

액상우분뇨의 시용시기와 희석이 오차드그라스의 건물수량과 사료가치에 미치는 영향*

조 익 환**

Effects of Application Times and Dilution of Cattle Slurry with Water on Dry Matter Yield and Feed Values of Orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.)

Jo, Ik-Hwan

The aim of this experiment was to investigate the effects of applying times and dilution rates of cattle slurry with water on dry matter yields and feed values of orchard grass. Cattle slurry was applied at the rates of average nitrogen fertilizer equivalent to 150kg/ha/year in 3 cutting frequency. Significantly higher dry matter yields than that of no fertilization (7.56 ton DM/ha) were recorded in the application of diluted cattle slurry (10.74~13.54 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 3rd growth, 2nd and 3rd growth, and 1st, 2nd and 3rd growth respectively. The yields of annual dry matter at fertilizing phosphorus, potassium and nitrogen were higher than no fertilization as 12.42 tons per ha. However, with application of diluted cattle slurry, dry matter yields per year (11.96 ton DM/ha) were significantly higher than those of fertilizing phosphorus and potassium (7.52 ton DM/ha) ($p<0.05$). The efficiencies of dry matter production with mineral and cattle slurry nitrogen application (kg DM/kg N) were 32.7 and 13.4~26.9kg DM/kg N respectively. Especially, these tendencies were higher in diluted application plots than in no-diluted application plots of cattle slurry. The contents of crude protein (CP, %), neutral detergent fiber (NDF, %), acid detergent fiber (ADF, %), annual yields of CP (kg/ha) and total digestible nutrient (TDNY, kg/ha) of orchardgrass were significantly higher at the application of diluted cattle slurry than those at non-fertilizer application ($p<0.05$).⁸⁾

Key words : Cattle slurry, Dry matter yields, Efficiencies of dry matter production(kg DM/kg N), crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber

* 이 논문은 2004학년도 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

** 대구대학교 생명자원학부 교수

I. 서론

작물의 수량증대만을 목적으로 사용되는 질소와 칼리질의 화학비료는 식물체의 흡수, 이용률이 높지만 비교적 용탈이나 유실되기 쉬울 뿐만 아니라 과다 시용하게 되면 토양을 산성화시키고 미량영양소의 고갈 등 비경제적인 문제를 야기하고 있다(Schechtner, 1978). 이에 반해 액상의 가축분뇨는 질소이외에 인산이나 칼륨 등의 비료양분을 함유하고 있어 식물체의 영양소원이면서 수용성이기 때문에 포장에 시용할 경우, 일반 유기질 비료 보다 빠른 비효를 기대할 수 있을 뿐만 아니라 토양 내에서는 분뇨 중에 포함된 유기물첨가로 물리성이 개선되므로 토양개량제로서의 경제적 가치를 인정받고 있다(Whitehead, 1995). 특히, 액상우분뇨는 각종 영양분을 담고 있는 보고인 동시에 미량요소의 주요공급원도 되고 있어 산지토양에서는 보비력과 보수력을 높이고 토양침식의 저항력을 높여 주는 동시에 토양구조의 개선에 크게 기여하고 있다(Schechtner, 1978). 이런 장점들을 고려해 볼 때 우리나라와 같이 자원이 부족한 국가에서 기존의 화학비료보다는 자원 재활용측면에서 경제적이고 환경 친화적인 액상우분뇨의 시용이 이루어져야 할 것 같다.

그러나 이러한 가축분뇨도 과다 시용으로 인해 토양에서 염기간의 불균형, 염해 및 토양으로부터의 양분유실을 초래할 수 있어 적정 시용 수준과 시용 시기를 규정하고 있다(Bracker, 1982; Jo, 1989). 이와 관련하여 독일 등 유럽국가에서는 가축분뇨의 과다시용을 방지하기 위해서 축종별 환경친화적 사육두수를 규제하는데, 가축분뇨 중 총 질소함량이 연간 ha 당 180kg을 초과하지 않도록 하고 있다(유, 2002).

한편 액상우분뇨는 계절에 따라 그 효과가 다양하며 또한 이들은 화학비료에 비해 비효가 서서히 나타나는 단점이 있는데, 이에 대한 개선책으로 액상우분뇨를 물로 희석하여 시용함으로써 비효가 증진된다는 연구가 보고 되고 있다(Schechtner, 1979; 조, 2002; 조 등, 2004).

또한 화분과 목초의 건물수량 증대를 위해 사용되는 유기 및 무기태 질소는 재생기간 즉, 식물체의 생육시기 및 계절과도 밀접하게 관련하여 사료가치를 결정하는 목초의 품질에 영향을 미치게 되는데, 간혹 유기 및 무기태 질소의 잘못된 시용으로 환경의 위해성을 높이고 초지의 식생을 파괴하여 사료 품질 및 영양가치의 저하를 초래할 수 있으므로 재배 조건이나 목초의 영양가 변화에 따른 적정 유기질 비료의 시용수준 추정이 필요하다(조 등, 2000).

