

고도 및 수송거리별 출하 한우의 도체특성 및 표면육색의 변화

장용설³ · 최장근¹ · 이정우³ · 곽돈규³ · 성철원³ · 안준상¹ · 박병기⁴ · 이종인² · 신증서^{1*}

¹강원대학교 동물생명과학대학, ²강원대학교 농업생명과학대학, ³축산물품질평가원, ⁴농협사료 사료기술연구소

Changes of Carcass Traits and Surface Meat Color of Korean Cattle (Hanwoo) Reared Different Altitudes or Transferred from Different Distance

Yong Seol Jang³, Chang Kun Choi¹, Jeong Woo Lee³, Don Kyu Kwak³, Cheol Wan Sung³, Jun Sang An¹,
Byung Ki Park⁴, Jong In Lee² and Jong Suh Shin^{1*}

¹College of Animal Life Science, Kangwon National University, Gangwon-Do, 200-701, Korea, ²College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Gangwon-Do, 200-701, Korea, ³Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation, ⁴Feed Research Institute, Nonghyup Feed

ABSTRACT

The purposes of the study were to examine the changes in carcass traits and surface meat color, and cortisol concentration by different altitudes and shipping distances for steer and cow. The experimental animals were shipped from Kangwondo, Kyunggido, Choongchungdo, and Kyungsangdo to Wonju LPC. The animals were examined for yield traits, quality traits, carcass grade, lightness, redness, yellowness, chroma value, and cortisol concentration by different altitudes and shipping distances. The results showed that the carcass traits of steer like back fat thickness were not different by shipping distances of 100 km, 150 km, and 200 km. However, the fat thickness was higher in steers shipped from 250 km than 100 km, 150 km, and 200 km distance. Rib-eye area was reduced significantly in 200 km and 250 km than 50 km. Yield index and yield grade were significantly low in 250 km than 50-200 km. However, meat color, fat color, texture, mature, and quality grade had no differences between shipping distances. Marbling score was not different in 50-200 km. However, the marbling score in 250 km was significantly lower than that of 50 km. In case of surface meat color by shipping distance, redness, yellowness, chroma value, and hue-angle were not different in shipping distance of 250 km. The lightness had similar result in 50-200 km. However, in case of 250 km the lightness was significantly low. The REA of cow carcass by shipping distance had no differences by shipping distance. The BET had similar results in 50-150 km. However, it had significantly thick in 200 km. The yield index and yield grade had no differences in 50-150 km. However, yield index and grade were significantly low in 200 km. The carcass trait of cow had no differences in all items by shipping distance. Although the carcass traits and the BET for steer by altitude had no differences between 100, 200, 300 and 500 m, but those were significantly thick in 400 m. And the yield index and the yield grade at altitude 400 m were lower than that of other altitudes. The quality traits and the quality grade had no differences between 100, 200, 300, 400, and 500 m altitudes. The yield traits, quality traits, yield grade, and quality grade had no significant differences by altitudes. In case of yield index of cow for 300 m was low than the cases of 100 m and 200 m. The surface meat color for steer and cow had no differences by altitudes. However, the lightness of cow had positive result in 100 m than 200 m and 300 m. In case of steer and cow the cortisol concentration by shipping distance was high as the shipping distances were longer. However, the cortisol concentrations of steer and cow by altitudes were decreased as the altitudes were increased. From the above results carcass traits and carcass grade were decreased and the cortisol concentration was increased as the altitudes were decreased for steer and cow.

(Key words : Altitude, Shipping distance, Korean cattle, Carcass traits, Meat color)

서 론

한우의 생산성은 유전적인 요인과 환경적인 요인에 따라 달라질 수 있으며, 환경적인 요인은 사료, 사육환경, 사양관리 등으로 구분

할 수 있다. 최근까지도 한우의 생산성 향상에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 사료(원료사료의 비율, 영양소 함량, 사료 첨가제, 미생물 제제 등)와 사양관리(거세, 사양관리 형태, 사료급여 방법 등)를 중심으로 연구가 진행되어 왔다(박 등 2006; 박 등, 2003;

* Corresponding author : Jong Suh Shin, College of Animal Life Science, Kangwon National University, Gangwon-Do, 200-701, Korea.
Tel: +82-33-250-8628, E-mail: jsshin@kangwon.ac.kr

Sherbeck 등, 1995; 신 등, 1994, 1994; Monahan 등, 1990). 그러나 환경 요인 중에서 한우의 생산성에 영향을 미칠 수 있는 사육 고도, 온도, 습도, 풍속 등에 관한 연구와 사육 종료 후 수송거리에 따른 생산성 변화에 관한 연구는 상대적으로 부족한 실정이다.

