

Research Article

제주지역 조릿대의 사초생산성 및 사료가치평가

정상욱¹, 성혜진¹, 윤영식¹, 이가을¹, 오영균², 백열창², 이슬², 문상호^{1,*}

¹건국대학교 식품생명과학부, 충주, 27478

²국립축산과학원 영양생리팀, 전주, 55365

Evaluation of Forage Production and Feed Value of *Sasa borealis* in the Jeju Area

Sang Uk Chung¹, Hye Jin Seong¹, Yeong Sik Yun¹, Ga Eul Lee¹, Young Kyoon Oh²,
Youl Chang Baek², Seul Lee², Sang Ho Moon^{1,*}

¹Department of Food Bio Science, Konkuk University, Chungju, 27478, Korea

²National Institute of Animal Science, RDA, Jeonju, 55365, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the forage production and feed value of *Sasa borealis* (*S. borealis*) in Jeju Island in order to improve the utilization of *Sasa borealis* and to help mitigate the problem of reduced plant species diversity caused by *S. borealis* in Hanlla Mountain. To investigate the forage production, three quadrat structures were installed in the *S. borealis* natural community in the middle part of Hanlla Mountain. From May to October 2017, *S. borealis* in quadrats was cut at a fixed time of each month, and then forage production and regenerated acidity per kg/ha were evaluated. For the evaluation of feed value, compositional analysis was performed on the monthly samples. *In vitro* digestion experiments were carried out using cannula mounted Hanwoo. *In vitro* neutral detergent fiber digestibility (IVNDFD) and *in vitro* acid detergent fiber digestibility (IVADFD) were measured after the experiment. Forage production of *S. borealis* showed relatively good regeneration ability in May and June, but the regeneration ability decreased as the cutting was repeated. In order to use *S. borealis* as a forage, it is considered efficient to feed black goats with good fiber decomposition or horses good palatability to *S. borealis* and relatively good digestibility.

(Key words : *Sasa borealis*, Forage productivity, Feed value, IVDMD, IVNDFD·IVADFD)

I. 서 론

조릿대는(*Sasa borealis*) 온대성 작물로 근경번식이 왕성하여 나지가 된 산지에 침입하거나 경사가 완만한 화산지형에 큰 군락을 형성하며, 관목림의 주요 하층식생으로 자라는 등 그 분포 지역이 넓다(Oshima, 1960). 일본 북해도 지역의 경우 *S. kurilensis*와 *S. palmata*가 산림면적의 89%를 차지하고 있는데 이들 조릿대류는 주변 식생에 영향을 주기 때문에 위해 잡초로 간주하고 있다(Saito, 2002; Li et al., 1992). 조릿대의 무분별한 식생 우점을 방지하기 위해 일본에서는 인위적으로 벌채를 하거나 말을 방목시켜 밀도를 조절하여 초본류나 목본류 갱신상태를 유지 또는 개선 하고 있다(Kawai et al., 2000; Nakashizuka and Numata, 1980; Ogawa et al., 1986; Agataetal., 1979b). 우리나라 제주도 한라산의 산림지역에 주

요 하층 식생으로 자리잡고 있는 제주조릿대도 다른 식물 종의 발달을 억제하여 종 다양성을 저하시키고 있으며(Kim, 2002; Kim and Ko, 2003) 조릿대 확장으로 인해 털진달래, 시로미 등이 피압되어 한라산 내의 식생이 단순화되고 있다(Kim, 2009). 주요 원인으로는 기후변화와 1975년 이후 문화재 보호법 제정에 의해 한라산에서의 가축방목을 금지하였기 때문으로 추정된다(Lee et al., 2010). 한편 한라산 식물 종 다양성 감소 문제를 해소하기 위해 건강식품첨가물 개발, 말 방목 재개, 가축 사료화 등의 연구가 진행되고 있다. 특히 제주 조릿대의 조단백질 함량이 구조의 줄기와 잎에서 4.8~12.2%이고 신초는 8~16.6% 정도이며 일반 목초류에 비하여 Mn, Fe, Zn 등의 함량이 높고, 신초 기준 건물소화율이 47.2%로 사료가치가 상당한 것으로 보고되고 있다(Lee et al., 2010). 조릿대의 사료화는 조릿대의 이용성 및 사용량을 높여 한라

* Corresponding author : Sang Ho Moon, Division of Food Bio Science, Konkuk University, Chungju, 27478, Korea, Tel: +82-43-840-3260, E-mail: moon0204@kku.ac.kr

