

젖소의 생산형질에 대한 305일 보정계수 및 함수식 개발에 관한 연구

조광현 · 이준호 · 나승환 · 손삼규 · 서강석 · 김시동 · 최재관

농촌진흥청 국립축산과학원 가축개량평가과

The Studies on The Development of 305-day Adjustment Factors and Formulas for Production Traits in Dairy Cattle

Kwang Hyeon Cho, Joon Ho Lee, Seung Hwan Na, Sam Kyu Son, Kang Seok Seo, Sidong Kim and Jae Gwan Choi

Animal Genetic Improvement Division, National Institute of Animal Science, R.D.A.

ABSTRACT

This study was performed to make it possible to adjust milk production records which are changing with days in milk more accurately as developing new 305-day adjustment factors considering current circumstance and to offer easier application by converting adjustment factors to formulas. Total 4,264,347 records were used in this analysis after eliminating unusual value and data was classified by first parity and over second parity. Herd-year effects were classified with 2,878 and 19,783 classes in first parity and over second parity, respectively and number of subclass of age-calving season-lactation stage effects were 136 (age 2, calving season 4, lactation stage 17). For calculation of least square mean, SAS GLM was used and multiplicative adjustment factors were developed. The result of error analysis, deviations between means of adjusted yields and cumulated yields were the lowest in new adjustment factor which was developed in this study comparing with other adjustment factors which were developed in the past (94', 02') in first parity and in over second parity, results of adjustment factors which were developed in 2002 and this study were similar. For easier application, formulas of 305-day adjustment factors were developed using SAS NLIN.

(Key words : Adjustment factor, Days in milk, Non-linear)

I. 서 론

젖소의 유량, 유지방량, 유단백량, 무지고형분량은 개체별 생산량이 착유일수별로 변화하기 때문에 착유일수가 서로 다른 기록은 개체별 생산 능력을 대표할 수 없다. 따라서 이러한 불완전한 기록들은 유전능력평가에 사용될 수 없기 때문에 각 개체에 대한 산유능력을 정확하게 추정할 수 없고, 비유일수가 305일이 넘는 개체들만 분석에 사용되기 때문에 자료 활용 측면에서 비효율적이게 되어 이를 보정할 수 있는 방법이 요구된다(Danell, 1982; Batra, 1985; Wilmink, 1987a, 1987b; Khan & Shook, 1996). 이에 각 형질별로 기록당시까지의 누적 생산량을 하나의 착유

일수로 보정하여 사용하는데, 현재까지 사용되고 있는 보정계수는 305일 보정계수로 1994년에 개발되어 1995년에 발표되었다(이 등, 1995). 그러나 젖소의 생산능력은 개량과 사양기술의 발달로 인하여 꾸준히 증가하여 왔음에도 불구하고 2008년 현재까지 변화된 여러 가지 요인들에 대한 보완이 전혀 이루어지지 않은 실정이다. 최근의 자료를 과거의 보정계수로 보정하였을 경우 지금까지의 평균치 상승을 고려하지 못하여 저평가되는 결과가 생길 수 있어 현재의 상황을 반영할 수 있는 보정계수의 보완이 시급하다고 할 수 있다. 또한 이전의 보정계수는 착유일수 10일 단위로 미리 작성된 보정계수를 비유일수에 곱하여 보정하는 방식이기 때문에 보정을 위해서는 보정계수

Corresponding author : J. G. Choi, Animal Genetic Improvement Division, National Institute of Animal Science, R.D.A. San 9, Eoryong-ri, Seongwan-eup, Cheonan-si, Chungnam, 330-801, Rep. of Korea
Tel: 041-580-3361, E-mail: choi6221@rda.go.kr

표를 가지고 있어야 하고 계산이 복잡한 단점을 가지고 있다. 이에 따라, 새로운 자료를 이용하여 현실상황에 맞는 정확한 보정계수를 개발하고 보정방법을 편리하게 하기 위한 방법을 개발하기 위하여 본 연구를 실시하였다.

300일까지의 자료는 30일 간격으로 계급을 나누었다.

각 효과들을 고려한 최소자승평군을 계산하기 위하여 SAS의 GLM을 사용하였으며 사용한 모델은 다음과 같다.

$$Y_{ijk} = \mu + HY_i + SAL_j + e_{ijk}$$

위에서, Y_{ijk} = 유량 및 유조성분

μ = 전체평균

HY_i = 군-분만년의 모수효과

(I) 1산: (i=1, 2, ..., 2,878)

(II) 2산 이상 : (i=1, 2, ..., 19,783)

SAL_j = 분만계절-연령-비유단계의 모수효과

(j=1, 2, ..., 136)

e_{ijk} = 임의오차

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

보정계수 개발을 위하여 농협중앙회 젖소개량부에서 수집한 2000년 1월부터 2005년 12월까지의 검정성적으로 총 4,264,347 기록을 이용하였다. 이중 유량과 유성분 기록은 이상치의 제거를 위하여 $3 \times SD$ (표준편차)로 제한하여 사용하였다. 1산차 검정일 기록수는 648,881개, 비유기록은 4,883개를 이용하였으며, 2산 이상은 검정일 기록수가 1,461,258개, 비유기록은 111,735개를 이용하였다. 이중 전체평균과 일치하는 분만년도 2002년과 2003년을 선택하여 분석에 최종적으로 사용하였다. 축군-년은 1산이 2,878개 2산 이상이 19,783개의 효과로 구분하였으며, 분만 시 나이와 분만계절의 효과들이 중요하다는 연구 결과에 입각하여 분만연령-분만계절-비유단계는 각각 136개(연령 2, 계절 4, 비유단계 17)의 세부단계로 구분하여 분석에 이용하였다(Danell, 1982). 또한 보정의 정확성을 확인하기 위하여 305일 이상 착유한 개체의 15,908 기록을 이용하여 비유 전기, 중기, 후기로 나누어 보정유량과 실제 305일 누적유량을 비교하였다.

