限値とした場合の Total TEQ

(注 4) 「平成 15 年度 ダイオキシシン類の人への蓄積量調査」(環境省)

2. PCB 類・有機塩素系化合物

2.1 調査対象

対象者数：49 人

検体数：臍帯 49 検体 母体血 49 検体 臍帯血 49 検体

平成 14 年度調査：臍帯 20 検体 母体血 20 検体 臍帯血 20 検体

平成 15 年度調査：臍帯 22 検体 母体血 22 検体 臍帯血 22 検体

平成 16 年度調査：臍帯 7 検体 母体血 7 検体 臍帯血 7 検体

臍帯・臍帯血・母体血各 49 検体について PCB 類および有機塩素系化合物の調査を行った。試料提供者は、2 つの医療機関（千葉大学医学部附属病院・山梨大学医学部附属病院）において試料提供の同意を得た母子である。調査対象には千葉大学医学部附属病院における帝王切開症例 95 例（帝王切開既往 31.6%、胎位異常 18.9%、胎児切迫仮死 10.5%、妊娠中毒症増悪 6.3%、分娩停止 5.3%、前置胎盤 5.3%、双胎 4.2%、胎盤早期剥離 3.2%、その他 16.5%）(注)のうち、承諾を得られた 47 例を含む。

(注：帝王切開症例適応に一部重複あり。帝王切開既往と双胎など。) 試料提供者の出産時年齢と出生子数を図 12 に示した。

2.2 PCB 類調査結果

2.2.1 臍帯中 PCB 類濃度

臍帯における PCB 類濃度は、脂肪重量あたりの濃度の平均値が 81 ng/g-fat、濃度範囲が 32~350 ng/g-fat、湿重量あたりの濃度の平均値が 88 pg/g-wet、濃度範囲が 29~390 pg/g-wet であった (表 10)。

表 11 および表 12 に、同族体別の臍帯中 PCB 類濃度を示した。

2.2.2 臍帯血中 PCB 類濃度

臍帯血における PCB 類濃度は、脂肪重量あたりの濃度の平均値が 81 ng/g-fat、濃度範囲が 30~390 ng/g-fat、湿重量あたりの濃度の平均値が 170 pg/g-wet、濃度範囲が 56~780 pg/g-wet であった (表 13)。

表 14 および表 15 に、同族体別の臍帯血中 PCB 類濃度を示した。

2.2.3 母体血中 PCB 類濃度

母体血における PCB 類濃度は、脂肪重量あたりの濃度の平均値が 110 ng/g-fat、濃度範囲が 29~570 ng/g-fat、湿重量あたりの濃度の平均値が 860 pg/g-wet、濃度範囲が 220~5700 pg/g-wet であった (表 16)。

表 17 および表 18 に、同族体別の母体血中 PCB 類濃度を示した。

2.2.4 臍帯・臍帯血・母体血中 PCB 類濃度の母体出生年との相関について

母体出生年と臍帯・臍帯血・母体血中 PCB 類濃度との相関関係を図 13 から図 15 に示した。臍帯中 PCB 類濃度と母体出生年の相関関係は $y = -5.70x + 11300$ ($r = -0.569$ $n = 49$)、臍帯血中 PCB 類濃度と母体出生年の相関関係は $y = -6.21x + 12300$ ($r = -0.531$ $n = 49$)、母体血中 PCB 類濃度と母体出生年の相関関係は $y = -8.70x + 17300$ ($r = -0.499$ $n = 49$) であり、臍帯・臍帯血・母体血のいずれにおいても母体出生年との間に有意 ($p < 0.01$) な相関が認められた。

2.2.5 臍帯・臍帯血・母体血中 PCB 類濃度の出産時母体年齢との相関について

出産時母体年齢と臍帯・臍帯血・母体血中 PCB 類濃度との相関関係を図 16 から図 18 に示した。臍帯中 PCB 類濃度と出産時母体年齢の相関関係は $y = 5.84x - 112$ ($r = 0.589$ $n = 49$)、臍帯血中 PCB 類濃度と出産時母体年齢の相関関係は $y = 6.41x - 130$ ($r = 0.553$ $n = 49$)、母体血中 PCB 類濃度と出産時母体年齢の相関関係は $y = 9.17x - 193$ ($r = 0.532$ $n = 49$) であり、臍帯・臍帯血・母体血のいずれにおいても出産時母体年齢との間に有意 ($p < 0.01$) な相関が認められた。

2.2.6 臍帯・臍帯血・母体血中 PCB 類濃度の相関関係について

PCB 類濃度の臍帯 (y) と臍帯血 (x) の相関関係は、 $y = 0.825x + 14.2$ ($r = 0.964$ $n = 49$) であり (図 19)、臍帯 (y) と母体血 (x) の相関関係は、 $y = 0.537x + 22.2$ ($r = 0.934$ $n = 49$) であった (図 20)。また、臍帯血 (y) と母体血 (x) の相関関係は、 $y = 0.632x + 11.8$ ($r = 0.941$ $n = 49$) であった (図 21)。臍帯-臍帯血間、臍帯-母体血間、臍帯血-母体血間のいずれにおいても有意 ($p < 0.01$) な相関が認められた。

2.2.7 PCB 類調査結果のまとめと今後の課題

本調査結果から PCB 類は臍帯、臍帯血、母体血の全てから検出された。脂肪重量換算値による比較では、臍帯と臍帯血は最小値・最大値・中央値・平均値のいずれもほぼ同レベルであり、母体血は臍帯や臍帯血より高値傾向であった。一方、湿重量換算値による比較では、最小値・最大値・中央値・平均値のいずれも母体血 > 臍帯血 > 臍帯を示した。

臍帯・臍帯血・母体血中の PCB 類濃度の相関関係については、臍帯-臍帯血間、臍帯-母体血間、臍帯血-母体血間の全てで有意 ($p < 0.01$) な相関が認められた。この結果から母子間における PCB 類の移行が示唆され、PCB 類濃度の高い母体においては胎児への影響が懸念される。

1972 (昭和 47) 年の旧通産省の行政指導により PCB の製造中止・回収が指示され、近年の環境中の PCB 類濃度は減少の傾向にあり、これに伴い人体への PCB 類曝露も低下していることが期待される。また PCB は体内半減期が長いいため年齢と共に体内濃度が高くなることが推測される。そこで母体出生年あるいは母体出産時年齢と PCB 類濃度との関係について解析したところ、母体出生年あるいは出産時母体年齢と PCB 類濃度との間には相関関係が認められた。すなわち臍帯・臍帯血・母体血のいずれにおいても出生年が近年に近い人 (若年者) ほど PCB 類濃度が低い傾向が、また PCB 類濃度と出産時母体年齢の関係では高齢であるほど PCB 類濃度が高くなる傾向が認められた。しかし、本調査においては、調査事例が十分でなかったことや調査対象が妊婦であるため出生年や年齢の分布範囲が狭かったことなどから母体出生年と母体出産時年齢は交絡しており、PCB の人体内蓄積に母体出生年と母体出産時年齢のどちらがより重要な因子になっているのかは不明である。この点を明らかにするためには、さらに長期的な視点からの調査が必要と思われる。

