

栄養調査データによる一般住民の微量元素摂取量の 推定と所要量，許容上限摂取量との比較

オオツカ 大塚 ヌズル 譲* イソモト 磯本 サイユウ 幸子* ノダ 野田 ヒロシ 広^{3*}

目的 健康との関わりの深い微量元素の一般住民の摂取量については十分に知られていない。そこで亜鉛 (Zn)，銅 (Cu)，マンガン (Mn)，クロム (Cr)，セレン (Se)，モリブデン (Mo)，コバルト (Co)，アルミニウム (Al) の摂取量を鳥取県民栄養調査のデータを用いて計算し，第6次改定日本人の栄養所要量で示された栄養所要量や許容上限摂取量との比較を行うことを目的とした。

方法 平成5年度鳥取県民栄養調査データと，最近鈴木らが公表した食品中の微量元素含有量のデータを用いて個人別微量元素摂取量を計算し，さらに第6次改定日本人の栄養所要量で示された個人別所要量や許容上限摂取量を計算した。

結果 1. Zn, Cu, Mn の所要量を満たさないものはそれぞれ72.0%，69.8%，39.2%であった。また60歳以上において各微量元素摂取量の減少が認められた。

2. Cr, Mo, Se は摂取量の不足するものはほとんど認められなかったが，許容上限摂取量を超えたものがCrでは9.2%，Mnで0.7%，Moでは81.6%，Seで9.6%認められた。

3. 穀類，魚類，肉類，野菜類，豆類は各微量元素の摂取量に対する寄与率が高かった。

結論 Zn, Cu, Mn の所要量を満たさない原因を明らかにする必要がある。また食品中の微量元素含有量を含む成分表を整備し，第6次改定で制定された微量元素の所要量，許容上限摂取量を検討する必要がある。

Key words : 亜鉛，銅，マンガン，セレン，モリブデン，許容上限摂取量

I 緒 言

人が身体を健康に保つために必須であるとされている微量元素には亜鉛 (Zn)，銅 (Cu)，マンガン (Mn)，セレン (Se)，クロム (Cr)，コバルト (Co)，モリブデン (Mo) 等がある¹⁾。これらの元素は主に酵素の構成成分や酵素の補因子として多くの代謝に関与し，蛋白質の合成，骨形成，造血機能，耐糖能因子，免疫機能などにおいて大切な役割を果たしていることが知られている^{1,2)}。このうち Zn, Cu, Mn, Se, Cr, Mo については栄養所要量が第6次改定日本人の栄養所要量で定められた³⁾。一方これらの微量元素が神経

毒として作用する可能性が指摘されたり⁴⁾，環境汚染等による食品からの過剰摂取も考えられ，許容上限摂取量も設けられた³⁾。また Alfey らによりアルツハイマー病とアルミニウム (Al) の関係が報告され⁵⁾，Al の過剰摂取がアルツハイマー病を起こす危険性は否定できないと内田らは指摘している⁶⁾。

このように微量元素の重要性や問題点は明らかになってきているものの，微量元素の摂取量や食事との関わりについての報告は少なくかつほとんどが少数の摂取量を測定したものである⁷⁾。各微量元素摂取量は人種，地域，年代などで大きく異なると考えられ多数の人を対象とした分析が望まれる。そのためには栄養調査などの多人数のデータから食品成分表を用いて摂取量を推定する方法を用いることが考えられるが，科学技術庁の日本食品無機質成分表には435食品の Mg, Zn, Cu の含有量が記載されているだけで，食品中の微量元

* 鳥取大学教育地域科学部

^{2*} 鳥取県中部健康増進センター

^{3*} 鳥取県福祉保健部

連絡先：〒680-8551 鳥取市湖山町南 4-101

鳥取大学教育地域科学部環境科学 大塚 譲

素の成分表が完備していなかった。

最近鈴木らは食品成分表に記載されたすべての食品の微量元素含有量を測定した⁸⁾。また我々は鳥取県民栄養調査のデータ等を用いてカルシウム摂取量と牛乳摂取量の関係⁹⁾や血清コレステロールと食習慣の関係¹⁰⁾、食物繊維の摂取量¹¹⁾について分析してきたが、鈴木らのデータを用いれば多くの人数の微量元素摂取状況を推定することができる。そこで本研究では、Zn, Cu, Mn, Se, Cr, Mo, Co, Alの8種類の微量元素について食物繊維を計算したプログラムを用い摂取量等を推定し検討したので報告する。

II 研究方法

平成5年11月に実施された鳥取県民栄養調査の食物摂取状況個人データを資料として用いた¹²⁾。この県民栄養調査の対象者(表1)は全県の世帯およびその構成員の中から、平成2年度国勢調査の単位区を基本として、全県の状況を反映するように抽出した11地区の254世帯、966人であり、国民栄養調査と同様の方法で3日間の食事記録および個人別摂取割合を保健所の栄養士が調査したものである。微量栄養素摂取量の推定方法はこの食物摂取調査票を基に、個人別に1人1日当たりのZn, Cu, Cr, Mn, Mo, Se, Co, Al摂取量を鈴木らの食品の微量元素含有表⁸⁾を用いて算出した。この表に記載されていない調理済み食品等においては調理¹³⁾に記載されている料理の分量を基に計算した。また茶浸出液については松島らの報告¹⁴⁾により茶葉の1/10量とした。エネルギーの算出には四訂日本食品成分表を用いた。各微量元素の所要量、許容上限摂取量は第6次改定日本人の栄養所要量の値を用いた。計算プログラムはマイクロソフトビジュアルC++を用いて開発したものをを用いた。統計解析は東京大学情報処理センターの統計パッケージ(SAS)を用いた。男女間の平均値の差の検定はt検定を用いた。年代間の有意差の検定はANOVAを用い、年代間の多重比較にはボンフェローニの方法を用いた。

