

한우 거세우의 사회 행동에 공간 허용이 미치는 영향

한지훈 · 전중환 · 김동주 · 장홍희 · 구자민 · 김영기 · 이스캇 · 김은정 · 이희천 · 이효종 · 연성찬*

경상대학교 수의과대학 동물의학연구소
(게재승인: 2005년 5월 23일)

Effects of space allowance on the social behavior of Korean native cattle (*Bos taurus coreanae*) steers

Ji-hoon Han, Jung-hwan Jeon, Dong-joo Kim, Hong-hee Chang, Ja-min Koo, Young-ki Kim,
Scott-s Lee, Eun-jung Kim, Hee-chun Lee, Hyo-jong Lee, Seong-chan Yeon*

Institute of Animal Medicine, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea
(Accepted: May 23, 2005)

Abstract : This study was carried out to find out how space allowance affect the social behavior of Korean native cattle (*Bos taurus coreanae*) steers. Twelve Korean native cattle (*Bos taurus coreanae*) steers were used as subjects, each of which was 30-month-old and observation period was from June to July 2003. Five (T1) and seven (T2) steers were allotted to two pens of 5 m×10 m in a building with slate roof and open sides respectively. They were fed at 09:00 h and 16:00 h, twice a day. The behaviors of steers were recorded from 06:00 h to 17:00 h, using two color CCD cameras (Samsung SDC-411, Korea), one B/W CCD cameras (Samsung SBC-340, Korea), one multiplexer (Samsung SDM-081, Korea) and a time lapse VCR (Samsung SRV-30, Korea). The behaviors of each steer were recorded every 2 min using an instantaneous point sampling method. While the mean percentage of time budget in WA of T1 was lower than that of T2 ($p<0.05$), the mean percentage of time budget in SF of T1 was higher than that of T2 ($p<0.05$). When it gets hot, steers in T1 rested from 10:00 h to 14:00 h when it gets cool, showing 40~80% of LD rate while steers in T2 rested from 12:00 h, when it very hot to 17:00 h, showing 20~50% of LD rate, which is relatively low. Steers in T1 were fed from 06:00 h to 08:00 h when it was cool and from 16:00 h to 18:00 h, showing 20~45% of EA rate while steers in T2 were fed from 08:00 h to 14:00 h when it was hot, showing 25~50% of EA rate. In conclusion, it turned out that the number of steers affected their social behavior, and T1 was better environment than T2 in terms of welfare.

Key words : Korean native cattle (*Bos taurus coreanae*), social behavior, space allowance, steer

서 론

소의 행동에 대한 연구는 풀을 뜯는 방법, 좋아하는 풀, 그리고 계절별 행동특성에 근거한 가장 합리적인 방목방법 등을 알아내려는 데에서 시작되었다. 현재에는 고 밀도로 소를 사육하는 형태가 주로 이용됨에 따라 소의 행동에 대한 연구 분야는 인공적으로 조성된 환경 속에서 생활하는 소의 행동과 그에 따른 생산성 향상 방

법 및 복지수준을 높여줄 수 있는 우사의 형태와 크기 및 묶여 있는 상태의 유, 무 등에 관한 연구분야로 확대 되고 있는 실정이다 [3, 6, 8, 17].

소는 군 구성원간에 복잡한 서열이 있어 구성원간의 투쟁을 적게 하고 질서를 유지하려 하며 [5, 7, 11-16] 사육밀도는 소의 사회행동에 많은 영향을 미친다 [5, 13, 16]. 송아지의 경우 사육밀도가 높아짐에 따라 위협, 공격 및 싸움 등과 같은 구성원간의 투쟁행동이 증가하는

이 연구는 한국과학재단 목적기초연구비(과제번호: R05-2001-000-00756-0)에 의해 수행되었음.

*Corresponding author: Seong-chan Yeon

College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea
[Tel: +82-55-751-5825, Fax: +82-55-751-5803, E-mail: scyeon@nongae.gsnu.ac.kr]

것으로 알려져 있다 [13]. 또한 Zeeb 등 [18]의 연구결과에 의하면, 사육밀도가 낮아짐에 따라 경쟁과 이동의 빈도가 낮아진다. 따라서 소에게 충분한 공간을 제공하는 것은 복지와 생산성 측면에서 중요할 것으로 생각된다. 또한 우사 내에서 사육되는 소가 방목되는 소보다 투쟁행동을 더 많이 나타내는 것으로 알려져 있다 [14].

