



第2回 タマゴシンポジウム

The 2nd Egg Science Symposium

テーマ：『タマゴが創る未来の食生活』

-Egg in the Future Diet-

期 日：2014年6月13日(金)

場 所：東京大学農学部キャンパス弥生講堂一条ホール

主 催：タマゴ科学研究会

後 援：農林水産省、日本栄養・食糧学会、東京大学大学院 農学生命科学研究科附属 食の安全研究センター、
NPO 食の安全と安心を科学する会 (SFSS)、キューピー株式会社

■ プログラム (敬称略)

- 13:00 ~ 13:05 ご挨拶
関崎 勉 (東京大学大学院 農学生命科学研究科附属 食の安全研究センター長・教授)
- 13:05 ~ 13:10 開会のご挨拶
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)
- 13:10 ~ 14:00 基調講演 座長：阿部 啓子 (東京大学大学院 農学生命科学研究科 特任教授)
『タマゴと健康 -今わかっていること-』
菅野 道廣
- セッション I** 座長：八田 一 (京都女子大学 家政学部 教授)
- 14:00 ~ 14:40 『卵の摂取と血中コレステロールとの関係』
川端 輝江 (女子栄養大学 基礎栄養学 教授)
- 14:40 ~ 15:20 『卵の摂取とHDLの量や質について～心疾患との関連～』
安田 知行 (神戸大学大学院 医学研究科 内科学講座 循環器内科学 医学研究員
加古川東市民病院 循環器内科 医長)
- 15:20 ~ 15:50 コーヒーブレイク
- セッション II** 座長：峯木 眞知子 (東京家政大学大学院 栄養学科 教授)
- 15:50 ~ 16:20 『卵のおいしさについて～おいしい卵の開発～』
鈴木 和明 (JA全農飼料畜産中央研究所 養鶏研究室 主任研究員)
- 16:20 ~ 16:50 『調理加工方法が卵のおいしさや生理作用に及ぼす影響』
小川 宣子 (中部大学 応用生物学部 教授)
- セッション III** 座長：渡邊 乾二 (岐阜大学 名誉教授)
- 16:50 ~ 17:20 『多彩な機能性を示す卵白由来の新しい生理活性ペプチド』
大日向 耕作 (京都大学大学院 農学研究科 准教授)
- 17:20 ~ 17:50 『企業におけるタマゴの基礎研究とその応用～乾燥卵の変性制御～』
半田 明弘 (キューピー(株) 研究開発本部 技術研究所 プリンシパル・コーポレート・サイエンティスト)
- 17:50 ~ 17:55 閉会のご挨拶
局 博一 (東京大学大学院 農学生命科学研究科附属 食の安全研究センター 特任教授)
- 18:00 ~ 19:00 交流会
-

はじめに

鶏卵に関する研究や情報が集まる学術的で中立的な場をつくりたいとの強い要望に応え、2013年2月関係各位のご賛同を頂き「タマゴ科学研究会」を発足致しました。そして、同年5月には「第1回タマゴシンポジウム」を開催し、幅広い分野の演題を選び、最新情報をお届け致しましたところ、ご参加の皆様から過分なるご評価頂くことができました。このシンポジウムを通して皆様のご理解が深まり、卵にかかわる学術や産業の進展・活性化の一助になったのであればこの上ない慶びであります。

この度、お陰様で「第2回タマゴシンポジウム」を開催する運びとなりました。これはひとえに関係の皆様方や後援団体のお力添えによるものと衷心より感謝しております。今回のシンポジウムでは前回頂戴したご意見を受けて、更に満足していただけるよう工夫を凝らしました。鶏卵の持つ魅力、すなわち「健康」「おいしさ」「機能・物性」の幅広い視点に立ち、様々な立場からの講演と議論により、ご参加の皆様の鶏卵に対するご理解、想い、そして期待が一層深まれば、私たちタマゴ科学研究会が掲げています目標に一步でも近づけることになりましょう。

