

가축분뇨 시용이 총채 벼의 생산성, 사료가치 및 토양의 화학성에 미치는 영향

임영철 · 윤세형 · 정민웅 · 김원호 · 김종근 · 이종경 · 서 성 · 박남건* · 육완방**

Effect of Livestock Manure Application on the Productivity of Whole Crop Rice, Feed Value and Soil Fertility

Young Chul Lim, Sei Hyung Yoon, Min Woong Jung, Won Ho Kim, Jong Geun Kim, Jung Kyong Lee, Sung Seo, Nam Gun Park*, and Wan Bang Yook**

ABSTRACT

The experimental work was conducted to determine the growth characteristics and yield of whole crop rice (cv. Suwon 468 and cv. Chuchungbeo) and soil properties using various type of livestock manure application on rice paddy land for 3 years (2003~3005). Compared Suwon 468 and Chuchungbeo, Suwon 468 has longer plant height and more DM yield than that of Chuchungbeo. Among livestock manure type, plant height was longer in order of liquid swine manure (LSM) > composted swine manure (CSM) > chemical fertilizer (CF) > composted cattle manure (CCM). Number of branch on Chuchungbeo had more than that of Suwon 468. Among livestock manure type, number of branch had more in order of LSM > CSM > CF > CCM. DM yield of whole crop rice (WCR) was affected by various types of livestock manure application and increased in order CSM > CCM = LSM. DM yield on the effects of application level of LSM was the highest in LSM 75% + CF 25%. Plant diseases such as rice blast, damage by insect, smut, sheath blight occurred in LSM and CSM and there was not significantly different among application level of LSM. The nitrogen content of WCR by CSM was the highest of all treatments and the ripened ratio by CSM was in contrary order. Moreover the feed value of WCR was not significantly different among treatments. Soil pH, organic matter and total nitrogen was not different by LSM application whereas phosphorus content increased by LSM application. Cu and Zn content increased by LSM and CSM application and were not different by CCM as compared to control plots.

(Key words : Forage rice, Livestock manure, Dry matter yield, Soil fertility)

I. 서 론

우리나라는 최근 쌀 관세화 유예 협상에 따라 매년 일정량의 쌀을 수입해야 하고(농림부, 2004), 국민의 식생활 변화로 쌀 소비량은 연간 1인당 1980년대 130kg 정도에서 2006년에는

79kg 정도로 감소되었다(농촌진흥청, 2007). 한편 일본이나 대만의 쌀 소비량은 50~60kg로 매우 적어, 우리나라도 소비량이 더 적어질 것으로 예상하고 있다. 따라서 농촌경제연구원(2005)의 자료에 의하면 쌀 재고량의 증가로 인하여 2014년까지 논·휴경면적이 25만ha에

농촌진흥청 축산과학원(National Institute of animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea)

* 농촌진흥청 난지농업연구소(National Institute of Subtropical Agriculture)

** 건국대학교(College of animal Husbandry, KonKuk Univ. Seoul 143-701, Korea)

Corresponding author : Young Chul Lim, National Institute of animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea.

Tel : +82-41-580-6747, Fax : +82-41-580-6779, E-mail : ycliml@rda.go.kr

이를 것으로 예상하고 있다. 그러나 논은 식량 생산과 더불어 홍수조절, 수자원 함양, 수질정화, 토양보전 등의 공익적 가치를 가지고 있어 함부로 휴경을 할 수 없으며 무엇인가 대체 작물재배가 필요하다(농촌진흥청, 2002). 하지만 우리나라는 여름철 강우량이 많아 논에서 벼 이외의 대체 작물재배는 그리 쉬운 것이 아니다. 이를 극복하기 위해 논에서 벼를 재배하여 식물체 전체를 사일리지(총체 벼)로 만들어 이용하는 기술이 보급되었다(성 등, 2004). 한편 총체 벼를 재배하여 양질 조사료로 이용하면, 수입 조사료를 대체하고 곡류사료의 수입량도 줄일 수 있다. 그러나 현재는 쌀을 생산하는 것이 총체 벼를 생산하는 것보다 소득이 많으므로 총체 벼 재배를 보급하려면 어떤 방법으로도든 소득 차이를 줄여야 할 필요성이 있다. 따라서 총체 벼 재배 시 가축분뇨를 활용함으로써 경종농가는 화학비료를 절감하여 생산비를 줄일 수 있고, 축산농가는 가축분뇨를 토양에 환원할 수 있어, 큰 의미에서는 자원순환농업을 조기에 정착할 수 있을 좋은 방법이 될 것이다. 그러나 가축분뇨를 벼에 사용하는 것은 쉬운 일이 아니며, 과도한 사용에 따른 토양과 수질의 오염문제를 일으킬 수 있으며(농립부 등, 2000, 임 등, 2006), 작물에는 등숙을 저하, 병충해 발생 등의 직접적인 문제를 일으킬 수 있다. 따라서 본 연구에서는 가축분뇨 사용이 총체 벼의 생육특성, 수량, 사료가치 및 토양의 화학성에 미치는 영향을 구명하여 논에서 가축분뇨 환원기술 및 조사료 이용확대 방안을 제시하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험

