韓草誌 (J. Korean Grassl. Sci.) 23(3) : 193~202, 2003

가축분뇨의 처리형태와 시용수준이 영년초지의 생산성, 지력증진 및 환경에 미치는 영향

육 완 방

Effects of Types and Application Levels of Swine Manure on Herbage Productivity, Improvement of Soil Fertility and Environmental Pollution in Mixed Grassland

W. B. Yook

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of the type and application level of swine manure on herbage productivity, efficiency of nitrogen utilization and environmental pollution by the leaching of nitrogen compounds in mixed grassland. The field experiment was carried out on established grassland sward growing on silt clay loam soil. Main plots were the types of swine manure, such as swine manure fermented with sawdust(SMFWS), swine manure fermented without sawdust(SMF) and swine slurry(SS), and mineral fertilizer(Urea). Subplots were the application levels of swine manure, such as 100, 200 and 400 kgN/ha,

The results obtained were summarized as follows ;

1. Herbage productivity, nutritive value and nitrogen yields were the highest with mineral fertilizer and followed by swine slurry(SS), and the lowest with swine manure fermented with sawdust(SMFS). As compared with dry matter(DM) yield by application of mineral fertilizer(100%), the DM percents of SMFWS, SMFS and SS were 90.6, 80.9 and 76.8%, respectively.

2. Organic matter(OM) contents of the soil were increased by the applications of swine manure. OM contents were the high set with SMFS and the lowest with mineral fertilizer.

3. The amounts of nitrate leaching by types and application levels of swine manure were the highest in the end of Aug. and early of Sep. during the seasons and ranged from 10 to 25ppm.

(**Key words** : Swine manure herbage productivity, Soil fertility, Nitrate leaching, Environment)

Ⅰ. 서 론

목초 생산을 하는데 있어 초지에 대한 시비는 그 영양소 요구량을 가능한 한 가장 저렴한 가격으로 충족시킨다는 것이 매우 중요하며, 그러한 목적을 위해 가축분뇨의 이용은 경제적인 면 외에도 목초 생산을 위해서나 양분의 순환에 의한 환경친화적인 농업을 위해 매우 의미가 있는 것이다.

가축분뇨는 그 자체가 유, 무기물로 이루어진 매우 비료가치가 높은 물질이며 사료의 종류, 영양소 함량, 소화율에 따라 그 가치는 매우 상이하게 나타나고 있다.

그러나 가축분뇨는 화학비료와는 달리 시용

본 논문은 농림부 농림기술개발 사업 연구비지원에 의하여 수행되었음.

건국대학교 축산대학(College of Animal Husbandry, Kon-Kuk University, Seoul 143-701, Korea Phone : 82-2-450-3699 Fax : 82-2-455-1044 Email : wbyook@hanmail.net)

시 작물의 종류, 토양, 기후, 시용시기 및 시용수준 등에 따라 분뇨 중에 함유된 양분의 이용효율이나, 지력에 미치는 영향이 다르고 시용 후 환경에 미치는 영향이 매우 다르게 나타나고 있다. 특히, 가축분뇨의 처리형태에 따라서는 분뇨 중 질소의 이용효율이 다르지만 지속적인 분뇨만의 시용에서도 질소의 환경에 미치는 영향은 화학비료와 같을 수 있다고 하였다(Ruppert, 1985; Ryoo, 1994; 류, 1997). 이와 같이 분뇨중의 질소는 다량 시용시 mineral화와 질산화 과정을 통화여 생산된 NO_3는 식물에 의해 모두 흡수되지 않고 많은 양이 결국 지하수와 함께 용탈되어 식수를 통하여 우리 인간에게 직접적으로 해를 미치게 된다. 즉, 생후 4개월 미만의 유아에게는 methemoglobin 혈증을 유발시켜 질식사의 위험이 있으며(Bewing, 1976; Sunkel, 1983), 성인에게는 식수나 음식물을 통한 다량의 NO_3 섭취는 체내에서 amin 등의 물질과 결합 위암발생의 위험이 높은 nitrosamin이나 다른 질소 화합물의 생성을 초래 위암을 초래할 수가 있다(Selenka, 1982; Oertli, 1985; 정 등, 1993; 육 등, 1997a, 1997b, 1999).

이러한 이유로서 많은 양의 질소비료나 가축분뇨의 시용은 하천오염 등에 의한 환경파괴 외에도 인간의 건강에 커다란 문제가 야기될 수 있기 때문에 유럽 국가들은 이미 1980년대부터 식수중의 NO_3 함량을 90mg/l에서 50mg/l으로 하향조정, 강력히 규제하고 있다(E.E.C., 1980).

