

한우 검정우의 일당증체량에 관한 연구

박병호* · 최태정 · 최재관 · 최연호 · 조광현 · 이승수 · 김시동 · 권오섭 · 나승환 · 최유림 · 조충일
농촌진흥청 국립축산과학원

Estimation of Genetic Parameters for Average Daily Gain and Carcass Traits of Hanwoo

Byoung-ho Park*, Taejeong Choi, Jae Gwan Choi, Yun Ho Choy, Kwang Hyun Cho, Seung Soo Lee, Sidong Kim, Oh Sub Kwon, Seung Hwan Na, You Lim Choi and Chungil Cho
National Institute of Animal Science, RDA, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to identify the characteristics and estimate the genetic parameters of average daily gain (ADG) and carcass traits of Hanwoo. The data used in this study were 4,681 heads which were performance-tested and 4,442 heads which were progeny-tested in test station of National Agricultural Cooperative Federation. The means and standard deviations of ADG between 6~9 months (ADG:6-9), ADG between 9~12 (ADG:9-12) and ADG between 6~12 (ADG:6-12) from the performance test were 1.04 ± 0.16 , 1.11 ± 0.17 and 1.07 ± 0.11 , respectively. The phenotypic correlations of ADG:6-9 and ADG:9-12, ADG:6-9 and ADG:6-12, ADG:9-12 and ADG:6-12 were -0.03 , 0.66 and 0.65 , respectively. The phenotypic correlations of ADG:6-12 with carcass weight (CW), eye muscle area (EMA), backfat thickness (BF), and marbling score (MS) from progeny test were 0.446 , 0.199 , 0.0266 and 0.045 , respectively. Estimated heritabilities from the pooled data were 0.251 (ADG:6-12), 0.298 (CW), 0.424 (EMA), 0.503 (BF) and 0.626 (MS), respectively. Estimated genetic correlations of ADG:6-12 with CW, EMA, BF, MS were 0.606 , 0.292 , -0.095 and -0.007 , respectively. From these results, it could be suggested that selection for ADG significantly affects CW, EMA and BF by correlated response to selection.

(Key words : Hanwoo, Average daily gain, Genetic parameters)

서 론

한우 보증씨수소는 6개월령에서 12개월령까지 수송아지에 대하여 행하는 당대검정과 당대검정에서 선발한 후보씨수소의 자손을 생산하여 도체형질을 조사하는 후대검정을 거쳐 선발된다(Park 등, 2010). 당대검정은 농협 한우개량사업소에서 생산한 수송아지와 한우 농가에서 매입한 수송아지를 이용하여 농협 한우개량사업소에서 매년 2회 진행하고 있으며, 측정 형질로는 6개월령, 9개월령 및 12개월령에 체중을 측정하고 있다. 후보씨수소의 자손을 생산하여 검정하는 후대검정에서는 6, 12개월령 체중과 24개월령 도체형질을 조사하고 있다.

일당증체량은 후보씨수소 및 보증씨수소 선발을 위한 유전능력 평가형질에 포함되어 있지 않았다. 6개월령에서 12개월령 사이의 일당증체량을 Sang 등(1989)은 1.049 kg, Lee 등(1984)은 1.030 kg이라고 보고하였으며, Sang 등(1989)은 보증씨수소, 분만연도 및 산차에 따라, Lee 등(1984)은 모우 연령에 따라 유의한 차이가

있다고 보고하였다. Cho 등(2006)은 한우 성장곡선을 추정하여 모형에 따라 11~12개월령에 최대 성장을 보여 일당증체량이 $1.04\sim 1.14$ kg이라고 보고하였다. 12개월령 전 일당증체량에 대해서는 Whang 등(2008)은 이유전 기간에 0.57 kg이라고 하였으며, Cho 등(2009)은 비육전기(13~18개월령)에는 $0.75\sim 0.8$ kg, 비육후기(19~22개월령)에는 $0.62\sim 1.04$ kg로 보고한 바 있다.

