

第1回 タマゴシンポジウム

テーマ：『タマゴが創る未来の食生活』

期 日：2013年5月20日（月）

場 所：東京大学農学部キャンパスフードサイエンス棟 中島董一郎記念ホール

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
古谷 研（東京大学大学院農学生命科学研究科長）
- 13:05 ～ 13:15 開会のご挨拶
菅野 道廣（九州大学・熊本県立大学 名誉教授）
- 13:15 ～ 14:05 基調講演 座長：菅野 道廣
『世界の鶏卵情勢と最新の鶏卵研究』
峯 芳徳（ゲルフ大学農学部 教授）
- セッションⅠ** 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）
- 14:05 ～ 14:45 『メタボリックシンドロームの病態と卵白タンパク質の栄養学的意義』
宇都宮 一典（東京慈恵会医科大学 糖尿病・代謝・内分泌内科 主任教授）
- 14:45 ～ 15:25 『鳥類多能性幹細胞を用いた鶏卵の低アレルゲン化』
堀内 浩幸（広島大学大学院生物圏科学研究科 教授）
- 15:25 ～ 15:55 コーヒーブレイク
- セッションⅡ** 座長：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）
- 15:55 ～ 16:15 『卵白由来のプロテアーゼ阻害成分による筋萎縮予防法の開発』
二川 健（徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 生体栄養学分野 教授）
- 16:15 ～ 16:35 『卵白と乳酸発酵』
渡邊 乾二（岐阜大学 名誉教授）
- セッションⅢ** 座長：峯木 真知子（東京家政大学大学院 栄養学科 教授）
- 16:35 ～ 16:55 『卵殻カルシウムおよび2価金属による畜肉タンパク質のゲル化』
石下 真人（酪農学園大学 農食環境学群 教授）
- 16:55 ～ 17:25 『企業におけるタマゴの基礎研究とその応用について』
設楽 弘之（キューピー（株） 研究開発本部 商品開発研究所 タマゴ開発部長）
- 17:25 ～ 17:35 閉会のご挨拶
和田 義明（キューピー（株） 常務取締役）
- 18:00 ～ 19:30 懇親会
-

はじめに

鶏卵は良質のタンパク質に加え種々のビタミンとミネラルに富み、さらに十分な量の抗酸化成分を含んでおり、栄養的に極めて優れた食品であることはよく知られています。しかし、一般の人たちの間には「コレステロール恐怖症」が蔓延していて、鶏卵、特に卵黄はコレステロールを多く含む代表的食品として、健康に不適であると信じている人が多いのが現状です。

このような状況は、わが国を始め世界の国々でもみられることであります。科学的事実と消費者の理解との乖離がこの状況をもたらしているものと考えられます。冠動脈心疾患による死亡率が圧倒的に高い米国では、American Egg Board (AED) や Egg Nutrition Center (ENC) のような機関が鶏卵についての正しい理解の普及に努め、実績をあげてきていますが、わが国では残念ながら必ずしも充分ではないのが実情です。そのため、鶏卵に係わる学問の確立・進展、さらには科学的に正しい情報を提供し、消費者への啓蒙ができる学術研究組織の設立が喫緊の課題と判断されます。

そこで、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要望に応え、2013年2月「タマゴ科学研究会」を発足致しました。この研究会では国内はもちろんのこと、海外の研究者の参画を求め、鶏卵関連分野の核として、鶏卵の学術や産業を活性化することができればと希望するところであります。

この度、上述の趣旨により設立された「タマゴ科学研究会」の主催により、記念すべき「第1回 タマゴシンポジウム」を開催する運びとなりました。これはひとえに後援団体や関係の皆様方のお力添えによるものと感謝する次第です。今回のシンポジウムが鶏卵の科学的議論と産業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からのご挨拶に代えさせていただきます。