그러나 우리나라에서는 처리형태에 따른 가축분뇨의 환경친화적 자원화를 위한 정확한 시용기준도 설정되어 있지 않을뿐더러 우리나라의 기후풍토는 외국과는 현저히 달라 외국의 자료를 그대로 적용할 경우 많은 문제점을 야기시킬 수 있기 때문에 우리의 조건에 알맞은 처리방법은 물론 이의 자원화를 위한 효율적인 이용방법에 대한 연구가 필수적으로 수행되어야 한다.

이러한 이유로서 본 연구에서는 영년초지에 있어 화학비료와 함께 분뇨의 처리형태별로 그 시용수준에 따라 목초의 생산성과 질소의 이용효율은 물론 질소의 용탈에 의한 환경에 미치는 영향을 규명하기 위한 용탈수 중의 NO_3함량을 측정함으로써 환경오염 방지 대책을 위한 가축분뇨의 정확한 시용수준을 제시하고자 본 실험을 수행하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 시험은 1997년 9월부터 1999년 10월까지 2개년 간에 걸쳐 경기도 광주군 곤지암 소재 경기도 축산기술연구소 내의 사료작물 초지 시험포에서 수행하였으며 시험포장의 토양과 기상상황은 Table 1 및 Fig. 1에 나타난 바와 같다.

시험구의 배치는 시비종류(가축분뇨의 처리형태)를 주구로 하며 화학비료, 톱밥발효돈분, 무톱밥발효돈분 및 액상발효돈분을 시용하였고, 시용수준은 N을 기준으로 하여 100, 200 및 400kgN/ha로 하는 분할구 배치법 3반복으로 하였다.

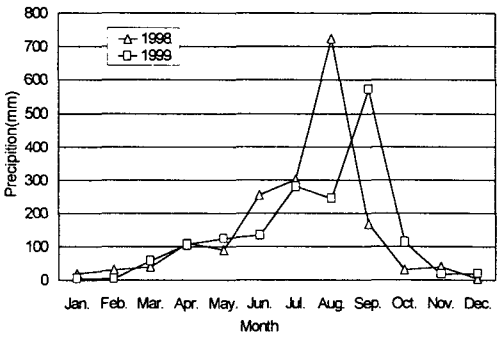

Fig. 1. Precipitation for the experimental period.

Table 1. Chemical characteristics of the soil used in this experiment

P_2O_5 (mg/kg)	OM (g/kg)	C.E.C (cmol+/kg)	Exchangeable Cations(me/100g)				pH (1:5H_2O)
			Ca	K	Mg	Na	
212.2	2.22	14.3	4.25	0.68	1.98	0.20	5.06

목초지의 조성은 1997년 9월초 Ochardgrass 17kg, Tallfescue 13kg과 Kentucky bluegrass 5kg 비율로 ha 당 총 35kg을 파종하였으며 시험구의 면적은 15m^2(3m × 5m)로 하였고, 시비시기는 봄 생육개시 이전과 3번초 예취로 2회 분할 시용하였다.

조사항목은 목초의 건물수량, 목초의 사료가치 (조단백질, TDN), N 생산량 및 토양조사는 제 1, 3, 4장의 시험과 동일하게 수행하였으며, N의 용탈에 의한 환경오염에 미치는 영향을 조사하기 위한 NO_3의 측정은 suction cup을 그림 2와 같이 시험구당 3개씩 1m 깊이로 설치매 2주 간격으로 1주 진공, 1주 휴식으로 2주 간격마다 용탈수를 채취 NO_3 함량을 분석하였다(Czertzki, 1971; 육, 1990).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 건물수량

