【総 説】

代替医療としての
「ビタミン・ミネラル」
Vitamins and Minerals in
Alternative Medicine

糸 川 嘉 則
Yoshinori ITOKAWA

福井県立大学・京都大学名誉教授

【要 旨】

本総説はビタミン・ミネラルなど微量栄養素の代替医療における役割について述べたものである。ビタミンやミネラルが代替医療に利用できる条件としては次の二つがある。1. 大多数の日本人が通常の食事が必要量に達しないビタミンや必須ミネラルである。平成13年度の国民栄養調査の結果からビタミンB₁、B₆、C、E、カルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛、銅がこれに含まれる。2. ビタミンやミネラルがその栄養素としての機能の他に特異的な薬理学的な機能を有する場合。これにはビタミンA、D、E、K、B₁、B₁₂、C、マグネシウム、鉄、亜鉛、銅、リチウム、バナジウムが含まれる。さらに、まだビタミンとは認められていないビタミン様作用物質群は薬理的な作用を有するから、代替医療の対象になるであろう。これらの微量栄養素の機能と代替医療における役割について論じた。

【キーワード】

ビタミン、必須ミネラル、国民栄養調査、栄養所要量、ビタミン様作用物質、ビタミンの薬理作用、ミネラルの薬理作用

1. はじめに

ビタミンや必須ミネラルは栄養素であり、食事に含まれている物質である。そのような栄養素が代替医療の手段として認められるには次の二つの条件があると考えられる。その第一は栄養素が栄養の機能以外に別の薬理的な機能を有し、それにより疾病の治療に用いられることである。第二はその栄養素が多くの人で不足しており、その栄養素を補給することにより、健康障害を起したり疾病になる人が減少し医療費の削減につながる場合は代替医療と考えてよいのではなかろうか。逆に、栄養素としての作用しかなく、現在の日本人の食生活で不足する心配の無い栄養素は代替医療の対象にする必要は無い。本総説はそのような二つの条件についてビタミン・ミネラルについて考えてみることにしたい。

2. ビタミン

2.1 ビタミンの定義と種類

ビタミンと呼ばれる物質は次の4つの条件を充たすものの総称である。1) 栄養素である。生命を維持するために毎日食事等から摂らなければならない物質である。元来、ビタミンは原因不明で人類を悩ましてきた病気（ビタミン欠乏症）を克服する物質として発見されたので、その病気を予防・治療する生理作用（栄養素作用）を有している。2) 必要量は微量である。蛋白質、脂肪、炭水化物、アミノ酸などの栄養素に比較して微量の摂取で健康が維持できる。3) 有機化合物である。炭素を構造の中に有しており、ミネラルと区別される点である。4) ヒトの体内で合成する事ができない。ホルモンと異なる点であるが、例外がありビタミンD、ニコチン酸は一部体内で合成されるがビタミンと認められている。

この4つの条件から現在表1に示す4種類の脂溶性ビタミンと9種類の水溶性ビタミンがビタミンとして認められている。欠乏症とその予防・治療に関する生理作用も併記した。しかし、ビタミンの研究が進展するに伴ってビタミンには生理作用以外に欠乏症と関係のない疾患にも有効な作用（薬理作用）が存在する事が明らかになってきた。それらは代替医療とも関係が深いので表に記載した。

また、ビタミンと類似しているがまだ一般にビタミンとは認められていない数種類の物質がある。これらの名称とその作用を表2に示す。これらの物質がビタミンと

表 1 ビタミンの概要

	ビタミン	おもな欠乏症	おもな生理作用	おもな薬理作用
脂溶性	ビタミン A	夜盲症, 角膜乾燥症	視物質の構成成分, 粘膜・皮膚の維持	抗がん作用
	ビタミン D	くる病	カルシウム腸管吸収促進	抗がん作用, 骨粗鬆症治療
	ビタミン E	溶血性貧血	脂質抗酸化作用	免疫増強作用, 心臓疾患予防
	ビタミン K	頭蓋内出血	血液凝固作用	骨粗鬆症治療, 白血病治療
水溶性	ビタミン B ₁	脚気, ウエルニッケ・コルサコフ症	糖代謝酵素の補酵素, 神経機能維持	神経障害治療
	ビタミン B ₂	口角炎, 口唇炎, 舌炎	フラビン酵素の補酵素, 脂質抗酸化作用	
	ビタミン B ₆	皮膚炎, けいれん	アミノ酸代謝に関与, GABA 産生	
	ビタミン B ₁₂	悪性貧血	プロピオン酸代謝, メチル転移反応	神経障害治療, 睡眠覚醒リズム調整
	ニコチン酸	ペラグラ	脱水素酵素の補酵素, 酸化還元	
	パントテン酸	血圧低下, 副腎機能低下	CoA の構成成分として多くの反応	
	葉酸	大球性貧血	プリン・ピリミジンの生合成, 細胞増殖	
	ビオチン	皮膚炎	炭酸固定反応	
	ビタミン C	壊血病	酸化還元, コラーゲン生成	心臓病・脳血管疾患予防

