

# 답작지대에서 돈분액비에 의한 호밀 생산시 후작 벼의 생산성에 미치는 영향

윤 창 · 육완방\* · 최기춘\* · 이경보\*\* · 정구남\*\*\*

## Effect of Application of Pig Manure Slurry to Rye on Rice Productivity in Paddy-land

Chang Yoon, Wan-Bang Yook\*, Ki-Choon Choi\*, Kyung-bo Lee\*\* and Ku-Nam Chung\*\*\*

### ABSTRACT

This study was conducted to examine the effect of application of pig manure slurry(PMS) for rye cultivation in Paddy-land on rice productivity. The field experiments were carried out from 1999 to 2002 on well-grown rice in Paddy-land at Kimje, Chunbuk province in Korea. PMS was manufactured by the fermentation for 6 months in natural condition. Amount of PMS was adjusted equal to total nitrogen value relative to its value of commercial chemical fertilizers. The amount of PMS were spread evenly over the soil surface two times; first in the autumn (before sowing, end of November) and second in the spring (regrowth of rye, middle of March). The field plots were consisted of four kinds (PMS 100% treatment, PMS 200% treatment, PMS 100% treatment with half of CF (CF 50%), Full of CF treatment (CF 100%)). The experiment was designed as a randomized complete block. Each treatment was replicated three times. Rices are customarily grown under tropical korean condition as annuals.

The results obtained from this study were summarized as follows.

Panicle length of rice was shorter in PMS 100% than other treatments. Ripening grain ratio was the lower in CF treatment. In treatment of PMS 100% and PMS 200%, 1000 grain weight was a downward trend as compared to that of full of CF treatments, whereas number of grains per m<sup>2</sup> was increased as compared to other treatments. Number of panicles reveals that there is an increase in order; CF 50%+ PMS 100% > PMS 100% > CF 100% > PMS 200%. Yield of milled rice showed high in CF 100% and CF 50%+ PMS 100%, but there was no significant difference among treatments. There were did not a regular tendency in the ratio of leaf sheath bright, however the ratio of lodging area was higher in CF 50%+ PMS100% treatment than other treatments. Based on the results of this experiment, CF 50%+ PMS 100% may be the most effective in rice productivity under application of PMS for rye cultivation in Paddy-land.

(Key words : Yield components, Yield of rice, leaf sheath bright, lodging)

### I. 서 론

농업활동에 의한 환경오염 가능성은 화학비

료의 과다 시용과 유출에 의한 수질오염, 적절하게 처리되지 못하고 무단 방류되는 축산분뇨 등이 주이다. 이외에도 강우에 의해 토양과 함

“이 논문은 농림기술개발 연구과제 결과의 일부임”

익산대학(Iksan National College)

\* 건국대학교 축산대학(College of Animal Husbandry, Kon-kuk University)

\*\* 호남농업연구소(Honam Agricultural Research Institute)

\*\*\* 전라북도 축산진흥연구소 종축시험소(Livestock Breeding Station, Livestock Development & Research Institute of Chonrabuk-do)

Corresponding author : Chang Yoon, Iksan National College, Iksan 570-752, Korea.

Tel : 063-850-0718, E-mail : cyoon@iksan.ac.kr

게 유실되는 영양성분 등이 있다. 특히 가축분뇨는 자연에 방치할 경우 수질오염, 악취발생 및 위생악화 등 심각한 환경문제를 일으킬 수 있으므로 사회적인 문제로 대두되고 있다. 가축분뇨에 대한 환경규제는 점차 강화되고 있는 추세이며 이는 가축분뇨 중의 질소, 인산, 세균 및 유기물 함량이 높아 지표수 및 지하수를 오염시키고 인축의 피해와 호소 및 하천의 부영양화를 초래하기 때문이다.