タマゴ科学研究会では、シンポジウムの開催に加えて、関連する学会へ参加し、さらには鶏卵に関する出版物の発行を目途するなど様々な活動を行ってまいります。本会の趣旨にご賛同頂ける皆様方と共生しながら、「タマゴが創る未来の食生活」につなげて参ります。

第2回タマゴシンポジウムが科学的議論と産業の発展に貢献する情報交換の場となりますことを祈念し、タマゴ科学研究会理事会を代表しご挨拶に代えさせていただきます。

2014年6月13日

タマゴ科学研究会 理事長
菅野 道廣

タマゴ科学研究会 理事
渡邊 乾二、阿部 啓子、局 博一、峯木 眞知子、和田 義明

タマゴと健康 -今わかっていること-

Egg & Healthy Nutrition, "What we know about eggs"

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

すがの みちひろ
菅野 道廣



○略歴

1962年 九州大大学院農学研究科修了
1962-1964年 米国 Harvard 大学公衆保健学部栄養学科博士研究員
1964年 九州大学農学部栄養化学講座助手、1966年同助教授、1977年同教授(1991から食糧化学講座教授)
1997年 九州大学停年退官、同大学名誉教授、同年熊本県立大学生活科学部教授
2000年 同大学学長、2004年退職、同大学名誉教授、現在に至る
日本栄養・食糧学会名誉会員、国際栄養連盟・日本油化学会及びアメリカ油化学会フェロー、
日本油化学協会論文賞、日本栄養・食糧学会賞、日本農芸化学会功績賞、安藤百福記念賞、瑞寶中級章叙勲
研究テーマ：脂質代謝の調節の食品栄養学的解析と脂質代謝改善関連機能性食品の開発
専門研究論文・総説・解説多数、著書(共著、分担執筆)「コレステロール」、「あぶらは訴える 油脂栄養論」、
[Soy in Health and Nutrition] など

タマゴ(鶏卵)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む栄養的にも最も優れた食品の一つである。さらに、安価で安全な食品であり、日本人の1人当たりの消費量は年間約330個に及び、われわれの食生活には欠かせない食品となっている。その一方で、タマゴ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、動脈硬化性疾患などのリスク上昇が懸念され、敬遠されてきている一面もある。

最近、コレステロール摂取と血清コレステロール濃度との関係、さらには健康な血清コレステロール濃度についての問題提起があり、「日本人の食事摂取基準(2015年版)」においては食事コレステロールの一日の目標量(上限)が削除されるなど、コレステロールを取り巻く環境は揺れ動いている。このような状況の中で、タマゴ摂取に関する知見は着実に進展し、食事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個程度のタマゴ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。タマゴは「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。

本講演では、「タマゴと健康-今わかっていること-」として、タマゴ摂取が健康に及ぼす影響について、コレステロール問題に加え、タマゴの栄養生理機能成分の供給源としての特質や、食べ易く、美味しく、健康に役立つタマゴ加工品の開発などの話題にも触れ、広い視点から、豊かな食生活を営む上でタマゴ摂取が果たす役割を考察する。

卵の摂取と血中コレステロールとの関係

The relationship between egg consumption and blood cholesterol level

女子栄養大学 栄養学部

かわばた てるえ
川端 輝江



○略歴

1986年 4月 女子栄養大学 助手
1996年 5月 女子栄養大学において博士(栄養学)取得
1998年 4月 女子栄養大学 専任講師
2001年 4月 女子栄養大学 助教授
2007年 4月 女子栄養大学 教授

コレステロールの摂取は血中LDL-コレステロール(LDL-C)を上昇させ、LDL-Cの上昇は冠動脈心疾患の発症リスクを高めると考えられている。そこで、本発表では、卵の摂取と動脈硬化性疾患リスクとなり得る血中コレステロールとの関係について検討を行う。

