しかし最近の Stunkard らの研究によって肥満の成立に遺伝の関与が大きいことが証明されている。しかし Hirsch は、脂肪の状態やエネルギー蓄積を測定していると考えられる BMI は非常に強く遺伝の影響を受けているが、肥満“自体”は遺伝ではないことを示唆している。すなわち肥満は、他の多くの成人病と同様に、遺伝因子に環境因子が加わって初めて発現するものと考えられる。従って著者らはこの環境因子の部分に積極的に働きかけて、肥満の発症を予防し、また肥満を治療しなければならないと考えている。

ヒトの脂肪細胞の増加が特に著しいのは生後 1 年以内のところであると報告されている。従って、肥満の予防には幼小児期からの正しい食習慣と運動とが大切であるということにはあまり異論はないものと思われる。幼小児の正しい食習慣の形成のためには、その親、特に母親を中心とした幼小児の周囲の大人の、食事についての正しい知識や態度が非常に重要であるように思われる。

4. 牛乳摂取と高脂血症

近年我が国においても人口の高齢化に伴って骨粗鬆症が問題となっている。骨粗鬆症は主として更年期以後の女性に見られる疾患のためか、成人病の代表的疾患の中には普通数えられてはいないが、最近我が国においてはカルシウム摂取量を増加することの必要性が強調されており、その立場から牛乳摂取が盛んに勧められている。しかし一方では、牛乳には飽和脂肪の含有量が多いため

に、牛乳摂取によって血漿コレステロールが上昇する危険性が心配されている。しかし、19 歳の健康な女性に、普段の食事に加えて朝晩 200 ml ずつ、1 日 400 ml の牛乳を毎日摂取させた著者らの実験の成績からは、400 ml 位までの牛乳摂取では、短期間の間に一過性に血漿コレステロールが上昇することはあっても、やがて“慣れ”の現象が起こって、血漿コレステロールレベルは元のレベルに戻るものと考えられた。

5. 結 び

私は、「成人病と食生活」というテーマを与えられ、初めに成人病の定義を述べ、成人病は非常に若いうちから徐々に発症してくる慢性疾患で、遺伝因子と環境因子の相互作用によって発症し、進展する疾患であることを強調した。ついで成人病の代表的疾患の一つとしていわゆる動脈硬化性疾患と高脂血症の問題を取り上げ、最近の我が国におけるそれら疾患の増加が、最近の我が国における食生活の変化と関連している可能性について考察した。ついで、食生活と関係が深く、一方、種々の成人病の発症や進展に関係が深いことが指摘されている肥満の問題について、定義の問題や、肥満者の多くに見られる糖・脂質代謝異常発生機構の一つについて、著者の考えを述べた。最後に最近問題になっている骨粗鬆症との関連で牛乳摂取と血漿コレステロールの相関についての著者らの成績を示し、“慣れ”の現象が起こる可能性について述べた。

食品の栄養価と機能

細 谷 憲 政^{*6,*7}

Nutritional Evaluation of Foods

Norimasa Hosoya

(Faculty of Medicine, University of Tokyo: Hongo, Bunkyo-Ku, Tokyo, Japan;
Kokusai-Gakuin Saitama Junior College: 2-5, Kishiki-cho, Omiya, Saitama, Japan)

最近、食べ物の栄養価や機能性などの問題が取り上げられている。栄養素欠乏症や急性の伝染性疾患は消滅して、慢性的な非感染性疾患、いわゆる成人病が増大してきたからと言える。私たちの身体状況、生存環境の変化に伴って、食べ物の内容、摂り方が変化し、そのため、食

べ物の見方、評価も変化しているからである。

現在では「健康」そして「健康と栄養」の問題が、取り上げられている。しかしながら、健康・疾病と食べ物に関係する情報については、改めて検討してみる必要があると思われる。

1. 健康・疾病と栄養に関する知見

病気と食べ物との関係は、日常診療の場における観察や経験などから、論じられてきた。欠乏症の多くみられ

^{*6} 東京大学医学部：東京都文京区本郷 7-3-1

^{*7} 国際学院埼玉短期大学：埼玉県大宮市吉敷町 2-5(連絡先)

