

무선원격측정에 의한 소의 발정감지

Estrus Detection of Cows by Radiotelemetry

홍원표 * 조한근 *
정회원 정회원
W. P. Hong H. K. Cho

1. 서론

현재 우리나라 대부분의 농가에서는 소의 발정(發情)상태를 육안으로 관찰하고 있다. 그러므로, 발정을 감지하기 위해서는 숙련된 기술과 풍부한 경험이 필요하다. 특히, 대규모 농가에서 소의 발정을 정확하게 감지하기는 더욱 어려운 실정이다.

한우사육 또는 낙농업이 성공적으로 발전하기 위해서는 소의 번식성능을 지속적으로 유지시켜주어야 하며, 성공적인 번식관리는 효율적이고 정확한 발정 감지에 좌우된다. 만약 발정감지에 실패하거나 발정판정이 부정확하게 되어 인공수정 적기를 놓치게 된다면, 소의 공태(空胎)기간, 즉, 소가 임신을 하지 않은 기간이 길어지므로 우유 생산량의 감소나 송아지 생산량이 줄어들어 낙농가의 손실이 증가하게 된다. 미국의 경우 1994년 한해에만 부적절한 번식관리로 인한 손실이 3억 달러에 이른다고 보고했다(Senger, 1994).

발정(estrus, 發情)이란 암소가 수소를 받아들여 교미를 허용하는 성욕(性慾)의 발동을 말하는 것으로, 평균 21일마다 발정을 하며, 그 징후로는 수소가 승가(乘駕)하는 행위를 허용하거나, 점액을 배출하기도 하고, 거동의 변화를 보이기도 한다(맹원재 외, 1992). 소의 발정 시각은 대체로 낮보다는 밤에 많으며, 특히 새벽에 많이 온다(조석진 외, 1992). 발정지속시간은 평균 21시간으로 이보다 더 짧은 소는 이른 밤에 발정이 오면 다음날 아침에는 발정을 관찰할 수 없는 경우가 많다. 따라서, 90% 이상의 발정을 육안으로 확인하려면 이른 아침, 늦은 저녁시간, 그리고 하루 4~5시간 간격으로 세심한 관찰이 필요하다.

본 연구에서는 소의 발정을 자동으로 감지하기 위해, 무선원격측정장치를 제작하여 발정에 의한 승가횟수를 측정하였고, 발정판단 프로그램을 작성하여 발정을 진단하도록 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 실험장치

본 연구에서 사용된 실험장치는 무선 송신기와 수신기 그리고, 컴퓨터로 구성하였으며, 그림 1은 실험에서 사용된 시스템의 개략도이다.

* 충북대학교 농업기계공학과

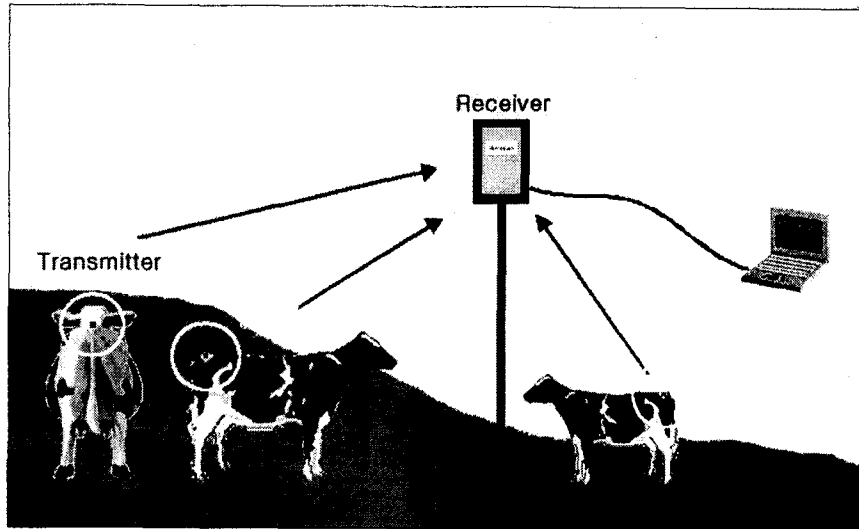


Fig. 1 Schematic of an estrus detection system developed

(1) 송신기

송신기의 내부는 RF모듈, AD변환회로, 시간지연회로, 건전지로 구성했다(그림 2). 송신기에 사용된 송신모듈(CM-447-TX1, 청우산업)은 대규모 사육농가에 적합한 것으로 100m 이상의 송신능력과 송출 중심 주파수 447.725MHz를 사용하는 제품을 선택하였다. 송신기의 전원은 시중에 판매하는 9V 배터리에 의해서 공급하였다.

