

사육시설 기준 설정 연구: 사료급여 전 젓소 발성음에 대한 음성학적 분석

천시내^{2,3} · 이준엽¹ · 양승학¹ · 박규현³ · 전중환^{1*}

¹농촌진흥청 국립축산과학원 축산환경과, ²경상대학교 대학원 응용생명과학부,
³강원대학교 동물생명시스템학과

A Study on Standards for Farm Housing Systems: Acoustic Analysis of Feed Anticipating Calls of Heifers and Cows

Si-Nae Cheon^{1, 2}, Jun-Yeob Lee¹, Seung-Hak Yang¹, Kyu-Hyun Park³,
Jung-Hwan Jeon^{1*}

¹National Institute of Animal Science, R. D. A., Suwon, 441-706, ²Division of Applied Life
Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, ³Department of Animal Life System,
Kangwon National University, Chuncheon 200-701

ABSTRACT

The goal of this study was to investigate acoustic characteristic of feed anticipating calls of heifers and cows. 6 cows and 6 heifers housed in a pen (6.0 m × 10.0 m) which was bedded with sawdust and straw. They were fed a standard ration of commercial concentrate and hay was ad libitum. The calls of heifers and cows were divided into Type 1 and Type 2 which were classified based on the shapes of waveform and spectrograms, respectively. There was difference in the fundamental frequency ($P < 0.0001$) and 1st formant ($P < 0.0077$) among the calls. Acoustic parameters with the exception of fundamental frequency and 1st formant were no difference between cows' calls and heifers' calls ($P > 0.05$). Duration of cows' calls was lower than that of heifers' calls, whereas the intensity of Type 1 calls was higher than that of Type 2 calls ($P > 0.05$).

(Key words : Heifer, Cow, Feed anticipating calls, Farm housing system)

*Corresponding author : Ph.D. Jung-Hwan Jeon, National Institute of Animal Science, R. D. A., Suwon, 441-350, Republic of Korea.

Tel: +82-31-2901720; Fax: +82-31-2901731; E-mail: jeon75@korea.kr

2014년 2월 4일 투고, 2014년 3월 4일 심사완료, 2014년 3월 10일 게재확정

서 론

국내외로 동물복지에 대한 관심이 높아지고 농장동물복지가 이슈화되면서 농장동물복지 개선에 대한 필요성이 중요한 쟁점으로 대두되고 있는 가운데(Broom, 1988; Bateson, 1991; Weary and Fraser, 1995; Molony and Kent, 1997), 감정이나 기분 등 동물의 주관적인 상태를 과학적으로 평가하는 방법에 대한 연구가 늘어나고 있다. 특히 동물의 발성음을 이용하여 복지수준을 평가하는 방법은 비외과적이면서 비교적 명확하게 동물의 상태에 대한 정보를 얻을 수 있는 점에서 많은 주목을 받고 있다.

최근 소의 발성음에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Grandin, 1998; Watts and Stookey, 2000, Manteuffel et al, 2004). 소는 사회성이 높은 동물로 다양한 커뮤니케이션을 통해 무리 속에서 사회적 관계를 형성하고 유지하는데 이 때 발성음은 개체 간의 중요한 의사소통 수단으로 이용된다. 발신개체가 보내는 발성음을 통해 연령, 성별, 사회적 서열, 번식 상태 등 현재 상태에 대한 중요한 정보를 얻을 수 있으며, 수신개체들은 이러한 발성음에 영향을 받게 되는데, 감정 상태에 따른 행동표출은 각 개체의 생산성뿐만 아니라 가축관리에도 영향을 준다(Seabrook, 1984). 특히 농가에서는 매일 정기적인 사료 급여를 통해 관리자와 소가 직접적으로 접촉함으로써 유대관계를 형성하게 된다(Hemsworth et al., 1996b).

다양한 상황에서 나타나는 발성음들의 음성학적 분석을 통하여 그 의미를 정확하게 이해하여 사양관리에 적용할 수 있다면 동물 복지는 물론 생산성을 증진시키는데 매우 유용할 것으로 기대된다. 따라서 본 연구는 사료 급여 전 나타나는 경산우와 미경산우의

발성음 차이를 확인하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 녹음방법

Holstein 품종의 미경산우(20~28개월) 6두와 경산우(36~60개월) 6두를 공시하여 사료 급여 전 1시간씩(09:00~10:00) 3일에 걸쳐서 디지털캠코더와 마이크를 이용하여 발성음을 녹음하였다.

