

産卵鶏에 있어서 放卵時間이 卵質에 미치는 影響

李春枝 · 鄭船富* · 吳世正

建國大學校 畜産大學

(1987. 9. 30接受)

Effect of Oviposition Time on Egg Qualities in Laying Hen

Choon Ji Yi, Sun Boo Chung* and Sea Jung Oh

College of Animal Husbandry, Kon-Kuk University

(Received September 30, 1987)

SUMMARY

This study was carried out to investigate the effects of age of hen and oviposition time on egg weight, egg shell quality and egg shape index in White Leghorn laying hens. The data were collected from 150 laying hens for about 4 months from September 1, 1986 to January 6, 1987. The results obtained from this study were summarized as follows :

The percentage of the eggs produced before noon was decreased and that of the eggs produced after noon was increased as the hen gets older. Egg weight was increased rapidly to 270 days of age but after 270 days of age the rate of egg weight increase was slowly downed. The egg shell thickness became thinner and egg shell breaking strength was reduced and egg shape index was increased as the hen gets older.

The egg weight was decreased as the oviposition time was proceeded and the regression coefficients of egg weight on oviposition time were $-0.6788 \sim -0.4170$, which means that the egg weight was decreased $0.4170 \sim 0.6788$ g per one hour delay of oviposition time. Egg shell thickness was increased $0.00377 \sim 0.00643$ mm and egg shell breaking strength improved $0.0287 \sim 0.0349$ kg/cm² per one hour delay of oviposition time. But it seems that there was no relationship between the oviposition time and the egg shape index.

I. 緒 論

닭은 初産을 開始하면 一定期間 連續하여 産卵을 하고 1日 또는 2~3日은 休産을 한後 다시 産卵하게 되는데 이와같이 休産없이 連續으로 産卵하는 期間을 産卵週期 (clutch) 라고 한다. 寡産鶏는 1~2個의 鶏卵을 放卵하는데 그치는 짧은 clutch 를 갖지만 多産鶏는 4~200個의 鶏卵을 連續의으로 放卵하는 긴 clutch 를 갖는다. Clutch 가 긴 닭은 産卵率이 높아지고 따라서 養鶏收益도 커진다.

Clutch 는 여러가지 要因에 의하여 影響을 받지만 그중에서도 光線의 變化가 가장 重要한 것으로 解釋되고 있다. 그 예로 午後 2時以後에는 大部分의 닭이 放卵하지 않지만 連續의인 點燈을 함으로써 24時間 어느때에도 放卵이 일어나고 있는 것을 볼 수 있다.

一般의으로 닭의 産卵生理를 보면 成熟된 卵黃이 排卵되어 卵管 漏斗部에서 5~25分을 所要하고, 卵白 分泌部에서 3時間 程度 滯留하는 동안 全卵白窒素의 大部分을 차지하는 濃厚卵白이 形成된다. 그後 卵殼物質과 卵殼色素가 分泌되는 子宮에서 19~20時間 停滯하고 있으면서 卵殼이 形成

* 畜産試驗場 (Livestock Experiment Station)

되어 總排泄腔을 통해 放卵된다. 放卵 30分後에는 다시 排卵이 일어나서 위와 같은 과정이 反復되는데 排卵에서부터 卵白과 卵殼이 形成되어 放卵되는데까지 約 24時間 程度 所要된다고 Zakaria 등은 1983년과 1984년에 이미 發表한 바 있다. 따라서 卵管에서 卵白이나 卵殼의 形成時間이 24時間 所要되는 경우는 毎日 같은 時間에 放卵하게 되지만 24時間을 超過할 경우는 超過하는 時間만큼 放卵時間이 늦추어진다. 即 放卵時間의 差異는 排卵時間의 變化를 가져오고 이는 卵白, 卵殼이 形成되는 時間帶를 變化시키므로 그 變化에 따라 鶏卵生産이 均一하지 않게 되어 販賣上의 不利益으로 經濟的인 養鶏에 蹉跌을 가져오므로 點燈으로 인한 飼料攝取 時間調節 等の 보다 科學的인 飼養管理 改善點을 模索함이 必要하다.

닭에 있어서 卵重, 卵型, 卵殼質, 産卵率 등은 닭의 品種 (Marion 등, 1964), 日齡, 産卵季節 (Cunningham, 1960, Mueller 등, 1960)에 따라 差異가 있을 수 있으나 本 試驗에서는 同一品種을 가지고 同一日齡別로 放卵時間에 따라 比較하였으므로 이와 關聯된 지금까지의 研究結果를 보면 다음과 같다.

Roland(1978)는 午前 6~8時에 放卵된 鶏卵의 重量은 66.1g, 8~10時間에 放卵된 鶏卵의 重量은 64.8g, 10~12時は 63.0g, 12~14時は 61.5g, 14~16時は 62.3g, 16~18時は 60.8g으로 放卵時間이 늦어짐에 따라 卵重이 減少된다고 하였다.

Roland와 Harms(1974)도 Babcock B-300 600首를 가지고 3週間に 걸쳐 午前 8時에서 午後 8時까지 放卵時間에 따른 卵重을 調査한 結果 午前 8時以前에 放卵된 鶏卵의 重量은 53.4g, 8~10時에는 53.4g, 10~12時は 51.9g, 12~13時は 52.0g, 13~14時は 51.1g, 14~16時は 51.7g, 16~18時は 51.6g, 18~20時は 51.4g으로 1日中 放卵時間이 늦어짐에 따라 卵重은 減少된다고 하였다.

Arafa等(1982)은 白色레그혼 3,600首를 가지고 放卵時間別 卵重을 調査한 結果 52週齡에서 6~8時 放卵된 鶏卵의 重量은 65.3g, 8~10時は 63.8g, 10~12時は 62.9g, 12~14時は 61.6g, 14~16時は 63.1g이었고 64週齡에서 6~8時에 放卵된 鶏卵의 重量은 67.8g, 8~10時は 66.6g, 10~12時에는 64.1g, 12~14時は 65.2g, 14~16時は 63.0g, 16

~18時は 61.0g으로 1日中 放卵時間이 늦어짐에 따라 卵重이 가벼워진다고 하였다. 이와같이 卵重이 가벼워지는 原因을 究明하기 위하여 卵黃, 卵白, 卵殼 各部分別 重量比率를 調査한 結果 64週齡에서 午前 6~8時에 放卵된 鶏卵의 卵白重의 比率는 59.9%, 卵黃重은 31.8%, 卵殼重은 8.25%였으며 午後 4~6時에 放卵된 鶏卵은 卵白重의 比率가 58.4%, 卵黃重의 比率가 8.72%로 나타나 午後에 放卵된 鶏卵의 重量이 減少되는 原因을 卵白重이 減少되기 때문인 것으로 報告하였다.

