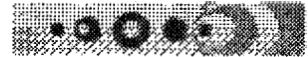


平成 20 年度 安全情報

項目	内容
テーマ	過剰のミネラルを含むダイエタリーサプリメントについて
概要	<p>2008年3月、米国食品医薬品局（FDA）は、液状のダイエタリーサプリメント2種に過剰のセレンが含まれており、多数の健康被害が報告されていることについて注意喚起した。これらの製品を使用した43人から脱毛や筋肉のけいれん、下痢、関節痛、倦怠感などの症状が報告され、分析の結果、最も多いもので1回摂取量中に40,800μgの高用量のセレンが含まれていることが判明した。これは、製品に表示されている量（1回分で200μg）の200倍以上にあたる。また、当該製品には1回摂取量中3,426μgのクロムも含まれていた。これは、日本人成人のクロム推奨量（25～40μg/日）を大幅に上回っている。</p> <p>2003年、2004年の東京都健康安全研究センターによる国内の市販ミネラル補給用サプリメントの調査では、セレン含量については28製品のうち22製品において一日最大摂取量が日本人の推奨量（成人女性25μg/日）を超えており、クロム含量については30製品のうち19製品において推奨量（30μg/日）を超えていた。</p>
対象業種	健康食品の製造者・販売者及び一般都民
今後の取組みの方向性	<p>セレンは、必須微量元素として人にとって重要であるが、毒性が強く、必要量と中毒量の差が小さいため、注意が必要である。クロムは人にとって必要な元素で代謝の維持に関係するが、長期間にわたる過剰摂取では、下痢、肝障害、中枢神経障害等が起こる可能性がある。どちらも日本人の通常の食生活では不足が問題となることはないので、過剰摂取しないよう都民に注意喚起する。</p>
添付資料	<ol style="list-style-type: none"> 1 独立行政法人国立健康・栄養研究所ホームページ <ul style="list-style-type: none"> ・米国 FDA が過剰のセレンを含んでいるダイエタリーサプリメントに注意喚起(080403) ・米国 FDA が過剰のセレンを含んでいるダイエタリーサプリメントに注意喚起（続報）(080421) ・米国 FDA がセレンのほかに高濃度クロムも含んでいる製品の最終分析結果を公表(080512) ・セレン解説 ・クロム解説 2 ミネラル補給用サプリメントの含有量調査 セレンの分析（東京都健康安全研究センター研究年報 第58号 2007） 3 ミネラル補給用サプリメントのミネラル含有量調査（東京都健康安全研究センター研究年報 第57号 2006）



米国FDAが過剰のセレンを含んでいるダイエタリーサプリメントに注意喚起(080403)

[画面を閉じる](#)

発信者 構築グループ

本文 米国FDAが過剰のセレンを含んでいるダイエタリーサプリメントに注意喚起(080403)

2008年3月27日、米国FDAは液状のダイエタリーサプリメント「Total Body Formula」(オレンジ味・桃味)と「Total Body Mega Formula」(オレンジ味・タンジェリン味)に過剰のセレンが含まれており、多数の健康被害が報告されていることを注意喚起しています。詳細は[米国FDAのウェブサイト\(英語\)](#)を参照してください。

「Total Body Formula」は8オンス・32オンス入り、「Total Body Mega Formula」は32オンス入りのそれぞれプラスチックボトルで販売されています。

FDAはこれまでに23名の健康被害の報告を受けており(摂取期間は7-10日、すべてのケースで著しい脱毛や筋肉の痙攣、下痢、関節痛、倦怠感などの症状がみられた)、分析したところ、過剰量のセレンが検出されました。

セレン

セレンは、古くから毒性の強い元素として知られていましたが、比較的最近、人にとって必須の微量元素であることが認識されるようになりました。生体内では、酵素やたんぱく質の一部を構成し、抗酸化反応において重要な役割を担っていますが、毒性が強く、必要量と中毒量の差がとても小さいため、サプリメントなどの摂取には注意が必要です。セレンは藻類、魚介類、肉類、卵黄に豊富に含まれており、特に日本人では、通常の食事で不足することはありません。詳細な情報は下記のサイトでも掲載しておりますので、ご参照ください。

[「素材情報」→こちら](#)

[「セレン解説」→こちら](#)

該当製品は既に販売業者によって自主回収されていますが、FDAは該当する製品を使用しないように注意喚起しています。

現在はインターネットなどの普及により、海外からいろいろなサプリメント等が容易に輸入できる状況になっています。国外から個人輸入される商品の中には、国内では認められていない医薬品を違法に添加したものが 있습니다。外国製の製品の入手については、下記のサイトを参照して下さい。

[健康食品や外国製医薬品、化粧品等と上手につきあうために\(厚生労働省作成2006年版\)](#)

[【安全情報・被害関連情報:詳細】](#)



米国FDAが過剰のセレンを含んでいるダイエタリーサプリメントに注意喚起(続報)(080421)

[画面を閉じる](#)

発信者 構築グループ

本文 米国FDAが過剰のセレンを含んでいるダイエタリーサプリメントに注意喚起(続報)(080421)

2008年4月9日、米国FDAは過剰のセレンを含んでいる「Total Body Formula」と「Total Body Mega Formula」に関する続報を出しています。詳細は[米 FDAのウェブサイト](#) してください。

該当製品に関しては既に3月27日にFDAから情報が出されていましたが(当サイト4月3日掲載)、健康被害を受けた人が更に増えたため、FDAが再度注意喚起を行っています。

現在までに、これらの製品を使用した43人(一般的な摂取期間は5-10日)から健康被害が報告されています。分析したところ、最も多いもので1回摂取量中に40,800 μ gの高用量のセレンが含まれていることが分かりました。これは製品に表示されている量(1回分で200 μ g)の200倍以上にあたります。

引き続き、FDAは該当製品を使用しないように、また、まだ使用している人や体調に不安を感じている人は医療機関を受診するように勧告しています。

現在はインターネットなどの普及により、海外からいろいろなサプリメント等が容易に輸入できる状況になっています。国外から個人輸入される商品の中には、国内では認められていない医薬品を違法に添加したのがあります。外国製の製品の入手については、下記のサイトを参照して下さい。

[健康食品や外国製医薬品、化粧品等と上手につきあうために\(厚生労働省作成2006年版\)](#)



米国FDAがセレンのほかに高濃度クロムも含んでいる製品の最終分析結果を公表(080512)

画像を閉じる

発信者 構築グループ

本文 米国FDAがセレンのほかに高濃度クロムも含んでいる製品の最終分析結果を公表(080512)

2008年5月1日、米国FDAは「Total Body Formula」と「Total Body Mega」から危険量のクロムが検出されたことを最終分析結果として報告しています。詳細は米国FDAのウェブサイト(英語)を参照してください。

米国FDAは3月27日、有害反応の報告を受け、「Total Body Formula」(オレンジ味・桃味)と「Total Body Mega Formula」(オレンジ味・タンジェリン味)を利用しないよう注意喚起しました(FDA速報)。また、4月9日に当該製品が危険量のセレンを含んでいると報告しました(FDA続報)。当サイトでも関連情報を掲載しています(米国FDAが過剰のセレンを含んでいるダイエタリーサプリメントに注意喚起(080403)、米国FDAが過剰のセレンを含んでいるダイエタリーサプリメントに注意喚起(続報)(080421))。FDAがその後継続して調査したところ、当該製品から高濃度のクロムも検出されました。該当製品の1回推奨摂取量中には3,426µgのクロムを含んでいます。これは成人のクロム推奨摂取量(1日あたり35-45µg)の17倍にあたります。

クロムの過剰摂取は疲労、筋肉痙攣、多動、低血糖、腎不全、肝臓毒性を引き起こす可能性があります。

クロム

クロムは通常、3価クロム、6価クロムの状態で存在します。自然界に存在するクロムはほとんどが3価クロムで、6価クロムは人為的に産出されます。6価クロムには強い酸化作用があり、毒性が強く、クロムメッキ工場等で6価クロムによる中毒が発生した事例がありました。人間の組織中や食品中のクロム含有量は極めて少ないのですが、生体内では、糖質代謝、コレステロール代謝、結合組織代謝、たんぱく質代謝の維持に関係しています。

クロムは通常の食生活では不足が問題となることはありません。通常の食事から摂取されるクロムは毒性の低い3価クロムで、吸収率も低いため、過剰症が問題となることはあまりありませんが、長期間にわたる過剰摂取では、嘔吐、下痢、腹痛、腎尿管障害、肝障害、造血障害、中枢神経障害が起こる可能性があります。また、6価クロムは毒性が強く、皮膚炎や肺がんの原因となります。

