Holstein 젖소의 선형심사형질과 등급형질에 대한 환경효과 분석

이득환* · 김은길**

한경대학교*, 한국종축개량협회**

Analysis of Environmental Effects for Linear Type Traits and Scoring Traits on Holstein Cows

D. H. Lee* and E. G. Kim**

Hankyong National University*, Korean Animal Improvement Association**

ABSTRACT

General performance with including environmental and management effects on linear type traits in Holstein cows were investigated. 115,646 valid records measured from cows over 1 yrs of age by Korean Animal Improvement Association from 2000 to 2004 were used for this study. Farm, appraisal year-month, appraisal person should affect linear type and scoring traits. Most of type traits and scoring traits would be significantly affected by parity and lactation stage after absorbing farm-appraisal year-month-person effects. Otherwise, some traits such as traits related to udder would be affected by registration criteria. However, interval of appraisal time and milking time would not affect these traits. The scores related to udder, teat placement and foot angle would be positively related to parity. Final score would be optimized at cows of 2nd and 3rd parities. Dairy form, front teat placement, rear udder height, rear udder width and final score would show similar to pattern of lactation curve at lactation stage. Dairy capacity composite index would also show similar to lactation curve. This result would be indicated that more concise standardizing system for linear type scoring rules would be needed. Furthermore, correcting system for parity and lactation stage would be needed because this factor should affect physiological status, specially, udder status.

(**Key words** : Holstein cows, Linear type traits, Parity, Lactation stage, Environmental effects)

Ⅰ. 서 론

10여년 전부터 낙농선진국의 경우에 젖소의 선형심사를 통한 체형형질들에 대한 유전적 개량에 대한 관심이 크게 집중되었는데 이는 체형형질(conformation traits)들이 생산수명과 밀접한 관계가 있으며 (Rogers et al., 1989; Brotherstone and Hill, 1990; Boldman et al., 1992; Short and Lawlor, 1992; Ducrocq and Solkner, 1994) 따라서 종축선발을 위하여 선형심사와 생산수명과의 유전적 관계에 대한 많은 규명이 있었기 때문이다(Weigel et al., 1998; Vollema and Groen, 1998; Schneider et al., 2003). 2005년 현재 미국의 Holstein협회에서는 이러한 선형심사를 15개의 1차형질(키, 강건성, 체심, 예각성, 엉덩이기울기, 엉덩이너비, 옆에서 본 뒷다리의 상태, 발굽의 각도, 앞유방 붙임성, 뒷유방 높이, 뒷유방 너비, 정중제인대, 유방깊이, 뒤에서 본 앞유두 배열, 앞유두 크기)로 분류하고 있으며 (Holstein Association USA, 2005) 이들 형질들에

Corresponding author : Deukhwan Lee, Department of Animal Life Resources, Hankyong National Univ. Seokjeong-dong Anseong-si Gyeonggi-do, Rep. of Korea 456-749
Tel : 031-670-5091, Fax : 031-676-5091, E-mail : dhlee@hknu.ac.kr

대한 유전평가를 통하여 종축선발에 활용하고 있다. 또한 이들 선형심사점수를 이용한 2차형질로써 등급에 의하여 조사된 형질인 일반외모, 유용특질, 체적, 지제 및 비유기관 등이 있으며 또한 이차형질들을 종합한 최종점수가 기록되었다. 특히 선형심사점수를 종합한 3종류의 대표적인 선형종합지수를 선발에 이용하는데 이는 유방종합지수, 체형종합지수 및 지제종합지수 등이 그것이다. 국내의 경우 1980년대부터 미국의 선형심사방법을 채택하여 실시하여 왔으며 여기서 조사된 자료는 주로 종모우 선발에 이용하여 왔다. 이러한 선형심사점수의 정의 및 조사방법은 송 등(2002)에 의하여 보고된 바와 같다.

본 연구는 국내 Holstein 젖소를 대상으로 실시하여 온 15개의 선형심사 1차형질과 5개의 선형심사 2차형질들에 있어서 여러가지 환경요인들에 대한 효과를 제시하여 이러한 요인들의 보정을 통한 통계적 유전분석을 실시하는데 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 연구에 이용된 자료는 2000년부터 2004년까지 한국종축개량협회 주관으로 Holstein 경산우를 대상으로 조사된 118,290두의 기록으로부터 각 형질 별 3 SD 범위에서 벗어나는 이상치를 제외한 115,646두의 선형심사기록이 본 분석에 이용되었다. 분석형질들은 1차 선형심사형질을 크게 5분류하여 ① 전체외모에 대한 선형심사형질로써 십자부의 키(Stature, ST), 강건성(Strength, SR), 체심(Body depth, BD) 및 예각성(Dairy form, DF) 등을 포함하였고, ② 엉덩이 부위에 대한 선형심사인 엉덩이 기울기(rump angle, RA) 및 엉덩이 너비(thurl width, TW) 등이며, ③ 다리와 발굽부위에 대한 선형심사형질인 옆에서 본 뒷다리(rear leg side view, LS) 및 발굽기울기(foot angle, FA) 등이며, ④ 유방부위에 대한 선형심사형질인 앞유방붙임성(fore udder attachment, FU), 뒷유방높이(rear udder height, UH), 뒷유방너비(rear udder width, UW), 정중제인대(udder cleft, UC) 및 유방깊이(udder depth, UD) 등이었으며, ⑤ 유두부위의 선형심사형질로써 뒤에서 본 앞유두배열(front teat placement, TP) 및 앞유두크기(teat length, TL) 등이 본 분석에 포함하였다. 이들 선형심사형질들은 0～50점의 범위에서 점수화되었으며 점수를 부여한 기준은 미국의 표준 점수부여 방식을 채택하였다. 2차 선형심사형질로써 5가지의 등급형질이 조사되었는데 이는 일반외모(general stature composite index, GSC), 유용특질(dairy capacity composite index, DCC), 체적(body size composite index, BSC), 지제(foot and leg composite index, FLC) 및 비유기관(udder composite index, UDC) 등 이었고 이러한 형질은 excellent, very good, good plus, good, fair 및 poor 등 6단계로 구분하여 지수화 하여 자료가 조사되었다. 또한 이러한 선형심사형질들을 종합한 최종점수(Final score, FS)를 50~100점의 범위에서 점수화 하였다. 본 분석은 상기의 2차 선형심사형질들은 1～6점 범위에서 수치변환 후 분석을 실시하였다.

