

# 韓國在來烏骨鷄의 諸形質에 對한 遺傳母數推定에 關한 研究

## II. 卵構成分에 對한 遺傳力 및 遺傳相關推定

韓成郁 · 尙炳贊 · 白承鋒  
忠南大學校 農科大學

### Studies on the Estimation of the Genetic Parameters on All Traits in Korean Native Ogol Fowl

#### II. Estimations of the Heritabilities and Genetic Correlations on Egg Components

Sung-Wook Han, Byong-Chan Sang and Seung-Bong Baek  
College of Agriculture, Chungnam National University

#### SUMMARY

This study was conducted to estimate heritabilities and genetic correlations on egg compositions in Korean Native Ogol Fowl. The data analysis were a total of 58,320 eggs in 450 pullets produced from 150 dams and 20 sires of Korean Native Ogol Fowl raised at Chungnam National University from June 18, 1987 to April 6, 1989.

The results obtained are summarized as follows;

1. On the egg compositions, the albumen weight at first egg, 300 and 500 days were  $24.003 \pm 2.499$ ,  $28.354 \pm 2.755$  and  $31.863 \pm 3.341$ g; the yolk weight were  $10.272 \pm 1.536$ ,  $16.346 \pm 1.321$  and  $19.212 \pm 1.661$ g; the shell weight were  $3.906 \pm 0.414$ ,  $4.336 \pm 0.506$  and  $4.822 \pm 0.515$ g, respectively.
2. The heritability estimates of egg compositions based on the variance of sires, dams and combined components were 0.620-0.723, 0.206-0.300 and 0.413-0.511 for albumin weight; 0.439-0.737, 0.484-0.544 and 0.492-0.615 for yolk weight; 0.172-0.187, 0.412-0.642 and 0.390-0.503 for

shell weight, respectively.

- The genetic and phenotypic correlation coefficients of egg compositions were as follows; The coefficients between albumen weight and yolk weight were 0.089-0.654 and 0.084-0.255; between albumen weight and shell weight were 0.396-0.925 and 0.225-0.544; between yolk weight and shell weight were 0.227-0.357 and 0.098-0.358, respectively.

## I. 結 論

우리나라에서 오래전부터 飼育되어 오고 있는 在來烏骨雞는 品種保存의 차원에서 學界의 至大한 관심과 補康食品으로써 一般國民의 커다란 관심속에 그 需要가 급증하고 있으며 在來式 副業形態에서 全業 또는 企業形態로 변모하여 가고 있어 效率的인 選抜과 改良이 시급한 실정에 있다.

닭의 遺傳能力的 향상은 優秀한 種雞의 選抜을 통한 遺傳的 改良을 도모하므로써 이루어 질 수 있다. 이러한 遺傳的 改良을 위한 選抜效率는 개체의 育種價 推定의 正確度에 크게 좌우되며 遺傳力은 育種價 推定의 正確度와 밀접한 관계를 가지고 있다.

한편 卵構成成分中 熱量價는 卵黃은 100g당 358 kcal의 高熱量을 갖고 있으며, 卵白은 100g당 42 kcal로서 이들의 單位重量當 熱量價 및 營養分 含量面에서 현저한 차이를 보이고 있으며, 效率的인 卵構成成分의 改良을 위해서는 이들에 대한 遺傳母數를 推定하여 活用하는 것이 바람직한 것으로 思料된다. 그러나 卵構成成分에 대한 研究結果는 아직도 미흡한 실정이며 韓國在來烏骨雞에 대한 研究報告는 거의 찾아 볼 수 없다.

닭의 卵構成成分에 대한 遺傳力 推定值에 대한 研究報告를 살펴보면 卵白重은 Hill等(1966) 및 Rodda와 Friars(1977)은 0.50~0.65로 다소 높게 報告한 反面, Yao와 Skirner(1959) 및 Mostager와 Obeidah(1979)는 中度의 推定值로 發表하였으며, 卵黃重은 Singh等(1972), Khan과 Taylor(1975) 및 Mostager와 Obeidah(1979)는 0.23~0.33으로 中度의 推定值라고 報告하였으며, 卵殼重은 Hill等(1966) 및 Khan과 Taylor(1975)가 0.46~0.66으로 대체로 높게 推定 發表하였다.

