

# 국내 홀스타인젖소의 선형심사에 대한 보정계수 개발

송치은\* · 상병찬\* · 도창희\*\*

충남대학교 낙농학과\*, 한국종축개량협회\*\*

## The Development of Adjustment Coefficients for Linear Classifications in the Korean Holstein Dairy Cattle

C. E. Song\*, B. C. Sang\* and C. H. Do\*\*

Dept. of Dairy Science Chungnam National University\*, Korea Animal Improvement Association\*\*

### ABSTRACT

The environmental effects were studied to estimate age and lactation stage adjustment coefficients in the primary linear traits of Holstein dairy cattle in Korea. Calving year month, classifier, age-month at classification and lactation stage were the environmental factors which significantly affected the most of linear traits at the level of 0.01. F values of Stature, strength, body depth, thurl with and rear leg side view were relatively higher in the effects of age-month, and dairy form, rear udder height, rear udder width, and udder cleft had relatively higher F values in the effects of lactation stage. Udder depth were affected highly by both age-month and lactation stage. Through the least square means of traits and the interpolation and smoothing obtained by the regression analysis of log and exponential transformed adjustment coefficients, age-month and lactation stage coefficients were estimated, and applied to real data to check the variation in the age-month and lactation stage effects. The estimated mean squares showed that the variation in all the linear traits significantly were decreased for the adjusted factors without the significant changes of variation in calving year month and classifier. That udder depth adjusted for both the age-month and lactation stage resulted in the decreases of variation in the both effects.

(Key words : Adjustment coefficient, Lactation stage, Linear classification)

### I. 서 론

국내에 홀스타인종 유우는 1902년 처음 도입된 것으로 알려져 있다. 그동안 젖소의 중요한 경제형질인 산유능력에 대한 개량이 가장 큰 관심의 대상이었다. 그러나 생산형질만 개량할 경우, 젖소가 우군 내에서 경제적 수명에 도달하지 못하고 도태될 수 있다. 경제적 수명에 도달하지 못하는 가장 큰 원인은 번식에 문제

가 발생할 경우이지만 이를 제외하면 젖소의 신체 기능의 저하로 발생된다. 우군 내에서 농가에게 충분한 소득을 보장하도록 하기 위한 것이 젖소의 외모심사와 선형심사를 통한 기능적 체형을 보강하는 것이다. 젖소의 심사는 외모심사와 선형심사로 분류되는데 1980년대 미국에서 채택한 선형심사 방법은 체형형질의 생리적 변이를 1에서 50까지로 분류하여 변이의 정도를 기록하는 방법이며, 국내에서도 이 방

Corresponding author : C. E. Song, Dept. of Dairy Sciency Chungnam National University

법의 선형심사를 채택하여 사용하고 있다. 미국의 선형심사는 29개의 기능적(functional) 또는 선형기술(linear descriptive) 형질을 포함하고 있다. 이 형질들 중 14개의 2차 형질(secondary traits)은 연구 목적의 조사를 위하여 이루어진다. 15개의 1차 형질(primary traits)은 경제적으로 가치가 있는 형질들이며 평가를 통하여 선 발할 수 있을 정도의 변이(variation)가 있는 형 질들이다(Vinson 등, 1982). 이들 경제적으로 중요한 형질에 대한 선형심사는 젖소의 연령이 나 비유기(stage of lactation)에 관계없이 생물 학적 변이에 따라 점수가 매겨진다(Holstein Association Linear Classification Program, 1985). 따라서 체형 형질들의 일부는 젖소의 성장이나 비유기에 따라서(White, 1974) 영향을 받는 것 은 생리적으로 당연한 일이다. 본 연구의 목적 은 경제적으로 중요한 선형심사형질들에 대한 젖소의 월령과 비유기에 따른 영향을 조사하고 이들 효과에 대한 정확한 보정을 위하여 보정 계수를 개발하는 데에 있다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시재료

본 연구에 이용된 자료는 1984년부터 1998년 까지 한국종축개량협회가 실시한 60,088건의 선형 및 외모심사자료를 이용하였으며 자료 중 에서 1984년부터 89년까지의 자료를 제외한 41,443건의 자료만을 분석에 이용하였다.

선형심사가 종래의 외모심사와 다른 점은 생 물학적 변화의 정도를 점수에 반영하며, 평가 되는 점수의 범위가 넓어 더욱 정확한 유전능 력을 평가할 수 있다. 선형심사 자료는 15가지 의 1차형질에 대해 조사된 것이며, 그 형질들 과 배점기준은 Table 1에 나타낸 바와 같다.

심사 연령은 월령으로 하였으며 15개월령 이 하와 80개월령 이상의 성적은 분석에서 제외하 였으며, 비유기의 기록이 분명하지 않은 0이하 의 성적과 1990년 이전의 성적은 제외하였다. 이러한 기준에 의한 자료의 분포는 Table 2에

Table 1. Definition of linear type traits

Traits	Score		
	1←	25	→50
Stature	Extremely short	Intermediate	Extremely tall
Strength	Narrow and frail	Intermediate	Strong and wide
Body depth	Shallow body	Intermediate	Extremely deep body
Dairy form	Thick and coarse	Sharp and angular	Extremely sharp angular
Rump angle	Pins clearly higher than hooks	Slight slope from hooks to pins	Extremely sloped from hooks to pins
Thurl width	Extremely narrow	Intermediate	Extremely wide
Rear legs side view	Posty and straight	Intermediate set in hock	Extremely sickled
Foot angle	Extreme low angle	Intermediate	Extreme steep angle
Fore attachment	Loose	Intermediate strength	Snug and strong
Rear udder height	Extremely low	Intermediate	Extremely high
Rear udder width	Narrow rear udder	Intermediate	Extremely wide
Udder cleft	Negative cleft, broken support	Clearly defined halving, cleft and support	Extreme cleft and strong support
Udder depth	Very deep, udder floor well below the hock	Udder floor above hocks	Extreme height of udder floor above hock
Front teat placement	Wide	Intermediate	Close
Teat length	Extremely small	Intermediate	Extremely large

