

「Eggciting たたまごの研究」

京都女子大学 家政学部
食物栄養学科 八田 一

現在、卵は食生活に無くてはならない食品です。その栄養機能は特筆すべきで、私達は卵から生活に必要な熱量（エネルギー）以上に、体調を調節し健康を保つのに必要な、必須アミノ酸や脂肪酸、ビタミン、ミネラルなどの多くの栄養素を得ています。

女優の森光子さんの卵好きは有名で、毎日欠かさず、多いときには1日に5個も食べるそうです。森さん主演の舞台「放浪記」は、昭和36年の初演から今年2月末で、なんと上演回数1900回、今も前人未到の記録を更新中です。森さんのいつまでも衰えぬ美貌と健康の秘密は、毎日欠かさずに食べる卵にあると思います。そう言えば、今までにお会いした卵関係の高齢者の方々は、例外なく肌の艶がよく、声がよく通り、立居振る舞いがかくしゃくとして輝いておられます。おそらく、毎日食べる卵には抗酸化能やアンチエイジング効果があるのかも知れません。

我々にとって卵は無くてはならない食品ですが、ニワトリにとっては、卵は生命をつなぐ最も重要な命のカプセルです。卵からヒヨコが生まれることからわかるように、たった50～60gの卵の中には、動物細胞の構成成分、血液や骨を作る成分、細胞の増殖や分化およびその代謝物の解毒に係わる成分、生命を感染症から守る成分など、生命誕生機能が備わっているのです。その中には、まだまだ説明できないたくさんの不思議があり、多くのEggcitingな研究テーマが隠されています。

「Let foods be your medicines and medicines be your foods.」今から2500年前のヒポクラテスの言葉です。近年、高齢化社会が加速し、健康寿命や生活習慣病の予防が注目される中、医学の父ヒポクラテスの先見性には驚くばかりです。これから、我々が健康の維持および増進を食に求めるにあたり、まさしく卵が担うべき役割を示していると思います。まさしく「Let eggs be your medicines.」であると思います。

このような観点から、世界中で卵の栄養機能や生理機能の研究が進められています。産卵鶏の飼料を工夫し、ビタミンやミネラル増強のみならず、脂肪酸組成をかえた機能性卵が開発され、健康志向の消費者の支持を得ています。また、卵成分の単離と、その生理機能を解明する多くの研究が進み、卵は単に栄養豊富な食品としてのみならず、保健機能を有する病気予防食品としての応用が注目されています。特に、卵黄リン脂質とビタミンB12摂取による認知症の改善効果や、免疫化親鳥から卵黄への移行抗体（IgY抗体）を利用した虫歯予防食品やピロリ菌除菌食品が実用化されています（表1）。

今回の講演では、このように身近な食品である卵について、栄養機能、調理機能、健康機能に分け、卵に関する面白い話題（卵を立てる話）を交えてご紹介します。

表1 鶏卵成分の生理機能と用途

部位	成分名	分類	生理機能および用途
卵殻	炭酸カルシウム	無機質	カルシウム の供給
卵殻膜	卵殻膜タンパク質	タンパク質	2価金属イオン結合活性
卵黄膜 カラザ	シアル酸	酸性糖	インフルエンザウイルスの感染阻害剤や 抗炎症剤、抗がん剤、去痰剤など(医薬)
卵白	オボアルブミン オボトランスフェリン オボムコイド リゾチーム	タンパク質	タンニン酸アルブミン下痢止め剤(医薬) 鉄イオンの輸送 代表的な卵白アレルギー物質 抗炎症剤(カゼ薬、目薬)、抗菌活性
卵黄	ホスビチン 卵黄抗体(IgY) 卵黄油 ホスファチジルコリン	タンパク質 脂質	鉄イオンの貯蔵 親鶏由来の免疫グロブリン(感染症予防) アラキドン酸、DHA、コレステロール 老人性痴呆症の改善効果

1. コロンブスの卵と立春の卵

アメリカ大陸の発見者であるコロンブスは、卵の底を割って立てました。誰でもできることだが、それを最初にするヒトは評価に値するというたとえです。以下の写真はコロンブスの卵ではありません。中谷宇吉郎博士の随想「立春の卵」によると、卵は、いつでも、どこでも、誰でも立てることができるのです。立たないのは立つ前にあきらめてしまう私たちの努力が足りないからなのです。みなさん、あきらめずに立つまでがんばりましょう。



2. 黄身返し卵

黄身と白身が逆転した不思議なゆで卵です。江戸時代の料理書「万法料理秘密箱・卵百珍」(1785年刊行)に記載された103種類のたまご料理の中で唯一再現できていない料理でした。私の研究室では卵がヒヨコになる変化を観察し約200年ぶりに再現しました。今回はみなさんの家庭でも、作れる方法をご紹介します。