한우는 우리의 고유 품종이고 또한 국가적으로 중요한 산업 기반임에도 불구하고 한우에 대한 기본적인 행동에 관한 자료는 극히 미미한 것이 현실이다. 또한 한우의 사육 형태를 보면 현재의 사육환경에서는 인위적으로 조성된 일정 규모의 사육공간에서 비육되는 경우가 거의 대부분이기 때문에 이들이 비육상태에 있는 동안 접하게 되는 환경에 대한 연구는 한우 산업의 지속적인 발전을 위해서도 중요할 것으로 판단된다.

경남지역의 한우 농가에서는 한 우방의 면적이 5m×10m인 우사를 주로 채택하고 있다. 그렇지만 사육두수는 각 농가마다 다르게 사육하고 있다. 따라서 군의 크기에 따른 사회행동에도 변화가 있을 것으로 생각되고 있다. 소의 경우 일정공간에서의 사육두수가 증가함에 따라 그룹 구성원 간의 관계에 영향을 미치기 때문에 암컷에서는 유산 비율이 증가하고 공세적인 행동이 증가하는 것으로 임상에서는 인식되고 있다.

본 연구는 사육되는 공간이 동일한 상태에서 한우 거세우의 개체수 변화가 사회행동에 어떠한 영향을 미치는지를 연구함으로써 한우 사육에 있어 관리기술을 향상시키고 복지 상태를 평가하는 기초 자료를 얻고자 수행되었다.

재료 및 방법

실험동물 및 실험기간

본 실험에 사용된 실험동물은 한우 거세우 12두였다. 나이는 생후 16~17개월 이었다.

실험 설계

본 실험은 2003년 6월과 7월 두 달 동안 수행되었으며, 실험동물은 슬레이트 지붕재로 된 양쪽지붕형 개방우사에서 사육되었다. 목장의 환기정도는 양호하였으며 목장이 위치한 지역의 평균 외기 온도는 22.9°C 였다. 우방의 크기는 사육 농가에서 일반적으로 많이 적용하고 있는 가로(5m)×세로(10m)의 크기였다(농림부 농협중앙회, 2002, 한우사 표준설계도 시방서). 처리군 1은 (T1) 한 칸의 우방에 5두를 사육하였는데 이는 국내 사육농가의 평균 우방 사육두수이며 처리군 2(T2)는 한 칸의 우방에 7두를 사육하였다. 사료는 9시와 16시에 1일 2회 급여하였으며, 물은 자유롭게 마실 수 있었다.

행동 녹화

행동 녹화는 각 처리군에 대하여 24시간 녹화를 기본적으로 수행하였으나 야간 촬영은 칼라와 흑백 카메라의 센서가 일반적인 우사의 조명 아래에서는 소들의 형태를 명확하게 감지를 하지 못해 오전 6시부터 오후 17시까지의 촬영분만을 분석하였다. 행동 녹화에는 2대의 디지털 칼라 카메라(Samsung SDC-411, Korea), 한대의 흑백 카메라(Samsung SBC-340, Korea)를 사용하여 사각 지대 없이 촬영하였으며, 여러 카메라 화면을 한 대의 VCR에 전달하는 신호 장치인 multiplexer(Samsung SDM-081, Korea) 한 대, 그리고 한 대의 time lapse VCR(Samsung SRV-30, Korea)을 이용하였다.

행동 관찰

실험동물의 행동은 Table 1의 행동목록에 따라 2분 간격으로 scan sampling과 instantaneous sampling 방법을 이용하여 관찰하였고, 각 거세우의 time budget을 측정하였다. Table 1에서, standing(ST)은 서 있는 행동, walking(WA)은 걸어 다니는 행동, lying down(LD)은 누워 있는 행동, eating(EA)은 사료를 먹는 행동, sniffing(SF)은 냄새를 맡는 행동, rubbing(RB)은 벽이나 기둥에 몸을 문지르는 행동, drinking(DR)은 물을 마시는 행동, self grooming(SG)은 서서 자신을 핥는 행동, pairwise grooming(PG)은 다른 소를 핥는 행동, urinating(UR)은 배뇨하는 행동, fly catching(FC)은 꼬리로 파리를 쫓는 행동, chin resting(CR)은 새끼나 다른 소에 붙을 때는 행동을 각각 의미한다.

