

## 都市居住者の食事中的微量栄養素

—— 欠乏と過剰とのあいだで ——

1. はじめに
2. 生物を構成する元素
3. 微量元素と健康
4. 微量元素と食品
5. まとめ

寺 井 稔\*

### 要 約

生命を維持するために必要なエネルギーは毎日の食事から摂取しているが、最近の栄養学ではタンパク質、糖質、脂質、ビタミン類だけではなく以前は無機質とよばれていた鉄、亜鉛、銅その他の微量元素が特に注目されるようになってきた。

これらの微量元素の生理作用を知り、欠乏症にならない量と過剰摂取によって中毒にならない量との間の範囲を知ることは重要である。しかし、ヒトではその量範囲を知ることは難しくはっきりしたことは明らかでないが、動物による実験結果を参考として提案された目安的な量を示した。

#### 1. はじめに

現代都市居住者の食生活は、昭和10年代から20年代にかけての一般的な都市居住者（著者の子供の頃を回想して）の食生活と比較すると大きな相違が見られる。特に食品の種類豊富さと牛豚鶏などの肉類や油脂類の摂取量の全食事量に対する比率の増加は著しいものがある。しかし、一方において都市に生活圏をおいている者や生長期にある幼少児の食事が単純化している傾向があることも事実である。このような事実は単に一日に必要な摂取栄養素の量ばかりでなく、体内にあって各種の酵素系やホルモン系に重要な役割を持っている鉄、亜鉛、銅などの微量元素の摂取量にも変化が現れてきた。本稿では、微量元素の体内にお

る生理作用および摂取量不足により発生する欠乏症および過剰摂取による過剰症について述べる。標準的な食事を構成し現代都市居住者の微量元素摂取量を計算し一日に必要な量との関係を考察する。

#### 2. 生物を構成する元素

##### 2. 1 必須元素

ヒトをはじめとする生物の体内には50種類以上の元素が存在することが発見されている。その中の20種類以上の元素は生命を維持するために必要な元素すなわち必須元素である。また、その他の元素の中にはその元素が生体内においてどんな生理学的な意義がありなぜ存在する必要があるのか現在まで知られていないものがほとんどである。

\* 東京都立科学技術大学

表1 乳動物の体内に存在が確認された元素 (Bowen<sup>1)</sup>1966)

元素	存在度	元素	存在度	元素	存在度	元素	存在度
C	48.4%	Zn	2×10 <sup>-2</sup> %	Ce	5×10 <sup>-5</sup> %	Hg	?
O	18.6	Si	0.01	I	4.3	La	?
N	8.7	Sr	2.1×10 <sup>-3</sup>	V	4)	Li	?
Ca	8.5	Rb	1.8	Co	3	Ra	?
H	6.6	Br	4×10 <sup>-4</sup>	Cr	3)	Sc	?
P	1.8	Pb	4	As*	2	U	?
K	0.75	Al	3)	Mn	2		
Na	0.73	Cu	2.4	Sn*	1.6		
S	0.54	B	2)	Sb	1.4		
Cl	0.32	Se*	1.7	Ag	?		
Mg	0.1	Mo	1)	Au	?		
F	5×10 <sup>-2</sup>	Ni	1)	Cs	?		
Fe	2	Ti	7×10 <sup>-5</sup>	Cd*	?		

