

출산 후 새끼와의 분리에 따른 유우의 발성음 특성

김민진 · 손승훈 · 임신재* · 장문백

중앙대학교 동물자원과학과

Characteristics of Dairy Cow's Vocalization in Postpartum Related with Calf Isolation

Min Jin Kim, Seung Hun Son, Shin Jae Rhim* and Moon Baek Chang

Department of Animal Science and Technology, Chung-Ang University

ABSTRACT

This study was conducted to clarify the characteristics of Holstein dairy cow's vocalization in postpartum related with calf isolation. Vocalizations of 16 individuals of cows were recorded 6 hours per day (1:00am~4:00am and 1:00pm~4:00pm) using digital recorder and microphone during October 2008 and May 2009. Vocalizations were divided into 4 types. Characteristics of frequency, intensity and duration were analyzed by GLM (general linear model) and Duncan's multi-test. There were significant differences in frequency and intensity based on analyses of spectrogram and spectrum among 4 types of vocalizations. Frequencies of vocalizations were dramatically decreased on 2nd and 3rd day. Vocalization would be important factor affecting the mother-young bond in Holstein dairy cattle.

(Key words : Calf isolation, Cow, Holstein, Postpartum, Vocalization)

서 론

발성음은 많은 포유동물에게 있어서 사회적 관계를 확립하고 이를 유지하며 감정의 상태를 나타내는 등 의사소통을 위한 중요한 역할을 담당하고 있다 (Schwartzkopf-Genswein 등, 1998; Yin과 McCowan, 2004). 동물의 울음소리는 필요로 하는 것을 인지하기 위한 신호의 이상적인 형태라고 할 수 있다 (Bradbury와 Vehrencamp, 1998). 특히 우제류를 포함하는 대부분의 포유동물에 있어서 발성음은 어미와 새끼 사이의 의사소통뿐 아니라 유대관계의 형성 및 유지에 매우 중요하다 (Balcombe와 McCracken, 1992; McCowan 등, 2002). 또한 발성음은 동물이 받고 있는 물리적이거나 심리적인 스트레스에 대한 일반적인 반응이라고 할 수 있다 (Albright와 Arave, 1997). 그에 따라 발성 반응에 대한 평가를 통해 동물 복지의 지표로 활용하기 위한 관심과 연구가 지속되고 있다 (Appleby와 Hughes, 1997; Watts와 Stookey, 2000; Watts 등, 2001).

최근 들어 농장동물의 복지와 축산 식품의 안전성에 대한 사회적

인식과 요구가 매우 높아지고 있으며, 농장동물의 복지 증진을 위한 사육 및 관리 방법의 개선에 대한 관심이 증가하고 있다 (Appleby와 Hughes, 1997; 임 등, 2005). 일반적으로 우유를 생산하는 목장에서는 출산 후 24시간 이내에 송아지를 어미소로부터 분리시키고 있다. 어미소와 분리된 송아지는 이유를 하기 전까지 4~10일 동안 인공적으로 젖병이나 물병을 이용해서 우유를 먹인다. 이러한 사육형태는 야생 혹은 방목 상태에서 어미소가 송아지를 키우는 방식과 크게 다른 사육형태라고 할 수 있다 (육 등, 1996; Marchant-Forde 등, 2002; Phillips, 2002).

국내에서는 농장동물의 행동이나 발성음에 대한 체계적이고 과학적으로 수집된 자료가 그리 많지 않아 많은 어려움을 겪고 있다. 특히 소의 발성음은 이들의 생리학적, 심리학적 역할을 잠재적으로 나타낼 수 있는 지표로 활용할 수 있는 가능성에 대한 검토가 필요할 것으로 생각된다 (Watts와 Stookey, 2000). 그러므로 본 연구에서는 어미소와 송아지를 분리시킨 후 어미소가 청각 및 후각을 통해 송아지의 존재를 인지할 수 있는 경우와 그렇지 못한 경우로 구분하여 어미소의 발성음 특성을 파악하였다.