2. 분석방법

유생산형질의 증가량은 비선형적인 곡선을 그리고 있기 때문에 보정계수의 개발을 위해서는 자료의 비유일수간격을 여러 단계로 나누어야 한다(Schaeffer, 1977). 특히, 비유일수별로 최고 생산량이 발생할 수 있는 부분을 세부적으로 나누어서 오차를 최소화해야 한다. 1994년에 개발된 보정계수는 17단계(이 등, 1995), 2002년에 실시되어 2003년에 발표된 연구에서는 17단계와 28단계의 분류가 사용되었으나(Lee, 2003), 본 연구에서는 17단계로 비유단계를 구분하여 1산과 2산 이상을 구분하고, 축군-년, 분만연령-분만계절-비유단계를 보정한 최소자승평군을 일반화 선형모형으로 계산하여 해당 누적일수까지의 생산량에 곱하여 사용하는 곱하기식보정계수를 개발하였다. 생산 곡선에서 변화량이 크게 발생하는 비유일수 90일까지는 각 단계별로 10일의 간격으로 분류하였고 이후의 자료부터

위의 고정효과 모형을 이용하여 최소자승평군을 구하고 이를 보간법을 이용하여 생성된 보정계수는 단계별로 꺾은선 형태를 나타내게 되어 이로 인한 오차가 미세하게 발생할 수 있으며, 보정계수의 사용을 위해서는 보정계수표를 가지고 있어야만 한다는 불편함이 있어 비선형 보정함수식개발의 필요성이 대두 되었다. 이에 따라 비유일수에 따른 보정계수곡선과 거둬제공형태, 지수식형태, 다항식형태의 추세선과 비교하여 R^2 값이 가장 높게 나온 거둬제공형태를 선택하였고 상수항, 거둬제공항, 절편 등을 고려한 4가지 형태의 함수식을 선택하여 비유일수를 독립변량으로, 보정계수를 독립변량으로 하는 비선형회귀모형을 Gauss-Newton 방법으로 적합시키기 위하여 SAS 프로그램의 NLIN procedure를 사용하여 그 모수를 추정하였다(Table 1).

생성된 보정계수 및 함수의 오차값을 추정하기 위하여 보정계수 추정에 사용된 305일 누적유량 평균과의 오차를 계산하였고, 각 함수식 및 보정계수와 실제 305일 누적량과의 차이를 계산하기 위하여 음의 오차를 보완할 수 있는 RMSD(root mean square deviation)를 구하였다.

$$RMSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{1i} - X_{2i})^2}{n}}$$

n = 개체수

X_{1i} = 실제 305일 누적 유량

X_{2i} = 305일 보정 유량

Table 1. Four forms of formula to calculate the 305 day adjustment factors

Name	Parameter	Formula
F1	X, Y	$AF = X \times DIM^Y$
F2	X, Y, Z	$AF = X \times DIM^Y + Z \times DIM$
F3	X, Y, A	$AF = X \times DIM^Y + A$
F4	X, Y, Z, A	$AF = X \times DIM^Y + Z \times DIM + A$

DIM : Days In Milk, AF : Adjustment Factors.

III. 결과 및 고찰

1. 보정계수 개발

1산과 2산 이상에서 모두 비유 초기에 불규칙적인 유량 곡선 추이를 보이고 있어 추세선과의 편차가 큰 것으로

나타나 분만직후의 사양관리에 따라 성적이 다양하게 나타남을 알 수 있다. 또한 비유일수 120일 이전의 경우 편차가 크게 나타나 305일 보정유량을 이용한 유전능력 평가에는 사용하지 않는 것이 적절할 것으로 사료된다. 분석에 사용된 각각의 환경 효과들의 최소자승평균과 표준 오차는 Table 2와 같다.

Table 2. Least square means (LSM) and standard errors (SE) of milk yield (kg) for each effects in first parity

Days in milk	LSM±SE	Season at parturition	LSM±SE	Month of age	LSM±SE
1~10	18.14±0.80	Mar. ~ May.	21.50±0.34	Less 30 Month	23.47±0.20
11~20	20.27±0.67	Jun. ~ Aug.	25.72±0.38	Over 30 Month	24.01±0.41
21~30	26.64±0.68	Sep. ~ Nov.	30.89±0.37		
31~40	31.51±0.65	Dec. ~ Feb.	23.57±0.39		
41~50	28.66±0.60				
51~60	26.24±0.59				
61~70	24.07±0.55				
71~80	24.26±0.52				
81~90	26.28±0.49				
91~120	28.90±0.30				
121~150	26.84±0.28				
151~180	27.15±0.26				
181~210	26.31±0.25				
211~240	25.87±0.23				
241~270	24.62±0.22				
271~300	23.33±0.23				
301~305	23.04±0.36				

Keown (1986), Van Vleck (1987), Tekerli (2000), Ko (1989)의 연구결과와 같이 연령그룹과 분만계절그룹간의 차이를 보였으며, 1산 유량의 분석결과 연령의 경우 두 번째 그룹인 30개월령 이상에서, 분만계절효과의 경우 세 번째 그룹인 9월에서 11월까지의 그룹이, 비유단계에서는 네 번째 그룹인 비유일수 31일에서 40일 사이에서 가장 높게 나타났다.

2. 보정계수 오차분석

SAS GLM을 이용하여 계산한 최소자승평균을 이용하여 추정한 보정계수를 착유일수까지의 누적유량에 곱하여 305일 보정유량을 구하였을 때 1994년, 2002년에 개발된 보정계수와 2007년 새롭게 개발된 보정계수의 305일 누적 유량 평균과의 오차 크기를 비교하였다(Fig. 1).

보정계수를 산차별로 비교하였을 때 1산의 경우 1994년, 2002년에 개발된 보정계수보다 2007년에 새롭게 개발된 보정계수의 오차가 가장 적은 것으로 확인되었다.

