

육경에 대한 외과적 자극이 사슴뿔의 성장에 미치는 영향

서길웅¹·상병찬^{1*}·김상우²

Effects of Physical Stimulation at Pedical on Velvet Antler Growth in Sika Deer

Kil-Woog Seo¹·Byung-Chan Sang^{1*}· Sang-Woo Kim²

ABSTRACT

This study carried out to investigate the effect of cutting stimulation on time of cutting, yield and length of antler in Sika deer. There was no significance between surgical stimulation and length of antler, but length was the longest in one side cutting group and the shortest in both side cutting group. Development of point was increased as the number of wounds in the second year ($P<0.05$). Time of casting was 2 weeks earlier in one side cutting group ($P<0.05$) than in both sides cutting group. Yields of antler were $148 \pm 23g$ when pedicle was not cut, and $126 \pm 61g$, $179 \pm 63g$, $170g$, and $48 \pm 25g$ when pedicle was cut by 0.3cm, 0.4cm, 0.5cm and 0.6cm, respectively. The most desirable thickness of pedicle cut was 0.4 - 0.5mm. Yield of antler was increased as the size of wound in the first year, and 588, 790 and 657g in control, one-cut and both-cut, respectively. Yields of antler in one-cut is significantly high ($P<0.05$).

Key words : Velvet antler, Pedicle, Stimulation, Sika deer, Yield

¹ 충남대학교 농업생명과학대학 동물자원과학부(Division of Animal Science, College of Agriculture and Life Sciences and Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

² 농촌진흥청 축산연구소(National Livestock Research Institute, Rural Development Administration, Suwon 441-706, Korea)

* 교신저자 : 상병찬(E-mail : bcsang@cnu.ac.kr, Tel : 042-821-5788)

I. 서 론

사슴뿔의 구조는 영구조직인 육경과 탈락성의 뿔로 구성되어 있으며 이 육경은 생후 6개월 령부터 자라기 시작하며 평생에 한번 밖에 자라지 않는다. 사슴뿔은 매년 육경과 뿔의 접합부가 붐이 되면 자동적으로 분리되어 새로운 뿔이 매년 다시 자라게 된다. 그러나 종종 사슴뿔은 외부의 자극에 의해 육경이 부러지고 사슴의 뿔이 부러지는 경우가 있으며 이때는 형태의 변화를 나타내는데, 이것은 사슴뿔의 성장에 신경이 지배한다는 사실을 의미한다.

신경이 사슴뿔의 성장에 미치는 영향은 Wislocki & Sing(1946)은 흰꼬리사슴 뿔에서 신경을 제거하는 수술을 시행하였다. 그들은 신경의 제거가 뿔의 성장에는 방해받지 않았지만 최종산물의 발육에는 방해받았고, 형태 또한 비정상상을 초래하였다고 보고 하였다. Goss(1983)는 자극의 한 수단으로 사슴뿔에 대한 전기 자극 시험을 실시하였으며 그 결과 사슴뿔에 대한 직류자극은 뿔의 길이가 짧아지고 기형이 되었으며, 교류자극을 주자 자라나는 사슴뿔에 있어서 70%의 길이증가와 40%의 무게증가가 있었다고 보고 하였다. Bubenik(1982) 등은 자라나는 뿔에 대한 외상 실험을 통하여 우연히 부러진 뿔에서 상처입은 뿔의 크기가 후에 커졌을 뿐만 아니라 상처를 입지않은 반대편의 뿔에서도 작은 정도 이지만 녹용의 증가가 있었다고 보고 하면서 뿔의 과성장은 뿔의 신경분포에서 그 원인을 찾을 수 있다고 하였다. Jaczewski(1977)는 뿔의 형성에 있어서 외상의 역할을 암사슴으로 설명하였는데 호르몬치리에 의해 육경이 형성되면 육경으로부터 뿔로의 분화는 자라나는 육경의 끝을 절단해주지 않고는 뿔로 분화되지 않는다고 보고 하였다. 최

