

**食品安全に関するリスクプロファイルシート(検討会用)**  
(化学物質)

更新日：2013年10月23日

項 目	内 容										
1	<p>ハザードの名称/別名</p> <p>メチル水銀 (水銀原子にメチル基が結合している化合物の総称)</p> <p>別名 Methylmercury、Methylhydridemercury(Ⅱ)、MeHg</p>										
2	<p>基準値、その他のリスク管理措置</p> <p>(1)国内</p> <p><b>1. 食品中の基準値</b> ○「魚介類の水銀の暫定的規制値について(昭和48年厚生省環境衛生局長通知環乳第99号)」 ・総水銀 0.4 ppm (0.4 mg/kg) ・メチル水銀 0.3 ppm (0.3 mg/kg)(水銀として) ただし、マグロ類(マグロ、カジキ及びカツオ)、河川産魚介類(湖沼産の魚介類を含まない)及び深海性魚介類等(メヌケ類、キンメダイ、ギンダラ、ベニズワガニ、エッチュウバイガイ及びサメ類)については適用外 (厚生省, 1973)</p> <p><b>2. 摂食に関する勧告</b> ○「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項」 ・対象者 妊娠している方及び妊娠している可能性のある方 ・内容</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th align="center">摂食量の目安</th> <th align="center">魚介類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">2ヶ月に1回以下 (10g程度/週)</td> <td align="center">バンドウイルカ</td> </tr> <tr> <td align="center">2週間に1回以下 (40g程度/週)</td> <td align="center">コビレゴンドウ</td> </tr> <tr> <td align="center">1週間に1回以下 (80g程度/週)</td> <td align="center">キンメダイ、マカジキ、クロマグロ、メバチ、エッチュウバイガイ、ツチクジラ、マッコウクジラ</td> </tr> <tr> <td align="center">1週間に2回以下 (160g程度/週)</td> <td align="center">キダイ、マカジキ、ユメカサゴ、ミナミマグロ、ヨシキリザメ、イシイルカ、クロムツ</td> </tr> </tbody> </table> <p>(回数はいずれも筋肉部を1回約80gとして) (厚生労働省, 2005. 2010年改訂)</p> <p><b>3. 飼料の有害物質の指導基準(昭和63年農林水産省畜産局長通知63畜B2050号)</b> ・配合飼料、乾牧草等: 総水銀 0.4 mg/kg ・魚粉、肉粉、肉骨粉: 総水銀 1 mg/kg (農林水産省, 1988)</p>	摂食量の目安	魚介類	2ヶ月に1回以下 (10g程度/週)	バンドウイルカ	2週間に1回以下 (40g程度/週)	コビレゴンドウ	1週間に1回以下 (80g程度/週)	キンメダイ、マカジキ、クロマグロ、メバチ、エッチュウバイガイ、ツチクジラ、マッコウクジラ	1週間に2回以下 (160g程度/週)	キダイ、マカジキ、ユメカサゴ、ミナミマグロ、ヨシキリザメ、イシイルカ、クロムツ
摂食量の目安	魚介類										
2ヶ月に1回以下 (10g程度/週)	バンドウイルカ										
2週間に1回以下 (40g程度/週)	コビレゴンドウ										
1週間に1回以下 (80g程度/週)	キンメダイ、マカジキ、クロマグロ、メバチ、エッチュウバイガイ、ツチクジラ、マッコウクジラ										
1週間に2回以下 (160g程度/週)	キダイ、マカジキ、ユメカサゴ、ミナミマグロ、ヨシキリザメ、イシイルカ、クロムツ										

	<p><u>4. 環境基準</u></p> <p>(1)「水質汚濁に係る環境基準について(昭和46年環境庁告示第59号)」</p> <p>(2)「地下水の水質汚濁に係る環境基準について(平成9年環境庁告示第10号)」</p> <p>(3)「土壌の汚染に係る環境基準について(平成3年環境庁告示第46号)」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・総水銀 : 0.0005 mg/L 以下</li> <li>・アルキル水銀: 検出されないこと</li> </ul> <p style="text-align: right;">(環境庁, 1971, 1997, 1991)</p> <p>(4)「有害大気汚染物質指針値」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水銀及びその化合物: 年平均値 0.04 µg Hg/m<sup>3</sup> 以下</li> </ul> <p style="text-align: right;">(環境省, 2003)</p> <p>(5)「特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律施行令(平成12年政令第138号)」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PRTR 制度における第一種指定化学物質</li> </ul> <p style="text-align: right;">(経済産業省、環境庁, 2000)</p> <p><u>5. 水道水質基準</u></p> <p>○「水質基準に関する省令」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水銀及びその化合物: 0.0005 mg/L 以下</li> </ul> <p style="text-align: right;">(厚生労働省, 2003)</p>
(2)海外	<p><u>1. ガイドライン値</u></p> <p>【Codex】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・捕食魚を除く全ての魚類とその製品: メチル水銀 0.5 mg/kg</li> <li>・捕食魚(サメ、メカジキ、マグロ、カワカマス及びその他)とその製品: メチル水銀 1 mg/kg</li> </ul> <p style="text-align: right;">(Codex, 1991)</p> <p><u>2. 基準値</u></p> <p>【Codex】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ミネラルウォーター: 総水銀 0.001 mg/L</li> </ul> <p style="text-align: right;">(Codex, 1981)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・食塩: 総水銀 0.1 mg/kg</li> </ul> <p style="text-align: right;">(Codex, 1985)</p> <p>【米国】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・魚介類: メチル水銀 1 mg/kg</li> </ul> <p style="text-align: right;">(FDA, 1984)</p> <p>【EU】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マグロ類、カジキ類、サメ、カワカマスなどの魚種: 総水銀 1.0 mg/kg</li> </ul>

