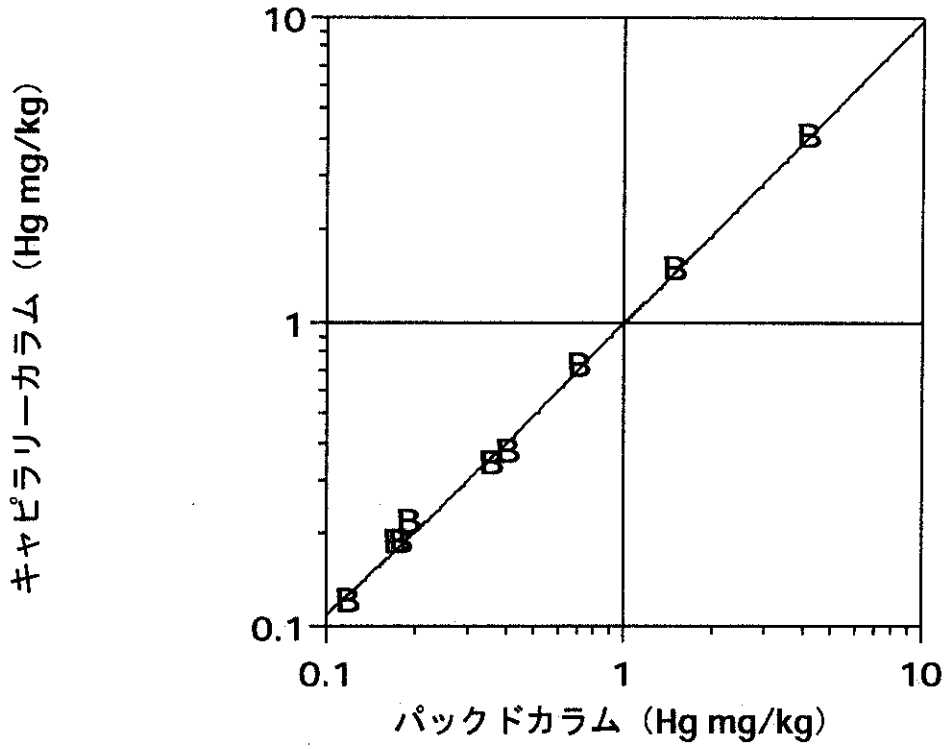


Sample name	Conc of Hg(ppm) convert from Conc of Me-Hg(ppm):Capillary Column	Conc of Hg(ppm) convert from Conc of Me-Hg(ppm):Packed Column
02-S-01	0.085	0.105
02-S-02	0.079	0.100
02-S-03	0.039	0.056
02-S-04	0.102	0.126
02-S-05	0.037	0.054
02-S-06	0.033	0.051
02-S-07	0.094	0.135
02-S-09	0.117	0.155
02-S-10	0.079	0.106
02-S-11	0.035	0.055
02-S-13	0.034	0.043
02-S-14	0.066	0.083
02-S-15	0.093	0.119
02-K-01	0.074	0.091
02-K-02	0.072	0.091
02-K-03	0.049	0.063
02-K-05	0.046	0.064
02-K-06	0.108	0.145
02-K-07	0.058	0.073
02-K-08	0.052	0.074
02-K-09	0.052	0.068
02-K-15	0.062	0.078
02-K-16	0.033	0.060
02-K-17	0.035	0.060
02-K-18	0.052	0.078
02-K-19	0.033	0.067

図4 マグロ中のメチル水銀分析値の比較



$$f(x) = 9.751998E-1 * x + 1.125379E-2$$
$$R^2 = 9.997149E-1$$

### Ⅲ マグロ類からの水銀及びメチル水銀一日摂取量の推定

前章で測定した、マグロ類47試料中の水銀及びメチル水銀濃度の実態調査結果(前章表2参照)と、国民栄養調査に基づくマグロ類一日摂取量から、マグロ類からの水銀及びメチル水銀の一日摂取量の推定を行った。

#### マグロ中の水銀・メチル水銀濃度

表1には前章表1と2の内容をまとめて示す。また、図1にはマグロの種類毎の水銀及びメチル水銀濃度を図示した。マグロの種類により水銀濃度はかなりの変動を示し、キハダマグロでは全ての試料において水銀及びメチル水銀濃度は1mg/kg以下であり、平均値は水銀0.30mg/kg、メチル水銀0.24mg/kgであった。インドマグロ、メバチマグロ、クロマグロでは、一部の試料で1mg/kgを越える濃度となり、平均濃度も水銀1.3mg/kg前後、メチル水銀1mg/kg前後であった。

