

〔論 文〕

食品機能並びに機能性食品としての乳製品と鶏卵

堀 口 恵 子, 武 藤 政 美, 森 健 治
吉 田 奈 央, 戸 塚 耕 二

第1章 食品機能

1. 食品機能という新概念の登場

我々の専門分野に限って言えば、世界の人類にとっての重要問題は人口増加に対応する飢餓回避の食糧問題である。しかし、個々の人間にとっての重大問題は健康を維持するための食品の問題である。

一般に人間の生存にとっての食品成分の意義は体内新陳代謝で常に崩壊し、取り変わっていく生体構成成分の再構築素材の補給と、生命現象を営むための生体エネルギー(ATP)生成のための供給源としてである。すなわち、口から入った食物が分解されて栄養素となり、生物の成長や生殖に利用されている。栄養素の中でもとりわけ大切なのがタンパク質、脂質、糖類でこれらを三大栄養素という。三大栄養素はからだを構成する建築材料になるばかりか、エネルギー源にもなっているから最も重要な栄養素である（図1参照）。

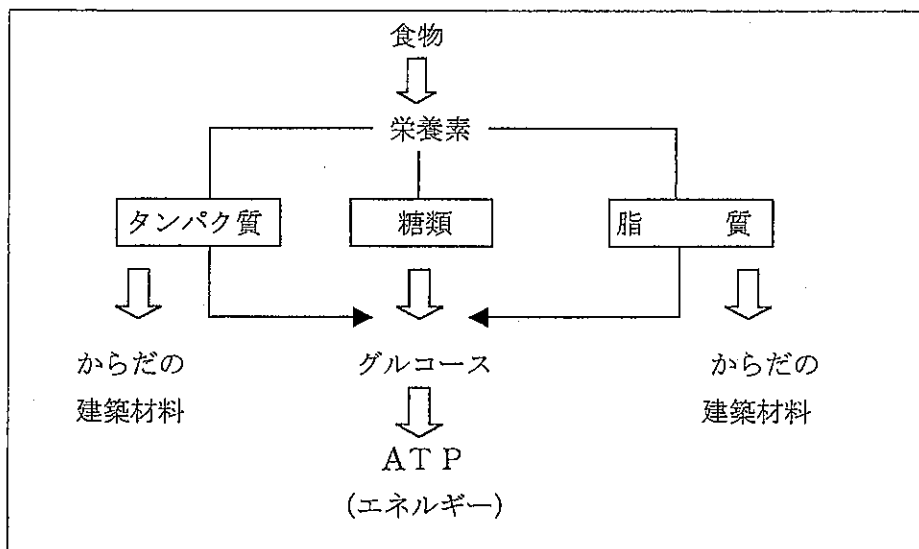
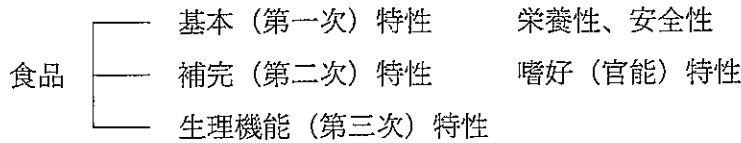


図1 人体における三大栄養素のはたらき

(1) 食品として定義される食品のもつ三大機能とは？

これまで述べたように食品はヒトの一生の営みに基本的なかかわり合いのある重要なものである。従って食品のもつべき特性には、次に示すような“基本的特性”第一次特性、“補完的特性”第二次特性および“生理機能特性”第三次特性の3つの属性が要求される。



基本（第一次）特性：食品はヒトの固体を維持・増進するため栄養素を1種類以上、多くの場合多種類の栄養素を複合して含み、栄養素の供給源となる必要がある。また同時に食品を摂取した場合の安全性が保証される必要がある。この2つの特性が食品に要求される基本特性である。

補完（第二次）特性：食品が基本的特性を備えていても、必ずしもその食品が食品として完全なものとは言えない。ヒトはその属する民族、社会、家族から伝統的に培われた食習慣を学びとり、個人の嗜好をつくりあげその結果として個人の嗜好にもとづき食品を選択するようになる。この場合その嗜好性は広くは個人の属する民族の食料生産に基本的にかかわる地理的条件や民族の宗教に影響される側面もあるが、一般的には色、香り、味、口ざわりなど視覚、嗅覚、味覚、触覚といったヒトの感覚に訴える要素が大きい。この感覚に訴える性質が嗜好（官能）特性である。この属性も食品には欠かせないものとなっている。

食品は以上のように栄養性、安全性、すなわち基本特性を保證すると同時に、嗜好特性をも満足させたものと定義される。

生理機能（第三次）特性：新しく免疫などの生体の防御、ホルモン系、覚醒、誘眠など体調リズムの調節、疾病の予防、回復、老化の進行と抑制など生理刺激機能が食品のもつべき機能とされた。

これら3つをもつものが食品として定義されている。

2. 食品の生体調節機能

最も重要な新規の概念としての食品の生体調節機能は以下のようなものである。すなわち人間の健康な身体、体調の基本は恒常性（ホメオスタシス）の維持である。恒常性はホルモン系、神経系、内分泌系、循環系、生体防御系、細胞分化・増殖系などの多様なシステムが適正に作動し、しかも相互に密接に連動することによって保たれているが、現在でもなお非解明の局面が数多くみられるのが実状である。その恒常性の維持も、その変調である疾病並びにそれよりの回復にも食品が深く関係していることは学術的に解明されてきている。

