

## 무기태 질소와 액상구비의 시용수준이 Orchardgrass의 건물수량에 미치는 영향

이주삼 \*, 임상곤 \*\*, 정재춘 \*\*

\* 연세대학교 생물자원공학과

\*\* 연세대학교 환경과학과

## Effects of application rates of mineral N and cattle slurry on the dry matter yield of Orchardgrass

J. S. Lee \*, S. G. Yim \* and J. C. Chung \*\*

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

\*\* Dept. of Biological Environmental Science, Yonsei University

### ABSTRACT

This experiment was to study the effects of application rates of mineral N and cattle slurry on the dry matter yield of Orchardgrass grown in different cutting frequency.

Annual rates of mineral N of 0(N<sub>0</sub>), 90kg(N<sub>1</sub>), 180kg(N<sub>2</sub>) and 270kg/ha(N<sub>3</sub>) in 3 cuttings, and 0(N<sub>0</sub>), 120kg(N<sub>1</sub>), 240(N<sub>2</sub>) and 360kg/ha(N<sub>3</sub>) were applied as urea in 4 cuttings.

Cattle slurry applied at rates of 30m<sup>3</sup>(S<sub>1</sub>), 60m<sup>3</sup>(S<sub>2</sub>) and 90m<sup>3</sup>/ha(S<sub>3</sub>), suppling 90kg, 180kg and 240kg N/ha in 3 cuttings, and at rates of 40m<sup>3</sup>(S<sub>1</sub>), 80m<sup>3</sup>(S<sub>2</sub>) and 120m<sup>3</sup>/ha(S<sub>3</sub>), suppling 120kg, 240kg and 360kg N/ha in 4 cuttings, respectively.

The results were summarized as follows ;

1. Mineral N and cattle slurry application rates(N), and cuts(C) were significant differences at the 0.1% level( $p < 0.001$ ), and 5% level( $p < 0.05$ ) for the interaction of N × C in both cuttings.

2. The annual dry matter yields obtained were 8.8ton-10.1ton/ha at rates of N<sub>1</sub>-N<sub>3</sub>, and 7.1ton-9.5ton/ha at rates of S<sub>1</sub>-S<sub>3</sub> in 3 cuttings. The annual dry matter yields obtained were 10.9ton-13.9ton/ha at rates of N<sub>1</sub>-N<sub>3</sub>, and 6.9ton-11.2ton/ha at rates of S<sub>1</sub>-S<sub>3</sub> in 4 cuttings, respectively.

3. Relative efficiency of cattle slurry N for the dry matter production of Orchardgrass pasture as compared to mineral N were 91.4%(ranged from 72.2% to 109.7%) in 3

cuttings, and 75.1%(ranged from 48.3% to 107.9%) in 4 cuttings, respectively.

4. The annual cattle slurry application rates required to maintain highest dry matter yields were estimated to be 90m<sup>3</sup>/ha(270kg N/ha) and 80m<sup>3</sup>/ha(240kg N/kg) in 3 and 4 cuttings.

## 초 목

무기태 질소와 액상구비의 사용수준이 예취빈도를 달리한 Orchardgrass 초지의 건물수량에 미치는 영향을 조사한 바 사용수준과 예취빈도간에서는 0.1% 수준, 사용빈도와 예취빈도간의 교호작용에 있어서는 5% 수준의 유의성이 인정되었다. 일반적으로 3회 예취구보다 4회 예취구에서 건물수량이 증가하였다. 무기태 질소의 경우는 사용수준(90-270 kg/ha)에 따른 건물수량에 있어서는 유의한 차이가 인정되지 않았다. 액상구비의 시용효과는 3회 예취구에서 사용수준 평균 91.4% (72.2-109.7%의 범위), 4회 예취구에서는 75.1% (48.3-107.9%의 범위)를 나타내었다. 연간 3-4회 예취하는 채초지에서는 액상구비의 적정 시용량은 80-90 m<sup>3</sup>/ha (240-270 N kg/ha)의 수준으로 추정되었고 이때 건물수량은 9.55-11.22 ton/ha 이었다.

**핵심용어**—무기태질소, 액상구비, 건물생산량, 예취구, 적정시비량

## 1. 緒 論

최근 20여년 동안 우리나라는 급격한 산업발전 에 따라서 국민경제의 규모가 확대되었고, 인구의 도시집중등으로 인하여 산업폐기물과 생활폐기물의 배출량 또한 크게 증가되었다.

그 결과 환경오염은 갈수록 심화되었고 폐기물의 처리장소와 처리방법을 둘러싸고 지역과 주민들간에 심각한 사회문제로 까지 발전되기에 이르렀다.

특히 축산업부문에서는 가축사육두수의 증가 추세에 따라서 막대한 양의 가축분뇨가 배출되고 있는데, 그 효율적인 처리와 이용방법이 강구되지 못하여 지하수와 하천 및 토양의 오염원이 되고 있는 실정이다. 1993년 12월 1일 현재 우리나라에서 사육되고 있는 한우는 약 260만 두, 젖소는 약 55만두로써(농림수산부, 1993) 이들이 배출하는 분뇨발생량은 연간 약 2,500만

톤으로 추정되며, 여기에 돼지와 닭의 배설량까지를 합하면 연간 약 4,000만톤의 가축분뇨가 발생하는 것으로 추정된다(李, 1993).

