

도체등급별 한우육의 연도와 단백질특성에 대한 비교연구

문윤희[†] · 강세주* · 이교연

경성대학교 식품공학과
*축협중앙회 축산물등급판정소

Comparative studies on Tenderness and Characteristics of Protein Obtained from Various Carcass grade in Korean native Cow

Yoon-Hee Moon[†], Se-Ju Kang* and Kyo-Yon Lee

Dept. of Food Science and Technology, Kyung-Sung University

**Animal products grading service, National Livestock co-operative Federation*

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of carcass grade on the hardness, myofibrillar fragmentations index, protein extractability and Mg-ATPase activity of myofibril and actomyosin obtained from 1, 2, 3 and D carcass grade(subgrade) in Korean native cow. Proximate component, hardness, chewiness, myofibril fragmentation index, protein extractability and Mg-ATPase activity of myofibril or actomyosin were not significantly different between 1st and 2nd carcass grade loin. The hardness and chewiness of 2nd carcass grade loin's were significantly lower than 3th grade loin's, but the myofibril fragmentation index, sarcoplasmic protein extractability and Mg-ATPase activity of myofibril were higher. The myofibrillar protein extractability and Mg-ATPase activity of actomyosin obtained from 3th carcass grade loin's were significantly higher than D grade loin's, but the hardness, chewiness and stroma protein extractability were lower. In conclusion, the degree of toughness in Korean native cow's loin was not significantly different between 1st and 2nd grade, but 3rd and D carcass grade were significantly higher, regardless of before and after aging.

Key words : carcass grade, beef protein, Korean native cow

서 론

우리나라의 축산물 등급제는 1992년 7월에 축협 서울 공판장에서 시범적으로 실시한 것이 처음이었으며, '94년에 부산과 제주지역에 확대 실시한 후 '96년말 현재 전국 78개 시(군)에 소재하고 있는 84개 작업장에서 소, 돼지도체를 대상으로 등급 판정하고 있다. 이러한 육류 등급 판정은

생산, 유통, 소비 각 분야에 거래지표를 제공함으로써 생산자와 소비자 모두를 보호하게 되리라 믿어진다. 이 제도는 식품위생법 시행규칙이 개정되면서 1년간의 계도기간을 거쳐서 '97년 1월부터 도체상태에서 판정받은 등급의 결과가 소매단계에 까지 연계될 수 있도록 소매단계에서의 "식육의 부위, 등급 및 국내산 쇠고기 구별방법"이 고시(농림부고시 제 96-93 호)되었다.

[†] Corresponding author

소 도체의 등급기준에는 육량등급이 A, B, C로 구분되고 각 육량등급마다 육질등급이 1, 2, 3등급이 있으며, 그 외에 D(등외) 등급이 있다. 축협중앙회의 1996년도 축산물등급 판정 사업보고서에 의하면¹⁾ 1996년에 우리나라에서 도축한 소는 모두 849,708마리였으며 한우의 경우가 639,948마리(약 75.3%)로 가장 많았다. 도축된 소에서 등급 판정한 것은 약 66.9%인 568,035마리였고 그중에 한우는 68.3%, 유우 29.7%, 육우 0.6% 그리고 교잡우는 1.4%를 차지하여 역시 한우의 경우가 가장 많이 등급판정을 받고 유통되고 있음을 보여주었다. 등급판정을 받은 한우 암소의 경우는 1등급이 41.1%, 2등급은 36.2%, 3등급은 16.6%, 그리고 D등급은 6.1%로 출현된 반면 숫소의 경우는 1등급이 4.3%, 2등급 29.9%, 3등급 65.1% 그리고 D등급이 0.8%로 출현되어 암소는 1등급 숫소는 3등급이 가장 많았다.

