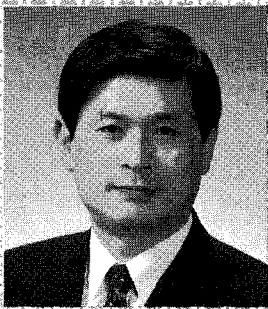


특집

낙농육우산업의 산학협동(사례)

핵이식 복제송아지의 탄생



황우식

서울대학교 수의학대학

1995년 2월 10일 국내에서 처음으로 필자들의 연구팀에 의해 오랜기간 심혈을 기울여 추진해오던 핵이식 복제송아지가 이세상에 태어났다. 물론 이전(1995년 1월 27일)에도 분만을 시도했으나 출생시 거대태아(과체중출산)에 의한 난산으로 2번 실패를 경험했다. 그래서 제왕절개술에 의해 분만을 유도했던 것이다. 그후 3월말 현재까지 8두의 송아지가 태어났고 금년내 100여두가 추가 탄생할 예정이다.

1. 핵이식 복제송아지란 무엇인가?

핵이식 복제송아지는 탁월한 유전능력(산육, 산유, 내병성, 번식성 등)을 지닌 고능력우(일명 슈퍼소)의 수정란을 소의 몸밖으로 빼내어 이 수정란을 모태로 하여 동일한 유전능력을 지닌 우량송아지를 염가의 경비로 무한 복제생산하는 것이다.

1) 고능력우 선발

필자의 연구팀은 한국종축개량협회, 축협중앙회 유우개량사업소, 서울우유협동조합, (주)퓨리나 코리아, (주)동원육가공, 대한수의사회 소속 임상수의사, 개업 가족인공수정사 등과 수년간 공동조사에 의해 아래와 같은 기준으로 젖소 및 한우의 고능력우군을 선발하였다.

-젖소의 경우

최고기 산유량(305일)이 15,000kg 이상이며 평균 유지율 3.8% 이상, 외모 80점이상으로 7산차이상, 평균분만간격 13개월미만으로 심각한 번식장애 이환력이 없으며(양측성 낭종 및 위축, 난산, 저수태우 등), 고질성 만성질환(유방염, 부제병) 경력이 없는 소를 선발하였다.

-한우의 경우

고급육 생산비율이 높고, 증체율, 내병성이 뛰어난 계통을 선발하였다.

2) 고능력 수정란의 채취

선발된 고능력우는 자연발정주기 제 13일부터 감량법에 의한 과배란 처치를 하여(FSH 투여법) 발정을 유도하고, 최적 정액을 선별하여 1회 2스트로우씩, 2~3회 인공수정을 실시한다(1 발정시 총 4~6개의 스트로우 소요). 그후 6일령에 비수술적 자궁경관경유 관류법에 의해 16~32세포기의 수정란을 몸밖으로

꺼내 핵이식용 공란으로 사용한다(개요도 참조).

3) 수핵란의 확보

핵이식 수정란을 만들기 위해서는 고능력우 핵을 이식받을 수핵난자가 필요하다. 이 수핵난자는 소의 품종도, 유전적능력의 정도도 상관 없이 그저 보호막이 되고 영양을 공급하는 기초로서 역할을 하기 때문에 도축장에서 도살되는 암소의 난소로부터 얻을 수 있다.

원래 암소의 난소에는 수만개의 원시난포가 있는데 이들중 일정한 크기에 도달한 미성숙난자를 난소 1개당 수십개씩 빼어내어, 이를 시험관내에서 24시간정도 배양하면 성숙난자가 된다. 이 성숙난자로 부터 핵을 빼어내면(탈핵) 후속되는 핵이식과정에서 사용될 수핵난자가 된다.