따라서 본 실험에서는 오차드그라스 초지에 액상우분뇨를 희석 혹은 무 희석하여 시용 시기를 달리하여 시용하였을 경우, 각 계절별과 연간 목초생산량과 사료가치의 변화에 대해 알아보고 동시에 화학비료의 시비에 의한 건물수량 및 사료가치의 변화도 비교하여 적정 액상우분뇨의 시용 시기 및 물 희석수준을 추정하여 액상우분뇨의 시용체계 확립 및 유기축산의 기틀을 마련하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 경북 경산시에 위치한 대구대학교 동물자원학과 실습포장의 오차드그라스 영년 초지에서 2004년 3월부터 2004년 11월까지 실시되었는데, 예취 빈도는 연간 3회 즉, 1번 초는 5월 17일, 2번초는 7월 22일 및 3번초는 10월 1일에 각각 예취하였다.

처리는 무시비구를 대조구로 하고 화학비료는 인산(200 kg/ha)과 칼리(240 kg/ha)를 기비로 사용한 PK구와 인산(200 kg/ha)과 칼리(240 kg/ha) 및 질소를 ha 당 150 kg을 3회 균등 분시한 NPK구 그리고 액상우분뇨(건물 함량 : 10.3~13.0%, 총 질소함량 : 1.3~1.6%)를 화학비료 질소 성분량 ha당 150 kg을 이른 봄(S구), 이른 봄과 늦봄(SU구), 이른 봄과 여름철(SA구), 늦봄과 여름철(UA구), 이른 봄과 늦봄 및 여름철(SUA구)에 균등 분시, 또한 액상우분뇨와 물의 비율을 1:0.5로 희석하여 이른 봄(DS구), 이른 봄과 늦봄(DSU구), 이른 봄과 여름철(DSA구), 늦봄과 여름철(DUA구), 이른 봄과 늦봄 및 여름철(DSUA구)에 균등 분시 등 총 13개의 처리로 3반복의 난괴법으로 배치하였고, 구당 면적은 2m²(2m×1m)로 하였으며 기비는 3월 22일에 사용하였고 추비는 예취 후에 사용하였다.

또한 예취 높이는 평균 5 cm로 하였고, 각 예취 시기별 시비수준에 따른 단위면적당의 생초수량을 측정 후, 이 중에서 약 500 g를 취하여 60℃에서 48시간 건조하여 건물율을 계산하여 단위면적당의 건물수량을 구하였다. 또한 이들의 일부는 분쇄하여 양분함량을 구하기 위한 분석시료로 사용하였는데, 일반성분은 A.O.A.C. 법(1990)으로, ADF와 NDF 함량은 Georing과 Van Soest법(1970)에 의해 분석하였다. 또한 ADF와 NDF함량으로 부터 TDN(total digestible nutrients)과 RFV(relative feed value)는 Nahm(1992)과 Linn과 Martin (1989) 등의 계산식에 의하여 다음과 같이 구하였다.

$$\text{즉, TDN} = 88.9 - (0.79 \times \text{ADF}\%)$$

$$\text{RFV} = (\text{DMD} \times \text{DMI})/1.29$$

$$\text{DMD(dry matter digestibility)} = 88.9 - (0.779 \times \text{ADF}\%)$$

$$\text{DMI(dry matter intake)} = 120/\text{NDF}\%$$

본 실험의 결과는 SAS package program(Version 6.12, USA, 2000)을 이용하여 유의성을 검정하였고, 처리평균간의 비교는 5% 수준의 최소유의차 검정(Least significant difference test; LSD-test)으로 하였다.

한편 실험이 실시되었던 지역의 기상조건을 나타낸 것은 Table 1인데, 30년 평균 기온과 강수량과 비교해 볼 때 2004년도의 월 평균기온은 전반적으로 0.3~1.6℃ 정도 높았고, 월 강수량은 3월, 7월 및 10월 제외하고는 대체로 많았는데 특히 6월과 8월에 155.3~164.5mm 정도 많아 목초의 생육에 매우 양호한 기상조건을 나타내었다.

Table 1. Meteorological data during the growth period in 2004 and the averages for 30 years.

	Year	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.
Temperature (°C)	2004	8.4	15.4	19.4	23.1	27.3	25.8	21.6	15.7
	1971~2000	7.1	13.8	18.7	22.5	25.7	26.1	21.3	15.4
Precipitation (mm)	2004	12.5	75.6	82.8	296.0	137.5	370.3	141.1	5.8
	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 오차드그라스 건물수량의 변화

액상우분뇨의 시용 시기와 물 희석이 오차드그라스의 건물수량에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 2이다.

Table 2. Effect of application times and dilution of cattle slurry on dry matter yields (tons/ha) of orchardgrass.

