

## 액상구비의 시용수준에 대한 Reed Canarygrass의 반응

조익환 · 이주삼\* · 김성규\*\* · 안종호\*\*\*

대구대학교 자연자원대학 축산학과

\*연세대학교 생물자원공학과

\*\*삼육대학교 낙농자원학과

\*\*\*안성산업대학교 낙농학과

## Response of Reed Canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) to Application of Cattle Slurry Nitrogen

Ikhwan Jo, Jusam Lee\*, Sungkyu Kim\*\*, Jongho Ahn\*\*\*

Dept. of Animal Science, College of Natural Resource, Taegu University, Kyongsan, Korea

\*Dept. of Biological Resources & Technology, Yonsei University, Wonju, Korea

\*\*Dept. of Dairy Resource Science, Samyook University, Seoul, Korea

\*\*\*Dept. of Dairy Science, Anseong National University, Anseong, Korea

### ABSTRACT

In this study, the adequate cutting frequency and level of cattle slurry nitrogen application were investigated for the production of Reed canarygrass. Higher relative dry matter yields were recorded in 2nd cut in 3 cutting frequency, 3rd cut in 4 cutting frequency and 4th cut in 5 cutting frequency respectively. With no fertilization, mean dry matter yields per year were 6.4~7.5 tons/ha and the highest yield appeared in 3 cutting frequency. The increased application of cattle slurry nitrogen resulted in the increased dry matter yield. Significantly higher dry matter yields than that of no fertilization were recorded in fertilization of 180 kg cattle slurry-N per year in 3 cutting frequency, 120 kg in 4 cutting frequency and 300 kg in 5 cutting frequency respectively. Efficiency of dry matter production with cattle slurry nitrogen application (kg DM/kg N) was higher in 120 kg N, 30 kg N and 90 kg N/ha/cut in 3, 4 and 5 cutting frequency respectively. In each cutting frequency, the higher efficiency of dry matter production appeared in 1st cut in 3 cutting frequency, and 2nd cut in 4 and 5 cutting frequency respectively. Economic slurry N level (kg/ha) was 462.7~525.3 kg/ha in 3 cutting frequency, and 353.1~423.2

kg/ha and 380.1 ~ 424.4 kg/ha in 4 and 5 cutting frequency respectively.

**Key words** : Cattle slurry, Cutting frequency, Dry matter yield, Efficiency of dry matter production (kg DM/kg N), Economic cattle slurry N level.

## 초 록

예취빈도와 액상구비의 시용수준에 대한 Reed canarygrass의 반응을 조사하여, 잠재생산성의 증대를 위한 경제적이고 합리적인 적정 예취빈도와 액상구비의 시용수준을 추정하고자 하였다. 예취빈도별 연간 건물수량에 대한 예취번초의 상대수량은 3회 예취구에서 2번초, 4회 예취구에서 3번초 및 5회 예취구에서는 4번초에서 다른 예취번초에 비해 가장 높은 상대수량을 나타내었다. 무시용구의 연간 건물수량은 예취빈도에 따라 6.4~7.5 ton/ha의 범위를 나타내었으며, 3회 예취구에서 가장 많은 연간 건물수량을 나타내었다. 액상구비의 시용수준이 증가됨에 따라서 연간 건물수량은 증가되었다. 즉, 3회 예취구에서는 연간 180 kg, 4회 예취구에서는 연간 120 kg 및 5회 예취구에서는 연간 300 kg로 증시하였을 때, 무시용구에 비해 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다. 액상구비의 건물생산효율 (kg DM/kg N)은 3회 예취구의 120 kg/ha/cut, 4회 예취구의 30 kg/ha/cut 및 5회 예취구의 90 kg/ha/cut에서 각각 16.8, 25.4 및 10.4 kg의 가장 높은 건물을 생산하였고, 시용시기에 따른 건물생산효율은 3회 예취구에서 1번초, 4회와 5회 예취구에서는 2번초에서 가장 높았다. 경제적 액상구비의 질소시용수준은 3회 예취구에서 462.7~525.3 kg/ha, 4회 예취구에서 353.1~423.2 kg/ha 그리고 5회 예취구에서 380.1~424.4 kg/ha의 범위를 나타내었다.

**핵심낱말** : 액상구비, 예취빈도, 연간 건물수량, 건물생산효율, 경제적 질소시용수준

## 1. 서 론

최근 농업에 대한 위기감이 고조되면서 영농의 욕의 상실로 인한 이농율의 증가와 함께 경작지의 유희화는 급속히 진행되어, 향후 10년동안 전체 경작지의 약 1/4인 50~60만 ha의 경지가 유희지화 될 것으로 추정된다(이 등, 1994a, 이와 조, 1994).

