

두록 계통조성 집단의 근교수준이 경제형질에 미치는 영향

송나래¹ · 김용민¹ · 김두완¹ · 사수진¹ · 김기현¹ · 김영화¹ · 조규호¹ · 도창희² · 홍준기^{1*}

¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²충남대학교 동물바이오시스템학과

Relationships between inbreeding coefficient and economic traits in inbred line of Duroc pigs.

Na-Rae song¹, Yong-Min Kim¹, Doo-Wan Kim¹, Soo-Jin Sa¹, Ki-Hyun Kim¹, Young-Hwa Kim¹, Kyu-Ho Cho¹, Chang-hee Do², Joon-Ki Hong^{1*}

¹National Institute of Animal Science, R.D.A, Cheonan 331-801, Korea

²Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Received on 23 January 2015, revised on 1 April 2015, accepted on 3 April 2015

Abstract : The data of Duroc swine species that were born from 2000 to 2014 excluding missing ones collected by Korea National Institute of Animal Science were used in the present study. After removing missing data we used 9756 of productions data and 1728 of reproductive reference of breeding research to study the level of inbreeding and to investigate the impact on the reproductive traits, production traits. The correlation of reproductive traits and inbreeding coefficient are -0.07, -0.08 for total number pigs born, number of pigs born alive respectively and birth weight per litter is -0.10, number of pigs born alive per litter to 21days is -0.06 and body weight per litter to 21days is -0.09. The correlation coefficients of the inbreeding coefficients of reproductive traits are shown within 10% with negative correlation ($P < 0.05$). Days of 90kg and Backfat in the correlation coefficient and inbreeding coefficient production traits were not observed significant correlations, Average daily gain was investigated by the positive correlation of 0.05. According to the above results, the inbreeding level gave a negative effect on the improvement of the breed traits, investigating a relatively high compared to a negative effect on other traits. But overall correlation degree is less than 10% was observed. This inbreeding coefficient has not been clearly observed due to degeneration of the average inbreeding coefficients of these generations was maintained within 10% of the population. The scale of the experimental group was about 150 degree pig husbandry is very small compared to the advanced countries. However, the level of inbreeding in the population group with the appropriate mating combinations is maintained below 10% of population is thought to be small and can minimize the effects of inbreeding degeneration. further testing utilizing this selection is constantly considered to be necessary.

Key words : Inbreeding coefficient, Swine, Average daily gain, Litter size, Economic traits

I. 서론

종돈의 계통 및 품종 유지에 있어서 새로운 종돈이 유입되지 않는 이상 근친교배는 피할 수 없는 문제이며, 근교수준이 높아짐에 따라 유전적 다양성, 번식능력 및 생리학적 효율성이 감소된다(Falconer et al., 1996; Mandal et al., 2004; Singh and Gurnani, 2004). Bereskin와 Frobish (1981)의 연구결과 근교계수가 10%일 때 총산자수는 0.3

두, 생시체중은 0.07 lb, 이유두수는 0.5두 및 이유시체중은 0.97 lb 감소한다고 보고하였다. 또한 근친수준이 높은 수태지는 성욕 저하 및 성성숙 지연의 문제가 야기된다고 보고되었다(Hauser et al., 1952). Culbertson 등(1997)는 근교수준이 10% 증가함에 따라 총산자수 저하 문제가 발생하며, 근친퇴화 역시 다른 경제형질과 마찬가지로 경제적 비용 의미를 담고 있다고 보고하였다. 하지만 근친교배 자체가 무조건 부정적이지는 않다. Templeton과 Read(1983)에 따르면, 근친교배는 직접적으로 생산성을 저하시키고 집단 생존에 위협을 주지만 불필요한 열성 유전자를 색출

*Corresponding author: Tel: +82-41-580-3458

E-mail address: john8604@korea.kr

하는 기능도 가지고 있다. 따라서 근친퇴화를 선발에 이용할 수 있기 때문에 집단 유지차원에서 긍정적인 측면도 가지고 있다.

