



선형심사 점수제 변환에 따른 효율성 분석



조광현 · 박사
축산과학원 개량평가과

I. 시작하며

이제 여름의 시작으로 더위를 이겨내고 유방염에 덜 걸리는 강건한 젖소를 만들기 위해 체세포와 사양관리에 힘써야 할 계절이 2007년에도 어김없이 다가왔다. FTA체결, 휘발유값 상승, 집값 불안정, 정권말기 등 정국이 뒤숭숭한데도 여전히 국민의 건강증진을 위하여 젖소는 말없이 우유를 생산하고 있다. 이 말없는 젖소의 검정두수는 2006년 말 기준으로 20만 두에 다가서고 있으며 농가와 유관기관의 꾸준한 혈통관리로 혈통비율도 2006년 50%를 상회하여 유전능력평가를 하는데 정확도 측면에서 꾸준히 증가하고 있음을 알 수 있다. 그러나 국제간의 유전평가를 하여 우리의 우수 유전자원의 교류가 되기까지는 검정기준, 평가방법과 모델 등의 많은 보완이 필요하며 이를 통하여 경쟁력 있는 젖소 개량을 하기 위해서는 낙농선진국에서 채택하고 있는 국제기준 방법들을 현실에 맞게 적용해야 하는 노력을 기울여야 한다. 일본의 경우 2000년에 체형의 국제간 유전평가의 정확도 향상을 위해 선형식 체형심사의 평가수치를 1~9로 변경하여 사용하고 있으며, 독일 및 캐나다 등의 많은 나라에 있어서도 9단계의 선형점수에 의한 체형심사가 실시되고 있다. 9단계 선형심사의 도입은 선형형질에 관한 유전평가치의 국제간비교를 할 경우 그 정확도의 향상에 크게 기여할 것이라 기대된다. 따라서 우리나라도 국제기준에 맞추어 9단계로 변경하는 것을 적극 검토해봐야 하며 이를 위해서는 국제기준의 측정방법을 다시한번 살펴보고 점수 변경에 심사위원간의 변이에 있어서 차이를 파악하고 분산, 상관 분석하여 타당성을 검토하는 기회를 마련하고자 한다.

II. 분석에 이용된 자료들

1. 사용자료

분석에 이용된 자료는 한국종축개량협회에서 실시해온 선형심사 자료를 이용하였으며, 젖소의 혈통기록 및 2001년도부터 2006년도 사이에 실시된 체형기록 중 최종점수와 15개 체형형질에 대해서 초산차의 기록을 갖는 32,487두의 암소집단의 심사기록을 이용하였다. 선형형질은 현행의 50구분에서 새로운 방식으로 적용해볼 9구분으로 변환하였다.

표 1. 50구분에서 9구분의 대조표

현재사용구분 (50점제)	새로운 적용 구분(9점제)
1 ~ 7	1
8 ~ 12	2
13 ~ 17	3
18 ~ 22	4
23 ~ 27	5
28 ~ 32	6
33 ~ 37	7
38 ~ 42	8
43 ~ 50	9

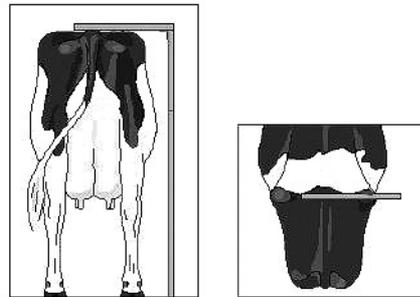
2. 통계적 분석방법

체형형질에 대해서 가장 큰 영향을 미치는 환경적요인은 분만월령(심사월령) 및 비유단계이다. 이 때문에 본 연구에 있어서는 심사자와 연령, 비유단계등을 고려하여 환경적 요인을 SAS 9.1의 GLM을 이용하여 분석하였다. 50단계와 9단계로

구분된 집단의 형질별 분산의 비교는 다변량분석(MANOVA)을 이용하였고 형질들간의 상관을 고려할 수 있는 장점을 이용하여 집단의 동일성검증을 실시하였다. 결과를 논의하기에 앞서 국제가축기록위원회(ICAR)에서 채택하고 있는 국제표준 평가방법을 제시하고자 한다.

