

Fig.40 亜鉛摂取量経年変化

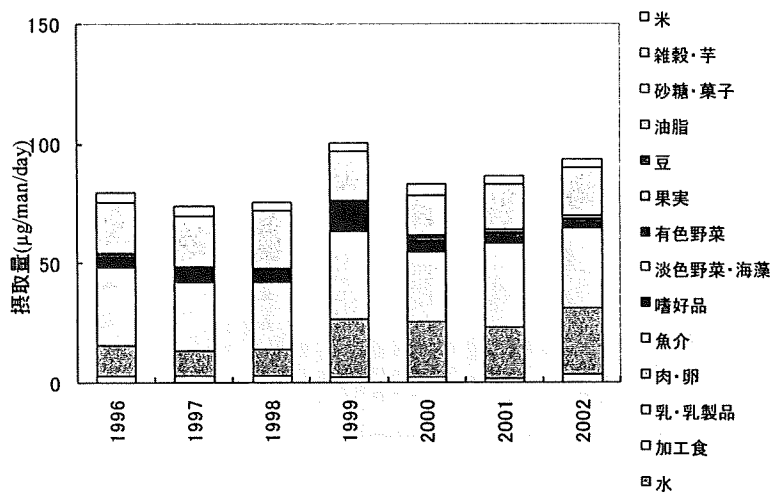


Fig.41 セレン摂取量経年変化

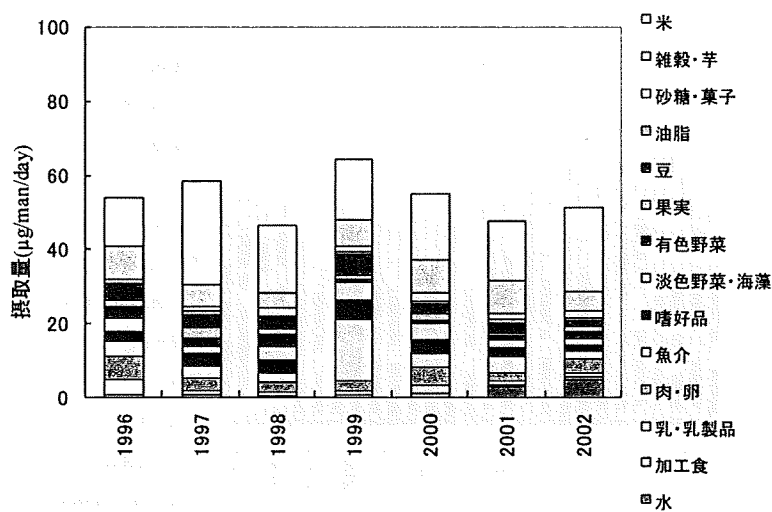


Fig.42 クロム摂取量経年変化

日本人の食品汚染物 1 日摂取量と 1 日摂取許容量 (ADI) との比較

HCH 類では, γ 異性体のリンデンに対して JMPR により 0.005 mg/kg bw/day の ADI が設定されているが, 他の異性体については未設定である. 日本人の平均体重を 50 kg とすれば一日摂取量としては 250 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ となる. 2000 年以降の総 HCH 摂取量は 0.1 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ 以下であるので, 対 ADI 比は 0.04% 以下である.

DDT 類の ADI は 0.01 mg/kg bw/day(JMPR)と設定されており, 一日摂取量としては 500 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ である. DDT の一日摂取量は 1991 年以降 1 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ 以下であり, 対 ADI 比は 0.2% 以下である.

ディルドリンの暫定 ADI は, アルドリンとの総量として 0.0001 mg/kg bw/day(JMPR)である. この値は HCH あるいは DDT と比較してかなり低く, 一人あたりとすると 5 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ となる. 一方, 最近の摂取量は HCH の 1/2 程度の 0.05 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ である. 従って, 対 ADI 比は 1%相当となり, 他の塩素系農薬よりも大きな値である. ヘプタクロルの暫定 ADI もディルドリンと同じく 0.0001 mg/kg bw/day(5 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$)である. 本調査での対象はヘプタクロルそのものではなく, 代謝物のヘプタクロルエポキシサイドであるが, その平均的な一日摂取量である 0.05 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ をヘプタクロルの ADI と比較すると, その比はディルドリンと同程度の 1%程度である.

