

소리자극에 의한 돼지의 수·포유
행동제어 기술 개발

Development of the device for nursing-suckling
control using sound stimuli in swine.

연구기관
경상대학교

농림부 도서실



0001370

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “소리자극에 의한 돼지의 수·포유 행동제어 기술 개발” 과제
(세부1과제 : “수·포유 행동 분석과 welfare에 관한 연구”,
세부2과제 : “수·포유 행동 제어용 sound chip 개발 및 실용화”)의 최종보고서
로 제출합니다.

2004 년 8 월 27 일

주관연구기관명 : 경상대학교

총괄연구책임자 : 장홍희

세부1연구책임자 : 연성찬

연 구 원 : 남승현

세부2연구책임자 : 장홍희

요 약 문

I. 제 목

소리자극에 의한 돼지의 수·포유 행동제어 기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

돼지 사육농가수는 계속 감소하고 있으나 사육두수는 증가 추세에 있으며, 양돈의 규모화가 가속화되고 있다. 또한 국민 1인당 육류소비 중에서 돼지고기가 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 그러나 양돈가는 수입자유화에 따른 산지가격의 불안정과 미달러 대비 원화가치 절하로 사료가격의 인상에 따른 생산비 증가 등으로 인하여 큰 어려움을 겪고 있다.

양돈경영 중에 육돈의 출하일령 단축은 매우 중요하고 비용의 절감에도 반드시 필요하다. 이유시 체중의 유전율은 10~20%로 비교적 낮기 때문에 유전율보다 사육관리의 중요성이 강하게 대두된다. 이유시 체중이 1kg 증가하게 되면 출하일령이 8일 단축되고, 사료는 19.2kg이 절약되어 수익성을 올릴 수 있다.

분만후 이유시까지의 자돈 폐사율은 10~25% 정도로 매우 높으며, 품종, 모돈의 영양상태, 환경, 농장관리상태 등에 따라 이보다 높게 나타날 수도 있다. 특히 신생자돈에게 있어 가장 위험한 시기는 분만후 3일간이다. 포유자돈의 폐사 원인 중에 압사, 허약, 그리고 기아에 의한 폐사 비율이 60~89% 정도를 차지한다.

따라서, 본 연구는 모돈과 포유자돈에게 인위적으로 수·포유음을 들려줌으로써 수·포유행동을 증가시킴으로써 이유체중을 증가시키고 압사율을 낮출 수 있는 사운드장치를 개발하기 위하여 수행되었다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 세부1과제 : “수·포유 행동 분석과 welfare에 관한 연구”

- 정상적인 수·포유 행동 분석과 발성음 분석
- 국내 축사 환경에 따른 수유행동과 포유행동 비교 연구
- 수·포유 행동과 이유 체중의 상관성 연구

2. 세부2과제 : “수·포유 행동 제어용 sound chip 개발 및 실용화”

- 수·포유 행동 제어용 소리 설정에 관한 연구
- 수·포유 행동 제어용 소리가 모돈과 자돈에게 미치는 영향
- 수·포유 행동 제어용 sound chip 개발 및 실용화

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

- 정상적인 수·포유 행동 특성
- 정상적인 발성음 특성
- 국내 축사 환경에 따른 수유행동과 포유행동 특성
- 수·포유 행동과 이유 체중의 상관성
- 수·포유 행동 제어용 소리 설정
- 수·포유 행동 제어를 위한 소리자극의 최적 간격
- 수·포유 행동 제어용 sound chip 개발
- 생산체계 확립

2. 활용에 대한 건의

- 농림기술관리센터가 언론매체를 이용하여 본 연구결과를 홍보해주었으면 한다.
- 본 연구를 통하여 개발된 사운드장치는 생산단가가 저렴할 뿐만 아니라 설치하는 것도 용이함으로 경제적인 면과 장치 설치 면에서 전 양돈가가 활용할 수 있으리라 판단되므로 전 양돈가가 활용할 수 있도록 농림부에서 정책적으로 지원하는 것이 바람직하리라 판단된다.

SUMMARY

I. Title

Development of a nursing-suckling control technique using sound stimuli in swine.

II. Aims and necessity of the research and development

Farms raising pigs trend to decrease, but a total of pigs trend to increase. For this reason, farm size continuously grow. Also pork of meat have being greatly consumed in Korea. However, swine farmers are suffering difficulties because of increase of feed price.

In swine production, to shorten age reaching to market is very important for saving of feed. The weaning weight of the piglet is affected by more management than heredity. If one kilogram in weaning weight increase, market age may be shortened by about 8 days and feed may be saved by about 19.2kg.

Mortality rate of the piglet from birth to weaning ranges from 10 to 25%. This is affected by breed, body condition of the sow, environment and so on. Specially, in new born piglets, the greatest dangerous period is from birth to 3 days of age in which they largely died.

This study was conducted to develop a sound equipment which can play artificially nursing-suckling sound to sows and their piglets and to evaluate performance of the sound equipment.

III. Contents and scope of the project

1. Subject 1 : Study on the nursing-suckling behavior and welfare in sows and their piglet
 - Analysis of the normal nursing-suckling behavior and vocalization
 - Effects of house type on the nursing of the sow and suckling of her piglets
 - Correlation between the nursing-suckling behavior and weaning weight

2. Subject 2 : Development and manufacture of a sound chip for inducing sows and their piglets to nurse and suckle

- Selecting an effective sound for inducing sows and their piglets to nurse and suckle
- Effects of an sound stimuli on inducing sows and their piglets to nurse and suckle
- Development of a sound chip for inducing sows and their piglets to nurse and suckle

IV. The research results and suggestion on their application

1. The research results

- Characteristics of the normal nursing of sows and the normal suckling of their piglets
- Characteristics of the vocalizations in sows and their piglets
- Characteristics of the nursing of sows and the suckling of their piglets according to pig house type
- Correlation between the nursing-suckling behavior and weaning weight
- Selecting an effective sound for inducing sows and their piglets to nurse and suckle
- Effective playing interval : 40 min
- Development of a sound chip
- Establishment of the manufacturing system

2. Suggestion on their application

- We hope that ARPC(Agricultural research and development promotion center) will be able to notify the results of this study, using the TV, newspaper and journal, to swine farmers.
- Because the sound equipment developed in this study is very cheap and can be simply installed in the pig house, all swine farmers can use that. Therefore, we hope that ministry of agriculture and forestry will be able to assist swine farmers buying this sound equipment.

CONTENTS

Chapter 1. Overview of the project

Section 1. Aims and necessity of the research and development

1. Technical aspect
2. Economic and industrial aspect
3. Social aspect

Section 2. Contents and scope of the project

Chapter 2. Status of the technology development in Korea and foreign countries

Section 1. Status and prospects of the technique development in Korea and other countries

Chapter 3. Research contents and results

- Section 1. Subject 1 : Study on the nursing-suckling behavior and welfare in sows and their piglet
- Section 2. Subject 2 : Development and manufacture of a sound chip for sows and their piglets to nurse and suckle
- Section 3. Expected effects of the research

Chapter 4. Achievement and contribution to related fields

- Section 1. Achievement
- Section 2. Contribution to related research fields

Chapter 5. Application of the results

Chapter 6. Overseas technology information collected during the research

Chapter 7. References

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 기술적 측면
2. 경제·산업적 측면
3. 사회·문화적 측면

제2절 연구개발의 내용 및 범위

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내·외 기술개발 현황 및 전망

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 세부1과제 : 수·포유 행동 분석과 welfare에 관한 연구

제2절 세부2과제 : 수·포유 행동 제어용 sound chip 개발 및 실용화

제3절 연구개발의 기대효과

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제1절 연구개발 목표달성도

제2절 관련분야 기술발전예의 기여도

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 7 장 참고문헌

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

돼지 사육농가수는 계속 감소하고 있으나 사육두수는 증가 추세에 있으며, 양돈의 규모화가 가속화 되고 있다. 또한 국민 1인당 육류소비 중에서 돼지고기가 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 그러나 양돈가는 수입자유화에 따른 산지가격의 불안정과 미 달러 대비 원화 가치 절하로 사료가격의 인상에 따른 생산비 증가 등으로 인하여 큰 어려움을 겪고 있다.

양돈경영 중에 육돈의 출하일령 단축은 매우 중요하고 비용의 절감에도 반드시 필요하다. 이유시 체중의 유전율은 10~20%로 비교적 낮기 때문에 유전율보다 사육관리의 중요성이 강하게 대두된다. 이유시 체중이 1kg 증가하게 되면 출하일령이 8일 단축되고, 사료는 19.2kg이 절약되어 수익성을 올릴 수 있다(양돈연구, 2000).

분만후 이유시까지의 자돈 폐사율은 10~25% 정도로 매우 높으며, 품종, 모돈의 영양상태, 환경, 농장관리상태 등에 따라 이보다 높게 나타날 수도 있다. 특히 신생자돈에게 있어 가장 위험한 시기는 분만후 3일간이다. 포유자돈의 폐사 원인 중에 압사, 허약, 그리고 기아에 의한 폐사 비율이 60~89% 정도를 차지한다(Pork production course, 1993). 따라서 압사, 허약, 그리고 기아에 의한 폐사 비율을 낮추는 것이 수익성을 높이는 중요한 방법이 된다.

1) 기술적 측면

● 사양, 번식, 육종 등에 대한 기술의 발전에 따라 이유체중이 과거에 비하여 많이 증가하였다. 그러나 이러한 기술에 의한 이유체중의 증가는 한계에 도달해서 앞으로 사양, 번식, 육종 등의 기술을 이용하여 이유체중을 증가시키는 것은 대단히 어려운 일이다.

● 최근 규모화와 현대화에 따라 All-In, All-Out 시스템이 도입되어 모돈이 1주간 관리 또는 2주간 관리되고 있다. 그러나 시설의 현대화와 사양기술의 발전에도 불구하고 모돈수의 증가로 인하여 모돈을 개체별로 관찰하고 관리해 주는 시간이 줄게 되어 폐사율은 아직도 10%를 넘고 있다.

● 현재 포유자돈의 폐사율 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 모돈에 의한 압사(28~46% : Pork production course, 1993)를 방지하는 방법으로는 분만틀을 이용하는 것이 유일하며, 이와 같이 분만틀을 이용하여 압사를 방지함으로써 폐사율을 10% 이하로 낮추기는 대단히 어려울 것이다.

● 돼지는 소리자극에 반응을 잘 나타내는 동물이다. 따라서 모돈의 수유음, 자돈의 흡유음, 자돈이 배고파 모돈에게 젓줄 것을 요구하는 음 등의 소리로 일정한 시간 계획에 따라 모돈과 자돈을 자극한다면, 하나의 compartment 내에 있는 모돈과 자돈들이 확일적으로 수·포유 행동을 하게 된다. 즉 모돈이 소리 자극을 받아 수유 준비를 한 후 자돈이 포유를 시작하게 함으로써 압사를 방지할 수 있다. 또한 평균 수·포유 시간 간격보다 짧은 시간 간격으로 소리 자극을 줌으로써 흡유횟수와 흡유량을 증가시켜 이용체중을 증가시킬 수 있다.

● 전자기술의 발달로 돼지의 수·포유 행동 제어용 sound chip과 스피커를 매우 저렴하게 구성할 수 있으며, 유지관리하는 것이 용이하다. 따라서 소리자극을 통하여 돼지의 수·포유 행동을 제어함으로써 압사를 방지하고 이용체중을 증가시키는 것이 효과적이며 시설의 유지관리에 가장 용이한 방법이라 판단된다.

2) 경제·산업적 측면

● 만약 소리자극을 통하여 이용체중을 두당 700g씩 증가시킨다면 사료는 두당 14kg(4,760원/비육돈 사료-14kg) 정도 절약된다. 연간 1,000두를 출하하는 농장의 경우 사료비를 476만원 정도 절약할 수 있으며, 연간 5,000두를 출하하는 농장의 경우는 사료비를 연간 2,380만원 정도 절약할 수 있다.

● 우리 나라는 돼지를 연간 750만두 정도를 생산한다. 그러므로 출하일령을 6일 정도 단축할 경우 사료비 절감효과에 의한 수익을 계산하면 연간 약 357억 정도가 된다.

● 출하일령의 단축은 시설규모의 축소를 의미한다. 예를 들어 평균적으로 출하일

령을 6일 정도 단축한다면 6일 동안 사육해야 할 시설이 불필요하다. 이와 같이 시설이 축소되면 시설 투자비가 줄게 되어 결국 생산비에 포함되는 고정비를 낮추어 생산비를 줄이는 효과가 있기 때문에 양돈가의 수익성을 높이고 국제 경쟁력을 제고할 수 있다.

● 본 연구의 목표대로 sound chip이 성공적으로 개발되면, 국내시장뿐만 아니라 국외시장에 판매할 수 있으므로 외화획득에 상당히 기여할 것으로 기대된다.

3) 사회·문화적 측면

● 본 연구의 일부인 돼지의 행동분석을 통하여 복지를 향상시킬 수 있는 방안을 제시함으로써 국내의 연구자나 양돈가에게 동물 복지 문제에 대한 경각심을 유발시킴으로써 생산성과 함께 동물 복지 문제를 함께 생각할 수 있는 풍토를 조성할 수 있다.

따라서, 본 연구는 모돈과 포유자돈의 생활습성을 정확히 규명하고, 이를 근거로 하여 소리자극을 통하여 모돈과 포유자돈의 수·포유행동을 인위적으로 증가시켜 이 유체중을 증가시키고 압사와 같은 폐사를 줄일 수 있는 사운드장치를 개발하고자 수행되었다.

제 2 절 연구개발의 내용 및 범위

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2001-2002)	<ul style="list-style-type: none"> ● 정상적인 수·포유 행동과 발성음 분석 ○ 수·포유 행동 제어용 소리 설정 및 합성 	<ul style="list-style-type: none"> ● 분만 전, 중의 모돈의 행동 및 발성음 분석 ● 분만 후 이유까지 모돈의 수유행동 ● 분만 후 이유까지 모돈의 발성음 분석 ● 분만 후 이유까지 자돈의 포유행동, 발성음 분석 ● 분만 후 이유까지 자돈의 발성음 분석 ○ 동물의 행동제어에 이용되는 소리에 대한 문헌연구 ○ 인간의 행동제어에 이용되는 소리에 대한 문헌연구 ○ 수·포유 행동시의 발성음 분류 ○ 소리별 예비 자극 및 반응 실험 ○ 수·포유 행동 행동 제어용 소리 설정 및 합성

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2차 년도 (2002-2003)	<ul style="list-style-type: none"> ● 국내 축사 환경에 따른 수유행동과 포유행동 비교 ○ 수·포유 행동 제어용 소리가 모돈과 자돈에게 미치는 영향 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ● 국내 축사환경에 따른 모돈 행동 비교 <ul style="list-style-type: none"> 수유 전·후 모돈의 수유행동 분석 수유 전·후 모돈의 발성음 분석 ● 국내 축사환경에 따른 자돈의 행동 비교 <ul style="list-style-type: none"> 포유 전·후 자돈의 포유행동 분석 포유 전·후 자돈의 발성음 분석 ○ 제어 변수 설정 (interval time, duration, dB 등) ○ PC제어를 위한 S/W 작성 (LabWindows/CVI언어 사용) ○ 실험설계 ○ 소리자극 실험 (수·포유 행동 분석, 일령별 수·포유 횟수, 비유량 및 유성분, 이유체중 및 일당 증체량 분석, 압사율 분석 등) ○ 소리자극의 최적 조건 설정

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
3차 년도 (2003-2004)	<ul style="list-style-type: none"> ● 수·포유 행동과 이유 체중의 상관성 분석 ○ 수·포유 행동 제어용 sound chip 개발 및 실용화 	<ul style="list-style-type: none"> ● 자돈 사이의 우세성과 이유시 체중과의 상관성 분석 ● 수유 횟수와 이유시 체중과의 상관성 분석 ● 포유 횟수와 이유시 체중과의 상관성 분석 ● 산자수 증감에 따른 자돈의 행동 변화와 이유시 체중과의 상관성 분석 ○ sound chip H/W 설계 ○ sound chip S/W 작성 ○ 시작품 제작 ○ 시작품 농장 성능 시험 및 돼지의 행동·생산성 분석 ○ 문제점 보완 ○ sound chip의 경제성 분석 및 생산체제 확립

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제 1 절 국내·외 기술개발 현황 및 전망

1. 국내·외 기술개발 현황

● 각종 소리자극에 의하여 유우나 산란계 등의 생산성이 향상되었다는 논문이 많이 발표되고 있다(이와 송, 2000). 그러나 국내외적으로 아직까지 chip화하여 생산 현장에 적용하지 못하고 있으며, 농가로부터 확실한 신뢰를 얻지 못하고 있는 실정이다.

● 현재까지 소리자극을 이용하여 돼지의 수·포유 행동을 제어한 연구는 국내·외적으로 보고되지 않았다.

2. 전망

● 앞으로 국내 양돈시장은 값이 싼 외국산 돼지고기의 수입 증가로 더욱 위협을 받게 될 것이다. 이에 따라 생산비를 줄여 국제 경쟁력을 제고하여야 만이 국내 양돈가를 살릴 수 있을 것이다.

● 아직까지 국내에서 소리자극이 가축의 생산성과 복지에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구가 활발히 진행되지 않고 있으나, 앞으로 상당수의 연구자들이 소리자극에 대한 연구에 집중할 것으로 사료된다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 세부1과제 : 수·포유 행동 분석과 welfare에 관한 연구

1. 정상적인 수·포유 행동과 발성음 분석

가. 연구개발의 접근 방법 및 내용

공시동물로는 Landrace × Yorkshire 모돈 8 복을 이용하였으며, 분만 전, 중, 후 1일령, 7일령, 20일령에서 모돈과 포유자돈의 행동(표 1)과 발성음에 대하여 분석하였다. 본 실험에서는 분만 틀에서 약 1m 가량 떨어진 거리에 디지털 캠코더(Panasonic PV-DV400D[®], Japan)를 설치하고 관찰자는 밖으로 나간 후 약 90분 동안 밖에 있다가 다시 들어와 테이프를 교체하여 모돈이 관찰자로 인하여 간섭을 받지 않도록 하였다. 이후 디지털 비디오 테이프를 음성분석 컴퓨터와 연결하여 발성음의 특징 및 빈도를 관찰하였다. 발성음의 빈도는 Cool Edit 2000[®](Syntrillium, USA)을 스펙트로그램 분석에는 Praat(Paul Boersma)을 spectrum 분석에는 Canary 1.2.4[®](Cornell Laboratory of Ornithology, USA)을 각각 이용하여 분석하였다(그림1). 본 실험에서 분석한 측정 항목은 다음과 같다. 일반적으로 최근의 연구에서는 단일 측정항목의 분석보다는 향후 비교 연구를 위하여 여러 측정항목을 분석하는 것이 연구 경향이므로 본 연구에서도 이에 따라 기본적인 측정 항목으로 스펙트로그램(spectrogram)을 통하여 grunt의 길이, 10초당 발성음의 빈도, 발성음의 강도(intensity), F1 formant, F2 formant, F3 formant, F4 formant와 기본주파수(fundamental frequency: F0)를 측정하였다. 강도는 소리의 강세를 나타내며 기본 주파수를 일반음성학에서는 pitch라고도 하는데 이것은 주파수의 상대 개념으로서 음향적인 특성은 고려하지 않고 낮은 소리에서 높은 소리에 이르기까지 소리의 높이를 가늠할 수 있도록 해 주는 음의 청각적인 특징을 말하며 발성기관인 성대를 1초 동안에 몇번 열고 닫는지를 보여준다. 포먼트(formant)는 성도 안 공기의 공명주파수와 일치하는 배음(어떠한 원음의 정수배의 진동수를 가진음)으로 특정 주파수 대역 안의 음향 에너지의 집중 정도를 나타내는데 낮은 주파수부터 제1, 제2, 제3 포먼트 등으로 부른다. 본 실험에서는 수유 발성음의

전체를 grunt의 시작 시점부터 잘라 발생음의 빈도를 매 10초 간격으로 관찰, 측정하였는데 이렇게 함으로써 포유 행동 유발 전부터 시작하여 발생음의 빈도가 최고치에 이르는 시점 및 이유 종료 시점까지의 기간을 좀더 명확하게 관찰할 수 있었다.

나. 연구개발 결과

실험기간 중 수·포유 행동을 관찰하였다. 이중에는 전형적인 수유행동 패턴을 보이는 경우도 있었으나 미약한 수유 행동을 보이는 경우도 있었다. 수유 행동과 다음 수유 행동 사이의 시간 간격은 평균 25.0 ± 4.6 분이었으며, 수유 행동의 시작부터 종료까지는 평균 3.25 ± 0.77 분이었다. 젖 분비 여부의 판단은 비디오 테이프의 정밀한 관찰을 통하여 모든 발생음이 피크에 이르고 동시에 자돈 입의 움직임이 좀더 빨라지는 것을 포유의 성공으로 간주하였다. 매 10초간의 관찰을 통하여 발생음의 빈도 변화를 수유기간동안 관찰한 결과 평균 6.5 ± 4.8 회이었으며, 최고치는 17회까지 발생하는 경우도 있었다(그림 14). 1회 grunt의 길이는 219.14 ± 80.33 ms이었으며, 본 실험 상황에서의 음의 강도는 77.34 ± 5.92 dB 이었다.

발성음의 spectrogram을 통하여 관찰한 결과 fundamental frequency는 측정이 되는 grunt와 되지 않는 grunt가 있어서 명확하게 모든 grunt에서 측정할 수는 없었으며, 측정이 된 grunt에서의 기본 주파수는 299.24 ± 126.41 Hz이었고 제 1 Formant는 809.61 ± 96.84 Hz, 제 2 Formant는 1857.84 ± 174.78 Hz, 제 3 Formant는 2843.68 ± 168.99 Hz, 제 4 Formant는 3768.45 ± 202.05 Hz 이었다.



time(ms)

그림 1. Example of the recorded time signal(time domain) of the nurse grunting.

표 1 Initial word of behaviors

Initial word	behavior	Initial word	behavior	Initial word	behavior	Initial word	behavior
sit	sit	ls	Lie side	lug	Lie udder +grunt	df	defecation
st	stand	lsg	Lie side + grunt	fd	feeding	ur	urination
stg	stand+ grunt	lu	Lie udder	dr	drinking	lsdf	Lie side + defecation

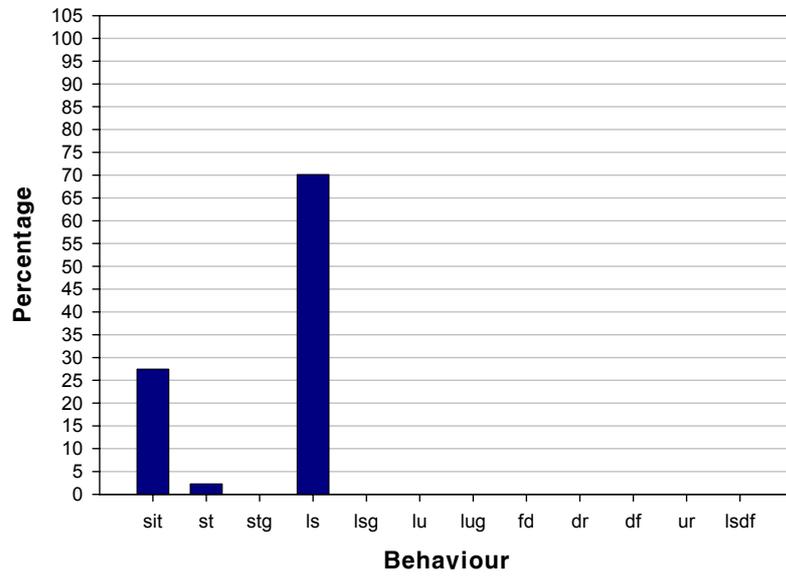


그림 2. 분만전 모돈의 행동 패턴

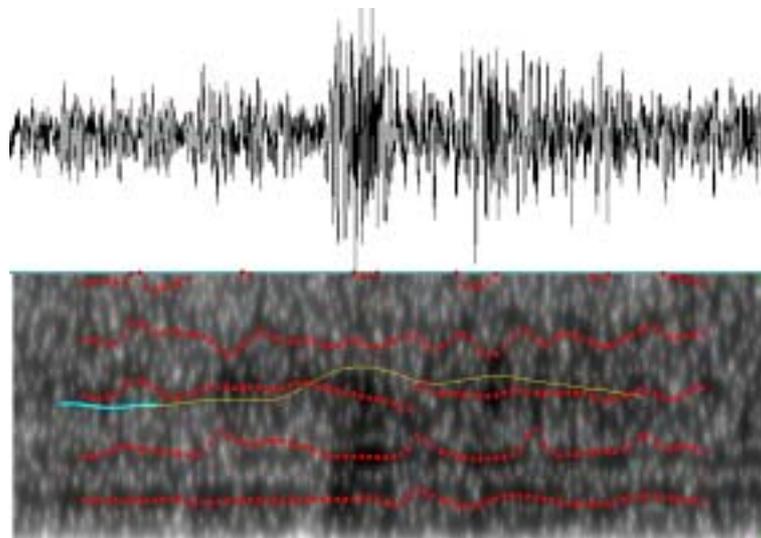


그림 3. 분만전 모돈의 발성음

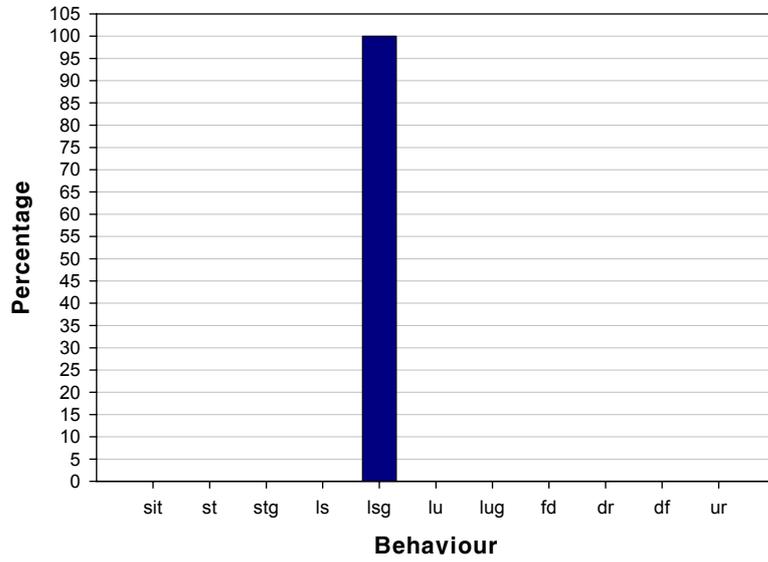


그림 4. 분만중 모돈의 행동 패턴

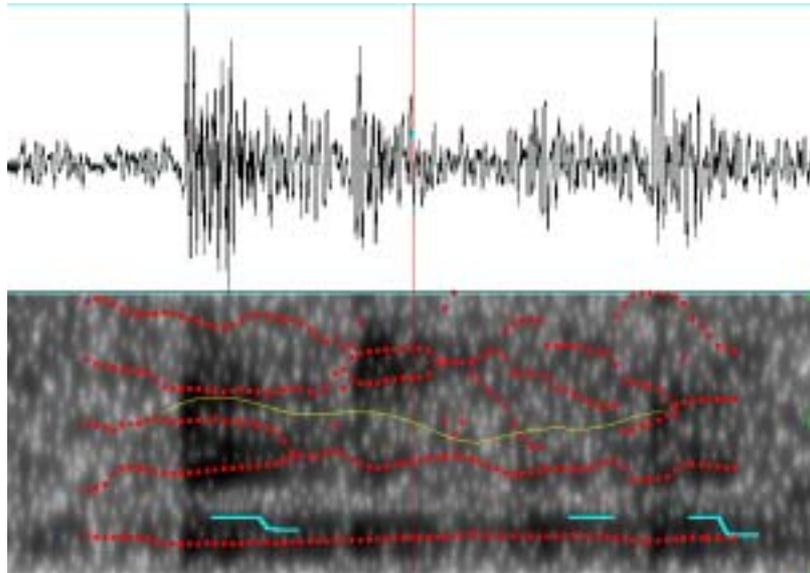


그림 5. 분만중 모돈의 발성음

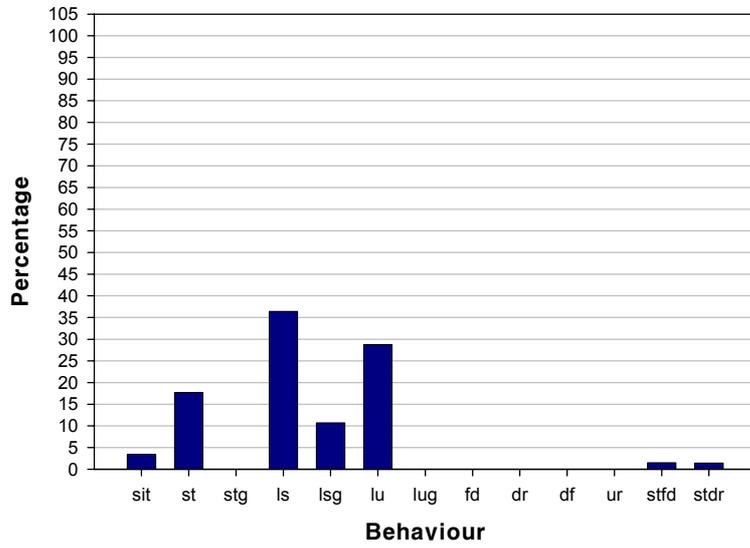


그림 6. 1일령 모돈의 행동 패턴

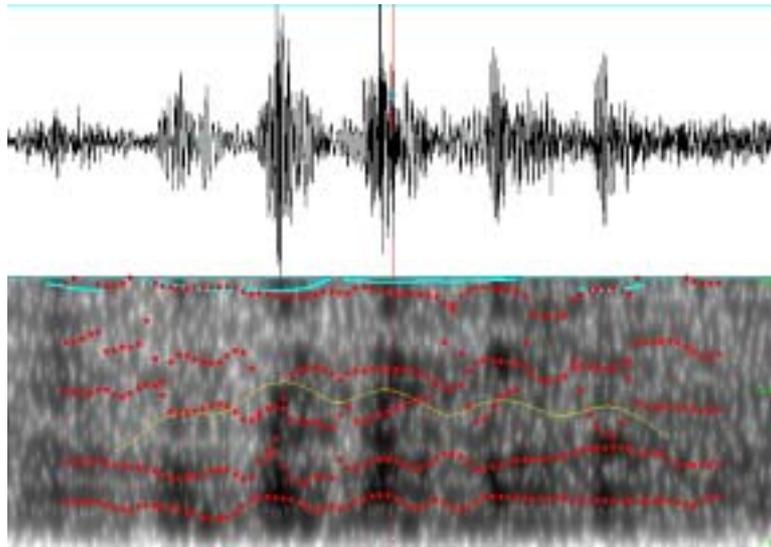


그림 7. 1일령 때의 모돈의 발성음

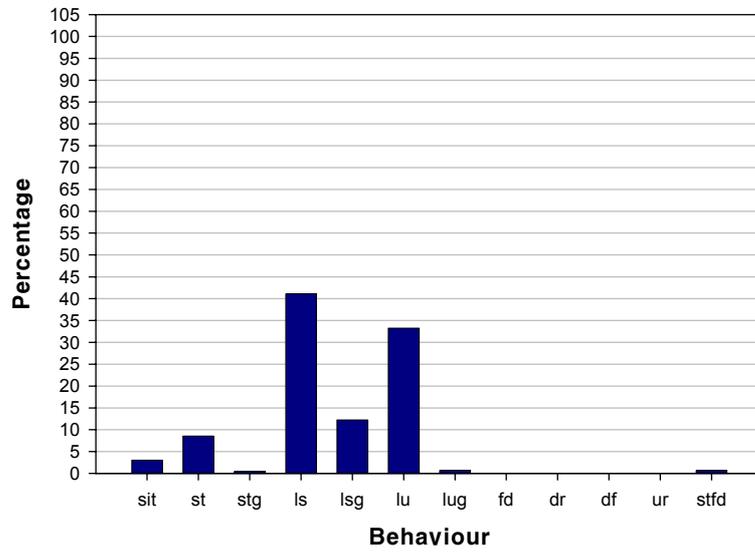


그림 8. 7일령 모돈의 행동 패턴.