2013年5月20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 真知子、和田 義明

The Global Overview of Egg Industry and Advanced Egg Science Today

ゲルフ大学農学部 教授
みね よしのり
峯 芳徳



○ Prof. Yoshinori Mine

Department of Food Science, University of Guelph, Ontario, Canada

1993, 3. Ph.D. -Tokyo University of Agric and Tech, Tokyo, Japan
1996.1-2005.6 Assistant/Associate Professor and Chair in Egg Material Science, University of Guelph, Canada
2005.7-current A full professor, University of Guelph, Canada
2003.1-2007.12 Director of Food Research Program, The Ontario Ministry of Agriculture and Foods, Canada.
2006.7-12 Visiting Professor at Hokkaido University, Japan.
2007.1-7 Visiting Professor at INRA, France
2013.9-2014.8 Visiting Professor at Kyoto University, Japan.
2004.7-current Adjunct Professor at Jiangnan University, China.
Research interests - Egg Material Science, Bioactive peptides and amino acids, Food allergy

Between 2000 and 2012, global egg output was expanded by more than two per cent a year from 51 million tonnes to 65.5 million tonnes. Twenty per cent of all eggs are produced in the Americas. However, the production and consumption of table eggs around the world has changed significantly in recent decades. Less developed and threshold countries are now playing a much stronger role in global egg production and trade. Africa recorded an average annual expansion of 3.7 per cent. Asia managed an annual growth of 2.6 per cent, while the Americas and Oceania each notched up an increase of a shade over two per cent. Expansion was slowest in Europe with a gain of only 1.1 per cent a year. This shift is mainly a result of the fast growth of egg production in Asia, especially in China. It is estimated that in 2015 another 12 million tonnes of shell eggs would have to be produced to meet the additional demand. Asia would then contribute 62.1% to global egg production.

Eggs are one of nature's highest quality sources of protein (in relation to human nutrition), lipids, valuable minerals, carbohydrates, vitamins, and indeed contain many of the key ingredients for life. Eggs are also widely used in the food industry due to their unique multifunctional properties (e.g. foaming, gelling, and emulsifying). In the last decade, numerous extensive studies characterizing biophysiological functions of egg components and seeking novel biologically active substances in the hen eggs have been conducted. These applications are being developed to take advantage not only of the nutritional and functional contributions of eggs in food products, but also in terms of the bioactive components that may be used as nutraceutical and functional food ingredients with potential to reduce risk of disease and to enhance human health. Continued research to identify new and existing biological functions of hen egg components will help to define new methods to further improve the value of eggs. The modern advanced techniques such as, LC-TOF-MS/MS, Proteomics, Bioinformatics, Bio-separation, Biotechnology and in vitro/in vivo biological assays enabled us to cracking the secrets of hens eggs and adding values into eggs.

メタボリックシンドロームの病態と卵白タンパク質の栄養学的意義

東京慈恵会医科大学 糖尿病・代謝・内分泌内科 主任教授

うつのみや かずのり

宇都宮 一典



○略歴

昭和54年 東京慈恵会医科大学卒業
昭和60年 同第3内科大学院修了
平成8年 同講師
平成13年 米国コロラド大学留学
平成14年 糖尿病・代謝・内分泌内科准教授
平成22年 同主任教授

主な研究テーマ：糖尿病合併症の治療

メタボリックシンドロームは、インスリン抵抗性状態を基盤とする症候群であり、内臓脂肪蓄積型肥満を最上流に、耐糖能異常、動脈硬化惹起性リポタンパク異常、高血圧を主徴候とし、心血管疾患のリスクの高い状態を意味しています。内臓脂肪蓄積型肥満はメタボリックシンドロームの中心的な役割を担っており、その成因には、非活動的な生活習慣、特に身体活動度の低下に加え、栄養摂取のバランスの崩れが関与しています。従って、メタボリックシンドロームの予防と治療には、食生活をはじめとする生活習慣の改善が第一義的な意味を有します。その一方で、食に対する価値観や食品・食習慣・食環境は、日々多様化してきており、定型的な食事指導は受け入れられず、より柔軟に患者の病態や嗜好性に対応することが必要になってきています。