日本においてはクロムの摂取基準は、科学的根拠が不十分な点があるため、暫定的な値しかありません。

当サイトでもクロムについての情報を掲載していますので、ご参照ください。

[「クロム解説」](#)

[「クロム\(素材情報\)」](#)

セレン

セレンは、古くから毒性の強い元素として知られていましたが、比較的最近、人にとって必須の微量元素であることが認識されるようになりました。生体内では、酵素やたんぱく質の一部を構成し、抗酸化反応において重要な役割を担っていますが、毒性が強く、必要量と中毒量の差がとても小さいため、サプリメントなどの摂取には注意が必要です。セレンは藻類、魚介類、肉類、卵黄に豊富に含まれており、特に日本人では、通常の食事では不足することはありません。詳細な情報は下記のサイトでも掲載してお

りますので、ご参照ください。

[「セレン\(解説\)」](#)

[「セレン\(素材情報\)」](#)

該当製品摂取との因果関係が確認された有害反応事例は、少なくとも201件にのぼっています。現在、該当製品は販売業者によって自主回収されていますが、FDAは該当製品を使用しないように再度注意喚起しています。

現在はインターネットなどの普及により、海外からいろいろなサプリメント等が容易に輸入できる状況になっています。国外から個人輸入される商品の中には、国内では認められていない医薬品を違法に添加したものがああります。外国製の製品の入手については、下記のサイトを参照して下さい。

[健康食品や外国製医薬品、化粧品等と上手につきあうために\(厚生労働省作成2006年版\)](#)



セレン解説

[画面を閉じる](#)

発信者 構築グループ

本文 A. セレンとは？

セレンは、1817年に発見された元素で、ギリシア語の月 (selene) に因んで名付けられました(3)。古くから毒性の強い元素として知られていましたが、比較的最近、人にとって必須の微量元素であることが認識されるようになりました(6)。生体内では、酵素やたんぱく質の一部を構成し(1)、抗酸化反応において重要な役割を担っていますが(3)、毒性が強く、必要量と中毒量の差がとても小さいため、サプリメントなどの摂取には注意が必要です。セレンは藻類、魚介類、肉類、卵黄に豊富に含まれており、通常の食事で不足することはありません(3)。

B. セレンの供給源になる食品

主な食品のセレン含有量は以下の通りです(可食部100gあたり)。



食品	セレン ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
食パン	6
精白米	4
えんどう、乾	11
豆腐、木綿	3
米みそ、淡色辛みそ	6
アーモンド、乾	13
まつたけ	9
あおのり	47
てんぐさ、寒天	15
ごま、乾	42

〈「ミネラルの事典: 朝倉書店」のデータより引用〉



動物性食品



食品	セレン ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
あんこう 肝	150
しらす干し	210
かつお	130
ぎんめだい	160
わかさぎ	100
うに	220
鶏卵 全卵	57
脱脂粉乳	34
鶏肉 させ身	46
豚肉 とも、脂身なし	40

(「ミネラルの事典: 朝倉書店」のデータより引用)

※セレンは、「五訂増補 日本食品標準成分表」には収載されていません(4)。

※食品中のセレン含有量は、産地の土壌中セレン濃度や飼育試料のセレン含有量により、大きく変動します(3)(6)。

C. セレンの特性(単位・化学的安定性)

セレンは元素記号Se、原子番号34、原子量78.96の金属です。多くの同素体(同一の元素から成る単体で性質の異なる物質)が存在しますが、灰黒色の金属セレンが最も安定です。硫黄、硫化物中に少量含まれて産出され、化学的性質も硫黄によく似ています。濃硫酸、硫酸には溶けますが、水、希硫酸、塩酸には溶けません(7)。

D. セレンの吸収や働き

食品中のセレンの多くは、たんぱく質に結合して存在し、その吸収はたんぱく質の吸収と同時に進行されると考えられています(3)。消化管からの吸収率は50%以上と、高値を示します(5)。ヒトの体内には体重1kg当たり約250 μg のセレンが存在し(1)、体内での恒常性は、尿中への排泄により保たれています(6)。

セレンは、過酸化水素やヒドロペルオキシドを分解するグルタチオンペルオキシターゼの構成成分です(1)。ビタミンEやスーパーオキシドジスムターゼ(SOD)などと共に、抗酸化システムに重要な役割を担っています(3)。この他、アスコルビン酸の再生、甲状腺ホルモンの活性化と代謝に関係する酵素の構成成分でもあります(1)。

E. セレン不足の問題

セレン不足はどのようにして起こるのか？

通常の食生活でセレン不足が問題となることは、日本ではほとんどありません。セレン不足は、土壌

中のセレン濃度が極端に低い地域において、摂取不足により起こります(1)(3)(6)。

セレンが不足すると、どのような症状が起こるのか？

セレンが不足すると、過酸化物による細胞障害が起こると考えられます(3)。セレンの欠乏症の一つに、低セレン地域である中国東北部に見られる克山病(心筋症の一種)がありますが、亜セレン酸塩の投与で発症が予防されます(1)。また、同じく低セレン地域である中国北部やシベリアの一部で、カシン・ベック症(地方病性変形性骨軟骨関節症)が思春期の子供に認められ、セレン欠乏の関与が示唆されています(3)。この他、完全静脈栄養施行時に、下肢の筋肉痛、皮膚の乾燥(1)、心筋障害(3)などが起こると報告されています(1)。また、セレンの含有量の少ない食事を摂取している場合、発ガンのリスクが高いことが示唆されています(6)。

F. セレン過剰摂取のリスク

セレンは毒性が強く、必要量と中毒量の差がとても小さいため、サプリメントなどの安易な摂取には注意が必要です。セレンを慢性的に過剰摂取すると、爪の変形や脱毛、胃腸障害、下痢、疲労感、焦燥感、末梢神経障害、皮膚症状などがみられます(1)(3)(6)。セレンをグラム単位で摂取すると、重症の胃腸障害、神経障害、心筋梗塞、急性の呼吸困難、腎不全などを引き起こします(1)(6)。

G. セレンはどのぐらい摂取すればよいか？

各年齢別のセレンの食事摂取基準(日本人の食事摂取基準2005年版)は以下の通りです。

＜セレンの食事摂取基準($\mu\text{g}/\text{日}$)＞

性別	男性			女性		
	推奨量 (RDA)	目安量 (AI)	上限量 (UL)	推奨量 (RDA)	目安量 (AI)	上限量 (UL)
0～5(月)	—	16	—	—	16	—
6～11(月)	—	19	—	—	19	—
1～2(歳)	9	—	100	8	—	50
3～5(歳)	10	—	100	10	—	100
6～7(歳)	15	—	150	15	—	150
8～9(歳)	15	—	200	15	—	200
10～11(歳)	20	—	250	20	—	250
12～14(歳)	25	—	350	25	—	300
15～17(歳)	30	—	400	25	—	350
18～29(歳)	30	—	450	25	—	350
30～49(歳)	35	—	450	25	—	350
50～69(歳)	30	—	450	25	—	350
70以上(歳)	30	—	400	25	—	350
妊婦(付加量)				+4	—	—
授乳婦(付加量)				+20	—	—

推奨量(RDA, Recommended Dietary Allowance)

ある性・年齢階級に属する人々のほとんど(97～98%)が1日の必要量を充たすと推定される1日の摂取量。

目安量(AI, Adequate intake)

ある性・年齢階級に属する人々が、良好な栄養状態を維持するのに十分な量。(特定の集団において不足状態を示す人がほとんど観察されない量。)

上限量(UL, Tolerable Upper Intake Level)

ある性・年齢階級に属するほとんど全ての人々が、過剰摂取による健康障害を起こすことのない栄養素摂取量の最大限の量。

H. セレン摂取状況

セレンは現在、国民健康・栄養調査の調査項目に入っていないためデータがありませんが(2)、日本人の平均摂取量は約100 $\mu\text{g}/\text{日}$ とされています(3)。

- 参考文献
- 1.日本人の食事摂取基準 2005年版:第一出版
 - 3.ミネラルの辞典:朝倉書店
 - 4.五訂増補日本食品標準成分表:文部科学省ホームページ
 - 5.健康・栄養食品アドバイザー・テキストブック:第一出版
 - 6.専門領域の最新情報 最新栄養学 第8版:建帛社
 - 7.理化学辞典 第5版:岩波書店
 - 2.平成16年国民健康・栄養調査報告:第一出版