근친퇴화의 수준은 집단별로 다양하게 나타나며(Lynch and Walsh, 1998), 집단이 작은 경우, 근친퇴화로 인한 경제적 위험이 크기 때문에 실제로 집단 근친수준이 경제형질에 얼마나 영향을 미치는지 조사할 필요가 있다. 국내 일반적인 돼지고기 생산 체계에서 두록 품종은 종료종모돈으로 활용되어 모계품종에 비해 두수가 상대적으로 적다. Hong 등(2014)에 따르면 국내 주요 종돈장의 유효집단 크기는 83~303두의 범위를 가진다고 보고한 바 있다. 비록 NSIF(1987)에서 권장하는 50두 이상은 되지만 타 품종에 상대적으로 규모가 작다. 이런 집단의 경우 경제형질의 개량과 동시에 근친퇴화의 부정적인 효과를 최소화시킬 수 있는 전략이 필요하다. 따라서 본 연구는 계통조성된 특정 두록 집단의 근교수준이 경제형질에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구는 국립축산과학원 축산자원개발부에 2000년부터 2014년도 6월까지 태어난 Duroc종 9913두 중 결측치를 제거한 9756두의 검정자료와 951마리의 모돈에서 태어난 1728두의 번식자료를 사용하였다.

2. 조사형질 및 조사방법

본 연구에서 사용된 조사형질은 번식자료 중 총산자수, 사고두수, 생존산자수, 복당생시체중, 21일령 생존두수, 21일령 복당체중이며, 검정자료 중 일당증체량, 등지방두께, 90 kg 도달일령이다. 집단의 개량은 부계라인 특성상 90 kg 도달일령을 중심으로 선발하였다. 각 형질의 조사방법은 다음과 같다.

1) 총산자수(TNB; Total No. of pigs Born)

본 연구에서 조사한 총산자수는 복당 정상자돈두수, 사산두수, 기형두수, 미라두수 등을 포함한 모든 자돈수로 분석하였다.

$$* \text{총산자수} = \text{정상자돈두수} + \text{사산두수} + \text{기형두수} + \text{미라두수}$$

2) 사고율(PA; Percentage of abnormal pigs)

사고두수는 총산자수에 대한 이상 사고두수(사산두수, 기형두수, 미라두수)로 계산하였다.

$$* \text{사고율} = \frac{\text{사고두수}}{\text{총산자수}}$$

3) 생존산자수(NBA; No. of pigs Born Alive)

총산자수 중에서 죽어서 분만한 사산 및 미라두수를 제외한 두수이다.

$$* \text{생존산자수} = \text{총산자수} - \text{사산두수} - \text{미라두수}$$

4) 복당 생시체중(BW; Birth Weight per litter)

복당 총산자수의 생시체중의 합을 계산하였다.

5) 21일령 생존두수(N21; No. of pigs Born Alive per litter to 21 days)

복당 총산자수 중에서 21일까지 생존한 두수이다.

6) 21일령 복당체중(BW21; Body Weight per litter to 21 days)

21일령 생존두수의 체중의 합을 계산하였다.

7) 일당증체량(ADG; Average Daily Gain)

하루 동안 증가된 체중의 평균치로써, 검정기간동안 증가한 체중을 검정기간일로 나누어 계산하였다.

$$* \text{일당증체량} = \frac{\text{검정종료체중} - \text{검정개시체중}}{\text{검정종료일} - \text{검정개시일}} \times 100$$

8) 등지방두께(BF; Back Fat)

전방, 중간, 후방 부분을 측정하여 평균값의 보정치를 이용하였다. 보정치 산출식은 다음과 같다.

$$* \text{등지방두께} = \text{평균등지방} + (90 \text{ kg} - \text{검정종료체중}) \times \frac{\text{평균등지방}}{(\text{검정종료체중} - 11.34)}$$

9) 90 kg 도달일령(D90 kg; Days of 90 kg)

검정종료체중, 종료일령 및 검정기간의 일당증체량을 다음의 공식을 이용하여 계산하였다.

$$* 90 \text{ kg도달일령} = \text{검정종료일령} + (90 \text{ kg} - \text{검정종료체중}) \times (\text{검정종료일령} - 38) / \text{검정종료체중}$$

3. 통계분석방법

근교계수는 Meuwissen과 Luo(1992)의 알고리즘을 이용하여 계산하였다.

