

会 員 の 声

魚体へのメチル水銀蓄積経路について —「水俣病の科学」の誤り

鈴木 譲

東京大学・大学院農学生命科学研究科・附属水産実験所

魚類への水銀、特にメチル水銀の蓄積は今なお問題になっている。そもそも魚はどのように水銀を蓄積するのであろうか。一般に、メチル水銀は食物連鎖による生物濃縮により蓄積される、すなわち消化管経由と考えられてきた。¹⁾しかし、西村肇・岡本達明氏がその著書「水俣病の科学」²⁾の中で、メチル水銀は鰓を通じて海水から直接取り込まれると主張したことが波紋を広げている。この説は魚類生理学の立場から見れば明らかに誤りである。慧眼の会員諸氏には無用のことかもしれないが、毎日出版文化賞受賞ということもあって、この説が水俣病に関わる人々により広く浸透し混乱を与えていることから、ここにその誤りを正し広く注意を喚起したいと考え、話題提供することとした。

〈同書の理論〉

同書の論理は以下の通りである。カタクチイワシは口をあけたまま泳ぎ、口から入った水から鰓で酸素を取り入れると同時に、餌となる動物プランクトンを鰓で濾過して摂取している。動物プランクトン中のメチル水銀濃度は海水中のそれよりも高いが、動物プランクトンは海水1トン当たり0.1gとその存在量は極めて微量である。すなわち、鰓を通過するメチル水銀は、海水に含まれるものが圧倒的に多く、餌に含まれるものはごく微量である。従って、海水由来のメチル水銀の方が、餌と共に取り込まれるより圧倒的に多いはずである、というのだ。

〈鰓からの吸収効率を無視した論理〉

しかし、この論理が成り立つためには前提となる条件がある。すなわち、同書p. 175にあるように「メチル水銀の鰓からの取り込みが酸素の取り込み現象と同じように進行するという事実」が証明されていなければならない。そもそもp. 174にあるように「もし両者（筆者注：鰓経由と餌経由）でメチル水銀の取り込み効率が同程度ならば、水中からの取り込みがほとんどと考えて良いでしょう」という前提条件付きだったはずなのに、何の説明もないままにその次のページではこれを事実として扱い、取り込み効率の違いを完全に無視して計算しているのである。

鰓は水中のわずかな酸素を効率よく取り込み二酸化炭素を排出する器官である。メチル水銀の吸収効率が酸素の

吸収効率と同じであるなら、極めて特殊な吸収経路があるものと考えなければならないが、それを示すデータは同書に記述されていない。

〈鰓からの吸収効率に関する文献の検討〉

海水魚を使ったメチル水銀蓄積実験に、藤木³⁾がある。メチル水銀0.5ppbを含む海水中でマダイを10日間飼育した場合に、魚体への0.18ppbの蓄積が認められたのに対し（終濃度0.33ppb-対照濃度0.15ppb）、0.133ppmを含む餌を投与した場合には蓄積が認められなかったという。マダイの鰓を通過する水量については、酸素消費量、すなわち、体重1kgあたり、1時間に105mLという報告から推定できる。⁴⁾海水1リットル中に7mLの酸素が含まれていて、酸素の取り込み効率を80%と仮定すると、鰓を通過する海水の量は $105/7/0.8=18.75$ リットル/時となる。1日に450リットル、10日で4500リットルである。メチル水銀濃度は0.5ppb、すなわち $0.5\mu\text{g}/\text{リットル}$ だから、10日間に鰓を通過したメチル水銀は体重1kgあたり $2250\mu\text{g}$ となり、その80%が吸収されれば魚体濃度は $2250 \times 0.8 = 1800\mu\text{g}/\text{kg}$ 、すなわち排出を無視すれば1800ppbとならなければならない。しかし結果は0.18ppbの蓄積である。すなわち、吸収効率は80%ではなく、 $80 \times 0.18 / 1800 = 0.008\%$ 程度に過ぎないのである。「水俣病の科学」では、この数値を100%として扱っているのである。12500倍の過大評価である。

なお、他にキンギョやコイを用いた実験結果の報告があるが、¹⁾鰓や消化管の機能は淡水中と海水中とでは大きく異なるため、参考にすべきではないだろう。

〈摂餌量に関する疑問〉

餌由来の場合はどうだろうか。同書では前記のように「海水を口から吸い込むとき同時にプランクトンを吸い込みます」とした上で、海水中には1トンあたり0.1gくらいしかプランクトンがないから、餌からの摂取は極めてわずかであるとしている。酸素消費量 $900\text{mL}/\text{h}/\text{kg}$ ¹⁾と、鰓の酸素吸収効率80%とから計算すると、1kgのカタクチイワシが1日あたり約3.9トンの海水を鰓に通過させていることとなり、そうなると1日あたりわずか0.39gしか餌が摂れない計算になる。60kgの人が23.4gの食事をしているのと同じである。これでは生きて行けない。カタクチイワシはプランクトンの豊富な海域で十分な餌を得ているはずであり、その量は体重の数%、仮に3%とすれば1kgあたり30gであり、同書の計算の77倍である。しかも鰓とは異なり消化管は、様々な物質を積極的に取り込む器官である。実

際、餌中に含まれるメチル水銀が体に移行する割合をブリで調べた結果、66～103%、平均88%、⁵⁾あるいは60～83%、平均67%など、⁶⁾鰓における吸収効率とは比較にならない高レベルであることが実験的に確かめられているのである。なお、藤木³⁾は、餌による投与では蓄積が起こらなかったとしているが、摂餌量、残餌など、基本的なデータが欠如しているので、それ以上の検証はできなかった。

同書の奇妙な点は、カタクチイワシについては鰓由来であるとしつつ「このカタクチイワシを食べたタチウオが1ヶ月ほどで斃死状態にまで汚染された」(p. 208)として、食物連鎖を認めているのである。タチウオも鰓呼吸をするのだが。

以上、同書の誤りは明確であり、正されなければなら

ない。魚への水銀蓄積は餌由来である。

〈文 献〉

- 1) 喜多村正次, 近藤雅臣, 瀧澤行雄, 藤井正美, 藤木素土. 「水銀」講談社, 東京. 1976.
- 2) 西村 肇, 岡本達明. 「水俣病の科学」日本評論社, 東京. 2001.
- 3) 藤木素土, 弘田礼一郎, 山口誠哉. メチル水銀の魚体への蓄積機構に関する研究. 水俣病に関する総合的研究 (昭和50年度環境庁公害防止等調査研究委託費による報告書). 1976; 24-26.
- 4) 板沢靖夫. 呼吸, 「新版魚類生理学概論」(田村保編) 恒星社厚生閣, 東京, 1991; 1-33.
- 5) 鈴木輝明, 畑中正吉. 水銀の生物的劇濃縮に関する実験的研究—I マアジ-ブリ幼魚という食物連鎖における水銀の転移率について. 日水誌 1974; 40: 1173-1178.
- 6) 鈴木輝明, 畑中正吉. 水銀の生物的濃縮に関する実験的研究—II ブリ幼魚の水銀の由来について. 日水誌 1975; 41: 225-231.