2.3 有機塩素系化合物調査結果

2.3.1 臍帯中有機塩素系化合物濃度

臍帯中で検出された主な有機塩素系化合物は、49 検体中、POPs 化合物ではヘキサクロロベンゼン (48 検体)、クロルデン類 (cis-クロルデン、trans-クロルデン、オキシクロルデン、trans-ノナクロルの合計: 49 検体)、p, p' -DDT (32 検体)、ディルドリン (38 検体)、POPs 化合物以外ではヘキサクロロシクロヘキサン (49 検体)、p, p' -DDE (49 検体)、ヘプタクロルエポキシド (49 検体) であった。また、これらの化合物の脂肪重量あたりの濃度は、ヘキサクロロベンゼンの平均値が 22 ng/g-fat、濃度範囲が N. D. ~59 ng/g-fat、クロルデン類の平均値が 23 ng/g-fat、濃度範囲が 5.2~83 ng/g-fat、p, p' -DDT の平均値が 6.5 ng/g-fat、濃度範囲が N. D. ~19 ng/g-fat、ディルドリンの平均値が 6.8 ng/g-fat、濃度範囲が N. D. ~30 ng/g-fat、ヘキサクロロシクロヘキサンの平均値が 91 ng/g-fat、濃度範囲が 11~590 ng/g-fat、p, p' -DDE の平均値が 100 ng/g-fat、濃度範囲が 5~640 ng/g-fat、ヘプタクロルエポキシドの平均値が 4.0 ng/g-fat、濃度範囲が 0.16~15 ng/g-fat であった。なお o, p' -DDD、エンドリン、メトキシクロルは全例より検出されなかった (表 19)。

2.3.2 臍帯血中有機塩素系化合物濃度

臍帯血中で検出された主な有機塩素系化合物は、49 検体中、POPs 化合物ではヘキサクロロベンゼン (49 検体)、クロルデン類 (46 検体)、ディルドリン (20 検体)、POPs 化合物以外ではヘキサクロロシクロヘキサン (49 検体)、p, p' -DDE (49 検体)、ヘプタクロルエポキシド (47 検体) であった。また、これらの化合物の脂肪重量あたりの濃度は、ヘキサクロロベンゼンの平均値が 16 ng/g-fat、濃度範囲が 5.2~54 ng/g-fat、クロルデン類の平均値が 15 ng/g-fat、濃度範囲が N. D. ~54 ng/g-fat、ディルドリンの平均値が 4.3 ng/g-fat、濃度範囲が N. D. ~10 ng/g-fat、ヘキサクロロシクロヘキサンの平均値が 47 ng/g-fat、濃度範囲が 6~370 ng/g-fat、p, p' -DDE の平均値が 83 ng/g-fat、濃度範囲が 6~570 ng/g-fat、ヘプタクロルエポキシドの平均値が 2.4 ng/g-fat、濃度範囲が N. D. ~9 ng/g-fat であった。アルドリン、エンドサルファン、メトキシクロル、オクタクロロスチレンは全例より検出されなかった (表 20)。

2.3.3 母体血中有機塩素系化合物濃度

母体血中で検出された主な有機塩素系化合物は、49 検体中、POPs 化合物ではヘキサクロロベンゼン (49 検体)、クロルデン類 (49 検体)、p, p' -DDT (33 検体)、デ

イルドリン(43 検体)、POPs 化合物以外ではヘキサクロロシクロヘキサン(49 検体)、p, p' -DDE (49 検体)、ヘプタクロルエポキシド (48 検体) であった。また、これらの化合物の脂肪重量あたりの濃度は、ヘキサクロロベンゼンの平均値が 18 ng/g-fat、濃度範囲が 3.6~49 ng/g-fat、クロルデン類の平均値が 18 ng/g-fat、濃度範囲が 2.9~86 ng/g-fat、p, p' -DDT の平均値が 4.4 ng/g-fat、濃度範囲が N. D. ~11 ng/g-fat、ディルドリンの平均値が 2.5 ng/g-fat、濃度範囲が N. D. ~6.2 ng/g-fat、ヘキサクロロシクロヘキサンの平均値が 56 ng/g-fat、濃度範囲が 5.7~470 ng/g-fat、p, p' -DDE の平均値が 73 ng/g-fat、濃度範囲が 3.2~260 ng/g-fat、ヘプタクロルエポキシドの平均値が 3.3 ng/g-fat、濃度範囲が N. D. ~13 ng/g-fat であった。o, p' -DDD、アルドリン、エンドリン、メトキシクロル、オクタクロロスチレンは全例より検出されなかった (表 21)。

2.3.4 臍帯・臍帯血・母体血中有機塩素系化合物濃度の母体出生年との相関について

臍帯中有機塩素系化合物濃度と母体出生年の相関関係を解析し、その結果を図 22~図 32 に示した。なお相関関係の解析は、検出頻度が 50 %以上(49 検体中 25 例以上)の化合物を対象とした。

臍帯中濃度と母体出生年で統計上有意な ($p < 0.01$) 相関関係を示した有機塩素系化合物は、ヘキサクロロシクロヘキサン ($r = -0.430$) のみであり、その他の化合物では有意な相関が認められなかった。

臍帯血中有機塩素系化合物濃度と母体出生年の相関関係を解析し、その結果を図 33~図 39 に示した。なお相関関係の解析は、検出頻度が 50 %以上(49 検体中 25 例以上)の化合物を対象とした。

臍帯血中濃度と母体出生年で統計上有意な ($p < 0.01$) 相関関係を示した有機塩素系化合物は、ヘキサクロロシクロヘキサン ($r = -0.453$) のみであり、その他の化合物では有意な相関が認められなかった。

母体中有機塩素系化合物濃度と母体出生年の相関関係を解析し、その結果を図 40~図 50 に示した。なお相関関係の解析は、検出頻度が 50 %以上(49 検体中 25 例以上)の化合物を対象とした。

母体血中濃度と母体出生年で統計上有意な ($p < 0.01$) 相関関係を示した有機塩素系化合物は、ヘキサクロロシクロヘキサン ($r = -0.416$) のみであり、その他の化合物では有意な相関が認められなかった。

