

## Present Condition of Egg Products and Scientific Research of Chicken Eggs in Japan

Tadao Saito

Ph.D., Professor, Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University, Japan

### 일본의 계란 상품과 과학 연구의 현황

齋藤忠夫

東北大學 農學研究科 教授 日本國

#### 일본의 계란생산과 소비

##### 1. 계란의 생산

1975년의 통계를 100으로 하여 각 연차별 증감비율을 나타내었다. 1975년도 사양농가수는 507,300호, 총 사양수수는 154,504천 수, 성계 암탉수수는 116,420천 수 및 계란 생산량은 1,787,845톤이었다. 다만 1995년도와 1998년도의 통계에는 사양수수가 300수 미만인 농가는 제외하였다(Table 1~3).

산출방법 :

1인당 계란공급량 개수

→ 1인당 계란공급량 ÷ 각 환산 0.86 ÷ 61g

1인당 계란 가계소비량

→ 1인당 계란 가계소비량 ÷ 61g

Table 1. 계란의 국내 생산량과 자급율 변화

연차	국내생산량 (1000t)	수입량 (1000t)	자급율(%)
1985	2,160	39	98
1990	2,420	50	98
1993	2,601	99	96
1994	2,563	104	96
1995	2,549	110	96
1996	2,562	110	96

Table 2. 산란계 사육호수 변화

연도	사양 농가수	총 사양수수	성계 암탉수수	성계 생산량
1975	100	100	100	100
1982	32	109	106	115
1985	24	115	110	120
1990	17	121	118	135
1995	1.4	119	126	143
1998	1.1	118	125	142

Table 3. 계란의 국민 1 인당 공급량

연도	1인당 공급량 (개)	1인당 가계 소비량 (개)	全農 동경제란 시장 M(지수)
1955	71	-	100
1965	221	-	93
1975	261	-	148
1985	384	186	132
1990	314	177	109
1995	335	176	90
1996	335	176	98
1997	335	176	98
1998	-	172	82

\* 1955년 가격은 205엔/kg임.

## 2. 계란의 소비 동태

국민 1인당 계란소비량은 일본이 세계에서 가장 높다. 특히 지금까지 계란 소비량이 높았던 구미 제국의 소비량이 줄었는데 반하여 일본에서는 약간 증가하는 경향이다. 현재 연간 250~260만 톤의 계란이 일본에서 소비되고 있다. 그 중 65%가 가정용이며 계란선별 포장 시설(grading and packaging center : GP센터)에서 선별·포장되어 신선란(table egg)으로 식탁에 오른다. 나머지 35%는 외식업무용 혹은 가공용으로 소비되며 주로 액란으로 사용되는 경우가 많다. 가공란은 제과, 제빵, 유제품, 육제품 등의 가공식품 원료로 널리 사용되고 있다. 부가가치가 높은 의약품원료로서 특정 난성분을 분리정제할 경우에 나오는 원료, 가공란 제조과정에서 나오는 부산물인 난각이용 등은 활발한 연구가 수행되고 있는 중이며 자원 재이용의 길이 열려가고 있다.

최근에는 고령화 사회로의 이행에 따라 건강 지향적인 분위기가 높은 관계로 계란 중의 기능성 성분의 연구가 활발하다. 산란계에 특수한 성분을 급여하여 생산되는 영양강화란(특수란)도 일본에서는 상당히 많은 제품이 나와 있다. 한편, 근래 살모넬라균의 오염문제나 알레르기 문제 등으로 소비자들은 계란에 대하여 보다 높은 안전성을 요구하고 있다.

- 업무용, 가공용으로는 마요네즈로 대표되는 드레싱류, 제과, 제빵제조 등이 있다.
- 의약품으로는 의약품, 피부크림, 영양제 및 계면활성제로의 이용 등이다. 난백으로부터는 리소자임, 난황으로부터는 레시틴이 중요하다. 특히 난황레시틴이 소재가 되는 리포솜(liposome)은 암 치료약의 뛰어난 담체(Carrier)로서 유망시 되고 있다.

## 일본의 기능성 계란을 포함한 특수란과 특수 계란 제품

### 1. 기능성 계란

계란의 영양성분을 개관하면 부족한 것은 식이섬유와 비타민 C 뿐이다. 난황지질의 구성지방산, 지용성 비타민 및 미네랄 등은 사료에서 계란으로 이행되는 것으로 알려져 있다. 이러한 성분들을 강화한 영양 강화란의 개발이 일본에서는 특히 활발하다. 일본에서는 요드, 비타민 A, 비타민 D, 비타민 E, 리놀산,  $\alpha$ -리놀렌산, 에이코사펜타엔산(EPA), 도코사헥사엔산(DHA) 및 철분 등을 강화한 기능성 계란이 판매되고 있다.