Treatment	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	Total
Non-fertilizer plot	2.82	4.07	0.67	7.56
<u>Application plots of cattle slurry</u>				
S plot ¹	2.66	4.51	1.50	8.67
SU plot ²	2.93	5.42	1.13	9.48
SA plot ³	2.86	5.39	1.60	9.85
UA plot ⁴	3.05	5.38	1.25	9.68
SUA plot ⁵	3.32	5.61	1.27	10.20
<u>Application plots of diluted cattle slurry (1:0.5)</u>				
DS plot ⁶	3.93	5.38	1.43	10.74
DSU plot ⁷	3.66	5.66	1.43	10.75
DSA plot ⁸	4.59	6.28	1.53	12.40

Treatment	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	Total
DUA plot ⁹	4.16	6.17	2.06	12.39
DSUA plot ¹⁰	4.97	6.65	1.92	13.54
L.S.D(P <0.05)	1.52	1.54	1.04	2.77

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.

무시비구의 건물수량은 2번초에서 ha당 4.07톤이었고 1번초와 3번초에서는 각각 2.82와 0.67톤으로 낮아졌으며 연간 7.56톤의 건물수량을 나타내었다.

한편 액상우분뇨 사용 구에서는 연간 건물수량이 ha당 8.67~10.20톤으로 무시비구 보다 높았지만 유의차는 인정되지 않았으며, 예취시기별로도 무시비구 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내지 못하였다.

그러나 액상우분뇨를 물로 희석하여 사용하였던 시험구들은 연간 건물수량이 ha당 10.74~13.54 톤으로 무시비구 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었고, 무 희석한 액상우분뇨 사용구 보다도 전반적으로 높았으며 특히, 여름철을 포함하여 분할 사용한 구에서 유의하게 높은 건물수량(12.40~13.54 ton/ha)을 기록하였다. 또한 예취 시기별로 보면 1번초와 2번초에서 이른 봄과 여름철 분할사용구(DSA구; 4.59와 6.28톤), 늦봄과 여름철 분할 사용구(DUA구; 4.16과 6.17 ton/ha), 이른 봄, 늦봄 및 여름철 분할 사용구(DSUA구; 4.97과 6.65 ton/ha) 등이 무시비구(각각 2.82와 4.07 ton/ha)보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다 (p<0.05).

2. 화학비료 및 액상우분뇨의 사용이 오차드그라스의 건물수량에 미치는 영향

화학비료와 액상우분뇨의 사용이 오차드그라스의 건물수량에 미치는 영향을 나타낸 것은 Table 3이다.

인산과 칼리 사용 구(P₂O₅+K₂O 구)는 연간 건물수량이 ha당 7.52 톤으로 무시비구 보다 오히려 낮았으나 질소와 인산 및 칼리를 사용한 구(Min-N+P₂O₅+K₂O 구)에서는 ha당 12.42 톤의 연간 건물수량을 나타내어 무시비구와 인산과 칼리 사용구 보다도 유의하게 높은 건물수량을 나타내었으며, 예취 시기별로도 1번초와 2번초에서는 유의하게 높았지만 3번초에서는 오히려 낮아지는 건물수량을 나타내었다(p<0.05).

Table 3. Effect of application of chemical fertilizer and cattle slurry on dry matter yields (ton/ha) of orchardgrass.

Treatment	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	Total
Non-fertilizer plot	2.82	4.07	0.67	7.56
P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	2.53	4.10	0.89	7.52
Min-N+P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	5.14	6.41	0.87	12.42
Slurry plots	2.96	5.26	1.35	9.57
Diluted slurry plots	4.26	6.03	1.67	11.96
L.S.D (P <0.05)	0.63	1.80	0.84	3.27

액상우분뇨 시용구(평균 연간 건물수량 9.57 ton/ha)는 인산과 칼리 시용 구(PK구)에 비해 전반적으로 높은 건물수량을 나타내었는데, 특히 이러한 경향은 물을 첨가한 액상우분뇨 회석구에서 더욱 뚜렷하였고 평균 연간 건물수량(11.96 ton/ha)도 유의하게 높았다(p<0.05).

3. 무기태 및 액상우분뇨 질소 시용에 따른 건물생산효율

무기태 및 액상우분뇨 질소 시용이 오차드그라스의 건물생산효율(kg DM/kg N)에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 4이다.

