

유전자를 이용한 젖소 수태율 개선

번역: 최태일

Peter J. Hansen

(Department of Animal Sciences, University of Florida)

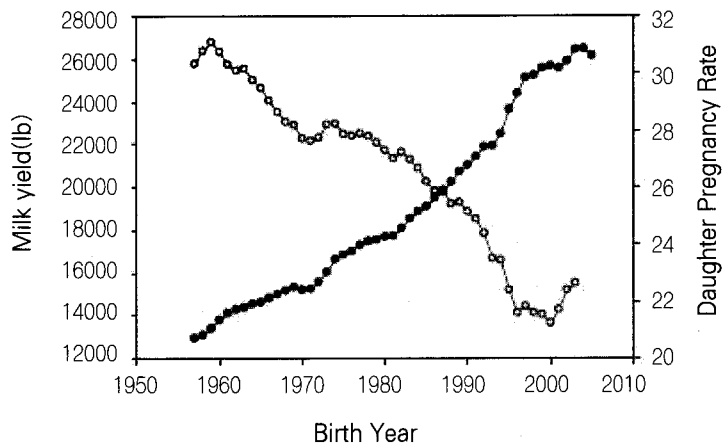
오늘날 젖소의 원유 생산량은 과거 40여년 전인 1957년에 비해 거의 두 배가량 증가하였다. 생산량이 이렇게 증가하게 된 원인은, 산유량과 관련된 유전적인 선발, 사양 관리 및 기타 관리방법의 발전에 의해 가능해졌다. 그러나 같은 기간 동안의 번식 성적은 꾸준히 하향 곡선을 그리고 있으며, 최근에 와서야 약간의 상승세를 보이고 있다. 이처럼 번식 성적이 좋지 않았던 이유는 복잡하며 그 원인이 아직까지 명확하게 밝혀지지 않고 있지만, 근친교배, 번식과 관련된 선발에 있어서의 이해 부족, 산유량 증대에 따른 비유 스트레스, 사육환경의 변화 등으로 여러 가지 상황들이 복합적으로 연관이 되어 있는 것으로 알려져 있다.

품종간 교배

최근 미국 낙농업계는 품종간 교배 분야에 대해서 새롭게 관심을 보이고 있는데, 그 중에서도 근친 교배에 관한 관심이 매우 높다. 1960년부터 2007년까지 미국 내 홀스타인

과 저지 간의 교배에 관한 연구가 (그림 2)에서 보듯이 꾸준히 증가해 오고 있다. (1960년은 근친 교배 연구의 원년으로, 당해 년도에 태어난 근친 교배의 효과를 "0"으로 삼았다.)

소는 30쌍(雙)의 염색체와 그 속에 약 21,000개 유전 형질을 가지고 있다. 염색체는 쌍으로 이루어지기 때문에, 부(父)와 모(母)로부터 각각 한 개씩의 유전자를 물려받게 된다. 따라서, 근친 교배의 가장 큰 피해로는, 부모로부터 각각 동일한 유전자를



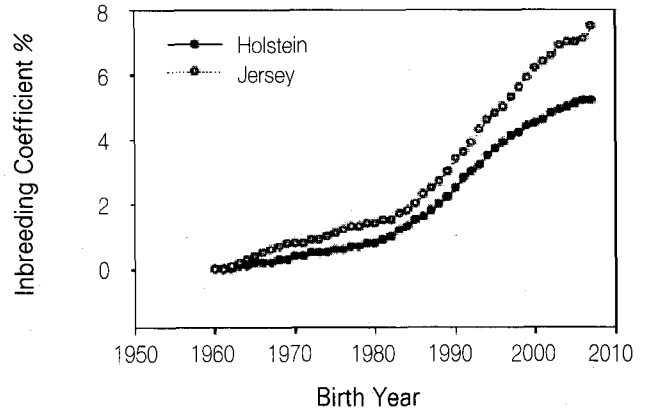
(그림 1) 미국 홀스타인의 산유량(●)과 남우임신율(○) 추세, 출처: USDA-ARS(2007.2)

