

韓牛 牝牛의 Body Condition Score가 繁殖形質에 미치는 影響

최성복* · 최연호* · 이지웅* · 백광수* · 김영근* · 손삼규* · 김내수**

축산연구소*, 충북대학교**

Body Condition Score of Hanwoo Cows and Reproductive Performances

S. B. Choi*, Y. H. Choy*, J. W. Lee*, K. S. Baek*, Y. K. Kim* S. K. Son and N. S. Kim**

National Livestock Research Institute, RDA*,

Department of Animal Science, Chungbuk National University**

ABSTRACT

Data from five Hanwoo breeding farms were collected to analyze the effects of parity, season, nutrition and reproduction on body conditions of heifers and cows and to analyze the relationships of body conditions with reproductive performances and body growth. Analytic models included farms and parity which were run through SAS to estimate least squares means and correlation coefficients between traits - body condition scores(BCS) of 1(very emaciated) through 9(very obese) scale at service and at calving, calving interval, days to rebreeding, gestation length, number of services per conception. Overall averages were 4.55 for BCS at service, 5.42 for BCS at calving, 406.7days of calving interval, 287.7days of gestation length, 66.2days from calving to first service and 1.78 times of services per conception. Number of services per conception was 1.50-1.74 times for the cows of BCS 5 or under and 2.00-3.00 for those of BCS 6 or higher. Body weight of calves from cows observed averaged 23.3kg at birth and 70.7kg at weaning. 57 percent of cows showed BCS 4~5 at service while 46 percent of those showed 5~6 at calving. Estimated phenotypic correlation coefficients of BCS at service with BCS at calving, calving interval, gestation length, number of services per conception were low but positive: 0.16, 0.26, 0.08 and 0.06, respectively. Phenotypic correlations of BCS at calving with calving interval, gestation length and number of services per conception were estimated to be also low and positive: 0.10, 0.13 and 0.10, respectively. However, phenotypic correlations between calving interval and gestation length, and between gestation length and number of services per conception were negative but low as -0.11 and -0.13 each.

(Key words : Body Condition Score(BCS), Hanwoo, Reproduction, Phenotypic correlation)

I. 서론

농가당 한우 사육규모가 대규모화 되어감에 따라 개체 중심의 사양관리에서 집단 사육형태로 바뀌어가고 있다. 특히 번식우에 급여하는 사료의 종류와 영양수준은 암소의 성장속은 물론 번식기능까지도 영향을 미칠 수 있는 바, 분만 후 에너지 수준을 높게 사양하면 발정재귀일이 단축되고 수태율도 향상되나, 허약한 소는 분만 후 수태율이 감소된다고 하였다

(Kunkle 등 1993). 그러므로 분만시 암소의 영양 상태(Body Condition)는 발정재귀와 차기 임신에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이며, 영양 상태가 불량한 어미에서 출생한 송아지는 이유시 체중이 작고 어미의 발정재귀 기간도 길어지지만 영양 상태가 양호한 어미에서 출산한 송아지는 활력이 넘치고 건강하다. 그러나 영양상태가 지나치게 높아 비만한 암소는 유지 비용이 많이 들어 비경제적이다(Kunkle 등 1993). 1년 1산을 목표로 하는 번식우 사양에서

Corresponding author : S. B Choi, National Livestock Research Institute, RDA, Korea.

Tel : 063-620-3500, E-mail : csb3452@rda.go.kr

Table 1. Number of cows by years and farms

Traits	Years	Farms					Total
		A	B	C	D	E	
BCS at Service	1999	30	-	98	68	23	219
	2000	15	-	86	44	19	164
	Subtotal	45	-	184	112	42	383
BCS at Calving	1999	35	37	91	63	39	265
	2000	27	36	83	55	37	238
	Subtotal	62	73	174	118	76	503
Total		107	73	358	230	118	886

몸상태의 변화는 번식효율 면에서도 매우 중요하다.

