韓國受精卵移植學會誌(1994) 第 9 券 第 2 號
Korean J. Emb. Trans. (1994) Vol. 9, No. 2 pp.197~205

젖소에 있어서 혈액형분석에 의한 혈통확인에 관한 연구

이장희 · 신형두* · 정호영 · 유충현 · 안병석
이수헌 · 정상원 · 김창근**
국립종축원

Identification of Pedigree by Bovine Blood Typing in Holstein

J. H. Lee, H. D. Shin*, H. Y. Chung, C. H. Yoo, B. S. An, S. H. Lee, S. W. Chung, and C. K. Kim**
National Animal Breeding Institute

SUMMARY

This experiment was carried out to clarify the pedigree identification from blood typing of 301 Holsteins in National Animal Breeding Institute(N.A.B.I.). Twenty kinds of standard reagent standardized by Insternational Society for Animal Blood Group Research provied from KNC improvement center, N, L, C, F. were used as the reference reagents in this study.

The highest frequency of antigenic facfors was obtained from X_2 in blood typing of 301 Holsteins. The frequency of X_2 was 0.714.In A blood system, four kinds of phenogroups were observed. The gene frequencies of A1 and Z′ phenogroups were equally 0.027.This frequency was greatly lower than those of breeds of Southern European and Zebu cattle. In B blood system, nineteen kinds of blood type were appeared. The appearance frequency of G_X blood type was 0.259, whish was higher than the others. In C blood system, thirty kinds of blood type were observed. The appearance frequency of X_2 blood type was the highest(0.189). In F blood system, three kinds of alleles were detected. The gene frequency of F allele was higher than that of V(0.105). However, the frequency of F allele(0.327) was greatly lower than that of "− /−" allele. In S blood system, twelve kinds of blood type were appeared and showed similar appearance frequencies except "− /−" allele. From the results of the pedigree identification from 8 sires and 28 progenies of them, the accuracy of pedigree identification was 92.9%.

Key words: idnetification, Holstein, NABI

서 론

가축의 혈액형에 관한 연구는 혈통등록, 후대검정 및 계통조성사업 등에 있어서 혈통을 정립하기 위한 수단으로서의 가치가 매우 높다. 가축의 혈액형은 최근 인공수정, 수정란이식 및 유전자 조작 등에 의해서 생산되는 개체의 친자확인과 가축개량을 위한 종축의 국제교류에도 이용되어지고 있다.

가축의 혈액형 분류에 관한 연구의 기초는 1900

* 축협 한우개량사업소(Korean Native Cattle Improvement Center)
** 중앙대학교 산업대학(College of Industrial Studies, Chung-Ang University)

년 Ehrlich와 Morgenroth가 산양에 있어서 동종면역용혈소에 의해서 같은 종내의 개체간에는 적혈구 항원성의 차이가 있다고 보고한 이래 사람 혈액형의 ABO system이 발견(Landsteinner, 1901)됨으로서 가축 혈액형에 관한 연구도 소를 중심으로 활발히 진행되어 왔다. 소 혈액형에 관한 연구는 1910년 Todd와 White가 동종면역시켜 수혈우의 혈청에서 동종면역용혈소(isoimmuno- hemolysin)를 발견하고 그것이 소의 개체에 따라 용혈반응의 양상이 다르고 흡착에 의해서 항체가 제거될 수 있다는 것을 발견함으로써 시작되었다. 현재 소의 혈액형에는 11개 system에 94가지의 적혈구항원인자가 국제적으로 공인되어 있으며(I. S. A. G., 1991), 국제적으로 종축이나 정액 및 수정란의 교류가 촉진되면서 항혈청의 국제표준화가 요구됨에 따라 국제기구인 International Society for Animal Genetics에서 2년마다 국제비교시험을 통하여 표준화를 실시하고 있다.

따라서 본 연구는 국내 가축의 주종이 되고 있는 Holstein품종의 혈액형분석을 통하여 국립종축원내 보유축군의 혈통을 정립하고 인공수정, 수정란이식 등에 의해서 생산되는 개체의 친자확인과 이를 바탕으로 혈통등록, 후대검정 및 장차 재래한우의 계통조성사업에 신뢰성을 제고하기 위한 기초자료를 마련하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물

국립종축원에서 사육중인 혈통등록된 Holstein 301두(종모우 8두, 종빈우 270두, 육성우 23두)를 이용하였으며 실험기간은 1993년 11월부터 1994년 2월에 걸쳐 분석하였다.

