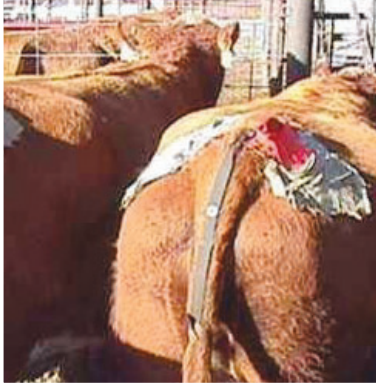


제7장
번 식

• 임석기 (국립축산과학원) 010-3363-6707
imseoki@rda.go.kr

• 김덕임 (농협중앙회) 011-762-2169
1472di@nonghyup.com

• 최재원 (충북도축산기술연구센터) 011-9413-1907
ixtus@korea.kr

• 박연수 (강원도축산기술연구센터) 011-369-2801
pys0208@gwd.go.kr

I. 번식기관과 호르몬

1. 암소의 번식 기관

암소의 번식기관은 난소, 난관, 자궁, 자궁경, 질 및 외부생식기 등으로 구성되어 있다.

1.1. 난 소

난소의 가장 중요한 기능은 난자를 생산하는 외분비 기능과 성 호르몬(발정호르몬, 황체호르몬) 및 relaxine 등을 분비하는 내분비 기능이 있다.

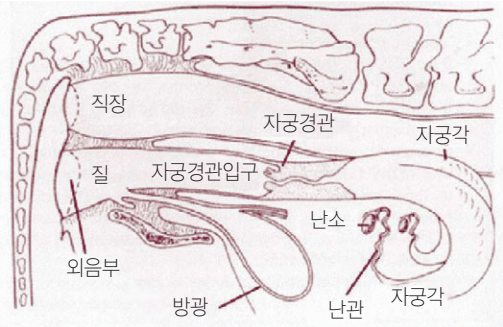
소의 경우 한 쌍(2개)의 난소가 신장 뒤에 위치하고 있으며, 난소의 크기는 한우의 경우 작은 알밤 정도의 크기이며 한 번에 1개 이상의 난자를 배란한다.

난포의 성숙과 발육, 배란 및 황체 형성 등의 과정이 진행되면서 형태적 변화가 이루어지는데, 번식 질환 중 난소 및 황체 낭종으로 인한 장애가 발생할 경우 직장검사법으로 증상을 확인하면 표면이 불규칙한 난포나 황체가 존재하기 때문에 다소 딱딱한 형태로 촉진된다.

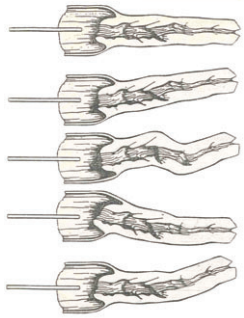
1.2. 난 관

난소와 자궁각을 연결하는 관으로 난관채, 난관팽대부, 난관협부 및 자궁각이 연결되는 자궁난관 접속부에 의하여 자궁과 연결된다.

난관은 난자와 정자를 반대방향으로 이동시키는 독특한 기능을 가지고 있으며, 정자는 난관을 통과하는 사이에 수정능력을 획득하게 하는 일련의 중요한 역할을 수행한다. 배란된 난자는 난관팽대부로 이동하여 정자와 만나 수정에 이르게 되고, 수정된 난자는 분할을 거듭하여 2, 4, 8, 16, 32, 상실배 순으로 난관에서 자궁으로 이동한다. 소의 경우 난관의 길이는 약 25cm 정도이다.



〈그림 1〉 암컷의 생식기관 모식도



〈그림 2〉 자궁경관의 형태

1.3. 자 궁

소는 자궁이 뿔처럼 양쪽으로 뻗어 있는 쌍각자궁의 형태를 띠며 자궁경, 자궁체 및 자궁각으로 구성되어 있고 수정란의 착상, 발육 및 임신유지 등을 담당하고 있다.

자궁의 표면에는 궁부가 70~120개 정도 분포하고 있는데 궁부는 임신을 하지 않았을 때에는 그 크기가 15mm 정도이나 임신이 되면 약 10cm 가량으로 발달하며, 태아의 융모막 융모가 궁부에 침입하여 태반 분엽을 이룬다.

자궁각의 형태는 양분되어 있고 수정란이 내려와 착상하는 곳이기도 하며 태아가 성장하는 장소이기도 하다. 일반적으로 자궁각의 길이는 약 35~40cm 정도이다.

자궁경관의 경우 2~5개의 추벽이 존재하며 길이는 약 8~10cm, 직경은 3~4cm정도이다. 발정기에는 약간 느슨해져 정자의 통과가 용이하도록 되어 있고 점액을 분비하여 음부 밖으로 배출함으로써 발정의 신호를 보내기도 한다.

1.4. 질과 외음부

질은 암소의 교미기관 및 말단 배뇨기관으로 질전정, 음순, 음핵 및 전정선 등으로 구성되어 있다. 소의 질 길이는 약 25~30cm이며 분만 시 태아를 만출시키는 통로가 되고 발정 시에는 성적 충동으로 점액을 분비하여 교미 작용을 돕고 질을 보호하며 외부로부터의 세균의 침입을 막는다.

〈표-1〉 암소의 번식기관별 주요기능

기관	기능
난소	난자의 생산 자성호르몬(estrogen)의 생산 황체호르몬의 생산
난관	정자와 난자의 이동 수정장소
자궁	수정란과 태아의 발육장소 및 기능 유지
자궁경관	자궁의 미생물학적 오염원 방지 정액의 저장소 및 정자의 이동 통로
질	교접기관 자연종부시 정액의 사정부위
음순	외부로 열려 있는 번식기관

2. 수소의 번식 기관

수소의 번식기관은 정소와 부생식기로 구성되어 있다. 성숙한 포유동물의 경우 한 쌍의 정소가 음낭 안으로 늘어져 있으며, 부생식기관으로는 정소상체, 정관, 부생식선 및 음경이 있다.

2.1. 정 소

정소는 수컷의 생식선으로 정자와 번식에 필요한 호르몬을 생산하며 크기와 형태는 동물 종류에 따라 다르나 대체로 타원형으로 한 쌍이 존재한다.

태아일 때는 정소가 복강 내에 있으나 성장하면서 복강 밖으로 하강하여 온도 충격이나 외부자극 등 생리적 변화가 있을 때 상하로 움직인다.

정자는 일정한 과정을 거쳐 생성되며 계절, 온도, 연령, 영양상태 및 체질적 요인에 따라 정자수가 결정된다. 소의 경우 정자 생산능력은 생후 7년까지는 증가하나 이 이후로 점차 감소한다. 정소는 정자세포가 생성되는 곳으로 체온보다 약 2~3℃ 낮은 온도를 유지하고 있으며 웅성호르몬인 테스토스테론(Testosterone)이 분비되어 정자 형성을 돕고 제2차 성징을 발현하게 한다.

2.2. 정소상체

정소상체는 정관과 정소를 연결하는 긴 곡세정관의 형태를 이루고 있으며 정자의 수송, 농축, 성숙, 저장 및 노화 정자의 정화기능 등과 같은 매우 중요한 기능을 수행하고 구조적으로는 두부, 체부 및 미부로 나뉘어 있다.

2.3. 음 낭

정소가 들어 있는 피부주머니로 음낭 피부는 얇고 유연하며 피하지방이 거의 없고 땀샘이 잘 발달되어 있어 열 발산에 적합하도록 되어 있다. 피부 안쪽에는 육양막과 근섬유가 존재하여 온도에 따라 수축 작용을 한다.

2.4. 부생식선

정자의 생존과 수정능력 보유 등 번식생리와 밀접하게 관련된 물질을 분비하는 정관팽대부, 정낭선, 전립선, 요도구선 및 카우퍼씨선으로 구성되어 있다.

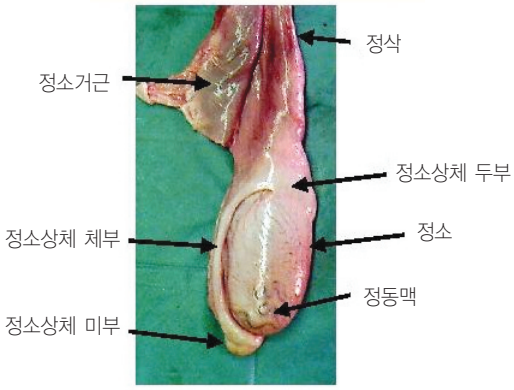
정액을 사출할 때 정장을 분비하는데 이 분비물은 생식도관 내 정자의 수송을 원활하게 하고 정자의 기능을 유지하도록 도와주는 역할뿐만 아니라 암소 생식기 내에서도 과도한 산성의 완충제 역할을 한다.

2.5. 음 경

수컷의 교미기관 및 배뇨기관이다. 내부에는 많은 해면체 구조를 보이고 있으며, 음경근, 음경체, 유리선단부 및 음경의 끝인 귀두부로 구성되어 있다.

음경은 선성섬유 탄성형으로 체내에 S자형으로 구부러져 있다가 발기를 하면 이 부위가 커져서 포피 밖으로 나오게 된다.

〈그림 3〉 수소의 생식기



〈그림 4〉 수소의 정소와 정소상체

〈표-2〉 수소의 번식기관별 주요기능

기관	기능
정소	정자의 생산, 웅성호르몬의 생산
음낭	정소의 지지, 온도조절 및 보호
정삭	정소의 지지 및 온도조절
정소상체	정자의 생산, 저장, 성숙, 이동
정관	정자의 이동 통로
요도	정액의 이동
정낭선	정액의 영양물질, 완충제 및 액체 분비
전립선	정액의 무기이온성 물질 및 액체 분비
부생식선	요도에 잔류된 오줌의 세척
음경	수소의 교접기관
포피	음경의 끝부분을 둘러 쌈

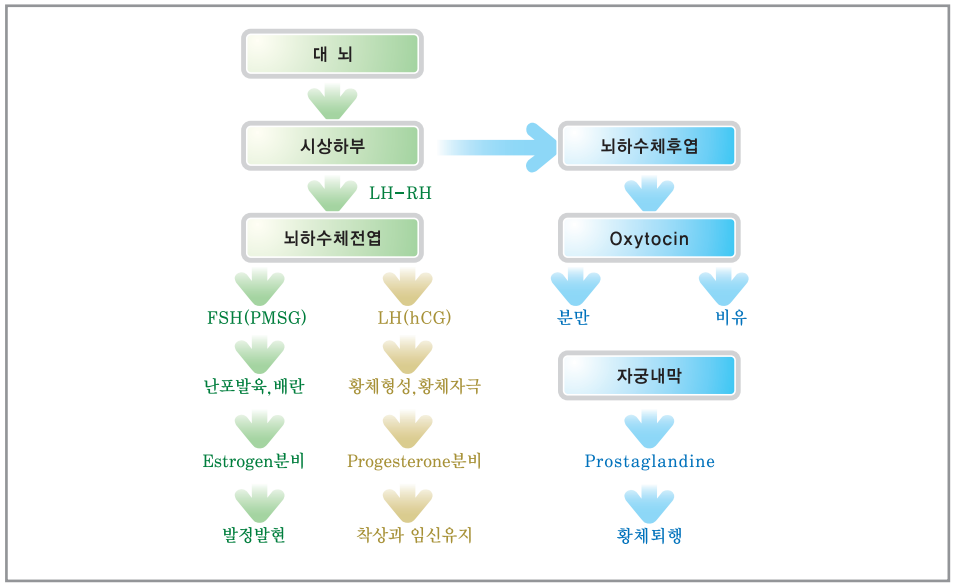
3. 번식관련 호르몬

동물은 세포가 모여서 조직을 구성하고 조직이 모여서 기관을 형성하며 기관이 모여서 개체를 이루게 되는데, 이와 같이 각 기본요소들은 종적이고 유기적인 연관은 물론 횡적인 관련에 의해서 생체의 정상적인 생리현상을 영위한다. 동물체의 생리기능은 효소, 비타민, 호르몬

및 신경 등의 종합적인 작용 결과로 이루어지며, 특히 생식작용은 신경작용과 내분비 및 외분비 호르몬의 공동 상호작용에 의하여 이루어진다.

〈표-3〉 성호르몬의 명칭과 생리적 작용

명칭	생산부위	주요 생리적 작용
Androgen	정소간질세포	수컷 부생식기자극, 정자형성 촉진
Estrogen	난소(태반, 정소)	암컷 부생식기자극, 발정유지
Progesterone	난소(태반)	암컷 부생식기자극, 착상작용, 임신유지
생식선 자극호르몬		
난포자극호르몬(FSH)	뇌하수체 전엽	난포발육, 세정관자극
황체형성호르몬(LH)	뇌하수체 전엽	배란, 황체형성, 간질자극성steroid 분비촉진
Prolactin(LTH)		유선비유자극, gastagen 분비
태반융모성생식선자극호르몬(hCG)	태반, 융모막	LH와 같은 자용, 황체기능보강
임마혈청성생식선자극호르몬(PMSG)	임신과 태반	FSH 및 LH와 같은 작용, 부황체형성
태반성황체자극호르몬	태반(흰쥐, 사람)	prolactin과 같은 작용, 황체기능보강
후엽호르몬(Oxytocin)	뇌하수체 후엽	자궁근수축, 젖분비
황체퇴행인자 (Relaxin)	자궁내막 황체 및 임신자궁	황체퇴행, 산도개장, 골반인대이완, 자궁운동억제



〈그림 5〉 내분비 생리의 기본 이해도

Ⅱ. 교배

1. 발정

1.1. 발정 징후

소는 발정을 하면 외부적으로 특별한 징후를 보이며 그 징후를 보고 발정 여부를 판단하게 된다.

소의 발정 증세를 보면 평상시보다 성질이 온순해지며, 다른 암소에 승가하거나 승가를 허용하고, 맑은 점액이 외음부 밖으로 흘러내린다. 식욕이 떨어지고 거동이 불안하며 음순이 붉게 충혈되고 소리를 지르면서 무리를 지어 행동한다.

소의 수태율은 정확한 발정파악에 의한 적기 수정에 크게 좌우됨으로 정확한 발정 파악을 위해서 일상적인 관찰 외에 소 등(꼬리 쪽)에 스티커 부착, 크레파스 칠하기 및 전자장치 부착 등 여러 가지 수단을 동원하기도 한다.

발정 파악은 번식기록의 유지 및 지속적인 관찰 등 기본적인 사항을 충실하게 실행하는 것이 무엇보다도 중요하며 하루에 3회 20분씩 관찰하면 수태율을 높이고 임신주기를 단축시킬 수 있다.

〈표-4〉 발정의 식별방법에 따른 발견율

식별방법	발견율
1일 24시간 관찰	90~100%
1일 2~3회 관찰	81~90%
일반 관리	56%
수소(시정모)이용	93~100%
승가(기어오름)	36~57%
승가 허용	65~98%

발정 전

발정 후

즉석 스티커

a 스티커 부착

발정 확인 보조수단 : 크레용

b 크레파스 칠하기

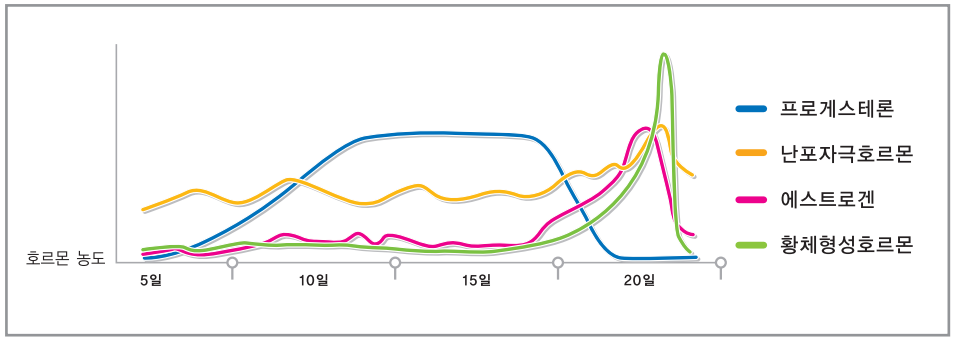
c 전자센서 이용

d 전자송수신기

〈그림 6〉 정확한 발정 파악을 위한 보조기구들

1.2. 발정주기 및 발정 지속시간

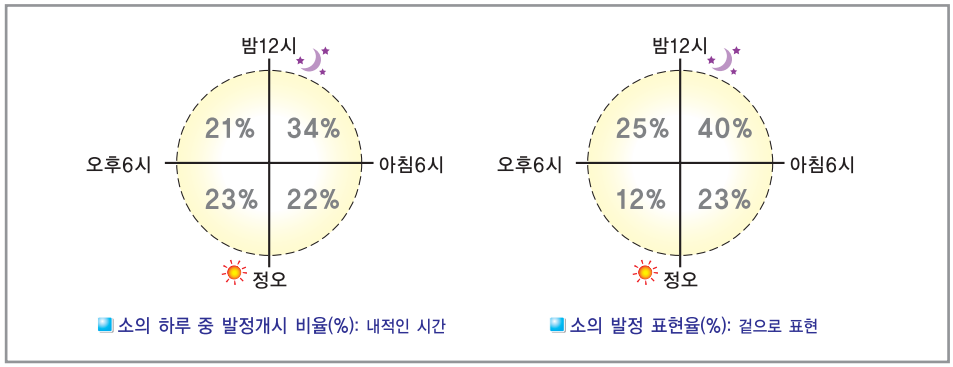
한 발정기의 개시일부터 다음 발정기의 개시일까지, 즉 난포의 발육, 성숙, 배란, 황체의 형성 및 퇴행과정의 한 주기를 발정주기라고 하며 성주기라고도 한다. 소의 발정주기는 평균 21일이며 60~90% 정도의 소가 18~24일 범위의 발정주기를 갖는다.



