

이탈리안 라이그라스 및 총채 벼 2모작 작부체계에 있어서 우분퇴비 시용이 사료작물의 생산성에 미치는 영향

정민웅^{1*} · 임영철¹ · 윤세형¹ · 최기춘¹ · 김맹중¹ · 김원호¹ · 이기원¹ · 육완방²

¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²건국대학교 동물생산환경학과

Effect of Application of Composted Cattle Manure on Forage Productivity in Double Cropping System of Italian Ryegrass - Whole Crop Rice

Min Woong Jung^{1*}, Young Chul Lim¹, Sei Hyung Yoon¹, Ki Choon Choi¹, Meng Jung Kim¹, Won Ho Kim¹,
Ki-Won Lee¹ and Wan Bang Yook²

¹Grassland and Forages Division, National Institute of Animal Science, R.D.A., Cheon-an 331-808, Korea,

²College of Animal Science and Environment, Kon-Kuk University, Seoul 143-701, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of application of composted cattle manure (CCM) on the productivity of the whole crop rice (WCR) and Italian ryegrass (IRG) on both Sancheong and Asan area from 2005 to 2008. Application levels of CCM such as chemical fertilizer (CF), CCM 150% and CCM 200% were tested in paddy field. Amount of CCM was adjusted equal to total nitrogen value relative to its value of CF. Mean dry matter yield (DMY) of WCR and IRG increased in order; CCM 200% > CF > CCM 150% in Asan and there was no significant difference between CCM 200% and CF. In Sancheong, DMYs of WCR and IRG significantly decreased ($p < 0.05$) in order CF > CCM 200% > CCM 150%. The plant length and number of tiller of WCR were not different among treatments, however the percentage of ripeness of WCR was higher ($p < 0.05$) in CF compared to CCM 150% and CCM 200%. Also, there were no differences in NDF and ADF contents, however CP content was higher ($p < 0.05$) in CF treatment compared to CCM 150% and CCM 200%. Based on the results of this experiment, IRG-WCR double cropping system with application of CCM may be effective in producing the forage resources of 18~20 tons every year with eco-friendly way.

(Key words : Italian ryegrass, Whole crop rice, Composted Cattle manure, Forage productivity)

서 론

우리나라는 가축의 배합사료 원료 대부분을 수입곡물에 의존하고 있으며, 최근 들어서는 국제 원유가 상승, 곡물가 상승, 기후변화 등 국제환경의 불안이 국내 축산농가의 경영악화 및 생산비 증가로 이어지고 있다. 하지만 한우나 젖소 등 반추가축은 조사료 위주의 사양으로 성장, 유지, 번식 및 축산물 생산이 가능하며, 현재 배합 사료의 위주의 사양형태에서 배합사료의 일부분을 국산 양질조사료로 대체한다면 양축농가의 생산비 절감에 크게 도움이 될 것이다. 특히 최근 들어 국내 양축농가들은 국내 조사료 생산에 대한 열의와 관심이 과거 어느 때보다 높으며, 농림수산식품부에서도 조사료 자급률을 높이기 위해 2008년부터 “조사료 생산·이용 활성화” 대책을 수립하여 시행하고 있다. 그 결과 사료작물의 재배면적이

2007년 164천 ha에서 2010년 265천 ha로 증가하였으며, 조사료 자급률도 2007년 78.4%에서 2010년 85%로 크게 증가하였다. 또한 친환경축산물에 대한 소비자들의 요구가 증가하면서, 매년 4,000만 톤 이상 발생하는 가축분뇨를 자원화한 친환경 조사료 생산도 활발히 진행되고 있다(농림수산식품부, 2010). 가축분뇨는 화학비료를 대체할 수 있는 유용한 자원이며(Zebarth 등, 1996; Jensen 등, 2000), 식물 성장에 필요한 질소(N), 인(P), 칼륨(K) 등을 공급하는 좋은 비료원으로 알려져 있으며(Sommerfeldt 등, 1988), 퇴구비의 경우 토양의 지력을 증진시키고 토양의 물리화학적 조성을 변화시키기 때문에 친환경농업으로써 가축분뇨는 매우 중요하다고 보고된 바 있다(Campbell 등, 1986; 신 1998),