数値は乾燥重量に対する割合を示す。

斜体は必須元素を示す。また、\*を付した元素は近年の研究報告で必須元素の可能性があるとされるものである。

表1. に哺乳動物の体内に発見された元素の種類と存在量を示した<sup>1)</sup>。表中斜体で示した元素は現在必須元素とされているものである。\*を付したものは必須元素の可能性があると報告されている元素である。表1から明らかなように哺乳動物の体内に現在までに存在が確認されている45種類の元素の中で、必須元素と確認されているものが20種類それから必須元素の可能性があると最近報告された元素が4種類ある。その他の元素については生体内でどのような生理作用をもっているのか現在のところ明らかにされていない。さて、表1で炭素(C)、酸素(O)、窒素(N)、カルシウム(Ca)、水素(H)およびリン(P)の6種類の元素は生体の主要な部分を構成する主成分元素である。また、カリウム(K)、ナトリウム(Na)、硫黄(S)、塩素(Cl)、およびマグネシウム(Mg)など5種類の元素は細胞液あるいは体液中に存在して生体の電離平衡や電気的な信号伝達その他生体防御機構などに関わる生理作用を有する元素で少量成分といわれている。フッ素(F)、鉄(Fe)、亜鉛(Zn)、ケイ素(Si)以下の元素は微量成分といわれ、生体内での存在量は極く微量であるが生理学的には重量な

作用を有するものが多く近年になって特に注目されるようになった。しかし、微量元素は生体内における存在量が微妙であり少なすぎると欠乏症になり、また多すぎると中毒症状を起こすことがある。

## 2. 2 有害元素

表1中の微量元素の中には生体内への摂取量がなんらかの原因で過剰になると生体に予後不能な障害を引き起こすものがある。水銀(Hg)、ひ素(As)、鉛(Pb)おそびカドミウム(Cd)などの元素は、日本の化学工業の歴史の中でも忘却してはならない事件を起こした。水銀は熊本県水俣市および近郊住民に中枢神経障害にともなう全身的な運動機能障害をはじめ各種の激しい症状を起こした。水俣病に関する記録は富田八郎氏による「水俣病」<sup>2)</sup>に詳細に報告されている。水俣病のような事例は非常に希な例とされているが、日常的な食物や飲料水から経口的に摂取されたということが住民にとって耐えがたいことである。

前記4種の微量元素のうちひ素は必須元素と考えられているし、カドミウムも1989年に開かれた微量元素に関する国際会議では骨の形成に必要な必須元素と判断されるデータの報告<sup>3)4)</sup>もあった。日本において有害元素と報告されている微量元素の中にも必須元素がある。反対に必須元素といわれるものの中にも摂取量が過剰になると生体に障害を発生させる元素もある。例えば、マンガンは後に延べるが生長促進に関わる微量元素であることは明らかなのであるが、鉱山労働者の中にはマンガン中毒とみられる症状を起こしている例がある。マンガンを有害物質と分類している書籍<sup>5)</sup>もある。いづれにしても有害元素であるか必須元素であるかということは体内への摂取量や摂取された元素が生体内でどのように利用されるかに関わることであり、また生体内での存在期間すなわち生物学的半減期の長短にも関係することといえる。

## 3. 微量元素と健康

微量元素が生物にとってどのように必要である

かということ、家畜を対象として非常に多数の研究が行われたことによって明らかにされてきた。家畜を対象にして研究された結果が人間にもあてはまるかどうかという研究は、積極的には行われていない。人間にとってある元素が必要であるということが実証されたという報告は非常に少ない。4年前に筆者らによって発見された骨異常症患者の症例<sup>6)</sup>は、マンガン欠乏症が発見されマンガン投与によって幸運な結果をえられたものであり以下にその概略を紹介する。

症例患者は、生後2日目に母乳の授乳状態が悪く先天性の複雑小腸捻転 (Malrotation) と診断された。手術を実施したが回復は不可能な状態であったが小腸を3cm残して摘出手術を実施した。小腸(多くの栄養素は小腸から体内に吸収される)を摘出したために経口的な栄養摂取が不可能となり、輸液による栄養補給を続けることになった。1年経過後頃から骨の異常が発生し骨のレントゲン像も写真1(a)のようにカルシウム沈着が少なく骨端部の生長点の陰影が見られない状態になった。患者の将来は非常に困難な状態であると判定がなされた頃、偶然のことから筆者の研究について知った担当医師から筆者のもとへ相談があった。筆者は骨の分析を行うことを提案し、患者の骨を少量採取してもらって分析を行った。非常に少量の試料しかえられなかったので、立教大学原子研究所のTRIGA MARKII 原子炉を利用して中性子放射化分析を行った。その結果、表2に



