

無機質成分表を利用した食事中無機質摂取量の検討

瀬 亜希子, 村上 美香, 畑井 郁乃, 東川 佳絵, 張 作文¹⁾,
文 燦 錫¹⁾, 渡辺 孝男²⁾, 池田 正之¹⁾, 新保慎一郎

Studies of daily dietary intake of nutrient or trace elements by used of food composition tables

Akiko Hayase, Mika Murakami, Ikuno Hatai, Kae Higasikawa,
Zuo-Wen Zhang, Chan-Seok Moon, Takao Watanabe, Masayuki Ikeda and
Shin-ichiro Shimbo

I. はじめに

マグネシウム (Mg), 亜鉛 (Zn), 銅 (Cu) 元素は生体の構成成分であり, 細胞内成分としても数多くの酵素の金属補酵素として重要な役割を担っている。食事からのこれら3元素摂取量は, 生体の保護維持のため重要な意味をもち, とくにマグネシウムの摂取量不足は低血圧, 期外収縮, 精神神経機能の低下をもたらし, 亜鉛不足は成長遅延, 肢端皮膚炎, 味覚低下, 銅不足は貧血, 骨粗鬆などの疾病原因となることが知られ, 健康保持のため食事からの摂取量維持が重要視されている¹⁾。その摂取量不足によって招来される疾患の重要性によって, わが国では食事からの1日所要量としてマグネシウム300 mg, 亜鉛8~15 mg, 銅1.28~2.5 mg が示されている²⁾。しかし, 従来これらの成分が実際にどれだけ摂取されているかを簡単に知る手段はなかった。「四訂日本食品標準成分表」³⁾(四訂成分表)では, 食品中のマグネシウム, 亜鉛, 銅含有量が未収載で, 食物からの摂取量の算定は不可能であった。1991年四訂成分表のフォローアップに関する調査報告Ⅲとして, 無機質成分(マグネシウム, 亜鉛, 銅)の供給源として重要な436食品を収載した「日本無機質成分表」⁴⁾(無機質成分表)が公表された。今回, われわれが日本各地における陰膳食物収集で得た食

事献立表をもとに, この成分表を利用して3成分を算定し有用性を考察した。同時に, 四訂成分表に記載されている食品の大部分について, 上記3元素を含む28元素を分析した「食品の微量元素含量表」⁵⁾(微量元素表)が公表されているので, その有用性についても検討した。

II. 対象および方法

1. 調査対象

1991年から日本人の栄養調査の目的で陰膳方式食物収集^{6,7)}を行なった, 北海道から九州までの14都道府県22地区の成人女性456名を調査対象とした。男性は食物検体提供者が極めて少ないため, 本研究では調査の対象外とした。

2. 調査方法

1) 栄養価算定: 陰膳食物収集で得た献立表を用い「四訂日本食品標準成分表」³⁾に基づいたコンピュータプログラムを作成して, 食品重量と食品番号から計算した。

2) マグネシウム, 亜鉛, 銅摂取量算定: 「日本無機質成分表」⁴⁾によるコンピュータプログラムを作成して, 食品番号と食品重量からマグネシウム, 亜鉛, 銅摂取量を計算した。

3) 28元素摂取量算定: 「食品の微量元素含量表」⁵⁾によるコンピュータプログラムを作成して, 同じく献立表から28元素摂取量 (Al, As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Ga, Ge, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sc, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V, Zn) を計算した。

京都女子大学家政学部食物栄養学科栄養学第1研究室

¹⁾ 京都大学医学部公衆衛生学教室

²⁾ 宮城教育大学

表1 収載食品数

食 品 群	四訂版 食品成分表	食品の微量 元素含量表	(%)	日本食品 無機質成分表	(%)
1 穀類	134	85	63.4	44	32.8
2 いも及びでんぷん類	34	26	76.5	14	41.2
3 砂糖及び甘味料類	25	25	100.0	2	8.0
4 菓子類	114	110	96.5	2	1.8
5 油脂類	7	0	0.0	4	57.1
6 種実類	35	30	85.7	11	31.4
7 豆類	61	53	86.9	29	47.5
8 魚介類	333	239	71.8	96	28.8
9 獣鳥鯨肉類	207	139	67.1	45	21.7
10 卵類	20	14	70.0	5	25.0
11 乳類	50	49	98.0	14	28.0
12 野菜類	255	167	65.5	83	32.5
13 果実類	133	122	91.7	26	19.5
14 きのこと類	31	19	61.3	12	38.7
15 藻類	44	37	84.1	16	36.4
16 嗜好飲料類	65	40	61.5	9	13.8
17 調味料及び香辛料類	55	54	98.2	24	43.6
18 調理加工食品類	18	18	100.0	0	0.0
合 計	1621	1227	75.7	436	26.9