통계분석은 1차 예비분석과 2차 본 분석으로 실시하였는데, 1차 예비분석모형으로써 농가, 심사자, 심사시 연령, 산차, 심사년도, 심사월, 등록구분(기초, 본, 혈통), 분만 후 비유월 및 착유 후 심사개시까지 시간간격 등을 분석모형에 고려하였다. 예비분석결과를 바탕으로 분석모형을 변형한 본 분석모형을 설정하여 분산분석을 실시하였는데 분석에 고려된 주요인 효과는 예비분석에서 고려된 농가, 심사자, 심사년도 및 심사월 효과는 주요인 효과뿐만 아니라 요인간 상호 교호작용 효과가 분석 전형질에 있는 것으로 판정되어 농가－심사년도－심사월－심사자를 결합한 요인(FYMA)을 고려하였고 기타 산차(PAR), 비유월(STAGE), 등록구분(REG) 및 착유후 심사개시까지 시간간격(INT)을 주요인으로 하는 분산분석을 실시하였다.

분석에 고려된 통계분석 모형식은 다음과 같다.

$$y_{i,jklmn} = \mu + FYMA_i + PAR_j + STAGE_k + REG_l + INT_m + E_{ijklmn}$$

상기의 통계분석모형을 적합하기 이전의 유효자료의 선정을 위하여 FYMA 효과의 수준당 관측치 수가 5 이상인 개체의 기록만을 이용하

였고, 산차(PAR)가 8 이상인 경우는 8산으로 간주하였다. 분만후 비유월(STAGE)은 착유 600일까지를 유효자료로 간주하여 0.5월 단위로 분류하였으며 총 40 수준에서 19월 이상은 모두 19월로 간주하여 총 38 수준의 요인으로 모형을 설정하였는데 비유월별 기록수는 Figure 1에 제시하였다. 등록구분(REG)은 고등등록우는 혈통등록우로 간주하여 기초, 본, 혈통으로 구분하였다. 또한 INT 효과는 착유개시시부터 선형심사 측정 개시시까지의 시간을 시 단위로 분류하였고 12 이상은 11로 간주하여 총 12 수준(0～11)의 요인으로 분석모형을 설정하였다. 각 요인과 수준별 관측치수는 Table 1과 같다.

상기의 통계분석모형에서 μ는 전체평균, $FYMA_i$은 i 번째 농가－년도－월－측정자 효과(i = 1～6230)로서 각 수준별 관측치 수의 분포는 Figure 2에 제시하였다. PAR_j는 j 번째 산차효과(j = 1～8)이고, $STAGE_k$는 k 번째 비유월 효과(p = 1～38), REG_l는 l 번째 등록구분효과(1 = 1～3), INT_m는 m 번째 심사시각 효과(q = 0～11), e_{ijklmn}는 잔차효과이며 y_{ijklmn}는 각 형질별 관측치 값이다.

상기의 모형에 대한 통계분석은 SAS9.1 일반선형분석 함수를 이용하여 분석을 실시하였으며 $FYMA_i$ 효과는 Absorbing후 기타요인들에 대한 분산분석을 실시하였다.

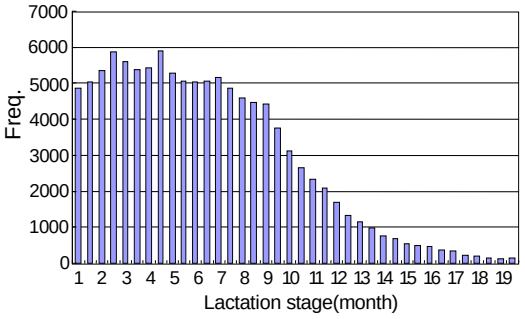

Fig. 1. Numbers of records by lactation stage with classified by month for linear type traits on Holstein cows.

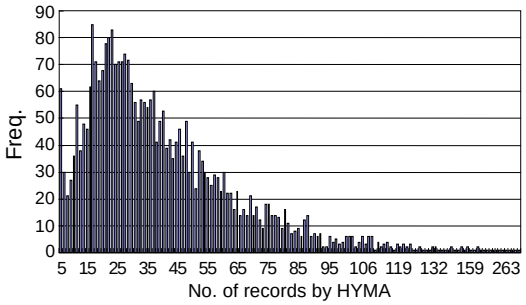

Fig. 2. Frequency of numbers of records by herd－year－month－appraisal person (HYMA) for linear type traits on Holstein cows.