본 연구에서는 한우 검정우의 일당증체량에 영향을 미치는 효과에 대하여 분석을 하고, 유전력 및 다른 형질과의 유전상관을 추정하여 한우 씨수소 선발시 선발형질로 사용하기 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 분석 자료

농협 한우개량사업소에서 2000년에서 2011년까지 당대검정을

* Corresponding author : Byoung-ho Park, Animal Genetics and Breeding Division, National Institute of Animal Science, Eoryong-ri Seonghwan-eup, Cheonan Si Seobuk-gu, Chungcheongnam-Do, 330-801, Korea. Tel: 041-580-3356, E-mail: bhpark70@korea.kr

마친 4,681두의 한우 자료를 이용하여 6~9개월령 일당증체량 (ADG:6-9), 9~12개월령 일당증체량 (ADG:9-12), 6~12개월령 일당증체량 (ADG:6-12)을 계산하여 분석에 사용하였다. 이중 한우개량사업소에서 자체 생산한 한우가 2,137두, 외부에서 매입한 한우가 2,544두였다. 검정우사1에서 검정한 한우가 1,890두, 검정우사2에서 검정한 한우가 2,791두였다. 각 일당증체량은 다음과 같은 방법으로 계산하였으며, 평균에서 3×표준편차 미만 또는 초과 일당증체량은 결측으로 처리하였다.

$$ADG:6-9 = \frac{9\text{개월령체중}-6\text{개월령 체중}}{9\text{개월령 체중 측정일}-6\text{개월령 체중 측정일}}$$

$$ADG:9-12 = \frac{12\text{개월령체중}-9\text{개월령 체중}}{12\text{개월령 체중 측정일}-9\text{개월령 체중 측정일}}$$

$$ADG:6-12 = \frac{12\text{개월령체중}-6\text{개월령 체중}}{12\text{개월령 체중 측정일}-6\text{개월령 체중 측정일}}$$

일당증체량과 도체형질의 상관과 유전모수 추정을 위하여 위의 당대검정 자료와 후대검정 자료 4,442두를 이용하였는데, 6~12개월령 일당증체량과 도체중, 등심단면적, 등지방두께, 근내지방도 형질의 유전력과 각 형질 사이의 유전상관을 구하였다. 도체중은 도축 후 0~5℃에서 냉장한 후 좌우 반도체 중량을 측정하였고, 등심단면적은 흉추와 제1요추 사이를 직각이 되게 절개한 후 흉추쪽 면적을 면적자를 이용하여 측정하였으며, 등지방두께는 등심단면적 측정 부위에서 척추쪽으로 2/3 안쪽으로 들어간 지점에서 측정하였다. 근내지방도도 역시 등심단면적 측정부위에서 측정하였는데 1~9 등급으로 구분하여 육안으로 측정하였다.

2. 통계분석

일당증체량에 미치는 환경효과를 분석하기 위한 모형은 다음과 같다.

$$y_{ijklm} = W6G_i + N_j + R_k + H_l + W6G \times N_{ij} + W6G \times R_{ik} + N \times R_{jk} + N \times H_{jl} + e_{ijklm}$$

y_{ijklm} 은 i번째 검정개시 그룹, j번째 차수, k번째 지역, l번째 우사에 속하는 6~9개월령 일당증체량, 9~12개월령 일당증체량, 6~12

개월령 일당증체량이다. $W6G_i$ 는 i번째 검정개시 체중 그룹으로 상위 25%, 중위 50%, 하위 25%로 구분하였으며, N_j 는 j번째 당대검정 차수로 25차에서 62차까지이며, R_k 는 k번째 지역으로 외부매입 한우와 자체 생산 한우로 나누어지며, H_l 는 l번째 우사로 검정우사 1과 검정우사 2가 있다. 세 일당증체량의 표현형 상관으로 피어슨 상관 계수 (Pearson's correlation coefficient)를 구하였다. 분석 프로그램으로 SAS 9.1을 사용하였다 (SAS Institute Inc., 2004).

6~12개월령 일당증체량의 유전능력평가를 위한 모형은 다음과 같다.

$$y_{ij} = cg_i + a_{ij} + e_{ij}$$

y_{ij} 는 i번째 동기우 그룹에 포함된 개체들의 관측치이며, a_{ij} 는 i번째 동기우 그룹에 포함된 개체들의 상가적 유전효과 $a \sim N(0, A\sigma_a^2)$ 이다. 여기서 A 는 혈연계수 행렬이다. cg_i 는 당·후대검정-차수-출생지-우사로 구성된 동기우 그룹 효과이다.