이러한 유희농토양을 이용하기 위한 방안의 하나로 식량증산과 농지보전의 차원에서 조사료를 값싸게 대량으로 생산하기 위하여 불량환경조건에 적응성이 뛰어나고 건물생산성이 높은 Reed can-

arygrass와 같은 영년생목초의 도입이 필요하다고 생각된다(Frame과 Morrison, 1991; Kalton 등, 1989; 이 등, 1993).

한편 목초나 사료작물은 경엽을 수확물로 하기 때문에 양분요구량이 많고, 多肥에 대한 저항력도 높아서 많은 시비량을 필요로 하지만 일반적으로 축산농가에서는 초지 또는 사료작물의 생산을 주로 화학비료(특히 질소)에 의존하고 있다. 그 결과 토양이 산성화되고, 호질소성 잡초의 증가 및 식물체에서의 질산태 질소의 집적과 토양에서의 용탈 등 비경제적인 시비관리가 이루어져온 것이 현실이다(Jo, 1989; Schechtner, 1979).

특히 최근 낙농경영이 다두사육 중심으로 변화

됨에 따라 가축분뇨의 발생량이 급증하고 있으나, 이를 효율적으로 재활용하지 못하여 귀중한 자원을 낭비하고 있는 것은 물론 심각한 환경오염원이 되고 있는 실정이다. 이러한 문제를 해소하기 위해 가축분뇨나 그 처리물을 적정량 시용하여 양분의 공급효과와 함께 토양개량의 효과도 기대할 수 있으나(Long과 Gracey, 1990; Wilkison, 1979), 이들 가축분뇨의 지나친 시용은 토양에서의 염기불균형, 염해, 토양으로부터의 양분 유실 및 작물의 품질과 수량감소를 초래할 수 있으므로 초지의 생산성 향상을 위한 비료자원으로서의 이용과 환경오염원을 감소시킬 수 있는 유효한 방법으로서의 적절한 가축분뇨의 시용기술체계의 확립이 요구된다(Schechtner, 1978과 1979).

따라서 본 연구에서는 점차적으로 확대되어 가는 유희 논토양에서 조사료를 생산할 목적으로 Reed canarygrass를 재배하였을 때, 예취빈도와 가축분뇨의 시용수준에 따른 건물수량의 변화를 조사하므로 적정 액상구비의 수준을 추정하여 액상구비의 시용에 따른 농지의 보전효과를 높이며, 가축분뇨의 자원화를 통하여 환경오염을 감소시키므로, 안정된 조사료의 생산기반 확대와 생산성의 향상에 기여할 수 있는 가축분뇨의 시용기술체계를 확립시키고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

본 실험은 경기도 미금시 삼패동 미금농장의 논토양에 조성된 Reed canarygrass (var. Venture)의 영년채초지에서 1995년 3월부터 11월까지 실시되었다.

시험기간 중 월 평균 기온과 강수량은 Table 1과 같다.

시험이 실시된 지역의 지난 30년 월 평균기온에 비해 1995년에는 3월에만 약 1.5°C 높았고 그외에는 큰 차이가 없었으며, 월별 강수량은 예년 보다 3~6월에 약 13.9~63.1 mm가 감소되었으나 실험후반부인 7~9월에는 26.6~492.7 mm가 증가되었는데 특히 8월에 가장 큰 폭의 증가를 보이고 있다.

실험구 면적은 처리당 4 m<sup>2</sup> (2 m×2 m)로 하였고, 주구(主區)에는 연간 예취회수를 3, 4 및 5회로 한 3수준의 예취빈도를, 세구(細區)에는 예취시마다 ha당 액상구비(건물함량 10%, 총질소 0.4%)를 무기태 질소성분량으로 0, 30, 60, 90 및 120 kg을 5수준의 시용구를 설정하여 3반복의 분할구 시험법으로 배치하였다.

예취빈도별 예취시기는 3회 예취구에서 1번초를 5월 26일, 2번초를 8월 4일, 3번초를 10월 13일에 예취하였고, 4회 예취구에서는 1번초를 5월 12일, 2번초를 6월 30일, 3번초를 9월 2일, 4번초를 10월 13일로 하였으며 5회 예취구에서는 1번초를 5월 5일, 2번초를 6월 9일, 3번초를 7월 28일, 4번초를 9월 15일 그리고 5번초를 10월 13일에 각각 예취하였다.

조사는 예취빈도별로 각 예취시기에 단위면적당의 생초수량을 측정 한 후, 이들 중 일부(약 500 g)를 건조기내에서 80°C, 48시간 건조 후 단위면적당의 건물수량을 산출하였다. 한편 액상구비의 질소시용에 의한 건물수량변화를 비선형 회귀곡선( $Y = a \pm bx \pm cx^2 \pm dx^3$ )으로 나타내어 한계 액상구비 질소의 시용수준(limiting slurry-N lev-

Table 1. Monthly meteorological data during the period of growth in 1995.

