

유휴 논토양에서 가축분뇨의 사용이 Tall fescue의 잠재생산성에 미치는 영향*

조 익 환**

The Effect of Application of Cattle Slurry on Dry Matter Yield and Feed Values of Tall Fescue(*Festuca arundinacea* Schreb.) in Uncultivated Rice Paddy

Jo, Ik-Hwan

This experiment was conducted to investigate effects of application of diluted and undiluted cattle slurry with water on seasonal and annual dry matter yields and feed values of tall fescue in the uncultivated rice paddy and it was compared with chemical fertilizer. Annual dry matter yields for diluted (average 6.43 ton DM/ha) and undiluted (average 6.56 ton DM/ha) cattle slurry were significantly higher ($p < 0.05$) than those of no fertilizer (3.82 ton DM/ha). This trend was much more conspicuous in treatments applied in spring. In chemical fertilizer treatments, fertilizers with P and K (6.12 ton DM/ha), and P, K and N (10.13 ton DM/ha) had significantly ($p < 0.05$) higher dry matter yields compared with no fertilizer. However, annual dry matter yields for treatments of P and K mixture tended to be lower than those of cattle slurry applications. The efficiency of DM production for inorganic nitrogen in chemical fertilizers annually averaged 26.7kg DM/kg N. In terms of cutting frequencies, it was highest in 2nd growth followed by 1st and 3rd growth. On the other hand, efficiencies of annual DM production of nitrogen for diluted and undiluted cattle slurry were 18.3 and 17.4 kg DM/kg N, respectively, especially, highest in 2nd growth. While, efficiencies of DM production for cattle slurry versus for inorganic nitrogen were 68.5 (undiluted) and 65.2% (diluted), respectively. For annual crude protein contents of tall fescue, no fertilization (11.5%) was significantly higher than chemical fertilizer, but that was lower than cattle slurry (12.4~12.6%) diluted with water. on the contrary, no fertilizers had significantly lower NDF (64.1%) and ADF (37.2%) contents than those of any other treatments, but their RFV (87.0) was significantly higher ($p < 0.05$) than other

* 이 논문은 2005학년도 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

** 대구대학교 동물자원학과

treatments. The application of cattle slurry and their dilution significantly increased yields of crude protein and total digestible nutrients compared with no and/or P and K fertilizers ($p < 0.05$). This trend was more conspicuous in cattle slurry applied in the early spring.

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

I. 서 론

최근 농업에 대한 위기감이 고조되면서 영농의욕의 상실로 인한 이농율의 증가와 함께 경작지의 유희화가 급속하게 진행되어 있는 현실에서, 안정적인 식량증산과 농지보전의 차원으로 이들 유희 농토양에 조사료를 값싸게 대량으로 생산하기 위해 불량환경조건에 적응력과 영속성이 뛰어나고 건물생산성도 높은 톨페스큐와 같은 영년생목초의 도입이 필요한 실정이다.

한편 작물의 수량증대만을 목적으로 사용되는 질소와 칼리질의 화학비료는 식물체의 흡수, 이용률이 높지만 비교적 용탈이나 유실되기 쉬울 뿐만 아니라 과다 시용하게 되면 토양을 산성화시키고 미량영양소가 고갈되는 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 비료보다 빠른 비효를 기대할 수 있을 뿐만 아니라 토양 내에서는 분뇨 중에 포함된 유기물첨가로 물리성이 개선되므로 토양개량제로서의 경제적 가치를 인정받고 있다(Whitehead, 1995). 특히, 액상구비는 각종 영양분을 담고 있는 보고인 동시에 미량요소의 주요공급원도 되고 있어 산지토양에서는 보비력과 보수력을 높이고 토양침식의 저항력을 높여 주며 토양구조의 개선에 크게 기여하고 있다(Schechtner, 1978). 이런 장점들을 고려해 볼 때 우리나라와 같이 자원이 부족한 국가에서 기존의 화학비료보다는 자원 재활용측면에서 경제적이고 환경 친화적인 액상구비의 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 액상구비는 계절에 따라 그 효과가 다양하며 또한 이들은 화학비료에 비해 비효가 서서히 나타나는 단점이 있는데, 이에 대한 개선책으로 액상구비를 물로 희석하여 시용함

으로써 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, 2004).

