

厚生労働科学研究費補助金(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業)
分担研究報告書

日本人の食事摂取基準(2025年版)多量ミネラル策定に用いられた各種指標の整理と課題抽出

研究協力者 上西一弘¹

研究分担者 新井英一²

研究代表者 朝倉敬子³

¹女子栄養大学栄養学部

²静岡県立大学食品栄養科学部

³東邦大学医学部社会医学講座予防医療学分野

【研究要旨】

日本人の食事摂取基準(2025年版)の多量ミネラル(ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、リン)における指標としての課題および栄養状態を示す生体指標などを確認した。多量ミネラルにおいて、国民健康・栄養調査結果および status の生体指標(不可避損失量等)より基準値が策定されており、function としての生体指標および臨床アウトカムの指標はエビデンスが不十分であるため、策定に使用されていない。また、ナトリウム、カリウムにおいて、24時間尿中排泄量の指標が注目されているが、摂取量とのズレに関する問題がある。さらに Na/K 比(摂取量または尿排泄量)を用いた指標も生活習慣病対策として注目されているが、エビデンスとなるデータが不足している。カルシウムにおいて、臨床アウトカムである骨折が有用であるが、疫学研究の結果におけるカルシウム摂取量に一貫性がないため、目標量の設定が難しい。マグネシウムの耐容上限量において、臨床アウトカムである下痢との関係性について、サプリメントなどの摂取量については数値の設定はできているが、通常食品からの摂取量における下痢の報告は見られず設定が難しい。また、サプリメントおよび通常食品を併せた摂取量の評価も十分ではない。リンの耐容上限量において、PTH、FGF23 など、function としての生体指標が注目されているが、骨折などの臨床アウトカムとしてのエビデンスが不十分である。また、リンの摂取量を評価するにあたり、食品添加物による摂取量の評価が十分ではなく、加工食品をはじめとしたリンの含有量の情報などが必要である。血中カルシウム、リン、マグネシウム濃度はPTHにより調節を受けることから、それぞれの摂取比(吸収効率を加味した)のエビデンスが必要である。さらに、食事によるカルシウム摂取量が低い場合、血中カルシウム濃度が低下し、PTHの分泌が見られることから、1日の摂取量だけでなく、1食の摂取量などを考慮する研究も必要である。

A. 背景と目的

日本人の食事摂取基準(2025年版)における多量ミネラルの一部は、出納試験などの結果より、推定平均必要量や推奨量が設定されている。また、国民健康・栄養調査における栄養素等摂取量を踏まえると、食事摂取基準と

の対比において摂取量の不足が生じると考えられるのはカルシウムである。臨床アウトカムである骨折が有用であるが、疫学研究の結果におけるカルシウム摂取量に一貫性がないため、目標量の設定ができずいる。一方、リンおよびマグネシウムは生活習慣病の発症や

臨床症状を考慮した指標が十分ではなく、さらに通常の食品以外の摂取(加工食品に含まれる食品添加物やサプリメント)量を把握することができず、適切な耐容上限量の設定ができていない。すなわちエビデンスが十分ではない。そこで、指標の課題と策定根拠に繋がる新たな生体指標の有無について抽出することを目的とした。

B. 方法

日本人の食事摂取基準(2025年版)に記載されている多量ミネラルの摂取基準の根拠に関する記述を抜粋し、表にまとめた。

マグネシウムは、摂取量と下痢または腹部症状の有無について、MEDLINEにて検索を行った。リンについては、摂取量と骨折発症、摂取量とPTHまたはFGF23の反応、加工食品に含まれるリン量の3点をMEDLINEにて検索を行った。いずれの検索も2025年2月から3月に実施した。