그림 3은 송신기 케이스를 나타내며, RF모듈, 압력스위치, 건전지 및 신호수집 관련 전자회로 등을 탑재할 수 있는 최소한의 크기(84mm×84mm×28mm)가 되도록 고려하였다. 재료는 5mm 두께의 아크릴을 사용하였으며, 케이스 안쪽에는 얇은 보온재를 사용하여 동절기에 예상되는 건전지의 성능저하에 대비하였다.

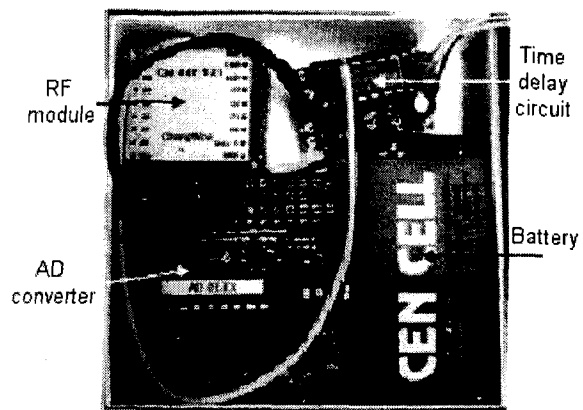


Fig. 2 Top view of the developed transmitter inside

(2) 송가 압력 스위치

소의 송가무게를 인식하도록 그림 3의 송신기 윗면 중앙에 스위치를 부착하였다. 송가이외의 행동 즉, 턱으로 스위치를 누르거나 꼬리로 스위치를 치는 행동에 대한 스위치 작동을 방지하기 위해, 스위치 주위에 두께 5mm의 아크릴로 만든 가이드를 부착하였다. 가이드의 크

기는 폭이 8mm이고, 바깥쪽이 60mm×60mm의 사각으로 제작하였다. 또한, 증가한 소의 압력을 효과적으로 감지할 수 있게 하기 위해서 그림 3의 검은색 부분과 같이, 소의 등뼈와 일치하는 위쪽과 아래쪽의 가이드를 깎아서 높이를 낮추었으며, 스위치 위에 얇은 판(29mm×28mm)을 부착하여 늘리는 면적을 크게 하였다.

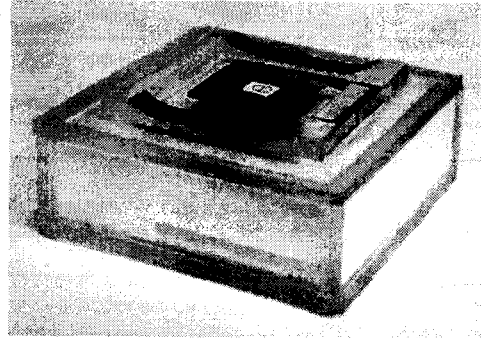


Fig. 3 Whole view of the transmitter outside

(3) 송신기 포켓

송신기의 고장이나 건전지 교체 등의 관리 보수를 위해 송신기를 넣을 수 있는 형겅 포켓을 만들고 포켓을 넓은 형겅에 붙여서 형겅을 소의 등부에 부착하는 방법을 채택하였다. 소의 등부에 접촉하게 되는 송신기 포켓은 대략 400mm×200mm 크기의 천 중앙에 송신기가 들어갈 수 있고, 입구를 개폐할 수 있는 포켓을 만들어 견고하게 붙였다. 포켓의 바깥쪽에 방수천을 대고, 안쪽에 보온천을 붙여 방수와 보온을 할 수 있게 하여, 포켓 안의 송신기를 보호하고, 낮은 온도에서 건전지를 보온할 수 있게 제작하였다.

(4) 수신기와 컴퓨터의 설치

본 실험에 사용된 수신기(CT-RS232-04, 청우산업)는 컴퓨터에서 공급되는 12V 전원을 사용하였으며, 유효한 데이터가 검출되면 RS232 케이블을 통해서 컴퓨터로 보내지고, 컴퓨터는 입력받은 데이터를 개발된 발정감지 소프트웨어로 분석, 처리하게 된다. 그림 4는 실제 농장실험에서 측사에 설치한 컴퓨터와 수신기(동그라미)의 사진이다. 컴퓨터는 소의 접근에 의한 파손을 고려하여 소가 닿지 않는 높이에 설치했다.

