Reprod Dev Biol 39(1) : 13-21 (2015)
http://dx.doi.org/10.12749/RDB.2015.39.1.13

ISSN : 1738-2432 (Print)
ISSN : 2288-0151 (Online)

성장단계별 멸종위기 희소한우의 혈액학적 특성분석

김현[1] · 고응규[2] · 김남태[1] · 최창용[1] · 성환후[1,†]

[1]농촌진흥청 국립축산과학원 가축유전자원센터, [2]농촌진흥청 국립축산과학원 동물바이오공학과

Analysis of Hematologic Characteristics of Endangered Korean Native Cattle according to the Age

Hyun Kim[1], Yeoung-Gyu Ko[2], Nam-Tae Kim[1], Changyong Choe[1] and Hwan-Hoo Seong[1,†]

[1]Animal Genetic Resources Research Center, National Institute of Animal Science, RDA, Namwon 590-832, Korea

[2]Animal Biotechnology Division, National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea

ABSTRACT

The importance of genetic resource preservation has been highlighted in the literature as a means of maintaining genetic diversity. Investigations for hematologic values and the differential count of white blood cell count (WBC) for Korean indigenous cattle (KIC) and endangered indigenous cattle (EIC) are rarely performed. Therefore, the objective of this study was to investigate the hematologic values of total 40 EIC (White, Black, Mini cattle) and 35 KIC as control by analysis of hematologic characteristics. As a result, the mean values of RBC and platelet of EIC were significantly decreased by age (p<0.05). The mean values of RBC, HCT, MCV and MCHC between EIC and KIC of the same age (2～3 years) showed the statistical significance (p<0.05). Also, in the WBC of EIC, the mean values were decreased according to the age from $13.9\times10^3/\mu L$～$12.7\times10^3/\mu L$ under 1 year to $9.1\times10^3/\mu L$～$11.5\times10^3/\mu L$ over 2 years respectively. In the differential count of WBC of EIC (White, Black, Mini cattle), it showed generally the rates of 40.2%, 52.2%, 49.0% lymphocyte and 27.2%, 33.9%, 32.0% segmented neutrophil from 2～3 years respectively. Result of this study will be used for establishing reference range for blood analysis in EIC such as white, black and mini cattle. This study reported hematological values which could serve as baseline information for comparison in conditions of nutrient deficiency, physiological and health status of endangered Korean native cattle. In addition, this study provides a valuable resource for further investigations of the preservation of rare genetic stocks underlying traits of interest in cattle.

(Key words : Endangered Korean native cattle, Complete blood counts, Age)

서 론

일반적으로 한우를 모색이 황색인 한우만으로 생각한다. 그러나 최근에는 세계 인구의 영양상태, 식량농업 정보를 수집하여 분석 및 보급과 세계식량농업개발을 목표로 하는 유엔식량농업기구(Food and Agriculture Organization: FAO, 2007)에서 구축한 가축다양성정보시스템(DAD-IS: Domestic Animal Diversity Information System, http://dad.fao.org)에는 한국 재래소 4품종(한우: Hanwoo, 칡소: Chikso, 흑우: Heugu, 제주흑우: Jeju black cattle)으로 구분하여 등재되어 있다. 비경 주위가 하얀 테두리를 가진 특징을 지니고 있는 흑우를 포함하여 몸 전체에 칡 덩굴과 같은 흑색무늬가 산재한 일종의 호반모색으로 구성되어 있는 칡소와 제주 흑우를 멸실위험에 처한 희소한우로 분류되고 있다.

한우의 모색에 관한 옛 문헌을 살펴보면 현존하는 황우 이외에도 다양한 모색을 가지고 있었던 것을 알 수가 있다. 고대 벽화인 고구려 고분벽화에는 황소, 흑소, 얼룩소의 그림을 필두로 신라 초기에 설립된 울진 봉평리 신라비에 리우(䚉牛)라는 표현이 한반도에 칡소가 있었음을 문자로 기록하고 있다. 그리고 조선시대에 집필된 "조선

* This work was carried out with the support from the "Agenda Program (No. PJ009418)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

** This work was supported by 2014 Postdoctoral Fellowship Program of National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Republic of Korean.

† Corresponding author : Phone: +82-63-620-3521, E-mail: seonghh@korea.kr

우마의방(朝鮮牛馬醫方)"에는 누런색의 황우(黃牛), 검은색의 흑우(黑牛), 흰색의 백우(白牛), 검푸른색의 청우(靑牛), 얼룩색의 리우(离牛, 현재 칡소), 사슴과 같은 녹반자(鹿班者) 등의 그림으로 한우를 구분해 놓고 있다. 또한, 1912년 권업모범장 축산연구사업보고서에 의하면 조선소의 털 색깔은 지금의 한우(황우)인 적갈색(77.8 %)이 가장 많고, 다음으로 흑갈색(10.3%), 흑색(8.8%), 호랑이 무늬색(2.6%), 흑갈색에 갈색백반(0.4%), 흑색백반(0.1%)로 22.2 %가 흑색 등 다른 모색을 가지고 있다고 보고하였고, 일제강점기인 1920년 요시다(吉田雄次郎)가 조선농회보에 쓴 글을 보면 8,051두에 대한 한우의 모색을 조사하였더니, 갈색 66.69%, 흑색 11.72%, 백색 1.33%, 반색 13.26%, 렴색 6.06%, 잡색 0.91%라고 함으로서 1900년대 초기만 하더라도 한우의 모색은 다양하였던 것을 알 수 있다. 1916년 일본 총독부에 의해서 모색 호칭의 통일과 모색 단일화 조치로 인하여 다양한 한우의 모색이 갈색으로 통일되어감으로써 유전자원의 다양성을 상실하게 되었다.

일반적으로 유전자원은 현재 또는 미래에 이용될 수 있는 유용 유전자를 가진 생물을 칭하며, 크게 식물, 동물 및 미생물 유전자원으로 나누어진다. 유전자의 다양성이란 동일한 종에 속하는 개체 간의 유전적 차이를 의미하는데, 각각의 생물종에 대하여 유전적 변이를 얼마나 많이 보유하는가에 따라 유전적 다양성의 증대를 가져올 수 있으며, 이것은 유전자원이 풍부해짐을 뜻한다. 또한, Choi 등(2012)은 동물유전자원은 농업 및 식량생산뿐만 아니라, 의약 및 산업소재로 이용되거나 향후 이용될 수 있는 동물 종, 집단, 품종 계통, 변종 및 유전적 재료 등을 포함한다(Choi 등, 2012)고 보고했다. 최근에 유전자원 다양성의 중요성이 강조되고, 제주흑우, 흑우, 그리고 칡소의 복원과 증식 연구(Jeon등, 2014; Kim 등, 2013; Park 등, 2012)가 활발하게 진행되고 있으나, 품종간 구분 방법이 모색과 체형에만 의존할 수밖에 없는 한계를 나타내고 있다(Shon 등, 2000). 이러한 한계성을 극복하기 위해서 품종 형성, 유전적 특성, 품종의 모색 발현, 근내지방 합성, 계통유전학적 특성 연구, 염색체 분석 등의 유전적 다양성과 타 품종 간의 유연관계 등을 조사하고 분석하는 연구를 다양한 유전적 표지인자들(혈액단백질, 유단백질, microsa-tellites, mitochondrial DNA, Y chromosome 등)을 활용하여 활발하게 수행하고 있다(Kim 등, 2013; Lee 등, 2013; Park 등, 2012; Shon 등, 2000).

