

Factors affecting the estimation of antler production in elk deer (*Cervus canadensis*)

저자 (Authors)	Dayeon Jeon, Sang-Hoon Lee, Jinwook Lee, Yong-Jae Lee, Sung-Soo Lee, Hee-Jong Roh, Dong-Kyo Kim, Chang-gwon Dang, Sang-Woo Kim, Kwan-Woo Kim
출처 (Source)	Korean Journal of Agricultural Science 46(3) , 2019.9, 497-506(10 pages)
발행처 (Publisher)	충남대학교 농업과학연구소 Institute of Agricultural Science
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE08768358
APA Style	Dayeon Jeon, Sang-Hoon Lee, Jinwook Lee, Yong-Jae Lee, Sung-Soo Lee, Hee-Jong Roh, Dong-Kyo Kim, Chang-gwon Dang, Sang-Woo Kim, Kwan-Woo Kim (2019). Factors affecting the estimation of antler production in elk deer (<i>Cervus canadensis</i>). <i>Korean Journal of Agricultural Science</i> , 46(3), 497-506
이용정보 (Accessed)	이화여자대학교 203.255.***.68 2020/05/18 03:58 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

ANIMAL

Factors affecting the estimation of antler production in elk deer (*Cervus canadensis*)

Dayeon Jeon¹, Sang-Hoon Lee¹, Jinwook Lee¹, Yong-Jae Lee¹, Sung-Soo Lee¹, Hee-Jong Roh¹, Dong-Kyo Kim¹, Chang-gwon Dang², Sang-Woo Kim³, Kwan-Woo Kim^{1,*}

¹Animal Genetic Resources Research Center, National Institute of Animal Science, RDA, Namwon 55717, Korea

²Animal Genetics and Breeding Division, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 31000, Korea

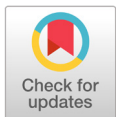
³International Agricultural Development and Cooperation Center, ChonBuk National University, Jeonju 54896, Korea

*Corresponding author: bgring@korea.kr

Abstract

The aim of this study was to estimate the factors that can be used as a predictive indicator of antler productivity in elk. Body weight and antler data from 115 stags raised at the Animal Genetic Resources Research Center in Korea were used in this study. The function for the average antler weight was derived by age, which was $y = -3.4693 + 5.3747x - 0.8x^2 + 0.0424x^3$, and R^2 was 0.991. The analysis of the relationship between body weight at birth and the 1st and 2nd year and the antler weight after the 2nd year showed a correlation between them. There was a correlation between the antler weight of 1 and 2 year old stags and the weight of 2 year old stags as well; especially, both antler weights for the 1st and 2nd year were highly correlated with the antler weight of the 4th year. However, there was no relationship between the antler main beam length for the 1st and 2nd year and the antler weight after the 3rd year. Therefore, it is expected that a large amount of antler will be obtained in the future if proper management is carried out for young deer from birth to 2 years old. Additionally, the results of this study are expected to be useful for the development of a deer breeding program and the deer industry.

Keywords: antler weight, beam length, body weight, elk



OPEN ACCESS

Citation: Jeon D, Lee SH, Lee J, Lee YJ, Lee SS, Roh HJ, Kim DK, Dang C, Kim SW, Kim KW. 2019. Factors affecting the estimation of antler production in elk deer (*Cervus canadensis*). Korean Journal of Agricultural Science. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20190033>

DOI: <https://doi.org/10.7744/kjoas.20190033>

Received: March 14, 2019

Revised: May 21, 2019

Accepted: June 24, 2019

Copyright: © 2019 Korean Journal of Agricultural Science



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

사슴의 뿔은 영구조직인 육경(pedicle)과 탈락성을 지닌 뿔로 구성되어 있으며, 이 중 뿔은 매년 봄에 육경과의 접합부가 분리되어 낙각이 일어나며 새로운 뿔이 다시 자라게 된다(Seo et al., 2006). 뿔은 녹용(velvet antler)과 녹각(hard antler)으로 구분할 수 있다. 녹용은 혈관과 신경이 발달하여 아직 굳지 않은 성장이 진행 중인 뿔이며, 녹각은 각질화가 일어난 성장이 완료된 뿔이다(Lee, 2014). 특히 녹용은 우리나라를 비롯한 동북아 지역에서 약용 또는 식용으로 널리 이용되어

