

## 종돈의 성장 및 체형 형질에 대한 유전력 및 유전모수 추정에 관한 연구

강현성<sup>1</sup> · 남기창<sup>1</sup> · 김경태<sup>3</sup> · 나종삼<sup>2</sup> · 서강석<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>국립순천대학교 동물자원과학과, <sup>2</sup>국립전북대학교 동물자원과학과, <sup>3</sup>농협중앙회 종돈개량사업소

### Estimation of Heritability and Genetic Parameter for Growth and Body Traits of Pig

Hyun-Sung Kang<sup>1</sup>, Ki-Chang Nam<sup>1</sup>, Kyung-Tai Kim<sup>3</sup>, Chong-Sam Na<sup>2</sup> and Kang-Seok Seo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept of Animal Science & Technology, Suncheon National University, Korea, <sup>2</sup>Dept of Animal Biotechnology, Chonbuk National University, Korea, <sup>3</sup>Breeding pig Improvement Center, NACF, Yeonggwang, Korea

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to estimate genetic parameters for productive traits in swine. Productive traits were considered on average daily gain (ADG), body height (BH) and body length (BL). Genetic analysis was consisted of 18,668 heads for productive traits which were based on on-farm performance tested from May, 2007 to Apr, 2011. For estimating genetic parameters on productive traits, single best model was fitted after finding source of variance on fixed and random effects and estimated with a multiple trait animal model by using DF-REML (Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood). The estimated heritabilities of Duroc, Berkshire, Landrace and Yorkshire 0.22~0.58 for the average daily gain, 0.34~0.41 for the body height and 0.4~0.52 for the body length, respectively. Phenotypic correlations of average daily gain with body height and body length for the four breeds were 0.42~0.48, 0.53~0.58, 0.34~0.46 and 0.47~0.56, respectively. Phenotypic correlations of body height with body length were 0.41, 0.57, 0.52, 0.59, respectively. The estimated genetic correlation coefficients of average daily gain with body height and body length estimated for the four breeds were 0.34~0.47, 0.70~0.75, 0.17~0.38 and 0.50~0.53, respectively. The estimated genetic correlation coefficients of body height with body length were 0.57, 0.69, 0.61 and 0.71, respectively.

**(Key words)** : Genetic correlations, Animal model, Average daily gain, Body weight)

#### 서 론

돼지고기는 값이 싸고 맛이 좋을 뿐만 아니라 단백질과 지방 함량이 높아 소비자들이 가장 즐겨 찾는 식품원료이다. 돈육의 소비는 매년 급격하게 증가하고 있으며 소비자들은 질적으로 우수한 고기를 선호하고 있다. 이러한 돼지고기의 소비 증가와 함께 종돈에 대한 산육 및 체형형질의 중요성이 커지게 되었다. 특히 우리나라의 경우 삼겹살에 대한 선호가 두드러지면서 이에 따라 더 많은 삼겹살 생산을 위한 체형의 개량이 필요하다. 강 등(2011)은 5개 품종 종돈의 관능평가에서 향미, 연도, 다즙성 그리고 선호도 항목이 목심 및 등심에 비해 월등히 높은 점수를 나타냈다고 보고하였다. 산육 및 체형형질의 경우 유전력이 높아 검정자료를 토대로 육종가와 선발지수를 이용한 개량이 용이하며 연령이나 품종등과 같은 고정 요인의 영향을 많이 받는다. 또한 체고와 체장 등의 체형형질은 산자능력, 삼겹의 양, 성장형질 등과 상관이 있으며 좋은 체형의

