

수컷만 뿔이 나고, 암컷은 뿔이 나지 않으며(예외: 순록과 캐리부는 암수 모두 뿔이 난다) 매년 낙각(落角)이 되고 새 뿔이 나온다. 사슴사슴은 뿔이 없는 대신 긴 송곳니가 있으며, 사슴사슴을 제외하고는 쓸개가 없는 것도 하나의 특징이다. 털은 계절적 영향으로 변화를 나타내며, 어린사슴의 털은 대체로 반점이 있고 단태동물로 온대에서는 계절번식을 하는 반추가축이다. 국내에서 상업적으로 사육되는 사슴은 꽃사슴, 레드디어 및 엘크가 주종을 이루는데 이들 모두 적록속에 속하는 사슴들이며 여기에서 생산된 사슴 뿔만을 한의학에서 녹용으로 인정하고 그 외의 사슴뿔은 녹용으로 인정하지 않고 있다. 드문 경우 이긴 하지만 암사슴이 뿔을 성장시킨다는 현상은 연구해 볼 만한 흥미로운 것이 아닐 수 없다. 암사슴에서 뿔을 유도하는 시험은 Wislocki 등(1947)에 의하여 처음으로 수행되었으며 그는 암사슴의 난소를 적출하였으나 암사슴 머리에서 뼈의 용기를 시키지 못했다. 그 뒤 그는 이 사슴에 testosterone을 주사하여 2 cm 정도의 육경을 유도하는데 성공했다. 그러나 뿔로의 분화는 실패했다. 이후 거의 30년 가까이 암컷에 testosterone 처리와 유사한 실험을 레드디어에서 수행하였다. Cervus속의 사슴 난소를 제거한 암컷에서 가을과 겨울동안 많은 양의 testosterone을 투여하였지만 육경의 길이성장은 2 cm 정도밖에 자라지 않았다. 그러나 이 또한 사슴뿔로의 성장은 없었다. 그리고 유도된 육경이 우연하게 상처를 입으면 뿔 성장이 유발된다는 것을 알았다. 이후 암컷에서 뿔의 성장은 hormone 같은 전처리 없이 가능하다고 하였다(Jaczewski, 1982). Robbins와 Koger(1981)는 엘크 암사슴에서 호르몬처리 없이 염화칼슘(CaCl₂)의 주사로 사슴뿔 성장유도가 가능하다고 하였다. 이는 기존의 확실한 육경의 발달에는 testosterone이 필요하다는 학설로는 설명될 수 없으며 이는 Goss(1965)의 포유동물에서 뿔 재생과 생리유전학적 연관성에 대한 연구 및 Goss(1969)의 재생설로 설명이 가능하다. 즉 뿔 발달과 상처치유와는 밀접한 관계가 있으며, 특히 뿔 발생 예정부위는 상처가 생기면 Scar-tissue 형성을 억제시키는 인자가

없는 독특한 특징을 가지고 있다는 것이다(Goss, 1972; 1983). 본 연구는 사슴뿔의 발생기전을 구명하기 위하여 어린송아지의 제각연고에 사용되는 염화칼슘을 사용하였으며 동물의 복지를 고려하여 마취상태에서 처리를 하였다. 우리나라는 매년 외국으로부터 녹용의 수입에 막대한 외화를 투입하고 있는 실정으로 위 Goss의 재생설과 Robbins의 시험을 응용한다면 암사슴에서도 뿔 발생을 유도할 수가 있어 일정부분 수입 대체를 할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 위의 실험들은 뿔 발생 유도의 생리적 기전과 방법론에 대한 연구로 상업적 목적에 적합한 최적의 방법과 주사량을 제시하지 못하였다. 이에 본인은 암사슴 뿔의 대량생산을 위하여 앞선 시험에서 염화칼슘(CaCl₂) 용액을 이용하여 엘크 암사슴에서 뿔 발생을 유도할 수 있는 최적의 농도가 30%임을 조사하였다(김, 2006, 2008).

따라서, 본 연구는 품종별 암사슴에 30% 염화칼슘(CaCl₂) 용액을 주사하여 인공적으로 사슴뿔을 유도할 수 있는 최적의 주사량을 알아보기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시가축 및 시험장소

본 연구는 CaCl₂ 용액 주사량이 암사슴의 뿔 발생 유도에 미치는 영향을 구명코자 꽃사슴(*Cervus nippon*) 암컷 5세, 6두(평균체중: 60 kg), 레드디어(*Cervus elaphus*) 암컷 5세, 6두(평균체중: 100 kg), 엘크(*Cervus canadensis*) 암컷 3세, 6두(평균체중: 225 kg)로 총 18두를 공시하여 1996년 1월부터 1996년 12월까지 총 12개월간 축산연구소 사슴사(경기 수원)에서 실시하였다.