한편 우리나라는 쌀 소비량 감소로 인해 농민들이 많은 어려움을 겪고 있으며, 1인당 연간 쌀 소비량은 2000년대에 연평균 2.6%

* Corresponding author : Min Woong Jung, National Institute of Animal Science, RDA, Cheon-an 331-808, Korea. Tel: +82-41-580-6775, E-mail: mwjung@korea.kr

감소 추세를 보여, 2009 양곡연도 1인당 연간 쌀 소비량은 74.4 kg로 2009 양곡년도말 쌀 재고량이 84만 6천 톤을 넘어(농업전망, 2010), 재고 쌀의 활용방안 및 휴경답의 활용문제가 농정의 큰 이슈가 되고 있다. 따라서 논을 이용한 조사료 생산 연구가 시도되었으며(김 등, 2005; 임 2006), 벼를 가축 사료화 한 총체 벼 연구가 이루어졌다(Ogawa, 2003; 김 등, 2007, 2008). 또한 답리작 사료작물로 중·만생종 위주로 재배되던 이탈리아인 라이그라스 (Italian ryegrass, IRG)의 조생종 품종인 코그린(최 등, 2006), 코스피드(최 등 2007)가 개발되어 중부지방에서도 답리작으로 IRG를 재배할 수 있는 길이 열렸다. 따라서 본 시험에서는 논에서 가축분뇨를 이용하여 총체 벼와 IRG 2모작 작부체계에서 조사료 생산성을 구명하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

본 시험은 충남 아산과 경남 산청에서 2005년부터 2008년까지 수행되었으며, 작부체계는 하계작물 총체 벼와 동계작물 IRG를 이용한 2모작 작부체계를 이용하였다. 시험구의 처리는 화학비료 시용구(대조구), 우분퇴비 150% 및 우분퇴비 200%로 하였다. 총체 벼는 총체 전용품종인 녹양을, IRG는 국내육성 품종인 코그린(Kogreen)을 공시재료로 이용하였다. 시험구의 배치는 완전임의배치법으로 시험구의 면적은 12 m² (3×4 m)로 하였으며, 처리구 간에는 콘크리트 U관을 설치하여 물이 서로 통하지 않게 하였다. 총체 벼는 30 cm × 15 cm 간격으로 손 이앙하였으며, IRG는 ha당 40 kg을 산파하였다. 대조구인 화학비료구의 시비량은 총체 벼의 경우 ha당 N-P₂O₅-K₂O를 150-50-70 kg 주었으며, IRG는 ha당 140-150-150 kg을 사용하였다. 대조구의 화학비료 질소시비 방법은 총체 벼의 경우 기비로 40%, 이앙 후 15일 후에 20%, 유수형성기에 20%, 출수기 때 20%를 4번에 걸쳐 주었으며, IRG는 파종 전 기비로 50%, 이른 봄 생육기에 50%로 2번에 걸쳐 분시 하였다. 인산과 칼리도 파종 전과 봄 생육기에 각각 50%씩 나누어 사용하였다. 가축분뇨는 천안 및 아산 현지 젓소농장에서 6개월 이상 완전히 부숙시킨 N 함량이 각각 0.37%, 0.42%인 우분퇴비를 사용

하였으며, 화학비료 N 기준으로 파종전에 전량 기비로 사용하였다. IRG의 재배에 영향을 많이 미치는 겨울철 및 봄철 평균 강우량은 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

총체 벼의 생산성은 각 시험구에서 10주씩 생초량을 조사하였고, IRG는 시험구 전체 생초량을 조사하였으며, 그 중 일부를 각각 취하여 열풍순환 건조기(dry oven)에서 60℃로 48시간 건조 후 평량하여 건물물을 구하고 ha당 건물수량으로 환산하였다. 총체 벼의 초장은 수확기에 조사하였고, 경수는 유수형성기에 조사하였다. 잎 집무늬마름병 및 흑명나방 발생률은 달관에 의하여 조사하였다. 사료가치 분석을 위해서 60℃의 건조기에서 48시간 동안 건조시킨 후 분쇄하여 분석하였다(Willey mill, 2mm screen). 단백질함량 분석을 위해 vario Max Elemental Analyzer(Elementar Analysensysteme GmbH, Hanau, Germany)를 이용하여 질소함량을 분석하였으며, NDF 및 ADF 함량은 Ankom Fiber Analyser (ANKOM Technology 1998)를 이용하여 분석하였다.

