

임신돈의 분만시기 예측을 위한 음성 분석 시스템 개발

장동일 · 임정택 · 임영일 · 한원석 · 박창식*

충남대학교 농과대학 농업기계공학과

Development of a Sow Voice Analysis System for Forecasting Parturition Time

Chang Dong-Il, Lim Zung-Taek, Lim Young-Il, Hahn Won-Surk and Park Chang-Sik*

Dept. of Agricultural Machinery Engineering, Chungnam National University

Summary

Pure voice characteristics of sow were analyzed to predict parturition time. These were analyzed by using oscilloscope and Sound Forge and the results showed that the voice frequency and amplitude of sow were in the range of 30~2,500Hz and -35~-75dB.

According to the sound analysis results, the frequencies of sound appearance from farrowing sow in the farrowing pen for three days prior to delivery day and eight hours of prior to time were around 85% and 46%, respectively of the total appearance during eight days to delivery

Forecasting of delivery time of farrowing sow using the number of sound occurrences showed a promising result such that those have been increased whenever the delivery time was approached. The forecasting success rates were 100% for both of one day and six hours prior to the actual delivery.

(Key words : Pregnant sow, Forecasting delivery of pregnant sow, Sound analysis)

서론

현재 임신돈의 분만관리는 지속적인 육안 관찰과 경험을 통하여 분만의 시기를 예측하고, 예측된 시간에 계속적으로 관리자가 지켜 보며 분만시기까지 기다림으로써 이루어지고 있는 실정이다. 이로 인하여 과도한 시간이 소모되며, 양돈 관리자는 많은 스트레스를 받게 된다.

임신돈은 낮선 상황에서 또는 낮선 관리자

가 분만관리를 할 경우에는 분만을 제대로 못하는 특성이 있다. 따라서 임신돈의 분만관리는 평상시에 양돈관리를 하던 특정 관리자에 의해 이루어져야 한다. 이러한 점도 분만관리를 어렵게 하는 원인이 되고 있다. 특히 분만하는 시간을 보면 하루 중에서 밤과 새벽에 대부분 분만을 하기 때문에 양돈 관리자는 수면 부족과 생체 리듬의 변화 등 많은 어려움을 경험하고 있다(박⁸⁾, 송⁹⁾).

또한 양돈 관리자가 부재중일 때 분만을

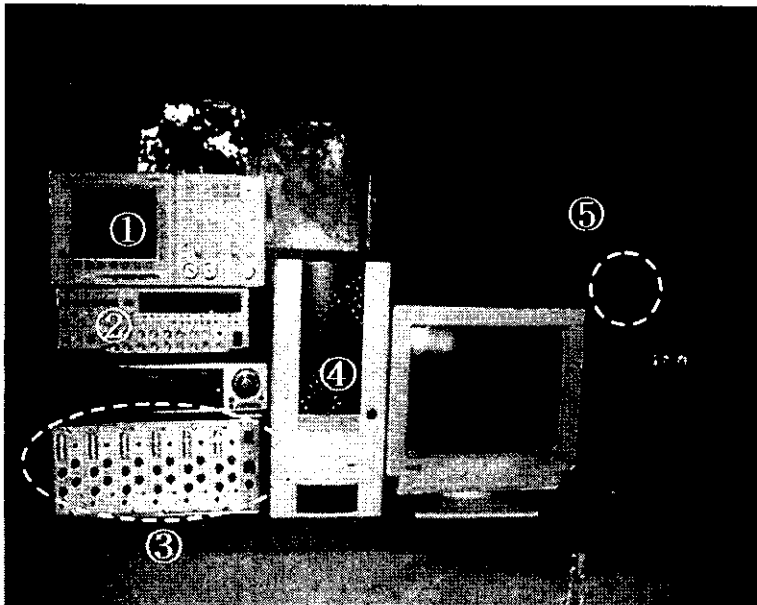
* Dept. of Animal Science, Chungnam National University Daejeon, Korea 305-764

하는 경우가 많이 발생하는데, 이러한 경우에는 특히 더 큰 자돈 손실이 초래되고 있는 실정이다.

일반적으로 임신돈은 분만일에 가까워질수록 본능적으로 자리바꿈과 분만할 자리를 찾는 행동을 점점 더 많이 한다. 또한 분만일에 가까워지면서 진통에 의해 소리를 지르는 행동과 평상시보다 예민해져 많은 소리를 지르는 경향이 있다(장 등¹⁰⁾). 따라서 임신돈이 분만일에 가까워지면서 나타내는 이러한 분만 징후들의 특징을 파악하고, 이를 기초로 분만일을 정확하게 예측한다면 관리자의 분만관리 작업이 훨씬 수월해지고, 자돈의 손실도 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

이에 본 연구에서는 임신돈의 여러 가지 분만 징후 중 임신돈의 음성과 임신돈의 움직임에 의해 발생하는 소리의 횟수를 이용한 분만예측시스템을 개발하는데 목적을 두었다.

재료 및 방법



1. Oscilloscope 2. Data recorder 3. Amplifier
4. Computer for signal analysis 5. Microphone

Fig. 1. Sow voice analysis system.

