

# 完全養殖クロマグロの水銀含有量の現状と展望

安藤 正史

(飼料・食品安全性・加工グループ)

近畿大学大学院農学研究科

ando@nara.kindai.ac.jp

平成 15 年に厚生労働省から、魚介類からの水銀摂取量の注意に関する通達が出された。久しぶりに水銀という名前が出てきたことで社会が騒然となったことは記憶に新しい。

水銀がこれだけ社会の注目を集める理由はなんと言っても水俣病の原因物質だからである。この印象が余りにも強いため、水銀と聞いただけで敬遠される傾向にある。なお水銀は、水俣病だけではなく、様々な障害を人体に引き起こす物質であり、たとえ微量であるにせよ、極力少ないことが求められる物質である。

マグロ類に水銀量が多いことは昔からよく知られている事実である。水銀の発生源は地殻からの噴出とされており、地球全体で年間数千トンが地表へ噴出しているとされている。それらがプランクトンなどに吸収され、その後食物連鎖にしたがって順次大型の生物へと蓄積していく。結果的に大型生物ほど濃縮率が大きくなり、環境中濃度に対してプランクトンで 2000 倍であるのに対し、大型魚では 120000 倍に達するとする報告も見られる。

しかし、養殖魚の世界になると事情が異なる。通常の天然マグロの場合、イワシ・イカなどのほか、外洋では比較的大きいカツオなども食べるといわれている。一方、完全養殖の場合、エサの大きさでいうとムロアジ止まりであり、カツオのようなやや大きめの魚を食べることはない。よって、生物濃縮の程度が小さくなり、水銀含量を低く抑えられていることが予想された。

そこで今回は、近畿大学が現在出荷している完全養殖クロマグロの水銀量の現状を明らかにし、それを基に今後の展望を模索することを目的とした。

## 材料および方法

### 材料

生後 20 ヶ月の完全養殖クロマグロを 2004 年 4 月から 2005 年 2 月まで、3 ヶ月おきに 3 個体ずつサンプリングした。生簀から釣り上げた直後に脱血し、内臓を取り出した。測定部位は内臓（心臓、肝臓、腸、胃、脾臓、幽門垂、胆嚢）、筋肉、および血液を用いた。筋肉においては背側と腹側をそれぞれ前、中、後の合計 6 部位にわけて測定を行った。

### 総水銀濃度測定

湿式分解—還元気化原子吸光法を用いて測定した。ミンチにした測定部位約 0.4g を試験管にはかりとり、濃硝酸 2ml を加え室温で一晩放置した。次に試験管を 100℃で 3 時間加熱した。室温にもどした後、試料液を 100ml 三角フラスコに移しかえ、さらに濃硝酸 5ml、濃硫酸 10ml、約 5% 過マンガン酸カリウム 20ml を加えた。15 分ほど放置した後、約 80℃のウォーターバスで 2 時間加熱した。室温にもどした後、約 8% 塩化ヒドロキシルアミン 10ml を加えて、過剰の過マンガン酸カリウムを還元した。三角フラスコ内の試料液を素早く還元気化用の集気ビンに移し、約 10% 塩化スズ 10ml を加えて水銀を還元気化させた。原子吸光度計（波長 253.7nm）で吸光度を測定し、総水銀濃度を求めた。

### 粗脂肪量

ミンチにした試料 3g 前後を円筒ろ紙にはかりとり、ソックスレー抽出器を用いて一晩粗脂肪をジエチルエーテルで抽出した。脂質が抽出されたジエチルエーテルを回収し、フラスコを乾燥後に

重量を測定し粗脂肪量を求めた。

## 結果

### 体長と体重の変化

体長と体重の変化を図1に示す。体長はサンプリング開始から終了までに約1.4倍、体重はほぼ2倍となった。ここで認められた特徴としては、11月に比べて2月までに大きな成長が認められなかったことがあげられる。釣り上げた個体がたまたま小さかった可能性もあるが、7月や11月のサンプリングにおいては顕著な成長が認められていることから、水温が低下した冬場において摂餌量が低下し、それが成長速度に影響したものと思われる。

