



タマゴとコレステロール

— 科学的根拠に基づいた知見 —

監
修

菅野 道廣 タマゴ科学研究会 理事長
九州大学・熊本県立大学 名誉教授

近藤 和雄 東洋大学 食環境科学部 教授
お茶の水女子大学 客員教授・名誉教授

磯 博康 大阪大学大学院 医学系研究科 公衆衛生学 教授

タマゴ科学研究会



CONTENTS

まえがき	p1
------	----

タマゴ科学研究会 理事長
九州大学・熊本県立大学 名誉教授 菅野 道廣

第1章 卵の栄養成分

1. 卵の栄養価	p3
2. 卵のコレステロール含量と体内での役割	p5
コラム① 日本人の卵摂取ヒストリー	p6

第2章 卵とコレステロール

1. コレステロール濃度と疾病の関係	p7
コラム② 卵黄の色は何で決まるのか? ~人生いろいろ卵黄も色々~	p8
2. 日本人のコレステロール摂取状況	p9
3. コレステロール濃度を上げる要因	p11
コラム③ 卵はマルチプレーヤー	p12
4. 卵摂取がコレステロール濃度に与える影響	p13
5. 卵摂取とコレステロール濃度の関係のメカニズム	p15



第3章 卵と疾病の関係

1. 卵摂取と動脈硬化性疾患の関係p17
2. 卵摂取と糖尿病の関係p19
3. 卵摂取とメタボリックシンドロームの関係p21
 コラム④ 卵の消費量 いま・むかしp22
4. 卵摂取とアレルギーの関係p23
 コラム⑤ 卵は物価の優等生！p24

第4章 卵の健康維持機能

1. 卵の健康維持機能p25

 コラム⑥ 卵のフードセーフティp27

あ と が き p28

東洋大学 食環境科学部 教授
お茶の水女子大学 客員教授・名誉教授 近藤 和雄
大阪大学大学院 医学系研究科 公衆衛生学 教授 磯 博康



「タマゴとコレステロール」発刊に当たって



タマゴ科学研究会 理事長
九州大学・熊本県立大学 名誉教授

菅野 道廣

卵ほどその健康効果の評価が分かれる食品は少ない。消費者に限らず専門家の間でさえ喧々諤々の状況にあるように思われる。これまで、多くの情報誌がこの問題に迫ってきたが、科学的知見の集積は目覚ましく、最新の情報を正しく伝えることが不可欠である。「タマゴとコレステロール」は現時点での科学的事実に基づき編集されたものである。分野が極めて多岐にわたるため、関連分野（基礎および応用食品栄養学、臨床学および疫学）の専門家の協力を得て、これまでにない内容の情報を提供するように編集されている。

鶏卵（以下「卵」）の健康機能を論ずるに当たっては、まずわが国の卵が如何に安全性に配慮し生産されているのかを理解しておくことが必要である。おそらく、仏教の五戒にある「不殺生戒」の戒律のため、卵が日本人の食卓に上がったのは比較的新しく、安土桃山時代と見做されているが、現在では世界的にも稀な「卵かけご飯」のような「生食」の習慣さえ普遍的となっている。諸外国でサルモネラ中毒が懸念される中で、わが国ではきわめて安全性が高い卵が生産・市販されているわけである。一方、産卵鶏には諸外国から輸入された遺伝子組み換え作物も与えられているが、この面からの卵の安全性もまた、既に確証済みである。

卵は良質なタンパク質源であり、ビタミン・ミネラルを豊富に含み栄養的にも最も優れた食品の一つである。さらに、安価な食品であり、最近では日本人の1人当たりの消費量は年間約330個にも及び（世界第3位）、われわれの食生活には欠かせない食品となっている。日本人における生卵1個の栄養成分充足率は、例えば50～69歳の男女（身体活動レベルⅡ）において、主要成分であ

るタンパク質で10～12 %、脂質で8～10 %を占めているが、微量栄養素に関しても鉄(12～14 %)、セレン(53～64 %)に加え、ビタミン D (16 %)、ビタミン B₂ (14～20 %)、B₁₂ (19 %)、ビオチン (25 %) など、卵が各種栄養素の充足率に寄与するところはきわめて大きい。この他、コリンの供給源としての重要性も周知のことであり、種々のカロテノイド色素をも多く含んでいる。飼料を選択することにより、脂肪酸組成、ビタミン・ミネラル・カロテノイド色素などの含量を比較的容易に変え、さらに各種の機能性成分を付与することも可能である。

その一方で、卵にはコレステロールが多く含まれることから、脂質異常症、冠動脈心疾患などのリスクを高めることが懸念され、敬遠されてきている一面がある。最近、コレステロールよりも飽和脂肪酸の摂取が血清コレステロール濃度の上昇に強く係わることが再認識され、「日本人の食事摂取基準(2015年版)」においては食事性コレステロールの1日の目標量(上限)が削除されている。2015年秋策定予定の「Dietary Guidelines for Americans 2015」でも、コレステロール含量が多い食品を避けるようにとする従来の警告が姿を消すことになる見通しなど、コレステロール摂取を取り巻く環境が見直されてきている。このような状況の中で、卵摂取に関する知見は着実に進展し、食事性コレステロールに対し過敏といわれる日本人においても、健常者では1日1～2個程度の卵の摂取は動脈硬化性疾患のリスクを高めることはないことを示す科学的エビデンスが蓄積してきている。卵は「わけもなく怖がらない、食べ過ぎない」と理解すべきである。

今回の「タマゴとコレステロール」の作成に当たっては、これまでの科学的事実を基に、偏見のない理解を求めている。卵の健康効果の素晴らしさを正しく理解され、広い視点から豊かな食生活を営む上で卵が果たす役割を理解して頂ければ、監修者の一人として望外の喜びである。

2015年6月12日

監修者を代表して 菅野 道廣

卵の栄養価

鶏卵（以下「卵」）にはひよこが孵化するのに必要な栄養素が全て備わっている。また、ヒトにとっても必要な栄養素が豊富に含まれている。

卵の成分は水分を除くとタンパク質が最も多く、全卵1個（Mサイズ）に約6.2g含まれている。この量は中高年者（50～69歳）が1日に必要とするタンパク質量の約10～12%にも相当する。次に多いのが脂質の約5.2gで、1日必要量の約8～10%を補うことができる。逆に炭水化物はほとんど含まれず、全卵1個分で約0.2gほどである（表1、図1）。この他、鉄や亜鉛、銅、セレンなどのミネラル類、各種ビタミン類、ルテインなどのカロテノイド色素などのよい補給源である。

タンパク質の栄養価は、一般的に必須アミノ酸がどれだけバランスよく含まれているかの指標となるアミノ酸スコアで評価されている。アミノ酸スコアは、FAO/WHO/UNU（1985）提示の評点パターン（基準値）を用いて算出され、卵では100になる。この値は理想的なアミノ酸構成であることを示している。一方、主食である穀類のタンパク質はリジンやスレオニンといった必須アミノ酸が少なく、主食とともに卵を食べることで、栄養バランスを整えることができる。またタンパク質の栄養価の評価には、そのタンパク質（窒素）を摂取した際、どれだけの割合が体のタンパク質（窒素）として保持されたかを示す指標として正味タンパク質利用率があるが、卵のタンパク質は、主要なタンパク質の中でも最も高い値（全卵で90～94%¹⁾）を示している。

次に卵の成分で2番目に多い脂質は、ほぼ全てが卵黄に含まれ、卵黄の約30%を占めている。卵黄の脂質はトリアシルグリセロールを主成分とする中性脂質（約65%）とリン脂質（約31%）が主な成分で、その他、コレステロールや色素、カロテノイドなどが含まれている²⁾。リン脂質やコレステロールは、細胞膜を形成するのに必須な成分である。

卵には、微量ミネラルや、ビタミンA、D、Eといった脂溶性ビタミン類、ビタミンB₂、

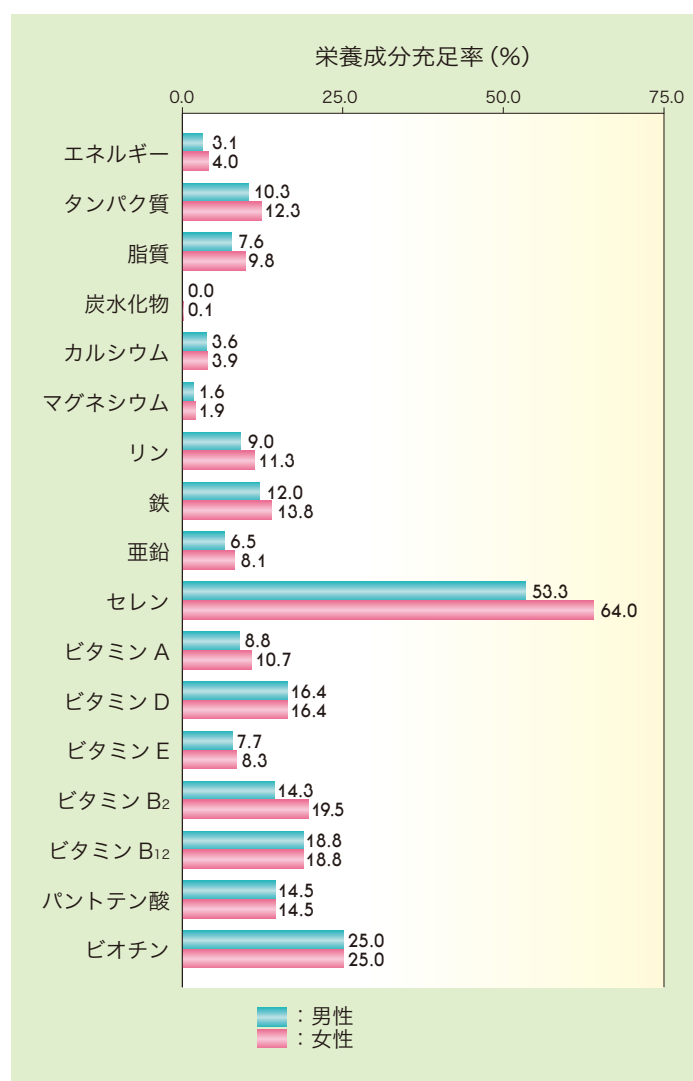
B₁₂ といった水溶性ビタミン類が豊富に含まれている。特にセレン (生体内で、酵素やタンパク質の一部を構成し、抗酸化反応において重要な役割を担っている) は全卵1個に16 μg と中高年者の1日必要量の約53～64 %を補うことができる。また日本人に不足しがちな亜鉛や、ビタミンA、B₂が多く含まれ、有用な補給源となる³⁾。

表1 全卵(生)1個(Mサイズ可食部50g)の栄養素

栄養素	単位	全卵(生)1個50g
エネルギー	kcal	76
タンパク質	g	6.2
脂 質	g	5.2
炭水化物	g	0.2
ナトリウム	mg	70
カリウム	mg	65
カルシウム	mg	26
マグネシウム	mg	6
リ ン	mg	90
鉄	mg	0.9
亜 鉛	mg	0.7
銅	mg	0.04
マンガン	mg	0.01
ヨウ素	μg	9
セレン	μg	16
クロム	μg	0
モリブデン	μg	3
ビタミンA	μgRAE	75
ビタミンD	μg	0.9
ビタミンE	mg	0.5
ビタミンK	μg	7
ビタミンB ₁	mg	0.03
ビタミンB ₂	mg	0.22
ナイアシン	mg	0.1
ビタミンB ₆	mg	0.04
ビタミンB ₁₂	μg	0.5
葉 酸	μg	22
パントテン酸	mg	0.73
ビオチン	μg	12.5
ビタミンC	mg	0
食物繊維	g	(0)

<文部科学省「日本食品標準成分表2010」より>

図1 全卵(生)1個可食部50gの栄養成分充足率〔50～69歳(身体活動レベルⅡ)〕



<文部科学省「日本食品標準成分表2010」、厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2015年版)」より算出>

《参考文献》

- 1) Lin C P *et al.*, Comparison of control diets containing various protein levels for determining net protein utilization by rats. J. Nutr., 1986, 116:216-222.
- 2) 渡邊乾二編著,「食卵の科学と機能—発展的利用とその課題—」, アイ・ケイ コーポレーション, 2008, p.54-55.
- 3) 厚生労働省健康局「平成25年 国民健康・栄養調査報告」

