

한우 어미 소의 일일 산유량과 송아지의 생시체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량에 관한 상관 분석

황정미* · 김시동* · 최재관* · 이채영** · 김병완*** · 김종복***

농촌진흥청 축산과학원 축산자원개발부*, 한림대학교 일송생명과학연구소**, 강원대학교 동물생명과학대학 동물자원과학 전공***

Relationships Among Cow Daily Milk Yield, Calf Body Weight at Birth and 3 Month of Age and Prewearing Daily Gain in Hanwoo

Jeong-mi Hwang*, Si-dong Kim*, Jae-gwan Choi*, Chae-young Lee**, Byung-wan Kim*** and Jong-bok Kim***

Animal Genetic Improvement Division, National Institute of Animal Science*,
Ilsong Institute of Life Science, Hallym University**,

Division of Animal Resource Science, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University***

ABSTRACT

This study was conducted to investigate relationships among cow daily milk yield, calf body weight at birth and 3 month of age and calf preweaning daily gain. Cow daily milk yield (DMILK) of 90 days after postpartum measured by weigh-suckle-weight method, calf birth weight (BW), calf body weight at 3 month of age (WT3), and calf preweaning daily gain from birth to 3 month of age (PDG) were collected from June to November on 2002 and April to November on 2003. All traits studied were considered as cow traits and analysed by WOMBAT packages to obtain A-I REML (average information restricted maximum likelihood) estimates. Heritability estimate of daily milk yield uncorrected for cow-calf separation time (DMILK) was 0.39, which was not differ from 0.36 of heritability estimate corrected on the basis of 24 hour cow-calf separation time (CMILK). Heritability estimates for maternal genetic effects of BW, WT3 and PDG were respectively 0.28, 0.17 and 0.18. Genetic correlations between DMILK and maternal effect of BW, WT3 and PDG were respectively 0.59, 0.79 and 0.68. High genetic correlation coefficients of DMILK with WT3 and PDG indicate that selections for maternal breeding value for WT3 or PDG may be effective to enhance the cow's milk production ability in Hanwoo.

(Key words : Heritability, Milk yield, Body weight, Hanwoo, Genetic correlation)

I. 서 론

육우에서 어미소의 산유능력은 송아지의 이유시 체중을 결정하는데 있어서 매우 중요한 인자이다. 특히 한우는 어미소의 산유량이 매

우 적은 편에 속하기 때문에 암소의 산유능력을 개량하는 것에 대해서는 꾸준히 관심을 기울여야 할 필요가 있다. 어미소의 산유능력은 송아지 이유시 체중에 대한 어미소의 유전적 영향력(모체유전효과)을 평가하여 판단할 수

Corresponding author : J. B. Kim, Division of Animal Resource Science, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea
Tel : +82-33-250-8624, Fax : +82-33-244-2532, E-mail : jbkim@kangwon.ac.kr

있는데 (Miller와 Wilton, 1999), 이를 위해서는 사전에 암소로부터 산유량을 직접 조사한 후 어미소의 산유량과 송아지의 포유기 성장 형질들 사이의 상관관계를 파악하는 일이 필요하다.

외국의 육우를 대상으로 한 연구에서 Minick 등 (2001)과 Mallinckrodt 등 (1993)은 어미소의 산유량과 송아지 이유시 체중간의 상관계수가 중 정도의 크기였음을 보고한 바 있으며, Macneil과 Mott (2006)는 산유량과 포유기 증체량의 모체 유전효과 간 유전상관 계수가 매우 높으므로 포유기 일당증체량의 모체 유전효과는 어미소의 산유량을 판단하는 지표로 활용성이 높다고 보고한 바 있다. 한편 우리 한우에 대해서도 Choi 등 (2003)과 Lee와 Pollak (2002)에 의해 어미의 산유량과 송아지의 포유기 형질간의 상관 관계가 보고된 바 있으나 한우의 산유량 증진을 통한 이유시 체중의 개량을 위해서는 이에 대한 정보가 더 필요하다. 본 연구는 포유 전후 체중 차로 조사한 한우 암소의 산유량, 송아지의 생시 및 3개월령 체중과 포유기 일당증체량을 어미소 형질로 간주하여 유전모수를 추정하고 이들 형질들 간에 어떠한

상관관계가 있는지를 파악하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 성적 조사

본 연구에 이용된 자료는 축산기술연구소 대관령지소(현 축산과학원 한우시험장)에서 2002년 6월부터 11월 사이에 128두 그리고 2003년 4월부터 11월 사이에 94두 등 총 222두의 암소와 그 암소들이 포육시키고 있는 송아지로부터 조사하였는데, 어미소는 동절기(10월-익년도 4월)에는 우사에 수용하여 옥수수 사일리지 및 시판중인 배합사료를 보충 급여하였으며 송아지는 어미소와 함께 사육하면서 생후 15일령부터 건초와 보조사료인 인공유를 자유채식시키면서 4개월령을 전후로 이유를 실시하고 있다. 산유량 조사 년-월 및 송아지 성별 자료의 분포는 Table 1과 같았는데, 전체 암소 222 두 중에서 2년 연속 포유량 조사가 이루어진 어미는 23두 였다