	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
Mean temperature(°C)	6.0	11.3	17.1	21.6	24.5	26.0	20.0	15.5
Precipitation(mm)	60.6	44.4	60.6	70.7	436.1	786.6	47.2	39.3

el)과 경제적 액상구비 질소의 시용수준 (economic slurry-N level)을 추정하였으며, 예취시기와 빈도별 액상구비 질소의 이용효율을 건물생산효율 (DM kg/kg N)로 나타내었다.

### 3. 결 과

#### 3.1 액상구비의 질소시용에 의한 건물수량의 변화

예취빈도와 액상구비의 시용이 Reed canary-grass의 건물수량에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 2이다.

##### 3.1.1 3회 예취구

1번초의 건물수량은 액상구비의 질소시용수준이 증가됨에 따라서 지속적인 증가를 보였는데, ha당 60 kg/cut 이상의 액상구비 질소시용수준에서 무시용구 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다

( $p < 0.05$ ).

예취빈도별 평균 건물수량이 가장 높았던 2번초의 건물수량 (3.57 ton/ha)도 1번초와 같이 액상구비의 시용으로 건물수량이 증가되었지만 무시용구와는 유의한 차이가 인정되지 않았다.

3번초의 건물수량도 액상구비의 시용이 증가됨에 따라서 증가되었고, 30 kg/ha/cut 이상의 액상구비 질소시용수준에서 무시용구 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다 ( $p < 0.05$ ).

##### 3.1.2 4회 예취구

3번초에서 예취빈도별 평균 건물수량이 가장 많았던 4회 예취구 (4.59 ton/ha)에서는 3회 예취구와 같이 모든 예취빈도의 건물수량이 액상구비의 질소시용수준 증가로 지속적인 증가를 나타내었지만 1번초에서는 30 kg/ha/cut, 2번초에서는 60 kg/ha/cut 및 3과 4번초에서는 90 kg/ha/cut 이상의 수준에서 무시용구보다 유의하게 높은 건물

**Table 2.** Effect of cattle slurry nitrogen application on dry matter yield of Reed canarygrass in different cutting systems.

Cutting frequency	N level (ha/cut)	Dry matter yield(ton/ha)					Total
		1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut	5th cut	
3 Cuttings	0 kg	1.65 <sup>d</sup>	3.00 <sup>a</sup>	2.85 <sup>b</sup>			7.50 <sup>d</sup>
	30 kg	2.16 <sup>cd</sup>	3.15 <sup>a</sup>	3.05 <sup>ab</sup>			8.36 <sup>cd</sup>
	60 kg	2.95 <sup>bc</sup>	3.50 <sup>a</sup>	3.64 <sup>a</sup>			10.09 <sup>bc</sup>
	90 kg	3.72 <sup>b</sup>	3.94 <sup>a</sup>	3.97 <sup>a</sup>			11.63 <sup>ab</sup>
	120 kg	5.24 <sup>a</sup>	4.28 <sup>a</sup>	4.04 <sup>a</sup>			13.56 <sup>a</sup>
	x	3.14	3.57	3.51			
4 Cuttings	0 kg	0.55 <sup>c</sup>	1.43 <sup>b</sup>	3.56 <sup>c</sup>	0.84 <sup>c</sup>		6.38 <sup>d</sup>
	30 kg	1.36 <sup>b</sup>	2.63 <sup>b</sup>	4.19 <sup>bc</sup>	1.25 <sup>bc</sup>		9.43 <sup>c</sup>
	60 kg	1.73 <sup>b</sup>	3.18 <sup>a</sup>	4.49 <sup>bc</sup>	1.21 <sup>bc</sup>		10.61 <sup>bc</sup>
	90 kg	2.71 <sup>a</sup>	3.56 <sup>a</sup>	4.97 <sup>ab</sup>	1.50 <sup>ab</sup>		12.74 <sup>ab</sup>
	120 kg	3.04 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	5.72 <sup>a</sup>	1.74 <sup>a</sup>		14.16 <sup>a</sup>
	x	1.88	2.89	4.59	1.31		
5 Cuttings	0 kg	0.60 <sup>c</sup>	1.07 <sup>c</sup>	1.98 <sup>b</sup>	2.58 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	6.63 <sup>c</sup>
	30 kg	1.13 <sup>bc</sup>	1.41 <sup>bc</sup>	2.24 <sup>ab</sup>	2.94 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	7.99 <sup>bc</sup>
	60 kg	1.40 <sup>ab</sup>	2.19 <sup>ab</sup>	2.33 <sup>a</sup>	3.03 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	9.25 <sup>ab</sup>
	90 kg	1.72 <sup>ab</sup>	3.03 <sup>a</sup>	2.74 <sup>a</sup>	3.48 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	11.33 <sup>a</sup>
	120 kg	1.93 <sup>a</sup>	3.06 <sup>a</sup>	2.72 <sup>a</sup>	2.92 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	11.10 <sup>a</sup>
	x	1.36	2.15	2.40	2.99	0.36	