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

Treatment	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	Total(Relative index)
Chemical fertilizer plot	52.2	46.2	0.0	32.7(100)
Slurry application plots	2.8	23.8	13.6	13.4(41.1)
Diluted slurry application plots	28.8	39.2	20.0	26.9(82.3)

화학비료구에서 무기태 질소의 건물생산효율은 연 평균 32.7 kg DM/kg N이었으며, 예취 시기별로 보면 1번초(52.2 kg DM/kg N)>2번초(46.2 kg DM/kg N)>3번초(0 kg DM/kg N) 순으로 낮아졌지만 액상우분뇨 질소의 연간 건물생산효율은 무 회석구와 회석구가 각각 13.4과 26.9 kg DM/kg N를 나타내었고 예취시기별로는 2번초에서 가장 높은 건물생산효율을 나타내었다. 한편 무기태 질소 대비 액상우분뇨 질소의 건물생산효율은 회석구가 82.3%인 반면에 무 회석 구에서는 41.1%에 도달하였다.

4. 예취시기별 액상우분뇨의 사용이 오차드그라스의 조단백질, 중성세제 섬유소 (NDF) 및 산성세제 섬유소(ADF) 함량에 미치는 영향

예취시기별 액상우분뇨의 사용이 오차드그라스의 조단백질(CP), 중성세제 섬유소(NDF) 및 산성세제 섬유소(ADF) 함량에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 5이다.

액상우분뇨 사용에 따른 예취시기별 조단백질(CP) 함량은 1번초<2번초<3번초 순으로 많아졌고 대체적으로 무시비구보다 유의하게 높았으며(p<0.05), 액상우분뇨를 희석하여 사용한 구가 무희석한 액상우분뇨 구보다도 높았다.

Table 5. Effect of application times of cattle slurry on contents of crude protein(CP, %), neutral detergent fiber(NDF, %), acid detergent fiber(ADF, %) of orchardgrass.

Treatment	CP(%)			NDF(%)			ADF(%)		
	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut
Non-fertilizer	9.59	14.52	14.53	55.40	59.18	52.96	37.02	38.55	37.94
Application plots of cattle slurry									
S plot ¹	10.50	13.83	14.52	60.52	58.38	54.45	39.66	39.39	43.35
SU plot ²	10.47	12.24	14.47	64.23	60.42	56.81	37.23	39.81	40.35
SA plot ³	9.51	14.25	14.25	63.54	57.90	50.13	39.54	38.93	37.79
UA plot ⁴	9.73	13.03	14.64	64.46	60.00	52.98	37.99	37.79	38.62
SUA plot ⁵	8.96	13.57	14.43	67.91	59.17	53.61	39.30	39.98	39.94
Application plots of diluted cattle slurry (1:0.5)									
DS plot ⁶	8.87	14.48	14.48	64.85	59.55	54.32	43.37	38.42	38.90
DSU plot ⁷	9.79	13.29	12.44	64.71	60.44	57.27	41.04	39.48	39.62
DSA plot ⁸	10.87	13.29	15.77	64.93	60.61	55.43	44.45	38.92	40.77
DUA plot ⁹	11.27	12.40	15.68	61.61	61.66	52.43	44.50	40.01	42.38
DSUA plot ¹⁰	11.31	12.98	14.80	61.51	60.16	57.74	44.95	38.81	42.18
L.S.D(P<0.05)	0.34	0.35	0.29	0.37	0.33	0.39	0.33	0.37	0.52

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 중성세제 섬유소(NDF) 함량은 1번초>2번초>3번초 순으로 낮아졌으나, 무시비구가 액상우분뇨 시용구보다 낮았고 액상우분뇨 회석 시용구보다는 유의하게 낮았다($p<0.05$). 또한 산성세제 섬유소(ADF) 함량도 중성세제 섬유소 함량과 유사한 경향을 나타내었다.

5. 액상우분뇨와 화학비료의 시용이 오차드그라스의 조단백질, NDF, ADF 함량, 가소화 양분 총량(TDN) 및 상대 사료가치(RFV)에 미치는 영향

액상우분뇨와 화학비료의 시용이 오차드그라스의 조단백질, NDF, ADF 함량, 가소화 양분 총량(TDN) 및 상대 사료가치(RFV)에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 6이다.

오차드그라스의 연간 평균 조단백질 함량은 무시비구가 12.9%로 화학비료구보다도 유의하게 높았고 액상우분뇨 시용구와는 비슷한 수준을 나타내었으나 액상우분뇨 회석 시용구(13.0~13.3%)보다는 유의하게 낮았다($p<0.05$).

Table 6. Effect of application of cattle slurry and chemical fertilizer on the contents of crude protein(CP, %), neutral detergent fiber(NDF, %), acid detergent fiber (ADF, %), total digestible nutrient(TDN, %) and relative feed value(RFV) of orchardgrass.