3. 抗炎症たまごの研究

ヒトの病原性細菌26種(死菌)の混合抗原で、乳牛を免疫して調製される脱脂粉乳(免疫ミルク)が機能性食品として注目されています。免疫ミルク中には、母牛からの移行抗体や未知の抗炎症物質が存在し、慢性リュウマチ症状の軽減効果が知られています。本研究では、免疫動物として産卵鶏に着目し、食品として安全な抗炎症たまごの調製を行いました。

海藻多糖類(カラギナン)を起炎物質として産卵鶏の翼下筋に繰り返し注射しました。局所的な炎症症状の観察、産卵率や体重の変化を指標に、慢性炎症を起こした鶏のたまごを試料(抗炎症たまご)として、マウスに経口投与後、その耳介にホルボールエステルを塗布し、耳介の膨張(浮腫)率を測定しました。なお、陽性対照としては、抗炎症医薬品デキサメタゾンを用いました。各試料の抗炎症効果は、水投与群(陰性対照)に対する、各試料の耳介膨張率を有意差検定(スチューデントt検定)して評価しました。

カラギナンを繰り返し注射して、産卵率は若干低下したが、産卵鶏に慢性的な炎症を起こすことに成功しました。抗炎症動物実験の結果、水投与の耳介膨張率 $78 \pm 17\%$ (n=7)に対し、抗炎症たまご投与群は $60 \pm 0\%$ (n=7)となり、抗炎症効果が有意($p < 0.05$)に認められました。以上の結果、ヒトの病原細菌を使用せずとも、慢性炎症状態にした産卵鶏から、抗炎症効果を有する鶏卵の調製に成功しました。

4. 卵黄抗体 (IgY) の健康機能

抗体は Immunoglobulin(Ig) と呼ばれる一群の糖タンパク質で、魚類以上の動物の体液 (血液、唾液、鼻腔液、乳汁等)、卵中に存在します。動物は体内に侵入してきた細菌、ウイルス、異種タンパク質等の非自己物質 (抗原) に応答して、それらと結合する免疫タンパク質 (特異的抗体) を血液中に産生し生体を防御しています。特異的抗体は、対応する抗原に対して特異的に結合し、抗原の感染力や毒性を消去する機能を有します。

哺乳類の抗体は、その構造および機能により五つのクラス (IgG, IgM, IgA, IgD, IgE) に分類されています。一方、鳥類 (鶏) の血液には、哺乳類の IgG, IgM および IgA に相当する抗体が存在します。これらの抗体は卵中にも存在し、卵白には IgM および IgA が、そして卵黄には IgG のみが含まれています。卵黄中の抗体は、哺乳類の IgG と比較して分子量が大きい、等電点が異なる、哺乳類の補体や *S. aureus* の産生する Protein A との結合性がないなどの違いが知られています。また、卵黄中に存在する抗体であり卵黄抗体 (IgY) とも呼ばれています。

鳥類は親鳥が獲得した免疫を子孫に伝えるため血液抗体を卵黄に移行・蓄積します。従って、産卵鶏を免疫動物として利用すれば、様々な抗原に対する特異的抗体を鶏卵中に産生できるのです (図2)。現在、特異的抗体 (ポリクローナル IgG) の調製はウサギ、ヤギ等の哺乳動物を抗原で免疫し、それらの血液から精製され、主に研究試薬や臨床検査薬用抗体として利用されています。これに対し、鶏卵から特異的抗体を得る方法は、採血の必要がなく、鶏は大量飼育が可能で飼育コストが安く、産卵鶏1羽が1年間に産生する鶏卵からウサギ約30匹の血液IgGに相当するIgYが得られる等の利点を有し、従来法に代わる特異的抗体調製法として注目されています。また、食品である鶏卵から大量の特異的抗体が得られることから、その新しい利用法として、感染症の病原体に対するIgYを経口投与することにより、口腔内あるいは消化管内の病原体付着感染を予防する利用法が実用化されています。以下にIgYを用いた感染症予防として、①虫菌の予防、②ヒトロタウイルス性下痢症の予防、③うなぎパラコロ病の予防、④ピロリ菌の除菌などについて説明します。

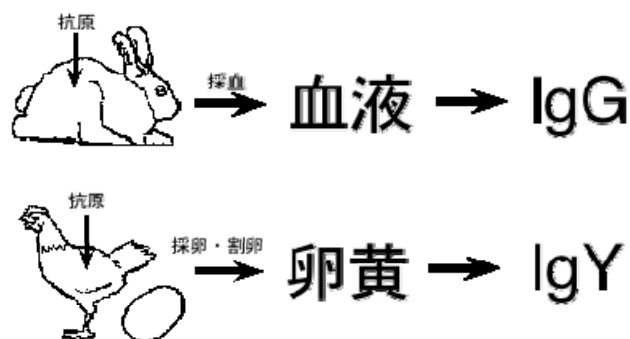


図2 ポリクローナル抗体の調製法の比較

4-1) 虫歯の予防

虫歯は口腔内の常在菌である虫歯菌（ストレプトコッカス・ミュータンス）による感染症です。虫歯菌はグルコシルトランスフェラーゼという酵素を有し、この酵素が砂糖を利用して粘着性多糖を菌体表層に形成します。虫歯菌はこの粘着性多糖により歯の表面へ強固に付着（プラーク形成）し、プラーク内では乳酸菌等の作用で乳酸が生じ、酸が歯を溶かして虫歯が形成されるのです。すなわち、虫歯は歯の表面に対する虫歯菌の付着感染を阻害すれば予防可能で、この付着感染を抗虫歯菌 IgY で抑制する虫歯予防法が検討されています。