본 시험은 가축분뇨를 활용하여 총체 벼 (조생 수원468호, 만생 추청벼)를 재배할 경우 총체 벼의 생육특성, 수량, 사료가치, 토양의 화

학성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2003년부터 2005년까지 3년간 축산과학원(수원) 포장에서 시험을 실시하였다. 시험구 처리는 가축분뇨 3종류 즉 돈분액비, 발효돈분, 발효우분을 공시하고, 시용수준은 가축분뇨의 질소를 기준으로 종류별로 각각 가축분뇨 75% + 화학비료 25%구, 가축분뇨 100%구, 가축분뇨 100% + 화학비료 25%구로 하였으며, 화학비료구(대조구), 무비료를 포함한 11처리로 순위배열 단 반복으로 구당면적은 50m²(10×5m)로 하였다. 화학비료구(대조구)의 시비량은 총체 벼 기준시비량으로 질소 150, 인산 50, 칼리 70 kg/ha으로 하였으며, 분시비율은 질소의 경우 기비 50%, 분얼비 20%, 이삭거름 30%를 사용하였다. 인산비료는 100% 기비로 사용하였고, 칼리비료는 기비 70%, 추비(이삭거름)로 30%를 분시 하였다. 퇴비와 액비는 처리구 별로 이앙 14일전에 전량 기비로 사용하였으며, 이앙방법은 5월 하순에 27×17cm로 하여 전통적인 방법으로 사람이 손으로 이앙하였다.

특히 본 시험의 시험구를 단 반복으로 처리하여 시험을 수행하게 되었는데 이는 관개와 매년 경운과 로타리를 실시해야 하는 시험 특성상 단 반복으로 수행 할 수밖에 없음을 언급하는 바이다.

2. 수량조사 및 사료가치 분석

수확은 조생종은 9월 상순, 만생종은 9월 하순에 예취하였으며 생육조사는 평균적인 곳을 택하여 일렬로 10주를 조사하였다. 생초수량은 30주를 예취하여 평량 후 ha로 환산하였고, 건물함량은 각 구마다 3주를 예취하여 80℃ 순환 열풍건조기에서 72시간 건조 후 건물함량을 구하여 ha당 건물수량으로 환산하였다. 그 밖의 생육특성은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(농진청, 2003)에 의거 실시하였다. 분석용 시료는 Wiley mill로 분쇄하여 조단백질은 AOAC(1990) 방법에 의거하여 Kjeltac auto system

(Buchi 322, Sweden)으로 분석하였으며, NDF와 ADF 함량은 Goering과 Van Soest(1970) 방법에 의해 분석하였다. *In vitro* 건물소화율 (IVDMD)은 Tilley 및 Terry (1963)의 방법으로, 가소화양분 (TDN) 수량은 Menke 및 Huss (1980)의 방법을 이용하여 계산하였다.

3. 가축분뇨

공시 가축분뇨인 돈분액비와 발효우분은 축산과학원에서 생산된 가축분뇨를 강제송풍을 하면서 주기적으로 뒤집어주었으며, 발열이 일어나지 않을 때까지 숙성시켜 사용하였다. 발효돈분은 농협의 축분공장에서 생산된 것을 구입하여 사용하였으며, 공시 가축분뇨의 질소함량은 표 1에서 보는 바와 같다.

