

영상정보에 의한 모돈의 분만징후 행동특성 분류

양가영¹, 전중환¹, 권경석¹, 최희철¹, 하재정¹, 김종복¹, 이준엽^{1*}
¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²경상북도 축산기술연구소

Classification of behavior at the signs of parturition of sows by image information analysis

Ka-Young Yang¹, Jung-Hwan Jeon¹, Kyeong-Seok Kwon¹, Hee-Chul Choi¹,
Jae-Jung Ha², Jong-Bok Kim¹, Jun-Yeob Lee^{1*}

¹National Institute of Animal Science, Rural Development Administration
²Gyeongsangbuk-Do Livestock Research Institute

요약 본 연구는 모돈의 분만징후에 따른 예비행동특성 분석 및 분류를 통하여 정확한 분만시점을 예측하고자 본 실험을 진행하였다. 모돈 12마리(평균 3.5 산차)에서 분만전 징후의 행동특성으로 측정된 행동은 지속시간에 따라 분석된 기본행동(섭식, 서기, 눕기, 앉기)과 빈도로 분석된 특이행동(탐색, 저작, 굽기, 스톨물기)으로 나뉜다. 분만 24시간 전부터 첫 태아가 나오는 시점까지 시간대별 2분 간격으로 영상정보를 녹화 및 수집하여 분석하였다. 그 결과 모돈의 기본행동 중 서기시간(22.6%; 24H, 24.9%; 12H)과 횡와시간(55.9% ;24H, 66.3% ;12H)은 분만 24시간 전의 빈도가 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.01$). 섭식시간(13.42% 24H, 4.38% 12H)과 앉기시간(8.2% 24H, 4.5% 12H)은 분만 12시간 전부터 감소하는 경향을 보였다($p>0.05$). 모돈의 특이행동 중 탐색행동(11.44±1.80 24H, 55.97±6.13 12H), 바닥을 긁는 행동(3.75±1.92 24H, 20.99±5.8 12H) 및 스톨물기 행동(0.69±0.15 24H, 3.71±1.53 12H)은 분만 24시간 전 보다, 분만시간이 점점 다가오는 12시간 전부터 점진적으로 빈도가 증가하였다($p<0.01$). 반면 저작행동(2.20±1.67 24H, 0.07±0.01 12H)은 분만 12시간 전부터 감소하는 경향을 보였다($p>0.05$). 결과적으로 분만시점이 다가갈수록 서기·탐색·굽기·스톨물기 행동이 높게 발현되는 것으로 나타났다.

Abstract The aim of this study is to predict the exact time of parturition from analysis and classification of preliminary behavior based on parturition signals in sows. This study was conducted with 12 crossbred sows (with an average of 3.5 parities). Behavioral characteristics were analyzed for duration and the frequency of different behaviors on a checklist, which includes the duration of the basic behaviors (feeding, standing, lying down, and sitting). The frequency of specific behaviors (investigatory behavior, shame-chewing, scratching, and bar-biting) was also recorded. Image information was collected every two minutes for 24 hours before the first piglets were born. As a result, the basic behavior of a sows' standing time (22.6% of the time after 24 h, 24.9% after 12 h) and time lying down (55.9% after 24 h, 66.3% after 12 h) increased over the 12 h period before parturition, compared with the 24 h period before parturition ($p<0.01$). Feeding (13.42% after 24 h, 4.38% after 12 h) and sitting (8.2% after 24 h, 4.5% after 12 h) tended to decrease during the 12 h before parturition ($p>0.05$). The sows' investigatory behavior (11.44±1.80 after 24 h, 55.97±6.13 after 12 h), scratching (3.75±1.92 after 24 h, 20.99±5.81 after 12 h), and bar-biting (0.69±0.15 after 24 h, 3.71±1.53 after 12 h) increased in the 12-hour period before parturition, compared with the 24-hour period before parturition ($p<0.01$). On the other hand, shame-chewing (2.20±1.67 after 24 h, 0.07±0.01 after 12 h) decreased compared to the 12-hour period before parturition ($p>0.05$). Thus, standing, investigatory behavior, scratching, and bar-biting could be used as behaviors indicative of parturition in sows.

