

## 논에서 우분액비시용이 총체 벼의 생산성, 사료가치 및 수질오염에 미치는 영향

최기춘 · 나상필\* · 정민웅 · 임영철 · 김맹중 · 김명화\* · 이상락\* · 김다혜<sup>§</sup> · 육완방\*

농촌진흥청 국립축산과학원

## Effect of Application of Cattle Slurry on Dry Matter Yield and Nutritive Value of Whole Crop Rice and Water Pollution in Rice Paddy Land

Choi, Ki Choon, Na, Sang Pil\*, Jung, Min Woong, Lim, Young Chul, Kim, Maeng  
Jung, Kim, Myeong Hwa\*, Lee, Sang Lak\*, Kim, Da Hye<sup>§</sup> and Yook, Wan Bang\*

National Institute of Animal Science, RDA, Seonghwan-Eup, Cheonan-Si, Chungnam,  
330-801, Korea

### Summary

This study was conducted to investigate the effects of application of cattle slurry on forage productivity and environmental pollution in rice paddy land. Cropping systems used in this study consisted of two designs, such as whole crop rice applied with standard fertilizer (MWRS) and whole crop rice applied with cattle slurry (MWRC). The field experiments were conducted on the clay loam at Backsanmyun, Kimje, Chunlabukdo province in Korea for three years (May 2006 to Apr. 2009). This study was arranged in completely randomized design with three replicates. The yield of dry matter of whole crop rice in MWRS was similar as compared with that of MWRC. The contents of crude protein of whole crop rice in MWRS significantly increased as compared with those of MWRC ( $P < 0.05$ ). However, the contents of acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN) of whole crop rice were hardly influenced by cattle slurry application. The pH, and contents of T-N,  $P_2O_5$  and organic matter (OM) in soil samples collected at the end of the experiment increased as compared with those at the beginning of the experiment. After the end of experiment, the concentrations of exchangeable cations (Ca, Na, Mg and K) in soil samples collected at the end of the experiment were remarkably higher than those at the beginning of the experiment ( $P < 0.05$ ). The concentrations of  $NO_3-N$  and  $NH_4-N$  in discharge water in MWRS, MWRC and DWBRC were higher in 2008 than those in 2007. But the concentration of  $PO_4-P$  in discharge water was hardly influenced by the cropping system during experimental period. The concentrations of  $NO_3-N$ ,  $NH_4-N$  and  $PO_4-P$  in leaching water were hardly influenced by application of cattle slurry.

**(Key words :** Rice, Cattle slurry, Soil property, Discharge water, Leaching water)

\* 건국대학교 동물생명과학대학 (College of Animal Bioscience and Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea)

Corresponding author : Ki Choon Choi, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea.  
Tel: +82-41-580-6755, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: choiwh@korea.kr

<sup>§</sup> This author equally contributed to this work

2012년 8월 2일 투고, 2012년 10월 23일 심사완료, 2012년 11월 5일 게재확정

## 서 론

최근 국외에서는 바이오 에너지의 생산·이용에 대한 영향으로 곡물가격이 급등하고 국내에서는 쌀 소비량 감소와 더불어 수입 쌀의 증가로 인하여 쌀 재고량이 많아지면서 유희 논의 발생이 증가되고 있는 실정이다. 지금까지 논의 벼를 중심으로 한 주곡생산지로 활용되어져 왔는데, 지속적인 쌀 수요 감소에 따라 논을 벼 재배 이외의 목적으로 활용코자 하는 방안들이 논의되고 있다. 그러나 우리나라의 경우 벼 재배기간에 비가 많이 오는 지역에서는 논에 벼를 대체할 수 있는 작물이 극히 드물기 때문에 벼 대체 작물을 선별하는 것은 어려운 실정이다. 이러한 벼 대체 작물의 선정이 어려운 지역에서 유희 논의 발생을 방지하면서 양질 조사료를 생산하면 많은 양의 수입조사료(852천톤, 2011년 기준)를 대체하는 효과와 더불어 조사료 자급률을 향상시킬 수 있는 기회로 인식하여 벼의 조사료화에 대한 연구가 다양하게 시도되고 있다.