Note. Means separation within a column by Multiple Range Test, 5% level. The same letters show non-significant difference at the 5% level.

수량을 나타내었다 ( $p < 0.05$ ).

3.1.3 5회 예취구

5회 예취구에서는 예취번호별 평균 건물수량이 3과 4번초에서 가장 높게 나타났는데, 이들 예취번호의 건물수량은 액상구비의 질소시용수준이 90 kg/ha/cut 이상에서 오히려 감소되었다. 한편 1, 2 및 3번초에서는 액상구비의 질소를 60 kg/ha/cut 이상의 시용수준에서만 무비구보다 유의한 건물수량차이를 나타내었고 ( $p < 0.05$ ), 4와 5번초에서는 시용수준간 건물수량에서 유의한 차이가 인정되지 않았다.

3.1.4 연간 건물수량

연간 건물수량은 3회, 4회 및 5회 예취구의 무시용구에서 6.38~7.50 ton/ha를 나타내었는데, 3회 예취구에서 가장 많은 건물수량을 나타내었으나 4회 예취구에서 가장 적었으며 5회 예취구가 6.63 ton/ha의 연간 건물수량을 나타내었다. 한편 무시용구에서 연간 건물수량이 가장 높게 기록된 (7.50 ton/ha) 3회 예취구에서는 액상구비의 질소시용수준이 증가됨에 따라서 연간 건물수량이 증가되었으나 예취빈도별 ha당 60 kg (180 kg/ha/year) 이상의 시용수준에서 무시용구보다 유의한 연간 건물수량의 증가를 나타내었다. 시용수준간의 차이에서는 액상구비의 질소를 90 kg/ha/cut에서 120 kg/ha/cut으로 증시하였을 경우에 1.93 ton의 연간 건물수량 증가폭을 나타내었다. 4회 예취구에서도 액상구비의 질소시용수준이 높아짐에 따라서 연간 건물수량의 지속적인 증가를 나타내었지만 ha당 연간 120 kg (30 kg/ha/cut)을 시용하였을 때, 무시용구 보다 유의한 증가를 나타내었

며 ( $p < 0.05$ ) 시용수준간 연간 건물수량의 차이도 가장 크게 나타났다 (3.05 ton DM/ha/year). 5회 예취구에서는 액상구비의 시용으로 연간 건물수량의 증가가 지속되었으나 ha당 연간 600 kg (120 kg/ha/cut)의 수준에서는 450 kg (90 kg/ha/cut) 수준의 건물수량 보다 0.23 ton이 감소되었다. 연간 건물수량은 액상구비의 질소수준을 연간 300 kg/ha (60 kg/ha/cut) 이상으로 증시하였을 때, 무시용구 보다 유의하게 높은 건물수량의 차이를 나타내었다. 또한 시용수준간에서는 ha당 연간 300 kg에서 450 kg으로 액상구비의 질소시용수준을 증시하였을 때, 2.08 ton의 큰 증가폭을 나타내었다.

3.2 예취빈도별 예취번호의 평균 상대수량

예취빈도별 예취번호의 상대수량은 Table 3과 같다.

3회 예취구에서는 1번초 (30.7%)에 비하여 2번초와 3번초의 상대수량이 약 3.7~4.2% 높았고, 4회 예취구와 5회 예취구에서는 각각 3번초와 4번초에서 43.0과 32.3%로 가장 높은 상대수량을 나타내었다.

3.3 경제적 액상구비의 질소시용수준

예취빈도에 따라 액상구비의 질소시용에 의한 건물수량변화를 비선형 회귀곡선으로 나타낸 것은 Table 4와 같다.

액상구비의 질소시용에 따른 건물수량의 변화 즉, 비선형 회귀곡선은 3회, 4회 및 5회 예취구에서 결정계수 ( $r$ )가 각각 0.9943, 0.9671 및

Table 3. Mean relative dry matter yield(%) at each cut.

Cuttings	1st	2nd	3rd	4th	5th	Total
3	30.7	34.9	34.4			100.0
4	17.6	27.1	43.0	12.3		100.0
5	14.7	23.2	25.9	32.3	3.9	100.0

**Table 4.** The sigmaformed processes of Input-Output curve depending on various cutting frequencies in Reed canarygrass.