なお出生年の古い(高齢者)母体の臍帯・臍帯血・母体血中から、ヘキサクロロシクロヘキサン及び p, p' -DDE 等が特異的に高濃度で検出された例が認められた。同世代の母体中の濃度と比較すると非常に高い濃度であることから、出生年による影響よりは、生活環境等のその他の要因によるものと推察される。

2.3.5 臍帯・臍帯血・母体血中有機塩素系化合物濃度の出産時母体年齢との相関について

臍帯中有機塩素系化合物濃度と出産時母体年齢の相関関係を解析し、その結果を図 51~図 61 に示した。なお相関関係の解析は、検出頻度が 50 %以上(49 検体中 25 例以上)の化合物を対象とした。

臍帯中濃度と出産時母体年齢で統計上有意な ($p < 0.01$) 相関関係を示した有機塩素系化合物は、ヘキサクロロシクロヘキサン ($r = 0.462$) のみであり、その他の化合物では有意な相関が認められなかった。

臍帯血中有機塩素系化合物濃度と出産時母体年齢の相関関係を解析し、その結果を図 62~図 68 に示した。なお相関関係の解析は、検出頻度が 50 %以上(49 検体中 25 例以上)の化合物を対象とした。

臍帯血中濃度と出産時母体年齢で統計上有意な ($p < 0.01$) 相関関係を示した有機塩素系化合物は、ヘキサクロロシクロヘキサン ($r = 0.475$) のみであり、その他の化合物では有意な相関が認められなかった。

母体中有機塩素系化合物濃度と出産時母体年齢の相関関係を解析し、その結果を図 69～図 79 に示した。なお相関関係の解析は、検出頻度が 50 %以上 (49 検体中 25 例以上) の化合物を対象とした。

母体血中濃度と出産時母体年齢で統計上有意な ($p < 0.01$) 相関関係を示した有機塩素系化合物は、ヘキサクロロシクロヘキサン ($r = 0.441$) のみであり、その他の化合物では有意な相関が認められなかった。

なお高齢の母体の臍帯・臍帯血・母体血中から、ヘキサクロロシクロヘキサン及び p, p' -DDE 等が特異的に高濃度で検出された例が認められた。同年齢の母体中の濃度と比較すると非常に高い濃度であることから、加齢による影響よりは、生活環境等のその他の要因によるものと推察される。

2.3.6 臍帯・臍帯血・母体血中有機塩素系化合物濃度の相関関係について

臍帯と臍帯血中有機塩素系化合物濃度の相関関係を解析し、その結果を図 80～図 86 に示した。なお相関関係の解析は、臍帯と臍帯血の双方で検出頻度が 50 %以上 (49 検体中 25 例以上) の化合物を対象とした。

臍帯と臍帯血中濃度で、有意な ($p < 0.01$) 相関関係のある有機塩素系化合物は、ヘキサクロロベンゼン ($r = 0.719$)、ヘキサクロロシクロヘキサン ($r = 0.930$)、オキシクロルデン ($r = 0.889$)、*trans*-ノナクロル ($r = 0.843$)、 p, p' -DDE ($r = 0.508$)、ヘプタクロルエポキシド ($r = 0.676$)、クロルデン類 ($r = 0.858$) であった。

臍帯と母体血中有機塩素系化合物濃度の相関関係を解析し、その結果を図 87～図 96 に示した。なお相関関係の解析は、臍帯と母体血の双方で検出頻度が 50 %以上 (49 検体中 25 例以上) の化合物を対象とした。

臍帯と母体血中濃度で、有意な ($p < 0.01$) 相関関係のある有機塩素系化合物は、ヘキサクロロベンゼン ($r = 0.781$)、ヘキサクロロシクロヘキサン ($r = 0.974$)、オキシクロルデン ($r = 0.698$)、*trans*-ノナクロル ($r = 0.842$)、 p, p' -DDE ($r = 0.605$)、ディルドリン ($r = 0.601$)、ヘプタクロルエポキシド ($r = 0.829$)、クロルデン類 ($r = 0.848$) であった。

臍帯血と母体血中有機塩素系化合物濃度の相関関係を解析し、その結果を図 97～図 103 に示した。なお相関関係の解析は、臍帯血と母体血の双方で検出頻度が 50 %以上 (49 検体中 25 例以上) の化合物を対象とした。

臍帯血と母体血中濃度で、有意な ($p < 0.01$) 相関関係のある有機塩素系化合物は、ヘキサクロロベンゼン ($r = 0.741$)、ヘキサクロロシクロヘキサン ($r = 0.971$)、オキシクロルデン ($r = 0.700$)、*trans*-ノナクロル ($r = 0.779$)、 p, p' -DDE ($r = 0.608$)、ヘプタクロルエポキシド ($r = 0.823$)、クロルデン類 ($r = 0.789$) であった。

以上のことから、臍帯・臍帯血・母体血中で検出頻度が 50 %以上の有機塩素系化合物の多くは、臍帯－臍帯血間、臍帯－母体血間、臍帯血－母体血間で相関が認められた。但し *cis*-クロルデン及び *trans*-クロルデンは臍帯、母体血共に検出頻度が 50 %以上で検出されたが、臍帯－母体血間で有意な相関関係が認められなかった。この事象についての原因は現段階では不明であるが、今後調査を続けていく過程で解析していきたいと考える。

2.3.7 有機塩素系化合物調査結果のまとめと今後の課題

臍帯、臍帯血及び母体血中から検出された主要な有機塩素系化合物は、POPs 化合物ではヘキサクロロベンゼン、クロルデン類、 p, p' -DDT、ディルドリン、POPs 化

合物以外ではヘキサクロロシクロヘキサン、p, p' -DDE、ヘプタクロルエポキシドであった。p, p' -DDE、ヘプタクロルエポキシドはそれぞれ DDT 及びヘプタクロルの代謝物と考えられており、生体内の濃度が高いとされているが本調査結果でもこれを裏付ける傾向を示した。

一方 o, p' -DDD、アルドリン、エンドリン、メトキシシクロル及びオクタクロロスチレンなどは全検体或いは殆どの検体中から検出されなかった。

有機塩素系化合物の調査対象は現在 20 化合物（異性体を含めるとそれ以上）と多く、今後調査を継続していく上で、測定感度向上や分析の効率化の観点からも対象化合物の絞込みが必要であると考えられる。このことから有機塩素系化合物は POPs 対象化合物及びヘキサクロロシクロヘキサン、p, p' -DDE、ヘプタクロルエポキシドに絞り込むことを提案する。