表 2 ビタミン様作用物質の概要

物質名	生理・薬理作用
コリン choline	抗脂肪肝作用, アセチルコリン生成, メチル供与体
イノシトール inositol	抗脂肪肝作用, 動物の発育因子
オロット酸 orotic acid (ビタミン B13)	成長促進, 抗脂肪肝作用, 貧血防止
カルニチン carnitine (ビタミン BT)	動脈圧低下, 心拍数減少
パラアミノ安息香酸 p-amino benzoic acid (ビタミン BX)	葉酸の構成成分, 皮膚疾患に有効
ビタミン P (rutin, hesperidin など)	毛細血管の抵抗力強化
ビタミン U (methionine methylsulfonium salt)	抗胃潰瘍作用
フェルラ酸 ferulic acid	成長促進, 胆汁分泌促進
ユビキノ ubiquinones (coenzyme Q)	抗酸化作用, 心筋代謝の改善
リポ酸 lipoic acid (thioctic acid)	ケト酸代謝障害を来す肝臓障害の改善
ピロロキノリンキノ pyrrolo quinoline quinone (PQQ)	種々な脱水素酵素の補酵素となる

認められないのは明確な欠乏症状が確認できない事とその作用が栄養素としての作用ではなく薬理的な作用であると考えられているためである。しかし、代替医療としてはこれらの薬理効果を有する物質は利用可能と考えられる。

2.2 ビタミンの薬理作用

表 1 に示したビタミンの薬理作用のうち主なものについて述べることにする。

2.2.1 ビタミン A と悪性腫瘍

1926 年藤巻¹⁾ がビタミン A 欠乏ラットに癌が発生し

たという論文を嚆矢にレチノイド（ビタミン A 同属体）や類縁物質である β -カロテンは動物ではほとんどすべての実験腫瘍に抑制効果があることが証明されている。ヒトに対しても天然や合成のレチノイドが癌の予防や治療に有効であることが認められ臨床的にも用いられている。レチノイドは細胞の核に到達すると遺伝子の発現を調節し、正常な分化を維持し発癌を抑制するという機構が考えられている。

急性骨髄性白血病にビタミン A 誘導体を連日投与することにより驚くべき治癒率を示したという報告²⁾がある。これはビタミン A 誘導体が白血病細胞を分化誘導させ減少させるものと考えられ分化誘導療法と呼ばれている。

2.2.2 ビタミン D と腎性骨疾患、骨粗鬆症

腎疾患を有している患者で腎臓酵素の 1α -水酸化酵素が障害されると骨へのカルシウム沈着が阻害され、骨病変が起こる。このような患者にはビタミン D の活性型である $1,25(\text{OH})_2$ ビタミン D の投与が有効である。骨粗鬆症患者では腎臓の 1α -酸化酵素が低下し、血中 $1,25(\text{OH})_2$ ビタミン D 濃度が低下している症例が多い。このような患者に活性型ビタミン D やその同属体の投与が有効であるという報告³⁾がある。

2.2.3 ビタミン E と白内障、心筋梗塞

白内障は眼の水晶体が白濁し、視力が低下する疾患であるが、原因は老人性、糖尿病性、紫外線や赤外線の暴露、等さまざまである。ネズミの水晶体を摘出し熱を加えると白内障になるが、この時にビタミン E を添加しておくとう白内障の発生が抑制されるという研究⁴⁾がある。これはビタミン E の抗酸化作用によるものと考えられる。

心筋梗塞患者は血中ビタミン E 濃度が低く、過酸化脂質が増加している。ビタミン E は血栓症を起す作用があるトロンボキサン A_2 の生成を抑制することと、善玉と一般に言われている高比重リポ蛋白質（HDL）を上昇させる作用があるから、この二つの機構により心筋梗塞の発生を予防することが期待できる。英国で心筋梗塞と診断された約 2000 人の患者を 2 群に分け、1 群にビタミン E（400–800 IU/日）、他群にはプラセボを与えて 1,000 日間追跡調査する疫学研究が行われた。その結果、ビタミン E 剤を与えた群では心血管症状発作の有意な減少が認められた。しかし、死亡例が少なかったためか、死亡数に両群間に有意差は認められなかった⁵⁾。

2.2.4 ビタミン K と骨粗鬆症、白血病

ビタミン K は血液凝固作用を有するビタミンであるが、骨粗鬆症の治療薬としての役割も有していると考えられる。すなわち、骨粗鬆症患者では血中ビタミン K 濃

度が低い者が多く、ビタミン K が欠乏すると骨へのカルシウムの沈着が抑制されることが知られている。臨床的にもビタミン K 剤の投与により骨粗鬆症患者の痛みが緩和され、骨量も増加したという報告がある。骨基質中に存在する γ -カルボキシグルタミン酸含有蛋白質の生成にビタミン K が必要であることがこの作用に関係していると考えられる^{6,7)}。

ビタミン K 群のひとつであるビタミン K_2 がビタミン A と同様に分化誘導作用を有し白血病に有効であるとの報告がある。他のビタミン K 群であるビタミン K_1 にはこのような作用がないため、ビタミン K_2 に特有なイソプレノイド基がこの作用の元になっているものと考えられている⁸⁾。

2.2.5 ビタミン B_1 と神経疾患

ビタミン B_1 欠乏症であるウエルニッケ・コルサコフ症候群や脚気ニューロパチーなどの神経疾患にビタミン B_1 の投与は当然有効である。しかし、神経疾患の治療には通常の栄養素量では不足で、その 10–100 倍のビタミン B_1 、さらに腸管吸収が良い脂溶性のビタミン B_1 誘導体の投与で初めて効果を発揮する。

