

Fig. 5. Representative GC chromatograms of (a) soy bean oil, (b) Danish pastry, (c) the fortified soy bean oil, and (d) fortified Danish pastry samples

In the chromatograms of non-fortified samples (a and b), major peaks of fatty acids contained in each sample are indicated. In the chromatograms of the fortified samples (c and d), the peaks of the fortified fatty acids are indicated.

れた。ただし、測定対象とすることのできるトランス脂肪酸分子種は、入手可能な標準試薬に依存する。より正確なトランス脂肪酸分析を実行するためには、より多数の標準試薬の整備が今後の課題である。

文 献

- 1) Codex. Guidelines on Nutrition Labelling (CAC/GL 2) (1985).
- 2) American Oil Chemists' Society. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 5th ed. AOCS, Champaign, IL, USA, Official Method Cd14d-99, 1999.
- 3) American Oil Chemists' Society. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 5th ed. AOCS, Champaign, IL, USA, Method Cd14-95, 1997
- 4) AOAC International. Official Methods of Analysis, 16 ed. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA, Official Method 965.34, 1997.
- 5) American Oil Chemists' Society. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 5th ed. AOCS, Champaign, IL, USA, Official Method Ce1h-05, 2005.
- 6) Codex. Recommended methods of analysis and sampling (CAC/STAN 234) (1999).
- 7) AOAC International. Official Methods of Analysis, 17 ed. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA, Official Method 996.06, 2001.
- 8) Codex Alimentarius Commission. "Principles for the establishment of Codex methods of analysis" Procedural manual 20th ed. 2011, p. 63. (ISBN 978-92-5-106824-2)
- 9) 日本油化学会. 基準油脂分析試験法2003年版, 暫8-2003, 2003.
- 10) American Oil Chemists' Society. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 5th ed. AOCS, Champaign, IL, USA, Official Method Ce1g-96, 1997.
- 11) Goto, H., Shionoya, N., Sugie, M., Tominga, M., Shimehis, O., Taniguchi, M., Igarashi, T., Hirata, Y. Novel pre-fraction method of *trans* fatty acids by gas chromatography with silver-ion cartridge column. J. Oleo Sci., 61, 49-56 (2012).
- 12) Codex Alimentarius Commission. "Guidelines for establishing numeric values for methods criteria and/or assessing methods for compliance thereof" Procedural manual 20th ed. 2011, p. 68-76. (ISBN 978-92-5-106824-2)
- 13) Horwitz, W. "Principle and practices of method validation" In The Potential Use of Quality Control Data to Validate Pesticide Residue Method Performance; Fajgelj, A., Ambrus, Á. eds. Royal Society of Chemistry: Cambridge, U.K., 2000, p. 1-9.
- 14) Ambrus, Á., Soboleva, E. Contribution of sampling to the variability of pesticide residue data. J. AOAC Int., 87, 1368-1379 (2004).

食品からのダイオキシン類の摂取量推定

Estimation of Dietary Intake of Dioxins

国立医薬品食品衛生研究所
食品部

堤 智昭

国立医薬品食品衛生研究所
食品衛生管理部

松田りえ子

Division of Food
National Institute of Health Sciences

Tomoaki TSUTSUMI

Division of Biomedical Food Research
National Institute of Health Sciences

Rieko MATSUDA

I はじめに

ダイオキシン類 (DXNs) とは、ポリ塩化ジベンゾ-p-ジオキシン (PCDFs), ポリ塩化ジベンゾフラン (PCDDs) およびコプラナーポリ塩化ビフェニル (Co-PCBs) を合わせた化合物の総称である。図1にはDXNsの基本構造を示したが、1~9および2'~6'に結合する塩素の数や結合する位置によって、数百種類のDXNsが存在する。これらのDXNsは焼却施設からの発生や、過去に使用されたポリ塩化ビフェニルまたは農薬に含まれる不純物等に由来することが知られている。DXNsは強い急性毒性のほか、発がん性、生殖毒性等を有することが知られており、表1に示した29種のDXNsは毒性が強いため、毒性評価の対象になっている。また、各DXNsの毒性の強さは大きく異なるため、これらのDXNsには最も毒性が強いとされる2, 3, 7, 8-テトラクロロジベンゾ-p-ジオキシン (2, 3, 7, 8-TCDD)の毒性を1とした時の相対的な毒性の強さである

毒性等価係数 (TEF) が定められている。DXNs全体の毒性の強さは、各DXNsの実測濃度と対応するTEFを乗じ、それらを合計した毒性等量 (TEQ) により評価される。なお、TEFは新たに得られた毒性試験の結果等を考慮して、係数が変更されることがある。2005年にWHOによりTEFの再評価が行われたため、表1には最新のTEF (2005)¹⁾を示した。

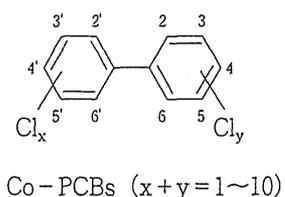
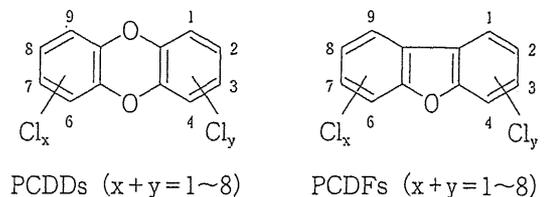


図1 DXNsの基本構造

表 1 毒性評価対象の DXNs と対応する毒性等価係数

PCDD/Fs		TEF (2005)	Co-PCBs		TEF (2005)
PCDDs	2,3,7,8-TCDD	1	ノンオルト体	3,3',4,4'-TCB (#77)	0.0001
	1,2,3,7,8-PeCDD	1		3,4,4',5'-TCB (#81)	0.0003
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1		3,3',4,4',5'-PeCB (#126)	0.1
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1		3,3',4,4',5,5'-HxCB (#169)	0.03
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1			
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01			
	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	0.0003			
PCDFs	2,3,7,8-TCDF	0.1	モノオルト体	2,3,3',4,4'-PeCB (#105)	0.00003
	1,2,3,7,8-PeCDF	0.03		2,3,4,4',5'-PeCB (#114)	0.00003
	2,3,4,7,8-PeCDF	0.3		2,3',4,4',5'-PeCB (#118)	0.00003
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1		2',3,4,4',5'-PeCB (#123)	0.00003
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1		2,3,3',4,4',5'-HxCB (#156)	0.00003
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1		2,3,3',4,4',5'-HxCB (#157)	0.00003
	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1		2,3',4,4',5,5'-HxCB (#167)	0.00003
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01		2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (#189)	0.00003
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01			
	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	0.0003			

人が暴露する DXNs のほとんどは食品からの摂取による。人の健康影響に対する DXNs のリスク管理をするためには、食品から人がどの程度 DXNs を摂取しているか推定することが重要となる。推定した摂取量は耐容 1 日摂取量 (TDI) 等と比較して、リスク評価を行う。推定した DXNs 摂取量が TDI に近ければ健康への影響を考慮すべきと評価される。日本では中央環境審議会ならびに生活環境審議会および食品衛生調査会において合同で科学的知見からの検討が行われ、DXNs の当面の TDI を 4 pg TEQ/kg bw/day としている²⁾。また、WHO では 4 pg TEQ/kg bw/day を最大の TDI とし、究極的には 1 pg TEQ/kg bw/day 未満に DXNs を低減することを目標としている³⁾。DXNs 摂取量を評価することで、規制等の行政施策の必要性や、さらには施策の効果の検証に活用ができる。われわれは平成 10 年度から厚生労働科学研究費により食品からの DXNs 摂取量を継続して調査している。本稿では、厚生労働