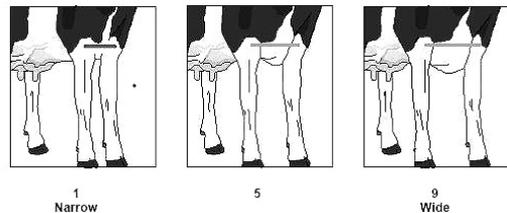
3. 국제기준의 측정방법

① Stature (키)



양 요각과 허리가 만나는 지점에서 지면까지 수직 거리를 측정하며 기준은 130~154cm로 5점에 해당하는 중간 키는 142cm이며 구간 당 점수는 3cm로 정하고 있다.

② Chest Width (강건성)

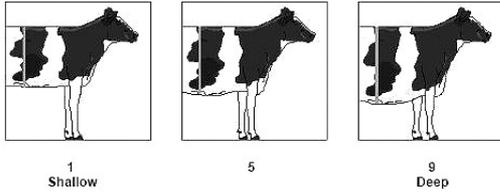


앞다리의 윗부분 사이의 안쪽을 측정하는 것으로 기준단계는 13cm~29cm이며, 구간별로는 1-3(좁음), 4-6(중간), 7-9(넓음)으로 구분하고 구간 당



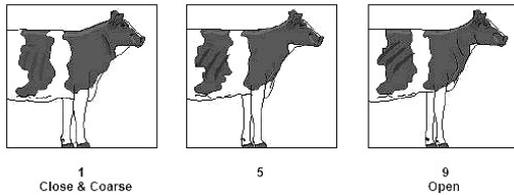
점수는 2cm로 정하고 있다. 이는 우리나라에서 측정하고 있는 일반외모심사의 강건성과 같다할 수 있다.

③ Body Depth (체심)



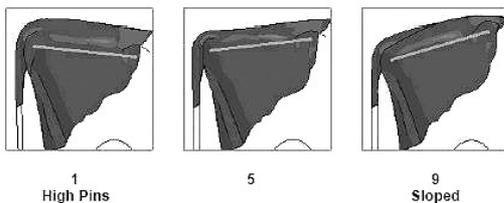
척추의 꼭대기와 마지막 늑골의 아랫부분 사이의 거리를 측정하는 것으로 구간별로는 1-3(얕음), 4-6(중간), 7-9(깊음)으로 구분하고 있다.

④ Angularity (예각성)



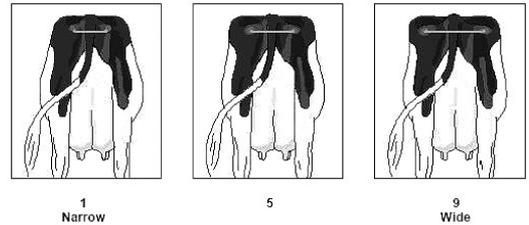
실제 선형형질은 아니지만 늑골의 각도와 개방 상태 그리고 뼈의 평탄도를 합한 것을 측정하는 것으로 1-3(닫힘/조악함), 4-6(중간), 7-9(열림)으로 구분하고 있으며, 측정가중치에는 각도나 갈비의 개방도에 80%, 뼈의 상태에 20%를 주고 있다.

⑤ Rump Angle (엉덩이 기울기)



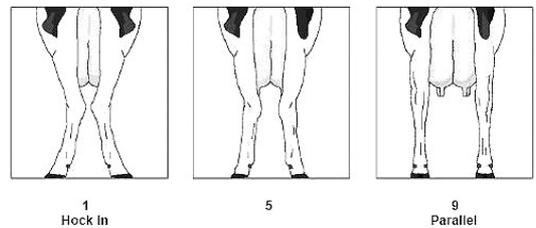
분만과 관련이 있는 엉덩이 기울기의 경우 요각에서 좌골에 이르는 엉덩이 각도를 측정하는 것으로 1-2 높은 pins(4~2cm), 3(수평), 4(약간의 경사), 5(중간), 6-8(경사짐), 9(극도의 경사)로 구성 되어 있다.