(a) (b)

写真1 マンガン投与前後における手根骨のX線透過像。左が投与前、右が投与後。

表2 骨異常症患者の骨中微量元素含量

元素	症例患者骨	参考値(肋骨)@
Al	19*	140
Br	1.0	2.9
Ca	210*	110*
Cl	2.3*	1.7*
Cu	4.5	4.5
K	6.7*	2.0*
Mg	4.0*	1.4*
Mn	0.05	1.5
Na	3.8*	4.6*
V	0.02	0.02

単位は ppm ; \*印は mg/g  
@筆者らの分析値 (未発表)

示したように健常者の骨で1.5ppmほど存在するマンガンが測定誤差の範囲の量しか検出されなかった。その他の元素についてはほとんど異常が発見されなかった。この結果に基づいて担当医師は輸液中にマンガンを加えて補給したところ、3カ月後には骨のレントゲン像は写真1(b)のように顕著な改善が見られるようになった。それと同時にマンガン投与3カ月間に身長も10cm以上のび、体重増加も正常に回復した。その後、生長も健常者とほとんど同じになり昨年幼稚園に通園するまでになったと報告があった。

この症例は明らかにマンガン欠乏症であり、本邦で初めてマンガン欠乏症が発見されそしてマンガン投与によって回復した例である。

人間の体内に存在する少量および微量元素量(以下、両者をまとめて微量元素という)は、表1に示した哺乳動物の場合と大きな相違はないとされている。つぎに微量元素の生体内での生理作用について述べる。参考文献は個々の事例を列挙すると膨大なものになるので、E. J. Underwoodの著書<sup>7)</sup>を参照されたい。

生体中の微量元素濃度は、図1のように正常な生理作用を示すのは、ある濃度範囲にあることが必要である。その濃度範囲は元素の種類によって異なり、ある元素では非常に狭い場合もある。また、他の元素ではなかりの濃度範囲があり、ときにはその微量元素が不足すると他の元素がその役

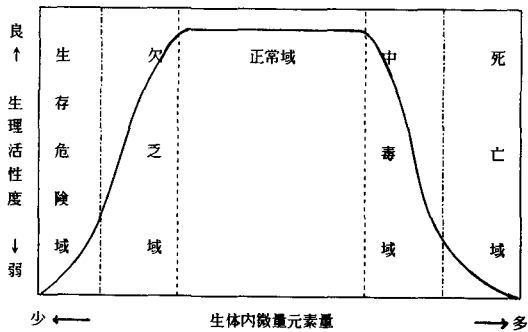


図1 生体内微量元素存在量と正常生理活性域

割を一次的に代わることもあるらしい。図1は微量元素濃度範囲と正常生理活性域との関係を示した図<sup>10)</sup>である。図の欠乏域あるいは中毒域の状態が長時間続くと生命を維持することが危険になる。微量元素の生体内における生理作用については完全に明らかにされているとはいえないことが多いので、現在までに報告されたものをまとめて以下に示す。

**フッ素 (F) :** フッ素は骨格および歯の中に含まれることが多い。骨の主成分はハドロオキシアパタイト  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}$  とよばれ、この中にフッ素が存在する可能性が高い。また、フッ素の摂取不足地域では骨多孔症が発生するという報告があり、そのような事実からフッ素は骨の維持に関係するといわれる。フッ素の生理作用の重要な事実は、フッ素の摂取量によって虫歯の予防と斑状歯の発生という逆相関があることが報告されていることである。前節で述べたように摂取量の適正値の範囲は厳格なものではないが偏った摂取は避けなければならない。