III 研究結果

1. 各微量元素摂取状況

1) 各微量元素1日摂取量

1日当たり各微量元素摂取量を表2に示した。

表1 対象者の属性

属性	総数	(%)	男	女	
	966	100.0	428	538	
年 齢	1~9	101	10.5	47	54
	10~19	122	12.6	46	76
	20~29	72	7.5	31	41
	30~39	111	11.5	61	50
	40~49	113	11.7	51	62
	50~59	143	14.8	66	77
	60~69	176	18.2	80	96
	70~79	76	7.9	31	45
	80~	52	5.4	15	37
居住地	都市近郊	258	26.7	110	148
	平地農村	243	25.2	102	141
	農山村	292	30.2	140	152
	山村	73	7.6	35	38
	漁村	100	10.4	41	59
職 業	労務者	140	14.5	71	69
	勤労職員	160	16.6	83	77
	自営業者	54	5.6	38	16
	農林漁業	200	20.7	99	101
	児童生徒学生	197	20.4	80	117
	その他	210	21.7	54	156

職業の分類は国民栄養調査と同様に行った。労務者は常用労務者と日雇労務者を含む。児童生徒学生は小中学校児童生徒と高校以上の生徒学生を含む。その他は家事従事者、無職その他、および無回答を含む。

摂取量の最小値と最大値は10~150倍の差があった。

2) 各種微量元素摂取量分布

各微量元素摂取量の分布を男女別に図1に示した。Cr, Moは正規分布に近い型を示し最頻値も平均値とほぼ一致していた。Zn, Mn, Se, Co, Alは上方向にもかなり分布していた。とくにCo, Alは指数分布型に近く、平均値と最頻値が大きくずれていた。

3) 年代別性別微量元素摂取状況

年代別性別微量元素摂取量を表3に示した。微量元素の摂取量は一般的に10歳台が高く、20歳台、30歳台で減少し、40歳台で上昇し、50歳台をピークに年齢とともに減少する傾向がみられた。ただ女子のZnの摂取量の最大値が0歳台に、男子のMnの摂取量の最大値が80歳台となっていたが、これらは摂取量の標準偏差も大きかった。また

表2 1日1人当たり微量元素摂取量

	人数	Zn (mg)	Cu (mg)	Mn (mg)	Cr (μ g)	Mo (μ g)	Se (μ g)	Co (μ g)	Al (mg)
平均摂取量	966	9.03 \pm 3.23	1.42 \pm 0.48	3.97 \pm 1.57	116.5 \pm 34.9	298.9 \pm 87.7	154.7 \pm 81.7	3.29 \pm 3.60	4.63 \pm 3.90
最大摂取量		28.38	4.57	12.64	249.6	613.2	696.3	29.2	51.23
最小摂取量		1.74	0.33	0.85	23.7	62.7	17.0	0.0	0.35

平均摂取量の欄は 平均値 \pm SD

ZnとCrの摂取量は男女とも5歳から15歳が最も多かった。一方Mnは高齢者のほうが多い傾向が認められた。

摂取量の性差について比較すると各元素とも女性の摂取量が低く、男性に対する女性の割合は最も低いMoの85%から最も高いCoの93%の範囲であったがCoとAlでは有意ではなかった。

4) 1日当たり微量元素摂取量と所要量, 許容上限摂取量との比較

第6次改定日本人の栄養所要量では微量元素の所要量および許容上限摂取量がきめられた³⁾。そこで所要量を基にZn, Cu, Mn, Cr, Mo, Seの6元素の充足率を計算した(図2)。Cr, Mo, Seについてはほとんどのものは所要量を満たしていたが, Znについては所要量を満たさないものは72.0%, Cuでは69.8%, Mnでは39.2%であった。また許容上限摂取量を超えたものはZn, Cuではいなかったが, Crでは9.2%, Mnでは0.7%, Moでは81.6%, Seでは9.6%であった(図3)。

2. 各微量元素と食品との関連

1) 食品群別寄与率

微量元素がどのような食品から摂取されているかを明らかにするために食品群別寄与率を計算した(表4)。Mnの42.6%が穀類, Moの51.2%も穀類, Seの55.5%が魚類からで, これらの元素は約半分を特定の食品群から摂取していた。Zn, Cu, Crは穀類からの摂取が一番多いものの, 多種類の食品群にわたって摂取されていた。Coはもともと含有食品が少なく, 摂取される食品群は特定のもので, 魚介類, 野菜類, 豆類から多く摂取されていた。Alは多くの食品から摂取されており, 中でも海藻類, 野菜類, 魚介類が多かった。