종돈이 시장에서 높은 평가를 얻으므로 매우 중요한 형질이다. 일반적으로, 양돈산업은 피라미드 형태를 이루며 최상부에 핵돈군(Nucleus herd, GGP)이 있으며, 다음 단계에는 증식돈군(Multiplier herd) 및 가장 하단부에 실용돈군(Commercial stock)이 자리잡게 된다. 이로써 상위집단의 영향이 하위집단으로 직접적인 영향을 미치지 않으므로 종돈의 개량은 매우 중요하다. 유전능력이 우수한 종돈을 선발하기 위해서는 집단의 유전분산과 표현형 분산을 정확하게 추정할 수 있어야 하며 이는 균일한 환경 및 정확한 조사, 기록 등이 합리적으로 구비되어있어야 한다. 이와 같은 조건을 바탕으로 정확한 혈통기록과 많은 두수의 검정기록을 확보하여야만 이 대상집단의 형질별 유전모수 추정치의 정확도를 높일 수 있다. 따라서, 본 연구는 돼지의 검정자료를 활용하여 경제형질의 일당증체량, 체고, 체장에 대한 유전 모수를 추정하고 이를 활용하여 국내 돼지 집단의 개량을 위한 기초자료를 제공하기 위하여 실시하였다.

\* Corresponding author : Professor. Kang Seok Seo, Dept. of Animal Science & Technology, Suncheon Natl. Univ., 414 Jungangno (315 Maegok) Suncheon, Jeollanam-do, 540-742, Rep. of Korea, Tel: +82-61-750-3232, Fax: +82-61-750-3232, E-mail: sks@snu.ac.kr

재료 및 방법

1. 공시 재료

본 연구에 이용된 자료는 2007년 5월부터 2011년 4월까지 전라남도 영광 소재 N 종돈장에서 농장 검정된 Duroc종, Berkshire종, Landrace종 및 Yorkshire종의 4개 품종 18,668두에 대한 능력검정자료 및 관련 혈통자료를 수집하여 이를 조사 분석하였다.

2. 조사 방법

본 연구에서 조사된 형질은 일당증체량(kg), 체고(cm) 및 체장(cm)이며 유전력 및 유전모수 추정은 각 품종별로 실시하였다.

(1) 일당증체량

검정 개시부터 검정 종료체중까지의 평균 증체량을 이용하였고, 다음의 공식에 의해 계산하였다.

$$\text{일당증체량 (kg/day)} = (\text{종료시 체중} - 1) / \text{종료 일령}$$

(2) 체고

체고는 양어깨 사이의 가장 높은 부분에서 지면까지의 수직거리로 측정하였다.

(3) 체장

체장은 검정종료시 두 귀 가운데에서 정중선을 따라 꼬리까지의 길이로 측정하였다.

3. 통계 분석 방법

(1) 유전 모수 추정

본 연구에서 조사한 일당증체량, 체고 및 체장의 유전모수를 추

정하기 위하여 다음과 같은 다형질 모형을 사용하였다.

$$y_{ijkl} = \mu_i + \text{sex}_{ij} + \text{ysm}_{ik} + a_{ijkl} + b_{Dijkl} + e_{ijkl}$$

$y_{ijkl}$  : i번째 형질의 j번째 성의 k번째 년도-계절-검정방법으로 태어난 1 번째 개체에 대한 측정치,

$\mu_i$  : i번째 형질의 전체 평균,

$\text{sex}_{ij}$  : i번째 형질의 j번째 성의 효과(j = male, female),

$\text{ysm}_{ik}$  : i번째 형질의 k번째 년도-계절-검정방법의 효과(k=1, 2, 3, ..., 34)

b : 검정 종료일령에 대한 y의 회귀,

D : 검정 종료일령

$e_{ijklm}$  : 임의 오차.

유전모수의 추정은 Animal Model에 근거하여 개발된 WOMBAT (Meyer, 1988)을 이용하였으며, 본 연구의 분산치를 추정하기 위하여 G와 R의 값에 임의의 초기치를 주고, DF-REML (Derivative Free Restricted Maximum Likelihood) 방법으로 log likelihood 값의 차이가  $10^{-8}$  이하에 도달할 때를 수렴조건으로 하여 반복 추정하였다. 이와 같이 추정된 분산치를 이용한 상가적 유전효과에 대한 유전력은 다음과 같이 구하였다.

