

발정탐색기를 이용한 Holstein 젖소의 발정행동 분석 및 번식효율 향상을 위한 조건의 평가

백광수^{1*}, 이왕식², 손준규¹, 임현주¹, 윤호백¹, 김태일¹, 허태영¹, 최창용¹, 정영훈¹, 권응기¹, 정연섭¹, 김신규¹, 원정일¹

¹농촌진흥청 국립축산과학원 축산자원개발부 낙농과, ²제주대학교 생명공학부

The Analysis of Estrus Behavior and the Evaluation of Conditions Required for Improving Reproductive Efficiency in Holstein Dairy Cows using a Heat Detector

Kwang-Soo Back^{1*}, Wang-Shik Lee², Jun-Kyu Son¹, Hyun-Joo Lim¹, Ho-Beak Yoon¹, Tae-Il Kim¹, Tai-Young Hur¹, Chang-Yong Choe¹, Young-Hun Jung¹, Eung-Gi Kwon¹, Yeon-Sub Jung¹, Sun-Kyu Kim¹, and Jeong-Il Won¹

¹Dairy Science Division, Department of Animal Resources Development, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea

²Faculty of Biotechnology, Jeju National University, Jeju 650-756, Korea

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the accuracy of estrus detection of heat detector and analysis of estrus behavior (mounting and mounted), and the evaluation of conditions required for improving reproductive efficiency in Holstein dairy cows fitted with a estrous detector.

The heat detection system consists of estrous detector based on wireless sensor and an electric bulletin board displayed estrus behavior data.

When cow mounting other cows, the accuracy of estrus behavior displayed an electric bulletin board were 87.5% (mounting other cows only), 100% (mounting other cows but not standing), 80.0% (mounting other cows with standing for 1~4 seconds), 90.0% (mounting other cows but not standing for 1~4 seconds), 80% (mounting other cows with standing for more than 5 seconds) and 90.0% (mounting other cows but not standing for more than 5 seconds). When cow mounted other cows, the accuracy of estrus behavior displayed an electric bulletin board were 100% (mounted other cows but not standing), 100% (mounted other cows with standing for 1~4 seconds), 100% (mounted other cows but not standing for 1~4 seconds) and 100% (mounted other cows with standing for more than 5 seconds). Circadian distribution of first observed in estrus were 59.1% (am 8~pm 6) and 40.9% (pm 6~am 8). Distribution for the number of estrus behavior were 40.9% (less than 3 times), 36.4% (4~6 times) and 22.7% (more than 4 times). The conception rates relative to interval from first estrus behavior to insemination for estrus periods were 23.1% (less than 11 hours) and 55.6% (12~20 hours).

(Key words : Holstein, Estrous detector, Estrus behavior, Mounting and mounted estrous, Conception rate)

서 론

우리나라 젖소의 평균 보유 산차는 2.5산으로 낙농 선진국에 비하여 낮은 경향을 나타내고 있어 산차를 늘리기 위한 연구들이 진행되고 있다. 젖소는 생리적으로 볼 때, 3~5산에서 우유생산성이 가장 높기 때문에 3산 이상 사육하는 것이 경제적으로 타당하다고 할 수 있다. 산차를 낮게 하는 요인 중에

서 번식 장애가 가장 높은 비율을 차지하고 있다고 보고(Report on Dairy Farm Survey, 2013)되고 있다. 물론 번식 장애는 독립적으로 발생되는 것이 아니라 여러 가지 요인들이 복합되어 나타나는 경우가 많다. 젖소의 우유 생산성이 높아지고, 관리하여야 하는 두 수가 많아지며, 최근에 기후 변화로 인한 고온 기간이 길어짐으로써 젖소의 번식률에 좋지 않은 영향을 미치고 있다. 특히 발정이 발현되어야 인공수정을 하

