

水 銀 と 公 害

加藤 甲 壬

1. 産業の発展と公害

公害と公害病 公害という言葉が新聞やテレビに報道され またこの問題に関する学術的な国際会議が開かれるなど 公害対策がこん日ほどやかましく叫ばれていることはないでしょう。 それでは公害とはどのようなことなのでしょう。 手もとにある広辞苑の公害の項から抜粋すると 「共同生活を営む住民一般が 産業の発展などによって受けるもろもろの被害。 たとえば工場・鉱山などの騒音・煤煙・有害ガス・悪臭・汚水廃液などによるもの 地盤沈下 交通量の増大に伴う被害など」と記述されています。 そしてこのようなことに関連してひきおこされる疾病が公害病と呼ばれています。

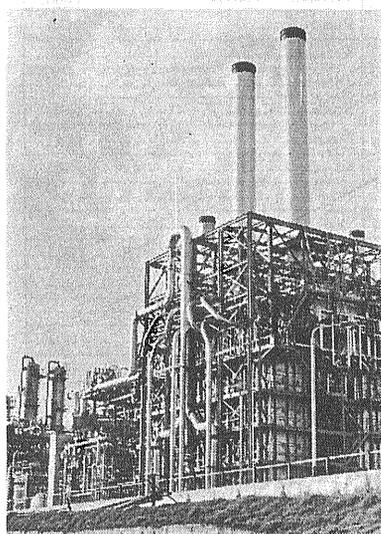
重金属と公害 最近 日本やスウェーデンなどで自然環境のなかに分布している水銀について 住民への影響といった見地から注意が向けられるようになりました。 もちろん自然界に分布する水銀だけでなく 近代科学のめざましく発展した現在の産業活動のもとではそれに伴う人為的な水銀汚染の現状を抜きにして この問題を論じることはできません。 そこでこれから われわれ人類社会における水銀汚染の原因はどのようなところからもたされるか 自然界に存在する水銀の分布状態 および水銀とその化合物が人体にどのような影響を与えるかについて知っていただくとともに それ

らによってひきおこされた公害の一例として いわゆる水俣病の実体について どうしても触れないわけにはいかないだろうと思います。

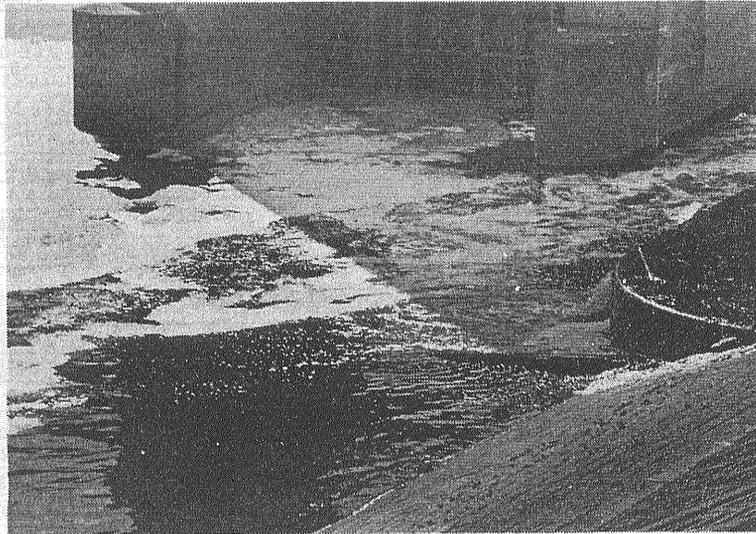
2. 水銀による環境汚染とその供給源

まずわれわれの周囲で水銀を放出する可能性のあるものをつぎにあげてみましょう。

- (1) 化学製造工業の合成触媒として水銀化合物の使用 一有機水銀の生成と廃水への流出一
- (2) 電解法ソーダ工業などで電極として使用する水銀 一消費される水銀を活性炭に吸着させて回収しているが この中には水溶性の水銀化合物が多い一
- (3) 薬品製造工業 特に有機水銀系農薬の製造と使用 一最近も種子用ジャガイモの消毒剤や血漿の防腐剤が問題になったが使用禁止になってはいない一
- (4) 紙 パルプ工業に防腐剤としてフェニル水銀酢酸塩の使用 一その一部は廃水中と製品の紙に含まれる一
- (5) 人類の活動に関連して廃棄 消費される水銀 一けい光灯 寒暖計 水銀スイッチ 圧力計 医療などで一
- (6) 石油 石炭などの燃焼による水銀の放出 一これらの水銀存在量はきわめて小さいが消費量から考えれば放出される水銀総量は大きい一