アルコール性小脳変性症、球後視神経炎などビタミン B_1 欠乏症でない神経疾患にもビタミン B_1 誘導体の大量投与が有効である場合が多い。アルツハイマー痴呆症の脳ではビタミン B_1 依存酵素であるピルビン酸デヒドロゲナーゼ、 α -ケトグルタル酸デヒドロゲナーゼおよびトランスケトラーゼの酵素活性が有意に低下していることが報告されている^{9,10)}。ビタミン B_1 依存酵素以外の酵素活性は低下していない。このようにビタミン B_1 関連酵素が低下するのでアルツハイマー病患者の脳中のビタミン B_1 濃度が低下していることが予測されるが、脳中ビタミン B_1 を測定したデータはない。アルツハイマー病の外來患者に大量のビタミン B_1 誘導体を 12 週間与えた結果、精神症状に幾分の改善をみたという臨床結果がある¹¹⁾。

2.2.6 ビタミン B_{12} と神経疾患、睡眠覚醒リズム

ビタミン B_{12} 欠乏症である悪性貧血患者は中枢神経系に障害を起すことが知られているが、痴呆症患者では脳内のビタミン B_{12} 濃度が低下しているという成績がある¹²⁾。そして、ビタミン B_{12} の大量投与が糖尿病性ニューロパチーなどの神経疾患の症状改善や三叉神経痛の鎮痛に有効であるという報告がある。これはビタミン B_{12} が神経が傷害された時の脂肪酸代謝の異常を改善するためであるという説があるが、詳細は不明である。

ヒトは 24 時間のサーカディアンリズムを持つが、このリズムが 24 時間より 1–2 時間長くなる非 24 時間睡眠覚醒症候群という病気がある。このような患者に 1 日

に3~5 mg という大量のビタミン B₁₂ (必要量の 1000~2000 倍) を与えると睡眠覚醒リズムが正常になったという報告がある¹³⁾。これと関連して海外旅行時の時差ぼけにビタミン B₁₂ の大量投与が有効であるといわれている。しかし、機構はまだわかっていない。

2.2.7 ビタミン C と心臓病, 脳血管疾患

多くの疫学調査でビタミン C を多く含む果物, 野菜を良く摂る人では血液中コレステロール濃度が低く, 高血圧の頻度が低く, 脳卒中や虚血性心疾患の死亡率が低いことが突き止められている¹⁴⁾。これはビタミン C が 3-ヒドロキシ-3 メチルグリタリル CoA 還元酵素を阻害し, LDL コレステロールの生成を抑え, LDL コレステロールの胆汁酸への変換を促進するという機能によって, 悪玉といわれている LDL コレステロールを減少させ, 善玉といわれる HDL コレステロールを増加させることに関連すると考えられる。この他にもビタミン C の抗酸化作用やラジカル捕捉作用などとも関連していると思われる。最近ではビタミン C の抗動脈硬化作用には血管弛緩因子である一酸化窒素 (NO) が関与していると考えられている。NO は不安定でスーパーオキシドアニオンなどと反応し不活性化されるが, ビタミン C がそのラジカル消去作用により NO の低下を抑制し, 血管弛緩を増強させるとしている¹⁵⁾。また, 血管障害に由来する生活習慣病を防ぐためには, 血管壁のコラーゲンの生成・維持に必須なビタミン C を十分に摂ることは有効であろう。

1972 年ノーベル賞受賞学者ポーリングは毎日 10 g という大量のビタミン C (所要量の 100 倍) を癌の末期患者に投与するとがん患者の生存期間が著しく延長し, 癌も縮小するという論文を発表し論議の的となった。そこで, Mayo Clinic のグループは化学療法を受けたことの無い直腸癌患者を対象に二重盲検法で追試した結果, ビタミン C 投与群, 対照群の間に差は認められず, 癌の縮小は 1 例も見られなかったと報告している¹⁶⁾。ポーリングらはさらに風邪症候群やインフルエンザ感染症に対してもビタミン C の大量投与が有効であるとしていた¹⁷⁾。しかしアメリカ合衆国医学会 (American Medical Association) は「ビタミン C はかぜやインフルエンザに対して予防効果も治療効果も無い」という声明を発表している。世界の医学界の大勢はポーリング学説に対して否定的である。

2.3 主なビタミン様作用物質

2.3.1 カルニチン Carnitine

カルニチン (図 1) は穀物害虫 (茶色コメゴムシダマシ) の発育に必須の物質であることが報告され, ビタミン BT と呼ばれることもある。しかし, ヒトでの欠乏

症はなく, 生体内でも合成されるのでビタミンとは認められていない。カルニチンは脂肪酸がミトコンドリアの膜を通過させる補因子となっており, 脂肪酸が酸化されエネルギーとして利用されるのに役立っている。臨床的に動脈圧低下, 心拍数低下, 膵液・胃液の分泌促進, 利尿などの作用がある。また, カルニチンとアセチル CoA が反応して生じるアセチルカルニチンは神経を活性化させる作用がある。

2.3.2 イノシトール inositol

イノシトール (図 2) が動物の組織内に存在していることは 100 年以上も前から知られていた。1940 年イノシトール欠乏でネズミの発育が低下し, 脱毛症状が発生することが報告され一時ビタミンであると考えられた時代があった。しかし, 多くの哺乳動物でイノシトールは体内で合成することができることが判明し, 動物実験でも後年, より精製された飼料を用いるとイノシトール欠乏症は再現されないこともわかり, ビタミンとは認められなくなった。臨床的には脂肪肝を予防する作用が知られている。

