

貝類中の微量元素濃度

小野塚 春吉*, 雨宮 敬*, 水石和子*, 小野恭司*, 伊藤弘一*

The Concentration of Trace Elements in Shellfish

Harukichi ONOZUKA*, Takashi AMEMIYA*, Kazuko MIZUISHI*, Yasushi ONO*
and Koichi ITO*

Keywords: 貝 shellfish, 汚染 pollution, ホタテ貝 *patinopecten yessoensis*, カドミウム cadmium, 微量元素 trace elements, 鉛 lead, アサリ short-necked clam, カキ *crassostrea gigas*, 東京湾 Tokyo Bay

はじめに

日本では魚介類中の有害金属に係る基準は、水銀を除き設定されていない。しかし、国際的には、FAO/WHO合同食品規格委員会（以下、コーデックス委員会）の下部機関である食品添加物・汚染物質部会（以下、CCFAC）で、鉛、カドミウムの基準値をつくるために審議が進められている¹⁻³⁾。貝類に対するCCFACの基準値案は、生重量（湿重量）あたり鉛1.0 mg/kg（CCFACでは二枚貝を対象）¹⁾、カドミウム1.0 mg/kg（CCFACでは軟体動物を対象）²⁾となっている。

日本で貝類中で比較的多く食されているものはアサリ、ホタテ貝、カキ、シジミである⁴⁾。この中でホタテ貝とカキは、アサリ、シジミに比較して微量元素濃度が一般的に高く、特に、ホタテ貝においては、カドミウム濃度がCCFACの基準値案を超えるものが少なからず見受けられる⁵⁻¹²⁾。

ホタテ貝のカドミウム濃度は、部位によって差があり、貝柱は低く内臓および中腸腺（通称ウロ）の濃度は高い傾向にある⁸⁻¹⁰⁾。カドミウムの部位別濃度がわかれば、濃度の高い部位を摂食しないことによりカドミウム摂取量を低減させることが可能である。

そこで筆者らは、ホタテ貝の部位別濃度を知ることを目的に、貝柱、中腸腺、生殖巣、エラ、外套膜（通称ヒモ）に分けて測定したのでその結果を報告する。

また、1975年から東京都健康局（旧衛生局）が実施している東京湾汚染モニタリング^{13,14)}における、1997年度から2001年度までの貝類中微量元素濃度の測定結果について併せて報告する。

試料及び方法

1. 試料

(1) ホタテ貝 中央卸売市場で購入（2002年1月、同年5月、同年9月）したものを用いた。

(2) 東京湾産のアサリ、カキ、シジミ、シオフキ 東京湾内の羽田沖、三枚州、金沢八景、船橋、木更津、富津、

荒川河口で採取したものを用いた。試料は、2001年度を除き年3回（5月、7月、9月）採取した。2001年度は5月に1回採取した。

2. 試薬 関東化学又は和光純薬製の有害金属測定用又は原子吸光分析用及び特級試薬を用いた。原子吸光分析用金属標準溶液は、関東化学製の100 mg/L濃度のもを希釈して用いた。ICP用金属標準溶液は、SPEX社製29元素汎用混合液（各元素の濃度は10 mg/L）を希釈して用いた。

3. 装置 原子吸光装置はバリオン製SpectraAA-800、連続ヒ化水素発生装置はバリオン製VGA-77、水銀分析装置は日本インスツルメント社製水銀分析計（MD-1）、高周波誘導結合アルゴンプラズマ発光分析装置（ICP）はサーモジャレル・アッシュ製IRIS Advantageを用いた。

4. 試料の調製と保存

(1) ホタテ貝 搬入された試料（約20個）の中から、分析用の検体を無作為に取り、その検体（個体）毎に「貝柱」「中腸腺」「生殖巣」「エラ」「外套膜」の部位に分け、生重量を測定し、それぞれ各部位の全量を分析試料とした。なお、「エラ」の中には心臓などの小器官も含まれている。