天然のクロマグロで水銀濃度が6以上の試料がみられた。これは重量が183kgと非常に大きかった。また、水銀濃度の低いキハダマグロ試料は全て重量が70kg以下で、比較的小さかった。このような事実から、魚体重量と水銀濃度に何らかの関係があることが考えられたため、両者の関係を図2にプロットした。□及び■で示したクロマグロを除くと、重量と水銀濃度には弱い相関が見られるが、クロマグロでは重量と水銀濃度の相関は見られなかった。

試料全体の水銀濃度の平均値は0.97mg/kg、メチル水銀濃度の平均値は0.74mg/kgであった。

総水銀に対するメチル水銀の割合は、50%~100%の範囲で、平均は78.6%であり、水銀のかなりの部分がメチル水銀として存在していた。

#### マグロ類摂取量

マグロ類の摂取量は、平成10~12年の国民栄養調査結果を、年齢層別に集計した結果を用いた。また、これとは別に妊婦の集計も行った。調査対象者数は38,850人である。

マグロ類として、マグロ赤身、マグロ脂身、マグロフレーク水煮缶詰、マグロフレーク味付け缶詰、マグロ油漬缶詰を集計した。マグロ赤身と脂身については、男女別の集計も行った。集計結果を表2に示す。平均摂取量は非摂食者を含めた全体平均、95%tileは摂食者中の値である。

マグロ類中、最も多く摂取されているのは、赤身であり、男性の摂食者の割合は女性よりも高く、平均摂取量も高い傾向がある。脂身は赤身よりも摂取者割合が低かった。

7-14才のグループは男女ともに、赤身の摂食率が高い。国民栄養調査では、「学校給食」を食べた子供については、学校給食基準に基づく食品構成の食品の組み合わせを当てはめている。この基準にマグロ(赤身)が2g入っており、実際の摂取実態にかかわらず、一律2gのマグロを食べたと計算しているからである。

マグロ赤身を除いては、妊婦のグループは対応する20才以上のグループに比べ、摂取率が高く、フレーク水煮缶詰、フレーク

味付け缶詰、油漬けの平均摂取量の合計は、赤身よりも高い。特に摂食率の高いマグロ油漬けは、1-6才の子供も高率で摂食している。このことから、小さい子供のいる若い世帯では、マグロ赤身とともにマグロ油漬け等の缶詰を摂食する割合が高く、これが妊婦の群にも反映していると考えられる。

#### 水銀及びメチル水銀一日摂取量

表1のマグロ中の水銀及びメチル水銀の平均濃度と、表2のマグロ類摂取量の結果から、水銀及びメチル水銀一日摂取量を計算した。

表1では赤身のみが測定されており、脂身及び缶詰類についてはデータがないため、赤身と同じ濃度として計算した。

計算結果を表3に示す。摂取量平均は各グループのマグロ類の平均摂取量から計算した。摂食量の95%タイルは、摂食者の中での値であるので、全員の中での95%タイルとは異なっている。このため、摂食者の95%タイルに全体での摂食割合をかけたものを、全体の中での95%タイルであると仮定し、計算を行った。結果を表3に示す。

95%タイル値は平均値の数倍以上の場合が多く、20代以上の男性の場合、メチル水銀の平均摂取量は1日当たり5.7 $\mu$ gであるが、95%タイルは19.2 $\mu$ gである。

マグロ類摂食の状況を反映して、20才以下のグループ及び妊婦のグループでマグロ缶詰類からの推定摂取量がかなり高い。計算ではマグロ赤身中の水銀等の濃度を用いているが、缶詰中には調味液、油が含まれており実際の濃度はやや低いと考えられる。英国の調査でも、缶詰の濃度は生のマグロの半分程度である。従って、これらのグル

ープでの水銀摂取量を推定するためには、マグロ缶詰類の水銀及びメチル水銀濃度調査が必要である。

FAO/WHOは、メチル水銀の暫定的週間摂取量(PTWI)として、3.3 $\mu$ g/kg/weekを設定している。また、EPAは妊娠中の女性に対して0.1 $\mu$ g/kg/day(=0.7 $\mu$ g/kg/week)を採用し、2003年2月に英国食料基準局が発した勧告にも、同様の値が採用されている。

今回のメチル水銀一日摂取量結果を、体重当たりに変換して表3の右側に示した。どの年齢グループも、平均値・95%タイルともにFAO/WHOのPTWI 3.3 $\mu$ g/kg/weekを越えていないが、妊娠中女性のグループ及び6歳以下の子供の95%タイル値はEPAの勧告値を越えていた。

