

卵用種鷄 集團에서의 選拔에 의한 遺傳母數 變化 樣相

崔然皓 · 吳鳳國*
新丘專門大學 畜産科

Time Trends in Estimates of Genetic Parameters in a Population of Layer Breeders

Choi. Y. H., and B. K. Ohh*
Dept. of Animal Science, Shingu Junior College

SUMMARY

This study was carried out to investigate the time-trends of genetic parameters of the closed flock population which selected for improving egg production. Data for two layer pure lines, Line-W (Single Comb White Leghorn) and Line-B (brown layer) which have been maintained at the Mani Breeding Farm were collected from 1980 to 1985 during 5 generations.

The effective number of parents per generation ranged from 148 to 366 in Line-W and 85 to 355 in Line-B, and the cumulative expected inbreeding coefficients during 5 generations of selection were 1.2% and 1.6%. So inbreeding could not be considered a critical factor on estimating the genetic parameters, heritabilities and genetic correlations.

Heritabilities of EN 300 and EN 400, primary two selected traits, were significantly decreased during 5 generations, but the estimates of the other traits not showed the consistent decreasing pattern significantly. No time trends of probable consequence were evident in the genetic correlation coefficients of the traits studied. The reason for that situation was attributed to the fact that selection was conducted for multiple objectives and the relative importance of selection for the studied traits were not consistent by generations.

(Key words: heritability, genetic correlation, time-trends, effective parents, inbreeding coefficients)

I. 緒 論

비교적 오랜 세월동안 選拔이 進행된 集團에서 나타나는 選拔反應은 遺傳母數의 推定에 의한 예측치와 크게 벗어나는 수가 많아서, 選拔의 有效性에 대하여 명확한 판단을 내리기가 어려운 경우가 많다. 또한 選拔에 의해 나타나는 여러 형질들의 遺傳母數 變化

樣相은 이론적인 관점에서 해석이 가능하지만, 실제적인 경우 選拔과정에서 필연적으로 발생되기 마련인 遺傳,育種學的 여러 문제들이 서로 복잡하게 관련을 맺어서, 選拔 결과를 바탕으로 하여 유전모수의 변화 양상을 정확히 추정하는데에도 많은 어려움이 따르게 된다(Clayton, 1968; Sheldon, 1980).

집단의 遺傳分散 크기를 변화시키는 여러 요인 중

* 서울대학교 農科大學 畜産學科(Dept. of Animal Science, Seoul N. University)

선발은 매우 큰 영향력을 가지는 요인으로 알려져 있는데(Falconer, 1981), 선발에 의한 유전분산의 변화는 집단내의 유전적 조성 상태에 따라 달라지게 된다. Yamada 등(1958)은 백색레그혼 폐쇄집단에서 실시된 16세대간의 선발실험을 통하여, 선발에 의한 遺傳子의 固定과 近親交配에 의한 同形接合體의 비율 증가로 인해 遺傳變異가 감소한다고 보고하였다. 그러나, Dev 등(1969)은 난용계의 7 주령시 체중에 대한 12세대 동안의 선발실험에서 얻어진 결과를 분석하여 이 집단에서 나타나는 遺傳的 改良量의 감소는 집단내 유전변이의 감소에 의해서가 아니라 環境變異의 영향이나 환경과 유전과의 相互作用에 의해서 초래된다고 보고 하였다. 한편, Friars 등(1962)은 9세대 동안 선발이 이루어진 집단에서 유전분산의 감소현상은 뚜렷이 나타나지 않은 반면, 유전 공분산의 크기는 감소되는 추세를 보였다고 보고 하였다.

選拔反應의 停滯現象(selection plateau)과 관련되어 이 현상의 원인을 규명하는 측면에서 선발에 의한 유전변이의 변화 양상에 대해서 Lerner와 Dempster(1951)가 보고한 바 있고, Lerner(1950)는 선발에 의해 두 형질 사이의 遺傳相關이 正의 관계에서 負의 관계로 바뀔수 있는 2 종류의 遺傳模型(genetic model)을 제시하였다. Rendel(1963)은 선발의 효과를 이용 가능한 전체 유전자의 능력과 이 능력의 分配에 미치는 영향력이라고 가정하면서, 유전상관은 전체유전자 능력의 증가와 이의 분배사이에 존재하는 관계라고 정의하여 결국 능력의 증가에 비해서 분배의 변화가 더 크게 일어날 경우 유전상관계수의 부호가

바뀔 수도 있다고 하였다. 한편, Bohren(1966)은 선발 집단인 경우 遺傳子 頻度 변화에 따라 遺傳分散에 비해서는 遺傳共分散의 변화가 훨씬 더 심하게 일어난다고 보고하였다.

본 연구의 목적은 산란능력의 개량을 위하여 초기 산란수에 대한 선발이 진행되어 온 상업용 난용중계 집단에서 추정된 세대별 유전력과 유전상관계수 등의 유전모수에 대한 변화 양상을 살펴봄으로써, 선발에 의해 집단의 유전변이가 어떤 양상으로 변화되는지를 알아 보는데 있다.

II. 資料 및 分析方法

1. 資 料

본 연구에 이용된 資料는 마니育種農場에서 保有, 維持하고 있는 白色卵用種鷄(Single Comb White Leghorn) 1系統(Line-W)과 褐色卵用種鷄(brown layer) 1系統(Line-B)에 대한 1980년 부터 1985년까지의 6년간 5世代 동안의 기록이다. 주요 선발형질은 300 일령 산란수와 400일령 산란수이며, 이외에도 30주령 및 40주령시의 평균난중과 초산시 체중에 대해서도 각 계통의 고유한 개량 목표에 따라 상대적인 비중을 고려한 선발방법이 적용되었다. Table 1에 측정 형질의 종류와 해당 영문 코드가 제시되어 있다.