有機リン系農薬類のマラチオン, MEP, ダイアジノンの ADI は, それぞれ 0.3, 0.005, 0.005 mg/kg bw/day である. これらの農薬の摂取量は年ごとに変動があるが, 高い摂取量を示した年でも, 対 ADI 比は 0.2%程度であった.

PCB の暫定 ADI は 0.005 mg/kg bw/day, 一人当たりとすると 250 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ となる. 最近もっとも高い結果となった 2005 年の摂取量は 1.14 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ であり, この値から計算した対 ADI 比は 0.5%程度である.

鉛の暫定週間耐容摂取量(PTWI)は 25 $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{week}$ とされている. この値は 180 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ に対応する. 2000 年以降の鉛の一日摂取量は 20~30 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ であるので, 対 PTWI 比は 11~17%である. 同様にカドミウムの PTWI は 7 $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{week}(= 50 \mu\text{g}/\text{man}/\text{day})$ であるので, 最近の一日摂取量 20~30 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ の対 PTWI 比は 40~60%となる. 有機塩素系あるいは有機リン系農薬, PCB の摂取量の対 ADI 比が大きくても 2%程度であったのに比較して, 鉛及びカドミウムの摂取量は, 許容される値にかなり接近している.

水銀の毒性は無機水銀とメチル水銀のような有機水銀では異なり, 有機水銀の毒性がより高い. 健康リスクを正確に評価するためには, 両者を別個に測定する必要がある. メチル水銀については, 2005 年に食品安全委員会により 2 $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{week}$ の TWI が示され, また胎児はハイリスクグループとされ, 妊婦及び妊娠している可能性のある女性に対して, 水銀を含む魚を食べる際の注意喚起がなされた. TDS 調査では総水銀を測定しているため, 耐用量との直接比較はできないが, 仮に推定された総摂取量 10 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ の全てがメチル水銀であったとすれば, 対 TWI 比は 70%程度である.

水銀とは逆に, 無機ヒ素は有機ヒ素よりも毒性が高く, WHO は無機ヒ素の PTWI として 15 $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{week}(= 107 \mu\text{g}/\text{man}/\text{day})$ を定めている. 総ヒ素として推定された摂取量 200

μg/man/day は PTWI を超えている。ヒ素の主たる摂取源である魚介類中では、ほとんどのヒ素が有機ヒ素として存在すると言われているが、水銀と同様に健康影響を正確に評価するためには、有機ヒ素と無機ヒ素を個別に定量し個々の摂取量を評価する必要がある。

第6次改訂日本人栄養所要量において、銅、マンガン、亜鉛の所要量と許容上限摂取量が定められている。銅の所要量は成人男性で 1.6~1.8 mg、女性で 1.4~1.6 mg であり、許容上限摂取は 9 mg である。TDS 調査による銅の一日摂取量の推定値は 1.2 mg/man/day であり、子供も含めた平均ではあるものの、所要量より若干低い結果となった。許容上限摂取量を超える恐れは少ないと考えられる。マンガンの所要量は成人男性で 3.5~4.0 mg、女性で 3.0~3.5 mg であり、許容上限摂取は 10 mg である。マンガン摂取量推定値は 3~4 mg/man/day の範囲にあり、おおむね所要量を満たしている。亜鉛の所要量は成人男性で 10~12 mg、女性で 9~10 mg であり、許容上限摂取は 30 mg である。TDS 調査で推定した摂取量は常に 10 mg/man/day 未満であり、亜鉛については所要量を満たしていない可能性が高いと考えられる。また、本調査で推定される一日摂取量は国民全体の平均値である。銅・マンガンの平均摂取量は所要量と同程度であるので、所要量を満たしていない人も存在する可能性は高い。例えば、マンガンは肉のような動物性食品からの摂取が多いが、野菜が少ない偏った食事を摂っている人の場合には所要量に達しない。このような人の比率の推定のためには、TDS 以外の方法による調査が必要となる。逆にこれらの金属をサプリメント等で摂取する人も多い。ミネラル類は所要量と許容上限の比が 3 倍程度であり、大量を容易に摂取できるサプリメントによる過剰摂取の可能性もある。

