

■最近の卵加工品の食情報

キユーピー株式会社 設樂 弘之

1. はじめに

日本における昨年の卵の消費量は一人当たり年間337個で、世界では第 2 位でメキシコに次いでいる。この数量を支える卵の生産量は、年間250万トン付近を推移して、ここ 2 年は増加傾向にある(図 1 $)^{1}$. 消費内訳としては、50%が家庭でパック卵として消費され、残りの50%のうちの2/3がレストランやホテルなどの業務用として使われており、1/3が加工業者で割卵され、食品素材として使われているといわれている。

日本では少子化の影響で人口減少が進んでおり、特に若い世代の人口が減少、また女性の社会進出などの環境変化により内食といわれる家庭で食事を作る機会が減少

し、惣菜などを購入する中食やレストランなどの外食の 比率が大きくなっており、その影響で卵の消費も家庭用 から業務用にシフトしつつある.

このため、卵も従来のパック卵や箱入りだけでなく業務用として使いやすい形に変わってきている。従来から液卵が 10 kg などの大きな内容量のものが容器入りで製菓製パン業界などに納入されていたが、最近ではリテールユーザー(個人や中小企業を対象とした小口の取引)のために 1 kg や 500 g 入りの凍結卵や消費期限の長い液卵なども市場で使われている(図 2).

また、今まで卵の加工には使われていなかった新しい 加工処理をした卵製品も見られるようになってきた.

今回はそれらについて、まとめて紹介する.

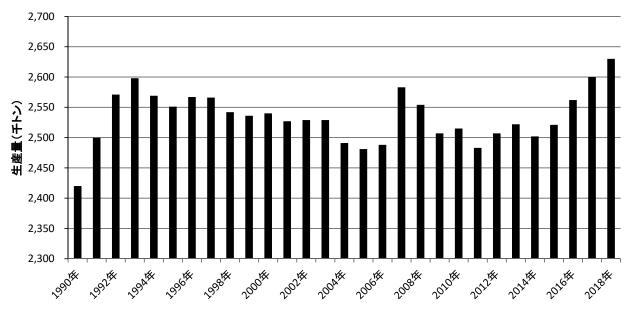


図1 日本における卵の生産量

資料:農林水産省大臣官房統計部「畜産統計」「鶏卵流通統計」

Hiroyuki SHIDARA

キユーピー株式会社

[著者紹介](略歴)上智大学理工学部化学科卒業 理工学研究科 化学 専攻 博士前期課程修了. 現 キユーピー株式会社研究開発本部技術ソ リューション研究所機能素材研究部上席研究員.

〔専門分野〕食品化学,食品製造加工,食品貯蔵,食品工学



図2 凍結卵の小型容器 資料:キユーピータマゴ株式会社提供

2. 素材として使用するための卵加工法

卵は 60 g 程度の殻に包まれた、いわば個包装になっていて、殻が割れさえしなければ保存性も高いことから家庭で使用するには非常に便利である。しかし、洋菓子メーカーのように一度に多量の卵を使用する場面では、割卵、混合に手間がかるだけでなく、殻の廃棄などの問題が生じる。また、割った後の液卵は、極めて腐敗しやすいので衛生管理が難しい。そこで、昔から卵を専門に割るメーカーが存在する。これらの工場に運び込まれた卵は専門の割卵機で割卵され、卵黄と卵白に分けられ、液卵黄、液卵白として流通され、分離せずに混合したものは液全卵として流通されている。