암탉의 선발 기준은 모가계의 평균능력에 개체능력을 고려한 것이었고, 수탉은 부가계와 모가계의 평균능력에 개체체중을 고려하여 선발되었다. 선발된

Table 1. Codes and description of the traits

code	Description
S M	Age at first egg (day)
BW 140	Body weight at the age of 140 days (gr)
EW 30	Egg weight at 30 weeks of age for 5 days (gr)
EW 40	Egg weight at 40 weeks of age for 5 days (gr)
EN 300	Egg numbers to 300 days of age (ea)
EP 300	Percentage egg production to 300 days of age (%)
EM 300	Egg mass (gr): $EN\ 300 \times (EW\ 30 + EW\ 40)$
TEN 400	Egg numbers to 400 days of age (ea)
TEP 400	Percentage egg production to 400 days of age (%)
E P E	Egg production efficiency: $EM\ 300 / BW\ 140$

개체들 사이의 교배는 全兄妹와 半兄妹 사이의 교배를 피하여 無作為로 실시되었고, 轉化는 1983년과 1984년의 경우에만 각각 2주 및 4주 간격으로 2회에 걸쳐 실시되었으며 그의 년도에는 모두 1회씩 실시되었다.

2. 統計分析 方法

통계분석에 이용된 자료는 정확한 추정치를 얻기 위해서 초기에 도태된 개체의 자료와 명백히 이상치를 나타내는 자료를 제외시킨 후, 각 형질별로 측정치에 대하여 평균 (mean)과 표준편차(SD)를 계산하여 각 형질별 특정 기준(mean±SD)을 설정하였으며 이 기준에서 벗어나는 자료를 제외하고 연도별, 계통별로 자료를 정리하였다. 또한 유전모수 추정치의 精度(precision)를 높이기 위하여 父家系와 母家系別로 家系 構成員의 수에 최소한의 한계를 설정하였으며, 이 한계에 미치지 못하는 가계는 제외시켜 정리하였다(Latter와 Robertson, 1960 ; Hill, 1970, Falconer, 1981). Table 2에 유전모수의 추정을 위하여 정리한 자료에서 얻어진 부가계수와 모가계수 및 자손수가 세대별로 제시되어 있다.

(1) 遺傳力 推定

유전력의 추정은 King과 Henderson(1954) 및 Becker(1975)의 分散成分 分析(variance component analysis)에 의한 방법과, Kempthorne과 Tandon(1953) 및

Borhren 등(1961)의 同一父親內 母娘間 回歸分析(intra-sire regression of progeny on dam)에 의한 방법의 2가지로 이루어졌는데, 回歸分析에 의한 방법인 경우 모가계별로 자손수가 다름에 따라 反復推定하는 방법(repeated regression method)을 이용하였다. 2회 이상의 부화 기록이 있는 경우는 Harvey(1975)의 最少自乘法(least-square method)에 의해 부화효과를 보정한 후 분석에 이용하였고, 산란율과 같이 %로 표시된 형질은 arcsine 변형(arcsine transformation)을 한 후 분석에 이용하였다(Bray 등, 1960 ; Snedecor와 Cochran, 1980).

유전력 추정을 위한 統計的 線型模型(statistical linear model)은 다음과 같다.

① 分散成分 分析에 의한 方法

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + D_j + E_{ijk}$$

where,

Y_{ijk} = the record of the k^{th} progeny from the i^{th} sire and the j^{th} dam

μ = population mean

S_i = effect of the i^{th} sire

D_j = effect of the j^{th} dam mated to the i^{th} sire

E_{ijk} = random error

위 模型에서 S_i , D_j , E_{ijk} 는 각각 任意變量(random variables)으로서 獨立的으로 分布하며 平均値는 모두 0 이고 分散은 각각 σ_s^2 , σ_D^2 , σ_E^2 로 가정하였다.

Table 2. Numbers of sires, dams and progeny

Line	Year	Gen.	No. of sires	No. of dams	No. of progeny
W	1980-1981	G 1	35	222	1,276
	1981-1983	G 2	36	198	841
	1983-1984	G 3	46	304	1,529
	1984-1985	G 4	49	266	1,332
	1985-1986	G 5	27	154	629
Average			39	229	1,121
B	1980-1981	G 1	14	89	427
	1981-1983	G 2	27	175	841
	1983-1984	G 3	46	298	1,713
	1984-1985	G 4	32	178	819
	1985-1986	G 5	30	188	757
Average			30	186	911

② 母娘間 回歸分析에 의한 方法

$$Y_k = \mu_y + \beta(X_j - \mu) + E_k$$

where,

Y_k = the phenotypic value of the k^{th} progeny of parent j

X_j = the phenotypic value of parent j

μ_y = average phenotypic value of the offspring population

β = the regression coefficient of Y on X

μ = average phenotypic value of the parent population

E_k = the deviation peculiar to the k^{th} progeny of parent j

각 유전력 추정치의 標準誤差(standard error)는 Dickerson(1969)의 方法을 이용하여 얻어졌으며, 동일 형질에 대한 각 세대별 추정치의 분산을 逆으로 취하여 加重值를 적용하는 方法을 통하여 pooled estimate를 계산하였다(Enfield 등, 1966; Ayyagari 등, 1983).

$$\frac{\sum_{i=1}^n \frac{h_i^2}{(S.E.)^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(S.E.)^2}} = \text{Pooled heritability}$$

$$\sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(S.E.)^2}}} = \text{S.E. of estimate}$$

(2) 遺傳相關係數의 推定

주요 형질간에 존재하는 유전상관의 크기는 父分散-共分散(sire variance-covariance) 성분 분석과 父母分散-共分散(sire and dam variance-covariance) 성분 분석에 의해 유전상관계수를 추정함으로써 얻어졌다(Friars 등, 1962; Becker, 1975).

$${}_iR_s = \frac{{}_i\sigma_s}{\sqrt{({}_i\sigma_s^2 \times {}_i\sigma_s^2)}}$$

$${}_iR_{SD} = \frac{{}_i\sigma_s + {}_i\sigma_D}{\sqrt{({}_i\sigma_s^2 + {}_i\sigma_D^2 \times {}_i\sigma_s^2 + {}_i\sigma_D^2)}}$$

where,

${}_iR_s$ = genetic correlation between trait i and j from the sire components of variance and covariance

${}_iR_{SD}$ = genetic correlation between trait i and j from the full-sib components of variance and covariance

${}_i\sigma_s$ = covariance components for sires between trait i and j

${}_i\sigma_D$ = covariance components for dams between trait i and j .

