연재

젖소의 개량방법

이 정 규
유우개량사업소

현재 일반화되어 있는 대가축개량 방법인 선발을 통한 유전적인 개량은 거의 절대적으로 종모우를 어떤 것을 사용했느냐에 의해 좌우된다. 어느 농가의 암소들에 대한 자료를 모아서 각 암소들의 3대에 대한 혈통을 조사해서 타 농가와 비교해 보면 이러한 사실을 쉽게 알수가 있다. 실제로 3대 동안에 종모우가 결정할 수 있는 유전적인 결정권은 약 87.5%에 이른다.

종모우의 딸소들에 대한 산유능력등 경제적으로 중요한 형질들을 평가하여 해당 종모우의 능력을 평가하는 후대검정 절차는 종모우의 유전적인 능력을 가장 정확하게 알 수 있는 중요한 수단으로서 낙농선진국에서는 오래 전부터 실시해 오고 있다. 그러나 우리나라에서는 1986년부터 이 작업을 개시하여 아직 진행중에 있으므로 어쩔 수 없이 외국(미국, 카나다)에서 우수하다고 판정된 종모우를 수입하여 사용할 수 밖에 없는 실정이므로, 이들에 대한 충분한 이해가 없이 정액을 사용할 경우 개량에 역행하는 결과를 초래할 수도 있으며 실제로 우리나라 낙농가 일각에서는 그러한 오류를 범하고 있는 실정이다.

젖소는 유전현상에 의해 종족유지 및 변화를 추구하는 생물로서 유전현상을 무시하고는 어떠한 유전적인 변화도 우리가 원하는 방향으로 이끌수가 없는 것이다. 즉 트랙터나 경운기라면 고장난 부분은 부품을 갈아 끼우고, 일부부품을 교환하므로서 성능을 높일 수도 있으나, 젖소는 유방을 갈아 끼울수 없고 발굽을 갈아 끼울수도 없는 것이다. 유방이 불량하여 우유생산량이 적다면 대체로 유방이 양호한 딸소를 많이 생산한 종모우의 유전자를 빌려서 이를 보완하지 않으면 안되는 것이다.

따라서 우리가 젖소를 개량하고자 할때는 유전현상에 대한 이해와 목장에서 소유하고 있는 암소들에 대한 정확한 관찰과, 종모우에 대한 충분한 정보를 적절히 활용하여야 한다. 또한 종모우에 대한 정보를 적절히 활용할 수 있는 안목을 갖지 않고는 종모우의 특성을 알 수 없으므로 개량의 효과는 미비하게 될 것이다. 특히 젖소는 세대간격이 길고 유전현상에 기여하는 유전자의 종류가 매우 많아 수학공식처럼 명확한 해답이 나오는 것이 아니라, 어디까지나 확률적인 측면이 강해서 우리가 원하는 형태의 결과가 금방 도출되는 것이 아니므로, 축주는 장기간의 목표를 설정하고 이를 위한 꾸준하고도 끈기있는 노력이 요망되는 것이다.

1. 젖소의 유전현상

젖소의 우유생산량 및 유성분은 다양한 형태의 유전현상에 의해 결정되는데, 이러한 유전현상의 기본단위를 "유전자"라고 한다. 여러개의 유전자들이 모여서 유전형질들 즉, 젖소의 흑백반점, 유량, 유지율, 체형등을 결정한다.

1) 젖소의 성장

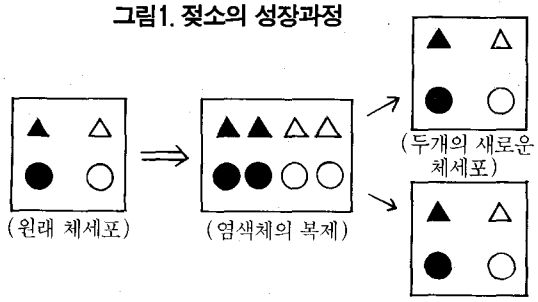
젖소는 여러가지 "조직"(즉, 유방조직, 다리조직, 머리 등)으로 구성되어 있으며, 각 조직들은 많은 수

의 "체세포"로 구성되어 있고, 각 체세포에는 중앙에 "세포핵"이 있으며, 세포핵 내에는 "염색체"라고 하는 나선형의 구조를 한 것이 있으며 이 염색체를 잘게 쪼개면 이것이 유전자가 된다. 염색체는 전자현미경 등으로 확인할 수 있으며, 정확히 똑같은 쌍을 이루고 있다.