1. 공시재료

임신돈의 음성 특성 분석에 사용된 임신돈의 음성은 2000년 4월 10일부터 20일까지 충남대학교 동물 사육장에서 채취하였으며, 공시동물로는 렌드레이스×라지화이트 교잡종(F1)으로 2산차 임신돈 6마리를 사용하였다. 분만일에 가까워지면서 나타나는 임신돈의 음성 특성과 음성 발생 횟수를 분석하기 위해 임신돈의 음성 채취는 6마리에 대해 개별적으로 이루어졌다.

2. 실험장치 구성

임신돈에 의해 발생하는 소리를 분석하기 위한 음성 분석 시스템의 Hardware 구성은 Fig. 1과 같다.

본 시스템은 크게 음성을 획득하고 저장하는 부분과 저장된 신호를 분석하는 부분으로 나눌 수 있다. 먼저 임신돈의 음성 및 임신돈

에 의해 발생하는 소리는 고성능 마이크(AT9500II)에 의해 획득되어지고, 획득된 소리는 앰프(SA-54)에서 노이즈를 제거하고 증폭되어진다. 이렇게 증폭된 소리 신호는 데이터 레코더(RD-130TE)에 저장된다. 그리고 저장된 신호는 오실로스코프와 Multi-function board (ACL-9111)를 통해 신호 분석용 컴퓨터에 전달되며 컴퓨터 내에서 상용프로그램으로 분석되어진다. 분석 결과 분만예측 시간이 관리자가 설정해 놓은 시간보다 작아지면 56kbps Modem을 통해 관리자에게 통보되도록 시스템을 구성하였다.

3. 알고리즘 개발

임신돈의 음성 특성 분석 과정은 Fig. 2와 같으며, 가장 먼저 본 실험장치로 녹음할 때 발생하는 순수 기계음을 녹음하고, 다음으로 분만일에 가까워지면서 발생하는 임신돈의 음성을 녹음한다. 순수 기계음과 임신돈의 음성에 대해 각각 Spectrum 분석을 한다. 이

때 분석된 임신돈의 음성은 순수 기계음과 임신돈의 순수 음성이 섞여 있으므로, spectrum 분석된 임신돈의 음성에서 순수 기계음을 제거함으로써 임신돈의 순수 음성 특성을 분석하였다.

또한 임신돈은 분만일에 가까워지면서 소리 지르는 회수가 증가하고, 높은 위치를 바꾸는 행동을 빈번하게 함으로써 이러한 행동시 발생하는 소리의 회수가 증가하는 것을 볼 수 있다.

따라서 소리에 의한 임신돈의 분만 예측 및 통보 알고리즘은 다음과 같은 과정을 거쳐 개발되었다.

가장 먼저 시스템을 초기화하고, 계속적으로 소리를 획득하게 된다. 계속해서 획득되어지는 소리 신호의 강도를 계측하여 기준치 이상 될 때의 시간과 회수를 기록하여 분석하도록 하였다. 끝으로 분석한 결과 분만 예정일이 관리자가 설정해 놓은 시간보다 작아지면 즉시 통보하도록 하였다.

세부적인 절차는 Fig. 3과 같다

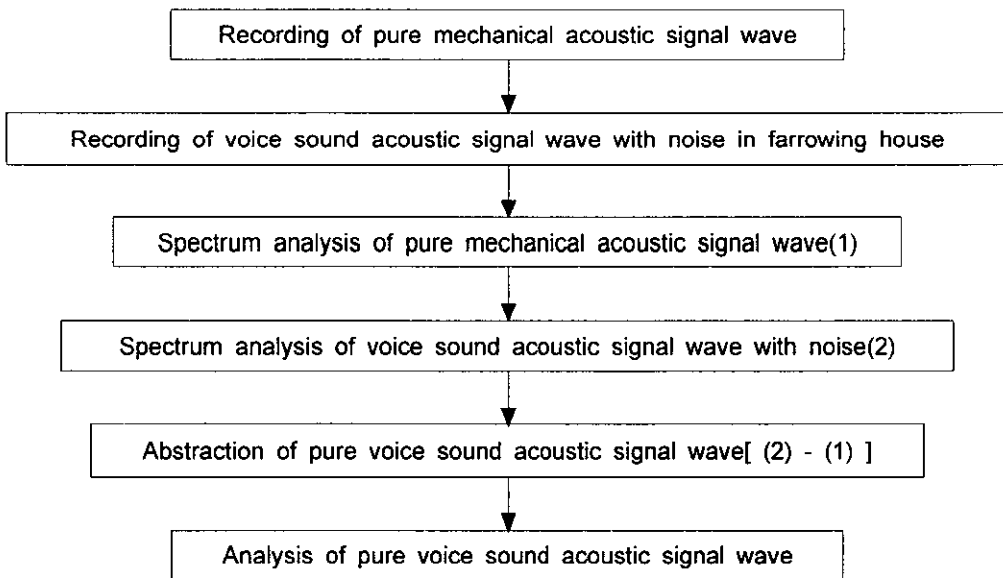


Fig. 2. Procedure for pure voice sound acoustic signal wave.