가축분뇨의 처리형태 및 시용수준별 목초의 건물수량에 미치는 연구결과는 Table 2에서 보

Table 2. Effects of applications of animal manure on DM yields of herbage

Treatment		DM yield (ton/ha))		Means
Manure type	N rate[f](kgN ha^{-1})	1998	1999	
CF[d)]	100	14.44±0.36	10.09±0.54	12.27±2.26
	200	15.74±1.05	11.89±0.19	13.82±2.06
	400	16.77±0.89	13.93±0.31	15.35±1.55
SMFS[e)]	100	10.90±1.20	9.01±1.29	9.96±1.49
	200	13.46±3.16	8.12±0.37	10.79±3.31
	400	14.00±1.64	8.16±0.17	11.08±3.13
Non-SMFS[f)]	100	11.26±1.81	8.68±0.85	9.97±1.79
	200	14.02±0.59	9.87±0.19	11.94±2.15
	400	13.16±1.07	10.10±0.97	11.63±1.81
SS[g)]	100	14.31±2.02	9.49±0.94	11.90±2.81
	200	13.98±1.79	10.05±0.81	12.02±2.33
	400	15.44±1.52	11.41±0.53	13.43±2.27
Main plot				
	CF	15.65±1.23^a	11.97±1.63^a	13.81±2.33^a
	PMFS	12.78±2.36^b	8.43±0.86^d	10.61±2.77^c
	Non-PMFS	12.81±1.64^b	9.55±0.96^c	11.18±2.09^c
	PS	14.58±1.68^a	10.32±1.11^b	12.45±2.55^b
Subplot(kg N ha^{-1})				
	100	12.73±2.14^b	9.32±1.06^b	11.02±2.37^b
	200	14.30±1.86^{ab}	9.98±1.42^{ab}	12.14±2.70^a
	400	14.84±1.83^a	10.90±2.19^a	12.87±2.80^a
Interaction Main plot ×Subplot		*	**	*

Each value represents Mean±SD.
[a,b,c] Values with different letters in same column are significantly different at the 5% level.
[d)] Chemical fertilizer.
[e)] Compost of swine manure fermented with sawdust.
[f)] Compost of swine manure fermented without sawdust.
[g)] Swine slurry.
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

는 바와 같다. 가축분뇨의 처리형태별 건물수량에 미치는 영향은 가축분뇨 처리형태와 관계없이 화학비료에 비하여 유의적으로 낮은 경향이었으며, 분뇨의 종류간에는 액상발효돈분 > 무톱밥발효돈분 > 톱밥발효돈분의 순으로 그 시용효과가 높았지만 톱밥발효돈분과 무톱밥발효돈분간에 유의적인 차이는 없었다. 연도간에는 평균적인 수량에서 유의적으로 커다란 차이를 보였으며 조성 다음해에 가장 높은 수량을 나타낸다는 일반적인 경향을 보여주고 있다.

이와 같이 가축분뇨의 시용수준을 N의 함량에 따라 동일하게 시용 하였음에도 불구하고 건물수량이 가축분뇨가 화학비료에 비하여 낮거나, 분뇨간에도 차이가 나는 것은 분뇨중의 총 N 함량보다는 C/N비나 무기태 N의 함량에 따른 결과로 추정된다. (Vetter와 Steffens, 1986; Ruppert 등, 1985)

또한 분뇨의 시용수준에 따른 시용효과는 가축분뇨의 처리형태에 따라 약간의 차이는 있으나 400kgN/ha 수준까지는 평균적으로 지속적인 증가를 나타내었지만 200kg과 400kg 간에는 유의성 있는 차이를 보여주지는 못하였다.

400kgN/ha 수준까지의 시용에서의 문제점은 Table 3에서 보는 바와 같이 화학비료와 액상

Table 3. Effects of applications of animal manure and mineral fertilizer on herbage DM yields of cutting time.

