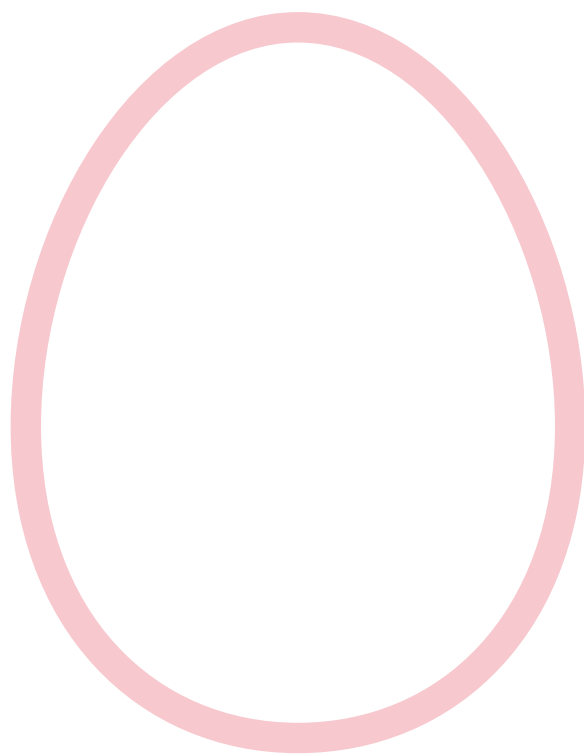


# タマゴを読み解く

—正しい知識で健康に—



**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 ..... p.1  
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

1-1. 卵の栄養価 ..... p.3  
1-2. 卵のコレステロール：含量と体内での役割 ..... p.5

## 第 2 章

### 卵とコレステロール

2-1. 血液のコレステロール濃度と疾病との関係 ..... p.7  
2-2. 日本人のコレステロール摂取状況 ..... p.9  
2-3. コレステロール濃度を上げる要因 ..... p.11  
2-4. 卵の摂取がコレステロール濃度に及ぼす影響 ..... p.13  
2-5. 卵の摂取とコレステロール濃度に関わるメカニズム ..... p.15

# contents

第

3

章

## 卵と疾病の関係

- 3-1. 卵の摂取と循環器疾患との関係 . . . . . p.17
- 3-2. 卵の摂取と糖尿病との関係 . . . . . p.19
- 3-3. 卵の摂取とメタボリックシンドロームとの関係 . . . p.21
- 3-4. 卵の摂取とアレルギーとの関係 . . . . . p.23

第

4

章

## 卵の健康維持機能

- 4-1. 卵の健康維持機能 . . . . . p.27
- 参考文献 . . . . . p.28
- あとがき . . . . . p.32

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**

- コラム① 日本人の卵摂取ヒストリー . . . . . p.6
- 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~ . . p.8
- コラム③ 卵とTMAO . . . . . p.14
- コラム④ 卵はマルチプレーヤー . . . . . p.16
- コラム⑤ 卵の消費量 いま・むかし . . . . . p.22
- コラム⑥ 幼児の体格向上 . . . . . p.24
- コラム⑦ 卵は物価の優等生 . . . . . p.26
- コラム⑧ 卵のフードセーフティ . . . . . p.27

## 「タマゴを読み解く－正しい知識で健康に－」の発刊に当たって

タマゴ科学研究会 理事長  
九州大学 名誉教授・熊本県立大学 名誉教授



菅野 道廣

2015年6月、タマゴ科学研究会は科学的証拠に基づく「タマゴとコレステロール」と題する解説書を刊行し、広くこの問題に対する正しい理解を求めてきましたが、各分野から高い評価を頂くことができました。しかし、僅か5年足らずの経過であるにもかかわらず、コレステロール問題を含めた卵に関わる健康情報にかなりの展開が見られ、より広い視野から新しい知見を加味した改定が求められてきています。そこで、従来版と同じ基盤に立ち編集し、「タマゴを読み解く」と改題し刊行することに致しましたところ、旧版と同様に斯界の権威である近藤和雄東洋大学教授並びに磯 博康 大阪大学教授の監修を頂き、キューピー(株)の研究者諸氏の協力を得て、自信作をお届けする運びとなりました。

わが国は世界中でも三指に入る卵消費国であり、安全性に優れ、安価で多様な健康効果が期待でき、しかもいろいろな調理・加工に適した代表的な食品として卵を摂取してきています。しかしながら、コレステロールを多く含むがゆえに、高コレステロール血症への不安を懸念し、卵の摂取を躊躇あるいは拒否する例も依然として散見されます。このような状況の中で、コレステロールの摂取に関わる食事摂取基準において大きな変更もたらされました。

すなわち、Dietary Guidelines for American 2015において、「コレステロールは過剰摂取が懸念される栄養素ではない」との判断のもと、ほぼ半世紀にわたる摂取量規制が解除されました。わが国の食事摂取基準2015年版でも、支持する科学的根拠がないとしてコレステロールについての従来の摂取目標量が削除されています。このような状況下では、相当量のコレステロールを摂取しても健康にまったく問題はないとも判断されますが、米国のガイドラインでは健康な食生活のもと、コレステロール摂取量はできるだけ少なくすべきであり、飽和脂肪を多く含む食品は一般にコレステロール含量も多いことについて注意書きが付記されています。ただし、卵と魚介類は例外で多様な選択肢が推奨されています。わが国の食事摂取基準でも、高齢者では低栄養を避けるため、動物性タンパク質の摂取を推奨しています。

このような推奨をどう読み取り日常の食生活に組み込んでいくのかが関心の的です。多くの疫学研究の結果は、卵の摂取と血液コレステロール濃度との間には正相関はないことを示していますし、日本人の場合でも、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証拠が蓄積してきています。しかしながら、この疫学的証拠は誰にでも適用できるわけではなく、血液コレステロール濃度が上昇しやすいヒトではコレステロール、即ち卵の摂取量に留意が必要です。卵は「わけもなく怖がらない、食べ過ぎない」と理解すべきでしょう。

おそらく、もっとも注意が必要なことは、日常的なライフスタイルのあり方であり、とくに食事の量と質が卵摂取に対する応答に大きく影響する可能性があるという点です。例えば、最近発表された米国人を対照とした6例のコホート研究のシステマティックレビューの結果では、循環器疾患および総死亡のリスクのハザード比が卵の摂取量に依存して軽度ではあるが有意に高まることが指摘され、食事ガイドラインに反映すべきであると述べられています (Zhong VW *et al.*, *JAMA*, 2019)。確かに、多量の卵の摂取は避けるべきですが、飽和脂肪を多く含む肉類を最大のコレステロール摂取源とする米国人での結果を、コレステロール摂取量の約50%を飽和脂肪の含量が低い卵から摂取している日本人にそのまま適用することは妥当でないことを十分に認識して判断しなければなりません。

今回の「タマゴを読み解く」版では、日進月歩する科学的事実を取り入れ、より広い視野から「卵と健康」に関わる諸問題に誤りない理解を求めることに主眼を置いて編集しています。卵の素晴らしい健康効果が正しく理解され、豊かな食生活を営む上で卵が果たす役割を広い視点から理解して頂ければ、監修者の一人として望外の喜びです。

2019年6月24日

監修者を代表して 菅野 道廣

## 卵の栄養成分

### 1-1. 卵の栄養価

鶏卵（以下「卵」）には雛として新しい命を育むために必要な栄養素が全て備わっているが、ヒトにとっても必要な栄養素の豊富な供給源である。

卵に含まれる栄養素のうち、水分を除くとタンパク質がもっとも多く、全卵1個（Mサイズ）には約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程度に過ぎない（表1、図1）。その他、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のよい補給源でもある。

タンパク質の栄養価は、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である「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である。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にはリジンやスレオニンなどの必須アミノ酸が少なく、主食とともに卵を食べることで、タンパク質の栄養価を改善することができる。また、タンパク質の栄養価の評価には、タンパク質（窒素）を摂取した際、体のタンパク質（窒素）としてどれだけの割合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食品タンパク質の中でも最も高い値（全卵で90～94%<sup>1)</sup>）を示している。

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、コレステロールや種々のカロテノイド色素が含まれている<sup>2)</sup>。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。また、魚介類に多く含まれているDHA（ドコサヘキサエン酸）が卵1個には約60mgも含まれているが、DHA含量は飼料によってかなり増減する<sup>3)</sup>。

タンパク質や脂質の他には、各種微量ミネラルや、ビタミンA、D、Eなどの脂溶性ビタミン類、ビタミンB<sub>2</sub>、B<sub>12</sub>などの水溶性ビタミン類が豊富に含まれ、有用な補給源である<sup>4)</sup>。とくにセレン（抗酸化反応において重要な役割を担う栄養素で、生体内で酵素やタンパク質の構成成分として存在する）は卵1個に16μg含まれ、中高年者の1日必要量の50%以上を補うことができる。また日本人に不足しがちな亜鉛も多く含まれている。

つまり、卵からビタミンCと食物繊維以外の多くの栄養素をバランス良く、しかも濃縮された状態で得ることが出来る<sup>5)</sup>。

## 卵の栄養成分

表 1 全卵(生) 1個 (Mサイズ可食部 50g)の栄養素

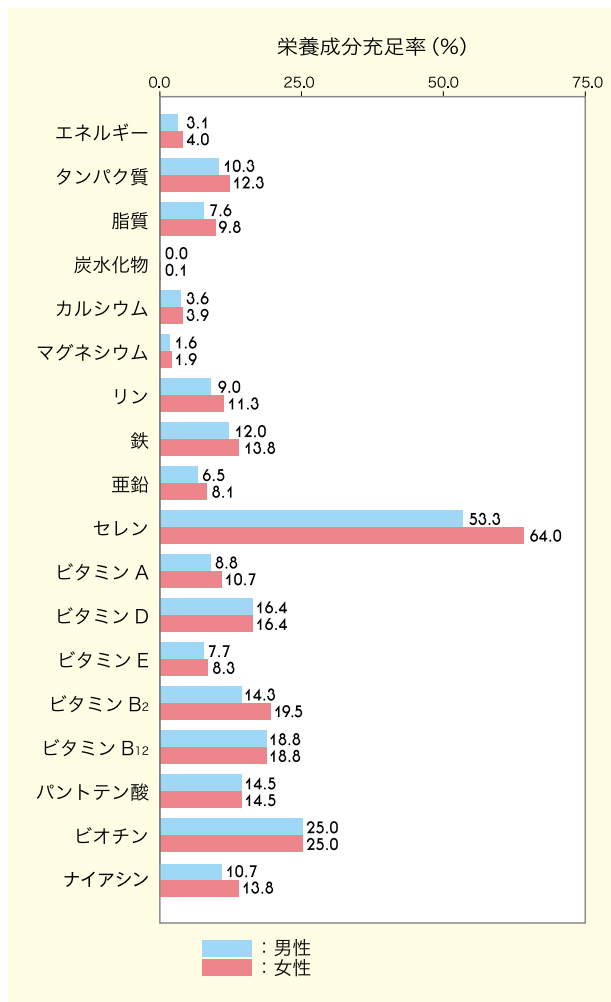
栄養素	単位	全卵(生) 1個 50g
エネルギー	kcal	76
タンパク質	g	6.2
脂質	g	5.2
炭水化物	g	0.2
ナトリウム	mg	70
カリウム	mg	65
カルシウム	mg	26
マグネシウム	mg	6
リン	mg	90
鉄	mg	0.9
亜鉛	mg	0.7
銅	mg	0.04
マンガン	mg	0.01
ヨウ素	μg	9
セレン	μg	16
クロム	μg	0
モリブデン	μg	3
ビタミンA	μgRAE※	75
ビタミンD	μg	0.9
ビタミンE	mg	0.5
ビタミンK	μg	7
ビタミンB <sub>1</sub>	mg	0.03
ビタミンB <sub>2</sub>	mg	0.22
ナイアシン当量	mg	1.5
ビタミンB <sub>6</sub>	mg	0.04
ビタミンB <sub>12</sub>	μg	0.5
葉酸	μg	22
パントテン酸	mg	0.73
ビオチン	μg	12.7
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 2015年版(七訂)より>