물려 받을 가능성이 높아지는 것으로, 이렇게 되면 능력이 떨어지는 동일한 유전자가 결합하여 표현형으로 나타나는 것이다. 일반적으로, 교배시 태어날 자손의 근친 계수는 6.25% 미만이 되도록 하고 한다. 2007년 미국에서 태어난 개체의 평균 근친 계수가 홀스타인은 5.1%, 저지는 7.5%로 각각 나타났다. 그리고 두 품종간 수치 합의를 평균을 내면 6.25%보다 높은 수치이다.

품종간 교배의 장점으로는 평균적인 능력을 가진 부모로부터 태어난 자식의 능력이 부모보다 훨씬 뛰어난 현상인 잡종간 강세를 들 수 있다. 본질적으로, 잡종간 강세 현상은 근친 교배의 단점에서 출발한다. 한 쌍의 유전자가 각각의 다른 부모로부터 또한, 다른 유전자를 얻을 수 있는 확률이 높아진다는 것은 '능력이 더 좋아질 수 있는' 가능성이 높아진다는 것이다.

품종간 교배는 일부 유우(乳牛)종의 수태율과 건강 형질에 대한 새로운 분야를 개척할 수 있는 기회로 작용하기도 한다. 지난 몇 년간 미국 미네소타 대학에서는 홀스타인과 노르망디종(프랑스 북서부 노르망디 지역에서 개량한 품종으로 유육우이지만 유우로 더 많이 활용), Montebeliarde, 스칸디나비아 레드종의 품종간 교배에 관한 연구를 수행해왔다. 가장 최근에 이루어진 연구 결과 자료에 의하면, 품종간 교배로 산유량은 감소하지만 수태율과 수명 연장에는 우수한 것으로 나타났다고 한다.

(표1)을 보면, 1산 비유기 동안 홀스타인의 공태 일수가 150일인 것에 비해 품종간 교배종은 평균 19~27일이 더 짧은 것으로 나타났다. 또한 첫 번째



〈그림2〉 미국내 홀스타인(●)과 저지(○)간의 근친 인자 추세.
출처: USDA-ARS 동물 개량 프로그램 연구소(2007년 2월)

〈표1〉 순종 홀스타인과 잡종 홀스타인간의 번식과 비유 형질

형질	홀스타인	Normande X	Montebeliarde X	Scandinavian Red X
		Holstein	Holstein	Holstein
첫 수정시 수태율	22	35	31	30
공태일수	150	123	131	129
305일 산유량	9,757	8,529	9,159	9,281

행한 인공수정에서도 수태율이 홀스타인 순종보다 노르망디×Holstein, Montebeliarde×Holstein이 훨씬 더 높았다. 그러나, 산유량 측면에서는 홀스타인 순종이 많은 것을 알 수 있다. 1산 비유기 동안 Normande×Holstein 보다는 1,227kg, Montebeliarde×Holstein 보다는 597kg, Scandinavian Red×Holstein 보다는 476kg 산유량이 더 많았다. 교배 실험군간의 산유량 차이는 2산 비유기에서 더 벌어졌다. 305일 기준 홀스타인의 평균 산유량은 11,881kg이지만, Normande×Holstein은 9,917kg, Montebeliarde×Holstein은 10,680kg, 그리고 Scandinavian Red×Holstein은 10,742kg으로 각각 나타났다.

번식 형질과 관련하여, 캘리포니아에서 행해진 연구에서는 잡종의 사산율은 낮아졌고 수명 또한

늘어난 것으로 결론을 지었다.

품종간 교배의 장점에도 불구하고, 아래에 설명할 2가지로 인한 우려를 나타내고 있다. 첫째, 품종간 교배에서 태어난 자손들에 있어 잡종 강세와 표준화의 상실이다. 없어지는 잡종 강세의 장점은 종모우를 3~4대 주기로 교체하면 거의 해결될 수 있다. 3대마다 종모우를 교체하면 잡종 1세대가 가지고 있던 강세 능력의 86~88% 유지할 수 있으며, 4대마다 교체하면 93~94%까지 유지시킬 수 있다. 품종간 교배에 있어 두 번째 우려 점은 홀스타인 순종과 비교해서 산유량이 감소한다는 것이다.