염색체의 숫자는 종에 따라 다른데, 소는 30쌍, 말은 19쌍, 사람은 23쌍으로 되어 있다.

조직의 성장은 각 체세포가 복제되고 분리가 되면서 이루어진다. 이러한 과정은 각 염색체가 자신과 똑같은 염색체를 복제하는 과정이다. 복제된 염색체가 분리되면 하나의 체세포가 두개의 체세포로 된다. 이렇게 해서 만들어진 두개의 체세포는 처음의 체세포와 똑같은 수의 염색체를 갖게 된다. 이러한 복제-분리과정의 반복과정이 바로 젖소의 성장과정인 것이다.

그림1. 젖소의 성장과정



2) 송아지의 발생

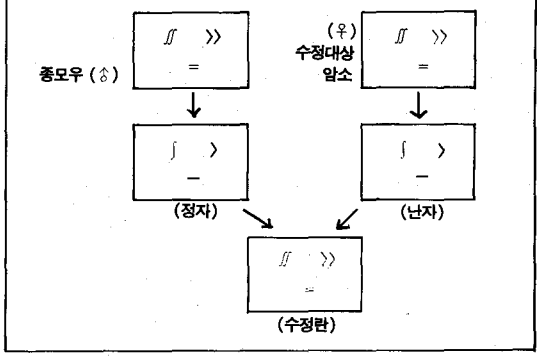
새로운 송아지를 만들기 위해서는 암소와 수소에 의해 만들어지는 정자와 난자의 결합이 필요하다. 정자와 난자의 생성은 각각 정소와 난소에서의 세포분열에 의해 생성되는 "생식세포"에 의한다. 이 생식세포의 분열과정은 체세포의 분열과정과 달리, 세포핵 내에서 쌍을 이루고 있던 염색체가 분열이 일어나면서 둘로 나누어지게 된다. 따라서 정자와 난자의 세포핵 속에는 염색체가 쌍을 이루지 못하고 각각 하나씩의 염색체만 갖게되는 것이다.

정자와 난자는 수소나 암소의 원래 세포에서 정자와 난자로 되면서 쌍을 이루고 있던 염색체중 반만을 갖게되므로, 수소 또는 암소가 갖고 있던 유전물질의 반만을 갖게 되는데, 이것이 체세포 분열과의 차이이다.

수정 또는 수태란 부모의 유전 물질의 반반씩만 갖고 있는 정자와 난자가 하나가 되므로서, 새롭게 쌍을 이룬 염색체쌍을 포함한 수정란을 생성하게 된 것을 말한다. 이렇게 생성된 하나의 세포인 수정란에는 송아지가 가져야할 모든 유전물질이 포함되어 있다.

이렇게 생성된 수정란은 단기간 단세포 상태로 존재하다가, 곧바로 분할이 일어나 각각 30쌍씩의 염색체를 갖는 새로운 두개의 세포가되며 이들은 다시 분할하여 4개의 세포가 되고 이렇게 하여 송아지가 완성될때 까지 약 10개월에 걸쳐 분할을 계속하게 된다.

그림2. 정자, 난자의 생성과 수정



3) 송아지의 잠재능력

흔히 PTA 또는 BCA라고 표시되는 종모우의 능력을 이해하기 위해서는 몇가지 기본적인 유전원리를 이해할 필요가 있다. 위에서 살펴본 송아지의 생성과정을 잘 살펴보면 아래와 같은 세가지 유전법칙을 쉽게 이해할 수 있을 것이다.

㉮ 유전은 유전자라고 하는 것에 의해 지배되며, 이 유전자는 자신과 정확히 똑같은 것을 복제해 낸다.

㉯ 유전자는 쌍으로 존재한다.

㉰ 다음 세대에 전달할 유전자를 형성할 때는 각 유전자쌍에서 임의의 유전자가 전달된다.

예를들어 종모우가 정자를 만들때는 쌍을 이루고 있는 2개의 유전자중에서 하나와 똑같은 것을 복제하여 정자에 넣어 보내며 이것이 자식에게 전달되는 것이다. 암소의 난자도 마찬가지이다.

