

平成 22 年 4 月 26 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006 - 2008
 課題番号：18602002
 研究課題名（和文） 養殖・畜養マグロにおける水銀汚染および有機塩素系化合物汚染の実態調査
 研究課題名（英文） Contamination survey of mercury and organochlorine compounds in farmed tuna sold in Japanese market

研究代表者
 遠藤 哲也（Endo Tetsuya）
 北海道医療大学・薬学部・准教授
 研究者番号 10133216

研究成果の概要：日本で行われている養殖クロマグロの水銀汚染と有機塩素系化合物汚染を分析し、天然マグロの場合と比較した。養殖クロマグロの水銀濃度は厚生労働省の定めた基準を越えるものが少なく、一般に天然のクロマグロより低かった。一方、脂溶性の高い有機塩素系化合物濃度は天然クロマグロより高く、多食者には健康被害が心配される。地中海で行われている畜養マグロの場合の水銀および有機塩素系化合物濃度は日本国内の養殖マグロに比べて著しく高いものが多く、これは魚体の大きさを反映していると思われる。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	2,000,000	0	2,000,000
2007 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2008 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	480,000	4,080,000

研究分野：環境衛生学

科研費の分科・細目：食の安全

キーワード：マグロ、水、PCB、DDT、養殖、畜養

1. 研究開始当初の背景

養殖・畜養マグロは脂ののりがよいことから、その販売量は飛躍的に増加しており、トロ食材の販売量のなかで6割以上を占めている。畜養マグロとは、ある程度成長したマグロを短期間生簀のなかで肥育して脂肪分を増やしたものである。現在、クロマグロの畜養は地中海沿岸諸国（スペイン、クロアチア、トルコなど）とメキシコで行われ、ミナミマ

グロの畜養はオーストラリアで行われている。スペインからは150-350kgの大型の畜養マグロが、メキシコやオーストラリアからは30-50kgの小型の畜養マグロが出荷され、クロアチアやトルコからはそれらの中間の大きさのものが出荷されていた。一方、養殖マグロは、生後数カ月の稚魚を2年半養殖した小型のもので、我が国の沖縄県、鹿児島県、高知県、長崎県などか

ら出荷されている。2004年、近畿大学は卵からの完全養殖に成功し、完全養殖マグロを市場で販売している。

魚介類、特にマグロなどの高次捕食魚は水銀やPCBsなどの環境汚染物質を高濃度に蓄積している。しかし、養殖・畜養マグロについて「食の安全」の立場からの本格的な水銀および有機塩素系化合物の汚染調査は行われていない。

2. 研究の目的

申請者のこれまでの予備調査から、養殖・畜養マグロのトロの部分には PCBs の基準 (0.5 ppm) を遥かに超えるものがあり、これらはわずかに数 g の摂食で1日当りのダイオキシン類の耐容量 (4 TEQ pg/kg/day) を超えると推定される。脂肪の多いマグロのトロの安全性を検討する場合、メチル水銀の汚染度のみならず PCBs などの脂溶性化合物の汚染度が重要と思われる。本申請研究の目的は、(1) 食品としての安全性を赤身とトロとに分けて検討する。(2) 養殖・畜養マグロと天然マグロとの生物濃縮による汚染物質の蓄積の違いを検討する。(3) 鯨類には水銀が高濃度に蓄積しているが、主な捕鯨地域は天然マグロの水揚地でもある。天然マグロの水銀調査のみならず、鯨肉の水銀調査も併せて行う。ヒトの毛髪中の水銀を分析し、水銀摂取の指標とする。(4) 残留性の高い各種汚染物質の蓄積状況から、マグロの生息地域、養殖・畜養地域の特定などを試みる。

3. 研究の方法

マグロ試料の収集

海外で行われている畜養マグロは主に札幌市内の小売店およびスーパーで購入した。我が国で行われている養殖マグロは札幌市内および東京、奈良、大阪などから購入した。

沖縄県、千葉県、和歌山県、千葉県、青森県および北海道で捕獲された天然クロマグロは現地で購入した。宮崎県、鳥取県、石川県で捕獲されたクロマグロは札幌市内の小売店から購入した。

天然のキハダマグロとビンナガマグロは沖縄県、宮崎県および静岡県から購入した。

毛髪試料の収集

捕鯨で有名な和歌山県太地町の住民 50 人の毛髪試料は現地のボランティアが収集した。

水銀および有機塩素系化合物の分析

総水銀は湿式分解後、還元気化法により分析した。メチル水銀はベンゼン抽出後、GC-ECD により分析した。

PCBs などの有機塩素系化合物 (OCs) はヘキサンで抽出後、ゲルろ過とシリカで前処理を行い、GC-ECD にて分析した。PCBs として、主な 13 種類の異性体を分析した。DDTs およびクロルデン汚染の指標として、それぞれ *p,p'*-DDE と *trans-nonachlor* を分析した。

3. 研究成果

天然のクロマグロの総水銀濃度は脂肪含量の多いトロで低く、OCs 濃度はトロで高かった。沖縄県 (南の地域) で捕獲されたものほど水銀濃度が高く、一方、OCs 濃度は北海道や青森県 (北の地域) で捕獲されたものほど高い傾向であった。キハダマグロとビンナガマグロの水銀濃度および OCs 濃度はクロマグロより顕著に低かったが、南ほど水銀濃度が高く、北ほど OCs 濃度が高い傾向が認められた。これらの地域差は日本近海の水銀および OCs 濃度の地域差を反映していると思われる。

養殖クロマグロの総水銀濃度は天然クロマグロよりも低く、規制値である 0.4ppm を越えるものは少なかった。この理由として、養殖マグロは生後3年の未成熟のマグロであることが考えられる。