※レチノール活性当量(RAE)：次式に基づいて算出される。

レチノール活性当量(μgRAE) = レチノール(μg) + 1/12β-カロテン当量(μg)

図 1 全卵(生) 1個 (Mサイズ可食部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 2015年版(七訂)」、厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2015年版)」より算出>

## 卵の栄養成分

### 1-2. 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もっとも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100g中にはおよそ420mg含まれている<sup>1)</sup>。これを卵1個(Mサイズ)50gで換算すると、約210mgのコレステロールが含まれていることになる。

卵黄にコレステロールが高濃度に含まれている理由は、コレステロールが雛という生命の誕生に際し、雛の体を構成する細胞の形成に必須の成分であるからである。

ヒト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成分のひとつである。なかでももっとも重要な役割は、ヒトの体を形作っている約60兆個の細胞の細胞膜の構成成分であることである。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細胞膜の機能を維持する不可欠な役割を担っている。

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にもなる。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、身体の活力向上や抗炎症作用など、ヒトが生命を維持するのに必須かつ多様な働きを担っている。性腺ホルモンは、睾丸でつくられる男性ホルモンのテストステロンや卵巣でつくられる女性ホルモンのエストロゲン、胎盤でつくられる黄体ホルモンのプロゲステロンなど生殖に不可欠の成分である。

さらに、コレステロールは脂質の消化吸収に重要な役割を果たす胆汁酸の原料でもあり、またカルシウムの吸収や体内利用に必要な栄養素であるビタミンDの前駆体でもある。

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(ばら、脂身つき)	98	98mg (100g)
豚肉(ばら、脂身つき)	70	70mg (100g)
鶏肉(手羽、皮つき、生)	110	88mg (2本)
鶏肉(肝臓、生)	370	74mg (20g)
プロセスチーズ	78	16mg (20g)
くろまぐろ(赤身、生)	50	40mg (80g)
するめいか(生)	250	200mg (80g)
くるまえば(生)	170	102mg (3尾)
ししゃも(生干し、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 2015(七訂)」より>



## 卵の栄養成分

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いろんな障害が現れる。

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、脳神経系、筋肉、肝臓、脂肪組織などを中心に、約140～150gものコレステロールが蓄えられている<sup>2,3)</sup>。

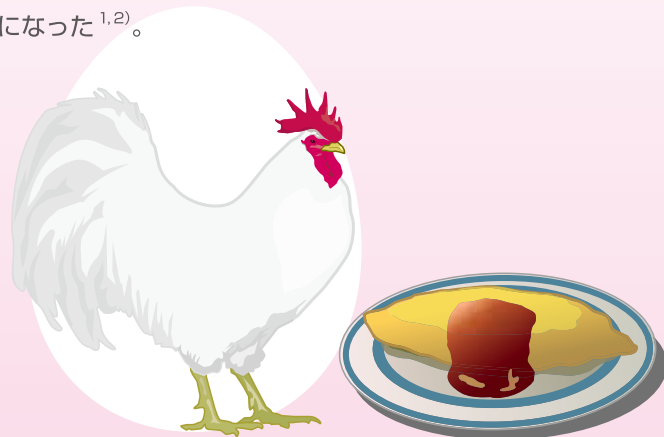
### コラム①

#### 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<sup>1-3)</sup>。福岡市には鶏が祭られた神社もある。

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、病氣治療のための養物として珍重されるようになった<sup>1,3)</sup>。

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<sup>1,2)</sup>。



卵とコレステロール

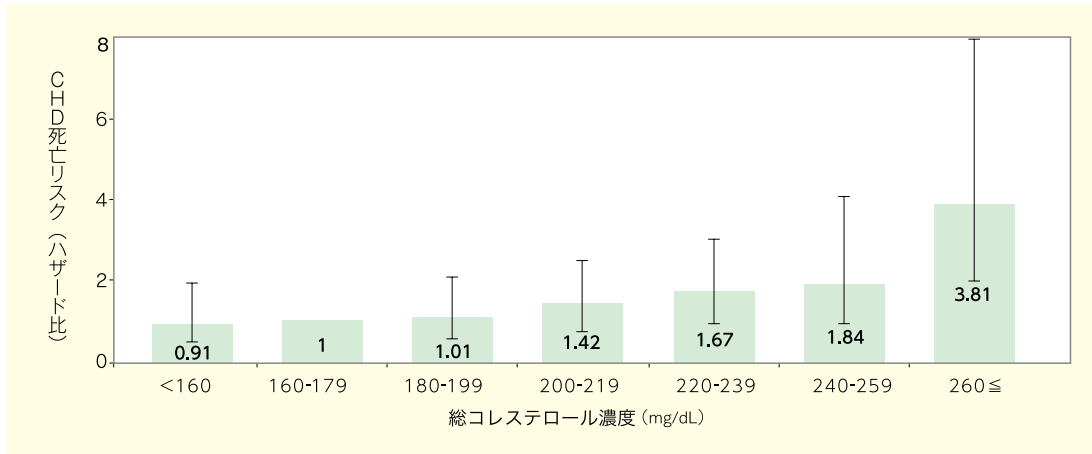
2-1. 血液のコレステロール濃度と疾病との関係

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高まることは世界的に知られている。わが国においても、30歳以上の男女9,216人を対象とした調査で、総コレステロール濃度の上昇に伴い冠動脈性心疾患による死亡リスクが高まることが観察されている。総コレステロール濃度が160～199mg/dLの場合と比較して、260mg/dL以上では相対リスクが3.81であった（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との間に相関は認められず、さらに脳梗塞による死亡リスクとの間にも相関は認められていない<sup>1)</sup>。

コレステロールの臨床検査指標としてはLDLコレステロール値およびHDLコレステロール値が通常用いられていて、LDLコレステロール濃度140mg/dL以上は高LDLコレステロール血症、HDLコレステロール濃度40mg/dL未満は低HDLコレステロール血症として脂質異常症に分類されている<sup>2)</sup>。2017年より脂質異常症の診断基準にnon-HDLコレステロール値（総コレステロールからHDLコレステロールを引いた値で、LDL以外にカイロミクロンやVLDLなどのリポタンパク質が含まれる）が追加され、170mg/dL以上では高non-HDLコレステロール血症に分類されている。40歳以上の日本人8,132人を対象とした研究では、non-HDLコレステロール濃度100mg/dL以下と比較して、CHD発症リスク（ハザード比）が140～150mg/dLで2.49倍、160～179mg/dLで1.81倍、180mg/dL以上で3.13倍高いことが報告されている<sup>3)</sup>。

その他、MDA-LDL（マロンジアルデヒド-LDL、酸化変性したLDLの一指標）、small dense LDL（LDL粒子のうちサイズが小さく比重が大きいもの。動脈硬化原性が高い）、アポタンパク質B（LDLなどの主要なアポタンパク質）、さらにLDLコレステロール/HDLコレステロール比なども動脈硬化性疾患の危険指標として考慮すべきとされている<sup>2)</sup>。

図2 総コレステロール濃度と冠動脈心疾患による死亡リスクとの関係



<Okamura T et al., Atherosclerosis, 2007, 190: 216-223. より>

## 卵とコレステロール

30,736人の日本人(40～69歳)を対象としてHDLコレステロール濃度を男女別にそれぞれ五分位に分け比較した前向きコホート研究で、虚血性脳梗塞およびラクナ脳梗塞発症のリスクはHDLコレステロールが一番高い群と比較して、一番低い群で男女ともにリスクが高い(男性:1.39倍、1.63倍、女性:1.37倍、1.97倍)ことが観察されている<sup>4)</sup>。

しかし、これらコレステロール濃度は冠動脈疾患発症の一要因にすぎない。冠動脈疾患の発症予測にあたっては、年齢が最大のリスク要因であり、さらに喫煙の有無・高血圧・耐糖能異常・遺伝的要因などが発症リスクを高める要因とされている。一方、性別(女性)、至適血圧、低HDLコレステロール血症でないことが、発症リスクを下げる要因とされている<sup>2)</sup>。なお、最近の報告では、HDLコレステロール濃度が高すぎると死亡率が高まる可能性も指摘されている<sup>5)</sup>。

### 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～

卵黄の色というとな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、鶏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。

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の含有量には違いはない。

なお、卵の殻の色にも白色から青色までいろんな色がある。この違いは鶏の種類によるものであり、同じエサで育てた場合は栄養的な差があるわけではない。



【卵黄および色見本】

- 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
- <キューピー(株) 研究開発本部提供>

## 卵とコレステロール

### 2-2. 日本人のコレステロール摂取状況

日本人が1人1日当たり摂取しているコレステロールの量は、「平成29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347mg、女性は303mgで、そのうち卵からのコレステロール摂取量が男女ともに47%とほぼ半分を占め、魚介類や肉類が占める割合はそれぞれ約20%である<sup>1)</sup>。一方、近年におけるアメリカ人の1日当たりのコレステロール摂取量は男性348mg、女性242mgであり、肉からの摂取量が多く(男女とも40%以上)、卵の寄与度は25%程度で、わが国の状況とかなり異なっている<sup>2)</sup>。

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(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)は、男性が750mg未満/日、女性は600mg未満/日と設定されていた<sup>3)</sup>。この基準に準ずれば、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420mg)を摂取しても男女ともにコレステロールの目標量を上回る心配はないと言える。しかし、2015年以降、同摂取基準ではこの目標量は削除されている<sup>4)</sup>。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。同様に、米国農務省と保健福祉省が発表している「Dietary Guidelines for Americans 2015-2020」<sup>5)</sup>においても、コレステロール摂取と血液コレステロール濃度との関係について明確なエビデンスがないため、コレステロールの摂取基準は撤廃されている。このガイドラインでは健康な食生活のもと、コレステロール摂取量はできるだけ少なくすべきであり、一般的にコレステロールを多く含む食品は飽和脂肪酸の含量も多く、摂り過ぎないようにと付記されている。しかし、卵は飽和脂肪酸が少なく良質なタンパク質源であることからむしろ摂取が推奨されている。また、とくに高齢者においては、コレステロール制限により低栄養を生じる可能性があることも指摘されている<sup>6)</sup>。