근의 연구에서 Bubenik(1982)는 사슴뿔에 대한 절단시험에서 깊은 마취상태에서 가해진 자극(절단)은 사슴뿔의 성장에 영향을 미치지 않았다고 보고 하였고, Barrell(1985) 등은 인공조작에 의한 낙각유도 시험을 실시하였다. Suttie(1985) 등은 거세한 수사슴의 육경절단시험에서 육경과 뿔의 접합부 2cm 아래를 절단 시 녹용의 무게는 비슷하였으나 가지의 발생은 절단한 쪽에서 많았다고 보고 하였다.

이렇게 사슴뿔에 대한 자극은 대체로 세 가지 유형의 형태변화를 나타내게 된다. 첫째는 사슴뿔의 모양이 기형을 나타내는 것이며, 둘째는 정상적인 형태의 크기보다 작아지는 형태이고, 셋째는 정상적인 모양의 뿔보다 비대 성장을 하여 커지는 형태로 나타나게 된다. 사슴뿔은 매년 낙각이 되고 새로운 뿔이 다시 자라게 된다. 그러나 가끔 사슴뿔은 외부의 자극을 받으면 매년 그 자극의 영향이 다음번 뿔 주기에도 계속 이어지는 특징이 있어 최적의 자극방법과 자극제기가 구명된다면 보다 사슴뿔의 성장을 인공 조절할 수가 있을 것이다.

따라서, 본 연구는 사슴뿔 성장에 관여하는 여러 가지 요인 중 외과적 자극이 사슴뿔 성장에 미치는 영향을 구명하여 사슴뿔의 생산성을 높이기 위한 기초 자료를 얻기 위하여 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시개축 및 시험장소

본 시험은 평균체중이 38kg인 8개월령 꽃사슴(*Cervus nippon*) 수컷을 이용하여 1998년 2월부터 1999년 9월까지 총 20개월간 축산연구소(충남성환)에서 실시하였다.

Table 1. Types of Surgical Stimulation and number of experimental sika deer

Treatments	Control	T1	T2
Types of Surgical Stimulation	In natural (both pedicles)	Amputated in the left pedicle	Amputated in both pedicles
No. of stag	8	8	8

2. 시험설계 및 사양관리

꽃사슴 수컷 24두를 공시하여 무처리구인 대조구와 최초로 자라기 시작하는 육경의 길이가 3cm 정도 자랐을 때 한쪽 육경의 첨단(tip)을 절단한 구(T1) 및 양쪽 육경의 첨단을 절단한 구(T2) 등 3처리를 두고 처리 당 8두씩을 공시하여 Table 1과 같이 배치하여 본 시험을 실시하였다.

사슴에 급여한 농후사료는 축산연구소 사료공장에서 제조하였으며 조사료는 축산연구소 초지사료과에서 생산한 혼합 목건초를 이용하였다. 농후사료의 급여는 녹용생장기인 5월에서 9월까지 두당 0.7kg을 1일 2회로 나누어 급여하였고, 절각을 한 후부터는 두당 0.5kg을 급여하였으며, 조사료는 본 시험이 끝날 때까지 전 기간 자유 채식시켰고, 물은 시험 전 기간 동안에 자유 음수 시켰다.

3. 사슴의 마취 및 육경절단

사슴의 마취는 Fentazine-10(Fentanyl Citrate 0.8mg/ml, Azaperone 6.4mg/ml, Xylazine Hydrochloride 116.6mg/ml, Parnell Laboratories Ltd, New Zealand)을 사용하였으며, 두당 마취 용량은 0.3~0.6ml의 범위로 사용하였다. 주사방법은 입으로 불어서 사슴을 마취시키는 기구인 블루건을 사용하여 엉덩이에 근육 주사하여 마취 시켰다. 시술이 완료된 후에는 해독제인 Contran-H(Yohimbine HCL 10.0mg/ml, Naloxone HCL 0.1mg/ml, Parnell Laboratories Ltd, New