4) 成績の評価:主として Student の対応のある t-検定によった。

III. 成績

1. 無機質成分表と微量元素表の比較

1) 収載食品数の比較

四訂成分表収載の食品数1621食品に対して無機質成分表は436食品 (26.9%), 微量元素表は1227食品 (75.7%) であった。(表1)

2) 算定捕捉重量

四訂成分表では全食品について栄養計算が可能(捕捉重量100%)であるが, この捕捉重量に対し無機質成分表の捕捉重量は $58.7 \pm 13.6\%$, 微量元素表では $53.7 \pm 10.1\%$ であった。

3) 食品群別摂取量

食品群別(水と市販食品群を除く)に四訂成分表および無機質成分表による摂取重量量とマグネシウ

ム, 亜鉛, 銅の食品群別摂取量を比較した。無機質成分表による摂取重量は四訂成分表使用重量の69.5%であった。食品群別の摂取量を表2に示した。

4) 元素摂取量度数分布

マグネシウム, 亜鉛, 銅3元素の無機質成分表, 微量元素表から計算した摂取量度数分布はともにほぼ正規分布を示した。3元素とも微量元素表による値が高値側に偏した。両成分表による値は良く相関し, 相関係数はマグネシウム0.75, 亜鉛0.80, 銅0.81であった。

5) 1人1日無機質摂取量

マグネシウム, 亜鉛, 銅の成人女子1日平均摂取量は無機質成分表でマグネシウム 167 mg, 亜鉛 5578 μ g, 銅868 μ g, 微量元素表による値はマグネシウム232 mg, 亜鉛6025 μ g, 銅1016 μ gであった。

2. 微量元素表による28元素の算定成績

1) 微量元素表による28元素摂取量の度数分布は

表2 食品群別マグネシウム, 亜鉛, 銅摂取量

食品群	食品捕捉量 (g)					マグネシウム, 亜鉛, 銅摂取量					
	四訂成分表		無機質成分表		無機質/四訂	マグネシウム		亜鉛		銅	
	g	%	g	%		mg	%	μg	%	μg	%
1群	511.8±147.99	(26.0)	492.9±153.95	(36.0)	(96.3)	26.3±14.01	(15.8)	2532.4±794.05	(45.4)	390.4±119.50	(45.0)
2群	58.5±60.31	(3.0)	42.1±45.80	(3.1)	(72.0)	6.4±7.53	(3.8)	86.8±99.72	(1.6)	35.1±40.81	(4.0)
3群	12.4±11.92	(0.6)	0.9±4.22	(0.1)	(6.9)	0.2±1.14	(0.1)	3.3±16.22	(0.1)	2.0±10.36	(0.2)
4群	30.2±36.22	(1.5)	0.5±2.72	(0.0)	(1.7)	0.3±1.83	(0.2)	6.7±39.35	(0.1)	1.9±11.74	(0.2)
5群	7.1±7.25	(0.4)	7.1±7.25	(0.5)	(100.0)	0.0±0.05	(0.0)	0.8±2.38	(0.0)	0.1±0.07	(0.0)
6群	2.6±7.15	(0.1)	0.8±4.63	(0.1)	(28.7)	1.5±9.42	(0.9)	25.6±150.91	(0.5)	6.5±38.67	(0.7)
7群	80.6±55.05	(4.1)	59.4±47.34	(4.3)	(73.7)	30.7±24.17	(18.4)	587.6±491.44	(10.5)	139.4±127.06	(16.1)
8群	70.0±48.98	(3.6)	29.9±34.02	(2.2)	(42.8)	13.4±14.97	(8.1)	542.4±1261.55	(9.7)	63.7±124.39	(7.3)
9群	37.6±32.42	(1.9)	12.4±21.95	(0.9)	(33.1)	2.1±3.62	(1.2)	172.4±361.29	(3.1)	12.7±46.19	(1.5)
10群	33.8±29.93	(1.7)	24.2±27.56	(1.8)	(71.6)	2.4±2.76	(1.5)	342.1±392.33	(6.1)	11.5±13.06	(1.3)
11群	130.7±135.71	(6.6)	119.4±134.55	(8.7)	(91.4)	12.1±13.39	(7.3)	448.0±486.48	(8.0)	9.3±10.31	(1.1)
12群	256.0±112.22	(13.0)	161.7±83.50	(11.8)	(63.2)	25.1±15.05	(15.0)	437.1±289.32	(7.8)	100.3±59.78	(11.6)
13群	161.3±140.39	(8.2)	132.1±128.76	(9.7)	(81.9)	14.0±15.83	(8.4)	87.9±121.77	(1.6)	65.3±66.15	(7.5)
14群	11.4±17.06	(0.6)	3.7±10.10	(0.3)	(32.9)	0.5±1.40	(0.3)	19.9±59.38	(0.4)	4.0±11.26	(0.5)
15群	14.9±17.65	(0.8)	6.4±11.42	(0.5)	(43.0)	8.6±23.76	(5.2)	34.5±70.10	(0.6)	5.8±10.97	(0.7)
16群	510.8±328.45	(25.9)	242.9±313.72	(17.8)	(47.6)	4.7±31.62	(2.8)	14.1±194.20	(0.3)	1.5±19.70	(0.2)
17群	34.9±18.84	(1.8)	31.3±16.35	(2.3)	(89.8)	18.3±10.29	(11.0)	236.3±150.91	(4.2)	18.5±21.94	(2.1)
18群	4.4±18.27	(0.2)	0.0±0.00	(0.0)	(0.0)	0.0±0.00	(0.0)	0.0±0.00	(0.0)	0.0±0.00	(0.0)
総量	1968.9±512.27	(100.0)	1367.9±453.16	(100.0)	(69.5)	166.7±65.68	(100.0)	5578.0±1884.40	(100.0)	867.9±273.03	(100.0)