2. 시험설계

공시된 사슴은 Table 1과 같이 염화칼슘 농도를 30% 용액으로 고정하고 주사량을 1, 1.5 및 2 ml 처리구로 나누고 각 처리 당 품종별로 2두씩 총 6두를 공시하여 임의 배치하였다.

Table 1. Concentration and volume of CaCl₂ and number of female deer by species

Treatments	Date of injection	CaCl ₂		Number of deer		
		Concentration (%)	Volume (ml)	Elk	Red	Sika
T1	16 Mar 96	30	1	2	2	2
T2	16 Mar 96	30	1.5	2	2	2
T3	16 Mar 96	30	2	2	2	2
	11 Jul 96					

3. 염화칼슘(CaCl₂)의 특성과 조제

염화칼슘(calcium chloride)의 화학식은 CaCl₂, 천연으로는 복염(複鹽)으로서 타키하이드라이트 등의 광물로서 산출된다. 칼슘은 혈액응고 촉진인자로 작용하며, 또한 경련성소인이나 출혈성소인 외에 두드러기·습진·약진·소양증 등 피부질환에 사용된다. 근육주사를 하면 국소괴사의 위험이 있으므로 정맥주사를 한다. 가축에서는 국부 조직의 괴사목적으로 제각연고의 주원료로 사용되고 있으며, 본 시험에서는 뿔의 발생 자극을 위한 목적으로 염화칼슘(CaCl₂·2H₂O, Samchun)을 사용하였으며 용해제로 증류수를 사용하여 30% 용액으로 만들어서 사용하였다. 용해제로 증류수 이외에 알코올이나 아세톤을 쓰면 분자화합물을 만들게 되므로 증류수를 이용하였다.

4. 사슴의 마취보정

사슴의 마취는 Fentazine-10 (Fentanyl Citrate 0.8 mg/ml, Azaperone 6.4 mg/ml, Xylazine Hydrochloride 116.6 mg/ml, Parnell Laboratories Ltd, New Zealand)을 사용하였고, 엘크의 두당 마취용량은 2~3.5 ml를 사용하였으며, 주사는 블루건을 사용하여 마취를 시켰다. 마취 사슴의 해독은 해독제인 Contran-H (Yohimbine HCL 10.0 mg/ml, Naloxone HCL 0.1 mg/ml, Parnell Laboratories Ltd, New Zealand)를 마취용량의 2배인 4~7 ml를 경정맥에 주사하여 해독을 시켰다. 레드디어와 꽃사슴도 체중에 비례하여 엘

크와 동일하게 하였다.

5. 주사 방법

주사 시기는 3월에 실시하였고, 품종별 1두씩은 처리시기가 뿔 성장에 미치는 시험의 예비시험으로 7월에 실시하였다. 주사부위의 결정은 뿔 발생 예정부위의 골막에서 분화가 일어나며 암컷의 경우도 정상적으로 뿔을 성장시키지는 못하지만 뿔 발생 예정부위의 골막이 전두골의 다른 부위보다 두꺼우며 이마의 일어난 털로서 구분이 된다. 따라서 이 부위를 처리부위로 결정한 다음 털을 가위로 잘라내고 골막을 자극한다. 처리방법은 3~5 ml 주사기를 사용하였고 주사바늘은 염화칼슘 용액이 주사 후 밖으로 역류되는 것을 최소화하기 위하여 30G를 사용하였다. 주사의 부위는 뿔 발생 예정부위의 전체에 피하 혹은 골막에 동글게 왼쪽과 오른쪽에 각각 주사하였다.

6. 조사항목 및 방법

(1) 품종별 암사슴 뿔 발생 유도율

일반적으로 수사슴의 육경 발달은 생후 6개월 령부터 자라기 시작하며 초기단계에는 육경과 사슴뿔의 구분이 어려우나 어느 정도 자라기 시작하면 육경의 털과 사슴뿔의 털로 구분이 가능해 지며 보통 엘크 수사슴의 육경길이는 5 cm 정도가 된다.

품종별 뿔 발생 유도율은 꽃사슴과 레드디어 수컷의 육경길이는 보통 3~5 cm 정도가 되며,

본 시험에서는 주사를 한 후 주사 부위가 눈에 보이게(2 cm) 자라기 시작하면 육경발생이 유도되었다고 보았으며, 뿔 발생 유도율은 육경이 계속 자라기 시작하여 5 cm 이상이 되었을 때 뿔 발생이 유도 된 것으로 판정하였다.

