

## 경사지에 대한 가축분뇨 시용시 옥수수의 생산성과 양분유실에 관한 연구

육완방 · 안승현 · 최기춘

### Study on Productivity of Corn and Nutrient Runoff of the Soil by Application of Swine Manure in the Slopes

W. B. Yook, S. H. An and K. C. Choi

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effects of application levels of swine manure fermented with sawdust(SMFS) and degree of the slope on productivity of corn, and nitrogen and organic matter runoff in corn cultivation soil. Main plots were consisted of the degree of slope, such as 0, 5 and 10, and the subplots consisted of application levels of SMFS, such as control, 200kgN/ha and 400kgN/ha. Lysimeter was constructed with 0.33m width, 3m length and 0.4m height. Dry matter(DM) yields of corn decreased as the slope increased but there was no significant differences between the degree of the slope. DM yields increased significantly as application levels of SMFS increased ( $p < 0.05$ ). DM yields decreased according to continuous cultivation of corn. Total nitrogen(TN) contents of the whole corn decreased as the slope increased( $p < 0.05$ ). TN content in SMFS treatments was higher than that of non-SMFS treatment but there was no significantly different between SMFS treatments. TN yields decreased significantly as the slope and the application level of SMFS increased( $p < 0.05$ ). Nitrogen and organic matter yields in the runoff waters increased as the slope and application levels of SMFS increased. The runoff of nitrogen and organic matter was more affected by the increase of the slope than application levels of SMFS.

(Key words : Corn, Runoff, Swine manure, Degree of slope, Lysimeter)

#### I. 서 론

WTO 체제하의 농축산물 무한개방 경쟁시대가 도래되고 IMF가 지속됨에 따라 우리 나라 축산업계는 최대의 시련을 맞이하고 있다. 설상가상으로

환경에 대한 규제가 강화되고 국민들의 쾌적한 환경에 대한 욕구가 증가됨에 따라 가축분뇨처리 문제는 축산업계에 또 하나의 중요한 난제가 되고 있다.

가축분뇨가 가지고 있는 두 가지 성질, 즉 썩썩

---

“본 논문은 1997년도 농림수산 특정 연구비 지원으로 수행되었음”  
건국대학교 축산대학 (College of Animal Husbandry, Kon-Kuk University, Seoul 143-701, Korea)

자원으로써의 성질, 들깨 수질·토양 등 환경오염을 일으키는 오염원으로서의 성질 때문에 학계, 정부관계자들은 가축분뇨의 자원화는 물론 환경오염에 대한 문제점을 최소화하기 위해 많은 노력을 하고 있다. 이를 위해 정부에서는 1991~1997년에 총 5.768억원을 지원하여 분뇨처리시설을 설치 운영하도록 하는 등 경제적인 노력과 병행하여 가축분뇨처리에 관한 법령 및 제도개선, 기술개발 연구용역 등 분뇨의 효율적인 처리를 위해 많은 노력을 기울이고 있는 실정이다.

가축분뇨에는 질소·인산·칼리 등의 다량요소뿐만 아니라 철·구리·아연·망간 등의 미량원소도 포함되어 있어 작물에 대한 종합적인 양분 공급원으로 가능하므로, 적정 환원용 토지를 확보 활용한다면 자급사료생산 기반구축, 환경문제 완화 그리고 WTO와 IMF 등 국제경쟁력 시대에서 값싸고 부가가치가 높은 양질의 농축산물을 생산 공급하여 축산경영비 감소를 유도하여 축산 경쟁력을 강화 할 수 있다.

특히 우리 나라의 경지는 경사지가 많고 강우량이 집중되어 있어 토양 비옥도가 낮기 때문에 가축분뇨를 유기질 비료원으로서 경지에 환원하는 기술의 확립은 무엇보다 중요하다.

가축분뇨가 비료원으로 토양에 환원할 때 주로 문제가 되는 것이 질소와 인산인데, 질소를 과잉 사용하면 토양 중 암모늄태 질소 농도가 높아져서 작물 뿌리의 농도장애와 작물체 내의 질산태 질소 함유율이 높아져 가축이 섭취한 경우에는 질산중독을 일으킬 수 있으며(윤과 최, 1999; Goh와 Vityakon, 1986). 흡수되지 못하는 질소는 휘산(Frost 등, 1990; Pain 등, 1990), 탈질(Stevens 등, 1989), 용탈(육 등, 1999; Davies 등, 1996), 유실(Gilley 등, 1999)되는데, 휘산이나 탈질 되는 질소

는 그 양이 매우 적으나 강우에 의해 유실되거나 용탈되는 양은 많기 때문에 지하수에 유입되어 지하수 오염의 원인이 된다(Jarvis 등, 1987; Pye, 1983).