따라서 본 연구는 한우의 종부시 BCS, 분만시 BCS, 그리고 분만간격, 임신기간, 분만후 첫 종부 일수, 수태당 종부횟수 등 번식형질 간의 상관관계를 추정하여 능력이 우수한 암소를 관리하기 위한 기초 자료로 활용하고, 농가의 번식 및 사양관리의 지도에 활용할 수 있는 지침을 제시하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시축

본 연구에 공시된 시험축은 1999년부터 2000년까지 농촌진흥청 축산연구소(성환, 남원)와 대단위 한우 번식우 사육 3개 목장 보유 번식형질 자료와 농장별 한우 암소에 대해 BCS를 조사하였으며, 각 형질별 공시두수는 종부시 BCS(BCS at service) 383두, 분만시 BCS (BCS at calving) 503두, 분만간격(calving interval) 208두, 임신기간(gestation length) 275두, 분만 후 첫 종부까지의 일수(days from calving to 1st service)는 274두, 수태당 종부횟수(number of services per conception)는 674두였으며 측정시기별, 년도별, 목장 당 측정두수는 Table 1과 같다.

Table 2. Number of cows observed for BCS by parity

Parity	BCS at service	BCS at calving
1	182	208
2	82	104
3	81	94
4	34	65
≥5	4	32
Total	383	503

종부시 BCS 383두 중 1산~2산차에 속하는 암소가 264두로서 전체의 69%를 차지하였다. 분만시 BCS 503두중 1~2산차에 속하는 두수는 312두로서 전체의 62%를 차지하였다.

2. Body Condition Score(BCS) 측정방법

측정기준은 미국 육우개량협회(BIF, 1996)와 Whitman(1975)의 기준에 따라 1~9단계를 적용하여 측정하였다. 측정은 매월 3회(1일, 15일, 25일) 시험농장을 방문하여 조사하였다. BCS 등급별 소 상태는 Table 3에 기술하였다.

BCS 측정요령은 가축외모심사 요령과 같이 소를 편평한 장소에 안정되게 세우고 체고의 2~2.5배의 거리에서 전체적인 몸 상태를 확인한 후 소의 옆, 뒤, 앞 순서로 돌아가면서 갈비, 좌골, 요각, 미근부 등의 지방축적 상태를 관찰(목측)하고 이 결과를 BCS 점수 또는 등급

Table 3. Description of Body Condition Scores

Range*	Score	Description
Thin	1 Severely emaciated	All ribs and bone structure easily visible and physically weak. Animal has difficulty standing or walking. Not external fat present by sight or touch.
	2 Emaciated	Similar to 1 but not as weakened.
	3 Very thin	No palpable or visible fat on ribs, brisket or shoulder blades. Individual muscles in the hind quarter are easily visible and spinous processes are very apparent.
Moderate	4 Thin	Ribs and pin bones are easily visible and fat is not apparent by palpation on ribs or pin bones. Individual muscles in the hind quarter are apparent.
	5 Moderate	Ribs are less apparent than in 4, and have less than 0.2 in. of fat on them. Last two or three ribs can be felt easily. Not fat in the brisket. Individual muscles in hind quarter are not apparent.
	6 Good	Smooth appearance throughout. Some fat deposition in brisket. Individual ribs are not visible.
Fat	7 Very good	Brisket is full, tailhead and pin bones have protruding deposits of fat on them. Back appears square because of fat. Indentation over spinal cord due to fat on each side.
	8 Obese	Back is very square. Brisket is distended with fat. Large protruding deposits of fat on tail-head and pin bones. Large indentation over spinal cord.
	9 Very obese	Description of score 8 taken to greater extremes.

* Whitman(1975), BIF(1996).