科学研究で実施してきたトータルダイエット (TD) 調査とモンテカルロシミュレーションによる DXNs 摂取量推定について中心に紹介する。

II TD 調査による DXNs 摂取量推定

TD 調査は日常の 1 日分の食事を分析試料として DXNs 摂取量を推定する方法であり、マーケットバスケット方式と陰膳方式の 2 種類がある。マーケットバスケット方式では、厚生労働省が実施している国民健康・栄養調査結果に基づいて日本人の平均的な食事を作製し分析試料とする。陰膳方式では、調査対象者が 1 日に食べた食事と同一の内容の食事を調製し分析試料とする。マーケットバスケット方式では、日本人の平均的な食事試料を試料しているため、平均的な DXNs 摂取量が推定できる。一方、陰膳方式では、個人の嗜好や食習慣を反映した食事試料を作製しているため、個人の正確な DXNs 摂取量を推定するこ

とが可能である。どちらの方式を選択するかは摂取量調査の目的による。厚生労働科学研究費において DXNs 摂取量を推定する大きな目的の一つは、日本人の平均的な DXNs 摂取量を推定しリスク管理への活用である。そのため、厚生労働科学研究ではマーケットバスケット方式の TD 調査を平成 10 年度より実施している。また、マーケットバスケット方式では、食品群別の摂取量が得られるので、DXNs の主要な摂取源がわかる利点があるが、陰膳試料では食事内容の詳細な解析が必要になり DXNs をどの食品から多く摂取しているか推定するのは困難である。

DXNs 摂取量推定のための TD 試料は、以下の手順で作製している。

- ① 国民健康・栄養調査に基づいて食品を 14 食品に分類する。各群より代表的な食品を複数選択し、小売店などで食品を購入する。14 食品群の内訳は表 2 に示したとおりで、食品の小分類は 99 になる。通常は小分類に区分される代表的な食品を複数購入するので、全部で 200 種以上の食品を購入することになる。
- ② 食品を国民健康・栄養調査に基づく摂取量に応じて分取し、調理を必要とする食品については通常行われている調理方法に準じて調理をする。
- ③ 食品群毎に分類した食品を混合・均一化して分析試料とする。

日本人の平均的な DXNs 摂取量を推定するため、全国各地の衛生研究所等の機関で、上記の TD 試料を作製した。最新の調査である平成 24 年度は、8 機関で TD 試料を作製した。なお、各食品群の TD 試料に含めることが可能な食品の数は限られる。そこで、DXNs 濃度が比較的高い食品を含む魚介 (10 群)、肉・卵 (11 群)、乳・乳製品 (12 群) の群は、各機関が各群 3 セットずつ TD 試料を作製し DXNs 分析試料とした。3 セッ

トの試料は可能な限り食品の種類、産地、メーカー等が異なる食品を選択して調製した。その他の食品群については、食品摂取量に応じた割合で各機関の TD 試料を混合した共通試料を作製し、DXNs 分析試料とした。得られた DXNs 濃度と食品摂取量を掛け合わせ、1 日あたりの食事からの DXNs 摂取量を推定した。全機関の DXNs 摂取量の平均値を日本人の平均的な DXNs 摂取量とした。TD 試料の DXNs 分析は、食品中の DXNs 分析の暫定ガイドライン⁴⁾に従い、高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計により DXNs を測定した。TD 試料における DXNs 分析の目標とした検出下限値 (LOD) を表 3 に示した。DXNs 摂取量を求める際は LOD 未満の DXNs をゼロ (ND=0) とした場合と、参考値として LOD の 1/2 をあてはめた場合 (ND=LOD/2) についても算出した。

平成 24 年度の機関ごとの TD 調査の結果を表 4 に示した。日本人の平均体重を 50 kg とした時の DXNs 1 日摂取量の全機関の平均値は、ND=0 の場合、平均 0.69 (範囲: 0.22 ~ 1.22) pg TEQ/kg bw/day と推定された。平均値は日本の TDI である 4 pg TEQ/kg bw/day の 17% 程度であった。また、最大値である 1.22 pg TEQ/kg bw/day の場合でも TDI の 30% 程度であった。本調査では 10 ~ 12 群については各機関で各 3 セットの TD 試料を作製している。10 ~ 12 群について DXNs 摂取量が最小と最大になる組み合わせでは、同一機関であっても最小値と最大値には 1.3 ~ 3.4 倍の開きが生じた (ND=0)。3 セットの試料は同一地域で市販食品を購入し調製されているが、購入した食品の種類、個体等の差が DXNs 摂取量に影響しているものと考えられる。特に魚介 (10 群) の DXNs 濃度の違いが大きく影響しており、魚介類中の DXNs 濃度は広い範囲に分布していると推察された。1 セットの TD 試料

表2 TD 試料における食品分類

食品群	大分類	小分類
1	米	米, 米加工品
2	雑穀・芋	小麦粉類, パン類, 菓子パン類, うどん, 中華麺類, 即席中華めん, パスタ, その他の小麦加工品, そば・加工品, とうもろこし・加工品, その他の穀類, さつまいも・加工品, じゃがいも・加工品, その他のいも・加工品, でんぷん・加工品, 種実類
3	砂糖・菓子	砂糖・甘味料類, 和菓子類, ケーキ・パストリー類, ビスケット類, キャンデー類, その他の菓子類
4	油脂	バター, マーガリン, 植物性油脂, 動物性油脂, その他の油脂
5	豆・豆加工品	大豆(全粒)・加工品, 豆腐, 油揚げ類, 納豆, その他の大豆加工品, その他の豆・加工品
6	果実	いちご, 柑橘類, バナナ, りんご, その他の生果(缶詰含), ジャム, 果汁・果汁飲料
7	有色野菜	トマト, にんじん, ほうれん草, ピーマン, その他の緑黄色野菜, 野菜ジュース
8	野菜・海藻	キャベツ, きゅうり, 大根, たまねぎ, はくさい, その他の淡色野菜, 葉類漬物, たくあん・その他の漬物, きのこと類, 海藻類
9	嗜好品	日本酒, ビール, 洋酒・その他アルコール飲料, 茶, コーヒー・ココア, その他の嗜好飲料
10	魚介	あじ, いわし類, さけ, ます, たい, かれい類, まぐろ, かじき類, その他の生魚, 貝類, いか, たこ類, えび, かに類, 魚介(塩蔵, 生干し, 乾物), 魚介(缶詰), 魚介(佃煮), 魚介(練り製品), 魚肉ハム, ソーセージ
11	肉・卵	牛肉, 豚肉, ハム, ソーセージ類, その他の畜肉, 鶏肉, その他の鳥肉, 肉類(内臓), 鯨肉, その他の肉・加工品, 卵類
12	乳・乳製品	牛乳, チーズ, 発酵乳・乳酸菌飲料, その他の乳製品, その他の乳類
13	調味料	ソース, しょうゆ, 塩, マヨネーズ, 味噌, その他の調味料, 香辛料・その他
14	飲料水	飲料水

表3 TD 試料における DXNs の LOD

食品群	LOD (pg/g)				
	PCDD/Fs			Co-PCBs	
	四,五塩化物	六,七塩化物	八塩化物	ノンオルト体	モノオルト体
1~3 群, および 5~13 群	0.01	0.02	0.05	0.1	1
4 群	0.05	0.10	0.20	0.5	5
14 群	0.0001	0.0002	0.0005	0.001	0.01

表 4 DXNs 摂取量の推定結果 (平成 24 年度)

機 関	DXNs 摂取量 (pg TEQ/kg bw/day) ¹⁾							
	ND=0				ND=LOD/2			
	#1	#2	#3	平均	#1	#2	#3	平均
A	0.64	0.67	0.86	0.72	1.77	1.78	1.94	1.83
B	0.42	0.50	0.56	0.49	1.52	1.59	1.66	1.59
C	0.62	0.67	1.14	0.81	1.73	1.76	2.22	1.90
D	0.30	0.75	1.00	0.68	1.42	1.85	2.10	1.79
E	0.36	0.52	1.22	0.70	1.49	1.63	2.31	1.81
F	0.76	0.83	1.00	0.86	1.85	1.91	2.08	1.95
G	0.69	0.84	0.92	0.82	1.83	1.96	2.02	1.94
H	0.22	0.44	0.67	0.44	1.35	1.56	1.75	1.55
平均(最小-最大)	0.69 (0.22 - 1.22)				1.79 (1.35 - 2.31)			