따라서 本 研究는 卵構成成分의 遺傳力과 遺傳相關 및 表現型相關을 推定하여 앞으로 卵構成成分 改良을 위한 效率的인 育種計劃을 樹立하는데 필요한 基礎

資料를 얻고자 實施하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 供試材料

本 研究에 供試된 雞種은 忠南大學校 農科大學 動物飼育場에서 1987年 6月 18日부터 1989年 2月 6日까지 500日間에 걸쳐 飼育되어온 韓國在來烏骨雞의 卵構成成分에 대한 成績을 分析하였으며, 供試品種, 父母家系數, 調查首數 및 雞卵數는 Table 1과 같다.

Table 1. Number of sire, dam, progeny and eggs in Korean Native Ogol Fowl

Breed	No. of sire	No. of dam	No. of progeny	Na. of egg observed
K.N. O.F.	20	150	450	58,320

K.N.O.F.; Korean Native Ogol Fowl

### 2. 飼養管理

各 期別 飼料의 給與는 第一飼料株式會社에서 N. R. C. 飼養標準에 準하여 配合한 配合飼料를 無制限 給與하였고 檢登관리는 21週令에서 13時間을 基準으로하여 16時間까지 매 2週마다 15分씩 檢登檢登을 實施하였으며 其他飼養管理는 標準飼養管理에 準하였다.

### 3. 調査項目

成績의 調査는 雞卵構成成分인 卵白重, 卵黃重 및 卵殼重을 다음과 같이 調査하였다.

(1) 卵黃重: 卵重은 測定後 雞卵의 卵殼을 破殼하여 卵黃과 卵白을 分離시키고, 卵黃은 여과지에 놓고 卵黃에 附着한 卵白 및 水分을 除去한 後 測定하였다.

(2) 卵白重 : 卵重에서 卵黃重과 卵殼重 그리고 卵殼膜重을 除한 重量으로 表示하였다.

(3) 卵殼重 : 破殼된 卵殼의 內部에 附着된 卵白과 卵殼膜을 除去한 後 乾燥器內 105°C에서 3時間 동안 乾燥後 Top loading balance 로 測定하였다.

(4) 統計分析 方法

資料의 統計分析은 King 과 Henderson (1954 b) 이 유도한 hierarchal classification method 에 依한 分析 方法을 利用하였으며 그 model 은 다음과 같다.

$$Y_{hijl} = \mu + a_h + s_{hi} + d_{hij} + e_{hijl}$$

여기서

$Y_{hijl}$  = The record of the  $k^{th}$  progeny of the  $j^{th}$  dam mated to the  $i^{th}$  sire in the  $h^{th}$  hatch

$\mu$  = The common mean

$a_h$  = The average effect of the  $h^{th}$  hatch

$s_{hi}$  = The average effect of the  $i^{th}$  sire the  $h^{th}$  hatch

$d_{hij}$  = The average effect of the  $j^{th}$  dam mated to the  $i^{th}$  sire in the  $h^{th}$  hatch

$e_{hijl}$  = The sum of the random errors particular to each observation

遺傳力의 推定은 父分散成分, 母分散成分 및 父母分散成分에 依하여 다음 公式에 依하였다.

$$h^2_s = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_d^2 + \sigma_w^2} \quad h^2_d = \frac{4\sigma_d^2}{\sigma_s^2 + \sigma_d^2 + \sigma_w^2}$$

$$h^2_{s+d} = \frac{2(\sigma_s^2 + \sigma_d^2)}{\sigma_s^2 + \sigma_d^2 + \sigma_w^2}$$

여기서

$\sigma_s^2$  = Component of variance between sires

$\sigma_d^2$  = Component of variance between dams

$\sigma_w^2$  = Component of variance between full-sibs

各 形質間의 遺傳相關 및 表現形相關은 Hazel (1943)이 유도한 다음 公式에 依하여 推定하였다.

