

乳幼児の食事からのダイオキシン類摂取量の推計

溝井美穂・篠原暁子・安達修一

Estimation of dioxins intake from food based on the survey of diet for three year-old children in Tokyo

MIZOI Miho・SHINOHARA Akiko・ADACHI Shuichi

Abstract : Dioxins are one of the most important pollutants in consideration for its variety of toxicity and unignorable exposure level. Recent survey for Japanese adult showed that the average exposure for dioxins was estimated as a half of the tolerable daily intake (TDI). Foods were 90% of the source of exposure. Reflecting the difference of nutritional profiles between adult and growing period, the exposure to dioxins in growing period possibly exceed the exposure in adult. To estimate the exposure to dioxins from food in growing period, we carried out the questionnaire survey of diet for three year-old children in a kindergarten in Tokyo. Dietary formulas of two days in the week-day for each child were extracted from the questionnaires. Then the listed foodstuffs were classified into 14 categories. Average dioxins content for each category was calculated based on the data from two reports by the Ministry of Health, Labour and Welfare, the National Nutrition Survey and the Report on the Study of Total Dioxins Intake from Foods in Japanese. Daily intake of dioxins in each child was estimated as the sum total of dioxins intake in each category which was calculated from multiplication the weight of foods by dioxins content. As the results, the daily intake of dioxins was estimated as 2.22 ± 1.30 pgTEQ/kg/day for three year-old children in Tokyo. The attributions were 73.3% from seafood, 17.7% from meat and egg and 5.4% from milk and dairy products. These estimations are consistent with our former results in Kanagawa. In conclusion, well-balanced diet is recommended not only for the acquisition of good food habit but also for reducing the risk of dioxins.

Key words : dioxins, TCDD, PCDF, coplanar PCB, child, seafood

I. 緒言

環境汚染物質として注目されているダイオキシン類とは、ポリ塩化ジベンゾ-p-ジオキシン(PCDDs)、ポリ塩化ジベンゾフラン(PCDFs)、およびコプラナーPCBs(Co-PCBs)の総称であり、環境中濃度は極めて低いものの食物連鎖や生物濃縮によって人への曝露、蓄積が心配されている。脂溶性の性質を持つことから、曝露後の生体における半減期は7～8年と長く、発がん性や催奇形性をはじめ多様な生

体影響が明らかにされるにしたがい、最も健康影響が危惧される環境汚染物質である¹⁾。

1998年世界保健機関(WHO)の国際化学物質安全性計画(IPCS)による、生涯摂取しても健康に影響がないとされる耐容1日摂取量(TDI)再評価以後、各国政府および国際機関でダイオキシン類の健康影響評価と耐容摂取量が勧告されている。日本においては、TDIを4 pgTEQ/kg/dayに定めたが、現在ではこの値を超えることは少ないと見積もられている。

ダイオキシン類曝露が考えられる経路は食物、大気、土壌、水であるが、そのうちの90%以上が食物からであることがわかっている²⁾。これまでに、乳児の母乳からの摂取量や成人の食事からの摂取量はある程度わかってきているものの、日本人の幼児期から青年期という成長期の摂取量を調査した例はきわめて少ない。成長期の栄養摂取は成人と異なる特徴があるため、食事由来のダイオキシン類摂取量が成人を上回る可能性も考えられる。そこで、東京都の3歳児を対象に食事調査を実施し、食品群別の摂取量に基づいたダイオキシン類摂取量の推計を行った。

II. 方法

1. 対象者

東京都内M区S幼稚園に通園する3歳児27名(男児16名、女児11名)を対象とした。平均体重は15.5kgであった。

2. 調査方法

自記式調査票・調理用はかりを配布し、指定した5日間のうち任意の2日間(平成16年6月28日から7月2日)に喫食した食物について秤量法による食物摂取状況調査および、食品の摂取頻度やダイオキシン類に対する意識等のアンケートを実施した。食物摂取状況の内容に不確実な点があるときは栄養士が個別に確認した。

