

## 거세 한우 육성우 사육밀도가 채식행동에 미치는 영향

이상무\* · 장재원

경북대학교 축산BT학부

### Effect of Different Stocking Density on Eating Behavior of Hanwoo Steers (*Bos taurus coreanae*) During Growing Period

Sang Moo Lee\* and Jae Won Jang

School of Animal Science and Biotechnology, Kyung-Pook National University, Sangju-Si 742-711, Korea

#### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of stocking density on the eating and ruminating behavior of growing Hanwoo steer (*Bos taurus coreanae*). A total of thirty growing Hanwoo steers were divided into four stocking density groups (G1: 1 head/32 m<sup>2</sup>, G2: 2 heads/32 m<sup>2</sup>, G3: 3 heads /32 m<sup>2</sup>, G4: 4 heads/32 m<sup>2</sup>) with 3 replicates (12 pens). The results of eating behaviors for 48 hours are summarized as follows: Total intake was higher in 2G, 3G and 4G than in 1G, but not significantly different among the treatments. Intake of roughage was the highest in 2G (3.32 kg), while 1G (2.85 kg) was the lowest (P<0.05). Eating time of concentrate was highly in the order of 1G > 2G > 3G > 4G (P<0.05). But eating time (concentrate + roughage) and ruminating time were not significantly difference among the treatments. Resting time (standing + lying) was the highest in 4G (P<0.01), and lying time was the highest in 2G. Chewing time (Eating + ruminating) was higher in 3G than in 1G, 2G, and 4G (P<0.05). Number of bolus, number of total chews, ruminating time per bolus and number of bolus per minute were not significantly difference among the treatments. But number of chews per bolus was significantly lower in 1G than those of the other treatments (p<(0.05). Number of urinating was in the order of 1G > 4G > 2G > 3G (P<0.05). However, stocking density had no effect on drinking and defecating. Eating rate and chewing efficiency were the highest in 4G (P<0.01, 0.05), but ruminating efficiency was not significantly difference among the treatments.

(Key words : Hanwoo, Eating time, Ruminating time, Bolus, Chewing)

#### 서 론

사육밀도는 축사 조건, 관리 작업 조건, 자금조달 능력 및 축종의 가격에 의하여 경영자가 결정하는 측면이기 때문에 지금까지 사육밀도에 대한 지적이나 문제점이 제기되지 않았다. 따라서 농장 경영자들은 생산 일변도에 국한하여 최대 사육 밀도를 통하여 단위 면적당 수익성을 올리는 가축 사육 체계를 실시하고 있는 것이 보편적이다. 이러한 생산 체계는 양적 팽창은 충족시킬 수 있지만 다른 한편으로 발생하는 사육환경이 열악하게 되고 질병이 증가하게 된다. 또한 가축 분노의 발생 집중으로 처리 비용 부담 및 주변 환경오염 등의 부작용이 발생하게 된다 (Yu 등, 2007). 이러한 원인으로 정부에서는 축종별 사육 밀도를 정하여 법제화하려고 축산법을 개정 고시하고 있다. 사육밀도에 있어서 Kondo 등 (1989)은 한 공간에 사육 두수가 증가하면 이와 관련하여 동료에게 위해를 가하

는 행동이 많이 나타난다고 보고하였으며, 소에 있어서는 그룹단위가 커짐에 따라 성숙한 암소와 수소에 있어서는 공격행동이 증가한다고 하였다 (Price와 Wallach, 1991). 특히 Li 등 (2010)은 한 그룹의 한우 수가 증가하면 성장률은 떨어지고, 등지방 두께는 얇아진다고 보고하였다. Albright (1991)는 비육우나 젖소에 있어서 소규모 집단이 대규모 집단에 비하여 사회적 안정성이 높다고 하였으며, Kondo 등 (1989)은 대규모 집단에 비하여 소규모 집단에서 공격성이 훨씬 적게 발생하며, 공격성은 집단 규모가 증가할수록 공격성은 직선적으로 증가한다고 하였다. Barnett 등 (1986)은 돼지 1두당 차지하는 면적을 동일하게 하고 2두, 4두, 8두를 실험한 결과 스트레스 호르몬인 Cortisol 농도가 2두 사육한 구에서 높게 나타났는데 이는 한 마리가 이용할 수 있는 활동 공간이 상대적으로 4두, 8두 사육 공간 보다 좁기 때문에 공격으로부터 피할 수 있는 기회가 적기 때문이라고 보고하였다. 닭에 있어서 군사육을 하

\* Corresponding author : Sang Moo Lee, School of Animal Science and Biotechnology, Kyungpook national University, Sangju 742-711. Korea. Tel: +82-54-530-1224. E-mail: smlee0103@knu.ac.kr