우리나라는 70% 이상이 산지이며, 해발고도의 차이도 해수면과 거의 유사한 지역부터 1,000 m 이상까지 다양한 분포를 보이고 있다. 이로 인해 해발고도에 따라 사육형태도 다양하며 (Panjono, 2011), Hyun 등 (2007)은 200, 400 및 800 m 고도에서 사육되는 한우의 혈액성분과 스트레스 호르몬을 분석한 실험결과 고도가 낮아질수록 스트레스 요인이 높아진다고 보고한 바도 있다. 또한 우리나라의 경우 외국에 비해 비육우의 수송거리는 짧지만, 산악지형과 도로망의 난이도가 높아 소들이 겪게 되는 수송스트레스의 정도는 외국과 차이가 있을 뿐만 아니라 고도 및 수송 거리에 따라 서로 달라질 수 있을 것으로 추측되고 있다.

이전의 연구에서 사육고도의 차이는 비육우의 육질에 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있다 (Panjono 등, 2011; Rhee 등, 2006). 또한 비육우의 경우 비육종료 후 필연적으로 수송과정을 거치게 되는데, 수송과정 중 비육우가 겪게 되는 스트레스의 강도는 수송 수단, 거리, 지역, 계절, 기후 조건 등에 따라 달라지는 것으로 보고된 바 있다 (Schaefer 등, 1997). 수송 밀도와 거리 (Jacobesen 등, 1993), 수송 속도 (Warriss, 1990; Phillips 등, 1982) 등의 요인도 수송 스트레스로 인한 체중감량에 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있다. 특히, 수송 스트레스는 고기의 pH, 육색, 조직감 및 수분 함량에 영향을 미쳐 육색을 질게 (암적색) 만들어 육질을 저하시키는 원인이 되고 있다 (Tarrant, 1989; Lister, 1988; Warner, 1988). 육색은 비육우의 육질등급에 직접적인 영향을 미치지 않지만, 소비자들이 고기의 신선도를 평가하고 구매하는 과정에서 중요한 역할을 하는 것으로 보고된 바 있다 (Mancini와 Hunt, 2005). 육색은 쇠고기의 myoglobin 함량과 관계가 있는데, 비육우의 연령과 밀접한 관계가 있으며 (Boccard 등, 1979), 비육우가 섭취하는 광물질 (특히 철분) 함량 및 스트레스 (특히 수송 스트레스)의 정도에 따라 서로 육색은 달라지게 된다. 이로 인해 지역 및 국가 브랜드의 경쟁력에서 살아남고, 소비자들의 선호도에서 우위를 점할 수 있는 중요한 요인으로서 육색에 대한 관심이 필요하며, 앞으로 이에 대한 연구가 체계적으로 필요하다. 이와 같이 사육 고도 및 수송 스트레스는 한우의 생산성과 밀접한 관련이 있을 것으로 판단되지만, 최근까지도 도체형질 및 육색과 연관된 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 사육 고도 혹은 수송 거리가 한우(거세우 및 암소)의 도체특성, 육색 등의 생산성 변화에 미치는 영향을 검토하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물

본 연구는 2011년 5월 30일에서 9월 27일까지 4개월 동안 강원

도 원주시 소재 (주)강원 LPC (Livestock packing center, 축산물 종합처리장)으로 출하된 거세한우 118두 (도체중 426.0 ± 42.3 kg, 평균 32개월령)와 한우 암소 72두 (도체중 349.9 ± 49.8 kg, 평균 56개월령)의 혈액과 도체등급 판정 자료를 활용하여 수행되었다.

2. 실험설계

본 연구는 해발 고도 100 m 이하에서 출하된 한우 농가를 수송 거리 (50, 100, 150, 200 및 250 km)에 따라 분류하였으며, 수송 거리별 거세한우는 각각 15, 14, 70, 9, 10두이었으며, 암소는 각각 41, 21, 5, 5, 0두였다. 한편 수송거리 30~80 km에서 출하된 농가를 고도별 (100, 200, 300, 400 및 500 m)로 분류하였으며, 고도별 거세한우는 각각 14, 41, 9, 6, 47두였으며, 암소는 각각 43, 16, 19, 6, 13두이었다. 거세한우 및 암소의 사육 장소는 주로 강원권 (원주, 홍천, 횡성, 춘천)과 경기권 (여주)으로 분류되었다.

3. 조사항목 및 분석방법

(1) 수송거리 및 고도 조사

수송거리는 출하 농가부터 (주)강원 LPC까지의 실제 운행한 거리를 조사하였으며, 고도는 인공위성 관측 자료를 이용하였는데, 상공 1 km를 기준으로 농가의 고도를 측정하였다.

(2) 혈액 채취 및 혈중 cortisol 분석

혈액 시료는 도축전 (오전 9시~10시) 공시축들의 경정맥에서 heparin이 처리된 10 ml Vacutainer (Becton Dickinson Co. USA)를 이용하여 채혈 하였으며, 4°C에서 15분 동안 원심분리 (520×g)를 실시하여 1.5 ml tube에 혈장을 분리하여 -80°C에서 분석시까지 보관하였다. Cortisol의 농도는 cortisol ELISA Kit (Enzo Life Science)를 이용하여 Power wave XS (Bio-Tech Instruments, USA)로 분석 하였다.