〈그림 7〉 발정주기 따른 호르몬의 변화

대체적으로 소는 낮보다는 밤에 발정이 시작되는 경우가 많고, 특히 한밤중부터 새벽 또는 이른 아침까지 오는 것이 많으며 오후보다는 오전에 더 많이 발정이 개시된다.

발정지속시간은 품종, 개체, 산차, 영양상태 및 계절 등에 따라 차이가 나지만 평균 20시간 정도이다. 대개 분만 후 2~3회까지는 불과 5~10시간 정도로 몹시 짧고, 영양이 나쁜 소는 다소 긴 편이며 여름철에는 짧아지는 경우가 있다. 발정개시 시간이 오전인 소보다는 오후인 소가 2~4시간 정도 길며 연령이 많아짐에 따라 길어지는 경우가 있다.



〈그림 8〉 발정이 나타나는 시간

1.3. 분만 후 재귀 발정

소는 분만 후 30일 내외의 생리적 무 발정기간이 있으나 이 기간이 지나면 자궁상태가 임신 전 상태로 회복되면서 다시 발정이 일어나게 된다. 건강한 소라면 대체적으로 30~90일이면 발정재귀가 되고 45~60일 사이에 가장 많이 온다. 90일 이내에는 반드시 수태되어야 한다.

〈그림 9〉 개체별 수정일 관리 및 재발 유무 확인을 위한 낙인작업

1.4. 임신 중 발정

가끔 인공수정을 하여 수태가 되었어도 발정을 하는 소들이 있는데 한우의 경우 3~5% 정도이며 임신 3개월 미만에 일어난다. 이는 임신 중에도 간혹 난포가 발육됨으로써 발생하는데 이것이 성숙난포가 되어 배란되는 수도 있어서 이때 임신이 안된 줄 알고 인공수정을 시키면 극히 드물게 임신되어 중복임신이 되기도 한다. 이때 자궁 내 어린배아나 태아가 조기사망 또는 유산될 위험성을 배제할 수 없다.

2. 배 란

배란은 성숙된 난포에서 난자가 배출되는 것을 말하며 가축의 종류, 개체, 연령, 계절 및 사양관리 등에 따라 다르다.

일반적으로 소의 배란은 발정종료 후에 일어난다. 즉 발정개시로부터 배란이 일어나기까지 기간은 25~30시간 정도로서 이는 발정종료 후 8~11시간에 해당되며 미경산우는 경산우보다 약간 빠르고 육우는 젖소보다 빠르다.

〈표-5〉 소의 배란기와 수정적기

동물명	발정시간(평균)	배란기	수정적기
소	12~38시간(22)	발정개시 후 25~30시간	발정개시 후 9~20시간
		발정종료 후 8~11시간	

배란된 난자가 난관팽대부까지 하강하여 정자를 수용할 수 있는 기간을 난자 수정능력 보유시간이라고 말하며, 배란된 난자가 난관 내에서 생존하는 시간은 18~20시간 정도이고, 배란 후 5~6시간 이내에 정자와 결합하는 것이 바람직하다.

정자가 주입되어 난자를 향해 운동하면서 수정능력을 획득하려면 정자의 성장과 성숙하는데 시간이 필요하다. 정자의 수정능력 보유시간은 4~30시간 정도이다.

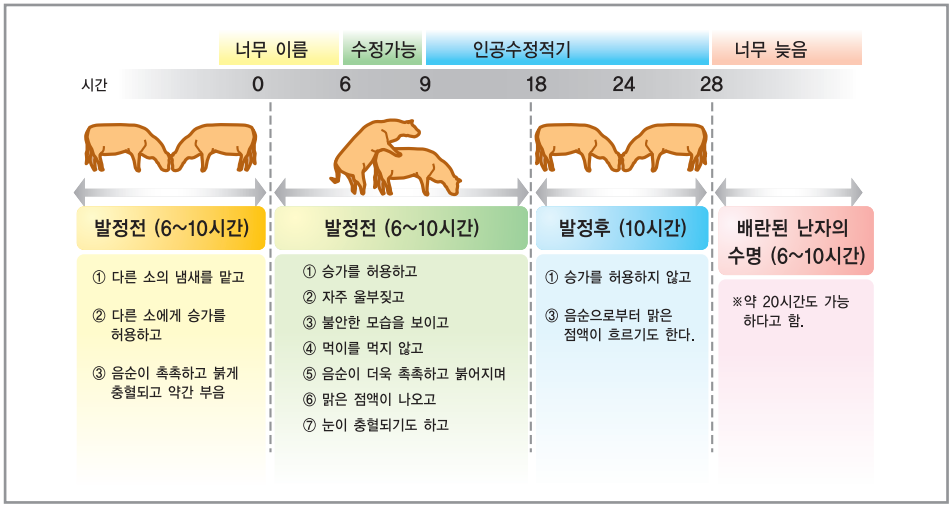
3. 수 정

3.1. 수정적기

한우의 경우 암소의 번식 적령기는 13~14개월령, 250kg 전후이다.

송아지를 일찍 얻으려는 욕심으로 암소 번식적령기 이전에 수정을 실시하면 수태율이 낮을 뿐만 아니라 수태가 되어도 태아의 발육이 부진하게 되며, 나중에 난산, 산후 회복 지연 및 발정 재귀 지연 등 경제적인 손실이 크게 된다. 반대로 너무 늦게 수정시켜도 수태율이 떨어지고 번식간격이 길어지는 만큼 사양관리비가 발생되므로 양축가는 소득이 감소된다.

수정적기는 난포에서 난자가 배란되는 시기, 배란된 난자가 암소 생식기 내에서 수정능력을 보유하는 시간, 암소의 생식기 내에서 정자의 수정능력 보유시간 및 수정된 수정란이 난관 팽대부까지 운반되는 데 소요되는 시간 등에 따라 결정되는데 소의 수정적기는 일반적으로 발정개시 후 12~18시간(배란 전 13~18시간) 또는 발정 종료 전후 3~4시간 사이이다.



〈그림 10〉 수정적기 모식도

한우농가에서 수정적기를 판단하는 요령으로는 먼저 암소의 번식기록을 꼼꼼하게 챙겨서 개체별 특성을 확인하는 것이 가장 중요하며 정기적인 철저한 관찰로 발정을 확인하여 수정적기를 결정하여야 한다. 표 6은 한우농가의 발정 확인 및 수정시간의 사례인데 이 농장의 경우 승가 허용 후 9~13시간 사이에 수정한 것이 가장 좋은 결과를 보였다.

〈표-6〉 발정 확인 및 수정시간에 따른 수태율

개체번호	승가허용시간	수정사 방문시간	주입시기	임신유무
1	오전 10:00	오후 4:00	승가 후 6시간째	X
2	오전 4:00	오후 4:00	12시간째	X
3	오전 6:00	오후 4:00	10시간째	O
4	오전 7:00	오후 4:00	9시간째	O
5	오전 10:00	오후 8:00	10시간째	O
6	오후 2:00	다음날 오전 6:00	18시간째	X
7	오후 4:00	다음날 오전 6:00	14시간째	X
8	오후 5:00	다음날 오전 6:00	13시간째	O
9	오후 7:00	다음날 오전 6:00	11시간째	O

3.2. 인공수정과 자연종부

인공수정이란 난자와 정자의 수정이 자연교배에 의하지 않고 수소의 정액을 암소의 생식기 내 사람이 인위적으로 주입하여 수태시키는 것을 말하며, 인공수정의 과정은 우수한 유전능력의 종모우 선발, 정액채취, 동결보존 및 정액주입 등 여러 가지 과정을 거쳐 이루어진다.

최근 일부 한우농가에서 인공수정 시술료 부담 및 수태율 저하 등의 이유로 인공수정을 기피하고 자연종부를 실시하는 농가가 있다.

농가에서는 가축의 개량을 통한 경제적 이익 등을 철저하게 분석하여야 할 것이다.

3.2.1. 인공수정

가. 장 점

○ 가축개량 가속화로 생산성 향상

유전능력평가를 거쳐 선발된 우량한 씨수소의 활용범위를 확대하여 가축개량을 조기에 달성할 수 있게 한다. 자연교배로는 한 번 사정하는 정액(정액량 7㎖, 정자수 : 100억~200억)으로 한 마리의 암소를 수태시킬 수 있으나 인공수정기술을 이용하면 한 번 사정한 정액을 희석하여 이용함으로써 수백 두(약 400~500두)의 암소를 수정시킴으로써 유전능력이 우수한 종축의 유전자를 조기에 확대 · 보급할 수 있어 개량성과를 가속화할 수 있다.

○ 씨수소 사양관리 및 노동력 절감

자연교배 시에는 암소 두수에 따라 적정 두수의 씨수소가 필요하나 인공수정 시에는 적은

수의 우수한 씨수소를 선발, 이용하여 암소에 수태시킬 수 있으므로 씨수소 두수를 감소시켜 종축 사육에 소요되는 사료 및 노동력 절감을 통하여 생산성을 향상시킬 수 있다.

○ 씨수소의 유전능력 조기 판정

한 마리 수소의 자손을 단기간 많이 생산하여 능력을 조사할 수 있어 아비의 유전능력평가를 조기에 평가할 수 있다.

○ 전염성 생식기 질병 예방

자연종부로 씨수소와 암소가 직접 생식기 접촉을 함으로써 점염될 수 있는 각종 질병(트리코모나스병, 비브리오병, 브루셀라병 및 질염 등)을 예방할 수 있다. 인공수정의 가장 중요한 효과 중의 하나이다.

○ 수태율 향상

암소의 경우 발정 지속시간에 따라 한 발정기에 2~3회 반복수정이 가능하므로 수태율을 향상시킬 수 있다. 씨수소 경우에는 정액생산량 및 정액성상이 가장 양호한 시기에 정액을 생산하여 보존한 후에 이용이 가능하므로 정액의 이용효율을 높일 수 있다.

○ 정액의 원거리 수송가능

자연종부를 위하여 가축의 수송이 불필요하며 거리가 멀어도 정액을 간편하고 신속히 운반하여 인공수정을 실시할 수 있고 또한 국제무역으로도 정액을 수 · 출입하여 활용하므로 전세계적으로 이용이 가능하다.

○ 학문연구 발전에 기여

가축의 번식에 이용될 뿐만 아니라 생물학적 연구 분야인 정자의 생리 및 형태 등의 연구와 체외수정, 종간 잡종의 조성 및 물리적, 화학적 처리 연구 등이 병행 수행될 수 있다.

나. 단 점

○ 숙련된 기술자와 시설이 필요

교육과 반복훈련을 통한 숙련 인공수정사가 필요하고 정액을 저장하는 액체질소통, 주입기 및 냉동정액 융해기 등 인공수정기구를 갖추어야 한다.

○ 자연종부보다 1회 수정 시 많은 시간 소요

동결정액의 융해조작과 암소의 보정 등 자연종부보다도 더 많은 시간과 노력이 필요하다.

○ 생식기 전염병 발생 및 생식기 점막 손상 발생

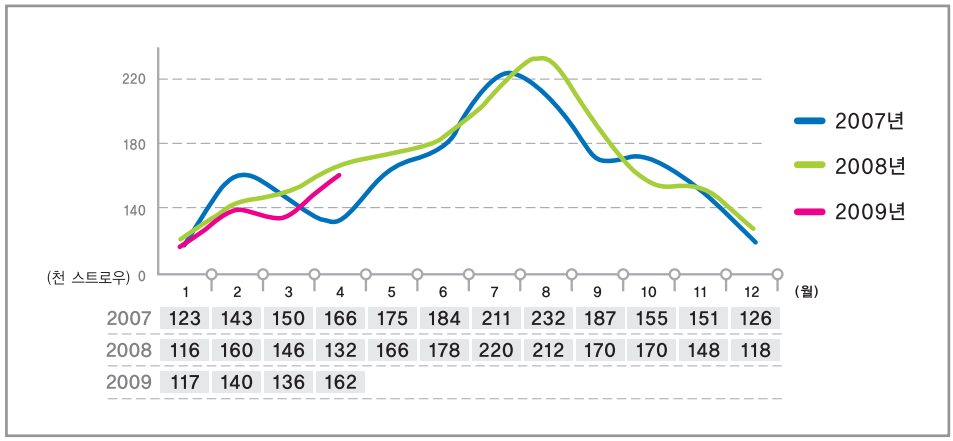
인공수정기구 세척과 소독 부주의 및 정액처리 기술의 결함 등으로 질병 감염이 확산될 우려가 있고 특히 미숙련자의 경우 기술 부족에 의한 생식기의 손상 등으로 질병 발생의 원인을 제공한다.

○ 씨수소 잘못 선발 시 불량 유전형질의 조기 확산

정액의 유전형질이 잘못된 평가나 질병의 전염원이 있을 경우 다수의 암소에 교배되어 확산될 수 있으므로 많은 피해가 발생된다.

〈표-7〉 가축인공수정소 및 수정사 현황

연도별	수정소(개소)			수정사(명)		
	축협	민간	계	축협	민간	계
1985	494	1,210	1,704	676	1,270	1,946
1997	204	1,909	2,113	267	1,930	2,197
2006	76	1,353	1,429	140	1,368	1,508



〈그림 11〉 한우정액판매량 추이

다. 자가 인공수정 농가

자기가 직접 사육하는 소 이외에 다른 사람이 사육하는 소를 인공수정해 줄 때에는 인공수정 면허를 소지한 자여야 한다. 그러나 자가 사육하는 소를 인공수정할 경우에는 예외규정을 두어 농가 스스로 인공수정을 할 수 있어(축산법 제11조 2항) 최근 한우농가들도 자가 인공수정을 실시하는 농가가 급속히 증가되고 있다.

그러나 인공수정을 하려면 풍부한 이론과 숙달된 기술이 필요하고 일정한 장비를 구비해야 하며, 기술이 부족할 경우 예상치 못한 결과를 초래하여 경제적 손실이 클 수도 있음을 항상 유념하여야 한다.

자가 인공수정 농가는 철저한 사양관리, 번식기록부 작성, 번식우 관리 및 발정 확인 철저,

번식 장애우 관리 철저, 신중한 정액선택 및 정확한 위생관리가 필요하며 정액의 융해 및 취급에 주의하고 수정 결과를 속단하면 안된다.

3.2.2. 자연종부

가. 단 점

○ 수소 또는 암소의 생식기 질병이 있을 경우 급속한 전염병 확산
○ 장기적으로 근친교배가 불가피하게 되어 송아지의 발육부진, 수태율 저하 및 폐사율 증가 등의 경제적 손실
○ 수소의 유전능력과 혈통이 불확실하여 질적 및 양적 경제형질에 대한 개량효과를 기대하기 힘듦
○ 사육하는 수소의 사양관리 비용이 별도로 필요하고 수정일 및 분만예정일 관리 등 체계적인 번식우 관리가 불가능

나. 자연종부시 발생할 수 있는 전염병

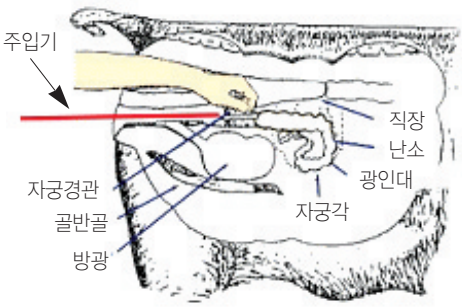
○ 치료가 어려운 법정전염병인 요네병 만연
○ 브루셀라 감염축인 경우 자연종부에 의해 전염 확산
○ 불임과 유산을 일으키는 트리코모나스, 캠필로박터 감염우려가 증가
○ 그밖에 유전적인 질환 등 각종 불량유전자 형질 발현

4. 인공수정의 실무

한우농가의 경우 가장 소득과 직결되는 것이 번식률이며 번식률은 수태율이 주요 결정요인이 된다. 인공수정을 하면 자연종부를 할 때보다 수태율이 떨어지는 것이 보통이나 정확한 발정파악을 통한 수정적기 판단과 인공수정기술이 숙련될수록 수태율을 높일 수 있다.

숙련된 기술자가 직장검사를 통하여 난포의 발육정도를 확실하게 감지하고 수정을 시킬 경우 62~66%의 수태율을 보이는 반면 숙련도가 미숙한 경우에는 57% 정도의 수태율을 보인다.

인공수정은 수정적기 파악과 함께 정액보관고(액체질소통)의 관리, 정액의 선택, 해동 및 주입 등을 확실하게 숙지하여야 소정의 성과를 얻을 수 있다.