* Correspondence : E-mail : bks@korea.kr

여 수태가 이루어지게 되는데, 발정 행동이 눈에 띄지 않을 정도로 약하거나, 발정 발견이 곤란한 심야 또는 새벽 시간대에 발정이 오는 비율이 높고(65% 이상), 발정 발견이 가능한 시간대라 하더라도 경영이나 정보활동 등으로 목장에 부재하는 시간이 많아 발정이 오는 것을 발견하지 못하고 지나치게 되는 경우가 많다. 이와 같이 발정 발견이 잘 되지 않으면 장기간 수태가 되지 않을 뿐만 아니라, 우유 생산량도 현저하게 떨어지게 되어 결국 도태로 이어지는 사례가 많아지게 된다. 효율적이고 정확한 발정 발견은 번식 성적을 좋게 하고, 수익성을 유지하는데 매우 중요하기 때문에(Van Vliet과 Van Eerdenburg, 1996; Kinsel과 Etherington, 1998) 목장에서는 발정 발견율을 높이기 위하여 심혈을 기울이고 있지만, 크게 개선되지는 않고 있다. 발정 관찰은 번식 장애를 판단하고 예방하는데 매우 중요한 역할을 할 뿐만 아니라, 농가의 경제적 손실 및 번식 장애로 인한 도태의 비율을 증가시키는 요인이 된다(Walker 등, 1996). 발정 관찰이 잘못됨으로 해서 정상우가 번식 장애우로 변할 수도 있고, 번식 장애우가 정상우로 인식되어 공태 상태로 장기간을 지내는 경우가 있기 때문이다. 여름철 고온기와 같이 발정 관찰이 어려운 기간 동안에는 관행적인 방법만으로 발정 관찰의 정확도를 높이는 어렵다. 여름철에는 발정 시간이 단축되며, 발정 징후가 미약하거나, 서늘한 야간에 발정이 오는 경우가 많아, 다른 계절과는 다소 특이하게 다른 양상을 나타내기 때문이다. 또한 우사 바닥의 형태도 발정 행동에 영향을 미치게 된다. 시멘트 바닥의 경우 흙바닥에 비하여 발정 지속 시간이 짧고 승가 횟수, 승가 허용 횟수 등이 낮다. 특히 경영상의 이유 등으로 외출하는 경우가 많아지면서 발정을 성공적으로 발견하는 것이 더욱 어려워지고 있다. 대부분의 소 사육 농가에서 발정 발견율이 50% 이하로 낮게 나타나고 있고, 숙련된 낙농가가 발정관찰을 했을 때도 56% 정도 밖에 되지 않기 때문에(Williamson 등, 1972), 이를 해결하기 위한 이상적인 발정관찰 방법으로서 1일 20~30분간 2회(Xu 등, 1998)와 5회(Mee, 2004) 발정 관찰을 수행하는 방법이 있겠으나, 여건상 곤란할 경우에는 발정 관찰 보조기를 이용하여 관행적인 발정 관찰과 병행하는 것도 권장할 만한 방법이다. 소는 발정기 동안 다른 소의 등에 턱을 괴고 있기, 다른 소를 핥거나 냄새 맡기, 다른 소를 공격하기(Kerbrat와 Disenhaus, 2004), 다른 소에게 승가하기 등을 포함하여 여러 가지 행동의 변화를 보이게 된다. 특히 발정 발견의 가장 중요한 지표가 되는 승가 허용(O'Connor, 1993; Van Vliet과 Van Eerdenburg, 1996; Ball과 Peters, 2004) 원리를 이용하여 소의 미근부에 부착하는 형태의 일회용 또는 전자식 보조기가 많이 개발되어 보급되고 있는데, 이는 승가를 하는 소가 승가 허용우의 미근부에 부착되어 있는 발정 발견 보조기를 위로부터 강하게 누름으로써 보조기 속에 들어 있는 색소액이 흘러나와 보조기를 물들인다는지, 미근부에 줄 모양으로

크레용을 칠해 놓으면 다른 소의 승가 행동으로 색이 흐트러지거나 지워진다는지(Xu 등, 1998), 표면이 도색되어 있는 보조기의 경우에 승가를 허용함으로써 도색이 벗겨져 바탕색이 드러난다는지, 전자식의 경우 승가 허용을 함으로써 강한 압박에 의해 보조기가 작동하여 전기적인 빛을 발하게 되는 원리(Dransfield 등, 1998; Xu 등, 1998)를 이용한 것이다. 어떤 원리를 응용하던 최근 개발되어 보급되고 있는 발정 관찰 보조기는 나름대로 장점을 가지고 있고, 그 정확도의 측면에 있어서도 90% 이상의 발정 발견 효과를 나타내기 때문에 보조기의 특성을 고려하여 목장 여건에 맞는 보조기를 선택하여 사용하는 것이 바람직하다. 보조기를 사용할 때는 소의 발정 생리를 어느 정도 고려하면 보다 효율적으로 사용할 수가 있고, 특히 승가 허용에 의한 발정 발견 시에는 발굽 장애(Sood와 Nanda, 2006), 우사 형태(Hackett 등, 1984), 우사 바닥의 표면(Vailes와 Britt, 1990), 동시에 발정이 온 소의 수(Hurnik 등, 1975) 등을 고려하는 것이 발정 발견율을 높일 수 있는 방법이다. 근래에 다두 사육화되어 감으로 인한 사육 여건의 변화와 함께 발정 관찰 보조기에 의존하는 비율이 과거에 비하여 점차 증가하고 있는 것이 세계적인 추세이다. 관행적인 육안 관찰의 경우 54.4~58%의 비교적 낮은 발정 발견율을 나타낸다(Williamson 등, 1972; Liu와 Spahr, 1993; At-Taras와 Spahr, 2001). 이와 같이 발정 관찰은 많은 시간과 주의집중이 필요하기 때문에 전체 관리 노동력의 30% 정도를 필요로 한다(Geers 등, 1997). 발정 관찰 보조기로 승가 허용(발색제, 크레용), 행동량, 보행 수, 질 점액의 전기 전도도, 체온 변화의 원리 등을 기초로 한 수많은 발정 관찰 보조기 및 시스템들이 개발되어 현장에 보급되고 있으나, 축종이나 우사의 구조 등에 따라 사용이 제한되는 경우가 있고, 사용 방법이나 가격에 있어서도 부담을 느끼는 경우가 있어 농가 보급이 활발하게 이루어지지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 발정 관찰 보조기를 개발하여 그 정확도를 분석하고, 현장 적용 시험을 통하여 농가 보급 가능성을 검토하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시 동물