한편 육량등급으로는 암소의 경우 A등급 1.8%, B등급 76.8%, C등급 15.3% 그리고 D등급이 6.1%가 출현되었으며 숫소의 경우 A등급이 30.1%, B등급이 67.8%, C등급이 1.3% 그리고 D등급이 0.8%로 출현되어 암수에 관계없이 B등급이 가장 많았다. 도체등급별 경락가격은 지역에 따라 차이가 있으며 부산 태강산업의 경우 '96년도 평균 육량등급 B를 기준으로 하여 육질 1등급은 kg당 10,635원, 2등급 10,172원, 3등급 9,900원 그리고 D등급은 7,583원이어서 1등급에 비하여 2등급은 95.6%, 3등급은 93.1% 그리고 D등급은 71.35%의 경락가를 보였다. 이렇게 가격 차이가 있는 이유는 도체등급에 따라 품질이 차이가 있기 때문일 것이다. 도체등급이 다른 우육의 품질특성에 대하여서는 최근 우리나라에서도 부분적으로 연구되어지고 있는데 그 대부분의 결과에서는 거세한 숫소의 도체품질이 양호함을 밝히고 있다^{2,3)}. 류 등⁴⁾은 한우육에 대하여 육질등급별로 이화학적, 물리적, 관능적 특징을 비교한 실험에서 상등급육의 우수한 결과를 보고하였다. 그들의 보고내용에는 도체등급이 등외인 것은 노폐암소임을 제시하고 있으나 그외 등급육은 암수 구별의 제시는 없었다. 본연구는 육질등급을 각각 1, 2, 3 및 D(등외) 등급으로 판정 받은 한우 암소 도체에서 등심부위를 선택하여 우육의 기호성을 좌우하는 요인중의 하나인 연도에 관련한 특성들을 비교하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 재료

실험에 이용된 한우육은 (주)태강 부산에서 도축되어 육량등급 B등급인 것에서 육질등급을 각각 1, 2, 3 및 등외등급인 D등급(노폐우)으로 판정 받은 암소 도체에서 등심 부위를 구입하고 도축 후 2일째에 실험에 이용하였으며, 냉장이 필요한 것은 2±1℃에서 냉장하였다가 이용하였다.

2. 방법

일반조성분은 AOAC법⁵⁾, 근원섬유의 소편화지수는 Olson 등의 방법으로 측정하였다⁶⁾. 근장단백질⁷⁾, 근원섬유단백질⁸⁾, 육기질단백질⁹⁾ 그리고 actomyosin¹⁰⁾은 추출후 biuret법으로 정량하였다. 근원섬유와 actomyosin의 Mg-ATPase 활성 측정은 0.25mg/ml의 단백질, 1mM MgCl₂, 1mM ATP, 25mM Tris-HCl buffer(pH 8.0)의 혼합액을 30℃ water bath에서 5분간 반응시켰으며 여기에 최종농도 4% TCA용액을 첨가하여 ice bath상에서 반응을 정지시켰다. 여기서 유리된 무기인산을 Fiske와 Subbarow법¹¹⁾에 따라 정량하였으며 ATPase 활성은 1mg의 근원섬유단백질에 의해서 1분간 유리되어 나오는 무기인산(Pi)의 양을 μmole로 표시하였다. 그리고 경도는 Rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co., Japan)을 이용하여 측정하였다. Rheometer의 측정조건은 table speed 120mm/min, chart speed 80mm/sec, sample height 10mm 그리고 load cell 1kg으로 하였다¹²⁾. 실험결과의 통계적 유의성 검정은 student's t-test로 실시 하였다¹³⁾.

결과 및 고찰

1. 도체의 특성비교

한우 암소를 도축하여 육량등급이 B인 것에서 육질등급이 1, 2, 3 및 D(등외)로 각각 판정 받은 것들의 도체 특성과 일반 조성분은 Table 1에서 보는 바와 같다. 도체등급 1, 2 및 3등급에서 얻은 등심육의 pH는 거의 같은 수준을 보였고 등외등급육의 pH는 그보다 다소 높은 것으로 나타났다. 이것은 등외등급인 시료가 노폐우에서 얻어진 것으로 미루어 볼 때 생체내의 글리코겐 함량이나 대사작용의 차이에 오는 결과라고 생각되었다. 수분함량의 경우, 1등급

과 2등급은 비슷하였으며, 3등급과 등의 등급육은 1, 2등급육에 비하여 높게 나타났다. 조단백질은 1, 2와 3등급육이 비슷하였으며, 등의등급육이 그보다 높은 편이었다. 일반조성분 중에서 등급별로 가장 두드러지게 차이를 보인 것은 조지방 함량이었으며, 조지방함량은 1등급과 2등급육 사이에 현저한 차이가 없었으나 3등급부터는 현저하게 적은 것을 알 수 있었다. 이는 외관상으로 판단된 근내막에 침착된 지방의 정도, 즉 상강정도가 1등급은 5⁺, 2등급 2⁺, 3등급 1⁺, 그리고 등의품은 1이라는 평가에서도 뚜렷하게 차이가 있음을 보여주고 있어서 미리 예상된 결과이지만, 이것이 도체등급을 결정하는 결정적인 요인이 될 수 있음을 알 수 있었다.