(2) アサリ、カキ、シジミ、シオフキ 搬入された各試料（約3 kg）を水道水で洗浄し、無作為に可食部（殻を除く全部）の合計が約200 gとなるように内容物を取り出し、ホモジナイズ後冷凍保存（-20℃）した。

5. 試験方法

(1) 試料の分解 ホタテ貝については、部位別に分けたもの全量を300 mlケルダールフラスコに入れ、硫酸（2 ml）・硝酸（計約 70 ml）・過塩素酸（2 ml）を用いて湿式分解した。分解が終了した段階で、過酸化水素水（計6 ml）を加え加熱し、残っている硝酸を分解した。分解液を25 mlに定容し試験溶液とした。

アサリ、カキ、シジミ、シオフキについては、解凍後試料約20 gを正確に秤量し、前述のホタテ貝と同様な方法で湿式分解し試験溶液とした。総水銀は、試料約5 gを正確に

* 東京都立衛生研究所理化学部微量分析研究科 169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1

* The Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health

3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073 Japan

秤量し200 mlナスフラスコに入れ、硫酸(5 ml)・硝酸(10 ml)・過塩素酸(2 ml)を加え還流冷却管を付けて加熱し湿式分解した。分解液を50 mlに定容し総水銀用試験溶液とした。

(2) 元素の定量 ホタテ貝は、全元素をICP法で定量した。アサリ、カキ、シジミ、シオフキのコバルト(Co)、クロム(Cr)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、亜鉛(Zn)は、1997～1999年度は原子吸光法(試験溶液を直接噴霧)で、2000～2001年度はICP法で定量した。カドミウム(Cd)、鉛(Pb)は、試験溶液を一定量分取し溶媒抽出(DDTC-MIBK)し、原子吸光法(溶媒抽出液を直接噴霧)で定量した。ヒ素(As)は、試験溶液を一定量分取し、前処理後連続水素化物発生装置に導入し原子吸光法により定量した。総水銀(T-Hg)は、還元気化装置を用いて水銀を気化し、冷原子吸光法により定量した。

結果及び考察

1. ホタテ貝の部位別微量元素濃度

ホタテ貝の部位別微量元素濃度を表1に示した。

また、ホタテ貝中のカドミウム濃度の調査例を整理し、参考として表2に示した。

CCFACにおける貝類の基準値案は、前述したように、カドミウムおよび鉛とも1.0 mg/kgとなっている。鉛濃度を部位別に比較すると、生殖巣が他の部位より高いが平均値0.33 mg/kg、最高値0.68 mg/kgで、基準値案を超えるものはなかった。

一方カドミウムは、内臓を含めた全体の濃度を部位別実測濃度から計算により求めると、平均値3.18 mg/kg(範囲1.92～4.67 mg/kg)であった(生重量あたり、以下同じ)。全検体ともCCFACの基準値案を超えていた。

CCFACの基準値案は、貝類については「軟体動物」として記載されているのみで、どこを部位を「可食部」とするかなど詳細な規定はない。食生活などを考慮して各国が決めることになるものと思われる。

表1. ホタテ貝の部位別微量元素濃度

(生重量あたり)

