

## イワシの調理・加工による水銀除去の可能性について—I\*

## — 各種調理による除去 —

山口県衛生公害研究センター (所長: 田中一成)

熊谷 洋・佐伯 清子

Possibility of Decontamination of Total Mercury  
in Cooked and Processed Sardine—I  
—Decontamination by Some Kinds of Cooking—

Hiroshi KUMAGAI, Kiyoko SAEKI

Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health (Director: Dr. Kazushige TANAKA)

## はじめに

魚介類中に含まれる総水銀(T-Hg)を除くには、清浄な水で飼育する<sup>1,2)</sup>か、あるいは物理・化学的手段を用いる<sup>3-13)</sup>かが考えられている。魚肉中の水銀は安定で、組織から水銀を物理・化学的手法により除去することは容易でない<sup>1,2,5-7)</sup>。しかも、この場合、魚介肉の変性が問題となる。このような状況下で、本研究では、調理や加工によってマイワシ *Sardinops melanosticta* およびカタクチイワシ *Engraulis japonica* に含まれる水銀がどの程度除去できるかについて検討を行った。

先ず調理について調べた。すなわち、マイワシを素焼き、塩焼き、水煮、味付煮、天ぷら、酢漬けおよび蒸すことによって、T-Hg がどの程度除去できるか検討した。なお、カドミウム (Cd)、鉛 (Pb)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、マンガン (Mn)、ニッケル (Ni)、コバルト (Co)、クロム (Cr) およびヒ素 (As) についても同様に調べた。得られた結果を報告する。

## 実験方法

## 1 供試試料

1984年5月5日に山口県北浦で漁獲された極めて鮮度の良いマイワシ (体長平均  $17.5 \pm 1.0$  cm, 体重平均  $54.4 \pm 8.4$  g) を実験に供した。

## 2 調理方法

調理の方法の概略をTable 1に示す。いずれも標準的な方法で調理した<sup>14)</sup>。素焼きは水洗い後丸のまま10分間両面焼きガスレンジで焼いた。塩焼きは丸のまま魚体重量に対し2%の食塩をふり塩し、室温で1時間半放置後10分間焼いた。水煮は丸のまま、魚体重量に対し30%の水中、アルマイト鍋で7分間煮た。味付煮は丸のまま、魚体重量に対し水、しょう油、酒および砂糖をそれぞれ10、10、9および5%加え7分間煮た。天ぷらは頭部を除いた後、腹開きにし、水(30%)に小麦粉(20%)と鶏卵(8%)を加え、これを衣としてサラダ油 ( $185 \pm 5$  °C) で揚げた(2分間)。酢漬けは3枚におろした身に、身の重量に対し酢、しょう油および食塩をそれぞれ10、2.5および2.5%加え18時間浸漬した。最後に、蒸しは丸のまま蒸し鍋で10分間蒸した。

## 3 分析方法

丸のまま調理した素焼き、塩焼き、水煮、味付煮および蒸したものは、頭、内臓、骨などを除いた後、天ぷらは尾鰭をとり除き、衣をつけたまま、酢漬けはそのまま、それぞれ細切均一化して分析試料とした。一方、比較として、調理前の生の材料を、丸のまま調理したものと同様に処理し、分析に供した。分析値はそれぞれ水分が異なるため、

\* 本報告の要旨は昭和60年度日本水産学会秋季大会 (1985年10月・鹿兒島市) において発表した。

Table 1 Cookig conditions for sardines.

Method	Conditions *
Broiling	Broil for 10 minutes.
Broiling with salt	Keep for 1.5 hrs. after dry salting (2%) and broil for 10 minutes.
Boiling	Boil with water (30%) for 7 minutes.
Boiling with seasonings	Cook with seasonings (10% water, 10% soy, 9% sake, 5% suger) for 7 minutes.
Deep frying (Tenpura)	Sliced sardines covered with batter (20% flour, 8% egg, 30% water) is deep fried at 185°C.
Pickling with vinegar	Soak in a pickle (10% vinegar, 2.5% soy, 2.5% salt) for 18 hrs.
Steaming	Steam for 10 minutes.

\* Seasonings added to total body weight expressed in term of (%) is given in parentheses.