化学製造工場では水銀が触媒として使われる



工場廃水にはしばしば水銀が含まれている

(7) 金属鉱床や岩石中に含まれる水銀鉱物から流出する水銀一風化 降水など自然の侵食作用や鉱石の採掘・製錬に伴って大気や水系に供給される

地殻に存在する水銀 上記のうちこれまであまり問題にされなかった自然環境における水銀の挙動について紹介しましょう。地球の外殻部における元素の分布状態は多くの人々によってさまざまな方法で調べられてきました。このような気圏 水圏と岩石圏約16kmまでの全体的な元素の平均存在量を示す数値をクラーク数といいます。水銀のクラーク数も発表した人の資料の集めかたや 分析法の変遷進歩などによって異なった数字があげられていますが 第1表に水銀のクラーク数を発表された年代順にあげておきます。

第1表 水銀のクラーク数(地殻全体の平均水銀存在量)

発表者	発表年	水銀量(ppm)
クラーク	1924	0. n
ワシントン	1933	
フェルスマン	1933~1939	0.5
サウコフ	1946	0.077
ビノグラドフ	1946	0.07
アーレンス テイラー	1961	0.08

上にあげた数値は全体的な平均値ですから地質条件や岩石の種類によって水銀の存在量が違ってくるのは当然です。そこでこれまでに発表された岩石その他の水銀存在量のうち おもなものを第2表にあげてみました。

ところで第2表に含まれている水銀は どのような形で存在するのでしょうか。これにもいろいろな研究結果が発表されていますが 水銀鉱床そのものは別として広く分散した状態の場合 大部分は比較的安定な化合物である辰砂(HgS)として存在し そのほかには無機水銀化合物(主としてHgCl やHgO) アマルガム(銀セレンなどと) 金属水銀 有機水銀化合物(アルキル水銀など)の形で存在しています。また外部からの作用によって硫酸塩や炭酸塩の形となることも報告されています。なお金属鉱床中の水銀についての地球化学的な問題は 本誌173号岸本技官の「水銀の話」で詳しく述べられています。これら水銀化合物はどの程度溶解性があるか つぎの第3表をみてください。

