

## 산란계사의 계란 이송단계에 따른 파란발생 실태분석

오권영 · 유병기 · 노진상 · 최동수 · 최광재

농촌진흥청 농업공학연구소

### Analyses on the Status of Eggshell Breakage in the Step of Egg Conveyer System of the Laying Hen House

Oh, K. Y., Ruy, B. G., Noh, J. S., Choi, D. S. and Choe, K. J.

National Institute of Agricultural Engineering, R. D. A

#### Summary

Broken eggs not only cause the economic loss in the egg producing industry, but also may not be good for the consumer's health. In order to identify the causes of eggshell breakage in laying hen houses, analyses on the status of eggshell breakage in the step of egg conveyer system of the laying hen house were conducted.

The survey of eggshell breakage rate was implemented by four different stages egg conveying system. In the results, the breakage rate showed 4.7% in the egg collection belt, 2.5% in the egg elevator, 1.7% in the egg grading system and 0.9% in the egg conveyor belt.

In particular, to Hy-line Brown variety, as the hens' raising week old increased, the breakage rate of eggshell increased while the strength of eggshell decreased.

In the regression analysis between the breakage rate of eggshell and the strength of eggshell, the coefficient of determination ( $R^2$ ) by the test of significance was computed as 0.7, therefore the changes of the strength of eggshell affects the breakage rate of eggshell. However, between the strength of eggshell and thickness of egg shell, and between the strength of eggshell and strain of eggshell, there was no significant difference detected in the regression analysis.

(Key words : Eggshell breakage, eggshell breakage rate, Eggshell strength, Laying hen)

#### 서 론

무창 산란계사 직립식케이지에서의 계란은 는 알받이에서 집란벨트로 굴러 내려와 다시 엘리베이터로 이송되어 봉 컨베이어를 타고 선란기로 가면 왕란, 특란, 대란, 중란, 소란 으로 분류되어 출하된다. 이송 중 계란과 계 란의 충돌, 기계장치와의 충돌로 인하여 계 란이 깨지거나, 실금이 생기면 좋은 계란으

로 판매할 수 없다. 또 완전히 깨지게 되면 계란의 내부 액상물질이 주변 기계장치와 다른 계란을 오염시켜 이를 제거하기 위한 노동력이 소요될 뿐만 아니라, 실금이 난 계란과 접촉되었을 경우 각종 균의 오염으로 인하여 식품의 안정성에 문제가 발생할 수 있다(Mertens 등, 2006).

계란의 산란부터 선별포장하기까지 중간과정에서 사용하는 기구를 잘 청소하고 정비할

Corresponding author : Oh, K. Y., National Institute of Agricultural Engineering, RDA, Suwon 441-100, Korea.

Tel : 031-190-1833, Fax : 031-290-1854 donggeun@rda.go.kr

경우 파란 발생률을 1% 감소시킬 수 있다 (Toleman, 1977). 예를 들어 계란 한 개당 100 원에 판매된다면, 일일 7만개의 알을 생산하는 농가에서 파란을 1% 감소시킨다면 연간 25백만원의 수익이 발생되므로 파란율 감소는 산란계 사육농가의 소득에 직결되는 매우 중요한 문제이다. 파란율과 직접 관련이 있는 계란 난각의 강도에 영향을 주는 요인으로는 산란계의 사육환경, 사료의 성분 등을 들 수 있지만, 본 연구에서는 닭이 산란한 이후에 파란이 발생하는 원인 즉, 집란벨트, 계란엘리베이터, 봉이송肯베이어, 선란기 등의 기계적 발생원인을 구명하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 파란시험 양계장

본 시험을 수행한 농장은 충북 진천군 소재 산란계사육 양계장(진천농장)으로 사육규모는 Hy-line Brown 37,000수, Lohmann Brown 35,000수이며 산란계 72,000수에 의해 일일 평균 65,000개의 계란을 생산하는 농가였다. 아울러 홍천농고 시험양계장의 계란 파란율과 진천농장에서 생산되는 계란의 파란율을 비교하였다.