육우에서 어미소의 산유량을 측정하는 일반

Table 1. Number of records by measurement year-month and sex of calf

Year-Month	Sex of calf		Sum
	Female	Male	
2002 JUN.	13	16	29
JUL.	11	12	23
AUG.	3	6	9
OCT.	3	2	5
NOV.	30	32	62
2003 APR.	5	2	7
MAR.	3	3	6
JUN.	6	5	11
JUL.	9	11	20
AUG.	3	2	5
SEP.	3	0	3
OCT.	17	14	31
NOV.	4	7	11
Total	110	112	222

적인 방법으로는 착유기를 이용하거나(기계착유방법, machine milking method) 포유 전 송아지의 체중과 포유 후 송아지의 체중을 측정하고 그 차이를 이용하여 추정하는 방법(포유 전후 체중 차 방법, weigh suckle weigh method)이 있다. 착유기를 이용하여 착유를 할 경우에는 어미 소가 착유에 익숙하지 않아 불완전한 착유가 되는 경우가 많이 발생하며 완전 착유를 유도하기 위해서는 옥시토신을 투여하게 되는데 이럴 경우 비용이 추가로 발생하는 것뿐 아니라 반복적으로 옥시토신을 투여하는 것은 가축의 건강에도 좋지 않은 영향을 미치게 된다. 또한 착유기를 이용할 경우에는 제한된 시간 내에 많은 두수를 조사하기가 어려운 것도 이 방법의 문제다. 반면에 포유 전과 포유 후의 송아지 체중 차이를 이용하여 간접적으로 어미의 산유량을 추정하는 방법은 실시하기가 용이하므로 제한된 시간 내에 많은 두수를 조사하는 것이 가능하며 비용이 많이 들지 않는 장점이 있는 반면 포유 전 체중을 측정한 후부터 포유 후 체중을 측정할 때 까지 송아지의 배분과 배뇨를 조사하지 못할 경우 산유량 측정치는 실제 산유량을 과소 추정할 염려가 있다. 그렇더라도 다량의 자료를 얻어야 할 필요가 있는 경우에는 포유 전후 체중 차를 이용한 방법이 좀 더 실용적이라고 판단된다.

본 연구에서 암소의 산유량은 분만 후 약 3개월 경과한 시점에서 송아지 포유 전후 체중 차를 이용하여 조사하였고, 포유중인 송아지들의 체중은 생시(생시체중)와 산유량 측정시(3개월령 체중)에 칭량한 후 칭량된 생시체중과 3개월령 체중을 이용하여 생시부터 산유량 조사 시점까지의 송아지 일당증체량(포유기 일당증체량)을 조사하였는데, 산유량 조사의 구체적인 방법은 다음과 같았다.

산유량 조사전일 오후 3시경 일차로 송아지와 어미 소를 격리시켰다가 같은 날 저녁 20시경에 송아지를 어미 소에게 합사시켜 어미 소의 젖을 포유토록 한 후 다시 격리시켰으며, 조사 당일에는 오전 9시경에 송아지의 체중을 측정하고(오전 포유 전 체중) 어미 소의 젖을 포유토록 한 후 다시 송아지 체중을 측정하였

고(오전 포유 후 체중), 오전 포유 후 송아지 체중을 측정하고(오전 산유량)와 오후 포유 후 체중과 포유 전 체중간의 차이(오후 산유량)를 합하여 구하였으며 24시간 보정 유량(보정 산유량)은 일일 격리시간을 1440분 기준으로 하여 다음과 같이 보정하였다.

24시간 보정 산유량 (보정 산유량) = 일일 산유량 × {1440분 / (오전 포유 전 격리시간(분) + 오후 포유 전 격리시간(분))}

2. 통계분석

조사된 어미 소의 일일 산유량, 보정 산유량, 송아지 생시체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량은 모두 어미 소 형질로 간주하여 분석하였다.

유전모수 추정을 위한 통계모형에 포함시킬 고정효과를 결정하기 위하여 산유량 조사 년-월(13수준), 송아지의 성(2수준), 송아지 일령의 1차식 및 2차식 효과, 어미 소 연령의 1차식 및 2차식 효과 등을 포함하는 선형모형을 적용하여 SAS package (Version 9.1)의 PROC GLM절차에 따른 분산분석을 실시한 후 그 결과에 근거하여 생시체중에 대한 유전모수 추정 시에는 조사 년-월, 송아지의 성, 어미 소 연령의 1차식 효과와 2차식 효과를 고정효과로 선정하였고, 3개월령 체중과 포유기 일당증체량에 대한 유전 모수추정에는 산유량 조사 년-월, 송아지의 성, 및 어미 소 연령의 1차식 효과를 고정효과로 포함시켰다. 그리고 일일 산유량과 보정 산유량에 대한 유전모수 추정시에는 산유량 조사 년-월 만 고정 효과로 포함시켰다.

혈통 파일에 포함되는 총 개체의 수는 624두였으며 이중 66두가 sire 그리고 336두가 dam

이었으며 기초축 (base animal)의 수는 209두였다. 송아지를 기준으로 하였을 때 송아지의 부모는 각각 15두와 199두, 송아지의 모계 조부모는 각각 54두와 171두였으며 모계 증조부모는 각각 22두와 32두였다.