Zealand)를 마취약량의 2배인 0.6~1.2ml의 범위로 경정맥에 주사하여 해독을 시켰다. 마취에 소요되는 시간은 평균 7분 정도였으며 해독제 투여 후 사슴이 기립하는데 소요되는 시간은 평균 3분 정도였다. 사슴을 마취시킨 후, 생후 6~8개월령부터 자라기 시작하는 최초로 발생하는 육경의 길이가 3cm정도 자랐을 때, 고무줄로 육경의 아래쪽을 묶어서 절단 시에 나타나는 출혈을 최소가 되게 한 다음 육경의 성장점(tip) 말단을 10번 메스를 이용하여 절단하였다. 육경의 절단면 두께범위는 0.3~0.6cm가 되게 하였으며, 절단부위는 염화제3철($FeCl_3 \cdot 6H_2O$)을 이용하여 지혈을 시킨 후 상처는 그냥 노출시켰다.

4. 조사항목 및 통계분석

가) 낙각시기

1차 년도에는 낙각시기가 없으며 육경에 자극을 가한 후 다음해 낙각시기 조사는 하루에 한번씩 조사하였으며 사슴뿔의 그루터기가 최초로 떨어진 날을 낙각월일로 조사하였다.

나) 뿔 발육상황

1차 년도에는 뿔 발생 예정부위에서 육경의 발생흔적이 육안으로 보이기 시작하여 3cm까지를 육경으로 조사하였으며, 절각한 녹용의 길이 측정은 50cm 길이의 자를 이용하였으며, 절각한 녹용을 수직으로 세운 상태에서 바닥으로부터 추가

지(beam) 끝까지를 녹용의 길이로 측정하였다. 사슴뿔의 돌기(tine)가 1cm이상인 것을 가지 수(point)로 계산하였다.

다) 육경두께별 녹용생산량

육경의 길이가 1~3cm 정도 되었을 때 육경 생장점 말단을 10번 메스를 이용하여 절단면 두께 범위는 0.3~0.6cm가 되게 절단한 후 잘려나간 육경절단 두께별로 녹용생산량을 조사하였다.

라) 녹용생산량

시험 개시 후 첫해에는 육안으로 사슴뿔의 길이가 20cm 정도 되었을 때 절각을 하였으며 자극을 가한 후 다음해 녹용의 절각은 낙각일자를 기준하여 55일째 아침에 절각을 실시하였다. 녹용의 생산량조사는 절각 후 사슴뿔의 혈액이 밖으로 새지 않게 절단부위가 위로 향하게 세워 두었다가 절각부위의 지혈이 완료된 후 녹용을 실험실로 운반하여 3kg 용량의 전자저울(카스)을 이용하여 생녹용 상태에서 녹용의 무게를 측정하였다.

마) 통계분석

통계분석은 SAS program(version 6.12)을 이용해 실시하였고, 처리구간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 낙각시기

최초의 육경 절단 후 다음 번 낙각 시기는 Table 2에서 보는 바와 같이 대조구, 육경 한쪽 절단구 및 양쪽절단구가 각각 6월 15일, 6월 1일

및 6월 14일로 육경한쪽절단구가 대조구보다 14일 빨랐으나, 육경 양쪽 절단구는 대조구와 같은 경향을 보였다(P<0.05). 또한 사슴뿔의 한쪽만을 강제 낙각 시키면 낙각시기가 빨라진다(김, 2005)는 보고와 같이 본시험에서도 최초의 육경을 한쪽만 절단하면 다음번 뿔 주기에는 낙각 시기가 빨라지는 경향을 보였다. 이는 육경에 대한 상처가 낙각 시기에는 영향을 미치지 않았다(Jazewski, 1991; Suttie 등, 1991)는 보고와는 차이가 있었으며, 일반적으로 2세 때의 낙각시기가 일생 중 가장 늦다고 보고하였다(김 등, 1995).