따라서 본 실험에서는 점차 확대되어가는 유휴 논토양에서 조사료를 생산할 목적으로 톨페스큐 초지를 조성하여 액상구비를 희석 혹은 무 희석하고 시용 시기를 달리하여 시용하였을 경우, 각 계절별과 연간 목초생산량과 사료가치의 변화에 대해 알아보고 동시에 화학비료의 시비에 의한 건물수량 및 사료가치의 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 동물자원학과 실습포장의 톨페스큐 영년 초지에서 2005년 3월부터 2005년 11월까지 실시되었는데, 예취 빈도는 연간 3회 즉, 1번초는 5월 19일, 2번초는 7월 25일 및 3번초는 10월 5일에 각각 예취하였다.

처리는 무시비구를 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 : 10.3~11.4%, 총 질소함량 : 1.0~1.6%)를 화학비료 질소 성분량 ha당 150kg을 이른 봄(S구), 이른 봄과 늦봄(SU구), 이른 봄과 여름철(SA구), 늦봄과 여름철(UA구), 이른 봄과 늦봄 및 여름철(SUA구)에 균등 분시, 또한 액상구비와 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 23일에 시용하였고 추비는 설계된 처리구에 따라 예취 후에 시용하였다.

또한 예취 높이는 평균 5cm로 하였고, 각 예취 시기별 시비수준에 따른 단위면적당의 생초수량을 측정 후, 이 중에서 약 500g를 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 NDF 함량으로 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 8. 01, USA, 2005)을 이용하여 유의성을 검정하였고, 처리 평균간의 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 2005년도의 월 평균기온은 전반적으로 0.1~2.4℃ 정도 높았고, 월 강수량은 3월과 8월에 15.5~64.4mm가 많았으나 그 외에는 30년 평균의 강수량 보다 적었다.

Table 1. Meteorological data during the growth period in 2005 and the averages for 30 years.

	Year	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.
Temperature (℃)	2005	7.2	16.0	19.5	24.9	26.4	26.3	22.6	15.8
	1971~2000	7.1	13.8	18.7	22.5	25.7	26.1	21.3	15.4
Precipitation (mm)	2005	67.1	44.8	32.6	119.4	193.6	280.2	49.9	6.7
	1971~2000	51.6	75.2	75.3	140.7	206.7	205.8	129.6	42.0

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 액상구비의 시용 시기와 희석에 따른 톨페스큐 건물수량의 변화

액상구비의 시용 시기와 물 첨가가 톨페스큐의 건물수량에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 2이다.

무시비구의 건물수량은 1과 3번초에서 각각 ha당 1.49와 1.44톤이었고 2번초에서는 0.89톤으로 낮아졌으며 연간 3.82톤의 건물수량을 나타내었다.

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

Treatment	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	Total
Non-fertilizer plot	1.49	0.89	1.44	3.82
Application plots of cattle slurry				
S plot ¹	2.98	2.64	1.76	7.38
SU plot ²	2.57	2.27	2.09	6.93
SA plot ³	2.09	1.94	2.12	6.14
UA plot ⁴	1.37	1.66	2.81	5.84
SUA plot ⁵	1.54	1.78	3.18	6.49
Application plots of diluted cattle slurry (1 : 0.5)				
DS plot ⁶	2.23	2.68	1.60	6.50
DSU plot ⁷	2.17	1.88	2.31	6.36
DSA plot ⁸	1.75	2.16	2.18	6.09
DUA plot ⁹	1.23	1.96	2.30	5.50
DSUA plot ¹⁰	2.28	2.81	2.62	7.71
L.S.D(P < 0.05)	0.71	0.97	0.57	1.23

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 액상구비 시용 구에서는 연간 건물수량이 ha당 5.84~7.38 톤으로 무시비구 보다 유의하게 높았고, 예취시기별로 보면 1번초에서는 액상구비를 이른 봄 시용구(S구)과 이른 봄과 늦봄에 분할 시용한 구(SU구), 2번초에서는 이른 봄 시용구(S구), 이른 봄과 늦봄 분할 시용구(SU구) 및 이른 봄과 여름 철 분할 시용구(SA구), 3번초에서는 전량을 이른 봄에 시용한 구(S구)를 제외한 모든 처리구에서 무시비구 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다(p<0.05).

