

꽃사슴 녹용의 물성에 관한 연구

Study on the physical properties about velvet antler of the korean spotted deer

성시흥*
정희원
S. H. Sung

김영민**
Y. M. Kim

한진희**
J. H. Han

1. 서론

우리나라 양록업의 역사는 길지 않지만, 양록 생산물의 하나인 녹용은 전 세계 유통 물량의 80%정도를 차지하는 최대 소비국이며, 양록 생산액도 약 2,000억원 상당에 이르고 있다. 우리 나라에서 녹용에 관한 연구가 시작된 시기는 대략 1970년대 중반 이후로 알려졌으나, 그 동안의 연구는 녹용의 약리적 효과만을 중점적으로 다루었다 해도 과언이 아니다. 한편, 지금까지 양록업은 비교적 순탄한 길을 걸어왔으나, 양록업도 다른 가축과 마찬가지로 양적 증가와 함께 수출입 자유화 품목이 되면서 이미 국가간의 격렬한 경쟁 시대에 돌입했다(Hudson & Jeon, 2002). 따라서 이제부터의 양록업은 상식적이고 관습적인 개념에서 벗어나 과학적 연구의 기반 위에 어떤 녹용을 어떠한 방법으로 어떻게 경제적으로 생산하는가, 또한 생산된 녹용을 어떻게 상품화 하는가에 대한 인식의 전환과 함께 관련기술 개발에 박차를 가해야 한다고 생각된다. 이에 본 연구에서는 녹용의 상품성 향상을 위한 저장 및 포장방법 개발의 기초 연구로 녹용의 물성특성을 구명하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

1. 실험 재료

1.1 녹용

실험에 사용된 녹용은 총길이 20cm, 평균 지름 3cm 되는 꽃사슴의 생녹용을 상대·중대·하대 세 부위로 구분하여 전단응력과 압축응력을 측정하였다.

2. 실험장치 및 방법.

2.1 녹용의 전단력(굽힘응력) 측정.

전단력 측정은 물성측정기(TA-X2 Texture Analyser)를 사용하여 측정하였다. 녹용의 전단력을 측정하기 위한 프로브(Probe)는 끝이 날카로운 Knife를 사용하였고 녹용을 고정하는 지그(zig)는 12mm 간격으로 홈이 형성되어 있다.

* 건국대학교 한국녹용연구 센터

** 건국대학교 일반대학원 생물산업기계공학과

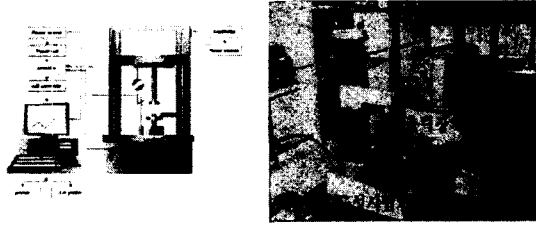


Fig. 1. Testing diagram and apparatus for compression test

Table 1. Specifications of compression test apparatus and 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 kg_f capacity	BONGSHIN 25, 30-OBU
Compression Load Cell	200 kg_f capacity	Kyowa, LU-200KE

실험에 사용된 녹용은 생녹용 원상태를 상대·중대·하대 세 부위로 나누어 5mm 두께로 절단하여 각 부위에서 총 6개의 시료를 사용, 횡방향과 종방향으로 나누어 각 3번의 반복 실험을 하였다.

하중의 재하방법은 여러 번의 재하하중 고찰실험을 통해 측정되어진 결과를 바탕으로 기본 재하속도를 본 실험에서는 0.5mm/sec의 수준으로 하였으며, 일정한 하중재하속도로 서서히 증가하는 점가하중을 녹용 시료에 가하였다. 이때 하중이 가해짐과 동시에 X-Y 기록기에는 하중-변위의 곡선이 그려지고, 그려진 하중-변위곡선으로부터 녹용의 시료가 파괴될 때의 전단응력을 분석하였다.

