
 資 料

食品中に含まれる微量金属量の測定

—Se, Mn, Cu, Zn, Al について—

臼井 朋包, 奥島 雅子, 木下 志子, 中 倫子
 松原 和美, 松岡 利佳, 謝名堂昌信, 大井 龍夫

Contents of trace minerals in food

—Se, Mn, Cu, Zn, and Al—

Tomofusa Usui, Masako Okushima, Motoko Kinoshita,
 Michiko Naka, Kazumi Matsubara, Rika Matsuoka,
 Masanobu Janado and Tatsuo Ooi

1. はじめに

生体内に含まれる微量金属の役割が注目されるようになったのはそれほど古いことではない。それまでは、食品の中の微量金属などは殆ど無視されていたが、最近になって生体の機能調節に関する研究が進み、分子レベルの詳細が次第にはっきりされるのにつれて、その重要性が認識されてきた。水俣病にみられる水銀の人体に及ぼす影響はこの重要性を示唆している。すなわち、水銀イオンが例えばタンパク質と結合することを介して人間の成長、神経伝導、調節機能に致命的な影響を与えているに違いないのである。さらに測定技術の進歩は微量の金属を定量的に測ることを可能にし、量的な相関を問題に出来るようになった。しかし、微量金属の体内への移行は食品を通じて行われるが、食品中の分布・動態のデータは案外少なく、今後充実してゆかねばならない分野であろう。

生体内では、それぞれの金属を特異的に結合する酵素蛋白質があり、代謝やその調節に重要な役割を果たしている。例えば、過酸化物を無害化する Cu, Zn スーパーオキシドディスムターゼ (SOD) の活性には、銅、亜鉛イオンが必須であるし、チオール基を持つグルタチオンペルオキシダーゼのようなセレンウム酵素の存在はセレンイオンの必要性を示している。もちろ

ん、ヘモグロビン、チトクロームの電子伝達系には鉄 (Fe) が必要であるし、二価のイオンである Ca や Mg は調節機能の主役として近年注目を集め、食品や栄養の評価の項目にいれられるようになってきた。微量金属の必要摂取量の程度は、鉄 1-2.8 mg/day, 銅 1-2 mg/day, 亜鉛 6-22 mg/day, マンガン 2-48 mg/day, パナジウム 2-48 mg/day, セレン 0.05-0.1 mg/day, モリブデン 0.3 mg/day, アルミニウム 5-35 mg/day と報告されている。

しかしながら、食品にどの様な微量金属がどの程度入っているかというデータは必ずしも充分ではなく、また、系統的な研究はそれほど進んでいないように思われる。ここでは金属として、セレン (Se), マンガン (Mn), 銅 (Cu), 亜鉛 (Zn), アルミニウム (Al) の5つを取り上げ、各種食品中の含有量を測定し、データとして揃える試みを報告する。

2. 測定試料と方法

測定試料の材料

測定試料は食品を主としたが、現在我々の体にどの程度の重金属が含まれているのかを知るため、血液、毛髪、爪も試料として取り上げた。

A. 食品

金属含有量を測定する試料となる食品は日常入手出

来るものを対象とした。また、産地によるばらつきを避ける意味で、茶葉のようなものは各種揃え特徴を見ることにした。各品目の詳細はそれぞれの表に示されている。その概要は次の通りである。

(1) 食料品

1) 茶葉は、玉露3種、抹茶3種、煎茶17種、番茶3種、ほうじ茶3種、玄米茶4種、グリーンティー1種、釜入り茶1種、麦茶3種、中国茶9種、紅茶9種、菓茶1種、その他5種の計62種を試料とした。抽出可能な茶葉の金属量は後述のように一定条件下で熱湯抽出した後で測定した。

2) 食品としては、穀類13種、芋類3種、種実類11種、豆類5種、魚介類12種、鳥獣肉類4種、乳類3種、野菜類16種、茸類3種、海藻類4種、果実類6種、調味料・香辛類9種、嗜好品2種、即席麺類3種、合計94種を用意した。

3) 飲料は酒として、ウイスキー11種、焼酎3種ブランドー2種、ラム1種、リキュール3種、カクテル1種、ワイン14種、ビール13種、清酒4種を選び、その他ソフトドリンクとして清涼飲料19種、炭酸飲料9種、乳飲料3種、合計83種を測定の対象とした。なお、セレンについては水道水の含有量も調べた。

(2) 乳汁

1) 牛乳は京都府畜産研究所(綾部市)より提供された殺菌処理前のもので、経日変化を調べるため、1個体より分娩直後、2日目、3日目、5日目、1ヶ月目、38日目、4ヶ月目の7試料、さらに個体差を検討するため、別の2個体から搾取した149日目、249日目の2つの永久乳、合計9試料について分析を行った。

2) 牛乳と比較するため、3名から提供されたそれぞれ4日目、5日目の初乳、永久乳の3つの人乳試料についても測定した。

B. 血液及び爪と毛髪

人体中の微量金属の分布量を調べるため、20才前の健康な女子5名の毛髪、爪、全血、血清、及び60代後半の健康な男子1名の爪を試料とした。毛髪は毛根部、毛先部を混ぜて測定をおこなった。全血を遠心分離(3000 rpm 5-10分)し、その上清を血清として用いた。測定試料の作成

測定試料中の重金属を定量するため抽出、灰化等による有機物処理を必要とするが、試料によって湿式あるいは乾式の前処理を行った。しかし、湿式、乾式両法を用いて検量テストを行った結果、両式の差は殆ど認められなかったため、分解しやすい試料は分解時間の比較的短い湿式を、脂質等分解しにくい成分を含む

表1 茶葉の抽出条件

| 種 | 類 | 重量(g) | 温度(C°) | 液量(ml) | 抽出時間(分) | | |
|-----|------|-------|--------|--------|---------|-----|-----|
| 煎 | 茶 | 5.0 | 90 | 215 | 1.0 | 2.0 | 5.0 |
| 番 | 茶 | 5.0 | 90 | 215 | 0.5 | 1.0 | 2.5 |
| ほう | じ茶 | 5.0 | 90 | 215 | 0.5 | 1.0 | 2.5 |
| 玄 | 米茶 | 5.0 | 90 | 215 | 0.5 | 1.0 | 2.5 |
| 麦 | 茶 | 5.0 | 100 | 150 | 5.0 | 10 | 15 |
| 玉 | 露 | 5.0 | 60 | 30 | 2.5 | 5.0 | |
| 熱湯 | 玉露 | 5.0 | 90 | 30 | 2.5 | 5.0 | |
| 烏龍 | ・中国茶 | 5.0 | 90 | 215 | 0.5 | 1.0 | 2.5 |
| 紅 | 茶 | 5.0 | 90 | 200 | 2.0 | 4.0 | 10 |
| 釜炒り | 茶 | 5.0 | 90 | 215 | 1.0 | 2.0 | 5.0 |
| マ | テ茶 | 5.0 | 90 | 500 | 3.0 | 6.0 | 15 |

試料は乾式灰化を用いて前処理を行った。一般的な処理は次のような手順に従って行った。

湿式灰化：イオン交換水、再蒸留水で洗った試料を秤量し、ケールダールフラスコ(50 ml)中で濃硝酸(61%有害金属測定用、和光製薬)3 mlを加え、1晩放置後、セラミック熱板上で加熱しアスピレーターで吸引し硝酸ガスを除く。液量が少なくなったら、少量の濃硝酸(0.5 ml)を加え透明になるまで操作を行う。有機物の多い試料はさらに濃硫酸(有害金属測定用、和光純薬)を加えて分解を促進する。分解液が透明になった段階を終点とし、この分解液を測定試料とした。

乾式灰化：秤量した試料(0.5-2.0 g)を白金坩堝に入れ、ホットプレート上100度で乾燥させた後、150度に上げて焦げるまで熱する。その後、電気炉にいれ、200度30分、300度30分熱したあとで、1晩450度で灰化する。灰化終了後、2N硝酸0.5-1.0 mlを加えて溶解させ、純水で2 mlに定容し、測定に用いた。

なお、上記処理に用いる器具類はすべて、再蒸留水及び硝酸で洗浄し、ブランク値として重金属は認められないことを確認した。

茶葉からの抽出

種々の条件によって56種の茶葉から再蒸留水で抽出して測定に用いた。抽出条件は表1に示すが、日常用いられる茶葉の抽出条件を含むように選定した。

測定方法

金属の定量はすべて少量の試料で感度よく測定できる原子吸光法で行った。装置は島津AA-670(GFA-2)型フレームレス原子吸光分光光度計で、光源として浜松テレビ社製熱陰極型重水素ランプ及びセレン中空陰極ランプを用いた。グラファイト炉の空気遮蔽用ガスとしてアルゴンガスを用いた。条件は原則として、

乾燥30 A 30秒, 灰化60 A 30秒, 原子化250 A 2-3秒, アルゴンガス流量 1.2 l/min とした。各金属の標準液の調整及び測定条件は次の通りである。

Se: 原子吸光分析用セレン標準溶液 (和光純薬) を原液 (SeO₂ 水溶液) とし再蒸留水で 0.2 ppm まで希釈し, 20 ppm ロジウム標準溶液と 5 : 1 の割合で混合し標準液として用いた。ロジウムの添加は高温灰化の段階でセレンの揮化拡散を防ぎ, 感度を上昇させ, マトリックスによる負の干渉抑制効果があることが分かっている。分析吸光波長は 196.0 nm, サンプルサイズ 10 μl で測定した。

Mn: マンガン標準液は原子吸光分析用 (1000 ppm) (和光純薬) を 0.1 N 硝酸で希釈し用いた。検出範囲は 5-50 ppb で, マグネシウム, カルシウム, 鉄等の干渉を抑制するため干渉抑制剤として, 5%のアスコルビン酸を用いた。分析線波長は 279.6 nm である。

Cu: 原子吸光用標準溶液 (1000 ppm) (和光純薬) を用いた。銅の場合は塩酸, 硝酸, 硫酸などの酸による影響はほとんどなく, NaCl などの中性塩によるバックグラウンド吸収も殆ど認められなかった。検出範囲は 0.01-0.1 ppm で分析線波長は 324.8 nm である。

Zn: 原子吸光用標準溶液を用いて 0.5 ppm 添加し回収実験をおこなった。分析線波長は 513.9 nm である。

Al: 標準溶液を 0.1, 0.2 ppm 加え回収実験を行った。干渉抑制剤は特に加えなかった。分析線波長 309.3 nm を用いた。

標準試料による検量および回収率

測定法の感度及び精度を定量化するため, 米国標準局より出されている標準試料 (NBS-SRM 1577 Bovine Liver; Standard Reference Material from National Bureau of Standards, Gaithersburg, MD. USA) を用いて定量し, さらに, 一定量 (0.1-0.5 ppm) の金属を添加して検量線の作成および回収実験を行った。この際, 干渉効果のある金属に対しては, 干渉抑制剤の効果を検討した。

