

초지에서의 돈분액비 시용수준에 관한 연구

윤세형 · 임영철 · 김종근 · 정의수

The Study on the Application Level of Swine Slurry in Grassland Pasture

Sei Hyung Yoon, Young Chul Lim, Jong Geun Kim and Eui Soo Jeong

ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the availability of swine slurry on mixed grassland pasture. Three types of fertilizer was used, chemical fertilization(N-P₂O₅-K₂O=210-150-180 kg/ha), no fertilization and swine slurry was further subdivide into three groups(100%, 150%, 200%) as compared to the level of N used in the chemical fertilizer. The results showed that dry mater yield of forage was increased with increasing application level of swine slurry. Production of dry matter of swine slurry 200% was similar to that of chemical fertilizer, but percentage of legume in mixed pasture was lower in chemical fertilization. Percentage of legume was increased with increasing application level of swine slurry. Level of NO₃-N in filtered water was very low in all groups applied with swine slurry. Based on this results the optimum level of swine slurry application is 200% of the normal standard of N fertilizer used in grassland pasture.

(Key words : Grassland, Swine slurry, Dry matter yield, Application level, Stink)

I. 서 론

초지의 이용대상이 초식가축인 대기축인 관계로 초지에서의 가축분 이용 시험은 주로 우분을 대상으로 이루어져 왔다(이 등, 2000). 축산분뇨 가운데 돈분은 발생량이 많고 처리에 어려움을 겪고 있다. 돈분의 가장 일반적인 처리형태는 돈분액비(슬러리)로 이제까지 정화방류 등의 다양한 방법이 시도되기도 하였으나, 환경오염의 우려 없이 경지환원하여 작물의 비료원으로 이용하는 것이 가장 바람직하다는 결론에 이른 연구자들이 많아, 이에 대한

연구가 수행되기도 하였다(류 등, 1997).

가축분의 시용은 비료로서의 시용 효과뿐만 아니라 유기물의 축적을 통해 토양을 비옥하게 하는 효과가 있음이 밝혀져(Elliott 등, 1977), 다양한 형태의 가축분 이용이 시도되었다(정 등 1989, 성 등 1993, 신 등 1996). 그러나 과도한 시용에 의한 축적은 토양과 수자원의 오염을 초래하여 대상작물에 적합한 장기 시용기준의 설정이 필요하다.

본 시험에서는 가축분뇨의 환원의 장으로 유력한 초지에 발생량이 가장 많은 돈분액비를 시용하여, 화학비료를 절감하고 장기적으로 돈

분액비를 안정적으로 사용할 수 있는 기술 개발을 위해 초지에서서의 돈분액비 적정 사용량 구명을 모색하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2000년 7월부터 2002년 10월까지 3년에 걸쳐 경기도 수원시 소재 축산연구소 초지사료과 시험포장에서 수행되었다. 처리구는 무비구, 화학비료구와 돈분액비구로 나뉘었으며, 화학비료구는 N 210, P₂O₅ 150, K₂O 180 (kg/ha), 돈분액비구는 화학비료구의 질소대비 100%, 150%, 200%구를 두었다. 공시액비는 우리 나라에서 발생량이 가장 많은 돈분액비를 사용하였으며, 저장 기간이 6개월 이상되어 충분히 부숙된 것을 사용하였다. 사용방법은 이른 봄 사용과 매 예취 후로 나누어 연 5회 사용하였다. 사용방법은 초지의 생육과 양돈농가의 입장을 고려하여 연중 분뇨를 환원할 수 있도록 균등하게 분할 사용하였다. 사용된 돈분액비의 성분은 Table 1과 같으며, 수분 함량은 98.2%였다.

시험구 면적은 20 m²(4×5)였으며, 난괴법 3반 복으로 이루어졌다. 공시 초지는 오차드그라스를 주초종으로 하고 톨페스큐, 페레니얼 라이그라스, 캔터키 블루그라스 및 화이트클로버를 부초종으로 하는 관행 혼파초지이다.