2.3.3 ビタミン P

1936 年, レモンや唐辛子の中にビタミン C と一緒に存在し, 毛細血管の抵抗力低下や血漿タンパク質に対する透過性増加を防止する作用がある物質の存在が認められ, permeability (透過性) に因んでビタミン P と名づけられた。その後ビタミン P は単一の物質ではなく, 多くの類縁物質の混合であることが判明した。主要なものの構造式を図 3 に示す。ヒトの出血性疾患に有効であるという多くの報告がある。しかし, この作用は栄養素の作用というより薬理的と考えられるため名称はビタミンと

図 1 カルニチン (carnitine) の構造式

図 2 イノシトール (inositol) の構造式

図3 ビタミンPの構造式

なっているが、ビタミンとは認められていない。

2.3.4 ビタミンU

1950年チェニーはキャベツの中に胃潰瘍などの潰瘍を予防・治療する成分があることを見出し、潰瘍 ulcer に因んでビタミンUと名づけた。これは含硫アミノ酸であるメチルメチオニンスルホニウム（図4）であり、栄養素の作用というより薬理作用であるからビタミンとは認められていない。

2.3.5 ピロロキノリンキノン pyrrolo quinoline quinone (PQQ)

1979年微生物のアルコール脱水素酵素やグルコース脱水素酵素の補酵素としてPQQ（図5）が発見された。そして、多くの動物や植物の酵素の補酵素となることが報告され、PQQ欠乏飼料で飼育すると種々な欠乏症状が出ることも報じられ新しいビタミンの発見と注目されマスコミでも取り上げられた。しかし、その後の研究でPQQの動物組織中の存在量は前に考えられていたほど多くなく、厳密に行われた実験ではネズミに欠乏症状は発生しないことも判明し、今ではビタミンとは認められないという意見が大勢である¹⁸⁾。

2.4 ビタミン摂取量の問題

日本の国民が日常の食事では不足しているビタミンは補給する必要がある、代替医療の対象になる。それを栄養所要量と国民栄養調査を比較することにより充足の状況

図4 ビタミンU（塩化メチルメチオニンスルホニウム）

図5 ピロロキノリンキノン pyrrolo quinoline quinone (PQQ)

をみることができる。平成13年度の国民栄養調査¹⁹⁾で調査されたビタミンはビタミンA, D, E, K, B₁, B₂, B₆, B₁₂, C, ナイアシン, 葉酸, パントテン酸の12種類であり、その中で特に補給しなければならないと考えられるビタミンはビタミンB₁, ビタミンB₆, ビタミンC, ビタミンEである。国民栄養調査では男女別の数値が記載されているが、男女の傾向はほぼ同じであるから、紙面の都合で図には男子の結果のみを示す。

2.4.1 ビタミン B₁

図 6 に示すように男子の年齢階級別ビタミン B₁ 所要量と摂取量を比較した結果では 1~14 歳の小児から発育期にかけてビタミン B₁ は所要量を摂取量が上回っているが、15 歳以上になると摂取量は所要量に達せず不足の状態にあることがわかる。ビタミン B₁ の場合は女性の所要量がやや低めに設定されすぎた嫌いがあり 18~69 歳ではわずかに摂取量が所要量を上回った。ビタミン B₁ はこれまでの国民栄養調査では常に所要量を上回っていたのであるが、今回食品の栄養素量の算出方法を改善した（できる限り調理後の状態で計算する）ことにより実情に近い成績が得られることになったのである。

このように成人から高齢者にかけてビタミン B₁ 摂取量が低いため、ビタミン B₁ を補給する必要がある。ビタミン B₁ 欠乏症の脚気やウエルニッケ・コルサコフ症候群は神経系の疾患であり、欠乏症にならなくてもビタミン B₁ が不足すると、神経の異常が起こり疲労感、倦怠感等の不定愁訴を示すようになる。

2.4.2 ビタミン B₆

ビタミン B₆ は今回初めて国民栄養調査の対象となったが、その結果を図 7 に示す。ビタミン B₆ も 1~11 歳の若年層は充足しているが、12 歳以上になると所要量より摂取量は低くなり、成長期、成人期、高齢期を通じて摂取不足の状態である。特に 18~49 歳の働き盛りで不足状態が大きい（女性も同様の傾向だが、70 歳以上でわずかに所要量を上回る）。ビタミン B₆ は抑制性の神経伝達物質である GABA の生成に必要であり、欠乏するとそれに伴う神経・精神症状を呈するし、ビタミン B₆ は種々な酵素の補酵素となっているから食欲不振、口内炎、口唇炎、皮膚炎、貧血など種々な代謝異常にともなう症状が発生する恐れがある。

2.4.3 ビタミン C

ビタミン C も B₁ と同様これまで所要量を摂取量が下回ることにはなかったビタミンであるが、図 8 に示すように所要量が改訂されたことと栄養素の計算方法の改善により 18~49 歳の働き盛りで摂取不足であることが明らかになった（女性も同様）。ビタミン C は生体内の種々な酸化還元反応に関与し、コラーゲン生成、貧血予防、毒物の分解、解毒など多彩な作用を有しているから、不足しないように補足することが代替医療につながる。

2.4.4 ビタミン E

今回初めて国民栄養調査で取り上げられたビタミンであるが、図 9 に示すように 18 歳以上の年齢層で摂取不足にあることが明らかになった（女性は 1~5 歳、70 歳以上で摂取不足、他は所要量ぎりぎりで充足）。ビタミン E はいわゆる抗酸化ビタミンであるから、生活習慣病予

平成13年度国民栄養調査

図 6 ビタミン B₁ 摂取量と所要量 (男性)

平成13年度国民栄養調査

図 7 ビタミン B₆ 所要量と摂取量 (男性)