품종간 교배로 얻을 수 있는 수태율 향상과 건강해진 측면이 줄어든 산유량을 보상해 줄 수 있는지에 대해서는 한 마디로 결론을 낼 수는 없다. 유대, 사료비, 수태율 등에서 나타난 차이로 인해 어떤 지역에서는 유리할 수 있지만, 또 다른 지역에서는 불리해질 수 있다는 것이다. 플로리다에서는 현재 국가적인 관심사를 불러모으고 있는 Norwegian Red×Holstein 품종간 교배를 지역 일부 농가에서 실제로 적용할 계획에 있지만, 이에 따른 생산물에 대해서는 거의 관심이 없는 형편이다.

번식 선발 - 낭우임신율 (Daughter Progency Rate)

최근까지, 젖소의 번식 능력을 개선시키려는 목적으로 유전적 선발을 이용한 움직임은 아직까지 많지가 않다. 산유량과 같은 생산성 형질과 비교해 번식 형질의 유전율은 상대적으로 낮기 때문에, 유전적으로 개선을 도모하기에는 더욱 어려운 실정이다. 유전율이라는 것은 가지고 있던 형질을 변수로 해서 길고로 나타나는 부분(확률)이다. 그러나 최고의 능력을 보이고 있는 개체가 최고의 유전 인자를 가지고 있다고 말은 할 수가 없고 또한 그 가능성도 지극히 낮기 때문에 유전자 선발에 있어 빠른 시간내에 큰 발전을 기대하기는 사실 어렵다.

번식 형질의 유전율은 0.05 미만 밖에 될 질 않

는다. 쉽게 표현하면, 번식과 관련한 5% 미만의 유전자 변수에 의해 유전형 차이가 발생한다는 것이다. 번식이라고 하는 것은 사양 방법, 온도, 수정 방법 등 비유전적인 요인에 의해 좌우되기 때문에 크게 놀랄 일은 아니다. 그러나 유전율이 낮다고 해서 번식을 조정하는 유전자가 없다라고는 할 수 없다. 사실, 지금도 번식에 영향을 미치고 있는 특정한 유전자를 발견하기 위해 많은 학자들이 노력하고 있다.

USDA는 2003년부터 번식에 관한 종모우의 유전적 장점을 평가하기 시작했다. 이 때 이용하는 기준으로는 낭우임신율(DPR)을 활용하고 있다. 낭우임신율이라고 하는 것은 공태가 시작된 날로부터 시작하여 실제 암소가 임신할 수 있는 발정이 시작되는 21일째와 직접적인 관련이 있다.

낭우 임신율의 유전율은 0.04밖에 되지 않지만, 번식에 관한 유전 능력을 정확하게 평가할 수 있도록 공태일에 영향을 미치고 있는 일부 요소의 조정 여부와 방법에 대한 연구가 진행 중에 있다. 2006년 Weigel이 발표한 바에 의하면, 상위 10%에 있는 종모우의 낭우임신율은 하위 10%의 종모우의 낭우임신율보다 4.9% 더 높다고 한다. 이 차이는 공태 20일인 한 번의 발정 주기와 거의 일치하는 수치이다. (낭우 임신율의 1% 차이는 공태일 4일 차이와 같다.)

번식 유전율이 낮아서 기술의 발전 속도는 빠르지 않다고 하더라도, 유전적 선발을 통해 개선될 수 있다. (그림1)에서 보듯이, 1959년부터 1995년까지 낭우임신율의 지속적인 감소는 1990년 후반에 최저점을 지나 2000년부터 높아지고 있다.

낭우임신율이 증가하고 있는 이유는 번식관리에 대해서 낙농가들이 이제야 높은 관심을 보이고 있고, 적기에 수정을 할 수 있도록 표준화된 방법이 널리 보급되었기 때문이다.

