

젖소의 불완전한 산유기록 보정방법

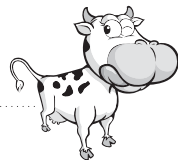
유우군검정이란 암소의 산유량, 유지율, 유지량 및 기타 유성분 등에 대한 생산능력을 조사하는 것 즉, 종빈우의 평가를 위한 자료를 수집하는 과정을 말한다.

이는 축군에 남길 번식우의 선발을 비롯해 대체 육성우(replacement heifers)를 생산하기 위해 번식에 이용할 암소의 선발, 그리고 후보종모우를 생산하는데 이용할 종빈우의 선발들을 위해 필요하다.

1. 유기내 산유량 추정

암소의 산유량은 한 비유기 동안 매일 측정하면 정확히 알 수 있다. 그러나 산유량을 매일 측정한다는 것은 많은 노력과 경비가 소요되므로 그렇게 하지 않고 일정 간격으로 몇 차례 조사해 한 비유기의 산유능력을 추정하는 것이 관행으로 되어 있다. 이 추정법에는 CDM(centering data method)법과 TIM(test interval method)법이 흔히 쓰여지고 있다.

CDM법은 분만 후 10개월 동안 1개월 간격으로 1일씩 산유량을 조사하여 누계한 다음 여기에 30.5를 곱해 305일의 산유량으로 하는 방법이다. 이 방법은 1개월을 30.5일로 가정하고 계산한 것인데 계산 절차가 간단하기는 하지만 만일 측정간격, 즉 조사간격이 일정하지 않거나 분만 후 첫 조사일 까지의 비유일수가 길어질 경우 편의(bias)가 커지는 결점이 있다. 그리고 한 비유기를 305일로 한 것은 유우의 생리적 번식주기와 착유의 경제성 등을 고려할 때 10개월 착유와 2개월 간 건유가 가장 바람직하기 때문이다.



TIM법은 CDM법과 달리 산유량 측정일을 모두 동일한 간격으로 설정하는 것이 아니고 비유곡선을 감안해 적의 하게 설정한다. 그리고 각 산유량 측정일 사이의 구간유량(PL) 추정은 해당 구간의 비유일수(LI) 중 유량 측정일을 제외한 일수(LI-1)에다 직전 측정일의 유량(P_{n-1})과 해당 측정 일의 유량(P_n)간 평균치 $[(P_{n-1}+P_n) \div 2]$ 를 곱하고 여기에다 해당 측정일의 유량(P_n)을 더해서 계산한다. 즉, $PL = (LI - 1)[(P_n + P_{n-1}) \div 2] + P_n$ 이 된다.

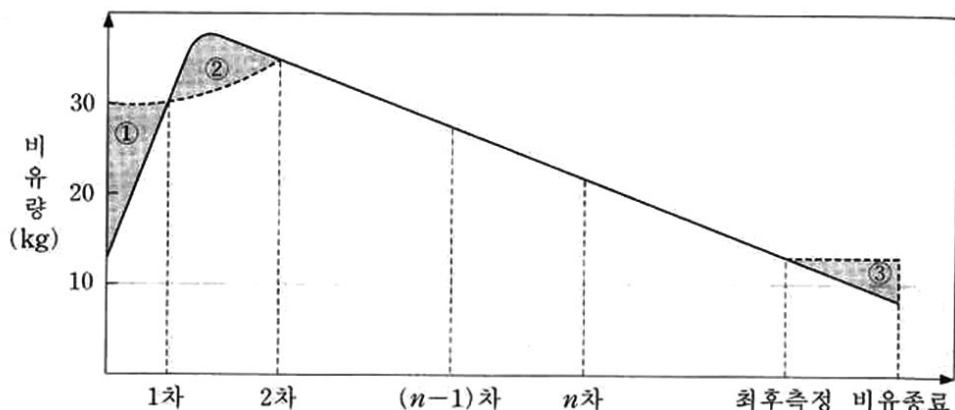
그러나, TIM방식으로 각 구간의 유량을 추정하면 1일 최고유량 도달이 전의 구간과 유기의 최종 구간에선 실제 유량보다 과다하게 추정되고, 1일 최고유량이 중간에 포함되는 구간에서는 과소하게 추정되므로 보정해 주어야만 정확히 된다.