본 시험에서 얻은 모든 결과는 Windows 용 SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver 12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 처리간의 평균비교는 one-way ANOVA test를 시행하였으며, 사후분석은 Duncan 방법에 의해 유의수준은 p<0.05로 평가하였다.

결과 및 고찰

1. 사료작물의 생산성

논에서 IRG와 총체 벼를 이용한 2모작 작부체계에서 가축분뇨 시용에 따른 3년 평균 연간 건물생산성은 Table 1에서 보는 바와 같다. 아산지역의 연간 건물생산성은 우분퇴비 200% 시용구에서 20,347 kg/ha로 가장 높았으며, 화학비료 시용구에서 19,165 kg/ha, 우분퇴비 150% 시용구 18,358 kg/ha 순이었다. 하지만 우분퇴비 200%구와 화학비료 처리구간에 건물생산성의 유의적인 차이가 나지 않았으며, 우분퇴비 150%구에서는 유의적인 감소를 보였다(p<0.05). 산청지역의 건물생산성은 화학비료 시용구에서

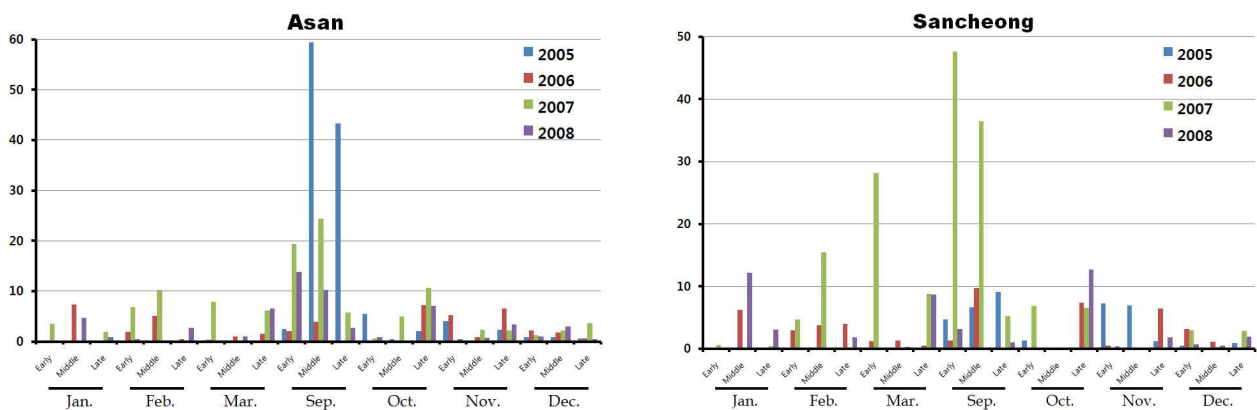


Fig. 1. The mean precipitation during the experimental periods in Asan and Sancheong.

Table 1. The dry matter yield of Italian ryegrass and whole crop rice with application of composted cattle manure in paddy field

Area	Type of Fertilizer	2006		2007		2008		Mean		Total
		IRG ³⁾	WCR ⁴⁾	IRG	WCR	IRG	WCR	IRG	WCR	
..... kg/ha										
Asan	CF ¹⁾	7,878	7,712	7,503	10,914	7,295	16,192	7,559	11,606 ^{ab}	19,165 ^{ab}
	CCM ²⁾ 150%	8,470	9,665	8,369	8,852	4,732	14,985	7,191	11,167 ^b	18,358 ^b
	CCM 200%	8,369	9,970	10,833	10,453	5,027	16,391	8,076	12,271 ^a	20,347 ^a
San-cheong	CF	9,116	10,082	7,902	10,411	8,746	15,336	8,588 ^a	11,943 ^a	20,531 ^a
	CCM 150%	8,683	9,625	6,602	9,530	4,071	11,431	6,452 ^b	10,195 ^b	16,647 ^b
	CCM 200%	9,386	9,364	7,481	9,214	4,801	13,897	7,223 ^{ab}	10,825 ^b	18,048 ^b

^{a,b and c} Means in the same column with different letter were significantly different ($p < 0.05$).