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성

초장은 조생품종인 수원 468호가 102~119 cm 이었으며, 만생 품종인 추청벼는 101~114cm 이었다. 각 처리간 평균은 수원 468호보다 추청벼가 초장이 컸으며, 가축분뇨 종류 간에는 돈분액비구에서 가장 컸고, 그 다음은 발효돈분구, 발효우분구 순이었다. 시용방법 간에는 일정한 경향이 없었다.

수량을 구성하는 요인 가운데 가장 중요한 주당 경수는 수원 468호에 비하여 추청벼가 많

았으며, 가축분뇨의 종류 간에는 화학비료구에 비하여 돈분액비구는 16~21개로 많았으며, 발효돈분구는 15~21개로 대등하였고 발효우분구는 12~16개로 다소 적었다. 그러나 가축분뇨 종류별 시용방법 간에는 수원 468호는 차이가 없었으나 추청벼는 가축분뇨 100%구가 가장 양호하였고 그 다음은 가축분뇨 75%+ 화학비료 25%구와 가축분뇨 100%+ 화학비료 25%구는 차이가 없었다.

식물체중 질소 함량은 화학비료구 1.07%에 비하여 돈분액비구가 2.61%로 가장 높았으며 발효돈분구는 1.33%, 발효우분구는 1.60%로 가축분뇨를 시용한 경우 모두 높았다. 시용방법 간에는 가축분뇨 100%구는 1.27~1.91%로 질소함량이 가장 낮았으며 가축분뇨 75% + 화학비료 25%구는 1.29~2.69%, 가축분뇨 100% + 화학비료 25%구는 1.41~3.23%로 가장 높았다.

등숙률은 화학비료구가 68%이었으며 돈분액비구 48%, 발효돈분구는 64%로 낮아지는 경향이 있었으며 발효우분구는 69%로 대등하였다. 시용방법간에는 가축분뇨 100%구가 48~78%로 가장 높았으며 가축분뇨 100%+ 화학비료 25%구는 49~68%, 가축분뇨 75%+ 화학비료 25%구는 47~60%로 낮게 나타났다. 결과적으로 식물체 내에 질소 함량이 높았던 처리에서 등숙률이 낮아졌다. 이상의 결과를 고찰하면 이 등(2005)은 총체 벼 전용 품종선발 연구에서 초장이 보통 91~112cm로 품종에 따라 차이가 있다고 보고하였으며 김 등(2007)의 시험 결과에 의하면 추청벼의 초장은 102~103cm로 보

Table 1. Nitrogen content of livestock manure

Type of livestock manure	Nitrogen content (%)			
	2003	2004	2005	Mean
LSM*	0.3	0.4	0.4	0.4
CSM**	1.0	0.7	0.7	0.8
CCM***	0.7	0.8	0.8	0.7

LSM*: Liquid swine manure, CSM**: Composted swine manure, CCM***: Composted cattle manure

고하여 본 시험의 화학비료구와는 같은 결과를 나타내었으며, 성 등(2004)에 의하면 수확시기의 초장은 93~97cm로 보고하여 본 시험에서 초장이 큰 것으로 나타나 가축분뇨를 사용함으로써 다소 커지는 것으로 조사되었다. 日本畜産草地研究所(2002)에 의하면 논에서 총체 비의 질소 이용률은 돈분이 15%, 우분퇴비와 豚尿는 5%로 추측됨으로 우분퇴비만으로 화학비료 수준의 수량을 올리기 어려우므로 미강이나 유안 등의 혼합하여 질소 이용률이 높은 것과 혼용하는 것이 바람직하다고 보고하여 본시험의 가축분뇨 75%+화학비료 25%구를 처리하게 된 배경을 뒷받침 하고 있으며 우분퇴비 사용이 식물체중의 질소 함량은 등숙률과 관계가 있음을 언급하고 있어서 본시험의 결과와 같은 경향을 보여 주고 있다.