有機塩素系化合物については表 22 に示した通り 1971 年以降使用禁止等の処置が施され、この時期を境に対象となる有機塩素系化合物の一般環境中への放出量が減少し、それに伴い人体や生態系への曝露量が減少していることが推測される。そこで、臍帯、臍帯血及び母体血中から検出された有機塩素系化合物濃度と母体出生年との相関を解析したところ、量的に多いヘキサクロロシクロヘキサンでは有意な相関が認められたが、量的に最も多い p, p' -DDE を含めその他の化合物で有意な相関が認められなかった。また有機塩素系化合物の母体での蓄積は、その残留性から加齢により増加することが推測される。そこで、臍帯、臍帯血及び母体血中から検出された有機塩素系化合物濃度と出産時母体年齢との相関を解析したところ、これもヘキサクロロシクロヘキサンでのみ有意な相関が認められたが、その他の化合物で有意な相関が認められなかった。これらの結果は調査事例が十分でなかったことや調査対象が妊婦であるため出生年や年齢の分布範囲が狭かったことなどから、母体出生年や年齢と臍帯・臍帯血・母体血の有機塩素系化合物との間に相関関係がないと結論付けるものではないが、母体の食事内容、生活環境、曝露時期と当該化合物の体内半減期との関係等の要因が有機塩素系化合物の母体内の蓄積に複雑に寄与しているものと考えられる。

また最後に有機塩素系化合物においては、ダイオキシン類及び PCB 類と同様に、臍帯－臍帯血間、臍帯－母体血間、臍帯血－母体血間で相関が認められた。この結果は、有機塩素系化合物が母体から出生子へ母子間移行する際、その移行量は母体中の有機塩素系化合物濃度に比例することを示唆している。この点から、臍帯、臍帯血及び母体血中から高濃度で有機塩素系化合物が検出された母体の出生子への影響が懸念されるところである。

3.用語の定義

本報告書中で用いた主な略号および用語の定義を以下のように定めた。

ダイオキシン類：ダイオキシン類対策特別措置法に定義される PCDDs、PCDFs、Co-PCBs

PCB 類：ポリクロロビフェニルで表される化合物の総称

今回測定の対象としているものは一塩化物（モノクロロビフェニル）から十塩化物（デカクロロビフェニル）とした。

有機塩素系化合物：POPs 条約対象の物質を一部含む有機塩素系の化学物質で、ダイオキシン類と PCB 類を除く任意の物質を調査対象として選定した。

POPs：残留性有機汚染物質（Persistent Organic Pollutants）の略称。「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs 条約）」にて次の 12 物質が対象となっている。

アルドリン（Aldrin）

エンドリン（Endrin）

ヘプタクロル（Heptachlor）

ヘキサクロロベンゼン（HCB）

ディルドリン（Dieldrin）

DDT

クロルデン（Chlordane）

ポリ塩化ビフェニル（PCB）

トキサフェン（Toxaphene）

マイレックス（Mirex）

ダイオキシン類（PCDDs、PCDFs、及びコプラナーPCBs）

（PCDDs と PCDFs を 2 物質と数える。）

PCDDs：ポリクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン

PCDFs：ポリクロロジベンゾフラン

Co-PCBs：コプラナーPCBs

non-ortho PCBs：ノンオルソ PCBs

mono-ortho PCBs：モノオルソ PCBs

TeCDDs：テトラクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン

PeCDDs：ペンタクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン

HxCDDs：ヘキサクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン

HpCDDs：ヘプタクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン

OCDD：オクタクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン

TeCDFs：テトラクロロジベンゾフラン

PeCDFs：ペンタクロロジベンゾフラン

HxCDFs：ヘキサクロロジベンゾフラン

HpCDFs：ヘプタクロロジベンゾフラン

OCDF：オクタクロロジベンゾフラン

TeCBs：テトラクロロビフェニル

PeCBs：ペンタクロロビフェニル

HxCBs：ヘキサクロロビフェニル

HpCBs：ヘプタクロロビフェニル

MonoCBs：モノクロロビフェニル

DiCBs：ジクロロビフェニル

TriCBs：トリクロロビフェニル

TetraCBs：テトラクロロビフェニル

PentaCBs：ペンタクロロビフェニル

HexaCBs：ヘキサクロロビフェニル

HeptaCBs：ヘプタクロロビフェニル

OctaCBs：オクタクロロビフェニル

NonaCBs：ノナクロロビフェニル

DecaCB：デカクロロビフェニル

2, 3, 7, 8-TeCDD：2, 3, 7, 8-テトラクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン

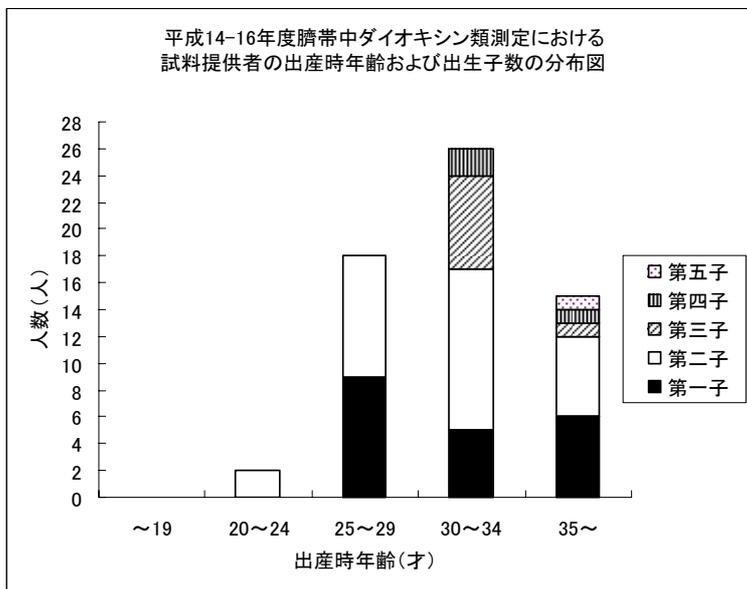
1, 2, 3, 7, 8-PeCDD：1, 2, 3, 7, 8-ペンタクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン

1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDD : 1, 2, 3, 4, 7, 8-ヘキサクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
 1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD : 1, 2, 3, 6, 7, 8-ヘキサクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
 1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDD : 1, 2, 3, 7, 8, 9-ヘキサクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD : 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-ヘプタクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン
 2, 3, 7, 8-TeCDF : 2, 3, 7, 8-テトラクロロジベンゾフラン
 1, 2, 3, 7, 8-PeCDF : 1, 2, 3, 7, 8-ペンタクロロジベンゾフラン
 2, 3, 4, 7, 8-PeCDF : 2, 3, 4, 7, 8-ペンタクロロジベンゾフラン
 1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDF : 1, 2, 3, 4, 7, 8-ヘキサクロロジベンゾフラン
 1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDF : 1, 2, 3, 6, 7, 8-ヘキサクロロジベンゾフラン
 1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDF : 1, 2, 3, 7, 8, 9-ヘキサクロロジベンゾフラン
 2, 3, 4, 6, 7, 8-HxCDF : 2, 3, 4, 6, 7, 8-ヘキサクロロジベンゾフラン
 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF : 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-ヘプタクロロジベンゾフラン
 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-HpCDF : 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-ヘプタクロロジベンゾフラン
 3, 3'-DiCB : 3, 3'-ジクロロビフェニル ; IUPAC#11
 3, 3', 4, 4'-TeCB : 3, 3', 4, 4'-テトラクロロビフェニル ; IUPAC#77
 3, 4, 4', 5-TeCB : 3, 4, 4', 5-テトラクロロビフェニル ; IUPAC#81
 3, 3', 4, 4', 5-PeCB : 3, 3', 4, 4', 5-ペンタクロロビフェニル ; IUPAC#126
 3, 3', 4, 4', 5, 5'-HxCB : 3, 3', 4, 4', 5, 5'-ヘキサクロロビフェニル ; IUPAC#169
 2, 3, 3', 4, 4'-PeCB : 2, 3, 3', 4, 4'-ペンタクロロビフェニル ; IUPAC#105
 2, 3, 4, 4', 5-PeCB : 2, 3, 4, 4', 5-ペンタクロロビフェニル ; IUPAC#114
 2, 3', 4, 4', 5-PeCB : 2, 3', 4, 4', 5-ペンタクロロビフェニル ; IUPAC#118
 2', 3, 4, 4', 5-PeCB : 2', 3, 4, 4', 5-ペンタクロロビフェニル ; IUPAC#123
 2, 3, 3', 4, 4', 5-HxCB : 2, 3, 3', 4, 4', 5-ヘキサクロロビフェニル ; IUPAC#156
 2, 3, 3', 4, 4', 5'-HxCB : 2, 3, 3', 4, 4', 5'-ヘキサクロロビフェニル ; IUPAC#157
 2, 3', 4, 4', 5, 5'-HxCB : 2, 3', 4, 4', 5, 5'-ヘキサクロロビフェニル ; IUPAC#167
 2, 3, 3', 4, 4', 5, 5'-HpCB : 2, 3, 3', 4, 4', 5, 5'-ヘプタクロロビフェニル ; IUPAC#189
 IUPAC : 国際純正及び応用化学連合 (International Union of Pure and Applied Chemistry)
 WHO : 世界保健機関 (World Health Organization)
 TEF : 毒性等価係数 (2, 3, 7, 8-TeCDD Toxicity Equivalency Factor)
 TEQ : 毒性等量 (2, 3, 7, 8-TeCDD Toxicity Equivalency Quantity)
 TEQ¹ : 定量下限値未満の異性体を 0 とした場合の Total TEQ
 TEQ² : 定量下限値未満の異性体を定量下限値の 1/2 とした場合の Total TEQ
 TEQ³ : 定量下限値未満の異性体を定量下限値とした場合の Total TEQ
 GC-MS : ガスクロマトグラフ質量分析法またはガスクロマトグラフ質量分析計
 HRGC : 高分解能ガスクロマトグラフィーまたは高分解能ガスクロマトグラフ
 HRMS : 高分解能質量分析法または高分解能質量分析計
 HRGC-HRMS : 高分解能ガスクロマトグラフ/高分解能質量分析法または高分解能ガスクロマトグラフ/高分解能質量分析計
 SIM : 選択イオン検出法
 EI 法 : 電子イオン化法
 RRF : 相対感度係数