Treatment		DM yield (g/plant)				
Manure type	N rate[f] (kgN ha^{-1})	1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut	Mean
CF[d]	100	5.78±1.86	2.27±0.72	2.12±0.34	2.08±0.32	12.27±2.43
	200	6.05±1.39	2.90±0.96	2.61±0.34	2.25±0.30	13.82±2.21
	400	6.38±0.99	3.50±0.74	3.54±0.92	1.92±0.44	15.35±1.67
SMFS[e]	100	4.00±1.22	1.30±0.54	2.39±0.86	2.25±0.17	9.96±1.60
	200	4.87±2.64	1.38±0.68	2.16±0.46	2.36±0.29	10.79±3.55
	400	4.96±2.27	1.65±0.76	2.09±0.72	2.37±0.28	11.08±3.36
Non-SMFS[f]	100	4.54±1.76	1.31±0.31	1.95±0.13	2.16±0.34	9.97±1.92
	200	5.54±2.05	1.70±0.42	2.08±0.29	2.60±0.26	11.94±2.31
	400	5.06±1.51	1.84±0.43	2.16±0.19	2.55±0.25	11.63±1.94
SS[g]	100	5.24±0.94	1.97±0.97	2.46±0.87	2.22±0.32	11.90±3.02
	200	5.49±1.43	1.95±0.80	2.22±0.68	2.34±0.27	12.02±2.50
	400	6.44±1.09	2.22±0.64	2.47±1.18	2.29±0.25	13.43±2.44
Main plot (200 kg N ha^{-1})						
	CF	6.07±1.39^{a}	2.89±0.92^{a}	2.76±0.82^{a}	2.08±0.36^{b}	13.81±2.38^{a}
	SMFS	4.61±2.05^{b}	1.44±0.64^{c}	2.22±0.67^{b}	2.33±0.25^{a}	10.61±2.83^{c}
	Non-SMFS	5.05±1.73^{ab}	1.62±0.43^{b}	2.07±0.22^{b}	2.44±0.33^{a}	11.18±2.13^{c}
	SS	5.72±1.53^{ab}	2.05±0.78^{ab}	2.38±0.88^{ab}	2.28±0.27^{ab}	12.45±2.60^{b}
Subplot(kg N ha^{-1})						
	100	4.89±1.74^{a}	1.71±0.76^{b}	2.23±0.63^{a}	2.18±0.28^{b}	11.02±2.41^{b}
	200	5.49±1.86^{a}	1.99±0.90^{ab}	2.27±0.48^{a}	2.39±0.29^{a}	12.14±2.75^{a}
	400	5.71±1.61^{a}	2.30±0.96^{a}	2.57±0.98^{a}	2.28±0.38^{ab}	12.87±2.84^{a}
Interaction Main plot × Subplot		NS	NS	NS	NS	*

* $p < 0.05$ NS : Non-significant.

발효돈분의 경우 1번초에서 너무 높은 수량으로 인하여 도복현상을 나타내기 때문에 화학비료는 물론 액상발효돈분의 시용량 400kgN/ha은 결과적으로 너무 높은 수준으로 사료된다. 그러나 톱밥발효돈분 또는 무톱밥발효돈분의 경우에는 그와 같은 경향을 보이지 않고 서로간에도 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

년중 건물수량의 분포는 액상발효돈분의 경우 톱밥발효돈분이나 무톱밥발효돈분의 경우와는 달리 2번초까지의 건물수량은 63%로 화학비료의 경우 65%와 비슷하게 분포되어 있다. 이와 같이 액상발효돈분의 비료효과는 화학비료와 같이 속효성 비료의 효과를 나타내기 때문에 기비로서의 효과와 함께 년중 2회가 아닌 반드시 3~4회 분할 시용하는 것도 고려해야 할 것으로 사료된다.

2. 사료가치

가축분뇨의 처리형태별 시용수준에 따른 목초의 조단백질 함량에 미치는 영향은 Table 4에서 보는바와 같이 건물수량에서와 비슷한 경향으로 시비의 종류별 효과는 화학비료 시용시 가장 높았고, 다음으로 액상발효돈분 이었으며 톱밥발효돈분이나 무톱밥발효돈분의 경우 같은 수준으로 통계적으로도 유의적인 차이는 없었다.

이와 같이 액비에서의 화학비료와 비슷하게

Table 4. Effects of applications of animal manure on C. protein content of herbage

Treatment		Crude protein (%)		Means
Manure type	N rate[f](kgN ha^{-1})	98	99	
CF[c)]	100	13.71±2.28	13.20±1.54	13.46±1.92
	200	15.00±1.34	13.63±1.24	14.32±1.45
	400	16.23±2.13	15.58±1.31	15.90±1.76
SMFS[d)]	100	13.09±1.85	13.12±1.21	13.10±1.53
	200	13.39±1.86	13.43±1.48	13.41±1.64
	400	14.22±1.56	13.67±1.32	13.95±1.44
Non-SMFS[e)]	100	12.95±2.28	13.33±1.16	13.14±1.78
	200	13.77±2.20	13.58±1.17	13.68±1.73
	400	13.64±2.20	13.77±1.25	13.71±1.75
SS[f)]	100	13.81±2.12	13.10±1.42	13.46±1.80
	200	14.44±2.07	13.53±1.55	13.98±1.85
	400	14.95±2.32	14.89±0.82	14.92±1.70
Main plot				
	CF	14.98±2.17^{a}	14.14±1.69^{a}	14.56±1.98^{a}
	PMFS	13.56±1.78^{b}	13.41±1.32^{b}	13.49±1.56^{b}
	Non-PMFS	13.45±2.19^{b}	13.56±1.17^{ab}	13.51±1.75^{b}
	PS	14.40±2.16^{ab}	13.84±1.48^{ab}	14.12±1.86^{a}
Subplot(kg N ha^{-1})				
	100	13.39±2.10^{b}	13.19±1.30^{b}	13.29±1.74^{b}
	200	14.15±1.94^{ab}	13.55±1.33^{b}	13.85±1.68^{b}
	400	14.76±2.23^{a}	14.48±1.41^{a}	14.62±1.86^{a}
Interaction Main plot × Subplot		NS	NS	NS

* $p < 0.05$. NS : Non-significant.