* Corresponding author : Shin Jae Rhim, Department of Animal Science and Technology, Chung-Ang University, Ansong 456-756, Korea.
Tel: 031-670-4842, Fax: 031-676-4842, E-mail: sjrhim@cau.ac.kr

재료 및 방법

이 실험은 경기도 안성시 대덕면에 위치한 중앙대학교 부속농장에서 2008년 10월부터 2009년 5월까지 출산 후 이틀 이내의 홀스타인(Holstein) 암소 16두를 대상으로 실시하였다. 실험대상 어미소는 바닥에 벧짚을 깔고 한쪽 면만 벽으로 막혀 있고 다른 3면은 개방되어 있는 사육장에서, 송아지는 바닥에 벧짚을 깔고 사방이 막힌 우방에서 사육되었다. 하루에 2회(05:00시, 16:00시)씩 조사료와 농후사료, TMR 등을 급여하였다. 조사료는 3 kg, 농후사료는 5 kg, TMR은 21 kg씩을 매일 급여하였다.

실험 대상인 어미소는 군집에서 따로 격리하여 단독으로 사육하였다. 사료의 급여 및 급수, 착유, 청소 등은 모두 평상시와 동일한 상황을 유지하였으며 기존에 함께 군집 사육되던 암소들과도 시각적, 청각적, 후각적인 접촉은 가능하도록 하였다. 송아지 역시 하루 2회 모유를 급여하는 등 기존의 사육 방법을 그대로 따랐다. 송아지와 어미소 사이의 격리 정도에 따라 2개의 실험군으로 구분하였다. 즉 어미소와 송아지가 후각적, 청각적 접촉이 가능한 경우(실험군 1)와 전혀 접촉을 하지 못하게 격리한 경우(실험군 2)로 나누어 실험을 실시하였다.

실험군 1은 어미소와 송아지가 후각적, 청각적 접촉이 가능하도록 하였다. 실험의 대상이 되는 어미소를 사육하는 우사의 바로 옆 우방에서 송아지를 사육하였다. 어미소는 송아지를 직접 볼 수는 없었지만 얇은 벽을 통해서 송아지의 소리와 냄새를 맡을 수 있도록 하였다. 실험군 2에 속한 어미소는 송아지를 다른 우사로 격리시켜 아무런 접촉을 할 수 없는 상태에서 실험을 실시하였다.

본 실험에 앞서 군집사육을 하고 있는 어미 소를 대상으로 하루 동안 발생되는 소리를 전체 녹음하여 분석하였다. 이 결과를 바탕으로 하루 중 가장 울음소리가 두드러지는 오전 1시~4시와 오후 1시~4시 사이의 6시간 동안을 녹음시간으로 정하였으며, 발생음의 유형 구분이 가능할 것으로 판단하였다. 본 실험은 출산 후 이틀 이내의 어미소를 대상으로 하루에 6시간씩 개체당 3일 동안 디지털 녹음기(PMD-650, Marantz)와 지향성 마이크(MKH 416P48, RF Condenser Mic.)를 이용하여 발생음을 녹음하였다. 녹음된 발생음은 Sound Forge 8.0(Sony)를 이용하여 스펙트로그램

(Spectrogram)과 스펙트럼(Spectrum)의 특성, 연구자가 귀로 들었을 때의 특이한 발생음 형태 등을 기준으로 4가지 유형으로 구분하여 분석하였다.

어미소의 발생음은 “음무~호, 무~” 하고 저음에서 시작해서 점차 고음으로 올라가고 최고점에서 바람이 빠지는 듯한 소리를 내다가 잠시 동안 소리를 멈추었다가 다시 우는 발생음을 A 유형으로 하였다. 또한 “무~” 하고 일정한 저음으로 우는 발생음을 B 유형, “음무~호” 하고 A 유형과 비슷하나 후반부에 일정하게 우는 부분이 없는 발생음을 C 유형으로 정하였다. 마지막으로 “음무~” 하고 저음으로 시작해서 점차 고음으로 올라가는 발생음을 D 유형으로 구분하였다.