IV 考 察

1. 各微量元素摂取状況

微量元素の所要量が各国で定められており, 我が国でも第6次改定日本人の栄養所要量で所要量, 許容上限摂取量が決められた³⁾。本研究で推定した各微量元素の摂取量をこれらの基準値や, 摂取量を分析した既報の結果と比べてみる。Zn, Cu, Mn摂取量についての報告は多く, それらをまとめて白石⁷⁾は日本人成人一人1日当たりのZn摂取量は4.26 mg~30 mgで平均9.4 mg, Cuは0.76 mg~3.6 mgで平均1.5 mg, Mnでは2.7 mg~9.4 mg平均4.3 mgであるとしている。今回の調査により推定した一日当たり摂取量の平均値はこれらの値とはほぼ一致していた。本研究で充足率を計算したところZn, Cuでは不足の者がみられ, 所要量に満たないものがそれぞれ72%, 70%であった。ShiraishiらがInternational Commission on Radiological Protection (ICRP)の西欧と北米の標準値を用いて比較しているが, 日本人のZn, Cu摂取量はICRP標準値の約半分でそれぞれ7.1 mgと1.3 mgであると報告している¹⁵⁾。また, 池辺らは成人女性の年代別摂取量と米国推奨値を比較しCuとZnについてはどちらも推奨値の50%の摂取量であると報告している¹⁶⁾。いずれも西欧や北米と比べZn, Cuの不足を指摘しており, 本研究でも同様の結果となった。Mnでも不足のものがかかなりあり, 全体の39%が所要量を満たしていなかった。今回設けられた許容上限摂取量を上回った者はZnとCuでは認められなかったがMnで0.7%認められた。Znだけでも300種類以上の酵素に関与しているとされ¹⁾, 潜在的欠乏状態が長期に続くと体へのマイナス要因ははかり知れない。今後適正な摂取を進める必要があ

図1 微量元素推定摂取量の分布

平成5年度鳥取県民栄養調査で得られた個人別食事状況調査データから鈴木ら⁸⁾の食品中の微量元素含有量の値を用いて個人別推定摂取量を計算し、摂取量により階層化したそれぞれの人数の全体に対する割合。