鶏卵は、ビタミンC以外はヒトが生きていくうえで重要な栄養素が豊富に含まれている準完全食品です。日本人は1日、1人当たりおよそ1個の鶏卵を摂取しているといわれています。また、鶏卵の卵白は、高タンパク・低脂肪であり、そのタンパク質は、他のタンパク源と比較しても良質であることが知られています。

鶏卵は殻つきの状態で市販されている場合が多く、卵白だけを摂取する機会はほとんどないこともあり、卵白タンパク質のもつメタボリックシンドロームの予防・改善における意義については、よく知られていませんでした。最近、動物試験において、卵白タンパク質は、筋肉での脂肪燃焼酵素の活性を高めること、さらには内臓脂肪を低減することなどが報告されています。

メタボリックシンドロームを予防する食品としては、食事の炭水化物の吸収を遅延する成分や肝臓での脂肪燃焼を高める成分を含む食品が報告されていますが、筋肉におけるエネルギー代謝の改善、内臓脂肪を低減する機能は卵白タンパク質特有のものと思われます。

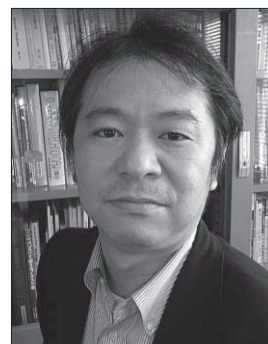
本シンポジウムでは、メタボリックシンドロームの病態と卵白タンパク質のメタボリックシンドロームに対する栄養学的効果に関する最新の知見を紹介します。

わが国では、卵白だけを食するという食習慣は、今のところありません。将来、美味しい卵白タンパク質含有食品を実現することができれば、健康機能の観点からも「タマゴが創る未来の食生活」を皆様にご提供できると考えられます。

鳥類多能性幹細胞を用いた鶏卵の低アレルゲン化

広島大学大学院生物圏科学研究科 教授

ほりうち ひろゆき
堀内 浩幸



○略歴

1991年1月 広島大学生物生産学部 助手
2002年4月 広島大学大学院生物圏科学研究科 助手
2007年4月 広島大学大学院生物圏科学研究科 助教
2010年4月 広島大学大学院生物圏科学研究科 准教授
2012年5月 広島大学大学院生物圏科学研究科 教授

昨年、ノーベル医学生理学賞を受賞された山中伸弥博士は、体細胞を初期化する方法を発見され、その方法を用いてiPS細胞を樹立されました。iPS細胞は、多能性幹細胞の一つであり、マスコミ用語では万能細胞とも呼ばれています。世界で初めて樹立された万能細胞は、マウスの胚性幹(ES)細胞です。こちらは、培養中のES細胞に対して遺伝子操作を行い、これを胚へ移植することによって遺伝子組換えマウスの作出に応用されています。これらのマウスは、遺伝子の機能を解析したり、ヒトの疾患モデルとして利用されており、生命科学分野では欠かすことができないものになっています。私たちの研究グループは、鳥類であるニワトリでES細胞の樹立に成功し、その性状解析から応用研究を展開してきました。ES細胞は、培養細胞であることからいろいろな遺伝子改変技術が適応可能であり、遺伝子の改変を行なった後、ES細胞由来の個体を作ることが可能です。即ち、ES細胞中で改変した遺伝子の形質を持った個体を作ることができるわけです。ニワトリでは、ES細胞や胚操作技術を活用して鶏卵中に医薬品などの有用なタンパク質を蓄積させる技術が開発されています。

