



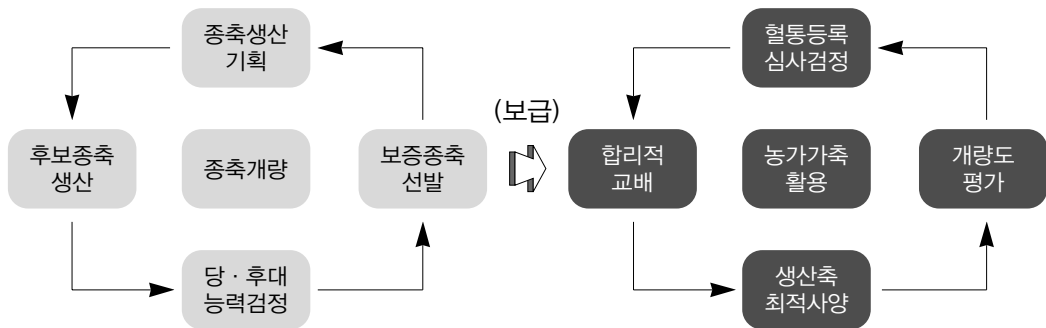
# 집단유전학을 이용한 한우개량 기법



서강석 · 농학박사  
축산연구소 개량평가과

## 1. 가축개량의 일반적 방법

가축의 개량은 심사·등록·검정·평가·선발·계획교배의 과정을 순환하는 일련의 연속작업으로(그림1) 가축개량에 이용되는 가축은 가축개체식별번호(ID)를 중심으로 발생하는 자료(검정자료)가 통합되어야만 한다. 현재 우리나라에서는 한우의 개량에 있어 후대검정 체계를 이용하고 있으며, 이를 통하여 많은 성과를 거두고 있다. 그러나 한 개체의 유전능력은 아비와 어미로부터 반반씩 물려받는 것이나 후대검정은 우수 종모우를 선발 보급하는 체계로서 이는 반쪽의 개량밖에 이룰 수 없다. 개량의 속도를 가속하기 위해서는 농가 보유의 암소가 동시에 개량되어야 하며, 이를 위해서는 농가 보유 가축의 혈통과 기록이 잘 정리되고 활용되어야만 한다. 선진 축산국의 농가들은 축사 근처에 사무실을 만들고 그날의 기록을 정리하고 분석하는데 많은 시간을 투자하고 있다. 소에게 더 많은 애정을 가지고 관리하는 것만큼이나 중요한 것이 정확히 기록하고 정리하여 활용하는 일이다.



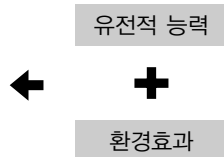
〈그림1〉 가축개량의 과정

라 할 수 있다. 이를 통하여 농가는 더 많은 이익을 기대할 수 있을 것이다.

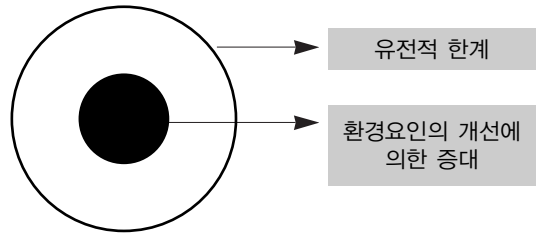
가축의 능력은 (그림2)에서 볼 수 있듯이 유전적 능력과 환경(사양관리) 효과에 의해 나타난다. 여기서 유전적 능력이란 가축이 지니고 있는 유전자의 종합적 효과를 의미하며, 환경효과란 사료의 질이나 급여량, 사양관리, 기후나 날씨, 축사의 환경 및 기타 제반여건 등 외부적으로 조절할 수 있는 모든 효과를 의미한다.

이러한 가축의 유전적 능력과 환경요인의 효과는 체내에서 상호 작용하여 표현형으로 발현하게 된다. 표현형이란 측정할 수 있는 형질의 능력을 의미하며 예로써 체중, 등지방두께, 배최장근단면적 및 근내지방도 등이 있다.

유전과 환경의 관계는 서로 상호적으로 작용하나 (그림3)에서 볼 수 있듯이 환경요인의 개선에 의한 가축의 능력은 그 가축이 지니고 있는 유전적 한계를 초과할 수 없다. 이는 1l의 용량을 가진 물병에 2l의 물을 담을 수 없는 이치와 동일한 것이다. 또한 환경에 의한 효과는 일시적인 것으로 같은 환경을 제공해 주지 못하면 사라질 수 밖에 없다. 예를들어 원료사료의 가격 상승으로 양질의 사료를 제공하지 못한다면 좋은 사료를 급여했을 때 보다 좋지 않은 성적을 나타내게 된다.



〈그림2〉 가축 능력의 발현



〈그림3〉 환경효과와 유전효과간의 관계

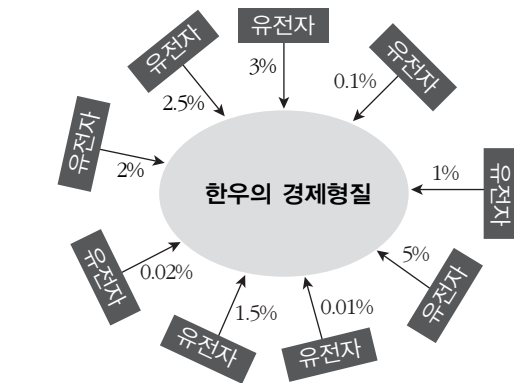
반면에 유전적 효과는 이와는 달리 영구적인 것으로 같은 유전자를 가지고 있다면 계속 같은 효과를 나타낼 수 있다.

따라서 가축의 능력을 극대화하기 위해서는 우선 유전적 개량을 이루고 그 개체의 유전적 능력에 적절한 사양관리를 해주는 것이 필요하다. 유전적 개량은 육종이라는 학문적 기초에 의하여 이루어 수 있으며, 이 방법은 서두에서 언급한 것과 같이 선발과 교배의 연속적인 반복에 의하여 이루어진다. 선발은 유전적 능력에 근거하여 종축의 가치를 지니는 개체를 선택하는 방법이며, 교배는 선발된 종축의 유전적 소질을 살려 최대의 생산성을 얻을 수 있는 자손을 만들기 위해 암수를 짝지우는 방법이다. 이 방법들의 기본개념은 기존의 유전자 중에서 좋은 것을 고른다는 점이다. 즉, 새로운 유전자를 창출할 수는 없고 기존에 가지고 있는 유전자원에서 유전적으로 우수한 것을 단지 선별해 낸다는 점이다. 따라서 좋은 유전적 가치를 지니는 종축을 선발하는 것은 매우 중요한 일이라 할 수 있다. 또한 한번 선발되어 세대를 거듭하며 집약된 좋은 유전자는 사료나 첨가제와는 달리 계속해서 그 효과를 나타낸다. 지난 90년대 말 IMF를 겪으면서 양질 사료수급에 어려움을 겪으면서도 한우의 능력이 많이 저하되지 않은 사실은 이를 잘 대변하며, 한우의 유전적 개량 효과가 비록

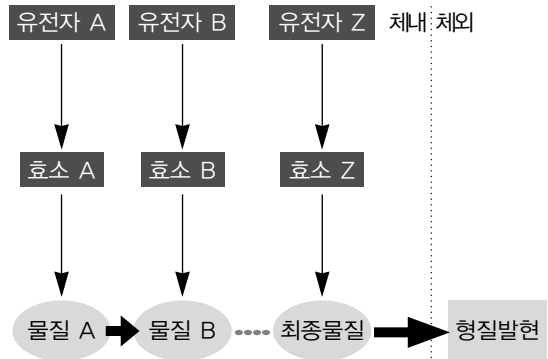


미미하지만 그 효력이 장기간 계속된다는 점에서 개량의 중요성이 있다고 할 수 있다.

