

케이지 내 사육 공간의 차이에 따른 산란계의 음성 특성

손승훈* · 신지혜* · 김민진* · 강정훈*,** · 임신재* · 백인기*

중앙대학교 동물자원과학과*, 문화재청 천연기념물센터**

Characteristics of Vocalizations of Laying Hen Related with Space in Battery Cage

Seung Hun Son*, Ji Hye Shin*, Min Jin Kim*, Jeong Hoon Kang**, Shin Jae Rhim* and In Kee Paik*

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

Natural Heritage Center, Cultural Heritage Administration**

ABSTRACT

This study was conducted to clarify the characteristics of vocalization of laying hen related with space in battery cage. The size of cages were classified into control (0.30 m × 0.14 m × 0.55 m, length × width × height), small (0.21 m × 0.14 m × 0.55 m) and large (0.30 m × 0.30 m × 0.55 m) size. Vocalization of 16 individuals of laying hen in each group of Hy-Line Brown (80 week old) were recorded 3 hours per day (10:00am~11:00am, 3:00pm~4:00pm and 7:00pm~8:00pm) using digital recorder and microphone during October 2008 and February 2009. Characteristics of frequency, intensity and duration of vocalization were analyzed by GLM (general linear model) and Duncan's multi-test. There were differences in basic and maximum frequency, and intensity based on analysis of spectrogram and spectrum among different cage sizes. Vocalization of laying hen would be one of the indicators to understand the stress caused by rearing space in batter cage.

(Key words : Battery cage, Laying hen, Space, Vocalization)

I. 서 론

동물들의 음성 신호 즉, 발성음은 동물들끼리의 의사소통 수단으로 매우 중요한 역할을 하고 있다(Manteuffel 등, 2004). 또한 발성음은 표현하는 수단으로 사용되기도 한다. 번식기 및 발정기의 특이음이나 고통스러울 때 내는 특이음 등을 통해서 신체 상태를 알 수 있다. 뿐만 아니라 어미와 새끼 사이의 상호작용에 있어서도 발성음은 매우 중요한 수단으로 이용되는 것으로 알려져 있다(Perry, 2004). 최근 들어 동물복지에 대한 관심 및 필요성의 증가에 따라 동물의 상태를 나타내는 지표로 이용하기 위해 발성음에 대한 관심은 지속적으로 증가하고 있는 실정이다. 이에 따라 동물의 사육조건에 따른 스트레스의 정도를 평가하는 방법 역시 많은 연구자들의 관심의 대상이 되고 있다(Beerda 등, 1999; Groot 등, 2001).

산란계에 있어서 동일한 케이지 내에서의 개체 간 상호작용에 의한 스트레스의 정도에 따라 활동성, 휴식, 채식

등에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Warburton과 Lazarus, 1991; Leone과 Estevez, 2008). 우리나라에서 산란계는 거의 대부분 폐쇄된 공간에서 기계식으로 밀집 사육되고 있다. 그러나 이러한 사육방식이 산란계의 건강에 미치는 영향에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다(구 등, 2007). 또한 케이지내 사육공간의 크기에 따라 동일한 케이지에서 사육되고 있는 개체들 사이의 거리 등 공간이 용에 관한 연구 역시 동물 복지의 측면에서 필요할 것으로 판단된다.

국내에서 산란계의 스트레스 정도에 따른 행동학적, 발생학적 특성에 관한 연구는 그리 활발하게 이루어지지 않고 있는 실정이다. 산란계의 생산성은 열환경에 의한 영향을 받으며, 적절한 온도 조건을 유지시켜주는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다(Wathes 등, 1983; Deaton 등, 1985; 전 등, 2005). 산란계의 생산성에 영향을 줄 수 있는 요인으로 온도 이외에 동일한 케이지 내에서의 사육밀도

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

역시 매우 중요할 것으로 예상된다. 즉, 사육되는 개체의 수에 따라 산란계가 받을 수 있는 스트레스는 차이가 있을 것으로 판단된다.