우사는 콘크리트 바닥으로 구성된 개방우사의 형태로 2개의 우리(6.0 m × 10.0 m)에 미경산우와 경산우를 각각 분리하여 사육하였다. 발성음 녹음 전 사료급여는 오전 8:30~9:00 사이 하루 1회 두당 약 2 kg, 건초는 자유급이하였으나, 실험기간 동안은 발성음이 녹음된 후 10:00~10:30에 사료를 급이하였다.

2. 발성음 분류 및 분석항목

녹음된 미경산우와 경산우의 발성음들을 웨이브폼과 스펙트로그램 형태에 따라 각각 Type 1과 Type 2, 두 가지 유형으로 구분할 수 있었는데(Fig. 1, 2) 발성음 Type 1과 Type 2의 가장 큰 차이점은 발성음 초반에 나타나는 낮고 긴 Humming음이 포함되는지의 여부에 있었다.

발성음을 분석하는데 있어 유용한 파라미터들은 Fundamental frequency(기본주파수), Intensity(음의 강도), Duration(음의 길이), Formant 1(제 1포먼트), Formant 2(제 2포먼트), Formant 3(제 3포먼트), Formant 4(제 4포먼트)이며(전 등, 2003), 본 연구에서도 이들 파라미터들을 측정하여 발성음들의 비교, 분석에 이용하였다. 이 때 FFT 크기(Fast fourier transform-size)는 512포인트(32 ms)로

하였으며 (Schon 등, 1999; 양 2003), 창 함수는 Hamming Window 함수를 이용하였다 (김 등, 2000; 오, 1998; 박, 1999).

3. 통계분석

경산우와 미경산우 발성음의 각 파라미터들에 대한 분산분석은 SAS (Statistical Analysis Systems Institute Inc., 2000) 통계프로그램의 GLM (General Linear Model)을 이용하여 실시하였으며, 각 파라미터별 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

녹음된 미경산우와 경산우의 사료급여 전 발성음을 형태별로 분류한 결과, Type 1과 Type 2의 두 가지 유형으로 구분되었으며 (Fig. 1, 2), 각 유형별 발성음들은 웨이브폼과 스펙트로그램에서 확연한 차이를 보였다. 웨이브폼과 스펙트로그램은 발성과 관련한 파라미터들에 의해 차이가 나타나는데 전 등 (2003)의 연구결과에 의하여 각 파라미터들 (Fundamental frequency, Intensity, Duration,

Formant 1~4)에 대해 미경산우와 경산우의 발성음간 유의차를 검정한 결과, 음의 길이는 경산우, 미경산우의 모든 발성음에서 차이가 없었다 (Table 1, $P > 0.05$). 하지만 미경산우 발성음의 길이가 경산우 발성음의 길이에 비하여 상대적으로 긴 경향이 있었다.

기본주파수는 발성음 형태에 관계없이 미경산우의 발성음에 비하여 경산우의 발성음에서 높게 나타났는데 ($P < 0.0001$). 이는 경산우가 미경산우에 비하여 성대의 발달 차이에 의해 영향을 받은 것으로 판단된다.

음의 강도는 전체 발성음에서 차이가 없었으나, 경산우와 미경산우의 Type 1 발성음이 Type 2 발성음에 비하여 높게 나타나는 경향이 있었다. 이것은 형태별 분류에서 설명한 바와 같이 발성음 앞부분에 낮고 긴 Humming 음이 포함되는 특성이 있기 때문이라 판단된다.

제1포먼트에서는 미경산우의 Type 2 발성음이 가장 높게 나타났으며, 경산우의 Type 2 발성음이 가장 낮게 나타났다 ($P = 0.0077$). 미경산우의 발성음이 경산우의 발성음에 비하여 제1포먼트가 높게 나타나는 것은 턱의 열림 정도가 다름을 의미하는 것 (양, 2003)으로 미경산우가 경산우에 비하여 턱을 많이

Table 1. Acoustic parameters of vocalizations.