이상과 같은 가축분뇨의 배설량을 성분량으로 환산하면 연간 화학비료 사용량(성분량)의 약 40%나 되어(李, 1993), 가축분뇨의 효율적인 처리와 이용방법에 따라서는 귀중한 유기질 비료자원으로써의 활용가능성은 매우 높다고 생각된다.

가축분뇨의 배설량과 물리적인 성상은 가축의 종류, 사양형태 및 축사의 구조등에 따라서 크게 달라지지만(原田, 1987), 초지에 이용되는 가축분뇨의 물리적 성상은 건물함량이 10-15% 정도가 되는 것으로 교반과 폭기를 통한 호기성 조건에서 발효시켜 악취를 제거하고 점성을 낮추므로 안전하고 취급하기 쉽게 한 액상구비의 상태가 가장 이상적이다.

이상과 같은 처리방법에 의하여 만들어진 액상구비의 시용은 환경오염을 줄이며, 초지로의

유기물 환원 및 식물생육을 위한 무기양분의 공급원이 되므로 초지토양의 비옥도 증진에 크게 기여한다(Wilkinson, 1979). 그러나 우리나라에서는 아직까지도 초지의 생산성 증가를 위한 액상구비의 사용은 일반화되지 못하고 있어 대부분의 목장에서는 화학비료(무기태 질소)의 사용에 의존하고 있는 실정이다.

일반적으로 화분과 목초의 건물수량을 증가시키기 위한 질소질 비료의 한계사용수준은 400 kg/ha 정도로 추정되고 있으나(Holmes, 1968; 李와 阿部, 1983), 질소질 비료의 과다사용은 개체밀도의 감소를 초래하고(佐藤 등, 1972), 목초의 질산태 질소의 함량을 높혀 가축에게 질산태 질소의 중독을 일으킬 위험이 높으므로(Gomm, 1979), 화분과 목초가 주가 되는 초지에서 질소질 비료의 안전사용량은 약 300 kg/ha 전후가 된다(Lee, 1982; 李와 阿部, 1983).

그러나 계속적인 화학비료의 사용은 토양중의 유기물함량의 감소와 산성화를 초래하며, 질소의 용탈이 지하수와 하천의 부영양화에 기여하여 환경오염원으로 작용할 수 있다.

이상과 같은 화학비료의 다량사용에 의한 문제점을 해결하기 위한 방법의 하나로 가축분뇨를 발효시켜 만든 액상구비를 초지에 사용할 경우에는 가축분뇨의 재활용을 통한 환경오염원을 줄일 수 있으며, 초지토양의 유기물함량을 높혀 지력을 증진시킬 수 있어 앞으로의 시대가 요구하는 지속농업 또는 유기농업적 방법에 의하여 안전성이 높은 조사료를 생산할 수 있다고 생각된다.

그러나 지나친 액상구비의 사용은 초지토양을 피복시키고, 목초를 마르게 하며(Prins와 Snijders, 1987), 토양으로의 질산염 축적(Marahrens, 1984)과 암모니아태 질소의 휘산(Schichtner, 1980; Thompson, 1987) 및

가축의 채식기호성 저하(Thalmann, 1982) 등의 부작용을 일으킬 수 있다.

따라서 초지에 대한 액상구비의 사용법을 확립하기 위해서는 초종에 따른 액상구비의 사용효과와 안전사용량의 추정, 무기태 질소와의 사용효과의 비교 및 무기태 질소와의 혼용(混用)에 의한 기폭효과와 규명이 필요하다고 생각된다.

이상의 관점에서 본 실험에서는 조성 2년제인 Orchardgrass 초지에서 연간 예취빈도를 각각 3회와 4회 실시하였을 때, 무기태 질소와 액상구비의 사용수준이 건물수량에 미치는 영향을 조사하여 액상구비의 사용효과를 규명하고자 하였다.

## 2. 材料 및 方法

본 실험은 1992년 9월부터 1993년 10월까지 조성 2년제인 Orchardgrass(var. Potomac) 초지에서 실시되었다.

예취빈도는 연간 3회와 4회 예취구로 하였으며, 무기태 질소(N)는 뇨소(Urea)로, 액상구비(S)는 우분뇨를 발효시킨 것으로 질소함량은 0.3%, 총고형물 함량은 10.5%인 것을 사용하여 예취빈도에 따라서 각각 다음과 같이 사용하였다.

즉, 3회 예취구에서 무기태 질소의 사용수준은 무시용구( $N_0$ ), 90 kg( $N_1$ ), 180 kg( $N_2$ ) 및 270 kg/ha( $N_3$ )의 4수준으로 하였고, 액상구비의 사용수준은 30 m<sup>3</sup>( $S_1$ ), 60m<sup>3</sup>( $S_2$ ) 및 90 m<sup>3</sup>/ha( $S_3$ )의 3수준으로 하였다.

또한 4회 예취구에서 무기태 질소의 사용수준은 무시용구( $N_0$ ), 120 kg( $N_1$ ), 240 kg/ha( $N_2$ ) 및 360 kg/ha( $N_3$ )의 4수준과 액상구비 40 m<sup>3</sup>( $S_1$ ), 80 m<sup>3</sup>( $S_2$ ), 120 m<sup>3</sup>/ha( $S_3$ )의 3수준으로 하였다.

액상구비의 사용수준에 따른 질소성분량은 3회 예취구와 4회 예취구 모두 무기태 질소사용수준의 질소성분량과 같도록 하였다( $N_1=S_1$ ,  $N_2=S_2$ ,  $N_3=S_3$ ).