가축 사육에 의한 분뇨 배설량은 2001년 기준으로 연간 약 3,540만 톤이 되며 여기에 함유되어 있는 비료성분은 질소가 약 23만 톤, 인산이 약 7만 톤, 그리고 칼리가 약 9만 톤이 된다. 이렇게 비료성분이 풍부한 가축분뇨는 자원으로써 재활용하여야 한다. 그런데 축분의 경우에는 재활용에 많은 진전을 보이고 있으나 분뇨혼합, 즉 슬러리의 경우에는 그렇지 못한 형편이다. 따라서 혼합분뇨를 액비로 이용하는 기술을 개발하여 가급적이면 슬러리 형태의 액비로 농경지에 이용하도록 하는 것이 경제적이다. 액비이용에 있어서 해결되어야 할 문제로는 농경지 확보, 살포기술 개발, 악취 감소 등을 들 수 있다. 대부분의 축산농가는 살포할 수 있는 농경지가 거의 없기 때문에 어떻게 하면 축산농가와 경종농가를 연계하는가 하는 점도 중요하다. 따라서 가축 분뇨의 이용을 확대하기 위해서는 인근 경종농가, 특히 벼 재배에 이용하는 방안을 강구할 수 있다. 우리나라 농경지의 약 62%를 차지하는 논에 재배되고 있는 벼의 비료원으로 슬러리를 이용할 수 있다면, 이는 살포경지면적을 확대하는 의미가 되는 동시에 자원을 더욱 효율적으로 활용하게 된다. 실제로 가장 문제가 되는 양돈분뇨를 전량 논에 살포한다고 하여도 논 면적은 여유가

있는 형편이다.

사용된 질소는 휘산(Frost 등, 1990; Pain 등; 1990), 탈질(Stevens 등, 1989), 용탈(신, 1999; 육 등, 1999; Davies 등, 1996), 유실(Gilley 등, 1999; Hall, 1986; Dam Kofoed, 1981; Kilmer, 1974)되는데, 휘산이나 탈질되는 질소는 그 양이 매우 적으나 강우에 의해 유실되거나 용탈되는 양은 많기 때문에 지하수에 유입되어 지하수 오염의 원인이 된다(육, 1990; Jarvis 등, 1987; Pye, 1983; Legg와 Meisinger, 1982; McCalla, 1974). 따라서 본 연구는 돈분액비에 의한 답리작 사료작물을 재배한 후 돈분액비 사용이 벼의 생산성과 환경에 미치는 영향을 평가함으로써 답리작 사료작물 재배시 돈분액비의 안전사용기준을 설정하여 환경친화적 영농법 개발을 위한 자료를 얻고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 전라북도 김제시 청하면 대청리의 농지정리가 되어있는 논에서 1999년 10월부터 2002년 9월까지 3개년에 걸쳐 수행하였으며 공시 토양의 화학성분은 표 1과 같다. 본 시험에서 답리작 호밀 재배시 사용한 돈분액비는 시험포 인근에 위치한 비육돈 농장에서 약 6개월간 부숙시킨 슬러리를 이용하였는데, 이용된 돈분액비의 성분은 표 2에 나타난 바와 같이 질소 0.51%, 인산 0.12%, 칼리 0.41% 비교적 균일한 상태였다. 액비사용은 매 시용시기마다 정기적으로 시료를 채취하여 성분을 분석, 시용수준을 결정하였으며 답리작으로 호밀과 종전과 봄 생육개시 전에 사용하였다.

답리작인 호밀의 시비수준은 4처리 즉, 화학비료 표준구(화학비료시용구), 돈분액비 100%

Table 1. Chemical properties of soil before experiment

pH	OM (%)	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex. cation (cmol <sup>+</sup> /kg)			
				Ca	Mg	Na	K
5.49	2.16	0.19	22	4.28	1.74	0.29	0.42

Table 2. Chemical properties of Pig manure slurry

T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (ppm)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (ppm)
0.51	0.126	0.413	0.173	0.062	0.105	3,972	486

시용구, 돈분액비 200 % 시용구, 돈분액비 100% + 화학비료(삼요소) 50 % 시용구로 하였으며 화학비료 대비 돈분액비의 수준은 N를 기준으로 하였다. 시험구 면적은 시험구당 300평으로 완전임의 배치 3반복으로 배치하였다.