σ_s^2 = variance components for sires in trait i

σ_D^2 = variance components for dams in trait i

III. 結果 및 考察

1. 平均能力的 變化

주요 형질들에 대한 평균치와 標準偏差 및 5세대 동안의 평균치 변화를 회귀분석에 의한 回歸係數로 나타낸 결과가 Table 3과 Table 4에 제시 되어 있다.

初産時 體重과 30주령시 卵重은 두 계통에서 모두 세대 경과에 따른 회귀계수가 통계적 신뢰도를 갖지 못한 관계로 평균능력의 변화 추세를 통계적인 의미에서 확인할 수 없었으나, 40주령시 난중은 두 계통에서 각각 -0.40과 -0.55의 회귀계수로 나타나 세대 경과에 따라 감소되는 경향을 보였다. 또한 初産日齡은 두 계통에서 각각 세대당 약 1.6일과 4.4일씩 단축된 것으로 나타났으며, 특히 Line-B에서는 추정된 회귀계수에 고도의 有意性이 나타났다. 두 계통에서 가장 중요한 선발형질로 채택되었던 300일령 산란수와 400일령 산란수에서 Line-W의 경우 3세대까지 증가하다가 이후에 감소하였던 관계로 얻어진 회귀계수에 통계적 有意性이 나타나지 못하였으며, 동일기간에 대한 産卵率이나 産卵量도 마찬가지로의 결과를 보여 주었다. Line-B에서도 4세대째에 약간의 감소가 나타났으나, 5세대의 평균치가 크게 증가한 탓으로 두 기간에서의 산란수에 대한 회귀계수를 각각 2.87과 4.25로 얻어 비록 통계적 신뢰도는 낮았지만(0.10 < P < 0.25) 명백한 증가 추세를 보여 주었다.

일반적으로 유전적 변화가 없는 對照區 集團(control population)을 유지하면서 선발을 실시하는 경우 각 형질별로 선발집단의 능력과 대조구 집단의 능력을 비교하여 환경효과를 제거함으로써 선발의 효과를 비교적 정확하게 추정할 수 있지만, 본 연구에서와

크기가 본 연구에 이용된 계군의 크기에 비해 훨씬 작았다는 것을 고려한다면 Line-W와 Line-B에서 얻어진 근친교배의 영향력은 이후의 유전모수 추정에 큰 문제가 되지 못할 것으로 思料된다.

3. 遺傳力 推定值의 變化

Table 6과 Table 7에는 부분산성분과 모분산성분, 부모분산성분 및 모낭간 회귀계수에 의해 추정된 주요 형질의 제 1세대와 제 5세대의 유전력 추정치가 제시되어 있다. 또한 5세대간의 유전력 추정치에 대한 가중 평균치 및 추정된 유전력의 세대의 대한 회귀계수도 나타나 있다. 일반적으로 본 연구에서와 같은 統計模型(unequal nested model)에 의해 유전력을 추정할 경우, 부분산에 의한 추정치에는 伴性遺傳의 효과가 포함되고, 모분산과 부모분산에 의한 추정에서는 母體效課와 아울러 優性效課 및 父와 母가 相互作用 效課가 포함된다. 또한, 모낭간 회귀계수에 의한 추정치에는 유전자의 上位作用 效課가 포함되며 특히 선발집단인 경우 회귀분석에 의한 추정치는 수탉에 적용된 높은 選拔強度로 인해 과소 평가되기 쉽지만, 회귀분석에 의한 추정치는 선발의 영향을 받지 않는다고 알려져 있다(Jerome 등, 1956; Siegel, 1962; VanVleck 과 Doolittle, 1964).

Line-W의 경우 300 일령 산란수와 30주령시 난중에서 회귀에 의한 추정치가 부분산에 의한 추정치보다 높게 나타났으며, Line-B에서는 400일령 산란수와 30주령 및 40주령시 난중에서 같은 결과가 얻어졌다. 두 계통에서의 선발형질과 이들의 選拔 比重을 고려할 때 산란수와 난중에서 특히 수탉의 선발이 강하게 이루어졌음을 짐작할 수 있다.

주요 선발형질인 300일령 산란수와 400일령 산란수에 대한 유전력은 많은 학자들이 이들형질에서 추정한 수치에 비해서는 약간 높은 편이었으나, 모체효과를 암시한다는 점에서는 일치하는 결과였다(Craig 등, 1969; 韓과 吳, 1975; Reddy와 Siegel, 1977). 동일기간의 산란율에 대한 추정치는 산란수에 대한 추정치에 비해 약간 높게 나타났는데, 이는 Bray 등(1960)이 발표한 대로 산란율은 초산일령의 영향을 덜 받기 때문에 상대적으로 유전분산의 크기가 증대된다고 하는 결과와 일치하는 것이었다. 그러나, 회귀에 의한

추정치 300일령 산란율에 대한 추정치가 300일령 산란수에 대한 추정치에 비해 두 계통에서 모두 낮게 나타났는데, 이것은 회귀복귀에 의해 추정된 초산일령의 유전력이 산란수의 유전력에 비해서 낮았던 때문으로 생각된다. 또한 두 계통에서 모두 400일령 산란수에 대한 추정치는 300일령 산란수에 대한 추정치보다 낮게 나타났는데, 이는 산란기간이 길어짐에 따라 환경효과가 증대되기 때문으로 판단된다. 산란수와 산란율의 유전력은 세대 경과에 따라 대부분 감소하는 추세를 보였는데, 특히 300일령 산란수의 경우 부모분산성분에 의한 추정치는 통계적으로 유의성을 가지면서 감소하는 것으로 나타났다. 산란율의 경우도 두 계통에서 모두 감소하는 추세를 보여 주었다.

초산일령에 대한 추정치는 두 계통에서 모두 모분산에 의한 추정치가 세대 경과에 따라 감소하는 것으로 나타나서 선발에 의해 相加的 遺傳變異가 감소된다고 단정할 수는 없지만, 적어도 전체 유전변이가 감소되고 있음은 알 수 있었다.

