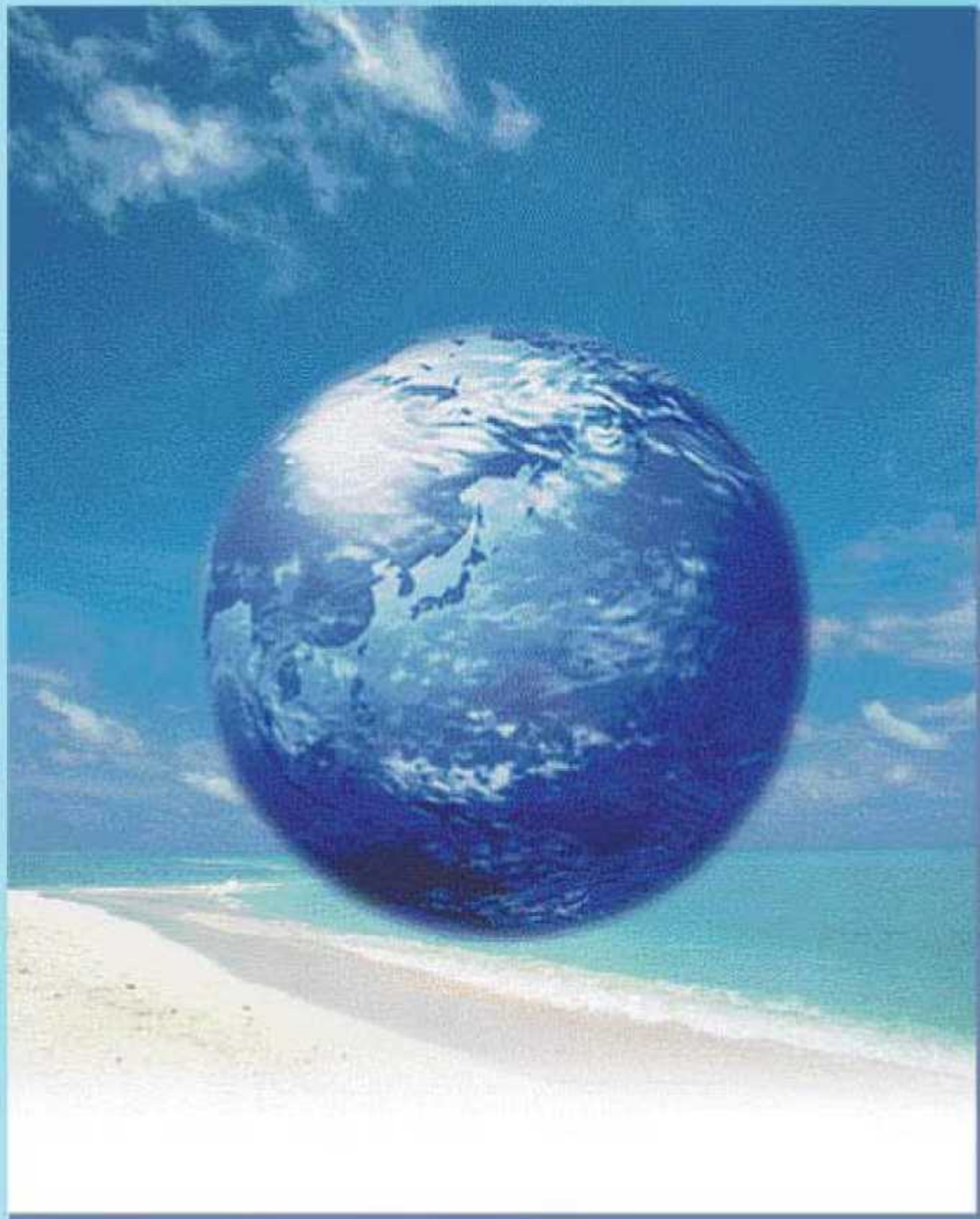


正しく知ろう 微量水銀

～県民の微量水銀に関する“学び”のために～



熊 本 県

監修：筑波大学名誉教授 [熊本県環境センター館長] 藤木素士

はじめに

昭和31年5月1日、日本の公害の原点と言われる水俣病が公式に確認されました。

水俣病は、チッソ(株)水俣工場からの工場廃水中にメチル水銀化合物が含まれており、食物連鎖等によりメチル水銀が魚介類に高濃度に蓄積し、それを日常的に多食したことが原因で発生しました。また、従来は有毒な重金属化合物が胎盤を経由して胎児に影響をもたらすとは考えられていませんでしたが、メチル水銀は、胎盤を通過して胎児の脳の中樞神経を侵し、生まれたときには既に水俣病になっているという胎児性水俣病患者を発生させました。

水俣病の発生を契機に、わが国においては、様々な製品から水銀を削減したり、水銀を使用しない「水銀ゼロ使用」の製品を開発するなどした結果、水銀の使用量は、著しく減少しました。一方、近年、経済成長が著しい中国等東アジア諸国においては、石炭などの燃焼による水銀の大気への排出が著しく増加しており、世界に与える影響を無視することができないと言われるようになっています。

大気中に放出された水銀は、雨とともに地表に降り、河川や海水中に存在しますが、そのごく一部が、微生物などの働きによりメチル水銀に変わると言われており、そのメチル水銀は、食物連鎖の結果、大型の肉食魚や海洋ほ乳類に蓄積します。これを妊婦が多量に摂食した場合、胎児に影響が出る可能性があると言われており、世界でも注目されつつあります。

本県は、過去にメチル水銀を原因物質として水俣病を経験しました。過去にそのような不幸な経験をしたからこそ、現在、問題となっている「微量水銀」に関して、県民の皆様にも率先して情報を発信し、正しく理解していただくことが重要であり、本書を取りまとめました。

目次

水銀とは	1
1. 水銀 総論	1
2. 水銀の排出源	2
3. 私たちの身のまわりの水銀	3
4. 水銀の種類	8
5. メチル水銀	9
妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項	10
1. 胎児性水俣病の発生	10
2. 厚生労働省の「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項の見直しについて」	10
(1) 世界のメチル水銀に関する疫学調査	10
(2) ハイリスクグループ及び耐容週間摂取量	12
(3) 「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項の見直しについて」	12
3. 期待される「胎児の微量水銀汚染に関する調査」の更なる研究	15
環境における本県の水銀の状況	17
1. 大気の水銀	17
2. 公共用水域の水銀	20
3. 地下水及び土壌の水銀	24
4. 廃棄物の水銀	26
5. 環境における本県の水銀に関する総括	29
廃電気・電子機器における水銀を含む有害物質の削減に向けた動き	31
1. EU における動き	31
2. わが国における動き	33
引用・参考文献	37
一般的参考文献	38

文中の注釈については、「¹」「²」「³」・・・と表記し、当該ページの下部に記載した。
文中、他の文献等から引用したり参考とした箇所については、「⁽¹⁾」「⁽²⁾」「⁽³⁾」・・・と表記し、引用・参考文献を37ページにまとめて記載した。
その他の一般的参考文献等は、38ページにまとめて記載した。

水銀とは

1. 水銀 総論

水銀は、原子番号80、元素記号Hg、沸点357、融点-38.9、密度13.534 g/cm³(20)の常温で液体である唯一の金属で、銀のような白い光沢を放つことからこの名があり、従来から体温計、血圧計、蛍光灯など身近なところで使用されてきた。

また、水銀は、他の金属と容易に混合する。水銀とその他の金属の合金をアマルガムというが、銀やすず等とのアマルガムは、むし歯治療の充填剤として使用されてきた。

水銀は、昔からいろいろな場面で利用されてきた。たとえば、古墳の内壁、石棺の彩色や壁画、神社の鳥居、漆器などに塗られる朱の原料として古代から使われてきた。

魏志倭人伝に倭(日本)の地について、「山に丹あり、朱丹を体に塗る」という記述があるが、「丹」は辰砂(しんしゃ)とよぶ硫化水銀の結晶で、朱色をしている。また、後漢の時代の作と言われる神農本草経には水銀が収録されており、「別名“汞”(コウ)、悪瘡、疥癬、寄生虫性の禿¹及び墮胎の効がある」と記され、さらに「金銀銅錫を溶かす」とある。また、硫化水銀も「丹沙(タンサ)」の名で収録され、不老長寿の仙薬や今でいう精神安定剤薬効を記すとともに「能く、汞に化す」とあり、紀元前から硫化水銀を用いて金属水銀に精錬する技術があったことを示している。

さらに、西暦749年に完成した奈良の大仏に関する「東大寺大仏記」には、水銀58,620両(2.4t)、金10,436両(440kg)を用いたとある。この時は、アマルガムとして鑄銅仏に塗りつけ、あとで大仏の中から炭火で加熱し水銀を気化させ、金メッキをしたものである。

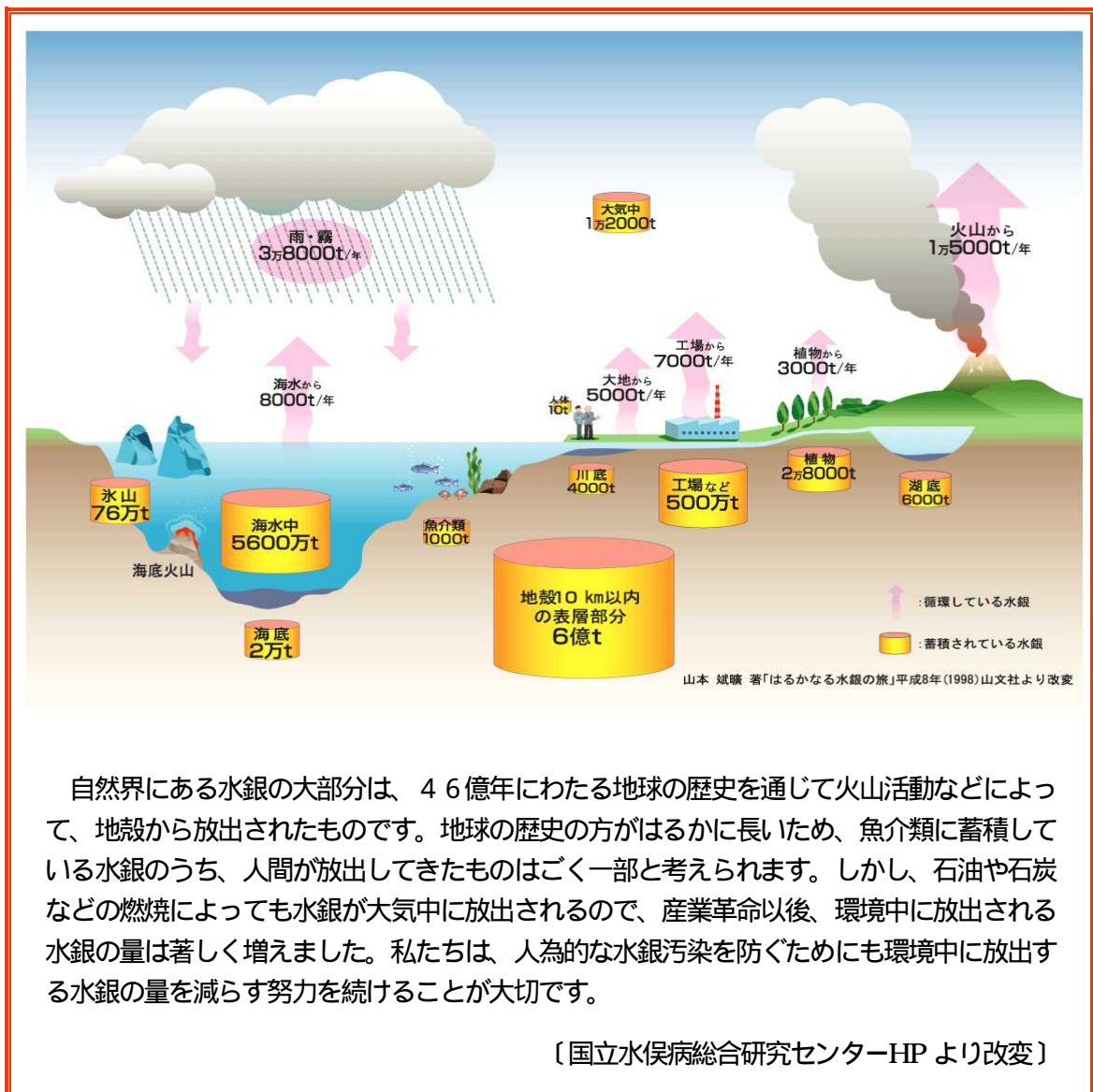
¹ 激しい痛み

2. 水銀の排出源

水銀は、地球上どこにでも存在する物質である。²

元来、水銀は、岩石や土壌に含まれており、自然活動である火山の噴火や地殻変動により大気中にも排出されるものであり、それが雨とともに地表に降り河川や海水中にも存在する。しかし、産業革命以降は、水銀の採掘や化石燃料の消費が増加し、自然活動による水銀放出に人為的な活動による水銀放出が加わり、生物環境中の水銀蓄積の増加をもたらしている。

