

# 한우 암소 발정유기 시 점액누출에 따른 인공수정 후 임신율과 배사멸 효과

조상래\*, 강성식  
농촌진흥청 국립축산과학원

## Effect of Pregnancy Rate and Embryonic Mortality post-AI According to Mucus Leakage by Estrus Synchronization in Hanwoo cow

Sang-Rae Cho\*, Sung-Sik Kang

National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

**요약** 본 연구는 발정유기 실시로 외음부 점액 누출 여부에 따라 인공수정 실시로 임신율을 조사하여 한우 농가에 적용하고자 수행하였다. 연구를 위해 사용된 번식우는 총 67두를 사용하였으며, 실험은 약 4개월간 실시하였다. 인공수정을 위한 발정유기 방법은 CIDR-device plus GnRH (Gonadotrophin releasing Hormone) 7일 동안 처리 후 CIDR-device를 제거하고, PG (Prostaglandin)를 주사하였다. 그리고 인공수정은 약 52시간 후에 1차 수정과 그리고 12시간 지난 후 2차 인공수정을 실시하였으며, 1차 수정에 앞서 GnRH를 주사하였다. 임신진단은 2회(28일째, 약 90일령)로 나누어 실시하였으며, 1차 진단은 조기임신진단 키트를 사용하였으며, 2차는 직장을 통한 자궁축진법으로 임신여부를 최종 확인하였다. 이 연구에서 발정유기 시 점액 누출 여부에 따른 임신율에 대한 결과는 다음과 같다. 발정유기 처리로 점액 누출을 보인 개체는 68.7%의 결과를 보였으며, 점액이 발견되지 않은 개체는 31.3%로 나타났다. 점액 관찰 여부에 따른 임신결과는 1차 수정 시 점액 visible, 2차 수정 시 점액 visible (59.4% : 19/32두), 1차 수정 시 점액 Visible, 2차 수정 시 점액 invisible (50.0% : 2/4두), 1차 수정 시 점액 invisible, 2차 수정 시 점액 invisible (64.7% : 11/17두), 1차 수정 시 점액 visible, 2차 수정 시 점액 invisible (59.4% : 10/14두) 28일째 조기임신진단에 따른 전체 임신율은 62.7% (42/67두)로 나타났으며, 인공수정 후 재발정 여부를 확인하고 90일경 점액분비 유무에 따른 임신율은 1차 수정 시 점액 visible, 2차 수정 시 점액 visible (46.9% : 15/32두), 1차 수정 시 점액 visible, 2차 수정 시 점액 invisible (42.9% : 6/14두), 1차 수정 시 점액 invisible, 2차 수정 시 점액 visible (64.7% : 11/17두), 1차 수정 시 점액 invisible, 2차 수정 시 점액 invisible (35.3% : 6/17두)로서 최종 임신율은 43.3% (29/67두)의 결과를 보였으며 추정되는 배 사멸율은 20.0% (13/65두)로 확인되었다. 결론적으로, 한우 번식우 사육농가에서 동기령 송아지 생산을 위해 인위적 발정을 유기하였을 때 점액의 누출과 관계없이 인공수정을 실시하는 것이 노동력 감소에 효과적인 것으로 사료된다.

**Abstract** We investigated the pregnancy rate after artificial insemination (AI) based on leakage of vulva mucus after artificially induced synchronized estrus in breeding Hanwoo cows. The study included 67 Hanwoo cows, and the experiment lasted about 4 months. Estrus synchronization for AI was achieved by administering a CIDR device along with GnRH (Gonadotrophin-releasing Hormone) for 7 days. The CIDR device was then removed, and PG (prostaglandin) was injected. Within 24 hours of PG injection, GnRH was administered for AI. First AI followed approximately 52 hours later, and second AI was conducted 14 hours after the first. Pregnancy rates were determined in relation to the presence or absence of mucus leakage, and the results were as follows: 46 cows showed mucus leakage during the estrus synchronization treatment, a rate of 68.7%, while 21 cows showed no mucus leakage, a rate of 31.3%. Pregnancy diagnosis was performed twice (at 28 days and approximately 90 days) using an early pregnancy diagnosis kit for the first diagnosis and a rectal, uterine palpation method for the second to confirm final pregnancy. Pregnancy rates according to mucus leakage were as follows: mucus visible at first AI, mucus visible at second AI (59.4%: 19/32); mucus visible at first AI, mucus invisible at second AI (50.0%: 2/4); mucus invisible at first AI, mucus invisible at second AI (64.7%: 11/17); and mucus visible at first AI, mucus invisible at second AI (59.4%: 10/14). The overall conception rate at 28 days was 62.7% (42/67 cows), and pregnancy rates at ~90 days after AI according to the presence or absence of mucus secretion were as follows: mucus visible at first AI, mucus visible at second AI (46.9%: 15/32 cows); mucus visible at first AI, mucus invisible at second AI (42.9%: 6/14 cows); mucus invisible at first AI, mucus visible at second AI (64.7%: 11/17 cows); and mucus invisible at first AI, mucus invisible at second AI (35.3%: 6/17 cows). This resulted in a final pregnancy rate of 43.3% (29/67 cows) and an estimated embryo mortality rate of 20.0% (13/65 cows). In conclusion, artificial insemination was effective at reducing the labor force, regardless of mucus leakage, when estrus was induced artificially for the production of synchronous calves on Hanwoo reproduction farms.