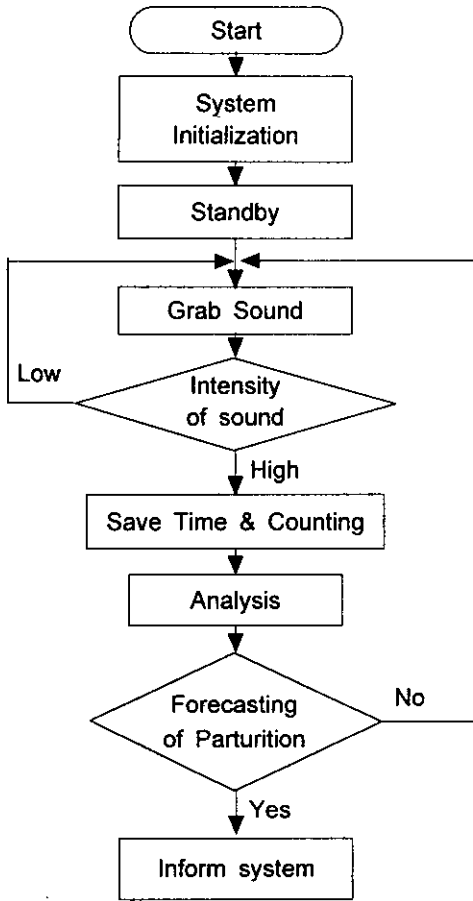


Fig. 3 Flow-chart of program for pig's voice analysis.

4. 음성 분석용 소프트웨어 개발

임신돈의 음성분석용 프로그램은 Lab-Windows/CVI 언어로 작성되었으며, 임신돈의 분만 감시 및 예측을 위한 프로그램 내에 추가되었다. Fig. 4는 임신돈의 분만 감시 및 예측을 위한 프로그램의 주 화면이고, Fig. 5는 결과 화면이다.

주 화면에서는 Multi-function board의 설정, 영상 획득 시간, 자료의 저장 시간, 저장 경로 등을 설정해주고, 고성능 마이크폰을 비롯한 각 장치들의 작동여부를 파악할 수 있도록 하였다. 또한 획득된 원 영상을 나타내주

도록 하였으며, 영상처리를 위한 슬라이딩과 스트레칭 그래프, 경계값 처리 그래프를 나타내주고, 그에 따른 영상의 처리 결과 영상도 나타내주도록 하였다.

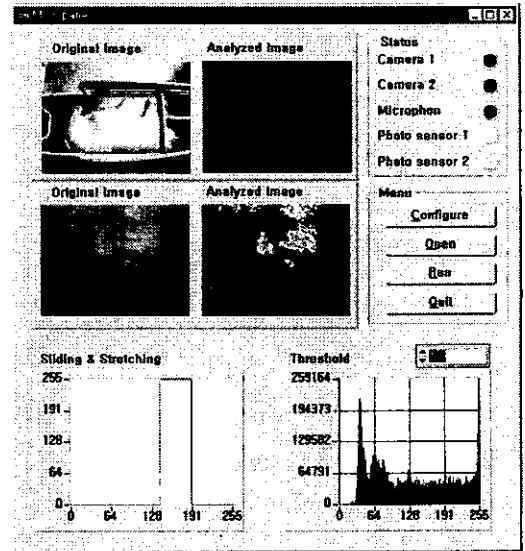


Fig. 4. Main window of sow voice analysis program.

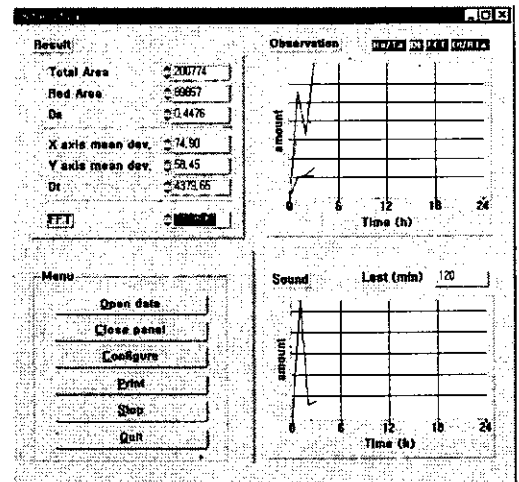


Fig. 5. Result window of sow voice analysis program.

결과 화면에서는 프로그램 관리를 위한 메뉴가 있으며, 시간에 따른 경계값 이상의 강

도를 갖는 음성의 출현 횟수를 나타내도록 하였다. 그 외에도 영상처리에 의해 얻어진 총 면적, 관심부위의 면적, 면적비, x, y축에 대한 평균편차, 평균편차의 곱, FFT(Fast Fourier Transform)의 값들을 나타내도록 하였으며 그에 따른 면적비, 평균편차, FFT, 면적비에 대한 평균편차의 그래프를 나타내도록 하였다.

결과 및 고찰

1. 임신돈의 음성 특성 파악

임신돈의 음성 특성은 오실로스코프와 상용 프로그램을 이용하여 분석하였다. 먼저 Fig. 6과 Fig. 7에서는 분만돈사에서 녹음한 잡음이 섞인 임신돈의 음성 파형을 나타내었고, Fig. 8과 Fig. 9에서는 녹음시 발생하는 순수 기계음 파형을 나타내었다.