その他の汚染物の摂取量調査結果

国立医薬品食品衛生研究所食品部では、継続して実施している TDS 調査以外にも、様々の有害物質の摂取量調査を行っている。これらの調査においても、TDS 試料が活用されているので、一部の結果を以下に示す。

硝酸塩

硝酸塩は植物中に含まれる成分であり、さらに発酵調整・発色の目的で食品添加物としても使用されている。硝酸塩自体の毒性は特に高いわけではないが、体内で代謝され亜硝酸塩に変化すると、メトヘモグロビン血症を引き起こす。また、亜硝酸塩がアミンと反応するとニトロソアミンが生成する。ニトロソアミンには強い発ガン性があることが知られている。このことから、EU はレタスとハウレンソウについて、硝酸塩の最大基準値を定めている。また、Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA)は硝酸塩の ADI として 3.7 mg/kg/day を定めている。

2003 年に、神奈川県、愛知県、宮城県の 3 カ所で作成した TD 試料中の硝酸塩を分析し、摂取量が推定された。結果を Table 4 に示す。硝酸塩総摂取量は平均 4.2 mg/kg/day であり、JECFA の定めた ADI 3.7 mg/kg/day を 13 %超過していた。また、硝酸塩の主要な摂取源は、有色野菜及びその他の野菜・漬け物・海草であり、これら 2 つの群からの摂取量が総摂取量

Table 4 硝酸塩摂取量推定値

食品群	神奈川県		愛知県		宮城県	
	濃度	摂取量	濃度	摂取量	濃度	摂取量
	($\mu\text{g/g}$)	(mg/day)	($\mu\text{g/g}$)	(mg/day)	($\mu\text{g/g}$)	(mg/day)
1群	3.0	0.92	0.5	0.28	0.5	0.21
2群	0.5	0.11	32	8.76	35	7.05
3群	5.0	0.23	3.0	0.13	6.0	0.18
4群	1.0	0.02	0.5	0.01	3.0	0.04
5群	0.5	0.03	3.0	0.19	0.5	0.05
6群	49	5.67	24	2.75	7.0	0.97
7群	600	58.7	440	35.64	640	59.20
8群	730	152.1	750	133.35	670	144.85
9群	16	5.12	5	1.30	7.0	1.34
10群	0.5	0.07	6.0	0.68	2.0	0.18
11群	6.0	0.61	4.0	0.50	4.0	0.37
12群	0.5	0.07	0.5	0.07	0.5	0.07
13群	18	0.14	33	0.27	25	0.13
14群	6.0	3.60	0.5	0.30	1.0	0.60
一日摂取量 (mg/day)		227		184		215
一日摂取量 (mg/kg/day)		4.5		3.7		4.3

の90%以上を占めていた。

昭和51～60年にわたって実施された、「日本人の食品添加物1日摂取量実態調査研究」⁷⁾の一環として、硝酸塩の摂取量が調査されており、さらに平成11年には「食品添加物一日摂取量総点検調査」⁸⁾において硝酸塩摂取量が評価されている。これらの調査結果においても、硝酸塩の摂取量は3.8～5.2 mg/kg/dayで、多くの調査結果からも硝酸塩の摂取がADIを越えていることが示されている。

アルミニウム

アルミニウム(AI)は軽量・高い熱伝導度といった特性を持っているため、多方面で広く使用されており、日常生活においても調理器具、容器、包装材料として人が接触する頻度の高い金属である。AIの毒性は高くないと考えられていたが、2006年JECFAは従来のPTWI:7 mg/kg bw/weekを廃止し、1 mg/kg bw/weekを設定した。

