

공포의 광우병 사라진다

황우석 교수팀, 광우병 내성소 세계 첫개발
인간 장기이식용 복제돼지 세계 최장 생존

국내 7개 대학이 참여한 생명공학 연구팀이 최근 광우병을 유발하는 것으로 알려진 '프리온(Prion) 단백질'을 생체내에서 축적되지 않으면서 정상기능을 하도록 변형된 '프리온 변이단백질'을 과다 발현시킨 수정란을 대리모에 착상시키는 방법으로 '광우병 내성 복제소' 4마리를 생산했다. 국제특허를 출원한 것은 물론이고, 지난해 12월 10일 노무현 대통령, 박호군 과학기술부 장관, 정운찬 서울대 총장 등 150여 명이 참석한 가운데 전체 과정을 시연해 보였다. 세계 5번째로 체세포 복제소를 탄생시켜 우리 나라 생명공학기술 수준을 세계에 알렸던 황우석 서울대 수의과 교수가 이번에 또 팀을 이끌며 일을 저질렀다.

연합포토

글_ 권영일 과학저널리스트 zeus@scinews.co.kr

국내 연구진이 '광우병 내성 소'와 인간에게 장기를 제공할 수 있는 '무균(無菌) 미니돼지'를 세계에서 처음으로 생산하는데 성공했다. 서울대 수의학과의 황우석교수(51) 연구팀은 프리온 단백질 중생체 안에서 광우병을 일으키지 않는 변이단백질을 광우병을 일으키는 단백질보다 훨씬 많이 수정란에 발현시켜, 대리모에 착상시켰다. 연구팀은 이번에 태어난 4마리의 복제소를 대상으로 유전자 검사 등 검증을 한 결과, 프리온 변이단백질이 과발현된 것으로 확인됐다고 밝혔다.

연구팀은 현재 임신중인 15마리에서 복제소가 추가로 출산하면 유전자 검사를 거친 뒤 일본 쓰쿠바에 있는 일본동물위

생고도연구시설에 보내 한·일 두 나라간 공동연구를 통해 생체 저항성 검증 작업을 벌일 계획이다.

그 동안 학계에서는 생체내에서 축적되지 않으면서 정상기능을 하는 프리온 변이단백질을 과발현시키거나 프리온 유전자를 제거한 개체를 생산하면 광우병을 예방할 수 있을 것으로 기대해왔다.

황 교수는 이와 함께 사람에게 심장, 간 등 장기를 제공할 수 있도록 인간의 면역유전자(hDAF)가 조절된 형질전환 '무균 미니돼지' 생산결과도 함께 발표했다. 이 돼지는 지난 9~11월 3차례에 걸쳐 모두 6마리가 분만됐으나, 아쉽게도 수일 후 모두 폐사했다.



▶ 노무현(盧武鉉) 대통령은 12월 10일 오전 서울대병원 임상의학연구소를 방문, 장기(臟器) 제공용 무균 돼지, 광우병 내성 소 연구개발 등 생명공학 현장을 시찰하고 연구진을 격려했다.



연합포토

노무현 대통령은 서울대병원 임상의학연구소를 방문, 장기 제공용 무균 돼지와 광우병 내성 소 연구개발 현장을 시찰한 뒤 “여러분의 실험과정을 보면서 이젠 기술이 아니라 마술이라 느꼈다”며 소감을 밝혔다.

노 대통령은 이날 황우석 교수의 보고를 받은 뒤 연구실에서 탈핵 및 체세포핵 이식, 세포에서 핵을 제거하고 핵이 제거된 세포를 복제한 배아를 착상하는 시연을 직접 지켜본 뒤 거듭 놀라움을 표시했다.

“국민소득 2만 달러 시대 가능성 확인”

노 대통령은 인사말에서 “우리의 사명을 동북아시아, 소득 2만 달러 시대로 표현하지만 어디서 그 가능성과 희망을 발견할 지가 문제였다”면서 “오늘 그 희망을 발견하고 확인하기 위해 여기에 왔다”고 말했다. 노 대통령은 또 “여러분이 하는 일은 돈으로 환산하기 이전에 인간을 위해 대단히 소중한 고귀한 일”이라면서 “지금까지 대통령으로 특권을 누리 지 않았는데 오늘 이 보람있는 자리에서 직접 확인한 게 흐뭇

한 특권이었다”고 밝혔다. 이어 “여러분의 연구성과는 인류에게 제공되고 복지향상에 기여하면 되지만 지금처럼 개인, 국가간 치열한 경쟁사회에서 연구자, 우리 국민, 세계인류 순으로 혜택을 누리는 게 순서”라며 정부의 적극적인 지원을 약속했다.

