

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の 編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
多田裕	母乳と環境汚染	周産期医学	34(9)	1371-1375	2004
多田裕	母乳汚染と環境物質	日医雑誌	132(5)	664	2004
多田裕	環境汚染の母乳に及ぼす影響は？	周産期医学	34(増刊号)	416-417	2004
多田裕	環境ホルモン・ダイオキシンと子どもの食	小児科臨床	57(12)	2642-2646	2004
松井永子、近藤直実、金子英雄、篠田紳司、川本典生、中村好一、松浦信夫、多田裕	母乳栄養とダイオキシン-母乳中のダイオキシンが母乳栄養児の免疫アレルギー反応に与える影響の有無について-	小児科診療,	68(3)	533-536	2005
松浦信夫	新生児一過性甲状腺機能亢進症・低下症	小児内科,	36(10)	1533-1536	2004
Keiko Shibayama, Yoshihide Ohyama, Akira Hishinuma, et al.	Subclinical hypothyroidism caused by a mutation of the thyrotropin receptor gene.	Pediatr Int	47	105-108	2005

Ⅳ. 研究成果の刊行物・別冊

母乳と環境汚染

多田 裕*

はじめに

母乳には乳児の発育発達に必要なすべての栄養素が母親から供給されるが、同時に母体内に蓄積された物質も分泌される。このため、母体内に取り込まれ蓄積している物質は、程度の差はあっても母乳汚染が問題になる。なかでも代謝や排泄の少ない脂溶性の環境汚染物質は、母体内に濃縮して蓄積され、これが母乳中に分泌されるため、乳児は高濃度で摂取することになる。

最近、焼却場からのダイオキシン排出による周辺住民の汚染が問題となったが、ダイオキシンは母乳中に高濃度に分泌されるため、母乳で哺育された乳児は、成人の耐容1日摂取量の何倍にもなる量のダイオキシンを摂取することになる。このため、母乳の安全性がにわかに注目されることになった。ダイオキシン以外にもPCBや農薬など多くの環境汚染物質が同様に母乳から摂取されていたが、これらの物質の乳児の健康への影響についてはあまり問題にされてこなかった。ダイオキシンの汚染からようやくその影響の重要性が認識されることになったので、ダイオキシン汚染を中心に母乳と環境汚染の問題を考え、また子どもに関する研究の重要性について述べてみたい。

ダイオキシンによる母乳汚染

1. ダイオキシンの排出源と吸収経路

ダイオキシンは有機物の焼却時に塩素と結合し

て生成される。比較的低温での焼却で発生量が多いので、小規模のごみ焼却場や廃棄物の野焼きなどの際に発生するダイオキシンが問題になった¹⁾。ダイオキシンは皮膚や呼吸器などからも直接吸収されるが、量的には少なく、主な人体への吸収経路は食物を介しての消化管からの吸収である。

ダイオキシンは脂溶性で水には溶けにくいので、焼却から生じて直ちに人体に吸収されることは少なく、また穀物や野菜や植物脂肪への汚染も少ない。主な汚染のもと、食品中の動物性脂肪である²⁾。このため、焼却の際に発生するダイオキシンとともに、以前使用された有機塩素系の農薬や殺虫剤に夾雑物として混入して散布されたダイオキシンが土壌塊などに付着して水中に流れ、食物連鎖を通じて濃縮し、次第に体内の濃度が濃縮した動物を食品とすることが汚染源になることが明らかになっている。

2. ダイオキシンの毒性と耐容1日摂取量

母乳中のダイオキシン類の濃度は図1に示したように、1998年以降やや低下傾向にあるが大きな変化はなく、2002年の母乳についての我々の測定結果では母乳中の脂肪1g当たり21.1 pgTEQであった³⁾。母乳100g中には脂肪が3.76g含まれているので、100gの母乳にはダイオキシン類が79.3 pgTEQ分泌されることになる。乳児は1年間を平均すると体重1kg当たりおよそ100gの母乳を哺乳することになるので⁴⁾、体重1kg当たり約80 pgTEQのダイオキシン類を毎日母乳から摂取していることになる。なお、第1子の母乳哺育時にかなりの量のダイオキシンが分泌される

*ただ ひろし 東邦大学名誉教授
(〒113-0024 東京都文京区西片2-8-25)

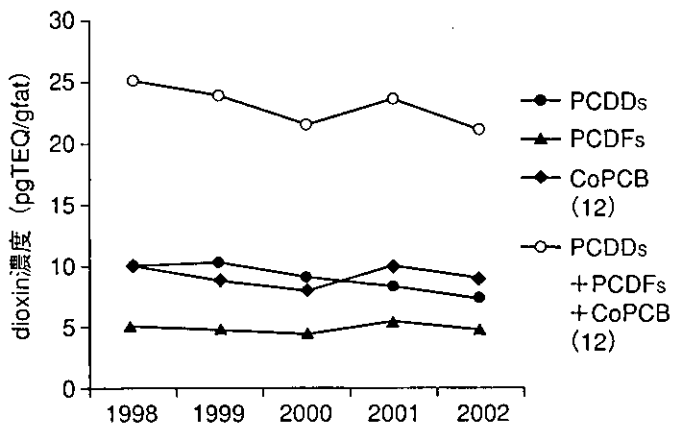


図1 母乳中のdioxin濃度(第1子)の年次別変化
(厚生労働科学研究, 2004)³⁾

ので、第2子以降が摂取する母乳中の濃度は、母親の体内蓄積量を反映して第1子の時の母乳に比較するとかなり低濃度である(図2)³⁾。

成人が毎日摂取しても健康に影響が現れないと考えられる摂取量を耐容1日摂取量(TDI)と呼び、ダイオキシンに関しては4pgTEQ/kg/dayとされている。この量から計算すると、乳児はTDIの約20倍の量を毎日摂取していることになる。TDIの計算は、生物に影響が認められた最少の蓄積量に不確定要素として10が掛けられているので、TDIの20倍は、もしこの摂取量が続けば健康に影響が出ることが懸念される量である。