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2}$$

여기서,  $h^2$  = 유전력,  $\sigma_a^2$  = 상가적 유전분산,  $\sigma_e^2$  = 환경효과 및 비상가적 유전효과에 의한 분산

그리고, 측정된 형질간의 유전상관 및 표현형 상관은 다음과 같이 구하였다.

$$r_G = \frac{\widehat{COV}_{a(i,j)}}{\sqrt{\sigma_{a(i)}^2 + \sigma_{a(j)}^2}} \quad \text{및} \quad r_P = \frac{\widehat{COV}_{p(i,j)}}{\sqrt{\sigma_{p(i)}^2 + \sigma_{p(j)}^2}}$$

여기서,  $r_G$  = 유전 상관,  $r_P$  = 표현형 상관,  $\widehat{COV}_{p(i,j)}$  = 두 형질간 표현형 공분산,  $\widehat{COV}_{a(i,j)}$  = 두 형질간 유전 공분산

Table 1. Number of animals by breed, sex, Year, Season and Test-method in the pigs

Breed	No. of Pigs	Sex	No. of Pigs	Year	No. of Pigs	Season	No. of Pigs	Test Method	No. of Pigs
Berkshire	1,150	Female	5,311	2007	2,263	Spring	4,439	AIK <sup>1)</sup>	1,844
Duroc	3,542	Male	13,357	2008	5,020	Summer	4,822	Test_Farm <sup>2)</sup>	16,824
Landrace	4,391			2009	4,326	Fall	4,753		
Yorkshire	9,585			2010	3,825	Winter	4,654		
				2011	3,234				
Total	18,668		18,668		18,668		18,668		18,668

<sup>1)</sup> On farm test by observer of AIK, Korea Animal Improvement Association

<sup>2)</sup> On farm test by official (Certified) technician of farm

## 결과 및 고찰

### 1. 형질별 유전력

Table 2는 본 연구에서 추정된 유전력을 품종 및 형질별로 표시하였다. 일반적으로 도체 및 성장에 관련된 유전력은 중·고도의 유전력을 나타내는 것으로 알려져 있으며, 여러 연구자에 의한 보고에 따르면 가축 형질의 유전력은 대상 축군, 사양 관리 상태 및 추정 방법에 따라 다양한 양상을 나타내며, 본 연구의 결과도 품종 및 형질에 따라 다양한 결과 값을 나타내었다.

#### (1) 일당 증체량

추정된 일당 증체량의 유전력은 Duroc, Berkshire, Landrace, 및 Yorkshire종에서 각각 0.22, 0.58, 0.26 그리고 0.28로 고도의 유전력이 추정된 Berkshire종을 제외하고 모두 중도의 유전력을 나타내었다. Berkshire종의 유전력 추정치는 Bates와 Buchanan (1988)의  $0.52 \pm 0.20$ 의 추정치와 거의 일치하였고 다소 낮지만 0.3~0.4의 범위로 보고한 Lo 등 (1992)의 결과와 비슷한 양상을 보였다. 국내 연구 결과에서는 이 등 (1989)이 보고한  $0.521 \pm 0.188$ 이 비슷한 추정치를 나타냈으며 이외에 김 (1981)의  $0.585 \pm 0.00$ 의 추정치와 부합되는 결과를 나타내었다. Duroc, Landrace, Yorkshire종의 경우 0.2~0.3의 유전력을 나타내었으며 Van Steenberg 등 (1990)의  $0.30 \pm 0.06$ , Ferraz와 Johnson (1993)의 0.23~0.34와 비슷한 추정치를 나타내었다. 국내 연구 보고에서는 서 (1996)가 보고한 0.21~0.33의 유전력과 일치하는 값을 나타내었다.

#### (2) 체고

Duroc, Berkshire, Landrace 및 Yorkshire종에 대한 체고의 유전력은 0.34~0.41로 비교적 고른 유전력이 추정되었다. 이는 Hetzer과 Miller (1972)가 보고한 Duroc 및 Yorkshire종의 유전력인  $0.20 \pm 0.06$ ,  $0.39 \pm 0.06$ 과 비교 할 때 Duroc종은 다소 낮았으나 Yorkshire종은 비슷한 유전력을 나타냈다. 국내 연구 결과에서 서 (1996)가 보고한 Duroc, Landrace 및 Yorkshire의 0.29, 0.31, 0.33의 추정치와 비교해볼 때 Landrace를 제외하고 다소 높으며 부합되는 결과를 나타내었고 김 (1996)이 보고한 Landrace종의  $0.275 \pm 0.02$ 와 비교했을 때 다소 높은 추정치를 나타내었다.