Roland等(1973)은 放卵時間에 따른 鶏卵의 比重試驗에서 午後에 放卵된 鶏卵의 比重이 높다고 했고 卵殼質에 있어서도 午後에 放卵된 鶏卵이 午前에 放卵된 鶏卵보다 良好하다고 하였다. 今後 Washburn과 Potts(1975)와 Ciper(1976)의 研究結果는 Roland等(1973)의 研究結果를 再確認함과 同時에 午前에 生産된 鶏卵보다 午後에 生産된 鶏卵이 卵殼強度가 높고 卵殼두께도 두꺼우며 畸形卵의 發生率도 많이 改善되었다고 하였다.

Arafa等(1982)은 Hisex, Carries Nick-310, Ideal-236, H&N Nick Chick 그리고 Shaver 288의 5鶏種을 20首씩 18反復으로 鶏種當 360首씩 總 1,800首를 供試하여 64週齡에 午前 6時까지 2時間 間隔으로 放卵된 鶏卵을 모아 卵殼두께와 總卵重에 대한 卵殼重의 比率를 調査하였다. 그 結果 卵殼 두께는 6~8時에는 0.325mm, 8~10時は 0.324mm, 10~12時は 0.322mm, 12~14時は 0.325mm, 14~16時は 0.333mm, 16~18時は 0.341mm로 1日中 放卵時間이 늦어짐에 따라 두꺼워지는 傾向이 있다고 하였고 總 卵重에 대한 卵殼重의 比率는 6~8時에 放卵된 鶏卵은 8.25%, 8~10時에는 8.20%, 10~12時は 8.13%, 12~14時は 8.17%, 14~16時は 8.52%, 16~18時は 8.72%로 放卵時間이 늦어짐에 따라 높아지는 傾向이 있다고 하였다.

Roland와 Harms(1974)는 同一한 무게의 午前生産卵과 午後生産卵을 比較한 結果 午後生産卵의 比重이 높았다고 報告함으로써 間接적으로 午後生産卵의 卵殼質이 더욱 좋아졌음을 示唆하였다. Roland等(1977)은 飼料中의 칼슘水準을 2.25%, 3.05%, 6.00%의 3個水準으로 하여 여기서 生産된 鶏卵을 放卵時間帶別로 調査한 結果 飼料中 칼슘水準이 增加함에 따라 卵殼의 質이 改善되기는 하였으나 放卵時間에 따른 卵殼質에는 影

嚮을 미치지 못하였다고 報告하였다.

Roland (1978)은 Babcock 産卵鷄 1,510 首에 대하여 午前 6時부터 午後 6時까지 2時間 間隔으로 放卵된 鷄卵의 卵型係數를 調査한 結果 午前 6時以前에 放卵된 鷄卵의 卵型係數는 72.99였고 放卵時間이 점차 늦어짐에 따라 卵型係數가 增加되어 午後 4~6時 사이에 放卵된 鷄卵의 卵型係數는 73.46으로 增加하였다고 發表하였다.

이처럼 닭에 있어서 放卵時間과 卵重, 卵殼質, 卵型係數 等에 대한 研究는 많이 이루어졌으나 放卵時間과 卵質에 對해서 어느 一定 日齡에만 調査한 것이 大部分이고 初産後부터 一定期間을 두고 全體적으로 調査한 研究는 찾아볼 수 없었기 때문에 本 試驗은 白色레그혼種에서 放卵時間이 卵質에 미치는 效果를 180日齡부터 30日 間隔으로 300日齡까지 調査, 分析하여 卵質 改善을 위한 基礎資料를 얻고자 實施하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗期間 및 場所

試驗은 1986年 9月 1일부터 1987年 1月 6일까지 約 4個月에 걸쳐 京畿道 水原市 所在 農林振興廳 畜産試驗場에서 實施하였다.

2. 供試材料 및 供試鷄 飼育

供試鷄는 1981年부터 農林振興廳 畜産試驗場에서 閉鎖群育種法에 의하여 選拔해 온 白色레그혼種 純系 (pure line) 150首였으며 供試飼料는 NRC 飼養標準에 準해 畜産試驗場 配合飼料工場에서 配合한 Table 1의 飼料를 給與하였다.

0~6週齡까지는 ㅅ갓형 育雛器를 利用, 平飼하였고 7~12週齡에는 中·大雛케이지에서 育成한後 13週齡에는 産卵케이지에 1首씩 分離飼育하였으며 試驗期間中 點燈時間은 午前 5時~午後 10時까지 17時間이었다.

3. 調査時期 및 調査時間

調査時期는 180日齡부터 30日 間隔으로 210日齡, 240日齡, 270日齡, 300日齡이었고 調査時期마다 7日間씩을 調査期間으로 定하여 午前 6時부터 午後 5時까지 1時間 間隔으로 調査하였다.

4. 調査項目 및 方法

調査期間中에 방란된 모든 계란은 放卵 即時 放

卵時間을 卵殼에 記錄하여 卵重을 秤量한後 egg scale (FHK)로 卵型係數를 卵殼強度計로 卵殼強度를 測定했으며, 卵殼이 깨어지면 卵殼膜을 除去한後 卵殼두께를 測定하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of experimental diets

Items	%	Items
Ingredients:		Chemical composition:
Yellow corn	61.9	Metabolizable energy
Wheat bran	6.7	2,700Kcal/kg
Soybean meal	17.0	Crude protein 16.1%
Fish meal	4.0	Calcium 3.56%
Limestone	8.45	Phosphorus 0.57%
Tricalcium phosphate	1.0	
Salt	0.3	
Vit.-Min.Mix*	0.5	
Antibiotics**	0.05	
Antioxidant***	0.1	
Total	100.0	

* Contained per kg: Vit. A 1,500,000IU; Vit. D₃ 250,000IU; Vit. E 250IU; Vit. K₃ 250mg; Vit. B₂ 1,000mg; Vit. B₁₂ 1,000mcg; Cholinechloride 35,000mg; Niacin 5,000mg; Ca pantothenate 1,000mg; Folacin 20mg; B.H.T. 6,000mg; Mn 12,000mg; Zn 9,000mg; Fe 4,000mg; Cu 500mg; I 125mg; Ca 7,150mg; UGF 200,000mg

** Contained per kg: Kitasamycin 10g; Colistin sulfate 3g

*** Contained per kg: Ca-propionate 940g

III. 結果 및 考察

1. 放卵時間帶別 放卵比率

180日齡부터 300日齡까지 30日間隔으로 1週間씩 調査한 放卵時間帶別 放卵數 및 放卵比率을 보면 Table 2 (Fig.1)와 같았다.

180日齡에서 1週間 總放卵數는 714個였는데 午前 7時 以前에 5.9%, 7~8時에는 8.5%였고 8~9時에는 25.9%로 이 때를 정점으로 放卵數의 比率이 漸次 減少하였으며 午後 3時 以後에는 1.7%에 지나지 않았다.