유전적 효과는 “육종가(breeding value)”란 용어로 나타낸다. 육종가는 가축이 가지고 있는 특정 형질에 대한 유전자의 총 효과를 의미하며, 이는 일반적으로 가축의 경제성과 관련있는 형질이 어느 적은 수의 유전자에 의해 지배되지 않고 수많은 유전자의 누적작용에 의해 나타나기 때문에 개체가 가지고 있는 모든 유전자의 총 효과란 용어로서 나타나는 것이다(그림4). 예를들어 한우의 체중에 관련되는 유전자가 1,000개라고 가정하면 육종가가 좋은 개체는 1,000개의 유전자중 우성인 유전자가 다른 개체보다 더 많음을 나타낸다. 따라서 최근에 일부 지역에서 이용하는 유전자 검사만으로는 가축의 유전적 능력을 추정할 수 없으며, 통계 유전학적인 방법에 기인한 유전능력평가를 통해 정확한 유전능력을 알 수 있다. 유전자 검사결과는 유전능력의 정확도를 증대시켜 주는 보조 수단으로 이용될 수밖에 없다. 왜냐하면 유전자 검사로 1000개의 체중에 관련된 유전자를 모두 찾아내고 분석하는 것은 불가능할 뿐 아니라 높은



〈그림4〉 가축의 경제형질에 영향을 미치는 유전자의 작용



〈그림5〉 유전자 정보의 전달

비용이 수반되기 때문이다. 또한 (그림5)와 같이 유전자의 정보는 효소를 만들어내고, 그 효소는 어떤 물질을 중간 단계의 물질로 변화시키는 촉매작용을 하며 이러한 단계를 거쳐 최종 산물로 발현하기 때문에 단순히 하나의 유전자를 밝혀냈다고 하여 그것이 가축의 능력에 직접적으로 영향하지는 않는다. 따라서 검정을 통해 정확히 관리된 기록을 분석하고 최신의 분자생물학적인 기법을 가미한다면 정확한 유전능력을 추정할 수 있다.

## 2. 집단유전학과 양적유전학

유전학이 발달하면서 과학자들은 어느 개체의 유전자 양상을 살피기보다 그 개체가 속해 있는 집단의 유전양식이 외부영향에 의해 어떻게 변화하는지에 관심을 가지게 되었다. 영국의 유명한 의사인 하디와 와인버거는 선발, 도태, 유전적 부동, 이주 및 돌연변이가 일어나지 않는 무작위 교배를 하는 아주 큰 집단의 유전자 빈도와 유전자형 빈도는 변하지 않는다는 하디-와인버거 법칙을 발표하였다. 이 의미는 어느 집단에 선발, 도태, 유전

적 부동, 이주 및 돌연변이를 가한다면 그 집단의 유전적 조성을 변화시킬 수 있다는 의미이다. 즉 예를들어 한우의 체중을 증가시키는 유전자들을 계속 선발한다면 그 집단의 유전자는 체중을 증가시키는 쪽으로 변화하게 될 것이다. 여기서 집단이란 어느 농장, 어느 시군 또는 어느 나라와 같이 인위적인 구별이 가능한 생물들의 조합을 의미한다. 이와 같이 집단의 유전적 구성을 연구하는 학문을 집단 유전학(Population Genetics)이라 한다.

전술하였듯이 가축의 경제형질에는 수많은 유전자가 작용한다. 따라서 유전자 개개의 역할을 규명하는 것은 불가능한 일이며, 하나의 형질에 작용하는 유전자의 총 효과를 평균적으로 규명하는 일이 더욱 효율적이다. 이와 같은 일은 유전학의 현상을 통계학적으로 해석함으로써 가능하다. 이와 같이 유전적 현상을 통계적으로 해석하는 유전학의 한 분야를 양적 유전학(Quantitative Genetics)이라 한다.

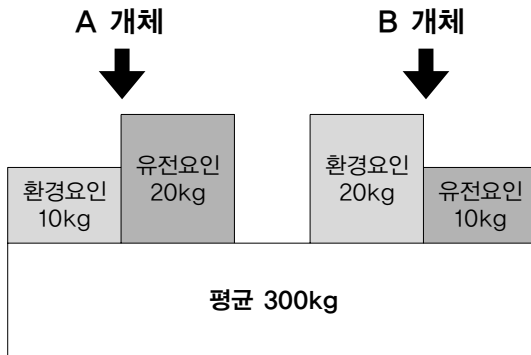
1960년대 미국 아이오와 주립대학의 러쉬(Lush) 교수는 이 두 가지 유전학 분야를 접목시켜 가축 육종학의 기틀을 마련하였다. 즉 선발에 의하여 대상집단의 유전자 조성을 인간의 경제활동에 유리하도록 변화시키는 방법으로 양적유전학적 기법을 이용하는 것이다. 육종학은 이후 미국의 코넬 대학의 헨더슨(C. R. Henderson) 교수에 의해 비약적으로 발전한다. 그는 일반 환경효과와 가축의 유전능력을 구분하여 해를 구할 수 있는 최적선형 불 편 추 정 법 (BLUP : Best Linear Unbiased Prediction)이라는 통계적 기법을 개발한다. 이 통계적 기법을 통해 가축의 유전능력을 정확히 추정하고 이를 근거로 선발을 실시하여 우수한 종축의 유전자를 후대에 널리 보급함으로써 유전적 개량

을 이룰 수 있다. BLUP 방법은 이후 여러 학자들에 의해 발전을 거듭하여 최근에는 BLUP-Animal Model이라는 방법으로 축산 선진 각국의 가축 유전능력 평가를 위한 방법으로 널리 이용되고 있다. 가축개체모형(Animal Model)은 얻고자 하는 해가 종모우 단위가 아닌 개별 가축으로 확대시키는 방법이다. 즉, 과거의 종모우 모델에서는 얻을 수 있는 해가 종모우에 국한되었으나 Animal Model에서는 통계분석에 이용된 모든 개별가축에 대하여 유전능력 평가를 이룰 수 있는 방법이다. 이를 위해서는 동시에 수십만두에서 수백만두의 가축 자료를 동시에 컴퓨터를 이용하여 분석해야 한다. 이는 과거 컴퓨터의 능력이 부족했던 시절에는 불가능한 일로 여겨졌지만, 통계학과 컴퓨터의 발달로 말미암아 최근에는 그리 어려운 일이 아니다. 우리나라에서도 한우의 유전능력 평가를 위하여 BLUP-Animal Model을 도입하고 활용하고 있으며 이 결과를 토대로 우수한 보증종모우를 선발하여 정액을 생산하고 이를 농가에 보급함으로써 한우의 유전적 개량을 도모하고 있다.

### 3. 유전능력 평가

서두에서 언급하였듯이 가축의 능력은 유전효과와 환경효과가 결합하여 표현형 즉, 능력으로 나타난다. 그러나 표현형은 우리가 측정할 수 있는 반면에 유전효과와 환경효과는 측정할 수 없다. 예를들어 어느 한우의 도체중이 330kg이라면 이는 표현형을 의미하며, 이중 얼마만큼이 유전적 요인에서 기인했는지는 알 수 없다.