### (3) 체장

Table 2의 Duroc, Berkshire, Landrace 및 Yorkshire종에 대한 체장의 유전력 추정치는 각각 0.47, 0.48, 0.52 및 0.43으로 고도의 유전력을 나타내었다. Landrace종이 체고와 마찬가지로 유전력이 가장 높게 추정 되었으며 이러한 결과는 체고와 체장이 밀접하게 연관되어 있는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 체장과 체고간의 유전상관이 0.57로 추정된 본 연구의 결과와 일치한다. 체장에 대한 국내외 연구결과를 보면 Li와 Kennedy (1974)은  $0.8 \pm 0.298$ 을 보고하였으며 Lo 등 (1992)은  $0.64 \pm 0.14$ , Fredeen과 Mikami (1986)는 0.82의 고도의 유전력으로 본 연구 결과에 비해 더욱 높은 유전력을 보고한바 있다. 이에 비해 국내연구 결과로 서 (1996)가 보고한 Duroc, Landrace 및 Yorkshire종의 0.32, 0.47 및 0.41과 정 (1989)의 0.32, 김 (1996)의 Landrace종에 대한 유전력  $0.421 \pm 0.25$ 는 본 연구와 다소 비슷하거나 낮은 추정치를 나타내었다. 유전력은 해당 집단이나 추정방법에 의해 다소 차이가 날 수 있다. Li 등 (1974)의 연구결과는 추정방법에 의한 차이로 사료되며 다른 결과는 우리나라 종돈이 외국에 비해 규격화되지 않은 결과로 사료된다.

### 2. 유전 상관 및 표현형 상관

Duroc종의 일당증체량과 체고 및 체장간의 유전 상관 및 표현형 상관을 나타내었다 (Table 3). 본 연구에서 일당증체량과 체고 및 체장간의 유전상관 그리고 표현형상관은 각각 0.33, 0.47, 그리고 0.42 및 0.48을 나타내었다. 박 (1995)은 일당증체량과 체고 및 체장간의 유전상관은 0.00 및  $-0.23$ 이라고 보고하였으며 서 (1996)는 Duroc종에서 조사된 일당증체량과 체고 및 체장의 표현형 상관은  $-0.18$ ,  $-0.23$ , 유전상관은  $-0.19$ ,  $-0.26$ 라고 보고하여 본 연구와 상이한 결과값을 나타냈다. 체고에 대한 체장의 유전 상관 및 표현형 상관은 0.69와 0.57로 높은 정의 상관으로 보고되었으며 이는 서 (1996)의 0.61 및 0.397의 추정치와 비슷한 결과를 나타냈다. Berkshire종의 일당증체량에 대한 각 형질별 유전 상관 및 표현형 상관은 0.75, 0.70 그리고 0.53, 0.58의 높은 정의 상관을 나타내었으며 본 연구의 품종 중 가장 높은 상관계수를 나타내었다 (Table 4). 체고에 대한 체장의 유전 및 표현형 상관은 0.69와 0.58을 나타내었다. Landrace종의 각 형질에 대한 일당 증체량의 유전 및 표현형 상관은 0.17, 0.38 그리고 0.34, 0.46을 나타내었고 조사된 품종 중 가장 낮은 추정치를 보였으며 체고와 체장간의

Table 2. Heritabilities of the traits estimated in each breed

Traits	Duroc	Berkshire	Landrace	Yorkshire
ADG <sup>1)</sup>	0.22	0.58	0.26	0.28
BH <sup>2)</sup>	0.37	0.34	0.41	0.39
BL <sup>3)</sup>	0.47	0.48	0.52	0.43

<sup>1)</sup> Average daily gain, <sup>2)</sup> Body height, <sup>3)</sup> Body length

Table 3. Genetic and Phenotypic correlations among the traits estimated in the Duroc

Trait	ADG	BH	BL
ADG		0.42	0.48
BH	0.33		0.41
BL	0.47	0.57	

Genetic correlations are lower left section and phenotypic correlations are upper right section.

