



가축개량에 기여한 현재와 미래 기술 [2]



나기준 · 농학박사
농촌진흥청 고객지원센터

지난 호에 이어서 가축개량에 기여한 생명과학(生命科學, Life science) 기술들을 지속적으로 살펴보고자 하는데 여기서 생명과학이란 모든 생명체를 대상으로 하여 생명현상을 밝혀내는 넓은 의미의 학문을 말하며, 생물공학(生物工學, Biotechnology) 또는 생명공학(生命工學)이란 생명과학에서 구명된 기초적인 생명현상을 바탕으로 유전공학(遺傳工學, Genetic Engineering)기법을 이용하여 생명체를 보다 효율적으로 활용하고자 하는 응용학문을 말한다. 즉 가축개량 등과 같이 실제적으로 필요한 사항에 생물학적 지식을 응용하는 것을 넓은 의미에서 생명공학기법이라고 한다.

가축개량의 관점에서 생물공학은 크게 두 분야로 나누어 볼 수 있는데 이들 간에는 간혹 중복되는 경우도 있을 수가 있으나 첫 번째로 분류할 수 있는 분야는 번식에 관련된 분야인데 이들에는 지난 호에서 살펴본 인공수정 그리고 이번 호에서 검토해 보고자하는 수정란이식, 성 조절 등이 포함되며, 둘째분야는 분자유전(分子遺傳, Molecular Genetic)기술로서 이에겐 유전자의 분리, 유전자의 위치, 식별, 비교, 그밖에 유전자 조작기술 등으로 DNA(유전자) 지분분석(遺傳子 指紋分析, DNA Finger Printing), 표지유전자를 이용한 선발(標識遺傳子를 이용한 選拔, Marker Assisted Selection), 유전자 재조합, 핵 치환 및 외래 유전자의 도입에 의한 유전자 전환(遺傳子 轉換, Gene Transfer)등이 있다. 이 생물공학은 급속하게 변화하고 있다. 이런 생명공학의 발전은 우리들이 수행하고 있는 가축개량에 영향을 미칠 것이라는 것은 확실하다. 그들이 가축개량에 미치는 영향의 정도는 생물공학기법의 효율성, 실용성, 비용 등에 달려있다. 이 매력적인 기술들은 기술적으로 용이하나 비용이 너무나도 엄청나게 비싸다. 그러므로 새로운 이

기술을 이용하기 전에 그 기술이 얼마나 적합한 것인가? 또는 이용하기가 얼마나 쉬울 것인가? 그리고 비용이 얼마나 들 것인가? 미래에는 어떻게 될 것인가 등과 같은 것들을 잘 검토하여서 활용하여야 할 것이다.

많은 사람들이 번식과 가축개량을 많이 혼동하고 있다. 그러나 실제적으로 이 둘은 분명한 두개의 원칙이 있다. 즉 가축개량은 유전학(遺傳學)의 일 분야이고, 번식은 생리학(生理學)적인 관점이라는 것이다. 비록 가축개량의 유전적 원리는 대체적으로 번식생리와는 독립적인 존재이긴 하지만 가축개량의 실질적인 면에서는 그렇지도 않다. 왜냐하면 선발과 교배는 번식이 가능할 때 이루어지기 때문이다.

옛날 가장 오래되었고 전통적 방법이라고 할 수 있는 가축개량을 고려해보면 경제적으로 중요한 번식기술은 지난 호에서 검토해본 인공수정기술이었다.

우리들이 지난 호에 검토해 보았던 다배란과 수정란이식방법을 줄여서 우리는 가끔 수정란이식이라고도 하는데 이를 좀더 살펴보면 수정란이식은 특히소에서 중요한 모성효과(母性效果, Maternal effects) 즉 어미소의 송아지 육성에 관여하는 형질들로 이유시 체중과 같은 형질에 대한 유전적인 평가에는 문제점이 있다는 것이다.

왜냐하면 수정란(受精卵)을 채란하여 제공한 공란우(供卵牛, Donor) 암소가 자신의 자손인 후손을 키우지 않기 때문에 후손의 능력을 알 수 없어서 직접적으로 그 후손을 통한 모체효과를 예측하는데 기여할 수가 없다는 것이다. 그러므로 수정란을 이식받은 수란우(受卵牛, Recipient)에 대한 유전적 정보가 거의 없다면 즉 수란우가 등록이



되어있지 않은 경우 후대나 수란우에 대한 직접효과인 성장률에 대한 예측이 어렵다. 그러나 이들의 문제는 후손 스스로가 후손의 자료를 얻게 되면 해결이 된다. 수정란과 냉동정액은 생축보다도 병원체를 덜 잠복시키기 때문에 다배란과 수정란이식방법은 아마도 생식세포(정액, 수정란)를 수입 수출하는 데 가장 안전한 방법이다.