3. 水銀の性質と生理作用

水銀の性質と毒性については本誌172号「水銀の話」の中で岸本技官が触れていますが もうすこしくわしく述べてみようと思います。

水銀は寒暖計の銀白色の線でみなさんおなじみですが これでもおわかりのように融点は-38.87℃の 常温で

第2表 岩石などの水銀存在量

物質名	水銀量(ppm)	発表者	物質名	水銀量(ppm)	発表者
火成岩平均	0.06	Green, J. (1959)	石灰岩、ドロマイ	0.03	Krauskopf, K. B. (1955)
超塩基性岩	0.01	Виноградов, А. П. (1956)	"	0.04	Turekian, K. K. Wedepohl, K. H. (1961)
塩基性火成岩	0.09	Сауков, А. А. (1946)	砂 岩	0.033	Stock, A. Cucuel, F. (1934)
"	0.09	Виноградов, А. П. (1956)	"	0.1	Preuss, E. (1941)
酸性火成岩	0.064	Сауков, А. А. (1946)	"	0.03-0.1	Krauskopf, K. B. (1955)
"	0.04	Виноградов, А. П. (1956)	"	0.03	Turekian, K. K. Wedepohl, K. H. (1961)
玄武岩類	0.09	Turekian, K. K. Wedepohl, K. H. (1961)	頁 岩	0.51	Stock, A. Cucuel, F. (1934)
花崗岩類	0.058	Stock, A. Cucuel, F. (1934)	"	0.3	Preuss, E. (1941)
"	0.01	Preuss, E. (1941)	"	0.4	Krauskopf, K. B. (1955)
"	0.08	Turekian, K. K. Wedepohl, K. H. (1961)	"	0.4	Turekian, K. K. Wedepohl, K. H. (1961)
斑 縞 岩	0.079	Stock, A. Cucuel, F. (1934)	土 壤	0.03-0.034	Stock, A. Cucuel, F. (1934)
火成岩類	0.027	Berg, G. (1925-7)	海 底 堆 積 物	0.0X	Turekian, K. K. Wedepohl, K. H. (1961)
"	0.02	Noddack, I & W. (1934)	粘 " 土	0. X	" " "
"	0.1-1	Clarke, F. W. Washington, H. S. (1934)			
"	< 0.01	Goldschmidt, V. M. (1938)	自然水平均	0.00005	Stock, A. Cucuel, F. (1934)
"	0.077-0.5	Rankama, K. Sahama, T. G. (1950)	自然水	0.0001 -0.0061	Gill, J. R. Denson, N. M. (1957)
閃 長 岩	0.0X	Turekian, K. K. Wedepohl, K. H. (1961)	"	"	Hawkes, H. E. (1957)
			湧 水	0.0001 -0.0005	Stock, A. Cucuel, F. (1934)
大 気 中	< 0.01	Stock, A. Cucuel, F. (1934)	雨 水	0.002	" " "
			海 水	0.0003	" " "
堆 積 岩 平均	0.5	Goldschmidt, V. M. (1938)	"	0.00003	Goldschmidt, V. M. (1937)
石灰岩、ドロマイ	0.033	Stock, A. Cucuel, F. (1934)	"	"	Ahrens, L. H. (1957)

第3表 水銀化合物の溶解性

HgS	辰砂	水 熱水に不溶 K ₂ S 王水に可溶 HNO ₃ に不溶
HgS	黒辰砂	18°Cの水 100ml に 0.001mg 溶解 K ₂ S、王水に可溶 HNO ₃ に不溶
HgCl	角水銀鉱	0°Cの水 100ml に 0.14mg 43°Cの水に 0.7mg 溶解 王水 Hg(NO ₃) ₂ に可溶 HNO ₃ HCl に難溶
HgCl ₂	昇こう	0°Cの水 100ml に 3.6g 熱水に 61.3g 溶解 アルコール エーテル 100g に 33g 溶解
HgO	モンロイド石	25°Cの水 100ml に 5.2mg 熱水に 41mg 溶解 酸に可溶
Hg ₂ SO ₄	硫酸第一水銀	16.5°Cの水 100ml に 55mg 熱水に 92mg 溶解 H ₂ SO ₄ 、HNO ₃ に可溶
Hg ₂ CO ₃	炭酸水銀	水 100ml に 0.0045mg 溶解 CO ₂ を含む水 NH ₄ Cl に溶解
CH ₃ HgCl	塩化メチル水銀	水 有機溶媒に可溶
CH ₃ HgCH ₃	ジメチル水銀	液体 沸点 92°C 水に不溶 有機溶媒に可溶 Cl ⁻ の存在で CH ₃ HgCl に変化

(無機化学ハンドブック 1960より)

液状になっているただ一つの金属です。

金属水銀の場合少量でしたらこれを口から飲んでも消化器中では溶けないので吸収されずにそのまま排せつされてしまうので害が少ないといわれています。現実には歯科の治療では充てんアマルガムとして銀を主とした合金粉末1に対し水銀1.6の割合で混和したものを使っているほどです。しかし一方では金属水銀の沸点は356.58°Cなのですが困ったことに常温の空気中でも気化しやすい性質がありつぎの第4表でもおわかりのとおり温度の上昇によって気化する水銀量も増加します。

第4表 空気中の水銀の蒸気圧と濃度

温度(°C)	蒸気圧(mmHg)	1m ³ 中の水銀濃度(mg)
20	0.0013	15
30	0.0029	34
40	0.0060	70
60	0.030	350
100	0.28	3,300

(PIEPERS-CREYGHTON 1957による)

アメリカ標準規格協会は空気10m³中に水銀1mgの濃度を最大許容濃度と定めており気化した水銀は呼吸によって肺から体内に吸収されるので上の表がいかに危険な量を示しているかおわかりになると思います。水銀蒸気は低い濃度でも長時間周期的に吸入すると体内に蓄積されるため消化不良 神経炎 歯ぐきからの出血などの中毒症状があらわれてきます。