유전모수의 A-I REML (average information restricted maximum likelihood) 추정치는 Meyer (2006)가 개발하여 제공하고 있는 WOMBAT package를 이용하여 구하였는데, 형질별 유전력 추정을 위해서는 단형질 분석을 실시하였고, 형질들 간의 상관계수를 추정하기 위해서는 다형질 분석을 실시하였다.

단형질 분석에 이용된 통계분석 모형을 행렬식으로 표기하면 다음과 같으며,

$$y = X\beta + Z_d u_d + e$$

여기서,

y : 관측치의 벡터

X : 조사 년-월, 송아지의 성, 어미 소 연령의 1차식 효과 및 2차식 효과 등을 포함하는 고정효과 (β)와 관련된 계획 행렬

Z_d : 개체 유전효과 (u_d)와 관련된 계획 행렬

e : 임의 오차

임의 효과에 대한 분산-공분산 구조는 다음과 같다.

$$\text{Var} \begin{bmatrix} u_d \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_d^2 & 0 \\ 0 & I_e\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

여기서,

σ_d^2 : 상가적 개체 유전 분산

σ_e^2 : 임의 오차 분산

A : 혈연 계수 행렬

I_e : 대각 성분을 1로 하는 Identity 행렬

III. 결과 및 고찰

1. 단순 통계량

Table 2에는 분석 형질과 공변이 들의 단순 통계량이 표시되어 있다.

산유량 조사 시 송아지의 일령은 82일령에서 101일령 범위였고 어미 소 연령은 2세에서 14.7세의 범위였다. 본 연구에서 조사된 한우의 일일 산유량 평균치 3.03 kg은 비유 최성기가 지난 분만 후 3개월경에 조사한 것이기 때문에 다른 연구자들이 보고한 한우의 일일 평균 산유량 보다는 작은 것으로 판단되는데, 황 (2002)은 한우에서 기계착유방법으로 조사한 일일 산유량이 1개월령에 3.74 kg, 2개월령에 3.64 kg, 3개월령에 3.26 kg 4개월령에 2.99 kg 그리고 4개월간의 일일 평균 산유량은 3.52 kg 이었음을 보고한 바 있다.

그 외 한우의 산유량에 대한 연구보고를 살펴보면 일일 산유량은 분만 후 1개월령에서 제일 많고 이후 분만 후 월령이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보이고 있는데 (최, 2001; 황, 2002), 한우의 비유곡선을 추정한 황 (2002)의

Table 2. Simple statistics

Item	N	Mean	SD	CV	Min	Max
Cow age (years)	222	5.33	2.80	52.46	2	14.7
Calf age (days)	222	91.57	2.89	3.15	82	101
BW (kg)	222	23.72	3.44	14.50	15	33
WT3 (kg)	187	75.78	14.55	19.20	42.36	115.84
PDG (kg)	187	0.57	0.15	26.30	0.16	0.94
DMILK (kg)	182	3.03	1.09	36.12	0.60	6.19
CMILK (kg)	182	4.11	1.46	35.58	0.83	7.99

BW: body weight at birth, WT3; body weight at 3 month of age, PDG: preweaning daily gain from birth to 3 month of age, DMILK: daily milk yield uncorrected for cow-calf separation time, CMILK: corrected daily milk yield on 24 hour cow-calf separation time basis

연구에 따르면 기계 착유 방법으로 조사한 비유곡선에서는 최고 추정 유량이 2.73 kg 그리고 최고 유량 도달시기가 37.1일이었으며 포유전 후 체중 차로 조사한 비유곡선에서는 최고 추정 유량이 3.77 kg 그리고 최고 유량도달시기는 8.67로 나타나서 기계착유방법은 포유 전후 체중 차 방법에 비해 최고 추정 유량이 작고 최고 유량 도달시기가 늦어지는 경향을 보이는 것으로 나타나고 있다.

외국의 육우에서 조사한 일일 산유량의 평균치를 살펴보면, Meyer 등 (1994)은 분만 후 4개월령이 경과한 암소에 대해 포유 전후 체중 차 방법을 이용하여 조사한 일일 평균 산유량은 헤어포드종이 3.611 kg 그리고 Woaklup종이 4.9 kg이었음을 보고하였고, Brown 등 (1996)은 버뮤다 그라스 초지에서 방목하는 암소들을 대상으로 분만 90일 경과 후 기계착유법으로 조사한 일일 평균 산유량은 앵거스종이 8.10 kg 그리고 브라만종이 6.04 kg이었음을 보고하였으며, Beal 등 (1990)은 앵거스 순종 암소와 앵거스×홀스타인 교잡종 암소에서 분만 후 50일부터 189일 사이에 조사한 일일 평균 산유량은 송아지 포유전후 체중차를 이용했을 때 5.1 kg, 옥시토신 투여 후 기계착유를 이용했을 때 5.2 kg이었다고 하였다.

