

철원지역에서 가축분뇨 발효액비 시용수준이 벼의 수량과 품질에 미치는 영향

류종원 · 이병오*

상지대학교

Effects of Application Rates with Swine Liquid Manure on Rice Yield and Quality in Cheorwon Region

Ryoo, J. W. and Lee B. O.*

College of Life Science and Natural Resources, Sangji University, Wonju, 220-702, Korea.

Summary

This study was carried out to determine the effect of swine liquid manure on the rice growth and yield in 2006. Field experiment was conducted under variable application rates; 100%, 120%, 150%, 180% N level of slurry based on 11 kg N 10a recommended amount of nitrogen. The experimental sites were located at Cheorwon in Gangwondo area. The results were summerized as follows; In the plot treated with swine liquid manure of 150% and 180% N levels, the plant height and tillers were higher, and the color of leaf was darker than that of 100% N level of swine liquid manure. Rice yield in the plot applied with 120% N slurry level was increased at 11%, but those of 150%, 180% N-level application plots were reduced 10, 19% compared to 100% N level, respectively. Rice quality of the 100 and 120% application plots of swine liquid manure was significantly better than those of 150 and 180% levels of application plots. Total nitrogen content in rice plant after harvesting was increased with increasing levels of swine liquid manure.

The content of K in the soil was accumulated in plot treated with 150%, 180% slurry compared to control plot. The heavy metal contents in soils were not increased treated with swine liquid manure. The density of bacteria was low in the application plot of 180%N of liquid swine manure. The bacteria/fungi ratio was highest in 120% N level of liquid manure treatment.

(Key words : Swine liquid manure, Application Rate, Rice yield Rice quality)

서 언

농업생태계는 양분의 이용과 환원을 통하여 균형을 이루어 왔으며 농업생산 활동에서

유기물 자원의 균형적인 공급을 통하여 유지 증진된다. 그러나 최근에는 화학비료 위주의 영농으로 인하여 지력이 저하되고 토양의 무기성분의 불균형이 초래되고 있어서 화학비

* 한바이오영농조합 (Han-Bio Farmer' Co-operative)

Corresponding author : Jong Won Ryoo, College of Life Science and Natural Resources, Sangji University, Wonju, 220-702, Korea.

Tel: 033-730-0516, E-mail: jwryoo@sangji.ac.kr

2009년 3월 20일 투고, 2009년 4월 31일 심사완료, 2009년 4월 14일 게재확정

료의 단점을 보완 할 친환경 유기자원의 필요성이 요구되고 있다. 이러한 관점에서 가축의 배설물은 그들이 섭취하는 먹이를 생산하기 위한 자원으로 토양으로 돌려주어야 마땅하지만, 농업생태계의 환경 부하를 고려하여 사용할 필요성이 있다. 가축 액상 분뇨를 자원화 하여 농경지에 적정량을 사용하면 토양의 pH, 탄소, 질소, 양이온교환용량이 증가된다고 보고하였다(Yadav et al., 2000; Choudhary et al., 1996), 그러나 액상분뇨를 과다하게 살포하면 병해충 발생과 도복 발생의 원인이 되며, 토양에 염류가 집적되는 원인이 된다. 가축분뇨의 과다한 사용은 토양의 산화환원전위가 낮아져 유해물질이 생성되고 벼 재배시 질소흡수량이 도복과 미질저하의 원인이 되는 한편, 잉여양분은 물의 이동에 따라, 수계의 오염원이 되기 때문에 적량사용이 중요하다(Murayama et al., 2001). 최근의 연구 결과는 가축분뇨 액비사용 시기 및 사용량 검토의(Park et al., 2001), 토양 이화학성 변화에 미치는 영향에 대한 연구(Yadav et al., 2000; Sakai et al., 1999)로 보고되었다. 가축분뇨액비를 경종농가에서 직접사용 함으로써 화학비료 구입 및 처리비용을 절감하고 환경오염도 줄일 수 있다.