그러므로 사육공간의 크기에 따라 산란계가 받는 스트레스를 파악할 수 있는 방법 중의 하나로 발성음의 특성을 분석하는 것은 매우 의미가 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 사육 케이지의 크기에 따른 산란계의 발성음의 특성을 구명함으로써 사육 공간과 발성음 사이의 관계를 파악하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

하이라인브라운 (Hy-Line Brown) 80주령의 산란계 45수를 대사실험실에서 사육하면서 2008년 10월부터 2009년 2월까지의 기간 동안 발성음을 수집 및 녹음하였다. 대사실험실은 냉난방기를 사용하여 내부 온도를 22℃로 동일하게 유지하였다. 사료는 자유급여를 통해서 모든 개체가 충분히 섭취할 수 있도록 하였다. 오전 9시와 저녁 9시의 하루 두 차례씩 물과 사료를 급여하였으며, 매일 1회씩 정기적으로 배설물을 처리하였다. 실험실 내의 점등은 오전 6시부터 저녁 10시까지 16시간 동안 실시하여 16:8h (Light : Dark)를 유지하였다.

산란계를 대사실험 케이지 (0.36 m × 0.46 m × 0.55 m)를 이용하여, 실험목적에 따라 케이지 내부를 철망으로 구분하여 각각 크기가 다른 사육 케이지 (cage)에서 산란계를 사육을 하였다. 무항생제 축산물 사육밀도조건을 만족하는 0.0231 m³ (0.30m × 0.14 m × 0.55 m)을 개체당 사육공간의 기준 (control)으로 하였으며, 좁은 공간 (small, 0.21 m × 0.14 m × 0.55 m)과 넓은 공간 (large, 0.30 m × 0.30 m × 0.55 m) 등의 3가지 유형으로 사육공간의 크기를 구분하였다(Table 1).

산란계는 실험에 사용되기 1주일 전에 대사실험실로 옮겨와 1주일 동안 대사실험실의 사육환경에 적응할 수 있도록 하였다. 1주일 간의 순응기간이 끝난 후, 크기가 다른 3종류의 케이지 내에서 1주일간 사육하면서 각 시간대 별로 발성음을 녹음하였다. 산란계의 발성음을 디지털 녹음기 (PMD-650, Marantz)와 마이크 (MKH 416P48, RF

Condenser Mic.)를 이용하여 하루 3회(오전 10시~11시, 오후 3시~4시, 저녁 7~8시)에 걸쳐 각각 1시간씩 녹음하였다. 녹음된 산란계의 발성음은 Sound Forge 8.0 (Sony)를 이용하여 스펙트로그램 (Spectrogram)과 스펙트럼 (Spectrum) 뿐 아니라, 연구자가 귀로 들었을 때의 특이한 발성음 형태 등을 기준으로 분류 및 분석하였다(임 등, 2008).

녹음된 각 시기별 발성음은 기본 주파수 (basic frequency) 및 최대 주파수 (maximum frequency), 음의 강도 (intensity), 음의 길이 (duration) 등을 측정하였다. 산란계의 사육상태 및 시간별 특이한 발성음에 대한 분석은 SPSS (SPSS Inc., Version 9.0, 1999) 통계프로그램의 GLM (general linear model)을 이용하여 실시하였으며, 유의차 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하여 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

산란계를 크기가 다른 케이지에 넣고 사육하면서 발성음을 녹음하여 분석한 결과, 기본 주파수 (P=0.001), 최대 주파수 (P=0.001) 및 강도 (P=0.01)는 유의한 차이를 보였으나, 발성음의 지속시간은 차이가 없는 것으로 나타났다. 기본 주파수는 기준 사육공간에서는 352.03 ± 79.97 Hz였으며, 좁은 사육공간에서는 309.21 ± 51.64 Hz로 증가하였고, 넓은 사육공간에서는 424.69 ± 65.78 Hz로 감소하였다. 또한 최대 주파수 역시 기준 주파수와 동일한 경향을 보였다. 발성음의 강도는 넓은 사육공간에서 82.54 ± 9.39 dB로 가장 높았으며, 기준 사육공간과 좁은 사육공간은 이보다 적은 각각 76.81 ± 8.19 dB와 72.62 ± 10.38 dB인 것으로 나타났다 (Table 2).