Table 3에는 유전 모수추정에 포함시킬 고정효과를 결정하기 위하여 실시했던 분산분석 결

과가 표시되어 있다. 이 분석 결과에 근거하여 유전력을 추정하는 최종모형에서 송아지 일령의 일차식 효과와 이차식효과는 제외시켰는데 조사된 형질들에 대한 송아지 일령의 효과가 크지 않았던 이유는 송아지 일령의 범위가 평균 91일을 기준으로 10일 이내로 좁았기 때문인 것으로 판단된다. Kress 등 (1996)은 평균일령 40일 (범위: 20~46일)과 120일령 (범위 87~155일)에 포유전후 체중차로 조사한 24시간 보정 산유량에서 송아지 일령의 일차식 효과는 유의성이 없었다고 보고한 바 있으며 Williams 등 (1979)은 비유 개시후 7~21 사이와 15~42일 사이에 측정된 산유량의 반복력 추정시에 송아지의 일령을 포함하지 않는 모형을 적용한 바 있다.

어미소의 산유량에 대한 송아지 성의 효과도 통계적 유의성이 인정되지 않았다. 이것은 어미소의 일일 산유량에 대한 송아지 성의 효과는 통계적 유의성이 있어서 수송아지를 포유시키는 어미의 산유량이 암송아지를 포유시키는 어미에 비해 산유량이 많다고 한 Daley 등 (1987)이나 Gregory 등 (1992)의 보고와는 차이가 나는 결과였다. 그러나 Kress 등 (1996)은 분만 후 평균 40일과 120일에 조사한 어미소의 산유량에 대한 송아지의 성의 효과는 통계적 유의성이 없었음을 보고한 바 있으며, Marston 등 (1992)도 앵거스종과 심멘탈종을 대상으로 한 연구에서 송아지의 성이 어미의 산유량에

Table 3. Results of significance testing for non genetic effects

Source of Variation	Trait				
	BW	WT3	PDG	MDILK	CMILK
SYM	NS	***	***	***	***
Sex of calf	***	**	**	NS	NS
Age of calf(L)	NS	NS	NS	NS	NS
Age of calf(Q)	NS	NS	NS	NS	NS
Age of cow(L)	**	*	NS	NS	NS
Age of cow(Q)	NS	NS	NS	NS	NS
R-SQUARE	0.157344	0.256149	0.264524	0.168775	0.104428

SYM: Year-month of measurements, BW: Body weight at birth, WT3: Body weight at 3 month of age, PDG: preweaning daily gain from birth to 3 month of age, DMILK: daily milk yield uncorrected for cow-calf separation time, CMILK: corrected daily milk yield on 24 hour cow-calf separation time basis

L, Q: linear and quadratic effect, respectively

NS = not significant, *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001.

미치는 영향은 크지 않았다고 하였다.

한편 Baker와 Boyd (2003)는 착유를 촉진하기 위하여 옥시토신을 투여한 후 기계착유방식으로 조사한 12시간 동안의 산유량을 분석한 결과, 어미소 연령이 2세, 3세 및 5세인 그룹에서 어미소의 산유량에 대한 포유 송아지의 성이 유의적인 영향을 미치지만 어미소의 연령이 4세이거나 6세인 그룹에서는 어미소 산유량에 대한 송아지의 성간 차이는 통계적 유의성이 없었다고 하였다. 이렇게 어미소의 산유량에 미치는 송아지 성의 효과에 대해 연구자들마다 그 결과가 달랐던 것은 송아지 성의 효과가 어미의 연령, 품종 또는 사양 환경 등에 따라 달라질 수 있음을 시사한다.

2. 유전력

Table 4에는 단형질 분석으로 추정한 유전력이 표시되어 있다.

일일 산유량과 24시간 보정 산유량의 유전력은 각각 0.39와 0.36으로 두 추정치 간에 차이가 없었다. 본 연구에서 조사된 유전력의 크기를 외국의 육우를 대상으로 하여 연구한 결과와 비교해보면 대체로 MacNeil과 Mott (2006), Miller와 Wilton 등 (1999) 그리고 Diaz 등 (1992)이 보고한 결과와 비슷한 크기였으나 Meyer 등 (1994)이 보고한 결과보다는 다소 큰 편이었는데, MacNeil과 Mott (2006)은 헤어포드종에서 포유 전후 체중차를 이용하여 조사한 산유량의 유전력이 0.25였음, Miller와 Wilton (1999)은 옥시토신 투여 후 기계착유 방법으로 조사한 200일간의 산유량에 대한 유전력이 0.35였음을 그

리고 Diaz 등 (1992)은 교잡종 암소에서 분만 후 77일 경에 옥시토신을 투여한 후 기계착유 방법으로 조사한 일일 산유량의 유전력이 0.28 이었음을 보고한 바 있으며, Meyer 등 (1994)은 분만 후 4개월이 경과한 시점에서 포유전후 체중 차 방법으로 조사한 일일산유량의 유전력은 헤어포드종에서 0.122 그리고 Wokalup으로 지칭되는 샤로레, 브라만, 프리지안, 앵거스 및 헤어포드 종을 이용한 합성종에서 0.08 이었음을 보고한 바 있다.