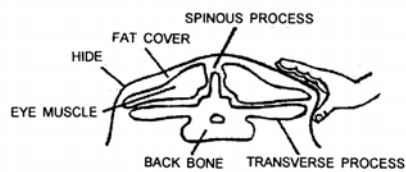
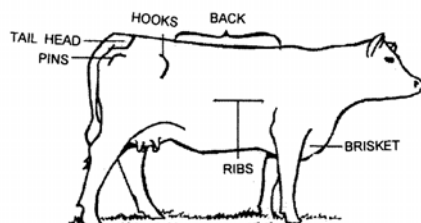


Fig. 1. Anatomic areas that are used for body condition scoring in beef cows. (Animal Production Advisory, 1976)

으로 계수화 하였으며, Fig. 1에서 보여주는 허리, 등뼈의 수직 수평돌기들 사이, 꼬리뼈가 시작되는 부분 둘레, 앞다리 어깨 부위, 엉치뼈가 등쪽으로 솟은 돌출 부위 등을 주목하였다. 특히 몸에 털이 많은 겨울철이나 목측만으로 의심나는 부위는 손으로 직접 만져보아 (촉진) 보다 더 정확한 판단을 할 수 있도록 하였다.

3. 통계분석

통계분석을 위한 수학적 모형은 아래와 같으며, 분석은 SAS package(SAS, 1989)를 이용하였다. 모형에서 농장과 산차간 상호작용은 모든 형질에 대해 유의성이 인정되지 않았으므로 제외하였다.

$$Y_{ijkl} = \mu + Y_i + H_j + P_k + e_{ijkl}$$

여기에서,

- Y_{ijkl} : 분석형질의 관측치
- μ : 전체 평균
- Y_i : i 번째 조사년도효과($i = 1, 2$)
- H_j : 농장 효과($j = 1, 2, 3, 4, 5$)
- P_k : 산차효과($k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$)
- e_{ijkl} : 임의 오차(잔차, $e \sim^{iid} N(0, \sigma_e^2)$)

또한 다형질 모형을 통해 형질별 잔차간(공) 분산을 계산하였고, 이를 이용하여 형질간 표현형 상관관을 구하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 조사형질의 평균 및 변이

본 시험에서 조사된 한우 빈우의 번식형질들에 대한 평균 및 표준편차는 Table 4와 같다.

한우 빈우의 번식형질들에 대한 평균 및 표준편차로서 종부시 BCS는 4.55, 분만시 BCS는 5.42, 분만간격은 406.7일 임신기간은 287.7일 분만 후 첫 종부일 수는 66.2일 이었으며, 수태당 종부횟수는 1.78회였다.

2. BCS의 분포

종부시 BCS에 대한 383개 자료중 BCS 4~5 일 때가 가장 높은 분포를 보였으며, 분만시 BCS는 503개 자료중 BCS 5~6인 암소가 가장 많은 분포를 보여 주었다. 이는 Rasby 등(1998)

이 보고한 육우 성숙 암소에서 분만시 BCS는 5로서 첫 번 분만을 하는 미경산우는 BCS 6을 유지하는 것이 유리하다는 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 Herd와 Sprot(1986)가 보고한 육우 암소의 BCS 등급과 번식과의 관계에서 분만 80일 후에 BCS 5~6을 유지시켜 주었을 때의 발정재귀가 단축되었다는 보고와도 유사한 경향을 보였다.

Herd와 Sprot(1986)는 육우 450두 암소의 임신율 조사에서 BCS 5 이상에서 소의 95%가 임신(276두)이 확인되었으며, BCS 4에서 63%(83두), BCS 3에서 45%(65두), BCS 2에서 4%(28두)가 임신이 확인되었음을 보고하였다.

3. BCS와 번식형질의 분산분석 결과 및 농장별 효과

분산 분석시 고려되었던 고정효과 요인들(년도-계절, 농장, 산차)에 대한 유의성 검정 결과에 대한 분산분석표는 Table 5와 같다.

수태당 종부횟수는 출생년도, 출생지역, 산차에 대하여 고도의 유의성($p < 0.01$)이 인정되었고, 수정시 BCS는 출생지역과 산차에 대해서만 고도의 유의성($p < 0.01$)이 인정되었다.

분만시 BCS는 출생년도에서 고도의 유의성($p < 0.01$)이 있는 것으로 나타났다. 분만 간격은 출생지역과 산차에 대하여 유의성($p < 0.01$)이 인정되었다.