3. 母乳中のダイオキシンが高値になる原因

母乳が高濃度のダイオキシンに汚染されている原因は次のように考えられる。

① 母乳中には大量に脂肪が分泌される。母乳100g中には脂肪が約3.5g含まれ、熱量の約50%は脂肪から摂取することになる。日本人(成人)の平均摂取栄養量1,954kcalのうち脂肪が占める割合は25%であり、動物脂肪はその中の54%であることを考慮すると、乳児は成人より4倍も動物脂肪に依存していることになる。

② 母乳中の脂肪は母親の体内の脂肪が分泌されたものであり、母親の脂肪中に蓄積されている物質は、母体脂肪中の濃度とほぼ等しい濃度で母乳中に分泌される。

③ ダイオキシンは脂溶性物質であるため、主に食品中の動物性脂肪から体内に取り込まれ、難分

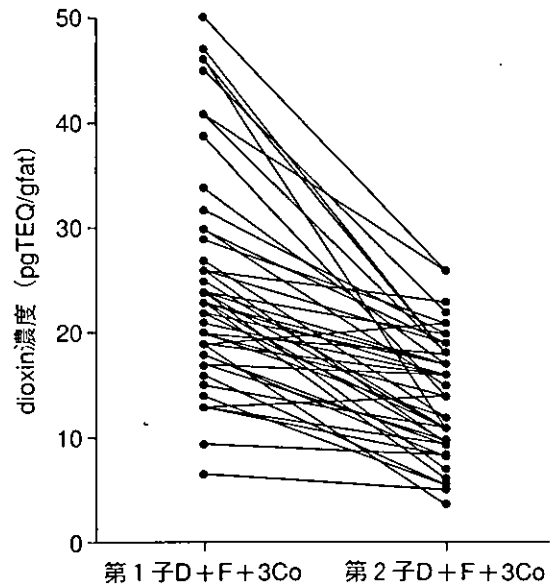


図2 第1子、第2子哺乳の母乳中のdioxin類濃度
(厚生労働科学研究, 2004)³⁾

解性、難排泄性であるため、体内の脂肪に蓄積する。母親が生まれて以来摂取し続け蓄積してきたダイオキシンは、脂肪とともに母乳中に排泄され、これを乳児が摂取することになる。

以上が乳児が摂取するダイオキシンの量が多くなる理由であるが、体内の脂肪中に蓄積している他の物質もダイオキシンと同様に母乳中に分泌される。健康への影響が懸念されて使用が禁止されてきた多くの物質、例えばPCBやDDT、クロルデン、ディルドリンなどの農薬や殺虫剤などもヒトの体内脂肪に蓄積されているので、これらの物質も母乳中に分泌される。水溶性の汚染物質も体内に取り込まれるが、体外に排泄されやすく、蓄積性が少ないので母乳中で特に高濃度に濃縮することはない。環境中に残留し、体内に取り込まれやすい環境汚染物質はPOPs(persistent organic pollutants)として人体への影響を検討する必要性が強調されており、今後はこれらの物質の複合的な汚染を含めて、胎児や乳幼児への影響を慎重に検討することが必要である。

4. ダイオキシンの毒性

ダイオキシンの毒性には、一般毒性、発がん性、免疫毒性、生殖毒性、神経毒性などが知られている。一般毒性としては、動物では体重減少、肝機

能障害などが認められ、大量に摂取すると死亡する。ヒトでは工場の汚染やカネミ油症などの際の報告では、死亡するほどの汚染は報告されていないが、皮膚症状としてのクロルアクネ（塩素痤疮）が認められる。子どもは特に感受性が高いが、皮膚症状が認められるのは血中濃度が 800pgTEQ/gfat 以上の高濃度に汚染された場合である⁵⁾。我が国の母乳中のダイオキシン類濃度は比較的高い母乳でも 50~60pgTEQ/gfat 程度なので、これを母乳を介して摂取し、体内に蓄積しても皮膚症状が認められる濃度と比較すると低濃度である。このほかには肝機能障害、糖尿病発症率などに差があるのではないかと懸念されている。しかし、実験動物では発がん性、免疫機能の低下、生殖への影響などが報告されているが、人の汚染ではセブソでの汚染直後に女児の出生が多かったとの報告と台湾油症での発育発達の遅れの報告があるが、ヒトへの影響ははっきりしていない。

5. 母乳中のダイオキシンの乳児への影響

母乳中のダイオキシンの濃度が高値であるため、乳児は毎日 TDI の 20 倍以上のダイオキシンを摂取することになる。しかし哺育期間は約 1 年間と限定されているので、その後のダイオキシンの摂取量が TDI 以下であれば、体内に蓄積するダイオキシンの濃度は、母乳哺育終了後は次第に低下するはずである。そこで健康に影響が現れるとすれば乳児期が危険であると考えられる。厚生労働省の研究班では、胎児期の影響をみるために、出生時の身長、体重、新生児期の甲状腺機能のマスクリーニングの結果を調査し、さらに生後 1 歳で発育発達と採血による甲状腺機能、免疫機能、アレルギー検査などを実施した。この結果では、出生時や 1 歳時点では乳児の健康へのダイオキシンによると考えられる明らかな影響は認められなかった³⁾。

従来の報告でも、事故等の大規模な汚染による場合を除けば、ダイオキシンによる乳幼児への健康に及ぼす影響は明らかになっていない。検査のうえでは、我が国やオランダで母乳中のダイオキシン濃度と児の TSH 濃度と正の相関、T4 濃度や CD4/CD8 比への負の相関が報告されている^{6,7)}。

しかし我々の結果ではこのような相関は認められなかった^{3,4)}。これらの結果の差は、検査した母乳のダイオキシン濃度に差があることや、PCB などの他の物質による母乳汚染も影響すると考えられる。現在の母乳中のダイオキシン濃度は保存してあった過去の母乳中のダイオキシン濃度より低下しているので、現在ではダイオキシン汚染を理由とした母乳哺育の制限は必要ないと考える²⁾。

ただし、現在の母乳のダイオキシン濃度は無害であるとする根拠もなく、他の汚染物質との複合した影響や胎児期への影響を考えると、ダイオキシンを含む汚染物質の排出を制限することにより、母乳汚染をさらに低下させるような努力は続けなければならない。