た時代には、ビタミンの分析並びにその作用の追究は、実験室における実験研究として取り組まれた。その結果、一般生化学の発展をもたらしている。

一方、成人病の治療並びに予防の問題がクローズアップしてくると、疫学調査や疫学的な解析が取り組まれた。その成果は、栄養計画、栄養政策、栄養教育などに取り入れられ、公衆衛生活動並びに公衆栄養活動の展開を成功させて、我々の生活内容を改善している。(表1)

しかしながら、これらから得られた知見が、必ずしも一致しているわけではない。疫学調査では、相関関係は求められるが、必ずしも因果関係が示されるとは言えない。

一方、実験研究の細胞レベルの一般生化学の知見や分子レベルの知見から、それらに関連する物質の作用機序の解明されているものもある。しかしながら、それが、必ずしも、疾病誘発と因果関係にあるとは説明のつかない場合もある。

それゆえ、疫学調査の結果は、臨床試験などで、病気と食事との関係を明らかにし、臨床的な観察や診査の結果は、*in vivo* 並びに *in vitro* の長期あるいは短期の実験研究を行ってその事象を確認する必要がある。

一方、生体のレベルを大別してみると、事象は、分子レベル(低分子あるいは高分子)、細胞内小器官、細胞、組織、臓器などのレベル、また、個体のレベル、さらに集団のレベルなどで観察されている。

実験室における実験研究は個体レベル以下で行われ、臨床的な診療、診査、試験などは個体レベルで取り扱わ

れ、疫学的な調査や解析は集団レベルで取り扱われている。それゆえ、これらから得られた知見は、次元の上では異質であることに、注意しなければならない。

2. 栄養成分と栄養価

私たちは、何のために食べるのだろうか。生活のため一生存して活動するため—といわれている。生存するためには、私たちの体を作っているものを補給し、活動するためには、それに必要な動力源—エネルギー—をとることになる。このように、生活活動に必要なものを補給するため、私たちは、食べ物をとっている(食事)。

一方、私たちは、長い間、疫病や乳幼児の死亡、妊娠、出産に伴う死亡、早死などと闘ってきた。この場合、十分に食べていると、病気もしないし、また長生きできることは、経験的に知っていた。そこで、十分な食事はどのようなものか、まず食事内容から検討が行われた。

この場合、欠乏の状態を解消するための一つの手がかりとして、私たちの体内にも存在する共通のものを“栄養成分”として取り扱った。

また、物理的あるいは化学的な性状から、大別して、炭水化物、脂肪、タンパク質に分類した(表2)。その後これに、ビタミンやミネラルなどを付け加えて、栄養素として、把握している。

ところで、摂り入れた食べ物と、体内における利用(栄養)との関係が問題になる。食べたものすべてが、体内で有効に利用されるわけではない。それゆえ、タンパク質はタンパク価、糖質や脂肪はタンパク質と併せて、エネルギーとして評価されている(“栄養価”)。

また、体内でどのように利用されるのか、栄養成分の役割が、論じられた。この栄養成分の体内利用を掘り下げて探究した結果、栄養素の生理的な意味合いは、細胞内のできごと、分子レベルの話を用いて、説明できるようになった。

このような規範をもとにして、栄養素の欠乏症を解消してきた。

ここで注意することは、栄養素と栄養、栄養成分と栄養価の関係である。食品成分表に、「栄養成分」として示されているタンパク質、糖質、脂質は、下記のようにし

表 1. 栄養に関する調査, 研究

Epidemiological observation	疫学調査
Epidemiological analysis	疫学的解析
Clinical observation	診 察
Clinical analysis	臨床診査
Clinical experiment	臨床試験
Laboratory analysis	分析研究
Laboratory experiment	実験研究 (動物実験)

表 2. 栄養成分と栄養価との関連

成 分	栄 養 素	腸管における処理	栄 養 価	生体内の役割
栄 養 成 分	タンパク質	消化, 吸収	タンパク価	生体の構成
	糖 質	消化, 吸収	エ ネ ル ギ ー	生体の活動
	脂 質	消化, 吸収	エ ネ ル ギ ー	生体の活動
微量栄養成分	ミネラル	吸収	利用効率の差異	{ 生体の構成 調 節 調 節
	ビ タ ミ ン	吸収	利用効率の差異	
非栄養成分	(食物繊維)	発酵, 吸収		調 節 ?