卵のコレステロール含量と体内での役割

卵は動物性食品の中でもコレステロールを多く含む食品のひとつである（表2）。卵のコレステロールは卵黄だけに存在するが、卵 100 g 中にはおよそ 420 mg 含まれている¹⁾。これを卵 1 個約 50 g で換算すると、約 210 mg のコレステロールが含まれていることになる。

卵に多くのコレステロールが含まれている理由は、卵は雛という生命が誕生するための起源体そのものであるためである。つまり卵黄に含まれているコレステロールは雛の身体となる細胞の形成に必須の成分であることを意味している。

一方、ヒトの体にとってもコレステロールは欠くことのできない重要な脂質の一種である。なかでも最も重要な役割は、ヒトの体を形作っている約 60 兆個の細胞の細胞膜を作っていることである。細胞はこの細胞膜を通じて生命に必要な物質や情報の出入りを行っているが、コレステロールはタンパク質やリン脂質とともにこの細胞膜の機能を維持する役目を担っている。

また、コレステロールはステロイドホルモンである副腎皮質ホルモンや性腺ホルモン、黄体ホルモンの材料となる。副腎皮質ホルモンは副腎で合成されるホルモンで、約 50 種類もあり、心身の活力向上や炎症抑制作用など、ヒトが生命を維持するのに必要な様々な働きを担っている。性腺ホルモンは、睾丸で作られる男性ホルモンであるテストステロンや卵巢で作られる女性ホルモンのエストロゲン、胎盤で作られる黄体ホルモンのプロゲステロンなど生殖に関与している。

他にも、脂質の消化吸収に重要な役割を果たす胆汁酸の原料であり、またカルシウムの吸収に必要な栄養素であるビタミン D の前駆体でもある。

以上の役割から、コレステロールが不足すると、貧血や感染症、脳卒中、生殖機能への悪影響などの弊害があらわれる。

このようにコレステロールは必須の栄養素であり、成人の体内には、脳や神経系、脂肪組織、筋肉、肝臓などを中心に、約 140～150 g ものコレステロールが蓄えられている^{2,3)}。

表2 食品中のコレステロール含量

食 品 名	含 量 (mg/100g)	1食当たり量
卵	420	210mg (1 個)
牛 肉 (和牛肉、ばら)	98	98mg (100g)
豚 肉 (大型種肉、ばら)	70	70mg (100g)
にわとり (手羽)	140	112mg (2 本)
にわとり (レバー、生)	370	74mg (20g)
プロセスチーズ	78	16mg (20g)
くるまぐろ (生)	50	40mg (80g)
するめいか (生)	270	216mg (80g)
くるまえば (生)	170	102mg (3 尾)
ししゃも (生)	230	138mg (3 尾)
イ ク ラ	480	48mg (10g)

<文部科学省「日本食品標準成分表 2010」より>

コラム ①

日本人の卵摂取ヒストリー

日本で確認されている最古の鶏の骨は約2000年前のもので、弥生時代に中国から朝鮮半島を経て入ってきたと考えられている。古墳時代から平安時代までは、鶏は時を告げる動物、あるいは神にささげる動物として、食用以外の用途で飼育されていた^{1,3)}。

室町時代から食べられていたという説もあるが、鶏の卵が明らかに食用として利用されているという記述が出てくるのは安土桃山時代からで、中国医術の薬食同源の思想とともに卵の価値も説かれるようになった。また同時代には南蛮料理が伝えられ、てんぷらやカステラなど、卵を使った料理が日本にも登場した。江戸時代になると、「本朝食鑑（人見必大、1697年）」という本に“卵は万病に効く”といった内容の記述があり、病気治療のための滋養物として珍重されるようになった^{1,3)}。

商業的に採卵が始まったのは明治時代になってからで、1925年（大正14年）には卵黄を使用したマヨネーズの発売が開始され、大正時代の大都市の家庭では、オムレツなどの洋食が食卓に並ぶようになった。第2次世界大戦後は、現在の商業採卵の主力ともなっている産卵量が多い白色レグホーン種が日本にも導入され、卵の生産量と消費量は急速に増加し日常食品として安定的に供給されるようになった^{1,2)}。

《参考文献》

- 1) 細野明義ら編、「畜産食品の辞典」, 朝倉書店, 2002, p.282-285.
- 2) 佐藤泰ら著,「卵の調理と健康の科学」, 弘学出版, 1989, p.164-168.
- 3) 田名部尚子, 鶏卵一食生活における利用の歴史と食品機能の観点から一, 日本食生活学会誌, 2003, 14:84-89.

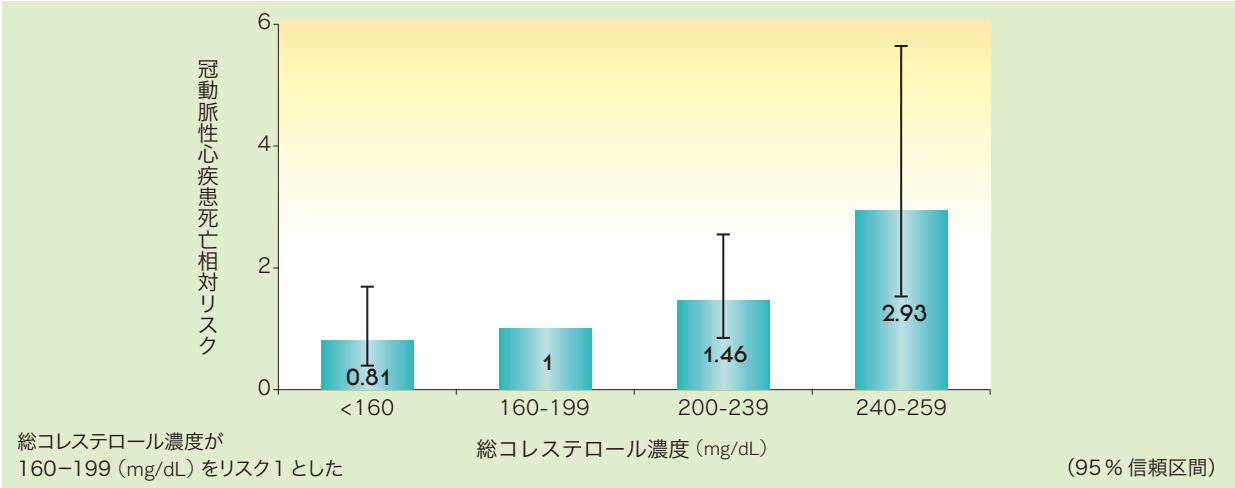
《参考文献》

- 1) 文部科学省「日本食品標準成分表 2010」
- 2) 渡邊乾二編著,「食卵の科学と機能—発展的利用とその課題—」, アイ・ケイ コーポレーション, 2008, p.137.
- 3) 市川厚監修,「マッキー生化学—分子から解き明かす生命 (第4版)」, 化学同人, 2010, p.415-421.

コレステロール濃度と疾病の関係

血清 (血漿) コレステロール濃度 (以下、コレステロール濃度) が高いと冠動脈性心疾患リスクが上昇することが報告されている。30歳以上の日本人男女 9,216 人を対象に調査した結果では、総コレステロール濃度が増加するにつれて冠動脈性心疾患による死亡リスクが上昇することがわかった。総コレステロール濃度が 160～199 mg/dL と比較して、240 mg/dL 以上では相対リスクが 2.93 となった (図2)。一方、総コレステロール濃度と脳卒中による死亡リスクに相関は認められなかった。さらに脳卒中についてサブグループ解析した結果では、脳梗塞と総コレステロール濃度に相関はなかった¹⁾。上記と同じ対象者を追跡した別の研究でも、脳卒中による死亡率は男女ともに総コレステロール濃度と相関はなかった²⁾。

図2 総コレステロール濃度と冠動脈性心疾患による死亡リスクとの関係



<Okamura T *et al.*, J. Intern. Med., 2003, 253:169-180. より>

表3 日本動脈硬化学会 脂質異常症スクリーニングのための診断基準 (空腹時採血)

LDLコレステロール	140 mg/dL 以上	高 LDLコレステロール血症
	120-139 mg/dL	境界域高 LDLコレステロール血症
HDLコレステロール	40 mg/dL 未満	低 HDLコレステロール血症
トリグリセライド	150 mg/dL 以上	高トリグリセライド血症

<日本動脈硬化学会「動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2012 年版」より>

アジア太平洋地域で行われた29のコホート研究をまとめた対象者数約35万人のメタアナリシスの結果では、総コレステロール濃度が38.7 mg/dL (1 mmol/L) 上昇すると、冠動脈性心疾患による死亡リスクが約35%上昇すると報告されている。一方、総コレステロール濃度と致死性脳卒中との間に相関はなかった。詳細に比較すると、総コレステロール濃度と致死性の虚血性脳卒中では正の相関があり、致死性の出血性脳卒中では負の相関があるという結果であった³⁾。

日本動脈硬化学会が提示しているガイドラインでは、各種コレステロール濃度などから脂質異常症診断基準が規定されている(表3)⁴⁾。このように基準値が設定されているが、年齢、性別、喫煙習慣の有無などの危険因子によってはコレステロール値の目標値が異なるため、専門の医師とよく相談する必要がある。

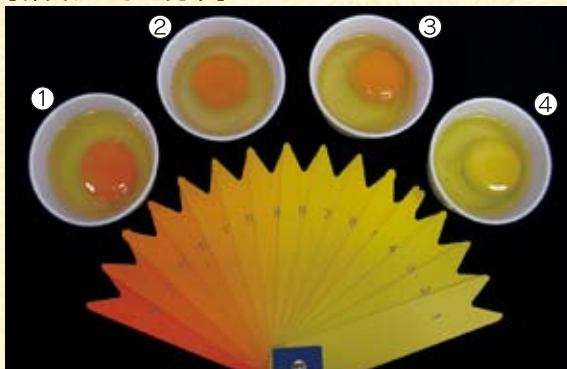
コラム ②

卵黄の色は何で決まるのか? ~人生いろいろ卵黄も色々~

卵黄の色というとまず黄色を連想するが、黄色にも濃淡がある。こうした色の違いで栄養成分にも差があるのだろうか。

実は卵黄の色は、鶏が食べる飼料に含まれる色素の種類に影響される。卵黄の黄色はカロテノイド色素によるものだが、動物はこの色素を体内で生合成できず、飼料のトウモロコシなどの色素が元になっている。具体的にはカロテノイド色素のうち、主にキサントフィル類のルテインやゼアキサンチンなどによるものである。

【卵黄および色見本】



日本では黄色が濃いものが好まれるため、飼料にマリーゴールドやパプリカなどを混ぜることもある。また赤いパプリカなどを混ぜると卵黄は赤味を帯び、米を主体の餌にすると白くなる。

卵黄の色はいろいろだが色素以外の栄養素に違いはない。

- ① 黄色い卵：色素を多く飼料に与えた卵
 - ②、③ 普通の卵：一般的に売られている卵
 - ④ 白い卵：飼料にほとんど色素を与えなかった卵
- <キュービー(株)研究開発本部提供>

《参考文献》

- 1) 渡邊乾二編著、「食卵の科学と機能—発展的利用とその課題—」、アイ・ケイ コーポレーション、2008、p.55-57.
- 2) 細野明義ら編、「畜産食品の辞典」、朝倉書店、2002、p.296.

《参考文献》

- 1) Okamura T *et al.*, What cause of mortality can we predict by cholesterol screening in the Japanese general population?. J. Intern. Med., 2003, 253:169-180.
- 2) Okamura T *et al.*, The relationship between serum total cholesterol and all-cause or cause-specific mortality in a 17.3-year study of a Japanese cohort. Atherosclerosis, 2007, 190:216-223.
- 3) Zhang X *et al.*, Cholesterol, coronary heart disease, and stroke in the Asia Pacific region. Int. J. Epidemiol., 2003, 32:563-572.
- 4) 日本動脈硬化学会「動脈硬化性疾患予防ガイドライン2012年版」, 2012, p.13-18.