(3) 도체특성

도축이 완료된 공시축들은 24시간 예냉 후 육량형질 (등지방두께, 배최장근단면적, 육량지수 및 육량등급)과 육질형질 (근내지방, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도, 육질등급)을 소도체 등급 판정기준에 의거하여 축산물 등급판정사가 판정하였다.

(4) 표면육색 요인

표면육색의 측정은 등급판정 부위인 등심의 절단면을 대상으로 색차계 (CR-310, Minolta Co., Japan)를 이용하여 CIE L* (lightness), a* (redness), b* (yellowness), C* (chroma = $[a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$) 및 H° (hue-angle = $\tan^{-1}[b^*/a^*]$)를 측정하였으며, 이때 표준 백색판의 D65 광원 값은 Y=93.7, x=0.3154, y=0.3323이었다. 또한 적색의 지표로서 reflectance attachment가 장착된 spectrophotometer (UV-2410PC, Shimadzu, Japan)를 사용하여

630 nm와 580 nm의 반사율을 측정하여 산출하였다(Strange 등, 1974).

3. 통계분석

통계처리는 각 분석 항목에 대하여 SAS package program (1999)을 이용하여 일반선형 모형(General Linear Model, GLM)에 의한 Duncan's multiple test와 Cochran과 Cox (1957)의 분산 분석법을 이용하여 처리에 따른 유의차(LSD)를 실시하여 유의성(p<0.05)을 검증 하였다.

결과 및 고찰

사육 고도의 차이가 거세한우 및 암소의 도체중, 등지방두께, 배 최장근단면적, 육량지수 변화에 미치는 영향은 적었으며(Table 1), 400 m에서 사육된 거세한우와 300 m에서 사육된 암소의 육량지수 및 육량등급이 다른 사육 고도에 비해 낮은 경향을 보였다. 사육 고도의 차이가 거세한우 및 암소의 근내지방도, 육색, 지방색 등 육질형질에 미치는 영향은 일관성이 없었다. 단지 육질등급은 고도 500 m의 거세한우에서 다른 사육 고도에 비해 증가되는 경향을 보였으나, 통계적인 유의차는 없었다.

본 연구에서 사육 고도의 차이가 거세한우 및 암소의 도체특성에

Table 1. Changes of carcass characteristics of Hanwoo by different altitudes

Item	Raising altitude (m)					
	100	200	300	400	500	
No. of animal						
Steer	14	41	9	6	47	
Cow	43	16	19	6	13	
Yield traits						
CW ¹⁾ (kg)	Steer	442.8 ±52.2 ^{ab}	436.8 ±40.9 ^{ab}	429.4 ±44.8 ^{ab}	455.0 ±69.9 ^a	413.6 ±56.1 ^b
	Cow	347.2 ±55.0	348.4 ±44.3	352.3 ±47.3	—	—
BFT ²⁾ (mm)	Steer	14.1 ±3.4 ^{ab}	12.2 ±3.4 ^b	11.5 ±3.7 ^b	15.8 ±5.0 ^a	12.9 ±5.1 ^{ab}
	Cow	12.7 ±5.5	11.3 ±3.6	12.9 ±4.0	—	—
REA ³⁾ (cm ²)	Steer	93.6 ±11.2	90.3 ±8.6	93.6 ±8.6	93.5 ±11.8	86.7 ±9.7
	Cow	79.0 ±13.1	81.9 ±11.1	79.1 ±9.4	—	—
YI ⁴⁾	Steer	64.1 ±2.8 ^{ab}	65.0 ±2.8 ^{ab}	66.1 ±3.2 ^a	62.8 ±3.2 ^b	64.7 ±3.8 ^{ab}
	Cow	65.4 ±3.9 ^{ab}	66.6 ±2.8 ^a	65.2 ±2.7 ^b	—	—
YGS ⁵⁾	Steer	1.93±0.57 ^{ab}	2.07±0.58 ^a	2.28±0.66 ^a	1.50±0.71 ^b	2.11±0.57 ^a
	Cow	2.15±0.61	2.33±0.59	2.12±0.54	—	—
Quality traits						
MS ⁶⁾	Steer	17.0 ±4.2	15.7 ±5.3	17.3±5.6	14.3 ±5.4	17.3 ±4.7
	Cow	12.2 ±5.4	10.7 ±5.1	11.4±4.9	—	—
MC ⁷⁾	Steer	4.80±0.54	5.07±0.50	4.96±0.45	5.00±0.50	5.00±0.00
	Cow	5.00±0.58	5.17±0.52	5.15±0.50	—	—
FC ⁸⁾	Steer	3.00±0.00	2.99±0.11	3.04±0.20	3.00±0.00	3.00±0.00
	Cow	3.12±0.67	3.04±0.20	3.12±0.33	—	—
TEX ⁹⁾	Steer	2.27±0.68	2.53±0.89	2.28±0.83	2.75±0.97	2.33±0.47
	Cow	3.27±0.91	3.30±0.69	3.33±0.84	—	—
MAT ¹⁰⁾	Steer	2.07±0.25	2.06±0.23	2.04±0.20	2.13±0.33	2.00±0.00
	Cow	5.37±2.09 ^{ab}	5.13±1.73 ^b	6.00±1.60 ^a	—	—
QGS ¹¹⁾	Steer	3.87±0.72	3.57±0.89	3.80±0.89	3.50±1.12	4.00±0.82
	Cow	2.83±0.96	2.70±0.86	2.79±0.91	—	—

^{a,b} Means with different superscripts in same row differ significantly (p<0.05).