コレステロール摂取による血中コレステロール上昇の反応式(コレステロール摂取試験のメタ解析による)に、鶏卵1個分のコレステロール(240mg)摂取を当てはめると、血中総コレステロール(TC)は $5.2 \pm 0.5 \text{ mg/dL}$ 、LDL-Cは $4.6 \pm 0.4 \text{ mg/dL}$ 上昇する。しかしながら、卵を負荷したこれまでの研究報告では、血中コレステロール濃度への影響はさまざまである。この理由の一つとして、背景に存在する食事要因が、卵負荷による血中コレステロール反応に影響することが挙げられる。即ち、食事時の飽和脂肪酸に対して多価不飽和脂肪酸の摂取割合が高いと、同じコレステロールを摂取しても上昇率は少ない。日常摂取しているベースライン時のコレステロール量や、卵負荷量の大きさによっても反応は異なってくる。一方、体内では、食事によって多量のコレステロールが取り込まれると、生理的調節によって生合成が制御される。そのため、卵からの多量のコレステロール取り込みによって、一時的にTC、LDL-Cが上昇しても、さらなる数週間の後、血中コレステロールは生理的な調節機構によって減少する。

卵摂取によって、血中コレステロール上昇があった場合のリスクは問題となるのだろうか。日本人の30%は血中コレステロールが上昇しやすいハイパーレスポonderタイプとされる。しかし、ハイパーレスポonderであっても、血中コレステロールの上昇には、LDL-Cと共にHDL-コレステロール(HDL-C)の上昇も含まれるため、結局LDL-C/HDL-C比の変化はほとんどなく、また、鶏卵由来のコレステロール負荷による血中LDL-Cの上昇は、動脈硬化性ではないlargeタイプのものがほとんどであるとの報告もみられる。卵の摂取量と動脈硬化性疾患罹患との関連を調べた2013年のメタ解析では、両者の関連は認められなかったが、糖尿病の場合、卵摂取量と冠動脈性心疾患リスクの増加が指摘されている。疾病を持つ対象者への卵摂取に関するリスクの有無については、今後さらなる研究が必要と考える。

女子栄養大学の食事法では、卵を「栄養を完全にする」食品と位置づけ、1日1個の摂取を推奨している。日本人は卵を以前から食事に取り入れてきており、和食とも相性の良い食材である。しかし、卵を摂取する人は肉類、乳類等の摂取量も多く、飽和脂肪酸摂取量も高いという調査結果がある。栄養的にすぐれた卵を、上手に食生活に取り入れていきたいものである。

卵の摂取と HDL の量や質について～心疾患との関連～

The effects of egg consumptions on HDL anti-atherogenic properties

神戸大学大学院 医学研究科 内科学講座 循環器内科学 医学研究員 兼
加古川東市民病院 循環器内科 医長

やすだ ともゆき
安田 知行



○略歴

1999年 神戸大学 医学部 卒業
2007年 神戸大学大学院 医学系研究科 修了
2008年～2010年 米国ペンシルバニア大学 研究留学 Rader 研究室
2011年 神戸大学医学部附属病院 循環器内科 特定助教
2013年～現在 神戸大学大学院 医学研究科 内科学講座 循環器内科学 医学研究員 兼
加古川東市民病院 循環器内科 医長

背景；1913年にロシアで行われた研究において、家兎に卵を摂取させたところ、動脈硬化が進展した。この結果に基づきヒトでも卵摂取で動脈硬化進展が起こると想起され、高コレステロール血症患者に卵摂取の制限を促している医師は多い。しかし、多くの臨床研究により、卵摂取は必ずしも血清コレステロールを増加させず、さらに卵摂取にて心血管病発症が増加したという報告もない。卵には必須アミノ酸がバランスよく含まれ、卵黄に含まれるレチシンの一種であるフォスファチジルイノシトールは、善玉 HDL 増加作用が報告されている。我々は、健常ボランティアと動物モデルにおいて卵負荷を施行し、コレステロール量変化と質の解析を行い、卵摂取による動脈硬化抑制効果の検証を試みた。