4) 핵이식

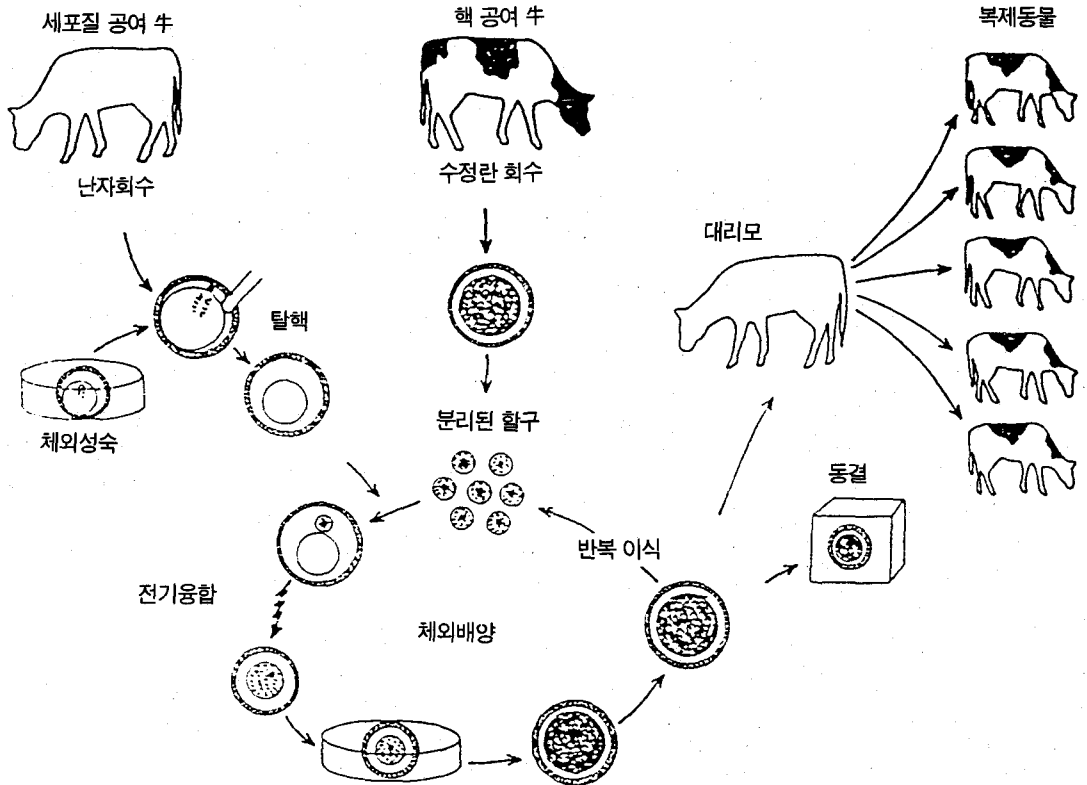
앞에서 언급한 16~32세포기의 고능력 수정란을

투명대라고 불리는 외피를 특수한 방법으로 벗기고 그안에 있는 할구를 분리하면 각각 핵을 포함한 16~32개의 별도 할구가 된다. 이 할구들을 일부는 성감별에 이용하고 나머지는 탈핵난자의 투명대와 세포질사이의 공간(주란강이라 함)에 주입하면 핵이식이 완료된다.

5) 세포융합

핵이식된 난자는 원래 존재하던 세포질과 새로 주입된 할구간에 존재하는 조직 거부반응을 극복시키기 위하여 외과적 주입법, 바이러스 매개법, 전기 자극법 등의 세포융합법을 응용할 수 있다. 본 필자의 연구실에서는 이중 전기자극법을 이용하고 있는데, 여기에는 전압, 통전시간등의 상세한 조건등이 있으나 이에 대한 설명은 약하기로 한다.

일단 성공적인 조건을 가하고 나서 30분 정도면 세포융합이 이루어지는데 이를 체외에서 배양하면 16~



핵이식(복제) 송아지의 생산개요

32개의 복제수정란이 된다(제1세대 복제수정란). 이런 방식에 의해 1개의 고능력 수정란으로 부터 16~32개의 복제수정란이 되는데 이를 대리모 역할을 하는 암소 생식기내에 넣어 복제송아지를 생산할 수도 있고, 이를 모체로 재순환 복제를 하게되면 제2세대에서는 16~32제곱승 개의 수정란이, 제3세대에서는 다시 16~32제곱승 개의 수정란을 만들 수 있어 무한복제가 가능한 것이며, 따라서 수정란 생산 단가가 자연적 방법에 의한 것보다 몇십분의일 이하로 줄일 수 있게 된다.