2. 표준항혈청

축협 한우개량사업소의 신형두박사로부터 분양받은 표준항혈청 6 system의 20종을 사용하였다. 사용된 표준항혈청은 A system의 A_1, Z′, B system의 B′, Gx, I_1, I′, Q, C system의 C_1, R_1, R_2, X_1, X_2, W, F system의 F, V, S system의 S, U_1, U′, U″ 및 Z system의 Z였다.

3. 채혈 및 적혈구 부유액 제조

혈액검사에 사용될 혈액은 항응고를 위하여 heparin이 들어 있는 진공채혈관(Becton, Green)을 사용하여 대상우의 미정맥 또는 경정맥에서 10ml 정도를 채취하였다. 채취된 혈액은 순수한 적혈구만을 얻기 위하여 1,500 rpm에서 5분간 원심분리하고 생리식염수로 3~4회 반복 원심세정하여 상층액을 제거함으로써 순수한 적혈구만을 분획 채취하였다. 분획 채취된 적혈구는 생리식염수와 희석하여 1.5% 적혈구 부유액을 제조하여 분석시까지 4℃에 냉장보관하였다.

4. 보체 생산

용혈반응에 사용될 보체는 토끼혈청으로써 국립종축원에 사육중인 뉴질랜드화이트 품종 100두에서 심장채혈하여 1,500 rpm에서 원심분리하여 얻었다. 토끼혈청을 보체로 사용하기 전에 소 적혈구에 대한 비특이적 용혈소가 함유되어 있는지 확인하기 위하여 적혈구, 생리식염수 및 토끼혈청을 함께 혼합하여 반응시켜 보았다. 보체의 역가는 2진희석법으로 측정한 후 충분히 용혈반응을 일으킬 수 있도록 희석하여(역가 : 약 4배) 사용전까지 −20℃에 냉동보관하여 사용하였다.

5. 용혈반응

용혈반응은 96 well U자형 microplate(Nunc Co., USA)를 사용하여 관찰하였다. 20종의 표준항혈청을 micropipette를 이용하여 각 30㎕씩 20 well에 분주하고 혈액형분석할 개체의 1.5% 적혈구 부유액을 각 hole에 20㎕씩 첨가한후 보체로서 토끼혈청을 30㎕씩 첨가하고 반응을 촉진하기 위하여 plate mixer(Thermolyner, USA)로 진탕한 후 실온(25℃)에 정치하여 매 시간별 1분간씩 4회 진탕하였다.

용혈반응의 판독은 보체첨가후 4시간 후에 실시하였으며 용혈반응의 정도는 Fig. 1에서 보는바와 같이 잔존혈구 비율에 따라 육안적으로 0, 1, 2, 3 및 4의 5가지로 구분하였다. 용혈정도가 0 또는 1은 비용혈, 2 또는 3은 51~75% 정도의 용혈, 4는 완전용혈로 구분하였다.

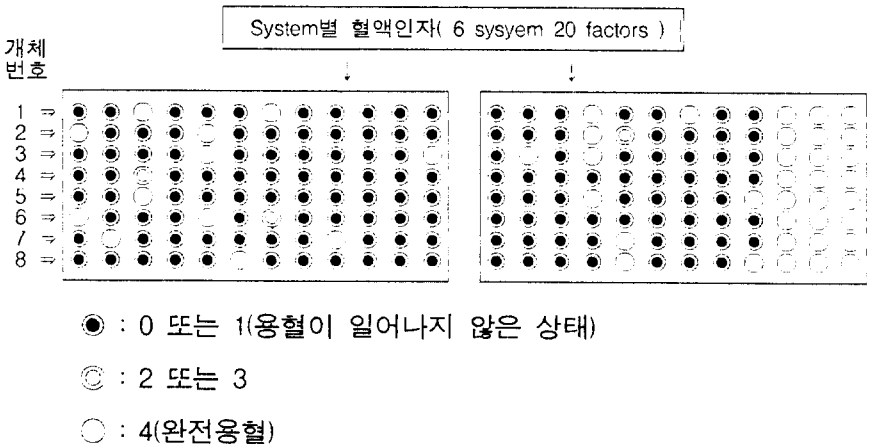

Fig. 1. Status of the hemolysis react at bovine blood typing

6. 각 적혈구 항원인자의 출현빈도 및 blood type의 검색

용혈반응에 의해 확인된 혈액형을 기초로 각 적혈구항원인자의 종류와 출현빈도를 평방근법(square root method)으로 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 혈액형검사

1) 적혈구 항원인자의 출혈빈도

축협 한우개량사업소에서 도입한 20종의 표준항혈청으로 국립종축원에 보유중인 젖소 301두의 적혈구항원인자를 검사한 결과 각 system별 적혈구항원인자의 출현빈도는 Table 1과 같다.