- 1) 食品 10～12 群については各機関で各 3 セットの TD 試料を作製しているため、DXNs 摂取量の最小値の組み合わせを #1、中央値の組み合わせを #2、最大値の組み合わせを #3 とした。その他の食品群は各機関の TD 試料を混合した試料の DXNs 摂取量結果を使用した。また、日本人の平均体重を 50 kg として計算した。

に含めることが可能な食品の数は限られているため、本研究のように 10 群の試料数を多くして、広範囲な魚介類を含めることが、日本人の平均的な DXNs 摂取量の精密な推定に有用であると考えられる。ND=LOD/2 の場合の DXNs 1 日摂取量は、平均 1.79 (範囲: 1.35～2.31) pg TEQ/kg bw/day と推定された。また、DXNs 摂取量に占める PCDD/Fs と Co-PCBs の割合は、ND=0 の場合は 3:7 程度、ND=LOD/2 の場合は 6:4 程度であった。

食品群別の DXNs 摂取量の平均値と比率を表 5 に示した。DXNs 摂取量に対する比率が高い食品群は ND=0 の場合、魚介 (10 群) 91.0% と肉・卵 (11 群) 7.9% であり、これら 2 群で全体の約 99% を占めた。ND=LOD/2 の場合は、高い順に魚介 (10 群) 36.0%、嗜好品 (9 群) 16.7%、米 (1 群) 12.2% であり、1 群および 9 群の比率が高くなった。1 群と 9 群ではすべての DXNs が LOD 未満であったが、食品摂取量が多いため ND に LOD/2 をあてはめた場合、DXNs 摂取量が多

くなり比率が大きくなった。摂取量推定の際の ND の取り扱いについては、Global Environment Monitoring System (GEMS) により、ND=0 と ND=LOD/2 の 2 とおりの計算を行うことが推奨されている。しかし、ND=LOD/2 による算出は本来、ND となった試料が全分析試料の 60% 以下であることが適用の前提となっている。平成 19～24 年度の TD 試料の DXNs 検出率を表 6 に示した。魚介 (10 群) や肉・卵 (11 群) では ND となった DXNs は比較的少なく、特に魚介 (10 群) の Co-PCBs についてはほとんどの DXNs が検出されていることがわかる。一方、ND=LOD/2 の場合に摂取量が多くなった 1 群や 9 群等では、DXNs の検出率は極めて低く、ND となった試料の割合は 60% を大きく上回った。このような食品群については、ND=LOD/2 により推定した摂取量の信頼性は低く、摂取量を過大評価している可能性が高いと考えられる。

近年の DXNs 摂取量の経年変化について考察するため、平成 10 年度以降の TD 調査の結果を

表5 食品群別の DXNs 摂取量 (平成 24 年度)

食品群	DXNs 摂取量 (pg TEQ/kg bw/day)			
	ND=0		ND=LOD/2	
	全国平均	比率(%)	全国平均	比率(%)
1 群 (米)	< 0.01	< 0.1	0.22	12.2
2 群 (雑穀・芋)	< 0.01	0.1	0.12	6.8
3 群 (砂糖・菓子)	< 0.01	0.1	0.02	1.2
4 群 (油脂)	< 0.01	< 0.1	0.03	1.4
5 群 (豆・豆加工品)	< 0.01	< 0.1	0.03	1.7
6 群 (果実)	< 0.01	< 0.1	0.06	3.5
7 群 (有色野菜)	< 0.01	0.1	0.05	2.8
8 群 (野菜・海草)	< 0.01	< 0.1	0.10	5.8
9 群 (嗜好品)	< 0.01	< 0.1	0.30	16.7
10 群 (魚介)	0.63	91.0	0.65	36.0
11 群 (肉・卵)	0.05	7.9	0.10	5.7
12 群 (乳・乳製品)	< 0.01	0.4	0.06	3.4
13 群 (調味料)	< 0.01	0.2	0.05	2.9
14 群 (飲料水)	< 0.01	< 0.1	< 0.01	0.1
合計	0.69	100.0	1.79	100.0

図2に示した。同一年度の各機関のDXNs摂取量には大きな幅が認められるが、各年度の平均値を比較すると緩やかな減少傾向が示唆されている。平成24年度のDXNs摂取量の平均値である0.69 pgTEQ/kg bw/dayは、平成10年度以降の調査結果の中で2番目に低い値であり、一番低い値であった平成23年度の0.68 pgTEQ/kg bw/dayとほぼ同等の値であった。調査研究が開始された平成10年度および11年度のDXNs摂取量の平均値は1.75および1.92 pgTEQ/kg bw/dayであり、これらの値と比較すると、最近の摂取量は40%以下まで低下している。これは、平成11年7月に成立、平成12年1月に施行されたDXNs対策特別措置法に基づき環境基準が設定されたことにより、焼却施設等からのDXNsの排出が大幅に抑制された効果が影響していると考えられる。また、各年度で推定されたDXNs摂取量の最大値については、平成11年の1地区にお

いてTDIである4 pg TEQ/kg bw/dayを超える摂取量が推定された。しかし、それ以降は最大値に関してもTDIを超える摂取量は推定されておらず、平成20年度以降は継続して2 pg TEQ/kg bw/dayを下回っている。また、平成10年度より以前のDXNs摂取量の経年変化については、関西の1地区で昭和52～平成10年度に作製したTD試料を分析した報告がある⁵⁾。該当地区の平成10年度のDXNs摂取量(2.72 pg TEQ/kg bw/day)は、昭和52年度のDXNs摂取量(8.18 pg TEQ/kg bw/day)と比較し、約1/3に減少していることが明らかになっている。

日本と諸外国のDXNs摂取量を比較するため、2004年以降に報告されているおもな諸外国における食事由来のDXNs摂取量^{6)~13)}を表7に示した。DXNs摂取量の算出には、分析法のLOD、LODの取り扱い、使用したTEFの違い等が影響するため、各国のDXNs摂取量を単純比較する

表6 TD 試料における DXNs の検出率 (平成 19 ~ 24 年度)¹⁾

食品群	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	9群	10群	11群	12群	13群	14群	
2,3,7,8-TeCDD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1	0	0	0	
1,2,3,7,8-PeCDD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	16	8	0	0	
P C D D s	1,2,3,4,7,8-HxCDD	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	0	0	0	0	0	0	0	0	48	23	7	0	0	
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	1	0	0	
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0	11	100	72	6	0	33	28	0	67	97	61	78	0
	OCDD	0	100	100	100	100	0	89	72	0	79	100	55	100	6
2,3,7,8-TeCDF	0	0	6	0	0	0	0	0	0	100	24	0	6	11	
1,2,3,7,8-PeCDF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	5	0	0	0	
2,3,4,7,8-PeCDF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	48	10	0	0	
P C D F s	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0	0	0	0	0	0	0	0	17	12	1	0	0	
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4	0	0	0	
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0	0	0	0	0	0	0	0	25	3	1	0	0	
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0	0	6	0	0	0	0	0	0	8	33	1	0	0
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OCDF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	
3,3',4,4'-TeCB (#77)	0	44	83	28	61	11	61	61	0	100	100	20	22	0	
3,4,4',5'-TeCB (#81)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	1	1	0	0	
3,3',4,4',5'-PeCB (#126)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	49	5	0	0	
3,3',4,4',5,5'-HxCB (#169)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	0	0	0	
C o i P C B s	2,3,3',4,4'-PeCB (#105)	0	17	50	6	11	0	44	28	0	100	100	31	11	0
	2,3,4,4',5'-PeCB (#114)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	0	0	0	
	2,3',4,4',5'-PeCB (#118)	6	78	100	78	50	17	61	56	0	100	100	98	39	0
	2',3,4,4',5'-PeCB (#123)	0	0	0	0	0	0	0	0	99	1	0	0	0	
	2,3,3',4,4',5'-HxCB (#156)	0	0	17	0	0	0	0	0	0	100	91	1	0	0
	2,3,3',4,4',5'-HxCB (#157)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	12	0	0	0
	2,3',4,4',5,5'-HxCB (#167)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	39	0	0	0
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (#189)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	2	0	0	0