개체의 육종가 추정은 BLUPF90 (Misztal, 2001)을 이용하였으며 유전모수 추정을 위해 다형질개체모형 (Multiple traits animal model)을 설정한 후 리눅스 기반의 REMLF90 (Misztal, 2002)프로그램을 이용하여 이전의 모수 값과 현재의 모수 값 간의 편차의 제곱을 더한 값이 10^{-11} 이하로 되었을 때를 수렴 값으로 설정하여 모수 값을 얻었다. 또한 여기서 얻어진 유전분산 및 잔차분산을 이용하여 아래와 같은 식에 의해 유전력을 계산하였다.

$$h^2_i = \frac{Var(G_i)}{Var(P_i)} (i = 1, 2, 3, 4..)$$

*G ; 상가적 유전분산

*P ; 표현형분산

* h_i^2 ; I번째 형질에 대한 유전력

번식형질에 영향을 미치는 요인으로 세대, 산차, 근교계수 효과를 추정하기 위해 다음과 같은 선형모형을 이용하여 최소 제곱법으로 분석하였다(Harvey, 1979).

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + Pa_j + ICP_k + e_{ijk}$$

* Y_{ijk} ; I번째 세대의 j번째 산차 k번째 근교계수에 속하는 형질들의 측정치

* μ ; 전체평균

* G_i ; i번째 세대의 효과($i = 1, 2, \dots, 29, 30$)

* Pa_j ; j번째 산차의 효과($j = 1, 2, 3$)

* ICP_k ; k번째 근교계수 측정치의 공변량

* e_{ijk} ; 임의 오차이다.

본 연구에서 설정한 모델은 SAS@9.1Package/PC를 이용하여 분석하였고, GLM 분석결과 제공되는 4가지 제곱합 중에서 불균형 된 자료에 적합한 TYPEIII 제곱합을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 최소제곱 평균치간의 유의성 검정을 위하여 다음과 같은 귀무가설을 유의수준 5%로 각각 검정하였다.

$$H_0 : LSM(i) = LSM(j)$$

여기서, $LSM(i(j))$:i(j)번째 효과의 최소 제곱 평균치($i \neq j$)

III. 결과 및 고찰

본 연구에서 조사된 총산자수, 사고율, 생존산자수, 21일령 생존두수, 21일령 체중에 대한 평균 및 표준편차를 Table 1에 제시하였다. 형질별 평균과 표준편차를 살펴보면 총산자수가 9.13 ± 2.76 두, 사고율 0.15 ± 0.17 , 생존산자수가 7.72 ± 2.64 두, 복당생시체중이 13.46 ± 3.83 kg, 21일령생존두수가 7.05 ± 2.87 두, 21일령 체중이 38.11 ± 16.41 kg 으로 나타났다. 선행연구에서 총산자수 9~10두, 생존산자수 7~9두로 보고한 바 있어(Jung et al., 1998; Lee, 2002; Jo, 1996), 본 실험의 결과와 유사하였다.

Table 2에서 2000년에 태어난 1세대에서부터 32세대까지의 근교계수에 대한 평균 및 표준편차를 제시하였다. 1세대에 $1.9 \pm 4.7\%$ 의 근교계수를 나타내었고, 32세대에 $6.5 \pm 2.2\%$ 로 상승하였다. 근교계수 평균은 0.9%에서 8.6% 범위로 모든 세대에서 10% 이내를 유지하였다.

Table 1. Basic statistics of traits.

Traits	Mean	SD	MIN	MAX
TNB	9.13	2.76	1.00	17.00
PA	0.15	0.17	0.00	1.00
NBA	7.72	2.64	0.00	17.00
BW	13.46	3.83	0.00	25.60
N21	7.05	2.87	0.00	15.00
BW21	38.11	16.41	0.00	87.60

TNB; total no. of pigs born per litter, NBA; no. of pigs born alive per litter, BW; birth weight per litter, N21; no. of pigs born alive per litter to 21days, PA; Percentage of abnormal pigs per litter, BW21; body weight per litter to 21days

Table 2. Basic statistics of inbreeding coefficient according to generation.

