

# 홀스타인 젖소의 분만 후 프로게스테론 농도 변화와 인공수정 최적 시점

이슬기, 이지환, 유경림, 백형욱, 최태정\*  
국립축산과학원 축산자원개발부 낙농과  
농촌진흥청  
ah8380@korea.co.kr

## Postpartum Progesterone Concentration Changes in Holstein Cows for Optimal Artificial Insemination Timing

Seul-Gy Lee, Ji-Hwan Lee, Gyeong-Lim Ryu, Hyeong-Uk Baek, Tae-Jeong  
Choi\*  
Dairy Science Division, National Institute of Animal Science  
RDA

### 요약

젖소에서 분만 후 발정 재개 시점을 파악하는 것은 인공수정(AI) 시기를 적절하게 결정하는 데 매우 중요하다. 본 연구는 홀스타인 젖소의 혈중 프로게스테론 농도 변화를 분석하여 인공수정의 최적 시기를 파악하는 것을 목표로 하였다. 연구 대상은 홀스타인 젖소 6마리였으며, 분만 후 10일째부터 12주까지 매주 1회씩 혈액 샘플을 채취하였다. 샘플의 프로게스테론 농도는 ELISA(효소결합면역흡착법)로 분석하였다.

그 결과, 대부분의 젖소는 분만 후 4주, 6주, 9주 차에 뚜렷한 프로게스테론 농도 최고점을 보였다. 이는 해당 시기가 발정 직후임을 시사한다. 하지만 분만 후 5~6주 이전에 관찰된 비정상적인 호르몬 최고점은 난소와 자궁의 불완전한 생리적 회복 때문으로 추정된다. 분만 후 6주가 지나자 더 안정적이고 생리적으로 일관된 호르몬 패턴이 관찰되었다.

한편, 2024년 8월 9일에 분만한 C번 개체는 뚜렷한 발정 재개 호르몬 지표를 보이지 않았다. 이는 여름철 더위 스트레스가 발정 행동과 호르몬 조절에 부정적인 영향을 미쳤기 때문으로 추정된다.

결론적으로, 인공수정은 분만 후 최소 6주 이후에 실시하는 것이 권장된다. 또한, 번식 관리 시 계절적 더위 스트레스와 같은 환경적 요인도 고려해야 한다.

## 1. 서론

분만 후 발정 재개 시점을 정확히 파악하는 것은 젖소의 인공수정(AI) 시기를 적절하게 결정하는 데 매우 중요하다. 젖소의 번식 효율성은 농가 소득과 직결되며, 이를 위해 다음 분만 간격(calving interval)을 단축하는 것이 핵심 과제이다.

하지만 분만 후 초기에 나타나는 발정 징후는 미약하고 불규칙하여 육안 관찰만으로는 정확한 시기를 파악하기 어렵다. 이는 발정 미감지(silent estrus)로 이어져 인공수정 성공률을 저해하고 경제적 손실을 초래하는 주요 원인이 된다.

프로게스테론은 황체 발달과 발정 주기 재개를 나타내는 핵심적인 생식 호르몬이다. 이 호르몬은 발정이 일어나지 않은 기간에 높은 농도를 유지하며, 농도가 급격히 감소하는 시점은 발정 시작을 의미한다. 따라서 혈중 프로게스테론 농도의 변화는 분만 후 난소 기능 회복 및 발정 시작 시점을 평가하는 중요한 바이오마커 역할을 한다.

본 연구는 혈중 프로게스테론 농도 변화를 분석하여 홀스타인 젖소의 인공수정 최적 시점을 파악하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험동물 및 시료 채취

본 실험에는 3세의 홀스타인 젖소 6마리를 선별했으며, 모든 개체의 평균 신체중실지수(BCS)는 3점(1점은 마름, 5점은 비만)이었다. 이 소들은 국립축산과학원에서 사육되었다. 분만 후 10일부터 13주까지 각 개체로부터 매주 혈액 샘플, 활동량, 반추 시간을 수집했다. 혈액 샘플은 추후 호르몬 분석을 위해 BD Vacutainer® SST™ II Advance 8.5 mL 튜브(Becton, Dickinson and Company, USA)를 사용하여 경정맥천자(jugular venipuncture)를 통해 채취되었다.