鶏から生まれた卵は殻の表面にかなりの量の微生物が 付着していて衛生的ではない. 卵には気孔と呼ばれる直 径 10~30 μm の空気を通す微細な穴が開いていて、そこ から空気を取り入れることができる²⁾. このため. ヒヨ コは卵の中にいても呼吸することができる. 一方, この 穴からは微生物も侵入できるので、その防御としてクチ クラというタンパク質が卵殻表面を覆い、微生物の侵入 を防いでいる(図3).クチクラはタンパク質と少量の糖 の混合物で、水洗いなどをすると簡単に剥がれ落ちてし まう、よって、ヨーロッパでは、卵を洗浄して流通する ことを禁止している. しかし、産卵の過程で殻の表面に 食中毒菌が付着している可能性は否定できず、それが調 理の場面などでは他の食材を汚染する恐れがある. この ため、アメリカや日本では、原卵の表面を 150 ppm 以上 の次亜塩素酸ナトリウムで洗浄し、しっかりと乾燥した 後にパック詰めするのが普通である. しかし、洗うとク

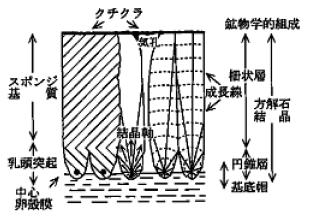


図3 卵殻の構造 Simkiss (1968)

チクラもはがれてしまうため、微生物の侵入への防御が 弱くなっている. 殻が乾燥している場合, 微生物は侵入 しにくい状態であるが、結露などして水滴が殻につくと、 微生物は容易に侵入することができる. このことから. 卵を低温かつ温度変化のない場所で保管することが大切 である. また卵には、ごく一部ではあるものの、卵の内 部に食中毒菌であるサルモネラ・エンテリティスという 食中毒菌を保持しているものが存在する3).このため、液 卵を製品として流通するときには安全性や衛生面を考慮 して、殺菌(減菌) することが多い、液卵は、食品衛生 法により殺菌する温度と時間が定められていて、その条 件で殺菌された卵を、殺菌卵または液全卵(殺菌)と呼 ぶ、未殺菌のものも流通が禁止されているわけではない が、未殺菌であることおよびその使用にあたって70℃1 分間以上の加熱をしなければならないことの表示が義務 付けられている⁴⁾.

液卵の殺菌は、バッチ式と連続式の2つの方法で行われる。バッチ式は、液卵を加温で計るジャケット式のタンクに入れ、ジャケットのお湯と液卵の間で熱交換を行い加熱していく方式のことを言う。少量でも製造可能という利点があるが、昇温や冷却に時間がかかるという欠点があり、タンクの大きさも限られることから大量生産には向かない。連続式の場合、すきまの狭いプレートに液卵を通過させるときに両側からお湯を流して熱交換していく。必要な温度まで上昇させた後は、その温度が保持できるパイプの中に液卵を通過させる。所定の時間が過ぎると、液卵がパイプから冷却ユニットに通過するような配管を組む。連続して製造ができるため、大量生産に向いている50.

卵を殺菌するためには撹拌や加熱が必須である. 卵にはいろいろな食品機能特性があるが, 加熱凝固性はこの殺菌工程の影響を受けにくい. しかしながら, 泡立ち性や. 卵特有の粘性はこの工程の影響を受ける. このため.



通常の殺菌全卵で 作った溶き卵

特別な殺菌全卵で 作った溶き卵

図4 殺菌卵で作った溶き卵の状態

資料:キユーピー株式会社研究開発本部提供 https://www.kewpie.co.jp/prouse/recommend/hvno3/

殺菌された全卵の泡立ち性は未殺菌のものよりも低く, 粘性もない. 殺菌卵を使ってスポンジケーキを作るとき は、未殺菌のものより撹拌時間が長くなったり、焼成後 にボリュームが出なかったりすることがある. また粘性 がないと、きれいな溶き卵を作ることができない. これ が改善された液卵も商品化されている (図4)⁶.