또한 액상구비를 몰로 희석하여 시용하였던 시험구들은 연간 건물수량이 ha당 5.50~7.71 톤으로 무시비구 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었고, 무 희석한 액상구비 시용구

와 마찬가지로 늦봄과 여름철에 동량의 액상을 희석하여 분시한 구(DUA구)가 처리구에서 가장 낮은 수량을 나타내었다. 또한 예취 시기별로 보면 1번초에서는 이른 봄과 여름철 분할 시용 구(DSA구)와 늦봄과 여름철 분할 시용 구(DUA구), 3번초에서는 이른 봄에 전량 시용한 구(DSA구)를 제외하고는 모든 처리구에서 무 시비구보다도 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다($p < 0.05$).

2. 화학비료 및 액상구비의 시용이 툼페스큐의 건물수량에 미치는 영향

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

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

Treatment	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	Total
Non-fertilizer plot	1.49	0.89	1.44	3.82
P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	1.82	1.69	2.61	6.12
Min-N+P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	3.10	4.04	2.99	10.13
Slurry plots	2.11	2.06	2.39	6.56
Diluted slurry plots	1.93	2.30	2.20	6.43
L.S.D (P<0.05)	0.71	0.92	0.53	1.19

인산과 칼리 시용 구(P₂O₅+K₂O 구)는 연간 건물수량이 ha당 6.12톤으로 무시비구 보다 유의하게 높았고 질소와 인산 및 칼리를 시용한 구(Min-N+P₂O₅+K₂O 구)에서는 ha당 10.13톤의 연간 건물수량을 나타내어 무시비구와 인산과 칼리 시용한 구 보다도 유의하게 높은 건물수량을 나타내었으며, 예취 시기별로는 인산과 칼리를 시용한 구보다 1번초와 2번초에서는 유의하게 높았지만 3번초에서는 건물수량의 차이가 나타나지 않았다($p < 0.05$).

액상구비 시용구(평균 연간 건물수량 6.56ton/ha)와 물을 첨가한 액상구비 희석구(평균 연간 건물수량 6.43ton/ha)는 인산과 칼리 시용 구에 비해 전반적으로 높은 건물수량을 나타내었다.

3. 무기태 및 액상구비 질소 시용에 따른 건물생산효율

무기태 및 액상구비 질소 시용이 툼페스큐의 건물생산효율(kg DM/kg N)에 미치는 영향

을 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	25.6	47.0	7.6	26.7(100)
Slurry application plots	12.4	23.4	19.0	18.3(68.5)
Diluted slurry application plots	8.8	28.2	15.2	17.4(65.2)

화학비료구에서 무기태 질소의 건물생산효율은 연 평균 26.7kg DM/kg N이었으며, 예취시기별로 보면 2번초(47.0kg DM/kg N) > 1번초(25.6kg DM/kg N) > 3번초(7.6kg DM/kg N) 순으로 낮아졌지만 액상구비 질소의 연간 건물생산효율은 무 희석구와 희석구가 각각 18.3과 17.4kg DM/kg N를 나타내었고 예취시기별로는 2번초에서 가장 높은 건물생산효율을 나타내었다. 한편 무기태 질소 대비 액상구비 질소의 건물생산효율은 무희석구와 희석구가 각각 68.5와 65.2%에 도달하였다.

4. 예취시기별 액상구비의 시용이 톨페스큐의 조단백질, 중성세제 섬유소(NDF) 및 산성세제 섬유소(ADF) 함량에 미치는 영향

예취시기별 액상구비의 시용이 톨페스큐의 조단백질(CP), 중성세제 섬유소(NDF) 및 산성세제 섬유소(ADF) 함량에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 5이다.