クロム解説

[画面を閉じる](#)

発信者 構築グループ

本文 A. クロムとは？

クロムは18世紀にシベリアで発見された元素で、通常、3価クロム、6価クロムの状態で存在します(3)。自然界に存在するクロムはほとんどが3価クロムで、6価クロムは人為的に産出されます(1)。6価クロムには強い酸化作用があり、毒性が強く、クロムメッキ工場等で6価クロムによる中毒が発生した事例がありました(3)。人間の組織中や食品中のクロム含有量は極めて少ないのですが(1)、生体内では、糖質代謝、コレステロール代謝、結合組織代謝、たんぱく質代謝の維持に関係しています(1)(3)。

B. クロムの供給源になる食品

主な食品のクロム含有量は以下の通りです(可食部100gあたり)。

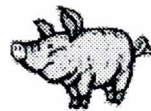
植物性食品

食品	クロム ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
そば、生	34
コーンフレーク	12
さといも	10
やまのいも	10
上白糖	15
油揚げ	17
たけのこ	15
アーモンド、乾	30
らっかせい、乾	33
干しひじき	270

(「ミネラルの事典: 朝倉書店」のデータより引用)



動物性食品



食品	クロム ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
あなご、生	48
うなぎ、養殖、生	25
あさり、生	45
くるまえば、養殖、生	17
うし、かた	25
コンビーフ缶詰	44
ふた、ベーコン	39
鶏、むね	28
鶏卵、全卵	12
プロセスチーズ	54

(「ミネラルの事典：朝倉書店」のデータより引用)

※クロムは、「五訂増補 日本食品標準成分表」には収載されていません(4)。

C. クロムの特性(単位・化学的安定性)

クロムは元素記号Cr、原子番号24、原子量52.00で、銀白色の金属です。常温では安定しているため、空気中や水中において錆びることはありません。また、塩酸、希硫酸に溶けます(7)。

D. クロムの吸収や働き

食品中に存在するクロムのほとんどは3価クロムです(1)。摂取した3価クロムの吸収率はとても低く、0.5~2%と見積もられています(6)。主に小腸で吸収されますが、その腸管吸収メカニズムは明らかになっていません(1)。

生体内に存在するクロムの量は極微量ですが(1)、インスリン作用を増強し(6)、正常な糖質代謝、コレステロール代謝、結合組織代謝、たんぱく質代謝の維持に関係しています(3)。

E. クロム不足の問題

クロム不足はどのようにして起こるのか？

クロムは加齢とともに体内の含量が減少する唯一のミネラルですが(3)、通常の食生活ではクロム不足が問題となることはありません(1)。クロムを全く含まない完全静脈栄養や、高カロリー輸液を施行すると、耐糖能異常を引き起こしますが、塩化クロムの補給により症状は改善されます(1)。

クロムが不足すると、どのような症状が起こるのか？

クロムが不足すると、インスリン感受性の低下(1)、窒素代謝異常、体重減少、末梢神経障害、昏迷(5)、角膜障害(3)などが起こります。

F. クロム過剰摂取のリスク

通常の食事から摂取されるクロムは毒性の低い3価クロムで、吸収率も低いいため、過剰症が問題と

なることはあまりありませんが(1)、長期間にわたる過剰摂取では、嘔吐、下痢、腹痛、腎尿細管障害、肝障害、造血障害、中枢神経障害が起こる可能性があります(3)。また、6価クロムは毒性が強く、皮膚炎や肺がんの原因となります(3)。

G. クロムはどのくらい摂取すればよいか？

各年齢別のクロムの食事摂取基準(日本人の食事摂取基準2005年版)は以下の通りです。

<クロムの食事摂取基準: 暫定値($\mu\text{g}/\text{日}$) >

性別	男性			女性		
	推奨量 (RDA)	目安量 (AI)	上限量 (UL)	推奨量 (RDA)	目安量 (AI)	上限量 (UL)
0~5(月)	-	-	-	-	-	-
6~11(月)	-	-	-	-	-	-
1~2(歳)	-	-	-	-	-	-
3~5(歳)	-	-	-	-	-	-
6~7(歳)	-	-	-	-	-	-
8~9(歳)	-	-	-	-	-	-
10~11(歳)	-	-	-	-	-	-
12~14(歳)	-	-	-	-	-	-
15~17(歳)	-	-	-	-	-	-
18~29(歳)	40	-	-	30	-	-
30~49(歳)	40	-	-	30	-	-
50~69(歳)	35	-	-	30	-	-
70以上(歳)	30	-	-	25	-	-
妊婦(付加量)				-	-	-
授乳婦(付加量)				-	-	-

推奨量(RDA, Recommended Dietary Allowance)

ある性・年齢階級に属する人々のほとんど(97~98%)が1日の必要量を満たすと推定される1日の摂取量。

目安量(AI, Adequate intake)

ある性・年齢階級に属する人々が、良好な栄養状態を維持するのに十分な量。(特定の集団において不足状態を示す人がほとんど観察されない量。)

上限量(UL, Tolerable Upper Intake Level)

ある性・年齢階級に属するほとんど全ての人々が、過剰摂取による健康障害を起こすことのない栄養素摂取量の最大限の量。

※クロムの摂取基準は、科学的根拠が不十分な点があるため、暫定的な値です(1)。

H. クロム摂取状況

現在、国民健康・栄養調査の調査項目に入っていないため、データがありません(2)。

- 参考文献
- 1.日本人の食事摂取基準 2005年版:第一出版
 - 3.ミネラルの辞典:朝倉書店
 - 4.五訂増補日本食品標準成分表:文部科学省ホームページ
 - 5.健康・栄養食品アドバイザースタッフ・テキストブック:第一出版
 - 6.専門領域の最新情報 最新栄養学 第8版:建帛社
 - 7.理化学辞典 第5版:岩波書店
 - 2.平成16年国民健康・栄養調査報告:第一出版

ミネラル補給用サプリメントの含有量調査 セレンの分析

樺島順一郎, 植松洋子, 荻本真美, 鈴木公美, 鴻丸裕一,
齋藤哲夫, 中村理奈, 伊藤弘一, 中里光男

Determination of Mineral Contents in Commercial Mineral Supplements Measurement of Selenium

Junichiro KABASHIMA, Yoko UEMATSU, Mami OGIMOTO, Kumi SUZUKI, Yuich KOHMARU,
Tetsuo SAITOH, Rinà NAKAMURA, Koichi ITO and Mitsuo NAKAZATO

ミネラル補給用サプリメントの含有量調査 セレンの分析

樺島順一郎*¹, 植松洋子*¹, 萩本真美*¹, 鈴木公美*¹, 鴻丸裕一*²,
齋藤哲夫*³, 中村理奈*⁴, 伊藤弘一*⁵, 中里光男*¹

Determination of Mineral Contents in Commercial Mineral Supplements Measurement of Selenium

Junichiro KABASHIMA*¹, Yoko UEMATSU*¹, Mami OGIMOTO*¹, Kumi SUZUKI*¹, Yuich KOHMARU*²,
Tetsuo SAITOH*³, Rina NAKAMURA*⁴, Koichi ITO*⁵ and Mitsuo NAKAZATO*¹

Keywords : ミネラルサプリメント mineral supplement, セレン selenium, 連続フロー方式水素化物発生装置 continuous-flow hydride generator, 原子吸光度法 atomic absorption spectrophotometry, 灰化 digestion, 推奨量 recommended dietary allowance, 目安量 adequate intake

はじめに

近年微量ミネラルについての推奨量（ある性・年齢階級に属する人々のほとんど（97～98%）が1日の必要量を満たすと推定される1日の摂取量）や目安量（推奨量を算定するのに十分な科学的根拠が得られない場合に、ある性・年齢階級に属する人々が良好な栄養状態を維持するのに十分な量）が上限量とともに示され^{1, 2)}, その機能役割が再認識されたことから、これらを配合したサプリメントが数多く流通するようになった。このため安易に必要なミネラルを摂取する可能性が高くなっていると考えられる。これまでに、ミネラルサプリメント71製品について、マイクロ波分解後、誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-AES）を用いた一斉分析法によりカルシウム、マグネシウム、鉄、銅、亜鉛およびクロムの6元素について測定を行い、報告した³⁾。