無機水銀化合物とは水銀を含む無機化合物と水銀の有機酸塩のことで化学薬品 医薬品 化学工業などに使われていますが水に溶けるものが多いので使用を誤ると危険です。これらが口から入ると消化器系からまた皮膚

や粘膜に触れるとそこから吸収されて消化器や神経をおかしたりじん臓 肝臓に水銀が蓄積するためその機能を破壊してしまうからです。たとえば塩化第二水銀(昇こう)を飲むようなことがあると体内に吸収された水銀を汗や尿などによって排せつしようとする作用が働くため排せつ機能を受けもつじん臓が水銀によって障害を受け尿毒症状を呈し生命に危険な状態になることがあります。ついでながら昇こうの人間に対する致死量は0.5gといわれています。

有機水銀化合物というのはちょっとむずかしくなりますが水銀原子と炭素原子がそれぞれの電子をたがいに共有し合うかたちで結び合っている(共有結合)水銀化合物のことです。その炭素がアルキル基(脂肪族炭化水素の水素1原子を除いた1価の残基)のかたちで水銀と結合した化合物であればアルキル水銀化合物と言いメチル水銀化合物 エチル水銀化合物などがこれに含まれています。また共有結合している炭素がアリール基(芳香族炭化水素の水素1原子~2原子を除いた1価の原子団)に含まれている場合はアリール水銀化合物に分類され酢酸フェニル水銀などの化合物



川岸にただよう汚染物質

第5表 水銀中毒患者の臓器水銀含量(湿重量当り ppm)

化合物	薬品名	患者の状況	肝臓	じん臓	脳
無機水銀化合物	塩化第二水銀	内服後 3日目死亡	32	70	2
"	"	内服後 6日目死亡	3	16	1
"	"	10g内服 7日目死亡	30	28	0.2
有機水銀化合物	アルキル水銀蒸気	吸入5年間発症後1ヶ月死亡	14	3	5
"	メチル水銀蒸気	吸入3年間発症後2ヶ月死亡	39	27	12
"	アルキル水銀	水俣病発症後 25日目死亡	38	48	15
"	"	" 60日目死亡	39	68	25
"	"	" 90日目死亡	36	21	5

(浮田 武田 1966 および喜田村 1966 による)

せん。しかしアリアル水銀化合物といえども人体にとり入れられた場合 じん臓 肝臓 脳に蓄積されることは事実です。現実の問題として水銀農薬が全面的に使用禁止になったわけではないのですから 国民の健康に重大な影響をおよぼすかもしれない有機水銀化合物の使用には細心の注意と対策がほしいものです。

人体に吸収された水銀測定法 死亡者の場合はともかく生きている人の水銀吸収量をしらべたいと思っても 臓器をとり出して分析することはできません。

があります。

有機水銀化合物の用途 で重要なものをあげれば 農薬として種子の消毒やイモチ病の防除 あるいは土壤殺菌剤としての利用があります。また医薬品としては赤チンとかマーキユクロームの名でおなじみの殺菌薬や 殺精子剤 利尿剤などに使用されています。これらの中で農薬 特にイモチ病の防除には特効薬として かって年間12万トンもの有機水銀粉剤が使われていました。しかし水銀農薬の使用は米の中に有機水銀が残留するため 米を主食としている日本人は 微量ながら長期間にわたって有機水銀化合物を体内に吸収蓄積していることがわかってきました。このため あとで述べる水俣病が問題になってからは 水銀農薬に対して禁止の世論が高まり 現在ではイモチ病退治には非水銀系の農薬を使うようになってきましたが 土壤殺菌用にはまだまだ有機水銀農薬が使われているようです。