**鉄 (Fe) :** 鉄はタンパク質と結合してヘモグロビンとなり体液中にあって呼吸作用に必要な酸素の運搬体として重要な作用をもっている。ヘモグロビンの分子量は68000であるが、その中に鉄原子 (原子量55.847) は1原子しか含まれていない。このように1個の分子内での鉄原子の含有率は0.08%という微量であっても重要な生理作用を有している。鉄の欠乏症は貧血となって現れるが、悪性腫瘍に起因する貧血や再生不良性貧血などによる症状を改善するために多量の輸血が行われる

と高血色素症となり血管の血液流障害が起きることがあるといわれている。

**亜鉛 (zn) :** 亜鉛はいろいろな臓器中に普遍的に存在し各種の酵素に関与したり、細胞分裂や核酸代謝に重要な役割をもっている。また、血液中の糖含量を調節するインスリンの中心元素となっている。亜鉛の欠乏症は、生育障害や生殖能の低下そのほかに味覚・臭覚異常などの症状を起こすといわれる。また、皮膚異常などの原因になることも報告されている。ヒトの亜鉛中毒症の報告例は見られないが、家畜などでは高濃度亜鉛飼料を与えた場合に食欲不振や血色素減少による貧血が発生するという報告がある。

**銅 (Cu) :** 銅は各種の酵素系の重要な中心金属として存在しているが、最近とくに注目を集めているのがスーパーオキシデスミターゼ (SOD) とよばれる酵素である。この酵素は銅を含むものはセルロプラスミンと呼ばれ、その名の通り体内で発ガン機構のトリガーとして作用するとされているスーパーオキシドを減少する機能をもっている。銅の欠乏症の例は人間でも多数報告されている。その主なものは、貧血、骨生長異常、脳障害などである。過剰症としてよく知られているのはウイルソン (Wilson) 病である。この病気の特徴は、肝臓と脳の特定位位に異常に高濃度の銅が蓄積されるとともに尿への過剰な銅排泄それによる血液中のセルロプラスミンの低下が起きることである。

**モリブデン (Mo) :** モリブデンは、各種の酸化酵素の中心金属として重要な生理作用をもっている。ヒトについてのモリブデンの欠乏症および過剰症の例の報告は発見されていない。家畜について欠乏時に生長障害あるいは他の必須金属との相互作用に障害が発生するといわれる。

**コバルト (Co) :** コバルトは、ビタミン  $\text{B}_{12}$  の中心金属で赤血球の製造や各種の酵素系の活性化に必要である。コバルトの欠乏症の確定的な例は報告されていないが、スコットランドのある地方 (コバルト欠乏土地帯) の子供は geophagia (土食症) になることがあるといわれている。これらの子供はコバルトの経口投与による治療が行

われ、回復するという報告はある。土食症はしばしば悪性の貧血を併発するという。

ヨウ素（I）：ヨウ素は甲状腺で特異的に多量検出される。記憶にまだ新しいが、先頃のチェルノブイリ原発事故のさいに事故の報告が発表されるとただちに子供に多量のヨウ素剤を飲用させたという報道がなされた。これはヨウ素が甲状腺から分泌されるチロキシンとよばれるホルモンの中心金属であり、多量のヨウ素を摂取することにより後から体内に入ってくる放射性ヨウ素を沈着することなく排泄させるためであった。つまり原発の事故によりウランの核分裂生成物が大量に生成され、その中に放射性のヨウ素が存在し食品とともに体内に入り甲状腺へ沈着するのを防ぐために処置されたものである。

クロム（Cr）：クロムは6価クロムの名で報道を賑わした元素であることは記憶に新しいが、生体にとっては重要な金属であることも事実である。クロムの生理作用は、各種栄養素の代謝に関係する。とくに血液中の糖代謝に関係してインスリンと相互作用することが知られている。クロムについてはMertz<sup>9)</sup>が詳細に解説しているので詳しく知りたい方は参照されるとよい。