5人の健常ボランティアに、通常の食事に加えて、卵2個を追加し、4週間負荷前後に、空腹時採血を行った。体重は、前後で変化を認めなかった。脂質パラメーターに関しては、LDLコレステロールが増加する傾向を示したのみで、有意な変化は認められなかった。コレステロール引き抜き能は、卵負荷後血清において、有意に増加傾向を認めたが、PON-1活性においては変化が認められなかった。

次に、ハムスターを対照群、コレステロール負荷(chol)群、卵黄負荷(Yolk)群、卵白負荷(White)群に分割し、卵1日5～10個分を4週間投与した。総コレステロール値、中性脂肪値ともにChol群、Yolk群で増加していたが、Yolk群でより顕著であった。White投与群では、軽度、両値ともに低下する傾向が認められた。HPLCを用いた詳細な脂質解析では、Chol群、Yolk群で、HDLの増加が確認できたが、Yolk群では、VLDL,LDLの増加も顕著であった。White群では、HDL値は変化なく、VLDL,LDLに関してはむしろ低下傾向を認めた。負荷ハムスターの血漿脂肪酸解析結果は、卵に含まれる脂肪酸が、Yolk群で有意に増加しており、飽和脂肪酸のパルミチン酸、不飽和脂肪酸のアラキドン酸が顕著に増加していた。HDL機能の解析では、コレステロール引き抜き能は、Cont群と比較し、Chol群、Yolk群で顕著に増加を認めた。一方、動脈硬化惹起因子のVCAM-1発現抑制能に関しては、Chol群やYolk群のHDLでは、作用が減弱、消失しており、White群のHDLは、Cont群と同様の抗炎症作用を有していた。肝臓、小腸における HDL 関連遺伝子の発現を Real-time PCR 法にて測定した。唯一、HDL合成の材料となる apoA-Iの発現が、White群小腸にて、有意に増加していた。

以上より、ヒトにおいて1日2個までの卵摂取は、脂質プロファイルに悪影響を与えずに、HDL抗動脈硬化作用を改善させた。動物モデルで卵黄過剰摂取は、動脈硬化惹起性 LDL コレステロール量を増加させたが、卵白過剰摂取は、LDLコレステロールを減少させ、HDL抗動脈硬化作用を保持していた。卵白摂取は、抗動脈硬化効果を有する可能性が示唆された。

卵のおいしさについて ～おいしい卵の開発～

Research of poultry feed to develop egg quality: a taste and appearances.

全国農業協同組合連合会 飼料畜産中央研究所 主任研究員

すずき かずあき
鈴木 和明



○略歴

2000年3月 東北大学大学院 農学研究科 博士前期課程修了
2000年4月 全国農業協同組合連合会 飼料畜産中央研究所
2005年2月 JA 東海くみあい飼料(現 JA東日本くみあい飼料)
2009年2月 全国農業協同組合連合会 本所畜産生産部
2013年3月 全国農業協同組合連合会 飼料畜産中央研究所

卵は豊かな味と栄養価をそなえながら、とても経済的な食品です。同時に便利な調理素材でもあります。

私たちは卵の原料となる配合飼料の研究開発を行っています。美味しく安全な卵を生産するには、関連法規を遵守しながら原料の価格や安全性に目をむけ、安定した原料調達と製品供給にも心がけています。

今回は配合飼料の研究所が現実と格闘しながら、配合飼料を通じて卵の品質改善に取り組む様子をご紹介します。先端のご研究をされる皆様のご高覧をいただければ幸いです。

はじめに、卵の生産に必要な配合飼料の量や、農場の経営を左右する最近の飼料価格の変動や高騰、卵の生産費を構成する要素について簡単にご説明をいたします。

次に本題です。卵が美味しくなる飼料を作れば大変に喜ばれるでしょう。私たちは、どのような卵が求められるのか、その目標をまず明らかにします。卵は目的に応じた風味と見た目がそろってこそ美味しく感じられるからです。