Parameters	Cow		Heifer		P-value
	Type 1	Type 2	Type 1	Type 2	
Duration	2.36± 0.39	2.28± 0.80	2.52± 0.65	2.68± 0.80	0.6885
Fundamental frequency	218.48±17.12 ^a	198.26±40.41 ^a	154.86±41.53 ^b	112.71± 14.99 ^c	<0.0001
Intensity	79.33± 6.58	75.09± 9.01	81.42± 2.63	76.71± 4.54	0.4312
1st formant	604.78±90.84 ^{bc}	542.79±155.73 ^c	739.26± 75.97 ^{ab}	762.43±126.39 ^a	0.0077
2nd formant	1259.50±68.90	1236.81±120.67	1225.86±167.88	1276.56±305.69	0.9562
3rd formant	2063.04±77.27	2124.76±176.81	2149.00± 76.62	2200.50±219.00	0.2315
4th formant	2876.49±78.89	2914.35±121.95	2901.23± 70.61	2895.85±136.52	0.8847

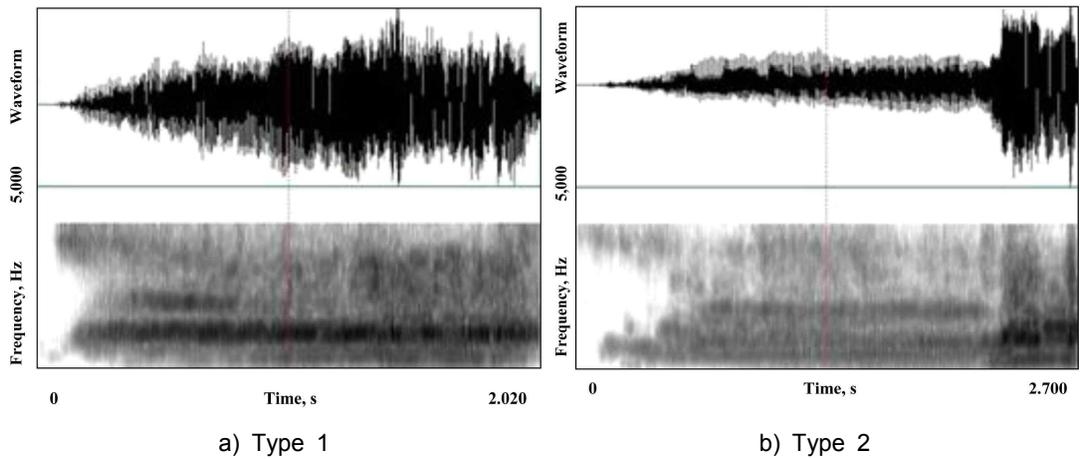


Fig. 1. Waveforms and spectrograms of heifer's vocalizations.

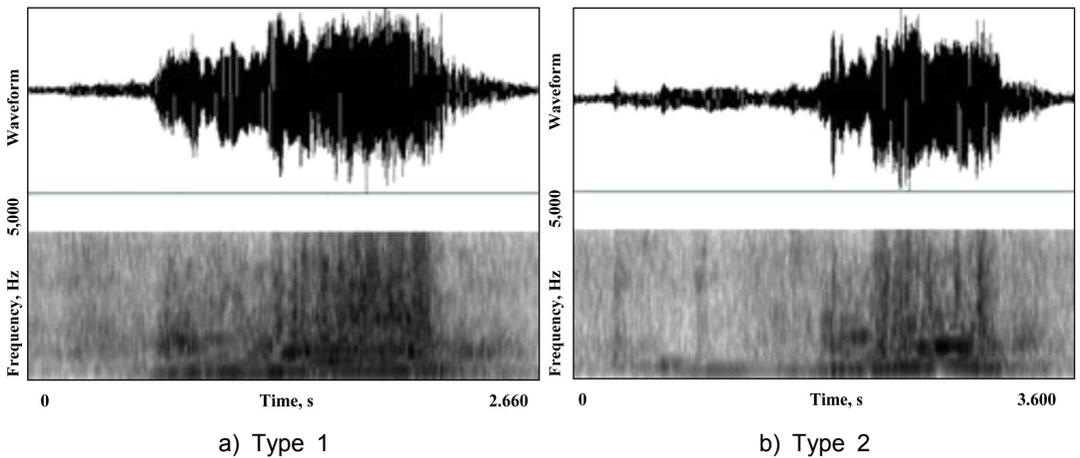


Fig. 2. Waveforms and spectrograms of cow's vocalizations.

열고 발성을 한다는 것을 알 수 있다. 미경산우와 경산우의 발성음의 제2포먼트부터 제4포먼트까지의 측정값에서 차이가 없었는데 ($P > 0.05$) 이는 혀의 위치나 입모양이 거의 같았음을 의미한다.

음성학적 파라미터들을 이용하여 발성음을 분석한 결과, 발성음 형태별 차이와 더불어 미경산우와 경산우 발성음의 차이를 확인할 수 있었는데 이러한 결과는 숫소, 어미소, 송아지 발성음에 대해 각각의 음성학적 특성이

있다 (Hall et al., 1998)는 연구결과와 동일하다. Gunderson and Mahan (1980)은 숫소의 발성음은 어미소와 송아지의 발성음에 비하여 더 길고 낮은 주파수의 발성음을 낸다고 보고하였다.