Keywords : Behavior, Classification, Image information, Parturition, Sow

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01278101, 과제명: 영상정보를 활용한 분만돈 정밀관리 기술 개발)과 2018년 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding Author : Jun-Yeob Lee(National Institute of Animal Science)

Tel: +82-63-238-7408 email: andrewlee@korea.kr

Received September 13, 2018

Revised (1st October 22, 2018, 2nd November 19, 2018)

Accepted December 7, 2018

Published December 31, 2018

1. 서론

모돈의 분만은 양돈 산업 측면에서는 경제성과 밀접한 관계가 있고[1], 양돈 농가 측면에서는 가장 노동력을 필요로 하는 단계이다[2]. 또한 순조롭게 분만이 진행되지 않는 난산의 경우, 처음 출산하는 모돈 뿐만 아니라 산자수가 높은 모돈에서도 관리자의 각별한 도움이 필요한 실정이다[3]. 농가에서는 주로 관리자가 직접 돈사에서 분만을 확인하기 때문에 분만시점을 주관적으로 예측하기 쉽다[2]. 이 방법은 관리자의 노동력이 증가할 뿐만 아니라 난산의 위험성이 높고, 사산되는 자돈의 발생에 대한 대처가 힘든 문제점이 있다[4]. 이에, 모돈의 분만 시점에 대한 사전예측이 가능하게 되면 노동력 감소와 모돈의 관리가 용이 할 것으로 예상된다.

가축에 있어서 행동 변화는 관리자에게 도움이 필요하다는 것을 가시적으로 나타내기 때문에 동물의 행동을 모니터링 하고 정량화 하는 것은 중요하다[5]. 분만을 앞둔 모돈의 경우, 둥지 만들기(nest-building)라는 고유의 본능적 행동을 보이게 된다. 이 행동은, 자연 상태에서는 쉽게 관찰되는 행동이지만, 양돈 농가에서 주로 사용되는 분만틀 환경에서는 공간적인 제약으로 인해 행동표현이 변형되거나, 쉽게 관찰할 수 없게 된다[6]. 또한 분만돈의 행동은 개체별, 산차별에 의한 차이가 크게 나타나고[7], 주로 심야시간에 분만이 일어나는 습성 때문에, 관리자의 출입 및 스트레스 등이 행동변화를 야기시킬 수 있다[8].

최근 연구에 따르면, 돼지의 행동 및 생체정보를 활용하여 자동화 기능을 측정하는 센서 및 감지 기술의 수준까지 개발 되어 있다[9]. 그러나, 돼지에게 직접적으로 센서나 태그를 장착하게 되면 생물학적으로 안전성 위험이 증가하고 설치 과정에서도 고통이 수반된다[10].

축산에서 영상정보는 축종별로 다양하게 활용되고 있다. 카메라를 이용하여 축사내부에서 사육되는 돼지의 체중을 측정하여 출하시점을 예측하거나[11] 방목장에 있는 돼지의 체중을 측정하고 있다[12]. 육계에서는 사육시설 내부에서의 분포를 분석하여 복지 수준 및 사육시설의 문제점 조기 발견 등에 활용하여 복지수준을 실시간으로 관리자에게 통보하고 있는 실정이다[13]. 이러한 영상정보는 센서를 활용하는 다른 기술들에 비해 상대적으로 비용적 측면에서 저렴하고, 실용적으로 활용할 수 있는 장점과 녹화된 영상의 분석방법에 따라 유용한

