

Research Article

보충사료 급여수준이 엘크 수사슴의 생산성 및 방목강도에 미치는 영향

이진욱¹, 이상훈¹, 이성수¹, 전다연¹, 김성우¹, 윤영식², 김상우³, 박형수¹, 김관우^{1*}

¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²축산환경관리원, ³전북대학교 국제농업개발협력센터

Effect of Supplementary Feeding Levels on Productivity and Grazing Intensity in Grazing Elk stags(*Cervus canadensis*)

Jinwook Lee¹, Sang Hoon Lee¹, Sung Soo Lee¹, Dayeon Jeon¹, Sung Woo Kim¹,

Yeong Sik Yun², Sang Woo Kim³, Hyung Soo Park¹ and Kwan Woo Kim^{1*}

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

²Institute of Livestock Environmental Management, Daejeon, 34068, Korea

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

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of supplementary feeding levels on livestock and forage productivity and grazing intensity in Elk stags (*Cervus canadensis*). A fifteen 2-year-old Elk stags about 195 kg were randomly assigned to one of three dietary treatments (five animals per treatment). The dietary treatments consisted of a feeding concentrate of 1.0% of body weight (T1), 1.5% of body weight (T2) and 2.0% of body weight. Total dry matter intake (TDMI) was increased with increased with an increasing supplementary feeding levels. Average daily gain (ADG) were significantly increased with an increasing supplementary feeding levels ($p < 0.05$) and reached a maximum on July and was lower in spring than autumn. The velvet antler production was no differences among treatment groups. Forage productivity of pasture and crude protein content were highest on May and decreased thereafter, however, crude fiber content was the reversed. The grazing intensity of Elk stags was increased in spring (38 to 59 head per ha) than summer and autumn (13 to 32 head per ha). The average grazing intensity of Elk stags ranged from 21 to 34 head per ha, which is affected by supplementary feeding levels. This result suggests that feeding supplementary diet at 1.5 % of body weight was needed to maintain the stable weight gain in antler growing periods and control the proper grazing intensity of Elk deer stags.

(Key words: Grazing, Supplementary feeding, Feed intake, Weight gain, Velvet antler production)

I. 서론

우리나라는 2000년대 이후 산업화와 산림환경 등으로 인해 초지면적이 지속적으로 감소하는 추세이다. 그 결과 현재 국내 초지로 개발 가능한 면적 중 현재 관리되고 있는 면적은 약 2% 미만인 34천 ha로 매우 저조한 실정이다(MAFRA, 2016; Kim et al., 2017). 최근 가축분뇨로 인한 환경문제와 국제 곡물가격 변동에 따른 사료비 부담으로 이러한 유휴산지를 활용하는 산지생태축산에 대한 관심이 증가하고 있다. 국내에는 유휴산지와 초지로 개발 가능한 토지가 많기 때문에 산지방목을 통해 반추기축의 사료 자급률을 상승시키고 축산의 부정적 이미지를 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

사슴은 수염류와 초류를 모두 섭취하는 중간형(intermediate)이

면서 나뭇잎과 야초를 주로 섭취하는 수염채식형(browsers)의 채식습성을 나타낸다(Currie et al., 1977; Hofmann et al., 1985). 국내 사육되는 사슴의 경우 흑염소와 유사한 채식습성을 가지고 있어 부존사료의 활용성이 높고 국내 산지초지 및 야초지를 활용한 방목에 적합할 것으로 평가된다(Gang et al., 2011; Yun et al., 2018). 특히, 엘크 사슴의 경우 방목사육 시 사사사육 형태보다 증체량이 개선된다고 하였다(Lee et al., 2017). 그러나 우리나라는 대부분 사사사육을 기반으로 사슴을 사육하고 있고, 산지초지를 이용하기 위한 방목이용기술이 부족하여 가축의 방목이용을 기피하고 있는 실정이다.