- ・上記の魚種を除く水産物及び甲殻類  
(カニの茶色の肉及びロブスター等大型甲殻類を除く):  
総水銀 0.50 mg/kg

(EC, 2006)

## 【カナダ】

- ・大型捕食性魚類(生/冷凍マグロ、サメ、メカジキ、バラムツ、マカジキ、オレンジラフィー):総水銀 1.0 mg/kg
- ・その他の魚類(マグロ缶詰を含む):総水銀 0.5 mg/kg

(Health Canada, 2007a)

## 【豪州・NZ】

- ・メカジキ、ミナミマグロ、エイ、サメ等の水銀を高濃度に含むことが知られている魚類:総水銀 1.0 mg/kg
- ・その他の魚類:総水銀 0.5 mg/kg
- ・甲殻類:総水銀 0.5 mg/kg
- ・軟体動物:総水銀 0.5 mg/kg

(FSANZ Food Standards Code 1.4.1, 2000)

## 【中国】

- ・捕食魚(サメ、マグロ、その他捕食魚)及びその製品:  
メチル水銀 1.0 mg/kg
- ・水産物(捕食魚を除く)及びその製品:  
メチル水銀 0.5 mg/kg

(中国衛生部 GB2762-2012, 2012)

## 【韓国】

- ・魚類:総水銀 0.5 mg/kg

(MFDS, 2009)

## 3. 摂食に関する勧告

## 【米国】

対象	妊娠する可能性のある女性、妊婦、授乳中の母親、幼児
魚種	① サメ、メカジキ、サワラ、アマダイ ② エビ、ライトツナ缶詰、サケ、タラ、ナマス ③ ビンナガマグロ
指導内容	(1) 上記①の魚の摂取を避けるべき (2) 上記②の魚の摂取は、週に 12 オンス(340 g)以下とすべき。週に 2 回魚介類を摂取する場合は、ビンナガマグロは 6 オンス(170 g)以下とすべき (3) 地域の湖等で個人が捕獲した魚については、各地域の勧告を確認し、勧告がない場合は週に6オンス(170 g)以下とし、その週は他の魚を食べないこととすべき (4) 幼児に魚介類を与える際には、上記勧告に従いかつ量を減らすべき

(FDA/EPA, 2004)