X · Y 形質間의 遺傳相關

$$r_G = \frac{COV_{sXY} + COV_{dXY}}{\sqrt{(\sigma_{sX}^2 + \sigma_{dX}^2)(\sigma_{sY}^2 + \sigma_{dY}^2)}}$$

X · Y 形質間의 表現形相關

$$r_P = \frac{COV_{sXY} + COV_{dXY} + COV_{wXY}}{\sqrt{(\sigma_{sX}^2 + \sigma_{dX}^2 + \sigma_{wX}^2)(\sigma_{sY}^2 + \sigma_{dY}^2 + \sigma_{wY}^2)}}$$

### III. 結果 및 考察

#### 1. 平均能力

本 研究에서 調査된 在來烏骨鷄에 대한 日令別 卵白重, 卵黃重 및 卵殼重에 대한 平均, 標準偏差 및 變異係數는 Table 2 와 같다.

卵構成分에 있어서 卵白重은 初産時, 300日 및 500日令時에 各各 24,003 ± 2,499, 28,345 ± 2,755 및 31,636 ± 3,341 g 이었고, 變異係數의 범위는 9,721 ~ 10,560 %로 日令間에 別차이를 보이지는 않았다. 이들 結果를 다른 研究報告와 比較하여 보면 尙(1989)

Table 2. Mean, standard deviation and coefficient of variation of the albumen weight, yolk weight and shell weight

Traits	Mean ± S.D.	c. v. (%)
Albumen weight		
at 1st egg	24.003 ± 2.499	10.411
at 300 days	28.345 ± 2.755	9.721
at 500 days	31.636 ± 3.341	10.560
Yolk weight		
at 1st egg	10.272 ± 1.536	14.955
at 300 days	16.346 ± 1.321	8.080
at 500 days	19.212 ± 1.611	8.386
Shell weight		
at 1st egg	3.906 ± 0.414	10.602
at 300 days	4.336 ± 0.506	11.664
at 500 days	4.822 ± 0.515	10.676

S. C. W. Leghorn 種의 初産時, 300日 및 500日令 卵白重이 各各 26,899, 36,278 및 37,150 g이라고 報告한 成績보다는 各日令에서 多少 낮은 重量을 보였는데 이는 鷄種間의 差異에서 基因된 것으로 思料된다.

卵黃重에 있어서는 初産時, 300日 및 500日令時에 各各 10.272 ± 1.536, 16.346 ± 1.321 및 19.212 ± 1.611 g이었고, 變異係數는 初産時, 300日 및 500日令時에 各各 14.955, 8.080, 8.386%로 初産時가 가장 높았으며, 300日令 이후에는 별 차이가 없었으며, 이 結果는 尙(1989)이 S. C. W. Leghorn 種에서 初産時, 300 및 500日令時에 各各 9.210, 15.947 및 17.858 g이라고 報告한 成績보다 各日令에서 월등히 무거웠는데 在來烏骨鷄의 卵構成成分의 비율은 S. C. W. Leghorn 種과는 相異한 비율을 보였다.

한편 卵殼重에 있어서는 初産時, 300日 및 500日令時에 各各 3.906 ± 0.414, 4.336 ± 0.506 및 4.822 ± 0.515 g이었고, 變異係數는 各各 10.602, 11.664 및 10.676%로 日令間에 별차가 없었으며 이들 結果를 다른 研究報告와 比較하여 보면 尙(1989)이 S. C. W. Leghorn 種에서 初産時, 300 및 500日令時에 各各 4.040, 5.386 및 5.396 g이라고 報告한 成績과는 初産時에는 별 차이가 없었으나 300日令 및 500日令時에는 差異를 보였는데 이는 同一日令에 있어서이 두 品種間에 卵重의 差異에서 基因된 것으로 思料된다.