도체중, 등심단면적, 등지방두께, 근내지방도의 유전능력평가 모형은 다음과 같다.

$$y_{ij} = cg_i + \beta \text{Age} + a_{ij} + e_{ij}$$

y_{ij} 는 i번째 동기우 그룹에 포함된 개체들의 관측치이며, a_{ij} 는 i번째 동기우 그룹에 포함된 개체들의 상가적 유전효과 $a \sim N(0, A\sigma_a^2)$ 이다. 여기서 A 는 혈연계수 행렬이다. cg_i 는 후대검정차수-검정지-도축일로 구성된 동기우 그룹 효과이며, β 는 도축일령에 대한 회귀계수, Age 는 도축일령인 공변이 효과이다. 5개 형질에 대하여 다형질 개체 모형 (multiple traits animal model)으로 분석하여 유전력 및 유전상관을 구하였으며, 분석 프로그램으로는 WOMBAT (Meyer, 2007)을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 한우 당대검정우의 일당증체량 비교

Table 1에 한우 당대검정우의 6~9개월령 일당증체량 (ADG:6-9), 9~12개월령 일당증체량 (ADG:9-12), 6~12개월령 일당증체

Table 1. Simple statistics of 3 average daily gains of performance test

Traits	No.	Mean (kg)	SD	MIN	MAX
ADG:6-9	4,636	1.04	0.16	0.53	1.54
ADG:9-12	4,636	1.11	0.17	0.54	1.67
ADG:6-12	4,656	1.07	0.11	0.71	1.42

ADG:6-9 : Average daily gain between 6 month and 9 month
 ADG:9-12 : Average daily gain between 9 month and 12 month
 ADG:6-12 : Average daily gain between 6 month and 12 month.

량(ADG:6-12)의 기초통계량이 나와 있다. 세 일당증체량의 평균과 표준편차는 각각 1.04 ± 0.16 kg, 1.11 ± 0.17 kg, 1.07 ± 0.11 kg이었다. 6~9개월령 사이의 성장보다는 9~12개월령의 성장이 빠른 것으로 나타났으며, 6~12개월령 일당증체량은 Lee 등(1984)이 추정한 1.03과 비슷한 결과를 보였다. 개체별로는 6~9개월령 보다 9~12개월령 일당증체량이 감소한 비율이 35.6%, 증가한 비율이 64.4%였다. Erikson 등(2002)은 검정소에서 검정한 사물레, 헤어포드 및 시멘탈의 이유후(6개월령)부터 12개월령까지 일당증체량을 1.658 ± 0.159 kg, 0.394 ± 0.152 kg 및 1.650 ± 0.143 kg으로, Aass (1996)은 노르웨이의 유육겸용종 소의 90~330일 일당증체량을 1.241 ± 0.88 kg로, Oikawa 등(2000)은 일본 흑우 당대검정우의 일당증체량을 1.22 ± 0.16 kg으로 보고하여 한우보다 일당증체량이 높은 것으로 나타났다. 한우의 일당증체량이 Lee 등(1984)이 보고한 일당증체량과 비슷하고, 비교 품종보다 낮은 것으로 나타나 개량이 필요한 것으로 사료된다.

Table 2에는 세 일당증체량의 표현형 상관성이 나와 있다. 6~9개월령과 9~12개월령, 6~9개월령과 6~12개월령, 9~12개월령과 6~12개월령 일당증체량의 표현형 상관성이 각각 -0.03, 0.66, 0.65였다. 특히 6~9개월령과 9~12개월령 일당증체량 사이의 상관성은 비록 유의하였으나 매우 낮은 상관성을 보였다. 이것으로 한우 육성기의 일당증체량을 개량하기 위해서는 6~9개월령 및 9~12개월령 일당증체량과 상관성이 모두 높은 6~12개월령 일당증체량이 적합할 것으로 보인다.

Table 2. Pearson's correlation coefficients among 3 average daily gains of performance test

Traits	ADG:6-9 and ADG:9-12	ADG:6-9 and ADG:6-12	ADG:9-12 and ADG:6-12
Correlations (P-value)	-0.03 (0.017)	0.66 (<.0001)	0.65 (<.0001)

ADG:6-9 : Average daily gain between 6 month and 9 month

ADG:9-12 : Average daily gain between 9 month and 12 month

ADG:6-12 : Average daily gain between 6 month and 12 month.