면 단사육에서 나타나지 않는 등지 방어, 공격성, 사료섭취의 방해 등 군사육 특유의 행동이 생산성 저하에 영향을 미친다고 하였다 (Yanazaki 등, 1986). 돼지 사육에 있어서도 개체공간에 사육밀도가 높은 것이 적은 것에 비하여 투쟁이 심하게 나타나며 (Turner 등, 2000), 착유우에 있어서도 사육밀도가 높으면 사회적 투쟁이 많이 일어난다고 보고되고 있다 (Fregonesi와 Leaver, 2002). Li 등(2010)은 1두당 개체 공간을 8.82 m<sup>2</sup>로 하여 한 무리를 4두 (35.28 m<sup>2</sup>), 8두 (70.56 m<sup>2</sup>) 및 12두 (105.84 m<sup>2</sup>)로 나누어 사육한 결과 12두를 한 그룹으로 처리한 구가 4두 및 8두로 구성된 그룹에 비하여 농후사료 채식시간은 감소하나 유보시간은 증가한다고 보고하였다. 이와 같이 많은 연구자들로부터 사육밀도가 생산성 및 행동에 미치는 연구가 보고가 되고 있으나 우리나라 고유 품종인 한우에 있어서 개체당 적정 사육 밀도에 대한 연구 보고는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구는 거세 육성 한우가 사육 밀도에 따라 채식행동에 미치는 영향을 구명하여, 친환경 축산 및 가축 복지형 축산문제를 행동학적으로 해결하기 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험기간 및 장소

본 시험은 2009년 6월부터 2009년 10월까지 5개월간 현장 적용 및 예비실험을 실시한 후 48시간 동안 행동관찰을 실시하였다.

### 2. 공시가축 체중

실험 개시시 공시가축의 평균 체중 (평균 12.5개월령)을 측정하였으며 그 결과는 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Body weight of Hanwoo steer at the beginning experimental

Item	Treatment			
	1G	2G	3G	4G
IBW <sup>1)</sup>	355.4kg	314.3kg	342.4kg	329.1kg

<sup>1)</sup> IBW : Initial body weight.

1G, 2G, 3G and 4G represents group sizes of 1, 2, 3 and 4 growing steers, respectively.

### 3. 실험설계

#### (1) 실험구 처리

실험구 처리는 Table 2와 같이 4 × 8m = 32 m<sup>2</sup>에 한우 사육 두수를 1두, 2두, 3두 및 4두를 배치하여 3반복으로 실시하였다.

Table 2. Experimental design

Items	Treatments			
	1G	2G	3G	4G
Pen sizes	4×8m	4×8m	4×8m	4×8m
No. of head per pen	1	2	3	4
Area of per head	32.0 m <sup>2</sup>	16.0 m <sup>2</sup>	10.6 m <sup>2</sup>	8.0 m <sup>2</sup>
No. of replication	3	3	3	3
Total No. of HS <sup>1)</sup>	3	6	9	12

HS<sup>1)</sup>: Hanwoo Steer.

#### (2) 실험구 사료급여

사료급여에 있어서는 농후사료를 4 kg으로 제한 급여 하였으며, 조사료는 Alfalfa 1kg, Timothy 1kg을 기본 조사료로 공급하고 Tall fescue는 자유채식 시켰다. 이 때 사료급여는 아침 7시, 저녁 6시경에 1일 2회 급여하였다.

### 4. 실험사료 성분 및 배합비

#### (1) 조사료의 일반성분

실험재료로 사용한 조사료의 종류에 따른 일반성분은 Table 3에서 보는 바와 같이 급여한 조사료 중 Alfalfa는 단백질 함량이 높고 NDF 함량이 낮은 사료였으며 Tall fescue는 단백질 함량은 낮지만 NFE 함량이 높은 사료였다. 그리고 Timothy는 NDF 함량이 높은 사료였다.

Table 3. The chemical composition of forages

Items	CP <sup>1)</sup> (%)	EE <sup>2)</sup> (%)	CF <sup>3)</sup> (%)	CA <sup>4)</sup> (%)	NFE <sup>5)</sup> (%)	NDF <sup>6)</sup> (%)
Alfalfa	18.84	3.14	36.13	9.01	32.88	49.86
Timothy	14.64	4.94	29.28	6.98	44.16	66.34
Tall fescue	9.87	3.31	31.65	7.21	47.96	63.19

<sup>1)</sup> crude protein, <sup>2)</sup> ether extract, <sup>3)</sup> crude fiber, <sup>4)</sup> crude ash,

<sup>5)</sup> nitrogen free extract, <sup>6)</sup> neutral detergent fiber.

#### (2) 농후사료의 영양성분

배합사료의 영양비율은 Table 4에서 보면 조단백질 함량이 14.62% 이고 TDN 함량이 70.05%로서 단백질 함량은 높고 TDN 함량은 다소 낮은 전형적인 비육 육성우 사료이다. 그리고 Ca:P의 비율이 약 2:1로서 Ca:P의 균형이 잘 맞는 사료였다.

Table 4. The chemical compositions of concentrate feed

Items	Ingredient compositions (%)
Dry matter	87.99
Moisture	12.01
Crude protein	14.62
Crude fat	3.48
Crude fiber	6.06
Crude ash	6.86
Nitrogen free extract	56.97
Calcium	0.92
Phosphorus	0.47
Neutral detergent fiber	23.92
Acid detergent fiber	9.25
Total digestible nutrients	70.05

(3) 농후사료 배합비

실험에 급여한 농후사료 배합비는 N회사 비육 육성우 전용 사료<sup>®</sup>로서 배합비율은 Table 5에서 보는 바와 같이 박류 사료를 다양하게 배합하여 단백질함량을 높이고 옥수수 및 소맥 함량을 줄여 TDN가를 육성우 성장에 적당하게 배합한 사료였다.