본 실험에서 가장 높은 출현빈도를 나타낸 적혈구항원인자는 C system의 X_2로 출현빈도가 0.714였으며 가장 낮은 출현빈도를 나타낸 적혈구 항원인자는 역시 C system의 R_1으로 출현빈도가 0.027이었다.

이와 같은 결과는 권 등(1988)이 한우 213두에서 조사한 혈액형검사에서 C system의 X_2 항원인자의 출현 빈도가 0.089였다는 결과보다는 현저히 높았으나 신형두(1992)가 742두의 한우에서 조사한 혈액형검사에서의 X_2 항원인자의 출현빈도가 0.775였다는 결과와는 유사한 수준을 나타내었다. 또한 가장 낮은 출현빈도를 나타낸 R_1은 권 등(1988)의 0.089와 다소 차이가 있었다. 그러나 한우에서 가장 높은 출현빈도를 보인 적혈구항원인자는 A system의 A_1으로 이의 출현빈도가 0.885~0.906수준(신형두, 1992., 권 등., 1988)으로 본 실험의 젖소와는 출현빈도의 수준과 항원인자가 다르게 나타났다.

2) 각 system에서 출현하는 phenogroup(allele) 및 혈액형과 출현빈도

(1) A system에서 출현하는 phenogroup과 유전자 빈도

A system에서 출현하는 phenogroup의 종류와 유전자빈도는 Table 2에서 나타낸 바와 같이 A_1Z', A_1, Z' 및 "-1-"의 4종류의 phenogroup이 출현하였으며 적혈구항원인자가 전혀 나타나지 않는 "- / -"의 유전빈도가 0.621로 가장 높았다. 출현하는 적혈구항원인자의 경우에는 A_1 phenogroup의 유전자빈도가 0.326으로 다른 phenogroup의 유전자빈도보다 높았다.

이는 신 등(1990)이 한우에서 조사한 "- / -"의 유전자빈도가 0.484였다는 결과보다는 낮은 수준이었다.

또한 Z' 항원인자의 유전자빈도는 권 등(1988)이 한우에서 조사한 결과의 0.314보다 현저히 낮았으

Table 1. Observed frequencies of antigenic factors for each system in dairy cattle

System	Factor		No. of Animals	Freq. of appearance
A	A_1	**	108	0.359
	Z′		17	0.056
B	B′		29	0.096
	G_2	**	105	0.349
	I_1	**	31	0.103
	I′		24	0.080
	Q		14	0.047
C	C_1	**	108	0.359
	R_1	**	8	0.027
	R_2	**	128	0.425
	X_1	**	27	0.090
	X_2	**	215	0.714
	W		86	0.286
F	F		179	0.595
	V		59	0.196
S	S		39	0.130
	U_1	**	30	0.100
	U′		39	0.130
	U″		15	0.050
Z	Z		118	0.392

Table 2. Frequencies of phenogroups in A system of dairy cattle

Phenogroup	No. of animals	Gene ferquencies
A_1Z'	8	0.027
A_1	98	0.326
Z′ "	8	0.027
"－"	187	0.621
Total	301	1.000

며 A_1Z' 항원인자의 유전자빈도는 Henlein 등(1980)이 Guernsey cattle에서 보고한 0.005보다 다소 높은 결과를 나타내었다. 이는 Stormont (1962)가 밝힌 바와 같이 Z′가 포함되는 allele들은 남부 유럽종 및 인도계 Zebu cattle종에만 나타난다고 보고한 점으로 미루어 볼 때 본 실험에 이용된 Holstein품종은 남부 유럽종 및 Guernsey cattle과도 차이가 있음을 보여 주었다.