卵の味の違いは、分かる人がいる一方、分からない人が多いのも実情です。これはアミノ酸やイノシン酸などの呈味物質が少ない上に卵特有の風味が強いためかもしれません。さらに物性や舌触りの差も非常に微妙です。その差を公平に評価することは難しく、味覚センサー等で測定を試みても、官能評価と結果が一致しないことも多いと言えます。

私たちは誰が食べても美味しい卵を作りたいと考えています。最近では、JA全農たまご(株)と共同で、日本の誇る卵かけご飯に適した鶏卵をテーマに研究を行いました。味に影響しそうな飼料原料を20種類以上試しました。

飼料に使う油脂は、卵黄のコクや脂肪酸組成に影響します。飼料に加える魚粉も卵にコクを与えます。しかし強すぎる魚臭は臭みになります。卵の臭いには鶏の種類も影響します。

次に見た目、つまり色調です。卵黄着色剤は大きく4つに分類できます。生の場合は赤系の卵黄着色剤、加熱したあとの色を美しくするには黄色系の卵黄着色剤を用います。これらを組み合わせれば美味しそうな卵を作ることが出来ます。抗酸化作用のある色素もあります。

加工用途の視点も重要です。私たちはかつて、美しいゆで卵を作るために卵白のタンパク質が濃い卵の研究も行い、鶏の種類や日齢が大きく影響することを明らかにしました。これは当時ほとんど知られていなかったことです。

今後は卵白の盛り上がりについても研究を広げたいと考えています。また卵かけご飯以外の用途向け鶏卵の開発も興味深いと考えています。朝食向けや卵焼き向けの卵などのほか、から揚げ向けや親子丼向けの卵が作れば同時に鶏肉の消費も盛り上げられるかもしれません。これは私たちの組織が目指す畜産業界の振興や畜産生産者の経営改善に通じる目標です。

最後に本日ご紹介いたしました知見の開発にご協力をいただいた、JA全農たまご(株)に感謝を申し上げます。

調理加工方法が卵のおいしさや生理作用に及ぼす影響

Effects of Cooking and Processing on the Taste and Physiological Function of Eggs

中部大学 応用生物学部 教授

おがわ のりこ
小川 宣子



○略歴

- 1974年 3月 お茶の水女子大学 家政学部 食物学科 卒業
- 1974年 4月 岐阜女子大学 家政学部 研究助手
- 1977年 4月 岐阜女子大学 家政学部 助手
- 1988年 4月 岐阜女子大学 家政学部 助教授
- 1990年 12月 お茶の水女子大学大学院 人間文化研究科 人間環境学専攻 学術博士
学位論文「家禽卵蛋白質の理化学研究－構成蛋白質と熱凝固性－」
- 1996年 4月 岐阜女子大学 家政学部 教授
- 2004年 4月 岐阜女子大学大学院 生活科学研究科 教授
- 2010年 4月 中部大学 応用生物学部 教授
- 2013年 4月 中部大学大学院 応用生物学研究科 教授

卵はほとんどの家庭の冷蔵庫で買い置きされている食材であり、家庭用の冷蔵庫には卵の置き場所が配慮されているくらいです。このように卵が非常に私たちに身近な食材である理由は、食物繊維やビタミンCが欠如しているものの良質な動物性蛋白質で栄養的に優れており、価格が比較的安定で安価な食材であるだけでなく、卵には熱凝固性、起泡性、乳化性などさまざまな調理加工特性を有することが上げられます。これらの調理加工特性を生かして主菜、副菜、丼物、汁物、デザート、料理の副材料などに至るなど多種にわたる卵料理が食卓に提供されています。卵を食べているという意識がなくても、マヨネーズとか、パンとか、てんぷらとか(衣に卵が使われている)、茶碗蒸しとか、プディングとか、あげていけば際限なく続きます。これは1785年に刊行された「万宝料理秘密箱」にも卵を使い工夫された多くの卵料理がこの時代でもすでに紹介されています。このように私たちの食生活に密接な食材となっている卵や卵料理は調理加工特性を有効に活用することで、『おいしい』卵料理を作ることができます。私は卵や卵料理をおいしく、健康的に食べるための研究を継続的に取り組んでいます。そこで本シンポジウムでは、卵のおいしさや生理作用の2つの視点から研究結果をもとに紹介いたします。