平成13年度国民栄養調査

図 8 ビタミン C 所要量と摂取量 (男性)

平成13年度国民栄養調査

図 9 ビタミン E 所要量と摂取量 (男性)

防のために不足にならないよう心がけて積極的に摂取するべきである。

3. ミネラル

3.1 ミネラルの定義と種類

ミネラルという言葉は慣用語であり共通した定義はない。しかし、栄養学の分野では水素、酸素、炭素、窒素を除いたすべての元素とするという定義が定着しつつあ

るように思われる。水素、酸素などの身体を構成する主要な元素をミネラルに入れると摂取量や必要量を算出する際に、蛋白質、脂肪、炭水化物などとミネラルがダブって算出されることになるからである。そして元素の種類は新しい元素が人工的に合成されつつあることもあり、日進月歩で増加しているからミネラルの種類も変動することになり、100 種類以上ということにしておきたい。

さて、代替医療に関係あるミネラルとは、100 種類以上のミネラルのうちで次の二つの条件に適合するものと

表 3 必須ミネラルの概要

	ミネラル	化学性状	ヒトでの欠乏症			成分として含まれる 生体活性物質	成人体内存在量 (mg)	日本人成人 1 日必要量	日本人成人 1 日摂取量
			食事性	輸液性	症状				
主要ミネラル	カルシウム	軽金属	○		骨粗鬆症	ヒドロキシアパタイト	1,160,000	600 mg	486 mg
	リン	非金属	○		骨疾患	ヒドロキシアパタイト	670,000	700 mg	1,117 mg
	カリウム	軽金属	○		筋無力症		150,000	2000 mg	2,389 mg
	硫黄	非金属				アミノ酸	112,000		
	塩素	非金属				胃液	85,000		
	ナトリウム	軽金属	○		熱痙攣		63,000		5,000 mg
	マグネシウム	軽金属	○	○	心臓疾患	Mg 結合 ATP	25,000	320 mg	267 mg
I 群	鉄	重金属	○		貧血	ヘモグロビン・酵素	4,500	10 mg	8.2 mg
	亜鉛	重金属	○	○	皮膚疾患	酵素	2,000	12 mg	9.6 mg
	銅	重金属	○	○	貧血	酵素	80	1.8 mg	1.32 mg
	マンガン	重金属	○	○	骨病変	酵素	15	4 mg	
	ヨウ素	非金属	○		甲状腺腫	甲状腺ホルモン	15	0.15 mg	
	セレン	非金属	○	○	克山病	酵素	13	0.055 mg	
	モリブデン	重金属		○		酵素	9	0.03 mg	
	コバルト	重金属	○		悪性貧血	ビタミン B ₁₂	2		
	クロム	重金属		○	耐糖能低下	GTF	2	0.035 mg	
	フッ素	非金属					2,600		
微量元素	珪素	類金属					2,300		
	ルビジウム	軽金属					360		
	臭素	非金属					200		
	鉛	重金属					120		
	アルミニウム	軽金属					60		
	II 群 カドミウム	重金属				酵素	50		
	ホウ素	類金属					48		
	バナジウム	重金属				酵素	18		
	砒素	類金属					18		
	ニッケル	重金属				酵素	10		
	錫	重金属					6		
	リチウム	軽金属					2		

微量元素 I 群：ヒトでの欠乏症あり，II 群：なし。成人 1 日必要量：30 ～ 49 歳男性の所要量（食事摂取基準）。
成人 1 日摂取量：30 ～ 49 歳男性摂取量（平成 13 年度国民栄養調査）

考えるのが適切ではないかと思う。1) 必須ミネラル（ヒトが生命を維持するため毎日摂取しなければならないミネラル）のうち日本人の食生活でかなり多数の人々が所要量が充足できないもの。2) 薬理的な作用により健康増進、疾病治療に役立つミネラル。

3.2 日本人で摂取不足が存在する必須ミネラル

必須ミネラルは表3に示すように主要ミネラル（ヒト体内存在量および必要摂取量が多いミネラル）：7種類、必須微量元素Ⅰ群（体内存在量および必要摂取量が微量で、ヒトで欠乏症の報告があるミネラル）：9種類、必須微量元素Ⅱ群（ヒト体内存在量および必要摂取量が微量で、ヒトでの欠乏症は報告されていないが、動物実験で必須性が証明されたミネラル）：13種類、計29種である²⁰⁾。

この内で平成13年度に国民栄養調査¹⁹⁾の対象になったミネラルはカルシウム、マグネシウム、ナトリウム、カリウム、リン、亜鉛、銅の7種類である。図10、11に30～49歳男女の平成13年度の国民栄養調査による摂取量を所要量を100%としたときの充足率で示した。この年代ではカルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛、銅が不足している。なお、ナトリウムについては所要量が策定されていないため除いてある。以下個々のミネラルについて簡単に解説する。

3.2.1 カルシウム

カルシウムは昭和21年から国民栄養調査に取り上げられている。その当時は253mg/日という低摂取量であったが、次第に増加し昭和45年に500mg/日を上回るようになった。しかし、その後は横ばいを続けている。平成13年度の調査では男女とも14歳までは所要量を上回っているが、15歳より以上の年齢で摂取不足になっている。15歳前後が最も骨密度が増加する時でありこの年代

からカルシウムが不足しているのは問題であり、後年骨粗鬆症・骨折を招来する誘因となる。高齢になるとカルシウムの腸管吸収力が衰え、副甲状腺ホルモン（PTH）の機能が亢進し、骨からカルシウムを血液中に流出させ、骨量減少の誘因になる。したがって、カルシウムを補給しPTHの活性化を抑えることは骨粗鬆症の予防や悪化防止につながる。

