アサリにおける重金属含量の季節的変動^{*1}

熊谷 洋・佐伯清子

(1980年2月20日受理)

Seasonal Variation in Heavy Metal Content of the Edible Portion
of Short-neck Clam, *Tapes japonica*Hiroshi KUMAGAI^{*2} and Kiyoko SAEKI^{*2}

In order to elucidate the seasonal variation in heavy metal content of benthos inhabiting in the shallow waters unaffected with industrial waste disposal, total mercury, selenium, zinc, arsenic, copper, cobalt, cadmium, chromium, lead, manganese and nickel were determined in the edible portion of short-neck clam obtained at Aio-cho in Yamaguchi Prefecture during the period from 1977 to 1979.

A seasonal variation with a maximum in winter was found in the levels of mercury, cobalt, cadmium, chromium, lead, manganese and nickel, whereas the seasonal consistency was observed in the levels of the other metals, i.e., selenium, zinc, arsenic and copper.

アサリ *Tapes japonica* の重金属含量のレベルについては幾つかの報告がある¹⁻⁴⁾。しかし、その季節的変動を調べた研究は清水⁵⁾の報告があるにすぎず、調べた重金属もわずか3種類である。著者らは総水銀 (Hg)、セレン (Se)、ヒ素 (As)、カドミウム (Cd)、鉛 (Pb)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、クロム (Cr)、ニッケル (Ni)、コバルト (Co) およびマンガン (Mn) の11種類の重金属について、その含量の季節的变化を調べ、重金属の種類による変化の異同を吟味した。得られた結果をここに報告する。

実験方法

試料調製法 1977年から1979年にかけて山口県吉敷郡秋穂町中道で採取したアサリを試料に供した。その試料調製法はすでに報告したとおりである^{*3}。

分析方法 Hgは試料5gを先に報告した方法⁶⁾で迅速湿式灰化した後、還元気化原子吸光法により求めた⁷⁾。Seは試料0.5gを硝酸・過塩素酸で湿式灰化した後、2,3-ジアミノナフタリンを用いたけい光光度法により求めた⁸⁾。他の金属は試料30gを硫酸で湿式灰化した後、水で100mlに定容として検液を作製した。その検液の一部をとつてAsはGutzzeit法により⁹⁾、CdおよびPbはDDTC (ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム)を用いキレート錯体とした後、MIBK (メチルイソブチルケトン)で抽出し原子吸光法により求めた⁹⁾。

Cu, Zn, Cr, Ni, Co および Mn 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⁹⁾。

結果および考察

Hg および Se Hg および Se 含量の季節的変動を Fig. 1 に示す。全調査期間をととした Hg 含量の平均値は 0.016 ppm で、厚生省通達の暫定的規制値 0.4 ppm¹⁰⁾ に比較して著しく低い値で、その含量レベルは食品衛生上問題にならない。しかし、季節的に含量に変動が認められ、冬期 (12~2月) にピークを示し、最高値は2月の 0.023 ppm であった。最低値は4月および7月の 0.012 ppm で、最高値と最低値の比は約 1.9 となつた。

非必須重金属^{11,12)}である Hg の含量が冬期にピークを示す原因として次の2つが考えられる。それはアサリの体重減少と代謝作用の低下である。アサリは5月から10月にかけて産卵を行ない、産卵後は体重が低下する¹³⁾。この体重低下により相対的に Hg 含量が増大する。一方、冬期にはアサリの活動が衰え代謝作用の低下をきたす¹⁴⁾。この代謝作用の低下により当然体内 Hg の排泄が緩慢となり Hg の体内濃度の増大を生じると推論される。

一方、Se 含量は年間ほぼ一定値を示し、その値として 0.47 ± 0.05 ppm, 変動係数として 10.3% を得た。

^{*1} 本報告の要旨は昭和 54 年度日本水産学会中国・四国支部 2 月例会 (1980 年 2 月・下関) において発表した。

^{*2} 山口県衛生研究所 (Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health., Aoi, Yamaguchi City 753)。

^{*3} 佐伯清子・熊谷 洋: 日水誌投稿中。

Fig. 1. Seasonal variation in mercury and selenium contents of the edible portion of short-neck clam.

●, mercury; ○, selenium

Fig. 2. Seasonal variation in zinc, arsenic, and copper contents of the edible portion of short-neck clam.

●, zinc; ■, arsenic; ○, copper

Se 含量が年間ほぼ一定値を示す理由としては、この元素が生物に必須の元素^{11,12)}であるため恒常機構が十分働いているからと考えられる。

ところで、GANTHERら^{15,16)}はマグロ筋肉で Hg 含量の高いものは Se 含量も高いことを認め、水銀とセレンとがモル比で 1:1 の関係で蓄積することを指摘し、セレンが水銀の毒性を低減する生理作用をもつと報告して

いる。一方、武田ら¹⁷⁾は海洋生物では食物連鎖において上位になるほど Se 含量の Hg 含量に対するモル比 (Se/Hg) が 1 に漸近すると発表している。著者らのアサリで得たモル比は 52~105, 平均 78 であった。この値はアサリが食物連鎖において低位置を占めることから、武田らの帰納を裏付けするものといえよう。