⑥ Rump Width (엉덩이 너비)



좌골의 미부포인트 사이의 거리를 측정하는 것으로 이 좌골폭은 분만용이성과 관련이 있으며, 1-3(좁음), 4-6(중간), 7-9(넓음)으로 표시하고 기준 단계는 10cm~26cm이며 구간 당 점수는 2cm로 정하고 있다.

⑦ Rear Legs Rear View (뒤에서 본 뒷다리)

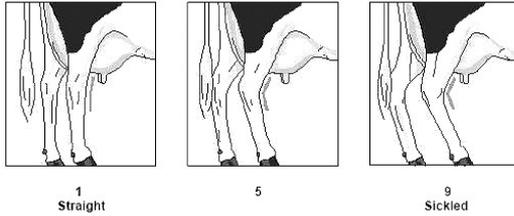


뒤에서 본 뒷다리는 1(양 비절이 거의 붙음), 5(중간), 9(평행한 뒷다리)로 구분을 한다.

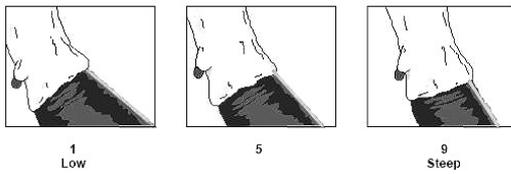
⑧ Rear Legs Set (옆에서 본 뒷다리)

옆에서 본 뒷다리의 경우는 안쪽 무릎에서 측정된 각도로 1-3(곧음), 4-6(중간), 7-9(낮모양)로

구분하여 측정한다.

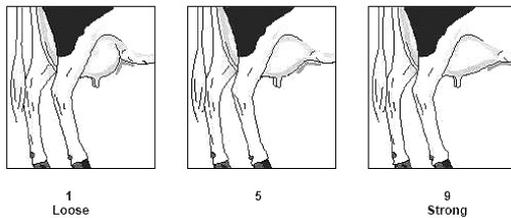


⑨ Foot Angle (발굽기울기)



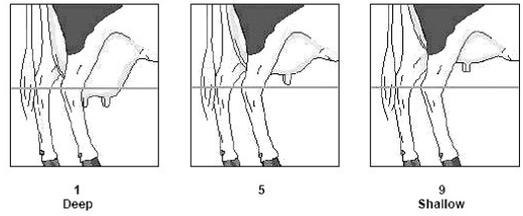
바닥에서부터 털선층(hair line)까지 측정된 뒷 발굽의 앞쪽의 각도를 측정하는 것으로 1-3(매우 낮은 각도), 4-6(중간 각도), 7-9(매우 경사가 급함)로 구분하고 점수별 각도는 1=15°, 5=45°, 9=65°로 구분한다.

⑩ Fore Udder Attachment (앞유방 붙음성)



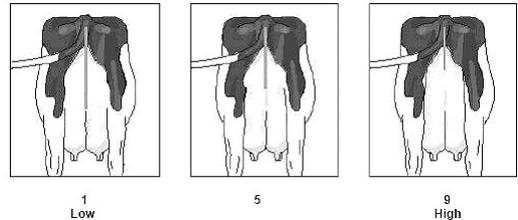
예각성과 같이 시각적인 측정으로 실제 선형형 질은 아니며 앞 유방이 복부의 벽에 부착된 강도를 측정하는 것으로 1-3(약하고 느슨함), 4-6(중간), 7-9(극도로 강하고 단단)로 구분하여 측정한다.

⑪ Udder Depth (유방깊이)



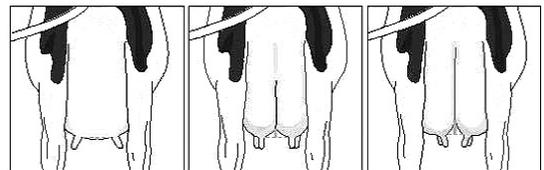
유방표면의 가장 낮은 부분과 무릎과의 거리를 측정하는 것으로 측정은 1(무릎보다 낮음), 2(무릎수준), 5(중간), 9(얕음)으로 표시한다.