すべて乾燥重量当りに換算して比較した。

重金属の分析法であるが、T-Hgは試料5gを先に報告した方法で迅速湿式灰化した後<sup>15)</sup>、還元気化原子吸光法により求めた<sup>16)</sup>。他の金属は試料30gを硫酸で湿式灰化後、水で100mlに定容として検液を作製した。Asは検液の一部をとってGutzeit法によりCd、Pb、Cu、Zn、Mn、Ni、CoおよびCrは検液の一部を蒸発乾固した後、希塩酸溶液とし直接原子吸光法によりそれぞれ求めた<sup>17)</sup>。

結果および考察

1 素焼き

素焼きにした場合におけるT-Hgを含む重金属含量の変化をFig.1に示す。変化は増減(%)で示し、調理後の各重金属含量と調理前の生のときの含量の比で示した。すなわち、(調理後の各重金属含量/調理前の各重金属含量)×100の%で表した。Fig.1から、素焼きによってT-Hg含量は減少せず、むしろ若干ではあるが増加の傾向にあることがわかる。すなわち、素焼きではT-Hg除去できないことがわかる。この結果は、魚肉中の水銀が加熱に対して安定であるといわれている<sup>3~6)</sup>

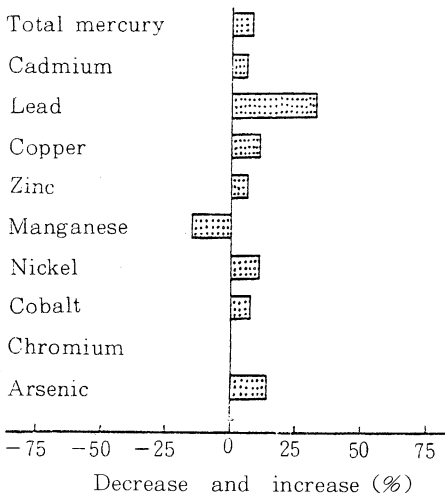


Fig.1 Changes in heavy metal contents in sardine after being broiled.

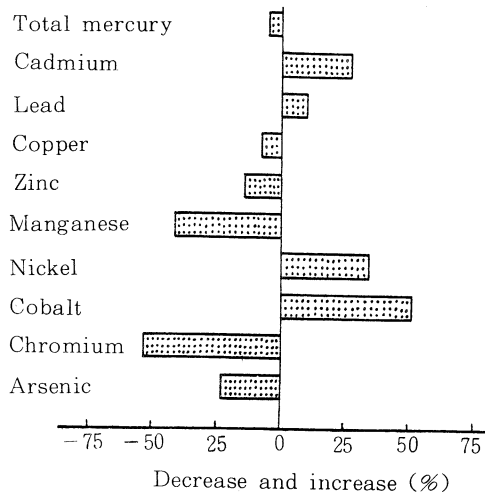


Fig.2 Changes in heavy metal contents in salted sardine after being broiled.

ことから理解できる。他の重金属も Mnを除き T-Hg の場合と同じ傾向で、Pb では素焼きによってかなり増加した。なお、ここで、Mn が約15%減少、Pb が約30%増加した理由については明らかでない。

2 塩焼き

塩焼きにした場合における T-Hg を含む重金属含量の変化を Fig. 2 に示す。Fig. 2 から、塩焼きによっても T-Hg をほとんど除去できないことがわかった。一方、T-Hg 以外の金属ではかなり増減することがわかった。特に Cr, Mn および As ではかなり減少し、逆に Co, Ni および Cd ではかなり増加した。ここで、同じ焼くという調理でも先に述べた素焼きと塩焼きとは増減する金属の種類が異なることが注目される。この2つの焼き方による金属含量の増減は、食塩の有無に関係していることは明らかであるが、その差の出た理由については明らかでない。

3 水煮

水煮した場合における T-Hg を含む重金属含量の変化を Fig. 3 に示したが、水煮にした場合、T-Hg 含量はやや増加し、その増加率は約15%であった。T-Hg が増加する理由は、水煮により溶出する蛋白質分画中における水銀濃度が低いいためと考えられる。このことは、魚肉の水さらし処理では水銀が除去できないという報告<sup>7)</sup>と一致

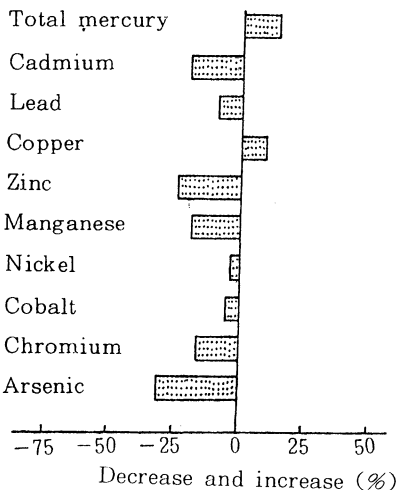


Fig.3 Changes in heavy metal contents in sardine after being boiled.

