

제주지역 혼파목초지에서 톱밥발효 돈분 시용시 목초의 건물생산 및 무기물 함량에 미치는 효과

김 문 철, 김 태 구*, 이 종 언**

제주대학교 농업생명과학대학, 남제주군 농업기술센터*, 제주농업시험장**

Pasture Dry Matter Yield and Mineral Contents as Affected by Fermented Sawdust Swine Manure and Chemical Fertilizer

Moon chul Kim, Tae gu Kim*, Jong eon Lee**

College of Agriculture & Life Sciences, Cheju National University,
NamJeju Agricultural Technical Center, Jeju*,
National Jeju Agricultural Experiment Station, Jeju**

ABSTRACT : This experiment was carried out to investigate the effect of fermented saw-dust swine manure application on pasture dry matter yield, botanical composition and mineral contents on Cheju brown volcanic ash pasture during the period from October, 1996 to October 1998. The randomized block design(T 1: basic chemical fertilizer application level, N200 kg/ha-P₂O₅ 300kg/ha- K₂O 200kg/ha; T2: 1/2 basic chemical fertilizer application level + 1/2 basic fermented saw-dust swine manure application level, 10 ton/ha; T3: 1/2 basic fermented saw-dust swine manure application level, 10 ton/ha); T4 : 1 × basic fermented saw-dust swine manure application level, 20 ton/ha, T5: 2× basic fermented saw-dust swine manure application level, 40 ton/ha, T6: 4× basic fermented saw-dust swine manure application level, 40 ton/ha) was used. When mean dry matter yield of mixed pasture was compared with Treatment 1, 2 and 4 at the same application level of 200 kg/ha during the experimental period of 2 years, chemical

fertilizer treatment showed the highest yield among 3 treatments although the difference was statistically not significant. However, dry matter yields within the same fermented saw-dust swine manure treatment were increased significantly with increase of application level(P<0.01). Weed percentages of mixed pasture for 2 years of experimental periods after pasture establishment were lower in manure application than in chemical fertilizer application. P, Ca and Ca/ P ratio among mineral contents of mixed pasture in the 1st year after pasture establishment was significantly higher in manure application than in chemical fertilizer application (P<0.05), while K content was higher in chemical fertilizer application(P<0.01). P and K content of pasture plants were positively affected by application rates of swine manure, but Ca content of pasture decreased with manure application(P<0.05) in mixed pasture soil. Results demonstrate that application of 50 % chemical fertilizer and 50% swine manure

did not improve pasture dry matter yield but fermented sawdust swine manure gave better effect for weed control than chemical fertilizer. The increase of fermented saw-dust swine manure application level increased pasture dry matter yields. P and K contents of pasture plants in the 2nd year after pasture establishment.

Key words : pasture dry matter yield, botanical composition, mineral content, fermented saw-dust swine manure.

서 론

제주도 양돈산업은 2002년 1,549억원으로 축산조수입의 44%를 차지할 만큼 중요한 위치에 있지만(제주도, 2003) 분뇨처리 문제는 양돈산업의 미래를 어둡게 하고 있다. 그렇지만 제주도 전체면적의 63%를 차지하는 중산지대는 대부분 화산회토양 지대로 토양이 매우 척박하다(제주도, 1993). 이 척박한 토양을 개량하기 위해서 유기물 시용이 필요하다. 그래서 돈분을 화학비료 대신에 이 지역토양에 시용하면 토양을 개량하고 아울러 양돈분뇨를 처리해서 환경문제를 개선케 하는 일석이조의 효과를 얻을 수 있을 것이다.

이미 많은 연구자들이 가축구비의 시용에 따른 목초생산에 미치는 효과를 구명하는 연구를 수행해 왔다(Kim 등, 2000; 김 등, 2001 및 Schlegel, A.J. 1992). 가축분뇨의 발효퇴비 시용에 의한 질소질비료 절감효과를 구명한 연구 결과에서 계분+ 톱밥 발효퇴비 30 톤/ha 시용구는 75kg, 우분+ 발효퇴비구는 42kg의 질소 시비 절감 효과를 보고한 바 있다(정, 1996). 또한 담근 먹이 옥수수 재배 시에 ha 당 우분 20 톤을 사용한 결과 금비 만을 사용한 결과 보다 건물수량이 80% 증가되었다고 보고하였으며(정, 1996) 1993년 충남 농촌진흥원에서는 돈분+ 톱밥 발효퇴비의 시비적량은 배추재배지 토양에서 ha 당 30톤임을 보고하였다(조, 1994). 정 등(1993)은 목초지에 요소

로서 질소 시용량 100kg/ha수준까지는 분뇨 질소의 시용량증가에 따라서 목초수량이 유의적으로 증가했으나 요소의 질소 200kg/ha에 분뇨 160kg/ha를 추가 시용하므로 오히려 감소되었다고 하였다.