さらにこれまで皮相的な解明に終始していた面より飛躍して、どのような成分がどのように作動してどのような結果をもたらしているのか分子レベル、反応レベルでの解答が進められてきているのである。

これらに関連して、食品の生体調節機能の様相を集約したのが図2である（図2参照）。

図2中の相互作用の内容は、内因（在）性の生理機能性調節因子の機能（ホルモン活性、酵素・代謝活性、生体防御活性、種々の細胞機能活性等）に対して、食品起源の生体調節機能性因子が図解したような効果を発揮することであり、刺激作用の内容は内因（在）性因子の存在量への影響を

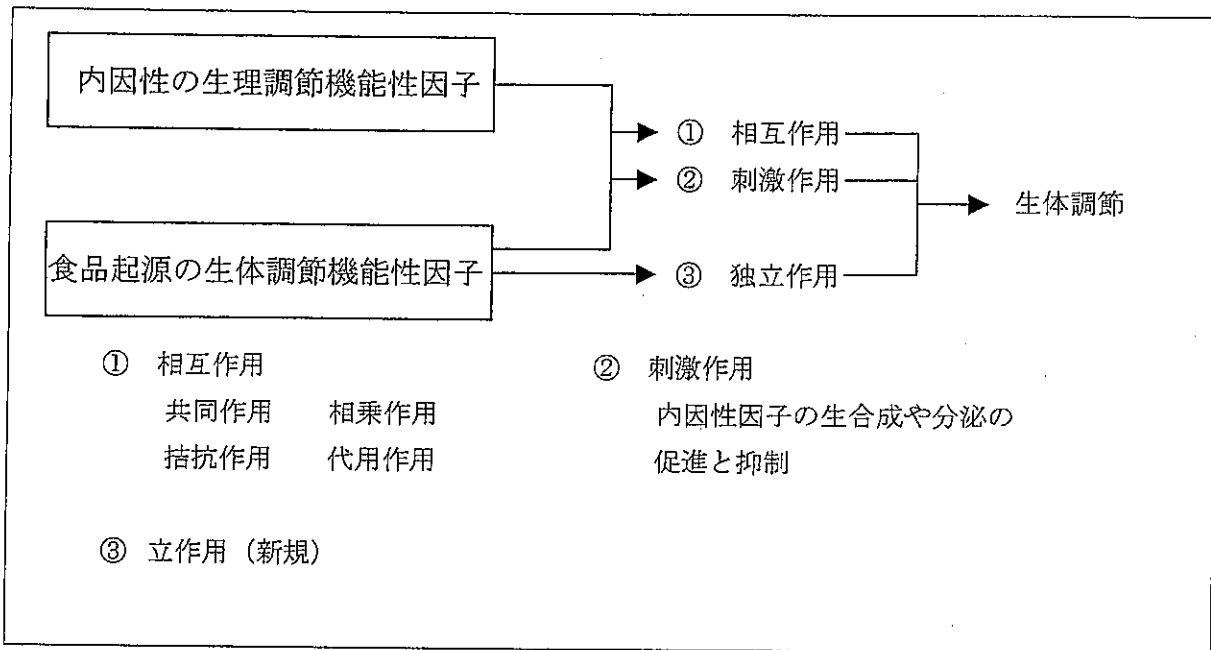


図2 食品起源の生体調節機能性因子

意味する。またこれまで知られていない新規の独立作用の例もみつけられてきている。これらの食品由来の因子は原則的に消化吸収されて体内に取り込まれ（血液、リンパ液中）、各所に運ばれて機能を発現することが前提と考えられる。

前述のオピオイドペプチドで代表される短いペプチド活性体（免疫力増強性のマクロファージ活性化ペプチド、血栓予防の血小板凝集阻害ペプチド、高血圧予防のアンギオテンシン転換酵素阻害ペプチドや平滑筋作動性ペプチド等多数）や、発癌プロモーションを抑制して制癌作用を発揮するオレアノール酸のような低分子化合物の体内吸収は容易である。

しかし高分子化合物（タンパク質や多糖類）は、体内導入できないため、これらのうち特殊なものが著名な免疫賦活増強活性を示す時、その作用箇所は体外にならざるを得ない。

後述するように、体内免疫系と連動する腸管免疫系（体外に相当する）を刺激した結果と推定されている。

食品素材は元来生体成分の集合体であるために種々の生理活性物質（ビタミン類や有害成分等）を含んでいるが、それらとは全く無縁の物質群が生体調節機能を持っていることが判明した結果、学問の様相が一変してきたのである。そしてこれらが顕在的存在であっても微量すぎたり、弱い活性であれば検出法によっては見逃される可能性が大であった。

まして消化過程や加工・貯蔵過程で初めて出現する断片化・小分子化されたフラグメント活性体のような潜在的な存在形態であれば発見のされ様もなかったのである。食品は繰り返し摂取されるため、これら有効機能因子は常に補給されてくるし、もし体内寿命が長い場合、量が増えて生体は影響を受けざるを得なくなるのである。