表1 マグロ水銀分析結果

## マグロ水銀分析結果

サンプル番号	入荷時の状況	種類	総重量 (kg)	産地	サンプル部分	総水銀 (mg/kg)	メチル水銀 (Hg mg/kg)	比
1	冷凍	インド	63	ケープタウン	尾部	2.6	2.0	76.9
2	冷凍	インド	106	ケープタウン	頭部	0.79	0.68	86.1
3	冷凍	インド	64	ケープタウン	頭部	1.6	1.3	81.3
4	冷凍	インド	87	ケープタウン	尾部	1.5	1.4	93.3
5	冷凍	インド	69	ケープタウン	頭部	0.91	0.91	100.0
8	冷凍	インド	96	ケープタウン	中央	0.90	0.86	95.6
9	冷凍	インド	96	ケープタウン	中央	0.99	0.74	74.7
10	冷凍	インド	98	ケープタウン	尾部	0.83	0.72	86.7
平均値			84.9			1.27	1.08	86.8
11	生	キハダ	51	バリ	中央	0.25	0.19	76.0
12	生	キハダ	37	台湾	尾部	0.25	0.17	68.0
13	生	キハダ	39	ベトナム	尾部	0.35	0.30	85.7
14	生	キハダ	34	台湾	尾部	0.11	0.10	90.9
15	生	キハダ	42	バリ	尾部	0.20	0.18	90.0
16	生	キハダ	51	バリ	尾部	0.51	0.46	90.2
17	生	キハダ	48	バリ	尾部	0.44	0.33	75.0
18	生	キハダ	47	台湾	尾部	0.23	0.22	95.7
19	生	キハダ	38	バリ	中央(ハラ)	0.28	0.21	75.0
20	生	キハダ	34	台湾	尾部	0.14	0.12	85.7
21	冷凍	キハダ	43	太平洋	尾部	0.33	0.24	72.7
22	冷凍	キハダ	44	インド洋	尾部	0.30	0.25	83.3
23	冷凍	キハダ	20	南太平洋	尾部	0.09	0.05	55.6
24	冷凍	キハダ	60	インド洋	尾部	0.54	0.40	74.1
25	冷凍	キハダ	60	インド洋	尾部	0.39	0.28	71.8
26	冷凍	キハダ	64	インド洋	尾部	0.36	0.26	72.2
平均値			44.5			0.30	0.24	78.9
27	冷凍	メバチ	83	太平洋	中央	1.6	1.3	81.3
28	冷凍	メバチ	64	大西洋	中央	1.6	1.2	75.0
29	冷凍	メバチ	112	太平洋	尾部	0.69	0.46	66.7
30	冷凍	メバチ	100	南太平洋	尾部	1.4	1.1	78.6
31	冷凍	メバチ	77	太平洋	中央	0.96	0.75	78.1
32	冷凍	メバチ	61	南太平洋	尾部	0.46	0.42	91.3
33	冷凍	メバチ	99	大西洋	中央	1.4	1.2	85.7
34	冷凍	メバチ	98	南太平洋	中央	0.98	0.75	76.5
35	冷凍	メバチ	88	太平洋	尾部	3.1	2.3	74.2
36	冷凍	メバチ	80	南太平洋	中央	0.55	0.41	74.5
37	冷凍	メバチ	80	南太平洋	尾部	0.80	0.66	82.5
平均値			85.6			1.23	0.96	78.6
101	冷凍(天然)	本(クロ)	96	ニューヨーク	頭部	2.4	1.6	66.7
102	冷凍(天然)	本(クロ)	106	ニューヨーク	中央	2.5	1.5	60.0
103	冷凍(天然)	本(クロ)	139	ニューヨーク	中央	0.84	0.55	65.5
104	冷凍(畜養)	本(クロ)	24.6	クロアチア	尾部	0.96	0.72	75.0
105	冷凍(天然)	本(クロ)	183	ニューヨーク	頭部	6.1	4.2	68.9
106	冷凍(畜養)	本(クロ)	24.4	クロアチア	尾部	0.39	0.36	92.3
107	冷凍(畜養)	本(クロ)	24	クロアチア	尾部	0.44	0.29	65.9
108	冷凍(畜養)	本(クロ)	56	スペイン	尾部	0.58	0.41	70.7
109	冷凍(天然)	本(クロ)	179	ニューヨーク	頭部	0.74	0.56	75.7
110	冷凍(天然)	本(クロ)	195	ニューヨーク	中央	0.82	0.62	75.6
6	冷凍	本	164	地中海	中央	0.58	0.43	74.1
7	冷凍	本	200	アイルランド	頭部	0.78	0.65	83.3
平均値			115.9			1.43	0.99	72.8
全体平均			79.2			0.97	0.74	78.6