表中の数値は平均値±標準偏差

() 内数値は各群値の総量に対する%

無機質/四訂は四訂成分表による捕捉値に対する無機質成分表による捕捉%

表3 微量元素含量表による1日摂取量(28元素)

元 素	AM±ASD	GM (GSD)	中央値
アルミニウム Al	4599±7807	2884 (2.18)	2529
ヒ素 As	1151± 772	954 (1.91)	985
ホウ素 B	995± 644	870 (1.66)	841
バリウム Ba	392± 173	354 (1.55)	357
ベリリウム Be	5.0± 5.8	4.2 (1.78)	4.1
ビスマス Bi	3.3± 2.6	1.5 (>5)	2.9
カドミウム Cd	5.5±19.6	0.02 (>5)	0.4
コバルト Co	1.9± 3.9	0.03 (>5)	0.3
クロム Cr	91± 26	88 (1.33)	89
銅 Cu	1016± 300	977 (1.35)	1000
ガリウム Ga	12± 24	0.04 (>5)	<0.01
ゲルマニウム Ge	236± 171	162 (3.02)	197
リチウム Li	14± 53	0.4 (>5)	3.3
マグネシウム Mg	232± 81	219 (1.38)	219
マンガン Mn	3062±2172	2818 (1.41)	2883
モリブデン Mo	255± 67	246 (1.32)	250
ニッケル Ni	161± 80	145 (1.55)	143
鉛 Pb	1.3± 5.4	<0.01 (>5)	<0.01
アンチモン Sb	80± 68	56 (2.88)	65
スカンジウム Sc	5.6± 3.9	4.4 (2.00)	4.8
セレン Se	110± 118	87 (1.91)	82
ケイ素 Si	3982±1673	3715 (1.48)	3552
錫 Sn	644± 253	602 (1.48)	611
ストロンチウム Sr	3117±4870	154 (3.24)	1610
チタン Ti	271± 305	200 (2.00)	171
タリウム Tl	40± 64	6.5 (>5)	0.8
バナジウム V	5.3±17.3	<0.01 (>5)	<0.01
亜鉛 Zn	6025±1837	5754 (1.35)	5788

単位：マグネシウムを除く元素 ($\mu\text{g}/\text{day}$)
 マグネシウム (mg/day)

図1に示した。Cr, Cu, Mo, Znは正規分布, Al, As, B, Ba, Be, Ge, Mg, Mn, Ni, Sb, Sc, Se, Si, Sn, Sr, Tiは対数正規分布を示したが, Bi, Cd, Co, Ga, Li, Pb, Tl, Vの分布はいずれの分布にも近似していなかった。

2) 28元素摂取量は表3に示した。

IV. 考察

本論文では現在公表されている無機質成分表⁴⁾と微量元素表⁵⁾を使用して, 食事中からのマグネシウム, 亜鉛, 銅の3元素を中心に28種類の微量元素の食事からの摂取量について検討した。無機質成分表はマグネシウム, 亜鉛, 銅の3元素について日常食される重要な436食品を収載しているが, 四訂

成分表の食品数1621食品に対して僅か26.9%であった。一方, 微量元素表は1227食品を収載し75.7%であった。それらの収載食品数を食品群別にみると, 表1に示したごとく両成分表間で相当の違いがみられた。

計算に使用された食品重量の捕捉率は無機質成分表が平均58.7%, 微量元素表53.7%であった。成分表を使用して栄養計算する場合, できるだけ多くの食品数を捕捉できることが要求される。収載食品数が限られている時は常用食品数が多いことと, 調査目的の成分含有量の多い食品の捕捉が理想とされる。両成分表とも本来その目的に適ように作成されているが, 食品数は勿論算定食品重量からみても約50%にすぎず汎用するには不十分である。対象栄