Table 5. The ingredient compositions of concentrate feed

Items	Ingredient compositions (%)
Corn grain	35.3
Wheat grain	15.0
Soybean meal	5.0
Wheat bran	8.0
Corn gluten feed	8.0
Sesame meal	2.0
Cane molasses	5.0
Coconut meal	7.0
Palm meal	7.0
Distillers grain	4.0
Salt dehydrated	0.5
Limestone	2.0
Vitamin premix	0.1
Mineral premix	0.1
Others	1.0
Total	100.0

5. 사양관리

물은 워터컵을 통하여 자유 섭취하도록 하였고, 농후사료 사료조와 조사료 사료조는 양 반대방향에 설치하여 급식시켰다. 사료급여 시간은 오전 및 오후에 각각 1회씩 하였으며 첨가물인 미네랄 블록은 자유 섭취토록 하였다.

6. 조사방법

조사방법은 잘 훈련된 조사요원 36명을 선발하여 1인 1~2두씩 2시간 간격으로 교대하면서 관찰하였다. 이때 개체행동은 48시간 동안 연속적으로 육안 관찰하여 Plotting paper에 기록하였다.

(1) 사료섭취량

섭취량은 급여한 사료와 섭취 후 잔량과의 차이로 구하였으며, 잔량은 다음날 오전 사료 급여 전에 수거하여 측정하였다.

(2) 채식행동

각 개체의 채식, 반추 및 휴식시간, 식피수, 분뇨행동은 본 실험 기간 동안 육안으로 기록 관찰하였다. 저작시간은 채식시간과 반추시간을 합하여 구하였으며, 식피당 저작횟수는 반추시 토출되는 식피를 다시 1위로 넘길때 까지 씹는 횟수를 조사하였다. 그리고 총 저작 횟수는 평균 저작횟수×평균 식피수로 계산하였다. 채식율, 반추율 및 저작율은 각각 건물 채식량을 채식시간, 반추시간, 저작시간으로 나누어 구하였다.

7. 통계처리

실험에서 얻어진 모든 결과들의 통계분석은 Statistical Analysis System(SAS release ver 9.1, 2002)의 General Linear Model Procedure를 이용하여 분산분석을 실시하고, 처리구간에 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여 5%와 1% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 사육밀도가 채식량에 미치는 영향

사육밀도에 따른 채식량은 Table 6에 나타내었다. 농후사료와 조사료인 Alfalfa와 Timothy는 각각 4kg, 1kg 및 1kg을 각 처리구 마다 동일하게 섭취하였다. 이와 같은 결과는 농후사료, Alfalfa 및 Timothy를 제한 급여 하였기 때문이다. 그러나 자유 채식시킨 Tall fescue는 1G, 2G, 3G 및 4G에서 각각 0.85, 1.32, 1.31, 1.23 kg을 채식하여 처리구 별로 차이를 보였다(P<0.05). 특히 2G, 3G 및 4G 처리구에서는 상호간 차이를 보이지 않았지만 1G처리구와는 유의적인 차이를 보였다(P<0.05).

Table 6. Effects of stocking density on voluntary intake

Items	Treatments			
	1G	2G	3G	4G
Concentrate(kg)	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00
Alfalfa	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
Roughage (kg)				
Timothy	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
Tall fescue	0.85±0.15 <sup>b</sup>	1.32±0.19 <sup>a</sup>	1.31±0.21 <sup>a</sup>	1.23±0.25 <sup>a</sup>
Total(kg/day/head)	6.85±0.15 <sup>ns</sup>	7.32±0.19	7.31±0.21	7.23±0.25

ns : not significant.

<sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

총채식량에 있어서는 2G구(7.32 kg)가 가장 높은 채식량을 1G구(6.85 kg)가 가장 낮은 채식량을 보였는데 이들 상호간에 유의적 차이는 나타나지 않았다.

Watts 등(2000)은 소들은 무리로 있을 때 더 많은 사료를 섭취한다고 하였으며, Ha 등(2009)은 15개월령 한우 1두당 차지하는 면적을 8.82 m<sup>2</sup>로 하여 4두(35.28 m<sup>2</sup>), 8두(70.56 m<sup>2</sup>), 12두(105.84 m<sup>2</sup>)를 배치하여 채식행동을 조사한 결과 12두 처리구에서 높은 채식량을 나타내었다고 보고하여 본 실험 결과와 같은 경향치를 나타내었다. 동일 면적에 사육 밀도가 증가하면 상호간 강한 채식 경쟁이 일어나기 때문에 채식량이 높게 나타나는 것으로 사료된다. 일반적으로 사료 섭취량은 사육면적, group 단위, 사료조 길이, 계절적 기후조건, 사료조건 등과 같이 사육 조건에 따라 다양하게 나타난다고 보고되고 있다(Davami 등, 1987; Roush 등, 1984; Jeon 등, 1997)

2. 사육밀도가 저작 및 휴식행동에 미치는 영향

사육밀도가 저작 및 휴식행동에 미치는 영향은 Table 7에 나타내었다. 총채식시간(농후사료+조사료)과 조사료 채식시간은 처리간 상호 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 농후사료 채식시간은 1G > 2G > 3G > 4G 순으로 유의적으로 길게 나타났다(P<0.01). Li 등(2010)은 한우 무리를 4, 8, 12두로 사육하였을 때 조사료(베일러 벧짚) 채식시간은 Group Size에 따라 유의적 차이는 없었지만 농후사료 채식시간은 유의적으로 4두 > 8두 > 12두 순으로 길게 나타났다고 보고하였으며, González 등(2008)은 한우리에 미경산우 사육 두수를 2, 4, 8두를 사육한 결과 사육 밀도가 높을수록 유의적으로 농후사료 채식시간이 짧아진다고 보고한 내용과 같은 결과를 나타내었다. 따라서 사육밀도가 높을수록 농후사료 채식 시간이 짧게 나타낸 것은 상호 경쟁 채식으로 인하여 채식 속도가 빨라지기 때문으로 사료 된다. 그러나 Færevik 등(2007)은 이