¹⁾ CW : carcass weight; ²⁾ BFT : back fat thickness; ³⁾ REA : Rib eye area; ⁴⁾ YI : yield index; ⁵⁾ YGS : yield grade score (A=3[high yield], B=2 and C=1[low yield]); ⁶⁾ MS : marbling score (1 = devoid, 27 = abundant); ⁷⁾ MC : meat color (1=bright red, 7=dark red); ⁸⁾ FC : fat color (1 = creamy white, 7 = yellowish); ⁹⁾ TEX : texture (1 = soft, 3 = firm); ¹⁰⁾ MAT : maturity (1 = young, 9 = old); ¹¹⁾ QGS : quality grade score (3=1[low quality] to 1⁺⁺=5[very high quality]).

미치는 영향은 적었던 결과는 낮은 고도(0~100 m)와 높은 고도(700~800 m)간에 한우의 육량 및 육질 등급의 차이가 없었다는 Panjono 등(2009)의 결과와 유사한 것으로 판단된다. 또한 비록 축종은 다르지만, 사육 고도의 차이가 면양의 도체품질에 미치는 영향은 적었다는 Ådnøy 등(2005)의 연구결과와도 유사한 결과를 보인 것으로 판단된다.

반면에 낮은 사육 고도에서 사육되는 한우에 비해 높은 사육 고도에서 사육되는 한우가 낮은 산소 포화도와 기온으로 인해 산소 이용성과 대사율이 향상되어 육질이 향상되었다는 Rhee 등(2006)의 연구결과와는 차이를 보였는데, 이전의 연구가 혈중 대사물질 농도를 중심으로 이루어진 연구결과임을 감안했을 때 사육 고도가

한우의 육량 및 육질 등급에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 판단된다.

수송 거리의 차이가 거세한우 및 암소의 육량 형질에 미치는 영향은 일관성이 적었다(Table 2). 거세한우는 수송 거리 250 km 그리고 암소는 200 km에서 배최장근단면적, 육량지수 및 YGS가 낮아지는 경향을 보였다. 수송 거리의 차이가 거세한우 및 암소의 근내지방도, 육색, 지방색에 미치는 영향은 없었다.

본 연구에서 거세한우의 경우에는 200 km 이내 그리고 암소의 경우에는 150 km 이내의 수송거리에서는 처리간 육량 및 육질 형질의 차이가 적었으나, 거세한우의 경우 250 km 그리고 암소의 경우 200 km에서는 육량지수 및 육량등급이 일부 저하되는 현상을

Table 2. Changes of carcass characteristics by different shipping distances

Item	Shipping distance (km)					
	50	100	150	200	250	
No. of animal						
Steer	15	14	70	9	10	
Cow	41	21	5	5	—	
Yield traits						
CW ¹⁾ (kg)	Steer	442.8 ±52.2 ^{ab}	411.4 ±48.6 ^{bc}	421.5 ±37.9 ^{abc}	395.9 ±20.3 ^c	450.0 ±45.0 ^a
	Cow	347.2 ±55.0 ^b	330.6 ±30.7 ^b	418.8 ±34.7 ^a	374.2 ±52.6 ^{ab}	—
BFT ²⁾ (mm)	Steer	14.1 ±3.4 ^{ab}	11.1 ±3.1 ^c	11.6 ±3.5 ^{bc}	11.6 ±4.1 ^{bc}	14.6 ±4.3 ^a
	Cow	12.7 ±5.5 ^b	12.1 ±4.2 ^b	12.6 ±3.4 ^b	19.8 ±8.2 ^a	—
REA ³⁾ (cm ²)	Steer	93.6 ±11.2 ^a	87.9 ±7.4 ^{ab}	88.3 ±6.3 ^{ab}	83.9 ±8.4 ^b	83.8 ±7.3 ^b
	Cow	79.0 ±13.1	76.9 ±7.5	86.0 ±3.6	82.0 ±7.7	—
YI ⁴⁾	Steer	64.1 ±2.8 ^{ab}	66.0 ±2.3 ^a	65.5 ±2.7 ^a	65.6 ±3.0 ^a	62.4 ±3.1 ^b
	Cow	65.4 ±3.9 ^a	65.9 ±3.2 ^a	64.7 ±2.8 ^a	60.7 ±5.5 ^b	—
YGS ⁵⁾	Steer	1.93±0.57 ^{ab}	2.36±0.48 ^a	2.13±0.53 ^a	2.33±0.47 ^a	1.70±0.46 ^b
	Cow	2.15±0.61 ^{ab}	2.24±0.61 ^a	2.00±0.63 ^{ab}	1.60±0.80 ^b	—
Quality traits						
MS ⁶⁾	Steer	17.0 ±4.2 ^a	13.2 ±4.3 ^{ab}	14.1 ±5.8 ^{ab}	13.4 ±3.9 ^{ab}	11.9 ±4.6 ^b
	Cow	12.2 ±5.4	13.1 ±4.5	13.8 ±3.4	13.4 ±1.6	—
MC ⁷⁾	Steer	4.80±0.54	5.07±0.46	4.89±0.46	4.78±0.63	4.90±0.30
	Cow	5.00±0.58	4.95±0.37	5.00±0.00	5.20±0.40	—
FC ⁸⁾	Steer	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00
	Cow	3.12±0.67	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00	—
TEX ⁹⁾	Steer	2.27±0.68	2.86±0.74	2.81±0.82	2.78±0.63	2.80±0.75
	Cow	3.27±0.91	3.05±0.72	3.20±0.75	3.00±0.00	—
MAT ¹⁰⁾	Steer	2.07±0.25	2.00±0.00	2.01±0.12	2.00±0.00	2.00±0.00
	Cow	5.37±2.09	4.57±1.68	5.80±1.72	5.80±1.47	—
QGS ¹¹⁾	Steer	3.87±0.72	3.14±0.74	3.29±0.93	3.33±0.67	3.20±0.75
	Cow	2.83±0.96	3.00±0.76	3.00±0.63	3.00±0.00	—

