

# —平成21年度 運動飼育による養殖魚の水銀量の低減化—

## 養殖シマアジの水銀含有量に及ぼす運動飼育の影響

安藤 正史<sup>1</sup>, 塚正 泰之<sup>1</sup>, ビッシャス アマル<sup>2</sup>

(食品安全・利用グループ, 養成グループ)

<sup>1</sup>近畿大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>近畿大学水産研究所浦神実験場

水銀は人体に有害な物質であるとともに、日本人が摂取する水銀の90%は魚介類由来とされており、魚の消費量が多い日本では重大な問題のひとつとなっている。水銀は魚体内に吸収・蓄積されやすい反面、体外に排出されにくい性質を持つ。そこで本研究では、養殖魚の運動量を多くすることにより新陳代謝を活発化させ、より早い水銀の排出を試みた。養殖マグロに対して運動飼育を試みるその前段階として、まず同じ回遊魚であるシマアジを用いた。また、肝臓は筋肉中のメチル水銀を脱メチル化し無機水銀に換え、肝臓内に

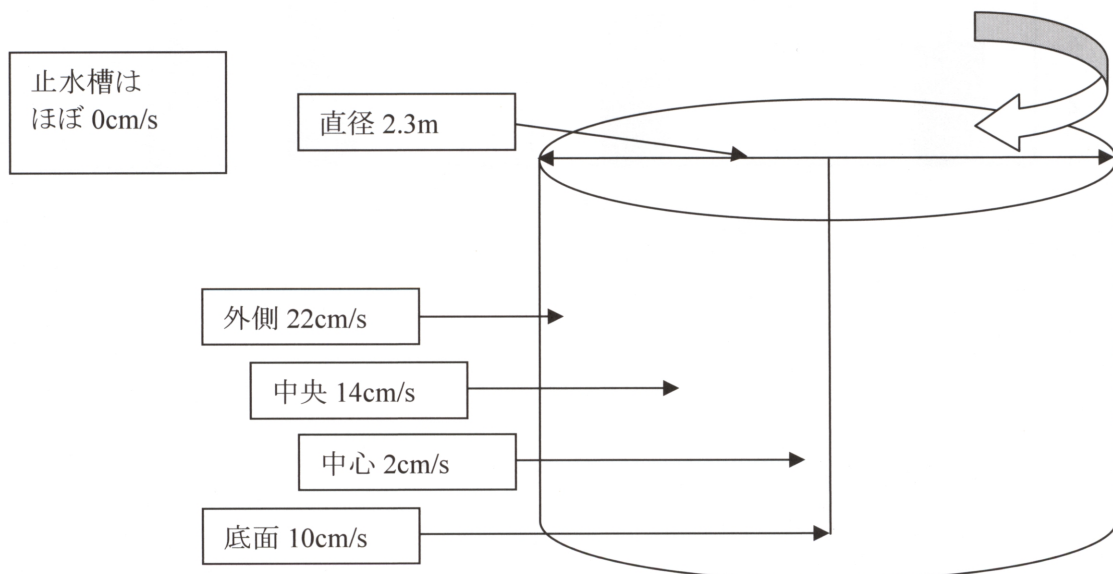
蓄積する。この解毒作用が運動飼育により促進されるか否かについても検討することを目的とした。

### 材料および方法

**供試魚** 近畿大学浦神実験場の3つの飼育タンク(運動区・間欠運動区・止水区)で飼育された養殖シマアジ(人工種苗)各5尾の筋肉(背肉)と肝臓をサンプルとした。また、サンプリングは0ヶ月目(実験開始時)、2ヶ月目、4ヶ月目に行った。

**飼育条件** 止水区・運動区・間欠運動区共に直径2.3m、海水の循環7t/hの円柱型水槽で飼育した。止水区水槽の流速はほぼ0cm/s、運動飼育区水槽は中央部が流速14cm/sになるように水槽

内に流れを作り、間欠運動区水槽は昼間約12時間運動飼育区と同様に運動させ、夜間約12時間は止水区と同様の条件とした。給餌は止水区の摂餌量を基準としてその他の飼育区にもほぼ同量を与えた。