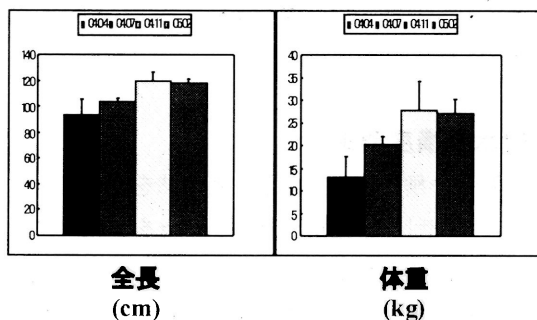


図1 体長と体重の変化

### 内臓の水銀量

内臓の臓器別の水銀量を図2に示す。この中で

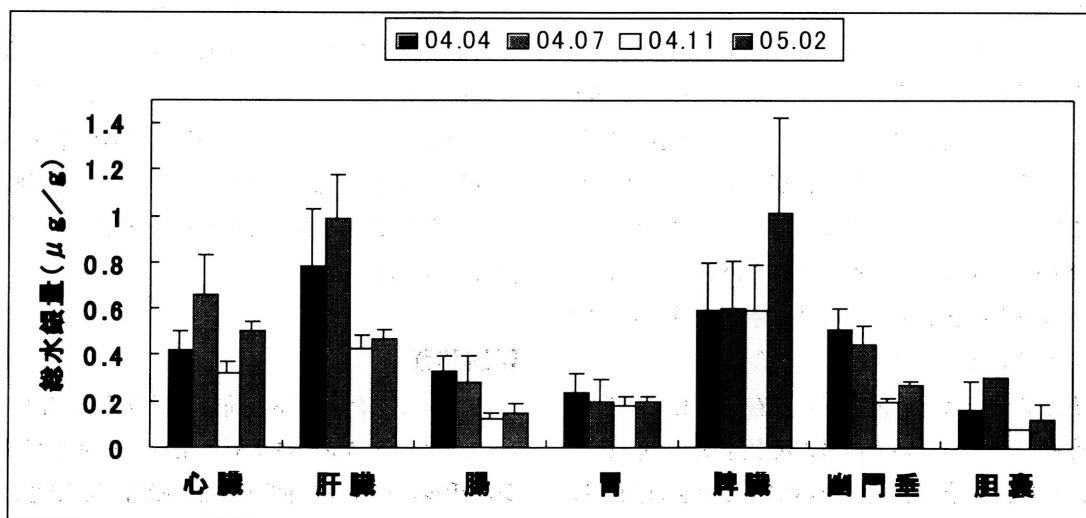


図2 内臓別の水銀量の変化

は多い順に肝臓>脾臓>心臓>幽門垂となった。臓器としては肝臓と幽門垂が圧倒的に大きかったことから、内臓における水銀の蓄積は肝臓と幽門垂が中心であると考えられた。従来の報告によれば、内臓の中では特に腎臓に水銀が多く蓄積することが報告されている。今回のサンプリングにおいては、腎臓が小さいため正確に得ることは困難であった。逆に考えると、腎臓は水銀が多くても臓器自体が小さいため、蓄積量から見れば肝臓・幽門垂には及ばないことも予想される。

クロマグロの内臓は、食品としては筋肉ほどの重要性は今のところ認められていない。しかしながら、和歌山県内ではマグロの内臓料理を出す店も存在する。また、全体重の1割ほどにもなるため、ゴミ問題や資源の有効利用の観点からも今後の利用方法を考えていくことが重要である。ただしその際には、内臓の水銀にも注意しなければならない。

### 筋肉と血液の水銀量

部位別の筋肉水銀量を図3に示す。全体的に見るとおよそ0.6μg/g付近の数値を示した。天然クロマグロの水銀量の平均値は約1.0μg/gであり、今回測定した個体はいずれもその数値を下回った。また、天然クロマグロのデータは数値のばらつきが非常に大きい、そのようなばらつきが完全養殖クロマグロでは認められなかったことも大きな