セレンについても、平成17年に策定された「日本人の食事摂取基準（2005年版、厚生労働省）²⁾」（「食事摂取基準」）中に推奨量（8～35 µg/日）や15歳以上の上限量（350～450 µg/日）が設定されている。しかし、セレンについて、市販ミネラル補給用サプリメント中の含有量測定を試みたところ、上限量が低いため、サプリメント中の含有量が他のミネラルに比べ少なかったこと、サプリメントには多くのミネラル成分が配合されることが多く濃縮が困難であったこと、マイクロ波分解法では分解できる試料量が少ないこと等の理由により、高濃度の試験溶液を得ることが困難であった。さらに、ICPでの感度が低かったこと（定量限

界約0.1 µg/mL）、共存元素による干渉等が認められたこと等の理由により、ICP-AESでは分析不能の試料が多かった。

セレンの分析には、試料の灰化法として、従来硝酸-過塩素酸による湿式灰化法⁴⁾が繁用されているが、近年過塩素酸を使用しない、安全性と再現性の高い湿式乾式組み合わせ灰化法⁵⁾も報告されている。また測定法としては、水素化物発生原子吸光度法（HGAAS）も汎用される。萩原らは、この方法の改変法で魚のセレン分析について報告している⁶⁾。今回、多くのミネラルを含むミネラル補給用サプリメント中の低濃度セレンの分析を行うに当たり、萩原らの方法⁶⁾を一部変更して準用することで、充分満足出来る結果が得られたので報告する。

実験方法

1. 試料

平成15、16年に入手した市販セレン含有ミネラル補給用サプリメント錠剤27製品及びカプセル1製品計29試料（1製品はセレンのみを含有する錠剤と他のミネラルを含有する複合錠剤2種類のセット）、セレン含有表示のある粉ミルク1製品、セレン含有料理用酵母粉末2製品、酵母原末（市販セレン補給用サプリメント原料）1製品、合計33試料について測定した。

2. 試薬

硝酸：特級（比重1.42）、塩酸：特級、水酸化ナトリウム：特級、硝酸マグネシウム：特級、水素化ホウ素ナトリ

*1 東京都健康安全研究センター食品化学部食品添加物研究科 169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1

*1 Tokyo Metropolitan Institute of Public Health
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073 Japan

*2 東京都市場衛生検査所足立出張所

*3 東京都多摩立川保健所生活環境安全課

*4 東京都福祉保健局健康安全室環境保健課

*5 東京都健康安全研究センター食品化学部食品成分研究科

ウム：化学分析用 以上和光純薬工業（株）製。セレン標準液：原子吸光分析用（1,000 mg/L），関東化学（株）製。水：超純水製造装置により精製したもの。

3. 装置

偏光ゼーマン原子吸光光度計（連続フロー方式水素化物発生装置 HFS-3 型付，HGAAS）：日立製作所製 Z-5300 型，超純水製造装置：Yamato Millipore 製 AutoPure WQ500。

4. 分析法

萩原らの方法⁶⁾に準じて試験溶液を調製した。すなわち，試料 0.5 g～1 g を精密に量りとり，硝酸 10 mL を加え，さらに塩酸 2 mL を加え時計皿でフタをして，一晚ホットプレート上 80℃ で放置した。冷後硝酸マグネシウム溶液（40% 水溶液）10 mL を加え，ホットプレート上で 200～300℃ に保ち蒸発乾固した後，電気炉で 550℃ 6 時間灰化した。冷後水 10 mL と塩酸 10 mL を加え分散させ，時計皿でフタをし，約一時間おだやかに加熱煮沸し⁵⁾，冷後水を加えて正確に 100 mL とし試料液とした。試料液は測定時の濃度が検量線の範囲（2～8 ng/mL）となるよう水で希釈し，最終希釈時に最終試験液量の 1/10 容量の塩酸を加えて塩酸濃度の調整を行ったものを試験液とした。粉ミルクのみは 2 g を量りとり同様に操作し，試料液量を 50 mL として測定した。

セレン標準液は市販標準液（1000 μg/mL）を用時，50，100，200 ng/mL となるよう水で希釈した。それぞれを 2 mL ずつをとり塩酸 5 mL を加えて正確に 50 mL としたものを検量線作成用標準液とし，HGAAS で測定し，2～8 ng/mL の範囲で検量線を作成した。

5. HGAAS 条件

水素化ホウ素ナトリウム溶液：水素化ホウ素ナトリウム 10g 及び水酸化ナトリウム 4g を水に溶かして 1000 mL とした。1.2 N 塩酸：塩酸 100 mL を水で 1000 mL とした。

測定は，加熱石英セル（空気—アセチレン炎）使用，測定波長 196.0 nm で行った。

結果及び考察

1. 試験法についての検討

1) 前処理

HGAAS において水素化物に変換されるためには 4 価のセレンでなければならない。通常，灰化により 6 価のセレンとなるため，灰化後塩酸を加えて煮沸することにより，還元して 4 価のセレンにする必要がある⁵⁾。萩原ら⁶⁾は煮沸操作時に試料の濃縮も行っている。今回測定した試料は灰分が多く，濃縮すると乾固してセレンが揮散しまうおそれがあったが，試料中のセレン濃度が比較的高く濃縮する必要がなかったため，煮沸操作時に時計皿でフタをし，ほとんど濃縮されないようにした⁵⁾。またセレン濃度が高い場合に水で希釈したところ，測定値がばらついた。これは

希釈率が非常に大きくなったため，塩酸濃度が低くなり，水素化物の発生に影響を与えたためと考えられた。そこで，最終希釈時に最終試験液の 1/10 容量の塩酸を加えて塩酸濃度を 10% 以上に調整し，測定を行ったところばらつきが解消された。

2) 添加回収試験および定量限界

今回対象としたミネラルサプリメントはセレン以外に様々なミネラルを含有し，総含有量は多いものでは 40% 近かった。HGAAS は，灰化物中のセレンやヒ素化合物から発生した気体のセレン化水素やヒ化水素を原子吸光光度計（AAS）に導入することにより，測定するものである。セレンやヒ素のみが水素化物として選択的に気化し，他の元素は気化しないため，セレンやヒ素以外の多量のミネラルを含有するミネラルサプリメント試料中の微量のセレンの分析について，ICP/AES と異なり他の元素の影響をほとんど受けないため，HGAAS への適用が可能と考えられた。しかし，灰化時に他のミネラル成分中へのセレンの取り込みがあると回収率が低下するおそれがある。そこで，試験対象とした製品の大半について回収実験を行った。今回対象とした試料は，すべてセレンを含有する製品であり，また含有量も広範にわたっていることから，回収実験は製品中の含有量とほぼ同レベルのセレンを添加して行った。結果を表 1 に示したが，回収率は平均 81～126%，変動係数（C.V.）も 0.8～12.5% と良好な結果が得られた。定量限界は，試験溶液中 2 ng/mL，ミネラルサプリメント試料では試料当たり 0.2 μg/g（粉ミルクでは濃度が低いため，2 g を量りとり試料液 50 mL として測定したため 0.05 μg/g）であり，マイクロ波分解/ICP-AES による一斉分析法^{3), 7)}（試料中約 40 μg/g が定量限界）と比較して，定量限界は約 200 分の 1 であった。

今回分析対象とした製品中，表示セレン含有量が最も低かったのはミネラルサプリメントでは 0.5 μg/g（粉ミルクでは 0.06 μg/g）であったが，本法で十分測定可能であった。また，今回調査した試料は，セレン含有量に非常に大きな違いがあったが，回収率と含有量や共存ミネラル量との間に相関がなくこれらによる影響は見られなかった。回収率や定量限界から，湿式乾式組み合わせ灰化/HGAAS は市販ミネラルサプリメント中のセレンの分析に十分適用できると考えられた。

2. 測定結果

1) 共存ミネラルによる製品の分類

測定結果及び測定結果から算出した，製品記載のとおり摂取した場合の一日最大摂取量（一日最大摂取量）及び共存ミネラルについて表 1 に示した。

セレン含有市販ミネラル補給用サプリメント 28 製品の内訳は共存ミネラルを含有しないもの 6 製品，1～2 の共存ミネラルを含有するもの 6 製品，5 種以上の共有ミネラルを含有するもの 16 製品である。セレンは，多くのミネラルを含有するマルチミネラル製品に含まれることが多かった

