

鹿児島湾産数種魚類中の水銀濃度について*1

太田 冬雄*2・西元 諄一*3・御木 英昌*3
本田 英雄*4

Mercury Concentration in Several Species of Fish from Kagoshima Bay*1

Fuyuo OHTA*2, Jun-ichi NISHIMOTO*3,
Hidemasa MIKI*3 and Hideo HONDA*4

Abstract

The tissues of 5 species of fish taken by bottom lining from Kagoshima Bay in 1977 & 1978, were analyzed for total mercury concentration.

(1) Mercury level in muscle exceeded the allowable line for marketable fish in 9 samples of *Conger myriaster* (conger-eel, "maanago") & *Malakichthys griseus* ("oomehata") (0.42-1.40ppm), while ranged from 0.02 to 0.07ppm in *Eteris carbunculus* ("hamadai"), *Coelorhynchus jordani* ("kyushuhige") and *Cynogrossulus grandisquana* ("akashitabirame"). (2) Mercury concentrations in the tissues of conger-eel were highest in liver (1.10-1.27ppm), and followed by muscle, stomach, intestine and pancreas in decreasing order. The contents of digestive organs contained mercury level similar to that of the organs. (3) Most of mercury in the muscle of conger-eel was found in myofibrillar fraction.

昭和48年に鹿児島湾で漁獲されたタチウオ (*Trichiurus lepturus*) 中に規制値以上の水銀 (総水銀) が検出されて以来、この規制値を越える魚介類については漁獲の自主規制の措置がとられるとともに、その原因究明についても調査が実施されてきた。その結果、鹿児島湾の水銀汚染の主たる原因は、火山活動 (海底噴気) に伴う水銀の排出による、いわゆる自然現象の環境汚染と推論され、今後の対策のため魚介類および海域の汚染の実態を継続的に把握して行く必要があるとされている¹⁾。

この研究では、上記汚染の実態把握の一助に資するため、鹿児島湾内で試験採捕された数魚種を対象に、(1)魚種別筋肉中の水銀濃度、(2)水銀濃度の比較的高い魚種における、魚体の各部組織および筋肉中の窒素成分画分中の水銀分布を調べた。

*1 水産食品中の水銀- I (Mercury in Marine Foods- I)

*2 現在、鹿児島市坂元町 2277-21 (Present address, 2277-21 Sakamoto-Cho, Kagoshima, 892 Japan)

*3 鹿児島大学水産学部食糧保蔵学研究室 (Lab. of Food Rreservation Science, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Kagoshima, 890 Japan)

*4 現在、株式会社清水源商店・東京支店 (Presnt address, SIMIZU GEN SHOOTEN Co. Ltd. Tokyo branch, 4-5-9, Nihonbashi-Honcho, Tokyo, 103 Japan)

試料と方法

試料魚 1977年11月～1978年7月に鹿児島湾で底曳延縄試験* によって漁獲されたマアナゴ (*Conger myriaster*), オオメハタ (*Malakichthys griseus*), キュウシュウヒゲ (*Coelorhynchus jordani*), ハマダイ (*Eteris Carbunculus*) およびアカシタピラメ (*Cynogrossulus grandisquana*) を試料魚とした。各試料魚は漁獲後直ちに氷蔵, 5～6時間以内に研究室の冷蔵庫 (-25℃) 中に移した。必要に応じ凍結試料魚を取り出し, 流水解凍 (15℃) した後, 所定の実験に供した。対照魚として市販のカツオ (*Katsuwonus pelamis*) およびマサバ (*Scomber japonicus*) を用いた。

分析試料の調製 解凍試料魚から普通肉, 胃, 腸, 肝臓および脾臓を切り取り, 普通肉は背肉と腹肉に分け, また胃と腸は各内容物とに分け, それぞれ十分に細切混和して分析に充てた。

筋肉のタンパク質区分およびエキス分の調製 筋肉構成タンパク質を筋原繊維タンパク質 (Mf-P) と同タンパク質の不溶化物 (Mf-P'), 筋形質タンパク質 (Sp-P) および基質タンパク質 (St-P) に分画, 別にエキス分 (Ex) を調製, これら各区分の窒素および水銀濃度の測定に充てた。これらの分画, 調製は大要次の様に行なった。試料肉からイオン強度 (I) = 0.05 の燐酸緩衝液で繰返し抽出し, 抽出液の透析によって得られた区分を Sp-P とし, この抽出残物から I = 0.5 燐酸緩衝液で処理し, 抽出液の透析, 希釈沈殿によって得られた区分を Mf-P とした。さらに Mf-P 抽出残物から 0.5N NaOH で溶出する区分を Mf-P' とし, 不溶物を St-P とした。別に試料肉から 15% トリクロル酢酸で溶出する区分を集め Ex とした。