산지초지 및 야초지의 이용성을 확대하고 가축의 산지방목 시 산림훼손과 초지황폐화 등의 문제를 예방하기 위해서는 축종, 토양조건 및 수용력 등 다양한 요소를 고려한 방목기술 개발이 필

*Corresponding author: Kwan Woo Kim, Animal Genetic Resources Research Center, National Institute of Animal Science, R.D.A., Namwon, 55717, Korea. Tel: +82-63-620-3531, Fax: +82-63-620-3590, E-mail: bgring@korea.kr

요하다. 초지의 사초생산성과 사료가치는 계절 등 환경요인에 따라 큰 차이를 나타내기 때문에 수용능력을 조절하고 가축의 성장 지연을 막기 위해서는 보충사료의 급여가 필요하다(Rajský et al., 2008). 적절한 보충사료의 급여는 발정기 수사슴의 성장에 도움을 주고 사초생산성이 감소할 때 발생하는 산림훼손을 감소시켜 산지초지의 활용성을 향상시킬 수 있다(Missbach, 1975). 따라서 본 연구는 국내에서 사육되고 있는 엘크 사슴의 방목사육 시 보충사료 급여수준에 따른 월별 적정 방목강도와 생산성의 변화를 비교하고 초지활용성을 향상시킬 수 있는 기초자료를 제공하기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 공시가축 및 사양관리

본 실험은 전라북도 남원시 소재의 국립축산과학원 가축유전자원센터 내 방목초지에서 2017년 3월 30일부터 9월 30일까지 실시하였다. 실험에 사용된 공시가축은 가축유전자원센터에서 자체교배로 태어난 2년생 엘크(*Cervus canadensis*) 수사슴(평균 체중: 195 ± 18 kg) 15두를 공시하여 보충사료 급여수준에 따라 체중의 1.0%(T1), 체중의 1.5%(T2), 체중의 2.0%(T3)의 3개의 처리구에 처리구 당 5두씩 완전임의배치를 하였다. 보충사료는 1일 1회 (09:00) 급여하였으며, 물은 자유채식하도록 하였다. 실험에 사용된 보충사료는 시판중인 사슴용 농후사료를 이용하였으며, 사료의 일반성분은 Table 1과 같다.

사슴의 방목은 급수시설과 비가림 시설이 마련된 3개의 방목구에서 상시방목으로 진행하였으며, 방목 전 3주간의 적응기간을 두어 스트레스를 줄이고자 하였다. 방목지 면적은 각각 7200㎡(T1), 7520㎡(T2) 및 9813㎡(T3)로 조사되었으며, 초종구성은 봄철에는 오차드그라스, 톨페스큐 및 레드톱 등으로 구성되었고, 여름철에는 바랭이, 피 등 야초류로 구성되어 있었다.

2. 방목사슴의 섭취량, 증체량 조사

방목초지의 사초 생산량은 목구마다 설치된 4개의 보호케이지 (1m × 1m)에서 수확한 시료의 건물함량을 측정하여 구하였으며, 사슴의 사초섭취량은 방목 전과 후의 수량차이를 아래의 산출식을 이용하여 계산하였다(L. t Mannetje., 1978). 방목기간동안 보충사료 섭취량은 처리구별로 매일 급여한 사료와 섭취 후 남은 사료의 차이로 계산하였으며, 잔량은 다음날 사료 급여 전에 수거하여 측정하였다. 증체량은 처리구별로 월별 체중을 측정하여 이를 경과 일수로 나누어 월별 일당증체량을 계산하였다.

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

3. 녹용생산량 측정

엘크 수사슴의 녹용 생산량 측정은 낙각 후 80일령의 사슴에게 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 체중 1kg 당 0.1ml의 용량으로 마취 시킨 후 외과용 수술톱을 이용하여 녹용을 수확하였으며, 수확 후에는 전자저울을 이용하여 녹용의 중량을 측정하였다.

4. 방목초지의 사료가치 분석 및 방목강도 설정

방목초지의 사료가치 평가를 위해 수확한 시료의 일반성분 분석을 실시하였다. 시료의 조단백질, 조섬유, 조지방 및 조회분 함량에 대한 분석은 AOAC (AOAC, 1990) 법에 준하여 실시하였고 중성세제섬유소(NDF)와 산성세제섬유소(ADF)의 함량은 Van Soest et al.(1991)의 방법에 따라 분석하였다. 방목강도는 방목초지의 사초생산량과 섭취량을 이용하여 계산하였으며, 적정 방목강도 계산 시 가축의 사초 이용률은 Amanda (2006)의 방법에 따라 80%로 설정하였으며, 적정 방목강도의 계산은 아래의 식을 이용하였다.

