

가축분뇨의 시용시기와 희석이 목초의 건물생산에 미치는 영향

조 익 환* · 이 주 삼** · 안 종 호***

Effects of Application Times and Dilution of Cattle Slurry on Orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.)

Jo, Ik-Hwan · Lee, Ju-Sam · Ahn, Jong-Ho

The aim of this experiment was to investigate the effects of applying times and dilution rates of cattle slurry on dry matter yields of orchard grass. Cattle slurry was applied at the rates of average mineral nitrogen fertilizer equivalent to 150 kg/ha/year in 3 cutting frequency. Significantly higher dry matter yields than that of no fertilization (3.04 ton DM/ha) were recorded in the application of diluted cattle slurry(5.38~6.25 ton DM/ha) ($p<0.05$). Especially, this tendency was shown with higher annual dry matter yields at the partitioned dressing times, such as at the applications for 1st and 2nd growth, 1st and 3rd growth, and 1st, 2nd and 3rd growth respectively. The yields of annual dry matter both at fertilizing phosphorus and potassium, and phosphorus, potassium and nitrogen were higher than no fertilization as 5.41 tons and 8.78 tons per ha respectively. However, with application of diluted cattle slurry, dry matter yield per year (5.84 ton DM/ha) was higher than those of fertilizing phosphorus and potassium. The efficiencies of dry matter production with mineral and cattle slurry nitrogen application (kg DM/kg N) were 22.5 and 15.8~18.7 kg DM/kg N respectively. Especially, these tendencies were higher in diluted application plots than in no-diluted application plots of cattle slurry.

Key Words : Cattle slurry, Dry matter yields, Efficiencies of dry matter production
(kg DM/kg N)

* 대표저자, 대구대학교 생명자원학부

** 연세대학교

*** 환경대학교

I. 서 론

근래 목초지의 수량증대만을 목적으로 화학비료, 특히 이용률이 높고 비교적 용탈, 유실되기 쉬운 질소와 칼리질 비료를 과다 사용하게 되어 토양을 산성화시키고 미량영양소의 고갈 및 비경제성의 문제를 야기시키고 있다(Whitehead, 1995). 이에 반해 액상의 가축분뇨는 질소이외의 인산이나 칼륨 등의 비료양분을 함유하고 있어 식물체의 영양소원이면서 수용성이기 때문에 포장에 시용할 경우, 속효적인 비효를 기대할 수 있을 뿐만 아니라 토양 내에서는 분뇨 중에 포함된 유기물첨가로 물리성이 개선되므로 토양개량제로서의 경제적 가치를 인정받고 있다(Wilkinson, 1979). 특히, 액상구비는 각종 영양분을 담고있는 보고인 동시에 미량요소의 주요공급원도 되고 있어 산지토양에서는 시용한 비료를 보존하는 보비력과 보수력을 높이고 토양침식의 저항력을 높혀 주는 동시에 토양구조의 개선에 크게 기여하고 있다(Schechtner, 1978). 이런 장점들을 고려해볼 때 우리나라와 같이 자원이 부족한 국가에서 기존의 화학비료보다는 자원 재활용측면에서 경제적이고 환경 친화적인 차원에서 액상구비의 시용이 이루어져야 할 것 같다.

그러나 이러한 가축분뇨도 과다 사용으로 인해 토양에서 염기간의 불균형, 염해 및 토양으로부터의 양분유실을 초래할 수 있어 적정 사용 수준과 사용 시기를 규정하고 있다(Bracker, 1982).

이와 관련하여 독일 등 유럽국가에서는 가축분뇨의 과다사용을 방지하기 위해서 축종별 환경친화적 사육두수를 규제하는데, 가축분뇨 중 총 질소함량이 연간 ha 당 180kg을 초과하지 않도록 하고 있다(유, 2002).

한편 액상구비는 계절에 따라 그 효과가 다양하며 또한 이들은 화학비료에 비해 비효가 서서히 나타나는 단점이 있는데, 이에 대한 개선책으로 액상구비를 물로 희석하여 시용함으로써 비효가 증진된다는 연구가 보고되고 있다(Schechtner, 1979; 조 2002).

