

국내 양록업에 있어서 녹용과학 연구의 동향

문 상 호 교수 / 건국대학교 자연과학대학

IV. 사료 이용에 있어 사슴의 계절성에 관한 연구

일반적으로 사슴의 채식량과 소화율에 대한 계절적 변화는 선행연구 결과에서 잘 알려져 있다. 사슴은 사료채식량(Suttie et al., 1983; Barry et al., 1991; Moon et al., 2000), 반추위 용량 및 사료통과속도(Kato et al., 1989), 반추위내 암모니아 형성(Freudenberger et al., 1994)에 있어 여름에 높고 겨울에 낮은 특이한 계절성을 나타내고 있다. 이러한 경향은 집약 사육을 하며 사육조건이 양호한 사슴에서도 동일하게 나타나고 있는 현상이다. (Blaxter et al., 1974; Hudson, 1998). 이러한 계절적 변화는 기초 대사율의 변화에 의한 것으로 여겨지고 있다 (Blaxter and Boyne, 1982; Silver et al., 1969). 따라서 사슴이 갖고 있는 독특한 소화생리와 관련한 사양관리에 대한 연구의 필요성은 매우 중요하다.

이 등. (1990)은 계절별 채식비율을 조사한 결과 봄, 여름, 가을 모두 일출 일몰 전후에 활발한 채식활동을 나타냈으며 특히 여름철의 경우에는 한낮의 채식이 급격히 저하되고

있다고 보고했다. 또한 계절별 각 사료자원에 대한 채식비율을 조사한 결과에서는 봄철의 수염류 채식이 상대적으로 다른 계절에 비해 낮았으며 이는 실험장소의 지리적 특성에 의해 봄철에 수염류의 출현이 다소 지연되었기 때문이라는 보고를 하고 있다. 한편 4계절의 변화가 뚜렷한 한국에서는 계절간 기후적 조건 및 사료조건 등의 차이가 크게 나타나는 것이 일반적이다. 문 등. (2000)은 동일한 사료 조건으로 계절별 채식량을 측정 한 결과 봄과 여름철에 높은 채식량을 나타냈으나 가을과 겨울철에는 상대적으로 낮은 채식량을 보고했다(표 7). 이는 대사율과 에너지 요구량의 계절적 변이와 (Silver et al., 1969; Renécker and Hudson, 1986) 광주기 (Brown et al., 1979; Kay, 1979), 사료의 반추위내 통과속도 및 소화율의 변화 (Sasaki et al., 1987; Kato et al., 1989)에

표 7. 꽃사슴의 계절별 건물채식량 (DMI)

항목	봄	여름	가을	겨울
DMI (g/d)	2,685 ^a	2,255 ^{ab}	1,997 ^{ab}	1,929 ^b
DMI (g/kgW ^{0.75} /d)	85.5 ^a	70.6 ^{ab}	70.9 ^{ab}	65.1 ^b

DMI(g/d): 건물 채식량, DMI(g/kgW^{0.75}/d): 대사체중당 건물채식량 (Moon et al., 2000)

표 8. 꽃사슴의 계절별 건물채식량, 가스화 건물채식량 및 소화율(평균 SE)

항 목	여름		겨울	
	FBS*	CS**	FBS	CS
DMI(g/day)	1269.7±265.2 ^{abA}	1110.9±212.8 ^{abA}	1130.6±67.4 ^{abA}	1040.6±104.6 ^{abA}
가스화 DM(g/day)	744.1±266.7 ^{abA}	790.6±174.2 ^{abA}	574.4±87.7 ^{abB}	620.4±107.1 ^{abA}
DMI(g/kgWO.75/d)	77.2±15.6 ^{abA}	69.7±10.0 ^{abA}	66.3±8.2 ^{abB}	61.1±5.7 ^{abB}
소화율				
건물(%)	57.3±8.9 ^{abA}	63.9±7.1 ^{abA}	50.8±8.0 ^{abB}	59.4±6.7 ^{abA}
조단백(%)	32.4±3.8 ^{abB}	48.7±9.9 ^{abA}	42.2±10.1 ^{abA}	50.2±9.1 ^{abA}
조섬유(%)	55.5±16.6 ^{abA}	40.2±13.0 ^{abA}	30.7±21.4 ^{abB}	26.1±16.2 ^{abB}

DM(g/d): 건물 채식량, DMI(g/kgWO.75/d): 대사체중당 건물채식량 * FBS: 육림부산물 사일리지, ** CS: 옥수수 사일리지
 abMeans (n=16) with different superscripts in the same row (diets) are significantly different (P<0.01).
 AB Means (n=16) with different superscripts in the seasonal row are significantly different (P<0.01). (Moon et al., 2003; in press)

기인한 것으로 고찰하고 있다.