통계 분석

본 실험의 통계처리는 SPSS package(SPSS 9.0, SPSS

Table 1. The list of behavioral classification

Observed behaviors	Initial word of the behaviors
Standing	ST
Walking	WA
Lying down	LD
Eating	EA
Sniffing	SF
Rubbing	RB
Drinking	DR
Suckling	SUK
Self grooming	SG
Pairwise grooming	PG
Urinating	UR
Fly catching	FC
Chin resting	CR
Tail wagging	TW

Inc, Chicago, USA)를 이용하였다. 각 개체에서의 time budget을 통해 군 사이의 각 행동별 time budget과 시간 대별 분포에서 유의성 검정을 실시하였으며, 비모수 검정 방법인 Mann-Whitney U test법을 적용하였다 [2].

결 과

관찰기간 동안의 행동별 소비시간 비율(Fig. 1)을 보면, T1의 경우 ST는 42.7±10.1%, WA는 2.5±2.1%, LD는 24±6.1%, EA는 15.6±7.2%, SF는 4.5±3.0%, RB는 1.7±1.4%로 나타났으며, T2의 경우 ST는 45.5±11.7%, WA는 10.7±1.6%, LD는 20.2±2.5%, EA는 18.3±10.5%, SF는 0.1±0.02%, RB는 1.4±0.7%로 나타났다. 그리고 WA와 SF는 군간에 유의적인 차이를 나타냈다(p<0.01).

ST의 행동 비율(Fig. 2)은 처리군에 관계없이 6시부터 증가하다가 감소하여 11시와 12시에 낮게 유지되었고 다시 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었으며, 7시와 13시에는 군간에 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05).

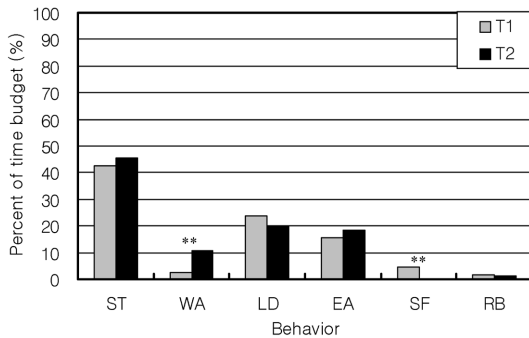


Fig. 1. Total behavioral distribution of steers from 06:00 h to 17:00 h. Percent of time budget is referring to percentage of time being spent to observe each behavior among the total amount of observing time. **: p<0.01.

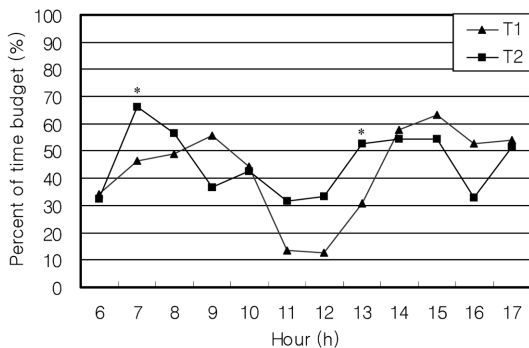


Fig. 2. Standing distribution in steers according to hours. *: p<0.05.

WA의 행동 비율(Fig. 3)은 처리군과 시간대에 관계없이 급격히 변하는 경향은 없었고 T1의 WA 비율보다 T2의 WA 비율이 시간대에 관계없이 항상 높았으며 7시, 11시, 12시(p<0.01)와 6시, 8-10시, 13시, 14시, 17시(p<0.05)에 처리군 간의 유의차가 나타났다.

LD의 행동 비율(Fig. 4)은 처리군 간에 아주 다른 경향을 나타내었다. 즉, T1의 LD 비율의 경우 6시의 8.3±4.4%로부터 증가하기 시작하여 11시와 12시의 77.7±17.7%까지 증가하였다가 급격히 16시와 17시의 2.7 ± 0.3%로 감소하는 경향을 나타내었으며, T2의 LD 비율의 경우 6시의 약 40.2±19.9%로부터 7시의 1.2±0.2%로 급격히 감소하여 비슷한 수준으로 9시까지 유지되다가 다시 증가하기 시작하여 12시의 30.2±13.8%로 15시까지 유지되다가 16시의 49.8±9.2%로 급격히 증가하였으며 17시의 16.0±6.9%로 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 7-13시, 15-17시(p<0.01)와 6시(p<0.05)에 처리군 간의 유의차가 인정되었다.