3. 卵加工品のトレンド

卵加工品は黄身の黄色が鮮やかで、他の食品ではその 色が出しにくいことから、それ自体のおいしさだけでな く弁当などの見栄えをよくする意味でも使われることが ある. 幕の内弁当の卵焼きや麺類の付け合せにある半割 のゆで卵などが、それにあたる、CVS に並んでいる弁当 などは、ベンダーと呼ばれる惣菜工場で作られ各店舗に 出荷される. このため消費期限が定められ、それに安全 率をかけた期間、さらに消費者が持ち帰って食べるまで の期間に腐敗しないことが求められる. 弁当などは加熱 調理がされているため通常の微生物は殺菌された状態に なっているが、芽胞を作る菌はその条件では殺菌されな いので、この生育を抑える必要がある. このような耐熱 性菌の育成を抑えるためには、保存料といわれるカテゴ リーの食品添加物を使うと少量添加で効果が高く、風味 を損なうことがない. しかし消費者感情を考慮すると, これらの添加物は避けられる傾向がある。 実際には静菌 剤といわれる添加物が使われることが多い.グリシンや 酢酸ナトリウム、ピロリン酸ナトリウムなどが、それに あたる7). これらの添加物や醸造酢などの静菌効果のあ る食品は、卵焼きの場合は配合に組み込まれている. ゆ で卵の場合は商品が液漬けにされているので、液に配合 して茹卵にしみこませる。これらを使うことで安全性は





図5 レンジ加熱しても半熟状の卵加工品 資料:キユーピータマゴ株式会社提供

担保されるが、保存料を使用した時と比較すると添加量が多くなるため風味に影響を及ぼす場合が多くなる. その影響を少なくするため、耐熱性菌が製品に入り込まない工夫が各社でなされている.

日本で卵の消費が多い原因の一つとして、いろいろな ものを卵でとじる料理があることが上げられる. 実際, かつ丼や親子丼などは人気料理である. 家庭やレストラ ンでこれらを食べるときは、調理時の微妙な加熱加減で、 半熟のとろっとした食感になるように調理される. CVS などの弁当では再加熱するために、微妙な加熱を維持す ることが難しい、特に電子レンジを使うと加熱ムラなど ができやすく、過度に加熱されてしまうところが出てし まうので、 殻付卵を割っただけの未加工卵を使った場合、 半熟状態を維持することはできない. そこで, 加熱して も固まらない卵加工品が市場で求められていた。卵を加 熱しても固まらせない技術はいくつか特許化されてい る8~10). その技術としては卵黄を酵素処理する方法,加 熱しても壊れない乳化物と混合する. 増粘多糖類などを 併用するなどがあるが、いずれも単独では十分な効果が 得られないことから、これらの技術を併用して製造され た卵加工品が耐熱性のある卵加工品として流通されてい る (図5).

4. 発酵技術を使った卵加工品

長期保存ができ、かつおいしさを付与することができる食品加工技術としては発酵がある.この技術を使うことで、牛乳や大豆からヨーグルトやチーズ、納豆などの食品が生まれている.卵については、前にも述べたようにそれ自体、長期保存が可能であったことも影響してか、発酵技術を使った伝統食品がなかった.そこでこの技術に着目し、卵をさらにおいしくする試みが近年されているので紹介したい.

(1) 乳酸発酵卵白

卵白は良質なタンパク質源であり脂質を含まないことから、筋肉を強化したいが太りたくないアスリートなどに好まれることが知られている。しかし、卵白自体はアルカリ性で生の時は渋みがあり、ぬるぬるとした食感が好まれない。加熱すると凝固して食感は改善されるが、加熱によるアミノ酸の加水分解の影響で硫化水素臭がするなど単独では食べづらい食品である。この課題を乳酸菌による発酵で解決した例がある。弊社が開発した乳酸発酵卵白(商品名:ラクティーエッグ)は、乳酸菌による発酵により、味やフレーバーを改善し単独で飲料化でき、さらに発酵により新規に物性改良効果を獲得した。

卵白は乳酸菌の栄養源となる糖などがほとんど含まれていないだけでなく、リゾチームなどの抗菌性タンパク質を含んでいることから乳酸発酵しにくい素材である.そこで、製造するときにリゾチームなどの活性を不活化させる工程を入れ、かつ乳酸菌の生育を促すために発酵助剤を入れることで卵白中でも乳酸発酵させることができる(図6)¹¹⁾.