Table 2. Distribution of data

Classification Year		Age month		Calving year month		Lactation stage	
Year	No.	Age	No.	Year month	No.	Stage	No.
1990	2,324	15~22	163	1990. 01~12	2,989	0	2,228
1991	1,284	23~30	9,873	1991. 01~12	2,634	1	4,450
1992	3,490	31~38	9,143	1992. 01~12	4,216	2	4,966
1993	4,695	39~46	7,735	1993. 01~12	4,479	3	4,804
1994	4,922	47~54	4,984	1994. 01~12	5,166	4	4,583
1995	5,375	55~62	4,481	1995. 01~12	5,053	5	4,121
1996	6,384	63~70	2,683	1996. 01~12	6,016	6	3,753
1997	6,713	71~80	2,383	1997. 01~12	7,532	7	3,528
1998	6,258			1998. 01~12	3,358	8	3,366
						9	3,046
						10	2,600
Total	41,443		41,443		41,443		41,443

\* Lactation stage : 0 indicates first 15 days period after calving and stages 1~10 represent each 30 days period in order after stage 0.

제시한 바와 같다.

## 2. 분석방법

선형심사점수에 영향하는 요인들은 많이 있을 수 있다. 그러나 본 연구에서는 각 요인들의 분산성분을 추정하기 위하여 다음의 선형모형을 이용하였다.

$$\text{심사형질} = \mu + A_i + T_j + L_k + C_l + e_{ijkl}$$

여기서,  $\mu$  : 공동효과

$A_i$  : i번째 심사 월령의 효과

$T_j$  : j번째 심사자의 효과

$L_k$  : k번째 비유기의 효과

$C_l$  : l번째 분만년월의 효과

$e_{ijkl}$  : 각 개체에 미치는 임의 효과

요인을 분석하기 위하여 일반선형모형(generalized linear model)을 이용하였으며 최소자승평균을 추정하여 보정계수 산출자료로 활용하였다.

보정계수는 일반적으로 상가적 보정계수(additive adjustment factor)와 곱의 보정계수(multiplicative adjustment factor)가 있다. 산유량

보정에서 새로운 미래의 누적유량을 예측할 때는 상가적인 보정계수를 고려하는 것도 바람직하지만 본 연구에서는 기준연령의 선형 심사점수에 대한 대상연령의 선형 심사점수의 비율로 보정을 하는 것이 보다 합리적이다. 따라서 곱의 보정계수(multiplicative adjustment factor)를 이용하였다(이정구, 1985).

$$\text{보정계수}_i = \text{기준심사점수} / \text{심사점수평균}_i$$

여기에서 t는 젖소의 월령 또는 비유단계를 나타내는 수준이다.

보정계수의 補間(interpolation) 및 平均線(smooth)을 추정하기 위하여 위의 식에서 얻어진 계수를 지수 또는 log 회귀분석(exponential or logarithm regression analysis)을 통하여 계수의 보간과 평균선을 추정하였다. 적용된 회귀식들의 유형은 다음과 같다.

$$\widehat{\text{보정계수}}_i = e^{a+bt+ct^2+dt^3}$$

또는

$$\widehat{\text{보정계수}}_i = \log(a+bt+ct^2+dt^3)$$

여기에서 a, b, c와 d는 추정된 상수이며 t는

적소의 월령 또는 비유단계를 나타내는 수준이다. 이 계산은 log transformation 또는 지수변환을 한 후 자료를 회귀로 분석한 후 예측된 값을 역 변환하여 보정계수로 사용하였다.

보정계수를 이용 자료의 보정을 마친 후 기초 분석에 사용된 통계 모형을 통하여 보정된 요인의 변이를 추정하여 보정의 효과 여부를 조사하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 선형심사형질에 미치는 환경요인의 효과

선형심사 각 형질에 대한 월령, 분만년월, 심

사자 및 비유기에 대하여 영향하는 효과를 알아보기 위해 분산분석을 실시한 결과는 Table 3에 제시되었다. 대부분의 형질이 5% 또는 1%의 수준에서 유의성을 나타냈다.

선형심사형질에 영향하는 요인들에 대한 위의 분석들을 통하여 각 심사형질에 대한 보정의 필요성에 대한 고찰을 하였으며 보정이 필요한 선형심사 형질의 경우 보정계수가 필요한 요인을 결정하였다. 분만년월(calving year month)에 효과는 일시적인 효과이므로 선형심사 점수에 보정할 수 없고 유전능력 평가시 이를 분석모형에 포함하는 것이 바람직하다. 거의 모든 심사형질에서 1% 이내의 유의성을 보이고 있지만 F값을 놓고 비교할 때 분만년월에