C. 結果

C-1. 摂取基準に記載された多量ミネラルの生体指標および課題について

多量ミネラルの必要量を決定する根拠を示した生体指標を曝露および健康アウトカムに分類した(表1)。functionの生体指標(潜在的な機能障害)を有するミネラルの候補として、カルシウムの骨量およびリンの血中PTH、FGF23が挙げられた。また、クリニカルサイン(明らかな兆候)の候補として、ナトリウムの高血圧症、カルシウムの骨折またはミルクアルカリ症候群、リンの二次性副甲状腺機能亢進症が挙げられた。

併せて、食事摂取基準の多量ミネラルの項における現状の課題を抽出し、列挙した(表2)。多量ミネラル全般に、体内平衡を評価した研究データに基づき算出されているが、引用元がかなり古いデータであるため、現代人の体格に応じた評価ができていない。また、乳児に

おける母乳中および哺乳量のデータも古く、現代人の食生活を反映したデータを定期的に取り取る必要がある。

C-2. マグネシウムの課題について

マグネシウムの多量摂取に対しての症状として、下痢をはじめとした腹部症状が挙げられる。摂取基準では、サプリメントなどの摂取量と臨床アウトカムとの関係性より、耐容上限量の設定はできているが、通常の食品からの摂取量におけるデータが見られない。また、サプリメントおよび通常食品を併せた摂取量の評価も十分ではないことから、摂取基準の報告書提出後に、再度MEDLINEにて検索を行った。しかしながら、通常の食品に含まれるマグネシウム投与における腹部症状との関係性を示した論文を見出すことができなかった。一方、成人におけるマグネシウムサプリメントの耐容上限摂取量の再評価の必要性に関する総説が得られた¹⁾。その報告において、マグネシウム摂取の不足が低栄養の有病率を上げ、マグネシウムサプリメントの耐容上限量の設定が低すぎるため、再評価が必要であることが示されていた。下痢の発生率と期間に関する明確な基準によって決定される下痢を先験的なアウトカム指標とするRCTを計画することで、Mgサプリメントの適切な耐容上限量の設定が容易になると考察されていた。

C-3. リン摂取に対する課題について

リンについては、国民健康・栄養調査の食事調査を基に、目安量を算出されているが、摂取量のうち加工食品に添加されているリン量が十分に評価されていないため、摂取量の評価が曖昧になっている可能性が考えられる。他国での対応状況について把握するために、加工食品とリン量に関する情報を収集した。

米国農務省のブランド食品データベースで報告されているリン酸塩添加物の頻度などの調査では、3,466品目(1.45%)の食品についてリン含有量の情報が入手可能であり、このう

ち 1791 品目 (51.6%) に添加物が含まれ、リン含有量の中央値は 100g 当たり 176 [101-276] mg と高値であった²⁾。

また、リン酸塩食品添加物が含まれる超加工食品の摂取と心腎疾患リスクとの関連メカニズムの総説では、超加工食品で使用されている無機リン酸塩添加物の潜在的役割について言及されている^{3,4)}。特に、無機リン酸塩は迅速かつ効率的に吸収され、血清リン酸塩の上昇を招き、組織/血管の石灰化を通じて直接的に、あるいはミネラル調節ホルモン、PTH、FGF23 の放出を通じて間接的に、心腎系に悪影響を及ぼす可能性があることを関連づけている。

C-4. リンの生体指標に関する課題について

リンの過剰摂取に対して、現在 status の生体指標として血清リン濃度が利用されている。リンは、カルシウムやマグネシウムと同様に、PTH の反応が観察されること、過剰により二次性副甲状腺機能亢進症に進展することなども考えられるため、function やクリニカルサインなども考慮した指標のエビデンスづくりが必要である。併せて、FGF23 なども同様に考える必要がある。そこで、リン摂取および各パラメーターの反応などを評価した論文を検索した。

小児期から青年期にかけての長期にわたる内因性酸産生や習慣的な高リン摂取が、成人後の FGF23 および α klotho の濃度変化との関係性について前向きで評価した論文では、長期的に評価された 24 時間リン酸尿および成長期の習慣的な食餌性酸負荷と、成人の FGF23 濃度との前向きな関係は、小児の習慣的な高リン摂取が成人の FGF23- α klotho 軸に対して好ましくない影響を与えることが示唆されている⁵⁾。