1) 10 ~ 12群については各 153 試料, それ以外の食品群については各 18 試料についての検出率を示す。各食品群の LOD は表 3 に従った。

ことは難しい。これらの点に注意する必要があるが、日本の DXNs 摂取量は諸外国で報告されている DXNs 摂取量のほぼ中間に相当すると考えられる。なお、日本については、古い TEF (1998)

を使用し算出した DXNs 摂取量についても比較のために併記した。

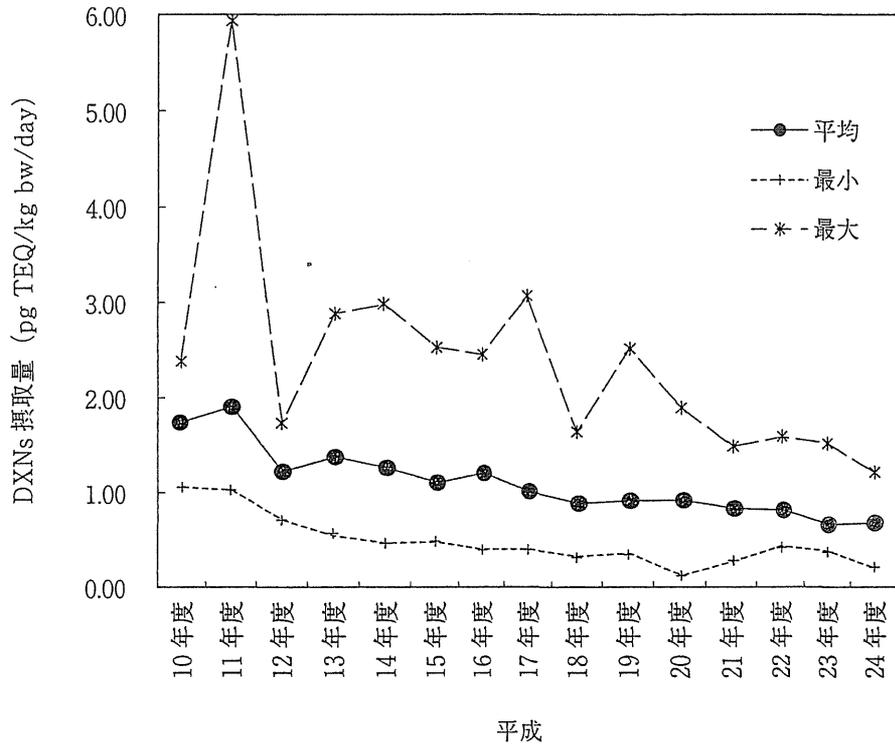


図2 TD調査におけるDXNs摂取量の推移 (ND=0)

表7 日本と主な諸外国における食品からのDXNs摂取量

国	DXNs 摂取量 pg TEQ/kg/日	使用した TEF	検出下限値 の取り扱い ¹⁾	参考文献
日本	0.69 (0.80) ²⁾	2005 TEF 1998 TEF	ND=0 ND=0	本研究
フィンランド	1.5	1998 TEF	ND=0	6)
オーストラリア	0.12	1998 TEF	ND=0	7)
イタリア	2.28	1998 TEF	ND=LOD	8)
フランス	1.8	1998 TEF	ND=0	9)
ベルギー	0.61	2005 TEF	ND=LOD/2	10)
スペイン (ヴァレンシア)	2.86	1998 TEF	ND=LOD	11)
スペイン (カタロニア)	0.75	2005 TEF	ND=LOD/2	12)
イギリス	0.49	2005 TEF	ND=0	13)

1) 検出下限値未満のDXNsをゼロとして計算した場合はND=0, 検出下限値の1/2を当てはめた場合はND=LOD/2, 検出下限値を当てはめた場合はND=LODと示す。

2) 参考値

Ⅲ モンテカルロシミュレーション法による DXNs 摂取量推定

食品中の有害物質濃度の分布と、食品を摂取する量の分布が得られる場合には、モンテカルロ法を用いてその有害物質の摂取量を推定することが可能である。モンテカルロ法による摂取量の計算では、まず1日の食品摂取量の分布から無作為(ランダム)に1つのデータを選ぶ。次に有害物質の濃度分布からランダムに1つのデータを選ぶ。これは、全人口中のある人がある日に食べる食品の量と、その際に食べる食品中の有害物質の濃度に相当する。これら2つの間に相関はない、つまり食品摂取量の多い人は高濃度の有害物質を含む傾向のような関係はないと推定される場合は、2つのデータの選択は独立に行う。2つのデータを掛け合わせると、1日にその食品から摂取される有害物質の量が得られる。同じことをもう一度行うと、1回目とは別の人が別の日に食べる食品の量と、その食品中の有害物質の濃度が得られ、その時の有害物質の摂取量が求められる。これらの操作は、実際に日本国民からランダムに1人を選んで、ランダムに選んだ日に食べた食品を採取し、その中の有害物質濃度を測定することを、コンピュータ上で行っていることに相当し、そのためにモンテカルロシミュレーションとも呼ばれる。実際の食事を収集して試料とし、その中の有害物質を測定する方法としては、前項で触れた陰膳方式がある。陰膳方式は実試料の分析を伴うために、集める試料の数には限りがあるが、モンテカルロシミュレーションはコンピュータ上で行うために、非常に多数の計算が可能となる。

モンテカルロシミュレーションによる有害物質摂取量推定の特徴の第一は、有害物質の摂取量の平均値だけではなく、図3に示すような分布を得られることである。これにより、平均値と TDI

等を比較による評価だけではなく、95%タイル値のような多量摂取者の評価や、TDIを超える確率も評価することが可能となる。また、濃度の規制のような行政施策を実施して濃度分布を変化させたときに、摂取量がどのように変化するかを予測することも可能である。

一方、モンテカルロシミュレーションにより信頼性のある測定値を得るためには、計算に用いる分布が正しいことが大前提である。食品摂取量の分布は国民健康・栄養調査により毎年10,000件以上のデータが得られており、シミュレーションに用いる分布として適切である。一方、食品中の濃度分布を正確に当てはめるため、多数のデータ100以上が必要である。また、データの数が多くてもNDが多ければ意味のあるシミュレーションはできないが、十分に多いデータが得られることは少ない。また分布の当てはめは、特にデータが少ない場合に、分布の端の方による影響を受ける。一般に、食品中の有害物質の分布は、高濃度側に長く裾を引いた非対称分布となることが多い。このような場合に当てはまる分布は対数正規分布であることが多いが、高濃度側のデータのわずかな違いで分布のパラメータ、特に標準偏差が大きく変わる。データ総数が少ないときには、この影響は特に顕著となる。計算された有害物質摂取量分布も、摂取量の多い側に裾を引いた分布であり、この形が計算に使用した分布の影響を受ける。つまり、95%タイル値、TDIを超える確率のような、モンテカルロシミュレーションによってのみ得られる値が、もっとも大きな影響を受ける。このため、モンテカルロシミュレーション結果の評価においては、使用した分布の信頼性と、分布への適合の質を考慮する必要がある。

本稿では、平成23年度の厚生労働科学研究「食品を介したDXNs等有害物質摂取量の評価とその手法開発に関する研究」において実施した、モ

モンテカルロシミュレーションによる、魚介類からの DXNs 摂取量推定の結果を紹介する。表 5 に示すように、TD 試料による DXNs 摂取量推定研究から、DXNs の 90% が魚介類の群から摂取されると考えられ、この傾向は DXNs 摂取量評価研究を継続した期間で一定であった。このため、すべての食品ではなく、魚介類のみからの摂取量を推定した。また、魚介類の種類により DXNs 濃度が異なるため、魚介類をさらに区分して摂取量推定を行った。