一方養殖クロマグロの OCs 濃度は天然クロマグロよりも高いものが多く、PCBs の基準である 0.5ppm を越えるものが多数認められた。養殖クロマグロは未成熟な小型のマグロであるにもかかわらず OCs 濃度が高い理由として、脂ののりがいい (脂肪含量が高い) ことが挙げられる。水銀および OCs の分析結果から、養殖マグロの食品としての安全性を評価する場合、水銀濃度よりは OCs の汚染度に注意する必要がある。

沖縄県、鹿児島県、高知県および長崎県で行われている養殖マグロの水銀濃度は南ほど高く、OCs 濃度は低い傾向が認められ、天然マグロの場合と類似していた。しかし和歌山県と三重

県で行われている養殖マグロの場合ではこの傾向から外れていた。

和歌山県で行われている完全養殖マグロの水銀濃度は近接した海域で行われている養殖マグロと比べて、また他の地域で行われている養殖マグロと比べて明らかに高く、約0.6ppmであり、規制値を越えていた。一方OCs濃度は養殖マグロより低く、また脂肪含量も低かった。養殖マグロと比べて水銀濃度が高く、OCs濃度と脂肪含量が低い原因は給餌する餌の汚染度に起因すると思われる。

水銀汚染度の高い鯨肉の多食者が多い和歌山県太地町での50人の毛髪検査の結果、NOAELである50ppmを越える住民が3名見つかった。聞き取り調査の結果から、推定される鯨肉由来のメチル水銀摂取量からは、異常に高い毛髪水銀濃度を十分には説明できず、天然マグロなどの多食による影響が予想された。

畜養マグロの水銀汚染度はほぼ魚体の大きさ(年齢)に比例しスペイン産のものから高濃度の総水銀が検出された。畜養と天然とで水銀濃度に大きな違いは認められなかった。一方畜養マグロのOCs濃度は天然マグロに比べて高く、これは脂肪含量と相関していた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Endo, T., Hisamichi, Y., Kimura, O., Haraguchi, K., Lavery, S., Dalebout, M.L., Funahashi, N., Baker, C.S. Stable isotope ratios of carbon and nitrogen and mercury concentrations in 13 toothed whale species taken from the western Pacific Ocean off Japan. *Environ. Sci. Technol.*, **44**, 2675-2681, 2010.
- ② Endo, T., Haraguchi, K., High mercury levels in hair samples from residents of Taiji, a Japanese whaling town. *Mar. Pollut. Bull.* in press. 査読有
- ③ Hisamichi, Y., Endo, T., Haraguchi, K., Natural and anthropogenic POPs in bluefin tuna from Japanese market. *Organohalogen Compds.*, **69**, 1709-1712, 2007. 査読有

[学会発表] (計 8 件)

- ① 遠藤哲也
招聘講演「魚介類の水銀汚染とPCB汚染について、鯨と鮪を中心に」
北見医工連携研フォーラム、2009年11月、北見
- ② 遠藤哲也、山下潤一郎、原口浩一
鯨の町太地町における毛髪中水銀濃度の分析
フォーラム2008衛生薬学・環境トキシコロジー、2008年10月、熊本
- ③ 久道洋輔、木村 治、原口浩一、遠藤哲也
キハダマグロの水銀と有機塩素化合物の汚染調査:安定同位体による捕獲地域の推測
日本薬学会第129年会、2008年3月、京都
- ④ 久道洋輔、木村 治、原口浩一、遠藤哲也
安定同位体でマグロの捕獲(生息)地域が判別できるか?(講演ハイライト)
日本薬学会第129年会、2008年3月、京都
- ⑤ Hisamichi, Y., Endo, T., Haraguchi, K. Natural and anthropogenic POPs in bluefin tuna from Japanese market.
Dioxin 2007, 2007年9月、Tokyo, Japan
- ⑥ 葦島泰彦、久道洋輔、塚越健介、木村 治、遠藤哲也、原口浩一
ビンナガマグロおよびウツボの水銀の汚染調査
日本薬学会127会、2007年3月、富山
- ⑦ 久道洋輔、遠藤哲也、木村 治、原口浩一
養殖・畜養マグロの水銀汚染と

PCBs 汚染について
北海道薬学大会、2006 年 5 月、札幌

- ⑧ 遠藤哲也、久道洋輔、木村 治、原口浩一
養殖・畜養マグロの水銀汚染と PCBs 汚染について
日本食品衛生学会、2006 年 5 月、東京

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

- ① 毛髪から高濃度水銀 町民 50 人調査 鯨肉食関連か
朝日新聞
2010 年 1 月 22 日
- ② 髪の水銀 平均の 10 倍
東京新聞などの地方新聞 10 社以上
2010 年 1 月 22 日
- ③ くじら肉多食者、和歌山県・太地町
住民の疫学調査必要
熊本日々新聞
2008 年 10 月 18 日
- ④ 毛髪中の水銀濃度クジラで高く？
東京新聞などの地方新聞 10 社以上
2008 年 10 月 16 日
- ⑤ 千葉漂着のイルカ、高濃度水銀検出
毎日新聞 2006 年 3 月 8 日朝刊
- ⑥ イルカから高濃度水銀
東京新聞など地方新聞 18 社以上
2006 年 3 月 7 日夕刊および 8 日朝刊

6. 研究組織

(1) 研究代表者

遠藤 哲也
北海道医療大学・薬学部・准教授
10133216

(2) 研究分担者

木村 治
北海道医療大学・個体差医療科学

センター・講師
10418882

(3) 連携研究者
なし