

모돈의 인공수정 후 시기별 발성음의 특성

임신재* · 김민진* · 이주영* · 김나라* · 강정훈*,**

중앙대학교 동물자원과학과*, 국립문화재연구소 천연기념물센터**

Characteristics of Estrus-related Vocalizations of Sows after Artificial Insemination

Shin-Jae Rhim*, Min-Jin Kim*, Ju-Young Lee*, Na Ra Kim* and Jeong-Hoon Kang*, **

Department of Animal Science and Technology, Chung-Ang University*,

Natural Heritage Research Division, National Research Institute of Cultural Heritage**

ABSTRACT

This study was conducted to clarify the characteristics of estrus-related vocalization of sows after artificial insemination. Vocalization of sows in artificial insemination day, and 3 days and 50 days after artificial insemination, were recorded 3 hours per day from September 2006 to March 2007 using the MD Recorder (Marantz PMD-650) and microphone (RF Condenser MIC, MKH 416P48). The shapes of spectrum and spectrogram of vocalization were different in each period after artificial insemination. There were significant differences in frequency and intensity, but not in duration of vocalization. The fact that signal may give a reliable indication of the signaller's needs has suggested that in some circumstances they can provide information on animal welfare.

(Key words : Artificial insemination, Sow, Vocalization)

I. 서 론

지구상에서 생활하고 있는 많은 동물들은 제 각각 신체적 특성 및 생활환경에 적응한 결과 독특한 발성음(vocalization)을 가지고 있다. 또한 동물들은 다양한 발성음을 통해서 의사소통이나 감정을 표현하는 것으로 알려져 있다 (Hart, 1985; 광 등, 2000; Grandin and Johnson, 2005). 예를 들면, 개는 자신의 세력권을 방어하거나 경계할 때 혹은 낯선 사람이나 다른 개가 출현했을 때 내는 발성음이 각기 다르다. 또한 돼지 역시 위협에 처했을 때, 배가 고플 때, 새끼에게 젖을 먹일 때 각기 다른 발성음을 통해서 다른 개체들과의 상호작용을 하는

것으로 알려져 있다. 그 밖에 소나 닭과 같은 동물들 역시 안전과 위협에 관한 정보를 교환하거나 다양한 상황에 따라 각기 다른 발성음을 이용해서 자신의 안전을 보장하고 다른 개체들과의 사회적 관계를 유지한다 (Appleby 등, 1999; Houpt, 1998; Manteuffel 등, 2004; 임 등, 2005; 전 등, 2005b).

근래에 들어 국내에서도 동물복지에 대한 관심이 증가되고 있다 (김, 2005). 또한 산업동물의 사양 및 관리 단계에서 동물복지의 고려 필요성 역시 제기되고 있는 실정이다 (임, 2005). 이에 따라 동물의 발성음을 이용할 수 있는 방안에 대한 모색이 이루어 지고 있다. 많은 동물이 발성음이나 행동을 통해서 주변의 다른

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

개체들과 의사소통을 하는 것으로 알려져 있다 (Scharder and Todt, 1998). 그러므로 동물의 특이한 발성음이나 행동을 통해 이들의 신체 및 심리상태 등을 파악할 수 있는 지표 (indicator) 로 이용하기 위한 방안들에 대한 연구가 필요한 실정이다 (Watts and Stookey, 2000; 임 등, 2007).

돼지는 다른 동물들에 비해 음성신호 및 발성음을 통해서 사회적 관계 및 자신의 감정이나 신체 상태를 더 많이 표현하는 것으로 알려져 있다 (Hafez, 1975). 특히 어미와 새끼 사이의 상호작용은 발성음에 의해 크게 영향을 받는다 (Blackshaw 등, 1996; Schon 등, 1999). 또한 인위적으로 거세를 시킬 때 고통을 느끼면 매우 높은 주파수의 발성음을 내는 등 청각에 의한 의사소통 방법이 발달해 있다 (McGlone, 2003; Puppe 등, 2005).

돼지의 발성음은 경우에 따라 일정한 소리들을 반복적으로 (call repertoire) 내기도 한다. 또한 감정이나 신체 상태에 따라서 매우 정형화된 발성음을 내기도 하는데 고통이나 공포, 공격적인 상태 혹은 도피를 할 때 특이한 소리를 내기도 한다 (Haupt, 1998; Marx, 2003). 특히 발정기에 도달한 모돈에게서도 특이한 발성음이 나타나는 것으로 알려져 있다 (전 등, 2005a).

