Ⅱ．分担研究報告書

(4)母乳のダイオキシン類汚染の実態調査と乳幼児の発達への影響に関する研究

研究分担者　武藤　浩司

令和 7 年度厚生労働行政推進調査事業費補助金（食品の安全確保推進研究事業）

食品を介したダイオキシン類等有害物質摂取量の評価とその手法開発のための研究

分担研究報告書

(4) 母乳のダイオキシン類汚染の実態調査と乳幼児の発達への影響に関する研究

研究分担者　武藤 浩司　東京大学医学部附属病院総合周産期母子医療センター

研究要旨

ダイオキシン類は主に食物を介して摂取され、難分解性であることから体内に蓄積される。これまでの厚生労働科学研究で、女性の場合に母体が妊娠するまでに摂取したダイオキシン類が脂肪組織内に蓄積され、出産後に母乳内に分泌され、結果として乳児のダイオキシン類汚染の主な経路となっていることが明らかになっている。科学的には母乳は乳児にとって最適の栄養であることが示されているが、周産期のダイオキシン類曝露とその後の発達への影響が注目されてきており、母乳中のダイオキシン類濃度に注意する必要がある。1997年度より厚生労働科学研究班では継続的に母乳中のダイオキシン類濃度を測定するとともに、児の健康発達への影響調査を行ってきた。この継続的な調査結果により、母乳中ダイオキシン類濃度は1970年代と比較し著明に改善していることが明らかになってきている。ただし、第1子が母乳で育てられている場合に、生後1か月の時点でダイオキシン類対策特別措置法にて規定されている耐容一日摂取量（TDI）の約10倍のダイオキシン類を摂取しており、ダイオキシン類汚染は母乳栄養の上で課題として残されている。本研究では引き続き、乳児の栄養食品という観点でダイオキシン類汚染の状況の評価を行った。初産婦の出産後1か月の母乳中のダイオキシン類濃度(PCDDs+PCDFs+Co-PCBsの合計)は、WHO2005年の毒性等価係数を用いた毒性等量の計算では4.7±2.3 pg-TEQ/g-fat（平均値±標準偏差）であった。平均値の経緯をみると長期的に認められている漸減傾向が継続している。ダイオキシン類対策が進んだ中で、母乳中のダイオキシン類濃度が今後さらに低下するかどうか引き続き調査を継続する必要がある。今後も引き続き調査を継続して、ダイオキシン類濃度と身体発育や生後発達の間に本当に関連がないのか確認する必要がある。

研究協力者

埼玉県立小児医療センター病院長
　岡　明
医療法人成和会山口病院院長
　山口　暁
国際医療福祉大学成田病院
　鹿島　晃平

A. 研究目的

乳児にとって母乳栄養は最適な栄養法であり、厚生労働省では長年にわたり行政として母乳栄養を推進してきている。母乳は栄養価や移行免疫の点で優れている上に、授乳による育児中の母親および児への心理面での効果も高いことなどがあげられている。国は「授乳・離乳の支援ガイド」を作成し、2019 年にさらに改訂して、母乳育児が安心して行える環境作りを推進している。

一方で、母乳は母体が摂取した環境からの影響を間接的に受けるため、母体への環境汚染が

母乳を介して児に影響する可能性がある。特に脂溶性物質は母体内に蓄積しやすく、脂肪である母乳内に分泌される可能性がある。したがってダイオキシン類のような人体への有害なことが知られている脂溶性物質については母乳を介した汚染に対する特別な注意が必要である。ベトナムの汚染地域でのコホート調査では、周産期のダイオキシン類汚染が、その後の言語発達などの影響があることが示されており、乳児期のダイオキシン類曝露には特別な注意が必要である。

ダイオキシン類は環境の中でも安定しており、人体で代謝されにくいことから、長期間母体内の脂肪組織に蓄積されることが知られている。これまでの厚生労働科学研究での母乳中のダイオキシン類汚染についての調査結果より母体内に妊娠までに蓄積されたダイオキシン類は、特に第一子の授乳の際の母乳中に高濃度に分泌されることが明らかになっており、第二子以降は有意に低濃度となることが示されている。ある意味では母体にとって出産までに蓄積したダイオキシン類の排出回路の一つとなっている。