Table 1. Chemical composition of supplemental diets and pasture (DM basis)

Chemical composition	Supplemental diets	Seasonal changes of pasture		
		May	July	September
Dry matter, %	88.9	25.1	34.1	31.0
Crude protein, %	18.9	18.1	14.0	13.5
Ether extract, %	2.26	5.52	5.00	4.84
Crude ash, %	6.85	8.46	9.49	7.33
Crude fiber, %	7.71	30.3	30.6	33.0
Neutral detergent fiber, %	23.61	61.3	64.9	65.9
Acid detergent fiber, %	10.31	32.0	33.4	35.0

$$\text{Stocking rate (head/ha)} = \frac{\text{Herbage mass (DMkg/ha/month)} \times \text{Utilisation rate of herbage (\%)}}{\text{Herbage intake by deer (DMkg/month)}}$$

5. 통계분석

본 실험에서 조사된 체중변화, 녹용생산량 및 방목초지의 사초생산성 결과에 대한 유의성 검증은 SAS program(ver. 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA)의 GLM(General Linear Model)을 이용하여 분산분석을 하였으며, 처리구의 평균 간 비교는 Duncan (1955)의 다중검정법을 통해 유의차를 5% 수준에서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 섭취량 및 증체량 조사

산지초지에서 방목사육 시 보충사료 급여수준에 따른 엘크 수 사슴의 건물섭취량 및 증체량에 대한 결과는 각각 Table 2와 Table 3에 나타내었다. 본 실험에서 건물섭취량은 보충사료 급여

수준이 증가함에 따라 높게 나타났다. 실험기간 동안 개시체중과 종료체중은 처리구 간 유의성이 나타나지 않았으나, 일당증체량은 보충사료 급여수준이 증가할수록 유의적으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 월별 일당증체량의 경우 녹용절각 후 회복기인 7월까지의 보충사료 급여수준이 높을수록 증체량이 높게 나타났으나, 처리구 간에 유의성은 없었다.

일반적인 사슴의 채식패턴과 체중변화는 일장이 긴 봄과 여름철에 높게 나타나며 일장의 길이가 짧은 가을과 겨울철에 낮게 나타난다(Blaxter et al., 1974; Fennessy, 1982; Suttie et al., 1983). 또한, 사슴은 계절번식을 하는 동물로 수사슴의 경우 가을철 발정기가 시작되면 사료섭취량과 증체량이 급격히 감소하기 때문에 이 시기에는 보충사료의 추가공급을 통해 성장저하를 예방하는 것이 필요하다고 하다고 보고하였다(McEwen et al., 1957; Fennessy et al., 1980; Kay and Staines, 1981).

본 실험에서 월별 건물섭취량과 증체량은 봄부터 여름까지 증가하다 가을로 들어서면서 감소하는 경향을 나타내어 사슴의 일 반적인 섭취패턴과 유사하게 관찰되었으나(Fig. 1), 보충사료 급여수준이 낮은 T1에서 불성장기인 5~6월 성장이 지연되는 경향을 나타냈다.

Table 2. Seasonal changes of dry matter intake on grazing Elk stags fed different levels of supplemental diets

Items	T1 (1.0%)	T2 (1.5%)	T3 (2.0%)
Total dry matter intake ¹ , DM kg/d/head			
May, g/day	3.78±0.31	4.56±0.51	5.15±0.12
June, g/day	3.85±0.28	4.87±0.36	5.04±0.23
July, g/day	5.94±0.71	6.65±0.29	6.41±0.16
August, g/day	5.50±0.44	5.53±0.27	5.98±0.09
September, g/day	5.57±0.24	5.28±0.27	5.27±0.75

¹ Data are expressed as means±SD

Table 3. Seasonal body weight changes of grazing Elk stags fed different levels of supplemental diets