魚介類の摂取量分布は、平成 15～19 年度国民健康・栄養調査結果の魚介類の 13 区分（あじ・いわし類、さけ・ます、たい・かれい類、まぐろ・かじき類、その他の生魚、貝類、いか・たこ類、えび・かに類、魚介乾物、魚介缶詰、魚介佃煮、魚介練り製品、魚肉ハム・ソーセージ）ごとに集計して得た。摂取量 0 g のデータが多いこと、また分布の形状も通常使用可能な連続分布の当てはめが困難であった。しかし、全体のデータ数が数万と非常に多いため、特定の分布を当てはめず実際の分布をそのまま使用した。魚介類中の DXNs 濃度は厚生労働科学研究（平成 10～22 年度）の調査結果（約 650 試料）を用いた。TEF は WHO 2005 年の値を用い、検出限界値未満となった異性体の濃度はゼロとして計算した。データを上記の 13 区分に分類し、それぞれの DXNs 濃度に対数正規分布を当てはめた。

モンテカルロシミュレーションには、Oracle 社製 Crystall Ball を用いた。以上の設定で、魚介類の 13 区分ごとの摂取量分布および DXNs 濃度分布に従う乱数を発生させ、13 区分ごとに DXNs 摂取量を求め、それらの総和を魚介類からの DXNs 摂取量とした。シミュレーションの試行回数は 20,000 回とした。また、平均体重を 50 kg として、体重 (kg) あたりの摂取量とした。

魚介類からの一般的な国民の DXNs 1 日摂取

量の分布を図 3 に、統計量を表 8 に示す。図 3 の縦軸は頻度である。DXNs 1 日摂取量の分布は値の小さい側にピークがあり、高い側に裾を引いた分布となった。DXNs 1 日摂取量の平均値は 1.3 pg TEQ/kg bw/day、中央値は 0.36 pg TEQ/kg bw/day であった。また、90% および 95% タイル値は 2.9 および 4.9 pg TEQ/kg bw/day と推定された。分布の形が著しく非対称であるため、中央値は平均値よりかなり低くなった。

モンテカルロシミュレーションにより推定された DXNs 1 日摂取量の平均値は、平成 24 年度の TD 調査の魚介類からの DXNs 摂取量（全国平均値 0.63 pg TEQ/kg bw/day）と比較すると約 2 倍高く、平成 10 年代前半と同程度の値となった。このように値が乖離した理由の 1 つとして、TD 試料は現在流通する魚介類を用いて作られているのに対して、モンテカルロシミュレーションでは、平成 10～22 年度に測定された魚介類の DXNs 汚染データをまとめて使用していることが考えられる。このため、モンテカルロシミュレーションにより推定された 1 日摂取量の分布は、推定を行った平成 24 年時点の値ではなく、平成 10～22 年の平均的な値を示していることになる。図 2 に示すように、TD 試料分析から推定した、平成 10 および 11 年度の DXNs 1 日摂取量は現在の 2 倍以上であり、平成 10 年代前半の 1 日摂取量はモンテカルロシミュレーションによる推定値と同程度である。

90% タイル値および 95% タイル値は、魚介類の DXNs 濃度データへの分布の適合が良くない場合があるため、あまり信頼性は高くないが、90% タイル値は平成 10 年代に TD 試料から推定した最高値と同程度となった。一方、95% タイル値は TDI である 4 pg TEQ/kg bw/day をやや超える値であった。

魚介類 13 区分からの DXNs 1 日摂取量の平均

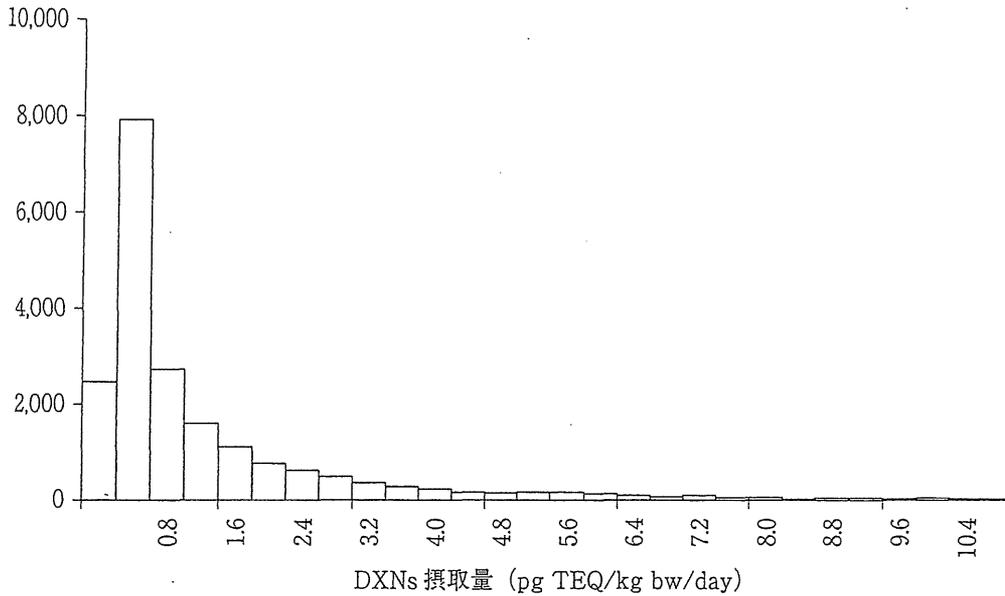


図3 モンテカルロシミュレーションにより推定した魚介類からのDXNs 1日摂取量分布

表8 モンテカルロシミュレーションにより推定した魚介類からのDXNs 1日摂取量分布の統計量

回数	20,000回
平均値	1.3 pg TEQ/kg bw/day
中央値	0.36 pg TEQ/kg bw/day
90% tile 値	2.9 pg TEQ/kg bw/day
95% tile 値	4.9 pg TEQ/kg bw/day

値を図4に示した。図5は、魚介類13区分の1日あたりの摂取量を示している。DXNs 1日摂取量への寄与率は、“その他の生魚”が最も高く28%であり、次いで“魚介（塩蔵、生干し、乾物）”が20%、“あじ・いわし類”が18%、“まぐろ・かじき類”が15%であった。図5に示すように、1日に摂取される量は“魚介（塩蔵、生干し、乾物）”および“あじ・いわし類”が多く、このことからDXNs 1日摂取量にも高い割合を占めたと考えられる。“その他の生魚”は魚介類摂取全体の12%に過ぎないが、DXNs 1日摂取量への寄与率は28%と高くなった。“その他の生魚”に

は、DXNs濃度が高い報告が多いぶりを含むため、寄与率が高くなったと考えられる。軟体類や甲殻類および魚介の練り製品などでは、一般に脂肪含量が低いためDXNs濃度も低く、摂取量に対する寄与率は低く、特に“魚介練り製品”は1日摂取量が全体の12%を占めているが、DXNs 1日摂取量への寄与率は1%未満であった。練り製品は脂肪の少ない白身魚を原料として製造されることが多いためと考えられる。