マンガン（Mn）：マンガンは本稿のはじめに述べたように骨の形成および生長と関係がある。そのほかにSODの補助作用や脂質の代謝にも関係している。マンガンの過剰摂取による生体への影響は、パーキンソン病に似た精神障害を引き起こし予後不良といわれている。この中毒患者の例はマンガン鉱山で作業に従事していた労働者にみられることがある。以上、代表的な微量元素の生理作用について簡単に述べたが、つぎに現在は発表の段階には至っていないが興味ある事実が見られたので紹介する。

セレン（Se）は、10数年ほど前に水銀の体内での作用を緩和すると多数の研究者から報告された。また、近年になってセレンは発ガン作用を抑止する働きがあるという報告が発表されている。これについては筆者もその可能性が高いという経験をしている。これは学問的な実験ではなく腫瘍患者の家族の何とかして回復してほしいという願望か

ら、ある医師を紹介しその医師の処方によってアメリカ合衆国の製薬会社で生産しているセレンを高濃度に含有する健康食品を服用することになった。手術後抗腫瘍剤を投与したときにその効果が現れた。抗腫瘍剤の副作用である全身的な症状および嘔吐感が非常に少なく、抗腫瘍剤投与数日後に始まる脱毛も他の患者と比較して少なくて済んだ。その後3～4カ月毎に5回の抗腫瘍剤投与のさいにも副作用の症状は軽微であった。2年後の現在、医師も不思議に思うほど全身的な症状は快復して健常人と同じになった。この事実は、他の患者と大きく異なる経過をとったことからセレンの効果によると判断しても良いのではないだろうか。セレンの多量服用による副作用については現在のところ全く見られないということである。しかしながら、このようにセレンの効果が見られたということは、個人的な体質やその他いろいろな条件が各人によって異なるので誰にでも適用できるという保証はないと考えたほうがよいであろう。

#### 4. 微量元素と食品

前述のような微量元素はヒトの体内にどのように取りこまれるのであろうか。微量元素は一般的には食品を通して体内に取り込まれるのであるが、成人男子が1日に取る食事からどのくらい微量元素が摂取されるかについて述べる。

個々の食品について微量元素の含有量を述べるのは、本稿の目的を越えるので詳細については細貝祐太郎、堤 忠一、高居百合子氏らの編になる「食品微量元素マニュアル」<sup>5)</sup>あるいは科学技術庁資源調査会編「日本食品標準成分表」<sup>8)</sup>などを参照されたい。なお、高校によっては後者の縮小版が授業で使用されているところもあるので参考になる。

ここでは標準的な成人男子が1日に摂取する食事（1800Kcal）の中に含まれる微量元素の量を例にして述べることにする。1日当りの摂取熱量を1800Kcalとした場合の食事内容は、表3に示したような種類の食品を材料として調理される。この食事材料では熱源に朝と夜に米を昼食にはサンド

表3 標準的な食事(1800Kcal)の材料中の微量元素含量(mg)