4. 図表データ集

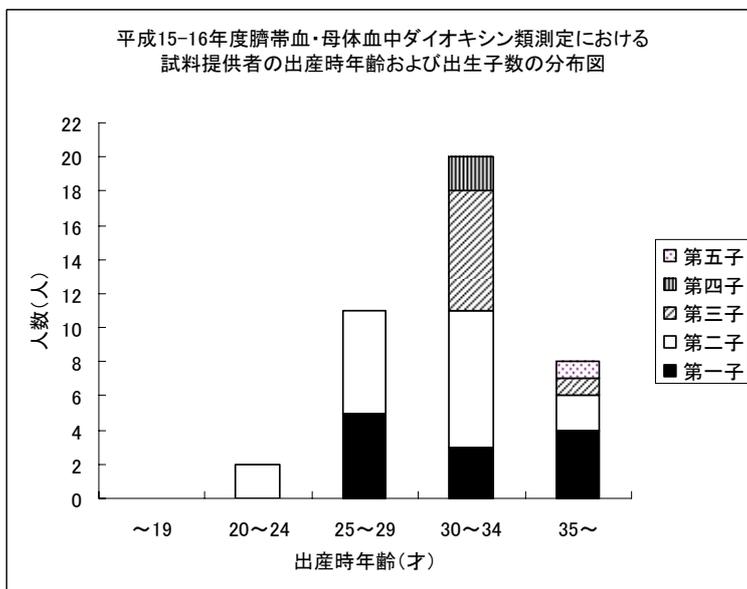
4.1 ダイオキシン類

4.1.1 調査対象



試料提供者は、平成14-16年度中に、千葉大学医学部附属病院・山梨大学医学部附属病院において出産した妊婦のうち、試料提供の同意を得た者である。

図1 平成14-16年度臍帯中ダイオキシン類測定における
試料提供者の出産時年齢および出生子数の分布図



試料提供者は、平成15-16年度中に、千葉大学医学部附属病院・山梨大学医学部附属病院において出産した妊婦のうち、試料提供の同意を得た者である。

図2 平成15-16年度臍帯血・母体血中ダイオキシン類測定における
試料提供者の出産時年齢および出生子数の分布図

4.1.2 ダイオキシン類調査結果

4.1.2.1 臍帯中ダイオキシン類濃度

表1 臍帯中のダイオキシン類濃度概要

脂肪重量あたりの毒性等量 (pg-TEQ/g-fat)	最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	検出頻度
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ¹	1.4	28	8.1	8.9	4.5	61 / 61
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ²	4.1	29	9.9	10	4.2	61 / 61
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ³	4.3	30	11	12	4.3	61 / 61
Co-PCBs WHO TEQ ¹	0.90	12	3.4	3.9	2.1	61 / 61
Co-PCBs WHO TEQ ²	1.2	12	3.4	3.9	2.1	61 / 61
Co-PCBs WHO TEQ ³	1.2	12	3.4	3.9	2.1	61 / 61
Total WHO TEQ ¹ (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	3.8	40	12	13	6.0	61 / 61
Total WHO TEQ ² (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	5.4	41	13	14	5.9	61 / 61
Total WHO TEQ ³ (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	5.6	42	14	16	6.0	61 / 61
湿重量あたりの毒性等量 (pg-TEQ/g-wet)	最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	検出頻度
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ¹	0.0018	0.029	0.0097	0.011	0.0055	61 / 61
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ²	0.0036	0.030	0.012	0.013	0.0049	61 / 61
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ³	0.0043	0.031	0.014	0.014	0.0049	61 / 61
Co-PCBs WHO TEQ ¹	0.00089	0.013	0.0044	0.0046	0.0024	61 / 61
Co-PCBs WHO TEQ ²	0.0013	0.013	0.0044	0.0047	0.0024	61 / 61
Co-PCBs WHO TEQ ³	0.0013	0.013	0.0044	0.0047	0.0024	61 / 61
Total WHO TEQ ¹ (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	0.0041	0.041	0.015	0.015	0.0069	61 / 61
Total WHO TEQ ² (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	0.0052	0.042	0.017	0.017	0.0066	61 / 61
Total WHO TEQ ³ (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	0.0059	0.044	0.018	0.019	0.0069	61 / 61
	最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	検出頻度
脂肪量 (mg/g)	0.58	2.01	1.22	1.23	0.28	61 / 61

WHO-TEF : Toxicity Equivalency Factor (WHO, 1998) を使用

TEQ¹ : 定量下限値未満の異性体を0とした場合の Total TEQ

TEQ² : 定量下限値未満の異性体を定量下限値の1/2とした場合の Total TEQ

TEQ³ : 定量下限値未満の異性体を定量下限値とした場合の Total TEQ

表2 臍帯中のダイオキシン類異性体別濃度概要(脂肪重量あたり : pg-TEQ/g-fat)

脂肪重量あたりの毒性等量 (pg-TEQ/g-fat)		最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	検出頻度			
ダイオキシン類	ダイオキシン	2, 3, 7, 8-TeCDD	N. D.	2. 4	0. 84	1. 1	0. 58	15 / 61		
		1, 2, 3, 7, 8-PeCDD	N. D.	8. 5	3. 8	4. 1	1. 6	45 / 61		
		1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDD	N. D.	0. 54	0. 15	0. 17	0. 10	17 / 61		
		1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD	N. D.	2. 3	1. 0	1. 0	0. 42	58 / 61		
		1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDD	N. D.	0. 74	0. 25	0. 27	0. 15	28 / 61		
		1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD	N. D.	0. 26	0. 065	0. 085	0. 051	52 / 61		
		OCDD	N. D.	0. 051	0. 0056	0. 0078	0. 0075	55 / 61		
	ジベンゾフラン	2, 3, 7, 8-TeCDF	N. D.	0. 37	0. 079	0. 10	0. 084	16 / 61		
		1, 2, 3, 7, 8-PeCDF	N. D.	0. 25	0. 021	0. 055	0. 086	7 / 61		
		2, 3, 4, 7, 8-PeCDF	N. D.	12	3. 4	3. 7	1. 7	59 / 61		
		1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDF	N. D.	1. 4	0. 28	0. 33	0. 21	50 / 61		
		1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDF	N. D.	0. 78	0. 32	0. 34	0. 14	49 / 61		
		1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDF	N. D.	1. 3	0. 68	0. 71	0. 34	6 / 61		
		2, 3, 4, 6, 7, 8-HxCDF	N. D.	1. 1	0. 16	0. 26	0. 23	45 / 61		
		1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF	N. D.	0. 28	0. 025	0. 034	0. 041	45 / 61		
		1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-HpCDF	N. D.	0. 75	0. 42	0. 42	0. 47	2 / 61		
		OCDF	N. D.	0. 0026	0. 0011	0. 0015	0. 00098	3 / 61		
		コプラナーPCB	ノンオルソ	3, 3', 4, 4' -TeCB(#77)	N. D.	0. 033	0. 00050	0. 0036	0. 0075	54 / 61
				3, 4, 4', 5-TeCB(#81)	N. D.	0. 0018	0. 00015	0. 00040	0. 00046	45 / 61
				3, 3', 4, 4', 5-PeCB(#126)	N. D.	8. 1	2. 0	2. 4	1. 4	60 / 61
3, 3', 4, 4', 5, 5' -HxCB(#169)	N. D.			0. 33	0. 13	0. 15	0. 062	60 / 61		
モノオルソ	2, 3, 3', 4, 4' -PeCB(#105)		0. 026	0. 28	0. 082	0. 095	0. 052	61 / 61		
	2, 3, 4, 4', 5-PeCB(#114)		0. 021	0. 34	0. 10	0. 12	0. 069	61 / 61		
	2, 3', 4, 4', 5-PeCB(#118)		0. 12	1. 2	0. 38	0. 42	0. 23	61 / 61		
	2', 3, 4, 4', 5-PeCB(#123)		N. D.	0. 040	0. 0058	0. 0089	0. 0088	48 / 61		
	2, 3, 3', 4, 4', 5-HxCB(#156)		0. 10	1. 6	0. 47	0. 57	0. 31	61 / 61		
	2, 3, 3', 4, 4', 5' -HxCB(#157)		0. 027	0. 41	0. 13	0. 15	0. 079	61 / 61		
	2, 3', 4, 4', 5, 5' -HxCB(#167)		0. 00068	0. 012	0. 0038	0. 0042	0. 0022	61 / 61		
	2, 3, 3', 4, 4', 5, 5' -HpCB(#189)		N. D.	0. 021	0. 0083	0. 0092	0. 0046	60 / 61		

WHO-TEF : Toxicity Equivalency Factor (WHO, 1998) を使用

表3 臍帯中のダイオキシン類異性体別濃度概要(湿重量あたり : pg-TEQ/g-wet)

