

妊婦における魚摂取の考え方

村田勝敬¹⁾ 坂本峰至²⁾ 秋田大学医学部社会環境医学講座環境保健学分野¹⁾

Murata, Katsuyuki Sakamoto Mineshi 国立水俣病総合研究センター国際総合研究部・疫学研究部²⁾

■ はじめに

厚生労働省は薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会乳肉水産食品・毒性合同部会の検討結果より「水銀を含有する魚介類等の摂取に関する注意事項」を平成15年6月3日発表した。しかしながら、この注意事項があまりに唐突にしかも十分な説明がなされないまま公表され、水産業界に風評被害を出したこと、さらに発表直後の同年6月中旬にイタリアで開催された第61回FAO/WHO合同食品添加物専門家会議がメチル水銀の暫定的耐容週間摂取量を1.6 µg/kg 体重/週としたこと等を踏まえて、厚生労働省は平成16年7月23日に内閣府食品安全委員会にメチル水銀のリスク評価を依頼した。食品安全委員会は、メチル水銀の健康影響評価を一年以上審議した末、「魚介類等に含まれるメチル水銀に係わる摂取に関してハイリスクグループを胎児、また耐容週間摂取量としてメチル水銀2.0 µg/kg 体重/週 (Hgとして) とする」旨の通知を平成17年8月4日に厚生労働大臣に届けた。ここでの対象集団は、胎児への影響を重視していることから、妊娠中あるいは妊娠している可能性のある人である。

各国の食事指導の比較

Advises on mercury dietary intake in several countries

	アメリカ合衆国 (U.S.A.)	英国 (U.K.)	カナダ (Canada)	オーストラリア	ノルウェー (Norway)
機関	Food & Drug Administration	Food Standard Agency	Health Canada	Australia-New Zealand Food Standards	SNT(食品衛生監視局)
実施時期	2004年3月	2002年5月、2004年3月	2002年5月	2004年3月	2003年5月
魚種	①サメ、②カジキ、サワラ、アマダイ、③ビンナガマグロ	サメ、メカジキ、マガジキ、マガロの魚類、マガロステーキ	メカジキ、サメ、マガロ	サメ(ワレーガ)、カジキ類(メカジキ、マガジキ)、サマス	鯨、バーチ、川カマス、マス、イワナ、サメ、カジキ、エイ、マグロ
対象者	妊娠する可能性のある女性、妊娠、授乳中の母親、幼児	妊娠、妊娠を考えている女性、16歳以下の小児	全ての人、さらに、幼児、妊娠可能年齢の女性	全ての人	妊娠、授乳中の母親
指導内容	上記①の魚の摂取を避けるべき。②については週2回摂取するときは170g以下とすべき	妊娠、妊娠を考えている女性、授乳中の母親はサメ、メカジキ、マガジキの摂取を避ける。また、1週間にはマグロステーキ1枚以下とすべき。また16歳以下の子供はサメ、メカジキ、マガジキの摂取を避けるべき	上記の魚の摂取は週に1食とすべき。また、幼児、妊娠可能年齢の女性は月に1食とすべき	妊娠、妊娠を考えている女性、16歳以下の小児は、1食当たり150g(6歳以下は75g)として、サメまたはカジキ類を2週間に1食とし、それ以外の魚をその2週間摂取しない	妊娠、授乳中の母親は鯨を食べるべきでない。また、妊娠は鯨以外の上記の魚についても食すべきでない

■ 耐容週間摂取量とは

メチル水銀の代表的中毒災禍として、工場が排出したメチル水銀に汚染された魚介類を食べて起

こった「水俣病」がある¹⁾。しかしながら、水俣におけるメチル水銀中毒の研究報告は、耐容週間摂取量の算出に役立つデータを含んでいなかった。水俣病から得られた教訓は「胎児性水俣病」患者の存在であり、メチル水銀を多量摂取した妊婦から生まれた子供がメチル水銀にもっとも感受性が高くかつ脆弱な集団であることを世界の研究者に示した点である。