図 1. Nutrient の区分

て求められている。

食品成分表の栄養成分は、標準的な値として、一食品について数値が示されている。

水分は、常圧、105°で恒温になるまで加熱した場合の減少量として求められ、また、化学的あるいは物理化学的にも測定されている。

脂肪は、以前は、エチルエーテルで抽出される量であったが、現在では、クロロホルム-メタノール混液によって抽出されるものである(粗脂肪)。タンパク質は、ケルダール分解法によって求められる窒素量に、窒素・タンパク質換算係数(5.18~6.38)を乗じて算出される。一般には、タンパク質中の窒素含量は16%として、6.25の係数(100/16)を用いて、算出している。(粗タンパク質)。

灰分は、550°に加熱して、有機物や水分を除去したものである。繊維は、1.25% 硫酸溶液並びに1.25% 水酸化ナトリウム溶液で、順次に分解処理した場合の残留物(有機成分)である(粗繊維)。“食物繊維”はその測定法がまだはっきりとはしていないが、粗繊維のおよそ3倍と、みなされている。炭水化物は、糖質と繊維との総称であり、〈差し引きによる炭水化物〉ともいわれている。糖質は、原則として、試料100g中の水分、粗脂肪、粗タンパク質、灰分、粗繊維の合計量を、100gから差し引いて求めている(可溶性無窒素物、利用可能炭水化物)。

無機質成分やビタミン類は、それぞれ、個有の方法で測定されている。

一方、エネルギーは、栄養価に属するものである。しかし、糖質(利用可能炭水化物)、粗脂肪、粗タンパク質に、1g当たり、それぞれ4, 9, 4 kcal (Atwater 係数)を乗じて、栄養成分のエネルギー評価が、暫定的に、便宜的に、算出されている。

それゆえ、栄養素のそれぞれについては、エネルギー評価も、利用の度合いも、それぞれによって異なっている。

3. macro-nutrient, 栄養成分の構成物質, micro-nutrient

日本人の栄養状態は、経済成長によって改善された

と、諸外国は評価している。国民所得が増大し、食べ物が自由に手に入るようになったからである。

その結果、栄養素の欠乏症や急性の伝染性疾患は消滅したが、慢性の非感染性疾患、いわゆる成人病が増大してきた。この成人病は、食事や生活対応に関連しているので、習慣病ともよばれている。

そこで、成人病罹患と食事内容や生活内容との関連について疫学調査が行われ、相関関係の高い要因が追及された。その結果、砂糖、食塩、脂肪、コレステロールなどの摂取過多が問題視されるようになった。

ここにきて、新たな局面を迎えるようになった。栄養素欠乏症に対応する場合には、栄養成分という高分子の化合物(macro-nutrient, 高分子の栄養素)を指標にして対応してきた。しかしながら、栄養素の過剰状態ともいわれる成人病に対応するようになって、栄養成分を構成しているその構成物質を取り上げるようになったことである。(図1)。

在来は、欧米ではnutrientについて、エネルギー源として、体内で利用できる糖質、脂肪、タンパク質をmacro-nutrient(三大栄養素)として取り扱ってきた。

一方、エネルギー源としては利用されず、これら“三大栄養素”の代謝に関与するビタミンやミネラルなどをmicro-nutrient(微量栄養素)として取り扱ってきた。

一方、三大栄養素と呼ばれる糖質、脂肪、タンパク質は、消化され、吸収されて、体内で利用される。ミネラルやビタミンは、比較的容易に吸収され、体内で何らかの物質と結合して、体成分や作用物質として利用される。それゆえ、ミネラルやビタミンは、静脈栄養法や経腸栄養法として投与することができる(表3)。

私たちの体内においては、消化の過程で莫大なエネルギーを消費して、macro-nutrientから、それぞれの構成物質であるブドウ糖、脂肪酸、アミノ酸などを生成している。そこで、栄養成分、すなわち、macro-nutrientを構成している、このような構成物質を、どのように取り扱うかが問題になってきている。

化学としては、polysaccharidesを構成しているものはmono-saccharideであり、proteinを構成している基本的なものはamino acidであり、lipidを同様に構成し