Table 3. Analysis of variance for linear traits and final scores

Source	DF	Stature			Strength			Body depth		
		MS	F	Pr>F	MS	F	Pr>F	MS	F	Pr>F
Age month	65	2086.99	36.29**	0.0001	2979.89	78.76**	0.0001	5661.43	153.12**	0.0001
Classifier	12	9881.57	171.82**	0.0001	25157.28	664.95**	0.0001	12567.98	339.91**	0.0001
Lact. stage	10	115.37	2.01*	0.0287	966.87	25.56**	0.0001	436.30	11.80**	0.0001
Cal. yr. mo.	81	618.72	10.76**	0.0001	241.44	5.67**	0.0001	581.49	15.73**	0.0001
		Dairy form			Rump angle			Thurl width		
Age month	65	347.36	8.47**	0.0001	5056.58	4.21**	0.0001	5056.58	147.33**	0.0001
Classifier	12	10454.26	254.83**	0.0001	6905.50	120.83**	0.0001	6905.50	201.20**	0.0001
Lact. stage	10	2994.22	72.99**	0.0001	181.14	18.37**	0.0001	181.14	5.28**	0.0001
Cal. yr. mo.	81	199.90	4.87**	0.0001	195.92	1.98**	0.0001	195.92	5.71**	0.0001
		Rear leg, side view			Foot angle			Fore udder attachment		
Age month	65	4097.25	51.00**	0.0001	391.44	18.53**	0.0001	1042.03	64.30**	0.0001
Classifier	12	3618.25	406.11**	0.0001	15606.15	130.83**	0.0001	8594.60	56.78**	0.0001
Lact. stage	10	163.25	6.07**	0.0001	6114.18	2.01*	0.0284	11496.74	2.56**	0.0043
Cal. yr. mo.	81	441.86	2.44**	0.0001	208.45	3.48**	0.0001	371.60	6.93**	0.0001
		Rear udder, height			Rear udder, width			Udder cleft		
Age month	65	13172.33	6.35**	0.0001	1042.03	20.30**	0.0001	1049.59	6.13**	0.0001
Classifier	12	3605.09	253.31**	0.0001	8594.60	167.41**	0.0001	18931.08	82.98**	0.0001
Lact. stage	10	4411.29	99.24**	0.0001	11496.74	223.94**	0.0001	954.75	80.30**	0.0001
Cal. yr. mo.	81	216.70	3.38**	0.0001	371.60	7.24**	0.0001	193.15	3.37**	0.0001
		Udder depth			Front teat placement			Teat length		
Age month	65	13172.33	244.64**	0.0001	430.75	8.46**	0.0001	1049.59	14.30**	0.0001
Classifier	12	3605.09	66.96**	0.0001	8789.00	172.59**	0.0001	18931.08	257.99**	0.0001
Lact. stage	10	4411.29	81.93**	0.0001	1668.16	32.76**	0.0001	954.75	13.01**	0.0001
Cal. yr. mo.	81	216.70	4.02**	0.0001	106.38	2.09**	0.0001	193.15	2.63**	0.0001

\* : P<0.05, \*\* : P<0.01, Cal. yr. mo. represents calving year month.

크게 영향을 받는 형질로는 키와 체심이 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

심사성적에 대한 심사자 효과는 적게 나타나는 것이 바람직하나 심사자의 효과가 크게 나타날 경우는 심사자에 대한 심사관에 대한 정기적인 보정(calibration)이 필요하다고 사료된다. 모든 심사형질에서 1% 이내의 유의성이 있었지만 앞유방부착과 유방깊이는 F값이 비교적 적게 나타났으며 강건성과 뒷다리옆모양에 대한 평가에서 심사자간 변이가 가장 크게 나타나고 있어 이는 심사자들 간의 심사판단에 대한 주관적인 요소가 가장 크게 나타난다고 할 수 있어 유전능력 분석에서 심사자들을 분석 통계모형에 포함시켜야 할 것으로 사료된다 (Do, 1992).

심사점수에 대한 보정을 하고자 하는 요인은 비유기와 소의 월령에 대한 것이다. 심사시기를 특정한 비유단계에 맞출 수 없을 뿐만 아니라 특정 월령에 심사시기를 택하는 것은 현실적으로 거의 불가능하다. 그러나 비유단계에 따라 유방의 모양이 크게 달라지고 월령에 따라 체형이 변하는 것은 젖소의 생리적인 현상이다. 이들에 대한 일반 심사자의 객관적인 판단이 정확하다 해도 심사된 소의 비유 단계가 다르거나 또는 나이가 더 들었을 경우를 예측하기는 어려워 많은 자료를 가지고 통계적으로 처리하여 보정하는 것이 바람직하다.

젖소의 월령과 비유단계에 따라 비교적 영향을 적게 받아 F값이 적게 나타나는 것은 엉덩이기울기, 발굽각도, 앞유두배열, 유두길이, 최종점수 등이다. 반대로 두 가지 요인 모두에 의하여 영향을 크게 받는 형질로는 유방깊이이다. 유용성, 뒷유방높이, 뒷유방너비, 정중제인대, 유방 깊이가 비유단계에 따라 크게 영향받고 있음을 보여주고, 키, 강건성, 체심, 곤폭, 뒷다리옆모양, 전유방부착, 유방 깊이가 심사월령에 따라 변이가 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 이에 따라 키, 강건성, 체심, 곤폭, 뒷다리옆모양, 전유방부착, 유방 깊이는 심사월령에 대한 보정 계수를 추정하고, 유용성, 뒷유방높이, 뒷유방너비, 정중제인대, 뒷유방 깊이에 대하여는 비유단계 월별 보정계수를 추정하였다.

## 2. 심사 점수의 경향

선형심사형질에 대한 15개월령~80개월령에 대한 최소자승평균을 구하였으며, 이러한 결과는 각 형질들의 월령별 평균에 대한 경향을 보여주는 Fig. 1에서부터 Fig. 4에 잘 나타나고 있다.

키, 강건성, 체심, 곤폭, 뒷다리옆모양, 전유방부착, 유방 깊이는 심사월령에 따라 변이가 크게 나타나는 형질들이다. 이 형질들의 보정 기준월령은 젖소의 생리적 성숙월령은 24개월이 지나면 초산을 하게 되지만 유량이 최고에

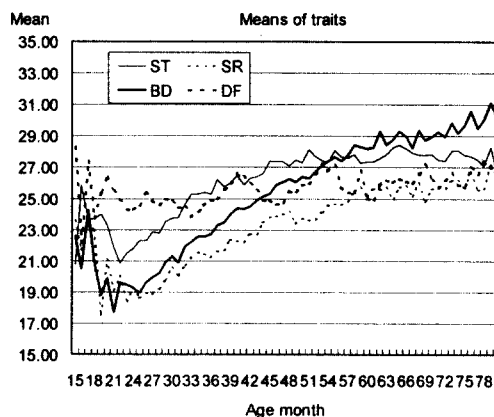


Fig. 1. Least square means for stature, strength, body depth and dairy form according to age-month.