EA의 행동 비율(Fig. 5)의 경우도 LD의 비율과 마찬가지로

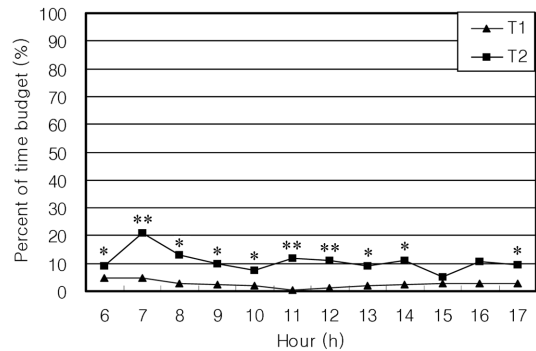


Fig. 3. Walking distribution in steers according to hours. *: p<0.05, **: p<0.01.

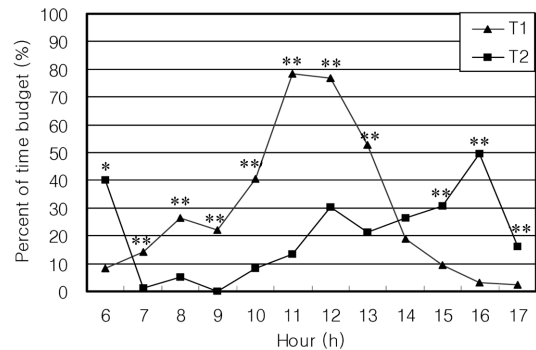


Fig. 4. Lying down distribution in steers according to hours. *: p<0.05, **: p<0.01.

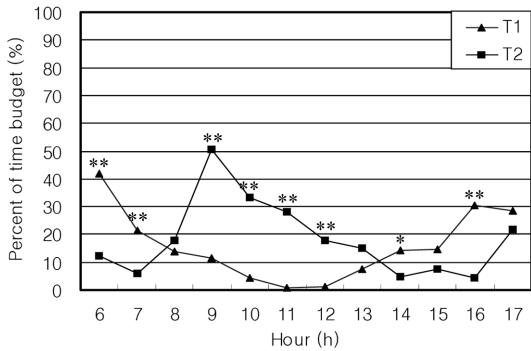


Fig. 5. Eating distribution in steers according to hours. *, p<0.05, **, p<0.01.

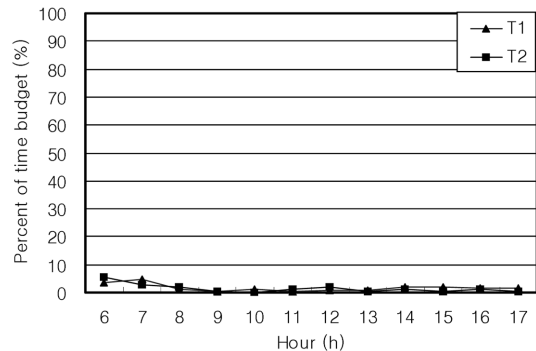


Fig. 7. Rubbing distribution in steers according to hours.

가지로 처리군 간에 아주 다른 경향을 나타내었다. T1의 EA 비율의 경우 6시의 41.8±11.5%에서 11시의 2.0±1.2%까지 감소한 후 16시의 30.4±10.5%까지 증가하였다가 17시의 약 28.6±17.9%로 감소하는 경향을 나타내었으며, T2에서 EA 비율의 경우 6시와 7시의 9.0±8.0% 정도에서 급격히 증가하기 시작하여 9시의 50.5±20.3%까지 증가하였다가 완만하게 14시의 4.8±0.7%까지 감소하여 16시까지 비슷한 수준으로 유지되다가 다시 17시의 21.7±15.7%까지 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 6시, 7시, 9-12시, 14시(p<0.05)와 16시(p<0.01)에 처리군 간의 유의차가 인정되었다.

SF의 행동 비율(Fig. 6)은 처리군과 시간대에 관계없이 급격히 변하는 경향은 없었고 T2의 SF 비율 보다 T1의 SF 비율이 시간대에 관계없이 항상 높았으며 6-10시, 13-16시(p<0.05)와 17시(p<0.01)에 처리군 간의 유의차가 나타났다.