Treatment	CP(%)	NDF(%)	ADF(%)	TDN(%)	RFV
Non-fertilizer plot	12.88	55.84	37.84	59.01	98.99
<u>Application plots of chemical fertilizer</u>					
P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	11.40	60.66	36.06	60.41	93.25
Min-N+P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	12.02	63.32	39.10	58.01	85.86
<u>Application plots of cattle slurry</u>					
S plot ¹	12.95	57.78	40.80	56.67	91.96
SU plot ²	12.39	60.48	39.13	57.99	89.85
SA plot ³	12.67	57.19	38.75	58.29	95.50
UA plot ⁴	12.47	59.15	38.13	58.77	93.10
SUA plot ⁵	12.32	60.23	39.74	57.51	89.50
<u>Application plots of diluted cattle slurry (1:0.5)</u>					
DS plot ⁶	12.61	59.57	40.23	57.12	89.89
DSU plot ⁷	11.83	60.80	40.05	57.26	88.28

Treatment	CP(%)	NDF(%)	ADF(%)	TDN(%)	RFV
DSA plot ⁸	13.31	60.32	41.38	56.21	87.39
DUA plot ⁹	13.11	58.56	42.29	55.49	88.88
DSUA plot ¹⁰	13.03	59.80	41.98	55.74	87.42
L.S.D(P <0.05)	0.18	0.24	0.20	0.16	0.40

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 오차드그라스의 연 평균 NDF와 ADF 함량은 무시비가 각각 55.4와 37.8%로 질소와 인산 및 칼리를 시용한 구(각각 63.3과 39.1%)와 액상우분뇨 회석 시용구(각각 58.6~60.8%와 40.1~42.3%) 보다는 유의하게 낮았지만, 무시비구의 TDN 함량과 RFV는 각각 59.0%와 99.0을 나타내어 질소와 인산 및 칼리를 시용한 구(각각 58.0%와 85.9)와 액상우분뇨 회석 시용구(각각 55.5~57.3%와 87.4~89.9) 보다 유의하게 높은 수준을 나타내었다(p<0.05).

7. 액상우분뇨와 화학비료의 사용이 오차드그라스의 연간 조단백질 수량(CPY)과 연간 가소화 양분 수량(TDNY)에 미치는 영향

액상우분뇨와 화학비료의 사용이 오차드그라스의 연간 조단백질 수량(CPY)과 연간 가소화 양분 수량(TDNY)에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 7이다.

Table 7. Effect of application of chemical fertilizer and cattle slurry on the crude protein yield(CPY, kg/ha) and total digestible nutrient yields(TDNY, kg/ha) of orchard-grass.

Treatment	CPY (kg ha ⁻¹)	TDNY (kg ha ⁻¹)
Non-fertilizer plot	973.0	4457.6
Application plots of chemical fertilizer		
P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	857.1	4543.0
Min-N+P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	1492.5	7203.2

Treatment	CPY (kg ha ⁻¹)	TDNY (kg ha ⁻¹)
<u>Application plots of cattle slurry</u>		
S plot ¹	1121.9	4910.7
SU plot ²	1175.1	5499.1
SA plot ³	1249.0	5738.0
UA plot ⁴	1207.3	5691.9
SUA plot ⁵	1255.5	5861.8
<u>Application plots of diluted cattle slurry (1:0.5)</u>		
DS plot ⁶	1354.8	6136.6
DSU plot ⁷	1271.1	6151.7
DSA plot ⁸	1648.7	6968.4
DUA plot ⁹	1625.5	6877.5
DSUA plot ¹⁰	1762.5	7545.8
L.S.D(P <0.05)	323.8	1461.0

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.

액상우분뇨 시용에 따른 오차드그라스의 연간 조단백질 수량과 가소화 양분수량은 ha당 각각 1121.9~1255.5와 4910.7~5861.8 kg으로 각각 973.0과 4457.6 kg/ha을 나타낸 무시비구 보다는 높았지만 유의차가 인정되지 않았으나, 물로 희석한 시용구에서는 각각 1271.1~1762.5와 6136.6~7545.8 kg을 나타내었고 질소와 인산 및 칼리를 시용한 구에서는 1492.5와 7203.2 kg을 나타내어 무시용구 보다 유의하게 높은 연간 조단백질 수량과 가소화 양분수량을 나타내었다(p<0.05).

IV. 고 찰

액상우분뇨와 같은 가축분뇨는 식물의 영양소 공급원으로, 이를 토양에 시용 시에는 유

기물 첨가로 인해 토양의 물리적 성질을 향상시키는 토양개량제로서 경제적인 가치가 높다. 그러나 액상우분뇨에 함유된 식물의 양분은 매우 다양하여 작물생산에 필요한 식물의 영양소 요구량을 만족시켜 주는 정도가 불확실하다. 또한 액상우분뇨의 화학비료의 대체 효과는 주로 저장조건과 회석정도에 따라서 그 가치가 증가되는데, 이는 화학비료처럼 사용 후 식물체의 이용률 향상과 관련되기 때문이다(Jo, 1989). 본 실험에서도 액상우분뇨의 사용으로 연간 건물수량이 ha당 8.67~10.20톤(평균 9.57 ton DM/ha)으로 무시비구의 ha당 7.56톤 보다 높은 건물수량을 나타내었는데, 특히 액상우분뇨를 물과 회석하여 사용한 구(10.74~13.54 ton DM/ha)가 무시비구 보다 유의하게 높았으며(Table 2, $p < 0.05$), 인산과 칼리를 사용한 구의 연간 7.52톤의 건물수량 보다도 높았다(Table 3).