### 2.2. 호르몬 분석

혈액 샘플은 실온에서 1000 ×g로 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후, 호르몬 분석 시점까지 -20°C에 보관했다. 프로게스테론 수치는 소 프로게스테론 ELISA 키트(Novus

Biologicals, USA)를 사용하여 측정되었다. 표준 곡선은 0~70 ng/mL 범위였으며, 광학 밀도(OD)는 450 nm에서 측정했다. 계산에는 4매개변수 로지스틱(4PL) 회귀 모델이 사용되었다. 모든 절차는 제조사의 지침에 따라 수행되었다.

### 2.3. 통계 분석

호르몬 데이터는 기술 통계(descriptive analysis) 방식으로 분석되었다. 발정 재개 여부는 프로게스테론 수치 10 ng/mL 미만을 기준으로 판단했다. 본 연구는 향후 통계적 검증을 위해 추가 실험동물을 포함할 예정인 진행 중인 프로젝트의 일부이다.

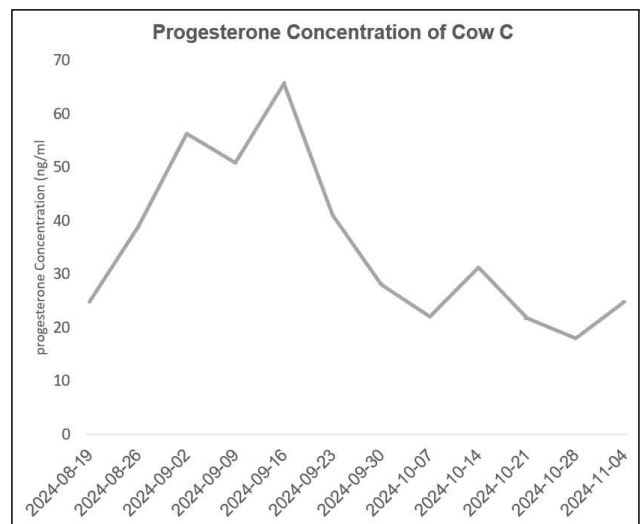
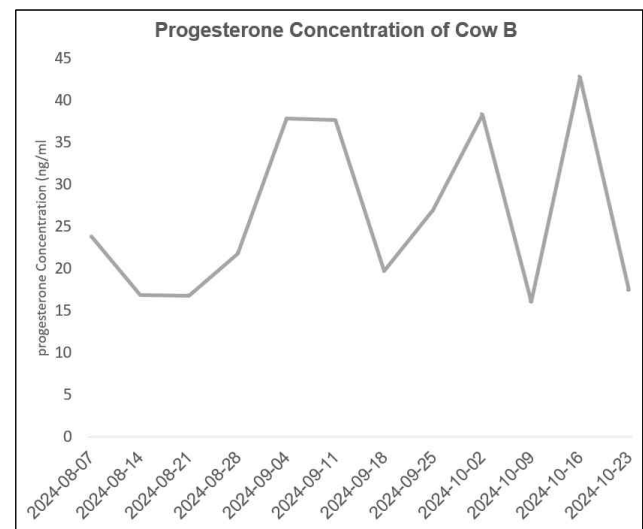
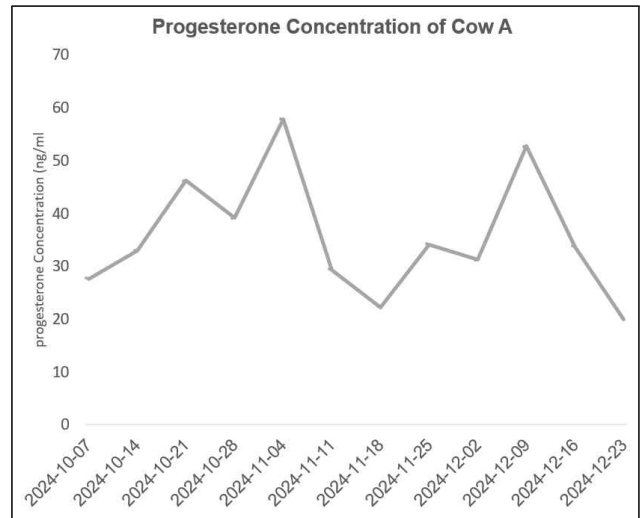
## 3. 결과