総水銀およびメチル水銀の測定 常法により原子吸光分光光度計およびガスクロマトグラフにより測定した。

### 結果および考察

餌量の水銀濃度 総水銀濃度は0.151ppmでメチル水銀は0.112ppmであり、餌料のメチル化率は74.0%であった。

成長の比較 図1に各飼育区における体長と体重の変化を飼育期間ごとに示した。どの飼育区においても大きな差は見られなかった。図2に示す肝臓重量についても、飼育期間に伴って増加しているが、こちらも有意差はなかった。給餌量をどの飼育区でもほぼ同じにしていることから、運動飼育が成長に及ぼす影響はないものと思われる。

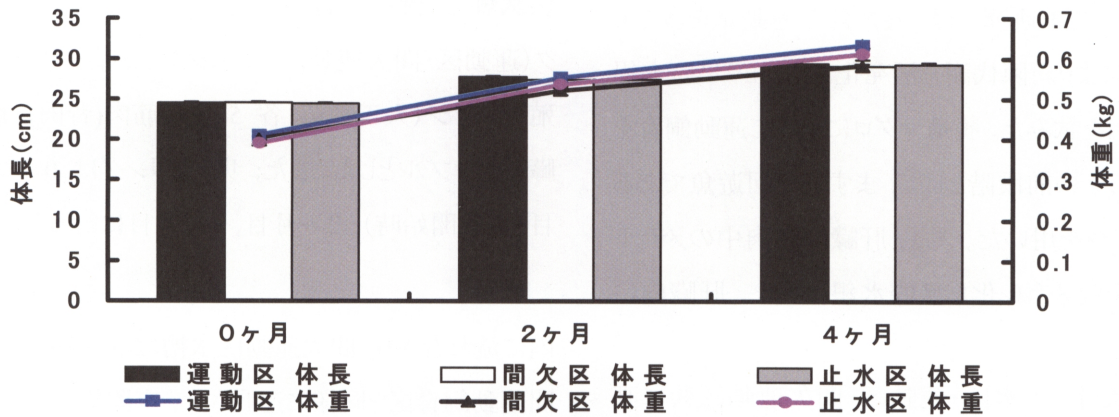


図1 魚体長と魚体重

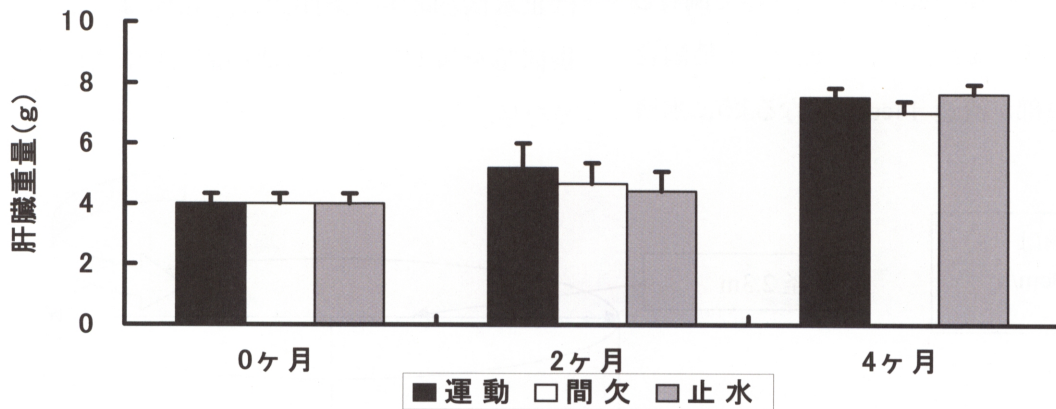


図2 肝臓重量

**筋肉の総水銀濃度** 図3に筋肉中の総水銀濃度について示した。こちらも飼育期間の経過に伴って増加した。また試験区別に見て2ヶ月では間欠区が少し高い値を示し、次に止水区、運動区の順

**メチル化率** 図5に筋肉中の水銀のメチル化率を示した。全体を通して約80%を越える結果となった。2ヶ月飼育では運動区と止水区でメチル化率が高くなっているように見えるが、有意差がないの

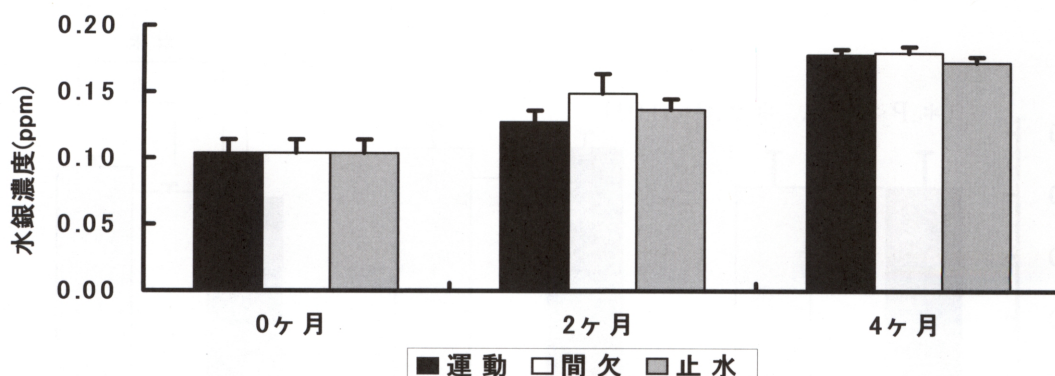


図3 筋肉中の総水銀濃度

に低い値となった。しかしここでも有意差はなく、飼育区別に影響が出たとは言えない。4ヶ月は3つの飼育区でほぼ同じ値を示した。4ヶ月はサンプル数も多く標準誤差も少ないので信頼できる値である。しかしここでも飼育区ごとに有意差はなく、運動による明確な効果はえられなかった。