食品名	摂取量	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Se	Zn	Co	Cr	I
こめ	200	20	0.5	3.0	240	80	15	0.05	10	0.036	250	0.03	7.5	nd	nd	nd
パン	120	35	0.12	1.2	65	25	0.5	tr	610	0.085	130	0.06	0.72	nd	0.045	nd
とり肉	40	1.5	0.02	0.26	110	12	0.006	tr	17	tr	90	0.008	0.26	nd	0.001	nd
卵	40	40	0.036	0.024	52	3.6	tr	tr	40	0.0024	150	0.01	0.57	nd	nd	nd
トーフ	100	130	0.14	1.9	100	29	0.05	0.022	13	0.03	160	0.047	1.4	nd	nd	nd
ハム	40	8	0.04	0.64	96	5	0.026	tr	260	tr	130	0.006	1.1	nd	nd	nd
まぐろ	60	11	0.18	18	450	16	tr	tr	530	tr	470	0.18	3.0	nd	0.006	0.012
牛乳	200	250	0.008	0.19	280	18	0.017	tr	90	tr	150	tr	0.82	nd	0.005	0.08
大根	90	54	0.02	0.36	200	11	0.045	0.028	21	0.0054	36	0.3	0.3	nd	nd	tr
にんじん	20	8	0.01	0.04	70	2	0.04	tr	4	tr	5	tr	0.08	nd	0.002	0.002
きゅうり	30	9	0.03	0.17	60	6	0.048	tr	0.3	tr	8	tr	0.1	tr	nd	nd
トマト	40	4	0.02	0.18	80	5	0.02	0.004	1.6	tr	7	tr	0.04	nd	nd	nd
ホーレン草	60	30	0.04	0.8	360	59	0.37	0.01	45	41	26	0.001	0.24	nd	nd	nd
はくさい	80	35	0.05	1.7	190	7.9	0.096	0.099	1.0	0.006	36	tr	0.18	nd	nd	nd
レタス	20	4.2	0.02	6	34	1.7	0.036	0.0003	0.074	0.0012	4.4	tr	0.038	nd	nd	nd
みつば	10	8	0.06	0.22	64	4.2	0.05	0.002	0.69	0.0008	0.64	tr	1.7	nd	nd	nd
わかめ	25	11	0.004	0.13	1.6	2.3	0.006	0.001	70	0.004	2.4	0.001	0.09	nd	nd	2.3
なす	50	3	0.03	0.23	120	9	0.05	0.003	10	0.0015	13	0.1	0.1	0.01	0.12	nd
ばなな	100	4.3	0.23	0.63	310	46	0.17	tr	14	tr	25	0.001	0.25	nd	0.04	nd
合計		666	1.558	35.67	2882	342.7	17.03	0.219	1737.6	41.723	1695.8	0.744	18.488	0.01	0.219	2.394
ピーマン	100	6	0.07	0.03	240	13	0.7	nd	1.0	tr	22	nd	0.2	nd	nd	nd
たまねぎ	100	13	0.04	0.4	150	8.5	0.15	0.004	39	0.046	30	0.006	0.2	0.02	nd	0.03
パセリ	100	82	0.5	2.2	260	73	1.6	0.004	39	0.046	39	0.02	2.7	nd	nd	nd
ジャガイモ	100	5.7	0.14	0.9	390	24	0.09	0.004	4.7	0.013	57	tr	0.65	0.02	0.05	nd
いちご	100	18	40	0.6	170	15	0.2	0.007	16	0.005	38	0.002	230	nd	0.03	nd
りんご	100	3.8	0.06	0.11	80	4.4	0.02	0.004	8	0.003	17	tr	0.14	tr	0.013	nd
みかん	100	28	0.93	0.16	140	12	0.14	0.004	8	0.003	17	tr	0.14	tr	0.013	nd
こんぶ	100	1500	0.35	25	3300	870	0.28	0.1	2300	0.1	350	tr	5.4	0.17	nd	340

ウィッチをとることにしてある。副食は卵1個、とうふ4分の1丁、ハム、まぐろそれに8種類の野菜が添えられている。食事の内容が推奨できるものであるということではない。

表3の食品中には調味料などは含まれていないが、1日に摂取する食品は19種類であるがこの他に果実やお茶などをもって種類をふやすようにする。推奨される食品の種類は1日当り30種類以上ということなのでほぼ満足している。表の合計欄の下に余白の許す範囲で野菜、果物、海草のデータを記した。さて、食品中の微量元素含量であるが、銅、鉄、マンガン、モリブデン、ニッケル、セレン、亜鉛、クロム、ヨウ素およびコバル