3. 食品起源の生体調節機能性因子の作用部位

(1) 体外（消化管）部位：口腔より肛門に至る経路は消化吸収を司る重要部位であるが、生体中の体外である。食品素材中のプロテアーゼやアミラーゼの活用は消化を助ける意味で有効であり、素材中に存在する消化酵素類の阻害物質（トリプシン・インヒビターやアミラーゼ・インヒビター）は肥満対策上有効利用され得る。またミルクカゼインより派生する相当大きなホスホペプチドはカルシウムと結合して溶解度を上げて吸収を促進させる。また、胆汁酸やコレステロールを吸着することによってそれらの再吸収を阻害する効能を発揮する大豆タンパク由来の大きなペプチド類や食物繊維の効能は結果的に体内コレステロール値を低下させることになり有効機能を発現していることになる。

一方免疫臓器としての消化管の活性能力の解明が急速に進んできて、体内免疫系とは違う腸管免疫系と食品成分との関係が究明されてきた。消化管は食品成分を始め常在細菌の出す内毒素など高い抗原性をもつ物質群にさらされているが、腸管免疫系が働いてそれらがもたらす筈の障害を防いでいるばかりでなく、この免疫系は体内免疫担当器官を刺激し、連動していることが判明してきた。また経口免疫寛容という特異的な機構も発現している。すなわち牛乳カゼインタンパク質は、ネズミにとって異物のため、抗原性を発揮する。しかし、これを経口的に投与しておいた後、この抗原性カゼインを腹腔内へ注射投与しても抗原抗体反応は起きないが、経口投与せずに注射すると抗原抗体反応が顕著に起こる。これが経口免疫寛容でその実相はほとんど解明されてきている。

日常摂取する食品は、免疫系にとって限りなく排除すべき異物であって、実際少し消化管でこわれて抗原性を具現するサイズの大きさのものが時には体内へ導入されてくる。

本来なら大変なアレルギー反応を起こしてショック死はまぬがれないとされているが、実際には起こらない。実に巧妙な仕組みで経口寛容ができあがっているが、食品アレルギーの解決に糸口を与えてくれるし、体内に入らない多糖類等の体内の免疫賦活機能は腸管免疫機構の刺激を通じての

表1 食品起源の生体調節因子の期待効果

血清コレステロール低下
血小板凝集阻害
血圧降下
生体防衛力増大
免疫力増強
抗変異原性
発癌プロモーション抑制
抗酸化力
ビフィズス菌活性化
ホルモン活性並びにホルモン様活性

間接的なものと予想され、今後の解明がまたれるところである。勿論腸内ビヒズス菌増殖促進性の各種オリゴ糖等は、消化管で作用する機能性因子である。

(2) 体内部位：体内へ導入される低分子の生体調節機能性因子は前述の潜在性ペプチド類を始め、種々多数存在するが活躍する部位は、循環系、内分泌系、神経系、生体防御・免疫系、細胞分化・増殖系等であることは当然である。表1はこれらによる期待効果を示す（表1参照）。

4. 機能性食品の開発

食品起源の生体調節機能性因子の発見と活用のためには、機能解析のための適切なアッセイ法の開発・樹立と因子の構造解析、作用機構の分子レベルでの解明、作用部位の確定、作用の種別化、

作用効果の整理、より有効濃度・安全性の定量レベルでの解明が行われていなければならない。かかる機能を活用する立場として機能性食品を開発することになる。顕在的な場合でも存在量が不十分な時、また摂取が不快物質の共存で困難な時、または因子の性質上の理由（溶解性、安定性、被吸収性等）のために摂取が困難な場合は、対策を講じて有効量の摂取を可能とする機能性食品が必要となる。潜在的な場合は、消化酵素群を活用して前処理して有効形態に予めしておくことが合理的である。図3にその概略を示している（図3参照）。