Table 7. Effects of stocking density on chewing and resting behavior

Items	Treatments			
	1G	2G	3G	4G
Eating time (min./day)	335.6±55.1 <sup>ns</sup>	322.3±29.3	332.5±57.3	233.9±10.6
Concentrate	33.3±11.0 <sup>a</sup>	30.8± 7.4 <sup>a</sup>	25.5± 7.8 <sup>b</sup>	24.7± 2.3 <sup>b</sup>
Roughage	302.3±44.2 <sup>ns</sup>	291.5±36.8	307.0±49.5	209.2± 8.3
Ruminating time (min./day)	365.3± 2.5 <sup>ns</sup>	376.0±21.6	423.0±49.5	397.0± 7.6
Standing	62.3±15.9 <sup>ns</sup>	65.0±14.1	81.5± 6.4	128.6±39.2
Lying	303.0±18.4 <sup>ns</sup>	311.0± 7.8	341.5±43.1	268.4±31.7
Resting time (min./day)	739.3±24.4 <sup>B</sup>	741.8± 7.4 <sup>B</sup>	684.5±11.3 <sup>C</sup>	809.2± 0.9 <sup>A</sup>
Standing	382.5±29.0 <sup>ns</sup>	317.5± 7.4	357.0±11.3	428.4±48.2
Lying	356.8±46.0 <sup>ns</sup>	424.3±50.6	327.5± 9.9	380.8±49.1
Chewing time <sup>1)</sup> (min./day)	700.9±52.7 <sup>a</sup>	698.3± 7.4 <sup>a</sup>	755.5± 7.8 <sup>a</sup>	618.9±18.5 <sup>b</sup>

ns : not significant.

<sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

<sup>A, B, C</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.01).

<sup>1)</sup> Eating time + Ruminating time

유한 젓소에 있어서 한 마리당 개체 공간이 2.25 m<sup>2</sup>으로 하여 4두 (9.00 m<sup>2</sup>), 8두 (18.00 m<sup>2</sup>), 16두 (36 m<sup>2</sup>) 배치하여 사육밀도를 동일하게 하고 Group size를 다르게 한 실험 결과 채식시간에 영향이 없었다고 보고하였다.

총 반추시간(서서반추+앉아서 반추)을 보면 3G가 가장 길게 1G가 가장 낮은 경향을 보였지만 상호간 유의적 차이는 나타나지 않았다. 반추시간을 세부적으로 살펴보면 사육밀도가 높은 4G가 서서 반추 시간은 가장 길고 앉아서 반추 시간은 가장 짧게 나타났다. 그러나 사육밀도에 따른 서서반추와 앉아서 반추하는 시간에 대한 유의적인 차이는 없었다. 특히 4G는 총 반추시간이 397.6분으로 1G와 2G 보다 높게 나타났지만 앉아서 반추시간이 1G와 2G 보다 짧게 나타난 것은 서서 반추하는 시간이 길었기 때문에 상대적으로 짧게 나타난 것으로 판단된다.

총 휴식시간(서서+앉아서)은 4G가 809.2분으로 가장 많이 휴식하는 것으로, 3G가 684.5분으로 가장 짧게 휴식하는 것으로 나타났다(P<0.01). 3G에서 짧은 휴식시간을 나타낸 것은 채식시간과 반추시간이 길었기 때문에 상대적으로 휴식시간이 짧게 나타난 것으로 판단된다. 휴식시간에 관한 연구 보고를 보면 Lee 등(2008)은 육성기 거세 송아지에 있어서 총 휴식시간은 699.8~802.3분 정도라고 보고하여 본 실험과 같은 경향을 보였다. 그러나 Lee와 Choi (2010)는 비육시 한우후기에 있어서 휴식시간(서서+앉아서)은 1,106분 정도로서 1일 행동 중 약 77%를 휴식한다고 하였으며, Houpt와 Wollney (1989)는 육우는 누워서 휴식 하는 시간 만 12시간 정도라 보고 한 내용과 Lee 등(2010)이 생후 21개월령 한우 거세우는 휴식시간이 1,050분 정도라 보고한 내용과는 차이를 보였다. 이러한 차이는 한우 비육시 어린 송아지에게는 휴식시간이 짧고 비육후기에는 체중 증가로 인하여 휴식시간이 길어지는 현상을 비추어 보았을 때, 본 실험에 이용한 시험축이 육성기에 해당하였기 때문이다. 총 휴식시간 중 서서휴식 하는 시간을 보면 시험구 처리간 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 4G에서 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 Han 등(2005)과 Zeeb 등(1988)이 보고한 사육밀도가 높아지면 서서 휴식하는 시간이 증가한다는 내용과 유사하였다. 그러나 앉아서 휴식하는 시간은 2G가 424.3분으로 다른 구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다.