동결수정란은 앞으로 생식세포를 보존하는데 아주 탁월한 방법이다. 정자세포는 그러하지 아니하지만 수정란은 완전한 하나의 개체인데 그래서 수정란을 동결하고 저장하는 것은 개별적인 유전자를 저장하는 것일 뿐만 아니라 마찬가지로 유전자 조합인 것이다. 정액만가지고 소멸된 축군을 회복시키는 데에는 여러 세대가 요구되나 수정란은 한 세대 내에서 재창조 될 수 있다.

수정란이식은 인공수정보다 상당히 어렵고 비용이 많이 든다. 공란우와 수란우는 좋은 사양조건에서 사육해야 하며, 만약 신선란을 이식하려면 수란우도 과배란처리가 공란우와 동시에 이루어져야만 한다. 성공율은 과배란의 반응에 따라서 매우 심하며 어떤 경우는 임신이 잘되고 어떤 경우는 전혀 임신이 안 되는 경우도 있다.

수정란이식법은 체내의 수정란을 체외에서 회



수하여 이식하는 방법이고 수정란을 더욱 용이하게 만드는 개발된 기술이 체외수정란이식법(體外受精卵移植, in vitro fertilization)이 있다. 이방법이 전형적인 수정란을 회수하는 방법에 비하여 좋은 점은 임신 가능성을 증가시킨다는 것이다.

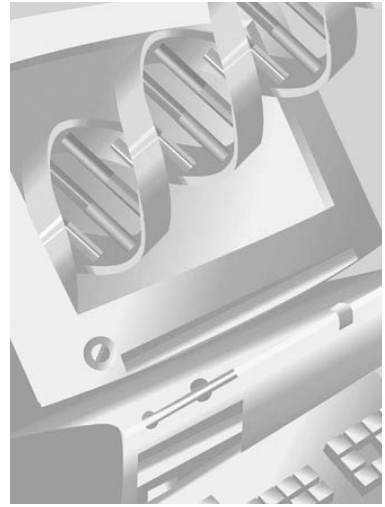
체외수정기법은 비교적 짧은 기간 내에 동일한 공란우에서 반복적으로 채란할 수 있고 또는 농장에서 혹은 도축장에서 죽은 암소의 난소로부터 난자를 회수하거나 어린 암소 또는 미성숙 암소로부터 난자를 채집하여 성숙시키고 수정하여 이식하여 짧은 기간 내에 처음 자손을 생산하게 됨으로 세대간격(世代間隔, Generation Interval, 자손이 생산되었을 때 양 부모의 평균 나이)을 줄이게 됨으로서 세대당 유전적 개량량을 증대시키게 된다.

4. 성 조절(性調節, Sex control)

물리적으로 일부의 세포를 제거하거나 혹은 염색체를 검사함으로써 수정란의 성을 결정하는 것이 가능하다. 수컷 성염색체(Y)를 운반하는 정자, 암컷 성염색체(X)를 운반하는 정자를 분류한다는 것이 가능하다. 그런데 현재는 분류하는 율이 너무 느려서 분류된 정액(精液, Sperm)이 널리 이용되지는 않고 있다. 그러나 이 기술이 더욱 정교해짐으로서 분류율이 증가될 것이고 그래서 분류된 정액의 상업적 이용가능성이 개선될 것이다. 언젠가 바로 한 가지 성의 후손을 혹은 사육자들이 순간적으로 원하는 후손인 수컷을 생산하는 것이 가능하다.

왜 성을 조절해야 하는가 하면 성조절의 주된 이유는 가축의 축종에 따라서 한 성이 다른 성보다

더욱 가치가 있는 경우가 있다. 예로서 고기를 생산하는 가축의 경우 수컷은 전형적으로 암컷보다 더 상업성이 있는데 이는 수컷이 빨리 자



라고 더 많은 고기를 생산하기 때문이다. 그러므로 성조절은 가치가 있는 성을 더욱 많이 생산하고 가치가 적은 성을 덜 생산하는 것이다. 성조절의 주된 목적은 경제적인 것이고 미리 후손의 성을 안다는 것은 선발과 교배를 결정하는데 필연적으로 영향을 미치게 한다. 예로서 우리가 어떤 특별한 종모우는 모체효과에서 강하고, 부성(父性)형질에서 약하다는 것을 안다면 우리는 암컷 후손을 위하여 수컷을 이용할 것이다. 그 수컷이 오로지 딸을 생산함을 알면 교배시 우리의 선택에 영향을 미칠 것이다. 우리는 최상의 대치 암컷을 생산하고자 최상에 잠재성을 가진 암컷에 그 수컷을 교배시킬 것이다.