산 식물 중 다양성 감소 문제를 해소시키는데 도움이 될 것으로 기대되며 부존자원을 활용한 가축생산성 증대에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 조릿대의 활용도를 높이기 위해선 보다 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 여겨지며 이의 사료화를 위해서는 생산성 및 사료가치의 구명이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 제주조릿대의 사초생산성과 사료가치에 대한 평가를 통해 국내 조사료 자급도를 개선시킴과 동시에 최근 한라산에서 발생하고 있는 조릿대 번식으로 인한 생태계 파괴와 식물 중 다양성 감소문제를 완화하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 제주조릿대 사초생산성

조릿대의 사초생산성 조사를 위하여 제주도 애월읍 중산간 지역(해발 550m)에 있는 조릿대 자연 군락지에 50cm × 50cm 쿼드랫 구조물 3개를 설치하였다. 2017년 5월부터 10월까지 매월 정해진 시간에 쿼드랫 내 조릿대를 예취하여 단위면적당 사초생산성 (kg/ha)과 재생산성을 평가하였다. 예취한 조릿대는 초고와 초장, 건물수량을 측정하였으며, 채취 후 현장에서 현물량을 디지털 밸런스(EK-6100,A&D전자저울(주))를 이용하여 측정 후, 실험실에서 통풍건조기에서 65℃의 조건으로 48시간 건조하여 건물량을 측정하였다. 건조 후 확보된 시료는 분쇄기(KNIFETEC 1095 Sample Mill)를 이용하여 1mm screen을 통과할 수 있을 정도로 분쇄 후 사료가치 측정을 위한 화학 분석에 이용하였다.

2. 제주조릿대 사료가치 분석

사료가치 평가를 위해 월별로 채취한 시료에 대한 일반 성분

분석을 실시하였다. 시료의 조단백질, 조섬유, 조지방 및 조회분 함량에 대한 분석은 AOAC (AOAC. 1990)법에 준하여 실시하였고, 중성세제섬유소(NDF)와 산성세제섬유소(ADF)의 함량은 Georing and Van Soest(1970)의 방법을 응용하여 분석하였다. In vitro 소화율을 평가하기 위해 전주에 위치한 국립축산과학원에서 캐놀라를 장작한 한우를 이용해 실험을 진행하였으며, 월별로 예취한 조릿대를 24시간과 48시간 두 가지 조건으로 배양하였다. 배양이 끝난 시료는 IVNDF와 IVADF를 측정하기 위해 통풍건조기에서 65℃조건으로 48시간 건조한 뒤 중성세제섬유소(NDF)와 산성세제섬유소(ADF)의 함량을 측정하였다.

3. 통계분석

조사 및 분석된 결과에 대한 유의성 검증을 위해 SAS program(ver 9.3, SAS Institute, Cary, NC, USA)의 GLM (General Linear Model)을 사용하여 분산 분석을 실시 후 처리 간의 평균값 비교를 위해 Duncan(1955)의 다중 검정법을 통한 유의차를 $P<0.05$ 수준에서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 조릿대의 사초생산성 평가

Table 1은 조릿대의 사초생산성을 나타낸 것으로 5월과 6월에서 비교적 높은 생산량을 보였다($p<0.05$). 이는 온대성 작물의 특성 상 봄철 기후에 의한 것으로 분석되며, 3번째 예취 후부터는 생산성이 비교적 크게 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 반복된 예취로 인해 재생능력이 감소하여 재생산성이 감소된 것으로 사료되며, 여름철 하고 현상으로 작물의 생육이 저하되어 6월 이후에는 사초 생산성이 감소한(Chae et

Table 1. Forage production of *Sasa borealis* in Hanlla mountain

Month	Production
May (kg/ha)	458.26 ^b
June (kg/ha)	1383.12 ^a
July (kg/ha)	77.07 ^d
August (kg/ha)	37.49 ^f
September (kg/ha)	162.47 ^c
October (kg/ha)	52.07 ^e

^{a-f} Means with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$).