Table 1. Numbers of observations on records by each factor considered on models

Parity at appraisal		Appraisal year		Registration criteria		Month at appraisal		Appraisal time	
Parity	No.	Year	No.	Generation	No.	Month in milk	No.	Hrs after milking	No.
1	51440	2000	20972	Base	78703	1	1374	0	1323
2	29892	2001	13511	1 Gen.	21250	2	6389	1	5255
3	17503	2002	22563	>1 Gen.	14693	3	9559	2	11893
4	9399	2003	30222			4	9035	3	17246
5	4466	2004	28378			5	7725	4	15825
6	1798					6	13869	5	12453
7	741					7	21185	6	12954
Over 7	407					8	11931	7	13153
						9	7370	8	11808
						10	7869	9	8296
						11	11982	10	4062
						12	7358	11	1378

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반능력

본 연구에서 조사된 15개의 1차형질에 대한 선형심사 자료와 종합점수의 평균과 표준편차가 Table 2에 나타나 있다. 체격을 나타내는 일반외모 형질 중 키(Stature)의 점수는 31.31로서 Short와 Lowlor(1992)에 비해서 높게 평가되었고, VanRaden 등(1990) 및 Misztal 등(1992)이 보고한 것과는 비슷한 수준이었다. 이는 국내 젖소의 키가 외국과 비슷한 수준에 올라있음을 알 수 있다. 그러나, 일반적인 건강상태와 고 비유능력을 유지시켜주는 강건성(Strength)과 많은 양의 조사료 소화능력을 나타내는 체심(Body Length)은 외국의 기록(VanRaden 등, 1990; Misztal 등, 1992; Short and Lawlor, 1992)에 비해서 상당히 약하게 나타나 이에 대한 개량이 시급함을 보여주었다. 우유생산 능력을 나타내는 예각성(Dairy Form)은 23.12로서 아직 이상적인 점수대에 못 미치고, 외국의 점수(VanRaden 등, 1990; Misztal 등, 1992; Short and Lawlor, 1992) 보다 낮았다. 엉덩이 기울기(Rump angle)의 평균 점수는 26.62로서 이상적인 점수대(20～30)에 속해 있고, 외국의 점수(VanRaden 등, 1990; Misztal 등, 1992; Short and Lawlor, 1992) 보다 높게 평가되었다. 송아지분만의 용이성과 직접 관련이 있어 넓을수록 좋은 형질인 엉덩이 너비(Thurl Width)는 23.72로서 외국(VanRaden 등, 1990; Misztal 등, 1992; Short and Lawlor, 1992)에 비해 좁았다. 지제의 지구력과 체중을 효율적으로 유지시키는 옆에서 본 뒷다리(Rear Legs side view) 굽이는 이상적인 점수대(20～30)에 들어있고 외국(VanRaden 등, 1990; Misztal 등, 1992; Short and Lawlor, 1992)과 비슷한 수준이었다. 지제의 지구력과 운동성을 나타내는 발굽기울기(Foot angle)은 21.35로서 이상적인 점수대(25점 이상)에 미치지 못하였는데 이는 국내 젖소들의 운동성이 부족하고 체중유지에 불리함을 나타낸다고 사료된다. 젖소를 상징하는 것은 당연히 유방일 것이다. 장수성, 생산성 및 수익성에 끼치는 영향을 생각하면, 심사표준에서 유방에 가장 큰 비중을 두는 것은 당연하다(신체충실지수와 선형심사, 2005). 앞유방이 처지면 젖소의 수명이 짧아지고, 상처도 많이 입게 되므로 단단히 붙어있는 것이 좋은데 앞유방의 붙임성(Fore udder attachment)의 점수는 23.21로서 Short and Lowlor (1992)의 보고 결과 보다 높지만, VanRaden 등(1990) 및 Misztal 등(1992)의 보고결과에 비해서 낮게 평가 되었다. 유방의 용적(비유능력)과 우유생산의 잠재력을 나타내는 뒷유방의 부착높이(Rear udder height)와 뒷유방의 너비(Rear udder width)는 22.46과 22.28로서 이상적인 점수대(25점 이상)에 미치지 못하고, 외국(VanRaden 등, 1990; Misztal 등, 1992; Short and Lawlor, 1992)에 비해서 낮게 평가되었다. 착유의 용이성 및 유방이 상처입을 확률을 알 수 있는 유방의 정중제인대(Udder cleft), 뒤에서 본 앞 유두의 배열위치(Front teat placement), 유두의 길이(Teat length)는 24.28, 21.55 24.54로서 외국(VanRaden 등, 1990; Misztal 등, 1992; Short and Lawlor, 1992)에 비해서는 낮게 평가되었다. 유방 형질 중에서도 가장 중요한 유방의 깊이(Udder depth)는 23.86로서 Short and Lowlor (1992)의 보고 결과 보다 높지만, VanRaden

Table 2. Simple statistics for linear type traits and type grading traits (N=108,526)

Trait(abbr.)	Mean	SD	Trait(abbr.)	Mean	SD
Stature (ST)	31.31	7.58	Fore udder attachment (FU)	23.21	7.63
Strength (SR)	21.58	6.37	Rear udder height (UH)	22.46	7.23
Body depth (BD)	23.24	6.58	Rear udder width (UW)	22.28	7.28
Dairy form (DF)	23.12	6.14	Udder cleft (UC)	24.28	6.66
Rump angle (RA)	26.62	7.27	Udder depth (UD)	23.86	8.32
Thurl Width (TW)	23.72	6.73	Front teat placement (TP)	21.55	6.77
Lear leg side view (LS)	28.45	5.99	Teat length (TL)	24.54	7.58
Foot angle (FA)	21.35	6.55	Final score (FS)	74.41	3.23

등(1990), Misztal 등(1992)에 비해서 낮게 평가되었다. 전체적으로 유방형질들은 외국의 기록에 비해서 낮게 평가되었고, 이상적인 점수대에 미치지 못하였다. 위에서 알 수 있듯이 유생산과 직접적으로 관련있는 형질들의 개량이 시급함을 알 수 있다. 우리나라 젖소의 개량정도를 알 수 있는 최종 점수(Final Score)의 평균은 74.41로서 아직 Fair[F] 수준에 머무르고 있고, 이는 체형 개량이 필요함을 제시한다고 하겠다.