2산 이상 개체의 분만 연령별 세부 비교를 보면 Fig. 2에서와 같이 1994년에 개발된 보정계수의 오차가 가장 큰

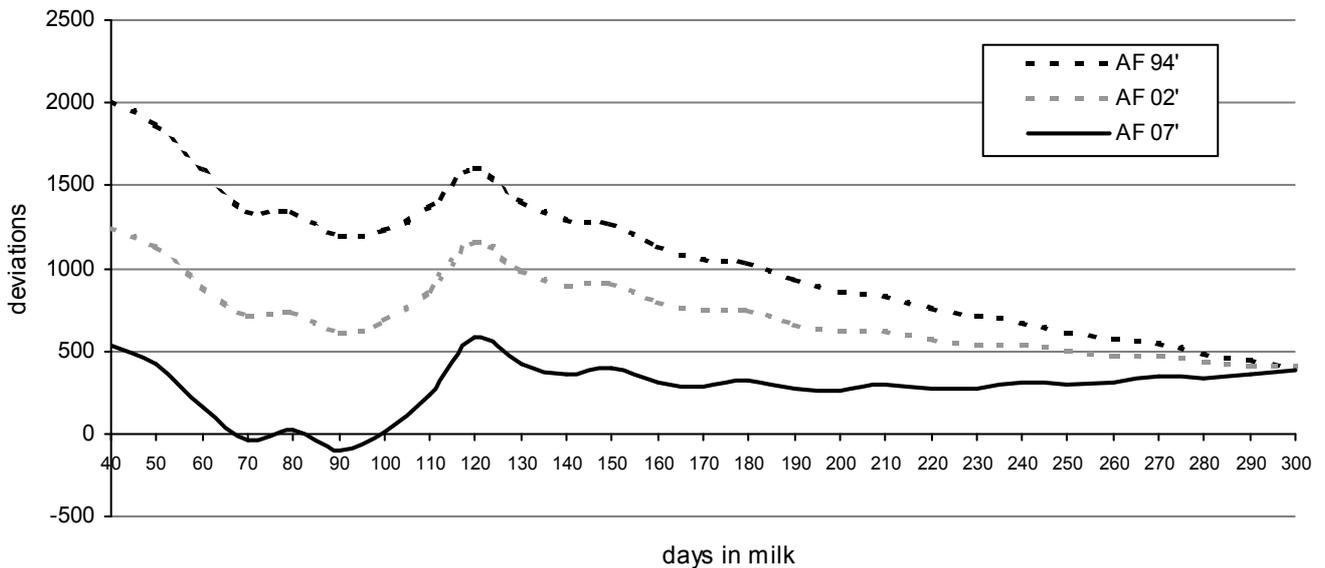


Fig. 1. Deviations between 305 day adjusted milk yield and 305 day cumulated milk yield in first parity (AF : adjustment factor).

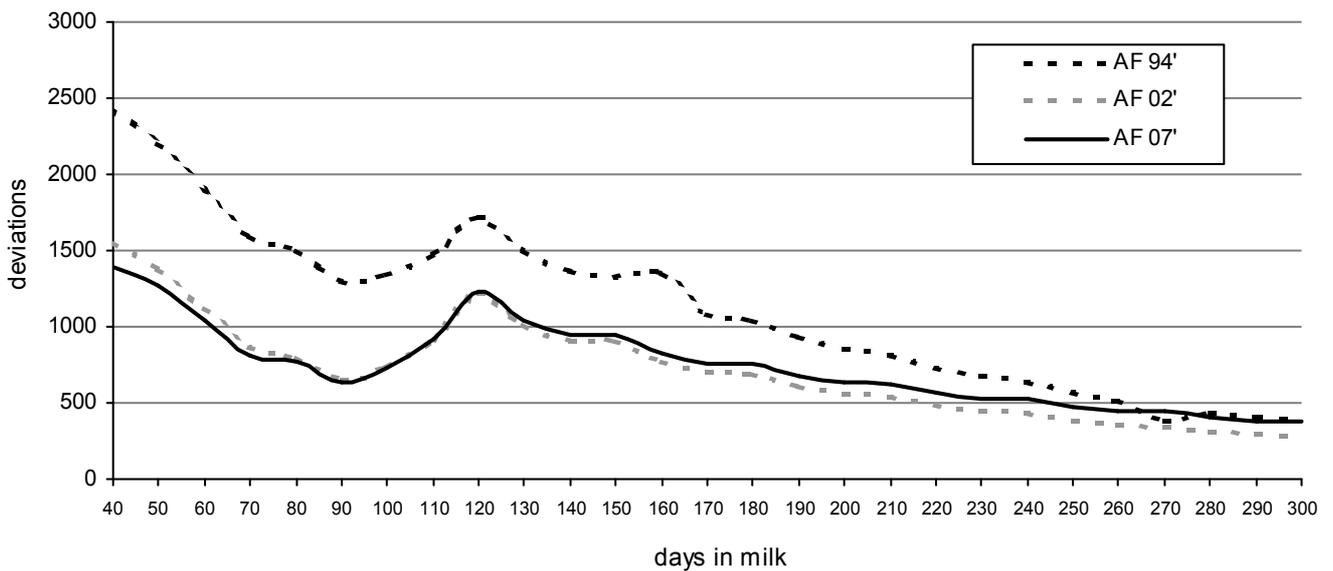


Fig. 2. Deviations between 305 day adjusted milk yield and 305 day cumulated milk yield in second parity.

것으로 나왔으며, 2002년에 개발된 보정계수와 2007년에 개발된 보정계수의 오차는 서로 비슷한 것으로 나왔다. 비유 초기에는 2007년 보정계수의 오차가 작게 나오다가 비유 후기에는 2002년에 개발된 보정계수의 오차가 더 작게 나오는 경향을 보였다. Lee (2004) 등의 2002년 보정계수의 개발에는 2산 이상의 개체에 대하여 분만 전 착유를 멈추는 건유부분에 대한 보정이 포함되어 있어, 2002년도에 개발된 보정계수가 년도에 따라 평균의 차이가 발생함에도 불구하고 오차가 많이 감소한 것으로 보여지며, 앞으로의 보정계수 개발에는 건유부분에 대한 보정을 포함시켜야 더 정확한 보정계수를 만들 수 있을 것으로 보인다.

3. 보정함수식 개발

17단계로 세분화된 선형 모형을 좀 더 곡선 형태로 보완하고 보정계수표 없이 쉽게 보정하기 위한 함수식을 개발하기 위하여 거듭제곱형태, 지수식형태, 다항식형태의 추세선과 보정계수곡선과의 비교 결과 R² 값이 가장 높게 나온 거듭제곱형태를 선택하였고 (Fig. 3) 상수항, 거듭제곱항, 절편 등을 고려한 4가지 형태의 함수식을 선택하여 그 모수를 추정하였다.

Table 1에서 제시한 모수가 두 개인 함수보정계수 1의 경우 비유 후기에 그 오차가 점차 커지는 경향이 있는 것으로 밝혀졌으며, 4개의 모수의 연산으로 되어 있는 함수보정계수 4의 경우 270일령까지는 오차가 가장 작게 나오지만 이후에 음수 오차가 발생하는 것으로 보여 305일 이후의 자료를 보정할 경우 보정량이 고평가될 가능성이 보인다. 함수 보정계수 2와 3의 경우 2007년에 개발된 보정계수와 가장 비슷한 오차를 보였으며 그중 보정계수 3의 경우에 가장 안정적인 오차를 보이고 있어 유전능력 평가 시 순위를 가장 정확하게 평가할 수 있는 것으로 예측되었다 (Fig. 4).

보정된 305일 누적유량과 실제 305일 누적유량 평균과의 차이를 알아보기 위하여 RMSD (root mean square deviation)를 계산한 결과, Table 3과 같이 RMSD 값이 가장 적은 것으로 나타난 함수는 함수 2와 함수 3이며, 함수 2의 경우보다 함수 3의 편차가 Fig. 4에서와 같이 착유일수에 따라 안정적으로 나타나므로 유전능력 평가 시 적절한 것으로 보인다. 또한 농립부고시 젖소검정기준요령에 착유일수가 75일 이하는 305일로 보정할 수 없다고 하였는데 120일 전의 오변이가 크므로 착유일수를 조정할 필요가 있을 것으로 보인다.