왔으며(Lee et al., 2003), 녹용의 성상 및 효능에 관해 본초강목과 동의보감 등에 기재되어 있다(Ha and Yoon, 1996). 최근에는 녹용의 효능을 과학적으로 입증하는 연구가 수행되었는데, 면역활성 증가 작용(Son et al., 1986), 단백질 합성 촉진 작용(Han et al., 1994), 당뇨병 치료 효과(Jeon et al., 2010) 및 유리기 소거 활성 효과(Park et al., 2005) 등이 있다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 건강에 대한 관심이 증가하는 현대의 추세와 맞물려 녹용은 건강보조식품으로도 개발되어 이용되고 있다(MAF, 2002). 녹용의 생산성을 향상시키기 위한 연구로는 녹용의 생산량은 사슴의 연령 및 체중과 밀접한 관계가 있으며(Bender et al., 2003; Vanpe et al., 2007), 연령에 따른 녹용생산량의 유전적 상관성과 표현형적 상관성을 분석하여 녹용 생산성을 예측하기 위한 지표를 추정한 연구가 보고되었다(Berg and Gamik, 1997). 특히 우리나라 사슴농가의 주 수입원이 녹용임에 따라(CARE, 1996), 녹용 생산성을 향상시키는 것이 농가의 주된 관심사이다. 따라서 전 생애에 걸쳐 다량의 녹용을 생산할 수 있는 어린 수사슴을 선발함으로써 녹용 생산을 통한 수익성을 향상시킬 수 있다. 본 연구는 엘크 사슴의 생시, 1세 및 2세의 체중, 녹용생산량, 녹용의 주가지 길이와 이후의 녹용생산량의 상관성 분석을 통해 녹용 생산성을 예측하고자 실시하였으며, 본 연구의 결과를 활용하여 후보축 선발을 통한 농가 소득 향상을 포함한 사슴 산업의 발전에 기여하고자 한다.

Materials and Methods

공시가축 및 사양관리

본 연구에서는 국립축산과학원 가축유전자원센터에서 사육하고 있는 엘크 수사슴 115두에 대하여 2011년부터 2018년까지 8년에 걸쳐 조사된 녹용생산량 기록 337개 및 생시, 1세, 2세 체중 기록 318개를 이용하였다. 두당 평균 기록수는 각각 2.93, 2.77개이며, 본 공시축은 오랜 기간 외부유전자의 도입이 없는 집단으로 유전적변이성이 낮다(NIAS, 2006). 실험장소는 전라북도 남원시 운봉읍 해발 약 500 m 지대(35°44'N, 127°55'E)로 매년 평균 기온은 10.8°C, 평균 강우량은 1,462 mm로 쾨펜의 기후대 분류에 따라 CWA에 속하는 온화한 지역이다(NIE, 2015). 실험축은 혼합목건초를 자유채식하였고, 농후사료는 건물기준으로 조단백질 18%, 조섬유 12% 내외의 사슴용 배합사료를 뿔 성장기에는 체중의 1.3-1.5%, 그 외 기간에는 체중의 1.0% 내외로 급여하였다. 물과 미네랄 블록은 자유채식토록 하였으며, 공시축은 모두 개별 케이지에서 사사육 하였다. 3-5월 낙각이 일어난 후 70-90일령에 마취 후 절각을 실시하였다.

마취 및 절각

녹용생산량 및 가지길이를 측정하기 위하여 절각 전 약 8-12시간을 절식시켜, 흥분하지 않은 상태에서 마취를 실시하였다. 마취는 Fentanyl-10 (fentanyl citrate 0.8 mg/μL, azaperone 6.4 mg/μL, xylazine hydrochloride 116.6 mg/μL, Pamell Laboratories Ltd., New Zealand)을 두당 0.3-0.6 mL 용량으로 블로우건을 이용하여 엉덩이에 근육 주사하였으며, 마취된 사슴은 머리를 몸보다 낮게 위치시키고 혀가 입 밖으로 나오도록 하였다. 절각할 부위는 소독용 알코올로 소독하고 각좌 밑을 고무줄로 묶은 후 각좌 위 2-3 cm 정도를 남기고 절각을 실시하였다. 절각 후 즉시 지혈제를 물린 솜으로 절단면을 덮고 지혈하였으며, 각좌의 윗부분을 붕대로 감아주었다. 마취의 해독은 Contran-H (yohimbine HCL 10.0 mg/μL, naloxone HCL 0.1 mg/μL, Pamell Laboratories Ltd., New Zealand)를 0.6-1.2 mL 용량으로 경정맥에 주사하였으며, 절각 후 6-8시간 후에 조사료를 급여하였다. 녹용생산량은 절각 후 좌우 뿔의 무게를 합산하여 산출하였고, 주가지(main beam) 길이는 절각한 녹용을 수직으로 세운 상태에서 바닥으로부터 주가지 끝까지 직선거리로 측정하여 산출하였다(Seo et al., 2006).