		<p><b>【EU】</b></p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="699 226 794 304">対象</td> <td data-bbox="794 226 1394 304">妊娠する可性のある女性、妊婦、授乳中の母親、幼児</td> </tr> <tr> <td data-bbox="699 304 794 383">魚種</td> <td data-bbox="794 304 1394 383">大型の捕食性の魚(メカジキ、サメ、マカジキ、カワカマス等)、マグロ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="699 383 794 613">指導内容</td> <td data-bbox="794 383 1394 613">(1) 大型の捕食性の魚は週に多くて1食 (&lt;100 g)以下とすべき (2) 大型の捕食性の魚を食べた場合には、その週はいかなる魚も食べるべきでない (3) さらに、マグロを週2回以上食べるべきでない</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">(EFSA, 2004)</p> <p><b>【英国】</b></p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="699 692 794 770">対象</td> <td data-bbox="794 692 1394 770">妊婦、妊娠を考えている女性、16才以下の小児</td> </tr> <tr> <td data-bbox="699 770 794 848">魚種</td> <td data-bbox="794 770 1394 848">サメ、メカジキ、マカジキ、マグロの缶詰、マグロステーキ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="699 848 794 1111">指導内容</td> <td data-bbox="794 848 1394 1111">(1) 妊婦や妊娠を考えている女性はサメ、メカジキ、マカジキの摂取を避けるとともに、1週間に中型のマグロ缶詰4個(560 g)以下又はマグロステーキ2枚(280 g)以下とすべき (2) 16才以下の小児はサメ、メカジキ、マカジキの摂取を避けるべき</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">(FSA, 2004)</p> <p>その他、カナダ、豪州・ニュージーランド等において摂食指導が実施されている。</p>	対象	妊娠する可性のある女性、妊婦、授乳中の母親、幼児	魚種	大型の捕食性の魚(メカジキ、サメ、マカジキ、カワカマス等)、マグロ	指導内容	(1) 大型の捕食性の魚は週に多くて1食 (<100 g)以下とすべき (2) 大型の捕食性の魚を食べた場合には、その週はいかなる魚も食べるべきでない (3) さらに、マグロを週2回以上食べるべきでない	対象	妊婦、妊娠を考えている女性、16才以下の小児	魚種	サメ、メカジキ、マカジキ、マグロの缶詰、マグロステーキ	指導内容	(1) 妊婦や妊娠を考えている女性はサメ、メカジキ、マカジキの摂取を避けるとともに、1週間に中型のマグロ缶詰4個(560 g)以下又はマグロステーキ2枚(280 g)以下とすべき (2) 16才以下の小児はサメ、メカジキ、マカジキの摂取を避けるべき
対象	妊娠する可性のある女性、妊婦、授乳中の母親、幼児													
魚種	大型の捕食性の魚(メカジキ、サメ、マカジキ、カワカマス等)、マグロ													
指導内容	(1) 大型の捕食性の魚は週に多くて1食 (<100 g)以下とすべき (2) 大型の捕食性の魚を食べた場合には、その週はいかなる魚も食べるべきでない (3) さらに、マグロを週2回以上食べるべきでない													
対象	妊婦、妊娠を考えている女性、16才以下の小児													
魚種	サメ、メカジキ、マカジキ、マグロの缶詰、マグロステーキ													
指導内容	(1) 妊婦や妊娠を考えている女性はサメ、メカジキ、マカジキの摂取を避けるとともに、1週間に中型のマグロ缶詰4個(560 g)以下又はマグロステーキ2枚(280 g)以下とすべき (2) 16才以下の小児はサメ、メカジキ、マカジキの摂取を避けるべき													
3	ハザードが注目されるようになった経緯	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1959年に熊本県水俣市で中毒性中枢神経疾患「水俣病」が発生し、1973年に厚生労働省がその原因物質であるメチル水銀及び総水銀について、暫定的規制値を通知した。</li> <li>・公害への対応とは別に、通常天然に含まれるメチル水銀について、2003年に厚生労働省が妊娠している方又はその可能性のある方を対象とした水銀を含有する魚介類等の摂食に関する注意事項を公表した。</li> <li>・国際的には、JECFAにおいて評価が行われ、米国、EU等においても一部の魚介類について、妊婦等を対象とした摂食の注意事項を公表している。</li> </ul>												
4	汚染実態の報告(国内)	<p>○国内で流通する魚類の総水銀及びメチル水銀含有実態調査(2007-2010年)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・過去の実態調査で水銀濃度が高かった魚種について、各魚種120点ずつ分析した。</li> <li>・下表の上段が総水銀濃度、下段がメチル水銀濃度</li> <li>・定量限界(0.01 mg/kg)未満はカツオの総水銀1点及びメチル水銀4点のみ。</li> </ul>												

水産物名	濃度(mg/kg)			
	最小値	最大値	平均値	中央値
キハダ	0.05	1.4	0.26	0.17
	0.04	1.2	0.23	0.13
クロマグロ (天然)	0.27	2.3	0.69	0.65
	0.26	1.8	0.60	0.55
クロマグロ (養殖)	0.14	2.0	0.49	0.43
	0.12	1.7	0.42	0.36
ビンナガ	0.17	1.4	0.52	0.48
	0.15	1.1	0.44	0.40
ミナミマグロ (天然)	0.28	4.4	0.81	0.58
	0.26	2.9	0.69	0.52
ミナミマグロ (養殖)	0.10	0.59	0.32	0.33
	0.08	0.43	0.27	0.28
メバチ	0.18	2.3	0.64	0.46
	0.16	2.0	0.55	0.40
クロカジキ	0.10	24	2.0	0.86
	0.03	1.1	0.25	0.20
マカジキ	0.07	1.4	0.40	0.35
	0.06	1.2	0.33	0.29
メカジキ	0.05	3.9	1.3	1.2
	0.04	2.8	1.1	1.0
カツオ	<0.01	0.39	0.15	0.16
	<0.01	0.35	0.13	0.14
キンメダイ	0.10	2.8	0.77	0.70
	0.07	2.2	0.65	0.58
ヨシキリザメ	0.30	2.5	0.74	0.62
	0.25	2.2	0.66	0.57
スケトウダラ	0.01	0.32	0.06	0.04
	0.01	0.28	0.05	0.03
マダラ	0.02	0.20	0.09	0.08
	0.02	0.19	0.08	0.07

(農林水産省, 2012)

## ○国産農産物の総水銀含有実態調査(2003-2006年)

作物	分析 点数	定量 限界 未満 の点 数	濃度(mg/kg)			
			最小値	最大値	平均値	中央値
米	600	46	<0.001	0.013	0.003	0.002
小麦	300	298	<0.001	0.001	0.006	-
大豆	300	274	<0.001	0.002	0.0008	-
ばれいしょ	100	99	<0.001	0.006	0.0006	-
かんしょ	100	100	-	-	0.0005	-
さといも (皮付き)	98	72	<0.001	0.004	0.001	-
さといも(皮をむ いたもの)	29	24	<0.001	0.001	0.001	-
だいこん	100	99	<0.001	0.001	0.0004	-
にんじん	100	99	<0.001	0.001	0.0008	-