また、第一子の母乳中のダイオキシン類分泌量が長期間におよぶ母体中のダイオキシン類の蓄積量を反映すると仮定すると、妊娠までの母体の長期のダイオキシン類汚染状況を反映するものであり、環境汚染の評価という観点からは、人体が長期間生活していた中で摂取したダイオキシン類の総量を評価する指標ともいうことができる。

本研究班による母乳中のダイオキシン類濃度の測定は、1997 年(平成 9 年)より厚生省科学研究事業(主任研究者多田裕東邦大学名誉教授)として開始され、すでに 25 年間継続して母乳でのダイオキシン類濃度のデータを蓄積してきている。また、それ以前から凍結保存されていた母乳でのダイオキシン類測定を含めると 1973 年(昭和 48 年)から 49 年間に渡るデータを得ている。こうした研究により安全性を評価するとともに、環境中ダイオキシン類による母体の汚染の動向をモニターすることが可能になっている。

昨年度までの研究結果では、母乳中のダイオキシン類の汚染は 1970 年代などに比して格段に改善傾向になり、現在も漸減傾向にあることが示されており、これはダイオキシン類対策として 1999 年(平成 11 年)に成立したダイオキシン類対策特別措置法の効果が明確に出てきているものと考えられる。

ただし、完全母乳栄養の児についての母乳から摂取されるダイオキシン類の量を計算すると、1 か月時にはダイオキシン類対策特別措置法にて規定されている耐容一日摂取量(TDI)の 20 倍程度、1 年間を通じては 10 倍程度のダイオキシン類を摂取していることが明らかになっている。胎児や乳幼児などは特にダイオキシン類による影響を受けやすいことが WHO でも指摘されており、母乳栄養を推進する上でもダイオキシン類汚染のレベルはいまだに無視できない問題である。こうした点から、乳児への主要な食品である母乳中のダイオキシン類濃度を継続して測定することは社会的にも重要であると考えられる。

本研究では、こうした観点から継続的に母乳中のダイオキシン類濃度を継続して測定している。そして、単に母乳のダイオキシン類汚染の現状を評価するだけでなく、乳児期のダイオキシン類汚染の影響について、身体面の発育と、精神面での発達の両面から影響評価を行なってきている。

このように本研究は、母乳育児を推進する立場で、母乳中のダイオキシン類濃度を測定し、さらにその乳児についてコホートとして発達や発育状況の調査を行い、科学的にその安全性を検証することを目的としている。

B. 研究方法

(1) 初産婦より、産後 1 か月の母乳の提供を受けダイオキシン類濃度を測定する。生後 1 か月と採取条件を一定とし、経年的な母乳汚染の変化を判断できるように計画している。母乳中ダイオキシン類レベルは、初産婦と経産婦でその分布が

異なるため、本研究では原則として初産婦に限定している。母乳採取の際には、同時に母親の年齢、喫煙歴や児の出生時の体格、1 か月時の発育状況などの調査用紙への記入を求めた。本年度は、医療法人成和会山口病院にて計 20 人から参加同意を得、その全例 20 例から母乳の提供を受けた。

(2) ダイオキシン類として、PCDDs7 種類、PCDFs10 種類、Co-PCBs12 種類と、母乳中の脂肪含有量を公益財団法人北九州生活科学センターに委託して測定した。ダイオキシン類濃度の毒性等量は、2005 年の WHO の毒性等価係数を用いた。脂肪 1g 当たりの毒性等量(脂肪重量換算)をpg-TEQ/g-fatとして表記した。PCDDs(7 種) + PCDFs(10 種) + Co-PCBs(12 種)をダイオキシン類濃度と定義した。母乳中のダイオキシン類は同一施設の高分解能 GC/MS で測定し、脂肪 1g 当たりの毒性等量で示した。実測濃度が定量下限値未満のダイオキシン類は定量下限値の 1/2 の濃度として計算した。

(倫理面への配慮)調査研究は東京大学医学部附属病院、埼玉県立小児医療センター、医療法人成和会山口病院の倫理委員会の承認を得て実施した。調査時には、研究の目的や方法について文書で説明の上で、書面にて承諾を得た。解析については、個人情報を除いて匿名化したデータベースを用いて解析した。