Items	T1 (1.0%)	T2 (1.5%)	T3 (2.0%)	SEM	P-value
Initial body weight, kg	195.8	194.3	195.8	4.59	0.989
Final body weight, kg	254.8	260.0	271.2	4.75	0.382
Average daily gain, g/day	322.0 ^b	359.4 ^{ab}	412.0 ^a	0.016	0.056
May, g/day	294.4	445.6	425.6	0.037	0.219
June, g/day	-10.0	147.6	299.0	0.062	0.125
July, g/day	864.8	960.0	1074.4	0.159	0.881
August, g/day	660.0	526.6	466.6	0.042	0.160
September, g/day	220.0	-6.0	66.8	0.081	0.541

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

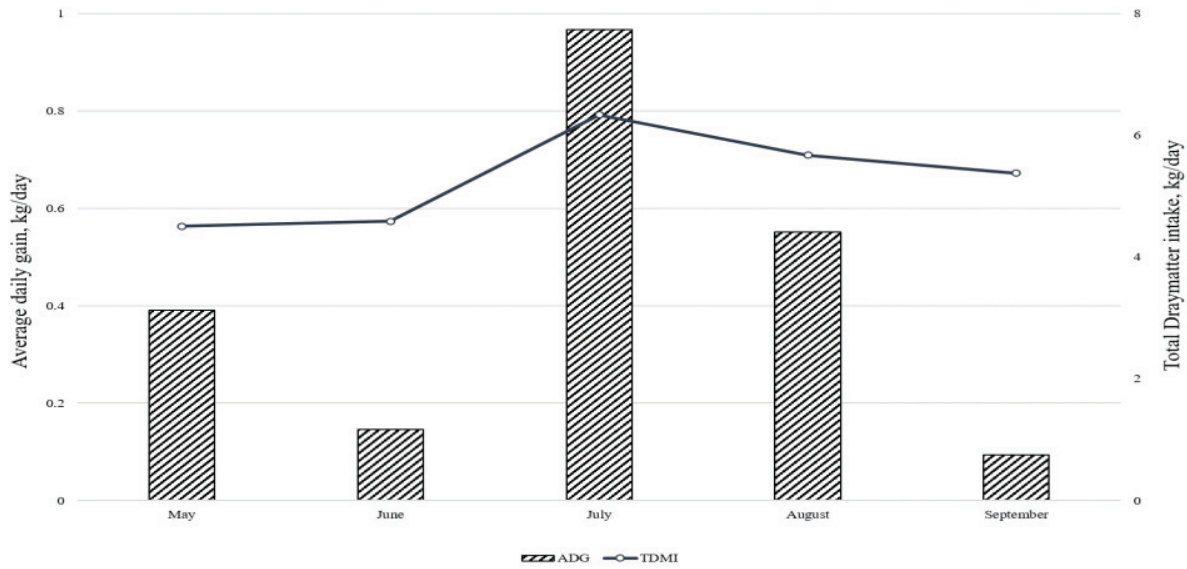


Fig. 1. Seasonal changes in average daily gain and total dry matter intake of grazing Elk stags.

가축에게 보충사료를 급여할 때 사료의 에너지 수준과 사료원의 종류는 섭취량과 증체량에 영향을 미친다. 사슴의 경우 조사료 위주의 사양 시에는 물리적 포만감으로 인해 섭취량에 제한을 받지만 농후사료 위주의 사양시에는 섭취량과 증체량을 향상시켜 줄 수 있다고 보고하였다(Forbes, 1996; Webster et al., 2001). 본 실험에서 실험기간동안 섭취량과 증체량의 차이는 방목초지에서 섭취량 차이보다는 보충사료로 사용된 농후사료 급여수준의 차이에서 발생한 것으로 판단되며, 녹용성장기인 5~6월경에는 녹용성장으로 인한 성장저하를 예방하기 위하여 보충사료를 체중의 1.5% 이상으로 급여하는 것이 필요하다고 사료된다.