⑫ Rear Udder Height (뒷유방 높이)



외음부 하단에서부터 뒷유방 유선조직이 시작 되는 부분까지의 거리로 키 형질과 연관이 있으며 1-3(아주 낮음), 4-6(중간), 7-9(높음)로 측정된다.

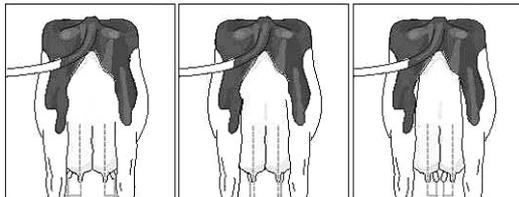
⑬ Central Ligament (정중제인대)



뒷유방 바닥에서 뒷유구의 갈라진 골이 아래위로 얼마나 깊은가를 측정하며 측정기준은 1-3(평평한 바닥에서 볼록하게 올라온 모양), 4-6(약간 명확한 모양), 7-9(뚜렷하게 명확한 모양)으로 측정한다.



⑭ Front Teat Placement (앞유두 배열위치)



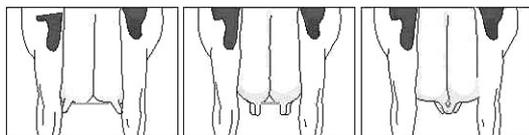
분방의 중앙에서 앞유두가 좌우로 붙어있는 위치

⑮ Teat Length (유두길이)



앞유두의 길이는 1~9cm로 구간당 1cm 이며 측정은 1-3(짧다), 4-6(중간), 7-9(길다)로 측정한다. 1-3(바깥으로 붙음), 4-6(분방 중앙), 7-9(안쪽으로 위치)

⑯ Rear Teat Position (뒤에서 본 유두배열)



뒤에서 보아 앞 유두가 중앙을 기준으로 좌우로 붙어 있는 위치로 1-3(1/4에서 바깥쪽에 위치), 4-6(1/4에서 가운데에 위치), 7-9(1/4에서 안쪽에 위치)로 측정한다.

이외에 Locomotion(운동력), Body Condition Score(신체충실지수)등이 국제기준에 승인된 형질들이다. 현재 한국종축개량협회에서는 뒤에서 본

뒷다리도 심사에 포함하여 시행하고 있으며 장기적으로는 신체충실지수도 포함하여 개량을 위한

표 2. 선형심사 형질 자료(9점)

변수	자료수	평균값	표준편차	최소값	최대값
키	149,811	5.48	1.56	1	9
강건성	147,849	3.53	1.29	1	9
체심	148,945	3.91	1.35	1	9
예각성	149,645	3.88	1.27	1	9
엉덩이기울기	149,165	4.47	1.52	1	9
엉덩이너비	149,414	3.97	1.35	1	9
옆에서본뒷다리	150,230	4.86	1.29	1	9
발굽기울기	146,486	3.71	1.33	1	9
앞유방의붙음성	145,954	3.97	1.48	1	9
뒷유방의부착높이	147,882	3.82	1.54	1	9
뒷유방의너비	147,831	3.68	1.46	1	9
유방의정중제인대	148,294	4.07	1.32	1	9
유방의깊이	146,989	4.13	1.63	1	9
뒤에서본앞유두의배열위치	146,708	3.60	1.35	1	9
앞유두의길이	144,530	4.06	1.53	1	9

표 3. 선형심사 형질의 유전력

형질	유전력
키	0.42
강건성	0.31
체심	0.37
예각성	0.29
엉덩이기울기	0.33
엉덩이너비	0.26
옆에서본뒷다리	0.32
발굽기울기	0.15
앞유방의붙음성	0.29
뒷유방의부착높이	0.28
뒷유방의너비	0.23
유방의정중제인대	0.24
유방의깊이	0.28
뒤에서본앞유두의배열위치	0.26
앞유두의길이	0.26
최종점수	0.29

※2006년 하반기 젖소유전평가 보고서 자료.