210日齡에서는 1週間 總放卵數가 966個였는데

午前 7時以前 放卵比率은 4.5%, 7~8時에는 5.8%, 8~9時에는 22.4%이었고 9~10時에는 24.4%로서 가장 높은 比率을 보였으며 그後 漸次 減少하여 午後 3時以後는 1.5%밖에 放卵되지 않았다.

240日齡에서는 1週間 總放卵數가 945個였는데 그中 午前 7時以前 放卵比率은 4.0%, 7~8時는 5.7%, 8~9時에는 20.3%, 9~10時는 22.5%로 가장 높은 比率을 보였으나 그後 漸次 減少

하여 午後 3時以後에는 2.1%였다.

270日齡에서는 總放卵數가 913個였는데 午前 7時以前 放卵比率은 4.4%, 7~8時는 7.2%, 8~9時는 18.1%였고, 9~10時는 20.2%로 가장 높은 比率을 보였으며 그 以後 漸次 減少하여 午後 3時以後에는 2.4%에 지나지 않았다.

300日齡에서는 總放卵數가 892個였는데 그中 7時以前에 放卵된 鶏卵의 比率은 4.7%, 7~8時에는 8.8%, 8~9時에는 15.6%였으며 9~

Table 2. Percent of egg production in relation to oviposition time and age

Oviposition time	180 days of age			210 days of age			240 days of age			270 days of age			300 days of age			
	No. egg	%	cumulative (%)	No. egg	%	cumulative (%)	No. egg	%	cumulative (%)	No. egg	%	cumulative (%)	No. egg	%	cumulative (%)	
Before	7	42	5.9	5.9	43	4.5	4.5	38	4.0	4.0	40	4.4	4.4	42	4.7	4.7
7 ~ 8	61	8.5	14.4	56	5.8	10.3	54	5.7	9.7	66	7.2	11.6	79	8.8	13.5	
8 ~ 9	185	25.9	40.3	216	22.4	32.7	192	20.3	30.0	166	18.1	29.7	140	15.6	29.1	
9 ~ 10	123	17.3	57.6	239	24.4	57.1	213	22.5	52.5	185	20.2	49.9	158	17.7	46.8	
10 ~ 11	117	16.4	74.0	135	14.2	71.3	124	13.1	65.6	131	14.3	64.2	140	15.6	62.4	
11 ~ 12	83	11.6	85.6	100	10.4	81.7	113	11.9	77.5	102	11.2	75.4	125	14.0	76.4	
12 ~ 13	55	7.7	93.3	86	8.9	90.6	80	8.5	86.0	84	9.2	84.6	107	12.0	88.4	
13 ~ 14	21	2.9	96.2	42	4.3	94.9	76	8.0	94.0	79	8.7	93.3	46	5.2	93.6	
14 ~ 15	15	2.1	98.3	35	3.3	98.5	37	3.9	97.9	39	4.3	97.6	33	3.7	97.3	
After	15	12	1.7	100	14	1.5	100	18	2.1	100	21	2.4	100	22	2.7	100
Total	714	100		966	100		945	100		913	100		892	100		

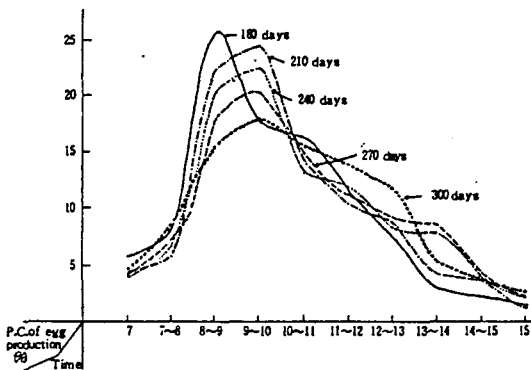


Fig. 1. Percent of egg production in relation to oviposition time and age.

~10時에는 17.7%로 가장 높은 比率을 보였으나 그後 漸次 減少하여 3時以後에는 2.7%이었다.

180日齡에서 放卵比率이 가장 높았던 때인 8~9時에 總放卵數의 25.9%가 放卵되었으나 같은 時間帶에 210日齡에는 22.4%, 240日齡에는 20.3

%, 270日齡에는 18.1%, 300日齡에는 15.0%로서 日齡이 經過함에 따라 放卵比率이 점점 낮아졌다.

또한 正午까지의 累積放卵比率을 살펴보면 180日齡이 85.6%, 210日齡은 81.7%, 240日齡은 77.5%, 270日齡은 75.4%, 300日齡은 76.4%로서 日齡이 經過함에 따라 累積放卵比率도 낮아졌다.

以上の 結果를 보아 産卵鶏는 日齡이 經過함에 따라 午前中의 放卵比率이 낮아지면서 放卵時間 間隔이 넓어지고 210日齡頃인 peak 産卵時期가 지나면 clutch의 길이도 짧아지고 産卵率이 낮아짐을 本試驗을 통해 알 수 있었다.

2. 日齡別 卵重 및 卵殼質.

Table 3에서 보면 180日齡에 1週間 調査한 平均卵重은 51.69g이었고 이때의 標準偏差는 3.02g이였으나 210日齡에서는 平均卵重이 7.1% 增加한 55.36g, 標準偏差 1.814g이었다.

이는 180日齡에는 個體에 따라 初産인 경우도 있어 平均卵重이 떨어짐은 물론 初産卵과 經産卵 사이에 卵重의 隔差도 심했으므로 標準偏差가 큰 數值로 나타났다. 그러나 210日齡에 가서는 모든 個體가 初産은 이미 開始한 닭이므로 卵重이 비교적 均一하여졌기 때문에 標準偏差가 작게 나타난 것으로 思料된다. 240日齡의 平均卵重은 51.91g, 270日齡의 平均卵重은 60.52g이었으며 300日齡에는 平均卵重이 61.86g으로 270日齡 平均卵重의 2.2%라는 극히 적은 卵重增加率을 보였다.

이 結果로 보면 産卵鶏는 初産後부터 270日齡까지는 卵重이 급격히 增加하고 그 以後부터는 卵重增加速度가 漸次 鈍化되고 있음을 알 수 있었으

며 180日齡부터 300日齡까지 30日間隔의 平均卵重은 統計的인 有意差가 認定되었다. ($P < 0.05$).

日齡別 卵殼두께를 보면 (Table 3) 180日齡과 210日齡에 卵殼두께는 0.385mm로 두 日齡間의 平均 卵殼두께 差異가 없었고 240日齡에는 0.380mm로 平均卵殼두께가 얇아졌으나 統計的인 有意差는 認定되지 않았다 ($P < 0.05$).