2. 분산분석

Table 3에서는 각 환경효과에 따른 형질의 F-통계량과 그에 따른 유의적 수준을 나타내었다. 이는 1차분석에서 농가, 심사년도, 심사월 및 심사자에 따라 각 형질에 유의적인 영향을 미치는 것으로 분석되었기 때문에 이들 효과를 모형에 고려하고, 해당효과에 대하여 보정을 실시한 후 기타 요인들에 대한 분산분석을 실시한 결과이다. Table 3에 제시된 바와 같이 15개 1차 선형심사 형질 모두에 있어서 심사시 산차 및 비유단계가 고도의 유의적인 영향을 하고 있는 것으로 분석된 반면에 등록구분에 따른 유의적인 차이는 형질에 따라 다소 다른 것으로 분석되었다. 또한 유선조 또는 유선포내에 존재하는 우유함량이 선형심사에 영향할 것이라는 가정하에 착유시간과 심사시간간의 차이를 요인으로 하여 분석대상형질을 분산분석한 결과, 대부분의 형질에서 커다란 영향을 받지 않고 있는 것으로 분석되었다.

산차에 따라 차이가 큰 형질은 유방깊이(UD), 체심(BD), 엉덩이 너비(TW), 강건성(SR) 순이며 엉덩이 기울기(RA) 및 키(ST) 등은 상대적으로 영향이 적은 것으로 분석되었다. 또한 비유단계별로 차이가 큰 형질은 뒷유방높이(UH), 강건성(SR), 예각성(DF) 및 뒷유방너비(UW) 등이었다. 옆에서 본 뒷다리(LS) 및 유방깊이(UD)는 비유단계별 유의적인 차이가 상대적으로 적은 것으로 분석되었다. 반면에 등록구분은 개량의 척도를 간접적으로 나타내는 지표라 할 수 있겠는데 대체적으로 유방부위의 선형심사 점수가 등록구분별로 유의적인 차이가 있는 것으로 추정되었다. 하지만 강건성 또는 체심의 경우에는 등록구분별 유의적인 차이가 없는 것으로 추정되었다. 착유개시부터 선형심사시간간의 차이에 있어서는 대부분의 형질에 있어서 차이가 없는 것으로 추정되었는데, 이는 선형심사시간이 심사점수에 크게 영향하지 않음을 나타내는 것으로써 심사의 객관성이 이루어지고 있음을 시사한다고 하겠다. 최종점수(FS)에 대한 분산분석결과 산차별 최종심사점수의 유의적인 차이가 큰 것으로 분석되었으며 비유기간 및 등록구분별로 유의적인 차이가 있는 것으로 분석되었다. 반면에 심사시간은 최종심사점수에 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되어 심사의 공정성이 있는 것으로 판단되었다.

Table 3. F-statistics and significance of effects for linear type traits on analytic model in Holstein cows

Source	DF	ST	SR	BD	DF	RA	TW	LS	FA
Parity at appraisal	7	32.1**	3,135.0**	4,291.0**	1,094.4**	32.1**	3,341.1**	1,263.9**	862.4**
Lactation stage	38	25.0**	133.2**	86.4**	104.2**	25.0**	21.2**	9.0**	15.6**
Registration criteria	2	10.6**	1.0^{NS}	1.9^{NS}	9.8**	10.6**	4.1*	5.1**	10.1**
Appraisal time	8	1.4^{NS}	1.1^{NS}	0.4^{NS}	1.2^{NS}	1.4^{NS}	0.9^{NS}	1.4^{NS}	0.9^{NS}
Source	DF	FU	UH	UW	UC	UD	TP	TL	FS
Parity at appraisal	7	707.9**	238.5**	1,263.2**	260.7**	8,740.6**	188.7**	707.6**	538.2**
Lactation stage	38	10.4**	143.8**	103.8**	69.3**	9.4**	40.8**	25.4**	37.1**
Registration criteria	2	4.5*	38.1**	6.6**	14.8**	37.7**	12.9**	12.1**	22.1**
Appraisal time	8	1.7^{NS}	1.2^{NS}	1.1^{NS}	2.4*	0.8^{NS}	2.0*	0.5^{NS}	1.3^{NS}

** : (P<0.01), * : (P<0.05), NS : not significance.

Table 4. F-statistics and significance of effects for linear scoring index determinants on analytic model in Holstein cows

Source	DF	GSC	DCC	BSC	FLC	UDC
Parity at appraisal	7	469.9**	1,010.2**	2,396.0**	352.8**	316.0**
Lactation stage	38	16.3**	88.9**	75.9**	13.9**	63.6**
Registration criteria	2	2.45^{NS}	9.1**	0.39^{NS}	7.7**	25.2**
Appraisal time	8	1.02^{NS}	3.0	0.49^{NS}	1.05^{NS}	1.45^{NS}

** : (P<0.01), NS : not significance, GSC : general stature composite index, DCC : dairy capacity composite index, BSC : body size composite index, FLC : foot and leg composite index, UDC : udder composite index

2차 선형심사 형질인 일반외모(GSC), 유용특질(DCC), 체적(BSC), 지제(FLC), 및 비유기관(UDC) 등에 대한 분산분석 결과 (Table 4), 산차별 효과 및 비유기간은 전형질 모두에서 고도의 유의적인 차이를 보인 반면에 등록구분은 비유기관(UDC), 유용특질 (DCC) 및 지제 (FLC) 등에만 유의적인 차이가 있는 것으로 분석되었다. 또한 유용특질(DCC)에 있어서 심사시간이 영향하는 것으로 추정되었다.

3. 산차별 효과

1차 및 2차 선형심사점수의 산차별 평균 및 표준오차를 figure 3~6에 제시하였다.