통계분석

엘크 수사슴의 연령별 평균 녹용생산량의 유의성 검정은 SAS Enterprise Guide (Ver 7.1, SAS, Cary, USA)의 PROC ANOVA와 Duncan's multiple range test를 이용해 비교하였다($p < 0.05$). 0, 1, 2세의 체중, 녹용생산량, 주가지 길이와 2세 이후의 녹용생산량 상관관계의 유의성 검정은 SAS의 SAS Enterprise Guide의 PROC CORR와 PROC REG을 이용하였다($p < 0.05$).

Results and Discussion

연령별 평균 녹용생산량

연령별 평균 녹용생산량은 Table 1과 Fig 1에 각각 나타내었다. 녹용생산량은 연령에 따라 증가하다 9세부터는 유사해지는 것으로 나타났다. 국내 동일 품종에서 연령별 녹용생산량에 관한 연구가 수행된 바 없어 직접적인 비교분석은

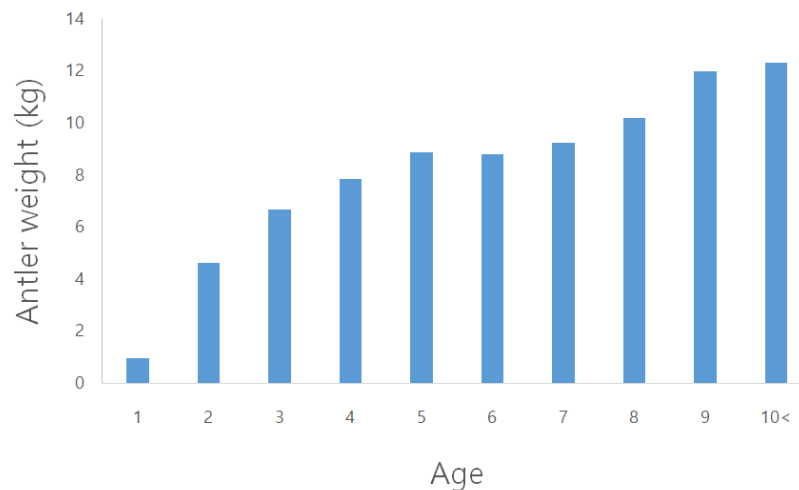


Fig. 1. Average antler weight by age.

Table 1. Antler weights by age.

Age	Antler weight		
	N	Mean \pm SE (kg)	Range (kg)
1	51	0.96 \pm 0.06g	0.40 - 1.95
2	42	4.62 \pm 0.18f	2.50 - 7.90
3	52	6.68 \pm 0.24e	4.10 - 10.56
4	41	7.84 \pm 0.32d	4.50 - 13.40
5	40	8.85 \pm 0.30cd	5.95 - 14.70
6	38	8.77 \pm 0.32cd	5.75 - 14.10
7	24	9.21 \pm 0.50bc	5.80 - 16.65
8	20	10.18 \pm 0.69b	6.35 - 18.90
9	12	11.98 \pm 0.98a	6.60 - 17.90
≥ 10	17	12.30 \pm 0.99a	8.20 - 21.10

SE, standard error.

a - g: Means in a row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

할 수 없지만, Smith (1998)에 따르면 미국 Wyoming주의 2세 이상 엘크 수사슴 114두에 대해 연령별 평균 녹용생산량은 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10세에서 각각 1.6, 4.8, 5.8, 7.5, 7.1, 7.6, 8.4, 9.1, 9.2 kg으로 전반적으로 본 연구의 평균 녹용생산량보다 낮은 수치를 보이고 있으나, 연령에 따라 녹용생산량이 증가하는 것은 본 연구와 비슷한 경향을 나타낸 것으로 보고되었다. Bender et al. (2003)은 1984년부터 1991년까지 미국 Michigan주의 엘크 수사슴 338두에 대해 연령별 평균 녹용생산량을 조사한 결과 10.5세에서 가장 많은 양의 녹용이 생산되었으며, 8.5세 이상으로는 유의한 차이가 없었다. 마찬가지로 본 연구에서도 생산량은 10세 이상에서 가장 많았으나 9세 이상으로는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 연령별 평균 녹용생산량을 추정하기 위한 1, 2, 3차 함수식과 각각의 결정계수는 다음과 같다(Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4).