270日齡의 卵殼두께는 0.374mm로 180日齡, 210日齡 및 240日齡과는 統計的인 有意差가 認定되었으며 ($P < 0.05$) 300日齡의 卵殼두께는 0.373mm로 270日齡의 0.374mm에 비하면 약간 얇아졌지만 統計的인 有意差는 認定되지 않았다 ($P < 0.05$) 이 結果로 보면 産卵鶏에서 卵殼두께는 産卵初期에

Table 3. Egg shell qualities and egg shape index in relation to age of hens

Age (days)	Egg weight (g)	Egg shell thickness (mm)	Shell breaking strength (kg/cm ²)	Egg shape index
180	51.69 ± 3.028 ^a	0.385 ± 0.026 ^a	3.740 ± 0.084 ^a	71.11 ± 0.785 ^a
210	55.36 ± 1.814 ^b	0.385 ± 0.012 ^a	3.641 ± 0.0959 ^a	71.33 ± 0.759 ^a
240	57.91 ± 1.789 ^c	0.380 ± 0.013 ^a	3.613 ± 0.1009 ^b	72.51 ± 0.860 ^b
270	60.52 ± 2.139 ^d	0.374 ± 0.013 ^b	3.575 ± 0.0951 ^c	73.87 ± 1.266 ^c
300	61.86 ± 1.276 ^e	0.373 ± 0.015 ^b	3.454 ± 0.1065 ^d	74.44 ± 1.013 ^c

a,b,c Means within a column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

는 比較의 두껍다가 240日齡以後가 되면 卵殼이 얇아지는 傾向을 觀察할 수 있었다.

卵殼強度 (Table 3)는 卵殼 1cm에 壓力을 加하여 鶏卵이 깨어지는 瞬間의 壓力을 kg으로 表示하였는데 180日齡에서 卵殼強度는 3.740 kg/cm² 이었고 210日齡에서 卵殼強度는 3.641 kg/cm²로 180日齡보다 強度가 弱해졌으나 統計的인 有意性이 認定되지 않았다. ($P < 0.05$). 그러나 240日齡에 가서 卵殼強度는 3.613 kg/cm²으로 180日齡이나 210日齡과는 統計的인 有意性이 認定되었으며 ($P < 0.05$) 270日齡에서는 3.575 kg/cm², 300日齡에서는 3.454 kg/cm²으로 이들間에도 統計的인 有意性이 認定된 것 ($P < 0.05$)으로 보아 鶏卵의 卵殼強度는 210日齡以後에는 漸次 弱해지는 것으로 判斷되며 産卵中半期 以後 軟破卵이 많이 나오게 됨을 알 수 있었다.

卵型係數 (Table 3)는 鶏卵의 長軸 100에 대한 短軸의 比率로 表示하였다. 180日齡의 卵型係數는 71.11이었고 210日齡에는 71.33으로 약간 커졌으며, 240日齡에 가서는 卵型係數가 72.51로서 210日齡과의 統計的인 有意性이 認定되었다. ($P <$

0.05). 270日齡에는 73.87, 300日齡에는 74.44로서 初産後 日齡이 經過하면서 卵型係數가 계속 높아져 가고 있는 것으로 나타났다. 그러므로 닭이 産卵 初期에는 比較의 길쭉한 타원의 鶏卵을 生産하지만 初産後 日齡이 經過함에 따라 鶏卵이 둥근 모양으로 變함을 알 수 있었다. 한편 270日齡과 300日齡의 卵型係數에 있어서는 統計的인 有意性이 認定되지 않았는데 이는 300日齡以後의 卵型이 그 닭의 固有卵型으로 되는 것으로 생각된다.

放卵時間別 卵型の 差異에 대한 研究는 있었으나 (Roland, 1978) 産卵日齡에 따른 卵型係數에 대한 研究報告가 없어 比較할 수 없었다.

3. 放卵時間帶別 卵重

日齡別 放卵時間에 따른 卵重의 變化는 Table 4 (Fig. 2)에 나타난 것과 같이 180日齡에서 7~8시에 放卵된 鶏卵의 平均重量은 54.5g으로 가장 무거웠고 8~9시에는 53.1g, 7時以前, 9~10時, 10~11時 및 11~12시에는 放卵된 鶏卵의 平均重量은 各各 52.7g, 52.7g, 52.2g,

52.1 g의 順이었으며 12~13時 放卵된 鷄卵은 51.7 g, 13~14時에는 49.6 g, 14~15時는 49.2 g, 15時以後 放卵된 鷄卵은 49.1 g이었다.

210日齡에서 卵重이 가장 무거운 時間帶는 7時 以前으로 59.2 g이었으며 7~8時에는 56.9 g, 8~9時에는 56.0 g으로 放卵時間이 늦어짐에 따라 卵重이 漸次 가벼워져 11~12時에는 54.6 g, 13~14時에는 54.0 g이었고 15時以後에 放卵된 鷄卵의 무게는 53.7 g에 지나지 않았다.

240日齡에서도 午前 7時以前에 放卵된 鷄卵은 61.0 g이었으나 7~8時에는 59.4 g, 8~9時에는 59.3 g, 9~10時는 58.6 g, 11~12時는 57.6 g으로 放卵時間이 經過함에 따라 卵重이 減少하여 14~15時에는 56.4 g, 15時以後에는

54.6 g으로 크게 減少되었다.

270日齡에서는 7~8時에 放卵된 鷄卵의 무게가 63.1 g으로 가장 무거웠고 7時以前과 8~9時 사이에 放卵된 鷄卵은 各各 62.8 g 및 62.6 g으로 270日齡의 平均卵重인 60.52 g보다 무거웠으나 11時以後에 放卵된 鷄卵은 平均卵重 以下였다.

300日齡에서 平均卵重은 61.86 g이었는데 7時 以前과 7~8時 사이에 放卵된 鷄卵은 各各 63.7 g 및 63.2 g이었으나 放卵時間이 經過함에 따라 卵重이 漸次 가벼워져서 15時以後에 放卵된 鷄卵은 59.7 g에 지나지 않았다. 이러한 結果로 보아 產卵鷄의 日齡에 따른 平均卵重의 差異도 確認되었지만 放卵時間別로 放卵差異도 確認할 수 있었다.

Table 4. Egg weight in relation to oviposition time and age

(Unit: g)