ダイオキシン以外の環境汚染物質

母乳中の汚染が問題になる物質は、母体に蓄積された物質なので、胎児にも影響することが懸念される。ダイオキシンはその毒性が強いことから、ヒトへの影響が問題になった。しかし一般への曝露の程度では、一般毒性や発がん性は、他の汚染物質、例えばタバコなどの健康への影響に比較すれば大きな影響はないと考えられる。一方、生殖毒性や免疫機能や神経発達への影響ははっきりと肯定あるいは否定できるデータに欠けているが、もし影響するとすれば胎児や乳幼児への影響が考えられる。なかでも内分泌攪乱作用としてみると、甲状腺ホルモンの分泌や作用への影響が、胎児や乳児期の発達に影響し、神経発達や行動の異常をもたらすことが懸念され、動物実験ではすでに影響が明らかになっている。甲状腺ホルモンはダイオキシンよりは PCB (polychlorinated biphenyl) に構造が近似しており、汚染濃度も高いことから、乳幼児への影響について検討することが必要である⁸⁾。また現在では使用されなくなった農薬や殺虫剤や除草剤は、現在でも環境中に残存し、母乳中に分泌されている物質が多く、これらの物質や複合しての影響についても検討が必要である。

環境汚染物質の子どもの健康への影響解明の重要性

1997年5月にはマイアミで8カ国環境大臣会合が開催され、「子供の環境保健に関する8か国の環境リーダーの宣言書」が採択された⁹⁾。

このうちの一部(仮訳)を抜粋すると、

「我々は世界中の子供が環境中の有害物の著しい脅威に直面していることを認識している。人の健康の保護は持続可能な発展を達成するための環境政策の基本的な目標である。我々の家族の健康や福利が清潔で健康的な環境に依存することへの我々の理解は高まりつつある。こと子供に関しては、彼らがとりわけ環境汚染に傷付きやすいものであるということは紛れもなく真実である。既存の汚染レベルや濃度の警報的な基準値以下で人の健康問題を生じるかまたはそれに寄与する可能性があるという証拠が増えつつあり、我々の国々の現時点での保護レベルではいくつかの場合、十分に子供の保護ができないことがある。

我々は、環境リスク評価を行ったり保護基準を設定する際に子供の特異な曝露経路や量-反応関係の特長を考慮に入れ、国の政策を設定することを誓う。我々は子供のリスクを特定し、単独曝露及び複数曝露のどちらの影響をも評価するための能力を向上するため、テストガイドラインの更新の必要性があることに同意する。我々はOECDを通じた、改定され、調和されたテストガイドラインの採用への協力を促す。我々は、環境中の有害物への特定の曝露や乳児及び子供の感受性を理解するための研究や、研究結果や法的な決定事項に関する情報交換を推進する。情報が十分でないときは、我々は予防的な原理または予防的アプローチに則り、子供の健康を守ることに同意する。我々は将来の二国間、地域間及び全地球的合意に向けた交渉や履行(例えばPOPS、長期的越境的大気汚染、貿易上の特に危険な農薬、化学物質及び有害な廃棄物など)の中で、確実な科学に基づき子供の環境保健を考慮することを求める。

内分泌攪乱化学物質による子供の健康へのさしこまれた脅威：生体のホルモン機能に影響を与える

能力を持っている様々な環境汚染物質により有害な影響が生じることを示す科学的な証拠が増大している。これらの影響には、がん、生殖障害、行動変化、免疫障害などがあり、実験動物において特定の化学物質の曝露によって生じることが観察されている。野生生物の集団では例えば五大湖のように幅広く生態系が汚染されているものがあり、またより限定されているがいくつかの有機塩素系物質にある程度の人が曝露された例もある。これらの化学物質もまた長期的には神経影響を引き起こす可能性がある。乳児や子供は、とりわけこれらの汚染物質の潜在的なリスクにさらされているおそれがある。子供は、内分泌攪乱化学物質による子宮内での曝露や、母乳、環境からの曝露を受けることもある」

と記載されている。

このように、環境汚染物質の人体への影響は、成人に現れなくても、胎児や乳幼児など発育の盛んな時期には影響することがあることが知られるようになり、環境汚染対策は、小児に対する影響を考慮した対策とすることが、主要国首脳により確認されている。

母乳中の濃度が高い場合には、母親の体内の汚染が高度であることを意味する。胎児は高濃度の汚染環境におかれていたことになり、胎盤等の特殊な介在物の影響を考慮する必要があるにしても、胎児への影響も高かった可能性がある。このため、母乳中の環境汚染物質の研究は、乳児が摂取する量や影響を明らかにするだけでなく、胎児期の影響を知るうえでも重要であり、胎児期の汚染と母乳からの汚染の重複した影響を知ることができる。

我が国では少子化対策をみても子どもの健康への配慮が十分政策に反映されていない。しかし、子どもへの配慮と研究の充実は世界の趨勢であることを強調したい。

文 献

- 1) 環境庁ダイオキシンリスク評価研究会監修：ダイオキシンのリスク評価，中央法規出版，東京，1997
- 2) 多田 裕：母乳栄養とダイオキシン，日本小児保健学会誌 59：3-8，2000
- 3) 厚生労働科学(食品安全確保研究事業)「母乳中のダ

- イオキシソ類と乳児への影響に関する研究 (主任研究者多田 裕)」。平成 13~15 年度総合研究報告書, 2004
- 4) Tada H, Oda S, Kitajima T, et al: Intake of PCDDs, PCDFs and Co-PCBs in breast-fed infants of Japan. *Organohalogen Compounds* 44 : 271, 1999
 - 5) パオロ モッカレリ, 遠山千春: セベソにおけるダイオキシソ中毒の症状. *治療学* 34 (5) : 556-559, 2000
 - 6) Nagayama J, Iida T, et al: Effects of lactational exposure to chlorinated dioxins and related chemicals on lymphocyte subpopulations in Japanese babies. *Organohalogen Compounds* 33 : 440, 1997
 - 7) Koopman-Esseboom C, Morse DC, Weisglas-kuperus NW, et al: Effects of dioxins and polychlorinated biphenyls on thyroid hormone status of pregnant women and their infants. *Pediatric Research* 36 : 468, 1994
 - 8) 黒田洋一郎: PCB 肝炎物質による甲状腺ホルモンのかく乱と子供の行動異常・脳の発達機能障害. 環境ホルモン学会第 13 回講演会, 東京, 2004
 - 9) 環境庁ホームページ: 報道発表資料, 2000.10.5