1차 함수식: $y = 2.3796 + 1.0429x$, $R^2 = 0.8838$

2차 함수식: $y = 0.1678 + 2.1488x - 0.1005x^2$, $R^2 = 0.9363$

3차 함수식: $y = -3.4693 + 5.3747x - 0.8x^2 + 0.0424x^3$, $R^2 = 0.991$

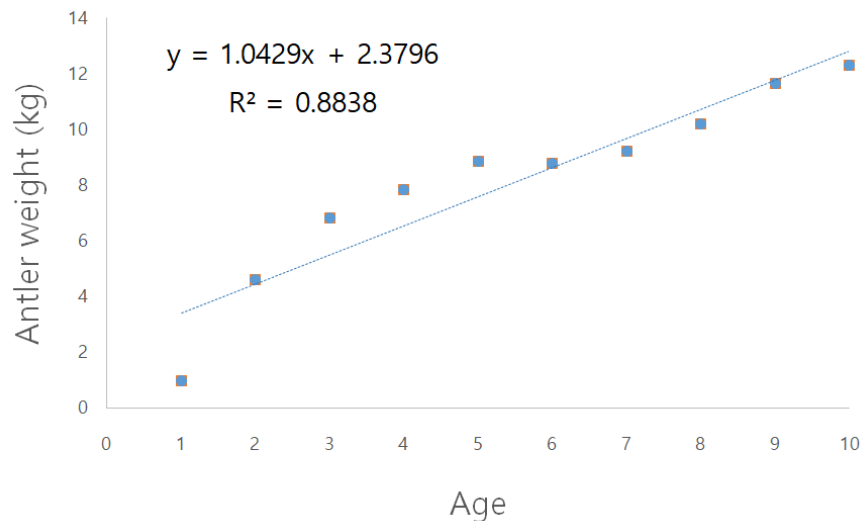


Fig. 2. Relationship between stag age and antler weight (primary function).

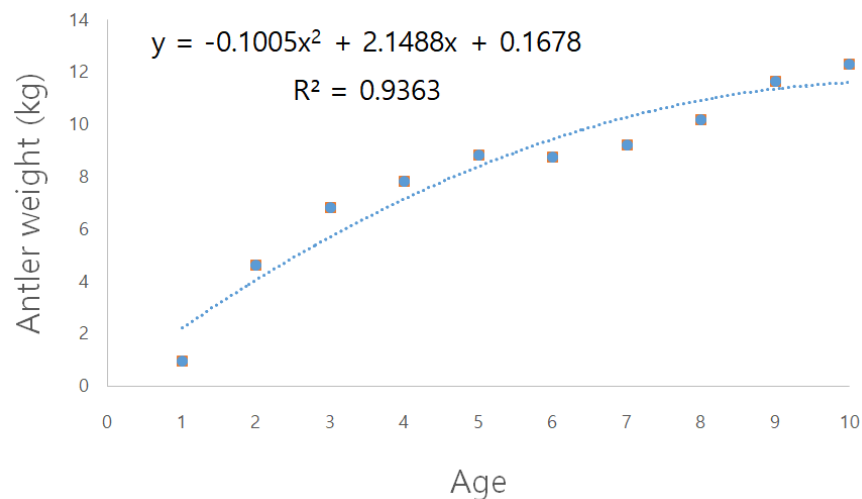


Fig. 3. Relationship between stag age and antler weight (secondary function).

McCorquodale et al. (1989)은 야생의 Rocky Mountain elk (*Cervus canadensis nelsoni*)의 52두의 녹용 1개(single antler or individual antler)에 대하여 연령별 녹용생산량을 추정한 결과 $y = 921.46 + 614.82x$ ($R^2 = 0.86$)의 1차 함수식을 도출하였다. 함수식에 따라 2세부터 10세까지의 녹용생산량을 추정하여 본 연구에서 도출된 3차 함수식과 비교했을 때 연령에 따른 녹용생산량이 비슷한 양상을 보이는 것을 확인할 수 있었으나 결정계수로 미루어보아 3차 함수식이 연령별 평균 녹용생산량을 추정하기에 가장 적합한 것으로 사료된다.