**Keywords** : Hanwoo, Cow, Mucus, Synchronization, Artificial Insemination

\*Corresponding Author : Sang-Rae Cho(National Institute of Animal Science.)

email: chosr@korea.kr

Received September 20, 2023

Revised October 11, 2023

Accepted November 3, 2023

Published November 30, 2023

## 1. 서론

소는 발정주기에 따라 난소의 기능이 활발해져서 난포가 발육하여 일정한 크기에 도달하면 난포에서 분비하는 난포호르몬인 estrogen의 지배를 받아 분비량의 증가로 암소의 발정증상을 확인 할 수 있다. 난소에서는 난자의 발육과 성숙 그리고 배란·황체형성·퇴행과 같은 일련의 주기성을 평균 21일의 간격을 두고 반복적으로 연속되어 지는 생리적 현상이다.

발정기의 특징은 estrogen의 영향 아래에 있는 시기로서 외음부가 발정전기 보다 더욱 붓고 질과 함께 붉은 색으로 충혈 되며, 분비량이 많아져 습윤해진다. 그러나 소의 정상적인 발정징후는 일정하지 않으며, 어떤 때에는 극히 미약하여 발정 증상을 확인하지 못하고 발정기를 넘기는 경우가 많다. 자궁경부 점액은 자궁경부의 분비샘에서 지속적으로 생성되는 점탄성 분비물로서 침입하는 유기체에 대한 기계적 장벽을 나타내는 기능을 포함한다[1]. 또한 자궁경부 점액은 미생물이 풍부한 질과 일반적으로 무균 상태인 자궁강 사이에 위치한 뮤신과 자궁경부 혈장의 혼합물로, 대부분의 가축과 인간에서 주기의 단계 또는 암컷의 호르몬 상태를 나타내는 간접적인 지표로 사용하기도 한다[2].

한우에 있어서 임신율과 분만율을 높이기 위해서는 암컷의 발정을 정확히 발견하여야 하며, 수정기에 도착하였을 때 교미 또는 인공수정을 실시하여 번식 효율을 높이는 기술이 필요하다. 한우 번식우를 사육하는 농가에서는 번식 효율에 따라서 농가수익에 직접적으로 영향을 미치기 때문에 임신의 손실은 경제적인 손실로 이어진다. 최근에는 한우 사육 규모의 대형화 추세와 더불어 발정관찰과 무관하게 인공수정(Artificial Insemination, AI)을 실시할 수 있는 발정유기 유도 방법을 사용하는데 관심이 높아지고 있다.

소의 임신을 향상과 관련한 연구 보고서는 다수이나, 대부분 결과에서는 원인이 여전히 불분명한 것으로 보고하였다[3]. 초기 임신진단은 AI 실시 후 25일 만에 정확한 임신이 가능하며[4], 모체 기간 이후의 배아 사망률에 대한 연구에도 활용이 가능하며, 수유중인 젖소에서 임신 인식과 수정란이식 및 초기 임신진단을 활용한 연구에 따르면 생존 가능한 배아의 50% 미만이 배란 후 27~30일 이내에 임신이 이루어진다고 보고하였다[5,6]. 그러나 육우에서 수정란이식을 하였을 때는 약 37일령 임신을 확인 할 수 있으며 이 때 임신율은 신선란 83%, 동결란 69% 수준으로 임신이 이루어진다[7]. 발정유기와

같은 제한된 시간에 AI를 실시하는 이유는 경산 젖소에서 널리 사용되는 방법으로서 일반적인 발정감지율이 낮기 때문에 주로 일괄수정을 위해서 사용하는 프로그램이다[8]. 발정유기 처리에 대한 번식 반응은 번식주기 단계에 따라 달라지기도 하는데 초기 GnRH(Gonadotropin releasing Hormone)가 투여되는 주기 단계에 따라 달라진다[9]. 수정 실패와 배아 사망은 젖소와 육우의 번식 프로그램 성공에 영향을 미치는 가장 중요한 요소로서 임신초기 며칠 동안의 배아 생존율 뿐 만 아니라 광범위한 배아 및 태아 사망(~60%) 때문인 것으로 추측된다[10]. 태아의 사망률은 난포의 배란 불규칙, 적절한 황체기 부족, 황체기능 부전, 발달기능 저하, 열악한 자궁 환경, 씨수소의 정액, 환경과 열 스트레스, 질병 및 대사 상태 등이 소의 배아 사망률과 관련이 있을 것으로 추측할 수 있다. 배아 사망률은 일반적으로 임신 첫 45일 동안 발생하는데 임신에서 분화 완료까지의 시기를 말하며 이때 약 30%가 임신중 배아의 형태로 손실되는 것으로 보고하였다[9].