정보를 도출 할 수 있는 잠재력을 가지고 있다[8]. 이처럼, 영상정보를 활용하여 비접촉적으로 분만 예측 기술을 확보하는 것은 사람이 직접 돈사에서 관찰하는 것보다, 동물을 기반으로 외부의 접촉 없이 그 개체의 고유 행동이 충분히 발현되기 때문에, 동물복지 관점에서 유용하게 활용될 수 있다[10]. 모돈의 분만 시 발생하는 문제들에 대해 영상정보에서 얻어진 데이터들로 조기 대처가 가능하며 노동력 절감, 농가의 생산성 향상 및 모돈의 복지도 개선될 것이다. 뿐만 아니라 지금까지 농장에서 설치되는 카메라를 이용한 영상은 관리자가 관찰할 때만 데이터로서의 가치가 있었으나 영상분석 알고리즘과 같은 기술 적용으로 앞으로 축산업에서는 무인으로 가축을 관리할 수 있는 분야로까지 확대될 것이다. 이러한 정밀한 가축관리를 위한 알고리즘을 개발하기 위해서는 목적에 부합하는 가축의 행동들에 대한 정확한 분석이 선행되어야 한다. 따라서 본 연구의 목적은 영상정보를 이용하여 모돈의 분만전 24시간의 예비행동특징을 분류하여 분만돈 정밀 관리 기술에 기초 데이터로 활용하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 모돈의 행동관찰을 및 분석과 관련된 실험방법들을 설명하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 모돈의 분만전 24시간의 예비행동들의 특징 분류에 관해 기술한다. 4장에서는 본 논문에서 제안하는 방법에 대한 전체적인 평가와 고찰을 기술한다.

2. 실험방법

본 연구는 2017년 5월부터 2018년 6월까지 경남 하동군에 위치한 양돈농가에서 예비실험 30일 후 12개월간 측정하였다. 모돈 12 마리(평균 3.5 산차)를 각각의 행동들을 분만틀 (W 2.2 × D 1.8 × H 1.2)m에서 관찰하였다. 행동관찰은 분만 24시간 전부터 첫 새끼돼지가 나오는 시점을 기준으로 2분 간격으로 수집하였다. 분만 24시간부터 12시간은 24H, 분만 12시간부터 분만(0)까지는 12H로 분류하였다. 각 모돈에 대한 영상데이터 수집은 각 분만틀 위 2m 지점에 설치된 4대의 주야간 겸용 IR 카메라 (QNB-7080 RH, Hanwha, Korea)를 이용하여 녹화하였다. 이때 수집된 모든 데이터는 중앙 서버에 저장되었고, 분만 전 모돈의 행동 평가를 위한 비디오

분석은 HIKVISION 레코더(Network Video Recorder; DS-7716NI-E4/16P, HIK VISION, Korea)를 이용하여 기본행동(섭식, 서기, 눕기, 앉기)은 Time-sampling method 기법을 이용하였고, 특이행동(탐색, 저작, 긁기, 스톨물기)은 빈도데이터 수집법을 사용하여 분석하였다 [14]. 연속되는 샘플링으로 비디오를 분석하는 동안 관찰자는 각 모돈에 대한 행동 기준으로 (Fig. 1, 2) 인코딩 하였다. 일관된 결과를 확보하기 위해 한명의 관찰자가 모든 관찰 및 비디오 분석을 수행했다.

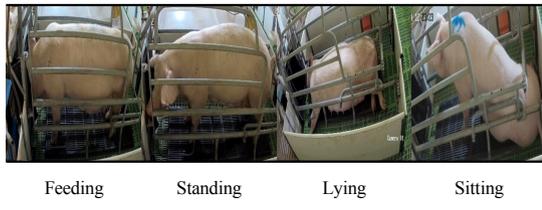


Fig. 1. Basic behavioral characteristic of sows captured by CCTV camera (Measure of time budget, min./h)

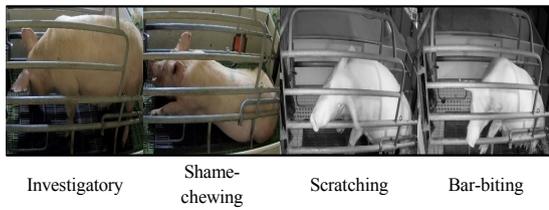


Fig. 2. Specific behavioral characteristic of sows captured by CCTV camera (Measure of frequency (no./h.))

