

Research Article

사양 방식이 엘크 암사슴의 건물섭취량, 증체량 및 자록의 번식성적에 미치는 영향

이진욱¹, 이성수¹, 이상훈², 최봉환¹, 전다연³, 김찬란¹, 김동고¹, 이은도¹, 김관우^{1*}

¹농촌진흥청 국립축산과학원 가축유전자원센터

²농촌진흥청 국립축산과학원 초지사료과

³농촌진흥청 연구정책국 연구운영과

Effects of Feeding Systems on Feed Intake, Weight Gain and Fawn Performance in Elk Doe (*Cervus canadensis*)

Jinwook Lee¹, Sung-Soo Lee¹, Sang-Hoon Lee², Bong-Hwan Choi¹, Dayeon Jeon³, Chan-Lan Kim¹, Dong-Kyo Kim¹, Eun-Do, Lee¹ and Kwan-Woo Kim^{1*}

¹Animal Genetic Resources Research Center, National Institute of Animal Science, RDA, Hamyang, 50000, Republic of Korea

²Grassland and Forage Division, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 31000, Republic of Korea

³R&D Coordination Division, RDA, Jeonju, 54875, Republic of Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of feeding systems on feed intake, weight gain, and fawn performance (*Cervus canadensis*) and estimation of grazing intensity in Elk doe at pasture. A sixteen Elk doe about 236.2 kg were randomly assigned to two feeding treatments. The treatment consisted of a barn feeding system (BF) and grazing at pasture (GR), and pasture was mainly composed of tall fescue, orchard grass, and Kentucky bluegrass. The moisture content of pasture was 19.51~22.61%, which was similar during experimental periods. The crude protein content was significantly higher from June to July ($p < 0.05$). The contents of neutral detergent fiber and acid detergent fiber ranged 53.65~60.18%, and 26.08~29.10%, respectively. There were no significant differences between feeding systems on supplementary feed intake, but the roughage and total dry matter intake showed significant differences between treatment groups ($p < 0.05$), except for May. In August, roughage intake was dramatically decreased in the GR group due to summer environmental changes. On the other hand, the higher intake of roughage in September might be related to nutrient intake for mammals. There was no difference in body weight between treatment groups, but the fawn performance was significantly higher in the GR group ($p < 0.05$). These results might be suggested that grazing elk doe might positively affect fawn growth. However, it is considered that BF might increase the deer weaning rate during the parturition period, since the lower weaning rate in the GR group compared to the BF group. The grazing intensity of Elk doe was increased from May to July and decreased in August, which was influenced by pasture productivity. The average grazing intensity of Elk doe was found to be 15 heads/ha, which might be controlled by supplementary feeding. Further studies needed that mixed sowing methods and fertilization management in old grazing pastures for improved pasture productivity.

(Key words: Grazing, Barn feeding, Elk doe, Grazing intensity, Fawn performance)

I. 서론

산업화로 인한 토지의 과잉개발과 생산성을 증시하는 집약적 농업시스템으로 인해 우리나라의 초지면적은 지속적으로 감소하고 있는 추세이다. 또한, 개발 가능한 초지면적 중 현재 관리되고 있는 면적은 약 5% 내외로 초지의 이용도 저조한 실정이다 (MAFRA, 2016). 따라서 개발 가능한 초지와 유희산지 등을 활용

하기 위한 산지생태축산에 대한 관심이 증가하고 있다 (Rosenthal et al., 2012; García et al., 2013). 가축의 방목사육은 예취 등과 함께 초지를 유지하는데 중요한 역할을 하며, 초지를 포함한 환경 생태계의 다양성에 도움을 준다 (Macdougall and Turkington, 2007). 특히, 반추동물은 초지로부터 다양한 조사료를 섭취하고 성장에 필요한 다양한 영양소를 공급받을 수 있다 (Pearson et al., 2006; Looor et al., 2016). 이전 연구에서 방목사육은 사사사육보

*Corresponding author: Kwan Woo Kim, Animal Genetic Resources Research Center, National Institute of Animal Science, RDA, Hamyang, 50000, Korea, Tel: +82-55-960-3541, Fax: +82-55-960-3590, E-mail: bgring@korea.kr

다 증체량을 향상시키고, 고기의 전단력과 $\omega 3$ 지방산을 증가시킨다고 보고하였다(Lee et al., 2019; Kim et al., 2020). 또한, 변식우의 수태율과 분만율을 향상시키고(Yang et al., 2017), 염소에서 자축의 이유두수와 일당증체량이 증가시켰다(Hwangbo, 2015). 그러나, 산지초지를 이용하기 위한 방목기술과 사회제도적인 기반의 부족으로 대부분의 농가에서 방목사육을 기피하고 있는 실정이다(Lee et al., 2017).

가축의 방목을 위해서는 축종, 토양조건 및 방목강도 등 다양한 요소를 고려한 기술개발이 필요하다. 특히, 가축의 방목 시 환경에 부담을 주지 않기 위해서는 적절한 방목강도를 유지하는 것이 중요하다. 방목강도는 과방목으로 인한 가축의 스트레스를 감소시켜주고, 산림 황폐화 등 환경에 미치는 부담을 줄여준다(Ferretti et al., 2015; Riesch et al., 2019). 이러한 방목강도는 방목초지의 계절별 방목초지의 생산성 및 영양성분의 변화와 밀접한 관련이 있다(Moon et al., 2015). 특히, 국내와 같은 제한된 면적에서의 방목사육은 가축 간 경쟁을 통해 초지이용성에 차별이 발생할 확률이 높다. 일반적으로, 방목초지의 영양소가 부족해지는 겨울철에는 방목강도가 현저히 줄어들며, 식물의 생장하면서 생산성과 영양소 함량이 증가하여 방목강도가 늘어난다(Yun et al., 2018). 또한, 보충사료의 급여는 부족한 영양소를 공급하여 가축의 방목강도를 일정하게 조절하는데 도움을 줄 수 있다(Ru et al., 2003; Bovolenta et al., 2013).