表1 セレン含有量測定結果および共存ミネラル含有量

共存ミネラル数	試料番号	セレン含有量 μg/g	一日最大 摂取量 μg/日	添加回収試験結果 (n=3)		共存ミネラル含有量 (mg/g)*1)							合計		
				添加量 μg/g	回収率 % C.V.(%)	カルシウム	マグネシウム	亜鉛	鉄	マンガン	銅	クロム		モリブデン	
	2	227	193	200	108	4.4	14	44	3.1	4.3	1.2	0.5			0.0
	3	99	143	80	108	4.8	72	24	4.7	2.6	4.3	1.2	0.5		0.0
	4	61	61	60	126	5.5	5.2	3.2	2.2	2.2	2.2	2.2	0.5		0.0
	5	34	51	50	107	2.3	10	6.9	2.6	2.6	4.3	1.2	0.5		0.0
	6	62	48	70	106	3.2	64	32	7.5	7.5	0.1	1.3	0.08		0.0
	7	21	31	25	96	6.8	83	60	8.0	8.0	8.3	0.001	0.003		0.0
	8	102	122	84	84	12.5	119	60	2.3	1.9	2.0	0.66	0.29		0.0
	9	19	58		103	1.0	123	61	1.9	2.0	2.2	0.02	1.6		0.0
	10	26	38		101	2.4	136	72	3.2	3.2	2.2	0.06	0.002		0.0
	11	59	59		98	7.9	29	110	4.4	4.4	4.5	0.93	0.77		0.0
	12	51	51		11	3.5	230	105	4.6	4.6	4.4	0.93	0.78		0.0
	13	123	111		10	0.8	260	194	2.7	2.7	4.8	0.58	1.0		0.0
	14	25	163		88	7.9	194	29	2.5	2.5	3.4	0.82	0.15		0.0
	15	51	69		01	3.5	41	23	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	16	24	48		09	5.6	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	17	3.3	6.6		10	3.1	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	18	4.8	4.8		99	3.0	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	19	49	117		103	4.7	230	110	4.4	4.4	4.5	0.93	0.77		0.0
	20	14	30		81	12.2	260	105	4.6	4.6	4.4	0.93	0.78		0.0
	21	11	23		89	7.2	194	29	2.7	2.7	4.8	0.58	1.0		0.0
	22	10	22		106	5.2	41	23	2.5	2.5	3.4	0.82	0.15		0.0
	23	3.7	14		97	1.0	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	24	23	101		101	1.6	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	25	24	53		94	3.0	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	26	20	36		109	7.8	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	27	4.4	9.7		94	3.0	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	28	45	45		109	7.8	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	28-1	20	20		94	3.0	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	28-2	13	13		109	7.8	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	28-2	0.4	0.4		94	3.0	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	28-2	1.0	1.0		109	7.8	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	28-2	0.06	0.06		94	3.0	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0
	28-2	2260	2260		109	7.8	229	84	10	10	3.4	0.82	0.15		0.0

料理用酵母
製剤

粉ミルク

酵母原体

共存ミネラル含有量のうち、
ミネラル複合錠剤
セレンのみを含有する錠剤
は製品の表示量、その他は測定値³⁾

ものの、セレンのみを単独で含有する製品が6製品あったことは、セレンに何らかの作用を求めて購入する消費者の存在をうかがわせた。

共存ミネラルを含有する製品はすべて亜鉛を含有していた。2種の共存ミネラルを含有する製品では、他にクロム、銅それぞれ各1種を共存していた。5種以上共存ミネラルを含有する製品には、すべてカルシウム、マグネシウム、亜鉛が含有され、その他マンガン、鉄、銅、クロム、モリブデンが含有されていた。共存ミネラルとしては、亜鉛が最も多く22製品、次いでカルシウム、マグネシウム各16製品、マンガン15製品、鉄、銅各14製品、モリブデン6製品であった。

2) 含有量と一日最大摂取量の関係

製品中のセレン含有量と、測定結果から算出した一日最大摂取量との関係について、図1に示した。含有量と一日最大摂取量の間には相関が見られた ($r=0.7723$)。また、セレン以外に5種類以上のミネラルを含有する製品で、含有量に比べ、一日最大摂取量が多い製品がいくつかみられた。セレン含有量が多いため一日摂取量が多くなる製品と、含有量は少ないが錠剤数を多く摂取するよう記載があるため摂取量が多くなる製品とがあった。

なおサプリメント原料の酵母原末はセレン含有量が約2000 $\mu\text{g/g}$ であったので、サプリメント調製時に、10倍から600~700倍に希釈して使用していると考えられる。

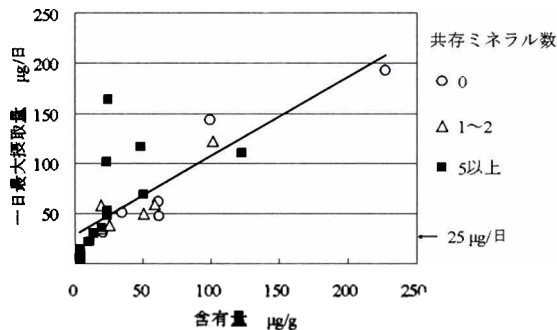


図1. ミネラルサプリメント製品中のセレン含有量と一日最大摂取量

図中の直線は、回帰直線 ($r=0.7723$)

25 $\mu\text{g}/\text{日}$ は、「食事摂取基準」中の30~49歳女性の推奨量

3) 推奨量との関係

一日最大摂取量について、「食事摂取基準」に設定された「推奨量」(今回は「食事摂取基準」中の30~49歳女性の値25 $\mu\text{g}/\text{日}$ 、図中に示した)との比較検討を行った。セレンの一日最大摂取量が推奨量の6倍を超すもの2製品、5倍以上1製品、4倍以上4製品、2倍以上7製品、推奨量以上8製品と、2/3以上の22製品の一日摂取量が、推奨量を超えていた。昨年³⁾の報告では、セレン以外のミネラル(カルシ

ウム、マグネシウム、鉄、銅、亜鉛およびクロム)について、推奨量や目安量を超す製品が数多くあることを報告しているが、セレンについても同様の傾向が認められた。

なお乳児用粉ミルクと調理用酵母は、セレン含有量が少なかった。乳児が粉ミルクのみでセレンを摂取した場合の摂取量は目安量の1/3から1/2程度であった。また調理用酵母を、一日一回調理に使用した場合のセレンの摂取量は3~10 $\mu\text{g}/\text{日}$ であり、セレンの過剰摂取が問題になることはないと思われる。

4) サプリメントとしてのセレン摂取

日本人の平均的なセレンの摂取量100 $\mu\text{g}/\text{日}$ ⁸⁾は推奨量ですでに超えており、通常はサプリメントとして摂取する必要はほとんど無い。一方、「食事摂取基準」中の15歳以上の上限量の値は350~450 $\mu\text{g}/\text{日}$ ^{1, 2)}である。今回の調査ではサプリメントからの摂取のみで上限量を超えるものはなかったが、日本人の平均的なセレンの摂取量を加えると上限量に近いものもあった。

セレンはヒトの栄養生理的に重要な元素であるが、欠乏レベル(20 $\mu\text{g}/\text{日}$ 以下)と中毒レベル(800 $\mu\text{g}/\text{日}$ 以上)の範囲が狭く⁹⁾推奨量と上限量の幅も狭い。欠乏症については、性差や個人差が大きいとされている⁸⁾。また、成長障害や肝臓障害等の慢性毒性があるとされるが、最大無作用量ははっきりしていない⁹⁾。このような物質を、サプリメントとして摂取する場合、欠乏レベルをわずかに上回る程度に設定した方が適当である。一日の摂取量が推奨量を超える製品の摂取は望ましいものではなく、これらの推奨量を超える製品は、一日摂取量を変更した方がよいものと考えられる。また一日許摂取量が上限量に近い製品は、上限量を超える可能性もあり、サプリメントとして販売されることが問題である。

セレンの生理作用の多くは、セレン含有タンパク質に起因している。細胞の過酸化障害の防御、精子の形態維持、重金属毒性の軽減、一次免疫応答の顕著な促進、がん細胞に対する細胞増殖抑制効果など多岐にわたる生理作用が認められている⁸⁾。セレンの一日摂取量が推奨量よりはるかに多い製品では、これらの生理作用を期待していることが示唆されるが、本来これらの効能は医薬品に期待されるべきものである。

まとめ

今回用いた湿式乾式組み合わせ灰化/HGAAS法により、セレン含有量に非常に大きな違いがある試料や、他の共存ミネラルの多い試料中のセレンについて測定することができた。ICP-AESでは分析不能な試料中のセレン分析に有用な方法であると考えられる。