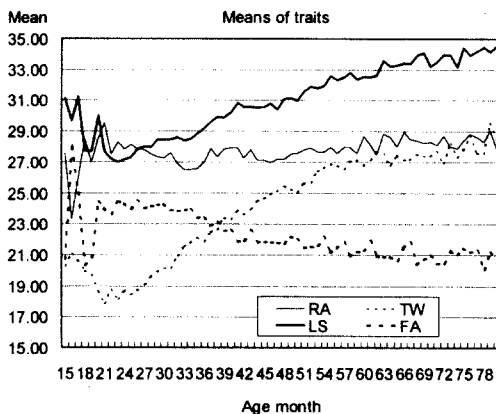


Fig. 2. Least square means for for rump angle, thurl width, rear leg side view, foot angle according to age-month.

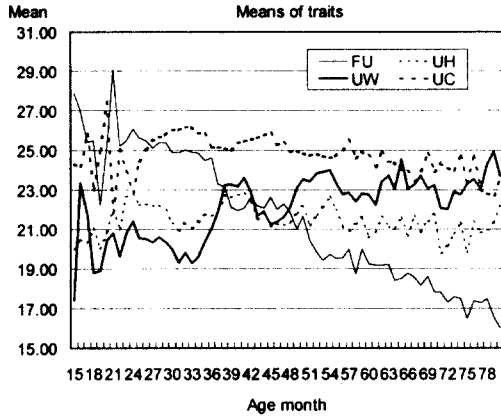


Fig. 3. Least square means for fore udder attachment, rear udder height, rear udder width and udder cleft according to age-month.

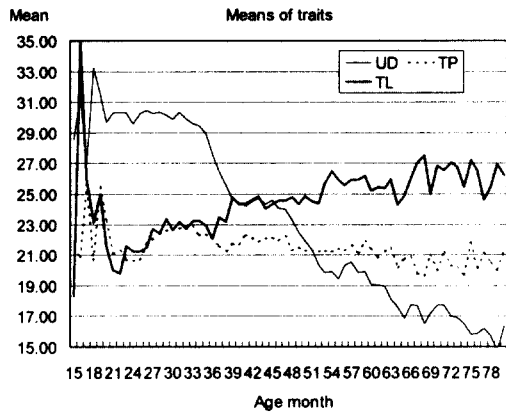


Fig. 4. Least square means for udder depth, front teat placement and teat according to age-month.

달하는 것은 2~3산으로 볼 때 24개월령으로 기준을 정하는 것은 합리적이지 않다고 생각되며 심사 개체들의 빈도수로 볼 때에도 두 번째 생산을 하는 36개월령이 적합하다고 사료된다. 대부분 심사성적은 17점 이상에서부터 35점 이하의 성적을 기록했으며 모든 형질들에 대하여는 22개월령 이상과 80개월령 이하로 제한을 두었는데 이는 21개월령 이하의 자료는 빈도수가 너무 적게 나타났으며 월령별 평균의 변동도 불규칙하게 나타나고, 80개월령 이후의 경향치의 변동이 적게 나타났기 때문에 보정 대

상에서 제외시켰다.

이러한 현상은 각 형질들의 월령별 평균에 대한 경향을 보여주는 Fig. 1에서부터 Fig. 4에 잘 나타나고 있다. Fig. 1에서 키, 강건성과 체심이 Fig. 2에서는 엉덩이 너비와 뒷다리 옆모양이 심사시월령이 증가함에 따라 뚜렷하게 증가하는 모습을 보여주고 있다. 반면에 Fig. 3의 앞유방 부착, Fig. 4의 유방깊이는 뚜렷하게 감소하는 모습을 보여주었다.

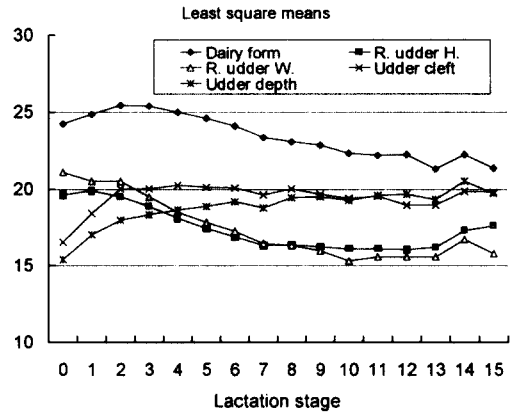


Fig. 5. Least square means of major linear traits affected by lactation stage.

유용성, 뒷유방 높이, 뒷유방 너비, 정중제인대, 뒷유방 깊이에 대하여는 비유단계에 따라 영향을 크게 받는 형질로 나타났다. 따라서 비유단계에 따른 이들 형질의 최소화승평균을 Fig. 5에 제시하였다. 비유단계에 따른 효과를 추정하기 위하여 월 단위의 11단계까지만 분석하였지만 실제 현장에서 월 단위의 11단계 이상으로 착유하며 착유개시 10개월 이후에도 심사가 빈번하게 이루어지고 있으므로 이 기간의 보정계수도 필요하다. 따라서 분만 후 15개월까지를 월별 비유단계로 지정하여 최소화승평균을 추정하여 보정계수를 산출하는 데 사용하였다. 이 형질들은 모두 유방과 관련된 형질들로 Fig. 5에 제시된 것처럼 유방 깊이를 제외하고 모두 최대 착유시기인 분만 후 45일에서 75일 사이에 최소화승평균점수가 높게 나타나고 있다.

3. 보정계수의 추정

월령에 영향을 받는 심사형질에서는 35, 36 및 37개월령의 평균을 가지고 보정계수 추정을 위한 기준으로 정하였으며, 비유기는 최소 자승평균의 보정기준을 분만 후 45일에서 75일을 나타내는 비유단계 2를 기준으로 위의 형질들의 보정계수를 추정하는데 사용하였다.