我々はヒト虫歯菌の粘着性多糖形成菌体（ホルマリン死菌）を抗原として、産卵鶏を免疫し、その鶏卵卵黄から抗虫歯菌 IgY を調製しました。また、非免疫鶏の鶏卵卵黄からコントロール IgY を調製しました。次いで、それぞれの IgY をラットに高濃度の砂糖を含む飼料とともに与え、虫歯菌をラットの歯へ感染させました。飼料を継続して与え、5 6 日後にラットを解剖し、その歯の虫歯の程度を測定した結果、コントロール IgY を与えたラットの歯はひどい虫歯になりましたが、抗虫歯菌 IgY を与えることにより虫歯の程度を有意に抑制できることを見いだしました。また、コントロールおよび抗虫歯菌 IgY 抗体を 10% 蔗糖溶液に 1% 濃度に配合し、人でのうがいテストを行い、その 4 時間後に唾液を採取してストレプトコッカス属菌数に占める虫歯菌の比率を測定しました。その結果、コントロール IgY のうがいでは虫歯菌が増えた人が多く見られましたが、抗虫歯菌 IgY のうがいでは虫歯菌が増えた人は見られませんでした。

4-2) ヒトロタウイルス性下痢症の予防

現在、開発途上国では年間数百万人にのぼる乳幼児が ヒトロタウイルス（HRV）感染による下痢症で死亡し、また、我国でも年間約 10 万人の乳幼児が HRV 下痢症に罹患しています。HRV 感染の予防法は、その感染が腸管内での付着感染であること、感染対象が免疫力の未熟な乳幼児であることから、抗 HRV 抗体を経口投与し、腸管内における HRV の付着感染を抑制する方法（経口受動免疫）が好ましいと考えられています。

我々は、まず、HRV (Mo 株) を抗原として産卵鶏を免疫化し、その鶏卵から得られる抗 HRV IgY の生産性や特異性、熱や pH および消化酵素に対する耐性等を調べました。免疫産卵鶏（1羽、1年間）は約 40 g の IgY を生産し、この量は免疫家兔 30 頭の血清から得られる抗体 (IgG) 量に相当しました。抗体活性の比較では、抗 HRV IgY 総生産量は家兔を用いる従来法の約 120 倍でもありました。また、IgY の熱変性温度が 73.9℃ であること、pH3.5 以下で構造変化が生じ失活すること、IgY はトリプシン、キモトリプシンに対して比較的安定であるが、ペプシンに対しては pH 2.0 で完全失活するが、乳幼児の胃内を想定した条件 (pH 4, 4 時間) では、抗体活性の約 50% が残存すること等を明らかにしました。

一方、仔マウスに HRV を経口投与し下痢を起こす感染実験の結果、抗 HRV IgY の経口

投与 (22.5 μ g/マウス) で HRV 性下痢症を完全に予防できることに成功しました。そして、その予防効果は感染局所における HRV の付着の抑制であることを免疫組織学的に証明しました。

4-3) 養殖魚感染症の予防

ウナギのパラコロ病は養鰻場において最も大きな被害を与える感染症です。その病原はエドワードジェラ・タルダ (*E. tarda*) がウナギに経口感染し、腸管から体内に侵入して発病することが知られています。現在、その予防および治療には抗生物質の投与が実施されていますが、最近、抗生物質大量使用による耐性菌の出現やその残留性が問題となり、それに代わるより安全なパラコロ病予防法の開発が望まれています。

我々は、抗 *E. tarda* IgY (全卵粉末) を大量調製し、過酸化水素で腸管に傷害を与えたウナギに *E. tarda* を経口投与する感染実験系で、IgY 経口投与がパラコロ病の発生を完全に予防することを明らかにしました。更に、IgY 配合飼料の実用化を目的として、養殖ウナギ約 240 万尾を用いたフィールドテストを実施した結果、養鰻場における同 IgY 配合飼料のパラコロ病予防効果を確認しました。