食材や料理のおいしさは「味覚」「嗅覚」「触感」「視覚」「聴覚」の五感で評価します。視覚は卵黄の色が味覚のおいしさと相関が強いのですが、卵自体は判別的で特徴的な味覚はあげにくく、「うま味」の指標としてグルタミン酸を測定している報告がありますが、グルタミン酸はたんぱく質を構成しているアミノ酸の一種あり、卵では遊離アミノ酸の状態での存在量は極めて少ないため、グルタミン酸をうま味の指標とするのは問題があると考えます。そこで、味覚の次ぎにおいしさに関わる指標としては触感が挙げられています。触感はテクスチャーとも言われ、「硬い」とか「ふわふわしている」とか「べたべたしている」「つるつるしている」などがこれに相当します。そこで、ここでの卵のおいしさは触感を指標として述べたいと思います。

卵および卵料理のおいしさに及ぼす要因について、餌の成分、鶏種、調理法、卵の鮮度が卵料理である厚焼き卵、エンゼルケーキ、ドレッシングなどの出来上がりに及ぼす影響から紹介をし、さらに卵の添加が加工品の品質(おいしさ)に及ぼす影響についてパンや麺から紹介したいと思います。また、生理作用については、卵の生理的課題として消費者が気にしているコレステロールとアレルギーが挙げられます。鶏種や調理操作によりこれらの課題を低減する可能性について検討を行った実験結果も紹介したいと思います。

多彩な機能性を示す卵白由来の新しい生理活性ペプチド

Novel egg white-derived peptides having various bioactivities

京都大学 農学研究科 准教授

おおひなた こうさく
大日向 耕作



○ 略歴

- 2001年3月 京都大学大学院 農学研究科 博士後期課程修了博士(農学)取得。
- 2001年4月～2003年7月
日本学術振興会 特別研究員(PD) 京都大学大学院 勤務。
この間、ニューヨーク州立大学医学部留学(平成13年7月～14年4月)
- 2003年8月 東北大学大学院 農学研究科 助手。
- 2004年5月 京都大学大学院 農学研究科 講師。
- 2007年1月 京都大学大学院 農学研究科 助教授。
- 2007年4月 京都大学 農学研究科 准教授。現在に至る。

食品タンパク質の機能性を顕在化するには、酵素消化により生成する低分子ペプチドの生理活性の解明が重要であり、このようなペプチド研究は新しい機能性素材の開発にもつながる。本講演では神経系や循環器系に作用する鶏卵由来の新しい生理活性ペプチドについて紹介する。

鶏卵は安価で栄養価が高く、加工特性に優れ、嗜好性の高い食品に汎用されている。しかしながら、鶏卵成分と神経系との相互作用の詳細は不明な点が多かった。一方これまで我々はマウス行動試験により主要な卵白タンパク質オボアルブミンのトリプシン消化物が抗不安薬様作用(精神的ストレス緩和作用)を示すことを明らかにした。さらに、この消化物中に含まれる5残基ペプチドが医薬品に匹敵する強力な抗不安薬様作用を示すことを見出し、ovolinと命名した。また、ovolinは新しい神経経路であるプロスタグランジンD₂-アデノシン系の活性化を介して情動調節作用を示すことがわかった。