Figure 3에는 전체외모에 대한 선형심사점수의 평균 및 표준오차를 산차별로 제시하였는데 외모에 관련된 모든 형질의 심사점수가 산차가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며 특히 키(ST)는 기타 형질보다 우수한 점수를 받는 것으로 평가되었다. 반면에 예각성(DF)은 초산시 점수가 강건성(SR) 및 체심(BD)보다 우수하였으나 산차가 증가함에 따라 강건성 및 체심이 우수한 것으로 평가되었다. 예각성은 3산 이상에서 산차별 차이가 미미한 것으로 평가되었다. 이러한 경향은 초산 이후에도 성숙이 지속되고 있음을 시사한다고 하겠으며 이는 초산시 나이와 상호 관련성이 있는 것으로 추론된다. Figure 4에는 엉덩이 부위와 다리 및 발굽 부위에 대한 선형심사점수의 평균을 산차별로 표시하였다. Figure 4에 제시된 바와 같이 엉덩이 기울기(RA)는 산차가 증가함에 따른 변화폭이 상대적으로 적은 경향을 보인 반면에 엉덩이 너비(TW)는 4산까지 증가하다가 이후 변화의 폭이 적은 것으로 평가되었다. 이러한 형질은 성장 및 출산과 관련이 있는 것으로 추론된다. 옆에서 본 뒷다리(LS)는 심사점수가 엉덩이 부위 심사점수보다 우수하였으며 산차(나이)가 증가할수록 우수한 점수를 보인 것으로 추정된다. 발굽의 기울기(FA)는 평가점수가 기타 형질보다 다소 낮게 평가되었으며 산차가 증가할수

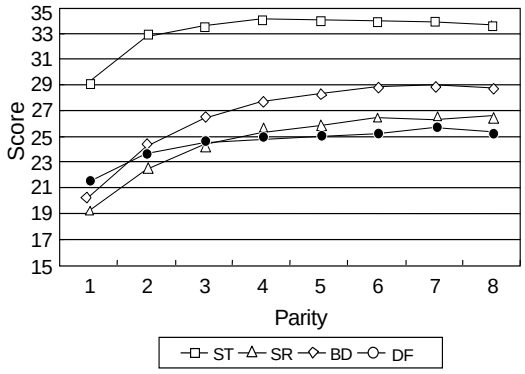

Fig. 3. Plots of means and Standard errors for stature(ST), strength(SR), body depth (BD) and dairy form(DF) by parity on Holstein cows.

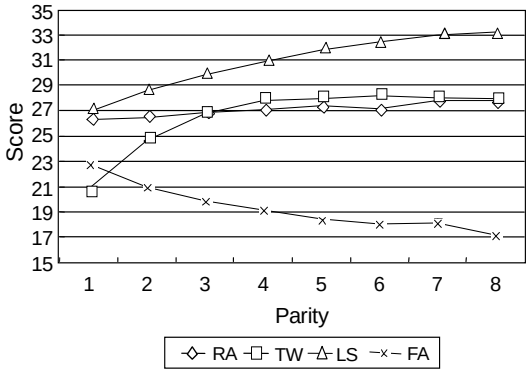

Fig. 4. Plots of means and Standard errors for rump angle(RA), thurl width(TW), rear leg side view(LS) and foot angle (FA) by parity on Holstein cows.

록 점차 평가점수가 낮아지고 있었는데 이는 우리나라 젖소 사양환경이 우사중심의 사양관리에 따라 나이가 증가할수록 발굽의 손상이 커지고 있음을 시사한다고 하겠다.

유방부위에 대한 선형심사형질에 대한 경향을 살펴보면(Figure 5) 분석의 대상이 되는 전체 형질에 있어서 대체적으로 산차가 증가할수록 점수가 낮아지고 있는 경향을 보였다. 특히 유방형질중 가장 중요한 형질인 유방깊이(UD)는 초산시 평균 28점에서 산차가 증가할수록 급격히 감소하여 7산 이후에는 12점 이하로 저하되고 있음을 알 수 있다. 이는 초산시 이상적인 유방깊이인 비절단(Hock point)에서 약간 위에 위치한 것으로부터 나이가 들수록 점차 처져있는 모양을 하고 있는 것으로 판단된다. 우유생산 잠재력을 표현하는 뒷유방너비(UW)는 넓을수록 유생산량이 많아 평가점수가 높은데 산차별 경향치를 살펴보면 초산이후 점차 증가하여 3산에서 최고의 점수를 받은 이후에 점차 감소하는 경향을 보였다. 이는 우리나라 젖소의 유생산량에 있어서 3산이후에 산유량이 감소하는 경향과 일치한다고 하겠으며 이는 다산우의 개체에 있어서 뒷유방너비를 개량할 필요가 있다고 하겠다. 유방의 정중제인대(UC)의 경우 이상적인 평가점수는 제인대의 깊이가 3～5cm으로써 25～40점이 이상적인 점수이지만 본 분석에서는 초산우에서 평균 25점으로 이상적인 평가결과를 보였으나 산차가 증가할수록 감소하고 있는 경향을 보였다. 앞유방의 붙임성(FU)에서는 이상적인 점수가 25점 이상인 반면에 국내 젖소의 해당형질에 대한 경향은 초산시 24점에서 산차가 증가할수록 점차 감소하여 8산에서는 15점 내외로 상당히 낮아지고 있는 결과를 얻었는데 이는 나이가 증가할수록 유방 건강이 나빠지고 있음을 시사한다고 하겠다. 뒷유방의 부착높이(UH)의 경우도 유사한 경향을 보여 나이가 증가할수록 뒷유방의 낮은 부착정도를 보이는 것으로 평가된다.