なお、水銀は、石炭中にも含有されるため、石炭火力発電所等からも排出される。近年、経済成長著しい中国等東アジア諸国においては、石炭火力発電所等から水銀が多量に排出されており、日本を含む諸外国に与える影響が懸念されている。³



² 気圏から地下16 kmまでの地圏における各元素の存在比をクラーク数といい、水銀は、0.2 ppm となり、量的には微量成分として取り扱われる。

³ 石油の燃焼によっても水銀は排出されるが、石炭の燃焼と比較して排出量は1～2桁少ないとされている。

3. 私たちの身のまわりの水銀

私たちの身のまわりでは、次に示すように従来から様々なものに水銀が使用されてきた。しかし、近年では、水銀を使用しない代替製品の開発が進んでおり、水銀使用量が減少している。

<p>朱色の顔料 パーミリオンは太古より使用されてきた顔料であるが、現在、一般に販売されているパーミリオンは、古来の天然顔料の色に似せ、人工的に「パーミリオン」として販売されている。</p>	<p>乾電池 マンガン電池は1991年4月、アルカリ電池は1992年1月に「水銀0（ゼロ）使用」が完成し、現在、国内で製造する乾電池には水銀が使用されているものはない。</p>	<p>ボタン電池 水銀電池は1995年末に生産が中止された。現在、アルカリボタン電池、酸化銀電池、空気亜鉛電池などのボタン型電池に微量の水銀が使用されているが、電気店、時計店、カメラ店などに回収箱が設置されリサイクルされている。</p>
		
<p>体温計 1 電子式が普及 血圧計 1 電子式が普及</p>	<p>消毒剤・医薬品・化粧品等 消毒剤は、1973年に製造が中止（海外製造の原料を輸入し、販売されているものあり）。また、水銀を用いた医薬品や化粧品の使用は、1974年に禁止。</p>	<p>農薬 種子殺菌剤として塩化第2水銀、種子消毒剤として酢酸フェニル水銀等、土壌殺菌剤としてエチルリン酸水銀が使用されていたが、1974年までに使用中止。</p>
		
<p>蛍光灯 2 1本当たりの水銀量が減少：1975年代〔約50mg〕 2005年〔約8mg〕(40Wタイプ)</p>	<p>水銀アマルガム(むし歯治療充填剤) 1970年には国内で年間約5.2tの水銀が使用されていたが、1999年には年間約0.7tに減少。</p>	<p>ワクチン 3 防腐剤に「チメロサル」という有機水銀を含む消毒剤を使用。近年はチメロサル使用量を減少した製品や使用しない製品が登場</p>
		

1 体温計、血圧計について

体温計、血圧計に使用されている水銀は、金属水銀である。金属水銀は、毒性はほとんどないため、もし、体温計1本分の金属水銀を誤飲しても、2～3日後に便中に排泄される。しかし、体温計等を壊し、散らばった水銀をそのまま放置すると、気化して蒸気となり、それを吸入した場合、その毒性のために中毒症状が出る可能性があるため、密閉容器に入れて戸外に置く必要がある。

【参考：水銀体温計について】

〔概要〕

体温計に使用されている水銀は、金属水銀である。もし、体温計をこわした場合、こぼれた水銀をほうっておくと気化し、その蒸気は毒性が高い。ただし、通気性の良い室内であれば、吸入による中毒が起こることはほとんどない。

〔毒性〕

金属水銀：飲んでも、毒性はほとんどない

（体温計1本中に金属水銀0.8～1.2g含有。飲んでも消化管からの吸収は極めてわずか）

水銀蒸気：水銀蒸気を吸入すると、症状が出る。

（ヒト吸入中毒量：1.2～8.5mgHg/m³、ヒト吸入無作用濃度：0.1mgHg/m³）

〔症状〕

金属水銀：ほとんど症状は現れない

水銀蒸気：発熱、悪寒、呼吸困難、頭痛は数時間で発症

下痢、腹部痙攣、視力減退、肺気腫（呼吸困難、チアノーゼ）、まれに腎不全、肝不全、痙攣を生ず

〔家庭での処置〕

金属水銀：排泄を促すため牛乳を投与

水銀蒸気：新鮮な空気のところへ移す。鼻をかみ、うがいをさせる。

〔確認事項〕

患者の状態：体温計の破損によって、ガラスで口腔粘膜などに怪我がないかを確認

〔財団法人 日本中毒情報センターHPから引用〕

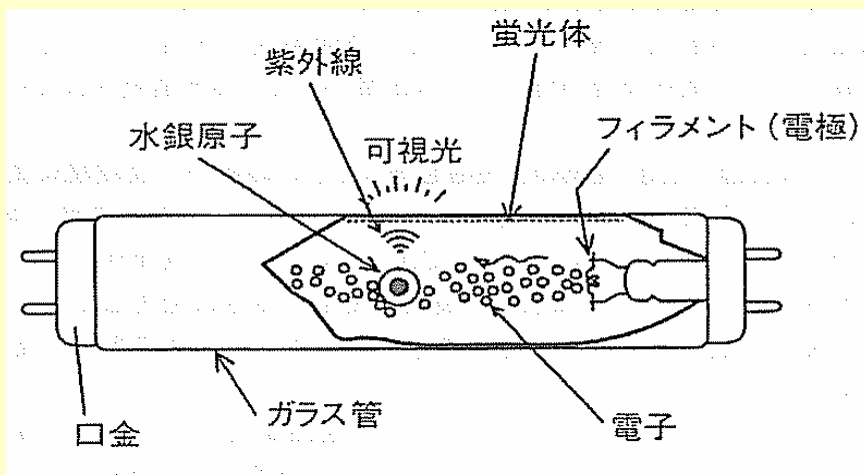
2 蛍光灯について

電灯は白熱電球と蛍光灯に大別される。蛍光灯には水銀が使用されており、以下の原理で発光する。

【参考：蛍光灯の発光原理】

蛍光灯の構造は、ガラスの両端に電極部分があり、ガラス管の中にはアルゴン、ネオン、クリプトン等の不活性ガスと微量の水銀が封入されています。また、ガラス管内面には蛍光体と呼ばれる紫外線を可視光に変える粉末が塗ってあります。

発光原理は、最初に電極のフィラメントに電流を流して電極温度を高めて熱電子を放出させます。次に両電極間に高電圧を加えることにより放電をさせます。放電により電極から出た電子は蒸気状の水銀原子に衝突してエネルギーを与えることにより、水銀原子から紫外線が発生します。この紫外線が内面に塗られた蛍光体にエネルギーを与えて可視光が放射されます。



〔(社)日本電球工業会 HP から引用〕

なお、蛍光灯と白熱電球で同じ明るさを得ようとする、蛍光灯の場合、電力が1/4で済むなど、省エネルギーの面で白熱電球に比べて優れている。このため、石炭火力発電による発電量が高いカナダでは、石炭火力発電所からの水銀排出を減少させるために蛍光灯の使用を推奨している。

また、わが国においては、蛍光灯1本当たりの水銀封入量の削減が進められており、例えば40Wタイプの蛍光灯で1975年代に水銀封入量が約50mgだったものが2005年には6分の1以下の約8mgまで減少している。

さらに、パソコン等の液晶のバックライトに蛍光管が使用されているが、資源有効利用促進法により、2003年から回収、再資源化が実施されている。

3 ワクチンについて

ワクチンには、「チメロサル」という添加剤が使用されている。チメロサルは有機水銀を含む消毒剤であり、近年は、チメロサルが減量（1999年：100ppm 2006年：4～8ppm）されたり、使用しないワクチンが供給され始めた。

【参考：ワクチンの添加剤、チメロサルの減量の理由】

チメロサルは「エチル水銀」という有機水銀を含む消毒剤です。
チメロサルが減量されたワクチンが供給されはじめましたので、その減量理由をお知らせします。

■防腐剤としての役割

この成分は、1930年代（戦前）よりワクチンに防腐剤として混入されています。日本でも60年ほど前から使用され、いわば予防接種行政の始めから添加されてきました。そして、まれにおこる軽度の皮膚過敏症の他には特に健康障害を起こしたという報告は無く、これまでは最も安全で使いやすい防腐剤とされてきました。

■環境への配慮

しかし最近になり、さまざまな環境問題が起こってくる中で、極微量とはいえ有機水銀を医薬品の中に混入し続けることは好ましくないと考えられるようになりました。
アメリカでは、1997年に成立した法律で、水銀を含有する食品及び薬品の危険性を見直すことが要請され、1999年7月に同国の公衆衛生局と小児科医会協会は「ワクチンから可能な限りチメロサルを減量・中止するべき」という共同声明を出しています。

■自閉症と水銀

こうした動きの中で、2001年3月にアメリカ・テキサス州で、自閉症の患者たちが、ワクチンに含まれている有機水銀によって自閉症が発生したとして集団訴訟に踏み切りました。このことに関しては、2001年7月に「予防接種安全総括委員会」が公開会議を行い、チメロサルによって神経障害が起こったとする根拠のある報告は今のところ存在しない、と結論づけています。

世界保健機構と日本の動向

世界保健機関（WHO）のワクチン安全性委員会（Global Advisory Committee on Vaccine Safety）は、以下のように公表しています。