한편 오늘날 전 세계적으로 저탄소 녹색성장이라는 구호아래 지구온실가스 저감 등 환경에 대한 규제가 강화되고 있고 또한 국민들의 쾌적한 환경에 대한 욕구가 증가됨에 따라 가축분뇨처리 문제도 축산업계에 또 하나의 중요한 난제가 되고 있다. 우리나라에서 생산되는 가축분뇨는 연간 4,600만 톤으로 산업폐수 및 생활하수와 비교하면 매우 적은 양이나 부유물질과 BOD 함량이 높아 실제로는 환경오염에 막대한 영향을 주고 있기 때문에 가축분뇨의 효과적인 처리 및 활용방법에 많은 관심과 투자가 이루어져 왔다.

가축분뇨는 토양의 지력 증진<sup>3,6,16)</sup> 및 토양의 물리화학적 개선이나 미생물상을 개선시켜 친환경농업을 유도할 수 있는 중요한 비

료자원이기도 하다.<sup>14,15)</sup>

지금까지 우리나라는 밭이나 목초지에서 목초나 사료작물의 생산성 향상을 위한 분뇨 사용량 규명에 관한 연구가 대부분 이루어졌지만<sup>17,18)</sup> 답작지대에서 벼 생산을 위한 가축분뇨의 이용성 측면에서 다양한 연구가 이루어지지 않고 있다. 특히, 우리나라의 경우 답작지대에서 사료작물 재배시 우분뇨의 처리형태에 따른 환경친화적 자원화를 위한 방안이 구체적으로 설정되어 있지 않고 있는 실정이다. 또한 우리나라의 기후풍토는 외국과는 현저히 달라 외국의 자료<sup>7,9,10,12)</sup>를 그대로 적용 할 경우 많은 문제점을 일으킬 수 있기 때문에 우리의 조건에 맞는 답작 우분뇨의 자원화를 위한 효율적인 이용방법에 대한 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 답작지대에서 액상우분시용이 총체 벼의 생산성, 사료가치 및 환경오염에 미치는 영향을 조사하기 위해서 수행하였다

## 재료 및 방법

본 시험은 전라북도 김제군에 소재한 농경지에서 2006년 4월부터 2009년 4월까지 3년 동안 수행하였으며 공시토양의 성분은 Table 1과 같다. 그리고 우분액비는 김제시 백산면 시험포 부근에 위치한 착유우 목장에서 6개월 동안 완전 부숙시킨 슬러리를 이용하였으며, 매 사용시기 마다 정기적으로 시료를 채취하여 성분을 분석한 다음 사용수준을 결정하였다. 본 시험에 이용된 우분액비 성분은 Table 2에 나타낸 바와 같이 질소 0.52~0.55%, 인산 0.24~0.43%, 수분함량이 90~92% 이상으로 매우 균일하게 조제되어 있었다. 우분액비 사용은 파종전에 전량 사용하였다. 본 시험에 사용된 총체 벼의 공시품종은 ‘남

Table 1. Properties of soil collected at beginning of experiment in paddy land

Items	pH	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	OM <sup>3)</sup> (%)	T-N <sup>4)</sup> (%)	Exchangeable cations(cmol <sup>+</sup> /kg)			
					Ca <sup>2+</sup>	K	Mg	Na
MWRS <sup>1)</sup>	5.60	54.35	27.99	1.63	2.93	0.18	1.13	0.17
MWRC <sup>2)</sup>	5.74	93.02	32.74	1.87	3.83	0.22	1.26	0.16

<sup>1)</sup> MWRS: whole crop rice applied with chemical fertilizer, <sup>2)</sup> MWRC: whole crop rice applied with cattle slurry, <sup>3)</sup> OM : organic matter, <sup>4)</sup> T-N : Total nitrogen

Table 2. Major properties of cattle slurry used in this experiment

Year	Moisture (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)
2006	92.10	0.52	0.24	0.39	0.24	0.13	0.13
2007	90.10	0.55	0.44	0.44	0.42	0.20	0.21
2008	92.30	0.52	0.43	0.42	0.40	0.20	0.21
Mean	91.50	0.53	0.37	0.42	0.35	0.18	0.18

평벼'로 3년 동안 매년 6월 초에 재식거리 30 × 15cm로 기계 이앙하였다.