녹음된 발생음은 기본 주파수(basic frequency) 및 최대 주파수(maximum frequency), 음의 강도(intensity), 음의 길이(duration) 등을 측정하였다. 어미소의 발생음에 대한 분석은 SPSS(SPSS Inc., Version 9.0, 1999) 통계프로그램의 GLM(general linear model)을, 유의차 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하였다(임 등, 2008).

결과 및 고찰

출산 후 어미소가 송아지와 청각 및 후각적으로 서로 접촉할 수 있는 상태인 실험군 1에서 어미소의 발생음을 분석한 결과 4가지의 발생음 유형 중에서 B 유형의 빈도가 가장 높았으며, 기본주파수(P=0.005)와 최대주파수(P= 0.01), 음의 강도(P=0.05) 및 지속시간(P=0.01) 등에 있어서 4개의 발생음의 유형간에 유의한 차이를 보였다(Table 1). 기본주파수 및 최대주파수는 각각 461Hz와 4,327Hz로 C 유형의 발생음에서 가장 높았으며, B 유형의 발생음이 기본주파수와 최대주파수가 235Hz와 2,710Hz로 가장 낮은 것으로 나타났다. 음의 강도 역시 C 유형이 83dB로 가장 높았으며, B 유형이 36Hz로 가장 낮았다. 발생음의 지속시간은 A 유형이 6초로 가장 길었으며, 2초 정도 지속된 C 유형이 가장 짧았다.

송아지와와의 접촉이 완전히 차단된 실험군 2에서 어미소의 발생음은 실험군 1에 속한 어미소의 발생음에 비해 4가지 유형 모두 발생음의 빈도가 크게 감소한 것으로 나타났다. 발생음에 대한 분

Table 1. Results of spectrum analysis of vocalization from dairy cows in postpartum within group 1 (contact with calves)

Parameters	Types				P
	A	B	C	D	
N	236	434	271	328	
Basic frequency (Hz)	308.28± 29.27 ^c	235.37± 24.12 ^d	461.39± 49.28 ^a	392.35± 36.98 ^b	0.005
Max. frequency (Hz)	3,469.28±357.24 ^b	2,710.39±146.38 ^c	4,327.56±325.39 ^a	3,839.59±257.36 ^b	0.01
Intensity (dB)	71.36± 10.82 ^b	36.58± 5.29 ^c	83.52± 7.41 ^a	76.54± 8.78 ^b	0.05
Duration (sec.)	6.68± 1.25 ^a	4.23± 0.77 ^b	2.16± 0.48 ^d	3.27± 1.02 ^c	0.01

Data are given as mean ± S.D.

^{a,b,c,d} Means in rows with different superscripts are significantly different.

석 결과 기본 주파수 (P=0.01)와 최대 주파수 (P=0.05)는 유형별 차이가 있었으나, 발성음의 강도와 지속 시간은 4가지 발성음의 유형 간 차이가 없었다(Table 2). 기본 주파수와 최대 주파수의 경우 C 유형의 발성음이 각각 387Hz와 3,542Hz로 가장 높았으며, B 유형의 발성음이 각각 194Hz와 2,389Hz로 가장 낮은 것으로 나타났다.

어미소의 발성음을 유형별로 구분하여 스펙트로그램을 비교한 결과 실험군 1과 2에서 모두 발성음의 유형별 차이가 있는 것으로 나타났다(Fig. 1과 2). 두 실험군에서 모두 C 유형의 주파수가 가장 높았으며, B 유형의 주파수가 가장 낮았다. 또한 발성음의 스펙트럼을 비교한 결과 4가지 유형 모두 실험군 간 유의한 차이가 있

었다(Fig. 3과 4). 발성음의 스펙트럼 역시 C 유형의 주파수가 가장 높았으며, B 유형의 주파수가 가장 낮은 것으로 나타났다.