따라서 본 연구에서는 한우 암소를 인위적인 발정을 유기하고, AI 실시 전·후 점액 유출 여부를 확인하여 인공수정을 실시할 경우 많은 노동력이 소모 되는 것을 방지하고자 점액의 유·무에 따라 인공수정을 실시하고 임신 시기별(28일째, 약 90일째) 임신진단을 통한 임신율과 추정되는 배사멸률을 조사하여 발정유기 시 점액의 존재 여부로 AI 시기에 따른 임신에 대한 기초자료 확보와 농가에 기술 정보를 제공하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 실험동물

본 연구에 사용한 시험축 한우 암소는 성성숙 일령에 도달한 개체로서 14개월령 이상의 67두를 본 시험에 공시하였으며, 시험 연구 결과 도출을 위해 각 처리구별 한우 암소 5두 이상의 개체에서 연구가 수행되었다[11]. 실험기간은 4개월간(22.5월~8월) 수행하였다. 실험에 공시된 67두는 해부학적 및 생식장소가 없었으며, 임상적으로 건강한 암소를 대상으로 하였다. 시험축의 신체충실점수(Body Condition Score, BCS)는 5점 척도 평가 기준으로 2.5~3.5점 사이의 BCS를 보유한 개체를 선별하여 사용하였다. 번식우의 사양관리는 일당 증체량 0.6kg 기준(TDN 70%, CP 16%)으로 관리 하였다.

## 2.2 암소의 발정주기

시험축으로 사용된 암소의 발정주기 방법은 다음과 같다. 우선 성선자극호르몬방출호르몬 (Fertagyl, GnRH, Germany) 2.0 ml을 근육 주사함과 동시에 프로게스테론 분비 억제 장치 (CIDR<sup>®</sup>, Progesterone releasing device Zoetis, New Zealand)를 암소의 질내 깊숙이 삽입하였다. CIDR 삽입 후 7일 동안 암소의 질내에서 유지하여 발정을 억제하였다[Fig. 1]. 그리고 7일이 경과한 후 CIDR를 질내에서 제거하고 프로스타글란딘제제인(Prostaglandin F2 $\alpha$ , PGF2 $\alpha$ , Lutalyse, Zoetis, Belgium)를 5.0 ml을 근육 주사를 실시하여 발정을 유도하였다[11,12].

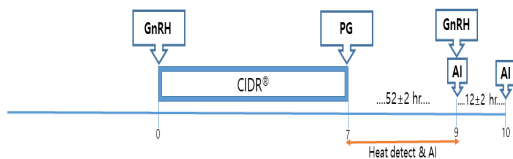


Fig. 1. Diagram of Estrus Synchronization in Hanwoo Cow

## 2.3 인공수정과 임신진단

AI 위해 번식우에 대한 발정주기 처리 방법은 선정된 암소를 대상으로 질내에 성선자극호르몬방출호르몬(Fertagyl, GnRH, Germany) 2.0 ml을 근육 주사함과 동시에 프로게스테론 분비 억제 장치(CIDR<sup>®</sup>, Progesterone releasing-device with progesterone 1.3g, Zoetis, New Zealand)를 암소의 질 속 깊이 삽입하였다. CIDR-device는 질내에서 7일 동안 유지시켜 발정이 오는 것을 억제하였다. 7일이 되는 날 암소에서 CIDR-device를 꺼낸 다음, 프로스타글란딘제제 (ProstaglandinF2 $\alpha$ , PGF2 $\alpha$ , Lutalyse, PG, Zoetis, Belgium)를 5.0 ml을 엉덩이에 근육 주사를 실시하여 발정증상을 유도하였다 [6,13]. PG를 주사 후 발정징후를 조사하고 52시간째 점액의 누출 유·무를 확인하고 1차 AI를 실시하였다. 그리고 약 12시간 경과 후 점액 누출 유·무를 확인한 후 2차 AI를 실시하였다.