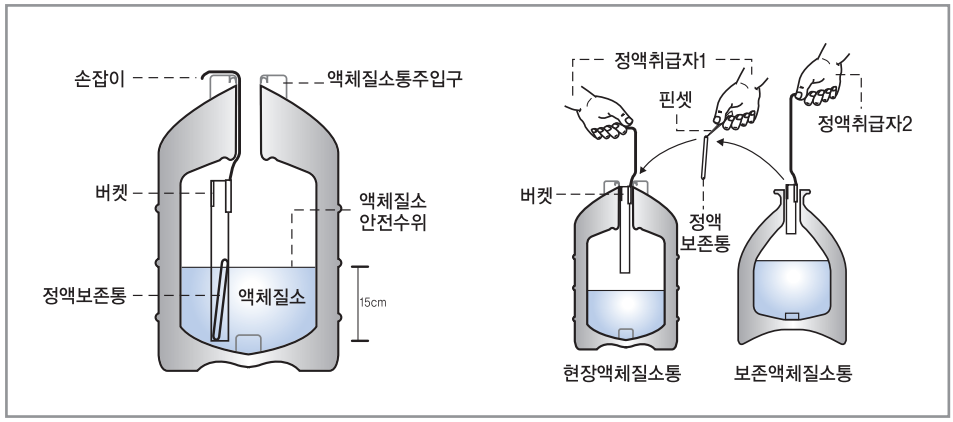


〈그림 12〉 암소 생식기관에 인공수정을 실시하는 모습

4.1. 정액보관고

액체질소가 들어 있는 정액보관고의 온도는 -196℃로 수시로 액체질소량을 측정하여야 한다. 액체질소 측정자를 활용하여 내부의 질소량을 측정하는데 액체질소가 닿은 부분이 공기에 노출되면 하얗게 서리라인이 형성되므로 이 하얗게 변한 부분을 확인하여 측정한다.

정액보관고의 액체질소량은 바닥으로부터 15㎝ 이상이어야 한다. 정액 스트로를 완전히 담글 수 있어야 하며 액체질소의 양이 10㎝ 이하로 떨어지면 정액의 활력이 저하되고 5㎝ 이하이면 전문가의 진단을 받아 정액의 사용여부를 판단해야 한다.



〈그림 13〉 정액보관고 모식도　　〈그림 14〉 정액보관고에서 정액 이동

정액보관고에서 정액을 이동시킬 때에는 무엇보다도 온도충격을 방지하는 것이 중요하므로 핀셋 또는 포셉을 사용하여 이동시키되 핸들을 잡고 캐니스터 상위부위가 외부로 노출되지 않도록 빠르고 신속하게 이동시킨다.

정액보관고 안에 있는 동결정액은 표 8과 같은 정액관리카드를 만들어서 정액을 사용할 때마다 체크만 하면 품종별, 씨수소별 수량 확인이 용이해진다.

〈표-8〉 정액관리카드

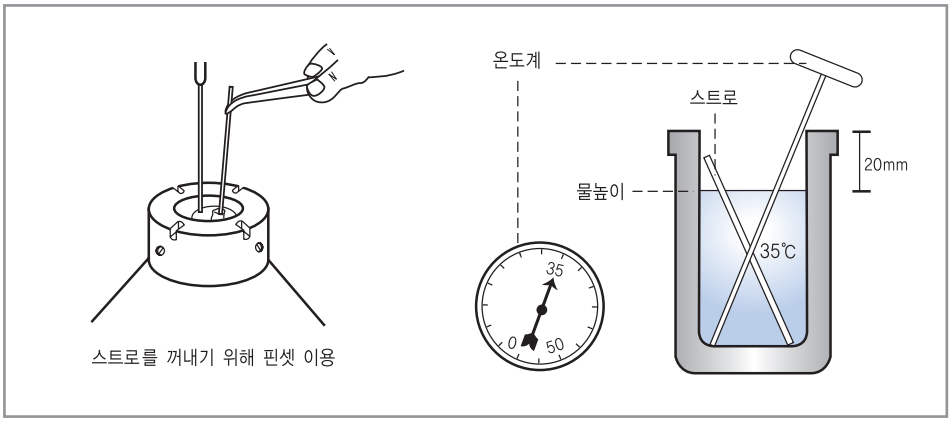
1. KPN-626	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	O	O	O	O
2. KPN-658	Φ	Φ	O	O	O	O	O	O	O	O
3. KPN-686	Φ	Φ	Φ	Φ	O	O	O	O	O	O
4. KPN-689	Φ	Φ	O	O	O	O	O	O	O	O
5. KPN-690	Φ	O	O	O	O	O	O	O	O	O

4.2. 동결정액의 융해

정액보관고에서 스트로를 꺼낼 때는 캐니스터가 주입구 밖으로 나오지 않도록 하고 주입구 아래에서 스트로를 확인한 후 핀셋을 이용하여 빠르게(7초 이내) 꺼내어 융해한다.

동결정액의 융해는 38℃ 온수에 20초~1분 이내 담가서 융해하며 가급적 빨리 사용(5분 이내)하는 것이 바람직하다.

정액을 융해할 때에는 38℃의 온수에서 정액의 온도충격을 피하면서 실시하고 금연, 장갑 착용 및 유류 접촉을 하지 말아야 하며 태양열, 복사열 및 화기를 피해 항상 그늘진 곳에서 작업하여야 하며 정액을 신속하게 운반 이동하고 융해 중인 정액은 흔들지 말아야 한다. 융해한 스트로는 맨 아래쪽을 잡고 마른수건이나 휴지로 스트로 외부에 묻은 물기를 닦아주어 스트로 내 정자가 온도 충격을 피하도록 하고 물기를 닦으면서 씨수소의 이름이나 번호를 다시 확인한다.



〈그림 15〉 정액보관고에서 스트로 취급　　〈그림 16〉 동결정액 융해과정

〈표-9〉 융해온도에 따른 정자의 회복률

융해온도	활력 및 생존율(3시간 평균)	정상 Acrosome(%), (3시간평균)
5℃	30.3%	31.2%
24℃(공기중에서)	21.3%	26.4%
35~40℃의 온수	51.4%	61.0%
5~35℃ 사이	41.4%	44.6%

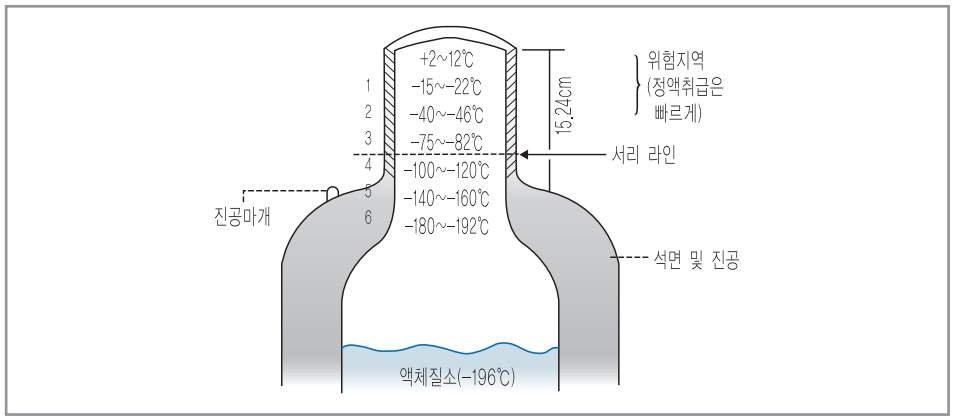
자료 : Fleming 등(6th technical A.I., on Reproduction)

4.3. 정액의 주입

4.3.1. 인공수정 준비

가. 인공수정 장소 : 직사광선이 정자에 해를 주므로 항상 그늘진 곳을 택한다.

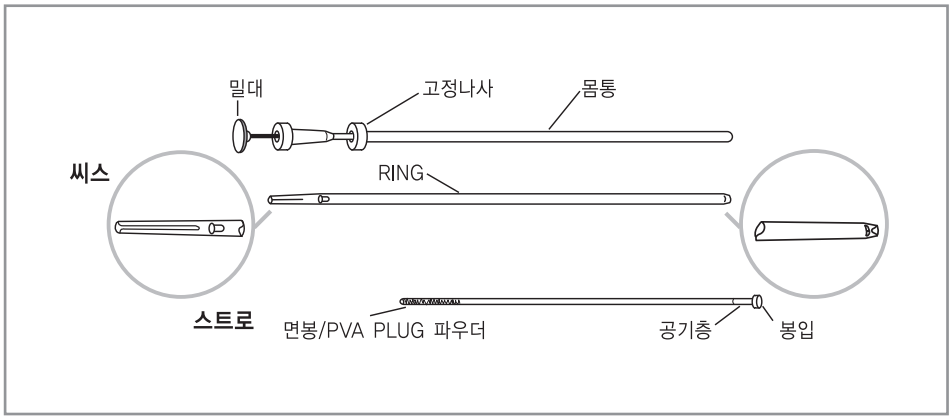
나. 이동용 정액보관고 : 동결정액을 수정 장소까지 운반할 소형 액체질소통이 필요하다. 큰 정액보관고에서 작은 통으로 옮길 때에는 사용할 정액의 위치를 확인한 후 3~5초 내에 정액 스트로를 소형 액체질소통으로 옮겨 담는다. 정액을 확인할 때에는 정액을 질소통의 서리가 낀 높이까지만 스트로를 올려서 확인하고 절대 입구 밖으로 노출시키지 않아야 한다.



〈그림 17〉 정액보관고

다. 동결정액 융해에 필요한 38℃ 온수가 담긴 융해기 또는 보온병을 준비

라. 스트로 주입기 : 주입기는 몸통, 밀대 및 고정 장치로 구성되어 있다. 겨울철과 같이 외기온도가 낮으면 주입기 등을 보온하여 정액의 온도충격을 방지하여 정자의 활력을 유지한다.



〈그림 18〉 스트로 주입기 구조

마. 기타 준비물 : 비닐 장갑, 절단 가위, 수건, 비누 등

〈그림 19〉 수정용기

4.3.2. 정액의 주입

가. 스트로 주입기 준비

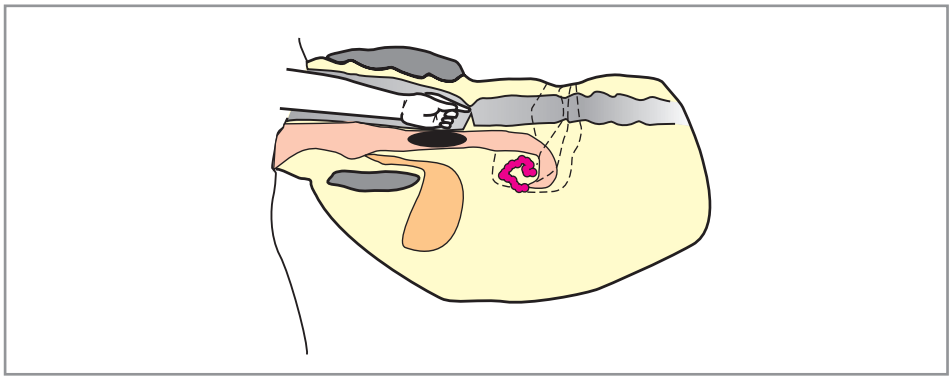
스트로는 공기층, 파우더 및 면봉층으로 구분되어 있으며, 주입기는 몸통, 밀대 및 고정장치로 구성되어 있다. 스트로 봉입부위를 절단기로 잘라내고 면봉부위를 먼저 삽입하여 주입기에 장착하면 주입기 밀대가 스트로 면봉층을 밀어서 스트로 내 정액을 자궁 속으로 배출시킨다.

주입기를 질 안으로 삽입하기 전에 주입기에 씨스를 씌운다. 씨스를 위생적으로 처리하기 위해 씨스마다 비닐 커버가 씌워진 상품도 나오는데 비닐커버는 주입기가 자궁경관 입구에 도달했을 때 질 분비물에 의한 오염을 방지하기 위하여 당겨서 제거하도록 만든 제품이다. 주입기는 추운날씨에는 정액이 온도충격을 쉽게 받을 수 있으므로 정액이 장착된 주입기를 보온처리해 주는 것이 중요하다.

나. 직장 내 오물 제거 및 수정부위 확인

비닐장갑을 착용한 후 윤활제(비눗물 등)를 골고루 바른다. 오른손으로 꼬리 상부를 잡고 들어 올린 후 비닐장갑을 착용한 왼손을 직장 내에 삽입하여 마사지하면서 똥을 제거한 후 자궁경관을 잡는다. 자궁경관과 자궁을 만져보고 직장 내 똥을 제거한 다음 외음부 주위를 휴지로 깨끗이 닦는다. 스트로 주입기를 조심스럽게 다뤄서 주입기가 외음부나 직장검사 후 오염된 부위에 접촉되지 않도록 주의한다.

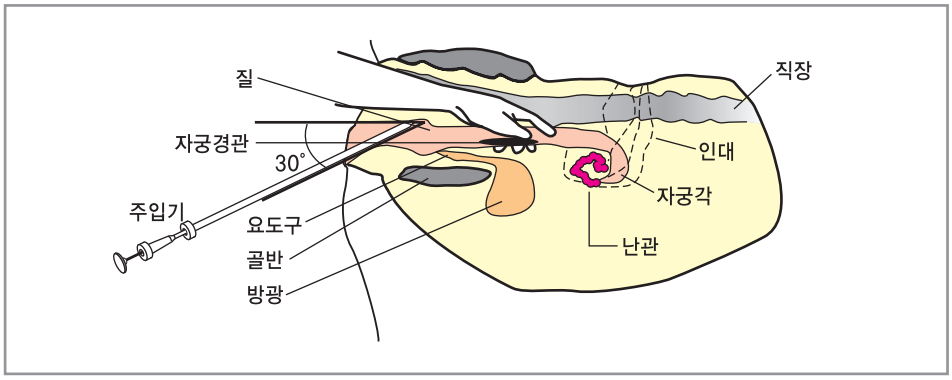
직장 안에 가스나 공기가 차있으면 내부생식기를 촉진할 수 없으므로 검지손가락을 직장의 가운데로 끼우면서 약간 힘을 가하면 대장 안으로 손이 들어가서 가스나 공기를 빼낼 수 있다. 이때 무리한 힘을 가하면 대장 벽을 손상시키게 되고 심하면 폐사를 일으킬 수 있으므로 주의하여야 한다.



〈그림 20〉 직장 내 가스 제거 방법

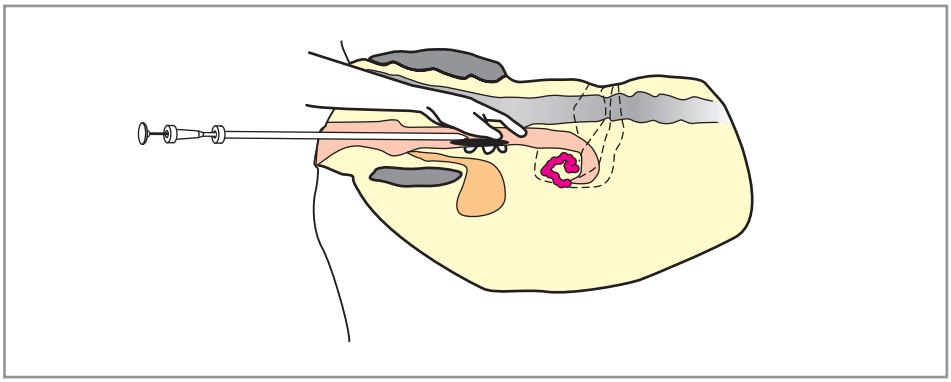
다. 스트로 주입기 삽입

직장으로 손을 넣고 아래쪽을 누르면 외음부가 벌어져 주입기 넣기가 쉬워진다. 주입기를 그림 21과 같이 30° 각도 정도에서 질에 넣고 서서히 밀어 넣는다.



〈그림 21〉 자궁경관 확인 및 스트로 주입기 삽입

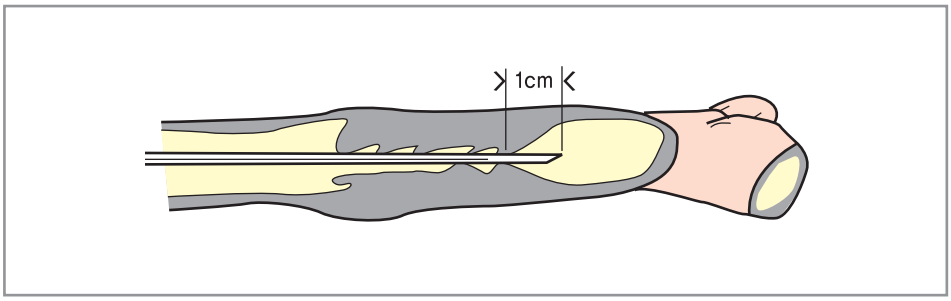
주입기 끝이 질 벽에 걸리는 감각이 오면 자궁경관 쪽으로 주입기를 곧게 하여 밀어넣어서 자궁경관을 통과하게 한다. 그림 22와 같이 검지 손가락을 자궁체 부위에 놓으면 주입기의 끝 부분이 자궁경관을 통과한 것을 촉진할 수 있다.