가축분뇨가 목초의 종류에 따라서 시용효과가 다양하다. Studdy 등 (1995)은 액비의 시용량 증가에 따라서 reed canarygrass의 건물수량은 증가되었으나 ryegrasss 초지에서는 높은 시용수준에서 손실을 입었다고 하였다. Prins와 Snijder(1987)는 액비에 함유된 화학성분의 부정적인 면 때문에 화분과 보다 콩과목초가 민감한 반응을 보인다고 하였고 Wolton 등 (1963)의 보고에 의하면 가축분으로 질소시용량을 증가시키므로 모든 화분과목초의 건물 수량을 증가시켰으나 두과목초에서는 뚜렷한 효과가 없었다고 하였다.

제주지역의 양돈산업의 지속적 발전을 위해 분뇨처리문제가 가장 필요하다고 생각이 되고 있다. 그러나 제주지역에서 톱밥 발효 돈분의 비료 효과에 대한 연구가 많지 못 했다. 따라서 톱밥 발효돈분을 혼합 목초지에 시용시 목초생산 및 토양의 물리, 화학적 특성과 미생물상 변화에 대해 조사 분석하였다.

재료 및 방법

본 시험은 제주시 아라동 제주대학교 농업생명과학대학 동물사육장에서 1996년 10월부터 1998년 10월까지 수행되었다.

시험기간 동안 제주시의 기상 상황은 Table 1과 같았으며 제주도 농업기술원의 조사자료를 이용하였다. 시험 포장 토양의 물리, 화학적 특성은 Table 2와 같으며 비교적 척박한 토양이었다. 이 시험을 수행하기 위해 오차드 그라스(35kg/ha)와 화이트 클로버(5kg/ha)를 혼합하여 총 40kg/ha를 1996년 10월에 파종하여 1998년 10월까지 수행했다.

이 시험에 이용된 톱밥 발효 돈분의 성분은 Table 3과 같다. 화학비료 N, P₂O₅, 및 K₂O는 시험설계의 처리 1과 같이 시용하였으며 인산은 기비로 전량을, 질소와 칼리 시용은 파종시 기비로 1/3을 시용하였

고 나머지 2/3은 5월, 6월 및 9월에 동량을 3회 분시 하였다.

조사항목은 목초의 건물수량, 식생구성율, 및 목초의 조성분 등이다. 건물수량은 시험구내 1m×1m의 면적에서 목초를 예취후 100g을 취하여 생초상태로 초종별 분리한 후 80°C dry oven에서 건조시켜 초종별 무게를 건물수량으로 하였고 또한 그 무게의 백분율에 의한 비율을 식생구성율로 하였다.

토양의 물리, 화학적 특성에 대한 분석(pH, T-N, OM, P₂O₅, 치환성 K, Ca, Mg)은 농촌진흥청 분석법(1988)에 준하였고 목초의 N 함량은 micro Kjeldahl을

이용하여 소화시킨 후(AOAC,1984) 비색법(Weatherbum, 1967)으로 ammonia를 측정하였다.

목초의 무기물은 Yoshida(1983) 방법에 의하여 추출하여 P는 U/V Spectrophotometer를 이용하여 K, Ca, Ma, Na, Cu, Co, Zn 등은 Atomic Absorption Spectrophotomter로 측정하였다(Perkin-Elmer Corporation, 1982).

시험설계는 난괴법 6처리(T1: 톱밥 발효 돈분 무시용 + 금비 정량, N-P₂O₅-K₂O, 200-300-200; T2: 톱밥 발효 돈분 정량의 1/2, 10 톤/ha + 금비 정량의 1/2; T3: 톱밥 발효 돈분 만 정량의 1/2; T4: 톱

Table 1. Meteorological data* during the experimental period on Cheju-city area.

