

한우 씨수소의 고환 둘레와 정액 성상 및 농가 인공수정 수태율과의 관계

이성수^{1*}, 노승희¹, 박노형², 원유석¹
¹농협중앙회 한우개량사업소, ²국립한경대학교 낙농학과

Relationships of Scrotal Circumference of Hanwoo Sire to Semen Characteristics and Conception Rate of Artificial Insemination in Farm

Seoung-Soo Lee^{1*}, Seung-Hee Noh¹, No-Hyung Park² and You-Seog Won¹

¹Hanwoo Improvement Center, NACL, Seosan 356-831, Korea

²Dept. of Dairy Science, Hankyong University, Ansong 459-749, Korea

ABSTRACT

The relationships of scrotal circumference (SC) to semen characteristics and the conception rate (70 days-nonreturn rate) of artificial insemination in farm were studied with 137 heads of bull in Hanwoo. The average and range of SC were 38.27±3.90 cm and 26.0~52.5 cm, respectively. Hanwoo bulls were classified with SC, divided into 34 cm below group, 34~39 cm group, and 39 cm over group. The 5,487 semen records of 43 heads of bull from July. 1. 2007 to June. 30. 2008. were used to determine the relationships between SC and semen characteristics. The semen concentration and total sperm number of each group were 11.18, 16.68, and 17.40×10⁸/ml, and 69.83, 101.64 and 114.40×10⁸/ejaculate. The bulls with 34 cm or more SC were higher than the bulls with 34 cm below in semen concentration and total sperm number ($p<0.01$). But between SC and semen volume have no significant relationship ($p>0.05$). The 9,862 mating records of 44 farm with 137 heads of bull were used to determine the relationships between SC and conception rate. The conception rate of 1st artificial insemination were 73.31, 74.16, and 77.33 % in each group. Also SC was positively correlated with pregnancy rate ($r=0.12$, $p=0.17$). These results indicate that SC correlates positively with semen characteristics, and maybe with pregnancy rate in Hanwoo.

(Key words : Hanwoo, scrotal circumference, semen characteristics, conception rate, farm)

서 론

고환은 시상하부에서 분비되는 gonadotropin의 영향을 받아 성호르몬인 testosterone을 합성하고 분비하는 기능을 가지고 있어 성장률과 성성숙 및 정액 생산 능력에 영향을 미치며, 유전력이 높아 수소의 성장 및 번식 능력을 알아볼 수 있는 지표로 이용할 수 있다.

수소의 고환 둘레는 고환 무게를 예측하는데 이용할 수 있으며, 성장이 가장 왕성한 시기인 육성기에 가장 빠르게 커져 1세에서 2세 사이에 2~3 cm가 증가한다. 또한 연령이 많아 지고 체중이 증가함에 curvilinear하게 커지며(Wildeus, 1993), 고환 둘레가 클수록 혈중 testosterone의 농도가 높다(Lunstra 등, 1978; Wildeus 등, 1984).

수소의 고환 둘레는 체고($r=0.42$), 연령($r=0.74\sim0.81$) 및 체중($r=0.82$)과 관련이 높고(Bourdon과 Brinks, 1986; Morris 등, 1989; Sosa 등, 2002) 체중이 연령보다 더 많은 영향을 미친다

(Chenoweth 등, 1996; Sosa 등, 2002).

수소의 고환 둘레에 의해 성성숙 정도를 판단하는 것이 체중이나 나이에 의한 것보다 더 정확하고(Lunstra 등, 1978), 수소의 고환 둘레가 클수록 정액 생산 능력이 우수하며 정액 성상에 있어서도 생존율 및 총 정자수가 높고 활력이 좋다(Johnson 등, 1995).

일반적으로 암소의 번식 능력은 발정 파악의 정확성, 교배 시기의 적절성, 정액의 품질, 암소 생식기 내의 정액 주입 부위, 발정동기화 및 산 차 등 환경적인 요소에 많은 영향을 받아 유전력이 낮은 데 반해(Jansen, 1986; Murray 등, 1986; Nadarajah 등, 1988; Stålhammer 등, 1994) 수소의 고환 둘레는 축정이 간편하고 유전력이 0.36~0.78로 높아(Coulter 등, 1976; Gipson 등, 1987; Evans 등, 1999) 미국 등 축산선진국에서는 육우와 유우 씨수소들의 고환 둘레에 대한 유전적 평가를 실시하여 이용하고 있다.