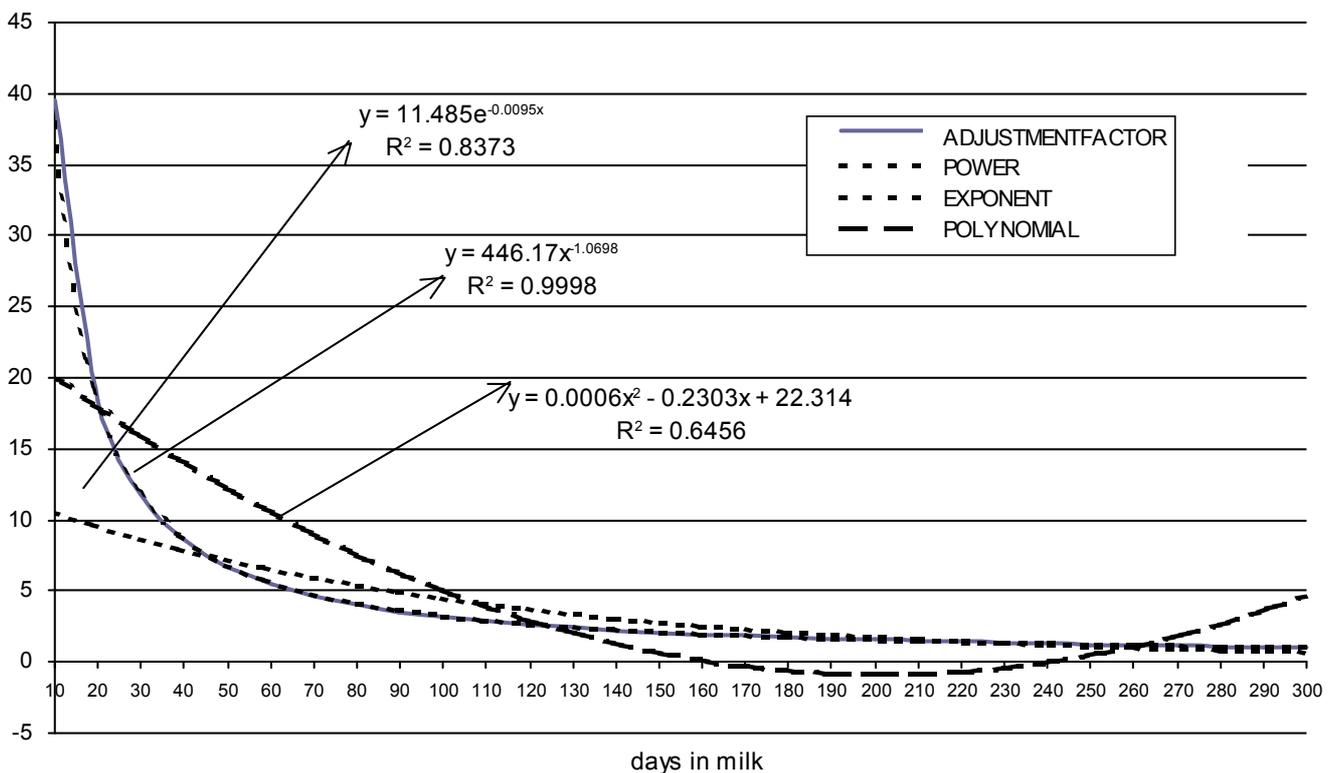


Fig. 3. Four types of formula to fit the curve of 305 day adjustment factors. (POWER : 거듭제곱형, EXPONENT : 지수형, POLYNOMIAL : 다항식형)

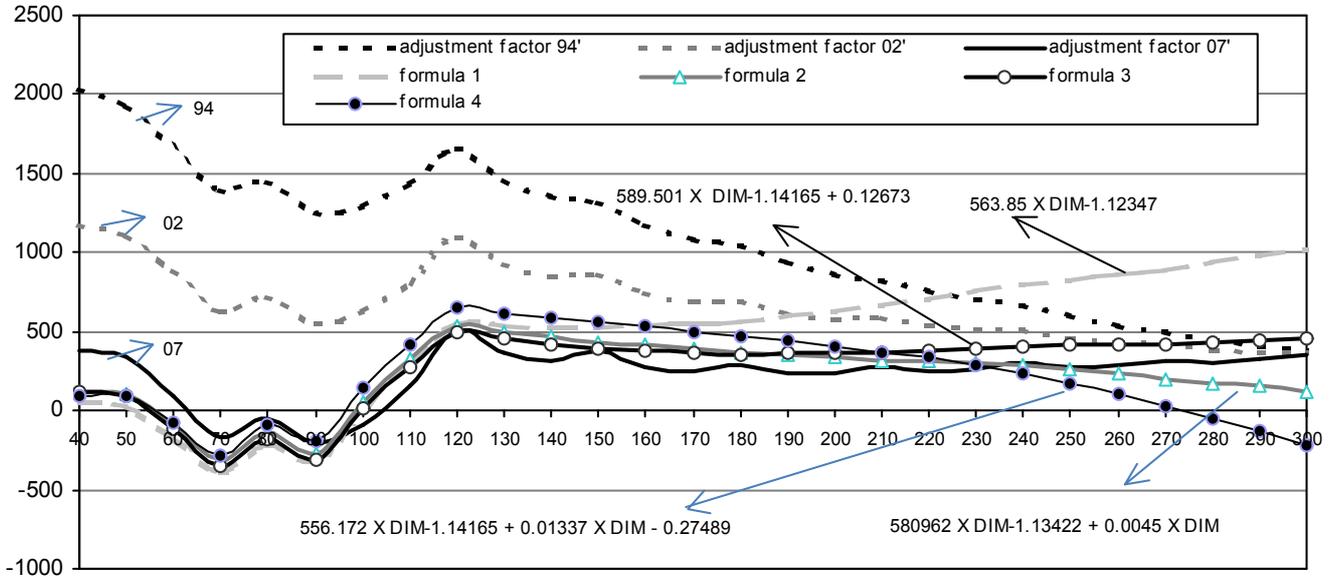


Fig. 4. Deviations between 305 day adjusted milk yield by adjustment factors and by formulas and 305 day cumulated milk yield.