* * *

特集 胎児・新生児医療をめぐる諸問題

母乳汚染と環境物質

多 田 裕

別 刷

日本医師会雑誌

第132巻・第5号

平成16(2004)年9月1日

母乳汚染と環境物質

多田 裕*

乳児にとって、生存に最も重要な栄養源である母乳にはダイオキシンが高濃度に含まれている。このため、母乳で哺育することの安全性に疑問がもたれるようになってきた。そこで、ダイオキシンによる母乳汚染の程度と乳児への影響に関する研究が開始された。現在までの研究結果では、母乳で育てられてた乳児でもダイオキシン汚染によると考えられる健康への影響は認められないことが明らかになった。しかし、母乳で育てられている乳児は、成人が毎日摂取しても健康に影響が現れないと考えられる耐容1日摂取量 (tolerable daily intake ; TDI) の25倍に近いダイオキシン量を摂取していることも明らかになった。

TDIは1日にどれだけのダイオキシンを摂取すると、これまでに最も微量で生物への影響が認められた蓄積量になるかを計算し、不確定要素として10を掛けた値である。ダイオキシンのTDIは体重1kg当たり4pgTEQとされているので、乳児が毎日摂取している量は、TDIの10倍を超えていることになり、一生摂取し続けられれば影響が現れる可能性のある量である。しかも、環境汚染物質は、成人に影響が現れない量でも、胎児や新生児、乳幼児などには影響することが懸念されており、次世代への影響を考慮すると汚染をさらに低下させることが望ましい。

母乳がこのように高濃度のダイオキシンに汚染されている原因は次のとおりである。

①母乳中には大量に脂肪が分泌される。母乳100g中には脂肪が約3.5g含まれ、熱量の約50%は脂肪から摂取することになる。日本人(成人)の平均栄養摂取量1,954kcalのうち脂肪が占める割合は25%であり、動物性脂肪はその54%

であることを考慮すると、乳児は成人より4倍も動物性脂肪に依存していることになる。

②母乳中の脂肪は母親の体内の脂肪が分泌されたものであり、母親の脂肪中に蓄積されている物質は、母体脂肪中の濃度とほぼ等しい濃度で母乳中に分泌される。

③ダイオキシンは脂溶性物質であるため、主に食品中の動物性脂肪から体内に取り込まれ、難分解性、難排泄性であるため体内の脂肪に蓄積する。母親が生まれて以来摂取し蓄積し続けてきたダイオキシンは、脂肪と共に母乳中に排泄され、これを乳児が摂取することになる。

以上が、乳児が摂取するダイオキシンの量が多い理由であるが、体内の脂肪中に蓄積しているほかの物質もダイオキシンと同様に母乳中に分泌される。環境汚染物質として使用が禁止されてきた多くの物質、たとえばPCB(ポリ塩化ビフェニール)やDDT、クロルデン、ディルドリンなどの農薬などもヒトの体内脂肪に蓄積されているので、これらの物質も母乳中に分泌される。水溶性の汚染物質も体内に取り込まれるが、これは体外に排泄されやすく、蓄積性が少ないので母乳中で特に濃縮されることはない。環境中に残留し体内に取り込まれやすい環境汚染物質はPOPs (persistent organic pollutants ; 残留性有機汚染物質)として人体への影響を検討する必要性が強調されており、今後はこれらの物質の複合的な汚染を含めて、胎児や乳幼児への影響を慎重に検討することが必要である。

*ただ・ひろし：東邦大学名誉教授。昭和44年東京大学大学院修了。同年東京大学医学部助手(小児科)。昭和62年東邦大学医学部教授(新生児学)。平成16年同大学名誉教授。主研究領域/新生児学、HBV母子感染、母乳のダイオキシン汚染。

環境汚染の母児に及ぼす影響は？

多田 裕*

Hiroshi Tada

Key words: 内分泌攪乱化学物質, ダイオキシン, プラスチック

背景

硫酸化物や窒素酸化物による大気汚染は、我が国で公害が問題になった初めの頃から、大人ばかりでなく喘息などで多くの子どもを苦しめることが明らかになっていった。しかし、一般の人々の間で環境汚染の母児に及ぼす影響が問題にされるようになったのは、ダイオキシンによる母乳汚染が問題になってからであると思われる。

ダイオキシンは微量でも毒性の強い物質であり、代謝されにくいので、人体に取り込まれると脂溶性のため脂肪に蓄積し、体外にはほとんど排泄されない。人体から排出する経路としては母乳があり、母乳には母親の脂肪が大量に分泌されるため、母体内の脂肪に蓄積していたダイオキシンも母乳中に分泌される。母乳は生後しばらくの間は乳児にとって唯一の栄養源であるため、乳児は母乳を介して大量のダイオキシンを摂取することになる。このため、乳児は成人が1日に摂取しても害がない量と考えられる耐容1日摂取量4.0 pg TEQ/kgの20倍以上のダイオキシンを毎日摂取することになり、母乳の安全性に疑問が持たれるようになった。母乳を与えることにより児に有害な影響が出る可能性があっても母乳哺育を続けるべきか、人工栄養では汚染がないのか、母乳がダイオキシンに汚染されているならば、他の環境汚染物質にも汚染されている可能性はないのかなど、多くの問題点が出てきた。

成人では影響が現れない程度の環境汚染でも、胎児や小児は影響を受けることがあり、環境汚染物質の安

全性に関しては、妊婦や小児への影響を最も重視すべきであることが世界的な合意事項になってきた。周産期医学・医療に携わるものは次世代の安全性のために、環境汚染の母児に及ぼす影響とその対策に関心を持つことが必要である。