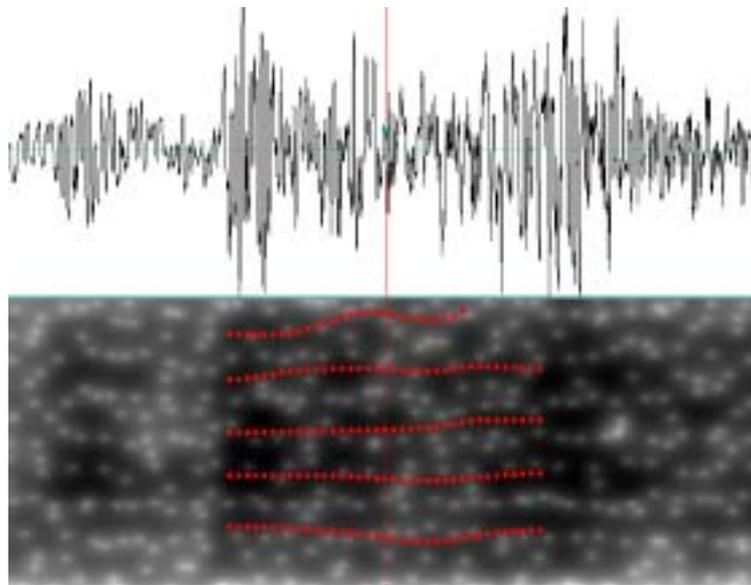


그림 9. 7일령 때의 모돈의 발성음

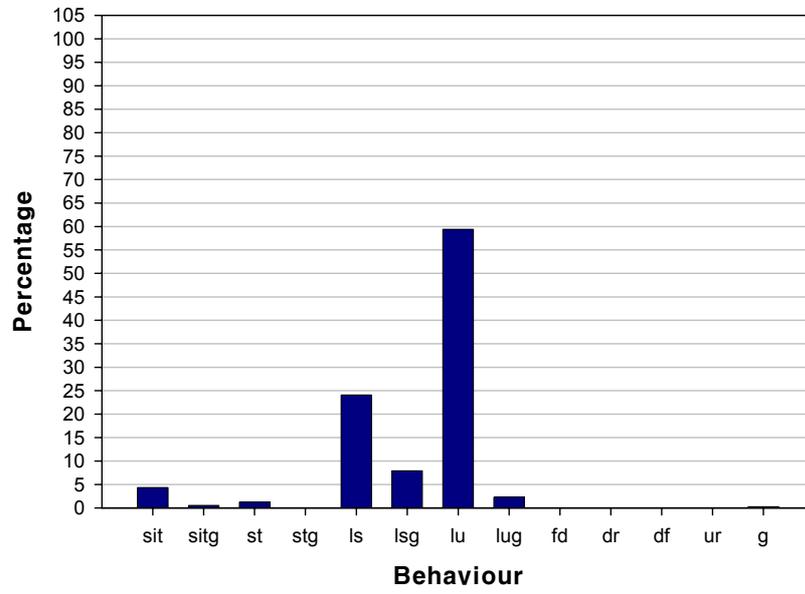


그림 10. 14일령 모돈의 행동 패턴

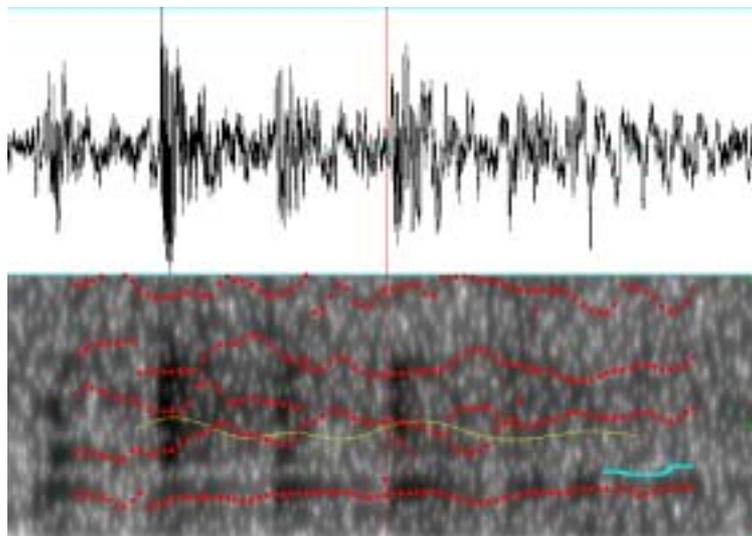


그림 11. 14일령 때의 모돈의 발성음

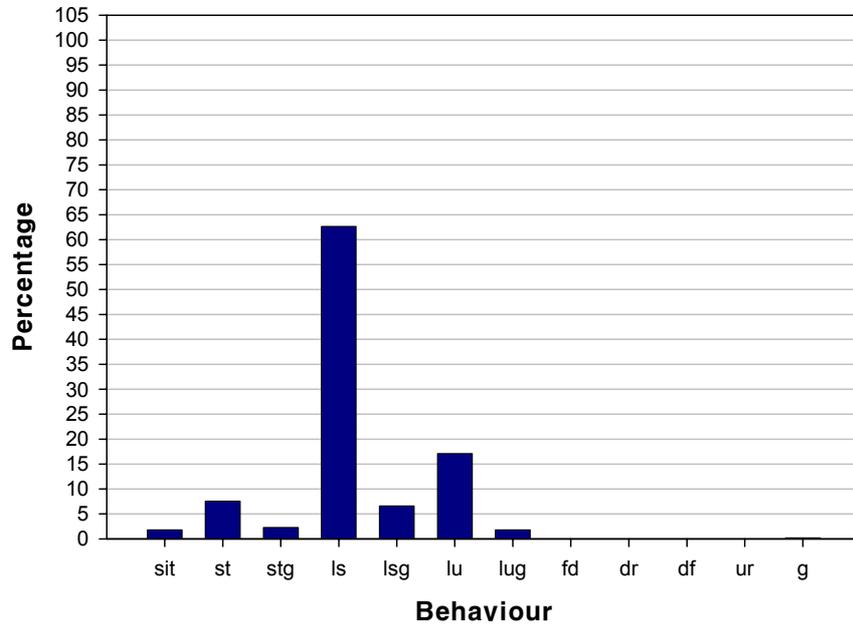


그림 12. 21일령 모돈의 행동 패턴

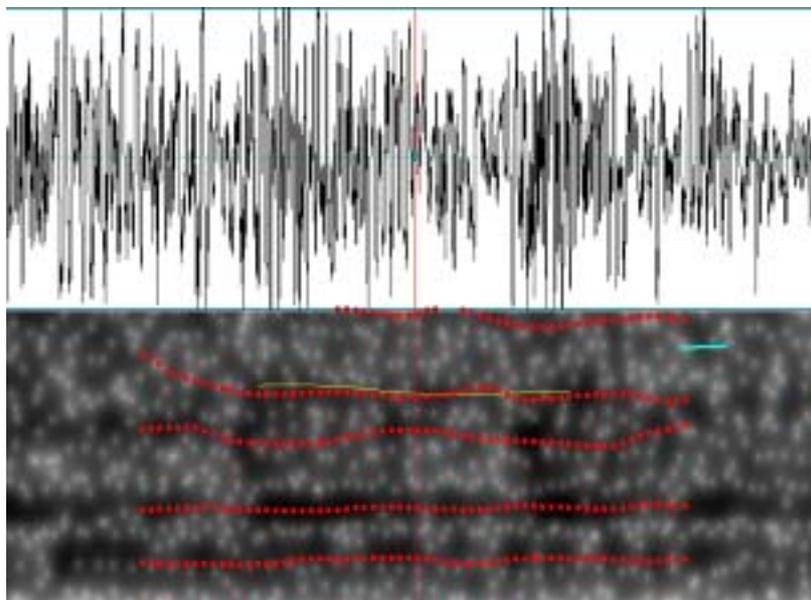


그림 13. 21일령 때의 모돈의 발성음

표 2. 모든 발성음의 음향학적 특성

	F1(Hz)	F2	F3	F4	Duration(ms)	Intensity(dB)	Pitch(Hz)
분만전	770.53 ±77.00	1862.50 ±169.42	2731.35 ±124.70	3649.34 ±172.02	279.48 ±68.63	80.09 ±2.01	305.16 ±84.26
분만중	804.22 ±85.06	1871.49 ±164.36	2712.61 ±164.53	3696.03 ±89.42	208.83 ±55.14	78.21 ±2.85	302.62 ±140.69
1일령	799.21 ±108.00	1710.55 ±117.68	2903.17 ±164.59	3859.23 ±247.79	207.14 ±61.51	71.49 ±3.61	381.59 ±112.14
7일령	856.42 ±119.90	1884.82 ±153.83	2907.26 ±142.98	3717.68 ±141.57	161.85 ±58.63	82.49 ±2.22	254.41 ±115.25
14일령	781.14 ±69.39	1965.42 ±135.70	2858.66 ±159.20	3860.90 ±219.48	239.09 ±100.46	68.99 ±2.06	158.64 ±45.12
21일령	846.12 ±87.51	1852.24 ±203.73	2949.02 ±101.85	3827.49 ±202.62	218.45 ±83.28	82.97 ±2.35	351.42 ±85.21