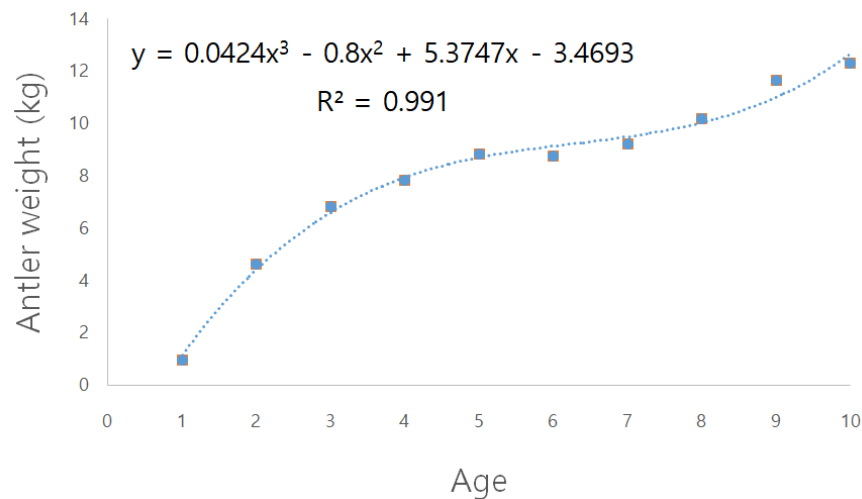


Fig. 4. Relationship between stag age and antler weight (tertiary function).

Table 2. Relationship between live body weight and antler weight (2 - 6 year).

Age	N	Live weight (kg)	Antler weight (kg)	Correlation analysis		Regression analysis
				Coefficient	p-value ^z	R ²
2	46	17.01 ± 0.35	4,517.39 ± 171.69	0.05	0.75	0.002
3	52	17.09 ± 0.29	6,789.23 ± 209.19	- 0.10	0.47	0.011
4	40	17.08 ± 0.35	7,799.00 ± 326.60	0.02	0.92	0.0003
5	32	17.58 ± 0.34	8,475.00 ± 442.94	0.038	0.84	0.002
6	21	17.46 ± 0.41	9,214.29 ± 554.11	0.12	0.62	0.013

^z p-value under 0.05 means there is a correlation between two variables.

Table 3. Relationship between 1st year old body weight and antler weight (2 - 6 year).

Age	N	1st year old body weight (kg)	Antler weight (kg)	Correlation analysis		Regression analysis
				Coefficient	p-value ^z	R ²
2	42	112.05 ± 2.82	4,417.86 ± 166.32	0.17	0.27	0.03
3	37	116.52 ± 4.02	6,504.05 ± 211.07	0.02	0.90	0.0005
4	20	119.59 ± 5.19	7,111.50 ± 278.91	0.22	0.34	0.05
5	14	119.26 ± 6.68	7,750.00 ± 744.19	0.19	0.51	0.038
6	10	118.90 ± 9.14	9,370.00 ± 476.86	0.52	0.12	0.273

^z p-value under 0.05 means there is a correlation between two variables.

생시, 1세, 2세 체중과 2세 이후의 녹용생산량

생시체중, 1세 체중 및 2세 체중과 2세 이후의 녹용생산량의 상관관계는 각각 Table 2, Table 3, Table 4와 같다. 상관계수(correlation coefficient), 유의확률(p-value) 및 회귀분석의 결정계수(R^2)에 따라 생시체중, 1세 체중과 2세 이후 녹용생산량의 상관관계는 낮은 것으로 나타났다. 그러나 2세 체중과 3, 4, 5세의 녹용생산량 상관계수는 각각 0.45, 0.46, 0.44이며, 결정계수는 0.201, 0.211, 0.194로 95% 수준에서 유의한 상관관계가 있음을 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 따라서 2세 체중과 3세, 4세 및 5세의 녹용생산량은 양의 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타났다. 레드디어(*Cervus elaphus*)에서 Moore et al. (1988)은 15개월령 레드디어 수사슴의 체중과 2, 3세의 녹용생산량이 상관성이 있어 예측의 지표로 이용할 수 있으며, 또한 늦겨울의 몸무게가 늦여름의 몸무게보다 녹용생산량과 상관성이 더 높다고 보고하였다. 또한 Berg and Garrick (1997)의 연구에서는 레드디어 2, 3, 4세의 체중과 녹용생산량의 상관관계를 분석한 결과 연령이 높을수록 녹용생산량과 상관성이 크다는 연구결과를 발표했다. 본 연구에서는 생시체중 또는 1세 체중보다 2세 체중과 녹용생산량이 상관성이 있으며, 따라서 2세 체중을 이후 녹용생산량의 예측지표로서 활용할 수 있는 가능성이 있을 것으로 판단된다. 그러나 결과의 정확성을 높이기 위해서는 추가적인 샘플의 확보가 필요하다.