Table 3. RMSD among three adjustment factors and four adjustment formulas by each parity, calving age, calving season

Parity	Age	Season	'94	'02	'07	F1	F2	F3	F4
1st	30>	Spring	1591.19	1130.00	816.34	890.71	739.88	753.01	774.00
		Summer	1593.06	1124.52	907.70	1011.46	841.62	846.38	872.59
		Autumn	1650.61	1226.51	925.87	1000.59	848.05	858.77	889.28
		Winter	1615.93	1179.42	821.84	861.68	738.23	757.74	784.18
	30≤	Spring	1739.61	1242.74	886.63	898.89	814.47	849.20	861.36
		Summer	1206.53	9664.07	731.79	820.69	661.66	664.64	702.35
		Autumn	1621.30	1230.36	888.97	987.46	814.03	829.73	862.96
		Winter	1581.00	1212.98	811.10	858.41	721.41	737.73	757.03
2nd	72>	Spring	1812.41	1334.89	1289.49	1745.11	1234.82	1215.6	1254.29
		Summer	1707.87	1266.19	1288.80	1684.31	1235.02	1221.03	1263.38
		Autumn	1798.60	1300.88	1337.10	1759.73	1288.12	1266.45	1303.09
		Winter	1752.27	1306.51	1289.18	1700.90	1220.20	1212.91	1252.85
	72≤	Spring	1853.61	1438.44	1282.90	1619.49	1197.92	1216.89	1259.89
		Summer	1769.76	1297.46	1248.37	1624.64	1179.55	1182.78	1231.07
		Autumn	1924.72	1467.99	1402.45	1843.92	1343.65	1334.95	1373.23
		Winter	1852.95	1347.47	1295.72	1704.27	1212.72	1226.59	1270.34

'94, '02, '07 : 305-day adjustment factors developed in 1994, 2002 and 2007.

4. 보정식 오차분석

위에서 개발된 각 보정계수 및 함수 보정계수 3을 이용하여 305일 평균 누적유량이 아닌 실제 데이터와의 오차를 비교하기 위하여 305일 실제 누적유량을 가진 15,908 기록을 선별하여 착유일수 60일에서 90일, 120일에서 150일, 240일에서 270일의 세 기간의 누적유량을 각 보정계수와 함수로 보정하여 실제 305일 누적유량과의 비교를 실시하였다 (Fig. 5).

착유일수 60일에서 90일까지의 계절별 오차를 비교해본 결과 1994년에 개발된 보정계수의 오차가 실제 305일 누적유량보다 낮게 보정되는 것을 볼 수 있으며, 2002년도와 2007년도에 개발된 보정계수 및 함수형태의 보정식은 그 오차가 비슷하나 2007년도에 개발된 보정계수와 함수 보정식의 보정유량은 약간 상향 보정되는 것을 확인할 수 있었다. 비유 중기에 해당하는 착유일수 120일에서 150일 개체의 305일 누적 유량과 305일 보정유량과의 편차 비교를 보면 60일에서 90일까지의 비교 그래프와 비슷한 동향을 보였으나 함수 보정식이 미세하게 07 보정계수보다 오차가 작은 것으로 나타났다. 2002년에 개발된 보정계수와 2007년에 개발된 보정계수 및 함수 보정식의 경우 그 편차량은 비슷한 분포를 보이고 있으나 2002년에 개발된 보정식은 하향된 보정량을 보이는 반면 2007년에 개발된 보정식과 함수 보정식의 경우 높게 보정되는 것을 확인할 수 있다.

Table 4에서와 같이, 보정한 305일 유량과 실제 305일 유량의 편차값에 대한 RMSD값을 계산하여 비교한 결과,

1산 개체의 경우 1994년에 개발된 보정계수로 보정한 305일 유량과 실제 305일 유량의 편차값에 대한 RMSD 값이 가장 크게 나왔으며 전반적으로 2002년에 개발된 보정계수에서 가장 작게 나타났으나 새롭게 개발된 보정계수 및 보정공식과는 큰 차이를 보이지 않았다. 2산 이상 개체의 경우에서도 1994년에 개발된 보정계수로 보정한 305일 유량과 실제 305일 유량의 편차값에 대한 RMSD 값이 가장 크게 나왔으며, 1산에서 2002년에 개발된 보정계수의 RMSD 값이 작게 나타난 반면 2산 이상의 경우에는 새롭게 개발된 보정계수와 보정공식에서 RMSD 값이 가장 낮게 나타났다. 전체적인 RMSD 값은 2002년에 개발된 보정계수와 새롭게 개발된 보정계수 및 공식이 서로 비슷하나 Fig. 4의 결과에서와 같이, 2002년에 개발된 보정계수는 약간 낮게, 새로운 보정계수와 보정공식은 약간 높게 보정된다는 차이를 보이고 있으며, 2002년에 개발된 보정계수나 새롭게 개발된 보정계수 및 보정식이 현재 사용되고 있는 보정계수보다는 적은 오차를 보이고 있어 더 정확하게 보정할 수 있는 것으로 보인다.

매일 일일 2회 착유기록을 합산한 유량자료를 이용하여 젖소의 생산형질에 대한 우군-년도, 분만계절, 분만연령, 비유단계의 환경효과를 고려하여 305일 유량 보정계수를 개발하였고, 이와 같은 방법으로 유지방, 유단백량, 무지고형분량에 대한 보정계수를 개발하였으나 본 논문에는 유량보정계수만을 제시하고 (Table 5, 6), 유량 이외의 형질에 대하여는 보정공식으로 제시하였다 (Table 7). 보정계수 및 보정공식은 다음과 같다.

Table 4. Means of RMSD from 60 to 90, from 120 to 150 and from 240 to 270 lactation days for first parity

Parity	Adjustment	60-90 days	120-150 days	240-270 days
first parity	'94	1375.161	904.6536	241.5546
	'02	1011.303	669.2479	194.2508
	'07	1040.417	761.0289	232.4346
	Formula	1134.066	728.6296	201.8565
second parity	'94	1528.323	989.823	261.1312
	'02	1305.052	845.5597	254.5626
	'07	1141.455	760.8499	228.2956
	Formula	1110.7	789.9579	276.2635

'94, '02, '07 : 305-day adjustment factors developed in 1994, 2002 and 2007.