ミネラル補給用サプリメントによるセレンの一日最大摂取量は、2/3以上の製品で推奨量を超えており、最高6倍を超える製品もあった。また、日本人の平均的なセレンの摂取量を加えると、上取量に近い製品もあった。セレンのように推奨量と上限量の範囲が狭い物質をミネラル補給用サ

プリメントから摂取する場合は、摂取量が欠乏レベルをわずかに上回る程度に表示設定した方が適当である。

文 献

- 1) 健康・栄養情報研究会編：第6次改定日本人の栄養所要量—食事摂取基準，1999，第一出版，東京。
- 2) 厚生労働省策定：日本人の食事摂取基準（2005年版），2005，第一出版，東京。
- 3) 荻本真美，植松洋子，樺島順一郎他：東京衛研年報，57，-267-271，2006
- 4) 山野辺秀夫，雨宮敬，竹内正博他：東京衛研年報，37，

149-153，1986

- 5) Brumbaugh, W. G. and Walter, M. J. : J. Assoc. Off. Anal. Chem., 72, 484-486, 1989,
- 6) 萩原輝彦，雨宮敬，水石和子他：東京衛研年報，56，239-241，2005
- 7) 安野哲子，植松洋子，萩原輝彦他：東京衛研年報，56，149-153，1986
- 8) 中室克彦：日添協会報，23，32-35，2004

ミネラル補給用サプリメントのミネラル含有量調査

荻本真美^{*1}, 植松洋子^{*1}, 樺島順一郎^{*1}, 鈴木公美^{*1},
安野哲子^{*1}, 鴻丸裕一^{*2}, 齋藤哲夫^{*3}, 中村理奈^{*4}, 伊藤弘一^{*1}

Determination of Mineral Contents in Commercial Mineral Supplements

Mami OGIMOTO^{*1}, Yoko UEMATSU^{*1}, Junichiro KABASHIMA^{*1},
Kumi SUZUKI^{*1}, Tetsuko YASUNO^{*1}, Yuichi KOHMARU^{*2}, Tetsuo SAITOH^{*3},
Rina NAKAMURA^{*4} and Koichi ITO^{*1}

The contents of minerals (Mg, Ca, Fe, Cu, Zn and Cr) were determined for 71 commercial mineral supplements. Obtained values were compared with the dietary allowance indicated in the Japanese Nutrient-based Dietary Reference Intakes 2005. Maximum daily intake of Fe, Zn, Cu and Cr exceeded the recommended dietary allowances for most of the products. The supply of minerals by continuous intake of these products, in addition to the supply from daily meals, would lead to excess intake of minerals.

Keywords: サプリメント supplement, カルシウム calcium, マグネシウム magnesium, 鉄 iron, 銅 copper, 亜鉛 zinc, クロム chromium, 誘導結合プラズマ発光分光分析 inductively coupled plasma emission spectrometry, 推奨量 recommended dietary allowance, 目安量 adequate intake

はじめに

ミネラルは各種生理作用, 代謝調節作用などと密接な関係を有し, 生体調節に不可欠なものであり, 適正摂取量が存在する。わが国のミネラル摂取指針として, 平成11年には, 従来のカルシウムと鉄などに加え, 銅, ヨウ素, マンガン, セレン, 亜鉛, モリブデン, クロムの7つの微量ミネラルについて摂取基準が設けられた¹⁾。平成17年には, 栄養素の過剰摂取の予防に, より力点を置いた「日本人の食事摂取基準(2005年版, 厚生労働省)」(「食事摂取基準」)が策定された²⁾。現在, これらのミネラルを含有するサプリメントが数多く市場に出回っており, 安易に必要な以上のミネラルを摂取する可能性が高くなっている。そこで今回, 市販ミネラル補給用サプリメントについて, カルシウム, マグネシウム, 鉄, 銅, 亜鉛およびクロムの6元素の含有量を調査し, 「食事摂取基準」に設定された「推奨量」(ある性・年齢階級に属する人々のほとんど(97~98%)が一日の必要量を満たすと推定される一日の摂取量), 「目安量」(推奨量を算定するのに十分な科学的根拠が得られない場合に, ある性・年齢階級に属する人々が良好な栄養状態を維持するのに十分な量)との比較検討を行った。

実験方法

1. 試料

市販ミネラル補給用サプリメント71製品(国産品52製品, 輸入品19製品)を用いた。

2. 試薬

硝酸: 特級(比重1.42), 和光純薬工業(株)製。カルシウム, マグネシウム, 鉄, 亜鉛, 銅, クロムの各標準液: 関東化学(株)製原子吸光分析用(各1,000 mg/L)。水: 超純水水装置により精製したもの。

3. 装置

誘導結合プラズマ発光分光分析計: サーモジャーレルアッシュ社製 IRIS Advantage, マイクロ波式分解装置: CEM社製 MDS-2000型, 超純水製造装置: Yamato Millipore製 AutoPure WQ500。

4. 分析法

安野らの方法³⁾に従って試験溶液を調製した。すなわち, 試料0.5 gを精密に量りとり, 硝酸(1→2) 10 mLを加え, マイクロ波式分解装置で30分加熱して分解した後, 水を加え正確に200 mLとした。このとき不純物があれば, 0.45 μm

* 1 東京都健康安全研究センター食品化学部食品添加物研究科 169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1

* 1 Tokyo Metropolitan Institute of Public Health

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

* 2 東京都健康安全研究センター広域監視部食品監視指導課

* 3 多摩府中保健所生活環境安全課

* 4 福祉保健局健康安全室環境保健課

Dairy intake/Recommended dietary allowance (%)

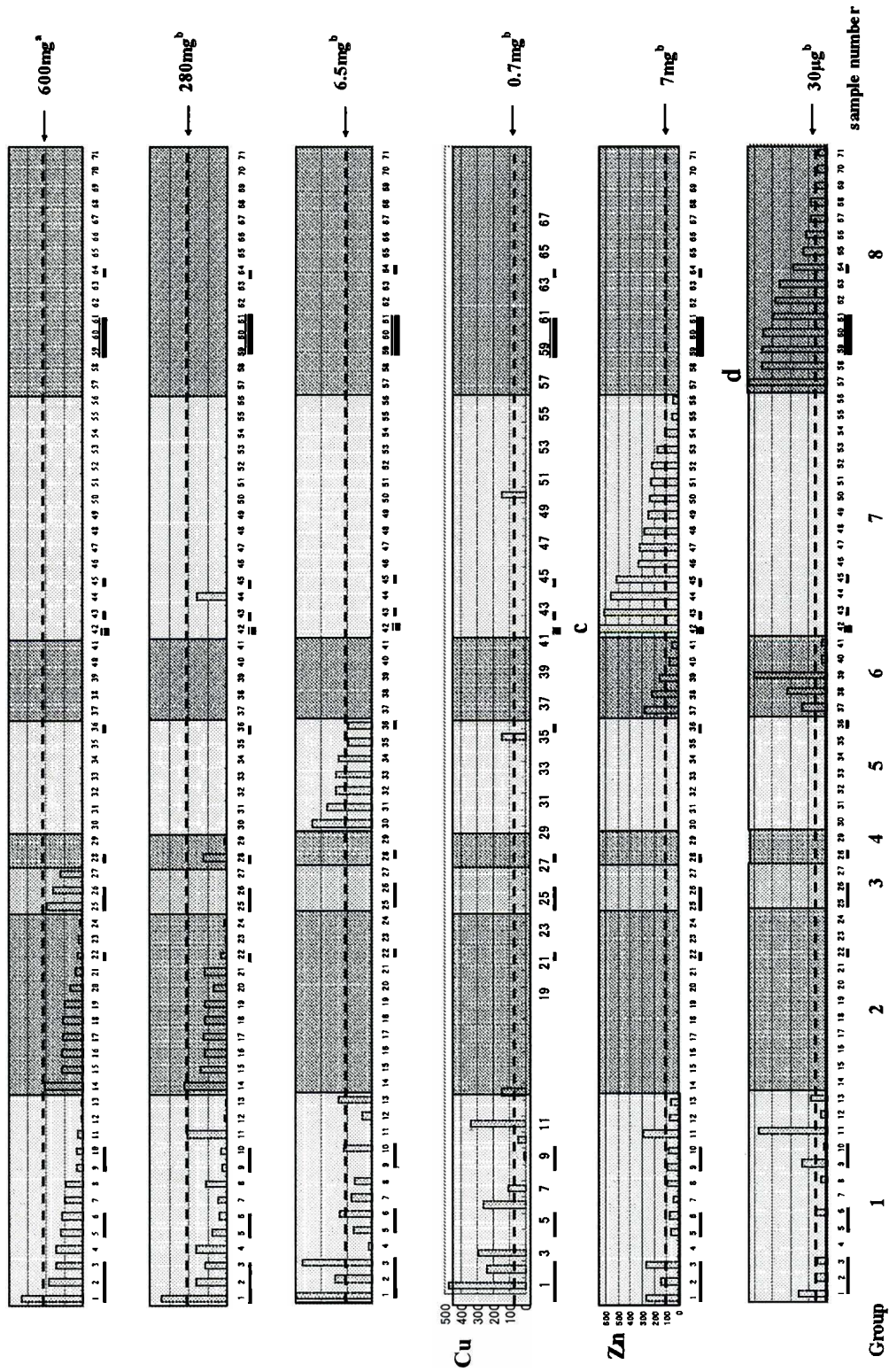


Fig.1 Dairy intake/Recommended dietary allowance in Commercial Mineral Supplements

