

엘크 녹용의 물성 특성에 관한 연구

성시흥 · 한진희 · 김영민 · 김병국

건국대학교 생물산업기계공학과

A Study on Physical Properties About Velvet Antler of the Elk (*Cerus canadensis*)

Sung, S. H., Han, J. H., Kim, Y. M. and Kim, B. K.

Biosystems Engineering, Konkuk University

Summary

In this study, physical properties of Elk antler was investigated to develop the optimum drying and packaging methods for improving the antler quality as well as deal with diversify of demand. After the antler was sliced with 5 mm thickness, and the compressive, shear, and tensile stresses were measured at the center and velvet parts of pre-dried and dried antlers after the contained water rate of the dried antlers was maintained below 10%. The results are as follows.

1. Considering the center of pre-dried antlers, the compressive stresses were 60.73 g/mm², 145.65 g/mm², and 260.97 g/mm², respectively at the upper, middle, and lower parts while 70.67 g/mm², 811.90 g/mm², 3,235.52 g/mm², respectively for velvet layer. Considering the center of dried antlers, the compressive stresses were 190.43 g/mm², 445.81 g/mm², and 705.86 g/mm², respectively at the upper, middle, and lower parts while 734.01 g/mm², 1,238.40 g/mm², 4,134.03 g/mm², respectively for velvet layer.

2. For the pre-dried, the shear stresses were 50.24 g/mm², 294.44 g/mm², and 423.47 g/mm², respectively, and 124.14 g/mm², 367.69 g/mm², and 425.86 g/mm², respectively for the dried antlers.

3. The tensile stresses were 13.59 g/mm², 62.85 g/mm², and 112.07 g/mm², respectively for the pre-dried and 77.24 g/mm², 175.87 g/mm², and 184.06 g/mm², respectively for the dried antlers.

4. In the case of drying antlers, the physical characteristics of the antlers was changed such as moisture evaporation, contraction, and surface hardening. For the center part, the changes of the physical characteristics were more significant at the lower part while at the upper part for the velvet layer.

5. The stress changes of Elk antlers was shown very remarkably according to growth point. Moreover, the stress was clearly higher at velvet layer part to the center part, base parts compared to the upper parts.

(Key words) : Velvet anther, Compressive stress, Shear stress, Tensile stress

이 논문은 2003년도 건국대학교 학술진흥연구비에 의해 연구된 것임.

Corresponding author : S. H. Sung, Konkuk University, Choongju, Korea.

Tel : +82-43-840-3552, E-mail : shsung@kku.ac.kr

서 론

인류가 사슴을 가축으로 처음 사육한 것은 2,000여 년 전 중국에서가 가장 오래된 기록이나(최, 2000), 사슴 사육이 현재와 같은 축산업의 형태를 갖기 시작한 것은 최근의 일이다. 우리나라에서 본격적인 사슴사육의 시작은 1950년대 중반 대만으로부터 꽃사슴을 수입하면서 시작 되었다. 초기 부유층의 관상용으로 시작된 사슴사육이 점차 축산농가의 새로운 소득원으로 자리 잡게 되는 과정을 거치면서, 현재는 소, 돼지, 닭에 이은 제 4의 가축으로 부상할 정도로 급속한 양적 성장을 하였다(문, 2000). 이러한 양적 성장과 더불어 과거, 녹용은 부유층만 먹는 사치제라는 인식에서 현재는 소득 향상으로 대중식품이라는 인식의 전환과 함께 녹용수요 및 녹용수입도 급격히 증가하고 있으며, 우리나라는 전 세계 녹용유통 물량의 80% 정도를 차지하는 최대 소비국이 되었다(문, 2000). 한편 우리나라의 녹용에 대한 연구는 대략 1970년대 중반 이후로 알려졌으나, 그 동안의 연구는 녹용의 약리적 효능만을 중점적으로 다루었을 뿐 생산, 건조, 유통에 관한 연구는 거의 없었다(성 등, 2003). 또한 지금까지 우리나라 양록업은 비교적 순탄한 길을 걸어 왔으나 양록업도 다른 가축과 마찬가지로 양적 증가와 함께 수출입 자유화 품목이 되면서 이미 국가간의 격렬한 경쟁시대에 돌입했다(Hudson 등, 2002). 따라서 이제부터의 양록업은 지금까지의 상징적이고 관념적인 개념에서 벗어나 과학적 기반 위에 어떠한 녹용을, 어떠한 방법으로, 어떻게 경제적으로 생산하는가, 또한 생산된 녹용을 어떻게 상품화 하는 가에 대한 인식의 전환과 함께 관련기술에 박차를 가해야 된다고 생각한다(전, 2002). 이에 본 연구에서는 녹용의 상품성 향

