資料

地域住民のミネラル摂取量把握方法についての検討

林 宏 一, 押 野 栄 司, 杉 田 直 道

石川県厚生部健康推進課

Studies on Method of Mineral Intake Survey from the Habitual Diet of the Locals

Kouichi Hayashi, Eiji Oshino and Naomichi Sugita

Health Promotion Division, Health and Welfare Department, Ishikawa Prefectural Government

緒 言

カルシウム（以下、Ca）摂取不足は骨粗鬆症の一因¹⁾として、マグネシウム（以下、Mg）はCaに対する相対的な摂取不足による虚血性心疾患のリスクファクター²⁾として、それぞれ注目を集めている。また、鉄（以下、Fe）や銅（以下、Cu）は貧血症、亜鉛（以下、Zn）は味覚障害、ナトリウム（以下、Na）やカリウム（以下、K）は高血圧症との関係をはじめ種々の疾病との関連性が研究されている³⁾。

これらミネラルの摂取量については、近年、代表的な食品のミネラル含有量を収載した食品成分表⁴⁾が発表され、エネルギー、たん白質等の栄養素等と同様、“秤量法”や“思い出し法”等で把握した食品摂取重量と食品成分表値との積から把握することが可能となった（以下、計算値）。しかし、一方で食事中のミネラルは調理操作に伴う損失が大きいたことが報告され、計算値をそのまま摂取量として評価することの困難性も指摘されている⁵⁾。

そこで、我々は地域住民のミネラル摂取量を秤量法による計算値でどの程度把握することができるかを検討するため、日常食を陰膳法により採取し、Ca、Mg、Fe、Zn、Cu、Na、Kの各ミネラルを分析により求め（以下、実測値）、計算値との比較を行った。

調 査 方 法

1. 調査対象、調査時期及び試料収集

調査は、石川県内41市町村のうち加賀地区からT町、能登地区からS町の2町を選定し、対象者は40歳代から60歳代までの食生活改善推進員（全員女性、T町 30人・S町 28人の計58人）とした。対象者の基本的な属性はTable 1のとおりである。1990年及び1991年の11月から12月にかけての連続した週日2日間に、対象者が摂取した食事と同内容、同量分をその都度容器に採取（陰膳法）し、試料とした。

2. ミネラル分析方法

試料を1日分ごとにミキサーでホモジナイズし、その一部（約500g）を真空凍結乾燥させ、硝酸-過塩素酸で湿式灰化し、フッ化水素酸でケイ酸塩を分解した後、Ca、Mg、Fe、Zn、Na、Kについては日本ジャーレルアッシュ(株)製のInductivity Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer (ICP-AES)を、Cuについては横河電機(株)製のInductivity Coupled Plasma Mass Spectrometer (ICP-MS)を用い、各ミネラルを分析した。また、National Institute of Standard & Technologyの標準物質 (SRM-1548)を用いて精度管理を行い、他の元素等の妨害がないことを確認した。

3. ミネラル計算法

試料収集日の2日間に摂取した食品重量を国民栄養調査方式で秤量記録し、四訂日本食品標準成分表⁶⁾及び日本食品無機質成分表⁷⁾を用い、各ミネラル摂取量を算出した。なお、成分表に未収載の食品については集計から除外した。

4. 食品群別法及び食品群別寄与率

食品群別は国民栄養調査による分類を使用した。個々の食品からのミネラル摂取量を計算後、食品群別に合計し、全体に占める割合をもって寄与率とした。

5. 統計的解析

陰膳法による実測値については、1日ごとに分析した各ミネラルの2日間の平均値を用い、秤量法による計算値は2日分の計算値を1日分に平均化した。ミネラル摂取量については実測値と計算値双方を、食品群別寄与率の算出には計算値を用いた。統計処理手法は、実測値と計算値との比較にはpaired t-testを用い、相関関係の分析には単回帰分析を行った。

結 果

1. ミネラル摂取量の実測値と計算値との比較

ミネラル摂取量の実測値と計算値との比較はTable 2に示したとおりである。Ca, Mg, Fe, Cu, Na, Kについては計算値に対し実測値が有意に低くなったが、Znについては実測値が計算値より高くなった。