食事性リンの摂取量の増加が、健康な人の臨床結果に悪影響を及ぼすかについて評価した非盲検前向きクロスオーバー研究では、健康な若年成人を対象に高リン食を摂取させた際、血清 PTH および FGF23 濃度の 1 日の

平均値は有意に高く、血清 1,25(OH)₂D₃ は低リン食のそれよりも著しく低かった⁶⁾。

D. 考察

日本人の食事摂取基準(2025 年版)において、多量ミネラルは出納試験により、推定平均必要量、推奨量が設定されている。ナトリウムに関して、推定平均必要量が設定されているが、ほとんど意味を成していない。また、目標量は WHO および高血圧学会のガイドラインにて提唱されている数字よりも高くなっているが、現場サイドにおける実現可能な食事(献立)の作成を考えると、妥当な数字であると考えられる。一方、最近では尿中のナトリウム/カリウム比が、24 時間蓄尿よりも簡便で高血圧の発症と関連のある生体指標として利用価値が高いことが示されている。

カルシウムに関して、日本人の出納試験データを基に、基準が策定されているが、骨折や骨の維持といった評価が難しい指標を今後も利用するのか、または骨のバイオマーカーとして、血清オステオカルシンや Type I コラーゲンなどを用いて、推定の骨量を把握できる手法を探すなど、新たな生体指標も探すと考えられた。

マグネシウムに関して、通常の食事と腹部症状との関係性を見た知見がほとんどなく、耐容上限量の設定ができていない。一方、酸化マグネシウムなどのサプリメントを使用した知見は増え続け、腹部症状に関するデータも蓄積されつつある。サプリメントの利用者が増えている現在、サプリメントを踏まえた基準の設定など、再度検討しなければならないと考えられた。

リンに関して、食品添加物の含有量が不明である食品が多数存在している。吸収率の高い無機リンについては、骨だけでなく腎臓にも悪影響を及ぼす知見も増えてきたため、明確となる調査が必要である。一方、リン摂取量と骨量または骨折のデータが少ないことから、function の生体指標の設定が急務である。いく

つかの臨床試験が実施されているものの、システマティックレビューをはじめ、メタ解析を待ちたい。

E. 結論

多量ミネラルにおける摂取基準の根拠につながる新たな生体指標について、エビデンスが不足しており、疫学研究だけでなく基礎・生理学研究を併せた評価が必要である。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

I. 参考文献

- 1) Costello R, Rosanoff A, Nielsen F, West C. Perspective: Call for Re-evaluation of the Tolerable Upper Intake Level for Magnesium Supplementation in Adults. *Adv Nutr.* 2023; 14(5):973-982.
- 2) Picard K, Griffiths M, Senior PA, Mager DR, Richard C. Phosphorus Additives and Their Impact on Phosphorus Content in Foods—An Analysis of the USDA's Branded Foods Product Database. *J Ren Nutr.* 2023;

33(3):443-449

- 3) Calvo MS, Dunford EK, Uribarri J. Industrial Use of Phosphate Food Additives: A Mechanism Linking Ultra-Processed Food Intake to Cardiorenal Disease Risk? *Nutrients.* 2023; 15(16):3510.
- 4) Miyamoto KI, Oh J, Razzaque MS. Common Dietary Sources of Natural and Artificial Phosphate in Food. *Adv Exp Med Biol.* 2022; 1362:99-105.
- 5) Franco LP, Derakhshandeh-Rishehri SM, Nöthlings U, Hartmann MF, Herder C, Kalhoff H, Wudy SA, Remer T. Young adults' circulating FGF23 and α -klotho and their relationship with habitual dietary acid load and phosphorus intake during growth. *Sci Rep.* 2024; 14(1):27784.
- 6) Zhang JY, You HZ, Wang MJ, Zhang Q, Dong XY, Liu JF, Chen J. High-phosphorus diet controlled for sodium elevates blood pressure in healthy adults via volume expansion. *J Clin Hypertens (Greenwich).* 2021; 23(4):849-859.