1996～1998年に、10カ所の衛生研究所で作成したトータルダイエツト試料中のアルミニウムを分析し、摂取量が評価されている⁹⁾。Table 5に1998年の結果を示す。摂取量の平均値は4.9 mg/man/dayであったが、機関間の結果の差が大きく、最大値は13.2 mg/man/day、最小値は1.8 mg/man/dayであった。平均値4.9 mg/man/dayは0.69 mg/kg bw/weekに相当しており、対PTWI比は70%とかなり高い結果となった。主なアルミニウム摂取源は、嗜好品、野菜・海草、雑穀・芋、魚介類であった。

Table 5 アルミニウム摂取量推定値

食品群	最大値	最小値	平均値
	μg/man/day		
米	793	31	253
雑穀・芋	1713	11	710
砂糖・菓子	616	4	334
油脂	23	1	10
豆・豆加工品	454	5	144
果実	958	9	246
有色野菜	660	12	254
野菜・海草	3975	65	876
嗜好品	4241	5	1373
魚介	1010	22	442
肉・卵	271	9	127
乳・乳製品	165	0	61
加工食品	591	0	104
飲料水	180	0	30
総摂取量	13171	1806	4963

セレン及びクロム

1999年に日本人の栄養所要量が改訂され、ミネラルとしてセレン及びクロムが加えられた。これらの元素は微量必須元素であると同時に、過剰摂取による健康影響の可能性もあることから、許容上限摂取量も設定された。一方、必須元素であることからセレンあるいはクロムを含有するサプリメントも数多く市販されている。2002年には、TD試料の分析値から日本人のセレン及びクロムの摂取量の実態が推定された。

セレンが毒性の強い元素であることは知られていたが、同時にセレンがグルタチオンペルオキシダーゼの構成成分であることが見いだされ、さらにセレン欠乏症である克山病の存在等から、必須元素であると認識されるようになった。成人において40～60 μg/dayの所要量が設定されている。一方、大量に摂取すると、皮膚障害、脱毛、肝障害等の症状が現れるため、許容上限摂取量、250 μg/dayが定められた。

1996～2002年に、2カ所で調製されたTD試料のセレン濃度測定値に基づいて計算した、セレ

ンの一日摂取量の経年変化を Fig.41 に示す。経年的にわずかな上昇傾向がみられるものの、摂取量はほぼ一定で、80~100 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ であった。総摂取量に対する各食品群の寄与の割合は、魚介類、肉・卵、雑穀・芋からの摂取が多い結果であった。これらの3つの群で全摂取量の84%を占めており、特に魚介類からの摂取量が約40%と高かった。この結果から、平均的には、所要量以上を摂取していることが明らかとなった。日本人の食事は、魚介類の摂取量が多いことが特徴的であり、魚介類に特に多く含まれるセレンについては、欠乏の可能性はあまり高くないと考えられる。また、セレンを含む健康食品、サプリメント中には、1単位当たり50~100 μg のセレンを含有しているものもある。平均的な食事をとっている日本人の場合、サプリメントから150 μg を摂取すると、許容上限摂取量を超える可能性があり、安易にサプリメントを服用すると過剰症を引き起こす危険がある。

クロム、特に6価クロムの毒性が強いことが知られていたが、3価クロムはインスリンの補助因子として糖質、脂質代謝に関連していることが明らかとなり、必須元素とされた。所要量は成人で25~35 $\mu\text{g}/\text{day}$ と設定され、摂取許容上限量として250 $\mu\text{g}/\text{day}$ が定められた。

1996-2002年に4カ所で調製されたTD試料のクロム濃度測定値に基づいて計算した、クロムの一日摂取量の経年変化を Fig. 42 に示す。調査した期間の摂取量はほぼ一定で50~70 $\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$ であった。米、雑穀・芋、魚介からの摂取が比較的多いが、セレンのように特定の群から大部分を摂取しているわけではなく、多くの食品から摂取されていることが推測される。一方、2001年及び2002年には飲料水からの摂取が多くなっている。これは1カ所の機関での濃度が高かったためであるが、原因は不明である。調査結果から、平均的な食事をとっていれば、所要量以上が摂取できることが明らかとなった。多くの食品に含まれていることから、クロム欠乏の可能性はあまり高くないと考えられる。