따라서 본 실험에서는 오차드 그라스 초지에 액상구비를 희석 혹은 무 희석하여 시용 시기를 달리하여 시용하였을 경우, 각 계절별과 연간 목초생산량의 변화에 대해 알아보고 동시에 화학비료의 시비에 의한 건물수량과 변화도 비교하여 적정 액상구비의 시용 시기 및 물 희석수준을 추정하여 액상구비의 시용체계 확립 및 유기축산의 기틀을 마련하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 경북 경산시에 위치한 대구대학교 동물자원전공 실습포장의 오차드 그라스 영년 초지에서 2001년 3월부터 2003년 11월까지 실시되었는데, 예취 빈도는 연간 3회 즉,

1번초는 5월 23일~30일, 2번초는 7월 24일~8월 2일 및 3번초는 10월 8일~12일 사이에 각각 예취하였다.

처리는 무 시비구를 대조구로 하고 화학비료는 인산(200kg/ha)과 칼리(240kg/ha)를 기비로 사용한 PK구와 인산(200kg/ha)과 칼리(240kg/ha) 및 질소를 ha 당 150kg을 3회 균등 분시한 NPK구 그리고 액상구비(건물 함량 : 10~15%, 총 질소함량 : 12~15%)를 화학비료 질소 성분량 ha당 150kg을 봄(S구), 봄과 여름(SU구), 봄과 가을(SA구), 여름과 가을(UA구), 봄과 여름 및 가을(SUA구)에 균등 분시, 또한 액상구비와 물의 비율을 1:0.5로 희석하여 봄(DS구), 봄과 여름(DSU구), 봄과 가을(DSA구), 여름과 가을(DUA구), 봄과 여름 및 가을(DSUA구)에 균등 분시 등 총 13개의 처리로 3반복의 난괴법으로 배치하였고, 구당 면적은 2m²(2m × 1m)로 하였으며 기비는 3월 22~31일 사이에 사용하였고 추비는 예취 후에 사용하였다.

또한 예취 높이는 평균 5cm로 하였고, 각 예취 시기별 시비수준에 따른 단위면적당의 생초수량을 측정된 후, 이 중에서 약 500 g를 취하여 60℃에서 48시간 건조하여 건물율을 계산하여 단위면적당의 건물수량을 구하였다.

한편 실험이 실시되었던 지역의 3년간 기상조건을 나타낸 것은 Table 1인데, 30년 평균 기온과 강수량과 비교해 볼 때 월 평균기온이 2001년에는 0.72℃ 정도 높았고 2003년에는 7월과 10월에 각각 3.2와 1.9℃ 낮은 경향을 나타내었으며, 월 강수량은 30년 평균 강수량보다 2001년에는 전반적으로 적었지만 6월과 10월에 각각 142.2와 22.9mm, 2002년에는 8월에 474.5mm 많았고 3년 중 가장 높은 강수량을 나타내었던 2003년에는 5~9월 사이에 27.8~328.9mm 많았다.

Table 1. Meteorological data during the growth period in 2001~2003 and the averages for 30 years.

	Year	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.
Temperature (℃)	2001	9.1	15.8	20.5	23.9	27.7	27.2	22.0	16.6
	2002	10.1	15.6	18.5	23.3	26.1	24.9	21.0	14.3
	2003	7.8	14.1	18.5	22.2	22.5	25.0	22.1	13.5
	1971~2000	7.1	13.8	18.7	22.5	25.7	26.1	21.3	15.4
Precipitation (mm)	2001	5.6	19.5	61.1	282.9	120.9	73.6	126.2	64.9
	2002	50.5	72.5	94.2	23.3	169.4	680.3	68.4	48.0
	2003	41.1	150.0	223.7	168.5	535.6	195.4	292.2	50.3
	1971~2000	51.6	75.2	75.3	140.7	206.7	205.8	129.6	42.0

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 액상 구비의 시용 시기와 희석에 따른 오차드 그라스 건물수량의 변화

액상구비의 시용 시기와 물 희석이 오차드 그라스의 건물수량에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 2이다.