5種の金属について行った湿式と乾式灰化両方法による回収の結果を表 2 に示す。全体として, 80%以上の回収率であり, この研究でえられた値の精度を示している。

3. 測定結果

茶葉中の微量金属

得られた結果を, 煎茶, 玉露, 抹茶, グリーンティー, 玄米茶, 釜入り茶, 麦茶, 菓茶, 番茶, ほうじ茶, 中国茶, 紅茶, その他の順に表 3 に示す。茶葉全体を

表 2 標準物質 (NBS-SRM) を用いた回収実験の結果
回収率 (%)

| | 湿式灰化 | 乾式灰化 |
|--------------|------|------|
| セ レ ン (Se) | 92 | 87 |
| マ ン ガ ン (Mn) | 100 | 100 |
| 銅 (Cu) | 86 | 91 |
| 亜 鉛 (Zn) | 100 | 85 |
| アルミニウム (Al) | 97 | 99 |

通じて含有量が Mn, Al, Zn, Cu, Se の順になっていることは特徴的であるが, 茶葉ではない麦茶と玄米茶がこの特徴からずれていることが分かる。Mn は数百から千 μg/g, Al は 200-600 μg/g, Zn は 20-40 μg/g, Cu は 5-20 μg/g, Se は 0.2-4.0 μg/g で茶葉の性質を反映していると思われる。これに対して, 麦茶では Se, Zn はそれぞれ茶葉の平均的な 2 μg/g, 20-30 μg/g の値を示したが, Mn, Cu, Al, の含有量は 1/10 程度であった。中国茶では全体的に Se や Mn, Al の量が多い等の傾向が認められたが, 試料の数が少ないため, それが産地の特徴を反映するものかどうかについては明確でない。しかし, 茶葉の種類による含有量の差は認められる。例えば, 紅茶の大半は Se が少なめで, Cu が多めであるといったことである。この差が茶葉そのものの差か, 発酵等の茶葉処理の差によるものかはわからない。

茶葉中の微量金属の抽出率

標準として用いた条件は 90°C, 1, 2, 5 分であるが, この程度の時間差では際だった抽出量の差は認められなかった。すなわち, 初期の 1 分の値が抽出量のおおよそを決め, 抽出時間が長くなるにしたがって, 抽出量も何割か増えるという結果である。しかし茶葉の種類, 処理, また金属によって, 抽出されにくいものと安いものに分けられるようである。

Se は全量が数 μg/g と少ないため, 抽出率の測定も精度が低く, かなりのばらつきがあったが, 抽出量は 0.1-1 μg/g 程度のものである。比較的含量の多い中国茶の数種でも抽出率は他のものとそれほど差がなかった。

Mn については, 番茶と焙じ茶の抽出率が低く, 他のものは 10% から 50% までばらついていた。玉露の抽出液には 200-300 μg/g と高く, 抹茶やグリーンティーと共に Mn を多く含むことが分かった。紅茶は含有量の多いものは 1000 μg/g, 低いものではアップルティーの 10 μg/g, と差が大きく抽出率もまちまちであった。

表3 茶葉中の微量元素の含有量と抽出率

表3-1 <煎茶>

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zu | | Al | |
|-----------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 静岡茶 | 静岡 | 1.2 | 79.9 | 897 | 11.7 | 8.3 | 6.2 | 27.5 | 13.8 | 363 | 15.5 |
| | | | 81.3 | | 15.7 | | 7.3 | | 21.4 | | 20.6 |
| | | | 92.4 | | 25.5 | | 8.8 | | 32.7 | | 30.7 |
| 川根茶 A | 〃 | 3.7 | 14.6 | 1500 | 11.8 | 12.7 | 7.8 | 39.2 | 31.5 | 308 | 4.1 |
| | | | 23.4 | | 12.6 | | 8.8 | | 35.9 | | 4.3 |
| | | | 33.4 | | 14.5 | | 6.8 | | 36.5 | | 4.4 |
| 川根茶 B | 〃 | 0.2 | 45.0 | 884 | 14.2 | 4.9 | 8.8 | 31.3 | 28.8 | 122 | 22.2 |
| | | | 50.0 | | 20.9 | | 10.5 | | 38.1 | | 44.9 |
| | | | 46.0 | | 32.8 | | 12.0 | | 55.1 | | 66.3 |
| やぶきた茶 | 〃 | 5.7 | 3.5 | 790 | 15.6 | 13.0 | 12.9 | 29.6 | 20.9 | 602 | 17.0 |
| | | | 4.3 | | 22.9 | | 15.2 | | 29.1 | | 24.5 |
| | | | 21.0 | | 34.3 | | 17.5 | | 41.6 | | 46.7 |
| やぶきた茶(新茶) | 〃 | 4.1 | 16.1 | 600 | 7.5 | 11.8 | 14.9 | 43.6 | 17.3 | 454 | 2.6 |
| | | | 23.8 | | 15.7 | | 17.9 | | 35.2 | | 5.3 |
| | | | 36.2 | | 23.3 | | 16.4 | | 57.7 | | 7.7 |
| 一保堂(雲露) | 宇治 | 2.7 | 26.0 | 333 | 16.5 | 7.0 | 20.3 | 29.5 | 14.7 | 405 | 5.9 |
| | | | 43.1 | | 27.6 | | 20.3 | | 24.1 | | 12.0 |
| | | | 42.5 | | 41.4 | | 22.1 | | 40.2 | | 18.1 |
| 井六園 | 〃 | 2.5 | 26.7 | 340 | 29.1 | 8.2 | 20.8 | 30.6 | 21.1 | 297 | 20.7 |
| | | | 49.0 | | 35.0 | | 17.8 | | 24.5 | | 22.6 |
| | | | 17.7 | | 59.7 | | 17.8 | | 38.2 | | 38.5 |
| 福寿園(新茶) | 〃 | 2.2 | 45.0 | 450 | 7.8 | 9.9 | 19.1 | 41.3 | 20.3 | 237 | 8.6 |
| | | | 52.6 | | 17.0 | | 19.1 | | 49.4 | | 11.7 |
| | | | 57.1 | | 28.0 | | 19.1 | | 60.8 | | 15.3 |
| 八女茶 | 福岡 | 2.3 | 34.8 | 500 | 7.6 | 12.9 | 6.3 | 23.9 | 24.5 | 845 | 9.3 |
| | | | 32.3 | | 11.7 | | .5 | | 31.1 | | 13.6 |
| | | | 74.6 | | 16.5 | | .7 | | 39.8 | | 15.3 |
| 八女茶(磐井製茶) | 〃 | 4.1 | 12.7 | 730 | 14.9 | 9.0 | 5.7 | 34.0 | 23.1 | 284 | 9.4 |
| | | | 13.0 | | 17.3 | | 3.8 | | 27.7 | | 20.1 |
| | | | 10.7 | | 26.7 | | 9.1 | | 45.2 | | 28.8 |
| 宮崎茶 | 宮崎 | 2.9 | 45.1 | 850 | 15.5 | 8.2 | 7.9 | 30.9 | 15.3 | 337 | 16.0 |
| | | | 29.8 | | 18.8 | | 5.8 | | 19.1 | | 28.7 |
| | | | 21.8 | | 34.2 | | 5.8 | | 30.6 | | 52.7 |
| 小久保製茶 | 〃 | 2.8 | 16.0 | 696 | 10.4 | 11.6 | 2.6 | 37.9 | 16.0 | 252 | 5.8 |
| | | | 35.6 | | 16.1 | | 8.5 | | 24.8 | | 8.4 |
| | | | 34.4 | | 25.4 | | 4.1 | | 40.5 | | 14.3 |
| 狭山茶 | 埼玉 | 2.5 | 27.4 | 280 | 8.5 | 8.5 | 1.5 | 33.5 | 16.8 | 814 | 4.1 |
| | | | 36.3 | | 14.2 | | 2.0 | | 31.2 | | 5.4 |
| | | | 14.2 | | 24.0 | | 7.1 | | 52.5 | | 8.7 |
| 白折茶 | 島根 | 0.01 | 0 | 695 | 13.3 | 5.2 | 20.1 | 27.8 | 32.0 | 230 | 30.5 |
| | | | 0 | | 15.8 | | 23.6 | | 34.3 | | 35.9 |
| | | | 0 | | 22.2 | | 24.4 | | 47.0 | | 60.8 |
| 矢部茶 | 熊本 | 2.9 | 22.6 | 831 | 13.8 | 5.2 | 4.9 | 30.6 | 18.0 | 286 | 29.0 |
| | | | 34.6 | | 20.8 | | 11.5 | | 26.4 | | 47.0 |
| | | | 21.8 | | 32.1 | | 13.2 | | 38.4 | | 84.1 |

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|---------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 七芳園(新茶) | 宇治 | 2.4 | / | 365 | / | 8.0 | / | 43.2 | / | 258 | / |
| 石川煎茶 | 石川 | ϕ | / | 860 | / | 10.9 | / | 57.7 | / | 351 | / |

注) 抽出条件: 5 g/215 ml 90°C, 抽出率: 上段1分・中段2分・下段5分
 注) ϕ : 微量

表3-2 <玉露>

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 熱湯玉露 | 静岡 | 3.0 | 12.6 | 330 | 50.9 | 11.4 | 4.7 | 36.1 | 15.8 | 430 | 34.0 |
| | | | 16.2 | | 100.0 | | 5.4 | | 19.4 | | 45.2 |
| 宇治玉露 | 宇治 | 2.2 | 17.5 | 904 | 18.6 | 11.0 | 7.9 | 32.7 | 17.8 | 377 | 16.9 |
| | | | 23.6 | | 60.0 | | 12.6 | | 20.7 | | 27.1 |
| 瑞茗玉露 | // | 1.8 | 11.1 | 665 | 65.0 | 6.6 | 46.4 | 41.9 | 28.0 | 437 | 28.0 |