한우의 일일 산유량에 대해서 Choi 등 (2003)은 분만 후 1개월부터 4개월까지 포유 전후 체중 차 방법과 기계착유 방법을 병행하여 조사한 월별 일일 산유량의 유전력은 0.02부터 0.42까지의 범위로서 분만 후 월령이 경과할수록 유전력의 크기가 증가하는 결과를 보고하였고, Lee와 Pollack (2002)은 분만후 1개월부터 4개월 사이에 조사한 한우의 일일 산유량의 유전력은 0.17부터 0.26의 범위로 분만 후 월령에 따른 차이가 크지 않았던 결과를 보고한 바 있다.

본 연구에서 어미 소 형질로 간주하여 추정된 송아지의 생시체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량에 대한 유전력은 각각 0.28, 0.17 및 0.18로서 생시체중의 유전력은 3개월령 체중이나 포유기 일당증체량의 유전력에 비해 약간 큰 편이었으며 3개월령 체중과 포유기 일당증체량 간에는 유전력의 크기에서 차이가 없었다.

생시체중에 대한 모체 효과의 유전력 추정치에 대한 다른 연구자들의 보고를 살펴보면 Koots 등 (1994a)의 0.14, Kries 등 (1991)의 비프마스터종에서 0.55, 산타거트루디스종에서 0.26,

Table 4. Heritabilities from univariate analysis

Item	BW	WT3	PDG	DMILK	CMLK
σ_a^2	2.39	25.31	0.0027	0.3552	0.6060
σ_e^2	6.21	118.20	0.0123	0.5580	1.0960
σ_p^2	8.60	143.50	0.0150	0.9131	1.7020
h^2	0.28	0.17	0.18	0.39	0.36

BW: body weight at birth, WT3: body weight at 3 month of age, PDG: preweaning daily gain from birth to 3 month of age, DMILK: daily milk yield uncorrected for cow-calf separation time, CMLK: corrected daily milk yield on 24 hour cow-calf separation time basis

σ_a^2 : additive genetic variance, σ_e^2 : environmental variance, σ_p^2 : phenotypic variance, h^2 : heritability

브라만종에서 0.18 그리고 브랑거스종에서 0.12, Koch 등 (2004)의 0.11, Phocas와 Laloe (2004)의 0.08~0.11, Macneil (2005)의 샤로레 타랑테 및 레드 앵거스종을 기초로하여 작출된 합성종 집단에서 0.10, Ferreira 등 (1999)의 0.13~0.20, Aziz 등 (2005)의 일본 흑모화종에서 0.04 등이 있었는데, 본 연구에서 추정된 0.28은 Kries 등 (1991)이 산타 거트루 디스종에서 추정된 0.28과 비슷한 크기였으나 Koots 등 (1994a), Koch 등 (2004), Phocas와 Laloe (2004), Macneil (2005), Ferreira 등 (1999) 및 Aziz 등 (2005)이 보고한 추정치 보다는 약간 큰 편인 것으로 판단된다.

외국의 육우 사양체계에서는 통상 205일령을 기준으로 이유가 실시되고 있기 때문에 본 연구에서 3개월령에 조사된 체중과 포유기 일당증체량의 유전모수를 외국 소를 대상으로 하여 연구된 결과들과 비교하는 것에 대해서는 다소 주의가 필요하나 현실적으로 외국 소에서 생후 3개월령에 체중을 조사하고 일당증체량을 조사한 연구 보고가 부족한 관계로 그 대안으로서 이유시 체중을 선택하여 비교하게 되었는데, 이유시 체중과 포유기 일당증체량의 모체효과에 대한 유전력을 Koch 등(2004)은 0.18과 0.19를, 그리고 Meyer 등(1994)은 헤어포드 종에서 각각 0.24와 0.25 그리고 Wokalup종에서 각각 0.16과 0.15를 보고하여 본 연구에서와 같이 이유시 체중과 포유기 일당증체량의 유전력이 크기에서 큰 차이가 없는 결과를 밝힌 바 있다.

그 외 타 연구자에 의해 보고된 이유시 체중에 대한 모체효과와 유전력 추정치로서는 Kries

등 (1991)의 0.15~0.21, Phocas와 Laloe (2004)의 0.07~0.13, Splan 등 (2002)의 0.19, Macneil (2005)의 0.13 등이 있었으며 포유기 일당증체량에 대한 모체효과와 유전력 추정치로서는 Koots 등 (1994a)의 0.24와 Miller와 Wilton (1996)의 0.24가 있었다.

본 연구에서 고정효과로 산유량 조사년도-계절 대신에 산유량 조사년도-월을 선택한 것은 자료가 조사된 지역이 해발고도가 높아 다른 지역에 비해 겨울이 길고 여름이 짧아 10월부터 동절기 사양이 실시되는 지리적 특성 때문이었다. 그러나 조사년도-계절 대신에 조사년도-월을 선택하므로서 분류변수의 계급별 관측치가 작아지는 결과를 가져왔다. 그래서 조사년도-월 대신에 조사년도-계절을 고정효과로 선택한 후 동일한 모형을 적용하여 유전력을 추정하였는 바 생시체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량의 유전력은 각각 0.44, 0.33 및 0.35, 그리고 일일 산유량과 24시간 보정 산유량의 유전력은 각각 0.42와 0.43으로서 조사년도-월을 고정효과로 선택했을 때에 비해 차이가 있었으며 그 차이는 특히 송아지 생시체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량에서 더 크게 나타났다. 조사년도-월 대신에 조사년도-계절을 고정효과로 선택하므로서 유전력 추정치가 달라지는 것에 대해서는 좀 더 심층적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