2. 총체 비의 건물 및 TDN 수량

(1) 건물수량

건물수량은 표 2에서 보는바와 같이 화학비료구에 비하여 돈분액비구는 7%, 발효돈분구는 15%, 발효우분구는 8%의 증수 효과가 있었다. 그러나 사용방법 간에는 일정한 경향이 없었다. 총체 비의 품종 간에는 수원468호가 11.4~12.9톤/ha 이었으나 추청비는 13.1~14.3톤/ha으로 각 처리 공히 추청비에서 수량이 많은 것으로 나타났다. 日本畜産草地研究所(2002) 결과는 속효성비료만으로 1.5배 증비 시 14.6톤/ha 이상의 건물수량을 얻을 수 있었으나 18톤/ha 이상을 얻기 위해서는 2배의 증비가 필요하고 포장에서 우분퇴비를 20~40톤/ha 사용하여도 출아와 정착에 영향이 없었고 우분퇴비는 시비

Table 2. Effect of livestock manure on the growth characteristics and ripened ratio of whole crop rice

Treatment	Suwon 468		Chuchungbeo		Nitrogen content of plant (%)	Ripened ratio (%)
	Plant height (cm)	No. of branch per (plant)	Plant height (cm)	No. of branch per (plant)		
No fertilizer	94	9	95	13	1.05	72
CF*	102	13	105	17	1.07	68
LSM** 75%+CF 25%	109	15	114	19	2.69	47
LSM 100%	119	15	113	22	1.91	48
LSM 100%+CF 25%	115	17	112	21	3.23	49
Mean	114	16	113	21	2.61	48
CSM*** 75%+CF 25%	110	15	110	20	1.29	58
CSM 100%	111	15	111	23	1.29	72
CSM 100%+CF 25%	111	15	109	20	1.41	63
Mean	111	15	110	21	1.33	64
CCM**** 75%+CF 25%	103	12	101	14	1.41	60
CCM 100%	105	12	101	18	1.27	78
CCM 100%+CF 25%	102	12	103	16	2.13	68
Mean	103	12	102	16	1.60	69

* CF=chemical fertilizer, ** LSM=liquid swine manure, *** CSM=composted swine manure, **** CCM=composted cattle manure.

량의 증가에 따라 큰 폭으로 증수되어 최고 20 톤/ha의 건물수량을 얻었다고 보고하였고, 김 등(2007)에 의하면 추청벼의 경우 황숙기의 총체 건물수량은 13톤/ha 정도로 보고하여 본 시험의 화학비료구와 대등한 결과를 나타내었다. 그러나 가축분뇨를 사용한 모든 구에서 건물수량이 증가하고 있음을 보여주고 있다.

(2) TDN 수량

TDN 수량도 건물수량과 비슷한 경향으로 화학비료구에 비하여 돈분액비구 2%, 발효돈분구 12%, 발효우분구는 7% 증수 되었다. 사용방법 간에는 일정한 경향이 없었다. 총체 벼의 품종 간에는 수원468호는 6.9~7.7톤/ha 이었으며 추청벼는 7.6~8.6톤/ha으로 추청벼가 수량이 많았다. 김 등(2007)의 시험 결과는 추청벼의 TDN 수량을 8톤/ha으로 보고하여 본 시험의 화학비료구와는 대등한 결과를 보이고 있으며,

가축분뇨 사용은 돈분액비구는 7.6톤/ha로서 다소 낮은 수량을 나타내었으나 발효돈분구와 발효우분구는 각각 8.5, 8.7 톤/ha로서 다소 증수 되는 결과를 얻었다.

3. 병해충 발생 및 도복

추청벼의 경우는 이삭누룩병을 제외하고 기타 병해충이 발생하지 않았다. 반면 수원468호는 도열병과 문고병 그리고 이삭누룩병 및 흑명나방이 발생되었는데, 화학비료구에 비하여 가축분뇨 사용구에서 발병이 많았다. 가축분뇨의 종류에 있어서는 돈분액비구> 발효돈분구> 발효우분구 순으로 많이 발생되었으며, 사용방법 간에는 일정한 경향은 없으나 도열병과 흑명나방은 가축분뇨 100% + 화학비료 25%구에서 다소 많이 발생하는 경향을 보였다. 도복은 추청벼는 없었고 수원468호는 돈분액비 사용구