(2) 암사슴의 뿔 생산량

암사슴뿔 절각은 주사 후 110~120일 사이에 절각을 실시하였으며, 녹용생산량 조사는 절각 후 사슴뿔의 혈액이 밖으로 새지 않게 절단부위가 위로 향하게 세워 놓아두었다가 절각부위의 지혈이 완료된 후 녹용을 실험실로 운반하여 3 kg 용량의 전자저울을 이용하여 생녹용 상태에서 녹용의 무게를 측정하였다. 녹용의 길이조사는 50 cm 길이의 줄자를 이용하였으며, 절각한 녹용을 수직으로 세운 상태에서 바닥으로부터 주가지(beam) 끝까지를 녹용의 길이로 측정하였다.

(3) 암사슴 뿔 발육상황

녹용 발육상황을 정확하게 측정하려면 사슴을 보정한 후 자를 이용하여 측정하여야 하나 뿔이 발육중인 암사슴은 임신한 상태이며 매번 마취를 한다고 가정할 경우 마취가 뿔 성장에 미치는 영향을 고려하여 매일 아침 사료를 급여하면서 사슴이 사람과 가장 가까운 위치에 왔을 때 육안으로 녹용의 발육상황을 측정하였다.

(4) 암사슴의 뿔 발생 인공 유도와 번식성적

2년에 걸쳐 인공적으로 뿔을 유도한 암사슴 11두를 자연교미 시킨 후 번식성적을 조사하였다.

II. 결과 및 고찰

1. 품종별 암사슴의 뿔 발생 유도율

암사슴의 품종별 뿔 발생 유도율은 Table 2에서 보는 바와 같다. CaCl₂ 투여가 품종 간에 미치는 영향을 조사하기 위하여 앞선 시험에서 가장 좋은 성적을 얻은 CaCl₂ 30% 용액을 만들어 꽃사슴, 레드디어 및 엘크를 각각 6두씩 총 18두의 암사슴을 공시하고 주사량을 1, 1.5 및 2 ml구로 나누어 좌우 각각에 3월 16일과 7. 11일에 등글게 주사를 하였다. 꽃사슴은 6마리 중 좌·우를 합하여 12곳 중 CaCl₂ 30% 용액 1 ml 투여구 한 마리의 한쪽에서만 뿔 발생이 유도 되었으며, 1.5 ml구와 2 ml 치리구에서는 뿔 발생이 유도되지 않아 뿔 발생 유도율은 8.3%였다. 이 결과로 보아 30% 용액 1 ml 이상 투여는 꽃사슴의 뿔 발생 골막에 대한 자극이 너무 강해서 골막의 완전한 괴사로 인하여 뿔로의 분화가 일어나지 못한 것으로 생각 된다. 이 시험 이후 꽃사슴 암컷의 뿔 발생 예정자리 골막을 조사하여 본 결과 꽃사슴은 엘크보다 뿔 발생 예정자리의 골막두께가 얇아 너무 강한 자극으로는 뿔 발생 유도가 어려우며 농도와 주사량을 30% 1 ml의 수준에서 조절한다면 더 좋은 결과가 유도될 수 있을 것으로 생각된다. 레드디어는 6두 중 CaCl₂ 30% 용액 2 ml 투여구 한 마리의 한쪽에서만 뿔 발생이 유도 되었으며 30% 1 ml구와 1.5 ml에서는 뿔 발생이 유도되지 않아 뿔 발생 유도율은 꽃사슴과 같은 8.3%였다. 이결과는 꽃사슴의 결과와는 반대의 결과이며 그 원인을 본시험으로는 정확하게 해석할 수가 없었다. 그러나 레드디어도

Table 2. Induction of antlerogenesis by species in female deer

Treatments	CaCl ₂		Elk		Red		Sika	
	Concentration (%)	Volume (ml)	No. of deer	No. of induction	No. of deer	No. of induction	No. of deer	No. of induction
T1	30	1	2(4)	—	2(4)	—	2(4)	1(1)*
T2	30	1.5	2(4)	2(4)	2(4)	—	2(4)	—
T3	30	2	2(4)	2(4)	2(4)	1(1)	2(4)	—

() : No. of site , (1)* : Only one antler was induced in either side.

농도와 주사량을 조절한다면 더 좋은 결과가 유도될 수 있을 것으로 생각된다. 엘크는 CaCl₂ 30% 1 ml 투여구에서는 뿔 발생이 하나도 유도되지 않았으며, 1.5 ml, 2 ml 투여구에서는 4두 모두 각각의 처리에서 뿔 발생이 유도되어 뿔 발생 유도율은 67%였다. 이 같은 결과로 미루어 엘크 암사슴에서는 30% 1 ml로는 뿔 발생을 유도할 수 없으며 30% 용액의 투여량은 1.5 ml 이상 이어야 한다는 것을 알았다. 이러한 결과는 Wislocki 등(1947) 최고 20 cm와 Jaczewski(1982)의 최고 705 g 보다 높으며 Robbins와 Koger(1981)가 8월과 12월에 시험한 것과는 시험시기가 다르나, 녹용의 생산량은 더 많았다.