Generations	Mean	SD	MIN	MAX
1	1.9	4.7	0.0	25.0
2	1.8	4.5	0.0	26.6
3	1.3	2.6	0.0	15.6
4	0.9	2.2	0.0	9.4
5	1.2	3.7	0.0	12.5
6	2.2	2.7	0.0	12.5
7	0.4	1.3	0.0	6.3
8	1.4	1.9	0.0	12.5
9	1.4	2.0	0.0	7.8
10	2.3	0.9	0.6	5.1
11	3.2	2.5	0.0	14.1
12	4.1	1.9	1.6	9.4
13	3.7	1.4	1.0	7.1
14	4.9	2.0	0.7	9.5
15	4.4	1.6	0.6	7.8
16	5.3	1.4	2.6	7.8
17	8.6	5.8	3.4	29.7
18	5.1	4.4	0.0	27.9
19	5.2	2.8	0.0	11.1
20	4.5	2.4	0.0	12.0
21	4.3	2.8	0.0	8.9
22	3.9	2.5	0.0	9.1
23	4.8	1.2	1.8	9.4
24	4.6	1.2	2.4	6.4
25	5.2	3.2	0.0	26.2
26	5.0	2.4	0.0	17.6
27	5.4	1.7	2.5	15.1
28	3.7	2.6	0.0	7.3
29	5.8	1.6	0.0	11.6
30	5.7	3.1	0.0	16.6
31	4.4	2.5	0.0	7.9
32	6.5	2.2	4.1	20.0

세대가 지남에 따라 번식형질의 변화를 나타낸 Table 3에 나타내었으며 조사형질은 총산자수, 사고율, 생존산자수, 복당생시체중, 21일 생존두수 및 21일 체중이다. 총산자수는 1세대에 8.65두에서 30세대에 9.64두로 나타났고, 사고율은 0.17%에서 0.27%로 나타났으며, 생존산자수는 7.35두에서 7.00두, 복당생시체중은 11.93 kg에서 15.07 kg, 21일령 생존산자수는 5.75두에서 5.52두, 21일령 체중에서는 28.29 kg에서 31.86 kg로 나타났다. 본 집단은 번식형질에 대한 선발을 하지 않았기 때문에 각각의 표현형

에서 큰 차이를 보이지 않았다.

개체의 번식형질의 유전분석을 위한 최적 통계분석모형 설정을 위하여 조사된 번식형질에 영향을 환경요인들에 대한 분산분석을 실시하였다. 근교계수가 0인 것을 제외한 12,033두를 분석하였고, 여기서 얻은 유의성 검정 결과를 Table 4에 제시하였다. 번식형질(총산자수, 사고율, 생존산자수, 복당생시체중, 21일 생존두수, 21일 체중)은 세대 및 산차 효과에 유의적인 영향을 받았다($P < 0.01$).

Table 4의 결과에 따라 세대와 산차 효과를 배제한 후

Table 3. Basic statistics of reproductive traits according to generation.

Generation	N	TNB	PA	NBA	BW	N21	BW21
1	69	8.65	0.17	7.35	11.93	5.75	28.29
2	42	8.36	0.17	6.90	12.21	5.12	26.50
3	7	7.86	0.39	5.14	10.13	3.86	16.33
4	11	9.45	0.31	6.36	10.84	5.18	24.34
5	27	7.07	0.22	5.33	10.06	4.44	22.84
6	15	8.27	0.19	6.80	11.56	3.73	20.25
7	202	9.15	0.15	7.74	13.84	7.22	40.64
9	103	9.20	0.11	8.14	13.10	7.83	45.04
10	30	9.53	0.12	8.20	13.74	7.77	44.01
11	209	9.40	0.15	7.91	14.20	7.27	40.82
12	117	8.46	0.18	6.79	12.16	5.97	31.44
13	14	9.21	0.18	7.43	12.91	6.00	34.19
14	60	9.12	0.15	7.75	13.36	6.30	32.60
15	41	10.15	0.12	9.00	15.05	8.56	42.15
16	81	9.16	0.09	8.22	13.31	7.33	36.47
17	51	9.08	0.10	8.10	13.39	7.53	35.34
18	50	9.76	0.14	8.36	13.46	8.12	43.24
19	32	9.53	0.18	7.97	12.09	7.50	38.53
20	36	8.78	0.13	7.67	12.05	7.47	34.03
21	69	9.29	0.16	7.77	14.13	7.32	42.57
22	41	9.68	0.14	8.41	14.70	7.98	47.45
23	63	10.17	0.15	8.60	15.14	8.29	45.77
24	91	9.14	0.14	7.79	14.09	7.22	39.19
25	60	8.45	0.12	7.37	13.31	7.03	40.65
26	36	10.03	0.15	8.42	15.11	8.14	39.15
27	93	8.56	0.13	7.27	12.95	7.11	38.71
28	16	9.38	0.13	8.25	15.32	7.81	49.36
29	37	9.46	0.24	7.16	13.54	6.59	32.61
30	25	9.64	0.27	7.00	15.07	5.52	31.86