최근 소비자들이 고품질 쌀을 요구함에 따라 벼의 수량 뿐만 아니라 미질을 고려한 생산기술이 요구되고 있다. 질소는 작물 생산성과 밀접한 관계를 가지고 있어 단백질을 합성하고 생육을 유지시키며 동화물질 생성에 필수적인 요소이다(Roh et al., 1977). 쌀 품질은 질소시비량과 밀접한 관계가 있는데 질소 과다는 병해충, 도복 발생 등으로 수량 감소는 물론, 쌀의 단백질 함량을 높여 품질을 크게 저하시킨다(Kim et al., 1998; Lee et al., 2003). Lee and Park(1981)은 질소시비량과 수확기의 엽신 질소함량과는 정의 상관있고 질소 다비상태에서는 동화물질의 전류저해 때문에 등숙비율이 저하된다고 하였다.

이에 본 연구는 가축 액상 분뇨의 효율적 이용을 통하여 생산비 절감 및 친환경 고품질 농산물 생산을 위한 양돈분뇨 발효액비의 적정 시비량을 구명하고자 철원지역에서 가축분뇨발효액비 사용수준에 따른 벼 생육 및 생산성과 미질에 미치는 영향을 연구하였다.

재료 및 방법

1. 시험포장 및 처리내용

본 연구는 강원도 철원군 대마리의 농가 포장에서 실시하였다. 농가의 포장을 구획 정리하여 시험포장을 조성하였다. 시험구 면적은 10 m × 12 m로 하였고 난괴법 3반복으로 배치하였다. 양돈분뇨 발효액비 사용 수준에 따른 다른 벼 생육특성을 구명하기 위하여 강원도 철원군의 장려품종인 오대벼를 공시 품종으로 이용하였다. 오대벼의 이앙은 재식거리 30 × 15 cm로 5월 25일에 실시하였다. 시비량 수준은 벼 질소비료 추천시비량인 11 kg/10 a를 기준으로 100%, 120%, 150% 및 180% 총 4처리로 구분하여 전량 기비로 이앙 7일전에 양돈분뇨 발효액비를 사용하였다.

2. 공시 양돈분뇨 발효액비의 성상

벼 생육 및 품질에 미치는 양돈분뇨 발효액비의 사용효과를 알아보기 위한 양돈분뇨 발효액비의 이화학적 특성은 Table 1에서와 같다. pH는 7.90으로서 약알카리성을 나타내었으며, 비료 성분의 3요소인 N-P-K의 함량은 각각 T-N은 2,377 mg/ℓ, T-P는 679 mg/ℓ 및 K는 2,450 mg/ℓ의 함량을 보였다. 또한, 양돈분뇨 발효액비에서 생물학적 산소 요구량은 10,250 mg/ℓ, 화학적 산소요구량은 15,200 mg/ℓ이며, 부유물질을 나타내는 SS는 4,100 mg/ℓ로 나타났다.

Table 1. Physicochemical properties of swine liquid manure used in experiment

Parameters	Content
pH	7.90
T-N (mg/ℓ)	2,377
T-P (mg/ℓ)	679
K (mg/ℓ)	2,450
BOD (mg/ℓ)	10,250
COD (mg/ℓ)	15,200
SS (mg)	4,100

3. 공시 토양의 이화학적 특성

양돈분뇨 발효액비를 이용한 시험포장은 철원군 대마리 농가를 이용하였으며, 공시토양의 이화학적 특성은 다음과 같다(Table 2). 수도재배를 위한 적정 pH는 6.0~6.5인데 시험포장의 pH는 6.28로 적정수준을 나타내었으며, 토양유기물은 15.8 g/kg, 유효인산은 38.1 mg/kg을 함유 하였는데 이는 각각 적정수준인 25~30 g/kg과 80~120 mg/kg 보다 낮은 함량을 보였다. 또한, 치환성 Ca, K 및 Mg는 각각 3.64, 1.01 및 2.48 cmol⁺/kg 이었으며, 식물체 지지의 중요 기능을 하는 규소함량은 144.9 mg/kg이었다.

4. 조사 및 분석 방법

생육조사는 농촌진흥청 농사시험연구 조사

기준(농촌진흥청, 1995)에 준하여 이앙 30일, 이앙 60일, 이앙 80일 및 수확시에 하였으며, 수확 후 수량구성요소를 조사하였다.