환경효과는 후대에 전달되지 않으므로 현재 환

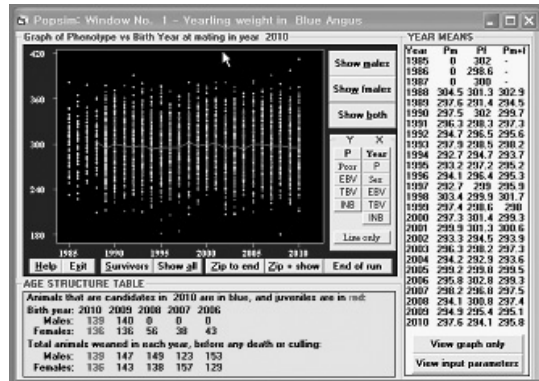


〈그림6〉 유전과 환경효과

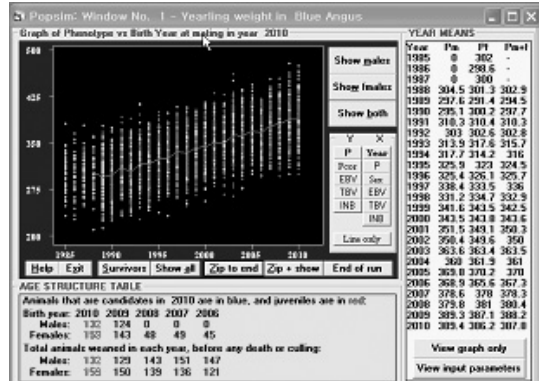
경 또는 보다 나은 환경을 보장해 주지 않는 이상 개량의 효과를 유지할 수 없다. 또한 인위적으로 조절할 수 있는 사료나 사양관리 같은 환경효과가 있는 반면에 기온이나 습도 또는 분만계절 등의 환경효과는 인위적으로 조절 할 수 없다. 환경효과는 후대에 전혀 전달되지 않으므로 개량에 활용될 수 없으며, 따라서 가축의 유전적 소질을 개선하는 것이 중요하다.

예를들어 (그림6)과 같이 두 마리 소의 도체중이 330kg으로 같다고 가정하자. 만약 A개체를 선발한다면 20kg의 효과가 다음 세대로 전달될 것이며, B개체를 선발한다면 10kg만의 효과가 후대에 전달될 것이다. 즉, 이 두 개체는 표현형은 같지만 후대에 영향을 미치는 효과는 크게 차이가 나며, 특히 교배의 방법으로 인공수정이나 수정란 이식을 이용한다면 가질 수 있는 자손의 수가 많아져 그 차이는 더욱 커질 것이다.

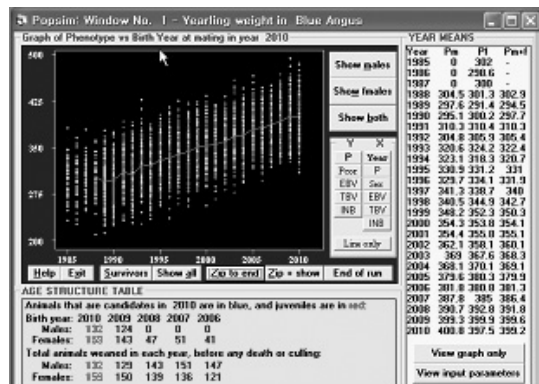
따라서 가축의 유전능력(육종가)을 정확히 아는 것은 매우 중요한 일이다. 이는 검정기록 및 혈통을 이용하여 통계적 유전분석 방법을 통해서 각 요인의 효과를 추정할 수 있다. 축산연구소(www.nlri.go.kr)에서는 농협 가축개량사업소



〈그림7〉 선발하지 않음



〈그림8〉 표현형에 의한 선발



〈그림9〉 육종가에 의한 선발

(www.limc.co.kr), 그리고 한국종축개량협회(www.aiak.or.kr)와 협력하여 한우 종모우에 대한 유전능력을 홈페이지를 통하여 제공하고 있으

므로 이를 활용하여 자신의 농장에 알맞은 정액을 선정하여 이용하는 것이 중요하다.

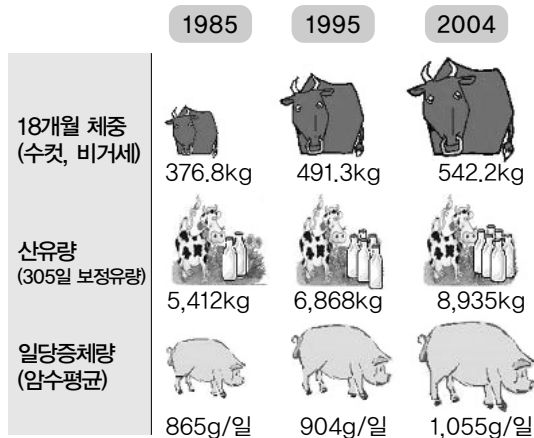
그림7에서 9까지는 각각 선발을 하지 않은 경우, 표현형에 의한 선발을 실시한 경우 및 육종가(breeding value)에 의해 실시한 경우에 대하여 컴퓨터 모의실험을 통하여 10년간의 개량량을 추정해 보았다. 초기체중은 296kg으로 가정하였으며, 체중에 대한 유전력(heritability)은 0.35로 가정하였다. 집단은 종모우 8마리에 각 종모우당 25두의 종빈우가 교배된다고 가정하였으며, 선발방법은 후대의 능력에 의해 선발하는 후대검정 방법을 가정하였다. 이 경우 (그림7)과 같이 선발을 실시하지 않고 집단을 유지한 경우에는 초기체중이나 10년후의 체중이 296kg에서 297.6kg으로 거의 변화가 없어 보였다. 반면에 자손의 표현형에 의해 선발한 경우에는 10년간 93.4kg이 증체되어 있음을 알 수 있다. 반면에 자손의 육종가에 의하여 선발을 실시한 경우에는 개량량이 더욱 커져 104.8kg으로 나타났다. 이와 같이 육종가에 의한 선발을 하는 경우가 유전적 개량량이 가장 컸으며, 선발

을 하지 않는 경우에는 전혀 개량효과를 보지 못함을 알 수 있다. (그림10)에 나타낸 바와 같이 우리나라에서는 지난 수 십년간 한우개량을 위하여 노력한 결과 18개월령 체중이 200kg 정도 향상되었다.

현재 한우 및 젓소에 대한 유전능력 평가는 농촌진흥청 축산연구소 개량평가과에서 실시하고 있다. 한우의 유전능력평가는 핸더슨 교수가 제안한 BLUP-Animal Model 방법에 의하여 실시하고 있다. 축산연구소에서는 한우에 대하여 년4회의 당대검정과 년2회의 후대검정 성적을 이용하여 유전능력 평가를 실시하고 있다. 검정성적과 축산연구소 보유축에 대한 성적을 혼합하여 6월과 12월에 유전능력평가보고서라는 서적을 발간하여 각 기관에 배포하고 있다. 이 서적은 금년 내에 축산연구소 홈페이지에서 쉽게 검색할 수 있도록 데이터베이스화(<http://plaza.nlri.go.kr:8082>)하여 서비스할 계획이다.

#### 4. 우리나라 한우개량 체계 및 보증 종모우 선발

대가축은 중소가축과 달리 선발에 오랜 시일이 소요되며 많은 비용을 소요로 한다. 특히 한우는 전 세계에서 우리만이 소유하고 육성하는 품종으로 경제적인 관점에서 민간 차원에서 수익을 기대하기 어려운 실정이다. 이러한 이유로 대가축의 개량에는 국가가 관여하는 것이 일반적이며, 우리나라에서도 보증종모우의 선발 및 정액의 보급에는 농림부(축산연구소), 농협 가축개량사업소, 한국축육개량협회 및 축산물등급판정소 등의 개량기관