ダイオキシン

トータルダイエット試料を用いたダイオキシン類摂取量調査は、本TDSとは別に、平成10年から厚生労働科学研究費補助金により実施されている。この調査では、全国7地域で試料を作成し分析を行っている。ダイオキシン類の主要摂取源である、魚介類、肉、乳の群については、各地域で産地・メーカーが異なる試料を3セット作成して分析し、摂取量推定値の信頼性を高めている。

Table 6 に平成10~18年のダイオキシン摂取量経年変化を示す。平均摂取量は調査開始時から徐々に減少する傾向にある。平成16~18年の平均摂取量は、1.04~1.41 $\text{pgTEQ}/\text{kg bw}/\text{day}$ の範囲にあり、日本における耐用一日摂取量4 $\text{pgTEQ}/\text{kg bw}/\text{day}$ の半分以下である。個々の値もこれを上回るものはなかった。平成18年度カラムの右側の数字は、2005年に定められたTEFを使用して計算した摂取量である。従来のTEFによる値と比較して、15%程度小さくなっている。

Table 6 ダイオキシン摂取量推定値

地 区		PCDDs+PCDFs+Co-PCBs (pgTEQ/kgbw/day) ND=0									
		平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	
北海道地区	A	2.77	1.29	0.84	0.67	0.88	0.84	0.48	0.67	0.38 (0.33) ²⁾	
						0.94	1.03	1.03	1.80	0.45 (0.39)	
						1.44	1.33	2.48	3.56	1.71 (1.50)	
東北地区	A	1.26	1.47	1.10	-	-	-	-	-	-	
	B	-	1.65	1.92	2.02	1.16	0.72	0.48	0.64	0.53 (0.46)	
						1.46	0.84	0.80	1.15	1.06 (0.90)	
関東地区	A		2.06	4.04	1.30	1.08	1.46	0.78	1.64	0.55	0.60 (0.51)
							2.01	1.86	1.80	0.87	0.94 (0.81)
							2.76	3.05	1.87	1.26	1.47 (1.28)
	B		2.14	1.59	1.72	1.99	1.34	0.90	-	-	-
							2.33	1.01	-	-	-
							3.40	2.93	-	-	-
C	2.00	1.68	1.48	1.42	0.90	1.02	1.05	0.70	0.79 (0.68)		
					1.17	1.06	1.75	1.33	1.00 (0.87)		
					1.51	2.05	2.34	2.03	1.38 (1.22)		
中部地区	A	-	1.53	1.44	-	-	-	-	-	-	
	B		1.87	1.57	1.41	1.65	1.40	1.34	0.72	0.69	0.67 (0.58)
							1.67	1.48	0.91	0.80	0.87 (0.76)
	C		2.03	2.42	1.80	1.53	0.62	0.58	0.64	0.47	0.46 (0.40)
							0.68	1.15	0.71	0.60	0.70 (0.62)
					1.28	1.50	2.03	1.86	1.24 (1.01)		
関西地区	A	-	7.01	2.01	-	-	-	-	-	-	
	B		2.72	1.79	1.43	1.33	0.96	0.77	1.32	0.67	0.98 (0.86)
							1.39	1.15	1.86	0.82	1.50 (1.32)
	C		-	1.89	2.01	2.00	1.40	-	-	-	-
							1.78	-	-	-	-
					2.02	-	-	-	-		
中国四国地区	A	-	3.59	-	-	-	-	-	-	-	
	B		-	-	0.98	0.88	0.79	0.62	-	-	-
							0.98	1.22	-	-	-
	C		1.22	1.48	1.40	1.60	0.73	1.03	1.19	1.20	0.93 (0.82)
							1.54	1.51	1.35	1.57	1.08 (0.92)
					2.12	2.05	1.72	1.72	1.94 (1.64)		
九州地区	A	1.99	1.84	1.55	3.40	0.57	0.85	0.61	0.66	0.61 (0.54)	
						1.18	1.04	0.99	1.05	0.65 (0.56)	
	B	-	1.19	0.86	-	-	1.81	1.83	1.27	1.44	1.65 (1.38)
平均		2.00	2.25	1.45	1.63	1.49	1.33	1.41	1.20	1.04 (0.90)	