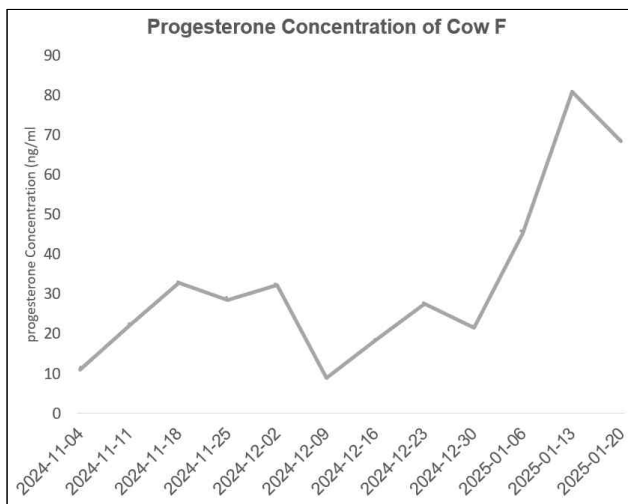
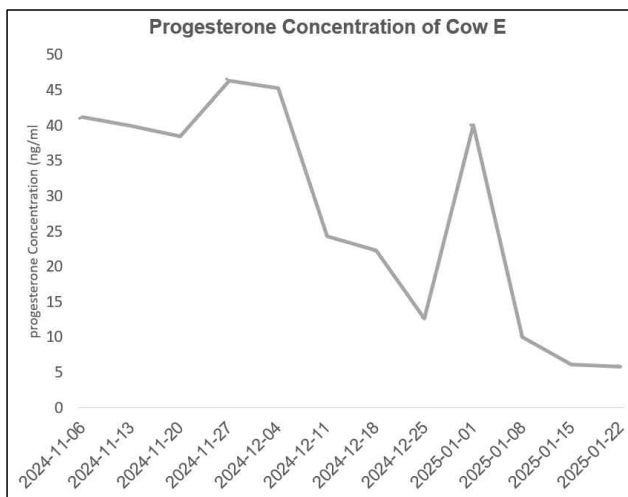
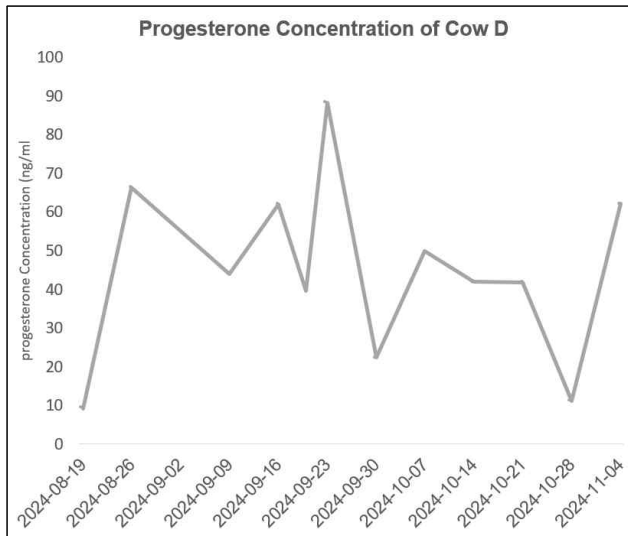
혈중 프로게스테론 농도 변화를 분석한 결과, 개체별로 분만 후 발정 재개 양상이 다르게 나타났다.