자료로 이용되어질 수 있도록 해야겠다.

다시 본론으로 들어가서 표 2의 자료는 9점제로 변환한 자료를 이용하여 기초통계량을 구한 것으로 최소값과 최대값이 1-9점대의 점수분포를 이루고 있다. 유방의 깊이의 경우 표준편차가 1.63으로 높게 나타나 자료의 변이가 크게 나타남을 알 수 있다. 표 3에서처럼 키, 체심, 강건성, 엉덩이 기울기, 옆에서 본 뒷다리가 비교적 높은 유전율을 보이고 있고 유방의 깊이 또한 0.28로 높은 유전율을 보이고 있어 중요한 형질임을 알 수 있다.

III. 자료분석 내용들

1) 자료분포 특성

각 형질별 분포 특성은 그림에서와 같이 9단계로 변경한 자료의 분포를 조사한 것과 50단계 자

료를 조사한 결과 분포의 특성은 9단계 자료의 모든 형질에서 정규성을 띄고 있었으며, 50단계에서는 점수대별 분포를 나타내고 있어 분포의 폭이 작게 나타났다. 이는 선호하는 점수대의 점수 편차가 크다는 것을 알 수 있으며 결국 특성의 점수에 집중되고 그 전후의 점수의 빈도가 극단적으로 감소하는 경향을 보였고 50단계를 사용한 선형심사에서는 선형점수의 모든 부분을 유용하게 사용하고 있지 않다는 것을 보여주고 있다. 비록 점수대 구분의 추정값은 세분화 할수록 더 정확하게 나오는 이치로 점수폭을 줄이는 것이 문제점이 될 수 있으나 선호 심사대 분포가 아닌 정규성을 갖는 분포로 만들기 위해서는 9단계로 전환이 바람직하다 하겠다. 그럼 왜 9단계인가? 5단계는 안되는가? 라는 질문에는 일본의 경우 현재의 점수대를 구분하여 유전모수를 추정할 결과 9단계에서 유전율의 변화가 거의 없었기 때문에 9단계를 채