Table 3. Effect of livestock manure on dry matter (DM) yield of whole crop rice

Treatment	DM yield (kg/ha)			Index of dry matter (%)
	Suwon 468	Chuchungbeo	Mean	
No fertilizer	8.960	11.054	10.007	84
CF*	10.478	13.236	11.854	100
LSM** 75%+CF 25%	12.520	11.511	12.016	101
LSM 100%	11.581	13.955	12.768	108
LSM 100%+CF 25%	12.493	13.928	13.211	111
Mean	12.198	13.131	12.665	107
CSM*** 75%+CF 25%	13.449	15.376	14.413	122
CSM 100%	12.686	13.144	12.915	109
CSM 100%+CF 25%	12.743	14.099	13.421	113
Mean	12.959	14.207	13.583	115
CCM**** 75%+CF 25%	10.795	13.798	12.297	104
CCM 100%	11.692	14.906	13.299	112
CCM 100%+CF 25%	11.752	14.180	12.966	109
Mean	11.413	14.295	12.854	108

* CF=chemical fertilizer, ** LSM=liquid swine manure, *** CSM=composted swine manure, **** CCM=composted cattle manure.

Table 4. Effect of livestock manure on total digestible nutrients (TDN) yield of whole crop rice

Treatment	TDN yield (kg/ha)			
	Suwon468	Chuchungbeo	Mean	Index of TDN (%)
No fertilizer	5.541	6.836	6.189	85
CF*	6.406	8.097	7.252	100
LSM** 75%+CF 25%	7.294	6.706	7.000	97
LSM 100%	6.858	8.264	7.561	104
LSM 100%+CF 25%	7.163	7.986	7.574	105
Mean	7.105	7.652	7.378	102
CSM*** 75%+CF 25%	7.800	8.918	8.359	115
CSM 100%	7.652	7.928	7.790	107
CSM 100%+CF 25%	7.694	8.513	8.103	112
Mean	7.715	8.453	8.084	112
CCM**** 75%+CF 25%	6.545	8.365	7.455	103
CCM 100%	7.063	9.004	8.033	111
CCM 100%+CF 25%	7.148	8.625	7.887	109
Mean	6.919	8.665	7.792	107

* CF=chemical fertilizer, ** LSM=liquid swine manure, *** CSM=composted swine manure, **** CCM=composted cattle manure.

에서만 발생이 되었으나 발효돈분이나 발효우분을 사용한 경우는 화학비료구와 마찬가지로 도복이 발생되지 않았다. 지금까지의 결과는 日本畜産草地研究所(2001) 보고에 의하면 퇴비 중 질소는 무기화 속도가 극히 늦으므로 우분퇴비만 사용하면 작물의 초기생육이 불량해지기 쉽다. 그러나 요즘은 분뇨 가공기술의 발달로 비료성분이 고농도이므로 화학비료와 혼용 시 비료성분이 과잉되어 질소와 칼륨이 높아 발아 불량, 과번무, 도복, 성숙의 지연, 병충해의 다발 등의 보고가 있다. 본 시험의 결과도 가축분뇨 100% + 화학비료 25%를 처리한 구와 돈분액비구에서 병충해가 많이 발생되어 일본의 결과와 같은 경향을 나타내고 있으며 돈분액비와 같이 속효성인 가축분뇨 처리구에서 더 많이 발병되었고 발효우분과 같이 완효성인 처리구는 발병이 적었다.

4. 사료가치

사료가치 중 조단백질 함량은 화학비료구가 5.5%이었으며 가축분뇨를 사용함으로 다소 높아지는 경향이였다. 특히 돈분액비구는 11.8%로 가장 높았다. 이것은 후기까지 엽색이 짙게 유지되었던 구에서 더 높은 것으로 사료된다. 그러나 사료가치를 종합적으로 평가 할 수 있는 RFV는 화학비료구가 90인 반면 가축분뇨를 사용한 모든 구에서 전반적으로 낮아지는 경향이였으며, 가축분뇨의 종류별로는 돈분액비구 81, 발효돈분구 84, 발효우분구는 89 이었으며 사용방법 간에는 일정한 경향이 없었다. TDN 함량도 같은 경향을 나타내고 있는데 이것은 가축분뇨를 사용함으로 등숙율이 낮아져 알곡의 수량이 적어 사료가치에도 영향을 미친 것으로 사료된다. 조단백질 함량은 성 등(2004)의 결과와 비교하면 황숙기에 6.5%로 본 시험의