유두부위의 선형심사와 종합점수의 산차별 변화크기를 Figure 6에 제시하였는데 앞에서 본 유두의 배열(TP)이 산차가 증가할수록 낮은 점수를 받고 있었으며 이는 착유와 관련성이 있는 것으로 판단된다. 즉 유두의 배열이 안쪽으로 붙을수록 점수가 높으며 반대로 바깥쪽에 붙을수록 점수가 낮은데 산차가 증가할수록 유두배열의 점수가 낮아지고 있음을 알 수 있다. 반면에 앞유두의 길이(TL)는 산차가 증가할수록 점차 증가하고 있음을 알 수 있다.

외모심사 총점의 산차별 분포를 살펴보면 2~3산우에서 심사점수가 가장 좋았으며 이후 산차가 증가할수록 심사점수가 감소하고 있음을 알 수 있다. 이는 3산이후에 많은 우수축이 도태되었다면 정확한 평가가 이루어지지 않을 수도 있겠으나 우수축의 선발에 선형심사 점수를 고려한다면 산차가 증가할수록 심사점수는 점차 증가할 것으로 사료된다.

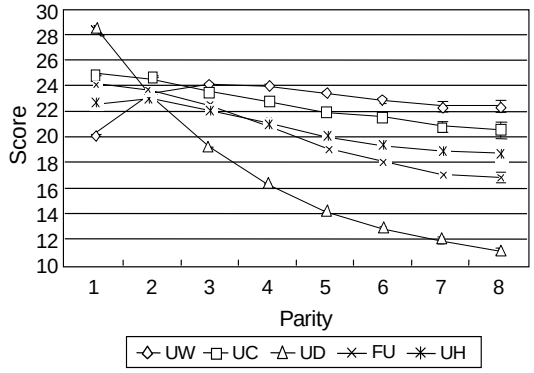

Fig. 5. Plots of means and standard errors for fore udder attachment(FU), rear udder height(UH), rear udder width (UW), udder cleft(UC) and udder depth (UD) by parity on Holstein cows.

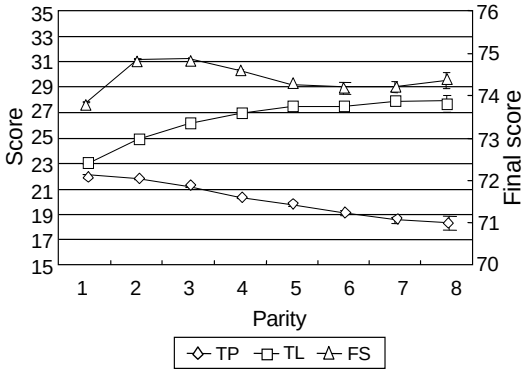

Fig. 6. Plots of means and standard errors for front teat placement(TP), teat length (TL) and final score(FS) by parity on Holstein cows.

2차 선형심사 형질에 있어서 산차별 경향치를 살펴보면 (Figure 7), 일반외모(GSC), 유용특질(DCC) 및 체적(BSC)은 산차가 증가할수록 좋은 점수를 받은 반면에 지제(FLC) 및 비유기관(UDC)은 점수가 나빠지고 있는 경향을 보였다. 이는 젖소의 비유지속성에 있어서 가장 중요한 형질인 지제 및 비유기관이 나빠지고 있음을 의미한다고 사료되며 특히 고능력우일수록 조기 도태되고 있음을 간접적으로 시사한다고 하겠다.

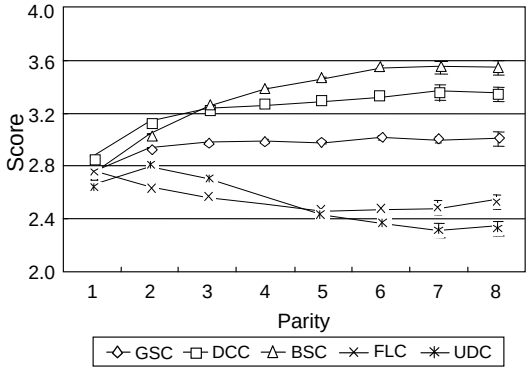

Fig. 7. Plots of means and standard errors for general stature composite index(GSC), dairy capacity composite index(DCC), body size composite index(BSC), foot and leg composite index(FLC) and udder composite index(UDC) by parity on Holstein cows.

4. 비유기간별 효과

비유기간에 따른 선형심사점수의 영향 정도를 알아보기 위하여 비유기간을 0.5월 단위로 분류하여 평균 및 평균에 대한 표준편차를 계산한 후 그림으로 제시하였다. 선형심사의 15%를 차지하는 일반외모를 살펴보면 (Figure 8) 키(ST), 강건성(SR) 및 체심(BD)는 비유기간이 지속될수록 점차 증가하는 결과를 얻을 수 있었으며 반면에 예각성(DF)은 비유곡선과 유사한 경향을 보이며 이는 유용특질을 설명하는 대표적인 형질로써 생산능력과 상대적인 상관이 높기 때문인 것으로 판단된다. 일반적인 예각성의 이상적인 점수 25점 이상 보다 다소 낮은 평균점수를 갖는 것으로 분석되었으며 예각성에 대한 개량이 필요할 것으로 판단된다.

엉덩이 부위와 다리 및 발굽부위에 대한 선형심사점수에 있어서는 (Figure 9) 비유기간에 따른 변이 폭이 타 형질에서 보다 다소 적은 것으로 분석되었다. 하지만 엉덩이너비(TW) 및 발굽기울기(FA)는 비유기간이 지속될수록 점차 심사점수가 낮아지고 있는 경향을 보였다. 이상적인 엉덩이 기울기의 심사점수가 25점 이상인 점을 고려할 때, 본 연구에서 평균점수가 25점 주위에 있는 것으로 보아 분만의 용이성과 밀접한 관련이 있는 엉덩이기울기의 점수는 신체조건에 있어서 분만능력이 우수한 것으로 판단된다. 발굽기울기(FA)는 지제의 지구력과 관련성이 있으며 이는 발굽깍기의 빈도와 관련이 있는 것으로 판단된다.