Month	1996			1997			1998		
	Mean temp. (°C)	Recipitaion (mm)	Sunlight (hr)	Mean temp. (°C)	Recipitation (mm)	Sunlight (hr)	Mean temp. (°C)	Recipitation (mm)	Sunlight (hr)
1	5.9	29.9	87.2	5.2	23.6	76.8	6.6	170.2	49.2
2	4.7	21.2	95.6	6.8	26.6	114.5	8.8	59.7	110.1
3	8.8	114.1	132.1	10.2	72.1	179.1	9.8	110.4	164.6
4	12.0	35.5	228.3	14.3	170.8	199.4	16.1	196.2	134.4
5	17.9	57.2	222.8	19.0	74.6	229.0	18.8	116.5	180.1
6	22.6	223.7	137.7	22.9	79.2	213.3	21.5	228.3	122.5
7	25.1	48.7	215.2	26.8	108.2	203.8	27.4	111.5	212.6
8	27.3	111.7	236.6	26.8	161.3	161.2	28.2	76.8	232.4
9	23.1	7.8	194.0	23.0	44.8	182.0	24.3	413.0	157.0
10	18.5	100.4	167.8	18.3	4.5	198.4	19.7	70.1	133.2
11	13.2	78.8	83.5	14.3	157.7	90.3	13.4	19.6	169.9
12	9.0	51.8	123.9	9.3	76.0	62.3	8.9	10.7	136.6
Total	188.1	881.0	1,247	197.0	999.0	1,910	203.5	1,583	1,802.6
Mean	15.7			16.4			17.0		

* 1996-1998. Monthly meteorological data in Cheju-city area

Table 2. Chemical characteristics of soil examined.

pH	OM (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Cation exchangeable capacity (cmol/kg)			
				K	Ca	Mg	Na
5.24	7.56	0.23	8.03	0.61	0.21	0.41	0.28

Table 3. Physical and chemical ingredients of pig manure examined.

Water	OM	T-N	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Cd	Pb	Hg	As
----- % -----						----- ppm -----			----- ppb -----	
31.25	30.79	1.58	1.04	10.68	2.14	2.59	1.22	5.73	12.10	not detected

밥 발효 돈분 만 정량, 20톤/ha; T5 : 톱밥 발효돈분 만 정량의 2배; T6: 톱밥 발효 돈분 만 정량의 4배) 3 반복으로 배치하였다. 시험 결과를 분산분석(Statistix, 1996)한 후 유의성이 있는 경우에 최소유의차(L.S.D)에 의하여 각 처리간의 평균을 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 건물수량

오차드 그라스와 화이트 클로바로 혼파된 초지에 톱밥 발효 돈분을 사용한 2년 평균 결과(Table 4), 같은 질소 200kg/ha 수준에서 처리 1(화학비료만), 처리 2(화학비료 50% + 구비 50%) 및 처리 4(구비만)의 건물수량이 각각 8,501.3kg/ha, 7,929.7 kg/ha, 7,644.0 kg/ha로서 화학비료구가 가장 높은 수량을 보였으나 통계적으로 유의차를 얻지 못했다. 같은 톱밥발효돈분 처리들의 시비수준 비교에서 처리 3(구비 정량의 1/2), 처리 4(구비 정량), 처리 5(구비정량의 2배) 및 처리 6(구비 정량의 4배)의 건물수량은 각각 7,597.0 kg/ha, 7,644.0kg/ha, 9,688.0kg/ha 및 9,352.0 kg/ha로서 시비수준의 증가에 따라서 건물수량의 유의적 증가를 보였다($P < 0.01$).

Table 4. Dry matter yields of mixed pasture as affected by sawdust fermentation- swine manure application levels (kg/ha).

Treatment	1997	1998	Mean
T1	9861.7 b	7140.3	8501.3 ab
T2	7811.0 c	8048.0	7929.7 b
T3	8479.7 bc	6713.7	7597.0 b
T4	8523.7 bc	6780.7	7644.0 b
T5	12757.0 a	6618.3	9688.0 a
T6	10098.0 b	8606.0	9352.0 a
P	0.0034	0.0562	0.0129

2년차에 대한 시비수준별 건물수량은 통계적으로 유의차를 얻지 못했으나 1년차에는 화학 비료구가 가장 높은 수량을 보였고 처리 2인 화학비료와 구비를 각각 50% 혼합된 구에서 가장 낮은 건물수량을

얻었다($P < 0.01$).

같은 ha 당 질소 200kg수준에서 톱밥 발효 돈분 만을 사용하는 것 보다 N 수준에서 화학비료 50%와 돼지 분뇨 50%를 혼합한 상태(처리 2)가 유의적 차이는 없었지만 낮은 생산구에 속하였다. 한편 정 등(1993), 및 Stadelmann 등(1985)이 보고한 구비만 사용한 것 보다 요소의 추가 사용이 수량을 크게 높였다는 보고나 담근 먹이 옥수수 재배 시에 ha 당 우분 20 톤을 사용한 결과 화학비료만을 사용한 결과 보다 건물수량이 80% 증가되었다는 조 등(1994)의 보고와 일치하지 않았다. 본 시험에서 화학비료와 구비를 각각 50%씩 혼합했을 때 건물 수량이 한가지 비료만 사용한 것과 비슷했으며 질소수준은 모두 200kg/ha 이므로 건물수량에 당장 효과는 보이지 않은 것으로 보인다.