Table 5. Effect of livestock manure on disease and insect pest occurrence of whole crop rice

Treatment	Rice blast			Damage by insect			Smut			Lodging			Sheath blight		
	Suwon 468	Chuchung beo	1	Suwon 468	Chuchung beo	1	Suwon 468	Chuchung beo	1	Suwon 468	Chuchung beo	1	Suwon 468	Chuchung beo	1
No fertilizer	1.0	1	1.0	1.0	1	1.0	1.0	1	1.0	1	1.0	1	1.0	1	1.0
CF*	1.7	1	1.7	1.7	1	1.7	1.3	1	1.3	1	1.0	1	2.0	1	1.5
LSM** 75%+CF* 25%	2.3	1	2.7	2.7	1	2.7	2.0	1	2.0	1	2.7	1	2.0	1	1.5
LSM 100%	3.0	1	3.3	3.3	1	3.3	4.0	1	4.0	1	3.7	1	2.0	1	1.5
LSM 100%+CF* 25%	3.0	1	3.3	3.3	1	3.3	3.0	1	3.0	1	1.7	1	3.0	1	2.0
Mean	2.8	1	3.1	3.1	1	3.1	3.0	1	3.0	1	2.7	1	2.3	1	1.7
CSM*** 75%+CF* 25%	1.7	1	2.3	2.3	1	2.3	1.7	1	1.7	1	1.0	1	4.0	1	2.5
CSM 100%	1.3	1	2.3	2.3	1	2.3	2.3	1	2.3	1	1.0	1	3.0	1	2.0
CSM 100%+CF* 25%	1.7	1	2.3	2.3	1	2.3	2.0	1	2.0	1	1.0	1	3.0	1	2.0
Mean	1.6	1	2.3	2.3	1	2.3	2.0	1	2.0	1	1.0	1	3.3	1	2.2
CCM**** 75%+CF* 25%	1.0	1	1.7	1.7	1	1.7	1.7	1	1.7	1	1.0	1	2.0	1	1.5
CCM 100%	1.0	1	1.7	1.7	1	1.7	1.0	1	1.0	1	1.0	1	2.0	1	1.5
CCM 100%+CF* 25%	1.3	1	1.7	1.7	1	1.7	1.3	1	1.3	1	1.0	1	2.0	1	1.5
Mean	1.1	1	1.7	1.7	1	1.7	1.3	1	1.3	1	1.0	1	2.0	1	1.5

* CF=chemical fertilizer, ** LSM=liquid swine manure, *** CSM=composted swine manure, **** CCM=composted cattle manure.

Table 6. Feed values of whole crop rice

Treatment	CP (%)	NDF (%)	ADF (%)	RFV	TDN (%)
No fertilizer	6.1	63.01	34.25	92	61.8
CF*	5.5	63.49	35.10	90	61.2
LSM** 75%+CF 25%	13.7	68.75	38.79	79	58.3
LSM 100%	10.8	65.25	37.57	85	59.2
LSM 100%+CF 25%	10.8	68.16	39.96	79	57.3
Mean	11.8	67.39	38.77	81	58.3
CSM*** 75%+CF 25%	7.1	66.58	39.12	82	58.0
CSM 100%	7.0	67.06	36.19	84	60.3
CSM 100%+CF 25%	6.1	65.08	36.11	87	60.4
Mean	6.7	66.24	37.14	84	59.6
CCM**** 75%+CF 25%	5.8	63.78	35.79	89	60.6
CCM 100%	6.2	62.58	36.07	90	60.4
CCM 100%+CF 25%	5.5	64.45	35.54	88	60.8
Mean	5.8	63.60	35.80	89	60.6

* CF=chemical fertilizer, ** LSM=liquid swine manure, *** CSM=composted swine manure, **** CCM=composted cattle manure.