ワクチン中のチメロサルと子どもの神経発達障害との因果関係を示す決定的証拠はない。

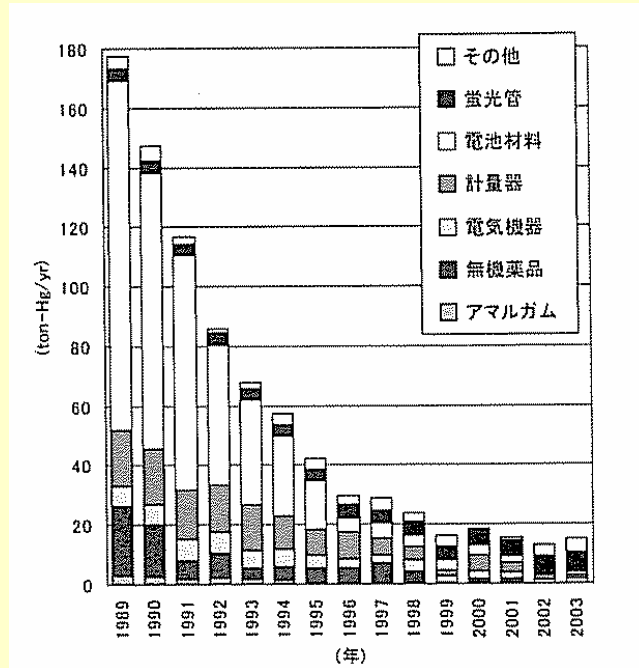
ワクチンを使用しなかった時のリスク（ワクチンで予防できる病気による罹患・死亡・合併症のリスクとチメロサルの未添加により汚染されたワクチンによる感染症のリスク）は、チメロサルによる副作用のリスクよりはるかに大きい。

世界的規模で進行中の予防接種戦略において、現在のチメロサル添加ワクチンの使用を即刻中止することなく、継続しながら、チメロサルをできるだけ添加しないワクチンの使用を早急に進めていくべきである。

日本でもアメリカ、欧州、世界保健機関（WHO）と同じく、チメロサルをできるだけ添加しない方向にあり、ワクチン中のチメロサルの減量や無添加が見られています。

（株）東京医療問題研究所 HP を引用し、一部修正

以上、見てきたように、わが国においては、水俣病に端を発する 1970 年代の水銀ゼロ運動⁴を契機として、水銀使用製品の用途縮小や使用量削減努力を行っており、下記に示すようにわが国の 2003 年の水銀需要量は、1989 年の 10 分の 1 程度と急激に減少してきている。



わが国の水銀需要量

〔廃棄物学会誌 vol.16 No.4 2005 P41~53 「水銀の物質フローと蛍光管リサイクルのあり方」浅利他から引用（経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報を基に作成）〕

さらに、1970年度（昭和45年度）のわが国の水銀需用量は、1,269.6 t であり、その内の約70%の887 tが、苛性ソーダの製造に利用されていたが、1973年（昭和48年）、旧通産省（現経済産業省）の要請を受け、わが国のソーダ工業界は、世界に先駆け水銀による環境汚染対策として水銀を使用しない隔膜法等への転換を行った。また、1971年（昭和46年）に水質汚濁防止法を施行し、工場等からの水銀等の排水規制を行った結果、水銀を用いた消毒剤の製造が1973年頃に中止され、さらに、医薬品や化粧品の使用も1974年に禁止されるなどした結果、わが国における水銀使用量は、1970年の1269.6 tから2003年の20 t弱と激減している。

⁴ （財）電力中央研究所報告「石炭燃焼からの水銀に関する国際ワークショップ」から引用

4 . 水銀の種類

水銀は大きく分けると「金属水銀」「無機水銀」「有機水銀」の3つに分けられる。

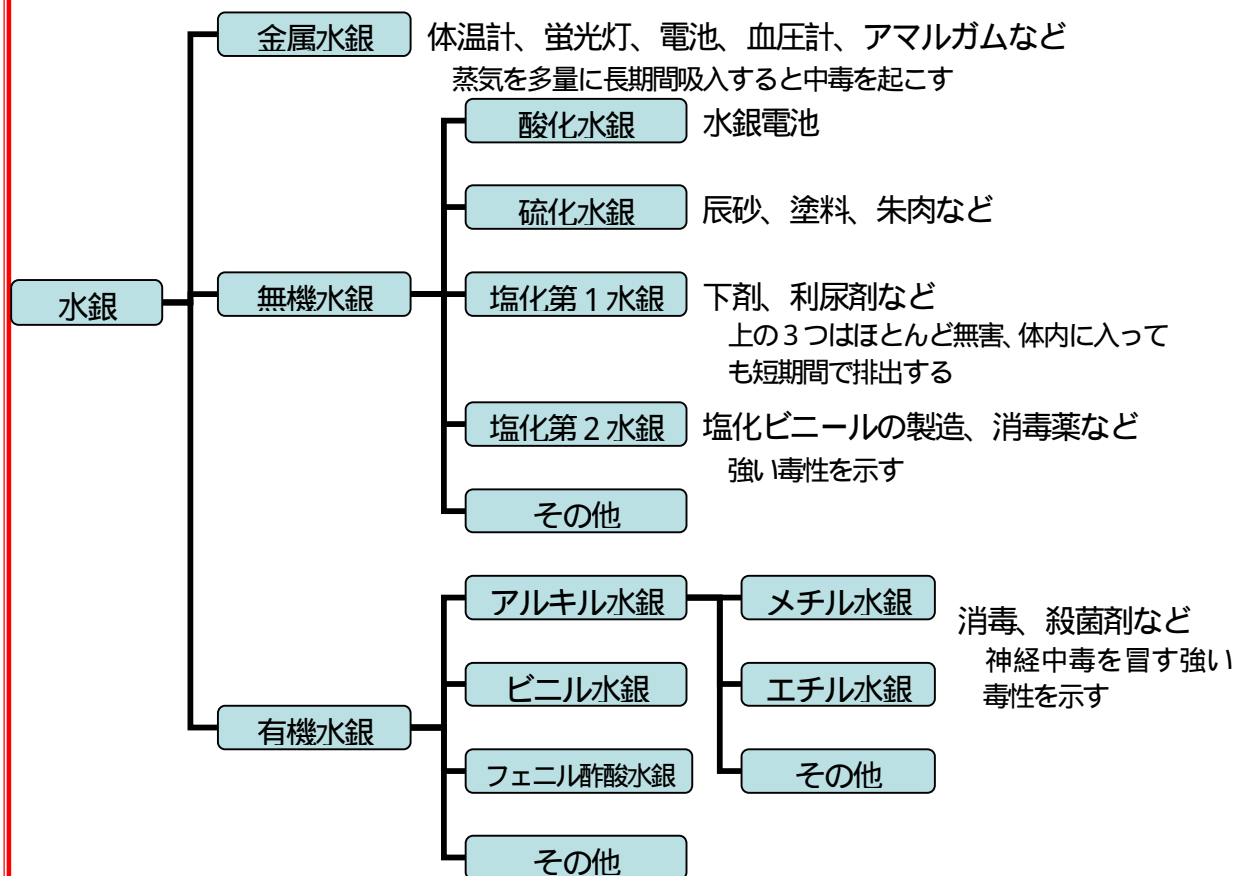
「金属水銀」は、体温計や蛍光灯に使用されている最も身近な水銀である。気化しやすく、その蒸気を多量に長期間吸入すると中毒を起こし、肺、腎臓、脳などが冒される。アマゾンなどでは金採掘などに使われ、環境汚染が問題になっている。

「無機水銀」は、防腐剤などに使われる酸化水銀や自然界の水銀の大半を占める硫化水銀が含まれる。硫化水銀は朱色の原料として漆器や神社の塗料などに使用される。

「有機水銀」とは、水銀原子に炭素が結合した化合物の総称であり、有機水銀の一種であるメチル水銀は、自然界の微生物によりごく微量であるが無機水銀から作られ、食物連鎖や生物濃縮により魚介類に蓄積する。

水俣病は、メチル水銀が高濃度に蓄積された魚介類を多食したことが原因であり、メチル水銀の他に水俣病と同じような症状を起こさせる有機水銀としては、エチル水銀及びプロピル水銀が知られているのみである。

【参考：水銀とその化合物】



山本 斌曠 著「はるかなる水銀の旅」平成8年(1988)山分社より改変

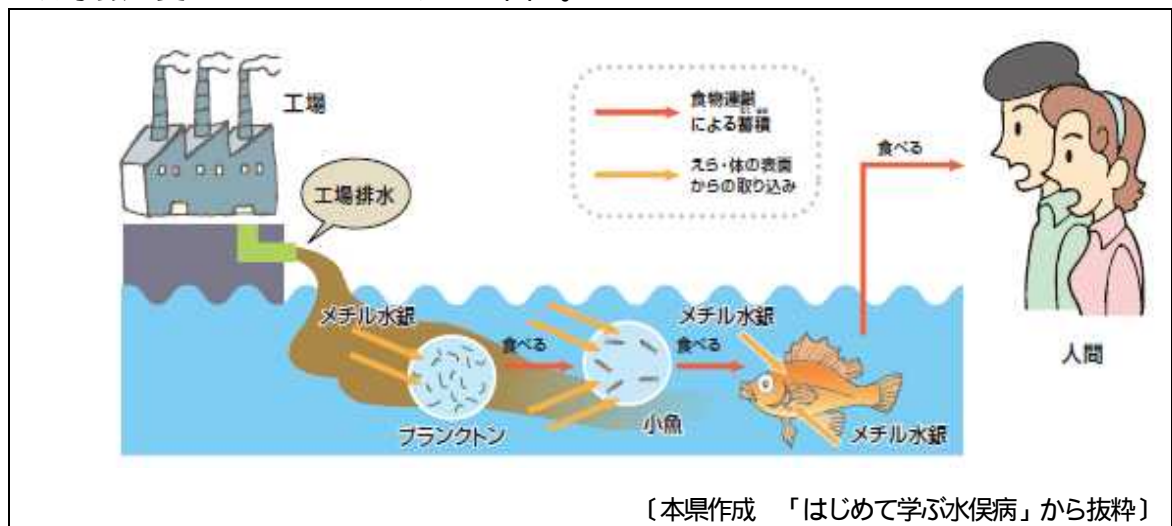
5 . メチル水銀

メチル水銀は、有機水銀の1つで非常に強い毒性を持ち、水俣病の原因物質として知られている。メチル水銀中毒の症状は、神経症状が主な症状であり、成人期に曝露した場合の主要症候は、四肢末梢優位の感覚障害、小脳性運動失調、求心性視野狭さく、中枢性眼球運動障害、中枢性聴力障害、中枢性の平衡機能障害であり、胎児期に曝露した場合は、脳性麻痺症状等がおこると言われている。

通常、水銀は、大気中や土壌、海水中では主に無機水銀の形で存在しているが、海水中に含まれている無機水銀のごく一部が自然界の微生物などの働きにより有機水銀の一種であるメチル水銀に変わる。

海や湖などで微生物により無機水銀から作られたごく微量のメチル水銀は、プランクトンなどに取り込まれる。プランクトンを小魚が食べ、小魚は小型の肉食魚が食べ、さらにこれを大型の肉食魚や海洋ほ乳類が食べる。この食物連鎖とえらや体表面からの取り込みによる生物濃縮の過程でメチル水銀が次第に蓄積されていくため、小型の魚に比べて大型の魚、草食魚に比べて肉食魚やクジラ・イルカなどでメチル水銀の濃度が高くなる。そして、食物連鎖の頂点に位置する人間にも魚等を食べることによりメチル水銀が入ってくるが、その量が微量のため普通は健康に影響が出ることはない。

なお、水俣病の場合は、チッソ水俣工場株からの工場廃水にアセトアルデヒド製造工程において生じたメチル水銀化合物が含まれていたものであり、自然界の働きによりメチル水銀に変わったものをはるかに上回る。



妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項

1．胎児性水俣病の発生

水俣病患者が多発した地域では、昭和30年代前半から脳性麻痺に似た症状の子どもの出生が多くなっていった。熊本大学の研究班は昭和36年から37年にかけて死亡した女児2人を解剖した結果、2人とも胎児のうちに水俣病になっていたと考えられるとの結論に達し、37年11月に発表した。そして、すでに同年8月に認定されていた1名に続き、同年11月29日に16人の子どもたちが胎児性水俣病と認定された。

胎児性水俣病とは、妊婦が汚染された魚介類をそうと知らずに食べているうちに、メチル水銀が胎盤を通過して胎内の赤ちゃんに侵入し、胎児の脳の中樞神経を侵し生まれた時にはすでに水俣病になっているというものである。また、汚染が最も濃厚だった昭和30年代前半には流産、死産が多かったことから胎芽期の曝露は流産、死産となった可能性もある。

従来の医学の通念では、妊婦の体内に入った有毒な重金属化合物が胎盤を通じて胎児にまで影響をもたらすとは考えられていなかった。このような胎盤を経由しておこったメチル水銀中毒の発見は、水俣病が世界で最初である。その後、イラクの中毒事件⁵でも、出生前に曝露を受けた新生児の中に中枢神経系が高度に障害された患者が発生しており、世界の研究者はメチル水銀の研究、とくに胎児への影響を研究し始めた。

2．厚生労働省の「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項の見直しについて」

(1) 世界のメチル水銀に関する疫学調査

平成17年11月2日、厚生労働省は「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項の見直しについて」を公表した⁶が、その前提として、食品安全委員会が厚生労働省から評価依頼を受けて審議を行い、平成17年8月4日に厚生労働大臣に審議結果を通知（「厚生労働省発食安第0723001号に係る食品健康影響評価の結果の通知について」(以下、「平成17年8月4日食品健康影響評価通知」という。))しており、その中には、次に示す3つの疫学研究の事例が示されている。

⁵ 1971年～1972年の冬にかけて、イラクの農村地帯で、メチル水銀殺菌剤で処理された小麦種子が不注意で粉に挽かれ、食用の小麦粉に混入したもので、全入院患者は6,000人強に上り、400人の死者が記録された。

⁶ 同省は、平成15年6月3日に1回目の「水銀を含有する魚介類の摂食に関する注意事項」を公表している。

メチル水銀の毒性に関する知見

生体に対するメチル水銀の毒性については、WHOの環境保健クライテリア（EHC）⁷をはじめとするすぐれた総説において知見が整理されており、中枢神経系に対する影響が最も典型的なものであることが知られている。メチル水銀は、経口摂取された場合、速やかに腸から吸収され、血液を介して、全身の組織に速やかに分布し、摂取量が多い場合には、水俣病やイラク（かびの発生防止のためにメチル水銀で処理された種まき用小麦を摂食したことによりメチル水銀中毒が発生。）の事例で知られるような中毒が認められる。

特に、メチル水銀は血液 - 脳関門機能が完成されていない発達中の胎児の中枢神経が最も影響を受けやすい。上述のように、ヒトは主として魚介類を介してメチル水銀曝露することから、一般環境に居住している妊婦のメチル水銀曝露と胎児への影響を調査することの重要性が指摘されてきた。近年、主要な国際機関において耐容摂取量について検討されている。

（１）メチル水銀の主要な疫学研究

フェロー諸島前向き研究（コホート調査）
（略）

セイシェル小児発達研究（コホート調査）
（略）

ニュージーランドの疫学調査（コホート調査）
（略）

〔平成17年8月4日付け府食第764号「厚生労働省発食安第 0723001 号に係る食品健康影響評価の結果の通知について」から抜粋〕

微量水銀の胎児への影響については、上記のとおり3地域で調査が行われたが、同報告書の中で、フェロー諸島においては、「影響あり」、セイシェル共和国においては、「影響なし」と逆の結果が出ており、ニュージーランド疫学研究については、「データが不安定であるため、ニュージーランド疫学研究の結果を用いることが適当であるとは言い難い。」とされている。

⁷ 世界保健機関（WHO）、国際労働機関（ILO）及び国連環境計画（UNEP）が共同で実施している国際化学物質安全性計画（IPCS）の活動のひとつで、広範囲な化学物質をはじめとして騒音、電波・電磁波及び放射性核種が人の健康や環境へ与える影響についての専門家による評価をまとめたもの。

(2) ハイリスクグループ及び耐容週間摂取量

平成17年8月4日食品健康影響評価通知では、ハイリスクグループについては、乳児は、母親の血液中のメチル水銀が母乳にほとんど移行しないこと、また、小児は、メチル水銀を体外に出す排泄機能が成人と同様に働く⁸ことからハイリスクグループとはせず、胎児のみをハイリスクグループとしている。また、食品の消費に伴い摂取される汚染物質に対して人が許容できる1週間当たりの摂取量である耐容週間摂取量については、フェロー諸島とセイシェル共和国の2つの疫学調査を基にメチル水銀2.0 µg/kg体重/週とされた。

なお、2003年(平成15年)にJECFA⁹が、耐容週間摂取量について1.6 µg/kg体重/週の評価を行い、同報告書の2.0 µg/kg体重/週と異なった評価を下しているが、これは、各々の機関の不確実係数の取り方の違いによるものであり、JECFA自身は、「不確実係数の数値の取り方については、幅を持たせる余地がある。」としている。

(3) 「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項の見直しについて」

前期の食品安全委員会報告を踏まえ、平成17年11月2日、厚生労働省は「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項の見直し¹⁰について」(以下、「平成17年11月2日注意事項見直し」という。)を公表し、その中で「魚介類は自然界の食物連鎖を通じて、特定の地域にかかわらず、微量の水銀を含有していますが、その含有量は一般に低いので健康に害を及ぼすものではありません。しかしながら、一部の魚介類については、食物連鎖を通じて、他の魚介類と比較して水銀濃度が高いものも見受けられます。」とした上で、以下のとおり、耐容週間摂取量を基に具体的に妊婦が注意すべき魚介類の種類とその摂食量を示した。

⁸ ヒトにおけるメチル水銀の生物学的半減期(摂取量が半分になる期間)は70日とされている。

⁹ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives FAO(国際連合食糧農業機関)とWHO(世界保健機構)が合同で運営する専門家の会合として1956年から活動開始。FAO,WHO、それらの加盟国等に対する科学的な助言機関として、添加物、汚染物質、動物用医薬品などの安全性評価を行う。

¹⁰ 厚生労働省は、平成15年6月3日に「水銀を含有する魚介類等の摂食に関する注意事項」を公表していたが、その後のJECFAの耐容週間摂取量の引き下げや各国の改正等に対応し、注意事項を見直したものの。

〔妊婦が注意すべき魚介類の種類とその摂食量（筋肉）の目安〕

摂食量（筋肉）の目安	魚介類
1回約80gとして妊婦は2ヶ月に1回まで （1週間当たり10g程度）	バンドウイルカ ¹¹
1回約80gとして妊婦は2週間に1回まで （1週間当たり40g程度）	コビレゴンドウ ¹¹
1回約80gとして妊婦は週に1回まで （1週間当たり80g程度）	キンメダイ、メカジキ、クロマグロ、メバチ（メバチマグロ） エッチュウバイガイ、 ツチクジラ ¹¹ 、マッコウクジラ ¹¹
1回約80gとして妊婦は週に2回まで （1週間当たり160g程度）	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 ¹¹

（参考1）マグロの中でも、キハダ、ピンナガ、メジマグロ（クロマグロの幼魚）、ツナ缶は通常の摂食で差し支えませんが、バランス良く摂食して下さい。

（参考2）魚介類の消費形態ごとの一般的な重量は次のとおり。

寿司、刺身	1貫又は1切れ当たり	15g程度
刺身	1人前当たり	80g程度
切り身	1切れ当たり	80g程度

目安の表に掲げた魚介類のうち複数の種類を食べる場合には、次のことに御留意ください。

例えば、表に「週に1回と記載されている魚介類」のうち、2種類または3種類を同じ週に食べる場合には食べる量をそれぞれ2分の1または3分の1にするよう工夫しましょう。また、表に「週に1回と記載されている魚介類」及び「週に2回と記載されている魚介類」を同じ週に食べる際には、食べる量をそれぞれ2分の1にするといった工夫をしましょう。また、ある週に食べ過ぎた場合は次の週に量を減らしましょう。

〔厚生労働省「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項」から一部を抜粋〕

¹¹ 哺乳類であるが、厚生労働省「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項」に記載してあるため、そのまま引用している。

また、平成17年11月2日注意事項見直しの中で、「魚介類は、良質なタンパク質や、生活習慣病の予防や脳の発育等に効果があるといわれている EPA、DHA 等の高度不飽和脂肪酸をその他の食品に比べ多く含み、また、カルシウムを始めとする各種の微量栄養素の摂取源である等、健康的な食生活にとって不可欠で優れた栄養特性を有しています。」とした上で、「わが国における食品を通じた平均の水銀摂取量は、公表した妊婦を対象とした耐容量の6割であって、一般に胎児への影響が懸念されるような状況ではありません。」とし、妊婦が注意事項の対象となった魚介類を偏って多量に食べることを避け、水銀摂取量を減らすことによって魚食のメリットを活かすことの両立が期待されている。

また、乳児や小児については、現時点で得られている知見によれば、乳児では曝露量が低下し、小児は成人と同様にメチル水銀が排泄され、脳への作用も成人の場合と類似していることから、子どもや一般の方々については「通常食べる魚介類によって、水銀による健康への悪影響が懸念されるような状況ではありません。健康的な食生活の維持にとって有益である魚介類をバランス良く摂取してください。」と注意事項の対象とされていない。

さらに、胎児への影響について、「胎児への影響は、例えば音を聞いた場合の反応が1/1,000 秒以下のレベルで遅れるようなもので、あるとしても将来の社会生活に支障があるような重篤なものではありません。」とされている。

【参考：「妊婦が注意すべき魚介類の種類とその摂食量（筋肉）の目安」に記載された魚介類の水銀値】

魚介類		総水銀濃度 (ppm)		メチル水銀濃度 (ppm)	
		検体数	平均値	検体数	平均値
魚類	キンメダイ	111	0.684	82	0.532
	メカジキ	44	0.969	42	0.674
	クロマグロ	127	0.723	120	0.542
	メバチ	90	0.733	84	0.549
	キダイ	39	0.329	32	0.329
	マカジキ	28	0.460	25	0.343
	ユメカサゴ	96	0.413	96	0.321
	ミナミマグロ	93	0.498	90	0.386
	ヨシキリザメ	30	0.544	30	0.350
クジラ	バンドウイルカ	5	20.84	5	6.622
	コビレゴンドウ	4	7.1	4	1.488
	ツチクジラ	5	1.168	5	0.698
	マッコウクジラ	13	2.1	5	0.7
	イシイルカ	4	1.035	4	0.37
貝類	エッチュウバイガイ	17	0.464	10	0.485

3. 期待される「胎児の微量水銀汚染に関する調査」の更なる研究

厚生労働省は、JECFAが平成15年6月中旬にメチル水銀の再評価を実施したことや欧米諸国において、妊婦等を対象とした摂食の注意事項が公表されたことから、平成17年11月に妊婦の魚介類の摂食について見直しを行ったが、厚生労働省とJECFAは、ともにフェロー諸島とセイシェル共和国における2つの疫学調査を基にして、耐容週間摂取量を決定している。しかしながら、そもそも、微量なメチル水銀の摂食により胎児の発達に影響が生じるのかについては、フェロー諸島の研究では「影響あり」、セイシェル共和国の研究では「影響なし」と逆の結果が出ており、現在のところ、明確な知見がない。