4. 有機水銀化合物の毒性

有機水銀化合物のうち アルキル水銀化合物 特にメチル エチル プロピル水銀化合物などが人体に入った場合 第5表にみられるようにじん臓や肝臓のほか脳にもかなりの水銀が蓄積するため 特徴的な中毒症状としては 中枢神経系に障害があらわれることです。さきに述べた 無機水銀化合物 が吸収された場合にはじん臓や肝臓に水銀が蓄積されますが 脳にはほとんど蓄積されないと比べ大きな相違といえます。同じ有機水銀化合物でも アリアル水銀化合物 が体内に吸収された場合は 無機水銀化合物とアルキル水銀化合物との中間的な性質をあらわします。したがってセレサン石灰などの名で イモチ病防除剤として使われる酢酸フェニル水銀に汚染された米を食べても アルキル水銀中毒(水俣病)症状のような激しい毒性があらわれることはありません。

無機水銀の場合 その人がどの程度の水銀汚染の環境にさらされているかは 尿の水銀量を分析することによって知ることができます。通常人間に対する水銀汚染の初期には尿中の水銀量が次第に増加しますが ピークを過ぎて尿中の水銀量が減少したとき その人は水銀汚染により危険な状態に達したと判断されます。これは人体に水銀がとり入れられている初期には じん臓が正常に排せつ機能を果しているため 尿中の水銀量が増加するのですが 水銀が肝臓やじん臓に蓄積して排せつ機能がそこなわれると 尿中の水銀量は減少してくることによるものです。

有機水銀の場合 体内に吸収されると 肝臓 じん臓 脳に蓄積するほか 頭髮中にも蓄積することが知られており採取も容易なことから 人体にどの程度の有機水銀が蓄積されたかは その人の頭髮に含まれる水銀を分析することによって 簡単にその量を知ることができます。もちろん頭髮の水銀量は はえた時点の蓄積量を示していますから 長い髪の毛についてはえ際から毛先へ部分毎に水銀値をしらべれば その人の長期的な水銀摂取状況を知ることができるわけです。

5. 有機水銀中毒の実体 —水俣病—

これまで述べたことによつて水銀が公害になり得るとすれば それは水銀化合物 特に有機水銀の汚染によつて引き起こされるであろうことが おわかりいただけたことと思います。そこで実際に有機水銀の中毒によつて 水俣病と呼ばれる総計116人の患者(うち45人死亡 1969年現在)を出した熊本県水俣市のできごとについて熊本大学医学部につくられた水俣病研究班の研究成果「水俣病 —有機水銀中毒に関する研究—」1966 および水俣病を告発する会から発行された富田八郎著「水俣

病」1969 によって その概要をお伝えしようと思いま
す。

発 端 熊本県の南はずれ 鹿児島県と境を接する
水俣湾沿岸は 丘陵が海岸に迫ったりアス式地形を呈し
波静かな入江は沿岸漁業にとって絶好の漁場となってい
ました。 水俣市に近いこれらの漁村部落で 1953年の
終わりごろから中枢神経系に障害をおこす奇病が 散発
的に発生していましたが 病因がわからないまま見過ご
されてきました。 ところが1956年に このような症状
を呈する人が急増したため 関係者の注意をひくよう
になりました。

水俣病とは その症状は まず手足や口の周囲に
しびれを感じるようになり 物を見たとき狭い範囲しか
見えない視野狭さく 運動失調 難聴 言語障害 意識
障害と進行し 重症患者は意識混濁によって死に至りま
す。 それまで日本にはあまり例をみない中枢神経系統
の病気であるところから 発症地域にちなんで仮に水俣
病と名付けられました。 調査してみると 水俣市郊
外の一定地区に約56名もの患者がみつかり ほとんど沿
岸漁業に従事している者と その家族から発生している
ことがわかりました。 これらの人達は水俣湾からとれ
る魚や貝類を常日ごろから大量に食べていること また
この魚を食べたネコなどの家畜も人と似た症状を呈して
多数死んでいることなども明らかになりました。

水俣病の原因物質 このような状況のなかで
1956年8月熊本大学医学部に組織された水俣病医学研究
班が 疫学 臨床 病理 原因物質など各分野からの追
求を行なった結果 まずわかったことは 「水俣病は伝
染性疾患ではなく一種の中毒症であり その原因は水俣
湾産魚介類の摂取によるものである」ということでした。
魚や貝を汚染している有毒因子として はじめは
マンガン セレン タリウムなどがあげられていました
が その後の研究によって原因物質が有機水銀(メチル
水銀化合物)とわかったのは3年後の1959年でした。