CF¹⁾: Chemical fertilizer, CCM²⁾: Composted cattle manure, IRB³⁾: Italian ryegrass, WCR⁴⁾: Whole crop rice.

20,531 kg/ha, 우분퇴비 200% 시용구의 18,048 kg/ha, 우분퇴비 150% 시용구의 16,647 kg/ha로 유의적이 감소를 보였다 ($p < 0.05$). 이러한 결과는 가축분뇨의 경우 대부분의 N가 유기태 형태로 존재하여 N 이용효율이 화학비료와 비교하였을 때 Jokela (1992)는 27~44%, Montavalli 등 (1989)은 5~28%, Xie와 MacKenzie (1986)은 25~100%로 낮아 작물이 필요한 질소 요구량이 충족되지 못했던 것으로 판단된다. 또한 가축분뇨의 N 시용수준이 화학비료의 시용수준 보다 높았음에도 불구하고 건물수량에 차이가 나는 것은 분뇨중의 총 N 함량보다는 C/N비나 무기태 N의 함량에 따른 결과로 추정된다 (Vetter와 Steffern, 1986; Ruppert 등 1985). 산청지역에서 IRG의 건물생산성은 화학비료구, 우분퇴비 200%, 우분퇴비 150% 시험구 순으로 높았으나, 화학비료구와 우분퇴비 200% 시용구 간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다 ($p < 0.05$). 또한 아산지역은 처리구간의 건물수량에 차이는 있었으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 총체 비의 건물생산성은 아산지역의 경우 화학비료 시용구에서 우분퇴비 200% 시용구와 유의적인 차이가 없었고, 우분퇴비 150% 시용구 보다는 유의적으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 산청지역의 경우 화학비료 시용구에서 우분퇴비 150% 및 200% 시용구에 비해 유의적으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 일반적으로 가축분뇨를 이용한 친환경 사료작물 재배의 경우 가축분뇨의 반복적인 시용이 잔류 질소의 축적으로 인해 가축분뇨 시용 다음 해의 작물의 N 이용성을 증가시켜 생산성을 향상시킨다고 알려져 있는데 (Lund와 Doss 1980; Dilz 등, 1990), 본 시험의 연구결과에서도 총체 비의 생산성은 가축분뇨의 지속적인 시용으로 해가 거듭될수록 생산성이 증가하는 경향을 나타내었다. 하지만 답리작으로 재배한 IRG의 경우 가축분뇨의 지속적인 시용에 따른 수량 증가현상이 뚜렷이 나타나지 않았다. 이러한 결과는 답리작으로 재배하는 IRG의 경우 겨울철 월동기간 및 봄 생육시기 동안의 기온, 강수량 등 기상환경에 많은 영향을 받아 가축분뇨 시용효과가 상대적으로 적게 나타나는 것으로 추정된다. 특히 2008년도의 경우 아산과 산청 2지역 모두에서 IRG의 생산성이 크게

감소하였는데, 이는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 2월과 3월에 걸쳐 다른 해보다 강수량이 적어 가뭄에 의해 IRG의 생육이 장애를 받은 것으로 판단된다 (서, 2008). 하지만 처리구간의 3년 평균 건물 생산성을 비교했을 때 우분퇴비를 화학비료 N 기준으로 200% 시용했을 때 아산지역은 화학비료와 비슷한 수량을 얻었으며, 산청지역의 경우 화학비료 대비 약 88%의 수량을 얻을 수 있어 가축분뇨를 지속적으로 이용할 경우 친환경 조사료의 생산이 가능할 것으로 판단된다.