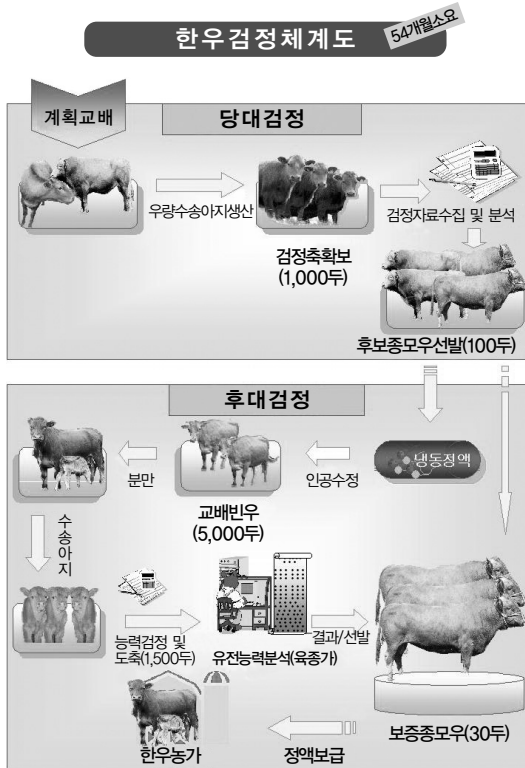


〈그림10〉 가축개량의 성과



이 협력하여 한우개량을 수행하고 있다. (그림11)은 한우 당대검정 및 후대검정 체계를 나타내고 있다. 한우의 당·후대검정은 유전적 능력이 우수한 보증 종모우를 선발하기 위한 것이며, 전 과정의 수행에는 약 54개월 즉 4년 반의 오랜 시일이 소요된다. 먼저 당대검정에서는 농가, 농협 또는 축산연구소 소유의 우량 송아지가 검정에 이용되며 생후 6개월령부터 12개월령까지 약 6개월간 검정을 실시한다. 검정결과 얻어진 12개월령 체중과 일당증체량을 통계적 유전능력 분석 방법인 가축 개체모형(BLUP-Animal Model)을 이용해 육종가(Breeding Value, 유전적 능력)를 추정하고 이에 근거하여 후보 종모우를 선발한다. 선발된 후보 종모우는 후대검정에 들어가게 된다. 후대검정이란

자손의 능력에 근거하여 개체의 유전가치를 평가하는 방법으로 그 개체에서는 직접 선발할 수 없는 형질 즉, 도체형질 등의 유전평가에 이용되는 검정방법이다. 각 후보 종모우는 농가의 암소와 계획교배를 실시하여 송아지를 생산하게 되며, 생산된 송아지 중 수소를 24개월령까지 검정한 후 도축하여 여러 형질을 측정한다. 측정된 형질 중에서 도체중, 배최장근단면적 및 근내지방도에 대한 유전능력 평가를 실시하고 이용되는 3가지 형질 중 육량과 관련된 도체중과 배최장근단면적 그리고 육질의 평가기준인 근내지방도의 비율이 1대 1이 되도록 종합지수를 설정하여 지수값의 순위에 의해 보증 종모우를 선발한다. 또한 정액가격의 기준이 되는 정액등급도 이 순위에 따라 결정되게 된다.



<그림11> 국가단위 한우개량 체계도

그러나 한 가지 유의해야 하는 사항은 이는 종합 순위라는 것이다. 예를들어 근내지방도는 전체 1등을 하여도 배최장근단면적이나 냉도체중의 성적이 좋지 않으면 나쁜 등급을 받을 수 있다. 그러므로 농가에서는 정액 등급만을 고려할 것이 아니라, 각 형질별 육종가를 면밀히 검토하여 자신의 농가에 맞는 정액을 선택하여야 한다.

선발된 보증 종모우는 충남 서산에 위치한 농협 가축개량사업소에서 관리하며, 정액생산에 이용된다. 생산된 정액은 근친이 되지 않도록 조절되어 희망농가에 보급된다.

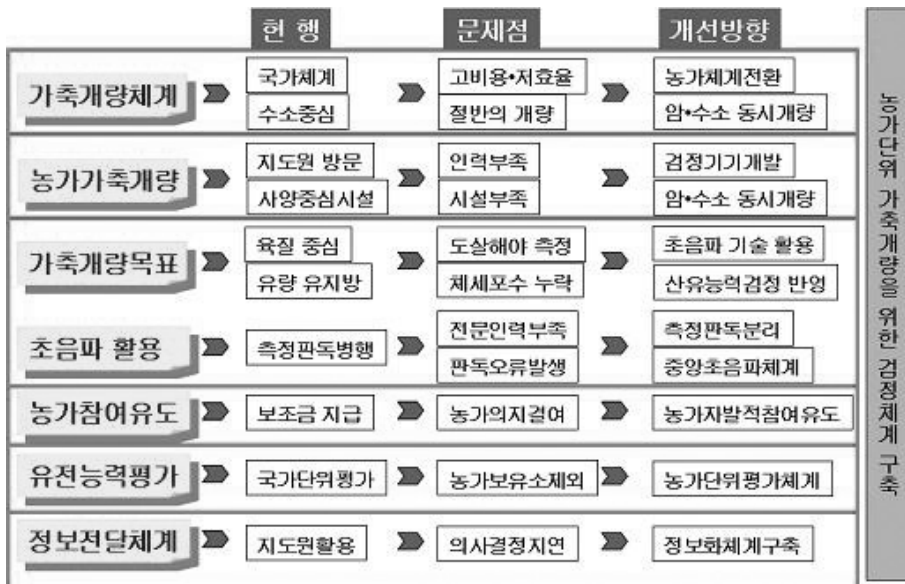
한편, 암소에 대해서는 지난 70년대부터 시작된 한우개량단지를 통하여 개량하고 있다. 8개의 개량단지로 시작된 이 사업은 약 250여개로 확대된 후 현재는 그 명칭을 '한우개량농가육성사업'으로 개편하여 전국에 약 15만두의 암소를 관리하고 있다. 이 사업에 참여하는 농가는 등록·검정

등의 지원을 받을 수 있으며, 우리나라 한우개량의 핵심으로 역할을 다하고 있다.

### 5. 한우개량의 문제점

(그림12)에서는 한우개량의 문제점 및 개선방안을 나타내었다. 현행 한우개량 체계는 국가 중심의 수소 개량체계이다. 국가적인 개량 체계를 비용과 효율면에서 많은 비용과 저효율의 체계를 가진다. 또한 개량의 방향이 획일적일 수밖에 없다. 아울러 수소를 선발하여 우수 유전자를 보급하는 체계이므로 절반의 개량 효과밖에 가질 수 없다. 이를 극복하기 위해서는 암소와 수소를 동시에 개량하는 체계를 가져야 하나 농가에서는 보유 한우를 검정할 기기나 인력이 부족한 현실이다. 이미 언급하였듯이 한우의 개량을 위해서는 검정기록

이 과학적으로 수집되어야 하며 또한 체계적으로 정리되어야 한다. 간단한 예로 육량을 개량하기 위해서는 특정시기에 체중이 측정되어야 한다. 그러기 위해서는 우형기와 유도로 등이 필요하나 이를 갖추고 이용하는 곳은 일부 대규모 농가 외에는 없다. 또한 육질을 개량하기 위해서는 출하축에 대한 등급정보를 정확히 기록 보유하여야 한다. 이를 위해서는 농장의 정보화 및 컴퓨터의 활용이 필수적이나 타 축종에 비하여 한우농가에서의 정보화 활용도는 극히 미약한 실정이다. 최근 생체에서 육질정보를 측정하기 위하여 초음파 기기를 활용하는 것이 점차 대중화되고 있다. 그러나 올바로 초음파 측정을 실시하고 판독할 수 있는 체계는 축산 선진국에 비해 극히 떨어지고 있다. 초음파 기기는 측정자의 숙련도와 판독능력에 따라 정확도가 크게 차이난다. 외국의 경우 이를 극복하기 위하여 교육인증제도를 도입하고 있으며 판



〈그림12〉 한우개량의 문제점 및 개선방안





독자와 측정자를 구분하여 관독의 정확성을 높이고 있는 실정이다. 우리나라의 경우 일부기관 또는 민간에서 고가의 초음파 장비를 무분별하게 구입하여 제대로 활용하지 못하고 사장시키고 있는 현실이며, 일부 관독능력이 없는 이에 의한 서비스도 이루어지고 있는 실정이다.