このような工程で製造された乳酸発酵卵白の揮発成分を調べたところ、アセトアルデヒド、ジアセチルなどの乳酸発酵香気成分の生成と、卵白臭さの原因となる硫化水素の低減が認められた、卵白からの硫化水素の発生量はpHによって変化し、酸性域では減少することが知られているが塩酸でpHを酸性に調整した卵白と比較しても、乳酸発酵卵白からの硫化水素の発生量は有意に少なかった(図7).

この乳酸発酵卵白は乳酸特有の発酵臭を付け加えるだけでなく、硫化水素臭を抑えることができる. このため 風味が良くなることはわかった.

また、この乳酸発酵卵白を食品に添加すると、スポンジケーキではしっとり感の向上や、レトルト食品特有の臭みを抑える効果があった。図8はレトルト牛丼の具に乳酸発酵卵白を2%、5%配合して、121℃で40分間の加熱を行い官能評価と香気分析を行った結果である。乳酸発酵卵白を配合することで加熱臭や畜肉特有の獣臭が抑えられることが確認された¹²⁾.

乳酸発酵卵白は健康面でも優れた効果があることがわかっている。血中総コレステロール濃度が 200-260 mg/dLである成人男性88名を対象に、乳酸発酵卵白を 8 週間にわたり摂取してもらった結果、乳酸発酵卵白を 8 g 摂取したグループは 8 週間後にコレステロール値が 11.0 ± 3.7 mg/dL 有意に減少した(p<0.05)。さらに、CT による検査で内臓脂肪を減少させる効果が示唆された13)。

このように、飲みやすく、タンパク質豊富という栄養 面の長所だけにとどまらない乳酸発酵卵白は今後の活用 が期待できる.



液卵白 グルコースなど

Lactobacillus delbrueckii subsp.bulgaricus Streptococcus themophilus

図6 乳酸発酵卵白の製造工程

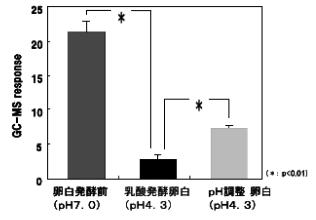
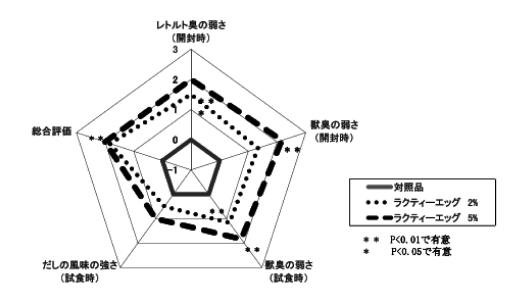


図7 乳酸発酵卵白の硫化水素抑制効果

(2) 発酵卵白調味料 (たまご醤油)

麹とは原料に「麹菌」を付着させ、繁殖しやすい温度、湿度などの条件下で培養したものであり、これを用いて様々な加工食品が作られている。たとえば、米を原料とした米麹からは日本酒、豆からは味噌といったように、特に日本食の基本となる食品に使われている。このため、麹を作る麹菌は国菌と認定されている。

卵に対してこの技術を利用することは、卵が液状で効果的にカビをはやすことができないため難しい、卵白単体で麹を育成させることが難しかったため、卵白と小麦粉を原料にしてスポンジを焼成し、これを粉砕したものに麹菌(Aspergillus oryzae、Aspergillus sojae)を繁殖させるという方法が京都技術センターと京都女子大家政学部食物栄養学科八田研究室で共同開発された。さらに、得られた卵麹に食塩と卵白を加えて作成したもろみを6カ月間発酵・熟成させ発酵卵白調味料(たまご醤油)が開発された、熟成することで麹由来の酵素の働きにより卵白のタンパク質が分解され、遊離のグルタミン酸や総アミノ酸が増加した。醤油の場合、発酵時間が長くなると褐色が強くなるが、卵白を原料にすると同じ発酵期間の