作物	分析 点数	定量 限界 未満 の点 数	濃度(mg/kg)			
			最小値	最大値	平均値	中央値
はくさい	100	100	-	-	0.0004	-
キャベツ	100	100	-	-	0.0004	-
ブロッコリー	100	99	<0.001	0.001	0.0007	-
レタス	99	98	<0.001	0.001	0.0004	-
ほうれんそう	100	34	<0.001	0.006	0.001	0.001
ねぎ	100	100	-	-	0.0005	-
たまねぎ	100	100	-	-	0.0004	-
きゅうり	101	101	-	-	0.0005	-
かぼちゃ	100	100	-	-	0.0006	-
なす	100	100	-	-	0.0004	-
トマト	100	100	-	-	0.0004	-
ピーマン	100	100	-	-	0.0004	-
さやいんげん	100	100	-	-	0.0005	-
いちご	100	100	-	-	0.0004	-
しいたけ	100	6	<0.001	0.01	0.003	0.003
りんご	99	99	-	-	0.0005	-
みかん(外果皮 をむいたもの)	40	40	-	-	0.0003	-
みかん(外果皮 をむいたもの)	60	60	-	-	0.0003	-
なつみかん (外果皮付き)	70	70	-	-	0.0004	-
なつみかん (外果皮をむい たもの)	30	30	-	-	0.0004	-
なつみかん (外果皮)	28	28	-	-	0.0008	-
なし	100	100	-	-	0.0007	-
かき	100	100	-	-	0.0004	-
もも	100	100	-	-	0.0005	-
ぶどう	100	100	-	-	0.0006	-
キウイフルーツ (果皮付き)	70	70	-	-	0.0005	-
キウイフルーツ (果皮をむいた もの)	30	30	-	-	0.0004	-

注 1) 定量限界はすべて 0.001 mg/kg

注 2) 米、ほうれんそう及びしいたけについては定量限界未満の分析点数が全分析点数の 60%未満であったことから、定量限界未満の濃度を、「定量限界の 1/2」として平均値を算出し、それらを除く品目については定量限界未満の分析点数が全分析点数の 60%をこえていたことから検出限界未満の濃度を「検出限界」とし、検出限界以上かつ定量限界未満の濃度を「定量限界」として平均値を算出した。

(農林水産省, 2012)

<参考>

○ 2009-2012 年度にかけて、魚粉及び配合飼料が指導基準に適合しているかどうか確認するため総水銀濃度を調査。

品目	調査年度	検体数	定量限界以上の点数	平均値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)
魚粉	2009年度	45	45	0.30	0.74
	2010年度	37	37	0.35	0.97
	2011年度	30	30	0.34	0.92
	2012年度	22	22	0.33	0.69
配合飼料	2009年度	170	13	0.01	0.25
	2010年度	152	23	0.01	0.11
	2011年度	148	8	0	0.21
	2012年度	119	14	0.01	0.19

注 1) 平均値は定量限界未滿を「0」として算出  
注 2) 定量限界は 0.03 mg/kg  
注 3) 指導基準を超過した魚粉及び配合飼料はなかった  
((独)農林水産消費安全技術センター, 2009-2012)

5	毒性評価	
	(1)吸収、分布、排出及び代謝	<p>①経口摂取</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒトやリスザル、ラットを用いた試験で、経口投与したメチル水銀のうち 95%が吸収された。</li> <li>・ヒトやリスザル、カニクイザルを用いた試験で、血液中濃度のピークは、経口投与後 6 時間以内に見られた。 (JECFA, 2000)</li> </ul> <p>②吸入摂取</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸気となったメチル水銀は肺から吸収される。吸収率は 80%程度。 (食品安全委員会, 2005)</li> </ul> <p>③分布</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・吸収されたメチル水銀は、タンパク質やシステイン、グルタチオンなどの SH 基に結合し、システイン-メチル水銀複合体として血液-脳関門を越えて脳に輸送される。このことが、強い中枢神経系への毒性を示す理由のひとつと考えられている。血液中で 90%以上のメチル水銀は赤血球中に存在する。 (食品安全委員会, 2005)</li> <li>・メチル水銀は血液-胎盤関門も通過し、胎児に移行する。カニクイザル、ラット、マウス等を用いた経口投与試験では、ハムスターを除いて、胎児の脳中のメチル水銀濃度は、母親のそれよりも高かった(1.5 倍程度)。 (JECFA, 2000)</li> </ul> <p>④排出</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒトの体内の半減期は約 2 ヶ月。</li> <li>・90%以上のメチル水銀はグルタチオンに抱合され、胆汁中に排泄されるが、大部分が腸管内でシステイン複合体となり再吸収される。</li> <li>・生体内で僅かであるが無機化が起き、そのメカニズムは腸内細菌が関与する場合と活性酸素が関与する場合が考えられている。腸管内で無機化されると糞便から排泄されやすい。また、吸収され、体内でも無機化された水銀は主に腎臓から排泄されるが、胆汁とともに腸管に排泄</li> </ul>