Sampling : In the middle part of Hanlla Mountain, Awol-eup, Jeju

Table 2. Changes in plant height and plant length of *Sasa borealis* in Hanlla mountain

Item	Plant height (cm)	Plant length (cm)
May(1 st cut)	21.5±3.16	19.28±3.40
June(2 nd cut)	95.33±7.80	87.06±4.40
July(3 rd cut)	6.46±0.75	5.30±0.85
August(4 th cut)	3.04±0.44	1.61±0.55
September(5 th cut)	6.36±0.40	3.65±0.43
October(6 th cut)	3.26±0.74	1.90±0.38

Sampling : In the middle part of Hanlla Mountain, Awol-eup, Jeju

Table 3. The chemical compositions of *Sasa borealis*

Item	Contents(% in DM)					
	May	June	July	August	September	October
CP	8.64±0.20	7.43±0.11	8.14±0.36	6.59±0.08	6.51±0.10	6.94±0.61
EE	2.23±0.53	2.41±0.27	2.56±0.11	2.12±0.12	2.46±0.07	2.20±0.11
Ash	6.85±0.41	6.85±0.37	6.66±0.07	5.97±0.13	6.89±0.27	7.62±0.49
CF	33.38±0.57	34.45±0.54	33.85±1.82	35.25±0.37	34.32±0.23	34.85±0.61
NDF	78.73±0.36	77.90±0.25	78.77±0.67	78.40±0.15	78.09±0.82	79.40±0.23
ADF	43.26±0.82	42.33±0.49	43.92±0.57	44.23±0.07	44.23±0.79	43.76±0.42

CP: Crude Protein, EE: Ether extract, Ash: Crude ash, CF: Crude fiber, NDF: Neutral detergent fiber

ADF: Acid detergent fiber

al., 2015) 것으로 판단된다.

Table 2는 예취한 조릿대의 초고와 초장을 측정된 것으로 5월과 6월 사이에서 다른 시기에 비해 비교적 생육이 왕성한 것으로 나타났다. 조릿대는 생활사가 약 2년 정도이며, 4월 초부터 9월 말까지 생장기를 거쳐 10월초부터 3월 말까지 휴면기를 거친 후 고사되는데(Kim and Ko, 2003), 예취 3번째인 7월부터는 생장기간임에도 재생력이 급감하는 것으로 나타나 예취가 반복 될수록 생육이 저하되는 경향을 보였던 연구결과(Kim, 2009)와 비슷한 경향을 나타내었다. 반복된 예취로 인해 조릿대의 재생능력이 크게 감소된 것으로 여겨진다.

2. 조릿대 사료가치평가

본 실험의 조릿대 일반성분 분석결과, 조단백질은 가을철 함량보다 봄철에서 비교적 높은 함량을 보였으며 6월에서 8.64±0.2%로 다른 기간에 비해 비교적 높은 함량을 나타내었다. 신초 줄기의 경우 조단백질 함량이 8.0±0.8%로 분석된 선행연구 결과(Lee et al., 2010)와 비슷한 경향을 나타내었다(Table 3). NDF, ADF의 함량은 6월에 각각 77.90±0.25%, 42.33±0.49%로 나타나 가장 낮았다. 이는 NDF와 ADF 함량이 각각 65.7%, 39.3%인 Orchardgrass “온누리” 품종(Hee et al., 2013)에 비해 섬유소 함량이 매우 높은 것으로 나타났다. 조릿대는 섬유소의 함량은 높으나, 조단백질의 경우 품종에

따라 함량이 3.65%에서 5.35%라고 보고한 연구결과(Kim, 2004)와 비교하였을 때 함량이 비교적 높은 것으로 나타나고 있어 가축의 특성에 맞추어 급여한다면 이용성이 있을 것으로 판단된다. 또한 제주조릿대는 제주도 토양의 pH특성이 원인이 되어 Fe, Mn, Zn 함량이 특이적으로 높게 나타나는데(Miller, 1984; Lee et al., 2010), 이러한 점을 이용하여 미량무기질의 급원으로 사용 될 수도 있을 것으로 판단된다.

3. 조릿대 *in vitro* 소화율

Table 4는 한우 반추위액을 이용한 *in vitro* 건물소화율 실험결과를 나타낸 것이다. 모든 구간에서 배양시간이 길수록 소화율이 높게 나타나는 경향을 보였다. 6월 예취한 조릿대를 48시간 배양한 조건과 9월 예취한 조릿대를 48시간 배양한 조건에서 각각 28.77±0.33%, 30.58±1.18%로 다른 조건에 비해 비교적 높은 소화율이 나타났으나 ($p<0.05$), 조단백질 함량이 8~12%인 건초는 소화율이 평균 44%라고 보고한 연구결과(Chenost and Martin Rosset, 1985)와 비교하였을 때 전 구간에서 소화율이 매우 저조하게 나타났다. *In vitro* NDF 소화율과 *In vitro* ADF 소화율은 6월 예취한 조릿대를 48시간 배양한 조건과 9월 예취한 조릿대를 48시간 배양한 조건에서 다른 조건에 비해 가장 높은 소화율을 나타냈다($p<0.05$). *In vitro* NDF 소화율은 각각 19.9±1.25%, 18.7±0.33%로 나타났