McDowell 등(1976), Hayasaka와 Yamagishi(1990) 그리고 Purwanto 등(1993)은 착유우 행동에서 서서 휴식과 앉아서 휴식은 열환경과 매우 밀접한 관계가 있기 때문에 여름철 고온에서 채식시간이 줄고 서서 휴식하는 시간이 길어진다고 보고하였다. 그리고 1일 행동 중 저작시간(채식시간+반추시간)은 3G > 1G > 2G > 4G 순으로 높게 나타났지만(P<0.05), 1G, 2G, 3G 간에는 유의적 차이가 없었으며, 4G와는 유의적 차이를 보였다. 이는 사육밀도가 높으면 채식 시간은 많이 단축되는 반면, 반추시간은 크게 증가되지 않기 때문에 전체 저작시간이 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 1일 행동 양식에 있어서 채식시간과 반추시간이 증가하면 휴식시간은 감소하고 역으로 채식시간과 반추시간이 증가하면 휴식시간이 감소하는 상호 부의 상관관계를 가지고 있다(Lee 등, 2008; Lee 등, 2010)

3. 사육밀도가 반추행동에 미치는 영향

사육 밀도에 따른 반추행동은 Table 8에 나타내었다. 1일 동안(24시간) 토출되는 식피수를 보면 370.8~419.5개로서 상호 처리간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 총 저작수는 3G가 22,987번으로서 다른 처리구에 비하여 높은 수치를 보였지만 유의적 차이는 없었다. Jeon과 Otha (1988)는 Orchard grass 1번초 만을 흑모화우 6개월령, 12개월령, 24개월령에게 급여한 결과 식피수가 각각 553.5, 405.4 및 410.8개 였으며 어린 소가 성숙한 소에 비하여 식피수가 높게 나타난다고 보고하였다. 그리고 Lee 등(2008)은 농후사료 대비 조사료를 33.3~40.8%를 채식한 한우 거세 육성우의 식피수는 1일 311.0~433.0개, 저작수는 13,778~19,631개 였다고 보고하였다. 이는 본 실험과 비교시 식피수는 같은 범주에 속하였지만, 1일 저작 횟수는 본 실험에서 높게 나타났다. 일반적으로 조사료 채식시 NDF 함량이 높은 경우와 채식량이 증가(동일사료일 경우)하면 저작회수가 증가하는 것으로 나타난다(Beauchemin, 1991; Okine와 Mathison, 1991; Sudweeks, 1977). 이와 같은 결과로 미루어 볼 때 본 연구 결과 1G가 2G, 3G, 4G 처리구에 비하여 채식량이 낮았기 때문에 저작수가 떨어졌던 것으로 사료 된다.

Table 8. Effects of stocking density on ruminating behavior

Items	Treatments			
	1G	2G	3G	4G
No. of bolus	419.5±14.9 <sup>ns</sup>	370.8±22.3	404.0±39.6	380.0±1.4
No. of total chews	19,758±699 <sup>ns</sup>	22,222±1747	22,987±2253	21,579±746
Ruminating time/bolus (sec.)	52.3±1.8 <sup>ns</sup>	61.0±3.6	63.2±6.1	71.7±15.7
No. of chew/bolus	47.1±1.9 <sup>b</sup>	54.3±3.9 <sup>a</sup>	56.9±1.6 <sup>a</sup>	55.4±0.6 <sup>a</sup>
Bolus/min	1.15±0.04 <sup>ns</sup>	0.99±0.06	0.96±0.09	0.99±0.01

ns : not significant.

a, b, c Means in a row with different superscripts are significantly different(P<0.05).

식피당 반추 시간을 보면 4G > 3G > 2G > 1G 순으로 높게 나타났지만 상호 처리간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 상호 처리간 유의적인 차이가 없었던 것은 상호 처리간 한우 개체 차이가 높게 나타난 것에 기인된 것으로 생각된다. 그리고 4G에서 식피당 높은 반추시간을 보였던 것은 경쟁채식으로 인하여 사료 섭취 시 입에서 소화하는 물리적 저작 시간이 짧았기 때문이다(참조, Table 7, 8). 이는 입에서 충분히 습윤하게 하고 적당한 크기로 저작한 후 식피를 형성하여 제1위로 내려 보는 것이 불충분하였기 때문에 식피 토출 후 더 많은 반추 시간이 나타난 것으로 추정 된다. Lee 등(2004)은 조사료 채식 비율이 증가할수록 반추시간이 증가한다고 하였으며, Sudweeks(1977)는 농후사료 급여 비율이 증가할수록 반추시간은 감소한다고 하였다. 식피당 저작 수는 2G, 3G, 4G와는 유의적 차이가 없었지만 1G와는 유의적인 차이를 나타냈다. 1G에서 식피당 낮은 저작 수를 나타낸 것은 조사료 채식량이 다른 처리구에 비하여 낮았던 것이 원인으로 생각된다. 분당 식피수는 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

4. 사육밀도가 배설행동에 미치는 영향

사육밀도가 배설행동에 미치는 영향은 Table 9에 나타났다. 먼저 1일 음용 회수를 보면 8.5~14.0회로서 처리구간 유의적 차이를 보이지 않았다. 이는 상호 처리간 개체 차이가 높게 나타난 것에 원인이 있는 것으로 생각된다. Cassida와 Stockes(1986)는 사료의 종류, 수분함량, 가축의 생리적 상태 타액 생성량이 다르기 때문에

생리적으로 타액을 많이 분비하게 되면 수분 요구량 증가로 음수량이 증가 한다고 보고하였다. 그리고 Redbo 등(2001)은 착유우에 있어서 기후에 따른 음수 시간에는 유의적인 차이가 없었다고 하였으며, Laínez과 Hsia(2004)는 고능력 착유우, 저능력착유우, 건유우, Hereford에 있어서 음수시간을 측정한 결과 고능력 착유우 > 저능력착유우 > Hereford > 건유우 순으로 높게 나타났지만, 고능력우, 저능력우 및 Hereford에서는 유의적 차이가 없었고 단지 건유우와는 유의적 차이가 나타났다고 보고하였다.