논에서의 총체 벼를 생산하기 위해 시험구의 배치는 총체 벼 화학비료 시용구 및 총체 벼 우분액비 100% 시험구(우분액비구)로 하였다. 시험구 면적은 시험구당 330 m<sup>2</sup>(100평)으로 완전임의 배치 3반복으로 배치하였다.

논에서의 총체 벼 재배를 위한 화학비료 시비량은 N-P-K를 각각 90-45-57 kg/ha로 하였고 기비(6월 초순)는 50-100-70%, 분얼비(6월 중순)는 20-0-0%, 그리고 수비(7월 하순)는 30-0-30%로 분시하였다. 우분액비 시용구는 N 기준으로 우분액비 90 kg/ha를 기비로 전량 공급하였다. 제초, 병충해 방제 등의 포장관리는 농가의 관행적인 방법으로 수행하였다. 식용 벼의 전장, 수장, 경수 및 건물수량 등은 채취된 시료를 이용하여 벼 재배기술에 기술된 방법에 의하여 조사하였다.

총체 벼의 생산성은 관행에 의하여 적기에 수확하고 생초량을 측정하였으며, 그 중 일부를 채취 칭량한 후 70℃ 건조기에서 48시간 건조 후 건물 생산량을 산출하였다. 비료 원으로써 액비시용에 따른 총체 벼의 사료가치를 조사하기 위해 채취된 시료를 건조하여 20 mesh의 Wiley mill로 분쇄하여 실험실내 desiccator에 보관하였다가 Kjeldahl 정량법으로 조단백질(Crude protein, CP) 함량<sup>2)</sup>을, neutral detergent fiber(NDF) 및 acid detergent fiber(ADF) 함량은 Goering과 Van Soest법<sup>8)</sup>에 의해 분석하였다. TDN은 TDN=88.9-(ADF%×0.79)에 의하여 계산하였다.<sup>11)</sup>

우분액비 시용에 따른 답리작 토양성분(시험 전후)은 이앙 후 논 토양의 표토를 채취하여 실내에서 자연 건조한 다음 이를 잘 마쇄 하여 토양분석법에 준하여 분석하였다. 벼 재배기간 동안 관개수의 유출에 의해 양

분이 환경에 어떠한 영향을 미치는가를 조사하기 위하여 시험기간 동안 배출수를 이용하여 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N 및 PO<sub>4</sub>-P의 농도 (FIASStar 5000 Analyzer, Foss Tecator, Sweden)를 측정하였다. 그리고 우분액비에 따른 양분의 용탈량에 대한 조사는 수도작 지대의 적절한 지역에 무작위로 3개 이상의 suction cup을 깊이 1 m에 설치하고 FIASStar 5000 Analyzer (Foss Tecator, Sweden)를 이용하여 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N 및 PO<sub>4</sub>-P의 농도를 측정하였다.

본 시험에서 얻은 모든 결과는 Windows 용 SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver 12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 T-test (p<0.05)로 분석하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 사료용 총체 비의 생산성

Table 3에 나타낸 바와 같이 사료용 총체

비의 3년간 평균 초장 및 엽장은 화학비료 시용구 (MWRS) 보다 우분액비 시용구 (MWRC)에서 경미한 증가를 보였다. 그리고 총체 비의 3년간 평균 경수는 화학비료 시용구보다 우분액비 시용구에서 감소되었으나 유의차는 나타나지 않았다. 총체 비의 3년간 평균 건물수량은 Table 3에서 나타낸바와 같이 화학비료 시용구는 우분액비 시용구와 비슷한 수준을 보였다. 이처럼 총체 비 우분액비 시용에 따른 생산성 감소가 나타나지 않은 것은 액비내 영양분이 화학비료와 비슷한 수준으로 총체 비의 생육에 이용되었기 때문인 것으로 생각된다. 이제까지 답작지에서 사료용 총체 비 생산을 위한 우분액비 이용에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았기 때문에 우분액비와 총체 비의 이용성 증진에 관한 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

#### 2. 사료용 총체 비의 사료가치

Table 3. Effect of application of cattle slurry on total height, leaf height, number of stem and dry matter (DM) yield of whole crop rice in paddy land