2. 암사슴의 뿔 생산량

암사슴뿔 생산량은 Table 3에서 보는 바와 같이 꽃사슴 암컷은 1.0 ml 투여구의 한쪽에서

만 뿔 발생이 유도되었으며, 투여 후 116일경에 절각한 사슴뿔은 길이 21 cm에 70 g을 생산하였으며, 이러한 결과는 경제적으로는 가치가 없는 것으로 생각이 된다. 레드디어는 2.0 ml 투여구의 한쪽에서만 뿔 발생이 유도되었으며 뿔의 길이는 18.5 cm에 무게 83 g을 생산하였다. 엘크 암사슴은 Table 4에서 보는 바와 같이 1 ml 투여구에서는 사슴뿔을 생산할 수 없었으며, 3월 16일에 1.5 ml 투여구에서 한쪽의 뿔 생산량 범위는 뿔 길이가 34±3 cm, 뿔 생산량은 526~1008 g의 범위에 있었고 2ml 투여구는 뿔 길이 39±8 cm, 뿔 생산량은 693~1,379 g의 범위로 1.5 ml구 보다 좋았다. 그리고 7월 11일에 2 ml 투여구는 뿔 길이 32±1 cm, 뿔 생산량은 399~600 g의 범위로 3월에 투여한 2 ml구 보다 적었다. 봄철에 투여한 1.5 ml구와 2 ml구의 암사슴 두당 평균 사슴뿔생산량은 1,653±379 g이었으며 가을에 투여한 구의 평균 사슴뿔생산량은 999g으로 봄철에 처리한 구가 가을에 처

Table 3. Antler length and weight treated with 30% CaCl₂ in female deer by species

Items	Female deer		
	Sika	Red	Elk
Velvet antler length (cm)	21.0	18.5	35 ± 5
Velvet antler weight/head (g)	70.0	83.0	1,653 ± 379

Table 4. The length and weight of antler by the volume of CaCl₂ in female Elk deer

Animal ID	Injected date	Age (years)	Antler site	CaCl ₂		Antler	
				Concentration (%)	Volume (ml)	Length (cm)	Weight (g)
10 ^a	16 Mar 96	2	Left	30	1	—	—
			Right	30	1	—	—
11 ^a	16 Mar 96	2	Left	30	1	—	—
			Right	30	1	—	—
5	16 Mar 96	4	Left	30	1.5	34	552
			Right	30	1.5	36	1008
7	16 Mar 96	3	Left	30	1.5	29	525
			Right	30	1.5	37	804
8	16 Mar 96	3	Left	30	2.0	44	1376
			Right	30	2.0	33	694
2	10 Jul 96	4	Left	30	2.0	32	399
			Right	30	2.0	34	600

^a : Any differentiation not begin.

리한 구보다 뿔 생산량이 많았다. 이 결과는 Wislocki 등(1947)의 최고 20 cm와 Jaczewski 등(1982)의 최고 705 g 보다 높으며 Robbins와 Koger(1981)가 8월과 12월에 시험한 것과는 시험의 시기가 다르나, 사슴뿔의 생산량은 더 많았다.

3. 엘크 암사슴의 뿔 발육상황

인공적으로 유도된 엘크 암사슴 뿔의 발육상황은 Table 5에서 보는 바와 같다. 3월16일에 처리한 CaCl₂ 30% 용액 1 ml 투여구는 사슴뿔이 유도되지 않았고 1.5 ml 투여구 2두와 2 ml 투여구 1두에서는 사슴뿔로 분화가 되었다. 2 ml 투여구 1두는 처리시기의 계절별 변화를 알아보기 위한 예비조사 성격으로 7월 10일에 처리를 하였으며 사슴뿔 생산량 조사에서는 제외하였다. 그러나 이 암사슴도 사슴뿔은 유도되었다. 주사부위에서 돌출된 용기는 처음부터 그 조직이 육경인지 사슴뿔인지는 육안으로 구별할 수가 없었으며 주사 후 20일경에는 3마리 6곳 중 3곳에서 육안으로 겨우 식별할 수 있을 (0.5~1 cm) 정도의 돌기로 자랐다. 40일령까지는 유발된 상처와 함께 1~3 cm 정도의 성장을 보여 완만한 성장을 하는 것을 알 수 있다. 유도된 암사슴 뿔의 본격적인 성장은 처리 후 60일경이 지나야 일어난다. 상처가 치유되는 기간까지의 돌기 발육은 완만하며 그 이후부터는 성장곡선의 기울기가 커진다. 이것은 보통 수사슴의 뿔이 낙각 후 전형적인 발육곡선인 S자