4-4) ピロリ菌 (*H. pylori*) の除菌

ピロリ菌は胃潰瘍や胃癌などの原因菌と言われ、胃癌患者の 95% はピロリ菌抗体が陽性であると報告されています。すなわち、胃癌予防にはピロリ菌の除菌が重要であり、抗生剤による除菌のみならず、食品による日常的な除菌が必要と思われます。胃粘膜へのピロリ菌の接着には、菌体表面酵素タンパク質であるウレアーゼが関与しています。我々は、抗ピロリ菌ウレアーゼ IgY を調製し、同 IgY を飲むことによりピロリ菌の接着阻害を図る新しい除菌方法を検討しました。すなわち、ピロリ菌陽性者 16 名に IgY を添加したヨーグルトを摂取させ、投与前、4、8、12 週目に糞便中ピロリ菌抗原検出試験と尿素呼気試験 (UBT) を行い IgY 添加ヨーグルトの除菌効果について調べました。

健常人ボランティアで UBT 強陽性者に IgY ヨーグルトを摂取させた結果、IgY 添加ヨーグルトを 8 週間摂取することにより糞便中ピロリ菌抗原量、UBT 値は共に有意に低下しました。さらに投与 3 ヶ月後も同様に糞便中ピロリ菌抗原量、UBT 値は著明に低下しました。以上の結果より、IgY 添加ヨーグルトの摂取は、胃内のピロリ菌の菌数を減少させること、および IgY 添加ヨーグルトは機能性ヨーグルトとしてピロリ菌の除菌に有用であることが確認できました。

5. たまごの栄養機能

私たちは、たまごから毎日の健康維持・増進に必要な栄養成分のすべてを得ることができ、「完全栄養食品」とも言われています。さらに、条件さえそろえば（受精卵であれば）、21日間で孵化して、ヒヨコが生まれます。すなわち、たまごは本来、生命のカプセルなのです。その中には体の細胞を作る良質なタンパク質や脂質が豊富に含まれています。たまごはコレステロールの多い食品の代表でもあります。そのコレステロールさえも、生命誕生の必須成分として、過不足なく蓄えられているのです。

たまごのタンパク質は、私たちの体で作れない必須アミノ酸（ロイシン、バリン、トリプトファン、リジン、スレオニン、フェニルアラニン、メチオニン、イソロイシン、ヒスチジン）が全て、必要かつ十分量含まれ、そのアミノ酸スコアは最高点の100です。一方、たまごの脂質は全て卵黄に含まれ、タンパク質と結合した形（リポタンパク質）として存在します。脂質の65%が中性脂肪、約30%がリン脂質、約5%がコレステロールです。リン脂質とコレステロールは、体細胞や神経細胞の膜を構成する成分として重要であります。卵黄脂質の構成脂肪酸は、私たちの体内では作れない必須脂肪酸が多く、また痴呆症（認知症）の改善効果が期待されているレシチン（卵黄リン脂質）も豊富に含まれています。その他、卵黄には、脂溶性のビタミン（A、D、K、E）の全てと水溶性ビタミンのほとんどが存在します。また、卵黄のミネラルは、骨や赤血球の原料となるカルシウムとリン、および鉄が豊富に存在します。

鶏卵の栄養成分と卵1個から得られる栄養素摂取比率を表2に示します。卵に足りない栄養素はビタミンCと食物繊維だけで、私たちは多くの栄養成分を、バランス良くしかも濃縮された状態で、卵から得ることができるのです。平均的な鶏卵のエネルギーは約90Kcalで、これは私たちが1日に必要とする推定エネルギー必要量に対して、男性で3.5%、女性で4.5%に相当します。同様な観点から各栄養素の摂取比率を計算した結果、コレステロールの摂取比率がとびぬけて高く、男性で34%、女性で42%でありました。日本人の栄養摂取基準の中で、コレステロールについては目標値が定められていて、今回、計算した卵1個のコレステロールの栄養摂取比率からすると、1日に卵2個までとなります。

その他の栄養素の摂取比率で20%を超えるのは、ビタミンD、B2、B12で、また、10%を超える栄養素は脂質およびタンパク質と、ミネラルではリン、鉄、亜鉛、ビタミンではA、K、葉酸、パントテン酸でありました。このように、たまごは、私たちの体を作る大切な栄養成分を量的にも質的にも、効率よく濃縮した状態で含む食品であるといえます。私たちは、卵1個から得るエネルギー（男性で3.4%、女性で4.5%）以上に、その摂取により、脂質やタンパク質やビタミンやミネラルなどの栄養成分を効率良く摂取できることを再認識すべきだと思います。たまごは、健康の維持・増進に必要な種々の栄養素を濃縮して蓄積したカプセルであり、いわば、私たちの食生活における「天然のサプリメント食品」とも言えるのです。