2. 사료작물의 생육특성 및 사료가치

논에서 IRG과 총체 비를 이용한 2모작 작부체계에서 가축분뇨 시용에 따른 총체 비의 3년 평균 초장, 경수, 등숙률, 흑명나방 피해 정도는 Table 2에서 보는 바와 같다. 총체 비의 초장은 처리구간에 유의적인 차이는 없었으며, 아산지역에서는 우분퇴비 200%구에서, 산청지역에서는 우분퇴비 150%구에서 약간 높은 경향을 나타내었다. 총체 비의 경수는 화학비료구에서 높게 나타났으나, 통계적인 유의차는 인정되지 않았다. 비의 등숙률은 아산과 산청 모두에서 화학비료구가 우분퇴비 150% 및 200% 시험구에 비해 유의적으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 흑명나방에 의한 피해는 처리구간에 큰 차이를 나타내지 않았다. 잎집무늬마름병 피해는 아산의 경우 피해가 없었으며, 산청지역은 우분퇴비 시용구가 화학비료 시용구에 비해 높게 나타나 박 등 (2001)의 돈분액비 처리시 병충해 발생 정도가 시용량에 따라 증가한다고 보고한 연구와 유사한 결과를 가져왔다. 이러한 결과는 가축분뇨를 이용한 유기조사료 생산시 병충해의 제어가 유기조사료의 성패에 중요한 요인으로 작용할 것으로 판단된다.

IRG과 총체 비를 이용한 2모작 작부체계에서 가축분뇨 시용에 따른 3년 평균 조단백질, NDF, 및 ADF 함량은 Table 3에서 보는 바와 같다. 가축분뇨의 시용에 따른 사료가치는 대체적으로 조단백질 함량의 경우 차이가 있었으나, NDF 및 ADF 함량에는 큰

Table 2. Growth characteristic and disease occurrence of whole crop rice with application of composted cattle manure in paddy field

Area	Type of Fertilizer	Plant length (cm)	No. of tiller per plant	Percentage of ripeness (%)	Rice leaf roller	Sheath blight
Asan	CF ¹⁾	123	14.7	82.7 ^a	1.3	1
	CCM ²⁾ 150%	122	13.3	62.6 ^b	1.3	1
	CCM 200%	126	13.5	57.5 ^b	2	1
San-cheong	CF	123	14	67.1 ^a	1.3	3.3
	CCM 150%	128	13.5	52.7 ^b	2	5.7
	CCM 200%	123	13.5	51 ^b	2	6

^{a, b} and ^c Means in the same column with different letter were significantly different (p<0.05). Date represents of the mean of 3 years. CF¹⁾: Chemical fertilizer, CCM²⁾: Composted cattle manure.

Table 3. The feed value of Italian ryegrass and whole crop rice with application of composted cattle manure in paddy field

Area	Type of Fertilizer	IRG			WCR ³⁾		
		CP ⁴⁾	NDF ⁵⁾	ADF ⁶⁾	CP	NDF	ADF
	 %/DM %/DM
Asan	CF ¹⁾	7.01 ^a	51.0	32.4	6.45	46.9	38.0
	CCM ²⁾ 150%	5.09 ^b	51.6	32.5	5.32	45.9	39.0
	CCM 200%	5.80 ^{ab}	50.6	32.2	5.45	48.7	40.1
San-cheong	CF	8.13 ^a	53.5	34.5	7.72	48.9	39.4
	CCM 150%	7.47 ^b	54.5	36.0	7.21	51.6	42.7
	CCM 200%	7.20 ^b	54.5	34.7	7.31	51.4	42.5

^{a, b} and ^c Means in the same column with different letter were significantly different (p<0.05). Date represents of the mean of 3 years. CF¹⁾: Chemical fertilizer, CCM²⁾: Composted cattle manure, WCR³⁾: Whole crop rice, CP⁴⁾: Crude protein, ⁵⁾NDF:Neutral detergent fiber, ⁶⁾ADF: Acid detergent fiber.

차이가 나지 않았다. 조단백질 함량의 경우 총체 벼에서는 처리구 간 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, IRG의 경우 화학비료구가 우분퇴비 150% 및 200% 시험구에 비해 유의적으로 높게 나타났다 (P<0.05). 이러한 결과는 작물의 생육에 필요한 N 성분의 요구도를 가축분뇨만으로 충족시키기에 부족했던 것으로 추정된다. 가축분뇨는 식물 생장에 필요한 질소(N), 인(P), 칼륨(K) 등을 공급하는 좋은 비료원으로 사용되고 있으나 (Sommerfeld 등, 1988; Campbell 등, 1986), 실제로 가축분뇨를 이용하여 조사료를 재배하는 농가에서는 작물이 가장 많이 필요로 하는 가축분뇨 중의 총 N을 기준으로 시비를 하는 경우가 많다. 하지만 실제 작물이 이용 가능한 N 함량은 분뇨중의 총 N 함량보다는 C/N비나 무기태 N의 함량에 의해 결정되어 (Vetter와 Steffern, 1986; Ruppert 등 1985), 화학비료 기준으로 N 기준으로 100% 이상의 우분퇴비를 사용했을 경우에도 작물의 질소요구량을 충족시키지 못한 것으로 추정된다. 하지만 대부분의 경우 처리구간의 사료가치의 차이는 크지 않아 비료의 종류가 아닌 건물수량에 의해 단위면적당 영양소