2.3 녹용의 압력(파손)강도 측정.

녹용의 압력강도도 전단력 측정 시와 같은 물성측정기(TA-X2 Texture Analyser)를 사용하였으며, 녹용의 압력강도를 측정하기 위한 프로브(Probe)는 직경 5mm의 평판형 원기둥을 사용하였다. 녹용은 상대·중대·하대 세 부위로 나누어 각 부위별로 두께 5mm로 절편된 4개의 시료를 사용하여 실험을 하였다. 각각의 시료는 외피에서 1mm지점의 4점과 중심부의 1점을 측정하며, 이를 이용하여 외피에서 1mm지점과 중심부의 압력강도를 측정하였다. 물성측정기의 형태 및 제원은 그림 1, 표 1과 같다.

3. 결과 및 고찰

3.1 녹용 시료의 특성

녹용 시료는 생물체의 뿔이라는 특성상 성장점의 위치에 따른 강도의 크기 변화가 크게 나타났다. 또한 외피에서 중심부위로 갈수록 하대에서 중대, 상대로 갈수록 강도의 크기가 점차 감소하였으며, 시료의 두께 및 부위에 따라 많은 차이를 나타내었다.

3.2 녹용의 전단특성

녹용의 전단특성은 적정 하중제하속도를 0.5mm/sec 로 상대·중대·하대의 세 부위로 6개의 시료를 횡방향·종방향 3번씩 반복 실험한 결과 그림2, 3과 같이 나타났다.

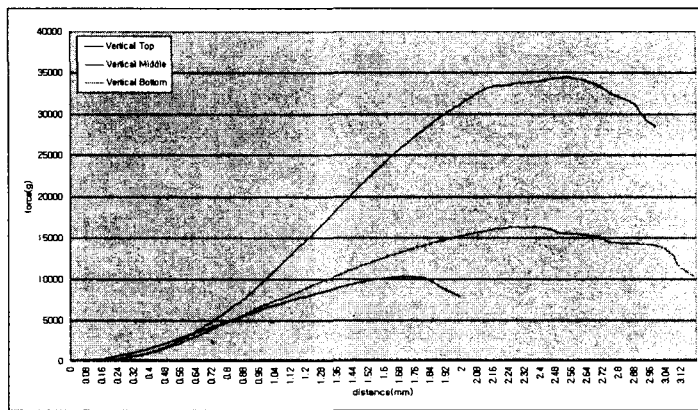


Fig 2. Vertical load-de-formation curve of Velvet Antler

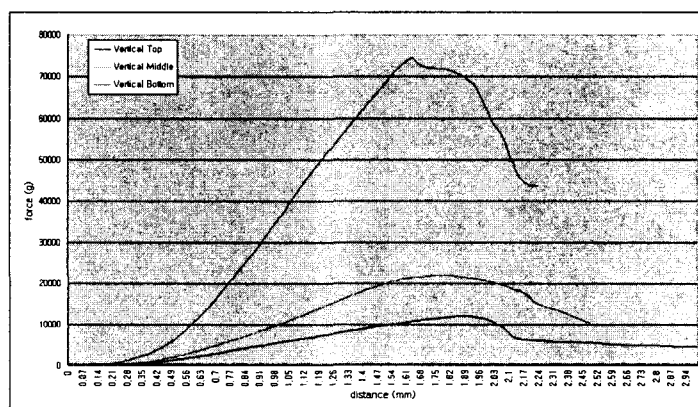


Fig 3. Width load-de-formation curve of Velvet Antler

Table 2. Width shear stress of Velvet Antler

	Ultimate transformation (mm)	Ultimate Weight (g)	Area (mm ²)	Shear stress(g/mm ²)
Top 1	1.863	14794.4	134.15	110.28
Top 2	1.933	17574.5		131.01
Top 3	2.283	5483.6		40.88
Average	2.026	12617.5		94.06
Middle 1	1.923	27223.3	142.15	191.51
Middle 2	1.612	22761.8		160.13
Middle 3	1.773	17834.4		125.46
Average	1.769	22606.5		159.03
Bottom 1	1.813	72267.0	152.50	473.88
Bottom 2	1.612	81756.2		536.11
Bottom 3	1.963	92821.2		608.66
Average	1.769	82281.5		539.55