表2 鶏卵の成分(五訂日本食品成分表)と卵1個あたりの栄養素摂取比率

	可食部100gあたり			卵1個あたり			卵1日1個で得られる 摂取比率(%)	日本人の食事摂取基準(2005年版より) 生活活動強度ふつうの18-69歳平均
	全卵	卵黄	卵白	全卵 (60g)	卵黄 (18g)	卵白 (42g)		
エネルギー(Kcal)	151	387	47	90.6	69.7	19.7	3.5%(男) 4.5%(女)	2570(男)-2000(女)Kcal/日 (エネルギー:推定エネルギー必要量)
水分(g)	76.1	48.2	88.4	45.7	8.7	37.1	—	
たんぱく質(g)	12.3	16.5	10.5	7.38	2.97	4.41	12%(男) 15%(女)	60(男)-50(女)g/日 推奨量
脂質(g)	10.3	33.5	Tr	6.18	6.03	—	9.8%(男) 12.5%(女)	20-25(%エネルギー)が目標量
炭水化物(g)	0.3	0.1	0.4	0.18	0.02	0.17	0.03%(男) 0.04%(女)	50-70(%エネルギー)が目標量
灰分(g)	1	1.7	0.7	0.60	0.31	0.29	—	
ナトリウム(mg)	140	48	180	84.0	8.6	75.6	14%(男女)	600mg/日(男女) 推定平均必要量
カリウム(mg)	130	87	140	78.0	15.7	58.8	3.9%(男) 4.9%(女)	2000(男)1600(女)mg/日 目安量
カルシウム(mg)	51	150	6	30.6	27.0	2.5	4.1%(男) 4.6%(女)	750(男)670(女)mg/日 目安量
マグネシウム(mg)	11	12	11	6.60	2.16	4.62	1.9%(男) 2.4%(女)	350(男)280(女)mg/日 推奨量
リン(mg)	180	570	11	108	103	5	10%(男) 12%(女)	1050(男)900(女)mg/日 目安量
鉄(mg)	1.8	6	0	1.08	1.08	0.00	15%(男) 11%(女)	7.5(男)10.5(女)mg/日 推奨量
亜鉛(mg)	1.3	4.2	Tr	0.78	0.76	—	8.9%(男) 11%(女)	9(男)7(女)mg/日 推奨量
銅(mg)	0.08	0.2	0.02	0.05	0.04	0.01	6.3%(男) 7.1%(女)	0.8(男)0.7(女)mg/日 推奨量
ビタミンA(μg)	150	480	0	90.0	86.4	0.0	12%(男) 15%(女)	750(男)600(女)μg/日 推奨量
ビタミンD(μg)	3	6	0	1.80	1.08	0.00	36%(男女)	5μg/日(男女) 目安量
ビタミンE(mg)	1.1	3.6	0	0.66	0.65	0.00	7.3%(男) 8.3%(女)	9(男)8(女)mg/日 目安量
ビタミンK(μg)	13	40	1	7.80	7.20	0.42	10%(男) 12%(女)	75(男)65(女)μg/日 目安量
ビタミンB1(mg)	0.06	0.21	0	0.04	0.04	0.00	2.8%(男) 3.6%(女)	1.4(男)1.1(女)mg/日 推奨量
ビタミンB2(mg)	0.43	0.52	0.39	0.26	0.09	0.16	20%(男) 25%(女)	1.5(男)1.2(女)mg/日 推奨量
ナイアシン(mg)	0.1	0	0.1	0.06	0.00	0.04	0.7%(男) 0.8%(女)	15(男)12(女)mg当量/日 推奨量
ビタミンB6(mg)	0.08	0.26	0	0.05	0.05	0.00	3.6%(男) 4.2%(女)	1.4(男)1.2(女)mg/日 推奨量
ビタミンB12(μg)	0.9	3	0	0.54	0.54	0.00	21%(男女)	2.4μg/日(男女) 推奨量
葉酸(μg)	43	140	0	25.8	25.2	0.0	11%(男女)	240μg/日(男女) 推奨量
パントテン酸(mg)	1.45	4.33	0.18	0.87	0.78	0.08	15%(男) 18%(女)	6(男)5(女)mg/日 目安量
ビタミンC(mg)	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0%	100mg/日(男女) 推奨量
飽和脂肪酸(g)	2.64	9.22	Tr	1.58	1.66	—	—	
一価不飽和脂肪酸(g)	3.72	11.99	Tr	2.23	2.16	—	—	
多価不飽和脂肪酸(g)	1.44	5.39	Tr	0.86	0.97	—	—	
コレステロール(mg)	420	1400	1	252	252	0	34%(男) 42%(女)	750(男)600(女)mg/日未満 目標量
食物繊維(g)	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0%	22.8g/日(男女) 目安量
食塩相当量(g)	0.4	0.1	0.5	0.24	0.02	0.21	2.7%(男) 1.9%(女)	7.5(男)10.5(女)mg/日 目標量

推定エネルギー必要量: エネルギーの不足のリスクおよび過剰のリスクが最も小さくなる摂取量

推奨量: ある性や年齢層のヒトの集団で、ほとんど(97-98%)のヒトが、1日の必要量を満たすと推定される1日の摂取量

目安量: 推奨量が算定できない場合、ある性や年齢層のヒトが良好な栄養状態を維持するのに十分な量

目標量: 生活習慣病の一次予防のために、現在の日本人が当面の目標とすべき摂取量(またはその範囲)

