

環境水理部会研究集会 2012 in 水俣 講演要旨(2012.5.22)

世界の水銀汚染と国際技術協力

(有)国際水銀ラボ 赤木 洋勝

(元環境省国立水俣病総合研究センター)

人類による水銀の利用は数千年の歴史を有し、水銀汚染とそれに伴う健康被害も繰り返されてきた。戦後わが国で 1950 - 1960 年代にかけて二度も発生し多数の犠牲者を出した水俣病は、これまで人類が経験した環境汚染に起因する水銀禍の中で最も悲惨な事件の一つである。現在までの水俣病認定患者は発生地域の不知火海沿岸、阿賀野川流域を合わせて約 3,000 人に及んでいる。一方、この水俣病事件よりさらに規模の大きい事件に、1971 年暮からわずか 2 ヶ月間に中毒患者 6530 人余（うち 459 人死亡）を出したイラクでの中毒禍がある。前者は、アセトアルデヒド製造工程で副生されたメチル水銀化合物が工場廃水とともに排出され、それが直接鰓からまたは食物連鎖を通じて高度に蓄積された魚介類を長期にわたって摂食することにより発生したものであり、後者は、メチル水銀を含む農薬で種子消毒された小麦を一般大衆の食用に供した、いわば食品の誤用によるメチル水銀中毒事件である。特に水俣病の場合、産業活動の結果として排出・廃棄された有害物質が広域の自然環境、生態系を著しく汚染し、それが食物連鎖を通して現世代だけでなく未来世代の生存をも脅かし、またその被害に至るプロセスにおいて複雑な要因を含んだ特異的な機序により生じた事件という観点から、わが国における公害の原点となっている。

水俣病の病像は中枢神経を中心とする神経系が障害されるメチル水銀による中毒性疾患であり、臨床症候としては、四肢末端の感覚障害、小脳性運動失調、求心性視野狭窄、中枢性眼球運動障害、中枢性聴力障害、中枢性平行機能障害等が主要なものである。また、母親が妊娠中（児の胎児期）にメチル水銀の曝露を受けたことにより、脳性小児マヒ様の障害を来す胎児性水俣病をも発生せしめ、メチル水銀汚染の恐ろしさを世界に知らしめた。水俣では 1955 年以降に生まれて認定された胎児性水俣病患者は典型例も合わせ 60 余名に上る。汚染の最も著しかった 1955 - 1959 年には多数の重度の脳障害を持つ典型的胎児性水俣病患者を出し、水俣市全体の出生性比が異常に変化していたことも報告されている。

一方、水銀による汚染問題が国際的に認識されるようになったのは、スウェーデンにおいて酢酸フェニル水銀農薬散布（パルプの防腐、日本では稲のイモチ病）による野鳥の激減に端を発している。1960 年代の後半には、魚類をはじめ食品が著しいメチル水銀汚染を受けていること、さらに自然界で他の水銀化合物からメチル水銀が生成することが報告されるに及んで、多くの研究者の注目を集めた。また、その後の分析技術の発展により一般環境に生息する魚類にも及ぶ水銀汚染の実態が明らかにされ、社会的にも多大な関心が寄せられるようになった。

こうした背景の下に、1970 年代以降多くの国々で水銀の使用制限、禁止等の措置がとられてきたが、これらの動きとは裏腹に、近年新たな水銀汚染問題が顕在化し世界の関心事

となっている。1992年6月、リオ・デ・ジャネイロで開催された国連環境開発会議（地球サミット）の折に表面化したアマゾン川流域の水銀アマルガム法を用いた金採掘活動に伴う水銀汚染問題がその代表例である。同様な水銀汚染問題はその後アマゾン川を取巻く南米諸国はもとより、タンザニアを中心とする東南アフリカ諸国、フィリッピン、インドネシア、ベトナム、中国等の国々で相次いで顕在化し、金採掘現場の労働者の総数は現在公表されているだけでも500万人にも上り、不法侵入者を含めると実際には1,000万人以上と推定されている。金採掘の過程で使用された水銀の回収は殆んどなされていないのが現状であり、その汚染の深刻さは計り知れない。

これらの水銀汚染において最も重要なのは、自然界に放出された無機水銀から生物濃縮性の高いメチル水銀への変化であり、したがって、気散性の高い金属水銀を直接扱う労働者への水銀蒸気曝露による被害はもとより、河川流域に沿って生活し、水系に食糧を依存する地域住民へのメチル水銀暴露による健康被害も懸念されている。これは、無機水銀からのメチル水銀への変換は水圏で比較的容易に進行し、生成したメチル水銀は生態系の食物連鎖網を通じて、特に肉食性の魚類に高度に生物濃縮されるからであり、その魚介類を反復摂取することにより人体に蓄積され、特に、成人では顕著な毒性を示さない暴露量でも、感受性の高い胎児には、出生後の心理行動、認知などの成長の遅れ等無視できない神経毒性が現れる可能性も指摘されている。

このように近年世界的関心事となってきた各地の水銀汚染問題に対しては、世界各国による調査研究が進められてきたものの、その実態把握のための水銀分析方法、特に環境試料や生物試料中に含まれる水銀の化学形態についての適切な手法を欠いていたために、その汚染解明は困難を極めていた。当時、筆者らは国水研（当時）において水俣湾を対象に水銀の化学形（無機・有機）別分布、環境内挙動、並びに人体曝露後の生体内動態等を解明するための独自の総水銀分析法及びメチル水銀分析法を開発し改良を重ねてきたが、これらの分析技術・手法が、近年の水銀汚染問題に対する関心の高まりと相俟って思いがけず現地の汚染調査研究に役立つこととなった。すなわち、アマゾンの水銀汚染問題に精力的に取り組んでいたリオ・デ・ジャネイロ連邦大学から強い要請を受けたことが機縁となり、1993年には日伯科学技術協定が締結され、それに基づき環境庁地球環境研究総合推進費による4年間にわたる「アマゾン川流域の水銀汚染に関する研究」が開始された。その翌年には水銀分析技術移転のためのJICA技術協力プロジェクトもスタートし、その後の世界各地での技術移転に繋がった。これらの分析手法は、「水銀汚染対策マニュアル（日本公衆衛生協会、2001）」、「水銀分析マニュアル（環境省、2003）」、「食品衛生検査指針（厚労省、2005）」、等に掲載され、前二者については海外向けの英文版も出版されている。

ここでは、水銀汚染問題の化学的側面を概説すると共に、それを捉えるための独自の水銀分析手法開発の経緯、それらを活用した調査研究の一例としてブラジル・アマゾン川流域の水銀汚染問題を取上げ、その概要をご紹介します。