但し、「影響あり」との結論が出されたフェロー諸島での研究については、平成8年6月の第53回JECFAにおいて、フェロー諸島とセイシェル共和国の相反する結果に関して、他の要因(フェロー諸島ではPCB曝露の要因があった) 食文化の違い(フェロー諸島では魚よりもメチル水銀濃度が非常に高いゴンドウクジラを摂食すること) 評価時期やテストの種類が違うことの3つの要因が関与した可能性が指摘されている。

また、筑波大学 藤木素士名誉教授(現 熊本県環境センター館長)は、平成6年アメリカ合衆国アーカンソー州ホットスプリングで開催された第12回国際神経中毒学会の研究報告の概要を報告しているが、その中で以下のように「影響なし」との結果が出されたセイシェル共和国での研究を高く評価している。

第12回国際神経中毒学会では(胎児や妊婦に関するメチル水銀の影響に関して従来研究論文が少なく、この分野の論文の充実が望まれていたためIPCS報告書に掲載された)イラクのデータを用いた疫学的研究を行ったアメリカ合衆国のロチェスター大学のクラークソン教授を中心とする研究グループがセイシェル共和国と共同で行った研究を発表した。

この研究は、IPCS報告書の勧告¹²に応えたすぐれたデザインに基づく疫学の大規模なコホート研究であり、的確であり、信頼性は高い。特にイラクの研究やニュージーランドの研究と比較できるように検査法に同じ手法も組み込んでいる点、イラクの研究で微量水銀による発達遅滞が出現するリスクが5%あるかもしれないと報告した同じ研究者が、今回はすぐれたデザインに基づいて疫学調査を行って、本人が前回の研究報告の結論の信疑を確かめた点が高く評価できる。

¹² 「環境保健クライテリア101:メチル水銀」(1990年)には、今後の課題として「胎児は特にリスクが高い」として、「母親のピーク時頭髪水銀レベルが20 μ g/g以下のレベルとなるようなメチル水銀の曝露を子宮内で受けた児の疫学的研究を行う必要がある。」と指摘している。そして、「学問的知識が不十分」として、「メチル水銀の毒性及び潜在的なリスクについて我々の理解には、重要な進歩が見られるにもかかわらず、追加的研究を早急に行う必要がある研究分野が残っている。これらの分野の中で最も重要なのは、胎児曝露の場合の量-反応関係において影響を及ぼす最低のメチル水銀量である。」と勧告してある。

従来、日本には低濃度のメチル水銀が胎児の発達に与える影響に関する調査データがなかったため、環境省は、平成14年度からマグロなどの摂食量が多い宮城県内で調査を開始している。これは、平成14年から16年末までの2年半の間に出産した母子の母親の食生活や毛髪、母乳、血液、へその緒の水銀値と出生児の知能、言語、運動機能などを長期に亘って追跡調査するものである。

また、国立水俣病総合研究センターは、魚介類摂取に伴う妊婦・出産年齢女性のメチル水銀曝露評価に関する研究、及びメチル水銀濃度の高い大型の魚介類を食べるのではなく小型の魚を食べることによって魚介類由来のEPAやDHA等のメリットを受けつつリスクを減らす方策を研究している。こうした研究結果が出されれば、胎児に及ぼすメチル水銀の影響に関して再評価が行われることとなるものと思われる。

環境における本県の水銀の状況

1. 大気の水銀

(1) 国による基準

〔有害大気汚染物質に係る指針値（H15.9.30 環管総発第030930004号）〕
 ・年平均値・・・・・・・・・・・・・・・・・・40 ng / m³以下

(2) 本県の現状

以下に示すように、平成17年度までの調査結果においては(以下、第1章 「環境における本県の水銀の状況」において、同じ。(但し、平成18年度のデータで既に公表しているものについては記載。))、本県のこれまでの全てのデータにおいて、国の指針値を下回っている。

大気水銀調査結果 単位 (ng / m³)

表1-1 苓北志岐の調査結果の推移

年度	平均濃度	操業前後
H5	2.0	苓北発電所操業前
H6	2.0	
H7	2.3	
H8	2.3	苓北発電所操業後
H9	3.3	
H10	3.0	
H11	2.8	
H12	4.3	
H13	1.3	
H14	-	
H15	2.0	
H16	1.7	
H17	1.7	

(参考)平成16年度全国の調査結果範囲(平均値)

0.94 ~ 4.6(2.3)

各都道府県有害大気汚染物質調査結果より

表1-2 天草市内の調査結果の推移

測定地点	H13	H14	H15	H16	H17
天草保健所	1.7	-	1.7	2.1	1.8
五和手野	1.4	-	1.6	2.0	1.2
天草高浜	1.4	-	1.6	1.5	1.6

苓北発電所供用開始:1号機:平成7年12月、2号機:平成15年6月

表1-3 有害大気汚染物質による調査結果の推移(毎月実施)

測定地点	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17
有明保健所	2.2	1.7	1.9	1.8	2.1	2.1	1.8
水俣保健所			1.6	1.8	2.1	2.0	1.7
八代自動車排ガス測定局			1.9	1.8	2.1	2.1	1.8
水道町自動車排ガス測定局						2.8	2
熊本市大江市民センター						3.2	2.1

表1-4 水俣市内の調査結果

測定地点	H13	H14
水俣湾埋立地NO1	1.7	1.9
水俣湾埋立地NO2	1.9	2.2
県環境センター	1.6	2.1

調査機関:熊本市外は、県保健環境科学研究所・熊本市内は、熊本市

表1-5 苓北発電所操業前後の調査結果の推移(九電調査)

測定地点	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H15	H16	H17
苓北町木場	2.6	1.8	2.9	2.1	1.9	2.2	2.0	1.8	1.9
天草町下田	2.9	1.9	5.7	3.3	2.7	2.5	1.9	1.8	2.0
本渡市宮地岳	1.9	3.3	4.3	1.9	2.6	2.7	2.0	2.1	2.1
五和町手野	1.9	1.9	10.0	1.6	2.5	2.6	2.0	2.3	2.1

H11~H14年度は未測定 五和手野(県調査)と五和町手野(九電調査)は、調査地点が異なる。

また、表1 - 4に示すように水俣湾埋立地における大気中水銀濃度も調査しているが、調査の結果は、水俣市内における濃度（水俣湾埋立地 NO1：1.7ng/m³、1.9 ng/m³、水俣湾埋立地 NO2：1.9ng/m³、2.2 ng/m³、環境センター：1.6ng/m³、2.1 ng/m³）は、全国の平均値（最大4.6ng/m³、最小0.94ng/m³、平均2.3ng/m³）を下回っており、現状では、埋立工事をしたことにより大気中への拡散はないものと考えられる。

（3）諸外国の現状

環境大気への水銀放出源は、自然源及び人為発生源に大別されることは前述したが、産業化が進んだ現代では人為発生源として、化石燃料の燃焼、廃棄物の焼却、鉱石の製錬等が主要な発生源となっている。

（財）電力中央研究所の「石炭火力発電所の微量物質排出実態調査」等によると、近年、アジア諸国においては、経済成長が著しいが、化石燃料の燃焼等による人為的汚染がわが国へ及ぼす影響を無視することはできない。特に中国ではエネルギーの大半を石炭に依存しており、その燃焼に伴う大気中への水銀排出量は年々増大し、2003年では、石炭燃焼起源による水銀排出量は256.7t（うち石炭火力発電は約100.1t）にも及ぶ。

一方、わが国においては、水俣病の発生を契機に1970年代から水銀の使用量が減少し、その結果、排出量は低くなっており、石炭火力発電所からの排出量についても0.64tと大気中の水銀濃度は低く、国内的には問題となっていない。

また、各国における石炭火力発電所から大気中に排出される水銀量は以下のとおりであり、中国の突出ぶりが確認される。

日本	0.64 t	(' 0 0)	
中国	100.1 t	(' 0 3)	
アメリカ	51 t	(' 9 4)	54.2 t (' 9 6)
イギリス	7.8 t	(' 9 5)	1.75 t (' 9 9)
ドイツ	5.7 t	(' 9 5)	8 t (' 9 9)
フランス	1.5 t	(' 9 5)	3.7 t (' 9 9)
スウェーデン	0.1 t	(' 9 5)	0.04 t (' 9 9)

〔（財）電力中央研究所「石炭火力発電所の微量物質排出実態調査」から引用〕

以上のように、わが国における大気への水銀排出量の多くの割合を占める石炭火力発電所からの排出量は、他国と比較すると、ごく僅かであり、本県における大気中の水銀濃度も国が定める指針値を大きく下回っている。しかし、全世界の水銀排出量の52%はアジア地域から排出されていると言われており、その中でも隣国の中国は最大の排出国であり、中国で大気中に放出された水銀は、気象条件によっては、日本に到達している可能性も否定できない。

さらに、以下に示すように、中国国家環境保護局が、「中国で大気汚染が原因と見られる呼吸器障害や気管支炎疾患で35万人を超える都市住民が死亡、64万人が入院し、経済損失が5118億元(約7兆5千億円)にも達している。」と公表しており、中国からの大気汚染が懸念される。

大気汚染 年35万人死亡

9/12N

【北京11日(傍不文昭)】中国国家環境保護局は、二〇〇四年に大気汚染が原因とみられる疾患で死亡した国内の都市住民が計三十五万八千人に上ることを明らかにした。都市住民一人当

中国の都市住民

たり平均六人が死亡した計算になり、中国の大気汚染の深刻さを浮き彫りにした。

同総局と国家統計局はまた、〇四年の環境汚染による経済損失が計五千百十八億元(約七兆五千億円)に

呼吸器障害など誘発

達し、同年の国内総生産GDPの約1・8%に相当するとし、研究報告書を公表した。いずれも中国紙の北京青年報が伝えた。

環境汚染による健康被害は〇四年、大気汚染と水質汚染による健康被害は全体の55・9%を占めた

1万人当たり平均6人

汚染を対象に実施。都市部では大気汚染が深刻で、二酸化硫黄、一酸化炭素などが原因とみられる呼吸器障害や循環器障害、気管支炎が原因とみられる呼吸器障害、気管支炎、調査対象となっていない。三十五万八千人の都市住民が死亡。このほか、計六十四万人が入院、気管支炎で

平成18年9月12日 西日本新聞

このため、環境省においては、国際的観点からの有害水銀対策戦略を策定するべく、そのための基礎的な検討を行う「有害金属対策策定基礎調査専門検討会」を平成18年12月26日に設置し、以下の事柄にかかる検討を行っている。

- 環境監視システム構築のための基礎調査
- 製品中有害金属等の含有量測定
- マテリアルフロー・排出インベントリー作成のための基礎調査
- アジア太平洋域の環境監視のための基礎調査

2. 公共用水域¹³の水銀

(1) 国・県による基準

水質汚濁に係る環境基準¹⁴

〔環境基本法第16条第1項〕

- ・総水銀・・・・・・・・・・・・・・・・・・0.0005mg/l以下
- ・アルキル水銀・・・・・・・・・・・・・・・・・・検出されないこと

排水基準

〔水質汚濁防止法第3条〕

- ・水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物・・・・・・・・0.005mg/l以下
- ・アルキル水銀化合物・・・・・・・・・・・・・・・・・・検出されないこと