통계분석은 R 패키지 (R version 3.31, R Foundation for Statistical Computing, Tokyo, Japan)를 사용하였다. 분만 전 24H의 기본 행동의 시간대별 데이터는 회귀분석을 이용하였고, 빈도 데이터는 Shapiro-Wilk normality test 로 정규성을 검정 후($p < 0.007945$) 분만 전 24H과 12H의 행동변화가 정규분포를 따르지 않았으므로, 비모수 방법인 Wilcoxon signed ranked test를 이용하여 유의수준 $p < 0.05$ 미만에서 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

모돈의 분만 전 24시간 동안의 예비행동은 기본행동

과 특이행동으로 구분된다(Table 1,2). 기본행동(Table 1) 중 서기행동 시간(24H;22.6%, 12H;24.9%)과 눕기행동 시간(24H;55.9%, 12H; 66.3%)은 분만 전 12H에 비해 24H가 유의적으로 낮게 나타났다($P < 0.01$).

Table 1. The percentage of time spent in basic behavior for different 12h vs. 24h (n=12 sows)

Prepartum	Feeding, %	Standing, %	Lying, %	Sitting, %
12H	4.27	24.97	66.28	4.48
24H	13.37	22.56	55.91	8.16
P value	0.669	0.005	0.002	0.581

Table 2. The count of frequency in specific behavior for different 12h vs. 24h (n=12 sows)

Prepartum	Investigatory, no./h.	Sham-chewing no./h.	Scratching, no./h.	Bar-biting, no./h.
12H	55.97 ± 6.13	0.07 ± 0.56	20.99 ± 5.81	3.71 ± 1.53
24H	11.44 ± 1.84	2.20 ± 1.67	3.75 ± 1.92	0.69 ± 0.15
P value	0.001	0.237	0.001	0.001

분만시기가 가까워질수록 서기행동과 눕기행동이 많이 나타나는 결과는 분만 당일에 활동량이 유의적으로 증가하는 [15]의 연구결과와 유사하게 나타났다. 또한 분만시점이 가까이 진행됨에 따라 모돈의 생리적 반응과 분만에서의 스트레스 등에 의한 기본행동변화가 활발하게 나타난다고 보고된 바 있다[16].

이에 반해, 분만 24 시간(13.4%) 이전의 섭식행동 시간은 12H (4.3%)와 비교하여 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 분만 12시간 전부터 감소하는 경향을 보였다 ($P > 0.05$). 분만돈에서 임신기의 사료섭취는 자돈의 생식 체중과 수유에 영향을 미치는 중요한 요소이며, 분만 5 일전부터 점점 사료의 양을 감소시켜서 분만 스트레스를 줄여주게 된다[17]. 이때 섭식행동 또한 분만시점이 다가올수록 감소되는 경향을 보이는 것으로 추정된다[15]. 앉기행동 시간도 24H(8.2%)은 12H(4.5%)에 비해 분만 12시간 전부터 감소하는 경향을 보였다($P > 0.05$). 분만 틀 안에서 모돈의 앉기행동은 대부분 자세를 변환하기 전 중간단계의 행동으로써[6, 21], 분만이 다가옴에 따라 앉기행동을 건너 뛰어, 눕기 행동($F_{1,273} = 12.29$; $P < 0.01$)과 서기행동($F_{1,273} = 9.18$; $P < 0.01$)의 시간이 선