모양을 나타내는 것과 모든 동물의 뿔 성장은 뿔 특유의 S자 모양의 곡선을 나타낸다는 (Goss, 1970) 것과 같은 경향을 나타낸다. 상처가 치유되면 상처표면 꼭대기는 보통 수사슴의 뿔 발생 때와 같이 빛이 반짝일 정도의 윤기가 나며, 털이 덮여있지 않은 상태로 자란다. 보통 수사슴이 낙각 후 80~90일 경에 절각하는 것을 감안하여 암사슴의 뿔을 주사 후 116(1996년 7월 10일)에 이마에서 약 4 cm 높이로 절각을 하였다. 이때 뿔 길이는 28~44 cm의 범위에 있었고 암사슴 뿔의 평균길이는 35±5.3 cm였다. 이 결과는 Robbins와 Koger(1981)가 9월에 인공적으로 유도하여 12월에 절각을 한 평균 성적 5~30 cm 보다 좋았다. 이는 12월에 처리한 암컷이 8월에 처리한 암사슴 보다 길었다는 결과와 같으며 이 성적은 계절의 효과로 설명하였다(Robbins와 Koger, 1981). 인공적으로 유도된 암사슴뿔 4두의 8곳 중 2곳에서 뿔이 자라면서 길이가 30 cm 정도 되었을 때 부러졌다. 이 원인을 알아보기 위하여 절각한 뿔을 세로로 절단하여 조직을 육안으로 살펴본 결과 절단된 암사슴 뿔의 길이 중 꼭대기(tip)로부터 70%는 전체에 골화(calcification)가 일어나 있지 않았으며, 절단된 아래쪽에서만 골화가 약간 일어나있었다. 이것은 보통 엘크 수사슴의 경우 낙각 후 90일령에 절각을 하면 녹용 전체 길이의 위쪽 40%는 골화가 적게 일어나 있고 아래쪽 40%는 아주 심한 골화가 일어나 있으며 골화의 형태도 사슴뿔의 아래쪽과 바깥쪽이 골화가 심하게 일어나 있다(김, 2000)는 것과는

Table 5. Growth of antler injected with 30% CaCl₂ in female elk

Volume of injection (ml)	Age (years)	Growth of velvet antler (cm)										
		First cycle						Second cycle				
		20 ^a	40	60	80	100	116 ^b	40	60	80	94	130
1.5	4	1	3	8	16	28	37	2	13	21	0	4
1.5	4	0.5	2	5	15	23	28	2	11	20	32	38
1.5	3	0.5	2	4	11	24	34	3	15	34	38	1
1.5	3	0	1	6	15	27	36	3	7	22	31	1
2	3	0	1	11	20	34	44	2	13	25	33	1
2	3	0	2	3	11	23	33	2	13	30	—	1

^a Days after injection, ^b First velvet antler was cut.

전혀 달랐다. 사슴뿔의 골화는 보통 뿔 발달단계 중 말기에 급격하게 일어나며 (Suttie 등, 1985), 특히 testosterone 농도의 상승이 골화에 직접적인 영향을 주지만 (Wislocki 등, 1947; Lincoln과 Fletcher, 1976; Chapman, 1975; Jaczewski와 Krzywinski, 1975; Bubenik, 1966; Bubenik 등, 1987), 암사슴에서는 testosterone 부재에 의한 현상이라 생각된다. 수사슴의 뿔 성장에서 여성호르몬인 estrogen도 사슴뿔의 골화에 관여를 한다고 하였으나 (Jaczewski, 1976; 1977; 1981; 1982), 본 시험에서는 암사슴 뿔 성장단계별 호르몬 분석을 하지 않아 정확한 기전을 알 수가 없으며 이것은 앞으로 연구되어야 할 과제로 남아 있다. 1차로 7월 10일에 절각된 암사슴뿔은 절단부위의 상처가 치유되면서 재생 뿔이 계속 자라기 시작하였으며 40일 경에 2~3 cm 정도 길이 성장을 하였다. 이때는 수사슴처럼 낙각이 일어나고 뿔 발육이 일어나는 것이 아니라 1년생 수사슴의 재생 (Regeneration) 뿔 발생과 같은 형태로 절단부위의 상처딱지가 치유되면서 자라게 된다. 수사슴의 경우 보통 이 시기는 뿔의 절각이 끝났고 내분비적으로는 testosterone 수준이 올라가 사슴뿔의 골화가 심화되고 탈피 (shedding)가 일어나는 시기이다. 그러나 암사슴에서는 최초의 뿔