3.2.2 マグネシウム

マグネシウムは今回初めて国民栄養調査に取り上げられたが、カルシウムと類似した傾向が認められる。すなわち、14歳以下では充足しているが、15歳以上になると不足がちになっている。マグネシウムは血管壁細胞内へのカルシウムの流入を防ぎ、血管の狭窄化を防ぐカルシウム拮抗剤的な作用があるから、虚血性心疾患、脳梗塞等を予防するため成人では積極的に補給する必要があると思われる。マグネシウムはカルシウムのような骨という貯蔵庫がないため摂取不足は即座に欠乏につながる点にも留意するべきである。

3.2.3 鉄

鉄は昭和30年代から国民栄養調査の対象として取りあげられてきたが、食品成分表が改定されると数値が大きく変化する状況があり、年次推移の動向を正確に示すことができない。平成13年度の調査結果も前年度までの結果を大きく下回った。すなわち、前年までの調査ではぎりぎり所要量を充足していたのであるが、今回は前述の食品栄養素量の算出方法の変更により男女とも全年齢を通じて不足状態であるという驚くべき結果となった。特に女性の不足は深刻で18～29歳では所要量の60%しかとっていなかった。これは我が国男女に貧血が多い（男性：23.2%、女性：18.1%、平成13年度国民栄養調査、血色素量低値の者）ことを裏付けるデータである。

平成13年度国民栄養調査

図10 ミネラル摂取量の所要量に対する比率
(30～49歳男性)

平成13年度国民栄養調査

図11 ミネラル摂取量の所要量に対する比率
(30～49歳女性)

3.2.4 亜鉛

今回初めて国民栄養調査の対象になったが、若年齢では充足していたものの男性では18歳以上、女性では15歳以上で不足となった。亜鉛は免疫力の保持、外傷の治療、味覚障害の予防、抗酸化作用など様々な役割を有しているから欠乏にならないよう補給する必要がある。

3.2.5 銅

銅も今回初めて国民栄養調査の対象になったが、全年齢の男女で所要量を下回った。とくに18～29歳の青年男女で不足の程度がひどかった。二価の鉄を三価鉄に変換する酵素フェロキシダーゼは銅を含む酵素であり、この酵素により生じた三価の鉄がトランスフェリンと結合して腸管から輸送される。銅が欠乏すると鉄の利用が障害され貧血になるのである。また、銅には過酸化物を消去する作用もあるから、摂取不足の現状を解消する必要がある。

3.2.6 ナトリウム

ナトリウムの必要量は成人で500 mg/日程度と考えられるが、日本人の食生活ではこの10倍程度を摂取しているため所要量は策定されなかった。そして、ナトリウム（食塩）の過剰摂取は高血圧の誘因となることから、1日に食塩として10 g（ナトリウム：約4,000 mg）未満とすることが望ましいというコメントが付記されている。平成13年度の調査では調査対象者全員の平均で食塩として11.5 g/日（ナトリウムとして4,500 mg）となっており、依然として過剰摂取の状態である。

3.2.7 カリウム

国民栄養調査によるカリウム摂取量は全年齢男女で所要量を上回っている。しかし、カリウムはナトリウムとのバランスを考えて摂取する必要があるミネラルで重量比で1:1が理想とされている。現在我が国の摂取比率はナトリウムがカリウムの1.8倍となっている。ナトリウムとのバランスを考えるとカリウムを積極的に摂ることを考えても良いと思われる。

3.2.8 リン

リンはある年齢層で所要量を下回る場合も見られたが、所要量が少し高めに設定されているようにも思われる。リンはカルシウムとのバランスが必要で両者の比が2:1または1:2を超えると低いほうの吸収が悪くなると言われている。現在の日本人の摂取比をみるとリンがカルシウムの約2倍であるから、リンは控える方向で食生活を考えた方が良いと思われる。また、次の所要量の策定時にはリンとカルシウムの所要量の比率も考慮してもらいたいと思う。

3.3 ミネラルの薬理作用

代替医療に役立つと思われるミネラルの薬理作用について列記する。

3.3.1 マグネシウムの緩下剤作用

マグネシウムを大量に摂取すると副作用として下痢を起こす場合がある。硫酸マグネシウムなどの吸収されにくい型のマグネシウムを内服すると浸透圧が高まるため、水分の吸収が阻害され、腸内容物は液状にとどまり、蠕動運動が亢進する。この作用を利用して便秘などの治療に緩下剤として処方される。

3.3.2 鉄、亜鉛と褥瘡

褥瘡は寝たきり者の組織が圧迫による血行障害を起こし壊死となり潰瘍を生じる疾患で、患者の苦痛は激しくQOLは著しく低下する。田中ら²¹⁾は65歳以上の寝たきり老人を褥瘡の有無により2群に分け鉄と亜鉛に関する調査を実施している。その結果鉄、亜鉛の摂取量は両群とも必要量より低かったが、褥瘡群のほうが褥瘡を有しない群よりむしろ高かった。しかし、血清中铁や亜鉛の濃度を測定すると褥瘡群が非褥瘡群より有意に低く鉄や亜鉛の利用効率が低下していることが示唆された。寝たきり者は微量元素の利用能が低下している可能性があるから褥瘡の発生予防のために鉄、亜鉛などの微量元素を十分に補給する必要がある。