조사 분석을 위해 이용된 자료는 2007년 1월부터 2009년 12월까지 국립축산과학원에서 사육 중인 홀스타인 젖소에 발정 동기화(PGF_{2α} 이용)를 실시하여 센서를 뒷다리에 부착한 다음, 발정 행동(승가 및 승가 허용)에 따라 센서의 신호가 전광판으로 전송되어 전광판에 표시되는 상태를 조사하였다.

2. 공시 재료

발정 탐색기의 센서는 수직 충격에 의하여 위에 있는 무게 추가 아래의 전극에 접지가 이루어지면 신호가 발생하게 되

어 전광판에 표시되는 원리로 되어 있다. 센서는 소의 뒷다리 발목에 부착하였고, 수태 확인 후에는 역잠금 장치의 띠에 폴림 bar를 넣어 잠금장치를 해제시키는 방식으로 떼어 내어 다른 개체에 재사용할 수 있도록 하였다. 전광판(60 × 80cm)은 눈에 잘 보이는 곳에 부착하였다. 전광판에는 발정 행동(승가, 승가 허용) 횟수와 최초 및 최종 발정 행동 시간이 표시되도록 고안하였고, 전광판 형태는 시각적으로 잘 확인될 수 있도록 한 것이 특징이다. 센서는 크기가 8.5 × 5.3cm, 무게가 153g이었다.

3. 조사 방법

발정 탐색기 센서가 뒷다리 발목에 부착된 개체의 승가 행동에 따라 승가를 시도하였으나, 승가는 하지 않은 경우(승가 시도), 승가를 하였을 때 승가 허용우가 움직이므로 미끄러져 내려온 경우(미끄러져 내려옴), 승가 허용우가 1~4초 동안 안정적으로 승가를 허용했을 경우(안정적 승가 <1~4초>), 승가 허용우가 1~4초 동안 불안정적으로 승가를 허용했을 경우(불안정적 승가 <1~4초>), 승가 허용우가 5초 이상 안정적으로 승가를 허용했을 경우(안정적 승가 <5초 이상>), 승가 허용우가 5초 이상 불안정적으로 승가를 허용했을 경우(불안정적 승가 <5초 이상>)로 분류하였다. 또한 승가 허용 행동에 따라, 승가 허용을 하면서 앞으로 빠져 나가거나 승가 허용을 회피하였을 경우(승가허용 회피), 승가를 1~4초 동안 안정적으로 허용했을 경우(안정적 승가 허용 <1~4초>), 승가를 1~4초 동안 불안정적으로 허용했을 경우(불안정적 승가 허용 <1~4초>), 승가를 5초 이상 안정적으로 허용을 하였을 경우(안정적 승가 허용 <5초 이상>)로 분류하였다.

4. 적용 시험 방법

무인 발정 탐색기를 이용한 발정 행동 개시 시간은 오전 8시부터 오후 6시까지 및 오후 6시부터 익일 오전 8시까지로 설정하였고, 발정 행동 횟수는 3회 이내, 4~6회 및 7회 이상으로 분류하였으며, 발정 개시 시간으로부터 인공 수정 시간은 11시간 이내, 12~20시간으로 시간대를 설정하여 분석하였다. 인공수정 시 질점액의 유출 여부로 발정의 진위를 판단하였다. 공시축은 군사 상태로 사육되었고, 우사의 바닥은 깔짚을 사용하였다.

결과 및 고찰

본 연구는 발정이 온 소가 승가 및 승가 허용 행동을 할 때, 이 발정 행동이 센서에 감지되어 신호가 전광판으로 전송되는 원리를 이용하여 영농 현장에서 효율적으로 사용할 수 있는 발정 관찰 보조기를 개발하기 위하여 수행하였다. 발정 발견 보조 수단으로는 일회용, 전자식 등 여러 가지 형태의 보