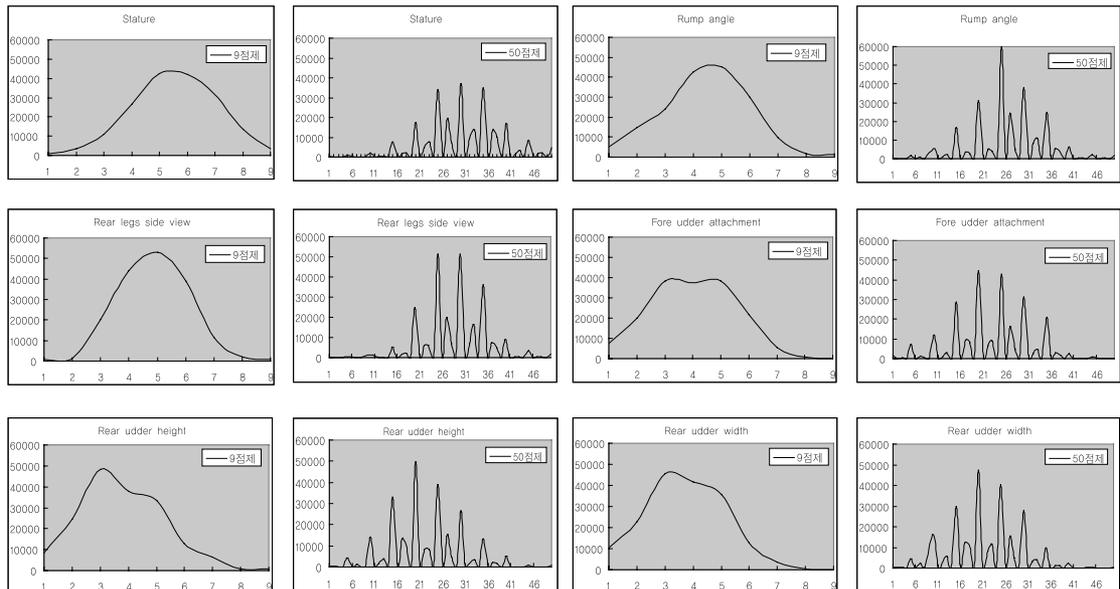


그림 1. 선형형질의 9점과 50점제의 분포



택하고 있으며 정확한 평가를 위해서는 실제 측정된 자료를 이용하여 오차가 가장 적은 범위를 선정해야 하는 실험이 병행되어야 한다. 이로써 9단계로의 변경은 50단계로 심사해온 방법에서 경계에 위치한 기준의 주관적인 개입이 감소할 것으로 예측되며, 9단계 점수를 이용함으로써 정규분포에 가까운 분포와 같이 폭넓게 평가하여 유전율의 저하를 억제하는 기능을 가질 것이다. 결과적으로 심

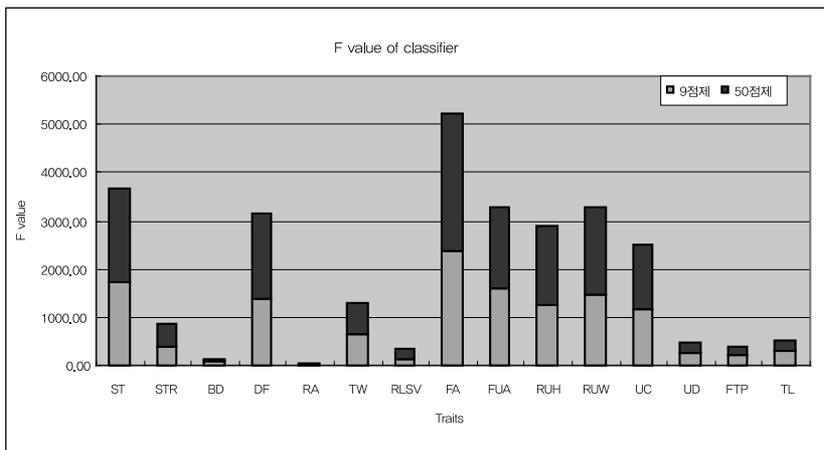
사원의 넓은 점수영역대로 인한 부담이 감소하여 효율적인 체형심사가 이루어 질것으로 본다.

2) 최소자승평균추정

여기에서 최소자승평균 추정법이란 심사자료를 어떤 함수로 표현할 때 각 심사자료들간의 평균 제곱거리가 최소가 되게 하는 것을 말하며 키(Stature)의 경우 4번째 심사자에서 작게 나타났고

표 4. 심사자들에 의한 선형형질들의 최소자승평균 분석

Trait 심사자	Stature LSM±SE	Strength LSM±SE	Body depth LSM±SE	Dairy form LSM±SE	Rumpangle LSM±SE	Thurl Width LSM±SE	RLSV LSM±SE	
1	5.23±0.03	3.14±0.02	3.39±0.02	3.21±0.02	4.21±0.03	3.54±0.02	4.61±0.03	
2	5.50±0.03	3.44±0.02	3.34±0.03	3.71±0.02	4.11±0.03	3.91±0.03	4.82±0.03	
3	5.27±0.03	3.19±0.02	3.22±0.03	2.89±0.02	4.19±0.03	3.42±0.03	4.58±0.03	
4	4.31±0.03	3.05±0.02	3.26±0.03	3.23±0.02	4.09±0.03	3.42±0.03	4.61±0.03	
Trait 심사자	Foot angel LSM±SE	FUA LSM±SE	RUH LSM±SE	RUW LSM±SE	Udder cleft LSM±SE	Udder depth LSM±SE	FTP LSM±SE	FTL LSM±SE
1	3.77±0.03	3.43±0.03	3.23±0.03	2.60±0.03	4.16±0.03	4.81±0.03	3.70±0.03	4.01±0.03
2	4.46±0.03	4.09±0.03	4.06±0.03	3.22±0.03	3.81±0.03	4.50±0.03	3.46±0.03	3.79±0.03
3	3.69±0.03	3.86±0.03	3.56±0.03	3.00±0.03	3.83±0.03	4.77±0.03	3.79±0.03	3.75±0.03
4	3.26±0.03	4.44±0.03	3.40±0.03	3.40±0.03	4.65±0.03	4.90±0.03	3.81±0.03	3.53±0.03