상을 위한 건조 및 포장 방법의 개발, 녹용의 품질평가를 위한 기초자료 제공 및 녹용수요의 다변화에 대처하기 위한 기초 연구로 엘크 녹용의 물성 특성을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

물성 특성을 규명하기 위하여 실험에 이용한 엘크 녹용은 충북 충주시에 위치한 하나사슴연구소의 5년생 엘크에서 절각(2003년 7월)한 것을 사용하였다. 현재 시판되고 있는 생녹용은 보통 2~3mm의 두께로 절편 되어 유통되나, 예비실험 결과 절편된 녹용의 두께가 얇을 경우 강도측정이 어렵고, 측정되더라도 결과값에 대한 신뢰도가 떨어지는 문제가 발생되었다. 따라서 정확한 측정값을 얻기 위한 수차례의 예비실험 결과 5mm의 두께로 녹용을 상대, 중대, 하대의 부위별로 절편하여 실험에 사용하였다. 생녹용은 변질되거나 녹혈이 배출되지 않도록 -10℃에서 냉동보관한 후 실험에 사용하였다. 건녹용은 절편한 녹용을 향온건조기(KMC-1202D3)를 이용하여 40℃에서 12시간동안 함수율이 10% 미만이 되도록 건조하여 사용하였으며 녹용의 초기 함수율은 70%였다.

2. 실험장치

녹용에 대한 물성 실험은 물성측정기(TA-HD, Stable Micro System, Haslemere, England)를 사용하여 측정하였다. 압축응력, 전단응력, 인장응력에 따라 probe와 zig로 바꾸어가며 측정하였으며, 실험장치 배치도 및 물성 측정기의 제원은 Fig. 1, Table 1과 같다.

Table 1. Specifications of physical properties measuring system

Items	Specification	Remark
Micro computer	RAM 32MB (2.1GB Hard Disk)	Model Pentium 200MHz
Servo motor	AC	Parasonic MSMO11A1A
Servo motor driver	2500 p/r	Parasonic MSMO11A11XE
Strain Gage Measurement Board	8 channels	ADAC, 5508BG
STP-2M(PC) Board	for IBM PC-XT and AT	CONTEC, STP-2M
Single-point Load Cell	25, 30 kgf capacity	BONGSHIN 25, 30-OBU
Compression Load Cell	200 kgf capacity	Kyowa, LU-200KE

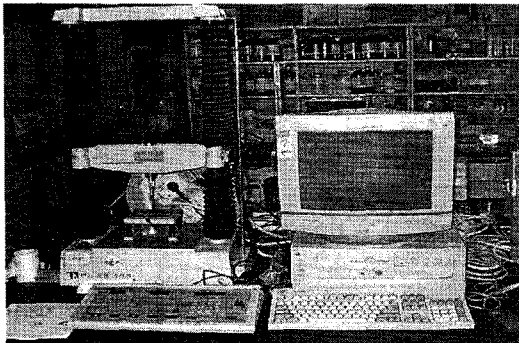


Fig. 1. Arrangement of experimental equipment.

3. 압축응력 측정

압축응력은 생녹용과 건녹용을 각각 부위별(상대, 중대, 하대) 나누고, 이를 다시 스펀지층의 중심부와 벨벳층부로 나누어 각각의 지점에 대해 3회 반복 실험을 하여 그 평균값을 구하였다(Fig. 2).