Items	Treatment	Year			
		2006	2007	2008	Mean
Total height (cm)	MWRS <sup>1)</sup>	90.60	89.22	96.27	92.03
	MWRC <sup>2)</sup>	95.30	92.11	91.10	92.84
Leaf height (cm)	MWRS	17.90	20.09	22.20	20.06
	MWRC	20.60	22.06	19.23	20.63
Number of stem (No.)	MWRS	14.70	11.72	13.90	13.44
	MWRC	11.20	11.17	16.43	12.93
DM yield (kg/10a)	MWRS	10,810	9,666	13,337	11,271
	MWRC	10,000	9,886	12,791	10,892

<sup>1)</sup> MWRS: whole crop rice applied with chemical fertilizer,

<sup>2)</sup> MWRC: whole crop rice applied with cattle slurry.

Table 4. Effect of application of cattle slurry on the nutritive values of whole crop rice in paddy land

Items	Treatment	Year			
		2006	2007	2008	Mean
CP <sup>1)</sup> (%)	MWRS <sup>5)</sup>	5.90	5.87	5.57	5.78 <sup>b</sup>
	MWRC <sup>6)</sup>	5.60	6.37	6.40	6.12 <sup>a</sup>
NDF <sup>2)</sup> (%)	MWRS	65.50	62.53	65.44	64.49
	MWRC	66.90	61.63	61.35	63.29
ADF <sup>3)</sup> (%)	MWRS	36.20	40.17	38.25	38.21
	MWRC	37.70	38.66	37.86	38.07
TDN <sup>4)</sup> (%)	MWRS	60.30	57.17	58.68	58.72
	MWRC	59.10	58.35	59.00	58.82

<sup>1)</sup> CP:Crude protein, <sup>2)</sup> NDF: Neutral detergent fiber, <sup>3)</sup> ADF: Acid detergent fiber, <sup>4)</sup> TDN: Total digestible nutrient, <sup>5)</sup> MWRS: whole crop rice applied with chemical fertilizer, <sup>6)</sup> MWRC: whole crop rice applied with cattle slurry.

<sup>a</sup> and <sup>b</sup>: Means with different letters within a column are significantly different (P<0.05).

Table 4에 나타난 바와 같이 사료용 총체 벼의 3년간 평균 조단백질 함량은 화학비료 시용구보다 우분액비 시용구에서 현저하게 증가하였는데 (p<0.05), 이는 총체 벼내 질소 성분의 회석효과인 것으로 해석된다. 그리고 화학비료 시용구 및 우분액비 시용구의 NDF 함량은 각각 64.49%, 63.29%, ADF 함량은 38.21 %, 38.07% 및 TDN 함량은 58.72%, 58.82%로 처리구간에 큰 차이는 나타나지 않았다.

### 3. 토양의 화학성분

시험전후의 토양의 화학성분은 Table 5에 나타난 바와 같다. 총체 벼 화학비료 시용구 및 우분액비 시용구의 토양 pH 및 토양유기물 함량은 시험 전보다 시험 후에 경미한 증가를 보였으나 통계적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 시험 전에 비해 화학비료 시용구

및 우분액비 시용구의 토양 내 전질소 및 인산함량은 현저하게 증가하였다 (p<0.05).

시험전후 토양에서 양이온치환용량의 농도의 변화는 화학비료 시용구 및 우분액비 시용구 모두에서 Ca 및 K 농도는 시험 종료 후에 현저하게 증가하는 경향을 나타냈다 (p<0.05). 또한 화학비료 시용구 및 우분액비 시용구에서 Mg 및 N 농도는 약간 증가하는 경향을 보였으나 유의차는 나타나지 않았다. 이상의 결과에서 보는 바와 같이 우분액비 시용에 따라 토양내 Ca, Mg, Na 및 Ca의 농도는 증가하는 경향을 보였는데 이는 우분내의 무기성분뿐만 아니라 작물의 지하부가 부속되면서 무기성분이 증가되었기 때문인 것으로 생각된다. 그리고 논토양에서 우분액비와 지하부의 부속관계에 있어서 무기성분의 변화에 관한 또 다른 측면에서 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

Table 5. Effect of application of cattle slurry on the characteristics of soil collected at the end of experiment in paddy land