임신돈의 순수음성을 분석하기 위해 잡음이 섞인 음성과 순수 기계음을 각각 Spectrum 분석을 하여 Fig. 10과 Fig. 11과 같이 나타내고, 두 그래프를 비교 분석하여 임신돈의 순수 음성 부분을 찾아 분석하였다.

Fig. 10과 Fig. 11의 Spectrum 분석 그래프

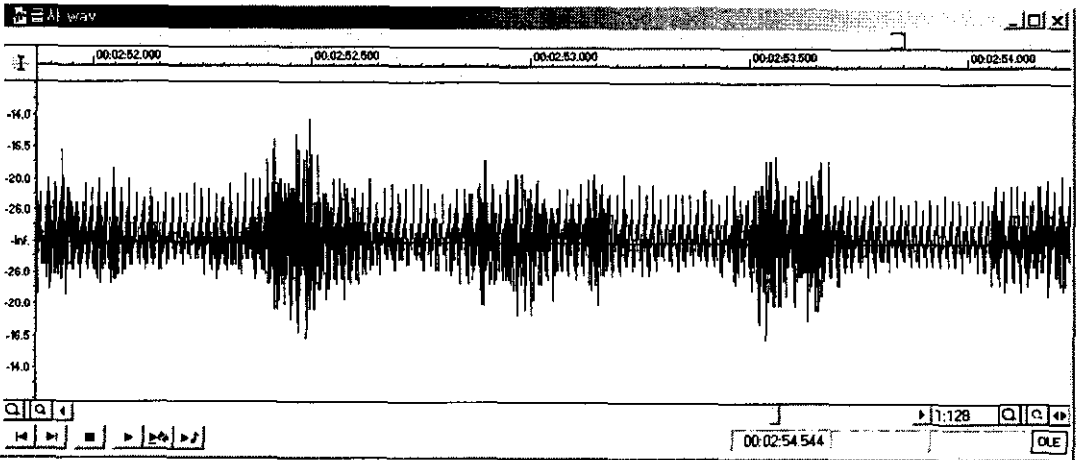


Fig. 6. Captured voice sound acoustic signal wave I with noise.

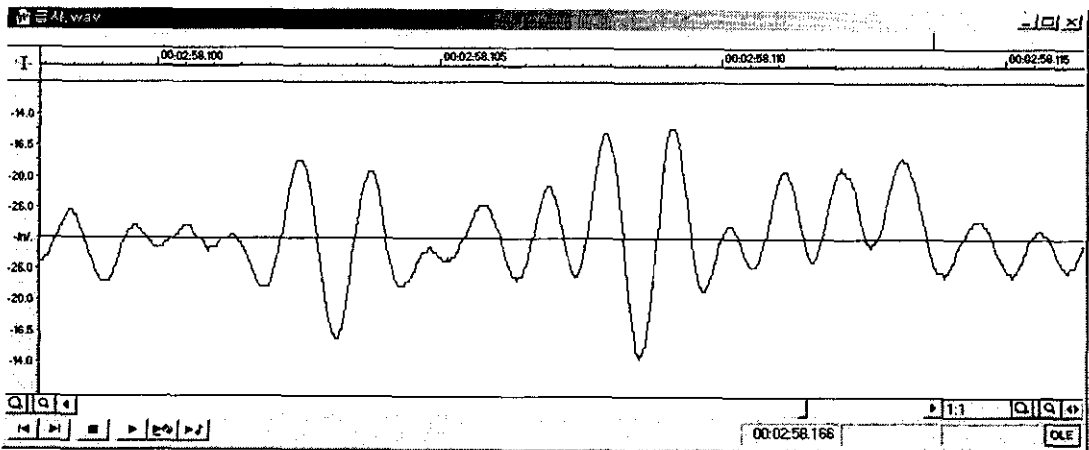


Fig. 7. Captured voice sound acoustic signal wave II with noise.

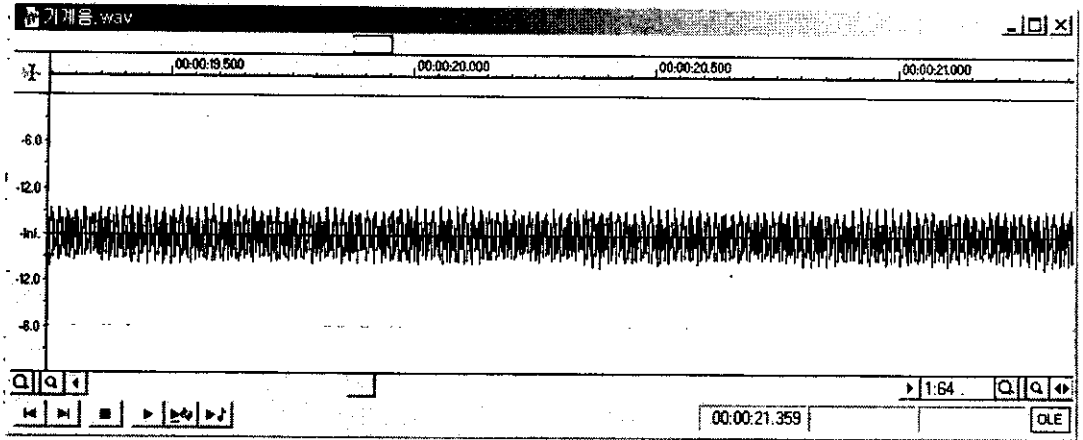


Fig. 8. Pure mechanical acoustic signal wave I.