토양내 침투수는 지하 50 cm 위치에서 진공 펌프를 이용하여 채취, 키트를 이용하여 침투수내 질산태 질소 함량을 측정하였다. 돈분액비 사용 후의 악취 측정은 달관조사에 의하였

으며 바람이 없는 오전 이른 시간에 측정하였다. 일반성분은 AOAC(1995)법에 의거하였으며, NDF와 ADF는 Goering 및 Van Soest법(1970)에 따랐으며, *in vitro* 건물소화율은 Tilley 및 Terry (1963)이 고안한 분석법을 수정한 Moore (1970) 방법에 의해 각기 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

Table 2에 나타난 바와 같이 돈분액비 사용 수준에 따른 초지의 건물 생산성은 화학비료구가 가장 높았다. 돈분액비 처리구에 있어서는 돈분액비 사용량이 증가할수록 목초의 생산성도 증가하였으며, 사용량이 가장 많았던 질소 대비 200% 구는 화학비료구와 거의 같은 수준의 건물생산성을 보였다. 즉 화학비료구 수준의 목초생산성을 올리기 위하여는 돈분액비 사용량을 질소대비 200% 사용하여야 하는 결과를 보였다. 따라서 돈분액비 사용에 의한 토양 오염 등의 부작용이 없다면 돈분액비를 질소 대비 200%까지 사용하는 것이 건물수량 확보에 유리한 것으로 나타났다. 예취시기에 따른 건물생산성은 1번초의 수량에 의해 결정되는 경향이 있다. 화학비료구와 돈분액비 200%구에서 1번초의 수량에 큰 차이가 없음은 생육이 왕성한 시기에 목초의 유전적 능력이 비료성분에 의해 영향을 받지 않으려면 돈분액비 200% 정도가 사용되어야함을 시사하고 있다. 야외에서 시험이 수행된 관계로 반복간에 차이가 커 통계적 유의성(p<0.05)은 인정되지 않았으나 처리구간 경향의 차이는 인정할 수 있었다.

Table 1. Chemical properties of applied swine slurry

T-N (%)	NH ₄ ⁺ -N (ppm)	pH (1:1)	DM (%)	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	NaO
			 (ppm)				
0.49	1,073	7.9	1.8	3,675	1,328	136	1,643	470

Table 2. Dry matter production in different fertilization levels

Cutting time	Dry matter (ton/ha)				
	No fertilization	Chemical Ferti.	Swine slurry 100%	Swine slurry 150%	Swine slurry 200%
1st cut	3.15	4.38	3.08	3.32	4.59
2nd cut	1.47	2.61	1.72	2.12	2.35
3rd cut	2.82	3.88	2.98	2.87	3.34
4th cut	1.77	1.81	2.01	1.9	2.10
Total	9.21	12.67	9.78	10.28	12.38
Index	73	100	77	81	98

Table 3에 나타난 바와 같이 돈분액비 사용에 따른 식생구성은 화학비료구에서 두과목초의 비율이 낮았고, 돈분액비 사용구에서 두과목초의 비율이 높았다. 돈분액비의 사용량이 높아질수록 두과목초의 비율이 높아지는 경향을 나타내었다. 그러나 무비구에서 두과목초의 비율이 가장 높았다. 이는 두과목초가 질소고

정을 통해 화분과 목초보다 양호한 생장을 보였기 때문으로 판단된다. 처리구에 따라 다르나 화학비료구와 돈분액비 200%구에서는 예취회수가 진행될수록 두과목초의 비율이 높아졌다. 잡초의 발생비율은 3번초 이후에 증가하는 추세를 나타내고 있다. 이는 하고현상에 의해 목초의 생육이 저하됨에 따라 고온성 잡초의

Table 3. The percentage of grasses coverage

Treatment	Crops	1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut
No ferti.	Grass	47.3	56.4	42.0	46.5
	Legume	52.7	43.6	56.6	44.0
	Weed	—	—	1.4	9.5
Chemical ferti.	Grass	67.5	74.2	42.5	34.5
	Legume	32.5	25.8	40.5	42.2
	Weed	—	—	7.0	23.3
Swine slurry 100%	Grass	60.4	65.4	62.8	56.3
	Legume	39.6	34.6	34.2	33.2
	Weed	—	—	3.0	10.5
Swine slurry 150%	Grass	56.1	67.9	60.1	61.4
	Legume	43.9	32.1	38.7	33.6
	Weed	—	—	1.2	5.0
Swine slurry 200%	Grass	51.6	58.4	44.7	38.5
	Legume	48.4	41.6	52.8	55.6
	Weed	—	—	2.5	5.9

발생이 증가하는 데 따른 것으로 판단된다.

Table 4에 나타난 바와 같이 ADF는 28~30%로 차이가 없었으나, NDF는 돈분액비 시용구에서는 45% 정도로 큰 차이가 없었으나 화학비료구에서 50%로 높았다. 소화율은 무비구와 돈분액비 100%구, 150%구에서는 68% 이상으로 높았으나, 화학비료구와 돈분액비 200%구에서는 낮은 경향을 보였다. 이는 이 두 처리구의 목초 생육단계가 진행되었기 때문으로 판단된다. 그러나 전체적으로 처리에 의한 사료가치 및 소화율은 큰 차이가 없었다. 화학비료와 돈분시용구와의 차이도 없었으며, 돈분액비 시용량에 따른 사료가치의 변화폭은 작은 것으로 나타났다.