さらに、オボアルブミン由来ペプチドの循環器系に対する作用を検討した。高血圧自然発症ラット腸管膜動脈の弛緩活性を評価したところ、オボアルブミンをペプシン、次に、トリプシンで処理した酵素消化物中に動脈弛緩ペプチドVal-Val-Arg-Phe(VVRF)が生成することがわかった。本ペプチドはプロスタグランジンや一酸化窒素など従来の動脈弛緩因子ではなく、飽食因子として知られるコレシストキニンに依存した動脈弛緩作用を示すことがわかった。さらに、VVRFは経口投与で血圧降下作用と摂食抑制作用を併せ持つことを明らかにした。以上、オボアルブミン由来ペプチドの多彩な生理作用を発見するとともに新しい作用経路を見出した。

企業におけるタマゴの基礎研究とその応用～乾燥卵の変性制御～

Protein denaturation control in dried egg products

キューピー（株）研究開発本部 技術研究所
プリンシパル・コーポレート・サイエンティスト

はんだ あきひろ
半田 明弘



○略歴

1988年3月 東京大学大学院 農学系研究科 水産学専攻修士課程修了
1988年4月 キューピー（株）研究所研究五部
1995年8月 University of Nebraska-Lincoln 派遣研究員
1997年2月 キューピー（株）研究所研究三部
2000年10月 キューピー（株）経営企画室
2003年10月 Henningsen Foods, Inc. 副社長
2008年2月 キューピー（株）研究所 基盤技術センター 上級研究員
2012年7月 キューピー（株）研究開発本部 技術研究所 プリンシパル・コーポレート・サイエンティスト
1999年12月 農学博士取得「卵白ゲルの食品化学的研究」

食品原料としての卵加工品は液卵（チルド品、凍結品）と乾燥卵に大別できます。乾燥卵は常温で長期保存が可能であり、賞味期限が短いチルド品や解凍に手間がかかる冷凍品と比較すると、便利であるため幅広く使用されています。現在流通している乾燥卵は、主にスプレードライヤーで噴霧乾燥して製造されます。乾燥卵は、乾燥卵黄、乾燥全卵、乾燥卵白に大別されますが、それぞれ、約30%、約50%、約90%のタンパク質が含まれており、そのタンパク質の分子構造が、乾燥卵の乳化力、加熱ゲル化力、起泡力などの物性機能に大きな影響を与えることが知られています。

ところで、タンパク質分子は加熱などにより、その立体構造が変化（unfolding）しますが、一般的に、それは変性と呼ばれています。変性が進むとタンパク質分子同士が結合して凝集体を作ります。結合がさらに進みネットワークが形成されるとゲルになりますが、その構造により物性や保水力に差が生じます。

さて、乾燥卵黄と乾燥全卵は、殻付き卵⇒割卵⇒加熱殺菌⇒噴霧乾燥⇒充填⇒製品という工程で製造されますが、噴霧乾燥の温度条件によりタンパク質の変性度が異なります。すなわち、高い温度で製造するほど、タンパク質の変性と凝集が進み、水に溶解させた時の粘度が上がります。そして、その変性度が最終製品の物性や保存安定性に影響を及ぼします。

一方、乾燥卵白は、殻付き卵⇒割卵⇒脱糖⇒噴霧乾燥⇒充填⇒加熱殺菌⇒製品という工程で製造されますが、加熱殺菌の条件により製品の物性機能、特に加熱ゲル化性が大きく影響を受けます。加熱殺菌中に平均すると2～4個の卵白タンパク質分子が結合して凝集体を形成します。この凝集体を水に溶解させ加熱すると、凝集していないものとは比べ最大5倍以上の強度を持つゲルになります。卵白タンパク質の変性度合と加熱ゲル強度、および凝集体の平均分子量と加熱ゲル強度には正の相関関係があることが明らかにされています。また、メイラード反応を利用してタンパク質凝集体を形成させても、加熱ゲルの強度は最大5倍以上となることが確認されています。

以上のように、乾燥卵のタンパク質の変性と凝集を制御することにより、その物性機能を変化させることができます。今後さらに精緻にタンパク質の変性と凝集を制御する技術が開発できれば、様々な使用場面に適した乾燥卵製品を提供できるようになり「タマゴが創る未来の食生活」の実現に寄与できると考えられます。