높은 단백질 함량은 낮은 C/N비와 함께 상대적으로 높은 무기태 N 함량에 기인된 것으로 사료된다. (Galler, 1989)

또한 분뇨의 시용수준별 조단백질 함량은 전체적으로 지속적인 증가를 보여주고 있으며, 이 역시 톱밥발효돈분이나 무톱밥발효돈분에 비하여 액상발효돈분이나 화학비료의 경우 더욱 확실한 증가를 보여주고 있다. 특히 화학비료의 경우 낮은 시용수준(100kgN)보다 시용수준이 높아 질수록 더 확실한 증가를 보여주고 있다. 이와 같은 경향은 시비수준의 지속적인 증가시 건물수량의 증가는 증가후 다시 감소하는 경향을 보이지만, 조단백질 함량은 건물수량의 감소에도 불구 지속적인 증가를 보인다는 Roth, 1970, Voigtander와 Jacob(1987)의 경우와도 같은 경향을 보여주고 있다.

시용된 가축분뇨의 이용효율을 측정하기 위해 건물수량과 N 함량으로부터 산출된 가축분뇨의 처리형태별 N 생산량은 건물수량이나 조단백질 함량과 마찬가지로 화학비료의 경우 평균 320kg으로 가장 현저하게 높았고, 다음으로 액상발효 돈분의 281kg, 무톱밥발효돈분의 236kg 및 톱밥발효돈분의 229kg 순이었다.

N 수준에 따른 영향은 N 시용수준이 증가할수록 비례하여 유의적으로 증가하였고, 특히 화학비료와 액상발효돈분의 경우 100kgN 수준에서는 같은 효율을 나타내었지만 N 수준이 증가할수록 화학비료의 이용효율이 더 높았고

Table 5. Effects of applications of animal manure on herbage N yields (kg/ha)

Treatment		N Yield (g)		Means
Manure type	N rate[f] (kgN ha^{-1})	1998	1999	
CF[d]	100	307.1±24.9	207.7±28.7	257.4±60.2
	200	368.9±22.2	254.0±16.4	311.5±65.9
	400	432.2±59.4	348.4±16.5	390.3±64.4
SMFS[e]	100	222.6±27.0	189.9±31.8	206.2±33.5
	200	288.7±68.0	171.7±14.2	230.2±82.1
	400	324.8±33.5	176.2± 5.3	250.5±85.2
Non-SMFS[f]	100	221.4±34.5	184.5±25.8	203.0±36.4
	200	302.0±27.9	210.5± 6.9	256.2±54.4
	400	279.7±19.4	219.9±22.8	249.8±38.5
SS[g]	100	316.5±48.9	196.4±22.2	256.4±76.4
	200	321.4±39.2	210.5±23.3	265.9±68.9
	400	366.5±26.4	273.4±14.6	319.9±55.4
Main plot(200 kg N ha^{-1})				
	CF	369.4±64.3[a]	270.0±64.7[a]	319.7±81.9[a]
	PMFS	278.7±62.3[b]	179.2±19.4[c]	229.0±69.2[c]
	Non-PMFS	267.7±43.9[b]	205.0±23.7[b]	236.3±47.9[b]
	PS	334.8±44.4[a]	226.8±39.6[ab]	280.8±69.6[ab]
Subplot(kg N ha^{-1})				
	100	266.9±56.8[c]	194.6±25.0[c]	230.8±57.5[b]
	200	320.3±51.8[b]	211.7±33.4[b]	266.0±70.6[ab]
	400	350.8±67.5[a]	254.5±68.4[a]	302.6±83.6[a]
Interaction Main plot × Subplot		**	**	NS

마찬가지로 톱밥발효돈분 또는 무톱밥발효돈분과 액상발효돈분 간에도 비슷한 경향을 보여주고 있다.

3. 토양유기물과 N 함량

토양유기물 함량에 미치는 가축분뇨의 처리형태와 그 시용수준별 시용효과는 2년간의 시용결과 톱밥발효돈분의 경우 3.81%로 가장 높았고, 화학비료와 액상발효돈분이 3.59 및 3.57%로 가장 낮아 목초의 건물수량이나 조단백질 함량과 반대의 경향을 보여주고 있으나 유의성 있는 차이를 보여주지는 않았다. 이러한 경향은 돈분 또는 톱밥내의 유기물 함량이 화학비료나 액비에 비해 높기 때문으로 사료된다.