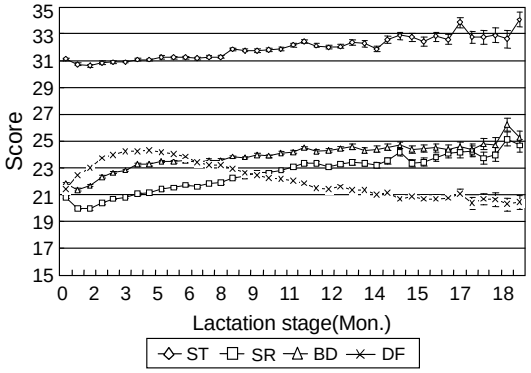

Fig. 8. Plots of means and standard errors for stature(ST), strength(SR), body depth (BD) and dairy form(DF) by lactation stage on Holstein cows.

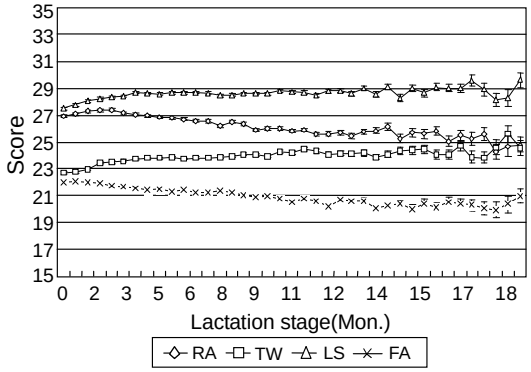

Fig. 9. Plots of means and standard errors for rump angle(RA), thurl width(TW), rear leg side view(LS) and foot angle(FA) by lactation stage on Holstein cows.

장수성, 생산성 및 수익성에 가장 크게 영향을 미치는 유방부위의 심사점수를 살펴보면 (Figure 10), 비유기간이 지속될수록 뒷유방의 부착높이(UH) 및 뒷유방의 너비(UW)에 대한 심사점수는 점차 감소하여 비유곡선과 유사한 경향을 보이는 것으로 분석되었는데 이는 유방의 용적을 통한 우유생산의 잠재력을 나타내는 것으로써 비유기간이 지속될수록 비유량이 적어지고 있는 현상과 일치하는 것으로 사료되며 정확한 심사점수를 산정하기 위해서는 비유기간에 대한 보정이 필요할 것으로 판단된다. 유방의 부착정도(FU), 정중제인대(UC) 및 유방깊이(UD)는 비유기간에 따른 영향 정도가 기타 형질에서보다 다소 적은 것으로 분석되었는데 이는 비유량과의 관련성이 타 형질 보다 다소 적음을 의미한다고

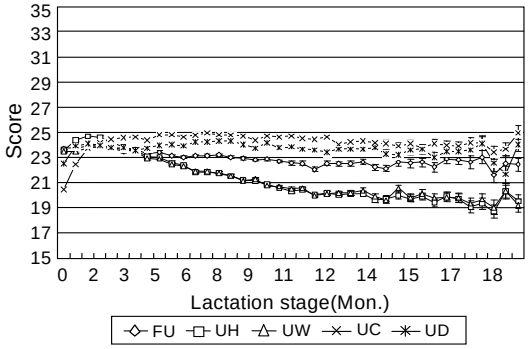

Fig. 10. Plots of means and standard errors for fore udder attachment(FU), rear udder height(UH), rear udder width(UW), udder cleft(UC) and udder depth(UD) by lactation stage on Holstein cows.

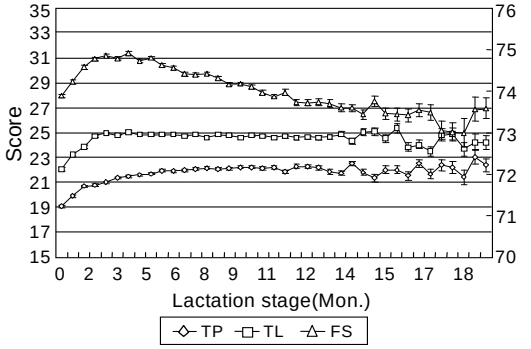

Fig. 11. Plots of means and standard errors for front teat placement(TP), teat length (TL) and final score(FS) by lactation stage on Holstein cows.

하겠다. Figure 11에는 유두부위의 선형심사점수와 최종점수에 대한 비유기간별 평균 및 표준오차를 그림으로 제시하였다. Figure 11에 제시된 바와 같이 앞유두의 배열((TP)과 유두의 길이(TL)는 비유 개시부터 비유 3개월까지 증가하다가 이후 변화폭이 적은 것으로 평가되었는데 이는 새끼를 분만 후 유두배열 및 유두의 크기가 최고비유기까지 변화하다가 이후 변화가 둔화되는 현상으로 해석될 수 있다.

최종점수(FS)에 있어서 비유기간에 따른 영향 정도는 비유곡선과 유사한 경향을 보였는데 이러한 현상으로 보아 최종점수를 산정하는데 있어서 비유기간에 대한 보정이 필요할 것으로 판단된다.

2차 선형심사형질의 경우(Figure 12), 일반외모(GSC)는 비유기간에 따른 변화폭이 경미한데 반하여 유용특질(DCC)의 경우 비유곡선과 유사한 경향을 보였고 체적(BSC)은 비유기간이 지속될수록 다소 증가하는 경향을 보였으며 지제(FLC) 및 비유기관(UDC)의 점수는 비유가 지속될수록 점차 감소하는 경향을 보였다.