3. 모체 유전 상관계수 및 환경 상관계수

Table 5에는 조사된 형질들 간의 유전 및 환

Table 5. Genetic and environmental correlation coefficients

	BW	WT3	PDG	DMILK	CMILK
BW		0.29±0.30	-0.03±0.31	0.59±0.32	0.58±0.32
WT3	0.37±0.09		0.93±0.05	0.79±0.23	0.73±0.22
PDG	0.14±0.10	0.97±0.01		0.68±0.21	0.61±0.22
DMILK	-0.13±0.11	0.50±0.08	0.57±0.08		1.00±0.03
CMILK	-0.09±0.11	0.52±0.09	0.59±0.08	0.98±0.04	

Above diagonal: genetic correlation coefficients

Below diagonal: residual correlation coefficients

BW: body weight at birth, WT3: body weight at 3 month of age, PDG: preweaning daily gain from birth to 3 month of age, DMILK: daily milk yield uncorrected for cow-calf separation time, CMILK: corrected daily milk yield on 24 hour cow-calf separation time basis

경 상관계수가 표시되어 있다.

생시체중과 포유기 일당증체량의 모체 유전 상관계수는 -0.03 으로 0에 가까웠던 반면 생시체중과 3개월령 체중 간의 모체 유전 상관계수는 0.29 로 중 정도였으며 포유기 일당증체량과 3개월령 체중 간의 모체 유전 상관계수와 환경 상관계수는 각각 0.93 과 0.97 로 매우 큰 편이었는데, 포유기 증체량과 이유시 체중과의 모체 유전 상관계수가 1에 가까운 큰 양수로 추정된 결과는 Koch 등 (2004)도 보고한 바 있다. 본 연구에서 포유기 일당증체량과 3개월령 체중사이의 모체 유전 상관계수와 환경 상관계수가 큰 양수로 추정된 결과는 포유기 일당증체량의 모체 효과에 영향을 미치는 유전자들이 이유시 체중의 모체효과에도 영향을 미치고 있으며 포유기 일당증체량의 모체 효과에 영향을 미쳤던 환경요인들은 이유시 체중의 모체 효과에도 같은 방향으로 영향을 미치고 있음을 시사한다.

본 연구의 생시체중과 3개월령 체중 간의 모체 유전 상관계수 0.29 는 대체로 Koots 등 (1994b)의 0.39 와 Aziz 등 (2005)의 0.33 그리고 Koch 등 (2004)의 0.23 과 같은 범위에 속하는 것으로 판단된다. 그러나 생시체중과 포유기 일당증체량 간의 모체 유전 상관계수 -0.03 은 Koch 등 (2004)이 보고한 생시체중과 포유기 증체량간의 모체 유전 상관 계수 0.30 보다는 작은 편이었다.

일일 산유량과 24시간 보정 산유량 간의 유전상관계수와 환경상관계수는 1.00 과 0.98 로 매우 컸다. 그리고 일일 산유량과 생시체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량 사이에서 추정된 모체 유전상관 계수들 (각각 0.59 , 0.79 및 0.68)의 크기는 24시간 보정 산유량과 동일 형질들 사이에서 추정된 계수들 (각각 0.58 , 0.73 및 0.61)의 크기와 큰 차이가 없었으며 일일 산유량의 환경 상관계수도 생시체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량과 각각 -0.13 , 0.50 및 0.57 로서 24시간 보정 산유량과 각각의 형질들 사이의 계수 -0.09 , 0.52 및 0.59 와 큰 차이가 없었다. 이러한 결과들 즉 일일 산유량과 24시간 보정 산유량 간의 유전 상관계수와 환경 상관계수가 1에 가까운 양수였고, 일일산유

량과 생시체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량 사이에서 추정된 모체 유전 상관계수나 환경상관 계수들의 크기가 24시간 보정 산유량과 동일 형질들 사이에서 추정된 그것들의 크기와 큰 차이가 없었다는 점 들, 그리고 표 3에 나타난 바와 같이 일일 산유량의 유전력과 24시간 보정 산유량의 유전력이 크기에서 큰 차이가 없었다는 점은 일일산유량과 24시간 보정 산유량을 동일 형질로 간주해도 될 수 있는 근거가 되는 것으로 판단된다.

일일 산유량과 생시체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량 사이의 모체 유전 상관 계수가 비교적 크게 추정된 결과에 근거할 때 송아지의 생시체중, 포유기 일당증체량 또는 3개월령 체중의 모체 유전 효과에 대한 선발이 암소집단의 산유량을 유전적으로 증가시키는데 효과가 있으며 그 효과는 생시체중보다는 3개월령 체중이나 포유기 일당증체에 대해 선발을 실시할 때 더 클 것으로 판단된다. 육우에서 산유량과 포유기 증체량간의 모체 유전 상관계수에 대한 외국의 연구결과를 보면 Macneil과 Mott (2006)는 포유 전후 체중 차 방법을 이용하여 조사한 산유량과 포유기 증체량의 모체 유전 효과간의 상관 계수가 0.80 이었음을 보고하였고, Miller와 Wilton (1999)은 앵거스종을 포함한 8개 품종을 기초로 하여 형성된 육우 집단에서 조사한 200일 동안의 산유량과 200일령 송아지 체중의 모체 유전 상관 계수는 0.76 이었음을 보고한 바 있다.