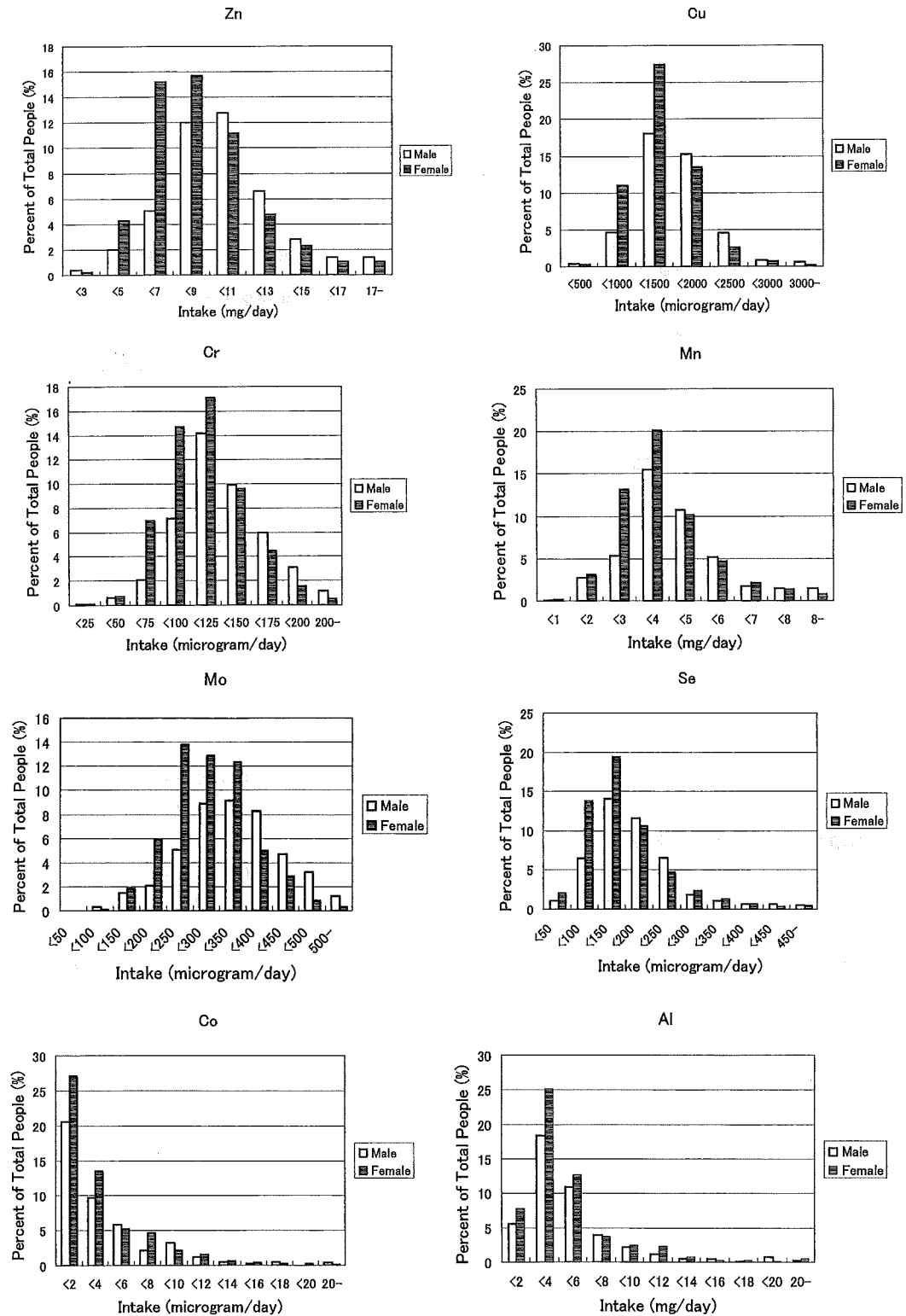


表3 年代別、性別微量元素摂取量

性別	年齢	人数	Zn (mg)	Cu (mg)	Mn (mg)	Cr (μg)	Mo (μg)	Se (μg)	Co (μg)	Al (mg)	摂取エネルギー (kcal)
	1~9	47	9.54±4.80	1.38±0.63*	2.92±1.13**	113.4±43.7**	261.8±110.8**	147.1±79.9	2.71±2.16	4.27±2.62	1890±706**
	10~19	46	10.20±2.26	1.47±0.34*	3.86±0.93*	142.0±35.8**	340.9±75.4*	173.3±83.5	2.33±2.11	5.41±3.31	2479±486**
	20~29	31	10.15±3.65	1.42±0.45*	3.73±1.48*	126.6±38.2	325.0±112.2	161.7±62.2	3.16±2.95	4.74±3.76	2307±689*
	30~39	61	9.44±2.36	1.48±0.38*	3.81±1.21**	126.8±32.8	319.4±80.2*	178.4±72.0	4.02±3.74	4.70±4.14	2312±534**
男	40~49	51	9.68±2.64	1.54±0.44	4.12±1.18**	128.8±33.4	333.7±86.1*	177.9±100.6	4.14±4.12	4.31±5.08	2294±517**
	50~59	66	11.09±3.72**	1.77±0.58**	4.76±1.40**	136.0±35.0**	370.7±94.8**	193.5±93.7*	4.01±4.97	5.43±5.08	2449±556**
	60~69	80	9.36±2.68*	1.56±0.48	5.03±2.16**	118.2±29.3*	335.6±84.3*	161.2±83.9	2.96±3.16	4.89±3.90	2124±509**
	70~79	31	7.87±2.54*	1.34±0.42*	3.89±1.58*	105.1±33.1**	285.5±81.6*	125.2±66.3*	4.17±6.05	5.13±7.17	1879±492**
	80~	15	8.09±2.86*	1.52±0.73	5.07±2.35*	105.8±27.7*	297.1±91.6	129.6±81.9	3.13±4.86	4.27±2.05	1785±601**
総数		428	9.69±3.22††	1.52±0.50††	4.17±1.65††	124.7±35.9††	325.2±94.7††	166.7±84.6††	3.43±3.86	4.86±3.93	2217±595††
	1~9	54	10.07±5.12**	1.39±0.64*	2.79±0.96**	108.3±35.6**	247.1±81.7**	139.6±73.6*	2.36±1.68	4.46±2.98	1814±563**
	10~19	76	9.89±2.75**	1.47±0.40*	3.91±1.07*	136.1±38.1**	314.9±79.3**	186.0±89.6**	3.25±2.98	5.37±3.28	2270±582**
	20~29	41	7.97±2.02**	1.24±0.33	3.36±1.37*	102.3±22.3*	244.5±62.3**	138.5±51.2*	4.15±4.06	3.88±2.51	1757±367**
	30~39	50	8.27±2.65*	1.27±0.36	3.44±0.82*	109.0±29.3*	281.1±73.0*	153.3±67.1*	2.72±2.37	4.25±3.01	1883±404**
女	40~49	62	8.72±2.88*	1.42±0.59*	3.99±1.79*	114.0±33.9**	280.9±79.0*	161.7±105.5*	3.61±3.79	4.76±2.79	1938±509**
	50~59	77	9.27±3.62**	1.50±0.47**	4.40±1.35**	116.3±28.0**	309.1±72.1**	144.4±65.4*	3.82±4.22	4.89±4.64	1984±442**
	60~69	96	7.78±2.10**	1.28±0.32*	4.03±1.59*	103.4±25.4**	276.7±67.1**	130.4±69.0*	3.11±3.89	4.47±5.57	1749±400**
	70~79	45	7.20±1.53*	1.24±0.26*	3.99±1.97*	98.0±24.9**	266.6±49.4*	127.6±79.3*	2.82±2.87	4.11±4.02	1651±354**
	80~	37	5.86±1.60**	1.04±0.28**	3.58±1.97	80.6±21.0**	228.1±62.7**	98.5±39.6**	2.37±2.11	3.15±1.88	1350±395**
総数		538	8.51±3.14††	1.34±0.44††	3.80±1.49††	110.0±32.7††	278.0±75.6††	145.1±78.0††	3.18±3.37	4.50±3.87	1862±511††