사슴은 중간채식형(intermediate)과 수렵채식형(browsers)의 채식습성을 가지고 있으며, 부춘사료 이용성이 높아 산지초지 및 야초지를 활용한 방목에 적합하다(Hofmann, 1989; Gang et al., 2011). 그러나 계절변식 동물로 계절에 따른 사료 섭취량의 차이

가 크며, 지역에 따라 품종, 사육방식 등에 차이가 있기 때문에, 이를 반영한 연구개발이 필요하다(Moon et al., 2015; Lee et al., 2019). 또한, 사슴의 방목에 관한 연구는 주로 엘크(*Cervus canadensis*) 수사슴을 대상으로 진행되었으며, 암사슴에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 국내에서 주로 사육하는 엘크 암사슴을 이용하여 방목에 따른 생산성 변화를 확인하고, 국내 방목초지의 월별 생산성에 따른 방목강도를 구명하기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 공시가축 및 사양관리

본 실험은 2018년 4월부터 9월까지 총 5개월간 전라북도 남원시 소재의 국립축산과학원 가축유전자원센터 내 방목초지에서 수행되었다. 시험기간 동안의 월별 평균온도 및 강수량과 같은 지역의 20년간 평균온도 및 강수량은 Fig. 1에 제시하였다. 평균온도는 예년에 비해 큰 차이는 없었으나, 여름철에 약 2°C 가량 높게 나타났으며, 강수량은 7월과 9월을 제외하고 평균보다 높은 강수량을 보여주었다. 공시가축은 가축유전자원센터에서 자체교배로 태어난 3~4년생 엘크 암사슴 16두(평균체중 : 236.2 ± 15.7 kg)를 공시하여 사용하였으며, 방목처리구(GR)와 사사처리구(BF)에 각각 8두씩 채중에 따라 완점임의배치 하였다. 실험에 사용된 엘크 암사슴은 전년도 발정기(9월)에 수정률을 높이기 위하여 수사슴과의 합사를 통해 수정하였으며, 임신 8개월차부터 3주간의 방목지 적응기간을 통해 스트레스를 줄이고자 하였다. 사슴 방목은

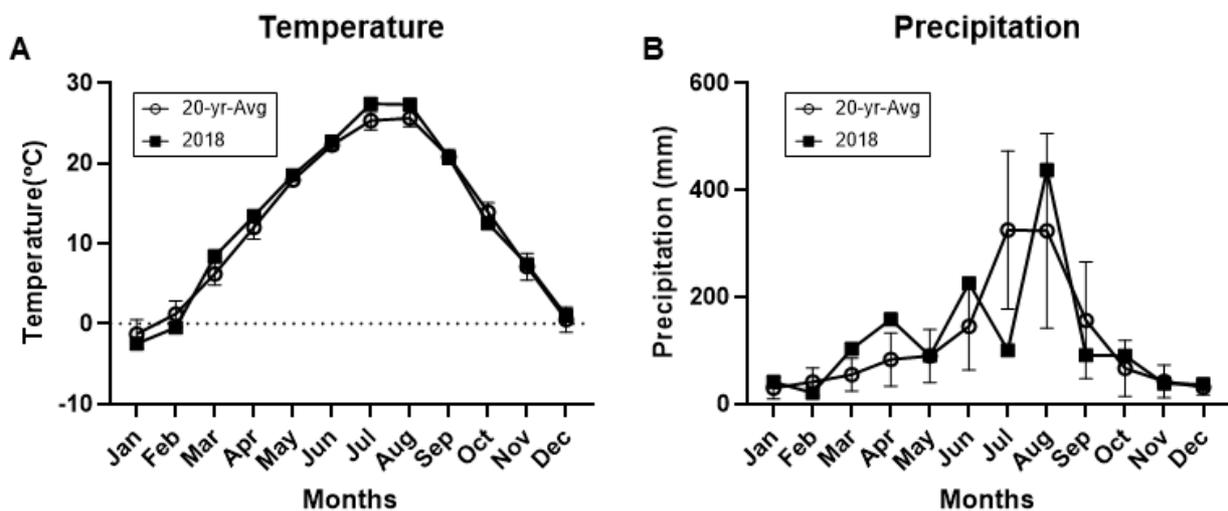


Fig. 1. Mean monthly changes of temperature (A) and precipitation (B) during experimental period. Mean data are presented as mean \pm S.D.