지금까지 우리 나라는 목초나 사료작물의 생산성 향상을 위한 분뇨시용량 규명에 관한 연구가 대부분이지만(육 등, 1999; 육, 1992ab) 근래 환경오염에 관한 인식이 새로워짐에 따라 분뇨의 비료성분에 관한 이동시스템에 많은 관심을 가지게 되었다. 특히 우리 나라는 기후적인 여건과 특성 때문에 분뇨성분이 지하로의 용탈보다는 지표로의 유실이 더 많을 것으로 사료되기 때문에 본 연구에서는 각각의 경사도에서 수분조절제로 가장 많이 쓰이는 톱밥을 첨가한 발효돈분을 이용하여 분뇨유실에 의한 환경오염을 방지하면서 사일리지용 옥수수 생산성을 향상시킬 수 있는 적절한 분뇨의 시용량을 결정하여 분뇨의 이용성을 증대시키는데 그 목적이 있다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 1997년 3월부터 1999년 10월까지 3년에 걸쳐 건국대학교 축산대학 초지 및 사료작물 시험포내에 제작된 lysimeter를 이용하여 수행하였으며 lysimeter에 충전된 토양의 특성은 Table 1에 나타낸 바와 같다.

시험이 수행되어진 3년 동안의 기상조건은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 7월부터 9월까지 집중적인 강우현상을 나타내었다.

본 시험에 이용된 초종은 중만생종 옥수수(*Zea mays* L.)인 Pioneer 3352였으며, 시용된 톱밥발효돈분은 전질소 함량이 0.46%, 유기물이 62%, 수분 43%를 함유한 것으로 약 6개월 이상 완전발효시

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

pH (1:5H <sub>2</sub> O)	TN (%)	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchangeable Cations (cmol <sup>+</sup> /kg)				C.E.C (cmol <sup>+</sup> /kg)
				K	Ca	Mg	Na	
5.1	0.11	19.3	193.0	0.3	3.5	1.7	0.2	9.2

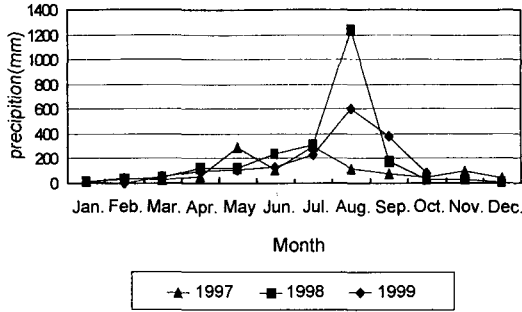


Fig. 1. Monthly precipitation of Seoul during the experimental period.

킨 것을 사용하였다.

시험구의 배치는 lysimeter의 경사도{0° (0%), 5° (8.75%), 10° (17.50%)}를 주구, 톱밥발효돈분 시용수준(0, 200, 400kgN/ha)을 세구로 하여 2반복으로 수행하였다.

본 시험에 이용된 lysimeter는 가로 0.33m × 세로 3m × 높이 0.4m였으며 옥수수 파종은 각각 1997년에는 4월 28일, 1998년에는 4월 25일, 1999년에는 4월 25일에 실시하였으며, lysimeter당 20cm 포기간격으로 2립씩 점파하고 출현이 양호한 1개체를 재배하여 조사하였다.

옥수수의 생산성은 파종 후 110일째에 예취 압이삭과 대를 분리하여 생초수량을 조사하였으며, 건물수량은 80℃ 열풍 건조기에서 96시간 건조 후 칭량하였고 질소의 이용효율은 시료를 kjeldahl법에 의해 분석 건물수량으로부터 산출하였다.

유실수 중의 유기물과 전질소량은 옥수수 파종 직후부터 다음해 파종 전까지 일정한 간격으로 시료를 채취하여 유기물은 Tyurin법으로, 전질소 함량은 Kjeldahl 정량법으로 분석(AOAC, 1990)한 후 총 유실량을 계산하여 산출하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 건물수량

경사도별 톱밥발효돈분 시용에 따른 사일리지용

옥수수의 건물수량은 Table 2와 같다. 경사도가 증가함에 따라 건물수량은 감소되는 경향을 보였고, 톱밥발효돈분 시용수준이 증가함에 따라 건물수량도 증가하는 경향을 나타냈다. 연도별 경사도에 따른 건물수량은 1차년도와 2차년도에는 비슷한 경향을 보였으나, 3차년도에는 1차년도와 2차년도에 비해 현저한 수량감소를 나타냈다.