▨ : privately imported products — : imported products

a : adequate intake, b : recommended dietary allowance, c : 2100%, d : 2800%

Containing minerals Group 1 : more than 3 minerals, Group 2 : Ca and Mg, Group 3 : Ca, Group 4 : Mg, Group 5 : mainly Fe, Group 6 : mainly Zn, Group 7 : Zn and Cr, Group 8 : Cr

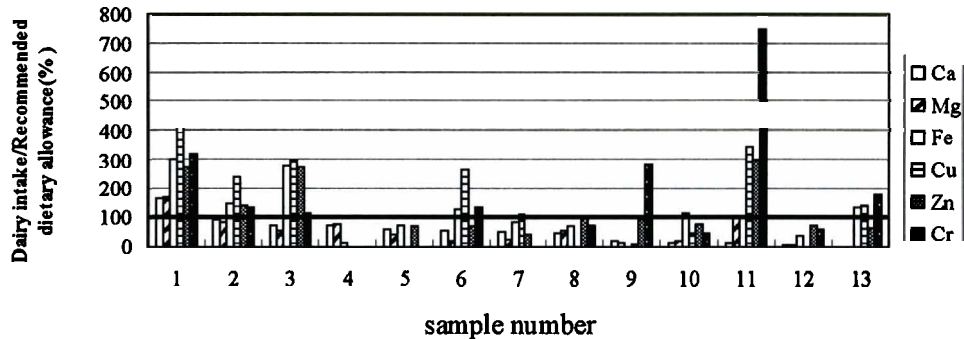


Fig. 2 Dairy intake/recommended dietary allowance of Minerals in 13 Multi-mineral supplements

のフィルターでろ過し、カルシウム、マグネシウムについては1~5 µg/mL、鉄、銅、亜鉛およびクロムについては0.5~1 µg/mLの範囲で含まれるように水で希釈し、ICP法により測定した。標準液は硝酸(1→100)で希釈し、カルシウムおよびマグネシウムは5 µg/mL、鉄、銅、亜鉛およびクロムは1 µg/mLを含有する混合標準溶液を調製し、硝酸(1→100)をブランクとして混合標準溶液との2点検量線を作成し、試験溶液中の濃度を算出した。

結果及び考察

含有ミネラルにより次の8グループに分類し、各製品について、6種類のミネラル含有量を測定し、製品ごとに「推奨量」、「目安量」と比較し、その結果をFig. 1に示した。各グループは、グループ1:3種類以上のミネラルを含有するマルチミネラル(No.1から13)、グループ2:カルシウムとマグネシウムを含有(No.14から24)、グループ3:カルシウムを含有(No.25から27)、グループ4:マグネシウムを含有(No.28と29)、グループ5:主として鉄を含有(No.30から36)、グループ6:主として亜鉛を含有(No.37から41)、グループ7:亜鉛とクロムを含有(No.42から56)、グループ8:クロムを含有(No.57から71)として、Fig. 1に示した。なお、比率は各製品に表示された用法用量をもとに、測定値から換算した各製品からの一日最大摂取量と「食事摂取基準」中の30~49歳女性の一日常摂取量の値、マグネシウム、鉄、銅、亜鉛、クロムは「推奨量」、カルシウムは「目安量」と比較し、それらに対する充足率(%)として示した。

1. 3種類以上のミネラル含有製品(グループ1)

各製品中のミネラル含有量の推奨量に対する充足率をFig. 2に示した。すべての成分が推奨量を超えていたのは1製品(No.1)、特定の成分が超えていたのは6製品(No.2, 3, 6, 9, 11, 13)で、特に鉄、銅、亜鉛、クロムなどの微量ミネラルでは、推奨量を大幅に上回る例が見られた。これらのミネラルはすでに食事から十分量が摂取されており⁴⁾、マルチミネラル製品を摂取することで、気が付かないうちに必要以上に摂取してしまう可能性がある。各ミネラルの充足率は製品によって大きな

開きがあり、中でも製品No.11ではカルシウム15%、クロム750%であり、ミネラル充足率を比較したところ、約50倍の開きがあった。マルチミネラルといっても、それぞれのミネラルが製品中にバランスよく含まれていることは少なく、マルチミネラルを飲んでいれば、バランスよくミネラルを摂取できるとは限らないということを示唆していた。また、いずれの成分も少なかったのは6製品(No.4, 5, 7, 8, 10, 12)であった。また、3種類以上のミネラルを含む製品では、単品のミネラルの含有量よりもそれぞれの含有量が低い可能性があると考えられたが、単品のミネラル含有量と比較したところ、おおむね同レベルの含有量であった。

2. カルシウム・マグネシウム含有量の比較(グループ1, 2, 3, 4)

これらのミネラルは骨や歯の形成、あるいは生体調節に必須である。カルシウムは細胞の増殖、筋肉の収縮など数多くの体内代謝を促進する作用を持つ⁵⁾。このカルシウムの作用に拮抗的な機能分担を担っているのがマグネシウムである。生理的なカルシウムチャンネルブロッカーとして機能し、心筋細胞へのカルシウム流入の抑制、血圧降下などの働きをしている⁶⁾。カルシウムとマグネシウムの適正な比率は2:1と言われており、このバランスが崩れると循環器系疾患など様々な健康障害を引き起こす⁷⁾。欧米諸国で販売されているサプリメントのカルシウムとマグネシウムの含有量の比率は、ほとんど2:1である。そこで、今回カルシウムとマグネシウムを含有する製品についてその比率の比較を行った。その結果、Fig. 3に示すように、24製品中17製品では適正な比率で配合されていた(No.1, 2, 3, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15-20, 22, 24)。

平成15年国民健康・栄養調査でのミネラル摂取状況によると⁴⁾、鉄、亜鉛、銅などは十分摂取されているが、カルシウムについては目安量600mgのところ532mg、マグネシウムについては推奨量280mgのところ242mgと10~15%不足していることが報告されている。今回、カルシウム、マグネシウムそれぞれ単体で含有するものが5製品あったが、摂取する場合は、両者を適正に含有する製品を利用するなど、カルシウム、マグネシウム双方をバランスよく摂取することが肝要と考えられた。

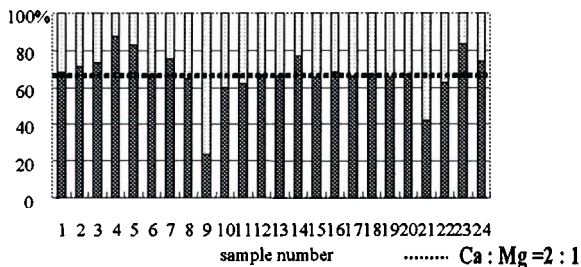


Fig. 3 Proportion of Calcium contents to Magnesium contents

3. 鉄含有量の比較 (グループ 1, 5)

鉄は赤血球形成に必須であり、成長期の男女、および受胎可能年齢の女性についてはしばしば欠乏症が問題となっていた⁸⁾。しかし、最近では、サプリメントとして容易に入手できるようになり、アメリカでは成人男性、閉経後の女性での過剰摂取が問題となりつつある⁹⁾。鉄の蓄積によりアテローム性動脈硬化症などの心臓病の危険性が高まるという報告もある¹⁰⁾。鉄は難吸収性であると同時に難排泄性であるため⁹⁾、アメリカでは、高濃度の鉄を摂取することと体内への蓄積との関連から、成人男性、閉経後の女性では、鉄サプリメントや鉄強化食品の摂取を避けることが賢明であるとされている¹¹⁾。今回の結果では鉄を含有する 18 製品のうち 11 製品が推奨量を上回っており、推奨量の約 3 倍含有されている製品 (No.1, 3) もあった (Fig. 1)。