図1 マグロ類中の総水銀及びメチル水銀濃度（種類別）

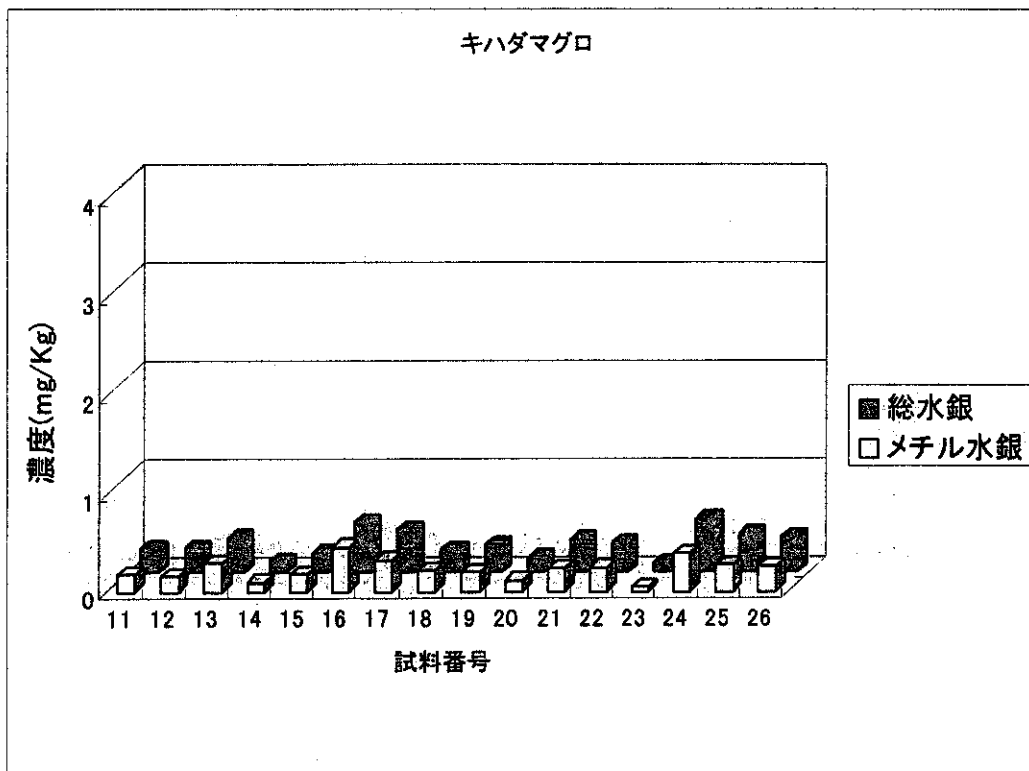
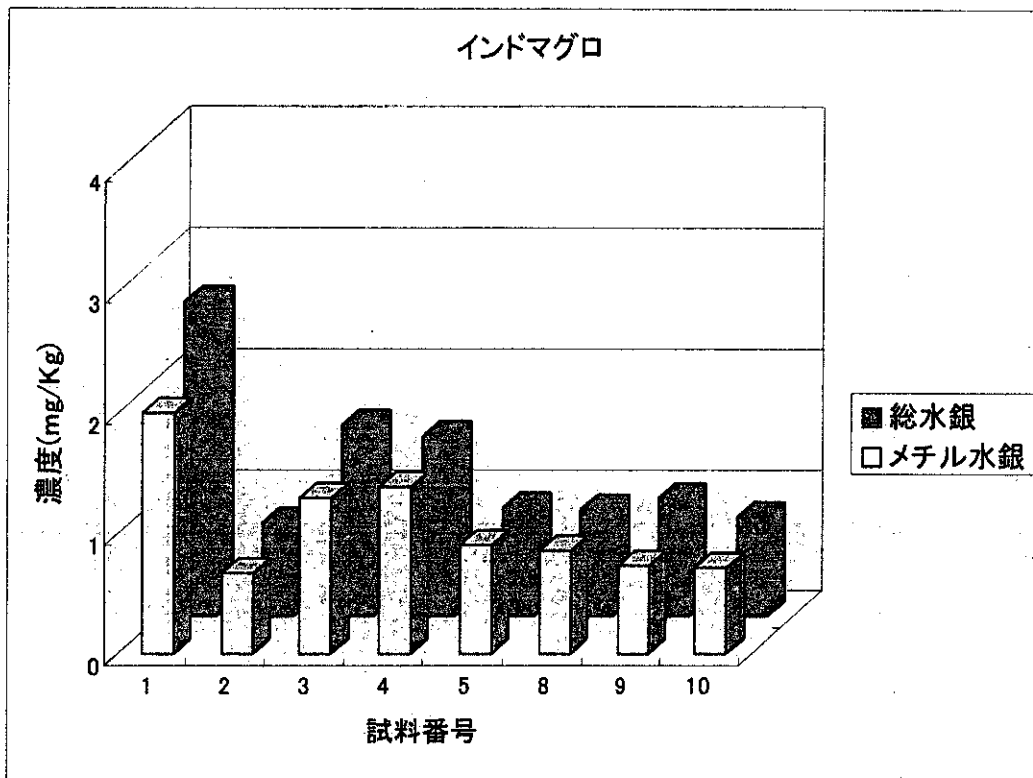