이때 압축응력의 측정은 지름 5 mm의 평판형 원기둥 probe를 장착하여 사용하였으며, 시료를 고정하는 zig는 지름 5 mm의 probe가 통과될 수 있도록 구멍이 있는 것을 사용하였다. 재하속도는 0.01 mm/sec에서 1.00 mm/sec 까지 여러 번의 예비실험을 통해 측정된

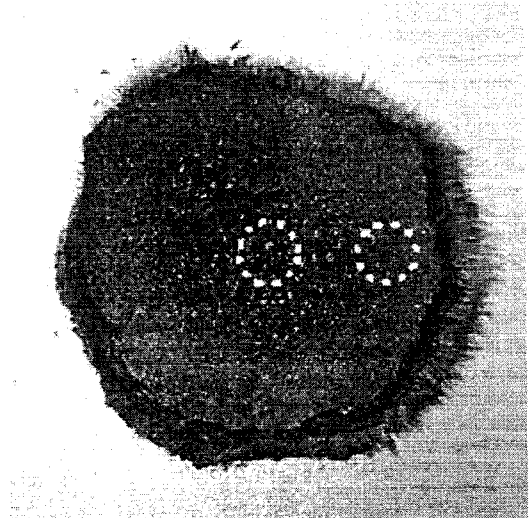


Fig. 2. Measurement position of compressive stress.

결과를 바탕으로 가장 적절한 침투속도를 0.5 mm/sec로 결정하였다. 또한 일정한 속도로 서서히 증가하는 점가하중을 녹용 시료에 침투거리 5 mm까지 가하여 0.002 mm 간격으로 하중-변위곡선을 구하였으며, 시료가 파괴될 때의 극한 하중과 극한 변형량을 구하여 이를 기초로 응력을 계산하였다.

4. 전단응력 측정

전단응력 측정은 압축응력과 마찬가지로 녹용을 각각 부위별로 나누고 Fig. 3과 같이 시료의 중심을 지나는 선을 그어 그 부분에 집중하중을 가하여 측정하였다. 전단응력은 끝이 날카로운 knife probe를 사용하였으며, 시료를 고정하는 zig는 12 mm 간격으로 knife probe가 통과할 수 있도록 홈이 나있는 형태를 사용하였다. 이하 측정방법은 압축응력과 동일하다.

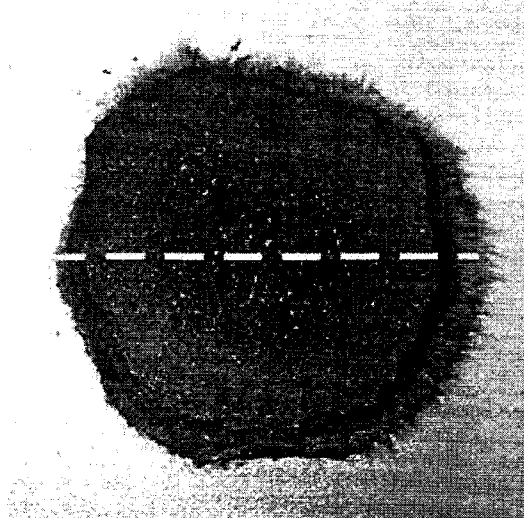


Fig. 3. Measurement position of shear stress.

5. 인장응력 측정

인장응력 측정은 생녹용과 건녹용을 각각 부위별로 나누어 위와 아랫부분에서 고정이 가능한 press probe와 press zig를 장착하여 Fig. 4와 같이 시료의 중심을 지나는 선을 중심으로 10 mm의 간격을 두어 고정된 뒤 측정하였다. 변위는 압축, 전단응력과 달리 10 mm로 하여 측정하였는데 이는 5 mm로 하여 측정할 결과 극한 하중 및 극한 변형량에 도달하지 못하였기 때문이며 이때 재하속도는 0.25 mm/sec 였다. 재하속도가 느려진 것은 측정 시작지점부터 급격한 하중의 상승으로

인해 속도가 빠를 경우 실험값의 오차범위가 커지는 문제가 발생하였기 때문에 여러번의 예비실험을 통해 0.25mm/sec로 결정하였다.

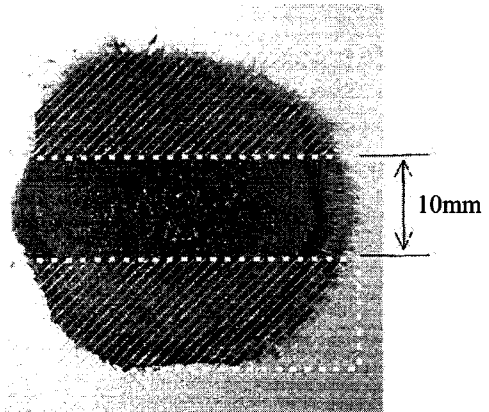


Fig. 4. Measurement position of tensile stress.