## 2. 遺傳力

卵構成成分인 卵白重, 卵黃重 및 卵殼重의 日令別 父分散成分, 母分散成分 및 父母分散成分에 依한 遺傳力 推定値는 Table 3에 나타낸 바와 같다.

Table 3에서 보는 바와 같이 卵白重의 初産時, 300日令 및 500日令時의 父分散成分에 依한 遺傳力 推定値는 各各 0.620, 0.723 및 0.666이었고, 母分散成分에서 各各 0.206, 0.300 및 0.249이었고, 父母分散成分에서는 各各 0.413, 0.511 및 0.457로서 分散成分別 日令間의 遺傳力 推定値間에는 별 차이가 없었으며, 父親의 分散成分에 依한 遺傳力 推定値가 母親의 分散成分에 依한 遺傳力 推定値보다 높게 推定되었는데 이는 Jaap等(1962) 및 McCung等(1976)이 지적한 바와 같이 伴性遺傳效果에 依한 것으로 思料되며 이들 分散成分別 遺傳力 推定

Table 3. Heritabilities of the egg compositions from sire, dam and combined variance components

Traits	Heritabilities		
	h <sup>2</sup>	h <sup>2</sup> d	h <sup>2</sup> s+d
Albumen weight			
at 1st egg	0.602	0.206	0.413
at 300 days	0.723	0.300	0.511
at 500 days	0.666	0.249	0.457
Yolk weight			
at 1st egg	0.439	0.544	0.492
at 300 days	0.737	0.493	0.615
at 500 days	0.548	0.484	0.516
Shell weight			
at 1st egg	0.387	0.618	0.503
at 300 days	0.172	0.642	0.407
at 500 days	0.207	0.412	0.309

値를 다른 研究報告와 比較하여 보면 父分散成分의 遺傳力 推定値 0.620~0.723은 Singh等(1972) 및 Rodda와 Friars(1977)가 報告한 0.50~0.71과는 대체로 비슷한 推定値이었고, Yao와 Skinner(1959), Kinney(1969), Mostager와 Obeidah(1979)가 報告한 0.23~0.38보다는 아주 높은 係數이었으며, 母分散成分에 依한 遺傳力 推定値 0.206~0.300은 Becker等(1977)이 報告한 0.82보다는 아주 낮은 推定値이었으나, Yao와 Skinner(1959) 및 Kinney(1969)가 報告한 0.22~0.23과는 비슷한 係數이었고, Hill等(1966), Kinney(1969) 및 Singh(1972)의 0.27~0.65와는 어느정도 부합되는 結果이었다.

卵黃重에 대한 初産時, 300日令 및 500日令時의 父分散成分에 依해 遺傳力 推定値는 各各 0.139, 0.737 및 0.548이었고, 母分散成分에 依한 遺傳力 推定値는 各各 0.544, 0.493 및 0.484이었고, 父母分散成分에 依한 遺傳力 推定値는 各各 0.492, 0.615 및 0.516으로서 대체로 높은 推定値이었으며, 이들 推定値를 다른 研究報告와 比較하여 보면 父分散成分에 依한 遺傳力 推定値 0.439~0.737은 Kinney(1969) 및 Rodda와 Friars(1977)가 報告한 0.43~0.61과는 어느정도 부합되는 係數이었으며 Singh等(1972) 및 Becker等(1977)의 0.24~0.26

보다는 多少 높은 推定値이었으며, 母分散成分에 依한 遺傳力 推定値 0.484 ~ 0.544 는 Becker等(1977), Kirney (1969) 및 Singh等(1972)이 報告한 0.41 ~ 0.44 와는 비슷한 推定値이었으며, 父母分散成分에 依한 遺傳力 推定値 0.516 ~ 0.615 은 Hill等(1966), Kirney (1969) 및 Singh等(1972)이 報告한 0.33 ~ 0.43 과는 어느정도 부합되는 係數이었다.