혼파초지에 발효돈분의 사용수준을 달리하여 사용했을 때 사용수준이 높을수록 건물수량이 증가하고 있었다. Studdy 등 (1995)은 우분 액비를 reed canarygrass 및 ryegrass에 사용한 시험에서 reed canarygrass는 우분액비 사용량과 목초생산성은 정비례한다고 하였고 ryegrass에서 사용량이 증가해도 감소했다고 하였다. Wolton 등(1963)의 보고에 의하면 가축분으로 질소사용량을 증가시키므로 모든 화분과목초의 건물수량을 증가시켰으나 두과목초에서는 뚜렷한 효과가 없었다고 하였다. 초종 등에 따라서 다소 차이가 있었다고 했으나 reed canary grasss 나 화분과목초의 건물수량은 가축분의 사용량 증가에 따라서 증가하여 본 시험의 결과와 일치하고 있다고 보아진다.

톱밥발효 돈분을 ha 당 40톤이나 80톤 사용구에서 20톤/ha 이하 사용구 보다 목초의 건물수량이 유의적 증가를 보이고 있다. Kim(2000)는 돈분 0에서 12톤/ha까지 사용수준 간에 혼파초지의 건물수량은 뚜렷한 차이를 발견치 못해 본 시험과 차이가 있었으나 본 시험은 Kim(2000)의 분뇨 사용수준 보다 높았기 때문에 좋은 효과를 보였다고 사료된다.

2. 식생구성

본 시험에서 초지에 대한 식생구성에 변화를 Fig. 1에 나타냈다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 초년

도에는 화학비료구가 톱밥 발효 돈분구 보다 잡초율이 높게 나타나고 있다. 2년차에는 화학비료구와 톱밥발효돈을 다량으로 사용한 구에서 잡초비율이 비

교적 높게 나타나고 있다. 한편 화학비료와 돈분을 각각 50%씩 사용된 처리2에서 화분과 목초의 비율이 1년차나 2년차 모두 높은 경향이였다.