결과 및 고찰

1. 엘크녹용의 압축응력

일반적으로 녹용은 종방향으로는 상대, 중대, 하대의 3부위로 나누고, 횡방향으로는 벨벳층과 스펀지층으로 구별하나 명확하게 그 부위가 구별되는 것은 아니다. 녹용은 그 특성상 스펀지층의 중심부에서 벨벳층으로 갈수록 강도가 커지므로 본 실험에서는 스펀지층의 중심부와 벨벳층부로 나누어 각 부위별로 3반복 측정하여 그 평균값을 구하였다. 이때 probe의 단면적은 19.63 mm² 였다.

생녹용에 대한 극한 하중의 측정은 상대, 중대, 하대로 나누어 부위별로 스펀지층의 중심부와 벨벳층을 측정하였으며 변위-하중 graph는 Fig. 5, Fig. 6, Table 2와 같다.

스펀지층의 압축하중은 상대 1,192 g, 중대 2,859 g, 하대 5,124g 벨벳층은 상대 1,387 g, 중대 15,941 g, 하대 63,529g으로 모두 하대의 극한 하중이 크게 나타났다. 극한 변형량은 중심부의 경우 상대 2.65 mm, 중대 2.63 mm, 하대 1.78 mm로 측정되었다. 벨벳층부는 상

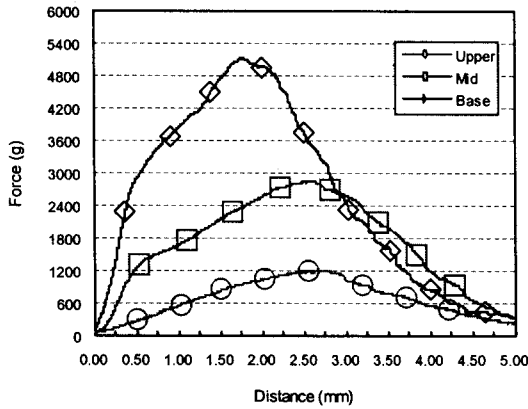


Fig. 5. Compressive stresses(pre-dried anther, spongy bone layer).

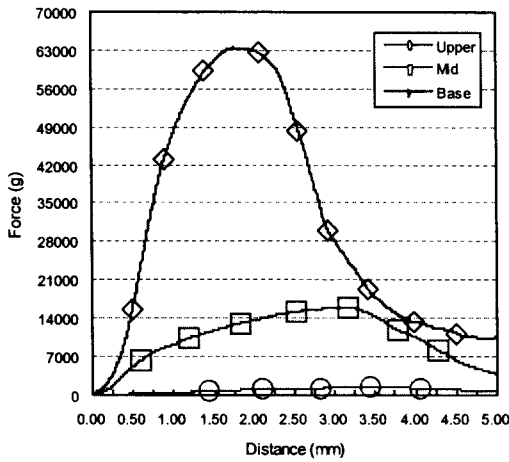


Fig. 6. Compressive stresses (pre-dried anther, velvet layer).

대 3.42 mm, 중대 3.12 mm, 하대 1.75 mm로 나타났다. 압축응력은 스펀지층의 경우 상대 60.73 g/mm², 중대 145.65 g/mm², 하대 260.97 g/mm²으로 나타났으며 벨벳층의 경우 상대 70.67 g/mm², 중대 811.90 g/mm², 하대 3,235.52 g/mm²으로 나타났다. 상대의 경우 스펀지층과 벨벳층은 극한 하중의 차가 적은 반면, 중대, 하대 부위로 갈수록 그 차는 커졌다. 또한 스펀지층 보다는 벨벳층에서 부위별로 그 차가 매우 크게 나타났다. 이는 생녹용의 건조시 수분증발로 인한 수축 표면 강화로 소성적인 성질로 변화된 것으로 판단되며, 이는 한(2003)의 연구결과와도 같은 경향이 있었다. 건녹용에 대한 극한 하중의 측정은 생녹용과 마찬가지로 상대, 중대, 하대로 나누어 부위별로 스펀지층의 중심부와 벨벳층을 측정하였으며 변위-하중 graph는 Fig. 7, Fig. 8, Table 3과 같다.