보정계수에 의해 보정을 적용하는 기간은 Fig. 1부터 4까지 형질들의 경향치를 보고 결정하였으며, 이는 젖소의 생리적 현상을 반영한다고 볼 수 있다. 키, 강진성, 요각폭 등은 50개월령 정도되면 고정되어 측정 수치가 변함이 없고, 체심, 뒷다리 옆모양, 앞유방 부착과 유방 깊이 등은 나이가 들에 따라 변할 수 있다고 사료된다. 따라서 보정계수의 적용기간을 22개월부터 50개월령이상, 그리고 22개월부터 80개월령으로 형질을 분류하여 보정계수를 추정하였다.

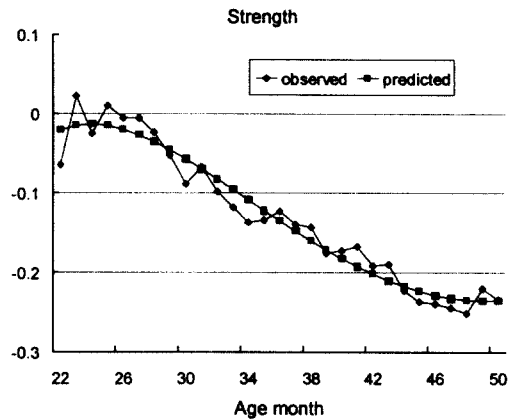


Fig. 6. The observed values of the log transformed strength age-month adjustment coefficients and the predicted values by the regression equation.

월령에 의하여 영향받는 형질들은 보정계수가 변환 후 주로 1차 만족선에 의하여 fitting이 되지만 비유기에 의해 영향받는 형질들은 2차

Table 4. Adjustment bases for each linear type trait

36 age-month base		45-75 day base after calving	
Trait	Base	Trait	Base
Stature	22.48	Dairy form	25.44
Strength	18.78	Rear udder height	19.51
Body depth	19.52	Rear udder width	20.52
Thurl width	18.76	Udder cleft	20.04
Rear leg side view	27.70	Udder depth	18.00
Fore udder attachment	25.39		
Udder depth	30.02		

Table 5. Regression equations for the adjustment coefficients of the linear traits affected by age-month

Traits	Regression model	R <sup>2</sup>	Effective period
Stature	coeff = $e^{0.62377 + 0.03222 \times t - 0.00031687 \times t^2}$	.98	22~50
Strength	coeff = $e^{3.72224 + 0.11366 \times t + 0.00099349 \times t^2 - 37.9140(1/t)}$	.95	22~50
Body depth	coeff = $e^{0.45978 - 0.02224 \times t + 0.0001396 \times t^2}$	.99	22~80
Thurl width	coeff = $e^{0.51508 - 0.02488 \times t + 0.00016606 \times t^2}$	.98	22~50
Rear leg side view	coeff = $e^{0.19974 - 0.00874 \times t + 0.00004424 \times t^2}$	.98	22~80
Fore udder attachment	coeff = $\log(2.34735 + 0.00644 \times t + 0.00027483 \times t^2)$	.97	22~80
Udder depth	coeff = $\log(2.36658 - 0.01244 \times t + 0.00088402 \times t^2)$	.97	22~80

Table 6. Regression equations for the adjustment coefficients of the linear traits affected by lactation stage

Traits	Regression model	R <sup>2</sup>
Dairy form	coeff = $\log(2.82685 - 0.06527 \times t + 0.01578 \times t^2 - 0.00064386 \times t^3)$	.95
Rear udder height	coeff = $e^{-0.02593 + 0.01686 \times t + 0.00292 \times t^2 - 0.00023495 \times t^3}$	.97
Rear udder width	coeff = $e^{-0.03877 + 0.03003 \times t + 0.00193 \times t^2 - 0.00018467 \times t^3}$	.97
Udder cleft	coeff = $e^{0.16270 - 0.08125 \times t + 0.01121 \times t^2 - 0.00043474 \times t^3}$	.86
Udder depth	coeff = $e^{0.12829 - 0.06505 \times t + 0.00694 \times t^2 - 0.00024568 \times t^3}$	.93

만곡선을 통하여 fitting 시켰다. 다항회귀를 선택한 기준은 R<sup>2</sup> 값을 효율적으로 높일 수 있도록 회귀식에 항목을 추가 또는 삭제하는 방식을 통하여 이루어졌다.

Fig. 6, 7과 8은 심사시 월령에 대한 계수추정을 위한 회귀식을 보여준다. Fig. 6과 7은 log 변환 보정계수를 가지고 fitting하였다. 강건성의 경우 약간의 2차곡선 형태를 보여주며, 지수변환된 Fig. 7의 유방깊이는 지속적인 증가와 후반부 관측치가 심하게 연동(fluctuation)하는 모습을 보여준다.

Fig. 9, 10과 11은 비유기에 대한 계수추정을 위한 회귀식의 모양이며, 모두 정도의 차이는 있지만, 다차곡선의 모양을 보여주고 있다. Fig. 9의 유용성은 지수변환의 계수모습을 보여주

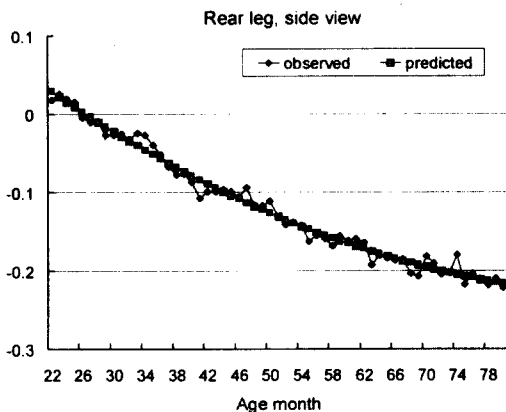


Fig. 7. The observed values of the log transformed rear leg side view age-month adjustment coefficients and the predicted values by the regression equation.