	<p>されても再吸収されにくく、糞便とともに体外に排泄される。</p> <p>(食品安全委員会, 2005)</p> <p>・尿からも排出されるが、その割合は糞便経由に比べて少ない。</p> <p>(JECFA, 2000)</p>
(2)急性毒性	<p>LD<sub>50</sub></p> <p>24-40 mg/kg bw(ラット、経口投与)</p> <p>(Lin <i>et al.</i>, 1975)</p> <p>11.9 mg/kg bw(ラット、腹腔内投与)</p> <p>22.4 mg/kg bw(ハムスター、腹腔内投与)</p> <p>17 mg/kg bw(リスザル、腹腔内投与)</p> <p>(Hoskins &amp; Hupp, 1978)</p>
(3)短期毒性	<p>・マウスに 0.18, 0.20, 0.69 <math>\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}</math> のメチル水銀を 3 ヶ月間経口投与したところ、0.69 <math>\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}</math> の投与群で感覚運動皮質のニューロン細胞密度の減少などが見られた。</p> <p>(Godefroy <i>et al.</i>, 2012)</p> <p>・マウスに 0.13, 0.28, 4.8 <math>\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}</math> のメチル水銀を 2 ヶ月間経口投与したところ、4.8 <math>\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}</math> の投与群で行動パターンの変化や視床下部及び線条体におけるドーパミン濃度の減少等が見られた。</p> <p>(Bourdineaud <i>et al.</i>, 2011)</p>
(4)長期毒性	<p>①発がん性</p> <p>・マウスに 0.06, 0.3, 1.5 mg/kg bw/day のメチル水銀を 2 年間経口投与したところ、1.5 mg/kg bw/day の投与群に腎臓腫瘍が見られた。</p> <p>(Hirano <i>et al.</i>, 1986)</p> <p>・メチル水銀化合物:IARC グループ 2B(ヒトに対して発がん性があるかもしれない)</p> <p>(IARC, 1993)</p> <p>②生殖毒性</p> <p>・ラットに 0.017, 1.7 mg/kg bw/day のメチル水銀を妊娠 1 日目から産後 21 日目まで経口投与したところ、1.7 mg/kg bw/day の投与群で出産後の胎児死亡率の上昇や出産後の母親の体重減少が見られた。</p> <p>(Pelletier <i>et al.</i>, 2009)</p> <p>・マウスに 0.7, 1.0, 1.4 mg/kg bw/day のメチル水銀を妊娠 2 日目から産後 21 日目まで経口投与したところ、1.0 mg/kg bw/day の投与群で子の作業記憶の正確性が低下が見られた。</p> <p>(Goulet <i>et al.</i>, 2003)</p> <p>③その他の毒性 (神経発達)</p> <p>・セイシェル諸島小児発達研究 1989-1990 年に生まれた子供とその母親 779 組を対象とし、子供が 5.5 歳及び 8 歳の時に神経発達検査を実施。母親の毛髪水銀濃度との相関を調べたところ、有意な結</p>



	<p>果は得られなかった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フェロー諸島前向き研究 1986-1987年に生まれた子供とその母親 1,023組を対象とし、子供が7歳の時に神経発達検査を実施。母親の毛髪水銀濃度あるいは臍帯血水銀濃度との相関を調べたところ、7歳時の検査結果(運動機能、視覚、言語機能等)について有意な相関性が認められた。 (JECFA, 2003)</li> <li>・神経発達への影響が最も感受性の高い健康影響であり子宮での発達段階が神経発達毒性における最も影響の大きい時期である。 (食品安全委員会, 2005)</li> </ul> <p>(神経系)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・一般成人は、3-7 <math>\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}</math> のメチル水銀を長期に摂取しても、神経系への影響は見られなかった。 (WHO, 1990)</li> <li>・アカゲザルに 0.01, 0.03, 0.1, 0.3 <math>\text{mg}/\text{kg bw}/\text{day}</math> のメチル水銀を 52ヶ月間又は毒性が表れるまで経口投与したところ、0.1, 0.3 <math>\text{mg}/\text{kg bw}/\text{day}</math> の投与群で、運動失調や視覚不良、麻痺等が見られ、それぞれ6ヶ月後、3ヶ月後に死亡した。0.03 <math>\text{mg}/\text{kg bw}/\text{day}</math> の投与群では、体重増加の停滞が見られた。 (JECFA, 2000)</li> </ul> <p>(腎毒性)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マウスに 0.06, 0.3, 1.5 <math>\text{mg}/\text{kg bw}/\text{day}</math> のメチル水銀を2年間マウスに経口投与したところ、0.3 <math>\text{mg}/\text{kg bw}/\text{day}</math> の投与群で慢性腎症の増加が見られた。 (Mitumori <i>et al.</i>, 1990)</li> </ul> <p>(心血管系)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・東部フィンランドで心血管系のリスクファクターを明らかにするコホート研究が行われており、そこから幾つかの論文が発表されているが、より多数の対象者での米国での研究では、冠状動脈疾患と魚介類摂取を介したメチル水銀暴露との関係を認めないと報告。さらに、水俣病患者が発生した地域住民の調査では心疾患による死亡の増加は認められない。</li> <li>・心臓への毒性の可能性については、JECFAでは確定的でないと判断している。 (食品安全委員会, 2005)</li> </ul>
6	耐容量
	(1)耐容摂取量
	<p>①PTDI/PTWI/PTMI</p> <p>【JECFA】 1.メチル水銀 PTWI: 1.6 <math>\mu\text{g}/\text{kg bw}</math> (JECFA, 2003)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大人の場合、現在の PTWI (1.6 <math>\mu\text{g}/\text{kg bw}</math>) の 2 倍程度の摂取であれば、神経系への悪影響を無視できると考えら</li> </ul>

