



## 일본 가축개량센터와 수정란이식분야 기술교류

손 동 수

농촌진흥청 축산기술연구소 수의학박사

일본과의 수정란이식분야 기술교류를 통해 국내 수정란이식 연구의 효율성을 높이고자 2001년도 제 34차 한·일 농림수산물협력위원회 의제로 제출하여 채택되므로써 2001년 12월 일본 가축개량센터 Toshiaki Namba 이사장과 Norio Saito 기술1과장이 내한하여 농촌진흥청 축산기술연구소를 방문, 긍정적으로 검토되었다. 이에 축산기술연구소 류일선 가축위생연구관과 저자가 2002년 2월 19일~2월 25일까지 일본 가축개량센터를 방문하여 향후 기술교류 방안에 대하여 구체적인 합의와 수정란이식 등 관련분야의 자료를 수집하였기에 기술코자한다.

### 한·일 수정란이식분야 기술교류 협의

구체적인 기술교류를 협의하기 위해 2002년 2월 21일~22일 일본 가축개량센터에서 류일선 연구관 및 저자와 가축개량센터 기획조정과장 Shiroto Ayako, 해외협력과장 Masao Koga, 기술1과장 Norio Saito가 참석하여 협의된 사항은 아래와 같다. 기술교류 연구과제명은 “고능력 젖소에 있어서 수정란의 안정적 생산 및 이식 효율의 증진에 관한 연구”라고 칭하며, 연구교류 기간은 2002년 1월부터 2004년 12월까지 3년간으로 2002년에는 한국 농촌진흥청 축산기술연구소 연구원이 일본 가축개량센터를 방문하여 기술교류 연구과제에 대한 연구의 현황 및 정보를 수집함과 동시에 3년의 교류 계획을 협의하는 것으로 하였다. 2003년에는

일본 가축개량센터 연구원이 한국 축산기술연구소를 7~10일간 방문하여 한국의 축산 및 수정란이식 기술에 관한 상황을 조사하고, 수정란 회수·분할 및 이식의 각 기술에 대하여 공동으로 시술하면서 기술을 교환하며, 수정란 성판별 기술에 대하여는 축산기술연구소에 기술을 이전하기로 하였다. 2004년에는 연구과제에 대한 한·일 합동으로 세미나를 한국에서 개최기로 하였다. 또한 양 기관에서 발간되는 연구조사에 관계되는 간행물을 상호교환하며, DNA연구분야의 기술교류는 양기관 담당자간에 별도로 협의하여 추진하기로 했다. 기술교류 추진을 효율적으로 수행하기 위하여 축산기술연구소에서 류일선 연구관, 가축개량센터에서는 Norio Saito 기술1과장을 담당자로 지명하여 세부적인 사항을 협의하도록 하였다.

### 가축개량센터(National Livestock Breeding Center)

가축개량센터는 1899년 후쿠시마 종마소로 설립하여 1946년에 후쿠시마 종축목장으로 개편되었으며, 1982년부터 소 수정란이식기술 개발에 대한 업무를 해오고 있으며, 1990년에 농림수산성 가축개량센터로 개편되었다가 2001년에는 농림수산성 조직에서 독립행정법인으로 전환되었다(농촌진흥청 축산기술연구소가 2001년부터 시행하고 있는 책임운영기관과 유사한 기능).

가축개량센터는 후쿠시마현에 본소가 있고, 산하에 11개 목장을 두고 있으며, 총면적 9,906ha에 946명의 직원이 근무하며, 본소에는 4부 15개과에 182명이 근무하고 있다.

주요업무는 가축의 개량 증식 및 종축의 배부, 사료작물의 증식에 필요한 종자의 생산 및 분양, 사료작물의 종자의 검사, 육종개량, 번식, 사양 관리 관련 조사 연구, 교육 및 기술보급, 가축 개량증식법 및 종자법에 근거하는 검사이며, 저자들이 방문한 가축개량센터 본소의 업무는 축산농가와 소비자 요구에 응한 신기술의 개발 및 실용화, 가축의 능력평가 신시스템의 개발 및 실용화, 신기술과 지식을 겸비한 축산 기술자 양성, 해외기술 협력, 농가에서 사용할 수 있는 기술의 실증 전시, 질병예방 위생검사 및 사료 분석, 가축개량센터 산하 각 목장의 업무 조정 역할을 하고 있었다.

