

No.59 Dec. 2006

## 亜鉛，銅，マグネシウム及びマンガン

～ 栄養機能食品とは，分析値の信頼性確保とは～

はじめに

人体を構成する成分は，94～96%が炭素(C)，水素(H)，酸素(O)，窒素(N)の元素からなる有機物で，残りの4～6%がミネラル(無機質)です。体内に含まれる量はわずかですが，有機物と結合したり，遊離イオンとして存在するなど，体の組織をつくるうえでなくてはならない重要な栄養素です。人体に存在する数多くのミネラルのうち，世界各国において栄養所要量またはこれに準ずる数値として示されているものは15元素あります。このうち，「日本人の食事摂取基準 2005年版」では13元素を取り上げています。今回はその中から亜鉛，銅，マグネシウム及びマンガンについて，関連する制度，分析法等をご紹介します。

栄養関連制度の中の亜鉛，銅，マグネシウム及びマンガン

平成16年3月の健康増進法施行規則の一部を改正する省令における栄養機能食品の表示に関する基準の一部改正及び栄養表示基準の一部改正により，「栄養成分の補給ができる旨の表示」及び「栄養機能食品」の対象となる栄養成分に亜鉛，銅及びマグネシウムの3成分が追加されました。

「栄養成分の補給ができる旨の表示」が行える基準は表-1の通りです。

表-1 補給ができる旨の表示について遵守すべき基準値(抜粋)

栄養成分	第1欄 高い旨の表示をする場合は，次のいずれかの基準値以上であること		第2欄 含む旨又は強化された旨の表示をする場合は，次のいずれかの基準値以上であること	
	食品100g当たり ( )内は，一般に飲用に供する液状での食品100ml当たりの場合	100kcal 当たり	食品100g当たり ( )内は，一般に飲用に供する液状での食品100ml当たりの場合	100kcal 当たり
亜鉛	2.10mg(1.05mg)	0.70mg	1.05mg(0.53mg)	0.35mg
銅	0.18mg(0.09mg)	0.06mg	0.09mg(0.05mg)	0.03mg
マグネシウム	75mg(38mg)	25mg	38mg(19mg)	13mg

また，「栄養機能食品」については，1日当たりの摂取目安量に含まれる栄養機能表示成分量が表-2に示す上限値及び下限値を満たせば，栄養機能食品と称すること及び表-3にある栄養成分の栄養機能表示をすることが可能となりました(ただし，栄養機能表示を行う場合には，注意喚起表示のほかに数種類の要件も併せて表示する必要があります。詳細についてはJFRLニュースNo.20を参照してください)。

表 - 2 一日当たりの摂取量の上限值及び下限値（抜粋）

ミネラル類	亜鉛	銅	マグネシウム
上限値	15mg	6mg	300mg
下限値	2.10mg	0.18mg	75mg

表 - 3 栄養機能表示と注意喚起表示（抜粋）

栄養成分	栄養機能表示	注意喚起表示
亜鉛	亜鉛は味覚を正常に保つのに必要な栄養素です。 亜鉛は，皮膚や粘膜の健康維持を助ける栄養素です。 亜鉛は，たんぱく質・核酸の代謝に関与して，健康の維持に役立つ栄養素です。	本品は，多量摂取により疾病が治癒したり，より健康が増進するものではありません。亜鉛の摂りすぎは，銅の吸収を阻害するおそれがありますので，過剰摂取にならないよう注意してください。1日の摂取目安量を守ってください。乳幼児・小児は本品の摂取を避けてください。
銅	銅は，赤血球の形成を助ける栄養素です。 銅は，多くの体内酵素の正常な働きと骨の形成を助ける栄養素です。	本品は，多量摂取により疾病が治癒したり，より健康が増進するものではありません。1日の摂取目安量を守ってください。乳幼児・小児は本品の摂取を避けてください。
マグネシウム	マグネシウムは，骨や歯の形成に必要な栄養素です。 マグネシウムは，多くの体内酵素の正常な働きとエネルギー産生を助けるとともに，血液循環を正常に保つのに必要な栄養素です。	本品は，多量摂取により疾病が治癒したり，より健康が増進するものではありません。多量に摂取すると軟便（下痢）になることがあります。1日の摂取目安量を守ってください。乳幼児・小児は本品の摂取を避けてください。

マンガンは，わが国で常用される食品の標準的な成分値を収載した日本食品標準成分表の五訂増補版において初めて本表に収載されました。五訂版（初版）検討の際には当初予定されていた収載成分項目にマンガンは入っていませんでしたが，「第六次改訂日本人の栄養所要量 - 食事摂取基準 - 」においてマンガンの所要量が示されたことに対応させたためです。マンガンはアルギニン分解酵素，乳酸脱炭酸酵素，マンガンスーパーオキシドディスムターゼ（MnSOD）の構成成分であり，また，多くの酵素の反応に関与し，不足すると骨代謝，糖脂質代謝（糖尿病や脂肪性肥満），運動機能，皮膚代謝などに影響を及ぼすとされています。