一方、ES細胞を用いることで鶏卵中の成分を改変することも可能です。鶏卵は、日本人の食物アレルギー原因食物のトップを占めており、鶏卵中のいくつかのタンパク質がアレルギーを引き起こす原因物質(アレルゲン)となっています。その特徴は、19歳以下の若年齢層で高頻度に見られる点です。私たちは、鶏卵成分中のひとつのアレルゲンであるオボムコイドというタンパク質に着目しました。オボムコイドは、卵白中に10%程度含まれているタンパク質で物理化学的安定性(熱や泡や消化酵素に対して安定である)が高く、例えば卵を調理した後もアレルゲン性が維持されています。卵アレルギーの検査項目では、卵黄と卵白以外にオボムコイドのみ別項目で検査されるほどです。そこで私たちは、オボムコイドの遺伝子に変異を入れ、この遺伝子が機能しないES細胞を作りました。このES細胞は、受精卵に移植し、体の一部にES細胞由来の体細胞組織をもったニワトリが誕生しました。このニワトリが生んだ卵のオボムコイドの量を測定したところ、普通の卵の中に含まれるオボムコイド量に比べ50%程度減少していることがわかりました。現在は、完全なES細胞由来のニワトリを作るための実験を展開しており、これが成功すればオボムコイドがない卵ができると思われます。またこれまでの私たちの技術は、遺伝子組換え技術に応用したものでしたが、現在は組換え技術とは別の技術導入にも取り組んでいます。本シンポジウムでは、私たちのこれまでの取り組みについて紹介いたします。

卵白由来のプロテアーゼ阻害成分による筋萎縮予防法の開発

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部・生体栄養学分野 教授

にかわ たけし
二川 健



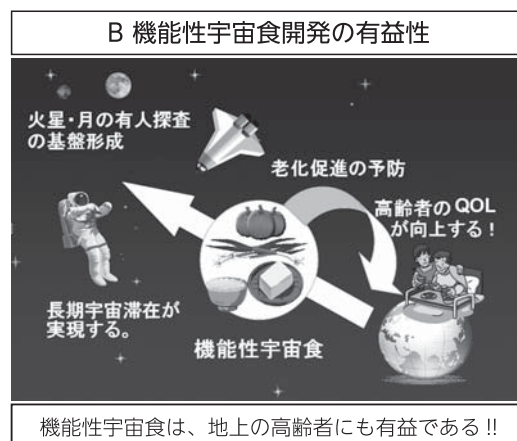
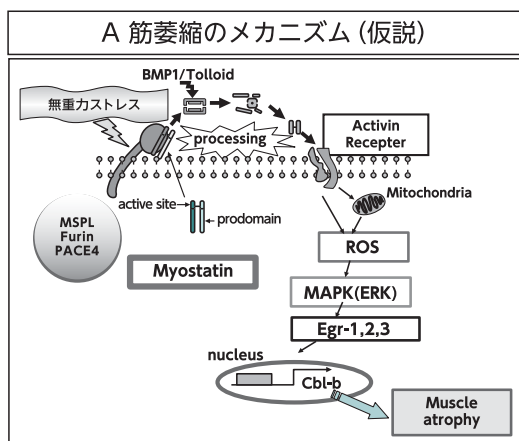
○略歴

1987年 3月 徳島大学医学部医学科卒業
1991年 3月 徳島大学大学院医学研究科博士課程修了
1991年 4月 徳島大学医学部附属病院検査部基礎系医員
1992年 5月 ドイツ国デュッセルドルフ大学 研究員
1994年 2月 徳島大学医学部栄養学科栄養生理学講座 助手
2003年 12月 徳島大学医学部栄養学科栄養生理学講座 助教授
2007年 9月 徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部生体栄養学 教授
2011年 4月 JAXA 有人宇宙技術部 宇宙医学生物学研究室 主任研究員兼任

今後の医学は、疾患の治療ではなく予防が重要である。宇宙環境は高齢化社会が進む我が国の近未来の環境を提供している。つまり、栄養学的アプローチにより宇宙という特殊環境を制する本研究は、近未来の日本が直面する医学的問題を解決することに通じるもので非常に重要な意義がある。日本の近未来を反映した宇宙環境を利用し、栄養学・医学を飛躍的に発展させ、宇宙飛行士だけでなく多くの地球上の人々もその成果を享受できるものである。