Items	Experiment	pH	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	OM <sup>5)</sup> (%)	T-N <sup>6)</sup> (%)	Exchangeable cations(cmol <sup>+</sup> /kg)			
						Ca <sup>2+</sup>	K	Mg	N
DSSCS <sup>1)</sup>	Before <sup>3)</sup>	5.60	54.35 <sup>b</sup>	27.99 <sup>b</sup>	1.63 <sup>b</sup>	2.93 <sup>b</sup>	0.18 <sup>b</sup>	1.13	0.17 <sup>a</sup>
	After <sup>4)</sup>	5.70	95.87 <sup>a</sup>	31.21 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	4.97 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup>	1.39	0.20 <sup>a</sup>
MSSGM <sup>2)</sup>	Before	5.74	93.02 <sup>a</sup>	32.74 <sup>a</sup>	1.43 <sup>b</sup>	3.83 <sup>b</sup>	0.22 <sup>b</sup>	1.26	0.16 <sup>b</sup>
	After	5.86	97.36 <sup>a</sup>	33.68 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>	5.51 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	1.64	0.34 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>MWRS: whole crop rice applied with chemical fertilizer, <sup>2)</sup>MWRC: whole crop rice applied with cattle slurry, <sup>3)</sup>Before: Characteristics of soil collected at beginning of experiment in paddy land (2006), <sup>4)</sup>After: Characteristics of soil collected at the end of experiment in paddy land (2009).

<sup>a</sup> and <sup>b</sup>: Means with different letters within a column are significantly different at the 5% level.

4. 논외 배출수중 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N 및 PO<sub>4</sub>-P 의 농도 변화

벼 재배기간에 배출수를 수집하여 성분함량을 나타낸 것은 Fig. 1과 같다. 총체 벼 화학비료 시용구 및 우분액비 시용구에서 배출되는 성분중 NO<sub>3</sub>-N 및 NH<sub>4</sub>-N 농도는 2007년에 비하여 2008년에 현저하게 높은 경향을 보였다. 그리고 총체 벼 화학비료 시용구에 비하여 우분액비 시용구에서 NO<sub>3</sub>-N 및 NH<sub>4</sub>-N 농도는 약간 높게 나타났다. 또한 배출수중 NO<sub>3</sub>-N 및 NH<sub>4</sub>-N 농도는 이앙 후 시일이 경과 될수록 낮아지는 경향을 보였는데 이는 벼 생육에 의한 양분 흡수에 의해 낮아진 것으로 보인다. 그리고 배출수중 PO<sub>4</sub>-P 농도는 2007년 2008년 모두 거의 비슷한 수준을 유지하였다.

이처럼 시험기간 중 2007년에는 2008년에 비해 현저하게 NO<sub>3</sub>-N 및 NH<sub>4</sub>-N 배출되는 성분이 낮았는데 이는 2007년에 강우량이 적었던과 관련이 있는 것으로 보여진다. 유기무기성분에 있어서 강우량과 배출수 간의 상관관계 추정은 답리작 작물생산에 중요할뿐 아

니라 환경오염과 밀접한 관련이 있으므로 적절한 분뇨사용 관리기술에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

5. 논외 용탈수중 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N 및 PO<sub>4</sub>-P 의 농도 변화

경작형태별 우분액비시용이 환경오염에 미치는 영향을 파악하기 위하여 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N 및 PO<sub>4</sub>-P의 용탈을 suction cup을 지하 1m 깊이로 설치하여 일정간격으로 조사한 결과는 Fig. 2와 같다.

총체 벼 화학비료 시용구 및 우분액비 시용구의 NO<sub>3</sub>-N 및 NH<sub>4</sub>-N 농도 변화는 차이를 보이지 않았고, 단지 우분액비 시용초기에 약 6~10 mg/L 정도 높은 농도로 용탈됨을 알 수 있었다. 또한 화학비료 시용구 및 우분액비 시용구의 평균적인 PO<sub>4</sub>-P 농도도 NO<sub>3</sub>-N 및 NH<sub>4</sub>-N 농도변화와 유사하게 처리구간에 확실한 차이를 보여주지 않았고, 단지 우분액비 시용초기에 약 0.07~0.13 mg/L 정도 높은 농도로 용탈됨을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 나타난바와 같이 우분액