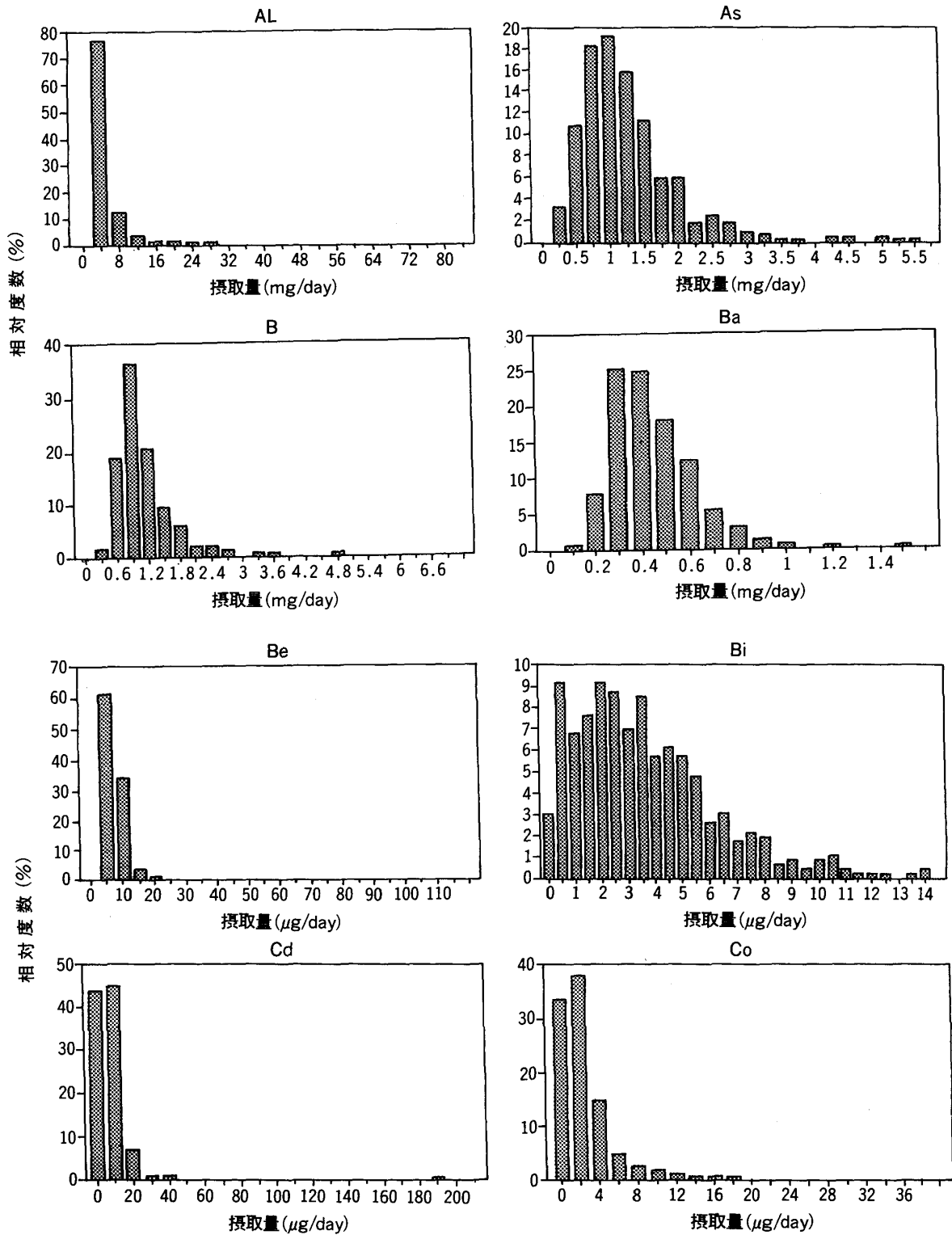


図1 食品の微量元素含量表による28元素摂取量の度数分布(1)

養素成分の種類によっては、食品数の不足を補う目的で成分表の未記載食品の記載食品への読み替えなどをおこない、調査目的に適うよう成分表の補正をすることで捕捉率を高めることが期待できる^{8,9,10}。無機質成分表でも読み替えを試みたが、

読み替え対象食品中のマグネシウム、亜鉛、銅含有量の比率が異なることもあって、適当な読み替え食品を見いだすことことの困難さから、期待したような成分表の補正は出来なかった。今後さらに検討の予定である。