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

Treatment	CP(%)			NDF(%)			ADF(%)		
	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut
Non-fertilizer	7.53	12.33	14.54	65.24	62.35	64.78	38.77	36.89	35.81
Application plots of cattle slurry									
S plot ¹	7.14	11.63	14.43	66.63	62.12	67.70	38.12	39.81	35.39
SU plot ²	6.64	10.03	13.22	66.79	64.32	69.57	38.79	37.59	36.80
SA plot ³	6.43	11.55	12.97	67.22	66.85	68.63	39.42	35.46	36.17

Treatment	CP(%)			NDF(%)			ADF(%)		
	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut	1st Cut	2nd Cut	3rd Cut
UA plot ⁴	6.30	12.78	13.38	67.38	62.75	68.50	39.59	34.94	38.28
SUA plot ⁵	6.43	11.70	10.97	66.64	65.73	68.95	39.55	35.08	41.49
Application plots of diluted cattle slurry (1 : 0.5)									
DS plot ⁶	7.88	10.20	19.31	65.05	67.35	67.65	37.51	35.67	34.88
DSU plot ⁷	8.90	10.94	15.36	66.07	65.19	67.58	38.21	34.83	36.08
DSA plot ⁸	13.32	10.30	13.71	67.31	66.82	66.83	41.47	36.14	35.69
DUA plot ⁹	10.46	12.65	14.64	65.68	63.61	67.75	40.43	34.52	40.01
DSUA plot ¹⁰	9.22	11.12	12.70	65.16	64.74	69.30	39.71	34.93	37.42
L.S.D(P<0.05)	2.24	0.35	0.31	0.52	0.41	0.49	0.49	0.33	0.41

See Table 2.

액상구비 시용에 따른 예취시기별 조단백질(CP) 함량은 1번초 < 2번초 < 3번초 순으로 많아졌으나 무시비구보다는 대체로 유의하게 낮았으며($p < 0.05$), 2번초를 제외하고는 액상구비를 희석하여 시용한 구가 무희석한 액상구비 구보다도 유의하게 높은 조단백질 함량을 나타내었다($p < 0.05$).

한편 중성세제 섬유소(NDF) 함량은 예취시기별로 보면 3번초 > 1번초 > 2번초 순으로 낮아졌고, 무시비구가 액상구비 시용구보다 유의하게 낮았으며($p < 0.05$), 액상구비를 희석한 구가 액상구비를 희석하지 않는 구보다 낮았다. 산성세제 섬유소(ADF) 함량은 1번초 > 3번초 > 2번초 순으로 낮아졌고, 중성세제 섬유소 함량과 유사하게 무시비구가 액상구비 시용구보다 대체로 낮은 경향을 나타내었다.

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

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

툴페스큐의 연간 평균 조단백질 함량은 무시비구가 11.5% 로 화학비료와 액상구비 시용구보다는 높았지만, 액상구비를 이른 봄에 희석 시용한 구(DS구), 이른 봄과 여름철에 희석하여 분시한 구(DSA구) 및 이른 봄, 늦봄 그리고 여름철에 희석하여 분시한 구(DSUA구)가 다른 처리구보다 유의하게 높은 연간 평균 조단백질 함량을 나타내었다($p < 0.05$).

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 tall fescue.

Treatment	CP(%)	NDF(%)	ADF(%)	TDN(%)	RFV
Non-fertilizer plot	11.46	64.12	37.15	59.55	87.03
Application plots of chemical fertilizer					
P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	9.59	66.97	37.19	59.52	83.28
Min-N+P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	10.59	66.36	37.03	59.65	84.27
Application plots of cattle slurry					
S plot ¹	11.07	65.48	37.77	59.06	84.55
SU plot ²	9.96	66.89	37.72	59.10	82.84
SA plot ³	10.31	67.57	37.01	59.66	82.71
UA plot ⁴	10.82	66.21	37.60	59.19	83.94
SUA plot ⁵	9.70	67.11	38.71	58.32	81.53
Application plots of diluted cattle slurry (1 : 0.5)					
DS plot ⁶	12.47	66.68	36.02	60.45	84.89
DSU plot ⁷	11.73	66.28	36.37	60.17	85.03
DSA plot ⁸	12.44	66.98	37.77	59.06	82.61
DUA plot ⁹	12.58	65.68	38.32	58.63	83.76
DSUA plot ¹⁰	11.01	66.40	37.35	59.39	83.87
L.S.D(P <0.05)	0.72	0.27	0.24	0.19	0.49

See Table 2.