水銀 (Hg) 分析 石英管燃焼-金アマルガム法による無炎原子吸光法²⁾ による。装置は杉山元 MV-250 型水銀分析用試料分解装置に日立 508A 原子吸光分析装置を組合せて用い, 日立 056 型自動記録計に接続した。湿重量 0.1～0.2g の細切試料を精秤し, これを石英ボードに採り, 水酸化カルシウム約 0.1g を全体にまぶし, 分解装置にそう入し分析に供した。測定は燃焼時間 5 分間, 燃焼温度 850℃, 酸素流量 1.0l/min の条件で行なった。なお, 標準溶液には, 関東化学製原子吸光用水銀標準溶液 (100ppm) を用い, 測定ごとに標準曲線作成とブランク試験を行なって水銀値を求めた。

窒素 (N) 分析 ミクロケルダール法による³⁾。

実験結果および考察

鹿児島湾産魚類筋肉中の Hg-濃度 鹿児島湾の湾口, 湾中央および湾奥部で採捕された各魚種の背筋肉に含まれる総 Hg 濃度の測定結果を Table 1 に示した。これらの魚種の中で規制値以上の Hg 濃度を示したのは, マアナゴおよびオオメハタの 2 魚種であった。次にマアナゴの Hg 濃度は, 数値を単純に比較する限り従来の調査結果¹⁾ と同様に湾奥部の方が湾口部より高かったと言えよう。しかも, 湾奥部からのマアナゴの魚体が湾中央部のものの約 1/2 で小さかったが, Hg 濃度は湾奥部のものの方がむしろ高かった。これらの結果は, 海域別,

*井上晃男・税所俊郎・肥後伸夫・高橋淳雄 (発表予定)

Table 1. Total mercury in dorsal muscle of fish from Kagoshima Bay.

Fish Species	Catching			Size		Total-Hg (ppm)
	Date	Location	Length (cm)	Weight (g)		
"Maanago", " " " " "	Nov. 18, " " " Dec. —, "	interior " middle " mouth "	54 56 65 75 47 48	260 230 500 730 120 200	0.91 1.3.1 0.56 1.04 0.42 0.79	
"Oomehata", "	July 13, "	middle "	11 14	36 52	1.28 1.40	
"Hamadai", "Kyushuhige", "Akashita birame",	" 14, " Oct. 13,	" mouth "	— — —	— — —	0.07 0.06 0.02	
"Katsuo", "Saba",		marketable "	— —	— —	0.14 0.06	

大きさ別などの濃度考察をするための資料とするには例数，採捕期の点から適当でないが，一つの事例として注目に値しよう。

マアナゴ組織中の Hg-濃度 湾中央部（加治木沖）で採捕され，比較的 Hg 濃度の高かったマアナゴ（3尾）について，背と腹側の筋普通肉，各内臓および消化器管内の内容物中の Hg 濃度を測定し，結果を Table 2 に示した。これらによると，Hg 濃度は肝臓中に最も高く，

Table 2. Mercury in several tissues of "Maanago" from Kagoshima Bay.

Sample fish ^{a)}			Hg in tissues (total, ppm/wet basis)							
			Muscle		Stomach	Contents of Stomach	Intestine	Contents of Intestine	Liver	Pancreas
No.	Length (cm)	Weight (g)	Dorsal	Ventral						
1	70.6	570	0.74	0.86	0.35	0.12	0.58	0.15	1.27	0.14
2	70.2	700	0.75	0.74	0.49	0.40	0.34	0.48	1.13	—
3	77.0	820	0.63	0.75	0.33	0.46	0.21	0.39	1.10	0.17

^{a)}: Caught off shore Kajiki on Nov., 25, 1978.

筋肉がこれに次ぎ，胃，腸およびこれらの内容物中にも規制値前後あり，脾臓中の濃度は試料中最も小さかった。なお，胃と腸の内容物には主に小形のエビ類が存在していたことから，これら捕食生物がマアナゴ魚体中の Hg 蓄積に関係する一つの要因と考えられた。