1) 분만 후 1차 측정일 까지의 추정생산량 보정

1차 산유량 측정은 분만 후 7일부터 45일 이내에 이루어져야 한다. 그리고 이 구간의 산유량 추정은 앞 구간이 없기 때문에 1차 측정 성적만으로 계산하게 된다. 한편 첫 조사기간은 산유량이 급격히 증가하는 시기이고 또 1차 측정일은 대개 최고 유량기에 해당하기 때문에 1차 측정 유량에 비유기간을 곱해 이 기간의 산유량을 추정하면 다음 <그림 1>에서 ①의 부분만큼 과다 추정이 될 수밖에 없다. 그러므로 과다 추정분을 배제시키지 위해서는 <표 1>의 보정계수를 이용해 다음과 같이 추정하여야 한다.

$$PLa = DIM_1 \times P_1 \times F_1$$

여기서 PLa 는 측정구간의 보정 생산량이고, DIM_1 은 1차 측정일 까지의 비유일수, P_1 은 1



<그림 1> TIM법에 의한 측정간격의 생산량 추정 모식도

* 색이 있는 부분 ①②③은 TIM에 의해 편의를 일으킬 수 있다.

<표 1> 1차 측정일까지의 생산량 보정계수(F1)

6	0.71	0.74	22~23	0.81	0.84	48~50	0.91	0.94
7	0.72	0.75	24~25	0.82	0.85	51~54	0.92	0.95
8	0.73	0.76	26~27	0.83	0.86	55~57	0.93	0.96
9~10	0.74	0.77	28~30	0.84	0.87	58~61	0.94	0.97
11	0.75	0.78	31~33	0.85	0.88	62~64	0.95	0.98
12~13	0.76	0.79	34~35	0.86	0.89	65~68	0.96	0.99
14~15	0.77	0.80	36~38	0.87	0.90	69~72	0.97	1.00
16~17	0.78	0.81	39~41	0.88	0.91	73~75	0.98	1.00
18~19	0.79	0.82	42~44	0.89	0.92	75~	1.00	1.00
20~21	0.80	0.83	45~47	0.90	0.93			

차 측정일에 조사된 생산량, 그리고 F_1 은 보정 계수이다.

2) 최고유량을 포함하는 구간의 추정 산유량 보정

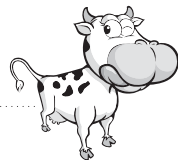
만일 1차 추정일이 분만 후 40일 훨씬 이전 이고, 2차 측정일이 1차 측정일 후 75일 이내라

면 최고 유량일이 측정구간의 중간에 오게 된다. 따라서 구간 양단에서 측정된 유량 평균치를 근거로 구간 산유량을 추정하면 <그림 1>에서 ②의 부분만큼 과소 추정되는 것이다. 이를 보정하려면 앞에서 설명한 PL 계산식에 <표 2>에서 보정계수 F_2 값을 찾아 곱해 주면 된다.

$$PL_{\alpha} = [(LI-1)(P_{n-1}+P_n)/2+P_n] \times F_2$$

<표 2> 최고 유량일이 포함된 측정구간의 산유량 보정계수(F2)

6~7	1산차	1.04	1.06	1.08	1.09	1.11	1.13	1.15	1.16
	2산 이상	1.02	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10	1.12	1.13
8~10	1산차	1.02	1.03	1.04	1.05	1.07	1.08	1.09	1.10
	2산 이상	1.01	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09
11~13	1산차	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.05	1.06	1.07
	2산 이상	1.01	1.02	1.03	1.04	1.04	1.05	1.06	1.07
14~22	1산차	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.03	1.04	1.05
	2산 이상	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.03	1.04	1.05
23~31	1산차	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02	1.03
	2산 이상	1.00	1.00	1.01	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01
32~39	1산차	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.02	1.02
	2산 이상	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02	1.03



〈표 3〉 최종 측정일부터 조사 마감일까지의 추정 산유량 보정계수(F₃)

1산차							
40~159	0.99	0.98	0.97	0.97	0.96	0.95	0.94
160~249	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93
250~305	0.99	0.97	0.96	0.95	0.94	0.92	0.91
2산차 이상							
40~129	0.99	0.97	0.96	0.95	0.94	0.92	0.91
130~184	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.90
185~224	0.98	0.96	0.95	0.93	0.91	0.89	0.88
225~254	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.86
255~279	0.98	0.96	0.93	0.91	0.89	0.87	0.84
280~305	0.97	0.95	0.92	0.90	0.87	0.85	0.82

이 식에서 LI는 측정일 사이의 간격이고, P_{n-1}과 P_n는 각각 전회(1차)와 금회(2차)에 측정된 산유량이다.

$$PL_n = LI \times P_n \times F_3$$

이상과 같이 각 측정구간의 산유량을 추정해 보정한 후 모두 합하면 한 비유기의 산유량이 된다.