Table 3. Analysis of variance for 3 average daily gains of performance test

Source	DF	ADG:6-9	ADG:9-12	ADG:6-12
W6G	2	0.0937*	0.1261*	0.0591*
N	34	26.5890***	28.7399***	9.9432***
R	1	0.0374 ^{NS}	0.0542 ^{NS}	0.0006 ^{NS}
H	1	0.0004 ^{NS}	0.6404***	0.1397***
W6G × N	68	2.3258***	1.2670 ^{NS}	1.1174***
W6G × R	2	0.2474**	0.0059 ^{NS}	0.0419 ^{NS}
N × R	22	3.0934***	1.8075***	1.2545***
N × H	19	6.8249***	4.3591***	3.8142***

ADG:6-9 : Average daily gain between 6 month and 9 month

ADG:9-12 : Average daily gain between 9 month and 12 month

ADG:6-12 : Average daily gain between 6 month and 12 month

W6G : Group of initial weight, N : Batch number of Performance test, R : Region, H : House

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

Table 3에는 세 일당증체량의 분산분석 결과가 나와 있다. 검정 개시 체중 그룹 및 당대검정 차수에 따라서 세 일당증체량 모두 유의한 차이가 있었다. 그러나 외부 매입 한우와 자체 생산 한우 사이에서는 유의한 차이가 없었다. 외부 매입우의 경우 당대검정우사에 적응하기 때문에 일당증체량에 차이가 날 것으로 생각되었으나 유의한 차이가 없어 당대검정 전 3주간의 적응기간이 충분한 것으로 사료 되었다. 우사에 따라서는 6~9개월령 일당증체량에는 유의한 차이가 없었으나, 나머지 일당증체량에는 유의한 차이가 있었다. 검정 개시 체중 그룹과 외부 매입 여부 사이의 상호작용 효과는 6~9개월령 일당증체량에 유의한 영향을 미쳤다. 개시 체중 상위 25%에 대한 자체 생산 검정우와 매입 검정우의 6~9개월령 일당증체량이 각각 1.02 kg, 1.04 kg이었으나, 중위 50%에서는 각각 1.06 kg, 1.03 kg, 하위 25%에선 1.06, 1.03이었다. 상위 25%에선 매입 검정우의 6~9개월령 일당증체량이 높은 반면, 중위 50%와 하위 25%에선 자체 생산 검정우의 6~9개월령 일당증체량이 높았다.

2. 한우 후대검정우의 일당증체량과 도체형질의 표현형 상관

Table 4에는 후대검정우에서 구한 6~12개월령 일당증체량과 도체형질의 표현형 상관성이 나와 있다. 6~12개월령 일당증체량과 도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 표현형 상관성은 각

Table 4. Phenotypic correlation coefficient for average daily gain between 6 and 12 month, carcass weight, eye muscle area, backfat thickness and marbling score of progeny test

	CW	EMA	BF	MS
ADG	0.446***	0.199***	0.026 ^{NS}	0.045*
CW		0.469***	0.330***	0.155***
EMA			-0.050*	0.199***
BF				0.082***

ADG : Average daily gain between 6 month and 12 month, CW : Carcass weight, EMA : Eye muscle area, BF : Backfat thickness, MS : Marbling score

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

Table 5. Heritabilities and genetic correlations for average daily gain between 6 and 12 month, carcass weight, eye muscle area, backfat thickness and marbling score

	ADG	CW	EMA	BF	MS
ADG	0.251	0.606	0.292	-0.095	-0.007
CW		0.298	0.540	0.112	0.189
EMA			0.424	-0.278	0.275
BF				0.503	-0.059
MS					0.626

ADG : Average daily gain between 6 month and 12 month, CW : Carcass weight, EMA : Eye muscle area, BF : Backfat thickness, MS : Marbling score

Diagonal : heritabilities, Off diagonal : genetic correlations.

각 0.446, 0.199, 0.0266 및 0.045였다. 도체중은 체중 관련 형질로 6~12개월령 일당증체량과 중도의 상관성을 보였다. 등지방두께와의 상관성은 유의하지 않은 것으로 나타났다. 근내지방도와의 상관성은 유의하였으나 매우 낮은 상관성을 보였다. 도체중과 근내지방도, 등지방두께 및 근내지방도의 표현형 상관성은 각각 0.469, 0.330 및 0.155였다. 등심단면적과 등지방두께 및 근내지방도의 표현형 상관성은 각각 -0.050 및 0.199였다. 등지방두께와 근내지방도의 표현형 상관성은 0.082였다.