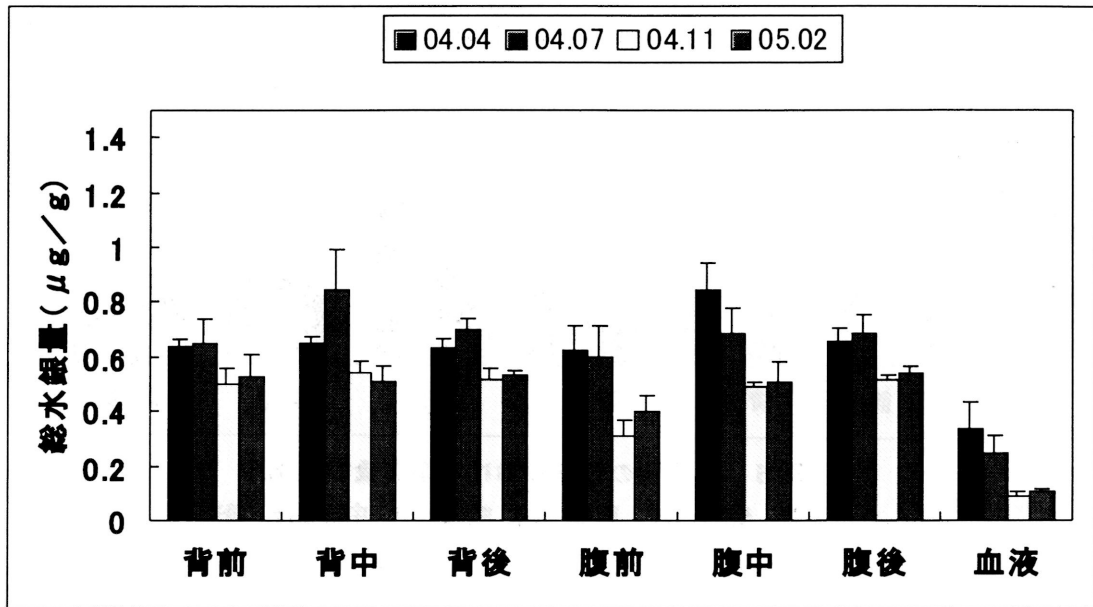


図3 部位別の筋肉における水銀量の変化  
背, 背側; 腹, 腹側; 前, 前部; 中, 中部; 後, 後部

特徴であった。

一方、厚生労働省によって定められた魚介類における水銀量の暫定基準値は $0.5\mu\text{g/g}$ であり、残念ながら現在のところこの基準値をクリアするまでには至っていなかった。一般的にはこの数値を上回る魚介類は出荷できないが、マグロ類はこの規制対象からはずされているため、出荷にあたっての法的な問題はない。しかし、今後何らかの方策を講じてこの基準値をクリアすることが、将来的なブランドイメージの獲得のためにも重要な目標であるといえる。

#### 魚体重と水銀量

魚体重と水銀量との関係を図4に示した。天然魚のデータは地中海で漁獲された天然クロマグロのものである。これまでの考え方では、水銀量は生物濃縮により蓄積されるため、大型魚ほど多くの水銀が蓄積されるとされてきており、この魚体重と水銀量との関係もその法則に合致している。

一方、今回測定した12個体のデータを見ると、水銀量と体重との間には全く相関性が認められなかった。つまり、完全養殖クロマグロの水銀蓄積には一般的な生物濃縮の法則があてはまらないの

である。この理由としては、冒頭に述べたようにクロマグロが食べている餌に原因があると思われる。

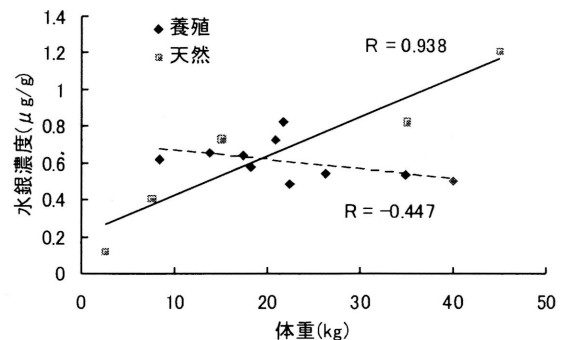


図4 魚体重と水銀量との関係

#### 脂肪量と水銀量

魚介類の水銀は約70%が有機態で存在するとされている。そのため、多くの水銀は脂質とともに存在することが予想された。そこで、筋肉の各部位における脂質含量を測定した(図5)。その結果、腹部の前方、いわゆる「大トロ」において脂質含量が最大で40%以上に達することが明らかとなった。一方、この部位における水銀量は脂質の増加とは反対に減少傾向(図3)を示していた