진천농장 무창 산란양계사 2동에 설치된 케이지는 J사 제조(외국산) 직립식 5단 10열 형으로, 케이지당 사육수수는 6~7수이다. 케이지의 급이방식은 호퍼식 급이기, 급수방식은 니플 급수기 방식이며, 양계사의 환기는 터널형 음압방식이었다. 이 농가에서 2007. 7. 5일부터 10. 31일 사이에 총 6회 파란율 등에 관한 시험을 수행하였으며, 계란이송 단계별로 집란벨트, 엘리베이터, 봉이송肯베이어, 선란기의 순으로 조사 하였다. 계란의 분류는 5등급으로 자동 분류하여 30난형 난좌에 포장하여 출하되며, 오물란 선별과 파란검사는 육안으로 하였고, 시험 중 Lohmann

Brown 산란계는 63주령~65주령에 환우하였다.

홍천농장의 사육규모는 Hy-line Brown 9,000 수를 사육하고 있었으며, 일일 평균 8,100개의 계란을 생산하였다. 케이지는 4단8열 무창 직립식 케이지로 C사 제조(외국산) 제품이었다. 기계적으로 상이한 점은 집난밸트에서 엘리베이터로 계란을 이송해 줄 때 이송가이드가 부착되어 있었다. 그 이외의 부분은 대체로 진천농장과 같았다.

### 2. 파란검출장치 및 계란 물성측정

계란 이송단계별 파란여부를 조사하기 위하여 광원발생장치(ksl-100, Korea)를 사용하였다. 계란의 파란검사 원리는 100W 램프의 광원에서 빛이 발산되고, 관의 끝 부분에 계란을 놓고 광을 비추게 되면 Fig. 1에서 보는 바와 같이 미세한 균열상태까지 관측되어 쉽게 파란을 구별할 수 있다. 계란의 물성에는 부피, 밀도, 무게, 난각두께, 파각력 등이 있는데 파각력에 대한 시험은 농산물 물성측정기(TA-XT2i, England)를 이용하였다.

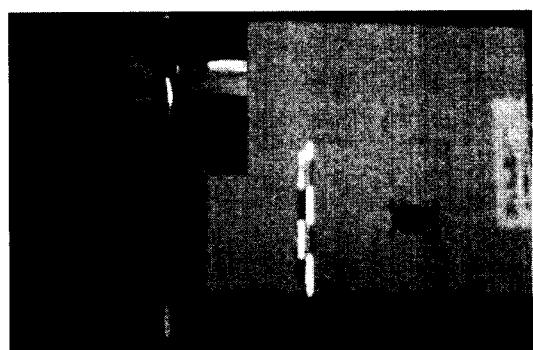


Fig. 1. Eggshell breakage evaluation device (ksl-100, Korea)

### 3. 시험방법

#### 가. 표본조사

계란의 파란 조사를 위하여 표본 수는 식(1)에 의하여 사육 동별, 충별, 열별로 집란밸트

위에서 무작위로 1,080개와 960개의 계란을 각각 샘플로 추출하였다. 계란파란검출장치에 파란을 추출한 후 계사내의 다른 계란과의 구별하기 위하여 계란에 유성 펜으로 표시하였으며, 다음단계인 엘리베이터 등 단계별로 계란샘플의 파란을 검사하는 방식으로 이송단계별 파란유무를 시험하였다.

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 p(1-p)}{B^2 + \frac{z_{\alpha/2}^2 p(1-p)}{N}} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

95% 신뢰수준, 오차의 한계( $\beta$ ) 3%, 동당 계란수 (N)

$$z_{0.05/2}^2 = 1.96, p = 0.5$$

#### 나. 계란의 물성측정

계란의 파각력과 파각범위는 각 주령별 파란검사를 마친 계란 60개를 샘플링하여 농산물 물성측정기로 측정하였다. 측정 최대하중은 25 kgf 이었으며, 측정하중의 정밀도는  $\pm 10g$ , 하중 제하속도는 0.1 mm/s 이었다. 난 각의 두께는 디지털식 베어너캘리퍼스를 사용하여 계란의 중앙부분 4곳과 양 끝 부위 2개위치를 측정하여 평균값을 구하였다.