Table 1. Comparison of yield, quality traits* and proximate component of loin obtained from various carcass

	Carcass grade			
	1	2	3	D
Carcass weight(kg)	306.8	269.8	253.0	244.8
Maturity	1 ⁺⁺	1 ⁺⁺	1 ⁺⁺	3 ⁺⁺
Marbling No.	5 ⁺	2 ⁺	1 ⁺	1
Meat color No.	4	4	4	6
Fat color No.	4	3	4	7
Tenderness	2	2	2	3 ⁺
Rib eyes area(cm ²)	72	65	61	59
Back fat thickness(cm ²)	1.0	1.2	0.8	1.2
Yield index	75.48	75.07	75.81	74.91
Yield grade	B	B	B	B
Quality grade	1	2	3	D
pH	5.56	5.56	5.57	5.63
Moisture(%)	68.23 ^b	68.85 ^b	70.78 ^a	70.57 ^a
Crude protein(%)	19.85 ^b	19.16 ^b	19.73 ^b	20.79 ^a
Crude fat(%)	10.11 ^a	9.97 ^a	6.79 ^b	5.24 ^c

*Carcass yield and quality traits were measured by korean grading standard in korean native beef

^{a,b,c}Values with different superscripts in the same row are significantly different(p<0.05)

2. 도체등급별 연도의 비교

도체등급이 서로 다른 등심육의 경도, 씹힘성 그리고 근원섬유의 소편화에 대한 결과를 Table 2.에 나타내었다. 경

도의 경우 1등급과 2등급육은 거의 같은 수준이었고, 이들에 비하여 3등급육은 현저히 높게 나타났으며 등의 등급인 D등급육은 그보다도 훨씬 높은 편이었다. 씹힘성의 경우에도 마찬가지로의 현상을 보였다. 그래서 도체등급이 열등한 우육, 특히 등의등급육은 가열하여 입속에서 씹을 때에도 질기게 되리라고 여겨졌다. 경도와 씹힘성에 대한 도체등급 간의 차이는 11일간 냉장 숙성한 후에 더 크게 나타나서, 도체등급이 낮은 등의품은 상등급육보다 숙성효과도 좋지 않음을 알 수 있었다. 우육의 연한 정도와 근원섬유의 소편화지수는 상관관계가 크고, 사후변화의 지표로도 이용되고 있다^{14,15,16}. 도체등급별로 근원섬유의 소편화도를 측정된 결과를 보면, 1등급과 2등급육은 숙성전의 근원섬유의 소편화지수가 비슷함을 보이면서 3등급과 등의등급육보다 현저하게 높았으며, 3등급육은 등의등급육보다 다소 높았으나 유의적인 차이는 아니었다. 이러한 차이는 냉장 후에 더 크게 나타나서 상등급육이 하등급육보다 숙성 중 소편화 효과가 더 큰 것을 알 수 있었다. Table 3에는 우육의 경도, 씹힘성 그리고 근원섬유 소편화지수의 1일 변화치를 나타내었다. 경도와 씹힘성의 경우 1등급과 2등급육간에는 거의 같은 결과이었으며 3등급과 등의등급육은 그보다 현저히 낮은 결과를 보였다. 근원섬유 소편화의 경우는 1, 2등급 간에는 유의적인 차이가 없었고, 3등급과 등의등급육 사이에도 유의적인 차이가 없었으며, 1, 2등급육에 비하여 3등급과 등의등급육은 현저히 낮은 편이었다. 이러한 결과들로 1, 2등급의 한우 암소등심육은 연도가 우수하고, 3등급육과

Table 2. Comparison of hardness, chewiness and myofibril fragmentation index(MFI) of loin obtained from various carcass

	Aged days	Carcass grade			
		1	2	3	D
Hardness	0 ¹⁾	4.358 ^a	4.349 ^a	5.063 ^b	7.124 ^c
	11	3.871 ^a	3.877 ^a	4.704 ^b	6.915 ^c
Chewiness	0	22.5 ^a	22.7 ^a	28.9 ^b	41.8 ^c
	11	18.3 ^a	19.0 ^a	26.7 ^b	40.3 ^c
MFI	0	49.5 ^a	49.8 ^a	33.2 ^b	30.1 ^b
	11	82.2 ^a	83.0 ^a	56.1 ^b	49.3 ^c

¹⁾Stored at 5°C for 2 days after slaughter.