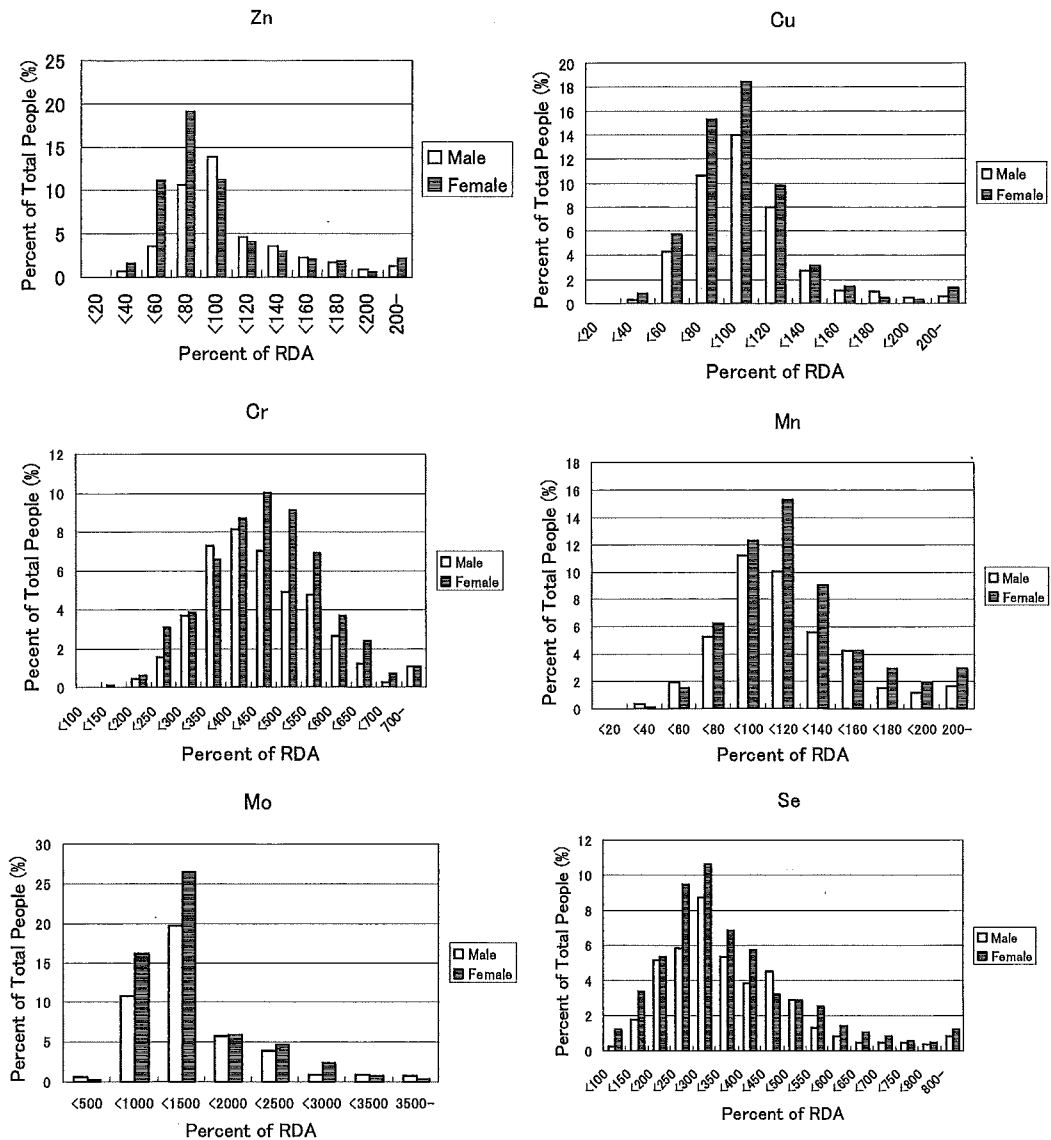
値は1人1日あたりの平均摂取量±SD †† 男女間でt検定により1%以下の危険率で有意差のあったもの

分散分析により、男女ともZn, Cu, Mn, Cr, Mo, Se, 摂取エネルギーに年代間の差が認められた

** 年代間で2つ以上のグループと有意差のあったもの (5%) * 年代間で他の1つのグループと有意差のあったもの (5%)

図2 微量元素充足分布

図1と同様に個人別推定摂取量を計算するとともに、第6次改定日本人の栄養所要量で制定された所要量を個人別に計算し、摂取量と比較した。所要量と同じ値のものを充足率100%とし、充足率で階層化したそれぞれの人数の全体に対する割合。所要量の表のないものは除外。



る。

Zn, Cu, Mn 以外の微量元素の摂取量を調べた報告は少ない。Se は鈴木ら¹⁷⁾により 104.2 μg 、池辺ら¹⁶⁾により成人女性で 77.4 μg と報告されている。本研究では Se の摂取量は 154.7 μg で、文献値よりやや高い値が推定され、ほとんどの者が所要量を満たしていた。一方許容上限摂取量を上回った者は 9.6% あった。本研究で用いた鈴木ら⁸⁾の

食品中の Se 含有量をこの鈴木ら¹⁷⁾の報告と比較すると摂取量の半分を占める魚介類の含有量には大きな差が認められないことから、本研究で用いた値はほぼ妥当と考えられ、Se の過剰摂取が懸念されるが、Se の過剰症は中国や錠剤の摂取により発生しているものの急性毒性は約 30 mg²⁾ で本研究で得られた値では健康への問題はないと思われる。

図3 許容上限摂取量を超えたものの割合

図1と同様に個人別推定摂取量を計算するとともに、第6次改定日本人の栄養所要量で制定された栄養所要量と許容上限摂取量を個人別に計算し、摂取量と比較し、摂取量がそれぞれのカテゴリーに該当したものの人数の全体に対する割合。許容上限摂取量の表のないものは所要量の表があっても除外した。Under RDA: 栄養所要量を下回った者, Under UL: 栄養所要量を満たし(同じ者を含む)かつ許容上限摂取量を下回った者, Over UL: 許容上限摂取量を上回った者(同じ者を含む)。