3) B system에서 출현하는 blood type과 빈도

본 실험에서 나타난 B system의 각 적혈구항원인자의 출현빈도는 Table 1에서 나타낸 바와 같이 Gx가 0.349로 가장 높은 출현빈도를 나타냈으며 출현하는 blood type의 형태와 종류는 Table 3에서와 같다.

본 실험에 이용한 Gx 항원인자는 축협한우개량사업소 신형두 박사가 새로이 발견한 G항원인자의 아형인자로 국제표준항원인자로 등록되지는 않았으나 본 실험에서 출현하는 적혈구 항원인자 중에서는 가장 높은 출현빈도(0.259)를 보였으며 출현된 blood type중에서 "－/－"의 phenogroup이 가장 높은 출현빈도(0.472)를 나타내었다.

본 실험의 "－/－phenogroup"의 출현빈도는 신형두(1992)가 B system에서 10가지의 항원인자로 조사한 "－/－"의 유전자빈도(0.040)보다 현저히 높았다. 이는 본 실험에서 사용된 표준항원인자의 종류가 매우 적으므로써 "－/－"의 출현빈도가 높게 나타날 수도 있었으며 다른 blood type중에서는 Gx의 출현빈도가 0.259로 높게 나타난 것은 역시 Table 1에서 나타난 바와 같이 각 적혈구항원인자의 출현빈도가 Gx에서 상대적으로 높았기 때문으

Table 3. Frequencies of blood type in B system of dairy cattle

Blood type	No. of animals	Freq.	Blood type	No. of animals	Freq.
B′	15	0.050	Gx	78	0.259
B′Gx	5	0.017	GxI_1 ∞	9	0.029
$B'GxI_1$ ∞	1	0.003	GxI_1Q ∞	1	0.003
$B'GxI_1Q$ ∞	1	0.003	GxI′	7	0.023
B′GxI′Q	1	0.003	I_1 ∞	15	0.050
B′GxQ	3	0.010	II_1'	3	0.010
$B'I_1$ ∞	1	0.003	I′	10	0.033
$B'I_1I'Q$ ∞	1	0.003	Q	6	0.020
B′I′	1	0.003	"−"	142	0.472
B′Q	1	0.003			

Table 4. Frequencies of blood type in C system of dairy cattle

Blood type	No. of animals	Freq.	Blood type	No. of animals	Freq.
C_1	16	0.053	C_1X_2	22	0.073
$C_1R_1R_2X_1X_2W$ 0	1	0.003	C_1X_2W 0	15	0.050
$C_1R_1X_2W$	1	0.003	R_2 ∞	13	0.043
C_1R_2 0	9	0.030	R_2W	4	0.014
C_1R_2W 0	3	0.010	$R_2X_1X_2$ 0	2	0.007
$C_1R_2X_1$	2	0.007	$R_2X_1X_2W$ 0	3	0.010
$C_1R_2X_1X_2$ ∞	1	0.003	R_2X_2 0	43	0.143
$C_1R_2X_1X_2W$ ∞	2	0.007	R_2X_2W 0	18	0.060
$C_1R_2X_2$	13	0.043	W 0	5	0.019
$C_1R_2X_2W$	6	0.020	X_1	3	0.010
C_1W ∞	6	0.020	X_1X_2 ∞	3	0.010
C_1X_1 0	1	0.003	X_1X_2W ∞	3	0.010
C_1X_1W 0	1	0.003	X_2	57	0.189
$C_1X_1X_2$	2	0.007	X_2W	11	0.039
$C_1X_1X_2W$	3	0.010	"−" 0	32	0.106

로 사료된다. 현재 이 system에 속하는 혈액형 인자는 49여가지(I. S. A. G. 1991)가 국제적으로 보고되어 있다.

4) C system에서 출현하는 blood type과 빈도

본 실험에서 나타난 C system의 각 적혈구항원인자의 출현빈도에서는 X_2가 0.714로 가장 높게 나타났으며(Table 1) blood type의 종류는 Table 4에서와 같이 30종이었다. 또한 출현하는 각 blood type의 빈도도 X_2 단독인 경우가 0.189로 가장 높은 빈도를 보였다.