그러나 국내에서의 연구는 박 등(2003)과 이 등(2004)의 씨

* 본 연구는 농촌진흥청 FTA 대응기술개발연구사업(과제번호: 20090101-081-068-001-02-00)의 지원에 의해 이루어진 것임.

* Correspondence : E-mail : ss4665@yahoo.co.kr

수소 고환 둘레에 관한 연구가 있을 뿐 미미한 실정이고 씨수소의 고환 둘레와 한우농가에서의 수태율간의 관계를 규명한 보고는 아직 없는 상태이다. 따라서 본 연구에서는 한우 씨수소의 고환 둘레와 정액 성상, 특히 일반 한우농가 보유 암소들의 수태율과의 상관 관계를 규명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시 재료

농협중앙회 한우개량사업소에서 보유하고 있는 4~11세 한우 씨수소 137두를 이용하여 고환 둘레를 측정하였으며, 고환 둘레와 정액 성상간의 상호관계는 2007년 7월 1일~2008년 6월 30일에 정액생산이 이루어진 한우 씨수소 43두의 정액 5,487개(1차 2,791개, 2차 2,696개) 기록을 이용하였다.

그리고 한우 씨수소의 고환 둘레와 인공수정 수태율간의 상호관계는 고환 둘레 측정이 이루어진 한우 씨수소 137두의 고환 둘레와 한우 육종 농가 44호의 1992년부터 2009년까지의 인공수정 교배 자료 9,862개를 이용하였다.

2. 조사 항목

한우 씨수소의 정액 성상은 고환 둘레, 정액량, 정자 농도 및 총 정자수 등을 조사하여 이용하였다. 고환 둘레는 고환 둘레 측정자(Ideal Instrument, USA)를 이용하여 고환의 가장 넓은 부위를 측정하였다. 정액은 평균적으로 주 3회 채취하였고, 채취 당일에는 2회 채취하였다. 정액 채취 직후 정액량은 인공질과 연결된 정액 채취관의 눈금으로 직접 측정하였고, 정자 농도는 Automatic sperm counter(ERMA Inc., Japan)을 이용하여 ml당 정자수를 측정하였고, 총 정자수는 정액량과 ml당 정자수를 곱하여 산출하였다.

한우 농가의 인공수정 수태율 조사는 초발정시 1회 수정 후 70일간 재발정이 발생하지 않아 추가적인 인공수정이 이루어지지 않았을 때 임신된 것으로 간주하였다.

3. 고환 둘레 측정에 의한 분류

고환 둘레 측정자를 이용하여 측정된 측정치는 Ball 등(1983)의 방법에 의하여 3개군으로 분류하였다. 즉, 고환의 둘레가 34 cm 미만, 34~39 cm, 39 cm 초과 등으로 분류하였다.

4. 통계 분석 방법

한우 씨수소의 고환 둘레에 따른 정액량, 정자 농도 및 총

정자수 분석을 위하여 SAS(ver 9.1)의 GLM procedure를 이용하였으며 그 모델식은 아래와 같다. 그리고 고환 둘레와 정액 성상간의 상관관계는 Pearson correlation 법으로 분석하였다.

$$Y_{ijkl} = \mu + SC_i + Ak_j + EJ_k + BULL_l + E_{ijkl}$$

여기서, Y_{ijkl} : 측정치

μ : 전체 평균

SC_i : 고환 둘레($i=1, 2, 3$)

Ak_j : 씨수소 연령($j=1, 2, 3, \dots, 11$)

EJ_k : 채취순서($k = 1, 2$)

$BULL_l$: 씨수소 개체효과

E_{ijkl} : 임의효과

한우 씨수소의 고환 둘레에 따른 한우 농가 인공수정 수태율을 분석하기 위하여 SAS(ver 9.1)의 GLM procedure를 이용하였으며 그 모델식은 아래와 같다. 그리고 고환 둘레와 인공수정 수태율간의 상관관계는 Pearson correlation 법으로 분석하였다.

$$Y_{ij} = \mu + SC_i + BULL_j + E_{ij}$$

여기서, y_{ij} : 첫 교배 후의 재발정 여부

(0 : 재발정, 1 : 비발정)

μ : 전체 평균

SC_i : 고환 둘레($i=1, 2, 3$)

$BULL_j$: 씨수소 개체 효과

E_{ij} : 임의효과이다.