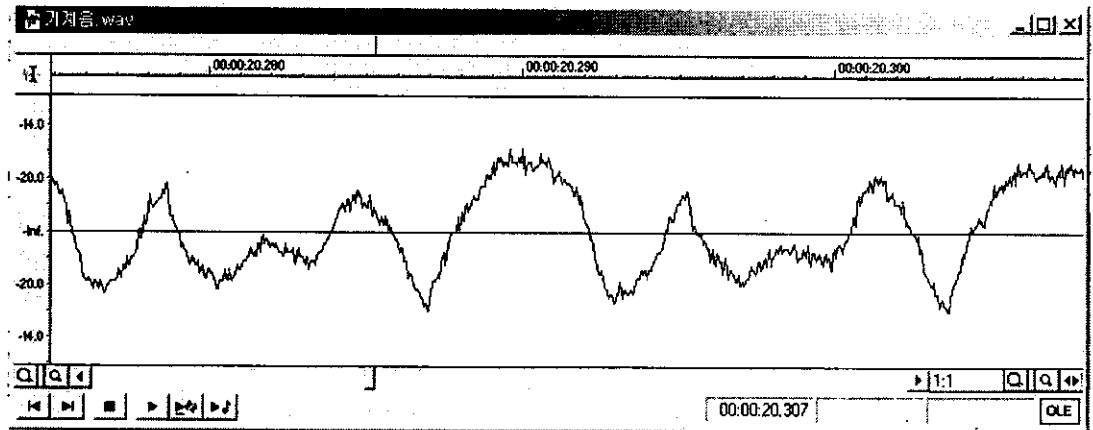


Fig. 9. Pure mechanical acoustic signal wave II.

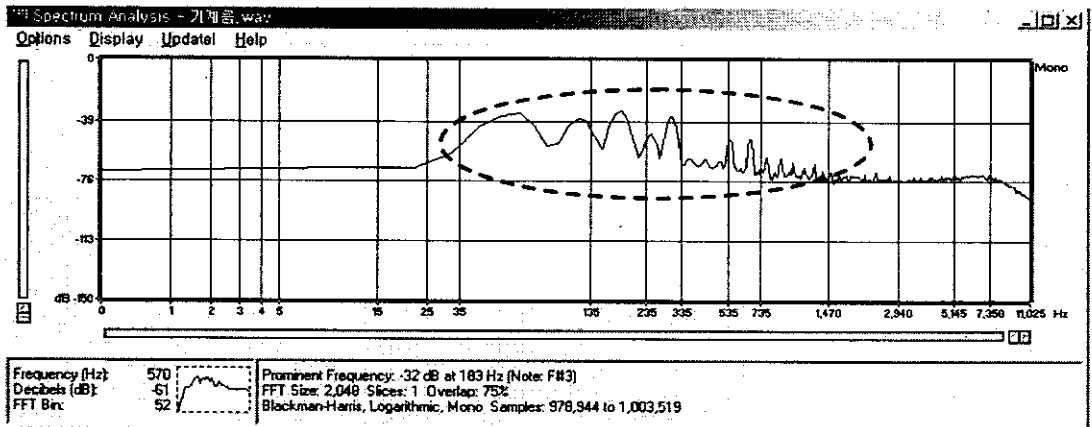


Fig. 10. Graph of spectrum analysis of pure mechanical acoustic signal wave.

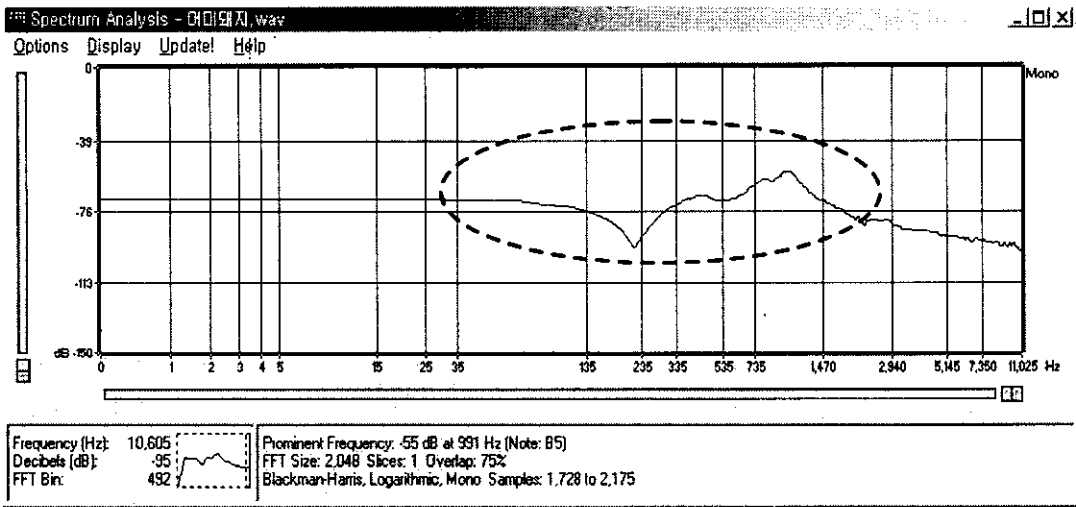


Fig. 11. Graph of spectrum analysis of pure voice sound acoustic signal wave of sow and suckling pig.