1) 平成10～12年度の摂取量は、平成12年度厚生科学研究費補助金研究事業「ダイオキシン類の食品経路総摂取量調査研究報告書」から、平成13～15年度の摂取量は、平成15年度厚生労働科学研究費補助金研究事業「ダイオキシンの汚染実態把握及び摂取低減化に関する研究報告書」から、平成16及び17年度の摂取量は、平成16及び17年度厚生労働科学研究費補助金研究事業「ダイオキシン類による食品汚染実態の把握に関する研究報告書」から引用した。

2) ()内の数値は新しいTEF(WHO, 2005)を使用して算出した摂取量である。10から12群の摂取量の組み合わせは新しいTEFを使用した場合の最小値、中央値、最大値の組み合わせとしたため、一部の機関(関東地区A、中国・四国地区C)では使用している10から12群の分析値の組み合わせは従来のTEF(WHO, 1998)を使用した場合と異なる。

参考文献

- 1) 内山充：食品衛生研究，32(6)，p.23-40(1982)
- 2) 斎藤行生：食品衛生研究，37(8)，p.7-29(1987)
- 3) 総合食品安全辞典編集委員会編：総合食品安全辞典，p.404-413(1994)，産業調査会辞典出版センター，東京
- 4) 豊田正武，五十嵐敦子：食品衛生研究，47(3)，p.67-77(1997)
- 5) 五十嵐敦子，佐々木久美子，豊田正武，斎藤行生：衛生試験所報告，114，p.43-47(1996)
- 6) 国立医薬品食品衛生研究所食品部：日本におけるトータルダイエツト調査（食品汚染物の1日摂取量）1977～1999年度（2000）
- 7) 伊藤誉志男編，「日本人の食品添加物1日摂取量実態調査研究－食品中の食品添加物残存量測定による調査研究のまとめ－」，厚生省生活衛生局食品化学課（1987）
- 8) 食品添加物研究会編，「あなたが食べている食品添加物，食品添加物一日摂取量の実態と傾向 総合版」（2001）
- 9) 松田りえ子，佐々木久美子，酒井 洋，青柳由美子，佐伯政信，長谷川康行，遠藤幸男，日高利夫，石井敬子，望月恵美子，山本敬男，宮部正樹，田村征男，堀伸二郎，池辺克彦，辻元宏，小嶋美穂子，宮村恵宣，佐伯清子，松岡幸恵，岡日出夫，田坂美和子，西岡千鶴，藤田久雄，城間博正，大城善昇，豊田正武：食品衛生学雑誌，42，p.18-23(2000)

謝辞

本調査は厚生労働科学研究費補助金により実施しました。本研究の実施に当たり、下記地方衛生研究所及び大学の御協力を得たことを深謝いたします。

試料作成及び分析にご協力いただいた機関

北海道立衛生研究所
宮城県保健環境センター
新潟県保健環境科学研究所
千葉県衛生研究所
横浜市衛生研究所
山梨県衛生公害研究所
名古屋市衛生研究所
滋賀県立衛生環境センター
大阪府立公衆衛生研究所
奈良県衛生研究所
和歌山県衛生公害研究センター
島根県保健環境科学研究所
山口県環境保健研究センター
愛媛県立衛生環境研究所
高知県衛生研究所
香川県衛生研究所
福岡県保健環境研究所
沖縄県衛生環境研究所
別府大学

編集：国立医薬品食品衛生研究所食品部

松田りえ子，五十嵐敦子，渡邊敬浩，樽見和枝，堀江英里，米谷民雄

東京都世田谷区上用賀 1-18-1 〒158-8501

Fax:+81-3-3700-9348/3707-6950