이는 신 등(1990)이 한우에서 본 실험과 동일한 항원인자로 조사한 결과 C system에서 blood type의 종류가 16종이었던 것보다 훨씬 다양한 출현형태를 보여주었으며 한우에서도 X_2의 출현빈도가 가장 높게 나타난 결과와는 동일한 경향을 보여주

Table 5. Gene frequencies for F system in dairy cattle

Alleles	No. of animals	Gene Frequency
F	98	.327
V	32	.105
− / −	171	.568

었다. 한편 본 실험에서 C_1의 출현빈도가 Table 1에서 0.359였던 것은 Ahe(1968)가 조사한 Japanese shorthorn(0.942) 및 Mishima cattle(0.497)보다도 낮았다. 이러한 이유는 본 실험에서 사용한 표준항혈청의 반응성이 다소 동일하지 못하거나 연구자들마다 혈액형 검사에 사용된 품종간의 차이에 기인된 것으로 추측된다.

5) F system에서 출현하는 phenogroup의 종류와 유전자빈도

본 실험에서 나타난 F system의 각 적혈구항원인자의 출현빈도는 F 및 V가 각각 0.595 및 0.196이었으며(Table 1) 이들에서 출현한 phenogroup의 종류는 Table 5에서와 같이 3종이었다.

각 phenogroup의 유전자빈도는 "− / −"의 유전자빈도가 가장 높았다. 이 system은 Stormont가 1952년에 최초로 보고한 이래 F와 V의 아형인 F_1, F_2, V_1, V_2 및 N′의 혈액형인자가 밝혀졌으며(Neiman-Sorenson, 1960), 현재에는 V′가 추가되어 6종의 항원인자가 보고되어 있다. 본 실험의 F phenogroup의 유전자빈도(0.327)는 신형두(1992)가 보고한 0.564보다도 현저히 낮았다. 그러나 F 항원인자의 출현빈도(0.599)와 유전자빈도가 V 항원인자의 출현빈도 및 유전자빈도보다 높게 나타난 것은 같은 경향을 보여 주었다.

6) S system에서 출현하는 blood type의 종류와 출현빈도

본 system실험에서 나타난 적혈구항원인자의 출현빈도는 S, U_1, U′ 및 U″가 각각 0.130, 0.100, 0.130 및 0.050이었다(Table 1). 본 system에서 출현한 blood type의 종류는 Table 6에서와 같이 12종이었으며 "− / −"의 phenogroup의 출현빈도가 0.651로 가장 높았다. 가장 높은 출현빈도를 나타낸 blood type은 U′로 0.096이었다.

Table 6. Frequencies of blood type in S system of dairy cattle

Blood type	No. of animals	Frequency
S	27	0.090
U_1	22	0.073
U′	29	0.096
U″	11	0.037
SU_1	2	0.007
SU′	6	0.020
SU″	2	0.007
U_1U'	3	0.010
U_1U''	1	0.003
SU_1U'	1	0.003
SU_1U''	1	0.003
− / −	196	0.651
Total	301	

이와 같은 결과는 신형두(1992)가 한우에서 조사 보고한 10종보다도 그 종류가 많은 blood type의 수를 나타냈으며 한우에서 가장 높은 출현빈도를 보고한 phenogroup은 U_1으로서 0.156를 나타낸 것은 본 실험과 다소 차이가 있었다. 그러나 한우에서도 마찬가지로 "− / −"의 출현 빈도가 0.417로 가장 높게 나타난 것은 같은 경향이었다.

S system의 적혈구 항원인자는 Stormont(1961)가 발견한 9종(S, H′, U_1, U_2, U′, U′$_2$, H″, S″, U″)이 현재까지 국제적으로 알려져 있다.

2.혈액형 검사에 의한 친자확인

1) 인공수정후 한 종모우에서 생산된 송아지들의 혈액형

본 실험에서 조사된 어떤 종모우 한 개체와 그로부터 생산된 송아지들의 혈액형은 Table 7과 같다. Table 7에서 보는 바와 같이 Calf 1은 C 및 F system에서 Sire에서 나타난 적혈구항원인자가 전혀 나타나지 않음으로써 친자부정으로 간주되었으며 그 외 6두의 송아지는 친자확인으로 간주되었다.