Cuttings	r <sup>2</sup>	Input-Output curve
3	0.9943*	$y = 7,478.00 + 7.20x + 0.046x^2 - 0.000052583x^3$
4	0.9671*	$y = 6,445.43 + 28.24x - 0.052x^2 + 0.000056906x^3$
5	0.9399*	$y = 6,689.00 + 1.94x + 0.042x^2 - 0.000055062x^3$

Note. \* is significant difference at 5% level.

**Table 5.** Economical N border(kg DM/kg N), economic slurry-N level(kg/ha), marginal dry matter yield(DM ton/ha), limiting slurry-N level(kg/ha) and maximum dry matter yield(ton/ ha) in each cutting.

Cuttings	Economical border (kg DM/kg N)	Economic slurry-N level (Necon.kg/ha)	Marginal DM yield (Ymar.ton/ha)	Limiting slurry-N level (Nmax.kg/ha)	Maximum DM yield (Ymax.ton/ha)
3	dy/dx=16~12	462.7~525.3	15.4~16.3	653.1	17.1
4	dy/dx=12~10	353.1~423.2	12.4~13.4	574.1	16.3
5	dy/dx=10~8	380.1~424.4	10.5~10.9	530.6	11.3

0.9399로 5% 수준의 유의성이 인정되었다.

예취빈도별 액상구비의 시용수준에 따른 건물수량의 반응을 나타낸 것이 Table 5이다.

경제적 한계수량 (marginal dry matter yield)을 나타내는 액상구비의 질소이용효율(kg DM/kg N)의 범위는 3회 예취구에서 16~12 kg, 4회 예취구에서 12~10 kg 및 5회 예취구에서 10~8 kg으로 예취빈도가 높아짐에 따라서 그 범위는 좁아졌다.

경제적 액상구비의 질소시용수준 (economic cattle slurry-N level)은 3회 예취구에서 462.7~525.3 kg/ha, 4회 예취구에서 353.1~423.2 kg/ha 그리고 5회 예취구에서 380.1~424.4 kg/ha의 범위를 나타내어, 3회 예취구에서 경제적 액상구비의 시용수준이 가장 높았으며, 이 때 얻어지는 경제적 한계수량은 3회, 4회 및 5회 예취구에서 각각 15.4~16.3 ton/ha, 12.4~13.4 ton/ha 및 10.5~10.9 ton/ha을 나타내어 3회 예취구에서 경제적 한계수량도 역시 가장 많았다.

또한 액상구비의 한계질소시용수준 (limiting slurry-N level)은 3회 예취구에서 653.1 kg/ha, 4회 예취구에서 574.1 kg/ha 그리고 5회 예

취구에서 530.6 kg/ha으로 추정되어 예취빈도가 낮아짐에 따라서 낮아졌으며, 이 때 얻어지는 최대 건물수량 (maximum DM yield)은 3회, 4회 및 5회 예취구에서 각각 17.1 ton/ha, 16.3 ton/ha 및 11.3 ton/ha을 나타내어 예취빈도가 높아짐에 따라 최대건물수량은 감소되었다.

### 3.4 액상구비의 평균 질소이용효율

예취빈도별 액상구비의 질소시용수준에 따른 Reed canarygrass의 평균 건물생산효율은 Table 6과 같다.

액상구비의 질소시용으로 평균 14.0 kg DM/kg N의 건물생산효율을 나타낸 3회 예취구에서는 시용수준이 증가됨에 따라서 건물생산효율이 증가되었는데, 특히 60 kg/ha/cut의 액상구비의 질소시용수준에서 가장 높은 질소이용효율의 증가폭을 보이고 있다. 한편 액상구비의 질소시용으로 평균 건물생산효율이 19.2와 8.9 kg DM/kg N을 기록한, 4회와 5회 예취구에서는 각각 30과 90 kg/ha/cut의 액상구비 질소시용시에 25.4와 10.4 kg DM/kg N으로 가장 높은 건물생산효율을 나타내었다.

**Table 6.** Efficiencies of dry matter production(kg DM/kg N) to cattle slurry nitrogen application levels in each cutting.

	N level(ha/cut)	3 Cuttings	4 Cuttings	5 Cuttings
kg DM/kg N	30 kg	9.6	25.4	9.1
	60 kg	14.4	17.6	8.7
	90 kg	15.3	17.7	10.4
	120 kg	16.8	16.2	7.5
	x	14.0	19.2	8.9

### 3.5 액상구비의 시용시기에 따른 평균 질소이용효율

액상구비의 시용시기에 따른 Reed canarygrass의 평균 건물생산효율은 Table 7과 같다.