성장속도 보다 빠르게 성장을 하였다. 두 번째로 자라는 뿔은 9월 23일, 10월 16일 및 11월 21에 각각 절각되었는데 이는 외관상 velvet에서 골화의 조짐이 보이는 시기에 절각을 하였다. 이때 뿔 길이는 21~38 cm로 최초로 유도된 뿔 성장보다 길이 성장속도는 빨랐으나 사슴뿔 생산량은 처리부위 당 평균 324 g으로 1차 생산량보다는 적었으며 1차 생산 사슴뿔보다 많이 골화되어있었다. 그러나 그 이후의 관찰에서 봄에 처리한 사슴에서는 1년에 2주기까지의 뿔 생산은 가능하지만 그 이상은 처리구마다 많은 차이를 보였으며 사슴뿔을 계속 잘라준 1마리에서는 처리 후부터 4번의 뿔 주기를 보이면서 자라는 경우도 관찰되었다. 그러나 뿔 주기가 진행될수록 사슴뿔의 성장과 생산량은 차차 줄어들었다. 이 결과는 Robbins와 Koger (1981)의 결과와 같은 경향이었다. 낙각과 탈피는 절각을 하지 않은 개체의 경우 탈피가 되지 않아 이는 Suttie와 Fennessy (1992)의 주장과 같았으며 봄철에 녹용의 끝을 절단한 개체에서 1두가 재생을 하였다.

4. 암사슴의 뿔 발생 유도과 번식성적

뿔이 자라지 않는 암사슴에서 인공적으로 유

Table 6. Effect of CaCl₂ injection on reproduction and antler regeneration in female elk

Animal ID	Injected date	Age (years)	1995		1996		Regeneration
			Conception	Delivering rate (%)	Conception	Delivering rate (%)	
1	2 May 95	3	Yes		Yes		No
3	2 May 95	3	Yes		Yes		No
4	2 May 95	3	Yes	75	Yes	100	No
6	2 May 95	2	NO		Yes		Yes
9	23 Mar 95	0.6	Yearing		Yes		Yes
10	16 Mar 96	2	Yearing		Yes		No
11	16 Mar 96	2	Yearing		Yes		No
5	16 Mar 96	4	Yes	75	Yes	83	Yes
7	16 Mar 96	4	No		Yes		Yes
8	16 Mar 96	3	Yes		No		Yes
2	10 Jul 96	4	Yes		Yes		No

도된 뿔 발생 암사슴의 번식성적은 Table 6에서 보는 바와 같다. 1995년 5월에 처리한 5두 중 1두는 임신을 하지 않은 자육이었으며, 임신이 가능한 4두 중 3두는 그해 분만을 하고 1두는 분만을 하지 않아 번식률은 75% 이었다. 그리고 1995년 처리를 하지 않았던 5, 7, 8 및 2번 사슴 4마리 중 3마리는 분만을 하고 7번 사슴 1두는 분만을 하지 않아 분만율은 75%로 처리를 한 구와 차이가 없었으며, 또한 1995년에 사슴뿔을 유도한 엘크 암사슴 5두는 이듬해인 1996년도에 모두 분만을 하여 분만율이 100%였으며, 1996년 3월에 처리한 6마리사슴 중 8번 1두만이 분만을 하지 않아 분만율은 83%이

었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 2년간 총 분만가능두수 19두 중 16두가 분만을 하여 평균 분만율은 84.2%로 그동안 축산연구소의 엘크사슴 평균 분만율 84.6%(김, 1995)와 비교하여 차이가 없으므로 암사슴의 뿔 발생 유도가 암사슴의 번식에는 전혀 영향을 미치지 않는다고 할 수 있겠다.

그러나 분만을 하지 않은 사슴의 원인이 정확하게 밝혀지지 않았지만 다음과 같은 가정을 할 수가 있다. 임신한 상태에서 사슴뿔 유도시험을 위하여 보정을 하면서 마취제를 사용하였는데 이 과정에서 유산이 될 수도 있으며, 또는 마취가 되면서 바닥에 쓰러지고 회복제 투