Table 4. Genetic and Phenotypic correlations among the traits estimated in the Berkshire

Trait	ADG	BH	BL
ADG		0.53	0.58
BH	0.75		0.57
BL	0.70	0.69	

Genetic correlations are lower left section and phenotypic correlations are upper right section.

유전상관 및 표현형상관은 각각 0.61, 0.62로 높은 정의 상관을 나타내었다 (Table 5). 이와 같은 결과는 서 (1996)가 보고한 Landrace종의 유전상관 및 표현형 상관인 -0.19, -0.17 및 -0.220, -0.175와는 상반된 결과를 나타냈으며 일반적으로 빨리 크는 돼지는 체장과 체고의 능력이 좋은 것이라고 고려되는데 이 결과값은 이와 타당성이 있게 추정된 것으로 사료된다. 반면에 체장에 대한 체고의 유전상관 및 표현형상관은 각각 0.53, 0.36로 보고되어 비슷한 경향을 보였다.

Yorkshire종의 일당증체량과 체고 및 체장간의 유전상관 및

Table 5. Genetic and Phenotypic correlations among the traits estimated in the Landrace

Trait	ADG	BH	BL
ADG		0.34	0.46
BH	0.17		0.52
BL	0.38	0.61	

Genetic correlations are lower left section and phenotypic correlations are upper right section.

Table 6. Genetic and Phenotypic correlations among the traits estimated in the Yorkshire

Trait	ADG	BH	BL
ADG		0.47	0.56
BH	0.50		0.59
BL	0.53	0.71	

Genetic correlations are lower left section and phenotypic correlations are upper right section.

표현형상관은 0.5, 0.53 그리고 0.47, 0.56으로 추정되었다 (Table 6). 또한 체고와 체장간의 유전 및 표현형상관은 각각 0.71 및 0.59를 나타내었으며 이는 서 (1996)가 보고한 일당증체량에 대한 체고 및 체장의 유전 및 표현형 상관계수 -0.15, -0.20 및 -0.23, -0.22과 상반되며 체고와 체장의 유전 및 표현형상관 추정치 0.6 및 0.38과는 부합되는 결과이다. 김 (1996)은 일당증체량과 체고 및 체장간의 유전상관은 각각 -0.2와 -0.15이었으며 표현형 상관은 각각 -0.105와 -0.158이라고 보고하였고 체장과 체고간의 표현형상관과 유전상관은 0.396과 0.631이라고 보고하였다. 이와 같은 결과는 과거 체장 및 체고에 대해 중요한 형질로 고려하지 않았던 것과는 달리 최근에는 삼겹의 양 등의 경제 형질에 영향을 미치는 체형 형질에 대한 고려가 반영된 결과라 볼 수 있다.

### 요 약

본 연구에서는 18,668두의 자가검정 및 입회검정된 돼지 자료를 이용하여 유전모수를 추정하였다. 2007년부터 2011년 4월까지 전라남도 영광 소재 N 종돈장에서 검정된 Duroc, Berkshire, Landrace 및 Yorkshire종 18,668두에 대한 자료를 근거로 하여 돼지의 주요 산육형질인 일당증체량, 체고 및 체장에 대한 유전력, 유전상관 및 표현형상관을 다형질 Animal model을 이용하여 추정하였다. 본 연구에서 추정된 Duroc종에 대한 일당증체량, 체고 및 체장에 대한 유전력은 0.22, 0.37, 0.4로 추정되었으며 Berkshire종의 유전력은 0.58, 0.34 및 0.48로 나타났고 Landrace종의 각 형질의 유전력은 0.26, 0.41 및 0.52이었으며 Yorkshire종의 유전력은 0.28, 0.39 및 0.43을 나타내었다. 본 연구에서 추정된 Duroc의 주요 경제 형질간의 유전 상관 및 표현형 상관은 일당 증체량과, 체고, 체장, 체고와 체장간에 각각 유전, 표현형 상관 0.33, 0.47과 0.42, 0.48 그리고 0.57 및 0.41로 추정되었으며 Berkshire종 유전 상관 및 표현형 상관은 0.75, 0.70 및 0.53, 0.58 그리고 체고의 대한 체장은 0.69 및 0.57을 나타내었다. Landrace종의 경우 유전 상관 및 표현형 상관이 일당증체량과, 체고, 체장, 체고와 체장간에 각각 유전, 표현형 상관 0.17, 0.38과 0.34, 0.46 그리고 0.61 및 0.52로 추정 되었으며 Yorkshire종은 0.50, 0.53 및 0.47, 0.56 그리고 0.71, 0.59로 추정되었다. (주제어: 유전력, 유전상관, 표현형상관, 체장, 체고)