사용방법은 무기태 질소와 액상구비의 연간 사용량을 밀거름과 예취빈도에 따라서 예취후에 같은 양으로 나누어 분시하였으며, 무기태 질소 사용구와 액상구비 사용구 모두 인산과 칼리는 사용하지 않았다.

예취시기는 3회 예취구의 1번초는 5월 22일, 2번초는 8월 4일 그리고 3번초는 10월 10일에 각각 예취하였으며, 4회 예취구의 1번초는 5월 5일, 2번초는 6월 26일, 3번초는 8월 18일 그리고 4번초는 10월 10일에 각각 예취하였다.

예취빈도별 시험구 면적은 처리당 2 m<sup>2</sup>로 한 3반복의 난괴법을 사용하였다.

조사는 각 처리구의 면적에서 50×50 cm의 quadrat 내의 식물체를 5 cm 높이에서 예취하여 건조기에서 80℃, 48시간 건조하여 건물수량으로 하였다.

### 3. 結 果

#### 3.1 3회 예취구

(1) 3회 예취구의 건물수량에 대한 분산분석

무기태 질소와 액상구비의 사용수준 및 예취

번초에 따른 3회 예취구의 건물수량에 대한 분산분석의 결과는 Table 1과 같다.

무기태 질소와 액상구비의 사용수준간(N)에서, 그리고 예취번초간(C)에서는 각각 0.1% 수준의 유의성이 인정되었으며, 사용수준과 예취번초간(N×C)의 교호작용에 있어서는 5% 수준의 유의성이 인정되었다.

(2) 무기태 질소와 액상구비의 사용수준 및 예취번초에 따른 건물수량

무기태 질소와 액상구비의 사용수준 및 예취번초에 따른 3회 예취구의 건물수량은 Table 2와 같다.

1번초의 건물수량은  $N_3$ (270 kg/ha)에서 Ha당 2.71 ton을 나타내어,  $N_0$ (무시용구)의 1.99 ton과  $S_1$ 의 1.94 ton보다 유의하게 많았으나 다른 사용구( $N_1$ ,  $N_2$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ )의 건물수량과는 유의한 차이가 인정되지 않았다.

2번초의 건물수량은  $N_3$ 와  $S_2$ 의 건물수량이 각각 4.99 ton과 4.98 ton/ha으로 많았으나,  $N_0$ 에서는 1.99 ton/ha으로 다른 사용구( $N_1$ ,  $N_2$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ )의 건물수량보다 유의하게 적었다.

3번초의 건물수량은  $N_1$  2.27 ton,  $N_2$  2.22 ton,  $N_3$  2.45 ton,  $S_2$  2.09 ton, 그리고  $S_3$  2.58 ton/ha으로 이들 사용구간에서는 건물수량의 유의한 차이가 인정되지 않았으나  $N_0$ 의 건

Table. 1 Analysis of variance for the dry matter yield of 3 cuttings in Orchardgrass as affected by different application rates of mineral N and cattle slurry, and cuts.

Source	df	Mean of Squares
Nitrogen(N)	6	3611869.40***
Cut(C)	2	28803519.00***
N × C	12	678246.81*
Block	2	143464.33
Error	40	13459112.00

Note. \* and \*\*\* are significant difference at the 5% and 0.1% level.

Table. 2 Dry matter yield(kg/ha) of 3 cuttings in Orchardgrass as affected by different application rates of mineral N and cattle slurry, and cuts.

N rates (kg/ha/yr)	Cuts			
	1st	2nd	3rd	total
N <sub>0</sub> (Control)	1,992.0 <sup>b*</sup>	1,986.7 <sup>c</sup>	645.3 <sup>b</sup>	4,624.0 <sup>c</sup>
N <sub>1</sub> (90 kg/ha)	2,249.3 <sup>ab</sup>	4,264.0 <sup>ab</sup>	2,272.0 <sup>a</sup>	8,785.3 <sup>ab</sup>
N <sub>2</sub> (180 kg/ha)	2,460.0 <sup>ab</sup>	4,537.3 <sup>ab</sup>	2,221.3 <sup>a</sup>	9,218.7 <sup>a</sup>
N <sub>3</sub> (270 kg/ha)	2,706.7 <sup>a</sup>	4,994.0 <sup>a</sup>	2,445.0 <sup>a</sup>	10,145.7 <sup>a</sup>
S <sub>1</sub> (90 kg/ha)	1,936.0 <sup>b</sup>	3,533.3 <sup>b</sup>	1,641.3 <sup>ab</sup>	7,110.7 <sup>b</sup>
S <sub>2</sub> (180 kg/ha)	2,085.3 <sup>ab</sup>	4,977.3 <sup>a</sup>	2,093.3 <sup>a</sup>	9,156.0 <sup>a</sup>
S <sub>3</sub> (270 kg/ha)	2,329.3 <sup>ab</sup>	4,642.0 <sup>ab</sup>	2,577.3 <sup>a</sup>	9,548.7 <sup>a</sup>
×	2,251.2 <sup>b</sup>	4,133.5 <sup>a</sup>	1,985.1 <sup>b</sup>	

Experimental data were calculated by Duncan's multiple range test.

\* Column means with the same superscript letter are not significantly different at the 5% level.

물수량은 0.65 ton/ha에 불과하였다.