で検体数が少ないことによる誤差の範囲内と考えられる。しかし2ヵ月飼育と比べて4ヶ月飼育では、全ての飼育区でメチル化率が下がっているように見え、運動区のように5%の有意差があって低くなっているものもある。この理由には水温が挙げられる。正確な水温は計測していないが、一般的に4ヵ月のサンプリングを行った9月は、海水温が一年を通して最も高いため、運動量が増加し、代謝が促進されたと考えられる。また4ヵ月飼育の運動区と止水区においては1%、間欠区と止水区では5%の有意差があるため、何らかの影響があったと思われる。これは初めに仮定していた運動飼育の影響によるメチル化率の低下とも考えられるが、

**メチル水銀濃度** 図4に筋肉中のメチル水銀濃度を示した。こちらも飼育期間の経過に伴って増加した。飼育期間2ヶ月、4ヵ月ともに止水区の濃度が最も高く、運動区が最も低かった。しかしここでも試験区ごとに有意差はなく、運動による明確な効果はえられなかった。

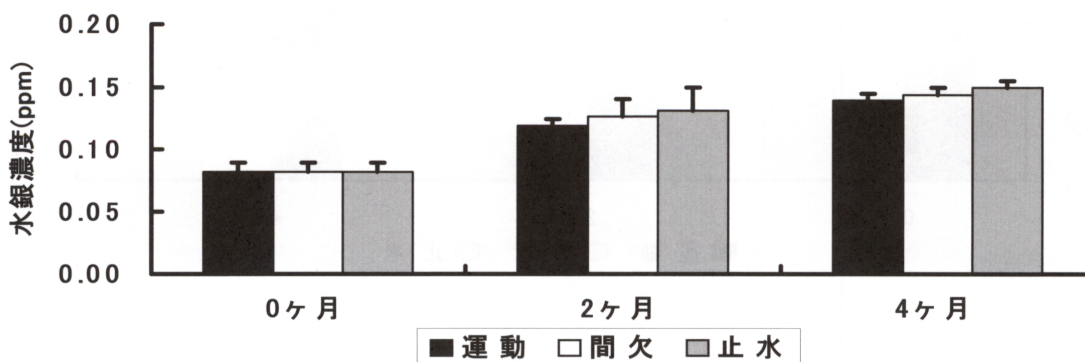


図4 筋肉中のメチル水銀濃度

最も運動量の多いはずの運動区と少ないはずの止水区での有意差の方が低くなってしまっていることや、大きな差が出たとはいえないので明確な理由とはいえない。過去の研究で、24時間流速を与えることによるストレスが運動区において考えら

を示した。肝臓中総水銀濃度は筋肉中総水銀濃度と違い2ヶ月、4ヶ月、0ヶ月の順に高くなった。各試験区での有意差はどの飼育期間においても見られなかった。また測定はメチル水銀の測定が終わった後に行ったので、サンプル数が少なく2