RB의 행동 비율(Fig. 7)은 처리군에 상관없이 약 1.5±1.0%대로 낮게 나타났으며 시간대에 관계없이 급격

히 변하는 경향은 없었고 처리군 간에 유의차가 나타나지 않았다.

고 찰

소는 사료섭취, 음수, 공격, 도망, 놀이 등을 위하여 움직이며, 이러한 움직임 중의 하나가 WA이다 [15]. T1의 WA 소비시간 비율보다 T2의 WA 비율이 높게 나타났다(p<0.01). 이러한 결과는 T1의 군 크기와 사육밀도에 비하여 T2의 군 크기가 크고 사육밀도가 높았기 때문에 판단되는데, 이는 Zeeb 등 [18]의 연구 결과와 유사하다.

휴식은 사회생활에 있어서 반드시 필요하다. 소는 휴식하는 동안 대부분 LD상태로 지낸다. 황소 [9]의 경우 하루에 12시간 정도 그리고 젖소 [16]와 분만직전 어미소 [1]의 경우 9시간 정도를 LD상태로 지낸다. 우사에 매어 있는 송아지의 경우도 전체 시간의 71%를 누워서 보내는 것으로 나타났다 [17]. 본 실험에 이용된 거세우들도 ST 다음으로 LD를 많이 나타내어 하루 중 많은 시간을 LD상태로 지내는 것을 알 수 있었다. 본 실험에서는 T1의 LD 비율이 T2의 LD 비율보다 높았으나 통계적으로 유의적인 차이가 인정되지는 않았다. 또한 Wilson 등 [17]의 연구 결과에 의하면 우사의 크기가 같을 경우 우사에 목을 맨 상태에서 사육한 군의 송아지와 매지 않고 사육한 송아지의 누워있는 행동에서 유의적인 차이점을 발견하지 못했다. 따라서 사육환경의 차이가 소의 누워있는 행동에 유의적인 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 그러나 본 실험과는 달리 LD가 ST보다 많은 비율을 차지하였다. 하지만 매어있는 소와 일정한 공간 내에서 자유롭게 돌아다닐 수 있는 소 사이의 누워있는 행동에는 점유시간에 차이가 있으므로 향후 이에 대한 심도 있는 연구도 반드시 필요하리라 생

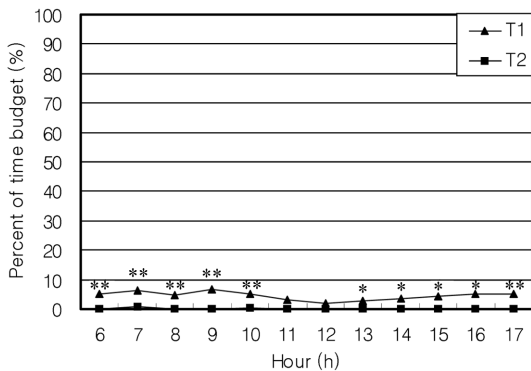


Fig. 6. Sniffing distribution in steers according to hours. *, p<0.05, **, p<0.01.

각되며 목이 매어 있는 것과 같은 특수한 환경으로 인해 누워있는 시간의 증가가 소의 복지를 고려한 측면에 정확히 부합되는지도 생각해 볼 문제이다.

소는 사람보다 냄새를 잘 맡는다. 냄새를 맡는 행동은 사회생활을 함에 있어서 상당히 중요한 수단이며 [15], 소는 냄새를 이용하여 개체를 구분할 수 있고 [4] 페로몬을 이용하여 심리상태를 전달한다 [11]. 또한 소가 냄새를 통하여 의사소통을 하는 것은 매우 중요하며 이는 그들 간의 사회관계의 설정에 있어서 매우 커다란 역할을 하고 있다. 따라서 T1의 SF 비율이 T2의 SF 비율 보다 높은 것을($p < 0.01$) 고려해 볼 때, T1의 거세우들이 T2의 거세우들 보다 좀더 사회적 관계에 관심이 있다고 볼 수도 있다.

시간대별 ST 비율에 있어서 처리에 상관없이 11시와 12시에서 다른 시간대의 ST 비율에 비하여 매우 낮은 수준으로 유지되었다. T1의 경우는 11시와 12시에 LD 비율이 매우 높게 유지되었기 때문이었으나 T2의 경우는 11시와 12시에 LD 비율과 EA 비율이 비교적 높게 유지되었기 때문이었다. 즉, T1의 거세우들은 T2의 거세우들에 비하여 11시와 12시에 LD상태로 휴식을 많이 하고 EA를 거의 하지 않았다. 이는 T1 군 내에서 먹이에 대한 경쟁이 약화되지 않았나 하는 점을 추측할 수 있으나 이에 대해서는 좀더 심도 있는 연구가 필요하다.