그러므로 모돈의 발성음 연구를 통해서 모돈의 행동 및 신체 상태를 파악할 수 있으며 그에 따라 사육조건의 개선 및 기타 발성음을 응용할 수 있는 방안을 모색할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구는 모돈의 수정 후 시기별 발성음의 특성을 파악함으로써 다양한 발성음에 대한 이해를 통해 향후 모돈의 관리와 사양 방법의 개선 및 동물복지의 향상 등을 위한 기초자료를 수집하기 위한 목적으로 수행되었다.

II. 재료 및 방법

양돈장에서 사육되고 있는 모돈을 대상으로 2006년 9월부터 2007년 3월까지의 기간 동안 발성음을 수집 및 녹음하였다. 발성음을 녹음한 공시동물은 요크셔 (Yorkshire)와 랜드레이스

(Landrace)의 교잡종으로 모든 50개체를 대상으로 하였다. 연구기간 중 돈사에서 사육하는 모돈의 인공수정 상태에 따라 수정 당일, 수정 후 3일, 수정 후 50일로 구분을 하였다. 모돈의 발성음을 디지털 녹음기 (MD Recorder, Marantz PMD-650)와 마이크 (RF Condenser MIC, MKH 416P48)를 이용하여 하루 3회 (오전 7시~8시, 오전 11시~12시, 오후 3~4시) 각각 1시간씩 녹음하였다. 모돈은 스톨(stall)에 한 개체씩 분리되어 사육되었다.

녹음된 모돈의 발성음은 Sound Forge 8.0 (Sony, Japan)에서의 스펙트로그램 (Spectrogram)과 스펙트럼 (Spectrum), 연구자가 귀로 들었을 때의 특이한 발성음 형태 등을 기준으로 분류 및 분석하였다. 각각 수정 후 시기별 모돈의 발성음 중에서 각 시기별 특이음을 추출하였다. 추출된 각 시기별 발성음은 기본 주파수 및 최대 주파수 (frequency), 음의 강도 (intensity), 음의 길이 (duration) 등을 측정하였다. 모돈의 수정 시기별 특이한 발성음에 대한 분석은 SAS 9.1 (SAS Institute Inc.)을 이용하여 분산 분석 및 각 발성음의 유의성 검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

모돈을 수정 시기별로 수정 당일, 수정 후 3일, 수정 후 50일 등으로 구분하여 발성음을 분석하여 스펙트로그램을 비교한 결과 수정 후 시기별 차이가 있는 것으로 나타났다 (Fig. 1). 또한 수정 후 시기별 발성음의 스펙트럼을 비교한 결과 역시 차이가 있었다 (Fig. 2).

각각의 발성음은 현장에서 연구자들이 청각을 이용해서도 서로 다른 형태를 구분할 수 있을 정도로 차이가 있었다. 인공수정 당일에는 발성음이 매우 높고 불안정한 양상을 보였다. 그러나 인공수정 3일째에는 인공수정 당일에 비해서 발성음 강도와 변화 폭이 현저히 낮아졌으며, 또한 인공수정 50일째에는 3일째에 비해서 발성음이 다소 강해지는 것으로 나타났다 (Fig. 1, 2).

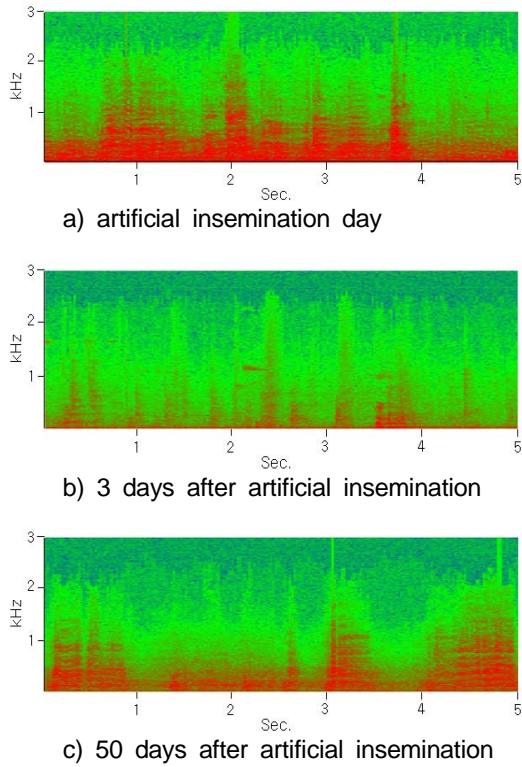


Fig. 1. Sample spectrograms of sow in artificial insemination day (a), 3 days (b) and 50 days (c) after artificial insemination.