〔熊本県地下水保全条例第17条第1項〕

- ・水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物・・・・・・・・0.0005mg/l以下
- ・アルキル水銀化合物・・・・・・・・・・・・・・・・・・検出されないこと

熊本県の地下水を質の面から保全する観点から熊本県地下水質保全条例（現熊本県地下水保全条例）を平成2年に制定（平成3年4月1日施行）したときに、排水の水質基準を水道水質基準（0.0005mg/l）と同程度に設定したことにより、国の排水基準より10倍厳しい基準となった。

〔水質汚濁防止法第3条第3項の規定に基づき排出基準を定める条例〕

- ・水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物・・・・・・・・0.0005mg/l以下
熊本県地下水保全条例の制定時に併せて、同条例も同じ基準としたもの。

熊本県地下水保全条例第7条第2号

- ・同条例では、規則（熊本県地下水保全条例施行規則）で定める業種に属する工場又は事業場を規制の対象としているが、水質汚濁防止法よりも広い業種を指定している。さらに、水質汚濁防止法では、業種とともに脱水施設や濾過施設等の特定施設を指定し、指定された業種であっても特定施設がなければ法の規制対象とならないが、規則では特定施設を指定しなかったことから、結果的に指定された業種は全ての事業所が規制対象となることとなり、水質汚濁防止法よりも規制対象が広い。

¹³ 公共用水域：河川、湖沼、港湾、沿岸その他公共の用に供される水域等

¹⁴ 環境基準：人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準

底質の暫定除去基準

〔S50年10月28日付け環境庁水質保全局長通達〕

- ・海域・・・・・・・・・・海域毎に潮位や水銀の溶出率等を用いて算出する。
水俣湾の場合 25 ppm
- ・河川、湖沼・・・・・・・・25 ppm

魚介類の暫定的規制値

〔S48年7月23日付け厚生省環境衛生局長通知〕

- ・総水銀が0.4 ppm を超え、かつ、メチル水銀が0.3 ppm を超えるもの。
- ・ただし、マグロ類（マグロ、カジキおよびカツオ）および内水面水域の河川産の魚介類（湖沼産の魚介類は含まない）については適用しない。

なお、「妊婦および乳幼児に対しては、各方面の魚介類の調査結果と食生活の実態を考慮のうえ適切な食事指導にあたられたい。」とされている。

(2) 本県の現状

「水質汚濁に係る環境基準」について

平成17年度熊本県公共用水域水質測定計画に基づく水質調査では、表2-1のとおり、全ての地点において水銀は検出されていない。

表2-1〔水質調査結果〕

水域	地点数	調査結果 (mg/ℓ)			環境基準
		最大	最小	平均	
河川	49	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005mg/ℓ以下
海域	16	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005mg/ℓ以下

*平成17年度水質調査報告書（公共用水域）

また、県では昭和45年度から毎年、環境調査を実施しているが、表2-2のとおり過去に環境基準値を超えて水銀が検出された例がある。しかし、水俣湾公害防止事業（S52年10月～平成2年3月）により、それ以降、水銀は検出されていない。

表2-2〔本県実施の過去の水質汚濁に係る環境調査（水銀検出分）〕

時期	地点	調査結果(mg/ℓ)	備考
S48年5月	水俣湾内	0.0006	湾に降雨による濁水が流入し、底質の巻き上げが生じたためと推測される
S53年	水俣市丸島漁港流入前	0.0009	上記同様、底質の巻き上げによるものと推測される
		0.0010	

なお、国が昭和48年に実施した「有明海・八代海環境総合調査」では、有明海で3地点、八代海で5地点、水俣湾で3地点、八代港で1地点から検出されている。

「排水基準」について

水質汚濁防止法及び熊本県地下水保全条例に基づき、平成17年度工場事業場排水監視における水銀調査では、表2-3及び表2-4のとおり排水から検出された事例はない。

なお、過去の事例として、国の一律基準を適用していた平成3年3月31日までは昭和52年度及び昭和58年度にそれぞれ1件、上乘せ排水基準適用後は平成9年度に1件の改善命令を発出している。

表2-3

〔熊本県地下水保全条例に基づく対象事業場排水等調査結果〕

事業場数	調査結果 (mg/ℓ)	排水基準
10	0.0005未満	0.0005mg/ℓ以下

*平成17年度対象事業場排水等監視調査結果

表2-4

〔水質汚濁防止法第3条第3項の規定に基づき排出基準を定める条例に基づく対象事業場排水調査結果〕

対象工場・事業場数	調査結果 (mg/ℓ)	排水基準
8	0.0005未満	0.0005mg/ℓ以下

*平成17年度特定事業場排水監視調査結果

*8事業場のうち3事業場で水銀が試験用として用いられているため、調査を実施。また、残りの5事業場は排水量が多い大工場であるため、他の重金属と併せて実施しているもの。

「底質の暫定除去基準」について

平成17年度熊本県公共用水域水質測定計画に基づき底質を調査しているが、河川及び水俣湾における水銀の暫定除去基準（河川・湖沼25ppm、水俣湾25ppm）に比較し、表2-5のとおり調査結果は低い値で推移している。

表2-5〔底質調査結果〕

水域	地点数	調査結果 (ppm)			暫定除去基準
		最大	最小	平均	
河川	6	0.61	0.01	0.14	25ppm
海域（水俣湾以外）	18	0.26	0.01未満	0.14	（注）
海域（水俣湾）	29	8.39	0.38	3.16	25ppm

*平成17年度水質調査報告書（公共用水域）

*水俣湾については平成17年度水俣湾環境調査結果

（注）海域の基準は海域毎に潮位や水銀の溶出率等を用いて算出される。

「魚介類の暫定的規制値」について

県内では水俣湾環境対策基本方針に基づき、水俣湾において2魚種を対象に実施しているが、表2 - 6のとおり平成16年に大きく変動したが、平成18年度前期及び後期の調査結果は、およそ2年ぶりに低下し、安定した状態に戻っている。

表2 - 6〔魚類調査結果〕

〔単位：ppm〕

魚種	項目	H15	H16		H17		H18		暫定的 規制値
				追加	前期	後期	前期	後期	
カサゴ	総水銀	0.34	0.40	0.36	0.38	0.37	0.26	0.30	0.4
	メチル水銀	0.28	0.36	0.36	0.29	0.30	0.20	0.24	0.3
ササノ	総水銀	0.20	0.17	0.17	0.18	0.18	0.17	0.15	0.4
ハベラ	メチル水銀	0.17	0.16	0.16	0.14	0.14	0.11	0.10	0.3

3. 地下水及び土壌の水銀

(1) 国・県による基準

地下水の水質汚濁に係る環境基準

〔環境基本法第16条第1項〕

- ・総水銀・・・・・・・・・・・・・・・・・・0.0005mg/l以下
- ・アルキル水銀・・・・・・・・・・・・・・・・・・検出されないこと

地下浸透に係る排水基準（対象事業場からの地下浸透水の浸透の制限）

〔水質汚濁防止法第12条の3〕及び〔熊本県地下水保全条例第16条〕

- ・水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物・・・・・・・・・・検出されないこと
- ・アルキル水銀化合物・・・・・・・・・・・・・・・・・・検出されないこと

熊本県地下水保全条例第7条第2号

- ・同条例では、規則（熊本県地下水保全条例施行規則）で定める業種に属する工場又は事業場を規制の対象としているが、水質汚濁防止法よりも広い業種を指定している。さらに、水質汚濁防止法では、業種とともに脱水施設や濾過施設等の特定施設を指定し、指定された業種であっても特定施設がなければ法の規制対象とならないが、規則では特定施設を指定しなかったことから、結果的に指定された業種は全ての事業所が規制対象となることとなり、水質汚濁防止法よりも規制対象が広い。

土壌の汚染に係る環境基準

〔環境基本法第16条第1項〕

- ・総水銀・・・・・・・・・・・・・・・・・・0.0005mg/kg以下（溶出試験による）
- ・アルキル水銀・・・・・・・・・・・・・・・・・・検出されないこと（溶出試験による）

土壌汚染対策法に基づく指定基準

〔土壌汚染対策法第5条〕

都道府県知事は、土壌汚染により健康被害が生ずるおそれがあると認められる場合、当該土地の所有者等に命令し調査を行わせることができるとされており、その調査の結果、以下の土壌含有量基準ないしは土壌溶出量基準に適合しない場合、特定有害物質（水銀含む）によって汚染されているとして当該土地の区域を指定するものとされている。

土壤含有量基準

- ・水銀及びその化合物 含有量基準 15mg/kg 以下
 自然的原因による含有量の上限值の目安 水銀 1.4mg/kg
 (土壤汚染対策法の施行について：H15.2.4 環水土第 20 号より)

土壤溶出量基準

- ・水銀及びその化合物・・・・・・・・・・ 0.0005 mg/l 以下
 うちアルキル水銀・・・・・・・・・・ 検出されないこと

(2) 本県の現状

「地下水の水質汚濁に係る環境基準」について

平成 17 年度熊本県地下水質測定計画に基づく水質調査では、76 検体調査を実施したが、全ての地点で水銀は検出されていない。また、平成 2 年度から地下水質調査を実施しているが、これまで検出された事例はない。

表 3 - 1〔地下水質調査結果〕

調査井戸数	検出井戸数	基準超過数	環境基準
76	0	0	0.0005mg/l 以下

*平成 17 年度水質調査報告書(地下水)

「地下浸透に係る排水基準」について

水質汚濁防止法及び熊本県地下水保全条例の規制対象となる水銀を使用する工場・事業場において、排水を地下浸透処理している例は、過去からない。

「土壤の汚染に係る環境基準」について

事業者、公共団体等が実施する土壤調査において、土壤の汚染に係る環境基準を望ましい基準として適切な対応を指導している。

「土壤汚染対策法に基づく指定基準」について

これまでに調査を命じた例はなく、指定区域の指定は行っていない。

4 . 廃棄物の水銀

(1) 国の基準

産業廃棄物に含まれる有害物質の判定基準

〔 廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則別表第一 〕

- ・ 水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物・・・ 0 . 0 5 mg / ℓ以下
- ・ アルキル水銀・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 検出されないこと

廃棄物の埋立地の保有水等集排水設備により排出される保有水の排水基準

〔 一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令（昭和52年総理府・厚生省令第1号） 〕

- ・ 水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物・・・ 0 . 0 0 5 mg / ℓ以下
- ・ アルキル水銀・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 検出されないこと

廃棄物の埋立地から地下水等への影響の有無を判断する基準

〔 一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令（昭和52年総理府・厚生省令第1号） 〕

- ・ 総水銀・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 0 . 0 0 0 5 mg / ℓ以下
- ・ アルキル水銀・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 検出されないこと

(2) 本県の状況

「産業廃棄物に含まれる有害物質の判定基準」調査について

平成17年度において、事業者及び処理業者が取り扱った産業廃棄物のうち16検体を抜き取り、水銀の溶出調査を実施したが、いずれも産業廃棄物に含まれる有害物質の判定基準を超過していない。また、過去から超過した例はない。

「廃棄物の埋立地の保有水等集排水設備により排出される保有水の排水基準」調査について

平成17年度において、産業廃棄物処分業者の埋立地から排出される保有水のうち31検体を抜き取り、水銀の分析調査を実施したが、いずれも保有水の排水基準を超過していない。また、過去から超過した例はない。