Table 3. Vertical shear stress of Velvet Antler

	Ultimate transformation (mm)	Ultimate Weight (g)	Area (mm ²)	Shear stress(g/mm ²)
Top 1	1.733	12592.9	92.65	135.92
Top 2	1.743	11199.4		120.88
Top 3	1.543	7526.6		81.24
Average	1.673	10439.6		112.68
Middle 1	2.914	18882.3	92.65	203.80
Middle 2	2.213	16400.1		177.01
Middle 3	2.253	15967.8		172.35
Average	2.460	17083.4		184.39
Bottom 1	2.694	38190.0	68.85	554.68
Bottom 2	2.643	37558.4		545.51
Bottom 3	2.143	31454.0		456.85
Average	2.493	35734.13		519.01

녹용의 최대하중은 표2, 3에서 보는바와 같이 횡방향·종방향 모두 상대보다는 중대가, 중대보다는 하대가 높게 나타났다.

3.2 녹용의 압축특성

녹용의 압축특성은 녹용을 상대·중대·하대 세 부위로 나누어, 각 부위별로 4개의 시료를 채택하여 횡단면의 중심 부위와, 외곽 부위로 나누어 반복 검침, 적정 하중재하속도를 0.02mm/sec 로 하여 측정하였다. 그 결과 상대·중대·하대 세 부분별, 위치별 하중 변위는 그림 4 및 표 4와 같이 나타났다.

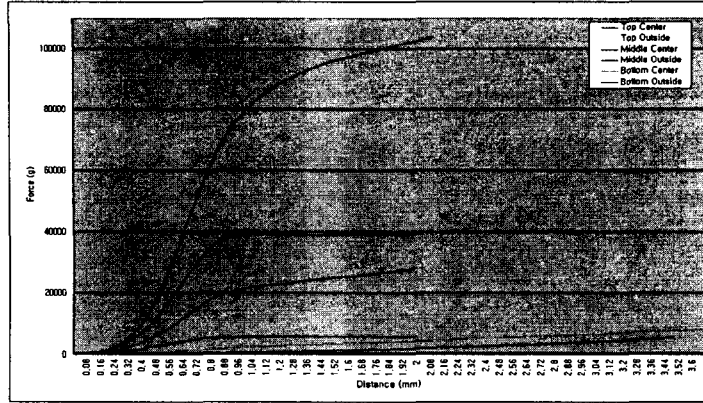


Fig 4. Compressive stress load-deformation curve of Velvet Antler

Table 4. Compressive stress of Velvet Antler

	Yield Point (g)	Yield deformation (mm)	Ultimate weight (g)	Ultimate deformation (mm)
Top Center	762.50	0.892	-	-
Middle Center	3149.63	0.523	5763.83	0.887
Bottom Center	7990.97	0.530	22765.83	1.147
Top Outside	3121.38	1.311	-	-
Middle Outside	7877.21	0.407	37878.24	0.881
Bottom Outside	46071.73	0.681	84870.18	1.101

녹용의 항복점은 하대, 중대 상대 순으로 나타났으며, 각 부위에서도 경질 부위인 외부가 높고, 연질의 중심부위는 낮게 나타났다. 또한 녹용의 하중-변위곡선은 초기에 원형으로 나타났으나 극한 하중을 넘으면 시료는 원형으로 복원되지 않고 영구 변형이 생겼는데, 이는 녹용 내부의 수분과 공극 그리고 조직이 파괴되었기 때문으로 생각되어진다.

하중-변위곡선에서 보는 바와 같이, 생물체 항복점 이전에서 가하던 하중을 제거하면 그 물체는 원래의 형태로 되돌아간다.