エビデンス

環境汚染が母児に影響することは、有機水銀汚染による水俣病で成人に特異な神経症状が認められるだけでなく、汚染を受けた女性から出生した児が胎児水俣病を発症することで明らかになっている。polychlorinated biphenyl (PCB)汚染とされ、後にダイオキシンの一種である polychlorinated dibenzofuran (PCBF)汚染が原因であることが判明したカネミ油症でも、汚染された米ぬか油を摂取した母親から生まれた新生児に皮膚症状が認められ、同様な汚染である台湾油症では出生した児の発育発達が遅延したことが報告されている。

このほかに影響が報告されている事例としては、米国の五大湖でとれた魚を多量に食べた母親から出生した児は、妊娠中に食べた量が多い群ほど知能が低下することや、オランダで母乳中のダイオキシンが高濃度であった母親から出生した児(胎児期の暴露も多かったと考えられる)は、生後のある時期に軽度の甲状腺機能低下が認められた(甲状腺機能低下が持続してはいない)などの報告がある。

動物実験では、母獣に環境汚染物質を投与すると、量によっては母親にも影響がみられるが、母親に影響しない程度の量でも胎仔や出生した仔に奇形や行動面の異常を認めたとの報告は多い。しかし、影響は種族

*東邦大学名誉教授

[〒113-0024 東京都文京区西片 2-8-25]

差が大きいことや投与量の問題があり、ヒトにそのまま当てはめるには慎重でなければならない。

環境汚染の影響は、上記のように事故あるいは気づかずに汚染を起こしてしまった場合に、大量の汚染物質に暴露された場合には母児に影響することが明らかであるが、普通の生活で暴露される程度の汚染で影響が現れるかに関しては、エビデンスがはっきりしていないのが現状である。

現時点における結論

1) ダイオキシン汚染

人体への影響で問題になっているのは、母乳からのダイオキシン汚染が乳児の甲状腺機能、免疫機能、神経発達に及ぼす影響である。厚生労働省の研究班の調査では、現在の母乳中のダイオキシン汚染では、乳児の甲状腺機能、免疫機能、アレルギーには有意な影響は認められていない。また、ダイオキシンやPCBによる発育発達への影響が懸念されるが、母乳哺育の発達に及ぼす好ましい影響は環境汚染の悪影響よりは大きいことが明らかになっている。このため、母乳を中止する必要はないと結論される。

母乳汚染のほかに、成年男性の精子数の減少、成人女性の子宮内膜症の増加、新生児の停留精巣や尿道下裂の増加などもダイオキシン汚染との関連で注目されているが、これらに関してもダイオキシン汚染との関連は明らかでない。人体はダイオキシン以外にも多くの環境汚染物質に暴露されているので、個々の物質の影響は明らかでなくても複合的に影響している可能性があり、汚染を少なくすることが望ましいことはいうまでもない。

2) 食物との関連

ダイオキシンは、食物とともに人体に取り込まれる。日本人は全摂取量の3分の2を魚から摂取しているが、食事習慣が異なる欧米人は肉や乳製品からの汚染が多い。ダイオキシンなどの難分解性、脂溶性の物質は、食物連鎖により動物の中で次第に濃度を増すので、高位の動物ほど濃度が高くなる。

個人が汚染を少なくするためには、動物性脂肪の摂取をできるだけ減らすこと、魚では汚染されやすい近

海ものや大型の魚の脂身を避けること、ダイオキシンの吸収を減らすと考えられる繊維性物質の摂取量を増やすことなどの食生活の改善が望ましい。

3) 容器との関連

離乳食や母乳を入れる容器の内分泌攪乱化学物質の検査を行った東京都の調査結果では、懸念されるような汚染は認められていない。このような結果は、環境汚染問題に社会が関心を持つようになったため、食品業者が環境汚染物質の除去に努めるようになってきたこともあずかっていると考えられ、今後とも我々が関心を持ち続け、汚染対策を求めていくことが重要である。

4) その他の汚染物質

水銀やカドミニウム、ヒ素、鉛などの重金属類は、最近では排出に注意がはられるようになり、新たな汚染は少なくなった。しかし残留している重金属による汚染が時に生じるので現在でも注意が必要である。

水銀汚染は、水俣病のような工場廃液による汚染はなくなったが、工場から空气中に排出されたり自然界に存在する無機の水銀が、水中の細菌によりメチル水銀に変えられ、魚類中に蓄積することが明らかになっている。このため、米国の環境省は低濃度の有機水銀の汚染でも胎児は影響を受ける可能性があるため、妊婦あるいは妊娠の可能性のある女性はメチル水銀の含有量が多い魚種(アマダイ、メカジキ、ヨコシマサワラ、サメ)の摂取を避け、全体でも調理された魚の摂取量を1週間に340gに制限するのが安全であるとされている。

以上のような点を考慮すると、環境汚染物質の影響を心配して育児不安に陥るよりは、妊婦には特定の食品に片寄らずバランスのとれた食生活を勧めることが重要である。

文 献

- 1) 多田 裕：母乳と環境汚染。周産期医学 34：1371-1375, 2004
- 2) 多田 裕：母乳とダイオキシン。新女性医学大系 32, pp67-75, 中山書店, 東京, 2001

特 集

21世紀の子どもの食

各 論

III. その他

2. 環境ホルモン・ダイオキシンと子どもの食

東邦大学名誉教授

多 田 裕

小児科臨床別刷

57 : 2004-12月号

III. その他

2. 環境ホルモン・ダイオキシンと子どもの食

東邦大学名誉教授 多田ひろし

KEYWORDS ▶ 環境ホルモン, ダイオキシン, 食品, 母乳, 離乳食

はじめに

いわゆる環境ホルモン, 内分泌攪乱化学物質(環境ホルモン)は人体に取り込まれ内分泌環境に影響する物質であり, その作用を有する物質が多数あげられている¹⁾。これらの物質の多くは人間では食物を介して体内に取り込まれるため, 食の安全性が問題になる。