^{a,b,c}Values with different superscripts in the same row are significantly different(p<0.05)

Table 3. Increment per day on hardness, chewiness and myofibrillar fragmentation index(MFI) of beef loin stored at 2°C for 1 days after 2 days postmortem

	Carcass grade			
	1	2	3	D
Hardness(g)	-44.27 ^a	-42.91 ^a	-32.64 ^b	-19.00 ^c
Chewiness(T)	-0.38 ^a	-0.34 ^a	-0.20 ^b	-0.14 ^c
MFI	2.97 ^a	3.02 ^a	2.08 ^b	1.75 ^b

^{a,b,c}Values with different superscripts in the same row are significantly different(p<0.05)

등의등급육은 연도가 현저히 나뉘었으며 특히 등의등급육의 연도는 아주 열등한 것으로 판단되었다. 그리고 도체등급이 상등급육인 경우 냉장 숙성효과가 더 크다는 것을 확인하였다.

3. 단백질의 추출성과 근원섬유, 액토미오신의 Mg-ATPase활성 비교

도체등급이 다른 등심육에서 근장단백질, 근원섬유단백질 그리고 육기질단백질의 추출성을 측정하여 Table 4에 비교하였다. 근장단백질의 경우, 1등급과 2등급육은 30.8과 30.6 mg/g으로 같은 수준이었으며 3등급은 27.5 mg/g, 등의품인 D등급육은 26.5 mg/g이었다. 그리고 11일간 냉장 숙성 후에는 1, 2, 3등급육의 경우 다소 상승하고 있으나 등의등급육의 경우에는 감소된 결과를 보였다. 근원섬유 단백질의 추출성은 다른 단백질의 경우보다 높게 나타나서 1, 2등급육은 62.5와 61.7 mg/g, 3등급은 60.2 mg/g, 등의등급육은 58.3 mg/g이었고 냉장 숙성하므로써 모두 약간의 증가현상을 보였다. 육기질단백질의 추출성은 1, 2 및 3등급육의 사이에는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 등의등급육은 현저하게 높은 특징을 보였다. 이것은 앞에서 설명된, 도체등급이 열등한 우육의 연도가 나쁘다는 결과와 관련하여 생각해 볼 때에, 연도가 좋지 않은 것은 근원섬유 단백질의 구조 변화나 근육의 형태변화에서 기인되는 것보다도 조직내에 콜라겐 등 연도에 영향을 미치는 단백질 즉, 육기질 단백질의 량과 질에서 오는 결과라고 판단되었다. 등의등급으로 판정받은 우육은 노폐물이었으므로 도축전의 연령이나 운동량을 감안하면 육기질단백질 축적이 많아지고 용해성도 좋지 않은 상태일 것이기 때문이다.

Table 4. Comparison of protein extractability of beef loin obtained from various carcass

	Aged days	Carcass grade			
		1	2	3	D
Sarcoplasmic protein	0 ¹⁾	30.8 ^a	30.6 ^a	27.5 ^b	26.5 ^b
	11	32.5 ^a	31.8 ^a	29.6 ^a	24.3 ^b
Myofibrillar protein	0	62.5 ^a	61.7 ^a	60.2 ^a	58.3 ^b
	11	68.7 ^a	69.3 ^a	61.7 ^b	60.1 ^b
Stroma protein	0	18.8 ^a	19.9 ^a	23.5 ^a	40.6 ^b
	11	19.7 ^a	21.2 ^a	23.8 ^a	41.5 ^b

¹⁾Stored at 5°C for 2 days after slaughter.

^{a,b}Values with different superscripts in the same row are significantly different(p<0.05)

Table 5. Comparison of Mg-ATPase activity of myofibrillar and actomyosin obtained from various carcass

	Aged days	Carcass grade			
		1	2	3	D
Myofibrillar	0 ¹⁾	0.09 ^a	0.11 ^a	0.06 ^b	0.05 ^b
	11	0.25 ^a	0.24 ^a	0.15 ^b	0.08 ^c
Actomyosin	0	0.28 ^a	0.30 ^a	0.24 ^a	0.16 ^b
	11	0.54 ^a	0.56 ^a	0.37 ^b	0.22 ^c

¹⁾Stored at 5°C for 2 days after slaughter.