## 2.4 배사멸률 평가

AI를 완료 후 임신 확인을 위해서 발정재개에 따른 발정과 관련한 행동양상 등을 21일 동안 관찰하였다. AI가 완료되고 28일째 조기임신 진단을 위해 발정징후를 보이지 않은 개체의 혈액 샘플을 간편 임신진단 키트(IDEXX

<sup>®</sup>, Alertys Rapid Visual Pregnancy Test)를 이용하여 임신 여부를 확인 하였으며, 최종 임신진단은 인공수정 후 약 90일경 직장질법에 의한 자궁축진 검사방법으로 암소의 임신 유무를 확인하여 배아 사멸률을 추정 평가하였다.

## 2.5 통계분석

통계분석은 SAS(version 9.3, SAS Institute, Inc.)를 사용하였고, 점액 분비 유무의 개체 변수를 포함한 변수를 정량화 하였으며, 지질 점액 분비 유무에 대한 평균 임신율 분석은 pearson's Chi square test를 사용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 발정주기에 따른 점액누출

Table 1은 AI를 위해 선정된 번식우 암소 67두를 대상으로 CIDR와 GnRH 처리 방법으로 발정 유기를 실시하고 점액 누출 여부를 조사한 결과이다. 본 시험에 사용된 실험축은 번식기능에 필요한 발정주기와 생식기에 등에 이상이 없는 건강한 한우 암소를 선정한 개체들이다.

AI를 실시한 개체는 적정 두수로 분리 사육을 실시하였으며, 분리 사육은 서열다툼으로 인한 스트레스 증상 등으로 착상 저하 현상 방지로 임신율을 향상시키기 위한 방법이다.

Table 1. Results of Mucus secretion by time of AI with estrus synchronization treatment in Hanwoo cows.

Mucus	No. of mucus secretion	
	First AI (%)	Second AI (%)
Secretion	46(68.7) <sup>a</sup>	36(53.7)
None	21(31.3) <sup>b</sup>	31(46.3)

AI : Artificial Insemination

<sup>ab</sup>Values with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

발정징후와 더불어 점액의 누출여부 결과는 1차 AI 시와 2차 AI 시로 나누어 외음부에 흘러내리거나 미근부에 점액이 묻쳐 있는 개체는 점액이 있는 것으로 간주하였다. 그러나 점액의 흔적이 보이지 않는 개체는 없는 것으로 간주하여 없는 것으로 판정하였다. CIDR를 제거하고 PG를 주사한 다음 52시간째 첫 수정을 실시할 때 점액이 존재하는 개체는 전체 67두 중 약 68.7%인 46두,

그리고 점액 누출이 없는 개체는 31.3%인 21두로 나타났다.

1차 AI 시 발정징후로 보이는 점액발현 비율은 약 68.7%로 나타났다. 그리고 1차 AI 후 12시간이 경과 한 다음 2차 AI 시 점액의 누출을 보이는 개체는 53.7%인 36두로서, 점액 관찰이 되지 않는 개체는 46.3%인 31두로 나타났다. 첫 번째 AI 시 점액의 누출이 보이는 개체는 68.7%로서 점액 누출이 보이지 않는 개체 31.3%보다 유의적으로( $P<0.05$ ) 높은 결과를 보였다. 자궁 경부 점액(Cervical Mucus, CM) 특성은 임신에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 자궁 경부 분비물의 특성 또는 특성과 점액량은 발정주기의 단계에 해당하는 호르몬 우세에 따라 상이하게 나타나는 것이 일반적인 현상으로 보고하였다[1,14,19].

본 연구의 결과에서도 동일한 시기에 발정을 유기하였으나, 주사되는 호르몬에 의한 생식반응의 차이로 개체 간의 발정발현 증상을 보이는 것으로 추측할 수 있었다. 발정유도로 정상적인 발정증상을 보이는 비율은 약 68.7%로 나타났으며, 점액의 특성은 1차 AI 시 점액보다 2차 AI시 점액의 점도가 더 높은 현상을 보였다.

### 3.2 점액누출에 따른 인공수정 후 임신율

Table 2는 점액 누출 시기별 인공수정 후 임신율을 조사한 결과로서 외음부의 점액 누출 여부를 확인하고 AI를 실시하였다. 소에 있어서 자궁경부의 점액은 대체로 물리적인 의미에서 독특한 점성을 지니게 되는데 소에 있어서 배란 시에는 자궁점액이 묽은 편으로서 점도는 매우 낮은 상태를 보이게 된다. 발정유기 후 점액 관찰 여부 확인으로 1, 2차 AI를 실시하였다. 임신진단을 위해서 AI 후 28일째 조기 임신진단 키트를 사용하였고, 약 90일령에 직장을 통한 자궁축진법으로 최종 임신을 확정하였다.