탄수화물, 지방, 단백질 이외에 vitamin 등과 같은 혈액 구성 성분들은 일정한 균형을 유지하고 있으나, 가축이 어떤 질병으로 인하여 자체의 homeostatic mechanism(항상성 기전)에 장애가 초래되거나, 영양물질의 섭취 및 흡수가 정상적으로 이루어지지 않을 때는 혈액 구성 성분들의 함량이 변화하는 등과 같이 가축의 질병을 진단하고 치료하며, 예후를 판정하는 생리학적인 기준치는 반드시 필요하다(Baehner, 1972; Reddy 등, 1990). 가축의 혈액상 분석에 대해서는 여러 연구자들에 의해서 많은 조사가 이루어져 왔고(Adams 등, 1992; Ayoub 등, 1996; Brun-Hansen 등, 2006), 가축의 종류에 따라서 차이가 있음이 밝혀졌음은 물론, 종류가 같아도 품종이나 성장의 정도에 따라서 차이가 있다는 사실도 보고되었다(Debnath 등, 1990; Knowles 등, 2000; Mohri 등, 2007; Ohtsuka 등, 2005; Speicher 등, 1973). 일반 축산농가의 경제와 직접적으로 관련성이 높은 한우를 대상으로 한 혈액 · 혈청화학치 및 백혈구 감별 수치에 대해 조사된 자료가 과거에 극히 일부 수행되어 왔고(Chung, 1965; Lee, 1974; Do 등, 1990; Kim 등, 1991), 최근에 Kim 등(2014)은 성장단계별로 한우와 칡소 간의 혈액 및 백혈구 감별수치 분석 결과, 품종 간에 차이(Kim 등, 2014) 등으로부터 동일 축종의 같은 품종일지라도 연령, 기후, 유전적 동종성의 정도, 비유, 임신과 분만, 사양관리, 환경, 사료, 그리고 지역에 따라 혈액의 구성세포와 그 성분에 변화를 가져온다고 보고했다(Britney 등, 1984; Correa 등, 1988; Curtis 등, 1989; Martin 등, 1990; Simensen, 1983).

개체수가 극히 적고 농촌진흥청 가축유전자원센터에서 사육되고 있는 멸종위기 단계의 희소한우에는 백한우, 흑우 그리고 체고가 110 cm 이하인 미니한우를 포함하여 약 80 여두 보유하고 있는 실정이다. 특히, 백한우는 털이 흰색인 외래품종 샤로레 등과 동일한 흰색 유전자가 아니라, 멜라닌을 생성하는 티로시나제의 mutant인 백색증(albinoidism)을 지닌 우리 고유의 품종인 황색 한우의 변이종이다. 최근에는 첨단 생명공학기술인 Somatic Cell Nuclear Transfer(SCNT), Multiple Ovulation and Embryo Transfer(MOET) 기법을 이용해 백한우를 포함한 희소 품종의 유전자원 보존 및 조기증식에 의한 보존 및 보전관리 이용 활성화를 위해 칡소 뿐만 아니라, 멸종위기종의 보전을 위한 유용한 기초수단으로 활용 범위가 확대되고 있는 실정이다(Jeon 등, 2013; Park 등, 2012).

최근에 Kim 등(2014)은 일반한우(황우)와 칡소 간의 성장단계별, 암·수별 그리고 임신 유·무에 따른 혈액상의 변화 등을 보고했다. 하지만, 개체수가 극히 적어 멸종위기에 놓인 희소한우(백한우, 흑우, 미니한우)에 대한 유전적 체계나 일반 한우와의 품종 간 특이성 등에 대해서는 전혀 알려진 바가 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내 멸종 위기에 놓인 백한우, 흑우 그리고 미니한우에 대한 생리학적인 특성을 파악하고자 먼저, 혈액성분 그리고 백혈구 감별진단을 실시하였다. 이는 다양한 한우 유전자원을 확보하고, 이들 유전자원에 대한 차별적 특성들을 구명해 나가는 연구를 통해, 가축 유전자원의 가치를 확보하기에 앞서 매우 시급한 일이며, 그 기초자료를 제공하고, 일반한우의 혈액성분 및 백혈구 수치에 대한 연령별 그리고 성별 표준지표를 마련하여, 사양관리 및 질병예방, 치료 등과 같이 현지 농가지도에 유용한 기초자료로써 활용될 수 있도록 하기 위하여 연구 결과를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

대상동물

본 실험에 사용된 공시축은 2013년 1월부터 2014년 12월까지 국립축산과학원 가축유전자원센터에서 사육 중인 모색을 기준으로 일반한우(황우), 백한우, 흑우 및 미니한우 등 약 75여 두를 대상으로 건강상태, 나이, 임신 유무, 성별 등을 조사한 다음, 임상적으로 건강한 소의 경정맥

에서 채혈하여 검사목적에 따라 EDTA 처리 및 비처리 용기에 보존하였다. 이때 건강상태가 불량하다고 판단된 소는 혈액채취시 제외하였다. 혈액 검사는 채취 당일 6시간 이내에 모두 완료하였다. 또한, 공시된 일반한우(황우) 및 희소한우의 사양관리는 가축유전자원센터 사양표준에 따라 실시하였으며, 연구에 사용된 동물 관리 및 절차에 관해서는 국립축산과학원 동물복지위원회(Suwon, Korea)의 승인(승인번호: 2014-078)를 얻어 그에 준하여 실시하였다.