3. ダイオキシン類摂取量の推計

2日間の摂取食品を平成12年度国民栄養調査の食品群別摂取量(地域ブロック別関東地区の結果)³⁾に基づき14群別(表1)の重量を算出した。平成14年度ダイオキシン類の食品経路総摂取量調査研究報告書(厚生労働省厚生科学研究)による「トータルダイエット試料の1~14群からのダイオキシン類一日摂取量」の関東地区かの結果⁴⁾、および国民栄養調査の結果から食品1gあたりのダイオキシン類濃度を算出した。調査票に記入された食物摂取の値と食品群別ダイオキシン類濃度より、食品群別ダイオキシン類摂取量を求め、各対象児の体重kgあたりの平均的な1日摂取量を推定し、全体の平均値を算

出した。14群の飲料水にはダイオキシン類含有量は0と仮定し、食品群を13群として推計を行った。トータルダイエット試料とは、食品添加物や残留農薬、ダイオキシン類などを日常の食生活からどの程度摂取しているかを把握する調査であるトータルダイエットスタディのために作製した試料のことである。トータルダイエットスタディの概要は、全国を7地域(12分析機関)に分けて、国民栄養調査(厚生労働省)で報告する食品群別摂取量を用い、全食品を14食品群(飲料水を含む)に再分類し、それぞれの1人1日摂取量を基に地域の食品構成と数量を定めて小売店やスーパーから食品を購入する。各分析機関では、それぞれ食品群ごとにダイオキシン類を分析定量し、14群からの摂取量を総和して1人1日あたりのダイオキシン類摂取量を求めるものである。平成14年度はダイオキシン類摂取量への寄与が大きい食品群である10群(乳・乳製品)については分析機関ごとに3セットの試料を調整し、それぞれ分析を行っている。

表1 食品群分類

1群：米
2群：雑穀、芋類
3群：砂糖、菓子類
4群：油脂類
5群：豆類、豆加工品
6群：果実類
7群：緑黄色野菜
8群：その他の野菜、海藻、きのこ
9群：嗜好品
10群：魚介類
11群：肉類、卵
12群：乳、乳製品
13群：加工食品
14群：飲料水

Ⅲ. 結果

調査した3歳児の食品群別ダイオキシン類推計摂取量を表2に示した。食品群別のダイオキシン類摂取量は魚介類からの摂取が最も多く、総摂取量の73.3%を占めた。魚介類に次いで、肉・卵類から同じく17.7%、乳・乳製品から5.4%と、動物性食品が総摂取量の96.4%を占める結果となった。

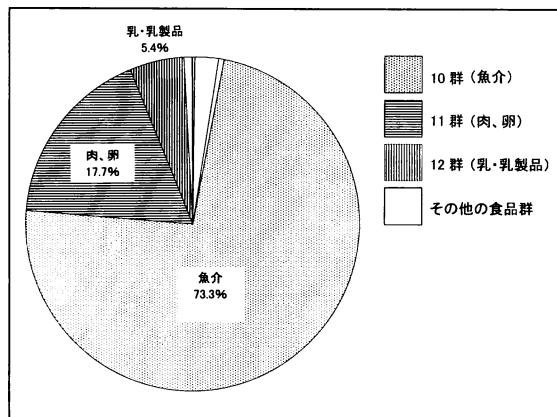


図1 東京都M区3歳児におけるダイオキシン類食品群別摂取割合 (%)

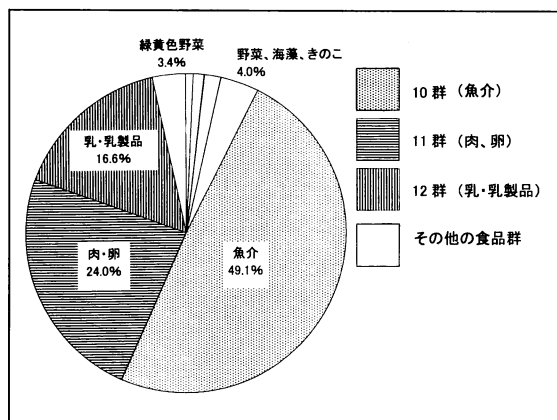


図2 神奈川県S市および近郊在住3歳児におけるダイオキシン類の食品群別摂取割合 (%)