한편 툴페스큐의 연 평균 NDF와 ADF 함량은 무시비구가 각각 64.1와 37.2%로 질소와 인산 및 칼리를 시용한 구(각각 66.4와 37.0%)와 액상구비 시용구(각각 65.5~67.0%와 37.0~38.7%) 보다는 유의하게 낮았지만, 무시비구의 RFV는 질소와 인산 및 칼리를 시용한 구와 액상구비 희석 시용구 보다 유의하게 높았고(p<0.05), 툴페스큐의 TDN 함량은 희석하여 액상구비를 시용한 구가 전반적으로 높은 수준을 나타내었다.

7. 액상구비와 화학비료의 시용이 톨페스큐의 연간 조단백질 수량(CPY)과 연간 가소화 양분 수량(TDNY)에 미치는 영향

액상구비와 화학비료의 시용이 톨페스큐의 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 tall fescue.

Treatment	CPY (kg ha ⁻¹)	TDNY (kg ha ⁻¹)
Non-fertilizer plot	143.43	757.1
Application plots of chemical fertilizer		
P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	204.49	1217.1
Min-N+P ₂ O ₅ +K ₂ O plot	359.37	2015.4
Application plots of cattle slurry		
S plot ¹	257.87	1446.9
SU plot ²	224.37	1364.6
SA plot ³	210.51	1221.3
UA plot ⁴	224.86	1150.9
SUA plot ⁵	218.90	1253.4
Application plots of diluted cattle slurry (1 : 0.5)		
DS plot ⁶	253.24	1309.1
DSU plot ⁷	250.11	1274.3
DSA plot ⁸	251.74	1202.7
DUA plot ⁹	234.83	1077.7
DSUA plot ¹⁰	285.13	1529.6
L.S.D(P <0.05)	52.60	277.5

See Table 2.

액상구비 시용에 따른 톨페스큐의 연간 조단백질 수량과 가소화 양분수량은 무희석한 구 및 희석구에서 ha당 각각 210.5~257.9와 1150.9~1446.9kg 및 234.8~285.1과 1077.7~1529.6 kg으로 각각 143.4와 757.1kg/ha을 나타낸 무시비구 보다는 유의하게 높았고, 질소와 인산

및 칼리를 시용한 구에서는 359.4와 2015.4kg을 나타내어 다른 처리구 보다 유의하게 높은 연간 조단백질 수량과 가스화 양분수량을 나타내었으며($p<0.05$), 이러한 경향은 이른 봄에 액상구비를 시용한 구에서 더욱 뚜렷하였다.

IV. 고 찰

톨페스큐는 불량환경조건에 대한 적응성과 영속성이 뛰어나며, 특히 수분함량이 많은 토양조건에서도 잘 생육해서 점차 확대되어 가고 있는 유휴 논토양에 적합한 초종으로 알려져 있는데, 이용의 빈도나 질소소비수준에 따라서 양과 질적으로 잠재생산성에 현저한 차이가 있음이 알려져 왔다(조 등, 1996). 본 실험의 결과에서도 무시비구에서 3.8ton/ha의 연간 건물수량을 나타내었는데 인산과 칼리만의 시용으로 연간 건물수량이 6.2ton/ha을 나타내었고 액상구비의 시용으로는 더욱 높은 건물수량을 나타내어 톨페스큐의 잠재생산력을 증가시키는데 공헌하였다(Table 3).