		Age (days)				
		180	210	240	270	300
Before	7	52.7 ± 5.27 ^{bc}	59.2 ± 4.59 ^a	61.0 ± 4.07 ^a	62.8 ± 6.26 ^a	63.7 ± 5.24 ^a
	7~8	54.5 ± 5.66 ^a	56.9 ± 3.65 ^b	59.4 ± 4.10 ^b	63.1 ± 4.06 ^a	63.2 ± 4.11 ^{ab}
	8~9	53.1 ± 3.18 ^b	56.0 ± 3.21 ^c	59.3 ± 3.99 ^b	62.6 ± 3.99 ^a	62.8 ± 3.96 ^b
	9~10	52.7 ± 3.43 ^{bc}	55.6 ± 3.20 ^c	58.6 ± 4.11 ^{bc}	61.6 ± 3.52 ^b	62.7 ± 3.12 ^{bc}
	10~11	52.2 ± 3.80 ^{cd}	55.5 ± 3.74 ^c	58.0 ± 3.99 ^{cd}	60.6 ± 3.50 ^c	62.0 ± 2.99 ^{cd}
	11~12	52.1 ± 3.89 ^{cd}	54.6 ± 3.98 ^d	57.6 ± 4.11 ^{de}	60.4 ± 4.51 ^c	61.6 ± 3.24 ^{de}
	12~13	51.7 ± 3.33 ^d	54.1 ± 4.17 ^d	57.1 ± 4.87 ^{ef}	60.2 ± 4.23 ^c	61.5 ± 3.69 ^{de}
	13~14	49.6 ± 4.95 ^e	54.0 ± 3.78 ^d	57.1 ± 5.11 ^f	58.8 ± 4.77 ^d	61.1 ± 3.96 ^{ef}
	14~15	49.2 ± 4.59 ^e	54.0 ± 4.76 ^d	56.4 ± 5.24 ^f	58.8 ± 5.10 ^d	60.3 ± 4.11 ^f
After	15	49.1 ± 5.47 ^e	53.7 ± 5.40 ^e	54.6 ± 5.65	56.3 ± 5.42 ^e	59.7 ± 4.96 ^f
Mean		51.69 ± 1.81	55.36 ± 1.71	57.91 ± 1.79	60.52 ± 2.13	61.86 ± 1.28
b		-0.5461	-0.5164	-0.5727	-0.6788	-0.4170

a, b, c Means within a column with different superscripts are significantly different (P < 0.05).

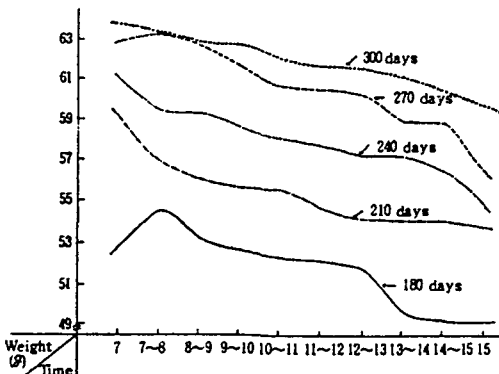


Fig. 2. Egg weight in relation to oviposition time and age.

放卵時間을 獨立變數로 그리고 卵重을 從屬變數로 하여 回歸係數를 算出한 結果 180日齡에서는 -0.5461로 放卵時間이 1時間 늦어짐에 따라 放重은 0.5461 g이 減少되는 것으로 나타났으며 210日齡에는 回歸係數가 -0.5164, 240日齡에는 -0.5727, 270日齡에는 -0.6788, 그리고 300日齡에는 -0.4170으로 180日齡 以後에도 放卵時間이 1時間 늦어짐에 따라 卵重이 0.4170 g ~ 0.6788 g씩 가벼워지는 것으로 나타났다.

이와 같이 產卵鷄에서 放卵時間이 늦어짐에 따라 卵重이 가벼워지는데 이처럼 卵重에 變化가 생기는 것은 卵白이 形成되는 時間帶의 差異에 그 原因이 있는 것으로 思料된다. 午前中에 放卵된 鷄卵은 放

卵 前日 午前에 排卵된 것이므로 排卵後 卵白形成 時間(約3時間)은 닭이 飼料를 많이 攝取하는 時間帶와 一致하게 된다. 따라서 이 時間帶는 血液 內에 蛋白質이나 血糖의 濃度가 높은 時間帶이므로 卵白 形成量이 많아지고 卵重도 무거워진다. 그러나 午後 늦은 時間에 放卵된 鷄卵은 放卵 前日 午後에 排卵된 것으로 卵白이 形成되는 時間帶에 닭은 이미 飼料를 먹지 않고 잠자는 時間에 該當되므로 血液中 蛋白質이나 血糖의 濃度도 比較的 낮아 卵白 形成量도 적고 卵重도 가벼워지는 것이 아닌가 思料된다.

Arafa 等(1982)의 研究結果에서 64 週齡된 產卵 鷄에서 午前 6~8 時에 放卵된 鷄卵은 卵白重의 比率이 59.9%, 卵黃重의 比率이 31.8%, 卵殼重의 比率이 8.25%였으나 午後 4~6 時에 放卵된

鷄卵은 卵白重의 比率이 58.4%, 卵黃重의 比率이 32.9%, 卵殼重의 比率이 8.72%라고 報告한 것도 本 試驗結果를 뒷받침할 수 있다고 생각되며 Roland(1978) 및 Roland와 Harms(1974)의 卵重에 關한 研究結果와도 一致하고 있다.

4. 放卵時間帶別 卵殼두께

卵殼이 形成되는 時期는 排卵 3~4 時間 後 즉 放卵 約 19~20 時間前, 卵이 子宮에서 滯留되어 있는 동안으로 알려져 있다. 그러므로 卵殼 形成時間이 닭이 飼料를 주로 攝取하여 血液中에 卵殼形成의 必須物質인 칼슘과 燐의 濃度가 비교적 높은 낮 時間이면 卵殼은 충실해지고 反面 卵殼 形成時間이 밤 時間이면 卵殼은 不實해진다. 따라서 午前에 放卵된 鷄卵은 前日 午後부터 卵殼이 形成되기 始作

Table 5. Egg shell thickness in relation to oviposition time and age

(Unit: mm)

Oviposition time	Age (days)				
	180	210	240	270	300
Before	7 0.335 ± 0.0387 ^a	0.369 ± 0.0386 ^a	0.361 ± 0.0454 ^a	0.354 ± 0.0289 ^a	0.350 ± 0.0277 ^a
7 ~ 8	0.372 ± 0.0280 ^b	0.372 ± 0.0376 ^{a,b}	0.369 ± 0.0271 ^b	0.364 ± 0.0156 ^b	0.359 ± 0.0289 ^b
8 ~ 9	0.376 ± 0.0248 ^b	0.376 ± 0.0361 ^b	0.371 ± 0.0250 ^b	0.365 ± 0.0302 ^b	0.365 ± 0.0205 ^{b,c}
9 ~ 10	0.385 ± 0.0234 ^c	0.384 ± 0.0367 ^c	0.375 ± 0.0231 ^{b,c}	0.370 ± 0.0357 ^{b,c}	0.367 ± 0.0305 ^c
10 ~ 11	0.385 ± 0.0234 ^c	0.384 ± 0.0367 ^c	0.375 ± 0.0231 ^{b,c}	0.370 ± 0.0357 ^{b,c}	0.367 ± 0.0305 ^c
11 ~ 12	0.388 ± 0.0640 ^c	0.384 ± 0.0381 ^c	0.380 ± 0.0120 ^{c,d}	0.374 ± 0.0244 ^{c,d}	0.376 ± 0.0324 ^d
12 ~ 13	0.399 ± 0.0280 ^d	0.394 ± 0.0359 ^d	0.385 ± 0.0243 ^d	0.377 ± 0.0328 ^d	0.381 ± 0.0329 ^{d,e}
13 ~ 14	0.401 ± 0.0440 ^d	0.394 ± 0.0376 ^d	0.384 ± 0.0276 ^d	0.380 ± 0.0311 ^d	0.386 ± 0.0389 ^{e,f}
14 ~ 15	0.403 ± 0.0201 ^d	0.391 ± 0.0400 ^d	0.399 ± 0.0301 ^e	0.388 ± 0.0348 ^e	0.389 ± 0.0390 ^f
After	15 410 ± 0.0277 ^e	0.410 ± 0.0404 ^e	0.401 ± 0.0376 ^e	0.400 ± 0.0341 ^e	0.396 ± 0.0451 ^e
Mean	384 ± 0.0216	0.385 ± 0.0124	0.379 ± 0.0129	0.374 ± 0.0131	0.373 ± 0.0146
b	0.00643	0.00377	0.00406	0.00413	0.00473