する。水煮によって T-Hg のほかに Cu が約10%増加した。しかし、残りの金属はすべて減少し、特に As, Zn, Cd および Mn に顕著であった。

4 味付煮

味付煮にした場合における T-Hg を含む重金属含量の変化を Fig. 4 に示したが、味付煮によ

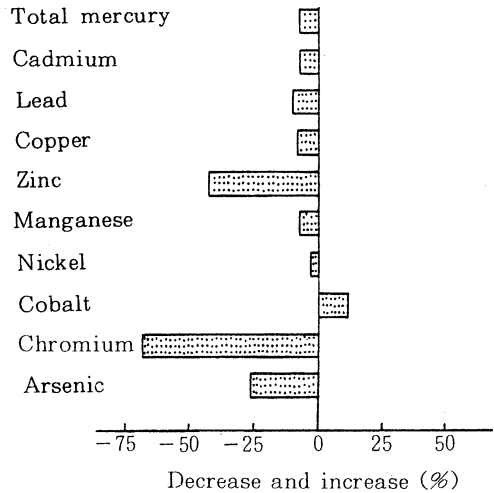


Fig.4 Changes in heavy metal contents in sardine after cooking with seasonings.

って T-Hg は若干減少する傾向が見られたが、減少する T-Hg は約7%であり、T-Hg の除去に有効な手段であるとはいいい切れぬ。他の

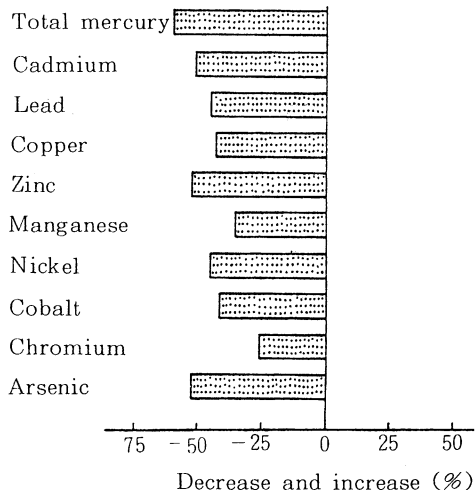


Fig.5 Changes in heavy metal contents in sardine after being deep fried.

金属ではCoが約10%増加したほかは、すべての金属が減少傾向にあり、特にCr, ZnおよびAsではかなり除去できるといえる。

### 5 天ぷら

天ぷらにした場合におけるT-Hgを含む重金属含量の変化をFig. 5に示した。天ぷらにすることにより、T-Hgがかなり除去されるという結果が得られた。すなわち、天ぷらにすることによるT-Hgの除去率は約60%に達した。この理由であるが、これは衣をつけたまま分析したため、衣によるT-Hgの濃度希釈が考えられる。一方、T-Hg以外の重金属についてもかなり減少傾向が見られた。この理由もT-Hgの場合と同様、衣による濃度希釈が考えられる。しかし、衣による濃度希釈だけがその理由であるならば、すべての金属で減少率が同じでなければならない。ところが減少率は金属によって異なり、最高はT-Hgの約60%、最低はCrの約25%であった。ここでは明らかにできないが、衣による濃度希釈以外に何か他に理由があるのであろう。

### 6 酢漬け

酢漬けにした場合におけるT-Hgを含む重金属含量の変化をFig. 6に示したが、酢漬けによっ

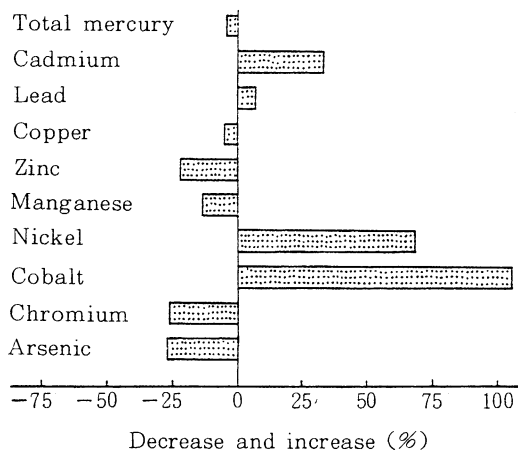


Fig. 6 Changes in heavy metal contents in sardine after being pickled with vinegar.