어미소의 발성음 빈도는 날짜가 지남에 따라 전체적으로 발성음의 빈도가 감소하는 것으로 나타났다. 송아지와 청각 및 후각적으로 접촉이 가능한 실험군 1에서 B 유형의 발성음이 첫째 날에 비해 둘째 날에 증가했다가 셋째 날에 급격히 감소하는 것을 제외하고, 다른 3개 유형의 발성음은 첫째 날에 비해 둘째와 셋째 날에 발성음의 빈도가 급격히 감소하였다(Fig. 5). 어미소가 송아지와 어떠한 접촉도 하지 못하는 실험군 2는 실험군 1에 비해 발성음의 빈도가 매우 적은 것을 알 수 있었다. 특히 A 유형과 D 유형의 발성음의 빈도가 매우 낮아 날짜별 변화가 거의 없는 것으로 나타났

Table 2. Results of spectrum analysis of vocalization from dairy cows in postpartum within group 2 (non-contact with calves)

Parameters	Types				P
	A	B	C	D	
N	13	97	129	26	
Basic frequency (Hz)	317.95± 97.54 ^b	194.37± 25.83 ^d	387.24± 31.47 ^a	238.69± 47.21 ^c	0.01
Max. frequency (Hz)	3,028.17±675.44 ^b	2,398.84±143.57 ^c	3,542.39±257.41 ^a	2,728.26±564.68 ^b	0.05
Intensity (dB)	32.24± 6.91 ^b	22.15± 6.57 ^c	41.69± 4.64 ^a	26.65± 6.45 ^b	0.07
Duration (sec.)	3.18± 0.97 ^a	1.53± 0.31 ^b	3.82± 0.43 ^a	1.94± 0.67 ^b	0.24

Data are given as mean ± S.D.

^{a,b,c,d} Means in rows with different superscripts are significantly different.

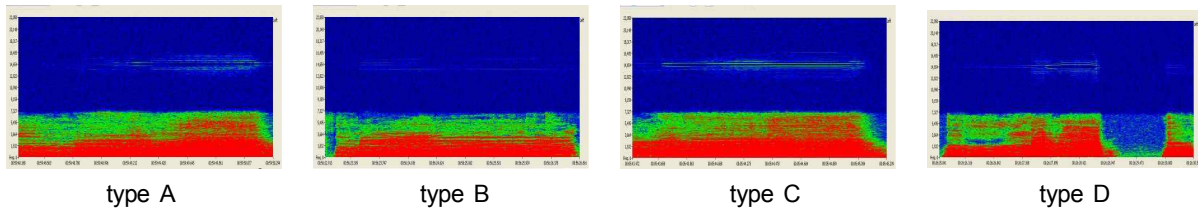


Fig. 1. Sample spectrograms of dairy cow's vocalization in postpartum within Group 1 (contact with calves).

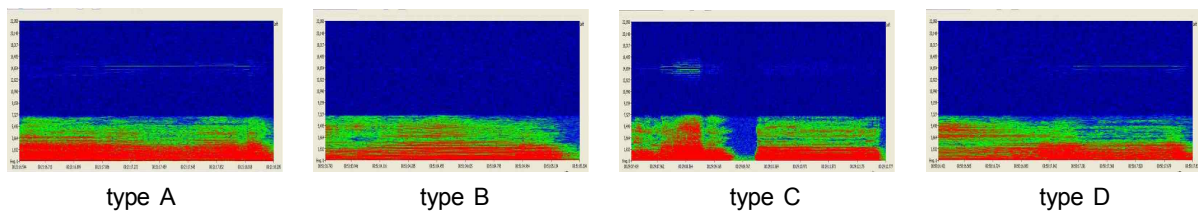


Fig. 2. Sample spectrograms of dairy cow's vocalization in postpartum within Group 2 (non-contact with calves).

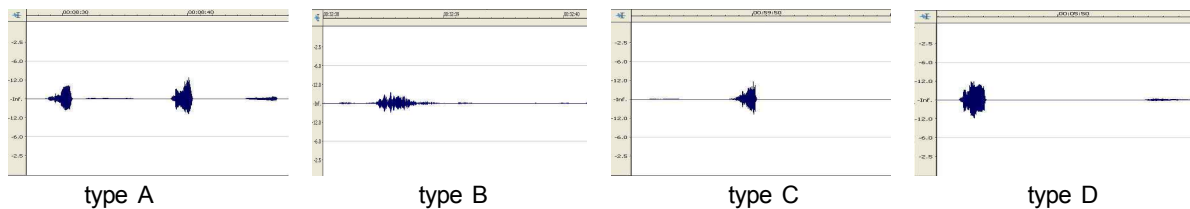


Fig. 3. Sample spectrum of dairy cow's vocalization in postpartum within Group 1 (contact with calves).