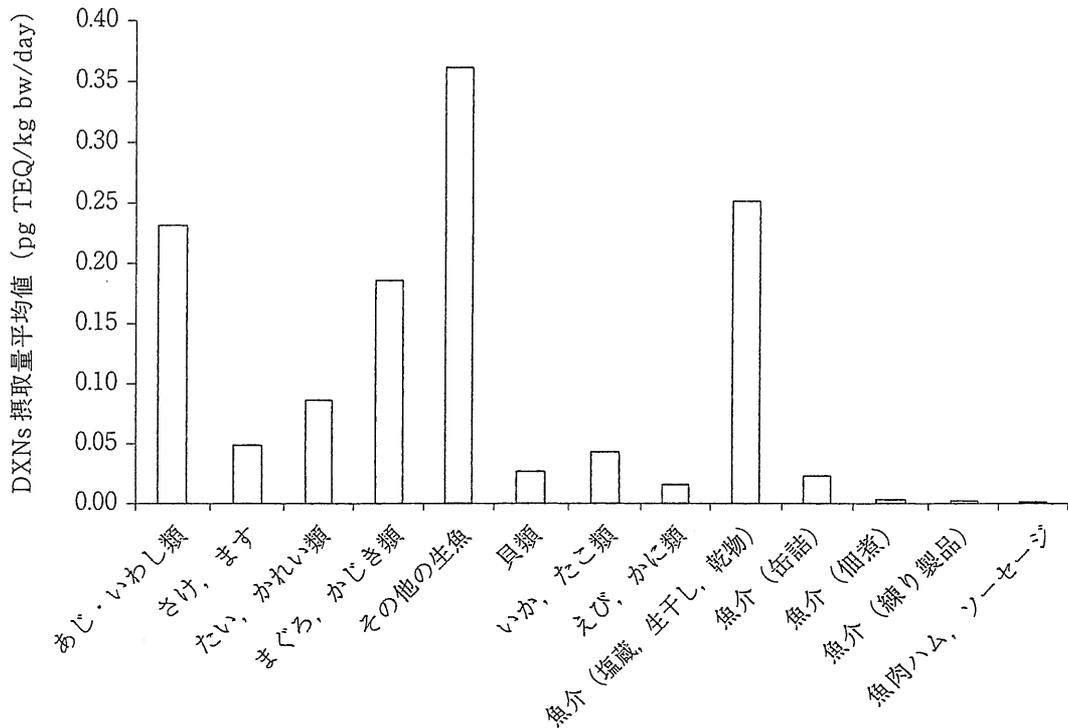


図4 モンテカルロシミュレーションにより推定した魚介類13区分からのDXNs1日摂取量

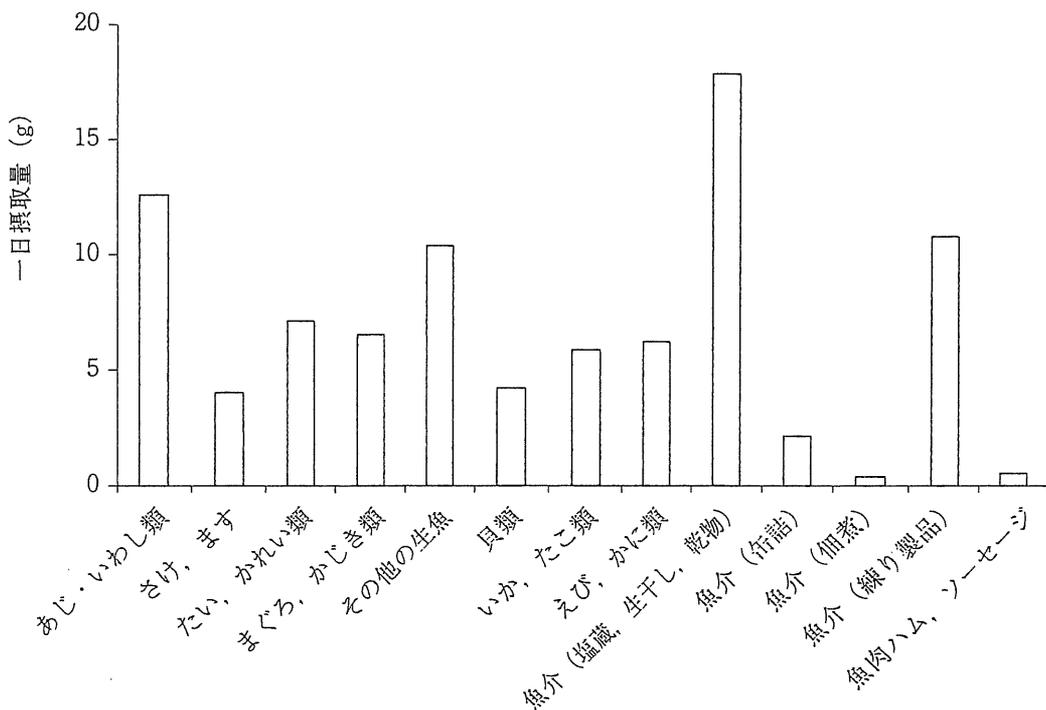


図5 魚介類13区分の1日摂取量

IV おわりに

TD 調査により推定された DXNs 摂取量は、政府の行政施策の効果等もあり徐々に低下する傾向

が示唆されている。しかし、依然としてTDIの17%程度を占めており、この値はDDT等の塩素系農薬やPCBsの摂取量がそれらのTDIに占める割合と比べると非常に高い値である。モンテカ

ルロシュミレーションによる魚介類からの DXNs 摂取量推定では摂取量分布が得られ、より詳細なリスク評価が可能であった。魚介類の一部は依然として比較的高い DXNs を含有することから、一部の食品を過度に摂取するのではなく、バランスのとれた食生活がリスク低減化においても重要であるといえる。今後も DXNs 摂取量調査を継続し、DXNs 摂取量の動向を見守る必要があると考えられる。

V 謝 辞

本研究は厚生労働科学研究費補助金研究事業（平成 10 年～24 年度）により行われた。TD 試料の調製にご協力いただきました研究機関および国民健康・栄養調査結果の特別集計にご協力いただいた独立行政法人国立健康・栄養研究所の諸氏に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) Van den Berg, M. *et al.*: The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicological Sciences* 93, 223-241 (2006).
- 2) 中央環境審議会環境保健部会 生活環境審議会 食品衛生調査会：ダイオキシンの耐容 1 日摂取量 (TDI) について, 平成 11 年 6 月 (<http://www.env.go.jp/chemi/dioxin/report/TDI/all.pdf>)
- 3) Van Leeuwen, F. X. *et al.*: Dioxins : WHO's tolerable daily intake (TDI) revisited. *Chemosphere* 40, 1095-1101 (2000).
- 4) 食品中のダイオキシン類の測定方法暫定ガイドライン, 食安監発第 0228003 号 (平成 20 年 2 月 28 日)
- 5) Toyoda, M. *et al.*: Decreased Daily Intake of PCDDs, PCDFs and Co-PCBs from Foods in Japan from 1977 to 1998. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Jpn.)* 40, 494-499 (1999).
- 6) Kiviranta H. *et al.*: Market basket study on dietary intake of PCDD/Fs, PCBs, and PBDEs in Finland. *Environ Int.* 30, 923-932 (2004).
- 7) Department of the Environment and Heritage, Australian Government. Human health risk assessment of dioxins in Australia - technical report No. 12. Revised July 2005.
- 8) Fattore E. *et al.*: Current dietary exposure to polychlorodibenzo-*p*-dioxins, polychlorodibenzofurans, and dioxin-like polychlorobiphenyls in Italy. *Mol. Nutr. Food Res.* 50, 915-921 (2006).
- 9) Tard A. *et al.*: Dioxins, furans and dioxin-like PCBs : Occurrence in food and dietary intake in France. *Food Addit. Contam.* 24, 1007-1017 (2007).
- 10) Windal I. *et al.*: Dietary intake of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs of the Belgian population. *Chemosphere* 79, 334-340 (2010).
- 11) Marin S. *et al.*: Congener profile, occurrence and estimated dietary intake of dioxins and dioxin-like PCBs in foods marketed in the Region of Valencia (Spain). *Chemosphere* 79, 1253-1261 (2011).
- 12) Perelló G. *et al.*: Assessment of the temporal trend of the dietary exposure to PCDD/Fs and PCBs in Catalonia, over Spain : Health risks. *Food and Chemical Toxicology* 50, 399-408 (2012)
- 13) Mortimer D. *et al.*: Consumer exposure to chlorinated and brominated dioxins and biphenyls and polybrominated diphenyl ethers : New UK total diet study. Abstracts from the 33rd International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants and POPs, Daegu, Korea (2013)

Ⅱ. 寄稿『食の安心・安全に関する情報』

1. 食の安全とは

畝山 智香子

(国立医薬品食品衛生研究所安全情報部)

1. 食品の安全性について

この会報には食品の安全性について何度か寄稿させて頂いており、繰り返しになるが改めて食品の安全性を消費者を中心に考えるとどうなるか、ということについて記述してみたい。出発点は、食品は膨大なリスクのかたまりである、というところである。