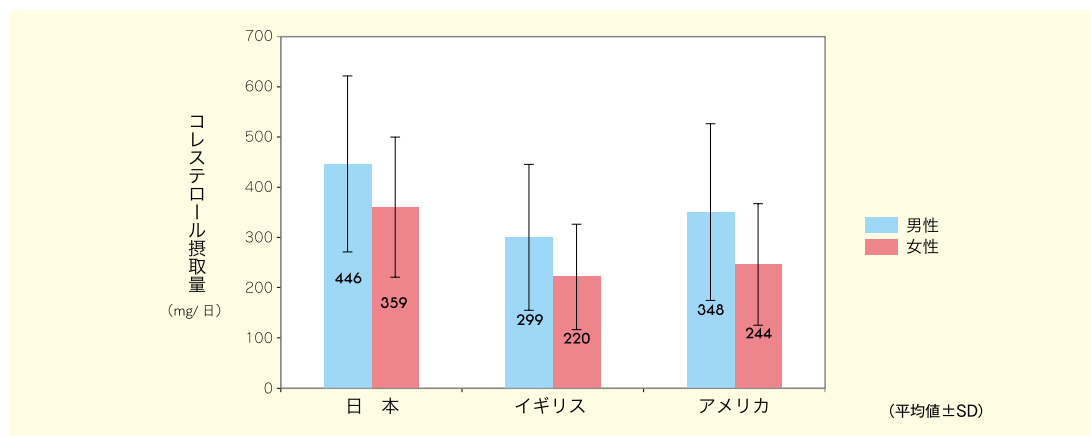
一方、日本動脈硬化学会の「動脈硬化性疾患予防ガイドライン2017年版」においては、高LDLコレステロール血症の患者では、コレステロールの摂取を200mg/日未満に抑えることによってLDLコレステロール濃度の低下効果が期待できると推奨されている。さらに、高LDLコレステロール血症の患者では、直接的なエビデンスは無いと併記されているものの、コレステロールの摂取を制限することで、動脈硬化性疾患を予防できる可能性があると記載されている<sup>7)</sup>。「日本人の食事摂取基準2020年版」においても、「脂質異常症の重症化予防の目的からは、200mg/日未満に留めることが望ましい」とされている<sup>8)</sup>。健常者のコレステロール摂取に関しては「日本人の食事摂取基準(2015年版)」の見解が継承されている。

1990年代後半における40～59歳の中老年者の日本人、中国人、イギリス人およびアメリカ人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かなり高くなっている(図3)<sup>9)</sup>。一方、WHOの調査(1998-2007年)では、日本人の総コレステロール

## 卵とコレステロール

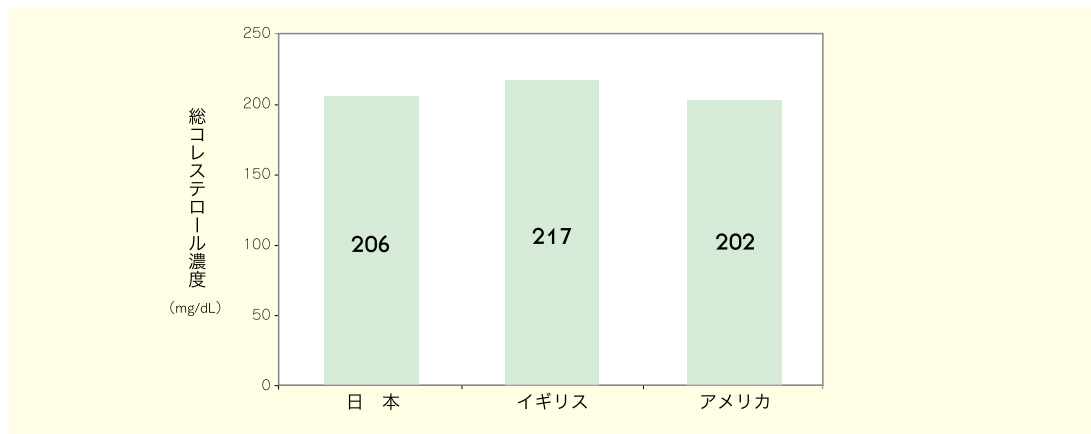
濃度はイギリス人、アメリカ人とほぼ同じレベルになっている(図4)<sup>10)</sup>。このようにコレステロール摂取量が高くても、常に総コレステロール濃度が高くなるわけではなく、コレステロール摂取量と血液総コレステロール濃度との間には一定の相関は認められていない。

図3 日英米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 日英米の総コレステロール濃度比較(40~79歳)



<Roth GA et al., Bull. World Health Org., 2011, 89:92-101.より>

## 卵とコレステロール

### 2-3. コレステロール濃度を上げる要因

コレステロール濃度に最も影響を及ぼす食事成分は、コレステロールそのものより飽和脂肪酸であり、飽和脂肪酸摂取量と血液コレステロール濃度との間には密接な正の相関が確認されている。欧米を中心とする60例の介入試験をまとめたメタ分析では、食事中的エネルギーの1%を炭水化物から脂質に置き換えた場合、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および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、総コレステロールおよび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<sup>1)</sup>。このように、飽和脂肪酸の種類によってもコレステロール濃度への影響が異なると判断されてきた。しかし、最近の研究では炭素数12~18の飽和脂肪酸摂取はいずれもCHDのリスクを高めることが報告されており<sup>2)</sup>、いずれにしても総飽和脂肪酸として摂り過ぎないように注意すべきである。なお、飽和脂肪酸は心疾患のリスクとは無関係とのメタ分析の結果<sup>3)</sup>もあるが、飽和脂肪酸のリスク説を否定するまでには至っていない。

「日本人の食事摂取基準(2015年版)」では、日本人でも飽和脂肪酸の摂取を減らすと冠動脈疾患罹患率、動脈硬化度およびLDLコレステロール濃度が低下するという研究結果が数多くあると記載され、特に飽和脂肪酸の摂取は高LDLコレステロール血症を惹起することが指摘されている(図5)<sup>4)</sup>。ちなみに、卵1個当たりのラウリン酸、ミリスチン酸およびパルミチン酸の含有量は合計約1.1g(10kcal)(さらにステアリン酸を加えても1.4g、13kcal)であり<sup>5)</sup>、「日本人の食事摂取基準(2015年版)」に設定されている飽和脂肪酸の目標量(1日の総摂取エネルギー比で7%以下)にはほとんど影響しないため、卵1個に含まれる量の飽和脂肪酸はコレステロール濃度に影響することはないと判断される。実際に、アメリカ人のための食事ガイドライン(Dietary Guidelines for American 2015-2020)でも、コレステロール含量は高いが飽和脂肪酸含量は低い卵の摂取が奨められている<sup>6)</sup>。

飽和脂肪酸の他、コレステロール濃度に影響を与える食事由来の脂肪酸としてトランス脂肪酸が挙げられる。トランス脂肪酸は、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、飽和脂肪酸以上に冠動脈疾患の発症を高める可能性があるため、WHOは心血管系疾患のリスクを低減し、健康を増進するための目標として、トランス脂肪酸の摂取を総エネルギー比1%未満に抑えるよう提言し<sup>7)</sup>、さらに世界中の食品からトランス脂肪酸を排除することを求めている。日本人のトランス脂肪酸摂取量はエネルギー比で1%以下であり、通常の食生活では問題にならないが、冠動脈心疾患患者では血清のエライジン酸(通常、工業型トランス脂肪酸の代表的なトランス脂肪酸と見なされている)の濃度が高いことが観察されているので、注意が

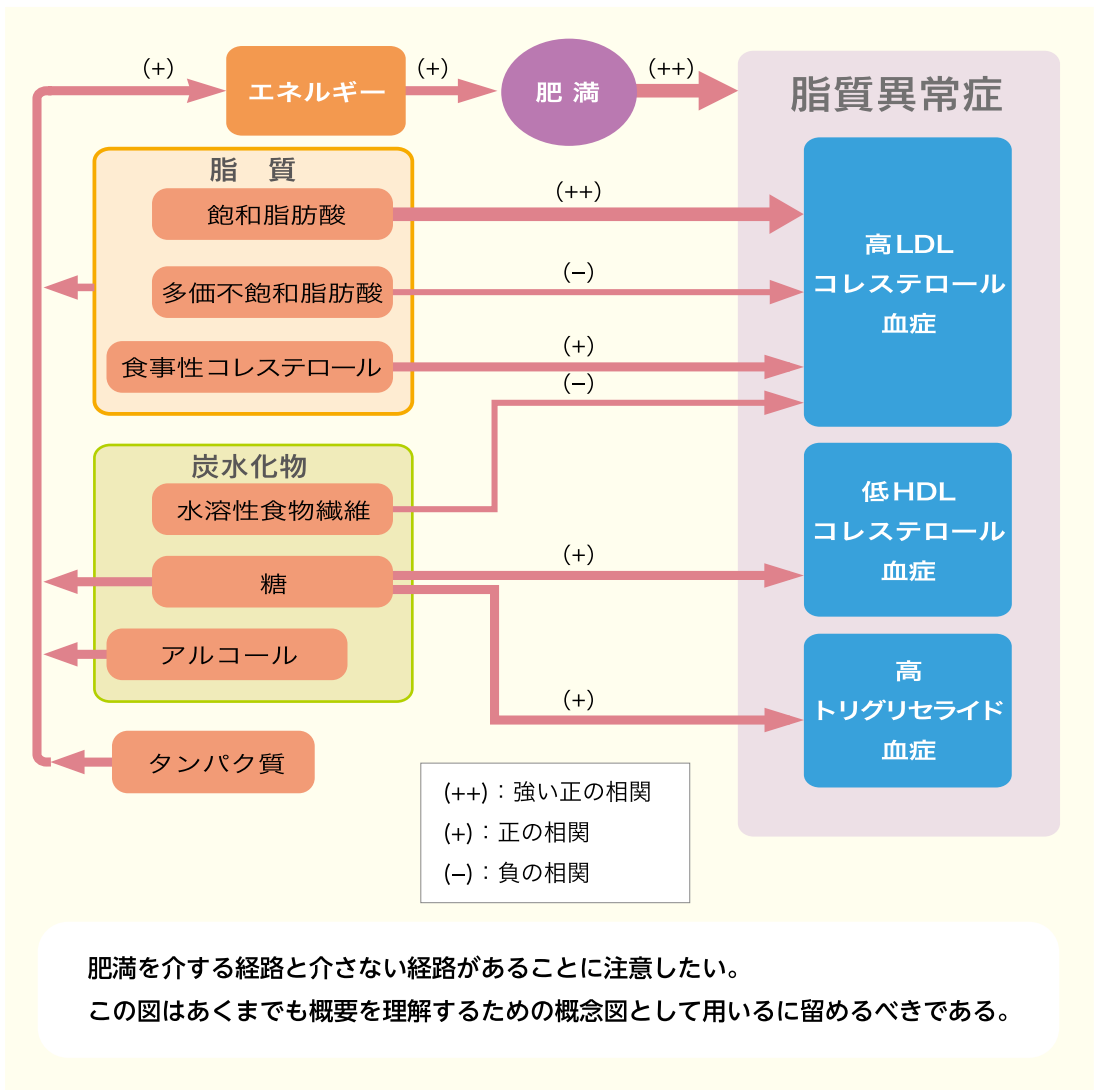
# 卵とコレステロール

必要である<sup>8)</sup>。

コレステロールの摂取と血液コレステロール濃度との関係を理解するうえで、コレステロールの摂取に過度に反応するhyper-responderの問題があるが、この点については2-4.で考察する。

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、それぞれ重要な役割を果たしているため、摂取する油脂中の脂肪酸の種類を考えて、食生活の中で脂質全体の視点からバランスよく摂ることが大切である。

