

水俣病に関する総合的研究

6 メチル水銀の魚体への蓄積機構に関する研究

藤 木 素 士 (筑波大・社会医学系)

弘 田 礼一郎 (熊本大・理・臨海実験所)

山 口 誠 哉 (筑波大・社会医学系)

魚体は蓄積するメチル水銀の経路を介して餌中のメチル水銀が蓄積する場合と、環境水中のメチル水銀が体表、特に呼吸時に鰓より体内に入り蓄積する場合とが知られている。更に、水銀を含む底質を魚が取り込むことによりその水銀を体内に蓄積すると考えられている研究者もある。これらのうち、以下の経路がメチル水銀の魚体蓄積について最も有効であろうが、まず、底質を含む水銀がどの程度魚体に蓄積するのかについて海産魚を用いて実験を試みる。

実験方法

A~Dの4群の実験を行った。

(1) A群: 水槽に1m³の海水を入れ、この水にメチル水銀(CH₃HgCl)を加えてその濃度を0.5ppbとし、螺旋式ポンプにより曝気を行いながらマダイを飼育した。マダイは50尾を水槽中に放ち、2日毎に10尾を取り出して、その日の可食部について蓄積したメチル水銀量を測定した。海水は毎日取りかえ、その都度メチル水銀を添加した。

(2) B群: 水槽に1m³の海水を入れ、曝気を行いながらマダイを飼育した。マダイは水槽中に放ち、2日毎に10尾を取り出して、その日の可食部について蓄積したメチル水銀量を測定した。海水は毎日取りかえ、メチル水銀の添加は、餌料として与えるフルマエビ幼魚にありまじのメチル水銀を蓄積させ、これをマダイの体重当り7%程度与えることとした。フルマエビはメチル水銀を含む海水中で飼育して0.133ppmのメチル水銀を蓄積したものを用いた。

(3) C群: 水槽の底に各1kgの水俣湾泥土(総水銀192, メチル水銀0.015 湿重量ppm)を入れた後容器を覆い、海水1m³を入れ、一部の泥土が5%として50ppm程度になるように螺旋式ポンプで攪拌曝気しながらマダイを飼育した。マダイは50尾を水槽中に放ち、2日毎に10尾を取り出して、その日の可食部について蓄積したメチル水銀を測定した。海水は1日水俣湾泥土を毎日取りかえた。

(4) D群: 対照として水槽に1m³の海水を入れ、曝気を行いながらマダイを飼育した。同じく50尾を水槽中に放ち、2日毎に10尾を取り出して、その日の可食部についてメチル水銀量を測定した。海水は毎日取りかえた。

B群を除く各群の餌料として養殖のフルマエビ幼魚を、マダイの体重当り1日に7%程度を与えた。フルマエビ中のメチル水銀は0.018ppmであった。各群ともマダイ10尾を合計して分析した。

飼育実験を開始する3日前にマダイを各水槽に入れ、水槽内での環境に馴らす。マダイはフルマエビ幼魚は熊本県水産試験場より提供されたものを、海水は伊豆海水を用いた。

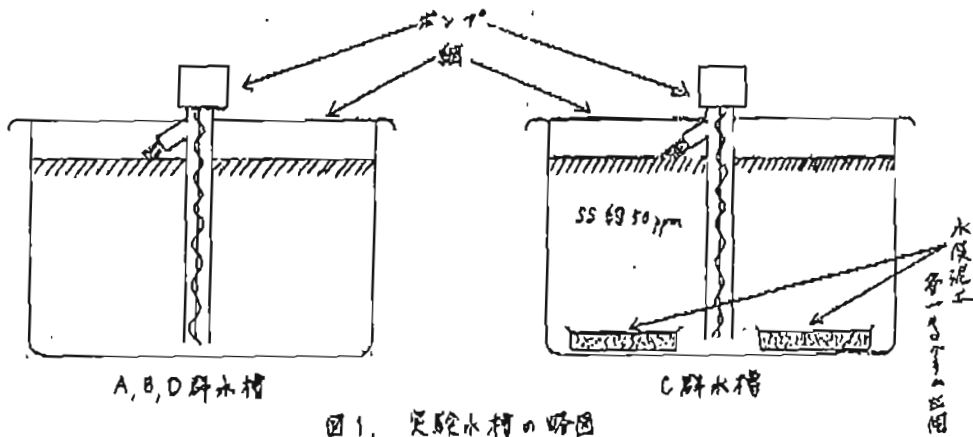
飼育期間中の水温は25.1~28.5°Cであった。

実験結果

飼育実験の経過日数に対するメチル水銀蓄積濃度の変化を示した図を以下に示した。各実験群のメチル水銀濃度は多少の増減を示しながら経過日数とともに漸次増大の傾向を示した。4群のうちA群(海水にメチル水銀(0.5ppb)を添加した)は他の3群と比較して明らかにメチル水銀蓄積濃度が高い。B、C、D群のうちBは殆んど差は認められなかったが、B群(メチル水銀0.133ppmを含むフルマエビ幼魚を投与)がC、D群よりメチル水銀濃度が高い。C群(水銀を含む水俣湾泥土(総水銀192, メチル水銀0.015 湿重量ppm)を添加)とD群(対照)とは殆んど差がなかった。

考察

50~100日間の長期飼育実験を試みることは望ましいが、海産魚の場合、新鮮な海水を連日大量に必要とする等の理由で、実験を行うには海に接する場所を避けなければならず、その建