혈액학적 분석

혈액학적 분석은 혈액일반성분 자동분석기(IDEXX Pro-Cyte DX, Tokyo, Japan)를 이용하여 결과의 정확성을 기하기 위하여 6시간 이내에 채취된 시료에 한하여 롤 믹서 위에서 교반하면서 적혈구(RBC), 적혈구 용적(HCT), 혈색소(HGB), 적혈구 평균 용적(MCV), 적혈구 평균혈색소(MCH), 적혈구 혈색소 평균 농도(MCHC), 혈소판(PLT), 백혈구(WBC), 호중구(NEU), 림파구(LYM), 단핵백혈구(MONO), 기호성 백혈구(EOS), 염기성 백혈구(BASO)을 분석하였다.

통계 처리

실험에 이용된 개체들은 연령별(1년 이하, 1~2년, 3년 이상) 3개군, 종별(한우, 백한우, 흑우, 미니한우) 4개군 및 성별(암, 수)을 구분하였다. 상기와 같이 분류된 이들 군들에 대한 성적의 평균치와 표준편차를 각각 구하였으며, 분류된 각 군들간의 통계적 유의성은 SAS package program(2000)를 이용하여 분산 분석을 실시하였으며, 처리 간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test를 이용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

검사두수, 연령 및 성별

한우의 연령에 따른 혈액학적 검사 자료가 제시되어 있는 연구로는 한우의 성장에 따른 적혈구상의 변동에 관한 연구(Lee, 1974)와 생후 24시간 이내 한우 송아지의 혈액상에 관한 연구(Kim 등, 1991), 한우 송아지의 질병발생과 폐사율 조사 등이 강 등(Kang 등, 2001)에 의하여 국내에 보고되어 있다. 그러나 지금까지의 연구가 대부분 1년 이하까지의 한우 송아지에 집중되어 있고, 1년 이상 한우의 연령에 대한 연구 보고는 극히 미비한 실정이었다. 최근에는 김 등(2014)이 송아지를 포함하여 한우 그리고 칡소의 성장단계에 따른 혈액학적 변화상을 제시하였다(Kim 등, 2014). 본 연구에 이용한 공시축은 2013년 1월부터 2014년 12월까지 국립축산과학원 가축유전자원센터에서 장내에서 사육 중인 모색을 기준으로 일반한우(황우) 그리고 멸종위기종인 백한우, 흑우 및 미니한우 75두(황우 35두, 백한우 11두, 흑우 23두 그리고 미니한우 6두)를 대상으로 혈액학적 변화상을 1년 이하(n=13), 1~2년(n=20) 그리고 3년 이상(n=42)으로 구분(총 75두)하여 연령 및 성별에 따른 변화상을 제시하고자 조사하였다(Table 1).

일반한우의 연령별 적혈구계 검사

한우 혈액 내의 적혈구계 관련 6개 항목 검사 결과는 Table 2와 같았다. 연령이 증가함에 따라 RBC($\times10^6/\mu L$) 수치는 1년 이하에서 12.2±0.7, 1~2년에서 10.4±1.1, 3년 이상에서 9.8±1.3으로 감소하는 경향을 보였으며, 분류된 각각 실험군 간의 *t*-test 검정 결과, 연령 변화에 따른 통계적 유의성이 인정되었다($p<0.05$). 또한, PLT($\times10^3/\mu L$)도 1년 이하에서 652±107, 1~2년에서 464±153, 3년 이상에서 442±155로 감소하였으며, 이들 실험군 간에서도 통계적 유의성이 인정되었다($p<0.05$). 그리고 MCV, MCH, MCHC는 연령이 증가함에 따라 RBC 감소로 인하여 모두 약간 증가함을 보였고, Hg과 HCT는 연령에 따른 수치 변화패턴은 크지 않았다.

백한우의 연령별 적혈구계 검사

백한우는 모색이 외래품종 샤로레 등과 같은 흰색 유전자가 아니라, 우리 고유의 품종인 황색 한우의 변이종으로, 같은 흰색 계통이라도 외래 품종과 분명히 구별되는 특징을 가지고 있다. 백한우 유전자원은 미래의 한우 모색 연구에 중요할 뿐만 아니라, 개체 증식을 통한 육질 등 특성 평가를 통해 한우 유전자원 다양성 확보를 통해 소

Table 1. Number of examined Korean Yellow(KYC)- , White(KWC)- , Black(KBC)- and Mini(KMC)-cattle

	1 year			1~2 years			3 years(F)	Sub-total
	M*	F	Sum	M*	F	Sum		
YC	1	5	6	4	5	9	20	35
WC	1	1	2	4	3	7	2	11
BC	1	4	5	3	1	4	14	23
MC	-	-	-	-	-	-	6	6
Total	3	10	13	11	9	20	42	75

*: M: male, F: female
YC(yellow cattle), WC(white cattle), BC(black cattle), MC(mini cattle)

Table 2. Erythrocyte profiles from Korean Yellow cattle according to the ages

Years	Sex	RBC (×10^6 μL)*	Hg (g/dL)	HCT (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (g/μL)	PLT (×10^3/μL)
1	F	12.3±0.3	13.1±0.2	44.3±3.1	40.2±3.0	11.7±0.3	28.7±1.1	715±112
	M	12.0±1.0	12.4±1.1	42.9±7.0	39.6±2.5	11.6±0.4	28.3±0.5	589±101
	Sum	12.2±0.7	12.8±0.7	43.6±5.1	39.9±2.8	11.7±0.4	28.5±0.8	652±107
1~2	F	10.5±1.1	13.1±0.2	44.2±4.1	47.6±4.0	14.6±1.0	29.1±1.0	478±185
	M	10.3±1.1	12.7±1.3	43.5±2.0	46.5±4.0	13.9±1.1	28.9±0.7	450±121
	Sum	10.4±1.1	12.9±0.8	43.9±3.1	47.1±4.0	14.3±1.1	29.0±0.9	464±153
3	F	9.8±1.3	13.5±1.0	45.8±2.2	54.0±3.1	16.0±1.1	29.6±1.1	442±155
Total		10.8±1.0	13.1±0.8	44.4±3.5	47.0±3.3	14.0±0.9	29.0±0.9	519±138

* 적혈구(RBC), 혈색소(Hg), 적혈구 용적(HCT), 적혈구 평균 용적(MCV), 적혈구 평균 혈색소(MCH), 적혈구 혈색소 평균 농도(MCHC), 적혈구 분포도(RDW), 혈소판(PLT).