일일 산유량은 생시체중과의 환경상관 계수가 -0.13 으로 크기가 작은 음수였으나 3개월령 체중이나 포유기 일당 증체량과의 환경 상관 계수는 각각 0.50 과 0.57 로 큰 편이었다. 이것은 그동안 암소의 산유량을 늘리기 위해 제공되었던 환경조건이 송아지의 생시체중을 크게 하지는 않았으나 포유기 증체량이나 3개월령 체중을 증가시키는 원인이 되었음을 시사한다. 일일 산유량과 포유기 일당증체량의 환경상관 계수에 대한 타 연구자들의 결과를 보면 Meyer 등(1994)은 어미의 산유량과 포유기 일당증체량간의 환경 상관계수가 헤어포드종에서 0.202 그리고 Wokalup종에서 0.253 이었음을 보고하였

고, Beal 등 (1990)은 분만 후 4 회에 걸쳐 포유 전후 체중 차 방법을 이용하여 조사한 일일 산유량과 포유기 일당증체량 간의 환경 상관 계수는 0.24에서 0.44의 범위였음을 보고한 바 있는데 본 연구에서 추정된 일일 산유량과 포유기 일당증체량간의 환경 상관계수 0.57은 Meyer 등 (1994)이나 Beal 등 (1990)이 보고한 성적 보다는 큰 편이었다. 그러나 Macneil 과 Mott (2006)는 0.87의 비교적 큰 환경 상관 계수를 보고하였다. 또한 본 연구의 일일 산유량과 3개월령 체중 간의 환경 상관 계수 0.50은 Freking과 Marshall (1992)이 육우 초산우 집단에서 보고한 0.58이나 Lee와 Pollak (2002)이 한우에서 조사한 0.34~0.45와 큰 차이가 없었다.

IV. 요약

본 연구는 암소의 산유량, 송아지의 생시 체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량들 간의 상관관계를 규명하기 위하여 실시하였다.

분석에 이용된 자료는 축산기술연구소 대관령지소 (현 축산과학원 한우시험장)에서 2002년 6월부터 11월 사이에 128쌍 그리고 2003년 4월부터 11월 사이에 94쌍 등 총 222쌍의 암소와 포유중인 송아지로부터 조사하였는데 조사된 형질 중 암소의 산유량은 포유전후 체중차를 이용하여 추정하였다. 조사된 형질들은 모두 어미소 형질로 간주하여 분석을 하였는데 유전 모수 추정은 A-I REML (average information restricted maximum likelihood) 추정치를 제공하는 Meyer (2006)의 WOMBAT package를 이용하여 실시하였다.

일일 산유량과 24시간 보정 산유량의 유전력은 각각 0.39와 0.36으로 두 추정치 간에 차이가 없었다. 어미소 형질로 간주하여 추정된 송아지의 생시체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량에 대한 유전력은 각각 0.28, 0.17 및 0.18로서 생시체중의 유전력은 3개월령 체중이나 포유기 일당증체량의 유전력에 비해 약간 큰 편이었으며 3개월령 체중과 포유기 일당증체량 간에는 유전력의 크기에서 차이가 없었다.

일일 산유량은 생시체중, 3개월령 체중 및 포유기 일당증체량에 대한 모체 효과들과의

유전 상관계수가 각각 0.59, 0.79 및 0.68이었다. 일일산유량이 3개월령 체중이나 포유기 일당증체량의 모체효과 간에 높은 유전상관 관계가 있는 것으로 나타난 결과에 근거할 때 한우 집단에서 송아지의 포유기 일당증체량 또는 3개월령 체중의 모체 유전 효과에 대한 선발을 통해 암소들의 산유량에 대한 유전적 개량을 실현할 수 있을 것으로 판단된다.

V. 인용 문헌

1. Aziz, M. A., Nishida, S., Suzuki, K. and Nishida, A. 2005. Estimation of direct genetic and permanent environmental effects for weights from birth to days of age in a herd of Japanese Black cattle using random regression. *J. Anim. Sci.* 83:519-530.
2. Baker, J. F. and Boyd, M. E. 2003. Evaluation of age of dam effects on maternal performance of multilactation daughters from high- and low-milk EPD sires at three locations in the southern United States. *J. Anim. Sci.* 81:1693-1699.
3. Beal, W. E., Notter, D. R. and Akers, R. M. 1990. Techniques for estimation of milk yield in beef cows and relationships of milk yield to calf weight gain and postpartum reproductive. *J. Anim. Sci.* 68:937-943.
4. Choi, J. G., Jeon, K. J., Na, K. J., Lee, C. W., Kim, J. B. and Lee, C. 2003. Trends in heritability of daily milk yield by periods in Korean cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16:1239-1241.
5. Daley, D. R., McCuskey, A. and Bailey, C. M. 1987. Composition and yield of milk from beef-type *Bos Taurus* and *Bos indicus* x *Bos Taurus* dams. *J. Anim. Sci.* 64:373-384.
6. Diaz, C., Notter, D. R. and Beal, W. E. 1992. Relationship between milk expected progeny differences of Polled Hereford sires and actual milk production of their crossbred daughters. *J. Anim. Sci.* 70:396-402.
7. Ferreira, G. B., MacNeil, M. D. and Van Vleck, L. D. 1999. Variance components breeding values for growth traits from different statistical models. *J. Anim. Sci.* 77:2641-2650.
8. Freking, B. A. and Marshall, D. M. 1992.