2. 녹용생산성 조사

우리나라를 비롯한 아시아 국가들은 녹용이 사슴의 주된 생산품이기 때문에 다른 나라들과 사슴의 사양체계나 사육목적에 차이가 있다. 본 실험에서 녹용생산량은 처리구 간 차이가 나타나지 않았는데(Table 2), 2년생까지는 영양상태가 녹용생산성에 미치는 영향이 제한적이기 때문이라고 사료된다. 사슴의 녹용생산은 다양한 요소에 의해 영향을 받는데, 특히 사슴의 나이, 유전적 능력과는 밀접한 관련성이 있다(Moore et al., 1988). 그러나 영양상태와 체중의 경우 녹용생산시점과 관련성이 있으나, 녹용생산량에 미치는 영

향은 적다고 알려져 있다(Haigh and Hudson, 1993; Gómez et al., 2012). 그러나 본 실험에서는 2년생 엘크 수사슴에 대해서만 측정하였기 때문에, 보다 정확한 연관성 확인을 위해서는 영양수준에 따른 연령별 녹용생산량에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

3. 엘크 수사슴의 적정 방목강도 설정

방목초지의 월별 사초생산성과 적정 방목강도에 대한 결과는 Table 4와 같다. 방목초지의 월별 사초생산성은 5월에 3094±299 kg/ha로 가장 높게 나타났고 8월부터는 급격히 감소하는 경향을 나타냈는데($p < 0.05$), 이는 여름철 하고현상 및 가뭄으로 인해 사초생산성이 감소한다는 이전의 결과와 유사하였다(Chae et al., 2015; Kim et al., 2016). 방목초지의 조단백질 함량은 13.5~18.1%로 흑염소의 야초지 방목 시 산야초구의 조단백질 함량이 5.98~12.49%의 범위라는 보고보다는 높게 나타났는데(Hwangbo et al., 2007), 이러한 차이는 방목지 내 초종 구성이나 비율의 차이에 의한 것으로 사료된다. 방목초지의 조섬유 함량은 30.3%~33.0%로 가을로 갈수록 높아진다는 이전의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다(Moon et al., 2015).

적정 방목강도의 설정은 서열싸움으로 인한 투쟁을 감소시켜

Table 4. Effect of different levels of supplemental diets on velvet antler production in Elk stags

Items	T1 (1.0%)	T2 (1.5%)	T3 (2.0%)	SEM	P-value
Velvet antler yeild, g	4625	4610	4670	369.6	0.994

Table 5. Estimated grazing intensity of grazing Elk stags

Item		May	June	July	August	September	Average
Forage productivity, kg/ha		3094±299 ^a	3038±305 ^a	2764±325 ^{ab}	2279±282 ^b	1647±385 ^c	2411±685
Dry matter intake ¹ , kg/month/head	T1	65.1±9.50	60.2±8.36	127.0±21.9	106.5±13.6	100.0±7.12	91.8±28.6
	T2	63.8±15.8	63.0±10.9	120.5±9.00	75.5±8.30	57.9±8.20	76.1±25.4
	T3	55.9±3.81	40.9±7.00	84.7±5.00	57.5±2.64	43.6±4.83	56.5±16.6
Estimated grazing intensity, head/ha	T1	38	40	17	17	13	21
	T2	39	39	18	24	23	25
	T3	44	59	26	32	30	34

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

¹ Data are expressed as means±SD

주고 채식패턴을 일정하게 유지시켜 주는 반면, 높은 방목강도는 투쟁과 채식시간 감소로 인해 성장률이 저하되고 서열이 낮은 사슴에게 가해지는 사회적 스트레스를 증가시킨다고 하였다 (Thouless, 1990; Blanc and Thériez, 1998). 본 실험에서 엘크 수사슴의 방목사육 시 적정 방목강도는 사초생산성이 높은 5~6월에 보충사료 급여수준에 따라 38~59 두/ha로 높게 나타났고 7월 이후에는 13~32 두/ha로 낮게 나타났다. 또한, 보충사료 급여수준이 증가할수록 사초섭취량이 감소하여 방목강도가 높아지는 것으로 나타났다. 사료섭취량은 조단백질 함량과 밀접한 관계가 있으며, 반추동물에서 조단백질 공급이 부족하면 사료섭취량이 감소한다고 알려져 있다(Van Soest, 1982; Milford and Minson, 1965). 또한, Webster et al(2000)은 반추동물의 경우 방목 시 사초생산성과 사초의 영양소 함량이 감소함에 따라 적정 영양소요구량을 충족시키기 위해 질 좋은 사료의 공급이 필요하다고 하였다. 본 실험에 사용된 보충사료의 경우 방목지의 사초보다 조단백질과 조지방 함량이 높아 방목사슴에게 부족하거나 과잉된 영양소 공급의 균형을 맞추는 데 도움을 준 것으로 판단되며, 사슴의 방목 시 보충사료의 급여를 통해 방목강도를 조절할 필요가 있다고 사료된다. 그러나 방목초지의 경우 혼파방법, 주변환경 등 다양한 요인에 의해 식생의 변화가 발생하기 때문에 사초생산성과 초지활용성을 높일 수 있는 혼파조합에 관한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