공시한 벼의 품종은 '남평벼'로 재식거리 30 × 15cm로 기계 이앙하였으며(1차년: 2000년 5월 28일, 2차년: '01년 6월 1일, 3차년: '02년 6월 1일) 시비, 제초, 병충해 방제 등의 포장관리는 처리구에 관계없이 동일하게 농가의 관행적인 방법으로 수행하였다.

토양의 화학성분은 토양화학 분석법(1988)으로 분석하였는데, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N는 습토상태의 토양을 10% NaOH 용액으로 추출 후 그 여액을 비색법으로 정량하였다. 액비의 화학성분은 비료검사요령(1984)을 적용하였다. 벼 생산성 및 병충해 발생 조사를 위하여 단위 면적당 이삭수, m<sup>2</sup>당 수수, m<sup>2</sup>당 립수, 천립중, 등숙비율, 수량 등은 채취된 시료를 이용하여 조사하였으며 문고병 및 도복 발생율은 달관에 의하여 조사하였다.

### III. 결과 및 고찰

벼의 시비반응은 수량을 기준으로 평가하는데, 벼 수량을 결정짓는 요인은 수장, 개체당 수수, m<sup>2</sup>당 립수, 등숙율 및 천립중 등과 같은 수량구성요소에 의해서 결정된다. 호밀재배 후 작 벼 재배시 수확기의 벼 수량구성요소의 변화를 보면 표 3과 같다.

먼저 수장의 변화를 보면, 요소, 용성인비, 염화加里와 같은 화학비료 시용구의 연차간 수장은 17.6cm~19.3cm로 평균 18.9cm인데 비해, 액비 100 % 시용구에서는 15.9~18.8cm로, 평

균 17.6cm이었다. 한편 액비 200 % 시용구에서는 16.4~19.2cm로 평균 18.2cm 이었으며, 화학비료 50%+액비 100%를 시용한 구에서는 18.3~19.7cm, 평균 19.0cm이었다. 처리별 수장의 변화는 액비 100 % 시용구에서 1·2·3년 차 모두 가장 짧았으며, 다음으로 액비 200 % 시용구의 수장이 짧았고 화학비료 시용구와 화학비료 50%+액비 100% 구는 서로 비슷하였다. 수장은 벼의 생산성에 큰 영향을 미치는데, 본 결과로 보면 화학비료 시용구와 화학비료 50%+액비 100 % 시용구가 다른 처리보다 약간 우수한 것으로 나타났으나, 유의적인 차이는 없었다. 벼 개체당 수수는 분얼기의 영양상태 및 유효비율에 의해 주로 결정되며, m<sup>2</sup>당 수수는 단위면적당 수수, 즉 재식밀도에 의해 영향을 받는다. 처리별 m<sup>2</sup>당 수수를 보면 1차년에는 화학비료 50%+액비 100 % 시용구에서 404개로 가장 많았고 다음으로 액비 100 % 시용구, 화학비료 시용구, 액비 200 % 시용구 순으로 낮아졌다. 2차년에는 화학비료 50%+액비 100 % 시용구가 가장 많았고 다음으로 화학비료 시용구, 액비 100 %, 액비 200 % 시용구 순이었다. 3차년에는 액비 100%시용구의 수수가 가장 많았고 다음으로 액비 200 % 시용구, 화학비료 시용구, 화학비료 50%+액비 100 % 시용구 순으로 낮아졌다. 한편 3개년간의 평균치를 보면 화학비료 50%+액비 100 % 시용구 m<sup>2</sup>당 411개로 가장 많았으며 다음으로 액비 100 % 시용구, 화학비료 시용구, 액비 200 % 시용구 순으로 낮았다. 그러나 처리 및 연차간에 유의한 차이는 나타나지 않았다.

m<sup>2</sup>당 립수는 벼의 유수형성기와 수잉기의 영양상태와 벼의 재식밀도, 수수에 의해 크게 좌우된다. 처리별 m<sup>2</sup>당 립수는 1차년에는 액비

Table 3. Yield components of rice with different treatment of pig manure slurry and chemical fertilizer