Table 3. Erythrocyte profiles from Korea White cattle according to the ages

Years	Sex	RBC (×10^6 μL)*	Hg (g/dL)	HCT (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (g/μL)	PLT (×10^3/μL)
1	F	11.9±0.3	13.0±0.2	44.2±3.0	39.6±3.1	11.5±0.1	27.9±1.0	699±111
	M	11.2±1.1	12.3±1.0	42.8±6.5	39.0±2.1	11.1±0.2	27.3±0.9	592±120
	Sum	11.6±0.7	12.7±0.6	43.5±4.8	39.3±2.6	11.3±0.2	27.6±1.0	645±116
1~2	F	10.0±1.0	13.2±0.5	44.4±3.1	46.6±3.1	14.0±1.1	29.0±1.0	471±125
	M	10.1±1.0	12.9±1.0	43.9±1.2	46.0±3.1	13.2±1.1	28.3±0.9	438±120
	Sum	10.1±1.0	13.1±0.8	44.2±2.2	46.3±3.1	13.6±1.1	28.7±1.0	455±123
3	F	9.4±1.2	13.4±1.0	46.0±2.0	51.0±2.5	15.3±1.2	29.0±1.0	431±124
Total		10.3±1.0	13.1±0.8	44.6±3.0	45.5±2.7	13.4±0.8	28.4±1.0	510±121

* 적혈구(RBC), 혈색소(Hg), 적혈구 용적(HCT), 적혈구 평균 용적(MCV), 적혈구 평균 혈색소(MCH), 적혈구 혈색소 평균 농도(MCHC), 적혈구 분포도(RDW), 혈소판(PLT).

중한 국가 유전자원이 될 수 있다. 과배란(호르몬) 처리를 통한 체내 수정란 대량 생산(MOET)과 성판별 수정란(Jeon 등, 2014) 등을 이용해 국내에서 유일하게 국립축산과학원 가축유전자원센터에서만 보유하고 있는 멸종위기 단계의 백한우(14두) 유전자원을 조기 증식해 다양한 한우 유전자원을 확보하고, 이들 유전자원에 대한 차별적 특성을 구명해 나가는 연구를 통해 가축 유전자원의 가치를 확보해 나가야 할 필요성이 대두되고 있다. 백한우 혈액 내의 적혈구계 관련 6개 항목 검사결과는 Table 3과 같았다. 즉, RBC(×10^6/μL)는 1년 이하에서 11.6±0.7, 1~2년에서 10.1±1.0, 3년 이상에서는 9.4±1.2로 감소하는 경향을 보였으며, 분류된 각각 실험군들 간의 *t*-test 검정 결과 연령 변화에 따른 통계적 유의성이 인정되었다(p<0.05). 또한, PLT(×10^3/μL)도 1년 이하에서 645±116, 1~2년에서 455±123, 3년 이상에서는 431±124로 감소하였으며, 이들 실험군 간에서도 통계적 유의성이 인정되었다(p<0.05). 그리고 MCV, MCH, MCHC는 연령이 증가함에 따라 RBC 감소로 인하여 모두 약간 증가함을 보였고, Hg과 HCT는 연령에 따른 수치 변화패턴은 크지 않았다.

흑우의 연령별 적혈구계 검사

흑우 혈액 내의 적혈구계 관련 6개 항목 검사 결과는 Table 4와 같았다. 즉, RBC(×10^6/μL)는 1년 이하에서 12.3±0.6, 1~2년에서 10.4±1.1, 3년 이상에서는 9.9±1.1로 감소하는 경향을 보였으며, 분류된 각각 실험군들 간의 *t*-test 검정 결과 연령 변화에 따른 통계적 유의성이 인정되었다(p<0.05). 또한, PLT(×10^3/μL)도 1년 이하에서 673±98, 1~2년에서 510±105, 3년 이상에서는 425±123으로 감소하였으며, 이들 실험군 간에서도 통계적 유의성이 인정되었다(p<0.05). 그리고 MCV, MCH, MCHC는 연령이 증가함에 따라 RBC 감소로 인하여 모두 약간 증가함을 보였고, Hg과 HCT는 연령에 따른 수치 변화 패턴은 크지 않았다.

Table 4. Erythrocyte profiles from Korea Black cattle according to the ages

Years	Sex	RBC (×10^6 μL)	Hg (g/dL)	HCT (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (g/μL)	PLT (×10^3/μL)
1	F	12.4±0.1	13.2±0.1	44.6±2.8	41.2±3.0	11.9±0.1	29.2±1.0	735±99
	M	12.1±1.0	12.6±1.5	42.9±5.3	39.9±3.0	11.7±0.1	28.9±0.1	611±96
	Sum	12.3±0.6	12.9±0.8	43.8±4.1	40.6±3.0	11.8±0.1	29.1±0.6	673±98
1~2	F	10.5±1.0	13.3±0.2	44.3±3.0	48.6±2.5	15.4±1.3	29.9±1.0	521±102
	M	10.2±1.1	12.7±1.0	43.5±1.3	47.0±2.5	14.8±1.3	29.0±0.8	499±108
	Sum	10.4±1.1	13.0±0.6	43.9±2.2	47.8±2.5	15.1±1.3	29.5±0.9	510±105
3	F	9.9±1.1	13.7±1.1	45.8±1.2	57.2±1.6	17.9±1.0	29.9±1.0	425±123
Total		10.9±0.9	13.2±0.8	44.5±2.5	48.5±2.4	14.9±0.8	29.5±0.8	536±109

*: Mean±SD.

Table 5. Erythrocyte profiles from 2~3 years old of KIC, WC, BC and MC

	Sex	RBC (×10^6 μL)*	Hg (g/dL)	HCT (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (g/μL)	PLT (×10^3/μL)
YC	F	10.0±1.1	11.9±2.0	44.5±0.1	53.5±0.5	15.5±0.2	28.9±1.0	450±111
WC	F	9.6±1.2	10.9±1.1	43.2±1.1	52.1±0.1	15.6±0.5	28.3±1.1	449±98
BC	F	10.5±0.2	12.0±1.1	45.8±1.0	54.9±1.0	15.5±0.5	29.8±1.0	521±107
MC	F	10.1±0.1	11.8±1.1	43.9±1.5	53.7±1.1	15.6±1.1	29.0±0.1	458±101

KIC; Korean indigenous cattle, WC: White cattle, BC: Black cattle, MC: Mini cattle
*: Mean±SD