계란 1개(60 g)를 생산하기 위하여 급이 되는 배합사료는

약 110 g 정도이다. 이 속에 여러 가지 목적성분을 첨가하는 방법이 각 사의 노하우이다. 일본에는 2003년 4월 현재 653 종류의 브랜드란(특수란을 중심으로)이 알려져 있다. 그 중에는 기능성 계란으로 알려진 제품도 존재하며 소비자들의 높은 관심을 불러 일으키고 있다.

#### 1) 요드 강화란

사람의 요드 필요량은 0.1 mg/일이고 갑상선호르몬인 티록신의 주요 성분이다. 산란계 사료에 요화나트륨 혹은 해조로써 요드를 급여하면 계란 중의 요드량이 증가한다. 일본에서 판매되고 있는 요드 강화란에는 계란 1개당 약 0.8 mg의 요드를 함유하고 있다. 생리기능으로는 계란 중의 요드가 유기요드로 흡수되어 고콜레스테롤, 피부염, 성인병, 알레르기 질환 등의 개선효과가 보고되고 있다. 일본에는 일본농산공업조합협회가 “요드란 히카리”라는 명칭으로 시판하고 있다.

#### 2) EPA, DHA 강화란

EPA, DHA는 불포화지방산이고 단체로 존재할 때는 산화를 받기 쉽고 불안정하지만, 계란 중에서는 인지질의 구성지방산으로 존재하여 산화되기 어렵고 안정하다. 사료에는 EPA 함량이 높은 다랑어유, 정어리유, 고등어유 등을 첨가하거나, DHA 함량이 높은 다랑어유, 방어유, 고등어유, 꽂치유, 정어리유 등을 첨가하여 사용한다. 또한 사료에 오징어 내장 등을 첨가하여 DHA 함량을 강화한 “DHA 강화란”도 시판되고 있다. EPA는 혈관을 확장하고 혈액의 점성을 저하시켜 뇌혈전이나 심근경색, 동맥경화 등의 성인병에 효과가 있다. DHA는 기억학습증추의 구성물질이며 뇌의 활성화나 기억력 증진, 노화방지, 항암, 항알레르기 효과가 기대된다.

#### 3) 각종 비타민 강화란 및 저콜레스테롤란

비타민 A, 비타민 B 및 비타민 D 등을 강화한 계란도 개발되고 있다. 비타민 D는 칼슘의 흡수를 촉진하고 뼈의 안전한 발육을 돕는다. 또한 비타민 E와  $\alpha$ -리놀렌산을 다량 함유한 계란도 있다. 비타민 E는 젊음을 찾아주는 비타민으로 불리어지고 있으며, 유해한 과산화물의 생성을 억제하여 기미나 주름, 간장병이나 동맥경화 방지에 효과가 있다.  $\alpha$ -리놀렌산은 필수지방산의 하나로서 발암예방이나 알레르기 억제효과가 있다. 이러한 계란들은 동시에 저콜레스테롤이라고 선전하는 경우가 많다.

#### 4) 카테킨 강화란

녹차의 카테킨을 강화한 계란으로 체내에서 지방축적이

나 산화를 방지하고 콜레스테롤의 상승을 방지하는 등의 유효한 작용이 기대된다. 계란 중의 지방이나 콜레스테롤 함량이 낮고 과산화 지질의 생성도 낮다.

## 2. 룡 예그

20여 년 전부터 북유럽을 중심으로 만들어졌으며 '70년에는 제조가 기계화되었다. 덴마크 SANOBO사가 유명하며, 어느 쪽에서 잘라도 노른자와 흰자의 면적이 균일한 상품이다. 라면이나 피자파이에 없는 고명으로 사용된다. 난백 62%, 난황 32%를 사용한다. 냉장에서 3~4주간, 냉동으로는 2년간 보존이 가능하다.

## 3. 마이크로파 가공란

마이크로파 가공란은 인스턴트식품용 건조식품 제조에 이용된다. 컵라면이나 기타 인스턴트 라면의 소재로 대량으로 사용되며 입상을 분쇄하여 뿌려먹는 후리카케용으로 이용된다. 마이크로파로는 팽화(해면상으로 팽창시킨 것)와 살균효과가 높기 때문에 보존성이 높다. 복잡한 형상의 난 제품일지라도 표면 및 내부를 동시에 단시간 내에 균일하게 가열할 수 있다. 색, 향, 풍미가 손상되기 어려운 가열방법이다.

## 4. 드림 가공란

원통형 드림을 사용하여 박막상 제품을 제조한다. 드림으로는 대단히 얇게 구울 수 있으며, 두께가 0.4~0.5 mm의 얇은 구이란도 가능하다. 일본요리에서는 금사란(錦糸卵)이라 하여 사용된다. 전란(全卵)을 재료로 한 얇은 구이란이 전란에 밀가루, 버터 등을 첨가하면 그레이프로 제조될 수 있다.