A, B, E, F 개체에서는 프로게스테론 농도가 주기적으로 상승과 하강을 반복하며 뚜렷한 호르몬 최고점을 보였다. 이는 발정 주기가 성공적으로 재개되었음을 시사한다. 특히 A 개체는 분만 후 11월 초와 12월 중순에, B 개체는 9월 중순과 10월 중순에 각각 높은 프로게스테론 농도를 나타냈다. E 개체와 F 개체는 관찰 기간 중 한 차례의 뚜렷한 최고점을 보였다.

반면, C, D 개체는 비정상적이거나 불규칙한 호르몬 패턴을 보였다. C 개체는 9월 중순에 한 차례 높은 프로게스테론 농도를 보인 이후 10월부터 관찰 종료 시점까지 10 ng/mL 미만의 낮은 수치를 지속적으로 유지하였다. 이는 발정 주기가 재개되지 않았음을 나타낸다. D 개체는 분만 후 20~30 ng/mL 사이의 낮은 농도를 보이다 10월 초에 90 ng/mL에 육박하는 높은 최고점을 나타낸 후 급격히 하락하는 등, 불규칙한 패턴을 보였다.

대부분의 개체에서 프로게스테론 농도가 10 ng/mL 미만으로 감소하는 시점이 관찰되었으며, 이는 발정 재개의 가능성을 시사한다.





[그림 1] 홀스타인 젖소 6마리의 분만 후 10일차부터 12주까지 주간 프로게스테론(P4) 농도 변화

#### 4. 논의

프로게스테론은 황체 발달 및 주기적인 난소 활동을 반영하는 핵심 생식 호르몬으로, 그 농도는 인공수정(AI)의 최적 시

점을 결정하는 데 중요한 지표가 될 수 있다.

C 개체에서 나타난 결과는 더위 스트레스가 발정 행동 및 호르몬 조절에 부정적인 영향을 미쳤을 가능성을 시사한다.

이러한 결과는 특히 계절적 변화가 심한 환경에서 발정 재개 시점을 정확하게 파악하기 위해 행동적 지표와 프로게스테론 등 호르몬 지표를 통합하여 분석하는 것이 중요함을 강조한다.

결론적으로, 인공수정은 분만 후 최소 6주 이후에 실시하는 것이 권장되며, 번식 관리 전략에 더위 스트레스와 같은 환경적 요인 또한 고려되어야 한다.

향후 더 많은 수의 개체를 포함하여 더위 스트레스 조건과 중온 조건(thermoneutral condition)에서의 호르몬 및 행동적 지표를 비교하는 추가 연구를 진행할 계획이다.

#### 참고문헌

- [1] Shrestha HK, Nakao T, Higaki T, Suzuki T, Akita M, "Resumption of postpartum ovarian cyclicity in high-producing Holstein cows", *Theriogenology*, Vol. 61, No. 4, pp. 637-649, 2004.
- [2] Antanaitis R, Žilaitis V, Juozaitienė V, Urbutis M, Baumgartner W, "Dynamic changes in progesterone concentration in cows", *Sensors (Basel)*, Vol. 20, No. 18, pp. 5020, 2020.
- [3] Kim DS, Kim HJ, Lee SD, Choi SH, Jung JK, "Studies on characteristics of return to estrus in dairy cows", *J Animal Reproduction Biotechnology*, Vol. 36, No. 4, pp. 230-235, 2021.
- [4] Sakaguchi M, Kida K, Hagiya K, Kubo M, Takahashi Y, Araki K, et al., "Seasonality in resumption of ovarian activity and subsequent reproductive performance in Holstein cows", *Journal of Reproduction and Development*, Vol. 68, No. 1, pp. 24-32, 2022.
- [5] Stevenson JS, "Synchronization and artificial insemination strategies in dairy cattle", *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, Vol. 32, No. 2, pp. 349-364, 2016.
- [6] Bruinjé TC, Ambrose DJ, Colazo MG, "Associations of postpartum health with progesterone concentrations after first artificial insemination in dairy cows", *Journal of Dairy Science*, Vol. 107, No. 2, pp. 1256-1270, 2024.