食中毒や食生活のバランスの悪さ由来する生活習慣病などは食物媒介性疾患Food-borne diseaseと呼ばれる。人類にとっては、生きるために必要な食料の確保が大切だった時代が長く、多くの人に十分な食料がいきわたるようになったのはつい最近の、先進国のみでの特殊事情でしかない。とりあえず食べてもすぐにはおなかをこわしたり病気になったりしないものを我々は食品としてきた。普通に食べている食品が安全だとみなされている根拠は「食習慣があるから」である。つまり今までの経験上、目に見える有害影響が知られていない、ということ。「安全」だと解釈しているだけである。しかしながら平均寿命80年を超えるというのはごく最近の出来事であり、たとえば80年間食べ続けてやっと有害影響が出る、というようなものがあつたとしたら、それはこれまでの経験からはわかるはずがないのである。典型的な例として、数年前に秋田県を中心にスギヒラタケというキノコを食べたことに関連する脳症の事例が報告されたが¹⁾、その患者の多くは腎臓透析患者であつた。透析患者ではスターフルーツでも脳症の症例報告があり、台湾では透析患者はスターフルーツを食べないようにという注意が出されている。腎臓透析や臓器移植のような、重大な基礎疾患をもちながら長生きする人たちがそれなりの数になる、という状況は最近のことであり、「食経験」などはない。それでも食べなければ生きられない以上、我々は壮大な人体実験をしている、というのが現状である。もちろん我々にはこれまで積み重ねた知識があるので、やみくもに突き進んでいるわけではないのだが、それでもわからないことだらけであり、食品のリスクがすべて理解できて管理できるようになる時代が来るとは誰も思っていない。

2. 「安全」の意味は時代や地域によって変わる

「安全」という言葉は専門家とそうでない人たちとの間で意味が全く違うようである。食品の場合、安全である、というのは「リスクがないこと」を意味するのではなく、「リスクが許容できる程度に小さいこと」を意味する。しかも「それが意図された用途で適切に使用された場合に」という条件がつく。当然のことであるが、食品は食べるものである。食品を注射したり顔や皮膚に塗ったりするのは食品としての使用範囲を逸脱しているので、安全性は保証されない。注射は論外として、小麦の加水分解物を含む石鹸で小麦アレルギーになつたという事例があつた²⁾が、食品を皮膚に塗ることによってアレルギーになつたという事例はそれほど稀ではない。野菜や果物を「天然だから安全」として食品以外の用途で使うことは避けるべきである。また特定の食品にアレルギーのある人もいるが、誰かがその食品でアレルギーになつたか

らといって食品そのものを安全でないとして排除することはできない。アレルギーのある人は避ける、というのも適切な使用条件になる。加熱して食べるものを生で食べる、というのも不適切使用であり、熱すぎるものや冷たすぎるもので怪我をする場合もある。液体窒素を入れたカクテルを飲んで胃を切除することになったという事例が最近海外で報告されている。食べ物を凍らせるのに液体窒素を扱う店は日本にもあるが、一般常識があれば液体窒素そのものを飲食することにリスクがあるのはわかるはずであり、だから飲食店での液体窒素の使用を禁止する、ということにはならないであろう。包丁が傷害事件に使われたからといって包丁を禁止しないのと同様に、食品を「安全」に取り扱い、飲食するにはそれなりに条件がある。逆に言うとして調理を含めて、「食べる」という行為には常に相当なリスクが伴うのである。

より大きな問題は「許容できる程度」とはどの程度か、ということである。図1は昭和のころから最近までの、厚生労働省に届け出があった食中毒による死者数である。あくまで食中毒として届け出られたもののみなので実数はこの数十倍はあるであろうと考えられているものではあるが、昭和30年代には届け出があったものだけで年間数百人が食中毒で死亡していたのである。それが関係者の努力により改善されてきたことがわかる。この図からは、昭和の時代には「当然」あるいは「しかたない」とされたことが、平成になってからは「許容できない」と判断されるであろうことが予想できる。ところで現在の多くの消費者運動の起源がこの昭和の時代にある。残留農薬や食品添加物のような化学物質による有害影響の可能性が世間の注目を集めた時代は同時に毎年三ケタの食中毒による死亡者が報告されていた時代でもあった。当時は、そして現在も、死因のほとんどが細菌やウイルスなどの微生物やフグやキノコといった天然毒によるもので、食品に残留する農薬や許可されて使用されている食品添加物が死者を出したということはほとんどない。そして消費者運動の高まりも寄与して食品添加物や残留農薬の管理も含め、食品を製造する側の管理は大きく前進した。昭和の時代と現在とでは、食品の安全性の考え方も管理の仕方も大きく変わってきたのは食中毒患者の数だけを見ても理解されるであろう。

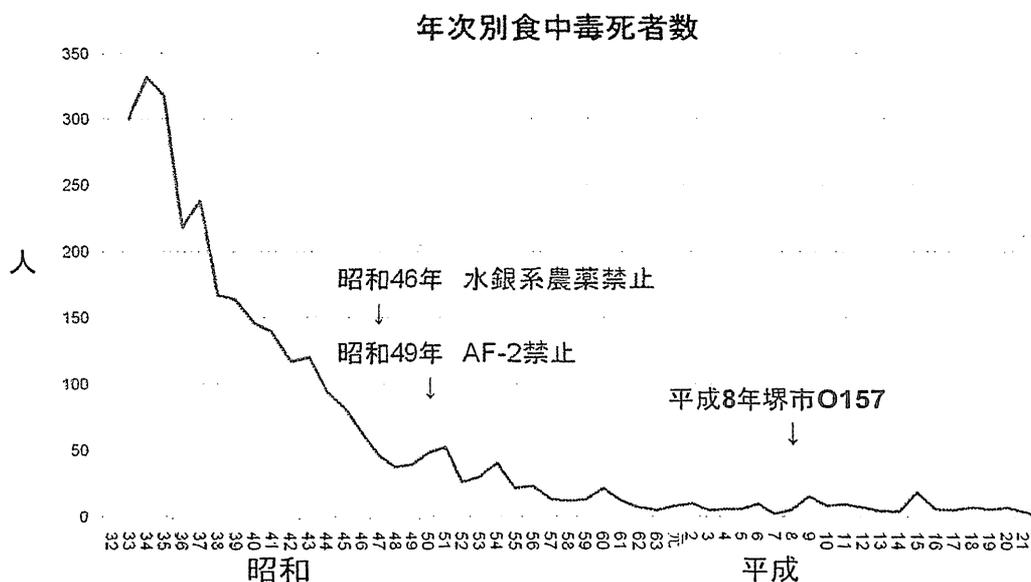


図1 食中毒による死者数

3. 農場から食卓まで—全ての人が役割をもつ

近年の食の安全は「農場から食卓までFrom Farm to Fork」「一貫して科学的に、脆弱なところをみつけて対処する」という基本になっている。食品の安全性のレベルを決めるのは一番レベルの低いところなのであるから、生産されてから食べるまでのすべてのルートで漏れなく安全性を確保する必要がある。生産者には生産者の責任があるし流通過程も大切であるが食べる場所では消費者自身も注意すべきことがある。たとえば発がん性については、指定添加物は全く心配しなくていいという状況になっている一方で、家庭で料理をする場合に、ちょっとよそ見をしていて焦がした、とか焼きすぎた、という場合には食品添加物なら到底許容できない量の遺伝毒性発がん物質ができてしまうのである。つまりアクリルアミドや多環芳香族炭化水素といった遺伝毒性発がん物質をできるだけ減らしたいと思うのであれば、食品添加物を気にすることは全く意味がなく、むしろ家庭での調理の温度や条件を気にするべきなのである。ほかに、農場から早朝冷蔵庫つきの輸送車で店舗までコールドチェーンを保って新鮮な野菜を運んできて、家庭での保管状況が悪かったら意味がない。新鮮な野菜を宅配、というような場合でも、「昨日とれた野菜を室温で配送して玄関前におきっぱなし」より「三日前採取の野菜をコールドチェーンを保って保管」のほうが鮮度がいい場合がある。そういう生産から消費までの全ての工程を俯瞰して見ていくと、一番リスクが大きく、管理ができていない部分が家庭だということがあり得る。市販品には品質管理や流通工程で複数の人の手を経るため何らかのチェックが働く場合が多いが、家庭で栽培したもの、あるいは山野から狩猟・採集したものについては他人の目による監視はなく全て自己責任になる。