「廃棄物の埋立地からの地下水等への影響の有無を判断する基準」調査について

平成17年度において、産業廃棄物処分業者の埋立地内の地下水のうち31検体を抜き取り、水銀の分析調査を実施したが、いずれも地下水等への影響の有無を判断する基準を超過していない。また、過去から超過した例はない。

その他

ア 本県においては、廃棄物の処理及び清掃に関する法律の施行前に整備された廃棄物処分場の周辺の環境調査を昭和48年から以下の2カ所で行っているが、その結果は以下のとおり。

* 1 チッソ(株)周辺の水銀調査結果

観測孔水及び表流水の総水銀を調査しているが、現在までに上記(1)の廃棄物の埋立地の保有水等集排水設備により排出される保有水の排水基準を準用した基準を超過していない。(調査延べ地点数:35地点、現在の調査地点数:8地点)

* 2 (株)ニチゴー周辺の水銀調査結果

観測孔水及び表流水の総水銀を調査しているが、現在までに上記(1)の廃棄物の埋立地の保有水等集排水設備により排出される保有水の排水基準を準用した基準を超過していない。(調査延べ地点数:10地点、現在:8地点)

イ 平成4年に発見された大規模不法投棄場所(八代市敷川内町)周辺の井戸水(飲料水)の検査を継続して実施しており、平成17年度にも10カ所実施したが、いずれも水銀は検出されなかった。

ウ 水銀含有一般廃棄物(蛍光管等)について

家庭から排出される蛍光管や体温計は一般廃棄物として各市町村によって回収される。事業者等から排出されるものは産業廃棄物として各事業者が処理の責任がある。

蛍光灯や体温計に使用される水銀には、処分方法のきまりはないが、環境への拡散をできるだけ少なくするとともに資源の循環をより一層図ることを目的に、分別回収し専門の再生処理事業者に引き渡して回収再資源化されることが望ましい。このため、近年、一般廃棄物は市町村が、また、産業廃棄物は排出者が、分別回収して専門の再生処理事業者に処理委託する例が多くなっている。

なお、本県においては、産業廃棄物として排出される蛍光管の全量(43.5t/年)及び一般廃棄物として排出される蛍光管209.3tのうちの約47%の99.3t/年が再生利用されている。

また、110tが埋立処分されるが、含まれる水銀の重量は約3.7kgであり¹⁵、これは、水銀の密度が13.534g/cm³であることから、約300cm³である。

【参考：蛍光管の処理】

¹⁵ 蛍光管の平均重量を1本当たり235g、水銀封入量を8mg(2005年の40W直管蛍光管の平均重量および水銀封入量を使用((社)日本電球工業会調べ))として算出。
(110t : x = 235g : 8mg x = 3.7kg)

種 類	排 出 量	処分方法・量	処分先	自治体数
一般廃棄物	209.3 t/年 (埋立処分に係る量は推計値)	再生利用 99.3 t/年	ジェイ・リライツ 野村興産外	36市町村
		埋立処分 110 t/年(推計)	一般廃棄物 最終処分場	12市町村
産業廃棄物	43.5 t/年	再生利用 43.5 t/年	ジェイ・リライツ	
		埋立処分 0 t/年		

【参考：使用済みランプの処理が可能な業者】(H17.9.30 (社)日本電球工業会調べ)

- ・ 野村興産(株) 北海道及び大阪市 0157-45-2911
- ・ JFE環境(株) 神奈川県横浜市 045-03-1470
- ・ (株)リフレックス 神奈川県横須賀市 0468-33-0700
- ・ (株)サワヤ 福井県金沢市 076-263-0654
- ・ エヌアイエ(株) 三重県上野市 0595-20-1624
- ・ (株)ジェイ・エム・アール 兵庫県尼崎市 06-6409-0252
- ・ (株)神鋼環境ソリューション 兵庫県播磨町 0794-36-2548
- ・ ジェイ・リライツ(株) 福岡県北九州市 093-752-2386

5 . 環境における本県の水銀に関する総括

以上見てきたように、国及び本県は、大気、公共用水域（水質、底質、魚介類）、地下水及び土壌、廃棄物において水銀に関する基準値等を定めている。それぞれに対する基準値等と本県の現状は以下の表のとおりであり、近年は、全ての項目において国・県の基準値等を下回っており、水銀に汚染されている状況にはない。

	項目	国が定める基準値等	本県独自の追加的な規制	本県の現状(H17)
大気	大気汚染に係る指針値	(有害大気汚染物質に係る指針値) ・40ngHg/m ³ 以下	無し(国の指針値等どおり)	指針値を下回る
公共用水域	水質汚濁に係る環境基準	(環境基本法第16条第1項) ・総水銀 0.0005mg/l以下 ・アルキル水銀 検出されないこと	無し(国の基準値どおり)	基準値を下回る
	水質汚濁に係る排水基準	(水質汚濁防止法第3条) ・水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物 0.005mg/l以下 ・アルキル水銀化合物 検出されないこと	(熊本県地下水保全条例第17条) 水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物 0.0005mg/l以下 〔水質汚濁防止法第3条第3項の規定に基づき排出基準を定める条例〕 水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物 0.0005mg/l以下 県条例により10倍厳しい上乘せ排出基準を設定 (熊本県地下水保全条例第7条第2号) 法律では規制対象業種毎に特定施設を指定しており、特定施設がなければ、規制対象とならないが、条例では法律とは別に新たに業種を指定した上で、特定施設がなくても規制対象とした。 1	県の基準値を下回る
	底質の暫定除去基準	(S50.10.28 環境庁水質保全局長通達) ・海域(水俣湾の場合 25ppm) ・河川、湖沼 25ppm	無し(国の基準値どおり)	基準値を下回る
	魚介類の暫定的規制値	(S48.7.23 厚生省環境衛生局長通知) ・総水銀 0.4ppm ・メチル水銀 0.3ppm	無し(国の基準値どおり)	暫定的規制値を超えていない
地下水・土壌	地下水の水質汚濁に係る環境基準	(環境基本法第16条第1項) ・総水銀 0.0005mg/l以下 ・アルキル水銀 検出されないこと	無し(国の基準値どおり)	基準値を下回る
	地下浸透に係る排水基準	(水質汚濁防止法第12条の3) ・水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物 検出されないこと ・アルキル水銀化合物 検出されないこと	(熊本県地下水保全条例第7条第2号) (1と同様)	排水を地下浸透している例はない

	土壌の汚染に係る環境基準	(環境基本法第16条第1項) ・総水銀 0.0005mg/リットル以下 ・アルキル水銀 検出されないこと いずれも溶出試験による	無し(国の基準値どおり)	適切な対応を指導中
	土壌汚染対策法に基づく指定基準	(土壌汚染対策法第5条) 土壌含有量基準 ・水銀及びその化合物 含有量基準 15mg/kg 以下 土壌溶出量基準 ・水銀及びその化合物 0.0005mg/リットル以下 ・うちアルキル水銀 検出されないこと	無し(国の基準値どおり)	これまでに調査を命じた例はなく、指定していない
廃棄物	産廃に含まれる有害物質判定基準	(廃掃法施行規則別表第1) ・水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物 0.05mg/リットル以下 ・アルキル水銀 検出されないこと	無し(国の基準値どおり)	基準値を下回る
	廃棄物埋立地の保有水の排水基準	(最終処分場に係る技術上の基準を定める省令) ・水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物 0.005mg/リットル以下 ・アルキル水銀 検出されないこと	無し(国の基準値どおり)	基準値を下回る
	廃棄物埋立地から地下水等への影響判断基準	(最終処分場に係る技術上の基準を定める省令) ・総水銀 0.0005mg/リットル以下 ・アルキル水銀 検出されないこと	無し(国の基準値どおり)	基準値を下回る

廃電気・電子機器における水銀を含む有害物質の削減に向けた動き

この章は、廃電気・電子機器からの水銀を含む有害物質削減の動きを以下の資料から抜粋

環境省、(財)日本環境衛生センター「製品中の有害物質に起因する環境負荷の低減に関する調査検討報告書(平成17年7月)」

<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=6263>

「資源の有効な利用の促進に関する法律の基本方針の改定及び判断基準省令の一部改正について(平成18年4月27日ニュースリリース)」経済産業省

<http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/new/060427.html>

1. EUにおける動き

水銀は、電気・電子機器等の液晶画面のバックライト、サーモスタット(自動温度調節器)リレー(継電器)などに使用される。EU各国では、廃電気・電子機器の約90%が前処理を経ずに埋立てや焼却されており、埋立場や焼却場からの鉛などによる汚染が問題となっており、将来的に健康や環境に影響が出かねない危機感がある。このため、EUでは廃電気・電子機器の回収やリサイクルに関する「廃電気・電子機器(WEEE: Waste Electrical and Electronic Equipment)に関する指令」(以下、「WEEE指令」という。)及び製品に含まれる有害物質を規制する「電気・電子機器の特定有害物質使用禁止(RoHS: Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment)」(以下、「RoHS指令」という。)を2003年2月に公布し、WEEE指令は2005年8月に、RoHS指令は2006年7月に施行された。

(1) WEEE指令

WEEE指令とは、廃電気・電子機器による資源消費と環境汚染の低減を目的としており、EU加盟国に対して、家庭用電気製品や医療用機器、監視及び制御機器、自動販売機など10のカテゴリーに及ぶ電気・電子機器を対象に、これらが廃棄物となることが予防されるよう、メーカーに分別回収やリサイクルを義務付ける指令である。メーカーは平成17年8月13日以降、対象となっている電気・電子機器について分別回収、リサイクルを行う義務を負う。

(2) RoHS指令

RoHS指令とは、電気・電子機器における有害物質の使用制限に関する法規をEU加盟国間で統一の取れたものとし、人の健康の保護及び廃電気・電子機器の環境に影響を及ぼさない回収・処理に資することを目的に、WEEE指令の適用対象機器のうち以下に示す電気・電子機器に含まれる有害物質の使用制限を定める指令である。ここでいう有害物質とは鉛・水銀・カドミウム・六価クロム・ポリ臭素化ビフェニール(PBB)・ポリ臭素化ジフェニールエーテル(PBDE)の6種類を指し、これらの有害物質の製品への使用が平成18年7月から禁止されている。

【RoHS 指令の対象製品】

RoHS 指令の規制対象製品は次に示す WEEE 指令の対象製品の大部分と電球及び家庭用照明器具である。

WEEE 指令の対象となる電気・電子製品			RoHS 指令の対象
No	製品の種類	製品の例	
1	大型家電用電気製品	冷蔵庫、洗濯機、エアコン、電子レンジなど	
2	小型家電用電気製品	電気掃除機、アイロン、ヘアドライヤーなど	
3	情報技術・電気通信機器	パソコン、ファックス、携帯電話など	
4	消費者用機器	ラジオ、テレビ、ビデオ、楽器など	
5	照明器具	蛍光灯、高圧ナトリウムランプなど	
6	電気・電子工具	ドリル、旋盤、芝刈り機など	
7	玩具、レジャー並びにスポーツ器具	レーシングカーセット、ビデオゲーム、ダイビングコンピューターなど	
8	医療関連機器	放射線療養機器、心臓療養機器など	適用除外
9	監視及び制御機器	煙探知機、暖房調節器など	適用除外
10	自動販売機	温飲料自動販売機など	