또한 1일분 배설 회수에 있어서도 2G가 11.0회로 가장 낮은 회수를 나타내고 1G가 13.8회로 가장 높은 분 배설 행동을 보였지만 상호 처리간 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이는 앞서서 설명한 바와 같이 개체간 차이가 높게 나타났기 때문에 이와 같은 경향을 보였다고 생각한다.

그러나 배뇨 행동에 있어서는 1G가 1일 26.3회 배뇨하여 가장 높은 수치를 보였던 반면 3G 구는 16.9회로 유의적으로 낮은 수치를 보였다(P<0.05).

5. 사육밀도가 채식율, 반추효율 및 저작효율에 미치는 영향

사육밀도가 채식율, 반추효율 및 저작효율에 미치는 영향은 Table 10에 나타내었다. 먼저 시간당 채식량을 나타낸 채식율을 보면 4G가 1,872.7g으로서 가장 높았던 반면 1G가 1,249.2g으로서 가장 낮게 나타났다(P<0.01). 1G, 2G, 3G 간에는 유의적

Table 9. Effects of stocking density on drinking, defecating and Urinating behavior

Items	Treatments			
	1G	2G	3G	4G
Drinking (No./day)	14.0±4.2 <sup>ns</sup>	11.0±2.8	8.5±1.4	8.5±0.7
Defecating (No./day)	13.8±2.5 <sup>ns</sup>	11.0±1.4	13.3±1.8	12.3±0.4
Urinating (No./day)	26.3±2.5 <sup>a</sup>	18.3±0.4 <sup>bc</sup>	16.9±2.7 <sup>c</sup>	23.4±1.3 <sup>a</sup>

ns : not significant.

<sup>a, b, c</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different(P<0.05).

Table 10. Effects of stocking density on eating rate, ruminating and chewing efficiency

Items	Treatments			
	1G	2G	3G	4G
Eating rate <sup>1)</sup>	1,249.2±180.1 <sup>B</sup>	1,365.2± 74.0 <sup>B</sup>	1,333.5±176.0 <sup>B</sup>	1,872.7±16.9 <sup>A</sup>
Ruminating efficiency <sup>2)</sup>	1,133.1± 31.1 <sup>ns</sup>	1,171.6±110.3	1,041.5± 79.1	1,135.7±18.8
Chewing efficiency <sup>3)</sup>	607.1± 11.0 <sup>c</sup>	631.3± 19.7 <sup>b</sup>	582.7± 20.7 <sup>c</sup>	699.8±15.1 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Voluntary intake (gDM/day)/Eating time (hour/day)

<sup>2)</sup> Voluntary intake (gDM/day)/Ruminating time (hour/day)

<sup>3)</sup> Voluntary intake (gDM/day)/Chewing time (hour/day)

<sup>A, B</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.01)

<sup>a, b, c</sup> Means in row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

ns : not significant.

차이가 나타나지 않았다.

채식율은 채식시간이 짧고 채식량이 많은 경우 높게 나타나는 것으로서 (Lee 등, 2010), 4G가 다른 구에 비하여 채식량은 많고 (Table 7) 채식시간이 짧았던 것 (Table 8)에 기인된 것으로 판단된다. 반추효율에 있어서는 3G가 1,041.5 g으로서 가장 낮았던 반면 2G구가 1,171.6 g으로서 가장 높은 수치를 나타냈지만 상호 처리간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저작 효율은 다른 처리구에 비하여 4G구가 유의적으로 가장 높게 (P<0.05) 나타났는데 이는 4G구가 다른 구에 비하여 저작시간(반추시간+채식시간)에 비하여 채식량이 많기 때문이다. 이와 같은 결과는 Lee 등 (2008)의 연구 결과와 일치하였다. Kim 등 (1994)은 저작효율은 동일 조사료 일 경우 절단 길이가 짧을수록 유의적 차이는 없지만 높은 경향을 나타낸다고 하였으며, 또한 Jeon 등 (1997)도 입자도가 작은 조사료가 입자도가 큰 조사료에 비하여 저작효율이 높다고 하였다. Lee 등 (2010)은 채식율, 반추효율, 저작효율은 한우개체의 특성, 연령, 건강상태에 따라서도 다양하게 나타난다고 보고하였다.