3회 예취구에서는 액상구비의 평균 질소이용효율인 건물생산효율이 1번초에서 22.9 kg DM/kg N으로 가장 높았고 4회와 5회 예취구에서는 2번초에서 각각 27.9와 17.3 kg DM/kg N으로 가장 높은 평균 질소이용효율을 나타내었다. 한편 전 예취구의 최종 예취번초에서는 질소이용효율이 현저하게 감소됨이 나타났는데, 특히 5회 예취구에서는 -1.5 kg DM/kg N을 기록하였다.

## 4. 고 찰

Reed canarygrass는 불량환경조건에 대한 적응성이 뛰어나고 연간 건물수량이 다른 목초에 비하여 높으며 특히, 수분이 많은 토양조건에 잘 생육해서 유후 논토양에서 적합한 초종으로 알려져 있는데, 이용의 빈도나 질소시비수준에 따라서 양과 질적으로 잠재생산성에 현저한 차이가 있음이

보고되어 왔다 (Allison 등, 1992; 이 등, 1994a, 1994b 및 1995). 본 실험의 결과에서도 예취빈도가 연간 3~5회의 경우에 6.4~7.5 ton/ha의 연간 건물수량을 나타내었고 (Table 2), 예취빈도에 따른 액상구비의 시용이 Reed canarygrass의 잠재생산력을 증가시키는데 공헌하였다 (이 등, 1994a와 1995; 이와 조, 1994).

특히, 액상구비의 질소를 3회 예취구에서는 연간 180 kg, 그리고 4회 예취구에서는 연간 120 kg 및 5회 예취구에서는 300 kg으로 증시하였을 때, 무시용구에 비해 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다 ( $p < 0.05$ ).

목초의 계절생산성은 생육기간 동안의 기상조건과 예취 후의 재생기간에 의하여 결정된다고 할 수 있다. 본실험의 조건에서는 실험기간의 후반부인 7~9월에 강수량이 예년에 비해 훨씬 많았고 (Table 1), 재생기간도 길었으며, Reed canarygrass가 더위에 강한 생육특성때문에 연간 건물수량의 계절적분포가 3회, 4회 및 5회 예취구에서 각각 2번초, 3번초 및 4번초에서 가장 높은 상대수량을 나타내었다 (Table 3). 이상과 같은 결과는 이 등(1994a와 1995)의 결과와 일치한다.

일반적으로 건물생산을 위한 질소이용효율은 건물생산효율 (kg DM/kg N)로 평가되는데, 본실험에서는 액상구비의 질소시용을 3회 예취구에서는 120 kg/ha/cut와 5회 예취구에서는 90 kg/ha/cut에서 16.8과 10.4 kg로 가장 높은 건물을 생산하여 예취횟수가 증가되고 시용수준이 높아짐에 따라서 질소이용효율이 저하된다는 보고와 거의 일치하고 있다 (李와 阿部, 1984). 그러나 4회 예취구에서는 무시용구에서 연간 건물수량이 다른 예

**Table 7.** Mean efficiencies of dry matter production (kg DM/kg N) to cattle slurry nitrogen application times at each cut.

Cuttings	1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut	5th cut	Mean
3	22.9	8.6	10.6			14.0
4	22.9	27.9	17.6	8.7		19.2
5	13.6	17.1	7.3	8.1	-1.5	8.9

취빈도에 비하여 현저하게 낮아 액상구비 질소의 30 kg/ha/cut에서 25.4 kg의 가장 높은 질소이용효율을 나타내었고, 이후 시용수준이 높아짐에 따라 질소이용효율이 저하되었다 (Table 6).

한편 가축분뇨의 시용시기는 지표수의 유거, 용탈 및 암모니아태 질소의 휘산 등에 의한 양분유실과 밀접한 관계를 갖고 있어 계절적 이용효율과 관련하여 가축분뇨의 최적시용시기를 이른 봄과 여름철이라고 보고되고 있는데 (조, 1994; Rees 등, 1993; Rupepert 등, 1985), 본 실험에서도 시용시기에 따른 평균 건물생산효율 (kg DM/kg N)은 3회 예취구의 1번초, 4회와 5회 예취구의 2번초에서 각각 22.9, 27.9 및 17.1kg의 가장 높은 건물생산효율을 나타내어 이들 시기와 거의 일치하고 있다 (Table 7).