3.3.3 亜鉛の味覚保持作用

富田²²⁾は25年間5000例におよぶ味覚障害患者の診療経験から日本人に味覚異常患者が年々増加していること、その70%が亜鉛欠乏が主因である事を記載している。味覚の受容体である味蕾の機能保全に亜鉛が大量に必要であり、日本人の食生活で亜鉛が不足している事と高齢化に伴う生活習慣病の治療に亜鉛をキレートして利用できなくする薬剤が多量に使用されていることが味覚異常の増加する原因であると述べている。なお、味覚異常の治療には亜鉛内服療法が極めて有効である。

3.3.4 銅の消炎作用

硫酸銅など銅化合物は粘膜炎、皮膚炎やトラコーマ、水虫などかび感染症の治療に用いられる。銅には殺菌、消炎、腐食作用がある。

3.3.5 クロムの糖尿病治療作用

糖尿病に対して治療効果がある有効成分であるクロム含有耐糖因子はビール酵母や動物肝臓などに含まれているクロムを含有する低分子の有機物であるが構造は未定である。糖尿病患者に投与すると耐糖能とインスリン分泌の改善が認められる。機構はインスリンに関係したものと考えられているが、それ自体にはインスリン作用はない。無機クロムにも耐糖作用があるとの報告があるが、クロム含有耐糖因子より弱いとされている。

3.3.6 セレンの抗ウイルス感染作用

Ge ら²³⁾ はセレン欠乏マウスに毒性のあるコクサッキーウイルスを接種するとセレン非欠乏マウスに比較して心筋障害が重症化することを報告している。さらに、無毒のコクサッキーウイルス株をセレン欠乏マウスに接種すると無毒株が有毒株に変換することも見出している。セレン欠乏により酸化ストレスが増大し、それが免疫力を低下させると同時に、ウイルス自体の突然変異も起すとされている。中国で多発した心筋障害である克山病はセレン欠乏によることが解明されたが、克山病患者の組織からコクサッキーウイルス有毒株が多数検出されていることから、克山病の発生にこのような機構が関与している可能性が考えられる。なお、セレンは栄養所要量、許容上限摂取量が策定されているが、食品成分表に記載はなく、国民栄養調査の対象にはなっていない。

3.3.7 リチウムと精神状態

リチウムは動物実験で必須性が証明されたミネラルであるが、栄養所要量は策定されていない。Schrauzer ら²⁴⁾ はアメリカ Texas において飲料水中のリチウム濃度が低い地域と高い地域において 10 年間にわたり殺人、強盗、窃盗などの犯罪行為や自殺の発生率を調べたところ自殺や犯罪行為の大部分が低リチウム地域で有意に高いことを見出した。また、彼らは犯罪者の頭髮中のリチウム濃度を測定すると対照に比較して有意に低いことも報告している²⁵⁾。小野ら²⁶⁾ は低リチウム食で飼育したラットやマウスが異常行動を示し、リチウムを添加すると解消すること、日本人のリチウム摂取量を推定すると低いレベルにあることを見出している。リチウムは 50 年以上も前から躁病の治療薬として利用されていることを考えると、犯罪が増加している現在の我が国において代替医療として考えても良いミネラルであると思われる。

3.3.8 バナジウム

バナジウムは *in vitro* (試験管内の) 実験によってインスリン様の作用を有することが解明されている。ストレプトゾトシンという糖尿病を起こす薬剤を与えて糖尿病になったラットにバナジウムを与えると血糖値が下がり、耐糖能も正常化するという多くの報告がある。これはバナジウムのグルコース利用促進作用によるものと考えられている²⁷⁾。

3.3.9 薬剤に用いられるその他のミネラル²⁸⁾

白金錯体であるシスプラチンは睾丸、前立腺、卵巣など生殖器官や腎臓癌に有効で医薬品として用いられている。金剤はリウマチの治療に用いられる。いずれも副作用は強い。銀イオンは殺菌作用、蛋白変性作用があり、銀剤は点眼薬、口内炎治療、火傷・皮膚疾患の治療に用いられる。水銀イオンは殺菌作用、収斂作用があり創傷

の治療に用いられる。水銀が含まれているマーキュロクロム (赤チン) は局方に収載されている。

5. おわりに

本総説は微量栄養素であるビタミンとミネラルが代替医療として用いられる条件について考察し、それに適合するものとして国民栄養調査により日本人で摂取不足が判明したビタミン・ミネラル、薬理的効果を有するビタミン・ミネラルおよび主なビタミン作用物質について、その機能等について概説した。最後にこのような微量栄養素の効果を高めるためには必要量より多めに摂ることが必要な場合が多いが、余りにも過剰に摂取すると過剰症を起す。許容上限摂取量の設定されている栄養素についてはそれを超える事のないようにする必要があるし、それ以外のものでも注意が必要であることを付記しておく。