注) 抽出条件: 5 g/30 ml 60°C (熱湯玉露 90°C), 抽出率: 上段2.5分・下段5分

表3-3 <抹茶・グリーンティ>

| 品名 | 産地 | Se 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | Mn 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | Cu 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | Zn 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | Al 含有量 ($\mu\text{g/g}$) |
|-----------|----|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 宇治抹茶 | 宇治 | 3.5 | 1100 | 9.3 | 47.3 | 639 |
| 並 | // | 1.1 | 1255 | 10.3 | 57.0 | 400 |
| 上 | // | 1.2 | 1096 | 7.2 | 52.8 | 242 |
| 玉露園グリーンティ | / | 2.7 | 80 | 3.0 | 11.4 | 47 |

表3-4 <玄米茶>

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|-------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 堀井七茗園 | 京都 | 3.1 | 8.7 | 261 | 10.7 | 15.0 | 4.9 | 23.9 | 7.1 | 392 | 12.2 |
| | | | 11.1 | | 14.2 | | 7.5 | | 9.6 | | 16.7 |
| | | | 5.7 | | 25.7 | | 8.0 | | 18.2 | | 35.1 |
| 玄米茶 | // | 2.9 | 18.8 | 268 | 4.9 | 7.6 | 1.7 | 45.1 | 3.5 | 276 | 2.6 |
| | | | 17.2 | | 15.3 | | 4.0 | | 8.9 | | 18.9 |
| | | | 11.3 | | 16.0 | | 3.4 | | 9.7 | | 19.2 |
| 特上玄米茶 | // | 3.1 | 8.7 | 267 | 10.1 | 5.7 | 1.5 | 55.4 | 4.0 | 224 | 12.4 |
| | | | 2.4 | | 11.6 | | ϕ | | 4.8 | | 15.5 |
| | | | 1.5 | | 20.6 | | 0.8 | | 8.4 | | 31.5 |

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|-------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 白川玄米茶 | 岐阜 | ϕ | / | 330 | / | 4.4 | / | 27.7 | / | 419 | / |

注) 抽出条件: 5 g/215 ml 90°C, 抽出率: 上段0.5分・中段1分・下段2.5分

注) ϕ : 微量

表3-5 <釜炒り茶>

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|-----|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 嬉野茶 | 佐賀 | 2.9 | 26.6 | 740 | 6.3 | 9.5 | 6.1 | 27.0 | 30.6 | 221 | 9.9 |
| | | | 58.9 | | 28.6 | | 10.4 | | 90.8 | | 36.2 |
| | | | 34.9 | | 30.1 | | 10.0 | | 96.4 | | 46.7 |

注) 抽出条件: 5 g/215 ml 90°C, 抽出率: 上段1分・中段2分・下段5分

表3-6 <麦茶>

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|--------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 白麦米粥 | 山梨 | 2.0 | 24.8 | 15.1 | 13.2 | 3.2 | 0 | 35.6 | 1.7 | 4.1 | 24.1 |
| | | | 35.9 | | 17.9 | | 1.4 | | 1.9 | | 23.4 |
| | | | 33.2 | | 20.5 | | 1.9 | | 2.4 | | 30.7 |
| 仲井玄米茶屋 | 京都 | 2.3 | 18.0 | 13.1 | 0 | 4.9 | 0.3 | 32.0 | 1.0 | 3.7 | 4.8 |
| | | | 33.8 | | 0 | | 0.3 | | 1.4 | | 5.6 |
| | | | 33.8 | | 9.2 | | 0 | | 2.0 | | 4.8 |
| 網炒り麦茶 | 〃 | 1.5 | 42.2 | 16.5 | 0 | 3.4 | 0 | 22.2 | 0.9 | ϕ | 0 |
| | | | 54.2 | | 0 | | 1.8 | | 1.1 | | 0 |
| | | | 45.6 | | 0 | | 0 | | 1.5 | | 0 |

注) 抽出条件: 5 g/150 ml 100°C, 抽出率: 上段5分・中段10分・下段15分

注) ϕ : 微量

表3-7 <薬茶>

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|-----|------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| マテ茶 | ブラジル | 1.8 | 36.8 | 2135 | 16.3 | 10.5 | 1.9 | 39.6 | 10.9 | 440 | 4.3 |
| | | | 29.1 | | 23.1 | | | | 13.6 | | 6.4 |
| | | | 37.3 | | 28.1 | | 6.7 | | 19.7 | | 9.3 |

注) 抽出条件: 5 g/500 ml 90°C, 抽出率: 上段3分・中段6分・下段15分

表3-8 <番茶>

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|-------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 山城の番茶 | 京都 | 3.7 | 16.9 | 1762 | 1.3 | 7.4 | 3.5 | 25.2 | 9.5 | 387 | 6.0 |
| | | | 25.2 | | 1.8 | | 4.9 | | 11.1 | | 11.2 |
| | | | 15.9 | | 2.8 | | 3.8 | | 14.5 | | 22.1 |

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 番茶 | 京都 | 3.7 | 12.0 | 2193 | 1.2 | 8.5 | 2.5 | 56.2 | 2.5 | 365 | 7.6 |
| | | | 5.2 | | 1.5 | | 2.2 | | 2.9 | | 14.0 |
| | | | 0 | | 2.1 | | 3.5 | | 3.5 | | 39.9 |
| 上柳番茶 | 岐阜 | 3.8 | 4.1 | 860 | 7.2 | 9.2 | 7.0 | 29.2 | 10.5 | 784 | 7.3 |
| | | | 9.4 | | 12.2 | | 7.5 | | 17.8 | | 15.0 |
| | | | 11.0 | | 17.6 | | 9.8 | | 25.4 | | 20.3 |

注) 抽出条件: 5g/215 ml 90°C, 抽出率: 上段0.5分・中段1分・下段2.5分

表3-9 <焙じ茶>

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|---------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 山城のお茶 | 京都 | 3.2 | 26.8 | 2170 | 2.7 | 7.9 | 0.8 | 23.2 | 8.1 | 998 | 8.1 |
| | | | 13.2 | | 4.5 | | 0.8 | | 10.7 | | 15.1 |
| | | | 0 | | 7.9 | | 2.2 | | 17.8 | | 28.7 |
| 基ほうじ茶 | 〃 | 2.1 | 18.2 | 830 | 4.5 | 16.7 | 1.3 | 23.3 | 4.9 | 534 | 7.1 |
| | | | 21.2 | | 8.4 | | 2.3 | | 13.3 | | 19.2 |
| | | | 8.8 | | 14.5 | | 4.7 | | 15.0 | | 26.3 |
| C O O P | 静岡 | 1.2 | 13.0 | 1054 | 6.5 | 14.3 | 1.2 | 24.3 | 8.4 | 646 | 17.0 |
| | | | 25.7 | | 9.5 | | 0.9 | | 10.7 | | 26.0 |
| | | | 31.1 | | 13.9 | | 2.4 | | 14.4 | | 35.3 |

注) 抽出条件: 5g/215 ml 90°C, 抽出率: 上段0.5分・中段1分・下段2.5分

表3-10 <中国茶>

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|-------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 烏龍茶 A | 中国 | 2.3 | 16.6 | 1255 | 12.3 | 8.1 | 35.0 | 33.6 | 18.1 | 1050 | 22.1 |
| | | | 17.9 | | 81.0 | | 40.3 | | 20.6 | | 24.1 |
| | | | 13.3 | | 82.0 | | 39.3 | | 21.8 | | 36.3 |
| 烏龍茶 B | 〃 | 4.0 | 20.7 | 2030 | 2.7 | 17.1 | 1.5 | 30.1 | 6.6 | 875 | 6.5 |
| | | | 20.1 | | 3.9 | | 3.0 | | 9.6 | | 10.5 |
| | | | 8.0 | | 6.0 | | 4.5 | | 13.0 | | 14.9 |
| 茉莉花茶 | 〃 | 3.2 | 26.1 | 525 | 8.8 | 15.9 | 13.5 | 45.6 | 9.7 | 484 | 11.7 |
| | | | 13.6 | | 8.8 | | 14.6 | | 10.8 | | 12.1 |
| | | | 39.0 | | 17.1 | | 23.0 | | 19.2 | | 15.6 |
| 鬲山毛峰 | 〃 | 6.9 | 0.6 | 690 | 3.2 | 13.5 | 9.2 | 54.0 | 5.4 | 553 | 1.5 |
| | | | 8.9 | | 5.8 | | 11.8 | | 8.6 | | 5.8 |
| | | | 54.2 | | 8.8 | | 16.8 | | 14.5 | | 7.3 |
| 屯溪緑茶 | 〃 | 8.1 | 4.6 | 1200 | 3.6 | 21.5 | 9.2 | 44.6 | 5.6 | 680 | 3.7 |
| | | | 8.3 | | 4.8 | | 11.8 | | 7.3 | | 5.5 |
| | | | 1.9 | | 10.8 | | 16.8 | | 15.5 | | 13.5 |
| 祁門紅茶 | 〃 | 7.7 | 1.8 | 1160 | 5.3 | 24.3 | 6.4 | 39.6 | 10.1 | 462 | 13.1 |
| | | | 1.0 | | 10.8 | | 11.3 | | 15.9 | | 26.0 |
| | | | 1.0 | | 13.4 | | 14.9 | | 23.3 | | 28.4 |
| 特級云雾 | 〃 | 2.7 | 4.6 | 740 | 4.7 | 15.1 | 6.5 | 40.2 | 5.7 | 1892 | 0.7 |
| | | | 8.3 | | 5.0 | | 7.4 | | 8.1 | | 1.0 |
| | | | 1.9 | | 20.1 | | 23.4 | | 27.3 | | 2.8 |

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| レイシ茶 | 中国 | 0.5 | 84.6 | 844 | 13.6 | 24.7 | 8.6 | 43.9 | 13.3 | 546 | 37.5 |
| | | | 74.9 | | 15.3 | | 9.9 | | 14.3 | | 32.6 |
| | | | 69.7 | | 28.0 | | 14.4 | | 23.2 | | 50.9 |
| 茉莉花茶 | 〃 | 1.3 | 63.8 | 781 | 11.0 | 11.1 | 28.8 | 39.4 | 21.2 | 428 | 7.7 |
| | | | 75.4 | | 18.2 | | 38.2 | | 30.5 | | 11.6 |
| | | | 78.5 | | 27.9 | | 45.0 | | 41.3 | | 20.3 |
| 〃 | 沖縄 | 2.6 | 42.8 | 759 | 13.6 | 18.5 | 21.8 | 39.3 | 21.6 | 813 | 23.0 |
| | | | 19.4 | | 18.2 | | 25.3 | | 27.3 | | 30.2 |
| | | | 22.0 | | 29.6 | | 33.7 | | 36.3 | | 42.8 |