Table 2. Results of Pregnancy diagnosis at 28 and 90 day post-AI among to Mucus secretion in Hanwoo cows

Mucus		No. of (%) Pregnancy diagnosis	
Secretion(+), None(-)		on 28 day	on 90 day
+	+	59.4(19/32) <sup>ab</sup>	46.9(15/32)
+	-	71.4(10/14) <sup>a</sup>	42.9(6/14)
-	+	50.0(2/4) <sup>b</sup>	50.0(2/4)
-	-	64.7(11/17) <sup>ab</sup>	35.3(6/17)
Total		62.7%(42/67)	43.3(29/67)

<sup>ab</sup>Values with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ).

주요 결과로서는 1,2차 AI 시 점액이 유출되었을 때 28일째, 약 90일령 임신율은 59.4%, 46.9%로 확인되었으며, 28일째 임신율이 90일령 임신율이 다소 감소한 경향을 보였다. 그리고 1차 AI 시에는 점액이 보였으나 2차 AI 시기에는 점액이 관찰되지 않은 경우의 임신율은 71.4%로서 다른 3가지 조사방법에서 보다 유의적으로( $P<0.05$ ) 높은 결과를 보였다. 1차 AI 시는 점액이 관찰되지 않았으나, 2차 AI 시에는 점액이 관찰 되었을 때 28일째 임신율은 50.0%, 90일령 임신율은 50%로 유지되었다. 마지막으로 1,2차 AI 시기 모두 점액이 관찰되지 않은 경우 28일과 90일령 임신율은 62.7%, 49.3%로서 각각 나타났다. 전체 67두 중 1차 AI시 점액이 없으나, 2차 AI 시에 점액이 관찰되는 비율이 유의적으로( $P<0.05$ ) 낮은 결과를 보여 발정 유기 시 나타나는 현상인 것으로 사료된다. 자연교미 시 수태율과는 비교 할 수 없는 현상으로 생각된다. 자연교미 시 점액의 중요한 역할은 자궁 경부 점액의 물리적, 화학적 특성에 따라 정자의 자궁 경부 침투 여부가 결정된다. 그러므로 점액은 정액의 운동성에 장벽의 역할과 임신을 위해 정자의 침체반응 유도과 같은 화학적 작용으로의 매개체 역할을 할 수 있는 것이다.

본 연구의 결과로서도 알 수 있듯이 AI 시 점액은 누출 여부는 임신을 결정하는 척도로서는 사용 할 수가 없는 것으로 추정된다. 그러나 Tsiliigianni 등[1]은 발정유기 처리 방법에 따라서 점액의 관찰이 차이가 난다고 하였다.

Santos 등[10]은 발정유도 그룹에서 AI를 2회 실시했을 때 2회 AI 당시 자궁경부 점액의 물리적 특성이 정상 발정 때와 비슷했을 가능성이 있을 것으로 보았으나 자궁 경부 점액의 물리적 특성이 정상 발정 때와 유사했을 가능성이 있지만, 이에 대해서는 추가 조사가 필요할 것으로 보고하였으며, 반면에 첫 회 AI 당시 유도 발정 그룹에서 자궁 경부 점액을 생성 한 소는 거의 없었으며, 수정된 소의 생식 중 임신의 실패는 수정과 배아 생존율의 실패로 인하여 발생하게 된다. 수정률에 영향을 미치는 요인은 여러 가지가 있겠지만 가장 큰 영향을 미치는 것은 열스트레스를 받았을 경우 인데 이 때 수정률은 약 55% 수준으로 보고하였다.

수정이 이루어진 후 성공적인 임신을 위해서는 수정된 배아의 생존과 태아의 생존에 의해 결정되는 것으로 추정되며, 일부 발정유기 처리와 같은 수정 프로그램도 수정율에 영향을 줄 수도 있다. 왜냐하면 적절한 시기에 AI가 시행된 경우에는 수태률 향상을 기대할 수 있기 때문

이다. 임신율이 낮을 경우 번식프로그램의 개선이 필요한 것으로 사료되며 여기에는 번식우 관찰에 대한 개체별 정보가 추가 되었을 때 높은 임신율을 기대할 수 있을 것으로 보인다. 발정유기 방법으로 AI를 실시하였을 때 임신의 성공률을 조사한 결과로 볼 때 자연발정우에서 자연교미를 시켰을 경우에는 점액의 다양한 특성 등으로 수정에 따른 임신의 효율을 설명 할 수 있을 것이다. 그러나 본 연구에서는 발정유기 처리로 정해진 시점에서 AI를 실시하는 방법으로서 점액의 누출에 따른 임신율을 확인함으로써 규모화된 농가 또는 계획교배를 실시하는 농가에서는 본 연구 결과 활용으로 AI 시 활용 지표로 사용이 가능할 것으로 사료된다.