각 일령 사이에서 모든 측정요소들은 유의적인 차이가 있다 : $P < 0.01$

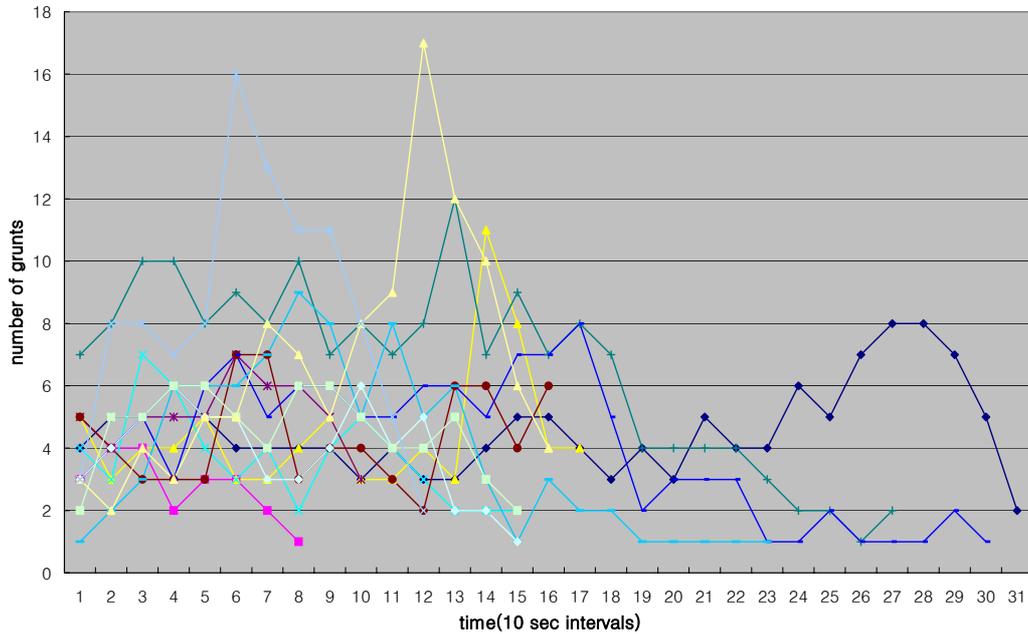


그림 14. Number of grunts per 10 seconds

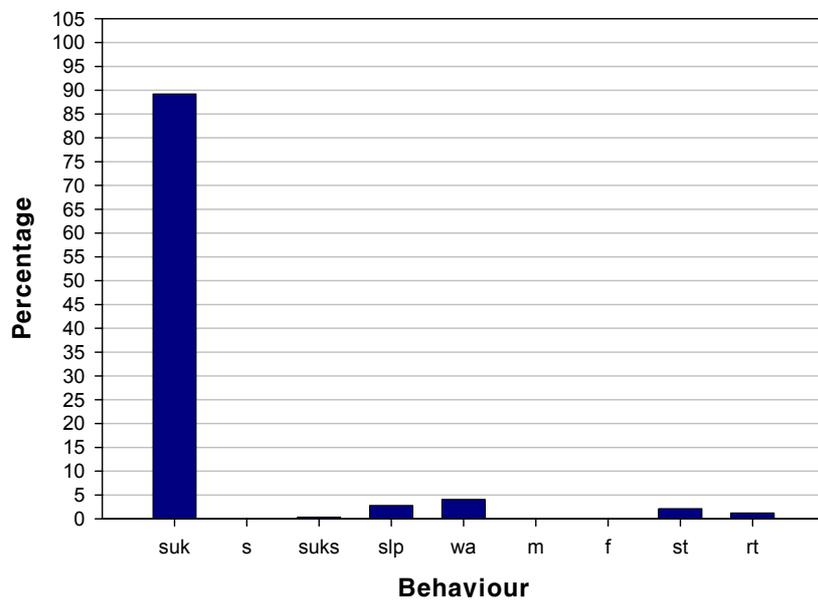


그림 15. 분만중인 자돈의 행동 패턴

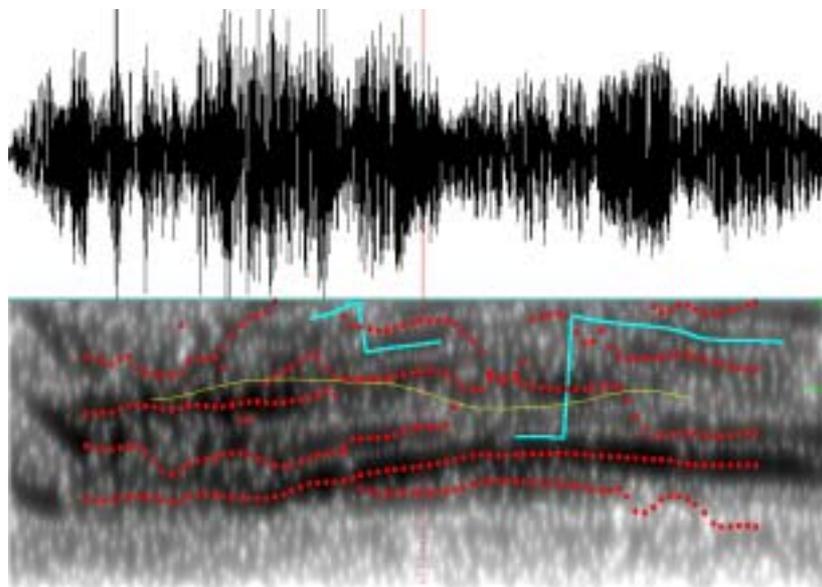


그림 16. 분만중인 자돈의 발성음

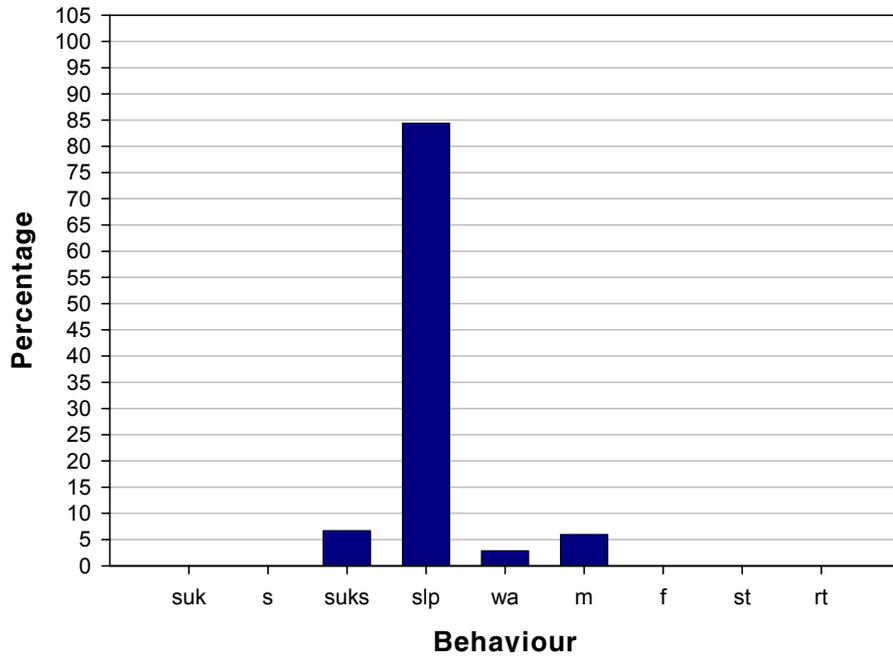


그림 17. 자돈 1일령의 행동 패턴

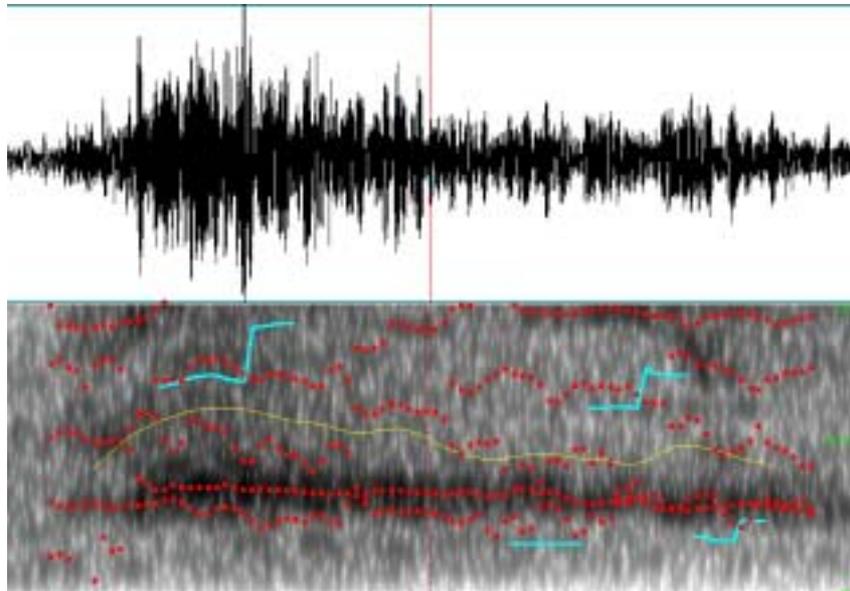


그림 18. 1일령 자돈의 발성음

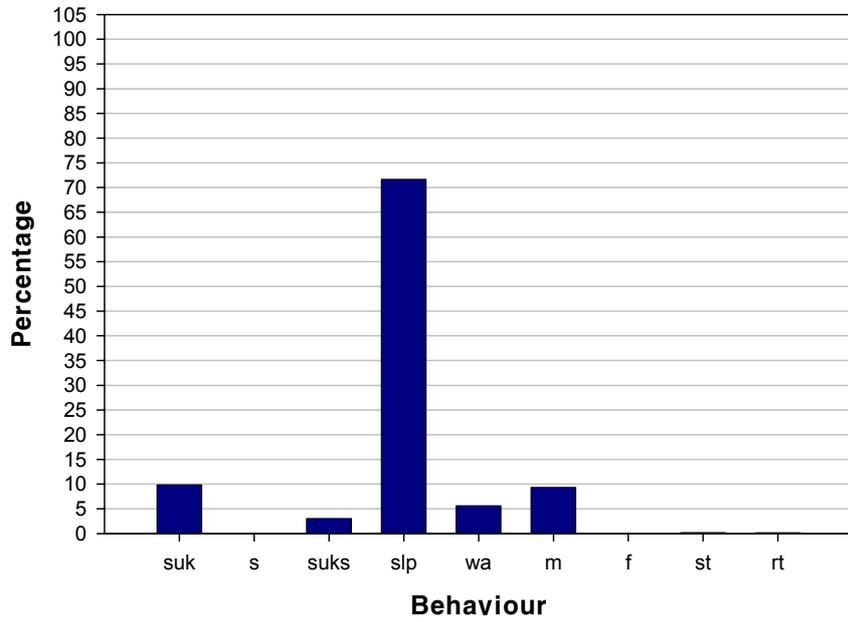


그림 19. 자돈 7일령의 행동 패턴

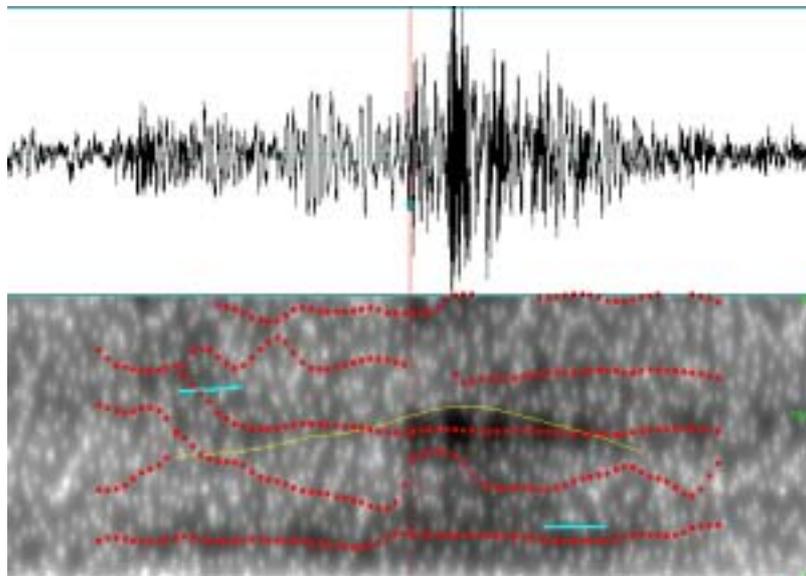


그림 20. 7일령 자돈의 발성음

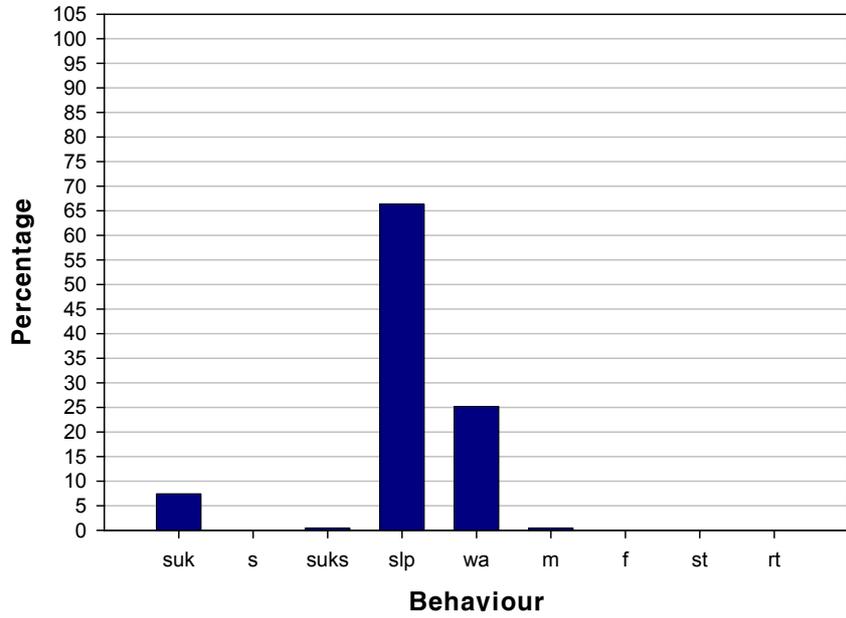


그림 21. 자돈 14일령의 행동 패턴

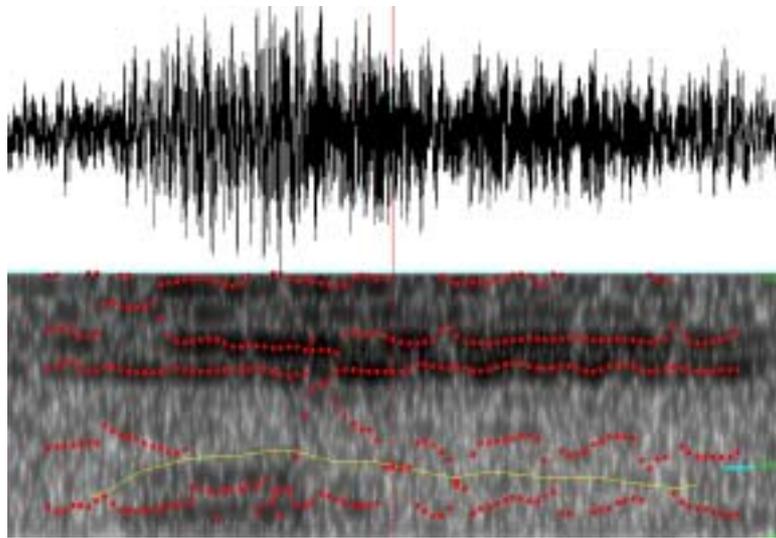


그림 22. 14일령 자돈의 발성음

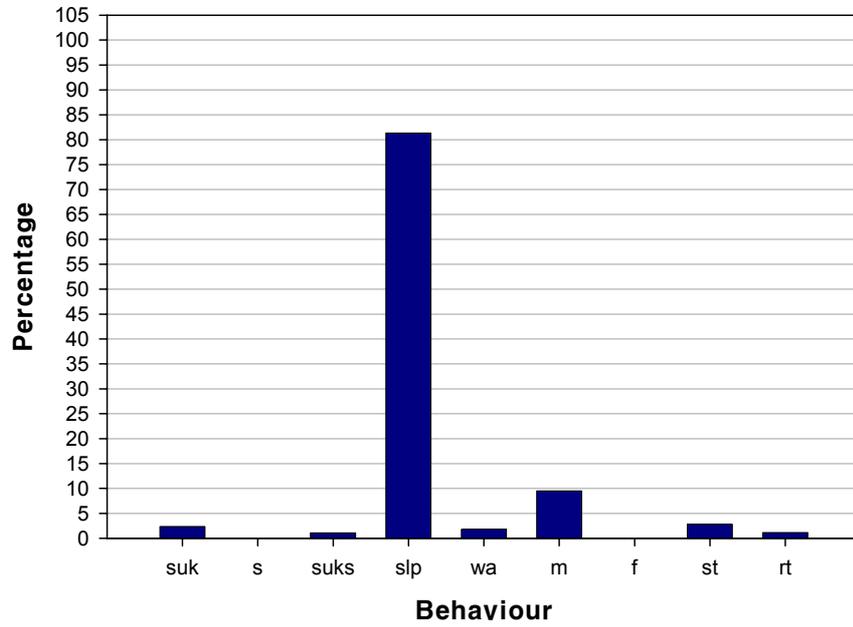


그림 23. 자돈 21일령의 행동 패턴

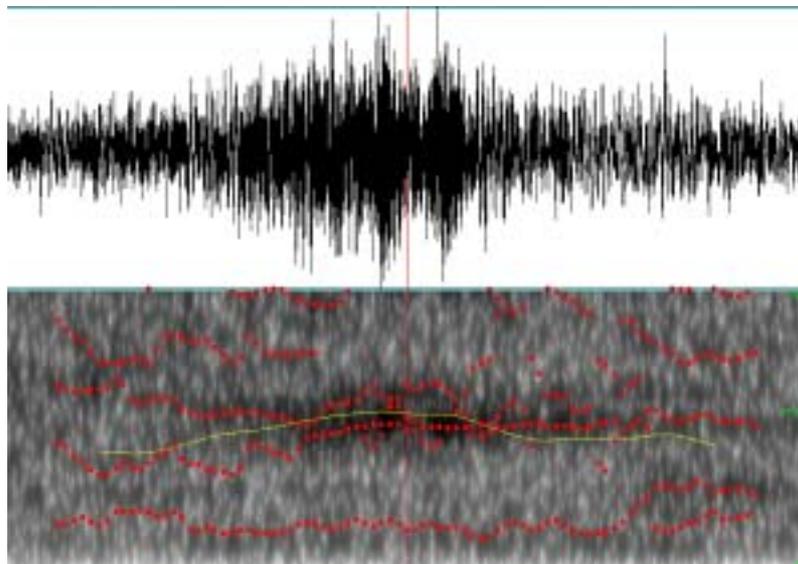


그림 24. 21일령 자돈의 발성음

표 3. 자돈 발성음의 음향학적 특성

	F1(Hz) ^A	F2	F3 ^B	F4	Duration(ms) ^C	Intensity(dB) ^D	Pitch(Hz) ^E
분만중	1343.22 ±269.80	2276.14 ±146.42	3065.39 ±199.28	4031.14 ±137.54	199.10 ±58.06	83.14 ±2.99	337.24 ±192.22
1일령	1509.66 ±129.49	1950.38 ±132.87	2758.85 ±200.00	4025.96 ±97.24	272.62 ±84.55	78.32 ±2.51	279.65 ±80.83
7일령	1180.61 ±369.27	1923.01 ±111.05	2801.12 ±88.66	3956.66 ±253.35	134.42 ±41.36	81.14 ±4.87	144.09 ±134.15
14일령	913.92 ±146.68	2157.71 ±306.44	3319.14 ±121.40	3951.14 ±136.02	362.62 ±140.45	65.52 ±1.67	27.83 ±62.23
21일령	1071.59 ±219.28	1978.02 ±223.66	2841.29 ±146.49	3944.71 ±177.31	253.12 ±55.82	78.62 ±3.77	107.77 ±168.98

각 일령 사이에서 각 측정요소들은(A, B, C, D, E) 유의적인 차이가 있다 : P<0.01

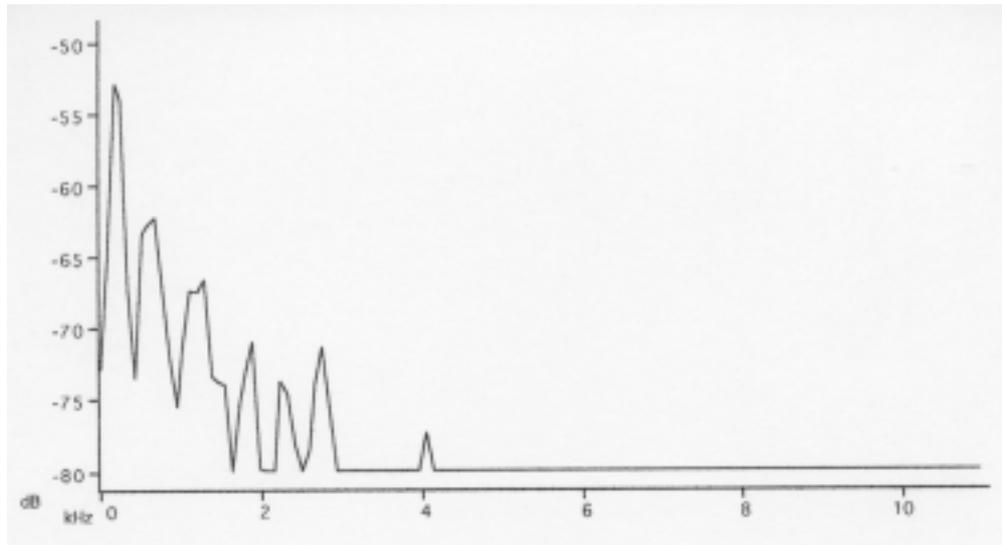


그림 25. Spectrum of a single signal

2. 국내 축사 환경에 따른 수유행동과 포유행동 비교 연구

가. 연구개발의 접근 방법 및 내용

- 1) 공시동물 : Yorkshire
- 2) 실험 복수 : 총 10 복
- 3) 관찰방법 : DAT(digital audio tape)와 Digital Camcorder, Time Rapse VCR, CCTV, 적외선 카메라를 이용하여 행동 및 발성음 분석 (발성음 분석 S/W: Canary 1.2.1[®], Dr Speech[®]Pratt[®])
- 4) 실험 1. 무창 5복을 분만 중, 분만 후 1일령, 7일령, 20일령에서 관찰
실험 2. 개방 5복을 분만 중, 분만 후 1일령, 7일령, 20일령에서 관찰
- 5) 연구항목
 - 국내 축사환경에 따른 모돈 행동 비교
 - 수유 전·후 모돈의 수유행동 분석
 - 수유 전·후 모돈의 발성음 분석
 - 국내 축사환경에 따른 자돈의 행동 비교
 - 포유 전·후 자돈의 포유행동 분석
 - 포유 전·후 자돈의 발성음 분석

나. 연구개발 결과

실험을 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

실험기간 중 개방식과 무창식 돈사에서 수·포유 행동을 관찰하였다. 이 중에는 전형적인 수유행동 패턴을 보이는 경우도 있었으나 미약한 수유 행동을 보이는 경우도 있었다. 개방식 돈사에서는 수유 행동과 다음 수유 행동 사이의 시간 간격은 평균 25.0 ± 4.6 분이었으며, 무창식에서는 43.87 ± 5.7 이었고 수유 행동의 시작부터 종료까지는 개방식에서는 평균 3.25 ± 0.77 분이었고 무창식에서는 3.35 ± 0.56 이었다. 젖 분비 여부의 판단은 비디오 테이프의 정밀한 관찰을 통하여 모돈의 발성음이 피크에 이르고 동시에 자돈 입의 움직임이 좀더 빨라지는 것을 포유의 성공으로 간주하였다. 매 10초간의 관찰을 통하여 발성음의 빈도 변화를 수유기간동안 관찰한 결과 개방식에서는 평균 6.5 ± 4.8 회였으며 무창식에서는 평균 6.8 ± 5.8 회이었다. 1회 grunt의 길이는 개방식에

서는 $219.14 \pm 80.33\text{ms}$ 이었으며, 무창식에서는 $228.14 \pm 75.30\text{ms}$ 본 실험 상황에서의 음의 강도는 $77.34 \pm 5.92\text{dB}$, 75.16 ± 8.02 이었다.

모든 발성음의 spectrogram을 통하여 관찰한 결과 fundamental frequency는 측정이 되는 grunt와 되지 않는 grunt가 있어서 명확하게 모든 grunt에서 측정할 수는 없었으며 측정이 된 grunt에서의 기본 주파수는 개방식의 경우 21일령에서 $351.42 \pm 85.21\text{Hz}$ 이었고 제 1 Formant는 $846.12 \pm 87.51\text{Hz}$, 제 2 Formant는 $1852.24 \pm 203.73\text{Hz}$, 제 3 Formant는 $2949.02 \pm 101.85\text{Hz}$, 제 4 Formant는 $3827.49 \pm 202.62\text{Hz}$ 이었다. 무창식의 경우 21일령에서 제 1 Formant는 $840.03 \pm 248.08\text{Hz}$, 제 2 Formant는 $1776.11 \pm 140.13\text{Hz}$, 제 3 Formant는 $2867.64 \pm 74.48\text{Hz}$, 제 4 Formant는 $3956.32 \pm 165.84\text{Hz}$ 이었다.

자돈의 행동은 두 실험환경(개방식, 무창식)에서 공통적으로 수유전 sleeping 시간이 압도적으로 많은 time budget을 차지하였고 포유시 squeal소리를 지르는 경우가 많았다. 자돈의 squeal은 일령에 따른 차이를 일부 parameter에서 관찰할 수 있었으며 전반적으로 F1 formant가 grunt의 F1과 비교해서 상대적으로 높은점은 두 실험환경에서 공통적이었다.



time(ms)

그림 26. Example of the recorded time signal(time domain) of the nurse

표 4. Initial word of behaviors(sow)

Initial word	behavior	Initial word	behavior
sit	sit	ls	Lie side
st	stand	g/nr	Lie side + grunt
g	(stand + lie udder) grunt	lu	Lie udder
fd	feeding	dr	drinking

표 5. Initial word of behaviors(piglet)

Initial word	behavior	Initial word	behavior
pl	sleep	wa	walking
pst	stand	ru	running
ps	piglet suckling	ma	massage
rt	rooting		

I. 분만 전,중의 모돈의 행동 및 발성음 분석 (개방식)

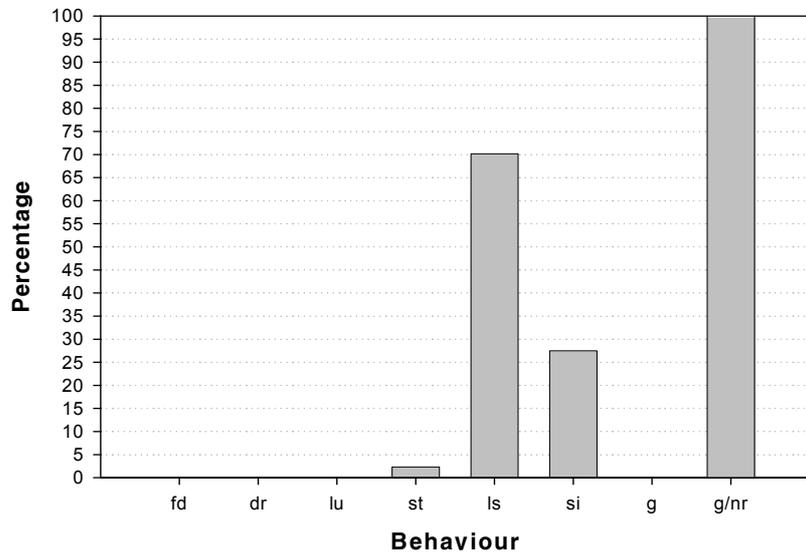


그림 27. 분만전 모돈의 행동 패턴

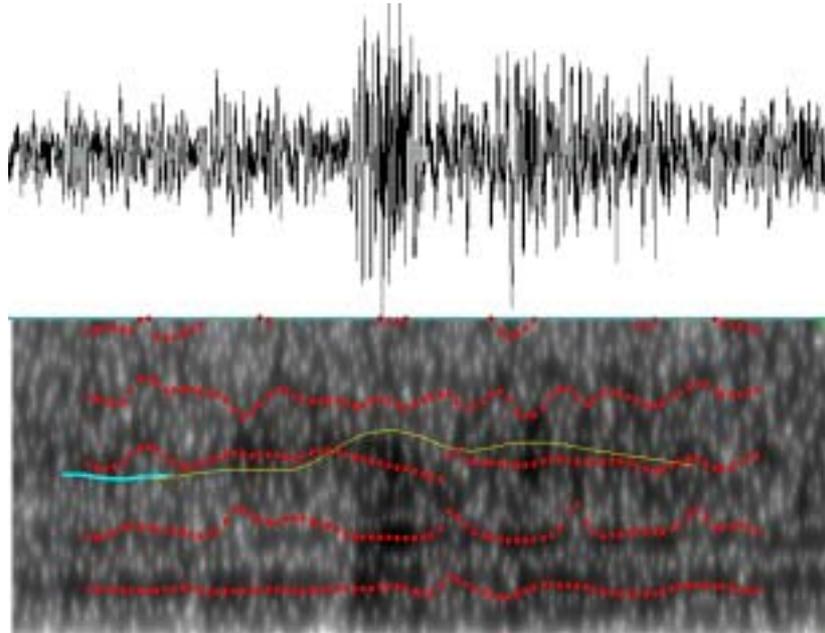


그림 28. 분만전 모돈의 발성음



그림 29. 분만중 모돈의 행동 패턴

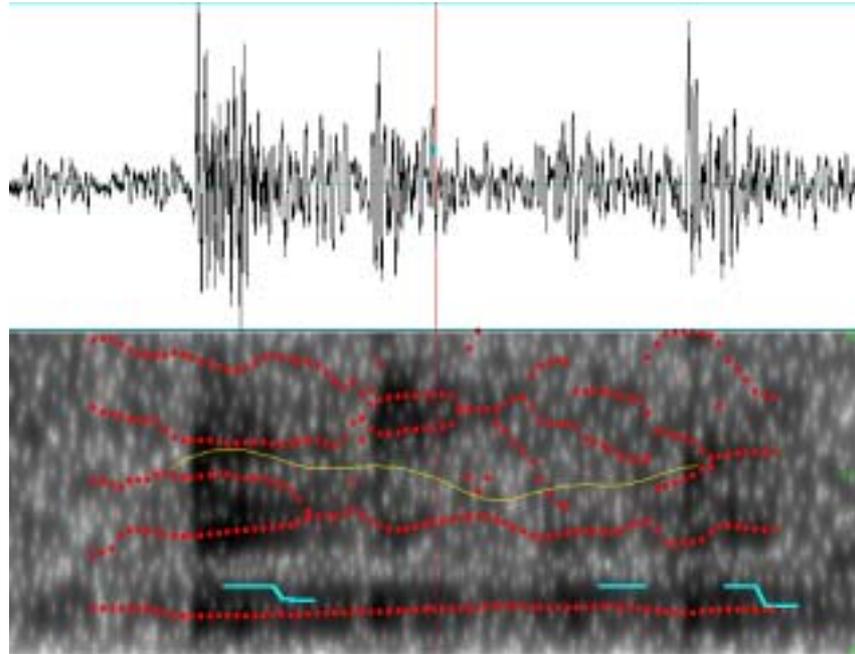


그림 30. 분만중 모돈의 발성음

· 분만 후 이유까지 모돈의 수유행동

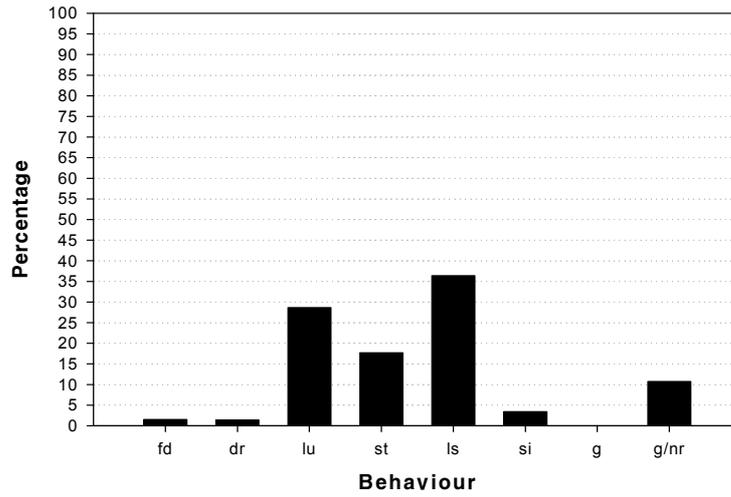


그림 31. 1일령 모돈의 행동 패턴

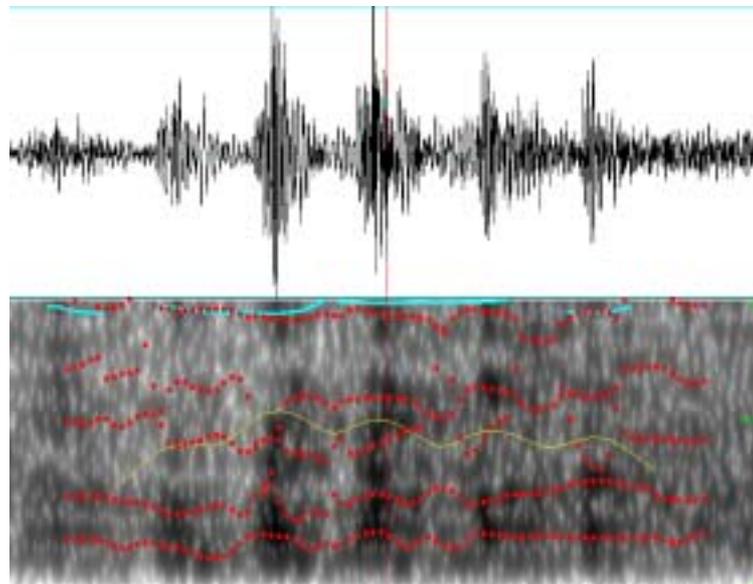


그림 32. 1일령 때의 모돈의 발성음

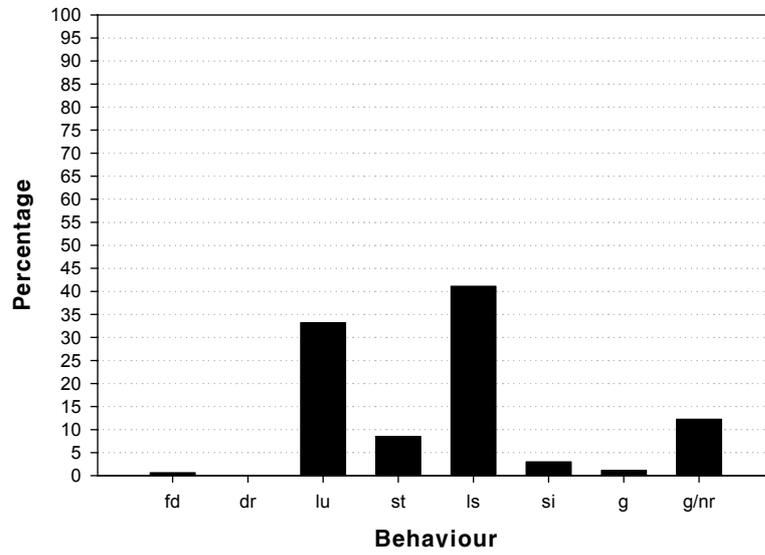


그림 33. 7일령 모돈의 행동 패턴

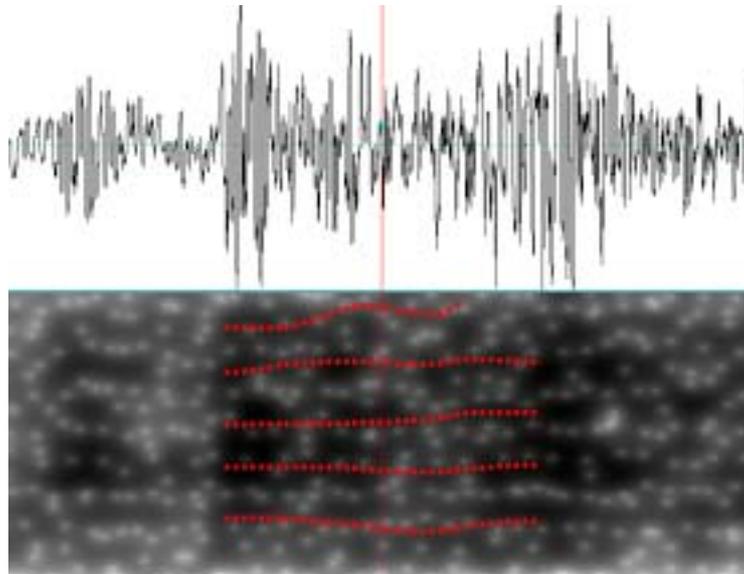


그림 34. 7일령 때의 모돈의 발성음

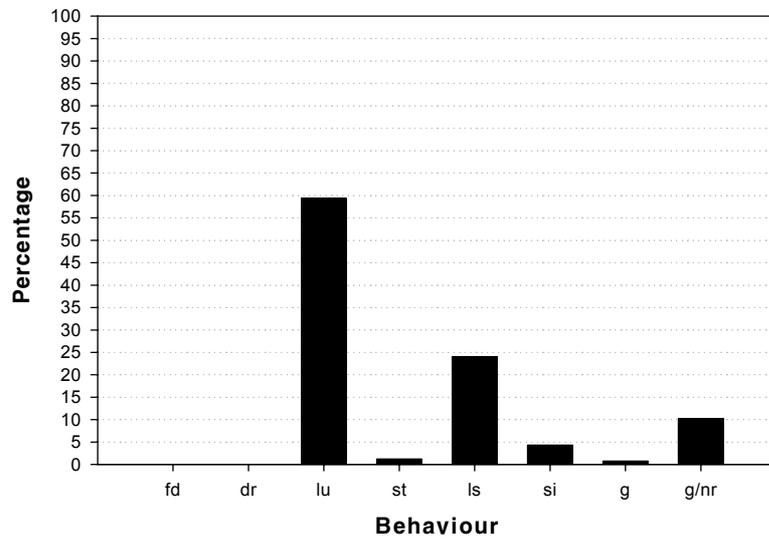


그림 35. 14일령 모돈의 행동 패턴

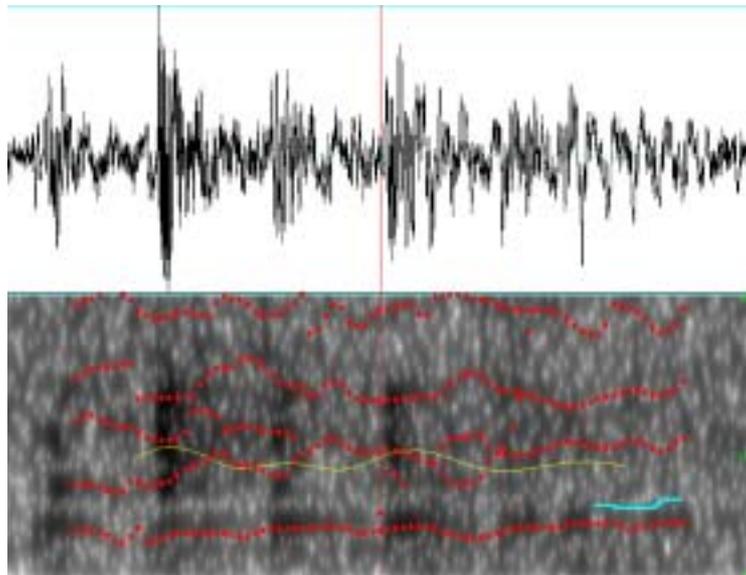


그림 36. 14일령 때의 모돈의 발성음

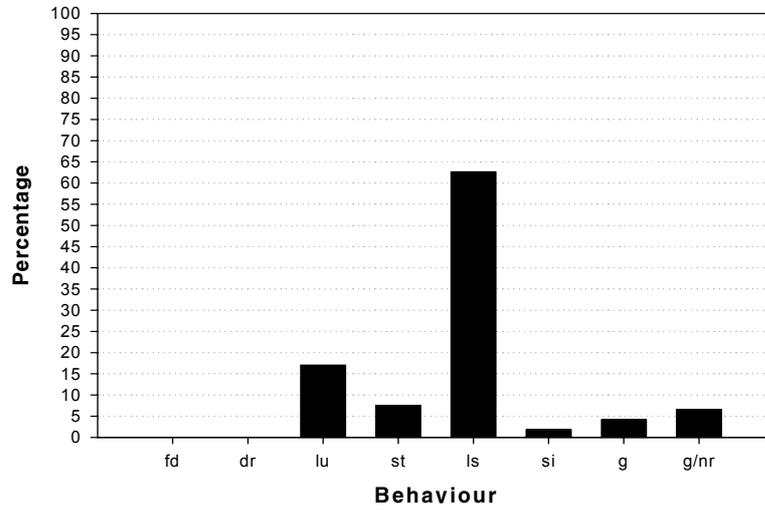


그림 37. 21일령 모돈의 행동 패턴

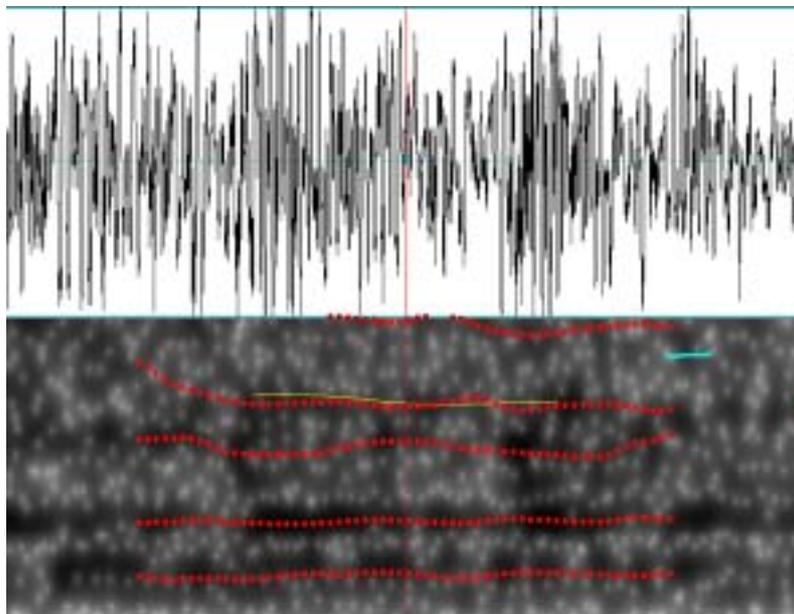


그림 38. 21일령 때의 모돈의 발성음

표 6. 모돈 발성음의 음향학적 특성

	F1(Hz)	F2	F3	F4	Duration(ms)	Intensity(dB)	Pitch(Hz)
분만전	770.53 ±77.00	1862.50 ±169.42	2731.35 ±124.70	3649.34 ±172.02	279.48 ±68.63	80.09 ±2.01	305.16 ±84.26
분만중	804.22 ±85.06	1871.49 ±164.36	2712.61 ±164.53	3696.03 ±89.42	208.83 ±55.14	78.21 ±2.85	302.62 ±140.69
1일령	799.21 ±108.00	1710.55 ±117.68	2903.17 ±164.59	3859.23 ±247.79	207.14 ±61.51	71.49 ±3.61	381.59 ±112.14
7일령	856.42 ±119.90	1884.82 ±153.83	2907.26 ±142.98	3717.68 ±141.57	161.85 ±58.63	82.49 ±2.22	254.41 ±115.25
14일령	781.14 ±69.39	1965.42 ±135.70	2858.66 ±159.20	3860.90 ±219.48	239.09 ±100.46	68.99 ±2.06	158.64 ±45.12
21일령	846.12 ±87.51	1852.24 ±203.73	2949.02 ±101.85	3827.49 ±202.62	218.45 ±83.28	82.97 ±2.35	351.42 ±85.21