TNB; total no. of pigs born per litter, NBA; no. of pigs born alive per litter, BW; birth weight per litter, N21; no. of pigs born alive per litter to 21days, PA; Percentage of abnormal pigs per litter, BW21; body weight per litter to 21days

근교계수가 번식형질에 미치는 영향을 조사하였다(Table 5). Table 5에서 근교계수의 경우 총산자수, 생존산자수, 복당생시체중에서 유의적인 차이를 나타내었다($P < 0.01$). 총산자수와 생존산자수, 복당생시체중이 근교계수와 유의적으로 부의 상관관계를 나타내었지만, 상관수준은 낮게 관찰되었다. Bereskin와 Frobish(1981)의 연구결과 근교계수가 10%일 때 총산자수는 0.3두, 생시체중은 0.07 lb, 이유두수는 0.5두 및 이유시체중은 0.97 lb 감소한다고 보고하였다. 또한 근친수준이 높은 수태지는 성욕 저하, 성성숙을 지연 문제를 야기한다고 보고하였다(Hauser et al., 1952).

Culbertson 등(1997)는 근교수준이 10% 증가함에 따라 총산자수 저하 문제가 발생하며, 근친퇴화 역시 다른 경제형질과 마찬가지로 경제적 비용 의미를 담고 있다고 보고하였다.

Table 6에서 세대가 지남에 따라 생산형질의 변화를 나타내었다. 일당증체량의 경우 816.50 g에서 979.36 g으로 증가하였고 등지방두께는 13.00 mm에서 12.18 mm로 감소하였으며, 90 kg도달일령은 146.37일에서 139.27일로 감소하였다. 마지막 세대의 90 kg 도달일령, 일당증체량, 등지방두께의 평균은 각각 979 g/d, 12 mm, 139일로 관찰

Table 4. Source of variation, mean squares and test of significance of reproductive traits.

	DF	TNB	PA	NBA	BW	N21	BW21
Generations	28	19.99**	0.07**	17.20**	39.06**	43.89**	1532.04**
Parity	4	16.80*	0.06*	24.17**	91.69**	21.52*	942.52**
ICP	1	45.28**	0.01	41.96**	64.08*	21.86	418.6

*significance : p<0.01 = ** ; p<0.05 = *

TNB; total no. of pigs born per litter, NBA; no. of pigs born alive per litter, BW; birth weight per litter, N21; no. of pigs born alive per litter to 21days, PA; Percentage of abnormal pigs per litter, BW21; body weight per litter to 21days, icp; inbreeding coefficient

Table 5. Pearson partial correlations coefficients and p-value of inbreeding coefficient.

	TNB	PA	NBA	BW	N21	BW21
ICP	-0.07076	0.04861	-0.08419	-0.10071	-0.05802	-0.08506
	0.0097	0.0758	0.0021	0.0002	0.034	0.0019
TNB		0.12341	0.81932	0.81813	0.60663	0.50523
		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
PA			-0.4345	-0.00803	-0.38671	-0.37503
			<.0001	0.7693	<.0001	<.0001
NBA				0.73697	0.77858	0.67826
				<.0001	<.0001	<.0001
BW					0.6309	0.59407
					<.0001	<.0001
N21						0.90926
						<.0001
BW21						

TNB; total no. of pigs born per litter, NBA; no. of pigs born alive per litter, BW; birth weight per litter, N21; no. of pigs born alive per litter to 21days, PA; Percentage of abnormal pigs per litter, BW21; body weight per litter to 21days, icp; inbreeding coefficient

되었다. Saintilan 등(2013)은 Landrace, Lage White, Pietrain종의 분석한 결과 일당중체량의 평균은 928 g/d, 978 g/d, 839 g/d로 보고하였고 등지방두께의 경우 24.1 mm, 23.8 mm, 18.1 mm로 보고하였다. Cai 등(2007)은 평균과 표준편차가 일당중체량의 경우 768±91, 등지방두께는 15.88 mm±3.48로 보고되었다. 국내연구를 살펴보면, Kim 등(2004)에서 Duroc, Landrace, Large White의 등지방두께는 각각 14.72 mm, 14.11 mm, 13.89 mm로 보고하였고, 90 kg도달일령은 각각 153.3 day, 155.4 day, 156.7 day로 보고하였다.