2. ミネラル摂取量の度数分布

各ミネラル摂取量の度数分布はFig.1に示したとおりである。Caについては成人の所要量である600mg/日未満の者が75.9% (n=44), Mgについては目標摂取量である300mg/日未満の者が94.8% (n=55) みられた。Feについては閉経後女子の所要量である10mg/日を上回っている者が5.2% (n=3) のみであった。Znについては6~8mg/日で全体の46.6% (n=27) を占め、Cuについては0.8~1.2mg/日で全体の55.2% (n=32) を占めた。Naについては4.0g/日(食塩相当量として10g/日)を上回る者が22.4% (n=13) であった。Kについては目標摂取量の下限值である2g/日を下回っている者が48.3% (n=28) みられた。

3. ミネラルの食品群別寄与率

各ミネラルの食品群別寄与率はTable 3に示したとおりである。最も寄与率が高い食品群はCaが“乳類”, Mgが“穀類”, Feが“豆類”, Znが“穀類”, Cuが“穀類”, Naが“調味嗜好飲料”, Kが“その他の野菜”であった。

4. ミネラル摂取量の実測値と計算値との相関関係

ミネラル摂取量の実測値と計算値との相関関係はFig.2に示したとおりである。各ミネラルとも有意の正相関を示した。Caは相関係数(以下, r) 0.64, 有意確率(以下, p) 0.001未満, Mgはr=0.59 (p<0.001), Feはr=0.35 (p<0.01), Znはr=0.54 (p<0.001), Cuはr=0.60 (p<0.001), Naはr=0.50 (p<0.001), Kはr=0.58 (p<0.001) であった。

Table 1 Basal data of the subjects

		T-Town	S-Town
Age distribution	40~49	3	7
	50~59	13	13
	60~	14	8
	Total	30	28
Age (years)		57.1±5.9	54.4±9.4*
Height (cm)		152.9±5.1	152.8±4.0

* Mean ± Standard deviation

Table 2 Dietary mineral intakes between the chemically analysed value by duplicate portion study and the calculated value from food table

Minerals	Chemically analysed value	Calculated value	Significance level * ¹
Ca (mg)	485±222* ²	654±228	$p<0.001$
Mg (mg)	196±52	237±49	$p<0.001$
Fe (mg)	6.2±2.3	12.4±3.3	$p<0.001$
Zn (mg)	7.0±1.6	6.4±1.2	$p<0.001$
Cu (mg)	1.04±0.29	1.13±0.34	$p<0.05$
Na (g)	3.24±0.88	4.87±1.42	$p<0.001$
K (g)	2.03±0.63	3.25±0.91	$p<0.001$

(58 locals ; all subjects)

*¹ Statistics by paired *t*-test between the chemically analysed value and the calculated value.

*² Mean ± Standard deviation

Fig. 1 Histogram of the distribution of daily calcium, magnesium, iron, zinc, copper, sodium and potassium intakes

考 察

各ミネラルの実測値による摂取量に関しては、五島ら⁷⁾、武ら⁸⁾、Shiraishiら⁹⁾の報告や、1960年11月にZnについて石川県で行われたYamagataら¹⁰⁾の調査結果に比べ、低めの値を示した。この原因としては、我々が調査対象とした集団が全員女性であり、かつ、年齢が高いために食事の摂取量そのものが少なかったのか、あるいは、本研究で用いたICPによる分析手法はShiraishiら⁹⁾も用いているが、他の研究者ら^{7, 8, 10)}の方法とは異

なっており、分析手法の違いによるものなのかが推測される。いずれにしても明確な原因は不明であり、測定された値の解釈については、今後更に検討する必要があるだろう。充足状況は、Ca, Mg, Feについては所要量または目標摂取量を下回っている。更に、度数分布をみると、不足が問題となるCa, Mg, Fe, Kの各ミネラルとも所要量、目標摂取量を上回っている対象者は少なかった。計算値（平均）では所要量を充足しているCa, Feの摂取量について、どのように摂取増を指導していくかが今後の課題である。

摂取量について、実測値と計算値を比較した場合、Znを除く各ミネラルについては計算値が実測値より高い値を示した。計算値は調理前の食品の可食部を計量して算出するのに対し、陰膳法による実測値は調理後実際摂取する形態である“料理”を分析するため、調理操作による損失の影響が指摘されている^{5, 11-13)}。今回の実測値低下についての我々の結果も、調理