湿重量あたりの毒性等量 (pg-TEQ/g-wet)		最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	検出頻度			
ダイオキシン類	ダイオキシン	2, 3, 7, 8-TeCDD	N. D.	0.0030	0.0011	0.0014	0.00056	15 / 61		
		1, 2, 3, 7, 8-PeCDD	N. D.	0.011	0.0048	0.0050	0.0020	45 / 61		
		1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDD	N. D.	0.00056	0.00020	0.00022	0.00010	17 / 61		
		1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD	N. D.	0.0026	0.0012	0.0013	0.00049	58 / 61		
		1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDD	N. D.	0.00076	0.00028	0.00034	0.00018	28 / 61		
		1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD	N. D.	0.00039	0.000083	0.00010	0.000061	52 / 61		
		OCDD	N. D.	0.000047	0.0000063	0.0000089	0.0000070	55 / 61		
	ジベンゾフラン	2, 3, 7, 8-TeCDF	N. D.	0.00049	0.00010	0.00012	0.00011	16 / 61		
		1, 2, 3, 7, 8-PeCDF	N. D.	0.00030	0.000030	0.000069	0.00010	7 / 61		
		2, 3, 4, 7, 8-PeCDF	N. D.	0.013	0.0043	0.0044	0.0021	59 / 61		
		1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDF	N. D.	0.0015	0.00036	0.00040	0.00024	50 / 61		
		1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDF	N. D.	0.00095	0.00038	0.00040	0.00016	49 / 61		
		1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDF	N. D.	0.0013	0.00074	0.00082	0.00032	6 / 61		
		2, 3, 4, 6, 7, 8-HxCDF	N. D.	0.0011	0.00018	0.00031	0.00026	45 / 61		
		1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF	N. D.	0.00037	0.000029	0.000041	0.000054	45 / 61		
		1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-HpCDF	N. D.	0.0010	0.00056	0.00056	0.00062	2 / 61		
		OCDF	N. D.	0.0000026	0.0000015	0.0000017	0.00000084	3 / 61		
		コプラナーPCB	ノンオルソ	3, 3', 4, 4' -TeCB(#77)	N. D.	0.000040	0.00000055	0.0000042	0.0000088	54 / 61
				3, 4, 4', 5 -TeCB(#81)	N. D.	0.0000020	0.00000017	0.00000050	0.00000060	45 / 61
				3, 3', 4, 4', 5 -PeCB(#126)	N. D.	0.0084	0.0027	0.0028	0.0016	60 / 61
3, 3', 4, 4', 5, 5' -HxCB(#169)	N. D.			0.00040	0.00017	0.00018	0.000082	60 / 61		
モノオルソ	2, 3, 3', 4, 4' -PeCB(#105)		0.000031	0.00029	0.00011	0.00011	0.000056	61 / 61		
	2, 3, 4, 4', 5 -PeCB(#114)		0.000023	0.00039	0.00013	0.00015	0.000079	61 / 61		
	2, 3', 4, 4', 5 -PeCB(#118)		0.00014	0.0013	0.00047	0.00050	0.00025	61 / 61		
	2', 3, 4, 4', 5 -PeCB(#123)		N. D.	0.000052	0.0000076	0.000011	0.000011	48 / 61		
	2, 3, 3', 4, 4', 5 -HxCB(#156)		0.00011	0.0019	0.00068	0.00069	0.00035	61 / 61		
	2, 3, 3', 4, 4', 5' -HxCB(#157)		0.000030	0.00049	0.00019	0.00018	0.000088	61 / 61		
	2, 3', 4, 4', 5, 5' -HxCB(#167)		0.00000066	0.000012	0.0000046	0.0000050	0.0000024	61 / 61		
	2, 3, 3', 4, 4', 5, 5' -HpCB(#189)		N. D.	0.000025	0.000011	0.000011	0.0000050	60 / 61		

WHO-TEF : Toxicity Equivalency Factor (WHO, 1998) を使用

4.1.2.2 臍帯血中ダイオキシン類濃度

表4 臍帯血中のダイオキシン類濃度概要

脂肪重量あたりの毒性等量 (pg-TEQ/g-fat)	最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	検出頻度
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ¹	1.1	11	4.8	5.1	2.5	41 / 41
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ²	2.0	11	5.5	5.7	2.3	41 / 41
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ³	2.9	12	6.1	6.3	2.2	41 / 41
Co-PCBs WHO TEQ ¹	0.65	4.7	1.8	2.1	1.0	41 / 41
Co-PCBs WHO TEQ ²	0.65	4.7	1.8	2.1	1.0	41 / 41
Co-PCBs WHO TEQ ³	0.65	4.7	1.8	2.1	1.0	41 / 41
Total WHO TEQ ¹ (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	1.8	15	6.9	7.1	3.4	41 / 41
Total WHO TEQ ² (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	3.0	16	7.4	7.8	3.2	41 / 41
Total WHO TEQ ³ (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	4.1	17	8.0	8.4	3.1	41 / 41
湿重量あたりの毒性等量 (pg-TEQ/g-wet)	最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	検出頻度
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ¹	0.0030	0.024	0.012	0.012	0.0049	41 / 41
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ²	0.0056	0.024	0.014	0.014	0.0042	41 / 41
PCDDs+PCDFs WHO TEQ ³	0.0082	0.024	0.015	0.015	0.0037	41 / 41
Co-PCBs WHO TEQ ¹	0.0017	0.010	0.0047	0.0050	0.0021	41 / 41
Co-PCBs WHO TEQ ²	0.0017	0.010	0.0047	0.0050	0.0021	41 / 41
Co-PCBs WHO TEQ ³	0.0017	0.010	0.0047	0.0050	0.0021	41 / 41
Total WHO TEQ ¹ (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	0.0047	0.033	0.017	0.017	0.0065	41 / 41
Total WHO TEQ ² (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	0.0073	0.033	0.018	0.019	0.0059	41 / 41
Total WHO TEQ ³ (PCDDs+PCDFs+Co-PCBs)	0.010	0.034	0.020	0.020	0.0056	41 / 41
	最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	検出頻度
脂肪量 (mg/g)	1.34	3.50	2.50	2.51	0.41	41 / 41

WHO-TEF : Toxicity Equivalency Factor (WHO, 1998) を使用

TEQ¹ : 定量下限値未満の異性体を0とした場合の Total TEQ

TEQ² : 定量下限値未満の異性体を定量下限値の1/2とした場合の Total TEQ

TEQ³ : 定量下限値未満の異性体を定量下限値とした場合の Total TEQ

表5 臍帯血中のダイオキシン類異性体別濃度概要(脂肪重量あたり：pg-TEQ/g-fat)