^{ab} Means with different superscripts in same row differ significantly (p<0.05).

¹⁾ CW : carcass weight; ²⁾ BFT : back fat thickness; ³⁾ REA : Rib eye area; ⁴⁾ YI : yield index; ⁵⁾ YGS : yield grade score (A=3[high yield], B=2 and C=1[low yield]); ⁶⁾ MS : marbling score (1 = devoid, 27 = abundant); ⁷⁾ MC : meat color (1=bright red, 7=dark red); ⁸⁾ FC : fat color (1 = creamy white, 7 = yellowish); ⁹⁾ TEX : texture (1 = soft, 3 = firm); ¹⁰⁾ MAT : maturity (1 = young, 9 = old); ¹¹⁾ QGS : quality grade score (3=1[low quality] to 1⁺⁺= 5[very high quality]).

보였다.

따라서 수송거리가 육량 및 육질 등급에 직접적인 영향을 미치는 요인은 아니지만, 도축을 위해 일정 거리 이상의 수송은 한우의 육량 등급에 부의 영향을 미칠 수 있으므로 가급적 한우의 수송거리는 200 km 이내가 바람직한 것으로 판단된다. 또한 200 km 이상 수송시에는 스트레스 증가에 따른 육량 및 육질 형질의 저하를 최소화하기 위한 추가적인 조치가 필요할 것으로 판단된다.

사육 고도의 차이가 거세한우 및 암소 등심의 명도(Lightness), 적색도(Redness), 황색도(Yellowness), 선명도(Chroma value) 및 색상색(Hue-angle)에 미치는 영향은 적었다(Table 3). 암소의

경우 사육고도 100 m에서 200 m에 비해 명도가 밝았지만($p < 0.05$), 100 m와 300 m 그리고 200 m와 300 m 간에는 차이를 보이지 않아 사육고도의 차이가 명도에 미치는 영향은 일관성이 없었다.

수송 거리의 차이가 거세한우 및 암소 등심의 적색도(Redness), 황색도(Yellowness), 선명도(Chroma value) 및 색상색(Hue-angle)에 미치는 영향은 적었으며(Table 4), 거세한우의 경우 수송 거리 250 km 그리고 암소의 경우에는 200 km에서 등심의 명도가 낮아지는 경향을 보였으나, 통계적인 유의차는 없었다.

Panjono 등(2009)은 사육 고도(100, 200, 300, 400, 700 및

Table 3. Changes of meat surface color of Hanwoo by different altitudes

Item	Raising altitude (m)					
	100	200	300	400	500	
No. of animal						
	Steer	14	41	9	6	47
	cow	43	16	19	6	13
L*	Steer	39.58±2.78	38.63±2.69	39.53±2.27	37.95±1.63	39.67±3.32
(Lightness)	Cow	36.87±2.48 ^a	35.79±1.91 ^b	36.21±2.45 ^{ab}	—	—
a*	Steer	20.06±1.48	19.67±1.47	19.96±1.94	19.34±1.78	19.23±0.99
(Redness)	Cow	18.65±1.66	18.44±1.66	18.21±2.16	—	—
b*	Steer	10.34±0.87	9.87±0.86	10.14±1.17	9.75±0.97	9.91±0.74
(Yellowness)	Cow	9.21±1.01	8.99±1.01	8.85±1.33	—	—
C*	Steer	22.57±1.68	21.98±1.66	22.38±2.22	21.69±1.69	21.63±1.14
(Chroma)	Cow	20.74±1.98	20.50±1.91	20.29±2.73	—	—
Ho	Steer	27.22±0.92	26.59±1.00	26.85±1.24	26.46±0.93	27.19±1.22
(Hue-angle)	Cow	26.19±0.93	25.89±0.81	25.87±0.91	—	—

^{a,b} Means with different superscripts in same row differ significantly ($p < 0.05$).