또한 분뇨의 시용수준의 증가에 의해서도 유기물 함량은 많은 증가를 보였는데 이러한 경향은 시용수준의 높고 낮음이나 분뇨의 종류에 관계없이 유의성 있는 증가를 보여주고 있다.

또한 토양중의 N 함량은 분뇨의 종류간에 큰 차이를 보여주지는 않았지만 무톱밥발효돈분의 경우 0.3%로 가장 높았고, 그 다음으로 톱밥발효돈분, 액상발효돈분 그리고 화학비료가 0.27%로 가장 낮았다.

분뇨의 시용수준에 따른 영향은 N 시용수준

Table 6. Effects of applications of animal manure on nitrogen (N) and organic matter (OM) contents of the soils and total NO_3 contents exteacted from lysimeter at the end of experiment

Treatment		Content in the soils(%)		Total NO_3 content
Manure type	N rate[f] (kgN ha^{-1})	OM	N	ppm
CF[d]	100	3.41±0.17	0.25±0.03	98.06±11.52
	200	3.67±0.10	0.27±0.03	121.13±47.32
	400	3.70±0.34	0.27±0.01	191.00±64.58
SMFS[e]	100	3.62±0.15	0.28±0.01	106.40±43.37
	200	3.77±0.23	0.27±0.01	87.40±14.94
	400	4.05±0.32	0.31±0.01	105.80±53.72
Non-SMFS[f]	100	3.60±0.30	0.27±0.03	55.00±16.83
	200	3.72±0.00	0.29±0.02	96.80±20.03
	400	3.82±0.10	0.32±0.03	136.40±22.68
SS[g]	100	3.48±0.26	0.27±0.02	127.93±72.90
	200	3.55±0.45	0.28±0.01	106.26±10.50
	400	3.70±0.08	0.29±0.01	85.66± 3.05
Main plot(200 kg N ha^{-1})				
	CF	3.59±0.24[a]	0.26±0.02[b]	136.73±58.24[a]
	PMFS	3.81±0.28[a]	0.29±0.01[a]	99.86±36.54[a]
	Non-PMFS	3.71±0.18[a]	0.29±0.03[a]	96.06±39.27[a]
	PS	3.57±0.28[a]	0.28±0.01[ab]	106.62±41.15[a]
Subplot(kg N ha^{-1})				
	100	3.53±0.21[b]	0.27±0.02[b]	96.85±46.37[a]
	200	3.68±0.23[ab]	0.28±0.02[ab]	102.90±26.65[a]
	400	3.82±0.25[a]	0.30±0.02[a]	129.71±55.67[a]
Interaction Main plot × Subplot		NS	NS	**

Each value represents mean±SD.

과 비례하여 100kgN 구의 0.27%에서 400KgN 구의 0.30%으로 지속적으로 유의성있는 증가를 보여주었다.

4. 용탈수 중의 NO_3 함량

가축분뇨의 환경오염에 미치는 영향을 파악하기 위하여 처리형태별 시용수준에 따른 NO_3의 용탈을 suction cup을 지하 1m 깊이로 설치, 2주 간격으로 조사한 결과는 Table 6과 Fig. 2 및 3에서 보는 바와 같다.

먼저 분뇨의 처리형태에 따른 년중 NO_3의 용탈량은 화학비료에서 가장 많았고 무톱밥발효돈분에서 가장 낮아 서로간에 차이는 있으나 유의성 있는 차이를 보여주지는 못하였고 시비수준간에도 100kgN/ha 시비수준에서 400kgN/ha까지 N 수준이 증가할수록 NO_3 용탈량도 증가하는 경향이었으나 역시 유의성있는 차이를 나타내지는 못하였다.

이러한 결과는 영년초지에서는 N의 시용수준에도 불구하고 서로간에 많은 차이를 보이지 않고 동시에 그 용탈량도 많지 않았다는 Yook (1988) 및 육(1990) 의 연구결과와도 거의 일치하는 경향이었다.