WA 비율을 시간대별로 살펴본 결과, T1의 WA 비율이 T2의 비율보다 평균적으로 모든 시간대에서 낮게 나타났으며, 15시와 16시의 WA 비율을 제외한 나머지 시간대의 WA 비율은 모두 통계적으로 유의적인 차이를 나타내었는데, 이러한 결과를 고려해 볼 때 T1의 거세우들이 T2의 거세우들 보다 군 크기가 작고 사육밀도가 낮은 이유 때문에 사회적 스트레스를 덜 받으며 생활한 것으로 판단된다.

T1의 LD 비율과 T2의 LD 비율은 시간대별 비율의 경향이 아주 다르게 나타났다. 즉 T1의 거세우들은 더워지기 시작하는 10시부터 시원해지기 시작하는 14시까지 40~80% 범위의 LD 비율로 충분히 여유롭게 휴식하였는데 반하여 T2의 거세우들은 더운 12시부터 17시까지 상대적으로 낮은 20~50% 범위의 LD 비율로 휴식하였다. 이것은 T1의 거세우들이 T2의 거세우들보다 자유롭게 LD 상태로 휴식하였음을 의미할 뿐만 아니라 군 크기와 사육밀도가 휴식 패턴에 많은 영향을 미칠 수 있음을 의미한다.

EA의 비율도 LD의 비율과 마찬가지로 처리군 간에 아주 다른 경향을 보였다. T1의 거세우들은 시원한 6시부터 8시까지 그리고 16시부터 18시까지 20~45% 범위의 EA 비율로 사료를 섭취하였다. 반면에 T2의 거세우들은 더운 8시부터 14시까지 25~50% 범위의 EA 비율

로 사료를 섭취하였다. 이러한 결과를 고려해 볼 때 T1의 거세우들이 T2의 거세우들보다 자유롭게 사료를 섭취하였다고 볼 수 있다. 따라서 T1의 거세우들이 T2의 거세우들보다 복지측면에서 좋은 조건에서 생활하였다고 판단되며, 또한 군 크기와 사육밀도가 사료섭취 패턴에 많은 영향을 미치는 것으로 판단된다.

처리군에 관계없이 다른 행동의 비율에 비하여 SF 비율이 낮은 수준으로 나타났으나 11시와 12시를 제외한 모든 시간대에서 처리군 간에 통계적으로 유의적인 차이가 인정되어 군 크기와 사육밀도가 SF 비율에 크게 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

Kondo 등 [13]은 송아지의 경우 사육밀도가 높아짐에 따라 위협, 공격 및 싸움 등과 같은 구성원간의 투쟁행동이 증가하였다고 하였으나, 본 연구의 두 처리군 모두에서 거세우들은 구성원간에 투쟁행동을 나타내지 않았다.

이러한 결과들은 사육밀도가 소의 투쟁행동을 제외한 걷는 행동, 누워있는 행동, 사료를 섭취하는 행동 및 냄새를 맡는 등의 행동에 영향을 미친다는 연구결과 [5, 13, 16, 18]와 일치한다. 따라서 본 실험을 바탕으로 향후 좀더 많은 개체수를 대상으로 하는 실험과 함께 암·수, 거세 유무, 호르몬의 변화, 임신 상태, 송아지, 군 구성 때의 연령 차이 및 출하체중 등에 따른 광범위한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

결론

동일 면적내의 사육두수 변화가 16~17개월령 한우 거세우의 사회행동에 어떤 영향을 미치는지를 규명하기 위하여 6월과 7월 두 달 동안 5m×10m 크기의 우방에 5두(T1)와 7두(T2)를 각각 사육하면서 6시부터 17시까지 사회행동을 녹화하여 관찰한 후 분석하였다.

한우 거세우는 ST, LD, EA, WA, SF, RB와 같은 순서로 행동을 나타내었다. T1의 WA 비율이 T2의 WA 비율보다 낮게 나타났는데($p < 0.01$) 반하여 T1의 SF 비율은 T2의 SF 비율 보다 높게 나타났다($p < 0.01$).