30주령시 난중과 40주령시 난중의 유전력 추정치는 Line-W에서 0.44-0.57, Line-B에서 0.45-0.51로 얻어졌는데, 모두 모분산에 의한 추정치가 부분산에 의한 추정치에 비해 크게 나타나서 Vaccaro와 VanVleck(1972), Pirchner와 Krosigk(1973), Quadeer 등(1977), 呂와 吳(1982)의 결과와 일치하였다. 세대 경과에 따라 Line-W에서는 부분산에 의한 추정치가 감소하는 추세를 보였으나, Line-B에서는 뚜렷한 변화 양상을 찾아보기 어려웠다.

초산시 체중에 대한 세대별 추정치의 평균은 두 계통에서 각각 부분산에 의해 0.55와 0.58, 모분산에 의해 0.50과 0.50 그리고 회귀분석에 의해 0.51과 0.51로 얻어져 두 계통간의 차이나 추정방법상의 차이는 없는 것으로 나타났다. 선발이 진행되면서 Line-B의 부분산 추정치가 감소 추세를 보였으나 모분산 추정치는 증가되는 추세로 나타났는데, 이는 선발에 의해서 상가적 유전변이는 줄어든 반면 모체효과 등의 非相加的 遺傳變異는 오히려 증가했음을 알려주는 것이며, Yamada 등(1958)과 Friars등(1962)도 선발실험 결과 상가적 유전변이는 줄어들었으나 모분산과 부모분산에 의한 유전력은 증가했음을 보고한 바 있다.

Table 6. Heritability estimates and standard errors based on sib correlation and intra-sire regression of progeny on dam in Line-W.

Ttrait		1st Gen. (G1)	Last Gen. (G5)	Pooled	b	p	
BW	140	S	0.650±0.090	0.546±0.273	0.549±0.065	-0.03±0.04	p>0.25
		D	0.179±0.126	0.766±0.168	0.497±0.057	0.08±0.10	p>0.25
		S+D	0.415±0.069	0.656±0.152	0.491±0.042	0.01±0.06	p>0.25
		R	0.564±0.076	0.486±0.071	0.509±0.032		
EW	30	S	0.666±0.208	0.261±0.226	0.435±0.069	-0.11±0.03	p<0.05
		D	0.693±0.118	0.627±0.149	0.520±0.052	-0.03±0.05	p>0.25
		S+D	0.680±0.115	0.447±0.128	0.464±0.041	-0.03±0.05	p>0.25
		R	0.570±0.074	0.409±0.050	0.463±0.033		
EW	40	S	0.702±0.158	0.106±0.289	0.458±0.073	-0.12±0.04	0.05<p<0.10
		D	0.471±0.125	0.899±0.125	0.567±0.052	0.10±0.05	0.10<p<0.25
		S+D	0.586±0.094	0.502±0.154	0.496±0.043	-0.01±0.03	p>0.25
		R	0.405±0.085	0.489±0.058	0.445±0.035		
S	M	S	0.384±0.261	0.616±0.157	0.473±0.076	0.010±0.03	0.10<p<0.25
		D	0.968±0.090	0.302±0.191	0.641±0.054	-0.18±0.05	p<0.05
		S+D	0.586±0.094	0.459±0.110	0.507±0.045	-0.07±0.03	0.05<p<0.10
		R	0.223±0.057	0.440±0.070	0.284±0.026		
EN	300	S	0.497±0.217	0.138±0.153	0.263±0.061	-0.06±0.04	p>0.25
		D	0.761±0.103	0.363±0.148	0.492±0.047	-0.07±0.05	p>0.25
		S+D	0.629±0.116	0.250±0.098	0.351±0.037	-0.06±0.04	0.10<p<0.25
		R	0.206±0.147	0.329±0.101	0.319±0.058		
TEN	400	S	0.515±0.173	0.078±0.125	0.251±0.050	-0.08±0.03	0.05<p<0.10
		D	0.563±0.108	0.263±0.147	0.397±0.048	-0.03±0.06	p>0.25
		S+D	0.539±0.097	0.171±0.088	0.294±0.033	-0.06±0.05	P>0.25
		R	0.198±0.200	0.241±0.149	0.278±0.088		
EP	300	S	0.522±0.139	0.181±0.128	0.291±0.056	-0.06±0.04	0.10<p<0.25
		D	0.416±0.111	0.260±0.156	0.416±0.048	0.01±0.05	p>0.05
		S+D	0.469±0.084	0.220±0.091	0.342±0.035	-0.03±0.04	p>0.25
		R	0.241±0.153	0.196±0.105	0.235±0.062		
TEP	400	S	0.586±0.123	0.089±0.177	0.321±0.048	-0.11±0.03	p<0.05
		D	0.334±0.118	0.228±0.149	0.331±0.050	0.01±0.05	p>0.25
		S+D	0.460±0.078	0.158±0.085	0.297±0.033	-0.04±0.04	p>0.25
		R	0.266±0.195	0.250±0.146	0.264±0.089		
EM	300	S	0.563±0.216	0.143±0.172	0.277±0.061	-0.07±0.05	p>0.25
		D	0.747±0.108	0.436±0.146	0.472±0.048	-0.07±0.04	0.10<p<0.25
		S+D	0.655±0.117	0.289±0.105	0.340±0.037	-0.07±0.04	0.10<p<0.25
		R	0.333±0.143	0.232±0.087	0.264±0.052		
EPE		S	0.479±0.231	0.217±0.138	0.290±0.073	-0.06±0.02	0.05<p<0.10
		D	0.825±0.010	0.292±0.157	0.618±0.046	-0.10±0.04	0.10<p<0.25
		S+D	0.652±0.123	0.252±0.095	0.427±0.002	-0.08±0.03	0.05<p<0.10
		R	0.416±0.111	0.302±0.072	0.346±0.041		

S : based on sire variance

D : based on dam variance

S+D : based on sire+dam variance

R : based on regression coefficient

Table 7. Heritability estimates and standard errors based on sib correlation and intra-sire regression of progeny on dam in Line-B