연간 건물수량에서는 N<sub>3</sub>가 10.15 ton/ha으로 가장 많은 경향을 나타내었으나, N<sub>2</sub>의 9.22 ton, S<sub>2</sub>의 9.16 ton, S<sub>3</sub>의 9.55 ton과는 유의한 차이가 인정되지 않았으며, N<sub>0</sub>는 4.62 ton으로 N<sub>3</sub>의 건물수량에 약 1/2에 불과하였다.

예취번호별 평균 건물수량은 2번초에서 4.13 ton으로 1번초의 2.25 ton, 3번초의 1.99 ton보다 유의하게 많았는데, 이를 상대수량으로 보면 1번초가 26.9%, 2번초가 49.5%, 3번초가 23.7%를 나타내어 연간 건물수량의 약 50%가 2번초에 의하여 이루어졌다.

(3) 무기태 질소와 액상구비의 시용수준에 따른 연간 건물수량의 변화

무기태 질소와 액상구비의 시용수준에 따른 연간 건물수량의 변화를 나타낸 것이 Fig. 1이다.

무기태 질소의 시용수준에 따른 연간 건물수량은 N<sub>0</sub>에서 N<sub>1</sub>까지는 직선적으로 증가하였으

나, N<sub>1</sub>에서 N<sub>3</sub>까지의 건물수량은 완만하게 증가하는 경향을 나타내었다.

또한 액상구비의 시용수준에 따른 연간 건물수량은 S<sub>2</sub>(180 kg/ha)까지는 직선적인 증가경향을 나타내었으나 S<sub>2</sub>부터 S<sub>3</sub>까지는 완만하게

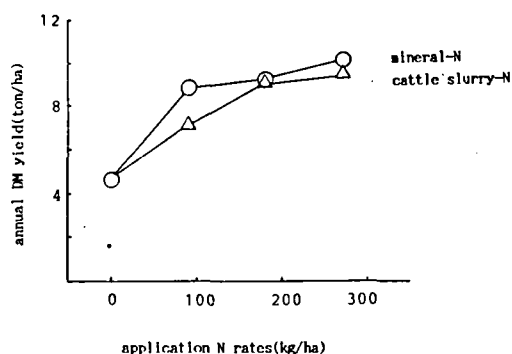


Fig. 1 Effect of application rates of mineral N and cattle slurry N on the annual dry matter yield in 3 cutting

증가하였다.

(4) 액상구비의 시용효과

건물수량에 대한 무기태 질소의 시용효과를 100으로 하였을 때, 액상구비의 시용효과를 나타낸 것이 Table 3이다.

액상구비의 시용효과는 1번초에서 S<sub>1</sub> 86.1%, S<sub>2</sub> 84.8%, S<sub>3</sub> 86.1%를 나타내어 시용수준 평균은 85.7%였다. 2번초에서는 S<sub>1</sub> 82.9%, S<sub>2</sub> 109.7%, S<sub>3</sub> 92.9%를 나타내어 시용수준 평균으로는 95.2%였는데, 특히 S<sub>2</sub>에서는 같은 질소시용수준인 N<sub>2</sub>보다 시용효과가 높았다. 3번초에서는 S<sub>1</sub> 72.2%, S<sub>2</sub> 94.2%, S<sub>3</sub> 105.4%를 나타내어 시용수준 평균은 90.6%였는데, S<sub>3</sub>에서는 같은 질소시용수준인 N<sub>3</sub>보다도 건물수량에 대한 시용효과가 높았다.

연간 건물수량에 대한 시용효과는 S<sub>1</sub>에서 80.

9%, S<sub>2</sub>에서 99.3%, S<sub>3</sub>에서 94.1%를 나타내어 S<sub>2</sub>에서의 시용효과가 가장 높았고 시용수준의 평균은 91.4%였다.

3.2 4회 예취구

(1) 건물수량에 대한 분산분석

무기태 질소와 액상구비의 시용수준 및 예취번초에 따른 4회 예취구의 건물수량에 대한 분산분석의 결과는 Table 4와 같다.

무기태 질소와 액상구비의 시용수준간(N)과 예취번초간(C)에서는 0.1% 수준의 유의성이 인정되었고, 시용수준과 예취번초간(N×C)의 교호작용에서는 5% 수준의 유의성이 인정되었다.

(2) 무기태 질소와 액상구비의 시용수준 및 예취번초에 따른 건물수량

무기태 질소와 액상구비의 시용수준 및 예취

Table. 3 Relative efficiency(%) of cattle slurry as compared to mineral N in 3 cuttings.

Cattle slurry (kg/ha/yr)	Cuts			
	1st	2nd	3rd	total
S <sub>1</sub> (90 kg N/ha)	86.1	82.9	72.2	80.9
S <sub>2</sub> (180 kg N/ha)	84.8	109.7	94.2	99.3
S <sub>3</sub> (270 kg N/ha)	86.1	92.9	105.4	94.1
×	85.7	95.2	90.6	91.4

Table. 4 Analysis of variance for the dry matter yield of 4 cuttings in Orchardgrass as affected by different application rates of mineral N ad cattle slurry, and cuts.

Source	df	Mean of Squares
Nitrogen(N)	6	7408863.24 ***
Cut(C)	3	20551231.63 ***
N × C	18	1266143.79 *
Block	2	15256.33
Error	57	689311.70

Note. \* and \*\*\* are significant difference at the 5% and 0.1% level.

번초에 따른 4회 예취구의 건물수량은 Table 5와 같다.

1번초에서는 N<sub>3</sub>에서 3.2 ton, N<sub>2</sub>에서 2.95 ton, N<sub>1</sub>에서 2.14 ton의 순으로 무기태질소 시용구의 건물수량이 많았으며, 액상구비 시용구의 건물수량간에서는 유의한 차이가 인정되지 않았다.