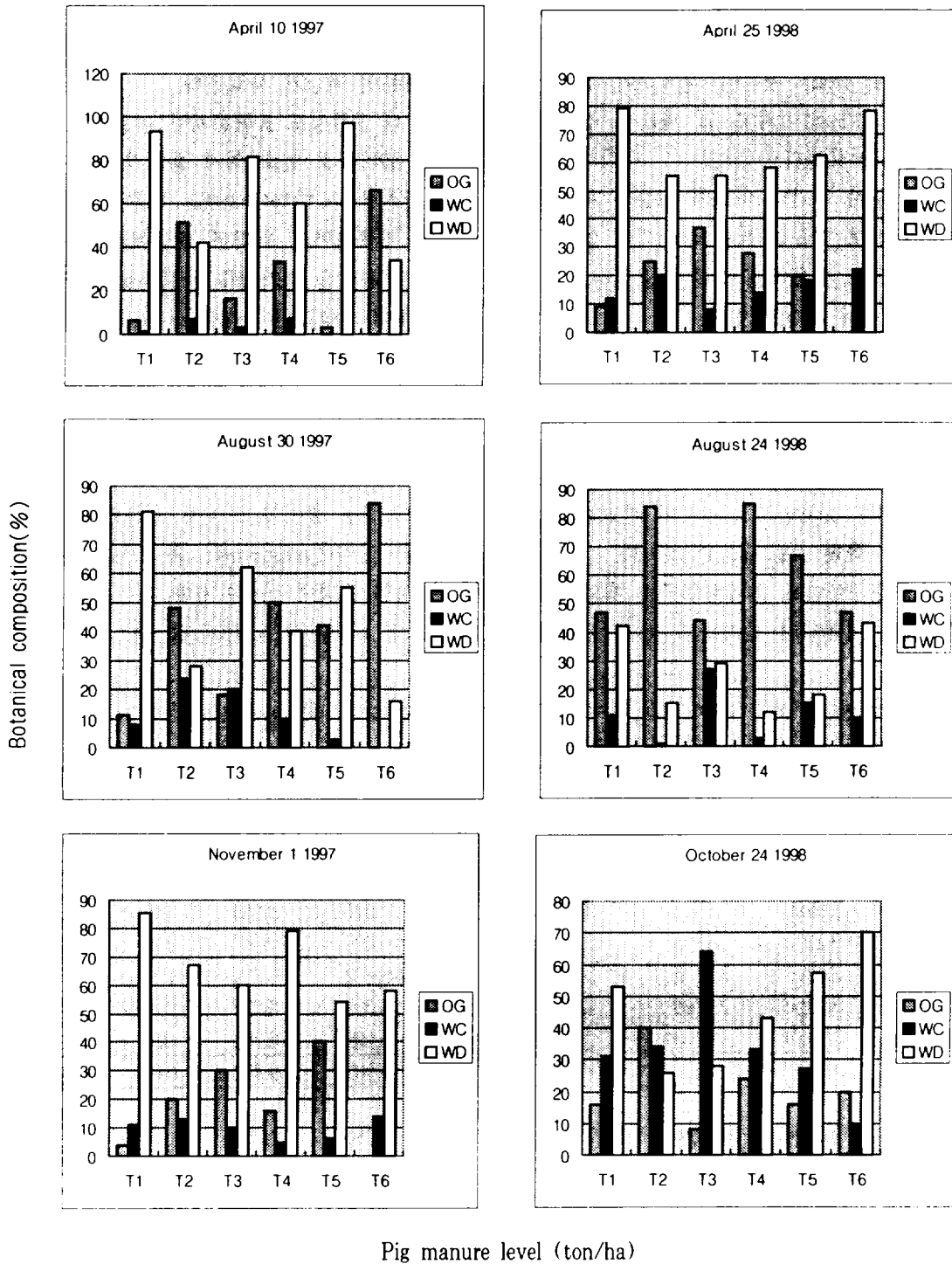


Fig. 1. Botanical composition of orchardgrass(OG), white clover(WC) and weeds(WD) in mixed pasture as affected by the pig manure compost.

시간이 경과할수록 목초율이 증가하는 현상은 질소 수준이 증가할수록 화분과목초의 비율이 증가하고 잡초율이 감소한다는 김과 강 (1991) 및 Rehm (1972)의 보고와 일치하고 있다. 1998년 가을에 톱밥 발효 돈분을 많이 사용한 구에서 잡초율이 증가하는 것은 8월까지 오차드 그라스가 왕성하게 자랐으나 9월의 높은 강우(Table 1 참조) 때문에 다습하여 밑에서 죽어 오차드 그라스가 없어지고 그 자리에 잡초가 점유했기 때문으로 사료된다.

그래서 지나친 구비나 기타 비료의 사용은 목초를 왕성하게 자라게 하여 다습한 여름철에 썩어 없어지므로 비료를 다량으로 사용하는 것은 바람직하지 않다는 것을 이 시험에서 보이고 있다.

3. 식물체의 무기물함량

본 시험에서 조사 분석된 목초의 무기물함량(Table 5)에 대하여 1997년과 1998년으로 나누어 비교하였으며 1년 중 여러회 수확한 것을 평균한 것이다.

목초의 K 함량은 2차년도 화학비료구를 제외하고 돈분 비료시비량에 비례하여 증가하고 있고 통계적

으로 유의적 차이가 있다(P<0.05). 이는 原鎮과 近藤 (1977)이 목초를 3회 예취시까지 비료 시비량이 증가할수록 목초내 K함량이 많다고 한 보고와 일치하고 있다. 또한 Ebelhar 등(1987) 및 김과 강 등 (1991)은 질소 및 칼리 사용량이 증가할수록 목초의 K함량이 증가한다고 하여 퇴비 속에 질소 및 칼리 흡수 때문이 아닌가 사료된다.

목초 내 P함량도 K함량처럼 비료시비수준이 증가할수록 증가하고 있고 역시 통계적으로 유의적인 차이를 발견할 수 있다(P<0.05). 작물에 의한 P 흡수는 반건조 열대지역의 척박한 토양에서 가축분뇨와 인산비료 사용량을 증가할수록 증가했으며 밀 보다 콩의 P 흡수가 높았다(Damodar Reddy 등, 1999). 그래서 본 시험의 결과와 일치하고 있다. Damodar Reddy 등(1999)나 Eghball 와 Power(1999) 들이 비료 내 인산 보다 가축 분뇨의 인산이 작물생산에 더 효과적이라는 보고 뿐 아니라 유기질 비료인 분뇨는 인산 고정량을 줄이고 토양에 고정된 인산의 이용성을 향상시킨다(Iyamuremye 와 Dick, 1996)는 점에서 본 시험 토양이 산성이지만 가축분뇨의 P가 흡수 효과가 잘 나타나고 있다고 볼 수 있다. 가축분뇨가

Table 5. Mineral content, Ca/P ratio and K/(Ca+ Mg) equivalent ratio of pasture species as affected by the application level of swine manure application rate.