가축개량센터가 수행하고 있는 연구의 일부를 소개하면, 기술2과에서 소 육량 및 육질을 평가하기 위한 영상진단 기술개발을 위해 가축

생체용 컴퓨터단층촬영(CT; X-ray Computed Tomography)시설을 일본 경마협회의 지원(3억엔)으로 갖추어 놓고 연구중에 있었다. 이 기술이 개발되면 초음파에 의한 육질판별 기술의 문제점이 보완될 수 있을 것으로 보고 있었다. 기술3과에서는 유전자정보를 이용한 가축 신육종법 확립을 위해 화우의 성장 및 육질(Marbling), 젖소의 우유 생산 및 유방염 저항성, 돼지의 산자수, 성장, 육질, 연산성 및 지체 강건성, 닭의 난각, 복강내 지방 축적, 항병성에 대한 연구를 하고 있었으며, 특히 화우의 유전성 질병 DNA 진단법을 개발하여 특허출원하였다. 신장장애와 발육부진을 유발하는 Claudin 16 결손증 I형(Claudin-16 유전자, 1번 염색체), 신장 결석과 치사성신기능부전이 유발되는 Molybdenum 보효소 결손증(MCSU 유전자, 24번 염색체), 혈종과 빈혈을 유발하는 Chediak-Higashi 증후군(CHS-1 유전자, 28번 염색체) 등에 대한 연구가 이루어지고 있었다.

### 가축개량센터의 수정란이식 연구

체내 수정란을 2분할하여 이식에 의해 생산된 일란성 쌍태송아지를 clone 검정하므로써 기존의 능력검정에 소요된 기간인 인공수정 7년, 수정란이식 5년을 앞당겨 3년으로 검정이 완료될 수 있다고 하였다. 분할 수정란의 수태율을 높이기 위해 수정란이식시 영양막세포를 첨가하였을 때에 수태율은 첨가구가 67.7%, 대조구는 38.7%이었으며, 쌍태수태율은 첨가구 28.6%, 대조구 25.0%였다. 연간 분할 수정란 이식을 100두의 수란우에 실시하고 있으며, 분할

수정란 2개를 수란우의 체중이 500kg 이상이면 황체측 자궁각에 이식하고, 수란우의 체중이 350kg이면 양쪽 자궁각에 이식하며, 젖소와 화우 F1 수란우는 유량이 충분할 경우에는 2개를 이식하는데 수정란은 분할후 3~5시간 배양하였다가 이식한다고 했다.

통상적인 방법으로는 유전적으로 우수한 능력을 보유한 소로부터 수정란의 생산은 분만후 2개월경부터 가능하므로 생후 24개월 이후까지 기다려야 한다. 따라서 수정전의 미경산우로부터 수정란을 채취한다면 유전적으로 우수한 능력을 보유하고 소를 조기에 이용가능하기 때문에 활용도를 높일 수 있는 장점이 있다.

그러나 미경산우에 대한 과배란처리는 수정란 생산효율 저조, 임신지연 등의 유발이 야기될 수 있으므로 이에 대한 검증연구가 필요하여 아래와 같은 연구가 이루어 졌다. 이에 과배란 처리시 estradiol benzoate(EB) 투여가 수정란 생산 및 인공수정(AI) 수태율에 미치는 영향을 조사하기 위해 11~12개월령의 젖소에 FSH에 의한 과배란처리를 28일 간격으로 3회 반복하여 채란하였다. 3회 채취후 PGF2 $\alpha$ 를 단독투여하거나 CIDR와 PGF2 $\alpha$  복합투여로 발정동기화하여 인공수정후 임신까지의 기간과 인공수정 회수를 조사하였다.

공란우는 발정주기와 관계없이 CIDR를 삽입하고, CIDR삽입 24시간후에 estradiol benzoate 2.5mg를 투여(day 1일)하였으며, 6일째부터 FSH 30mg을 감량법으로 3일간투여하고 9일째에 PGF2 $\alpha$  750 $\mu$ g투여 및 CIDR을 제거하므로써 과배란을 유기하였다.

과배란처리후 EB투여구에서 10.3~14.7개, EB 투여하지 않은 대조구에서 5.7~19.1개의 수정란을 채취하였다. 채취한 수정란중에서 이식이 가능한 정상 수정란수는 EB투여구 6.5~9.7개, 대조구 4.7~10.0개 였다. 수정란 채란시 난소에 있는 황체는 EB투여구 20.2~20.8개, 대조구 15.0~24.1개로서 미경산우의 과배란처리시 estradiol benzoate를 같이 투여하면 안정적으로 수정란의 생산이 가능함을 시사하였다. 한편, 3회 채란후 수태당 AI회수는 PGF2 $\alpha$ 투여구 1.7회, CIDR+PGF2 $\alpha$ 투여구 3.1회였고, 3회 채란 후 1차 AI까지 기간은 PGF2 $\alpha$ 투여구 15.8일, CIDR+PGF2 $\alpha$ 투여구 21.3일이었으며, 3회 채란 후 임신까지 기간은 PGF2 $\alpha$ 투여구 44.3일, CIDR+PGF2 $\alpha$ 투여구 80.6일로서 미경산우의 과배란처리후 임신을 위한 발정동기화는 PGF2 $\alpha$ 만으로도 가능하였다.