1, 2세 녹용생산량과 2세 이후의 녹용생산량

1세 녹용생산량과 2세 이후의 녹용생산량의 상관관계는 Table 5와 같다. 상관분석(correlation analysis) 결과 1세 녹용생산량과 2, 3, 4세의 녹용생산량의 상관계수는 각각 0.50, 0.51, 0.79로 95% 수준에서 유의한 상관관계가 있음을 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 또한 회귀분석(regression analysis) 결과 1세 녹용생산량과 2, 3, 4세의 녹용생산량의 결정계수는 각각 0.25, 0.26, 0.63이었다. 특히 1세와 4세의 녹용생산량 간의 상관성이 높은 것으로 나타났다. 1세 녹용생산량과 5세의 녹용생산량은 상관성이 없다고 볼 수 있으나, 개체수가 적어 신뢰성이 낮은 것으로 판단된다. 2세 녹용생산량과 2세 이후의 녹용생산량의 상관관계는 Table 6과 같다. 상관분석 결과 2세 녹용생산량과 3, 4, 5, 6세의 녹용생산량의 상관계수

Table 4. Relationship between 2nd year old body weight and antler weight (2 - 6 year).

Age	N	2nd year old body weight (kg)	Antler weight (kg)	Correlation analysis		Regression analysis R^2
				Coefficient	p-value ^z	
2	32	203.52 ± 2.72	4,468.75 ± 199.81	0.33	0.06	0.109
3	42	201.04 ± 3.38	6,855.71 ± 250.42	0.45	$p < 0.05$	0.201
4	37	207.72 ± 3.40	7,857.57 ± 348.83	0.46	$p < 0.05$	0.211
5	30	207.51 ± 4.12	8,478.33 ± 469.60	0.44	$p < 0.05$	0.194
6	20	202.46 ± 5.08	9,115.00 ± 573.12	0.001	0.99	-

^z p-value under 0.05 means there is a correlation between two variables.

Table 5. Relationship between antler weight of 1st year and 2nd to 5th year.

Antler weight ^y (kg)	N	Correlation analysis		Regression analysis R^2
		Coefficient	p-value ^z	
AW2	31	0.50	$p < 0.05$	0.25
AW3	30	0.51	$p < 0.05$	0.26
AW4	13	0.79	$p < 0.05$	0.63
AW5	5	0.82	0.08	0.67

^y Antler weights of 2nd year (AW2), 3rd year (AW3), 4th year (AW4), and 5th year (AW5).

^z p-value under 0.05 means there is a correlation between two variables.

는 각각 0.54, 0.74, 0.65, 0.91이며, 95% 수준에서 유의한 상관관계가 있음을 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 또한 회귀분석 결과 2세 녹용생산량과 3, 4, 5, 6세의 녹용생산량의 결정계수는 각각 0.27, 0.55, 0.42, 0.83이었다. 2세 녹용생산량은 6세 녹용생산량과 상관성이 가장 높은 것으로 나타났으나 개체수가 적어 신뢰성이 낮으며, 6세를 제외하고는 4세의 녹용생산량과 상관성이 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. 따라서 엘크에서 1세와 2세의 녹용생산량은 4세 녹용생산량과 가장 상관성이 높은 것으로 나타났다. 그러나 레드디어(*Cervus elaphus*)에서는 수사슴 36두에 대해 1세부터 5세까지 녹용생산량의 관계를 회귀분석한 결과, 2세와 3세의 녹용생산량이 가장 관련이 높다고 보고된 바 있으며(Moore et al., 1988), 마찬가지로 Berg and Garrick (1997)의 연구결과에서도 인접한 연령간 녹용의 유전적, 표현형적 상관관계가 가장 높았으며 연령의 차이가 클수록 상관성이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 레드디어를 연구한 두 연구와 본 연구의 결과값은 달랐으나 품종 간의 차이가 있으며, 추가적인 샘플 확보를 통해 보다 더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 그럼에도 불구하고 녹용생산량의 유전력은 22 - 29%로 높은 수치를 보이고 있으며(Berg and Garrick, 1997), 이는 어린 사슴의 녹용생산량을 통해 녹용 생산성이 높은 사슴을 선발할 수 있다는 것을 의미한다.

Table 6. Relationship between antler weight of 2nd year and 3rd to 6th year.

Antler weight ^y (kg)	N	Correlation analysis		Regression analysis
		Coefficient	p-value ^z	R ²
AW3	27	0.54	$p < 0.05$	0.27
AW4	20	0.74	$p < 0.05$	0.55
AW5	12	0.65	$p < 0.05$	0.42
AW6	7	0.91	$p < 0.05$	0.83

^y Antler weights of 3rd year (AW3), 4th year (AW4), 5th year (AW5), and 6th year (AW6).

^z p-value under 0.05 means there is a correlation between two variables.

Table 7. Relationship between main beam length of 1st year and antler weight of 3rd to 8th year.