6) 수란우에의 수정란이식

정상수정란으로 발육된 핵이식 복제수정란은 발정 주기 제7일령의 수란우 생식기내에 이식하게 된다. 본 연구팀의 핵이식 복제수정란 이식에 의한 수태율은 94년도에 63%였는데, 이는 아마도 우리나라로 설정한 엄격한 기준에 의해 선정된 수란우에만 이식했기 때문일 것이다. 일단 이식된 수란우는 30일령에 초음파진단기에 의한 임신여부와, 임신우에서의 60일령 직장검사에 의한 확진으로 수태우로서 관리를 받게 된다.

2. 핵이식 복제소의 경제적 의의

동물의 유전능력의 개량법으로 그간 이용되어온 것 중, 인공수정에 의한 방법은 숫소 측면에서의 개량에 국한되는 결점이 있으며 수정란 이식기법은 가축개량 효과의 측면에서는 매우 효율적이며 바람직스러우나 우리나라와 같이 우수유전자원이 빈약한 국가에서는 수정란 생산원가가 비싸 실제 현장작용에서 한계점에 부딪치게 된다. 소에서의 수정란이식이 국내에 도입된지 10 수년이 지났으나 아직도 대학, 국가기관, 축협 및 일부 기업목장에서 연구사업으로 명맥을 유지하고 있는 실정이 이를 잘 말해준다 하겠다. 그러나 핵이식 복제기법에 의한 개량방법은 도축장에서 폐기되는 도축우의 난소를 재활용한다는 면과 무한복제가 가능하다는 잇점으로 수정란 이식사업의 결정적 제약요인인 수정란원가 부담이라는 난제를 해결할 수 있어 일본이나 우리나라와 같은 축산여건을 지닌 국가에서는 선진국 축산물 수입에 대응할 수 있는 획기적인 방안이 될 것이다.

실제로 본 연구팀의 연구결과 발표후 전국각지의 축산연관단체, 수의사 및 수정사, 관련공직자, 농민들



지난 2월 9일
탄생한 핵이식
수퍼 복제송아지



이 보내온 소식은 눈앞의 가시적 성과 보다는 희망을 가질 수 있다는 정신적 지주로서의 측면에서 더욱 반가워 했다. 축산 경영을 전문하시는 분들께 의뢰해본 결과 본 연구사업이 산업화 완료되어 젖소에서 고능력우로의 개량과 한우에서 고품질 쌍태 송아지를 생산케되면 축산소득이 현대대비 2~5배가 향상될 것으로 전망했다. 예측한 바대로 이루어진다면 우리 축산업은 WTO 체제에서도 충분히 대응할 수 있는 기반을 갖추게 될 것이다.

3. 핵이식 복제소 연구의 추진배경

필자를 비롯한 본 연구팀은 1986년부터 본 과제에 대한 연구를 제시하여 9년 만에 결실을 보게된 것이다. 이 과정에서 본 연구사업의 지원 효시는 당시 문교부에서 공모 선발하였던 “유전공학 연구”였다. 물론 지원금액은 여간 500만원으로 실험에 소요되는 몇가지 시약재료비에 불과했으나 당시 전국의 쟁쟁한 저명 학자들과 겨루어 우리 수의축산 분야에서 이 연구비의 수혜자로서 선발되었다는 자긍심이 긴 연구과정 곳곳에 대면했던 난관을 극복케 해주는 힘이 되었다. 필자가 알기에는 유전공학연구비를 시초부터 현재까지 한해도 거르지 않고 지원받는 연구조는 아마 본 연



핵이식 복제기법에 의한 개량방법은 도축장에서 폐기되는 도축우의 난소를 재활용한다는 면과 무한복제가 가능하다는 잇점으로 수정란 이식사업의 결정적 제약요인인 수정란원가 부담이라는 난제를 해결할 수 있어 일본이나 우리나라와 같은 축산여건을 지닌 국가에서는 선진국 축산물 수입에 대응할 수 있는 획기적인 방안이 될 것이다.