〈그림 22〉 주입기 촉진

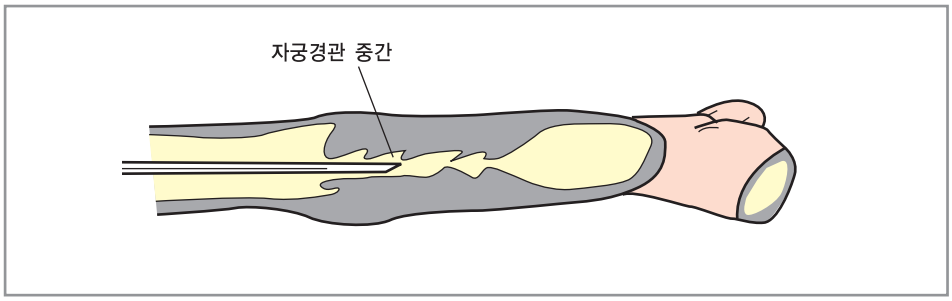
라. 정액의 주입

정액은 자궁체에 주입한다. 정액을 주입하는 자궁체의 정확한 위치는 그림 23과 같이 자궁경관 끝에서 자궁각 입구로 약 1㎝ 정도 되는 부위이다. 정액은 약 10초간에 걸쳐서 주입한다. 정액 주입이 완료되면 주입기를 천천히 빼내고 왼손으로 직장마사지를 하면서 서서히 뺀다.



〈그림 23〉 정액 주입부위

그림 24와 같이 정액을 자궁경관 중간 또는 2/3 지점에 주입하는 이도 있는데, 여기에 정액을 주입하게 되면 정자가 자궁의 난관까지 도착하는 시간이 다소 지연된다.

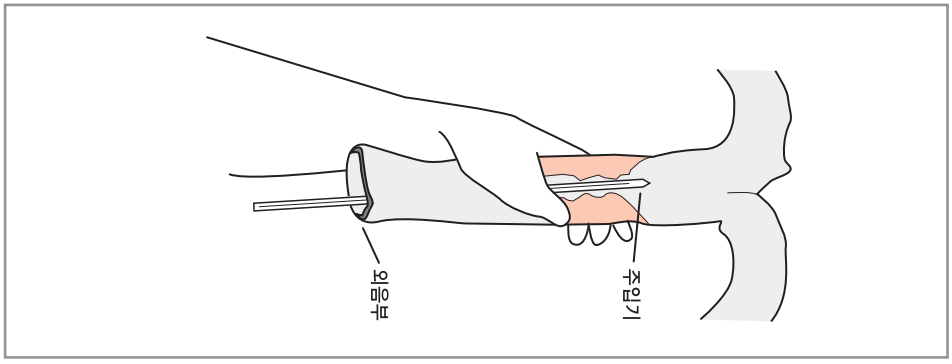


〈그림 24〉 자궁경관에 정액 주입

4.3.3. 잘못된 정액 주입

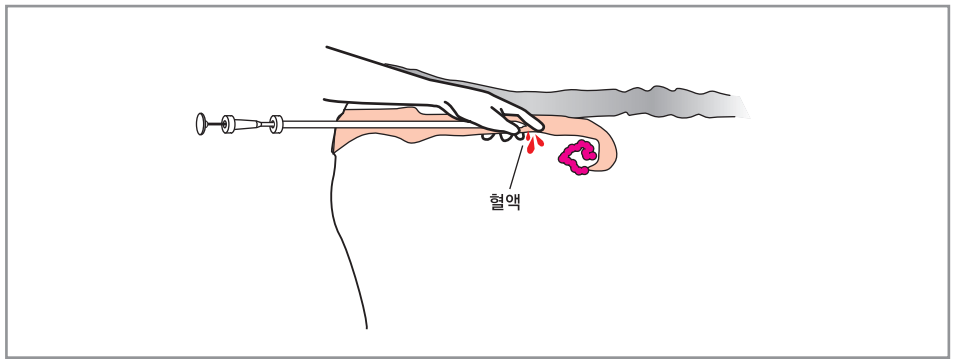
가. 잘못된 자궁경관 잡기

자궁경관을 확인하기 위해 직장을 통하여 손을 넣고 검지손가락으로 자궁경관 끝과 스트로 주입기 끝을 확인하여 정확한 정액 주입장소를 정하여야 하는데, 자궁경관을 너무 세게 움켜잡지 않도록 주의한다.



〈그림 25〉 자궁경관을 너무 세게 움켜잡은 예

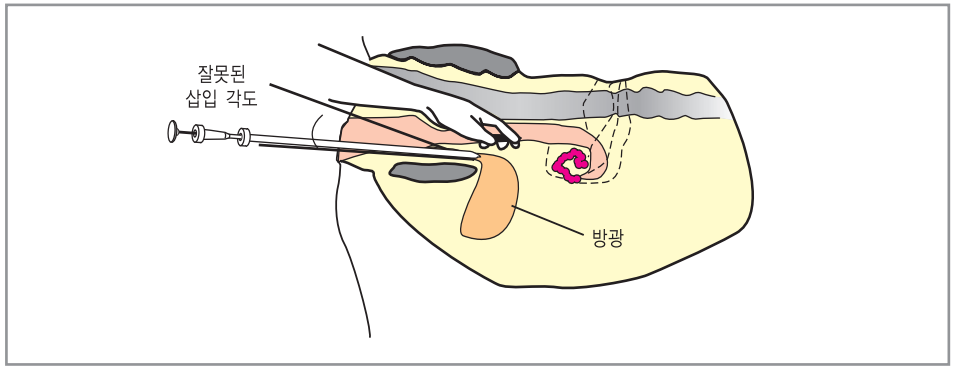
또 자궁경관을 위에서 바로 잡았으나 자궁체를 위에서 세게 누르면 주입기 끝이 자궁체 점막을 찔러 손상을 입힐 수 있다. 이때 상처가 심하면 혈액이 흐르기도 한다.



〈그림 26〉 자궁체 촉진 시 손상 및 혈액상태

나. 자궁경관을 제대로 못 찾는 경우

주입기를 질 내로 삽입할 때에는 그림 27과 같이 30°각도 정도로 넣고 서서히 밀어넣어야 하는데, 주입기를 너무 아래쪽으로 넣으면 주입기 끝이 자궁경관이 아닌 요도구를 통과하여 방광으로 유도되는 경우가 발생하기도 한다.

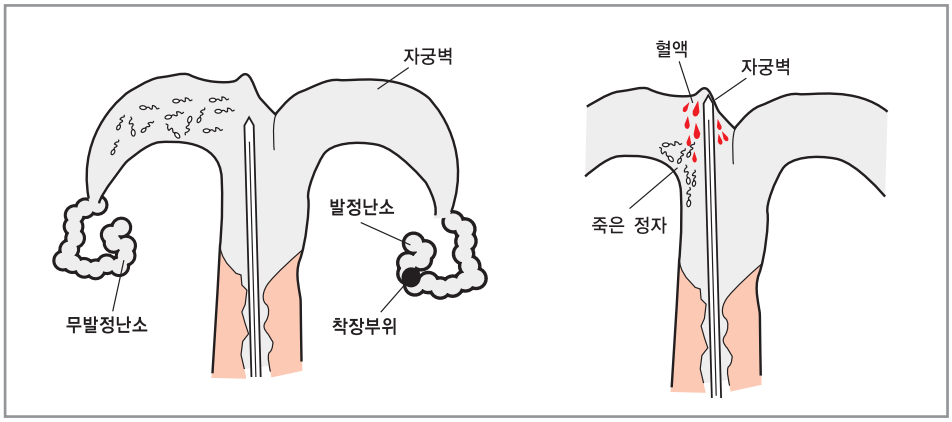


〈그림 27〉 주입기가 요도구를 통하여 방관으로 통과한 예

다. 주입기를 너무 깊게 삽입

인공수정 초보자에게서 종종 일어나는 경우로서 인공수정 시 주입기를 너무 깊이 잘못 넣어서 실제로 난소에서 난자가 배란되어 수태가 이루어질 자궁의 반대쪽으로 정액을 주입하거나(그림 28), 아주 깊게 찔러 넣어서 자궁벽에 손상을 일으키게 되는 경우가 있다(그림 29).

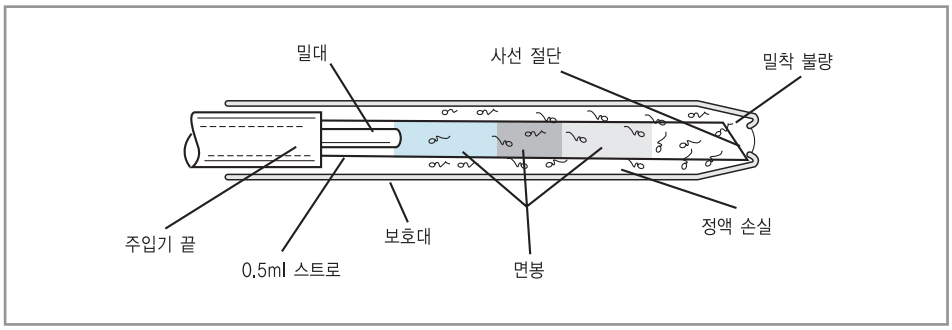
심하면 자궁벽을 뚫어서 상처를 입히기도 하는데 이때 주입기 끝 부위가 혈액에 노출됨으로써 정자를 사멸시켜 수태율을 저하시킨다.



〈그림 28〉 난자가 배란된 반대쪽 자궁에 주입　〈그림 29〉 자궁벽에 손상을 입히는 예

라. 스트로 장착 오류

스트로를 절단할 때 옆으로 비스듬히 절단하여 스트로 어댑터와 연결이 완벽하지 못하면 씨스와 주입기 사이로 정액이 흐르는 경우가 발생될 수 있다. 이렇게 되면 주입기가 자궁경관을 통과하여 정확한 수정부위까지 삽입되어도 일부 정액만이 주입되게 된다.



〈그림 30〉 주입기와 씨스 사이의 정액 역류 모습

5. 동기화

최근 한우 사육두수 증가와 한우 사육농가의 규모화가 진행되면서 기계화 등을 통한 사양관리의 효율성증대, 생산성 제고 및 경제적 이익 증진 등에 관심이 더 커지고 있다. 그러나 번식 문제는 기계화 등을 통하여 효율성을 높이는 데 한계가 있고 최소한의 노력으로 발정 파

악, 교배 및 분만 등 문제를 해결할 수 있는 방법을 찾는 노력을 계속하고 있다.

한우 번식에 있어서 가장 어려운 문제는 정확한 발정 파악을 통한 적기 교배와 분만 관리라고 할 수 있는데, 사육두수가 많아지면서 발정과 분만이 연중 지속된다면 더 많은 노동력이 소요될 것이므로 이 발정 및 분만을 사양관리하기에 편리한 계절로 집중시킨다면 더 높은 번식성적을 올릴 수 있을 뿐만 아니라 경비도 크게 줄일 수 있을 것이다.

한우 번식을 일 년에 한두 계절로 집중화시키는 계절번식은 소들의 발정을 자연스럽게 하도록 두고 교배만 한두 계절에 집중 실시하는 방법과 소의 발정을 인위적으로 일정시기에 집중되도록 처치하는 발정동기화 등의 방법들이 이용되는데 이와 같은 발정동기화의 이점을 살펴보면 다음과 같다.

- ○ 발정파악을 위한 노동력과 시간을 줄일 수 있어 인공수정 프로그램을 효과적으로 수행할 수 있다.
- ○ 씨수소의 이용성을 증대시킬 수 있다.
- ○ 교배기간을 단축할 수 있다.
- ○ 교배와 분만 시기를 집중화할 수 있다.
- ○ 이유 시 일정한 규격의 송아지를 얻을 수 있다.
- ○ 암소와 송아지 관리를 획일화할 수 있다.

5.1. 계절번식, 발정동기화 및 배란동기화

계절번식, 발정동기화 및 배란동기화 등은 모두 한우의 번식을 일정 시기에 집중하게 함으로써 사양관리의 효율성을 높이고 노동력 감소 등을 통하여 경제적 이익을 추구하고자 실시한다.

계절번식이란 일 년 중 특정한 계절에 한하여 번식을 하도록 시스템화한 번식관리를 말한다. 대부분의 동물은 새끼를 양육하기에 적합한 시기(주로 봄, 풀이 풍부한 시기)에 맞춰 분만할 수 있도록 특정한 계절에만 발정을 하는데, 소의 경우에도 야생상태의 들소는 1년에 한 번 발정하여 풀이 많은 계절에 한 번 분만을 하는 계절번식을 하는 동물이었으며, 소가 가축화되어 오랜 기간 동안 사람에게 사육되면서 연중 발정 및 연중 분만을 하는 동물로 바뀌어 온 것 같다. 한우의 경우에도 사육하기에 편리한 일정한 계절에 분만을 하도록 교배 계절을 선택하면 교배 및 분만관리를 보다 계획적으로 용이하게 할 수 있을 것이다.

발정동기화는 여러 마리의 암소를 인위적으로 일정 기간 범위 안에 집중하여 발정하도록 처치하는 것을 말한다.

배란동기화 역시 여러 마리의 암소에 대하여 인위적으로 배란이 단시간 내에 집중되도록 처치하는 것으로 일반적으로 배란은 발정 발현이 수반되어 일어난다고 하여 발정동기화와 구분하지 않았으나 최근 배란동기화를 실시한 경우에는 발정이 발현되지 않아도 정해진 시간에 인공수정을 실시하는 방법이 소개되어 활용되고 있다.

5.2. 효과적인 동기화 조건

발정동기화의 효율성을 높이기 위해서는 우선 발정동기화 처리에 앞서 암소의 신체충실도 및 증체량 등을 조사하여 번식에 이용하여도 좋을 만큼의 적절한 건강상태를 유지하고 있는지를 보아야 하는데, 미경산우의 경우 체중 250~300kg에 도달했을 때, 또 경산우보다 약간 빠른 시기에 실시하는 것이 좋으며, 경산우의 경우 분만 후 약 45일령(자궁 회복기간) 경에 실시하는 것이 좋다. 암소의 발정동기화를 실시하는 가장 중요한 이유는 분만기간을 약 2주간 정도로 집중시키고 매일 처리집단의 20%씩 분만하도록 유도하기 위해서이다. 성공적인 동기화를 위한 조건들은 다음과 같다.

- ○ 성공적인 결과를 위한 수단과 전략
- ○ 임신한 초임우와 암소에게 적절한 영양 제공
- ○ 숙련된 인공수정 시술자 및 우수한 정액
- ○ 교배와 분만 시기에 훨씬 더 집중된 노동력이 필요
- ○ 악천후 상황에서도 집중된 교배 및 분만에 필요한 시설물 구축 등

5.3. 발정동기화 과정

발정동기화에 이용되는 호르몬 제제로 많은 제품이 소개되고 있으며 그중 가장 많이 알려진 몇 가지 방법을 소개하면 다음과 같다.

5.3.1. Prostaglandin 제품을 이용한 발정동기화

시중에 판매되고 있는 Lutelyse, Estrumate, Bovilene 등이 이에 속하는 제품들로서 성성숙에 도달한 미경산우나 경산우 중 수정을 준비하는 암소의 발정동기화를 위해 사용된다. 이들 제품들의 작용기전은 유사하나 성분들이 약간씩 틀려 반감기와 투여량이 다르다.

이들 제품을 이용할 때 암소들의 발정주기 6~16일 사이에 황체의 급격한 퇴행을 유도하고,

투여 후 2~5일 사이에 또 다른 발정이 이어져 발정동기화가 시작된다. 암소가 발정주기 17~20일 사이에 있다면 정상적으로 1~4일 이내에 발정이 오게 되어 발정이 동기화된다. 만약 암소가 발정 후 1~5일 사이인 경우 또는 무발정우의 경우에는 성숙된 황체가 없기 때문에 투여된 약품에 의해 반응을 보이지 않는다. 그래서 한 번의 주사로 암소 집단 75% 정도의 발정동기화가 가능하다.

이들 제품을 이용할 경우 지시된 투여량을 반드시 지켜야 하며 임신한 소의 경우 유산을 일으킬 수 있으므로 주의하여야 한다.

가. Prostaglandin 1회 주사 방법

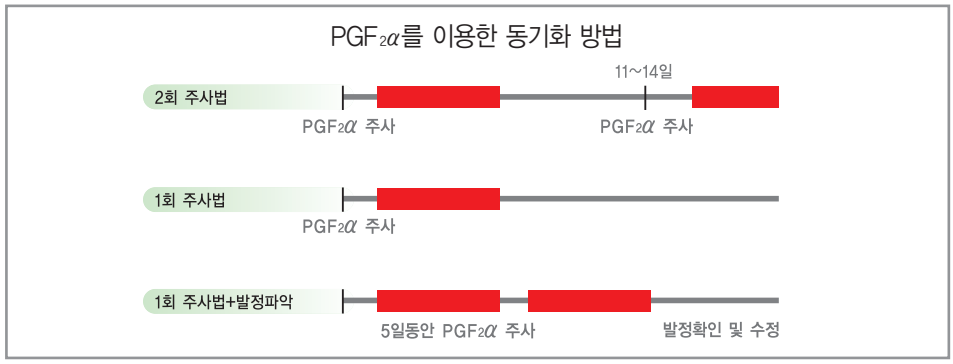
가장 일반적으로 이용되고 있는 방법으로 약품처리 비용이 적게 들고 위험부담이 적은 장점이 있으나 발정파악을 확인하는 데 많은 노력이 필요하다는 단점이 있다.