Table 4. *In vitro* dry matter digestibility of *Sasa borealis* with incubation time

Item	IVDMD (%)				
	May	June	July	August	September
24 h	15.80±0.62 ^c	21.39±1.40 ^b	15.25±3.03 ^c	15.85±1.22 ^c	15.65±1.49 ^c
48 h	21.74±1.33 ^b	28.77±0.33 ^a	21.63±1.78 ^b	21.56±0.65 ^b	30.58±1.18 ^a

IVDMD: *In vitro* dry matter digestibility

^{a-c}Means with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$).

Table 5. *In vitro* neutral detergent fiber digestibility and *In vitro* acid detergent fiber digestibility of *Sasa borealis*

Item	Time	IVNDFD and IVADFD of <i>Sasa borealis</i> (%)				
		May	June	July	August	September
IVNDFD	24h	14.8±0.38 ^{ab}	16.9±1.33 ^{cd}	15.5±0.23 ^{de}	15.6±0.78 ^{de}	13.7±0.34 ^f
	48h	17.5±1.06 ^c	19.9±1.25 ^a	15.9±1.46 ^{de}	16.3±0.15 ^{cd}	18.7±0.33 ^{ab}
IVADFD	24h	33.4±0.53 ^d	36.3±1.12 ^{ab}	33.2±0.30 ^{de}	33.5±0.96 ^d	35.8±0.26 ^b
	48h	34.6±1.02 ^{cd}	37.0±0.55 ^a	32.9±0.26 ^e	35.3±1.55 ^{bc}	37.1±0.21 ^a

IVNDFD: *In vitro* neutral detergent fiber digestibility, IVADFD: *In vitro* acid detergent fiber digestibility

^{a-f}Means with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$).

으며 *In vitro* ADF 소화율은 각각 37.0±0.55%, 37.1±0.21%로 나타났다(Table 5). Alfalfa와 Corn의 *In vitro* NDF 소화율은 각각 최대 83.5%, 76.0%라고 보고한 연구결과(Robinson et al., 1999)에 비해 소화율이 매우 저조하게 나타났으며 *In vitro* ADF 소화율도 비교적 저조한 경향을 나타냈다. 조릿대의 섬유소를 분해하기에 소의 반추위가 가진 섬유소 분해능력이 부족한 것이 원인으로 판단되며 조릿대를 소에게 급여할 경우 부적합 할 것으로 여겨진다. 조릿대를 조사료원으로 이용 할 시에는 섬유소 분해능력이 좋은 흑염소 (Devendra and Burns, 1983) 같은 가축에게 급여하거나 기호성이 우수하고, 실험결과 건물소화율이 신초의 경우 47.2±1.2%로 나타나 소화율이 비교적 우수한 말에게(Kim, 2009) 급여하는 것이 효율적일 것으로 여겨진다. 또한 조릿대의 사료화를 위해서는 보다 많은 추가 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

백질은 가을철 함량보다 봄철에서 비교적 높은 함량을 보였으며 6월에서 8.64± 0.20%로 다른 기간에 비해 비교적 높은 함량을 나타내었으며 가장 낮은 NDF, ADF의 함량은 6월에서 각각 77.90±0.25%, 42.33±0.49%로 나타나 섬유소 함량이 매우 높은 것으로 판단된다. 조릿대는 NDF와 ADF의 함량은 높으나, 볏짚에 비해 조단백질 함량은 비교적 높은 것으로 판단되며 가축의 특성에 맞추어 급여한다면 이용성이 있을 것으로 여겨진다. 조릿대를 사료원으로 이용하기 위해서는 섬유소 분해능력이 좋은 흑염소 같은 가축 또는, 조릿대에 대한 기호성이 우수하고, 소화율이 비교적 우수한 말에게 급여하는 것이 효율적일 것으로 여겨진다. 조릿대의 사료화를 위해서는 보다 다양한 축종을 대상으로 추가 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