톱밥발효돈분 시용수준에 따른 건물수량을 비교해 보면, 100과 200kgN/ha 시용구에서는 1차년도에 비해 2차년도에서 약간의 증가를 보였으나 400kgN/ha 시용구에는 오히려 2차년도에서 감소되는 결과를 나타냈다. 3차년도에는 모든 시험구에서 1차년도와 2차년도에 비해 무시용구에서는 약 6배 정도, 200kgN/ha 시용구에는 약 4배 정도, 400kgN/ha 시용구에는 약 2배 정도의 수량감소를 나타냈다.

이와 같이 시용수준의 증가에 따른 건물수량의 상대적으로 적은 감소는 분뇨 유기물의 축적에 기인된 것으로 생각된다.

통계분석 결과, 경사도가 증가함에 따라 건물수량은 감소되는 경향을 보였으나 유의차는 나타나지 않았다. 그러나 톱밥발효돈분 시용수준의 증가에 따라 건물수량은 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 그리고 경사도별 및 톱밥발효돈분 시용에 따른 연도별 건물수량은 비교해 보면 1차, 2차 년도는 3차년도에 비해 현저하게 감소되는 결과를 나타냈다. 경사도와 톱밥발효돈분 시용 사이의 상호작용 효과는 인정되지 않았으나 3차년도에서는 상호작용 효과가 나타났다( $p < 0.05$ ).

건물수량에 미치는 종합적인 결과는 경사도보다는 분뇨의 시용수준에 따라 더 많은 차이를 보여 주었고 경사도에 따른 시비의 영향은 시비수준이 낮을 때보다는 높을수록 경사도의 증가에 따라 건물수량의 감소가 많았다.

Siegenthaler 등(1994)은 발효돈분의 시용량을 증가시키므로써 옥수수의 건물수량을 증가시킬 수 있다고 하였는데 이는 본 시험과 유사한 연구결과를 나타냈다. Long과 Gracey(1990)도 액상발효돈분

Table 2. Effects of the degree of slope and application levels of swine manure fermented with sawdust rate on dry matter yields of corn grown in lysimeter

Slope (°)	Treatment SMFS <sup>1)</sup> (kgN/ha)	Dry matter (g/15plants)			Mean
		1997	1998	1999	
0	0	778 ± 17.00 <sup>2)</sup>	937 ± 14.00	141 ± 37.50	619
	200	989 ± 69.72	988 ± 75.50	267 ± 76.50	748
	400	1,356 ± 98.77	1,159 ± 32.50	617 ± 78.50	1,044
5	0	769 ± 101.00	857 ± 121.00	90 ± 9.00	572
	200	935 ± 4.50	958 ± 133.00	216 ± 35.00	703
	400	1,256 ± 95.82	1,082 ± 0.50	412 ± 8.51	917
10	0	569 ± 3.50	836 ± 67.00	91 ± 12.50	499
	200	785 ± 55.00	915 ± 104.23	173 ± 58.50	624
	400	1,176 ± 51.00	1,023 ± 102.43	393 ± 14.11	864
Main plot					
Slope (°)					
	0	1,041 ± 260.53a	1,028 ± 108.83a	341 ± 221.30a	803
	5	987 ± 225.39a	966 ± 132.53a	239 ± 141.90a	731
	10	843 ± 269.28a	925 ± 114.33a	219 ± 138.93a	662
Subplot					
SMFS-N rate (kgN/ha)					
	0	705 ± 114.66c	877 ± 83.44b	107 ± 32.28c	563
	200	903 ± 101.93b	954 ± 97.78b	218 ± 65.46b	692
	400	1,263 ± 107.17a	1,088 ± 79.69a	474 ± 114.50a	942
Interaction effects (F-value)		0.67	0.12	3.99*	
Main plot × subplot					

<sup>1)</sup> SMFS : Swine manure fermented with sawdust.

<sup>2)</sup> Mean ± SD.

a, b, c ; Values with different letters in same column are significantly different at the 5% level.

This symbol (\*) is significant difference at the 0.05% level.

을 시용함으로써 사초의 수량을 증가시켰다고 하였고 Wightman 등(1996)은 액상발효돈분은 액상발효우분에 비해 NH<sub>4</sub><sup>-</sup>-N 함량이 높기 때문에 화분과 작물의 생육에 유리하다고 보고하였다.

이상의 결과에서 나타난 바와 같이 옥수수의 생장은 경사에 따라 민감한 반응을 보이므로 경사도를 고려한 적정량의 양분을 공급하는 것이 옥수수의 생장을 정상적으로 유도 할 수 있을 것으로 보인다. 그리고 3차년도에 옥수수의 생장이 현저하게 감소되는 현상을 보였는데 이는 연작으로 인한 토양내 필수영양소 고갈 또는 작물의 자감작용 (autotoxicity)에 의한 것으로 추정할 수 있는데,

Leather(1983) 및 Anderson(1993)은 옥수수를 자감작용의 가능성이 있는 작물이라고 보고하였다. 따라서 옥수수는 연작장해 효과가 크게 나타나므로 토양의 물리화학적 고려한 작부체계의 도입과 유기성 비료의 공급이 매우 중요할 것으로 생각된다.