무시비구의 건물수량은 2번초 ha당 1.29톤이었고 2번초와 3번초에서는 각각 0.84와 0.90톤으로 낮아졌으며 연간 3.04톤의 건물수량을 나타내었다.

Table 2. Effect of application times and dilution of cattle slurry on dry matter yields of orchardgrass.

Treatment	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	Total
Non-fertilizer plot	0.84	1.29	0.90	3.04
Application plots of cattle slurry				
S plot ¹	1.66	1.65	1.79	5.10
SU plot ²	1.85	2.38	1.74	5.97
SA plot ³	1.56	1.94	1.73	5.33
UA plot ⁴	1.35	2.11	1.62	5.08
SUA plot ⁵	1.58	2.32	1.68	5.57
Application plots of diluted cattle slurry (1:0.5)				
DS plot ⁶	2.12	2.07	1.53	5.73
DSU plot ⁷	1.99	2.27	1.62	5.88
DSA plot ⁸	2.22	2.19	1.84	6.25
DUA plot ⁹	2.16	2.19	1.59	5.95
DSUA plot ¹⁰	1.92	2.13	1.33	5.38
L.S.D(P <0.05)	0.52	0.60	0.51	1.18

Note. ¹ : slurry application for the 1st growth, ² : slurry application for the 1st and 2nd growth, ³ : slurry application for the 1st and 3rd growth, ⁴ : slurry application for the 2nd and 3rd growth, ⁵ : slurry application for the 1st, 2nd and 3rd growth, ⁶ : diluted slurry application for the 1st growth, ⁷ : diluted slurry application for the 1st and 2nd growth, ⁸ : diluted slurry application for the 1st and 3rd growth, ⁹ : diluted slurry application for the 2nd and 3rd growth, ¹⁰ : diluted slurry application for the 1st, 2nd and 3rd growth

한편 무 회석 액상구비 시용 구에서는 연간 건물수량이 ha당 5.08~5.97톤으로 무시비구 보다 높은 유의하게 높은 건물수량을 나타내었으며, 예취시기별로 보면 1번초의 여름과 가을철 분할 시용구(UA구)와 2번초의 봄철 전량 시용구(S구)만 제외하고 무시비구 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다($p<0.05$).

물 첨가로 액상구비를 회석하여 시용하였던 시험구들은 연간 건물수량이 ha당 5.386.25톤으로 무시비구 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었고, 무 회석한 액상구비 시용구 보다도 전반적으로 높았으며 특히, 봄철을 포함한 분할 시용 구에서 높은 건물수량을 기록하였다. 또한 예취 시기별로 보면 1번초의 여름과 가을 분할 시용구(UA구), 2번초의 봄철 전량 시용구(S구) 및 3번초의 봄, 여름 및 가을에 분할 시용구(DSUA구)를 제외하고 전 처리구가 무시비구보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다($p<0.05$).

2. 화학비료 및 액상구비의 시용이 오차드 그라스의 건물수량에 미치는 영향

화학비료와 액상구비의 시용이 오차드 그라스의 건물수량에 미치는 영향을 나타낸 것은 Table 3이다.

인산과 칼리 시용 구(PK구)는 연간 건물수량이 ha당 5.41 톤으로 무시비구보다 유의하게 높았지만($p<0.05$), 예취 시기별로는 1번초에서만 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다. 한편 질소와 인산 및 칼리를 시용한 구(NPK구)에서는 ha당 8.78톤의 연간 건물수량을 나타내어 무시비구와 인산과 칼리 시용구 보다도 유의하게 높은 건물수량을 나타내었으며, 예취 시기별로도 유의하게 높았지만 1번초 > 2번초 > 3번초 순으로 낮은 건물수량은 나타내었다($p<0.05$).

Table 3. Effect of application of chemical fertilizer and cattle slurry on dry matter yields of orchardgrass.