Item	K	P	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Ca/P	K/(Ca+ Mg)
	mg/g			ppm					
1997									
T1	10.27bc	2.94 c	3.06bc	2.53	3.09	0.071	0.213	1.06 b	1.63bc
T2	10.62bc	3.65ab	3.53ab	3.03	3.91	0.077	0.265	1.07 b	1.42bc
T3	9.28 c	3.12 c	4.18 a	2.84	4.41	0.095	0.263	1.45 a	1.26 c
T4	12.13 b	3.83 a	3.97 a	3.18	4.92	0.162	0.329	1.13ab	1.55bc
T5	12.24 b	3.23bc	2.47cd	2.97	4.62	0.089	0.259	0.81bc	1.92 b
T6	15.14 a	3.70ab	2.02 d	2.91	4.91	0.108	0.283	0.71 c	2.64 a
P	0.008	0.012	0.001	0.070	0.141	0.309	0.432	0.011	0.003
1998									
T1	26.94 a	3.91 cd	3.56cdc	3.56 b	4.17 b	0.064	0.253	0.91 bc	1.83 a
T2	20.79 d	3.66 d	4.67 d	4.67 ab	5.33 b	0.076	0.207	1.27 ab	1.31 b
T3	22.09 cd	4.14bcd	6.86bcd	6.86 a	8.90 a	0.072	0.264	1.67 a	1.02 b
T4	23.27 c	4.39abc	7.03abc	7.03 a	5.04 b	0.062	0.238	1.56 a	1.13 b
T5	24.20 bc	5.04 a	7.14 a	7.14 a	5.61 b	0.070	0.284	1.42 a	1.09 b
T6	26.32 ab	4.65 ab	3.27 ab	3.27 b	3.14 b	0.072	0.261	0.70 c	1.85 a
P	0.001	0.013	0.023	0.023	0.009	0.632	0.517	0.008	0.005

인산비료 보다 P 흡수가 잘 되는 또 다른 요인으로 가축분뇨는 여러 가지 다른 영양소가 함유되어 있어 토양의 미생물학적, 물리, 화학적 성질에 유리한 작용을 하기 때문이다(Bellakki와 Badanur, 1994).

목초의 Ca 함량은 처리3(톱밥돈분 정량의 1/2량) 구에서 가장 높았으며 돈분 80톤 시용구(정량의 4배 시용)에서 가장 낮았고 이 결과는 통계적으로 고도의 유의차를 보였다($P<0.01$). Reith 등(1964), Smith (1985) 및 김 등(1991)은 칼리 시용수준증가에 따라서 목초의 Ca 함량이 감소한다고하여 본 시험에서 발효돈분시용수준증가의 증가에 따라서 목초의 Ca 함량 감소는 돈분 내 K 등의 함량 증가에 따른 목초 내 Ca 함량의 감소를 가져 온 것이 아닌가 사료된다. 목초의 $K/(Ca+Mg)$ 당량비는 돈분시용수준간 고도의 통계적 유의차를 얻었으며 돈분 80톤/ha시용구에서 가장 그 당량비가 높았고 40톤/ha 구가 그다음 높았다. 돈분분뇨를 많이 사용하는 구에서 $K/(Ca+Mg)$ 당량비가 높게 나타났으나 grass tetany 위험 수준 2.2(Fink, 1989)에는 아직 도달되지 않았다. Ca/P율은 돈분퇴비시용구 보다 화학비료 시용구에서 높았으며 통계적으로 유의적 차이도 있었다($P<0.05$).

목초의 Na함량은 초년도에 퇴비 시용수준 간에 차이가 뚜렷치 않았으나 2차년도에는 퇴비 시용수분이 가장 낮은 처리 3에서 가장 높은 함량을 보였으며 통계적으로 유의적인 차이를 보였다($P<0.05$). 김 (1991)은 목초의 Na함량이 K를 200kg/ha 시용시 크게 감소했다고 하였다. 즉 목초내 K 이온이 많을 때 Na흡수를 저해하여(한 등, 1985) 시험 2년차에 높은 퇴비시용구에서 목초의 낮은 Na 함량을 보인 것으로 사료된다.

결론적으로 목초의 무기물 흡수에 적합한 시비 시용수준은 T3(화학비료 정량의 1/2+ 돈분퇴비 정량의 1/2)으로 사료된다.