2번초에서는 N<sub>3</sub>가 5.81 ton, N<sub>2</sub>가 5.28 ton, S<sub>2</sub>가 5.25 ton으로 건물수량이 많았으나 유의한 차이는 인정되지 않았고, 무시용구(N<sub>0</sub>)와 S<sub>1</sub>에서 각각 1.95 ton과 2.32 ton을 나타내어 다른 시용구(N<sub>1</sub>, S<sub>1</sub>)보다는 건물수량이 유의하게 적었다.

3번초에서는 N<sub>3</sub>이 3.17 ton, N<sub>2</sub>가 2.89 ton, N<sub>1</sub>이 2.63 ton의 순으로 많았으나 유의한 차이는 없었고, 그 외의 시용구(N<sub>0</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>)의 건물수량간에서도 유의한 차이가 인정되지 않았다.

4번초에서는 N<sub>3</sub>이 1.71 ton, S<sub>2</sub>가 1.67 ton의 순으로 건물수량이 많은 경향을 나타내었으나 무시용구(N<sub>0</sub>)의 건물수량은 0.73 ton에 불과하였다.

연간 건물수량에서는 N<sub>3</sub>이 13.9 ton, N<sub>2</sub>가 12.7 ton으로 다른 시용구의 건물수량보다 유의하게 많았고, 다음으로 S<sub>2</sub> 11.2 ton, N<sub>1</sub> 10.9 ton, S<sub>3</sub> 10.2 ton으로 건물수량이 많았으나 유의한 차이는 인정되지 않았으며, 무시용구(N<sub>0</sub>)와 S<sub>1</sub>은 각각 6.13 ton과 6.89 ton에 불과하여 다른 시용구의 건물수량보다 유의하게 적었다.

예취번초별로는 2번초에서 시용수준 평균 3.55 ton으로 다른 예취번초의 건물수량보다 유의하게 많았으며, 다음으로는 3번초의 2.53 ton, 1번초의 2.38 ton이 많았고, 4번초에서는 1.32 ton을 나타내어 다른 예취번초의 건물수량보다 유의하게 적었다. 이를 예취빈도별 상대수량으로 나타내면, 1번초가 24.4%, 2번초가 36.3%, 3번초가 25.8% 그리고 4번초가 13.5%를 나타내어 2번초의 상대수량이 가장 높았다.

(3) 무기태 질소와 액상구비의 시용수준에 따른 연간 건물수량의 변화

무기태 질소와 액상구비의 시용수준에 따른 연간 건물수량의 변화는 Fig. 2와 같다.

Table. 5 Dry matter yield(kg/ha) of 4 cuttings in Orchardgrass as affected by different application rates

N rates (kg/ha/yr)	Cuts				
	1st	2nd	3rd	4th	total
N <sub>0</sub> (Control)	1,185.3 <sup>c</sup>	1,948.0 <sup>c</sup>	2,268.0 <sup>b</sup>	725.3 <sup>c</sup>	6,126.7 <sup>c</sup>
N <sub>1</sub> (120 kg/ha)	2,140.0 <sup>bc</sup>	4,802.7 <sup>b</sup>	2,630.7 <sup>ab</sup>	1,279.3 <sup>abc</sup>	10,870.7 <sup>b</sup>
N <sub>2</sub> (240 kg/ha)	2,952.0 <sup>ab</sup>	5,280.0 <sup>ab</sup>	2,886.7 <sup>ab</sup>	1,552.0 <sup>ab</sup>	12,670.7 <sup>a</sup>
N <sub>3</sub> (360 kg/ha)	3,244.0 <sup>a</sup>	5,810.0 <sup>a</sup>	3,173.3 <sup>a</sup>	1,705.3 <sup>a</sup>	13,932.7 <sup>a</sup>
S <sub>1</sub> (120 kg/ha)	1,348.0 <sup>c</sup>	2,320.0 <sup>c</sup>	2,181.3 <sup>b</sup>	1,044.0 <sup>bc</sup>	6,893.3 <sup>c</sup>
S <sub>2</sub> (240 kg/ha)	1,989.3 <sup>c</sup>	5,254.7 <sup>ab</sup>	2,301.3 <sup>b</sup>	1,674.7 <sup>a</sup>	11,220.0 <sup>b</sup>
S <sub>3</sub> (360 kg/ha)	1,848.0 <sup>c</sup>	4,849.3 <sup>b</sup>	2,240.0 <sup>b</sup>	1,261.3 <sup>abc</sup>	10,198.7 <sup>b</sup>
×	2,380.3 <sup>b</sup>	3,545.0 <sup>a</sup>	2,525.9 <sup>b</sup>	1,322.9 <sup>c</sup>	

Symbols are the same in Table 2

무기태 질소의 사용수준에 따른 연간 건물수량의 증가는 N<sub>3</sub>(360 kg/ha)까지 거의 직선적으로 증가한 반면에, 액상구비의 사용수준에 따른 연간 건물수량의 증가는 S<sub>1</sub>(120 kg/ha)까지는 무시용구(N<sub>0</sub>)의 건물수량과 차이가 거의 없었으나, S<sub>1</sub>에서 S<sub>2</sub>(240 kg/ha)까지는 연간 건물수량이 급격히 증가하였다가 S<sub>3</sub>(360 kg/ha)에서는 저하하는 경향을 나타내었다.