Ttrait		1st Gen. (G1)	Last Gen. (G5)	Pooled	b	p	
BW	140	S	—	0.349± 0.204	0.584± 0.081	-0.13± 0.04	p<0.05
		D	0.269± 0.280	0.618± 0.132	0.500± 0.061	0.11± 0.03	p<0.05
		S+D	0.721± 0.154	0.483± 0.116	0.546± 0.046	-0.03± 0.05	p>0.25
		R	0.583± 0.060	0.368± 0.084	0.508± 0.032		
EW	30	S	0.341± 0.106	0.448± 0.134	0.350± 0.058	0.08± 0.06	p>0.25
		D	0.103± 0.187	0.315± 0.149	0.396± 0.053	0.07± 0.06	p>0.25
		S+D	0.222± 0.094	0.382± 0.091	0.353± 0.038	0.07± 0.05	0.10<p<0.25
		R	0.514± 0.085	0.461± 0.067	0.510± 0.031		
EW	40	S	0.142± 0.148	0.386± 0.137	0.250± 0.071	0.08± 0.04	0.10<p<0.25
		D	0.255± 0.158	0.337± 0.144	0.397± 0.067	0.06± 0.09	p>0.25
		S+D	0.199± 0.099	0.361± 0.091	0.300± 0.046	0.07± 0.07	p>0.25
		R	0.311± 0.090	0.277± 0.156	0.424± 0.044		
S	M	S	0.302± 0.339	0.763± 0.152	0.444± 0.077	0.09± 0.08	p>0.25
		D	0.775± 0.157	0.344± 0.172	0.558± 0.048	-0.13± 0.03	p<0.05
		S+D	0.538± 0.181	0.554± 0.104	0.453± 0.046	-0.02± 0.05	p>0.25
		R	0.112± 0.038	0.293± 0.074	0.204± 0.025		
EN	300	S	0.350± 0.284	0.224± 0.117	0.280± 0.060	-0.05± 0.03	0.10<p<0.25
		D	0.611± 0.168	0.279± 0.134	0.424± 0.049	-0.07± 0.04	0.10<p<0.25
		S+D	0.481± 0.158	0.251± 0.082	0.326± 0.038	-0.06± 0.01	p<0.01
		R	0.154± 0.081	0.211± 0.182	0.241± 0.052		
TEN	400	S	0.204± 0.292	0.308± 0.124	0.256± 0.053	0.01± 0.02	p>0.25
		D	0.658± 0.150	0.294± 0.139	0.341± 0.050	-0.07± 0.05	0.10<p<0.25
		S+D	0.431± 0.159	0.301± 0.085	0.282± 0.035	-0.03± 0.03	p>0.25
		R	0.400± 0.149	0.113± 0.221	0.374± 0.084		
EP	300	S	0.336± 0.299	0.181± 0.099	0.317± 0.041	-0.03± 0.02	0.10<p<0.25
		D	0.650± 0.165	0.206± 0.113	0.237± 0.052	-0.08± 0.07	p>0.25
		S+D	0.496± 0.164	0.194± 0.075	0.255± 0.031	-0.06± 0.03	0.10<p<0.25
		R	0.245± 0.126	0.031± 0.237	0.189± 0.059		
TEP	400	S	0.316± 0.286	0.351± 0.121	0.279± 0.047	0.01± 0.03	p>0.25
		D	0.623± 0.164	0.277± 0.143	0.269± 0.052	-0.07± 0.05	0.10<p<0.25
		S+D	0.469± 0.158	0.314± 0.085	0.245± 0.032	-0.03± 0.04	p>0.25
		R	0.429± 0.171	0.144± 0.250	0.397± 0.087		
EM	300	S	0.444± 0.345	0.269± 0.091	0.286± 0.062	-0.02± 0.05	p>0.25
		D	0.771± 0.173	0.160± 0.141	0.333± 0.068	-0.13± 0.07	0.10<p<0.25
		S+D	0.607± 0.186	0.215± 0.075	0.285± 0.044	-0.08± 0.06	p>0.25
		R	0.248± 0.086	0.388± 0.295	0.314± 0.054		
EPE		S	0.467± 0.372	0.156± 0.138	0.275± 0.078	-0.06± 0.04	0.10<p<0.25
		D	0.844± 0.173	0.374± 0.126	0.436± 0.067	-0.09± 0.09	p>0.25
		S+D	0.656± 0.199	0.265± 0.087	0.335± 0.049	-0.08± 0.07	p>0.25
		R	0.332± 0.080	0.240± 0.038	0.348± 0.051		

産卵效率指數에 대한 유전력 추정치는 Line-B에서 0.28-0.44로 나타났는데, 이 형질에 대한 다른 연구 보고가 없어 본 연구에서 얻어진 추정치와의 직접 비교가 불가능하였지만, 얻어진 추정치의 표준오차 크기로 미루어 보아 비교적 신뢰성이 있는 수치로 생각된다. 이 형질에 대한 선발이 산란량에 대한 선발과 아울러 직접 선발이 가능하다는 점을 고려한다면, 사양관리 측면에서의 산란효율지수 이용에 관한 연구가 뒷받침될 때 이 형질의 육종학적 이용성이 증대될 수 있을 것으로 사료된다.

이상 주요 형질들의 세대 경과에 따른 유전력 추정치의 변화 양상을 살펴본 바와 같이 선발에 의해 대부분 형질의 유전변이가 감소된다는 사실이 많은 학자들이 보고한 결과와 일치하는 것으로서, 선발에 의한 능력의 개량이 유전변이가 존재한다는 가정하

에서 이루어지는 것을 고려한다면, 두 계통에서의 산란능력에 대한 유전력의 감소 현상은 앞으로의 선발 효과를 감소시키거나 때에 따라서는 무산시키는 요인으로도 작용할 수 있을 것으로 추측된다(Nordskog 등, 1967; Lenz와 Gowe, 1974; Poggenpoel, 1974; Poggenpoel과 Erasmus, 1978).

4. 遺傳相關係數 推定值의 變化

5세대 동안의 주요 형질간 부분산-공분산과 부모분산-공분산에 의해 추정된 유전상관계수가 계통별로 Table 8과 Table 9에 제시되어 있다.