3) 최종 측정일부터 조사 마감일까지의 추정생산량 보정

최종 측정일이 분만 후 305일 훨씬 이전일 경우 305일 측정 유량 성적이 없으므로 최종 구간 유량계산은 최종 측정 유량에다 최종구간의 일수를 곱해 계산할 수밖에 없다. 그리고 조사 마감일까지의 유량이 최종 측정일 유량보다 적기 때문에 이 구간의 유량은 〈그림 1〉의 ③부분만큼 과다 추정이 될 수밖에 없다. 따라서 〈표 3〉의 보정계수(F₃)를 이용해 다음과 같이 최종구간 산유량을 추정한다.

2. 산유기록의 비유전적 요인에 대한 보정

산유량은 여러 가지 비유전적 요인의 영향을 받고 있다. 따라서 개체간에 유전적인 산유 능력을 비교하려면 우선 추정된 유량에 대해 비유전적 요인의 영향을 표준화 해야한다. 즉, 각 개체에서 추정된 유량을 각 요인의 표준유량으로 보정하여서 비교해야 한다.

비유전적 요인은 우리가 이미 알고 있는 환경효과와 어떤 특정 요인으로 분류할 수는 없으

나, 실제로 영향을 미치는 기타 효과로 나누어진다. 전자의 경우는 착유횟수, 분만연령, 분만계절, 건유기간, 산유일수, 공태일수 등인데, 이들은 일반적 기준으로 표준화가 가능하지만 후자의 경우는 조정할 수가 없어서 유전평가 시 통계모형에 포함시켜 유전적 효과와 구분한다.

1) 착유횟수

1일 착유횟수를 2회에서 3~4회로 늘리면 생산 유량은 조금씩 더 증가한다. 그러나 특별한 경우가 아니면 1일 2회 착유를 하는 것이 기준이다. 1일 1회 착유하면 유량은 2회 착유시의 40~50%로 대폭 감소되기 때문에 고려할 여지가 없고, 3회 이상 착유시는 증가된 노력등 경비를 보상 할 수 있을 때에 한해서만 가능하다. 이러

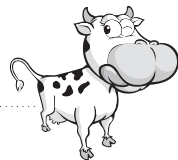
한 경우는 1일 산유량이 30kg 이상일 때로서 고능력우가 아닌 보통우일 경우 최고 유량기를 전후해 몇 주일 되지 않는다. 따라서 1일 3회 착유한 유량을 2회 착유시의 유량으로 보정해 개체간 산유능력을 비교하는 것이 보편적이다.

USDA(1972)의 보고에 의하면 2회 착유시 유량(REC_{2x})에 대한 3회 착유시 유량(REC_{3x})의 상대적 증가율(RI)은 2~3세에서 0.20(20%), 3~4세에서 0.17(17%), 4세 이상에선 0.15(15%)로 되어 있다. 이 증가율을 가지고 3회 착유량을 2회 착유량으로 보정하는 계산식은 다음과 같다.

$$REC_{2x} = REC_{3x} / [1 + RI(DIM_{3x}/DIM)]$$

표 4 1일 3회 착유기록을 2회 착유기록으로의 환산 보정계수

5~15	0.99	0.99	0.99	156~165	0.90	0.92	0.93
16~25	0.98	0.99	0.99	166~175	0.90	0.91	0.92
26~35	0.98	0.98	0.98	176~185	0.89	0.91	0.92
36~45	0.97	0.98	0.98	186~195	0.89	0.90	0.91
46~55	0.97	0.97	0.97	196~205	0.88	0.90	0.91
56~65	0.96	0.97	0.97	206~215	0.88	0.89	0.90
66~75	0.95	0.96	0.96	216~225	0.87	0.89	0.90
76~85	0.95	0.95	0.96	226~235	0.87	0.88	0.90
86~95	0.94	0.95	0.96	236~245	0.86	0.88	0.89
96~105	0.94	0.94	0.95	246~255	0.86	0.88	0.89
106~115	0.93	0.94	0.95	256~265	0.85	0.87	0.88
116~125	0.92	0.93	0.94	266~275	0.85	0.87	0.88
126~135	0.92	0.93	0.94	276~285	0.84	0.86	0.88
136~145	0.91	0.93	0.93	286~295	0.84	0.86	0.87
146~155	0.91	0.92	0.93	296~305	0.83	0.85	0.87