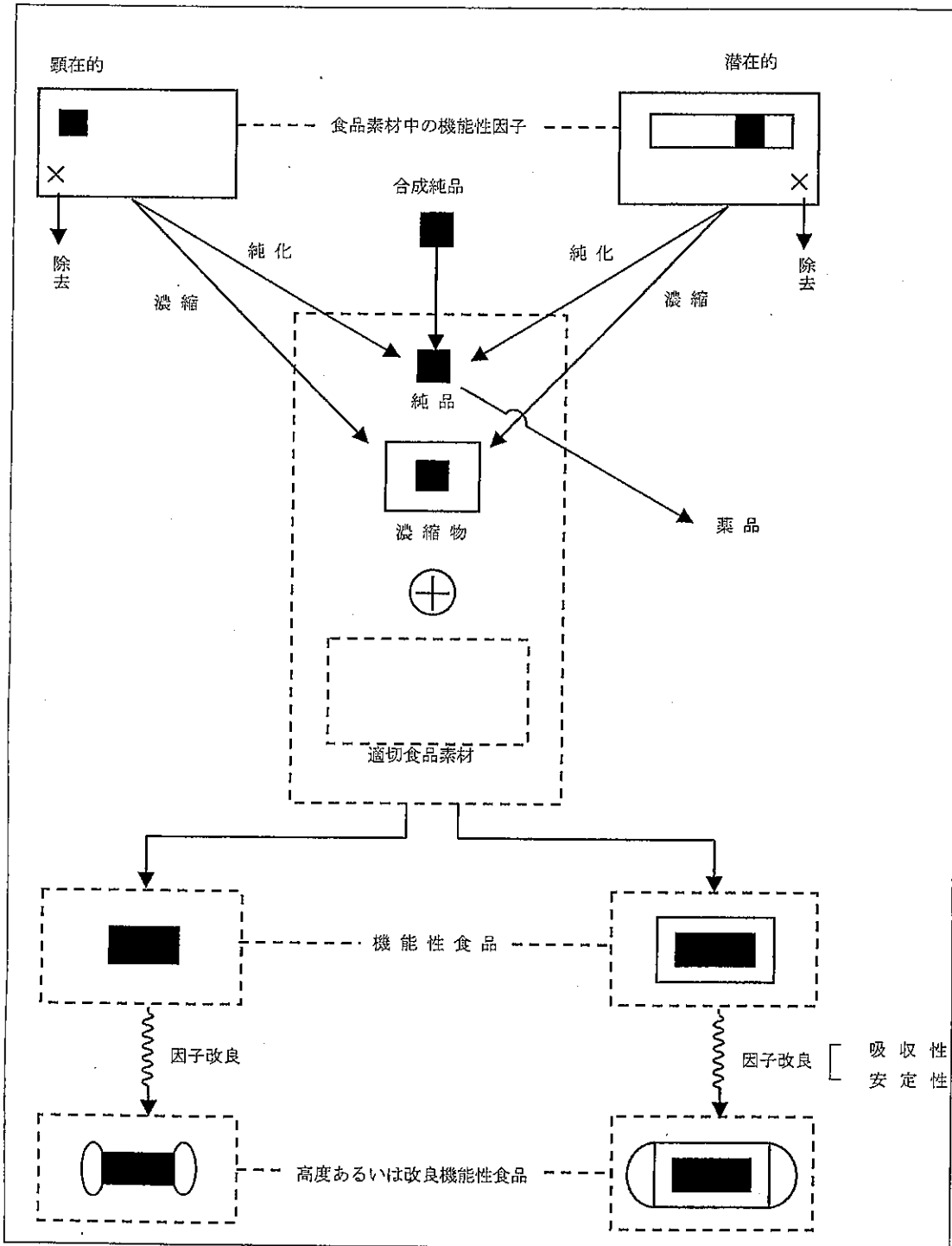


図3 機能性食品の開発

純化したものは医薬品として利用され得るが、新しいジャンルの薬品である。ペプチド性低分子化合物の時は、バイオテクノロジー等で容易に作製できるし、構成アミノ酸の種類と配列順序を変更して新しい因子をつくり出し得るし、その被吸収性を改良するためのテクノロジー（マイクロカプセル化、ミセル化等）も必要になってくる。またペプチド性のは血中に入ったとき、分解酵素による短寿命化がみられる恐れがあるため、おとりの無活性ペプチド（食品タンパク質の小断片等）の共存が必要な時もあるし、何より大事なことはそれら因子を含ませる食品基材の選択である。当然のことながら因子の機能と構造より機能性食品の開発目的が明示されねばならない。

動物の組織・臓器の役割分担は判明してきたが、それらを説明できる筈の生化学反応の実相は必ずしも明確でなく、動物生理学の複雑性から未解明の点が多い。人間にとっても発育期、定常期、老年期の実相の解明に於いて、これまでの人智の集積では完成度に程遠く、医療、医薬品を以てしても多くの異常（生活習慣病や癌等）を予防しきれていないことは識者の認めるところである。人類が知識の集積として従来持ち得なかったために、意識的に活用してこなかった食品の生体調節機能を適切有効に利用する道が開けてきた。そして人類が今日まで長い間追い求めてきた健康指針の具体的条項を満たすものが食品機能の活用によって達成される道が開けてきたのである。食品を摂取する側の内部環境の生理科学的解明と、それに影響を与える食品側の多面的影響を食品因子の構造、化学反応特性の立場に立つ解明の同時進展、すなわち学際的研究の抜本的歩みが重要になってきて進行しつつある。機能性食品（旧厚生省の特定保健用食品は第一世代の機能性食品）に刺激されて各国はそれぞれ独自の名称で機能性食品の開発に乗り出してきたが、日本がリードしているのは自然の成り行きである。

第2章 機能性食品としての乳製品と鶏卵

食品の3次機能（体調リズム調節、生体防御、疾病予防、疾病快復、老化防止など）に基づく製品の開発が企業収益に大きく影響を及ぼすとは想像できなかったのではないだろうか。

食品メーカーは、食品市場の成熟の中で需要を喚起し、高付加価値が期待できる分野として機能性食品を有望視しており、バイオ技術などを利用して核となる生理活性物質の開発競争に一斉に乗り出している。このため食品と栄養に関する基礎研究が脚光を浴びており、食品メーカーと海外を含む大学などの研究機関との共同研究が盛んである。

栄養豊富な食品は、そのままでも多くの機能を有している。しかし、通常これらの食品を機能性食品とは呼ばず、何らかの加工処理（除去、添加、安定化など）により、三次機能を強化したものを機能性食品としている。法的な裏付けのある機能性食品が「特定保健用食品」となる（図4参照）。

特定保健用食品は食品中の「体調を整えるなど機能を示す成分」を食品に加えて加工製造された食品や、アレルギーなどの疾病の原因となる成分を食品から取り除いてつくった食品である。この食品は科学的にその有効性を認められたものについては、健康にどのように有効であるかを表示することが、わが国の厚生労働省から許可された食品である。