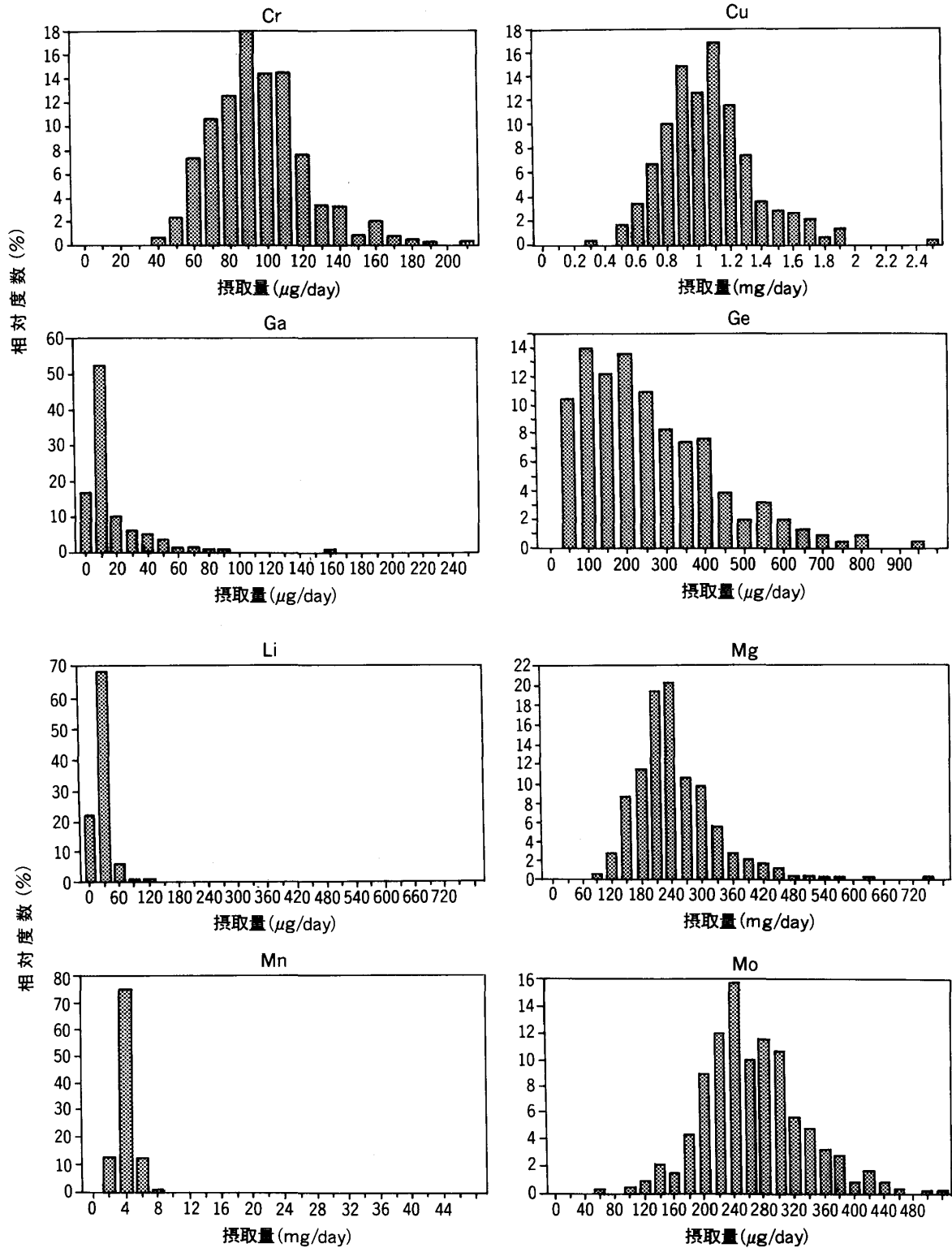


図1 食品の微量元素含量表による28元素摂取量の度数分布(2)

次に、無機質成分表による食品の捕捉量を、1群から18群までの食品群ごとに四訂成分表と比較した。無機質成分表の収載食品は17群までで、18群の調理加工食品類は収載されていない。また市販食品群と水は無機質成分表に記載がないので比較外とし

た。その結果、17群までの対応では食品の捕捉重量は69.5%まで上昇した。しかし、これからの食生活では未収載の18群調理加工食品類や、四訂成分表にも収載されていない市販食品群の摂取量増加が予想され、無機質成分表利用のためにはなお収載食品の