講演者は、「宇宙をつかうとこのように暮らしが変わる」ということを具体的に示すことにより、無重力や寝たきりによる筋萎縮の予防食について研究してきた。まず、幾つかの宇宙実験を通して、筋萎縮のメカニズムを明らかにしてきた。その一つに、無重力や寝たきりが筋細胞の膜酵素(MSPL)を介した負の筋量制御サイトカインであるミオスタチンを活性化する機構がある(下図A参照)。ミオスタチンは、2段階の限定分解により活性型ミオスタチンとなる。活性化ミオスタチンはその受容体であるアクチビン受容体に結合し、筋萎縮を引き起こす。2段階の限定分解のうち、前者はFurin, MSPLなどセリンプロテアーゼが、後者はBMP1と呼ばれるメタロプロテアーゼである。我々は無重力や寝たきりによる筋萎縮に効果のある食材を開発するため、卵白由来食材の中に前者のセリンプロテアーゼ活性を抑制する物質の同定を試みた。

食品の機能性は、既に人類が食経験のある食材を利用するものであり安全性の面では格段に優れている。一方、新薬の開発には膨大な費用と人的エネルギーが必要である。さらに、ヒトに応用するにはその副作用も考慮しなければならず、実用化までの時間も相当長くなる。以上の様に、機能性宇宙食開発を含む宇宙栄養学は、宇宙ライフサイエンス学の中で人類が最初に手に入れることができる果実の一つであると考えている(下図B参照)。



卵白と乳酸発酵

岐阜大学農学部 名誉教授、東京農業大学農学部 元教授

わたなべ けんじ
渡邊 乾二



○略歴

1964年12月 東北大学大学院農学研究科博士課程中退
1965年1月 名古屋大学助手（農学部農芸化学科）
1974年2月 ドイツ連邦共和国、キール酪農科学国立研究所客員研究員
1980年6月 名古屋大学助教授（農学部食品工業化学科）
1990年5月 岐阜大学教授（農学部生物資源利用学科）
2001年3月 岐阜大学名誉教授
2001年4月 東京農業大学教授（農学部畜産学科）
2008年3月 同上 退職

主な研究テーマ：卵白タンパク質の構造と機能

卵白は酸性下での加熱により凝固・離水し、また好ましいとはいえない風味を呈することから、その活用分野に限界があった。ここでは風味と物性を改変した美味しい卵白の乳酸発酵製品を開発することを目的とした。

1 乳酸発酵卵白の製造法

① 卵白のプロテアーゼ加水分解物（EP-1）をスキムミルクに添加し乳酸菌、或いはビフィズス菌を培養したところ、前者はEP-1のアミノ酸とペプチドを、後者はそのシアル酸含有糖ペプチドを栄養源として、無添加に比較して有意に増殖促進がみられた。② 様々な混合組成にて製造条件を検討し、卵白(65.00%)、清水(33.85%)、グルコース(1.00%)、酵母エキス(0.10%)、EP-1(0.05%)を混合、pH7.0、加熱殺菌（70℃、30分）、24時間、42℃培養、再度加熱処理（70℃、30分）、高圧均質化処理する方法を最適とした。③ 卵白の主要な抗菌性タンパク質、オボトランスフェリンとリゾチームを失活させるためには、70℃、10分以上の加熱が必要であった。④ 酪農用乳酸菌と植物性乳酸菌の60株、ビフィズス菌6株の合計66株のそれぞれを培養し、増殖速度（菌数の増加、酸度の上昇、pHの低下）及び風味の形成から判断して、*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* と *Str. thermophilus* が有効で、しかもそれらの混合（1：1）したものを最も適切とした。