日本人のコレステロール摂取状況

日本人が1人1日あたりに摂取しているコレステロールの量は、「平成25年 国民健康・栄養調査報告」によると、20歳以上の平均値で男性は338 mg、女性は282 mgとなっている¹⁾。具体的にどのような食品から摂取しているかという点、約50%が卵類、約25%が魚介類、約12%が獣鳥鯨肉類からであり、卵からのコレステロール摂取がほぼ半分を占めている²⁾。

では、日本人にとって適正なコレステロールの摂取量はどのくらいなのだろうか。「日本人の食事摂取基準(2010年版)」では、コレステロール摂取の目標量※¹は、男性が750 mg未満/日、女性は600 mg未満/日と設定されていた³⁾。2010年版までの基準で考えれば、日本人の場合、1日に2個程度の卵(コレステロールの量は約420 mg)を摂取してもコレステロールの目標量を上回る心配はないといえる。しかし、同摂取基準の2015年版では、この目標量は示されなかった。これは、コレステロールの摂取目標量を算出するための十分な科学的根拠が得られなかったためだとされている⁴⁾。

一方、「動脈硬化性疾患予防ガイドライン2012年版」では、脂質異常症の患者が動脈硬化性疾患を予防するための食事として、コレステロールの摂取量を200 mg未満/日に抑えることを推奨している⁵⁾。ただし、健常者に対しては「日本人の食事摂取基準(2015年版)」の見解に賛同している※²。

なお、アメリカ農務省と保健福祉省が発表している「Dietary Guidelines for Americans 2010」ではコレステロール摂取基準は健常者で300 mg以下/日とされていたが、コレステロール摂取とコレステロール濃度との関係をはっきりと示したエビデンスがないため、「Dietary Guidelines for Americans 2015」ではこの基準は撤廃される見通しである^{6,7)}。

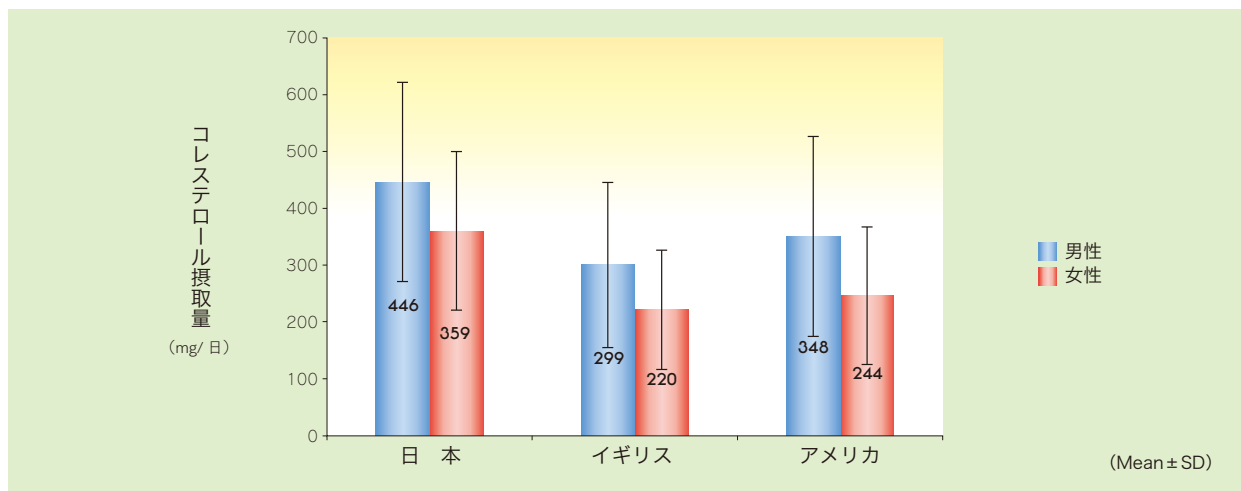
日本人、イギリス人、アメリカ人で40～59歳の中高年者のコレステロール摂取量を比較した研究では、日本人のコレステロール摂取量は男女ともにイギリス人、アメ

※1 目標量…生活習慣病の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

※2 日本動脈硬化学会、コレステロール摂取量に関する声明、2015年5月1日

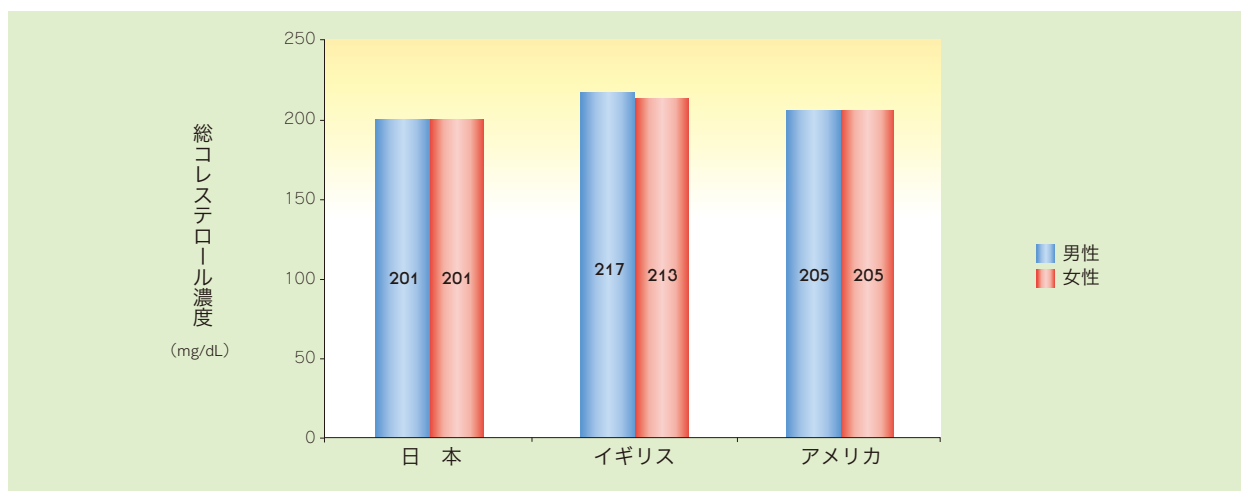
リカ人よりも高くなっていた(図3)⁸⁾。その一方、WHOの調査では日本人の総コレステロール濃度はイギリス人、アメリカ人とほぼ変わらないという結果が報告されている(図4)。このようにコレステロール摂取量が高いと総コレステロール濃度が高くなるわけではない。食品からのコレステロール摂取量と総コレステロール濃度には相関が認められていないのが実情である。

図3 日米英のコレステロール摂取量比較(40～59歳)(1997～1999年の調査)



<Zhou B F *et al.*, J. Hum. Hypertens., 2003, 17:623-630. より>

図4 日米英の総コレステロール濃度比較(25歳以上)



<WHO. Mean blood cholesterol, Male and Female 2000. より算出>

<参考文献>

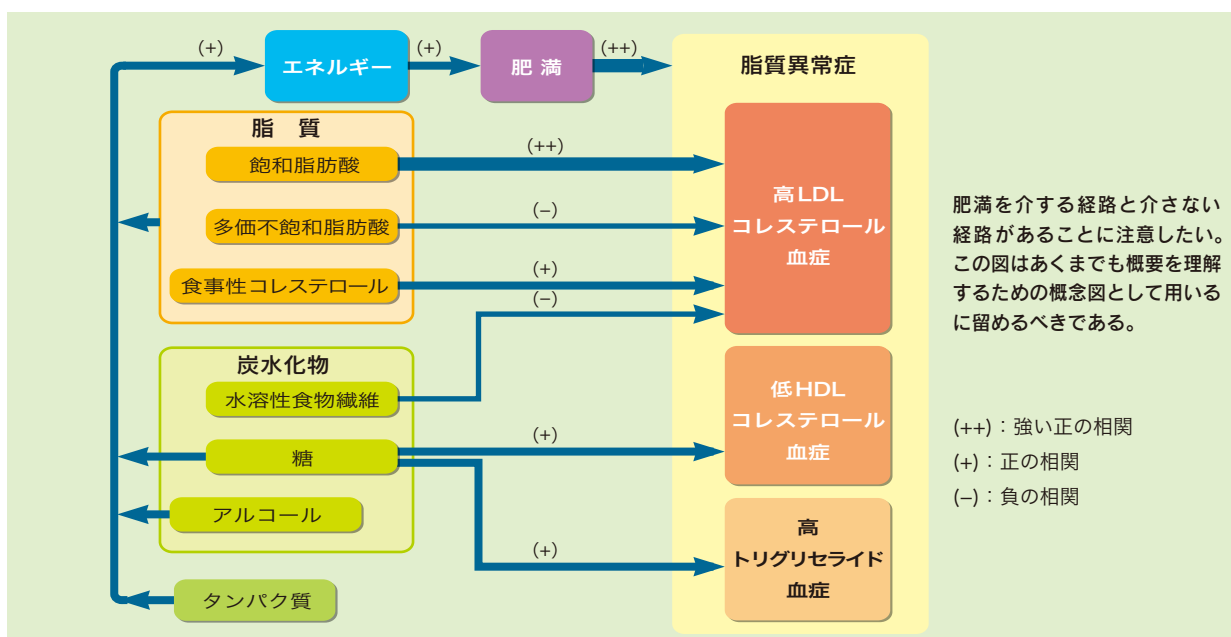
- 1) 厚生労働省健康局「平成 25 年 国民健康・栄養調査報告」
- 2) 村松芳多子ほか、日本人のコレステロールおよび脂肪酸推定摂取量．千葉県立衛生短期大学紀要，2004，23:1-25.
- 3) 厚生労働省健康局「日本人の食事摂取基準(2010年版)」
- 4) 厚生労働省健康局「日本人の食事摂取基準(2015年版)策定検討会 報告書」
- 5) 日本動脈硬化学会「動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2012年版」，2012，p.59.
- 6) U.S. Departments of Agriculture and Health and Human Service. “Dietary Guidelines for Americans 2010”.
- 7) The 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee. “Scientific Report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee”，<<http://www.health.gov/dietaryguidelines/2015-scientific-report/>> 2015年5月22日アクセス.
- 8) Zhou B F *et al.*, Nutrient intakes of middle-aged men and women in China, Japan, United Kingdom, and United States in the late 1990s: the INTERMAP study. J. Hum. Hypertens., 2003, 17:623-630.

コレステロール濃度を上げる要因

飽和脂肪酸摂取量とコレステロール濃度との間には密接な関係があることがわかっている。1960年代の Keys らの研究により、飽和脂肪酸摂取量と総コレステロール濃度は正の相関を示すことがわかり、その関係は「Keysの式」としてよく知られている¹⁾。

欧米を中心とする60の介入試験をまとめたメタアナリシスでは、食事中のエネルギーの1%を炭水化物から脂質に置き換えた場合のコレステロール濃度の変化が報告されている。その結果、一価不飽和脂肪酸と多価不飽和脂肪酸では総コレステロール濃度、LDLコレステロール濃度がともに減少したが、飽和脂肪酸に置き換えるとどちらの値も有意に増加した。また、同研究において、総コレステロール濃度およびLDLコレステロール濃度への影響を飽和脂肪酸の炭素数別に検討したところ、ラウリン酸（炭素数12）、ミリスチン酸（炭素数14）、パルミチン酸（炭素数16）では有意に上昇したが、ステアリン酸（炭素数18）では有意な変化は観察されなかった²⁾。このように、飽和脂肪酸の種類によってコレステロール濃度への影響が異なることがわかっている。ちなみに卵1

図5 栄養素摂取と脂質異常症との関連



＜厚生労働省「日本人の食事摂取基準（2015年版）策定検討会報告書」、脂質異常症 図1 より＞

個当たりのラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸の含有量は合計約 0.5 gであり³⁾、この程度の含有量ではほとんどコレステロール濃度に影響しない。

「日本人の食事摂取基準(2015年版)」の中でも、飽和脂肪酸を減少させると、冠動脈疾患罹患率、動脈硬化度、LDL コレステロール濃度を減少させるという研究結果が多く報告されていると記述されている。さらに、高 LDL コレステロール血症と特に関連のある栄養素として飽和脂肪酸を挙げている(図5)⁴⁾。

また、トランス脂肪酸とコレステロール濃度の関係を調べた研究では、LDLコレステロール濃度を上昇させるだけでなく、HDLコレステロール濃度を低下させるという報告があり、トランス脂肪酸がコレステロール濃度に悪影響を与えることがわかっている⁵⁾。

以上のように、コレステロール濃度が高いからと言って単純にコレステロール摂取量を減らせばいいというものではない。また、脂質には様々な種類の脂肪酸が含まれ、それぞれ大切な役割があるため、脂肪酸の種類を考えて、脂質全体をバランスよく摂ることが大切である。

コラム ③

卵はマルチプレーヤー

卵は食用以外にも医薬品や化粧品、化成品など、様々な用途に幅広く使われている。卵白からは、医薬品で風邪薬などに利用されている溶菌酵素のリゾチームが抽出されている。リゾチームは、チーズなどの製造過程で風味を損なう原因となる菌や有害菌の発生を抑えるためにも使用されている¹⁾。

卵黄に含まれるレシチンは医薬品、化粧品、食品などの乳化剤として、卵殻のカルシウムは食品や医薬品のカルシウム強化用剤、肥料やチョーク、スタッドレスタイヤなどにも使われている。

また、卵殻膜は、古くから創傷治癒効果があるとされ、江戸時代の相撲力士たちの間では傷口に卵殻膜を貼る治療法が経験的に用いられてきた²⁾。現在では加水分解して化粧品の原料として使われたり、細かく粉砕して繊維の原料などに利用されている。

他にもワクチン製造用のウイルス培養にも有精卵が使われている。

《参考文献》

- 1) 渡邊乾二編著,「食卵の科学と機能 —発展的利用とその課題—」,アイ・ケイ コーポレーション, 2008, p.162-163.
- 2) 同上, p.180-181.