Table 1. Chemical composition of concentrate and mixed hay¹

Item	Concentrate	Mixed hay
Dry matter, %	85.88	82.57
..... % of DM		
Crude protein	18.84	10.64
Ether extract	3.87	1.95
Crude ash	7.65	5.49
Neural detergent fiber	38.24	57.70
Acid detergent fiber	19.88	31.69

¹ Mixed hay consisted of Italian ryegrass, tall fescue and orchard grass

급수결과 비가림시설이 마련된 3개의 목구에서 4주 간격으로 윤환방목으로 진행하였으며, 방목지 면적은 각각 7200㎡(1번 목구), 7520㎡(2번 목구) 및 9813㎡(3번 목구)로 조사되었다. 방목초지는 3년 이상된 톨페스큐 위주의 기성 혼파초지로서 초종구성은 톨페스큐(약 50%), 오차드그라스(약 10%), 켄터기 블루그라스(약 5%)와 피, 바랭이 등 야초류로 구성되어있었다. 사사처리구는 섭취량 조사가 가능한 개별케이지(3m × 6m)에서 사육하였으며, 조사료원으로는 이탈리아 라이그라스, 톨페스큐 및 오차드 그라스 등이 혼합된 혼합건초를 무제한 급여하였다. 농후사료는 두 처리구 모두 1일 1회(09:00) 체중의 1.0%로 제한급여하여 전량섭취를 유도하였으며, 본 실험에 사용된 농후사료 및 혼합건초의 일반 성분 분석 결과는 Table 1과 같다.

2. 엘크 암사슴의 섭취량, 증체량 및 번식성적 조사

방목 사슴의 사초 섭취량은 방목 전과 후의 수량차이를 아래의 산출식을 이용하여 계산하였으며(Stockdale, 1984), 사사처리구의 건초 섭취량은 개체별로 매일 급여한 양과 섭취 후 남은 사료의 차이로 계산하였다.

$$DMI(kg d^{-1}) = \frac{[DM \in side\ cage(kg\ ha^{-1}) - DM \in\ mout\ side\ cage(kg\ ha^{-1})] \times area(ha)}{Number\ of\ grazing\ days}$$

실험기간동안 생산성 변화를 확인하기 위하여 실험시작 시 체중과 종료 시 체중을 경과일수로 나누어 일당증체량을 계산하였다. 엘크 사슴의 경우 조기 임신진단이 어렵기 때문에 분만을 통해 임신여부를 확인하였으며, 처리구별로 6두씩 분만하였다. 자록의 분만은 실험기간 중인 5월 말에서 6월 말까지 1개월간 진행되었다. 번식성적은 분만형태, 산자수, 이유두수 및 이유율을 조사하였으며, 본 실험에서는 모두 단태로 분만하여 이유두수 및 이유율만을 통계분석에 이용하였다. 이유두수는 자록의 분만 일자를 기준으로 90일령까지 생존한 두수로 조사하였으며, 이유율은

전체 분만두수에서 이유두수의 비율을 계산하여 조사하였다. 자록의 생산성 조사를 위해 생시, 이유 시(90일령) 체중을 측정하여 이를 경과일수로 나누어 일당증체량을 계산하였고, 이유 시 체중은 분만시기의 차이를 보정하기 위하여 개체별 분만 일자를 기준으로 90일령에 개체별로 조사하였다.

3. 방목초지의 건물수량, 사료가치 분석 및 방목강도 설정

방목초지의 사초 생산량은 매일 오전 사료 급여 후 목구마다 설치된 4개의 보호케이지 구조물(1m x 1m)에서 초장 30 mm 이상의 시료를 수확하여 조사하였으며, 평균초장은 441±186 mm로 조사되었다. 매일 동일한 구조물에서 수확된 사초시료를 60°C 송풍건조기에서 48시간 건조하여 건물함량을 구한 후 이를 통해 사초생산성을 추정하였다. 건조된 사초시료는 사료가치 측정을 위하여 실험용 분쇄기를 이용하여 1mm 망에 통과 가능한 크기로 분쇄 후 일반성분 분석에 이용하였다. 방목초지의 사료가치 평가를 위해 수확한 시료의 일반성분 분석을 실시하였다. 시료의 조단백질(#990.03), 조지방(#920.39) 및 조회분(#942.05) 함량에 대한 분석은 AOAC (AOAC, 2005) 법에 준하여 실시하였으며, 중성세제섬유소(NDF)와 산성세제섬유소(ADF)의 함량은 Van Soest et al.(1991)의 방법에 따라 분석하였다. 방목강도는 방목초지의 사초생산량과 사초섭취량 및 사초의 조단백질 함량을 이용하여 계산하였으며, 적정 방목강도 계산 시 가축의 사초 이용률은 Amanda (2006)의 방법에 따라 80%로 설정하였으며, 적정 방목강도의 계산은 아래의 식을 이용하였다.

$$Stocking\ rate(head/ha) = \frac{[DM \in\ side\ cage(kg\ ha^{-1}) - DM \in\ mout\ side\ cage(kg\ ha^{-1})] \times area(ha)}{Number\ of\ grazing\ days}$$

4. 통계분석

본 실험에서 조사된 사양방식에 따른 섭취량 및 생산성에 대한

통계적 유의성 검증은 SAS program (Ver. 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA)의 Student's t-test를 이용하여 95% 신뢰수준에서 검증하였다. 방목초지의 월별 생산성, 사료가치 및 방목강도에 대한 유의성 검증은 SAS program (Ver. 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA)의 일반선형모형(General Linear Model)의 분산분석(Analysis of variation)을 이용하여 검증하였으며, 처리구의 평균값에 대한 다중비교는 Duncan의 다중검정법을 이용하여 95% 신뢰수준에서 검증하였다($p < 0.05$).