예취회수에 따라서도 성분 함량은 일정한 경향치를 나타내지 않았다. 따라서 돈분액비 시용초지의 양분생산량은 성분 함량에 의한 차이가 아니라 건물 생산성에 의한 차이로 볼 수 있다. 이러한 결과로 볼 때 돈분액비 시용량은 사료가치에 구애됨이 없이 목초의 건물생산성을 높일 수 있는 시용량에 의미를 갖는 것이 중요하다고 볼 수 있다.

Table 5에 나타난 바와 같이 돈분액비 시용 후 악취 발생정도의 추이는 시용 후부터 급격히 감소되는 경향을 보이고 있다. 시용 당일에는 강한 취기를 나타냈으나, 1일이 경과하면 악취가 감지되는 정도로 감소하여 2일 경과 후에는 악취를 거의 인지할 수 없었다. 즉 돈분

Table 4. Nutritive value with different fertilization levels (%)

Treatment	Nutrient	1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut	Mean
No ferti.	ADF	29.1	30.6	33.4	22.7	28.9
	NDF	44.6	45.3	49.9	40.8	45.1
	CP	17.3	18.7	14.9	12.7	15.9
	DMD	75.3	73.6	58.8	65.2	68.2
Chemical ferti.	ADF	30.1	31.5	33.9	23.0	29.6
	NDF	51.2	52.8	54.4	42.4	50.2
	CP	18.1	19.2	13.3	12.5	15.7
	DMD	71.4	74.4	55.3	63.0	66.0
Swine slurry 100%	ADF	29.1	32.1	34.6	20.8	29.1
	NDF	46.5	48.4	52.4	34.4	45.4
	CP	16.2	17.2	13.6	13.5	15.1
	DMD	78.2	71.9	60.6	69.2	69.9
Swine slurry 150%	ADF	29.9	31.7	34.5	22.2	29.5
	NDF	47.3	48.4	51.5	35.1	45.6
	CP	16.9	18.5	13.6	14.1	15.8
	DMD	77.4	65.1	60.4	69.5	68.1
Swine slurry 200%	ADF	31.0	29.8	34.0	26.6	30.3
	NDF	46.4	49.7	52.3	39.4	46.9
	CP	17.7	18.9	14.2	13.0	15.9
	DMD	72.1	59.1	61.7	66.0	64.7

DMD : Dry matter digestibility.

Table 5. Change of degree of stink after swine slurry application

The day of application	1 day late	2 day late	3 day late	4 day late
3.0 (Strong)	1.7 (Threshold)	0.6 (None)	0	0

액비 시용으로 불쾌감을 주는 기간은 1일 정도로 짧았으며, 이는 액비를 일시에 다량 시용하는 일반 작물과는 달리 연 5회에 걸쳐 나누어 시용하므로써 1회에 사용하는 양이 적은 것에 기인한다. 또, 이 악취정도는 처리구가 혼재되어 있어 악취가 가장 강한 돈분액비 200%구의 결과로 받아들여야 하며, 시용량이 적은 처리구를 각각 측정하면 이보다 악취발생 정도를 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 악취정도는 시용량 보다는 부숙정도에 의한 영향이 더 크고 비효에도 문제가 있을 수 있으므로 충분히 부숙된 액비를 시용하여야 한다(Klapp 등, 1971).

강우 후 10차례에 걸쳐 토양 침투수 중 질산태 질소 함량을 측정된 결과, 질산태질소가 검출되지 않았거나 최고 1.6 ppm으로 음용수 기준을 밑돌아 돈분 시용량이 질소대비 200% 이내에서는 돈분슬러리 환원으로 인한 지하수의 오염은 없는 것으로 판단된다. 이는 이른 봄 및 예취 후 시용으로 연간 5회에 걸쳐 분할 시용하므로 1회에 사용되는 가축분뇨의 양이 많지 않고, 목초의 뿌리는 토양내에 균일하게 분포하므로 흡수가 용이하기 때문이다. 질소의 용탈은 ha 당 시용량이 500 kg부터 높아졌다는 연구결과가 있어 본 시험결과에서 용탈이 없었던 점과 일치하고 있다(Macduff 등, 1990).