Table 3 Contribution ratio of food groups to each mineral total consumption by the calculated value (%)

Food groups	Ca		Mg		Fe		Zn		Cu		Na		K	
	T ^{*1}	S ^{*2}	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S
1. Cereals	4.1	3.4	25.4	27.8	9.9	10.0	39.2	42.5	32.8	37.0	3.7	3.7	7.3	7.1
2. Seeds and Nuts	2.0	2.4	1.9	1.7	1.0	1.2	1.3	1.2	1.7	1.5	0	0	0.3	0.4
3. Potatoes	2.4	2.7	5.1	5.9	3.0	3.7	2.1	2.5	5.4	6.4	0.1	0.1	10.0	11.1
4. Sugars	0.1	0	0	0	0.2	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0.1	0
5. Cakes and Candies	1.4	1.4	0	0	1.9	2.6	0	0	0	0	1.1	1.0	0.9	0.8
6. Oils and Fats	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.2	0.1	0	0	1.1	1.1	0.1	0.1
7. Pulses	15.7	20.1	12.4	15.8	15.7	19.8	8.4	10.2	13.6	17.4	14.7	14.8	6.9	7.7
8. Fruits	5.1	4.0	8.7	8.1	3.0	3.0	1.8	1.7	8.0	7.8	1.3	1.3	11.6	10.8
9. Green, Yellow Vegetables	9.8	7.1	10.2	5.1	11.3	7.2	5.9	2.7	6.9	4.1	0.4	0.4	12.8	8.1
10. Other Vegetables	10.8	10.8	8.0	7.9	6.4	6.8	4.9	4.6	6.7	6.3	6.5	6.4	14.3	14.3
11. Fungi	0.1	0.2	0.8	1.3	1.0	2.1	1.2	1.8	1.3	2.1	0	0	1.3	1.9
12. Seaweeds	6.2	7.4	1.4	1.6	4.4	7.1	0.2	0.2	0.1	0.2	5.9	5.9	6.2	9.8
13. Seasonings and Beverages	4.6	4.9	8.4	8.5	16.2	14.7	3.6	3.5	1.4	1.2	49.4	49.4	7.8	8.0
14. Fishes and Shellfishes	13.3	9.2	11.7	7.7	16.2	10.0	16.4	10.7	15.3	12.6	11.5	11.5	10.4	8.1
15. Meats	0.5	0.5	0.7	0.8	4.6	5.2	3.0	3.0	4.9	1.0	1.3	1.4	2.8	3.3
16. Eggs	2.9	3.1	1.3	1.4	4.1	5.0	6.6	6.9	1.2	1.4	0.9	0.9	1.1	1.3
17. Milk and Dairy Products	20.9	22.7	3.9	6.4	1.0	1.4	5.2	8.4	0.6	1.0	1.8	1.8	6.1	7.2
18. Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0	0

*¹ T-Town, *² S-Town

Fig. 2 Correlation between the chemically analysed value by duplicate portion study and the calculated value from food table of daily calcium, magnesium, iron, zinc, copper, sodium and potassium intakes

操作による損失の影響が大きいと思われる。また、成分表^{4) 6)}作成時の分析に用いた食品の成分値と、本実験で使用された食品の値とが異なっていた可能性も大きい。特に食塩摂取量の関係で注目されるNaについては、計算値が平均4.87g/日であり、食塩相当量に換算すると12.4g/日となる。実測値からの食塩相当量が8.2g/日であり、実測値に対し計算値は約50%増となっている。国民栄養調査方式で行われている各種栄養調査時においても、同様の現象が起こっていると仮定するならば、平成2年の国民栄養調査食塩摂取量が12.5g/日であり、その実測値は約8g/日となるのではないかと推定される。

実測値と計算値間で他のミネラルとは反対に実測値が高かったZnについては、その原因は不明であるが、Table 3に示したように各種食品群中穀類が最も寄与しており、本県における穀類の最多用食品が米であることを考え併せると、米についての搗精歩留まり88.0%の場合のZn残存率 77.4%，水洗時のZn残存率 85.8～88.7%で、Cuと並び各種ミネラルの中でも残存率が高いと堤ら¹⁴⁾によって報告されていることや、Hambidgeら¹⁵⁾の調理・加工による変化はそれほど大きくないという報告もみられること、更には、炊飯用水の吸水に伴うZn増に起因する¹¹⁾可能性も考えられ、本研究で用いられた“めし”のZn含有量が高かった可能性もある。