항복점의 크기는 하중으로 나타나고 이 점에서 여기서부터 생물체 조직 내에 미세한 파괴가 시작된다. 이러한 항복점은 하나의 녹용에서도 상대·중대·하대에 따라 다르며, 같은 부위에서도 중심과 외부에 따라서 다르게 나타났다.

표 4에서 보는 바와 같이 녹용의 압축응력은 하대 부위의 외곽 부분이 평균하중 46.07N으로 가장 높게 나타났고, 하대의 중심 부위는 7.99N, 중대의 외부는 7.88N, 중심은 3.15N, 상대의 외부는 3.12N, 중심 부위는 0.76N으로 각각 나타났다.

또한 이 때의 녹용의 항복 변형량을 보면 녹용 중심 부위는 상대가 0.892mm로 가장 높고, 중대가 0.523mm, 하대가 0.530mm로 나타났으며, 외곽 부위의 변형량은 상대가 1.311mm,

중대가 0.407mm, 하대가 0.681mm로 나타났다. 이렇듯 상대의 항복변형량이 이 높게 나타나는 것은 녹용의 생장점이 상대에 있어 중대나 하대에 비하여 조직이 경화가 되지 않았기 때문이라고 생각된다.

녹용 각 부위의 극한 하중은 항복점 하중과 비슷한 경향을 보이고 있다. 상대보다는 중대, 하대가 높게 나타나고 같은 부위에서도 중심 부위보다는 외곽 부분이 높게 나타났다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 녹용의 저장 및 상품성 향상을 위한 포장방법을 개발하기 위한 기초연구로 수행되었으며 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 녹용은 생물체의 뼈이라는 특성상 생장점의 위치에 따른 강도의 크기 변화가 크게 나타났다. 또한 외피에서 중심부위로 갈수록 하대에서 중대, 상대로 갈수록 강도의 크기가 점차 감소하였으며, 또한 녹용의 두께 및 부위에 따라 많은 차이를 나타내었다.
- 2) 횡방향의 전단응력은 하대가 평균 최대하중 34.44 kg_f 로 가장 높고, 중대가 16.30 kg_f , 상대가 10.35 kg_f 으로 나타났으며 그때의 변위 변형량은 2.523mm, 2.363mm, 1.733mm로 나타났다.
- 3) 종방향 전단응력은 하대가 평균 최대하중 74.34 kg_f 로 가장 높고, 중대가 21.93 kg_f , 상대가 12.13 kg_f 였으며, 이때의 변위 변화량은 하대 1.633mm, 중대 1.793mm, 상대 1.903mm로 나타났다.
- 4) 녹용의 압축응력은 하대 외곽 부분이 평균하중 46.07N으로 가장 높게 나타났고, 하대의 중심 부위는 7.99N, 중대의 외부는 7.88N, 중심은 3.15N, 상대의 외부는 3.12N, 중심 부위는 0.76N으로 각각 나타났다.
- 4) 녹용의 항복 변형량은 녹용 중심 부위는 상대가 0.892mm로 가장 높고, 중대가 0.523mm, 하대가 0.530mm로 나타났으며, 외곽 부위의 변형량은 상대가 1.311mm, 중대가 0.407mm, 하대가 0.681mm로 나타났다.

5. 참고 문헌

1. 성시홍. 2001. 녹용의 상품성 향상을 위한 포장방법 개발. 한국포장개발연구원
2. 성시홍. 2000. 녹용의 최적 건조시스템 개발. 대산농촌문화재단
3. Hudson, R. J. and Jeon, B. T. 2002. Nutrition of farmed deer : Lessons from the wild. The 5th International Deer Biology Congress. Quebec. Canada.
4. Hudson, R. J. 2000. Nutrition of farmed white-tailed deer and mule deer. AARI Direct funding project report.
5. Luikov, A.V. Systems of differential equations of heat and mass transfer capillary-porous bodies(review). Int. Heat Mass Transfer 13 : 1-14, 1975.