## 요 약

본 연구는 거세 한우 육성우에 사육밀도가 채식 및 반추행동에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실시하였다. 실험에 사용한 공시한우는 12~13개월령으로서 평균체중이 314~355 kg으로서 총 30두를 4처리 3반복으로 배치하였다. 이때 처리구 당 우사면적은 공히 4×8 m = 32 m<sup>2</sup>으로서 각각 32 m<sup>2</sup> 면적에 1두 (1G), 2두 (2G), 3두 (3G) 및 4두 (4G)씩 배치하여 48시간 행동관찰을 실시하였다. 총 사료 섭취량은 1G에 비하여 2G, 3G, 4G에서 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 그러나 조사료 채식량은 1G에 비하여 2G, 3G 및 4G에서 유의적으로 높게 나타났다. 농후사료 채식 시간은 1G > 2G > 3G > 4G 순으로 높게 나타났으며 (P<0.05), 조사료 채식시간은 3G > 1G > 2G > 4G 순으로 높게 나타났지만 유의적인 차이는 없었다. 총 채식시간(농후사료+조사료)은 농후사료와 조사료 채식시간이 길었던 1G에서 335.6분으로 가장 높게 4G가 233.9분으로 가장 낮게 나타났다. 반추시간 중 서서반추는 밀도가 증가할수록 높게 나타났으며, 누워서 반추 4G에서 가장 낮게 나타났지만 유의적 차이는 나타나지 않았다. 총 반추시간에서는 처리구간 유의적 차이를 보이지 않았다. 서서휴식은 4G에서 가장 높게 나타났으나 다른 처리구와 유의적 차이는 없었으며, 누워서 휴식은 2G가 가장 높게 나타났다. 총 저작시간(채식시간+반추시간)은 채식과 반추시간이 길었던 3G에서 높게 나타났으며, 대조적으로 반추시간과 채식시간이 짧았던 4G가 유의적으로 감소하는 경향을 보였다 (P<0.05). 식피수, 총 저작수, 식피당 반추시간 및 분당 식피수는 처리구 간에 유의적 차이를 보이지 않았다. 그러나 식피당 저작수는 1G에 비하여 2G, 3G, 4G에서 유의적으로 높게 나타났다 (P<0.05). 음용회수 및 분 배설행동에 있어서는 개체간 차이가 높은 원인으로 유의적인 차이는 없었으나 1G에서 높은 경향치를 보였다. 그리고 배뇨횟수는 1G > 4G > 2G > 3G 순으로 높게 나

타났다 (P<0.05). 그리고 채식율과 저작효율에 있어서는 4G가 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났다 (P<0.01, 0.05). 이상 결과를 종합해 볼 때, 4G가 다른 처리구에 비하여 채식시간 및 저작시간은 짧았지만, 채식율 및 저작효율이 높은 것으로 나타났다. (주제어: 한우, 채식시간, 반추시간, 식피, 저작)

## 인 용 문 헌

- Albright, J. L. 1991. To group or not to group. Beef/dairy Report. Purdue University, West Lafayette, Indiana. pp. 45-50.
- Barnett, J. L., Hemsforth, P. H., Winfield, C. G. and Hansen, C. 1986. Effects of social environment on welfare status and sexual behaviour of female pigs. I. Effects of group size Appl. Anim. Behav. Sci. 16:965-975.
- Beauchemin, K. A. 1991. Effects of dietary neutral fiber concentration and alfalfa hay quality on chewing rumen function and milk production of dairy cows. J. Dairy Sci. 74:3140.
- Cassida, K. A. and Stockes, M. R. 1986. Eating and resting salivation in early lactating dairy cows. J. dairy Sci. 69:1282-1292.
- Davami, A., Wineland, M. J., Jones, W. T. and Peterson, R. A. 1987. Effects of population size, floor space, and feeder space upon productive performance, external appearance, and plasma corticosteron concentration of laying hens. Poltry Sci. 66:251-257.
- Færevik, G., Andersen, I. L., Jensen, M. B. and Bøe, K. E. 2007. Increased group size reduces conflicts and strengthens the preference for familiar group mates after regrouping of weaned dairy calves (Bos taurus). Appl. Anim. Behav. Sci. 108:215-228.
- Fregonesi, J. A. and Leaver, J. D. 2002. Influence of space allowance and milk yield level on behaviour, performance and health of dairy cows housed in strawyard and cubicle system. Livest. Prod. Sci. 68:1-11.
- González, L. A., Ferret, A., Manteca, X., Ruíz de la torre, J. L., Calsamiglia, S., Devant, M. and Bach, A. 2008. Performance, behavior, and welfare of friesian heifers housed in pens with two, four, and eight individuals per concentrate feeding place. J. Anim. Sci. 86:1446-1458.
- Ha, J. J., Rhee, Y. J., Jang, W. J., Kim, W. Y., Li, S. G. and Song, Y. H. 2009. Studies on variation of characteristics in Hanwoo steers by pen and group size. Kor. J. Lives. Hous. & Env. 15(1):9-16.
- Han, J. H., Jeon, J. H., Kim, D. J., Chang, H. H., Koo, J. M., Kim, Y. K., Lee, S., Kim, E. J., Lee, H. C., Lee, H. J. and Yeon, S. C. 2005. Effects of space allowance on the social behavior of Korean native cattle (Bos taurus coreanae) steers. Kor. J. Vet.