액상구비와 같은 가축분뇨는 식물의 영양소 공급원으로, 이를 토양에 시용 시에는 유기물 첨가로 인해 토양의 물리적 성질을 향상시키는 토양개량제로서 경제적인 가치가 높다. 그러나 액상구비에 함유된 식물의 양분은 매우 다양하여 작물생산에 필요한 식물의 영양소 요구량을 만족시켜 주는 정도가 불확실하다. 또한 액상구비의 화학비료의 대체 효과는 주로 저장조건과 희석정도에 따라서 그 가치가 증가되는데, 이는 화학비료처럼 시용 후 식물체의 이용률 향상과 관련되기 때문이다(Jo, 1989). 본 실험에서도 액상구비의 무 희석 시용과 희석시용으로 연간 건물수량이 ha당 각각 5.84~7.38톤(평균 6.56 ton DM/ha)과 5.50~7.71톤(평균 6.43ton DM/ha)으로 무시비구의 ha당 3.82톤 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었고(Table 2, $p<0.05$), 인산과 칼리를 시용한 구의 연간 6.12톤의 건물수량 보다도 높았다(Table 3).

또한 예취 시기별로 액상구비를 이른 봄에 전량 시용한 구(S구)가 가장 높았고 이른 봄과 늦봄 분할 시용구(SU구), 이른 봄, 늦봄 및 여름철 분할 시용구(SUA구) 및 이른 봄과 여름철 분할 시용구(SA구) 등이 늦봄과 여름철에 분할 시용한 구(UA구) 보다도 높은 건물수량을 나타내었으며, 이러한 경향은 액상구비를 물로 희석하여 시용한 구에서 더욱 뚜렷하게 나타났다(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 희석비율을 높이면 여름철의 시용 효과도 크게 뒤지지 않는다고 하여 본 실험의 결과와 일치하였다.

또한 가축분뇨의 시용 시기는 지표수의 유거, 용탈 및 암모니아태 질소의 휘산 등에 의

한 양분유실과 밀접한 관계를 갖고 있어 계절적 이용효율과 관련하여 가축분뇨의 최적 시용시기를 이른 봄과 여름철이라고 보고되고 있는데(조, 1994 ; Ruppert 등, 1985), 본 실험에서도 액상구비의 시용 시기에 따른 평균 건물생산효율(kg DM/kg N)이 늦봄 시용으로 여름철에 수확한 2번초의 무 희석과 희석구에서 각각 23.4와 28.2 DM/kg N으로 가장 높은 건물생산효율을 나타내어 이들 시기와 거의 일치하고 있다(Table 4). 또한 Schechtner(1991)는 액상구비 시용에 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 17.4~18.3으로 이들 보다 훨씬 높은 건물생산효율을 나타내었다.

일반적으로 액상구비의 시용시기를 비료의 효과와 식물체의 흡수를 고려하여 강우 전, 후로 권장하고 있는데(Vetter와 Steffens, 1986), 본 실험에서는 액상구비 질소의 무기태 질소 대비 건물생산효율이 무 희석구가 68.5%이고 희석 구에서는 65.2%이었는데(Table 4), 이는 실험지역이 수분이 많은 논토양이기 때문에 물 등의 인위적 첨가가 없어도 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 액상구비 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 CF비를 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 실험에서도 액상구비의 시용으로 조단백질 함량은 3번초에서 가장 높았고 1번초에서 가장 낮았으나, NDF와 ADF 함량도 반대로 1번초에서 가장 높았다(Table 5). Tinnimit와 Thomas(1976) 등은 화분과 목초의 채식량과 CW, ADF 및 리그닌 간에는 부의 상관, 그리고 조단백질 함량 간에는 정상관을 나타내었다고 하였다. 본 실험에서도 액상구비와 무기태 질소비료의 시용으로 조단백질 함량이 감소함과 동시에 ADF와 NDF 함량은 증가하여 가소화 양분 총량과 상대 사료가치가 감소하였으므로 자유 채식량과 건물소화율에도 영향을 미칠 수 있다는 것을 시사하였다. 그러나 액상구비에 물을 희석하여 시용하게 되면 목초의 수량증대와 함께 조단백질 함량이 증가함으로써 생육기의 진행이 느려져 유기물의 소화율도 높게 되고 가소화 유기물 함량이 높아

저 가축의 기호성과 채식량 증가에 기여할 수 있으리라 기대된다.