조기가 보급되고 있다. 그리고 발정 행동 중에서 발정 발견의 가장 중요한 지표가 되고 있는 승가 허용(O'Connor, 1993) 원리를 이용한 발정 관찰 보조기가 다양하게 개발되어 이용되고 있다. 예를 들면 승가 허용우의 미근부에 발정 관찰 보조기를 부착해 두었다가 다른 소가 승가 행동을 함으로써 발정 관찰 보조기를 위로부터 강하게 누름으로써 보조기 속에 들어 있는 색소액이 흘러나와 보조기를 물들인다는지(Williamson 등, 1972), 표면이 도색되어 있는 보조기의 도색이 벗겨져 바탕색이 드러난다는지, 미근부에 크레용을 칠하여 다른 소의 승가행동에 의해 색이 흐트러진다는지(Macmillan 등, 1988), 전자식의 경우 승가 허용을 함으로써 강한 압박에 의해 보조기가 전자적으로 작동하는 원리(Saumande, 2002) 등을 이용한 것이 있다. 그러나 Son 등(2007)은 발정 온 젖소의 발정 징후 유형별로 분류한 결과에서 냄새 맡기가 81.3%로 가장 높았고, 그 다음이 턱 비빔과 승가 행동 공히 78.1%, 승가 허용 행동이 56.3%로 승가 허용 행동보다는 승가 행동이 높게 나타났다 하였는데, 이는 승가 행동도 발정 및 배란 시간 예측에 유용한 판단 기준이 될 수 있다(Holtz 등, 1993; Van Vliet와 Van Eerdenburg, 1996; Firk 등, 2002)는 것을 말해 주는 것이라고 하였다. 본 연구에서 이용한 보조기는 센서를 발목에 부착하여 소가 승가 및 승가 허용과 같은 발정 행동을 할 때, 센서에 내장된 위와 아래의 전극이 접지되면서 신호가 발생되어 전광판에 표시되도록 하는 원리를 이용한 것이다. 전광판으로 신호가 전송되면 전광판에는 발정 행동 횟수, 발정 개시 시간, 최종 발정 행동을 한 시간 등의 발정 관련 정보를 표시하도록 고안되었다.

발정 관찰 보조기 센서가 후지에 부착된 개체가 승가 행동을 했을 경우, 전광판에 표시되는 정확도를 보면(Table 1), 승가를 시도할 경우 87.5%(7/8두), 승가 허용우가 움직이므로 미끄러져 내려왔을 경우 100%(4/4두), 승가 허용우가 1~4초 동안 안정적으로 허용했을 경우 80.0%(12/15두), 승가 허용우가 1~4초 동안 불안정적으로 허용했을 경우 90.0%(10/11두), 승가 허용우가 5초 이상 안정적으로 허용했을 경우 80.0%(12/15두), 승가 허용우가 5초 이상 불안정적으로 허용했을 경우 90.0%(10/11두)였다.

Xu 등(1998)은 평균 승가 지속 시간을 육안으로 관찰했을 때 2.6초, HeatWatch[®]를 적용하여 조사했을 때 2.3초였다고 하였고, Cavalieri 등(2003)은 육안으로 관찰했을 때 5.4~5.9(평균 5.6초), HeatWatch[®]를 적용하여 조사했을 때 1.8~2.0(평균 1.9초)이었다고 하였는데, 이는 우사의 바닥, 승가 허용우의 발정 여부, 체중 등이 상당히 영향을 미칠 수 있는 것을 고려하여, 본 연구에서는 승가 지속 시간을 1~4초 및 5초 이상으로 설정하고, 승가 지속 시간 동안 자세의 안정 여부를 구분하여 조사하였다.

본 연구 결과에서 보듯이 승가를 시도하거나(87.5%), 승가

Table 1. When cow mounting other cows, the accuracy of estrus behavior displayed an electric bulletin board

| | No. of head | Estrus behavior displayed an electric bulletin board | |
|--|-------------|--|------|
| | | n | % |
| Mounting other cows only | 8 | 7 | 87.5 |
| Mounting other cows but not standing | 4 | 4 | 100 |
| Mounting other cows with standing for 1~4 seconds | 12 | 10 | 83.3 |
| Mounting other cows but not standing for 1~4 seconds | 10 | 9 | 90.0 |
| Mounting other cows with standing for more than 5 seconds | 3 | 2 | 66.7 |
| Mounting other cows but not standing for more than 5 seconds | 1 | 1 | 100 |

를 시도하다가 미끄러져 내려오거나(100%), 불안정적으로 승가를 할 때(90.0 및 100%) 전광판에 표시되는 비율이 높게 나타났는데, 이는 승가를 허용하는 개체가 발정이 와서 승가 허용 자세를 취하면 안정적으로 승가를 할 수 있고, 발정이 오지 않은 개체를 승가하면 발정이 오지 않은 개체가 피하려 하기 때문에 승가 자세가 불안정해지기 때문인 것으로 사료된다. 센서가 뒷다리 발목에 부착되어 있는 관계로 승가 행동시에 자세가 불안정해져서 몸무게의 중심을 뒷발에 싣고 발을 이동하면서 딛기 때문에, 수직적인 충격에 의해 전극 접지의 빈도가 증가하기 때문인 것으로 생각된다.