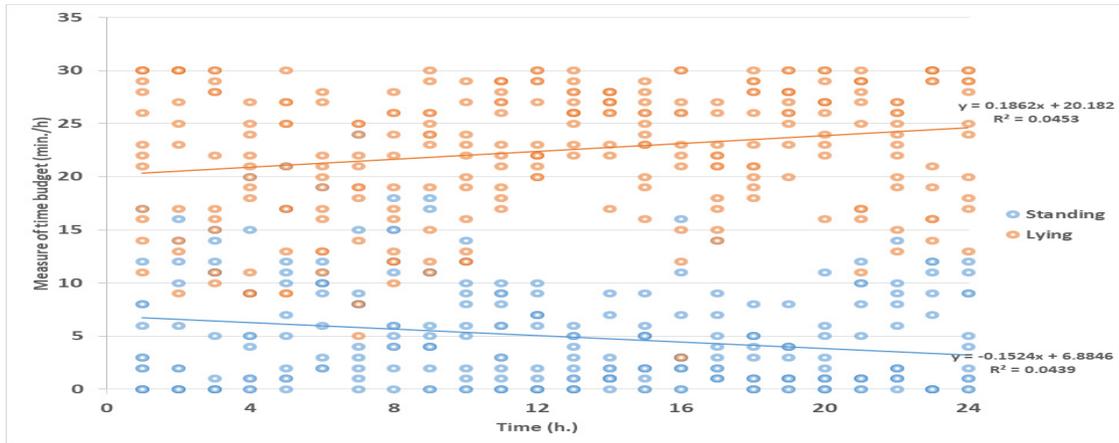


Fig. 3. Association between time and measure of time budget to basic behavior.

형적으로 증가하는 것이 이를 뒷받침해 준다(Fig 3). 이에 반해, 분만 24시간(13.4%) 이전의 섭식행동 시간은 12H(4.3%)와 비교하여 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 분만 12시간 전부터 감소하는 경향을 보였다 ($P>0.05$). 분만돈에서 임신기의 사료섭취는 자돈의 생식 체중과 수유에 영향을 미치는 중요한 요소이며, 분만 5 일전부터 점점 사료의 양을 감소시켜서 분만 스트레스를 줄여주게 된다[17]. 이때 섭식행동 또한 분만시점이 다가올수록 감소되는 경향을 보이는 것으로 추정된다[15]. 앓기행동 시간도 24H(8.2%)은 12H(4.5%)에 비해 분만 12시간 전부터 감소하는 경향을 보였다($P>0.05$). 분만틀 안에서 모돈의 앓기행동은 대부분 자세를 변환하기 전 중간단계의 행동으로써[6, 21], 분만이 다가옴에 따라 앓기행동을 건너 뛰어, 눕기 행동($F_{1,273} = 12.29$; $P<0.01$)

과 서기행동($F_{1,273} = 9.18$; $P<0.01$)의 시간이 선형적으로 증가하는 것이 이를 뒷받침해 준다(Fig 3).

모돈의 특이행동(Table 2) 중 탐색행동(24H; 11.44 ± 1.80 회, 12H; 55.97 ± 6.13 회), 바닥을 긁는 행동(24H; 3.75 ± 1.92 회, 12H; 20.99 ± 5.8 회) 및 스톨 물기 행동(24H; 0.69 ± 0.15 회, 12H; 3.71 ± 1.53 회)의 빈도는 분만 24시간 전 보다, 분만시간이 점점 다가오는 12시간 전부터 점진적으로 빈도가 증가하였다(Fig. 4, $P<0.01$).

자연 상태에서 돼지는 하루 동안 거의 6.5km 까지 분만 전에 등지를 짓는 장소를 찾아다니며, 일반적으로 앞다리와 주둥이를 사용하여 땅을 파고 구멍이 주위에 등지의 재료를 수집하는 등지 만드는 행동(nest-building)을 표현 한다[18]. 등지의 반경은 모돈의 나이와 주변 환경에 따라 다르며, 등지의 역할은 모돈이 등지 내에서 자