일반한우와 희소한우의 연령별 적혈구계 검사

한편, 2~3년의 일반한우군과 희소한우(백한우, 흑우, 미니한우)군의 혈액내 적혈구 관련인자의 비교 결과는 Table 5와 같다. 일반 한우군과 흑한우 그리고 미니 한우군에서 각각의 RBC(×10^6/μL)는 10.0±1.1, 10.5±0.2 그리고 10.1±0.1, Hg(g/dL)은 11.9±2.0, 12.0±1.1 그리고 11.8±1.1, MCHC(g/dL)는 28.9±1.0, 29.8±1.0 그리고 29.0±0.1, PLT (×10^3/μL)는 450±111, 521±107 그리고 458±101로 희소한우군이 일반한우군보다 측정수치가 높음을 확인했다. 또한, 희소한우 중, 특히 백한우의 경우는 일반한우, 흑우 그리고 미니한우군보다 RBC(×10^6/μL) 수치가 9.6±1.2로 유의적으로 낮음을 알 수 있었다. 반면에, HCT(%)는 일반한우(44.5±0.1)와 미니한우(44.9±1.5)와 비슷한 경향을 보였고, 백한우(43.4±1.1)와 흑우(45.8±1.0)의 측정값은 일반한우에 비해서 유의적으로 낮거나 높음을 각각 확인했다. MCV(fL)의 측정 결과도 HCT(%)와 유사한 변화 패턴이 관찰되었다. 한편, MCH(pg)는 일반한우군(15.5±0.2)과 백한우(15.6±0.5), 흑우(15.5±0.5) 그리고 미니한우(15.6±1.1) 각각의 처리군 간에는 유의적인 차이는 없었다. 한편, 한우군과 칡소군 간의 *t*-test 검정 결과는 MCV와 MCHC에서 통계적 유의성이 인정되었다(p<0.05). 이런 결과들은 이 등(Lee 등, 1994)이 제시한 송아지(8.9×10^6/μL)와 성우(8.2×10^6/μL)의 적혈구수에 비하여 다소 증가된 수치이지만, 성우의 연령이 명확히 제시되지 않아서 본 연구의 결과와는 직접적으로 비교는 할 수 없었다. 하지만 최근에 Kim 등(2014)이 제시한 2~3년의 동일한 시기에 조사한 칡소의 적혈구 관련인자의 분석 결과와 비교해 HCT(%), MCV(fL), MCH(pg) 항목의 수치가 희소한우군에서 높았고, Hg(g/dL), MCHC(g/dL), PLT(×10^3/μL)에서는 칡소와 비교해 낮은 결과값을 알 수 있었다. 특히, RBC(×10^6/μL)의 경우, 흑우(10.5±0.2)와 미니한우(10.1±0.1)의 측정값은 칡소(10.4±1.1)와 거의 동일한데 비해, 백우의 경우 9.6±1.2 수치로 상당히 차이가 있음을 확인했다. 다만, 이러한 변화상은 동일 축종의 같은 품종일지라도 연령, 기후, 유전적 동종성의 정도, 비유, 임신과 분만, 사양관리, 환경, 사료, 그리고 지역에 따라 혈액의 구성세포와 그 성분에 변화를 가져온다(Britney 등, 1984; Correa 등, 1988; Curtis 등, 1989; Martin 등, 1990; Simensen, 1983)는 여러 보고와 관련을 지어서 해석해 볼 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 혈액 성분은 계절과 사양관리 시스템, 나이와 품종 그리고 Kim 등(2014)이 제시한 임신 유·무에 따른 혈액상의 변화 관찰 등에 따라 특성이 달라지게 되므로, 좀 더 정확한 분석 결과를 확보하기 위해서는 보다 장기적인 계획을 가지고 다양한 분석을 하여야 할 것으로 생각된다.

Table 6. Leukocyte profiles from Korean Yellow cattle according to the ages

Years	Sex	WBC (×10³/μL)	Seg (%)	Band (%)	Lymph (%)	Mono (%)	Eosin (%)	Baso (%)
1	F	13.7±3.1	40.1±8.0	2.4±0.4	47.6±11.0	4.5±3.2	9.4±4.3	0.1±0.1
	M	13.6±1.6	34.5±9.5	3.0±3.0	48.1±18.0	6.5±6.2	10.5±3.2	0±0
	Sum	13.7±2.4	37.3±9.0	2.7±2.0	47.9±14.1	5.5±4.9	9.95±4.1	0.1±0.1
1~2	F	10.5±2.5	32.5±12.1	4.4±4.1	51.0±14.1	6.8±5.1	9.0±4.3	0.1±0.1
	M	11.0±1.5	36.5±11.1	3.8±2.1	49.1±12.1	7.0±4.9	8.8±5.5	0±0
	Sum	10.8±2.1	34.5±12.0	4.1±3.2	50.1±13.1	6.9±4.9	8.9±4.7	0.1±0
3	F	9.6±2.0	34.8±12.1	5.5±7.1	48.2±16.2	7.2±6.0	8.0±6.0	0.1±0.1
Total		11.4±2.0	35.5±12.1	4.1±5.6	48.7±14.1	6.5±5.3	9.0±5.6	0.1±0.1

* 백혈구(WBC), 호중구(NEU), 림파구(LYM), 단핵백혈구(MONO), 기호성 백혈구(EOS), 염기성 백혈구(BASO)

일반한우의 연령별 백혈구계 검사

혈액내 백혈구계의 연령에 따른 변화상은 Table 6와 같다. 총 백혈구수치(×10³/μL)의 결과는 1년 이하에서는 13.7±2.4로, 1~2년에서 10.8±2.1로, 3년 이상에서는 9.6±2.0으로 연령이 증가함에 따라 WBC 수치가 감소하는 경향을 보였고, 이러한 감소 경향에 따라 호중구와 림프구 역시 감소하는 경향이었다. 또한, 백혈구 감별진단의 백분율은 각각 분엽형 호중구가 32.5-40.1%(mean=35.5±12.1), band형 호중구가 2.4~5.5%(mean=4.1±5.6), 림프구가 47.6~51.0%(mean=48.7±14.1), 단핵구가 4.5~7.2%(mean=6.5±5.3), 그리고 호산구가 8.0~9.95%(mean=9.0±5.6)로 나타났다. 즉, 백혈구계의 검사 결과에서는 연령에 따른 일관된 변화 패턴이 관찰되지는 않았지만, 전반적으로 림프구가 48.7%를 분엽형 호중구가 35.5%, 단핵구가 6.5%, 그리고 band형 미성숙 호중구가 4.1% 정도의 비율로 분포되어 있었다. 한편, 1년 이하군을 1~2년 및 3년 이상군과 비교한 *t*-test 검정 결과에서 호중구와 림프구에서 유의성이 인정되었다($p<0.05$).