조사된 번식형질의 각 농장별 평균과 표준편차는 Table 6에 나타나 있다.

농장별 빈우 종부시 BCS의 점수 관리는 C와

Table 4. Statistics for different BCS and reproductive traits

Traits	Number of cows	Means	SD	Minimum	Maximum
BCS at service	383	4.55	1.30	1	9
BCS at calving	503	5.42	1.63	1	9
Calving interval, days	208	406.71	37.69	285	614
Gestation length, days	275	287.65	14.63	268	301
Days from calving to 1st service	274	66.20	12.94	42	89
No. of services per conception	674	1.78	1.04	1	8

Table 5. Analysis of variance for different traits

Traits		Source of variation			
		Year	Herd	Parity	Error
BCS at Service	MS*	2.42	7.06	15.43	1.03
	P-value	0.07	0.00	0.00	
BCS at calving	MS	3.68	3.64	3.37	2.02
	P-value	0.00	0.11	0.16	
Calving interval(days)	MS	14,749.69	14,721.61	153,152.71	9,543.36
	P-value	0.04	0.19	0.00	
Gestation length(days)	MS	428.29	859.41	171.07	606.94
	P-value	0.87	0.23	0.88	
1st service after calving(days)	MS	1,636.30	1,627.21	3,459.24	1,058.21
	P-value	0.04	0.16	0.04	
No. of services per conception(times)	MS	3.07	2.75	7.00	1.07
	P-value	0.00	0.01	0.00	

* Estimated Mean squares.

Table 6. Least squares means and standard error means(SEM) for reproduction traits by farms

Farms	BCS at service	BCS at calving	Calving interval(days)	Gestation length(days)	Days from calving 1st service	No. of services per conception(times)
A	6.54	5.53	574.34	282.16	-	2.78
B	-	6.86	-	287.28	81.22	2.19
C	5.25	4.73	394.04	290.08	74.05	2.17
D	5.14	5.24	349.55	282.38	63.36	2.00
E	5.91	4.91	384.72	282.36	-	1.88
SEM	0.27	1.44	24.16	17.86	10.28	0.17

D농장의 경우 5.25, 5.14로 5점대 관리가 이루어지고 있으나, A와 E농장에서는 6.54, 5.91로 6점대로 높게 관리하고 있었다. 분만시의 BCS 관리는 C와 E농장에서 4.73, 4.91로서 4점대 관리를 하였고, A와 D농장에서는 5.53, 5.24로 5점대 관리를 하고 있었으나, B농장에서는 6.86로 분만시 BCS를 높게 관리 하므로서 과잉의 추가 비용이 투입될 수 있는 것으로 추정되어진다. 분만간격에서는 C, D, E농장에서 394일, 350일, 385일로 1년 1산 목표에 근접하였으나, A농장에서는 574일로서 다른 농장보다 훨씬 길었는데 이는 이 농장에서는 시험기간 동안 보유 축군에 대해 인공수정과 수정란 이식을 병행한 것이 성적에 영향을 미친 것으로 사료된다. 임신기간은 각 농장간에 282~290일로 유사한 경향을 나타내었다. 분만후 첫종부 일수의 경우 D농장에서는 63일로 가장 짧았고 B농장은 81일로서 가장 길었다. 수태당 종부회

수에서는 B, C, D, E농장에서 1.9~2.2회로 대체적으로 2.0회 정도를 유지하고 있었으나, A농장의 경우는 2.8회로 약간 높았다. Herd와 Spratt(1986)는 육우의 BCS와 분만 간격과의 연 구결과에서 BCS 5이상에서는 300일 이하, BCS 4 이하에서는 370일 이상, BCS 3이하에서는 분만간격이 410일 이상이었고, 매우 허약한 body condition을 유지하는 암소의 분만간격은 길었으며, 비만한 소의 분만간격은 짧았음을 보고하였다. Whittier 등(1993)은 분만시 4이하의 BCS를 가진 암소는 분만 전 영양 수준이 낮은 결과로서 분만시 BCS 5이상인 암소보다 분만 후 첫 번 발정까지의 기간이 길어진다고 하였다.