Age	N	Main beam length (cm)	Antler weight (kg)	Correlation analysis		Regression analysis
				Coefficient	p-value ^z	R ²
3	55	35.22 ± 0.88	6,188.55 ± 177.43	0.072	0.60	0.0052
4	44	35.51 ± 0.92	7,204.32 ± 232.17	0.040	0.80	0.0016
5	39	35.64 ± 1.02	7,739.49 ± 359.50	-0.00042	0.998	-
6	31	35.94 ± 1.30	8,037.74 ± 327.45	0.215	0.25	0.0463
7	15	36.30 ± 1.44	8,736.00 ± 453.28	-0.239	0.39	0.0564
8	9	37.11 ± 1.87	8,505.56 ± 759.27	-0.1702	0.66	0.029

^z p-value under 0.05 means there is a correlation between two variables.

Table 8. Relationship between main beam length of 2nd year and antler weight of 3rd to 8th year.

Age	N	Main beam length (cm)	Antler weight (kg)	Correlation analysis		Regression analysis
				Coefficient	p-value ^z	R ²
3	55	56.36 ± 0.82	6,449.82 ± 193.08	-0.012	0.93	0.0001
4	42	57.36 ± 0.60	6,929.52 ± 203.33	0.044	0.78	0.0019
5	36	58.06 ± 0.61	7,815.00 ± 417.03	0.059	0.73	0.0034
6	30	58.49 ± 0.60	7,872.33 ± 412.56	0.049	0.79	0.0024
7	16	57.16 ± 0.71	8,877.50 ± 709.16	0.37	0.16	0.1358
8	11	57.55 ± 0.80	8,977.27 ± 788.91	-0.24	0.47	0.0598

^z p-value under 0.05 means there is a correlation between two variables.

1, 2세 주가지 길이(main beam)와 3세 이후의 녹용생산량

1세 및 2세의 주가지 길이와 3세 이후의 녹용생산량의 상관관계는 각각 Table 7, Table 8과 같다. 상관계수, 유의확률 및 회귀분석의 결정계수에 따라 1세 및 2세의 주가지 길이와 3세 이후의 녹용생산량과의 상관관계는 낮은 것으로 나타났다. 동일한 연구에 대해 국내외에서 보고된 바 없어 직접적인 비교분석은 어렵다. 그러나 McCorquodale et al. (1989)이 Rocky Mountain elk (*Cervus canadensis nelsoni*)에서 연령에 따라 모든 가지를 포함한 녹용 길이를 보고하였으며, $y = 150.351 + 27.459x$ ($R^2 = 0.76$)의 함수식을 도출한 바 있다. 본 연구에서는 어린 사슴의 주가지 길이와 녹용생산량 간 상관성이 낮은 것으로 나타났으나, 추가적으로 어린 사슴의 뿔에 대해 길이 측정 부위, 측정 방법 등 다각적인 분석을 시도할 필요가 있을 것으로 사료된다.

Conclusion

우리나라 사슴농가의 주 수입원이 녹용임에 따라, 녹용 생산성을 향상시키는 것이 농가의 주된 관심사이다. 따라서 녹용 생산을 통한 수익성을 향상시키는 방안 중 하나는 전 생애에 걸쳐 다량의 녹용을 생산할 수 있는 어린 수사슴을 선발하는 것인데 이러한 어린 수사슴을 선발하기 위해 본 연구에서는 엘크 사슴의 생시, 1세 및 2세의 체중, 녹용생산량, 녹용의 주가지 길이와 이후의 녹용생산량의 상관성 분석을 통해 녹용 생산성의 예측지표로써 활용하고자 실시하였다. 엘크사슴의 연령별 평균 녹용생산량을 추정하여 연령에 따른 녹용생산량의 관계 함수식을 도출하였다($y = -3.4693 + 5.3747x - 0.8x^2 + 0.0424x^3$, $R^2 = 0.991$). 생시, 1세 및 2세의 체중과 2세 이후의 녹용생산량의 관계를 분석한 결과 2세 체중과 2세 이후의 녹용생산량 간의 상관성을 확인할 수 있었으며, 1세 및 2세의 녹용생산량과 2세 이후의 녹용생산량의 관계를 분석한 결과 각각의 연령별 녹용생산량 간 상관성이 있으며 특히 1, 2세 모두 4세 녹용생산량과 상관성이 높은 것을 확인할 수 있었다. 그러나 1세 및 2세의 주가지 길이와 3세 이후의 녹용생산량의 관계를 분석한 결과 두 변수 간 상관관계는 거의 없는 것으로 확인하였다. 따라서 생시부터 2세까지 어린 사슴에 대해 체중이나 녹용생산량을 중심으로 적절한 사양관리가 이루어진다면 추후 다량의 녹용을 생산할 수 있을 것으로 사료되며, 본 연구의 결과를 활용하여 후보축 선발을 통해 농가 소득을 향상을 향상시킴으로 사슴 산업의 발전에 기여하고자 한다.