건녹용의 극한 하중은 스펀지층의 중심부의 경우 상대 3,739 g, 중대 8,753 g, 하대 13,859 g, 벨벳층은 상대 14,412 g, 중대 24,315 g, 하대 81,171 g으로 생녹용과 마찬가지로 상대, 중대, 하대로 갈수록 그 값은 크게 나타났다. 압축응력은 중심부의 경우 상대 190.43 g/mm², 중대 445.81 g/mm² 하대 705.86 g/mm² 벨벳층부는 상대 734.01 g/mm², 중대 1,238.40 g/mm², 하대 4,134.03 g/mm²로 중대, 하대로 갈수록 그 값은 증가하였다.

Table 2. Compressive stresses (pre-dried anther)

		Limit transformation amount (mm)	Ultimate load (g)	Cross section (mm ²)	Compressive stress (g/mm ²)
Upper	Spongy bone layer	2.65	1,192.41	19.63	60.73
	Velvet layer	3.42	1,387.63		70.67
Middle	Spongy bone layer	2.63	2,859.80		145.65
	Velvet layer	3.12	15,941.63		811.90
Base	Spongy bone layer	1.78	5,124.07		260.97
	Velvet layer	1.75	63,529.20		3,235.52

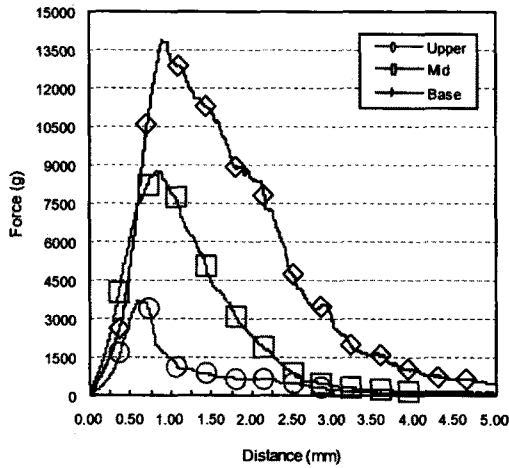


Fig. 7. Compressive stresses(dried anther, spongy bone layer).

이는 생녹용의 스폰지층 중심부는 벨벳층과 비교하여 상대, 중대, 하대 모두 비슷한 물리적 특성을 갖고 있는 것으로 판단되나, 전녹용의 경우 건조로 인한 물리적 성질의 변화가 일어나 이러한 경향을 나타낸 것으로 판단된다. 또한 각질화의 진행정도가 많은 하대의 경우 생녹용과 비교하여 극한 하중이 대단히 크게 증가한 것으로 나타났는데 이는 골밀도가 높고 연질인 상대보다 물리적 성질의 변화가 더 큰것 때문으로 생각되며 이는 한(2003)의 연구결과와도 일치하는 것으로 나타났다.

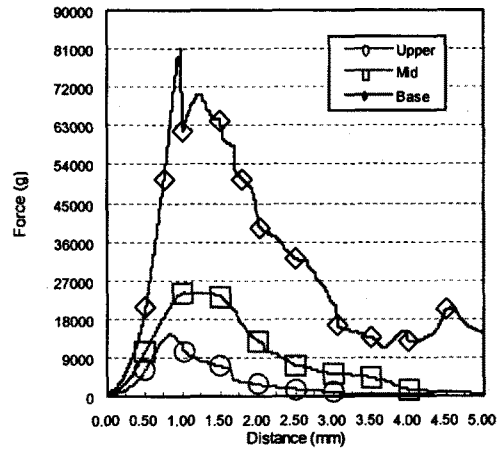


Fig. 8. Compressive stresses(dried anther, velvet layer).

2. 전단응력

전단응력의 측정은 전지녹용을 상대, 중대, 하대의 세 부위로 구별하여 이를 5mm 두께로 절편 한 것을 사용하였다. 전단응력은 각각 부위별로 시료의 중심점을 지나는 knife probe를 이용하여 그 중심선에 맞추어 하중을 가하여 파괴될 때까지의 변위와 하중을 3 반복 측정하였으며, 시료별 하중의 평균값 변위-하중 graph는 Fig. 9, Fig. 10과 같으며 전단응력은 Table 4, Table 5와 같다.