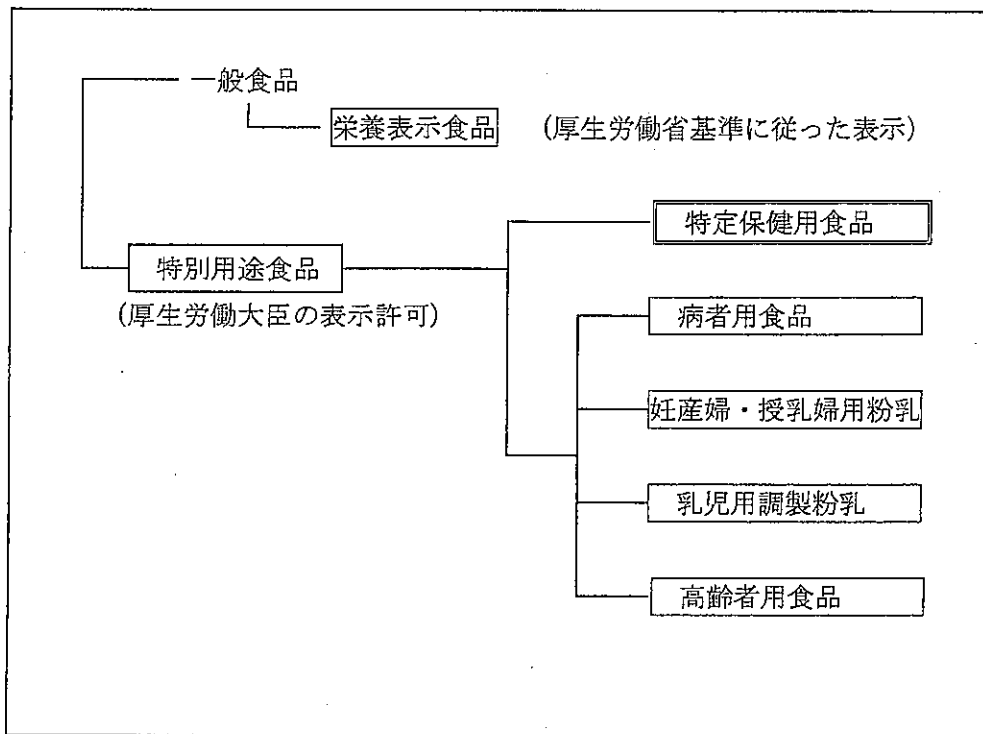


図4 栄養表示食品・特別用途食品制度

1. 機能性食品としての乳製品

「低りんミルク」は特定保健用食品として許可を受けた最初の食品であり、特定保健用食品制度の歴史において意義の大きい製品である。この食品は低りん食を指示されている慢性腎不全の者に適する食品で、「体によくない成分を除いた食品」として許可を受けたものである。しかし、平成9年から厚生労働省の指導により特定保健用食品から「病者用食品」へ移行された。大手乳業メーカー3社の主力商品でもあるプレーンヨーグルトは、いずれも特定保健用食品の許可を受けた。このうち明治乳業はヨーグルト5商品で許可を受けており、わが国で最初に本格的プレーンヨーグルトを製品化（1971年）したメーカーとして力を入れている様子がうかがえる。各社は使用菌種・菌株の違いで特徴を出している。

明治乳業はブルガリア政府から直接入手している代表的なヨーグルト用乳酸菌である

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*（ブルガリア菌）と *Streptococcus thermophilus*（サーモフィラス菌）を利用している。また森永乳業は *Bifidobacterium longum*（ビフィズズ菌）を、雪印乳業は *B. longum* と *L. acidophilus*（アシドフィラス菌）を使用している。ビフィズズ菌やアシドフィラス菌はヒトの腸管内に棲息する常在細菌で、これらの菌種は生菌製剤としてもよく利用されているものである。なお、森永乳業は1971年に、わが国で最初のビフィズズ菌を利用した食品を開発した。その流れを受け「ビヒダス」プレーンヨーグルトは、1979年に登場した。食品へのビフィズズ菌利用の道を開き、発展させた功績は大きい。日本で食品への利用が盛んになったビフィズズ菌は、海外での関心も高まりつつある。

発酵乳や乳酸菌飲料では、他にもいくつかの製品が登場している。江崎グリコのフローズンヨーグルトとミル総本社の乳酸菌飲料は、関与する成分としてオリゴ糖を利用している。タカナシ乳業のドリンクヨーグルトは *Lactobacillus GG* 株を利用したものである。

この株は米国の研究者によりヒト糞便から分離され、その後、世界の14ヶ国で食品に利用されてきたものである。効果に関しての多くの研究成果が、海外を中心に発表されている。「カルピス酸乳アミールS」は、乳酸菌 (*Lactobacillus helveticus*) により生じる血圧調節作用を有する「ラクトトリペプチド」を利用した製品であり、高度な研究成果によるものといえよう。現在、乳製品における特定保健用食品の大部分は、整腸作用を表示したものであり、その状況の中でこの商品は大きな特徴を有するものである。

現在、「特定保健用食品」として認可されている商品の数は平成16年1月現在、400品目に達しており、その6割以上が乳酸菌やビフィズス菌を用いた「お腹の調子を整える食品」として認可されている。このことから乳酸菌やビフィズス菌の人体に対する健康への寄与の大きさが窺える。

(1) 発酵乳

発酵乳（ヨーグルト）の優れた保健機能が科学的に明らかにされつつあり、多様な発酵乳が市販されている。また、消費者の発酵乳への関心も高まり、その消費量は増加の傾向を辿っている。今日までに科学的に明らかにされた発酵乳の栄養機能と保健機能を図5に示した（図5参照）。