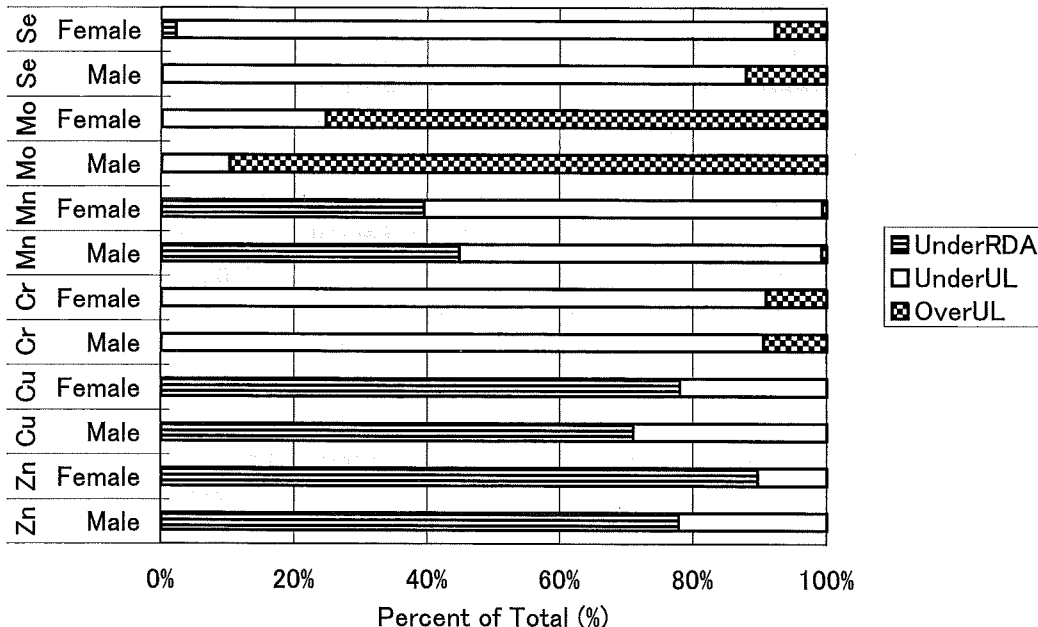


表4 微量元素摂取量の食品群別寄与率

微量元素摂取量を食品群別に計算した。

(%)

食品群	Zn	Cu	Mn	Cr	Mo	Se	Co	Al
穀類	32.4	37.7	42.6	21.4	51.2	7.7	0.7	8.8
芋類	2.0	4.5	2.7	3.5	0.3	0.7	0.0	2.4
砂糖類	0.0	0.1	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.1
菓子類	0.8	1.2	1.4	2.3	1.4	0.2	0.0	6.7
種実類	1.7	1.9	0.8	1.9	1.3	0.4	1.2	0.2
豆類	7.6	10.3	12.4	6.8	13.9	1.9	13.2	5.4
魚介類	15.0	12.0	2.0	13.2	4.8	55.5	42.9	17.9
肉類	13.2	6.3	0.4	10.2	3.0	7.7	0.1	2.2
卵	6.4	1.3	0.3	5.0	1.6	17.7	0.0	1.5
乳類	5.3	0.6	0.2	7.2	3.8	4.1	0.0	5.7
野菜類	10.9	14.4	13.4	16.3	9.5	2.0	29.2	16.6
果実類	0.9	5.5	3.7	4.5	0.5	0.6	0.2	1.6
海藻類	0.5	0.5	1.1	2.0	0.3	0.3	10.4	19.5
嗜好品	0.4	0.8	15.4	1.3	0.4	0.1	2.1	8.0
調味料	0.9	1.8	2.3	0.8	6.7	0.7	0.0	2.3
加工品他	1.9	1.1	1.3	2.3	1.3	0.6	0.0	1.1
総計	100	100	100	100	100	100	100	100

966人の平均値

Moでは軽い労作の成人男子の摂取量推定値として寺岡ら¹⁸⁾が150 μg と報告しており、またBiegoらがフランス人の摂取量を275 μg と報告している¹⁹⁾。本研究では平均298.92 μg と寺岡らの2倍近い高い値でフランス人の摂取量に近い値であった。ほとんどの者が所要量を満たしており、逆に許容上限摂取量を上回った者は81.6%もあった。今のところMoの過剰症は報告されておらず、人では比較的無毒で²⁾問題はないと思われるが、今後許容上限摂取量についての再検討が必要である。また食品の中で大量に摂取する精白米のMo含有量は本研究で用いた鈴木らの値は66 $\mu\text{g}/100\text{g}$ であり、寺岡らは24 $\mu\text{g}/100\text{g}$ と報告しておりかなりの差が認められ、摂取量の違いはこの値に起因するとも考えられる。今後早急に食品成分表を完備することが望まれる。

Crは池辺ら¹⁶⁾が成人女性で40 μg 、溝口ら²⁰⁾が31 μg と報告し、外国では米国人の摂取量をAndersonら²¹⁾が成人男性の平均33 μg 、成人女性の平均25 μg を報告している。またBiegoら¹⁹⁾がフランス人で、98 μg と報告している。本研究ではCr摂取量の平均は116.5 μg でやはりフランス人の結果に近かった。ほとんどの者が所要量を満たしており逆に許容上限摂取量を上まわった者は9.2%であった。Crの慢性毒性は5 mg/l以上の飲料水でおきる²⁾といわれているが、本研究で得られた値の範囲では問題はないと思われる。

CoではYamagataら²²⁾の10人の調査で35.7 μg と報告があり、成人の約2/3は11~28 μg のCoを毎日摂取していると記述されている。またBiegoら¹⁹⁾はフランス人で29 μg と報告している。本研究では3.29 μg とかなり少ない摂取量が算出された。図1のCoにおける1日摂取量の分布図からもわかるように全体の82%が6 μg 未満で0 μg の摂取が13.8%もあったことによるものと思われる。本研究で用いた鈴木らの分析データ⁸⁾はほとんどの食品で含有量が0であった。寺岡らもほとんどの食品でCoは検出できなかったと報告¹⁸⁾しており、Yamagataらの値との違いについて検討が必要である。

Alについては米国の成人男性の平均摂取量8~9 mg、成人女性の平均摂取量7 mg²³⁾、イタリアの2.5~6.3 mg²⁴⁾、中国の9~12 mg²⁵⁾、スウェーデンの13 mg²⁶⁾など多くの報告があるが、日本で

はSiraishiら¹⁵⁾の4.0 mgがある程度である。本研究での平均摂取量は4.84 mgで日本の文献値に近い値となり、世界的にみると日本人の食物からの摂取はそれほど多くないと推定される。