^{a,b,c} Means within a column with different superscripts are significantly different (P < 0.05)

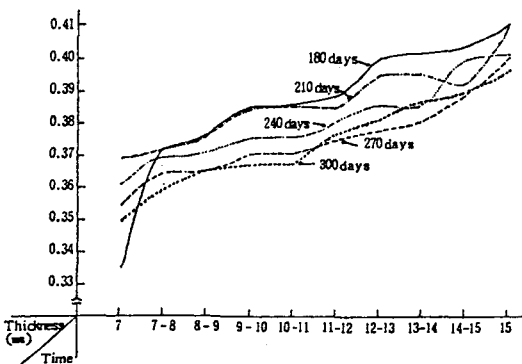


Fig. 3. Egg shell thickness in relation to oviposition time and age.

했으므로 飼料를 먹지 않은 밤 時間帶에 卵殼이 大部分 形成되고 午後에 放卵된 鷄卵은 當日 午前 즉, 닭이 飼料를 攝取하여 血中에 칼슘이나 燐의 濃度가 높은 時間帶에 卵殼이 形成되므로 卵殼質이 좋아질 것으로 생각된다.

本 試驗에서 放卵時間이 卵殼두께에 미치는 影響은 Table 5 (Fig. 3)와 같았다. 180 日齡에서 午前 7 時以前에 放卵된 鷄卵의 卵殼두께는 0.335 mm로 平均 卵殼두께 0.384 mm보다 13%나 얇았으며 7~8 時에 放卵된 鷄卵은 0.372 mm로 7 時以前에 放卵된 鷄卵보다는 0.037 mm나 두꺼워졌으며 8~9 時에는 0.376 mm, 9~10 時에는 0.385 mm,

10~11時에는 0.385 kg/cm^2 , 11~12時에는 0.388 kg/cm^2 , 12~13時에는 0.399 kg/cm^2 , 13時以後에는 0.400 kg/cm^2 以上으로 두꺼워져 15時以後에 放卵된 鷄卵의 卵殼 두께는 0.410 mm 까지 두꺼워졌다. 240日齡에서 午前 7時以前에 放卵된 鷄卵의 卵殼 두께는 0.361 mm 로 비교적 얇았으나 7~8時에는 0.369 mm , 8~9時에는 0.371 mm , 12~13時에는 0.385 mm , 15時以後에는 0.401 mm 로 두꺼워졌다.

1日中 放卵時間을 獨立變量으로, 卵殼 두께를 從屬變量으로 하여 回歸係數를 算出한 結果 180日齡에서 回歸係數는 0.00643으로 放卵時間이 1時間 늦어짐에 따라 卵殼 두께는 0.00643 mm , 210日齡에는 0.00377 mm , 240日齡에는 0.00406 mm , 270日齡에는 0.00413 mm , 그리고 300日齡에서는 0.00473 mm 씩 두꺼워지는 것으로 나타났다. 따라서 本 試驗

結果는 Roland等(1973) 및 Washburn과 Potts(1975)의 研究結果와도 一致하는 傾向을 보여 주었다.

5. 放卵時間帶別 卵殼強度

本 試驗結果 放卵 時間帶別 卵殼強度는 Table 6(Fig.4)과 같았다. 180日齡에 있어서 7時以前에 放卵된 鷄卵은 3.61 kg/cm^2 의 壓力에서 破損되었으며 7~8時에는 3.65 kg/cm^2 , 8~9時에는 3.67 kg/cm^2 에 破損되어 7時以前 放卵된 鷄卵과 比較하여 統計的 有意差가 있었으며 ($P < 0.05$), 9~10時 및 10~11時에 放卵된 鷄卵의 卵殼強度는 各 各 3.70 kg/cm^2 , 3.71 kg/cm^2 으로 7~9時 사이에 放卵된 鷄卵보다 卵殼強度가 높았다. 11時以後에 放卵된 鷄卵 역시 放卵時間이 늦어짐에 따라 卵殼強

Table 6. Egg shell breaking strength in relation to oviposition time and age

(Unit: kg/cm^2)

Oviposition time	Age (days)					
	180	210	240	270	300	
Before	7	3.61 ± 0.688 ^a	3.51 ± 0.647 ^a	3.50 ± 0.533 ^b	3.47 ± 0.347 ^a	3.32 ± 0.312 ^a
	7~8	3.65 ± 0.651 ^b	3.52 ± 0.604 ^a	3.48 ± 0.428 ^a	3.47 ± 0.367 ^a	3.33 ± 0.276 ^a
	8~9	3.67 ± 0.597 ^b	3.54 ± 0.542 ^b	3.51 ± 0.423 ^c	3.50 ± 0.357 ^b	3.35 ± 0.215 ^b
	9~10	3.70 ± 0.514 ^c	3.61 ± 0.344 ^c	3.57 ± 0.266 ^d	3.51 ± 0.248 ^b	3.40 ± 0.210 ^c
	10~11	3.71 ± 0.576 ^c	3.63 ± 0.376 ^d	3.60 ± 0.214 ^e	3.54 ± 0.276 ^c	3.43 ± 0.198 ^d
	11~12	3.75 ± 0.612 ^d	3.67 ± 0.375 ^e	3.61 ± 0.351 ^e	3.57 ± 0.217 ^d	3.46 ± 0.217 ^e
	12~13	3.79 ± 0.676 ^e	3.68 ± 0.507 ^e	3.65 ± 0.354 ^f	3.61 ± 0.316 ^e	3.50 ± 0.245 ^f
	13~14	3.81 ± 0.754 ^f	3.72 ± 0.542 ^f	3.71 ± 0.424 ^g	3.64 ± 0.246 ^f	3.56 ± 0.317 ^g
	14~15	3.81 ± 0.911 ^f	3.75 ± 0.524 ^g	3.74 ± 0.427 ^h	3.70 ± 0.415 ^g	3.57 ± 0.346 ^g
After	15	3.90 ± 0.816 ^g	3.78 ± 0.765 ^h	3.76 ± 0.516 ^h	3.74 ± 0.367 ^h	3.62 ± 0.357 ^h
Mean		3.74 ± 0.088	3.64 ± 0.096	3.61 ± 0.101	3.58 ± 0.095	3.45 ± 0.106
b		0.0287	0.0314	0.0328	0.0307	0.0349

^{a, b, c} Means within a column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

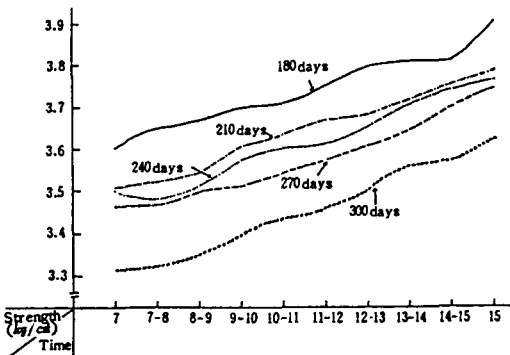


Fig. 4. Egg shell breaking strength in relation to oviposition time and age.