2 開発した乳酸発酵卵白の特性

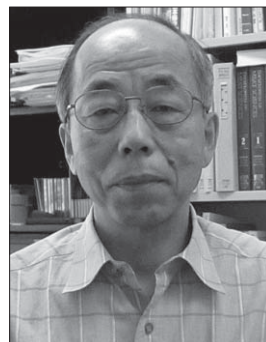
① 製品の官能試験の結果、発酵香気の生成等において対照と比較して有意な差をもって好まれ、味の面では特にコク味と酸味の良さが特徴であった。② SDS-PAGEにより、発酵時間とともに低分子のペプチドの生成をみた。③ ヘッドスペースSPME-GC/MS法により、製品におけるH₂Sの低減とアセトアルデヒド等の生成を認めた。④ レオロジー特性の評価から、製品の粘性が均一な流動性ゲルであると示した。⑤ 示差走査熱量計によるタンパク質の熱変性を測定したところ、製品ではほぼ全タンパク質が変性状態であるとした。得られた乳酸発酵品はコク味と酸味があり、爽やかな乳酸発酵香気をもち、流動性のあるゲル状を呈する点が特徴であった。これらの性状は、食べやすく、二次加工素材として適切であった。

本研究成果はキューピー株式会社研究開発本部との共同研究にて得られたものである。本研究の一部は財団法人旗影会の研究助成によって支援されたものであり、厚く御礼申し上げます。

卵殻カルシウムおよび2価金属による畜肉タンパク質のゲル化

酪農学園大学 農食環境学群 食と健康学類 教授

いしおろし まこと
石下 真人



○略歴

1974年 3月 帯広畜産大学酪農学科 卒
1976年 3月 帯広畜産大学大学院酪農学研究科 修了
1982年 3月 北海道大学大学院農学研究科博士後期課程 修了
1983年 4月 キューピー株式会社入社
1989年 11月 酪農学園大学酪農学部食品科学科 講師
(現：酪農学園大学農食環境学群・食と健康学類)
1992年 4月 同 助教授
1999年 4月 同 教授
現在に至る

学位 1982年 3月 農学博士 (北海道大学)「ミオシンの加熱ゲル形成能に関する研究」

ハム・ソーセージのような食肉製品の歴史は古く、4000年以上前から作られていた。食肉は人類の貴重なタンパク質源であり、冷蔵庫のない時代にこれをいかに保存するかは人類の生存にとって極めて重要な課題であった。従って、食肉の保存のために様々な工夫(加工)が施されて食肉製品が生まれた。

ソーセージのような乳化型食肉製品の製造工程では、原料肉に塩を加えて(塩漬)細切した後、羊腸のようなケーシングに充填する。これを加熱すると弾力性に富む肉塊となり、製品が完成する。食肉の加熱によって固まる性質は結着性と呼ばれ、食肉の筋原線維を構成するタンパク質の主要成分である、ミオシンの加熱によるゲル形成能に由来する。ミオシンは分子量約50万の巨大なタンパク質で、加熱によって互いに凝集して三次元の網目構造を形成する。この網目の中に食肉の水や脂肪が保持されて、弾力性のあるソーセージができあがる。

ミオシンの加熱ゲル形成能は塩濃度やpHなどさまざまな要因に影響され、またカルシウム、マグネシウムさらには亜鉛や鉄といった2価陽イオン金属の塩化塩(水溶性)を添加することによっても上昇することが判明した。

ゼロ長架橋剤(EDC; 1-ethyl-3-[3-(dimethylamino)propyl] carbodiimidechloride)を使って、加熱によるミオシン分子の静電的相互作用の凝集部位を架橋させ、この試料(ミオシン)の電気泳動から、2価陽イオン金属の添加によりミオシン分子の重合体の形成が確認され、2価の金属はミオシンの凝集を促進していると考えられた。