本研究では年代別性別に各微量元素摂取量を算出した(表3)。女性と男性で微量元素の摂取量を比較すると、女性は男性の約90%の摂取量でこれには食事量総量が影響していると思われるが、エネルギー摂取量は女性は男性の84%であり、他の要因もあると考えられる。年代別にみると微量元素は全体的に60歳以降減少傾向を示した。この時期は食事量が減少し、特に動物性食品が嗜好的にも好まれなくなり、栄養素の吸収率も落ちてくる時期であるためZn、Cr等の摂取不足が懸念される。表では明らかでないが、5歳から15歳までのZnの摂取量が非常に多かった。また10~19歳はZn、Cu、Cr、Mo、Se、Alの摂取が多く、食事量の増加や学校給食の影響が考えられる。中でも男性にZn、Cr、Seといった動物性食品に関連した元素の摂取が多くみられた。50歳台では各元素の摂取量が多かったが、その理由については不明である。

2. 各微量元素と食品との関連

微量元素の摂取不足や、過剰摂取を是正するにはどのような食品から摂取しているかを明らかにする必要がある。そこで食品群別寄与率を計算した(表4)。微量元素のうち上原ら²⁷⁾やHoriguchiら²⁸⁾がZn、Mn、Cuの食品群別寄与率を報告している。これらの報告ではZnは穀類から36~40%を摂取し、次いで肉類から多く摂取していた。Mnも穀類から56%と高く、豆類から11~14%であった。またCuは穀類から22~56%、豆類から6~12%であった。これらの結果と本研究で得られた値とを比較すると、Znの群別食品寄与率は穀類から32.4%摂取し文献値に近く、魚介類からは15.0%と他の報告値より高くなった。Mnは穀類から42.6%、豆類から12.4%で報告値と差がなかった。Cuは穀類から37.7%、野菜類から13.4%、魚介から12.0%で上原らの報告より穀類がかなり少なくなり、全体的に魚介類や野菜類の占める割合が高くなった。

Seについては鈴木ら¹⁷⁾が1988年国民栄養調査1人当たり摂取量より推計し、魚介類29.65%、穀類28.69%、肉類13.72%等の寄与率が高いと報

告している。本研究では魚介類が55.5%と摂取量の半分以上を占めた反面、穀類は7.7%とかなり寄与率が低かった。Coについては1963年のYamagataらの報告²²⁾があり、穀類34.2%、野菜類7.5%の寄与率であった。本研究では魚介類42.9%、野菜類29.2%、きのこ類13.2%とこれらの食品群で80%以上を占め、穀類はわずか0.7%でありYamagataらの報告とかなり異なっていた。Alについての食物との関係を見た報告は日本ではあまり見当たらないが、諸外国では多くの報告^{23~26)}があり、お茶、穀類、菓子類との関連が強い。しかし、本研究ではお茶以外に海草との関連が強く現れ、日本独特の食形態によるAl摂取の特性がうかがわれる。これら各微量元素の食品寄与率は他調査と比較して鳥取県の食事の特性である魚介類、野菜類からの摂取が多くみられた。また日本人の食生活の変化に伴い、食事の欧米化による動物性食品の増加や穀類の低下がこれらの微量元素の摂取に顕著に影響を与えていた。

鈴木ら¹⁷⁾は食品群別に含有量を設定し、栄養調査から計算する方法は恣意的な偏りを避けることができないと述べている。本研究で用いた個別に計算する方法では正確に個人別摂取量を推定でき個人の所要量、許容上限摂取量と比較できた。その結果を見ると食品中のこれら微量元素の成分表の整備と第6次改定日本人の栄養所要量ではじめて設置された所要量、許容上限摂取量の妥当性を検討する必要があると認められた。

Zn, Cuの摂取不足を解消するためには、穀類、魚介類、肉類を取る必要がある。一方で穀類を取りすぎるとMoなどの摂取が許容上限摂取量を上回ることになる。今後適正な食事のあり方を検討するためにも成分表の整備が急務である。

V 結 語

本調査において1. Zn, Cu, Mnの所要量を満たさないものはそれぞれ72.0%, 69.8%, 39.2%であった。また60歳以上において各微量元素摂取の減少が認められた。これらの所要量を満たさない原因を明らかにする必要がある。2. Cr, Mo, Seは摂取不足のものはほとんど認められなかった。一方で許容上限摂取量を超えたものがCrでは9.2%, Mnで0.7%, Moでは81.6%, Seでは9.6%も認められ、第6次日本人の栄養所要量で制定された許

容上限摂取量を検討する必要がある。3. 穀類、魚類、肉類、野菜類、豆類は各微量元素の摂取量に対する寄与率が高かった。

(受付 1999.10.27)
(採用 2000. 7.17)