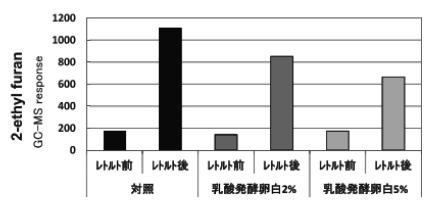


図8 レトルト食品に対する乳酸発酵卵白の効果

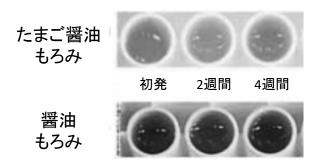


図9 たまご醤油もろみと醤油もろみの色差

醤油に比べて色が薄い(図9)が、十分な旨味を持った醤油となった.

この技術を用い、原料を小麦から大麦に変えたものが株式会社日農より発売されている(商品名:プラーナ)(図10).原料を変えたことで、色が薄いという特徴がさらに増しており、和洋食問わず彩りを大切にする料理への展開が期待されているほか、卵風味が残っているため



図10 卵白発酵調味料(たまご醤油)プラーナ

様々な卵料理と相性がいいという特徴があるのでいろい ろな食品への利用が期待されている¹⁴.

(3) こうじ熟成卵黄

古来より伝わる発酵食品は米や豆など発酵させたいも のに合わせて米や豆などを原料に製麹し、発酵に用いる. この伝統的な加工法を卵黄に応用したのがこうじ熟成卵 黄である. 液状でない特別な卵原料に麹菌を加え, 発酵 させて卵麹を製造する. これを卵黄に加え、熟成させる と、こうじ熟成卵黄を作ることができる.

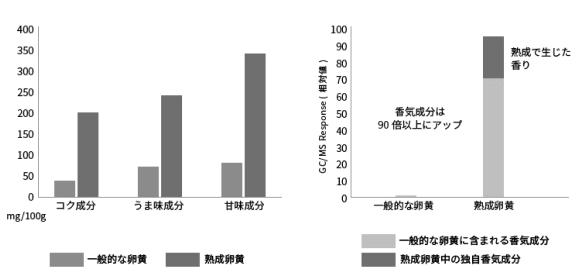
卵原料を使って麹を作っているため、卵の成分をよく 分解する酵素が卵黄のタンパク質や脂質を分解し、効率 良く熟成することができる. また, 熟成卵黄は普通の卵 黄に比べコク成分、うま味成分、甘み成分が増加してい

て卵黄特有の風味が増強されたものになっている(図 11). さらにチーズ・味噌・カラメルのような香気成分に も富んでいるため、いろいろな料理の風味を増強するこ とができる. たとえば、熟成卵黄で作ったカルボナーラ は、普通の卵黄で作ったカルボナーラに比べて、卵感・ コク・チーズ感が強く、それらの風味が口の中に入れた 直後から強く現れ、持続時間も長いという評価だった $(\boxtimes 12)^{15}$.

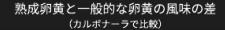
現在,一部の食品に原料として使用されているだけで あるが、将来はこれを使った調味料などが家庭料理の味 を向上させるようなことになるかもしれない.

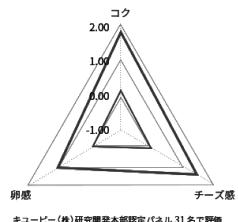
熟成卵黄と一般的な卵黄の呈味性アミノ酸の差

熟成卵黄と一般的な卵黄の香気成分の差



卵黄と熟成卵黄の呈味成分及び香気成分の比較

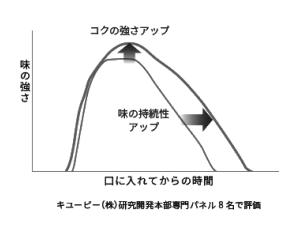




キユーピー(株)研究開発本部認定パネル 31 名で評価

一般的な卵黄を使用 熟成卵黄を使用

熟成卵黄と一般的な卵黄のコクの時間変化 (カルボナーラで比較)



