

浅海洋環境下における水銀移行への底泥浚渫事業の影響に関する文献考察 — 水俣のデータに学ぶ —

新洲(株) 正会員 三井 光彦
京都大学原子炉実験所 正会員 藤川 陽子

【はじめに】 本研究は、浅海洋環境下における水銀移行について、文献調査にもとづく考察を行ったものである。ここでは特に、水俣を例をとり、底泥浚渫事業の水銀の移行に与える影響を中心に、考察した。なお、有馬(1979)、熊本県(1998)の報告は、水俣の水銀汚染に係わる貴重なデータをまとめたものとして、本研究で参考とした。

【水俣湾への水銀放出と環境復旧事業】 水俣における水銀の放出源は、チッソ(株)水俣の他、水俣化学があり(水俣市、1978)、放出ルートは百間水路、丸島水路、八幡プール等、放出先は百間港(水俣湾)、丸島港(八代海に対面)、水俣川(八代海に流出)等と、放出源・放出ルート・放出先ともに年により複雑に推移していたことが知られている。チッソ(株)水俣のアセトアルデヒド工程からの水銀放出は、1932年に開始され1968年に終わっている。水俣化学からの水銀放出は1953年から1974年までである。

水俣湾内に堆積した工場由来の水銀量は、藤木ら(熊本大・当時)の調査より、70-150 t、と推定され、浚渫前は、水俣湾(H7年で442.3 ha)のうち、209.2 haが25 ppmを超える水銀を含む底泥でおおわれていた(熊本県、1998)。チッソ(株)水俣のアセトアルデヒド工程からの水銀損失率(kg/y)の推移(有馬、1979)を水俣病患者の発生率とをあわせて図1に示す。ここに、水俣病患者の発生率(人/y)は、1971年までの水俣病多発地区での認定患者発生率と立津他(1973)の調査で発見された患者の発生率の合計数を用いた。患者発生率の真の値は、今もって明らかではない。

水俣湾の環境復旧事業では、底質の除去基準を水銀濃度 25 ppm 以上とし、水銀濃度の高い水俣湾の湾奥部に比較的水銀濃度の低い底泥を浚渫したものを投入し、さらに山土で覆土して埋め立て、1981年から1987年まで工事が行われた。工事期間中、底泥の巻き上げと底泥が日光にあたることによるメチル水銀生成を抑制するため最大限の注意が払われている。この経過は熊本県(1998)の報告に詳しい。

【水銀の移行と環境復旧事業】 過去のデータより、魚類中の水銀濃度は、工場からの水銀放出率(すなわちその時々の中の水銀・有機水銀濃度)に対応して、比較的速やかに変化すると考えられた。例えば、水俣湾の魚類の平均水銀濃度は、喜多村ら(1960)によれば、1959年時点で11ppm(湿重量)であったものが、図2(熊本県(1998)のデータをもとに筆者らが編集したもの)に示すように、その後、急激に低下している。この図2の傾向は、工場からの水銀放出率(kg/y)の減少(図1)に呼応して、魚類中の水銀濃度が、大きな時間遅れなく減少したことを示唆すると考えられる。同様に、図1で、魚類中水銀濃度に相関すると推定される患者の発生率と、工場からの水銀放出率は概ね時間遅れなく、よく対応していることが見て取れる。なお、図1でアセトアルデヒド工程からの水銀損失率がピークの年に患者発生率が必ずしも高くないのは、この頃から水俣湾での漁業の自主規制が行われた影響である。

一方、水俣湾外への水銀を含む懸濁粒子の移行・沈着率は、工場からの水銀の累積放出量(kg)、すなわち水俣における水銀汚泥蓄積量に相関するものと考えられた。図3に示すのは、水俣より西に約4 kmの地点で採取された堆積物コア中の水銀濃度分布の例(Fujikawa et al., 1999)を、工場からの累積水銀損失量とともに、示したものである。この図から、調査地点における水銀沈着率(堆積物各層の水銀濃度)は、工場からの累積水銀放出量(kg)と、ある「時間遅れ」を持って相関していることがわかる。こ