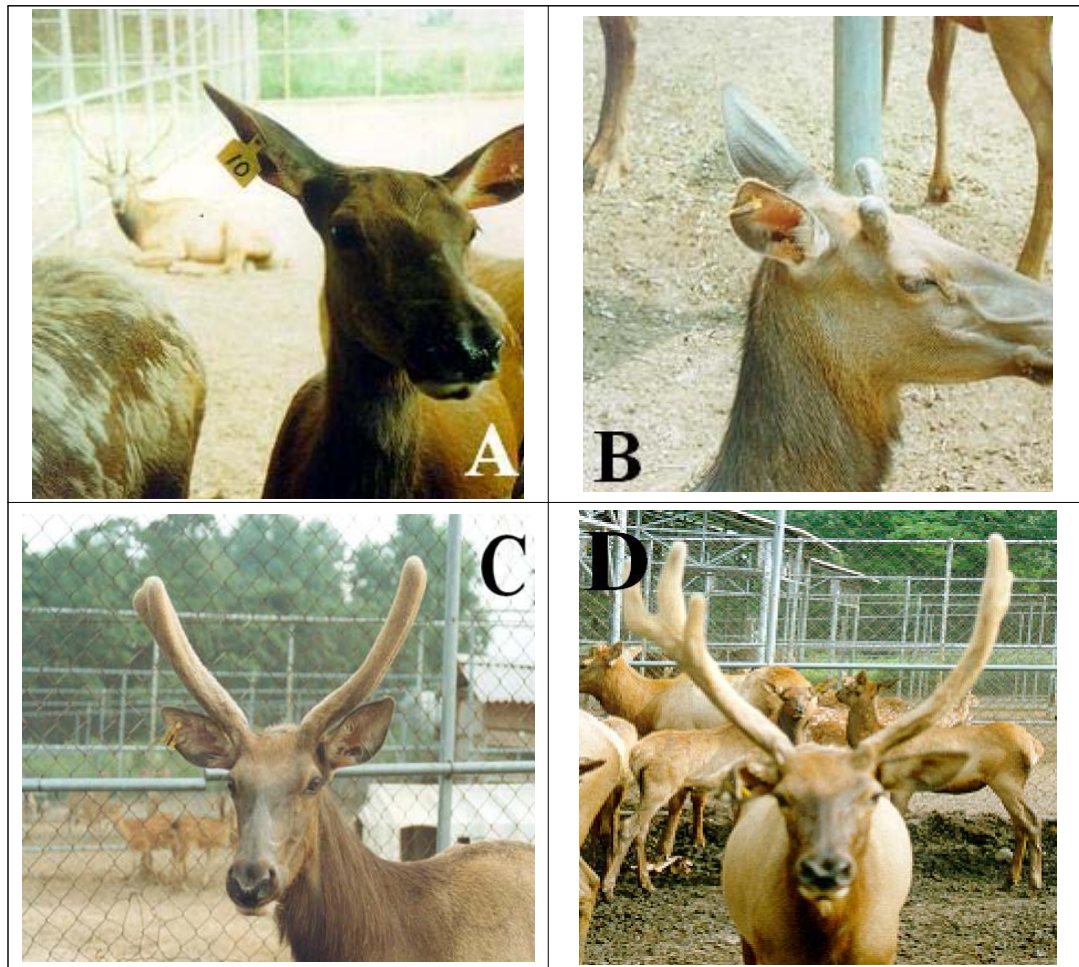


Fig. 1. Stages of velvet antler growth in female elk.

- (A) Before antlerogenesis induction, (B) After 50 days,
 (C) After 100 days, (D) After 130 days

여 후 일어나는 과정에 가해진 복부의 충격이 유산을 초래할 수도 있다고 하겠다.

III. 요약

본 연구는 CaCl₂ 용액의 주사량이 품종별 암사슴의 뿔 발생 유도에 미치는 영향을 구명하기 위하여 꽃사슴, 레드디어 및 엘크 암컷 각 6두에 대해 30% CaCl₂ 용액의 주사량을 1 ml, 1.5 ml 및 2 ml의 3처리구로 나누어 전두골 좌, 우 양쪽 골막에 3월과 7월 두 차례 주사한 후 사슴뿔 발생 유도율, 사슴뿔 생산량, 발육성적을 조사하였다. 품종별 암사슴의 뿔 발생은 꽃사슴이 1 ml 처리구의 한 마리 한쪽에서만 발생하였고, 레드디어는 2 ml 처리구의 한 마리 한쪽에서만 유도되어 꽃사슴과 레드디어의 뿔 발생 유도율은 8.3%였다. 엘크 암사슴은 1 ml 처리구에서는 뿔 발생이 일어나지 않았으며, 1.5 ml와 2 ml 처리구에서는 모두 뿔 발생이 유도되어 유도율은 67%였다. 뿔 생산량은 꽃사슴의 경우 길이 21 cm이고 무게 70 g 이었으며, 레드디어는 길이 18.5 cm에 무게 83 g의 뿔을 생산하였다. 엘크는 3월 1.5 ml 처리구의 길이가 평균 34 ± 3 cm이었고 무게는 526~1,008 g이며, 2 ml 처리구는 길이가 평균 39 ± 8 cm, 무게는 693~1,379 g의 범위에 있었다. 엘크의 2 ml 처리구는 7월에 주사한 것이 뿔 길이와 뿔 생산량에서 3월의 것보다 적었다. 암사슴 뿔의 발육은 엘크의 경우 주사 후 20일경에 길이 0.5~1 cm 정도의 돌기로 자랐고, 40일까지는 유발된 상처와 함께 1~3 cm 정도의 완만한 성장을 보였다. 본격적인 성장은 처리 후 60일경이 지나야 일어났고, 120일경에 절각을 하였을 때 뿔 길이는 28~44 cm의 범위에 있었다. 생산된 암사슴 뿔을 세로로 절단하였을 때 전체 길이의 위쪽 70%는 골화가 되지 않은 상태였다. 암사슴의 뿔 발생 유도는 번식성적에는 전혀 영향을 미치지 않았다. 봄에 처리한 사슴의 재생 뿔 발생은 불규칙하게 일어났고, 재생 뿔 발생률은 평균 45%였으며, 주기가 진행될수록 길이와 생산량은 줄어드는 경향을 보였다. 결론적으로 30% CaCl₂ 용액의 주사량을 조절하여 처