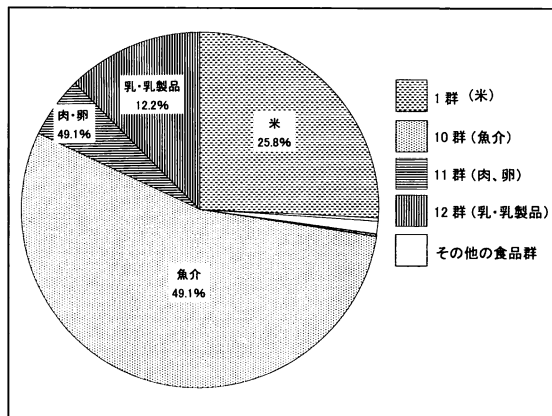


図3 沖縄県O市在住3歳児におけるダイオキシン類の食品群別摂取割合 (%)

調査対象児のダイオキシン類1日摂取量は、 $2.22 \pm 1.30 \text{ pgTEQ/kg/day}$ （範囲0.51~4.76pgTEQ/kg/day）と推計した。この結果は、これまで調査した神奈川県内の3歳児における結果とほぼ同じレベルであり、主なダイオキシン類曝露源である食事からの摂取量は、TDI（4 pgTEQ/kg/day）を下回った。

表2 東京都M区3歳児におけるダイオキシン類の食品群別摂取割合(%)

	食品平均 摂取量 (g)	ダイオキシン類 摂取量 ND=0 (pgTEQ/day)	比率(%)	ダイオキシン類 摂取量 ND=LOD/2 (pgTEQ/day)	比率 (%)
1群(米)	55.2	0.01	0.03	3.34	5.40
2群(雑穀、種実、芋)	105.1	0.03	0.08	4.11	6.64
3群(砂糖、菓子)	28.2	0.83	2.21	1.58	2.55
4群(油脂)	6.9	0.05	0.13	1.02	1.65
5群(豆、豆加工品)	29.6	0.01	0.03	0.79	1.28
6群(果実)	84.5	0.00	0.00	2.24	3.62
7群(緑黄色野菜)	70.7	0.15	0.40	2.09	3.38
8群(野菜、海藻、きのこ)	49.9	0.02	0.05	1.46	2.36
9群(嗜好品)	67.5	0.00	0.00	2.44	3.94
10群(魚介)	33.7	27.52	73.31	27.66	44.71
11群(肉、卵)	73.2	6.64	17.69	7.38	11.93
12群(乳、乳製品)	206.2	2.01	5.35	7.32	11.83
13群(加工食品)	7.9	0.27	0.72	0.43	0.70
総摂取量(pgTEQ/day)		37.54	100	61.86	100
摂取量(pgTEQ/kgbw/day)		2.22		4.11	

表3 成人の食品平均摂取量およびダイオキシン類平均摂取量(全国)

	食品平均 摂取量(g)	ダイオキシン類 摂取量 ND=0 (pgTEQ/day)	比率 (%)	ダイオキシン類 摂取量 ND=LOD/2 (pgTEQ/day)	比率 (%)
1群(米)	160.4	0.01	0.01	12.80	10.39
2群(雑穀、芋)	159.0	0.05	0.07	7.49	6.08
3群(砂糖、菓子)	31.5	0.30	0.40	1.35	1.10
4群(油脂)	16.4	0.07	0.09	2.27	1.84
5群(豆、豆加工品)	70.2	0.01	0.01	2.13	1.73
6群(果実)	117.4	0.00	0.00	3.23	2.62
7群(緑黄色野菜)	95.9	0.15	0.20	2.68	2.17
8群(野菜、海藻、きのこ)	180.1	0.06	0.08	5.54	4.49
9群(嗜好品)	182.3	0.00	0.00	5.88	4.77
10群(魚介)	92.0	64.49	86.62	65.07	52.80
11群(肉、卵)	117.9	7.52	10.10	9.54	7.74
12群(乳、乳製品)	127.6	1.73	2.32	4.67	3.79
13群(加工食品)	5.3	0.07	0.09	0.44	0.36
総摂取量(pgTEQ/day)		74.45	100	123.25	100
摂取量(pgTEQ/kgbw/day)		1.49		2.46	