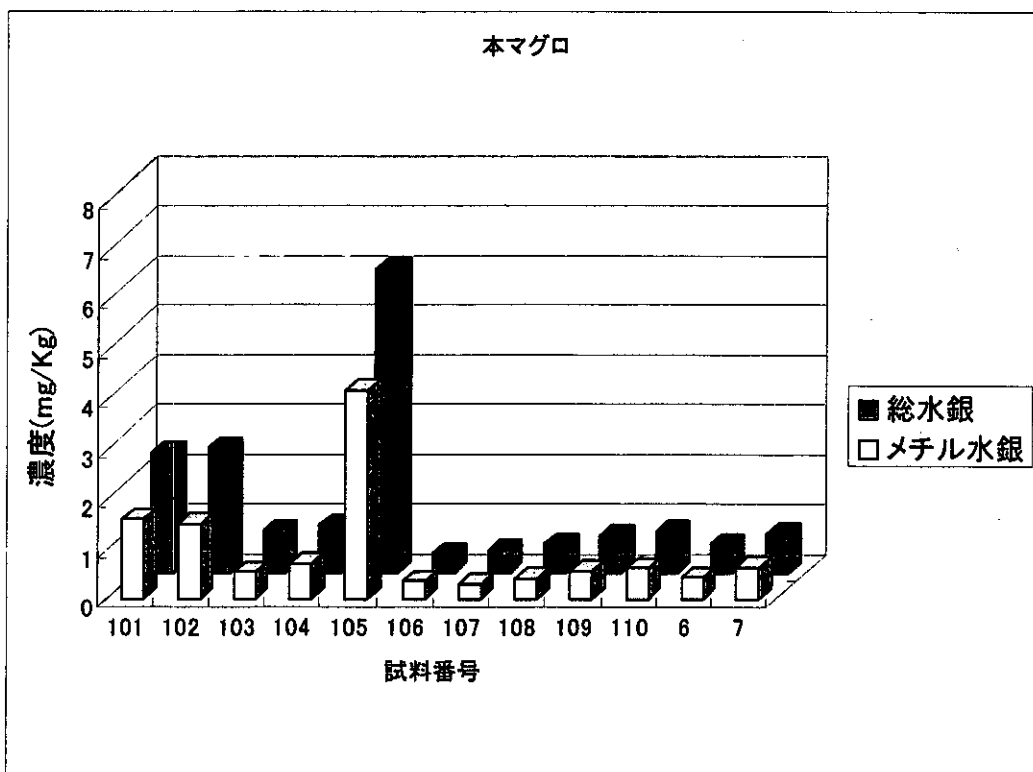
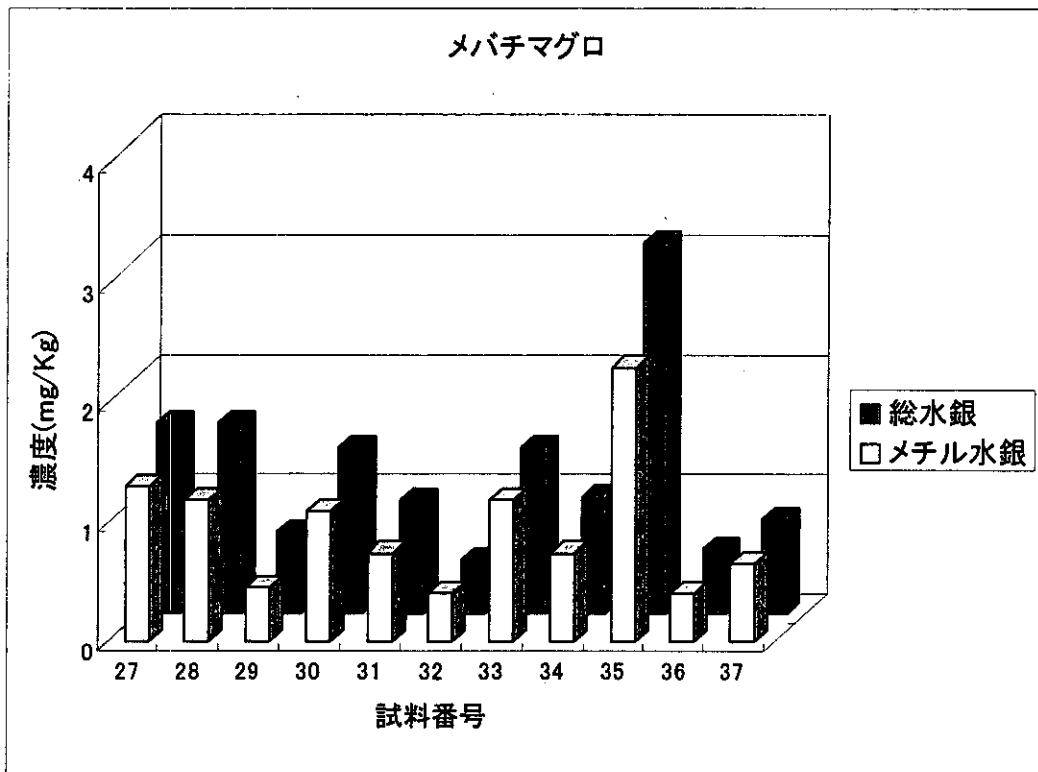