III. 결과 및 고찰

1. 사양방식에 따른 방목초지의 월별 사료가치 비교

방목초지의 월별 사료가치 분석결과 방목초지의 건물함량은 19.51~22.61%로 방목기간 동안 유사하게 나타났으며(Table 2), 가을철로 갈수록 초지의 건물함량이 증가한다는 이전 연구결과와 유사하였다(Moon et al., 2015). 방목초지의 조단백질 함량은 6~7월에 유의적으로 높았으며($p < 0.01$), 방목기간 동안 12.53~16.23%의 범위로 나타났는데, 야초지를 활용한 이전연구보다

(5.98~12.49%)는 높게 나타났으며(Hwangbo et al., 2007), 방목초지와(13.5~18.1%)는 유사한 범위를 나타내었다(Lee et al., 2019). 조지방과 조회분 함량은 각각 2.10~5.21%과 5.89~10.25%로 야초지에서의 조지방 함량(5.7~7.1)과 조회분 함량(7.3~13.58)보다 낮게 나타났으나, 가을로 갈수록 점차 조회분 함량이 높아져 이전 연구결과와 유사한 계절적 변화를 보여주었다(Yun et al., 2018; Seong et al., 2016). 방목초지의 NDF와 ADF함량은 각각 53.65~60.18%과 26.08~29.10%로 이전연구와 유사한 수치를 나타내었다(Chae et al., 2015; Lee et al., 2019). 일반적으로, 방목초지의 영양성분은 초종의 구성과 계절별 작물의 생육상태 등에 주로 영향을 받는다(Ki et al., 2017). 본 연구에서 사용된 방목지는 사료용작물 위주의 개량초지로 이전에 보고된 산야초로 구성된 야초지보다 영양성분이 더 높게 안정적으로 유지된 것으로 사료된다.

2. 사양방식에 따른 엘크 암사슴의 섭취량, 증체량 및 번식성적 비교

엘크 암사슴의 실험기간동안 월별 건물섭취량은 Figure 2에 나타내었다. 조사료섭취량과 총 건물섭취량은 5월을 제외하고는

Table 2. Seasonal changes of herbage mass and chemical composition at grazing pasture

Item	May	June	July	August	September	SEM	p-value
Dry matter, %	22.42	22.61	22.80	20.57	19.51	1.472	0.412
..... % of DM							
Crude protein	12.53 ^b	16.23 ^a	15.83 ^a	13.30 ^b	14.44 ^b	0.688	0.004
Ether extract	2.61 ^b	2.10 ^b	5.21 ^a	4.91 ^a	4.56 ^a	0.268	<.001
Crude ash	5.89 ^c	7.20 ^{bc}	7.19 ^{bc}	8.54 ^b	10.25 ^a	0.445	<.001
NDF	56.46 ^{ab}	56.53 ^{ab}	52.56 ^{bc}	60.18 ^a	53.65 ^b	1.657	0.034
ADF	27.54	27.64	27.64	29.10	26.08	0.982	0.352

NDF, neural detergent fiber; ADF, acid detergent fiber

SEM, standard error of the mean

^{a-b} Means with different superscript letters are significantly different ($P < 0.05$)

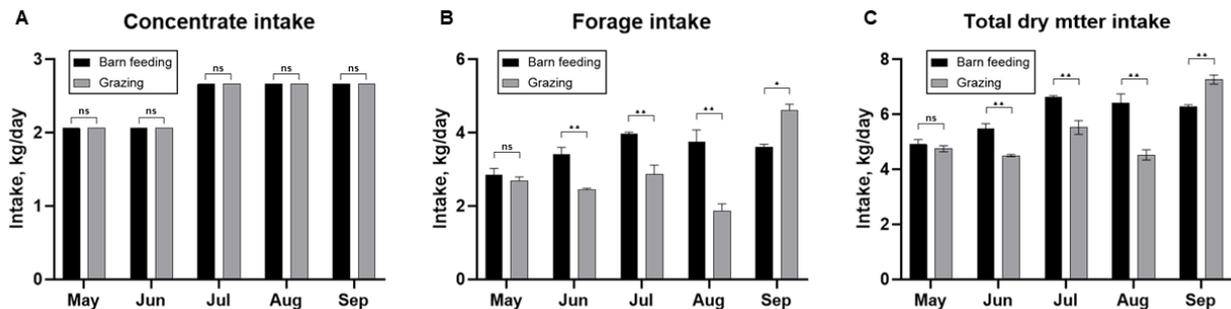


Fig. 2. Seasonal changes of concentrate (A), forage (B), and total dry matter intake (C) in Elk doe by different feeding systems. Data are presented as mean \pm S.D. Symbols denote statistical significance between groups (ns, not significant; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$).

처리구 간 유의적인 차이를 보여주었다($p < 0.05$). 본 실험에서 건물섭취량의 차이는 환경온도 등의 외부 환경요인에 영향을 받은 것으로 사료된다. 특히 8월 GR처리구의 조사료 섭취량이 급격히 감소하였는데, 이는 여름철 환경온도의 상승과 관련이 있을 것으로 사료된다. 우리 실험에서 방목기간 중 7~8월경 평균온도가 예년에 비해 높았으며, 이 시기 급격한 강수량의 차이가 발생한 것으로 조사되었다(Fig. 2). 이전 연구에서 여름철 하고현상 및 가뭄으로 인해 방목초지의 사초생산성이 급격히 감소하며(Chae et al., 2015; Kim et al., 2016), 사초생산성 감소와 환경온도의 상승으로 인한 가축의 스트레스는 방목 시 건물섭취량을 감소시킬 수 있다고 보고하였다(Seong et al., 2016). 본 연구에서 8월경 방목 사슴의 건물섭취량 감소는 하고현상으로 인해 고사된 수주가 많아지면서 사초 생산성이 감소하였기 때문으로 사료된다. 또한, 8~9월은 자록의 포유기간으로, GR처리구에서 8월 부족한 영양소의 공급은 9월 사초섭취량의 증가로 이어진 것으로 사료된다($p < 0.05$). 본 실험에서 암사슴의 건물섭취량은 발정기가 시작되는 9월에도 감소하지 않고 일정하게 유지되었는데, 이는 성별에 따른 채식패턴의 차이로 사료된다. 사슴은 계절번식을 하는 동물로, 일반적인 수사슴에서는 채식패턴과 체중변화가 일장이 긴 봄과 여름철에 높게 나타나며 일장의 길이가 짧은 가을과 겨울철에 낮게 나타난다(Blaxter et al., 1974; Suttie et al., 1983). 또한, 9월부터 사슴의 발정기가 시작되기 때문에 이 시기 수사슴은 체중과 섭취량이 급격히 감소한다고 보고되었다(Fennessy et al.,