이러한 과정을 거치면서 자동적으로 개체들간의 차

이가 생기게 되며, 어떤 자식은 부모보다 능력이 좋기도 하고 어떤 자식은 부모보다 능력이 떨어지기도 하는 것이다.

이러한 기본원리를 염두에 두고 송아지의 잠재능력을 결정하는 세가지 요인을 알아보면 다음과 같다.

- 모든 송아지는 아비의 유전자들 중에서 임의로 반을 받는다.
- 모든 송아지는 어미의 유전자들 중에서 임의로 반을 받는다.
- 송아지가 태어나서 자라게 될 환경에 영향을 받는다.

그러나 대부분의 경제적으로 중요한 형질들은 환경의 요소가 60%~90%를 좌우하게 된다.

2. 젖소의 개량체계

젖소를 개량하기 위해서는 혈통정립, 개체별 특성파악, 개체 특성에 맞는 종모우 정액을 활용한 인공수정으로 후대축의 생산 및 축군대체의 과정을 반복해야 한다. 이러한 작업과정은 개개의 목장에서 이루어져야 할 사항이다. 그러나 국가적인 차원에서의 젖소 개량을 위한 작업은 보다 광범위하고 복잡하다. 등록사업을 통한 국내 모든 젖소의 혈통을 확립하고, 산유능력검정사업의 확대 실시로 개체별 산유능력을 확인하고, 체형심사를 통한 개체별 각 부위별 체형특성을 파악하고, 최고 능력우를 선발하여 수송아지를 생산하고 이들 수송아지의 딸을 생산하여 능력을 조사 평가하는 후대검정을 실시하고, 첨단기술인 수정란 이식의 보급을 통한 능력향상의 가속화를 도모하고, 선발의 강도를 높이고, 종축(초고능력우, 종모우등)의 회전을 빨리하여 세대간격을 단축하고, 유전자지도 작성 등 생화학적 기법의 동원 등 다양한 방법을 총동원하여 젖소개량을 도모하고 있다.

가. 후대검정을 통한 종모우의 선발

젖소의 수소가 우유를 얼마나 낼 수 있는 유전자를 가졌으며, 유지율은 얼마나 낼 수 있는 유전자를 가졌는지 알아보려면, 수소 자신에 대한 어떠한 정밀조사를 한다고 해도 알 수가 없다. 따라서 수소의 능력을 알기 위해서는 그 수소의 유전자중 절반을 물려받는 딸소들을 조사하므로서 그 수소의 유전적인 능력을 추측해 볼 수 있을 것이다. 이러한 딸소를 생산하고 이들을 조사하여 분석하는 과정을 후대검정이라 한다.

1) 후대검정의 과정

각각의 딸소들은 그 아비의 유전자들 중 임의의 반을 갖고 태어나므로, 특정 종모우의 능력을 평가할 때는 임의로 채택된 딸소들을 평가해야 한다. 실제로는 경제적인 여건과 유전적인 현상을 고려하여 종모우당 30~50두의 딸소들을 평가하게 되는 것이다. 그러나 평가에 이용되는 딸소는 많을수록 평가의 정확도가 높아진다. 후대검정의 실시과정을 요약하면 다음과 같다.

㉮ 후보 종모우의 생산(1년)

종모우들중에서도 가장 우수한 종모우와 암소들중에서 가장 우수한 것을 찾아 수송아지를 생산한다. (인공수정, 수정란이식, 외국에서의 도입)

㉯ 후보종모우의 육성 및 선발(1년)

생산된 송아지가 성숙할때까지 육성후 심사(부모의 능력, 정액성상, 외모, 전염병 등)하여 기준 이상이며, 다른 것들과 비해 잠재능력이 우수한 것을 선발한다.

㉰ 조정교배로 딸소의 생산(1년)

후보종모우로 선발된 수소의 정액을 채취하여 전국의 농가에서 사육되고 있는 암소들에 골고루 수정시켜 딸소를 생산한다.

㉱ 딸소의 육성과 분만(2년)

생산된 딸소는 각 목장에서 육성→수태→분만까지 다른 소와 구별없이 동일한 조건하에서 사육된다.