가축분뇨 발효액비의 각 항목의 분석방법은 폐기물 공정시험법에 따라 분석하였다. 토양은 표토에서 20 cm까지 채취하여 음건 후 농촌진흥청, 토양화학분석법에 준하여 분석하였다. 토양은 표토에서 20 cm까지 채취하여 음건 후 농촌진흥청, 토양화학분석법에 준하여 분석하였다. pH는 pH·meter (Orim EA940), EC는 conductivity meter (YSI 132), 치환성 양이온은 IN-CH₃COONH₄(pH 7.0)으로 치환 추출하여 유도결합 프라스마 (ICP:varian 3000)를 이용하여 분석하였다.

식물체는 60℃에서 건조 후 분쇄한 시료를 H₂SO₄⁻, HClO₄⁻, H₂O 혼합액으로 분해하여 T-N은 Kieldahl법, 인산은 Ammonium Vandate 법, 양이온은 ICP를 이용하여 분석하였다. 중금속 중 Zn, Cu는 0.1N-HCl로 침출하여 ICP로 분석하였다. 식물체 엽색은 Minolta chlorophyll meter (SPAD-502, Japan)로 처리당 10회 측정하여 평균치를 이용하였다. 통계처리는 모든 자료들에 대하여 SAS package (SAS Institute, 1998)의 GLM procedure로 분산분석을 실시하였으며, Duncan's new multiple test를 이용하여 95% 수준에서 유의성을 검정하였다.

5. 미질분석

쌀의 품위판정은 스웨덴에서 제작된 CDT 1625(Cervitic 모델)로, 그리고 미질의 성분은

Table 2. Physicochemical properties of soil before experiment.

Parameters	pH	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	ex. cation(cmol ⁺ /kg)			SiO ₂ (mg/kg)
					Ca	K	Mg	
Experimental field	6.28	0.21	15.8	38.1	3.64	1.01	2.48	144.9
Optimum range	6.0~6.5	—	25~30	80~120	5.0~6.0	0.25~0.30	1.5~2.0	130~180

Infratec 1241을 이용하여 분석하였다.

6. 토양미생물상 조사

토양미생물을 조사하기 위한 토양시료의 채취는 벼 수확 후 채취하였으며 각 시험구의 10군데의 표토 깊이 10cm까지의 흙을 채취하여 폴리에틸렌 필름 봉투에 담아 잘 혼합한 다음 실험실로 운반하여 분석용 시료로 사용하였다. 토양미생물상을 조사하기 위한 배지는 세균과 방선균은 Egg albumin 배지를 사용하였고 사상균은 Martin의 Rosebengal agar 배지를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 생육특성

양돈분뇨 발효액비 처리별 벼의 초장의 변화는 다음과 같다 (Fig. 1, 2 및 3). 분얼기인 이앙 후 30일의 초장은 양돈분뇨 발효액비 100% 처리구에서 52.4cm이었고, 180% 처리구에서는 62.0cm로 액비 사용량이 많을수록 컸다. 또한 액비처리 100%, 120% 및 150%에서는 처리간의 유의성이 없었으나, 180% 처리구에서는 유의차가 인정되었다. 특히 유수

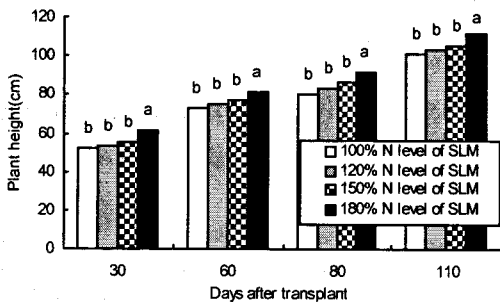


Fig. 1. Effects of swine liquid manure with different treatments to plant height of odaeyeo.

* ab : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level. SLM (swine liquid manure)

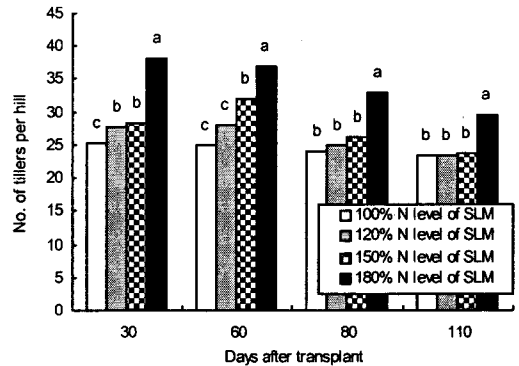


Fig. 2. Effects of swine liquid manure with different treatments to tillers of rice.

* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level. SLM (swine liquid manure)

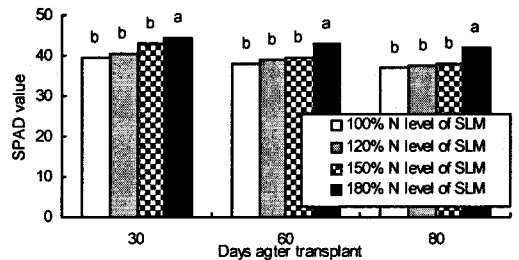


Fig. 3. Effects of application rates with swine liquid manure to value of SPAD.

* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level. SLM (swine liquid manure)

형성기인 이앙 후 80일에 있어 초장은 150% 양돈분뇨 발효액비 사용구는 86.6 cm로 액비 100% 사용구 보다 6 cm 더 증가되어 발효액비 사용구에서 초기 생육이 빨랐으며 양돈분뇨 발효액비 과다 사용은 벼의 도장을 초래할 수 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 생육 후기로 갈수록 처리구 간의 초장의 차이가 나타나지 않았다. 이러한 이유는 양돈분뇨 발효액비의 비료성분이 속효성인 질소성분도 있지만 화학비료 보다는 흡수력이 늦어 생육 후기에 유효도가 높아진 것으로 해석된다.

양돈분뇨 발효액비에는 유기태 질소도 포함되어 있어서 생육 중기의 여름철 고온기에

무기화가 많이 나타난 것으로 보인다. 벼에 대한 돈분뇨 액비의 사용효과에 대한 연구에 의하면 벼의 생육은 액비 사용량이 증가 할 수록 초장과 경수가 증가하는 경향이었고, 적정사용량은 수확 후 사용할 경우 벼 질소 시비량의 150%, 4월과 5월 이양전 사용할 경우에는 100% 내외가 적당하다고 하였다 (Park et al., 2001).

양돈분뇨 발효액비 사용수준이 분얼수에 미치는 영향은 그림 2와 같다. 분얼수는 생육초기에 초장과 같은 경향으로 양돈분뇨 발효액비 180% 시용구의 분얼수가 포기당 38.2개로 가장 많았으며 양돈분뇨 발효액비 100% 시용구가 25.4개로 가장 적었다. 보통 양돈분뇨 발효액비 시용구는 벼 재배시 초기 생육이 늦어 분얼수 확보가 화학비료 보다 늦은 것이 문제점으로 지적되고 있다. 그러나 양돈분뇨 발효액비는 대부분 비료성분이 속효성 이어서 생육초기 분얼수의 확보에 긍정적인 결과를 나타내었다. 생육 후기의 분얼수는 양돈분뇨 발효액비 100% 시용구에서 23.3개, 양돈분뇨 발효액비 150% 시용구에서 23.7개로 처리구 사이에 유의차가 없는 것으로 나타났다. 양돈분뇨 발효액비 180% 시용구에서 분얼수가 가장 많았는데 양돈분뇨 발효액비 과다 시용에 따른 무효분얼이 원인이 된 것으로 사료된다.

생육 후기의 분얼수는 양돈분뇨 발효액비 180% 시용구를 제외하고 처리구간에 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 생육 중기 이후 유기태질소의 무기화에 기인되는 것으로 사료된다. Park et al. (2001)은 액비를 다량 사용한 구가 화학비료 표준시비량으로 처리한 구보다 후기까지 토양 중 암모니아태 질소 함량이 높다고 하였다.

벼의 엽색은 생육 중의 영양상태를 평가하는 간접지표를 이용되고 있다. 양돈분뇨 발효액비 100% 시용구의 엽색도는 39.4이었으나, 양돈분뇨 발효액비 150% 시용구는 42.8

으로 더 짙은 색을 나타내고 있다. 양돈분뇨 발효액비 사용 수준에 따라 생육 초기에 엽색의 차이가 높았으나 생육 중기 이후에는 양돈분뇨 발효액비 180% 처리구를 제외하고는 엽색도에서 큰 차이를 보이지 않았다(그림 3). Park et al. (2001)의 연구에 의하면 벼의 엽색은 질소전량 기비 100% 시용구에서는 표준 재배구와 비슷한 값인 반면 200% 이상 시용시 34.2, 400% 시용구는 39.7로 표준구 보다 짙은 엽색을 보였으며 벼의 생육 상태를 평가할 때 병충해 발생 우려와 벼 수량구성요소에 부정적인 영향을 미친다고 보고하였다.