1980; Kay and Staines, 1981). 그러나, 암사슴은 대개 9월까지 자록을 포유하며, 자록의 성장에 따라 포유기간 소모되는 에너지가 증가한다. Bovolenta et al. (2013)은 암사슴의 경우 포유기간 9월까지 건물섭취량을 높게 유지하고 10월 말 이후로 서서히 건물섭취량이 감소한다고 보고하였는데, 본 연구결과와 유사하였다. 그러나, 본 실험에서 사용된 방목 전후의 사초 생산량 차이에 의한 간접방법은 측정이 용이하고 시설부담이 적다는 장점이 있으나, chronic marker 등을 통한 측정방법보다 24%까지 정확도에서 차이가 난다고 보고하였다(Walters and Evans, 1979; Stockdale and King, 1983; Kim and Kim, 1994). 이에, Stockdale (1985)은 보다 정확하게 채식량을 평가하기 위해 소화율과 채식허용량, 에너지가 등을 반영하여 섭취량을 보정하는 방법을 제안하였다. 그러나, 사슴에서 방목지 내 소화율을 측정하는 것은 야생성 등의 문제로 인해 매우 위험하기 때문에, 향후 초지의 구성조건에 따라 개별 초종의 소화율을 평가하거나 사슴의 채식행동을 고려한 채식효율 등을 함께 평가하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

본 실험에서 사사사육과 방목사육에 따른 엘크 암사슴의 시작 체중과 종료 시 체중은 유의적인 차이가 나타나지 않았다(Table 3). 그러나, 자록의 경우 생시체중은 유사하였으나, GR처리구의 이유 시 체중이 BF처리구보다 높게 나타났다($p < 0.05$). 이러한 결과는 방목사육이 암컷과 자축에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 사료된다. Hwangbo (2015)는 흑염소의 방목사육 시 자축의 생시체중과 일당증체량이 사사사육에 비해 유의적으로 높다고 보고하

Table 3. Effects of feeding systems on body weight changes, reproductive performance of Elk doe and fawn

Item	Barn feeding	Grazing	p-value
Body weight, kg			
Initial body weight	225.00 ± 10.46	232.38 ± 13.90	0.250
Final body weight	237.43 ± 9.93	242.25 ± 12.33	0.424
Average daily gain	12.71 ± 13.44	9.88 ± 11.14	0.662
Fawn's performance			
Birth weight, kg	15.87 ± 1.67	15.28 ± 2.90	0.674
Live weight at 3 months, kg	62.33 ± 10.89	78.33 ± 3.06	0.046
Average daily gain, g/day	0.52 ± 0.11	0.69 ± 0.03	0.028
Weaning rate, %	100	50	-

Data expressed as mean ± S.D.

Table 4. Estimated grazing intensity affected by pasture productivity and dry matter intake of Elk doe at grazing pasture

Item	May	June	July	August	September	SEM	p-value
Pasture productivity (kg/ha)	2329.20 ^a	1462.05 ^c	2160.36 ^{ab}	499.24 ^d	1756.91 ^{bc}	160.64	<.001
Pasture dry matter intake (kg/month/head)	83.37 ^{bc}	73.32 ^{bc}	88.80 ^b	57.95 ^c	122.26 ^a	8.43	0.004
Estimated grazing intensity(head/ha)	22a	16b	20ab	7d	12c	1.39	<.001

SEM, Standard error of the mean

^{a-b} Means with different superscript letters are significantly different ($P < 0.05$)

였는데, 우리의 결과와 유사하였다. 또한, Bovolenta et al. (2013)은 암사슴의 방목 시 포유기간이 길어질수록 모유 내 영양소 함량(지방, 단백질 및 유당)이 증가하며, 보충사료의 급여는 자육의 일당증체량을 증가시켜준다고 보고하였다. 그러나, 우리 연구에서 이유율은 GR처리구에서 낮게 나타났는데, 이는 방목강도보다는 어미의 포유능력 등에 영향을 받은 것으로 사료된다. 본 연구에서 공식된 엘크 암사슴은 산차가 1~2산으로 포유에 대한 경험이 많지 않았으며, 방목지 내 사육두수를 적게 배치하였기 때문에 새끼에 대한 포유포기 등이 관찰되었다. 이는 방목사육 시에 어미의 포유능력, 포유포기 및 기후에 대한 부적응 등의 이유로 인해 이유율이 상대적으로 낮다는 이전 연구결과와 유사하였다 (Shelton, 1978; Greyling, 2000). 따라서 암사슴을 방목하는 경우에는 분만 전에서 분만 초기에는 사사사육을 통해 이유율을 높이는 것이 필요할 것으로 사료되며, 방목지 내에서 분만 시 포유경험이 있는 산차가 높은 암사슴을 이용하고 방목강도를 높여주는 것이 이유율을 향상시키는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