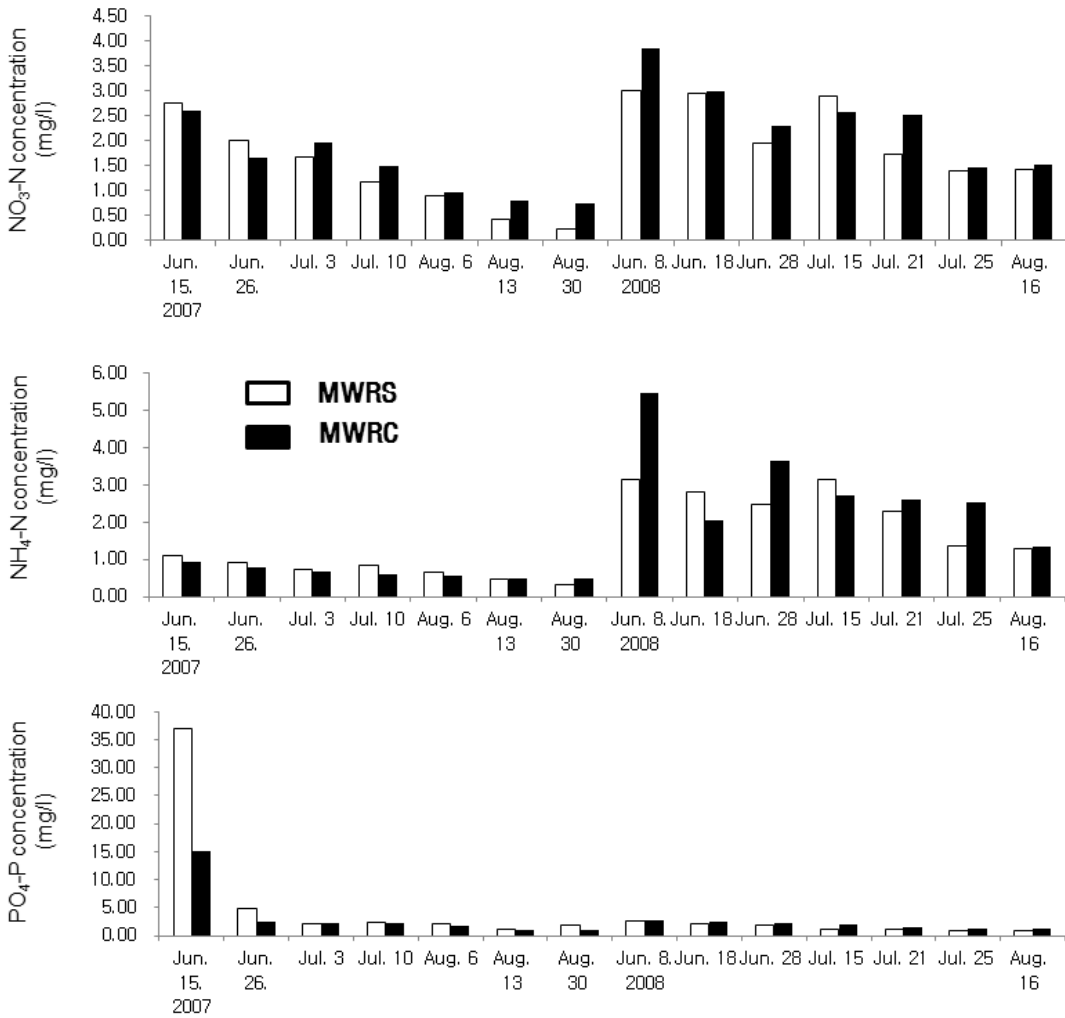


Fig. 1. The level of NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N and PO<sub>4</sub>-P in discharge water from paddy land by application of cattle slurry during the experimental period.

\* MWRS : whole crop rice applied with standard fertilizer, MWRC: whole crop rice applied with cattle slurry.

비시용에 따른 용탈수중 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N 및 PO<sub>4</sub>-P 농도는 계절에 관계없이 일정한 경향을 유지하는 것을 알 수 있었다. 그리고 본 연구의 결과에서 보는 바와 같이 평균 NO<sub>3</sub>-N 농도가 5 ug/ml도 초과하지 않고 있어 지하수에서의 NO<sub>3</sub> 함량을 50 ug/ml으로 규제하고 있는 유럽의 규제치 보다도 오히려 낮은 경향을 보여 주고 있다. 이러한 결과는

영년초지에서 높은 N 시용수준에도 불구하고 N의 용탈이 결코 많지 않다는 지금까지의 Amberger<sup>1)</sup>, Dressel과 Jung<sup>5)</sup>, Merz<sup>13)</sup> 등의 많은 연구 결과와도 일치하고 있다.