이 방법은 5일간의 발정파악과 5일간의 인공수정교배를 실시하며, 6일째 아직 인공수정을 실시하지 않은 암소 집단에 대하여 추가 약품처리를 할 것인지 말 것인지를 결정해야 한다. 약품 처리 후 이들 중 20% 정도는 반응을 보이지 않을 수도 있다.

또한 1회의 주사법을 응용한 프로그램으로 5일간의 정상발정을 확인한 후 인공수정을 실시하고 나머지 소에 대하여 6일째 $PGF_2\alpha$를 투여한 후 발정 확인된 개체에 대하여 인공수정을 실시하는 방법이다.

나. Prostaglandin 2회 주사 방법

짧은 기간에 인공수정을 실시할 수 있으나 발정확인 및 발현정도가 부족한 단점이 있다. 많은 약품비가 소요되고 낮은 수태율이 예상될 수도 있으며 이 프로그램의 가장 큰 장점은 시간을 절약할 수 있다는 점이다.



〈그림 31〉 Prostaglandin을 이용한 발정동기화 방법

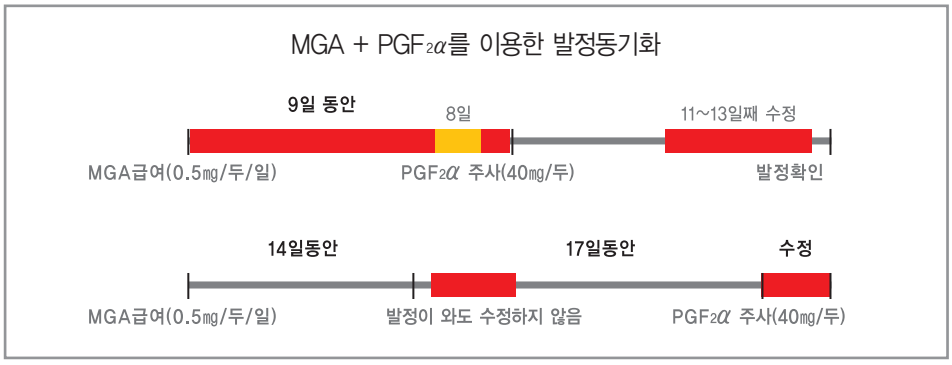
5.3.2. MGA 급여를 이용한 발정동기화

MGA(Melengestrol acetate)는 현재 국내에서 Mega-100으로 시판되고 있는 제품으로 가장 값싼 구강용 progesterone 제제로서 발정동기화는 물론 사료효율을 개선할 수 있어 번식용이 아닌 비육용으로도 암, 수소를 구분하지 않고 급여를 하여도 무방한 결과를 보이고 있다.

MGA는 난포의 발육을 촉진하는 작용을 하나 발정과 배란을 억제하는 기능을 가지고 있다. MGA 처리 후 암소들은 동기화된 발정주기를 가지게 되나 발정이 미약하므로 이 프로그램으로 발정동기화를 하려고 할 때에는 수태율을 높이기 위해서 $PGF_2\alpha$를 함께 이용하는 것이 좋다. 발정주기 10~15일 사이에 미경산우에 $PGF_2\alpha$를 사용하면 발정반응도도 높고 수태율도 향상되는 것으로 보고되고 있다.

MGA는 발정을 억제하고 성격을 온순하게 하며 발정동기화에 사용되고 증체율을 평균 10.3% 개선하는 효과가 있는 것으로 보고되고 있고 사료효율을 평균 6.5% 개선하여 사료비 절감 등의 효과를 가져온다. 안정성도 확보하여 미국 FDA로부터 입증된 암소용 사료 첨가제이며 도축 전 휴약기간은 필요 없다.

급여방법은 두당 1일 2g씩을 사료 위에 혹은 사일리지 위에 뿌려주며 번식용 암소의 경우 24일 이상 급여하는 것은 바람직하지 않다고 한다.



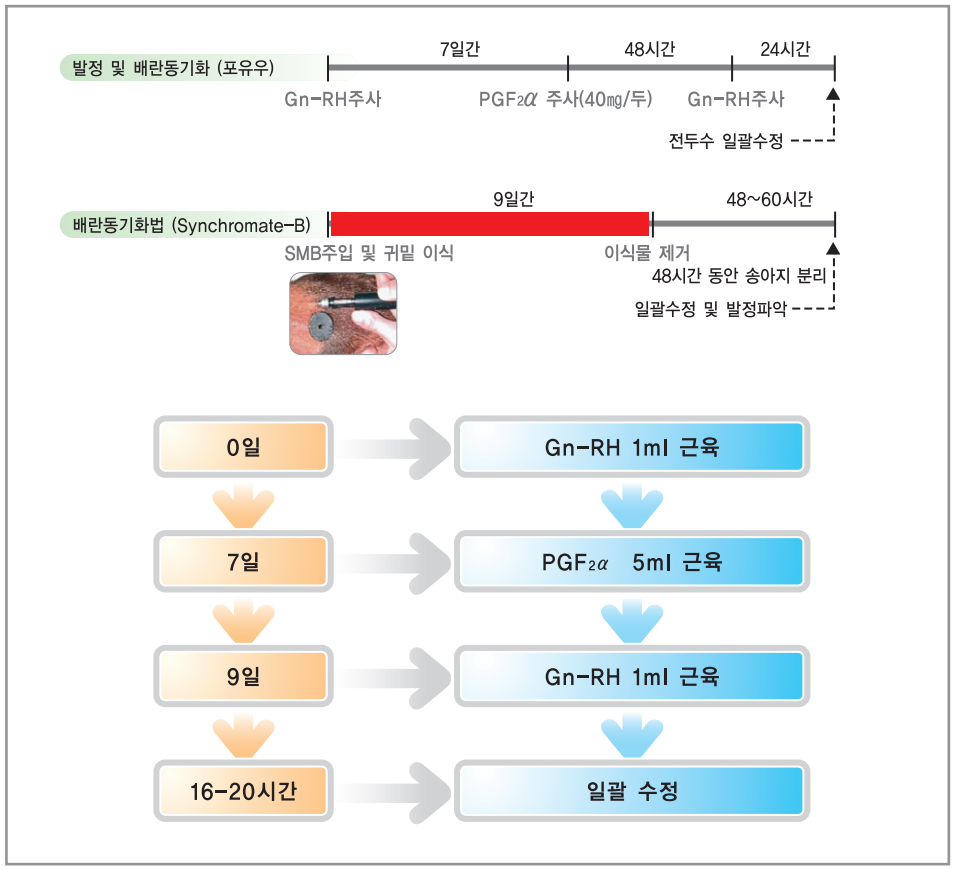
〈그림 32〉 MGA를 이용한 발정동기화 방법

5.4. 배란동기화(일괄수태법)

배란동기화는 발정동기화를 응용한 프로그램으로서 크게 다르지는 않으며 차이는 발정 발현 현상의 관찰 없이도 집단적인 교배가 가능하다는 점이다.

종부시작일 전 9일째 Gn-RH를 투여, 종부시작일 전 2일째 $PGF_{2}\alpha$를 투여 그리고 $PGF_{2}\alpha$ 투여 후 2일째 인공수정을 실시한다. 콜로라도 대학 실험 결과를 보면 2번의 Gn-RH 투여로 얻은 수태율은 54%로 발정동기화를 실시하여 얻은 수태율 42%보다 높았다고 보고하고 있다.

다만 배란동기화는 발정동기화보다 조금 더 많은 비용이 소요되며, 송아지 이유를 하기 전인 암소의 경우 동기화로 인하여 어미소가 발정을 함으로써 송아지 압사의 우려가 있으므로 이틀 정도의 송아지를 격리하여야 하는 단점이 있으며 4~5차례의 암소를 붙들어 보정할 필요가 있는데 우리 한우 사육농가의 현실로 볼 때 그리 만만치는 않다.



〈그림 33〉 다양한 배란동기화(일괄수태법) 프로그램

Ⅲ. 임 신

태아가 자궁 안에서 발육하는 상태를 임신이라 한다. 임신을 한 암소의 최초의 반응은 수정란의 착상에 따른 자궁내막의 반응과 발정의 정지이다.

태반은 배 또는 태아의 조직이 모체의 자궁조직과 부착되어 모체와 태아 간에 생리적인 물질 교환을 수행하는 기관으로서 배반포가 착상한 후 영양세포의 활발한 증식에 의하여 점차 성장하며 임신중기에는 그 크기가 최대에 달한다.

태막은 양막, 요막 및 융모막으로 구성되어 있으며 양막은 태아를 싸고 있는 가장 안쪽의 막이며 가장 바깥쪽의 막인 융모막은 자궁내막과 직접 접해 있다.

1. 임신진단

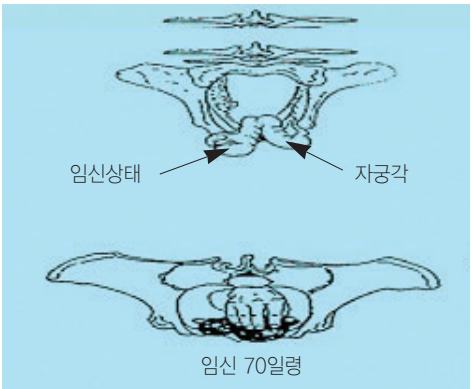
1.1. 외진법

양축농가 누구든지 손쉽게 임신 유무를 확인할 수 있는 방법이다. 우선 소가 임신을 하게 되면 외부적으로 여러 가지 변화가 나타나는데 이러한 변화를 눈으로 확인하는 방법이다.

영양상태가 양호해지고 거동이 침착해지며 복부가 팽대되는데 가장 대표적인 변화는 주기적으로 반복되던 발정이 중지되는 것이다. 수정 후 2~4개월이 경과해도 발정이 오지 않을 때에는 임신으로 보면 된다. 이를 보고 흔히 NR(Non-Return)이라고 한다.

1.2. 직장 검사법

직장검사법은 수의사가 암소 생식기 내부의 변화를 손끝으로 감지하여 임신유무를 가려내는 방법이다. 숙련된 기술자는 빠른 경우 수정 후 25일 이전 혹은 28일 전후로 임신 여부의 진단이 가능하다고 하나 보통은 수정 후 3개월 전후에 실시하는 것이 신뢰성이 높다.



〈그림 34〉 직장검사를 통한 임신진단

가. 난소의 변화

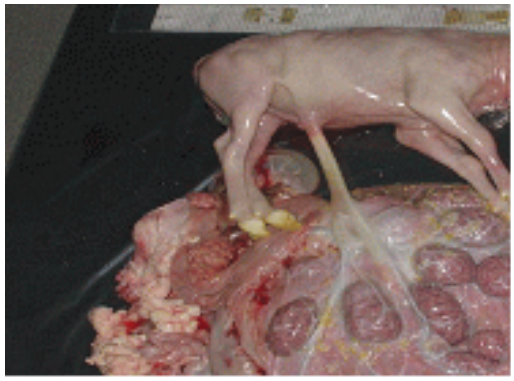
난소에는 임신황체가 존재하여 전 임신기간 동안 최대의 크기를 유지하기 때문에 발정황체와 구별된다. 이 황체를 임신황체 또는 진성황체라 한다. 이 진성황체는 임신 4~5개월까지는 촉진할 수 있으나 그 이후가 되면 복강 내로 처지기 때문에 촉진할 수 없게 된다.

나. 자궁의 변화

자궁은 임신이 진행됨에 따라 커지기 때문에 자궁의 크기에 따라 임신을 진단할 수 있다. 즉 태아는 자궁각에 착상되어 커지기 때문에 자궁각의 크고 작은 차이에 의하여 임신임을 확인 할 수 있다

다. 궁부

비대한 궁부를 촉진하여 임신을 진단할 수 있는데 궁부의 크기는 임신단계와 개체에 따라 변이가 심하나 궁부는 임신 3.5~4개월에 처음으로 촉진된다.



〈그림 35〉 임신우의 태아 쪽 궁부의 발달

라. 중자궁 동맥의 변화

임신 80일경에 최초로 동맥을 감지할 수 있고 100~175일경에는 쉽게 찾을 수 있으며 맥동도 감지할 수 있다. 임신말기로 갈수록 이 동맥은 굵어지면서 꾸불꾸불해지고 명확하게 감지되며 연필 정도의 굵기에 이르면 맥동도 힘차게 이루어진다.

후대동맥에서 내장골 동맥이 자궁벽 좌우로 분지되어 달리고 있고, 이 내장골 동맥에서 전, 중, 후자궁동맥이 분지되어 있다. 보통 어느 때나 자궁벽 쪽에서 만져지는 동맥은 내장골 동맥으로 근막에 붙어서 단단하게 좌우골반 벽에 붙어 있기 때문에 대부분은 움직이지 않지만 특정부위의 경우 손가락으로 밀어보면 약간씩은 움직인다.

반면 중자궁동맥은 임신 시에만 현저하게 만져지는 것으로 손가락 사이에서 약 10~15cm 정도의 범위에서 자유롭게 고무줄처럼 움직여 분명한 차이를 느낄 수 있다. 임신을 하면 자궁 내에 어미 측 태반과 새끼 측 태반이 연결되어야 하는데 그 연결 역할을 하는 것이 궁부이며, 어미 측 태반에는 함몰되는 자궁소구가 있어 이것이 암나사의 역할을 하고 새끼 측 태반에선 자궁 소구 쪽으로 들어가는 수나사의 역할을 하는 조직이 있는데 이것을 궁부라고 한다. 즉 자궁소구와 궁부가 딱 물려서 어미 측 태반과 새끼 측 태반이 견고하게 고정되는 것이다. 자궁소구의 크기는 보통 길이가 15~17mm, 폭 6~9mm, 높이 2~4mm이다.

임신 30일경에 결합과정이 진행되고 60일경에 자궁소구와 궁부의 결합이 거의 종료되어 그 개수는 75~120개 정도가 된다. 임신감정 시에 팽대된 자궁각 위에 밤톨 같은 돌기들이 촉진되는데 이것이 바로 궁부이다. 엄밀하게 말하면 궁부가 자궁소구에 연결되어 있는 상태로 사실은 자궁소구가 촉진되는 것인데 이것을 일반적으로 궁부가 촉진된다고 말한다.

〈표-10〉 직장검사법에 의한 임신 진단 시 태아의 크기 및 변화

임신일령	태아체중(g)	태아체장(cm)	태아의 변화
30일	0.28g	1.2	한쪽 자궁각이 확장되고 엷어짐 앞다리, 뒷다리가 생김
45일	3.5g~7.1g	2.5~3.2	자궁각이 다소 확장되고 엷어짐 코와 눈이 생김, 배아낭은 달걀크기임
60	7.1~14.1g	6.4	자궁각은 바나나 크기 타액은 충만됨, 태아는 생쥐크기
90	85~170g	12.7~15.2	양측자궁각 부풀어 오름, 중자궁 동맥직경은 0.9cm 태아 두부는 탁구공 크기, 흰쥐 크기, 이가 나기 시작
120	450~907g	25~30	궁부는 쉽게 촉진됨 태아는 작은 고양이 크기
150	2~3kg	30~40	태아 촉진 곤란, 태아 두부는 야구공 크기 태아는 큰 고양이 크기, 눈과 콧구멍에 털이 생김
180	4~7kg	50~61	태아와 자궁이 체강을 가득 채움 태아는 작은 개 크기 6개월령 이후는 태아의 발, 다리 및 코를 잡으면 움직임을 확인할 수 있음
210	9~14kg	61~71	태아 촉지 가능
240	18~27kg	71~81	전신에 털이 나고 앞니가 돋아나기 시작함
270	27~36kg	81~96	중자궁 동맥의 직경은 약 1.25cm 정도

1.3. 질 검사법

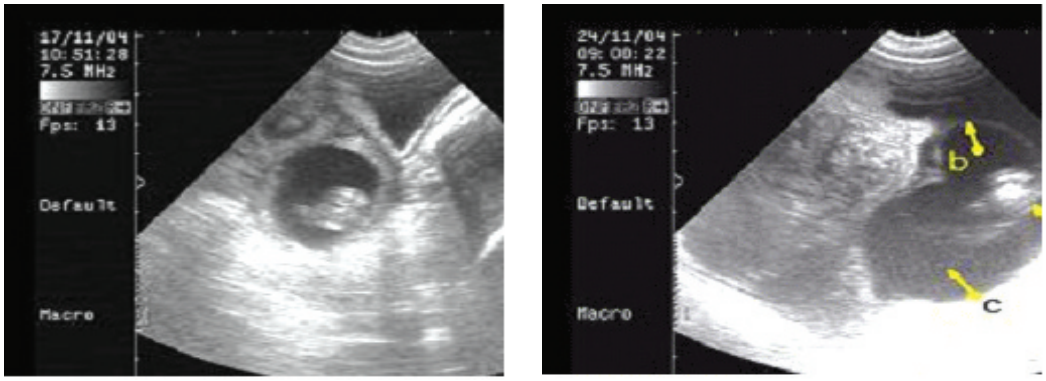
질경을 사용하여 질 내부를 관찰하여 질과 자궁질부의 상태에 따라 임신여부를 판단하는 방법이다. 소의 경우 수정 후 2~3개월이 되면 임신한 개체에서는 질경을 삽입할 때 상당한 저항을 느끼게 되며, 자궁질부는 긴축하여 작아지고, 자궁외부는 꼭 닫혀 있으며, 점액은 상당히 점착성을 띤다. 임신 4개월에는 질벽이 건조하고 자궁외구에서 뚜렷한 점액덩어리를 볼 수 있다.