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>

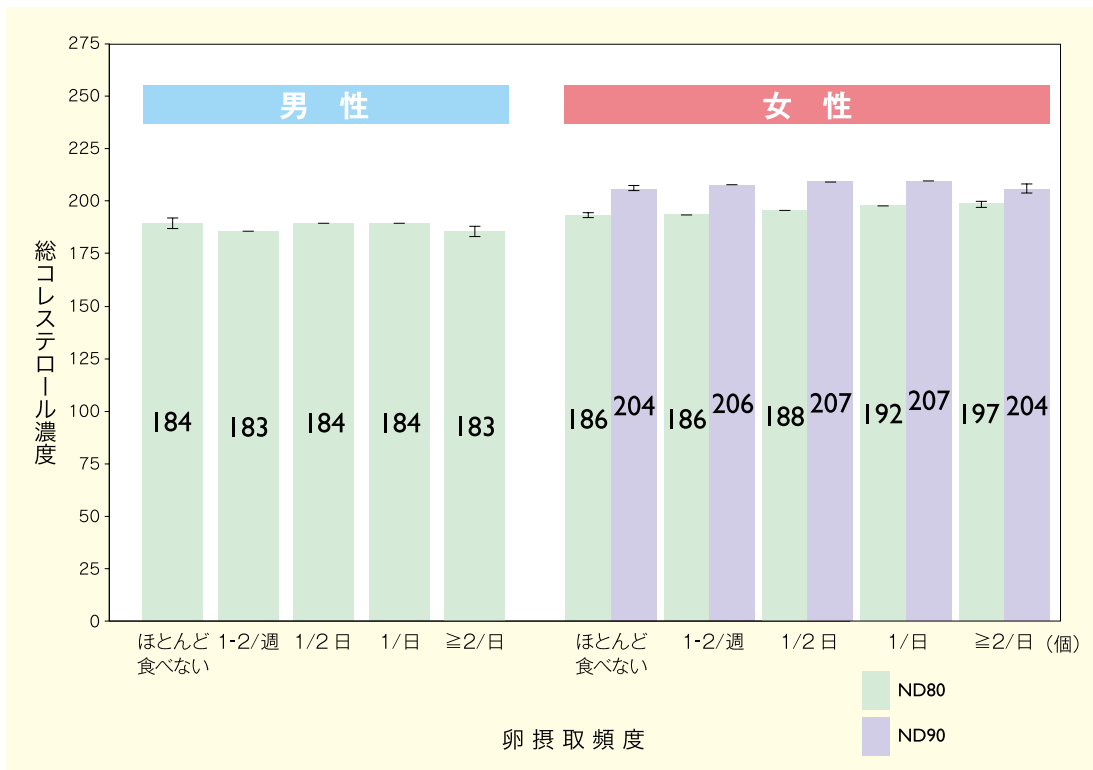
卵とコレステロール

2-4. 卵の摂取がコレステロール濃度に及ぼす影響

卵の摂取がコレステロール濃度に及ぼす影響については世界各国で数多くの観察研究や介入試験が行われているが、ほとんどの研究で健常者での影響は認められておらず、1日当たり1~2個程度の卵の摂取が勧められている<sup>1)</sup>。

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(NIPPON DATA80)<sup>2)</sup>で、被験者を卵の摂取量によって1日当たり $\geq 2$ 、1、1/2、および1週当たり1-2並びに稀の5グループに分けて解析したところ、卵摂取量依存性のコレステロール濃度の増加は女性でのみ認められ、男性では有意な差は認められなかった。しかし、この10年後に行われた15年間の追跡調査(NIPPON DATA90)においては、男女とも卵の摂取量と総コレステロール濃度との間の相関性は消失した(図6)<sup>3,4)</sup>。その後に行われたNIPPON DATA2010では、卵の摂取量とコレステロール濃度については検討されていないが、総コレステロール濃度はNIPPON DATA90より僅かしか上昇しておらず、コレステロール摂取量と総コレステロール濃度との間には相関は認められなかった<sup>5)</sup>。これらの結果から、現状の日本人の平均卵摂取量である1日1個程度ならとくに問題はない

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.  
Nakamura Y et al., Eur J Clin Nutr., 2017, 72:841-847. より>



## 卵とコレステロール

と考えられる。

脂質異常症者を含む日本人110人を対象に通常の食事にコレステロール750mg(卵3.5個に相当)を含む乾燥卵黄を加えて4週間摂取させた介入試験では、総コレステロールおよびLDLコレステロール濃度に有意な変化は認められていない(HDLコレステロール濃度はわずかながらも有意に上昇)<sup>6)</sup>。また、19名の総コレステロール値が高め(200mg/dL以上)の成人男性を対象とし、4週間、通常の食事に加えて半熟卵を毎日1個摂取させた試験では、コレステロール摂取量は介入前と比較して有意に増加したが、総コレステロールおよびLDLコレステロール濃度は増加しなかった。また、LDLの酸化の指標であるMDA-LDL濃度は有意に減少し、LDLの酸化抑制能の指標であるLDL酸化のlag timeは有意に延長するなどの有益効果が確認された<sup>7)</sup>。同様な結果が、健常男女を対象とした小規模な卵摂取試験でも得られている<sup>8,9)</sup>。

以上の結果から、日本人でもほとんどの健常者では健康な食生活をしている限り1日1個程度の卵を摂取してもコレステロール濃度には変化は認められないと判断される。しかし、先の日本人での介入試験<sup>6)</sup>では、総コレステロール濃度が上昇しやすい人(hyper-responder)が約1/3、ほとんど変化しない人が約2/3であった(この割合はアメリカでも同様であることが認められている<sup>10)</sup>)。したがって、被験者全体としてコレステロール濃度に卵摂取の影響が認められなくても、個人差があることを理解しておく必要がある。つまり、hyper-responderや遺伝体質的にコレステロールの摂取による影響を受けやすい人(家族性高コレステロール血症者)では卵の摂取には注意が必要である。

### コラム③

#### 卵とTMAO

消化管内で腸内細菌の作用によりコリンやカルニチンから生成したトリメチルアミンは、体内に吸収された後肝臓においてトリメチルアミン-N-オキシド(TMAO)に変換される<sup>1)</sup>。卵は通常コリンの最大の供給源であり<sup>2)</sup>、カルニチンは肉類に多く含まれている<sup>3)</sup>。また、魚肉にはTMAO自体を多く含むものもある。TMAOと疾病の関係に関しては、血中TMAO濃度が高いほど心血管イベントの発生率が高いことが指摘されている<sup>4,5)</sup>。

TMAOを多く含む食品を摂取すると血中TMAO濃度が上昇するが、コリンやカルニチンからのTMAO生成の程度は個人毎の腸内微生物叢の違いに依存している<sup>6)</sup>。したがって、毎日卵3個を摂取しても血中のTMAO濃度が上昇しない例もある<sup>7)</sup>。

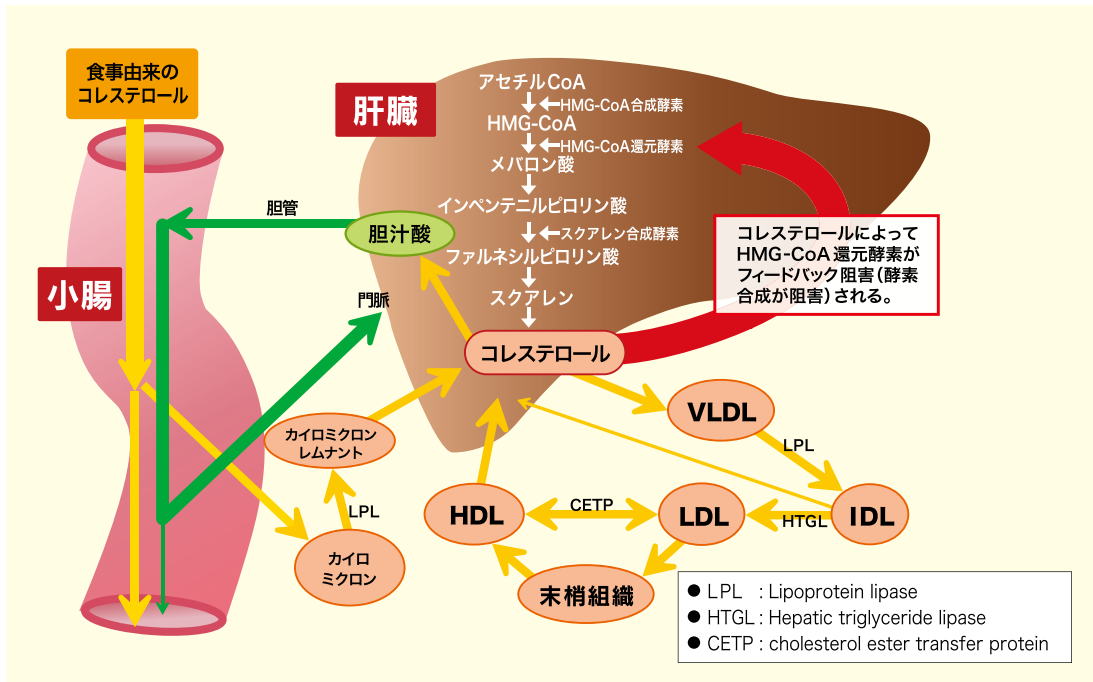
このように、卵摂取が血中TMAO濃度に及ぼす影響には個人差が大きい。今後の研究に待つところが多いが、少なくとも卵黄ホスファチジルコリンは比較的良好に吸収されるので、遊離型コリンの場合よりは微生物変換を受ける可能性は低いように思われる<sup>8)</sup>。

2-5. 卵の摂取とコレステロール濃度に関わるメカニズム

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の寄与度は20%程度にすぎない。体内での合成量は12~13mg/kg体重/日で、体重50kgの人で1日に600~650mgの量のコレステロールが主に肝臓や小腸などでつくられている<sup>1)</sup>。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段階で進行する(図7)。

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347mg/日、女性は303mg/日であり<sup>2)</sup>、その40~60%が体内に吸収される<sup>3)</sup>。ヒトをはじめ多くの動物では、コレステロールの摂取量が増えると、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た結果であり<sup>1)</sup>、健康な人であれば、食事から摂取した卵などのコレステロールによって血液のコレステロール濃度は一時的には上昇するが、その後速やかに元に戻る<sup>4)</sup>。卵の摂取においてもこの調節機構が作動することが確かめられている<sup>5)</sup>。

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>

## 卵とコレステロール

なお、卵の摂取によってコレステロール濃度が上昇しない他の要因として卵のコレステロールが吸収され難いこと<sup>6)</sup>や卵白タンパク質の効果<sup>7)</sup>などが指摘されている。総コレステロール濃度がやや高め(204～259 mg/dL)の日本人成人男性88名を対象とした試験で、毎日タンパク質として8gに相当する乳酸発酵卵白を8週間摂取させたところ、総コレステロール濃度は乳酸発酵卵白摂取群で摂取前と比較し有意に低下した(-11.0 ± 3.7 mg/dL)<sup>7)</sup>。LDLコレステロール濃度についても同様に有意に低下した(-13.7 ± 3.1 mg/dL)。作用メカニズムとして、胆汁酸ミセル形成阻害によるコレステロールの吸収低下が指摘されている<sup>8)</sup>。また、卵の摂取によるLDL-コレステロール濃度の上昇は動脈硬化原性が高いsmall LDLの増加によるものではないことに加え、HDLコレステロールの増加やHDLの機能性向上(粒子サイズの改善)、LDLコレステロール/HDLコレステロール比の維持などの効用も報告されている<sup>9)</sup>。アメリカ人健常者30名を対象として実施された無作為化クロスオーバー試験では、卵を1日3個4週間摂取しても、LDLコレステロール/HDLコレステロール比には変化は見られていない<sup>5)</sup>。

以上のような知見から、卵の摂取が血液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。

### コラム④

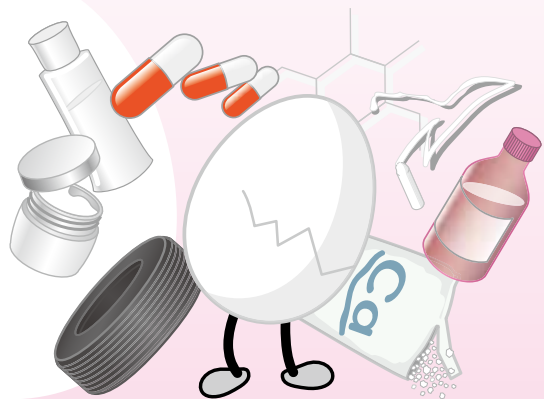
#### 卵はマルチプレーヤー

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調製されている。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<sup>1)</sup>。