2. 수량구성요소 특성

양돈분뇨 발효액비 사용이 벼의 수량구성요소에 미치는 영향은 표 3와 같다. 벼의 수량구성요소에서 주당 수수는 처리간에 큰 차이를 보이지 않았다. 수당 립수도 처리간에 뚜렷한 경향이 없는 것으로 나타났다. 등숙율은 양돈분뇨 발효액비 100%, 120%, 150% 처리구 사이에는 차이가 없었으나 180% 시용구에서는 86.2%로서 매우 낮았다. 천립중은 양돈분뇨 발효액비 100% 시용구에서 26.7g으로서 가장 높았고 양돈분뇨 발효액비 180% 시용구에서 22.2g으로 매우 낮은 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 양돈분뇨 발효액비 과다 시용구에서는 영양생장이 양돈분뇨 발효액비 100% 시용구 보다 왕성하여 생육중기 무효분얼의 증가와 생육 후기에 도복이 발생되었기 때문인 것으로 사료된다.

양돈분뇨 발효액비 사용수준별 벼의 수량은 액비 120% 시용구에서 가장 높은 정조수량을 나타내었다. 액비 120% 시용구의 벼 수량은 대조구인 액비 100% 시용구 보다 11% 증수를 보였다. 액비 150% 처리구는 대조구 대비 10% 감소한 수량을 나타내었으며, 액비 180% 시용구는 대조구에 비하여 19%

Table 3. Effects of swine liquid manure with different treatments to yield components of rice

Treatments	No. of panicles/hill	No. of pikelet/panicles	Percentage of ripening	1,000 grain weight(g)	Yield (kg/10a)
100% [†]	21.3b	70.0a	94.1a	26.7a	658b
120%	22.5a	70.7a	93.5a	26.2a	729a
150%	20.2b	70.4a	92.9a	25.7b	594c
180%	22.5a	68.5b	86.2b	22.2b	533d

* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

[†] : N level of SLM(swine liquid manure)

감수되었다. 논에 양돈분뇨 발효액비를 기비로 사용할 경우 발효된 액비는 120%까지 사용이 가능한 것으로 결론 내려지며 양돈분뇨 발효액비 150% 이상 사용시에는 무효분얼과 도복의 피해와 수량감수가 우려되므로 적정량 사용이 요구된다. 정과 박(2000)에 의하면 벼 생육과 수량을 고려할 때 벼의 질소 시비량 11 kg/10 a를 초과하는 액비사용은 수량증가에는 영향을 주지 않고 환경오염을 유발한다고 보고하였다. 또한 액비 300% 사용시 화학비료 처리에 비해 40% 정도의 초장의 증가를 가져와 벼의 도장을 초래할 가능성이 높다고 보고하였다.

3. 품질관련 이화학적 특성

현미의 품질관련 이화학적 특성은 Fig. 4에서와 같이 현미의 단백질 함량은 양돈분뇨 발효액비 100% 시용구에서 7.9%로서 가장 낮았다. 특히, 양돈분뇨 발효액비 120% 시용구의 경우 단백질 함량이 8.7%로 높아졌으며, 양돈분뇨 발효액비 150%, 180% 시용구의 단백질 함량은 각각 9.0%, 13.3%로 매우 높았다. 현미의 품위에 대한 분석은 Table 4에서와 같다. 양돈분뇨 발효액비 시용량이 많아질수록 정상미의 비율이 낮아졌다. 특히 양돈분뇨 발효액비 180% 시용구의 경우 정상미의 비율이 42%에 불과하였다. 그 원인은

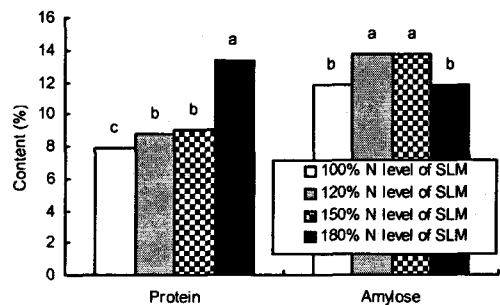


Fig. 4. Changes of protein and amylose contents with different treatments of swine liquid manure.

* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level. SLM (swine liquid manure)

과다시비에 의한 무효분얼 수의 증가 때문인 것으로 사료된다. 이상의 결과에서 현미 품위에 미치는 요인은 적정시비이므로 양돈분뇨 발효액비의 적정시용을 통한 쌀의 품질관리가 요구된다.

4. 벼의 질소함량과 질소흡수량

양돈분뇨 발효액비 시비량에 따른 벼 부위별 질소 함량은 다음과 같다(Table 5). 처리구별 현미의 질소 함량이 1.26~2.13% 범위에 있었으며 양돈분뇨 발효액비 시용량이 높을수록 질소의 함량이 높았다. 액비 시용량이 높을수록 쌀의 질소 함량은 높았다. 양돈분뇨 발효액비 100% 시용구 현미의 질소 함량

Table 4. Characteristics of brown rice with different application rates of swine liquid manure

Treatments	Head rice percentage	White core belly rice (%)	Broken rice (%)	Damaged rice (%)
100% N level of SLM	79.5a	3.6b	13.1c	6.2ns
120% N level of SLM	72.6b	3.5b	15.5c	9.4ns
150% N level of SLM	72.3b	3.5b	19.2b	7.3ns
180% N level of SLM	42.0c	4.5a	40.9a	8.3ns

* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level. SLM (swine liquid manure)

은 1.26%이었으나 양돈분뇨 발효액비 180% 사용구의 경우 2.13%를 나타내었다. 경엽의 질소함량은 처리구별로 0.75~0.94% 범위에 있었다. 경엽의 질소함량도 양돈분뇨 발효액비 사용량이 높을수록 높은 경향이였다. 식물체 전체의 질소 흡수량은 10.6~14.2 kg 범위에 있었다. 양돈분뇨 발효액비 180% 사용구에서 질소를 14.2 kg을 흡수하여 질소를 과다 사용한 것으로 나타났지만, 양돈분뇨 발효액비 100% 사용구의 경우 10.6 kg의 질소를 흡수 하였다.

5. 시험 후 토양의 이화학적 특성

양돈분뇨 발효액비의 사용 후 토양의 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 각 시험구의 토양특성을 보면 토양의 유효 P₂O₅ 함량은 시험구 사이에 큰 차이를 나타

내지 않았다. 양돈분뇨 발효액비 사용구의 토양유기물 함량은 처리구별 유의한 차이가 없었으며 환경농업을 위한 지력수준의 적정 범위 안에 있었다.

양돈분뇨 발효액비 150% 사용구에서 치환성 마그네슘 함량은 다소 높은 경향 이었으나 증가 정도는 미미하였다. 양돈분뇨 발효액비 사용량이 증가 할수록 K 함량이 높아지는 경향이였다. 치환성 칼륨 함량이 양돈분뇨 발효액비 100% 사용구에서 0.66cmol+ kg⁻¹, 180% 사용구에서 0.89 cmol+ kg⁻¹으로서 환경농업을 위한 적정 지력수준인 치환성 칼륨 함량 0.3 cmol+ kg⁻¹ 보다 다소 높은 경향이어서 장기간 연용시 칼리 축적이 예상된다. Logan (1997)이 보고한 바와 같이 옥수수 재배시 퇴비사용량이 많을수록 Ca, Mg 및 K 함량이 직선적으로 증가되었다고 보고하였다.