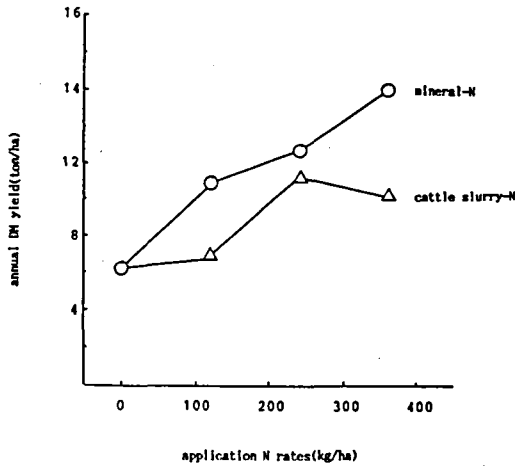


Fig. 2 Effect of application rates of mineral N and cattle slurry N on the annual dry matter yield in 4 cutting

(4) 액상구비의 사용효과

건물수량에 대한 무기태 질소의 사용효과를 100으로 하였을 때, 액상구비의 사용효과를 나타낸 것이 Table 6이다.

액상구비의 사용효과는 1번초에서 S<sub>1</sub>이 63.0%, S<sub>2</sub>가 67.4%, 그리고 S<sub>3</sub>이 56.9%를 나타내어 액상구비의 사용수준 평균 62.4%였다.

2번초에서는 S<sub>1</sub>이 48.3%로 가장 낮았으나 S<sub>2</sub>에서는 99.5%를 나타내어 무기태 질소시용구(N<sub>2</sub>)와 거의 같은 사용효과를 얻었고, S<sub>3</sub>에서는 83.5%를 나타내었다.

3번초에서는 S<sub>1</sub>이 82.9%, S<sub>2</sub>가 79.7%, S<sub>3</sub>가 70.6%를 나타내어 액상구비의 사용수준이 높아짐에 따라서 사용효과가 낮아지는 경향이였다.

4번초에서는 S<sub>1</sub>이 80.5%, S<sub>3</sub>가 73.9%였으나, S<sub>2</sub>에서는 107.9%로써 무기태 질소의 시용(N<sub>2</sub>)보다 건물수량의 증수효과가 컸다.

연간 건물수량에서는 1번초가 S<sub>1</sub>이 63.4%, S<sub>2</sub>가 88.6%, 그리고 S<sub>3</sub>가 73.2%로써 S<sub>2</sub>의 사용효과 가장 높았으며 사용수준의 평균으로는 75.1%를 나타내었다.

예취번호별로는 1번초가 액상구비의 사용수준 평균으로 62.4%, 2번초가 77.1%, 3번초가 77.7%, 4번초가 87.4%를 나타내어, 건물수량이 가장 적었던 4번초에서 액비의 사용효과가 높았다.

Table. 6 Relative efficiency(%) of cattle slurry as compared to mineral N in 4 cuttings.

Cattle slurry (kg/ha/yr)	Cuts				
	1st	2nd	3rd	4th	total
S <sub>1</sub> (120 kg N/ha)	63.0	48.3	82.9	80.5	63.4
S <sub>2</sub> (240 kg N/ha)	67.4	99.5	79.7	107.9	88.6
S <sub>3</sub> (360 kg N/ha)	56.9	83.5	70.6	73.9	73.2
×	62.4	77.1	77.7	87.4	75.1



#### 4. 考 察

가축분뇨의 토양으로의 환원은 식물체의 생육을 위한 무기양분의 공급으로 화학비료의 사용량을 줄이고, 토양의 유기물함량의 증가를 통하여 비옥도를 증진시키며, 환경오염을 최소화하는데 그 목적이 있다(Long과 Gracey, 1990).

가축분뇨의 이용방법 중에서도 액상구비는 그동안 처리시설이 충분하지 못하였고, 시용까지는 많은 노력이 필요하며, 무기태 질소(화학비료)보다 시용효과가 낮아서 비경제적이라고 인식되어 왔다. 그러나 액상구비의 적정한 시용수준에서는 화학비료와 거의 같은 시용효과를 나타낼 수 있으며 그 변화의 폭은 매우 크다고 생각된다(Pian 등, 1986; Prins와 Snijders, 1987).

건물수량에 대한 무기태 질소의 시용효과를 100으로 볼 경우, 액상구비의 시용효과는 3회 예취구의 시용수준과 예취번호에서 평균 91.4% (72.2%-109.7%)였으며(Table 3), 4회 예취구에서는 75.1% (48.3%-107.9%)였는데(Table 6), 이와같은 액상구비의 시용효과는 매우 높은 것으로 생각된다.

Wilkinson(1979)은 가축분뇨의 질소가 시비 질소에 비하여 30-100% 정도의 시용효과를 나타내었다고 하였으며, Elsaßer와 Kunz(1988)는 화학비료와 같은 액상구비의 시용수준에서 건물수량에 대한 시용효과는 95%였다고 보고하여, 시용조건에 따라서는 액상구비도 무기태 질소에 못지 않는 시용효과를 나타낼 수 있다는 것을 시사하고 있다.

이를 예취빈도에 따른 예취번호의 시용효과로 비교하면, 3회 예취구의 2번호는 95.2%의 시용효과를 나타내어 다른 예취번호보다 높았고, 시용수준에서는 2번호의 S<sub>2</sub>와 3번호의 S<sub>3</sub>에서 각각 109.7%와 105.4%의 시용효과를 나타내었

으며(Table 3), 4회 예취구에서는 4번호의 시용효과가 87.4%로써 가장 높았고, S<sub>2</sub>에서는 107.9%의 높은 시용효과를 나타내었다(Table 6).