文 献

- 1) 根津理一郎. 微量元素投与量—亜鉛, 銅からセレンウム, モリブデンへ. *Medicina* 1998; 35: 244-246.
- 2) 鈴木継美, 和田 功編. ミネラル・微量元素の栄養学. 東京: 第一出版, 1998.
- 3) 6次改定日本人の栄養所要量 東京: 厚生省 1999; 9-11.
- 4) 安井昌之, 大田喜一郎. 微量元素と中枢神経障害. *老年期痴呆* 1998; 12: 15-23.
- 5) Alfey AG, LeGendre GR, Kaehny WD. The dialysis encephalopathy syndrome: Possible aluminium intoxication. *New Engl J of Medicine* 1976; 294: 184-188.
- 6) 内田博之, 永井正規. アルミニウム摂取の現状と危険性. *日本公衛誌* 1997; 44: 671-681.
- 7) 白石久二雄. 微量元素の摂取量. *臨床栄養* 1994; 84: 381-389.
- 8) 鈴木泰夫, 田主澄夫. 食品の微量元素含有表. 東京: 第一出版, 1993; 2-169.
- 9) 永山育子, 瀧田親友朗, 大塚 譲. 鳥取県における成人の牛乳飲用習慣が栄養素摂取状況および食品摂取パターンに及ぼす影響. *日本公衛誌* 1990; 37: 377-387.
- 10) 永山育子, 瀧田親友朗, 大塚 譲. 鳥取県の高齢者における血清総コレステロール値と食習慣の関係. *日本公衛誌* 1993; 40: 901-908.
- 11) 永山育子, 野津明子, 野田 広, 他. 栄養調査による一般住民の食物繊維摂取量と食物摂取パターンとの関連. *日本公衛誌* 1998; 45: 634-644.
- 12) 鳥取県. 県民の栄養と健康 (平成5年県民栄養調査結果). 1995; 1-23.
- 13) 山崎清子, 島田キミエ, 吉松藤子. 調理. 東京: 同文書院, 1984; 39-252.
- 14) 松島文子, 飯塚舜介, 能勢隆之. 茶葉および茶浸出液中のアルミニウムおよびマンガン含有量. *日衛誌* 1993; 48: 864-872.
- 15) Shiraishi K, Yoshimizu K, Tanaka G, et al. Daily intake of 11 elements in relation to Reference Japanese Man. *Health Physics* 1989; 57: 551-557.
- 16) 池辺克彦, 田中之雄, 西宗高弘, 他. 陰膳方式による15金属元素の季節変動並びに年齢別一日摂取量について. *食衛誌* 1988; 29: 440-444.
- 17) 鈴木継美, 今井秀樹, 小林香苗, 他. 日本人のセレン摂取量. *栄養誌* 1988; 41: 91-102.
- 18) 寺岡久之, 森井ふじ, 小林 純. 食品に含まれる

- 24種の元素量および1日の元素摂取量について. 栄養と食糧 1981; 34: 221-239.
- 19) Biego GH, Joyeux M, Hartemann P, et al. Daily intake of essential minerals and metallic micropollutants from foods in France. *Sci Tot. Environ* 1998; 217: 27-36.
- 20) 溝口 勲, 多田字宏, 野牛 弘, 他, 東京都民の食品からのクロムの一日摂取量について. *日衛誌* 1978; 33: 98.
- 21) Anderson RA, Kozlovsky AS. Chromium intake, absorption and excretion of subjects consuming self-selected diets. *Am J Clin Nutr* 1985; 41: 1177-1183.
- 22) Yamagata N, Kurioka W, Toshi S. Balance of Cobalt in Japanese People and Diet. *J Radiation Research* 1963; 4: 8-15.
- 23) Pennington JAT, Schoen SA. Estimates of dietary exposure to aluminium. *Food Additives Contaminants* 1995; 12: 119-128.
- 24) Gramiccioni L, Ingraio G, Milana MR, et al. Aluminium levels in Italian diets and in selected foods from aluminium utensils. *Food Additives Contaminants* 1996; 13: 767-774.
- 25) Wang L, Su DZ, Wang YF. Studies on the aluminium content in chinese foods and the maximum permitted levels of aluminium in wheat flour products. *Biomed Environ Sci* 1994; 7: 91-99.
- 26) Jorhem L, Haeggglund G. Aluminium in foodstuffs and diets in Sweden. *Z Lebensm Unters Forsch* 1992; 194: 38-42.
- 27) 上原 隆, 大城善昇, 山城興博, 他. 日常食品中の汚染物等の一日摂取量調査(I). *沖縄公衛研所報* 1987; 21: 42-56.
- 28) Horiguchi S, Teramoto K, Kurono T, et al. The arsenic, copper, lead, manganese and zinc contents of daily foods and beverages in Japan and the estimate of their daily intake. *Osaka City Med J* 1978; 24: 131-141.
-

DIETARY INTAKE OF TRACE ELEMENTS IN THE GENERAL POPULATION, ESTIMATED FROM A REGIONAL NUTRITIONAL SURVEY, AND COMPARISON WITH RECOMMENDED DIETARY ALLOWANCES AND TOLERABLE UPPER INTAKE LEVELS

Yuzuru OTSUKA*, Saiko ISOMOTO^{2*}, Hiroshi NODA^{3*†}

Key words: Zinc, Copper, Manganese, Selenium, Molybdenum, Tolerable upper intake level

Objectives Dietary intake by the general population of trace elements related to human health is not well known. Therefore, values for zinc, copper, manganese, chromium, selenium, molybdenum, cobalt and aluminum were estimated from food intake data from the 1993 Tottori Prefecture Nutritional Survey. For each element, consumption by the individual person was compared to the recommended dietary allowance (RDA) and the tolerable upper intake level (UL).

Methods Daily intake of trace elements by individuals was calculated from food intake data of 1993 Tottori Prefecture Nutrition Survey by computer program written by visual C++ using the trace element food table published by Suzuki (1993) and compared with RDA and UL values.

Results 1. The percentage of people whose intake of zinc was lower than the RDA was 72.0%. Those for copper and manganese were 69.8% and 39.2%, respectively. Persons aged over 60 years consumed less of those trace elements.

2. Few people had a chromium intake lower than the RDA. The same was the case for molybdenum and selenium. However, 9.2% of people had an intake of chromium in excess of the UL, and for manganese, molybdenum and selenium the figures were 0.7%, 81.6% and 9.6%, respectively.

3. The major sources of the trace elements were cereals, fish, meats, vegetables and beans.

Conclusions It is necessary to investigate the reason for the low intake of zinc, copper and manganese. It is also to be recommended that food tables for trace elements be produced to feel compliance with the RDA and UL for trace elements.

* Tottori University, Faculty of Education and Regional Science

^{2*} Chubu Health Center, Tottori

^{3*} Department of Health and Welfare, Tottori Prefecture Government

† Present Address; Ministry of the Environment, Government of Japan