백한우의 연령별 백혈구계 검사

혈액내 백혈구계의 연령에 따른 변화상은 Table 7과 같다. 총 백혈구수치(×10³/μL)의 결과는 1년 이하에서는 12.7±2.4로, 1~2년에서 10.0±2.1로, 3년 이상에서는 9.1±2.0으로 연령이 증가함에 따라 WBC치가 감소하는 경향을 보였고, 이러한 감소경향에 따라 호중구와 림프구 역시 감소하는 경향이었다. 또한, 백혈구 감별진단의 백분율은 각각 분엽형 호중구가 32.0~39.1%(mean=35.1±12.1), band형 호중구가 2.5~5.9%(mean=4.2±5.6), 림프구가 43.1~47.9% (mean=45.3±14.1), 단핵구가 4.7~7.7%(mean=6.9±5.3), 그리고 호산구가 9.8~11.5%(mean=10.4±5.6)로 나타났다. 즉, 백혈구계의 검사 결과에서는 연령에 따른 일관된 변화 패턴이 관찰되지는 않았지만, 전반적으로 림프구가 45.3%를, 분엽형 호중구가 35.1%, 단핵구가 6.9%, 그리고 band형 미성숙 호중구가 4.2% 정도의 비율로 분포되어 있었다. 한편, 1년 이하군을 1~2년 및 3년 이상군과 비교한 *t*-test 검정 결과에서 호중구와 림프구에서 유의성이 인정되었다($p<0.05$).

Table 7. Leukocyte profiles from Korean White cattle according to the ages

Years	Sex	WBC (×10³/μL)	Seg (%)	Band (%)	Lymph (%)	Mono (%)	Eosin (%)	Baso (%)
1	F	12.9±3.1	39.1±8.0	2.5±0.4	43.9±11.0	4.7±3.2	10.4±4.3	0.1±0.1
	M	12.5±1.6	33.9±9.5	3.3±3.0	43.1±18.0	6.9±6.2	11.5±3.2	0±0
	Sum	12.7±2.4	36.5±9.0	2.9±2.0	43.5±14.1	5.8±4.9	10.8±4.1	0.1±0.1
1~2	F	9.9±2.5	32.0±12.1	3.6±4.1	47.9±14.1	7.1±5.1	10.2±4.3	0.1±0.1
	M	10.0±1.5	35.9±11.1	4.1±2.1	46.6±12.1	7.3±4.9	11.0±5.5	0±0
	Sum	10.0±2.1	34.0±12.0	3.9±3.2	47.3±13.1	7.2±4.9	10.6±4.7	0.1±0
3	F	9.1±2.0	34.8±12.1	5.9±7.1	45.0±16.2	7.7±6.0	9.8±6.0	0.1±0.1
Total		10.6±2.0	35.1±12.1	4.2±5.6	45.3±14.1	6.9±5.3	10.4±5.6	0.1±0.2

Table 8. Leukocyte profiles from Korean Black cattle according to the ages

Years	Sex	WBC (×10³/μL)	Seg (%)	Band (%)	Lymph (%)	Mono (%)	Eosin (%)	Baso (%)
1	F	13.9±3.1	41.0±8.0	2.3±0.4	47.7±11.0	4.6±3.2	8.4±4.3	0.1±0.1
	M	13.8±1.6	35.7±9.5	3.0±3.0	48.2±18.0	6.7±6.2	10.5±3.2	0±0
	Sum	13.9±2.4	38.4±9.0	2.7±2.0	48.0±14.1	5.7±4.9	9.5±4.1	0.1±0.1
1~2	F	10.8±2.5	33.5±12.1	4.3±4.1	52.0±14.1	6.8±5.1	9.1±4.3	0.1±0.1
	M	11.8±1.5	36.9±11.1	3.7±2.1	49.5±12.1	7.1±4.9	8.5±5.5	0±0
	Sum	11.3±2.1	35.2±12.0	4.0±3.2	50.8±13.1	7.0±4.9	8.8±4.7	0.1±0
3	F	9.9±2.0	35.0±12.1	5.6±7.1	50.0±16.2	7.4±6.0	8.0±6.0	0.1±0.1
Total		11.7±2.0	36.2±12.1	5.1±5.6	49.6±14.1	6.7±5.3	8.8±5.6	0.1±0.2

Table 9. Leukocyte profiles from 2~3 years old of KIC, WC, BC and MC

	Sex	WBC (×10³/μL)	Seg (%)	Band (%)	Lymph (%)	Mono (%)	Eosin (%)	Baso (%)
YC	F	9.7±2.0	32.4±12.0	4.5±3.5	49.8±2.5	7.8±6.0	9.5±4.0	0±0
WC	F	9.1±4.5	27.2±10.3	3.1±1.5	40.2±1.2	9.2±3.5	15.2±2.5	0±0
BC	F	11.5±2.0	33.9±11.1	3.7±1.7	52.2±2.5	8.0±4.5	11.2±2.5	0±0
MC	F	11.0±2.4	32.0±12.0	3.4±1.7	49.0±2.0	8.2±5.5	10.9±5.5	0±0

흑우의 연령별 백혈구계 검사

흑우의 혈액내 백혈구계의 연령에 따른 변화상은 Table 8과 같다. 총 백혈구수치(×10³/μL)의 결과는 1년 이하에서는 13.9±2.4으로, 1~2년에서 11.3±2.1로, 3년 이상에서는 9.9±2.0로 연령이 증가함에 따라 WBC치가 감소하는 경향을 보였고, 이러한 감소 경향에 따라 호중구와 림프구 역시 감소하는 경향이었다. 또한, 백혈구 감별진단의 백분율은 각각 분엽형 호중구가 33.5~41.0%(mean= 36.2±12.1), band형 호중구가 2.3~5.6%(mean=5.1±5.6), 림프구가 47.7~52.0%(mean=49.6±14.1), 단핵구가 4.6~7.4%(mean=6.7±5.3), 그리고 호산구가 8.0~10.5%(mean=8.8±5.6)로 나타났다. 즉, 백혈구계의 검사 결과에서는 연령에 따른 일관된 변화 패턴이 관찰되지는 않았지만, 전반적으로 림프구가 49.6%를 분엽형 호중구가 36.2%, 단핵구가 6.7%, 그리고 band형 미성숙 호중구가 5.1% 정도의 비율로 분포되어 있었다. 한편, 1년 이하군을 1~2년 및 3년 이상군과 비교한 *t*-test 검정 결과에서 호중구와 림프구에서 유의성이 인정되었다($p<0.05$).

일반한우와 희소한우의 연령별 백혈구계 검사

한편, 일반한우와 희소 한우군(백한우, 흑우, 미니한우)의 혈액내 백혈구계와 관련된 비교 결과는Table 9에서와 같이, 총 백혈구수치가 일반 한우군보다 흑우(11.5×10³/μL) 그리고 미니 한우군(11.0×10³/μL)에서 약간 높게 나타났다. 백한우(9.1×10³/μL)군은 일반 한우군(9.7×10³/μL)에 비해 총 백혈구수치가 유의적으로 낮은 것으로 확인했다.