모든의 인공수정 후 시기별 발성음의 특징을 요약한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 기본 주파수는 수정 당일이 247.6Hz였으며, 수정 후 3일에는 214.9Hz로 감소하였고, 수정 후 50일에는 272.1Hz로 증가하는 경향을 보였다. 이러한 시기별 차이는 분산분석(ANOVA) 결과 매우 유의한 차이($F=8.27$, $P=0.05$)를 보이는 것으로 나타났다. 또한 최대 주파수에 있어서도 수정 후 50일된 모돈의 발성음이 1,233.8Hz로 가장 높았으며, 수정 후 3일된 모돈의 발성음이 706.2Hz로 가장 낮았고 각 시기별 발성음의 특징 역시 통계적으로 유의한 차이를 보였다($F=10.49$, $P=0.01$). 발성음 강도에 있어서도 각 시기별로 큰 차이가 있는 것으로 나타났으며($F=7.53$, $P=0.05$), 발성음의 길이는 시기별로 유의한 차이가 없었다($F=1.37$, $P=0.10$).

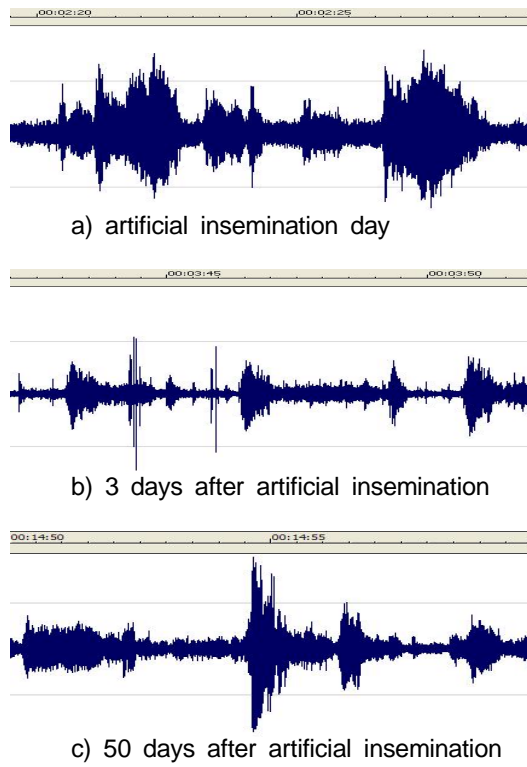


Fig. 2. Sample spectrum of sow in artificial insemination day (a), 3 days (b) and 50 days (c) after artificial insemination.

돼지의 발성음은 여러 가지 원인에 의해서 변화하는 것으로 알려져 있다. 특히 무리에서 떨어뜨려 혼자 고립되는 등의 스트레스를 받으면 발성음을 비롯한 여러 행동에 특이성을 보인다(Hessing 등, 1994). 특히 발성음의 강도 혹은 주파수의 차이에 따라 비명소리(squeals), 꿀꿀거리는 소리(grunts) 등으로 구분되기도 하며, 각각의 발성음의 지속 시간이 경우에 따라 변화하기도 한다. 이러한 발성음의 특이성은 체내 스트레스 호르몬(stress hormones)의 수준과 연관된 것으로 보고되었다(Schrader and Todt, 1998). 또한 거세로 인한 고통, 외부 온도의 변화 등 물리적인 압박에 의해서도 발성음은 변화한다(Taylor and Weary, 2000; Taylor 등, 2001; Hillmann 등, 2004).

대부분의 동물의 연중 생활사에서 발정기는

Table 1. Differences in acoustic parameters of sows after fertilization

	Fertilization day	3 days after fertilization	50 days after fertilization	F	P
Basic frequency (Hz)	247.6± 9.47	214.9± 6.52	272.1±10.46	8.27	0.05
Max. frequency (Hz)	1,072.3±19.31	706.2±10.87	1,233.8±17.22	10.49	0.01
Intensity (dB)	13.45± 0.59	17.67± 0.14	15.26± 0.62	7.53	0.05
Duration (sec.)	0.95± 0.07	0.98± 0.05	1.54± 0.04	1.37	0.10

좋은 형질을 가진 후대를 남기기 위한 중요한 시기라고 할 수 있다(임 등, 2006). 특히 암컷에게 있어서는 발정기가 도래하면 평소와는 달리 체내에 많은 호르몬이 분비되는 것으로 알려져 있다(Broom and Johnson, 1993; Houpt, 1998). 또한 발정기에는 평소와는 달리 특이한 행동이나 발성음을 나타내는 경우가 많다(von Borell and Ladewig, 1992; 전 등, 2005a).