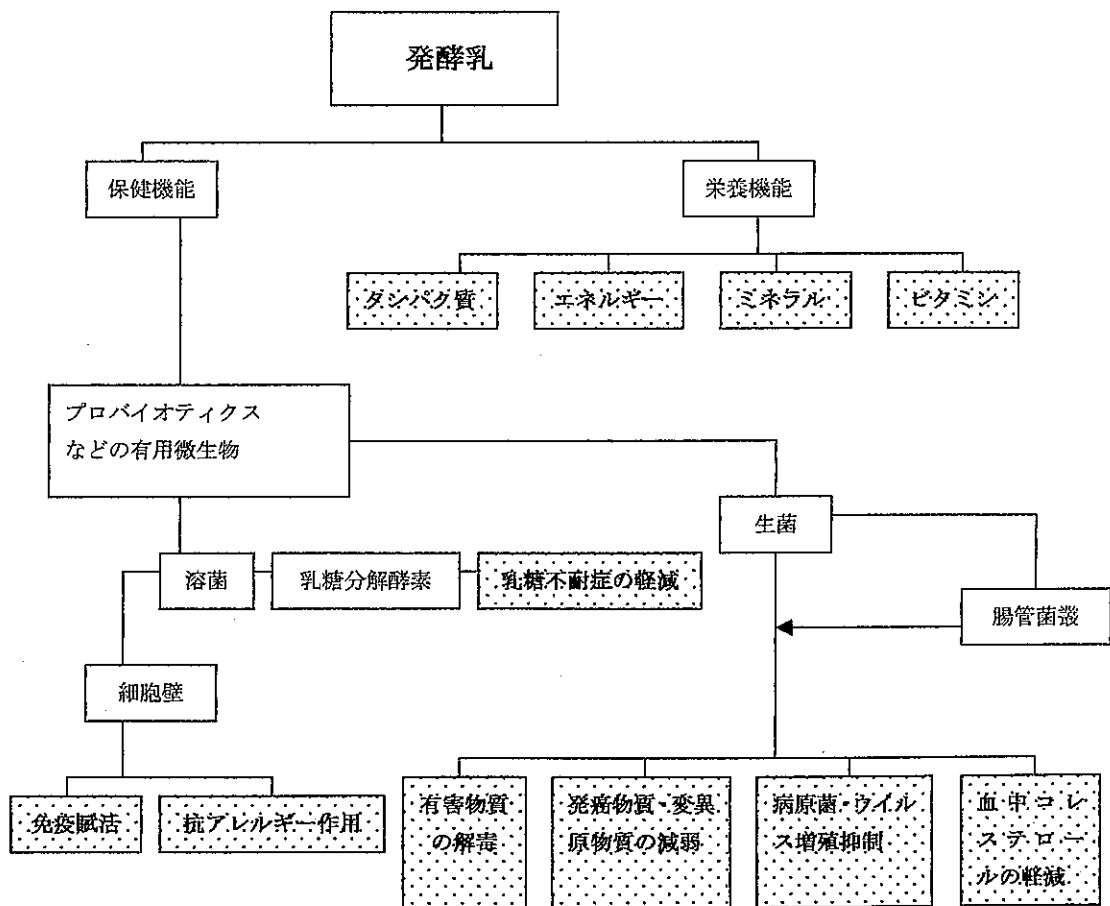


図5 発酵乳の保健康機能と栄養機能

ヨーグルトに関しては、常に乳酸菌やビフィズス菌に関する研究と並行してその食品機能が追求されてきた。したがって、ここではプロバイオティクスといわれる有益菌の保健機能を中心に述べる。なお、今日、日本ではヨーグルトと発酵乳は同じ意味で使われており、法的表示は「はっ酵乳」である。市販の発酵乳は厚生労働省が発する「乳等省令」（略称）と呼ばれる省令に従って製造されている。

腸内フローラを若返らせる発酵乳

ヒトのお腹の中には、約100種類、数にしておおよそ100兆個の細菌が棲みついている。これらの中には食物の消化と吸収を助けて健康維持に役立っている有用菌種や、腐敗物質、発ガン物質および毒素を産生して老化や疾病を惹き起す有害菌種が常在している。

乳酸菌やビフィズス菌は有用菌の代表的な細菌群で、免疫力を高めたり、有害菌の異常増殖を抑えて様々な病気予防に貢献している。

加齢やストレス、それに食習慣や疾病治療のための投薬などは有用菌の代表的な細菌群で、免疫力を高めたり、有害菌の異常増殖を抑えて様々な病気予防に貢献している。加齢やストレス、それに食習慣や疾病治療のための投薬などは有用菌の数を減らして、有害菌を活性化させる原因になっており、健全な腸管菌叢を老化させたり攪乱させたりする最大の要因になっている。腸内細菌フローラが乱れて有害菌が優勢の状態が長期間続くと、肝硬変、慢性肝炎、便秘、癌(がん)、下痢、風邪などの病気にかかる危険に陥る。

結論として、有用菌優勢の状況を維持させることは健康長寿につながり、有用菌優勢、有害菌劣勢のフローラバランスをつくることは腸内フローラを若返らせる上で絶対に必要といえる。