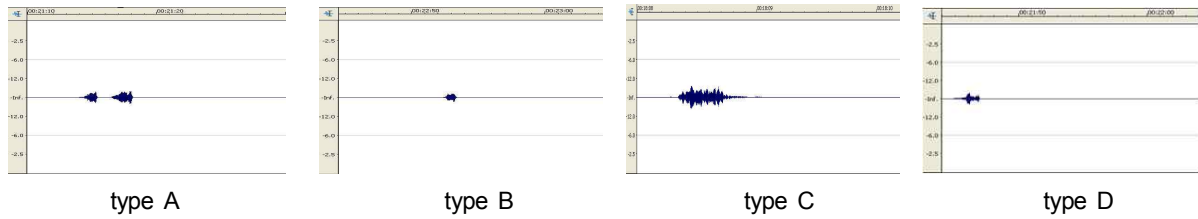


Fig. 4. Sample spectrum of dairy cow's vocalization in postpartum within Group 2 (non-contact with calves).

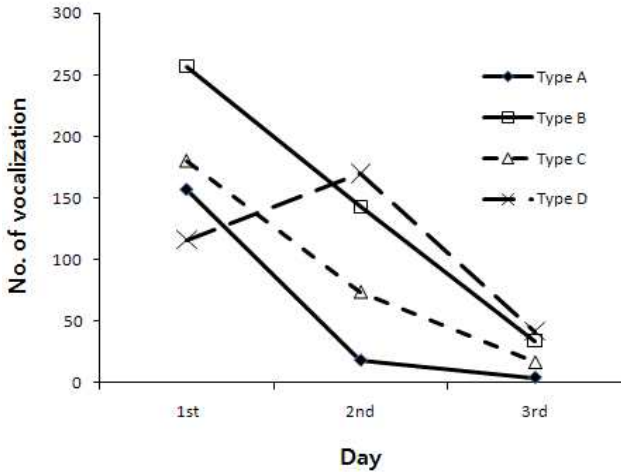


Fig. 5. Number of vocalization per day of dairy cow in postpartum within Group 1 (contact with calves).

다. 발성음의 빈도가 비교적 많은 B 유형과 C 유형의 발성음은 둘째 날과 셋째 날로 갈수록 첫째 날에 비해 발성음의 빈도가 감소하였다 (Fig. 6).

실험군 1에 속한 어미소의 오전과 오후의 시간대별 발성음 빈도를 살펴보면 오전 3시~4시와 오후 3시~4시의 발성음의 빈도가 가장 높은 것으로 나타났다 (Fig. 7). 실험군 2에 속한 어미소의 발성

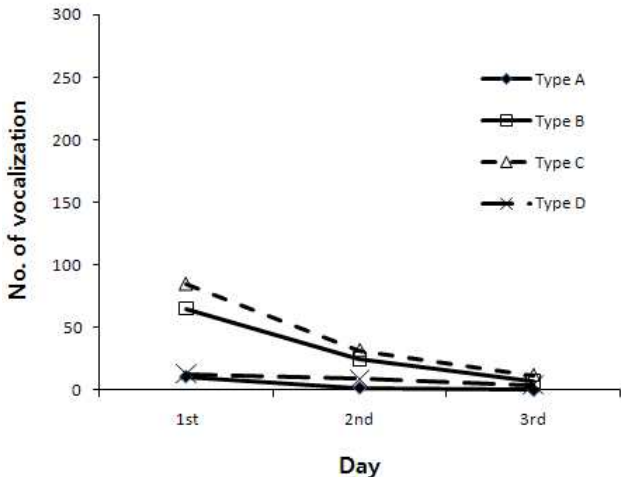


Fig. 6. Number of vocalization per day of dairy cow in postpartum within Group 2 (non-contact with calves).