성조절은 잡종생산에도 이로움을 주게 된다. 만약 출하되는 후손들이 더욱 값진 성을 요구한다면 종료종모우교배(終了種牡牛交配, Terminal Sire Mating)방법이 더욱 좋을 것이다. 교배체계 즉 윤환(輪換, 종료(終了), 합성종(合成種), 최종교배 체계에서 성조절을 통하여 이윤을 얻을 수 있다.

고기소에서 단일성체계(單一性體系, Single - Sex System)는 고기생산의 효율을 극적(劇的)으로 증

가시키고자 제안(提案)되었다. 그 체계에서 성숙 숙된 후 모든 어린 암소에게는 암컷을 생산하는 정액(혹은 암컷 수정란)으로 교배시켜서 바로 몇 개월 후 젖을 땀 딸을 생산한다. 암소는 도살시키고 그들의 딸은 축군 대치에 이용된다. 이 방법의 효율성은 축군 내에 너무 나이든 암컷이 없다는 것이다. 그래서 모든 가축은 어리고 성장 중에 있다. 전통적인 방법과 비교해보면 소비된 사료의 비율이 성숙한 암소를 유지하는데 이용된 대신 고기 생산을 하는 성장에 이용되었다는 것이다. 그래서 사료이용이 더욱 효율적이다. 만약에 단일성 체계가 고기소 생산에서 흔히 이용된다면 모든 가축에서 많이 이용될 것이 사육자들은 아마도 조기 성숙과 분만시 쉬운 분만을 위하여 더욱 강한 선발하게 된다. 더 값어치 있기는 더욱 많은 자손이 생산됨으로서 성조절은 유전적 변화를 빠르게 할 수 있다.

젊은 젖소 종모우를 생각해보면, 오늘날 어린 보증종모우를 많은 암소에 교배하여 그들의 딸의 1 산차 유량기록에 기초하여 평가한다. 이런 형태의 많은 검정은 경제적인 이유로 제한을 받으나 성조절은 두 배나 많은 딸들이 동일한 교배에서 생산될 수 있으므로 종모우는 자손성적이 두 배임으로 선발의 정확도를 증가시키고, 검정교배도 짧은 시간 내에 이루어짐으로 세대간격을 단축시키고, 많은 종모우를 평가할 수 있으므로 선발강도도 높일 수 있다. 그러므로 유전적인 변화가 빠르다. 성조절은 암컷에 대한 세대간격을 줄이고 난산(難産, Calving Difficulty)율을 줄일 수 있다. 예로서 고기소를 사육하는 자들은 암컷을 생산하고자 X 염색체를 갖고 있는 정액을 암소집단에 수정을 하기를 원한다. 그래서 이 많은 암소들이 대체 축으로 이

용되면 후손들이 선발될 때의 나이가 어림으로 그만큼 나이가 줄어들어서 암소선발에 대한 세대간격이 줄어들게 된다. 그러므로 난산문제를 줄이는 추가된 이로운 점을 얻게 된다.

5. 유전적으로 동일한 개체를 생산할 수 있는 할구(割球, Clone)생산이용

유전적으로 동일한 개체 즉 수정란을 배양기간 중 일정한 시기에 나누는 즉 분할(分割, Clone)하여 생산한 할구생산과 이용은 어떤 번식기술보다도 우리가 가축을 개량하는 방법을 바꾸는 거대한 잠재성을 가진 기술이다. 만약 할구를 만들기가 쉽

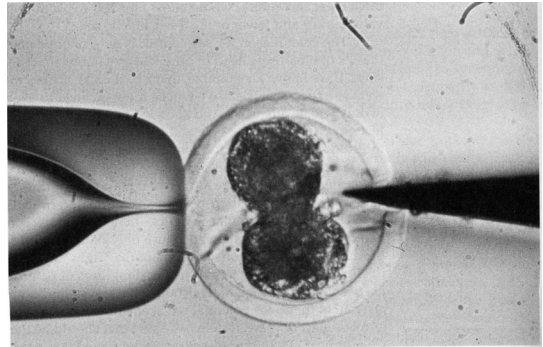


그림 1. 배아분할(胚芽分割) 광경



그림 2. 배아분할로 태어난 쌍자



그림 3. 암소, 그의 조직으로부터 생산된 10두 할구 송아지

다고만 하면 오늘날 실용축들이 할구집단으로 대치됨으로서 개별집단은 쌍둥이와 동일할 것이다.

지금은 소규모로 할구생산이 가능하다. 수정란을 분할하는 것 즉 수정란을 둘로 나누어서 수란우의 암소에 이식할 수 있는 둘로 나누어진 수정란을 생산하는 기술은 단순한 기계적인 기술이다. 수정란의 분할은 오직 두 개의 동일한 후손을 생산하는 것이고 이것은 할구를 생산하는 방법보다 더 수정란 이식의 효율성을 증대시키는 방법이다.