위 식에서 DIM_{3x} 는 3회 착유일수이고, DIM은 전체 비유일수이다. 그리고 RI는 연령별 상대적 증가율이다. 가령 2세의 소에서 30일 동안 3회 착유한 유량이 1050kg이었다면, 2회 착유로 횟수 보정한 유량은 보정계수가 0.98이므로 $1050 \times 0.98 = 1029$ (kg)이 된다(표 4).

그리고 3회 착유일수를 정확히 모르는 경우, 즉 산유량을 월 1회 또는 일정한 주기로 측정할 경우 3회 착유일수를 정확히 알 수 없는 경우가 생기는데, 이때에는 전번 측정일에 2회 착유 하였고 급번 착유일에 3회 착유하고 있으면 전번 측정일 다음날부터 급번 측정일 사이 기간의 1/2을 3회 착유일수로 가정하고 보정한다.

2) 비유기간(lactation length)

젖소는 분만간격을 1년으로 하고, 305일(10개월) 착유에 60일(2개월) 건유를 시키는 것이 비유 생리상 가장 경제적이다. 그러나 검정을 하다 보면 305일 이전에 자연 건유 되거나 질병, 조산, 사고, 도태 등 여러 가지 원인으로 정상적인 기록을 얻을 수가 없는 경우가 많다. 이 같은 부분 기록도 대부분 제외시키지 않고 305일 완전 기록으로 보정해 이용하면 종모우 능력평가를 좀더 정확히 할 수가 있다. 그러나 모든 불완전 기록이 다 보정에 이용되는 것은 아니다. 유전적인 요인 때문에 검정이 중단된 부분 기록은 제외되어야 하며, 비유 초기의 기록이 불완전하거나 비유 중 검정이 누락된 기록,

그리고 유방염, 케토시스같은 질병에 의해 기록이 종료된 부분기록은 종모우 평가에 포함시키지 않는 것이 일반적이다.

3) 분만월령(calving age)

한 유기의 생산 유량은 초산 후 성년연령(만 6세) 도달 시까지 증가되었다가 노년기(8세 이후)에는 점차 감소되어 간다. 따라서 연령이 다른 개체간 능력을 비교하려면 동일 연령의 산유능력으로 보정한 후에 하여야 한다. 이때 보정연령 기준은 어느 연령으로 하여도 상관 없지만 관행적으로 성년연령을 기준으로 한다.

분만연령의 차이에 대하여 305일 산유기록을 보정하는데 이용하는 연령보정계수는 일반적으로 품종·계절·지역 등에 따라 독립적으로 산출하여 이용하고 있다.

젖소는 분만월령이 같다 하여도 어느 계절에 분만하였는가에 따라 유기내 유량은 상당히 달라진다. 한 유기의 생산 유량은 최고 비유기의 유량에 크게 영향을 받고, 최고 비유기의 유량은 그 시기가 어느 계절에 속하느냐에 따라 달라진다. 이는 해당 계절의 조사료 사정과 환경 온도 및 일조시간의 변동 때문에 나타나는 현상인데, 일반적으로 여름철에 분만한 소는 다른 계절에 분만한 소에 비해 산유량이 적은 경향을 보인다. 그래서 1974년부터 USDA에서 채택하고 있는 연령보정계수는 분만월별로 작성되어져 있다.