## 2. 질소(N) 함량

경사도 및 톱밥발효돈분 시용에 따른 사일리지용 옥수수의 질소 함량은 Table 3과 같다. 경사도가 증가함에 따라 옥수수의 질소 함량은 감소되는

경향을 보였고, 톱밥발효돈분 시용수준이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타냈다.

통계분석 결과, 경사도가 증가함에 따라 사초내 질소 함량은 감소되는 경향을 보였으나, 0°와 5° 사이에는 유의차가 나타나지 않았다. 그러나 경사도 10°에서는 유의적으로 감소되는 결과를 나타냈다(p<0.05). 톱밥발효돈분 시용구의 질소 함량은 무시용구에 비해 증가하는 경향을 보였으나 유의차는 나타나지 않았다. 경사도별 및 톱밥 발효돈분 시용에 따른 연도별 N 함량을 비교해 보면 1, 2차년도는 3차년도에 비해 경미하게 감소되는 경향을 보였으며, 경사도와 톱밥 발효돈분시용 사이의 상호작용 효과는 나타나지 않았다.

이상의 결과에서 보는 바와 같이 질소 함량에 미치는 경사도나 톱밥 발효돈분의 시용수준에 따라 비슷한 경향으로 감소 또는 증가를 보였는데 경사도가 증가함에 따라 사초내 질소 함량이 감소되는 경향은 강우에 의해 시용된 톱밥 발효돈분이 경사로 인하여 질소성분이 유실되어 옥수수의 생장에 영향을 주었기 때문인 것으로 보인다. 그리고 톱밥발효돈분 시용수준이 증가함에 따라 사초내 질소 함량은 지속적인 증가를 보였는데 이는 Voigtlander와 Jacob(1987)의 연구 결과와도 일치하였다.

최(1999)는 발효 돈분시용량이 증가함에 따라 옥수수 전식물체내 질소 함량은 증가하였다고 하

Table 3. Effects of the degree of slope and application levels of swine manure fermented with sawdust on total nitrogen contents of corn grown in lysimeter

Slope (°)	Treatment SMFS <sup>1)</sup> (kgN/ha)	Total nitrogen content			Mean
		1997	1998	1999	
0	0	0.74±0.12 <sup>2)</sup>	0.70±0.02	0.84±0.05	0.76
	200	0.86±0.04	0.71±0.01	0.89±0.02	0.82
	400	0.87±0.01	0.72±0.02	0.91±0.07	0.83
5	0	0.76±0.01	0.65±0.03	0.80±0.02	0.74
	200	0.80±0.02	0.65±0.01	0.83±0.03	0.76
	400	0.87±0.02	0.69±0.01	0.86±0.01	0.81
10	0	0.68±0.01	0.62±0.01	0.72±0.09	0.67
	200	0.70±0.06	0.66±0.01	0.77±0.22	0.71
	400	0.80±0.03	0.67±0.01	0.82±0.02	0.76
Main plot					
Slope (°)					
	0	0.82±0.09a	0.71±0.029a	0.88±0.05a	0.80
	5	0.81±0.05a	0.67±0.027a	0.83±0.03ab	0.77
	10	0.73±0.06b	0.65±0.025a	0.77±0.13b	0.72
Subplot					
SMFS-N rate (kgN/ha)					
	0	0.73±0.07b	0.66±0.04a	0.79±0.07a	0.73
	200	0.79±0.08b	0.68±0.03a	0.83±0.12a	0.77
	400	0.85±0.04a	0.69±0.07a	0.86±0.05a	0.80
Interaction effects					
(F-value)					
		0.94	1.00	0.07	
Main plot×subplot					

<sup>1)</sup> SMFS : Swine manure fermented with sawdust.

<sup>2)</sup> Mean±SD.

a and b ; Values with different letters in same column are significantly different at the 5% level.

였으며 신(1999)도 액상발효돈분 240kgN/ha 시용구에서 옥수수 전식물내 질소 함량이 대조구(화학비료구)에 비해 0.08% 증가하였다고 보고하였는데 본 시험에서도 유사한 결과를 나타내었다.

### 3. 질소(N) 수량

경사도 및 톱밥발효돈분 시용에 따른 사일리지용 옥수수의 질소(N) 수량은 Table 4와 같다. 경사도가 증가함에 따라 질소 수량은 감소되는 경향을 보였으나 톱밥발효돈분 시용수준이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타냈다. 연도별 경사도 및 톱

밥발효돈분 시용에 따른 질소수량은 3년차 < 2년차 < 1년차 순으로 나타났으며 3차년도는 1차년도에 비해 약 3배 이상의 수량감소를 나타냈다.