또한 문 등. (2003 in press)은 육림부산물 사일리지(forest by-product silage (FBS))와 옥수수 사일리지(corn silage (CS))를 이용하여 계절별 채식량 및 소화율의 변화를 측정하고 다른 연구에서 다음과 같은 결과를 보고했다. 육림부산물 사일리지(FBS)의 건물채식량은 여름과 겨울 모두 옥수수사일리지(CS)에 비해 많았으며 계절적인 차이는 그리 크게 나타나지 않았다(표 8). 겨울철의 채식량 감소는 저온 환경에서 에너지 보존을 위한 생리적 적응력에 크게 기인하는 것이다 (Worden and Pekins, 1995). 많은 연구자들이 사슴의 자유채식량의 계절별 차이가 대사와 관련해 있다고 보고하고 있다(Silver et al., 1969; Blaxter and Boyne, 1982; Argo and Smith, 1983; Renecker and Hudson, 1986). 즉, 사슴에 있어서 자유채식량의 계절적 변이는 체성장과 단백질 및 에너지 대사의 계절적 변화와 관련이 깊은 것으로

보고되고 있다 (Mitchell et al., 1976; Moen, 1978; Barry et al., 1991). 한편, 단백질과 건물 소화율은 육림부산물 사일리지(FBS)보다 옥수수 사일리지(CS)에서 유의적으로 높았으나 조섬유 소화율은 육림부산물 사일리지(FBS)에서 높게 나타났다. 또한 조섬유를 제외하곤 옥수수사일리지(CS)구의 소화율에 대한 계절적 변이는 인정되지 않았다. 반면 육림부산물 사일리지(FBS)구는 건물과 조섬유 소화율에 있어 여름이 겨울보다 유의적으로 높은 결과를 나타내었고 조단백질 소화율은 겨울이 여름보다 높게 나타나 계절적 변이가 인정되었다. 사슴들은 일반적으로 수염류 등에 대한 기호성이 높으나 영양소의 체내 이용은 수염류 보다 일반 목초류에서 더 높게 나타나고 있다.

산지에서 생산된 육림부산물 사일리지(FBS)는 경엽을 모두 포함하고 있어 조섬유 함량이 높으며 이것이 두 계절 모두 건물 및 단백질의 상대적 저하를 나타낸 것으로 여겨

진다. 그러나 조섬유 소화율은 높았는데 이는 주로 섬유함량이 높은 옥림부산물 사일리지(FBS)가 옥수수 사일리지(CS)보다 반추위내 체류시간이 길었기 때문이었다. Odashima et al. (1991)은 건물소화율이 여름보다 겨울에 낮은 원인으로 사료편의 반추위내 빠른 통과속도를 제시하고 있다. Sasaki et al. (1987)은 겨울기간 동안 빠른 사료편의 통과속도는 소화율의 변이와 관련이 되어 있으며 이는 사슴의 자율신경계 및 내분비의 변화에 의한 것으로 보고하고 있다. 즉 이는 짧아진 광주기와 낮은 환경온도에 기인하는 것을 의미한다. 즉, 이러한 사실은 사슴의 계절적 대사율의 차이가 채식량이나 소화율에 영향을 미친다는 것을 의미한다. 반면 이와 같은 겨울철의 빠른 반추위내 통과가 단백질의 반추위 분해를 줄여 (Kay et al., 1980) 단백질 소화율이 여름보다 겨울에 높았던 원인인 것으로 판단된다.

V. 사슴의 채식행동에 관한 연구

한국에서 양록업은 제한된 면적에서 집약적으로 이루어져 온 것이 일반적이며 (Jeon and Kim, 1992), 따라서 그들의 행동양식도 야생상태 및 대규모 방목 조건에서와는 상대적으로 크게 다를 것으로 여겨진다. 전과 문 (2002)은 꽃사슴의 효율적 사양관리를 위한 채식행동을 EMG 전송장치를 이용하여 측정

하였다. 이 연구에서 사슴은 비교적 짧고 빈번한 채식 및 반추양식을 나타내고 있었다. 이러한 결과는 소나 면양 및 산양 등의 다른 반추동물과 약간 다른 양식이었다 (Jeon, 1983; Okamoto, 1979; Moon et al., 1994; 1995). 또한 24시간 동안 채식과 반추에 소비한 시간이 각기 261분과 291분으로, 채식의 경우는 다른 반추동물과 비슷한 수준이었으나 반추는 현저히 낮은 수준이었다 (Moon et al., 1994; Okamoto, 1979). 그리고 전 등. (1993)과 김 등. (1996)에 의한 연구에서는, 꽃사슴의 반추시간이 각각 320분과 300분이었다. 한편, 문 등. (2000)은 계절별로 꽃사슴의 채식 및 반추시간을 측정된 결과 봄이 145.0분과 432.5분, 여름이 134.5분과 600.5분, 가을이 131.5분과 461.5분, 겨울이 122.5분과 413.5으로 계절에 따른 변이를 보고했다. 따라서 꽃사슴의 경우는 다른 반추동물과는 달리 집중적인 반추행동을 나타내기 보다는 짧고 빈번한 채식 및 반추양식을 갖고 있는 것으로 여겨진다. 이러한 반추행동 양식의 차이는 사료의 물리적 및 화학적 특성에