결과 및 고찰

고환 둘레는 연령($r=0.816$)이 많아지고 체중($r=0.856$)이 증가함에 curvilinear하게 커지며, 고환무게($r=0.883$), 고환길이($r=0.800$) 및 고환폭($r=0.969$)과 높은 상관관계가 있으며(Wildeus, 1993; Senepol 중 267두) 고환 둘레가 작은 수소는 큰 수소에 비해 비활동적인 정세관(semiferous tubules) 비율이 높고 형태학적으로도 정상 정자의 비율이 낮다(Palasz 등, 1994; Thompson 등, 1994).

본 연구에서 공시된 한우 씨수소 137두의 평균 고환 둘레는 38.27 ± 3.90 cm이었으며, 그 범위는 26.0~52.5 cm로 나타났다(Table 1).

한우 씨수소별 고환 둘레를 Ball 등(1983)의 기준에 따라 3개

Table 1. Mean and standard deviation, coefficients of variation and range of scrotal circumference in Hanwoo bull (Unit : cm, %)

Item	n	Mean±S.D.	C.V.	Range (Min.~Max.)
Scrotal circumference	137	38.27±3.90	8.58	26.0~52.5

군, 즉 34 cm 미만, 34~39 cm 및 39 cm 초과 씨수소군으로 구분하여 고환 둘레와 정액 성상간의 관계를 규명하였다.

Trocóniz 등(1991)은 Nellore 종에서 고환 둘레와 정액량($r=0.62, p<0.01$), 정자 운동성($r=0.59, p<0.01$), 정자 전진 운동($r=0.61, p<0.01$) 및 정자 농도($r=0.49, p<0.01$)와 높은 정의 상관관계가 있다고 하였으며, 박 등(2003)도 한우 씨수소의 고환 둘레와 정액량($r=0.14, p<0.05$), 정자 농도($r=0.02, p>0.05$) 및 총 정자수($r=0.15, p<0.05$)와 정의 상관관계를 보였다고 보고하였다.

본 연구에서는 씨수소의 고환 둘레에 따른 정액 성상에서 정액량은 유의적인 차이를 보이지 않아($p>0.05$)를 차이를 나타내었지만, 1차, 2차 채취 정액 및 총 정액의 정자 농도에 있어서는 고환 둘레가 34 cm 미만 씨수소군(11.18 ± 1.70 억/ml)보다 34 cm 이상 씨수소군, 즉 34~39 cm 씨수소군(16.68 ± 0.87 억/ml) 및 39 cm 초과 씨수소군(17.40 ± 1.11 억/ml)이 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 또한 34~39 cm 씨수소군 및 39 cm 초과 씨수소군간의 유의적인 차이는 보이지 않았지만 39 cm 초과 씨수소군이 높게 나타났다(Table 2).

각 시험군별 정자 농도의 차이에 의해 해당일에 채취된 정액의 총 정자수가 39 cm 초과 씨수소군, 34~39 cm 씨수소군 그리고 34 cm 미만 씨수소군 순이었으며, 그 정자수는 각각 114.4억, 101.64억 그리고 69.83억이었으며, 시험군 간의 유의적인 차이($p<0.05$)도 정자 농도와 유사한 결과가 나타났다(Table 2).

한우 씨수소의 고환 둘레와 정액 성상간의 상관관계에서는 정액량과는 유의적인 상관관계를 나타내지 않았지만, 정자 농도

와 1차 채취 정액, 2차 채취 정액 및 총 정액 정자 농도와 높은 유의적인 상관관계($r=0.35\sim 0.37$)를 나타내었다(Table 3).

한우 씨수소의 고환 둘레와 일반 한우 능가의 인공수정 수태율 간의 관계를 규명하기 위하여 보증씨수소 137두의 1회 인공수정 교배 자료 9,862개를 가지고 수태율을 분석하였다. 한우 씨수소의 고환 둘레에 따른 1회 인공수정에 의한 평균 수태율(70일-비발정재귀율)은 $75.24\pm 27.82\%$ 이었으며, 34 cm 미만 씨수소군, 34~39 cm 씨수소군 및 39 cm 초과 씨수소군 각각 $73.31\pm 25.01\%$, $74.16\pm 28.55\%$ 및 $77.33\pm 27.52\%$ 로 나타나 유의적인 차이는 나타나지 않았으나($p>0.05$) 씨수소의 고환 둘레가 클수록 인공수정 수태율이 높은 것으로 나타났다(Table 4).