| 部位 | 検体数 | | 試料量 | As | Cd | Co | Cr | Cu | Ni | Pb | Zn |
|-----|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | g | mg/kg |
| 貝柱 | 10 | 平均値 | 30.8 | 1.91 | 0.22 | 0.00 | 0.11 | 0.19 | 0.12 | 0.03 | 15.9 |
| | | 中央値 | 27.6 | 1.80 | 0.19 | 0.00 | 0.11 | 0.18 | 0.12 | 0.02 | 16.5 |
| | | 最小値 | 19.9 | 0.98 | 0.05 | 0.00 | 0.05 | 0.12 | 0.04 | 0.00 | 13.0 |
| | | 最大値 | 45.3 | 3.42 | 0.42 | 0.00 | 0.14 | 0.25 | 0.21 | 0.05 | 18.6 |
| 中腸腺 | 10 | 平均値 | 8.1 | 3.40 | 18.8 | 0.05 | 0.25 | 4.45 | 1.07 | 0.11 | 35.4 |
| | | 中央値 | 7.7 | 3.09 | 18.0 | 0.05 | 0.27 | 3.05 | 1.02 | 0.09 | 34.2 |
| | | 最小値 | 6.5 | 2.71 | 13.8 | 0.00 | 0.09 | 2.09 | 0.54 | 0.02 | 28.9 |
| | | 最大値 | 10.9 | 5.06 | 26.4 | 0.11 | 0.46 | 11.33 | 1.63 | 0.24 | 45.3 |
| 生殖巣 | 6 | 平均値 | 3.5 | 1.74 | 1.92 | 0.02 | 0.18 | 0.92 | 0.90 | 0.33 | 41.9 |
| | | 中央値 | 3.8 | 1.63 | 1.65 | 0.01 | 0.18 | 0.88 | 0.83 | 0.27 | 40.1 |
| | | 最小値 | 2.1 | 1.30 | 0.36 | 0.00 | 0.11 | 0.33 | 0.74 | 0.11 | 26.8 |
| | | 最大値 | 4.3 | 2.36 | 5.18 | 0.06 | 0.27 | 1.51 | 1.29 | 0.68 | 63.3 |
| エラ | 6 | 平均値 | 8.2 | 1.67 | 0.65 | 0.00 | 0.09 | 0.80 | 2.27 | 0.12 | 70.6 |
| | | 中央値 | 8.0 | 1.64 | 0.68 | 0.00 | 0.09 | 0.79 | 2.17 | 0.13 | 68.3 |
| | | 最小値 | 5.8 | 1.24 | 0.19 | 0.00 | 0.05 | 0.53 | 1.00 | 0.07 | 53.0 |
| | | 最大値 | 10.4 | 2.14 | 0.99 | 0.01 | 0.12 | 1.20 | 3.31 | 0.20 | 89.3 |
| 外套膜 | 6 | 平均値 | 14.4 | 1.14 | 0.48 | 0.00 | 0.07 | 0.37 | 0.44 | 0.07 | 37.4 |
| | | 中央値 | 14.6 | 1.06 | 0.27 | 0.00 | 0.06 | 0.32 | 0.43 | 0.05 | 36.2 |
| | | 最小値 | 12.4 | 0.83 | 0.12 | 0.00 | 0.05 | 0.28 | 0.19 | 0.02 | 31.7 |
| | | 最大値 | 17.4 | 1.53 | 1.43 | 0.00 | 0.10 | 0.55 | 0.71 | 0.18 | 43.5 |
| A | 10 | 平均値 | 62.0 | 2.00 | 3.18 | 0.01 | 0.13 | 0.93 | 0.66 | 0.07 | 27.3 |
| | | 中央値 | 56.3 | 1.76 | 3.19 | 0.01 | 0.14 | 0.88 | 0.72 | 0.07 | 27.8 |
| | | 最小値 | 46.6 | 1.26 | 1.92 | 0.00 | 0.06 | 0.46 | 0.29 | 0.03 | 19.5 |
| | | 最大値 | 86.2 | 3.16 | 4.67 | 0.03 | 0.17 | 1.70 | 1.05 | 0.12 | 34.8 |
| B | 10 | 平均値 | 23.5 | 1.67 | 1.45 | 0.01 | 0.11 | 0.66 | 0.77 | 0.12 | 37.9 |
| | | 中央値 | 23.4 | 1.60 | 1.28 | 0.01 | 0.12 | 0.68 | 0.89 | 0.11 | 38.8 |
| | | 最小値 | 18.0 | 1.06 | 0.30 | 0.00 | 0.06 | 0.38 | 0.01 | 0.04 | 29.4 |
| | | 最大値 | 31.5 | 2.25 | 3.58 | 0.04 | 0.14 | 1.00 | 1.75 | 0.23 | 48.2 |