표에서 보는 바와 같이 생녹용의 극한 변

Table 3. Compressive stresses (dried anther)

		Limit transformation amount (mm)	Ultimate load (g)	Cross section (mm ²)	Compressive stress (g/mm ²)
Upper	Spongy bone layer	0.60	3,739.03	19.63	190.43
	Velvet layer	0.82	14,412.20		734.01
Middle	Spongy bone layer	0.84	8,753.53		445.81
	Velvet layer	1.03	24,315.97		1,238.40
Base	Spongy bone layer	0.91	13,859.53		705.86
	Velvet layer	0.98	81,171.47		4,134.03

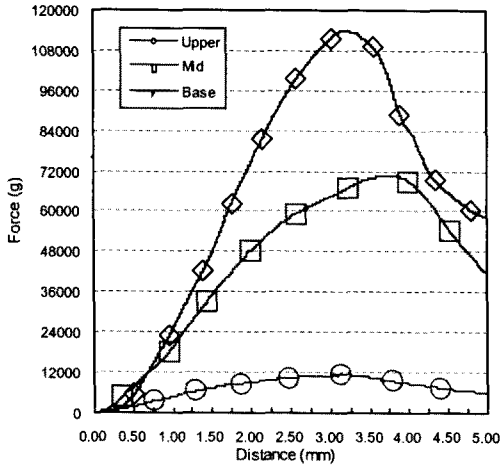


Fig. 9. Shear stresses (pre-dried anther).

형량은 상대 3.16 mm, 중대 3.79 mm, 하대 3.22 mm로 측정되었다. 상대의 경우 연질로 탄성적인 성질을 갖고 있으나 조직의 결합력이 낮아 쉽게 파괴되는 것으로 판단된다. 극한 하중은 상대 11,215 g, 중대 70,813 g, 하대 114,126 g로 중대, 하대로 갈수록 크게 나타났는데, 이는 압축응력과 마찬가지로 하대로 갈수록 각질화가 많이 진행된 때문으로 판단

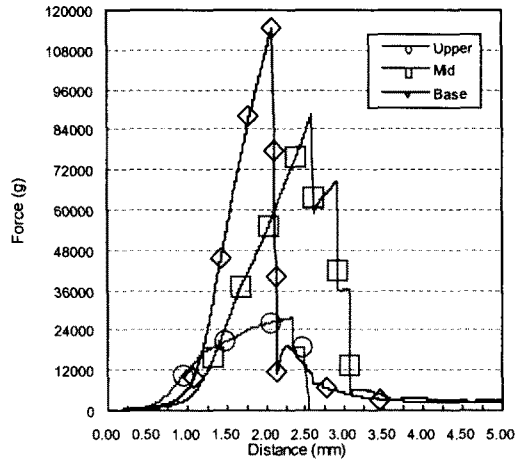


Fig. 10. Stresses mean (dried anther).

된다. 이는 한(2003)의 연구결과와도 같은 경향이였으며, 전단응력은 상대 50.24 g/mm², 중대 294.94 g/mm², 하대 423.47 g/mm²로 나타났다.

건녹용의 경우 극한 변형량은 상대 2.34 mm, 중대 2.60 mm, 하대 2.09 mm로 나타났다. 극한 하중은 상대 27,714 g, 중대 88,429 g, 하대 114,770 g 였다. 전단응력은 상대 124.14

Table 4. Shear stresses(pre-dried anther)

	Limit transformation amount (mm)	Ultimate load (g)	Cross section (mm ²)	Shear stress (g/mm ²)
Upper	3.16	11,215.77	223.25	50.24
Middle	3.79	70,813.37	240.50	294.44
Base	3.22	114,126.07	269.50	423.47

Table 5. Shear stresses(dried anther)

	Limit transformation amount (mm)	Ultimate load (g)	Cross section (mm ²)	Shear stress (g/mm ²)
Upper	2.34	27,714.23	223.25	124.14
Middle	2.60	88,429.33	240.50	367.69
Base	2.09	114,770.33	269.50	425.86

g/mm², 중대 367.69 g/mm², 하대 425.86 g/mm²로 나타났다.