表1-1-1 日本人の食事摂取基準（2025年版）に記載された多量ミネラルの生体指標と課題

大区分	小区分 (栄養素名)	2025指標	対象者	策定方法	食事調査	曝露		健康アウトカム			問題点
						潜在的不足または過剰	statusの生体指標 潜在的不足または過剰	functionの生体指標 潜在的機能障害	クリニカルサイン 明らかな兆候	短期	
ミネラル	ナトリウム	EAR	成人	不可選損失量を補う量	-	短期	尿、便、皮膚からの不可選損失量	短期			情報が古い
ミネラル	ナトリウム	EAR	小児 妊婦・授乳 婦	-	-	短期	組織の増加、維持量	長期			報告がないため、設定なし
ミネラル	ナトリウム	AI	乳児	母乳中のナトリウム濃度、基準 哺乳量から算出	6~11か月児：哺乳 乳量および離乳 食の全国実態調 査データを利用						母乳中、哺乳量のデータは 2005~2007年度と少し古い
ミネラル	ナトリウム	DG	成人	高血圧予防のために推奨される 摂取量と実際の日本人の摂取量 中央値の中間値	ナトリウム摂取 量（国調）						24時間ナトリウム排泄量デー タの活用できていない
ミネラル	ナトリウム	DG	小児	成人値にエネルギー必要量を補 正（参照体重で外挿）							年齢区分ごとの参照体重を参 照値として利用（体重からの 推定）
ミネラル	カリウム	EAR, RD A									設定するための科学的根拠 データが少ない
ミネラル	カリウム	AI	成人・高齢	不可選損失量を補う量を考慮 し、摂取量から算出	カリウム摂取量 （国調）		尿、便、皮膚からの不可選損失量お よび体内貯蔵量				体内平衡を評価した研究デー タが古い
ミネラル	カリウム	AI	小児	成人の値に参照体重で外挿し、 算出							年齢区分ごとの参照体重を参 照値として利用（体重からの 推定）
ミネラル	カリウム	AI	乳児	母乳中のカリウム濃度、基準哺 乳量から算出	6~11か月児：哺乳 乳量および離乳 食の全国実態調 査データを利用						母乳中、哺乳量のデータは 2005~2007年度と少し古い
ミネラル	カリウム	AI	妊婦・授乳 婦		カリウム摂取量 （国調）		組織の増加、維持量				
ミネラル	カリウム	DG	成人・高齢	摂取量の中央値とWHOガイドラ イン推奨値の中間値を参照値と し、参照体重を外挿し算出	カリウム摂取量 （国調）						隣接する年齢区分間の平滑化 が適切であるか不明
ミネラル	カリウム	DG	小児	成人の値に参照体重で外挿し、 算出							1~2歳時は摂取量の評価が難 しいため、実態の把握が難 しい。 WHOガイドラインとは異なる 方法により算出（エネ ギー）