《参考文献》

- 1) Keys A *et al.*, Serum cholesterol response to changes in dietary lipids. Am. J. Clin. Nutr., 1966, 19:175-181.
- 2) Mensink R P *et al.*, Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. Am. J. Clin. Nutr., 2003, 77:1146-1155.
- 3) 文部科学省「日本食品標準成分表 2010」
- 4) 厚生労働省健康局「日本人の食事摂取基準(2015年版)策定検討会 報告書」
- 5) 内閣府食品安全委員会「食品に含まれるトランス脂肪酸に係る食品健康影響評価情報に関する調査 調査報告書」, 2010, p.63-83.

卵摂取がコレステロール濃度に与える影響

卵を摂取した際にコレステロール濃度がどう変化するかについて検討したところ、健康な人では変化は見られないとする研究結果が多数報告されている。

30歳以上の日本人男性4,077人、女性5,186人を14年間追跡調査した報告がある¹⁾。被験者を卵の摂取量によって5グループに分けて解析したところ、男性ではグループ間で総コレステロール濃度に有意な差はなかった。一方、女性ではグループ間に有意な差があった。ほとんど摂取しないグループから1日1個摂取するグループの総コレステロール濃度の平均値は188～192 mg/dLの間で、差はほとんど認められなかったが、1日2個以上摂取するグループではそれ以下のグループと比較すると、総コレステロール濃度の平均値が約10 mg/dL高く202 mg/dLであった(図6)。この結果からは、日本人の平均卵摂取量の1日1個程度なら特に問題はないと考えられる。

アメリカで、肥満者を含む大学の新入学生73人を対象に、朝食に毎日全卵2個相当を食べる群と朝食に卵を食べない群で、14週間後にコレステロール濃度の変化を比較した研究では、コレステロール濃度の平均値に両群で有意な差は見られなかった²⁾。

さらに、脂質異常症を含む日本人110人に4週間、通常の食事にコレステロール750 mg(卵3.5個に相当)を含む乾燥卵黄を加えて摂取させたところ、HDLコレステロール濃度が有意に上昇したが、総コレステロール濃度、LDLコレステロール濃度に有意な変化は見られなかった³⁾。

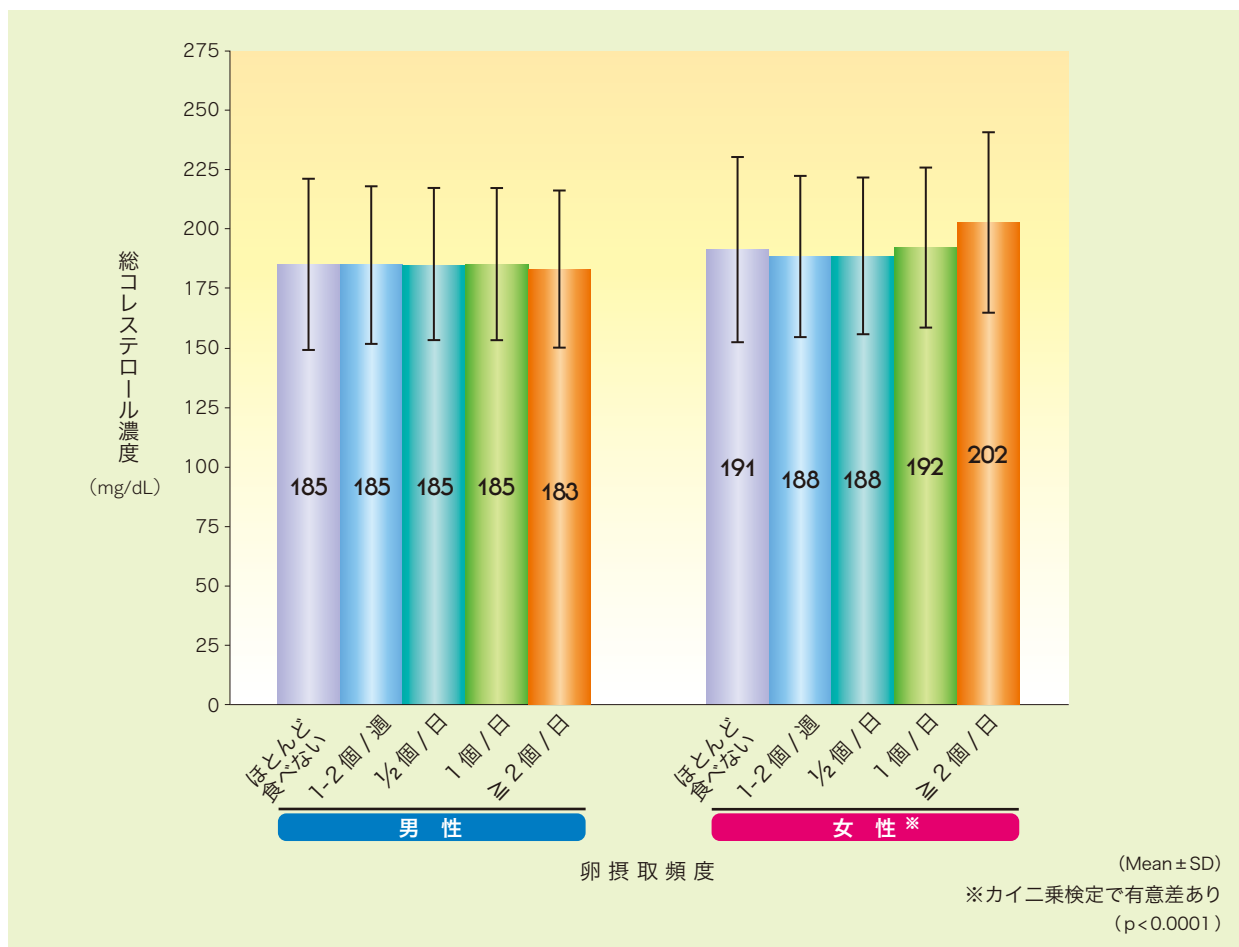
また、アメリカの20～50歳の男女91人を対象に1日3個の卵を30日間摂取させたところ、LDLコレステロール濃度が上昇する人と変化がない人がいた⁴⁾。このように、コレステロールに反応しやすいタイプの人(レスポnder)と反応し難いタイプの人(ノンレスポnder)が存在することがわかっている。

なお家族性高コレステロール血症の患者は、LDL受容体の異常により、血液中のLDLコレステロール濃度が健常人より高くなりやすく、更にホモ接合体タイプの患者は、ヘテロ接合体タイプの患者に比べてLDLコレステロールの値は2倍以上高くな

る⁵⁾。そのため健康な人に比べて冠動脈性心疾患による死亡率が数倍高くなる。

以上のように遺伝体質的にコレステロール摂取による影響を受けやすい人やレスポ
ンダーの人は卵を食べる際には注意が必要だが、健常者が1日1個程度の卵を摂取す
ることは問題ない。

図6 卵摂取頻度と総コレステロール濃度との関連



< Nakamura Y *et al.*, Am. J. Clin. Nutr., 2004, 80:58-63. より >

《 参考文献 》

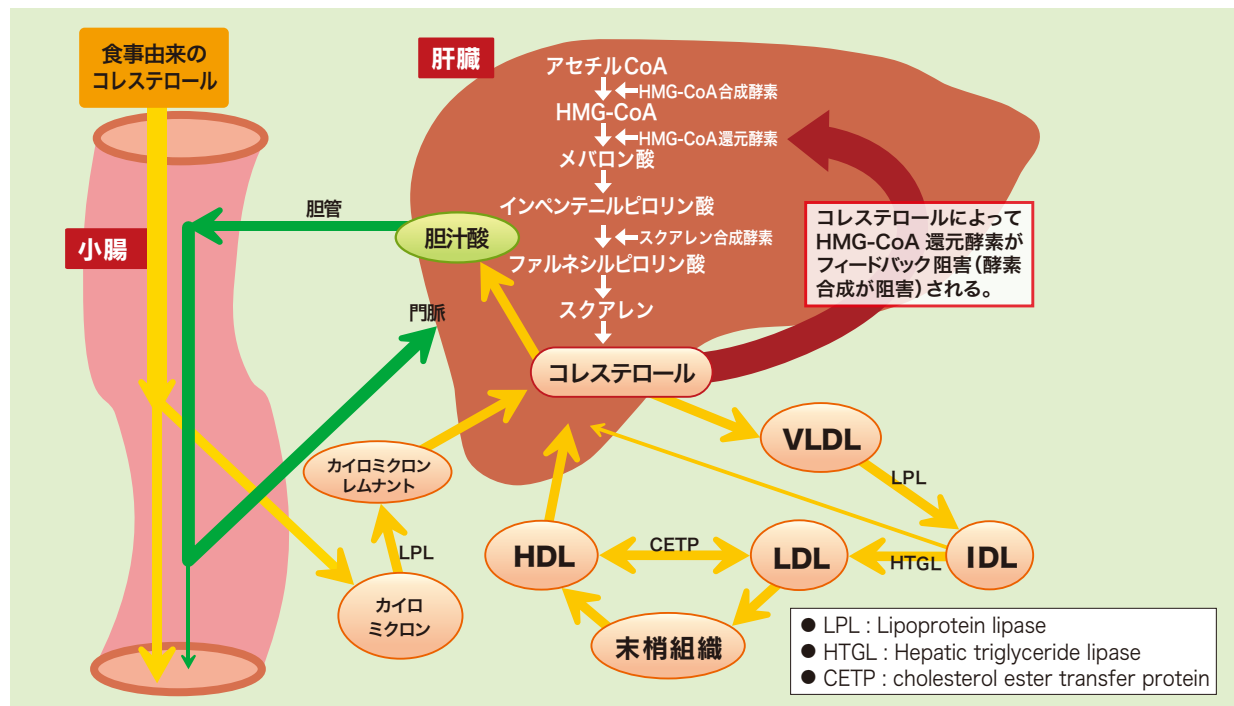
- 1) Nakamura Y *et al.*, Egg consumption, serum cholesterol, and cause-specific and all-cause mortality: the national integrated project for prospective observation of non-communicable disease and its trends in the aged, 1980 (NIPPON DATA80). Am. J. Clin. Nutr., 2004, 80:58-63.
- 2) Rueda J M *et al.*, Impact of breakfasts (with or without eggs) on body weight regulation and blood lipids in university students over a 14-week semester. Nutrients, 2013, 5:5097-5113.
- 3) Homma Y *et al.*, Apolipoprotein-E phenotype and basal activity of low-density lipoprotein receptor are independent of changes in plasma lipoprotein subfractions after cholesterol ingestion in Japanese subjects. Nutrition, 2001, 17:310-314.
- 4) Herron K L *et al.*, High intake of cholesterol results in less atherogenic low-density lipoprotein particles in men and women independent of response classification. Metabolism, 2004, 53:823-830.
- 5) Mabuchi H *et al.*, Development of coronary heart disease in familial hypercholesterolemia. Circulation, 1989, 79:225-232.