1.4. 초음파진단법

최근 휴대가 간편하고 화질 및 해상도 등이 향상되어 임신진단의 정확도가 높아져 많이 사용되고 있는 기술이다.

초음파는 태아에 어떤 해도 없으며 심장박동 등을 확인하여 임신 유무를 정확히 진단할 수 있을 뿐만 아니라 자궁의 직경, 융모막강의 내측 직경, 자궁벽 두께, 태반의 두께, 융모막강의 길이, 태반의 길이, 태아의 체장, 태아 체부 직경 및 두부 직경 등을 측정하여 임신일령을 판단하기도 한다.

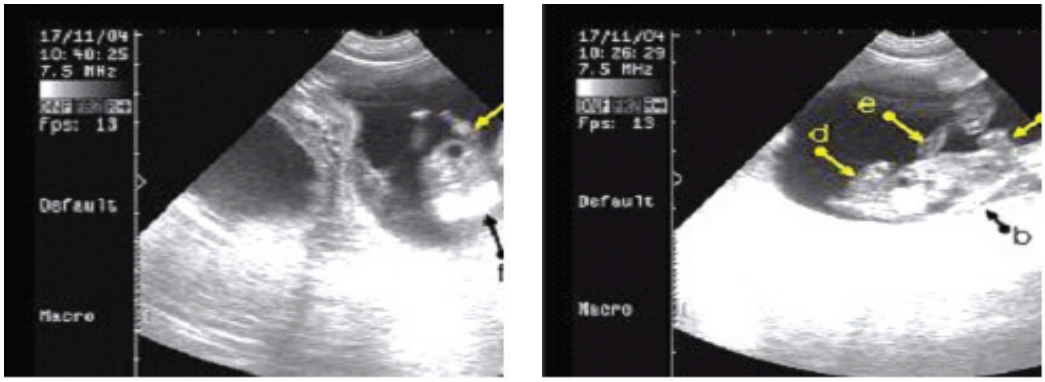
초음파 임신진단의 경우 빠른 경우 수정 후 15일경에도 가능하다고 보고되고 있으나 보다 정확한 진단을 위해서는 30일령 이후에 진단하는 것이 좋다.



임신 50일령(A) 임신 55일령(B)

(a : 태아두부, b : 요막 c : 자궁각)

〈그림 35〉 임신 50~55일령



임신 65일령(A) 70일령(B)

(a : 태아두부, b : 척추, c : 앞다리, d : 뒷다리, e : 제대, f : 엉덩이)

〈그림 36〉 임신 65~70일령

1.5. 기타

최근 호르몬분석에 의한 진단법으로 프로게스테론의 농도를 측정하여 임신유무를 확인하기도 한다. 수정 후 19~21일령에 이르는 암소의 혈액을 채취하여 혈종 분리와 함께 테스트지에 혈청을 떨어뜨려 임신 유무를 가려내는 방법이다.

그밖에도 유즙을 분석하는 방법으로 EIA(Enzyme-immuno-assay) 및 RIA(Radio-immuno-assay)법이 있으나 특별한 고가의 장비를 요하고 전문적인 판독기술을 겸비해야 가능하며, X-선 검사법이 있는데 이 방법은 100%의 정확성을 보이고는 있으나 태아의 유해성 등이 보고되고 있어 조기 임신진단에 활용할 수 없는 단점이 있다.

Ⅳ. 분만

1. 분만 징후

분만 3~5일전에 유방 및 외음부에 부종이 보이고, 분만 1~2일 전에는 골반 인대의 이완으로 인한 외음부 함몰이 시작되며, 식욕이 감퇴하고 거동이 불안해진다.

분만은 대략 3기로 나누어볼 수 있는데 제1기는 '개구기'로 초산우의 경우에는 4~6시간 정도 진행이 되는데 때로는 20시간을 넘기는 경우도 있으며, 경산우의 경우에는 2~3시간 정도 진행된다.

제2기는 '산출기'로 초산우의 경우에는 3~6시간, 경산우는 2~4시간 정도 지속되고, 송아지의 체중이 클 경우에는 12시간 이상 진통을 계속하기도 한다.

제3기는 '후산기'로 보통 분만 후 1~2시간 이내에 후산을 하는데 후산보가 송아지 분만 후 5~6시간 매달려 있는 경우도 있다.

2. 분만 시 주의사항

가. 분만 제1기에 사람이 분만을 간섭하면 분만이 지연될 수 있으므로 끈기를 가지고 기다린다.

나. 분만 제1기의 초기에 물주머니(요막) 속에 송아지발이 보인다고 물주머니를 터트리지 말아야하며 송아지 다리를 잡아당기지 말아야 한다. 무리하게 잡아당기면 어미소의 자궁경관의 경련이 일어나서 분만을 더욱 어렵게 하며 송아지는 아무리 힘을 주어 당겨도 나오지 않는다.

다. 분만 제2기의 강력한 진통이 지난 후 경산우는 2시간, 초임우는 3시간이 경과해도 아무런 분만 징후를 보이지 않을 때에는 손을 깨끗이 씻고 희석된 베타딘 등으로 소독을 한 후 어미소 외음부를 깨끗이 씻은 후 손은 넣어 태위검사를 해 본다. 송아지 태위가 잘못되어 있을 때에는 즉시 수의사를 부른다.

라. 분만장소에는 바닥에 깔짚, 모래 등을 충분히 깔아 어미소가 미끄러져 넘어지지 않도록 한다.

마. 송아지 머리가 산도를 완전히 빠져나오지 못할 때에는 송아지 발목 위를 부드러운 천이나, 끈으로 묶고 잡아당기되 어미소가 진통할 때마다 같이 당겨주고 진통을 안 할 때는 절대로 잡아당기지 말아야 한다.

바. 갓 태어난 송아지가 호흡을 안 할 때 처치 방법

- ○ 콧구멍 속을 짚으로 5~6초간 자극하기
- ○ 송아지 입에 입김 불어 넣기(1분 이상 계속 실시)
- ○ 인공호흡(5~10분간 계속 실시)
- ○ 거꾸로 매단 후 찬물 끼얹기

3. 주간 분만 유도기술

자연분만인 경우 소는 약 70% 정도가 밤 9시부터 새벽 6시에 분만을 함으로써 농가의 관리에 어려움을 준다. 그래서 송아지를 낮에 분만하도록 유도함으로써 관리의 편리함을 증대시키고 송아지 육성률을 높이려는 노력이 지속되어 왔고, 어미소에게 사료급여 시간을 조절함으로써 어느 정도 효과를 보고 있는 것으로 보고되고 있다.

어미 소에게 급여하는 사료(농후사료와 조사료)를 저녁시간인 오후 5시부터 오후 7시 사이에 급여하여 아침까지 먹도록 하고 아침에 사료조에 남아 있는 사료 잔량을 깨끗이 치워버리고 물만 주면 표 11과 같이 낮에 분만하는 비율을 높일 수 있다.

〈표-11〉 저녁시간 사료 급여기간에 따른 낮 분만율

급여시간	공시두수	낮 분만두수	낮분만율(%)
17:00	86	71	82.6
19:00	51	41	80.1
21:00	51	63	76.5

자료 : 농진청(1997)

또한 자궁이완제를 사용하는 방법이 있는데 분만이 예정된 암소를 선발하여 자궁이완제로 염산리드드린제제를 25mg 투여하면 표 12와 같이 낮 분만비율을 크게 높일 수 있다.

자궁이완제를 투여할 때에는 손을 소독하고 소의 외음부 주위를 위생적으로 청결히 처리한 후 질 속에 손을 삽입하여 경관이완 상태를 검사하여 경관 이완상태가 손가락 2개 이상 삽입

이 가능한 소에게 1차 투여는 오후 6시에, 2차는 오후 10시에 투여하면 다음날 새벽 5시경 이후에 분만이 이루어진다. 이때 주의해야 할 사항은 이미 산출기에 들어간 소에게는 자궁이완제를 투여하여서는 안된다.

〈표-12〉 자궁이완제 투여에 따른 낮(05:00~22:00) 분만 비율

구분	처리두수	낮 분만 두수	낮 분만율(%)
투 여 구	24	23	95.8
무투여구	12	4	33.3

자료 : 일본가고시마현축산시험장(1991)

4. 조산 및 유량 부족 초산우의 관리

4.1. 조산

조산이라 함은 태아가 분만 일령에 도달하기 전에 분만한 것으로 살아서 나오는 경우를 말하는데, 소에게서는 약 240일~270일에 살아 있는 태아를 분만한 것을 조산이라 한다.

조산된 송아지 사양관리 방법으로는 젖을 빨 수 있는 송아지인 경우 작은 체중과 허약하여 기립하는데도 오래 시간과 체력이 소모된다. 이때 관리자는 기립보조와 포유를 도와서 모우의 유두를 입에 넣어 달라붙어 빨 수 있도록 2~3회 반복해 주며, 자립심이 생길 때까지 도와주고 관찰한다. 특히 젖을 빨지 않는 송아지는 초유를 어미소를 보정한 후 짜서 먹이지만 손가락을 입 속에 넣어도 빨지 않을 경우 소량씩 입에 흘려 넣어 주어 조금씩 먹도록 해 준다(머리를 너무 높게 들면 기관 내에 유입 가능성에 유의). 대부분의 조산 송아지의 특징은 저체중인 경우가 대부분이며, 발육속도가 정상 분만우에 비해 부진할 수 있다.

4.2. 유량 부족 초산우의 관리

일반적으로 한우는 육우중 중형 종으로 유량 역시 적은 편이다. 일평균 산유량이 4~5kg에 불과하여 포유량이 매우 적으며, 특히 처음 분만한 한우의 경우 송아지 관리 경험 미숙 및 유방의 수유로 인한 스트레스 증가로 송아지를 돌보지 않는 경우가 종종 발생한다. 이로 인하여 초유 급여가 이루어지지 않아 송아지의 생사를 좌우하는 중요한 요인 중 하나이다. 이를 극복하기 위해서는

○ 분만시기가 비슷한 다른 소의 초유를 급여한다.
○ 인근 젖소목장 초유 구입 후 급여한다.
○ 인근 지역축협 초유은행 및 사전에 냉동보관 중인 초유를 급여한다.
○ 대용초유를 제조 1일 2~3회씩 3~4일간 급여한다.

*1회분 대용초유 제조방법

우유 0.6ℓ+끓여서 식힌물 0.3ℓ+난백 1개+피마자유 2g+간유 7mℓ+항생제 소량

4.3. 어미소 포유 거부시 관리요령

위에서 언급한 조산, 초산우의 유량 부족과 완강한 포유 거부로 인하여 더 이상의 어미소의 포유가 불가능할 경우 즉시 대처해야 할 요령은

○ 어미소의 보정을 견고하게 실시하고,
○ 따듯한 온수(베타딘 포함)에 수건 등을 적셔 뭉쳐 있는 유방 조직을 이완시킬 수 있도록 마사지를 실시하거나 근육이완용 약품 등을 도포해 주는 것도 좋다. 이런 과정을 이틀 정도 실시한다.
○ 이틀 정도 실시하여도 포유가 이루어지지 않는 경우 과감한 강제 이유를 선택하는데, 이 때 최소한 3일간은 초유 급여가 이루어질 수 있도록 준비하는 것이 좋다.
○ 강제 이유 후 대용유를 준비하여 하루 2~3회 나누어 급여하는데 처음에는 대용유를 접하는 송아지들은 거부감을 느끼고 있을 때 너무 무리해서 먹이려 하지 말고 소량을 먹여보고 먹는 정도에 따라 증량 급여하면 된다. 그 이후에는 물론 소화촉진제 등을 포함한 대용유 급여 프로그램을 따르면 된다.

Ⅴ. 수정란이식

수정란이식은 우수한 유전형질을 보유하고 있는 암소로부터 다수의 수정란을 생산하여 유전능력이 떨어지는 다른 소에게 이식하여 송아지를 생산함으로써 우수한 유전형질을 가진 소를 효과적으로 증식시킬 수 있고, 형질이 동일한 여러 마리의 소를 한꺼번에 생산함으로써 능력검정 등의 효율성을 높임으로써 소의 개량에 매우 유용하게 이용할 수 있는 기술이다(Christensen, 1991 : Smith, 1984 : 손 등, 2006).

전통적인 가축의 개량은 우수한 유전능력을 가진 개체는 선발하고 열등한 개체는 도태시켜 가는 것이나 이 방법은 시간, 사육방법과 규모 및 인력 등 많은 제약 조건을 가지고 있어 이러한 문제점을 해결하고자 먼저 인공수정 기술이 도입되었다.

인공수정 기술은 수소의 정액을 동결 보관한 후 필요할 때 융해하여 이용하는 것으로서 현재까지 소의 개량에 많은 공헌을 하였으나 유전능력이 우수한 암소의 이용효율을 높일 수 없는 한계가 있었고 이러한 문제점을 해결하고자 수정란이식 기술이 이용되었다.

수정란이식은 처음에는 수태율 및 비용문제 등으로 많은 제약이 따랐으나 세포동결 보존기술이 발달됨에 따라 수정란의 이용에 관한 어려움이 상당히 해결되었으며 비용도 절감하게 되었다. 또한 1970년대부터 수정란의 미세조작 기술이 접목되면서 고능력 가축의 복제생산뿐만 아니라 인체에 유용한 고부가치 생리활성물질을 대량으로 생산할 수 있는 형질전환동물의 생산도 가능하게 되었다.

국내에서도 포유동물의 수정란에 관한 연구가 1970년대에 토끼를 중심으로 시작되어 1980년 초반에 국내 최초로 체내에서 회수한 소의 수정란을 이용하여 송아지를 생산하였고, 1990년대에 접어들면서 체외수정란을 이용한 송아지 생산 및 수정란 분할에 의한 일란성 쌍태 송아지 생산 등과 같은 기술적 진전을 보이고 있다.

〈표-13〉 체내 수정란 생산 현황

품종	과배란 처리두수	채란두수	수정란 회수(/채란두수)	
			회수란수	이식가능란수
한우	645	561	5,074(9.0)	3,098(5.5)
젖소	175	165	1,391(8.4)	788(4.8)
계	820	726	6,465(8.9)	3,886(5.4)

자료 : 농진청(2007)

〈표-14〉 체내 수정란이식 수태율

수정란	조사두수	임신두수	수태율(%)
신선란	1,504	665	44.2
동결란	345	153	44.3
계	1,849	818	44.2

자료 : 농진청(2007)

1. 공란우와 수란우의 선발

1.1. 공란우

수정란이식은 유전능력이 우수한 암소의 이용효율을 높이려는 것이 주 목적이므로 공란우는 유전능력이 우수하고 유전적 질병이 없는 개체여야 하고, 번식능력이 우수한 소로서 발정주기가 정상적으로 반복되고 번식 관련 질병이 없는 소로 노령우나 장기 공태우 등은 우선 제외하여야 하며, 영양상태가 양호하고 건강하며 전염성 질병이 없는 소로 가급적 경산우를 선발한다.

공란우에게서 고품질 수정란을 많이 생산하기 위해서는 다음 사항에 유의하여 사양관리를 해야 한다.

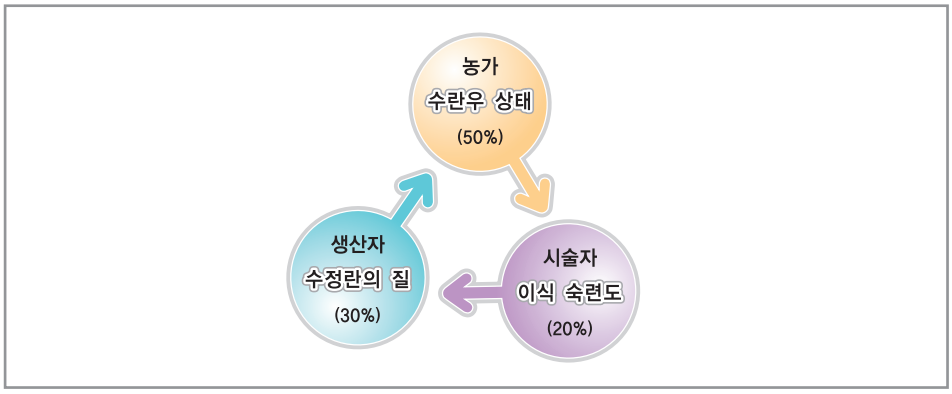
- ○ 사양관리 환경이 청결하고 충분한 수면을 이룰 수 있게 조용하고 알맞게 건조한 상태를 유지해야 한다.
- ○ 신선한 물을 충분히 공급하고 소금, 비타민 및 미네랄 등에 부족함이 없이 급여해야 한다.
- ○ 양질의 조사료를 충분히 급여한다. 건초는 1일 약 4~8kg, 농후사료는 2.0~2.5kg 급여한다.
- ○ 공란우를 일반 암소와 섞어 집단사육하면 많은 스트레스를 받게 되므로 밀식된 사육을 지양해야 한다.
- ○ 포유 중인 공란우는 항시 사료를 먹을 수 있도록 해야 하고 송아지에게 충분한 인공유를 급여하여 영양이 부족되는 경우가 없게 한다.
- ○ 충분한 일광과 적당한 운동을 할 수 있는 공간과 노령우와 예민한 소는 분리 사육하는 것이 좋다.