Yield components	Treatment	Annual series			Mean
		1999	2000	2001	
Panicle length (cm)	Chemical fertilizer	17.6 ± 2.6	19.7 ± 1.3	19.3 ± 1.8	18.9 ± 1.9
	PMS 100% <sup>1)</sup>	15.9 ± 0.4	18.8 ± 1.2	18.2 ± 1.0	17.6 ± 2.5
	PMS 200% <sup>2)</sup>	16.4 ± 1.4	19.1 ± 2.0	19.2 ± 2.2	18.2 ± 2.9
	PMS 100% with CF <sup>3)</sup>	18.3 ± 2.3	19.1 ± 4.1	19.7 ± 2.5	19.0 ± 2.7
	Mean	18.3 ± 1.8	19.7 ± 2.4	19.1 ± 2.0	
Number of panicles per m <sup>2</sup>	Chemical fertilizer	377 ± 17b	418 ± 18	405 ± 7	400 ± 22ab
	PMS 100%	389 ± 13b	411 ± 10	414 ± 11	404 ± 16ab
	PMS 200%	323 ± 16c	407 ± 9	410 ± 19	380 ± 44b
	PMS 100% with CF	404 ± 9a	429 ± 16	401 ± 10	411 ± 16a
	Mean	373 ± 24	416 ± 23	407 ± 21	
Number of spikelets (1000grain/m <sup>2</sup> )	Chemical fertilizer	26 ± 3	28 ± 3	27 ± 3	27 ± 3
	PMS 100%	28 ± 4	27 ± 4	25 ± 2	27 ± 3
	PMS 200%	23 ± 3	26 ± 3	26 ± 2	25 ± 3
	PMS 100% with CF	22 ± 3	28 ± 4	26 ± 3	25 ± 4
	Mean	25 ± 4	27 ± 3	26 ± 2	
Ripening grain ratio(%)	Chemical fertilizer	85.9 ± 0.2b	90.0 ± 2.0	92.9 ± 2.9	89.6 ± 3.8b
	PMS 100%	91.2 ± 1.4a	91.6 ± 1.8	92.1 ± 1.1	91.4 ± 1.3a
	PMS 200%	91.9 ± 1.0a	91.6 ± 1.6	92.1 ± 1.1	91.9 ± 1.1a
	PMS 100% with CF	91.9 ± 1.9a	90.5 ± 1.5	92.4 ± 1.4	91.6 ± 1.6a
	Mean	90.0 ± 3.1a	90.9 ± 1.6	92.1 ± 1.6	
1000 grain weight(g)	Chemical fertilizer	21.6 ± 1.4	22.0 ± 0.6	21.7 ± 1.9	21.8 ± 1.2
	PMS 100%	21.1 ± 0.1	21.0 ± 1.2	21.4 ± 1.2	21.4 ± 0.8
	PMS 200%	21.1 ± 1.1	21.7 ± 1.9	21.9 ± 2.7	21.6 ± 1.7
	PMS 100% with CF	21.5 ± 1.5	22.3 ± 2.5	21.6 ± 2.4	21.8 ± 1.9
	Mean	21.3 ± 1.0	21.7 ± 1.5	21.6 ± 1.8	

<sup>ab</sup> Means within a column with different superscripts differ(p<.05).

<sup>1)</sup> PMS 100% treatment without chemical fertilizer.

<sup>2)</sup> PMS 200% treatment without chemical fertilizer.

<sup>3)</sup> PMS 100% treatment with half of chemical fertilizer.

100 % 시용구가 가장 많았고 다음으로 화학비료, 액비 200 %, 화학비료 50 % + 액비 100 % 시용구 순이었다. 2차년에는 화학비료 시용구와 화학비료 50 % + 액비 100 % 시용구가 28천개로 가장 많았으며 다음으로 액비 100 %, 액비 200 % 시용구 순으로 낮아졌다. 3차년에는 화학비료시용구가 27천개로 가장 많았고 다음으로 액비 200 % 시용구와 화학비료 50 % + 액비 100 % 시용구가 26천개로 비슷하였으며 액비 100 % 시용구가 25천개로 가장 적었다. 한편 이들 3개년의 평균치로 비교하여 보면 화학비료시용구가 27천개로 가장 많았고 다음으로 액비 100 %, 화학비료 + 액비 100 %, 액비 200 %

시용구 순이었는데, 처리간 차이는 크지 않았다.