この耐容週間摂取量の計算に寄与したのは、有機水銀殺菌剤で汚染された小麦(種籾)をパンにして食べたイラク農民の妊婦から生まれた子供たちの研究であった。曝露後に出産した母親の毛髪水銀濃度を測定し、かつ生まれた子供たちの18ヶ月時の神経症状の有無を診察した米国ロチェスター大学のClarkson教授らのグループは、メチル水銀による健康影響(歩行障害など)が現れ始める水銀の最小濃度を、数理モデルを用いて毛髪水銀濃度で10 µg/gと推定した²⁾。米国環境保護庁は、この値に相当する摂取量を算定し、さらに個人によって代謝速度や感受性が異なることから1/10の安全係数を乗じ、一日当たりのメチル水銀の耐容摂取量(リファレンスドース、毎日摂取しても健康影響が現れない限界量)を0.1 µg/kg 体重/日と定めた。

耐容週間摂取量は、上のリファレンスドースを一週間当たりとして算出した値である。多くの人が日々食材を変えて食べることが多いので、特定の食材を多く摂取する日もあれば、全く摂らない日もありうる。つまり、日々の摂取量を厳密に規定するより、一週間という枠内で規制する方が便利であると考えたのである。

■ 何故魚が問題視されるのか

水銀蒸気は自然界(火山活動など)や産業界(火力発電などの化石燃料の燃焼)から主に放出され、酸化されて水溶性(例えばHg⁺⁺)となり、降

雨で土壌や水域に沈積する。さらに、その一部は主に水圏の非酵素的あるいは微生物の作用によりメチル化合物にその化学形態を変える²⁾。こうして生成されたメチル水銀は、水中生物圏で食物連鎖と生物濃縮により、人が食べる大型の肉食魚や歯クジラなどの海棲哺乳類に多く蓄積する。したがって、メチル水銀の存在は大型魚やクジラのみでなく魚介類全体に言えることであるが、その濃度は魚種間で大きく異なり、小型の魚（イワシ、アジ、サバ）では低い。

食品中に含まれるメチル水銀は消化管から高率（95～100%）に吸収される。吸収されたメチル水銀は、血液中では90%以上が赤血球中に存在するが、SH基に対する親和性が高いため、蛋白やシステイン、グルタチオンのようなアミノ酸と結合し、特にシステイン-メチル水銀複合体はアミノ酸輸送系を介して血液-脳関門および血液-胎盤関門を通過し、脳内および胎児に入る。この結果、メチル水銀は強い中枢神経毒性を（特に胎児において）示すと考えられている。

ヒトのメチル水銀の主な曝露源は魚介類であり、また魚介類に含まれる総水銀の75～100%はメチル水銀であると推定されている。このため、魚介類摂取が問題視されたのであり、魚介類を多食するデンマーク領フェロー諸島やセイシェル共和国の人々が、水俣・新潟やイラクのメチル水銀中毒禍以後の胎児影響検証の場として選択された。

■ 魚多食集団における研究

ノルウェーとアイスランドのほぼ中央に位置するフェロー諸島では、長年にわたってゴンドウクジラを捕獲し、住民の蛋白源として食していた。この地で1986年以降デンマーク・オデンセ大学 Grandjean 教授のグループがフェロー出生コホート研究を実施した³⁾。出生時にメチル水銀の曝露評価を行い、子供1022名が7歳および14歳になった時に神経への影響評価を行った。この集団の曝露レベルは出産時の母親毛髪水銀濃度で0.2～39.1（中央値4.5） $\mu\text{g/g}$ であり、メチル水銀濃度が高くなるにつれ記憶、注意、言語などの能力が低下し、また神経生理学的検査（聴性脳幹誘発電位や心電図RR間隔変動）の指標もメチル水銀の曝露量の増加に伴って変化した。さらに、ゴンドウク

ジラの脂身にはポリ塩化ビフェニル（PCB）が多いのであるが、神経心理・行動学的検査の成績はPCB濃度と有意な関係を持たず、水銀濃度とのみ有意な関連を示した。この出生コホート研究と同様の結果は、ニュージーランドの前向きコホート研究⁴⁾、秋田・鳥取の後向きコホート研究でも認められている⁵⁾。