핵이식(核利殖, Nuclear Transplantation)에 의한 할구는 완전히 수정란 분할과는 차이가 있다. 이 방법은 난을 체외에서 성숙시키고 그들의 핵을 외과(外科)적으로 제거하는 방법이다. 다세포 난자로부터 개별세포를 각각의 난에 주입을 하여 동일한 배를 생산하여 이 배들을 이식하거나 동결 등을 하여 이용함으로써 동일한 개체를 많이 생산할 수 있고 인류 목적에 적합한 특성을 갖는 개체도 만들 수 있다. 그러므로 이들은 검정기간을 단축시킬 수 있다. 이와 같이 할구생산의 이로운 점은 ①기존의 축균에 할구생산을 이용하여 유전적인 향상을 기할 수 있고 ②능력의 균일성을 여러 형질에서 극적으로 증대시킬 수 있다. 그러나 할구의 문제점은 만약 축균의 수가 너무 적으면 금

후에 개량하고자 하는 유전변이의 상실과 지나친 근친이 됨에 따른 근친의 피해가 있을 수 있고 아직까지는 균일하게 성공적인 결과를 얻고 있지 못함으로 더욱 연구 개발되어 기술의 정착이 필요하다고 하겠다.

6. 동일 성간의 교배(同一 性間의 交配, Same-Sex Mating)

가축개량을 위하여 도입된 번식기술에 또 다른 방법은 동일 성간교배인데 이것은 동일 성간의 개체간 교배를 말한다. 두 배우자의 핵을 결합하는 인위적인 수정법인 핵융합으로 알려진 핵이식과 배이식 그리고 실험실기법을 위하여 이용되는 방법으로 이론적으로 동일한 수컷, 혹은 동일한 암컷 개체의 양친을 만드는 것이 가능하다. 동일성간 교배는 현재는 포유류에서는 실행이 어려우며 어떤 과학자는 그런 일이 결코 안 될 것이라고 생각하기도 한다.

그들은 수컷이나 암컷에서 기원한 염색체들은 정상적인 태아발달을 위하여 필요한 것이다. 동일성간교배에 대한 유전적인 원리는 선발의 정확성과 선발강도의 정확성을 증대시킴으로 유전적 변화율을 증대시키는 다른 번식기술과 매우 동일하다. 가장 정확하게 평가하고 집중적으로 선발된 개체가 오늘날 종모우들이기 때문에 사육자들은 최고의 종모우와 최고의 종모우간 교배로 이익을 얻을 것이다. 암컷 할구계통으로 암컷에 암컷을 교배하는 것은 매우 유용할 것이다. 포유류에서 수컷과 수컷교배는 매 수컷 2마리당 1두의 암컷이 된다. 두 수컷성염색체를 함유하는 후손의 세 번째

종류(Y_Y)는 살지 못한다. 암컷에 암컷을 교배하면 모두 암컷을 생산한다. 우리는 개체들을 교배할 수 있어서 곧바로 근친계통이 창조되어 오늘날 잡종식물 품종이 생산되는 동일한 방법으로 생산적인 잡종을 만들 수 있는 근친계통을 쉽게 만들 수 있다.

7. 유전적인 변이 보존

유전적 변이는 필수적이다. 유전적 변이가 없다면 지속적인 유전적 개량은 불가능하다. 반면에 비교적 오늘날의 환경과 유통조건에 가장 적합하게 잘 맞는 품종이나 생물학적인 형태는 없지만, 만약 축군이 미래에 환경과 유통변화에 적응한다면 유전적인 다양성은 심각하다.

균일성을 강조하고, 집중적인 종모우 선발, 거대한 산업적인 육종회사의 성장, 미약한 품종의 소

멸, 대규모 할구의 전망과 같은 이 요인들은 어떤 종에서는 유전적 다양성의 손실에 경고를 주고, 유전자 보존에 관심을 일으키고, 유전자 보존학 즉 유전학의 지류(支流)로서 유전자원 보존에 기여했다. 식물과 실험동물로부터 얻어진 증거는 현재까지는 길항작용(拮抗作用)이 알려지지 않은 품종과 계통들이 어느 곳에서 알려지지 않은 잠재성으로 유용한 대립유전자를 갖고 있을지 모른다는 것을 제시한다. 그러므로 어떤 방식으로든지 집단을 보존하는 것은 중요하다. 값이 떨어가는 가축을 생체 축군으로 보존하기에는 많은 비용이 소요된다. 그러므로 또 다른 가능성은 원래 순수 축군의 전통성을 잃은 더욱 개량된 형태들과 함께 교배하여 오직 그들의 유전자를 유지하는 것이다. 번식기술은 이 세 번째의 해결책을 제시하였다. 이제는 우리가 많은 종들에 대하여 정액, 배아와 분화된 세포들을 동결하여 저장할 수 있는 기술이 그것이다.