### 3.3 점액 누출여부에 따른 배사멸 추정

#### 3.3.1 임신진단 후 배사멸 조사

Table 3은 한우 암소 67두를 대상으로 점액의 누출 여부에 따라서 AI를 실시하고, 이 후 임신을 위한 착상 시점을 알 수 있는 28일째 혈액을 채취하여 혈액내 당단백질 존재 여부로 조기임신 진단을 실시하는 진단키트를 이용하였고, 이후 약 90일경 자궁축진법과 임신진단 키트를 병행 사용하여 최종 임신을 확인 하였다. 조기 배사멸의 판단은 28일째 임신을 확인한 개체가 90일경 자궁축진법과 임신진단 키트 방법에서 임신이 확인되지 않은 개체를 배사멸된 것으로 추정하였다[17,21]. 1차와 2차 AI 시 점액이 보이는 개체에서의 조기 배 사멸률은 약 12.5%, 1차 AI 시기에 점액이 보였으나 2차 AI 시기에 점액이 보이지 않은 개체는 28.6%, 1차 AI 시기에 점액이 없고 2차 AI 시기에 점액이 보이는 개체에서 임신률 50% 유지로 배사멸이 없는 것으로 확인하였다.

발정유기 후 점액누출이 1,2차 시기에 동일하게 점액이 보이지 않은 개체에서는 29.4%로 나타났다. 배사멸률

추정에서 각 조사 처리구간에서 유의적인 차이는 보이지 않았다. AI 1차 시기에 점액이 보이지 않았다가 2차 시기에 점액이 발견되는 개체가 전체 67두 중 가장 낮은 빈도를 보이기도 하였으나, 배사멸 개체도 확인되지 않았다. 이와는 반대로 1,2차 수정 시 점액누출 현상이 발견 되지 않은 개체에서 배사멸률 추정이 약 29.4% 수준으로 높은 경향을 보였다.

Pinki 등[9] 은 총 142마리를 대상으로 배 사멸률에 대한 연구 결과에서는 자연발정 온 개체를 AI 시켜 28일째와 45일째 초음파 장비로 직장 경유 probe를 사용하여 배아의 심장박동이 없는 개체를 배 사망률로 확인한 결과 3.8%(2/53)로 나타났다. 본 연구에서는 AI 처리는 인위적 발정을 유기를 실시하였으며 그 결과는 약 20%(13/65) 수준으로 나타나 배 사멸률은 자연발정 소보다 상대적으로 높게 나타나는 것으로 보인다. 이러한 원인은 발정유기 처리 방법에 사용되어지는 호르몬제 등이 개체에 따라 반응이 달라 배란시기에 따른 난자의 노화 등 다양한 원인에 의해 수정률의 문제로 착상에 불리한 환경과 조건이 만들어 지기 때문으로 추정할 수 있다. 이와 같은 결과로 볼 때 자연발정 개체의 AI 시기와는 다르게 발정유기 시 에는 점액 누출 여부와 상관없이 AI를 실시해야 하는 것으로 사료된다. 배사멸은 모든 반추동물의 번식활동에서 경제적인 손실을 일으키는 주된 원인으로 추정할 수 있다.

한우의 착상시기 초기, 즉 배아 단계에서 태아의 손실은 여러 가지 요인으로 관련되어 있는 것으로 추정할 수 있으나, 관련한 연구 데이터를 확보하기에는 부족한 상황이다. 일반적으로 관련되는 원인으로서는 유전적, 생리적, 내분비적, 환경적인 요인의 4가지 형태로 분류 하였다[14,15,20]. 우선 유전적인 요인으로서는 수정란 자체의 염색체 이상에 따른 개별 수정란의 유전자 및 유전적 상호작용과 염색체의 전좌로 임신의 실패가 될 수도 있으며, 그리고 어미소의 산차에 따라서도 배사멸률은 높아질 수도 있으며, 전체 수정란의 배사멸은 암소, 육우, 그리고 저체중 암소, 육우 및 저 산유 젖소에서 대체로 비슷한 형태를 보인다[16]. 수정 직전과 수정 후 생식주기 동안 초기 황체에 프로게스테론 순환 농도 조절이 낮아 배아 생존율과 임신율에 영양을 줄 수도 있으며, 이러한 사실은 발정주기 동안 PGF2 $\alpha$ (Prostaglandine-F2  $\alpha$ , PG)로 유도된 황체 용해 당일 프로게스테론 농도에 따라 이후 배아 생존율 사이에 양의 선형 연관성이 있음을 확인하였다[17]. 배란 전주기 동안 낮은 농도의 프로게스테론은 수태율 뿐 만 아니라 배아 생존율을 감소시

Table 3. Embryonic death estimate rate following to pregnancy diagnosis after Artificial insemination in Hanwoo cows