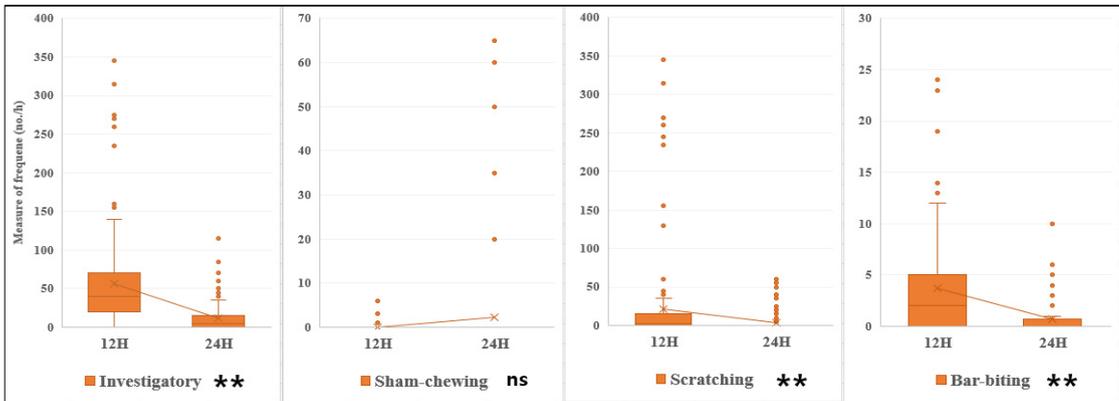


Fig. 4. Frequency of behavioral change (n=12 sows, ** from paired-sample Wilcoxon signed-rank test). ns, not significant.

돈에게 최대한 젖을 먹이기 위한 공간과 쾌적한 온도환경을 확보하여 자돈의 온신처를 제공함에 있다[4]. 그러나, 분만틀 안에서 모돈은 자연적인 등지 짓기 행동을 볼 수는 없지만, 본 연구의 결과를 통하여 이와 유사한 행동인 사료조 및 분만틀 바닥을 코로 탐색하는 행동과 코와 앞다리를 이용하여 바닥을 긁는 행동을 관찰할 수 있었다. 이러한 행동들은 자연 상태와 유사한 환경에서 나타나는 전형적이 패턴을 따르고 있는 행동이라고 보고된 바 있다[19, 20]. 반면, 사료섭취를 하는 것은 아니지만, 침을 분비하며 저작하는 시늉을 하는 저작행동 빈도는 24H(2.20 ± 1.67)은 12H(0.07 ± 0.01) 전부터 감소하는 경향을 보였다($P>0.05$).

결과적으로 분만시점이 가까워질수록 서기·눕기·탐색·긁기·스톨물기 행동이 높게 발현되는 것으로 나타났다. 반면, 사료섭취·앞기와 저작행동은 감소하는 것으로 분석되었다.

4. 결론

본 연구의 결과를 종합해 보면, 영상정보를 이용하여 모돈의 분만전 24시간의 예비행동특징을 분류하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 모돈의 기본행동 중 서기시간(24H : 22.6%, 12H : 24.9%)과 눕기시간(24H : 55.9%, 12H : 66.3%)은 분만전 24H에 비해 12H에 증가하였다.
- (2) 섭식시간(24H : 13.4%, 12H:4.3%)과 앞기시간(24H : 8.2%, 12H : 4.5%)은 분만전 12H에 감소하는 것으로 나타났다.
- (3) 모돈의 특이행동 중 탐색행동(24H : 11.4회, 12H : 55.9회), 바닥을 긁는 행동(24H : 3.8회, 12H : 21.0회) 및 스톨물기 행동(24H : 0.7회, 12H : 3.7)은 12H 전부터 빈도가 증가하였다.
- (4) 반면 저작행동(24H:2.2), 12H:0.07)은 분만 12H 전부터 감소하는 것으로 나타났다.

본 연구에서 영상분석을 이용하여 도출한 행동은 분만시점이 다가갈수록 서기·탐색·긁기·스톨물기 행동이 높게 발현되는 것으로 나타났다. 반면, 사료섭취·음수와 저작행동은 감소하는 것으로 분석되었다. 이를 통해, 분

만 전 행동특징들을 활용한 비접촉식 분만 예측은 모돈의 복지 환경 개선 및 양돈농가의 분만지원과 노동력 절감 측면에 기초자료로 이용될 것으로 사료된다.