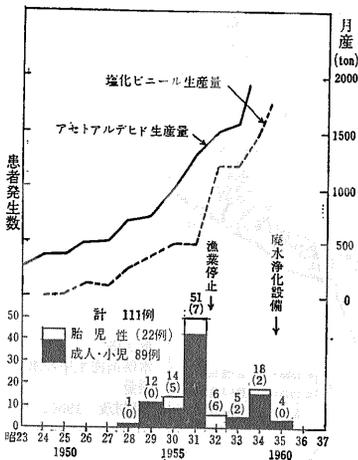
これらの研究過程で 水俣湾の魚や貝の中に有機水銀
が含まれていることや 水俣湾の海底泥土中に多量の無
機水銀化合物(酸化水銀 硫化水銀)が含まれているこ
とがわかってきました。 そこでそれらの魚や貝をえさ
としてネコなどを飼育し 実験的に水俣病が再現された
こと またジメチル水銀やエチルりん酸水銀などのアル
キル水銀化合物を実験動物に与えたところ 症状的
病的に水俣病と同じような病変を起こしたことによって
真の原因物質が確認されました。



第1図
水俣湾泥土中の水
銀量
(野村茂 1965より)

有機水銀の供給源 この地区の水俣市には新日
本窒素肥料株式会社水俣工場があり 化学肥料 工業薬
品 塩化ビニール 化学繊維などを生産していました。
当然のことながら水俣湾海底泥土中の無機水銀や 魚介
類に含まれる有機水銀と 工場との関係がしらべられた
わけです。 ところが塩化ビニールの生産に塩化第二水
銀(昇こう)が またアセトアルデヒドの生産に硫酸水
銀が それぞれ触媒として使用されていましたが 有機
水銀は取扱っていなかったのです。 塩化第二水銀や硫
酸水銀が工場廃水と共に流出し 海底泥土中で酸化水銀
や硫化水銀に変化して蓄積したことはほぼ確実です。
このことは第1図にみられるように その分布状況が工
場排水口付近の2010ppmを最高値として 湾外に向うに
従い 水銀含有量が 急に減少することによって裏付け
られます。 しかし水俣病の原因物質に結びつく有機水
銀を工場で取扱っていないとすれば 魚や貝に含まれる
有機水銀は どのようにして取入れられたのでしょうか。
はじめ海底泥土中の無機水銀が何らかの作用により 有
機水銀に変化して魚や貝の中に蓄積されたのではないかと
考え この泥土を大量に入れた水そうで魚や貝を飼育
してみましたが 有機水銀の蓄積は認められませんでした。
海底泥土から魚や貝に有機水銀の移行がないとす
れば 有機水銀の供給源は別のところにある筈です。

アセトアルデヒド合成とアルキル水銀化合物 その後 研
究班が新日窒水俣工場の酢酸製造設備の反応管から 採
取した泥状の水銀かすから 有機水銀(塩化メチル水銀)
を検出したことによって この疑問を解明する手がかり
が得られました。 工場の発表によると このアセトア
ルデヒドを原料として酢酸を製造する設備から出る廃水
の pH は 1.0~1.5 (硫酸酸性) で その中には 10~20



第2図 工場におけるアセトアルデヒド 塩化ビニールの生産量と水俣病患者発生状況の推移 (喜田村 入鹿山 1966より)

HgCl₂を生成することが実験によって実証されました。

廃水と水俣病 水俣工場が1960年に本格的に廃水処理施設を完備したことによって 流出水から水銀が検出されなくなりました。しかしそれ以前の酢酸設備や塩化ビニール設備など水銀触媒を使う工程からの廃水は鉄屑層を通し イオン交換により水銀を除くようにしていましたが 実際あまり効果がなかったようです。

水俣工場で生産されるアセトアルデヒドおよび塩化ビニールの生産量と 水俣病患者発生数との関係を示した第2図によれば 生産量と比例して1956年にピークを示した患者数は 水俣湾でとれる魚介類を住民が食べないようになったその翌年から患者発生数が激減しました。

ところが排水路を変更した1958年に その付近の魚を食べていた人の中から 再び水俣病患者が発生したことによって 水銀を触媒とするアセトアルデヒド 塩化ビニール生産設備からの廃水と水俣病の患者発生には関係のあることがわかります。