Evans 등(1999)은 다변량으로 분석하여 고환 둘레와 초임우의 수태율 간에는 0.002의 상가적 유전상관을 나타낸다고 보고하였으며, 박 등(2003)은 농협중앙회 한우개량사업소의 당대점정용 송아지 생산을 위한 1993년부터 2000년까지의 교배 자료를 이용하여 분석한 결과, 전체 평균 수태율은 80.1%이었으며, 씨수소의 고환 둘레와 수태율은 0.39의 정의 상관관계를 보였다($p<0.01$)고 보고하였는데, 한우 능가의 교배 자료를 이용한 본 연구에서는 박 등(2003)의 보고보다는 낮은 $0.12(p=0.17)$ 의 상관관계를 나타내었지만 유사한 결과를 나타내었다(Table 5).

결론

한우의 고환 둘레에 따른 정액 성상 및 일반 한우 능가에서의 수태율과의 관계를 규명하기 위하여 137두의 한우 씨수소

Table 2. Least-squares means and standard errors of semen characteristics by scrotal circumference in Hanwoo bull

Item	Scrotal circumference			
	34 cm below <i>n</i> =6	34~39 cm <i>n</i> =23	39 cm over <i>n</i> =14	
1st ejaculate	Semen vol. (ml)	6.51± 0.52	6.24±0.26	6.87± 0.34
	Sperm con. ($\times 10^8$ /ml)	12.25± 1.96 ^b	18.68±1.00 ^a	19.19± 1.28 ^a
	Total sperm no. ($\times 10^8$ /ejaculate)	79.32±16.74 ^b	117.23±8.55 ^a	132.77±10.96 ^a
2nd ejaculate	Semen vol. (ml)	6.12± 0.51	5.90±0.26	6.31± 0.34
	Sperm con. ($\times 10^8$ /ml)	10.00± 1.61 ^b	14.67±0.82 ^a	15.58± 1.05 ^a
	Total sperm no. ($\times 10^8$ /ejaculate)	60.20±12.07 ^b	86.52±6.17 ^a	97.02± 7.90 ^a
Total	Semen vol. (ml)	6.32± 0.50	6.07±0.25	6.59± 0.33
	Sperm con. ($\times 10^8$ /ml)	11.18± 1.70 ^b	16.68±0.87 ^a	17.40± 1.11 ^a
	Total sperm no. ($\times 10^8$ /ejaculate)	69.83±13.87 ^b	101.64±7.08 ^a	114.40± 9.08 ^a

^{a,b} Means with the same letter are not significantly different ($P<0.05$).

Table 3. Simple correlation coefficients between scrotal circumference and semen characteristics in Hanwoo bull

Item		Scrotal circumference	Probability
1st ejaculate	Semen volume	0.15	0.34
	Sperm concentration	0.35	<0.05
	Total sperm no.	0.37	<0.05
2nd ejaculate	Semen volume	0.09	0.57
	Sperm concentration	0.37	<0.05
	Total sperm no.	0.35	<0.05
Total	Semen volume	0.12	0.44
	Sperm concentration	0.37	<0.05
	Total sperm no.	0.37	<0.05

를 이용하였다. 한우 씨수소 137두의 평균 고환 둘레는 38.27±3.90 cm이었으며, 그 범위는 26.0~52.5 cm이었다. Ball 등(1983)의 기준에 의거 한우 씨수소를 고환 둘레는 34 cm 미만, 34~39 cm 및 39 cm 초과 씨수소군으로 분류하였다. 2007년 7월 1일~2008년 6월 30일에 정액이 채취된 한우 씨수소 43두의 5,487개 정액 성상 기록을 이용하여 고환 둘레와 정액 성상간의 관계를 규명하였다. 각 군별 정자 농도 및 총 정자수는 각각 11.18, 16.68 및 17.40억/ml, 그리고 69.83, 101.64 및 114.40억/ejaculate이었다. 고환 둘레가 34 cm 이상인 씨수소의 정자 농도 및 총 정자수가 34 cm 미만인 씨수소의 정자 농도 및 총 정자수보다 높았다($p<0.05$). 고환 둘레와 정자 농도 및 총 정자수간에 모두 0.37의 정의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). 고환 둘레와 첫 인공수정 수태율 간의 상관관계는 한우 씨수소 137두를 이용한 한우 농가 44호의 9,862개의 교배 자료를 이용하였다. 각 군별 인공수정 수태율은 각각 73.31, 74.16 및 77.33%이었으며, 고환 둘레와 인공수정 수태율간의 상관계수는 0.12($p=0.17$)로 나타났다.