특히 실내에서 모돈을 사육하는 경우 발정기 동안 임신 확률이 가장 높다고 판단되는 시기에 인공수정을 실시한다. 따라서 인공수정 시기를 정확하게 결정함으로써 임신확률을 높일 수 있을 것으로 판단된다. 발정기 모돈의 발성음은 다른 시기에 비해 특이음을 나타내기 때문에(고, 2003), 인공수정 시기를 결정하기 위해 모돈의 발성음을 고려하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 또한 돼지의 발성음은 특별한 몇몇 개의 레퍼토리(repertoire)를 가지는 것으로 알려져 있는데(Klingholz 등, 1979; Puppe 등, 2003), 발정기 및 인공수정 후에도 시기별로 다른 발성음의 특징을 가지고 있는 것으로 보인다.

모돈의 인공수정 후 시기별 발성음의 특징을 분석한 결과, 인공수정 당일에 가장 큰 소리와 강도로 발성음을 내는 것으로 나타났다. 또한 인공수정 후 시간이 경과할수록 발성음은 점차 줄어들었다. 이는 발성음을 통해 모돈의 상태를 추정할 수 있는 근거가 될 수 있을 것으로 생각된다. 특히 돼지는 신체 상태 및 육구에 따라 발성음을 많이 내는 동물이기 때문에 발성음의 특성을 잘 파악한다면 양돈 산업에 효

과적인 이용이 가능할 것으로 판단된다. 또한 이를 위해서는 앞으로 많은 연구들이 앞으로 활발히 수행되어야 할 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 모돈의 인공수정 후 시기별 발성음의 특성을 파악하기 위해 요크셔(Yorkshire)와 랜드레이스(Landrace)의 교잡종을 대상으로 2006년 9월부터 2007년 3월까지의 기간 동안 실시되었다. 모돈의 인공수정 상태에 따라 수정 당일, 수정 후 3일, 수정 후 50일로 구분하였고, 하루 3회 각각 1시간씩 디지털녹음기(MD Recorder, Marantz PMD 650)와 마이크(RF Condenser MIC, MKH 416P48)를 이용하여 발성음을 수집한 후 분석하였다. 발성음의 스펙트로그램을 비교한 결과 수정 후 시기별 차이가 있는 것으로 나타났으며, 수정 후 시기별 발성음의 스펙트럼을 비교한 결과 역시 차이가 있었다. 또한 모돈 발성음의 주파수, 강도는 시기별로 유의한 차이를 보였으나 발성음의 길이는 큰 차이가 없었다. 모돈은 인공 수정 후 시기별로 발성음의 차이를 보였으며, 앞으로 더욱 깊이 있는 연구를 통해서 돼지의 신체적, 심리적 상태를 비롯한 동물복지의 지표로 이용이 가능 할 것으로 판단된다.