### 사 사

이 논문은 농림수산식품기술연구사업 (IPET110041-3, IPET)의 지원에 의해 수행 되었다.

### 인 용 문 헌

Bates, R. O. and Buchanan, D. D. 1988. A comparison of progeny sired by high and low indexing Hampshire and Duroc central

- test station boars : Genetic parameter estimation. *J. Anim. Sci.* 66:2762.
- Ferraz, J. B. S. and Johnson, R. K. 1993. Animal model estimation of genetic parameters and response to selection for litter size and weight, growth, and backfat in closed seedstock populations of Large White and Landrace swine. *J. Anim. Sci.* 71:850.
- Fredeen, H. T. and Hitoshi Mikami. 1986. Mass selection in a pig population: Correlated changes in carcass merit. *J. Anim. Sci.* 62:1546.
- Hetzer, H. O. and Miller, R. H. 1972. Correlated responses of various body measurements in swine selected for high and low fatness. *J. Anim. Sci.* 35:4.
- Jeong, H. W. 1989. Studies on estimation of genetic parameters and sire evaluation for economic traits in swine. Seoul National University. *Doctor's degree*.
- Kang, H. S., Seo, K. S., Kim, K. T. and Nam, K. C. 2011. Comparison of Pork Quality Characteristics of Different Parts from Domesticated Pig Species. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 31:921-927.
- Kim, J. B. 1981. Estimates of the Heritabilities on Economic Traits in Swine. Seoul National University. *Master's degree*.
- Kim, S. D. 1996. Study on estimation of genetic parameters and breeding values of economic traits of swine by method R and animal model. Seoul National University. *Master's degree*.
- Lee, H. K., Choi, J. S., Kim, I. C., Park, J. D. and Kang, M. S. 1989. Estimation of Genetic Parameter for Prewaning and Postweaning Traits in Swine. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.)* 31:210.
- Li, X. and Kennedy, B. W. 1994. Genetic parameters for Growth rate and backfat in Canadian Yorkshire, Landrace, Duroc, and Hampshire pigs. *J. Anim. Sci.* 72:1450.
- Lo, L. L., McLaren, D. G., McKeith, F. K., Fernando, R. L. and Novakofski, J. 1992. Genetic analyses of growth, real-time ultrasound, carcass, and pork quality traits in Duroc and Landrace pigs : Heritabilities and correlations. *J. Anim. Sci.* 70:2387.
- Meyer K. 1988. DFREML-a set of programs to estimate variance components under an individual animal model. *J Dairy Sci.* 71:33-34
- Park, B. H. 1995. Study on estimation of genetic parameters and effect of sex for economic traits in the landrace breed of swine. Seoul National University. *Master's degree*.
- Seo, K. S. 1996. A Study on estimation of genetic parameters, breeding value and genetic trend in economic traits of swine using multiple traits animal model. Seoul National University. *Doctor's degree*
- Van steenbergen, E. J., Kanis, E. and Van Der Steen, H. A. M. 1990. Genetic parameters of fattening performance and exterior traits of boars tested in central stations. *Livest. Prod. Sci.* 24:65.

(Received Feb. 28, 2012; Revised Apr. 4, 2012; Accepted Apr. 12, 2012)