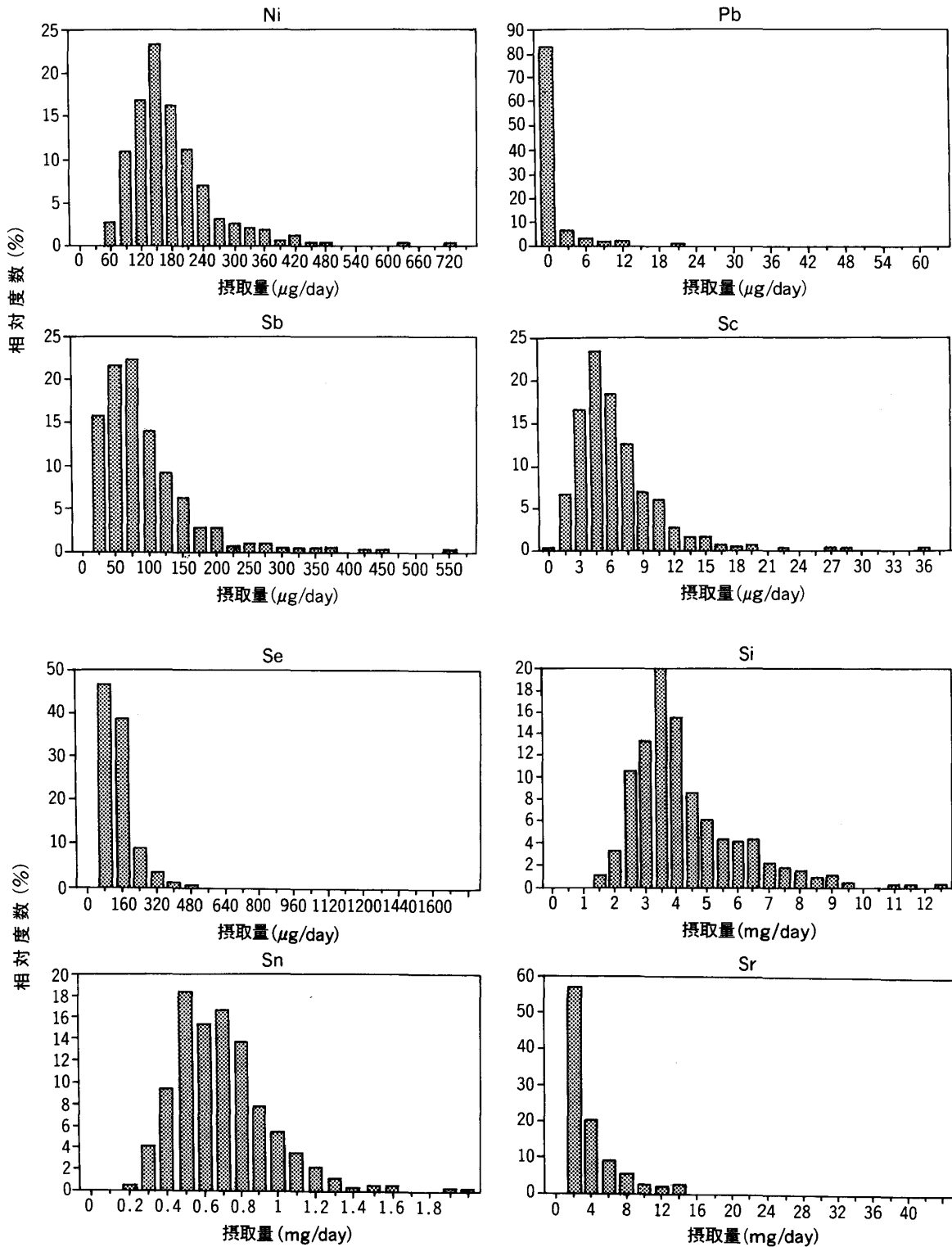


図1 食品の微量元素含量表による28元素摂取量の度数分布(3)

充実が望まれる。

マグネシウム、亜鉛、銅含有量の多い1群(穀類)は重量比96.2%の捕捉であった。食品摂取量の多い順に16群(嗜好飲料)47.5%、12群(野菜類)63.1%、13群(果実類)82.1%、11群(乳類)91.4、7

群(豆類)73.6%、8群(魚介類)42.8%の捕捉であった。各成分の多い順でみると、マグネシウムは7群、1群、12群、17群(調味料及び香辛料類)90.3%の順で、亜鉛は1群、7群、8群、11群、12群の順、銅は1群、7群、12群、13群、8群の順で