각 일령 사이에서 모든 측정요소들은 유의적인 차이가 있다 : $P < 0.01$

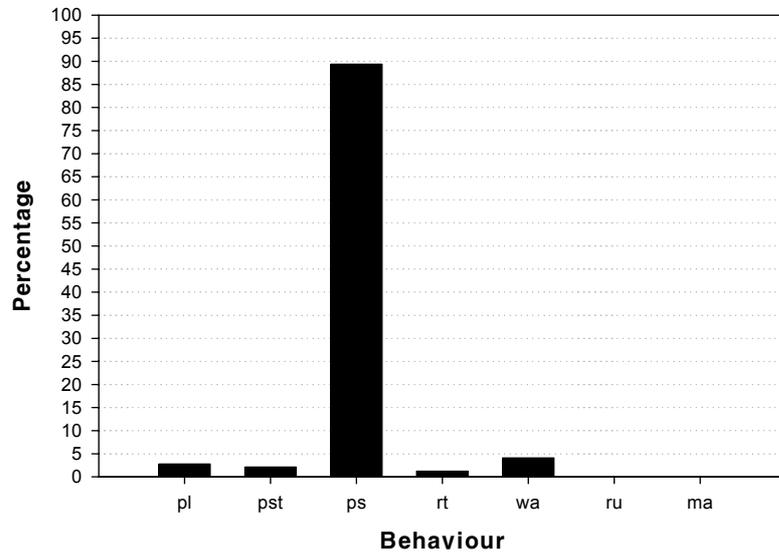


그림 39. 분만중인 자돈의 행동 패턴

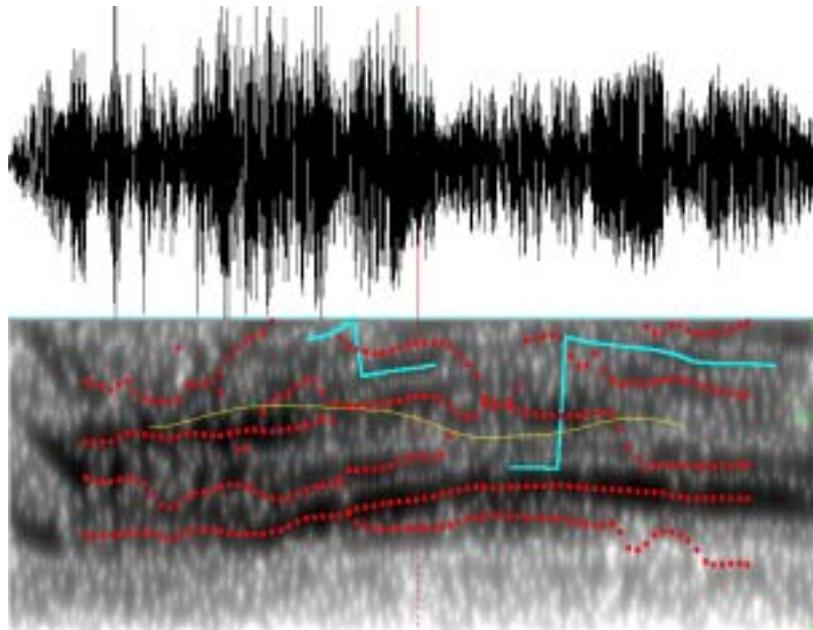


그림 40. 분만중인 자돈의 발성음

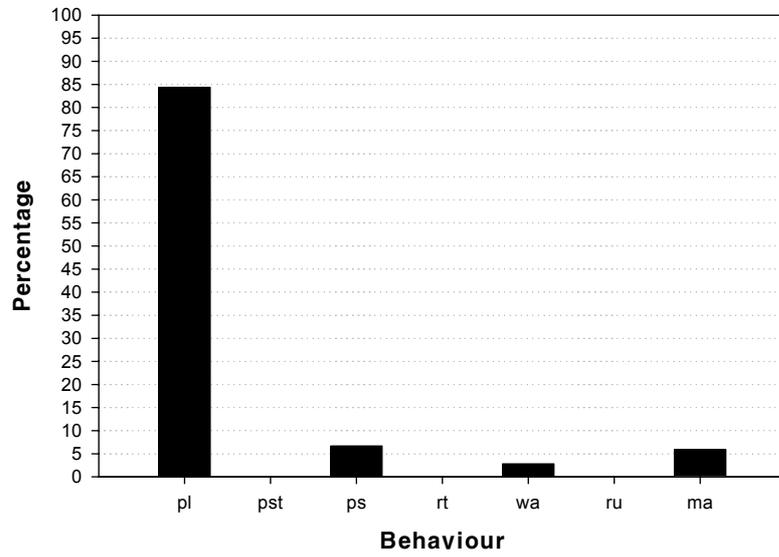


그림 41. 자돈 1일령의 행동 패턴

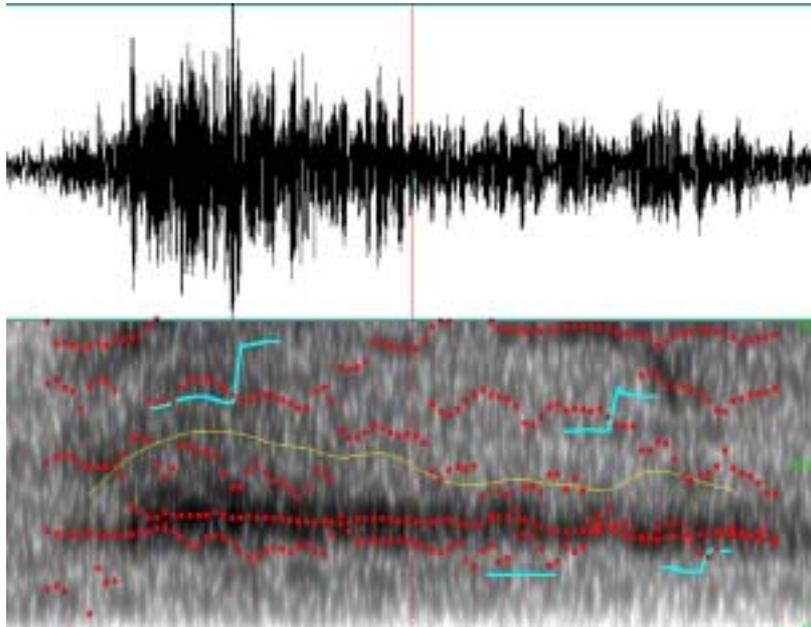


그림 42. 1일령 자돈의 발성음

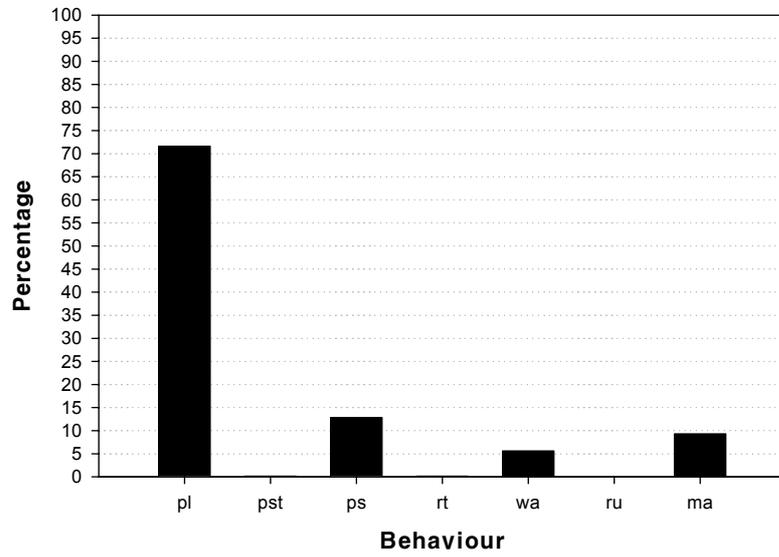


그림 43. 자돈 7일령의 행동 패턴

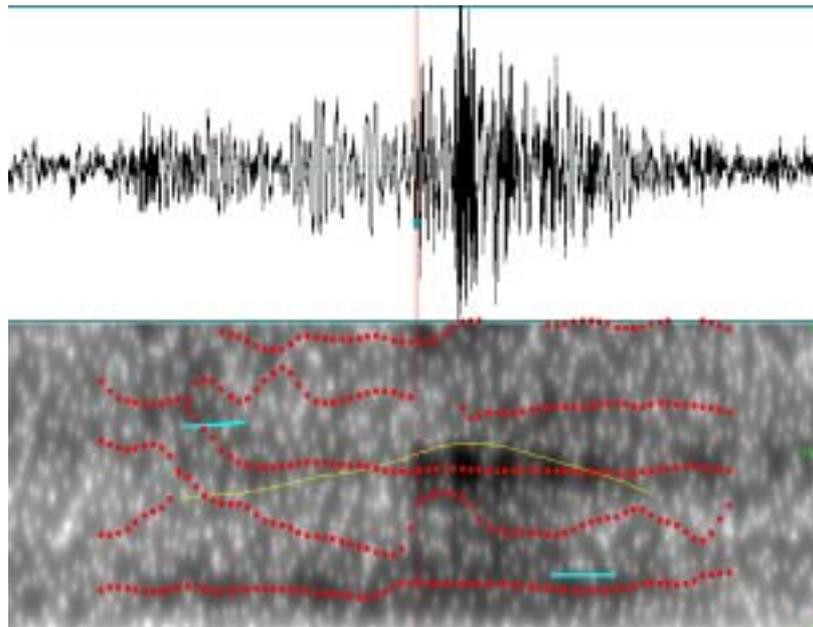


그림 44. 7일령 자돈의 발성음

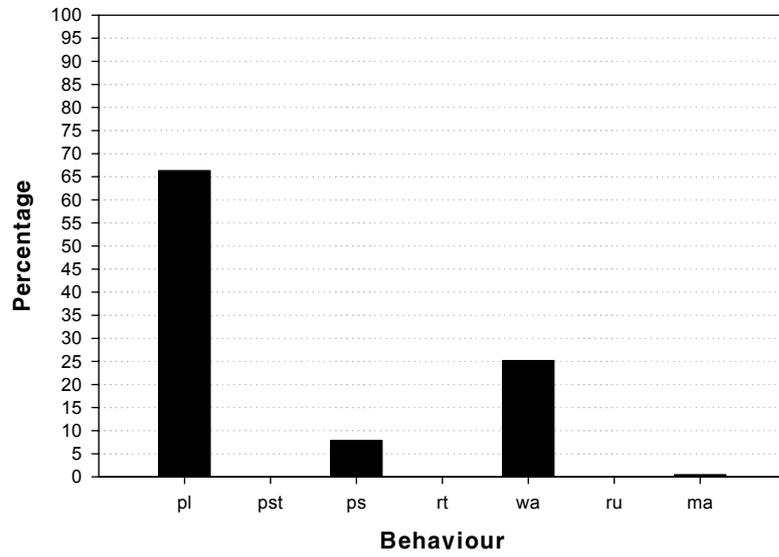


그림 45. 자돈 14일령의 행동 패턴

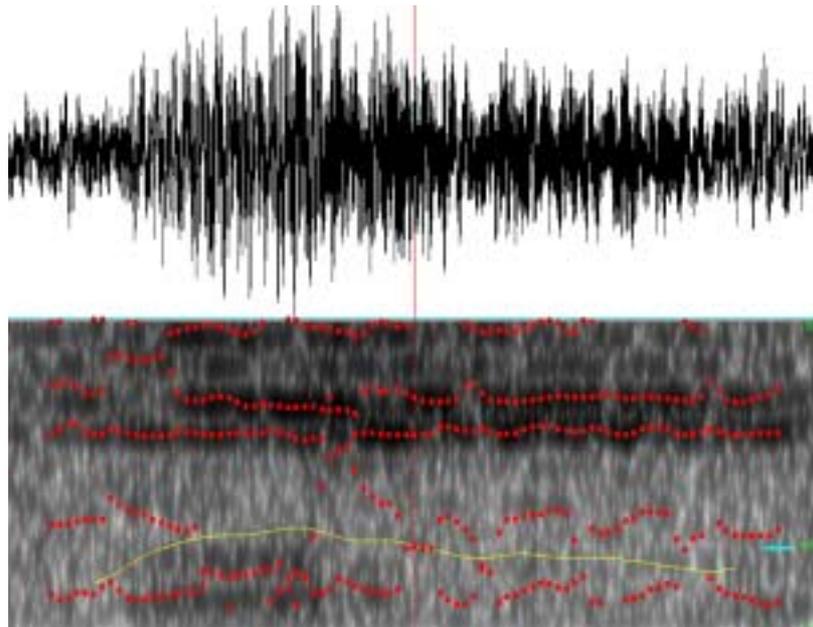


그림 46. 14일령 자돈의 발성음

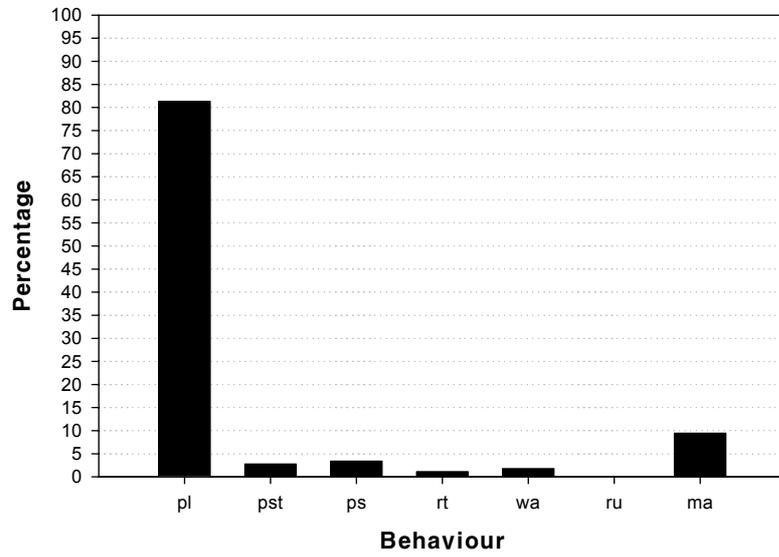


그림 47. 자돈 21일령의 행동 패턴

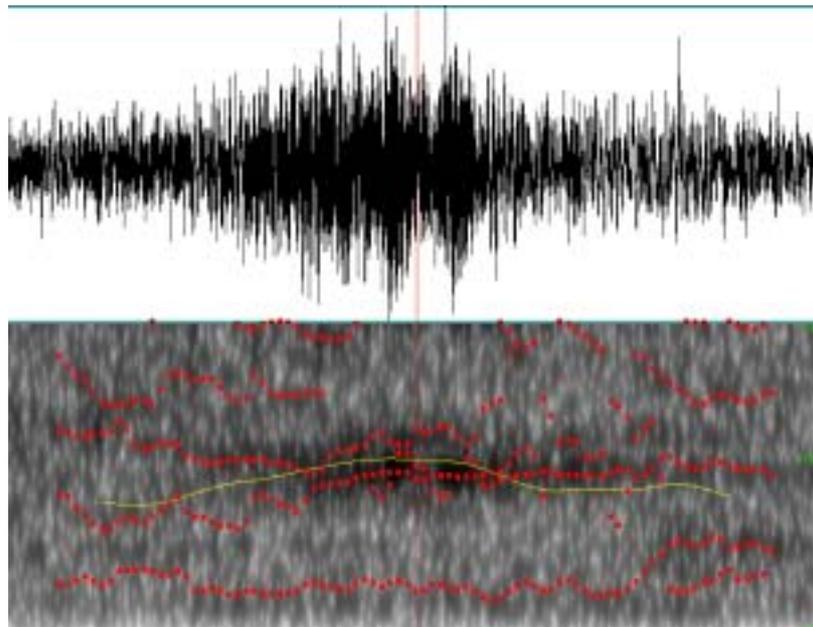


그림 48. 21일령 자돈의 발성음

표 7. 자돈 발성음의 음향학적 특성

	F1(Hz) ^A	F2	F3 ^B	F4	Duration(ms) ^C	Intensity(dB) ^D	Pitch(Hz) ^E
분만중	1343.22 ±269.80	2276.14 ±146.42	3065.39 ±199.28	4031.14 ±137.54	199.10 ±58.06	83.14 ±2.99	337.24 ±192.22
1일령	1509.66 ±129.49	1950.38 ±132.87	2758.85 ±200.00	4025.96 ±97.24	272.62 ±84.55	78.32 ±2.51	279.65 ±80.83
7일령	1180.61 ±369.27	1923.01 ±111.05	2801.12 ±88.66	3956.66 ±253.35	134.42 ±41.36	81.14 ±4.87	144.09 ±134.15
14일령	913.92 ±146.68	2157.71 ±306.44	3319.14 ±121.40	3951.14 ±136.02	362.62 ±140.45	65.52 ±1.67	27.83 ±62.23
21일령	1071.59 ±219.28	1978.02 ±223.66	2841.29 ±146.49	3944.71 ±177.31	253.12 ±55.82	78.62 ±3.77	107.77 ±168.98