3. 엘크 암사슴의 적정 방목강도 설정

본 실험에서 조사된 월별 사초생산량과 건물섭취량을 이용하여 계산된 엘크 암사슴의 적정 방목강도는 Table 4와 같다. 사초의 생산성은 5월 이후 점차 감소하는 경향을 보여주었으며 ($P < 0.001$), 방목 초지의 월별 건물섭취량은 9월에 가장 높게 나타났다($p < 0.01$). 사초 생산성과 건물섭취량 모두 폭염으로 인해 8월에는 급격히 감소하였다. 이를 토대로 방목강도를 추정할 결과 방목강도는 평균 15두/ha로 나타났으며, 사초의 생산성이 가장 높은 5월에 22두/ha로 가장 높았고 8월에는 7두/ha로 가장 낮게 나타났다($p < 0.001$). 이러한 결과는 다마 암사슴(*Dama dama*)의 방목강도(20두/ha)보다는 수치적으로는 작게 나타났으나 (Bovolenta et al., 2013), 다마사슴의 경우 40~50kg 내외로 두 품종의 체중차이가 4~5배인 점을 고려할 때 엘크 암사슴의 방목강도가 더 높게 나타난 것으로 사료된다. 본 연구에서 6월보다 9월에 사초 생산량과 섭취량이 증가하였으나, 방목강도는 16두에서 12두로 감소하였는데, 이는 초지의 생산량 평가방법과 관련이 있는 것으로 사료된다. 방목강도는 일반적으로 초지의 생초량, 건물섭취량 등에 영향을 받는다. 방목지의 사초 생산량을 평가하는 방법은 다양하지만, 초종의 비율, 밀도 및 수직적 분포높이 등은 초지의 채식허용량을 평가하는 중요한 요소이다(Hendrickson and Minson, 1980). 본 실험에서는 방목강도 추정을 위해 측정이 용이한 초지의 생산량을 이용하였는데, 이는 섭취량에 영향을 크게 받아 사초 생산량의 증가보다 섭취량의 증가율이 더 클 경우 방목강도가 다소 적게 추정된다. 따라서 향후 방목강도 추정 시에

는 초지의 구조적 변화와 함께 기축의 채식습성을 함께 조사하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 또한, 일반적으로 방목 시 보충사료의 급여는 영양소 공급량을 증가시켜 사초 섭취량을 감소시킬 수 있기 때문에 방목강도를 조절할 수 있다(Ru et al., 2003). 따라서 8월 이후 방목강도가 급격히 감소하였기 때문에, 이 시기 보충사료의 급여량을 증가시켜 방목강도를 조절하는 것이 필요한 것으로 사료된다.

이전 연구에서 엘크 수사슴의 방목강도는 21~34두/ha로 우리 연구보다 높게 나타났는데(Lee et al., 2019), 이는 사초의 생산성과 관련이 있는 것으로 사료된다. 우리 연구에서 사용된 방목초지는 기성초지로 신규개량초지에 비해 유효인산함량 및 토양의 화학적 정질과 생산성이 감소하기 때문에 생산성이 떨어지기 때문에 생산성 유지를 위해 보파와 비배관리 등이 필요하다(Kim and Choung, 1996). 따라서, 방목초지의 혼파방법과 기성초지의 비배관리 등을 통해 초지 활용성을 높일 수 있는 연구가 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 연구는 엘크 암사슴(*Cervus canadensis*)의 사육방식에 따른 사료섭취량, 체중변화 및 자육의 성장에 미치는 영향을 확인하고 적정 방목강도를 구명하기 위하여 수행되었다. 본 실험에 사용된 공식기축은 3~4년생 엘크 암사슴 16두(평균체중 : 236.2 ± 15.7 kg)를 이용하였으며, 방목초지는 3년 이상된 톨 페스큐 위주의 기성 혼파초지로서 초종구성은 톨 페스큐(약 50%), 오차드 그라스(약 10%), 켄터기 블루그라스(약 5%)와 피, 바랭이 등으로 구성되었다. 방목초지의 수분함량은 19.51~22.61%로 방목기간 동안 유사하였으며, 조단백질 함량은 6~7월에 유의적으로 높게 나타났다. 조지방과 조회분 함량은 가을로 갈수록 점차 증가하였으며, NDF와 ADF함량은 각각 53.65~60.18%과 26.08~29.10%로 조사되었다. 실험기간동안 보충사료 섭취량은 월별로 처리구 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 조사료와 총 건물섭취량은 5월을 제외하고 처리구 사이에 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.05$). 특히 8월에는 GR처리구의 조사료 섭취량이 급격히 감소하였는데, 여름철 환경변화에 따른 것으로 사료된다. 반면, 9월 포유를 위해 부족한 영양소를 섭취하기 위해 사초섭취량이 급격히 증가하였다. 우리 연구에서 암사슴의 채식패턴은 수사슴과 차이를 보였으며, 이는 실험기간 자육의 이유 및 포유기간에 따른 영향을 받은 것으로 사료된다.