T1의 거세우들은 더워지기 시작하는 10시부터 시원해지기 시작하는 14시까지 40~80% 범위의 LD 비율로 충분히 여유롭게 휴식하였는데 반하여 T2의 거세우들은 더운 12시부터 17시까지 상대적으로 낮은 20~50% 범위의 LD 비율로 휴식하였다.

T1의 거세우들은 시원한 6시부터 8시까지 그리고 16시부터 18시까지 20~45% 범위의 EA 비율로 사료를 섭취하였다. 반면에 T2의 거세우들은 더운 8시부터 14시까지 25~50% 범위의 EA 비율로 사료를 섭취하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 동일 면적내의 사육두

수 변화가 소의 사회행동에 지대한 영향을 미치는 것으로 판단되며, 또한 T1의 거세우들이 T2의 거세우들보다 복지측면에서 좋은 환경에 있는 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김현희, 구자민, 황재민, 전중환, 장홍희, 이원익, 정종태, 이효종, 연성찬. 분만직전 한우의 행동. *대한수의학회지* 2002, **42**, 403-410.
2. 차영준, 송재기, 김종태, 이우동, 이재만, 김달호. 비모수 검정. pp. 51-62, 자유아카데미, 서울, 2001.
3. Anderson NG. Observations on dairy cow comfort: Diagonal lunging, resting, standing and perching in free stalls. *In* Proceedings of the fifth international dairy housing conference. pp. 26-35, Fort Worth, 2003.
4. Baldwin BA. Ability of goats and calves to distinguish between conspecific urine samples using olfaction. *Appl Anim Ethol* 1977, **3**, 145-150.
5. Boe KE, Faerevik G. Grouping and social preferences in calves, heifers and cows. *Appl Anim Behav Sci* 2003, **80**, 175-190.
6. Eberhardt T, Grimm H, Richter T, Savary P. Early detection of calf disease by automatic recording of behavioral changes. *In* Proceedings of the fifth international dairy housing conference. pp. 350-355, Fort Worth, 2003.
7. Friend TH, Polan CE. Social rank, feeding behavior, and free stall utilization by dairy cattle. *J Dairy Sci* 1974, **57**, 1214-1220.
8. Gaworski MA, Turker CB, Weary DM, Swift ML. Effects of stall design on dairy cattle behavior. *In* Proceedings of the fifth international dairy housing conference. pp. 139-146, Fort Worth, 2003.
9. Hout KA, Wollney G. Frequency of masturbation and time budgets of dairy bulls used for semen production. *Appl Anim Behav Sci* 1989, **24**, 217-225.
10. Jensen MB, Vestergaard KS, Krohn CC. Play behaviour in dairy calves kept in pens: the effect of social contact and space allowance. *Appl Anim Behav Sci* 1998, **56**, 97-108.
11. Bouissou MF, Boissy A, Neindre PL, Veissier I. The social behaviour of cattle. *In*: Keeling LJ, Gonyou HW (eds.), *Social Behavior in Farm Animals*. pp. 113-114. CAB International. Wallingford, Oxon, 2001.
12. Kondo S, Kawakami N, Kohama H, Nishino S. Changes in activity, spatial pattern and social behavior in calves after grouping. *Appl Anim Ethol* 1984, **11**, 217-228.
13. Kondo S, Sekine J, Okubo M, Asahida Y. The effect of group size and space allowance on the agonistic and spacing behavior of cattle. *Appl Anim Behav Sci* 1989, **24**, 127-135.
14. Miller K, Woodgush DGM. Some effects of housing on the social behavior of dairy cows. *Anim Prod* 1991, **53**, 271-278.
15. Phillips CJC. *Cattle behaviour & welfare*. pp. 84-122, 2nd ed. Blackwell Science, Osney Mead, Oxford, 2002.
16. Rind MI, Phillips CJC. The effects of group size on the ingestive and social behaviour of grazing dairy cows. *Anim Sci* 1999, **68**, 589-596.
17. Wilson LL, Terosky TL, Stull CL, Stricklin WR. Effects of individual housing design and size on behavior and stress indicators of special-fed Holstein veal calves. *J Anim Sci* 1999, **77**, 1341-1347.
18. Zeeb K, Bock C, Heinzler B. Control of social stress by consideration of suitable space. *In*: Zayan R, Dantzer R(eds.), *Social Stress in Domestic Animals*. pp. 275-281. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1988.