卵摂取とコレステロール濃度の 関係のメカニズム

ヒトは必要なコレステロールの約80%を体内で合成し、食物由来のコレステロールは約20%にすぎない。体内での合成量は12~13 mg/kg 体重/日で、体重50 kgの人で1日に600~650 mgの量のコレステロールが主に肝臓や小腸などで作られている。その合成の過程は大きく分けて、①アセチルCoAからHMG-CoA (3-ヒドロキシ-3-メチルグルタリル CoA) の形成、②HMG-CoAからスクアレンへの変換、③スクアレンからコレステロールへの変換という3段階によって行われている(図7)¹⁾。

一方、食事から摂取されるコレステロールの平均値は、日本人では20歳以上で男性は338 mg/日、女性は282 mg/日であり²⁾、その量の40~60%が体内に吸収される³⁾。ヒトをはじめ動物は、食事から摂取されたコレステロール量が過剰になると、体内でのコレステロール合成量が抑制されるというフィードバック機構が備わっている。この機構による調節はコレステロール合成の律速酵素であるHMG-CoA還元酵素が

図7 コレステロールの体内での生合成経路ならびに体内動態



＜市川厚監修、「マッキー生化学－分子から解き明かす生命(第4版)」, 化学同人, 2010. より＞

最終生産物であるコレステロールによってフィードバック阻害される反応で¹⁾、健康な人であれば、食事によって摂取した卵などのコレステロールの量によって、総コレステロール濃度は一時的には上昇するが、その後すぐに元に戻る⁴⁾。

卵白タンパク質には、コレステロール濃度を低下させる作用があるという研究結果が報告されている。総コレステロール濃度が210～220 mg/dLの台湾の女子大学生を対象に、卵白摂取群、豆腐摂取群、プロセスチーズ摂取群の3群に分けて比較した研究がある。エネルギー、タンパク質、脂質の摂取量を各群で揃えて、コレステロール摂取量もほぼ同量となるように調整したところ、27～33日間の摂取後の脂質測定で卵白摂取群は、HDLコレステロール濃度が豆腐摂取群とチーズ摂取群に比べて有意に上昇し、LDLコレステロール濃度と総コレステロール濃度はチーズ摂取群に比べて有意に低下しているという結果になった⁵⁾。

また、高コレステロール食を与えたラットを使った実験で卵白タンパク質のコレステロール低下作用のメカニズムを検討したところ、卵白タンパク質によるコレステロールの胆汁酸ミセル形成阻害がコレステロールの吸収低下につながることを支持する研究結果が報告されている。そして、卵白タンパク質に含まれるシステインがコレステロール濃度を下げる可能性も示唆されている⁶⁾。

ラットに卵黄リン脂質を添加した高コレステロール食を投与したところ、総コレステロール濃度は低下し、HDLコレステロール濃度は上昇した。コレステロールの腸管からの吸収が阻害されたためと考えられる⁷⁾。

このように、コレステロール濃度が高い場合、卵白や卵黄にはコレステロール濃度を低下させる作用があることが報告されている。

以上のような研究や知見から、卵の摂取がコレステロール濃度の上昇と直結するわけではないことが理解できる。

《参考文献》

- 1) 奥恒行ら編,「健康・栄養科学シリーズ 基礎栄養学」,改訂第2版,南江堂,2004,p.123-144.
- 2) 厚生労働省健康局「平成25年国民健康・栄養調査報告」
- 3) Ros E., Intestinal absorption of triglyceride and cholesterol. Dietary and pharmacological inhibition to reduce cardiovascular risk. *Atherosclerosis*, 2000, 151:357-379.
- 4) McNamara D J *et al.*, Heterogeneity of cholesterol homeostasis in man. Response to changes in dietary fat quality and cholesterol quantity. *J. Clin. Invest.*, 1987, 79:1729-1739.
- 5) Asato L *et al.*, Effect of egg white on serum cholesterol concentration in young women. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 1996, 42:87-96.
- 6) Matsuoka R *et al.*, Mechanism for the cholesterol-lowering action of egg white protein in rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 2008, 72:1506-1512.
- 7) 小畠義樹ほか, 高コレステロール食ラットの血清, 肝臓脂質濃度に及ぼす卵黄リン脂質と水素添加卵黄リン脂質の効果. *日本栄養・食糧学会誌*, 1989, 42:369-375.

卵摂取と動脈硬化性疾患の関係

従来、卵を食べるとコレステロール濃度が上がり、動脈硬化性疾患のリスクが高まると信じられてきた。こうした誤解を生むきっかけとなったのが、1913年にロシアのアニスコフ (Anitschkow NN) らが発表したウサギを使った実験であった¹⁾。この実験では、ウサギにコレステロールを摂取させたところアテローム性動脈硬化を発症したことから、「コレステロールが動脈硬化の原因」という学説が定着した。しかし、この実験には大きな問題点があった。草食動物であるウサギの餌となる植物にはコレステロールは含まれていない。そのため、ウサギは体内で餌由来のコレステロールに対する調節機能を持っていない。一方、肉食動物では食物から摂るコレステロール量に応じて主として肝臓で合成するコレステロール量を増減し、体内のコレステロール濃度を一定に保つ仕組みがあることがわかっている^{1,2)}。ヒトの場合も同様な調節機能を有し、最近の研究では卵の摂取量と動脈硬化性疾患のリスクとの間には関連はないとする報告が多数出されている。

2006年に報告された Nakamura らの研究では、日本人 90,735 人を対象として卵の摂取量と冠動脈疾患発症リスクとの関連を調べている。毎日卵を摂取する群は1週間に1~2日しか摂取しない群と比較しても、冠動脈疾患発症リスクには差がなかった(図8)³⁾。

Rong らが動脈硬化性疾患や脳卒中に罹るリスクに卵の摂取量が関連するかどうかを調べた2013年のメタアナリシスでは、日本とアメリカでまとめられた冠動脈疾患に関するフォローアップ〔登録者数 263,938 人 (3,081,269 人年*)〕、および脳卒中に関するフォローアップ〔登録者数 210,404 人 (4,148,095 人年)〕において、冠動脈疾患症例 5,847 件と脳卒中症例 7,579 件が認められた。そして、卵1日1個分の摂取増加に伴う冠動脈疾患のリスク比は 0.99、脳卒中のリスク比は 0.91 で、両疾患とも卵の摂取と発症リスクには関連がないことが報告されている⁴⁾。

また Shin らが2013年に発表したメタアナリシスでも、心血管疾患症例 9,839 件

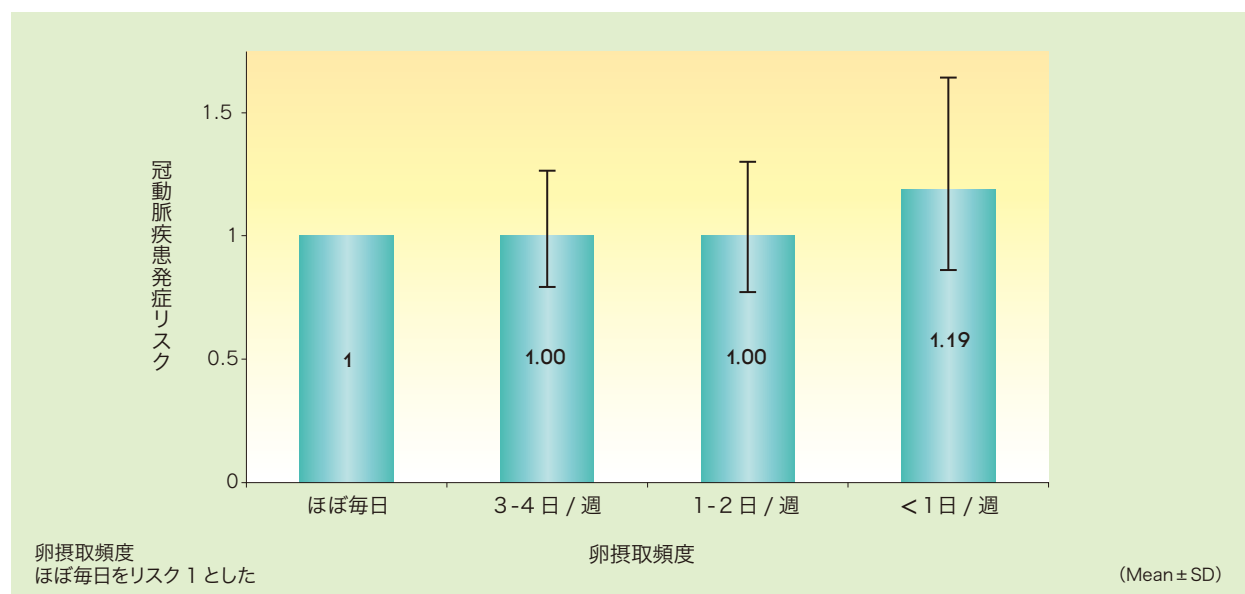
※人年… (人数 × 年数) という意味で、疾患のリスク (発症率、死亡率) を計算する際の分母となる

(登録者数 348,420 人)、冠動脈疾患症例 5,401 件 (登録者数 239,729 人)、脳卒中症例 4,189 件 (登録者数 241,900 人) に基づき、卵の摂取量と発症リスクとの関連を調べている。その結果、卵を 1 日 1 個以上摂取している群で、卵を 1 週間に 1 個未満しか摂取しない群と比較しても心血管疾患、冠動脈心疾患、脳卒中に罹るリスクに差はなかった⁵⁾。

一方、脂質異常症の患者の中にはコレステロールの摂取によって病気が悪化する病態もいる。「動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2012 年版」では、特に高 LDL コレステロール血症の患者では、コレステロールの摂取量を 1 日に 200 mg に制限すべきだとの記載がある⁶⁾。高 LDL コレステロール血症の患者の場合は、主治医とよく相談の上、各人の病態にそって卵の摂取量を決めることが大切である。

以上の研究結果をまとめると、健康な人では 1 日に 1 個程度の卵を食べても動脈硬化性疾患のリスクが上がる心配はないと判断される。

図 8 卵摂取頻度と冠動脈疾患発症リスクとの関連



< Nakamura Y *et al.*, Br. J. Nutr., 2006, 96:921-928. より >

《 参考文献 》

- 1) Anitschkow NN *et al.*, Ueber experimentelle Cholesterinsteatose und ihre Bedeutung fur die Entstehung einiger pathologischer Prozesse. Zentbl. Allg. Pathol. Anat., 1913, 24:1-9.
- 2) 渡邊乾二編著, 「食卵の科学と機能—発展的利用とその課題—」, アイ・ケイ コーポレーション, 2008, p.137-159.
- 3) Nakamura Y *et al.*, Egg consumption, serum total cholesterol concentrations and coronary heart disease incidence: Japan Public Health Center-based prospective study. Br. J. Nutr., 2006, 96:921-928.
- 4) Rong Y *et al.*, Egg consumption and risk of coronary heart disease and stroke: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. BMJ, 2013, 346:e8539.
- 5) Shin J Y *et al.*, Egg consumption in relation to risk of cardiovascular disease and diabetes: a systematic review and meta-analysis. Am. J. Clin. Nutr., 2013, 98:146-159.
- 6) 日本動脈硬化学会 「動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2012 年版」, 2012, p.59.