3. 인장응력

인장응력은 위와 아래에서 고정이 가능한 press probe와 zig를 장착하여 시료의 중심점을 지나는 선을 중심으로 10 mm의 간격을 두어 고정된 뒤 인장하중을 측정하였다. 생녹용의 경우 조직이 연질이어서 프레스 프로브를 고정하기 위하여 압축력을 가할 때 파괴의 우려가 있어 probe 표면에 엠보싱 처리된 고무판을 덧대어 고정하였다. 재하속도는 예비실험에서 0.5 mm/sec로 측정한 결과 오차의 범위가 커지는 문제가 발생하여 재하속도를 0.25 mm/sec로 낮추어 실험하였다. 측정된 시료별 인장하중의 평균값을 나타낸 변위-하중 graph는 그림 Fig. 11, Fig. 12와 같으며 인장응력은 Table. 6, Table. 7과 같다.

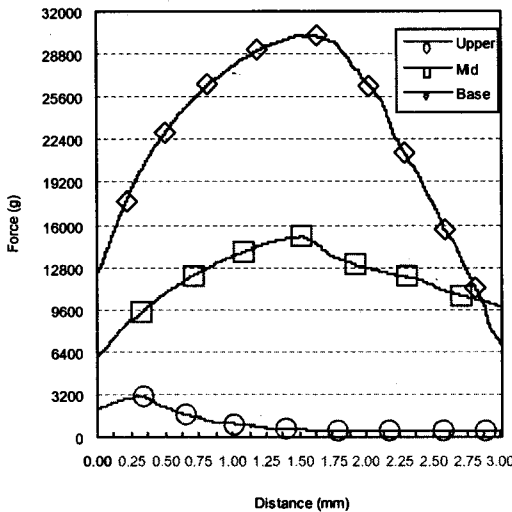


Fig. 11. Tensile stresses (pre-dried anther).

표에서 보는 바와 같이 생녹용의 극한 변형량은 상대 0.32 mm, 중대 1.53 mm, 하대 1.52 mm로 나타났다. 이는 중대, 하대의 경우 이미 각질화가 많이 진행되어 경도가 크고, 조직의 구성이 치밀하여 각질화가 진행되지

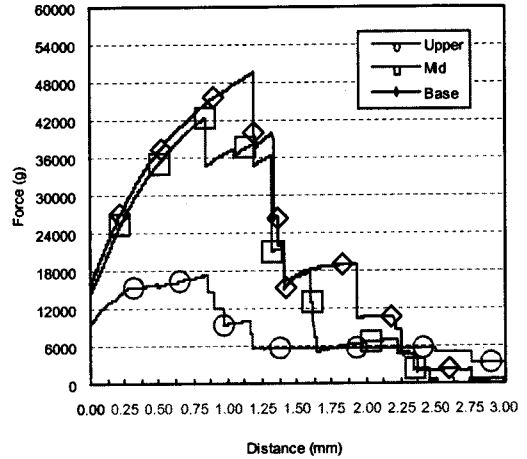


Fig. 12. Tensile stresses (dried anther).

않은 상대보다 강한 하중에도 파괴되지 않는 것으로 생각된다. 극한 하중은 상대 3,033 g, 중대 15,115 g, 하대 30,202 g으로 나타났는데 이는 앞에서 설명한 바와 같이 부위별로 각 질화의 진행정도가 다르기 때문으로 생각된다. 인장응력은 상대 13.59 g/mm², 중대 62.85 g/mm², 하대 112.07 g/mm²로 나타나 전단응력에 비하여 부위별 인장응력은 크게 차이가 나타나지 않는 것으로 나타났는데 이는 생녹용의 경우 인장응력이 취약하여 적은 인장하중에도 쉽게 파괴될 수 있다는 것을 나타낸 것으로 한(2003)의 연구결과와 같은 경향이 있었다.

건녹용의 경우 극한 변형량은 상대 0.85 mm, 중대 0.84 mm, 하대 1.19 mm로 나타났다. 이는 생녹용에 비하여 극한 변형량이 많이 감소한 것으로 건조시 발생하는 수축현상에 의한 물리적 조직의 특성변화가 적은 것을 알 수 있다. 극한하중은 상대 17,244 g, 중대 42,297 g, 하대 49,605 g로 나타났는데 이는 건조에 의한 조직의 구성밀도의 응집성이 강해지고 각질화와 같은 표면경화 때문으로 판단된다. 인장응력은 상대 77.24 g/mm², 중대 175.87 g/mm², 하대 184 g/mm²로 나타났다.