トなどが含まれている。微量元素の他にカルシウム、カリウム、マグネシウム、ナトリウムなどの必須元素も同時に掲げた。

この食事で摂取できる微量元素の1日量は、銅=1.6mg、マンガン=17mg、モリブデン=0.22mg、ニッケル=42mg、亜鉛=18mg、クロム=0.22mg、コバルト=0.01mg、ヨウ素2.4mgとなっている。ヒトの微量元素必要量は決めるのがなかなか困難で現在のところ目安量しかない。そのため大きな幅がある。

このような食事をとれば微量元素については欠乏症になる心配はほとんどないであろう。また、微量元素以外のカルシウム、カリウム、マグネシ

ウム、ナトリウムおよびリンなどの元素についてもこのような食事でも充分といえるであろう。

## 5. ま と め

われわれの身体にとって必要量は微量ではあるが酵素系やホルモン系で重要な中心金属としてあるいは呼吸に必要な酸素を運搬したりする重要な生理作用をもっている各種の微量元素は、日本人がとる通常の食事によって補給する量で1日当りの必要量を満たすことができることを示した。われわれのように都市に生活圏をもつ者は、食事が単純になりがちである。それは毎日1回あるいは2回の食事を外食に依存することがあるからである。外食は食品の種類が限定され、それにとまって栄養素だけでなくここに述べた微量元素についても偏向することが多くなるのは否定できない。そのような状態が長期間続くと疑似微量元素欠乏症になり、体調の低下をきたすことになろう。長時間かかって体調を低下させると回復するまでにさらに長い期間を要することになり、場合によっては回復の可能性がなくなることもあるという。このようなことにならぬようにつぎのことに心がけていただきたい。

- (1) 毎日30種類以上の食品と
- (2) 1日に300g以上の野菜と
- (3) 少量の海藻を忘れずに食べる。

日常生活ではほとんど気にもしない微量元素について、たまには思いをはせていただきたい。

## 文 献 一 覧

1. H. J. M. Bowen: Trace Elements in Biochemistry (1966) (Academic Press, London).
2. 富田八郎：「水俣病」, (1969), 水俣病を告発する会。
3. M. Terai, M. Eguchi: Trace Elements in Osteoporotic Bone and its Damage in Bone Structure. 第2回国際微量元素医学会議資料。(1989).
4. P. Weigert, H. Klein and F. Koenig: Risk-Assessment of Heavy Metals in food. 同上。
5. 細貝祐太郎, 堤 忠一, 高居百合子編：食品微量元素マニュアル, (1985). 中央法規出版。
6. 寺井 稔, 他：骨代謝異常における微量元素分布を利用した診断例, 立教大学原子炉共同利用研究成果報告(1987), 東京大学原子力研究総合センター。
7. E. J. Underwood: Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 3rd Edition. Academic Press Inc. New York.
8. 科学技術庁資源調査会編：日本食品標準成分表 (1985)。
9. W. Mertz: Physiol. Rev. 49, 163. (1969).
10. 寺井 稔：無機物の生体に与える影響 (1988) 電気通信学会安全性研究会資料。

## Key Words (キー・ワード)

Trace Nutrients (微量栄養素), Trace Element Deficiencies (微量元素欠乏症), Metal Poisoning (金属中毒), Essential Elements (必須元素), Toxic Elements (有害元素), Physiological Activities of Trace Elements (微量元素の生理活性)

Trace Nutrients in the Food of City Inhabitants  
— Between Deficiency and Excess —

Minoru Terai\*

\*Tokyo Metropolitan Institute of Technology

*Comprehensive Urban Studies*, No. 40, 1990, pp.125-132

We obtain the energy necessary for life preservation from our daily meals that are supposed to contain protein, carbohydrates, lipid and all sorts of vitamins and other inorganic substances, known as trace elements, such as iron, zinc, copper, etc. It is the latter that have received special attention in nutrition science in recent years. It is important to be aware of the physiological functions of these trace elements and to know the borderline between their proper doses and deficiency on the one hand and poisoning from overdoses on the other. While it is not possible to experiment with people in order to determine the right amount, we have referred to results from animal experiments as a standard.