통계분석 결과, 경사도가 증가함에 따라 질소 수량은 감소되는 경향을 보였으나 유의차는 나타나지 않았다. 그러나 톱밥발효돈분 시용수준의 증가에 따라 질소 수량은 유의적으로 증가하였다 ( $p < 0.05$ ). 그리고 경사도와 톱밥발효돈분 시용 사이의 상호 작용효과는 인정되지 않았지만 경사도 보다는 시용수준간에 차이가 많았으며 경사도가 낮을 때보다는 높을수록 시용수준간의 상대적인 차이는 더 커서 10° 일 때의 시용수준간의 차이는

Table 4. Effects of the degree of slope and application levels of swine manure fermented with sawdust on total nitrogen yield contents of corn grown in lysimeter

Slope (°)	Treatment SMFS <sup>1)</sup> (kgN/ha)	Total nitrogen yield (mg/15plants)			Mean
		1997	1998	1999	
0	0	577 ± 105.95 <sup>2)</sup>	653 ± 21.65	128 ± 52.78	453
	200	846 ± 36.28	704 ± 49.12	236 ± 63.12	595
	400	1,184 ± 78.77	830 ± 17.78	565 ± 114.63	860
5	0	585 ± 81.41	561 ± 93.43	72 ± 5.40	406
	200	748 ± 20.79	625 ± 82.36	178 ± 25.50	517
	400	1,097 ± 89.59	750 ± 5.94	355 ± 9.90	734
10	0	387 ± 4.96	519 ± 45.93	64 ± 1.52	323
	200	551 ± 39.01	607 ± 64.94	141 ± 83.33	433
	400	940 ± 38.46	685 ± 60.10	322 ± 17.63	649
Main plot					
Slope (°)					
	0	869 ± 272.06a	729 ± 83.99a	310 ± 209.15a	636
	5	810 ± 234.81a	645 ± 103.88a	202 ± 124.47a	552
	10	626 ± 247.80a	603 ± 87.60b	176 ± 122.43a	468
Subplot					
SMFS-N rate (kgN/ha)					
	0	516 ± 118.00c	577 ± 79.67b	88 ± 40.29c	394
	200	715 ± 133.30b	645 ± 73.22b	185 ± 67.81b	515
	400	1,074 ± 123.93a	755 ± 70.48a	414 ± 127.95a	748
Interaction effects					
	(F-value)	0.81	0.19	2.76	
Main plot × subplot					

<sup>1)</sup> SMFS : Swine manure fermented with sawdust.

<sup>2)</sup> Mean ± SD.

a, b, c ; Values with different letters in same column are significantly different at the 5% level.

2배 이상에 달하였다.

이상의 결과에서 나타난 바와 같이 경사에 따라 질소 수량이 감소되었는데, 이는 톱밥발효돈분내 비료성분이 강우에 쉽게 유실되어 옥수수의 엽생장에 영향을 주었기 때문으로 사료된다.

4. 유실수 중의 유기물량 및 질소량

경사도 및 톱밥발효돈분 시용에 따른 옥수수 재배지에서의 환경오염에 미치는 영향을 간접적으로 파악하기 위한 유실수 중의 유기물과 질소량을 조사한 결과는 Table 5 및 6과 같다. 경사도가 증가

함에 따라 유기물과 질소의 유실량은 증가하는 경향을 보였으며, 톱밥발효돈분 시용수준의 증가에 의해서도 유실량도 증가하는 경향을 나타내었다.

톱밥발효돈분 시용수준에 따라 유기물의 유실량은 증가하는 결과를 보여 200kgN/ha와 400kgN/ha 시용구간에 통계적으로 유의적인 차이가 있었고 p<0.05), 질소의 유실량은 경사도의 증가에 따라 현저한 증가를 보여 경사도 0°는 5°와 10°보다 유의적으로 매우 낮은 유실량을 나타내었다(p<0.05). 그러나 경사도 5°와 10° 사이에서는 유의차가 나타나지 않았다.