본 실험에서 사양방식에 따른 엘크 암사슴의 체중은 유의적 차이가 나타나지 않았으나, GR처리구에서 자육의 성장률이 빠른 것으로 나타났다. 그러나, GR처리구에서 BF처리구에 비해 낮은

이유율이 나타나 분만 전후 사사사육을 통해 이유율을 높여주는 것이 필요할 것으로 판단되며, 목지 내에서 분만 시 포유경험이 있는 산차가 높은 암사슴을 이용하고 방목강도를 높여주는 것이 이유율을 향상시키는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 엘크 암사슴의 방목강도는 연평균 15두/ha로 나타났는데, 이는 다마 암사슴(*Dama dama*)에 비해서는 체중대비 높게 나타났으나, 엘크 수사슴에 비해서는 낮은 수치를 보여주었다. 이러한 결과는 기성초지 이용으로 인해 사초의 생산성이 감소한 결과로 사료되며, 앞으로 방목초지의 혼파방법과 기성초지의 비배관리 등을 통해 초지 활용성을 높일 수 있는 연구가 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

V. 사사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제명 : 사슴의 방목 이용 기술 개발, 과제번호 : PJ01022902)의 지원과 2021년도 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 및 학·연협동연구 박사학위과정 운영사업의 지원에 의해 이루어진 것이다.

VI. REFERENCES

- Amanda, H. 2006. Doing the math: Calculating a sustainable stocking rate. ND Agricultural Experiment Station Central Grasslands Research Extension Center.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis. In Association of Official Analytical Chemist, Gaithersburg, MD.
- Blaxter, K.L., Kay, R.N.B., Sharman, G.A.M., Cunningham, J.M.M. and Hamilton, W.J. 1974. Farming the red deer. The first report of an investigation by the rowett research institute and the hill farming research organisation. Her Majesty's Stationery Office, Edinburgh, UK. p. 93.
- Bovolenta, S., Corazzin, M., Messina, M., Focardi, S. and Piasentier, E. 2013. Supplementary feeding of farmed fallow deer: Effect on milk composition and fawn performance. Italian Journal of Animal Science. 12(4):e98. doi:10.4081/ijas.2013.e98
- Chae, H.S., Kim, N.Y., Woo, J.H., Back, K.S., Lee, W.S., Kim, S.H., Hwang, K.J., Park, S.H. and Park, N.G. 2015. Changes of nutritive value and productivity according to stockpiled period in mixed orchardgrass-tall fescue pasture of Jeju region. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 35(2):93-98. doi:10.5333/KGFS.2015.35.2.93
- Fennessy, P.F., Greer, G.J. and Forss, D.A. 1980. Voluntary intake and digestion in red deer and sheep. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. pp. 158-162.
- Ferretti, F., Corazza, M., Campana, I., Pietrocini, V., Brunetti, C., Scornavacca, D. and Lovari, S. 2015. Competition between wild herbivores: Reintroduced red deer and Apennine chamois. Behavioral Ecology. 26(2):550-559. doi:10.1093/beheco/aru226
- Gang, B.H., Lee, I.D., Lee, S.K. and Lee, H.S. 2011. A study on the food habits of Sika Deer (*Saanen*) fed with roughage sources. Korean Journal of Agricultural Science. 38(3):437-444. doi:10.7744/cnujas.2011.38.3.437
- García, R.R., Fraser, M.D., Celaya, R., Ferreira, L.M.M., García, U. and Osoro, K. 2013. Grazing land management and biodiversity in the Atlantic European heathlands: A review. Agroforestry Systems. 87:19-43. doi:10.1007/s10457-012-9519-3
- Greyling, J.P.C. 2000. Reproduction traits in the Boer goat doe. Small Ruminant Research. 36(2):171-177. doi:10.1016/s0921-4488(99)00161-3
- Hendricksen, R. and Minson, D.J. 2009. The feed intake and grazing behaviour of cattle grazing a crop of Lablab purpureus cv. Rongai. The Journal of Agricultural Science. 95:547-554.
- Hofmann, R.R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: A comparative view of their digestive system. Oecologia 78:443-457. doi:10.1007/BF00378733
- Hwangbo, S. 2015. Effects of the grazing of Korean black goats on their reproductive performance and growth performance of goatlings. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 35(1):1-5. doi:10.5333/KGFS.2015.35.1.1
- HwangBo, S., Choi, S.H., Kim, S.W., Kim, Y.K., Sang, B.D., Kwon, D.J., Jo, I.H. and Choi, J.G. 2007. Effects of hilly pasture types on performances and nutrient availability in breeding Korean black goats. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 27(1):57-66. doi:10.5333/KGFS.2007.27.1.057
- Kay, R.N.B. and Staines, B.W. 1981. The nutrition of the red deer (*Cervus elaphus*). Nutrition Abstracts and Reviews. 51:601-622.
- Ki, K.S., Park, S.B., Lim, D.H. and Seo, S. 2017. Evaluation of the nutritional value of locally produced forage in Korea using chemical analysis and in vitro ruminal fermentation. Asian-Australasian Journal of Animal Science. 30(3):355-362. doi:10.5713/ajas.16.0626
- Kim, J.G., Li, Y.W., Kim, M.J., Kim, H.J., Jeong, S.I., Jung, J.S. and Park, H.S. 2016. Effect of species and seed mixture on productivity, botanical composition and forage quality in middle mountainous pasture. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 36(2):135-141.