의 x축은 진동수(Hz), y축은 소리의 크기(dB)로 나타내며, 임신돈의 순수 음성을 Spectrum 분석을 통해 나타낸 그림에서 임신돈의 순수 음성은 30~2,500Hz 사이의 진동수와 -35~-75dB 크기로 나타났다.

2. 임신돈에 의해 발생하는 소리의 출현회수와 분만시간과 상관관계 분석

분만 예정일별로 돼지 음성의 출현 횟수는 특별한 경향을 나타내지 않았으며, 주로 급사 시간에 돼지의 음성이 나타났다.

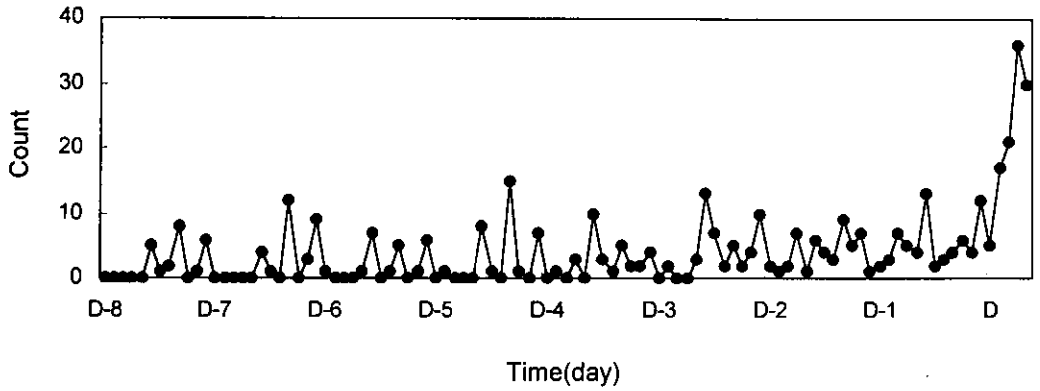
Fig. 12는 분만 예정일별로 3마리 돼지의 음성과 각각의 돼지가 움직임에 따라 발생하는 소리의 출현 횟수를 나타낸 것이고, Fig. 13은 분만예정일에 관계없이 급사시간에 급사를 요구하는 돼지들의 음성이 많이 나타나게 되므로 그때의 음성을 제외한 소리의 출현 횟수를 각 돼지별로 나타낸 그림이다.

Fig. 13에서 보는 것처럼 분만 3일전부터 돼지의 음성과 돼지의 움직임에 따라 발생하는 소리가 빈번하게 출현하게 된다. 그리고

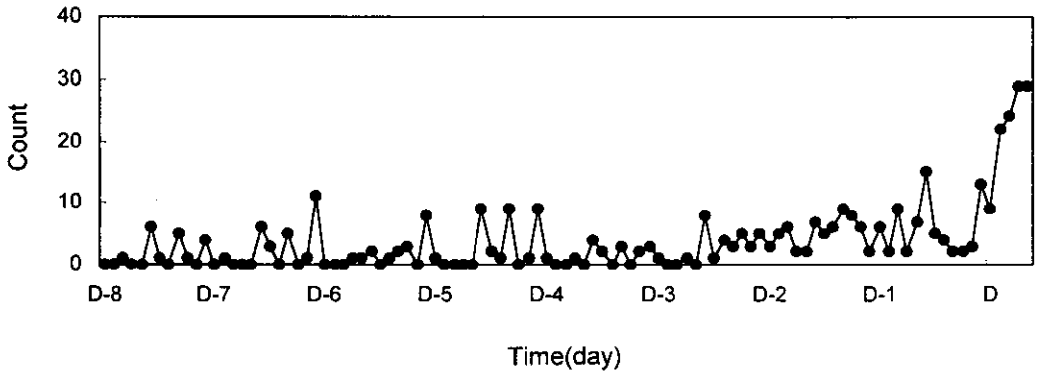
분만 8시간 전부터 돼지의 음성과 돼지의 움직임에 따라 발생하는 소리의 출현 횟수가 급증하게 된다.

이는 분만시간에 가까워지면서 높은 위치를 바꾸는 행동을 빈번하게 하는데(약 20~30분에 한 번씩) 이러한 행동 때문에 발생하는 소리의 출현 횟수가 증가하게 된 것으로 사료된다.