A: 全部(貝柱+中腸腺+生殖巣+エラ+外套膜) 部位別実測濃度から計算により求めた。

B: 貝柱と中腸腺を除いた軟体部(生殖巣+エラ+外套膜) 部位別実測濃度から一部計算により求めた。

表2. ホタテ貝中のカドミウムおよび鉛濃度の調査例

単位: mg/kg(生重量あたり)

| 試料の部位 | 検体数 | カドミウム(Cd) | | | 鉛(Pb) | | | 調査年 | 文献 |
|----------|-----|-----------|-------|-------|-------|------|------|-----------|-----|
| | | 平均値 | 最小値 | 最大値 | 平均値 | 最小値 | 最大値 | | |
| 軟体部 | 9 | | 1.53 | 2.25 | | | | 1973-1974 | 5) |
| 中腸腺 | 9 | | 10.36 | 23.81 | | | | 1973-1974 | 5) |
| (可食部) | 25 | | | | 0.07 | 0.00 | 0.20 | 1974-1975 | 6) |
| (可食部) | 5 | 0.24 | 0.02 | 0.43 | | | | 1978-1979 | 7) |
| 内臓を含む | 6 | 0.73* | 0.03 | 2.30 | 0.10* | nd | 0.20 | 1978-1986 | 8) |
| 内臓を含む | 3 | 1.18 | 0.38 | 2.00 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 1978-1990 | 10) |
| 貝柱 | 4 | 0.07* | 0.03 | 0.13 | 0.03* | nd | 0.05 | 1988-1989 | 9) |
| 貝柱 | 14 | 0.46 | 0.02 | 1.31 | 0.02 | nd | 0.03 | 1978-1990 | 10) |
| 貝柱以外の内容物 | 3 | 6.45 | 0.50 | 10.60 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 1978-1990 | 10) |
| | 15 | 0.17 | 0.01 | 0.51 | | | | 1996 | 12) |

注1) *: 中央値

注2) 有効数字は小数点以下2桁に整理した。

注3) 「試料の部位」における「軟体部」「可食部」「内臓」「貝柱以外の内容物」の詳細は不明。

注4) 「試料の部位」の空白のところは、文献において記載がされていない。

ホタテ貝のように大型で比較的部位が明確な貝は、部位を分別して調理することが可能であり、濃度の高い部位を摂食しないことによって、カドミウム摂取量を低減できるものとする。以下、部位別に考察を加える。

(1) 貝柱

貝柱の微量元素濃度は、他の部位に比較し概して低かった。貝柱10検体のカドミウム濃度は、平均値0.22 mg/kg(範囲0.05~0.42 mg/kg)であった。今回分析した10検体の中では、CCFACの基準値案を超えるものはなかった。ただし、表2に示したように、他の調査例¹⁰⁾では、最大値1.31 mg/kgで、基準値案を超えるものも見受けられた。

貝柱1個の生重量を31 gとし、カドミウム濃度を0.22 mg/kgとした場合、1個あたり6.8 μgの摂取量となる。これはFAO/WHO合同食品添加物専門委員会(JECFA)における、暫定耐容週間摂取量(PTWI)7 μg/kg(体重)¹⁵⁾の14%の摂取寄与率に相当する。ただし、この前提は1週間の間に貝柱を7個摂食した場合であり、通常の人々の食生活ではもっと少ないと思われるので、常時多食しない限り貝柱については特に問題はないものとする。

なお、カドミウムの摂取寄与率の計算は、{(6.8 μg(含有量)×7(日))/(7 μg(PTWI)×50 kg(平均体重))×100}により算出した。

(2) 中腸腺

中腸腺の微量元素濃度は、他の部位に比較して高い傾向にある。特にカドミウムは特異的に高かった。中腸腺10検体のカドミウム濃度は、平均値18.8 mg/kg(範囲13.8~26.4 mg/kg)であった。いずれもCCFACの基準値案を大幅に超えていた。

中腸腺1個の生重量を8.1 gとし、濃度を18.8 mg/kgとし

た場合、1個あたり152 μgのカドミウム摂取量となる。この量はPTWIの300%(3倍)の摂取寄与率に相当する。

中山ら¹⁶⁾の調査では、中腸腺のカドミウム濃度は「秋期にかけて高濃度になり、10月に70.2 μg/gを示した後減少し、2月に13.0 μg/gの最低値を示した。測定期間中の平均値は、39.7 μg/gとなり、多量のカドミウムの蓄積が認められた」とある。