4. BCS와 번식형질에 대한 산차효과

공시축에 대한 산차별 번식형질에 대한 평균과 표준편차는 Table 7과 같다.

Table 7. Least squares means and Standard Error of Means(SEM) for reproduction traits by parity

Parity	BCS at service	BCS at calving	Calving interval	Gestation length	1st service after calving	No. of services per conception
0	4.54	-	-	-	-	2.18
1	5.45	5.05	442.67	284.61	71.10	2.19
2	5.13	4.81	460.94	286.02	77.70	1.91
3	4.90	5.42	394.69	294.22	58.43	1.86
4	5.63	6.28	440.09	285.76	50.56	1.74
5	7.43	7.38	389.92	-	69.741	2.17
6	-	-	-	-	109.74	3.37
SEM	0.48	1.20	36.03	18.67	14.56	0.41

산차가 0으로 표기된 부분은 미경산우로서 종부시 BCS와 수태당 종부횟수를 경산우와 동시에 비교하였는 바, 종부시 BCS에서는 미경산우와 3산차에서 4.54, 4.90으로 BCS 4점대를 유지하였고, 1산차, 2산차, 4산차에서 5.45, 5.13, 5.63으로 비슷하였으나, 5산차에서는 BCS가 7.43으로 비만 상태를 유지하였는데 이는 조사된 자료수가 적었던 것이 주된 원인으로 사료된다. 수태당 종부 횟수에서는 미경산우, 1산차, 5산차에서 2.18회, 2.19회, 2.17회로 거의 비슷하였으며, 2산차, 3산차, 4산차에서의 수태당 종부횟수는 1.91회, 1.86회, 1.74회로 비슷하였으며, 6산차에서는 3.37회로 차이를 보였다.

분만 후 다음 송아지를 위해 첫 인공수정을 실시할 때까지 기간(분만 후 첫종부일수)은 3산에서 4산까지에서 58.43일, 50.56일 이었으며, 1산, 2산, 5산에서는 71.10일, 77.70일, 69.74일로 비슷하게 나타났다. 이는 김과 Graser(1997)가 한우종빈우의 번식능력에 대해 보고한 72일과 비슷하거나 짧은 결과를 보였다. 그러나 6산에서는 109.74일로 길게 나타났다. 분만시 BCS에서는 2산차에서 4.81점으로 가장 작았으며, 1산차, 3산차에서 5.05점, 5.42점으로 비슷하였고, 4산차(6.28점), 5산차(7.38점)로 차수가 높아 질수록 증가하는 경향이였다.

분만간격은 3산차와 5산차에서 394.69일, 389.92일, 1산차와 4산차에서 442.67일, 440.09일로 비슷하였으나, 2산차에서 460.94일로 다소 늘어나는 경향을 보였다.

김 등(1993)은 어미소의 산차가 증가함에 따라 분만간격은 단축되고 임신기간이 길어진다는 결과를 보고하였고, 백 등(1998)은 어미소의 산차와 분만간격의 단축은 한우사육농가에서 번식우의 번식능력이 낮은 개체를 조기출하하는 영향에 대해 보고하였고, 한 등(1989)은 한우에서 산차가 증가함에 따라 초발정이 지연되며 임신기간과 분만간격이 길어지는 결과를 보고하였고, 김과 Graser(1997)도 어미소의 나이가 많아짐에 따라 분만기간이 증가하고 분만간격도 늘어났다고 보고하였다.

5. BCS와 번식형질간 표현형 상관

한우 빈우의 종부시 BCS, 분만시 BCS, 임신기간, 수태당 종부횟수에 대한 표현형 상관 추정 결과는 Table 8과 같다.