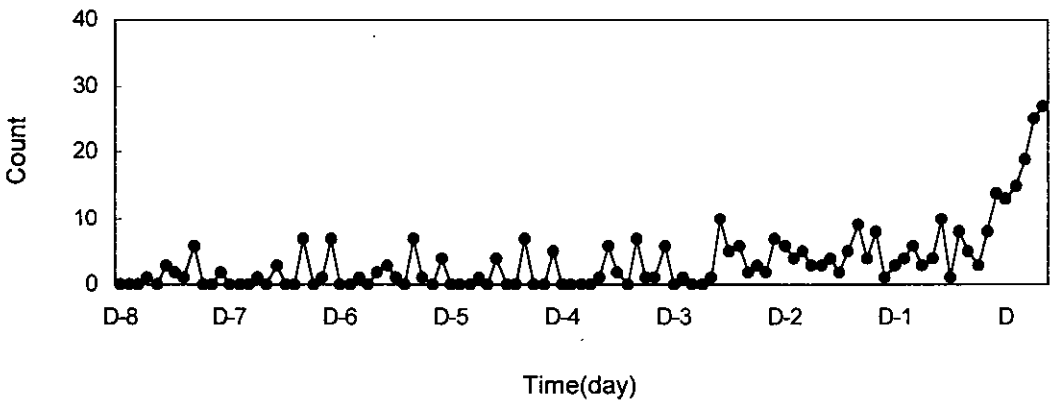
분만예정일 전 3일 동안 발생한 소리의 출현 횟수는 분만예정일 전 8일 동안 발생한 총 소리의 출현 합계의 85%에 해당되었고, 분만 예정시간 전 8시간 동안 발생한 소리의 출현 횟수는 분만예정일 전 8일 동안 발생한 총 소리의 합계의 46%에 해당되었다. 이를 통해 예측 성능을 분석하기 위하여 그 날의 평균값과 1일전의 평균값이 2일 전까지의 일별 평균보다 2배 이상 크면 분만 1일 전으로 예측하도록 하였다. 그리고 2시간 동안의 소리의 출현횟수가 실험기간동안 각 시간별 예측된 최대 소리 출현 횟수보다 2배 이상이 되면 분만이 6시간 남은 것으로 예측하도록 하였다.



a) Fig A.

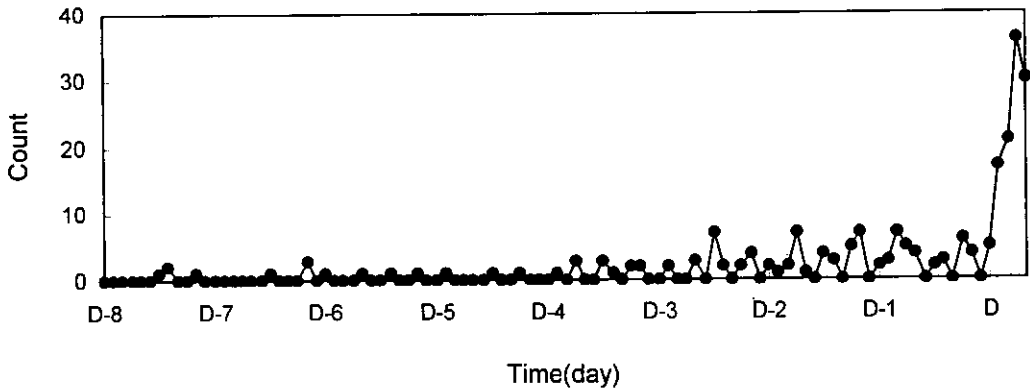


b) Fig B.

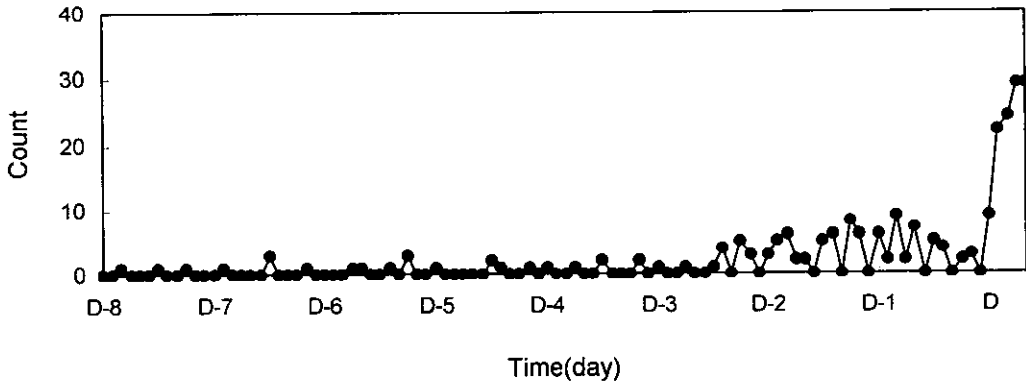


c) Fig C.