구(체중의 1.0%(T1), 체중의 1.5%(T2), 체중의 2.0%(T3))에 완전임의배치를 하였다. 실험기간동안 건물섭취량과 일당증체량은 보충사료 급여수준이 높을수록 유의적으로 높게 나타났다. 월별 건물섭취량과 증체량은 봄부터 여름까지 증가하다 가을로 들어서면서 감소하는 일반적인 사슴의 섭식패턴과 유사하게 나타났다. 그러나 뿔 성장기 보충사료 급여수준이 낮을 경우 녹용성장기에 성장지연의 문제가 발생하는 것으로 나타났다. 녹용생산성의 경우 영양수준과의 연관성이 낮은 것으로 나타났다. 방목초지의 사초생산성은 5월에 가장 높았고 8월 이후 급격히 감소하는 것으로 나타났으며, 산야초를 활용한 산지방목에 비해서 조단백질 함량이 높게 나타났다. 엘크 수사슴의 월별 적정 방목강도는 사초생산성이 높은 5~6월에 보충사료 급여수준에 따라 38~59 두/ha로 높게 나타났고, 7월 이후에는 13~32 두/ha로 낮게 나타났다. 또한, 보충사료 급여수준이 증가할수록 사초섭취량이 감소하여 방목강도가 높아지는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과로 엘크 수사슴의 방목 시 녹용성장기 성장지연을 예방하고 방목 시 안정적인 증체량을 유지하기 위해서는 보충사료를 체중의 1.5%이상 급여하는 것이 필요하다고 사료되며, 초지의 활용성을 향상시키기 위해서 사초 생산성을 고려하여 적정 방목강도의 조절이 필요한 것으로 판단된다.

V. 사 사

IV. 요약

본 연구는 엘크 수사슴의 방목 시 보충사료 급여수준에 따른 생산성 변화와 적정 방목강도 구명을 통하여 초지활용성을 향상시키고 사슴 방목에 대한 기초자료를 제공하기 위하여 수행되었다. 공시기측은 평균체중 195kg의 2년생 엘크(*Cervus canadensis*) 수사슴 15두를 공시하였으며, 보충사료 급여수준에 따라 3개의 처리

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제명 : 사슴의 방목 이용 기술 개발, 과제번호 : PJ010229)의 지원에 의해 이루어진 것임.

본 연구는 2019년도 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원 사업에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