プロバイオティクスの保健効果

プロバイオティクスという言葉が広く用いられるようになった。プロバイオティクスとは「腸管フローラバランスを改善することにより、動物に有益な効果をもたらしている生きた微生物」と定義されている。プロバイオティクスには抗変異原性、腫瘍抑制作用、血中コレステロール低減作用、高血圧低下作用、病原菌に対する拮抗作用、腸管内有害物質の低下作用といった腸内環境改善作用などが期待され、さまざまな研究が広く国の内外で行われている。また、これらの効果をもつプロバイオティクスを添加したヨーグルトはプロバイオティクヨーグルトと呼ばれ、機能性食品に分類されている。しかし、少しでも健康増進の効果があればどんな菌でもプロバイオティクスというわけではなく、次の条件を満たしてなければならない。

すなわち、①安全性が十分に保証されていること、②もともと腸内フローラの一員であること、③胃液・胆汁などの酸に耐えて腸内に到達出来ること、④腸内に付着し増殖出来ること、⑤人間に明らかに有用効果を発揮すること、⑥食品などの形態で有効な菌数が維持出来ること、⑦安価で容易に取り扱えること、の7つである。

これらの中で特に重視されているのが、安全性と腸管粘膜への付着能力である。乳酸菌やビフィズス菌の多くがプロバイオティクスとして求められている条件をほぼ満たしていることから、乳糖不耐症、便秘改善、急性胃炎、食物アレルギーなどの対応にも広く用いられている。

20世紀に抗生物質が人類にもたらした恵みは計り知れないほど大きいものがある。しかし、一方において抗生物質に対する耐性菌の出現が新たな問題を惹き起している。これに対しプロバイオティクスは抗生物質のように幅広い治療的効果はあまり期待できないものの、疾病予防の上で大きな期待がもたれており、21世紀はまさにプロバイオティクスの時代であるとする指摘さえなされている。

「予防にまさる健康法はない」とする見方を根拠にした考え方といえよう。治療は医師の領域であり、ときに抗生物質の使用も必要である。しかし予防こそ、われわれ1人1人ができる健康法である。

2. 機能性食品としての鶏卵

卵を原料としている食品では、フラクトオリゴ糖を添加したプリンが許可を得ている程度であり、卵製品における特定保健用食品はこれからの領域であるといえよう。しかし、機能性食品の範疇に入る製品として、「特殊卵」など多くが市場に登場している。

卵の栄養価は高く、ゲル形成性や乳化性などの加工特性も優れているために、これまで広く食品加工の原料として利用されてきた。

(1) 生理活性物質の利用

卵黄膜やカラザの中には大量のシアル酸が含まれている。シアル酸資源として抗炎症剤をはじめとして種々の医薬品開発のため工業化されている。割卵の際に大量に出る卵殻は、これまで全く利用されていなかったが、最近の粉碎技術の向上とあいまってミクロン単位の微粒子化が可能となり、カルシウム強化剤として、また食品の品質改良材としての効果も見いだされている。卵白に含まれているタンパク質には様々な抗微生物作用をもつものが多い。リゾチームは様々な薬理効果が見いだされており、工業的に取り出され、広く医薬品製造の際に利用されている。アビジンはビオチンと特異的に結合するので、この性質を利用してタンパク質の微量検出のための試薬として用途も広い。

最近医薬品の光学異性体の分割にタンパク質の使用が有効であることが見いだされ、オボムコイドはその高い構造安定性のために高速液体クロマトグラフィーのカラム充填剤としての使用が実用化されている。卵黄成分の中ではレシチンの利用が最近特に進んでいる。

食品への利用の面では、卵黄レシチンは価格面からみて大豆レシチンと比べて不利である。しかし、卵黄レシチンはそのリン脂質組成からみた生体への適合性の点では大豆レシチンよりもはるかに高いので、静注脂肪乳剤、リポ乳剤などの医薬品への応用をはじめとして種々の化粧品への利用も行われている。また、卵黄レシチンは細胞増殖活性を示し、無血清培養の際にも利用されている。卵黄レシチンにはアラキドン酸が豊富に含まれていることから育児用調製粉乳へのアラキドン酸添加原料としての用途も増えている。さらに最近になってアルツハイマー型痴呆に対する臨床的有用性も見いだされている。このように卵黄レシチンの用途は今後ますます広がってゆくものと考えられる。

（2）栄養強化卵

鶏卵は、ヒナがふ化後まもなく立って歩けるように必要な栄養素がすべて含まれている。特に、鶏卵タンパク質はアミノ酸のバランスが良くヒトに不足しがちな、リジン、メチオニン、トリプトファンなどの必須アミノ酸の良い給源である。さらに、ビタミンAやDやE、りん、鉄などのミネラルも多く含まれている。鶏卵に含まれる脂質は、乳化状態が良いため消化吸収が良い。そのことを利用し、給与飼料にある種の栄養物を添加し、卵中の濃度を高め差別化した商品の生産が行われている。その例として、海藻やヨードを添加した高ヨード含有卵をはじめ、ビタミンA、ビタミンD、ビタミンEなどの脂溶性ビタミンおよび鉄分を付加した卵などがある。卵白の組成は鶏種や飼料により影響を受けることは少ないが、卵黄の脂肪や脂溶性画分は容易に変えることができるので、栄養素を強化した栄養強化卵が商品化されている。最近では、「鉄ビタミン」、「カテキン卵」、「DHA卵」など栄養素を強化し付加価値を高めた「特殊卵」が食卓に確実に受け入れられている。