注) 抽出条件: 5g/215 ml 90°C, 抽出率: 上段0.5分・中段1分・下段2.5分

表3-11 <紅茶>

| 品名 | 製造元 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|----------|-------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| リプトン紅茶 | リプトン | 3.0 | 15.2 | 970 | 5.4 | 16.8 | 13.8 | 38.9 | 6.9 | 585 | 45.2 |
| | | | 15.2 | | 14.8 | | 22.9 | | 16.6 | | 45.9 |
| | | | 1.3 | | 32.0 | | 32.9 | | 33.6 | | 57.5 |
| アッサム | トワイニング | 1.8 | 24.9 | 1000 | 13.9 | 13.6 | 23.2 | 23.4 | 24.6 | 223 | 59.4 |
| | | | 14.8 | | 17.5 | | 25.3 | | 30.3 | | 75.0 |
| | | | 13.6 | | 19.6 | | 28.8 | | 35.2 | | 90.2 |
| セイロン | 〃 | 1.0 | 28.8 | 174 | 25.9 | 14.3 | 23.8 | 21.6 | 34.4 | 281 | 59.6 |
| | | | 31.6 | | 37.4 | | 26.9 | | 45.6 | | 77.3 |
| | | | 23.2 | | 43.1 | | 31.0 | | 53.0 | | 96.5 |
| プリンス | 〃 | 1.0 | 32.9 | 617 | 8.4 | 18.3 | 14.2 | 26.7 | 14.8 | 341 | 38.6 |
| | | | 12.3 | | 13.5 | | 18.1 | | 22.0 | | 58.3 |
| | | | 12.3 | | 29.0 | | 27.5 | | 40.3 | | 77.8 |
| ダージリン | 〃 | 1.1 | 28.8 | 558 | 6.4 | 21.4 | 12.3 | 28.9 | 10.1 | 261 | 44.3 |
| | | | 21.8 | | 9.2 | | 15.9 | | 13.4 | | 69.0 |
| | | | 7.2 | | 17.6 | | 22.4 | | 28.5 | | 87.4 |
| ダージリン | 産地インド | 0.5 | 94.4 | 408 | 11.3 | 25.1 | 9.7 | 36.7 | 17.0 | 281 | 23.1 |
| | | | 85.6 | | 15.7 | | 12.1 | | 22.6 | | 49.1 |
| | | | 89.6 | | 23.0 | | 14.2 | | 33.0 | | 53.4 |
| ストロベリー紅茶 | 産地 オランダ | 0.4 | 60.0 | 391 | 16.4 | 25.5 | 9.9 | 66.0 | 6.1 | 363 | 28.7 |
| | | | 65.0 | | 21.0 | | 10.8 | | 7.9 | | 45.3 |
| | | | 77.0 | | 44.8 | | 15.7 | | 14.9 | | 51.3 |
| ヌワレエリヤ紅茶 | 産地 スリランカ | 0.6 | 47.3 | 272 | 10.7 | 16.1 | 11.2 | 36.6 | 15.5 | 360 | 25.0 |
| | | | 63.3 | | 16.5 | | 13.7 | | 20.9 | | 48.0 |
| | | | 61.3 | | 27.9 | | 15.4 | | 30.7 | | 56.9 |
| アップルティー | 産地(西)独 | 0.8 | 57.5 | 30 | 98.7 | 2.4 | 33.3 | 7.2 | 37.2 | 25 | 17.6 |
| | | | 41.3 | | 100 | | 36.7 | | 41.7 | | 19.2 |
| | | | 52.5 | | 100 | | 45.0 | | 46.7 | | 16.0 |

注) 抽出条件: 5g/200 ml 90°C, 抽出率: 上段2分・中段4分・下段10分

表3-12 <その他>

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|---------|-----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 大和茶(荒茶) | 奈良 | ϕ | 0 | 624 | 14.7 | 6.2 | 3.8 | 28.2 | 32.9 | 433 | 12.4 |
| | | | 0 | | 17.3 | | 4.5 | | 39.3 | | 15.7 |
| | | | 0 | | 25.3 | | 6.2 | | 49.3 | | 24.5 |
| 深蒸し茶 | 鹿児島 | 2.0 | 45.0 | 452 | 7.4 | 5.9 | 9.7 | 32.9 | 12.4 | 401 | 2.6 |
| | | | 65.4 | | 9.7 | | 5.1 | | 17.5 | | 3.1 |
| | | | 39.2 | | 18.3 | | 5.1 | | 34.0 | | 7.0 |
| ざら茶 | 島根 | 3.2 | / | 500 | / | 8.3 | / | 26.9 | / | 271 | / |

注) 抽出条件: 5 g/215 ml 90°C, 抽出率: 上段1分・中段2分・下段5分

注) ϕ : 微量

| 品名 | 産地 | Se | | Mn | | Cu | | Zn | | Al | |
|---------|----|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|
| | | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) | 含有量 ($\mu\text{g/g}$) | 抽出率 (%) |
| 加資茶(棒茶) | 石川 | 1.1 | 26.5 | 721 | 7.9 | 7.4 | 2.9 | 28.8 | 10.1 | 488 | 11.2 |
| | | | 39.1 | | 18.2 | | 2.9 | | 18.5 | | 28.7 |
| | | | 0 | | 19.6 | | 2.0 | | 20.4 | | 36.7 |

注) 抽出条件: 5 g/215 ml 90°C, 抽出率: 上段0.5分・中段2分・下段5分

Cuの抽出率は、中国茶と半発酵茶である紅茶とが20%前後の大きい値を示したのに対して、他のものは10%かそれ以下の値を示した。

Znの平均的な抽出率は玉露、煎茶、紅茶、中国茶が30-50%と大きく、他は10%前後の値を示した。番茶や焙じ茶からの抽出率はそれほど大きくない。恐らく、加工処理によるのであろう。

Alは紅茶の抽出率が50%以上と大きく、煎茶のいくつかを除けば、他のものは30%以下である。

以上を総合すると、発酵処理を加えることによって、微量金属の抽出率は大きくなる傾向が認められた。

食品中の微量金属

穀類、いも類、種実類、豆類、魚介類、肉類、乳類、野菜類、きのこ類、海藻類、果実類、調味料・香辛料類、嗜好品類、即席麺、の順に可食部湿重量100g当りの含有量を表4に示す。それぞれの特徴は次のようである。

1. 穀類

米、そばは概して金属含有量が相対的に高いことが特徴的である。例えば、Alは別にして、Se, Mn, Cu, Znについては明らかにその量は他の穀類より多い。また、スパゲティやパン粉、食パンにSeが検出され

なかったことも特徴である。

2. いも類

いも類のMn, Cu, Znの含有量は100 μg の程度で比較的低い。しかし、水分が多いので、穀類と比べて実質はさほど差がないのかも知れない。同様に水分含量を考慮すれば、Se含量は実質的に多いということになる。

3. 種実類

水分は5%以下と少なく、Alを除いて、全般的に微量金属の含有量は多く、松の実にはMn, Znともに7000 μg に及ぶ。他の実はMnが1000-2000 μg , Cuが1000 μg 程度、Znは2000-4000 μg である。

4. 豆類

豆そのものは種実に近く、大豆ではすべての金属含有量が多い。小豆はCu, Alの量はそれぞれ500, 200 μg 程度であるがSe, Mn, Znの含有量が多いほうである。きな粉にもかなりの量が含まれている。豆腐、みそは大豆の加工品であるが、水分が多く、みそのAl含有量1200 μg は大豆とともに多いといえる。

5. 魚介類

魚介類の主成分は筋肉部分であるが、これを反映してMn, Cuの量が少ない点の特徴である。一般にAlの含有量も少ないが、ちりめんじゃこ、牡蠣では1000

表4 食料品中の微量元素の含有量(μg/湿重量100g)

表4-1 <穀類>

| 食品名 | 水分(%) | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------|-------|------|------|-----|------|-----|
| 日本晴(H1) | 15.5 | 6.5 | 760 | 283 | 1783 | 124 |
| 〃(H2) | 〃 | 34.6 | 545 | 269 | 1517 | 96 |
| 〃玄米 | 〃 | 33.9 | 1824 | 186 | 1674 | 75 |
| 秋田小町 | 〃 | 21.3 | 923 | 425 | 3228 | 255 |
| こしひかり | 〃 | 38.3 | 1037 | 373 | 1621 | 153 |
| そば(乾) | 13.5 | 65.5 | 1563 | 651 | 1837 | 227 |
| スパゲティ | 12.0 | φ | 733 | 243 | 153 | 185 |
| そうめん(乾) | 14.0 | 28.0 | 407 | 130 | 590 | 87 |
| パン粉 | 11.5 | φ | 805 | 117 | 881 | 98 |
| 小麦粉 | 14.0 | 44.7 | 318 | 82 | 268 | 49 |
| 食パン | 38.0 | φ | 83 | 150 | 570 | 50 |
| コーンフレーク | 4.5 | 10.3 | 35 | 78 | 183 | 56 |
| とうもろこし(缶) | 75.0 | 11.9 | 43 | 12 | 222 | 14 |

表4-2 <いも類>

| 食品名 | 水分(%) | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-------|-------|------|-----|-----|-----|-----|
| じゃがいも | 79.5 | 28.7 | 140 | 197 | 185 | 275 |
| さつまいも | 68.2 | 27.7 | 557 | 137 | 513 | 360 |
| こんにゃく | 97.3 | 8.9 | 35 | 33 | 181 | 91 |

表4-3 <種実類>

| 食品名 | 水分(%) | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------|-------|-------|------|------|------|-----|
| ごま(白) | 4.7 | 121.3 | 1383 | 1603 | 4485 | 590 |
| ピーナッツ | 2.4 | 114.7 | 2326 | 617 | 2840 | 60 |
| ブラジルナッツ | 4.7 | 73.3 | 906 | 1651 | 2467 | 60 |
| 松の実 | 3.4 | 65.4 | 7320 | 1526 | 7007 | 227 |
| アーモンド | 2.6 | 60.7 | 2327 | 917 | 2573 | 248 |
| くるみ | 3.1 | 57.3 | 2343 | 1081 | 2987 | 60 |
| ピスタチオ | 1.9 | 48.3 | 1117 | 1078 | 1617 | 252 |
| スパニッシュナッツ | 1.9 | 46.5 | 1720 | 648 | 3523 | 149 |
| ヘーゼルナッツ | 4.7 | 46.1 | 3967 | 1120 | 1757 | 112 |
| カシューナッツ | 4.1 | 36.6 | 952 | 2775 | 5563 | 109 |
| 栗 | 60.2 | 27.7 | 3663 | 287 | 1015 | 47 |