Line-W에서 5세대를 제외하고 4세대까지의 초산일령과 300일령 산란수 사이의 유전상관계수를 살펴보면, 부분산-공분산에 의해 세대별로 -0.842, -0.731, -0.337, -0.330으로 나타났고, 부모 분산-

Table 8. Time trends in estimates of genetic correlation coefficients in Line-W

Ttrait	Gen.		G1	G2	G3	G4	G5	Pooled
	B.							
SM-EW30	S*		0.186	0.239	0.055	0.531	0.141	0.230
	S+D**		0.222	0.192	0.028	0.288	0.077	0.161
SM-EN300	S		-0.842	-0.731	-0.377	-0.330	-0.853	-0.627
	S+D		-0.771	-0.625	-0.550	-0.379	-0.614	-0.588
SM-EP300	S		-0.205	0.127	0.371	0.118	-0.622	0.118
	S+D		-0.137	0.182	0.275	0.138	-0.196	0.138
SM-EM300	S		-0.776	-0.590	-0.403	-0.061	0.538	-0.473
	S+D		-0.676	-0.509	-0.529	-0.176	-0.012	-0.464
EW30-EN300	S		0.019	-0.070	-0.235	-0.329	-0.030	-0.129
	S+D		-0.019	-0.150	-0.239	-0.234	-0.012	-0.131
EW30-EP300	S		0.287	0.163	-0.201	-0.121	0.033	0.033
	S+D		0.195	0.006	-0.274	-0.115	-0.004	-0.004
EW30-EN300	S		0.320	0.408	0.421	0.107	0.635	0.378
	S+D		0.328	0.417	0.446	0.277	0.634	0.420
EN300-EP300	S		0.700	0.584	0.699	0.893	0.942	0.764
	S+D		0.737	0.650	0.634	0.862	0.876	0.752
EN300-EM300	S		0.947	0.874	0.753	0.887	0.746	0.841
	S+D		0.928	0.832	0.740	0.851	0.758	0.822
EP300-EM300	S		0.696	0.557	0.454	0.895	0.741	0.669
	S+D		0.721	0.557	0.352	0.807	0.664	0.620

* : based on sire variance-covariance(r_{GS})

** : based on sire+dam variance-covariance(r_{GS+D})

분산에 의해서는 $-0.771, -0.625, -0.500, -0.379$ 나타나 세대가 경과함에 따라 점차 부의 상관관계가 줄어들고 있음을 보여 주었다. 또한, 초산일령과 산란량사이의 유전상관계수도 세대경과에 따라 점차 부의 관계가 감소하는 것으로 나타났는데, 이것은 Line-W에서 300일령 산란수를 가장 비중이 큰 선발형질로 선택하여 선발한 결과 두 형질에 반대 방향으로 작용하는 유전자의 빈도가 점차 감소하기 때문이라고 나타난 결과라고 생각한다. 이 같은 결과는 Lerner (1950)가 선발에 의해 두 형질간에 특정한 방향으로 작용하는 유전자의 固定이 일어나서 遺傳 共分散의 효과가 감소된다고 보고한 것과 일치되는 것으로 사려된다.

그러나, 이들 형질 사이의 유전상관계수 이외에는 다른 어떤 형질들 사이의 유전상관계수에서도 세대

경과에 따른 일정한 변화 양상을 찾아볼 수 없었는데, Lentz와 Gowe(1974), Gowe와 Fairfull(1984)도 273일령 산란수를 선발형질로 하여 선발을 실시한 결과 이 형질과 다른 형질들 사이의 유전 공분산이 감소하는 추세를 보이긴 했으나, 통계적으로 유의하지는 못했다고 보고한 바 있다. 한편, Sheridan과 Barker(1974)는 두 형질에 대한 동시 선발이 이루어진 집단에서 형질간의 유전상관계수가 변화하는데 대한 유전적 근거를 제시하면서도 실제의 선발실험에서는 세대의 경과에 따른 유전상관계수의 특정한 변화 양상을 발견하지 못했다고 보고하였는데, 이는 본 연구에서 얻어진 결과와 동일한 것이라 생각한다. 본 연구에 이용된 계군과 같이 여러 형질이 동시에 선발형질로 고려되면서 매세대마다 각 형질들의 선발 비중이 달랐던 경우에는 각 형질들의 유전적 작용이 복잡하

Table 9. Time trends in estimates of genetic correlation coefficients in Line-B

Trait	Gen.	G1	G2	G3	G4	G5	Pooled
	B.						
SM- EW30	S*	-0.130	-0.025	0.111	0.475	0.055	0.055
	S+D**	-0.188	-0.075	0.013	0.268	0.066	0.013
SM- EN300	S	-0.676	-0.917	-0.835	-0.940	-0.830	-0.840
	S+D	-0.693	-0.848	-0.734	-0.720	-0.732	-0.745
SM- EP300	S	0.148	0.006	-0.560	-0.954	-0.588	-0.560
	S+D	0.128	-0.122	-0.292	-0.338	-0.249	-0.175
SM- EM300	S	-0.659	-0.684	-0.712	-0.622	-0.798	-0.695
	S+D	-0.673	-0.806	-0.366	-0.483	-0.522	-0.576
EW30- EN300	S	0.512	0.069	-0.144	-0.396	-0.314	-0.055
	S+D	0.155	-0.167	-0.053	-0.147	-0.096	-0.096
EW30 -EP300	S	0.463	0.193	-0.222	-0.374	-0.311	-0.222
	S+D	0.063	-0.364	-0.134	-0.039	0.011	-0.039
EW30 -EM300	S	0.677	0.674	0.522	0.246	0.311	0.486
	S+D	0.403	0.377	0.520	0.444	0.543	0.442
EN300 -EP300	S	0.632	0.401	0.896	0.992	0.934	0.771
	S+D	0.635	0.641	0.837	0.891	0.840	0.769
EN300 -EM300	S	0.981	0.774	0.753	0.782	0.771	0.812
	S+D	0.965	0.839	0.229	0.814	0.762	0.722
EP300 -EM300	S	0.609	0.430	0.647	0.848	0.678	0.642
	S+D	0.596	0.422	0.039	0.788	0.670	0.503

* : based on sire variance-covariance(r_{GS})

** : based on sire + dam variance-covariance(r_{GS+D})

계 관련을 맺음으로써 형질 사이의 유전상관계수가 세대가 증가됨에 따라서 동일한 방향으로 변화되지 못한 것으로 판단된다.