被害者のその後 水俣病の原因物質がはっきりしたことと 工場の廃水処理施設が完備したことによって 1961年以降は患者の発生はなくなりました。しかしそれまでの患者は 116名に達し 脳障害が回復する見込みもないままこれまでに死んだ人は45名で いまだにあとを断たない現状です。またその当時メチル水銀で汚染された魚介類を食べた母親が外見は ほとんど健康であるにもかかわらず 胎盤を通して胎児に有機水銀が蓄積したために 生まれたときから胎児性水俣病として 脳障害が回復の見込みもないまま 15年間という長い年月を病床についたままにいる人も少なくありません。

ppmの水銀が含まれており 水俣湾へ排出される水銀のおもな供給源になっていたわけです。このような状況の中で塩化メチル水銀の生成機構が研究された結果 触媒に使っている硫酸水銀とアセトアルデヒドの反応によって 塩化メチル水銀 [CH₃

水俣湾の水銀は その後どうなっているのでしょうか。有機水銀の挙動を示す一つの目安として 水俣湾月の浦に定着するイ貝中に含まれている水銀量を第6表に示します。

第6表 水俣湾月の浦地区イ貝中の水銀量(乾燥重量当り ppm)

採取年	1960年			1961年			1963年
月	1月	4月	8月	1月	4月	12月	10月
イ貝中水銀量	85	50	31	56	30	9	12

(入鹿山 1966年より)

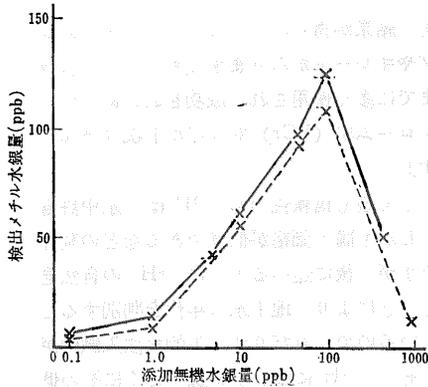
この表でもわかるように 廃水処理施設の完備した1960年以降は 水俣湾魚介中の水銀量は次第に減少の傾向を示しています。また 1963年の調査によれば 水俣湾内海底泥土は表層から3~4mの深さまで なお 100ppm以上の無機水銀が含まれているが これによって魚や貝に水銀が蓄積するようなことはないと言報告されています。しかし水俣湾の魚介中の水銀が1963年以後現在に至るまで著しく減少している傾向はみられないのですから それらを食べれば今後も発病の危険はじゅうぶん考えられることなのです。

第二の水俣病 といわれる新潟県の阿賀野川下流域で発生したメチル水銀中毒事件は 1964年から約1年間に42名の患者(うち6名死亡)を出しながら その汚染源についての責任問題が解決をみないまま今日に至っており これからも第3 第4の水俣病が発生する危険がないとはいえないでしょう。

6. 微生物による有機水銀の生成

有機水銀 特にアルキル水銀化合物がどのような経路によって人体にとり入れられたか またその結果がいかに恐ろしいものかについてこれまで述べてきました。その中で水俣病の原因物質である有機水銀の供給源が追求され 無機水銀がある条件のもとでメチル水銀化合物に変化するのではないかと考えられました。しかし水俣の化学工場からメチル水銀化合物が見つげ出されたことにより それ以上の検討はされませんでした。このような人為的に作り出された有機水銀は その処理に留意し必要な対策を行えば被害を防ぐことができたはずですが。ところが最近の研究によって 無機水銀と微生物の結びつきによる有機水銀化と これらがもたらす環境汚染が世界的に問題となってきました。

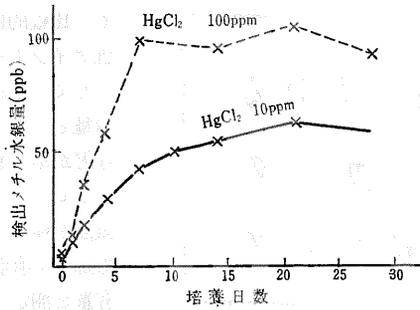
無機水銀のメチル化 水銀の環境汚染に関してもっとも進んだ研究をしているのは日本とスウェーデンです