개량에 대한 농가의 인식 또한 크게 문제가 된다. 기록을 발생하여 수집하고 제공하는 것을 국가에 대한 헌신이라 생각한다. 생각해 보면 이는 국가를 위하여 전혀 도움이 되는 일은 아니다. 결국 개량의 효과는 농가에 수익으로 나타나는 일이지 이것이 결코 타인을 위하여 하는 일은 아니다. 이러한 이유로는 과거 수십년간 국가 또는 기관이 개량을 주도하는 형태를 취해왔기 때문이라고 사료된다. 즉, 개량에 필요한 자료를 수집하고 유지하는데 많은 돈을 써왔으며, 이는 마치 개량이 국가를 위하여 실시하는 것이라는 오해를 가져왔을 것이다. 검정을 실시하고 자료를 정보화하며 농가를 현대화하는 것은 결국 농가 스스로의 수익증대를 위한 일이라는 점에 중시하여야 한다. 예를 들어 소의 귀에 귀표를 달고 관리하는 것은 자신의 농장을 보다 합리적이고 과학적으로 운영하기 위한 방편이지 국가에서 시키기 때문에 하는 일이 아니라는 인식을 가져야 한다. 과거에 한때 국가가 막대한 자본을 투자하여 전 한우에 귀표를 달고 전산화하려는 시도를 하였으나 농가의 의지부족으로 무산되었던 일이 있다. 조금만 생각을 바꿔 그 당시 그 사업에 자발적으로 협조하였다면 우리나라 한우농가는 막대한 이익을 얻을 수 있었을 것이다. 유럽, 일본 또는 미국에서는 지금에서야 광우병, 구제역에 대한 대책으로 법으로 귀표를 규제하여 강제적으로 부착시키고 있다. 우리

는 막대한 수업료를 내고 기회를 스스로 박차버린 셈이다.

농가에서의 기록부재는 정보의 활용도를 극히 저하시킨다. 한우 관련 기관에서는 한우의 유전적 능력에 대한 정보를 인터넷 또는 인쇄매체를 통해 농가에 전달하고자 하는 노력을 경주하고 있다. 그러나 기록이 없는 소의 능력을 평가한다는 것은 불가능한 일이며, 또한 자신의 농가에 알맞은 보증 종모우를 선택하는 일조차 기대하기 힘들 것이다. 예를들어 근친이 농가의 생산성에 좋지 않은 영향을 미치며 이를 방지하여야 한다고 다들 알고 있는 사실이나 어떤 보증 종모우가 자신이 소유한 암소와 근친되지 않는지는 혈통을 정확히 기록하지 않는 한 불가능한 현실이다. 또한 이에 대한 도움을 줄 수 있는 지도원의 역할이 점차 감소되고 있는 현실에서는 정보화 체계를 통한 지도 및 관리의 체계화가 필요하다고 할 수 있다.

## 6. 한우개량을 위한 개선방향

### 가. 좋은 정액의 선택

전술하였듯이 우리나라 한우의 개량은 후대검정을 중심으로 한 보증 종모우 선발, 우량 정액 및 수정란의 공급에 있다. 그러나 가축의 개량은 수 가축의 유전적 능력 뿐만 아니라 암 가축의 능력에도 영향받으며, 이들의 기여도는 각각 절반이라 할 수 있다. 그러나 암소의 경우에는 전 생애에 가질 수 있는 자손의 수가 수 마리에 불과하므로 비용과 시간이 많이 소요되는 후대검정을 실시할 수 없으며, 농가검정 체계를 갖추어야만 한다. 또한 근친이 되지 않도록 혈연관계가 먼 정액을 이용하

〈표1〉 충북 모 농장의 등급 출현율

등급	99년	비율	00년	비율	01년	비율	02년	비율	03년	비율	04년	비율	05년	비율
A1+			1				3		2		2		4	
B1+	1				4		4		4		5		15	
C1+							1		3		3		7	
소계	1	7.7%	1	3.0%	4	15.4%	8	22.9%	9	32.2%	10	27.0%	26	78.8%
A1	2		4		2		3		5		2		1	
B1	3		1		1		5		7		5		3	
C1							2				3		1	
소계	5	38.5%	5	15.2%	3		10	28.6%	12	42.9%	10	27.0%	5	
<b>1등급비율</b>	<b>6</b>	<b>46.1%</b>	<b>6</b>	<b>18.2%</b>	<b>7</b>	<b>26.9%</b>	<b>18</b>	<b>51.4%</b>	<b>21</b>	<b>75.0%</b>	<b>20</b>	<b>54.1%</b>	<b>31</b>	<b>93.9%</b>
A2	1		5		5		4		1		5			
B2	5		7		1		7		5		5		1	
C2			2				1		1		6		1	
소계	6	46.1%	14	42.4%	6	23.1%	12	34.3%	7	25.0%	16	43.2%	2	6.10%
A3			7		9		4				1			
B3	1		4		4		1							
C3			2											
소계	1	7.7%	13	39.4%	13	50.0%	5	14.3%		0%	1	2.7%		
등외														
<b>계</b>	<b>13</b>	<b>100%</b>	<b>33</b>	<b>100%</b>	<b>26</b>	<b>100%</b>	<b>35</b>	<b>100%</b>	<b>28</b>		<b>37</b>	<b>100%</b>	<b>33</b>	

고 각 정액의 유전적 능력을 고려하여 계획적인 교배가 이루어져야만이 개량할 수 있다.

(표1)에서는 충북의 어느 한 한우농가의 년도별 등급 출현율을 나타내었다. 이 농장에서는 99년 1등급 출현율이 불과 46.1%에 불과하던 것이 2005년 9월 현재 93.9%로 크게 향상되었다. 그간 이 농장에서는 사양환경의 개선노력도 있었지만, 99년 이래 이 농장에 적합한 보증 종모우의 정액을 꾸준히 구입하여 인공수정하였으며 또한 이를 위해 보유 축군의 정보를 전산화한 결과이다. 높은 1등급 출현율은 이 농장의 수익성 개선에도 일조하여 매년 수익원의 흑자를 기록하고 있는 실정이다.

축산연구소에서는 매 분기별 유전능력 평가를

실시하고 그 결과를 한우 유전능력평가보고서, 농협 가축개량사업소 및 한국종축개량협회를 통해 공표하고 있다. 농가에서 이러한 종모우 일람표를 제대로 이해하고 활용한다면 보유 암소의 개량에 큰 효과를 얻을 수 있을 것이다.

일례로 (그림13)에서는 농협 가축개량사업소를 통하여 제공하는 종모우 일람표를 나타내었다. 이 일람표에는 한우의 각 경제형질별 유전능력을 자세하게 표시하였으며, 이를 통해 농가가 보유한 암소에 적합한 정액을 고를 수 있다.

이 때 유의해야 할 점은 적정한 정액이란 최고의 능력을 가진 정액이 아니라, 각 농가의 목표에 부합하는 적절한 정액을 의미한다. 예를들어 체구



가 작은 암소에 육량이 많은 정액을 수정한다면 난산으로 인해 경제성이 저하될 것이다. 또한 육질이 우수하도록 개선하고자 하는 농가는 냉도체중이나 배최장근단면적보다는 근내지방도가 높은 정액을 선택하여야만 한다. 정액 등급은 종합적인 지수이므로 고려되는 각 형질의 특성을 완전히 나타내지는 못한다. 보증 종모우 정액을 이용하고자 하는 농가는 정액 등급과 더불어 각 형질별 육종가의 순위를 고려하여야 한다.

- 종모우 번호 : 당대 및 후대검정 등 유전능력 검정을 마치고 보증종모우로 선발된 순서에 따라 부여되는 종모우 고유번호로써 KPN은 Korean Proven Bull No.의 약자이며 최근에 선발된 종모우일수록 번호가 높다.
- 형질에 대한 유전능력

—냉도체중 : 도체를 해체정형 후 0℃에서 5℃의 냉장실 조건에서 하룻밤(12시간) 이상 냉장되어 측정시 측정부위 중심온도가 10℃ 이하인 좌·우 도체의 지육중량 합을 말한다.

—배최장근단면적, 근내지방도 : 농림부에서 고시한 소도체등급 기준에 의거 평가한 것으로 제13흉추와 제1요추 사이의 배최장근단면적을 말하며, 근내지방도는 등심단면내 지방침착 정도에 따라 ‘1~9’의 범위내에서 평가한 것으로써 ‘9’에 가까울수록 지방침착도가 좋은 것이다.