처리별 등숙율은 1차년에서 화학비료 시용구가 85.9%로 가장 낮고(p<.05) 다른 처리구에서는 비슷하게(91.2~91.9%) 나타났으나, 2차년에는 90.0~91.6%로 큰 차이가 없었으며 3차년에서도 92.1~92.9%로 나타나 큰 차이를 볼 수 없었다. 처리별 평균 등숙율은 화학비료, 액비 100 %, 액비 200 % 및 화학비료 50 % + 액비 100 % 시용구에서 각각 89.6, 91.4, 91.9 및 91.6%로 액비를 사용한 구에서 약간 높은 경향이지만, 이는 화학비료시용구의 1차년도 등숙율이 낮았던 결과이다. 이처럼 1차년의 화학비료 시용구의 등숙율이 현저히 낮았던 것은

2, 3년차 등숙율이나 다른 수량구성요소에서 처리간 차이가 거의 없는 것으로 볼 때 전작 호밀에 대한 시비의 영향이 후작 벼에 영향을 미친 것이라기보다는 일시적인 어떤 환경요인으로 보인다. 따라서 돈분액비와 화학비료간의 관계 그리고 기후 등을 고려한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

처리별 천립중의 변화를 보면, 1차년은 화학비료 시용구가 21.6 g으로 가장 무겁고 화학비료 50%+액비 100% 시용구가 21.5 g으로 두 번째로 무거웠으며, 액비 100% 및 200% 시용구가 21.1 g으로 가장 가벼웠다. 2차년의 천립중은 화학비료 50%+액비 100% 시용구가 22.3 g으로 가장 무거웠고 다음으로 화학비료, 액비 200%, 액비 100% 시용구 순이었다. 3차년에는 액비 200% 시용구의 천립중이 21.9 g으로 가장 무거웠고 다음으로 화학비료 시용구와 화학비료 50%+액비 100% 시용구가 서로 비슷하였으며, 액비 100% 시용구가 가장 가벼웠다. 이들 3개년 평균치로 보면 화학비료 시용구와 화학비료 50%+액비 100% 시용구의 천립중이 21.8 g으로 가장 무거웠고, 다음으로 액비 200%, 액비 100% 시용구 순이었다.

수량구성요소인 수장, m<sup>2</sup>당 수수, m<sup>2</sup>당 립수, 등숙율 및 천립중이 화학비료 시용구와 액비 시용구간에 일정한 경향을 찾을 수 없는 것으로 볼 때 답리작으로 호밀 재배시 전작물에 사용된 액비가 후작인 벼의 수량구성요소에 큰

영향을 미치지 않는 것으로 볼 수 있다.

처리별 3개년 동안의 백미수량을 살펴보면 표 4와 같다. 화학비료 시용구에서는 10a당 435~485 kg로 평균 467.7 kg 이었으며 화학비료 50%+액비 100% 시용구에서는 433~491 kg, 평균 468.3 kg으로 서로 비슷한 수량을 나타내었다. 한편 액비를 100% 시용한 구에서는 401~480 kg, 평균 450 kg, 액비를 200% 시용한 구에서는 410~482 kg, 평균 457.3 kg으로 나타나 액비 시용량이 2배 증가해도 수량은 비슷한 수준이었으며 3개년 평균치의 처리간에 유의적인 차이는 없었다. 그러나 연차별 수량을 보면, 1차년 수량에서는 액비 시용구의 수량이 화학비료 시용구에 비해 낮았으나, 2년차 3년차에는 처리간 차이를 볼 수 없었다. 이 같은 결과는 액비처리에 의한 호밀재배가 후작재배 벼의 수량에 영향을 미친다는 것을 나타내고 있다. 일반적으로 액비사용에 의한 작물의 수량은 증가하는 것으로 알려져 있으나, 이는 시용시기와 시용량에 따라 다르다고 한다(Choudhary 등, 1994). 본 시험에서 전 작물 호밀에 대한 액비 사용이 후작 벼의 수량구성요소에 큰 영향을 미치지 않는데 반해 1차년에 화학비료 시용구에 비해 낮은 것은 일시적으로 수량에 영향을 미칠 수 있음을 시사하고 있으나 무어라 단정할 수는 없다. 따라서 액비처리에 의한 호밀재배 후작으로 벼를 재배할 때는 벼의 수량에 영향을 미칠 수 있으므로 답리작 재배시 돈분액