또한 예취 시기별로 액상우분뇨를 분할 사용한 구에서 무시비구 보다 높은 건물수량을 나타내었는데, 특히 이른 봄, 늦봄 및 여름철 분할 사용구(SUA구)에서 가장 높았고 액상우분뇨에 물을 회석할 경우에서도 이른 봄, 늦봄 및 여름철에 분할 사용하였던 구에서 무회석구와 무시비구의 경우보다 높은 건물수량을 나타내었다(Table 2). 이에 대해 Ruppert 등(1985)은 액상우분뇨를 봄철에 사용하는 것이 다른 계절보다 훨씬 효과가 높다고 보고하고 Schechtner(1978, 1979 및 1991)는 수분함량이 낮은 액상우분뇨는 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 이른 봄과 여름철이라고 보고되고 있는데(조, 1994; Rupepert 등, 1985), 본 실험에서도 액상우분뇨의 사용 시기에 따른 평균 건물생산효율(kg DM/kg N)이 늦봄 사용으로 여름철에 수확한 2 번초의 무회석과 회석구에서 각각 23.8과 39.2 DM/kg N으로 가장 높은 건물생산효율을 나타내어 이들 시기와 거의 일치하고 있다(Table 4). 또한 Schechtner (1991)는 액상우분뇨 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 13.4~26.9로 이들보다 훨씬 높은 건물생산효율을 나타내었다. 이에 대해 조 등(1996)등은 30㎡의 액상우분뇨 사용 3년째의 초지에서 건물생산효율이 25.4로 크게 증가함을 나타내어 사용 효과의 누적을 시사하였다고 하였는데, 본 실험도 동일한 결과라고 사료된다.

일반적으로 액상우분뇨의 사용시기를 비료의 효과와 식물체의 흡수를 고려하여 강우 전, 후로 권장하고 있는데(Vetter와 Steffens, 1986), 본 실험에서 액상우분뇨 질소의 무기태 질소 대비 건물생산효율이 무 회석구가 41.1%이고 회석 구에서는 82.3%로 높아(Table 4) 액상우분뇨의 회석으로 비료의 효과가 더욱 증진됨을 나타내어 사용시기가 강우시기가 아닐 경우에는 물 첨가로 이와 동등한 효과를 나타낼 수 있음을 시사하고 있다.

또한 목초의 품질은 가축에게 급여하여 얻어진 최종적인 축산물 생산에 의해 결정하는

것이 바람직하지만, 목초의 성분 중 영양소함량, 화학적 조성, 양분수량, 가축의 섭취량, 소화율 및 흡수된 영양소의 축산물 전환효율만으로도 그 품질이 정확하게 평가되는 경우가 많다. 특히 이들 중 조단백질 함량과 조섬유 함량이 가장 보편화된 화학적 사료가치의 평가 방법으로 알려져 있으며(조 등, 1994), 목초의 생육이 진행됨에 따라 목초의 생산성은 증가하는 반면에 조단백질의 함량은 감소하고 섬유질 함량이 증가하여 사료가치의 저하를 초래하게 된다고 하였다(Bischoff와 Adolf, 1992). 본 실험에서도 액상우분뇨 시용에 따라 연간 건물수량, 연간 조단백질 및 총 가소화 양분수량은 증가하였지만 가소화 양분 총량과 상대 사료가치는 오히려 반대의 경향을 나타내었다(Table 5, 6, 7). 이는 질소 시용으로 엽면적의 확대가 건물수량을 증가시키고 이에 따른 경중의 증가가 건물수량에 대한 C/F비를 증가시켜 섬유질 함량 즉 NDF, ADF 및 헤미셀룰로우스가 증가되었기 때문이라고 생각된다.