1.2. 수란우

수란우는 수정란을 이식받아 임신하여 송아지를 낳아 기를 소이므로 수태율이 좋고, 난산율이 적은 소, 체형과 건강상태가 양호한 소 , 성질이 온순한 소, 충분한 젖 생산능력이 있고 포유능력이 좋은 소 및 발정주기가 정상적으로 반복되고 번식기관에 질병이 없는 소를 선발하여야 한다.

암소의 번식능력은 유전능력뿐만 아니라 환경 및 영양상태 등에 더 큰 영향을 받으므로 정상적인 번식활동을 시키기 위해서 사료의 질과 양을 적절히 조절해 주어야 할 것이다.

일반적으로 수정란 이식의 성공을 위한 3대 요소는 그림 37과 같이 수정란의 질, 수란우의 상태 및 수정란이식 기술의 숙련도라 할 수 있으므로 수정란의 질이 좋고 숙련된 전문가라 할지라도 수란우 상태가 나쁘면 좋은 결과를 얻기가 힘들다.



〈그림 37〉 수정란 이식의 3대 요소

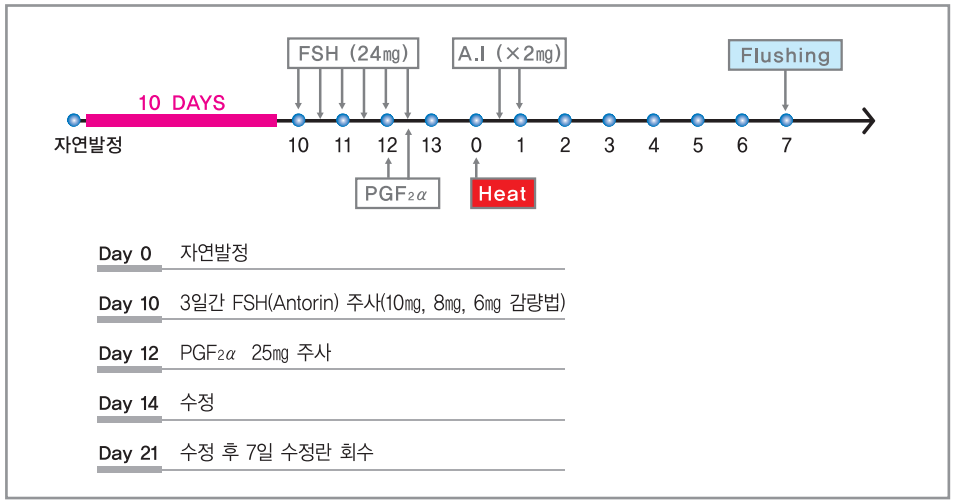
2. 다배란 처리(Super-ovulation)

일반적으로 단태동물에게서는 암컷이 1년에 한 번 분만을 함으로써 일생 동안 남길 수 있는 자손의 수는 10두 정도에 불과하다. 암소의 난소에는 수많은 원시난포가 존재하여 많은 자축을 생산할 수 있는 잠재적인 번식능력을 가지고 있으나 극히 일부분만을 사용하고 나머지 대부분은 사용되지 못한 채 퇴행한다.

우수한 유전능력을 가지고 있는 암컷으로부터(Donor) 인위적으로 다수의 난자를 배란, 수정시켜 자궁의 안에서 밖으로 회수하여, 대리모(Recipient)의 자궁에 이식하여 송아지를 생산

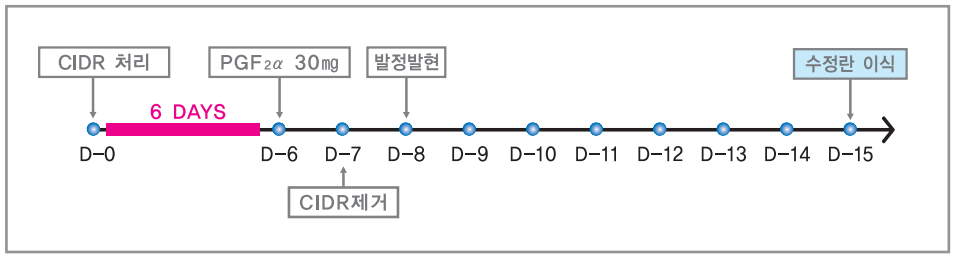
하게 되면, 공란우가 직접 생산한 것과 같은 우수한 유전능력을 가진 송아지를 한꺼번에 여러 마리를 생산하는 것이 가능하다.

암소에게 성선자극호르몬(FSH, PMSG)을 주사하여 인위적으로 한꺼번에 여러 개의 난포를 발육시켜 배란을 유도하는 방법을 다배란 처리라 한다. 다배란 처리에 사용되는 약제로는 FSH(Folltropin-V, Antorin), PGF$_{2}\alpha$ 및 GnRH제제(FERTAGYL) 등이 있으며 자연발정이 있은 후 황체기 중 9~14일 사이에 24~32mg을 그림 38과 같이 3일간 12시간 간격으로 주사한다.

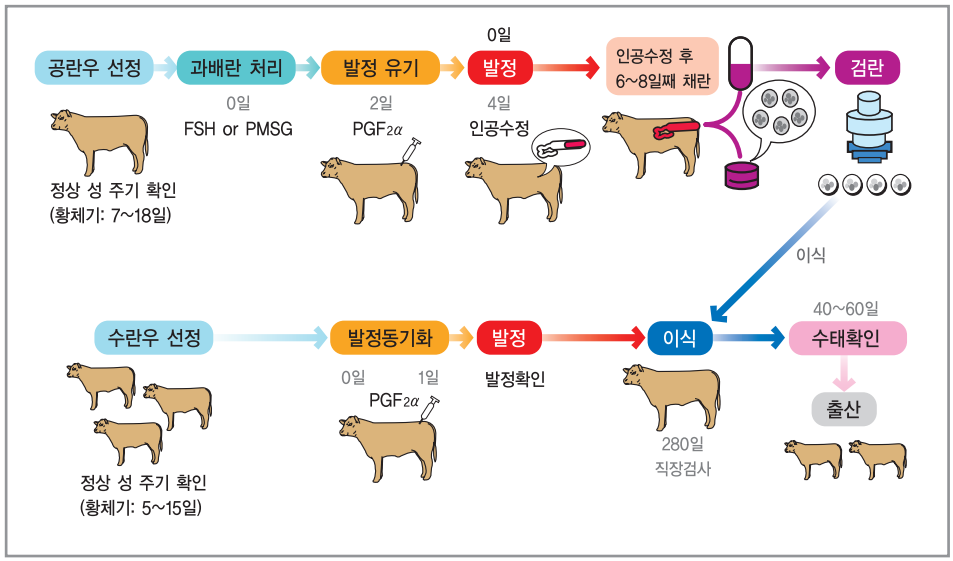


〈그림 38〉 다배란 처리 일정표

수란우 준비는 그림 39와 같이 발정동기화 처리를 실시하여 이식할 준비를 한다.



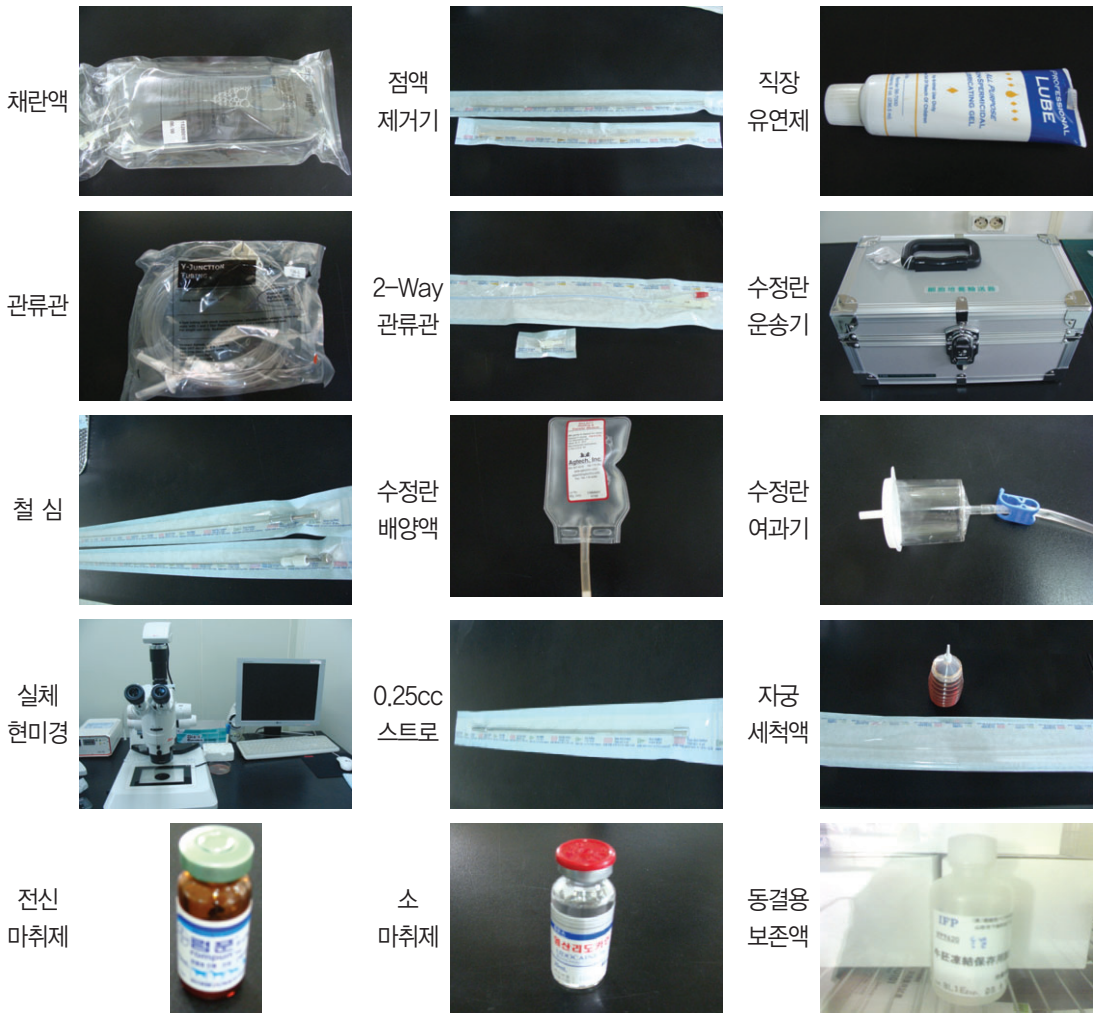
〈그림 39〉 수란우 발정동기화 프로그램



〈그림 40〉 체내수정란 이식 기술의 개요

3. 수정란 회수

공란우에서의 수정란 채란은 수정란이 자궁각 선단부위에 위치하는 시점인 인공수정 후 6~8일에 실시한다. 인공수정 후 5~6일째 공란우의 난소를 검사하여 황체수를 확인하고 촉진되는 결과에 따라 동기화된 수란우를 준비한다. 수정란 회수에 사용하는 모든 기구는 사전에 세정 및 건조, 멸균한 기구만 사용한다(그림 41).

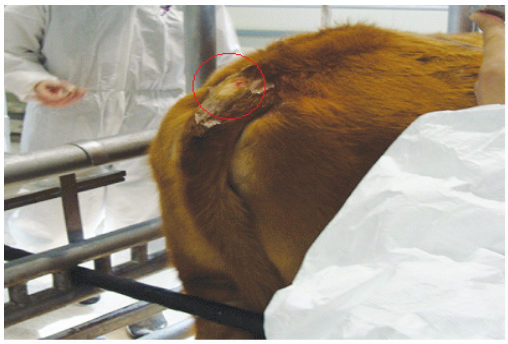


〈그림 41〉 수정란 비외과적인 회수시 사용되는 기구 및 소모품

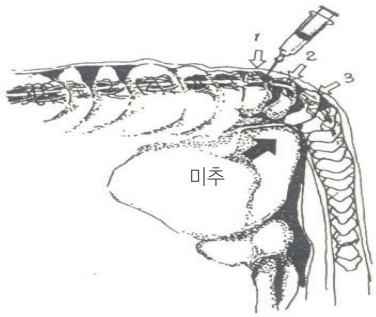
공란우는 보정틀을 이용하여 보정하는데 그림 42와 같이 앞다리를 20~30cm 정도 높히는 것이 수정란 회수에 용이하다.

〈그림 42〉 보정틀

공란우 보정이 끝나면 직장 내 분변을 깨끗이 제거하고 그림 43과 같이 마취주사를 놓을 미근부를 알콜솜으로 소독한 다음 면도기로 털을 제거한다. 그 다음 그림 44와 같이 마취제를 제 1, 2 미추 간에 10㎖주사기로 5~7㎖의 2% lidocaine를 주사한 다음 꼬리를 보정한다. 민감한 소는 정맥에 전신마취제를 주사하여 안정을 유도한다.



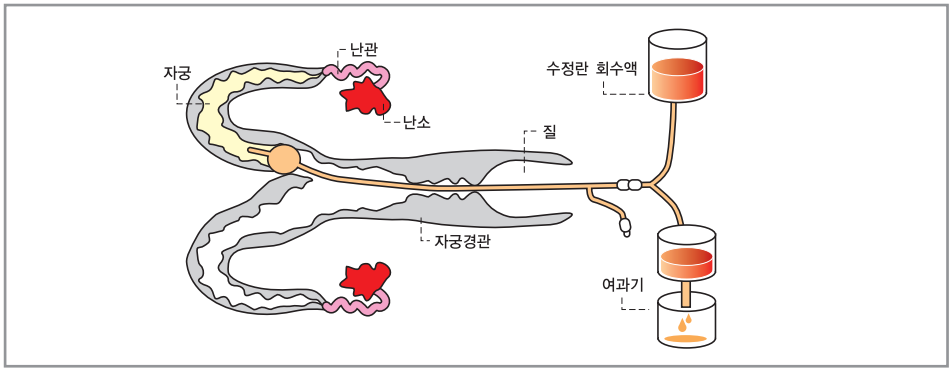
〈그림 43〉 미근부 마취부분의 털을 제거



〈그림 44〉 소의 미근부 마취제 주사

카테타를 삽입하기 전에 자궁경관 내 점액을 제거하는데 카테타 및 관류기구 삽입 절차 및 주의할 사항은 다음과 같다(그림 45).

- ○ 자궁경관의 형태는 개체마다 다양하므로 상하, 좌우로 조심스럽게 삽입하여야 한다. 점막이 손상되어 출혈이 일어나게 되면 자궁점막이 비후되어 작업하기가 어려워진다.
- ○ 미경산우나 자궁경관이 가늘거나 긴 경우에는 확장봉을 사용하고, 자궁점막에 천공이 일어나지 않게 주의한다
- ○ 카테타의 외부에 내부철심을 장착하여 자궁경관을 경유하여 자궁각 분지부에서 약 5cm 자궁각 중격 부위에 삽입한다.



〈그림 45〉 Balloon catheter 삽입 위치

○ 자궁각 분지부에 이르면 약 25㎖주사기로 공기를 주입한다(balloon 형성). 공기량은 미경산우는 11~16㎖ 정도, 경산우는 18~25㎖ 정도이다(자궁내막 파열 유념).
○ 카테타를 부드럽게 뒤로 후진시켜 완전히 고정이 되었는지 확인한다.
○ 카테타 내부철심을 제거한 후 외부 카테타 끝을 채란용 Y-tube에 연결한다.
○ 채란용 Y-tube를 Em-con filter 부분에 연결하고, 채란배지와 연결되는 부분에도 연결한다.
○ 채란배지는 37~38℃의 온도를 유지하도록 한다.

〈그림 46〉 수정란 채란 장면

카테타 장착이 끝나면 자궁 안으로 관류를 하여 수정란을 회수하여야 하는데 그림 46과 같이 관류액을 외음부에서 약 1m 정도 높게 유지시키며 관류를 실시한다. 관류액의 양은 자궁각의 크기에 따라 다르나 일반적으로 500㎖~1,000㎖면 충분하다.

관류액을 25~30㎖ 정도 자궁 안으로 주입한 후 자궁각 선단과 난관 자궁 접합부에서 위쪽으로 올려 받치면서 부드럽게 마사지 한다. 너무 무리하게 자궁각을 잡으면 수정란이 난관 쪽으로 빠져나갈 위험이 있으므로 부드럽게 작업해야 한다.

동일한 방법을 5~10회 정도 반복하여 관류액을 자궁에서 완전히 회수한다.

관류가 종료되면 카테타에 삽입된 공기를 제거한 후 분변이 묻지 않게 조심스럽게 빼내어 관에 남아 있는 관류액을 회수한다. 그 다음 카테타를 교환하여 같은 요령으로 반대 쪽 자궁에도 관류하여 다른 쪽 자궁각에 남아 있는 수정란을 회수한다.