Cu, Zn および As Cu, Zn および As 含量の季節

Fig. 3. Seasonal variation in cobalt, cadmium, and chromium contents of the edible portion of short-neck clam.
●, cobalt; ○, cadmium; ■, chromium

Fig. 4. Seasonal variation in lead, manganese, and nickel contents of the edible portion of short-neck clam.
●, lead; ○, manganese; ■, nickel

的変動を Fig. 2 に示す。この3種類の重金属含量は多少の変動(変動係数は Cu で 8.6%, Zn で 5.2%, As で 5.5%)はあるものの Se と同様、年間ほぼ一定値を示すことがわかる。しかし、含量のレベルは金属の種類によつて大きく異なり、Cu で 1.3 ± 0.11 ppm, Zn で 14.2 ± 0.73 ppm, As で 3.7 ± 0.20 ppm であつた。このレベルは既報のデータ¹⁻⁴⁾と同じであり、食品

衛生上何ら問題ない。ここで、Cu および Zn 含量が年間ほぼ一定値を示すことは Se と同様、これらの金属が必須元素^{11,12)}であることから理解できる。一方、As については現在のところ必須元素とされていないが、必須の元素であるという考えもある¹¹⁾。

Cd, Pb, Cr, Ni, Co および Mn Cd, Pb, Cr, Ni, Co および Mn 含量の季節的変動を Fig. 3 および Fig.

4 に示す。これらの元素のうち Cr, Ni, Co および Mn は生物に必須の元素である^{11,12)}。しかし、これらの重金属は同じ必須元素である Se, Cu, Zn および As とは異なり、年間ほぼ一定値を示さず、冬期にピークを示す。これは、これら金属に対するアサリの恒常機構が、Se, Cu, Zn および As と異なつて不十分なためと考えられる。事実、海産無脊椎動物では恒常機構の発達が十分でないとの報告がある¹³⁾。

一方、非必須重金属である Cd と Pb の含量が冬期にピークを示す理由は、同じ非必須重金属である Hg と同様、冬期におけるアサリの体重減少と代謝作用の低下が考えられる。

Cd, Pb, Cr, Ni, Co および Mn 含量のレベルはいずれも既報のデータ¹⁻⁴⁾と比較し大差なく、Cd で 0.12 ± 0.03 ppm, Pb で 0.72 ± 0.17 ppm, Cr で 0.13 ± 0.03 ppm, Ni で 0.39 ± 0.09 ppm, Co で 0.24 ± 0.05 ppm, Mn で 2.2 ± 0.77 ppm であり、これらの値は食品衛生上問題にならない。

要 約

山口県下で採取したアサリについて 11 種類の重金属含量の季節的変動を調べ、次の結果を得た。

季節的変動には Se, Cu, Zn および As のように季節による変動はなく年間ほぼ一定値を示すものと、Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, Co および Mn のように冬期にピークを示すものの2つのパターンが認められた。含量レベルは各重金属とも既報のものと同レベルであつた。Se 含量の Hg 含量に対するモル比は 52~105, 平均 78 と大きかつた。

終わりに臨み、この研究を行なう機会を与えられた当研究所長田中一成博士および藤村暢男化学部長に謝意を

表するとともに、とりまとめに御助言を賜りました水産大学校教授山田金次郎博士に深謝いたします。

文 献

- 1) 熊谷 洋：山口県衛生研究所年報，第 16 号，123-125 (1973)。
- 2) 池辺克彦・田中之雄・田中凉一・国田信治：食衛誌，18，86-97 (1977)。
- 3) 堀井昭三・山岸達典・村上 一：東京衛研年報，29，170-175 (1978)。
- 4) 篠原 楷・大木昭弘・酒井保宏・中西 弘・桑田辰男：食品衛生研究，29，291-299 (1979)。
- 5) T. SHIMIZU: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 33, 686-689 (1967)。
- 6) 熊谷 洋・佐伯清子：食衛誌，17，200-203 (1976)。
- 7) 田辺弘也：食品衛生研究，23，999-1012 (1973)。
- 8) J.H. WATKINSON: *Anal. Chem.*, 38, 92-97 (1966)。
- 9) 日本薬学会編：衛生試験法注解 (1973 年度版)，金原出版株式会社，東京，1973，pp. 269-319。
- 10) 厚生省環境衛生局長通達：環乳第 99 号 (昭和 48 年 7 月 23 日)。食品衛生研究，23，989-997 (1973)。
- 11) 蟹沢成好：食衛誌，12，423-434 (1971)。
- 12) 和田 攻：ぶんせき，3 月号，150-156 (1977)。
- 13) 山口県：大規模増殖場開発事業調査報告書，山口・大海湾地区一アサリ，1979，pp. 65-67。
- 14) 谷田専治：水産動物学，恒星社厚生閣，東京，1970，pp. 158-160。
- 15) H.E. GANTHER, C. GOUDIE, M.L. SUNDE, M.J. KOPECKY, P. WAGNER, SANG-HWAN OH, and W.G. HOEKSTRA: *Science*, 175, 1122-1124 (1972)。
- 16) H.E. GANTHER and M.L. SUNDE: *J. Food Sci.*, 39, 1-5 (1974)。
- 17) 武田道夫・上田 正：日水誌，45，901-904 (1979)。