3. 일당증체량의 유전모수 추정

Table 5에는 6~12개월령 일당증체량과 도체형질의 유전력 및 유전상관이 나와 있다. 6~12개월령 일당증체량의 유전력은 0.251로 중도의 유전력을 나타내었다. Kim 등 (2006)은 일본 흑우의 비육기 일당증체량의 유전력이 분석 모형에 따라 0.25~0.31로, Eriksson 등 (2002)은 스웨덴의 샤롤레, 헤어포드 및 시멘탈의 유전력이 각각 0.34, 0.35 및 0.11로 보고하였다. 스웨덴 샤롤레와 헤어포드는 한우의 유전력보다 높게, 시멘탈은 낮게 추정되었다. Aass (1966)는 노르웨이의 유육겸용종의 90~330일령 일당증체량의 유전력을 0.30이라고 보고하였다.

6~12개월령 일당증체량과 도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 유전 상관성은 각각 0.606, 0.292, -0.095 및 -0.007로 나왔다. 6~12개월령 일당증체량과 도체중은 높은 유전 상관성을

보였으며, 등지방두께와는 부의 유전 상관성을 나타내었으며 근내지방도와는 매우 낮은 유전 상관성을 보였다. Eriksson 등 (2003)은 이 유후 일당증체량과 도체중의 유전상관을 스웨덴 샤롤레, 헤어포드 및 시멘탈에서 각각 0.56, 0.76 및 0.86이라고 보고하였는데 헤어포드와 시멘탈의 유전상관이 한우보다 매우 높은 것을 나타냈다. Oikawa 등 (2000)은 일본 흑우의 일당증체량과 근내지방도 사이의 유전상관을 0.13로 보고하였는데 본 결과와는 상당한 차이를 나타내었다.

도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 유전력은 각각 0.298, 0.424, 0.503 및 0.626으로 나왔다. 도체중과 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 유전 상관성은 각각 0.540, 0.112 및 0.189로 나타났으며, 등심단면적과 등지방두께 및 근내지방도의 유전 상관성은 각각 -0.278 및 0.275로 나타났으며, 등지방두께와 근내지방도의 유전 상관성은 -0.059로 나타났다. 6~12개월령 일당증체량에 대한 선발을 실시할 경우 도체중은 높아지고, 등심단면적은 넓어지고, 등지방두께는 얇아질 것이나 근내지방도에 대한 개량은 기대하기 어려울 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 당대검정 한우 4,681두와 후대검정 한우 4,442두의 자료를 이용하여 한우 일당증체량을 통한 성장 특성과 유전력을 추정하고, 도체형질과의 유전상관을 알아보고자 수행하였다.

당대검정우에서 구한 6~9개월령, 9~12개월령, 6~12개월령 일당 증체량의 평균과 표준편차는 각각 1.04 ± 0.16 kg, 1.11 ± 0.17 kg, 1.07 ± 0.11 kg이었으며, 6~9개월령과 9~12개월령, 6~9개월령과 6~12개월령, 9~12개월령과 6~12개월령 일당증체량의 표현형 상관 이 각각 -0.03, 0.66, 0.65였다.

후대검정우에서 구한 6~12개월령 일당증체량과 도체중, 등심단 면적, 등지방두께 및 근내지방도의 표현형 상관은 각각 0.446, 0.199, 0.0266 및 0.045였다.

6~12개월령 일당증체량, 도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근 내지방도의 유전력은 각각 0.251, 0.298, 0.424, 0.503 및 0.626 이었으며, 6~12개월령 일당증체량과 도체중, 등심단면적, 등지방 두께 및 근내지방도의 유전상관은 각각 0.606, 0.292, -0.095 및 -0.007이었다. 본 연구로부터 일당증체량에 대한 개량으로 도체 중, 등심단면적 및 등지방두께에 대한 개량이 가능할 것으로 사료 된다.