유기물과 질소유실에 미치는 경사도와 톱밥발효

Table 5. Effects of the degree of slope and application levels of swine manure fermented with sawdust on organic matter amounts of the runoff water collected in lysimeter

Slope (°)	Treatment SMFS <sup>1)</sup> (kgN/ha)	Organic matter (mg/m <sup>2</sup> )						Mean
		1997		1998		1999		
0	0	962 ± 70.99 <sup>2)</sup>		869 ± 70.71		905 ± 71.06		912
	200	1,258 ± 71.34		1,838 ± 70.71		1,190 ± 71.06		1,429
	400	1,275 ± 71.21		1,677 ± 70.71		1,921 ± 70.71		1,624
5	0	2,535 ± 70.92		3,284 ± 70.92		1,336 ± 70.71		2,385
	200	2,624 ± 71.21		4,275 ± 70.71		1,958 ± 70.71		2,952
	400	4,385 ± 142.13		4,960 ± 70.64		2,291 ± 70.71		3,879
10	0	5,377 ± 70.35		4,400 ± 70.71		2,664 ± 70.78		4,147
	200	7,438 ± 70.71		5,421 ± 70.64		4,099 ± 71.06		5,653
	400	8,754 ± 70.71		6,682 ± 71.21		4,769 ± 71.06		6,735
Main plot								
Slope (°)								
	0	1,165 ± 166.90c		1,462 ± 467.78c		1,339 ± 472.07b		1,322
	5	3,181 ± 936.41b		4,173 ± 755.60b		1,862 ± 436.96b		3,072
	10	7,190 ± 1,523.28a		5,501 ± 1,024.04a		3,844 ± 963.60a		5,511
Subplot								
SMFS-N rate (kgN/ha)								
	0	2,958 ± 2,001.98a		2,851 ± 1,615.09a		1,635 ± 821.73a		2,481
	200	3,774 ± 2,904.26a		3,845 ± 1,637.55a		2,416 ± 1,349.78a		3,345
	400	4,805 ± 3,361.49a		4,440 ± 2,274.57a		2,994 ± 1,386.04a		4,079
Interaction effects (F-value)								
Main plot × subplot		0.92		0.81		0.78		

<sup>1)</sup> SMFS : Swine manure fermented with sawdust.

<sup>2)</sup> Mean ± SD.

a, b, c ; Values with different letters in same column are significantly different at the 5% level.

Table 6. Effects of the degree of slope and application levels of swine manure fermented with sawdust on total nitrogen amounts of the runoff water collected in lysimeter

Slope (°)	Treatment SMFS <sup>1)</sup> (kgN/ha)	Total nitrogen (mg/m <sup>2</sup> )			Mean
		1997	1998	1999	
0	0	520 ± 50.45 <sup>2)</sup>	757 ± 154.60	598 ± 11.40	625
	200	633 ± 79.00	843 ± 77.20	1,174 ± 247.20	883
	400	753 ± 7.45	949 ± 81.05	1,189 ± 60.85	963
5	0	1,097 ± 36.90	798 ± 29.00	1,153 ± 103.70	1,016
	200	1,602 ± 118.30	1,072 ± 137.10	1,567 ± 1,106.20	1,413
	400	1,666 ± 86.80	1,072 ± 137.10	2,309 ± 213.00	1,682
10	0	1,182 ± 129.90	798 ± 56.30	1,220 ± 333.60	1,067
	200	1,685 ± 88.50	1,237 ± 249.90	2,220 ± 466.80	1,714
	400	2,782 ± 162.00	1,240 ± 273.70	3,081 ± 447.10	2,368
Main plot					
Slope (°)					
	0	635 ± 111.28b	850 ± 126.53b	987 ± 318.51b	824
	5	1,455 ± 280.18ab	997 ± 170.98a	1,676 ± 759.69a	1,376
	10	1,883 ± 726.99a	1,092 ± 289.31a	2,174 ± 884.47a	1,716
Subplot					
SMFS-N rate (kgN/ha)					
	0	933 ± 320.00b	784 ± 85.98b	990 ± 343.69b	902
	200	1,307 ± 513.42ab	1,051 ± 226.28a	1,653 ± 764.87ab	1,337
	400	1,734 ± 892.48a	1,103 ± 195.14a	2,193 ± 860.71a	1,677
Interaction effects					
(F-value)		1.84	1.10	1.69	
Main plot × subplot					

<sup>1)</sup> SMFS : Swine manure fermented with sawdust.

<sup>2)</sup> Mean ± SD.

a and b ; Values with different letters in same column are significantly different at the 5% level.

돈분의 시용수준 상호간의 차이는 분뇨수준 보다 는 경사도의 증가에 따라 더 많은 유실량을 나타 내었고, 특히 질소유실에서는 5° 400kgN/ha 수준 과 10° 200kgN/ha 수준에서 비슷한 수준을 보여주 었다.

이와 같이 경사도가 낮을 경우 유기물과 질소량 이 감소된 것은 톱밥발효돈분에 함유된 유기물 성 분이 토양유실 보다는 지력증진에 관여한 것으로 보이며, 경사지(5°, 10°)에서는 강우에 의해 다량 의 유기물이 유실 또는 용탈된 것으로 사료된다. 또한 톱밥발효돈분 시용구에서 무시용구에 비해 유기물과 질소의 유실량이 높게 나타난 것도 톱밥

발효돈분에 함유된 성분이 집중 강우에 의해 다량 으로 유실되어 유기물과 질소량을 증가시킨데 기 인된 것으로 생각된다.