1) ヨウ素強化卵

ヨウ素は、甲状腺から分泌される甲状腺ホルモンを作る主要構成成分である。人体では、代謝を促進させる働きがあり、皮膚や髪を健康に保つ役割をしている。ワカメなどの海藻類に多く含まれ、欠乏すると体力の低下や成長障害などが現れる。ヨウ素の適正摂取量は、成人で一日150 μ gである。市販されているヨウ素強化卵は、海藻から抽出した無機ヨウ素と海藻を飼料中に混合し、有機ヨウ素の含有量の高い鶏卵を産み出した製品である。ヨウ素強化卵は、鶏卵1個あたり約400~500 μ gの有機ヨウ素を含み、鶏卵のヨウ素含有量20~50 μ gに比較し約10倍位強化されていることになる。ヨウ素強化卵からヒトが摂取した有機ヨウ素は、吸収率が高く体内で長時間効果を与え高コレステロール血症、皮膚炎、成人病、アレルギー疾患に効果があると報告されている。

2) 鉄強化卵

日本人の食生活で唯一欠乏している栄養素は、鉄とカルシウムといわれている。鉄強化卵はその不足している鉄を補うために研究された卵である。鉄は成人の体内に4~5gほど含まれ、おもに赤血球のヘモグロビン、筋肉のミオグロビンや肝臓のフェリチンに含まれ、一部は全身の細胞に分布する。各細胞の鉄は、酸素の活性化に関係し栄養素の燃焼に役立っている。成人の一日の鉄適正摂取量は、12mgとされている。鶏卵中の鉄含有量は、100gあたり1.8mgである。卵黄中には、4.6mgの高濃度の鉄が存在する。

3) ビタミンD強化卵

ビタミンDは、カルシウムやりんとともに骨の形成に欠くことのできないビタミンであり、紫外線とも深いかわりをもつ間柄である。さらに、筋肉へのカルシウムの輸送を助け、筋力の維持にも貢献しているビタミンである。ビタミンD強化卵は、ビタミンD強化しいたけを産卵鶏の飼料に加えることにより作られる。

4) ビタミンE強化卵

ビタミンEは、脂溶性ビタミンで体の中での抗酸化作用が、老化防止につながるということで

注目されているビタミンである。また、不妊治療に排卵誘発剤と併用すると妊娠率が上がるという報告もある。このビタミンEを飼料に添加して産卵鶏に与えると、鶏卵の卵黄中に1.1mg/100g含まれる。ビタミンEの鶏卵への移行は、褐色卵鶏が白色卵鶏よりも2～3倍多く移行すると言われている。

5) DHA (ドコサヘキサエン酸) 強化卵

厚生労働省発表の「第6次改定 日本人の栄養所要量」では、油脂の摂取に関して、リノール酸等のn-6系脂肪酸と α -リノレン酸等のn-3系脂肪酸の理想的な摂取比率を4:1としている。しかし、現在の食生活はn-6系脂肪酸の摂取割合が大きい傾向にある。そのため、良い脂肪酸バランスを保つためには α -リノレン酸等のn-3系脂肪酸をより多く摂取する必要がある。そこでつくられた鶏卵で、あるメーカーの「森のたまご」は、DHAが一般の卵の3倍含まれている。

参考文献

- 荒井綜一監修 (1995) : 機能性食品の研究, 学会出版センター, 東京
- 荒井綜一 (1997) : 機能性食品—回顧と展望, 化学と生物 35 : 239~244
- 有原圭三(1998) : 乳・肉・卵の機能性食品としての展開(1)—畜産食品領域における特定保健用食品—畜産の研究 52 : 459~465
- 有原圭三(1998) : 乳・肉・卵の機能性食品としての展開(2)—機能性畜産食品の現状と展望—畜産の研究 52 : 575~584
- 千葉英雄 (2003) : 食品機能並びに機能性食品, 学士会会報 No838 (2003-I)
- 堀口恵子・藤村忍・戸塚耕二・石橋晃 (1998) : 鶏卵に対する消費者の意識調査—アンケート調査の結果から 養鶏の友, 11月号, P16-20
- 堀口恵子・森健治・武藤政美・戸塚耕二・信沢敏一共訳 (2003) : ニワトリの卵黄—生物活性物質の給源(1), 畜産の研究 57 : 477-482
- 堀口恵子・森健治・武藤政美・戸塚耕二・信沢敏一共訳 (2003) : ニワトリの卵黄—生物活性物質の給源(2), 畜産の研究 57 : 599-604
- 堀口恵子・森健治・武藤政美・戸塚耕二・信沢敏一共訳 (2003) : 鶏卵タンパク質の食品中における機能性に関する最近の進歩, 畜産の研究 57 : 1284-1290
- 細野明義 (2003) : 乳酸菌とヨーグルトの保健機能, 幸書房, 東京
- 細野明義 (2004) : 発酵乳のはなし, 学士会会報 No846(2004-III)
- 光岡知足 (2002) : 健康長寿のための食生活, 岩波書店, 東京
- 中村 良(1999) : 卵の科学, 朝倉書店, 東京
- SAITO T. (2004) : Selection of useful probiotic lactic acid bacteria from the *Lactobacillus acidophilus* group and their applications to functional foods. *Animal Science Journal* 75, 1-13
- 吉田 勉・早瀬文孝 (2000) : 食品学総論, 三共出版株式会社, 東京