表 3. Dietary, Enteral, Parenteral Nutrition

摂 取	投与方法	投与形態	投与物質
食 事	経口栄養	一般食 かゆ食 流動食	栄養成分
強制栄養	強制経腸栄養 (経管栄養) 静脈栄養	ブレンダー食 半消化態栄養剤 成分栄養 栄養剤	栄養成分 栄養成分の構成物質 栄養成分の構成物質 (血液成分)

ているものは fatty acid である。

これらを、“栄養”の立場から、どのように呼称するかはまだ判然としていない。Elemental diet とか trace element などという用語もあることから、現時点では、element と呼称してもさしつかえないことであろう。

栄養成分を体内へ投与する方法は、現在のところ三つの方法が行われている。静脈内に血液成分を注入する静脈栄養、チューブなどを用いて栄養成分を加工したものあるいは element を胃や腸に直接送り込むような経腸栄養、口から食べ物を食事として摂る経口栄養である(表 3)。

静脈栄養の場合には、血液中に直接血液成分を注入するので、医療の一環として行われ、投与するものは医薬品として取り扱われている。

経腸栄養の代表的なものは、乳並びに乳製品である。それゆえ、外国では、これらは食べ物の一部として取り扱われている。日本では薬品として取り扱っているものもある。これに関連して日本では、食べ物でもその構成成分が精製純化されると、薬品として取り扱われているものが少なくない。

4. 利用効率

在来の栄養の問題は、macro-nutrient 三大栄養素を、口から食べ物の形で摂っているにもかかわらず、その意義については、それらを構成しているそれぞれの構成物質、すなわち、ブドウ糖、脂肪酸、アミノ酸などを指標にして論じられてきた。細胞レベル、分子レベルの代謝とその作用で論じられている。

栄養成分について、それを構成している構成物質が取り上げられて論じられるならば、それとは逆に、その栄養成分を含有している食品のそれぞれについて、意義と作用を見直すことは当然のことと思われる。

例えば、多糖類を含む食品について、穀類、米や小麦、あるいは芋類、または、これらの加工品について、それらの栄養的な意義や健康への影響は、食品のそれぞれによって異なっているはずである。

一方、食品を美味しく、楽しく食べるために、私たちは、いろいろなものを混ぜ合わせたり、あるいは、いろ

表 4. 利用効率に関連する要因

1. 栄養成分の性状
2. 加工処理
3. 共存する物質
4. 腸内環境
5. 生体の要求度 (状況)

いろと処理したりしている。栄養成分だけを含んでいる食品に、手を加えて、その栄養成分の構成物質を多くしたり、あるいは経腸栄養または静脈栄養の素材として用いられるものと加工・調理している。すなわち macro-nutrient を含んでいる食品に、その macro-nutrient の構成物質を適当に混ぜ合わせると、おいしさ、うまさの出てくる場合が少なくない。デンプンでつくる重湯の場合も、砂糖を入れたりする。タンパク質だけからできている豆腐を冷奴で食べるときにはしょう油をつける。しょう油は大豆のタンパク質を分解してつくったアミノ酸の混合液である。食肉なども新鮮なものよりも、熟成して、ときには腐りかけのほうがおいしいともいわれている。

しかしながら、基本的な事象から、加工・調理の問題を考察してみると、これは消化、吸収をよくするためとも考えられる。そこで、栄養成分の体内利用については、体内で利用される側面—代謝の問題と、消化、吸収されて利用されるまでの過程—利用効率 (bioavailability) の問題に区分けして取り扱われている。それゆえ、体内における利用の度合とも言える“栄養価”は、“栄養成分×利用効率”として考えることができる。

この利用効率に関連する要因を考察してみると次のように大別される(表 4)。栄養成分の含有、栄養成分の質的な問題(栄養成分を構成している構成物質の質と量)、共存する物質、加工・調理するにあたって配合する物質、加工・調理の方法やその度合いなどによって成分の変化がみられる。さらに腸内環境により、また、生体の要求度によって、利用効率は規制されている。

このように、利用効率の問題が見直されるようになったのは、いわゆる“食物繊維”に関連しているといわれ

図2. 健康・疾病の状態と栄養の状態

る。小腸で消化、吸収されなかった食物残渣や、食物繊維、糖アルコール、オリゴ糖などは、大腸において腸内細菌によって発酵されることになる。この場合、生成される有機酸、酢酸、ピロピオン酸、酪酸などが吸収されて、エネルギー源として利用される場合もみられる。