Table 5. 305 day adjustment factors of milk yield for first parity

DIM	< 30 calving month				≥ 30 calving month			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
10	39.4809	39.7501	39.8790	40.3807	36.8441	39.4401	39.9187	39.6210
20	18.3754	18.4143	18.5671	18.9421	17.8224	18.5372	18.5415	18.5298
30	11.7687	11.7625	11.8168	11.9878	11.5393	11.6108	11.9193	11.8417
40	8.5840	8.5457	8.6482	8.7327	8.3770	8.4623	8.5843	8.6122
50	6.6923	6.6861	6.7424	6.8309	6.5456	6.6128	6.6754	6.7462
60	5.4891	5.4878	5.5229	5.5982	5.3771	5.4664	5.4642	5.5544
70	4.6388	4.6372	4.6679	4.7228	4.5833	4.6087	4.6321	4.7149
80	4.0241	4.0168	4.0371	4.0818	3.9783	3.9845	4.0153	4.0820
90	3.5471	3.5399	3.5543	3.5917	3.5234	3.5089	3.5415	3.5920
100	3.2355	3.2325	3.2445	3.2757	3.2193	3.2054	3.2332	3.2681
110	2.9240	2.9250	2.9348	2.9597	2.9152	2.9018	2.9249	2.9442
120	2.6124	2.6175	2.6251	2.6437	2.6112	2.5982	2.6167	2.6204
130	2.4301	2.4350	2.4419	2.4591	2.4291	2.4223	2.4362	2.4366
140	2.2478	2.2525	2.2588	2.2745	2.2471	2.2463	2.2557	2.2527
150	2.0655	2.0700	2.0757	2.0899	2.0651	2.0704	2.0751	2.0689
160	1.9474	1.9508	1.9564	1.9683	1.9421	1.9545	1.9527	1.9534
170	1.8292	1.8315	1.8372	1.8467	1.8192	1.8386	1.8302	1.8379
180	1.7111	1.7123	1.7180	1.7252	1.6962	1.7227	1.7078	1.7224
190	1.6272	1.6294	1.6332	1.6400	1.6156	1.6361	1.6254	1.6358
200	1.5433	1.5465	1.5485	1.5548	1.5350	1.5495	1.5431	1.5492
210	1.4594	1.4636	1.4638	1.4697	1.4543	1.4629	1.4607	1.4626
220	1.3979	1.4015	1.4015	1.4062	1.3940	1.3992	1.3991	1.4007
230	1.3363	1.3394	1.3393	1.3427	1.3338	1.3356	1.3375	1.3389
240	1.2748	1.2773	1.2770	1.2791	1.2735	1.2719	1.2759	1.2770
250	1.2267	1.2292	1.2289	1.2302	1.2256	1.2242	1.2271	1.2294
260	1.1786	1.1810	1.1808	1.1812	1.1778	1.1764	1.1784	1.1818
270	1.1304	1.1329	1.1327	1.1323	1.1299	1.1286	1.1296	1.1342
280	1.0925	1.0942	1.0941	1.0938	1.0921	1.0913	1.0920	1.0951
290	1.0545	1.0555	1.0555	1.0554	1.0542	1.0539	1.0544	1.0559
300	1.0165	1.0167	1.0170	1.0169	1.0164	1.0166	1.0168	1.0168
310	0.9901	0.9900	0.9898	0.9898	0.9902	0.9901	0.9899	0.9899

* DIM : days in milk.

** S1, 2, 3, 4 : season 1, 2, 3, 4.

Table 6. 305 day adjustment factors of milk yield for second parity

DIM	< 72 calving month				≥ 72 calving month			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
10	30.6752	31.0860	31.6810	31.3593	31.3539	32.3613	32.9888	32.3166
20	14.3944	14.7068	14.8645	14.7305	14.8915	15.2871	15.4036	15.1564
30	9.2170	9.4184	9.4926	9.4317	9.5990	9.7208	9.7222	9.6996
40	6.7444	6.8650	6.9083	6.8815	7.0057	7.0848	7.0857	7.0305
50	5.2933	5.3943	5.4350	5.3960	5.4655	5.5527	5.5578	5.4957
60	4.3614	4.4476	4.4832	4.4442	4.4866	4.5496	4.5632	4.5142
70	3.7156	3.7888	3.8209	3.7840	3.8060	3.8709	3.8769	3.8301
80	3.2447	3.3069	3.3372	3.2981	3.3132	3.3667	3.3782	3.3283
90	2.8840	2.9398	2.9665	2.9264	2.9322	2.9799	2.9945	2.9450
100	2.6507	2.7016	2.7258	2.6859	2.6917	2.7346	2.7480	2.7002
110	2.4174	2.4633	2.4851	2.4454	2.4511	2.4893	2.5015	2.4554
120	2.1841	2.2251	2.2444	2.2049	2.2106	2.2440	2.2550	2.2107
130	2.0490	2.0865	2.1027	2.0655	2.0712	2.1027	2.1114	2.0703
140	1.9140	1.9479	1.9610	1.9262	1.9318	1.9613	1.9679	1.9300
150	1.7790	1.8093	1.8194	1.7868	1.7924	1.8200	1.8243	1.7896
160	1.6908	1.7190	1.7263	1.6969	1.7024	1.7280	1.7299	1.6988
170	1.6027	1.6287	1.6332	1.6070	1.6124	1.6360	1.6356	1.6080
180	1.5146	1.5385	1.5402	1.5171	1.5224	1.5439	1.5412	1.5172
190	1.4530	1.4749	1.4747	1.4546	1.4594	1.4795	1.4751	1.4547
200	1.3915	1.4114	1.4091	1.3921	1.3964	1.4151	1.4090	1.3923
210	1.3299	1.3478	1.3436	1.3296	1.3333	1.3506	1.3429	1.3299
220	1.2849	1.3005	1.2960	1.2840	1.2877	1.3028	1.2951	1.2840
230	1.2399	1.2531	1.2484	1.2384	1.2420	1.2549	1.2474	1.2382
240	1.1948	1.2057	1.2007	1.1928	1.1964	1.2071	1.1997	1.1924
250	1.1606	1.1694	1.1650	1.1584	1.1617	1.1704	1.1641	1.1580
260	1.1263	1.1331	1.1293	1.1241	1.1271	1.1338	1.1286	1.1236
270	1.0920	1.0968	1.0936	1.0897	1.0924	1.0971	1.0931	1.0893
280	1.0652	1.0686	1.0663	1.0636	1.0655	1.0688	1.0660	1.0633
290	1.0385	1.0404	1.0391	1.0375	1.0386	1.0404	1.0389	1.0373
300	1.0118	1.0123	1.0118	1.0114	1.0116	1.0120	1.0117	1.0114
310	0.9882	0.9877	0.9882	0.9886	0.9884	0.9880	0.9883	0.9886

* DIM : days in milk

** S1, 2, 3, 4 : season 1, 2, 3, 4

Table 7. 305 day adjustment formulas of milk production traits for parity, calving season, calving age.