Table 4. Changes of meat surface color of Hanwoo by different shipping distances

Item	Shipping distance (km)					
	50	100	150	200	250	
No. of animal						
	Steer	15	14	70	9	10
	Cow	41	21	5	5	—
L*	Steer	39.58±2.78 ^a	38.39±2.04 ^{ab}	38.65±2.20 ^{ab}	39.11±3.37 ^{ab}	37.28±1.66 ^b
(Lightness)	Cow	36.87±2.48	37.09±2.49	36.63±2.15	35.25±0.46	—
a*	Steer	20.06±1.48	19.49±1.35	20.25±1.67	19.64±1.75	20.00±1.48
(Redness)	Cow	18.65±1.66	18.16±1.41	18.55±0.87	17.84±2.02	—
b*	Steer	10.34±0.87	9.92±0.88	10.30±1.02	10.20±1.20	10.21±0.88
(Yellowness)	Cow	9.21±1.01	8.86±0.93	9.40±0.47	8.65±1.03	—
C*	Steer	22.57±1.68	21.80±1.58	22.63±1.85	22.13±2.06	22.45±1.70
(Chroma)	Cow	20.74±1.98	20.50±1.55	20.79±0.97	19.83±2.26	—
Ho	Steer	27.22±0.92	26.90±0.88	26.93±0.64	27.36±1.32	26.98±0.69
(Hue-angle)	Cow	26.19±0.93 ^{ab}	26.16±0.73 ^{ab}	26.84±0.36 ^a	25.78±0.32 ^b	—

^{a,b} Means with different superscripts in same row differ significantly ($p < 0.05$).

Table 5. Changes of blood cortisol concentration of Hanwoo by different altitudes

Item	Raising altitude (m)				
	100	200	300	400	500
No. of animal					
Steer	14	41	9	6	47
Cow	43	16	19	6	13
Steer	38.40±19.41	34.55±16.04	28.68± 4.47	15.19±4.96	14.14±1.45
Cow	35.52±25.46	31.95±17.30	25.43±12.29	—	—

Table 6. Changes of blood cortisol concentration of Hanwoo by different shipping distances

Item	Shipping distance (km)				
	50	100	150	200	250
No. of animal					
Steer	15	14	70	9	10
Cow	41	21	5	5	—
Steer	18.97± 7.92	22.10± 6.35	23.74±23.51	34.20±15.88	31.00±5.20
Cow	25.23±11.43	30.39±19.72	30.44± 4.69	31.43±17.79	—

800 m 이상)의 차이가 한우 등심의 저장기간 중 명도, 적색도, 황색도, 선명도 및 색상색에 미치는 영향은 적었다고 하여 본 연구와 유사한 결과를 보고한 바 있다.

한편, 이전의 외국 연구결과(Jacobesen 등, 1993; Tarrant, 1989)에서는 수송스트레스(수송 거리, 수송 강도, 계절, 기후 조건 등)의 차이가 육색, 고기의 pH, 조직감에 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있다. 그러나 본 연구의 결과에서는 수송 거리의 차이가 한우의 표면 육색에 미치는 영향은 적었는데, 외국의 경우 우리나라에 비해 수송 방법(차량, 열차 등)이 다양할 뿐만 아니라 원거리 수송이 이루어지기 때문에 수송 스트레스의 발생량 차이에 원인이 있는 것으로 판단된다.

따라서 사육 고도 및 수송 거리가 한우의 표면 육색에 미치는 영향은 전반적으로 크지 않지만, 명도는 수송 거리에 비례해서 약간의 부의 영향을 받을 수 있으므로 한우의 수송거리는 200 km 이내로 해주는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

사육 고도의 증가에 비례해서 거세한우 및 암소의 혈중 cortisol 농도는 감소되는 경향을 보였지만(Table 5), 통계적인 유의차이는 인정되지 않았다. 한편, 거세한우의 경우 수송거리 200 km 이상에서 혈중 cortisol 농도가 증가되는 경향을 보였으나(Table 6), 암소의 경우에는 수송 거리 50 km 이내에 비해 100 km 이상에서 혈중 cortisol 농도가 증가되는 경향을 보였다.

일반적으로 수송스트레스를 포함한 각종 스트레스는 혈중 cortisol 농도를 증가시키는 것으로 알려져 있으며, 스트레스에 의해 시상하부, 뇌하수체 전엽 및 부신피질계가 활성화 되어 혈중 cortisol 농도가 증가하게 된다. 본 연구에서 사육 고도에 비례해서 한우의 혈중 cortisol 농도가 감소되는 경향을 보였는데, 이는 한우의 사육고도(200, 400 및 800 m)가 증가될수록 혈중 cortisol 농도가 낮아지는 경향을 보였다는 Hyun 등(2007)의 결과와 일치하

는 것으로 판단된다.