- EPD(Expected Progeny Difference) : 종모우의 능력 중 유전능력만을 계산하여 종모우가 후대에 물려줄 수 있는 ‘예상유전전달능력(EPD, Expected Progeny Difference)’을 표시한다.

등급	종모우	생년월일	냉도체중	배최장근단면적	근내지방도	장점
1	<u>263</u>	1995-04-12	4.484	2.22	0.433	냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>273</u>	1995-08-24	11.358	2.22	0.142	냉도체중 배최장근단면적
1	<u>279</u>	1995-04-28	10.395			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>281</u>	1995-03-10	12.247			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>289</u>	1995-11-03	5.761			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>330</u>	1993-03-21	2.904			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>333</u>	1997-03-02	8.582			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>334</u>	1997-04-16	-1.809			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>336</u>	1997-03-01	2.488			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>338</u>	1997-03-01	2.488			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>348</u>	1997-06-06	0.01			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>354</u>	1997-06-14	3.199			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>387</u>	1998-03-05	3.943			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>388</u>	1998-03-10	10.784			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
1	<u>393</u>	1998-02-13	11.847			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
2	<u>249</u>	1994-08-21	2.95			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
2	<u>282</u>	1995-05-26	1.659			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
2	<u>293</u>	1996-02-26	4.244			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도
2	<u>305</u>	1996-04-08	4.49			냉도체중 배최장근단면적 근내지방도

생산형질별 유전능력			
구분	냉도체중 (kg)	배최장근단면적 (cm <sup>2</sup> )	근내지방도
육종가	2.585	0.272	0.773
신뢰도 (%)	57	56	68
장점	근내지방도 등지방두께	냉도체중 근내지방도	냉도체중 근내지방도 등지방두께
	2.712	-0.188	0.441
	0.882		

장점	
번호	KPN338
후보번호	KP535
산지	상주
생년월일	97-03-10
등록번호	고268287
부	KPN147
모	고049335
조부	KPN036
조모	기002569
외조부	KPN007
외조모	고029547

ACC : 정확도

홈페이지 : www.limc.co.kr

〈그림13〉 종모우 일람표

- EPD를 생산형질과 함께 예를들면 냉도체중의 EPD가 A종모우가 +5.0kg이고 B종모우가 -1.0kg 이라면 A종모우로 교배하여 생산한 수송아지의 냉도체중이 B종모우로 교배하여 생산한 송아지의 냉도체중보다 6.0kg 더 높을 것을 기대할 수 있다는 의미이다.
- Acc(Accuracy) : 종모우의 유전능력으로 제시된 EPD의 신뢰도(정확도)를 말하며, 종모우의 유전능력 평가에 이용된 자료가 많을수록 수치가 높아 보다 신뢰할 수 있음을 의미한다. 즉, 10마리의 후대 송아지를 가지고 능력검정을 한 경우와 100마리의 수송아지를 가지고 한 경우를 비교하면 후자의 경우가 신뢰도가 높아진다.
- 장점 : 씨수소 개체의 경제형질의 후대에 전달하는 유전능력을 육량 및 육질로 구분하여 우수한 형질을 표시하였으며, 양축가는 자기 소를 개량하고자 하는 목적에 따라 선택하여 이용하면 된다.

마지막으로 보증 종모우의 능력을 살펴볼 때 유의해야 하는 점은 나타난 육종가의 값보다는 순위에 유념하여야 한다는 점이다. BLUP은 통계학적 특성 때문에 절대값이 아닌 상대값을 결과로 나타낸다. 이는 기준시점이나 표준화 방법에 따라 변화하게 되며 매년 분석시마다 변화할 수 있다. 그러나 육종가의 순위는 상대적으로 결정되는 것이기 때문에 거의 일정하다고 할 수 있다. 예를들어 상기 그림의 KPN-338 배최장근단면적에 대한 육종가가 0.272라고 표시되어 있으나 2004년 9월 7일의 종모우 일람표에는 4.837로 나와 있다. 이는 이 종모우의 유전적 능력이 향상된 것이 아니라, 이번 기준에서는 이러한 숫자로 나온 것뿐이고 그

상대적 능력은 동일하다. 따라서 육종가의 값이 높은 것이 우수하다는 것은 잘못된 생각이며 순위가 높은 것이 우수하다고 할 수 있다.

#### 나. 정보시스템의 활용

자기 축군의 능력을 정확히 파악하기 위해서는 기록관리가 필수적이다. 우리나라에서는 1995년부터 가축개량 종합정보시스템을 개발하여 보급한 것을 시초로 많은 축산분야의 정보시스템이 개발되어져 왔다. 이러한 정보시스템을 활용하면 자기 축군에 대한 능력을 정확히 알 수 있을 뿐만 아니라, 이를 통하여 근친교배의 위험성에서 벗어날 수 있으며 나아가 유전능력 평가를 통하여 보유 암소의 개량에도 많은 도움을 얻을 수 있다.

정보시스템을 활용하기 위해서는 농가의 기록 발생 및 관리가 선결사항이다. 이를 위해서는 보유한 모든 한우에 대하여 개체식별을 실시하여야 한다. 즉 귀표를 부착하여야만 한다. 현재 축산연구소와 농림부에서는 새로운 개체식별 체계에 대한 준비를 하고 있으며, 2006년 1월부터 일부 한우를 대상으로 적용할 계획이다.

모든 정보는 귀표를 기본으로 정리되고 관리되어야만 한다. 사람에 대한 모든 정보가 주민등록번호를 기준으로 관리되고 정리되는 것과 같은 이치이다. 컴퓨터를 도입하고 프로그램을 설치하여도 이에 기록할 기록이 하나도 없다면 무용지물일 것이다. 또한 체계적으로 관리가 되지 않은 정보는 이용할 가치가 없는 죽은 정보인 것이다. 예를 들어 300번 개체와 KPN 448번과 교배를 하고 이를 컴퓨터에 기록하였다면 이 300번은 절대 변하지 않아야 한다. 만약 300번이 400번으로 바뀐다면 그동안 300번에 대하여 기록된 모든 기록은 무



용지물이 되는 것이다. 따라서 개체식별 번호는 평생에 자신의 주민등록번호가 바뀌지 않은 것과 마찬가지로 변하지 않는 기준이 되는 번호가 되어야 한다. 이는 자신의 소유에서 다른 이의 소유로 한우가 이동했을 때에도 마찬가지로 적용되어야 한다. 일단 자신의 농장정보가 체계적으로 정리되었다면 이에 가산할 수 있는 정보의 양은 몇 배로 커진다. (그림14)와 같은 가축개량 종합정보 서비스에서 여러 가지 유용한 정보를 찾을 수 있을 것이며, 이외에도 농협, 축산물 등급판정소, 한국종축개량협회 등 관련기관으로 정보시스템에서 유용한 정보를 많이 연결시킬 수 있을 것이다. 물론 이는 개체식별 번호(귀표번호)로 연결되어 진다.

축산연구소와 경상대학교는 한우 농장관리를 위한 프로그램을 개발하여 농가에 무상으로 배포하고 있으며(그림15. <http://hanwoodb.net>) 농협에서도 이와 유사한 프로그램을 이용할 수 있다.