表1-2 日本人の食事摂取基準（2025年版）に記載された多量ミネラルの生体指標と課題

大区分	小区分 (栄養素名)	基本情報				曝露				健康アウトカム				問題点
		2025指標	対象者	策定方法	食事調査	statusの生体指標 潜在的不足または過剰		functionの生体指標 潜在的機能障害		クリニカルサイン 明らかなる兆候		長期 (生活習慣病)		
						短期	長期	短期	長期	短期	長期			
ミネラル	カルシウム	EAR, RD A	成人	要因加算法（体内蓄積量+尿中排泄量+経皮的損失量に、見かけのカルシウム吸収率を考慮）		短期 体内蓄積量、尿中排泄量、経皮的損失量		短期 骨量、骨密度		短期 骨折		アウトカム設定によると、目標量に近い位置付け（摂取量とアウトカムとの関連は検討している？現在の出納の維持に資する値ではないか？）		
ミネラル	カルシウム	AI	乳児	母乳中のカルシウム濃度、基準哺乳量から算出	6-11か月児：哺乳量および母乳の全国実態調査データを利用							母乳中、哺乳量のデータは2005-2007年度と少し古い		
ミネラル	カルシウム	UL	成人	LOAEL÷不確定性因子	-	短期 血清カルシウム				短期 ミルクアルカリ症候群		欠乏を断定できる欠乏症が見られていないことから、不足や欠乏を招く摂取量を推定することができない		
ミネラル	マグネシウム	EAR, RD A	成人・高齢	出納試験								母乳中、哺乳量のデータは2005-2007年度と少し古い		
ミネラル	マグネシウム	EAR, RD A	乳児	母乳中のマグネシウム濃度、基準哺乳量から算出	6-11か月児：哺乳量および母乳の全国実態調査データを利用							設定するための科学的根拠データが少ない		
ミネラル	マグネシウム	DG	成人									摂取量のうち、加工食品に添加されているリン量は加味されていない		
ミネラル	リン	AI	成人・高齢・小児	摂取量の中央値	リン摂取量（国調）	短期 血清リン						母乳中、哺乳量のデータは2005-2007年度と少し古い		
ミネラル	リン	AI	乳児	母乳中のリン濃度、基準哺乳量から算出	6-11か月児：哺乳量および母乳の全国実態調査データを利用							カルシウム摂取量との関係性を不確定因子として計上しているが、エビデンスとしては不十分		
ミネラル	リン	UL	成人	血清リン濃度の正常上限値となる摂取量に不確定因子を考慮して算出		短期 血清リン		短期 PTH, FGF23				二次性副甲状腺機能亢進症		

表2 日本人の食事摂取基準（2025年版）に記載された多量ミネラルで検討すべき課題について

番号	記載年月日	既存/新規	課題	重要度
1	2025.1.6	既存	多量ミネラル全般に、体内平衡を評価した研究データ（不可避損失量、体内貯蔵量）を基に算出しているため、引用元が古いデータを使用している。体格などが変わってきているため、再考が必要である。	低～中
2	2025.1.6	既存	多量ミネラル全般に、乳児における母乳中、哺乳量のデータを利用している（2005～2007年）。データが少し古いため、再考が必要である。	低
3	2025.2.3	新規	マグネシウムの欠乏を断定できる欠乏症が見られていないことから、不足や欠乏を招く摂取量を推定することができていない	中
4	2025.2.3	新規	マグネシウムの多量摂取に対しての症状として、下痢をはじめとした腹部症状を示す摂取量の評価が十分ではない。	中
5	2025.3.5	既存	リン摂取量の評価において、国民健康栄養調査の食事調査を基に、目安量を算出しているが、摂取量のうち加工食品に添加されているリン量が十分に評価されていないため、摂取量の妥当性評価が曖昧になっている可能性が考えられる。	中
6	2025.3.5	新規	リンの過剰摂取に対して、現在statusの生体指標として血清リン濃度が利用されている。リンは、カルシウムやマグネシウムと同様に、PTHの反応が観察されること、過剰により二次性副甲状腺機能亢進症に進展することなども考えられるため、function やクリニカルサインなども考慮した指標のエビデンスづくりが必要である。併せて、FGF23なども同様に考える必要がある。	低