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、肥料やチョコレート、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<sup>2)</sup>。現在では加水分解して化粧品の原料として、また、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。



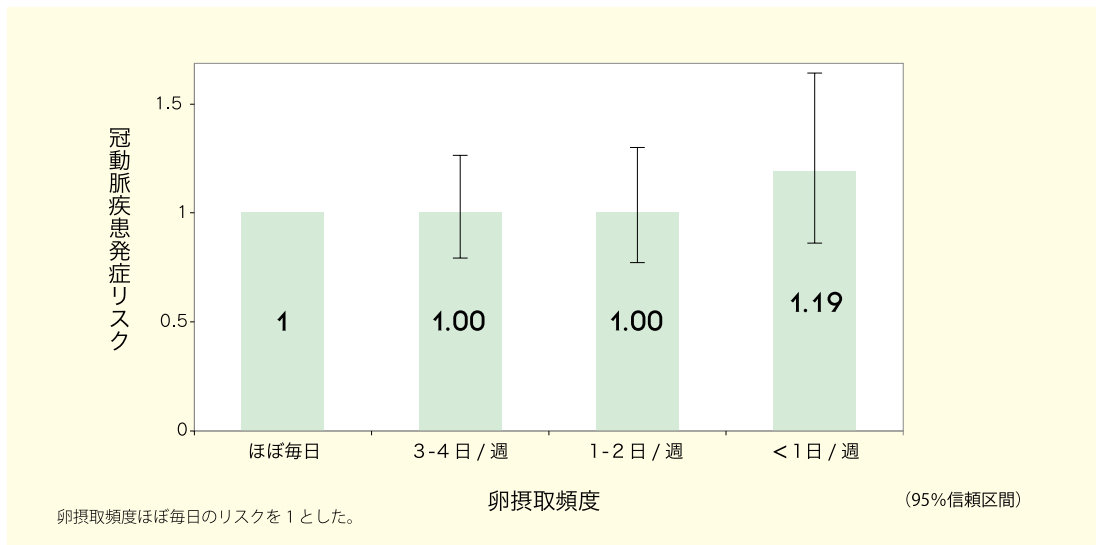
## 卵と疾病の関係

### 3-1. 卵の摂取と循環器疾患との関係

卵を食べるとコレステロール濃度が上昇し、動脈硬化性疾患のリスクが高まると長年にわたり信じられてきた。1968年、アメリカ心臓協会は食事中のコレステロール摂取量を300mg/日以下にし、1週間に3個以上の卵黄を摂取すべきではないと発表し、コレステロールをなるべく摂らないようにすることが推奨された<sup>1,2)</sup>。コレステロールの摂取制限は、当時アメリカで社会問題であった心疾患の抑制に繋がることとして注目されていたのである。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<sup>3)</sup>。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おらず、ウサギは餌由来のコレステロールに対する調節機能を備えていない。一方、先述のように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(ホメオスタシス機能)を備えている<sup>4)</sup>。ヒトの場合も同様な調節機能が作動し、最近の研究では卵摂取量と動脈硬化性疾患のリスクとの間には相関はないとする報告が多数出されている<sup>5)</sup>。

日本人90,735人を対象に卵摂取量と冠動脈疾患発症リスクとの関連を調べた研究でも、毎日卵を摂取する群と1週間に1~2個しか摂取しない群との間で、冠動脈疾患発症のリスクに差は認められていない(図8)<sup>6)</sup>。

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 >

## 卵と疾病の関係

Alexanderら<sup>7)</sup>は、卵摂取量と冠動脈心疾患や脳卒中のリスクとの関係について卵摂取量が多い群(1個/日)と少ない群(<2個/週)で比較した(対象者数は冠動脈疾患リスク評価では約276,000人、脳卒中リスク評価では約308,000人)。その結果、脳卒中については1日1個の卵の摂取で12%のリスク低下が認められた。一方、冠動脈心疾患では統計学的に有意差はなく、冠動脈心疾患リスクには影響を与えないことが示唆された。

Qinら<sup>8)</sup>は、10地域に住む30~79歳の中国人461,213人を対象とした前向きコホート研究で、卵の摂取と循環器疾患、虚血性心疾患、主要冠動脈疾患、出血性脳卒中および虚血性脳卒中との関連を8.9年間追跡調査した。卵摂取頻度により、ほとんど食べない、1~3日/月、1~3日/週、4~6日/週、7日/週以上の5群に分け、卵摂取と各疾患による死亡リスクとの関連を調べた結果、ほとんど食べない群と比較して7日/週以上摂取する群で循環器疾患による死亡リスクが18%有意に低かった。また、主要冠動脈疾患、出血性脳卒中、虚血性脳卒中についても同様にリスク低下との関連が認められ、さらにすべてのアウトカムで卵の摂取との間に用量依存的に負の相関が認められている。

ところがアメリカ人成人を対象とした6例のコホート研究の結果を総括した最近の論文<sup>9)</sup>では、コレステロールの摂取と循環器疾患の発症および総死亡のリスクとの間に有意な正の関連があると報告されていて(ただし、毎日1/2個の卵の付加的摂取でハザード比はそれぞれ1.06および1.08)、この結果は食事摂取基準の策定に際し留意すべきであると述べられている。しかし、毎日のコレステロール摂取量で調整すると、卵の摂取と循環器疾患および総死亡のリスクとの間のハザード比はそれぞれ0.99と1.03で有意差は認められなくなることから、飽和脂肪酸を多く含む肉類が最大のコレステロール摂取源であるアメリカ人での成績をそのまま日本人に適用することには限界がある。

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態が悪化するケースもある。日本動脈硬化学会の「動脈硬化性疾患予防ガイドライン2017年版」では、特に高LDLコレステロール血症患者では、コレステロール摂取量を1日に200mg未満に制限すべきだと指導している<sup>9)</sup>。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、各人の病態に沿って摂取量を決めることが大切である。

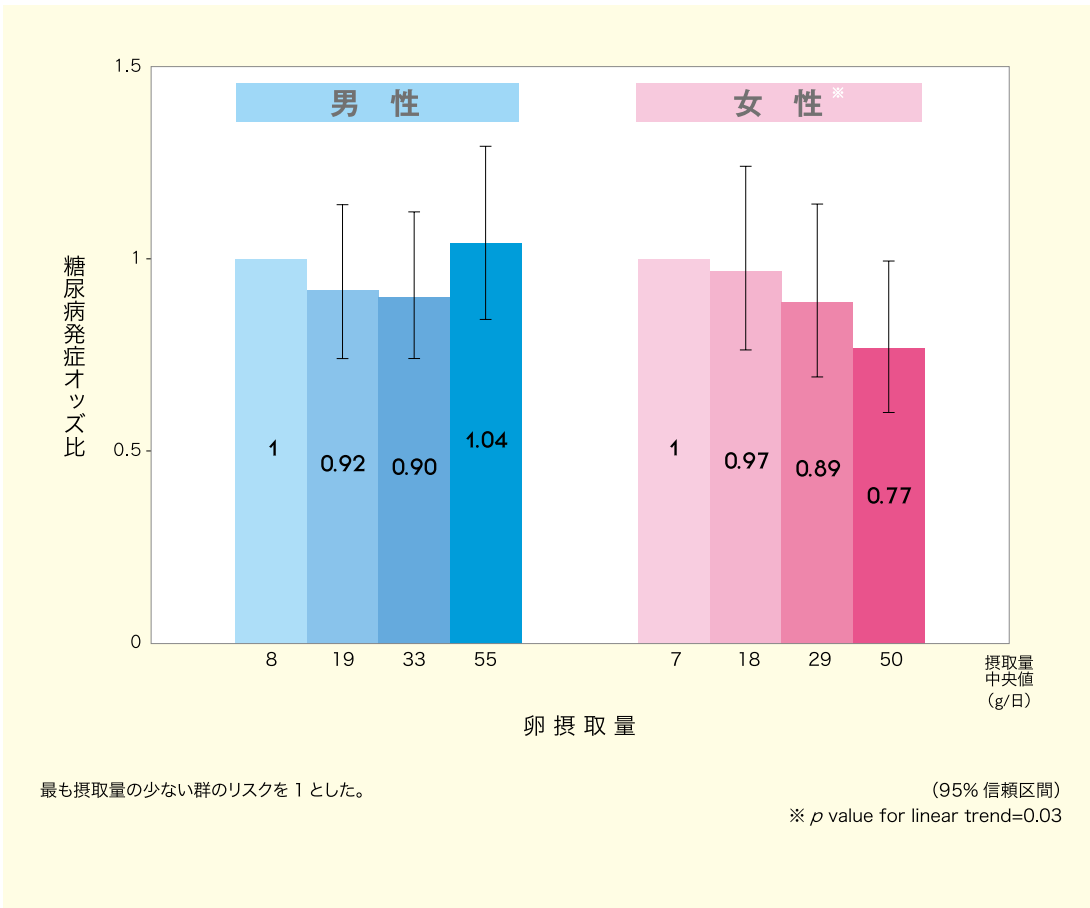
以上の研究結果をまとめると、健康な人では1日に1個程度の卵を食べても動脈硬化性疾患のリスクが上がることはない判断される。

# 卵と疾病の関係

## 3-2. 卵の摂取と糖尿病との関係

卵の摂取と2型糖尿病発症のリスクとの関連についても多数の研究があり、「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」と考えられている<sup>1)</sup>。国立がん研究センターが中心となつ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)の成果では、卵の摂取と糖尿病発症との関連は認められていない<sup>2)</sup>。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年の追跡調査がされ、卵摂取量によって4つのグループに分類し、糖尿病発症との関連が調べられている。その結果、男女ともに卵摂取量の多少にかかわらず糖尿病の発症リスクに差はなかった。女性ではむしろ発症リスクが低い傾向がみられた(図9)。

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 >

## 卵と疾病の関係

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でも、もっとも卵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、卵摂取量上位2つのグループ(1日27～45gおよび45g超、それぞれ1日当たり3/4個および1個に相当)で糖尿病発症のリスクが約40%も低かった<sup>3)</sup>。

12報のコホート研究(対象者総数219,979名、糖尿病患者8,911名)をもとにしたメタ分析<sup>4)</sup>においても、卵摂取量が最低と最高のグループ間で比較すると、糖尿病発症の相対リスクは1.06であり、卵の摂取と糖尿病リスクとの間に相関は認められていない。ところが、地域別でサブグループ解析を行った結果、アメリカの研究(7報)でのみ卵を多く摂取する群で糖尿病のリスクが39%も高いことが認められている。アメリカでは卵と一緒に加工肉やベーコンを摂取している頻度が高く、食生活の違いがこのような結果の違いにつながったと推察される。実際に、肉の摂取は2型糖尿病のリスクと相関することが指摘されている<sup>5)</sup>。一方、臨床領域では依然として卵の摂取が糖尿病のリスク因子となる可能性を支持する見解もあり<sup>6)</sup>、背景となる食生活の影響を十分考慮する必要がある。