또한 사료급여 전 발성음 녹음에 있어 경산우의 발성횟수가 미경산우의 발성횟수에 비하여 상대적으로 많았는데 이는 사육기간 동안 반복적인 학습에 의해 강한 동기화가 이뤄진 것으로 판단된다. 실제 소는 굶주림

을 특정 발성음을 통해 신호를 보내기도 하는데 (Watts and Stookey, 2000), 사람으로부터 직접 사료를 제공 받은 소일수록 더욱 빈번히 발성음을 낼 것이라 생각된다.

결 론

본 연구 분석결과를 통해서 미경산우와 경산우의 발성음에 있어 가장 큰 차이는 기본 주파수와 제 1포먼트이었다. 기본주파수에서의 차이는 성대 발달에 차이가 있기 때문이며, 미경산우가 경산우에 비하여 발성을 할 때 턱을 많이 사용하는 특성이 있다고 판단된다. 또한 사료급여 전 발성음 녹음에 있어 경산우의 발성횟수가 미경산우의 발성횟수에 비하여 상대적으로 많았는데 이는 사육기간 동안 반복적인 학습에 의해 강한 동기화가 이뤄진 것으로 판단된다. 이러한 사육단계별 발성음의 음성학적 특성들은 향후 축사시설 및 관리기술의 개발 및 개선에 있어 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제 번호: PJ008442)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인 용 문 헌

1. Bateson, P., 1991. Assessment of pain in animals. *Anim. Behav.* 42(5), 827-839.
2. Broom, D.M. 1988. The scientific assessment of animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 20(1), 5-19.
3. Grandin, T., 1980. Observations of cattle behavior applied to the design of handling

- facilities. *Appl. Anim. Ethol.* 6(1), 19-31.
4. Grandin, T., 1998. The feasibility of using vocalization scoring as an indicator of poor welfare during cattle slaughter. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 56(2), 121-128.
5. Gunderson, H.L., & Mahan, B.R., 1980. Analysis of sonograms of American bison (*Bison bison*). *J. Mammal.* 61, 379-381.
6. Hemsworth, P.H., Price, E.O., & Borgwardt, R., 1996. Behavioural responses of domestic pigs and cattle to humans and novel stimuli. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 50(1), 43-56.
7. Hall, S.J.G., Vince, M.A., Shillito Walser, E., & Garson, P.J., 1988. Vocalizations of the Chillingham cattle. *Behav.* 104, 78-104.
8. Hemsworth, P.H., Verge, J., & Coleman, G.J., 1996. Conditioned approach-avoidance responses to humans: the ability of pigs to associate feeding and aversive social experiences in the presence of humans with humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 50(1), 71-82.
9. Manteuffel, G., Puppe, B., & Schön, P.C., 2004. Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 88(1), 163-182.
10. Molony, V., & Kent, J.E., 1997. Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements. *J. Anim. Sci.* 75(1), 266-272.
11. Schon, P., Puppe, B., Gromyko, T., and Manteuffel, G., 1999. Common features and individual differences in nurse grunting of domestic pigs (*sus scrofa*): a multi-parametric analysis. *Behav.* 136, 49-66.
12. Seabrook, M.F., 1984. The psychological

- interaction between the stockman and his animals and its influence on performance of pigs and dairy cows. *Veterinary Record*, 115(4), 84-87.
13. Watts, J.M., & Stookey, J.M., 2000. Vocal behaviour in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67(1), 15-33.
14. Weary, D.M., & Fraser, D., 1995. Signalling need: costly signals and animal welfare assessment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 44(2), 159-169.
15. Kim, K.H., Yang, B.G., Ko, D.H., Koo, H.S., 2000. *Speech science primer*. Hankukmunhwasa.
16. Park, K.B., 1999. *Speech Analysis*. Greenpress.
17. Yang, B.G., 2003. *Theory and Practice of Speech Analysis by Praat*. Mansu.
18. Oh, Y.H., 1998. *Spoken Language Information Processing*. Hongrung Publishing Company.
19. Jeon, J.H., Chang, H.H., Ha, J.K., Kim, H.H., Koo, J.M., Lee, H.J., Yeon, S.C., 2003. Sound parameters for classifying individual sows (Landrace × Yorkshire) during nursing behavior. *Journal of veterinary science*. 43(1), 165-169.