Table 4. Yield of rice with different treatment of pig manure slurry and chemical fertilizer

Treatment	Rice yield(kg/10a)			Mean
	1999	2000	2001	
Chemical fertilizer	435 ± 15a	483 ± 21	485 ± 20	467.7 ± 11
PMS 100% <sup>1)</sup>	401 ± 21b	480 ± 15	469 ± 14	450.0 ± 39
PMS 200% <sup>2)</sup>	410 ± 10ab	482 ± 23	479 ± 11	457.3 ± 38
PMS 100% with CF <sup>3)</sup>	433 ± 23ab	480 ± 10	491 ± 13	468.3 ± 30
Mean	419 ± 21ab	481 ± 31	481 ± 15	

<sup>ab</sup> Means within a column with different superscripts differ(p<.05).

<sup>1)</sup> PMS 100% treatment without chemical fertilizers.

<sup>2)</sup> PMS 200% treatment without chemical fertilizer.

<sup>3)</sup> PMS 100% treatment with half of chemical fertilizer.

비의 사용은 환경적인 요인 즉 악취, 수질, 배출 수량 등을 고려하여 액비 100%나 화학비료 50%+액비 100% 사용이 적당하다고 생각된다.

표 5는 시험기간 중 벼의 문고병 및 도복발생 정도를 나타낸 것이다. 1차년 처리별 문고병 감염주율을 보면, 액비 200% 시용구에서는 36.7%, 화학비료 50%+액비 100% 시용구에서는 35%, 화학비료 시용구에서는 26.7%, 액비 100% 시용구에서는 21.7%로 액비 200% 시용구와 화학비료 50%+액비 100% 시용구가 그 외 처리구 보다 높게 나타났다. 2차년에서는 화학비료 시용구가 26%, 화학비료 50%+액비 100% 시용구가 33%, 액비 200% 시용구가 23%, 액비 100% 시용구가 16%로 화학비료 시용구 및 화학비료 50%+액비 100% 시용구에서 더 높이나 1차년과는 다른 양상을 보였다. 3차년도 2차년과 비슷한 양상으로 화학비료 시용구가 15%인 반면, 화학비료 50%+액비 100% 시용구에서는 10%, 액비 100 및 200% 시용구에서는 각각 7.5%로 나타났다. 각 처리별 연차간 변화를 보면 처리에 관계없이 연차가 진행 될 수록 모든 처리에서 감소하였다. 그런데 각 처리별로 3개년 평균치를 보면, 화학비료, 액비

100%, 액비 200% 및 화학비료 50%+액비 100% 시용구에서 각각 22.5%, 15.1%, 22.4% 및 26%으로 화학비료 시용구에서 발생비율이 높은 경향이었다.

도복발생면적율을 보면, 1차년도는 화학비료 시용구가 0.9%, 화학비료 50%+액비 100% 시용구가 0.5%, 액비 100% 시용구가 0.3%, 액비 200% 시용구가 0.2%로 나타나, 처리간에 커다란 차이를 볼 수 없었다. 그러나 2차년에는 화학비료 시용구와 화학비료 50%+액비 100% 시용구에서는 도복이 발생되지 않았으나, 액비 200% 시용구에서는 6.6%, 액비 100% 시용구에서는 3.3%가 발생되었다. 3차년도 도복율을 보면, 화학비료 시용구는 5.5%, 액비 100% 시용구는 2.7%, 화학비료 50%+액비 100% 시용구에서는 1.9%로 고르게 발생하였는데, 화학비료 시용구에서 도복발생율이 높았다. 이상의 결과에서 보면 도복율은 시비형태 및 년차별로 일정한 변화경향은 볼 수 없었다. 그러나 3개년간의 평균치는 화학비료, 액비 100%, 액비 200% 및 화학비료 50%+액비 100% 시용구에서 각각 2.1%, 2.1%, 2.3% 및 0.8%로 화학비료 50%+액비 100% 시용구가 다른 처리구

