



モリブデンについて —食品中の微量ミネラル—

はじめに

人体を構成する成分にミネラル（無機塩類）があり，その中でも生命の維持に欠かせないものを必須ミネラルとよんでいます。厚生労働省により公表されている「日本人の食事摂取基準（2015年版）」では，必須ミネラル16種類のうち，塩素，イオウ及びコバルトを除いた13種類のミネラルについて摂取量の基準が定められています。その13種類の内訳は，多量ミネラルとしてナトリウム，カリウム，カルシウム，マグネシウム及びリンの5元素，微量ミネラルとして鉄，亜鉛，銅，マンガン，ヨウ素，セレン，クロムそしてモリブデンの8元素となっています。

モリブデンは，食事摂取基準の前身である栄養所要量に，第六次改訂から摂取量の基準が設定されていました。しかし，日本食品標準成分表には標準成分値が収載されておらず，また，栄養表示基準（当時）にも規定がありませんでした。そこで，モリブデンの摂取状況を把握する必要があると考えられたため，日本食品標準成分表では食事摂取基準との整合を図り，2010年版（六訂）からモリブデンの標準成分値が収載されました。また，栄養表示基準では，2015年に食品表示基準として改正された際にモリブデンが追加され，ナトリウムを除く他のミネラル同様，任意表示の対象となりました。

今回はそのモリブデンについてとりあげ，摂取状況や分析法についてご紹介いたします。

機能及び吸収について

モリブデンは，キサンチンオキシダーゼ，アルデヒドオキシダーゼ，亜硫酸オキシダーゼの補酵素（モリブデン補欠因子）として機能しています。亜硫酸から硫酸，ヒポキサンチンからキサンチン，キサンチンから尿酸への反応を触媒することによって，プリン，ピリミジンを含む複素環式化合物，及び亜硫酸の酸化，無毒化に役立っています。モリブデン欠乏症は，長期間にわたり完全静脈栄養（高カロリー輸液法とも呼ばれ，経口摂取が長期間困難な方に栄養を補給する方法）を施行した場合にみられ，頻脈，多呼吸，夜盲症等が起こることが知られています。

食事中のモリブデン吸収率は93%と推定されています。モリブデンの尿中排泄はモリブデン摂取量と強く相関するので，モリブデンの恒常性は吸収ではなく尿中排泄によって維持されると考えられています。

摂取状況について

モリブデンは穀類や豆類に多く含まれることから、菜食の場合に摂取量が多くなります。日本人のモリブデン摂取量は、平均的に225 $\mu\text{g}/\text{日}$ と推定されており、大豆製品を豊富に含有する献立の場合は容易に300 $\mu\text{g}/\text{日}$ を超えます。日本の菜食主義の献立を分析した研究では、モリブデン摂取量の平均値を540 $\mu\text{g}/\text{日}$ と報告しています。

表-1に日本食品標準成分表（七訂）における代表的な穀類及び豆類のモリブデンの標準成分値（抜粋）を示しました。

表-1 日本食品標準成分表（七訂）におけるモリブデンの標準成分値

食品名	標準成分値 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
こむぎ [パン類] 食パン	18
こめ [水稻めし] 精白米 うるち米	30
こめ [水稻めし] 玄米	34
だいず [豆腐・油揚げ類] 木綿豆腐	41
だいず [納豆類] 糸引き納豆	290

摂取量の基準について

食事摂取基準は摂取不足の回避、過剰摂取による健康障害の回避及び生活習慣病の予防の3つを目的としています。目的ごとに一日当たりの栄養素の指標を定めており、そのうち、モリブデンにおいて摂取量の基準が設定されている指標は、以下の4つです。なお、モリブデンが生活習慣病の発症予防及び重症化予防に関連するという報告は見当たらないため、目標量の設定はありません。

摂取不足の回避を目的とする指標

- 推定平均必要量 (estimated average requirement : EAR)
50%の人が必要量を満たすと推定される摂取量
- 推奨量 (recommended dietary allowance : RDA)
ほとんどの人が必要量を満たすと推定される摂取量
- 目安量 (adequate intake : AI)
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摂取量

過剰摂取による健康障害の回避を目的とする指標

- 耐容上限量 (tolerable upper intake level : UL)
健康障害をもたらすリスクがないとみなされる習慣的な摂取量の上限

図-1に各指標について理解するための概念図を、表-2にモリブデンの摂取量の基準を示しました。小児の推定平均必要量の根拠となる信頼性の高いデータはなく、また、耐容上限量に関しては有効な情報が全く存在しないため、1～17歳では基準の設定が見合わせられています。