^{a,b,c}Values with different superscripts in the same row are significantly different(p<0.05)

도체등급이 다른 우육으로부터 얻은 근원섬유와 액토미오신의 Mg-ATPase활성치를 Table 5에 나타내었다. 도축후 2일째의 우육에서 얻은 근원섬유의 Mg-ATPase활성의 경우 1, 2등급육은 서로 유의적 차이가 없었으며, D등급육에 비하여 현저히 높은 편이었고, 11일간 냉장 숙성후에는 그 차이가 더 크게 나타났다. 이것은 등의등급육인 D등급 도체에서 얻은 단백질의 Mg-ATPase활성이 숙성 후에 1, 2등급육만큼의 변화가 없었기 때문이었다. 액토미오신의 Mg-ATPase활성의 경우에도 이러한 현상이 비슷하였으며 근원섬유의 Mg-ATPase활성치보다 훨씬 높은 현상을 보였다. 근원섬유단백질의 Mg-ATPase활성은 도축 후 숙성이

이루어지면서 상승되고, 이것은 근원섬유내의 구조변화나 미오신과 액틴의 결합력 변화에서 오는 결과로 해석되고 있다^{17,18)}. Table 6에서 보는 바와 같이 단백질의 추출성과 근원섬유 및 액토미오신의 Mg-ATPase활성의 결과가 냉장 숙성기간 중 1일간 변화되는 차이는 등의등급육인 노페우의 경우에 근장단백질 추출성이 많은 것 외에는 모두 상등급육보다 적은 결과를 보였다. 이 결과에서도 도체등급이 상등급육은 연도가 우수하고 숙성효과도 큰 것을 확인할 수 있었다. 우육의 연도는 궁극적으로 사후경직과 숙성에 의해서 생기는 rigor toughness의 발생과 소실의 현상으로 설명될 수 있으나 background toughness에 의하여 경도가 높아지는 것은 결합조직의 원인으로 도축전의 요인에 의하여 좌우된다^{19,20)}. 도체등급이 열등한 등의등급 육은 background toughness에 의존하여 도축후에 단백질 분해효소의 근원섬유단백질에의 작용, 근원섬유 Z선의 위약화, connectin의 변화, 미오신과 액틴 결합력의 약화 등과 같은 사후변화 즉, 숙성에 의하여 연도를 만족스럽게 향상시킬 수 없다고 판단되어 도체등급이 열등한 우육의 연도개선 방안이 강구되어야 하리라 본다.

Table 6. Increment per day on protein extractability and Mg-APTase of myofibril and actomyosin obtained beef loin stored at 2°C for 11 days after 2 days postmortem

	Carcass grade			
	1	2	3	D
Protein extractability(mg/g)				
Sacroplasmic protein	0.15 ^a	0.11 ^a	0.19 ^b	-0.20 ^b
Myogibillar protein	0.56 ^a	0.69 ^a	0.14 ^b	0.16 ^b
Stroma protein	0.08 ^a	0.12 ^a	0.03 ^b	0.08 ^a
Mg-ATPase(nmole pi/min/mg protein)				
Myofibril	0.015 ^a	0.012 ^a	0.008 ^a	0.003 ^b
Actomyosin	0.024 ^a	0.024 ^a	0.018 ^a	0.005 ^b

^{a,b}Values with different superscripts in the same row are significantly different(p<0.05)

요 약

도체등급이 다른 한우 암소 등심부위의 연도와 단백질의

추출성, 근원섬유 및 액토미오신의 Mg-ATPase 활성에 대하여 비교하였다. 한우 암소 도체의 1등급육은 2등급육에 비하여 일반조성분, 경도, 씹힘성, 근원섬유 소편화지수, 단백질의 추출성, 근원섬유와 액토미오신의 Mg-ATPase활성 모두 현저한 차이가 없었다. 2등급육은 3등급육에 비하여 경도 및 씹힘성이 유의하게 낮고 근원섬유 소편화, 근장단백질의 추출성 및 근원섬유의 Mg-ATPase활성은 높은 편이었다. 3등급육은 D등급(등의)육에 비하여 근원섬유단백질의 추출성과 액토미오신의 Mg-ATPase활성이 현저히 높았으며, 경도, 씹힘성 및 육기질단백질의 추출성은 낮은 현상을 보였다. 결론적으로, 한우 암소 1등급과 2등급 도체의 연도는 차이가 없었으며, 3등급과 등의등급은 유의하게 열등하였다.