그리고 제주화산회 토양에서 목초생산을 위해 톱밥 발효돈분을 시용할 때 가축에 또는 목초성장에 무기물결핍 문제는 크지 않을 것으로 보인다. 본 시험에서 분석치 못한 Se, Co, Mo 등을 포함한 여러 가지 무기물들이 화산회 토양에서 결핍을 야기시킨다는 보고들 (During, 1964)이 있어 이들 무기물(Se,

Co, Cu, Mo 등)에 대한 연구를 계속 수행해야 할 것으로 본다.

적 요

제주화산회토의 혼파목초지에서 톱밥발효돈분의 비료효과를 구명하기 위하여 1996년 9월부터 1998년 10월까지 제주대학교 농업생명과학대학 동물사육장 시험포장에서 6처리(처리1: 화학비료 정량, N 200kg/ha-P₂O₅300kg/ha-K₂O200kg/ha + 구비 0; 처리 2: 화학비료 정량의 1/2 + 구비 정량의 1/2, 톱밥 발효돈분 10톤/ha; 처리 3: 화학비료 0 + 구비 정량의 1/2, 톱밥 발효돈분 10톤/ha; 처리 4: 화학비료 0 + 구비 정량, 톱밥 발효돈분 20 톤; 처리 5: 화학비료 0 + 구비 정량의 2배, 톱밥 발효돈분 40 톤; 처리 6: 화학비료 0 + 구비 정량의 4배, 톱밥 발효돈분 80톤/ha) 3반복 난괴법으로 시험이 수행되었으며 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

2년 평균된 혼파목초의 건물수량은 ha당 같은 질소 200kg 시용수준에서 처리 1, 처리 2 및 처리 4를 비교했을 때 화학비료구가 가장 높은 수량을 얻었으나 통계적으로 유의차를 얻지 못했다. 같은 구비구 중에서는 시용수준이 높을수록 높은 건물수량을 보였으며 통계적으로 유의차를 얻었다($P<0.01$).

초지 조성 후 1년차와 2년차 모두 혼파목초의 식생구성율은 같은 질소수준에서 화학비료만 시용한 구 보다 구비구에서 잡초율이 낮았으며 1년차의 같은 구비구 중에서 역시 구비 시용량이 높을수록 잡초율이 낮아지는 추세였다. 2년차에는 구비구의 시용수준에 따른 차이가 분명치 않았다.

목초의 무기물함량은 1년차에 같은 질소수준에서 목초의 P, Ca 함량 및 Ca/P비는 화학비료구 보다 구비구에서 높았으며($P<0.05$) 2년차에는 Ca와 Ca/P 함량이 구비구에서 높았다($P<0.05$). 한편 목초의 K 함량은 화학비료구에서 높았다($P<0.01$). 같은 구비구 중에서 1년차나 2년차 모두, 목초의 K와 P 함량은 구비 시용량 증가에 따라서 증가했고 목초의 Ca 함량은 반대로 감소했다.

결론적으로 본 시험에서 화학 비료 50%와 구비 50%의 혼용이 목초 건물수량을 증가시키지 못했으나 발효돈분은 화학비료 보다 잡초억제 효과가 있었다. 그리고 초지조성 2년제에 톱밥 발효 돈분은 목초의 건물수량 및 P와 K 함량의 증가에 도움이 컸다.