일반적으로 전작지에서는 계절적으로는 강수량에 따라 강수량이 많았던 8월 하순에 용탈수중 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N 및 PO<sub>4</sub>-P 농도가 증가한다고 Choi 등<sup>4)</sup>은 보고하고 있는데, 본 연

적 요

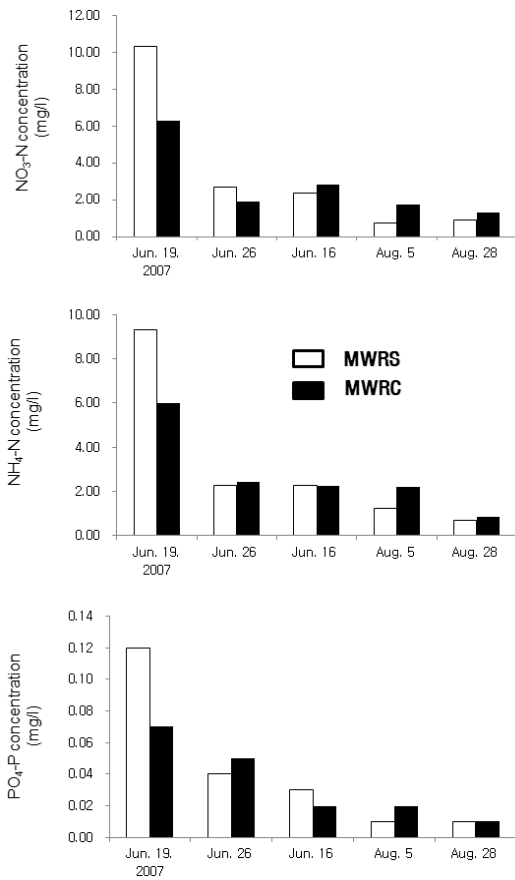


Fig. 2. The level of NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N and PO<sub>4</sub>-P in leaching water from paddy land by application of cattle slurry during the experimental period.

\* MWRS: whole crop rice applied with standard fertilizer, MWRC: whole crop rice applied with cattle slurry.

구의 결과와 상이한 결과를 나타낸 이유는 전작지와 답작지에서의 경작형태가 다르기 때문인 것으로 생각된다. 그러므로 답작지와 전작지에서의 양분용탈에 관한 새로운 학문적 접근이 이루어져야할 것으로 생각되며 또한 수질환경보존차원에서 전작과 답작의 작부체계에 관한 분뇨이용시스템 구축이 필요하다고 생각한다.

본 연구에서는 논에서의 조사료용 총체 벼 생산을 위해 우분액비의 시용효과를 규명하기 위하여 총체 벼 화학비료 시용구를 대조구로 하고 우분액비 시용구를 처리구로 하여 총체 벼 생육특성, 생산성 및 사료가치를 조사하였다. 그리고 처리구별 토양의 지력증진 효과를 분석함과 동시에 화학비료 및 우분액비의 시용에 따른 배출수와 용탈수의 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N 및 PO<sub>4</sub>-P 등을 분석하여 환경영향평가를 실시하고자 수행하였다. 본 연구는 2006년 5월부터 2009년 4월까지 3년 동안 전라북도 김제군 백산면 시험포장에서 완전임의배치 3반복으로 수행되었다. 화학비료 시용구의 총체 벼의 수량은 우분액비 시용구와 비슷한 수준을 보였다. 총체 벼의 조단백질 함량은 화학비료 시용구보다 우분액비 시용구에서 현저하게 증가하였으나 ( $p < 0.05$ ) NDF, ADF 및 TDN 함량은 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았다. 우분액비시용에 따른 토양내 pH, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, T-N, OM 농도는 시험 전에 비해 시험종료 후에 증가하는 경향을 나타냈다. 그리고 우분액비시용에 따른 토양내 Ca, Na, Mg 및 K 농도는 시험 전에 비해 시험종료 후에 현저하게 증가하는 경향을 나타냈다. 총체 벼 화학비료 시용구 및 우분액비 시용구에서 배출되는 성분중 NO<sub>3</sub>-N 및 NH<sub>4</sub>-N 농도는 2007년에 비하여 2008년에 현저하게 높은 경향을 보였으나 배출수중 PO<sub>3</sub>-P 농도는 2년간 모두 비슷한 수준을 유지하였다. 그리고 처리구간에도 농도차이는 나타나지 않았다. 우분액비시용에 따른 용탈수중 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N 및 PO<sub>3</sub>-P의 농도는 큰 차이를 보이지 않았다.