図1 続き



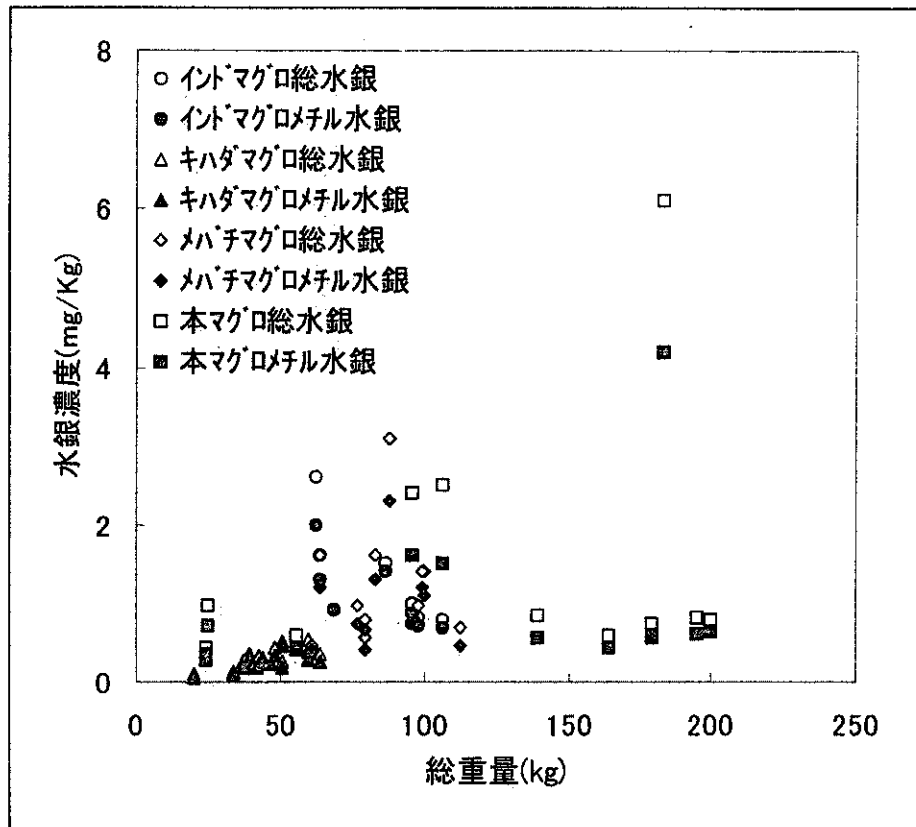


図2 魚重量と水銀濃度の関係



表2 マグロ類一日摂取量

マグロ赤身		総数	摂食者数	摂食者%	摂取量平均	
年齢	性別				g	95%tile g
1-6y	F	1101	127	11.5	0.94	32
	M	1213	147	12.1	1.25	50
7-14y	F	1791	1508	84.2	3.60	10
	M	1904	1604	84.2	3.98	20
15-19y	F	1152	193	16.8	2.93	85.3
	M	1128	244	21.6	3.93	92
20y以上	F	16396	2708	16.5	4.59	97.5
	M	14164	3672	25.9	7.67	100
妊婦	F	181	23	12.7	2.17	75
マグロ脂身		総数	摂食者数	摂食者%	摂取量平均	
年齢	性別				g	95%tile g
1-6y	F	1101	2	0.2	0.09	61.1
	M	1213	5	0.4	0.22	97.5
7-14y	F	1791	5	0.3	0.29	250
	M	1904	5	0.3	0.14	66.7
15-19y	F	1152	6	0.5	0.43	130
	M	1128	7	0.6	0.25	60
20y以上	F	16396	71	0.4	0.28	133.3
	M	14164	76	0.5	0.39	150
妊婦	F	181	3	1.7	0.94	100
マグロフレーク水煮缶詰		総数	摂食者数	摂食者%	摂取量平均	
年齢					g	95%tile g
1-6y		2314	8	0.3	0.05	26.9
7-14y		3695	35	0.9	0.19	40
15-19y		2280	17	0.7	0.21	60
20y以上		30560	159	0.5	0.16	82.5
妊婦		181	3	1.7	1.10	150
マグロフレーク味付け缶詰		総数	摂食者数	摂食者%	摂取量平均	
年齢					g	95%tile g
1-6y		2314	13	0.6	0.08	27.5
7-14y		3695	22	0.6	0.11	27.6
15-19y		2280	16	0.7	0.15	52
20y以上		30560	131	0.4	0.13	85
妊婦		181	2	1.1	0.29	32
マグロ油漬け		総数	摂食者数	摂食者%	摂取量平均	
年齢					g	95%tile g
1-6y		2314	90	3.9	0.53	40
7-14y		3695	149	4.0	0.75	40
15-19y		2280	113	5.0	1.31	70.2
20y以上		30560	945	3.1	0.79	60
妊婦		181	7	3.9	1.08	87.3

表3 マグロからの総水銀及びメチル水銀一日摂取量及び週当たり摂取量

年齢	性別	一日摂取量				週当たり摂取量			
		平均		95%tile		平均		95%tile	
		水銀 μg/day	メチル水銀 μg/day	水銀 μg/day	メチル水銀 μg/day	水銀 μg/kg/week	メチル水銀 μg/kg/week	水銀 μg/kg/week	メチル水銀 μg/kg/week
マグロ赤身									
1-6y	F	0.914	0.698	3.580	2.731	0.406	0.309	1.588	1.212
	M	1.213	0.925	5.878	4.484	0.525	0.401	2.545	1.941
7-14y	F	3.489	2.662	8.167	6.231	0.665	0.507	1.556	1.187
	M	3.864	2.948	16.343	12.468	0.713	0.544	3.014	2.299