ST : stature
 STR : strength
 BD : body depth
 DF : dairy form
 RA : rump angle
 TW : thurl width
 RLSV : rear legs side view
 FA : foot angel
 RUH : rear udder height
 RUW : rear udder width
 UC : udder cleft
 UD : udder depth
 FTP : front teat placement
 TL : teat length

그림 2. 선형형질의 9점과 50점제의 심사자 F값 비교

표 5. 환경요인에 따른 각 형질별 상관분석

형질	ST	STR	BD	DF	RA	TW	RLS	FA	FUA	RUH	RUW	UC	UD	FTP	TL
심사자	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
연령	0.98	0.97	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99
비유단계	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99

발굽각도(Foot angel)와 뒷유방높이(RUH)의 경우 2번째 심사자에서 크게 나타났으며, 예각성(Angularity/Dairy form)은 3번째 심사자에서 작게 나타났고 1번째 심사자에서 뒷유방너비(RUW)는 작게 앞유두의길이(FTL)는 크게 나타났다.

3) 형질별 분산분석

형질별로 9단계 집단과 50단계 집단의 심사자에 의한 F값 비교를 한 결과 거의 유사한 분산의 비를 보였으며 9단계로 전환을 해도 발굽기울기 형질은 심사자간 차이가 많이 존재한다는 것을 보여주고 있다. 이는 심사자 문제만이 아니라 심사를 받는 농가에서도 우사바닥상태를 발굽이 보일 수 있도록 하는 등 세심한 배려가 필요할 것으로 보인다.

4) 환경요인에 따른 각 형질별 상관분석

9단계 집단으로 자료를 변경한 것과 50단계 집단의 환경요인별 상관분석을 실시한 결과 거의 모든 형질에서 상관계수가 0.97~0.99를 보여 세분화된 집단단계에서 단계를 줄여도 거의 변화가 없음을 말해주고 있다. 따라서 9단계로의 변경이 가능하다고 할 수 있다.

IV. 글을 마치며

2005년 기준 농가의 평균 도태 산차는 2.4산으

로 이는 우군내에서 경제적 수명을 채우지 못하고 도태되는 소가 많다고 할 수 있다. 경제적 산차에 도달하기 위해서는 4산 이상까지 갈 수 있도록 번식, 사양, 환경 등이 조화를 이루어야 한다.

그러나 가장 큰 영향을 미치는 번식문제와 능력우의 사양관리 미숙을 제외하면 신체기능의 저하로 인한 도태가 경제적 산차에 도달하지 못하는 원인이 된다. 빠르게 달리는 차가 터널안을 진입하면 순간적으로 주변은 안보이고 터널진출로 구명만 보이는 현상처럼 주변을 파악하지 못하고 한 가지 방향에만 치우쳐 나갈 수가 있다. 따라서 이를 개선하기 위하여 체형을 능력에 맞게 개량하여 평균산차를 증가시키고 정확한 유전평가를 실시해야한다.

후대검정우들의 선형심사를 정확하게 심사해야 할 필요도 있지만 집단의 변화가 거의 없으며 종모우의 순위변화가 없고 집단간의 상관관계가 높게 나타나므로 연구의 목적에 부합하게 정규분포에 가까운 분포와 같이 폭넓게 평가하고 유전평가의 정확도를 높이는 방법으로 전환해야 할 것이다. 이를 위해서는 50단계의 점수제에서 9단계의 점수제로 변환을 고려해야할 것으로 본다. 또한 단기간의 변경보다는 검토와 검정기간을 거쳐 적합성여부를 결정하는 면밀함이 있어야 할 것으로 생각된다.

개량은 국가경쟁력이다!