Tórshavn (首府) の町並み



Faroe Islands の一家庭



Pál Weihe's Office, DOHPH



Tórshavn (首府) の港

南インド洋に浮かぶセイシェル共和国では、1989年以降米国ロチェスター大学 Clarkson 教授のグループがセイシェル小児発達研究を実施し、子供779名が5.5歳と9歳になった時に認知能力、言語や理解能力、計算能力などの神経発達検査を行った。出産時の母親毛髪水銀濃度は0.5～26.7（平均6.8） $\mu\text{g/g}$ であったが、ここでは有意な量-反応関係は認められなかった³⁾。

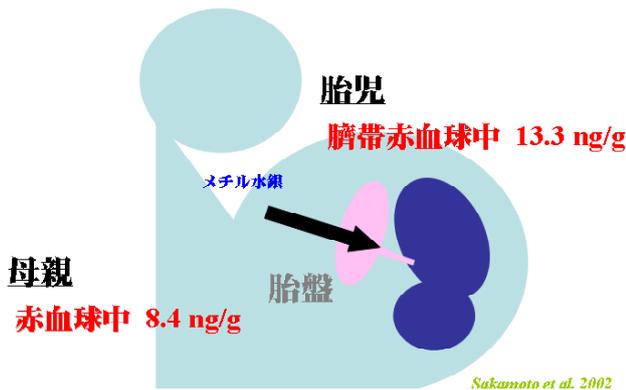


■ 日本人の水銀摂取量

日本人の食品からの水銀（総水銀）の摂取量は、厚生労働省のトータルダイエット調査によると、2003年において8.1 $\mu\text{g/日}$ （体重50kgの人で1.1 $\mu\text{g/kg}$ 体重/週）、このうち84%が魚介類からの摂取とされている。秋田・鳥取の7歳児をもつ母親327

名 (24~49, 平均 36 歳) に対して食品摂取頻度調査法で魚介類 25 種類の実物大写真を提示しながら調べた結果によると⁶⁾, 総水銀摂取量は 0.77~144.9 (中央値 15.0) $\mu\text{g}/\text{日}$ であった (メチル水銀摂取量は 1.75 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週). この摂取量と毛髪水銀濃度 (0.11~6.86, 中央値 1.63 $\mu\text{g}/\text{g}$) の間には有意な正の関係があった ($r_s=0.245$).

出生時の総水銀濃度



■ 産褥婦および胎児の水銀濃度

胎児は母親から胎盤を介して成長に必要な栄養分や酸素を取り込み, また乳児は母乳を介して栄養などを取り込む. 日本人産褥婦 63 名から母体血と胎盤血 (胎児の血液) を採取し, 赤血球中の水銀濃度を測定した研究によると⁷⁾, 出産直後の母親の平均赤血球中水銀濃度は 8.4 ng/g, 臍帯血のそれは 13.4 ng/g であり, 胎児の方が有意に高かった. また, 生後 3 ヶ月の乳児の平均赤血球中水銀濃度は 6.5 ng/g であり, 乳児のメチル水銀濃度は 3 ヶ月間で約半分まで減少した⁸⁾. 以上より, 体内に取り込まれるメチル水銀は, 妊婦から胎児に選択的に移行するが, 母乳中のメチル水銀濃度は 0.21 ng/g と低く, 乳児期には発育に伴って濃度が急激に減少すると考えられる.

ドコサヘキサエン酸 (DHA) は魚介類に含まれる多価不飽和脂肪酸であり, ヒトの脳発達に重要であると考えられている. 産褥婦およびその臍帯から血液を収集し, 赤血球中水銀濃度と DHA を測定すると, 臍帯血中 DHA 濃度と母親血中 DHA 濃度の間には有意な正の関係が見られ, かつ臍帯血においても DHA 濃度と水銀濃度に有意な正の関係が観察された⁷⁾. すなわち, メチル水銀も DHA も魚介類摂取を通してヒト体内に入り, いずれも

母体から胎児へ移行する.