中腸腺は食用に適さないものとされているが、今回の結果からも食用を避けるべきであると考えられる。

(3) 生殖巣, エラ, 外套膜

生殖巣の微量元素濃度は、中腸腺に次いで高い傾向にあり、カドミウムおよび鉛が比較的高かった。

エラ及び外套膜の微量元素濃度は、エラの方が外套膜より若干高いがほぼ同程度であった。概ね貝柱よりやや高い傾向にあるが特別高いものは見あたらない。外套膜においては、CCFACのカドミウム基準値案を超えるものがあつた(6検体中1検体)。

生殖巣のカドミウム濃度は、平均値1.92 mg/kg(範囲0.36~5.18 mg/kg)であった。6検体中4検体がCCFACの基準値案を超えていることから、生殖巣は摂食しないことが望ましいと考えられる。

生殖巣, エラ, 外套膜全体(貝柱, 中腸腺を除いた軟体部)のカドミウム濃度は、平均値1.45 mg/kg(範囲0.30~3.58 mg/kg)であった。10検体中6検体がCCFACの基準値案を超えていた。

貝柱, 中腸腺を除いた軟体部1個の生重量を23.5 gとし、濃度を1.45 mg/kgとした場合、1個あたり34 μgのカドミウム摂取量となる。この量はPTWIの68%の摂取寄与率に相当する。常時多食は避けた方がよいものとする。

岡ら⁷⁾は、魚介類中の微量元素含有量調査から、魚種毎に微量元素の一日摂取量を求め、総摂取量に占める寄与率を計算している。カドミウムについては、一日あたりの総摂取量を37.4 μgとし、魚介類からは4.33 μgで、この内貝類からは1.02 μgと試算している。貝類全体でも約3%であり大きな寄与率とはいえない。常時多食を避けた通常の食生活では問題は少ないものと考えられる。

2. 東京湾産アサリ、カキ、シジミ、シオフキ中の微量元素濃度

東京湾産アサリ、カキ、シジミ、シオフキ中の微量元素濃度の分析結果を表3に示した。

カキを含めて、アサリ、シジミ、シオフキともCCFACのカドミウムおよび鉛の基準値案以内であった。カドミウムの最大値は0.21 mg/kg (アサリ, 1998年)で、鉛の最大値は0.42 mg/kg (アサリ, 2000年)であった。CCFACの基準値案との関係では、いずれも問題はないものと考えられる。

カキの銅および亜鉛の濃度は、アサリ、シジミなどに比較して高濃度であるが、これはカキ特有なものである。銅および亜鉛は、ヒトをはじめ生物の必須元素¹⁷⁾であり、適量の摂取が必要なものである。特別多量に摂取しない限り問題となるものではない。

堀井ら^{13,14)}が行った1977年から79年当時の東京湾産のアサリ中微量元素濃度調査と比較をすると総水銀を除き顕著な変化は認められない。

1977年度から79年度当時の総水銀濃度は、平均値で0.06から0.11 mg/kgであったものが、1997年度から2001年度では各年度とも平均値および中央値とも0.01 mg/kgに減少し

ている。また、最大値でも顕著な減少を示している。1977年度から79年度当時の最大値は0.42 mg/kg (1977年)であったものが、1997年度から2001年度における最大値は0.02 mg/kg (2000年)に減少している。

ま と め

(1) ホタテ貝を貝柱、中腸腺、生殖巣、エラ、外套膜の部位別に分けて微量元素の測定をおこなった。カドミウムの部位別濃度(平均値)は、貝柱が0.22 mg/kg、中腸腺が18.8 mg/kg、生殖巣が1.92 mg/kg、エラが0.65 mg/kg、外套膜が0.48 mg/kgであった。中腸腺はCCFACの基準値案を全検体とも大幅に超えおり、食用に適さず摂食すべきではない。生殖巣はCCFACの基準値案を6検体中4検体が超えており、食用を避けることが望ましい。貝柱は常時多食しない限り問題はない。