카테타로부터 회수한 관류액을 여과장치 Em-con filter로 통과시키면 수정란만 남게 된다. 채취과정이 모두 끝난 후 filter 위의 배양액을 배양접시에 쏟아 부은 후 filter에 다시 배양액을 넣어 세정해 준다. 실체현미경으로 찾은 수정란은 바로 신선 배양액에 옮겨야 한다.

수정란이 담겨 있는 petri dish를 실체현미경에서 저배율에서 고배율 상태로 진행하며 수정란 상태를 자세히 조사한다. 회수되는 수정란의 발달단계는 후기 상실배 또는 초기 배반포가 대부분이며, 표 15와 같이 수정란 발육(수정란, 미수정란), 윤곽, 색조 및 변성세포의 비율 등을 잘 검사한다.

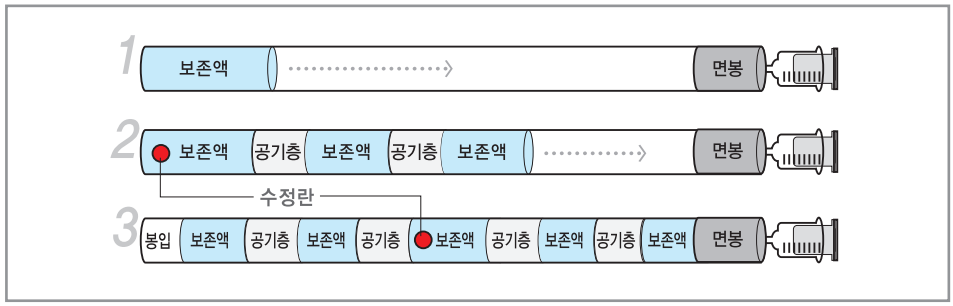
〈표-15〉 수정란 발육단계 및 등급 분류표

발육단계	
번호	발육단계
1	미수정란
2	2~12세포기
3	초기상실기
4	상실기
5	초기 배반포기
6	배반포기
7	확장배반포기
8	부화배반포기
9	확장부화배반포기
수정란 등급	
코드	등급
1	우수(excellent or good)
2	보통(fair)
3	불량(poor)
4	사멸 또는 변성란(dead or degenerating)

4. 수정란 동결

수정란은 이식하기 전에 실온에서 24시간, 4℃에서는 48시간 정도 보존이 가능하지만 시간이 경과할수록 생존성이 급격히 저하되어 이식 후 수태율이 떨어진다. 따라서 이식할 수란우가 준비되어 있지 않으면 남은 수정란은 반드시 동결하여 보존을 하여야 한다.

수정란의 동결은 그림 47과 같이 수정란을 스트로에 충전시키고 표 16의 프로그램에 의해 동결을 진행한다. 동결보호제로는 Glycerol, DMSO, Propylone glycol, ethylene glycol, PVP 및 sucrose 등이 이용되나 최근에는 ethylene glycol을 많이 사용한다.



〈그림 47〉 스트로 내 수정란을 장진

〈표-16〉 수정란 동결 프로그램

온도	소요시간	비고
실온(20℃)	15~20분	평형
-7℃		동결실에 넣음
-7℃~-7℃	2분	2분 후 식빙
-7℃~-7℃	8분	8분간 정치
-7℃~-30℃	77분	-0.3℃/분
-30℃		액체질소 침지

5. 수정란 이식

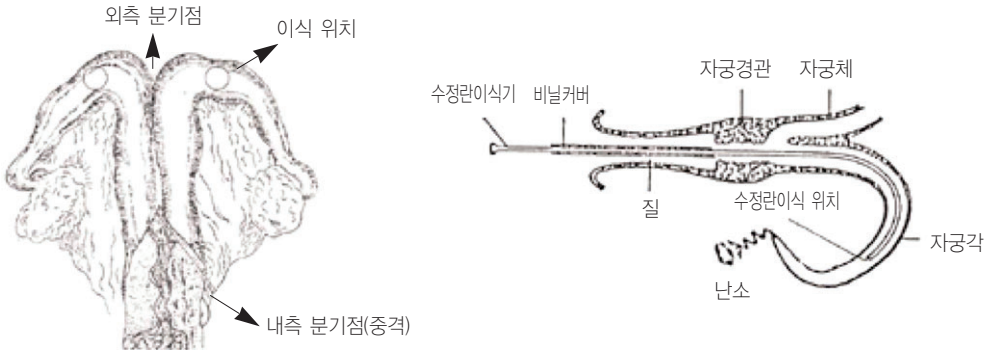
공란우에서 수정란을 회수하는 시점은 인공수정 후 7일이므로 수정란을 이식받을 수란우도 공란우와 동일한 발정주기를 유지하도록 자연적이나, 인위적으로 발정동기화를 해 주어야 한다. 수정란이식(비외과적) 절차 및 주의하여야 할 점은 다음과 같다.

- ○ 수란우를 수정란 이식 하루 전이나 당일에 황체검사를 하여 이식가능한지 여부를 판단한다.
- ○ 수란우를 보정틀에 보정한다.
- ○ 마취부위의 털을 깎고 솜으로 소독한다.
- ○ 20% 염산 리도카인 3~5㎖ 정도를 미추에 주사하여 마취를 실시한다.
- ○ 동결된 수정란을 공기중에 7~10초간 노출시킨 후 37℃의 온도에서 융해한 후 스트로를 이식기 씨스 안에 넣어 장착한 다음 비닐커버를 씌운다.

○ 외음부 주변을 세척한 다음 알코올 솜으로 깨끗이 소독한다.

○ 주입기를 외음부에 넣어 황체가 존재하는 쪽의 자궁각 선단부에 이식한다(그림 48).

수정란 이식의 성공률을 높이려면 이식기 등에 의한 자궁 오염을 방지하고 수정란을 이식하면서 자궁내막에 손상을 입혀 출혈이 생기지 않게 하여야 하고 수정란 배 발달과 착상환경이 좋은 위치에 수정란을 주입하여야 한다.

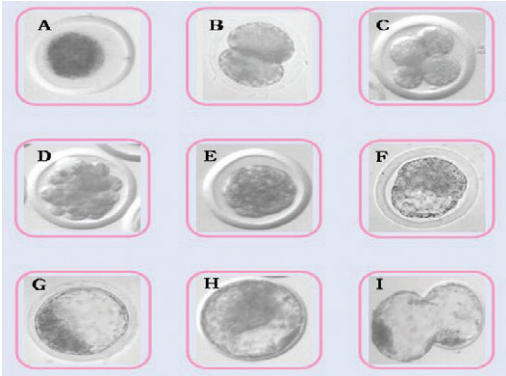


〈그림 48〉 수정란 이식 위치

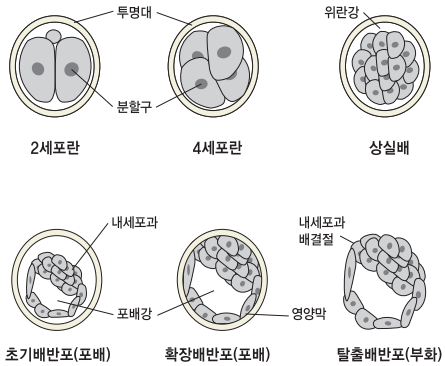
6. 체외수정란

소 체외수정란은 소의 난소로부터 회수한 난포란을 실험실에서 체외성숙시킨 다음 성숙된 난포란을 실험실에서 수정 및 배양시켜 생산된다. 체외수정란은 유전능력이 우수한 암소가 갑작스런 부상 등으로 도축되어야 할 때 그 소의 난자를 이용하려는 목적 등으로 실시되었으나 최근에는 유전능력이 우수한 암소의 유전자 이용을 극대화하기 위해서 살아 있는 생체 내 난소에서 난자를 채취하는 기술들이 이용되고 있다.

소 체외수정란 생산의 성공률은 난소 운반시간 및 온도, 체외성숙 시간, 난포의 크기, 성숙 배양액의 조성, 호르몬 및 혈청 등 많은 요인이 영향을 미치는데, 현재는 소 수정란의 체외생산 기술이 비교적 안정적으로 확립된 상태이다.



〈그림 49〉 수정란 배 발달 단계그림



〈그림 50〉 소의 수정란 분할 모식도

Ⅵ. 다양한 번식관련 기술

1970년대부터 수정란의 미세조작 기술이 수정란 이식 기술과 접목되면서 고능력 가축의 복제생산뿐만 아니라 인체에 유용한 고부가가치 생리활성 물질을 대량으로 생산할 수 있는 형질전환동물의 생산도 가능하게 되었다.

최근에는 성감별을 이용한 성조절 송아지 생산과 체세포 복제송아지의 생산 및 형질전환동물의 생산연구가 활발히 진행 중에 있다.

1. 성감별 송아지 생산

정자와 수정란을 이용한 가축의 성 감별기술은 축산업의 생산성을 높일 수 있는 중요한 수단으로 소에서는 능력 개량과 유전적으로 우수한 개체의 조기 증식기술로 소개되어 왔다. 이러한 성감별 송아지를 생산하는 방법은 정자를 이용하는 방법과 수정란을 이용하는 방법으로 나눌 수 있다.

1.1. 정자를 이용한 성감별법

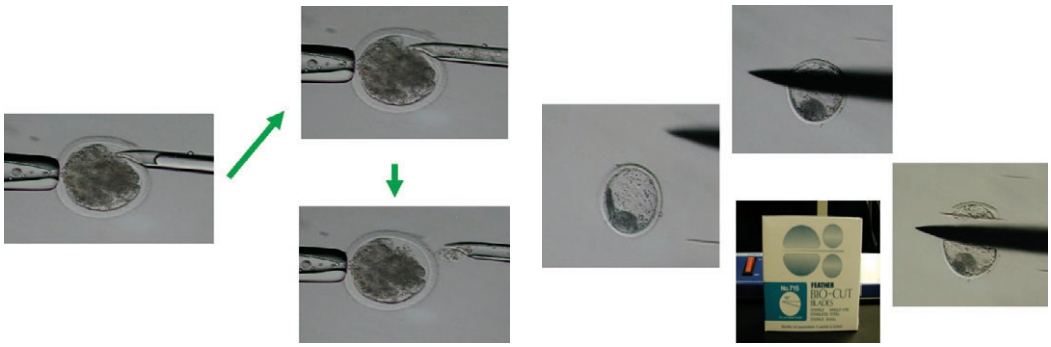
정액에는 X염색체를 가진 정자와 Y염색체를 가진 정자가 섞여 있다. 암컷정자의 성염색체는 X염색체이며, 수컷정자의 성염색체는 Y염색체인데, Y염색체에 비해 X염색체의 크기가 상대적으로 더 크다. 염색체의 크기가 크다는 것은 그만큼 DNA함량이 더 많다는 것을 의미한다. 따라서 정자 성감별은 이러한 정자가 함유하고 있는 DNA의 함량 차이에 기인하며 정자의 두부에 들어 있는 DNA를 형광염료로 염색하여 세포분리기를 통과시켜 X정자와 Y정자를 분리한다. 이러한 정자 성감별 방법은 아직까지는 상대적으로 많은 비용이 소요되고 높은 기술을 요한다.

1.2. 수정란을 이용한 성감별법

수정란의 극히 일부를 떼어내어 DNA 검사를 해 봄으로써 암 · 수를 판단하고 나머지 수정

란은 이식용으로 이용하는 방법으로 수정란의 성감별을 위해서는 적정 할구수와 생검된 수정란의 생존성을 높이기 위한 기술이 필요하다.

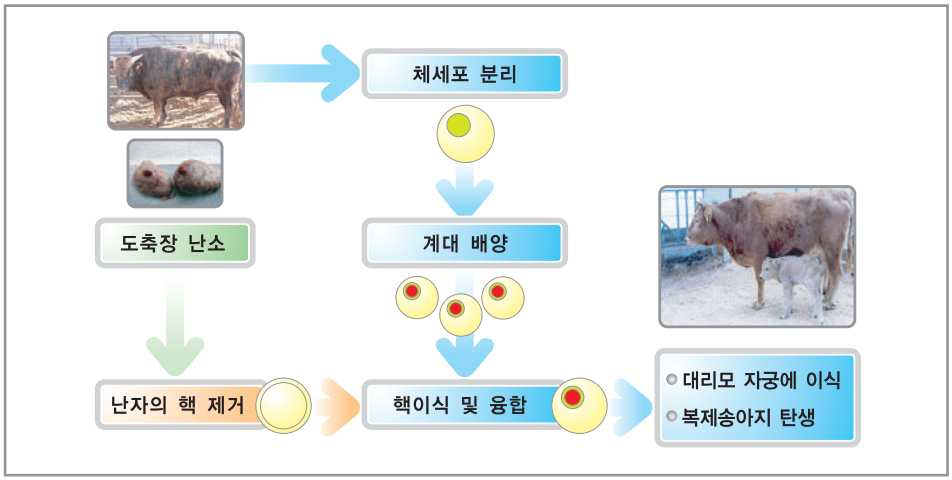
최근에 빠르게 DNA를 증폭하고 높은 DNA 반응의 특이성을 가지고 감별하는 방법이 소개(Mori 등, 2001)되었는데 기존의 PCR방법으로 약 5~6시간이 소요되던 것을 1시간 안에 성감별을 마칠 수 있는 것으로 보고되고 있다.



〈그림 51〉 수정란을 이용한 성감별을 위해 할구 분리법

2. 복제동물의 생산

복제동물을 생산하는 방법에는 여러 방법이 있지만 현재 가장 많이 사용되는 방법은 핵치환 방법이다. 이 방법은 기존의 난자가 가지고 있는 핵을 제거하여 난자의 유전물질을 완전히 제거한 다음 복제하고자 하는 동물의 세포를 이식하여 복제를 원하는 개체의 유전형질만 가지고 있는 자손을 생산하고 이것을 대리모에 이식하여 복제동물을 생산해 내는 기술이다.



〈그림 52〉 복제동물 생산과정

3. 형질전환 동물의 생산

복제동물을 생산해 내는 기술은 복제동물의 생산뿐만 아니라 유전적인 조작을 통한 형질전환동물의 생산 또한 가능하게 하기 때문에 여러 연구자가 여러 어려움에도 불구하고 꾸준히 연구를 해 오고 있다.

형질전환동물은 인위적인 유전자 조작을 통해 인간에게 유용한 단백질을 생산하거나, 특정 영양 물질의 생산 및 장기이식동물 모델을 제공한다. 형질전환 동물의 생산은 유전자 조작된 세포가 난자의 세포질에 들어가서 재 프로그래밍되는 단계에서 삭제되지 않고 잘 발현이 되는가가 관건이며, 장기이식용 동물 연구에 있어서는 면역조직학적 거부반응, 종 특이성 및 미생물학적 상이성 등 풀어야 할 숙제가 많이 남아 있다.

참 고 문 헌

농식품부, 축산과학원, 농협중앙회, 김경남 외. 2002. 한우사육 길잡이,

농촌진흥청. 손동수. 2005. 가축인공수정과 수정란이식.

농촌진흥청 농업과학도서관. 초보 한우 농가를 위한 번식과 질병 기술 지침서.

- 발간번호 : 11-1390661-000003-14

박용수, 김소섭, 박흠대, 박현정, 김재명. 2005. 한우 체외수정란이 이식된 수란우의 임신과 유산에 영향을 미치는 수정란측 요인. 한국수정란이식학회지. 20(2):89~96.

정길생 외. 1984. 가축인공수정(향문사).

축산기술연구소. 체외수정과 수정란 이식. 1995.

축산연구소. 2000. 소 수정란이식(6판).

한국수정란이식학회. 농촌진흥청 축산연구소. 2005. 소의 최신번식기술.

한국수정란 이식학회(정문각). 1995. 소 수정란 이식.

한우개량사업소. 2000. 인공수정과 수정란 이식.

H.A. Herman, Jere R. Mitchell, Gordon A. Doak, 1994. The artificial insemination and embryo transfer of dairy and beef cattle, Interstate publishers, INC.

Lanza RP, Cibelli JB, Diaz F, Moraes CT, Farin PW, Farin CE, Hammer CJ, West MD, Damiani P. 2000. Cloning of an endangered species (Bos gaurus) using interspecies nuclear transfer. Cloning. 2:79~90.

Park JH, Lee JH, Choi KM, Joung SY, Kim JY, Chung GM, Jin DI, Im KS. 2001. Rapid sexing of preimplantation bovine embryo using consecutive and multiplex polymerase chain reaction(PCR) with biopsied single blastomere. Theriogenology. 55:1843-53.

Tsugunori Notomi, Hiroto Okayama, Harumi Masubuchi, Toshihiro Yonekawa, Keiko Watanabe, Nobuyuki Amino, Tetsu Hase. 2000.Loop-mediated isothermal amplification of DNA. Nucleic Acids Research 28: e63.

Wacol A.I. Centre, 1982. Inseminator traning manunal. Queensland Department of Primary Industries.

Wakayama T, Perry ACF, Zuccotti M, Johnson KR, Yanagimachi R. 1998. Full-term devwlopment of mice from enucleated oocytes injected with cumulus cell nuclei. Nature 394:369~374.