### 다. 신기술 활용

많은 연구자들이 끊임없이 노력하여 한우개량



〈그림14〉 가축개량 종합 정보서비스 시스템 (<http://plaza.nlri.go.kr:8082>)



〈그림15〉 한우 농장관리용 프로그램 (축산연구소, 경상대학교 개발)

을 위한 신기술을 개발하고 보급하고 있다. 대표적인 예로써 초음파 육질진단, 수정란 이식, DNA 표지인자 활용 등등이 최근 화자되고 있는 대표적인 신기술들이다. 이러한 새로운 기술들은 한우개량을 앞당기고 효율을 극대화할 수 있는 좋은 방법들이나 한 가지 간과하지 말아야 할 점은 이들 기술이 가지는 특성을 올바르게 파악하고 정확히 이용해야 한다는 점이다. 혹자의 선전처럼 이들 기술이 지금까지의 방법을 대체할 수 있는 획기적인 것이 아니라 현재까지의 방법을 보완·개선할 수 있는 부가적인 방법이라는 점을 명심하여야 한다. 농가에서는 이 점을 명심하여 다소 부풀리고 과장된 효과에 대해 현혹되지 말고 정확하고 올바르게 기술을 이해하고 활용해야 한다. 과학기술의 급격한 발달로 인하여 많은 획기적인 기술이 개발되지만, 이를 이용하고 활용하기 위해서는 많은 시험과 실증연구가 필요하며 잘못된 기술의 적용은 오히려 지금까지의 개량성과를 후퇴시킬 수 있는 결과를 초래할 것이다.

### 1) 초음파 생체육질진단

초음파 육질진단이란 초음파가 매질의 종류에

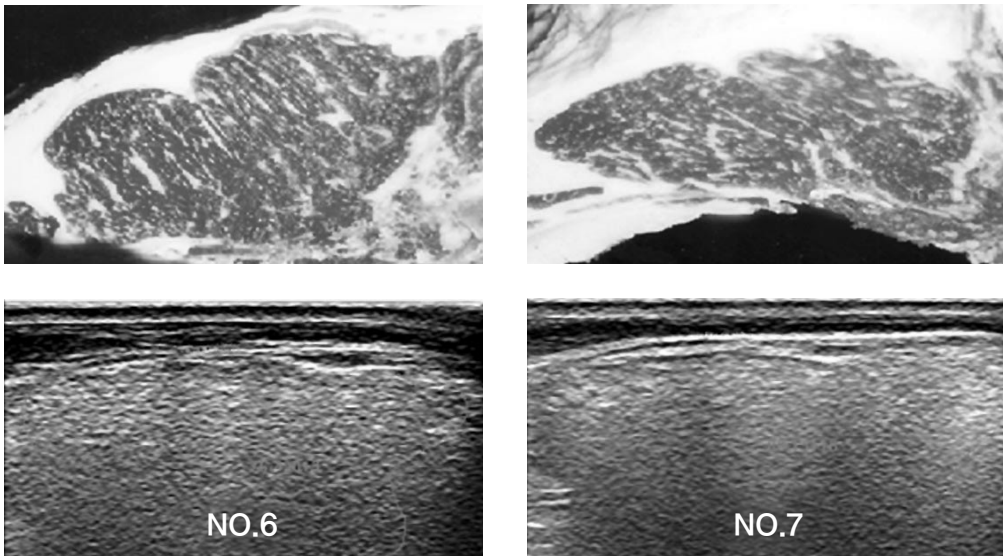
따라 그 경계면에서 반사파를 달리 내는 것을 받아 화면으로 표시함으로써 비파괴적으로 육질을 간접적으로 평가할 수 있는 방법을 의미한다. (그림16)에서 볼 수 있듯이 실제화상과 달리 초음파 영상은 흑백화면으로 일반인들은 도저히 구분할 수 없는 수수께끼와도 같은 화면으로 나타난다. 초음파 화상을 통하여 실제 육질을 알아내는 작업은 고도의 숙련도와 전문성을 요구하며 많은 시일이 소요된다. 현재 초음파 육질진단의 정확도는 전문가에 대하여 축산연구소의 연구결과에 따르면 육량에서는 약 90%, 육질 즉, 근내지방도에서는 70%로 보고되고 있다. 따라서 정육량 추정 및 출하시기 결정 등에는 큰 문제가 없지만, 근내지방도의 추정에 있어서는 화상 판독자에 따라 오차가 클 것으로 기대된다.

따라서 축산연구소에서는 (그림17)과 같이 측정자와 판독자를 분리하고 온라인상에서 자료를 교환할 수 있는 시스템을 개발하고 서비스 중이다.

이 시스템은 이미 미국과 호주 등에서 이용되고 있는 시스템으로 농가에서 측정자가 초음파 화상을 촬영하고 이를 저장하여 인터넷을 통하여 중앙 초음파 서버로 전송하면 판독 전문가가 이를 판독하여 개량자료로 활용함과 동시에 농가로 보내 출하시기 결정이나 농가보유 암소의 개량에 활용할 수 있는 방식이다. 이러한 초음파 생체 육질진단 기기와 중앙 초음파 분석시스템을 활용하면 농가 보유 암소의 도체능력을 추정할 수 있으며 이를 기반으로 암소의 개량을 이룰 수 있을 것이다.

## 2) 수정란 이식

수정란 이식이란 동물(공란축)의 생식기로부터 착상전의 수정란을 회수하거나 체외에서 수정시킨 수정란을 조작, 배양하여 다른 동물(수란축)의 생식기에 이식하여 착상, 임신 및 분만케 하는 첨단 생명공학 기술이다. Willett 등(1951)이 개복수술에 의해 수정란 이식을 통하여 송아지를 생산한



〈그림16〉 실제 화상과 초음파 생체육질 진단기 화상의 비교

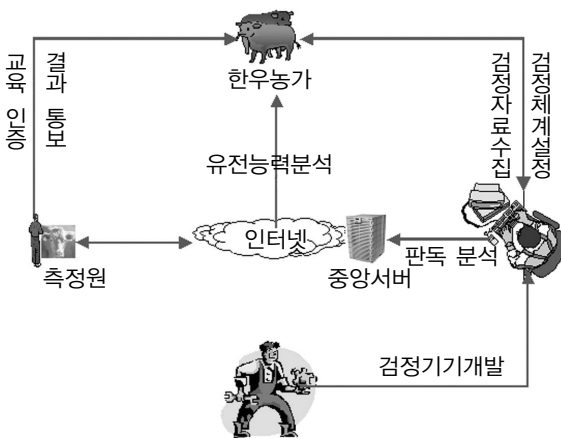


이래 지금까지 많은 과학적 발전을 이뤄왔다. Land와 Hill(1975)은 다배란과 수정란이식(MOET)을 통하여 한 마리의 암소에서 동시에 다수의 자손을 얻음으로써 암소의 개량을 앞당길 수 있는 방법을 소개한 바 있다. 그러나 2003년 한국수정란이식학회의 발표에 따르면 1두의 공란우로부터 채취할 수 있는 이식가능한 수정란의 수는 5.3개에 불과하며, 수태율은 60%에 불과하여 경제성 면에서 아직 적용하기 어려운 점이 있다. 그러므로 대량 생산이 가능하고 경제적으로 유리한 도축장 유래 난소를 이용한 체외수정란의 생산 및 이용이 보편화되고 있는 현실이다. 그러나 도축장에서 채취한 난소는 혈통을 알 수 없고 유전적 능력이 전혀 검증되지 않는 미지의 소이므로 이의 활용은 개량에 역행할 수 있는 아주 위험한 발상이다. 수정란이식이 인공수정을 대체할 수 있는 새로운 기술이고 이를 통해 개량의 속도를 가속화할 수 있는 방법 이기는 하나 이는 올바른 사용이 전제된 상황 하에서의 일이다. 도축장의 이름모를 암소의 난자를 이용한 수정란 이식은 위생적 측면에서도 개량의 측면에서도 심각한 문제를 야기시킬 수 있다.

하지만 능력과 혈통이 알려진 우수한 암소의 난자를 이용할 수 있는 체계가 확립된다면 수정란 이식방법은 전술한 바와 같이 개량의 한 방법으로 자리매김할 수 있을 것이다. 이를 위해서는 개체 식별이 이루어져야 하며, 이를 기반으로 암소의 유전능력이 평가되어야 한다. 이렇게 능력이 증명된 암소의 수정란을 이식하여야만이 유전적 개량을 이룰 수 있다. 그렇지 않고서는 소탐대실의 누를 범할 것이다.