구팀이 유일하리라고 본다. 물론 여기에는 당시 평가 위원장이셨던 설동섭 소장(현 종축개량협회장)과 서울대 분자생물학과 박사대 박사의 전폭적 지원이 있었기에 가능했다.

그 이후 (주)퓨리나 코리아, 한국과학재단, 서울우유협동조합, (주)동원육가공과의 산학협동연구에 이어 최근에는 과학기술처, 전라북도 종축장과의 공동 연구 또한 커다란 힘이 되어주었고 축협 유우개량 사업소와의 공동 과제 추진도 여러 측면에서 도움이 컸다. 그외에도 농촌진흥청 축산기술연구소, 수의과학연구소, 축협 한우개량 사업소, 한국종축개량협회, 유한양행연구소, 목암생명과학연구소도 복제 송아지 생산에 일익을 담당했던 고마운 분들이다(참조: 표 1. 산학협동기관 및 추진과제명).

표 1. 산학협동기관 및 추진과제명

기 관 명	추진 과제명
교육부	유전공학연구
과학기술처	U.R 대비 국제연구
한국과학재단	목적기초연구
(주)동원육가공	고품질 한우 쌍태생산
서울우유협동조합	고능력 젖소생산
(주)퓨리나 코리아	퓨리나 브랜드 젖소생산
전라북도 종축장	고능력우 대량생산
축협 유우개량사업소	젖소 후대 검정사업

4. 산학협동사업으로서의 필요성

필자는 본 과제와 같은 다단계 연구과정과 공동작업(팀워크)이 필수적인 응용 프로젝트는 반드시 산, 학, 연의 공동추진이 효율적이라는 점을 철실히 깨달았다. 대학의 인적자원, 산업체의 현장 필요성, 국가 및 연구기관의 정책적 안목과 구상등이 어울어질 때 “큰 물건”이 만들어 질 것이다. 물론 참여 연구원들의 “휴일도, 명절도, 개인생활도” 없는 사명감과 강력한 추진력은 기본이지만.

5. 향후 해결해야될 문제점

현재까지 핵이시 수정란의 작성, 수란우에의 이식, 복제송아지의 분만 등 여러 과정에서 핵이식기법에 의한 복제송아지생산은 일단 성공적이며 산업화 가능성이 매우 높다는 평가를 받고 있다. 그러나 본격 작용에는 해결해야될 몇가지 과제가 남아 있다. 우선 출생시 과제중에 의한 난산위험을 낮추기 위해 적절한 출생체중 만들기와, 복제수정란의 대량생산에 대한 관련연구에 박차를 가해야 될 것이다.

또한 전국적 대량 보급을 위해서는

- 1) 수정란의 대량생산 효율을 높이는 방법
- 2) 관련 전문기술 인력의 양성
- 3) 보급체계 구축을 위한 수의사 및 인공수정사의 재교육실시 등에 대한 산, 학, 정의 부단한 관심과 노력을 필요로 한다.

즉 대학이나 연구기관의 수준높은 연구와 인재가 산업계의 일선감과 결합되어 우리 축산의 미래를 개척해야겠다. 필자를 비롯한 우리 연구팀은 배전의 노력을 다할 것이다. 아울러 농진청의 훌륭한 연구진과 축협, 서울우유, (주)푸리나 코리아, (주)동원육가공, 전북중축장 등 협동연구팀은 우리 축산농민의 얼굴에 드리워지는 수심을 밝고 밝은 미소로 바꾸어 놓을 때까지 밤을 밝히며 앞으로 나갈 것이다.

축산인 여러분, 여러분의 뒤에는 개인적 안락과, 세속적 부귀를 포기하고 축산 선진화를 위해 매진하는 젊은이들이 버티고 있다는 사실을 기억하고 용기를 가져주시기 바랍니다.

면실, 비트펄프, 전지대두

면실, 비트펄프, 전지대두

면실, 비트펄프, 전지대두

면실, 비트펄프, 전지대두

지금, 공급중에 있습니다



문의전화 ☎ (02) 588-7055~6