- Res. 45(2):245-250.
- Hayasaka, K. and Yamagishi, N. 1990. Behavioral responses of lactating Holstein cows to rising indoor air temperature in Hokkaido. *Jpn. J. Zootech. Sci.* 61:690-694.
- Haupt, K. A. and Wollney, G. 1989. Frequency of masturbation and time budgets of dairy bulls used for semen production. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 24:217-225.
- Jeon, B. T., Park, I. H., Lee, S. M., Moon, S. H., Kim, K. H., Kim, J. S. and Son, J. C. 1997. The effects of different fiber sources on chewing behavior of Korean Native Cattle. *Korean. J. Anim. Sci.* 39(4):383-390.
- Jeon, B. T. and Otha, M. 1988. Variability of the rumination behaviour in steers fed a constant amount of hay. *J. Korean. Grassal. Sci.* 8(2):68-76.
- Kim, C. M., Lee, B. S. and Chung, T. Y. 1994. Influence of cutting length of ammoniated barley straw on the eating and ruminating behavior of Korean native cattle. *Kor. J. Anim. Sci.* 36(5): 487-493.
- Kondo, S., Sekine, J., Okubo, M. and Adahida, Y. 1989. The effect of group size and space allowance on the agonistic and spacing behaviour of cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 24:127-135.
- Láinez, M. M. and Hsia, L. C. 2004. Effects of season, housing and physiological stage on drinking and other related behavior of dairy cows (*Bos taurus*). *Asian Aust. J. Anim. Sci.* 17(10):1417-1429.
- Lee, S. M., Hwang, J. H., Yoon, Y. B., Kwak, W. S., Kim, Y. I., Moon, S. H. and Jeon, B. T. 2008. Effects of spent mushroom substrates addition on eating behavior of growth Hanwoo. *J. Kor. Grassal. Forage Sci.* 28(2):107-118.
- Lee, S. M., Kim, Y. I. and Kwak, W. S. 2010. Effect of by-product mixing silage feeding on the eating and ruminating behavior of Hanwoo steer. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 30(2):159-168.
- Lee, S. M. and Choi, Y. R. 2010. Effects of whole grain barley cracked feed on the eating behavior of Hanwoo steers during finish fattening period. *Korean J. Anim. Sci. & Technol.* 52 (2):1-10.
- Lee, W. S., Lee, B. S., Oh, Y. K., Kim, K. H., Kang, S. W., Lee, S. S. and Ha, J. K. 2004. Effects of concentrate to roughage ratios on duration and frequencies of rumination and chewing in Hanwoo steers. *J. Anim. Sci. & Technol. Korea.* 46(1):55-60.
- Li, S. G., Yang, Y. X., Rhee, Y. J., Jang, W. J., Ha, J. J., Lee, S. K. and Song, Y. H. 2010. Growth, behavior, and carcass traits of fattening Hanwoo (Korean native cattle) steers managed in different group sizes. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23(7):952-959.
- McDowell, R., Hooven, N. W. and Camoens, J. K. 1976. Effects of climate on performance of Holstein in first lactation. *J. Dairy Sci.* 59:965-973.
- Okine, E. K. and Mathison, G. W. 1991. Effects of feed intake on particle distribution, passage of digesta and extent of digestion in the gas tro intestinal tract of cattle. *J. Anim. Sci.* 69:34-35.
- Price, E. O. and Wallach, S. J. 1991. Effects of group size and the male to female ratio on the sexual performance and aggressive behavior of bulls in serving capacity testa. *J. Anim. Sci.* 69:1034-1040.
- Purwanto, B. P., Matsumoto, T., Nkamasu, F., Ito, T. and Yamamoto, S. 1993. Effect of standing and lying behaviors on heat production of dairy heifers differing in feed intake levels. *AJAS.* 6(2):271-274.
- Redbo, I., Ehrlemark, A. and Redbo-Torstensson, P. 2001. Behavioral responses to climatic demand of dairy heifers housed outdoors. *can. J. Anim. Sci.* 81:9-15.
- Roush, W. B., Mashaly, M. M. and Graves, H. B. 1984. Effects of increased bird population in a fixed cage area on production and economic responses of single comb white leghorn laying hens. *Poultry Sci.* 63:45-48.
- SAS. 2002. SAS/STAT software for PC. Release 9.1, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Sudweeks, E. M. 1977. Chewing time, rumen fermentation and their relationship in steers as affected by diet composition. *J. Anim. Sci.* 44:694.
- Turner, S. P., Ewen, M., Rooke, J. A. and Edwards, S. A. 2000. The effects of space allowance on performance, aggression and immune competence of growing pigs housed on straw deep litter at different group sizes. *Livest. Prod. Sci.* 66:47-55.
- Watts, J. M. and Stookey, K. M. 2000. Vocal behavior in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67:15.
- Yanazaki, T., Kondo, K., Oota, M. and Hiroshie, K. 1986. Comparison of community type coops for java sparrow. *Res. Bull. Aichi Agric. Res. Ctr.* 18:418-422.
- Yu, D. J., Na, J. C., Jang, B. G., Lee, D. S., Kim, S. H., Kim, J. H., Kang, K. H., Kang, H. G., Suh, O. S. and Kang, H. S. 2007. Effect of stocking density on performance and blood characteristics broiler in summer. *Korea J. Poult. Sci.* 34(2): 105-110.
- Zeeb, K., Bock, C. and Heinzler, B. 1988. Control of social stress by consideration of suitable space. in: Zayan R, Dantzer R (eds.), *Social stress in domestic animals.* Kluwer academic publishers, Dordrecht. pp. 275-281.

(Received May 31, 2011; Revised Jun. 19, 2011; Accepted Sep. 25, 2011)