이상의 결과로 초지의 생산성은 돈분액비의 시용량이 증가할수록 높아져, 질소대비 200% 시용구에서는 화학비료구와 같은 수준의 생산성을 올릴 수 있었다. 또한 비료의 종류나 돈분액비 시용 수준에 따른 사료가치 성분 함량 차이는 없어 양분생산성은 성분 함량보다는 건물생산성에 의해 결정되었다. 즉 돈분액비의 시용수준에 의한 건물생산성이 양분생산성과

직결됨을 의미한다. 토양침투수내의 질산태 질소는 강우 후 침투수를 채취하여 측정하였으나 검출되지 않았거나 최고 1.6 ppm 이하였다. 이는 초지에 의한 환경오염의 우려가 거의 없음을 시사한다. 특히 초지는 연중 다섯 번에 나누어 액비를 시용하므로 악취발생과 토양 등에 미치는 부작용도 분산시켜 일반 작물보다 가축분뇨 환원에 유리하다 할 수 있다. 본 실험 결과 초지에서의 돈분액비 시용량은 건물 수량 및 사료가치를 종합 평가해 볼 때 질소대비 200%구가 가장 좋은 것으로 나타났다.

IV. 요 약

축산 경영에 문제가 되는 가축분뇨의 효율적 경지환원을 모색하기 위해 본 시험을 수행하였다. 우리 나라에서 발생량이 가장 많은 돈분액비를 가축분뇨 환원의 장으로 유력한 초지에 시용하여, 화학비료를 절감하고, 토양과 환경에 악영향을 끼치지 않으며 장기적으로 시용할 수 있는 초지에서의 돈분액비 적정 시용량 구명시험 수행을 통해 얻어진 결과는 다음과 같다. 목초의 건물생산성은 화학비료구가 가장 높았으며, 돈분액비 시용구 중에서는 액비의 시용량이 높아질수록 건물생산성도 증가하였다. 돈분액비 시용량이 질소대비 200% 수준에서 화학비료구와 같은 수준의 건물생산성을 나타내었다. 식생구성은 화학비료구에서 두과목초의 비율이 낮았고, 돈분액비 시용구에서 두과목초의 비율이 높았다. 돈분액비의 시용량이 높아질수록 두과목초의 비율이 높아지는 경향을 나타내었다. 사료가치는 처리간 차이가 크지 않았다. 토양침투수 중 질산태 질소 함량은 음용

수 수준을 넘지 않았다. 이상의 결과로 목초의 건물생산성은 돈분액비 사용량이 질소대비 200% 수준까지 증가하였고, 사료가치는 큰 차이가 없었으며, 토양침투수에서 질산태 질소의 검출량도 적었다. 따라서 건물생산성과 지하수 오염을 고려한 초지에서의 돈분액비 적정사용량은 질소대비 200%라 할 수 있다.

V. 인 용 문 헌

1. 류종원. 1997. 초지에서 액상분뇨 사용이 토양의 질소 동태와 NO₃ 용탈에 미치는 영향. 한초지. 17(1):43-50
2. 성경일, 홍병주, 이영철. 1993. 돼지 분뇨의 간이 건조 처리법과 비료로서의 효과. 한초지. 13(3): 228-233.
3. 신재순, 임영철, 이혁호, 진현주, 김정갑. 1996. 무기태인산과 튜발발효 가축분 사용 수준이 Alfalfa 단파초지의 토양변화와 생산성에 미치는 영향. 한초지. 16(2):133-138.
4. 이형석, 이인덕, 전희식. 2000. 화학비료와 우분의 사용이 혼파초지의 건물수량, 품질 및 식생구성에 미치는 영향. 한초지. 42(5):719-726.
5. 정 찬, 전병태. 1989. 가축분(우분, 돈분, 계분)이 초지의 토양과 생산성에 미치는 영향. 한초지. 9(1):48-55.
6. Association of Official Analytical Chemistry. 1995. Official Methods of Analysis. (16th ed.). AOAC, Arlington, VA
7. Elliott, L.F. and F.J. Stevenson. 1977. Soils for management of organic waste. p. 672. Am. soc. of Agron., Madison, Wis.
8. Goering H.K. and P.J Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handb. 379, U.S. Gov. Print. Office. Washington, DC.
9. Klapp, E. 1971. Wiesen und Weiden. 4. Auflag, Verlag Paul Parley, Berlin und Hamburg.
10. Macduff, J.H., S.C. Jarvis and D.H. Roberts. 1990. Nitrate leaching from grazed grassland systems. Symposium proceedings of symposium "nitrates, agriculture, water" Paris, Nov. 1990.
11. Moore, J.E. 1970. Procedure for the Two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
12. Tilley, J.A.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestibility of forage crops. J. Birt. Grassl. Sci. 18:140-111.