(2) 東京湾産のアサリ、カキ、シジミ、シオフキの微量元素濃度の測定をおこなった。

いずれもCCFACのカドミウムおよび鉛の基準値案を超えるものはなかった。

アサリについて1970年代後半に同様の方法で調査したものと比較すると、総水銀を除き、いずれの微量元素とも顕著な変化は認められなかった。総水銀は明らかに減少していると認められた。

謝辞 試料の採取をされた旧衛生局食品環境指導センター及び生活環境部獣医衛生課の皆様へ深謝いたします。

表3. 東京湾産貝類(アサリ、カキ、シジミ、シオフキ)中の微量元素濃度(1997 - 2001年度)

| | | 単位: mg/kg (生重量あたり) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | As | | | Cd | | | Co | | | Cr | | | Cu | | | T-Hg | | | Pb | | | Zn | | | |
| 年度 | 検体数 | 中央値 | 最小値 | 最大値 | 中央値 | 最小値 | 最大値 | 中央値 | 最小値 | 最大値 | 中央値 | 最小値 | 最大値 | 中央値 | 最小値 | 最大値 | 中央値 | 最小値 | 最大値 | 中央値 | 最小値 | 最大値 | 中央値 | 最小値 | 最大値 | |
| アサリ | 1997 | 18 | 0.92 | 0.44 | 1.46 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.10 | 0.06 | 0.13 | 0.06 | 0.21 | 0.21 | 1.03 | 0.82 | 1.23 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.10 | 16.6 | 10.1 | 20.2 |
| | 1998 | 18 | 1.56 | 1.15 | 2.11 | 0.03 | 0.01 | 0.21 | 0.08 | 0.05 | 0.23 | 0.06 | 0.01 | 0.11 | 0.92 | 0.75 | 1.24 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.10 | 16.8 | 9.2 | 22.9 |
| | 1999 | 17 | 1.53 | 0.99 | 2.16 | 0.05 | 0.01 | 0.07 | 0.06 | 0.02 | 0.13 | 0.11 | 0.04 | 0.21 | 0.93 | 0.77 | 1.19 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | 14.7 | 9.9 | 29.3 |
| | 2000 | 15 | 2.07 | 1.30 | 2.51 | 0.04 | 0.03 | 0.16 | 0.10 | 0.01 | 0.17 | 0.17 | 0.11 | 0.35 | 1.10 | 0.64 | 1.49 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.14 | 0.06 | 0.42 | 16.6 | 12.6 | 25.3 |
| | 2001 | 4 | 1.71 | 1.09 | 2.67 | 0.08 | 0.03 | 0.13 | 0.03 | 0.00 | 0.10 | 0.25 | 0.15 | 0.33 | 1.23 | 0.91 | 1.32 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.18 | 0.09 | 0.35 | 16.7 | 11.8 | 20.2 |
| | 全体 | 72 | 1.48 | 0.44 | 2.67 | 0.03 | 0.01 | 0.21 | 0.08 | 0.00 | 0.23 | 0.10 | 0.01 | 0.35 | 1.00 | 0.64 | 1.49 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.42 | 16.5 | 9.2 | 29.3 |
| カキ | 1997 | 3 | 0.71 | 0.61 | 0.82 | 0.07 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.16 | 0.05 | 0.95 | 17.9 | 17.3 | 20.5 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.07 | 0.01 | 0.07 | 495 | 400 | 534 |
| | 1998 | 3 | 0.73 | 0.73 | 0.92 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.11 | 17.8 | 16.7 | 17.8 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.15 | 0.07 | 0.15 | 423 | 372 | 423 | |
| | 全体 | 6 | 0.73 | 0.61 | 0.92 | 0.07 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.08 | 0.05 | 0.95 | 17.8 | 16.7 | 20.5 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.07 | 0.01 | 0.15 | 423 | 372 | 534 |
| | シジミ | 1997 | 3 | 0.44 | 0.44 | 0.61 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.04 | 0.09 | 0.08 | 0.05 | 0.42 | 2.08 | 1.36 | 2.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.04 | 0.15 | 19.5 | 17.9 |
| 1998 | 3 | 0.55 | 0.52 | 0.73 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.10 | 0.03 | 0.17 | 2.19 | 1.86 | 3.15 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.08 | 0.06 | 0.10 | 24.3 | 15.1 | 25.1 | |
| 全体 | 6 | 0.53 | 0.44 | 0.73 | 0.03 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.09 | 0.09 | 0.03 | 0.42 | 2.14 | 1.36 | 3.15 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.08 | 0.04 | 0.15 | 19.8 | 15.1 | 25.1 | |
| シオフキ | 2000 | 3 | 0.60 | 0.50 | 0.70 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.13 | 0.00 | 0.15 | 0.23 | 0.17 | 0.57 | 0.86 | 0.72 | 1.12 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.24 | 0.22 | 0.25 | 8.2 | 8.1 | 8.4 |