본 실험에서는 예취빈도에 관계없이 액상구비의 시용수준의 증가에 따라서 연간 건물수량이 증가하였지만, 5회 예취구에서 액상구비의 질소수준을 450 kg에서 600 kg으로 증시하였을 때, 0.23 ton/ha의 연간 건물수량 감소를 초래하였다 (Table 2). 이는 액상구비 질소의 과다시용수준으로 수량감소는 물론 토양에서의 염기간 불균형과 양분유실, 식물체내에 질산태 질소의 축적 및 호소소성 잡초의 증가에 따른 목초의 품질저하를 가져올 수 있음 시사하고 있어 (Schechtner, 1978과 1979), 예취빈도에 따른 경제적이고 합리적인 적정 시용수준의 추정이 요구된다. 따라서 예취빈도에 따른 경제적 질소시비수준 추정방법 (Jo, 1989)에 의해 경제적 액상구비의 연간 질소시용수준을 추정한 결과, 3회 예취구에서 462.7~525.3 kg/ha, 4회 예취구에서 353.1~423.2 kg/ha 그리고 5회 예취구에서 380.1~424.4 kg/ha를 나타내었다 (Table 5). 이를 액상구비의 형태로 나타내면 각각 115.7~131.3 m<sup>3</sup>/ha, 88.3~105.8 m<sup>3</sup>/ha 및 95.0~106.1 m<sup>3</sup>/ha에 해당하는 수준으로 Schechtner (1978)의 권장량인 예취빈도별 10~

15 m<sup>3</sup>/ha/cut는 초과하지만, 연간 3회와 4회 예취빈도에서 액상구비 80~90 m<sup>3</sup>/ha 시용이 적정수준이라고 보고한 이 등 (1993b)의 결과는 본 실험의 4회와 5회 예취구의 시용수준과 거의 일치하고 있다.

## 5. 결 론

유취 논토양에 Reed canarygrass를 재배하였을 때, 예취빈도와 액상구비의 시용수준의 차이가 연간 건물수량에 미치는 영향을 조사하여, Reed canarygrass의 잠재생산성의 증대를 위한 경제적이고 합리적인 적정 예취빈도와 액상구비의 적정시용수준을 추정하고자 하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 예취빈도별 연간 건물수량에 대한 예취빈도의 상대수량은 3회 예취구에서 2번초, 4회 예취구에서 3번초 및 5회 예취구에서는 4번초에서 각각 34.9, 43.0 및 32.3%를 나타내어, 다른 예취빈도에 비해 가장 높은 상대수량을 기록하였다.
2. 무시용구의 연간 건물수량은 예취빈도에 따라서 6.4~7.5 ton/ha의 범위를 나타내었으며, 3회 예취구에서 가장 많은 연간 건물수량을 나타내었다.
3. 3회와 4회 예취구에서는 액상구비의 시용수준이 증가됨에 따라서 연간 건물수량이 증가하였으나 액상구비를 3회 예취구에서는 연간 180 kg (60 kg/ha/cut), 그리고 4회 예취구에서는 연간 120 kg (30 kg/ha/cut)로 증시하였을 때, 무시용구에 비하여 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다 ( $p < 0.05$ ). 한편 5회 예취구에서는 액상구비 질소시용수준의 증가에 따라 연간 건물수량이 증가를 보였고 특히 질소시용수준을 300 kg (60 kg/ha/cut)으로 증시하여 무시용구에 비해



연간 건물수량이 2.6 ton/ha로 유의하게 증가하였지만, 액상구비를 450 kg (90 kg/ha/cut)에서 600 kg (120 kg/ha/cut)으로 증시하였을 때는 0.23 ton/ha의 연간 건물수량의 감소를 초래하였다.

4. 예취빈도별 액상구비의 질소시용수준에 따른 건물생산효율 (kg DM/kg N)은 3회 예취구의 120 kg/ha/cut, 4회 예취구의 30 kg/ha/cut 및 5회 예취구의 90 kg/ha/cut에서 16.8, 25.4 및 10.4kg의 가장 높았다. 시용시기에 따른 평균 건물생산효율 (kg DM/kg N)은 3회 예취구에서 1번초, 4회와 5회 예취구에서는 2번초에서 각각 22.9, 27.9 및 17.1 kg의 가장 높은 건물을 생산하였다.
5. 경제적 액상구비의 질소시용수준은 3회 예취구에서 462.7~525.3 kg/ha, 4회 예취구에서 353.1~423.2 kg/ha 그리고 5회 예취구에서 380.1~424.4 kg/ha이었으며, 이 때 얻어지는 경제적 한계수량은 3회, 4회 및 5회 예취구에서 각각 15.4~16.3 ton/ha, 12.4~13.4 ton/ha 및 10.5~10.9 ton/ha의 범위를 나타내었다.
6. 액상구비의 시용수준에 따른 액상구비의 한계질소시용수준은 3회 예취구에서 653.1 kg/ha, 4회 예취구에서 574.1 kg/ha 그리고 5회 예취구에서 530.6 kg/ha으로 추정되어 연간 예취빈도가 높아짐에 따라서 감소되었다.