Table 2. Means and standard deviation of casting date of antlers by surgical stimulation

Treatments	Control	T1	T2
Casting date	June 15±12 ^a	June 1±12 ^b	June 14±3.5 ^a

^{ab} Means with different superscripts in the same row are significantly different (P<0.05).

2. 뿔 발육 상황

육경의 길이가 3cm 정도 자랐을 때 육경의 생장점을 절단 후 녹용의 발육상황은 Table 3에서 보는 바와 같다. 절단 후 첫 번째 뿔 성장 주기에서 녹용의 길이성장은 대조구, 육경 한쪽 절단구 및 육경양쪽절단구가 각각 17.1, 17.8 및 18.3cm로 처리 간에 커다란 차이는 보이지 않았으나 양쪽 절단구가 가장 길었다. 두 번째 뿔 주기에서의 녹용길이는 대조구, 한쪽 절단구 및 양쪽절단구가 각각 27, 30 및 25cm이었으나 처리 간에 유의성은 인정되지 않았으며, Bubenik(1982)의 실험과는 차이를 보였다. 가지의 발생은 1세 때에는 대조구, 육경 한쪽 절단구 및 육경양쪽절단구가 각각 1.13, 1.50, 1.75개로 대조구보다 절단

구에서 가지 수가 많이 발생하였다($P<0.05$). 이와 같은 결과는 Bubenik(1982) 및 Goss(1983)의 보고와는 일치하는 결과였으며 2년차 에서는 가지의 발생수는 각각 2.9, 2.9 및 3.0개로 처리 간에 유의성은 없었다.

3. 육경 절단 두께별 녹용생산량

육경의 절단 두께별 녹용생산량은 Table 4에 나타내었다. 본 시험의 1차적인 목적은 육경에 대한 자극이 사슴뿔의 성장에 미치는 영향의 구명이지만, 이 후 조직판 이식 시험에 제공될 육경 조직판의 적정 두께를 결정하기 위하여 절단 두께를 각각 0.3, 0.4, 0.5 및 0.6cm로 절단하였을 때 절단 두께별 녹용생산량은 126 ± 61 , 179 ± 63 , 170 ± 00 및 48 ± 25 g이었고, 육경을 절단하지 않은 구의 녹용생산량은 148 ± 23 g 이었다. 이는 절단한 조직판의 두께가 0.6cm 이상에서는 다른 구보다 녹용생산량이 줄어들었으며($P<0.05$) 이는 조직판

의 직경을 크게 제공하면 사슴뿔의 발생이 줄어 든다는 Goss와 Powell(1985)의 실험과 비슷한 결과로 너무 깊은 상처가 사슴뿔의 성장을 방해한 것으로 생각되며, 절단한 두께가 0.4와 0.5cm에서는 대조구 보다 녹용생산량이 많았다. 이때 절단한 육경 조직판의 직경은 0.7~1.8cm의 범위에 있었다. 이는 Goss와 Powell(1985)의 조직판 이식 시험에서 직경이 1.50~1.05cm인 조직판을 제공한 자리에서는 20%가 뿔이 생산되었고, 0.75~0.40cm의 조직판을 제공한 자리는 전체의 80~100%가 뿔이 자랐다고 하여 조직판의 직경을 크게 하여 제공하면 사슴뿔의 발생이 안되는 경우가 있다고 하였으나 본 시험에서는 조직판의 두께를 0.3~0.6cm의 범위로 채취하였지만 뿔 생산이 안 되는 쪽은 없었고 조직판 두께가 0.4와 0.5cm에서는 대조구보다 녹용의 생산량이 더 많았다. 이는 적당한 외상의 자극이 육경을 자극하여 사슴뿔이 더 생산된 것으로 보이며 이 외상 자극에 의한 뿔

Table 3. Means and standard deviation of velvet antler length and point by surgical stimulation