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、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、卵を1週間7個以上食べる群と1週間1個未満の群との間で、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<sup>7)</sup>。また、2型糖尿病患者もしくは糖尿病リスクのある者が卵を摂取すると循環器疾患リスクにどのような影響を及ぼすかを検証したシステマティックレビューにおいても、6～12個/週の卵摂取は対照群と比較して、総コレステロール、LDLコレステロールおよびトリグリセリド濃度、空腹時血糖値、インスリン値並びにCRP値に影響は認められなかった<sup>8)</sup>。以上の結果から、卵の摂取は、2型糖尿病患者もしくは糖尿病発症リスクのある者の循環器疾患のリスク因子に悪影響を及ぼさないことが指摘されている。また、最近、卵による2型糖尿病改善効果のメカニズムが検討され、卵由来のペプチドが多様なメカニズムを介し予防・改善することが示されてきている<sup>9)</sup>。

以上のような研究結果から、日本人では卵の摂取と糖尿病の発症リスクとの間に関連は認められていない。また、糖尿病患者における卵の摂取と循環器疾患発症リスクとの関連も無いと考えられている。

## 卵と疾病の関係

### 3-3. 卵の摂取とメタボリックシンドロームとの関係

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、その日の昼食での摂取エネルギー量が低下することが観察されている<sup>1)</sup>。さらに長期間朝食での卵摂取を継続すれば、体重の減少も期待できそうである。一般に、タンパク質と脂質は満腹感を高めることによって食物摂取を抑制する効果があると考えられている。

また、アメリカで肥満者を含む大学の新入学生73人を対象に、14週間にわたって毎朝全卵2個相当を摂取する群と卵を摂取しない群間で比較した研究では、体重および血漿の中性脂肪やコレステロール濃度に有意な差は認められていない<sup>2)</sup>。

一方メタボリックシンドローム(MetS)のアメリカ人男女40人を対象に、12週間にわたって卵を毎日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<sup>\*</sup>の値が改善され、小粒子LDLが減少し、インスリン抵抗性とアテローム性脂質異常症が改善されたと報告されている<sup>3)</sup>。また、糖質制限の条件下で、BMIが25～37の肥満アメリカ人男性31人(40～70歳)を対象に、毎日卵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12週間継続した試験では、両群ともLDLコレステロール/HDLコレステロール比に変化は認められなかったが、卵摂取群でのみHDLコレステロール濃度が上昇した。つまり、糖質制限食に卵を加えるとMetSのリスク因子を低減する可能性が指摘されている<sup>4)</sup>。

Shinらは、40～69歳の韓国人成人を対象に卵の摂取とMetSとの関連を調べるために、130,420人の被験者(男性43,682人、女性86,738人)について横断研究を行った。その結果、女性では、卵摂取が少ないとMetSのリスク(ウエスト長の増大、血清中性脂肪の上昇、HDLコレステロール濃度の低下、血圧の上昇および空腹時血糖値の上昇)が高まった。男性ではHDLコレステロール濃度の低下と相関した<sup>5)</sup>。つまり、卵を多く摂取するとMetSのリスクが低下した。

一方、40歳以上の日本人成人男女37名(臍辺りの内臓脂肪面積VFA 100cm<sup>2</sup>以上)に発酵乳酸卵白(タンパク質量8g/日)を12週間摂取させた二重盲検プラセボ対照試験では、VFAのみならず内臓脂肪/皮下脂肪の面積の比も有意に低下している<sup>6)</sup>。

以上の結果から、少なくとも卵を多く摂取しても肥満に結びつくわけではないと判断される。MetSの者が卵を摂取しても肥満が助長される、あるいは病態が悪化することはこれまで報告されていない。消費量を上回るエネルギーの過剰摂取は肥満を引き起こすが、卵1個当たりのエネルギー量は76kcalであり、卵は決して高エネルギー食品ではない<sup>7)</sup>。

※ HOMA-IR：インスリン抵抗性診断の簡便な指標として臨床上よく使われる指数で、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る。



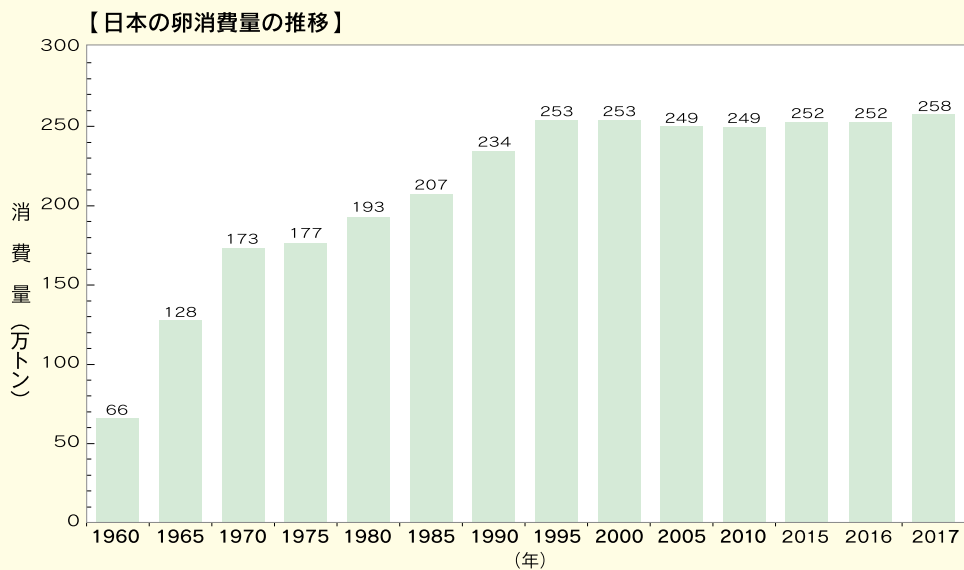
## 卵と疾病の関係

### コラム⑤

#### 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66万トン（国民1人当たり7kg）しかなかった消費量も、1983年には約200万トン（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、2016年の消費量は約252万トン（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相当する<sup>1)</sup>。

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、メキシコに次いで日本は第2位の卵消費国となっている<sup>2)</sup>。



消費量は食料需給表の粗食料より作成（歩留りは考慮せず）。

#### 【世界各国の1人あたりの卵消費ランキング】

		個 / 年・人		
1位	メキシコ	363	6位 コロンビア	279
2位	日本	333	7位 アメリカ	276
3位	中国	307	8位 カザフスタン	268
4位	ロシア	305	9位 スペイン	267
5位	アルゼンチン	280	10位 ニュージーランド	246

< International Egg Commission, "Annual Review 2016年"より >

## 卵と疾病の関係

### 3-4. 卵の摂取とアレルギーとの関係

卵は日本人の食生活には欠かせない食材であるが、特に乳幼児においては牛乳と並んで頻度の高い食物アレルギーの原因食品でもあり、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<sup>1)</sup>。

卵は、0歳時での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%程度まで低下し、その後成長とともにさらに減少していく<sup>1)</sup>。したがって、卵アレルギーは加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く見られる。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が、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%にも及んでいる<sup>2)</sup>。

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から構成されているが<sup>3)</sup>、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性が報告されているが<sup>3)</sup>、卵白と比較するとその程度は低いと見なされている。

卵アレルギーの主な原因タンパク質である卵白タンパク質は、加熱処理により変性し、アレルゲン性が著しく低下する。卵白タンパク質の約1/2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。

なお、鶏卵の卵殻を原料とした卵殻カルシウムは、カルシウム強化剤としてだけでなく種々の食品の物性改良材としても使用されているが、卵のアレルゲンの混入がほとんどなく、アレルゲン性は低い<sup>4)</sup>。

食物アレルギーの発症リスク因子として、家族歴、遺伝的素因、皮膚バリア機能あるいは出生季節などが指摘されているが、なかでも乳児期のアトピー性皮膚炎の発症がとくに重要である<sup>5)</sup>。アトピー性皮膚炎のある幼児では、皮膚のバリア機能が低下しており、アレルゲンが皮膚に侵入しやすい状態になっているため、健常児と比較して食物に感作されやすいという報告もある<sup>6,7)</sup>。

Natsumeら<sup>8)</sup>は離乳期の早期から卵を摂取することで1歳時点での卵アレルギーを予防できるかどうかを検証するため、日本人を対象とした試験を実施している。食物アレルギー発症リスクが高いアトピー性皮膚炎の乳児(4～5ヵ月齢)121人を2群に分け、試験食群(60人)には6～9ヵ月時に加熱全卵粉末を50mg/日および9～12ヵ月時に250mg/日を摂取させ、対照食群(61人)

## 卵と疾病の関係

には全期間を通しカボチャ粉末を摂取させた。介入期間を終えた生後12カ月の時点における卵アレルギー発症率は、対照食群では61名中23人であったのに対し、試験食群の発症者は60人中5人であり、有意に低下した。この研究の結果、卵アレルギーの発症リスクが高いアトピー性皮膚炎の乳児に対して、加熱卵を早期に少量ずつ継続して食べさせることで、安全に予防できる可能性が指摘された。なお、このようにアレルゲンを少しずつ摂取し、アレルギー症状が起こりにくい体質へと改善させる方法を経口免疫療法というが、必ず医師の指導の下で実施することが不可欠である。

Despoら<sup>9)</sup>は乳児期にアレルゲン食品を摂取させると食物アレルギーの発症リスクにどのような影響があるのかを検証するため、メタ分析を実施している。その結果、生後4～6カ月の間に卵を摂取すると、卵アレルギーの発症リスクが有意に低下することが示された。また、卵の早期摂取は、他の食物アレルギーの発症には影響を及ぼさないことも確認された。

これらの結果から、乳児における早期の卵の摂取は、食物アレルギー発症リスクを低下させる可能性が示されている。

### コラム⑥

#### 幼児の体格向上

タンパク質やビタミン・ミネラルなど子供の成長に必要な栄養素が豊富に含まれている卵。実際に、卵の摂取と子供の体格との関連を調べ、有効性を示した研究もある。

ウガンダ農村部の6～9歳(241人)の小学生を、週5日卵を毎日1個食べる群(卵1個群、n=89)、週5日卵を毎日2個食べる群(卵2個群、96人)および卵無し群(56人)に分け、6カ月間摂取させた。身長、体重、上腕三頭筋皮下脂肪厚(TSF)および上腕中心部周囲長(MUAC)を試験中毎月測定した結果、6カ月後に卵2個群で卵1個および卵無し群と比較して、身長および体重の増加が大きかった。さらに、卵1個および卵2個群では、卵無し群と比較して6カ月後、上腕中央部周径が有意に増加した<sup>1)</sup>。

また、アメリカの子供(9～13歳)を対象とした横断研究で、食事調査によって卵を摂取している者(87名)と卵を摂取していない者(207名)に分け、骨密度や骨代謝マーカーとの関連が解析されている。その結果、卵を食べている者の方が骨塩量および血清のオステオカルシン(骨形成マーカー)濃度が有意に高かった<sup>2)</sup>。

## 卵の健康維持機能

### 4-1. 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有する成分が数多く含まれている。

卵黄脂質のうち約31%はリン脂質である。リン脂質は、細胞膜の基本構成成分として動植物のすべての細胞に含まれている。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、アメリカではヒトにとって必要な栄養素とされ、摂取目安量が決められている<sup>1)</sup>。日本人においても卵黄はコリンの最大の供給源であり<sup>2)</sup>、ビタミンB<sub>12</sub>との併用によるアルツハイマー型認知症に対する改善効果<sup>3)</sup>に加え、久山研究では卵は認知症予防のために摂取を増やすことが奨められている食品のひとつに挙げられている<sup>4)</sup>。フィンランドで行われた前向きコホート研究でも、卵の摂取量が多い者(約1個/日)では少ない者よりも認知機能が良好で、認知症発症リスクが低いことが観察されている<sup>5)</sup>。