표 9. 꽃사슴의 채식행동별 소비시간의 계절적 변화

행동형	소비시간(분)			
	봄	여름	가을	겨울
채식	145.0 a	134.5 a	131.5 a	122.5 a
반추	432.5 a	600.5 a	461.5 a	413.5 a
휴식	486.5 a	473.0 a	578.0 a	436.5 a
운동	376.0 ab	232.0 b	269.0 ab	467.5 a

(Moon et al., 2000)



표 10. 육림부산물 사일리지 및 옥수수 사일리지 급여 꽃사슴에 있어서 채식행동별 소비시간과 저작행동의 계절 변화 (mean SE)

항 목	여름		겨울	
	FBS*	CS**	FBS	CS
건물채식량 (g/day)	1040 ± 202.5 ^a	987 ± 112.4 ^a	873 ± 200.1 ^a	858 ± 175.9 ^a
채식시간 (분)	221 ± 45.1 ^{ab}	113 ± 37.2 ^{ab}	187 ± 89.2 ^{ab}	109 ± 72.3 ^{ab}
반추시간 (분)	504 ± 102.1 ^{ab}	423 ± 125.7 ^{ab}	456 ± 98.4 ^a	279 ± 138.2 ^{ab}
저작행동				
식과당 저작시간 (초)	50.2 ± 6.5 ^{ab}	43.2 ± 6.4 ^{ba}	52.2 ± 9.4 ^{ab}	43.1 ± 11.1 ^{ba}
식과당 저작회수 (회)	55.3 ± 6.4 ^{ab}	40.6 ± 5.0 ^{ba}	56.9 ± 10.0 ^{ab}	43.6 ± 9.2 ^{ba}
분당 저작회수 (회)	66.0 ± 4.7	56.3 ± 6.4	65.4 ± 6.1	60.7 ± 5.8

* FBS: 육림부산물 사일리지, **CS: 옥수수 사일리지

ab Means (n=16) with different superscripts in the same row (diets) are significantly different (P<0.01).

ABMeans (n=16) with different superscripts in the seasonal row are significantly different (P<0.05).

(Moon et al., 2003; in press)

따라 변하는 소화기관의 기능과 통과속도 등에 기인된 것으로 판단되어진다 (Gordon, 1958; Welch and Smith, 1978; Ehle, 1984).

또한 문 등. (2003)은 육림부산물 발효사료와 옥수수 사일리지를 급여한 꽃사슴에 있어서 채식행동의 계절적 변화를 비교하여 사료 이용성의 계절변화를 보고했다. 육림부산물 발효사료 급여 사슴은 옥수수 사일리지 급여 사슴에 비해 채식시간이 길었으며 여름 보다는 겨울에 채식시간이 짧았다. 반추시간 역시 같은 경향을 나타냈다 (표 10). 급여사료에 따른 식과당 저작시간, 저작회수 및 분당 저작회수는 유의적인 차이를 나타냈으나 계절적 변이는 인정되지 않았다. 본 실험에서도 사슴 특유의 짧고 빈번한 채식 및 반추행동 양식이 재확인 되었으며, 이는 다른 연구자들의 연구 보고와도 비교적 일치하고 있다(Leaver, 1982; Renecker, 1987; Jeon and Kim,

1992; Moon et al., 2000).

표 11. 단청처리에 의한 행동별 심박수

행동양식	심박수(bite/min)	
	단청처리	비단청처리
채 식	85.3 ± 0.7	107.8 ± 7.3
반추(기립)	85.0 ± 0.2	93.4 ± 14.2
반추(횡와)	71.8 ± 6.9	65.7 ± 2.4
휴식(기립)	68.6 ± 5.9	71.2 ± 3.4
휴식(횡와)	63.7 ± 2.5	69.3 ± 2.7

(Jeon et al., 1999)

표 12. 단청처리가 꽃사슴의 외부 자극에 대한 심박수 변화에 미치는 영향

행동양식	심박수(bite/min)	
	단청처리	비단청처리
마 취	158.8 ± 7.1	164.3 ± 25.2
기계음 (72dB)	92.6 ± 32.7	121.0 ± 8.1
자동차음(58dB)	67.2 ± 14.5	72.5 ± 1.1
사람 출현	66.1 ± 5.8	79.7 ± 10.1

(Jeon et al., 1999)

〈다음호에 계속〉