리하면 꽃사슴, 레드디어 및 엘크의 암컷에서 뿔 발생을 유도할 수가 있으며, 엘크 암사슴의 뿔 발생 유도를 위한 최적 주사량은 1.5~2 ml 범위였다.

IV. 인용 문헌

1. Bubenik, A. B. 1966. Das Geweih. Paul Parey Verlag, Hamburg, 214.
2. Bubenik, G. A., Schams, D. and Sempere, A. J. 1987. Assessment of the sexual and antler potential of the male white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) by Gn-Rh stimulation test. *Comp. Biochem. Physiol.* 86A(4):767-771.
3. Chapman, D. L. 1975. Antlers bones of contention. *Mammal Review* 5:121-172.
4. Goss, R. J. 1965. Mammalian regeneration and its phylogenetic relationship, 33-38. In: Kiortsis. V and Trampusch. H. A. L. (eds.), *Regeneration in animals and Related Problems*. North Holland Publ. Co., Amsterdam.
5. Goss, R. J. 1969. *Principles of regeneration*. Academic Press, New York, N. Y. 287pp
6. Goss, R. J. 1970. Problems of antlerogenesis. *Clin. Orthopaed.* 69:227-238.
7. Goss, R. J. 1972. Wound healing and antler regeneration, pp219-228. In: Maibach. H. I. & Rovee. D. T. (eds.), *Epidermal Wound Healing*. Yearbook Medical Publishers, Chicago, IL.
8. Goss, R. J. 1983. *Deer Antlers. Regeneration, function and evolution*. Academic Press, New York, NY, 316.
9. Jaczewski, Z. and Krzywinski, K. 1975. The effect of testosterone on the behavior of castrated females of red deer (*Cervus elaphus*). *Pr. Matar. Zool.* 8:37-45.
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. 1981. Porozje jeleniowatych (Deer

- Antlers). Panstwowe Wydawnictwo Rolnicze I lesne, Warsaw. (In Polish.)
13. Jaczewski, Z. 1982. The artificial induction of antler growth in deer. In: Antler Development in Cervidae. Brown, R. D. ed. Caesar Kleberg Wildl. Res. Inst., Kingsville, TX, 143-162.
 14. Lincoln, G. A. and Fletcher, T. J. 1976. Induction of antler growth in a congenitally polled Scottish red deer stag. *J.Exp. Zool.* 195:247-262.
 15. Robbins, C. T. and Koger, L. M. 1981. Prevention and stimulation of antler growth by injections of calcium chloride. *J. Wildl. Manage.* 45:733-737.
 16. Suttie, J. M. and Simpson, A. M. 1985. Photoperiodic control of appetite, growth, antlers and endocrine status of red deer. In: The biology of deer production. Fennessy, P. F. and Drew, K. eds. Royal. Soc. New Zealand, Wellington Bulletin, 22:429-432.
 17. Suttie, J. M. and Fennessy, P. F. 1992. Plenary lecture: recent advances in the physiological control of velvet growth. In: The biology of deer. Brown, R.D. ed. Springer-Verlag, NY, 471-486.
 18. Wislocki, G. B., Aub, J. C. and Waldo, C. M. 1947. The effects of gonadectomy and the administration of testosterone propionate on the growth of antlers in male and female. *Endocrinol.* 40:200-224.
 19. 김상우. 1995. 사슴의 품종별 특성 및 생산성 향상 연구. 축산시험연구보고서 89-103.
 20. 김상우. 2000. 사슴뿔 성장의 인공조작 기술에 관한 연구. 축산시험연구보고서 204-207.
 21. 김상우. 2006. 사슴뿔의 성장생리 특성과 암사슴에 대한 뿔 발생 유기에 관한 연구. 충남대학교 박사학위논문.
 22. 김상우, 이승수, 최순호, 상병돈, 김영근, 상병찬, 서길웅, 문상호. 2008. 염화칼슘 처리에 의한 엘크 암사슴의 뿔 발생 유도에 관한 연구. *한국동물자원과학회지* 50(2):279-284.
- (접수일자 : 2007. 11. 21. / 수정일자 : 2008. 5. 20. / 채택일자 : 2008. 6. 3)