화학비료구(5.5%)가 다소 낮고 돈분액비구(11.8%)는 매우 높았으며 기타 처리구는 대등한 결과를 얻었다. 또한 TDN 함량은 59.7%로 본시험의 결과(58.3~61.2%)와는 비슷한 경향이 있었다. 日本畜産草地研究所(2001) 보고는 퇴비 중 질소는 무기화 속도가 극히 늦으므로 우분 퇴비만 사용하면 작물의 초기생육이 불량해지기 쉬우며 화학비료와 혼용 시 비료성분이 과잉되어 작물의 품질과 수량을 저하시킬 수 있다고 하여 본 시험의 결과와 일치하고 있다. 또한 비료성분으로 질소와 칼륨이 높아 발아불량, 과번무, 도복, 성숙의 지연, 병충해의 다발, 등숙률 저하 및 수량과 품질의 저하로 연결된다고 하여 본 시험의 결과를 뒷받침하고 있다. 김 등(2007)에 의하면 TDN 함량은 총채 벼가 59.7%, 일반벼가 60.8%로 평균 60% 정도라고 보고하고 있어 본시험의 결과와 같았으며 특히 가축분뇨를 사용하더라도 사료가치의 질적 저

하는 거의 없는 것으로 사료되었다.

5. 토양의 화학적 변화

토양의 화학적 변화는 유효인산은 가축분뇨를 사용함으로 다소 높아지는 경향을 보이고 있으며 가축분뇨의 종류에 있어서는 발효우분> 발효돈분> 돈분액비 순이었으며 사용방법 간에는 차이가 없었다. 또한 pH, 유기물, T-N는 변화가 없는 경향이며, 가축분뇨의 종류나 사용방법간에 일정한 차이는 없었다. 특히 중금속에 있어서는 철과 망간은 화학비료구와 차이가 없었지만 구리와 아연은 다소 증가를 보이고 있으며, 특히 돈분액비구와 발효돈분구는 더욱 차이가 있었다. 이것은 단위동물 사료에 첨가된 구리나 아연의 잔류량에서 기인된 것으로 사료된다. 육 등(2005)은 논에서 벼 재배를 위한 돈분액비의 사용수준 증가에도 불구하고 토

Table 7. Effect of livestock manure on soil properties manure on the changes of soil heavy metals (ppm)

Treatment	pH (1:5)	DM (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	T-N (%)	Fe	Cu	Mn	Zn
					(ppm)			
No fertilizer	6.4	0.6	33	0.01	132	1.3	59	3.2
CF*	6.3	1.8	76	0.09	266	4.4	112	5.4
LSM** 75%+CF 25%	6.2	2.1	81	0.08	282	4.5	112	6.2
LSM 100%	6.3	1.8	87	0.08	233	4.2	106	5.7
LSM 100%+CF 25%	6.4	1.9	79	0.09	235	6.1	99	8.7
Mean	6.3	1.9	82	0.08	250	4.9	106	6.9
CSM*** 75%+CF 25%	6.2	1.7	81	0.08	230	4.5	119	7.3
CSM 100%	6.2	1.8	100	0.08	240	5.5	113	9.2
CSM 100%+CF 25%	6.1	1.8	101	0.09	210	4.2	102	7.2
Mean	6.2	1.8	94	0.08	226	4.7	111	7.9
CCM**** 75%+CF 25%	6.1	1.6	109	0.09	197	3.6	100	6.7
CCM 100%	6.1	1.7	103	0.07	181	3.2	83	5.3
CCM 100%+CF 25%	6.1	1.6	94	0.08	201	4.0	90	7.6
Mean	6.2	1.6	102	0.08	193	3.6	91	6.5

* CF=chemical fertilizer, ** LSM=liquid swine manure, *** CSM=composted swine manure, **** CCM=composted cattle manure.

양중 T-N와 인산, 유기물 함량은 차이가 없다 고 하여 본 시험의 결과와 같은 경향이였다.