## 인 용 문 헌

1. Amberger, A. 1983. Stickstoffaustrag in Abhängigkeit von Kulturart und Nutzungsintensität im Ackerbau und Grünland, Nitratein Problem für unsere Trinkwasserversorgung. Arbeiten der DLG, Band 177. DLG-Verlag : 83-94.
2. AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
3. 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.
4. Choi, K. C., Yook, W. B. and Yoon, C. 2008. Effects of Swine Manure on The Production of Forage, Soil Properties, and the Chemical Characteristics of Leaching Water in Mixed Grassland. J. Kor. Grassl. Sci. 28(4):331-340.
5. Dressel, J. and Jung, J. 1983. Nährstoffverlagerung in einem Sandboden in Abhängigkeit von der Bepflanzung und Stickstoffdüngung (Lysimeterversuche). Landw. forsch. 36. Kongressband.
6. Freeze, B. S. and Sommerfeldt, T. G. 1985. Breakeven hauling distances for beef feedlot manure in southern Alberta. Can. J. Soil Sci. 65:687-693.
7. Gilley, J. E., Eghball, B., Blumenthal, J. M. and Baltensperger, D. D. 1999. Runoff and erosion from interrill areas as affected by the application of manure. Transactions of the ASAE 42(4):975-980.
8. Goering, H. K. and Van Soest, P. J. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
9. Hariston, J. E., Sanford, J. O., Pope, D. F. and Horneck, D. A. 1987. Soybean-wheat double cropping : Implications from straw management and supplemental nitrogen. Agron. J. 79:281-286.
10. Jarvis, S. C., Sherwood, A. M. and Steenvoorden, J. H. 1987. Nitrogen losses from animal manures from grazed pastures and from applied slurry. In: Van Der Meer, H.G., Unwin R. J., Van Dijk T. A. and Ennik G. C. (eds). Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste pp 195-212. Dordrecht, the Netherlands : Martinus Nijhoff.
11. Kim, J. G., Chung, E. S., Lee, J. K., Lim, Y. C., Yoon, S. H. and Kim, M. J. 2009. Comparison of yield and quality of direct-seeded whole crop rice. J. Kor. Grassl. Sci. 29(1):25-30.
12. Long, F. N. J. and Gracey, H. I. 1990. Forage production and nitrogen recovery from slurry injection and fertilizer nitrogen application. Grass and Forage Science 45:77-82.
13. Merz, H. U. 1988. Untersuchungen zur Wirkung von unbehandelter und methanvergorener Rindergülle auf den N-Umsatz unter *Dactyulis glomerata* L. sowie auf das Keimverhalten verschiedener Pflanzensorten. Disstation. uni. Hohenheim.
14. Sommerfeldt, T. G. and Chang, C. 1985. Changes in soil properties under annual applications of feedlot manure and different tillage practices. Soil Sci. Soc. Am J. 549:

- 983-987.
15. Sommerfeldt, T. G. and Chang, C. 1987. Soilwater properties as affected by twelve annual applications of cattle feedlot manure. *Soil Sci. Soc. Am J.* 51:7-9.
16. 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.
17. Yook, W. B. 1992. Studies on Animal Excreta Application to Grassland. *J. Kor. Grassl. Sci.* Special No. 122-126.
18. Yook, W. B., Choi, K. C., An, S. H. and Lee, J. K. 1999. Effects of Application Seasons and Levels of Cattle Slurry on Nitrate Contents in Soils of Rye Cultivation. *J. Kor. Grassl. Sci.* 19(2)141-146.