향후, 본 연구에서 검증된 모돈의 분만 전 행동특성 분류를 활용하여, 영상분석기술을 이용한 모돈의 분만시점에 보다 정확하고 신속한 알림을 제공하는 알고리즘 설계 연구가 선행되어야 할 것이다. 또한, 동물 welfare를 기반으로 한 영상 모니터링 및 영상분석기술을 접목하여, 실시간 모돈 분만 관리 기술 및 가축사양관리 기술에 기여하게 될 것이며, 농가에서 실용적으로 적용될 것이라고 사료된다.

References

- [1] Z. Lou, J. F. Hurnik, "Peripartum sows in three farrowing crates: posture patterns and behavioural activities", *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 58, no. 2, pp. 77-86, 1998.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(96\)01144-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01144-6)
- [2] G. Illmann, H. Chaloupková, K. Neuhauserová, "Effect of pre-and post-partum sow activity on maternal behaviour and piglet weight gain 24 h after birth", *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 163, no. 1, pp. 80-88, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.11.011>
- [3] A. V. Viscardi, M. Hunniford, P. Lawlis, M. Leach, P. V. Turner, "Development of a piglet grimace scale to evaluate piglet pain using facial expressions following castration and tail docking: a pilot study", *Frontiers in veterinary science*, vol. 4, no. 51, pp. 1-9, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00051>
- [4] E. M. Rosvold, R. C. Newberry, T. Framstad, I. L. Andersen, "Nest-building behaviour and activity budgets of sows provided with different materials", *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 200, no. 1, pp.3 6-44, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.12.003>
- [5] G. Hoffmann, A. Benke, M. Schmidt, C. Ammon, C. Manteuffel, P. C. Schön, "Postpartum changes in the lying behavior of sows in farrowing crates", *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, vol. 18, no. 1, pp. 43-48, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.12.013>
- [6] J. Turner, "The welfare of Europe's sows in close confinement stalls", *Compassion in World Farming Trust*, pp. 28, 2000.
- [7] Y. Koretsu, S. Tani, R. Lida, "Factors for improving reproductive performance of sows and gerd productivity in commercial breeding herds", *Porcine health management*, vol. 3, no. 1, pp. 1-10, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0049-7>
- [8] M. A. Kashiha, C. Bahr, S. Ott, C. P. Moons, T. A. Niewold, F. Tuytens, D. Berckmans, "Automatic

monitoring of pig locomotion using image analysis”, *Livestock Science*, col. 159, no. 1, pp. 141-148, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.11.007>

[9] F. Lao, T. M. Brown-Brandl, G. Teng, K. Liu, H. Xin, “Sow lying behaviors before, during and after farrowing. In: 2016 ASABE Annual International Meeting”, *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, pp. 1, 2016.

[10] E. Leslie, M. H. Jover, R. Newman, R. Holyoake, “Assessment of acute pain experienced by piglets from ear tagging, ear notching and intraperitoneal injectable transponders”, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 127, no. 4, pp. 86-95, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.09.006>

[11] Ymaging, www.ymaging.com/projects-2/pigwei, eu, accessed 20/06/2018.

[12] Fancome for ward thinking, www.fancome.com/en/pigs, eu, accessed 03/06/2018.

[13] A. D. Montis, A. Pinna, M. Barra, E. Vranken, “Analysis of poultry eating and drinking behavior by software eYeNamic”, *Journal of Agricultural Engineering*, vol. 44. no. 2s, pp. 166-172, 2013.

[14] P. Martin, P. Bateson, “Measuring behavior: An introductory guide”, Cambridge University published, pp.48-61, 2007.