Table 7에서 세대와 근교계수에 대한 생산형질에 대해 분산분석을 실시하였다. 세대의 경우 모두 유의성을 나타내었고, 근교계수는 등지방두께에 대해 유의적인 차이(P<0.01)를 보였다.

Table 7의 결과에 따라 세대에 대한 효과를 제외하고 근교계수에 대한 상관관계를 보기 위해 편상관 분석을 Table 8 제시하였다. 상관분석 결과 근교계수는 일당중체량과 유의적인 상관을 나타내었지만 상관계수는 0.047로 낮은 수준으로 관찰되었다(P<0.01). 타 형질의 경우 근교계수와 유의적인 상관이 관찰되지 않았다. Culbertson 등(1997)는 근교수준이 12.5%(반형매)의 경우 104.5 kg 도달일령이 3.1일까지 지연된다고 보고한 바 있다. Silio 등(2013)은 근친퇴화에 의해 90일 체중, 일당중체량이 감소할 수 있으며, 혈통자료의 오류로 인한 근친문제를 SNPs 활용을 통해 극복할 수 있다고 보고한 바 있다. 본 실험의 결과에서 일당중체량이 선행연구와 달리 양의 상관으로 관찰되었다. 국내의 경우 일당중체량은 검정개시체중, 종료체중에 의한 보정이 되지 않은 수치이기 때문에 검정종료체중에 의해 보

Table 6. Basic statistics of production traits according to generation.

Generations	N	ADG	BF	D90 kg
1	279	816.50	13.00	146.37
2	276	898.74	12.44	145.99
3	217	790.62	12.72	155.29
4	111	962.72	12.39	135.95
5	257	863.43	11.84	153.50
6	176	860.92	11.76	150.09
7	480	874.64	12.03	141.78
8	124	839.08	12.55	147.66
9	469	963.77	11.57	139.30
10	161	989.11	12.31	137.54
11	823	928.13	13.13	138.04
12	744	961.05	14.37	135.25
13	131	968.58	13.12	134.53
14	397	953.12	12.69	140.73
15	173	1039.23	12.16	129.49
16	424	1004.72	12.25	132.84
17	243	988.47	11.49	137.52
18	144	1044.47	11.47	135.51
19	290	1049.57	12.50	137.22
20	286	985.74	12.40	139.33
21	210	952.97	12.21	137.46
22	148	853.21	9.56	147.61
23	291	880.75	11.87	150.07
24	343	909.52	12.17	142.36
25	319	975.87	11.87	133.24
26	513	921.99	11.66	141.55
27	477	1011.62	11.95	132.11
28	191	1008.54	11.90	131.46
29	361	892.07	12.46	138.88
30	260	962.97	11.65	133.36
31	213	989.48	12.00	133.57
32	225	979.36	12.18	139.27

ADG; Average Daily Gain, BF; Back Fat, D90 kg; Days of 90 kg

Table 7. Source of variation, mean squares and test of significance of production traits.

	ADG	BF	D90 kg
Generations	692751.26**	161.68**	6796.16**
ICP	41766.42	33.94**	44.20

ADG; Average Daily Gain, BF; Back Fat, D90 kg; Days of 90 kg

정된 90 kg도달일령을 주로 활용한다. 비록 일당증체량은 근교계수와 유의적인 양의 상관성이 나왔지만, 보다 정확한 90 kg도달일령에서 유의적인 상관성이 없었기 때문에 이 집단의 경우 성장능력에 대한 근친퇴화 효과는 관찰되지 않

은 것으로 판단할 수 있다. 그 이유는 번식형질과 마찬가지로 전 세대에 걸쳐 근교계수 평균이 NSIF(1987)에서 권장한 10% 이하로 조사되었기 때문에 근친퇴화 효과가 명확하게 관찰되지 않은 것으로 사료된다.