이와같은 액상구비의 시용효과는 연간 예취회수가 적고, 같은 양의 액상구비의 시용에 있어서도 여름철의 시용효과가 다른 계절에 비하여 뚜렷하게 높았고, 액상구비의 높은 시용효과를 얻기 위해서는 180 kg/ha 이상의 시용수준이 요구되며, 예취회수가 거듭될 수록 액상구비의 토양축적이 많아져 최종 예취시의 어느 예취수준(S<sub>3</sub>)에서는 잔효효과(residual effect)가 인정되었다는 것을 시사한다. 즉, 토양으로 환원된 액상구비의 유기질소는 1년째에 급속히 무기화되어(Pratt 등, 1973), 식물체의 생육에 유효한 무기양분의 형태로 방출되는데(Magdoff, 1978), 무기화에 의한 액상구비의 시용효과가 가장 높은 계절은 여름철이며(Rider, 1986; Long과 Gracey, 1990), 생육초기에는 액상구비의 시용효과가 낮으나 점차로 시용효과가 높아지는 것은 액상구비의 시용에 따른 유기물의 축적과 무기화 및 그에 따른 잔효효과 때문이라고 할 수 있다(Schechtner 등, 1980).

이와는 반대로 예취빈도가 높은 조건에서 여름철 액상구비의 시용은 건물수량의 저하를 초래할 수 있고(Gracey, 1986), 암모니아태 질소의 휘산(volatilization)에 의하여 시용효과가 낮아질 수 있으나(Schechtner 등, 1980; Thompson과 Pain, 1987), 본 실험의 결과에서는 연간 4회 예취에서 액상구비의 시용에 따른 연간 건물수량이 높았던 것을 고려할 때(Table 5), 연간 액상구비의 시용량을 추정할 때에는 예취빈도, 계절 그리고 예취후 시용량의 다소를 고려하여야 한다고 생각된다.

본 실험의 결과로 볼때, 연간 3-4회 예취하는 채초지에서 액상구비의 적정 시용량은 80 m<sup>3</sup>-90 m<sup>3</sup>/ha(240-270 kg N/ha)의 수준으로 추

정 되었고(Fig. 1, 2), 이 때의 건물수량은 9.55-11.22 ton/ha이었다(Table 2, 5). 李와 阿部(1983)는 연간 4회 예취하는 Orchard-grass 초지에서 질소 320 kg/ha을 사용하였을 때 평균 9.8 ton/ha의 건물수량을 얻었다고 한 결과보다 많은 건물수량이었으나, Jones과 Roberts(1989)가 84 kg N/ha의 액상구비를 Italian ryegrass 초지에 사용하였을 때 13.3 ton/ha의 건물수량을 얻었다고 한 결과보다는 적은 건물수량이었다.

또한 액상구비의 연간 적정 사용수준이라고 할 수 있는 240-270 kg/ha은, Orchard-grass의 건물생산을 위한 한계질소사용수준인 300-400 kg/ha(Lee, 1982; 李와 阿部, 1983)과 경제적 질소사용수준인 200 kg/ha(Frank와 Pesek, 1973)의 범위내에 포함되어 있어, 채초지에서의 건물생산과 안정된 식생구조의 유지는 물론이고, 질산태 질소의 축적 위험과 가축의 채식기호성을 저하시키지 않는 액상구비의 사용수준이라고 생각된다.

앞으로 액상구비의 사용에 따른 토양과 식물체의 질산태 질소( $\text{NO}_3\text{-N}$ )의 집적경향과 질산태 질소의 유실에 의한 환경오염과의 관계를 종합적으로 검토하여, 액상구비가 안전한 유기질 자원으로써 폭 넓게 활용될 수 있도록 적극적인 조사와 연구가 이루어져야 한다고 생각된다.

## 5. 요약 및 결론

무기태 질소와 액상구비의 사용수준이 예취빈도를 달리 한 Orchardgrass 초지의 건물수량에 미치는 영향을 조사하였다.

무기태 질소의 사용수준은 3회 예취구에서 무시용구( $\text{N}_0$ ), 90 kg( $\text{N}_1$ ), 180 kg( $\text{N}_2$ ), 270 kg/ha( $\text{N}_3$ ), 4회 예취구에서 무시용구( $\text{N}_0$ ), 120 kg( $\text{N}_1$ ), 240 kg( $\text{N}_2$ ), 360 kg/ha( $\text{N}_3$ )의

각각 4수준으로 하였고, 액상구비의 사용수준은 3회 예취구에서 30  $\text{m}^3$ ( $\text{S}_1$ ), 60  $\text{m}^3$ ( $\text{S}_2$ ), 90  $\text{m}^3$ /ha( $\text{S}_3$ ), 4회 예취구에서는 40  $\text{m}^3$ ( $\text{S}_1$ ), 80  $\text{m}^3$ ( $\text{S}_2$ ), 120  $\text{m}^3$ /ha( $\text{S}_3$ )의 각각 3수준으로 하였다.

얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 3회와 4회 예취구 모두 무기태질소와 액상구비의 사용수준간(N)과, 예취빈초간(C)에서는 0.1% 수준, 그리고 사용수준과 예취빈초간(N×C)의 교호작용에 있어서는 5% 수준의 유의성이 인정되었다.