각 일령 사이에서 각 측정요소들은(A, B, C, D, E) 유의적인 차이가 있다 : P<0.01

II. 모돈의 행동 및 발성음 분석 (무창)

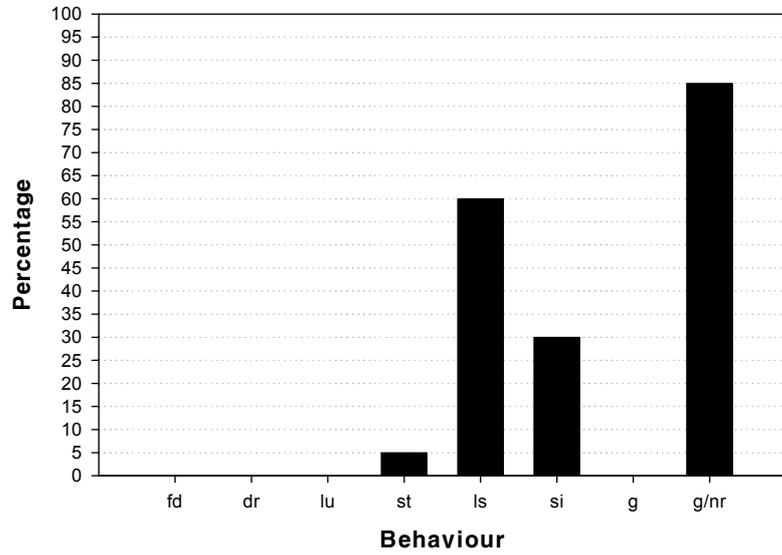


그림 49. 분만전 모돈의 행동 패턴

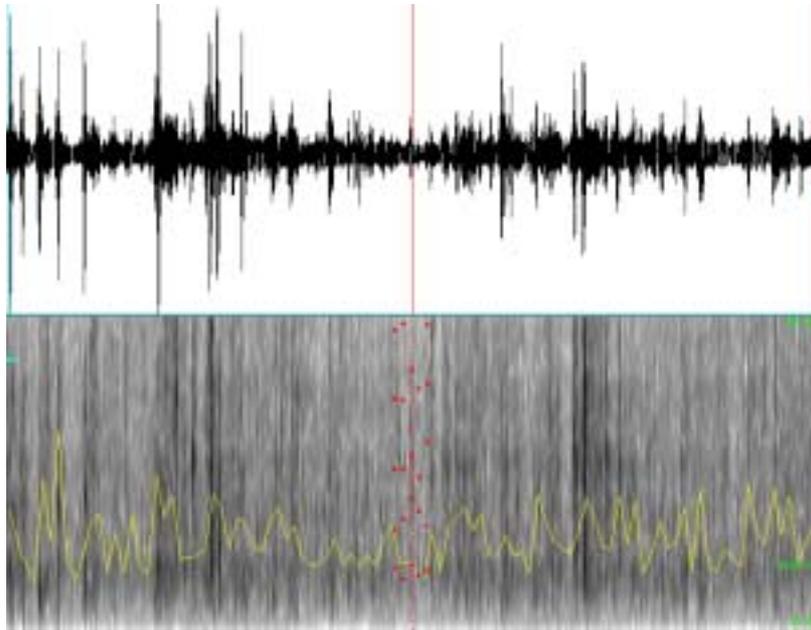


그림 50. 분만전 모돈의 발성음



그림 51. 분만중 모돈의 행동 패턴

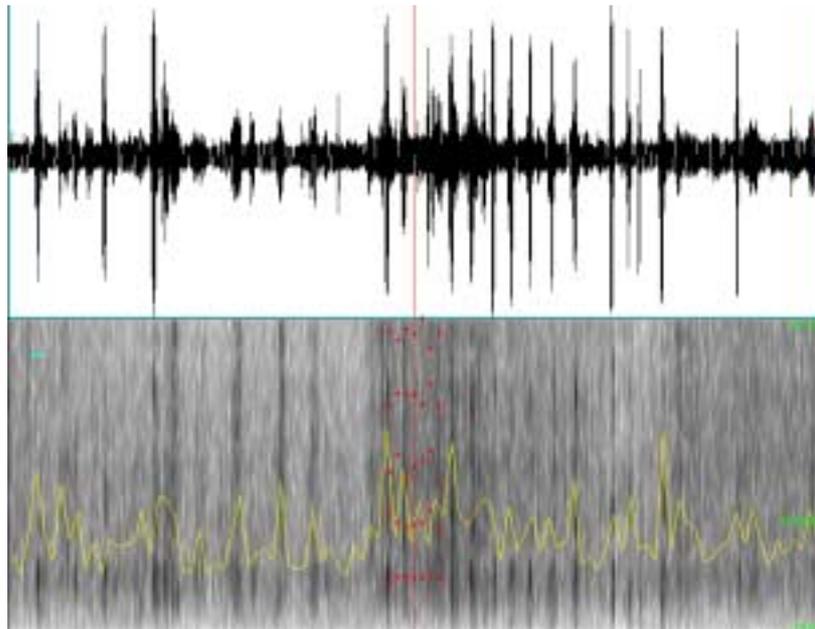


그림 52. 분만중 모돈의 발성음

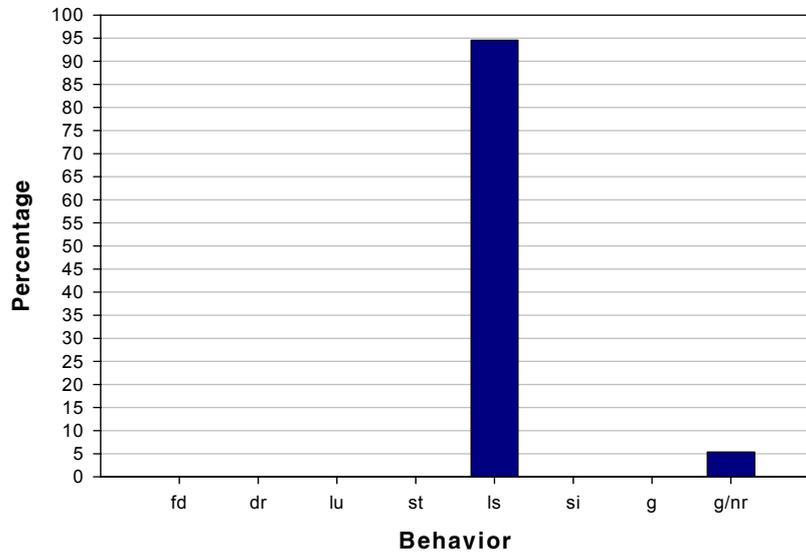


그림 53. 1일령 모돈의 행동 패턴

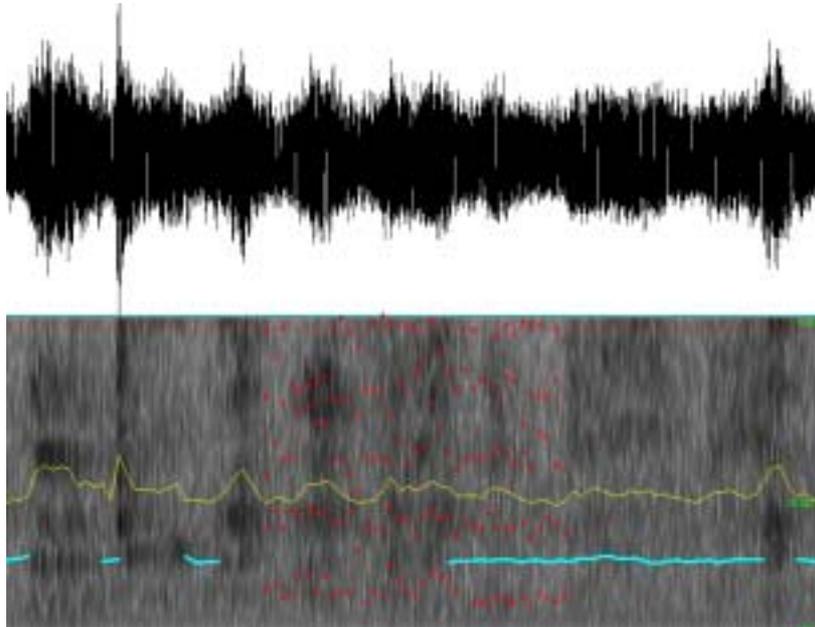


그림 54. 1일령 때의 모돈의 발성음

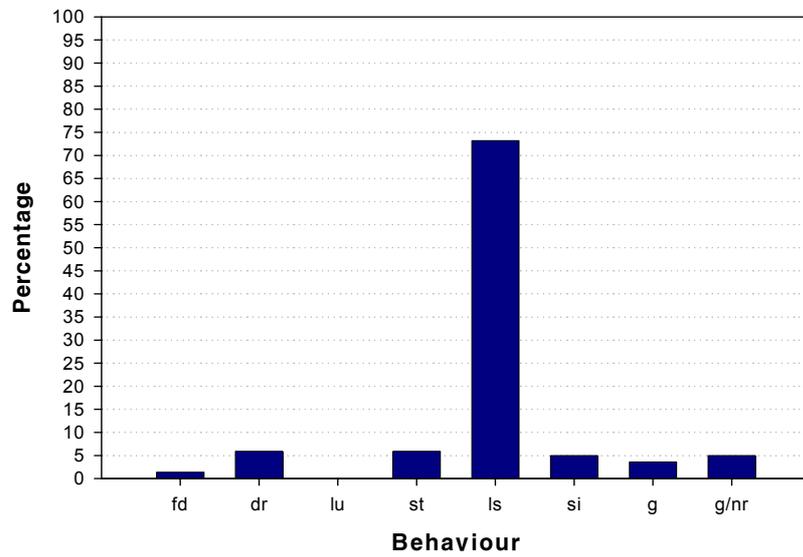


그림 55. 7일령 모돈의 행동 패턴

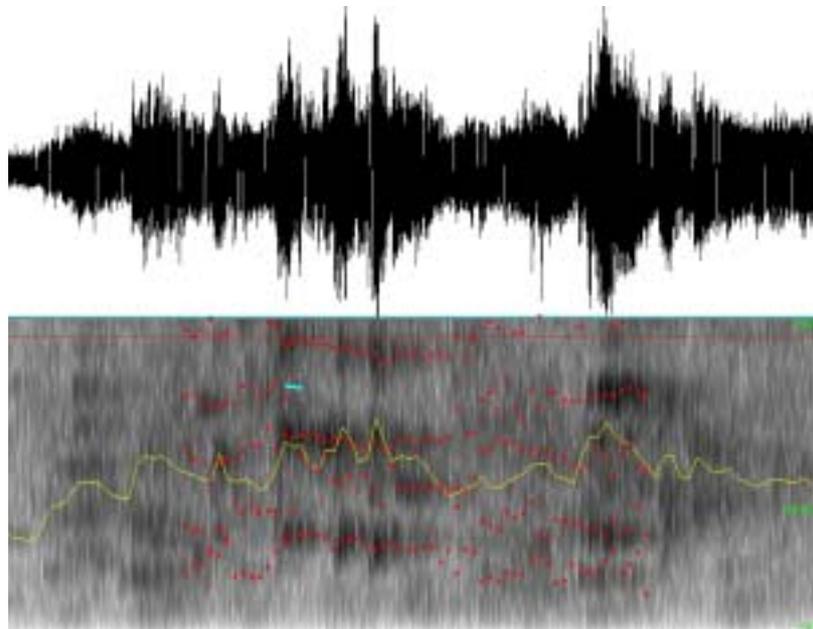


그림 56. 7일령 때의 모돈의 발성음

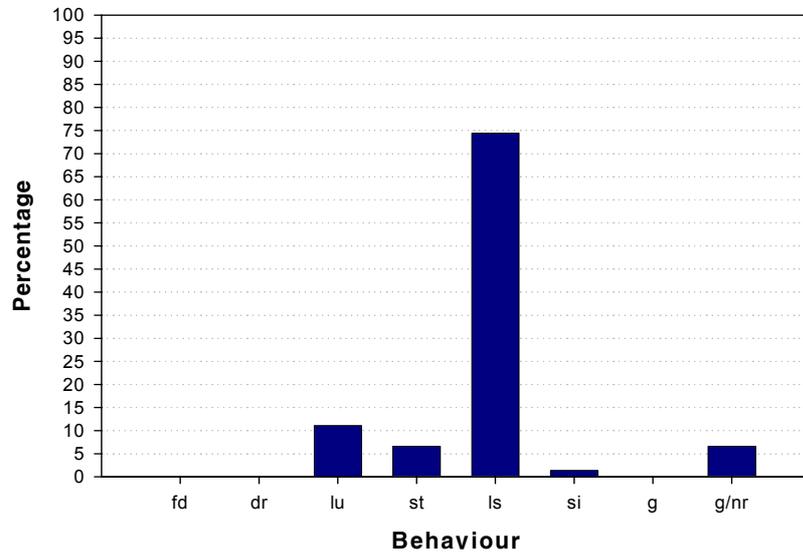


그림 57. 14일령 모돈의 행동 패턴

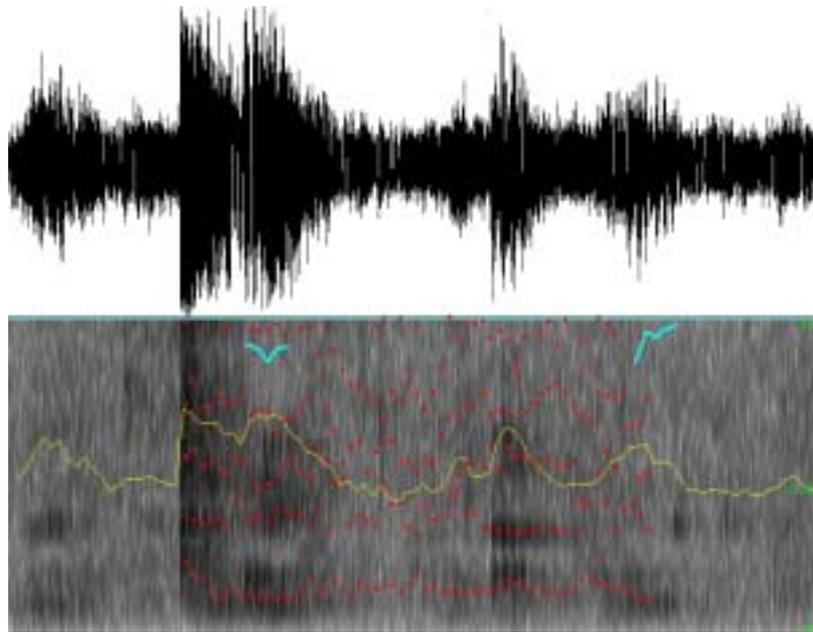


그림 58. 14일령 때의 모돈의 발성음

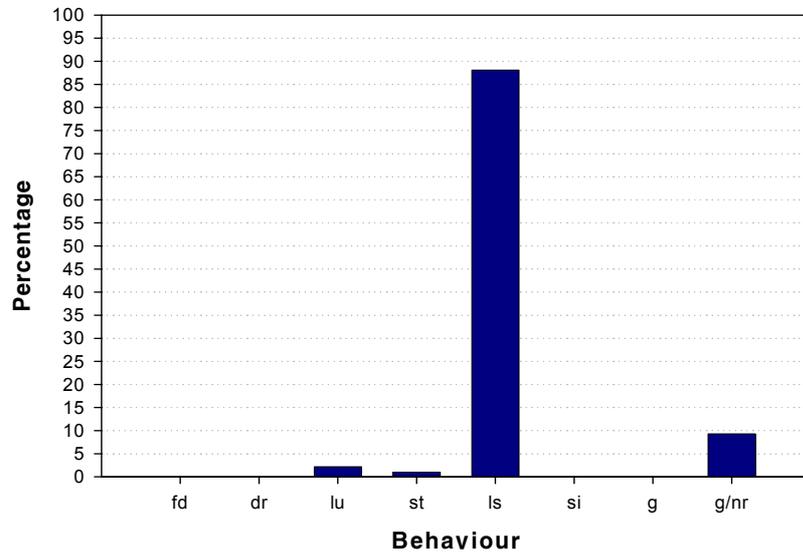


그림 59. 21일령 모돈의 행동 패턴

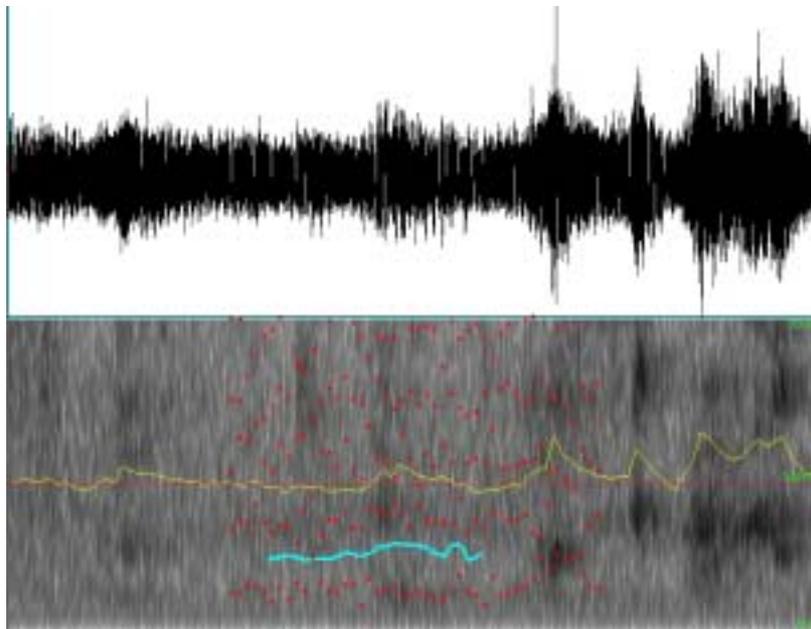


그림 60. 21일령 때의 모돈의 발성음

표 8. 모돈의 발성음의 음향학적 특성

	F1(Hz)	F2	F3	F4	Duration(ms)	Intensity(dB)	Pitch(Hz)
분만전	760.53 ±77.00	1762.50 ±169.42	2721.35 ±124.70	3639.34 ±172.02	277.48 ±68.63	78.09 ±2.01	300.16 ±84.26
분만중	814.20 ±85.06	1861.49 ±164.36	2732.61 ±164.53	3697.03 ±89.42	218.83 ±55.14	79.23 ±2.85	301.62 ±140.69
1일령	842.21 ±197.85	1480.37 ±310.20	2779.36 ±334.52	3929.62 ±364.79	36.90 ±14.02	61.10 ±5.39	371.59 ±112.14
7일령	871.95 ±75.90	1770.01 ±340.51	2825.81 ±326.11	4038.20 ±193.48	32.98 ±9.75	65.71 ±7.27	264.41 ±115.25
14일령	1088.85 ±193.84	1967.53 ±271.74	3092.01 ±320.26	4392.29 ±446.32	45.11 ±9.77	71.46 ±12.36	168.64 ±45.12
21일령	840.03 ±248.08	1776.11 ±140.13	2867.64 ±74.48	3956.32 ±165.84	19.08 ±2.88	73.22 ±4.38	118.01 ±4.93

각 일령 사이에서 모든 측정요소들은 유의적인 차이가 있다 : P<0.01

· 분만 중, 후 및 이유까지 자돈의 포유행동

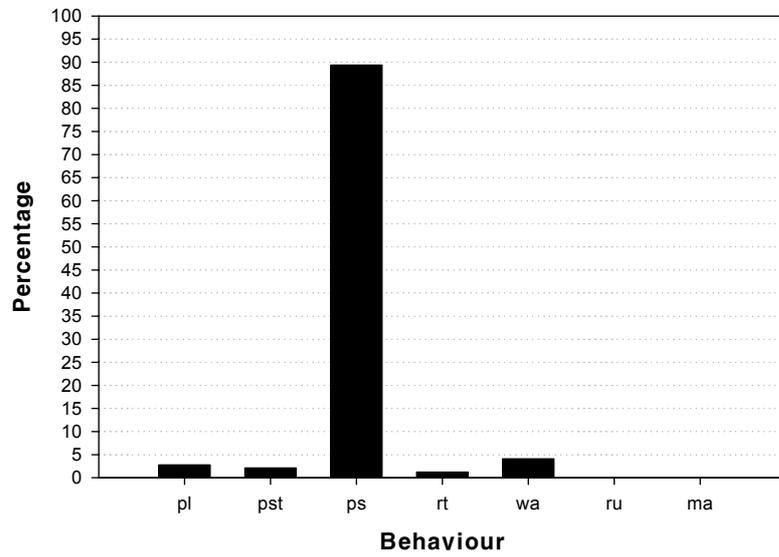


그림 61. 분만중인 자돈의 행동 패턴

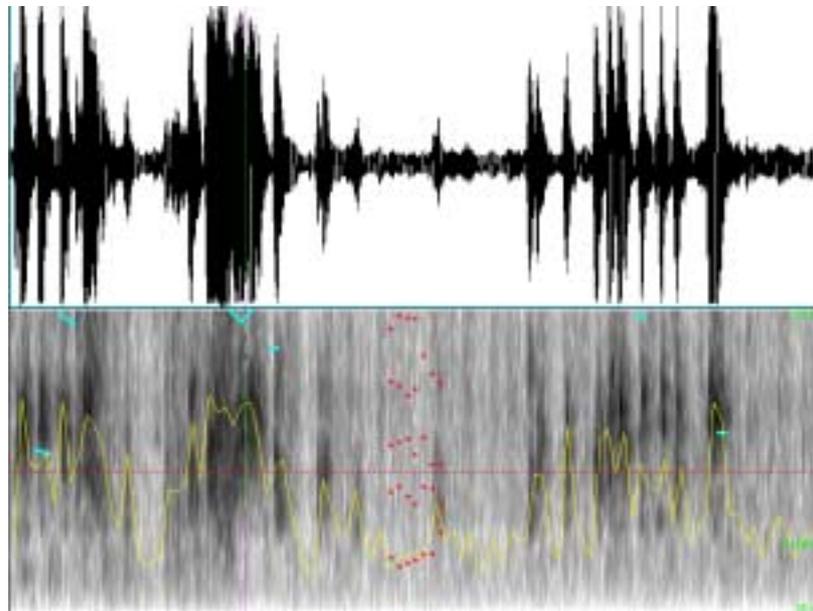


그림 62. 분만중인 자돈의 발성음

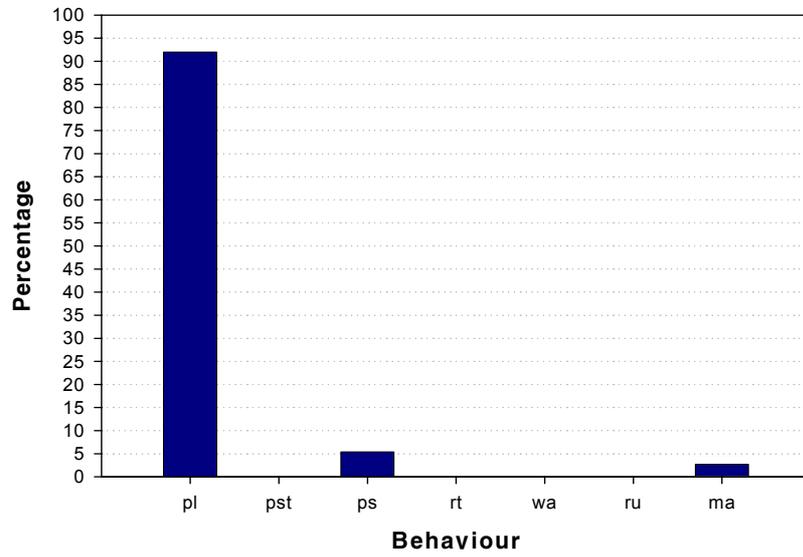


그림 63. 자돈 1일령의 행동 패턴

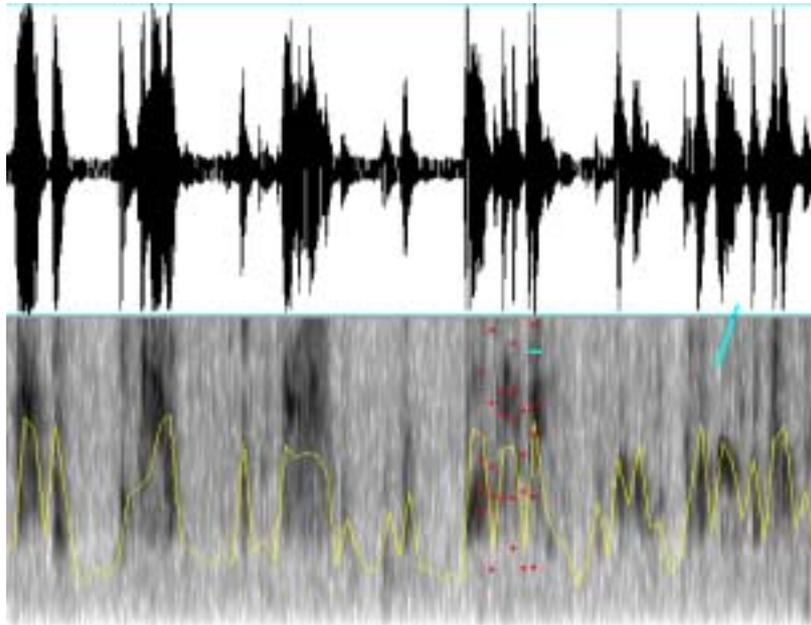


그림 64. 1일령 자돈의 발성음

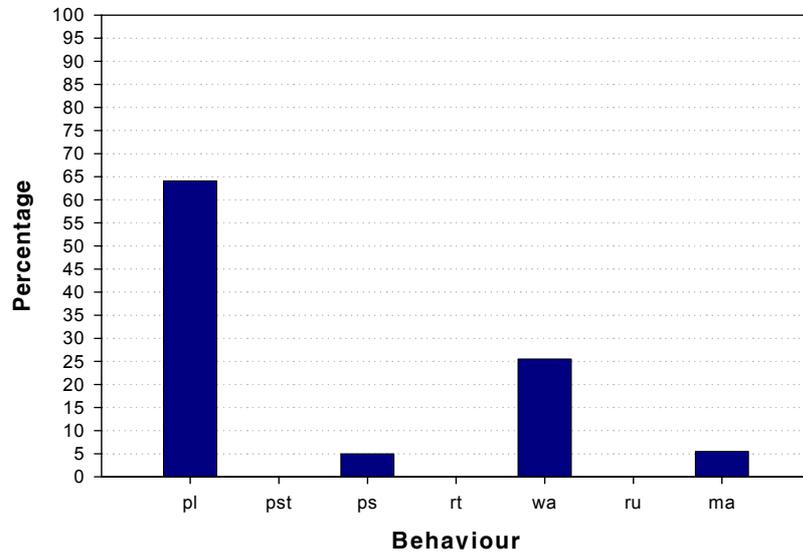


그림 65. 자돈 7일령의 행동 패턴

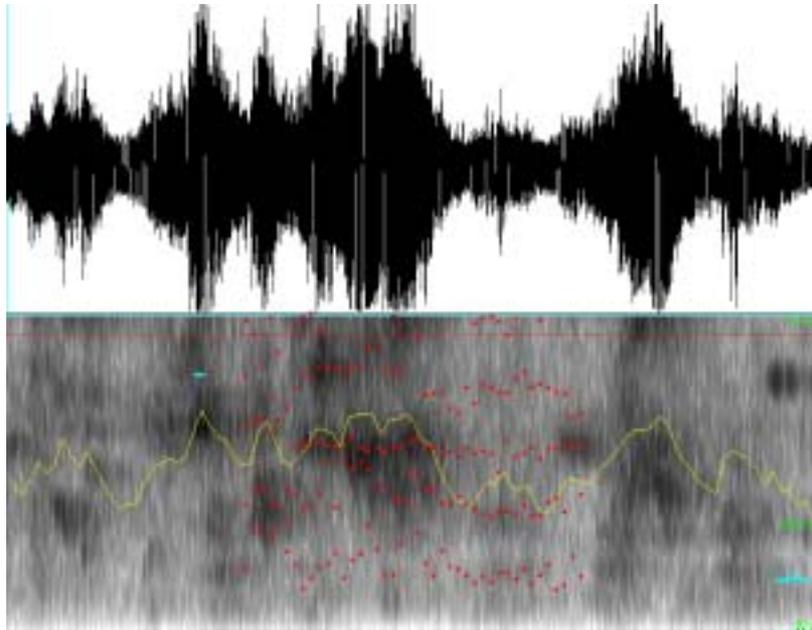


그림 66. 7일령 자돈의 발성음

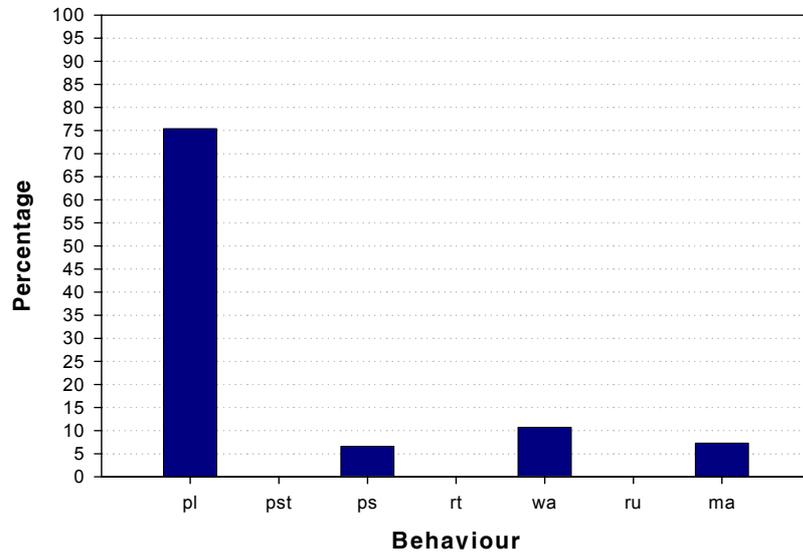


그림 67. 자돈 14일령의 행동 패턴

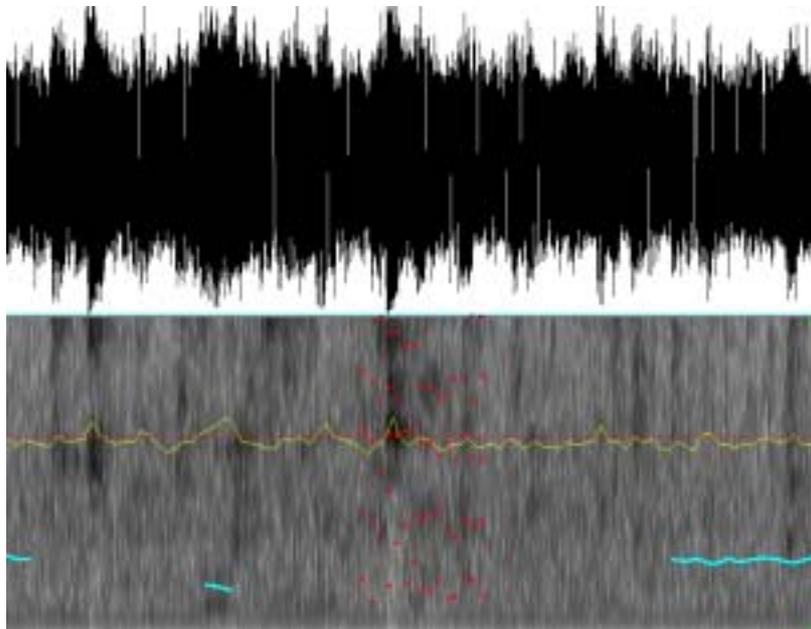


그림 68. 14일령 자돈의 발성음

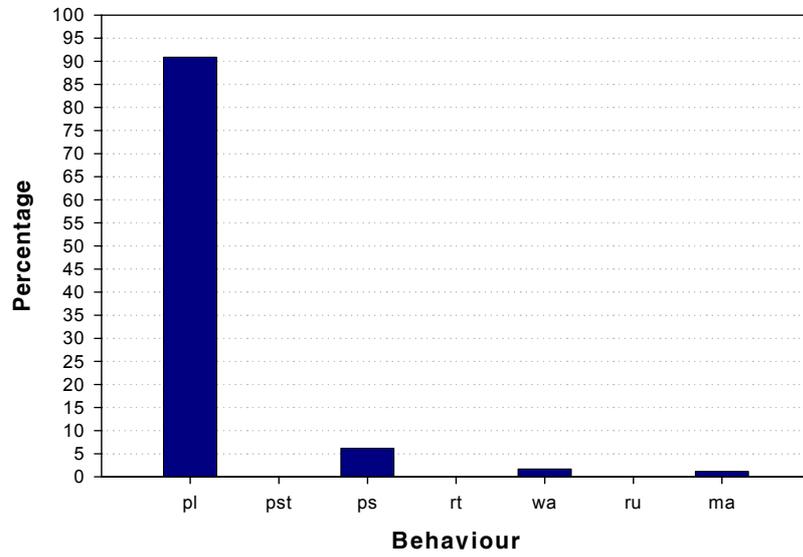


그림 69. 자돈 21일령의 행동 패턴

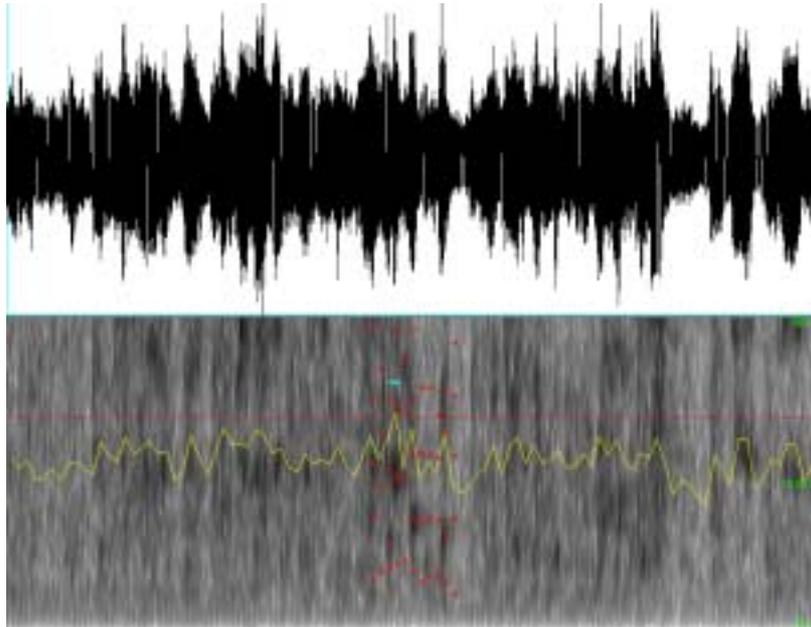


그림 70. 21일령 자돈의 발성음

표 9. 자돈의 발성음의 음향학적 특성

	F1(Hz) ^A	F2	F3 ^B	F4	Duration(ms) ^C	Intensity(dB) ^D	Pitch(Hz) ^E
분만중	1333.22 ±269.80	2278.14 ±146.42	3165.39 ±199.28	4231.14 ±137.54	189.10 ±58.06	82.14 ±2.99	347.24 ±192.22
1일령	1047.33 ±289.05	2087.03 ±266.93	2937.24 ±281.61	3764.78 ±198.69	19.04 ±8.55	68.16 ±6.67	279.65 ±80.83
7일령	977.19 ±121.53	2040.90 ±542.46	2903.66 ±160.81	3980.87 ±318.48	24.38 ±8.84	69.62 ±3.93	144.09 ±134.15
14일령	612.45 ±72.42	1768.26 ±121.99	2888.10 ±233.77	3904.89 ±163.99	39.33 ±15.66	79.64 ±4.29	121.14
21일령	893.64 ±399.94	1959.30 ±391.28	2969.72 ±423.62	4221.17 ±298.25	20.64 ±0.69	76.28 ±3.82	120.67

각 일령 사이에서 각 측정요소들은(A, B, C, D, E) 유의적인 차이가 있다 : P<0.01

3. 수·수포유 행동과 이유 체중의 상관성 연구

가. 연구개발의 접근 방법 및 내용

- 1) 공시동물 : Yorkshire
- 2) 실험 복수 : 총 10복
- 3) 실험 : 무창 축사에서 산자수 9마리 이상, 9마리 이하의 두 그룹으로 배치 한 후 분만 직후부터 1, 7, 20 일령에서 관찰
- 4) 관찰방법 : DAT(digital audio tape)와 Digital camcorder, Time Rapse VCR, CCTV, 적외선 카메라를 이용하여 행동 및 발성음 분석 (발성음 분석 S/W: Canary 1.2.1[®], Dr Speech[®]Pratt[®]).
- 5) 연구항목
 - 자돈 사이의 우세성과 이유시 체중과의 상관성 연구
 - 수유 횟수와 이유시 체중과의 상관성,
 - 포유 횟수와 이유시 체중과의 상관성,
 - 산자수 증감에 따른 자돈의 행동 변화와 이유시 체중과의 상관성

나. 연구개발 결과

본 연구결과를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 자돈 사이의 우세성 평가 후 이유시 상관성 연구

대체적으로 우위성은 초기 3일 정도에 결정된 후 이유 시점까지 유지되는 경향을 보였으나 본 실험에서는 최초에 우위적이라고 평가하여 색칠을 한 개체에 있어서도 그 위치가 항상 확고한 것은 아니었다. 또한 돈군들 사이에서 발생하는 여러 가지 행동들로 인하여 색칠한 부분의 지속성이 오래 유지되지 못하여 반복적인 색칠을 필요로 하였기 때문에 실험에 애로가 많았다.