이와 같은 결과는 신형두(1991)가 주장하였던 바와 같이 혈액형 검사시 40종 이상의 표준항혈청으

Table 7. Example of misidentified pedigree by blood typing

System	A	B	C	F	S	Z
Factor	A_1 Z′	B′ Gx I_1 I′ Q	C_1 R_1 R_2 X_1 X_2 W	F V	S U_1 U′ U″	Z
Sire	A_1		X_2	F		
Calf1	A_1				S	
Calf2		Gx	R_2 X_2			Z
Calf3			X_2	F	U_1	
Calf4	A_1		R_2 X_2	F		
Calf5	A_1	Gx	C_1 R_2 X_2	F		Z
Calf6	A_1		R_2* W	F*		Z
Calf7			X_2	V	U_1	

로 검사된 혈액형의 친자확인율은 99%이상이라고 보고한 것으로 미루어 보아 본 실험에서 사용된 표준항혈청의 수가 적은 관계로 다소 신뢰도가 낮다고 할 수 있다. 이러한 친자부정을 찾아낼 수 있는 확률은 부모와 자손간에 비교할 수 있는 정보가 많을수록 정확해진다. 즉, 하나의 혈액인자만을 비교하였을 때는 친자가 아니면서도 친자부정을 찾을 수 없는 경우가 발생하기 쉽다. 이와 같이 혈액형에 의한 친자확인은 부모가 가지지 않은 어떤 유전자도 자손이 지닐 수 없다는 단순한 원리에 의하여 어떤 개체가 지니는 모든 유전자는 양쪽 부모 또는 최소한 한쪽 부 또는 모에게 나타나게 되어 있다.

2) 가계로부터 조사된 혈통의 친자확인율

본 실험에서 조사된 혈통등록된 301두의 젖소중에서 국립종축원에 보유중인 종모우 5두와 도입정액의 종모우 3두로 부터 인공수정후 송아지들의 혈통을 조사하여 혈액형에 의한 이들 혈통의 정확도는 Table 8과 같다.

Table 8에서 나타난 바와 같이 8두의 종모우에서 생산된 28두의 송아지들에 대한 혈통의 정확도는 2두의 송아지가 친자부정으로 나타나 92. 9였으며 도입정액중 Roclcie에 의해 친자부정된 1두의 경우에는 도입정액의 종모우에 대한 혈액형 검사시 사용된 표준항혈청이 본 실험의 것과 종류가 다르기 때문에 신뢰도가 다소 낮다고 할 수 있지만 공통적인 인자에 의해서만 친자확인이 가능하여지므로 표준항혈청의 수가 40종 이상이 되어야만 신빙성이 더 높아질 것이다. 또한 어미의 혈액형을 확인할 수

Table 8. Detection of pedgree misidentification from 8 sires and 28 progenies of them by blood typing

Sire	No. of calf	Pedgree error	Accuracy (%)
국보	7	1	6/7
종팔	3	0	3/3
어룡	2	0	2/2
종성	3	0	3/3
명성	2	0	2/2
Bova	3	0	3/3
Rockie	5	1	4/5
Jupiter	3	0	3/3
Total	28	2	26/28(92.9)

있다면 송아지의 혈액형은 아비와 어미로부터 형성된 유전인자가 더욱 명확하여 친자의 확인율은 매우 높아진다고 할 수 있다. 이와 같이 본 실험의 결과는 신형두(1993)가 한우개량사업소에서 조사하여 보고한 약 10%의 친자오류와 유사한 수준이었다. 이러한 친자부정이 발생하는 주된 원인은 정액의 제조과정, 인공수정과정, 분만후 관리 및 기록의 오류 등에 의해서 발생하기 쉽게 때문에 (신형두, 1993) 외국 여러나라의 경우에는 벌써 수십년 전부터 가축개량사업의 일환으로 종축에 대한 혈액형이 혈통등록시 첨부되어 왔다. 우리나라의 경우에는 축협 한우개량사업소에서 1991년 부터 후대검정에 들어가는 모든 후보종모우와 검정대상우의 친자관계를 파악함으로써 혈통을 정립해 나가고 있는 실정이며 국내에 도입되는 정액 또는 수정란도 대부

분 혈액형이 첨부되고 있으나 이들의 개체확인 및 친자확인은 표준항혈청의 수가 다르고 그 반응성이 동일하지 못하기 때문에 어려운 실정에 놓여 있다. 그러므로 국내에서 실시되고 있는 젖소의 후대검정사업 및 혈통등록사업에서도 혈액형이 병기되어야 하며 종축의 국제교류에서도 이의 적용이 한시 바삐 이루어져야 한다고 사료된다.