발정 관찰 보조기 센서가 후지에 부착된 개체가 승가 허용을 하였을 경우, 전광판에 표시되는 정확도를 보면(Table 2), 승가 허용을 하면서 앞으로 빠져 나가거나 승가 허용을 회피하였을 때가 100%(2/2두), 승가를 1~4초 동안 안정적으로 허용했을 때가 100%(4/4두), 승가를 1~4초 동안 불안정적으로 허용했을 때가 100%(1/1두), 승가를 5초 이상 안정적으로 허용을 하였을 때가 100%(2/2두)이었다.

본 연구 결과에서 보듯이 승가 허용을 회피하거나, 안정 또는 불안정적으로 승가를 허용했을 때, 공히 전광판에 표시되는 비율이 100%로 나타났는데, 이는 승가를 허용하면서 승가하는 개체의 몸무게 일부를 싣고 있기 때문에, 약간의 움직임 또는 이동에도 센서의 수직적인 충격이 커져서 센서에 내장

된 전극의 접지가 용이하게 이루어졌기 때문인 것으로 사료된다.

발정 관찰 보조기 시제품을 젓소 사육 현장에 적용하여 그 정확도 및 효과를 검증하기 위하여 3차에 걸쳐 발정 동기화를 실시하여 발정이 온 개체들을 대상으로 승가 및 승가 허용 행동에 따른 전광판 표시 여부를 조사하였다.

발정 관찰 보조기 센서를 후지에 부착한 개체가 승가 행동을 했을 때, 승가 허용 행동을 했을 때, 승가 및 승가 허용 행동을 했을 때, 전광판에 표시되는 정확도를 보면(Table 3), 승가 행동을 했을 때가 86.8%(33/38두), 승가 허용 행동을 했을 때가 100%(10/10두), 승가 및 승가 허용 행동을 했을 때가 90.0%(43/48두)이었다.

승가 행동보다는 승가 허용 행동을 했을 때, 전광판에 표시되는 비율이 높게 나타난 것은 승가를 허용하면서 승가하는 개체의 몸무게의 일부를 싣고 있기 때문에, 약간의 움직임 또는 이동에도 센서의 수직적인 충격이 커져서 센서에 내장된 전극의 접지가 용이하게 이루어졌기 때문인 것으로 사료된다.

무인 발정 탐색기를 이용한 발정 행동 개시 시간의 분포는 Table 4에서 보는 바와 같다. 오전 8시부터 오후 6시까지가 59.1%, 오후 6시부터 익일 오전 8시까지가 40.9%로, 59.1%의 경우 발정 발견이 용이한 시간대인 오전 8~오후 6시에서 발정이 개시되었으나, 발정발견이 어려운 시간대인 오후 7~오

Table 2. When cow mounted other cows, the accuracy of estrus behavior displayed

| | No. of head | Estrus behavior displayed an electric bulletin board | |
|---|-------------|--|-----|
| | | n | % |
| Mounting other cows but not standing | 2 | 2 | 100 |
| Mounting other cows with standing for 1~4 seconds | 4 | 4 | 100 |
| Mounting other cows but not standing for 1~4 seconds | 1 | 1 | 100 |
| Mounting other cows with standing for more than 5 seconds | 3 | 3 | 100 |

Table 3. The accuracy analysis of field application of a heat detector

| | No. of head | Estrus behavior displayed an electric bulletin board | |
|---------------------------------|-------------|--|------|
| | | n | % |
| Mounting other cows | 38 | 33 | 86.8 |
| Mounted other cows | 10 | 10 | 100 |
| Mounting and mounted other cows | 48 | 43 | 90.0 |

전 8시에도 40.9%에서 발정이 개시되는 경향을 나타내었다.

O'Connor(1993)는 비디오카메라를 이용하여 발정 행동을 조사한 결과에서 승가 행동의 70% 정도가 오후 7시부터 익일 오전 7시 사이에 일어났는데, 이 시간은 사료 급여, 착유, 청소 등과 같은 작업에 집중할 때이기 때문에 승가 행동을 관찰하기가 어렵다는 것을 암시해 주는 것이라고 하였다. 본 연구 결과에서는 70% 정도까지는 아니지만, 40.9%가 발정 발견이 어려운 시간대에 발정이 개시된 것으로 조사되었다.

Selk(2009)는 발정 징후를 나타내는 시간대에 대해서 오전 6시~정오 22%, 정오~오후 6시 10%, 오후 6시~자정 25%, 자정~오전 6시 43%로 오후 6시~익일 오전 6시 사이에 68%의 소에서 발정이 나타난다고 하여 발정 발견의 어려움을 말해 주고 있다.