일본에서는 전국 37개 기관에서 체세포복제 수정란이식을 연구하고 있으며, 각 연구기관마다 연구하는 목적과 목표가 다르기 때문에 연구의 중복성이 없다는 설명이었다. 가축개량센터에서의 체세포복제 수정란이식은 생산된 송아지의 능력검정과 실용화 기술개발을 연구하고 있다. 가축개량센터에서는 1998년 1월부터 체세포복제 수정란이식 연구를 실시하여 1998년 12월 8일 처음으로 체세포복제 저지종 송아지 2두가 태어났다. 그 이후 젖소는 난관상피체세포(OEC) 유래 6두와 난구체세포(CUC) 유래 3두, 저지종은 OEC체세포 유래 4두, 화우 CUC체세포 유래 5두 등 모두 18두의 송아지가 생산되었다. 체세포 복제 수정란의 수태율은 27.1%, 수정란

생존율 34.2%, 유산율 15.8%, 분만후 생존율은 81.1%이라고 했다. 체세포복제 송아지의 분만은 유·사산율이 높고, 거대송아지의 분만으로 많은 문제점이 발생하고 있어 분만예정일에 분만이 될 수 있도록 분만을 유도하여 문제점을 해소하고 있다. 분만유도는 분만예정일 2~3일 전에 Dexamethasone 20mg을 정맥주사하고, 24시간후에 PGF2α(cloprostenol) 1mg과 estradiol 20mg을 주사하고 있다. 분만을 유기한 대부분의 소는 Dexamethasone투여후 28~65시간(평균 53시간)에 분만을 하였다. 분만유기는 분만예정시간의 예측이 가능하여 분만에 대한 대비를 할 수 있고, 정상 분만일에 분만하므로써 임신기간 연장에 따른 과태아 분만방지가 가능하여 사산 등을 예방할 수 있는 반면에 진통 지연과 미약, 자궁경관의 개장부전, 후산정체가 수반되는 단점이 있다.

가축개량센터에서 사육하고 있는 체세포 유래 복제소에 대하여 번식 및 분만 성적을 조사한 성적은 표 1에서와 같다.

표 1. 체세포유래 복제소의 번식 및 분만 성적

구 분	저지종 (n=4)	홀스타인종 (n=5)
초산 임신 시회수(회)	2.3±1.9	2.0±2.0
초산 임신일령(일)	503.0±54.9	481.0 ±35.0
임신기간(일)	279.0±2.5	273.0±7.8
송아지 생시체중(kg)	22.0±2.1	34.5 ±3.5
분만후 첫배란일수(일)	39.3±36.1	41.6±27.7
분만후 첫발정일수(일)	85.0±52.7	71.4±9.2
2산차 임신 시회수(회)	1.3±0.51.2	1.2±0.4
2산차 임신일령(일)	897.0±44.8	862.0±43.4

한편, 체세포 유래 복제소에 대한 능력을 검정하고 있었으며, 그 중간 성적을 보면 다음과 같다. 미국에서 도입한 홀스타인의 체세포 유래 복제소의 산유량은 예측치는 9,139kg이며, 체세포 복제 저지종의 산유량은 5,901kg으로 예측하고 있었다. 체세포를 제공한 소의 실유량은 홀스타인 10,968kg, 저지종은 5,064kg이었다.

### MIC. CO. Nasu연구소

토치기현 나스군에 소재하고 있는 민간 수정란 이식회사 MIC. CO. Nasu연구소는 1991년 설립하여 체외수정란의 생산과 복제기술 개발을 착수하였다. 1992년에는 동결수정란 직접이식법을 개발하고, 동결 체외수정란이식으로 송아지를 생산하였으며, 젖소 육성우 위탁사업을 시작했다. 1993년에는 동결수정란 직접이식법으로 송아지를 생산하고, 분할 수정란이식으로 쌍자를 생산했으며, 농가의 소에서 수정란을 채취하여 동결해주는 위탁업무를 개시하였다.

1994년에는 성관별수정란 이식으로 젖소송아지를 생산하였고, 직접이식법 동결수정란의 판매를 시작했다. 1995년에는 수정란복제 송아지를 생산하였고, 1996년에는 화우 수정란은행을 개설하였으며, 1998년에는 수정란재복제 젖소 송아지 6두를 생산하였고, 1999년에는 체세포 복제 젖소송아지 2두를 생산하는 등의 상당한 실적을 보유하고 있는 회사였다.