BCS와 번식형질에 대한 표현형 상관으로 종부시 BCS와 분만시 BCS간에 0.16, 종부시 BCS와 분만 간격사이 0.26, 종부시 BCS와 임신기간 사이, 수태당 종부횟수 사이에 각각 0.08, 0.06으로 저도의 정의 상관을 보였다. 분만시 BCS와 분만간격, 임신기간 사이에는 0.10, 0.13, 수태당 종부수 사이에는 0.10으로 역시 낮게 추정되었으며, 수태당 종부횟수와 임신기간 간에는 -0.13으로 음의 상관이 추정되었다. BCS와 발육형질간 상관관계(Williams 등, 1979), BCS와 운동형질간의 유전상관(Shanks, 1997), BCS와 십자부고간의 상관(Thompson 등, 1983)

Table 8. Estimates of phenotypic correlation between BCS and reproduction traits

	BCS at calving	Calving interval	Gestation Length	No. services per conception
BCS at service	0.16*	0.26*	0.08	0.06
BCS at calving		0.10	0.13	0.10
Calving interval			- 0.11	0.05
Gestation Length				- 0.13

* P < 0.05.

등에 관한 연구보고는 어렵지 않게 접할 수 있었으나 BCS와 번식형질간 상관에 대한 보고는 찾아보기 어려웠다.

6. 종부시 BCS에 따른 번식형질의 변화

종부시 BCS에 따른 번식형질의 변화는 Table 9와 같다.

종부시의 BCS가 3이하에서는 수태당 종부횟수가 1.50회~1.63회로 적었으나 이후 이 범위의 암소들은 너무 야됨에 따른 관리상의 원인으로 비육우로의 전환 등 도태비율 또한 많았다. 종부시 BCS가 6, 7, 8, 9로 높아질수록 수태당 종부횟수도 2.00회, 2.11회, 2.75회, 3.00회로 많아지는 경향을 나타내었으며, 종부시의 암소 BCS가 4와 5일 때의 수태당 종부횟수는

1.62회, 1.74회로 가장 적당하였고 이 범위에 속하는 암소들의 비율이 가장 많게 나타났다. Boyles 등(1992)은 분만 전·후 암소의 영양수준은 번식(종부)계절의 수태율에 영향을 미치고, 허약한 소는 분만 후 수태율이 감소한다고 하였으며, Herd 와 Sprott(1986)는 육우 암소의 BCS 등급과 번식과의 관계에서 분만시 BCS 4 이하를 갖는 어미소는 분만 후 80일에 62%가 발정이 왔으며, BCS 5일때는 88%, BCS 6 이상에서는 98%가 발정이 왔으나, BCS 5 미만 개체에서는 수태당 종부횟수가 많아졌다고 보고하였다.

종부시 BCS에 의한 임신기간의 차이는 없었다. 종부시 BCS가 허약한 단계(BCS 1~3)에서의 분만간격은 333일~367일이었으며, 적당한 단계(BCS 4~6)에서는 367~436일이었고, 비만 단계(BCS 7~9)에서는 524~535일로 종부시 BCS가 높을수록 분만간격이 길어지는 경향을 보였다.

Table 9. Least squares means of reproduction traits according to BCS at service

BCS	No. of services per conception	Gestation Length	Calving interval
1	1.50	285.50	333.00
2	1.72	288.54	365.30
3	1.63	287.39	363.46
4	1.62	288.21	367.61
5	1.74	287.29	433.25
6	2.00	278.50	436.94
7	2.11	289.89	524.33
8	2.75	288.67	526.43
9	3.00	-	535.50
SEM	0.24	4.65	39.80

IV. 요약

본 연구는 산차, 계절, 영양상태, 번식주기에 따라 변화하는 한우 빈우의 몸 상태(Body Condition)를 주기적으로 등급화 하여 조사한 값과 동일한 시기에 조사된 한우 번식우의 발육 및 번식형질과의 상관관계를 추정하고, 한우 빈우에서 측정된 몸상태 점수(Body Condition Score, BCS)를 번식 및 사양관리의 수단으로 적용할 수 있는 범위의 기초자료로 제공하고자 실시하였다.