表3-1 多量ミネラル課題詳細	
担当パート：マグネシウム（多量ミネラル）	
記入年月日：2025.2.3	
課題の種類 (該当する項目に○)	1. 曝露（摂取量もしくは栄養素そのもの）に関する事項 ②. 健康アウトカムに関する事項 3. 曝露とアウトカムの関連に関する事項 4. 指標策定全体に関わる事項
課題（文章）	マグネシウムの多量摂取に対しての症状として、下痢をはじめとした腹部症状を示す摂取量の評価が十分ではない。
課題（PI (E) CO) ※可能な場合	対象者： 介入/曝露： 比較対象： アウトカム：
対応	①. 文献検索 2. 新規研究提案
詳細 文献検索の場合は 検索語・式の提案、 新規研究提案の 場合はごく簡単な 研究計画案を記述。	MAGNESIUM(3A)(DIET? OR INTAKE? OR FEEDING? OR UPTAKE? OR INGEST? OR SUPPLEMENT? OR CONSUMPTION? OR DAILY OR FOOD?), DIARRHEA+NT/CT OR "SIGNS AND SYMPTOMS,DIGESTIVE"+NT/CT, HUMAN
備考	サプリメントを使用した論文が多く評価が不十分 ただし、サプリメントの耐容上限量の見直しなどに、利用可能

表3-2 多量ミネラル課題詳細	
担当パート：リン（多量ミネラル）	
記入年月日：2025.3.5	
課題の種類 (該当する項目に○)	1. 曝露（摂取量もしくは栄養素そのもの）に関する事項 2. 健康アウトカムに関する事項 3. 曝露とアウトカムの関連に関する事項 ④. 指標策定全体に関わる事項
課題（文章）	リン摂取量の評価において、国民健康栄養調査の食事調査を基に、目安量を算出しているが、摂取量のうち加工食品に添加されているリン量が十分に評価されていないため、摂取量の妥当性評価が曖昧になっている可能性が考えられる。
課題（PI (E) CO） ※可能な場合	対象者： 介入/曝露： 比較対象： アウトカム：
対応	①. 文献検索 2. 新規研究提案
詳細 文献検索の場合は 検索語・式の提案、 新規研究提案の 場合はごく簡単な 研究計画案を記述。	(PROCESS? OR PACKAGED OR CONVENIENCE? OR (READY OR PRE)(1W)(EAT OR MADE OR PACKAGED) OR PREPARED OR FROZEN OR CANNED OR INSTANT OR RETORT)(2A)(FOOD? OR FEED? OR MEAL? OR EDIBLE? OR PRODUCT#) PHOSPHORUS+NT/CT OR PHOSPHORUS COMPOUNDS+NT/CT
備考 懸案事項など	

表3-3 多量ミネラル課題詳細	
担当パート：リン（多量ミネラル）	
記入年月日：2025.3.5	
課題の種類 (該当する項目に○)	1. 曝露（摂取量もしくは栄養素そのもの）に関する事項 2. 健康アウトカムに関する事項 ③. 曝露とアウトカムの関連に関する事項 4. 指標策定全体に関わる事項
課題（文章）	リンの過剰摂取に対して、現在statusの生体指標として血清リン濃度が利用されている。リンは、カルシウムやマグネシウムと同様に、PTHの反応が観察されること、過剰により二次性副甲状腺機能亢進症に進展することなども考えられるため、function やクリニカルサインなども考慮した指標のエビデンスづくりが必要である。併せて、FGF23なども同様に考える必要がある。
課題（PI (E) CO） ※可能な場合	対象者： 介入/曝露： 比較対象： アウトカム：
対応	①. 文献検索 2. 新規研究提案
詳細 文献検索の場合は 検索語・式の提案、 新規研究提案の 場合はごく簡単な 研究計画案を記述。	(PHOSPHORUS+NT/CT OR PHOSPHORUS COMPOUNDS+NT/CT OR PHOSPHORUS))(4A)(CONSUMPT? OR INTAKE?) PARATHYROID HORMONE+NT/CT OR PARATHYROID?(2A)H ORMON? OR PTH OR IPTH FIBROBLAST GROWTH FACTOR-23+NT/CT OR (FIBROBLA ST?(2A)GROWTH?(2A)FACTOR? OR FGF)(2W)23 OR FGF23 OR PHOSPHATONIN? HUMAN
備考 懸案事項など	