국내 연구진이 ‘광우병 내성 소’와 ‘무균 미니돼지’를 세계 최초로 생산하는데 성공한 것은 우리 생명공학기술의 우수성을 세계적으로 과시했다는 점에서 큰 의미가 있다. 최첨단 수준의 생명복제 기술과 유전자 조작 기술이 합쳐짐으로써 가능하기 때문이다. 이는 단순히 복제 동물을 생산하는 데서 한 단계 더 나아가 질병 치료 등 특정 기능을 갖는 복제 동물 생산이 현실로 다가왔음을 의미한다. 특히 국제화에 따른 축산물 교역증대로 국내에서도 언제 광우병이 발생할지 모르는 상황에서 광우병에 걸리지 않는 복제 송아지를 생산할 수 있게 됨으로써, 앞으로 광우병 관련 세계시장을 선점할 수 있다는 기대를 낳고 있다.

광우병은 지난 1985년 영국에서 처음 발생한 이후 지금까



안원모포토

인간 장기이식용 무균돼지 탄생
서울대 황우석·안규리 교수팀이 인간 장기
이식용으로 탄생시킨 '무균(無菌) 미니돼지'

지 23개국에서 20여만 마리가 감염됐으며, 감염이 우려되는 소까지 모두 350만 마리가 소각처리됐다. 이에 따른 피해액만도 수십조 원에 이르는 것으로 추산된다. 광우병은 특히 인간에게 변형 크로이츠펠트야코프병이라는 신경질환을 야기한다. 사람이 이 병에 걸리면 광우병 소와 비슷하게 뇌에 스펀지처럼 공포(空胞)가 형성되며, 현재까지 모두 139명이 숨졌다. 이에 따라 미국과 일본, 영국 등은 광우병 발생에 관여하는 프리온(Prion) 단백질을 조절하는 방법으로 광우병을 막기 위해 막대한 연구비를 투자해왔다. 국내에서도 이같은 추세에 뒤지지 않기 위해 황우석 서울대 교수의 주도로 지난 2001년 정보통신부의 IMT-2000 출연금 40억 원을 지원받아 2004년을 목표로 광우병 내성 소 개발사업에 착수했다. 이 연구에는 서울대와 전남대, 충북대 등 7개 대학의 생명공학자 120명이 참여했다.

첨단 유전자 기술과 복제기술의 결합체

사람에게도 영향을 줄 수 있는 광우병에 걸리지 않는 소를 대량 사육하면, 인류가 광우병 공포 없이 소고기를 안심하고 먹을 수 있다는 의미를 갖는다.

광우병을 유발하는 프리온은 바이러스와 같은 성향을 띠어 체내에서 증폭돼 뇌조직을 망가뜨린다. 또한 프리온에 다량 오염된 고기를 사람이 먹을 경우에도 전염될 수 있다.

프리온 단백질을 조절해 광우병을 예방하는 방법은 2가지로 요약된다. 하나는 생체내에 축적되지 않으면서 정상기능

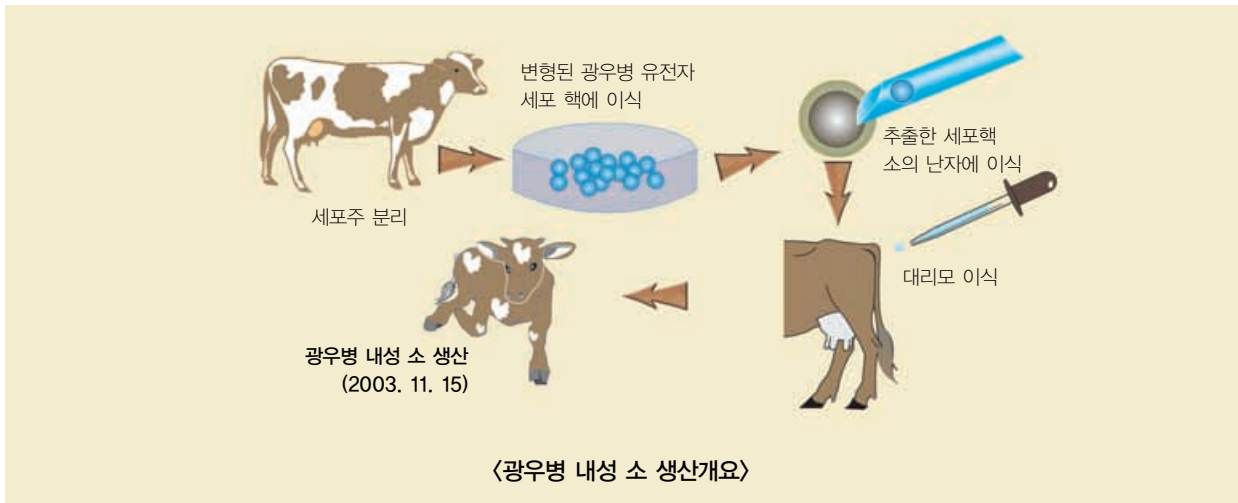
을 하는 프리온 변이단백질을 수정란에 과발현시키거나 아예 프리온 유전자가 제거된 개체를 생산하는 방법과 또 한 가지는 광우병 발병을 차단하는 물질을 개발하는 것이다.