산란계를 케이지 크기별로 다른 사육공간에서 사육하면서 발성음을 분석하여 스펙트로그램을 비교한 결과, 케이지의 크기별로 발성음의 차이가 있는 것으로 나타났다 (Fig. 1). 또한 발성음의 스펙트럼을 비교한 결과 역시 차이가 있었다 (Fig. 2). 기준 사육공간에서의 발성음을 기준으로 사육공간이 넓어질수록 발성음의 주파수는 증가하였으며, 사육공간이 좁아질수록 발성음의 주파수는 감소하였다. 발성음의 강도는 사육공간이 넓은 경우 증가하였

Table 1. Enclosure parameters for control, small and large cages

Treatment	Space (m ³)	Length (m)	Width (m)	Height (m)
Control	0.0231	0.30	0.14	0.55
Small	0.0162	0.21	0.14	0.55
Large	0.0495	0.30	0.30	0.55

Table 2. Differences in acoustic parameters of laying hen among different size of cages

Parameter	Size of cage			P
	Control	Small	Large	
Basic frequency (Hz)	352.03± 79.97 ^b	309.21± 51.64 ^c	424.69± 65.78 ^a	0.001
Max. frequency (Hz)	2,428.62±116.52 ^b	2,186.35±124.56 ^c	2,852.03±104.95 ^a	0.001
Intensity (dB)	76.81± 8.19 ^b	72.62± 10.38 ^b	82.54± 9.39 ^a	0.01
Duration (sec.)	1.62± 0.79 ^a	1.56± 1.06 ^a	1.35± 0.32 ^a	0.09

Control: 0.3 m × 0.14 m × 0.55 m, Small: 0.21 m × 0.14 m × 0.55 m, Large: 0.3 m × 0.3 m × 0.55 m

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

나, 기준 사육공간과 좁은 사육공간 사이에는 차이가 크지 않은 것으로 나타났다 (Fig. 1, 2).

기준 사육공간 내에서 산란계의 발성음을 시간대 별로 분석한 결과를 살펴보면, 기본 주파수 (P<0.01)와 최대 주파수 (P<0.001), 발성음의 강도 (P<0.001)는 유의한 차이를 보였으나, 발성음의 지속 시간은 차이를 보이지 않았다. 기본 주파수와 최대 주파수 모두 오전 시간대 (10시~11시)에 가장 높은 값을 보였다. 발성음의 강도 역시 오전 시간대에 가장 높았으며, 오후 시간대 (3시~4시)에 가장 낮았다 (Table 3).

좁은 사육공간에서 산란계의 발성음은 기본 주파수 (P<0.001)와 최대 주파수 (P<0.001), 음의 강도 (P<0.01), 음의 길이(P<0.001)는 모두 시간대별로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 기본 주파수와 최대 주파수는 기준 사육공간의 경우와 마찬가지로 오전 시간대에 가장 높았으며, 저녁 시간대에 가장 낮았다. 음의 강도는 오전 시간대에 가장 높았다. 또한 음의 지속 시간은 오후 시간대에 가장 길었고, 저녁 시간대에 가장 짧은 것으로 나타났다 (Table 4).