C. 研究結果

(1)初産婦の出産 1 か月後の母乳中のダイオキシン類濃度:ダイオキシン類として PCDDs 7 種類、PCDFs 10 種類、Co-PCBs 12 種類について測定をした(表1)。2005 年の WHO の毒性等価係数による総ダイオキシン類濃度は、4.7 ±2.3 pg-TEQ/g-fat(平均±標準偏差)、中央値が 3.8、範囲が 2.5〜11 であった。

(2)経年的な母乳中のダイオキシン類濃度の変化:厚生労働科学研究として Co-PCBs12 種類を含めて測定を開始した 1998 年度からの傾向として、2013 年度までは漸減傾向が認められ、その後 2017 年度までは横ばいを示したが、2018 年度以降は漸減傾向が認められた(表 2、図 1)。2021 年度以降は再度横ばいの傾向に転じたかに見えたが、2023 年度以降は Total 値では再度低下傾向が見られ、本年度はこれまでで最低値であった。

D. 考察

今年度も引き続き乳児へのダイオキシン類汚染の原因として重要な初産婦の母乳中のダイオキシン類濃度の測定を行なった。時期を揃える必要がある理由として、母乳は、出産後の時期によって母乳内の脂肪成分などの組成も変化し、脂肪中に含まれるダイオキシン類量についても影響を受ける可能性があり、出産後 1 か月時に測定時期を揃えて測定を行った。

全体の毒性等量の傾向としては、1997 年度の調査開始以来、2013 年度まで認められていた長期漸減傾向は、2013 年度以降は明らかではなくなっていた。しかし 2023 年度以降は低下に転じており、2025 年度の平均値ではこれまでの測定の中も最も低い 4.7 pg-TEQ/g fat であった(表2)。環境中のダイオキシン類汚染が改善しており、2013 年から 2017 年にかけてはすでに基本的に下げ止まってプラトーに達している可能性も考えられるが、2018 年以降、漸減傾向と判断された。今後母乳中に排泄されるダイオキシン類量がさらに漸減するかどうかは今後の傾向を見る必要がある。

E. 結論

2025年度に提供を受けた初産婦の母乳中のダイオキシン類濃度は、昨年度と同様に低値を示した。母乳中のダイオキシン類濃度は、調査開始時からの長期間的に見ると漸減傾向が続いている。今後母乳中に排泄されるダイオキシン類量が

さらに漸減するかどうかは今後の傾向を見る必要
がある。

F.研究業績

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

表1　母乳中ダイオキシン類濃度（2025 年度）

ダイオキシン類 (pg-TEQ/g fat)	平均	標準偏差	中央値	最大	最小
PCDDs-TEQ	1.971	0.725	1.749	3.724	1.150
PCDFs-TEQ	1.061	0.377	0.915	2.130	0.624
PCDDs/PCDFs-TEQ	3.032	1.093	2.649	5.854	1.774
Non-ortho PCBs-TEQ	1.517	1.153	0.951	4.785	0.631
Mono-ortho PCBs-TEQ	0.115	0.076	0.092	0.343	0.041
Coplanar PCBs-TEQ	1.631	1.228	1.047	5.128	0.683
Total-TEQ	4.663	2.285	3.829	10.983	2.457

表 2　2014 年度から 2025 年度の母乳中のダイオキシン類濃度の動向（初産婦の産後 1 か月の母乳中のダイオキシン類濃度の平均値を WHO2005 年の毒性等価係数を用いて毒性等量を計算。単位　pg-TEQ/g-fat）

年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度
PCDDs-TEQ	3.06	4.45	3.40	3.85	3.49	2.74	3.05	2.34	2.37	2.53	2.16	1.97
PCDFs-TEQ	2.18	2.09	1.63	1.93	1.77	1.48	1.43	1.10	1.16	1.26	1.01	1.06
Coplanar PCBs-TEQ	2.98	3.24	2.96	3.48	2.84	2.65	2.63	2.15	2.12	2.16	1.88	1.63
Total	8.22	9.78	8.00	9.27	8.10	6.87	7.11	5.60	5.65	5.95	5.04	4.66

図 1　1998 年度から 2025 年度の母乳中のダイオキシン類濃度の年度別変化