도에 差異가 있었으며 放卵時間에 대한 卵殼強度의 回歸係數는 0.0287로서 放卵時間이 1時間 늦어짐에 따라 卵殼強度는 0.0287 kg/cm^2 이 向上되었다.

210日齡에서 7時以前에 放卵된 鷄卵의 卵殼強度는 3.51 kg/cm^2 로서 180日齡 같은 時間에 放卵된 鷄卵의 卵殼強度와는 統計的 有意差가 없었으며 8~9時에 放卵된 鷄卵의 卵殼強度는 3.54 kg/cm^2 로서 8時以前에 放卵된 鷄卵보다는 卵殼強度가 높았다. 이러한 傾向은 15時以後에 放卵된 鷄卵까지 持續되었고 放卵時間에 대한 卵殼強度의 回歸係數는 0.0314로서 放卵時間이 1時間 늦어짐에 따라 卵殼強度는 0.0314 kg/cm^2 씩 向上되었다.

240日齡에 있어서 放卵時間別 卵殼強度는 10~12時 사이에 放卵된 鷄卵을 除外하고는 放卵時間에 따라 卵殼強度는 有意의으로 向上되었으며 ($P<0.05$) 放卵時間에 대한 卵殼強度의 回歸는 0.0328로서 放卵時間이 1時間 늦어지면 卵殼強度는 0.0328 kg/cm^2 이 向上되는 것으로 나타났다.

270日齡에서 7時以前과 7~8時에 放卵된 鷄卵은 卵殼強度가 같았고 8~9時 및 9~10時에 放卵된 鷄卵은 卵殼強度에 약간의 差異가 있었다. 10時以後에 放卵된 鷄卵은 放卵 時間帶에 따라 卵殼強度가 有意的으로 向上되었으며 ($P<0.05$) 放卵時間에 대한 卵殼強度의 回歸係數는 0.0307로서 放卵時間이 늦어지면 卵殼強度는 0.0307 kg/cm^2 이 向上되는 것으로 나타났다.

300日齡에서 7時以前에 放卵된 鷄卵과 7~8時 사이에 放卵된 鷄卵은 卵殼強度에 有意差가 認定

되지 않았으나 ($P<0.05$). 그以後는 放卵時間에 따라 卵殼強度에 有意差가 있었으며 ($P<0.05$). 放卵時間에 대한 卵殼強度의 回歸係數는 0.0349로서 放卵時間이 1時間 늦어짐에 따라 卵殼強度는 0.0349 kg/cm^2 씩 向上되었다.

이상의 結果로 보면 初産後 日齡이 經過함에 따라 鷄卵의 卵殼強度는 낮아졌지만 1日中 放卵時間이 經過함에 따라서는 卵殼強度가 向上되었다. 本試驗과 關聯된 다른 研究結果를 보면 Roland等 (1973)은 卵殼質의 間接的인 調査方法으로서 放卵時間과 鷄卵의 比重에 대한 研究를 實施한바 있었고 Washburn과 Ports(1975)는 午前에 放卵된 鷄卵보다 午後에 放卵된 鷄卵의 卵殼強度가 높다고 함으로써 이들 모두 本試驗結果와 一致하고 있었다.

Table 7. Egg shape index in relation to oviposition time and age

Oviposition time	Age (days)					
	180	210	240	270	300	
Before	7	70.0 ± 5.77 ^a	71.0 ± 4.56 ^{ab}	74.0 ± 3.75 ^b	73.5 ± 3.95 ^{abc}	75.3 ± 2.69 ^{cd}
	7~8	70.7 ± 5.23 ^a	72.1 ± 7.59 ^{cd}	72.0 ± 3.46 ^a	72.3 ± 2.92 ^a	76.0 ± 2.82 ^d
	8~9	72.3 ± 4.17 ^b	71.0 ± 5.00 ^{ab}	72.8 ± 2.54 ^a	73.6 ± 3.05 ^{bc}	74.8 ± 2.58 ^{bc}
	9~10	71.3 ± 4.08 ^{ab}	70.8 ± 4.28 ^{ab}	72.8 ± 3.44 ^a	72.8 ± 2.54 ^{ab}	73.2 ± 4.00 ^a
	10~11	70.6 ± 5.21 ^a	71.1 ± 5.65 ^{abc}	71.9 ± 2.69 ^a	73.7 ± 3.45 ^{abc}	74.3 ± 3.50 ^{abc}
	11~12	72.2 ± 5.30 ^b	70.3 ± 5.29 ^a	71.8 ± 2.39 ^a	73.6 ± 2.69 ^{ab}	73.5 ± 3.05 ^a
	12~13	72.0 ± 4.56 ^b	70.8 ± 5.44 ^{ab}	72.0 ± 3.24 ^a	75.2 ± 2.38 ^{de}	74.9 ± 3.75 ^{bcd}
	13~14	70.8 ± 6.11 ^a	73.0 ± 4.19 ^d	74.0 ± 2.88 ^b	73.0 ± 3.23 ^{ab}	73.8 ± 3.41 ^{ab}
	14~15	70.5 ± 7.00 ^a	71.7 ± 6.48 ^{bc}	71.8 ± 3.02 ^a	76.6 ± 2.88 ^e	73.2 ± 3.47 ^a
After	15	70.9 ± 5.65 ^a	71.4 ± 0.523 ^{abc}	72.2 ± 5.41 ^a	74.4 ± 3.61 ^{cd}	75.4 ± 3.24 ^{cd}
Mean		71.11 ± 0.786	71.33 ± 0.759	72.5 ± 0.860	73.9 ± 1.27	74.4 ± 1.01
b		0.0176	0.0606	-0.0855	0.2560	-0.1176

^{a, b, c} Means within a column with different superscripts are significantly different ($P<0.05$)

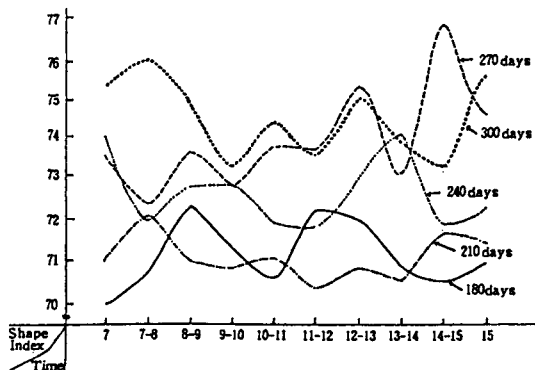


Fig. 5. Egg shape index in relation to oviposition time and age.