内分泌攪乱作用を有する化学物質の中には, 許容摂取量(ADI)や残留基準が定められている物質や, DDTやBHCなどのように毒性のために製造や使用が禁止された物質もある。しかし, 内分泌攪乱作用はこれまでの公害物質と異なり, 極く微量でも人体特に胎児や小児には影響する可能性が指摘され, 使用禁止後に残留している程度の汚染でも健康への影響が懸念されている。

ダイオキシンは最近になって毒性が問題となった環境汚染物質であり, その毒性の強さから研究が比較的急速に進み, 食物汚染の状況が明らかになった。このため, 環境ホルモンとしての人体への影響が必ずしも解明されていない他の物質に比べ, 汚染の実態が比較的よく解明されているので, ここではダイオキシンを中心に子どもの食について考えてみたい。

I. ダイオキシン汚染

ダイオキシンはベトナム戦争で枯れ葉剤の中に混入して散布されたことで知られている。わが国では1968年に発生したカネミ油症はPCB(polychlorinated biphenyl)の汚染とされていたが, ダイオキシンの作用を持つPolychlorinated dibenzofuran(PCDF)が原因であることが判明している。しかし, ダイオキシン汚染が一般に注目されるようになったのは, コルボーン等による「奪われし未来」の翻訳が日本でも刊行され, 内分泌攪乱化学物質に対する関心が高まっている時に, わが国でも廃棄物焼却の際に大量のダイオキシンが発生していることが知られるようになったためであると考えられる。

II. 成人のダイオキシン汚染

成人が一生の間毎日と摂取しても有害な作用が認められないと考えられるダイオキシン類(Polychlorinated dibenzo-p-dioxin: PCDDとPolychlorinated dibenzofuran: PCDFとCoplanar-PCB: Co-PCBの合計)の量を耐容1日摂取量(TDI)と定義するが, ダイオキシン類のTDIは毒性等量(TEQ)で表して体重1kgあたり4pgTEQとされて

表1 一般生活環境からのダイオキシン類暴露状況 (東京都資料)

単位: pgTEQ/kg/day

	平均	最大	最小
合計	1.63	1.69	1.61
食事	1.60 (98%)	1.60	1.60
水	0.00043 (0.003%)	0.0016	0.00002
大気	0.020 (1.2%)	0.027	0.005
土壌	0.009 (0.6%)	0.058	0.00005

()内は、全暴露量に占める各経路別暴露量の割合(%)を示す。

表2 成人食のダイオキシン類の1日摂取量²⁾

食品群	PCDD+PCDF (pgTEQ)	Co-PCB (pgTEQ)	ダイオキシン類	
			(pgTEQ)	割合 (%)
米・米加工品	<0.01	0.01	0.01	0.0
米以外の穀類・種実類・芋類	0.05	0.83	0.88	1.1
砂糖類・甘味料類・菓子類	0.27	0.25	0.53	0.7
油脂類	0.51	0.21	0.72	0.9
豆類・豆加工品	0.01	<0.01	0.01	0.0
果実類	<0.01	<0.01	0.00	0.0
緑黄色野菜類	0.18	0.11	0.29	0.4
他の野菜・きのこ類・海藻類	0.06	0.02	0.08	0.1
調味・嗜好飲料	<0.01	0.01	0.01	0.0
魚介類	16.82	44.21	61.03	76.2
肉類・卵類	5.62	4.01	9.63	12.0
乳・乳製品	4.19	2.43	6.63	8.3
その他の食品	0.20	0.04	0.23	0.3
飲料水	<0.01	<0.01	0.00	0.0
合計(1日総摂取量 pgTEQ/day)	27.92	52.13	80.05	100
体重1kgあたりの1日摂取量 (pgTEQ/kg/day)	0.56	1.04	1.60	

いる。実際にわれわれが毎日摂取している量は平均1.63pgTEQ/kg/dayである(表1)。その内訳は食事から1.60pgTEQ/kg/day(98%),水から0.00043pgTEQ/kg/day(0.003%),大気から0.02pgTEQ/kg/day(1.2%),土壌から0.009pgTEQ/kg/day(0.6%)と食事からが大部分を占めている。水や土壌からのダイオキシン摂取が少ないのは、ダイオキシンは脂溶性で水に溶けにくいいため、水道水や土壌から体内に取り込まれる量が極めて少ないためである²⁾。

ダイオキシンは化学物質製造の際に副成物として生成されたり焼却の際に発生するが、空気中あるいは地面に落下したもので人間が直接汚染されることは少ない。ダイオキシンが付着した植物を動物が食べて体内に取り込んだり、小さな土塊に付着して川や海に流れたダイオキシンを食物連鎖により体内に高度に濃縮した魚介類や動物を食品として摂取することにより人間は汚染される。食品の中では、日本人は魚介類からの摂取が主で76.2%に達し、その他の食品では肉類・卵類からが

表3 幼児食のダイオキシン類の1日摂取量²⁾

食品群	PCDD+PCDF (pgTEQ)	Co-PCB (pgTEQ)	ダイオキシン類	
			(pgTEQ)	割合 (%)
米・米加工品	<0.01	<0.01	0.00	0.0
米以外の穀類・種実類・芋類	0.03	0.40	0.43	1.2
砂糖類・甘味料類・菓子類	0.35	0.26	0.61	1.7
油脂類	0.26	0.13	0.39	1.1
豆類・豆加工品	<0.01	<0.01	0.01	0.0
果実類	<0.01	<0.01	0.00	0.0
緑黄色野菜類	0.38	0.05	0.43	1.2
他の野菜・きのこ類・海藻類	0.05	0.12	0.17	0.5
調味・嗜好飲料	<0.01	<0.01	0.00	0.0
魚介類	4.17	10.94	15.11	43.3
肉類・卵類	4.56	4.08	8.64	24.7
乳・乳製品	5.67	3.21	8.88	25.5
その他の食品	0.20	0.03	0.23	0.7
飲料水	<0.01	<0.01	0.00	0.0
合計(1日総摂取量 pgTEQ/day)	15.67	19.24	34.91	100
体重1kgあたりの1日摂取量 (pgTEQ/kg/day)	1.04	1.28	2.33	