	<p>れる。(妊娠の可能性のある女性を除く)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・17歳までの幼児及び子供の場合、胎児より感受性が低いことは明らかであるが、大人よりは感受性が高いかも知れない。よって、PTWIより多くのメチル水銀を摂取した場合、神経発達のリスクを無視できるとは言えない。 (JECFA, 2007)</li> </ul> <p>2.無機水銀</p> <p>PTWI: 4 µg/kg bw (JECFA, 2010)</p> <p>【日本】</p> <p>PTWI: 2.0 µg/kg bw (食品安全委員会, 2005)</p>
②PTDI/PTWI/PTMIの根拠	<p>【JECFA】</p> <p>1.メチル水銀</p> <p><u>基本的考え方</u></p> <p>セイシェル諸島とフェロー諸島における胎児期暴露に伴う小児の神経発達影響の疫学研究</p> <p><u>算出式</u></p> <p>代謝モデル(ワンコンパートメントモデル)を使用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・毛髪水銀濃度(H)から一日摂取量(d)の算出  <math display="block">d = ((H/250) \times 0.014 \times 0.09 \times 65) / (0.95 \times 0.05 \times 65)</math> </li> </ul> <p>式中の各数値の根拠</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1/250 : 血中濃度/毛髪濃度</li> <li>0.014 : 排出定数(day<sup>-1</sup>)</li> <li>0.09 × 65 : 血液量(liters) *65は妊婦の体重(kg)</li> <li>0.95 : 摂食されたうちの体内に吸収される率</li> <li>0.05 : 吸収されたうちの血液に分配される率</li> <li>65 : 妊婦の体重(kg)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PTWI = (d × 7) / ((E) × (F)) = (d × 7) / (2 × 3.2) = 1.6</li> </ul> <p><u>変数</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フェロー諸島における前向き研究から得られた毛髪水銀濃度(A):        BMDL<sub>05</sub>(臍帯血濃度)から得られた毛髪水銀濃度(12 mg/kg)</li> <li>・セイシェル諸島における小児発達研究から得られた毛髪水銀濃度(B):        最高水銀暴露群の毛髪水銀濃度の平均値(153 mg/kg)</li> <li>・平均値(H) = ((A)+(B))/2 (14 mg/kg)</li> <li>・毛髪水銀濃度から血中水銀濃度に換算するときの変動幅の係数(E):        毛髪水銀濃度から血液水銀濃度に換算する時に約2倍の変動幅がある(2)</li> <li>・血中濃度から一日摂取量に換算するときの変動幅の係数(F):</li> </ul>

	<p>個体差として<math>\sqrt{10}</math> (3.2)</p> <p>(JECFA, 2003)</p> <p>2.無機水銀</p> <p>BMDL<sub>10</sub>:0.11 mg/kg bw/day (雄ラットの腎臓重量増加、塩化水銀(Ⅱ)として) ※塩化水銀(Ⅱ)の毒性データは食品由来の水銀暴露による健康リスクの評価と相関があると評価 (JECFA, 2010)</p> <p>【日本】 <u>基本的考え方</u> セイシェル諸島とフェロー諸島における胎児期暴露に伴う小児の神経発達影響の疫学研究</p> <p><u>算出式</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>毛髪水銀濃度から一日摂取量の算出 JECFA で用いられた代謝モデルを用いた。ただし、体重は 60 kg を使用。</li> <li>PTWI 以下の変数を用いて JECFA 同様に算出 <math display="block">=(d \times 7) / ((E) \times (F)) = (d \times 7) / (2 \times 2) = 2.0</math></li> </ul> <p><u>変数</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>フェロー諸島における前向き研究から得られた毛髪水銀濃度(A): BMDL<sub>10</sub>を算出し、最も低い毛髪水銀濃度を採用(10 mg/kg)</li> <li>セイシェル諸島における小児発達研究から得られた毛髪水銀濃度(B): 最高水銀暴露群の毛髪水銀濃度の最低値 (12 mg/kg)</li> <li>平均値(H) = ((A)+(B))/2 (11 mg/kg)</li> <li>毛髪水銀濃度から血中水銀濃度に換算するときの変動幅の係数(E): 毛髪水銀濃度から血液水銀濃度に換算する時に約 2 倍の変動幅がある(2)</li> <li>血中濃度から一日摂取量に換算するときの変動幅の係数(F): 血中濃度から一日摂取量に換算するときに排出係数の変動幅が約 2 倍(2)</li> </ul> <p>(食品安全委員会, 2005)</p>
	(2)急性参照量(ARfD) —
7	<p>暴露評価</p> <p>(1)推定一日摂取量</p> <p>【JECFA】 トータルダイエツスタディによる平均暴露量の推定上限値(総水銀として) 1 μg/kg bw /week (成人) 4 μg/kg bw /week (小児) (JECFA, 2010)</p>