※成人平均体重 50kg

文献:3,4)

IV. 考察

ダイオキシン類は、食物、大気、土壌、水からの曝露の可能性が考えられるが、日本人では総曝露量の90%以上が食物からの摂取であると指摘されてきた。環境省の報告によると、大気および水系へのダイオキシン類排出量は、平成9年から平成15年までの6年間で95.0%削減されたため⁵⁾、大気中からの曝露量は成人で0.028 pgTEQ/kg/dayと推計され⁶⁾、現在では総曝露量の95~98%が食物由来であると推定される。

食事からの曝露量の推計には、陰膳方式やマーケットバスケットによるトータルダイエットスタディが用いられており、国際比較が可能となっている⁷⁾。平成15年度の結果（厚生労働省）では、成人のダイオキシン類1日摂取量は 1.33 ± 0.59 pgTEQ/kg/dayと推定されている⁸⁾。この数値は、昭和52年の1/6量であり、年々減少傾向にある⁹⁾。また、東京都では平成14年に成人および乳幼児のトータルダイエットスタディによる化学物質曝露量推計調査を行っており、その報告によると成人（都民の全年齢層の食事の平均モデル）1.60 pgTEQ/kg、幼児（都民の2~6歳の食事の平均モデル）2.33 pgTEQ/kgであると推計している¹⁰⁾。これらの結果は、佐藤らによる沖縄県での3歳児調査¹¹⁾篠原らによる神奈川県での離乳児および3歳児調査¹²⁾、そして本報の東京都での3歳児調査とほぼ一致しており、幼児のダイオキシン類摂取量は、成人に比較して1.5~1.7倍高くなると推計した。また、国民栄養調査における各食品群の摂取量をもとに年齢階級による食品群摂取量の違いを考慮したダイオキシン類摂取量の推計では、1~6歳の子どものダイオキシン類摂取量は、成人の約2倍であると推計している。さらに、ダイオキシン類の曝露量における不確実性を確率論的に扱うモンテカルロシミュレーションを用いた年齢別個人総曝露量（食事、大気、土壌からの総摂取量）の推計結果においても、3~5歳は成人に比べて2倍多く摂取していると推計されている¹³⁾。

日本人のダイオキシン類摂取経路は、欧米人の主要摂取経路が肉、卵、乳製品であるのとは大いに異なり、魚介類由来の摂取が食事からのダイオキシン類摂取量の70%以上占めていることが指摘されている¹⁴⁾、¹⁵⁾。本調査結果でも3歳児の食品群別ダイオキ

シン摂取量は魚介類から73.3%と占める割合が最も高く、総摂取量に対する魚介類由来ダイオキシン類の占める割合は成人と同等であった。また、TDI4pgTEQ/kg/dayを上回った幼児（27人中5人）は本調査の3歳児の魚介類平均摂取量（33.7g）の約2倍摂取しており、魚介類摂取がダイオキシン類摂取量に対して寄与の大きいことが明らかである。3歳児（体重15kgとして）は、TDI4pgTEQ/kg/dayから推計し、60pgTEQのダイオキシン類摂取が上限となるが、仮にダイオキシン類濃度が1pgTEQ/gの魚を60g喫食した場合、これだけでTDIに達してしまうこともあるため、喫食状況によっては、比較的容易にTDIを上回ることが予想される。