また、穀類に次いで寄与率が高かった食品群は魚介類であり、魚介類中の個別の食品によってはZnが高濃度に存在している場合があることを石崎ら¹⁶⁾が報告していることや、前述のHambidgeら¹⁵⁾の総説に論述されているように、食事からのZn摂取量はどのような食品を食べるかによって大きく左右されるといわれていることから、今回分析した試料中に、高濃度のZnを含有している食品が存在していた可能性もあり、調理操作による変動が他のミネラルの場合と異なっているのではないかとと思われる。Cuは、計算値に比べ実測値が低いが、他のミネラルと比較した場合、その減少はわずかである。原因はZnと同様不明であるが、食品群の寄与率がZnとほぼ同様であること、前述の堤ら¹⁴⁾の報告で精米中のCuはZnと並び残存率が高く、米粒内部まで分布量が多いと推察されていることなど、調理による損失状況がZnと類似しているのではないかと考えられる。

各ミネラルの実測値と計算値間の相関係数は、Ca ($r=0.64$)、Cu ($r=0.60$)、Mg ($r=0.59$)、K ($r=0.58$)、Zn ($r=0.54$)、Na ($r=0.50$) の順に高い値を示しているが、相関図のプロットをみると完全には一致していない。このことについては、調理加工食品の摂取量が多い場合には実測値と計算値間で差がでることも考えられるが、今回の調査では調理加工食品を利用している者は皆無であった。従って、プロットが一致しない理由としては食品や調理方法の種別による損失状況の違いによるものか、あるいは、今回摂取した食品中のミネラル含有量と食品成分表記載食品中のミネラル含有量との不一致によるものではないかと考えられる。Feについては $r=0.35$ ($p<0.01$) と他のミネラルに比べ低い係数を示した。木村ら¹¹⁾によって、調理による残存率のばらつきが各種ミネラルのうちFeで大きいと報告されており、調理操作による損失やFeを素材とする調理器具からの混入等、他のミネラルに比べ調理方法による影響を受けやすいものと思われる。以上記述した単回帰分析による回帰式や相関係数は、今回我々が試料として測定した食事のみの結果であり、その普遍性については今後多くの試料によって検討されなければならないと考える。

本研究において、陰膳法による実測値が、秤量法による計算値に対しZnを除いて低いことが観察された。このことは、計算値のみによる栄養指導の困難性を示すとともに、栄養指導効果の発現、評価についての基準にも影響してくる問題であろう。調査にかかる時間、労力や経済性等のため、計算値によるデータのみしか手元にならない場合が多い公衆栄養や臨床栄養等の現場においては、調理損失等を考慮した栄養指導が必要であろう。

要 約

ミネラル摂取量について、陰膳法による実測値と秤量法による計算値との関係を把握するため、58人の食生活改善推進員を対象に、Ca、Mg、Fe、Zn、Cu、Na、K摂取量を調査し、以下の結果を得た。

- 1) Ca摂取量は、 485 ± 222 mg/日、Mg摂取量は 196 ± 52 mg/日、Fe摂取量は 6.2 ± 2.3 mg/日、Zn摂取量は 7.0 ± 1.6 mg/日、Cu摂取量は 1.04 ± 0.29 mg/日、Na摂取量は 3.24 ± 0.88 g/日、K摂取量は 2.03 ± 0.63 g/日であった。
- 2) 食品群別寄与率が最も高いのは、Caが“乳類”、Mgが“穀類”、Feが“豆類”、Znが“穀類”、Cuが“穀類”、Naが“調味嗜好飲料”、Kが“その他の野菜”であった。
- 3) 実測値と計算値を比較した場合、Ca、Mg、Fe、Cu、Na、Kについては計算値に対し実測値が有意に低くなったが、Znについては実測値が計算値より高くなった。
- 4) 実測値と計算値との相関係数は、Caが $r=0.64$ ($p<0.001$)、Mgが $r=0.59$ ($p<0.001$)、Feが $r=0.35$ ($p<0.01$)、Znが $r=0.54$ ($p<0.001$)、Cuが $r=0.60$ ($p<0.001$)、Naが $r=0.50$ ($p<0.001$)、Kが $r=0.58$ ($p<0.001$) であり、いずれも正の相関を示した。