- Amanda, H. 2006. Doing the math: calculating a sustainable stocking rate. ND Agricultural Experiment Station Central Grasslands Research Extension Center.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15thed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Blanc, F. and Thériez, M. 1998. Effects of stocking density on the behaviour and growth of farmed red deer hinds. *Applied Animal Behaviour Science*. 56:297-307.
- Blaxter, K.L., Kay, R.N.B., Sharnan, 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. pp. 93.
- 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 Korean Society of Grassland and Forage Science*. 35:93-98.
- Currie, P.O., Reichert, D.W., Malechek, J.C. and Wallmo, O.C. 1977. Forage selection comparisons for mule deer and cattle under managed ponderosa pine. *Journal of Range Management*. 30:352-356.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11:1-42.
- Fennessy, P.F. 1982. Growth and nutrition. In: The farming of deer. world trends and modern techniques. Agricultural Promotion Associates Ltd. Wellington, New Zealand, pp. 105-114.
- 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*. 40:158-162.
- Forbes, J.M. 1996. Integration of regulatory signals controlling forage intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. 74:3029-3035.
- 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. *CNU Journal of Agricultural Science*. 38:437-444.
- Gómez, J.A., Ceacero, F., Landete-Castillejos, T., Gaspar-López, E., García, A.J. and Gallego, L. 2012. Factors affecting antler investment in Iberian red deer. *Animal Production Science*. 52:867-873.
- Haigh, J.C. and Hudson, R.J. 1993. Farming wapiti and red deer. Mosby Book Inc. Missouri. USA. pp. 149-153.
- Hofmann, R.R. 1985. Digestive physiology of the deer-their morphophysiological specialization and adaptation. In: *Biology of deer production*. Eds. Fennessy, P. F., and Drew. F. R. Royal Society of New Zealand. pp. 393-407.
- 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 Korean Society of Grassland and Forage Science*. 27:57-66.
- Kay, R.N.B. and Staines, B.W. 1981. The nutrition of the red deer (*Cervus elaphus*). *Nutritio Abstracts and Reviews Series B*. 51:601-621.
- Kim, J.G., Li, Y.W., Kim, M.J., Kim, H.J., Jung, 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*. 36:135-141.
- Kim, M.H., Eo, J., Kwon, S.I. and Song, Y.J. 2017. Flora and vegetation of hilly pasture in deagwallyeong. *Korean Journal of Environmental and Biology*. 35:398-412.
- Lee, J.W., 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 Korean Society of Grassland and Forage Science*. 37:345-349.
- McEwen, L.S., French, C.E., Magruder, N.D., Swift, R.W. and Ingram, R.H. 1957. Nutrient requirements of the white-tailed deer. *Proceedings of Transactions of the 22nd North American Wildlife Conference*. pp. 119-132.
- Milford, R. and Minson, D.J. 1965. Intake of tropical pasture species. *Proceedings of the 9th International Grassland Congress*. pp. 815-822.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2016. *Statistical Year Book of Agriculture and Food*. p. 287.
- Missbach, K. 1975. Relationships between winter feeding and nibbling damage of the red deer. *Beiträge zur Jagd-und Wildforschung*. 9:26-48.
- 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*. 35:112-118.
- Moore, G.E., Littlejohn, R.P. and Cowie, G.M. 1988. Liveweights, growth rates and antler measurements of farmed deer stags and their usefulness as predictors of performance. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 31:285-292.
- Rajský, M., Vodňanský, M., Hell, P., Slamečka, J., Kropil, P. and Rajský, D. 2008. Influence supplementary feeding on bark browsing by red deer (*Cervus elaphus*) under experimental conditions. *European Journal of Wildlife Research*. 54:701-708.
- 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: 737-747.
- 't Mannelje, L. 1978. Measurement of grassland vegetation and animal production. *Journal of Range Management*. 32:164.
- Thouless, C.R. 1990. Feeding competition between grazing red deer hinds. *Animal Behaviour*. 40:105-111.
- Van Soest, P.J. 1982. *Nutritional ecology of the ruminant*. O&B books, Inc, Covallis, Oregon. pp. 374.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74:3582-3597.

- Webster, J.R., Corson, I.D. and Littlejohn, R.P. 2001. Effect of feeding supplements on the intake and live weight gain of male red deer given silage during winter. *Animal Science*. 73:555-561.
- Webster, J.R., Corson, I.D., Littlejohn, R.P., Masters, B.M. and Suttie, J.M. 2000. Effect of diet energy density and season on voluntary dry-matter and energy intake in male red deer. *Animal Science*. 70:547-554.
- Yun, Y.S., Seong, H.J., Zhang, Q.M., Chung, S.U., Lee, G.E., Park, J.H., Jang, S.Y., Lee, J.W., Kim, K.W. and Moon, S.H. 2018. Changes in feed value, forage productivity, and grazing intensity at native pasture grazed by growing korean native female goat(*capra hircus coreanae*). *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 38:120-125.

(Received : March 7, 2019 | Revised : March 25, 2019 | Accepted : May 1, 2019)