本調査では、国民栄養調査（厚生労働省）および「ダイオキシン類の食品経由総摂取量調査研究報告書（厚生労働省）」より求めた、魚介類（10群）について0.82pgTEQ/gを用いた。しかし、魚介類のダイオキシン類含有量については、生息水域、国産・輸入、天然・養殖、部位（例：クロマグロ 大トロ23.87pgTEQ/g、赤身1.00pgTEQ/g）、個体（範囲0.01~23.87pgTEQ/g）によって大きな差のあることが報告されているほか¹⁶⁾、水産加工品のダイオキシン類含有量は鮮魚と比較して少ない（例：マグロ缶詰0.086pgTEQ/g）ことも知られている。また、調理加工によってダイオキシン類濃度が低減することも明らかになっている¹⁷⁾、¹⁸⁾。日本人の魚介類摂取は、地理的な条件を背景にした長い伝統で、結果的には、栄養学的な長所も指摘されている。したがって、魚を食べる習慣を守りつつダイオキシン類摂取を減らすためには、ダイオキシン類含有量の少ない魚介類を選択することや調理方法を工夫することが有効であると考えられる。

平成16年度ダイオキシン類の食品経由総摂取量調査研究報告書（厚生労働省）では、全国7地域の12機関でそれぞれ、ダイオキシン類摂取量への寄与が大きい食品群である10群（魚介類）、11群（肉・卵類）および12群（乳・乳製品）について種類、産地、メーカーなどが異なる食品で構成した各3セットの試料を分析したところダイオキシン類摂取量には約1.4~3.9倍の差が生じることが明らかになっており⁸⁾、食品の選択や組み合わせによってダイオキシン類

摂取量のリスクが低減することが考えられる。

また、本調査の結果、TDI4pgTEQ/kg/dayを上回った幼児は、主菜はたくさん食べるが、ごはんや野菜はほとんど残してしまう子どもがしばしば見受けられたことから、偏った食事であったことが考えられる。栄養比率を見ると、動物性たんぱく質比の平均が65.0%、穀物エネルギー比の平均は35.2%であった。これらからも、主食よりも主菜（特に動物性食品）で摂取エネルギーを満たしていることが考えられる。さらに、本調査の3歳児全体の傾向として、5群（豆・豆製品）や6群（緑黄色野菜）、7群（その他の野菜・きのこ類・海藻類）の摂取量が少なかった。これらに多く含まれる食物繊維にはダイオキシン類を体外に排出する作用や腸管内での吸収を抑制する働きが明らかにされつつあり¹⁾、栄養素の面だけでなく、ダイオキシン類のリスクを低減するためにも、必要不可欠である。TDI はあくまでも、「仮に短期間でTDI を超える曝露があっても体内負荷量が大きく変動することはない」、長期間にわたって平均値がTDI を下回れば有害影響が現れることはない」という概念が元になっているため¹⁹⁾、万が一、ご飯や野菜が嫌いで、おかずでほとんどのエネルギーを満たしているような食生活が続けば、常にTDI は上回り、ダイオキシン類のリスクは高くなると考えられる。

子どもは自ら食事を選択することは難しく、両親の影響を受けるため、与える側が正しい知識を持って、見極める必要がある。今回のアンケート結果より、母親の食の安全性についての関心は高く、ダイオキシン類の健康影響について、子どもへの影響が非常に心配だと答えたものがほとんどであったが、最もダイオキシン類が多く含まれている食品の順番を正しく答えたものは、わずかであった。

成人とほぼ同じ形態の食事に移行する幼児期は、身体の発達とともに、自我が芽生え、好き嫌い、過食や欠食、偏食が見られる。この時期は、成人期の嗜好性や食習慣の形成期でもあるため、生活習慣病の予防とともに、ダイオキシン類摂取のリスクの面からも、幼児期から、偏った食品を食べ続けないように心がけ、バランスの取れた食生活が形成される環境づくりが重要であると考えられる。成人と乳幼児の摂取エネルギーの差がダイオキシン

類摂取量に反映することが心配されていることから本研究を実施した。本調査の3歳児においても摂取エネルギーは体重あたりで成人の約2倍となったが、3歳児のダイオキシン類摂取量はTDIを上回るものではなかった。

これまでの沖縄県、神奈川県との調査と東京都の結果から、寄与率にわずかな違いが見られた。このことから地域差や調査時期（調査年、季節）が影響すると考えた。したがって、今後はさらに食品摂取量（主に魚介類）に差があると思われる山村や漁村と比較したい。また、季節を変えて、かつ各年齢で推計していくことも必要であると考えている。現在、環境省の研究事業として埼玉県内の幼稚園と保育園に通園する1歳から6歳の食事調査を行っており、それに基づいたダイオキシン類摂取量推計を実施している。