さらに実際にモデルソーセージを調製してその硬さ(破断エネルギー)を測定すると、カルシウムまたはマグネシウムによりソーセージの破断エネルギーは添加量の増加(1%まで)とともに上昇した。このように2価金属イオンは、結着性と呼ばれるソーセージの品質を左右する重要な特性を高めることが判明した。また、卵殻粉を添加したモデルソーセージにおいても同様の効果が認められた。卵殻粉の主成分は炭酸カルシウムで水に不溶である。よって塩化塩とは異なる作用により破断エネルギーが上昇したと考えられる。

企業におけるタマゴの基礎研究とその応用について

キューピー（株）研究開発本部商品開発研究所タマゴ開発部 部長

しだら ひろゆき
設楽 弘之



○略歴

1985年 3 月 上智大学大学院理工学研究科博士前期課程修了
1985年 4 月 キューピー（株）研究所第三研究室
2004年10月 Henningsen Foods Inc.
2008年10月 キューピー（株）研究所 タマゴR&Dセンター
2012年 6 月 キューピー（株）研究開発本部 商品開発研究所 タマゴ開発部 部長

卵白を噴霧乾燥した乾燥卵白は、水戻しして加熱すると硬いゲルになることから畜肉製品や水練り製品の保水性の保持や中華麺の食感改良材として年間10,000トン以上が使用されています。キューピー（株）にとって、卵黄はマヨネーズの主原料であり、同時に発生する卵白の利用拡大は長年の課題となっています。

乾燥卵白は、液卵白⇒脱糖⇒噴霧乾燥⇒熱蔵⇒商品化という工程をとります。この熱蔵という工程はもともと殺菌のために行われてきましたが、弊社の研究員によりこの工程が卵白のゲル化力の向上に大きな効果を生み出すことがわかったのをきっかけとして、その機構の解明とその理論に基づいた機能の向上を目的とする研究にも取り組んできました。

乾燥卵白のゲル強度と乾燥卵白の主成分であるタンパク質の加熱凝集体には大きな関係があることが明らかになったことを受けて、いかに効果的にタンパク質の可溶性凝集体を作ることができるか。さらにタンパク質の表面電荷を変化することにより凝集性を変化させるかということに着目して物性の変化の研究を行いました。その結果として水戻し加熱ゲルが特徴的な物性を持つ乾燥卵白の開発を行うことができました。

応用試験として、この物性を持つ乾燥卵白が実際の食品にどのような効果を与えることができるかを、主にハムと中華麺に関して検討を続けてきました。

畜肉製品の一つであるハムは、品位の安定や風味向上、歩留まり向上のためにピクル液と呼ばれる調味液を肉に注入した後に、加熱燻製を行います。このときに離水が起こるため、その防止のために乾燥卵白をピクル液にあらかじめ添加しておきます。乾燥卵白は硬く固まるもののほうが離水を防止することができることを明らかにしてきました。その結果、ハムの主要な副原料として使われています。

中華麺については、求められる食感が地域や使い方によって異なるため、いろいろな食感が出せる副原料が求められています。そこで乾燥卵白が麺の物性に与える影響を調べた結果、物性の異なる乾燥卵白を使うことで、麺の食感を変えることができることがわかりました。各種乾燥卵白製品それぞれの特徴を生かした、固い麺や茹で伸びにくい麺などの重要な副原料として使われています。

乾燥卵白はこのほかにも、揚げ物の衣の食感改良や水産物の保水性の向上などいろいろな用途があり、それに最適な物性を持つ乾燥卵白の開発が求められています。

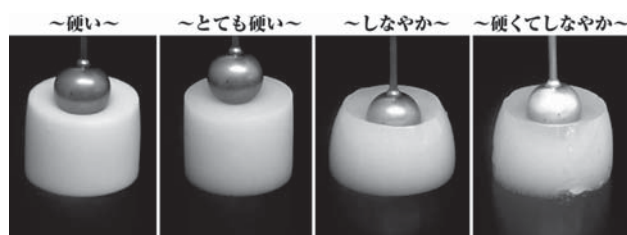


図1 乾燥卵白の物性の違い