卵摂取と糖尿病の関係

卵の摂取と2型糖尿病発症リスクとの関連について、最近、いくつかの研究結果が報告されている。

日本人のための食事摂取の在り方を提示する「日本人の食事摂取基準(2015年版)」では、卵の摂取量と糖尿病の有病率との間に関連は認められないと記述されている^{1,2)}。また、国立がん研究センターが中心となって行っている生活習慣病予防のための多目的コホート研究(JPHC研究)の成果として、卵摂取と糖尿病発症との関連は見られないとする論文が2014年に発表されている³⁾。この研究では、11保健所管内に住む男女約63,000人(40~69歳)を対象に約5年の追跡調査が行われた。卵の摂取量によって4つのグループに分類し、5年間の糖尿病発症との関連を調べたところ、男女ともに卵の摂取量が多い群でも最も少ない群に比べて糖尿病の発症リスクに差はなかった。また、女性ではむしろ発症リスクが低い傾向がみられた(図9)。

海外での研究においても、スペイン人約16,000人(平均年齢38.5歳)を対象とし、6.6年追跡したコホート研究で、卵の摂取頻度(1週当たり<1個、1個、2~4個および>4個)によって糖尿病発症リスクに差は認められなかった⁴⁾。

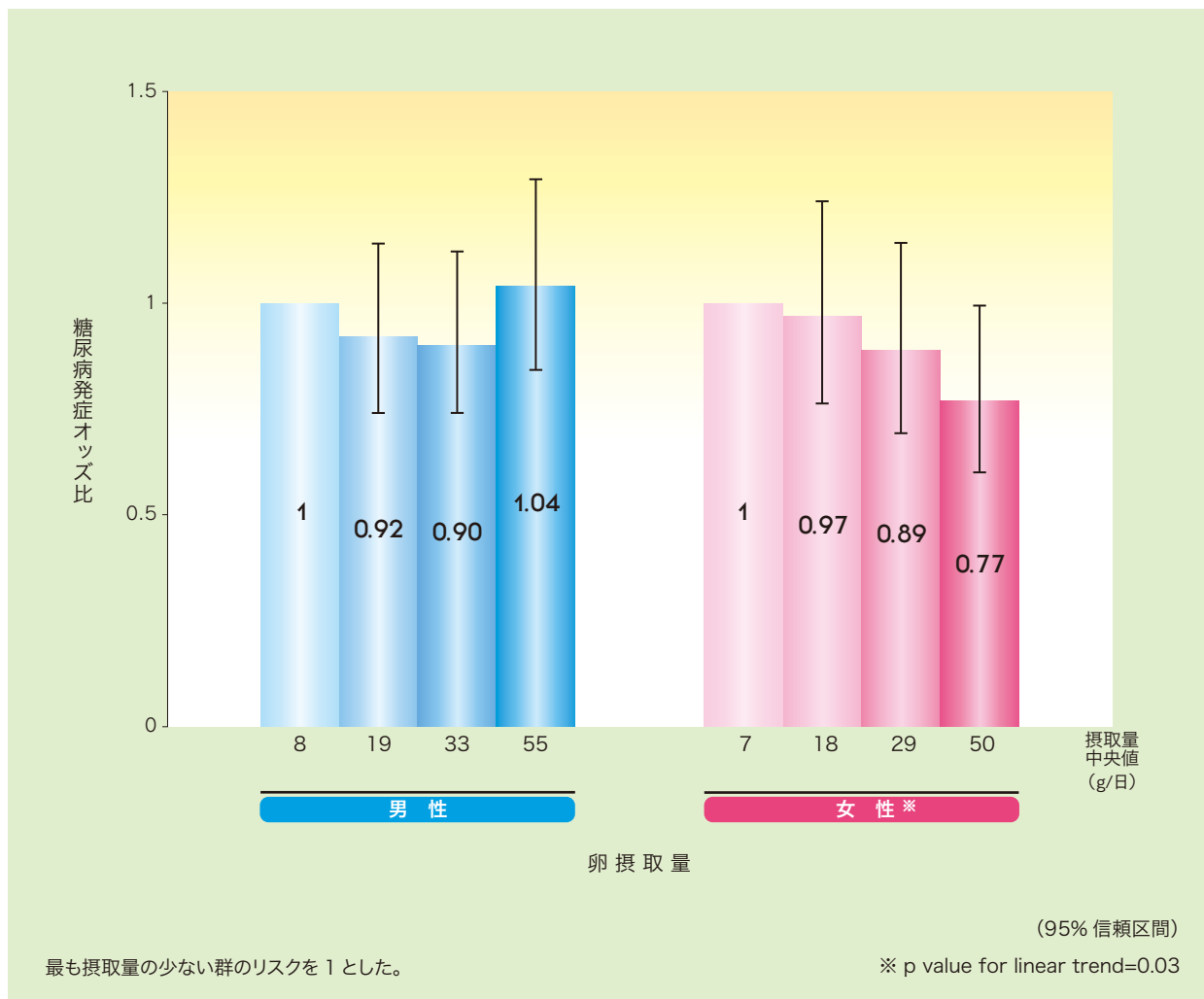
最近、東フィンランドで中高年の男性2,332人(42~60歳)を対象に、卵の摂取量と糖尿病の発症リスクの関係を平均19.3年追跡調査した研究成果が発表された。卵の摂取量によって4つのグループに分類したところ、最も卵の摂取量が少ないグループ(1日14g未満:1日当たり1/4個に相当)に比べて、卵の摂取量上位2つのグループ(1日27~45g及び45g超:それぞれ1日当たり3/4個、1個に相当)は糖尿病の発症リスクが約40%も低かった⁵⁾。

次に、既に糖尿病を発症している患者が卵を摂取すると動脈硬化性疾患が起こり易くなるのではないかという点についても、「日本人の食事摂取基準(2015年版)」では、糖尿病患者においても、卵の摂取量と冠動脈疾患リスクとの関連は認められていないと記されている¹⁾。

さらに、アメリカの成人糖尿病患者を対象としたコホート研究では、卵を1週間で7個以上食べる群は1週間に1個未満の群と比較しても、冠動脈疾患や脳卒中の死亡リスクに差がなかったことが報告されている⁶⁾。

以上のような研究結果から、卵摂取と糖尿病の発症リスクとの関連や糖尿病患者における卵摂取と動脈硬化性疾患発症リスクとの関連はいずれも認められていない。

図9 卵の摂取と糖尿病発症リスクとの関連



<Kurotani K *et al.*, Br. J. Nutr., 2014, 112:1636-1643. より>

《 参考文献 》

- 1) 厚生労働省健康局「日本人の食事摂取基準（2015年版）策定検討会 報告書」
- 2) Nakamura Y *et al.*, Egg consumption, serum total cholesterol concentrations and coronary heart disease incidence: Japan Public Health Center-based prospective study. Br. J. Nutr., 2006, 96:921-928.
- 3) Kurotani K *et al.*, Cholesterol and egg intakes and the risk of type 2 diabetes: the Japan Public Health Center-based Prospective Study. Br. J. Nutr., 2014, 112:1636-1643.
- 4) Zazpe I *et al.*, Egg consumption and risk of type 2 diabetes in a Mediterranean cohort; the sun project. Nutr. Hosp., 2013, 28:105-111.
- 5) Virtanen JK *et al.*, Egg consumption and risk of incident type 2 diabetes in men: the Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. Am. J. Clin. Nutr., April 1, 2015. doi: 10.3945/ajcn.114.104109
- 6) Scrafford C G *et al.*, Egg consumption and CHD and stroke mortality: a prospective study of US adults. Health Nutr., 2011, 14:261-270.

卵摂取とメタボリックシンドロームの関係

肥満者の中には卵のコレステロール含量の高さを心配する人もいるが、BMI が 25 以上のアメリカ人肥満女性 (25~60 歳) を対象にした研究では、卵を朝食に取り入れることで満腹感が持続し、昼食での摂取エネルギー量が低下したという結果になった。さらに長期間卵を摂取することで、体重の減少も期待できる。これは一般にタンパク質は満腹感を増大させることによって食物摂取を抑制する効果があるためである¹⁾。

また、第2章で示したようにアメリカで肥満者を含む大学の新入学生 73 人を対象に、朝、毎日全卵 2 個相当を食べる群と卵を食べない群で、14 週間後に体重などの変化を比較した研究では、体重及び血中中性脂肪、コレステロール濃度の値に両群で有意な差は見られなかった²⁾。

さらにメタボリックシンドロームのアメリカ人男女 40 人を対象に、12 週間にわたって、毎日卵を 3 個摂取するとともに適度な糖質制限を行ったところ、HOMA-IR※の値が改善され、小粒子 LDL 数が減少したことから、インスリン抵抗性とアテローム性の脂質異常症が改善されたと報告されている³⁾。また同じく糖質制限を行いながら、BMI が 25~37 の肥満アメリカ人男性 31 人 (40~70 歳) を、1 日卵 3 個を摂取する群と、コレステロールを含まない代替品を摂取する群に分けて、12 週間後に比較検討した研究では、卵 3 個の摂取群で HDL コレステロール濃度が上昇したが、代替品の摂取群では変化は見られなかった。また、卵摂取群ではコレステロールの摂取量は増えたものの、両群の LDL コレステロール / HDL コレステロール比には有意差が認められなかった。さらに、卵摂取群では試験前後で体重が 6.7 kg と有意に減少した⁴⁾。

以上のような研究結果からは、卵を多く食べても肥満になるわけではなく、メタボリックシンドロームの人が卵を食べることで肥満が助長される、あるいは病態が悪化することは現在のところ確認されていない。「日本人の食事摂取基準 (2015 年版)」では、エネルギーの摂取量からエネルギーの消費量を差し引いたエネルギー収支のバランスが重要だと指摘している⁵⁾。消費量を上回るようなエネルギーの過剰摂取が肥満を引き起こすが、

※HOMA-IR…早朝空腹時の血中インスリン値と空腹時血糖値から算出され、インスリン抵抗性の簡便な指標として臨床上よく使用される

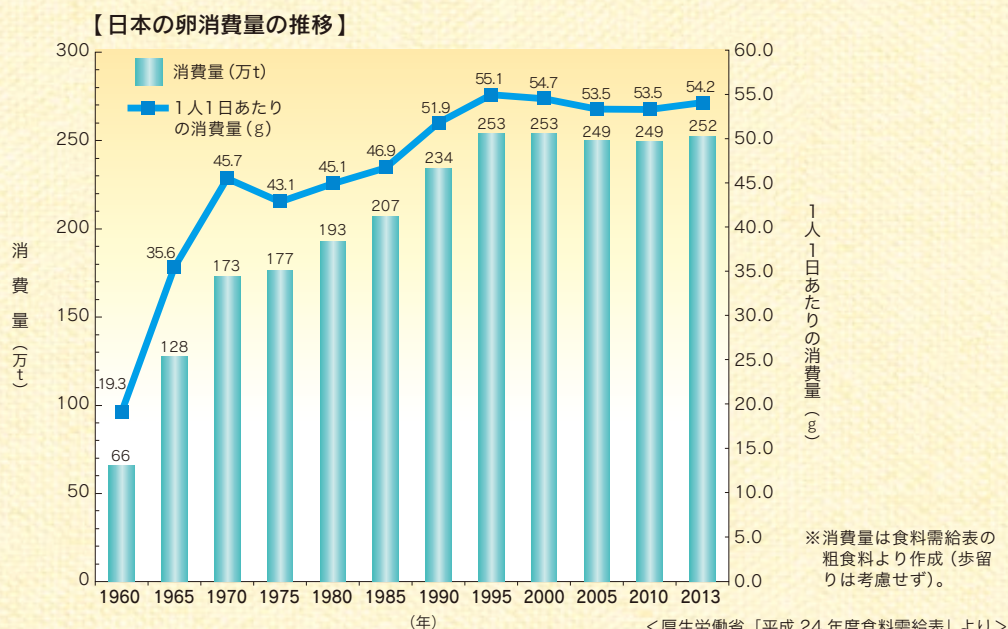
卵の場合、1個当たりのエネルギーは76 kcalでエネルギー量として決して高くない食品である⁶⁾。

コラム ④

卵の消費量 いま・むかし

食生活の多様化に伴い、日本における卵の消費量は増加し続け、1960年には約66万t(国民1人当たり7kg)しかなかった消費量も、1983年には約200万t(国民1人当たり17kg)に達している。その後はほぼ横ばいで推移し、2013年の消費量は約252万t(国民1人当たり20kg)となった。これは、国民1人が毎日卵1個を消費していることになる¹⁾。

こうした卵の消費量は世界でもトップクラスで、1人あたりの消費量で比較すると、メキシコ、マレーシアに次いで日本は第3位の卵消費国となっている²⁾。



【世界各国の1人あたりの卵消費量ランキング】

		個/年・人	個/日・人
1位	メキシコ	347	0.951
2位	マレーシア	331	0.907
3位	日本	329	0.901
4位	中国	300	0.822
5位	アメリカ	251	0.688

<International Egg Commission, "Annual Review 2014" より>

《参考文献》

- 1) 農林水産省大臣官房食料安全保障課「平成24年度食料需給表」
- 2) International Egg Commission, "Annual Review 2014", p.18-28.