IV. 요약

본 연구는 제주조릿대의 사초생산성과 사료가치평가를 진행하여 조릿대의 활용도를 높임과 동시에 현재 한라산에서 발생하고 있는 조릿대로 인한 식물종 다양성 감소문제를 완화하는데 도움이 되고자 실시하였다. 조릿대의 사초생산성은 실험결과 5월과 6월기간에 비교적 우수한 재생력을 보였으나, 예취가 반복 될수록 재생능력이 감소하여 생산성이 떨어지는 경향을 나타내었다. 조릿대의 일반성분 분석결과 조단

V. 사사

이 논문은 농촌진흥청 연구사업 (과제번호 PJ012754)의 지원에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th edn. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

- 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*. 35:93-98.
- Chenost, M. and Martin-Rosset, W. 1985. Comparison between species (sheep, horses, cattle) on intake and digestibility of fresh herbage. *Ann. Zootech.* 34:291-312.
- Choi, S.H., Kim, S.W., Park, B.Y., Sang, B.D., Kim, Y.K., Myung, J.H. and Hur, S.N. 2005. Effects of dietary crude protein level on growth and meat quality of Korean native goats. *Journal of Animal Science and Technology*. 45:783-788.
- Devendra, C. and Burns, M. 1983. Goat production in the tropics. Commonwealth Agricultural Bureaux.
- Georing, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis, USDA Agronomic Handbook No. 379, Washington D.C.
- Hee, C.J., Sang, H.L., Gi, Y.K., Gi, J.C., Nam, G.P. and Ki, W.L. 2013. Growth characteristics and productivity of new Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) cultivar, "Onnuri". *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33:6-9.
- Hofmann, R.R. 1988. Morphophysiological evolutionary adaptations of the ruminant digestive system. In: Dobson, A(ed). *Comparative aspects of physiology of digestion in ruminants*. Cornell Univ. Press. pp. 1-20.
- Huston, J.E., Rector, B.S., Ellis, W.C. and Allen, M.L. 1986. Dynamics of digestion in cattle, sheep, goats and deer. *Journal of Animal Science*. 62:208-215.
- Kawai, M., Inaba, H., Kondo, S., Hata, H. and Okubo, M. 2000. Effect of summer and winter woodland grazing of Hokkaido native horses on growing of *Sasa nipponica*. *J. Hokkaido. Grassl. Sci.* 24:23-27.
- Kim, H.C. 2002. Growth Characteristics of Jeju *Sasa borealis* in the Altitude at Halla Mountain. Hallasan Institute Research Report. 1:63-71.
- Kim, H.C. 2009. Ecological characteristics and management methods of *Sasa quelpaertensis* Nakai. Ph.D. thesis. Jeju. Korea.
- Kim, H.C. and Ko, J.G. 2003. Variation of species diversity according to the growth characteristics of Jeju *Sasa borealis*. Hallasan Institute Research Report. 2:97-109.
- Lee, C.E., Kim, H.C., Whang, K.J., Park, N.G., Kim, N.Y. and Oh, W.Y. 2010. The evaluation of feed value and growth characteristics of *Sasa quelpaertensis* Nakai by horse grazing in the woodland of Jeju. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 30:151-158.
- Miller, D.A. 1984. Forage fertilization. In *forage crops*. New York: McGraw-Hill, pp. 121-160.
- Nakashizuka, T. and Numata, M. 1980. Regeneration process of climax beech forests II. Structure of a beech forest under the influence of grazing. *Japanese Journal of Ecology*. 32:473-482.
- Ogawa, Y., Mitamura, T., Okamoto, K. and Teshima, M. 1986. Flora changes on *Sasa nipponica* grasslands used for grazing in successive and alternate winter seasons. *Bull. Natl. Grassl. Res. Inst.* 33:85-89.
- Oshima, Y. 1960. Ecological studies of *Sasa* community. I. Productive structure of some of the *Sasa* communities in Japan. *The Botanical Magazine, Tokyo*. 74:208-209.
- Park, H.S., Hwang, K.J., Park, N.G., Choi, G.J., Lee, J.G., Cheon, D.W. and Ko, M.S. 2008. Comparison of forage production and feed value of winter forage crops in Jeju. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 28:215-220.
- Robinson, P.H., Campbell Mathews, M. and Fadel, J.G. 1999. Influence of storage time and temperature on in vitro digestion of neutral detergent fibre at 48 h, and comparison to 48 h in sacco neutral detergent fibre digestion. *Animal Feed Science and Technology*. 80:257-266.

(Received : May 10, 2018 | Revised : June 20, 2018 | Accepted : June 21, 2018)