표 10. 우세 개체의 일령별 체중 (포유 자돈수 : 10두)

일령	우세-1	우세-2	우세-3	TOTAL
7일령	2.82	2.56	2.9	8.28
14일령	3.74	4.16	4.42	12.32
21일령	5.92	5.7	4.98	16.6

표 11. 우세 개체의 일령별 체중 (포유 자돈수 : 9두)

일령	우세-1	우세-2	우세-3	TOTAL
7일령	3.48	3.44	3.26	10.18
14일령	6.3	6.2	5.58	18.08
21일령	7.38	8.56	6.5	22.44



그림 71. 우위에 있는 개체에 색칠을 하여 우위성 지속여부를 평가하는 사진



그림 72. 우위에 있다고 판단되어 색칠을 한 개체의 위치 변동 예



그림 73. 우위에 있다고 판단되어 색칠을 한 개체가 탐색행동을 하고 있는 모습

(2) 수, 포유 간격과 이유시 체중과의 상관성 연구

지나치게 포유 횟수가 많은 것은 이유시 체중에 부정적인 영향을 보이는 것으로 나타났다.

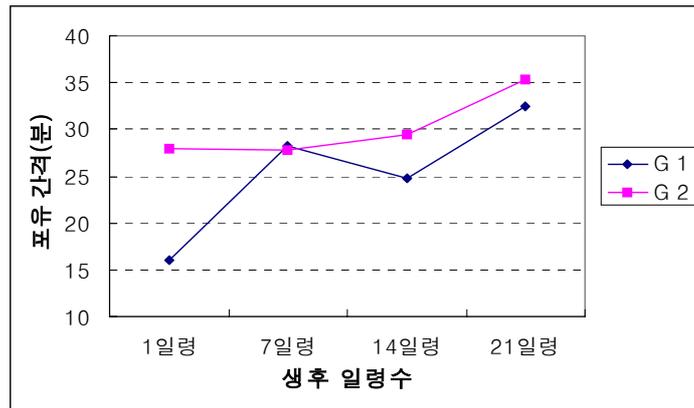


그림 74. Group 1과 Group 2의 포유 간격

(3) 산자수 증감에 따른 자돈의 행동 변화와 이유시 체중과의 상관성 연구

○ 산자수가 감소할수록 이유 체중이 증가되는 경향을 보였다. 7, 14, 21일령에서 체중을 측정하였다.

표 12. 산자수 증감에 따른 이유시 체중과의 상관성 (단위: kg, 평균값)

산자수	7일	14일	21일
Group 1 (10두)	24.18	36.3	40.68
Group 2 (9두)	26.48	46.26	67.48

* 본 실험의 행동 관찰 중에 사용한 행동 코드를 아래에 나타내었다
 (본 3차 년도의 nr 즉 수유행동은 1두의 자돈이라도 어미의 젖을 빠는 경우 이는 nr
 로 간주한 것임).

표 13. Initial word of behaviors(sow)

Initial word	behavior	Initial word	behavior
sit	sit	ls	Lie side
st	stand	nr	Lie side + grunt
g	(stand + lie udder) grunt	lu	Lie udder
fd	feeding	dr	drinking
bt	biting		

표 14. Initial word of behaviors(piglet)

Initial word	behavior	Initial word	behavior
slp	sleep	wa	walking
pst	stand	ru	running
ps	piglet suckling	ma	massage
rt	rooting	psi	piglet sit
us	under the sow		

○ 산자수에 따른 자돈과 모돈의 행동 변화

Group 1은 산자수가 평균 11두이었으며, group 2는 산자수가 평균 7두이였다.

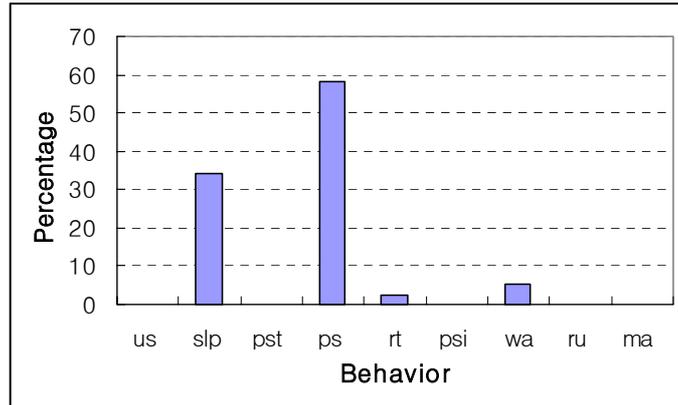


그림 75. Group 1의 생후 1일령 자돈의 행동 패턴

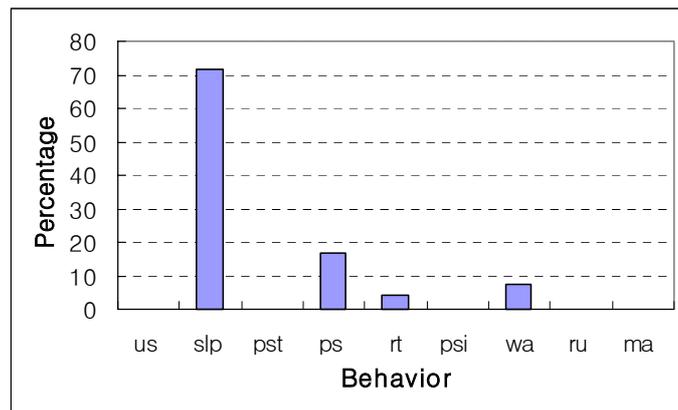


그림 76. Group 1의 생후 7일령 자돈의 행동 패턴

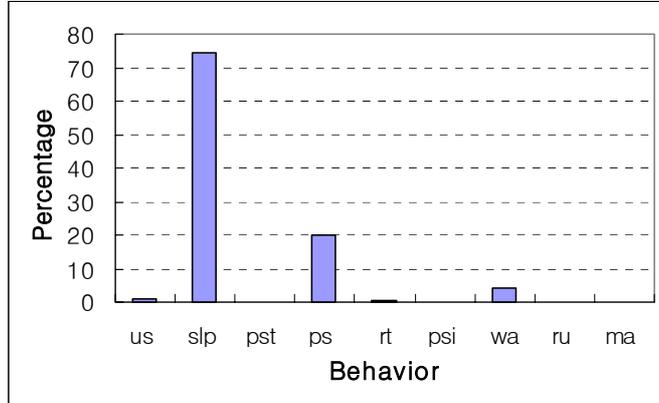


그림 77. Group 1의 생후 14일령 자돈의 행동 패턴

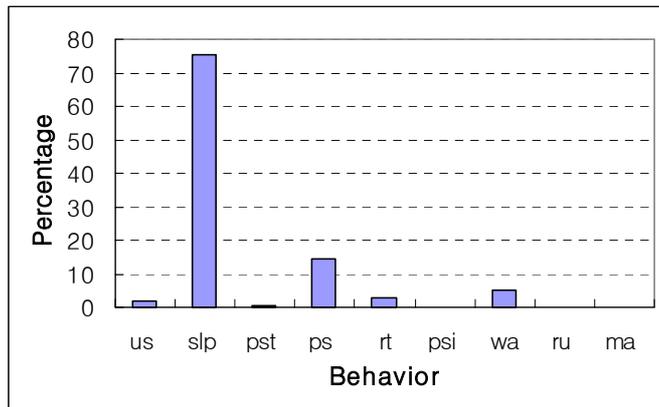


그림 78. Group 1의 생후 21일령 자돈의 행동 패턴

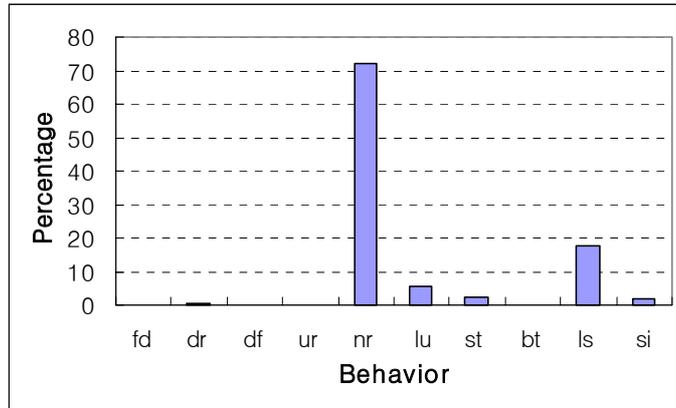


그림 79. Group 1의 분만 1일경 모돈의 행동 패턴

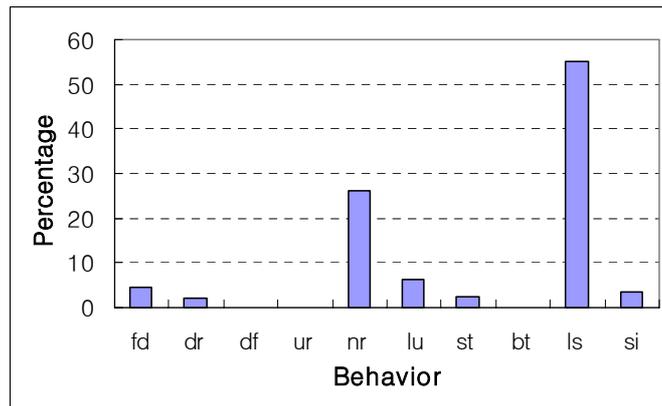


그림 80. Group 1의 분만 7일경 모돈의 행동 패턴

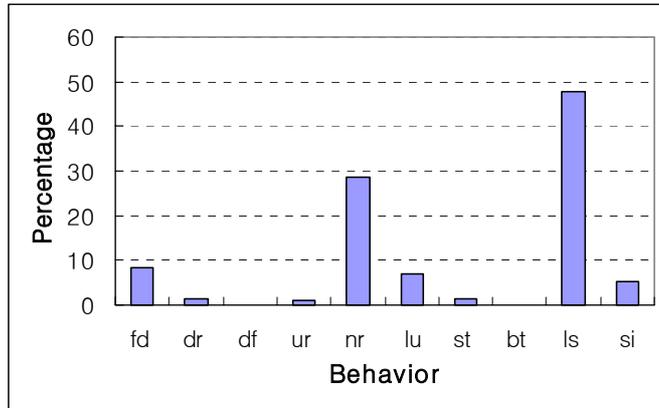


그림 81. Group 1의 분만 14일경 모돈의 행동 패턴

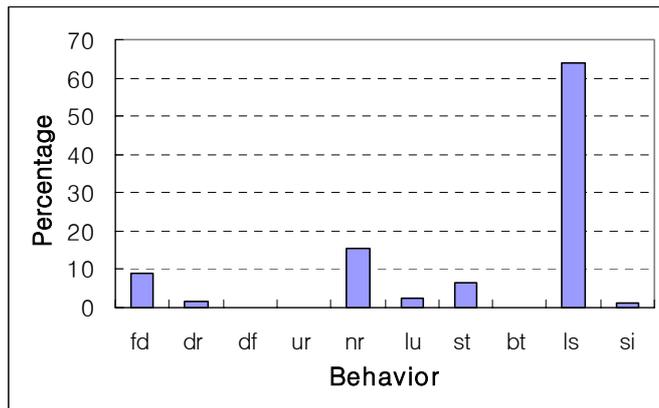


그림 82. Group 1의 분만 21일경 모돈의 행동 패턴

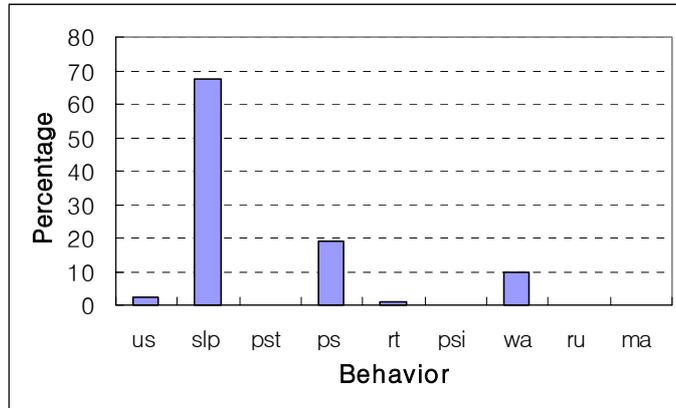


그림 83. Group 2의 분만 1일령 자돈의 행동 패턴

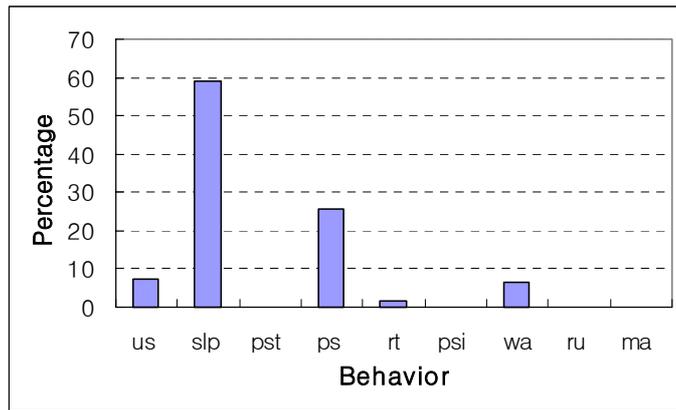


그림 84. Group 2의 생후 7일령 자돈의 행동 패턴

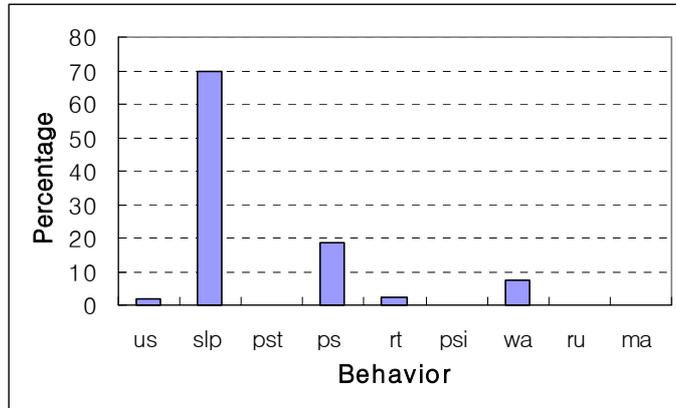


그림 85. Group 2의 생후 14일령 자돈의 행동 패턴

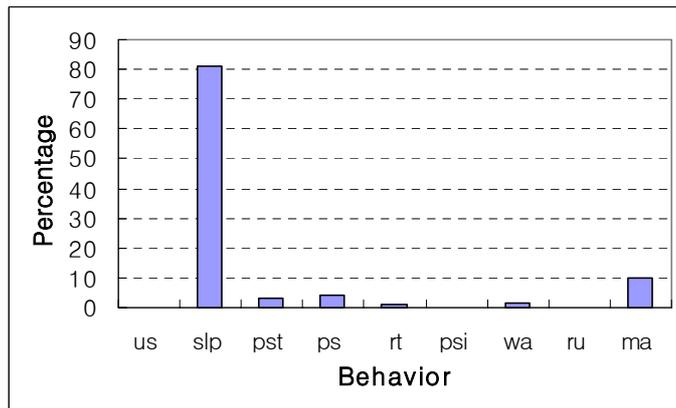


그림 86. Group 2의 생후 21일령 자돈의 행동 패턴

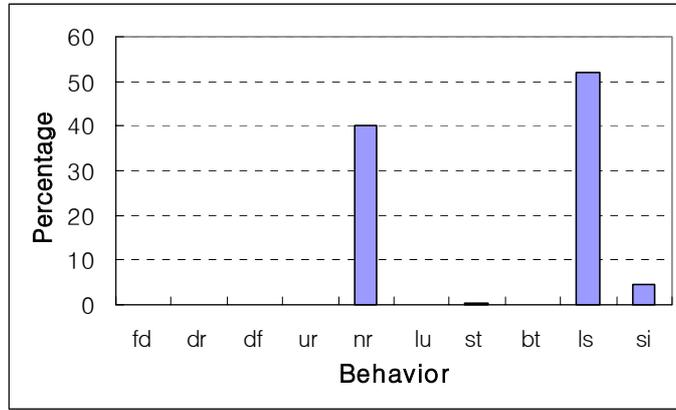


그림 87. Group 2의 분만 1일경 모돈의 행동 패턴

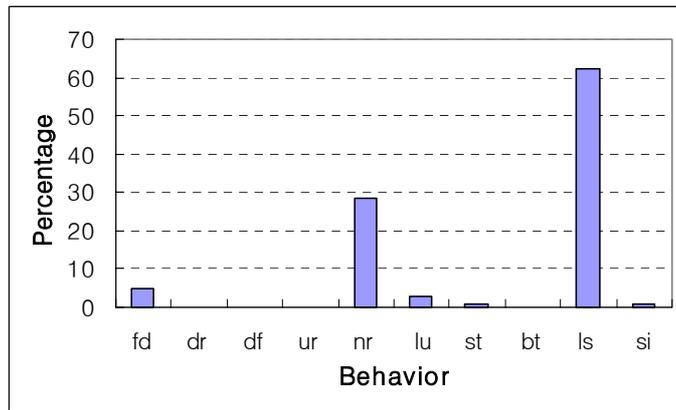


그림 88. Group 2의 분만 7일경 모돈의 행동 패턴

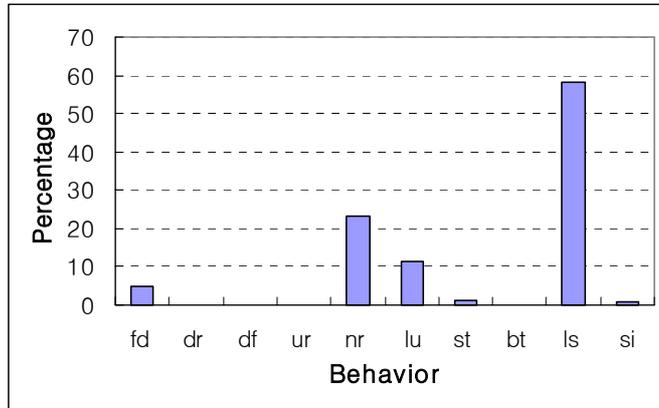


그림 89. Group 2의 14일경 모돈의 행동 패턴

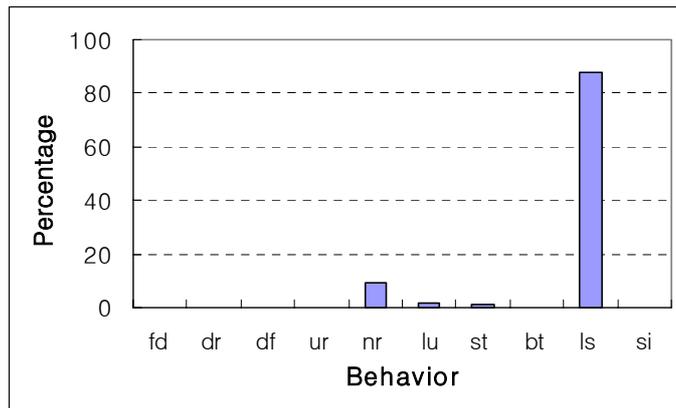


그림 90. Group 2의 분만 21일경 모돈의 행동 패턴

제 2 절 세부2과제 : 수·포유 행동 제어용 sound chip 개발 및 실용화

1. 수·포유 행동 제어용 소리 설정에 관한 연구

가. 연구개발의 접근 방법 및 내용

1) 동물의 행동제어에 이용되고 있는 소리

각종 동물의 행동제어에 이용되고 있는 소리에 대하여 문헌연구를 실시하였다.

2) 돼지의 수·포유 행동시 발성음 분류

모돈과 자돈이 수·포유 행동을 할 때 Digital camcorder를 이용하여 수·포유 행동시의 발성음을 수집한 후 Canary 1.2[®], Doctor speech[®], 그리고 , Pratt[®]을 이용하여 분류하였다.

3) 1차적 수·포유 행동 제어용 소리 설정

문헌연구와 수·포유 발성음 분류 결과를 기초로 1차적 수·포유 행동 제어용 소리를 설정하였다.

4) 1차적 수·포유 행동 제어용 소리별 자극 및 반응 실험

포유자돈 1일령, 7일령, 14일령을 기준으로 LY 품종 경산돈(3산, 4산)을 각각 4복씩 총 12복을 공시하였다.

5) 수·포유행동을 육안으로 확인한 후 15분후, 20분후, 25분후, 30분후에 소리자극을 하였다. 이때 행동 녹화는 Digital-Camcorder, Time Rapse-VCR, 적외선 카메라를 이용하여 하였으며, 발성음 분석은 Canary 1.2.1[®], Dr Speech[®], 그리고 Pratt[®]을 이용하여 실시하였다. 행동에 대한 통계처리는 SPSS 통계 패키지를 이용하여 실시하였으며, 처리구간의 유의성 검정은 윌콕슨부호순위검정법을 이용하여 실시하였다.

6) 최종 수·포유 행동 제어용 소리 설정

1차적 행동 제어용 소리의 자극에 의하여 나타난 행동 및 발성음 등을 분석한 결과를 기초로 행동제어용 최종 수·포유 행동 제어용 소리를 설정하였다.

나. 연구개발 결과

1) 동물의 행동제어에 이용되고 있는 소리

문헌연구 결과(Pryor, 1985)에 의하면, 돌고래, 고양이, 개, 말 등의 행동제어에 그림 91의 클릭사운드(click sound)를 이용하고 있는 것으로 조사되었다.

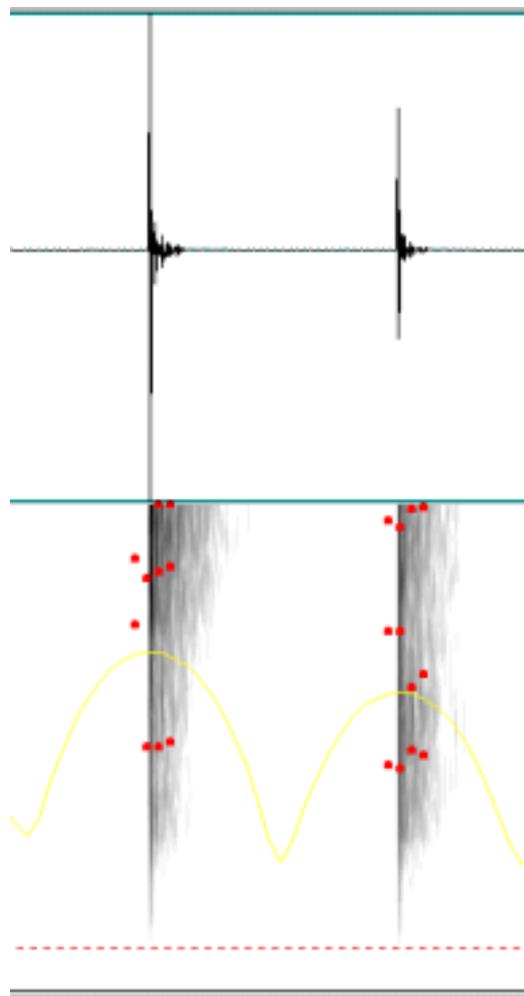


그림 91. 동물의 행동제어에 이용되고 있는 click sound

2) 수·포유 발성음의 분류

가) 모돈이 젖을 먹으라고 자돈을 부르는 발성음

그림 92는 모돈이 젖을 먹으라고 자돈을 부르는 소리의 일례로, 수·포유행동이 동기화되어 있는 여러 복의 돼지 수·포유행동을 효과적으로 제어하기 위해서는 이 소리가 포함되는 것이 타당하다고 판단된다.

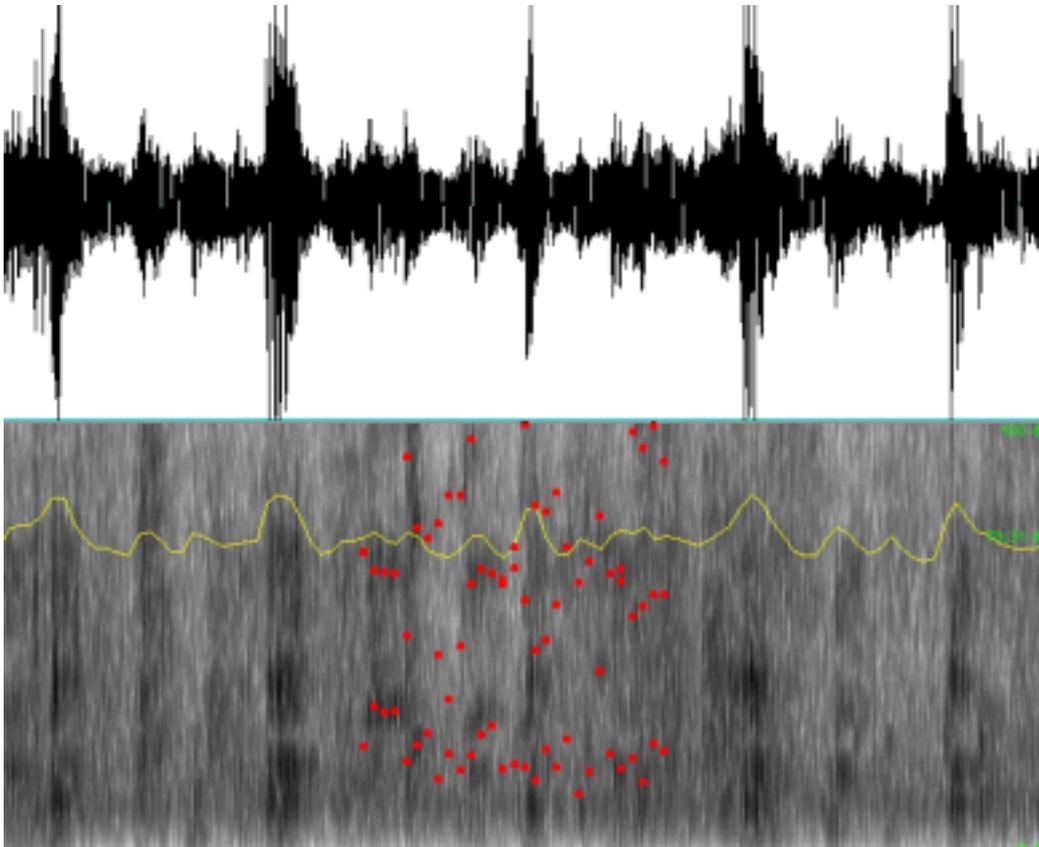


그림 92. 모돈이 젖을 먹으라고 자돈을 부르는 발성음

나) 수·포유시 모돈과 자돈의 발성음

그림 93은 수·포유시 모돈과 자돈의 소리의 일례이며, 이 소리에는 모돈이 젖 분비하기 직전에 발생하는 피크(peak)의 꿀꿀소리(grunt)와 자돈의 깹깹소리(squeal)가 포함되어 있어 수·포유행동을 유발시키는데 효과적일 것으로 판단된다.

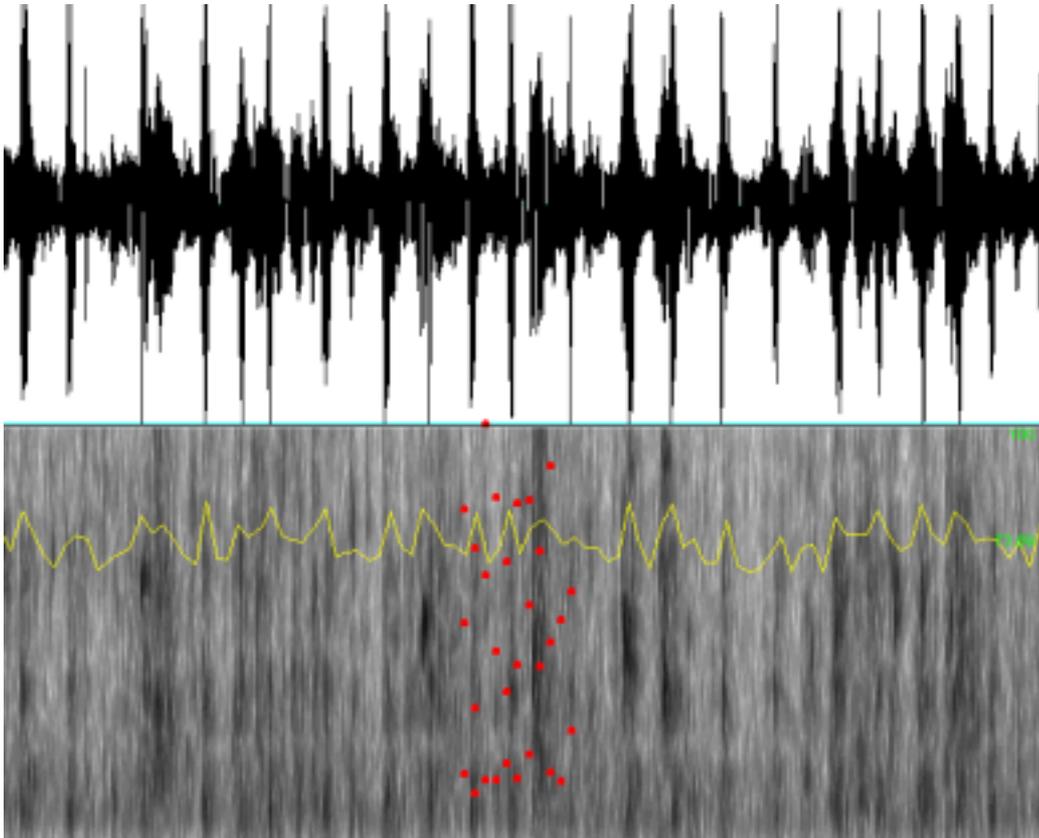


그림 93. 수·포유시 모돈과 자돈의 발성음

3) 1차적 수·포유 행동 제어용 소리 설정

가) 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음

모돈이 젖을 주기 위해 자돈을 부르는 소리, 피크의 꿀꿀소리(rapid grunt), 자돈의 깹깹소리(squeal)가 혼합되어 있는 소리(그림 94)가 수·포유행동을 유발시키는데 효과적이라는 가정하에 이를 자극용 소리로 설정하였다.