doi:10.5333/KGFS.2016.36.2.135

- Kim, K.W., Kim, H.J., Kim, H.J., Lee, S.S., Lee, E.D., Kim, D.K., Lee, S.H., Jang, A. and Lee, J. 2020. Effect of feeding regime on meat quality of elk deer loin during aging. *Journal of Food and Nutrition Research*. 8(7):355-361. doi:10.12691/jfnr-8-7-7
- Kim, M.C. and Choung, C.C. 1996. A study on feeding, reproduction, meat and milk products, disease and genetic character for Cheju horse industry development: 1. Monthly changes of herbage production comparing new pastures of horse farm with old pastures. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 16(1):61-68.
- Kim, T.H. and Kim, B.H. 1994. Studies on herbage utilization by grazing dairy cows under strip grazing: 1. Changes in the sward structure affected by the levels of daily herbage allowance. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 14(2):99-109.
- Lee, J., Lee, S.H., Lee, S.S., Jeon, D., Kim, S.W., Yun, Y.S., Kim, S.W., Park, H.S. and Kim, K.W. 2019. Effect of supplementary feeding levels on productivity and grazing intensity in Grazing Elk stags (*Cervus canadensis*). *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 39(2):61-67. doi:10.5333/KGFS.2019.39.2.61
- Lee, J., Lee, S.S., Yeon, S.H., Cho, C.Y., Kim, S.W. and Kim, K.W. 2017. Effect of the grazing and barn feeding system on feed intake, weight gain and velvet antler productivity in Elk (*Cervus Canadensis*). *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 37(4):345-349. doi:10.5333/KGFS.2017.37.4.345
- Loor, J.J., Elolimy, A.A. and McCann, J.C. 2016. Dietary impacts on rumen microbiota in beef and dairy production. *Animal Frontiers*. 6(3):22-29. doi:10.2527/af.2016-0030
- MacDougall, A.S. and Turkington, R. 2007. Does the type of disturbance matter when restoring disturbance-dependent grasslands? *Restoration Ecology*. 15(2):263-272. doi:10.1111/j.1526-100X.2007.00209.x
- Moon, S.H., Kim, S.W., Choi, G.J., Jang, S.Y., Park, J.H., Jeon, B.T., Kim, M.H., Kim, S.J. and Oh, M.R. 2015. Current status of forage use on the goat farming in mountainous pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 35(2):112-118. doi:10.5333/KGFS.2015.35.2.112
- Pearson, R.A., Archibald, R.F. and Muirhead, R.H. 2006. A comparison of the effect of forage type and level of feeding on the digestibility and gastrointestinal mean retention time of dry forages given to cattle, sheep, ponies and donkeys. *British Journal of Nutrition*. 95(1):88-98. doi:10.1079/bjn20051617
- Riesch, F., Tonn, B., Meißner, M., Balkenhol, N. and Isselstein, J. 2019. Grazing by wild red deer: Management options for the conservation of semi-natural open habitats. *Journal of Applied Ecology*. 56(6):1311-1321. doi:10.1111/1365-2664.13396
- Rosenthal, G., Schrautzer, J. and Eichberg, C. 2012. Low-intensity grazing with domestic herbivores: A tool for maintaining and restoring plant diversity in temperate Europe. *Tuexenia*. 32:167-205.
- Ru, Y.J., Fischer, M., Glatz, P.C., Wyatt, S., Swanson, K. and Falkenberg, S. 2003. Forage intake and nutrient requirements of fallow weaner deer in southern Australia. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 16(5):685-692. doi:10.5713/ajas.2003.685
- Seong, H.J., Jang, S.Y., Oh, M.R., Tang, Y.J., Ding, Y.L., Kim, S.W., Choi, G.J., Jeon, B.T. and Moon, S.H. 2016. Changes in feed value, forage productivity, and grazing intensity at mountainous pasture grazed by growing Korean native goat (*Capra hircus coreanae*). 36(2):109-114. doi:10.5333/KGFS.2016.36.2.109
- Shelton, M. 1978. Reproduction and breeding of goats. *Journal of Dairy Science*. 61(7):994-1010. doi:10.3168/jds.S0022-0302(78)83680-7
- Stockdale, C.R. 1984. Evaluation of techniques for estimating the yield of irrigated pastures intensively grazed by dairy cows. 1. Visual assessment. *Animal Production Science*. 24(126):300-304. doi:10.1071/EA9840300
- Stockdale, C.R. 1985. Influence of some sward characteristics on the consumption of irrigated pastures grazed by lactating dairy cattle. *Grass and Forage Science*. 40:31-39.
- Stockdale, C.R. and King, K.R. 1983. A comparison of two techniques used to estimate the herbage intake of lactating dairy cows in a grazing experiment. *The Journal of Agricultural Science*. 100:227-230.
- Suttie, J.M., Goodall, E.D., Pennie, K. and Kay, R.N.B. 1983. Winter food restriction and summer compensation in red deer stags (*Cervus elaphus*). *British Journal of Nutrition*. 50(3):737-747. doi:10.1079/bjn19830145
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(10):3583-3597. doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2
- Walters, R.J.K. and Evans, E.M. 1979. Evaluation of a sward sampling technique for estimating herbage intake by grazing sheep. *Grass and Forage Science*. 34:37-44.
- Yang, B.C., Kang, S.S., Kim, U.H., Jang, S.S., Yang, B.S., Lee, S.D. and Cho, S.R. 2017. Surveys on reproduction status and calf production of Hanwoo farmers. *Journal of Embryo Transfer*. 32(3):171-176. doi:10.12750/JET.2017.32.3.171
- Yun, Y.S., Seong, H.J., Zhang, Q.M., Chung, S.U., Lee, G.E., Jang,

S.Y., Lee, J., Lee, S.H. and Moon, S.H. 2018. Changes in goat productivity and economical efficiency at feeding systems by castrated growing Korean native goat (*Capra hircus coreanae*). Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 38(3):150-155. doi:10.5333/KGFS.2018.38.3.150

(Received : October 25, 2021 | Revised : November 24, 2021 | Accepted : November 25, 2021)