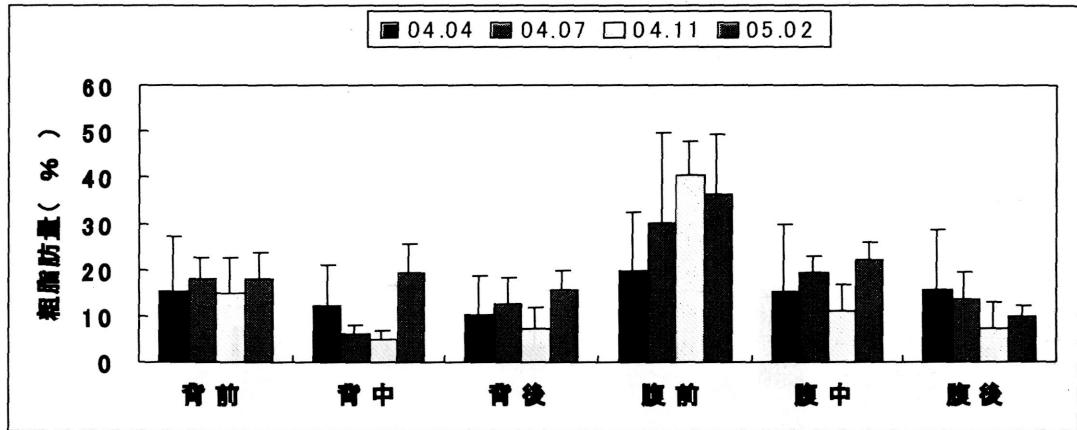


図5 部位別の筋肉における脂肪量の変化  
背, 背側; 腹, 腹側; 前, 前部; 中, 中部; 後, 後部

ことから、当初の予想とは全く反対の結果となった。

そこで、すべての部位における水銀量と脂肪量との相関を調べたところ、両者の間には全く相関性は認められなかった(図6)。つまり、大トロの部分のみ、脂肪量と水銀量との間に負の相関関係は認められるが、その他の部位では特に関係はないと考えられた。

大トロには畜肉でいうところの「サシ」が入っ

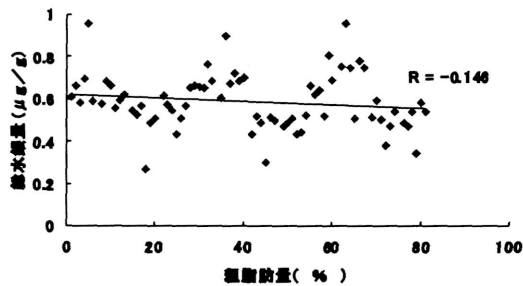


図6 脂肪量と水銀量との関係

ている。これを微視的に見ると多数の脂肪細胞が分布していることになる。一方、いわゆる赤身にはこれほど多数の脂肪細胞は認められない。よっ

て、有機水銀が脂溶性であるにもかかわらず大トロにおける水銀量が少ないのは、脂肪細胞中の脂質には有機水銀が溶け込みにくいしくみがあり、大トロに脂肪細胞が多い分、逆に水銀量が少なくなったためではないかと考えられる。

#### 今後の展望

今回の結果から明らかになった完全養殖クロマグロ水銀の大きな特徴として、(1)天然クロマグロよりも少なく、しかも個体差が小さい、(2)含有量は魚体重に影響されない、の2点が明らかとなった。

今後、現在よりも水銀量の少ないクロマグロを生産するための課題として、水銀の供給源と思われる餌の水銀量を明確にする必要がある。そこには魚種・季節・産地など様々な要因があるが、これらを総合的に判断するための情報を集め、水銀量のより少ない餌を選択・給餌していくことが望まれる。