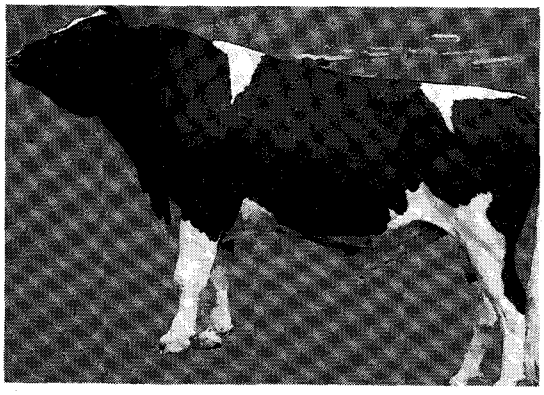
㉲ 딸소의 산유능력검정(1년)

딸소에 대한 비유중 사양관리 및 산유능력검정은 목장내 다른 소들과 동일하게 실시한다.

㉳ 집계분석 및 종모우의 선발

딸소들의 능력을 종합하고 컴퓨터를 이용한 통계적인 분석결과에 의해 종모우를 선발하게 되며 통계 분석결과를 책자로서 작성하여 일반농가에 배부하므로, 농가에서는 이 자료를 적절히 활용 자신의 축군을 개량하는데 참고하게 된다. 따라서 한마리의 검정필 종모우가 선발되기까지에는 6~7년이나 소요된다.

2) 종모우 평가 방법



○낭우의 생산기록 평균치 표시법

미국 DHIA가 실시하는 검정사업에서 기록된 낭우의 성적을 성년형으로 보정하여 그 평균치를 종모우의 유전능력의 순위로 사용하여서, 홀스타인협회에서 평판이 높은 일부 종모우를 대상으로 공식발표하는 초창기 방식이다. S=D의 식으로 능력을 표시하는 방법이지만, 사양관리의 실태가 각각 다르고, 각 지역차가 크기 때문에 적절한 종모우 평가법이 될 수 없었다.

○모낭비교법

사양관리가 다른데 따른 차이는 동일우군내에서라면 어느정도 완화될 수 있다고 생각하는 방법으로, 동일우군에서 사육된 모낭간의 생산성적 차를 구해서, 그기에 내재되어 있는 종모우의 능력을 추정하는 방법으로서, 1925년에 지수 S=2D-M(D=낭우의 기록, M=어미의 기록)의 식이 제시되었다.

미국 농무성에서는 DHIA기록을 모두 6세 성년형 305일, 2회 착유기록으로 보정하여 상기지수를 구해서 1935년~1962년 동안 종모우능력을 추정하였다.

○동기우 비교법(Herd mate comparison)

모낭비교법의 결점은 모와 낭의 생산기록이 작성된 시기가 약간의 차이가 있어, 그 사이의 사양기술의 진보, 혹은 목장의 경제사정의 변화가 생산성적에 어느정도 큰 영향을 미치게 된다. 이러한 문제점을 제거하기 위해 대상이되는 종모우의 낭우들과 거의 같은시기에 분만한 동일우군에 있는 다른 모든 종모우의 낭우들성적과 비교하는 방법이 개발되었다. 또한 각 우군에 있는 대상 종모우 낭우의 평균치와 다른 동기우의 평균치와의 차에 두수로 가증치를 주어 전체우군의 성적을 집계한 PD값(기대치)를 산출하는 방법이다.

동결정액이 널리 보급 이용되고 있는 상태에서 검정필 종모우의 활용도가 높아짐에 따라 미국 농무성은 1963년~1973년 동안 이 방법에 의해 평가치 PD를 유량과 유지율 형질에 대해서 산출하여 이것을 발표하였다.

○수정 동기비교법(MCC 법)

최근 4~5년전까지 사용되어 온 MCC종모우 평가법은, 1974년 부터 미국 농무성이 새롭게 적용한 방법으로, 종전의 동기우 비교법에 유전적동향, 우군간의 유전적레벨의 차이, 우군간의 관리의 차등을 충분히 감안하는 형태로 수정이 가해졌다.

또한 혈통지수로서 외조부의 능력을 가미한 평가법이 행해지는 것으로 종모우의 평가치의 정확도가 비교적 높아지게 되어, 개량속도가 가속화되는 효과를 나타내었다.