Treatment	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	Total
Non-fertilizer plot	0.84	1.29	0.90	3.04
PK plot	2.40	1.62	1.39	5.41
NPK plot	3.98	2.88	1.93	8.78
Slurry plots	1.62	2.08	1.71	5.41
Diluted slurry plots	2.08	2.17	1.58	5.84
L.S.D (P <0.05)	0.45	0.44	0.57	0.83

액상구비 시용 구는 인산과 칼리 시용 구(PK구)에 비해 1번초에서는 낮은 평균 건물수량을 나타내었지만 2번초와 3번초에서 높았으며, 특히 이러한 경향은 물을 첨가한 액상구비 회석구에서 더욱 뚜렷하였고 평균 연간 건물수량(5.84ton/ha)도 높았다.

3. 무기태 및 액상구비의 질소 시용에 따른 건물생산효율

무기태 및 액상구비 질소 시용이 오차드 그라스의 건물생산효율에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 4이다.

Table 4. Efficiencies of dry matter production(kg DM/kg N) to mineral and cattle slurry nitrogen application.

Treatment	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	Total
Chemical fertilizer plot	31.6	25.2	10.8	22.5
Slurry application plots	15.6	15.8	16.2	15.8
Diluted slurry application plots	24.8	17.6	13.6	18.7

화학비료 구에서 무기태 질소의 건물생산효율은 연 평균 22.5kg DM/kg N이었으며, 예취 시기별로 보면 1번초(31.6kg DM/kg N)>2번초(25.2kg DM/kg N)>3번초(10.8kg DM/kg N) 순으로 낮아졌지만 액상구비 질소의 연간 건물생산효율은 무 회석구와 회석구가 각각 15.8과 18.7kg DM/kg N를 나타내었고 예취시기별로는 각각 3번초와 1번초에서 가장 높은 건물생산효율을 나타내었다. 한편 무기태 질소 대비 액상구비 질소의 건물생산효율은 회석구가 83.1%인 반면에 무 회석 구에서는 70.2%에 도달하였다.

IV. 고 찰

가축분뇨는 식물의 영양소 공급원인 동시에 이를 토양에 시용 시에는 유기물 첨가로 인해 토양의 물리적 성질을 향상시키는 토양개량제로서 경제적인 가치가 높다. 그러나 가축분뇨에 함유된 식물의 양분은 매우 다양하여 작물생산에 필요한 식물의 영양소 요구량을 만족시켜 주는 정도가 불확실하다. 또한 가축분뇨로서 대체 비료로서 효과는 주로 저장조건과 회석정도에 따라서 그 가치가 증가되는데, 이는 화학비료처럼 시용 후 식물체의 이용률 향상과 관련되기 때문이다(Jo, 1989). 본 실험에서도 3년간 액상구비의 시용으로 연간 건물수량이 ha당 5.08~5.97톤(평균 5.41ton DM/ha)으로 무시비구의 ha당 3.04톤 보다 높은 건

물수량을 나타내었는데, 특히 회석 구(평균 5.84ton DM/ha)는 보다 유의하게 높았으며 ($p<0.05$) 인산과 칼리를 사용한 구의 연간 5.41 톤의 건물수량 보다도 높았다(Table 3).

또한 예취 시기별로 액상구비를 분할 사용한 구에서 무시비구 보다 높은 건물수량을 나타내었는데, 특히 봄철과 여름철 분할 사용구(SU구)에서 가장 높았고 액상구비에 물을 회석하여 사용하였던 구에서는 무회석의 경우보다 높은 건물수량을 나타내었으며 계절별로는 여름철과 가을철에도 사용효과가 높아짐을 보였다(Table 2). 이에 대해 Ruppert 등(1985)은 액상구비를 봄철에 사용하는 것이 다른 계절보다 훨씬 효과가 높다고 보고하고 Schechtner (1978, 1979 및 1991)는 수분함량이 낮은 액상구비는 가을철에 사용하는 것이 여름철보다 훨씬 작물의 이용효과가 높지만 물의 회석비율을 높이면 여름철의 사용 효과도 크게 뒤지지 않는다고 하여 본 실험의 결과와 일치하였다.