の「時間遅れ」は、水銀を収着した懸濁粒子の水俣湾から観測地点までの移行時間に対応する可能性が

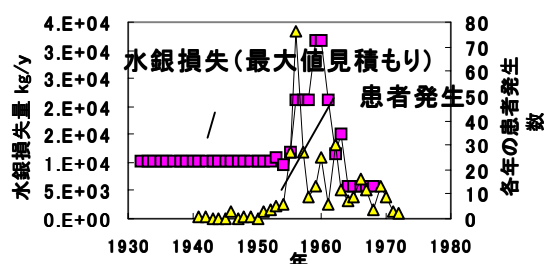


図1. 年毎の患者発生数とアセタルデヒド工程からの水銀損失

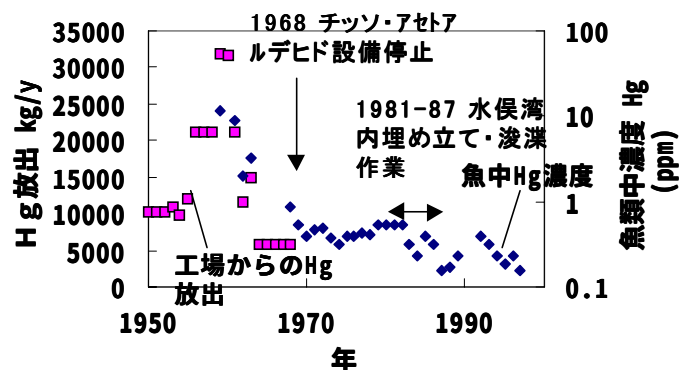


図2. 魚類中水銀濃度と工場水銀放出率の推移

ある。なお、水俣湾の環境復旧事業後、水俣湾からの水銀流出は大きく減少したはずであるが、図3の結果を見る限り、新しく堆積した底質中の水銀濃度は、他の事例 (Santschi et al., 1999) から期待されるほど速やかには減少していない。浅い部分の堆積物の攪乱や、浚渫の対象にはならなかったが比較的水銀濃度が高い水俣湾近傍の底質の再移動の影響等が考えられる。

水俣湾環境復旧事業との関連では、魚中の水銀濃度は、図2に見られるように、事業の間、平均値としてさほど大きな変動はなかったものの、検体によって特異的に高い値が認められるケースがあり、復旧事業終了後は全体に低い値に落ち着いたと報告されている (Hirota et al., 1993)。このことから、浚渫作業時に底泥中の水銀の海水中への溶出が微量に発生した可能性も考えられる。しかし、工場からの水銀放出の続いていた当時の魚類中の水銀濃度との比較から推定するに、この溶出量はわずかなもので、大部分の水銀は安定的に底泥に収着されていたと考えられる。また水俣湾で環境復旧事業の行われた時期に、図3の堆積物コア中水銀濃度がピークを形成しているが、これは累積水銀放出量のピーク値が「時間遅れ」をもって堆積物コア採取地点に移行した結果で、浚渫作業の影響により攪乱された底泥の移行の結果ではないと考えられる。

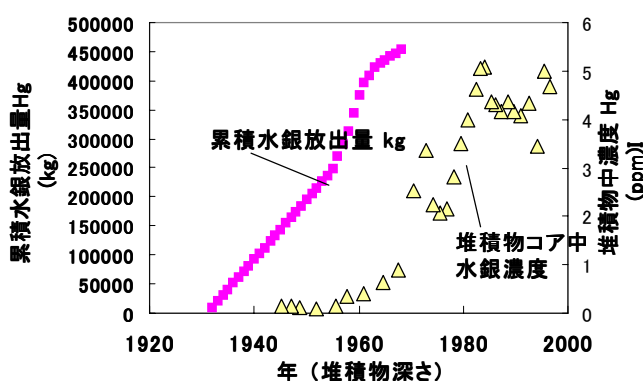


図3. 水俣湾西4km地点での堆積物コア中水銀濃度分布と工場からの累積水銀放出量の比較

[参考文献] 有馬澄雄・編、水俣病—20年の研究と今日の課題、青林舎、1979。

喜多村他、熊本医学会雑誌、34、補3、117-125、1960。

熊本県、水俣湾環境復元事業の概要、1998。

立津政順他、10年後の水俣病に関する疫学的、臨床医学的ならびに病理学的研究 (第2年度)、1973。

水俣市、丸島・百間水路堆積汚泥調査報告書、1978。

Fujikawa Y. et al., International Symposium on Marine Pollution, IAEA-SM-354, 495-496, 1999。

Hirota, R. et al., 日本水産学会誌、59, 885, 1993。

Santschi et al., Environmental Science and Technology, 33, 378-391, 1999。