## 5. 칼슘 강화식품

난각의 주성분인 탄산칼슘을 이용한다. 보건의양식품이 있다.

## 6. 계란항체를 이용한 기능성 요구르트

(주)젠·코퍼레이션(기후현, 일본국)에서는 바이오·헬스 사업 회사의 항체 사업 부문이 *Helicobacter pylori*(*H. pylori*): 피로리균에 대한 계란 항체를 작성하여 그 이용을 시험하고 있다. *H. pylori*는 최근에 위궤양 등의 원인인자로 알려져 있고, 위점막에의 정착에는 균체 표면 단백질인 우레아제가 관여하고 있다고 보고 있다. 이 회사에서는 우레아제를 항원감작시키는 것으로 계란의  $\gamma$ -리베틴 분획물에 항 *H. pylori* 우레아제항체 IgY를 조제하여 *H. pylori*의 위점막에의 정착을

저해하는 새로운 제균방법을 검토하였다.

일본에서는 이 균에 대해서는 항생물질에 의한 제균이 일반적이다. 이 회사가 제조한 계란항체는 한국매일유업(주)의 신기능성 요구르트 「Gut」에 한국산으로 2종의 계란항체와 함께 사용되고 있다. 이 상품의 피로리균에 대한 임상생리효과는 한림대학교 성심병원에서 실제로 확인하였다. 즉 한국인 22명에게 28일간 매일 450 ml의 「Gut」를 음용시킨 결과, UBT(尿素好氣檢査) 수치가 30 이상부터 크게 감소하고 뛰어난 피로리균의 격퇴효과가 확인되었다. (기능성 발효유를 이용한 *Helicobacter pylori*균의 감염억제효과에 관한 연구, 한림대학교 성심병원 소화기내과, 2001년의 발표자료).

## 최근 일본에서 계란사용에 관한 식품위생법 개정

일본에서는 2002년 4월 1일부터 알레르기 원인 식재(食材)의 표시에 대한 후생노동성의 법률개정이 있었다. 새로운 식품위생법에서는 용기 포장된 가공식품이 대상으로 편의점에서의 도시락 등이 주된 대상제품이다. 재료 하나씩 사용 상황을 표시하는 개별식품표시가 아니라 도시락 전체의 내용을 모아서 표시하는 「일괄표시」이다. '밀, 메밀, 卵, 乳, 땅콩' 등 5 품목은 표시가 의무적이다. 고등어, 오징어 등의 19품목은 표시가 바람직하다고 되어 있어 함께 24품목이다. 음식으로 인하여 천식이나 습진 등의 알레르기 반응을 일으키는 사람은 인구의 1~2%로 알려져 있다.

## 최근 일본에서 계란의 과학연구 동향

### 1. 학술강연회에서의 발표 등

(日本畜産學會, 日本農芸化學會, 기타, 2000~2003년)

- 수정란과 미수정란의 차이 : 열 안정형 알부민(S-OVA) 형성기구의 비교 (八田 一·京都女子大 등, 日本農芸化學會 2000年度大會·東京)
- 올리고가라트론산 수식 오보알부민의 가열결 투명성 (八田 一·京都女子大 등, 日本農芸化學會 2001年度大會·京都)
- 오보뮤코이드의 열 변성상태를 식별하는 모노크로날 항체 (廣瀬潤子·京都大學 등, 日本農芸化學會 2001年度大會·京都)
- 계란 난황막 외층단백질 VMO의 항균활성 (木戶詔子·

- 京都女子大 등, 日本農芸化學會 2001年度大會·京都)
- 모유에의 식물 알러지의 이행 (成田宏史·京都女子大 등, 日本알러지學會 2001年度大會·九州)
- 난백  $\alpha$ -오보뮤틴 유래 70 kDa 플러그먼트의 중앙혈관 신생억제 효과 (渡邊乾二·岐阜大院連合農 등, 日本畜産學會 第98回大會·仙台)
- 오보알부민 Y는 오보뮤코이드 타잎의 당사슬을 함유한다 (廣瀬潤子·京都大學 등, 日本農芸化學會 2002年度大會·仙台)
- $\beta$ -갈락토글로브린 및 난백 오보뮤코이드에 대한 면역 응답에 미치는 경구섭취항원의 영향 (水町功子·機構畜産草地研 등, 日本畜産學會 第100回大會·東京)
- 계란백 리보플라빈결합 단백질의 면역조절기능에 관한 검토 (三澤裕子, 大谷 舊·信州大院農, 日本畜産學會 第100回大會·東京)
- 포스피틴의 DNA 손상 억제효과 (石川伸一·北里大獸医 등, 日本畜産學會 第100回大會, 東京)
- *H. pylori* 감염자에의 항 *H. pylori* urease IgY의 효과 (山根哲郎·松下記念病院 등, 日本農芸化學會 2003年度大會·藤澤)
- 난백 오보뮤코이드의 면역응답 억제기구 (水町功子·機構畜産草地研 등, 日本畜産學會 第101回大會·츠크바)
- 난황 포스피틴의 항산화기구에 대하여 (矢野夕幾·北里大獸医 등, 日本畜産學會 第101回大會·츠크바)
- 난황 포스피틴의 마우스 피부암 억제효과 (石川伸一·北里大獸医 등, 日本畜産學會 第101回大會·츠크바)