따라서 한우 씨수소의 고환 둘레는 정액 성상과 매우 밀접한 관계를 가지며, 수태율에도 영향을 미치는 것으로 사료되어 고환 둘레는 한우 씨수소 번식 능력을 평가할 수 있는 기

Table 5. Simple correlation coefficients between scrotal circumference and the 70 day-non-return rates in Hanwoo bull

Traits	Scrotal circumference	Probability
70 days-nonreturn rates	0.12	0.17

초 자료로 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Ball L, Ott RS, Mortimer RG and Simons JC. 1983. Manual for breeding soundness of bulls. Society for Theriogenology, Hastings.
- Bourdon RM and Brinks JS. 1986. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls; adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. J. Anim. Sci. 62:958-967.
- Chenoweth PJ, Chase Jr CC, Thacher M-D J, Wilcox CJ and Larsen RE. 1996. Breed and other effects on reproductive traits and breeding soundness categorization in young beef bulls in Florida. Theriogenology 46:1159-1170.
- Coulter GH and Foote RH. 1976. Relationship of testicular weight to age and scrotal circumference of Holstain bulls. J. Dairy Sci. 59:730-732.
- Evans JL, Golden BL, Bourdon RM and Long KL. 1999. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. J. Anim. Sci. 77:2621-2628.
- Gipson TA, Vogt DW, Eilersieck MR and Massey JW. 1987. Genetic and phenotypic parameter estimates for scrotal circumference and semen traits in young beef bulls. Theriogenology 28:547-555.
- Jansen J. 1986. Direct and maternal genetic parameters of fertility traits in Friesian cattle. Livest. Prod. Sci. 15:153-164.
- Johnson WH, Thompson JA, Kumi-Diaka J, Wilton JW and Mandell IB. 1995. The determination and correlation of re-

Table 4. Least-squares means and standard errors of the 70 day non-return rates according to scrotal circumference in Hanwoo bull

Item	Scrotal circumference		
	34 cm below	34~39 cm	39 cm over
Heads of mating bull	9	79	49
Heads of mating cow	923	6,857	2,082
70days-nonreturn rates (%)	73.31±25.01	74.16±28.55	77.33±27.52

- productive parameters of performance tested Hereford and Simmental bulls. *Theriogenology* 44:973-982.
- Latimer FG, Wilson LL and Cain MF. 1982. Scrotal measurements in beef bulls: Heritability estimates, breed and test station effects. *J. Anim. Sci.* 54:473-479.
- Lunstra DD, Ford JJ and Echtenkamp SE. 1978. Puberty in beef cattle: Hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.* 46:1054-1062.
- Nadarajah K, Burnside EB and Schaeffer LR. 1988. Genetic parameters for fertility of daily bulls. *J. Dairy Sci.* 71:2730-2734.
- Murray BB, Scheffer LR and Burnside EB. 1983. Heritability of nonreturn rate of Canadian Holstein-Friesian bulls. *Can. J. Anim. Sci.* 63:39-48.
- Palasz AT, Cates WF, Barth AD and Mapletoft RJ. 1994. The relationship between scrotal circumference and quantitative testicular traits in yearling beef bulls. *Theriogenology* 42:715-726.
- Sosa JM, Senger PL and Reeves JJ. 2002. Evaluation of American Wagyu sires for scrotal circumference by age and body weight. *J. Anim. Sci.* 80:19-22.
- Stålhammer EM, Janson L and Philipson J. 1994. Genetic studies of fertility in A.I. bulls. II. Environmental and genetic effects on non-return rates of young bulls. *Anim. Prod. Sci.* 34:193-207.
- Trocóniz JF, Beltrán J, Bastidas H, Larreal H and Bastidas P. 1991. Testicular-development, body weight changes, puberty and semen traits of growing Guzerat and Nellore bulls. *Theriogenology* 35:815-826.
- Thompson JA, Forrest DW, Blanchard TL, Bronson AR and Lowes NL. 1994. Ratios of serum concentrations of testosterone and progesterone from yearling bulls with testes. *Theriogenology* 45:1045-1052.
- Wildeus S. 1993. Age-related changes in scrotal circumference, testis size and sperm reserves in bulls of the tropically adapted Senepol breed. *Animal Reproduction Science* 32:185-195.
- 박노형, 이성수, 정준, 원유석, 김내수. 2003. 한우 종모우의 고환 둘레와 정액 생산 및 번식과의 관계. *한국동물자원과학지* 45:517-522.
- 이성수, 박노형, 정준, 원유석, 강구운. 2004. 한우 종모우의 고환 둘레와 정액 생산 및 후대의 성장·도체형질과의 관계. *한국수정란이식학회지* 19:127-132.

(접수: 2009. 10. 12 / 심사: 2009. 10. 22 / 채택: 2010. 2. 18)