4. 銅含有量の比較 (グループ 1, 5, 7)

銅は主に鉄の吸収を助け、ヘモグロビンや赤血球の生成、骨強化などに関与するミネラルである¹²⁾。しかし、銅は食物中の含量が過剰も欠乏も生じない枠内に収まっており、銅の過剰や欠乏による健康障害が特殊な場合を除いて極めてまれであるため、現在でもなかなか重要性には注意が向けられていない。今回の製品でも銅単品のサプリメントはなく、マルチミネラル 13 製品中 9 製品、また、鉄、亜鉛含有サプリメント中、各 1 製品に含有されていたのみであったが、8 製品で推奨量を超えており、推奨量の 5 倍近く含有されている製品 (No.1) もあった。銅の上限量は推奨量の約 14 倍であるため、摂取量が過剰になることはほとんどないが、やはり必要以上に摂取することは望ましくないと考えられる。

5. 亜鉛含有量の比較 (グループ 1, 6, 7)

亜鉛は主として酵素の構成成分として重要な役割を果たしており、実際に 200 種類以上の酵素に亜鉛が必要であることがわかっている¹³⁾。特に最近では亜鉛の欠乏により味覚障害が起こることがクローズアップされ、亜鉛含有サプリメントが、多く市場に出回るようになった。今回の結果では亜鉛を含有する 32 製品のうち 17 製

品が推奨量を上回っており、中でも、亜鉛を主成分とする製品では、推奨量の 5 倍から 6 倍の一日最大摂取量を指示していたものが 3 製品 (No.43-45) あり、最も含有量の多いもの (No.42) では推奨量の 21 倍であった。なお No.42 は個人輸入品であった。亜鉛は過剰摂取により、銅の吸収を阻害して低色素性貧血を引き起こす可能性があるため¹⁴⁾、注意を要する。

6. クロム含有量の比較 (グループ 1, 7, 8)

クロムはクロム含有糖許容因子 (GTF) として糖および脂質代謝に重要な役割を果たしている。クロムはバランスのとれた食事から十分量摂取することができ、クロム欠乏は非常に少ない。クロムサプリメントは 2 型糖尿病治療、血中コレステロール低下、体重減少促進などの目的で用いられていると考えられるが、その効果については、あるという報告¹⁵⁾と、不確かであるという報告があり¹⁶⁾はっきりとは確認されていない。また、過剰摂取についても、健康影響はないという報告¹⁵⁾、慢性腎不全などの障害を起こすという報告があり¹⁷⁾、安全性についても十分確認はされていない。また、アメリカからの個人輸入品には、クロムはインシュリン活性を上げるので、糖尿病患者は医師の管理下でのみクロムのサプリメントを使用するようにという注意書きがあり、医師から処方された薬を飲んでいる患者が、クロムのサプリメントを使用すると、逆に低血糖に陥る可能性があることを示唆している。今回入手した国産のサプリメントにはその表示はなかったが、国内製品でも個人輸入品と同程度のクロムを含有する製品があり、我が国でも表示が望まれる。クロム含有サプリメント 30 製品中、推奨量を超える製品が 19 製品あり、推奨量の 6 倍を超えた 7 製品のうち 3 製品が個人輸入品であった。また、長期使用により腎障害が起きるとされる¹⁷⁾一日摂取量 600 μg を超えるものが 1 製品あった。これらのことから、クロム含有サプリメントを使用する際には、注意が必要と考えられる。

7. 輸入品と国産品のミネラル含有量の比較

輸入品と国産品でミネラル含有量に差があるかどうかを調べた。その結果、一日最大摂取量が推奨量を上回る製品数/全体の製品数は、カルシウム: 輸入品 1/9, 国産品 0/17, マグネシウム: 輸入品 1/10, 国産品 0/17, 鉄: 輸入品 4/8, 国産品 6/10, 銅: 輸入品 4/6, 国産品 4/5, 亜鉛: 輸入品 5/10, 国産品 13/21 で、これらのミネラルについては輸入品と国産品でほとんど差は認められなかった。しかし、クロムについては輸入品 3/8, 国産品 14/19 とむしろ国産品のほうが推奨量を上回る製品が多かった。一方、個人輸入品では 3/3 とすべての製品が推奨量を超えていた。輸入クロム含有サプリメントはすべてアメリカからのものであった。したがって、アメリカにおいても含有量の高い製品と低い製品があり、購入にあたっては含有ミネラル量を確認することが望ましい。

まとめ

ミネラルの摂取については、近年、生活習慣病との関連が明らかにされ⁸⁾、その機能、役割が再認識されている。また今まで行われてきた「国民栄養調査」により⁴⁾、カルシウム、マグネシウムなどの不足が指摘されているが、骨粗しょう症、鉄欠乏性貧血などの明白な欠乏症状が出現しない限り、ミネラルが不足しているかどうかはわかりにくい。また、このような欠乏症については、医師の診断に基づいた医薬品の投与により改善されるべきものであり、市販のミネラルサプリメントを利用すべきではない。サプリメントはあくまで、食生活の偏りなどによるミネラル不足を補うレベルのものであると考える。それと同時に、消費者の判断の目安として、輸入品を含め、各製品からのミネラルの一日摂取量が、わが国の推奨量のどのくらいに相当するかを製品に表示することが望まれる。

さらに鉄や銅、亜鉛、クロムなどそれほど不足していないとされるミネラルについて、推奨量を超えて含有する製品が多く出回っていることも判明した。特に、クロム含有サプリメントでは、ダイエットを目的としている製品が多く、商品名にダイエットをうたっているものが、7製品(No.39, 58, 62, 63, 66, 67, 69)あり、そのうち6製品で推奨量を超えていた。当然ながら、これらの製品を取り続けることは、必要以上のミネラル摂取につながり、決して望ましいことではない。

(この研究は平成15・16年度広域監視部食品監視指導課先行調査「ミネラル補給用健康食品の流通実態調査及び含有量調査」の一環として行ったものである。)

文献

- 1) 健康・栄養情報研究会編：第6次改定日本人の栄養所要量—食事摂取基準，1999，第一出版，東京。
- 2) 厚生労働省策定：日本人の食事摂取基準(2005年版)，2005，第一出版，東京。
- 3) 安野哲子，植松洋子，萩原輝彦，他：東京衛研年報，56，175-178，2005。
- 4) 健康・栄養情報研究会編：平成15年国民健康・栄養調査報告，2005，第一出版，東京。
- 5) Weaver, C.M. and Heaney, R.P.: Calcium. In Shils, M.E., Olson, J.A., Shike, M. and Ross, A.C. eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*, 9th ed., 141-155, 1999, Williams and Wilkins, Baltimore.
- 6) Altura, B.M., Altura, B.T., Carella, A., et al.: *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, **65**, 729-745, 1987.
- 7) Altura, B.M. and Altura, B.T.: *Cell. Mol. Biol. Res.*, **41**, 347-359, 1995.
- 8) 鈴木継美，和田攻編：ミネラル・微量元素の栄養学，364，1994，第一出版，東京。
- 9) U.S. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition:
<http://www.cfsan.fda.gov/~rdb/opa-g152.html>
- 10) de Valk, B. and Marx, J.J.: *Arch. Intern. Med.*, **159**, 1542-1548, 1999.
- 11) Food and Nutrition Board ed.: *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc.*, 378, 2000, National Academy press, Washington, D.C.
- 12) Bowman, B.A. and Russel, R.M. eds. (木村修一/小林修平翻訳監修): *Present Knowledge in Nutrition*, 8th ed. (最新栄養学，第8版)，387, 2002, ILSI press (建社)，Washington, D.C. (東京)。
- 13) Hendler, S.S. ed. *PDR for Nutritional Supplements*, 534, 2001, Medical Economics, Montvale.
- 14) Fisher, P.W.F., Giroux, A. and L'Abbe, M.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **40**, 743-746, 1984.
- 15) Preuss, H.G. and Anderson, R.A.: *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.*, **1**, 509-512, 1998.
- 16) <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/qhccr.html>
- 17) Wasser, W.G. and Feldman, N.S.: *Ann. Int. Med.*, **126**, 410, 1997.