参 考 文 献

- 1) Fujimaki K. Formation of gastric carcinoma in albino rats fed on deficient diet. *J Cancer Res* 1926; 10: 469-477.
- 2) 中村憲昭. 「ビタミンの事典」(日本ビタミン学会編) ビタミン A の臨床と疫学. 第 1 版. 東京. 朝倉書店. 1996: 40-45.
- 3) 西井易穂. 活性型ビタミン D の骨粗鬆症治療剤としての評価. *ビタミン*. 1998; 72: 193-204.
- 4) Charakanpous FC, Hegsted DM. Effect of age and diet on development of cataracts in the diabetic rat. *Am J Physiol* 1950; 161: 540-544.
- 5) Stephens NO, Parsons A, Schofield PM, et al. Randomized controlled trial of vitamin E in patients with coronary disease; Cambridge Heart Antioxidant Study. *Lancet* 1996; 347: 781-786.
- 6) 細井孝之. 「ビタミンの事典」(日本ビタミン学会編) 骨粗鬆症とビタミン K. 第 1 版. 東京. 朝倉書店. 1996: 136-140.
- 7) 西沢良記, 中塚喜義. 骨粗鬆症の治療薬としてのビタミン K. *ビタミン*. 1995; 69: 433-439.
- 8) 宮川隆之, 白幡聡. ビタミン K の抗がん作用. *ビタミン*. 2000; 74: 74-76.
- 9) Gibson GE, Shew KR, Blass JP. Reduced activities of thiamine-dependent enzymes in the brain and peripheral tissues of patients with Alzheimer's disease. *Arch Neurol* 1988; 45: 836-840.
- 10) Butterworth RF, Besnard AM. Thiamine-dependent enzyme changes in temporal cortex of patients with Alzheimer's disease. *Metabolic Brain Disease* 1990; 5: 179-184.
- 11) 糸川嘉則. 「成人病とビタミン」(美濃真, 糸川嘉則, 小林正編) 成人病と B 群ビタミン. 第 1 版. 大阪. 学会センター関西. 1996: 59-86.
- 12) 稲田雅美, 亀山正邦. 神経系とビタミン B₁₂ について. *脳と神経*. 1979; 31: 963-972.
- 13) Okawa M. Vitamin B₁₂ treatment of sleep-wake rhythm disorder.

- ders. Sleep 1990; 13: 15–23.
- 14) 吉岡満城, 松下敏夫. ビタミン C と動脈硬化に関する疫学のおよび実験的研究. ビタミン 1991; 65: 605–615.
 - 15) 加藤範久, 佐藤一精. ビタミン C の抗動脈硬化作用と一酸化窒素. ビタミン 1999; 73: 496–497.
 - 16) 鈴江緑衣郎. ビタミン C はがんを治さない. Pauling と Mayo Clinic との 5 年間にわたる論争の結論. 「ビタミンと医学」(日本ビタミン学会編) 1989: 170–174.
 - 17) Pauling L. Vitamin C and the Common Cold. W.H. Freeman Co., San Francisco. 1970.
 - 18) 柘植治人. PQQ は哺乳類にとってビタミンか. ビタミン. 1994; 68: 451–457.
 - 19) 健康・栄養情報研究会. 「国民栄養の現状／平成 13 年厚生労働省国民栄養調査結果」. 第 1 版. 東京. 第一出版. 2003.
 - 20) 糸川嘉則. 「最新ミネラル栄養学」第 1 版. 東京. 健康産業新聞社. 2000.
 - 21) 田中結華, 奥田豊子, 福田みゆきら. 褥瘡を持つ寝たきり高齢者の栄養評価に関する研究. 微量栄養素研究. 1999; 16: 165–170.
 - 22) 富田寛. 「ミネラルの事典」(糸川嘉則編) 味覚異常. 第 1 版. 東京. 朝倉書店. 2003: 621–635.
 - 23) Ge KY, Bai J, Wang SQ, et al. The protective effect selenium against viral myocarditis in mice. Selenium in Biology and Medicine (Combs GF, Lavander OA, Spallholz JE, et al. eds.) New York. Van Nostrand Reinhold 1987; Part B: 761–768.
 - 24) Schrauzer GN, Schrestha KP. Lithium in drinking water and the incidences of crimes, suicides, and arrests related to drug addictions. Biological Trace Elements Res 1990; 25: 105–113.
 - 25) Schrauzer GN, Shrestha KP, Flores-Arce MF. Lithium in scalp hair of adults, students, and violent criminals. Biological Trace Elements Res 1992; 34: 161–176.
 - 26) 小野哲, 飯嶋正弘, 和田攻. 「ミネラルの事典」(糸川嘉則編) リチウム. 第 1 版. 東京. 朝倉書店. 2003: 407–414.
 - 27) 桜井弘. 「ミネラルの事典」(糸川嘉則編) パナジウム. 第 1 版. 東京. 朝倉書店. 2003: 337–352.
 - 28) 米谷民雄. 「健康と元素」(千葉百子, 鈴木和夫, 編) 薬学領域における元素. A 治療薬としての元素. 第 1 版. 東京. 南山堂. 1996: 185–193.

ABSTRACT

Vitamins and Minerals in Alternative Medicine

Yoshinori ITOKAWA

Fukui Prefectural University, Emeritus Professor of Kyoto University

This review deals with the role of micronutrients, i.e. vitamins and minerals, in alternative medicine. The following two conditions are important when considering vitamins and minerals as tools for alternative medicine: (1) The majority of Japanese consume less than the dietary requirement of vitamins and essential minerals. A national nutrition survey in 2001 showed that vitamins B₁, B₆, C, and E, calcium, magnesium, iron, zinc and copper could be included in this category. (2) Micronutrients have a specific pharmacological effect that is independent of their nutritional function. Vitamins A, D, E, K, B₁, B₁₂, and C, magnesium, iron, zinc, copper, lithium and vanadium are included in this category. In addition, vitamin-like active substances may be used as an alternative medicine for their pharmacologic actions. The function and role of each micronutrient in alternative medicine is discussed.

Key words: vitamins, essential minerals, national nutrition survey in Japan, recommended dietary allowances, vitamin-like active substances, pharmacologic effect of vitamins, pharmacologic effect of minerals