#### 결과 및 고찰

##### 1. 시험 산란계의 산란율 및 파란율

Fig. 2 및 Fig. 3은 시험농장 산란계의 사양관리기록부를 토대로 주령별 산란율 및 계란의 파란율을 나타낸 것으로, Hy-line Brown의 산란이 정상에 비하여 2주정도 늦은 24주령부터 정상적인 산란이 시작된 것으로 볼 수 있으며, 이는 농장에서 점등시기를 2주 늦추었기 때문에 나타나는 현상으로 판단된다. Fig. 2에 나타난 산란계의 산란율은 24주령~51주령 사이의 산란율에 있어서 Hy-line

Brown과 Lohmann Brown과의 사이에 큰 차이는 없었으며, 산란 초기와 환우기간을 제외한 24주령~51주령 기간의 산란율은 85~93% 범위에 있는 것으로 나타났다.

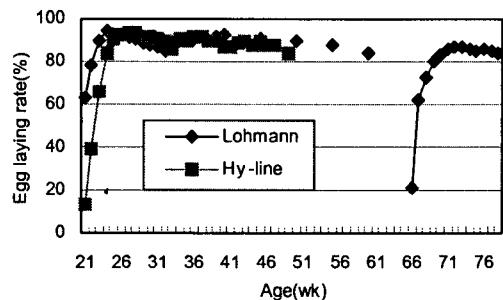


Fig. 2. Layer's egg laying rate.

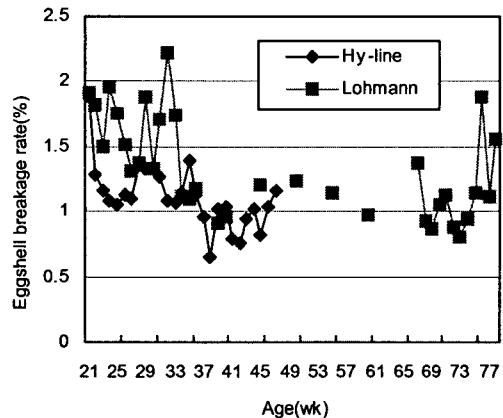


Fig. 3. Eggshell breakage rate by hens raising week old.

산란계의 주령별 계란 파란율은 Fig. 3에 나타난바와 같이 Lohmann Brown이 1.5~2.2% 범위이었으며, Hy-line Brown은 1~1.4%로 Lohmann Brown에 비해 다소 낮은 것으로 나타났다. 산란계의 파란 발생율은 21~33주령인 때에 높았다가 34주령부터 0.5% 정도 낮아졌으며, 그 후 74주령에 다시 높아지는 것으로 나타났다. 이와 같이 파란 발생비율이 처음에 높았던 이유는 닭이 산란을 시작하는 시기에 난각 형성이 불충분하여 일시적으로 파란율이 높아지는 것으로 판단된다.