한편 卵殼重에 대한 初産時, 300日令 및 500日令 時의 父分散成分에 依한 遺傳力 推定値는 各各 0.387, 0.172 및 0.207 이었고, 母分散成分에 依한 遺傳力 推定値는 各各 0.618, 0.642 및 0.412 이었으며, 父母分散成分에 依한 遺傳力 推定値는 各各 0.503, 0.407 및 0.309 로서 父分散成分에 依한 遺傳力 推定値보다 母分散成分에 依한 遺傳力 推定値가 높은 것은 Yao (1961), Jaap等(1962), Marks等(1971), Wearden等(1965)이 母體效果와 優性效果에 依한 것이라고 報告한 바와 같이 이들 效果에 基因된 것으로 思料된다. 이들 推定係數를 다른 研究報告와 比較하여 보면 父分散成分에 依한 遺傳力 推定値 0.172 ~ 0.387 은 Mostager 와 Obeidah (1979)가 報告한 0.25 와는 잘 부합되는 推定値이었으나, Khan 과 Taylor (1975) 및 Kumar 와 Acharya (1981)가 報告한 0.66 ~ 0.77 보다는 아주 낮은 係數이었으며, 父母分散成分에 依한 遺傳力 推定値 0.309 ~ 0.503 은 Hill等(1966)의 0.46 과는 잘 일치하는 推定値이었다.

### 3. 遺傳相關과 表現型相關

卵構成成分인 卵白重, 卵黃重, 卵殼重間의 遺傳相關 및 表現型相關은 Table 4 와 같다.

初産時 卵白重과 300日令 卵白重間의 遺傳相關 및 表現型相關은 各各 0.960, 0.478로 대체로 높은 係數로 이들 推定値를 다른 研究報告와 比較하여 보면 尙(1989)이 S. C. W. Leghorn 種에서의 初産時와 300日令 卵白重間의 遺傳相關 0.801 및 表現型相關 0.546 과는 비슷한 係數이었으며, 日令別 卵白重과 卵黃重間의 遺傳相關은 0.089 ~ 0.654 이었고, 表現型相關은 0.084 ~ 0.235 이었으며, 이들 推定値들 다른 研究報告와 比較하여 보면 初産時 卵白重과 初産時 卵黃重間의 遺傳相關 0.654 는 Hill等(1966)의 0.56 ~ 0.60 과는 잘 부합되는 係數이었고, 300日令 卵白重과 初産時 및 300日令 卵黃重間의 遺傳相關 0.199 ~ 0.322 는 Rodda 와 Friars (1977), 尙(1989)이 報告한 0.082 ~ 0.399 과는 어느정도 부합되는 係數이었으며, 表現型相關은 佐伯等(1968)이 White Rock 種에서의 0.22 와 잘 부합되는 推定値이었다.

한편 日令別 卵白重과 卵殼重間의 遺傳相關係數는 0.396 ~ 0.925 로서 대체로 높은 正의 係數이었으며, 表現型相關은 0.225 ~ 0.544 로서 이들 推定値를 다른 研究報告와 比較하여 보면 遺傳相關은 尙(1989)이 이들 日令間에 報告한 0.773 ~ 0.923 과 Hill等(1966)이 322日 卵白重과 卵黃重間의 遺傳相關0.54

Table 4. Genetic and phenotypic correlations between egg compositions

Traits	Albumen weight		Yolk weight		Shell weight	
	at 1st egg	at 300 days	at 1st egg	at 300 days	at 1st egg	at 300 days
Albumen weight						
at 1st egg		0.960	0.564	0.089	0.925	0.396
at 300 days	0.478		0.322	0.199	0.916	0.552
Yolk weight						
at 1st egg	0.210	0.230		0.214	0.370	0.349
at 300 days	0.084	0.235	0.258		0.220	0.375
Shell weight						
at 1st egg	0.387	0.470	0.285	0.358		0.698
at 300 days	0.225	0.544	0.098	0.292	0.564	

\* Genetic correlations above the diagonal and phenotypic correlations below the diagonal.