Table 5. Ratio of leaf sheath bright and lodging area with different treatment of pig manure slurry and chemical fertilizer

Items	Treatments	Annual series			Mean
		1999	2000	2001	
Leaf sheath bright (%)	Chemical fertilizer	26.7 ± 1.1b	26.0 ± 1.2b	15.0 ± 1.7a	22.5 ± 5.8ab
	PMS 100% <sup>1)</sup>	21.7 ± 1.7c	16.0 ± 2.0c	7.5 ± 1.1b	15.1 ± 6.3b
	PMS 200% <sup>2)</sup>	36.7 ± 2.5a	23.0 ± 2.9b	7.5 ± 2.0b	22.4 ± 12.8ab
	PMS 100% with CF <sup>3)</sup>	35.0 ± 2.0a	33.0 ± 4.0a	10.0 ± 3.0b	26.0 ± 12.3a
	Mean	30.0 ± 6.5	24.5 ± 6.7	10.0 ± 3.6	
lodging area (%)	Chemical fertilizer	0.9 ± 0.1	0.0	5.5 ± 0.3a	2.1 ± 2.5a
	PMS 100%	0.3 ± 0.1	3.3 ± 0.4b	2.7 ± 0.1b	2.1 ± 1.3a
	PMS 200%	0.2 ± 0.1	6.6 ± 0.6a	0.0	2.3 ± 3.2a
	PMS 100% with CF	0.5 ± 0.1	0.0	1.9 ± 0.1	0.8 ± 0.8b
	Mean	0.4 ± 0.2	2.4 ± 2.8	2.5 ± 2.0	

<sup>ab</sup> Means within a column with different superscripts differ(p<.05).

<sup>1)</sup> PMS 100% treatment without chemical fertilizer.

<sup>2)</sup> PMS 200% treatment without chemical fertilizer.

<sup>3)</sup> PMS 100% treatment with half of chemical fertilizer.

에 비해 도복에 강한 것으로 나타났다.

박 등(2001)은 돈분액비 처리한 벼의 생육상황을 조사한 결과 문고병을 포함한 병충해 발생 및 도복정도가 액비 시용량이 증가됨에 따라 현저히 증가하였다고 발표하였으나, 본 시험의 2차년에서만 액비시용구의 도복율이 높게 나타난 것을 벼 재배에 액비를 직접 사용한 경우와 직접 비교할 수는 없기 때문에 우리의 시험조건하에서 더 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다. 따라서 답리작으로 호밀 재배시 전작물에 시용된 액비가 후작인 벼 생육 중 문고병 및 도복 발생에 미치는 영향을 제시하기가 어렵기 때문에 보다 많은 연구의 수행이 필요하다고 본다.

#### IV. 요약

본 연구는 돈분액비로 답리작 사료작물을 재배하여 수확한 다음 돈분액비 시용이 후작물인 벼의 생산성에 미치는 영향을 조사하고자 1999년 11월부터 2002년 11월 사이에 수행되었다. 돈분액비와 화학비료는 답리작물인 호밀 파종 전과 봄 생육재생기 이전에 사용하였는데, 화학비료 대비 돈분액비의 수준은 N를 기준으로 하였다. 처리는 화학비료 시용구, 돈분액비 100% 시용구, 돈분액비 200% 시용구, 화학비료 50%+돈분액비 100% 시용구로 4처리 완전임의배치 3반복으로 배치하였다. 호밀수확 후작 벼는 농가관행에 준하여 재배되었으며 그 결과는 다음과 같다.