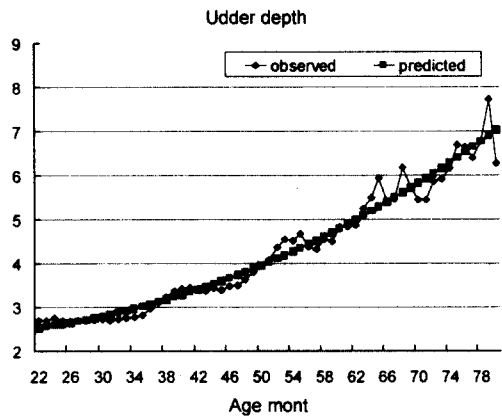


Fig. 8. The observed values of the exponentially transformed udder depth age-month adjustment coefficients and the predicted values by the regression equation.

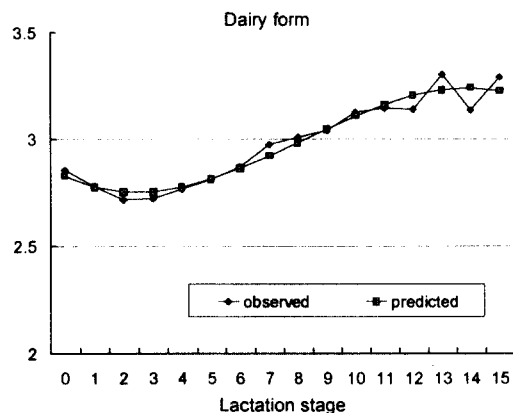


Fig. 9. The observed values of the exponentially transformed dairy form lactation stage adjustment coefficients and the predicted values by the regression equation.



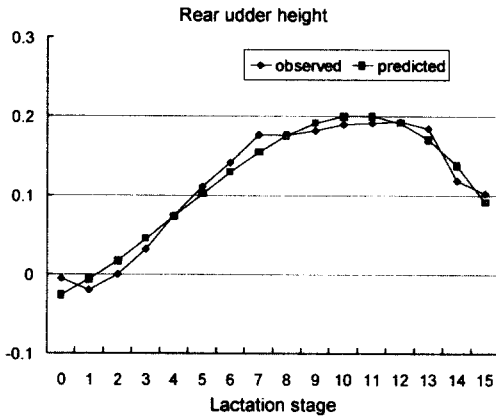


Fig. 10. The observed values of the log transformed rear udder height lactation stage adjustment coefficients and the predicted values by the regression equation.

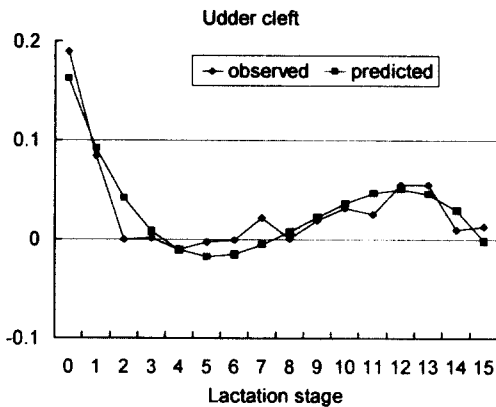


Fig. 11. The observed values of the log transformed udder cleft lactation stage adjustment coefficients and the predicted values by the regression equation

며, log 변환된 Fig. 11의 정중제인대는 뚜렷한 2차곡선 모형을 보여준다.

각 회귀 식을 산출하여 보정계수를 추정하면서 기준으로 잡았던 36개월령과 비유기 2의 값들이 1로 고정되지 않았다. 그러나 보정계수는 보정되는 형질들의 보정요소들간 서로 상대적이기 때문에 기준 시점이 1로 고정되지 않은 것에 대하여 개의치 않아도 된다고 사료된다.

Table 5와 6의 회귀식에 따라 추정된 심사월

령과 비유기에 대한 보정계수가 Table 7, 8과 9에 제시되었다. 키, 강건성과 엉덩이 너비는 50개월령까지의 보정계수를 추정하였고, Table 8의 체심, 뒷다리 옆모양, 앞유방 부착과 유방깊이는 80개월령까지 추정하였다. Table 9에는 비유기에 대한 보정계수를 보여주는데 정중제인대의 계수는 2차 선형의 모양을 보여주고 있다. 한편 유방깊이는 소의 월령과 비유기 모두에 영향을 크게 받고 있기 때문에 두 가지 보정계수를 제시하였다.

Table 7. Age month adjustment coefficients of linear traits

Age month	Stature	Strength	Thurl width
22	1.0708	0.9794	1.0493
23	1.0517	0.9853	1.0312
24	1.0337	0.9869	1.0138
25	1.0166	0.9852	0.9969
26	1.0004	0.9806	0.9807
27	0.9851	0.9738	0.9651
28	0.9706	0.9652	0.9500
29	0.9570	0.9552	0.9355
30	0.9441	0.9443	0.9215
31	0.9320	0.9328	0.9080
32	0.9207	0.9209	0.8950
33	0.9100	0.9088	0.8825
34	0.9001	0.8968	0.8704
35	0.8908	0.8850	0.8588
36	0.8822	0.8736	0.8476
37	0.8742	0.8625	0.8369
38	0.8669	0.8521	0.8266
39	0.8601	0.8423	0.8166
40	0.8540	0.8332	0.8071
41	0.8484	0.8248	0.7979
42	0.8434	0.8173	0.7891
43	0.8390	0.8106	0.7807
44	0.8351	0.8048	0.7726
45	0.8317	0.7999	0.7648
46	0.8289	0.7960	0.7574
47	0.8266	0.7930	0.7502
48	0.8249	0.7910	0.7435
49	0.8237	0.7901	0.7370
50 or more	0.8230	0.7902	0.7308

## 4. 보정계수 적용 효과

보정계수의 적용효과는 보정전과 보정후의 자료를 가지고 분산분석을 통하여 보정하고자 하는 요인의 평균평방 값을 가지고 비교하였다. 보정계수를 적용한 결과 Table 10과 11에서 제시된 것처럼 대부분의 형질에서 보정된 요인의 변이가 작아진다.