방법은 평가대상 종모우의 낭우의 성적과, 동일 우군중에서 동일시기에 분만한 타종모우의 낭우들의 성적과의 차이에 반복율(R)을 곱한 것과, 그 종모우의 혈통지수(PI=0.5×부의 PD+0.25×외조부의 PD)로서 부여된 그룹에 소속된 종모우의 낭우들이 수정 동기 비교 차 (MCD)의 평균치에 (1-R)을 곱한 것을 더해서 산출한다.

R의 값은 낭우수 및 낭우가 분포한 우군수가 많아지면 높아지지만 반대로 어린종모우의 경우는 자신의 R값이 낮은 소로서, 혈통지수가 동등한 계층의 종모우의 후대검정 성적으로 부터 자신의 PD치를 보충하는 정보가 제공되므로 비교적 어린소 부터 자신의 PD값이 추정되는 방식이다.

특히, 동기우 비교법에서는 1년을 2계절로 구분하여, 그 사이에 분만한 것을 동기우로 하였으나, MCC법에서는 대상 종모우의 낭우 분만월을 중심으로 전후 2개월 사이에 분만한 것을 동기우로 하였다. 유전베이스는 1974년에 분만한 낭우를 갖는 모든 종모우의 PD 값의 평균을 0점으로 한 고정베이스법을 적용하였다.

○ **PDT(체형평가치)의 산출**

미국 홀스타인협회에서는 1974년 부터 등록암소의 체형심사의 최종평점에 대해 종모우의 PDT를 계산하여 발표하였다.

유방정중인대	0.12	뒷다리 각도	0.15
뒷유방의 높이	0.22	발급 각도	0.15
뒷유방의 폭	0.15	엉덩이 각도	0.17
유방의 깊이	0.26	엉덩이 폭	0.26
앞유방의 부착	0.15	예각성	0.16
유두의 배열	0.23	강건성	0.22

체형의 선형 형질에 대한 평점에 대해서도 동일한 방법으로 산술식을 적용해서 PD치를 구하고, 전체 종모우를 통틀어 상위 15%에 들어가는 형질에는 강조표시를, 하위 15%에 들어가는 형질에 대해서는 약한 표시를 하였다.

○ **Animal Model 법에 의한 PTA치의 산출**

근래들어 가축육종학설의 뚜렷한 진보와 대형 컴퓨터의 개발을 배경으로 미국 농무성에서는 MCC법 대신 1989년 부터 Animal Model에 의한 BLUP법으로 Bull Index와 Cow Index를 동시에 산출하는 방법을 채택하는 대변혁을 단행하였다. Animal Model 프로그램은 MCC법 시대에 사용한 Sire Model과는 많은 공통점을 갖고 있으나, 양자간의 가장 중요하게 다른 점은 개체의 혈연정보를 강조한데 있다. 즉 MCC법에서 사용한 주요한 혈연정보는 아비 및 외조부, 즉 수소측과 낭우와의 관계였다.

그러나 Animal Model로는 개체자신은 물론, 평가성적을 갖는 혈연개체의 정보를 모두 조합하여 평가가 행해진다. 특히 종전부터 중요성이 지적되면서도 무시되어 온 암소 가계의 정보가 이용되고, 자손의 정보까지도 포함되는 점이 획기적인 진보이다.

세계의 소 사육두수(1992)

(단위 : 천두)

순위	국명	총두수	순위	국명	총두수	순위	국명	총두수
1	인도	271,437	11	영국	11,698	21	체코	4,838
2	브라질	130,700	12	카나다	11,400	22	유고	4,415
3	구소련	112,400	13	이탈리아	8,104	23	필리핀	4,375
4	중국	104,214	14	뉴질랜드	8,085	24	벨기엘·룩셈	3,267
5	미국	100,110	15	폴랜드	8,030	25	한국	2,527
6	아르헨티나	50,029	16	아일랜드	6,180	26	오스트리아	2,513
7	멕시코	30,157	17	루마니아	5,017	27	덴마크	2,222
8	호주	25,075	18	스페인	5,000	-	스위스	1,827
9	독일	22,939	19	일본	4,917	-	대만	158
10	프랑스	19,926	20	네덜란드	4,900			