백혈구 감별 계산 결과는 분엽형 호중구의 백분율을 포함한 절대수치에서 27.2±10.3%의 백한우군이 32.4±12.0%의 일반 한우군에 비하여 낮게 나타났고, 흑우(33.9±11.1%) 및 미니한우(32.0±12.0%)는 일반한우와 비슷한 수치를 확인했다. 림프구에서는 흑우군(52.2±2.5%)이 일반 한우군(49.8±2.5%)에 비하여 높았으며, 백한우군(40.2±1.2%)은 일반 한우군과 비슷한 림프구값을 보이는 미니한우(49.0±2.0%)보다 유의적($p<0.05$)으로 낮은 수치를 보였다. 이러한 백혈구계의 변화상과 분포율은 기존의 선행연구에 비하여 커다란 차이점은 인정되지 않았다(Lee, 1974; Lee 등, 1994). 하지만, 최근에 Kim 등(2014)이 제시한 2~3년의 동일한 시기에 조사한 칡소의 백혈구 관련인자의 분석결과와 비교해 백한우(9.1×10³/μL)군 그리고 일반 한우군(9.7×10³/μL)의 총 백혈구수치가 칡소(11.5×10³/μL)군과 상당한 차이가 있음을 확인했다. 특히, 림프계, 혈액, 골수 등에 존재하며, B세포와 T세포로 분류되어 정상적으로 세균, 바이러스나 질병을 일으키는 물질과 싸워 감염과 질병으로부터 보호하고, 면역계와 깊은 관련이 있다고 잘 알려져 있는 림프구값은 칡소군의 조사 결과, 52.2± 6.5% (Kim 등, 2014), 흑우군(52.2±2.5%), 미니한우군(49.0± 2.0%)들과 비교해 보면 백한우(40.2±1.2%)군이 상당히 차이가 인정이 된다. 이런 차이점에 대해서는 아직까지 전혀 아는 바가 없는 실정이지만, 유전적인 원인, 임신과 분만, 사양관리 등과 같은 여러 요인(Britney 등, 1984; Correa 등, 1988; Curtis 등, 1989; Martin 등, 1990; Simensen, 1983)으로부터 기인된다고 생각된다.

극히 개체수가 적어 멸실 위험에 처해 있는 백한우, 흑우, 미니한우는 희소 품종으로서, 국내 한우 유전자원의 다양성 유지와 특성 평가를 위한 측면에 있어 중요한 국가적 자원으로 매우 중요한 가치를 가지고 있다. 뿐만 아니라, 최근 국내의 한우산업이 한·EU FTA 발효, 한·미 FTA 비준, 한·중 FTA 사전협의 등 FTA를 통한 개방화 속도가 빠르게 진행되고 있으며, 향후 DDA(Doha Development Agenda)협상 타결 시 농산물 개방 폭은 더욱 확대되는 등 해외로부터 육우 수입이 더욱 증가될 것이다. 그로 인해 국내산 쇠고기의 가격은 주 수입국인 미국에 비하여 4배 이상 비싸, 가격 경쟁력이 미약한 실정으로 국제 경쟁력을 가지고 차별화가 가능한 토종 가축의 육성 및 대량 증식이 시급하다. 이러한 측면에서 희소한우 유전자원의 증식 및 보전관리 이용 활성화를 위해 백한우, 흑우, 미니한우 등의 유전자원의 보존 증식 개량의 필요성이 대두되고 있다. 칡소와 제주흑우의 브랜드화를 위해 유전적 특성 구명 등 많은 연구가 이루어져 왔다. 하지만 멸종위기에 직면한 희소한우에 대한 유전적 체계나 일반 한우와의 품종 간의 특이성에 대해서는 전혀 알려진 바가 없다. 이에 희소한우의 생리적 특성 등을 조사하기 위해 먼저 성장단계별 혈액학적 검사 결과, 연령 및 품종에 따라 각각 그 수치가 유의성 있게 변화되는 등의 흥미로운 사실을 확인할 수 있었다. 이러한 자료는 이전에 제시되지 않았던 것으로 향후, 일반한우 및 희소한우의 사양관리 및 질병검사 시에 표준화된 유용한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 이와 관련하여 질병의 발생과 관련하여 임상적으로 중요한 의미를 가지는 total protein, albumin, globulin 등과 같은 혈청 생화학치 분석과 함께 호르몬 변화 등의 보다 세부적이고 입체적인 방법의 체계적인 검사가 추가적으로 반드시 필요하다고 할 수 있겠다.

요 약

본 연구에 사용된 공시축은 2013년 1월부터 2014년 12월까지 국립축산과학원 가축유전자원시험장 장내에서 사육 중인 모색을 기준으로 일반한우(황우), 백한우, 흑우 및 미니한우 등 총 75여 두(황우, 백우, 흑우 그리고 미니한우)를 대상으로 연령별, 종별 그리고 성별로 각각 분류하고, 이들에 대한 혈액학적 수치를 확인하였다. 백한우와 흑우의 혈액학적 검사 결과에서 1년 이하에서 3년 이상으로 연령이 증가됨에 따라 RBC(11.6~9.4×10^6/μL, 12.3~9.9×10^6/μL로)와 PL치(645~510×10^3/, 673~425×10^3/μL로)에서 각각 유의성 있는 감소(p<0.05)가 인정되었다. 동일 연령(2~3년)의 대조군으로서 일반한우군과 희소한우군(백우, 흑우, 미니소) 간의 비교에서는 각각 RBC 수치가 (10.0 ×10^6/μL, 9.6×10^6/μL, 10.5×10^6/μL, 10.1×10^6/μL)와 HCT (44.8%, 43.2%, 45.8%, 43.9%), MCV(53.5 fL, 52.1 fL, 54.9 fL, 53.7 fL) 및 MCHC(28.9 g/dL, 28.3 g/dL, 29.8 g/ dL, 29.0 g/dL)에서 일반한우와 희소한우 품종들 간의 차이점이 인정되었으며, MCV와 MCHC에서도 통계적 유의성이 인정되었다(p<0.05). 또한, 백한우와 흑우의 백혈구계 검사 결과에서도 1년 이하에서 3년 이상으로 연령이 증가함에 따라 WBC 수치(12.7~9.1×10^3/μL, 13.9~11.7×10^3/μL)가 감소하는 경향이 각각 인정되었으며, 동일 연령(2~3 년)의 희소한우의 백혈구 분포의 백분율에서는 전반적으로 림프구가 40.2~52.2%를, 분엽형 호중구가 27.2~33.9%로 나타났다. 일반한우군과 백한우군 간의 백혈구계의 림프구 수치의 비교에서는 백한우군(40.2%)로 일반한우(49.8%)에 비하여 유의적으로 낮음(p<0.05)을 확인하였다.

