

녹용의 물리화학적 특성

세키카와 미츠오 / 오비히로 축산대학

I. 서론

약 130년 전인 1875년에는, 일본 홋카이도 (Hokkaido, 北海島)에서는 76,000마리 분의 사슴 털이 생산되었고 사슴고기 통조림 공장도 1879년에 가동을 시작하였으나, 폭설 등의 이유로 사슴의 수가 급격히 감소하여 그 2년 후인 1879년에 이 공장은 폐쇄되었다.

일본에서는 현재 사슴 산업은 활발하지 않은데 그 이유는 여러 가지가 있다. 예를 들면 일본산 녹용은 일본 법으로는 동양의약의 원재료로 인정을 받지 못하고, 또 야생 사슴고기는 일본의 식품위생법 등에서 식용으로 정의되지 않기 때문이다. 현재 일본에는 약 5,000마리의 사슴이 농장에서 사육되고 있을 뿐이다.

예소 사슴(*Cervus Nippon yesoensis*)은 일본 홋카이도에 살고있는 토종 보호 동물이다. 근래에는 사슴의 수가 급격히 증가하였는데 이것이 여러 가지 문제를 야기하고 있다. 농업과 산림업에 손상을 끼침은 물론이고 교통에 심각한 위협이 되고 있다. 이러한 이유로 현재 예소 사슴은 귀찮은 동물로서 도태의 대상이다. 또한 고기는 일부 식용으로 사용되고 있다.

사냥 및 유해동물 근절 목적으로 2000년에

홋카이도에서 포획된 예소 사슴은 약 70,000마리였다. 예소 사슴 한 마리의 도체육은 약 30kg가량 된다. 그러므로 예소 사슴육은 단순 계산하여 약 2,100t이 생산됐다고 할 수 있다.

한편 뉴질랜드에서 수입하는 연간 사슴고기의 양은 150~200t이다. 그러나 포획된 예소 사슴육은 좀처럼 소비되지 않는다. 그 배경을 살펴보면 사냥한 사슴을 사냥 즉시 단 시간에 적절히 가공을 하지 못하고 있다. 가공 시설인 도살장의 수도 매우 적을 뿐 아니라 사냥터도 여기저기 흩어져 있다.

12월 말 이후에 사냥한 사슴고기의 질은 좋지 않은 반면 육질이 최고인 9월~10월에는 이를 공급할 수 없다. 일본에서는 사냥기간이 11월1일에서 2월 28일까지 약 4개월이므로 이에 대처하는 여러 가지 요소를 고려하고 있다.

사슴고기는 철분 함량이 높고 지방질은 낮은 반면 단백질은 높다(Ishida 등, 1996; Zomborszkey 등, 1996). 그리고 예소 사슴의 피하 지방조직에서 분리한 지방을 콜레스테롤(cholesterol)이 과다한 쥐에게 제공하면 간의 콜레스테롤 농도가 감소된다(Fukushima 등, 1999). 이러한 특성은 사슴고기가 노화와 연관된 질환으로 고생하는 인간에게 최적의 식품이 될 수 있음을 시사하는 것이다. 더욱

이 세계적인 식량 위기가 예상되는 상황에서 사슴고기는 중요한 미래의 단백질 공급원이 될 수 있을 것이다. 따라서 옥수수나 콩과 같은 인간의 식품과는 경쟁 되지 않는 새로운 가축과 마찬가지로 생태학적으로 지속 가능한 방법으로 사슴을 이용할 수 있음도 생각해 볼 수 있다.

가축의 경우에는 종(種), 나이, 성 및 취급 방법에 따라 육질이 영향을 받는 것은 이미 잘 알려져 있으나(Lawrie, 1998), 야생동물의 육질은 어떠한 영향을 받는지에 대하여 알려진 바가 거의 없다(Onyango 등, 1998; Sookhareea 등, 2001).

일반적으로 육 가공식품과 조리용 육은 부드러움, 향미 및 색깔에 따라 식품의 질이 결정된다고 생각하고 있다. 수육의 특성 조절은 이러한 특성을 개선할 수 있기 때문에 매우 중요하다. 조절과정에서 수육은 Ca^{++} 이온과 프로테아제(protease, 단백질 분해 효소)의 작용으로 연화(軟化)되고(Takahashi 등, 1992; Koochmaraie, 1992; Dransfield, 1994; Sekikawa 등, 2001) 유리 아미노산(free amino acid)의 축적으로 향미(香味)가 개선된다(Mikami 등, 1994; Sekikawa 등, 1999). 그러나 수육(獸肉)을 공기 중에 방치하면 표면이 탈색된다. 신선 육과 가공 육의 색은 소비자가 구매 결정을 하는데 영향을 미치는 가장 중요한 품질 특성 중의 하나이다(Van Oeckel 등, 1999). 육색은 주로 미오글로빈(myoglobin, 근육 색소단백질)의 화학적 상태와 그 농도에 따라 다르게 된다.