Antler cycle (year)	Item	Control	T1	T2
First	Length(cm)	17.0 ± 2.4^a	17.8 ± 4.9^a	18.3 ± 5.7^a
	No of point	1.1^a	1.5^b	1.8^b
Second	Length(cm)	27.0 ± 4.2^a	30.0 ± 2.1^a	25.0 ± 4.3^a
	No of point	2.9^a	2.9^a	3.0^a

^{a,b} Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

Table 4. Means and standard deviation of velvet antler yield by thickness of cutting pedicle after surgical stimulation in sika deer

Item	Thickness of cutting pedicle (cm)				
	0	0.3	0.4	0.5	0.6
Velvet antler yields(g)	148 ± 23.2^a	126 ± 61.4^a	179 ± 63.3^a	170 ± 00.0^a	48 ± 25.4^b

^{a,b} Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

성장은 여러 연구자들에 의해 확인 되었다.

(Pavlansky와 Bubenik, 1955; Jaczewski 1956; Jaczewski와 Krzywinski, 1975). 이상의 결과에서 장차 조직판 이식을 하기 위해 꽃사슴에서 조직판을 채취 시에는 두께의 범위가 0.4~0.5cm 정도 이면 남아 있는 육경에 외상의 자극을 주면서 안전하게 이식할 조직판을 채취할 수가 있다고 생각된다.

4. 녹용생산량

육경에 대한 상처가 녹용생산에 미치는 영향을 구명하기 위하여 최초의 육경 길이가 3cm 정도 자랐을 때 육경의 생장점을 절단 후 녹용생산량은 Table 5에서 보는 바와 같이 육경 절단 후 첫째에는 대조구, 육경한쪽절단구 및 육경양쪽 절단구가 각각 148, 213 및 270g으로 육경에 대한 자극의 세기가 강할수록 녹용의 생산량은 많았으며(P<0.05), 양쪽 절단구는 대조구에 비하여 녹용의 생산량이 82% 더 많았다. 다음번 빨 성장 주기에서도 대조구, 육경 한쪽 절단구 및 육경양쪽 절단구가 각각 588, 790 및 657g으로 절단구가 대조구에 비하여 34% 및 12% 더 생산되었다(P<0.05). 이는 Jaczewski (1991)의 실험에서 육경에 대한 상처구가 대조구보다 녹용생산량이 50% 더 많았다는 내용과 잘 일치하며, Bubenik 등(1987)이 주장한 자극에 의해 유발된 비대성장은

은 녹용의 다음 2주기까지 증가한다는 내용과 같은 경향을 보였고, Suttie 등(1985)이 시험한 거세한 수컷의 시험과 유사한 경향을 보였다.

IV. 적 요

본 연구는 육경에 대한 외과적 자극이 사슴빨 성장에 있어서 낙각시기, 녹용생산량, 녹용길이에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 낙각 시기는 한쪽 절단구가 대조구에 비하여 2주일정도 빨랐다(P<0.05). 육경의 외과적 자극과 녹용의 길이 성장은 유의성은 없었으나, 2차 년도에는 한쪽절단구가 가장 길었고 양쪽절단구가 가장 짧았다. 가지의 발생은 1차 년도에서 외과적 상처가 많을수록 증가하였다(P<0.05). 육경의 절단두께별 녹용생산량은 육경을 절단하지 않은 구가 148±23g이었으며, 절단 두께가 0.3, 0.4, 0.5 및 0.6cm로 절단하였을 때 절단된 육경 쪽의 녹용생산량은 126±61.4 179±63.3 170.0±0.0 및 48±25.4g으로 절단두께는 0.4~0.5cm 범위가 가장 양호하였으며, 절단한 조직판의 두께가 0.6cm 이상에서는 다른 구보다 녹용생산량이 줄어 들었다(P<0.05). 녹용생산량은 1년차에서 외과적 상처가 많을수록 증가하였으며, 2차 년도에서는 대조구, 육경 한쪽