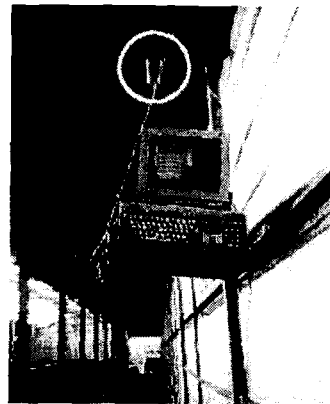


Fig. 4 A computer and a receiver installed at field for test

나. 실험방법

(1) 모의실험

본 연구에서 구성한 장치들의 성능을 실험하기 위해 먼저 실험실 모의 테스트를 실시하였다. 실험실의 한쪽에 수신기에서 전송한 데이터를 받을 수 있는 프로그램이 설치된 컴퓨터를 설치하고, 약 2m 높이에 수신기를 설치하였다. 압력 스위치가 부착된 송신기는 실험실의 네 곳에 임의로 위치해 놓고 실험을 하였다. 두 개의 송신기는 1m이하, 나머지 송신기는 1m이상으로 간격을 두었고, 수신기로부터 송신기의 위치는 2~5m 거리를 유지했다. 소의 증가로 인한 스위치 작동을 모의로 재연하기 위하여, 사람이 송신기 박스에 가볍게 걸터앉아 엉덩이로 스위치를 누르는

방법으로 대치했다. 각 송신기마다 10번씩 10회 스위치를 눌렀으며, 각각의 위치를 바꿔서 총 400회의 승가 실험을 했다.

(2) 농장실험

농장에서의 성능 실험은 청주 내수에 위치한 충청북도 축산 위생연구소 종축시험장에서 실시하였다. 종축시험장에는 약 100m 길이의 축사가 4개 있으며, 현재 300두 정도의 한우가 사육되고 있고, 발정감지는 1명의 연구사와 3명의 관리자들에 의해 육안으로 검사되고 있다.

1차 농장실험에서는 송신기 부착에 대한 소의 반응을 알아보기 위해서 1마리의 소를 선택하여 송신기 포켓을 부착하였다. 송신기포켓을 부착하기 전에 소를 울타리에 고정시키고 소 둔부의 긴 털을 가위로 제거했다. 접착제를 털이 제거된 소의 둔부와 송신기포켓의 접착면에 골고루 넓게 바르고 어느 정도 건조한 후 접착제가 묻은 송신기포켓을 소의 둔부에 밀착하여 단단히 부착시켰다. 소의 꼬리털이 접착제에 닿아 송신기가 떨어지는 일이 없도록 주의하여 부착하였고, 부착된 송신기포켓 속에 송신기의 케이스만을 집어넣어 3일 동안 관찰하였다.

2차 농장실험에서는 3마리의 소에 송신기를 부착하여 실험을 하였다. 실험에 사용된 소들은 3번 출산을 한 4~5년생이며, 모두 출산을 마치고 난 후, 발정이 가장 빨리 올 것으로 기대되는 것으로 선별하였다. 1차 농장실험과 같이 소의 둔부 털을 제거하고 송신기포켓을 접착제로 고정시켰다. 송신기포켓을 부착한 후에 압력스위치를 눌러 송신 여부를 점검하고, 성능시험을 시작하였다. 1마리의 소가 이웃 축사에 있어 수신기와 컴퓨터를 두 축사의 중간 위치에 설치하였다. 실험은 2001년 1월 8일부터 1월 11일까지 4일간 실시되었다. 그림 5의 동그라미 부분은 소의 둔부에 송신기 포켓을 실제로 부착한 모습이다. 발정의 확인은 관리자의 육안관찰과 컴퓨터에 수신된 데이터를 비교하였다.



Fig. 5 Picture of cows under testing with the transmitter attached

(3) 발정판단프로그램

발정판단 프로그램은 비주얼 베이직 6.0으로 작성하여 컴퓨터에 설치하였다. Dransfield 등(1998)은 실험결과에서 한번 발정에 8.5 ± 6.6 회 정도의 승가를 한다고 보고하였다. 따라서, 본 실험에서의 발정유무 판단은 소의 평균 발정지속시간인 약 21시간 동안 8회 이상의 승가를 감지하면 발정으로 판단하도록 하였고, 발정이 온 소의 발정에 의한 승가시각을 표시하게 하였으며, 최종적으로 발정이 판단되면 프로그램 창에 표시하도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 모의실험

실험실 모의 승가실험에서 송수신된 총 400회의 신호를 측정하였으며, 표 1은 송신기에 부착된 스위치가 눌린 횟수와 발정감지프로그램에 출력된 횟수를 비교하여 나타낸 결과이다. 실험결과 4개의 송신기 모두 정확한 데이터를 송신했으며, 송·수신의 정확성은 100%로 나타났다. 이것은 송신기에 부착된 압력스위치의 중앙을 정확하게 눌렀을 때 나타나는 결과로, 실제 목장실험에서 소의 둔부에 송신기를 정확한 위치에 부착시킨다면, 실제 승가와 같은 횟수의 승가 정보를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

Table 1 Result of mounting counts from laboratory test

Transmitter ID	No. of Input	No. of correct data	Error (%)
Tx1	100	100	0
Tx2	100	100	0
Tx3	100	100	0
Tx4	100	100	0
Total	400	400	0

나. 농장실험

1차 실험에서 송신기포켓을 소의 둔부에 부착했을 때, 당시에는 상당한 거부감을 표시하며 꼬리와 허로 둔부 쪽을 접촉하였지만, 약 1시간 이후 평상시와 같은 행동이 관찰되었다. 3일 동안의 관찰결과 다른 소가 핏은 흔적은 있었으나, 송신기포켓이 떨어지지 않았다. 따라서 송신기포켓은 부착한 소나 이웃한 소들에게 별다른 이질감을 주지 않는 것으로 확인되었다.