Schils 등(1999)은 일반적으로 목초는 조단백질 함량이 7~8월에 가장 낮고 가을철 생육기에 접어들면서 연중 최고를 나타낸다고 하였는데, 본 실험에서는 액상우분뇨의 시용으로 조단백질 함량은 3번초에서 가장 높았고 1번초에서 가장 낮았으나, NDF와 ADF 함량은 반대로 1번초>2번초>3번초 순으로 낮아졌다(Table 5). Van Soest(1964)는 오차드 그라스에 있어서 리그닌, ADF, 조단백질, 셀룰로우스, CW 등의 함유율, 건물소화율 및 자유채식량과 상관관계를 구한 결과, 리그닌, ADF, 셀룰로우스, CW의 함유율과 자유 채식량과는 부의 상관, 조단백질 함량과 건물소화율간에서는 정상관이 인정된다고 하였다. Tinnimit와 Thomas (1976) 등은 화분과 목초의 채식량과 CW, ADF 및 리그닌 간에는 부의 상관, 그리고 조단백질 함량 간에는 정상관을 나타내었다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 액상우분뇨와 무기태 질소비료의 시용으로 조단백질 함량이 증가함과 동시에 ADF와 NDF 함량도 증가하여 가소화 양분 총량과 상대 사료가치가 감소하였으므로 목초의 조단백질 함량보다는 섬유소 함량의 다소가 영양가 및 양분수량을 결정하여 자유 채식량과 건물소화율에 영향을 미칠 수 있다는 것을 시사하였다. 즉, 목초의 수량이 증대되고 생육기의 진행이 느려져 유기물의 소화율이 높게 되고 가소화 유기물 함량은 높아져 가축의 기호성을 증가시키지만, 오차드그라스에서는 유기 및 무기태 질소의 시용으로 수용성 탄수화물이나 당류의 수량이 저하하고 섬유소량이 높게 되어 오히려 채식량을 감소시킬 수 있다는 가능성을 시사하고 있어 앞으로 이에 대한 구체적인 연구가 더욱 필요할 것으로 생각된다.

V. 적 요

본 실험은 오차드그라스 초지에 액상우분뇨를 물로 희석하거나 희석하지 않고 시용 시기를 달리하여 시용하였을 때 계절별 및 연간 건물수량과 사료가치를 조사하고 화학비료

시비에 따른 건물수량과 사료가치도 비교하여 액상우분뇨의 적정 사용 시기와 회석수준을 결정하고자 실시되었으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 액상우분뇨의 사용으로 연간 건물수량이 ha당 8.67~10.20톤(평균 9.57 ton DM/ha)으로 무시비구의 ha당 7.56톤 보다 높은 건물수량을 나타내었으며 특히 물로 액상우분뇨를 회석하여 사용한 구(10.74~13.54 ton DM/ha)가 무시비구 보다 유의하게 높았다($p < 0.05$). 또한 예취 시기별로 분할 사용한 구에서 무시비구 보다 높은 건물수량을 나타내었는데, 이러한 경향은 여름철에 분시한 구와 회석 구에서 더욱 뚜렷하였다.
2. 인산과 칼리 시용구와 인산과 칼리 및 질소를 시용한 구에서는 각각 연간 건물수량이 ha당 7.52톤과 12.42톤으로 인산과 칼리 및 질소를 시용한 구만 무시비구보다 유의하게 높았다($p < 0.05$). 그러나 인산과 칼리 시용구의 연간 건물수량은 액상우분뇨 시용구의 평균 연간 건물수량보다도 낮았고 특히 물로 회석한 액상우분뇨 시용구의 평균 연간 건물수량(11.96 ton DM/ha) 보다 유의하게 낮았으며($p < 0.05$), 이러한 경향은 예취시기에 더욱 뚜렷하였다.
3. 화학비료구에서 무기태 질소의 건물생산효율은 연 평균 32.7 kg DM/kg N이었으며, 예취 시기별로 보면 1번초>2번초>3번초 순으로 낮아졌지만 액상우분뇨 질소의 연간 건물생산효율은 무 회석 구와 회석 구가 각각 13.4와 26.9 kg DM/kg N를 나타내었고 2번초에서 가장 높았다. 한편 무기태 질소 대비 액상우분뇨 질소의 건물생산효율은 회석구가 82.3%인 반면에 무 회석구에서는 41.1%에 도달하였다.
4. 오차드그라스의 연간 평균 조단백질 함량은 무시비구가 12.9%로 화학비료구보다도 유의하게 높았고 액상우분뇨 시용구와는 비슷한 수준을 나타내었으나 액상우분뇨 회석 시용구(13.0~13.3%)보다는 유의하게 낮았다($p < 0.05$). 한편 오차드그라스의 연평균 NDF와 ADF 함량은 무시비(각각 55.4와 37.8%)가 질소와 인산 및 칼리를 시용한 구(각각 63.3과 39.1%)와 액상우분뇨 회석 시용구(각각 58.6~60.8%와 40.1~42.3%) 보다는 유의하게 낮았지만, 무시비구의 TDN 함량과 RFV(각각 59.0%와 99.0)는 질소와 인산 및 칼리를 시용한 구(각각 58.0%와 85.9)와 액상우분뇨 회석 시용구(각각 55.5~57.3%와 87.4~89.9) 보다 유의하게 높았다($p < 0.05$).
5. 액상우분뇨 사용에 따른 오차드그라스의 연간 조단백질 수량과 가소화 양분수량은 무시비구 보다는 높았지만 유의차가 인정되지 않았으나, 물로 회석한 시용구에서는 유의하게 높은 연간 조단백질 수량과 가소화 양분수량을 나타내었다($p < 0.05$).