このような流れを鑑みると，ミネラルに対する注目度はますます高まってきていると言えます。参考までに表 - 4 に亜鉛，銅，マグネシウム及びマンガンが多く含まれる食品を五訂増補日本食品標準成分表から例示しました。決して特別な食品からではなく，日常の食生活から摂取できること

が理解できます。

表 - 4 亜鉛，銅，マグネシウム及びマンガンが多く含まれる食品

亜鉛	小麦はいが・かき・ビーフジャーキー・チーズ・ココア・まいたけ
銅	レバー・干しえび・ココア・ほたるいか・さくらえび・かに・カシューナッツ・ごま・だいず
マグネシウム	あおのり・昆布・干しえび・ココア・ブラジルナッツ・ごま
マンガン	あおのり・きくらげ・いたやがい・くるみ・バターピーナッツ・だいず

分析法と分析値の信頼性確保

これらミネラルの分析は主に ICP(誘導結合プラズマ)発光分析法で行われます。本法は、栄養表示基準の分析法の中でミネラルとして収載された 12 元素のうち、セレンとヨウ素を除く 10 元素に適用されています。また、「食品衛生検査指針化学編 2005」においても銅の分析法として、従来の原子吸光光度法に加えて本法が新たに収載されました。

一般に ICP 発光分析法は一斉分析が可能で、効率的な方法として紹介されることが多いようです。ただし、ミネラルウォーターのような共存物質の少ない試料を測定する場合には一斉分析が可能かもしれませんが、食品の場合はそれほど簡単ではありません。食品の成分は組成が複雑で、カルシウム、マグネシウム、リン等の主要ミネラルと鉄、亜鉛、銅、マンガン等の微量ミネラルの含有量が 10～10,000 倍も異なるためです。そのため、複数の溶液に分けて測定したり、あるいは精製した後で測定する必要があります。これを無理に濃度幅の広い検量線で測定すると、大きな分析誤差を生じてしまいます。表 - 5 はナトリウムを 5% 含む試料溶液中に亜鉛 2.5ppm 相当量を添加後、ICP 発光分析法で亜鉛を測定した分析結果例です。理論的には、2.5ppm 付近となるはずですが、添加回収率は 76%、67% 及び 150% と正及び負の誤差を生じています。これはナトリウムが多く共存するとイオン化干渉が生じ、亜鉛の増感や減感が生じるためです。このように濃度幅が大きく異なる成分を一斉分析しようとするると干渉の影響で信頼性の高い分析値は得られません。

表 - 5 ナトリウム 5% 含有試料中の亜鉛 2.5ppm の測定結果

分析波長(nm)	202.548( <sup>*1</sup> )	206.200( <sup>*1</sup> )	213.857( <sup>*1</sup> )
亜鉛濃度(ppm)	1.90	1.67	3.76
添加回収率(%)	76 <sup>*2</sup>	67 <sup>*2</sup>	150 <sup>*2</sup>

\*1 I:イオン線, :原子線

\*2 妨害元素が共存すると分析波長種により、増感や減感が生じる

そのため、私どもでは固相抽出の技術(イオン交換等のカラムで保持・分離・精製する技術)を用いて妨害元素(この場合、ナトリウム)を除去した後、目的物質(亜鉛)だけを抽出し、妨害の少ない条件で測定することで、より信頼性の高い分析値を得るようにしています。

その他、日常の分析が適切に行われていることを確認するために内部精度管理を実施しています。内部精度管理は使用機器の日常及び定期点検、測定機器の測定中の感度変動の監視、濃度既知試料の測定による統計学的評価といった全体の工程を管理するものと個々の試料特性を管理するものと

に分けられます。特に食品分析の場合は，これまで述べたように個々の食品によって成分が異なるために試料ごとに管理しなければ信頼性の高い結果は得られません。私どもでは抽出率を確認するための異重量分析，測定条件あるいは測定方法を変えた分析値のクロスチェック，内部標準物質を用いた妨害の監視等，複数の管理指標をおり混ぜた内部精度管理を毎回実施し分析値の信頼性確保に努めています。

主要なミネラルの分析については，セット項目を用意しております。詳しくはホームページ (<http://www.jfrl.or.jp/>) をご覧ください。

#### 参考資料

- ・辻村卓監修：ビタミン&ミネラルバイブル，女子栄養大学出版部（2000）
- ・厚生労働省監修：食品衛生検査指針 理化学編 2005，社団法人 日本食品衛生協会
- ・文部科学省，科学技術・学術審議会，資源調査分科会編集：五訂増補日本食品標準成分表，国立印刷局（2005）
- ・厚生労働省策定：日本人の食事摂取基準 2005 年版，第一出版編集部（2005）
- ・岸田雅実ら：加工食品中の微量ミネラル成分の分析，日本食品化学学会第 12 回総会・学術大会（2006）