Table 8. Pearson partial correlations coefficients and p-value of inbreeding coefficient.

	ADG	BF	D90 kg
ICP	0.047	0.004	0.007
	<.0001	0.7532	0.5331
ADG		-0.106	-0.801
		<.0001	<.0001
BF			0.091
			<.0001
D90kg			

ADG; Average Daily Gain, BF; Back Fat, D90 kg; Days of 90 kg

IV. 요약

1. 근교계수와 번식형질

본 연구의 집단은 전 세대에 걸쳐 약 3.5%의 평균 근교계수를 나타내고 있으며 총산자수는 9.6두, 생존산자수는 7두로 조사되었다. 선행연구에서 총산자수 9~10두, 생존산자수 7~9두로 보고한 바 있어(Jung et al., 1998; Lee, 2002; Jo, 1996), 본 실험의 결과와 유사하였다.

번식형질에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위해 분산분석을 실시하였으며 제시된 번식형질(총산자수, 사고율, 생존산자수, 복당생시체중, 21일 생존두수, 21일 체중)은 세대 및 산차 효과에 유의적인 영향을 받았다($P < 0.01$). 따라서 세대와 산차 효과를 배제한 후 근교계수가 번식형질에 미치는 영향을 조사하였다. 총산자수와 생존산자수, 복당생시체중이 근교계수와 유의적으로 부의 상관관계를 나타내었지만, 상관수준은 낮게 관찰되었다. 또한 근친수준이 높은 수태지는 성욕 저하, 성성숙을 지연 문제를 야기한다고 보고하였다(Hausser et al., 1952).

본 실험의 집단은 폐쇄집단 유지를 위한 계획적 교배로 근교계수가 높은 개체의 비율이 낮아 선행연구 같이 근친수준에 따른 비교는 어려웠지만 근친수준과 번식형질간의 상관관계는 확인할 수 있었다. 근친수준이 번식형질과 부의 상관을 나타낸다는 것은 선행연구와 유사하였지만, 상관계수는 0.09이하로 매우 낮은 상관으로 조사되었다. 1세대 근교계수 평균은 1.9%, 마지막 세대는 6.5%로 모든 세대의 근교계수 평균은 10%를 넘지 않았기 때문에 상대적으로 근친수준에 대한 상관효과는 낮게 관찰된 것으로 사료된다.

2. 근교계수와 산육형질

마지막 세대의 90 kg 도달일령, 일당증체량, 등지방두께의 평균은 각각 979 g/d, 12 mm, 139일로 관찰되었다.

산육형질에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위해 분산분석을 실시하였으며 제시된 산육형질(90 kg도달일령, 일당증체량, 등지방두께)은 세대 효과에 유의적인 영향을 받았다($P < 0.01$). 따라서 세대 효과를 배제한 후 근교계수가 산육형질에 미치는 영향을 조사하였다. 90 kg도달일령 및 등지방두께는 근교계수와 유의적인 상관이 관찰되지 않았지만, 일당증체량은 양의 상관으로 관찰되었다($P < 0.01$).

본 실험의 결과에서 일당증체량이 선행연구와 달리 양의 상관으로 관찰되었다. 국내의 경우 일당증체량은 검정개시체중, 종료체중에 의한 보정이 되지 않은 수치이기 때문에 검정종료체중에 의해 보정된 90 kg도달일령을 주로 활용한다. 비록 일당증체량은 근교계수와 유의적인 양의 상관이 나왔지만, 보다 정확한 90 kg도달일령에서 유의적인 상관이 없었기 때문에 이 집단의 경우 성장능력에 대한 근친회화 효과는 관찰되지 않은 것으로 판단할 수 있다. 그 이유는 번식형질과 마찬가지로 전 세대에 걸쳐 근교계수 평균이 NSIF(1987)에서 권장한 10% 이하로 조사되었기 때문에 근친회화 효과가 명확하게 관찰되지 않은 것으로 사료된다.