Table 5. Nitrogen content and nitrogen uptake rate in odaebyeon with different application rates of swine liquid manure

Treatments	Nitrogen content (%)		Nitrogen uptake (kg/10a)		
	Grain	Straw	Grain	Straw	Total
100% N level of SLM	1.26b	0.75c	6.6b	4.0b	10.6c
120% N level of SLM	1.39b	0.80c	8.1a	4.7a	12.8b
150% N level of SLM	1.44b	0.88b	6.8b	5.2a	12.0b
180% N level of SLM	2.13a	0.94a	9.1a	5.1a	14.2a

* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level. SLM (swine liquid manure)

Table 6. Physicochemical properties of soil after experiment

Treatments	pH	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	ex. cation(cmol ⁺ /kg)		
					K	Ca	Mg
100% [†]	6.49a	0.09ns	31.9b	49.2ns	0.66b	3.1a	2.15b
120%	6.19a	0.09ns	34.5a	53.2ns	0.76b	3.0a	1.98b
150%	6.39a	0.07ns	32.4a	47.9ns	0.81a	2.76a	2.67a
180%	5.74b	0.07ns	34.5a	30.6ns	0.89a	2.69a	1.93b

* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

[†] : N level of SLM(swine liquid manure)

Table 7. Effects of heavy metal contents in paddy soil to application rates of swine liquid manure.

Treatments	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
100% N level of SLM	4.82a	63.5a
120% N level of SLM	5.60a	70.1a
150% N level of SLM	5.71a	71.5a
180% N level of SLM	3.92a	61.3a
Standard of regulation	50	300

* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

SLM (swine liquid manure)

양돈분뇨 발효액비 시용에 따른 논토양의 중금속 함량을 조사하기 위하여 시험 후 토양의 중금속 함량을 분석한 결과는 Table 7와 같다. 양돈분뇨 발효액비 시용과 더불어 문제가 되고 있는 구리와 아연 함량은 액비 시용량에 따라 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나 토양에서 미량이 검출되었다. 이는 시용한 액비에서 유래 되었을 것으로 추정된다. 그러나 본 시험 후 토양의 구리, 아연 함량은 토양환경보전법의 토양오염 기준치 이하이었다.

6. 토양의 미생물상

처리구별 토양 중 세균, 방선균, 사상균,

Table 8. Effects of density of microorganism in paddy soil to application rates of swine liquid manure (unit : cfu/g)

Treatments	Bacteria (×10)	Actinomycetes (×10)	Fungi (×10 ³)	Coliform bacteria (×10 ³)	B/F
100% [†]	51.7a	1.33ns	21.67a	2.67a	238.5
120%	43.7a	2.0 ns	10.0b	0b	437.0
150%	63.7a	2.0 ns	25.0a	1.67a	254.8
180%	32.7b	1.33ns	24.7a	2.0a	132.3

* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

[†] : N level of SLM(swine liquid manure)

대장균 등 미생물의 균수에 미치는 영향을 조사한 결과를 Table 8에 나타내었다. 시험지 토양의 미생물 조사결과 양돈분뇨 발효액비 150% 시용구에서 세균의 밀도가 다소 높았고 양돈분뇨 발효액비 120%, 150% 시용구에서 방선균 밀도가 2×10^4 cfu g⁻¹으로 높은 경향이였다. coliform bacteria는 양돈분뇨 발효액비 120% 시용구에서 가장 낮았다. 小林(1985)은 사상균이 증가되는 토양에서는 발병률이 높고 세균이 많은 토양은 발병률이 낮아진다고 하였다. 세균과 사상균의 비율(B/F)은 양돈분뇨 발효액비 120% 시용구에서 가장 높았고 180% 시용구에서 132로 가장 낮았다. Michell(1967)은 작물근부의 미생물에 있어 세균이 우세할 때 작물의 생육이 좋다고 하였다.

단백질 함량이 각각 9.0, 13.3%로 높아졌다. 돈분뇨 발효액비 180% 시용구는 완전미 비율이 42%로 매우 낮았다. 양돈분뇨 발효액비 적량사용은 벼 수량 증수와 쌀 품질 향상이 가능하나 벼 추천질소시비량 120% 이상 시용시 과번무로 등숙률과 천립중이 낮아졌으므로 양돈분뇨 발효액비 시용시 적량사용이 매우 중요한 것으로 결론 내려진다.

3. 액비 사용수준이 높을수록 토양의 치환성 K 함량이 높아졌다. 양돈분뇨 발효액비 100% 시용구의 치환성 K 함량이 0.66 cmol+ kg⁻¹이었으나 180% 시용구에서는 0.89 cmol+ kg⁻¹으로 높아졌다. 양돈분뇨 발효액비 시용에 따른 논토양의 중금속 함량은 높아지지 않았다. 시험 후 토양의 구리, 아연함량은 토양환경보전법 토양오염 기준치 이하이었다.