一方、卵黄リン脂質には優れた乳化作用があり、各種食品の加工に広く用いられているほか、静脈注射用脂肪乳剤などの乳化剤としても使われている。卵黄リン脂質配合の流動食では、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難く、脂肪の易消化性が保持され下痢の発症が抑えられたという報告もある<sup>6)</sup>。

卵黄の主要なカロテノイド色素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、視力の維持に不可欠な役割を担っている。例えば、ルテインとゼアキサンチンの摂取は加齢性黄斑変性症に罹患するリスクを低減するというデータが得られている<sup>7)</sup>。また、ルテイン単体やルテインエステルをサプリメントとして、あるいはほうれん草などの野菜から摂取する場合に比べて、卵としてルテインを摂取するともっともよく吸収されることが知られている<sup>8)</sup>。野菜から摂取する場合にも、野菜単体よりも野菜と卵を一緒に食べることで、カロテノイドおよびビタミンEの吸収が促進される<sup>9,10)</sup>。卵黄の利用性に関する系統的な論文もある<sup>11)</sup>。

卵白のタンパク質には、前述のようにコレステロール低下作用や肥満改善作用を有することが示されているが、その他に、軽度の運動負荷時の分岐鎖アミノ酸(BCAA)の利用効率を高め、筋肉量の増量や、筋力を増大させることが認められている<sup>12,13)</sup>。高齢者を対象とした卵白負荷試験においても、ロイシンの血中濃度が有意に高く、全身タンパク質の分解が抑制されたという報告があり<sup>14)</sup>、卵の摂取はサルコペニア予防にも適していると考えられている<sup>15)</sup>。

卵殻カルシウムは効率よく吸収される<sup>16)</sup>。ベトナムの閉経後女性を対象とした試験では、卵殻カルシウム300mg/日を12ヵ月摂取すると骨量が有意に増加し、その効果は炭酸カルシウムに比べて有意に高かった<sup>17)</sup>。現在、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。

卵殻膜はシスチンなどの含硫アミノ酸を多く含む特徴的なタンパク質である。シスチンの効果であるか否かはまだ明確になっていないが、アメリカの健康な閉経後女性を対象とした試験において、

## 卵の健康維持機能

卵殻膜加水分解物を2週間摂取させた結果、運動誘発性の関節痛からの回復が速く、運動後のこわばりが軽減したと報告されている<sup>18)</sup>。

以上のように、卵には、第1章に記載した栄養成分はもちろんのこと、健康維持に欠かせない成分が数多く含まれている。卵は消化吸収がよい上に、卵黄、卵白、卵殻膜および卵殻のすべての部位が健康維持に活用でき、健康づくりのためにも積極的な摂取が薦められる代表的な食品のひとつである。

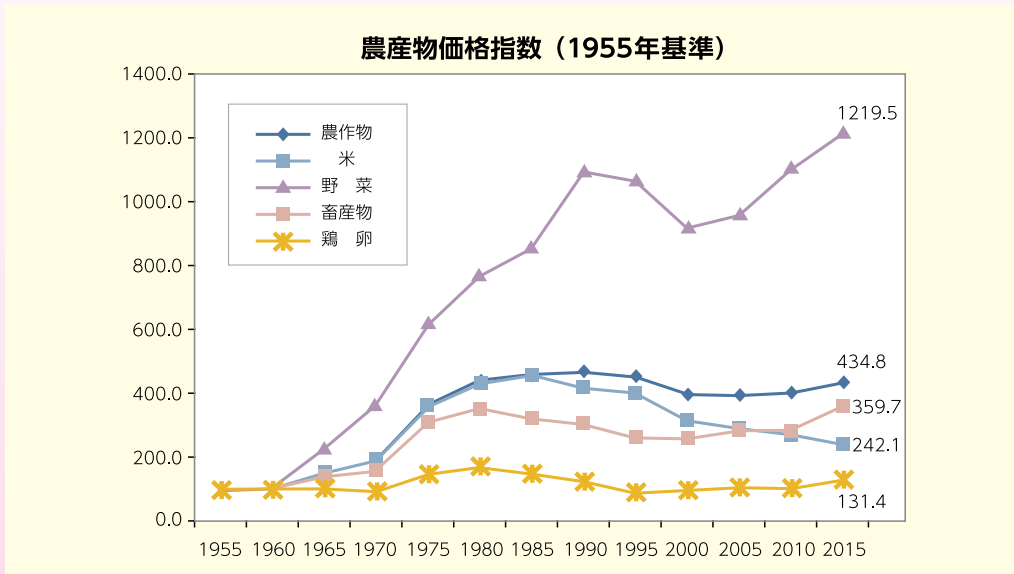
### コラム⑦

#### 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<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>。

卵の価格が変わらない理由として、主に次の3点が考えられる。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<sup>3)</sup>、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<sup>4,5)</sup>、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<sup>4,5)</sup> ことである。

#### 【卵と他の農作物の物価の推移】



※農産物価格指数：農家が販売する個々の農産物の価格を1955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27年基準）農産物別年次別価格指数」より>

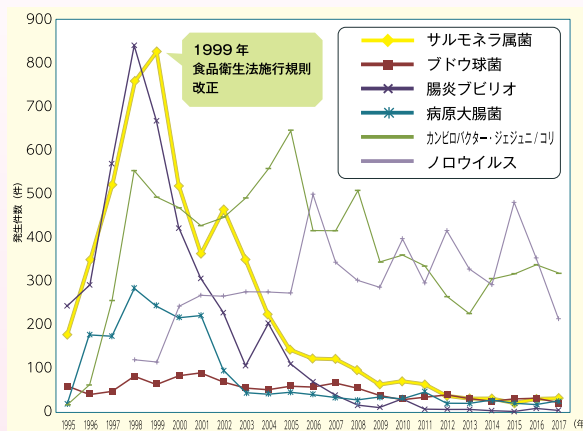
## コラム⑧

### 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る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。しかし、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<sup>1)</sup>。一方、海外では現在でも卵のサルモネラ汚染が問題とされる国もあるため、食中毒を警戒して殆どの国で生食は行われていない。しかし最近の日本食ブームにより、安全な日本産卵を海外に輸出しようとする動きが広がっている。

なお、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<sup>2)</sup>。

【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

### 1-1. 卵の栄養価

- 1) Lin CP and Huang PC, 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) Shinn SE *et al.*, Egg yolk as means for providing essential and beneficial fatty acids. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2018, **95**:5-11.
- 4) 厚生労働省健康局「平成 29 年 国民健康・栄養調査報告」
- 5) 八田一著,「Eggciting な卵の研究—卵の栄養・調理・健康機能—(上巻)」,木香書房, 2018.

### 1-2. 卵のコレステロール:含量と体内での役割

- 1) 文部科学省「日本食品標準成分表 2015 (七訂)」
- 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.

### 2-1. 血液のコレステロール濃度と疾病の関係

- 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) 日本動脈硬化学会「動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2017 年版」, 2017, p.153.
- 3) Kitamura A *et al.*, Association between non-high-density lipoprotein cholesterol levels and the incidence of coronary heart disease among Japanese: the Circulatory Risk in Communities Study (CIRCS). *J. Atheroscler. Thromb.*, 2011, **18**:454-463.
- 4) Saito I *et al.*, Association of high-density lipoprotein cholesterol concentration with different types of stroke and coronary heart disease: The Japan Public Health Center-based prospective (JPHC) study. *Atherosclerosis*, 2017, **265**:147-154.
- 5) Madsen CM *et al.*, Extreme high high-density lipoprotein cholesterol is paradoxically associated with high mortality in men and women: two prospective cohort studies. *Eur. Heart J.*, 2017, **38**:2478-2486.

### 2-2. 日本人のコレステロール摂取状況

- 1) 厚生労働省健康局「平成 29 年 国民健康・栄養調査報告」
- 2) Xu Z *et al.*, Dietary cholesterol intake and sources among U.S. adults: results from National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES), 2001-2014. *Nutrients*, 2018, **10**:771.
- 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)」
- 5) U.S. Departments of Health and Human Services. "Dietary Guidelines for Americans 2015-2020 EIGHTH EDITION"
- 6) Zeanandin G *et al.*, Impact of restrictive diets on the risk of undernutrition in a free-living elderly population. *Clin Nutr.* 2012, **31**:69-73.
- 7) 日本動脈硬化学会「動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2017 年版」, 2017, p.67.
- 8) 厚生労働省健康局「日本人の食事摂取基準 (2020 年版) 策定検討会報告書」
- 9) Zhou BF *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.
- 10) Roth GA *et al.*, High total serum cholesterol, medication coverage and therapeutic control: an analysis of national health examination survey data from eight countries. *Bull. World Health Org.*, 2011, **89**:92-101.

### 2-3. コレステロール濃度を上げる要因

- 1) 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.
- 2) Zong G *et al.*, Intake of individual saturated fatty acids and risk of coronary heart disease in US men and women: two prospective longitudinal cohort studies. *BMJ*, 2016, **355**:i5796.
- 3) Chowdhury R *et al.*, Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Intern. Med.*, 2014, **160**:398-406.
- 4) 厚生労働省健康局「日本人の食事摂取基準 (2015 年版)」
- 5) 文部科学省「日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂)」
- 6) U.S. Departments of Health and Human Services. "Dietary Guidelines for Americans 2015-2020 EIGHTH EDITION"
- 7) 内閣府食品安全委員会「食品に含まれるトランス脂肪酸評価書」2012 年 3 月 8 日通知
- 8) Oshita T *et al.*, Elevated serum elaidic acid predicts risk of repeat revascularization after percutaneous coronary intervention in Japan. *Circulation J.*, 2019, **83**:1032-1038.

### 2-4. 卵の摂取がコレステロール濃度に及ぼす影響

- 1) Kuang H *et al.*, The impact of egg nutrient composition and its consumption on cholesterol homeostasis. *Cholesterol*, 2018, Article ID 6303810, 22pages.
- 2) 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.
- 3) Nakamura Y *et al.*, Re-evaluation of the associations of egg intake with serum total cholesterol and cause-specific and total mortality in Japanese women. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2017, **72**:841-847.

## 参 考 文 献

- 4) 中村保幸 (2011) NIPPON DATA90—経年的変化をどう読むか—。 *The Lipid*, **22**, 2011, 20-25.
- 5) Okami Y *et al.*, Time-related changes in relationships between the keys score, dietary lipids, and serum total cholesterol in Japan-NIPPON DATA80/90/2010. *Circ. J.*, 2018, **83**:147-155.
- 6) 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.
- 7) Kishimoto Y *et al.*, Additional consumption of one egg per day increases serum lutein plus zeaxanthin concentration and lowers oxidized low-density lipoprotein in moderately hypercholesterolemic males. *Food Res. Int.*, 2017, **99**:944-949.
- 8) Kishimoto Y. *et al.*, The effect of the consumption of egg on serum lipids and antioxidant status in healthy subjects. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 2016, **62**: 361-365.
- 9) Taguchi C *et al.*, Regular egg consumption at breakfast by Japanese women university students improves daily nutrient intakes: open-labeled observations. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, 2018, **27**: 359-365.
- 10) 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.