돈분의 처리형태별 평균적인 NO_3의 용탈은 Fig. 2에서와 같이 분뇨간에 확실한 차이를 보여주지 않았고, 단지 화학비료 시용구에서도 4~8월 중에만 가축분뇨에 비해 5ppm 정도 높았으며, 계절적으로는 강수량에 따라 강수량이

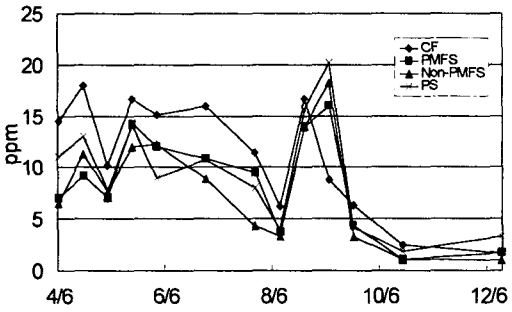

Fig. 2. Changes of NO_3^- content(ppm) in leaching water by swine manure.

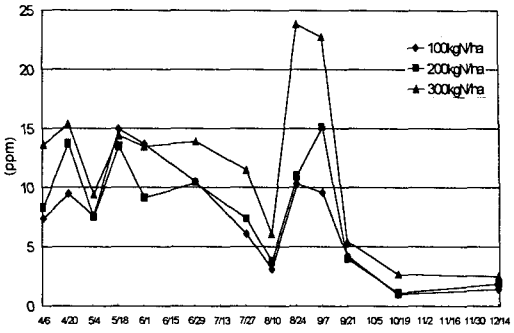

Fig. 3. Changes of NO_3^- content(ppm) in leaching water by application level of swine manure.

많았던 8월 하순에 약간 높았지만 결코 20ppm을 초과하지 않았고 5ppm도 초과하지 않았다.

또한 가축분뇨의 N 시용수준에 따른 NO_3의 용탈은 Fig. 3에서와 같이 분뇨 N의 시용수준과 비례하여 나타났지만, 용탈량이 가장 높았던 8~9월에 400kgN 시용구에서도 결코 25ppm을 초과하지 않았고 분뇨의 종류에서와 같이 건조기인 10월부터는 5ppm도 초과하지 않고 있어 지하수에서의 NO_3 함량을 50ppm으로 규제하고 있는 유럽(E.E.C., 1980)의 규제치 보다도 오히려 낮은 경향을 보여주고 있다.

이러한 결과는 영년초지에서는 높은 N 시용수준에서도 불구 N의 용탈이 결코 많지 않다는 지금까지는 Amberger(1983), Kolenbrande(1969), 육(1996), Dressel과 Jung(1983), Merz(1928) 등의 많은 연구 결과와도 일치하고 있다.

Ⅳ. 요 약

본 연구는 가축분뇨의 처리형태별 시용수준에 따른 목초의 생산성과 질소의 이용효율 및 질소의 용탈에 의한 환경오염에 미치는 영향을 파악하기 위하여 화학비료, 톱밥발효돈분, 무톱밥발효돈분 및 액상발효돈분을 100, 200, 400kgN/ha 수준으로 시용했을 때의 연구 결과는 다음과 같다.

1. 화학비료와 분뇨의 처리형태별 목초의 생산성과 사료가치 및 N 생산량에 미치는 시용

효과는 화학비료 > 액상발효돈분 > 무톱밥발효돈분 > 톱밥발효돈분의 순이었다(건물수량 : 화학 비료(100), 액상발효돈분(90.6), 무톱밥발효돈분(80.9), 톱밥발효돈분(76.8)).

2. 토양 유기물 함량에 미치는 영향은 화학비료 < 액상발효돈분 < 무톱밥발효돈분 < 톱밥발효돈분의 순이었다.

3. 가축분뇨의 처리형태나 시용수준에 따른 NO_3의 용탈은 시기적으로는 8월 하순 9월 초순에 가장 높았으며 N 시용수준 400kg/ha 수준까지에서도 서로간에 차이는 매우 적었고 NO_3 함량도 결코 25ppm을 초과하지 않았다.