Mucus*	% , Pregnancy diagnosis		% , Embryo death
	at 28 day	at 90 day	
+ +	59.4 <sup>ab</sup>	46.9	12.5(4/32)
+ -	71.4 <sup>a</sup>	42.9	28.6(4/14)
- +	50.0 <sup>b</sup>	50.0	0(0/2)
- -	64.7 <sup>ab</sup>	35.3	29.4(5/17)
Total	62.7	49.3	20.0(13/65)

(+) : Secretion , (-) : None

<sup>ab</sup>Values with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

킬 수 있으며, 이러한 잠재적 메커니즘에는 지속적인 우성 난포(Graffian follicle)에서 배란 시 성숙 단계가 더 진행된 노화된 난포세포의 생성, Luteinizing hormone(LH)의 펄스 빈도 증가는 에스트라디올 -17의 분비 증가 또는 자궁 내막 형태의 변화를 유도하여 배란 전주기에서 낮은 농도의 프로그스테론이 후속 배아 생존을 뿐 만 아니라 수정 후 정상적인 배아 발달 능력을 손상시킬 수도 있다[17].

배아의 생존은 소 뿐 만 아니라 모든 반추 동물 중에서 매우 중요하다. 소의 품종 내에서도 배아 생존과 관련한 요인인 유전적인 다양성이 존재하는 것으로 추정 하였으며[13], 일부 전염성 및 호르몬 요인이 배아 사망에 관여 할 수 있는 것으로 보고하였다[18].

결과적으로 배사멸에 따른 임신율 저하 원인은 에너지 불균형에서 초래 되는 자궁내막 상피세포의 부적절한 발달과 발정유기 처리 시 개체별 LH Surge 시점에 따라 배란 시기의 다양화로 배란된 난자가 노화되거나 미성숙 난자로 인한 수정률 감소가 그 원인으로 추측된다.

따라서 본 연구는 발정유기에 따른 점액 발현 여부에 따라 AI를 실시하고, 28일째 1회, 그리고 약 90일령 2회 임신진단을 실시하여 최종 임신을 확인하였다. 각 그룹 별 개체에서 배사멸로 추정되는 비율은 약 19.4%로 확인하였다. 이러한 결과는 발정유기 처리로 AI를 실시하였을 때 비임신된 개체는 배사멸로 추정이 가능한 지표가 될 것으로 사료된다.

#### 4. 결론

한우 번식 암소에서 번식을 위해 점액의 누출여부와 임신율 그리고 배사멸률에 대한 연구를 수행한 결과 한우 번식우 사육농가에서 동기령 송아지 생산을 위해 인위적 발정을 유기하였을 때 점액의 누출 여부 확인 없이 인공수정을 실시하는 것이 발정관찰에 소요되는 노동력 감소에 효과적인 것으로 사료된다.

#### References

[1] T. H. Tsiligianni, A. Karagiannidis, P. Brikas, P. H. Saratsis, "Physical properties of bovine cervical mucus during normal and induced(progesterone and/or pgf 2a) estrus", *Theriogenology*, Vol.55, No.2, pp.629-640, 2001.

DOI: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00431-9](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00431-9)

[2] S. Benbia, A. Kalla, M. Yahia, K. Belhadi, A. Zidani, "Enzymes activity in bovine cervical mucus related to the time of ovulation and insemination", *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, Vol.5, pp.664-666, 2011.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Enzymes-Activity-in-Bovine-Cervical-Mucus-Related-Benbia-A.Kalla/99ccdc643e22596f76d9203d4e027d907a2a2ae1>

[3] M. T. Zavy, "Embryonic mortality in cattle. In: Zavy, M. T, R. D. Geisert, (Eds.), "Embryonic mortality in domestic Species", CRC Press, Boca Raton, pp.99-140, 1994.

[4] P. M. Fricke, "Scanning the future—ultrasonography as a reproductive management tool for dairy cattle", *Journal of Dairy Science*, Vol.85, pp.1918-1926, 2002. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74268-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74268-9)

[5] M. Drost, J. E. Ambrose, M. J. Thatcher, C. K. Cantrell, K. E. Wolfsdorf, J. F. Hansen, W. W. Thatcher, "Conception rates after artificial insemination or embryo transfer in lactating dairy cows during summer in Florida", *Theriogenology*, Vol.52, pp.1161-1167, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00208-3](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00208-3)

[6] R. Sartori, A. Gümen, J. N. Guenthe, A. H. Souza, D. Z. Caraviello, M. C. Wiltbank, "Comparison of artificial insemination versus embryo transfer in lactating dairy cows", *Theriogenology*, Vol.65, pp.1311-1321, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.05.055>