- Interrelationships of heifer milk production and other biological traits with production efficiency to weaning. *J. Anim. Sci.* 70:646-655.
9. Gregory, K. E., Cundiff, L. V. and Koch, R. M. 1992. Effects of breed and retained heterosis on milk yield and 200-day weight in advanced generations of composite populations of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 70:2366-2372.
 10. Koots, K. R., Gibson, J. P., Smith, C. and Wilton, J. W. 1994a. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. *Anim. Breed. Abstr.* 62:309-338.
 11. Koots, K. R., Gibson, J. P., Smith, C. and Wilton, J. W. 1994b. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 2. Phenotypic and genetic correlations. *Anim. Breed. Abstr.* 62:825-853.
 12. Koch, R. M., Cundiff, L. V., Gregory, K. E. and Van Vleck, L. D. 2004. Genetic response to selection for weaning weight or yearling weight or yearling weight and muscle score in Hereford cattle: Efficiency of gain, growth, and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 82:668-682.
 13. Kress, D. D., Doornbos, D. E., Anderson, D. C. and Davis, K. C. 1996. Genetic components for milk production of Tarentaise, Hereford and Tarentaise × Hereford cows. *J. Anim. Sci.* 74: 2344-2348.
 14. Kriese, L. A., Bertrand, J. K. and Benyshek, L. L. 1991. Genetic and environmental growth trait parameter estimates for Brahman and Brahman-derivative cattle. *J. Anim. Sci.* 69:2362-2370.
 15. Lee, C. and Pollak, E. J. 2002. Genetic antagonism between body weight and milk production in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 80:316-321.
 16. Macneil, M. D. 2005. Genetic evaluation of the ratio of calf weaning weight to cow weight. *J. Anim. Sci.* 83:794-802.
 17. Macneil, M. D. and Mott, T. B. 2006. Genetic analysis of gain from birth to weaning, milk production, and udder conformation in Line 1 Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 84:1639-1645.
 18. Mallinckrodt, C. H., Bourdon, R. M., Golden, B. L., Schalles, R. R. and Odde, K. G. 1993. Relationship of maternal milk expected progeny differences to actual milk yield and calf weaning weight. *J. Anim. Sci.* 71:355-362.
 19. Marston, T. T., Simms, D. D., Schalles, R. R., Zoellner, K. O., Martin, L. C. and Fink, G. M. 1992. Relationship of milk production, milk expected progeny difference, and calf weaning weight in Angus and Simmental cow-calf pairs. *J. Anim. Sci.* 70:3304-3310.
 20. Meyer, K., Carrick, M. J. and Donnelly, B. J. P. 1994. Genetic parameters for milk production of Australian beef cows and weaning weight of their calves. *J. Anim. Sci.* 72:1155-1165.
 21. Meyer, K. 2006. WOMBAT A program for mixed model analyses by restricted maximum likelihood. User notes. Animal Genetics and Breeding Unit, Armidale, 58p
 22. Miller, S. P., Wilton, J. W. and Pfeiffer, W. C. 1999. Effects of milk yield on biological efficiency and profit of beef production from birth to slaughter. *J. Anim. Sci.* 77:344-352.
 23. Minick, J. A., Buchanan, D. S. and Rupert, S. D. 2001. Milk production of crossbred daughters of high- and low-milk EPD Angus and Hereford bulls. *J. Anim. Sci.* 79:1386-1393.
 24. Phocas, F. and Laloe, D. 2004. Genetic parameters for birth and weaning traits in specialized beef cattle breeds. *Livest. Prod. Sci.* 89:121-128.
 25. Splan, R. K., Cundiff, L. V., Dikeman, M. E. and Van Vleck, L. D. 2002. Estimates of parameters between direct and maternal genetic effects for weaning weight and direct genetic effects for carcass traits in crossbred cattle. *J. Anim. Sci.* 80:3107-3111.
 26. Williams, J. H., Anderson, D. C. and Kress, D. D. 1979. Milk production in Hereford cattle. II. Physical measurements: Repeatabilities and relationships with milk production. *J. Anim. Sci.* 1443-1448.
 27. 최재관. 2001. 한우에서 성장단계별 체중의 유전적 특성. 강원대학교 박사학위 논문
 28. 황정미. 2002. 한우의 비유평형성에 관한 연구. 강원대학교 석사학위 논문.
- (접수일자 : 2008. 5. 28. / 수정일자 : 2008. 8. 25. / 채택일자 : 2008. 10. 1.)