요 약

양돈분뇨 발효액비 사용량이 벼 생육과 수량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 양돈분뇨 발효액비를 벼 재배 질소 추천시비량인 11kg N/10a를 기준으로 하여 100%, 120%, 150%, 180% 수준으로 처리 하여 전량 기비로 사용하였다.

1. 양돈분뇨 발효액비 100%, 120% 시용구는 생육초기 벼의 분얼수 및 초장에서 양호하였다. 양돈분뇨 발효액비 150%, 180% 시용구는 분얼수가 많고 초장이 큰 과번무 상태를 나타내었다. 벼의 수량은 양돈분뇨 발효액비 120% 시용구는 양돈분뇨 발효액비 100% 시용구 대비 11% 증수 되었다. 양돈분뇨 발효액비 150% 시용구는 100% 시용구 대비 10% 감수하였다. 양돈분뇨 발효액비 180% 시용구는 등숙률과 천립중이 낮아져 19% 감수되었다.

2. 양돈분뇨 발효액비 100% 시용구의 단백질 함량은 7.9%로서 가장 낮았다. 그러나 양돈분뇨 발효액비 150%, 180% 시용구에서는

사 사

본 연구는 철원군 신활력사업의 연구용역비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

1. 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구 조사기준.
2. Choudhary, M., L. D. Bailey and C. A. Grant. 1996. Review of the use of swine manure in crop production: Effects on yield and composition on soil and water quality. Waste. Manage. Res. 14: 581-595.
3. Logan, Lindsay, Goins, and Ryan. 1997. Field assessment of sludge metal bioavailability to crops : Sludge Rate Response. J. Environ, Qual, 26 : 534~550.
4. Kim, C. K. et al. 1998. Effect of transplanting dates and nitrogen fertilizer levels on dry matter production and yield

- of a pigmented rice "Heuginjubyeo". RDA. J. Agro-Envir. Sci. 40(2):48-55.
5. Lee, E. W. and S. Z. Park. 1981. Nitrogen response of rice cultivars with different plant type on morphological and agronomical traits. A collection of learned papers commemorating Choi Hyun-ok's 60th birthday anniversary:154-166.
 6. Lee, K. B., D. K. Jun and J. C. Chae. 2003. Effect of nitrogen fertilization on quality characteristics of rice grain and aroma-active compounds of cooked rice. Korean J. Crop Sci. 48(6):527-533.
 7. Michell, R. 1967. Microbiological changes in flooded soil. soil science. 413-419.
 8. Murayama, S., N. Kibo, M. Komada, K. Bada and A. Tsumura. 2001. Water quality, particularly of trihalomethane formation potential of ground water of agricultural area of humic volcanic ash soil on Shirash Plateau where livestock wastes have been applied as land management. Soil Sci. Plant Nute. 72:764-774.
 9. Park, B. K., J. S Lee, N. J. Cho and K. Y. Jung. 2001. Effect of application time and amount of liquid pig manure on growth of rice and infiltration water quality. Korean J. Soil Sci. Fert. 34:147-152.
 10. Rho, Y. D., J. H. Lee and J. Y. Cho. 1997. Nitrogen responses of rice varieties on grain yield and other agronomic characters. Korean J. Crop Sci. 22(2):1-17.
 11. Sakai, K. and T. Yamamoto. 1999. Low input paddy rice culture for reducing environmental N input based combined use of coated fertilizer and animal manure with predicted mineralization rate. Soil Sci. Plant Nutr. 70:185-189.
 12. Yadav, R. L., B. S. Dwivedi, K. Prasad, and P. S. Pandey. 2000. Yield trends, and changes in soil organic-C and available NPK in a long-term rice-wheat system under integrated use of manure and fertilizers. Field Crop. Res. 68:219-246.
 13. SAS Institute. 1998. SAS procedure guide for personal computer.
 14. 정이근, 박백균. 2000. 가축분뇨(액비)의 제조와 이용. 축산분뇨처리시책 및 기술 교육. 농림부-축협중앙회. pp61-108.
 15. 小林連治. 1985. 根の活力と根圏微生物. 農山漁村文化協會.