### 3) DNA 마커의 활용

가축의 경제형질은 다른 용어로 양적형질이라고 한다. 양적형질이라고 함은 다수의 유전자가 동시에 작용하여 그 형질의 특성을 나타내는 것을 의미한다. 따라서 어느 소수의 유전자를 규명했다고 하여 그 형질을 전적으로 개량할 수는 없다. 지금까지 알려진 어떠한 유전자도 그 형질의 전체 작용의 5% 이상을 설명할 수 있는 유전자는 없다. 이는 결국 만약 유전자에 전적으로 의존하여 어떤 가축을 선발한다면 선발의 효과가 20배 가량 감소할 수 있음을 의미한다. 즉 다시 말하여 선발을 하지 않고 아무 소나 선택하여 이용하는 것과 다를 이 없다는 의미이다. (표2)에는 지금까지 알려진 가축의 경제형질과 관계되는 일부 유전자에 대하여 나타내었다. 이들 유전자는 최근의 연구결과에 따르면 한우에서는 영향을 하지 않는 것으로 나타났다. 이는 타 축종에서 유의적인 DNA 마커도 한우에서는 그렇지 않을 확률을 가진다는 의미이다. 이러한 유전자를 한우에 이용하기 위해서는 다각적이고 철저한 검증과정을 거쳐야 한다. 다음은 DNA 마커 개발로 유명한 미국 미주리 대학의 제리 테일러 교수의 심포지엄 발표문의 일부이다.



〈그림17〉 중양 초음파 육질진단 체계

〈표2〉 가족의 경제형질에 영향을 미치는 유전자

유전자 이름	관련형질	기능 및 특성
TG5marbling	근내지방도	Heterozygous T/C나 homozygous C/C일 때보다 T/T일 때 이 더 잘 되는 것으로 확인되었으며, TG5는 오직 등심 marbling에 관여함
DGAT1	유지방 함량, 근내지방 함량	K/K가 A/A나 K/A보다 더 많은 근내지방을 함유하는 것으로 나타남.
CAPN1	연도	펩타이드 316번 자리의 Glycine(G)이 Alanine(C)으로 치환될 때 상대적으로 연도 증가함.
ADSF/RESISTIN	지방분화	사람과 쥐의 지방분화 억제 유전자로 알려짐
LEPTIN	지방분해 유도	ADSF/RESISTIN과 반대기능을 하는 유전자

“Integrate marker association information into ongoing multi-trait breeding program. DO NOT SELECT SOLELY ON MARKERS”. 이 뜻은 통합된 마커 정보는 현재 수행되는 육종 프로그램에 더해져야 하며, DNA 마커 자체만으로 선발에 활용되어서는 안된다는 의미이다. 일부 학자들은 DNA 정보가 기존의 개량방법을 대체할 수 있는 획기적인 방안이라고 주장하지만, 이는 극히 위험한 발상으로 이 분야에 종사하는 어떠한 세계적인 학자들도 그와 같은 주장을 하지 않는다. 설령 어떤 유전자가 가족의 경제형질에 큰 영향을 미친다고 해도 아직까지 풀기 힘든 수수께끼는 유전자와 유전자의 상호작용 그리고 유전자와 환경간의 상호작용은 여전히 연구해야 할 분야이다. 이는 DNA의 유전정보가 RNA를 통해 단백질로 이루어진 효소(호르몬)를 매개로 형질에 영향을 미치는 복잡한 구조를 이루고 있기 때문에 나타난다. 이 의미는 어떤 한우 개체에서는 유의적이던 유전자가 다른 한우 개체에서는 그렇지 않을 수도 있다는 것을 뜻한다.

그럼에도 불구하고 많은 연구비를 투자하여

DNA 마커를 찾고 개발하려는 시도를 멈추지 않는 것은 이 방법을 통하여 기존의 통계적 육종방법이 가지고 있는 한계를 넘어설 수 있기 때문이다. 즉 예를들어 현재의 개량방법이 가지는 효용성의 한계가 70%라고 하면 DNA 마커를 이용하여 한계를 75%로 확장할 수 있기 때문이다. 학문적으로 DNA 마커를 개발한 후의 다음 단계는 마커 보조선발(MAS, Marker Assisted Selection)이다. 이는 기존의 방법에 DNA 마커 정보를 포함시켜 선발에 활용하는 방법으로 이미 설명하였듯이 기존의 방법을 대체하는 것이 아니라 보조하는 수단으로 활용된다는 의미이다.

이 또한 개발된 마커의 효용성이 입증된 후에나 가능한 일이다. 개발된 DNA 마커가 한우에서 해당 형질에 정확히 작용하고 이의 이용이 가족개량에 효과적일 때만 사용가능하다는 의미이다. 무분별한 DNA 정보의 활용은 개량을 역행하는 매우 어리석은 일이라는 점을 명심하여야 한다. 또한 이에 대한 손실도 연구자가 아닌 농가가 짊어져야 할 짐이다.





## 7. 마치는 글

최근 정부와 개량관련 기관들은 한우개량의 효율화를 꾀하기 위해 많은 시책들을 연구하고 계획하고 있다. 다양한 한우보종 종모우를 생산하기 위하여 도단위 한우보종 씨수소 선발사업을 시행하고 있으며, 한우개량농가육성사업을 개선하기 위하여 한우육종농가사업을 2006년부터 실시할 계획으로 있다. 이는 국가 중심의 육종개량사업을 농가 중심으로 이전하기 위한 노력의 일환이다. 이를 통하여 많은 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대하고 있다. 그러나 근본에 보다 철저하여야 한다. 여러 번 강조하였듯이 개체식별 및 기록의 관리는 우선되어야 할 필수사항이다. 노력하지 않고 개량의 효과를 기대할 수는 없을 것이며, 그 노력의 주

체는 농가 자신이 되어야 한다. 왜냐하면 개량의 성과는 농가가 얻을 수 있기 때문이다. 과거와 같이 정부 또는 중앙에서 주도하고 이를 따라가는 개량의 형태가 되어서는 곤란하다. 농가가 스스로 개량의 의미를 깨닫고 그 주체가 되어 노력할 때 정부와 개량관련기관에서 이를 보조하는 형태가 되어야만 할 것이다. 여전히 이표를 국가가 필요해서 마지못해 다는 것이라는 인식을 버리지 않는 한 개량의 효과를 기대하기란 어려울 것이다. 또한 약은 의사의 정확한 처방에 의하여 복용해야만 하는 것과 같이 새로운 기술의 도입은 그 목적과 의도에 정확히 부응할 수 있도록 사용되어야 한다. 조금 힘들다고 지름길로만 가면 절대로 큰길에 도달할 수 없을 것이다. 무엇보다도 기본이 우선이라는 사실을 명심해야 한다.

### 참고문헌

Henderson, C. R. 1988. Theoretical basis and computational methods for a number of different animal models. Proceeding of the animal model workshop.

Henderson, C. R. and R. L. Quass, 1976. Multiple trait evaluation using relative's record. J. Anim. Sci. 43:1188~1197.

농협 젓소개량부 유우군 검정기록 시스템 (<http://www.daic.co.kr>)

서강석 등. 1998. 다배란과 수정란 이식기법(MOET)에 의한 한우의 최적 육종계획 개발 연구. 농업논문집 40:57~61.

서울우유 목장경영 정보 시스템 (<http://www.swouldairy.co.kr>)

축산연구소 가축 개량 종합 정보 서비스 시스템 (<http://plaza.nlri.go.kr:8082>)

축산연구소 젓소 개체관리 서비스 시스템 (<http://www.nlri.go.kr>)

축산연구소. 2004. 한우유전능력평가보고서. 상록사

축산연구소. 2004. 젓소유전능력평가보고서 I II. 상록사

한국동물육종유전연구회. 2003. 동물육종학. 선진문화사.

한국수정란 이식학회. 2005. 소의 최신 번식기술. 월드사이언스.