《参考文献》

- 1) Vander Wal J S *et al.*, Short-term effect of eggs on satiety in overweight and obese subjects. J. Am. Coll. Nutr., 2005, 24:510-515.
- 2) Rueda J M *et al.*, Impact of breakfasts (with or without eggs) on body weight regulation and blood lipids in university students over a 14-week semester. Nutrients., 2013, 5:5097-5113.
- 3) Blesso C N *et al.*, Whole egg consumption improves lipoprotein profiles and insulin sensitivity to a greater extent than yolk-free egg substitute in individuals with metabolic syndrome. Metabolism, 2013, 62:400-410.
- 4) Mutungi G *et al.*, Dietary cholesterol from eggs increases plasma HDL cholesterol in overweight men consuming a carbohydrate-restricted diet. J. Nutr., 2008, 138:272-276.
- 5) 厚生労働省健康局「日本人の食事摂取基準(2015年版)策定検討会 報告書」
- 6) 文部科学省「日本食品標準成分表 2010」

卵摂取とアレルギーの関係

卵は日本人の食生活には欠かせない食品素材であるが、特に乳幼児において牛乳と並んで頻度の高い食物アレルギーの原因食品であり、全年齢でみてもアレルギー原因食品の約 39 %を占めている¹⁾。

卵は、0歳時にはアレルギー原因食品の約 56 %を占めているが、4～6歳頃には 14 %まで低下し、その後成長とともにさらに減少していく¹⁾。したがって、卵アレルギーは年齢とともに治癒する可能性が高い食物アレルギーともいえる。

アレルギー症状として卵アレルギーに特有のものはないが、アトピー性皮膚炎などの皮膚症状が多い。また、アナフィラキシーショックを引き起こす頻度はそばや小麦ほど高くないものの、食物アレルギー全体に占める卵アレルギーの割合が高いため、アナフィラキシーショックを引き起こす原因食品の 29 %を占めている²⁾。

卵を構成する成分のなかで、卵アレルギーの主な原因となっているのは卵白である。卵白は数十種類のタンパク質で構成されている³⁾。卵白のなかでも主要なアレルゲンとされているのは卵白タンパク質の約 54 %を占めるオボアルブミン、約 11 %を占めるオボムコイドおよび 3.5 %を占めるリゾチームなどである。卵黄にもホスビチンやアポタンパク質などのアレルゲンが報告されているが³⁾、卵白と比較するとアレルゲン性は低いと考えられている。

卵アレルギーの特徴として、その主な原因である卵白タンパク質は、加熱処理により変性し、大きくアレルゲン性が低下することが挙げられる。卵白タンパク質の約半分を占めるオボアルブミンは加熱によりアレルゲン性が低下するため、生卵を食べてアレルギー症状を発症する患者でも、加熱変性した卵加工食品を食べることができるケースも見受けられる。しかし、厚みのある食品では、表面は十分に加熱されていても内部の加熱が十分でないことがあるので注意が必要である。

また、卵殻カルシウムに関しては、高温処理された焼成カルシウムと高温処理されていない未焼成カルシウムとがある。焼成カルシウムには卵のタンパク質が残留していないため、食品衛生法でアレルギー表示としての卵の表示は不要とされている⁴⁾。

一方、未焼成カルシウムについても、卵のアレルゲンの混入がほとんど認められずアレルゲン性が低いという報告がある⁵⁾。

卵アレルギーは離乳前の乳児に多いことから、感作は母親の母乳を介して行われると考えられ、卵アレルギーの予防には授乳期の母親の食生活も重要になる。母乳中には食事由来のアレルゲンがわずかに含まれていることが確認されているが、母乳中の抗体と結合してワクチンのように働き、乳児の食物アレルギーを予防する可能性を示す報告がある⁶⁾。このため、妊娠中や授乳期には卵を避けるということではなく、卵を含む色々な素材をバランス良く食べることが重要である。

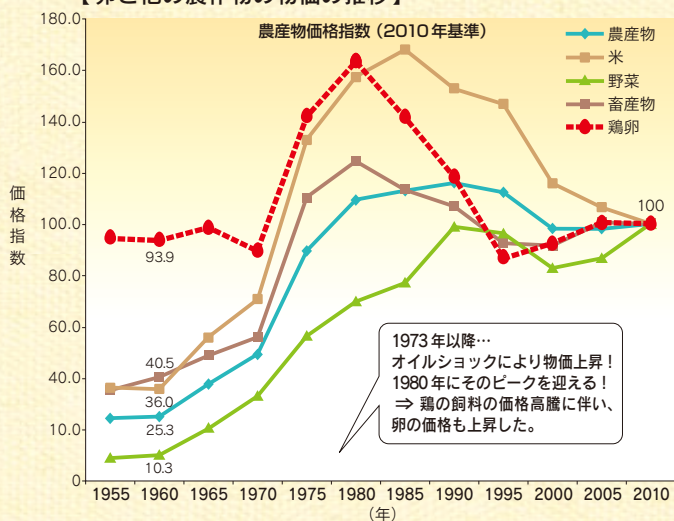
コラム ⑤

卵は物価の優等生！

戦後から現在まで、消費者収入の上昇とともに、農産物の価格も上昇傾向にあるが、卵の価格だけは、約50年前と比べほとんど変わっていないことから、卵はよく「物価の優等生」と呼ばれている。例えば、この50年間で一般家庭の実収入額は約13倍¹⁾となり、お米の価格は約3倍、野菜の価格は約10倍に上がっているのに対し、卵は約1.1倍とほとんど上昇していない²⁾。

卵の価格が変わらない理由として、主に次の3つが考えられる。
① 鶏の品種改良が進み、1羽の鶏が産める卵の量が50年前と比較し、約1.6倍増加した³⁾、② 鶏の餌となるトウモロコシも品種改良が進み、作地面積あたりの収穫量が増加したことから価格が安くなった^{4,5)}、③ 養鶏方式の簡略化やオートメーション化で、狭い土地で大量の鶏を飼育できることで人件費を節約できるようになった^{4,5)}、ことである。

【卵と他の農産物の物価の推移】



※農産物価格指数：農家が販売する個々の農産物の価格を2010年を100として指数化したもの。

＜農林水産省「農産物価統計調査（平成22年基準）農産物類別年次別価格指数」より＞

《参考文献》

- 1) 総務省統計局「家計調査年報 一世帯あたり一か月間の実収入及び実支出（勤労者世帯）—全国（昭和30年～平成22年）」
- 2) 農林水産省「農産物価統計調査（平成22年基準）農産物類別年次別価格指数」
- 3) 農林水産省生産局畜産部畜産振興課「平成26年度家畜改良増殖目標畜種別研究会の鶏研究会資料 鶏の改良増殖をめぐる情勢」
- 4) タマリエ検定委員会編著、「タマゴのソムリエハンドブック—タマリエ検定公式テキスト—」，社団法人日本卵業協会，2012，p.84.
- 5) 杉山道雄著，「世界の卵経済—西暦2000年の展望と課題—」，富民協会，1993，p.206-213.

《参考文献》

- 1) 厚生労働省「厚生労働科学研究班による食物アレルギーの診断の手引き 2011」
- 2) 中村丁次ら編，「食物アレルギー A to Z」，第一出版，2010，p.41.
- 3) 渡邊乾二編著，「食卵の科学と機能—発展的利用とその課題—」，アイ・ケイ コーポレーション，2008，p.142-146.
- 4) 消費者庁「アレルギー物質を含む食品に関する表示指導要領」，2013
- 5) 海老澤元宏ほか，卵殻未焼成カルシウムのアレルゲン性について，アレルギー，2005，54:471-477.
- 6) 成田宏史，経口摂取したタンパク質の腸管吸収の機構と生物学的合目的性—母乳中の食品タンパク質・IgA 免疫複合体の意義，化学と生物，2007，45:230-232.

卵の健康維持機能

卵には、健康維持に直接あるいは間接的に役立つ機能を持っている成分が数多く含まれている。

卵黄の脂質のうち約31%はリン脂質である。このリン脂質は自然界の動植物のすべての細胞中に存在し、細胞膜の基本構成成分である。卵黄リン脂質の8割を占めるホスファチジルコリンには、神経伝達に関与するアセチルコリンの前駆体であるコリンが含まれている。コリンは脳の発育に必要な栄養素であり、海外ではヒトにとって必要な栄養素としてコリンの摂取目安量が決められており¹⁾、卵黄は重要な供給源である。そのため、ビタミンB₁₂との併用によって脳内の神経機能が改善されたという報告や²⁾、アルツハイマー型認知症に対する改善効果の報告がある³⁾。その他、卵黄リン脂質には乳化作用があり、静脈注射用脂肪乳剤などの乳化剤として使われているが、卵黄リン脂質配合の流動食では、卵黄リン脂質により高度に乳化されることで、胃酸により低pHになった際も乳化破壊が起きにくく、脂肪の易消化性が維持され下痢の発症が抑えられたという報告がある⁴⁾。

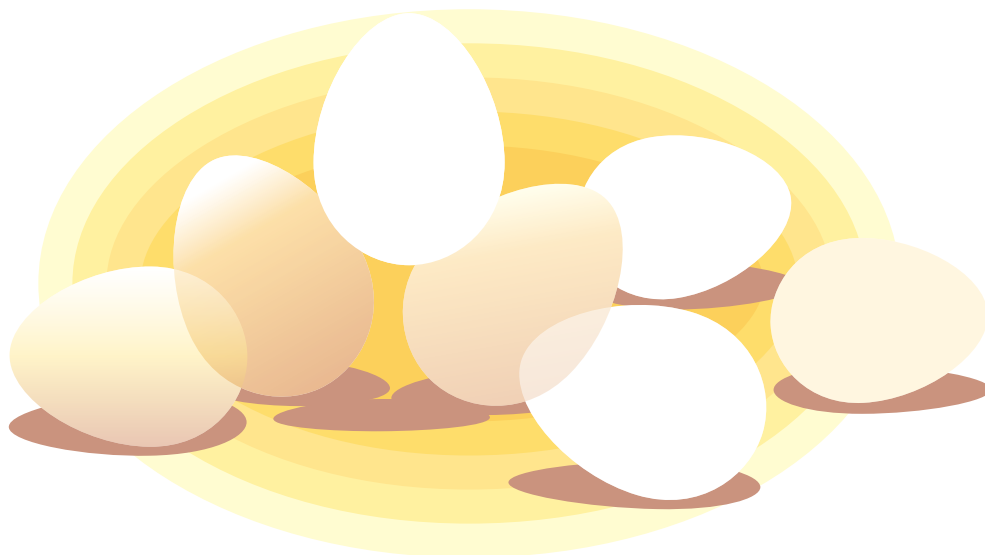
卵黄のカロテノイド色素のひとつであるルテインとゼアキサンチンは、ヒトの眼の黄斑と網膜に蓄積し、視力の維持に重要な役割を担っていることが分かっている。例えば、ルテインとゼアキサンチンを摂取していると加齢性黄斑変性症に罹るリスクが低くなるというデータが得られている⁵⁾。また、サプリメントとしてルテイン単体やルテインエステルといった形で摂取する場合や、ほうれん草などの野菜から摂取する場合に比べて、ルテインを卵で摂取する形が最も吸収効率が高いという試験結果も報告されている⁶⁾。

卵白のタンパク質成分には、前述のようにコレステロール低下作用のあることが確認されているが、その他に、卵白タンパク質を摂取後、軽度の運動負荷により血漿分岐鎖アミノ酸(BCAA)が効率的に利用され、筋肉量の増量や、筋力の増大の効果が報告されている^{7,8)}。