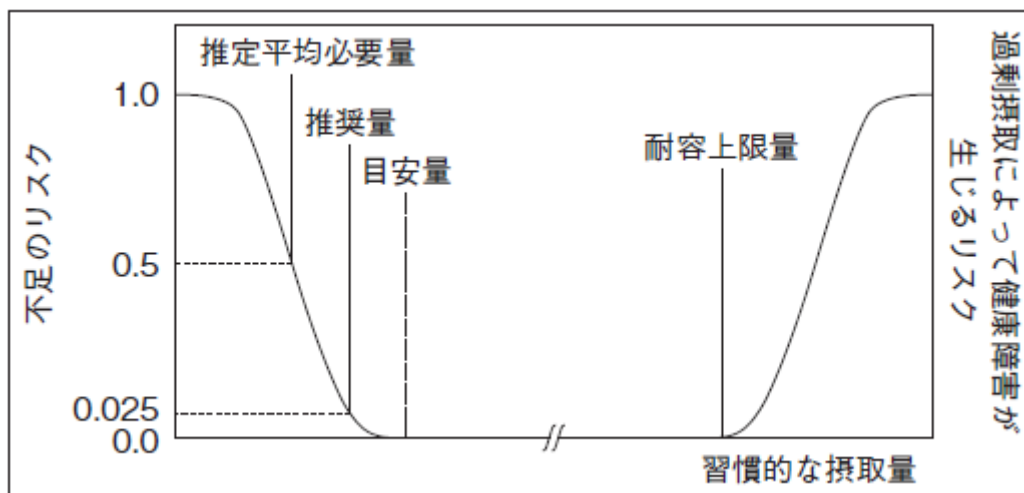


図-1 食事摂取基準の各指標を理解するための概念図

表-2 モリブデンの摂取量の基準 (μg/日)

性別	男性				女性			
	推定平均必要量	推奨量	目安量	耐容上限量	推定平均必要量	推奨量	目安量	耐容上限量
年齢等								
0～5(月)	—	—	2	—	—	—	2	—
6～11(月)	—	—	10	—	—	—	10	—
1～2(歳)	—	—	—	—	—	—	—	—
3～5(歳)	—	—	—	—	—	—	—	—
6～7(歳)	—	—	—	—	—	—	—	—
8～9(歳)	—	—	—	—	—	—	—	—
10～11(歳)	—	—	—	—	—	—	—	—
12～14(歳)	—	—	—	—	—	—	—	—
15～17(歳)	—	—	—	—	—	—	—	—
18～29(歳)	20	25	—	550	20	20	—	450
30～49(歳)	25	30	—	550	20	25	—	450
50～69(歳)	20	25	—	550	20	25	—	450
70以上(歳)	20	25	—	550	20	20	—	450
妊婦(付加量)					—	—	—	—
授乳婦(付加量)					+3	+3	—	—

食品に栄養成分値を表示する際のルール

食品に栄養成分表示をする際には食品表示基準で定められた方法に従い表示する必要があります。表-3 にモリブデンの栄養成分値を表示する際のルールをまとめました。なお、最小表示の位については下げることを妨げるものではないと記載されていますので、小数点以下の位まで記載しても問題ありません。

表-3 モリブデンの栄養成分値を表示する際のルール

栄養成分名	最小表示の位	単位
モリブデン又は Mo	1 の位	μg 又はマイクログラム

モリブデンの分析法について

食品中のモリブデンの分析法は、日本食品標準成分表及び食品表示基準に「誘導結合プラズマ発光分析法（ICP-AES 法）」及び「誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS 法）」が収載されています。モリブデンの含有量が少ないものに対しては、ICP-AES 法よりも高感度に測定することのできる、ICP-MS 法が適しています。

モリブデンを分析する際には、使用する器具からの汚染に注意を払う必要があります。試料の均質化の際に用いる包丁やフードカッターなどにはステンレス鋼が使われている場合があります。ステンレス鋼の種類によっては、構成成分にモリブデンを数%程度含有する物もあるため、セラミック製の包丁やチタンコーティングされたものを使用することが望ましいといえます。

試験溶液の調製方法には「乾式灰化法」及び「マイクロ波分解法」の2方法が収載されています。乾式灰化法は、試料を 500℃の高温で灰化する方法で、一度に多くの試料を処理できるという長所があります。しかし、開放系での処理のため、環境中からの汚染のリスクがあります。一方、マイクロ波分解法は、試料に硝酸や過酸化水素を加え、マイクロ波により加熱分解する方法です。一度に処理できる量は少ないですが、密閉系での処理のため、乾式灰化法に比べて汚染のリスクは低くなります。微量の測定を目的として ICP-MS 法で分析する際には、マイクロ波分解法を用いて試験溶液を調製することが望ましいといえます。その上で、器具はディスポーザブルのものを使用し、マイクロ波分解用の容器をあらかじめ試料の分解条件で加熱洗浄することで、さらに汚染のリスクを軽減することができます。

参考資料

- ・日本人の食事摂取基準
http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/eiyuu/syokuji_kijyun.html
- ・日本食品標準成分表 2015 年版（七訂）について
http://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365295.htm
- ・食品表示法等（法令及び一元化情報）
<http://www.caa.go.jp/foods/index18.html>