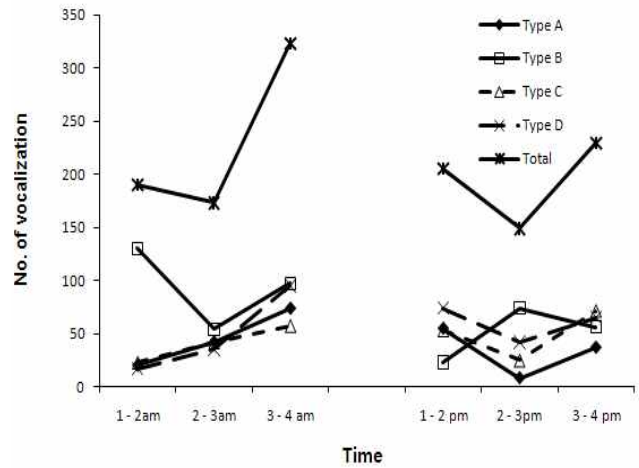


Fig. 7. Number of vocalization per hour of dairy cow in postpartum within Group 1 (contact with calves).

음 역시 다른 시간대에 비해서 오전 3시~4시와 오후 3시~4시의 시간대에 발성음의 빈도가 가장 높았다 (Fig. 8). 이러한 결과는 실험장소인 본 농장에서 오전 5시와 오후 4시경에 규칙적으로 사료를 급여하는 것과 관련이 깊을 것으로 생각된다. 즉 사료를 급여하기 전에 이를 예측한 소의 발성음과 행동이 활발하고, 오전 이른 시간에는 수면을 취하고, 오후 이른 시간에는 반추행동 및 휴식을 취하는 소의 행동과 관련되어 시간대별로 발성음의 빈도에 차이가 나는 것으로 판단된다.

어미소와 송아지 사이의 모자관계는 출산 직후 몇 시간 이내에 형성되며, 다른 소와 구별하여 서로를 인식할 수 있으며 (Edwards와 Broom, 1982), 어미소와 송아지는 후각적 (Schaal과 Marlier, 1998), 시각적 (Ruizmiranda, 1992), 청각적 (Weary 등, 1996) 자극에 의해 상호작용 및 의사소통을 하는 것으로 알려져 있다. 그런데 출산 이후 어미소와 송아지를 분리하는 것은 모자관계의 형성 및 유지를 방해하며 또한 어미소와 송아지 모두 상당한 스트레스를 받는다 (Marchant-Forde 등, 2002).

어미소와 송아지를 분리하였지만 어미소가 청각 및 후각을 통해 송아지의 존재를 인식할 수 있는 경우와 전혀 인식할 수 없도록 분리한 경우 사이에는 어미소의 발성음에 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 발성음의 빈도에 있어서 두 경우 사이의 확연한 차이를 보였으며, 4가지 유형으로 구분된 발성음 역시 각각의 주파수와 강도, 지속시간에 있어서 유의한 차이가 있었다 (Table 1과 2). 소는

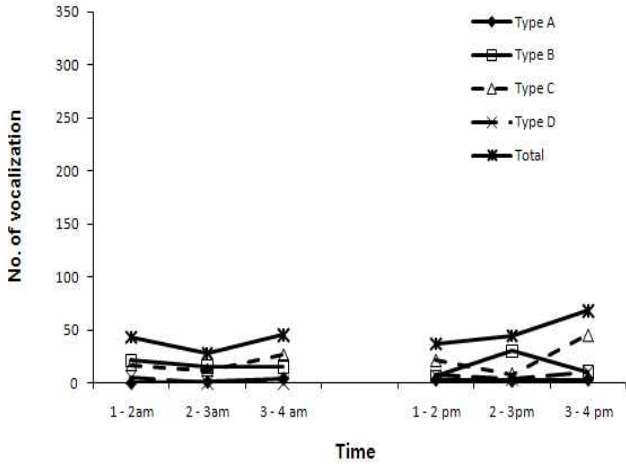


Fig. 8. Number of vocalization per hour of dairy cow in postpartum within Group 2 (non-contact with calves).