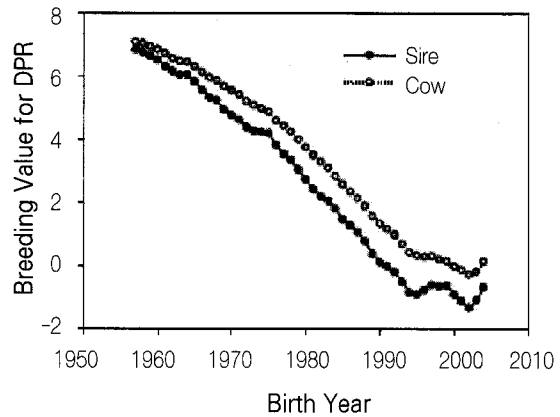
1994년에 처음 평가 되었고, 번식과 상당히 많은 관련성이 있는 생산수명은 최근 개량 부문에서 큰

역할을 하고 있다. 낭우임신율에 대한 정액과 육종가의 변화를 (그림3)에서 보여주고 있다. 수태율은 장기간에 걸쳐 감소 추세를 보이다가 1990년대 중반부터 멈췄고 그 후로는 조금씩 향상되고 있다.

낭우 임신율을 이용해서 높은 육종가를 가진 종모우를 판매하고 있는 Alta genetics사는, 해당 종모우의 선택으로 낭우 임신율에 있어 수태율을 향상시킬 수 있다고 웹사이트에 등재하였다. 낭우임신율이 우수한 종모우의 수태율은 일반 우군의 수태율과 비교한 결과, (표2)에서 볼 수 있듯이, 실험 우군의 번식 성적이 대상 우군에 비해 월등히 앞선 것으로 나타났다. 그러나 아래 있는 수치 자료를 해석할 때 주의해야 할 점은, 성적이 우수한 개체의 낭우의 수는 적어서 완전한 연구 결과 자료로 인정하기에는 무리가 있다.

경제적인 측면에서 낭우 임신율의 개선은 충분히 그 가치가 있다. De Vries는 21일 임신율에 있어 1% 단위 증가는 두당 연간 20달러의 가치가 있다고 했다. 임신율이 낮았을 때는 그 가치는 더 높아지게 된다. 유전적 선발에 의해 추가적으로 생산된 원유 0.5kg의 한계 수익은 0.05달러/kg이다. 다른 말로, 21일 임신율 1% 향상은 연간 두당 산유량 90kg과 맞먹는 수치이다.

젖소 수태는 주로 환경적인 요인에 의해 많은 영



〈그림3〉 미국 홀스타인 출산년도의 기능으로써 낭우임신율에 대한 정액과 육종가 변화 추세

향을 받고는 있지만, 유전적 요소를 간과해서는 안 된다. 지난 5년간 발생한 젖소 수태율의 증가는 젖소의 유전적 요인이 변했기 때문으로 품종간 교배를 통해 수태율을 높이고 수명을 연장시킬 수 있지만, 산유량은 줄어든다는 것이 여태까지 행해진 연구의 일반적인 결론이다.

마지막으로 품종간 교배를 통해서 얻을 수 있는 장점은 목장별로 지역별로 전혀 다르게 받아들여질 수 있다. 그리고 품종간 교배의 경제적 가치는 아직까지 정확하고 신빙성 있게 마련되지는 않았다. 그렇지만 번식에 대한 유전적 평가기준은 낭우 임신율의 형태로 있으며, 높은 낭우 임신율을 보유한 종모우의 낭우는 일반적인 우군보다 수태율이 더 좋아질 것이다. ☺

	Number	Conception rate(%)	Pregnancy rate(%)	Days open	Mil yield, 305-day mature equiv.(lb)
Blastoff daughters	58	51	29	94	23,398
Two-year old herd mates	755	30	16	120	22,836

^a Data from Alta Genetics (<http://www.altagenetics.com>).