6. シアル酸の健康機能

シアル酸はウイルスや動物細胞の細胞表面にあって、糖タンパク質や糖脂質などの複合糖質の非還元末端に存在する。通常、シアル酸とはノイラミン酸のアシル誘導体の総称で、主要なものとして N-アセチルノイラミン酸 (Neu5Ac) と N-グリコリルノイラミン酸 (Neu5Gc) がある。その構造はいずれもルカボキシル基を有する酸性糖であり、ウイルスや細胞表面に存在するレセプター糖鎖の機能、細胞間の情報伝達機能など、種々の生理作用に関与している。

鶏卵 1 K g 当たりは約 0.5 g のシアル酸 (NeuAc) を含み、特にカラザや卵黄膜には高濃度に含まれている。しかし、その絶対量は卵黄に多く、鶏卵全体のシアル酸の 78% が卵黄に存在している。近年、シアル酸の誘導体を化学的・酵素的に合成することが可能になり、インフルエンザウイルスのシアリダーゼインヒビターとして合成されたシアル酸アナログ (4-guanidino-NeuAc2en) がリレンザという商品名で発売されている。また抗炎症剤や抗がん剤として期待されているシアリルルイス X 型糖鎖の誘導体や去痰作用を有する N-アセチルノイラミン酸ナトリウムが医薬品として注目されている。

7. 卵黄リン脂質の健康機能

卵黄リン脂質とコレステロールは細胞膜の構成成分であります。特に、脳にはリン脂質とコレステロールが大量に存在します。リン脂質は、その分子内に親水性のリン酸エステル部分と疎水性の脂肪酸部分を有する両親媒構造を有し、その構造が細胞膜のリン脂質二重層を形成しています。

卵黄リン脂質の 84% がホスファチジルコリンです。食品業界では一般的に食品由来のリン脂質をレシチンと総称しています。大豆レシチンと卵黄レシチンが代表的であります。卵黄レシチンのホスファチジルコリン含量は 84% で、大豆レシチン (33%) と比較して極めて高いことが特徴です。

卵黄リン脂質の生理機能としては、ラットを用いた動物実験で血清総コレステロールの上昇抑制作用、およびリンパのコレステロール吸収阻害効果が見いだされています。また、卵黄リン脂質中のホスファチジルコリンは神経伝達物質であるアセチルコリンの前駆体として注目されています。アルツハイマー型の痴呆症患者では、脳内のアセチルコリン量が顕著に減少し、その治療を目的として卵黄リン脂質の経口投与で、脳内のコリンやアセチルコリン濃度が顕著に増加する結果が報告されています。さらに、アルツハイマー型の痴呆症患者に卵黄リン脂質とアセチルコリン合成酵素の活性を高めるビタミン B 12 を併用した臨床試験でも、65% の患者に改善効果が認められています。

8. 卵のコレステロールと健康機能

本来、コレステロールは細胞膜や胆汁酸やホルモンの構成成分として、生命の維持に不可欠なもので、ヒトの体内には約 150 g も蓄えられています。特に、ヒトの脳には体内の全コレステロール量の 25% が局在し、神経組織まで合わせると約 40% ものコレステロールが局在しています。コレステロールの値が低い子どもは、注意欠陥・多動性障害になりやすく、大人では不安神経症やうつ病になる率が高いとの報告があります。コレステロールの不足により、神経伝達が乱れて様々な神経障害が生じるようです。一方、血清中でコレステロールは主に、カイロミクロンや LDL（低密度リポタンパク質）や HDL（高密度リポタンパク質）の構成成分として存在します。通常、悪玉コレステロールと呼ばれている LDL は、肝臓のコレステロールを組織へ運ぶ働きがあり、善玉コレステロールの HDL は、組織で余った余分なコレステロールを回収し、肝臓に戻す役割を担っています。

組織に十分量のコレステロールがある場合、組織の細胞は LDL からコレステロールを受け取る必要が無く、血清 LDL 濃度が上昇します。そして、過剰の LDL が酸化を受け血管壁に溜まり、動脈硬化になりやすくなります。通常、血清中の総コレステロール値は 120~220mg/dL が正常値とされ、220mg/dL を超えると高コレステロール血症と診断されます。確かに血清コレステロール値が高すぎると心臓病のリスクが高くなりますが、最近の疫学研究では両者の関係は直線関係ではなく、U字型のカーブを描くようです。たとえば、1980 年から 1995 年の間に検診を受けた 40-79 歳の男女 9662 名の血清コレステロール値と死亡率（総死亡の相対危険度）について約 11 年間観察した研究では、初診時のコレステロール値が 240-280 mg/dL の範囲で、最も死亡率が低く、それより高い場合は冠動脈疾患が、低い場合は癌が多い結果が得られました。それ以来、程度こそ異なりますが、血清コレステロール値が基準値より少し高めの方が、死亡率が少ないという疫学研究結果が多く発表され、コレステロール悪玉説の見直しが議論されています。