## 【日本】

トータルダイエツスタディ(マーケットバスケット方式)による調査結果

・総水銀の年度別摂取量

(2002-2011年の平均: 8.1  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ )

年度	1人当たり一日摂取量 ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ )
2002年	8.8
2003年	8.1
2004年	8.5
2005年	9.5
2006年	7.5
2007年	7.3
2008年	8.5
2009年	8.0
2010年	6.8
2011年	7.7

上記2011年におけるデータの食品群別摂取量

食品群	1人当たり一日摂取量 ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ )	割合(%)
米	0.36	4.7
雑穀・芋	0.03	0.4
砂糖・菓子	0.01	0.1
油脂	0.00	0.0
豆・豆加工品	0.01	0.1
果実	0.02	0.3
有色野菜	0.01	0.1
野菜海草	0.03	0.4
嗜好品	0.03	0.4
魚介類	6.88	88.9
肉・卵	0.16	2.1
乳・乳製品	0.01	0.1
加工食品	0.19	2.4
飲料水	0.00	0.0
合計	7.74	100.0

(厚生労働科学研究, 2002-2011)

## 【EU】

・魚介類からの総水銀摂取量

全年齢

平均値: 0.06-1.57  $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{week}$

95パーセンタイル値: 0.14-5.05  $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{week}$

・母乳からの総水銀摂取量

6ヶ月乳児

母乳摂取量一日 800 mL : 0.09-0.62  $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{week}$

母乳摂取量一日 1200 mL : 0.14-0.94  $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{week}$

(EFSA, 2012)

	(2)推定方法	<p>【JECFA】 オーストラリア等 10 カ国で実施されたトータルダイエツスタディ (JECFA, 2010)</p> <p>【日本】 マーケットバスケット方式によるトータルダイエツスタディ (飲料水を含めた全食品を 14 群に分け、国民栄養調査による食品摂取量に基づき、小売店等から食品を購入し、必要に応じて調理した後、各食品群ごとに化学物質等の分析を行い国民 1 人当たりの平均的な 1 日摂取量を推定。) (厚生労働科学研究, 2002-2011)</p> <p>【EU】 EU 圏内の 17 カ国で実施された 28 の食事摂取量調査 (EFSA, 2012)</p>																				
8	MOE(Margin of exposure)	—																				
9	調製・加工・調理による影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・魚介類中のメチル水銀は、タンパク質と結合しており、加熱調理による影響を受けない。</li> <li>・魚介類の部位ごとの含有量の差は見られず、摂食部位(例えば、腹身や背身)による差はない。</li> <li>・クジラでは、種類(ハクジラ類、ヒゲクジラ類)や部位により含有濃度が異なる。ハクジラ類の部位別の含有濃度は、筋肉が 0.7-6.6 mg/kg、脂皮が 0.04-0.44 mg/kg、肝臓が 0.23-5.0 mg/kg。</li> </ul> <p>(厚生労働省, 2003)</p>																				
10	<p>ハザードに汚染される可能性がある農作物/食品の生産実態</p> <p>(1)農産物/食品の種類</p> <p>(2)国内の生産実態</p>	<p>魚介類</p> <p>全ての魚介類は、濃度は異なるがメチル水銀を含有する可能性がある。ただし、高次捕食者(メカジキなど)や食性にもよるが長命の魚(キンメダイなど)などが比較的高濃度に含有する。</p> <p>魚介類(2011 年度食糧需給表、平成 23 年漁業・養殖業生産統計年報)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2011 年の国内生産量(食用)は 4,297 千トン</li> <li>・主な魚種別生産量は以下のとおり(数値は原魚換算値)</li> </ul> <table border="1" data-bbox="699 1592 1214 1989"> <thead> <tr> <th>魚種</th> <th>生産量(千トン)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>クロマグロ</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>ミナミマグロ</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ビンナガ</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>メバチ</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>キハダ</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>カツオ</td> <td>262</td> </tr> <tr> <td>メカジキ</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>マカジキ</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>サメ</td> <td>29</td> </tr> </tbody> </table> <p>(農林水産省, 2012, 2013)</p>	魚種	生産量(千トン)	クロマグロ	15	ミナミマグロ	3	ビンナガ	59	メバチ	54	キハダ	60	カツオ	262	メカジキ	8	マカジキ	3	サメ	29
魚種	生産量(千トン)																					
クロマグロ	15																					
ミナミマグロ	3																					
ビンナガ	59																					
メバチ	54																					
キハダ	60																					
カツオ	262																					
メカジキ	8																					
マカジキ	3																					
サメ	29																					