높은 사회성을 가진 동물로 개체간에 발성음을 통해서 많은 의사소통을 한다(Watts와 Stookey, 2000). 그러므로 청각 및 후각을 통해서 송아지의 존재를 인지할 수 있는 상태와 송아지와 완전히 분리되어 송아지의 존재를 인지할 수 없는 상태는 의사소통 및 상호작용의 정도가 다르고 그 결과 발성음의 차이가 발생하는 것으로 판단된다(Barfield 등, 1994).

발성음뿐 아니라 어미소의 행동에 있어서도 실험군 1에 속한 어미소는 송아지가 있는 방향으로 고개를 돌리거나 목을 쪽 빼는 등의 행동을 관찰할 수 있었다. 이는 어미소가 송아지의 존재를 인식할 수 있는 경우와 그렇지 못한 경우의 사이에 행동적으로도 차이를 보일 수 있다는 것을 의미하는 것으로 판단된다. 이러한 행동적 차이에 대한 연구는 앞으로 깊이 있게 수행되어야 할 것으로 생각된다.

날짜의 경과에 따른 어미소의 발성음의 빈도를 살펴본 결과 첫째 날에 비해 둘째와 셋째 날에 급격한 감소를 보이는 것으로 나타났다(Fig. 5와 6). 이는 어미소와 송아지 사이의 유대관계는 출산 직후에 매우 강하게 형성된다는 다른 연구결과(Edwards와 Broom, 1982; Fraser와 Broom, 1997)와 일치 하였다. 특히 어미소가 송아지의 존재를 후각 및 청각적으로 인식하지 못하는 경우에는 실험 첫날부터 마지막 날까지 발성음의 빈도가 매우 낮았다. 이는 어미소와 송아지가 분리됨에 따라 유대관계가 형성되지 못한 것과 관련이 있을 것으로 판단된다(전 등, 2003).

본 연구 결과 출산 후 이틀 이내에 어미소와 송아지를 분리시킨 상태에서 송아지의 존재를 확인할 수 있는 경우와 없는 경우에 어미소의 발성음은 차이가 있는 것으로 보아 송아지의 존재 확인 여부가 어미소의 발성음에 많은 영향을 미치는 것으로 보인다. 또한 모자관계의 형성과 유지는 발성음과 밀접한 관련이 있는 것으로 판단되며 앞으로 발성음이 모자관계에 미치는 영향에 대한 깊이 있는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 출산 직후 송아지와와의 분리에 따른 어미소의 발성음 특징을 파악하고자 출산 후 이틀 이내의 홀스타인 암소 16두를 대상으로 실시하였다. 어미소와 송아지 사이의 후각적, 청각적 접촉이 가능한 경우(실험군 1)와 전혀 접촉을 하지 못하게 격리한 경우(실험군 2)로 나누어 오전 1시부터 4시까지와 오후 1시부터 4시까지 하루 6시간 동안 3일에 걸쳐 디지털 녹음기와 지향성 마이크를 이용하여 발성음을 녹음하여 분석하였다. 어미소의 발성음은 특징에 따라 4가지 유형으로 구분되었다. 발성음의 빈도 및 스펙트로그램과 스펙트럼은 유형별로 차이가 있었으며 발성음의 주파수, 강도 및 길이 역시 차이를 보였다. 또한 날짜의 경과에 따라 어미소의 발성음은 급격하게 감소하였다. 본 연구를 통해 어미소와 송아지의 분리 여부에 따라 어미소의 발성음에는 차이가 있는 것으로 나타났으며, 발성음은 어미소와 송아지 사이 유대관계의 형성에 영향을 미칠 수 있는 매우 중요한 요인으로 판단된다.

사 사

본 연구는 한국학술진흥재단의 지원(KRF-2006-331-F00038)에 의해 이루어진 것임.