表4-4 <豆類>

| 食品名 | 水分(%) | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|---------|-------|------|------|------|------|------|
| 大豆 | 12.5 | 42.2 | 3673 | 1229 | 3685 | 1170 |
| 小豆 | 15.5 | 24.2 | 1551 | 545 | 2337 | 193 |
| 豆腐(絹ごし) | 89.4 | 19.6 | 188 | 140 | 522 | 56 |
| きな粉 | 5.0 | 15.0 | 1260 | 1250 | 395 | 580 |
| みそ(中辛) | 45.0 | 4.7 | 688 | 282 | 378 | 1240 |

表4-5 <魚介類>

| 食 品 名 | 水 (%) 分 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|---------------|---------|------|------|------|-------|------|
| か っ お ぶ し | 15.2 | 91.5 | 42 | 567 | 2487 | 135 |
| ち り め ん じ ゃ こ | 44.5 | 55.0 | 190 | 133 | 3483 | 1060 |
| 煮 干 し | 16.5 | 50.9 | 1099 | 353 | 7723 | 58 |
| た ら | 82.7 | 18.2 | 7 | 57 | 12 | 87 |
| さ ん ま | 61.8 | 42.7 | 3 | 73 | 403 | 83 |
| あ じ (背) | | 33.6 | 5 | 29 | 396 | 87 |
| // (腹) | | 29.4 | 12 | 39 | 331 | 69 |
| // (尾) | | 26.8 | 10 | 102 | 530 | 166 |
| // (血合) | | 20.5 | 18 | 204 | 1101 | 82 |
| // (皮) | | 43.5 | 36 | 79 | 13420 | 49 |
| か に | 81.2 | 83.4 | 45 | 874 | 3108 | 27 |
| い か | 81.8 | 25.0 | 39 | 283 | 1327 | 126 |
| し じ み | 87.5 | 23.4 | 492 | 271 | 2755 | 383 |
| あ さ り | 86.8 | 15.5 | 82 | 200 | 1425 | 190 |
| か き | 81.9 | 25.8 | 397 | 1415 | 15903 | 1265 |
| ち く わ | 69.1 | 16.6 | 97 | 70 | 317 | 36 |

表4-6 <肉 類>

| 食 品 名 | 水 (%) 分 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------|---------|------|----|-----|------|------|
| 牛 肉 (もも) | 70.7 | 22.7 | 19 | 116 | 7270 | 226 |
| 豚 肉 (もも) | 73.1 | 22.4 | 27 | 97 | 2340 | 218 |
| 鶏 肉 (ささみ) | 74.0 | 29.7 | 3 | 38 | 723 | 33 |
| ロ ー ス ハ ム | 65.0 | 29.8 | 3 | 82 | 875 | 1530 |

表4-7 <乳 類>

| 食 品 名 | 水 (%) 分 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|------------|---------|-------|----|----|------|-----|
| 牛 乳 | 88.7 | 14.3 | 4 | 11 | 368 | 12 |
| ピザ用とろけるチーズ | 45.0 | 81.0 | 36 | 63 | 3985 | 43 |
| スライスチーズ | // | 100.8 | 38 | 96 | 3100 | 886 |

表4-8 <野菜類>

| 食 品 名 | 水 (%) 分 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-------------|---------|------|------|-----|------|-----|
| 切 り 干 し 大 根 | 16.9 | 18.5 | 627 | 146 | 1449 | 306 |
| 大 根 (葉) | 92.4 | 20.3 | 1099 | 92 | 301 | 217 |
| // (根) | 94.5 | 8.9 | 106 | 23 | 110 | 31 |
| 白 菜 (芯) | 95.9 | 15.2 | 75 | 153 | 267 | 140 |
| // (葉) | // | φ | 487 | 140 | 533 | 153 |
| キ ャ ベ ッ ツ | 92.4 | 5.2 | 763 | 53 | 359 | 41 |
| 人 参 | 90.4 | 24.6 | 263 | 71 | 271 | 235 |
| ほ う れ ん 草 | 90.4 | 17.9 | 120 | 89 | 354 | 197 |
| ご ぼ う | 78.6 | 26.0 | 243 | 633 | 96 | 353 |
| し ょ う が | 91.1 | φ | 5003 | 19 | 286 | 218 |
| ね ぎ | 92.0 | 74.5 | 166 | 39 | 330 | 71 |
| 玉 葱 | 90.4 | φ | 130 | 150 | 206 | 247 |

| 食 品 名 | 水 分 (%) | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-------------|---------|------|-----|-----|-----|-----|
| に ら | 93.1 | 21.7 | 127 | 39 | 247 | 114 |
| き ゅ う り | 96.2 | 4.1 | 102 | 58 | 264 | 92 |
| か ぼ ち ゃ | 88.9 | 16.3 | 107 | 15 | 165 | 77 |
| ピ ー マ ン | 93.5 | 22.4 | 95 | 68 | 523 | 163 |
| ブ ロ ッ コ リ ー | 84.9 | 7.0 | 193 | 132 | 700 | 19 |
| も や し | 88.3 | 36.5 | 40 | 61 | 230 | 47 |

表4-9 <きのこ類>

| 食 品 名 | 水 分 (%) | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------|---------|------|-----|-----|------|-----|
| え の き | 89.7 | 4.5 | 86 | 470 | 3353 | 383 |
| し め じ | 92.5 | 14.7 | 313 | 185 | 940 | 497 |
| 生 し い た け | 91.1 | 13.2 | 246 | 59 | 785 | 79 |

表4-10 <海藻類>

| 食 品 名 | 水 分 (%) | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------|---------|------|------|-----|------|------|
| こ ん ぶ | 10.0 | 70.7 | 350 | 98 | 1690 | 425 |
| わ か め | 13.0 | 33.7 | 1923 | 323 | 3923 | 570 |
| ひ じ き | 13.6 | 29.5 | 3077 | 247 | 2270 | 2097 |
| 味 つ け の り | 4.6 | φ | 1417 | 427 | 5413 | 620 |

表4-11 <果実類>

| 食 品 名 | 水 分 (%) | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-------------------|---------|------|-----|-----|-----|-----|
| 柿 | 83.1 | 1.9 | 663 | 39 | 198 | 143 |
| り ん ご | 85.8 | 2.4 | φ | 102 | 267 | 193 |
| キ ウ イ フ ル ー ツ | 84.1 | 6.2 | 16 | 22 | 104 | 25 |
| バ ナ ナ | 75.0 | 13.4 | 99 | 94 | 160 | 57 |
| み か ん | 87.5 | 4.4 | 44 | 27 | 63 | 63 |
| パ イ ン ア ッ プ ル (缶) | 78.9 | 8.6 | 66 | 99 | 365 | 57 |

表4-12 <調味料・香辛料類>

| 食 品 名 | 水 分 (%) | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|---------------|---------|--------|------|-----|------|------|
| こ し ょ う | 12.7 | 213.0 | 7443 | 643 | 26.0 | 1330 |
| 塩 | 0.1 | 190.0 | 28 | 477 | — | — |
| 酢 (穀物) | 93.8 | 20.0 | 37 | 1 | 0.7 | 47 |
| 砂 糖 | 0 | 16.8 | 40 | 87 | 2.6 | 190 |
| み り ん | 48.1 | 10.0 | 16 | 11 | 0.7 | 53 |
| た か の つ め | 6.0 | 85.3 | 643 | 490 | 15.6 | 453 |
| カ レ ー 粉 | 6.0 | 21.6 | 3262 | 660 | 40.1 | 373 |
| ウ ス タ ー ソ ー ス | 62.0 | 80.0 | 67 | 517 | 1.5 | 152 |
| し ょ う ゆ (淡) | 70.9 | 1640.0 | 876 | 83 | 7.6 | 54 |
| し ょ う ゆ (濃) | 69.5 | 1190.0 | 817 | 75 | 10.4 | 133 |

表4-13 <嗜好品類>

($\mu\text{g}/\text{湿重量 } 100\text{g}$)

| 食 品 名 | 水 分 (%) | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|----------------|---------|------|------|------|-----|-----|
| コーヒー(ブルーマウンテン) | 2.2 | 68.1 | 1521 | 1099 | 363 | 207 |
| コーヒ- (インスタント) | 3.8 | 0.4 | 202 | 10 | 64 | 83 |

表4-14-1 即席めん中の微量金属の含有量

($\mu\text{g}/1\text{食分重量 (g)}$)

| 食 品 名 | 1食分重量 (g) | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|--------------|-----------|------|------|-------|------|-------|
| 日清焼そばUFO (麵) | 104 | 91.5 | 484 | 97.5 | 603 | 6.55 |
| // (かやく) | 5.15 | 5.20 | 34.0 | 3.86 | 37.0 | 3.35 |
| // (ふりかけ) | 0.818 | 4.60 | 32.8 | 8.00 | 30.3 | 16.6 |
| どん兵衛 (麵) | 78.8 | 111 | 161 | 48.1 | 1053 | 9.46 |
| // (油あげ) | 12.6 | 25.3 | 7.06 | 56.8 | 169 | 1.39 |
| // (スープ) | 8.49 | 58.3 | 18.0 | 14.4 | 184 | 2.80 |
| // (かまぼこ) | 1.16 | 2.60 | 0 | 1.28 | 12.3 | 0.441 |
| // (七味) | 0.157 | 0.43 | 16.2 | 1.05 | 3.23 | 0.293 |
| // (ねぎ) | 0.191 | 2.07 | 0.86 | 0.56 | 7.06 | 0.535 |
| サッポロ一番 (麵) | 90.5 | 45.0 | 225 | 77.8 | 341 | 7.42 |
| // (スープ) | 10.2 | 17.3 | 73.0 | 45.8 | 366 | 4.08 |
| // (七味) | 0.143 | 0.40 | 14.7 | 0.772 | 7.22 | 0.163 |

表4-14-2 一食分

| 品 名 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------|------|-----|-----|------|----|
| 日清焼そばUFO* | 110 | 554 | 186 | 678 | 49 |
| どん兵衛 | 200 | 203 | 122 | 1429 | 15 |
| サッポロ一番 | 62.1 | 313 | 125 | 714 | 12 |

* 日清焼そばUFOには、市販のウスターソース 15ml を使用した場合の計算値である。

μg を越える値を示した。Zn は値が極端に散らばっており、かに、牡蠣の 10000 μg 以上から、たらこの 12 μg のばらつきがある。牡蠣は Cu が 1400 μg とミネラルの多い食品である。