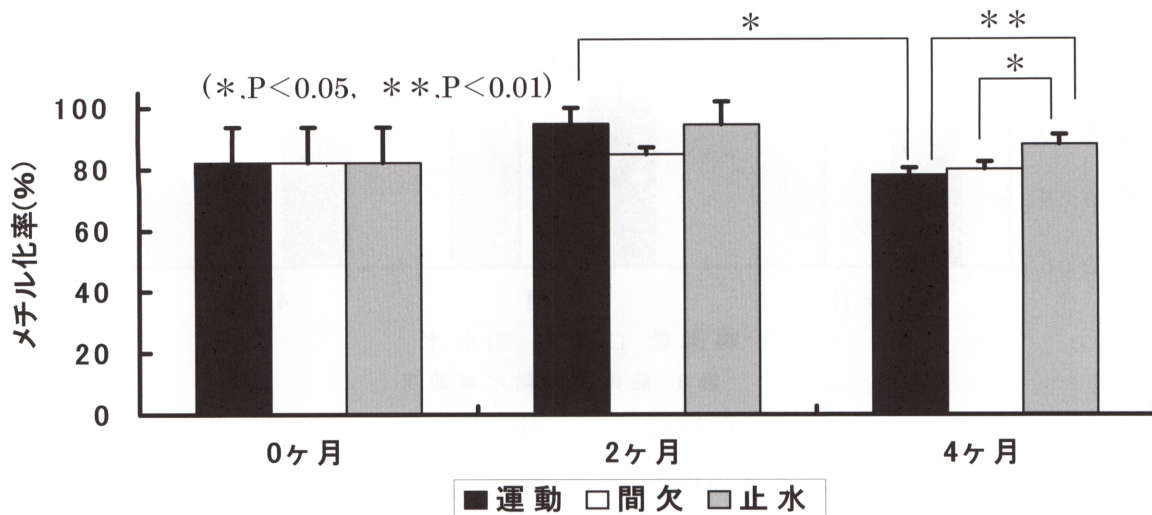


図5 筋肉中の総水銀におけるメチル水銀の割合

れたことから、間欠区の成果があったのかもしれない。0ヶ月、2ヶ月ともに検体数を増やし、誤差を小さくすることで運動によるより明確な影響が確認できるだろう。

ヶ月では特に信頼できる値とならなかった。このことより2ヶ月を無視して考えると肝臓での総水銀濃度はこれ以上上昇しないのではないかと推測される。

肝臓の総水銀濃度 図6に肝臓中の総水銀濃度

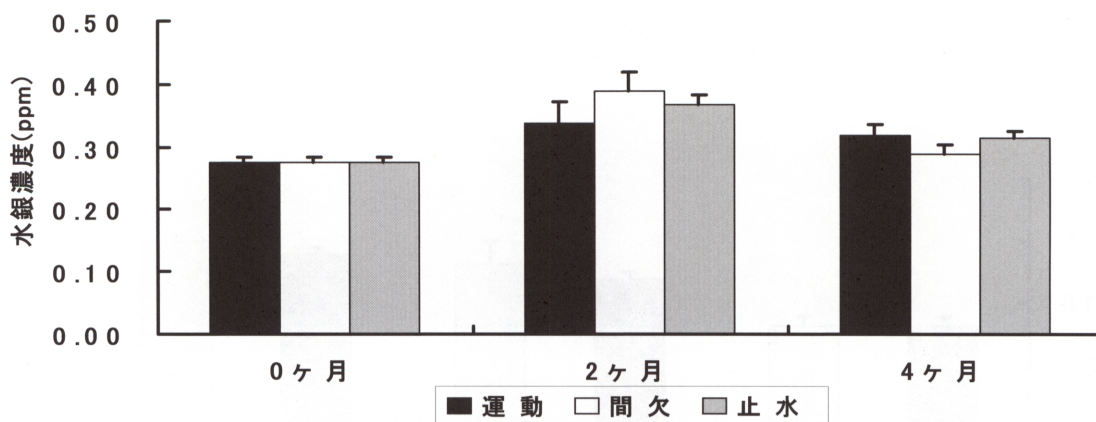


図6 肝臓中の総水銀濃度

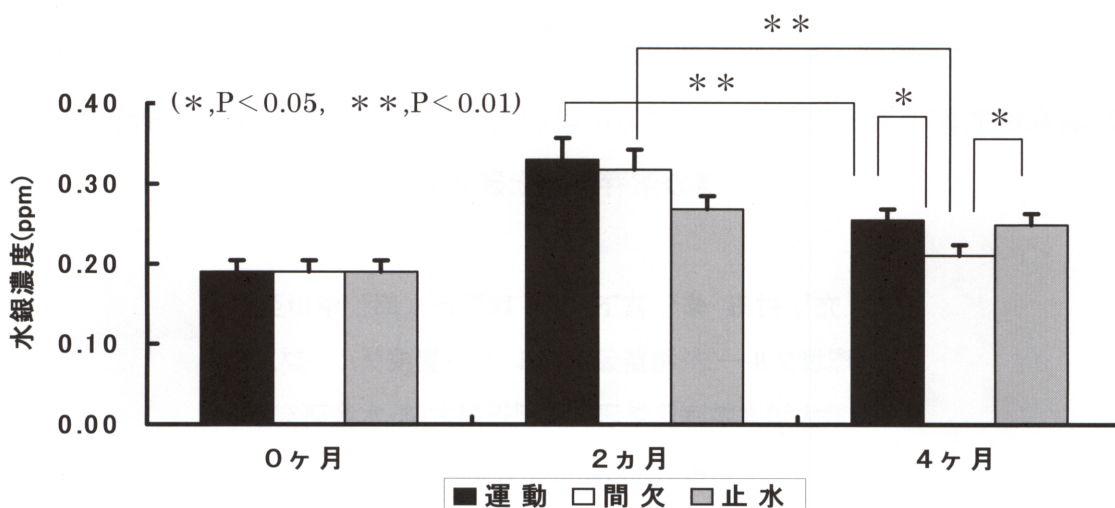


図7 肝臓中のメチル水銀濃度

メチル水銀濃度 図7に肝臓中のメチル水銀濃度を示した。2ヶ月から4ヶ月にかけて、運動区と間欠区で1%の有意差が見られた。これは先に述べた、水温による運動増加に伴う代謝の促進が影響したものと思われる。しかしここでも、2ヶ月のサンプル数が少ないため、信頼できる値とはいえない。