V. 인 용 문 헌

1. Amberger, A. 1983. Stickstoffaustrag in Abhängigkeit von Kulturart und Nutzungsintensitatim Ackerbau und Grünland, Nitrat-ein Problem fürunsere Trinkwasserversorgung. Arbeiten der DLG, Band 177. DLG-Verlag: 83-94.
2. Bewig, F. 1976. Hygienische Bedeutung der NO_3 unter Berücdsichtigung der Bereichdes Wasserwerks Mussum. Forschung u Beratung, Reihe C. 30:90-94.
3. Czeratzki, W. 1971. Saugvorrichtung für kapillar gebundenes Bodenwasser. Landbauforschung Volkenrode. 21:13-14.
4. Dressel, J., J. Jung. 1983. Nährstoffverlagerung in einem Sandboden in Abhängigkeit von der Bepflanzung und Stickstoffdüngung(Lysimeterversuche). Landw. forsch.36.Kongressband.
5. European Economic Community. 1980. Council directive on the quality over water for human consumption, -Official journal 23. No. 80/778/EEC 229:11-29.
6. Galler, J. 1989. Gülle. Leopold Stocker Verlag.
7. Kolenbrander, G.J. 1969. Nitrate content and nitrogen loss in drainwater. Neth. J. Agric Sci. 17:246-255.
8. Merz. H.U. 1988. Untersuchungen zur Wirkung von unbehandelter und methanvergorener Rindergülle auf den N-Umsatz unter dactyulis glomerta L. sowie mauf das Keimverhalten verschiedener Pflanzenzarten. Disstation. uni. Hohenheim.
9. Oertli, J.J. 1985, Magenkerbs, NO_3, Gemusekonsum und Vitamine. Schwei Landw. Forsch. 25(1):1-11.
10. Roth, D. 1970. Auswirkung steigender Stickstoffgaben auf den Gehaltan Inhaltstoffen im Weidefutter. Tierzucht 24:62-64.
11. Ruppert, W., M. Stichlmair, J. Bauchhen β, H. M. Blendl, A. Haisch, K. Hammer, U. Hege, R. Juli, L. Melian, W. Nurnberger, J. Rieder, P. Rintelen, K. Rtzmoser, W. Weber, A Wurzinger and H. Zeisig. 1985. Daten und Imgormationen zum Gulleeinsatz in der Landwirtschaft, Sond. Bayer. Landw. Jahrbuch, 62. 8:899-966.
12. Ryoo Jong Won, 1994. Wirkungen reduzierter Düngungs und Nutzungintensität auf einer landschaftstypischen Grünlandfläche des Württembergischen Allgäus Dissertation, uni. Hohenheim.
13. Selenka, F. 1982. Gesundheitliche Aspedte von Nitrat, Nitrit und Nitrosamunen. Vortrag auf der wasserfachlichen Aussprachetagug in Hamburg am 2. 3. 1983.
14. Sunkel, R. 1983. Nitratbelastung des Trinkwassers furch die Landnutzung, Z. Kulturtechn. u. Flurbereinig. 24:180-185.
15. Vetter. H., G. Steffens, 1986 wirtschaftseigene Düngung, DLG-erlag, Farankfurt(Main).
16. Voigtlander, G., H. Jacob. 1987. Grunlandwirtschaft und Futterbau. V Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
17. Yook Wan Bang. 1988. Entwicklung und Leistung verschiedener Wiesenansaaten bei 2-und 3-Schnittnutzung unter dem Einfluß differenzierter N-Düngung. Diss. uni. Hohenheim.
18. 류종원, 1997. 초지에서 액상분뇨 시용이 토양의 질소동태와 NO_3 용탈에 미치는 영향. 한초지. 17(1):43-50.
19. 육완방. 1990. 영년혼파초지에 있어서 예취빈도와 질소시비 수준이 NO_3 N의 유실에 미치는 영향. 한초지 10(2):84-88.
20. 육완방, 금종성, 차용복, 김날렬, 이종민, 1997a. 가축분뇨 시용에 의한 작물의 생산성과 분뇨의 지표 유출 및 용탈에 의한 수질오염 대책에 관한 연구. '97 축산분뇨처리 기술개발 연구결과보고서 건국대학교 동물자원연구센터.
21. 육완방, 이인덕, 윤세형, 1996 가축분뇨의 종류와 질소의 시비수준이 초지의 생산성, 지력증진 및

환경오염에 미치는 영향. 건국대학교 동물자원연구센터 중장기 연구과제 결과보고서:188-210.
22. 육완방, 차용복, 금종성, 이종민, 한영근, 1997, 액상구비의 시용시기와 시용수준이 호밀의 생산성에 미치는 영향. 한초지 17(1):75-81.
23. 육완방, 최기춘 안승현, 이종갑, 1999 액상발효우분의 사용시기와 시용량이 호밀경작지 토양의 NO_3^- 함량에 미치는 영향. 한초지 19(2):141-146.
24. 정호석, 육완방, 방효범. 1993. 액상구비 및 요소의 시용수준이 Ochardgraa 초지의 생산성과 토양중 NO_3^-N 함량에 미치는 영향. 한초지.