육질은 결정하는 요인은 두 가지이다. 그 하나는 도축 전에 이미 결정되는 것이고 다른 하나는 도축 방법과 도축 후의 취급 방법에 따라 결정되는 것이다. 육질에 가장 큰 영향을 미치는 것은 사육방법, 성, 나이 또는 영양 상태이다. 아주 어린 암소 고기는 보통 그 질이 좋다고 생각되지만 이러한 조건들이 동일하다고 하더라도 육질은 도축 취급 및 저장 방법에 영향을 크게 받는다.

육질의 특성을 표시하는 경우에는 이러한 조건을 모두 분명하게 밝혀야 한다. 그러나 본 연구에서는 위와 같은 여러 조건을 고려하지 않았는데 야생 예소 사슴을 사냥으로 얻은 것이기 때문이다. 이제 우리 실험실 및 일본의 다른 곳에서 얻은 사슴고기에 대한 연구 결과를 소개 요약하겠다.

II. 본론

1. 재료

치아 상태로 평가한 평균 나이 3년이 되는 수컷 6마리, 암컷 2마리 모두 8마리의 예소 사슴을 1998년 가을과 2002년 봄 사이에 도살(射殺)하였다. 표본으로 채취한 근육은 주로 좌측의 대퇴골 사두근(大腿骨 四頭筋) 및 최장근(最長筋)으로 도살 6시간 이내에 채취했고 각 표본은 진공 포장하여 $4 \pm 1^{\circ}C$ 에 보관하였다. 각 근육 중간부위에서 2개의 살코기(두께 2 cm)를 베어 냈다.

2. 일반 조성분

대퇴골 사두근의 근사적인 성분, 수분, 지방, 단백질 및 회분을 AOAC 방법에 따라 분석하였다(1984). 예소 사슴의 대퇴골 사두근의 천연 단백질 및 지방은 각각 약 22%와 1%였다. 고기의 수분과 지방 사이의 관계는 일반적으로 상보적(相補的)인 것 같았다. 이들 값을 다른 육과 비교하면 예소사슴 고기는 지방 성분이 낮은 것이 특징이었다.

일반적으로 사슴고기에는 지방 함량이 낮기 때문에 비교적 천연 단백질의 함량은 높다. 이러한 경향은 예소사슴 고기에 대한 본 연구 일본 사슴(Ishida 등, 1996) 및 레드디어(Zomborsky 등, 1996)에 대한 연구로 관찰된 현상이다.

3. 아미노산 조성

Table 1에 예소 사슴의 대퇴골 사두근의 근육섬유 표본의 아미노산 성분이 표시되어 있다. 아미노산 성분은, 성, 나이 또는 도살 시기에 관계없이 각 사슴에게서 유사하다. 더욱이 이들 값은 쇠고기와 유사하다. 근육/육의 콜라겐(collagen, 膠原質) 함량을 Hyp의 양으로 계산하면 사슴은 평균 1.6% (SE=0.1)이고 쇠고기의 경우는 3%보다 약간 낮았다.

4. 지방산 조성

고기의 화학성분 가운데 함량의 차이가 가장 큰 것은 지방이다. 지방 함량은 동물의 종, 번식, 근육의 해부학적 위치 또는 시기의 차

〈 Table 1. 녹육의 아미노산 성분 〉

	MEAN	SD		MEAN	SD
Asp	12.6	0.4	Met	3.2	0.1
Thr+Gin	4.8	0.2	Ile	2.6	0.3
Ser	5.0	0.1	Leu	8.4	0.1
Glu	21.9	0.2	Tyr	3.8	0.1
Pro	0.0	0.1	Phe	4.9	0.3
Gly	4.1	0.1	Lys	9.2	0.3
Ala	6.7	0.2	His	2.3	0.1
Val	2.8	0.2	Arg	7.5	0.4
cys	0.2	0.1	Hyp	0.2	0.1

이에 큰 영향을 받는다. 본 연구에서 사슴고기의 대퇴골 사두근의 평균 지방 함량은 29.5 mg/g인데 이는 돼지 고기의 35 mg/g과 병아리의 74 mg/g보다는 낮은 수치였다. 사슴고기의 지방 성분 중의 지방산에는 (Table 2) 팔미틴산(palmitic acid)(16:1), 팔미티올레산(palmitoleic acid)(16:1), 스테아르산(stearic acid)(18:), 올레르산(oleic acid)(18:1) 및 리놀레산(linoleic acid)(18:2)이 주 성분이었다.