Acknowledgements

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 우수사슴 유전자원 수집 및 보존 연구, 세부과제번호: PJ01262802)의 지원 및 2019년도 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것임

Authors Information

Dayeon Jeon, <https://orcid.org/0000-0003-2733-9832>

Sang-Hoon Lee, <https://orcid.org/0000-0003-4836-7402>

Jinwook Lee, <https://orcid.org/0000-0001-9019-1653>

Yong-Jae Lee, National Institute of Animal Science, Researcher

Sung-Soo Lee, <https://orcid.org/0000-0003-1255-9509>

Hee-Jong Roh, <https://orcid.org/0000-0003-1458-1937>

Dong-Kyo Kim, <https://orcid.org/0000-0002-4130-2086>

Chang-gwon Dang, <https://orcid.org/0000-0003-1026-0167>

Sang-Woo Kim, <https://orcid.org/0000-0002-8495-4877>

Kwan-Woo Kim, <https://orcid.org/0000-0003-2729-2181>

References

- Bender LC, Carlson E, Schmitt SM, Haufler JB. 2003. Body mass and antler development patterns of Rocky Mountain elk (*Cervus elaphus nelsoni*) in Michigan. *The American Midland Naturalist* 150:169-180.
- Berg GHJ, Garrick DJ. 1997. Inheritance of adult velvet antler weights and liveweights in farmed red deer. *Livestock Production Science* 49:287-295.
- CARE (Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension services). 1996. A study on the improvement of deer farm management. CARE, Yesan, Korea. [in Korean]
- Ha H, Yoon SH. 1996. Analytical studies of constituents of antlers. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 25:279-282. [in Korean]
- Han YN, Kim KO, Hwang KH. 1994. Effect of the water extract of pilose antler of *cervus Nippon* var. *manchuricus* on acute-phase proteins in rat blood. *Biomolecules & Therapeutics* 2:59-64. [in Korean]
- Jeon BT, Moon SH, Lee SR, Kim MH. 2010. Changes of amino acid, fatty acid and lipid composition by the growth period in velvet antler. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 30:989-996. [in Korean]
- Lee BY, Lee OH, Choi HS. 2003. Analysis of food components of Korean deer antler parts. *Korean Journal of Food Science and Technology* 35:52-56. [in Korean]
- Lee YH. 2014. Deer raising. p. 29. RDA Publishing, Korea. [in Korean]
- MAF (Ministry of Agriculture and Forestry). 2002. Situation and outlook for New Zealand Agriculture and Forestry. MAF, New Zealand.
- McCorquodale SM, Eberhardt LE, Sargeant GA. 1989. Antler characteristics in a colonizing elk population. *The Journal of Wildlife Management* 53:618-621.
- Moore GH, Littlejohn RP, Cowie GM. 1988. Liveweights, growth rates and antler measurements of farmed red deer stags and their usefulness as predictors of performance. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 31:285-291.
- NIAS (National Institute of Animal Science). 2006. Evaluation of the variety of genetic resources in traditional goat and deer. NIAS, Korea. [in Korean]
- NIE (National Institute of Ecology). 2015. Comparisons of ecosystem adaptation strategies across different climate zones. NIE, Seochon, Korea. [in Korean]
- Park PJ, Jeon YJ, Moon SH, Lee SM, Ahn DK, Lee CH, Jeon BT. 2005. Free radical scavenging activity of NokJoonTang prepared from antler and various oriental medicinal materials. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 25:344-349. [in Korean]
- Seo KW, Sang BC, Kim SW. 2006. Effects of physical stimulation at pedicel on velvet antler growth in sika deer. *Korean Journal of Agricultural Science* 33:115-121. [in Korean]
- Smith BL. 1998. Antler size and winter mortality of elk: Effects of environment, birth year, and parasites. *Journal of Mammalogy* 79:1038-1044.
- Son LW, Shin MG, Lee HI. 1986. Effects of deer antler on the phagocytic activity of reticuloendothelial system in starved mice. *Journal of Korean Medicine* 7:174-183. [in Korean]
- Vanpe C, Gaillard JM, Kjellander P, Mysterud A, Magnien P, Delorme D, Laere GV, Klein F, Liberg O, Hewison

M. 2007. Antler size provides an honest signal of male phenotypic quality in roe deer. *The American Naturalist* 169:481-493.