また先進国では食品が原因となる健康影響の最大のもは肥満や高血圧などの非伝染性疾病、生活習慣病であり、これについては個人が何をどのくらい食べるのか、による部分が大きい。行政などが生産者や製造業者に対して市販されている個々の商品の安全性をいくら厳しく指導し管理しても、それをひとりひとりの消費者に「適切な量食べさせる」ことまではできない。多くの国が肥満の増加に悩み、食生活についての教育・啓発キャンペーンやテレビCMなどの宣伝についての規制、食品の栄養成分表示、脂肪や炭酸飲料などへの課税など、様々な政策でなんとか消費者の行動を変化させようと努力してきたが、これまでほとんど成果はあがっていない。企業に対して特定の添加物の使用を禁止したり食品のカロリー表示を求めたりするような場合には、企業は大抵指示に従う。ところが一般消費者に対して「健康的な食生活」を薦めてもほとんど効果がない。消費者の立場からこれを考えると、「健康的な食生活」というのは一人一人具体的内容が異なるので、漠然と薦められても何をどうすればいいのか不明であるし、自分が「健康的」だと思っていることが実際は健康的ではないような場合もあるであろう。ここで必要になるのは自分の健康状態と食品に関する正確で適切な情報の入手と日々の実践のための援助であろう。そうすると消費者の学習機会の拡大と適切な情報提供のために、管理栄養士などの専門家の知識を活用する一方、間違った健康情報を拡散しているメディアや「いわゆる健康食品」販売企業などの問題を指摘する活動がより活発になることが望ましい。実際消費者庁の栄養成分表示検討会では、食品の栄養成分表示を生かすためには消費者が「関心を持ち、内容を理解し、適切な食生活の実践のための活用が図られるよう」普及啓発を進めることが重要である、という報告書を発表している³⁾が、この消費者への普及啓発が最も困難な課

題であると認識されていた。現実には管理栄養士は一般の健康な人とはなかなか接点がないし、消費者団体は安全性とは関係のない産地表示などを事業者に求めることに終始しているようであるのが残念である。

4. 消費者も食品のリスク管理方法を決めている

食品の安全性についてのリスク評価は、科学的に行われるのではほぼ一定の結論がでる。一方そのリスクをどう管理するか、については、方法は一つではない。仮に生活習慣病の予防のための対策を考えた場合、個人の選択に任せて全く何もしない、という選択肢から、実験動物並みに全てを管理して決まったものしか食べさせない、という選択肢までの間に多様なバリエーションがあり得る。どのような対策が一番望ましいかは科学のみでは決めることができない。どれだけの金と手間（資源）を費やすことができるのかという、主に経済的な制約もあるし、消費者の行動も関係する。

例えば魚には天然にメチル水銀が含まれ、これは特に胎児の神経系の発育に有害影響があることがわかっている。どのくらいの量を食べると胎児に影響が出る可能性があるのかを科学的評価で決めることはできる⁴⁾。食品安全委員会は妊娠している人または妊娠可能性のある人を対象に、メチル水銀の耐容週間摂取量を $2.0\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週（Hgとして）という数字を出した。それを達成するために具体的にはどういう管理をするかについては様々なオプションがあり得る。魚に水銀の基準値を設定してそれを超える魚を販売しない、というのがひとつの方法ではあるが、基準値を設定する場合にもどういう食べ方をするという仮定を用いるか、実行可能かなどによって数値は変わってくる⁵⁾。もともとが天然物であるため魚の種類によって含まれる濃度が違い、高濃度のものを全て禁止するという方法を採用すると、マグロや鯨といったものは食べられなくなる。一方比較的高濃度の水銀を含む魚については、ハイリスクグループである妊婦に対して注意喚起をするという方法も採用されている⁶⁾。「基準値」の運用に関しても、数をたくさん検査して少しでも基準値違反があれば廃棄するという対応も可能だし、妊婦さんのような特定の集団がきちんと助言に従っていればそれほど大きな問題はないためあまり細かい検査はしない、という対応も可能なのである。日本人は特にマグロが大好きで、大きなマグロには何百万円という高値が付く。水銀は魚が大きいほど濃度が高くなる傾向があるので、高価なマグロほど、もし厳密に検査をしたら「基準値を超える」可能性が高い。しかし高価なマグロは高価であるがために一人の人が大量に食べることはありそうにないとも言える。多分日本では、初セリなどで高値が付いたマグロに水銀の検査を主張するのはあまり良いこととは思われないであろう。（一方で放射性物質については検査数も膨大でわずかな超過も見逃すことは許されないかのようなようである。それどころか、基準値以内でも検出されたら販売しないとしているところすらある。）魚の水銀については、米国なら、FDAはそういうことはしないが、水銀を懸念する市民団体などが検査をして食べるなど主張している。また妊婦さん向けの助言にしても、どの種類の魚をどのくらい食べればいいのかというのはそれほど単純なことではないので、伝える側の工夫ももちろん必要であるが受け止める側の理解度も重要になる。妊婦向けの助言なのに子どもを産むこととは関係がなさそうな高齢男性まで魚を食べなくなったり、あるいは妊婦がどういう魚を食べるのがいいのか考えるのが面倒だから全く魚を食べなくなって

胎児の神経系の発育に必須のオメガ3脂肪酸まで不足してしまうようなことは望ましくない。消費者に選択させても無理だと見なされるような社会では、魚を食べることを一切禁止した上で脂肪酸サプリメントを摂らせた方がいいという結論になるかもしれない。このように消費者の嗜好や助言に対する理解度などによってリスク管理の方法は多様である。リスクがある場合でも法による規制だけが管理の方法ではない。消費者自身が意識しているかどうかとは別に、消費者もリスク管理の方法を決めるのに関与しているのである。従って、資源を無駄にすることなく、消費者の選択の自由も確保しつつ、より合理的なリスク管理を行うためには消費者の「力」が必要になる。

5. 食の安全確保に終わりはない、常に進歩し続ける

食品がもともと未知のリスクの塊であることから、新たにリスク要因が発見されることもある。また既知の膨大なリスクのうちでもとりあえず大きなリスクから順番に対策していくとして、一つのリスクへの対策ができたなら次の優先順位のリスクの管理方法を検討する必要があるが出てくる。新しい技術による変化もあれば消費者のライフスタイルの変化により変わってしまうリスクもある。また日本は順調な経済の発展とともに、食品の安全性は年々向上してきたが、国が貧しくなるようなことがあれば安全性の水準を下げてでも食料を確保する必要に迫られることがあるかもしれない。これからの時代には、そういう困難な状況であっても対応できるような、しっかりした科学的根拠をもとに判断できる柔軟な能力が消費者にも求められている。そのような望ましい能力を身につけた消費者を増やしていくためには、日本食品安全協会のような活動がもっと盛んになる必要があるだろう。

<参考資料>

- 1) スギヒラタケの摂取について (注意喚起) 食品安全委員会
<http://www.fsc.go.jp/sonota/sugihiratake/index.html>
- 2) 小麦加水分解物含有石鹼「茶のしずく」を使用したことにより発症する小麦アレルギーに関する情報センター
<http://www.allergy.go.jp/allergy/flour/001.html>
- 3) 栄養成分表示検討会情報
<http://www.caa.go.jp/foods/index9.html>
- 4) 魚介類等に含まれるメチル水銀について 食品安全委員会
<http://www.fsc.go.jp/hyouka/hy/hy-hyouka-methylmercury.pdf>
- 5) 食品安全に関するリスクプロファイルシート (メチル水銀) 農林水産省
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/pdf/090306_me_hg.pdf
- 6) これからママになるあなたへ お魚について知っておいてほしいこと- 厚生労働省
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/suigin/dl/051102-2a.pdf>