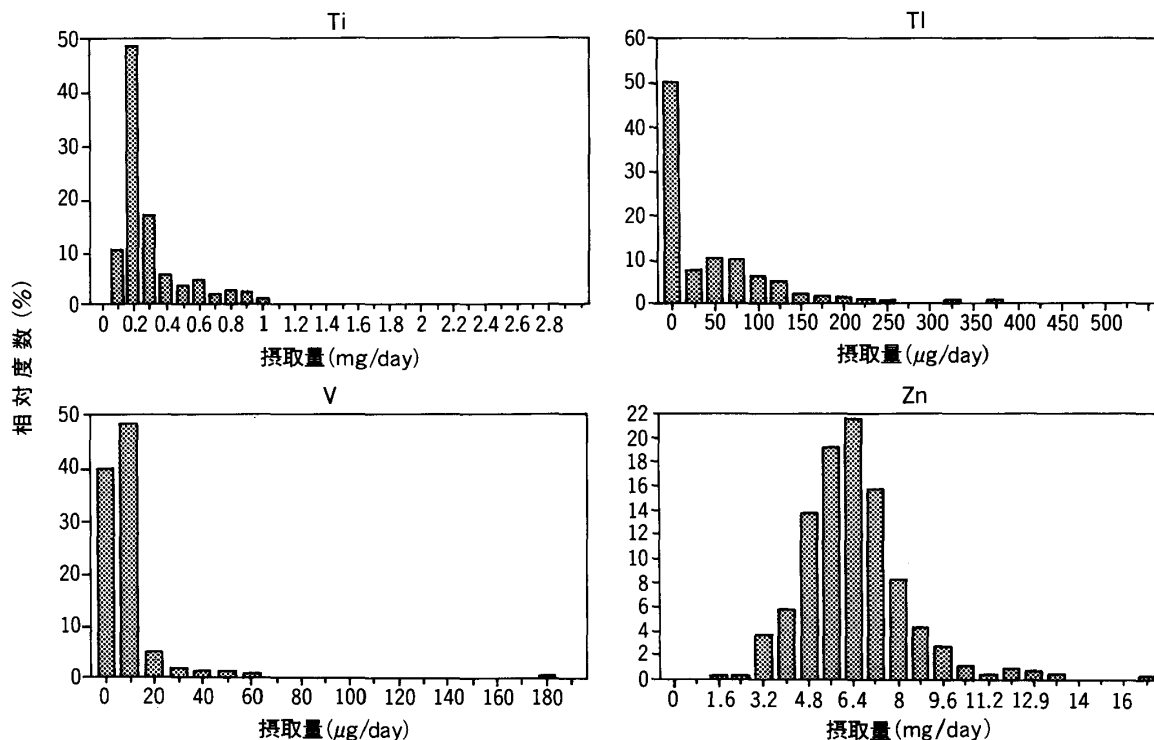


図1 食品の微量元素含量表による28元素摂取量の度数分布(4)

あった。このことから各元素の表計算値は、食品の捕捉量の違いに大きく影響され、無機質成分表の食品数では十分とはいえないことを示している。

マグネシウム、亜鉛、銅摂取量について無機質成分表、微量元素表からの計算値を比較した。両成分表による摂取量の度数分布は各元素ともに正規分布を示した。最高値は微量元素表値が無機質成分表値より高値に偏したが、両成分表による値はよく相関し、相関係数はマグネシウム0.75、亜鉛0.80、銅0.81であった。無機質成分表による1日マグネシウム摂取量は、167 mg、亜鉛5578 µg、銅868 µgで微量元素表による値はマグネシウム233 mg、亜鉛6095 µg、銅1041 µgであった。微量元素表からの摂取量はマグネシウム28%、亜鉛7%、銅14%と無機質成分表より有意に高値であった。微量元素表による値が無機質成分表より高値であることは、前者の収載品数が後者の収載品数より多いことから顔首されるが、収載食品数が少ないにもかかわらず無機質成分表の方が計算捕捉重量は多く、両成分表の対象収載食品の違いによるものであろう。同一食品の元素含有量も両表間で差がみられ、成分代表値の調整が必要となろう。両表による計算値は1日所要量²⁾のマグネシウム300 mg、亜鉛8~15 mg、銅1.28~2.5 mgを満たすに至っていない。ここでも収載食

品数および計算捕捉重量不足に由来する可能性が考えられるが、その真否については実測値との比較を待ちたい。

微量元素表による他の25元素についても検討したが、正規、対数正規、その他それぞれの分布を示した。平均摂取量を示すうえに注意が望まれる。これらの算術平均値と算術標準偏差、幾何平均値と幾何標準偏差、中央間値を表3に示した。どの値を用いて評価すべきかは今後の問題である。

成分表による元素の計算値が実際の摂取量を示しているかは重大な関心事である。今回の両成分表から計算されたマグネシウム、亜鉛、銅の3元素はともに厚生省の提言する必要所要量以下であったが、その評価を妥当なものにするには、先に示した成分表の収載食品数、計算捕捉重量からみても、まずの問題点は勿論食品群の充実であろう。食品によって各元素の含有量の差があることは明らかであるが、同一食品に含まれる元素量も、産地や料理法によって異なることも容易に想像される。すでに我々は各種ミネラル、微量元素の食事中からの実測値と表計算値の違いについて報告してきた^{11,12,13)}。すなわち原子吸光法による鉄の測定値は平均8.6 mgに対して、四訂成分表からの計算値は10.5 mgと高値であった¹¹⁾。また、誘導結合プラズマ発光分光分析装置

(ICP-AES)によるナトリウム, カリウム, リン, カルシウム, 鉄の測定値は表計算値のそれぞれ84.8%, 84.9%, 107.1%, 94.5%, 82.3%でリンを除いてすべて実測値が低値であった¹²⁾。表計算と実測値の違いについては食品ミネラル含量の代表性, 調理操作による喪失, 混入などが評価に関わってくる。