IV. 結 論

본 연구의 목적은 초기 산란수를 위주로하여 선발이 진행되어 온 난용종계에서 나타난 결과를 분석하여 선발에 의해 세대별로 유전모수가 어떠한 양상으로 변화하는지를 살펴보는 것으로서 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

선발에 의한 유전변이의 변화 양상을 주요 형질에 대한 유전력과 유전상관계수의 세대별 변화를 통해 알아본 결과 대부분의 형질에 대한 유전분산이 세대가 경과함에 따라서 감소하는 추세를 나타내는 것으로 분석되었다. 그러나, 선발이 진행된 세대수가 불과 5세대에 그친 관계로 유전분산의 감소 추세에 대한 통계적 신뢰도는 낮게 나타났다. 다만 두 계통에서 일차적인 선발형질이었던 300일령 산란수에 대한 부분산 유전력이 有意한 수준으로 감소되는 것으로 분석되어 선발에 의해 相加的 遺傳變異가 감소된다는 사실을 확인할 수 있었다. 형질들 사이의 유전상관계수는 세대 경과에 따라 뚜렷한 변화 양상을 보여주지 못했는데, 이는 두 계통에서 모두 여러 형질이 동시에 선발형질로 작용하였고, 또 세대마다 이들 선발형질에 대한 선발비중이 달라짐으로써 각 형질들 사이의 유전적 작용이 서로 복잡하게 얽히게 기인되는 것으로 추측되었다.

V. 摘 要

본 연구는 商業用 卵用種鷄에서 선발에 의한 유전력과 유전상관계수등의 유전모수가 어떤 양상으로 변화하는지를 알아보기 위하여 수행되었다. 분석에 이용된 자료는 백색레그혼종 1계통(Line-W)과 갈색난용종 1계통(Line-B)에 대한 1980년부터 1985년까지의 6년간 5세대 동안의 선발결과에 대한 것으로 表現型 能力 變化와 근친교배의 영향력 분석 및 유전력과 유전상관계수의 추정에 의해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 두 계통의 표현형 능력 변화는 주 선발형질인

300일령 산란수와 400일령 산란수에서, Line-W의 경우는 4세대와 5세대에서 감소한 것으로 나타난 반면, Line-B에서는 회귀분석에 의해 각각 2.87개와 4.25개씩 증가한 것으로 나타났다. 초산일령은 두 계통에서 각각 세대당 1.61일과 4.44일씩 단축된 것으로 분석되었는데, Line-B에서 얻어진 수치는 고도의 유의성을 보였다. Line-W에서 나타난 산란수의 감소추세가 유전적개량의 한계에 의한것인지의 여부는 대조구 집단에 의한 자료가 없는 한 확인하기가 어려웠다.

2. 폐쇄집단에서 이루어진 선발과정에서 필연적으로 나타날 근친교배의 영향력에 대해 알아보기 위하여 매세대 유효양친수에 의한 근교계수 상승도를 추정 한 결과 각각 0.2%와 0.3%로 나타났고, 家系形成圖를 조사하여 계산된 세대별 근교계수는 각각 0.8%이하로 나타나서 근친교배로 인한 능력의 저하현상이나 유전모수 추정의 오차는 무시해도 좋을 것으로 판단되었다.

3. 두 계통의 주요 형질에 대한 유전력은 대부분의 형질에서 모 분산에 의한 추정치가 부분산이나 회귀분석에 의한 추정치에 비해서 높게 나타나, 이들 형질에 미치는 모체효과를 포함한 비상가적 유전변이의 존재를 암시해 주었다. 300일령 산란수와 산란율등의 형질에 대한 유전력은 두 계통에서 세대 경과에 따라 감소되는 추세를 보였으나, 30주령 및 40주령시에 난중에 대한 유전력 추정치는 세대 경과에 따라 뚜렷한 감소 추세를 보이지 못했다. 또한, 주요 형질 사이의 유전상관계수도 세대 경과에 따라 일정한 방향으로 변화되지 않는 것으로 나타났는데, 이는 여러 형질이 동시에 선발되었고 또 각 형질에 대한 선발비중이 세대별로 일정하지 못했던데서 오는 형질간 유전자 작용의 복합성에 기인되는 것으로 생각되었다.

VI. 參考文獻

1. Ayyagari, V., S. C. Mohapatra, A. Venkatramaiah, T. Thiagasundaram, D. Choudhuri, D. C. Johri and P. Renganathan. 1980. Selection for egg production on part record. I. Evaluation of short term response to selection TAG 57: 277-283.
2. Ayyagari, V., S. C. Mohapatra, A. Venkatramaiah, T.