넓은 사육공간 내에서 발성음을 시간대 별로 분석한 결

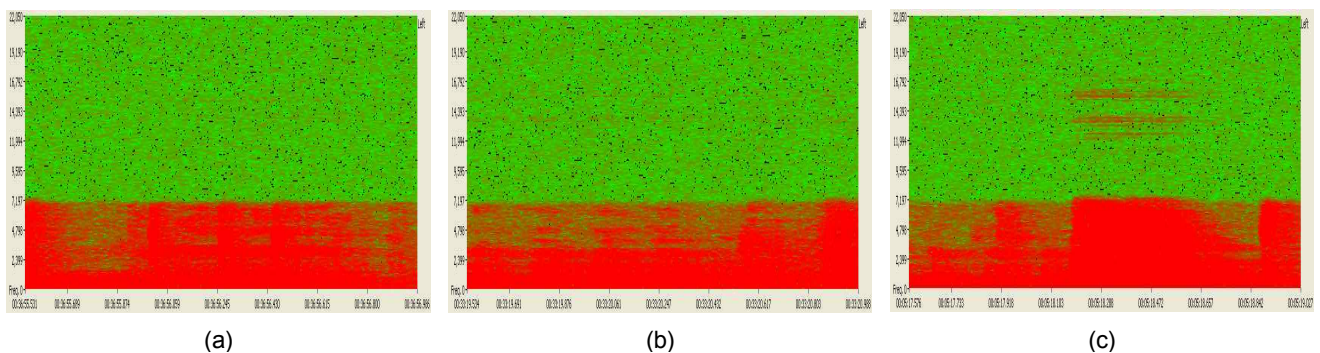


Fig. 1. Sample spectrograms of laying hen among different size of cages.

(a) control: 0.3m × 0.14m × 0.55m, (b) small: 0.21m × 0.14m × 0.55m and (c) large: 0.3m × 0.3m × 0.55m

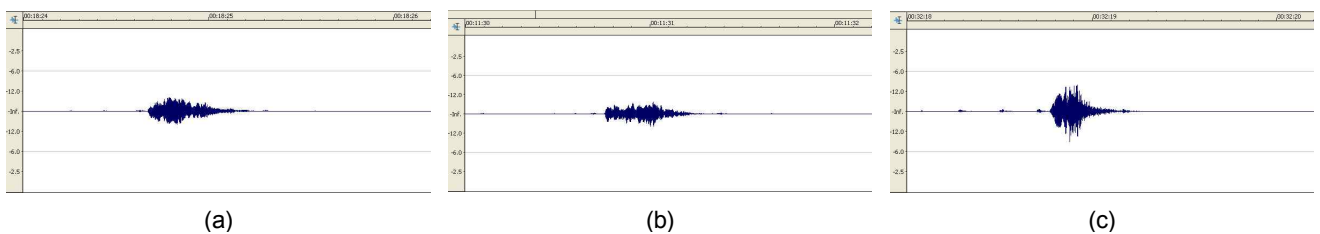


Fig. 2. Sample spectrums of laying hen among different size of cages.

(a) control: 0.3m × 0.14m × 0.55m, (b) small: 0.21m × 0.14m × 0.55m and (c) large: 0.3m × 0.3m × 0.55m

Table 3. Differences in acoustic parameters of laying hen among different time in control cage (0.3m x 0.14m x 0.55m)

Parameter	Time			P
	10:00 ~ 11:00	15:00 ~ 16:00	19:00 ~ 20:00	
Basic frequency (Hz)	380.26± 69.87 ^a	340.72± 93.34 ^b	321.72± 86.04 ^b	0.01
Max. frequency (Hz)	2,735.25±142.37 ^a	2,469.36±114.43 ^b	2,068.86±175.34 ^c	0.001
Intensity (dB)	85.39± 10.28 ^a	63.23± 5.76 ^c	71.34± 10.23 ^b	0.001
Duration (sec.)	1.57± 0.82 ^a	1.85± 0.67 ^a	1.76± 0.63 ^a	0.09

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

Table 4. Differences in acoustic parameters of laying hen among different time in small cage (0.21m x 0.14m x 0.55m)

Parameter	Time			P
	10:00 ~ 11:00	15:00 ~ 16:00	19:00 ~ 20:00	
Basic frequency (Hz)	352.34± 92.68 ^a	315.68± 80.12 ^b	289.25± 94.47 ^c	0.001
Max. frequency (Hz)	2,368.03±175.32 ^a	2,154.18±136.75 ^b	1,988.80±188.15 ^c	0.001
Intensity (dB)	80.53± 6.20 ^a	71.96± 7.39 ^b	73.92± 4.39 ^b	0.01
Duration (sec.)	2.18± 0.55 ^b	4.56± 1.39 ^a	0.97± 0.31 ^c	0.001

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

Table 5. Differences in acoustic parameters of laying hen among different time in large cage (0.3m x 0.3m x 0.55m)