Table 2 Records of mounting counts from field test

Day	Cow 1	Cow 2	Cow 3
08	×	×	×
09	×	×	×
10	×	×	05:07:29
11	×	×	×

표 2는 2차 실험에서 수신기를 통해 컴퓨터에 저장된 승가시각을 보여준다. 소1, 2, 3의 경우 각각 0, 0, 1회의 승가시각이 기록되었고, 관리인의 육안관찰과 비교한 결과 발정으로 판명되었다. 소1은 미약 발정이었으며, 소2와 소3은 확실한 발정으로 확인되었다. 따라서, 소1의 경우 미약한 발정으로 인해 실제 승가는 없었으며, 소2는 11일 새벽에 육안관찰결과 승가가 있었으나, 장치에 의한 승가기록이 없었던 원인은 기온이 영하이하로 내려감에 따라 송신기의 배터리가 정상적으로 작동하지 않았던 것으로 판단된다. 소3의 경우에는 많은 승가횟수는 아니지만 확실한 승가의 기록을 보였으며, 또한 육안으로 승가를 확인할 수 있었다. 본 연구에서 드러난 문제점은 날씨에 대한 배터리의 작동불능으로, 측정장치의 기온에 대한 보안을 한다면 모의 실험과 같이 좀더 정확한 승가의 기록을 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 비록 짧은 기간동안 적은 수의 가축에 대한 실험이었지만, 이 실험을 통해 무선원격 측정에 의한 발정감지의 자동화에 대한 가능성을 확인할 수 있었다.

다. 발정판단

발정판단 프로그램은 추운 날씨로 인한 적은 횡수의 증가 데이터로 처음의 의도와는 약간의 차이를 가져왔지만, 앞으로 더 많은 실험을 통해서 발정에 의한 적절한 증가횡수를 찾아 우리나라 실정에 맞는 알고리즘을 개발하여 발정감지에 이용하여야 할 것이다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 대규모화하는 한우 사육농가 혹은 낙농가에서 발정감지의 정확도 제고, 육안 감지에 필요한 노력과 인건비의 절감, 그리고 우유와 송아지의 생산성 향상 등에 필수적인 발정 감지의 자동화를 위한 기초 연구로서, 발정이 온 소에 많이 나타나는 생리적 변화인 증가행위를 무선 원격방법으로 측정하였으며, 연구 결과는 다음과 같이 요약된다.

1. 예비 성능시험에서 모의 증가에 대한 감지율은 100%를 보였으며, 소의 둔부에 송신기 부착으로 인한 소의 반응은 긍정적으로 확인되었다.
2. 발정이 온 3마리 한우에 대한 4일간의 농장실험 결과, 소 1마리에 대한 증가행위는 컴퓨터에 기록되었으며, 다른 1마리는 미약한 발정으로 증가행위가 발생하지 않았고, 나머지 1마리는 낮은 기온의 영향으로 인한 건전지의 성능저하로 송신기 작동에 문제가 있었다.
3. 지속적인 연구를 통해 저온에 의한 송신기의 성능문제를 극복하고 증가횡수와 발정간의 상관관계를 구명할 경우, 인력에 의한 발정 감지작업을 자동화할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

1. 맹원재 외. 1992. 유우생산학. 향문사. 서울. p387.
2. 조석진 외. 1992. 최신축산경영학. 유한문화사. 서울. p.221.
3. Dransfield M. B. G., R. L. Nebel, R. E. Pearson, and L. D. Warnick. 1998. Timing of Insemination for Dairy Cows Identified in Estrus by a Radiotelemetric Estrus Detection System. J. Dairy Sci. 81:1874-1882.
4. Senger P. L. 1994. The Estrus Detection Problem : New Concepts, Technologies, and Possibilities. J. Dairy Sci. 77:2745-2753.
5. Xu Z. Z., D. J. McKnight, R. Vishwanath, C. J. Pitt, and L. J. Burton. 1998. Estrus Detection Using Radiotelemetry or Visual Observation and Tail Painting for Dairy Cows on Pasture. J. Dairy Sci. 81:2890-2896.