15-19y	F	2.838	2.165	13.862	10.575	0.392	0.299	1.917	1.462
	M	3.813	2.909	19.304	14.727	0.449	0.342	2.272	1.733
20y以上	F	4.457	3.400	15.620	11.916	0.590	0.450	2.069	1.578
	M	7.441	5.677	25.147	19.184	0.811	0.619	2.741	2.091
	妊婦	2.108	1.608	9.244	7.052	0.264	0.201	1.156	0.882
マグロ脂身									
1-6y	F	0.088	0.067	0.108	0.082	0.039	0.030	0.048	0.036
	M	0.209	0.160	0.390	0.297	0.091	0.069	0.169	0.129
7-14y	F	0.281	0.214	0.677	0.516	0.053	0.041	0.129	0.098
	M	0.134	0.102	0.170	0.130	0.025	0.019	0.031	0.024
15-19y	F	0.422	0.322	0.657	0.501	0.058	0.044	0.091	0.069
	M	0.242	0.185	0.361	0.276	0.029	0.022	0.043	0.032
20y以上	F	0.268	0.204	0.560	0.427	0.035	0.027	0.074	0.057
	M	0.378	0.288	0.781	0.596	0.041	0.031	0.085	0.065
	妊婦	0.911	0.695	1.608	1.227	0.114	0.087	0.201	0.153
フレーク水煮缶詰									
1-6y		0.045	0.034	0.090	0.069	0.020	0.015	0.040	0.030
7-14y		0.187	0.143	0.368	0.280	0.035	0.027	0.069	0.053
15-19y		0.206	0.157	0.434	0.331	0.026	0.020	0.055	0.042
20y以上		0.159	0.121	0.416	0.318	0.019	0.014	0.050	0.038
	妊婦	1.071	0.817	2.412	1.840	0.134	0.102	0.302	0.230
フレーク味付け缶詰									
1-6y		0.082	0.062	0.150	0.114	0.036	0.027	0.066	0.050
7-14y		0.102	0.078	0.159	0.122	0.019	0.015	0.030	0.023
15-19y		0.145	0.111	0.354	0.270	0.018	0.014	0.045	0.034
20y以上		0.122	0.093	0.353	0.270	0.015	0.011	0.042	0.032
	妊婦	0.279	0.213	0.343	0.262	0.035	0.027	0.043	0.033
マグロ油漬け									
1-6y		0.513	0.391	1.509	1.151	0.225	0.171	0.661	0.505
7-14y		0.730	0.557	1.565	1.194	0.137	0.104	0.293	0.224
15-19y		1.272	0.971	3.375	2.575	0.162	0.123	0.429	0.327
20y以上		0.768	0.586	1.800	1.373	0.092	0.070	0.215	0.164
	妊婦	1.045	0.797	3.275	2.498	0.131	0.100	0.410	0.313