### 참 고 문 헌

1. 李柱三, 阿部二郎. 1984. 예취빈도와 질소시비수준이 Orchardgrass 품종별 건물수량에 미치는 영향. 한축지 26(4):412-417.
2. 이주삼, 류수훈, 이경은. 1993a. Reed can-

arygrass 품종의 건물 생산성 비교. 한잔지 7(2·3):121-127.

3. 이주삼, 임상근, 정재춘. 1993b. 무기태 질소와 액상구비의 시용수준이 Orchardgrass의 건물수량에 미치는 영향. 한국유기성자원화협 의회학회지 1(2):275-286.
4. 이주삼, 조익환, 김성규, 안종호. 1994a. 유희 논토양에서 조사료 생산을 위한 적정 액상구비 시용수준의 추정. I. 액상구비의 시용이 Reed canarygrass의 연 건물수량에 미치는 영향. 한초지 14(1):50-56.
5. 이주삼, 조익환, 안종호, 김성규. 1994b. 유희 논토양을 이용한 Reed canarygrass의 잠재생산성에 관한 연구. I. 예취빈도에 따른 무기태 질소의 시비가 Reed canarygrass의 건물수량에 미치는 영향. 한초지. 14(4):271-280.
6. 이주삼, 조익환. 1994. 예취빈도가 다른 조건에서 무기태질소와 액상구비의 시용이 Reed canarygrass의 건물수량과 질소 이용효율에 미치는 영향. 한국유기성자원화협의회학회지. 2(2):53-63.
7. 이주삼, 조익환, 안종호, 김성규. 1995. 유희 논토양에서 가축분뇨를 이용한 조사료의 생산. 한초지. 15(3):175-185.
8. 조익환. 1994. 유희지에서 조사료 생산을 위한 적정 가축분뇨의 시용에 관한 연구. I. 액상구비의 시용시기와 무기태 질소의 첨가가 Orchardgrass의 건물수량에 미치는 영향. 한국유기성폐기물자원화협의회학회지. 2(2):65-75.
9. Allison D.W., K. Guillard, M.M. Rafey, J.H. Grabber and W.M. Dest. 1992. Response of reed canarygrass to nitrogen and potassium fertilization. J. Prod. Agric., 5(4): 595-601.

10. Frame, J. and M.W. Morrison. 1991. Herbage productivity of prairie grass, reed canarygrass and phalaris. *Grass and Forage Sci.*, 46:417-425.
11. Jo. I.H. 1989. Wirksamkeit der mineralischen Stickstoffdüngung auf Ertrag und Pflanzenbestand des Grlandes im sterreichischen Alpenraum. Diss. Univ. Bodenkultur, Wien.
12. Kalton, R.R., P. Richardson and J. Schieds. 1989. Restriction of 'Venture' reed canarygrass. *Crop Sci.*, 29:1327-1328.
13. Long, F.N.J. and H.I. Gracey. 1990. Herbage production and nitrogen recovery from slurry injection and fertilizer nitrogen application. *Grass and Forage Sci.*, 45:77-82.
14. Rees. Y.J., B.F. Pain, V.R. Philips and T.H. Misselbrook. 1993. The influence of surface and sub-surface application methods for pig slurry on herbage yields and nitrogen recovery. *Grass and Forage Sci.*, 48:38-44.
15. Ruppert, W., Stichlmair, M., Bauchhen, J., Blendl, H.M., Haish, A., Hammer, K., Hege, U., Juli, R., Melian, L., Nrnberger, W., Rieder, J., Rintelen, P., Rutzmoser, K., Weber, W., Wurzing, A. und Zeisig, H. 1985. Daten und Information zum Gllleinsatz in der Landwirtschaft. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 62, Jahrgang, 8:899-996.
16. Schechtner, G. 1978. Zur Wirksamkeit des Glllestickstoffs auf dem Glland in Abhngigkeit vom Dngungsregime. *Die Bodenkultur*, 29: 357-371.
17. Schechtner, G. 1979. Auswirkungen von Dngung und Nutzung auf die botanische Zusammensetzung von Dauerwiesen und Dauerwiesenneuanlagen im Alpenraum. Ber. Int. Fachtagung "Bedeutung der Pflanzensoziologie fuer eine standortsgem e und umweltgerechte Landund Almwirtschaft." Gumpenstein, 12 u. 13. 1979: 259-336.
18. Wilkinson, S.R. 1979. Plant nutrient and economic value of animal manure. *J. Anim. Sci.*, 48:121-135.