무인 발정 탐색기를 이용한 발정 행동 횟수의 분포는 Table 5에서 보는 바와 같다. 3회 이내가 40.9%, 4~6회가 36.4%, 7회 이상이 22.7%로, 3회 이내의 경우가 가장 높아 발정 발견의 어려움을 암시해 주고 있다. Cavalieri 등(2003)은 Heat-Watch[®]를 적용한 시험에서 발정 온 소의 승가 횟수가 13.7~22.7회(평균 17.7회)였다고 하였다. Fulkerson 등(1983)은 12시간 동안 승가 횟수를 계속적으로 관찰한 결과, 6회 이내가 38.8%(33/85)로 가장 많았고, 그 다음이 6~10회 18.8%(16/85)이었다고 하여, 본 연구 결과의 6회 이내 77.3%(17/22) 보다는 낮았으나, 6회 이내가 가장 높은 비율을 차지했다는 결과와 비슷한 경향이였다. Britt 등(1986)은 발정 기간 동안 흙바닥과 시멘트 바닥에서의 승가와 승가 허용 행동 횟수를 조사한

Table 4. Circadian distribution of first observed in estrus

| Circadian distribution | Estrus | |
|------------------------|-------------|----------|
| | No. of head | Rates(%) |
| am 8~pm 6 | 13 | 59.1 |
| pm 6~am 8 | 9 | 40.9 |

결과, 승가 행동의 경우 각각 7.0회 및 3.2회였고, 승가 허용 행동의 경우 각각 6.3회 및 2.9회로 시멘트 바닥에서 낮은 발정 행동을 나타내었다고 하였는데, 이는 본 연구 결과에서 3회 이내의 비율이 높게 나타난 결과를 뒷받침해 주고 있는 것

이라고 사료된다.

무인 발정 탐색기를 이용한 발정 개시 시간으로부터 수정 시간에 따른 수태율은 Table 6에서 보는 바와 같다. 11시간 이내가 23.1%, 12~20시간이 55.6%로, 발정 행동 후 12시간 이후에 수정을 실시하는 것이 수태율이 높은 경향을 나타내었다.

승가와 승가 허용 개시로부터의 시간 경과에 따른 수정 적기를 보고한 결과를 보면, Xu 등(1998)은 HeatWatch[®]를 이용한 시험에서 승가 행동을 기준으로 승가 개시 후 12~18시간에 인공수정을 했을 때 수태율이 가장 높았다고 하였고, D-ransfield 등(1998)은 젖소의 최적 수정 시간이 승가 허용 행동 후 4~12시간이라고 하였다. 본 연구에서는 승가와 승가 허용 행동을 복합적으로 조사한 결과로서, 최적 수정 시간이 승가 개시 후 12~18시간이라고 한 결과와는 비슷한 경향을 보였

Table 5. Distribution for the number of estrus behavior

| The number of estrus behavior | Estrus behavior | |
|-------------------------------|-----------------|----------|
| | No. of head | Rates(%) |
| ≤ 3 times | 9 | 40.9 |
| 4~6 times | 8 | 36.4 |
| ≥ 7 times | 5 | 22.7 |

Table 6. The conception rates relative to interval from first estrus behavior to insemination for estrus periods

| | | No. of head | | Rates(%) | |
|-------------|--------------|-------------|------|----------|--|
| | | | | | |
| ≤ 11 hours | Pregnancy | 3 | 23.1 | | |
| | Nonpregnancy | 10 | 76.9 | | |
| 12~20 hours | Pregnancy | 5 | 55.6 | | |
| | Nonpregnancy | 4 | 44.4 | | |

으나, 승가 허용 후 4~12시간과는 다소 차이가 있는 결과였다.

발정 개시부터 인공수정까지의 시간은 4시간 이내~16시간(Maatje 등, 1997; Borger와 Groom, 1996)이고, 발정 개시 후 배란 시간은 27시간 이내(Walker 등, 1996)인데, 이와 같이

시간대 범위가 넓은 이유는 개체 간에 배란 시간의 차이 때문이라고 보고(Rorie 등, 2002)하고 있다.

Rorie 등(2002)은 발정 개시부터 인공 수정까지의 시간을 조사한 시험에서 수태된 소들의 평균 수정 시간이 16.1시간이었다고 하였는데, 이는 본 연구 결과인 12~20시간에 포함된 시간대였다.

본 연구 결과에서 발정 행동 후 12~20시간의 수태율 55.6%는 다른 발정 관찰 보조기를 이용하여 수태율을 조사한 결과와 비교하였을 경우, 여러 가지 발정 관찰 보조기를 복합적으로 적용한 수태율 36%(Peralta 등, 2005), HeatWatch[®]를 적용한 수태율 45.3%(Dransfield 등, 1998), 관행적인 육안 관찰에 의한 수태율 52%(Gwazdanskas 등, 1983)보다는 높았으나, 보수계를 적용한 수태율 63.5%(Maatje 등, 1997)보다는 낮은 결과였다.