年齢	一日摂取量				週当たり摂取量			
	平均		95%tile		平均		95%tile	
	水銀 μg/day	メチル水銀 μg/day	水銀 μg/day	メチル水銀 μg/day	水銀 μg/kg/week	メチル水銀 μg/kg/week	水銀 μg/kg/week	メチル水銀 μg/kg/week
マグロ赤身								
1y	0.602	0.459	1.596	1.218	0.396	0.302	1.049	0.800
2y	0.656	0.501	2.902	2.214	0.362	0.276	1.600	1.220
3y	0.680	0.519	2.297	1.753	0.326	0.249	1.101	0.840
4y	1.235	0.943	5.040	3.845	0.532	0.406	2.171	1.656
5y	1.338	1.021	4.520	3.449	0.494	0.377	1.670	1.274
6y	1.819	1.387	8.045	6.137	0.589	0.450	2.607	1.989
マグロ脂身								
1y	0	0	0	0	0	0	0	0
2y	0.408	0.311	0.737	0.562	0.225	0.171	0.406	0.310
3y	0	0	0	0	0	0	0	0
4y	0	0	0	0	0	0	0	0
5y	0.354	0.270	0.432	0.329	0.131	0.100	0.159	0.122
6y	0.123	0.094	0.123	0.094	0.040	0.030	0.040	0.030
フレーク水煮缶詰								
1y	0.022	0.017	0.022	0.017	0.015	0.011	0.015	0.011
2y	0.041	0.031	0.042	0.032	0.023	0.017	0.023	0.018
3y	0.026	0.019	0.026	0.019	0.012	0.009	0.012	0.009
4y	0.112	0.085	0.157	0.120	0.048	0.037	0.068	0.052
5y	0.063	0.048	0.063	0.048	0.023	0.018	0.023	0.018
6y	0	0	0	0	0	0	0	0
フレーク味付け缶詰								
1y	0	0	0	0	0	0	0	0
2y	0.120	0.092	0.189	0.144	0.066	0.051	0.104	0.079
3y	0.051	0.039	0.051	0.039	0.024	0.019	0.024	0.019
4y	0.039	0.030	0.039	0.030	0.017	0.013	0.017	0.013
5y	0.077	0.059	0.113	0.086	0.028	0.022	0.042	0.032
6y	0.193	0.147	0.878	0.670	0.062	0.048	0.285	0.217
油漬缶詰								
1y	0.491	0.374	1.901	1.450	0.322	0.246	1.249	0.953
2y	0.384	0.293	0.942	0.718	0.212	0.162	0.519	0.396
3y	0.615	0.469	1.787	1.363	0.295	0.225	0.857	0.654
4y	0.697	0.532	1.650	1.259	0.300	0.229	0.711	0.542
5y	0.311	0.238	0.550	0.420	0.115	0.088	0.203	0.155
6y	0.584	0.445	1.181	0.901	0.189	0.144	0.383	0.292

20020977

以降は雑誌/図書等に掲載された論文となりますので、  
「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。

「研究成果の刊行に関する一覧表」

**厚生労働省通知アフラトキシン試験法の複数機関による評価研究**

稲山浩, 田中敏嗣, 中島正博, 藤田和弘, 里山俊哉, 三浦嘉巳, 米谷民雄

日本食品化学学会誌. Vol. 9 No. 3, Page120-124(2002)

**An application of liquid chromatography and mass spectrometry  
for determination of aflatoxins**

Tanaka T, Yoneda A, Sugiura Y, Inoue S, Takino M, Tanaka A,  
Shinoda A, Suzuki H, Akiyama H, Toyoda M.

Mycotoxins. 2002; Vol. 52(2): 107-113.