- Thiagasundaram, D. Choudhuri, D. C. Johri and P. Renganathan. 1983. Selection for egg production on part record.
II, Correlated response to selection. TAG 64 : 169-175.
3. Becker, W. A. 1975. Manual of procedure in quantitative genetics. Washington State Univ., Pullman, Washington.
 4. Bohren, B. B., H. E. McKean and Y. Yamada. 1961. Relative efficiencies of heritability estimates based on regression of offspring on parent. Biometrics 17 : 486-491.
 5. Bohren, B. B., W. G. Hill and A. Robertson. 1966. Some observations on asymmetrical correlated response to selection. Genet. Res. 7 : 44-57.
 6. Bray, D. F., S. C. King and V. L. Anderson. 1960. Sexual maturity and the measurement of egg production. Poultry Sci. 39 : 590-601.
 7. Clayton, G. A. and A. Robertson. 1966. Genetics of changes in economic traits during the laying year. Brit. Poultry Sci. 7 : 143-151.
 8. Craig, J. V., D. K. Biswas and H. K. Saadeh. 1969. Genetic variation and correlated responses in chickens selected for part-year rate of egg production. Poultry Sci. 48 : 1288-1295.
 9. Dev, D. S., R. G. Jaap and W. R. Harvey. 1969. Results of selection for eight-week body weight in three broiler populations of chickens. Poultry Sci. 48 : 1336-1348.
 10. Dickerson, G. E. 1969. Techniques for research in quantitative animal genetics. Techniques and procedures in Animal Science Research :36-79.
 11. Enfield, F. D., R. E. Comstock and O. Braskerud. 1966. Selection for pupa weight in *Tribolium Castaneum* I. parameters in base populations. Genetics 54 : 523-533.
 12. Falconer, D. S. 1981. Introduction to quantitative genetics. 2nd ed. Longman, Inc.
 13. Friars, G. W., B. B. Bohren and H. E. McKean. 1962. Time trends in estimates of genetic parameters in a population of chickens subjected to multiple objective selection. Poultry Sci. 41 :1773-1784.
 14. Goher, N. E. and W. H. McGibbon. 1974. Effect of selection and inbreeding on rate of lay in part record and other correlated traits. Proc. 15th World's Poultry Cong. New Orleans : 151-153.
 15. Gowe, R. S. and R. W. Fairfull. 1984. Effect of selection for part-record number of eggs from housing vs selection for hen-day rate of production from age at first egg. Annal. Agri. Fin. 23 : 196-203.
 16. Harvey, W. R. 1975. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. USDA. ARS H-4. Washington D. C.
 17. Hill, W. G. 1970. Design of experiments to estimate heritability by regression of offspring on selected parents. Biometrics 27 : 29-311.
 18. Jerome, F. N., C. R. Henderson and S. C. King. 1956. Heritabilities, gene interactions, and correlations associated with certain traits in the domestic fowl. Poultry Sci. 35 : 995-1013.
 19. Kempthorne, O. and O. B. Tandon. 1953. The estimation of heritability regression of offspring on parent. Biometrics 9 : 90-100.
 20. King, S. C. and C. R. Henderson. 1954. Variance component analysis in heritability studies. Poultry Sci. 33 : 147-154.
 21. Latter, B. D. H. and A. Robertson. 1960. Experimental design in the estimation of heritability by regression methods. Biometrics 16 : 348-353.
 22. Lentz, W. E. and R. S. Gowe. 1974. Changes in genetic parameters of White Leghorn strains under selection. Poultry Sci. 53 : 1947.
 23. Lerner, I. M. 1950. Population genetics and animal improvement. Cambridge Univ. Press.
 24. Lerner, I. M. and E. R. Dempster. 1951. Attenuation of genetic progress under continued selection in poultry. Heredity 5 : 75-94.
 25. Nestor, K. E. and W. L. Bacon. 1986. The influences of genetic increase in egg production and body weight on egg mass production and biological efficiency of turkey hens. Poultry Sci. 65 : 1410-1412.

26. Nordskog, A. W., M. Festiong and M. W. Verghese. 1967. Selection for egg production and correlated responses in the fowl. *Genetics* 55 : 179-191.
27. Nordskog, A. W., H. L. French, C. R. Arboleda and D. W. Casey. 1972. Breeding for efficiency of egg production. *World's Poultry Sci. J.* 28 : 175-188.
28. Nordskog, A. W., H. S. Tolman, D. W. Casey and C. Y. Lin. 1974. Selection in small population of chickens. *Poultry Sci.* 53 : 1188-1219.
29. Pirchner, F. and C. M. Von Krosigk. 1973. Genetic parameters of cross and pure-bred poultry. *Brit. Poultry Sci.* 14 : 193-202.
30. Poggenpoel, D. G. 1974. Response with selection on part-year egg production. *Proc. 15th World's Poultry Cong. New Orleans* : 149-151.
31. Poggenpoel, D. G. and J. E. Erasmus. 1978. Long-term selection for increased egg production. *Brit. Poultry Sci.* 19 : 111-123.
32. Quadeer, M. A., J. V. Craig, K. E. Kemp and A. D. Dayton. 1977. Selection for egg mass in different social environments. 1. Estimation of some parameters in the foundation stock. *Poultry Sci.* 56 : 1522-1535.
33. Reddy, P. R. K. and P. B. Siegel. 1977. Selection for body weight at the eight weeks of age. 12. Egg production in selected and relaxed lines. *Poultry Sci.* 56 : 673-686.
34. Rendel, J. M. 1963. Correlation between the number of scutellar and abdominal bristles in *Drosophila melanogaster*. *Genetics* 48 : 391-408.
35. Sheldon, B. L. 1980. Perspectives for poultry genetics in the age of molecular biology. *World's Poultry Sci. J.* 36 : 143-173.
36. Sheridan, A. K. and J. S. F. Barker. 1974. Two-trait selection and the genetic correlation. I. Prediction of responses in single-trait and in two-trait selection. *Aust. J. Biol. Sci.* 27 : 75-88.
37. Siegel, P. B. 1962. Selection for body weight at eight weeks of age. I. Short term response and heritabilities. *Poultry Sci.* 41 : 954-962.
38. Snedecor, G. W. and W. G. Cochran. 1980. *Statistical methods*. Iowa State Univ. Press.
39. Vaccaro, R. and L. D. VanVleck. 1972. Genetics of economic traits in the Cornell Randombred Control Populations. *Poultry Sci.* 51 : 1556-1565.
40. VanVleck, L. D. and D. P. Doolittle. 1964. Genetic parameters of monthly egg production in the Cornell Controls. *Poultry Sci.* 43 : 560-567.
41. Vasquez, C. P. and B. B. Bohren. 1982. Correlated responses in some economic traits from selection for fast and slow hatching. *Poultry Sci.* 57 : 330-335.
42. Yamada, Y., B. B. Bohren and L. B. Crittenden. 1958. Genetic analysis of a White Leghorn closed flock apparently plateaued for egg production. *Poultry Sci.* 37 : 565-580.
43. 呂政秀, 吳鳳國. 1982. 卵用鷄 母體遺傳 效果를 利用한 遺傳變異 推定에 관한 研究. *韓畜誌* 24 : 10-19.
44. 韓成郁, 吳鳳國. 1975. 卵用種鷄의 卵重 增大性과 기타 形質의 遺傳力 및 遺傳相關에 관한 研究. *韓畜誌* 17 : 15-45.