## 2. 일본 동북대학 당 연구실의 계란 과학연구

### 1) 난백성분의 고속액체 크로마토그래피에 의한 신속분석

지금까지 전기영동법(SDS-PAGE 등)으로 분석되어온 계란 卵白의 단백질 성분을 고속액체 크로마토그래피에 의한 정성·정량분석 방법으로 확립하였다. 이 방법에 의하면 단백질의 주요 성분은 약 35분 이내에 분석이 가능하다.

(Takeuchi S et al. 1992 Rapid analysis of chicken egg white proteins via high-performance liquid chromatography. *Animal Science and Technology* 63:598-600.

### 2) 해파린 친화성 크로마토그래피에 의한 계란난백에서 신규 미량 당단백질의 분리

고도로 황산화된 글리코사미노글리칸인 해파린을 고정화한 칼럼에, 계란 난백단백질을 통과한 결과 미지의 2종류의 당단백질을 분리할 수 있었다. 양자의 아미노산 조성은 근사(近似)하였고 16.4~17.4 %의 당질을 함유하고 있었다. 주요 당질은 만노스와 N-아세틸글루코사민이었으므로 N-형 당사슬로 판단하였다. 양 단백질의 생물학적인 기능성은 불명확하지만 이들의 존재가 주목된다. (Itoh T, Takeuchi S, Saito T 1993 New minor glycoproteins isolated from hen's egg white by heparin-affinity chromatography. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 57:1018-1019)

### 3) 소의 $\kappa$ -카제인 및 계란 오보뮤틴으로부터 당 펩타이드의 라이소자임·어피니티 크로마토그래피에 의한 분획

계란 난백으로부터 라이소자임을 칼럼에 고정화하고 씨알산을 결합하는 당 펩타이드의 분획에 성공하였다. 이 방법으로 오보뮤틴의 프로테아제 소화물에 의하여 직접 씨알산 및 황산기를 결합하는 당 펩타이드를 1단계에서 취득할 수 있게 되었다. 이 성분은 바이러스를 배제하는 능력이 있어서 여러 가지 응용이 기대된다. (Saito T et al 1994 Fractionation of glycopeptides from bovine  $\kappa$ -casein and hen ovomucin via lysozyme affinity chromatography. *Animal Science and Technology* 65:624-630)

### 4) 해파린·어피니티 크로마토그래피에 의한 계란 난백단백질에서 세포성장 촉진활성을 가지는 신규 미량단백질의 분리

해파린을 고정화한 어피니티 크로마토그래피에 의하여 계란 난백단백질 분획물에서 3종류의 신규 단백질을 단리하였다. 이것은 SDS-PAGE 분석으로 18.5, 16.5 및 16.0 kDa의 밴드를 주었다. 이 성분은 배양 닭 胚細胞의 DNA 합성과 세포증식을 자극한다. 특히 18.5 kDa의 성분을 Ovofactor-1이라고 명명하였다. (Nakamura T, Saito T et al. 1995 Isolation of a new minor protein(Ovofactor-1), which has a cell growth promoting activity, from hen's egg white by heparin affinity chromatography. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 59:1946-1948.

## 인용문헌

Kimura N et al. 1998 A euthymic hairless mouse model of

*Helicobacter pylori* colonization and adherence to gastric epithelial cells *in vivo.*, Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology 5:578-582.

Icatlo FC et al 1998 Affinity purification of *Helicobacter pylori* urease. Journal of Biological Chemistry 273:18130-18138.

Icatlo FC et al 2000 Acid-dependent adherence of *Helicobacter pylori* urease to diverse polysaccharides. Gastroenterology 119:358-367.

Icatlo FC et al 2000 Enhanced reduction of *Helicobacter pylori* load in precolonized mice treated with combined famotidine and urease-binding polysaccharides. Anti-microbial Agents and Chemotherapy 44:2492-2497.

Icatlo FC et al 2000 Adherence protects the binding sites of *Helicobacter pylori* urease from acid-induced damage. Microbiology and Immunology 44:773-776.