사육 고도에 비례해서 혈중 cortisol 농도가 낮아지게 되는 원인은 사육 고도 증가로 인해 산소 포화도와 기온이 낮아지고 이로 인해 산소이용성과 대사율이 증가(Rhee 등, 2006)하여 비육의 스트레스 발생이 감소되기 때문인 것으로 판단된다.

본 연구에서 수송 거리 증가시 혈중 cortisol 농도가 증가되는 경향을 보인 결과는 수송스트레스로 인해 혈중 cortisol 농도가 증가되었다는 이전의 연구결과들(Scott 등, 1993; Cockram과 Corley, 1991)과 유사한 경향을 보인 것으로 판단된다. 비록 수송 거리의 차이에 따른 스트레스의 정도(혈중 cortisol 농도)의 차이는 적었지만, 한우의 수송거리는 짧게 해주는 것이 수송스트레스를 저감시키는데 도움이 될 것으로 판단된다.

따라서 본 연구의 결과에서 사육 고도의 차이가 한우의 도체특성, 표면 육색 및 혈중 cortisol 농도 변화에 미치는 영향은 없었으며, 사육 고도 보다는 농가의 사양기술이 한우의 생산성 향상에 미치는 영향이 큰 것으로 판단된다. 수송 거리의 경우에도 한우의 도체특성, 표면 육색 및 혈중 cortisol 농도 변화에 미치는 영향은 크지 않았지만, 가급적 한우의 수송스트레스를 최소화하기 위해서는 최대 200 km(가급적 100 km) 이내의 거리에서 수송이 이루어져야 할 것으로 생각되며, 원거리 수송시 수송스트레스 저감에 도움이 되는 추가적인 조치가 필요할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 고도 차이 혹은 수송 거리의 차이가 한우(거세우 및 암소)의 도체특성, 표면육색 및 혈중 cortisol 농도 변화에 미치는 영향을 검토하기 위해 실시되었다. 공시동물은 총 190두로 이중 거세한우는 118두 암소는 72두였다. 자료는 사육 고도(100, 200,

300, 400 및 500 m) 혹은 수송 거리(50, 100, 150, 200 및 250 km)에 따라 분석하였다. 사육 고도의 차이가 거세한우 및 암소의 육량 및 육질 형질 변화에 미치는 영향은 적었으며, 수송 거리의 차이가 거세한우 및 암소의 육량 형질에 미치는 영향은 없는 것으로 나타났다. 또한 수송 거리의 차이가 거세한우 및 암소의 근내지방도, 육색 및 지방색에 미치는 영향과 사육 고도 혹은 수송 거리의 차이가 거세한우 및 암소 등심의 명도, 적색도, 황색도, 선명도 및 색상색에 미치는 영향은 낮은 것으로 나타났다. 암소의 경우 사육고도 100 m에서 200 m에 비해 등심의 명도가 증가되었으며 ($p < 0.05$), 거세한우의 경우 수송 거리 250 km 그리고 암소의 경우에는 200 km에서 등심의 명도가 낮아지는 경향을 보였다. 한편, 혈중 cortisol 농도는 낮은 사육 고도에 비해 높은 사육 고도에서 낮아지는 경향을 보였으나, 통계적인 유의차는 없었다. 수송 거리가 거세한우 및 암소의 cortisol 농도에 미치는 영향은 없었다. 따라서 본 연구의 결과에서 사육 고도 혹은 수송 거리가 한우의 생산성에 미치는 영향은 적은 것으로 판단된다.

(주제어: 수송거리, 사육고도, 한우, 도체형질, 육색)