와는 어느정도 부합되는 推定値이었으며, 表現型相關은 Mostager 와 Kamer (1961), Hill 等(1966), Jain (1973)이 報告한 0.33 ~ 0.47 과는 대체로 부합되는 係數이었다.

또한 初産時 卵黃重과 300 日令 卵黃重의 遺傳相關 및 表現型相關은 各各 0.214, 0.258 로 대체로 낮은 正의 係數이었으며, 日令別 卵黃重과 卵殼重間의 遺傳相關은 0.220 ~ 0.375 이었고, 表現型相關은 0.098 ~ 0.358 로서 이들 推定値를 다른 研究報告와 比較하여 보면 遺傳相關은 尙(1989)이 S. C. W. Leghorn 種에서 0.309 ~ 0.684 라고 報告한 推定値보다는 多少 낮은 係數이었고, Hill 等(1966)이 報告한 322 日令 卵黃重과 卵殼重間의 遺傳相關 0.61 보다 낮은 推定値이었으며, 表現型相關係數는 Mostager 와 Kamer (1961), Hill 等(1966) 및 Jain (1973) 이 報告한 0.35 ~ 0.37 과는 대체로 비슷한 係數이었으나, Sreedharn 과 Mukundan (1973)이 500 日令 卵黃重과 卵殼重間에 0.69 라고 報告한 係數보다는 낮은 推定値이었다. 또한 初産時 卵殼重과 300 日令時 卵殼重間의 遺傳相關은 0.698, 表現型相關은 0.564 로서 이들 推定値를 다른 研究報告와 比較하여 보면 遺傳相關은 尙(1989)이 S. C. W. Leghorn 種에서 0.637, 表現型相關 0.457 과 대체로 부합되는 係數이었다.

#### IV. 摘 要

本 研究는 韓國在來烏骨鷄의 卵構成分에 對한 遺傳力 및 遺傳相關을 推定하여 닭의 效率的인 改良을 위한 育種目標의 設定과 선발을 수행하는데 必要한 基礎資料를 얻고자 忠南大學校 農科大學 動物飼育場에서 1987年 6月 18日부터 1989年 4月 6日까지 500日 동안 父家系 20首와 母家系 150首에서 生産된 450首 子孫으로부터 鷄卵 58,320個의 卵構成分을 調査하여 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. 卵構成分中에서 初産時, 300日令 및 500日令時의 卵白重은 各各  $24.003 \pm 2.499$ ,  $28.345 \pm 2.755$  및  $31.636 \pm 3.341$  g 이었고, 初産時, 300日令 및 500日令時의 卵黃重에 있어서는 各各  $10.272 \pm 1.536$ ,  $16.346 \pm 1.321$  및  $19.212 \pm 1.611$  g 이었고, 初産時, 300日令 및 500日令時의 卵殼重은 各各  $3.906 \pm 0.414$ ,  $4.336 \pm 0.506$  및  $4.822 \pm 0.515$  g 이었다.

2. 卵構成分의 遺傳力 推定値는 父分散成分, 母分散成分 및 父母分散成分에서 卵白重은 各各 0.620 ~ 0.723, 0.206 ~ 0.300 및 0.413 ~ 0.511 이었고, 卵黃重은 0.439 ~ 0.737, 0.484 ~ 0.737 및 0.516 ~ 0.615 이었으며, 卵殼重에서는 各各 0.172 ~ 0.387, 0.412 ~ 0.642 및 0.309 ~ 0.503 이었다.