수량이 결정되는 것으로 판단된다.

3. 토양의 물리·화학적 변화

IRG-총체벼 작부체계에서 가축퇴비 사용에 따른 토양의 변화는 Table 4에서 보는 바와 같다. 3년 평균 연간 건물생산성은 Table 1에서 보는 바와 같다. 가축분뇨 사용구 토양의 pH, 토양유기물 함량 및 치환성 양이온 함량은 시험 전 토양에 비해 많이 개선되었다. 특히 토양 유기물 함량의 경우 시험 전 토양에 비해 가축분뇨 사용구의 유기물 함량이 약 29~44% 증가하여, 우분퇴비의 사용이 토양의 지력개선에 큰 도움이 된 것으로 나타났다. 또한 2모작 작부체계에서 동계사료작물 수확 후 뿌리 및 그루터기가 토양에 환원되어 토양의 유기물 함량 증가에 도움이 된 것으로 판단된다. 많은 연구에서 가축분뇨의 사용이 토양의 물리·화학적 성질을 개선시킨다고 보고 하였으며 (Sommerfeldt 등, 1988; Eghball와 Power, 1994), 토양 내 유기물 함량을 증가시킬 수 있는 직접적인 방법이

Table 4. Chemical characteristics of the soil collected at control treatment before and after each experiments

Area	Tretment	pH	OM ³⁾ (g/kg)	Exchangeable Cations (mol _c ⁺ /kg)			
				K	Ca	Mg	Na
Asan	Before	5.7	16.91	0.7	4.0	2.5	0.4
	CF ¹⁾	6.7	22.99	0.6	6.7	3.3	0.3
	CCM ²⁾ 150%	7.1	23.37	1.2	6.4	3.9	0.4
	CCM 200%	7.4	23.37	1.4	7.7	4.4	0.4
San-cheong	Before	6.8	18.62	1.0	5.8	2.2	0.5
	CF ¹⁾	7.1	19.19	0.7	6.2	3.4	0.7
	CCM ²⁾ 150%	7.4	24.01	3.2	7.9	5.1	0.9
	CCM 200%	7.5	26.86	3.9	8.1	5.7	1.0

Date represents of the mean of 3 years. CF¹⁾: Chemical fertilizer, CCM²⁾: Composted cattle manure, OM³⁾: Organic matter.

될 수 있다고 보고하였다 (Fraser 등, 1988).