脂肪重量あたりの毒性等量 (pg-TEQ/g-fat)		最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	検出頻度			
ダイオキシン類	ダイオキシン	2, 3, 7, 8-TeCDD	N. D.	1. 0	1. 0	0. 97	0. 070	4 / 41		
		1, 2, 3, 7, 8-PeCDD	N. D.	4. 3	2. 0	2. 1	0. 84	36 / 41		
		1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDD	N. D.	0. 20	0. 15	0. 16	0. 034	4 / 41		
		1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD	0. 21	1. 7	0. 68	0. 72	0. 32	41 / 41		
		1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDD	N. D.	0. 40	0. 18	0. 19	0. 085	32 / 41		
		1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD	0. 018	0. 23	0. 046	0. 056	0. 034	41 / 41		
		OCDD	0. 0018	0. 017	0. 0041	0. 0047	0. 0028	41 / 41		
	ジベンゾフラン	2, 3, 7, 8-TeCDF	N. D.	0. 13	0. 073	0. 079	0. 022	24 / 41		
		1, 2, 3, 7, 8-PeCDF	N. D.	0. 043	0. 028	0. 030	0. 0085	5 / 41		
		2, 3, 4, 7, 8-PeCDF	0. 60	3. 5	1. 5	1. 7	0. 71	41 / 41		
		1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDF	N. D.	0. 32	0. 14	0. 15	0. 058	39 / 41		
		1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDF	0. 090	0. 47	0. 23	0. 25	0. 095	41 / 41		
		1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDF	N. D.	N. D.	-	-	-	0 / 41		
		2, 3, 4, 6, 7, 8-HxCDF	N. D.	0. 21	0. 11	0. 12	0. 037	16 / 41		
		1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF	N. D.	0. 094	0. 017	0. 022	0. 015	39 / 41		
		1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-HpCDF	N. D.	N. D.	-	-	-	0 / 41		
		OCDF	N. D.	N. D.	-	-	-	0 / 41		
		コプラナーPCB	ノンオルソ	3, 3', 4, 4'-TeCB(#77)	N. D.	0. 00086	0. 00038	0. 00040	0. 00015	40 / 41
				3, 4, 4', 5-TeCB(#81)	N. D.	0. 00079	0. 000092	0. 00013	0. 00017	18 / 41
				3, 3', 4, 4', 5-PeCB(#126)	0. 29	3. 0	1. 0	1. 2	0. 65	41 / 41
3, 3', 4, 4', 5, 5'-HxCB(#169)	0. 017			0. 16	0. 076	0. 082	0. 035	41 / 41		
モノオルソ	2, 3, 3', 4, 4'-PeCB(#105)		0. 015	0. 12	0. 049	0. 052	0. 027	41 / 41		
	2, 3, 4, 4', 5-PeCB(#114)		0. 013	0. 20	0. 058	0. 066	0. 037	41 / 41		
	2, 3', 4, 4', 5-PeCB(#118)		0. 070	0. 61	0. 21	0. 24	0. 13	41 / 41		
	2', 3, 4, 4', 5-PeCB(#123)		0. 0013	0. 0097	0. 0034	0. 0041	0. 0024	41 / 41		
	2, 3, 3', 4, 4', 5-HxCB(#156)		0. 068	0. 79	0. 27	0. 31	0. 16	41 / 41		
	2, 3, 3', 4, 4', 5'-HxCB(#157)		0. 017	0. 21	0. 080	0. 095	0. 047	41 / 41		
	2, 3', 4, 4', 5, 5'-HxCB(#167)		0. 00064	0. 0065	0. 0023	0. 0028	0. 0014	41 / 41		
	2, 3, 3', 4, 4', 5, 5'-HpCB(#189)		0. 0012	0. 013	0. 0051	0. 0059	0. 0028	41 / 41		

WHO-TEF : Toxicity Equivalency Factor (WHO, 1998) を使用

表6 臍帯血中のダイオキシン類異性体別濃度概要(湿重量あたり : pg-TEQ/g-wet)

湿重量あたりの毒性等量 (pg-TEQ/g-wet)		最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	検出頻度			
ダイオキシン類	ダイオキシン	2, 3, 7, 8-TeCDD	N. D.	0.0025	0.0022	0.0022	0.00029	4 / 41		
		1, 2, 3, 7, 8-PeCDD	N. D.	0.0091	0.0048	0.0051	0.0015	36 / 41		
		1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDD	N. D.	0.00041	0.00034	0.00034	0.000070	4 / 41		
		1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD	0.00050	0.0030	0.0017	0.0017	0.00062	41 / 41		
		1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDD	N. D.	0.00085	0.00042	0.00045	0.00016	32 / 41		
		1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD	0.000053	0.00048	0.00011	0.00013	0.000070	41 / 41		
		OCDD	0.0000048	0.000039	0.0000099	0.000011	0.0000060	41 / 41		
	ジベンゾフラン	2, 3, 7, 8-TeCDF	N. D.	0.00028	0.00018	0.00018	0.000037	24 / 41		
		1, 2, 3, 7, 8-PeCDF	N. D.	0.000093	0.000075	0.000073	0.000014	5 / 41		
		2, 3, 4, 7, 8-PeCDF	0.0014	0.0070	0.0039	0.0040	0.0013	41 / 41		
		1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDF	N. D.	0.00058	0.00036	0.00037	0.000094	39 / 41		
		1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDF	0.00027	0.0010	0.00058	0.00059	0.00017	41 / 41		
		1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDF	N. D.	N. D.	-	-	-	0 / 41		
		2, 3, 4, 6, 7, 8-HxCDF	N. D.	0.00035	0.00026	0.00026	0.000043	16 / 41		
		1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF	N. D.	0.00023	0.000043	0.000052	0.000034	39 / 41		
		1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-HpCDF	N. D.	N. D.	-	-	-	0 / 41		
		OCDF	N. D.	N. D.	-	-	-	0 / 41		
		コプラナーPCB	ノンオルソ	3, 3', 4, 4' -TeCB(#77)	N. D.	0.0000018	0.00000093	0.00000097	0.00000031	40 / 41
				3, 4, 4', 5-TeCB(#81)	N. D.	0.0000020	0.00000022	0.00000032	0.00000042	18 / 41
				3, 3', 4, 4', 5-PeCB(#126)	0.00085	0.0063	0.0026	0.0029	0.0014	41 / 41
3, 3', 4, 4', 5, 5' -HxCB(#169)	0.000040			0.00043	0.00018	0.00020	0.000079	41 / 41		
モノオルソ	2, 3, 3', 4, 4' -PeCB(#105)		0.000040	0.00028	0.00012	0.00013	0.000059	41 / 41		
	2, 3, 4, 4', 5-PeCB(#114)		0.000030	0.00047	0.00015	0.00016	0.000082	41 / 41		
	2, 3', 4, 4', 5-PeCB(#118)		0.00019	0.0013	0.00057	0.00058	0.00027	41 / 41		
	2', 3, 4, 4', 5-PeCB(#123)		0.0000031	0.000023	0.0000086	0.000010	0.0000053	41 / 41		
	2, 3, 3', 4, 4', 5-HxCB(#156)		0.00016	0.0018	0.00067	0.00076	0.00035	41 / 41		
	2, 3, 3', 4, 4', 5' -HxCB(#157)		0.000041	0.00049	0.00020	0.00023	0.00010	41 / 41		
	2, 3', 4, 4', 5, 5' -HxCB(#167)		0.0000016	0.000014	0.0000059	0.0000066	0.0000030	41 / 41		
	2, 3, 3', 4, 4', 5, 5' -HpCB(#189)		0.0000029	0.000030	0.000013	0.000014	0.0000063	41 / 41		

WHO-TEF : Toxicity Equivalency Factor (WHO, 1998) を使用