12.0%、乳・乳製品からが8.3%である(表2)²⁾。欧米では同程度のダイオキシン類を摂取しているが、魚介類の摂食量が少ないため肉、卵、乳製品などからの摂取が主である。

Ⅲ. 子どものダイオキシン汚染

1. 母乳からの汚染

母乳100g中には脂肪が3~4g含まれているが、母体の脂肪中に蓄積しているダイオキシンも母乳中に分泌されてくる。母体中のダイオキシン類の濃度は母体の汚染状況にもよるが平均25.3pgTEQ/gfatである。母乳の哺乳量は1年間を平均すると体重1kgあたり約100mlであるので乳児はTDIの20倍以上のダイオキシンを摂取していることになる³⁾。

厚生労働省の研究班が調査した結果では、現在までのところ母乳からのダイオキシンによると考えられる明らかな影響は認められていないが、環境汚染の影響は成人に現れない

場合でも胎児や子どもには影響する可能性があり、子どもの安全性に関してはさらに検討することが必要である⁴⁾。

母乳の哺乳期間は1年間に限られていることと、1970年代に比べ現在の母乳中のダイオキシン濃度は低下していること、乳児の健康に明らかな影響は認められないことなどから、母乳哺育の利点が大きいかを考慮して母乳哺育は続けるべきであると考えられているが、TDIの20倍以上の摂取は望ましいことではない。このため、母乳中の濃度をさらに下げるための環境対策の一層の充実が求められる。

2. 離乳食の汚染状況

環境汚染物質の健康への影響に関する検討には、乳幼児を対象にすることが必要であるが、これまでに乳幼児の汚染状況に関する検討はほとんどなされてこなかった。そこで東京都が実施した離乳食のダイオキシン汚染の実態調査の結果を紹介する²⁾。

幼児が摂食している1日の食事の量と内容

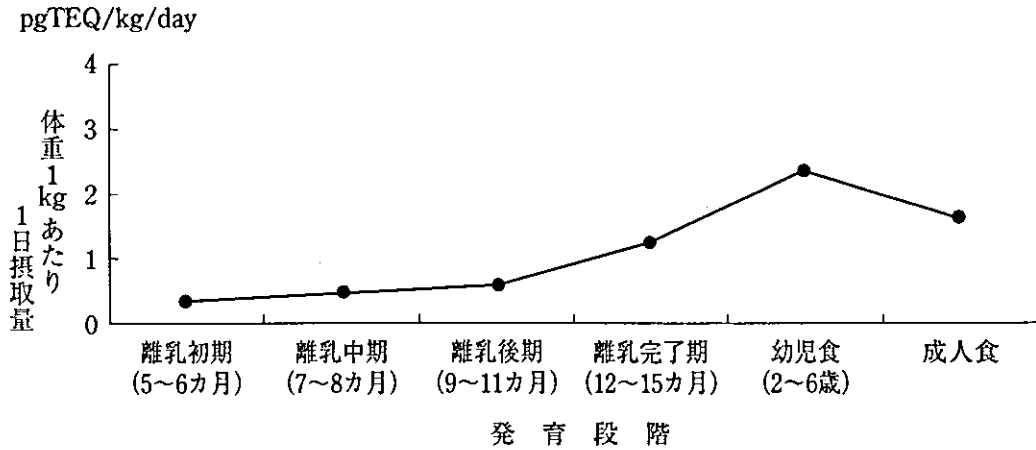


図 食事由来のダイオキシン類1日摂取量の推計値 (pgTEQ/kg/day)

が等しい食品を市販で求めダイオキシン類の摂取量を測定した結果が表3である。幼児は体重1kgあたり毎日2.33pgTEQを摂取しており、TDIよりは少ないが成人の1.60pgTEQに比べ高濃度のダイオキシンを摂取していた。食品の内訳では乳児でも魚介類からの摂取量が43.3%と最も多いが、成人に比し乳・乳製品が25.5%、肉類・卵類が24.7%と子どもの食事内容を反映して乳類や肉、卵からの汚染が多くなっている。

乳幼児の年齢別のダイオキシン摂取量を図に示したが、乳児期にはこれに母乳からの摂取量が増えることになる。なお、調製粉乳は乳製品ではあるが、脂肪の大部分は植物油に置換されており、牛乳脂肪(バター)は少ないのでダイオキシンの汚染は少ない。

IV. 魚介類の汚染状況

魚介類は産地により汚染状況が異なる。水産庁は102種の魚介類に含まれるダイオキシン類濃度を発表しているが、魚介類全体では0.908pgTEQ/g(内訳は魚類1.162pgTEQ/g, 貝類0.253pgTEQ/g, 甲殻類1.236pgTEQ/g, その他の水産動植物0.230pgTEQ/g)である⁵⁾。

魚のダイオキシン類の濃度は産地により異なるので、報告の中で同一魚種では最も高い値を選んでダイオキシン類濃度が高い順に表

表4 魚類のダイオキシン類汚染状況

	(pgTEQ/g)
・クロマグロ (地中海)	13.760
・コノシロ (大阪湾)	9.148
・アナゴ (瀬戸内海東部)	8.308
・カジキ (関東沖)	6.648
・スズキ (東京湾)	6.541
・タチウオ (瀬戸内海東部)	6.036
・キハダ (中部太平洋)	5.056
・ブリ (瀬戸内海南部)	4.038
・ボラ (瀬戸内海西部)	3.439
・サケ (ノルウェー海)	3.126

にしたものが表4である。一般に近海ものは遠洋ものよりも汚染されているが、最近では養殖が多くなっているため、魚種により汚染の状況を判定することが必ずしも容易でなくなっている。

V. ダイオキシン以外の汚染

食品はダイオキシンだけでなく多くの環境ホルモンに汚染されている。残留農薬に汚染されているばかりでなく、最近では多くの食品が外国から輸入されているので、国によっては日本ではすでに禁止されている農薬を今でも使用している場合がある。このため汚染された食品の輸入を禁止するなどの処置が必要であるが、消費者は産地の表示により選択するしかないため虚偽の表示は厳しく戒めな