Parameter	Time			P
	10:00 ~ 11:00	15:00 ~ 16:00	19:00 ~ 20:00	
Basic frequency (Hz)	538.79± 78.49 ^a	409.94± 93.68 ^b	387.62± 64.74 ^b	0.01
Max. frequency (Hz)	2,972.89±189.38 ^a	2,745.61±102.97 ^b	2,606.55±162.81 ^b	0.01
Intensity (dB)	81.72± 6.37 ^b	87.26± 6.88 ^a	70.27± 8.12 ^c	0.001
Duration (sec.)	1.36± 0.73 ^a	1.47± 0.45 ^a	1.22± 0.35 ^a	0.1

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

과, 기본 주파수 (P=0.01)와 최대 주파수 (P=0.01), 발생음의 강도 (P=0.001)는 차이를 보였으나, 발생음의 지속 시간 (P=0.10)은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 기준 및 좁은 사육공간에서와 마찬가지로 넓은 사육공간에서도 기본 주파수와 최대 주파수는 오전 시간대에 가장 높았다. 발생음의 강도는 오후 시간대에 가장 큰 값을 보였으며, 저녁 시간대에 장 낮은 값을 나타내었다 (Table 5).

케이지의 크기가 충분히 클 때 산란계는 날개를 퍼덕거리거나 제자리에서 뛰어오르는 등 특별한 활동을 하는 것으로 알려져 있다 (Cooper와 Albentosa, 2004). 그런데 공간

적인 제약으로 이러한 행동이 제한을 받는 경우, 육체적 뿐 아니라 심리적으로 큰 압박을 받을 수 있다 (Appleby와 Hughes, 1991; Keeling, 1994; Webster와 Hurnik, 1994). 그러므로 산란계의 사육공간은 이들의 사양 체계에 큰 영향을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구 결과 사육공간의 크기 별로, 하루 중 시간대 별로 산란계 발생음의 주파수와 강도는 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 사육공간의 크기에 따라 산란계가 받는 물리적 압박의 차이는 발생음의 차이로 나타난 것으로 판단된다. 또한 앞으로 발생음의 차이를 통해서 케이지 내

에서 산란계가 받고 있는 공간적인 스트레스의 정도를 파악할 수 있을 것으로 생각된다.

영국을 포함한 유럽연합(EU)에서는 동물복지를 고려해서 현재 케이지에서 사육되고 있는 산란계 1 개체당 사육 공간을 넓히 기준으로 450~550cm²로 규정하고 있으며, 2012년부터는 600 cm² 이상으로 증가시킬 예정이다(DEFRA, 2002). 그런데 현재 우리나라는 동물복지와 관련되어 산란계에 대한 사육 규정은 매우 미비하다. 또한 무항생제 축산물 사육밀도조건으로 제시되고 있는 사육 공간(420 cm²) 역시 현재 유럽연합에서 규정하고 있는 사육공간의 크기보다 작은 실정이다.

최근 농장동물의 복지에 관한 관심과 사회적 요구가 높아지고 있는 상황에서 우리나라에서도 동물복지에 적합한 산란계 사육 체계에 관한 필요성이 제기되고 있다. 이를 위해서는 산란계의 발성음이나 행동학적 특성에 대한 연구를 통해 과학적이고 객관적인 사양체계의 수립이 필요할 것으로 판단되며, 앞으로도 지속적이고 꾸준한 연구가 수행되어야 할 것이다.