第 3 図 (JENSEN-JERNELÖV 1959より)

が スtockホルム大学のイェンセン (S. JENSEN) とスウェーデンの水・大気汚染研究所のヤーネレフ (A. JERNELÖV) は1967年以来 自然環境における無機水銀のメチル化現象について研究しています。そのなかで湖底から採取した泥土に無機水銀 (塩化第二水銀) の一定量を加え 一定の温度で培養したところ第3図および第4図のようにメチル水銀化合物の増加が認められました。またアメリカのウッド (J. M. Wood) らは1968年に非酵素反応によるメタン生成菌の抽出物から水銀のメチル化が認められたと報告しています。日本でも水俣病研究班の中心となってこの問題に取り組み 現在神戸大学で公衆衛生学を担当されている喜田村教授は 同じ頃家庭の廃水に塩化第二水銀を加えることによって シュートモナス族菌 (*P. Seudomonas*) という耐水銀性の細菌を見つけ出しました。この細菌は低濃度の無機水銀からメチル水銀化合物を生成する働きと同時に 有機水銀化合物を無機水銀化するという二面的な能力を持っていると述べています。また工業技術院微生物研の外村健三技官らは微生物と水銀化合物に関する研究で 水銀耐性菌によって無機および有機水銀を分解できると報告しています。これらメタン菌 シュートモナス菌のほか アカパンかびもメチル化作用が認められています。このように世界の大部分は無機水銀の 自然環境におけるメチル化現象とこれに伴う有害な有機水銀の生成を現実の問題としてとらえ これに対処する方向に進んでいるといえるでしょう。

河川の水銀量 すでに述べたように地殻における水銀元素の存在量はきわめて少ないのですが あらゆる場所に広く分散分布しており 微生物によるメチル作用が確かめられるに伴い 環境汚染による人類への影響が世界的に注目されてきました。その一つのあらわれとして 日本 スウェーデン アメリカ カナダなど世界



第 4 図 (JENSEN-JERNELÖV 1959より)

0.00034ppm の水銀値を示し 有機水銀形態のものが多という報告 (九州地方河川水中の重金属含量ならびにその存在状態 大西富雄1965) があります。厚生省でも水銀による環境汚染調査を1967年から全国的に行なっており 水銀 (化合物) を生産または使用している工場と それらの影響を受ける河川 海域 湖沼について水銀の蓄積量をしらべています。その報告によれば人為的な水銀汚染の有無にかかわらず 山奥のダムの魚類中にも 1 ppm以下ではあるが 多かれ少なかれ水銀が含まれており そのうち10~40%はメチル水銀で占められているそうです。さらにヤーネレフとフレイシュス (S. FREYSHUSS) らはいったん水銀の蓄積した水域では水銀を物理的に取除くか 微生物が作用しない方法をとらないかぎり 10~100年後まで水銀の汚染が続くだろうといっていることを重視しなければならないでしょう。

水銀公害の予防 これらの事実から水銀鉱物を含む鉱床と その周辺のように水銀存在量が他よりも多い地域では メチル化による河川の有機水銀量についてたえず科学的な計測を行ない 許容限界を越える汚染が認められた場合は付近の水系に生息する魚類を食べないように規制するなど 地域の住民に被害をおよぼすことのないよう配慮すべきでしょう。

現在われわれの周囲にはフェニール水銀付きの有害ジャガイモや 防腐用にエチル水銀を添加した血漿による中毒死など 有機水銀の恐ろしさが再認識されています。これを契機として 企業はもちろんのこと使用する側でも 水銀化合物の取扱いに関し 自からの社会的責任において 汚染防止につとめるべきでしょう。また国 地方公共機関においても 水銀化合物による公害の予防に必要な 調査研究および技術開発を促進し 環境汚染の実情に即した規制など なおいっそう厳しい措置を講ずべきではないでしょうか。

(筆者は 化学課)

各地の河川でメチル水銀量の多い魚のいることが 世界保健機構 (WHO) に報告されています。

わが国においても九州地方22の水系について 河川水中の重金属含量をしらべたところ 最高0.0007ppm 最低0.00009ppm 平均