6. 肉類

Mn, Cu の少ない点は魚介類と同じで、筋肉部分を主成分とするからであろう。牛肉、豚肉は Zn が 7000, 2000 μg と多いが、鶏肉では比較的低い。ロースハムの Al が 1500 μg もあるのは加工過程での混入によるものかも知れない。

7. 乳類

牛乳は殆どが水分であるが、後で述べる人乳同様 Se 以外の金属の含有量は多くない。チーズでは Se, Zn の量が多くなっている。原料の牛乳中の Mn, Cu が少ないため、加工後も他の金属量に比してかなり低い。

8. 野菜類

野菜は種類によって、含有量がばらつきがあるが、

すべての金属について概ね平均的である。全般的にそれぞれある程度の量が含まれている。特徴的なのは、切り干し大根に Zn が 1400 μg 、しょうがに Mn が 5000 μg と多く含まれ、白菜の葉、しょうが、玉ねぎには Se が認められないといった結果である。

9. きのこと類

野菜類と同じ傾向を示すが、えのきは Zn が 3000 μg という高い含有量を示した。Mn, Cu, Al の量はそれほど多くない。

10. 海藻類

海藻類では Cu の含量は低く、他の金属含有量が高いことが特徴的である。こんぶは Se と Zn が多く、わかめは Se, Mn, Zn, ひじきは Se, Mn, Zn, Al について大きい値を示した。味付けのりは Se が認められなかったが、Zn については 5400 μg という大きい値であった。

11. 果実類

果実全般に金属含有量は少ない。りんごでは Mn が

検出されなかったが、測定した果実は Se で数 μg 、他の金属で 10-100 μg 程度の量を示した。

12. 調味料・香辛料類

こしょうは Zn が 200 μg 、Mn が 400 μg 、Al が

1300 μg と多い。塩、醤油の Se 含有量が多いことも著しい特徴である。カレー粉には Mn が 3200 μg と多く含まれている。

13. 嗜好品類

表5 飲料中の微量金属の含有量 ($\mu\text{g}/\text{dl}$)

表5-1 <清涼飲料>

| 品名 | 製造者 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| ポカリスエット | 大塚製薬 | ϕ | ϕ | 0.2 | 0.4 | 30.0 |
| ポカリスエットステビア | 〃 | 0.9 | 3.1 | ϕ | 1.0 | 19.0 |
| 鉄骨飲料 (Ca+Fe) | サントリー | 1.3 | 2.9 | 2.8 | 0.1 | 7.7 |
| シー・エー (Ca) | 宝酒造 | 1.9 | 10.8 | 3.1 | 7.3 | 212.0 |
| C1000 (Ca+Mg) | 武田食品工業 | 2.0 | ϕ | 2.2 | ϕ | 6.9 |
| C1000 (せんい+オリゴ) | 〃 | 0.2 | ϕ | 2.2 | 2.1 | 5.0 |
| PF21 (プロテイン) | アサヒビール | 10.9 | ϕ | 0.5 | ϕ | 8.8 |
| きれいな野菜(パンプキン) | KAGOME | | ϕ | 3.8 | 14.0 | 26.4 |
| きれいな野菜(キャロット) | 〃 | | 86.4 | 6.6 | 13.9 | 20.7 |
| KARKADE | アサヒビール | 0.6 | 87.2 | 0.5 | 3.8 | 8.0 |
| バヤリースオレンジ | 〃 | 1.9 | 6.6 | 3.6 | 3.4 | 4.2 |
| バヤリースハチレモ | 〃 | 1.8 | ϕ | 2.2 | 0.5 | |
| はちみつレモン | サントリー | 1.6 | 0.4 | 1.6 | ϕ | 1.2 |
| ウーロン茶 | KCB | ϕ | 179.2 | 1.1 | 5.9 | 120.0 |
| ウーロン茶 | アサヒビール | ϕ | 178.4 | 1.0 | 8.1 | 251.0 |
| おいしいお茶(緑茶) | 伊藤園 | ϕ | 122.1 | 0.1 | 7.7 | 51.0 |
| おいしいお茶(ほうじ茶) | 〃 | ϕ | 22.9 | ϕ | 3.7 | 241.0 |
| ウーロン茶 | サントリー | ϕ | 174.5 | 0.3 | 4.9 | 193.0 |
| ジャワティストレート | 大塚ベバレジ | 0.2 | 59.3 | 1.3 | 5.4 | 233.0 |

表5-2 <乳飲料>

| 品名 | 製造者 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|----------------|------|-----|--------|-----|------|-------|
| 缶 コーヒー | UCC | 1.4 | ϕ | 2.6 | 16.0 | 215.0 |
| カロリーメイト(コーヒー味) | 大塚製薬 | 1.8 | 0.5 | 0.4 | 19.1 | 3.7 |
| NEWカロリーメイト | 〃 | 1.4 | 1.3 | 0.7 | 16.9 | 2.8 |

表5-3 <炭酸飲料>

| 品名 | 製造者 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|--------------|----------|-----|--------|--------|--------|-------|
| オロナミンCドリンク | 大塚化学 | 1.7 | 1.6 | 1.7 | ϕ | 0.5 |
| FIBE-MINI | 大塚食品工業 | 1.3 | ϕ | 2.5 | ϕ | 5.4 |
| オリゴCC | カルピス食品工業 | 5.2 | ϕ | 0.8 | ϕ | 0.5 |
| ベジテイク | キリンビール | 2.0 | 4.2 | 3.4 | 9.6 | 10.0 |
| 三ツ矢サイダー | アサヒビール | 1.5 | 0.2 | 3.2 | ϕ | 2.6 |
| コカ・コーラ | 近畿コカコーラ | 1.3 | 0.5 | 0.7 | ϕ | 244.0 |
| コカ・コーラ Light | 〃 | 1.7 | 0.9 | ϕ | 0.4 | 31.0 |
| はちみつホワイトサイダー | ダイドードリンコ | 0.2 | ϕ | 1.5 | 26.2 | 3.4 |
| レモンスカッシュ | 〃 | 0.9 | ϕ | 0.4 | ϕ | 2.0 |

表5-4 <蒸留酒> (ウイスキー)

| 品名 | 原産国 | 原材料 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------------|---------|------------|-----|-----|------|-----|------|
| WHITE HORSE | スコットランド | モルトグレーン | φ | 1.1 | 20.8 | 0.1 | 3.6 |
| Johnie Walker | 〃 | 〃 | φ | 1.1 | 10.5 | 0.3 | 11.3 |
| Ambassador | 〃 | 〃 | 0.5 | φ | 9.1 | φ | 11.4 |
| Grant's | 〃 | 〃 | 0.5 | 0.6 | 13.2 | 2.0 | 2.0 |
| Pinwinnie Royal | 〃 | 〃 | 0.3 | 1.2 | 10.4 | 1.1 | 3.3 |
| I. W. HARPER | アメリカ | トウモロコシ・モルト | φ | 0.7 | 18.6 | 1.3 | 3.7 |
| EARLY TIMES | 〃 | 〃 | 0.9 | 2.3 | 19.6 | φ | 15.7 |
| バーボン | 〃 | 〃 | φ | 1.0 | 10.6 | φ | 4.1 |
| Canadian Club | カナダ | モルトグレーン | 0.6 | φ | 6.9 | φ | 7.0 |
| SUNTORY OLD | 日本 | 〃 | φ | φ | 12.5 | φ | 4.8 |
| シングルモルト | 〃 | モルト | 0.6 | φ | 18.1 | φ | 3.7 |

表5-5 (焼酎)

| 品名 | 原産国 | 原材料 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|---------|---------|------|-----|-----|-------|-----|-----|
| せつぺとべ | 日本(鹿児島) | 玄米 | 0.3 | 0.2 | 267.9 | 4.9 | 0.6 |
| 麦焼酎 | 日本 | 大麦 | 0.3 | φ | 2.1 | φ | 2.6 |
| 麦焼酎いいちこ | 日本(大分) | 大麦・麴 | 0.2 | φ | 2.4 | φ | φ |

表5-6 (ブランデー)

| 品名 | 原産国 | 原材料 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|----------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| CAMUS | フランス | | 0.2 | φ | 19.1 | 1.5 | 7.2 |
| NAPOLEON | 〃 | | 1.6 | 12.3 | 78.8 | 17.3 | 44.9 |

表5-7 (ラム)

| 品名 | 原産国 | 原材料 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|----------------|-------|-----|-----|----|-----|------|-----|
| Planter' Punch | ジャマイカ | | 1.0 | φ | 9.3 | 14.3 | 0.2 |

表5-8 <発酵酒> (ビール)

| 品名 | 原産国 | 原材料 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|---------------|------|---------|------|------|-----|-----|------|
| キリン D R Y | 日本 | 麦・ホ・米・コ | 3.4 | 7.9 | 3.3 | φ | 4.5 |
| キリン ドラフト生 | 〃 | 〃 | 5.0 | 6.0 | 2.5 | φ | 2.1 |
| キリン ファインピルスナー | 〃 | 〃 | 4.1 | 6.9 | 3.5 | φ | 5.0 |
| キリン ラガー | 〃 | 〃 | 3.6 | 7.2 | 2.6 | φ | 3.6 |
| キリン B L A C K | 〃 | 〃 | 2.6 | 65.7 | 3.3 | 0.3 | 17.1 |
| アサヒ 黒生 | 〃 | 〃 | 6.7 | 10.6 | 4.2 | φ | 36.9 |
| アサヒ スーパーイースト | 〃 | 〃 | 3.9 | 7.6 | 5.1 | φ | 5.9 |
| サントリー モルツ | 〃 | 麦・ホ | 3.7 | 6.8 | 3.2 | φ | 4.2 |
| サントリー ビアヌーボー | 〃 | 〃 | 4.0 | 74.7 | 2.9 | 4.1 | 4.8 |
| サッポロ YEBISU | 〃 | 〃 | 5.3 | 6.9 | 3.9 | 0.4 | 8.2 |
| サッポロ 北海道 | 〃 | 麦・ホ・米・コ | 4.0 | 5.5 | 3.8 | φ | 9.3 |
| Budweiser | アメリカ | 麦・ホ・米 | 1.0 | 4.5 | 3.3 | φ | 4.9 |
| CHIMAY | ベルギー | 大麦 | 14.2 | 9.8 | 3.3 | 0.5 | 1.8 |