注1) As: 砒素, Cd: カドミウム, Co: コバルト, Cr: クロム, Cu: 銅, T-Hg: 総水銀, Ni: ニッケル, Pb: 鉛, Zn: 亜鉛.
 注2) アサリ採取地点: 羽田沖, 三枚州, 金沢八景, 船橋, 木更津, 富津. カキ・シジミ採取地点: 荒川河口. シオフキ採取地点: 三枚州.

文 献

- 1) Codex Alimentarius Commission: REPORT OF THE 33th SESSION OF THE CODEX COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES AND CONTAMINANTS, The Hague, The Netherlands 12-16 March 2001, 284-285, 2001.
- 2) Codex Alimentarius Commission: REPORT OF THE 34th SESSION OF THE CODEX COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES AND CONTAMINANTS, Rotterdam, The Netherlands 11-15 March 2002, 109-111, 2002.
- 3) 吉田易範, 太田裕之, 浦上憲治: 食品衛生研究, 52(8), 49-58, 2002.
- 4) 農林水産省統計情報部: 農林水産統計 - 平成12年版 - , (財)農林統計協会, 2000年, 東京.
- 5) 細貝祐太郎, 堤 忠一, 高居百合子共編: 食品微量元素マニュアル, 550-551, 1985年, 中央法規出版, 東京.
- 6) 厚生省環境衛生局食品衛生課長通知(環食第103号, 昭和55年5月2日): 食品衛生研究, 30(7), 78-94, 1980.
- 7) 厚生省環境衛生局食品衛生課長通知(環食第95号, 昭和57年4月23日): 食品衛生研究, 32(8), 72-85, 1980.
- 8) 岡 威, 甲山祥彦, 末木賢二, 他: 大阪府立公衛研所報, 食品衛生編, 18, 47-57, 1987.
- 9) 池辺克彦, 西宗高弘, 田中涼一: 食衛誌, 32(4), 336-350, 1991.
- 10) 山本勇夫, 松田和子, 佐藤千鶴子: 日本栄養・食糧学会誌, 45(2), 186-197, 1992.
- 11) 細貝祐太郎, 中澤裕之, 西島基弘編: 食品衛生化学物質データブック, 1998年, 中央法規出版, 東京.
- 12) 農林水産省: 農林水産省 ホームページ (URL, <http://www.maff.go.jp/cd/C-page.htm>)
- 13) 堀井昭三, 山岸達典, 村上 一, 他: 東京衛研年報, 29-1, 170-175, 1978.
- 14) 堀井昭三, 山岸達典, 宮崎奉之, 他: 東京衛研年報, 31-1, 156-160, 1980.
- 15) FAO and WHO: Evaluation of certain food additives and contaminants (Thirty-third Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives), WHO Technical Report Series 776, 1989.
- 16) 中山憲司, 神 和夫, 都築俊文: 北海道立衛生研究所報, 45, 13-20, 1995.
- 17) 鈴木継美, 和田 攻: ミネラル・微量元素の栄養学, 1994年, 第一出版, 東京.