## 2. 품종, 주령에 따른 계란 이송단계별 파란율

계란의 이송단계별 파란율을 조사한 내용은 Table 1과 같았다. 32주령에서 각 단계별로 무작위로 270개씩을 선별한 후 파란율을 조사하였다. 그러나 이 시험방법은 단계를 거치지 않았기 때문에 전체평균 파란율은 얻을 수 있었으나, 각 단계별 파란율은 얻을 수 없었다. 그 이후로 시험방법에서 설명한 방법으로 시험하였으며, Hy-line brown의 경우 파란율은 7.1~10.9% 수준으로 나타났으며, Lohmann brown의 경우는 7.7%~16% 수준으로 차이가 크게 나타났다. 2품종 모두 주령이 높아지면서 파란율이 높아지는 것처럼 나타났다. 그러나 7월에 측정한 62주령 Lohmann brown은 파란율이 7.7%를 보였고, 10월에 측정한 49주령 Hy-line brown은 10.9%를 보여 Lohmann brown의 주령이 더 높았음에도 파란율은 더 낮았다. 이는 여름철 혹서기 사료 섭취량이 떨어져 산란계의 영양상태가 좋지 않은 것이 가을에 나타난 것으로 판단된다. 따라서 계절에 따른 파란율 및 파각력에 대한 시험이 필요할 것으로 판단되었다. 32주령 계란을 제외하고 계란의 이송단계별 계란파란율 발생의 변화는 집란벨트에서 파란율이 4.7%, 엘리베이터에서 2.5%, 이송컨베이어에서 0.9%, 계란선별기에서 1.7% 발생하는

것으로 나타나 전체 평균 파란율은 9.8%로 나타났다. 파란율은 집란벨트가 전체 파란율의 48% 수준으로 가장 높게 나타났다. 이는 산란 후 계란이 케이지내의 알받이에서 머물면서 닭에게 밟히거나, 계란의 구름낙하 과정에서 집란벨트 위의 다른 계란과의 충돌하는 등에 의한 것으로 판단된다. 다음으로 엘리베이터에서 발생한 파란율이 전체파란율의 약 25%를 차지하여 두 번째로 파란율이 높게 나타났다. 이는 집란벨트에서 엘리베이터로 옮겨지면서 엘리베이터 버켓의 모서리에 충돌하거나 또는 다른 계란과의 충돌에 의해 발생하는 것으로 판단된다. 그러나 홍천농장의 경우에서 보듯이 계란이송가이드가 설치되어 있을 경우 파란율이 약 1%의 경감되는 것으로 나타나 집란벨트와 엘리베이터 사이에 계란이송가이드가 설치되어야 할 것으로 판단되었다. 산란계 농장에서 계란이송중 발생하는 파란발생의 약 75%가 알받이와 집란벨트, 엘리베이터에서 발생하는 것으로 나타났다. 따라서 이를 경감하기 위한 연구가 필요한 것으로 판단된다. 또한 기존연구결과 Berry<sup>2)</sup>, K. Mertens<sup>7)</sup>와 유사한 것으로 나타났다.

## 3. 산란계 품종, 주령에 따른 파란율 및 파각력

Fig. 4에서 나타난 바와 같이 계란의 파각

Table 1. Eggshell breakage rate due to eggs conveying stage by the hens' raising week old  
(unit : %)

Items	Conveyer belt	Egg elevator	Egg conveyer	Egg grader	Total	Remarks
32 weeks old	3.0	6.7	5.2	6.7	5.4	HY(Jinchon)
39 "	3.7	2.0	0.5	0.9	7.1	HY(Jinchon)
41 "	3.4		1.5	2.4	7.5	HY(Hongchon)
49 "	5.0	2.9	1.0	2.0	10.9	HY(Jinchon)
62 "	4.0	2.1	0.6	1	7.7	Loh(Jinchon)
69 "	4.0	2.4	0.7	1.4	8.5	Loh(Jinchon)
79 "	8.2	4.3	1.3	2.2	16.0	Loh(Jinchon)
average	4.7	2.5	0.9	1.7	9.8	

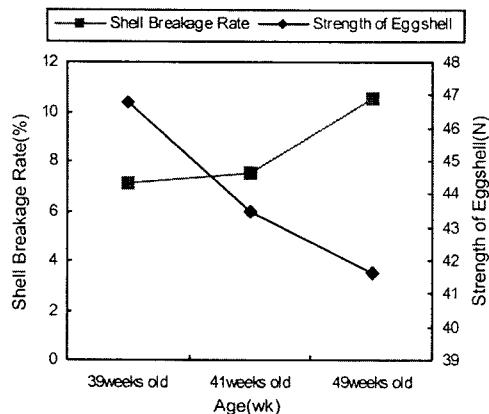


Fig. 4. Co-relationship between the eggshell breakage rate and strength of eggshell (Hy-line)  $R^2=0.7$