原材料：麦→麦芽 ホ→ホップ コ→コーンスターチ

表5-9 (清 酒)

| 品 名 | 原 産 国 | 原 材 料 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-------|-------|--------|-----|------|-----|------|------|
| 松 竹 梅 | 日 本 | 米・米麵・ア | 9.3 | 90.1 | 5.4 | 56.1 | 7.2 |
| 白 鶴 | 〃 | 〃 | 6.7 | 95.1 | 4.1 | 51.8 | 11.1 |
| 月 桂 冠 | 〃 | 〃 | 1.0 | 69.7 | 2.7 | 51.7 | 1.7 |
| 劍 菱 | 〃 | 〃 | 3.8 | 95.1 | 3.0 | 80.0 | 4.1 |

原材料：ア→醸造用アルコール

表5-10 (ワイン)

| 品 名 | 原 産 国 | 原 材 料 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-------------------------|-------------------|-------|-----|-------|------|------|-------|
| VOSNE-ROMANEE (赤) | フランス | | 4.0 | 102.0 | 20.8 | 55.9 | 33.0 |
| BEAUJOLAIS-VILLAGES (赤) | 〃 | | 4.7 | 223.9 | 17.4 | 23.8 | 19.1 |
| ボジョレーヌーボー (赤) | 〃 | | 3.0 | 153.3 | 15.6 | 28.9 | 20.6 |
| ドイツワイン (白) | ドイツ | | 6.1 | 215.5 | 15.2 | 82.8 | 144.5 |
| ソァーヴェルフィーノ クラッシコ (白) | イタリア | | 2.9 | 63.4 | 7.7 | 24.9 | 256.5 |
| ダンワイングランヴァスコ (白) | ポルトガル | | 1.3 | 120.9 | 23.5 | 44.2 | 163.0 |
| Siglo-1986- (赤) | スペイン | | 3.0 | 65.7 | 12.8 | 19.2 | 52.9 |
| Siglo-1989- (白) | 〃 | | 2.3 | 74.7 | 19.3 | 17.4 | 52.3 |
| カベルネ (赤) | アメリカ (カリフォルニア) | | 3.5 | | 10.9 | 45.6 | 7.2 |
| CLASSIC BURGUNDY (赤) | 〃 | | 5.0 | 90.0 | 5.3 | 65.8 | 355.0 |
| CLASSIC BURGUNDY (白) | 〃 | | 5.0 | 53.5 | 6.1 | 42.6 | 307.0 |
| アップルワイン | 日 本 | | 0.4 | 6.9 | 12.5 | 8.6 | 19.0 |
| MANNS ヌーヴェレール (赤) | 〃 | | 3.9 | 75.6 | 5.0 | 16.1 | 76.0 |
| MANNS ヌーヴェレール (白) | 〃 | | 2.8 | 71.7 | 4.1 | 23.2 | 99.0 |

(赤) 赤ワイン (白) 白ワイン

表5-11 <混成酒> (リキュール)

| 品 名 | 原 産 国 | 原 材 料 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------------------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|
| Grand Marnier | フランス | | 3.4 | 1.2 | 6.7 | φ | 2.4 |
| CAMPARI | イタリア | | 1.2 | 1.5 | 3.3 | 1.7 | 27.1 |
| KAHLUA (コーヒーリキュール) | デンマーク | | 46.0 | 0.3 | 0.1 | 19.8 | 11.6 |

表5-12 (カクテル)

| 品 名 | 原 産 国 | 原 材 料 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------|-------|-------|-----|-----|-------|----|------|
| MARGARITA | メキシコ | | 0.4 | 2.5 | 404.3 | φ | 25.0 |

注) 原材料は、ビン又は缶に記載されているもののみ記入

コーヒー豆には Se, Mn, Cu が多いが、インスタントコーヒーには金属は殆どないといえる。

14. 即席麵 (μg/1食分)

よく用いられる即席麵について、一食分中に含まれる量を測った結果である。銘柄によって、かなりの差がある。麵、スープ、など材料毎の値と一食としてま

とめた量を示してある。

飲料中の微量元素

清涼飲料，乳飲料，炭酸飲料，蒸留酒として焼酎，ブランデー，ラム，発酵酒としてビール，清酒，ワイン，混成酒としてリキュール，カクテルについて測定を行い，その結果を $\mu\text{g}/\text{dl}$ の単位で表5に示す。

1. 清涼飲料水は全体的に含有量は低いが，Mn量の比較的高いものが，ウーロン茶，おいしいお茶（緑茶）であり，またAl量が多いものとして，シー・エー（Ca），ウーロン茶，おいしいお茶（焙じ茶）があげられる。

2. 乳飲料中，缶コーヒーのAlが比較的多いのが目だった。外には，金属含有量は概して低かった。

3. 炭酸飲料ではコカ・コーラのAl量の多いのが特徴的で，目だっただけ多いものはなかった。

4. 蒸留酒の中では焼酎のせつべとべにCuが多く検出された以外には，全体として含有量は小さかった。

5. 発酵酒は原料中の金属がそのまま残るためか，清酒，ワインにはMn，Znが比較的多く検出された。しかし，ビールは2品目のMnを除いて少量しか含まれていなかった。

6. 混成酒はベースが蒸留酒であるためか，顕著な含有量は認められなかった。ただし，カクテル中のCuが多いのは加工過程で混入したものである。

牛乳及び人乳中の微量元素

市販の牛乳の含有量については既に表示したが，表6に分娩直後から4カ月までの経日変化と個体差を調べた結果を示す。全般的に変動はそれほど大きくないが，分娩直後はAlを除いて比較的多いという結果が得ら

表6 乳中の微量元素含有量 ($\mu\text{g}/\text{dl}$)

表6-1 牛乳中の微量元素の含有量

| 経 過 | 種 類 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------|-----|------|-----|------|------|------|
| 分 娩 直 後 | イ | 26.0 | 4.2 | 24.0 | 1142 | 44.1 |
| 2 日 目 | ク | 15.3 | 3.2 | 22.0 | 712 | 43.1 |
| 3 日 目 | ク | 12.7 | 1.6 | 17.5 | 621 | 41.5 |
| 5 日 目 | ク | 14.6 | 2.1 | 18.0 | 594 | 48.1 |
| 1 ヶ 月 日 | ク | 13.3 | 2.9 | 11.0 | 386 | 35.4 |
| 38 日 目 | ク | 11.8 | 3.2 | 8.0 | 424 | 32.8 |
| 4 ヶ 月 日 | ク | 6.3 | 2.6 | 7.0 | 364 | 44.0 |
| 1 4 9 日 目 | ロ | 8.7 | 4.2 | 10.0 | 364 | 64.9 |
| 2 4 9 日 目 | ハ | 14.3 | 2.4 | 9.5 | 424 | 38.3 |
| 市 販 牛 乳 | — | 14.3 | 3.9 | 11.0 | 367 | 11.8 |

表6-2 人乳中の微量元素の含有量

| 経 過 | 提 供 者 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----------|-------|------|-----|------|----|------|
| 分 娩 4 日 後 | ア | 15.6 | 1.9 | 75.2 | 59 | 27.8 |
| 分 娩 5 日 後 | イ | 9.5 | 1.9 | 6.2 | 46 | 26.0 |
| 永 久 乳 | ウ | 11.7 | 1.0 | 7.3 | 43 | 23.8 |

表7 人体組織中の微量元素の含有量 ($\mu\text{g}/\text{g}$)

表7-1 <全 血>

| 提 供 者 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-------|------|-----------------------|------|------|-----------------------|
| A | 0.29 | 6.78×10^{-3} | 1.19 | 6.93 | 10.2×10^{-2} |
| B | 0.27 | 5.06×10^{-3} | 1.29 | 6.78 | 9.33×10^{-2} |
| C | 0.22 | 5.67×10^{-3} | 0.90 | 5.64 | 2.86×10^{-2} |
| D | 0.29 | 6.67×10^{-3} | 1.25 | 6.61 | 8.67×10^{-2} |
| E | 0.34 | 5.94×10^{-3} | 1.31 | 6.93 | 7.43×10^{-2} |
| F | 0.20 | 9.21×10^{-3} | 1.12 | 5.95 | 8.10×10^{-2} |

表7-2 <血清>

| 提供者 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----|------|-----------------------|------|------|-----------------------|
| A | 0.35 | 4.29×10^{-3} | 0.85 | 0.82 | 3.53×10^{-2} |
| B | 0.31 | 5.34×10^{-3} | 0.78 | 1.00 | 9.11×10^{-2} |
| C | 0.31 | 3.95×10^{-3} | 0.86 | 1.03 | 1.37×10^{-2} |
| D | 0.31 | 3.65×10^{-3} | 0.74 | 1.06 | 3.43×10^{-2} |
| E | 0.33 | 4.27×10^{-3} | 0.89 | 0.94 | 3.82×10^{-2} |
| F | 0.15 | 0.88×10^{-3} | 0.72 | 1.04 | 6.08×10^{-2} |

表7-3 <毛髪>

| 提供者 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----|------|------|------|-----|------|
| A | 1.68 | 0.31 | 76.4 | 165 | 3.20 |
| B | 1.59 | 0.32 | 17.9 | 94 | 0.98 |
| C | 1.12 | 0.55 | 16.1 | 159 | 2.11 |
| D | 1.34 | 0.25 | 22.1 | 82 | 0.70 |
| E | 1.35 | 0.16 | 10.0 | 144 | 1.13 |

A~F: 20代女性

表7-4 <爪>

| 提供者 | Se | Mn | Cu | Zn | Al |
|-----|------|------|------|-----|------|
| A | 0.55 | 0.03 | 3.10 | 85 | 1.10 |
| B | 0.72 | 0.12 | 7.20 | 115 | 0.53 |
| C | 0.66 | 0.23 | 3.85 | 88 | 0.44 |
| D | 0.82 | 0.12 | 4.08 | 99 | 1.10 |
| E | 0.72 | 0.05 | 5.50 | 118 | 0.57 |
| F | 0.43 | 0.44 | 7.80 | 136 | |
| G | 1.34 | 0.14 | 5.60 | 99 | 1.79 |

A~F: 20代女性 G: 60代男性

れている。測定値が少ないため、結論的なことはいえない。人乳についても同様な傾向が見られている。

人体組織中の微量元素

これまで用いてきた定量法によって、人体組織の血液(全血、血清)、毛髪、爪中の微量元素を測定した結果を表7に示す。この結果は各金属の人体内の分布量を示すとともに、それが個人差や年齢差によってそれほど大きく変動しないことを示している。