の料を更なる通常の施設がなく、同時の合成樹脂水俣を用いて実験を行なった。各期の実験を行ったのが図表である。また、7月10日間の飼育期間で実験を行い、メチル水銀蓄積の傾向を調べた。

表1. 飼育日数ごとのメチル水銀量 (標準量 ppm)

実験群	飼育日数(日)	実験開始	2	4	6	8	10
A: 海水にHM添加(0.5ppb)			0.017	0.017	0.022	0.037	0.036
B: HMを含む飼料(0.133ppm)		0.012	0.017	0.012	0.018	0.023	0.020
C: 水俣泥工(TM112, HM0.015ppm)添加			0.011	0.016	0.013	0.019	0.016
D: 対照			0.011	0.015	0.014	0.023	0.015

A群に添加したメチル水銀濃度は他の濃度で実験を行ったとき、飼育期間が10日間であるときも考慮して0.5ppbとした。B群では毎日メチル水銀を含む飼料をエサのメチル水銀濃度について、A, C, D群と異なる飼料中のメチル水銀濃度より高い濃度とするよう調整した。C群は海産水俣泥工を添加し、SSとして魚体への影響が少なく、魚体から海水への溶解水銀の魚体への影響を減らすことを考慮し、3kg/dayとした。

魚体への高濃度のメチル水銀蓄積の指標として、従来の食物連鎖により説明がつかない場合、クルマエビ→マダヒの食物連鎖において両者のメチル水銀濃度が同程度である場合D群の対照が基準を越えることがない。この状態は極めてわずかのメチル水銀蓄積しか認められず、その水俣病では、B群の場合D群の場合よりメチル水銀蓄積が、高かった。B群の足輪では7月15日のメチル水銀濃度は0.133ppm、マダヒの実験開始時のメチル

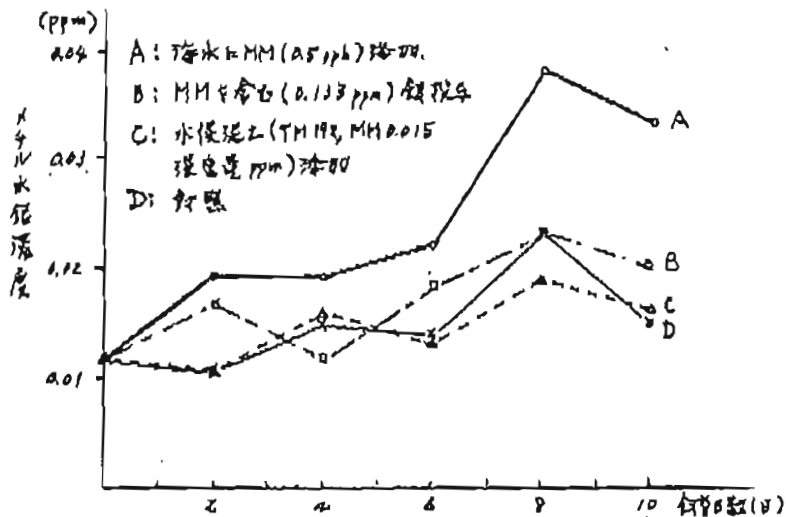


図2. 各群におけるメチル水銀蓄積の傾向

表2. 実験に用いたマダイの体長と体重の平均値

実験群	何日経過 (日)	実験開始時		2		4		6		8		10	
		体長	体重	体長	体重	体長	体重	体長	体重	体長	体重	体長	体重
A	平均値			10.1	22.7	11.5	32.2	11.0	37.5	11.3	32.2	11.9	41.2
	S.D.			1.4	11.1	1.1	12.6	0.9	8.7	0.7	7.9	1.2	5.9
B	平均値	12.2	42.6	11.3	32.4	11.2	40.4	11.3	40.0	11.3	37.6	11.8	41.9
	S.D.	1.3	12.4	1.2	9.5	1.0	8.6	1.4	14.6	0.8	8.3	1.0	7.6
C	平均値			11.8	40.5	11.7	41.3	11.7	43.7	11.3	37.9	12.0	43.3
	S.D.			1.8	14.0	1.1	9.1	1.4	12.2	0.8	8.1	1.0	6.2
D	平均値			11.1	32.9	10.9	35.0	11.1	38.3	11.5	40.0	11.5	35.9
	S.D.			1.2	8.3	1.0	9.3	1.2	12.0	1.0	8.2	1.2	7.4

S.D.: 標準偏差

水銀濃度は0.012ppm, 金物連鎖試験とマダイのメチル水銀濃度の方が10倍高い値で実験を行なった。これはマダイに与えられたメチル水銀濃度の2倍に達した。この10日間かけては濃度面から考えると、むしろ金物連鎖に与り命絶されたという結果が得られた。これはマダイに対して、環境水からのメチル水銀蓄積の実験である。この場合、明らかに濃縮が認められた。すなわち、実験開始時の0.012ppmより8日で0.022, 10日で0.033ppm, その中間を採取した約0.026ppmの増加は0.024ppmのメチル水銀が環境水から濃縮された。これはマダイに与えられたメチル水銀濃度の2倍に達した。これは環境水からメチル水銀濃度の正帯より高い場合には、金物連鎖による蓄積よりも環境水からの蓄積が優勢である。これは何れも環境水汚染土を添加したC群では総水銀192ppmの泥を毎日与えられた。これは対照と比べると10倍高い。このことは、物質中の無機水銀は水が溶け出して海水中に存在して魚体へのメチル水銀蓄積は関係ないこと、魚体からのメチル水銀が海水中に溶出しにくい限り魚体へのメチル水銀蓄積は期待できないことを示している。