또한 가축분뇨의 사용 시기는 지표수의 유거, 용탈 및 암모니아태 질소의 휘산 등에 의한 양분유실과 밀접한 관계를 갖고 있어 계절적 이용효율과 관련하여 가축분뇨의 최적 사용시기를 이른봄과 여름철이라고 보고되고 있는데(조, 1994 ; Rees 등, 1993 ; Rupepert 등, 1985), 본 실험에서도 액상구비의 사용 시기에 따른 평균 건물생산효율(kg DM/kg N)이 여름철 사용으로 가을철에 수확한 3번초에서 16.2이었고 액상구비의 회석구에서는 이른봄에 사용한 1번초에서 24.8kg DM/kg N으로 높은 건물생산효율을 나타내어 이들 시기와 거의 일치하고 있다(Table 4). 또한 Schechtner(1991)는 액상구비 사용에 따른 질소이용효율 즉, 건물생산효율(kg DM/kg N)이 14~16의 범위라고 보고하였고 이 등(1995)은 10.9~16.3이라고 하였는데, 본 실험에서는 평균 15.8~18.7로 이들보다 훨씬 높은 건물생산효율을 나타내었다. 이에 대해 조 등(1996)등은 30m²의 액상구비 사용 3년째의 초지에서 건물생산효율이 25.4로 크게 증가함을 나타내어 사용 효과의 누적을 시사하였다고 하였는데, 본 실험도 동일한 결과라고 사료된다.

일반적으로 액상구비의 사용 시기를 비료의 효과와 식물체의 흡수를 고려하여 강우 전, 후로 권장하고 있는데(Vetter와 Steffens, 1986), 본 실험에서 액상구비 질소의 무기태 질소 대비 건물생산효율이 무 회석구가 70.2%이고 회석 구에서는 83.1%로 높아(Table 4) 액상구비의 회석으로 비료의 효과가 더욱 증진됨을 나타내어 사용 시기가 강우시기가 아닐 경우에는 물 첨가로 이와 동등한 효과를 나타낼 수 있음을 시사하고 있다.

V. 적 요

본 실험은 오차드 그라스 초지에 액상구비를 물로 회석하거나 회석하지 않고 사용 시기를 달리하여 사용하였을 때 계절별 및 연간 건물수량을 조사하고 화학비료 시비에 따른 건물수량과도 비교하여 액상구비의 적정 사용 시기와 회석수준을 결정하고자 실시되었으며,

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 액상구비의 시용으로 연간 건물수량이 ha당 5.08~5.97톤(평균 5.41ton DM/ha)으로 무 시비구의 ha당 3.04톤 보다 높은 건물수량을 나타내었으며 특히 회석한 액상구비 시용 구(5.38~6.25ton DM/ha)에서 보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 또한 예취 시기별로 분할 시용한 구에서 무시비구 보다 높은 건물수량을 나타내었는데, 이러한 경향은 분시한 구와 회석 구에서 더욱 뚜렷하였다.
2. 인산과 칼리 시용구(PK구)와 인산과 칼리 및 질소를 시용한 구(NPK구)에서는 각각 연간 건물수량이 ha당 5.41톤과 8.78톤으로 무시비구보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 그러나 PK구의 연간 건물수량은 액상구비 시용구의 평균 연간 건물수량과 동일하였지만 물로 회석한 액상구비 시용구의 평균 연간 건물수량(5.84ton DM/ha) 보다 낮았으며, 이러한 경향은 예취시기에 더욱 뚜렷하였다.
3. 화학비료구에서 무기태 질소의 건물생산효율은 연 평균 22.5kg DM/kg N이었으며, 예 취 시기별로 보면 1번초>2번초>3번초 순으로 낮아졌지만 액상구비 질소의 연간 건물 생산효율은 무 회석 구와 회석 구가 각각 15.과 18.7kg DM/kg N를 나타내었고 무 회 석구에서는 3번초에서 회석구에서는 1번초에서 가장 높았다. 한편 무기태 질소 대비 액상구비 질소의 건물생산효율은 회석구가 83.1%인 반면에 무 회석구에서는 70.2%에 도달하였다.