인 용 문 헌

- Albright, J. L. and Arave, C. W. 1997. The behaviour of cattle. CABI Publishing, Oxon, U.K.
- Appleby, M. C. and Hughes, B. O. 1997. Animal Welfare. CABI Publishing, New York, N.Y., U.S.A.
- Balcombe, J. P. and McCracken, G. F. 1992. Vocal recognition in the Mexican free-tailed bat, *Tadarida brasiliensis mexicana*. Anim. Behav. 43, 79-87.
- Barfield, C. H., Tang-Martinez, Z. and Trainer, J. M. 1994. Domestic calves (*Bos taurus*) recognize their own mothers by auditory cues. Ethology 97, 257-264.
- Bradbury, J. W. and Vehrencamp, S. L. 1998. Principles of animal communication. Sinauer Associate, Inc., Sunderland, M.A., U.S.A.
- Edwards, S. A. and Broom, D. M. 1982. Behavioural interactions of dairy cows with their newborn calves and the effect of parity. Anim. Behav. 30, 525-535.
- Fraser, A. F. and Broom, D. M. 1997. Farm animal behaviour and welfare, 3rd ed. CABI Publishing, Oxon, U.K.
- Marchant-Forde, J. N., Marchant-Forde, R. M. and Weary, D. M. 2002. Responses of dairy cows and calves to each other's vocalizations after early separation. Appl. Anim. Behav. Sci. 78, 19-28.

- McCowan, B., DiLorenzo, A. M., Abichandani, S., Borelli, C. and Cullor, J. S. 2002. Bioacoustic tools for enhancing animal management and productivity: effects of recorded calf vocalization of milk production in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 77, 13-20.
- Phillips, C. 2002. *Cattle behaviour & welfare*, 2nd ed. Blackwell Science Ltd., Oxford, U.K.
- Ruizmiranda, C. R. 1992. The use of pelage pigmentation in the recognition of mothers by domestic goat kid (*Capra hircus*). *Behaviour* 123, 121-143.
- Schaal, B. and Marlier, L. 1998. Maternal and parental perception of individual odor signatures in human amniotic fluid-potential role in early bonding? *Biol. Neonate* 74, 266- 273.
- Schwartzkopf-Genswein, K. S., Stookey, J. M., Crowe, T. G., Genswein, B. M. A. 1998. Comparison of image analysis, exertion force, and behavior measurements for use in the assessment of beef cattle responses to hot-iron and freeze branding. *J. Anim. Sci.* 76, 972-979.
- SPSS Institute. 1999. *SPSS base 9.0 user's guide*. SPSS Inc., Chicago, I.L., U.S.A.
- von Keyserlingk, M. A. G. and Weary, D. M. 2007. Maternal behavior in cattle. *Horm. Behav.* 52, 106-113.
- Watts, J. M., Stookey, J. M., Schmutz, S. M. and Waltz, C. S. 2001. Variability in vocal and behavioural responses to visual isolation between full-sibling families of beef calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70, 255-273.
- Watts, J. M. and Stookey, J. M. 2000. Vocal behavior in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67, 15-33.
- Weary, D. M., Lawson, G. L. and Thompson, B. K. 1996. Sows show stronger responses to isolation calls of piglets associated with greater levels of piglet need. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 52, 1247-1253.
- Yin, S. and McCowan, B. 2004. Barking in domestic dog: context specificity and individual identification. *Anim. Behav.* 68, 343-355.
- 육종룡, 김한경, 정길생, 강희신, 윤희섭, 정창국. 1996. 유우. 향문사. 서울.
- 임신재, 김민진, 이주영, 김나라, 강정훈. 2008. 모돈의 인공수정 후 시기별 발성음의 특성. *한국동물자원과학회지* 50, 401-406.
- 임신재, 김진석, 김창근, 방명걸, 백인기, 이우신, 장문백, 최윤주. 2005. 동물 행동의 이해와 응용. 라이프사이언스. 서울.
- 전병태, 문상호, 김동권, 강민수, 이상무, 김두환. 2003. *가축행동학*. 건국대학교 출판부. 서울.
- (접수일자 : 2009. 10. 15 / 수정일자: 2009. 12. 4 / 채택일자 : 2009. 12. 11)