이상의 결과에서 처럼 톱밥발효돈분 시용량의 증가에 따른 유기물 유실량의 증가는 Gillley 등 (1999)의 연구 결과와도 유사한 경향을 나타냈다. 그 외에도 신(1999)은 액상 발효돈분의 시용량이 증가할수록 토양내 유기물 함량이 증가된다고 하 였고, 분뇨는 토양을 개선하는 효과(Campbell 등, 1986)가 있을 뿐만 아니라 토양내 유기물 함량을 증가시킨다고 하였다(Sommerfeldt 등, 1988).



Table 7. Effects of the degree of slope and application levels of swine manure fermented with sawdust on nitrate(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) content in percolation water collected in lysimeter

Slope (°)	Treatment SMFS <sup>1)</sup> (kgN/ha)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/ℓ)			Mean
		1997	1998	1999	
0	0	2.70 ± 0.30 <sup>2)</sup>	5.90 ± 1.10	25.60 ± 3.17	11.40
	200	14.00 ± 7.00	9.60 ± 4.80	29.30 ± 1.50	17.63
	400	29.10 ± 0.50	21.40 ± 6.60	32.00 ± 1.80	27.50
5	0	27.60 ± 6.00	10.20 ± 7.20	27.90 ± 0.30	21.90
	200	33.60 ± 4.00	19.60 ± 4.20	30.23 ± 1.63	27.81
	400	40.30 ± 20.30	34.60 ± 15.80	33.30 ± 2.50	36.07
10	0	42.70 ± 21.10	13.20 ± 11.20	30.27 ± 2.16	28.72
	200	68.10 ± 2.50	20.50 ± 5.10	31.00 ± 4.02	39.87
	400	106.20 ± 6.08	52.20 ± 37.20	33.87 ± 4.10	64.09
Main plot					
Slope (°)					
	0	15.27 ± 12.00b	12.30 ± 8.13a	28.97 ± 3.41a	18.85
	15	33.83 ± 12.10b	21.47 ± 13.91a	30.48 ± 2.78a	28.59
	10	72.33 ± 29.80a	28.63 ± 26.57a	31.71 ± 3.48a	44.22
Subplot					
SMFS-N rate (kgN/ha)					
	0	24.33 ± 20.65b	9.77 ± 7.40b	27.92 ± 2.79b	20.67
	200	38.57 ± 24.09ab	16.57 ± 6.64b	30.18 ± 2.41b	28.44
	400	58.53 ± 37.60a	36.07 ± 24.46a	33.06 ± 2.70a	42.55
Interaction effects					
	(F-value)	4.74**	0.62	0.31	
Main plot × subplot					

<sup>1)</sup> SMFS : Swine manure fermented with sawdust.

<sup>2)</sup> Mean ± SD.

a and b ; Values with different letters in same column are significantly different at the 5% level.

This symbol(\*\*) is significant difference at the 0.01% level.

#### IV. 적 요

본 연구는 가축분뇨의 시용 수준과 경사도가 옥수수의 생산성과 질소 및 유기물 유실에 미치는 영향을 조사하기 위한 것으로, lysimeter(가로 0.33 m × 세로 3m × 높이 0.4m)를 이용하여, 경사도 {0°(0%), 5°(8.75%), 10°(17.50%)}를 주구, 톱밥발효돈분 시용수준(0, 200, 400kg N/ha)을 세구로 하여 수행된 연구결과는 다음과 같다.

건물수량은 경사도가 증가함에 따라 감소되는 경향을 보였으며, 톱밥발효돈분 시용수준의 증가

에 따라 건물수량은 증가하였다(p < 0.05). 그리고 옥수수 건물수량은 점차적으로 감소하는 결과를 나타냈다. 옥수수의 질소 함량은 경사도가 증가함에 따라 감소되는 경향을 보였으며(p < 0.05), 톱밥발효돈분의 시용수준의 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 질소 수량은 경사도가 증가함에 따라 감소되는 경향을 보였으며, 톱밥발효돈분 시용수준의 증가에 따라 질소 수량은 유의적인 증가를 나타내었다(p < 0.05). 질소와 유기물의 유실량은 경사도와 톱밥발효돈분 시용량의 증가에 따라 모두 증가되는 경향을 보였다. 옥수수 재배지에서

질소와 유기물의 유실량은 분뇨의 시용수준 보다 는 경사도의 증가시 더 증가되었다.