발정 생리상 야간 및 새벽 시간대에 발정이 개시되는 경우가 많아(65%) 발정 관찰이 어렵고, 주간의 작업 시간 동안에도 생리적인 미약 발정을 나타내는 개체의 비율이 높을 뿐만 아니라, 승가나 승가 허용 빈도가 낮아, 발정 발견을 관행적인 방법에만 의존하는 것은 어느 정도 한계가 있다. 따라서 관행적인 육안 관찰이 줄어들고, 발정 관찰 보조기의 사용이 증가하고 있는 추세에 있다.

관행적으로 하는 육안 관찰과 비교하였을 경우, 보수계는 1일 2회 육안 관찰보다 효율적이고, 4회 관찰하는 것과 비슷한 효율을 나타낸다고 하였다(Lehrer 등, 1992).

일반적으로 발정 관찰 보조기를 사용했을 때, 91.1~100%의 높은 발정 발견율을 보인다고 보고하고 있다(Borger 등, 1996; Stevenson 등, 1996).

또한 육안 관찰, 우유의 온도, 활동량 등의 발정 발견 지표를 두 가지로 복합했을 때는 발정 발견율이 91~92%, 세 가지를 복합했을 때는 97%였다고 보고(Maatje 등, 1987)하였고, 특히 둔성 발정을 발견하는데 복합적인 방법이 필요하다고 하였다(Brehme 등, 2001). 이밖에도 여러 가지 발정지표를 이용한 복합적인 발정 관찰 보조기를 적용하는 경우에 발정 발견율을 높일 수 있다는 보고는 많다(Sawyer 등, 1986; Eradus 등, 1998; De Mol 등, 1999; De Mol과 Woldt, 2001). 그러나 몇 가지 지표들은 개체차가 커서 상업적으로 이용하기가 어렵다고 지적하고 있다(Phillips와 Schofield, 1988). 따라서 발정 발견의 정확도를 높이기 위해서는 발정 지표들에 대한 다중 정보가 복합되어 활용되는 발정 관찰 보조기구가 개발되어야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

At-Taras EE and Spahr SL. 2001. Detection and characteriza-

tion of estrus in dairy cattle with an electronic heatmount detector and an electronic activity tag. *J. Dairy Sci.* 84: 792-798.

Ball PJH and Peters AR. 2004. *Reproduction in Cattle*, Third edition Blackwell publishing, Oxford, UK. p95-99.

Britt, JH, Scott RG, Armstrong JD and Whitacre MD. 1986. Determinants of estrous behavior in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 69: 2195-2202.

Borger ML and Grooms DL. 1996. Electronic pressure sensing system as an alternative to visual observation in beef cows with or without Synchro-mate B. treatment. *J. Anim. Sci.* 74(suppl 1): 244 abstr.

Brehme U, Ahlers D, Laufeld P, Scheibl P, Scherping E and Werner D. 2001. Brunsterkennung und Gesundheitsüberwachung mittels sensorgestützter Funkdatenlogger. In: *Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Beiträge zur 5. Internationalen Tagung in Hohenheim, 6.-7. März, 2001*. Hrsg.: Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Germany, 44-49.

Cavalieri J, Flinker LR, Anderson GA and Macmillan KL. 2003. Characteristics of oestrus measured using visual observation and radiotelemetry. *Anim. Reprod. Sci.* 76: 1-12.

De Mol RM, Keen A, Kroeze GH and Achten JMFH. 1999. Description of a detection model for estrus and diseases of dairy cattle based on time series analysis combined with a Kalman filter. *Comput. Electron. Agric.* 22: 171-185.

De Mol RM and Woldt WE. 2001. Application of fuzzy logic in automated cow status monitoring. *J. Dairy Sci.* 84: 400-410.

Dransfield MB, Nebel RL, Pearson RE and Warnick LD. 1998. Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *J. Dairy Sci.* 81: 1874-1882.

Eradus WJ, Scholten H and Udink Ten Cate AJ. 1998. Oestrus detection in dairy cattle using a fuzzy inference system. *IFAC Applications and Ergonomics in Agriculture, Athens, Greece.* 14-17: 185-188.

Firk R, Stamer E, Junge W and Krieter J. 2002. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. *Livestock Production Sci.* 75: 219-232.

Fulkerson WJ, Sawyer GJ and Crothers. 1983. The accuracy of several aids in detecting oestrus in dairy cattle. *Applied Animal Ethology* 10: 199-208.