연구팀은 이 가운데 정상기능을 하는 프리온 변이단백질을 과다 발현시켜 광우병 유발 프리온 단백질을 억제하는 방법을 택했다. 연구팀은 '변형 프리온' 과발현 유전자를 띤 복제세포를 대리모 소에 이식해 결국 지난달 15일 4마리의 건강한 복제소를 탄생시켰고, 이후 같은 방법으로 15마리를 추가로 임신시켰다.

황 교수팀은 이번 광우병 내성소 연구과정에서 △프리온 변이유전자 과발현 기술 △형질전환 복제수정란의 배양기술 △대리모 선발 및 유지관련 기술의 다양한 기반기술 등을 축적한 것으로 평가된다.

황 교수 연구팀이 개발한 인간 장기이식용 형질전환 무균 돼지 생산기술도 세계 각국에서 연구가 한창 진행중인 과제로, 절대 부족한 이식용 인간장기를 대체할 수 있는 유일한 대안으로 각광받고 있다. 인체 이식이 가능한 동물 장기로서 반드시 갖춰야 할 세 가지 조건을 모두 지닌 세계 최초의 복제 돼지라는 점에서 의미가 있기 때문이다.

물론 그동안 미국의 연구팀이 인간 장기 이식용 무균돼지를 생산한 적은 있다. 하지만 이번에 국내에서 태어난 무균돼지는 무균상태이면서도 인체 거부반응이 없고, 돼지의 크기를 인간에 맞춰 복제방법으로 탄생시킨 첫 돼지라는 점에서 주목을 받고 있다. 다시 말해 돼지 장기를 사람에게



이식하기 위해서는 일절 균이 감염되지 않은 무균 상태여야 하고, 인간 장기와 크기를 맞추려면 돼지의 크기도 일반 돼지의 3분 1가량으로 줄여야 한다. 이번 돼지는 이 같은 필요충분조건을 모두 갖췄다. 연구팀은 이번 연구를 위해 우선 ‘무균 돼지’ 분야의 세계적인 대가인 미국 시카고의대 한국인 의학자 김윤범 교수를 찾았다.

연구팀은 시카고 현지에서 일생을 무균실에서 사육되는 ‘무균 돼지’ 가운데 장기크기가 인간의 것과 비슷한 이른바 ‘미니 돼지’에서 세포를 추출해 우리 나라로 공수해왔다. 이어 세포핵에 장기 이식시 면역거부 반응을 억제하는 인간 면역유전자(hDAF)를 이식해, 형질전환 무균 돼지를 복제했고, 이를 대리모 돼지 자궁에 넣어 출산시키는 데 성공했다. 공동연구자인 서울대병원 신장내과 안규리 교수는 “그동안 미국 등에서 장기 이식용 형질전환 돼지가 나왔으나, 이처럼 무균 상태로 미니 돼지가 복제되어 태어나기는 이번이 처음”이라고 말했다. 시카고의대 김윤식 교수는 “무균 사육시설과 기술을 본격적으로 도입하면 복제 미니 돼지의 생존 기간을 늘리는 일은 그리 어렵지 않을 것”이라고 말했다.

3~5년 후 임상실험거쳐 실용화

위에서 언급한 연구팀의 성과에도 불구하고 앞으로 실용화 작업이 순탄치만은 않을 전망이다. 앞으로 넘어야 할 산이 많은 얘기다. 우선 연구팀은 앞으로 일본으로 보낼 광우병 내

성소에 대해 한·일 공동으로 이들 소가 실제로 광우병에 걸리지 않는지에 대해 3~5년간 임상실험을 통해 검증작업을 거쳐야만 한다. 만약 지금까지의 추론과 달리 프리온 변이단백질을 과발현시키는 방법으로 광우병을 막을 수 없다면 지금까지의 연구는 자칫 수포로 돌아갈 수도 있다.

또한 무균돼지도 6마리 모두 최대 이틀을 넘기지 못하고 폐사했기 때문에 장기를 실제 인간에 이식할 수 있을 지에 대해서는 사실상 미지수로 남아 있으며, 이들 복제돼지의 사인도 밝혀내야만 한다.

황 교수는 “쥐의 경우 프리온 단백질을 과발현시킨 결과 광우병에 걸리지 않았기 때문에 이번 소도 큰 문제가 없을 것”이라며 “무균돼지에 대해서는 현재 생존율을 높일 수 있는 기술을 찾고 있다”고 말했다.

그는 그럼에도 “연구성과 발표를 관련한 노무현 대통령이 상용화를 위한 실질적인 방안을 보고하도록 지시한 만큼 정부가 적극 지원에 나선다면 실현시기를 앞당길 수 있을 것”으로 기대했다.

황 교수는 “광우병 내성 소 생산은 국내 생명공학 기술을 국제적으로 인정받는 계기가 될 것”이라며, “특히 무균돼지 생산 기술을 실용화하면 연간 수천억 원의 로열티는 물론 장기제공 돼지의 생산과 수출로 막대한 외화를 벌어들일 수 있을 것”이라고 말했다. 연간 수천억 원의 로열티는 물론 의약품, 화장품 등 관련 제품 산업에서도 천문학적인 수익을 창출할 수 있을 것이라는 장밋빛 전망이다. ⑦