4. 1日の食事から摂取する微量元素の例

以上得られた結果が、食品として摂取する微量元素の量を算出出来る程度まで集められていることを示す

ため、日常、我々がどのくらいの量を取っているかの例として、和食、洋食の献立を作り、そこに含まれる量を調べてみた。

食品類毎に分けてそのまとめを表8に掲げる。和食が穀類とみそや豆腐のような豆類を多く用い、また魚介類を材料とするので微量元素の摂取量は洋食より多めである。食品の場合は各食品類の特徴に加えて、材料の量が多いものほど金属量が多くなる。もちろん献立に使う材料の種類によって、これらの含有量が左右されるので、この研究で対象とした微量元素の欠乏症に対して、どのような食品を選択すればよいかは今回得られたデータを参考に出来るであろう。

表8 和食<一人前>

| | メニュー | 材 料 | 分量 (g) | Se 含有量 (μ g) | Mn 含有量 (μ g) | Cu 含有量 (μ g) | Zn 含有量 (μ g) | Al 含有量 (μ g) | |
|------|------------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----|
| 朝 | 御飯汁 お味噌汁 | 精白米 | 85 | 29.4 | 463 | 228.6 | 1289 | 105 | |
| | | 味噌 | 12 | 0.6 | 83 | 33.8 | 45 | 71 | |
| | | 煮干 | 0.1 | 0.1 | 1.1 | 0.4 | 8 | 0 | |
| | | 葱 | 1 | 0.7 | 1.6 | 0.4 | 3 | 1 | |
| | | わかめ | 0.1 | 0 | 1.9 | 0.3 | 4 | 1 | |
| | | 豆腐 | 50 | 9.8 | 94 | 70 | 261 | 28 | |
| | | 切り干し大根 | 10 | 1.9 | 63 | 14.6 | 145 | 31 | |
| | | 人参 | 10 | 2.5 | 26 | 7.1 | 27 | 24 | |
| | | 胡麻 | 2 | 2.4 | 28 | 32.1 | 90 | 12 | |
| | | 油 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | |
| | | お浸し | ほうれん草 | 100 | 17.9 | 120 | 89 | 345 | 197 |
| | | 海苔 | 鰹節 | 1 | 0.9 | 0.4 | 5.7 | 25 | 1 |
| | | | 濃厚口醤油 | 3 | 11.9 | 25 | 2.3 | 31 | 4 |
| | | | 味付け海苔 | 2 | 0 | 2.8 | 9 | 108 | 12 |
| 小計 | | | 78.1 | 910 | 493.3 | 2390 | 469 | | |
| 昼 | 御飯 豚肉のショウガ焼き | 精白米 | 85 | 29.4 | 463 | 228.6 | 1289 | 105 | |
| | | 豚肉 | 150 | 33.6 | 41 | 145.6 | 3510 | 327 | |
| | | シヨウガ | 8 | 0 | 400 | 1.5 | 23 | 17 | |
| | | 油 | 8 | 0 | 0 | 1.7 | 0 | 0 | |
| | | 砂糖 | 2 | 0.3 | 0.8 | 1.5 | 5 | 3 | |
| | | 薄口醤油 | 2 | 11.9 | 18 | | 15 | 4 | |
| | | 付け合せ物 | キヤベツ | 30 | 1.6 | 229 | 15.9 | 108 | 12 |
| | | 酢の物 | きゅうり | 30 | 1.2 | 31 | 17.4 | 79 | 28 |
| | | | じゃこ | 5 | 2.8 | 9.5 | 6.7 | 174 | 53 |
| | | | 酢 | 3 | 0.6 | 1.1 | 0 | 2 | 1 |
| | | | 砂糖 | 5 | 0.8 | 2 | 4.3 | 13 | 10 |
| | | | 薄口醤油 | 5 | 11.9 | 44 | 4.2 | 38 | 4 |
| | | デザート | みか | 70 | 3.1 | 31 | 18.9 | 44 | 44 |
| | | 小計 | | 97.1 | 1270 | 602.9 | 5300 | 608 | |
| 夜 | 御飯 焼さんましき 大根おろし ひじき | 精白米 | 85 | 29.4 | 463 | 228.6 | 1289 | 327 | |
| | | さんましき | 100 | 34.2 | 3 | 73 | 403 | 83 | |
| | | 大根 | 70 | 6.2 | 74 | 16.1 | 77 | 22 | |
| | | ひじき | 10 | 3 | 308 | 24.7 | 227 | 210 | |
| | | こんにゃく | 30 | 2.7 | 11 | 9.9 | 54 | 27 | |
| | | 人参 | 15 | 3.7 | 79 | 10.7 | 41 | 35 | |
| | | 大豆 | 10 | 4.2 | 367 | 122.9 | 369 | 117 | |
| | | 油 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | かぼちゃ煮 | かぼちゃ | 50 | 8.2 | 53 | 7.5 | 83 | 39 |
| | | お味噌汁 | 鰹節 | 1 | 0.9 | 0.4 | 5.7 | 25 | 0 |
| | | | 味噌 | 10 | 0.5 | 69 | 28.2 | 0 | 59 |
| | | | 煮干 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Total 調味料 | あさり | 6 | 0.9 | 4.9 | 12 | 86 | 11 |
| | | | みりん | 1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 1 | 5 |
| 薄口醤油 | 3 | | 11.9 | 26 | 2.5 | 23 | 4 | | |
| 小計 | | 105.9 | 1460 | 541.9 | 2724 | 939 | | | |
| 合計 | | 281.2 | 3640 | 1638 | 10414 | 2016 | | | |

洋食 <一人前>

| | メニュー | 材 料 | 分量 (g) | Se 含有量 (μg) | Mn 含有量 (μg) | Cu 含有量 (μg) | Zn 含有量 (μg) | Al 含有量 (μg) |
|--------|--------|-------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 朝 | トースト | 食パン | 60 | 0 | 50 | 90 | 342 | 30 |
| | | スライスチーズ | 20 | 20.2 | 7.6 | 19.2 | 620 | 64 |
| | 野菜サラダ | キャベツ | 30 | 1.6 | 229 | 15.9 | 108 | 12 |
| | | ロースハム | 40 | 11.9 | 1.2 | 32.8 | 350 | 612 |
| | | きゅうり | 15 | 0.6 | 15 | 8.7 | 40 | 14 |
| | | トウモロコシ | 10 | 1.2 | 4.3 | 1.2 | 22 | 1 |
| | | 塩 | — | 0 | 0 | 2.4 | 0 | 0 |
| | カフェオーレ | インスタントコーヒー | 3 | 0 | 6.1 | 0.3 | 11 | 3 |
| | | 牛乳糖 | 200 | 28.6 | 8 | 22 | 736 | 24 |
| | | 砂糖 | 3 | 0.3 | 0.8 | 1.7 | 8 | 4 |
| | 小計 | | 64.4 | 322 | 194.2 | 2237 | 750 | |
| 昼 | ピラフ | 精白米 | 60 | 20.8 | 327 | 161.4 | 910 | 92 |
| | | ピーマン | 20 | 4.5 | 19 | 13.6 | 105 | 33 |
| | | 人参 | 15 | 3.7 | 39 | 10.7 | 41 | 35 |
| | | いか | 40 | 10 | 16 | 113.2 | 531 | 50 |
| | | 玉葱 | 40 | 0 | 52 | 60 | 82 | 99 |
| | | 油 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | ジュース | バヤリースオレンジ | 200 | 3.8 | 13 | 7.2 | 7 | 8 |
| | | デザートキウイフルーツ | 60 | 3.7 | 96 | 13.2 | 62 | 15 |
| | | 小計 | | 46.5 | 476 | 379.3 | 1738 | 282 |
| | 夜 | ライス | 精白米 | 85 | 29.4 | 463 | 226.8 | 1289 |
| 鶏肉のソテー | | | 100 | 29.7 | 3 | 38 | 723 | 33 |
| 小麦粉 | | | 0.5 | 0.2 | 1.6 | 0.4 | 1 | 0 |
| グラッセ | | 人参 | 50 | 12.3 | 132 | 35.5 | 136 | 118 |
| | | ブロッコリー | 50 | 3.5 | 25 | 66 | 350 | 10 |
| 付け合せ | | りんご | 70 | 1.7 | 0 | 71.4 | 187 | 135 |
| | | Total調味料 | こしょう | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 0.7 | 3 |
| | | 砂糖 | 2 | 0 | 0.8 | 1.7 | 5 | 4 |
| | | 塩 | — | 0 | 0 | 4.8 | 0 | 0 |
| | | バター | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 油 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 小計 | | 77 | 626 | 445.3 | 2694 | 431 | |
| | 合計 | | 187.9 | 1424 | 1018.8 | 6669 | 1463 | |

5. 参考文献

Belitz, H. D. & Grosch, W. : Food Chemistry, Springer Verlag pp. 323-325 (1987)

Handbook of Chemistry & Physics : D-281, 69th Edition CRC Press (1989)

波多野修一, 臼井朋包 : 小児期における微量金属代謝に関する研究 広島大学医学雑誌, 31, 811-824 (1983)

寺岡久之, 森井かじ, 小林 純 : 食品に含まれる24種の元素量および1日の摂取量について, 栄養と食

糧, 34, 221-239 (1981)

武 敦子, 矢野公子, 鈴木泰夫他 : 日本人の常食する食品中のマグネシウム, マンガン, 亜鉛, および銅含量, 栄養と食糧, 30, 381-393 (1977)

Wapnis, R. A. : Protein Nutrition and Mineral Absorption, CRC Press pp. 243-257 (1990)

6. あとがき

この研究論文は1990年度食物学科臼井朋包教授の指導による卒業研究のまとめである。研究をまとめ、論文として殆ど完成した平成3年1月11日, 臼井先生が

突然亡くなられた。研究を担当してきた5名の学生は先生の急逝という悲しみを越えて、無事卒業論文を書き上げ、京都女子大学を巣立っていった。臼井先生は微量金属の人体に与える影響の重要性を見だし、実証するという大きな成果をあげられてきたが、微量金属が食物からどのように摂取されているのかについて、食物学科の卒業研究のテーマとしてとりあげ、学生の指導に当たられていた。アミノ酸と微量金属との結合、そしてその腸管からの吸収との相関なども研究の対象であった。そして、微量金属と食物との直接的な結びつきとして、食品中の含有量をデータとして集める試

みが本研究の主眼である。

食品成分の分析は標準的なものもあり、成分表として用いられているが、微量金属のデータはまだまとまったものが少ない。そこで卒業研究としてまとめられた結果をなんらかの形で残すことは臼井先生の卓見ある業績を記す意味でも価値あるものと考え、食物学会誌に報文としてまとめることとした。データとしてはまだ不十分であるが、今後この種のデータが確立することを望みたい。おわりに、臼井先生が食物学科にたいして尽くされた功績を讃え、ご冥福をお祈りする。