IV. 요약

본 연구는 산란계의 사육공간의 크기별 발성음의 특성을 파악하기 위해 하이라인브라운(Hy-Line Brown) 80주령의 산란계를 대상으로 2008년 10월부터 2009년 2월까지의 기간 동안 발성음을 수집 및 녹음하였다. 산란계의 사육 케이지는 무항생제 축산물 사육밀도조건을 만족하는 0.0231 m³ (0.3m × 0.14m × 0.55m)을 개체당 사육공간의 기준(control)으로 하고, 좁은 공간(small, 0.21m × 0.14m × 0.55m)과 넓은 공간(large, 0.3m × 0.3m × 0.55m) 등의 3가지 유형으로 구분하였다. 하루 3회, 각각 1시간씩 디지털 녹음기(PMD-650, Marantz)와 마이크(MKH 416P48, RF Condenser Mic.)를 이용하여 발성음을 녹음하여 분석을 실시하였다. 발성음의 스펙트로그램을 비교한 결과 케이지의 크기별로 차이가 있는 것으로 나타났으며, 스펙트럼을 비교한 결과 역시 차이가 있었다. 또한 발성음의 주파수, 강도 및 길이 역시 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 본 연구를 통해 산란계의 사육공간과 발성음 사이에는 깊은 관련이 있었으며, 사육공간에 의한 스트레스의 정도를 파악하기 위해 발성음은 매우 유용할 것으로 판단된다.

V. 사 사

본 연구는 한국학술진흥재단의 지원(KRF-2006-331-

F00038)에 의해 이루어진 것임.

VI. 인용 문헌

1. Appleby, M. C. and Hughes, B. O. 1991. Welfare of laying hens in cages and alternative systems: environmental, physical and behavioural aspects. *World's Poultry Sci. J.* 47, 109-128.
2. Beerda, B., Schilder, M. B. H., Bernadina, W., van Hooff, A. R. A. M., de Vries, H. W. and Mol, J. A. 1999. Chronic stress in dogs subjected to social and spatial restriction. II. Hormonal and immunological responses. *Physiol. Behav.* 66, 243-254.
3. Cooper, J. J. and Albentosa, M. J. 2004. Social space for laying hens. In *Welfare of the laying hens*. G. C. Perry (Ed). CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, U.K., pp. 191-202.
4. Deaton, J. W., Reece, F. N. and Lott, B. D. 1985. Effect of summer cyclic temperature versus moderate temperate on laying hen performance. *Poultry Sci.* 65, 1649-1651.
5. DEFRA (Department of Environment, Food and Rural Affairs, UK). 2002. Code of recommendations for the welfare of livestock: laying hens. DEFRA Publication, London, U.K.
6. Groot, J., Ruis, M. A. W., Scholten, J. W., Koolhaas, J. M. and Boersma, W. J. A. 2001. Long-term effects of social stress on antiviral immunity in pigs. *Physiol. Behav.* 73, 145-158.
7. Keeling, L. J. 1994. Inter-bird distances and behavioural priorities in laying hens: the effect of spatial restriction. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 39, 131-140.
8. Leone, E. H. and Estevez, I. 2008. Use of space in the domestic fowl: separating the effects of enclosure size, group size and density. *Anim. Behav.* 76, 1673-1682.
9. 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.
10. Perry, G. C. 2004. Welfare of the laying hen: poultry science symposium series volume twenty-seven. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, U.K.
11. SPSS Institute. 1999. SPSS Base 9.0 User's Guide. SPSS Inc., Chicago, U.S.A.
12. Warburton, K. and Lazarus, J. 1991. Tendency distance models of social cohesion in animal group. *J. Theor. Biol.* 150, 473-488.
13. Wathes, C. M., Jones, C. D. R. and Webster, A. J. F. 1983. Ventilation, air hygiene and animal health. *Vet. Rec.* 113, 554-559.
14. Webster, A. B. and Hurmik, J. F. 1994. Synchronization of

- behavior among laying hens in battery cages. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 63, 45-48.
15. 구중희, 이승혜, 임연미, 김소남, 허용. 2007. 비육돈 및 산란계 밀집사육과 스트레스 대응 호르몬의 상관성에 대한 연구. *J. Altern. Anim. Exper.* 1, 55-59.
16. 임신재, 김민진, 이주영, 김나라, 강정훈. 2008. 모돈의 인공수정 후 시기별 발성음의 특성. *한국동물자원과학회지* 50, 401-406.
17. 전중환, 연성찬, 하정기, 이승주, 장홍희. 2005. 산란계의 열환경별 특이음에 대한 음성학적 분석. *한국동물자원과학회지* 47, 697-702.
- (접수일자 : 2009. 7. 2. / 수정일자 : 2009. 8. 24. / 채택일자 : 2009. 8. 28.)