ただし、水銀に関しては、以下の使用方法については、規制が適用されない。

ランプ 1 本あたり 5mg を超えない範囲の小型蛍光灯に含まれる水銀	
一般目的用の直管蛍光灯に含まれる以下のものを超えない水銀	
・ハロゲン化リン酸塩	10 mg
・通常耐久性蛍光灯中の 3 リン酸塩	5 mg
・長期耐久性蛍光灯中の 3 リン酸塩	8 mg
特別な目的用の直管蛍光灯に含まれる水銀	
本付属書に特に定められていないその他のランプに含まれる水銀	

また、特別な目的用の直管蛍光灯に含まれる水銀、サーバー等のはんだに含まれる鉛、電球¹⁶についても代替品がないなどの理由により、RoHS 指令の適用除外とされた。

¹⁶ RoHS 指令では、規制対象製品となっているが、「代替品がない」との理由により適用除外とされているもの。

なお、RoHS 指令では、科学技術上の進展に合わせて電気・電子機器の材料や部品に含まれている対象物質の最大許容濃度を必要に応じ設定することとしている。

この最大許容濃度について、EU の執行機関である欧州委員会は、以下の表に示す値を案として示している。RoHS 指令が求める対象物質が「含まれないこと」とは、製品の均質材料当たり以下の表に示す最大許容濃度以下（質量比）であることを指すと解されている。

【RoHS 指令の最大許容濃度】

対象物質	最大許容濃度
カドミウム	0.01%
鉛	0.1%
水銀	0.1%
六価クロム	0.1%
PBB	0.1%
PBDE	0.1%
均質材料当たりの濃度	

2. わが国における動き

RoHS 指令は、電気・電子機器における有害物質の使用を制限するものであり、わが国においては、これに相当する規制法令はない。但し、わが国においては、使用済みの製品については、「特定家庭用機器再商品化法（家電リサイクル法）」、「資源の有効な利用の促進に関する法律（資源有効利用促進法）」、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下、「廃棄物処理法」という。）」等に基づく回収・リサイクルや廃棄物処理法に基づく適正な処理が行われている。このため、製品の中に使用されている有害物質に起因する環境汚染が顕在化している状況にはないが、一方で毎年多くの有害物質が市場に投入されており、これらの一部は回収されずに廃棄物として最終的には埋立て処分等が行われている。このため、資源の有効利用や環境汚染の未然防止の観点から有害廃棄物管理やグリーン調達等の措置を講じる必要が生じている。

（1）産業界の対応状況

わが国の電気・電子機器製造産業においては、WEEE 指令及び RoHS 指令の施行に先立ち、供給される素材や部品に有害性が指摘される化学物質を使用することの制限、条件付禁止あるいは全面禁止などを含めたグリーン調達活動を展開している。

製品への化学物質の混入を避けるためには、製品に使用する部品や材料中への化学物質の混入を防ぐ必要があり、国内主要製造企業では部品・材料の調達規定を作成し部品納入企業に公開して対応している。

国内主要製造企業の水銀に関する対応状況は以下の表のとおりであり、製造企業においては、水銀使用削減に努めている。

【国内主要電気・電子機器製造企業の調達規定に見る水銀への対応(2005.1 現在)】

企業名	対応状況	企業名	対応状況
キャノン	2005.4.1(使用禁止) ・除外用途有	日本電気	2005.4.1(全廃目標)
三洋電機	2005.7.1(含有禁止) (海外生産品で EU 向け以外は2007.7.1)	日本ビクタ ー	2006.4.1(使用禁止)
シャープ	2004.3(全廃) (2005.3迄猶予あり) ・除外用途有	日立製作所	2005.4.1(全廃目標)
セイコー エプソン	2005.4.1(使用禁止) ・除外用途有	富士通	含有全廃物質
ソニー	2005.1.1(納入禁止) ・除外用途有	松下電器	2005.3(全廃目標) ・除外用途有
東芝	2005.4.1(含有禁止) ・除外用途有	三菱電気	2005.7.1(全廃目標)

富士通に関しては、2003年7月に「富士通グループ グリーン調達基準」を改訂し、指定有害物質として「含有禁止物質」「製造使用禁止物質」「含有全廃物質」に区分し、製品への含有禁止、製造工程での使用禁止、含有全廃を取引先に依頼。

含有禁止物質：納入品への含有を禁止する物質

製造使用禁止物質：納入品の製造工程での使用を禁止する物質

含有全廃物質：納入品への含有を今後、取引先との協議によって期限を定めて禁止する物質

〔製品中の有害物質に起因する環境負荷の低減に関する調査検討報告書(平成17年7月)環境省、(財)日本環境衛生センター から引用〕

(2) わが国における対策

わが国においては、使用済み製品について廃棄物処理法等に基づく適正な処理が行われているなどにより、製品中の有害物質に起因する環境汚染が顕在化している状況にはない。しかし、有害物質を含有する製品由来廃棄物についてより一層の適切かつ高度な3Rを推進し、また、製品中の有害物質に起因する環境汚染を未然に防止する観点から製品中の有害物質の存在を明らかにする必要があるため、資源有効利用促進法の判断基準省令を平成18年4月に改正し、RoHS規制対象6物質を含有する場合、JIS規格C0950¹⁷に基づく方法(通称:J-Moss)により、含有マークが表示されることとなった。

J-Mossは、2006年7月1日以降に製造された製品、または、同日以降に輸入された製品に適用される。対象製品は、パーソナルコンピュータ ユニット形エアコンディショナ テレビ受像機 電子レンジ 衣類乾燥機 電気冷蔵庫 電気洗濯機の7品目であり、RoHS指令の規制物質である鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、PBB(ポリ臭素化ビフェニール)、PBDE(ポリ臭素化ジフェニールエーテル)の6物質に関する情報を提供しなければならない。

具体的には、対象製品に対象物質が決められた比率以上に使われている場合、製品本体への含有マーク表示(オレンジマーク)や製品カタログ、Webなどで情報の開示方法が義務付けられる。含有しない製品に関しては非含有(グリーンマーク)表示することもできるが、これは任意となっている。なお、含有物質の基準値は、RoHS指令の「最大許容濃度」と同じである。

また、水銀に関する適用除外についても、RoHS指令と同様の除外規定がある。



¹⁷ 「電気・電子機器の特定の化学物質の含有表示方法(The marking of the specific chemical substances for electrical equipment)」に関するJIS規格「C0950」(2005年12月制定)

以下に、わが国の資源有効利用促進法（J-Moss含む）とRoHS指令の比較を示す。

	資源有効利用促進法（J-Moss含む）	RoHS指令
対象製品	パーソナルコンピュータ等7製品	医療機器及び制御機器を除く、ほとんどすべての電気・電子機器が対象
対象物質	鉛、水銀、六価クロム、カドミウム、 ポリブロモビフェニル、 ポリブロモジフェニルエーテル	左記に同じ。
含有率基準値	カドミウム：0.01wt% それ以外の5物質：0.1wt%	左記に同じ。
適用除外項目	25項目	6月15日現在で20項目（追加あり）
対象物質と 規制方法	6物質が含まれる場合は、含有マークと情報提供の義務付け	6物質の使用を原則制限
適用時期	2006年7月1日以降の製造／輸入販売に適用	・2006年7月1日から、EU市場に上市する対象製品に適用 ・適用時期前に上市された製品のリユースや修理部品は適用除外

引用・参考文献

昭和49年版環境白書「総説 第1章 第2節 1有害物質による蓄積性汚染
表1-10 各国の水銀の用途別需要量」

平成13年11月20日付け内閣参質153第2号「参議院議員櫻井充君提出歯科用水銀アマルガムに関する質問に対する答弁書」

社団法人 電池工業会

<http://www.jelma.or.jp/about/pdf/environment05.pdf>

「水俣病の悲劇を繰り返さないために - 水俣病の経験から学ぶもの - 」(平成11年12月)(水俣病に関する社会科学研究会)報告書 国立水俣病総合研究センター

食品安全委員会における食品健康影響評価結果

http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku_anken/suigin/dl/050812-1-04-1a.pdf

http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku_anken/suigin/dl/050812-1-04-1b.pdf

食品安全委員会「魚介類等に含まれるメチル水銀に関する食品健康影響評価についてのQ & A」

http://www.fsc.go.jp/hyouka/hy_methylmercury_qa.html

平成17年11月2日付け「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項」

http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku_anken/suigin/051102-1.html

厚生労働省医薬食品局食品保健部基準審査課「妊婦への魚介類の摂食と水銀に関する注意事項の見直しについて【Q & A】」(平成17年11月2日)

http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku_anken/qa/051102-1.html

財団法人 電力中央研究所「石炭燃焼からの水銀に関する国際ワークショップ」

<http://criepi.denken.or.jp/jp/env/esrl/conference/Coal%20Combustion.pdf>

伊藤茂男ら：石炭火力発電所の微量物質排出実態調査、電力中央研究所報告、調査報告書：W02002(2002)

財団法人 電力中央研究所「大気・降水中の水銀の発生源評価」

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/leaflet/pdf/T00024.pdf>

環境省「国際的観点からの有害金属対策戦略」

<http://www.env.go.jp/chemi/tmms/>

(社)日本電球工業会「蛍光灯及び使用済み蛍光灯に関するQ & A」

<http://www.jelma.or.jp/about/pdf/environment05.pdf>

経済産業省リサイクル推進課・情報通信機器課「資源有効利用促進法の判断基準省令等の改正について」

http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/3r_policy/policy/pdf/j_moss_setsume.pdf

一般的参考文献等

喜多村、近藤、滝澤、藤井、藤木 共著「水銀」昭和51年 講談社

山本 斌曠 著「はるかなる水銀の旅」平成8年 山分社

原田正純 著「金と水銀」平成14年 講談社

原田正純 著「水俣病と世界の水銀汚染」平成7年 実教出版

矢吹紀人 著「水俣 胎児との約束」平成18年 大月出版

国立水俣病総合研究センター 水俣病情報センター

<http://www.nimd.go.jp/archives/index.html>

熊本大学付属図書館学術資料調査研究推進室「水俣病からメチル水銀中毒症へ」

<http://www.lib.kumamoto-u.ac.jp/suishin/mercury/>

社団法人 電池工業会

<http://www.baj.or.jp/>

三洋電気株「電池なぞなぞアカデミー」

<http://www.sanyo.co.jp/cs/academy/curriculum/curriculum.html>

社団法人 日本電球工業会

<http://www.jelma.or.jp/>

財団法人 日本中毒情報センター

[http://www.j-poison-ic.or.jp/tebiki.nsf/SchHyodai/E34F9A9C755B6AE0492567DE002B8A2A/\\$FILE/M70138.pdf](http://www.j-poison-ic.or.jp/tebiki.nsf/SchHyodai/E34F9A9C755B6AE0492567DE002B8A2A/$FILE/M70138.pdf)

財団法人 電力中央研究所

<http://criepi.denken.or.jp/jp/>

矢吹紀人 著「水俣 胎児との約束」平成18年 大月書店

厚生労働省「魚介類等に含まれる水銀について」

<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/suigin/index.html>

農林水産省「魚食と健康について」

<http://www.maff.go.jp/fisheat/fish-top.htm>

厚生労働省「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欲しいこと～」

<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/suigin/dl/051102-2a.pdf>

(財)日本公衆衛生協会「IPCS 環境保健クライテリア101：メチル水銀」

メチル水銀の低濃度曝露に対する胎児への影響について

- 第12回国際神経中毒学会抄録集より - 筑波大学名誉教授 藤木素士

廃棄物学会誌 Vol.16 No.4 2005

独立行政法人 国立環境研究所 HP

<http://www.nies.go.jp/index-j.html>