本研究は枝光学園幼稚園の藤井園長ならびに保護者の方にご協力頂いた。

文献

- 1) 細貝祐太郎、松本昌雄：食品安全性セミナー6 ダイオキシン類。中央法規出版株式会社（2002）
- 2) 内山巖雄：ごみ焼却とダイオキシン。公衆衛生 62（7）：48（1998）
- 3) 健康・栄養情報研究会：国民栄養の現状－平成12年厚生労働省国民栄養調査結果－。第一出版株式会社
- 4) 厚生労働省食品安全部：平成14年度食品からのダイオキシン類一日摂取量調査等の調査結果について。厚生労働省ホームページ <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/dioxin/sessyu02/index.html>
- 5) 環境省環境管理局総務課ダイオキシン対策室水環境部企画課：ダイオキシン類の排出量目録（排出インベントリー）について。環境省ホームページ <http://www.env.go.jp/air/report/h15-05/all.pdf>（2003）
- 6) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課環境リスク評価室：平成15年ダイオキシン類の蓄積曝露状況及び臭素系ダイオキシン類の調査結果について

- <http://www.env.go.jp/chemi/report/h16-15/03.pdf>
- 7) 環境庁ダイオキシンリスク評価研究会：ダイオキシンのリスク評価。中央法規出版株式会社（1998）
 - 8) 厚生労働省食品安全部：平成15年度ダイオキシン類の食品経路総摂取量調査研究報告書。厚生労働省ホームページ
 - 9) Masatake Toyoda, Hiroyasu Uchibe, Toshihiko Yanagi, Youichi Kono, Tsuguhide Hori and Takao Iida: Decreased Daily Intake of PCDDs, PCDFs and Co-PCBs from Foods in Japan From 1977 to 1998 食衛誌40（9）494-499（1999）
 - 10) 東京都健康局地域保健部環境保健課調査係：平成14年度食事由来の化学物質曝露量推計調査結果について。東京都福祉保険局健康安全室環境保健課ホームページ
<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/kanho/news/h14/presskanho0303172.html>
 - 11) 佐藤祐子：3歳児における食事由来のダイオキシン類暴露状況と要因の検討－島嶼地域〇市食事調査から－ 小児保健 投稿中
 - 12) 篠原暁子, 安達修一, 内山巖雄 乳幼児の食事からのダイオキシン類摂取量の推計-2 日本公衆衛生学会総会抄録集 Vol.62nd, Page910 (2003)
 - 13) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課環境リスク評価室：モンテカルロシミュレーションによる個人総暴露量の推計方法の検討
<http://www.env.go.jp/chemi/report/h14-04/>
 - 14) 財団法人食生活情報サービスセンター：食生活データブック2004/05 財団法人農林統計協会
 - 15) 高山幸司、宮田秀明、味村真弓、檜本隆：日本の沿岸魚及び市販魚中のPCDDs, PSDFs及びCoplanarPCBs. 衛生化学37（7）：473-477（1998）
 - 16) 水産省水産庁増殖推進部漁場資源課：平成16年度の農畜水産物に係るダイオキシン類の実態調査の結果（農林水産省ホームページ）
<http://www.jfa.maff.go.jp/release/17/17.0912.1.pdf>
 - 17) 厚生省生活衛生局：平成11年度ダイオキシン類の食品経路総摂取量調査研究報告書
http://www1.mhlw.go.jp/topics/dioxin_13/tp1128-1.html
 - 18) 内山巖雄：ダイオキシン類のリスクアセスメント。日本リスク研究学会誌14（1）：75-79（2002）
 - 19) 間正理恵、遠山千春：ダイオキシン類のリスクアセスメントの最近の動向－新たな耐容摂取量と飼料および食品における最大限度値の制定－日本リスク研究学会誌14（2）：48-57（2003）