微量元素表に記載されているカドミウム, 鉛は環境汚染の程度を示す重金属として注目されている。表計算値と原子吸光法による実測値を比較すると, カドミウムは表計算値が実測値の約1/7, 鉛は1/10であった¹³⁾。われわれの研究では日本の米中カドミウム含量は高値¹⁴⁾で, 食事からの摂取量の大きな割合を占めていることを明らかにしてきたが, 微量元素表では米, 麦中の含有量値がいずれもゼロすなわち含有していないと記載されていて, 同表は両元素摂取量計算には不相当であると判定された。

V. まとめ

1. 無機質成分表と微量元素表を用い, 陰膳食物収集で得た献立表から日本人の栄養微量元素摂取量について検討した。
2. 四訂成分表収載の食品数1621食品に対して無機質成分表は436食品(26.9%), 微量元素表は1227食品(75.7%)であった。
3. 四訂成分表による栄養計算捕捉重量に対し無機質成分表の捕捉重量は $58.7 \pm 13.6\%$, 微量元素表は $53.7 \pm 10.1\%$ であった。
4. 対象とした日本人成人女子の1日平均摂取量は無機質成分表でマグネシウム167 mg, 亜鉛5578 μ g, 銅868 μ g, 微量元素表による値はマグネシウム232 mg, 亜鉛6025 μ g, 銅1016 μ gであった。
5. 微量元素表による28元素1日摂取量とその度数分布を示し, 成分表としての若干の考察を加えた。

文 献

- 1) Committee on Diet and Health, Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences, National Research Council: Diet and Health. —Dietary intake and nutritional status: Trends and assessment— pp 41-84, —Minerals— pp 347-366, —Trace elements— pp 367-411, National Academy Press Washington DC 1989.
- 2) 厚生省保健医療局健康増進課監修: 第五次改訂日本人の栄養所要量. 第一出版, 1996.
- 3) 科学技術庁資源調査会編: 四訂日本食品標準成分表. 大蔵省印刷局, 1982.
- 4) 科学技術庁資源調査会編: 日本食品無機質成分表. 大蔵省印刷局, 1991.
- 5) 鈴木泰夫, 田主澄三: 食品の微量元素含量表. 第一出版, 1993.
- 6) 木村恵子, 今井美子, 河村佐規子, 山本久美子, 新保慎一郎, 岩見億丈, 池田正之: 陰膳方式食物収集による日本人の栄養調査. 京都女子大学食物学会誌47: 19-25 1992.
- 7) Shimbo S., S. Kawamura, K. Yamamoto, K. Kimura, Y. Imai, M. Yasumoto, T. Watanabe, O. Iwami, M. Ikeda: Reduced carbohydrate intake in past 10 years in two rural areas in Japan. Ecol Food Nutr 33: 123-130 1994.
- 8) 新保慎一郎, 猪口尚子, 池田康子, 後藤智美, 富永直美, 横田美菜子, 今井美子, 文燦錫, 渡辺孝男, 池田正之: 「日本食品食物繊維成分表」による食物繊維摂取量についての検討. 京都女子大学食物学会誌49: 44-52 1994.
- 9) Shimbo S., Y. Imai, T. Watanabe, C-S. Moon, Z-W. Zhang, M. Ikeda: Dietary intake of water-soluble, water-insoluble and total fiber by general Japanese populations at middle ages. J Epidemiol 5: 197-204 1995.
- 10) 嶋崎久美, 今井美子, 斎藤崇子, 清水彩子, 甫喜本早由, 張作文, 渡辺孝男, 池田正之, 新保慎一郎: 「日本食品脂溶性成分表」による脂質摂取量についての検討. 京都女子大学食物学会誌50: 28-36 1995.
- 11) 富永直美, 今井美子, 保元美保子, 池田康子, 猪口尚子, 後藤智美, 横田美菜子, 文燦錫, 渡辺孝男, 池田正之, 新保慎一郎: 食事中からの鉄摂取量について—計算値と実測値の比較—. 京都女子大学食物学会誌49: 35-43 1994.
- 12) Moon C-S., Z-W. Zhang, S. Shimbo, S. Hokimoto, K. Shimazaki, T. Saito, A. Shimizu, Y. Imai, T. Watanabe, M. Ikeda: A comparison of the food composition table-based estimates of dietary mineral intake with the values measured by inductively coupled plasma spectrometry: An experience in a Japanese population. J Trace Elem Med Biol. (印刷中)
- 13) Shimbo S., A. Hayase, M. Murakami, I. Hatai, K. Higashikawa, C-S. Moon, Z-W. Zhang, T. Watanabe, H. Iguchi, M. Ikeda: Use of food composition database to estimate daily dietary intake of nutrient or trace elements in Japan,

- with reference to its limitation. Food Addi
Contam 13 : 775-786 1996.
- 14) Watanabe T., S. Shimbo, C-S. Moon, Z-W.
Zhang, M. Ikeda: Cadmium contents in rice
samples from various areas in the world. Sci
Total Environ 184 : 191-196 1996.