[15] R. C. Weng, S. A. Edwards, L. C. Hsia, “Effect of individual, group of ESF housing in pregnancy and individual of group housing in lactation on sow behavior”, *Asian-Austrian Journal of Animal Science*, vol. 22, no. 1, pp. 1574-1580, 2009.
DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.80254>

[16] R. L. King, E. M. Baxter, S. M. Matheson, S. A. Edwards, “Sow free farrowing behaviour: experiential, seasonal and individual variation”, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 208, no. 1, pp. 14-21, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.08.006>

[17] S. Jarvis, B. J. Vegt, A. B. Lawrence, K A. McLean, L. A. Deans, J. Chirnside, S. K. Calveert, " The effect of parity and environmental restriction on behavioural and physiological responses of pre-parturient pigs", *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 71, no. 1, pp. 203-216, 2001.
DOI: <http://hdl.handle.net/11262/9887>

[18] R. Grees, “On farm Monitoring of pig welfare”, Wagenigen Academic published, pp. 19-23, 2007.

[19] P. Jensen, “Maternal behaviour and mother-young interactions during lactation in free-ranging domestic pig”, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 20, no. 1, pp. 297-308, 1988.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(88\)90054-8](https://doi.org/10.1016/0168-1591(88)90054-8)

[20] F. Christian, M. Pernille, A. Sandra, A. Vivi, “Confinement of sows 24hours before expected farrowing affects the performance of nest building behaviours but not progress of parturition”, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 188, no. 1, pp. 1-8, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.01.003>

[21] G. M. Cronin, J. A. Smith, "Effects of accommodation type and straw bedding around parturition and during lactation on the behaviour of primiparous sows and

survival and growth of piglets to weaning”, *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 33, no. 2, pp. 191-208, 1992.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(05\)80007-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(05)80007-3)

양 가 영(Ka-Young Yang)

[정회원]



- 2012년 2월 : 강원대학교 동물자원학 (농학석사)
- 2016년 8월 : 강원대학교 축산학 동물시스템과학 (농학박사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원

<관심분야>

동물복지, 동물행동

전 중 환(Jung-Hwan Jeon)

[정회원]



- 2003년 2월 : 경상대학교 응용생명과학부 (이학석사)
- 2006년 2월 : 경상대학교 응용생명과학부 (이학박사)
- 2006년 6월 ~ 2007년 7월 : University of British Columbia (연구원)
- 2007년 12월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 연구사

<관심분야>

동물복지, 동물행동, 동물발성음

권 경 석(Kyeong-Seok Kwon)

[정회원]



- 2010년 8월 : 서울대학교 지역시스템공학 (공학석사)
- 2016년 8월 : 서울대학교 지역시스템공학 (공학박사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 연구사

<관심분야>

시설환경, 대기환경, 전산유체역학

최 희 철(Hee-Chul Choi)

[정회원]



- 2003년 8월 : 충남대학교 낙농학 가축영양학 (농학박사)
- 1986년 6월 ~ 현재 : 농촌진흥청 가금과, 축산환경과 연구사, 연구관
- 2012년 2월 ~ 2014년 3월 : 국립 축산과학원 가금과장

<관심분야>

가축사육시설, 사육환경, 동물복지, 가축정밀관리

이 준 엽(Jun-Yeob Lee)

[정회원]



- 1998년 8월 : 강원대학교 축산학과 (농학석사)
- 2009년 8월 : 강원대학교 사료생산 공학과 (농학박사)
- 2011년 12월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 축산환경과 연구사

<관심분야>

동물복지, 축산 스마트팜

하 재 정(Jae-Jung Ha)

[정회원]



- 2012년 8월 : 강원대학교 동물자원 학 (농학박사)
- 2012년 9월 ~ 10월 : 강원농업마 이스터대학 한우과정 강사
- 2012년 11월 ~ 현재 : 경상북도 축산기술연구소 농업연구사

<관심분야>

한우사양관리, 초음파, 농장동물복지

김 종 복(Jong-Bok Kim)

[정회원]



- 2006년 9월 : UCLA Electrical Eng.(공학석사)
- 2006년 10월 ~ 2018년 1월 : LG 이노텍 책임연구원
- 2018년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 연구관

<관심분야>

축산 스마트팜, 반려동물 ICT