요 약

본 시험은 충남 아산과 경남 산청에서 논을 이용하여 2006년부터 2008년까지 3년에 걸쳐 수행되었으며, 작부체계는 하계작물 총체 벼와 동계작물 IRG을 이용한 2모작 작부체계를 이용하였다. 시험구의 처리는 N 기준으로 화학비료 시용구 (대조구), 우분퇴비 150% 및 우분퇴비 200% 시용구로 하였다. 가축분뇨 시용에 따른 3년 평균 연간 건물생산성은 아산지역의 경우 우분퇴비 200% 시용구에서 20,347 kg/ha로 가장 높았으며, 화학비료 시용구에서 19,165 kg/ha, 우분퇴비 150% 시용구 18,358 kg/ha 순이었다. 하지만 우분퇴비 200%구와 화학비료 처리구간에 건물생산성의 유의적인 차이가 나지 않았으며, 우분퇴비 150%구에서는 유의적인 감소를 보였다 (p<0.05). 산청지역의 건물생산성은 화학비료 시용구에서 20,531 kg/ha, 우분퇴비 200% 시용구의 18,048 kg/ha, 우분퇴비 150% 시용구의 16,647 kg/ha로 유의적인 감소를 보였다 (p<0.05). 산청지역에서 IRG의 건물생산성은 화학비료구, 우분퇴비 200%, 우분퇴비 150% 시험구 순으로 높았으나, 화학비료구와 우분퇴비 200% 시용구간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다 (p<0.05). 또한 아산지역은 처리구간의 건물수량에 차이는 있었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 총체 벼의 건물생산성은 아산지역의 경우 화학비료 시용구에서 우분퇴비 200% 시용구와 유의적인 차이가 없었고, 우분퇴비 150% 시용구 보다는 유의적으로 높게 나타났다 (p<0.05). 산청지역의 경우 화학비료 시용구에서 우분퇴비 150% 및 200% 시용구에 비해 유의적으로 높게 나타났다 (p<0.05). 가축분뇨 시용에 따른 총체 벼의 3년 평균 초장 및 경수는 처리구간 유의적인 차이가 없었으며, 벼의 등숙률은 아산과 산청 모두에서 화학비료구가 우분퇴비 150% 및 200% 시험구에 비해 유의적으로 높게 나타났다 (p<0.05). 흑명나방에 의한 피해는 처리구간에 큰 차이를 나타내지 않았으나, 잎집부너마름병 피해는 산청지역의 경우 우분퇴비 시용구가 화학비료 시용구에 비해 높게

나타났다. 가축분뇨에 시용에 따른 사료가치는 IRG의 조단백질은 화학비료구가 우분퇴비 150% 및 200% 시험구에 비해 유의적으로 높게 나타났으나 (P<0.05), NDF 및 ADF의 처리구간 유의적인 차이는 없었다. 가축분뇨 시용에 따른 토양의 pH, 토양유기물 함량 및 치환성 양이온 함량은 시험 전 토양에 비해 많이 개선되었으며, 토양 유기물 함량의 경우 시험 전 토양에 비해 가축분뇨 시용구의 유기물 함량이 약 29-44% 증가하였다. 본 연구의 결과 논에서 가축분뇨를 이용하여 IRG과 총체 벼를 재배하면 연간 약 18~20톤의 친환경 조사료를 생산할 수 있어, 논을 친환경 조사료 생산기반으로 활용한다면 조사료 자급률도 높이고 쌀 과잉 생산 문제 해결에도 도움이 될 것으로 생각된다.

(주제어: 총체 벼, 이탈리아 라이그라스, 우분퇴비, 담리작 사료작물)

인 용 문 헌

Ankom, Technology Corporation. 1998. Method for determining Acid Detergent Fiber, Neutral Detergent Fiber and Crude Fibre, using the Ankom Fiber Analyser. Ankom Technology Corporation, 14 Turk Hill Park, Fairport New York 14450, USA.

Campbell, C. M., Schnitzer, M., Stewart, W. B., Biederbeck, J. V. O. and Selles, F. 1986. Effect of manure and fertilizer on properties of a Black Chernozem in southern Saskatchewan. *Can. J. Soil Sci.* 66:601-613.

Choi, K. J., Lim, Y. C., Sung, B. R., Kim, K. Y., Lee, J. K., Lim, K. B., Park, H. S., Seo, S. and Ji, H. C. 2007. A Cold-Tolerant and Early-Maturing Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) New Variety, 'Kospeed'. *J. Kor. Grassl. Forage. Sci.* 27(3): 145-150.

Choi, K. J., Lim, Y. C., Rim, Y. W., Sung, B. R., Kim, M. J., Kim, K. Y. and Seo, S. 2006. A Cold-Tolerant and Early-Heading Italian Ryegrass New Variety, 'Kogreen'. *J. Kor. Grassl. Forage. Sci.* 26(1):9-14.