Table 6. Tensile stresses (pre-dried anther)

	Limit transformation amount (mm)	Ultimate load (g)	Cross section (mm ²)	Tensile stress (g/mm ²)
Upper	0.32	3,033.50	223.25	13.59
Middle	1.53	15,115.97	240.50	62.85
Base	1.52	30,202.60	269.50	112.07

Table 7. Tensile stresses (dried anther)

	Limit transformation amount (mm)	Ultimate load (g)	Cross section (mm ²)	Tensile stress (g/mm ²)
Upper	0.85	17,244.43	223.25	77.24
Middle	0.84	42,297.00	240.50	175.87
Base	1.19	49,605.07	269.50	184.06

적 요

본 연구에서는 녹용의 상품성 향상을 위한 건조 및 포장방법의 개발, 녹용의 유통체계 확립 및 녹용 수요의 다변화에 대처하기 위한 기초연구로 엘크녹용의 물성 특성을 규명 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 압축응력은 생녹용 중심부의 경우 상대 60.73 g/mm², 중대 145.65 g/mm², 하대 260.97 g/mm², 벨벳층은 상대 70.67 g/mm², 중대 811.90 g/mm², 하대 3,235.52 g/mm² 건녹용 중심부의 경우 상대 190.43 g/mm², 중대 445.81 g/mm², 하대 705.86 g/mm², 벨벳층은 상대 734.01 g/mm², 중대 1,238.40 g/mm², 하대 4,134.03 g/mm² 였다.

2. 전단응력은 생녹용의 경우 상대 50.24 g/mm², 중대 294.44 g/mm², 하대 423.47 g/mm², 건녹용은 상대 124.14 g/mm², 중대 367.69 g/mm², 하대 425.86 g/mm² 였다.

3. 인장응력은 생녹용의 경우 상대 13.59 g/mm², 중대 62.85 g/mm², 하대 112.07 g/mm²,

건녹용은 상대 77.24 g/mm², 중대 175.87 g/mm², 하대 184.06 g/mm² 였다.

4. 녹용을 건조할 경우 수분증발과 수축, 표면경화 등의 조직 변화에 의해 물리적 성질이 변화하며 중심부는 상대에서 하대로 갈수록, 벨벳층부는 하대에서 상대로 갈수록 물리적 변화가 크게 나타났다.

5. 엘크(Elk(*Cervus canadensis*)) 녹용은 생물체의 뿔이라는 특성상 성장점의 위치에 따른 응력의 크기변화가 크게 나타났다.

인 용 문 헌

1. 김효진, 조창희. 1999. 동물생약(녹용각)의 품질평가에 관한 연구 - 근적외선 스펙트럼을 이용한 분석법 개발. 동덕약학연구지. 제3권 59-64.
2. 문상호. 2000. 사슴 및 그 산물의 생산, 유통, 소비구조의 관한 조사연구. 농업협동조합중앙회.
3. 성시흥. 2001. 생녹용 상품성 향상을 위

- 한 포장방법의 개발. 2001포장기술 개발 결과보고서.
4. 성시홍, 문상호, 전병태, 이승기. 2003. 우리나라 양육업 현황의 실태조사.
 5. 전병태. 2002. 녹용의 생산과 이용. 녹용 과학심포지움. 제1회 11-49.
 6. 하 헌, 윤수홍. 1996. 녹용류의 성분 분석 연구. 한국영약식량학회지. 제25권 2호. 279- 282.
 7. 한진희. 2003. 꽃사슴 녹용의 물리적 특성에 관한 연구 - 건국대학교 대학원
 8. KADF. 2002. Korea Farming. Korean Association of Farming.
 9. Moon, S. S., Jeon, B. T., Lee, S. M., Kim, K. H. and Hudson, R. J. 2000. Seasonal comparison of voluntary intake and feeding behaviour in Korean Spotted deer(*Cervus nippon*). *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* Vol. 13, 10: 1394-1398.
 10. Roubin, R. and Ghosh, P. 2000. Antler Cartilage Cells Release Factors that Stimulate Other Cartilage Cells to Divide and Make a New Matrix. The 1st International symposium on Antler Science and Product Technology. Program Booklet, 27.