ければならない。

人体に蓄積する環境汚染物質の多くは脂溶性であり、食物連鎖により高位の生物ほど体内に高濃度に蓄積している。このため魚のみでなく肉類や乳製品を含めて、動物脂肪の摂取を制限するなどのダイオキシン対策が他の汚染の軽減にも役立つ。

VI. 食器や包装からの汚染

環境ホルモンの汚染は食品成分からばかりでなく、食器や調理の過程で汚染することもある。プラスチックの一つであるポリカーボネートやエポキシ樹脂の原料となるビスフェノールAは食器や哺乳瓶に、酸化防止剤としてポリ塩化ビニルやポリスチレンなどの合成樹脂に含まれるノニルフェノールはラップフィルムなどに用いられている⁹⁾。

東京都は平成14年に食品からのビスフェノールAの摂取量を測定し、乳児では4.75ng/kg/day、成人では1.95ng/kg/dayであったとしている。ノニルフェノールについても幼児は140.9ng/kg/day、成人は74.1ng/kg/day摂取しており、体重1kgあたりの摂取量はどちらも大人に比べ子どもの摂取が多くなっていた。この摂取量でただちに子どもの健康に影響するとは考えられないが、これらの内分泌攪乱作用を有する物質は、食器や食品を扱う際の注意で汚染を低減させることが可能であり、ビスフェノールAに関しては平成15年の東京都の調査では検出されなくなっている²⁾。

フタル酸エステルに関しては塩化ビニル製品の可塑剤として含まれている。塩化ビニル製品は用途が多岐であり、われわれの生活に広く用いられているので汚染が問題になるが、子どもがなめる可能性のある玩具や歯がためには使用が中止され、食品包装やラップ

への使用も控えられるようになってきた。医療器材にも塩化ビニル製品が広く使用されているが、最近ではフタル酸エステルを含まないものに変更が進んでいる。

哺乳瓶に関してはガラス製の使用が望ましいが、ポリカーボネート性の哺乳瓶を用いる際には、調乳温度を50～60度として熱湯を用いない、煮沸消毒は3～5分以内とする、調乳したミルクを電子レンジで加熱しないなどの点に留意すればビスフェノールAの溶出を少なくすることができる。

おわりに

環境ホルモンの人体への影響は必ずしも明らかでないが、便利さから広く使用されてきた物質に望ましくない作用があり、しかも胎児や子どもへの影響が最も懸念されることから対応が求められるようになった。子どもへの影響を心配して育児不安に陥ることは望ましいことではないが、食品や食器の取り扱いや特定の食品に片寄らないバランスのとれた食生活を送ることなどの日常生活での少しの注意で汚染を軽減できることに注目すべきであろう。

文 献

- 1) 多田 裕：母乳とダイオキシン 新女性医学大系32 p.67～75, 中山書店, 2001
- 2) 東京都健康局地域保健部環境保健課：化学物質の子どもガイドライン（食事編）平成16年6月発行
- 3) 厚生労働科学（食品安全確保）研究事業「母乳中のダイオキシン類と乳児への影響に関する研究（主任研究者多田裕）」平成13年～15年研究報告書, 2004
- 4) 多田 裕：母乳と環境汚染. 周産期医学 34 (9) : 1371～1375, 2004
- 5) 辰濃 隆, 中沢裕之編：内分泌かく乱化学物質と食品容器. 幸出版, 東京, 1999
- 6) 農林水産省ホームページ 2003年6月27日発表資料

小児科診療〔第68巻・第3号〕別刷

2005年3月1日発行

発行所 株式会社 診断と治療社

母乳栄養とダイオキシン

—母乳中のダイオキシンが母乳栄養児の免疫アレルギー反応に与える影響の有無について—

まつ	い	えい	こ	*	1	こん	どう	なお	み	*	1	かね	こ	ひび	お	*	1
松	井	永	子			近	藤	直	実			金	子	英	雄		
しの	だ	しん	じ	*	1	かわ	もと	のり	お	*	1	なか	むら	よし	かず	*	2
篠	田	紳	司			川	本	典	生			中	村	好	一		
まつ	うら	のぶ	お	*	3	た	だ	ひろし		*	4						
松	浦	信	夫			多	田	裕									

Key Words 母乳中ダイオキシン, 免疫, アレルギー

● 要旨

母乳中のダイオキシン類が、乳児に及ぼす健康への影響の評価を行うことを目的として研究を行った。

母乳中のダイオキシン類を測定した症例が、1歳になった時点で採血を行い、免疫機能、アレルギー反応などの検査を実施した。

一部を除いて全体としては、対照群との間に有意差を認めなかった。総じて、母乳栄養児と人工栄養児では筆者らが検討した項目について免疫機能、アレルギー反応に有意差がみられず、現時点では、今回対象になった母乳中のダイオキシンは、これらの項目に影響を及ぼさないと考えられた。

はじめに

近年、廃棄物焼却場から排出されるダイオキシンによる環境汚染が問題になり、さらに外因性内分泌攪乱化学物質（いわゆる環境ホルモン）によるヒトへの影響が注目されるようになった¹⁾。ダイオキシンや環境ホルモンに関しては発生源が身近にあり、従来のように、廃棄物処理場近くの住民のみでなく、すべての人に影響が及ぶこと、自然界にすでに異常が生じていることが報告されている²⁾ ことなどから、生物生存の基本的条件にかかわる問題である。それらの観点から、社会の人々が身近な問題として考えるようになった。

ダイオキシンは、脂溶性の安定した物質であるため、食物を介して体内に取り込まれた後は脂肪中に蓄積する。このような物質の場合、一度体内に蓄積した物質は体外に排泄される機会がほとんどないため、次第に蓄積量が増加する。しかし、唯一の例外は母乳で、母乳中には母親の脂肪に蓄積されていたダイオキシンが溶解して含有されるため、母乳を介して乳児にダイオ

*1 岐阜大学大学院医学研究科小児病態学

*2 自治医科大学公衆衛生学

*3 聖徳大学人文学部

*4 東邦大学医学部