卵はコレステロールが多い食品（約 0.25 g / 1 個）として有名です。血液中のコレステロール値が高いと、動脈硬化が進み、心臓病の危険性が高くなることから、1968 年にアメリカ心臓病協会は、「卵はコレステロールが多いから、一週間に 3 個までにひかえましょう」と食事摂取勧告をだした程です。これにより、アメリカの卵の消費は年間 1 人 310 個から 250 個まで激減しました。確かに、血清コレステロール値が高すぎると心臓病のリスクが高まるのは事実です。また確かにたまごはコレステロールが多い食品です。では卵を食べると本当に血清コレステロール値が上がるのでしょうか？この答えを見出すために多くの研究がなされ、その結果が検討されました（表 3）。

表3 コレステロール悪玉説を否定する検証結果

<p>ウサギにコレステロールを摂取させた結果、粥状(アテローム性)動脈硬化が発症した実験結果に対して</p> <p>1)草食動物に普通は食べないコレステロールを大量に与えた結果であり、犬やラットでは血清コレステロール値が上昇しない。動物種によって食事性コレステロールに対する応答性が異なる。</p>
<p>疫学調査により、ヒトの食事性コレステロール量と心臓病のリスクに正の相関関係が得られた結果に対して</p> <p>1)単純相関では正の相関を示したが、過去20年間の疫学試験結果を多変量解析した結果、食事性コレステロールと心臓病のリスクは関係なく、飽和脂肪酸と心臓病のリスクの上昇に、強い正の相関関係があった。</p> <p>2)通常、コレステロールが多い食品は、飽和脂肪酸も多く含むが、卵は例外であり、コレステロールが最も多いが、飽和脂肪酸は非常に少ない。</p> <p>3)マサチューセッツ州のフランミンガムで行われた大規模な疫学調査により、一般的な鶏卵の摂取量であれば、血中コレステロール値にも、心臓病のリスクにも関係しないという結果が得られた。</p> <p>4)24カ国における心臓病による死亡率と鶏卵の消費量を比較すると、鶏卵を多く消費している国(日本、スペイン、フランス、メキシコなど)では、心臓病の死亡率が低く、鶏卵の消費が少ない国では死亡率が高かった。</p> <p>5)1999年、Hu博士らの論文によると、37,851人の対象に8年間、80,082人の対象に、14年間行った追跡調査の結果、男女ともに卵の一週間の消費量が1個未満のグループと7個以上のグループで心臓病のリスクは変わらなかった。</p>
<p>食事性コレステロールと血中コレステロールの変化を調べたヒトの臨床試験の結果に対して</p> <p>1)初期の臨床試験では、1日に6-10個の卵を食べる実験で、日常生活ではあり得ない摂取量であった。さらに、血中の総コレステロール値のみを測定し、HDLコレステロールの測定が行われていなかった。心臓病のリスク評価は、総コレステロール値と併に、LDLとHDLコレステロール比で評価すべきである。</p> <p>2)従来の167例の臨床試験(3,500人のデータ)の結果解析し、100mg/日の食事性コレステロールは、血清総コレステロール値を2.3mg/dl、LDLコレステロールを1.9mg/dl、そしてHDLコレステロールを0.4mg/dly程度、上昇させるが、LDLとHDLコレステロールの比は変えないので心臓病のリスクも変わらない。</p> <p>3)食事性コレステロールに対して、遺伝的に低感受性のヒト(80-85%)と高感受性のヒト(15-20%)が存在する。100mg/日の食事性コレステロールで、前者は1.4mg/dl、後者は3.9mg/dl、血清コレステロール値が上昇した。</p>

約20年間の疫学調査の結果を多変量解析した結果、食事性コレステロールと心臓病のリスクには相関が無く、飽和脂肪酸と心臓病リスクの上昇に強い正の相関が見出されました。また、約10万人を毎日たまご2個以上食べるグループと、1週間に1個未満のグループに分けて調査した結果、心臓病発生率に差が無かったという報告もあります。この調査を行ったアメリカ鶏卵栄養センターのマクナマラ博士(Dr.McNamara)は「1日に1-2個のたまごの摂取は血漿コレステロール濃度に影響しない」と報告しています。卵を食べても、ほとんどのヒトはコレステロール値が上がらないという疫学調査の結果が相次いで報告された結果、2002年に米国心臓病協会は30年間主張してきた卵の摂取制限(たまごは一週間に3個まで)を撤回しました。健康人は1日に卵1-2個摂取