각 형질별 최소자승평균을 추정하였는 바, 분만간격은 406.7일, 임신기간은 287.7일, 분만

후 첫종부 일수는 66.2일, 수태당 종부횟수는 1.78회였다. 송아지 생시체중은 23.3kg, 이유시 체중은 70.7kg 이었다. 종부시 BCS와 분만시 BCS의 평균은 4.55, 5.29 이었으며, 수태당 종부횟수를 BCS 점수에 따라 추정 한 바, 종부시 BCS가 5 이하에서는 1.50~1.74회였으나, 6 이상에서는 2.00~3.00회로 나타났다. 종부시와 분만시 BCS의 분포는 종부시에는 BCS 4~5에서 57%를, 분만시 BCS 5~6에서 46%로 나타내었다. 주요 번식형질의 표현형 상관은 종부시 BCS와 분만시 BCS, 분만간격, 임신기간, 수태당 종부횟수 사이에는 0.16, 0.26, 0.08, 0.06으로 정의 상관을 보였고, 분만시 BCS와 분만간격, 임신기간, 수태당 종부횟수 사이에는 0.10, 0.13, 0.10으로 역시 정의 상관관계를 보였으나, 분만간격과 임신기간, 임신기간과 수태당 종부횟수간에는 -0.11, -0.13으로 부의 상관을 보였다.

V. 인 용 문 헌

1. Animal Production Advisory leaflet. 1976. Condition scoring-suckler cows. East of Scotland College of Agri. Advisory Leaflet 98.
2. Beef Improvement Federation. 1996. BIF guidelines for uniform beef improvement programs.
3. Boyles, S. T. and Ringwall, F. K. 1992. Cow nutrition and body condition. North Dakota Extension Service Bulletin. AS-1026.
4. Herd, D. B. and Sprott, L. R. 1986. Body condition, nutrition, and reproduction of beef cows. Texas Agricultural Extension Service Bulletin. B-1526.
5. Kunkle, W. E., Sand, R. S. and Rae, D. O. 1993. Effect of body condition on productivity in beef

- cattle. Florida Cooperative Extension Service Bulletin. B-13.
6. Rasby, R. and Gosey, J. 1998. Using cow body condition score to manage your beef herd. Univ. of Nebraska. cooperative extension educational programs.
7. SAS. 1989. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
8. Shanks, R. D., Schutz, M. M. and Freeman, A. E. 1997. Annual report of cooperative regional research project. S-284.
9. Thompson, W. R., Theuninck, D. H., Meiske, J. C., Goodrich, R. D., Rust, J. R. and Byers, F. M. 1983. Linear measurements and visual appraisal as estimators of percentage empty body fat of beef cows. J. Anim. Sci. 56:755.
10. Whittier, J. C., Steevens. B. and Weaver, D. 1993. Body condition scoring of beef and dairy animals. agricultural Publication Go 2230, Univ. of Missouri. Columbia. U.S.A.
11. Whitman, R. W. 1975. Weight change, body condition and beef cow reproduction. Ph.D. Dissertation. Colorado State Univ., Fort Collins.
12. 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. 49: 1443.
13. 김종복 Hans-Ulrich Graser. 1997. 한우 종빈우의 번식능력에 대한 유전력 및 반복력 추정. Animal Genetic and Breeding 1(1):59-71.
14. 김창엽, 원유석, 김경수, 윤태일, 김기준, 김종복. 1993. 한우 종빈우의 번식능력에 영향을 미치는 환경요인에 관한 연구. 한국가축번식학회지. 17(1):35-41.
15. 백광수, 고응규, 성환후, 이명식, 류일선, 정진관, 나승환. 1998. 산차가 한우번식에 미치는 영향에 대한 조사 연구. 한국가축번식학회지. 22(4):359-366
16. 한찬규, 이남형, 박연진, 정영채. 1989. 한우의 번식실태조사. 한국가축번식학회지. 13(1):1-6

(접수일자 : 2003. 11. 24. / 채택일자 : 2004. 1. 6.)