## V. 인 용 문 헌

1. Anderson, R.L. 1993. Crop residue reduce jointed goatgrass (*Aegliops cylindrica*) seeding growth. *Weed Technol.* 7:717-722.
2. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis(15th ed). Association Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
3. Campbell, C.M., M. Schnitzer, W.B. Stewart, J.V.O. Biederbeck and F. Selles. 1986. Effect of manure and fertilizer on properties of a Black Chernozem in southern Saskatchewan. *Can. J. Soil Sci.* 66:601-613.
4. Davies, D.B., T.W.D. Garwood and A.D.H. Rochford. 1996. Factors affecting nitrate leaching from a calcareous loam in East Anglia. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 126: 75-86.
5. Frost, J.P., R.J. Stevens and R.J. Laughlin. 1990. Effects of separation and acidification of cattle slurry on ammonia volatilisation and on the efficiency of slurry nitrogen for herbage production. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 115:49-56.
6. Gilley, J.E., B. Eghball, J.M. Blumenthal and D.D. Baltensperger. 1999. Runoff and erosion from interrill areas as affected by the application of manure. *Transactions of the ASAE* 42(4):975-980.
7. Goh, V.M. and P. Vityakon. 1986. Effects of fertilizers on vegetable production 2. Effects of nitrogen fertilizers on nitrogen content and nitrate accumulation of spinach and beetroot. *N.Z.J. Agr. Rs.* 29:485-494.
8. Jarvis, S.C., M. Sherwood and J.H.A.M. Steenvoorden. 1987. Nitrogen losses from animal manures from grazed pastures and from applied slurry. In : Van Der Meer, H.G., R.J. Unwin, T.A. Van Dijk and G.C. Ennik. (eds) *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste* pp. 195-212. Dordrecht, the Netherlands : Martinus Nijhoff.
9. Leader, G.R. 1983. Weed control using allelopathic crop plant. *J. Chem. Ecol.* 9(8):983-989.
10. Long, F.N.J. and H.I. Gracey. 1990. Herbage production and nitrogen recovery from slurry injection and fertilizer nitrogen application. *Grass and Forage Science* 45:77-82.
11. Pain, B.F., R.B. Thompson, Y.J. Rees and J.H. Skinner. 1990. Reducing gaseous losses of nitrogen from cattle slurry applied to grassland by the use of additives. *Journal of Science of Food and Agri.* 50:141-153.
12. Pye, V.I. 1983. Groundwater contamination in the United States. Workshop on Groundwater Resources and Contamination in the United States (Summary and Papers). Natl. Sci. Foundation. Washington. D.C.
13. Siegenthaler, A., B. Stauffer, F.X. Stadelmann, W. Stauffer and H. Hani. 1994. Excessive use of organic wastes in agriculture and field trial. Proceeding of 7th Technical Consultation on the ESCORENA Network on Animal Waste Management Bad Zwischenahn, Germany. pp. 137-149.
14. Sommerfeldt, T.G., C. Chang and T. Entz. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen and decrease carbon to nitrogen ratio. *Soil Sci. Soc. Am J.* 52:1667-1672.
15. Stevens, R.J., H.I. Gracey, D.J. Kilpatrick, M.S. Camlin, D.G. O' Neill and McLaughlin. 1989. Effective data of application and form of nitrogen on herbage production in spring. *J. Agri. Sci., Cambridge* 112:329-337.
16. Voigtlander, G. and H. Jacob, 1987. *Grunland wirtschaf und Futterbau.* Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
17. Wightman, P.S., M.F. Franklin and D. Younie. 1996. The response of mini-swards of perennial ryegrass-white clover to simulated rainfall following liquid manure application. *Grass and Forage Sci.* 51:325-332.
18. 육완방. 1992a. 가축분뇨의 이용형태가 목초의 생산성, 지력증진 및 환경오염에 미치는 영향. 동물자원연구센터 증장기 연구과제 중간보고서.
19. 육완방. 1992b. 초지에 대한 가축분뇨의 시용. *한초지.* 12:122-126.
20. 육완방, 최기춘, 안승현, 이종갑. 1999. 액상발효우분 시용시기와 시용량이 호밀경작지 토양의 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 함량에 미치는 영향. *한초지.* 19(2): 141-146.
21. 윤 창, 최기춘. 1999a. 질소시비 수준이 생육 단계별 수단그라스계 교잡종의 질산염 축적 및 수량에 미치는 영향. *한초지.* 19(1):81-88.
22. 신동은. 1999. 축종별 액상분뇨와 질소시비용량이 양질조사료의 수량, 사료가치 및 토양특성에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
23. 최동호. 1999. 돈분의 처리형태와 시용수준이 silage용 옥수수의 생산성 및 지력증진에 미치는 영향. 건국대학교 석사학위논문.