特に食事制限などして、エネルギー供給の不十分な場合には、消化-吸収の問題だけでなく、発酵-吸収によるエネルギー利用の問題も起こってくる。それゆえ、小腸で消化-吸収されない化合物については、そのエネルギー評価は、慎重に検討する必要がある。

5. 食品成分の機能性

長期間の疫学的な観察結果から、ある食べ物と慢性疾患の罹病との間に、相関関係のみられることがある。このような場合に、その食べ物に含まれる食品成分あるいは栄養成分、さらに、それらの構成物質などが、その疾病罹患の危険因子と考えられることもある。ところで、その危険因子としての作用を減弱させたり、または、消去するような作用が、特定の食品の成分に観察されるような場合に、その作用を、どのように評価するかが問題になってくる。

このような場合に、そのものの作用を“機能性”と呼称してみることは、さしつかえないかも知れない。また、このような現象を、“健康維持に対する提言”などとして表示することは、消費者にとって有益なことかも知れない。しかしながら、このことは、時と場合によっては、消費者を惑わすことにもなりかねないので、慎重に対応する必要がある。

一方、micro-nutrient や、栄養成分の構成物質、更にこれらから誘導されるような物質で、消化、吸収に影響を及ぼしたり、あるいは、体内代謝に直接、間接的に“ゆさぶり”を掛けるようなものもある。また、栄養状態を改善して体内代謝を調整するようなものもある。このようなものについても“機能性”のあるものと呼ぼうとしている。

しかしながら、在来は、食べ物についての体内の評価は、栄養価として取り扱ってきている。一方、薬物については、薬効として取り扱っている。

この食べ物と薬物との区分を、何を尺度にして、どのように区別していくかは、緊急な課題でもある。

食品成分や栄養成分、さらに、それらの構成物質などを、ある種の健康目的のために、装飾したり、あるいは、配合したりもしている。これらに関連した加工食品、または、それらを本来から含有している食品それ自身、さらに、これらを加工・調理した料理などについても、健康問題との関連を、特に、強調するような場合も、しばしば見かける。

このような場合に、何の検証もないにもかかわらず、ただ単に、含有している成分を取り挙げて、その細胞内の出来事を参考にして、その有効性を論じている場合がしばしば見受けられる。しかしながら、このような場合には、成分同士の相殺によるその作用の減弱、あるいは、加速による作用の増強、または、害作用の生成なども、起こってくるはずである。それゆえ、その効果を実証しない限り、そのような作用を誇大に強調することは、慎しむべきである。

6. おわりに

健康を保持・増進するためには、主体性のある食事のとり方、すなわち、自分の食べたいものを選んで、バランスよく、正しい食事をするのである。それは、欠乏の状態からも遠ざかり、過剰の状態からも遠ざかって、よりよい健康な状態を維持することである(図1)。

食べ物の評価は、それぞれの食品について、その構成、利用効率、さらに体内作用の度合いなどを見直して、どのように食べるかを考察することが必要である。

健康の保持・増進を考えると、加工食品は、場合によっては、利用効率のよいことが多い。それゆえ、吸収される段階での栄養素の利用度合い、すなわち、栄養価を表示することは必要なことである。この表示を有効に利用することによって、私たちは、健康の保持・増進、疾病の予防並びに治療を効果的に実現することができるようになる。

文 献

- 1) Food and Nutrition Board of National Research Council. Diet and Health. (1989).
- 2) U.S. Department of Health and Human Services. The Surgeon General's Report on Nutrition and Health, (1988).
- 3) 厚生省保健医療局健康増進栄養課：第四次改訂日本人の栄養所要量(1989)；第三次改訂日本人の栄養所要量(1984).
- 4) 厚生省保健医療局健康増進栄養課：健康づくりのための食生活指針(1985).
- 5) 細谷憲政：“食事と生活”(阿部、水野編)，患者学ガイドンス，からだの科学，臨時増刊，p. 100~104 (1989).
- 6) 細谷憲政編：“新栄養学読本”からだの科学，増刊 1 (1983).