熟成卵黄を使用

一般的な卵黄を使用

図12 カルボナーラにおける卵黄と熟成卵黄の風味の比較

5. おわりに

長い間、卵は栄養豊富であるがコレステロールの含有 量が多いため、1日の摂取量を制限したほうが良いとい われてきた. しかし、アメリカや日本では近年の研究で 定められていたコレステロールの一日の摂取量の目標値 に科学的根拠が得られなかったとして、設定値が外され た. 卵に着目した部分でも、摂取量と虚血性疾患や脳卒 中の死亡率とに関連がないことが報告されているだけで なく、卵黄に含まれるレシチンや卵白には血液中のコレ ステロールを抑制する効果があることが報告されてい る16)17). これらのことを踏まえて、毎日何個食べればよ いのかという質問を受けることがある. 栄養学的にはい ろいろな食品をバランスよく食べることがベストと考え られるので、卵だけに偏らず、とはいえ意識して摂取す ることが健康維持に大切なのではないかと思われる. 家 庭での食事機会が少なくなっている昨今、惣菜や加工食 品に卵を多く使っていただくことが、消費者の健康に貢 献できると思われるので、さらなる新しい卵の加工食品 が上市されることを期待したい.

文 献

- 1) 農林水產省大臣官房統計部. 畜産統計. 鶏卵流通統計.
- Simkiss, K. "The structure and formation of the shell and shell membranes". Egg quality: A study of the Hen's egg, T. C. Carter. UK. Oliver and Boyd, 1968, 9.
- 3) 鈴木穂高,山本茂貴. 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). *Bull. Natl. Inst. Health Sci.*. 2009, Vol. 127, 74-83.
- 4) 厚生労働省. 食鳥卵. および食品衛生法施行規則及び 食品. 添加物等の規格基準の一部改正について(平成

- 10年11月25日生衛発第1674号).
- 5) 設樂弘之. 加工卵の種類とその製造方法. 乳肉卵の機能 と利用. アイ・ケイコーポレーション, 2018, 307-308.
- 6) キユーピー株式会社ホームページより.
- 7) 小磯博昭. 主要な保存料・日持向上剤の抗菌メカニズム―どこまで解明されているか?. *Jpn. J. Food Microbiol*.. 2014, Vol. 31, No. 2, 70-75.
- 8) 中崎裕和, 佐野隆, 古越理, 木下努. 半熟様スクラン ブルエッグ卵加工品および半熟様卵加工品. 特許 2946503号.
- 9) 太田委哉, 卵様組成物, 特開2005-224168.
- 10) 田中郁恵, 井上直明, 伊藤章一. レトルト食品とその 製造方法. 特許5993325号.
- 11) 吉見一真. Food Style 21. 2011, Vol. 15, No. 1, 44-46.
- 12) 有満和人, 兒嶋高志, 松岡亮輔, 成田琴美, 出井明子. 卵白を乳酸発酵した新素材「ラクティーエッグ」が拡 げる世界. 日本食品工学会誌. 2015, Vol. 16, No. 1, 79-82.
- 13) 臼田美香, 萩野裕司, 木村守, 藤原章平, 奥山洋平, 国香彦一郎, 増田泰伸, 和田義明, 宇都宮一典. 乳酸発酵処理卵白の血中コレステロール濃度低下作用. 日本食品科学工学会第58回大会. 2011.
- 14) 上野義栄. 卵白発酵調味料 (たまご醬油) の開発. Management & Technology for Creative Kyoto. 2018, No. 6. 11-12.
- 15) キユーピー株式会社ホームページより.
- 16) 小田裕昭. 卵白タンパク質による血中脂質改善効果の 作用機序. *Food style 21*. 2002, Vol. 6, No. 1, 54-58.
- 17) 小畠義樹, 黒田圭一, 西出英一, 山口迪夫. 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, Vol. 42, No. 5, 369-375.