감사의 글

이 논문은 1997학년도 경성대학교 부설 연구소 공동과제 연구비에 의하여 연구 되었음.

참 고 문 헌

1. 축협중앙회 축산물등급판정소 : 축산물등급판정 사업보고서, 13(1996).
2. 김대곤, 정근기, 성삼경, 최창분, 김성겸, 김덕영, 최봉재 : 거세가 한우 및 홀스타인 비육우 도체의 이화학적 특성에 미치는 영향, 한국축산학회지, 38(3), 239(1996).
3. 한기동, 김대곤, 김수민, 안동현, 성삼경 : 등급에 따른 한우육의 숙성 중 이화학 및 형태학적 특성변화, 한국축산학회지, 38(6), 589(1996).
4. 류윤선, 이무하, 고경철 : 등급제에 따른 한우육과 수입우육의 품질비교 연구, 한국축산학회지, 36(3), 340(1994).
5. AOAC : Official method of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. 14th ed. (1991).
6. Olson, D. G., Parrish, F. C. Jr. and Stromer, M. H. : Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. *J. Food Sci.*, 41, 1036(1976).
7. Asghar, A. and Yeates, N. T. M. : Systematic procedure for the functionation of muscle protein, with particular reference to biochemical evaluation of meat quality. *Agric. Biol. Chem.*, 38, 1851(1974).

8. Yang, R., Okitani, A. and Fujimaki, M. : Studies on myofibrils from stored muscle. Part. 1. Postmortem changes in adenosine triphosphatase activity of myofibrils from rabbit muscle. *Agric. Biol. Chem.*, **34**, 1765(1970).
9. 김영환, 박구부, 이무하, 진상근 : DSC를 이용한 육단백질의 열변성에 관한 연구, *한국축산학회지*, **29**(8), 363(1987).
10. 문윤희, 황칠성, 양용 : Actomyosin 에 대한 비교 생화학적 연구, *한국축산학회지*, **26**(1), 68(1984).
11. Fiske, C. H. and Subbarow, Y. : The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, **66**, 375 (1925).
12. 문윤희, 정인철 : 동결 해동 후 냉장한 소 안심육의 숙성도지표에 관한 연구, *한국축산식품학회지*, **15**(2), 150(1995).
13. Steel, R. G. C. and Torrie, J. H. : Principle and procedures of statistics. 2nd eol. McGraw-Hill Book Co., Inc. New York, N. Y. (1980).
14. Olson, D. G. and Parrish, Jr. F. C. : Relationship of myofibril fragmentation index to measures of beefsteak tenderness. *J. Food Sci.* **42**, 506(1977).
15. Culler, R. D., Parrish, F. C. Jr., Smith, G. C. and Cross, H. R. : Relationship of myofibril fragmentation to certain chemical, physical and sensory characteristics of porcine longissimus muscle. *J. Food Sci.* **43**, 1177(1978).
16. Takahashi, K., Nakamura, F. and Inoue, A. : Postmortem changes in the actomyosin interaction of rabbit skeletal muscle. *J. Biochem.* **81**, 321(1981).
17. fujimaki, M., Arakawa, N., Okitani, A. and Takagi, O. : The change of "Myosin B"(actomyosin) during storage of rabbit muscle. II. The dissociation of "myosin B"into myosin A and actin and its interaction with ATP. *J. Food Sci.*, **30**, 937(1965).
18. Yang, R., Oditani, A. and Fujimaki, M. : Postmortem changes in regulatory proteins of rabbit muscle. *Agric. Biol. Chem.*, **42**, 555(1978).
19. Goll, D. E., Stroma, M. H., Olson, D. G., Dagton, W. R., Suzuki, A. and Robson, R. M. : The role of myofibrillar proteins in meat tenderness. In proc. of the Meat Ind. Res. Conf., USA. 75(1974).
20. Light, N. D. : The role of collagen determining the texture of meat. In "Adv. in Meat Res." Vol. 4 ed. by Pearlson, A. M. AVI Pub. Co. Westport, Connecticut. 87(1987).