■ 魚摂取の利点

魚を摂食していない妊婦から産まれた子供よりも週 4 回以上魚を摂食していた妊婦から産まれた子供の方が, 言語およびコミュニケーション能力の発達得点は高かったとする報告がある⁹⁾. 米国科学アカデミーのメチル水銀毒性影響に関する委員会は, 魚はビタミン D, 多価不飽和脂肪酸 (DHA など), 蛋白質, セレン, 一部の食事には十分含まれていない他の栄養素などを豊富に含むことから, 魚を多く摂取する食事の栄養学的優位性を認め, 魚を習慣的に消費することにより, 心血管系疾患, 骨粗鬆症, がんをある程度予防できる可能性がある²⁾と結論している²⁾. また, 米国環境保護庁の Mahaffey 博士は, 水銀含有量が 0.1 $\mu\text{g}/\text{g}$ 以下で DHA やエイコサペンタエン酸 (EPA) を多く含む魚もいる反面, 水銀を多く含む DHA や EPA があまり豊富でない魚もいるので, 水銀濃度の高い魚の摂食においては特に注意すべきであると述べている¹⁰⁾.

魚が含有する水銀/メチル水銀量

2000年および2001年の都道府県測定データの集計結果

魚の種類	総水銀量 mg/kg				メチル水銀量 mg/kg			
	検体数	Min.	Max.	Ave.	検体数	Min.	Max.	Ave.
日本名	英語名							
アイナメ	Fat cod	33	0.020	0.330	0.089			
アオアジ	Amberfish	2	0.030	0.100	0.065			
アオダイ	Blue fusilier	2	0.630	0.630	0.630	2	0.240	0.240
アカウオ	Alaska rockfish	3	0.190	0.380	0.253	2	0.180	0.180
インド鱈	Southern bluefin tuna	8	0.790	2.600	1.265	8	0.680	2.000
ウナギ	Eel	60	0.000	0.240	0.052			
カンパチ	Great amberjack	40	0.040	0.300	0.119	10	0.120	0.260
銀ダラ	Sablefish	7	0.000	0.400	0.151	3	0.320	0.620
クロマグロ	Bluefin tuna	14	0.390	6.100	1.305	14	0.290	4.200
鮭	Chum salmon	12	0.000	0.040	0.014			
鯛	Red sea bream	55	0.000	0.270	0.080			
キンメダイ	Alfonsino	17	0.069	0.860	0.478	11	0.330	0.990
鱈	Catfish	2	0.06	0.260	0.133			
牡蠣	Oyster	10	0.000	0.023	0.011			
鱈	Sea bass perch	143	0.000	0.510	0.100	61	0.020	0.550

From <http://www.mhlw.go.jp/english/wp/other/councils/mercury/index.html>

■ 妊婦における魚摂取量

魚に含まれる水銀量は, 魚種だけでなく漁獲される海域で異なる. 厚生労働省がまとめた国内の魚介類に含まれる水銀の調査結果によると¹¹⁾, たとえ同じカレイ類であっても, 平均総水銀濃度は 0.015 $\mu\text{g}/\text{g}$ (クロガシラカレイ) から 0.305 $\mu\text{g}/\text{g}$ (カラスガレイ) まで多様である (詳細は文献 11 の別添 1 を Web 上でご覧下さい). また, 前述の食品中に占める魚介類の水銀摂取割合 0.84 を四捨五入し

て 0.8 とするならば、魚介類から摂食して支障のないメチル水銀量は [耐容週間摂取量(2.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週)] \times [妊婦の体重(kg)] \times 0.8 と容易に算出され、体重 75 kg の妊婦の耐容摂取量 (120 $\mu\text{g}/\text{週}$) は 50 kg の妊婦 (80 $\mu\text{g}/\text{週}$) に比べ 1.5 倍多くなる。魚介類に含まれる総水銀が全てメチル水銀と仮定した場合、体重 50 kg の妊婦が一週間に食べる魚をメカジキ (総水銀濃度 0.97 $\mu\text{g}/\text{g}$) のみとするならば約 80g であるが、シマアジ (同 0.122 $\mu\text{g}/\text{g}$) ならば約 650g も摂食可能となる。