력 계측결과 Hy-Line brown의 경우 주령이 높아지면 파란율이 증가하고, 파각력은 감소하는 것으로 나타났으며, 통계분석의 회귀계수 유의성검정에서 결정계수 ( $R^2$ )가 0.7로 유의성이 있는 것으로 나타나 계란의 파각력 변화가 파란율에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이는 주령이 높아지면서 파각력이 감소한다는 Deketelaere<sup>4)</sup> 등과 같은 결과를 얻었다. Fig. 5에서 처럼 Lohmann brown의 경우 환우를 기점으로 환우전보다 환우 후에 파각력은 증가하였으나, 파란율은 오히려 증가하였다. 이는 3주간 환우 후 산란계의 체질변화에 의한 것으로 보이며, 파란율의 증가는 계란전체의 난각의 강도 균일도가 불균해진 때문인 것으로 판단된다. 즉 난각의 강도가 높아지는 것은 높아지고 낮은 것은 현저히 낮아져서 평균 난각력은 높아졌지만 반면에 평균이하의 난각력을 가진 계란은 증가한 것으로 분석되었다.

#### 4. 파각력과 난각두께, 난각변위와의 관계

Johnson<sup>6)</sup>은 파란(Y)과 난각두께(X) 사이에는  $Y = -1506.7X + 25.75$ 의 직선함수적관계가 있다고 하였으며, Carter<sup>3)</sup>는 난각 두께의 2/3 정도만이 난각의 항파괴력에 관여되고 있다

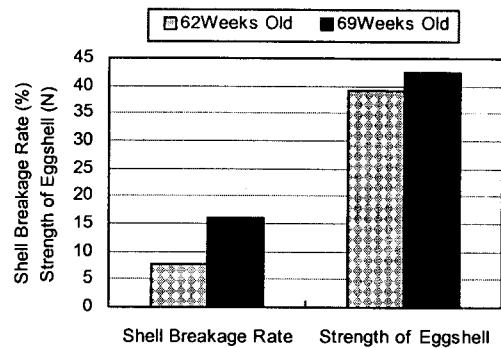


Fig. 5. Comparison of the eggshell breakage rate and strength of eggshell on hen's age (Lohmann).

고 보고하였고, 매우 작은 난각 두께의 차이가 파란에 커다란 영향을 줄 수 있다고 하였다. 그러나 Voisey와 Hamilton<sup>9)</sup>은 물질강도가 높고 얇은 난각층을 가진 계란이 물질강도가 낮고 난각층이 두꺼운 계란보다 더 단단할 수 있다고 보고하였다. 본 시험에서는 Fig. 6에 나타난 바와 같이 파각력과 난각의 두께와의 회귀관계는 관계가 매우 낮은 것으로 나타나, 물질의 강도가 중요한 요소인 것으로 나타났다. Fig. 7은 파각력과 파각의 변위와의 관계를 나타낸 것으로 파각의 변위는 난각의 탄력성을 나타내어 파각변위와 파각력과 밀접한 관련이 있을 것으로 판단하였으나 시험결과 회귀관계가 매우 낮은 것으로

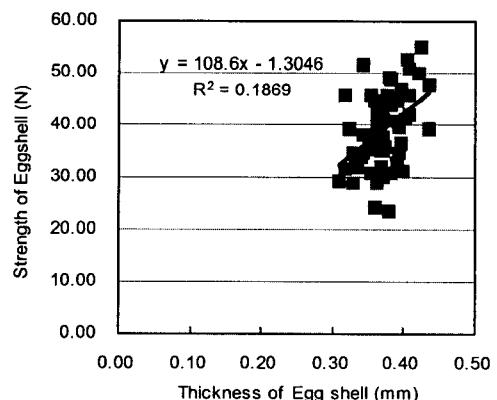


Fig. 6. Co-relationship between the strength of eggshell and thickness of eggshell.