[논문접수일 : 2004. 9. 25. 최종논문접수일 : 2004. 11. 20.]

참 고 문 헌

1. 유덕기. 2002. 가축분뇨의 배출규제 문제와 처리개선 방안. 2002년 한국유기농업학회 학술발표 대회 pp. 3-27.
2. 이주삼, 조익환, 안중호, 김성규. 1995. 유휴 논토양에서 가축분뇨를 이용한 조사료의 생산. 한초지. 15(3) : 175-185.
3. 조익환. 1994. 유휴지에서 조사료 생산을 위한 적정 가축분뇨의 시용에 관한 연구 I. 액상구비의 시용시기와 무기태 질소의 첨가가 Orchardgrass의 건물수량에 미치는 영향. 한국유기성폐기물자원화협의회학회지. 2(2) : 65-75.
4. 조익환, 이주삼, 안중호. 1994. 예취빈도에 따른 무기태 질소시비가 초지의 생산성에 미치는 영향 II. 예취빈도와 질소시비에 의한 오차드 그라스의 주요 영양성분의 변화. 한국초지학회지 14(4) : 257-263.
5. 조익환, 이주삼, 김성규, 안중호. 1996. 액상구비의 시용수준에 대한 Reed canarygrass의 반응. 한국유기성폐기물자원화협의회학회지. 4(1) : 33-42.
6. 조익환, 이주삼, 전하준, 이주희, 김민. 2000. 음식물쓰레기 퇴비와 무기태 질소 시용이 오차드그라스의 사료가치와 양분수량에 미치는 영향. 한초지. 20(3) : 169-176.
7. 조익환, 2002. 액상구비의 시용에 다른 orchardgrass의 반응. 생명과학연구 1(1) : 57-64.
8. 조익환, 이주삼, 안중호. 2004. 가축분뇨의 시용시기와 회석이 목초의 건물생산에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 12(2) : 209-217.
9. A. O. A. C. 1990. Official Methods of Analysis(15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C.
10. Bischoff, H. M. und G. Adolf. 1992. Einfluß der Stickstoffdüngermenge, -form und Beregnung auf die floristische Entwicklung, Futterqualität und Ertragsleistung einer artenarmen Grasmischung (*Lolium perenne* L. und *Poa pratensis* L.) in Deichvorland der Elbe. Wirtschafteig. Futter 38(3):188-201.
11. Bracker, H. H. 1982. Gülle - Streißfaktor für die Grünlandpflanzengesellschaft - Betriebswirtschaftl. Mitteilg. der Landwirtschaftskammer Schlesweig-holstein, S. 21-28.
12. Goering, H. K., and P. J. Van Soest., 1970. Forage fiber analysis. USDA Agric. Handbook No. 379, Washington, D. C.
13. Jo, I. H. 1989. Wirksamkeit der mineralischen Stickstoffdüngung auf Ertrag und Pflanzenbestand des Grünlandes im österreichischen Alpenraum. Diss. Univ. Bodenkultur. Wien.
14. Linn, J. And N. Martin. 1989. Forage quality tests and interpretation. Univ. of Minnesota Ext. Serv. AG-FO-2637.
15. Nahm, K. H. 1992. Practical guide to feed, forage and water analysis. Yoohan Pub. 1-70.

16. Ruppert, von W., M. Stichmair, 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.
17. SAS. 1998. Statistical Analysis System ver., 6. 12. SAS Institute Inc., Cary, NC.
18. Schechtner, G. 1978. Zur Wirksamkeit des Güllestickstoffs auf dem Grünland in Abhängigkeit vom Düngungsregime. Die Bodenkultur, 29, 351-371.
19. 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 standortgemäße und umweltgerechte Land- und Almwirtschaft." Gumpenstein, 12 u. 13. 9. 1978: 259-336.
20. Schechtner, G. 1991. Wirtschaftsdünger - Richtige Gewinnung und Anwendung - Sonderausgabe der Zeitschrift "Förderungsdienst" Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Austria.
21. Schils, R. L. M., Th. V. Vellinga and T. Krarrk. 1999. Dry-matter yield and herbage quality of a perennial ryegrass/white clover sward in a rotational grazing and cutting system. Grass and Forage Science, 54: 19-29.
22. Tinnimit Parnich and J. W. Thomas. 1976. Forage evaluation using various laboratory techniques. J. Animal Sci., 43: 1058-1065.
23. Van Soest, P. J. 1964. Symposium on nutrition and forage and pastures : New chemical procedures for evaluating forages. J. Animal Sci., 23: 838-845.
24. Vetter, H und G. Steffens. 1986. Wirtschaftseigene Düngung - umweltschonend - bodenpflegend - wirtschaftlich. DLG-Verlag. Frankfurt(Main). 104-119.
25. Whitehead, D. C. 1995. Grassland nitrogen. CAB INTERNATIONAL UK. 200-221.