REFERENCES

1. Adams R, Garry FB, Aldridge BM, Holland MD, Odde KG (1992): Hematologic values in Newborn beef calves. Am J Vet Res 53:944-950.
2. Ayoub IA, Yang TJ (1996): Age-dependent changes in peripheral blood lymphocyte subpopulationsin cattle: a longitudinal study. Dev Comp Immunol 20: 353-363.
3. Baehner RL (1972): Disorders of leucocytes leading to recurrent infection. Review Pediatr Clin North Am 19:935-956.
4. Britney JB, MArtin SW, Stone JB (1984): Analysis of early calfhood health status and subsequent dairy herd survivorship and productivity. Prevent Vet Med 3:45-52.
5. Brun-Hansen HC, Kampen AH, Lund A (2006): Hematologic values in calves during the first 6 months of life. Vet Clin Pathol 35:182-187.
6. Choi SB, Byun MJ, Kim YS, Kim MJ, Choy YH, Kim DH, Jeong EG, Kang KS, Kim KH, Kim JH (2012): National management system for conservation of livestock genetic resources: An Overview. Ann Anim Resour Sci 23:142-148.
7. Chung CK (1965): Studies on the hematology and blood chemistry of Korean cattle - Part 2. Studies on the blood chemistry of Korean cattle. Kor J Vet Res 5:61-96.
8. Correa MT, Curtis CR, Erb HN (1988): Effects of calfhood morbidity on age at first calving in New York Holstein herds. Prevent Vet Med 6:253-262.
9. Curtis CR, Whte MEm, Erb HN (1989): Effects of calfhood morbidity on long-term survival in New York Holstein herds. Prevent Vet Med 7:173-186.
10. Debnath NC, Sil BK, Seslim SA (1990): A retrospective study of calf mortality and morbidity on small holder traditional farms in Bangladesh. Prevent Vet Med 9:1-7.
11. Do JC, Lee CW, Son JK, Chung JS (1990): Studies on the blood chemistry of Korean native cattle and pigs. Kor J Vet Serv 13:49-53.
12. FAO (2007): The State of the World's Animal Ge-

netic Resources for Food and Agriculture. FAO, Rome.
13. Jeon HA, Park HG, Kim H, Kim YS, Seong HH, Cho YM, Cho JH, Ko YJ (2014): Efficiency of *in vivo* embryo production following superovulation with sex-soted semen in Hanwoo (Korean native cattle). J Emb Trans 29:283-287.
14. Kang ML, Han DY, Chung YU (2001): Survey on Korean-native calves diseases and mortality. Kor J Vet Serv 24:223-241.
15. Kim EY, Song DH, Park MJ, Park HY, Lee SE, Choi hy, Moon JM, Kim YH, Mun SH, Oh CE, Ko MS, Lee DS, Riu KZ, Park SP (2013): Post-death cloning of endangered jeju black cattle (Korean native cattle): Fertility and serum chemistry in a cloned bull and cow and their offspring. J Reprod Dev 59: 536-543.
16. Kim BS, Yun YS, Kim JH, Kim SK (1991): Studies on the blood pictures within 24 hrs after birth in Korean native calves. Kor J Vet Serv 14:13-17.
17. Kim JH, Byun MJ, Kim JK, Suh SW, Kim YSin, Ko YG, Kim SW, Jung KS, Kim DH, Choi BK (2013): Phylogenetic analysis of Korean black cattle based on the mitochondrial cytochrome b gene. J Life Sci 23:24-30.
18. Kim H, Cho YM, Ko YG, Seong HH (2014): Analysis of hematologic characteristics of Korean native stripped cattle Chickso according to the ages. J Emb Trans 29:313-319.
19. Knowles TG, Edwards JE, Bazeley KJ, Brown SN, Butterworth A, Warriss PD (2000): Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age. Vet Rec 147:593-598.
20. Lee JM, Kwon OD, Choi JS (1994): Project to increase productivity of livestock in Honam area against UR. Kor J Vet Res 43:195-212.
21. Lee SK, Lee YS, Park S, Kim H, Choi SY, Lee JY, Kim KB, Park JW, Choi JW, Lee HK, Lee SJ (2013): Effect of g.7516G>C SNP in FABP4 gene with carcass traits in Korean brindle cattle and black cattle. Ann Anim Resour Sci 24:16-22.
22. Lee YS (1974): Erythrocytic blood picture of the Korean native cattle from birth to maturity. Kor J Vet Res 14:1-7.
23. Martin SW, Bateman KG, Shewen PE (1990): A group level analysis of the association between antibodies to putative pathogens and respiratory disease and weight gain in Ontario feedlot calves. Can J Vet Res 54:337-342.
24. Mohri M, Sharifi K, Eidi S (2007): Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: age related changes and comparison with blood composition in adults. Res Vet Sci 83:30-39.
25. Ohtsuka H, Fukunaga N, Fukuda S, Hatsugaya A, Hayashi T, Hara H, Koiwa M, Abe R, Kawamura S (2005): Effect of nutritional conditions on changes in leukocyte populations in Japanese black calves. J Vet Med Sci 67:183-185.
26. Park HG, Kim NT, Kim H, Do YJ, Park SB, Kim JH, Kim DH, Cho JH, Ko YJ (2012): Effect of *in vivo* embryo production and pregnancy rate of embryo transfer following superovulation in Hanwoo and Chickso. Reprod Dev Biol 36:231-235.
27. Park JH, Lee HL, Kim YS, Kim JG (2012): MC1R genotypes, coat color, and muzzle phenotype variation in Korean native brindle cattle. J Anim Sci Technol 54:255-265.
28. Reddy PG, McVey DS, Chengappa MM (1990): Bovine recombinant granulocyte-macrophage colony-stimulating factor enhancement of bovine neutrophil function *in vitro*. Am J Vet Res 51:1395-1399.
29. Simensen E (1983): An epidemiological study of calf health and performance in Norwegian dairy herds. Acta Agr Scand 33:137-142.
30. Sohn SH, Lee CY, Kim DH, Park GB, Lee JG, Shin CK, Chung HS, Kwack SC, Park MK, Chun MS, Baik CS, Ko YD (2000): Chromosomal pattern and karyotype of the Korean native stripped cattle Chickso. J Anim Sci Technol 42:1-8.
31. Speicher JA, Hepp RE (1973): Factors associated with calf mortality in Michigan dairy herds. JAVMA 162:463-466.

(Received: January 9 2015/ Accepted: February 5 2015)