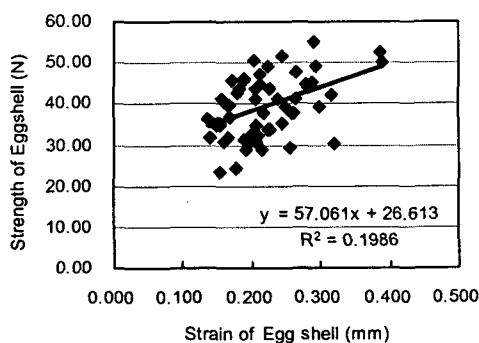


Fig. 7. Co-relationship between the strength of eggshell and strain of egg shell.

나타났다.

산란계의 생물학적 한계에 다다른 시점에서 농가의 생산성을 높이기 위한 방법으로 시설내의 파란발생 원인을 제거하므로 생산성을 높일 수 있을 것으로 판단되며, 집란벨트와 엘리베이터에서 발생하는 파란의 근본적 원인을 제거하기 위해서 알반이의 경사각도와 철망의 두께에 따른 구름속도와 충격량, 집란벨트의 이송속도에 따른 엘리베이터 와의 충격량 등에 대한 적정모델개발에 대한 연구가 필요한 것으로 판단되었다.

## 적  요

- 조사농장의 산란율은 하이라인, 이사브라운 모두 85~93% 수준이었으며, 농가자체 파란율은 하이라인 1.5~2.2%, 이사브라운 1~1.4%이었다.

- 계란 이송단계별 파란발생비율은 집란벨트 4.7% > 엘리베이터 2.5% > 선란기 1.7% > 컨베이어 0.9% 순이었다.

- 집란벨트에서 엘리베이터로 이송 중 계란이송가이드를 설치할 경우 약 1%의 파란경감 효과가 있는 것으로 나타났다.

- 하이라인브라운은 주령이 높아지면서 파란율은 높아지고, 파각력은 낮아지는 것으로 나타났으며, 회귀계수 분석 유의성은  $R^2=0.7$ 로 파각력의 변화가 파란율에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

- 이사브라운에서는 환우 전에 비하여 환우 후 파각력이 높아진 것으로 나타났다.

- 난각 두께와 파각력, 그리고 접촉 후 파각변위와 파각력과의 관계에서 이들 함수의 변수간에 회귀관계는 유의성이 나타나지 않았다.

## 인  용  문  현

- 이유방. 1980. 난각질과 난각파열과의 관계 및 난각파열에 영향하는 제요인. 한국양계학회 7(1).
- Berry, J. G. 1976. Extending egg shell damage survey results into the field. Poult. sci 55: 758.
- Carter, T. C. 1970. Why do egg shells crack?. Poult. sci 26:549.
- De Ketelaere, B., Govaerts, T., Coucke, P., Dewil, E., Visscher, J., Decuypere, F. and De Baerdemaeker, J. 2002. British Poultry Science. 43:238.
- Wall, H. and Tauson, R. 2002. Egg Quality in Furnished Cages for Laying Hens-Effects of Crack Reduction Measures and Hybrid. poultry science.
- Johnson, G. W. and Ernest, R. A. 1975. Shell damage in mechanical egg gathering. Poult. Digest 34:396.
- Mertens, K., Bmelis, F., Kamers, B., verhoelst, E., De Ketelaere, B., Bain, M., Decuypere, E. and De Baerdemaeker, J. 2006. Monitoring of Eggshell Breakage and Eggshell Strength in Different Production Chains of Consumption Eggs. poultry science 85(9):1670-1677.
- Toleman, W. J. 1977. Control egg shell processing. Poult. Tribune 84(1):27.
- Voicey, P. W. and Hamilton, R. M. G. 1976. Source of error in egg specific gravity measurements by the flotation method. Poult. sci 56:1457.