マアナゴ筋肉の N-成分画分中の Hg-濃度 マアナゴ筋肉より分画調製した Mf-P, Mf-P', Sp-P, St-P および上記タンパク質調製残渣(R)ならびに Ex の各区分について，N および Hg 含量を測定，市販のカツオの場合に比較して Fig. 1 に示した。まず，各区分の N 濃度 (mg/g 筋肉) についてみると両魚種共に Mf-P', Mf-P, Sp-P, Ex および R の順に高く，Mf-P', Mf-P の合計が筋肉中全 N の過半を占めた。また，各区分の N に対する Hg 濃度 ($\mu\text{g}/\text{mg N}$) についてみると，R 区分を除き，各区分のレベルがマアナゴの場合にいちじるしく高く，区分別の相違もマアナゴの場合により明らかで，Mf-P, Mf-P', Sp-P および Ex または R の順に大きく，なかでも Mf-P の N 濃度が際立って高かった。したがって，Hg の大部分は Mf-P および Mf-P' に高濃度に蓄積されていることになる。事実，筋肉単位量当りの各区分の Hg 濃度を算出すると，図の右欄に明らかのように，Mf-P および Mf-P' 区分には筋肉中の Hg の90%以上が含まれていることを示す。この事はカツオの場合も濃度レベルは低いが，同様である。これらの結果は，有馬ら⁴⁾がイシガレイ (*Kareius biocoloratus*) の普通肉について調べた結果と同じ傾向であり，すでに WESTÖÖ⁵⁾が明らかにしている様に，タンパク質の SH 基に対する Hg の親和性が強いいため容易に結合したものと推論される。

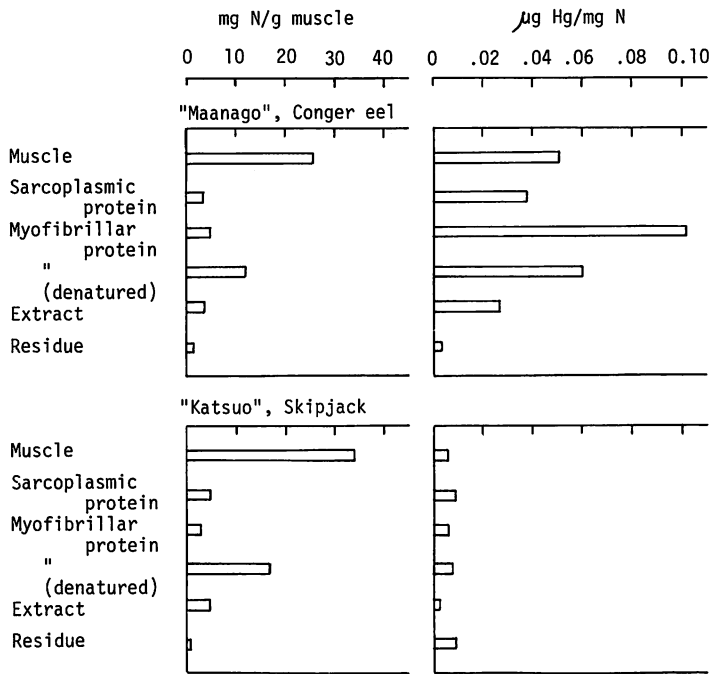


Fig. 1. Distribution of mercury in muscle components of conger eel.

要 約

1977～1978年，鹿児島湾内で底曳延縄で漁獲された魚類の各組織の総 Hg 濃度を調べた。

(1) ハマダイ，キュウシュウヒゲおよびアカシタビラメでは，筋肉の Hg 濃度は低かった (0.02～0.07 ppm) が，マアナゴとオオメハタでは，いずれも規制値以上 (0.42～1.31 ppm) であった。

(2) マアナゴ体組織中の Hg 濃度は，肝臓に最も高く (1.10～1.27 ppm)，筋肉の場合これに次ぎ (0.63～0.83 ppm)，胃およびこれらの内容物の場合にも比較的高く (0.12～0.58 ppm)，腓臓では低かった (0.14～0.17 ppm)。

(3) マアナゴ背普通肉中の Hg の大部分は，筋原繊維タンパク質区分に含まれていた。

終りに，この調査実験経費の一部は，53～54年度文部省環境科学特別研究費 (課題番号：403073，代表者：坪田博行) からの補助金によった事を付記し，併せて本研究の推進の労をとられた当学部の高橋淳雄教授はじめ，関係の方々に厚くお礼申し上げる。また，水銀分析に関して有益な御助言を賜りました，鹿児島県公害防止協会の黒川達爾雄事務局長 (当時) および田中健次郎技師の両氏へ深謝申し上げます。最後に，実験およびデータ整理に協力された武林哲夫君 (大学院生当時) へ感謝する。

参 考 文 献

- 1) 環境庁・鹿児島県：鹿児島湾の水銀汚染に係わる環境調査報告書，pp. 12，50年4月。
- 2) 西 末雄・堀本能之・中野信雄：分析化学，**23**，386-391 (1974)。
- 3) 副島正義・菅原 潔：生物化学実験法，蛋白質の定量法，東京大学出版会，東京，1971，pp. 21-56。
- 4) 有馬郷司・梅本 滋：東海水研報，**73**，79-84 (1973)。
- 5) G. WESTÖÖ: *Acta. Chem. Scand.*, **21**, 1790-1800 (1976)。