심사형질 키에서는 젖소의 월령효과에서 5% 내에서도 유의성이 나타나지 않는다. 강건성, 체심, 엉덩이 너비, 뒷다리 옆모양, 앞유방 부착에서도 평균평방의 수치가 급격히 감소하여 월령 보정에 대한 필요성이 입증된다. 다만 다른 효과들의 변이도 따라서 조금씩 변동되는 것이 발견되는데 이는 바람직한 것은 아니다.

대부분의 형질에서 오차에 대한 평균평방을 비롯하여 심사자, 분만년월 등의 변이가 감소하고 있다. 이러한 변화는 보정계수 추정과정에서 최소자승평균에 의하여 추정된 계수를 적합도와 curve fitting을 위하여 적용된 지수 또는 log 변환 그리고 추정된 회귀식에서 발생할 수 있다. 그러나 변이의 변화가 크지 않으므로 보정계수의 적용에 대해서 편의(bias)의 우려를 줄일 수 있다고 사료된다. 연령 보정계수를 통한 각 형질의 보정치는 농가에서 다양한 월령에 있는 소들을 직접 비교할 수 있다고 사료된다. 보정전과 보정 후에 관계없이 심사자들에 의한 변이가 가장 크게 나타나고 있어 심사자들간의 심사관이 서로 다르다는 것을 보여준다고 할 수 있으며 객관적인 심사 평가가 이루어

Table 8. Age month adjustment coefficients of linear traits adopted for 80 month age

Age	month	Body depth		Rear leg side view		Fore udder attachment		Udder depth	
22	51	1.0389	0.7326	1.0292	0.8771	0.9640	1.2211	0.9245	1.3941
23	52	1.0225	0.7269	1.0223	0.8734	0.9711	1.2313	0.9353	1.4134
24	53	1.0066	0.7214	1.0155	0.8699	0.9784	1.2415	0.9467	1.4328
25	54	0.9912	0.7162	1.0088	0.8664	0.9859	1.2518	0.9586	1.4522
26	55	0.9763	0.7112	1.0023	0.8630	0.9935	1.2622	0.9710	1.4716
27	56	0.9619	0.7064	0.9959	0.8597	1.0012	1.2726	0.9840	1.4911
28	57	0.9480	0.7018	0.9897	0.8565	1.0091	1.2830	0.9974	1.5106
29	58	0.9346	0.6975	0.9835	0.8534	1.0172	1.2935	1.0113	1.5301
30	59	0.9216	0.6934	0.9775	0.8503	1.0253	1.3040	1.0256	1.5496
31	60	0.9091	0.6895	0.9716	0.8474	1.0336	1.3146	1.0404	1.5691
32	61	0.8969	0.6858	0.9658	0.8445	1.0420	1.3252	1.0556	1.5886
33	62	0.8852	0.6824	0.9602	0.8417	1.0506	1.3359	1.0711	1.6081
34	63	0.8739	0.6791	0.9547	0.8390	1.0592	1.3465	1.0870	1.6275
35	64	0.8629	0.6761	0.9492	0.8364	1.0680	1.3572	1.1033	1.6470
36	65	0.8523	0.6732	0.9439	0.8339	1.0769	1.3679	1.1198	1.6663
37	66	0.8421	0.6706	0.9387	0.8314	1.0859	1.3787	1.1367	1.6857
38	67	0.8323	0.6681	0.9337	0.8290	1.0950	1.3895	1.1538	1.7050
39	68	0.8228	0.6658	0.9287	0.8267	1.1041	1.4003	1.1712	1.7242
40	69	0.8136	0.6638	0.9238	0.8245	1.1134	1.4111	1.1888	1.7434
41	70	0.8048	0.6619	0.9191	0.8224	1.1228	1.4219	1.2067	1.7625
42	71	0.7963	0.6602	0.9144	0.8203	1.1323	1.4327	1.2248	1.7816
43	72	0.7880	0.6587	0.9099	0.8183	1.1418	1.4436	1.2430	1.8006
44	73	0.7801	0.6574	0.9054	0.8164	1.1515	1.4545	1.2615	1.8196
45	74	0.7725	0.6563	0.9011	0.8146	1.1612	1.4654	1.2800	1.8384
46	75	0.7652	0.6553	0.8969	0.8129	1.1710	1.4762	1.2988	1.8572
47	76	0.7581	0.6546	0.8927	0.8112	1.1809	1.4871	1.3176	1.8759
48	77	0.7514	0.6540	0.8887	0.8096	1.1908	1.4980	1.3366	1.8946
49	78	0.7449	0.6536	0.8847	0.8081	1.2008	1.5089	1.3557	1.9131
49	78	0.7449	0.6536	0.8847	0.8081	1.2008	1.5089	1.3557	1.9131
50	79	0.7386	0.6534	0.8809	0.8066	1.2109	1.5199	1.3748	1.9316
	80		0.6534		0.8052		1.5308		1.9500

Table 9. Lactation stage adjustment coefficients of linear traits

Lactation stage	Dairy form	Rear udder height	Rear udder width	Udder cleft	Udder depth
0	1.0392	0.9744	0.9620	1.1767	1.1369
1	1.0213	0.9936	0.9930	1.0966	1.0724
2	1.0131	1.0178	1.0279	1.0424	1.0243
3	1.0136	1.0456	1.0658	1.0081	0.9890
4	1.0214	1.0760	1.1056	0.9893	0.9641
5	1.0348	1.1074	1.1463	0.9825	0.9473
6	1.0523	1.1385	1.1865	0.9849	0.9368
7	1.0723	1.1673	1.2247	0.9940	0.9312
8	1.0935	1.1921	1.2592	1.0075	0.9289
9	1.1145	1.2107	1.2882	1.0226	0.9286
10	1.1340	1.2213	1.3099	1.0369	0.9288
11	1.1508	1.2219	1.3223	1.0476	0.9282
12	1.1640	1.2107	1.3238	1.0517	0.9254
13	1.1725	1.1864	1.3128	1.0465	0.9192
14	1.1751	1.1482	1.2883	1.0295	0.9082
15	1.1708	1.0958	1.2496	0.9985	0.8912