[논문접수일 : 2004. 4. 5. 최종논문접수일 : 2004. 6. 10.]

참 고 문 헌

1. 유덕기, 2002. 가축분뇨의 배출규제 문제와 처리개선 방안. 2002년 한국유기농업학회학 술발표 대회 pp. 3-27.
2. 이주삼 · 조익환 · 김성규 · 안종호. 1994. 유희 논토양에서 조사료 생산을 위한 적정 액 상구비시용수준의 추정 I. 액상구비의 시용이 Reed canarygrass의 연 건물수량에 미치 는 영향. 한초지 14(1) : 50-56.
3. 이주삼 · 조익환 · 안종호 · 김성규. 1995. 유희 논토양에서 가축분뇨를 이용한 조사료의 생산. 한초지. 15(3) : 175-185.
4. 조익환. 1994. 유희지에서 조사료 생산을 위한 적정 가축분뇨의 시용에 관한 연구 I. 액상구비의 시용시기와 무기태 질소의 첨가가 Orchardgrass의 건물수량에 미치는 영향.

- 한국유기성폐기물자원화협의회회지. 2(2) : 65-75.
5. 조익환 · 이주삼 · 김성규 · 안중호. 1996. 액상구비의 이용수준에 대한 Reed canarygrass의 반응. 한국유기성폐기물자원화협의회회지. 4(1) : 33-42.
 6. 조익환 · 전하준. 1997. 액상구비의 이용시기가 오차드 그라스의 건물수량에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 6(1) : 99-108.
 7. 조익환, 2002. 액상구비의 사용에 다른 orchardgrass의 반응. 생명과학연구 1(1) : 57-64.
 8. Bracker, H. H. 1982. Gülle - Streßfaktor für die Grünlandpflanzengesellschaft-Betriebswirtschaftl. Mitteilg. der Landwirtschaftskammer Schlesweig-holstein, S. 21-28.
 9. Jo, I. H. 1989. Wirksamkeit der mineralischen Stickstoffdüngung auf Ertrag und Pflanzenbestand des Grünlandes im österreichischen Alpenraum. Diss. Univ. Bodenkultur. Wien.
 10. Rees, Y. J., B. F. Pain, V. R. Phillips 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 Science. 48. 38-44.
 11. Ruppert, von W., M. Stichlmair, J. Bauchhenß, H. M. Blend, A. Haisch, K. Hammer, U. Hege, R. Juli, L. Melian, W. Nürnberger, J. Rieder, P. Rintelen, K. Rutzmoser, W. Weber, A. Wurzinger und H. Zeisig. 1985. Daten und Informationen zum Gülleinsatz in der Landwirtschaft. Bayer. Landw. Jahrbuch. 62(8) : 924-933.
 12. Schechtner, G. 1978. Zur Wirksamkeit des Güllestickstoffs auf dem Grünland in Abhängigkeit vom Düngungsregime. Die Bodenkultur, 29 : 351-371.
 13. Schechtner, G. 1979. Auswirkungen von Düngung und Nutzung auf die botanische Zusammensetzung von Dauerwiesen und Dauerwiesenneuanlagen im Alpenraum. Ber. Int. Fachtagung "Bedeutung der Pflanzensoziologie für eine standortsgemäße und umweltgerechte Land- und Almwirtschaft." Gumpenstein, 12 u. 13. 9. 1978 : 259-336.
 14. Schechtner, G. 1991. Wirtschaftsdünger - Richtige Gewinnung und Anwendung - Sonderausgabe der Zeitschrift "Förderungsdienst" Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Austria.
 15. Vetter, H und G. Steffens. 1986. Wirtschaftseigene Düngung - umweltschonend - bodenpflegend - wirtschaftlich. DLG-Verlag. Frankfurt(Main). 104-119.
 16. Whitehead, D. C. 1995. Grassland nitrogen. CAB INTERNATIONAL UK. 200-221.
 17. Wilkinson, S. R. 1979. Plant nutrient and economic value of animal manures. J. Anim. Sci. 48(1) : 121-135.