회사의 주요한 사업은 젖소와 화우 수정란의 생산과 판매, 소 수정란이식, 소 수정란 채취 및 동결, 낙농가 갱신용 젖소의 육성과 임신(수정란이식) 수탁사업, 수입 젖소 수정란 판매,

수정란이식 관련자재의 판매, 수정란이식지역 협의회를 운영하고 있으며, 부지 64ha에 초지 34ha를 보유하고, 750두 규모의 사육시설에 현재 650두의 소를 사육하고 있었다.

농가화우의 과배란처리후 수정란 채취 현황 (1998년 4월~2000년 1월)을 보면 241회 채란을 실시하여 회수한 수정란수는 3,826개(15.9개/두)이며, 그 중 이식가능수정란수는 2,295개(9.5개/두)라고 했다. 이식가능수정란중에서 A급 수정란은 1,519개(6.3개/두), B-C급 수정란은 776개(3.2개/두)이며, 비정상 수정란은 1,531개(6.4개/두)였다.

수정란 생산비는 1회 채란에서 두당 평균 이식가능수정란이 9개가 수정란이 회수되고, 그 중 A급이 6개, B급이 3개가 회수되므로 표 2에서 보는 바와 같이 1개당 14,522엔의 생산비가 소요된다고 하였다.

표 2. 화우 수정란 생산비

구 분	금 액(¥)	비 고
과배란처리	20,000	
수정란채란 시술료	40,000	
수정란동결 기본료	22,000	기술료 합계 ¥84,000
수정란동결 추가료	2,000	생산자 준비
정액	30,000	
공관우 보상비	16,700	
계	130,700	수정란 ¥14,522/개

10개월령의 수정란이식산 화우 송아지의 생산비는 수정란이식 시술료 47,536엔, 농가 수관우 임차료 100,000엔, 송아지 육성비 164,300엔을 합하여 311,836엔이 소요된다. 수정란이식으로

태어난 10개월령의 화우송아지를 판매시에 평균 판매가격은 약 500,000엔으로 188,000엔의 조수익을 얻을 수 있다.

MIC. CO. Nasu연구소에서 생산하여 공급한 수정란을 이식한 개업수의사들의 지역별 수태율은 표 4와 같다. 북해도 Y지구 수의사들이 1996년도에 이식한 수태율 69.7%, Nasu ET 협의회 소속 수의사들의 1994년부터 1999년까지 이식 수태율은 63.8%, Tochigi현 북ET 협의회 소속 수의사들의 1998년부터 1999년까지 수태율은 72.7%로 평균 수태율 67.6%을 나타냈다.


표 3. 수정란이식산 화우 송아지 생산비

구 분	산출내역
- 수태율 60% 일 때 비용	
수정란대금	14,522엔/60% = 24,203엔
이식료	14,000엔/60% = 23,333엔
계	47,536엔
- 수관우 임차료	100,000엔
- 송아지 육성경비	
10개월간 육성비용	150,000엔
등록료	2,300엔
혈액검사료	12,000엔
계	164,300엔
- 10개월령 수정란이식산 화우 송아지 생산비	47,536+100,000+164,300 = 311,836엔

표 4. 화우 동결수정란 이식 수태율

이식지역	이식두수	임신두수	수태율(%)
북해도 Y지구	66	46	69.7
Nasu ET 협의회	152	97	63.8
Tochigi현 북ET 협의회	88	64	72.7
계	306	207	67.6

**맺는 말**

우리나라의 소 사육두수는 2000년도 기준으로 일본의 46.5%에 해당하지만 이식 수정란수를 비교해 보면 체내수정란은 일본의 1.0%, 체외 수정란은 27.6%로 너무나 많은 차이가 있으며, 일본에서 소 수정란이식은 이미 산업화되어 소의 능력개량에 널리 활용되고 있음을 알 수 있었다. 국내에서도 유전적으로 우수한 능력을 보유하고 있는 한우나 젃소로부터 수정란을 대량 생산하여 저능력 수란우에 이식하므로써 한우의 번식기반 조성은 물론 능력을 조기에 개량해야할 것으로 사료된다. 일본 화우에서 선천적으로 문제가 되는 유전성 질병의 연구가 활발히 이루어져 검색기술의 개발과 특허를 출원하고 있다. 따라서 한우에 있어서도 유전성 질병에 대한 연구가 시급히 이루어져야 할 것이다. 일본 방문시 가장 크게 느낀 것은 가축개량센터 직원들이 축산농가 방문시에는 항상 방역복을 준비해 가지고 갔다가 농가 입구에서 착용후 출입하는 등 철저한 방역의식을 갖고 있는 것을 볼 때 우리가 본 받아야 할 점이다. 

일본 가축개량센터 T. Namba 이사장과 함께



방역복 착용후 대단위 젃소 사육목장 방문



가축개량센터에서 능력검정중인 체세포 복제 소