적 요

본 실험은 국립종축원에서 사육중인 Holstein 301두의 혈액형검사로부터 개체 및 혈통을 확립하기 위하여 실시하였다. 축협 한우개량사업소로부터 분양받은 20종의 표준항혈청이 본 실험에 사용되었던 바 그 결과는 다음과 같다.

본 실험에 이용된 20종의 표준항혈청에서 가장 높은 출현빈도를 보인 적혈구 항원인자는 X_2였으며 출현빈도는 0. 714였다. A system에서 A_1Z', A_1, Z′ 및 "－/－"의 4가지 phenogroup이 나타났으며, A_1Z' 및 Z′phenogroup의 유전자빈도는 둘 다 모두 0.027로 남부 유럽종 또는 Zebu cattle보다도 매우 낮았다. B system에서는 19종의 phenogroup이 나타났으며 Gx phenogroup의 유전자빈도는 0.259로 다른 phenogroup의 유전자빈도보다 다소 높았다. C system에서는 30종의 phenogroup이 출현하였으며 Gx 및 X_2의 출현빈도가 각각 0.259 및 0.189로 다른 phenogroup의 출현빈도보다 다소 높았다. F system에는 3종의 phenogroup (allele)이 출현하였으며 "F" allele의 유전자빈도(0. 327)는 "V" allele의 유전자빈도(0.105)보다는 높았으나 "－/－" allele보다는 낮았다. S system에는 11종의 blood type이 나타났으며 "－/－" allele을 제외하고는 유사한 출현빈도를 나타냈다. 한편 종모우 8두와 이들의 송아지 28두를 대상으로 혈통을 확인한 결과 혈통의 정확도는 92.9%였다.

참고문헌

Abe T, Oishi T, Suzuki S, Amano T, Kondo K, Nozawa K, Namikawa T, Kumazaki K, Koga O, Hayashida S and Otsuka J. Jap. J. Zootech. Sci., 39:523-535.

Haenlein GFW, Hines HC and Zikakis JP. 1980. Frequency distribution of genetic marker in Guernsey Cattle J. Dairy Sci. 63:1145-1153.

I. S. A. G., 1991. The results of comparison tests.

Ito S, Kanemaki M, Morita M, Yamada M, Tanabe Y, Nakamura T, Namkkawa T and Tomita T. 1988. Blood protein and blood group gene constitutions of Japanese Brown Cattle in Kumamoto and their genetic relationships with Korean and Simmental Cattle. Jpn. J. Zootech. 59:433-445.

Kwun JK, Lee KS, Kim HS, Yang BS, Shin HD, Lee W, Lee JH and Han HJ. 1988. Production of standard blood typing reagents and classification of blood groups in Korean Native cattle. Korean J. Anim. Sci. 30: 388-402.

Landsteiner K. 1901. Uber agglutiationserscheinungen normaler menchlicher. Blute. Wien Klin. Wschr. 14:1132.

Neiman-Sorensen A. 1958. Blood groups of cattle. Immunogenetic syudies on Danish cattle breeds. A/s Carl Fr. Mortenson. Kobenhavum, pp 57-59.

Stormont C. 1952. The F-V and Z systems of bovine blood groups. Genetics 37:39-48.

Stormont C. 1961. The S system of bovine blood groups. Genetics 46:541-551.

Stormont C. 1962. Current status of blood gruop in cattle. Ann. New York Acad. Sci. ; 97:251.

Todd C and White RG. 1910. On the haemolytic immune isolysins of the ox and their relation to the question of individuality and blood-relationship. J. Hyg. 10:185-195.

신형두. 1992. 한우(*Bos taurus coreanae*)의 혈액형에 관한 연구. 박사학위 논문.

신형두. 1993. 혈액형과 가축개량. 가축육종연구회보 6:3-17.

신형두, 한호재, 이국경, 강동묵, 양일석, 권종국. 1988. 동종면역에 의한 소 혈액형 표준혈청 생산. 한국수정란이식연구회지 3:31-37.

신형두, 신언익, 양일석, 권종국. 1990. 한우혈액형의 phenogroup과 아형관계에 관한 연구. 한축지 32:534-541.

윤충근, 신형두. 1991. 소 혈액형분석과 관련기술. 축산업협동조합중앙회지:1-17.