일반적으로 근육내의 지방의 지방산은 팔미틱 산(palmitic acid), 스테아르산(18:1), 올레르산(18:1), 및 리놀레익산(linoleic acid 18:2)이고 이러한 값은 예소 사슴고기의 경우 거의 동일하였다. 야생 예소 사슴고기의 지방산 성

〈 Table 2. 지방산 성분 〉

		MEAN	SE
Myristic acid	14:0	2.53	0.21
Palmitic acid	16:0	26.38	1.39
Palmitoleic acid	16:1	12.78	1.23
Stearic acid	18:0	11.62	1.87
Oleic acid	18:1	32.98	3.10
Linoleic acid	18:2	9.61	1.18
Linolenic acid	18.3	4.08	0.36

분의 특성에 대해서는 이미 Kasai 등이 보고 하였다(1996).

5. pH

조절 작업 중의 pH 변화가 Table 3에 표시 되어 있다. 가장 낮은 pH는 5.65였는데 이는 사후(死後) 기록된 값이다. 최고 pH 값은 소의 골격근육(5.5) 보다는 약간 높고 pH 감소율은 소의 골격근육의 경우보다 더 빨랐다(Lawrie,1998).

일반적으로 최고 pH 값은 도살 전의 스트레스와 관련하여 움직임이 많은 동물의 경우에 글리코젠(glycogen, 糖原)의 고갈로 증가하는 것으로 생각된다.

〈 Table 3. pH의 변화 〉

Day	MEAN	SE
0	6.61	0.10
1	5.65	0.02
2	5.68	0.02
5	5.73	0.02
7	5.73	0.02

6. 색 및 안정성

6-1 방법: 색은 tristimulus colorimeter MINOLTA CM-100, Tokyo, C-type light source, 2 degree opening)를 이용하여 기록하였다. 모든 표본을 폴리에틸렌 포일(KUREHA, Tokyo)로 싸고 그 표면의 여러 부위를 무작위로 5번을 측정하였다. L*, a*, 및 b*(CIELAB 1976) 값은 5번 측정치의 평균 값으로 표시하였다.

Mb(Myoglobin, 근육의 색소 단백질) 함량은 Izumimoto(1976)가 제시한 방법으로 결정하고 mg Mb g⁻¹ 수육으로 표시하였다. 본 연구에서 사용한 사슴 Mb는 Nakanish와 Izumimoto(1972)의 방법에 따라 부분적으로 정화하였다. 대퇴골 사두근의 얇은 육 표본을 취하였다. 이 표본은 도살 후 즉시 채취한 것을 외부 지방과 연결 조직을 잘라낸 것인데 이를 갈아 뺀 후 동일 부피의 냉 증류수로 균질화 하고 여기에 2~3 방울의 포화 K3Fe(CN)를 떨어뜨리고 4 l 로 하루 밤 저장하였다. 이 현탁액을 pH 7.0에 맞추고 4 에서 5,000 rpm으로 원심분리 하였다(Hitachi 18PR-5, Tokyo).

Mb는 55%와 95%사이의 황산 암모늄 포화 용액에서 침전되었다. 이 침전된 과립을 소량의 증류수에 용해 시키고 20시간 동안 증류수 투석(透析)하였다. 이를 동결 건조하여 부분적으로 정화된 최종 Mb를 얻었다. Mb 산화율 상수는 Miura 등 (1979)의 방법으로 결정하였다. Mb를 0.02%의 sodium hydrosulfite가 함유된 0.2M의 인산염 완충제(pH 6)에 용해한 후(Kishisa, Tokyo) 최종 농도를 Mb mg/ml로 측정하였다. 이 Mb 용액을 플라스틱 통에 넣고 연동 펌프로 공기 거품이 지나가도록 플라스틱 튜브를 그 밑 바닥에 부착하였다. 이 튜브를 분광 광도계(spectrophotometer)의 folder에 삽입하였고 온도를 일정(24±1)하게 유지하고 파장 582 nm에서 흡광도(吸光度)를 매 15분 마다 측정하였다.

〈다음호 계속〉