(주제어: 한우, 일당증체량, 유전모수)

인 용 문 헌

- Aass, L. 1996. Variation in carcass and meat quality traits and their relations to growth in dual purpose cattle. *Livest. Prod. Sci.* 46:1-12.
- Cho, K. H., Na, S. H., Choi, J. G., Seo, K. S., Kim, S., Park, B. H., Lee, Y. C., Park, J. D. and Son S. K. 2006. Estimation of Growth Curve Parameters and Analysis of Year Effect of Body Weight in Hanwoo. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor).* 48(2): 151-160.
- Cho, Y. M., Chang, S. S., Kim, H. C., Kim, T. I., Park, B. K., Paek, B. H., Kim, J. H. and Kwon, E. G. 2009. Effects of Concentrate Feeding Method and Slaughter Age on Growth Performance, Feed Intake and Carcass Characteristics of Hanwoo Steers. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor).* 51(1):53-60.
- Eriksson, S., Nasholm, A., Johansson, K. and Philipsson, J. 2002. Genetic analysis of post-weaning gain of Swedish beef cattle recored under field conditions and at station performance testing. *Livestock Production Science* 76:91-101.
- Eriksson, S., Nasholm, A., Johansson, K. and Philipsson, J. 2003. Genetic analyses of field-recored growth and carcass traits for Swedish beef cattle. *Livestock Production Science.* 84:53-62.
- Hwang, J. M., Kim, S., Choi, J. G., Lee, C. Y., Kim, B. Y. and Kim, J. B. 2008. Relationships Among Cow Daily Milk Yield, Calf Body Weight at Birth and 3 Month of Age and Preweaning Daily Gain in Hanwoo. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor).* 51(1):53-60.
- Jang, K., Choi, Y. J., Lee, H. J., Kim, J. S., Han, I. K., Myung, K. H. and Kim, Y. S. 1994. Effects of Stair-Step Growth Pattern on Growth Performance and Blood Hormones of Holstein Heifers. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* 18(6) 461- 467.
- Kim, J., Lee, C., Tsuyuki, T., Shimogiri, T., Okamoto, S. and Maeda, Y. 2006. Sire-maternal Grand sire Model and Sire Model in Estimation of Genetic Parameters for Average Daily Gain and Carcass Traits of Japanese Black Cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19(12):1678-1684.
- Lee, J. G., Park, Y. I. and Shin, O. Y. 1984. Heritabilities and Genetic Correlations among Average Daily Gain, DCP per Unit Gain and TDN per Unit Gain in Korean Native Cattle. *Korean. J. Anim. Sci.* 26(2):110-114.
- Lee, S. M. 2011. Effect of Dietary Cracked Whole Barley on th Carcass Characteristics and Meat Composition in Hanwoo Steers. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor).* 53(4):367-375.
- Meyer, K. 2007. WOMBAT - A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML) *J Zhejiang Univ Sci B.* 8:815-821.
- Oikawa, T., Sanehira, T., Sato, K., Mizoguchi, Y., Yamamoto, H. and Baba, M. 2000. Genetic parameter for growth and carcass traits of Japanese Black (Yagyu) cattle. *Amim. Sci.* 71:59-64.
- Park, B., Choi, T. J., Cho, K. H., Choi, J. G., Lee, S. S., Chung, H. Y., Kim, S. D., Kim, H. S., Hwang, J. M. and Lee, S. S. 2010. Comparison of Hanwoo Proven and Young Bulls for Major Economic Traits. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor).* 52(4):253-258.
- Sang, B. C., Han, S. W. and Kang, H. J. 1989. Effects of Genetic and Environmental Factors on Average Daily Gain, Feed Efficiency and Body Measurements in Korea Native Bull. *Jour. Agri. Sci. Chungnam Nat'l Univ. Korea.* Vol. 16(1):62-70.
- SAS Institute Inc. 2004. SAS OnlineDoc® 9.1.3. Cary, NC.
- Yang, Y. H., Jung, C. J. and Kim, Y. H. 1991. Studies on the Genetic Variation and Improvement of Beef Cattle Population of a Large-Scale Farm in Chuje Island I. Mean performance and heritabilities of body weight and average daily gain in Aberdeen Angus and Charolais. *Korean. J. Anim. Sci.* 33(8):575-580.

(Received Jul. 2, 2012; Revised Oct. 25, 2012; Accepted Oct. 25, 2012)