### 2-5. 卵の摂取とコレステロール濃度に関わるメカニズム

- 1) 江崎治ほか, コレステロール摂取基準の考え方. 日本栄養・食糧学会誌 2005, **58**: 69-83.
- 2) 厚生労働省健康局「平成 29 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 DJ *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) Lemos BS *et al.*, Intake of 3 eggs per day when compared to a choline bitartrate supplement, downregulates cholesterol synthesis without changing the LDL/HDL ratio. *Nutrients*, **2018**, 10:258.
- 6) Kim JE and Campbell WW, Dietary cholesterol contained in whole eggs is not well absorbed and does not acutely affect plasma total cholesterol concentration in men and women: results from 2 randomized controlled crossover studies. *Nutrients*, **2018**, 10:1272.
- 7) Matsuoka R *et al.*, Lactic-fermented egg white reduced serum cholesterol concentrations in mildly hypercholesterolemic Japanese men: a double-blind, parallel-arm design. *Lipids Health Dis.*, 2017, **16**:101.
- 8) Matsuoka R *et al.*, Mechanism for the cholesterol-lowering action of egg white protein in rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 2008, **72**:1506-1512.
- 9) Blesso CN *et al.*, Dietary cholesterol, serum lipids, and heart disease: are eggs working for or against you? *Nutrients*, **2018**, 10:426.

### 3-1. 卵の摂取と循環器疾患との関係

- 1) Committee on Nutrition, American Heart Association. Diet and Heart Disease, American Heart Association: Dallas, TX, USA, 1968.
- 2) U.S. Departments of Health and Human Services. "Dietary Guidelines for Americans 2010".
- 3) Anitschkow NN *et al.*, Ueber experimentelle Cholesterinsteatose und ihre Bedeutung für die Entstehung einiger pathologischer Prozesse. *Zentbl. Allg. Pathol. Anat.*, 1913, **24**:1-9.
- 4) Trapani L *et al.*, Regulation and deregulation of cholesterol homeostasis: The liver as a metabolic "power station" *World J Hepatol.*, 2012, **4**:184 -190.
- 5) Soliman GA, Dietary cholesterol and the lack of evidence in cardiovascular disease. *Nutrients*, **2018**, 10:780.
- 6) 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.
- 7) Alexander DD *et al.*, Meta-analysis of egg consumption and risk of coronary heart disease and stroke. *J. Am. Coll. Nutr.*, 2016, **35**:704-716.
- 8) Qin C *et al.*, Associations of egg consumption with cardiovascular disease in a cohort study of 0.5 million Chinese adults. *Heart*, 2018, **104**:1803
- 9) Zhong VW *et al.*, Associations of dietary cholesterol or egg consumption with incident cardiovascular disease and mortality. *JAMA*, 2019, **32**:1081-1095.
- 10) 日本動脈硬化学会「動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2017年版」. 2017, p.58.

### 3-2. 卵の摂取と糖尿病との関係

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 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.*, 2015, **101**:1088-1096.
- 4) Djoussé L *et al.*, Egg consumption and risk of type 2 diabetes: a meta-analysis of prospective studies. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2016, **103**:474-480.
- 5) Sabate J *et al.*, Unscrambling the relations of egg and meat consumption with type 2 diabetes risk. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2018,



## 参 考 文 献

108:1121-1128.

- 6) Schulze MB *et al.*, Food based dietary patterns and chronic disease prevention. *BMJ*, 2018, **361**:k2396.
- 7) Scrafford CG *et al.*, Egg consumption and CHD and stroke mortality: a prospective study of US adults. *Health Nutr.*, 2011, **14**:261-270.
- 8) Richard C *et al.*, Impact of egg consumption on cardiovascular risk factors in individuals with type 2 diabetes and at risk for developing diabetes: A systematic review of randomized nutritional intervention studies. *Can. J. Diabetes.*, 2017, **41**:453-463.
- 9) Wang X *et al.*, Mechanism and potential of egg consumption and egg bioactive components on type-2 diabetes. *Nutrients*, 2019, **11**:357.

### 3-3. 卵の摂取とメタボリックシンドロームとの関係

- 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 JM *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 CN *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) Shin S *et al.*, Egg consumption and risk of metabolic syndrome in Korean adults: results from the health examinees study. *Nutrients*, 2017, **9**:687.
- 6) Matsuoka R *et al.*, Lactic-fermented egg white improves visceral fat obesity in Japanese subjects-double-blind, placebo-controlled study. *Lipids Health Dis.*, 2017, **16**:237.
- 7) 文部科学省「日本食品標準成分表 2015 (七訂)」

### 3-4. 卵の摂取とアレルギーとの関係

- 1) 国立研究開発法人日本医療研究開発機構「食物アレルギーの診療の手引き 2017」
- 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) 海老澤元宏ほか, 卵殻未焼成カルシウムのアレルギー性について. アレルギー, 2005, **54**: 471-477.
- 5) 日本小児アレルギー学会「食物アレルギー診療ガイドライン 2016」
- 6) Tsakok T *et al.*, Does atopic dermatitis cause food allergy? A systematic review. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2016, **137**:1071-1078.
- 7) 日本皮膚科学会「アトピー性皮膚炎診療ガイドライン 2016 年版」
- 8) Natsume O *et al.*, Two-step egg introduction for prevention of egg allergy in high-risk infants with eczema (PETIT): a randomized double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet*, 2016, **389**:376-286.
- 9) Despo I *et al.*, Timing of allergenic food introduction to the infant diet and risk of allergic or autoimmune disease. A systematic review and meta-analysis. *JAMA.*, 2016, **316**:1181-1192.

### 4-1. 卵の健康維持機能

- 1) Institute of Medicine of the National Academies, "Dietary Reference Intakes (1998)" .
- 2) Shirouchi B *et al.*, Quantities of phospholipid molecular classes in Japanese meals and prediction of their sources by multiple regression analysis. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 2018, **64**:215-221.
- 3) 真田順子ほか, 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) Ozawa M *et al.*, Dietary patterns and risk of dementia in an elderly Japanese population: the Hisayama Study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2013, **95**:1076-1082.
- 5) Ylilauri MP *et al.*, Association of dietary cholesterol and egg intakes with the risk of incident dementia or Alzheimer disease: The Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2017, **105**:476-484.
- 6) Akashi T *et al.*, Enteral formula containing egg yolk lecithin improves diarrhea. *J. Oleo Sci.*, 2017, **66**:1017-1027.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) Kim JE *et al.*, Effects of egg consumption on carotenoid absorption from co-consumed, raw vegetables. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2015, **102**:75-83.
- 10) Kim JE *et al.*, Egg consumption increases vitamin E absorption from co-consumed raw mixed vegetables in healthy young men. *J. Nutr.*, 2016, **146**:2199-2205.
- 11) Huang X & Ahn DU, How can the value and use of egg yolk be increased? *J. Food Sci.*, 2019, **84**:205-212.
- 12) 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.
- 13) 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.
- 14) Kim IY *et al.*, Quality of meal protein determines anabolic response in older adults. *Clin. Nutr.*, 2017, **37**:2076-2083.

## 参 考 文 献

- 15) Alison S *et al.*, Considering the benefits of egg consumption for older people at risk of sarcopenia. *Br. J. Community Nurs.*, 2016, **21**:305-309.
- 16) 中嶋洋子, 江指隆年, カルシウム源の差によるカルシウム吸収率の比較検討. 臨床栄養, 1994, **85**:81-85.
- 17) Sakai S *et al.*, Effects of eggshell calcium supplementation on bone mass in postmenopausal Vietnamese women. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 2017, **63**:120-124.
- 18) Ruff KJ *et al.*, Beneficial effects of natural eggshell membrane versus placebo in exercise-induced joint pain, stiffness, and cartilage turnover in healthy, postmenopausal women. *Clin. Interv. Aging.* 2018, **13**:285-295.

### コラム① 日本人の卵摂取ヒストリー

- 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, 「鶏卵食生活における利用の歴史と食品機能の観点から」, 日本食生活学会誌, 2003, **14**:84-89.

### 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~

- 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.

### コラム③ 卵とTMAO

- 1) Canyelles M *et al.*, Trimethylamine N-Oxide: A Link among diet, gut microbiota, gene regulation of liver and intestine cholesterol homeostasis and HDL function. *Int. J. Mol. Sci.*, 2018, **19**: E3228.
- 2) Shirouchi B *et al.*, Quantities of phospholipid molecular classes in Japanese meals and prediction of their sources by multiple regression analysis. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 2018, **64**, 215-221.
- 3) Wang Z *et al.*, Impact of chronic dietary red meat, white meat, or non-meat protein on trimethylamine-N-oxide metabolism and renal excretion in healthy men and women. *Eur. Heart J.*, 2018, **40**: 583-594
- 4) Kanitsoraphan C *et al.*, Trimethylamine N-oxide and risk of cardiovascular disease and mortality. *Curr. Nutr. Rep.*, 2018, **7**:207-213.
- 5) Janeiro MH *et al.*, Implication of trimethylamine N-oxide (TMAO) in disease: Potential biomarker or new therapeutic target. *Nutrients*, 2018, **10**: E1398.
- 6) Cho CE *et al.*, Trimethylamine-N-oxide (TMAO) response to animal source foods varies among healthy young men and is influenced by their gut microbiota composition: a randomized controlled trial. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2017, **61**: doi: 10.1002/mnfr.201600324.
- 7) DiMarco, DM *et al.*, Intake of up to 3 eggs/day increases HDL cholesterol and plasma choline while plasma trimethylamine-N-oxide is unchanged in a healthy population. *Lipids*, 2017, **52**:255-263.
- 8) 菅野道廣, コリンの生理機能の一側面: トリメチルアミン-N-オキシド. オレオサイエンス, 2017, **17**:217-222.

### コラム④ 卵はマルチプレーヤー

- 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.

### コラム⑤ 卵の消費量 いま・むかし

- 1) 農林水産省大臣官房食料安全保障課「平成29年度食料需給表」
- 2) International Egg Commission, "Annual Review 2016"

### コラム⑥ 幼児の体格向上

- 1) Baum J *et al.*, The effect of egg supplementation on growth parameters in children participating in a school feeding program in rural Uganda: a pilot study. *Food Nutr. Res.*, 2017, **61**:1330097.
- 2) Coheley LM *et al.*, Whole egg consumption and cortical bone in healthy children. *Osteoporosis Int.*, 2018, **29**:1783-1791.

### コラム⑦ 卵は物価の優等生

- 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27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) タマリ工検定委員会編著, 「タマゴのソムリエハンドブック—タマリ工検定公式テキスト—」, 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.

### コラム⑧ 卵のフードセーフティ

- 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=コレステロールと思っている人は多い。しかし、卵に含まれているコレステロールは、卵黄の脂質のわずか4%でしかないと知る人は少ない。その少ないコレステロールを摂取すると血中のコレステロールが増加すると思っている人がまた多い。だから、「私は卵を食べるのを控える」と言う人もいる。「卵を食べてはいけない」と言う人もいる。本当だろうか？そもそも、私たち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たもので、口から摂取するコレステロールは2割程度にすぎない。加えて、食事から摂取するコレステロールにより、肝臓でのコレステロール合成に恒常性の維持機能が働くことを知れば、コレステロールの摂取にそれほど気を使う必要のない事は自明の理のはずである。ましてや、コレステロール219mgの卵1個程度の摂取は、身体内の合成のバランスで問題ないと理解できるはずであるし、実際に行った実験でも、血中のコレステロールは増加していない。卵にはコレステロール以外にも、たんぱく質、抗酸化物など、様々な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くれた重要な食べ物である事を念頭におくのは大事である。



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」といったイメージは正確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への影響は少なく、肉などからの飽和脂肪酸の摂取を考慮すると心臓病（冠動脈疾患）や糖尿病の発症リスク増加にほとんど影響しないことが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、それら栄養素の総合的な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与えてきた食品である。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。

# タマゴを読み解く

—正しい知識で健康に—

2019年6月24日 初版 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>

タマゴ科学研究会公式ツイッター：@EggScience\_info



レイアウト：貝沼俊之 [DKP] [https://peraichi.com/landing\\_pages/view/dkp00](https://peraichi.com/landing_pages/view/dkp00)