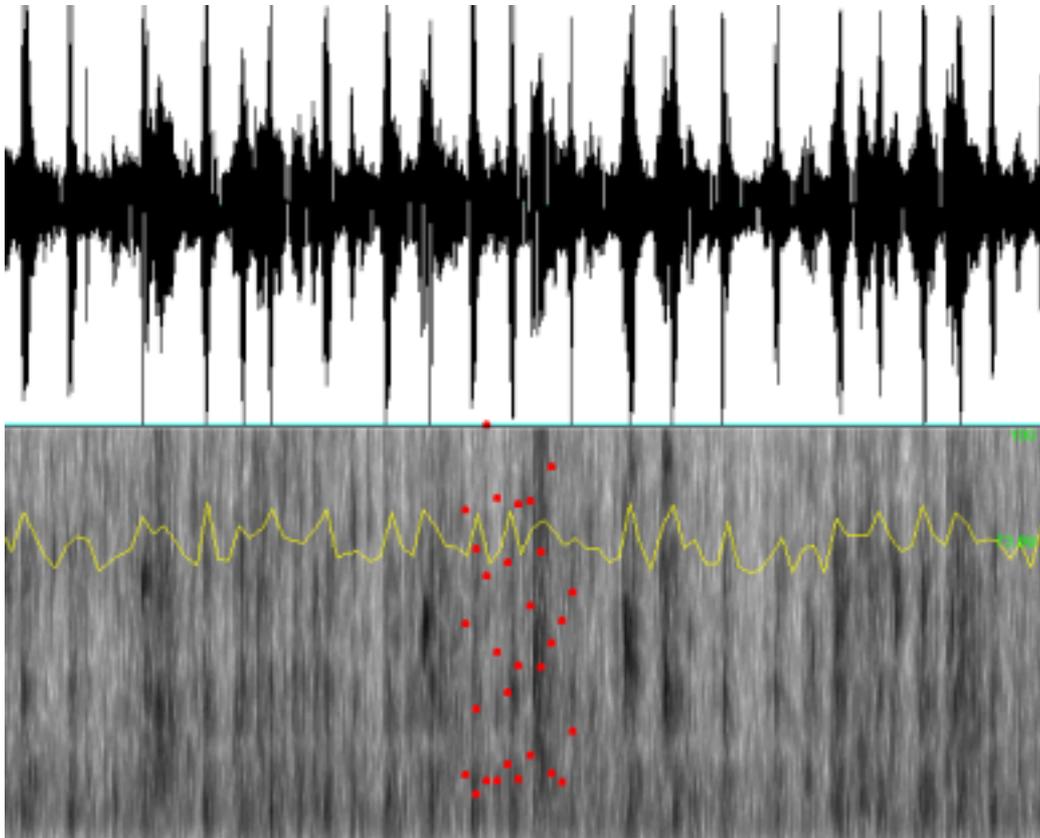


그림 94. 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음

나) 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음과 click sound의 합성음

그림 94의 수·포유시 발생음도 수·포유행동을 유발시키는데 효과적인 것으로 판단되고 또한 문헌연구 결과 click sound도 동물행동제어에 효과적인 것으로 나타났기 때문에 그림 95와 같이 수·포유시 발생음에 click sound를 추가한 합성음을 수·포유 행동제어용 소리로 설정하였다.

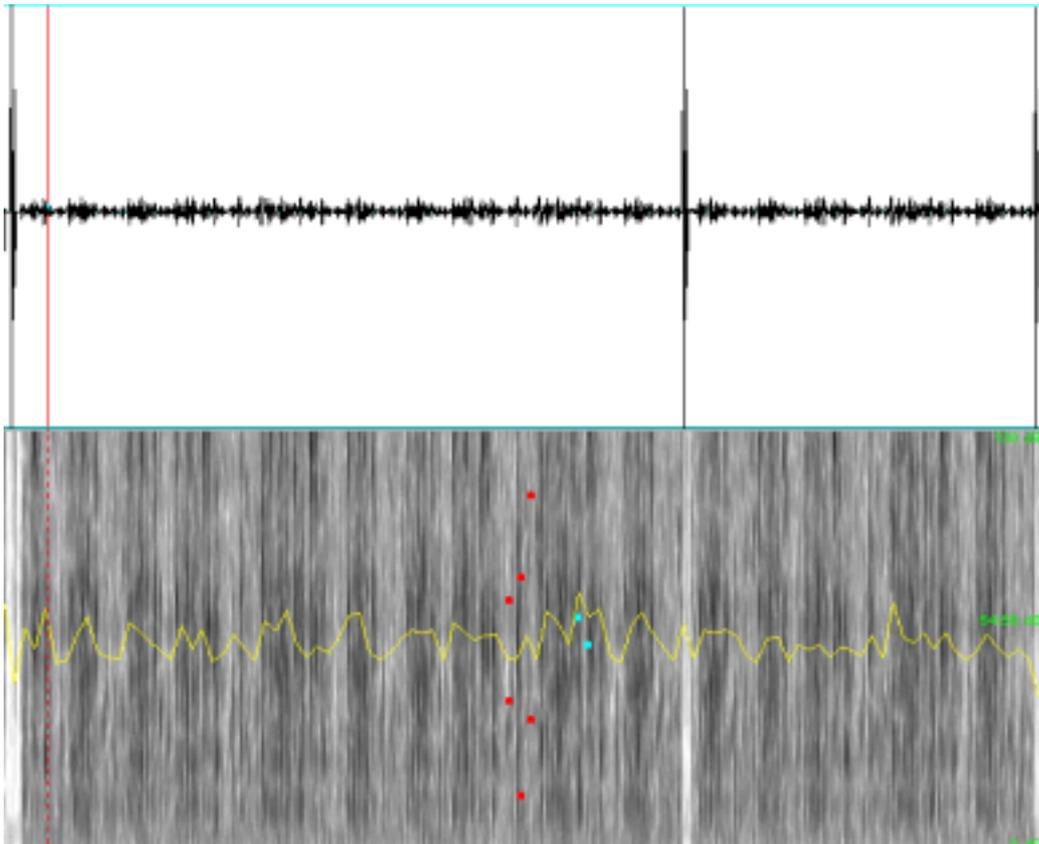


그림 95. 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음과 click sound의 합성음

4) 1차적 수·포유 행동 제어용 소리별 자극실험 결과

그림 94와 그림 95의 소리를 가지고 일령별로 자극실험을 한 결과는 그림 96부터 그림 101까지와 같다.

수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음으로 자극을 했을 때보다 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음과 click sound의 합성음으로 자극을 했을 때가 7일령과 14일령의 자돈의 행동에서 massage행동이 높게 나타났다($p>0.05$).

자극소리에 관계없이 일령이 증가함에 따라 자돈의 massage행동이 증가하는 경향이 있었다($p>0.05$).

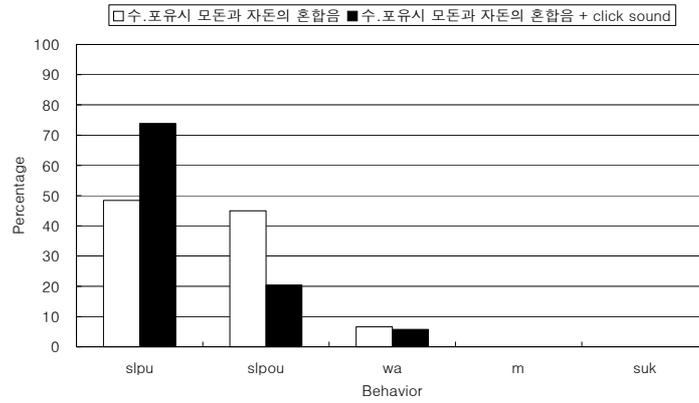
일령에 관계없이 수·포유 30분 후에 소리자극을 한 경우가 수·포유 20분 후와 25분 후에 소리자극을 한 경우에 비하여 자돈의 massage행동이 많이 나타났다($p>0.05$).

1일령 포유자돈의 모돈의 경우에는 소리자극에 거의 반응하지 않은 반면에 7일령과 14일령 포유자돈의 모돈은 누워있는 상태에서 서거나 앉는 비율이 증가하였다($p<0.05$). 특히 7일령과 14일령의 모돈에 있어서 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음으로 자극한 구의 누워있는 행동 비율에 비하여 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음과 click sound의 합성음으로 자극한 구의 누워있는 행동(Is) 비율이 낮게 나타났다($p<0.05$).

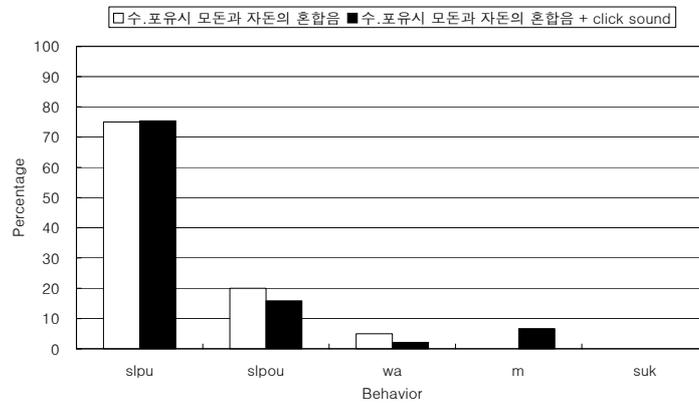
이상의 결과를 종합해 볼 때, 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음으로 자극하는 것보다는 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음과 click sound의 합성음으로 자극하는 것이 더 수·포유 행동을 제어하는데 효과적일 것으로 예상된다.

5) 최종 수·포유 행동 제어용 소리 설정

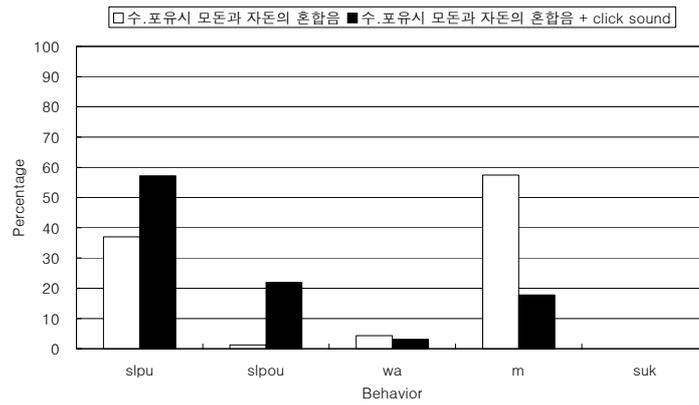
1차적 행동 제어용 소리를 가지고 자극실험한 결과, 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음으로 자극하는 것보다는 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음과 click sound의 합성음으로 자극하는 것이 더 수·포유 행동을 제어하는데 효과적일 것으로 예상되었기 때문에 수·포유시 모돈과 자돈의 혼합음과 click sound의 합성음을 최종 수·포유 행동 제어용 소리로 설정하였다.



a) 수·포유 20분 후

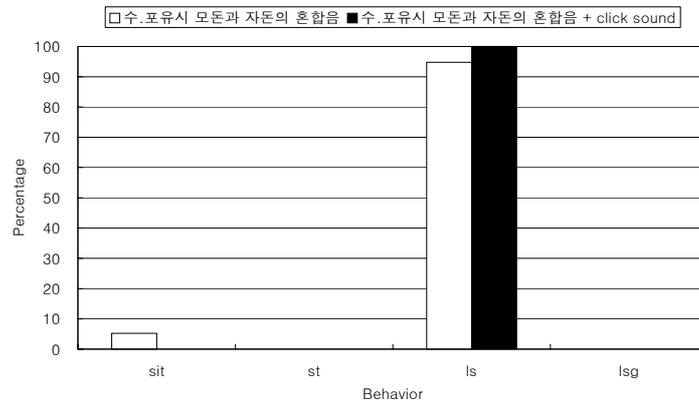


b) 수·포유 25분 후

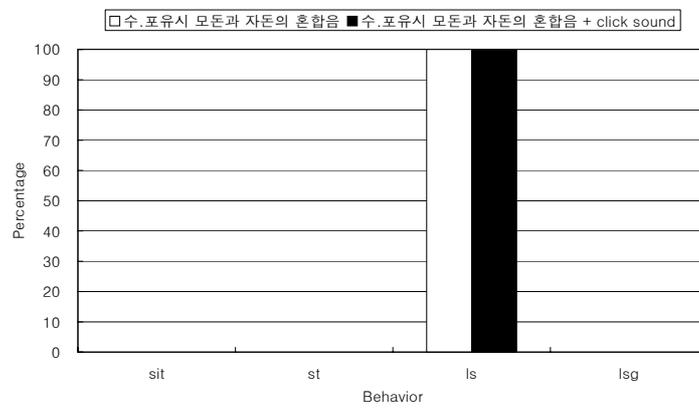


c) 수·포유 30분 후

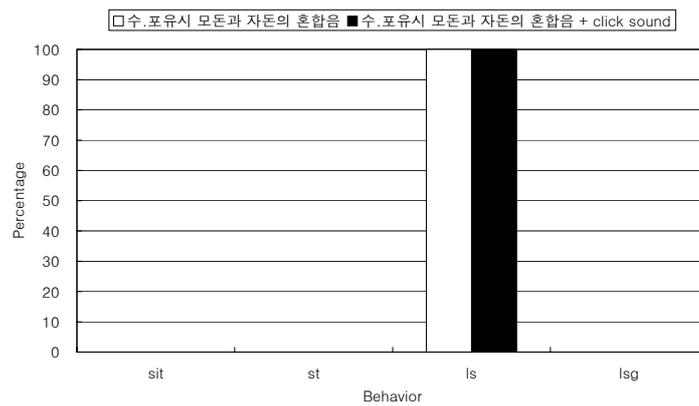
그림 96. 소리자극시 1일령인 포유자돈의 행동특성



a) 수 · 포유 20분 후

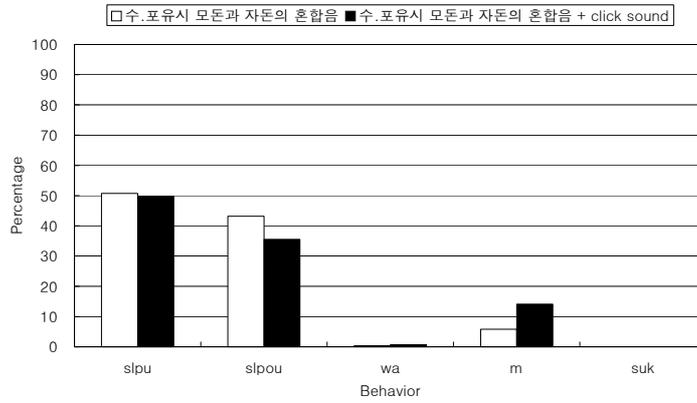


b) 수 · 포유 25분 후

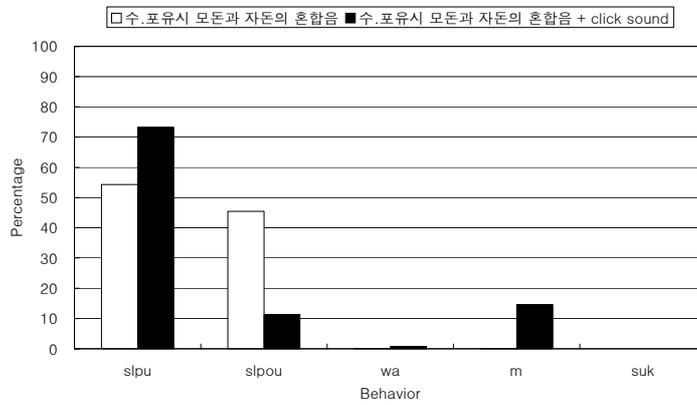


c) 수 · 포유 30분 후

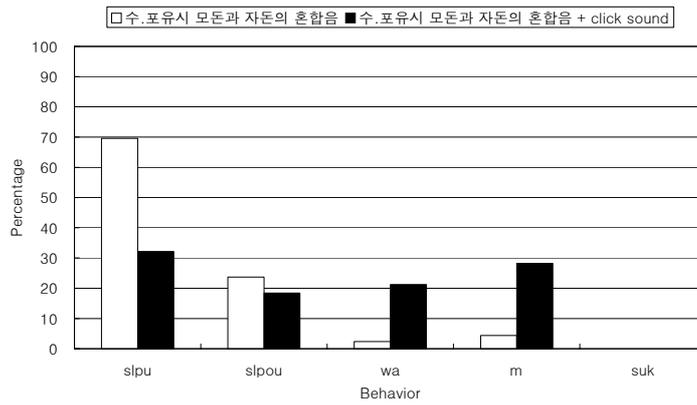
그림 97. 소리자극시 1일령 포유자돈의 모돈 행동특성



a) 수·포유 20분 후

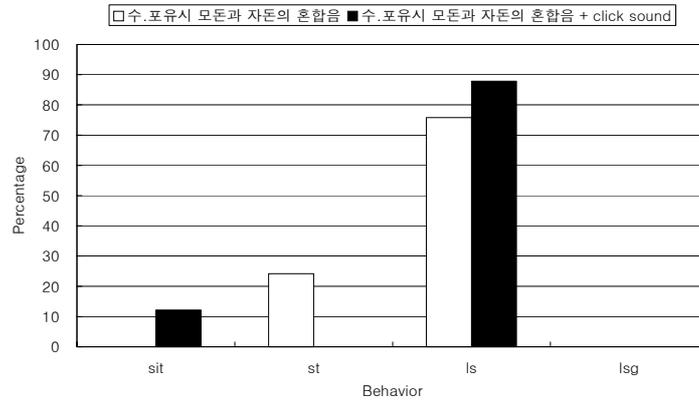


b) 수·포유 25분 후

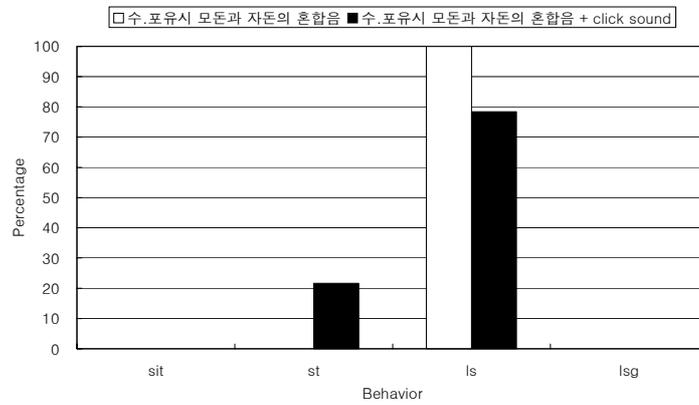


c) 수·포유 30분 후

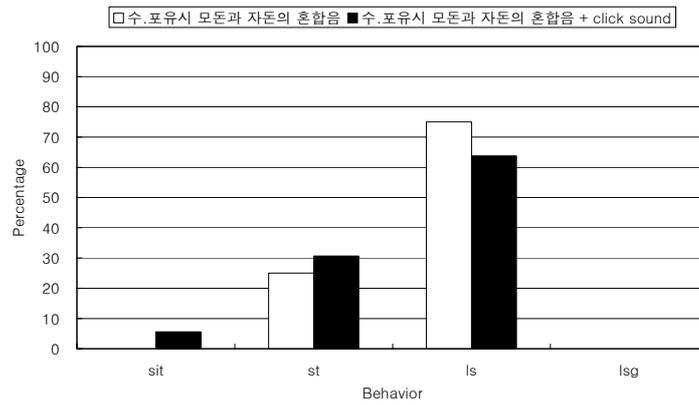
그림 98. 소리자극시 7일령인 포유자돈의 행동특성



a) 수 · 포유 20분 후

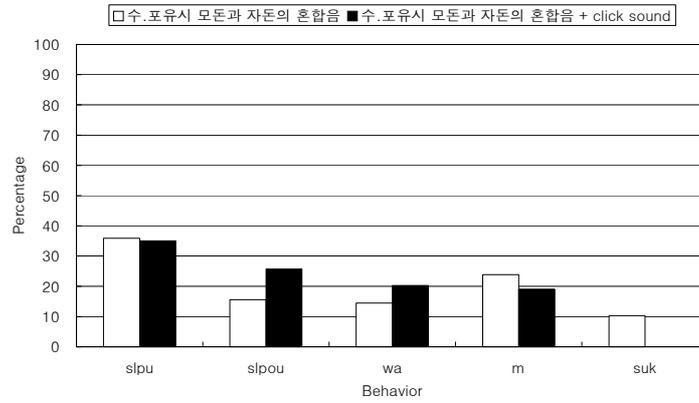


b) 수 · 포유 25분 후

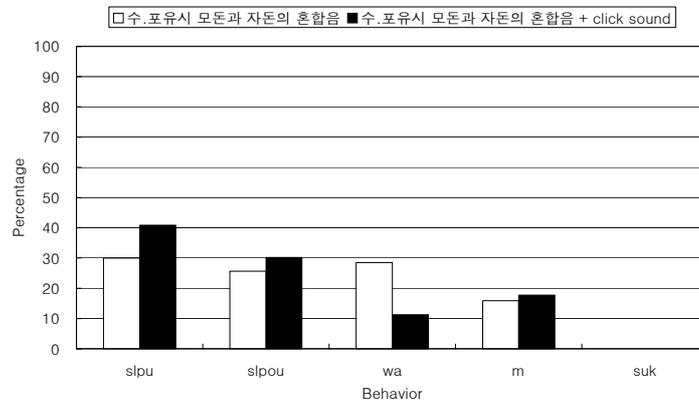


c) 수 · 포유 30분 후

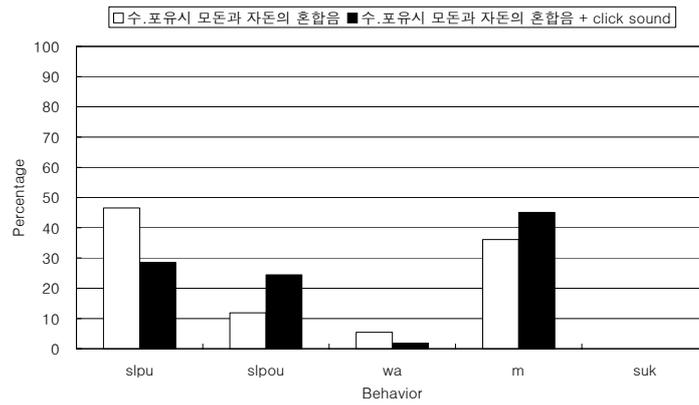
그림 99. 소리자극시 7일령 포유자돈의 모돈 행동특성



a) 수 · 포유 20분 후

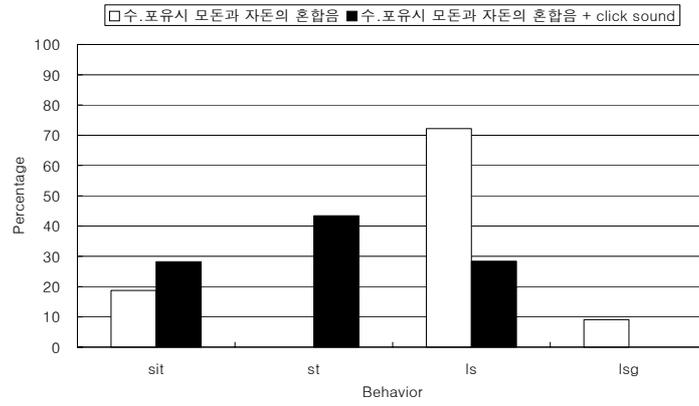


b) 수 · 포유 25분 후

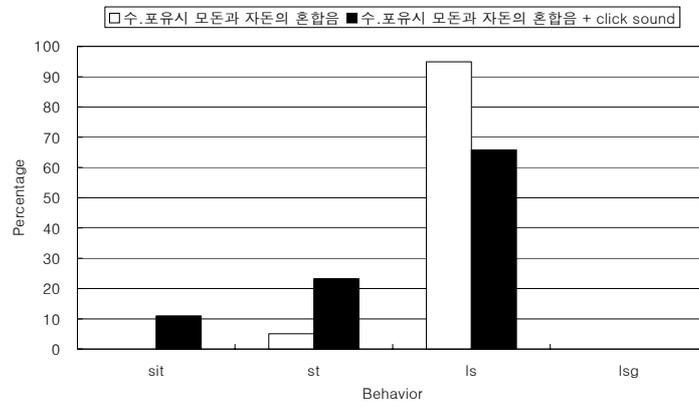


c) 수 · 포유 30분 후

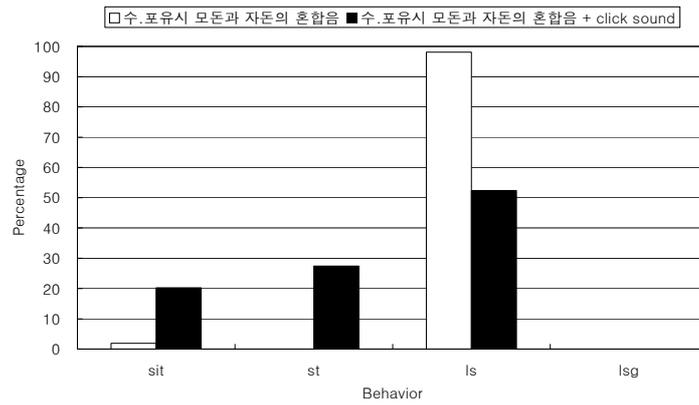
그림 100. 소리자극시 14일령인 포유자돈의 행동특성



a) 수 · 포유 20분 후



b) 수 · 포유 25분 후



c) 수 · 포유 30분 후

그림 101. 소리자극시 7일령 포유자돈의 모돈 행동특성

2. 수·포유 행동 제어용 소리가 모돈과 자돈에게 미치는 영향

가. 연구개발의 접근 방법 및 내용

1) 제어변수 설정

그림 102와 같이 수·포유시 나타내는 발성음과 click sound를 이용하여 혼합음을 만들었으며, duration을 90초로 하여서 수·포유 행동 제어용 소리로 활용하였다. 또한 interval time과 dB을 제어 변수로 설정하였다.

2) PC제어용 S/W 작성

정확한 interval time의 제어를 위하여 그림 103과 같이 Labwindows/CVI언어를 사용하여 S/W를 작성한 다음 PC를 이용하여 실험하였다.

3) 1차 소리자극 실험

interval time의 영향에 대한 평가를 하기 위하여 interval time을 35분, 40분, 45분의 3수준, dB의 영향에 대한 평가를 하기 위하여 dB을 72dB, 75dB, 78dB의 3수준으로 3×3로 실험을 설계하였으며, 각 수준별 6복과 대조구 6복으로 총 60복(Landrace × Yorkshire)을 공시하였다.

4) 소리자극의 최적 조건 설정

1차 실험 결과를 기초로 최적 조건을 설정하였다.