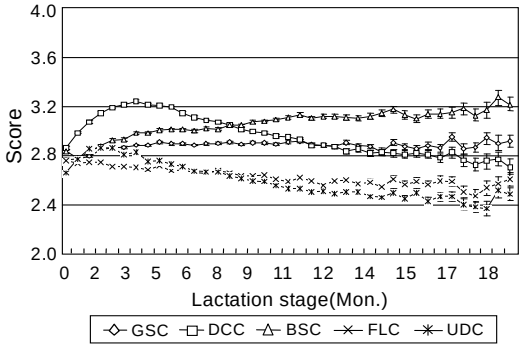

Fig. 12. Plots of means and standard errors for general stature composite index(GSC), dairy capacity composite index(DCC), body size composite index(BSC), foot and leg composite index(FLC) and udder composite index(UDC) by lactation stage on Holstein cows.

Ⅳ. 요 약

젖소의 강건성 및 생산수명과 밀접한 관련성이 있는 선형심사형질들에 대한 여러가지 환경요인들의 효과를 알아보고 측정치에 영향하는

환경요인들에 대한 효과를 추정함으로써 통계적 유전분석을 위한 기초자료를 제공하고자 한국종축개량협회에서 2000년부터 2004년까지 국 Holstein 젖소 115,646두를 대상으로 측정한 15개의 선형심사 1차형질과 5개의 선형심사 2차형질에 대한 통계분석모형을 찾고 해당요인들에 대한 효과를 제시하였다. 모형설정을 위한 1차 연구로써 농가(H), 심사년도(Y), 심사월(M) 심사자(A)에 따라 분석에 고려된 대분분의 형질에서 고도의 유의적인 차이가 있었기 때문에 해당요인들을 결합한 HYMA 효과를 고려하고 산차, 비유기간, 등록구분 및 착유개시 후 심사시까지의 시간을 주 요인으로 하는 분산분석을 실시하였다. HYMA 효과에 대한 보정을 실시한 후 산차 및 비유기간은 분석에 고려된 1차 심사형질 및 2차 심사형질 전체에 있어서 고도의 유의적인 차이가 있는 것으로 분석되었고 등록구분은 유방부위의 심사점수 등 일부의 형질에서 유의적인 차이가 있는 것으로 분석된 반면에 심사시간은 대부분의 형질에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 유방부위의 심사점수, 유두배열 및 발굽각도 등은 산차가 증가할수록 심사점수가 감소하는 경향을 보인 반면에 기타 형질들은 산차가 증가할수록 점차 증가하는 경향을 보였다. 2～3산에서 최대의 최종심사점수를 보였는데 이는 우리나라 착유우의 생산수명이 짧고 다산우가 적은 것과 관련이 있는 것으로 추론된다. 비유기간에 따라 예각성, 뒷유방의 부착높이, 뒷유방의 너비 및 최종점수는 비유곡선과 유사한 경향치를 보이는 것으로 평가되었다. 2차 선형심사형질에 있어서는 산차가 증가하거나 비유기간이 증가할수록 지제 및 비유기관의 점수가 낮아지고 있는 경향을 보였으며 유용특질은 비유기간에 따라 비유곡선과 유사한 경향치를 보였다. 따라서 최종심사점수는 비유기간에 따른 보정을 실시함이 바람직할 것으로 사료된다.

Ⅴ. 인 용 문 헌

1. Boldman, K. G., Freeman, A. E., Harris, B. L. and Kuck, A. L. 1992. Prediction if sire transmitting abilities for herd life from transmitting abilities for linear type traits. J. Dairy Sci. 75:552-563.
2. Brotherstone, S. and Hill, W. G. 1990. Dairy herd life in relation to type traits and production. Proc. 4th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Edinburgh, Scotland 14:209-212.
3. Ducrocq, V. P. and Solkner, J. 1994. “The survival kit”, a FORTRAN package for the analysis of survival data. Proc. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Guelph, ON, Canada 22:51-52.
4. Mistal, I., Lawlor, T. J., Short, T. H. and VanRaden, P. M. 1992. Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model. J. Dairy Sci. 75:544-551.
5. Rogers, G. W., McDaniel, B. T., Dentine, M. R. and Funk, D. A. 1989. Genetic correlations between survival and linear type traits measured in first lactation. J. Dairy Sci. 72:523-527.
6. Schneider, M. P., Durr, J. W., Cue, R. I. and Monardes, H. G. 2003. Impact of type traits on functional herd life of Quebec Holsteins assessed by survival analysis. J. Dairy Sci. 86:4083-3089.
7. Short, T. H. and Lawlor, T. L. 1992. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. J. Dairy Sci. 75:1987-1998.
8. Vollema, A. R. and Groen, A. F. 1998. Conformation traits in survival analysis of longevity in dairy cattle. Proc. 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Armidale, NSW, Australia 23:371-374.
9. VanRaden, P. M., Jensen, E. L., Lawlor, T. J. and Funk, D. A. 1990. Prediction of transmitting abilities for Holstein type traits. J. Dairy Sci. 73:191-197.
10. Weigle, K. A., Lawlor, T. L., Vanraden, P. M. and Wiggans, G. R. 1998. Use of linear type and production data to supplement early predicted transmitting abilities for production life. J. Dairy Sci. 81:2040-2044.
11. 송치은, 상병찬, 도창희. 2002. 국내 홀스타인 젖소의 선형심사에 대한 보정계수 개발. 한국동물자원과학회지 44(1):1-12.

(접수일자 : 2006. 10. 26. / 채택일자 : 2006. 11. 27.)