IV. 요 약

본 시험은 논에서 가축분뇨를 활용한 총체 비 재배 시 생육특성, 수량, 사료가치 및 토양의 화학성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2003년부터 2005년까지 3년간 축산과학원(수원) 포장에서 시험을 실시하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 초장은 품종 간에는 추청벼에서 길었으며 가축분뇨 종류 간에는 돈분액비구> 발효돈분구> 발효우분구 순이었다. 주당 경수는 수원468호보다 추청벼가 많았으며 가축분뇨의 종류 간에는 돈분액비구> 발효돈분구> 화학비료구> 발효우분구 순으로 적었다. 사용방법 간에는 수원468호는 차이가 없었으나 추청벼는 가축분뇨 100%구> 가축분뇨 75% +

화학비료 25%구> 가축분뇨 100% + 화학비료 25%구 순이었다. 식물체중 질소 함량은 돈분액비구 2.61%, 발효우분구 1.60%, 발효돈분구 1.33%, 화학비료구 1.07%순으로 가축분뇨를 사용한 경우 모두 높았다. 사용방법 간에는 가축분뇨 100% + 화학비료 25%구> 가축분뇨 75% + 화학비료 25%구> 가축분뇨100%구 순이었다. 등숙률은 식물체내에 질소 함량이 높았던 처리에서 낮아졌다. 건물수량은 화학비료구에 비하여 돈분액비구 7%, 발효돈분구 15%, 발효우분구 8% 증수되었다. 사용방법 간에는 일정한 경향이 없었으며 품종 간에는 수원 468호보다 추청벼가 증수되었다. TDN 수량도 건물수량과 같은 경향 이었다. 조단백질 함량은 가축분뇨 사용으로 다소 높은 경향이었으나 RFV는 화학비료구> 발효우분구> 발효돈분구> 돈분액비구 순이었다. 토양의 화학성은 pH, 유기물, T-N는 대차 없으나 인산은 가축분뇨 사용으로 증가되

는 경향이었고 중금속 중 Cu와 Zn은 돈분액비구, 발효돈분구에서 증가되었으나 발효우분구는 대조구와 큰 차이가 없었다.

V. 인 용 문 헌

1. 김종근, 정의수, 함준상, 서 성, 김맹중, 윤세형, 임영철. 2007. 생육시기 및 품종이 총체 비의 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 27(1): 1-8.
2. 농림부, 농촌진흥청 축산기술연구소. 2000. 가축 분뇨 자원화 및 이용기술 개발(제2권)
3. 농림부 통계자료. 2004. 농림부.
4. 농촌경제연구원. 2005. 보고서
5. 농촌진흥청. 2002. 쌀 소비 촉진을 위한 연구개발 현황과 금후전략.
6. 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구 조사 분석 기준.
7. 농촌진흥청. 2007. 한국의 농업주요지표. pp. 21.
8. 이점호, 정오영, 백진수, 홍하철, 양세준, 이영태, 김종근, 성경일, 김병완. 2005. 최적 총체사료 비 품종선발을 위한 건물수량 및 사료가치 분석. 동물자원과학회지 47(3):355-362.
9. 임영철, 윤세형, 김원호, 김종근, 신재순, 정민웅, 서성, 육완방. 2006. 논에서 수수×수단그라스 교잡종 재배시 가축분뇨 이용이 생육특성, 수량, 사료가치 및 NO₃-N의 용탈에 미치는 영향. 한초지 26(4):233-238.
10. 육완방, 최기춘, 윤 창. 2005. 답리작지대에서 돈분액비가 호밀의 생산성, 사료가치 및 지력증진에 미치는 영향. 한초지 25(2):105-112.
11. 성경일, 홍석만, 김병완. 2004. 수확시기가 사료용 비의 초장, 건물수량 및 사료성분에 미치는 영향. 한초지 24(1):53-60.
12. 日本畜産草地研究所. 2002. 飼料イネ. 飼料イネ栽培における各種有機物資材の窒素肥効.
13. 日本畜産草地研究所. 2002. 飼料イネ. 堆厩肥等を有効に利用した施肥技術の確立.
14. 日本畜産草地研究所. 2001. 水田ほ場を活用した自給飼料増産. 堆肥等を利用した飼料作物の栽培と品質.
15. AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC.
16. Goering, H.L. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agr. Handbook No. 379. USDA.
17. Menke, K.H. und W. Huss. 1980. Tierernaehrung und futtermittel-kunde. UTB Ulmer. pp. 38-41.
18. Ogawa, Masuhiro. 2003. Research of whole crop rice silage utilization in Japan. 축산기술연구소. 사료용 총체 비 재배, 이용 국제 세미나 proceedings. pp. 25-28.
19. Tilley, J.A.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for *in Vitro* digestibility of forage crops. J. Birt. Grassl. Sci. 18:104-111.