てはT-Hgを除去できないことがわかった。しかし、T-Hg以外のCrおよびAsでは約26%、Znで約22%、Mnで約13%それぞれ減少した。逆にCoでは約105%、Niで68%およびCdで約33%それぞれ増加した。

### 7 蒸し

蒸した場合におけるT-Hgを含む重金属含量の変化をFig. 7に示した。蒸しによつてはT-Hg

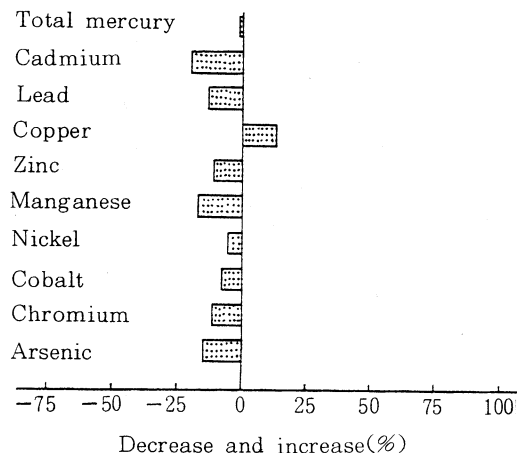


Fig. 7 Changes in heavy metal contents in sardine after being steamed.

を除去できず、調理前後のT-Hg含量にほとんど差は見られなかった。しかし、他の金属では減少する傾向が認められ、Cdで約20%、Mnで約17%、Asで約15%減少した。一方、Cuのみ約13%増加した。

### 要約

イワシを実験材料に用い、調理や加工によってイワシの水銀がどの程度除去できるかを先ず調理（素焼き、塩焼き、水煮、味付煮、天ぷら、酢漬けおよび蒸しの各調理）について検討した。同時に、T-Hg以外の重金属（Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Ni, Co, Cr, およびAs）についても調べ、次の結果を得た。

天ぷらによってT-Hgが約60%除去されたが、他の調理ではいずれもT-Hgを有効に除去することはできなかった。

T-Hg以外の重金属のなかには、これらの調理によってかなり除去される金属のあることがわかった。

### 文献

- 1) Lockhart, W. L. et al: J. Fish. Res. Board Can., 29, 1519~1523 (1972)
- 2) 菊池武昭ら: 日水誌, 44, 217~222(1978)

- 3) Westöö, G.: Acta chem. Scand., **20**, 2131~2137 (1966)
- 4) Pearce, I. D. et al: J. A. O. A. C., **59**, 655~657 (1976)
- 5) Shultz, C. D., Crear, D.: Pac. Sci. **30**, 101~107 (1976)
- 6) 長倉克男: 食の科学, **18**, 71~80 (1974)
- 7) Suzuki, T., Miyoshi, T.: Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., **39**, 917 (1973)
- 8) Yannai, S., Saltzman, R.: J. Sci. Food Agric., **24**, 157~160 (1973)
- 9) Spinelli, J. et al: J. Agric. Food Chem., **21**, 264~268 (1973)
- 10) Suzuki, T.: Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., **78**, 67~71 (1974)
- 11) Lee, S. Y., Richardson, T.: J. Milk. Food Technol., **36**, 267~271 (1973)
- 12) Regier, L. W.: J. Fish. Res. Board Can., **29**, 1777~1779 (1972)
- 13) Cohen, G. B., Schrier, E. E.: J. Agric. Food Chem., **23**, 661~665 (1975)
- 14) 科学技術庁資源調査会編: 食品成分表. 東京, 一橋出版, 1983, pp. 234~240.
- 15) 熊谷洋, 佐伯清子: 食衛誌, **17**, 200~203 (1976)
- 16) 田辺弘也: 食品衛生研究, **23**, 999~1012 (1973)
- 17) 日本薬学会編: 衛生試験法・注解 (1980年度版). 東京, 金原出版, 1980, p. 2~57.