しても血清コレステロール値の上昇はごくわずかで、心臓病のリスクを高めるものではないことが検証された結果です。

一般的にヒトは1日に1-1.5gのコレステロールを新しく必要とします。その約70%が主に肝臓で糖質と脂肪酸から合成され、残りの30%を食事から摂取しています。コレステロールは、生命の維持に大切なものなので、食事由来のコレステロール量の多少に対応して、肝臓での合成量が増減し、体内コレステロール量の恒常性が保たれているのです。通常、小腸からのコレステロールの吸収率は30-50%で、1日の食事から摂るコレステロールの適正量は500-600mgとされています。卵1個には約250mgのコレステロールが含まれていますから、卵2個で1日分が摂取できる計算となります。日本人の場合、現状では、鶏卵、ミルク、肉類、魚介類等から1日平均で約300mgのコレステロールを摂取しています。このうち鶏卵由来のコレステロールが約60%を占め、180mg程度(卵1個弱)です。心臓病との関係におけるコレステロール悪玉説が訂正された現在、優れた卵の栄養と健康機能を、我々の健康の維持増進に活用するためにも、コレステロール値の上がりやすい体質の方は注意が必要ですが、1日1人あたり卵1-2個消費の食生活が広まることを期待します。

9. 最後に卵研究会のご紹介

畜産食品といえば「乳・肉・卵」ですが、乳と肉に関する研究会や学会はありますが、不思議なことに卵に関するものはありませんでした。それでは作ろうと、2004年に卵研究会の設立を計画しました。折しもその年、京都の卵業界は「卵の日付け表示違反」と「高病原性鳥インフルエンザ」問題で、意気消沈していました。そんな中、多くの関係者のご支援をいただき、卵のおいしさや調理加工技術、栄養機能や健康機能など、夢のある「たまごの研究」を京都から発信しようと、「卵研究会 (Egg Science Forum)」が誕生しました。

卵研究会では、「卵の事なら何でも」、卵に関する良い話題のみならず、良くない話題も取り上げ、会員相互に最新の情報を共有し、21世紀の卵研究やたまごビジネスを活性化する研究会になりたいと思っています。全国の卵消費者、生産者、飼料関係者、そして研究者の皆様、今後ともご協力の程どうぞよろしくお願いいたします。

{自己紹介}

氏名： 八田 一 (はった はじめ)

所属： 京都女子大学 家政学部 食物栄養学科 教授

住所： 〒605-8501 京都市東山区今熊野北日吉町35番地

TEL: 075-531-7143 E-mail: hatta@kyoto-wu.ac.jp

八田研究室の紹介 (平成20年度)

スタッフ：教授 八田 一 助手： 1名 大学院生： 2名

学生等：学部4回生 7名 研究生： 1名

食品会社の研究所で18年間、たまごを中心に機能性食品素材の研究開発を経験した後、平成10年4月から京都女子大学で食品材料学や加工学を担当しています。研究室では「たまごのことなら何でも」を合言葉に、たまごの栄養性や食品物性(ゲル化性、起泡性、乳化性など)に関する研究、および鶏卵成分の生理機能に関する研究や自然免疫活性化食品の研究を進めています。たまごは生命のカプセルであり、まだまだエッグサイティングな研究テーマが詰まっています。みなさん、いっしょに研究しませんか。現在、たまご研究に興味をお持ちの修士課程・博士課程学生や企業からの研究生を募集中です。

外黄身 不思議 ゆで卵 作り方

黄身が外側、白身が内側。「黄身返し卵」という変わりゆで卵がある。江戸時代の料理集「万法料理秘密箱・卵百珍」にある料理の一つだが、最近、ストックキングの中に卵を入

ストックキングで回転

なぜ、こんな不思議なゆで卵ができるのか。「江戸時代の卵は有精卵。ふ化の仕組みを利用していた」と、京都女子大学食物栄養学科の八田一教授。有精卵を温めると、3、4日で黄身が白



◇用意するもの＝卵、ストックキング、懐中電灯。
◇作り方＝①ストックキングの足部分に卵を入れ、動かないよう両端を縛る。卵にセロハンテープを巻いておく。殻が割れても飛び散らない。
②ストックキングの端を持ち、100回ほど回転させてよい。③腕を伸ばすようにして、フンペンごまの要領

で引っ張る④⑤とは逆方向により、引っ張る⑥⑦⑧を3回ほど繰り返す⑨卵に懐中電灯をくっつけ、中身の状態を見る。暗いままなら黄身が広がった証拠(黄身は光を通さないため)⑦ゆで卵にする。熱湯だと殻が割れてしまうので、低温でゆつくりと、転がしながらゆでる。

「卵黄膜を壊せば、市販の無精卵でも作れる。卵を回転させると遠心力が生まれ、殻を割らずに黄身を破ることができると同教授は考えた。1999年に有精卵で、2004年に無精卵での作り方を開発した。上手に作るコツは、小まめに光を当てて確認すること。」「回転させ過ぎると、黄身と白身が完全に混ざり合ってしまう」とい



不思議な黄身返し卵 (京都女子大学提供)

日本農業新聞に新しい黄身返したまごの作り方紹介しました。透明ビニールテープを卵殻全体に貼付、補強してから回して下さい。