卵殻のカルシウム成分は吸収率が高く、炭酸カルシウムに比べて腰椎および脛骨近位

部骨密度が有意に高くなり、また脛骨骨幹部骨密度、骨強度、灰化重量／乾燥重量が高値傾向を示したとの動物試験による報告があり⁹⁾、食品のカルシウム強化やサプリメントなどに用いられている。

以上のように、卵の成分には、第1章に記載した栄養成分はもちろんのこと、さらにコレステロールに加え、健康維持に欠かせない成分が数多く含まれている。卵は消化吸収もよく、卵黄、卵白、卵殻膜、卵殻といった全ての部位が健康維持に活用でき、健康づくりのためにも卵を積極的に摂るようにしたいものである。



《 参考文献 》

- 1) Institute of Medicine. “Dietary Reference Intakes (1998)”.
- 2) Masuda Y *et al.*, Egg phosphatidylcholine with vitamin B₁₂ improved following lesioning of nucleus basalis in rat. *Life Sci.*, 1998, 62:813.
- 3) 真田順子ら, アルツハイマー型痴呆に対する卵黄ホスファチジルコリンとビタミンB₁₂ 併用の臨床的有用性について—第1報—. *老年医学*, 1997, 35:363-368.
- 4) 明石哲郎ら, *Clostridium difficile* associated diarrhea 治療後の遷延性下痢に対する卵黄レシチン配合経腸栄養剤の効果. *日本病態栄養学会誌*, 2013, 16:331-337.
- 5) Bian Q *et al.*, Lutein and zeaxanthin supplementation reduce photooxidative damage and modulates the expression of cell. *Free Radic. Biol. Med.*, 2012, 53:1298-1307.
- 6) Chung HY *et al.*, Lutein bioavailability is higher from lutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men. *J. Nutr.*, 2004, 134:1887-1893.
- 7) Kato Y *et al.*, Effect of light resistance exercise after ingestion of a high-protein snack on plasma branched-chain amino acid concentrations in young adult females. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 2009, 55:106-111.
- 8) Kato Y *et al.*, Chronic effect of light resistance exercise after ingestion of a high-protein snack on increase of skeletal muscle mass and strength in young adults. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 2011, 57:233-238.
- 9) Omi N *et al.*, Effect of egg-shell Ca on preventing of bone loss after ovariectomy. *J. Home Econ. Jpn.*, 1998, 49:277-282.

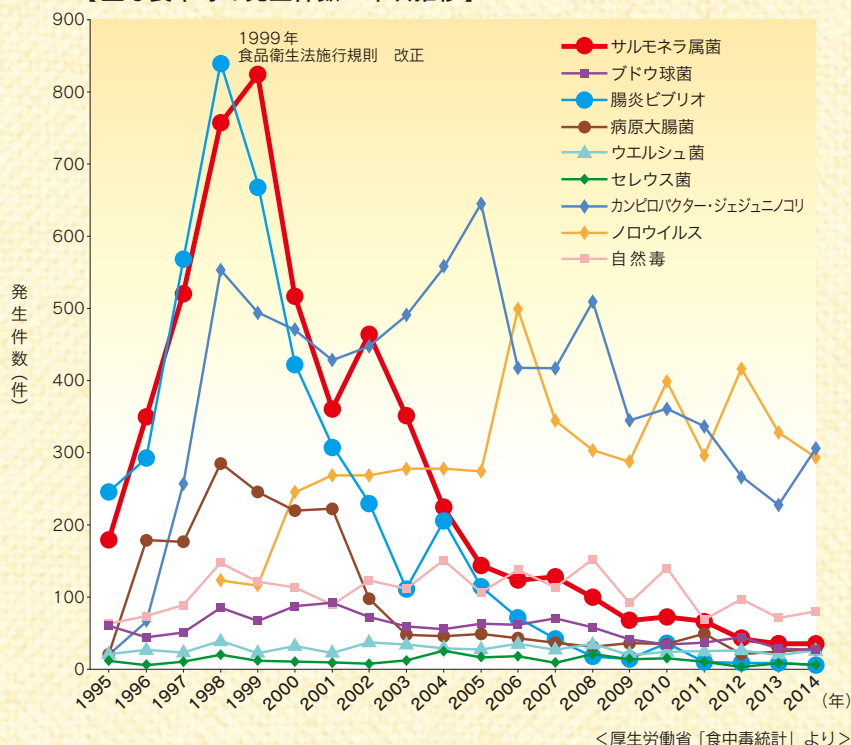
コラム ⑥

卵のフードセーフティ

卵を原因とする健康障害としては、食物アレルギー以外にもサルモネラ汚染が広く知られており、その主な原因菌は *Salmonella Enteritidis* (SE) である。サルモネラ食中毒は1990年代には病原微生物による食中毒原因の第1位であったが、1999年に食品衛生法施行規則の改正により液卵の規格基準が設定されたことにより激減した。鶏はサルモネラを保菌していても成鶏では無症状であるため、完全にSEを排除することが困難である。最近の調査では鶏舎の消毒や媒介動物駆除など衛生管理の徹底や定期モニタリングの実施、洗卵と次亜塩素酸ナトリウムによる卵の表面の殺菌などによりサルモネラ汚染はほとんど認められない¹⁾。

鶏の主要なエサである、トウモロコシや大豆は多くが遺伝子組み換え品(GMO)である。最近の研究では遺伝子組み換え物質(タンパク質やDNA)は全て鶏の体内の消化プロセスで完全に分解されるため、卵の中からは検出されないことが確認されている²⁾。

【主な食中毒の発生件数 年次推移】



<厚生労働省「食中毒統計」より>

【日本および諸外国における鶏卵のサルモネラ汚染率】

国名	汚染率(%)	調査年	検体数
日本	0.00	2004	3,000
アメリカ	0.005	—	—
アイルランド	0.00	2007	16
ルーマニア	0.00	2006	204
チリ	0.00	2000	1,081
イギリス	0.38	2008	1,588
オーストリア	0.44	2007	225
ドイツ	0.45	2007	5,521
イタリア	0.63	2007	160
スペイン	0.79	2007	1,653
スロバキア	2.00	2006	100
インド	6.10	1997-1998	492
タイ	14.00	2003	50
中国	0.00	2003-2005	58
	4.00	—	25
韓国	0.00	1993-2001	40

※備考：汚染率の求め方

日本：全国6地域10養鶏場で採取した鶏卵のSE汚染率。
アメリカ：養鶏場で1年間に産出されるSE汚染卵の推計値。
タイ、中国、韓国：記載なし。
その他の国：市販鶏卵のSE汚染率。

<鈴木穂高ほか、「日本、および諸外国における鶏卵・液卵のSalmonella汚染状況(文献調査)」, 国立医薬品食品衛生研究所報告, 2009, 127:74-83.、食品安全委員会「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏卵中のサルモネラ・エンテリティディス～(改訂版)」より>

《参考文献》

- 1) 田村豊, 食卵によるサルモネラ食中毒の現状と対策. 日本食品科学工学会誌, 2013, 60:375-379.
- 2) Rossi F. et al., Effect of Bt corn on broiler growth performance and fate of feed-derived DNA in the digestive tract, Poultry Sci., 2005, 84:1022-1030.



東洋大学 食環境科学部 教授
お茶の水女子大学 客員教授・名誉教授

近藤 和雄

卵にコレステロールが含まれていることは、一般の人の中でも知らない人がいないくらい誰でも知っている話である。確かに卵1個に210 mg前後のコレステロールが含まれている。問題は、摂取したコレステロールが、血液中のコレステロール濃度に関連すると考え、コレステロール摂取量に制限を加えることである。私達の身体に含まれているコレステロールの8割は肝臓で合成されていて、食事から摂取するコレステロールは2割程度である。また、私達の摂取しているコレステロール量は、1日350 mg程度である。このように考えれば、卵1日1個程度の摂取は、身体内の合成能とのバランスで、問題ないと理解できるはずである。卵にはコレステロールだけでなく、タンパク質、抗酸化物など他の栄養素が豊富に含まれていて、昔から人類を飢餓から救っていた貴重な食べ物である。

この小冊子が、卵摂取の理解を深めることに役立てば幸甚である。

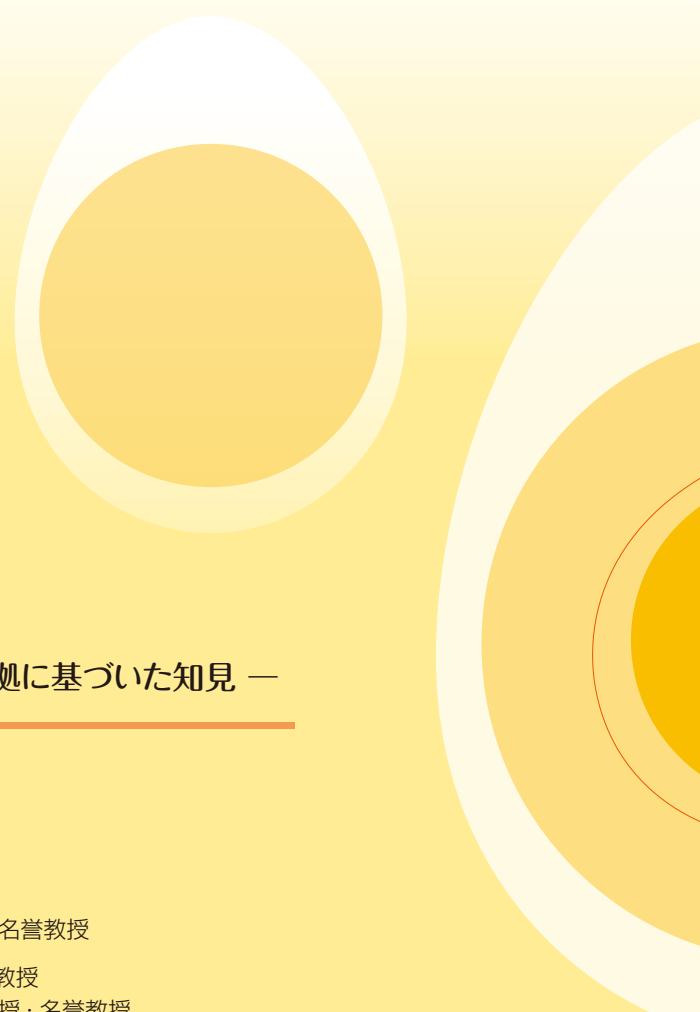


大阪大学大学院 医学系研究科 公衆衛生学 教授

磯 博康

「卵→コレステロール→心臓病」といったイメージを持たれる方々が多いが、実際はそう単純ではないことをわかって頂けたと思う。ヒトのコレステロール代謝の特徴や卵白タンパク質の作用等により、卵1日1個程度の摂取では、血中のコレステロール濃度にほとんど変化は見られないこと、心臓病(冠動脈疾患)や糖尿病の発症リスクに影響しないことが一般人を対象とした数多くの疫学研究により示されている。食品には多くの栄養素が含まれ、それら栄養素の摂取の総合的影響が身体に現れる。卵も例外ではなく、コレステロールの他にひよこという生命の誕生に必要な多数の栄養素がバランスよく含まれており、ヒトに対しても太古よりその恩恵を供してきた食品である。一方で、コレステロールは細胞膜の重要な構成成分でありその恒常性維持に寄与することや、血中のコレステロール濃度が極端に低いことが脳出血発症リスクの上昇につながる可能性も指摘されている。

最後に、健康のために卵を賢く利用することが大切であることを強調したい。



タマゴとコレステロール — 科学的根拠に基づいた知見 —

2015年6月12日 初版 第1刷発行

2015年12月1日 第2版 第1刷発行

監 修 菅野 道廣 タマゴ科学研究会 理事長
九州大学・熊本県立大学 名誉教授

近藤 和雄 東洋大学 食環境科学部 教授
お茶の水女子大学 客員教授・名誉教授

磯 博康 大阪大学大学院 医学系研究科 公衆衛生学 教授

編集・発行 タマゴ科学研究会
〒182-0002 東京都調布市仙川町 2-5-7
Tel. 080-9343-1105 Fax. 03-5384-7860
<http://japaneggscience.com>

制 作 株式会社 医薬広告社