Table 10. Mean squares of linear traits affected by age month before adjusting by the coefficients and after adjusting

Source	df	Stature		Strength		Body depth	
		Before	After	Before	After	Before	After
Age month	58	1937.7	a 52.4	2639.1	186.7	5215.6	76.4
Lact. stage	15	a 73.2	a 58.5	696.7	487.9	293.9	203.5
Classifier	12	9105.4	7202.4	24137.8	17779.6	14607.9	9805.4
Calving year month	88	574.8	440.8	133.0	99.9	466.4	300.6
Error	34387	56.3	43.9	41.1	30.4	45.3	19.1

Source	df	Thurl width		Rear leg side view		Fore udder attachment	
		Before	After	Before	After	Before	After
Age month	58	4791.8	227.3	3012.2	236.0	2938.0	251.0
Lact. stage	15	163.2	115.4	302.5	245.4	254.4	397.0
Classifier	12	11329.2	8185.2	7117.9	5951.8	9678.8	12364.5
Calving year month	88	228.7	150.0	222.5	181.3	431.4	577.5
Error	34387	50.9	34.8	80.3	68.6	89.1	24.0

a represents not significant at the level of 0.05.

지지 못하고 있음을 암시하였다. 이는 계수에 의한 보정은 이루어질 수 없고 재교육이나 심사자들간의 조정(calibration)을 통하여 변이를 줄여 공평한 평가가 이루어지도록 노력하여야 한다.

Table 11은 비유기 보정계수에 의해 보정전과 보정 후의 평균평방 값을 제시하였다. 유용성 등 각 형질에서 비유기에 의한 변이는 크게 감소하였다. 유방깊이는 비유기와 월령에 대한 보정계수를 동시에 적용한 결과 두 가지 요인

에 의한 변이 모두 크게 감소하였다. 결과적으로 비유기 보정에 의한 선형심사형질의 보정효과와는 양호하다고 말할 수 있다.

이러한 보정계수들에 의한 보정은 현장에서 농가들이 보정된 값을 통하여 연령과 비유기에 상관없이 유전능력 평가전이라도 젖소들의 심사점수를 비교할 수 있다는데 의의가 있으며, 부족한 심사형질에 대한 종모우의 선정에 이용될 수 있다.

Table 11. Mean squares of linear traits affected by lactation stage before adjusting by the coefficients and after adjusting

Source	df	Dairy form		Rear udder height		Rear udder width	
		Before	After	Before	After	Before	After
Lactation stage	15	2383.5	138.4	2862.5	131.3	5396.3	209.4
Age month	58	790.1	834.1	534.5	650.0	745.2	842.4
Classifier	12	9515.8	10603.3	25238.4	31113.7	19184.6	26029.9
Calving year month	88	193.8	221.1	211.2	255.5	353.8	461.7
Error	34322	56.8	64.0	86.7	105.4	85.0	112.5

Source	df	Udder cleft		Udder depth	
		Before	After	Before	After
Lactation stage	15	1174.4	286.6	1621.3	266.2
Age month	58	560.0	580.8	9362.8	299.5
Classifier	12	16753.2	17787.0	17369.3	24220.2
Calving year month	88	243.3	255.6	259.7	391.7
Error	34322	96.3	101.9	108.5	156.8

\* Udder depth was adjusted for both age month and lactation stage.

#### IV. 요약

젖소의 선형심사형질은 젖소의 생물학적 변이를 심사자의 직관에 의하여 변이의 정도에 따라 점수를 부여한다. 심사형질에 대한 정의에 의하여 연령과 비유기에 상관없이 변이의 정도를 수치화 하기 때문에 형질에 따라서 필연적으로 연령과 비유기의 영향을 받을 수밖에 없다. 본 연구에서는 연령과 비유기가 선형심사형질에 미치는 영향을 조사하고 그를 보정하기 위한 보정계수를 추정하였다. 키 강건성, 체심, 엉덩이 너비, 뒷다리 옆모양과 앞유방 부착이 연령에 따라 증가 또는 감소하는 경향을 보이면서 크게 영향 받는 것으로 조사되었으며, 유용성, 뒷유방 높이, 뒷유방 너비와 정중제인대는 비유기에 따라 영향을 받았다. 유방깊이는 연령과 비유기 두 가지 요인 모두로부터 영향을 받았다. 추정된 보정 계수에 의한 각각의 보정계수를 적용한 결과 연령과 비유기에 영향 받는 모든 형질에서 분만년월, 심사자 등의 변이에는 작은 영향을 미치며, 보정하고자 하는 요인의 변이를 크게 줄여 보정효과가 양호한

것으로 나타났다. 유방깊이는 연령과 비유기에 대한 보정계수를 동시에 적용한 결과 두 요인 모두에서 변이를 크게 줄였다.

#### V. 인용 문헌

1. Do, C. H. 1992. Improvement in accuracy using records lacking sire information in the animal model. Ph.D. Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg. VA.
  2. Holstein Association Linear Classification Program. 1985. Holstein-Friesian Association of America.
  3. Vinson, W. E., R. E. Pearson and L. P. Johnson. 1982. Relationships between linear descriptive type traits and body measurements. J. Dairy Sci. 65:995
  4. White, J. M. 1974. Genetic parameters of conformation and management traits. J. Dairy traits. J. Dairy Sci. 57:1267
  5. 이정구. 1985. 국내 홀스타인종 유우의 유량에 대한 연령보정계수 추정. Korean J. Anim. Sci. 27(2):67-73.
- (접수일자 : 2001. 8. 30 / 채택일자 : 2002. 1. 10)