인용문헌

1. A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis 14th ed.(ED. S. Williams).AOAC, Arlington.VA.
2. Bellakki, M.A., and Badanur, V.P. 1994. Effect of crop residue incorporation on physical and chemical properties of a Vertisol and yield of sorghum. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 42: 533-535.
3. Clark, M.D. and Gilmour, J.T. 1983. The effect of temperature on decomposition at optimum and saturated soil water contents. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47: 927-929.
4. Damodar Reddy, Subba, A. and Takkar, P.N. 1999. Effects of repeated manure and fertilizer phosphorus additions on soil phosphorus dynamics under a soybean-wheat rotation. *Biol. Fertil. Soils* 28: 150-155.
5. During, C. 1964. The amelioration of volcanic ash soils in New Zealand. *FAO World Soil Resources Reports*. 14:129.
6. Ebelhar, S.A., E. J. Kamprath, and R.H. Moll. 1987. Effects of nitrogen and potassium on growth and cation composition of corn genotypes differing in average ear number. *Agron. J.* 79:875-881.
7. Eghball, B. and Power, J.F. 1999. Phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications: corn production and soil phosphorus. *Soil Sci. Am. J.* 63: 895-901.
8. Fink, A. 1989. *Dünger und Düngung*. VCH Verlagsgesellschaft. Weinheim : 154-156, 328-333.
9. Iyamuremye, F. and Dick, R.P. 1996. Organic amendments and phosphorus sorption by soils. *Adv. Agron.* 56:139-185.
10. Kim, Moon-chul, Hae-Nam Hyun and Sung-cheol Lee. 2000. Botanical composition, herbage production and plant mineral contents as affected by application of chemical fertilizer and fermented sawdust pig manure on Cheju Brown Volcanic ash pasture soil. *J. Korean Grassl. Sci.* Vol. 20(2): 131-138.
11. Perkin-Elmer Corporation. 1982. *Analytical methods for Atomic Absorption Spectrophotometry*. The Perkin-Elmer Corp., Norwalk, CT.
12. Prins, W.H., and P. J. M. Snijder. 1987. Negative effects of animal manure on grassland due to surface spreading and injection. In: Van Der Meer H. Jr, R. J. Unwin, T. A. Van Dijk, and Ennik. (eds) pp. 119-135.
13. Rehm, G.W., W. J. Moline and E. Schwartz. 1972. Response of a seeded mixture of warm season prairie grasses to fertilization. *J. Agric. Sci., Camb.* 107: 687-696.
14. Reith, J. W.S. H. E. Inkson, W. Holmes, D.S. MacLusky, D. Reid, Heddle, R.G. and G.J. F. Copeman. 1964. The effects of fertilizer on herbage production II. The effects of nitrogen, phosphorus and potassium on the botanical and chemical composition. *J. Agric. Sci., Camb.* 63: 209-219.
15. Schlegel, A. J. 1992. Effect of composted manure on soil chemical properties and nitrogen use by grain sorghum. *J. prod. Agric.* 5: 153-157.
16. Smith, G.S., I.S. Cornforth and H. V. Henderson. 1985. Critical leaf concentrations for deficiencies magnesium in perennial ryegrass. *New Phytol.* 101: 393-409.
17. Stadelmann, F. X., D. J. Furrer, V. Lehman, P. B. Moeri. 1985. Die wirkung steigender Gaben von Klärschlamm and Schweinegülle auf den Nitratgehalt von ein-und mehrjährigen Kleegas

- I-andw, Fo.-Kongressband 1984 : 188-200.
18. Statistix. 1996. Statistix for windows. Analytical Software. P. O. Box 12185.
 19. Studdy, C.D., R.M. Morris, and I. Ridge. 1995. The effects of separated cow slurry liquid on soil and herbage nitrogen in *Phalaris arundinacea* and *Lolium perenne*. Grass and forage Science. 50: 106-111.
 20. Wolton, K. M. 1963. An investigation into the simulation of nutrient returns by the grazing animal in grassland experimentation. J. Brit. Grass. Soc. 18 : 213-219.
 21. Yoshida, S., D.A. Forno, and J.H. Cock. 1983. Laboratory manual for physiological study of rice. The International Rice Research Institute.
 22. 김문철. 1991. 제주 화산회토 목초지에서 질소 및 가리 시용효과. I. Orchardgrass의 건물수량 및 무기물(N, P, K, Ca, Mg 및 Na)함량
 23. 김문철, 강호준. 1991. 질소시비수준 및 ryegrass 류 혼파가 걸뿌림 초지개량에 미치는 효과. 한초지 11(4):222-229.
 24. 김문철, 최대진, 송상택. 2001. 돈분액비와 인산시용이 이탈리아 라이그라스의 건물수량 및 질소와 인 흡수에 미치는 영향. 동물자원지. 43(6):973-980.
 25. 정광용. 1996. 가축분뇨의 이용과 문제점. 월간 종합축산(4월호):85-97.
 26. 정호석, 육완방, 방효범. 1993. 액상비료 및 요소의 시용수준이 orchardgrass 초지의 생산성과 토양 중 NO₃-N 함량에 미치는 영향. 한초지 13(4):278-285.
 27. 제주도. 1993. 제주도지. 제주도
 28. 제주도. 2003. 2003년도 축산사업 추진계획. 제주도.
 29. 조현숙. 1994. 톱밥발효퇴비의 과채류 시용효과. 돈분, 우분, 계분 퇴비의 적정시용량 구명. 연구와 지도 제 35권 제2호:109-111.
 30. 한인규, 이영철, 정근기, 박홍석, 최진호. 1985. 최신 가축 영양학. 선진 문화사.
 31. 原鎮紀, 近藤秀雄. 1977. 採草地に對する 液狀厩肥の 施用技術. : 家畜排泄物の 處理利用技術の開發. 6 : 323-330.