☞ 5) 홀스타인종에서 공태일수에 대한 305일 유량 보정계수

20~29	1.20	70~79	1.30	120~129	0.98	170~179	0.96
30~39	1.17	80~89	1.01	130~139	0.97	180~189	0.95
40~49	1.12	90~99	1.00	140~149	0.97	190~199	0.95
50~59	1.08	100~109	0.99	150~159	0.96	200~209	0.95
60~69	1.05	110~119	0.98	160~169	0.96	210~219	0.94

분만계절의 차이에 의하여 나타나는 비유능력 평가의 부정확성을 줄이기 위해 각 개체의 비유량을 그 개체가 속한 우군내 다른 개체들의 평균 비유량과 비교하는 방법을 사용하기도 한다. 이때 비교에 사용되는 다른 개체들의 평균 비유량을 계산하는 데에는 그 개체와 거의 비슷한 시기에 분만한 암소들의 기록만을 이용한다. 예를 들어, 어느 개체가 속한 우군의 규모가 암소 50두 정도이고 이 개체가 4월에 송아지를 분만하였다고 하면, 이 우군내의 암소 중 2~6월 사이 5개월 간에 분만한 암소의 비유량을 평균하여 이 개체의 비유량과 비교하는데 이용한다. 이와 같이 어느 개체의 비유기록을 이 개체와 비슷한 시기에 분만한 다른 암소의 비유기록과 비교함으로써 분만계절의 차이에 의하여 나타나는 암소 평가의 부정확성을 어느 정도 감소시킬 수 있다. 그러나 암소가 속한 우군의 규모가 너무 작은 경우에는 이 방법의 이용성이 감소된다.

4) 공태기간(days open)

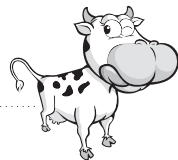
공태기간의 장단은 번식 관리의 양부와 소

자체의 수정능력 양부에 따라 좌우되는데, 60일 이내로 하는 것이 낙농 경영상 가장 유리하다. 그러나 공태기간이 짧을수록 유기의 후반과 임신 후반기간이 많이 겹쳐지게 되어 유기내 산유량은 줄어들게 되며, 반대로 공태기간이 길수록 임신으로 인한 비유량 감소는 임신 150일 이후부터 많아지게 되는데, 공태기간의 차이가 305일 유량분산 중 5~10%나 차지한다. 따라서 산유능력 비교시 공태기간의 영향을 보정하지 않으면 안된다.

측정된 유량에다 공태일수에 해당하는 보정계수를 곱해 주면 보정 유량이 되는데 이 보정계수는 공태기간이 90~99일 때의 유량으로 환산하도록 된 것이다.

5) 유지방 함률

산유능력을 평가할 때 보정해야할 또 하나의 사항은 유지방 함률이다. 우유내 지방 함률은 품종에 따라 차이가 많고, 동일 품종내에 개체간에도 차이가 있다. 유지방 함률을 표준화해서 유량을 비교해야 하는 이유는 지방 함률에 따라 유내 에너지 수준이 달라지기 때문이



다. 산유능력을 에너지 생산능력이란 관점에서 볼 때 이해가 쉽게 된다. 유지방 함률과 산유량 간에는 부의 상관관계가 있다. 유지방 보정 유량을 계산하는 데에는 다음과 같은 공식이 사용되고 있다.

$$FCM = (2.66M + 100F)/(2.66+f)$$

위 식에서 FCM은 유지방 보정유량(fat-corrected milk)이고, M은 조사된 유량(kg), F는 지방 생산량, f는 보정 목표로 하는 지방

함률이다. 예를 들어, 유내 지방 함률은 4%로 표준화 보정하려면 $4\% FCM = (2.66M + 100F)/(2.66+4.00) = 0.399M + 15.02F$ 가 된다.

자료출처 : 1. 가축육종학(한국방송대학교출판부)
2. Understanding Animal Breeding
(Richard M. Bourdon Colorado State University)

개량용어

between-breed selection(품종간 선발) 선발되는 부모의 품종을 결정하는 과정
estimated breeding value(추정 육종가) 육종가(breeding value)의 예측값
genome(게놈) 개체의 전체 유전자

inbreeding(근친 교배) 혈연 관계를 가진 개체들간 교배

inbreeding coefficient(F_x) (근교 계수) 개체에서 근친 교배 정도의 척도 즉 (1)개체에서 한쌍의 유전자 가 혈통이 동일할 확률 (2)혈통이 동일한 유전자를 내포할 개체의 유전자 좌의 확률 비.

nucleus breeding scheme(핵군 육종 계획) 뛰어난 개체를 핵군에 모아 놓은 다음 우수한 성체 포를 하위 축군에 분배하는 육종 계획.