V. 사 사

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

VI. 인 용 문 헌

1. Appleby, M. C., Weary, D. M., Taylor, A. A. and Illmann, G. 1999. Vocal communication in pigs: who are nursing piglets screaming at? *Ethology*. 105:881-892.
2. Blackshaw, J. K., Jones, D. N. and Thomas, F. J. 1996. Vocal individuality during suckling in the intensively housed domestic pig. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 50:33-41.
3. Broom, D. M. and Johnson, K. G. 1993. Stress and animal welfare. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
4. Grandin, T. and Johnson, C. 2005. Animals in translation: using the mysteries of autism to decode animal behavior. The Gernert Company, Inc. N.Y., USA.
5. Hafez, E. S. E. 1975. The behaviour of domestic animals. 3rd ed. Williams and Wilkins Company. Baltimore, USA.
6. Hart, B. L. 1985. The behavior of domestic animals. Freeman and Company. N.Y., USA.
7. Hessing, M. J. C., Hagelso, A. M., Schouten, w. G. P., Wiepkema, P. R. and van Beek, J. A. M. 1994. Individual behavioral and physiological strategies in pigs. *Physiol. Behav.* 55:39-46.
8. Hillmann, E., Mayer, C., Schon, P. C., Puppe, B. and Schrader, L. 2004. Vocalization of domestic pigs (*Sus scrofa domestica*) as an indicator for adaptation towards ambient temperatures. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 89:195-206.
9. Houpt, K. A. 1998. Domestic animal behavior for veterinarians and animal scientists. 3rd eds. Iowa State University Press. Iowa, USA.
10. Klingholz, F., Siegert, C. and Meinhardt, H. 1979. Die akustische Kommunikation des Europaeischen Wildschweines (*Sus scrofa*). *Zool. Garten.* 49:277-303.
11. Manteuffel, G., Puppe, B. and Schon, P. C. 2004. Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 88:163-182.
12. Marx, G., Horn, T., Thielebein, J., Knubel, B. and von Borell, E. 2003. Analysis of pain-related vocalization in young pigs. *J. Sou. Vib.* 266:687-698.
13. McGlone, J. J., Nicholson, R. I., Hellmann, J. M. and Herzog, D. N. 1993. The development of pain in young pigs associated with castration and attempts to prevent castration-induced behavioral changes. *J. Anim. Sci.* 71:1441-1446.
14. Puppe, B., Schon, P. C., Tuchscherer, A. and Manteuffel, G. 2003. The influence of domestic piglets' (*Sus scrofa*) age and test experience on the preference for the replayed maternal nursing vocalization in a modified open-field test. *Acta Ethol.* 5:123-129.
15. Puppe, B., Schon, P. C., Tuchscherer, A. and Manteuffel, G. 2005. Castration-induced vocalization in domestic piglets *Sus scrofa*: complex and specific alterations of the vocal quality. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 95:67-78.
16. Schon, P. C., 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. *Behaviour* 136:49-66.
17. Schrader, L. and Todt, D. 1998. Vocal quality is correlated with levels of stress hormones in domestic pigs. *Ethology*. 104:859-876.
18. Taylor, A. A. and Weary, D. M. 2000. Vocal response of piglets to castration: identifying procedural sources of pain. *Applied Animal Behaviour Science* 70:17-26.
19. Taylor, A. A., Weary, D. M., Lessard, M. and Braithwaite, L. 2001. Behavioural responses of piglets to castration: the effect of piglet age. *Applied Animal Behaviour Science* 73:35-43.
20. von Borell, E. H. and Ladewig, J. 1992. Relationship between behaviour and adrenocortical response pattern in domestic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 34:195-206.
21. Watts, J. M. and Stookey, J. M. 2000. Vocal behaviour in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Appl. Anim.*

- Behav. Sci. 67:15-33.
22. 고영두. 2003. 동물자원학. 선진문화사. 서울.
 23. 박종형, 김선균, 김용식, 이병오, 하서현. 2000. 동물관리학. 선진문화사. 서울.
 24. 김진석. 2005. 동물의 권리와 복지. 건국대학교 출판부. 서울.
 25. 임신재. 2005. 지속가능한 동물생산을 위한 환경 생태학적 접근의 필요성. 한국동물자원과학회 국제심포지움 (2005 한국국제축산박람회 학술행사): 친환경적 축산업 발전 방안 - 깨끗한 환경, 안전한 축산물 -. 심포지엄 논문집 pp. 23-34.
 26. 임신재, 이주영, 김민진, 김나라, 강정훈. 2007. 음성분석을 통한 양돈 행동의 이해와 응용방안 모색. 2007년도 한국동물자원과학회 춘계 심포지움 자료집. pp. 1-11.
 27. 임신재, 김진석, 김창근, 방명걸, 백인기, 이우신, 장문백, 최윤주. 2005. 동물행동의 이해와 응용. 라이프사이언스. 서울.
 28. 전중환, 연성찬, 장홍희. 2005a. 모돈의 일반 발성음과 발정기 특이음의 비교분석. 한국동물자원과학회지. 47:133-140.
 29. 전중환, 연성찬, 하정기, 이승주, 장홍희. 2005b. 산란계의 열환경별 특이음에 대한 음성학적 분석. 한국동물자원과학회지. 47:697-702.
- (접수일자 : 2007. 12. 24. / 수정일자 : 2008. 4. 23. / 채택일자 : 2008. 5. 7)