위의 결과를 종합해보면, 근친수준이 번식형질 개선에 부정적인 효과를 주었지만, 그 수준으로 매우 미비한 것으로 관찰되었다. 이는 집단의 세대별 근교계수 평균이 모두 10% 이내로 유지되었기 때문에 근친회화 효과가 명확하게 관찰되지 않았다. 본 실험 집단의 모든 규모는 약 150두 정도로 선진 종돈국가에 비해 매우 작다. 하지만 육종 집단의 존속차원에서 적절한 교배조합으로 집단의 근친수준은

로 10% 이하로 유지하면 집단은 작지만 근친 퇴화의 영향을 최소화시킬 수 있을 것으로 사료된다. 향후 이를 활용한 선발 시험이 지속적으로 필요할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- Bereskin B, Frobish LT. 1981. Some genetic and environmental effects on sow productivity. *Journal of Animal Science*. 53:601-610.
- Cai W, Casey DS, Dekkers JCM. 2007. Selection response and genetic parameters for residual feed intake in Yorkshire swine. *J. Anim. Sci.* 86:287-298
- Culbertson MS, Mabry JW, Bertrand JK, Nelson AH. 1997. Breed-specific adjustment factors for reproductive traits in Duroc, Hampshire, Landrace, and Yorkshire Swine. *J. Anim. Sci.* 75:2362-2367.
- Falconer DS, Trudy, Mackay FC. 1996. Introduction to quantitative genetics, 4th edition. Prentice Hall. London.
- Harvey WR. 1979. Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. *USDA. ARS* 20:8.
- Hauser ER, Dickerson GE, Mayer DT. 1952. Reproductive development of crossbred and inbred boars. *Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 503.
- Hong JK, Song NR, Kim DW, Kim SD, Kim YH, Choi JG, Mun HS, Cho KH. 2014. Inbreeding levels and effective population size of duroc populations of major swine breeding farms in Korea. *CNU Journal of Agricultural Science*. 41(1):41-46
- Jo YM. 1996. Study on estimation of genetic parameters of litter size and litter weight in swine using multiple traits animal model. M.S. dissertation, Seoul National Univ., Seoul, Korea [in Korean]
- Jung HW, Wang L, Rothschild MF. 1998. Analysis of factors affecting sow productivity traits in Korea. *J A ST*. 40(1):1-8 [in Korean]
- Kim JI, Sohn YG, Jung JH, Park YI. 2004. Genetic parameter estimates for vackfat thickness at tree different sites and growth rate in swine. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol 17, No. 3:305-308.
- Lee DH. 2002. Estimation of Mating type and breed on reproductive performance records in swine. M.S. dissertation, Gyeongsang National Univ. Jinju. Korea. [in Korean]
- Lynch M, Walsh B. 1998. Genetics and Analysis of Quantitative Traits. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA.
- Mandal Ajoy., K. P. Pant., P. K. Rout., R. Roy. 2004. Effects of inbreeding on lamb survival in a flock of Muzaffamagari sheep. *Asian-Aust. Journal Of Animal Science*. 17(5): 594-597.
- Meuwissen T, Luo Z. 1992. Computing inbreeding coefficients in large populations. *Genetics Selection Evolution Journal*. 24(4):305-313.
- Misztal I. 2001. BLUPF90 family of programs. <http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/newprograms.html>
- Misztal I. 2002. BLUPF90 family package. <http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/numpub/blupf90/docs/remlf90.pdf>
- NSIF. 1987. Guidelines for Uniform Swine Improvement Programs. (Ed. C. J. Christians) National Swine Improvement Federation/Sci. Education Admin. /USDA/ National Pork Producers Council, Des Moines, IA.
- Saintilan R, Merour I, Brossard L, Tribout T, Donrnat JY, Sellier P, Bidanel J, Milgen J, Gilbert H. 2013. Genetics of residual feed intake in growing pigs: Relationships with production traits, and nitrogen and phosphorus excretion traits. *J. Anim. Sci.* 91(6):2542-54.
- Silio L, Rodriguez MC, Fernandez A, Barragan C, Benitez R, Ovilo C, Fernandez AI. 2013. Measuring inbreeding and inbreeding depression on pig growth from pedigree of SNP-derived metrics. *J. Anim. Breed. Genet.* 130:349-360.
- Templeton AR, Read B. 1983. The elimination of inbreeding depression in a captive herd of Speke's gazelle. In: C. M. Schoenewald-Cox, S. M. Chambers, B. MacBryde, and L. Thomas (ed.) *Genetics and conservation: a reference for managing wild animals and plant populations*. p 241. Benjamin/Cummings, Menlo Park, CA.