6. 放卵時間帶別 卵型

放卵時間에 따른 卵型係數 變化는 Table 7 (Fig. 5)과 같았다. 180日齡에서 午前 7時以前이 70.0, 7~8時 70.7, 10~11時 70.6, 13~14時 70.8, 14~15時 70.5, 15時以後가 70.9로서 이들間에 統計的인 有意性이 認定되지 않았다. ($P<0.05$). 210日齡에 있어서도 7時以前에 71.0, 8~9時 71.0, 9~10時 70.8, 10~11時 71.1, 11~12時 70.3, 15時以後의 71.4間에 統計的인 有意性이 없었으며 13~14時 放卵된 鷄卵의 卵型係數는 73.0으로 가장 높은 數值를 보였다. 240

日齡에 있어서는 午前 7時以前 放卵된 鷄卵의 卵型係數와 13~14時에 放卵된 鷄卵의 卵型係數가 74.0으로 同一하게 나타났다. 270日齡에서는 10~11時와 11~12時的 卵型係數가 73.7, 73.6으로 거의 같았지만 13~14時와 14~15時は 73.3, 76.6으로 큰 隔差를 보였다. 300日齡에서는 7時以前과 7~8時에 各各 75.3, 76.0으로 增加했는가 하면 8~9時, 9~10時에는 各各 74.8, 73.2로 減少했다가 14~15時와 15時 以後에는 73.2, 75.4로 다시 增加했다.

回歸係數는 180日齡에 0.0176, 210日齡에 0.0606, 240日齡에 -0.0855, 270日齡에 0.2560, 그리고 300日齡에 -0.1176으로 Figure 5에 나타난 바와 같이 一定한 方向으로 變하지 않았다. 이로써 放卵時間과 卵型係數間에는 相互 關聯性이 稀薄하다고 思料된다.

本 試驗結果는 Roland(1978)가 午前에 放卵된 鷄卵이 길고 午後에 放卵된 鷄卵이 둥글다고 報告한 것과는 一致하지 않았다. 그러나 원래 卵型係數의 遺傳力이 0.12~0.37로 遺傳에 의해 決定되는 傾向이 있는 것으로 볼 때 本 試驗結果는 앞으로 더 檢討되어야 할 것으로 思料된다.

IV. 摘 要

本 研究는 白色레그혼 産卵鷄에 있어서 初産後 日齡의 1日中 放卵時間의 經過가 卵重, 卵殼質, 卵型係數에 미치는 影響을 究明하기 위하여 1986年 9月 1日부터 1987年 1月 6日까지 約 4個月間에 걸쳐 産卵鷄 150首를 가지고 試驗을 實施한 結果, 初産後 日齡이 經過함에 따라 放卵比率이 午前中에는 減少했고 午後에는 增加했다. 卵重은 270日齡까지는 增加速度가 빨랐으나 그 以後에는 鈍化되었다. 卵殼두께는 日齡이 經過함에 따라 얇아졌고 卵殼強度도 日齡이 經過됨에 따라 低下되었으며 卵型係數는 커졌다. 1日中 放卵時間이 늦어짐에 따라 卵重은 漸次 가벼워졌으며 放卵時間에 대한 卵重의 回歸係數는 -0.6788~-0.4170로 放卵時間이 1時間 늦어짐에 따라 卵重은 0.4170~0.6788g이 가벼워졌다. 卵殼두께는 放卵時間이 1時間 늦어짐에 따라 0.00377~0.00643mm씩 두꺼워졌으며 卵殼強度는 放卵時間이 1時間 늦어짐에 따라 0.0287~0.0349kg/cm²씩 向上되었다. 그러나 卵型係數는 放卵時間과 서로 相互關係가 없는 것으로 思料된다.

V. 引用文獻

1. Arafa, A. S., R. H. Harms, R. D. Miles, R. B. Christmas, and J. M. Choi. 1982. Quality characteristics of eggs from different strains of hens as related to time of oviposition. *Poultry Sci.* 61: 842-847.
2. Ciperia, J. D. 1976. Effect of oviposition time and storage conditions on the specific gravities of eggs. *Poultry Sci.* 56: 1132-1134.
3. Cunningham, F. E., O. J. Cotterill, and E. M. Funk. 1960. The effect of season and age of bird. 1. On egg size, quality and yield. *Poultry Sci.* 39:289-299.
4. Marion, W. W., A. W. Nordskog, H. S. Tolman and R. H. Forsythe. 1964. Egg composition as influenced by breeding, egg size, age and season. *Poultry Sci.* 43:255-264.
5. Mueller, W. J., A. J. G. Maw and E. G. Buss. 1960. The influence of season and the age of layers on egg weight, shape index, albumen quality and shell thickness. *Poultry Sci.* 39: 854-860.
6. Richards, J. F., and M. H. Swanson. 1965. The relationship of egg shape to shell strength. *Poultry Sci.* 44: 1555-1558.
7. Roland, D. A., Sr. 1981. Relationship of interval between eggs and time of oviposition to egg shell quality. *Poultry Sci.* 60: 1066-1070.
8. Roland, D. A., Sr. 1978. The relationship of time of oviposition to egg shape and egg shell quality. *Poultry Sci.* 57:1723-1727.
9. Roland, D. A., Sr., B. L. Damron, and R. H. Harms. 1977. Specific gravity of eggs as influenced by dietary calcium and time of oviposition. *Poultry Sci.* 56:717-719.
10. Roland, D. A., Sr., and R. H. Harms. 1974. Specific gravity of eggs in relation to egg weight and time of oviposition. *Poultry Sci.* 53: 1494-1498.
11. Roland, D. A., Sr., D. R. Sloan and R. H. Harms. 1973. Calcium metabolism in the laying hen. 6. Shell quality

- in relation to time of oviposition. *Poultry Sci.* 52: 506-510.
12. Washburn, K. W. and P. L. Potts. 1975. Effect of strain and production on the relationship of oviposition time to various shell strength characteristics. *Poultry Sci.* 54: 1348.
 13. Zakaria, A. H., T. Miyaki, and K. Imai. 1984. The relationship of clutch length and egg position on ovarian follicular growth in laying hens. *Poultry Sci.* 63: 1250-1254.
 14. Zakaria, A. H., T. Miyaki, and K. Imai. 1983. The effect of aging on the ovarian follicular growth in laying hens. *Poultry Sci.* 62: 670-674.