		30>		30≤	
M i l k	First parity	S1	$589.50 \times \text{DIM}^{-1.1417} + 0.1267$	S1	$504.26 \times \text{DIM}^{-1.1026} + 0.0482$
		S2	$603.26 \times \text{DIM}^{-1.1488} + 0.1502$	S2	$601.52 \times \text{DIM}^{-1.1495} + 0.1528$
		S3	$599.52 \times \text{DIM}^{-1.1443} + 0.1269$	S3	$604.69 \times \text{DIM}^{-1.1474} + 0.1309$
		S4	$605.02 \times \text{DIM}^{-1.1419} + 0.0993$	S4	$585.73 \times \text{DIM}^{-1.1371} + 0.1086$
	Second parity	S1	$469.84 \times \text{DIM}^{-1.1546} + 0.3334$	S1	$465.08 \times \text{DIM}^{-1.1392} + 0.2579$
		S2	$468.43 \times \text{DIM}^{-1.1469} + 0.3093$	S2	$494.57 \times \text{DIM}^{-1.1518} + 0.2797$
		S3	$485.62 \times \text{DIM}^{-1.1545} + 0.3174$	S3	$520.01 \times \text{DIM}^{-1.1656} + 0.3049$
		S4	$478.52 \times \text{DIM}^{-1.1524} + 0.3036$	S4	$498.93 \times \text{DIM}^{-1.1564} + 0.2780$
F a t	First parity	S1	$352.38 \times \text{DIM}^{-1.0272} + 0.0046$	S1	$317.47 \times \text{DIM}^{-1.0088} + 0.0034$
		S2	$405.91 \times \text{DIM}^{-1.0529} - 0.0145$	S2	$360.94 \times \text{DIM}^{-1.0356} - 0.0045$
		S3	$360.62 \times \text{DIM}^{-1.0476} + 0.0835$	S3	$384.81 \times \text{DIM}^{-1.0745} + 0.1724$
		S4	$345.57 \times \text{DIM}^{-1.0380} + 0.0839$	S4	$346.67 \times \text{DIM}^{-1.0501} + 0.1621$
	Second parity	S1	$286.92 \times \text{DIM}^{-1.0200} + 0.1571$	S1	$276.32 \times \text{DIM}^{-1.0134} + 0.1445$
		S2	$315.44 \times \text{DIM}^{-1.0367} + 0.1333$	S2	$321.46 \times \text{DIM}^{-1.0435} + 0.1490$
		S3	$304.77 \times \text{DIM}^{-1.0490} + 0.2371$	S3	$318.80 \times \text{DIM}^{-1.0636} + 0.2678$
		S4	$287.95 \times \text{DIM}^{-1.0364} + 0.2414$	S4	$284.94 \times \text{DIM}^{-1.0367} + 0.2448$
P r o t e i n	First parity	S1	$416.89 \times \text{DIM}^{-1.0586} - 0.0174$	S1	$359.72 \times \text{DIM}^{-1.0238} - 0.0849$
		S2	$444.11 \times \text{DIM}^{-1.0700} - 0.0296$	S2	$428.19 \times \text{DIM}^{-1.0647} - 0.0376$
		S3	$417.91 \times \text{DIM}^{-1.0637} - 0.0078$	S3	$419.86 \times \text{DIM}^{-1.0692} + 0.0197$
		S4	$423.42 \times \text{DIM}^{-1.0647} - 0.0058$	S4	$422.29 \times \text{DIM}^{-1.0720} + 0.0436$
	Second parity	S1	$307.32 \times \text{DIM}^{-1.0280} + 0.1081$	S1	$311.43 \times \text{DIM}^{-1.0212} + 0.0412$
		S2	$321.76 \times \text{DIM}^{-1.0342} + 0.0781$	S2	$330.57 \times \text{DIM}^{-1.0355} + 0.0488$
		S3	$317.53 \times \text{DIM}^{-1.0458} + 0.1649$	S3	$330.07 \times \text{DIM}^{-1.0513} + 0.1467$
		S4	$315.82 \times \text{DIM}^{-1.0407} + 0.1510$	S4	$335.90 \times \text{DIM}^{-1.0543} + 0.1590$
S N F	First parity	S1	$540.16 \times \text{DIM}^{-1.1385} + 0.1689$	S1	$458.28 \times \text{DIM}^{-1.1004} + 0.1097$
		S2	$571.32 \times \text{DIM}^{-1.1465} + 0.1619$	S2	$554.34 \times \text{DIM}^{-1.1446} + 0.1671$
		S3	$548.62 \times \text{DIM}^{-1.1363} + 0.1340$	S3	$550.51 \times \text{DIM}^{-1.1409} + 0.1551$
		S4	$548.15 \times \text{DIM}^{-1.1382} + 0.1387$	S4	$533.10 \times \text{DIM}^{-1.1390} + 0.1714$
	Second parity	S1	$419.48 \times \text{DIM}^{-1.1215} + 0.2828$	S1	$427.71 \times \text{DIM}^{-1.1142} + 0.2150$
		S2	$427.44 \times \text{DIM}^{-1.1198} + 0.2592$	S2	$450.32 \times \text{DIM}^{-1.1246} + 0.2265$
		S3	$429.63 \times \text{DIM}^{-1.1239} + 0.2793$	S3	$456.64 \times \text{DIM}^{-1.1327} + 0.2584$
		S4	$424.78 \times \text{DIM}^{-1.1228} + 0.2755$	S4	$448.15 \times \text{DIM}^{-1.1308} + 0.2571$