*

本研究を遂行するにあたり御指導いただきました石川県保健環境センター 西 正美所長, 石川県厚生部 上谷博宣次長, 松任保健所 伊川あけみ所長に深謝いたします。また, ミネラル分析について石川県保健環境センター環境放射線部 牛島 茂主任研究員, 翫 幹夫技師, データの加工について同情報科学室 竹野裕治研究主幹, 山田 肇技師, 成分値計算について金沢医科大学公衆衛生学教室 田畑正司講師, 由田克士氏にお世話になりました。調査実施に御尽力いただきました羽咋, 小松両保健所栄養士, そして御協力いただきました食生活改善推進員の皆様に, 稿を終えるにあたり記して感謝申し上げます。

*

本論文の一部は, 第47回日本栄養・食糧学会総会 (1993年, 東京) において発表した。

文 献

- 1) 細井孝之, 折茂 肇: 骨粗鬆症の予防法, 産婦人科治療, **61**, 796~799 (1990)
- 2) Karppanen, H. : Epidemiological studies on the relationship between magnesium intake and cardiovascular diseases, *Artery*, **9**, 190~199 (1981)
- 3) 千葉百子, 他: 治療 (Vol.75 No.3) —微量元素とQOL—, pp.2~216 (1993) 南山堂, 東京
- 4) 科学技術庁資源調査会編: 日本食品無機質成分表—四訂日本食品成分表のフォローアップに関する調査報告Ⅲ—, pp.20~68 (1991) 大蔵省印刷局, 東京
- 5) 児玉直子: 無機質摂取量を把握する場合の精度と誤差要因—献立の計算値と複数回調理した食事の測定値との比較—, *Annual Rep. Natl. Inst. Health Nutr.*, **40**, 59~68 (1991)
- 6) 科学技術庁資源調査会編: 日本食品標準成分表の改訂に関する調査報告—四訂日本食品標準成分表—, pp.38~291 (1982) 大蔵省印刷局, 東京
- 7) 五島孜郎, 沢村経子, 関 博磨: 日本人の日常食中のミネラル含量, Ca, P, Mg, K, Naについて, 栄養と食糧, **25**, 359~361 (1972)
- 8) 武 敦子, 矢野公子, 鈴木泰夫, 野田克彦: 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)
- 9) Shiraishi, K., Mcinroy, J. F. and Igarashi, Y. : Simultaneous multielement analysis of diet samples by inductively coupled plasma mass spectrometry and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **36**, 81~86 (1990)
- 10) Yamagata, N. and Iwashima, K. : Balance of zinc in Japanese people and diet with reference to environmental contamination with radioactive zinc-65, *Bull. Inst. Publ. Health*, **11**, 131~138 (1962)
- 11) 木村美恵子, 糸川嘉則: 食事中ミネラルの調理損耗の実態と基礎実験, 日本栄養・食糧学会誌, **43**, 31~41 (1990)
- 12) 畑 明美, 南光美子: 洗浄操作による野菜中無機成分の溶出の変化, 調理科学, **16**, 47~51 (1983)
- 13) 畑 明美, 南光美子: 浸漬操作による野菜, 果物中無機成分の溶出の変化, 調理科学, **16**, 52~56 (1983)
- 14) 堤 忠一, 下村千恵子: 米の搗精および水洗いによる無機成分および蛋白質含有量の変化, *Rept. Natl. Food Res. Inst.*, **33**, 12~17 (1978)
- 15) Hambidge, K. M., Casey, C. E. and Krebs, N. F. : Zinc, in Trace Elements in Human and Animal Nutrition, 5th ed./Mertz, W., ed., pp.1~138 (1986) Academic Press, Orland
- 16) 石崎有信, 福島匡明, 坂元倫子: 生物体内のCdの分布について (第2報) 食品のCdおよびZn含有量, 日本衛生学雑誌, **25**, 207~222 (1970)

(受付: 平成5年5月20日)