11	汚染防止・リスク低減方法	<p>(国内の事例)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・過去、鉱床に由来する等水銀濃度が高いと想定される水域において、国、地方自治体等が魚介類を調査し、暫定的規制値を超える魚介類については、生産者に漁獲の自主規制、遊魚者等に摂食に関しての注意を指導。</li> <li>・人為的原因によりメチル水銀濃度が高かった水俣湾においては、同湾を仕切り網で囲い(1997年まで)、同水域内での漁獲を規制(現在は、暫定的規制値を超えるレベルではないが年2回、同水域における調査を継続中)</li> </ul>
12	リスク管理を進める上で不足しているデータ等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・厚生労働省が実施している現在のリスク管理措置は、食品安全委員会がセイシェル諸島及びフェロー諸島における調査研究結果を用いて行ったリスク評価結果に基づいているが、食品安全委員会では、「日本人の魚を食べる食習慣・食文化を踏まえた日本人集団における独自の疫学調査に基づいて、リスク評価を行うことが望ましい」としている。また、「魚食の栄養学的なメリットに関する研究や魚を含む食品によって摂取されるメチル水銀の影響発現の交絡要因の研究が必要である。さらに魚の含有する水銀量についての詳細で十分なサンプル数に基づくデータベースの構築も必要であろう」と評価している。</li> <li>・2010年の魚食のリスクとベネフィットに関するFAO/WHO専門家会合は、栄養学的観点から、ベネフィットを強調しつつ、「年齢による魚食のベネフィットとメチル水銀摂取のリスクの変化」「魚種ごとの栄養成分及びメチル水銀含有量」についてのデータが不足しているとしている。</li> </ul> <p>&lt;飼料&gt;  国産飼料原料中の水銀の汚染実態調査を実施中。  (2011年粗飼料、2012、2013年飼料米)</p>
13	消費者の関心・認識	<p>一部の消費者は、以下について懸念または関心を有している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生産海域によって魚介類中の水銀濃度が違うのではないかな。</li> <li>・摂食に関する注意事項に関して、対象となる者及びその内容について如何に情報を入手できるかな。</li> <li>・妊婦等が適切に情報を入手できているかな(妊産婦教室や店頭での情報入手)。</li> <li>・少しでも耐容摂取量を超えると水俣病になるのではないかな。</li> </ul>
14	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・魚介類の総水銀濃度について、都道府県の衛生部局等がモニタリングを行っている。</li> </ul> <p>(2010年魚食のリスクとベネフィットに関するFAO/WHO専門家会合)  以下の結論が得られた。</p>



- ・魚食は多くの人々にとって文化・伝統の一部である。また一部地域では、食料や栄養の主要な供給源である。
- ・魚食は、一般成人の冠状動脈性心臓病による死亡リスクを低減する。一方で、メチル水銀による冠状動脈性心臓病リスクの確たる証拠はない。
- ・妊婦、授乳中の女性、及び出産適齢期の女性については、DHA のベネフィットとメチル水銀のリスクを評価した多くのシナリオにおいて、魚食は胎児の神経発達不良のリスクを低減する。
- ・乳児や幼児、青年期の若者については、十分なデータがなく、魚食のベネフィットとリスクを評価することができなかった。

上記結論をもとに、メチル水銀によるリスクを最小限に抑えるため、各国に対し以下の提言を行った。

- ・魚はエネルギー、タンパク質、その他必須栄養素の供給源であり、また魚食は多くの人々にとって文化・伝統の一部であることを認識するべきである。
- ・魚食は一般成人の冠状動脈性心臓病による死亡リスクを低減するというベネフィット(また、魚を食べないことによる冠状動脈性心臓病による死亡リスク)を強調するべきである。
- ・妊婦、授乳中の女性、及び出産適齢期の女性にとって、魚食は子供の神経発達上、正味のベネフィットをもたらし、逆に魚を食べないことは子供の神経発達上のリスクがあることを強調するべきである。
- ・自国で消費する魚種ごとに栄養成分及び汚染物質含有量のデータベースを構築するべきである。
- ・魚食のリスクを低減し、かつベネフィットを最大化するためのリスク管理措置やコミュニケーション戦略を策定するべきである。

#### 【Codex でのメチル水銀に関する議論】

(2013 年第 7 回食品汚染物質部会(CCCF))

現行のガイドライン値の見直しについて検討したところ、結論が得られなかったため、電子作業部会を再度設立し(議長:日本、共同議長:ノルウェー)、貿易上重要な魚種に含まれる水銀及びメチル水銀のデータを収集した上で、以下の内容を含む討議文書を作成することとなった。

- ・ガイドライン値の見直し又は基準値の策定を検討
- ・ガイドライン値を適用する魚種の特定

その他のリスク管理措置として、摂食指導の有効性が認められた。一方、魚食のパターンや消費される魚種は国ごとに異なることから、摂食指導は国際的に統一したものではなく、国又は地域ごとに作成することが適当であるとした。