5) 2차 소리자극 실험

설정된 최적 조건을 가지고 대조구 6복과 실험구 6복 총 12복(Landrace × Yorkshire)을 공시하여 2차 소리자극 실험을 하였으며, 수·포유 행동, 일령별 수·포유 횟수, 이유체중 및 일당증체량, 압사율 및 발정재귀일 등을 분석하였다.

6) 통계분석

수·포유 행동, 일령별 수·포유 횟수, 이유체중 및 일당증체량, 발정재귀일에 대한 유의성 검정은 SAS 통계 패키지의 GLM방법을 이용하여 실시하였으며, 압사율에 대한 유의성 검정은 Pearson's Chi-square방법을 이용하여 실시하였다.

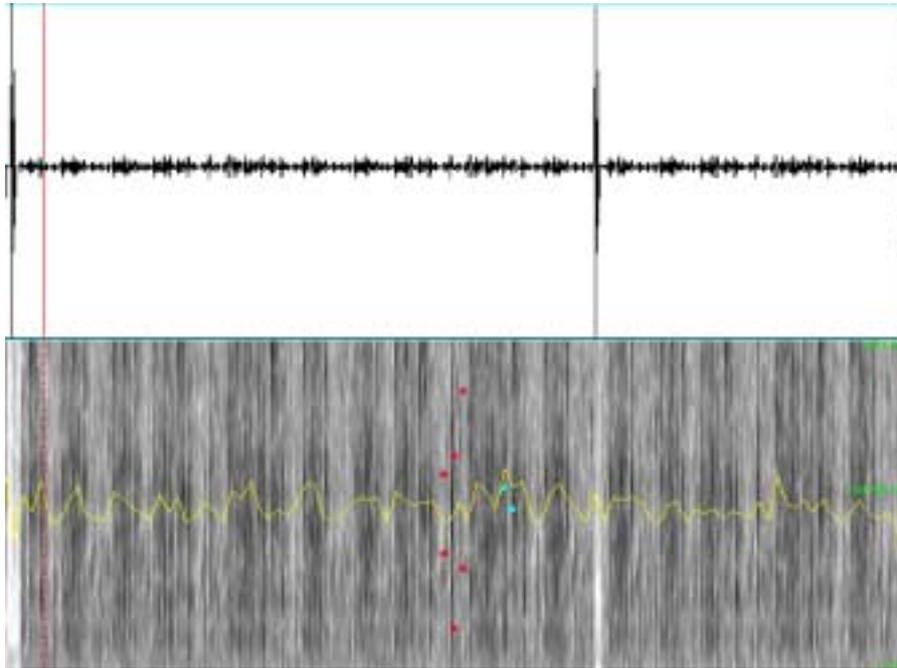


그림 102. 수·포유시 나타내는 발성음과 click sound의 혼합음(duration : 90s)

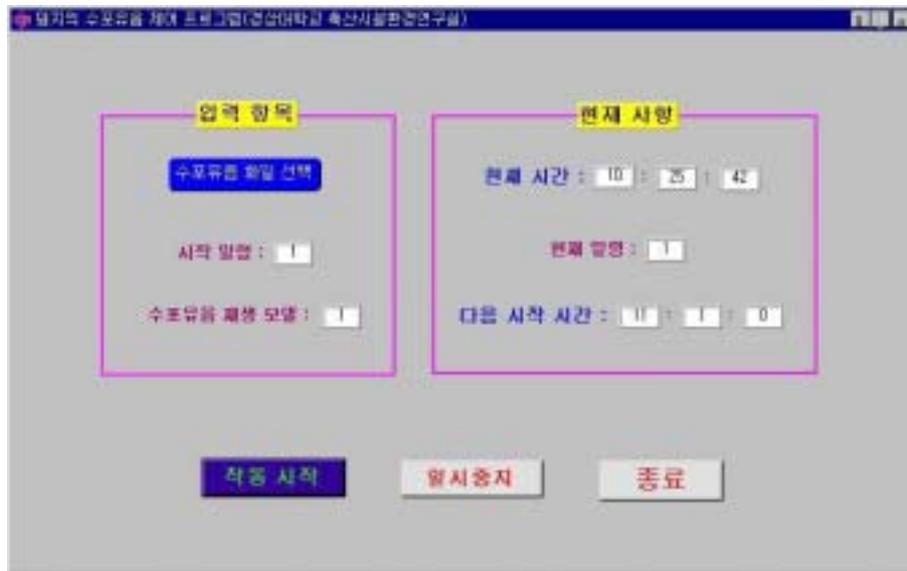


그림 103. 돼지의 수·포유음 제어 프로그램

나. 연구개발 결과

1) 1차 소리자극 실험 결과

1차 소리자극 실험은 interval time을 35분, 40분, 45분의 3수준, dB을 72dB, 75dB, 78dB의 3수준으로 3×3로 실시하였으며, 그 결과는 그림 104 및 표 15와 같다.

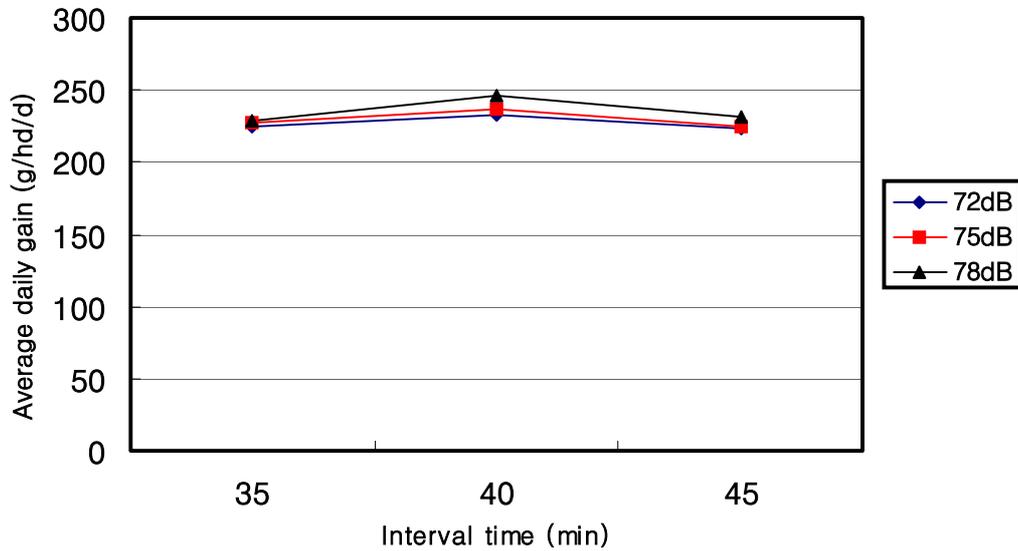


그림 104. Interval time과 음압에 따른 포유자돈의 일당증체량 변화

그림 104와 표 15에서처럼 40분 78dB로 자극을 하였을 때 가장 일당증체량이 높았기 때문에 ($p < 0.05$) 소리자극에 있어서 40분 78dB로 자극하는 것이 최적 조건인 것으로 판단된다.

표 15. Interval time과 음압에 따른 포유자돈의 일당증체량

Interval time (min)	35			40			45			Control
	72	75	78	72	75	78	72	75	78	
ADG (g/hd/d)	225.5 ±21.1 ^b	227.2 ±14.3 ^b	229.5 ±15.7 ^b	233.2 ±14.8 ^{ba}	237.0 ±30.2 ^{ba}	246.4 ±8.0 ^a	223.3 ±21.4 ^b	224.4 ±13.2 ^b	232.4 ±13.2 ^{ba}	219.2 ±17.2 ^b

ADG : average daily gain.

a, b : p<0.05.

2) 2차 소리자극 실험 결과

1차 소리자극 실험에서 얻어진 결과에 의하여 최적 조건으로 설정된 interval time 40분과 78dB으로 대조구 6복과 실험구 6복 총 12복(Landrace × Yorkshire)을 공시하여 실험하였다.

일당증체량을 분석한 결과, 그림 105와 같이 소리자극구(SSG)는 248.3 ± 243.0 g/hd/d, 대조구(CG)는 227.5 ± 202.1 g/hd/d로 대조구에 비하여 실험구에서 높게 나타났다(p<0.05).

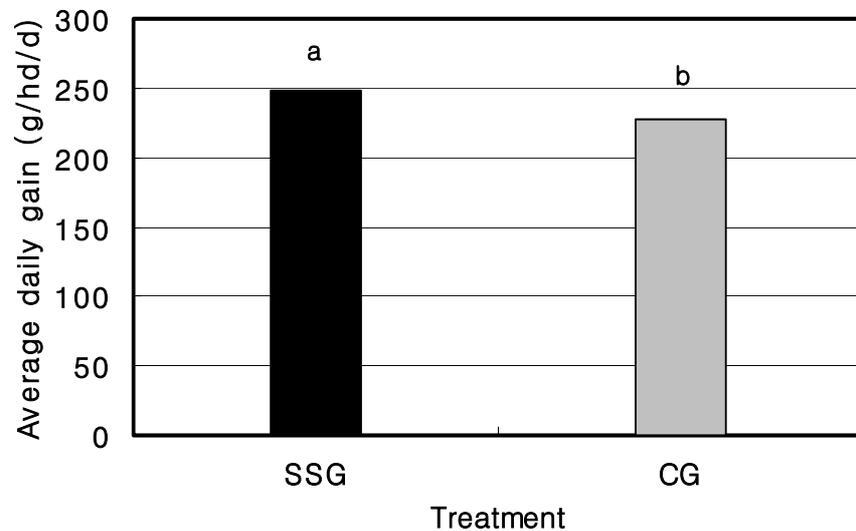


그림 105. 최적조건의 소리자극구와 대조구의 일당증체량
a, b : $p < 0.05$

그림 106은 일령별 포유행동의 간격을 나타낸 것으로 소리자극구와 대조구 모두 포유행동의 간격이 분만 후 7일령까지 줄어들었다가 증가하는 경향을 보였다.

분만 후 1일령에는 소리자극구와 대조구간의 차이가 거의 없는 것으로 나타났으며, 분만 후 7일령 소리자극구에서 포유 행동의 간격은 평균 40.8분이었으며, 대조구에서 포유 행동의 간격은 평균 48.2분으로 대조구에 비하여 소리자극구간의 수·포유 간격이 줄어드는 경향을 보였다.

이처럼 분만 후 1일령에서는 포유 행동의 간격이 소리자극구와 대조구간에 크게 차이가 없다가 분만 후 7일령에서 포유 행동의 간격이 소리자극구에서 짧아진 이유는 소리자극구간의 포유자돈들이 소리자극에 의하여 학습되어가며 효과가 나타난 것으로 생각된다.

이유일령이 가까워질수록 소리자극구와 대조구 모두 수·포유간격이 늘어났지만 대조구에 비하여 소리자극구의 포유 행동의 간격이 대조구에 비하여 짧게 나타났으며 분만 후 일령별로 소리자극구의 포유 행동의 간격이 대조구보다 짧게 나타나는 경향을 보이는 결과가 나타났다($p > 0.05$).

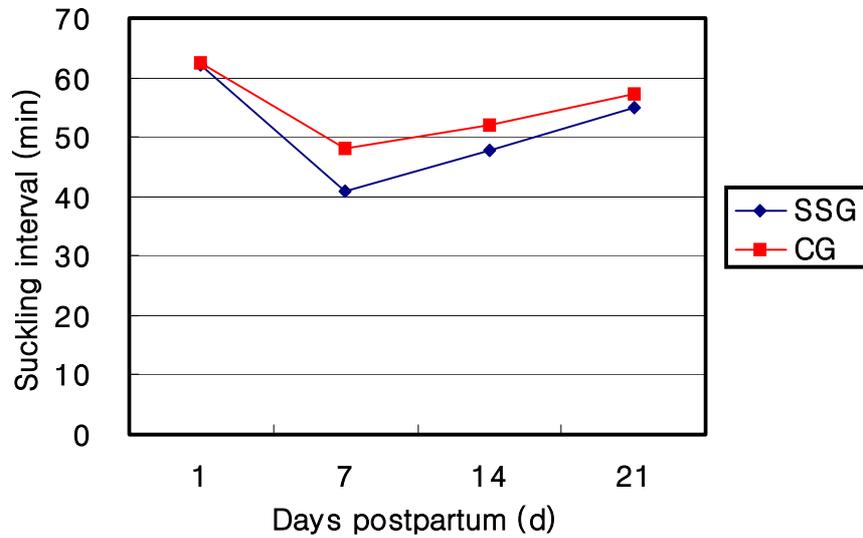


그림 106. 일령별 포유 행동의 간격

그림 107은 소리자극구와 대조구간의 압사율을 비교한 것으로 소리자극구의 평균 압사율이 2.58%, 대조구의 평균 압사율이 3.16%로 소리자극구에서 평균 압사율이 낮게 나타났다($p>0.05$).

압사의 대부분은 모돈이 서있거나 앉아있을 경우 발생하며, 모돈이 포유자돈을 인식하지 못하는데서 압사가 발생하게 된다. 따라서, 소리자극에 의하여 모돈의 수유행동과 포유자돈의 포유행동을 자연스럽게 유발시킴과 동시에 반복학습을 통하여 모돈과 포유자돈에게 수·포유 행동을 인식시켜 줌으로써 압사 발생이 줄어든 것으로 생각된다.

소리자극구와 대조구의 발정재귀일은 그림 108과 같으며, 소리자극구의 발정재귀일이 대조구에 비하여 짧게 나타났으나 유의차는 없었다($p>0.05$). 소리자극구의 발정재귀일은 평균 6.8일이었으며, 대조구의 발정재귀일은 평균 8.3일로 길게 나타났다.

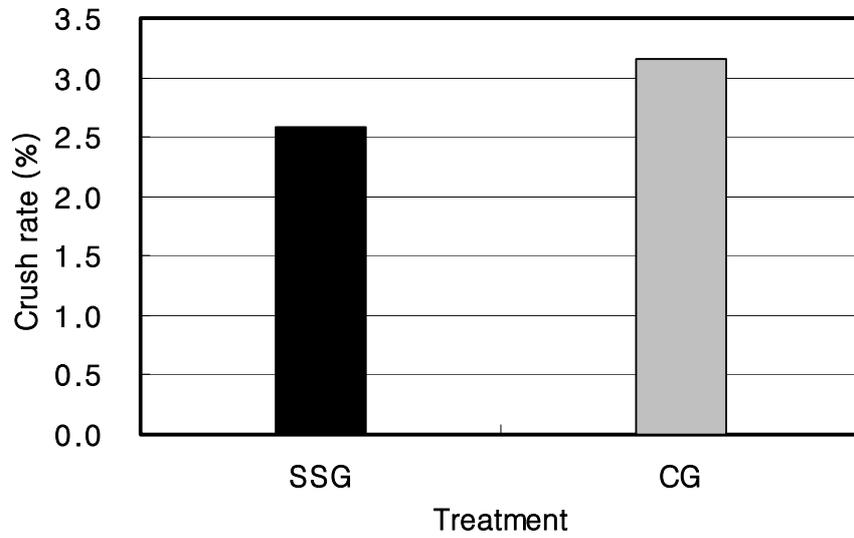


그림 107. 평균압사율 비교

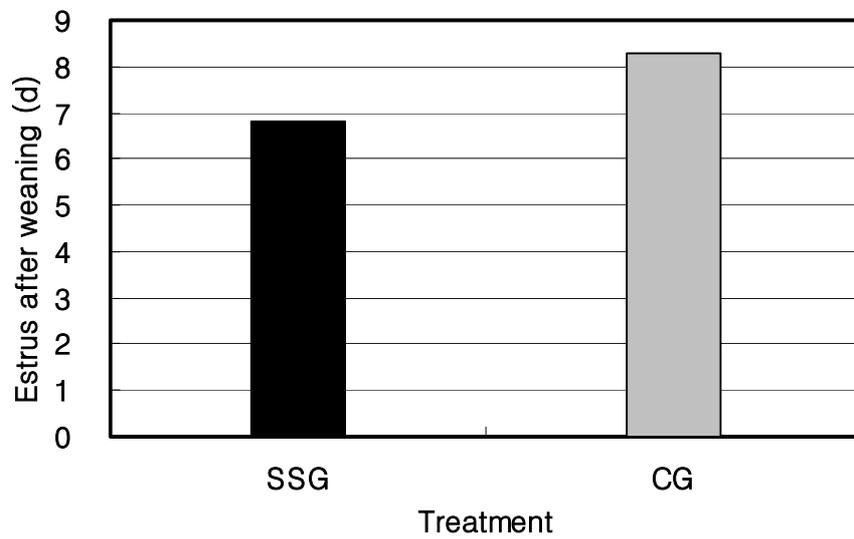


그림 108. 소리자극구와 대조구의 발정재귀일

3. 수·포유 행동 제어용 sound chip 개발 및 실용화

가. 연구개발의 접근 방법 및 내용

1) 시작품 제작

수·포유음에 클릭사운드를 혼합한 혼합음을 40분마다 78dB로 재생시킬 수 있는 사운드장치를 그림 109와 같이 개발하였다.



그림 109. 사운드장치의 사진

2) 사운드장치의 작동법

그림 109의 좌측 하단에 9개의 버튼을 이용하여 작동시키는 요령은 다음 순서와 같다.

- ① 우선 맨 좌측에 있는 3개의 버튼 중에서 두 번째인 MENU 버튼을 3초 정도 누른다.
- ② 맨 우측 하단에 있는 START 버튼을 1초 정도 누른다.
- ③ 컨트롤의 위치가 연도에 위치해 있으며, 연도를 MENU 버튼의 우측에 있는 UP 버튼과 DOWN 버튼으로 입력한 후 맨 우측 상단에 있는 SET 버튼을 1초 정도 누르면 컨트롤의 위치가 월로 옮겨간다. 연도를 입력했던 방식으로 현재의 월, 일, 시간, 분을 차례로 입력한다.
- ④ 좌측 최하단의 시작일령 입력버튼인 S-DAY를 누른 후 UP 버튼과 DOWN 버튼으로 최초 작동하기 시작한 포유자돈의 일령을 입력한다.
- ⑤ S-DAY 버튼 우측에 있는 C-DAY를 누른 후 UP 버튼과 DOWN 버튼으로 포유자돈의 현재 일령을 입력한다.
- ⑥ SET 버튼을 3초 이상 누른다.

만약 작동하는 중간에 수정할 사항이 발생되면 MENU 버튼을 3초 정도 누른 후 조정하고자 하는 버튼을 누르고 UP 버튼과 DOWN 버튼으로 입력하면 되며, 조정하고자 하는 것을 전부 조정한 후에 다시 SET 버튼을 3초 이상 누르면 다시 작동하기 시작한다.

3) 공시동물

겨울에는 모든 13두와 14두, 봄에는 모든 18두와 18두, 여름에는 13두와 12두를 각각 대조구와 소리자극구에 공시하였다.

4) 통계분석

모든 1두당 포유자돈수, 입불이사료 섭취량, 생시체중, 일당 증체량, 이유체중 등에 대한 유의성 검정은 SAS 통계 패키지의 GLM방법을 이용하여 실시하였으며, 압사율에 대한 유의성 검정은 Pearson's Chi-square방법을 이용하여 실시하였다.

나. 연구개발 결과

표 16은 소리자극이 포유자돈의 생산성에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 겨울과 봄에는 대조구에 비하여 소리자극구에서 일당 증체량과 21일령 체중이 높게 나타났

으나($p < 0.05$), 여름에는 유의차가 인정되지 않았다($p > 0.05$). 따라서, 여름을 제외한 나머지 계절에 사운드장치를 이용하면, 포유자돈의 생산성을 향상시키는데 기여할 것으로 판단된다. 여름에 포유자돈의 일당 증체량과 21일령 체중에서 유의차가 없었던 것은 더위 스트레스로 인하여 모돈이 심하게 스트레스를 받아 산유량이 떨어졌을 뿐만 아니라 모돈의 더위 스트레스를 경감시키기 위하여 작동시킨 대형 송풍기의 소음에 의하여 사운드장치의 소리가 모돈과 포유자돈에게 제대로 자극이 되지 않았기 때문인 것으로 판단된다.

표 16 소리자극이 포유자돈의 생산성에 미치는 영향

구분		대조구	소리자극구
겨울	모돈 두수 (hd)	13.0±0.0 ¹⁾	14.0±0.0
	모돈 1두당 포유자돈수 (hd/sow)	9.5±1.6	9.7±1.5
	입불이사료 섭취량 (g/hd/d)	112.7±20.7	117.4±17.8
	생시체중 (g/hd)	1,416.3±167.3	1,417.3±157.4
	일당 증체량 (g/d)	237.8±32.4 ^b	264.9±29.7 ^a
	21일령 체중 (g/hd)	6,645.3±550.7 ^b	7,237.2±437.1 ^a
	압사율 (%)	3.1±2.3	2.5±1.6
봄	모돈 두수 (hd)	18±0.0	18.0±0.0
	모돈 1두당 포유자돈수 (hd/sow)	9.6±1.6	9.5±1.7
	입불이사료 섭취량 (g/hd/d)	111.8±20.5	119.8±19.9
	생시체중 (g/hd)	1,404.6±162.3	1,355.5±175.0
	일당 증체량 (g/d)	241.7±31.4 ^b	266.7±31.2 ^a
	21일령 체중 (g/hd)	6,732.1±420.7 ^b	7,215.0±350.0 ^a
	압사율 (%)	2.9±2.4	2.1±1.7
여름	모돈 두수 (hd)	13.0±0.0	12.0±0.0
	모돈 1두당 포유자돈수 (hd/sow)	9.5±1.7	9.6±1.8
	입불이사료 섭취량 (g/hd/d)	109.7±22.5	112.6±20.9
	생시체중 (g/hd)	1,474.2±160.3	1,468.3±157.8
	일당 증체량 (g/d)	202.2±26.1	207.3±27.1
	21일령 체중 (g/hd)	5,927.3±684.0	6,029.8±648.2
	압사율 (%)	2.8±2.3	2.5±2.4

¹⁾ : Mean±SD.

^{a, b} : $p < 0.05$.

제 3 절 연구개발의 기대효과

1. 기술적 측면

- 평균 수·포유 시간 간격보다 짧은 시간 간격으로 소리 자극을 줌으로써 흡유 횟수와 흡유량을 증가시켜 이용체중을 증가시킬 수 있다.
- 발달된 전자기술을 이용하여 사운드장치를 매우 저렴하게 구성할 수 있다.
- 유지관리가 매우 용이하다.

2. 경제·산업적 측면

- 소리자극을 통하여 이유체중을 증가시킴으로써 사료비를 절약할 수 있다.
- 생산비를 절감함으로써 국제 경쟁력을 제고할 수 있다.
- 이유체중의 증가로 인하여 출하일령이 단축되기 때문에 시설규모가 축소될 수 있다.
- 수·포유 행동 제어용 사운드장치를 국내시장뿐만 아니라 국외시장에 판매할 수 있으므로 외화획득에 상당히 기여할 것으로 기대된다.
- 중소기업체로의 기술이전을 통하여 중소기업체의 발전에 기여할 것으로 기대된다.

3. 사회·문화적 측면

- 돼지의 행동습성에 대한 결과는 돼지의 속성을 아는데 도움을 줄 것이다.
- 행동분석 결과는 가축의 복지를 향상시키는데 기여할 것이다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발 목표달성도

구 분	연구개발 목표	목표의 달성도
1차년도 (2001 -2002)	<ul style="list-style-type: none"> ● 분만 전, 중의 모든의 행동 및 발성음 분석 ● 분만 후 이유까지 모든의 수유행동 ● 분만 후 이유까지 모든의 발성음 분석 ● 분만 후 이유까지 자돈의 포유행동, 발성음 분석 ● 분만 후 이유까지 자돈의 발성음 분석 	한국동물자원과학회지에 논문 발표 => 목표 달성
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동물의 행동제어에 이용되는 소리에 대한 문헌연구 ○ 인간의 행동제어에 이용되는 소리에 대한 문헌연구 ○ 수·포유 행동시의 발성음 분류 ○ 소리별 예비 자극 및 반응 실험 ○ 수·포유 행동 행동 제어용 소리 설정 및 합성 	한국동물자원과학회지에 논문 발표 => 목표 달성

구 분	연구개발 목표	목표의 달성도
2차년도 (2002 -2003)	<ul style="list-style-type: none"> ● 국내 축사환경에 따른 모든 행동 비교 <ul style="list-style-type: none"> -수유 전·후 모든의 수유행동 분석 -수유 전·후 모든의 발성음 분석 ● 국내 축사환경에 따른 자돈의 행동 비교 <ul style="list-style-type: none"> -포유 전·후 자돈의 포유행동 분석 -포유 전·후 자돈의 발성음 분석 	한국동물자원과학회 지에 논문 발표 => 목표 달성
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제어 변수 설정 (interval time, duration, dB 등) ○ PC제어를 위한 S/W 작성 (LabWindows/CVI언어 사용) ○ 실험설계 ○ 소리자극 실험 (수·포유 행동 분석, 일령별 수·포유 횟수, 비유량 및 유성분, 이유체중 및 일당 증체량 분석, 압사율 분석 등) ○ 소리자극의 최적 조건 설정 	한국동물자원과학회 지에 논문 발표 => 목표 달성

제 2 절 관련분야 기술발전예의 기여도

1. 기술적 측면

- 모돈과 포유자돈의 행동 습성 규명 : 사양기술 개발에 기여
- 음악 등과 같은 사운드를 가축에게 들려주는 기술의 발전에 기여
- 가축의 학습효과에 대한 이해에 기여
- 수입 기자재의 대체기술 개발
- 포유자돈의 이유체중 증가와 사료비 절감에 기여

2. 경제·산업적 측면

- 사운드장치의 단가가 매우 저렴함
- 사운드장치의 설치 및 유지관리가 매우 용이함
- 포유자돈의 이유체중 증가와 사료비 절감에 기여
- 양돈가의 순수익 극대화
- 양돈가의 국가경쟁력 제고
- 상품화 가능
- 경제성이 매우 큼
- 중소기업체로의 기술이전 : 참여기업체에서 생산한 후 수출도 가능

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

- 축산신문 등 각종 언론매체를 이용하여 양돈가에 홍보
- 양돈가의 생산성 향상 기술로 적극 활용
- 특허등록 : 모돈과 자돈의 수유 및 포유행동 제어를 위한 사운드장치
(등록번호 : 1003817360000)
- 국내외축산박람회 출품
- 참여기업체를 통하여 수출 모색

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

- 본 연구기술은 세계적으로 처음 개발된 것이기 때문에 관련해외과학기술정보는 전무 함

제 7 장 참고문헌

- 박시룡. 1991. 동물의 사회행동. 전파과학사.
- 양돈연구. 2000. 자돈 이유시 체중이 그 이후에 미치는 영향. 2000년 12월호 p177-183.
- 이병훈. 1985. 동물의 행동. 전파과학사.
- 이용준, 송영한. 2000. 산란계에 있어서 육성기의 소리자극이 육성성적, 섭취행동 및 산란율에 미치는 영향. 한국축산시설환경학회지 6(2) : 91-96.
- 이용철, 김용수. 1996. 동물의 언어. 김영사.
- 정영철, 정현규. 2000. 돼지사양가이드. 미국곡물협회.
- Pork production course. 1993. U. of Albert.
- Pryor, K. 1985. Don't shoot the dog. Simon & Schuster, Inc., New York, USA.
- Whittemore, C. 1993. The Science and Practice of Pig Production. Lonman Scientific & Technical.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

[부 표]

인 쇄 내 용

I. 인쇄규격

1. 크 기 : 4×6배판(가로 188mm×세로 259mm)
2. 제 본 : 좌철
3. 용 지 : ○ 표지 200 g/m. 양면 아트지
○ 내용 80 g/m. 모조지
4. 인쇄방식 :
 - 1) 표지 : 바탕 백색, 활자 흑색
 - 2) 내용 : 흑색 지정활자로 인쇄한다
 - 3) 양면인쇄

II. 편집순서

1. 표 지
2. 제출문
3. 요약문
4. Summary
5. Contents
6. 목 차
7. 본 문
8. 뒷면지

III. 참고사항

- 공판인쇄시에는 이 요령에 준한다.