3. 卵構成分間의 遺傳相關 및 表現型相關은 卵白重과 卵黃重間에 各各 0.089 ~ 0.654, 0.984 ~ 0.235 이었고, 卵白重과 卵殼重間에는 各各 0.396 ~ 0.925, 0.225 ~ 0.544 이었으며, 卵黃重과 卵殼重間에는 各各 0.227 ~ 0.375, 0.098 ~ 0.358 이었다.

#### V. 引 用 文 獻

1. Becker, W. A., J. V. Spencer, J. A. Verstrate, and L. W. Mirosh. 1977. Genetic analysis of chicken egg yolk cholesterol. *Poultry Sci.*, 56: 895-902.
2. Hazel, L. N. 1943. The genetic basis constructing selection indexes. *Genetic*, 28: 476-490.
3. Hill, A. T., W. F. Koreuger, and J. H. Quisenberry. 1966. A biometrical evaluation of the component part of an egg and their relationship to other economically important traits in a strain of white leghorns. *Poultry Sci.*, 45: 1162-1185.
4. Jaap, R. G., J. H. Smith, and B. I. Goodman. 1962. A genetic analysis of growth and egg production in meat type chickens. *Poultry Sci.*, 41: 1439-1446.
5. Jain, G. L. 1973. A note on phenotypic relationship between egg component traits. *Indian J. Animal Sci.*, 43: 561-563.
6. Khan, F. H., C. M. Taylor. 1975. Heritability of internal egg quality traits in White Leghorn birds. *Indian J. Poultry Sci.*, 52: 785-787.
7. King, S. C. and C. R. Henderson. 1954b. Heritability studies of egg production in the domestic fowl. *Poultry Sci.*, 3: 155-169.
8. Kinny, T. B. 1968. A summary of reported estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations for traits of chickens. USDA. Agriculture Handbook No. 363.

9. Kumer, J. and R. M. Acharya. 1981. Genotypic and phenotypic parameters of growth and carcass yield of chicken. *Animal Breeding Abst.* 49: 2956.
10. Marks, H. L. and P. B. Siegel. 1971. Evaluation of the Athens-Canadian randombred population. 1. Time trends at two locations. *Poultry Sci.*, 50: 1405-1411.
11. McClung, M. R., A. B. S. Wang and W. T. Jones. 1976. Response to selection for time interval between ovipositions in the hens. *Poultry Sci.*, 55: 160-171.
12. Mostager, A. and G. A. R. Kamer. 1961. On the inheritance of weight weight. *Poultry Sci.*, 40: 857-860.
13. Mostager, A., A. Obeidah. 1979. Genetic and phenotypic parameters of the components parts of egg weight in Fayoumi and Rhode Island Reds. *Animal Breeding Abst.*, 47: 3277.
14. Rodda, D. D. and G. W. Friars. 1977. Genetic parameter estimates and strain comparisons of egg compositional traits. *Brit. Poultry Sci.*, 18: 456-473.
15. Singh, R. V., K. Taneja and P. N. Bhat. 1972. Comparative efficiency of selection indices on a White Leghorn populations *Poultry Sci.*, 51: 294-299.
16. Sreedharen, A. V., G. Mukundan. 1973. Studies on the correlation between various egg quality traits in White Leghorn. *Animal Breeding Abst.*, 41: 3238.
17. Wearden, S. D. Tindell and J. V. Craig. 1965. Use of full diallel cross to estimate general and specific combining ability in chickens. *Poultry Sci.*, 44: 1043-1053.
18. Yao, K. T. S. and J. L. Skinner. 1959. Heritability and genetic correlations of albumen weight and yolk size in chicken eggs. *Poultry Sci.*, 38: 1162-1168.
19. 佐伯祐戈, 秋田富士, 千葉傳, 齊藤平三郎. 1968. 卵重と各種卵質あけひ それら形質間の 相關. *日家禽誌.* 5 : 231 ~ 237.
20. 尙炳贊, 韓成郁, 鄭殷富. 1989. 卵用鶏의 卵構成成分에 대한 遺傳力 및 遺傳相關. *韓家禽誌.* 16 : 83 ~ 89.