V. 적 요

본 실험은 유휴 논토양에 툴페스큐를 재배하였을 때, 액상구비를 물로 희석하거나 희석하지 않고 시기를 다르게 시용하여 계절별 및 연간 건물수량과 사료가치를 조사하고 화학비료 시비에 따른 건물수량과 사료가치도 비교하여 액상구비의 적정 시용 시기와 희석수준을 결정하고자 실시되었으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 액상구비를 물로 희석하거나 희석하지 않고 시용하였을 때 연간 건물수량이 ha당 각각 5.50~7.71톤(평균 6.43ton DM/ha)과 5.84~7.38톤(평균 6.56ton DM/ha)으로 무시비구의 ha당 3.82톤 보다 유의하게 높은 건물수량을 나타내었는데(Table 2, $p<0.05$), 이러한 경향은 봄철에 시용한 구에서 더욱 뚜렷하였다.
2. 인산과 칼리 시용구와 인산과 칼리 및 질소를 시용한 구에서는 각각 연간 건물수량이 ha당 6.12톤과 10.13톤으로 무시비구보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 그러나 인산과 칼리 시용구의 연간 건물수량은 액상구비 시용구의 평균 연간 건물수량보다도 낮았다.
3. 화학비료구에서 무기태 질소의 건물생산효율은 연평균 26.7kg DM/kg N이었으며, 예취 시기별로 보면 2번초 > 1번초 > 3번초 순으로 낮아졌지만 액상구비 질소의 연간 건물생산효율은 무 희석구와 희석구가 각각 18.3과 17.4kg DM/kg N를 나타내었고 2번초에서 가장 높았다. 한편 무기태 질소 대비 액상구비 질소의 건물생산효율은 무희석구와 희석구가 각각 68.5와 65.2%에 도달하였다.
4. 툴페스큐의 연간 평균 조단백질 함량은 무시비구가 11.5%로 화학비료구보다도 유의하게 높았으나 액상구비 희석 시용구(12.4-12.6%)보다는 유의하게 낮았다($p<0.05$). 한편 툴페스큐의 연 평균 NDF와 ADF 함량은 무시비구(각각 64.1과 37.2%)가 모든 처리구보다 유의하게 낮았지만, 무시비구의 RFV(87.0)는 모든 처리구보다 유의하게 높았다($p<0.05$).
5. 액상구비 시용과 희석시용으로 툴페스큐의 연간 조단백질 수량과 가소화 양분수량은 무시비구 및 인산과 칼리를 시용한 구보다 유의하게 높았는데($p<0.05$), 이러한 경향은 이른 봄에 액상구비를 시용한 구에서 더욱 뚜렷하였다.

[논문접수일 : 2005. 12. 10. 최종논문접수일 : 2006. 2. 5.]

참 고 문 헌

1. 유덕기. 2002. 가축분뇨의 배출규제 문제와 처리개선 방안. 2002년 한국유기농업학회 학술발표대회. pp. 3-27.
2. 이주삼·조익환·안종호·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 1. 액상구비의 시용시기와 무기태 질소의 첨가가 Orchardgrass의 건물수량에 미치는 영향. 한국유기성폐기물자원화협의회학회지. 2(2) : 65-75.
4. 조익환. 2002. 액상구비의 시용에 따른 orchardgrass의 반응. 생명과학연구. 1(1) : 57-64.
5. 조익환. 2004. 액상우분뇨의 시용시기와 희석이 오차드그라스의 건물수량과 사료가치에 미치는 영향. 한국유기농업학회지. 12(4) : 411-425.
4. 조익환·이주삼·안종호. 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·안종호. 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.
8. 조익환·이주삼·안종호. 2004. 가축분뇨의 시용시기와 희석이 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 - Streßfaktor 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. 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 Gülleeinsatz in der Landwirtschaft. Bayer. Landw. Jahrbuch. 62(8) : 924-933.
17. SAS. 2005. Statistical Analysis System ver., 8. 01. 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. Vetter, H und G. Steffens. 1986. Wirtschaftseigene Düngung - umweltschonend - bodenpflegend - wirtschaftlich. DLG-Verlag. Frankfurt(Main). 104-119.
24. Whitehead, D. C. 1995. Grassland nitrogen. CAB INTERNATIONAL UK. 200-221.