Table 5. Means and ratio of velvet antler yield weight by surgical stimulation

Antler cycle(year)	Item	Control	T1	T2
First	Weight (g)	148 ± 23 ^a	213 ± 25 ^{ab}	270 ± 123 ^b
	Ratio (%)	100	144	182
Second	Weight (g)	588 ± 100 ^a	790 ± 132 ^b	657 ± 166 ^{ab}
	Ratio (%)	100	134	112

^{a,b} Means with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

절단구 및 양쪽절단구가 각각 588, 790 및 657g으로 한쪽 절단구가 유의적으로 녹용생산량이 많았다($P < 0.05$).

이상의 결과에서 육경에 대한 외과적 자극은 평균적으로 가지의 발생이 많아지고 녹용의 생산량이 증가하는 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김상우. 1995. 사슴의 품종별 특성 및 생산성 향상연구. 축산시험연구보고서: 89-103.
2. 김상우, 최순호, 상병돈, 김영근, 유충현, 서길웅. 2005. 강제낙각이 사슴뿔의 성장에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 47(5): 899-904.
3. Barrell, G.R, P.D.Muir 1985. Artificial manipulation of antler casting and antler growth in red deer, proceedings NZVA Deer Branch Course 2: 64-71
4. Bubenik, G. A. & A. B. Bubenik. 1987. Recent advances in studies of antler development and neuroendocrine regulation of antler cycle, pp. 99-109. In: C. H. Wemmer(ed.), Biology and management of cervidae, Smithsonian Inst. Press, Washington, DC.
5. Bubenik, G. A. 1982. Endocrine regulation of the antler cycle, pp.73- 107. In : R.D. Brown(ed), Antler Development in Cervidae, Caesar Kleberg Wildl. Res. Inst., Kingsville, TX.
6. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics, 11:142.
7. Goss, R. J. 1983. Deer antlers, regeneration, function, and evolution. Academic Press Inc., Orlando FL (ISBN 0-12-293080-0), p 336.
8. Goss, R. J. and R. S. Powel, 1985. Induction of antlers by transplanted periosteum. I. Graft size and shape. J. Exp. Zool. 235: 359-373.
9. Jaczewski, Z. 1956. Free transplantation of antler in red deer (*Cervus elaphus L.*). Bull. Acad. Polon. Sci., Cl. II, 4:107-110.
10. Jaczewski, Z. 1976. The induction of antler growth in female red deer. Bull. de l'Académie Polonaise des Sciences. 21:61-65.
11. Jaczewski, Z. 1977. The artificial induction of antler cycles in female red deer. Deer. 4:83-86.
12. Jaczewski, Z. 1991. Artificial production of 3-antlered Red deer stags. Zeitschrift Fur Jagdwissenschaft 37: 91-98.
13. Jaczewski, Z. and K. Krzywinski. 1975. The effect of testosterone on the behavior of castrated females of red deer(*Cervus elaphus*). Pr. Matar. Zool. 8:37-45.
14. Pavlansky, R. and A. Bubenik. 1955. Von welchem Gewebe geht der eigentliche Reiz zur Geweihentwicklung aus? I. Mitteilung: Versuch der Transplantation eines Geweihzapfens bei einem Damspieser, *Dama dama dama* (Linné 1758). Säugetierkd. Mitt. 3:49-53.
15. Suttie, J. M. and P. F. Fennessy. 1985. Regrowth of amputated velvet antlers with and without innervation. J. Exp. Zool. 234:359-366.
16. Suttie, J. M., Fennessy, P. F., Sadighi, M., Elliot, J. L., Ambler, G., Corson, I. D. and Lapwood, K. R. 1991. Antler growth in deer. Proc. Deer Course for Veterinarians (Deer Branch, NZ Vet Assoc) 8: 155-168.
17. Wislocki, G. B. and M. Singer. 1946. The occurrence and function of nerves in the growing antlers of deer. J. Comp. Neurol. 85:1-19.