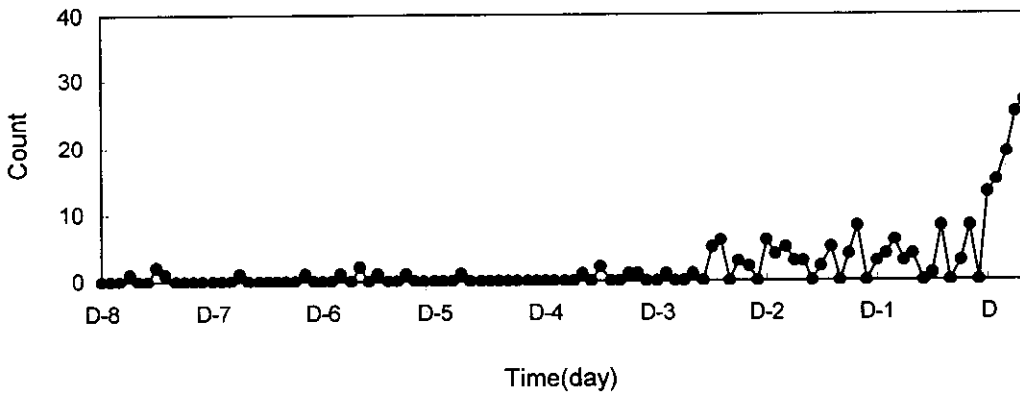
Fig. 12. Variance of count of sound with respect to time(day).



a) Fig A.



b) Fig B.



c) Fig C.

Fig. 13. Variance of count of sound with respect to time(day) except feeding time.

3. 음성 및 소리의 출현 회수에 따른 분만 예측 성공률

음성 및 소리의 출현 회수에 의한 분만 예측의 성공률은 분만 1일전임을 예측하는 것에 목표를 두고 이루어졌으며, 그 결과 공시 돼지 모두 분만일에 가까워지면서 계속적인 자리바꿈 행동에 의해 소리 출현 횟수가 증가하여 분만 1일전과 6시간전임을 예측시 모두 100% 성공률을 보였다.

적 요

신호 분석용 컴퓨터와 음성을 획득하기 위한 고성능 마이크로폰, 획득된 음성에서 노이즈 제거 및 음성 신호 증폭을 위한 증폭기 그리고 음성 신호를 저장하기 위한 데이터 레코더와 신호 분석용 오실로스코프로 이루어진 음성 분석 시스템을 개발하여 임신돈의 분만시기 예측한 결과는 다음과 같다.

1. 임신돈은 분만일에 가까워지면서 소리 지르는 회수가 증가하고, 높은 위치를 바꾸는 행동을 빈번하게 함으로써 이러한 행동시 발생하는 소리의 회수가 증가하는 것을 관찰할 수 있다. 따라서 임신돈의 분만 예측을 위해 이러한 소리의 발생회수와 시간을 기록 분석하도록 알고리즘을 개발하였고, Labwindows/CVI로 Software를 개발하였다.

2. 임신돈의 음성 특성은 오실로스코프와 상용 프로그램(Sound Forge)을 사용하여 분석하였으며, 그 결과 임신돈의 순수 음성은 30~2,500Hz 사이의 진동수와 -35~-75dB의 크기로 나타났다.

3. 임신돈의 분만 예측을 위해 분만시간과 음성 및 발생 소리의 출현회수의 상관관계를 분석하였으며, 그 결과 분만 예정일로부터 3일 동안 발생된 소리의 출현 횟수는 8일 동안 발생된 총 소리의 출현 합계의 85%에 해당되었고, 분만 예정 8시간 동안 발생된 소리

의 출현 횟수는 46%에 해당되었다.

4. 음성 및 소리의 출현 회수에 의한 분만 예측의 성공률은 분만 1일전임을 예측하는 것에 목표를 두고 이루어졌으며, 그 결과 공시 돼지 모두 분만일에 가까워지면서 계속적인 자리바꿈 행동에 의해 소리 출현 횟수가 증가하여 분만 1일전과 6시간전임을 예측시 모두 100% 성공률을 보였다.

인 용 문 헌

1. Esmay, Merle. L. 1987. Principles of Animal Environment. AVI Publishing Company, Inc.
2. Kashimura, F., and M. Yamamoto. 1985. The classification and analytical method of the vocalization of cattle(in Japanese). Live-stock Management, (1985) 21:73-83.
3. Krider J. L., J. H. Conrad, and W. E. Carroll. 1982. Swine Production. McGraw-Hill book Co.
4. Tamaki, K., K. Susawa, R. Otani, and K. Amano. 1993. Characteristics of cattle voices and the possibility of their discrimination(in Japanese). Research Bull. No. 158 of the Hokkaido Nat. Agric. Exp. Station (1993) 1-11.
5. Xin, H., J. A. DeShazer, and D. W. Leger. 1989. Pig vocalization under selected husbandry practices. Transactions of the ASAE 32(6):2181-2184.
6. Yoshio I., and Yohei I. 1998. Monitoring of livestock by their voice. Proceeding of NDQE : 54-63
7. Yoshio, I., and I. Yohei. 1998. Recognition of individual cattle by his and/or her voice. 한국농업기계학회 1998년 하계 학술대회 논문집 3(2):270-275.
8. 박영일. 1998. 양돈학. 선진문화사.
9. 송해범. 1994. 돈육생산학. 형설출판사.
10. 장동일, 박창식, 임영일, 임정택. 2000. 임신돈의 분만감시 및 응급조치 시스템 개발. 연구보고서. 농촌진흥청.