2. 3회 예취구의  $\text{N}_1\text{-N}_3$ 에서는 8.8 ton-10.1 ton/ha,  $\text{S}_1\text{-S}_3$ 에서는 7.1 ton-9.5 ton/ha의 연간 건물수량을 나타내었고, 4회 예취구의  $\text{N}_1\text{-N}_3$ 에서는 10.9 ton-13.9 ton/ha,  $\text{S}_1\text{-S}_3$ 에서는 6.9 ton-11.2 ton/ha의 연간 건물수량을 나타내었다.

3. 액상구비의 사용효과는 3회 예취구에서 사용수준 평균 91.4%(72.2-109.7%의 범위), 4회 예취구에서는 75.1%(48.3-107.9%의 범위)를 나타내었다.

4. 3회와 4회 예취구에서 최대건물수량을 얻을 수 있는 연간 액상구비의 사용수준은 80  $\text{m}^3$ -90  $\text{m}^3$ /ha(240 kg-270 kg N/ha의 범위)로 추정되었다.

## 참 고 문 헌

- 1) Elsaßer, M. and H. G. Kunz. 1988. Zur Wirkung von Gülle mit und ohne Zusatzmittel auf Ertrag, Futterqualität und botanische Zusammensetzung einer wiese im Alpenvorland. Wirtschaftseigene Futter. 34(1) ; 48-65.

- 2) Frank, K. D. and J. Pesek. 1973. Influence of applied nitrogen on the performance of 23 orchardgrass varieties. *Agron. J.* 65; 685-688.
- 3) Gomm, F. B. 1979. Accumulation of NO<sub>3</sub> and NH<sub>4</sub> in reed canarygrass. *Agron. J.* 71; 627-630.
- 4) Gracey, H. I. 1986. The real fertilizer value of animal manure. Grassland manuring, Occasional Symposium No. 20, Br. Grassl Soc. pp.55-64.
- 5) Holmes, W. 1968. The use of nitrogen in management of pasture for cattle. *Herb. Abst.* 38; 265-277.
- 6) Jones, E. L. and J. E. Roberts, 1989. Swar maintenance of *Lolium multiflorum* by slurry seeding. *Grass and Forage Sci.* 44; 27-30.
- 7) Lee, J. S. 1982. Effect of nitrogen fertilization levels on the dry matter and total nitrogen yields of orchardgrass varieties under hay-type management. *Korean J. Anim. Sci.* 24(4); 361-369.
- 8) 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.
- 9) Magdoff, F. R. 1978. Influence of manure application rates and continuoius corn on soil-N. *Agron. J.* 70; 629-632.
- 10) Marahrens, U. 1984. Fehler bei der Gülleausbringung vermeiden! DLG-Mitteilungen. spezial Grunland; 22-23.
- 11) Pain, B. F., K. A. Smith and C. J. Dyer. 1986. Factors affecting the response of cut grass to the nitrogen content of dairy cow slurry. *Agricultural Wastes* 17; 189-202.
- 12) Pratt, P. F., F. E. Broadbent and J. P. martin. 1973. Using organic wastes as nitrogen fertilizers. *Calif. Agric.* 27; 10-13.
- 13) Prins, W. H. and P. J. M. Snijders. 1987. Negative effects of animal manure on grassland due to surface spreading and injection. In : van der Meer H. G., Unwin R. J., van Dijk, T. A. and Ennick G. C. (eds.) *Animals manure on grassland and fodder crops, fertilizer or waste?* pp.119-135. Dor-drecht : Martinus Nijhoff.
- 14) Reider, J. B. 1986. Probleme der Grüniandwirtschaft in Bayern-AG Grunland und Futterbau der Gesellschaft fur Pflanzenbauwissenschaften : Vortrage auf der Jahretagung in Nandlscadt. 3-23.
- 15) Schechtner, G., H. Tunney, G. H. Arnold and J. A. Keuning. 1980. Positive and negative effects of cattle manure on grassland with special reference to high rates of

- application. Proc. Int. Symp. Eur. Grassland Fed., on The role of nitrogen in intensive grassland production, 1980, Pudoc, Wageningen. pp.77-93.
- 16) Thalman, H. 1982. Güllebeluftung-Abschlußbericht der Projektgruppe im Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München.
- 17) Thompson, R. B. and B. F. Pain. 1987. Slurry for grass production: Improving the utilisation of slurry N and reducing pollution. In: Grassland for the 90's. Br. Grassld Soc. Winter Meeting Decem. pp.6. 1-6.6.
- 18) Wilkinson, S. R. 1979. Plant nutrient and economic value of animal manures. J. Anim. Sci. 48 ;121-135.
- 19) 原田立青生. 1987. 微生物の活用による畜産廢棄物の處理と利用. 畜産の研究 42 (8) 355-360.
- 20) 佐藤徳雄, 酒井 博, 藤原勝見, 川鍋祐夫. 1972. オ-チャードグラス草地の株の狀態と收量に およぼす窒素施肥量の影響. 日草誌 18(1) ; 1-7.
- 21) 농림수산부, 1993. 주요농수산통계.
- 22) 李 柱 三, 阿部二郎. 1983. 예취빈도와 질소시비수준이 Orchardgrass 품종의 건물수량에 미치는 영향. 한축지 26(4) ; 412-417.
- 23) 李柱三, 1993. 축산폐기물의 퇴비화 기술과 제도적 문제점. 경실련 발표자료, pp.1-10.