인 용 문 헌

- Ådnøy, T., Haug, A., Sørheim, O., Thomassen, J. S., Varszegi, Z. and Eik, L. O. 2005. Grazing on mountain pastures-does it affect meat quality in lambs. *Livest. Prod. Sci.* 94: 25-31.
- Boccard, R. L., Naude, R. T., Cronje, D. E., Smit, M. C., Venter, H. J. and Rossouw, E. J. 1979. The influence of age, sex and breed of cattle on their muscle characteristics. *Meat Sci.* 3:261-280.
- Cochran, W. G. and Cox, G. M. 1957. *Experimental Designs*, Second Edition, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Cockram, M. S. and Corley, K. T. T. 1991. Effect of pre-slaughter handling on the behaviour and blood composition of beef cattle. *Br. Vet. J.* 147:444.
- Hyun, C. B., Rhee, Y. J., Lee, S. A., Lee, S. G., Lee, S. K., Kim, J. T. and Song, Y. H. 2007. Hematological, Blood Chemical and Hormonal Changes in Hanwoo (Korean Native Cattle) Raised at Different Altitudes. *J Vet Clin* 24(1):1-4.
- Jacobsen, T., Schaefer, A. L., Tong, A. K. W., Stanley, R. K., Jones, S. D. M., Robertson, W. M. and Dyck, R. 1993. The effects of transportation on carcass yield, meat quality and hematology values in electrolyte treated cattle. In: *Cong. Meat Sci. Technol. Calgary, Alberta, Aug. 1-6. Paper 52, p 11. WP.*
- Lister, D. 1988. Muscle metabolism and animal physiology in the dark cutting condition. In: *Fabiansson, S. U., Shorthose, W. R. and Warner, R. D(Ed.) Dark cutting in Cattle and Sheep. Proceeding of an Australian Workshop. pp 19-25. Organized by Aust. Meat Livestock R and D Corp., Anim. Res. Inst. Victorian Dept. Agric. and Rural Affairs and CSIRO. Div. of Food Proc.*
- Meat Res. Lab.
- Mancini, R. A. and Hunt, M. C. 2005. Current research in meat color. *Meat Sci.* 71:100-121.
- Monahan, F. J., Buckley, D. J., Morrissey, P. A., Lynch, P. B. and Gray, J. I. 1990. Effect of dietary α -tocopherol supplementation on α -tocopherol levels in porcine tissues and on susceptibility to lipid peroxidation. *Food Sci. Nutr.* 42:203-212.
- Panjono, Kang, S. M., Lee, I. S. and Lee, S. K. 2011. The quality characteristics of *M. longissimus* from Hanwoo (Korean cattle) steer with different raising altitudes and slaughter seasons. *Livest. Sci.* 136:240-246.
- Panjono, Kang, S. M., Lee, I. S. and Lee, S. K. 2009. Carcass characteristics of Hanwoo (Korean cattle) from different sex condition, raising altitudes and slaughter seasons. *Livest. Sci.* 123:283-287.
- Phillips, W. A., Wettemann, R. P. and Horn, F. P. 1982. Influence of preshipment management on the adrenal response of beef calves to ACTH before and after transit. *J. Anim. Sci.* 54:697.
- Rhee, Y. J., Hyun, C. B., Kim, J. T., Lee, S. K. and Song, Y. H. 2006. Altitude influenced hematological and biochemical differences in Hanwoo. *Proceedings of the XIth AAAP Science Congress 2006, Busan, Korea. p. 630.*
- SAS Package Software (1999) (SAS Institute, Incorporated, Cary, NC), Ver. 8.1.
- Schaefer, A. L., Jones, S. D. and Stanley, R. W. 1997. The use of electrolyte solution for reducing transport stress. *J. Anim. Sci.* 75:258-265.
- Scott, S. L., Schaefer, A. L., Jones, S. D. M., Mears, G. J. and Stanley, R. W. 1993. Stress indicators and lean tissue yield in transported cattle treated with electrolyte. In: *39th Int. Cong. Meat Sci. Technol, Calgary, Alberta. Aug. 1-6. Paper 52. p 22.*
- Sherbeck, J. A., Wulf, D. M., Morgan, J. B., Tatum, J. D., Smith, G. C. and Williams, S. N. 1995. Dietary supplementation of vitamin E to feedlot cattle affects beef retail display properties. *J. Food Sci.* 60:250-252.
- Strange, E. E., Benedicts, R. C., Gugger, R. E., Metzger, V. G. and Swift, C. E. 1974. Simplified methodology for measuring meat color. *J. Food Sci.* 39:988.
- Tarrant, P. V. 1989. Animal behaviour and environment in the dark cutting condition in beef: A review. *Ir. J. Food Sci. Technol.* 13:1.
- Warner, R. 1988. The problem of dark cutting meat. Summary of workshop findings. In: *Fabiansson, S. U., Shorthose, W. R. and Warner, R. D(Ed.) Dark cutting in Cattle and Sheep. Proceedings of an Australian Workshop. pp 100-103. Organized by Aust. Meat Livestock R and D Corp., Anim. Res. Inst.*

- Victorian Dept. Agric. and Rural Affairs and CSIRO. Div. of Food Proc. Meat Res. Lab.
- Warriss, P. D. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 28:171.
- 박병기, 길준민, 김종복, 홍병주, 라창식, 신종서. 2003. 맥주박 발효사료 및 대두의 급여가 한우 거세우의 육성성적 및 도체등급에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지*. 45(3):397-408.
- 박병기, 성대경, 김창혁, 권응기, 오상집, 신종서. 2006. 맥주박과 옥수수 위주의 발효사료에 대한 Coated Vitamin C+E 및 면실의 첨가가 거세한우의 육조성분, 육색 및 도체등급에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지*. 48(2):227-236.
- 신종서, 김종복, 성경일, 여인서, 김기은, 박연수, 홍병주. 1994. 고품질 쇠고기 생산을 위한 한우 사육기술. 1. 소 성장호르몬과 알코올발효사료의 처리가 증체율, 사료효율, 혈액성상, 육조성분 및 도체등급에 미치는 영향. *한영사지*. 18(5):363.
- 신종서, 김종복, 성경일, 여인서, 김기은, 홍병주. 1994. 고품질 쇠고기 생산을 위한 한우 사육기술. 2. 소 성장호르몬과 알코올 발효사료의 처리가 도체품질 및 조성에 미치는 영향. *한영사지*. 18(5):373.
- (Received Nov. 3, 2011; Revised Feb. 21, 2012; Accepted Feb. 21, 2012)