4ヶ月の飼育区別に見ると、間欠区の濃度が最も低く、運動区と間欠区で5%、間欠区と止水区でも5%の有意差が見られた。これは間欠区の運動量が適度で、運動区に比べ、流水によるストレスが少なく、また適度な運動によりメチル水銀の排出が促進されたためと考えられる。止水区間で有意差が見られなかったのは、止水槽では流速がないため、水温の変化のみで運動を促進する効果が小さかったためではないかと思われる。

メチル化率 図8に肝臓中のメチル化率を示した。肝臓のメチル化率は筋肉のメチル化率より10ポイント以上低くなった。肝臓中に含まれる総水銀濃度、メチル水銀濃度は筋肉中に比べ高い値を示したが、メチル化率のみ肝臓中で低いことがわかった。運動区では水温の変化もあって、メチル化率は有意に抑制された。しかしここでも2ヶ月のサンプル数が少ないため、信頼できる値とはいえない。4ヶ月の飼育区別に見ると有意差がないので運動飼育の影響が関係しているとは言えないが、少し止水区が高いという結果であった。今後この実験を行う際には、サンプル数を増やすことによって差が出るのかもしれない。

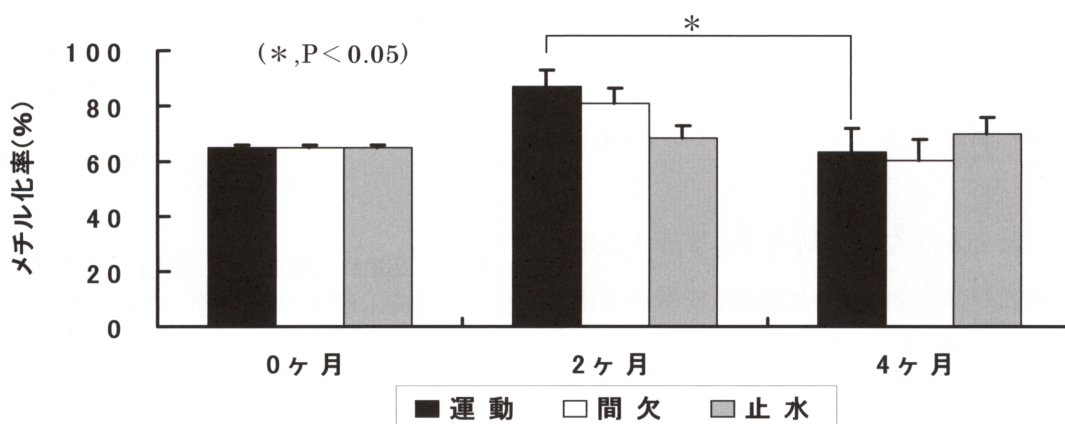


図8 肝臓中の総水銀におけるメチル水銀の割合