- Dilz, K., Postmus, J. and Prins, W. H. 1990. Residual effect of long term applications of farmyard manure to silage maize. *Fert. Res.* 26:249-252.
- Eghball, B. and Power, J. F. 1994. Beef cattle manure management. *J. Soil Water Conserv.* 49:113-122.
- Fraser, D. G., Doran, J. W., Sahs, W. W. and Lesoing, G. W. 1998. Soil microbial population and activities under conventional and organic management. *J. Environ. Qual.* 17(4):585-590.
- Jensen, L. S., Pederson, I. S., Hansen, T. B. and Nielsen, N. E. 2000. Turnover and fate of ¹⁵N-labelled cattle slurry ammonium-N applied in the autumn to winter wheat. *Eur. J. Agron.* 12:23-35.
- Jokela, W. E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects of corn yield and soil nitrate. *Soil Science Society of America Journal* 56(1):148-154.
- Kim, J. K., Chung, E. S., Seo, S., Kim, M. J., Lee, J. K., Yoon, S. H., Lim, Y. C. and Cho, Y. M. 2008. Effect of Growth Stage and Variety on the Quality of Whole Crop Rice Silage. 2008. *J. Kor. Grassl. Forage. Sci.* 28(1):29-34.
- Kim, J. K., Chung, E. S., Ham, J. S., Seo, S., Kim, M. J., Yoon, S. H. and Lim, Y. C. 2007. Effect of Growth Stage and Variety on the Yield and Quality of Whole Crop Rice. *J. Kor. Grassl. Forage. Sci.* 27(1):1-8.
- Kim, W. H., Shin, J. S., Lim, Y. C., Seo, S., Kim, K. Y. and Lee, J. K. 2005. Study on the Promising Double Cropping System of Summer and Winter Forage Crop in Paddy Field. *J. Kor. Grassl. Forage. Sci.* 25(4):233-238.
- KREI. 2010 Outlook of Agriculture.
- Lim, Y. C., Yoon, S. H., Kim, W. H., Kim, J. K., Shin, J. S., Jung, M. W., Seo, S. and Wan, B. W. 2006. Effects of Livestock Manure Application on Growth Characteristics, Yield and Feed Value of Sorghum-sudangrass Hybrid and NO₃-N Leaching in Paddy Field. *J. Kor. Grassl. Forage. Sci.* 26(4):233-238.
- Lund, Z. F. and Doss, B. D. 1980. Residual effect of Dairy cattle manure on plant growth and soil properties. *Agron. J.* 72:123-130.
- MIFAFF. 2010. Policy direction of eco-friendly livestock industry.
- Montavalli, P. P., Kelling, K. A. and Converse, J. C. 1989. First-year nutrient availability from injected dairy manure. *Journal of Environmental Quality* 18:180-185.
- Ogawa, Masuhiro. 2003 Research of whole crop rice silage utilization in Japan. National institute of animal science. International Symposium of Whole Crop Rice.
- Park, B. K., Lee, J. S., Cho, N. J. and Jung, K. Y. 2001. Effect of Liquid Pig Manure on Growth of Rice and Infiltration Water Quality. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 34(3):153-157
- Ruppert, W. M., Stichlmair, J., Bauchben, H. M., Blendl, A., Haisch, K., Hammer, U. hege, R. Juli, L. Melian, W. Nurnber, J. Rieder, P. Rintelen, K. Rtzmoser, W. Weber, A. Wurzinger and Zeisig, H. 1985. Daten und Imormationen zum Gulleinsatz in der Landwirtschaft, *Sond. Bayer. Landw.* 62. 8:899-966.
- Seo, S. 2008. Utilization and development of domestic forage resources. *J. Anim. Sci. & Technol.* Spring Symposium. proceeding. pp. 99-114.
- Shin, D. E. 1998. Effects of different liquid manure type and nitrogen application rate on forage yield and quality, and soil characteristics. Ph.D. thesis. Seoul national university. seoul. korea.
- Sommerfeldt, T. G., Chang, C. and Entz, T. 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.
- Vetter, H. and Steffens, G. 1986. *Wirtschaftseigene Düngung.* DLG-Verlag. Frankfurt(Main). pp. 77-78.
- Xie, R. J. and Mackenzie, A. F. 1986. Urea and manure effects on soil nitrogen and corn dry matter yields. *Soil Sci. Soc. Am J.* 50:1504-1509.
- Zebarth, B. J., Paul, J. W., Schmidt, O. and McDougall, R. 1996. Influence of the time and rate of liquid-manure application on yield and nitrogen utilization of silage corn in south coastal British Columbia. *Canadian journal of soil science* 76, 153-164.

(Received Mar. 21, 2011; Revised Jun. 25, 2011; Accepted Aug. 18, 2011)