Geers R, Puers B, Goedseels V and Wouters P. 1997. Elect-

- ronic identification, monitoring and tracking of animals. CAB International. Wallingford, NY. p152-156
- Gwazdauskas FC, Lineweaver JA, McGilliard ML. 1983. Environmental and management factors affecting estrous activity in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 66: 1510.
- Hackett AJ, Batra TR and McAllister AJ. 1984. Estrus detection and subsequent reproduction in dairy cows continuously housed indoors. *J. Dairy Sci.* 67: 2446-2454
- Holtz W and Meinhardt. 1993. Oestrus detection in cattle. *Reprod. Dom. Anim.* 28: 315-341.
- Hurnik JF, King GJ and Robertson HA. 1975. Estrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2: 55-68.
- Kerbrat S and Disenhaus C. 2004. A proposition for an updated behavioural characterisation of the oestrus period in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 87: 223-238.
- Kinsel ML and Etherington WG. 1998. Factors affecting reproductive performance in Ontario dairy herds. *Theriogenology* 50: 1221-1238.
- Lehrer AR, Lewis GS and Aizinbuda E. 1992. Oestrus detection in cattle: recent developments. *Anim. Reprod. Sci.* 28: 355-362.
- Liu X and Spahr SL. 1993. Related to: Automated electronic activity measurement for detection of estrus in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 76: 2906-2912.
- Maatje K, Rossing W and Wiersma F. 1987. Temperature and activity measurements for oestrus and sickness detection in dairy cattle. *Proc. 3rd Symp. on 'Automation in Dairying', IMAG, 9-11 September 1987, Wageningen, NL (1987), 176-185.*
- Maatje K, De Mol RM and Rossing W. 1997. Cow status monitoring (health and oestrus) using detection sensors. *Comput. Electron. Agric.* 16: 245-254.
- Macmillan KL, Taufu VK, Barnes DR, Day AM and Henry R. 1988. Detecting estrus in synchronized heifers-using tail-paint and an aerosol raddle. *Theriogenology* 30: 1099-1114.
- Mee JF. 2004. Temporal trends in reproductive performance in Irish dairy herds and associated risk factors. *Ir. Vet. J.* 57: 158-166.
- O'Connor ML. 1993. Heat detection and timing of insemination for cattle. The Pennsylvania State University. R6M8/00ps 39073. pp.3-18.
- Phillips CJC and Schofield SA. 1988. A comparison of oestrus detection by pedometer, milk progesterone content, electrical conductivity of vaginal mucus and milk yield changes. In: *Proceedings of the VIth World Conference on Animal Production.* Helsinki, p.584.
- Peralta OA, Pearson RE and Nebel RL. 2005. Comparison of three estrus detection systems during summer in a large commercial dairy herd. *Anim. Reprod. Sci.* 87: 59-72.
- Report of Dairy Farm Survey. 2013. Seoul Dairy Cooperative. P61.
- Rorie RW, Bilby TR and Lester TD. 2002. Application of electronic estrus detection technologies to reproductive management of cattle. *Theriogenology* 57: 137-48.
- Saumande J. 2002. Electronic detection of oestrus in postpartum dairy cows: efficiency and accuracy of the DEC[®](show-heat) system. *Livestock Production Sci.* 77: 265-271.
- Sawyer GJ, Russell-Brown ID and Silcock JK. 1986. A comparison of three methods of oestrus detection in commercial dairy herds verified by serum progesterone analysis. *Anim. Reprod. Sci.* 10: 1-10.
- Selk. G. 2009. Heat detection aids for dairy and beef A.I. Oklahoma Cooperative Extension Service. ANSI-4154. p4154.
- Son JK, Park SB, Park SJ, Baek KS, Ahn BS, Kim HS, Hwang SJ, Ju JC and Park CK. 2007. Relationship between various estrous behavioral signs and ovulation time in dairy cows. *Emb. Trans.* 1: 9-13.
- Sood P and Nanda AS. 2006. Effect of lameness on estrous behavior in crossbred cows. *Theriogenology* 66: 1375-1380.
- Stevenson JS, Smith MW, Jaeger JR, Corah LR and LeFever DG. 1996. Detection of estrus by visual observation and radiotelemetry in peripubertal, estrus-synchronized beef heifers. *J. Anim. Sci.* 74: 729-35.
- Vailes LD and Britt JH. 1990. Influence of footing surface on mounting and other sexual behaviors of estrual Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 68: 2333-2339.
- Van Vliet JH and Van Eerdenburg FJCM. 1996. Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 50: 57-69.
- Walker WL, Nebel RL and McGilliard ML. 1996. Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 79: 1555-1561.
- Williamson N. B, Morris R. S, Blood DC and Cannon CM. 1972. A study of oestrous behaviour and oestrus detection methods in a large commercial dairy herd. I. The relative efficiency of methods of oestrus detection. *Vet. Rec.* 91: 50-58.

Xu ZZ, McKnight DJ, Vishwanath R, Pitt CJ and Burton LJ.
1998. Estrus detection using radiotelemetry or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. *J. Dairy*

Sci. 81: 2890-2896.

(접수: 2013. 09. 09/ 심사: 2013. 09. 11/ 채택: 2013. 09. 25)