■ 食の基本的考え方

食の安全性は、厚生労働省の「妊婦における食事の注意事項」を遵守すればメチル水銀の曝露がなくなるというものではない。妊婦が、たとえクジラ、キンメダイ、クロマグロを妊娠中に全く食べなくとも、注意事項に含まれないカツオ (水銀含有量 0.154 $\mu\text{g}/\text{g}$) を日々多食すれば毛髪水銀濃度は高値になる。また、十分な科学的根拠は示されていないものの、メチル水銀以外の有害物質 (PCB やカドミウムなど) の影響を否定できないので、「DHA や EPA を多く含み、メチル水銀含有量の少ない小魚を毎日たくさん食べると、胎児の発達にとって有益である」と過信すること (みのもんだ症候群?) は別の危険性を孕んでいると言える。魚介類に限らず、野菜、穀類、食肉においても農薬、土壌・水質汚染、家畜飼料等の問題が残り、有害性を 100% 除外できているという確証はない。したがって、我々が推奨する食品摂取の基本的考え方は「多種類の食品を、偏ることなく日々品を変え、少量ずつ、バランス良く摂取する」ことに尽きる¹²⁾。

■ おわりに

ヒトは環境中の健康促進因子とともに健康有害因子に晒されながら生活している。予防原則は後者のリスクをゼロにすることを目指しているが、ゼロリスクのみ追求すると安全な食材など存在しなくなるように思われる。このため「特定の食材を常に使用する」ことを避け、多種類の食品をバランス良く摂食することが、環境からの有害リスクを軽減する最善の方法と考えられるのである。

地球温暖化による異常気象と砂漠の拡大は陸の

幸の枯渇をもたらす可能性を示唆している。このため、我々は海の幸を資源として大切にし、有効利用する方法を身につける必要がある。そして、ひとり一人が環境に配慮しながら、季節にあった美味しい食材を見つけて調理しよう。しかし、日々の食材に変化を求める心を忘れないように。

文献

- 1) Murata K, Sakamoto M. Minamata disease. In: Nriagu JO ed. Encyclopedia of Environmental Health, volume 3. Elsevier, 2011: 774-780.
- 2) National Research Council. Toxicological Effects of Methylmercury. National Academy Press; 2000.
- 3) 村田勝敬, 嶽石美和子. 胎児性メチル水銀曝露の小児発達影響と臨界濃度—セイシェルおよびフェロー諸島の研究を中心に—. 日衛誌 2005; 60: 4-14.
- 4) Kjellström T, Kennedy P, Wallis S. Physical and mental development of children with prenatal exposure to mercury from fish. Stage 2, interviews and psychological tests at age 6 (Report 3642). National Swedish Environmental Protection Board; 1989.
- 5) Murata K, Sakamoto M, Nakai K, Dakeishi M, Iwata T, Liu X-J, Satoh H. Subclinical effects of prenatal methylmercury exposure on cardiac autonomic function in Japanese children. Int Arch Occup Environ Health 2006; 79: 379-386.
- 6) Dakeishi M, Nakai K, Sakamoto M, Iwata T, Suzuki K, Liu X-J, Ohno T, Kurosawa T, Satoh H, Murata K. Effects of hair treatment on hair mercury – the best biomarker of methylmercury exposure? Environ Health Prev Med 2005; 10: 208-212.
- 7) Sakamoto M, Kubota M, Liu X-J, Murata K, Nakai K, Satoh H. Maternal and fetal mercury and *n*-3 polyunsaturated fatty acids as a risk and benefit of fish consumption to fetus. Environ Sci Technol 2004; 38: 3860-3863.
- 8) Sakamoto M, Kubota M, Matsumoto S, Nakano A, Akagi H. Declining risk of methylmercury exposure to infants during lactation. Environ Res 2002; 90: 185-189.
- 9) Daniels JL, Longnecker MP, Rowland AS, Golding J, ALSPAC Study Team. Fish intake during pregnancy and early cognitive development of offspring. Epidemiology 2004; 15: 394-402.
- 10) Mahaffey KR. Fish and shellfish as dietary sources of methylmercury and the ω -3 fatty acids, eicosahexaenoic acid and docosahexaenoic acid: risks and benefits. Environ Res 2004; 95: 414-428.
- 11) 厚生労働省. <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/suigin/dl/050812-1-05.pdf>
- 12) 村田勝敬, 嶽石美和子, 岩田豊人. 小児の神経発達から見た食の安全性. 秋田県公衆衛生学雑誌 2005; 3: 7-15.