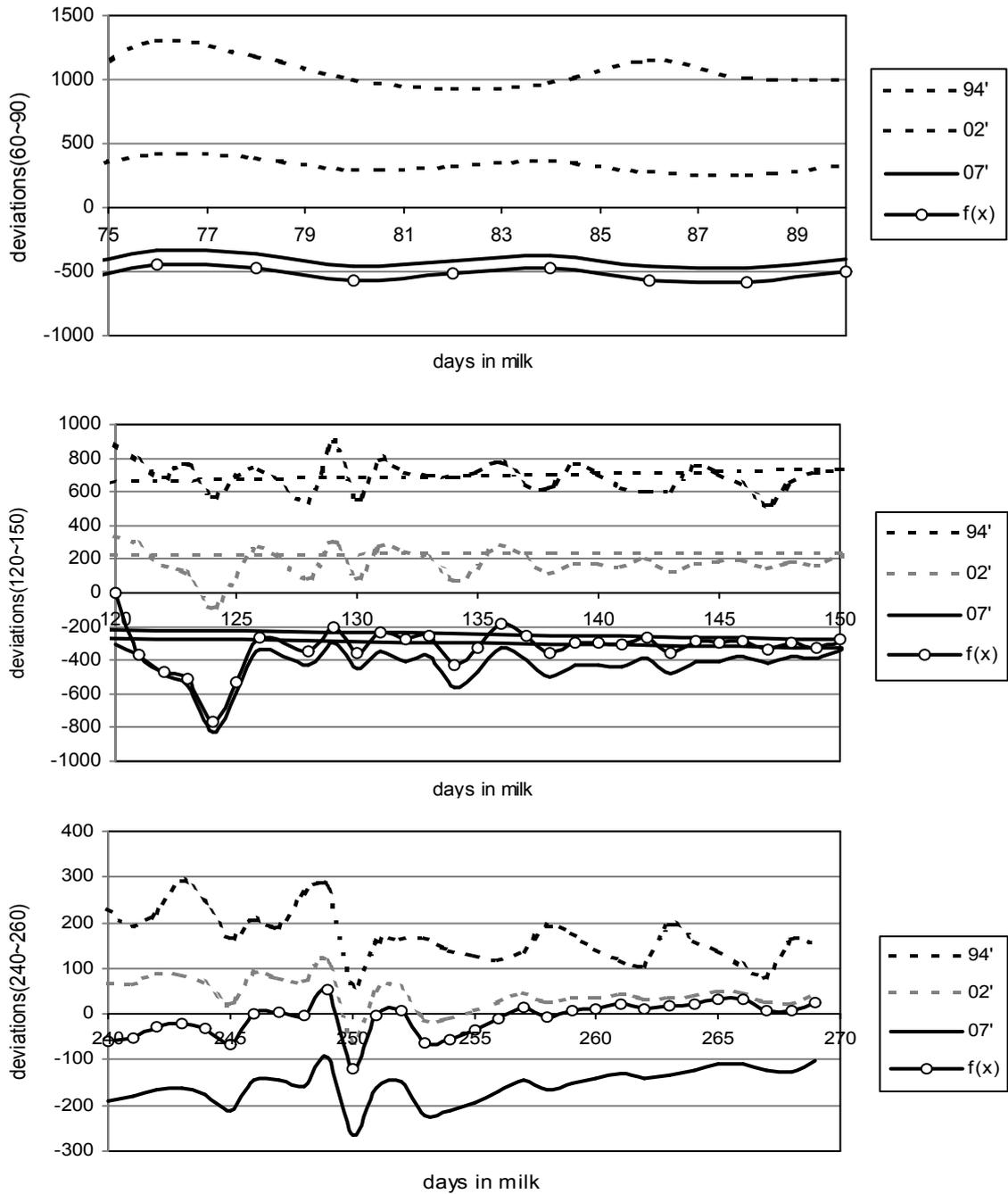


Fig. 5. Deviations between real cumulated milk yield of 305th day and Adjustment factors and formula. (f(x):adjustment formula)

IV. 요약

비유일수별로 변화하는 유생산기록을 305일로 보정하기 위하여, 분만 시 나이와 분만계절, 산차를 고려한 305일 보정계수를 개발하였고, 비선형적 특성에 적합하고 사용

을 용이하게 하는 거듭제곱 함수 형태의 보정 공식을 개발하였다. 각각의 보정계수가 얼마나 정확하게 기록을 보정 할 수 있는 지 측정하기 위하여 실제 305일 누적 착유량 및 개체별 누적 착유량 평균과의 오차를 비교 분석 한 결과 새롭게 개발된 보정계수의 오차가 가장 적게 나타났

으며, 이를 토대로 한 보정공식 역시 작은 오차를 나타냈다. 유생산량의 평균치가 최근까지 많이 증가하였음에도 불구하고 2산 이상의 개체에서 2002년에 개발된 보정계수의 오차가 낮게 나타난 것으로 보아 앞으로의 보정계수 개발에는 2002년 보정계수 개발에 사용되었던 건유효과에 대한 부분을 추가해야 더 정확하게 보정할 수 있을 것으로 사료된다. 유량에서의 보정계수 개발 및 보정식 개발 방법으로 유지방, 유단백, 무지고형분량에 대해서도 비유일수 305일째의 누적량으로 보정할 수 있는 보정 공식을 개발하였다.

V. 인 용 문 헌

1. Batra, T. R. and Lee, A. J. 1985. Comparison of three methods of predicting 305-day milk and fat production in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 65:341-350.
2. Danell, B. 1982. Studies on lactation yield and individual test-day yields of swedish cows. I. Environmental influence and development of adjustment factors. *Acta Agric. Scand.* 32:65.
3. Keown, J. F. 1972. Factors for extending in progress lactation records to a 305 day equivalent.
4. Khan, M. S. and Shook, G. E. 1996. Effect of age on milk yield: Time trends and method of adjustment. *J. Dairy Sci.* 79:1057-1064.
5. Ko, M. S., Lee, H. K., Sin, Y. S., Cho, Y. Y. and Kim, N. S. 1989. The estimation of coefficient for the adjustment of environmental effects on the milk production of the Holstein cattle in Korea. *Korean J. Anim. Sci.* 31(11):684-690.
6. Lee, K. J., Kang, M. S., Park, K. D., Choi, Y. S. and Ko, M. S. 1995. Development of 305-day adjustment factors for production traits in Holstein cattle. *Korean J. Anim. Sci.* 37(5):445-454.
7. Schaeffer, L. R. and Burnside, E. B. 1976. Estimating the shape of the lactation curve. *Can. J. Anim. Sci.* 56:157-170.
8. Tekerli, M., Akinci, Z., Dogan, I. and Akcan, A. 2000. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from the balikesir province of turkey. *J. Dairy Sci.* 83:1381-1386.
9. Van Vleck, L. D. 1987. Selection when traits have different genetic and phenotypic variances in different environments. *J. Dairy Sci.* 70:337-344.
10. Wilmink, J. B. M. 1987a. Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. *Livestock Prod. Sci.* 16:335-348.
11. Wilmink, J. B. M. 1987b. Comparison of different methods of predicting 305-day milk yield using means calculated from within-herd lactation curves. *Livestock Prod. Sci.* 17:1-17.
12. Lee, K. J., Cho, K. H., Na, S. H., Cho, J. H. and Lee, J. H. Studies on the Development of Novel 305 day Adjustment Factors for Production Traits in Dairy Cattle 2004 *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 17 No. 12:1689.
13. 이광진. 1994. 젖소개량의 목표 및 생산형질에 대한 보정계수 개발에 관한 연구, 동물자원연구센터 결과보고서. (접수일자 : 2008. 11. 12. / 수정일자 : 2009. 3. 26. / 채택일자 : 2009. 4. 7.)