[7] A. R. Spell, W. E. Beal, L. R. Corah, G. C. Lamb, "Evaluating recipient and embryo factors that affect pregnancy rates of embryo transfer in beef cattle", *Theriogenology*, Vol.56, pp.287-297, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00563-5](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00563-5)

[8] J. S. Stevenson, "Reproductive Management of Dairy cows in high milk-producing herds", *Journal of Dairy Science*, Vol.84.(E.Suppl.), pp.E128-E14, 2001. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70207-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70207-X)

[9] R. Pinki, R. K. Chandolia, D. Ravi, S. Nitin, S. S. Dhaka, S. Kumar, A. K. Pandey, S. Gyan, "Ultrasonographic assessment of embryonic mortality in cows", *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, Vol.7, No.6, pp.387-399, 2008. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.044>

[10] J. E. P. Santos, W. W. Thatcher, R. C. Chebel, R. L. A. Cerri, K. N. Galvão, "The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs", *Animal Reproduction Science*, Vol.82-83, pp.513-535, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.015>

[11] S. S. Kang, S. R. Cho, S. M. Hwang, U. K. Kim, K. W. Kim, "A study on the breeding status and improvement of reproduction rate of repeat-breeder in hanwoo", *Journal of The Korea Academia-Industrial cooperation*

Society, Vol.22. No.12, pp.806-812, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.5762/kais.2021.22.12.806>

- [12] H. Gustafsson, U. Emanuelson, "Characterisation of the repeat breeding syndrome in swedish dairy cattle", *Acta Veterinaria Scandinavica*, Vol.43, pp.115-125, 2002.  
DOI: <https://doi.org/10.1186/1751-0147-43-115>
- [13] D. P. Berry, F. Buckley, P. Dillon, R. D. Evans, R. F. Veerkamp, "Genetic parameters for body condition score, body weight, milk yield and fertility estimated using random regression models", *Journal of Dairy Science*, Vol.86, pp.3704-3717, 2003.  
DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73976-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73976-9)
- [14] C. J. Ashworth, F. W. Bazer, "Changes in ovine conceptus and endometrial function following asynchronous embryo transfer or administration of progesterone", *Biology of Reproduction*, Vol.40, pp.425-433, 1989.  
DOI: <https://doi.org/10.1095/biolreprod40.2.425>
- [15] P. M. VanRaden, R.H. Miller, "Effects of nonadditive genetic interactions, inbreeding and recessive defects on embryo and fetal loss by seventy days", *Journal of Dairy Science*, Vol.89, pp.2716-2721, 2006.  
DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72347-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72347-5)
- [16] M. T. Kuhn, J. L. Hutchison, G. R. Wiggins, "Characterization of holstein heifer fertility in the united states", *Journal of Dairy Science*, Vol.89, pp 4907-4920, 2006.  
DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72541-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72541-3)
- [17] M. G. Diskin, J. J. Murphy, J. M. Sreenan, "Embryo survival in dairy cows managed under pastoral conditions", *Animal Reproduction Science*, Vol.96, pp.297-311, 2006.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.08.008>
- [18] G. Campanile, G. Neglia, "Embryonic mortality in buffalo cows", *Italian Journal of Animal Science*, Vol.6, No.2, pp.119-129, 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.s2.119>
- [19] R. Anilkumar, T. G. Devanathan, S. R. Pattabiraman, M. J. Edwi, "Correlation between the spermatozoa characteristics and Sperm penetration distance in polyacrylamide gel and bovine cervical mucus", *Theriogenology*, Vol.55, No.2, pp.685-691, 2001.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00436-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00436-8)
- [20] E. Linford, "Cervical mucus: an agent or barrier to conception?". *Reproduction*. Vol.37, No.1, pp.239-250. 1974.  
DOI: <https://doi.org/10.1530/irf.0.0370239>
- [21] S. R. Cho, Y. G. Ko, D. J. Yu, "Comparison of cidr plus and cidr gnrh synchronization for improve pregnancy rate in hanwoo repeat breeder", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.24, No.8, pp306-312. 2023.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/kais.2023.24.8.306>

조 상 래(Sang-Rae Cho)

[정회원]



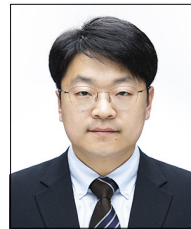
- 2000년 2월 : 경상국립대학교 농업생명과학대학 축산학과 (농학석사)
- 2003년 8월 : 경상국립대학교 응용생명과학부 (이학박사)
- 2004년 3월 ~ 2007년 12월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후 연구원
- 2008년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구관

<관심분야>

생명과학, 유전공학

강 성 식(Sung-Sik Kang)

[정회원]



- 2015년 3월 : 일본 북해도 대학 수의학 연구과 (수의학박사)
- 2015년 5월 ~ 2021년 12월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후 연구원
- 2022년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

가축번식