3개년 평균 벼 수량구성요소 및 수량에 있어서 수장은 액비 100% 시용구가 가장 짧았으며 액비 200%, 화학비료, 화학비료 50%+액비 100% 시용구 순으로 길었다. 등숙율은 화학비료시용구가 가장 낮았다. 천립중은 액비 100% 및 200% 시용구가 다른 처리에 비해 낮은 경향이었으며, m<sup>2</sup>당 립수는 반대의 경향이였다. 수수의 연차간 평균치는 화학비료 50%+액비 100% 시용구가 가장 많았으며 액비 100%, 화

학비료, 액비 200% 시용구 순으로 낮았다. 백미수량은 화학비료 시용구와 화학비료 50%+액비 100% 시용구가 서로 비슷한 수준으로 다른 처리에 비해 높은 경향이였으나, 유의적인 차이는 없었다. 문고병 발생률에는 뚜렷한 경향은 없었으며 도복율은 화학비료 50%+액비 100% 시용구가 다른 처리구에 비해 도복에 강한 것으로 나타났다. 결과적으로 돈분액비에 의한 답리작으로 호밀을 재배시 그 후작물인 벼의 생산성 측면에서 볼 때 화학비료 50%+액비 100% 시용이 가장 적절하다고 사료된다.

#### V. 인용 문헌

1. 국립농업자재검사소. 1984. 비료검사요령. pp.205.
2. 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법. pp.450.
3. 박백균, 이종식, 조남준, 정광용. 2001. 돈분뇨 액비 시용이 벼 생육 및 침투수질에 미치는 영향. 한토비지. 34(3):153-157.
4. 신동은. 1999. 축종별 액상분뇨와 질소시비량이 양질 조사료의 수량, 사료가치 및 토양특성에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문.
5. 육완방, 최기춘, 안승현, 이종갑. 1999. 액상발효 우분의 시용시기와 시용량이 호밀 경작지 토양의 NO<sub>3</sub>- 함량에 미치는 영향. 한초지. 19(2); 141-146.
6. 육완방. 1990. 영년혼파초지에 있어서 예취빈도와 질소시비수준이 NO<sub>3</sub>-N의 유실에 미치는 영향. 한초지. 10(2):84-88.
7. Choudhary, M., L. D. Bailey and C. A. Grant. 1994. Review of the use of swine manure in crop production: Effects on yield and composition and on soil and water quality. Waste Manage. Res. 16:581-595.
8. Dam Kofoed A. 1981. Water pollution caused by run-off of manure and fertilizer. In : Brogan J.C.(ed) Nitrogen losses and surface run-off from landspreading of manures. pp 70-75. The Hague : Martinus Nijhoff.
9. QDavies, 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, Cambrige 126:75-86.

10. 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.
11. Gilley, J.E., B. Eghball, J.M. Blumenthal and D.D. Baltensperger. 1999. Run-off and erosion from inter rill areas as affected by the application of manure. *Transactions of the ASAE* 42(4):975-980.
12. Hall, J.E. 1986. Soil injection research in the UK. In: Dam Kofoed A., J.H. Williams and P. L'Hermite. (eds) *Efficient Land Use of Sludge and Manures*. pp 108-115. London: Elsevier Applied Science.
13. 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.
14. Kilmer, V.J. 1974. Nutrient losses from grasslands through leaching and run-off. In: *Forage fertilization*. ASA. CSSA. SSSA. pp 341-362.
15. Legg, J.O. and J.J. Meisinger. 1982. Soil nutrition budgets in nitrogen in agricultural soils. In: F.J. Stevenson (ed.) *Nitrogen in agricultural soils*. Agron. Monogr. 22. ASA. CSSA and SSSA. Madison, WI.
16. McCalla, T.M. 1974. Use of animal manure wastes as a soil amendment. *J. Soil Water Conserv.* 29:213-216.
17. 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.
18. 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.
19. Stevens, R.J., H.I. Gracey, D.J. Kilpatrick, M.S. Camlin, D.G. O'Neill and McLaughlin. 1989. Effective data of application and from of nitrogen on herbage production in spring. *J. Agri. Sci., Cambridge* 112:329-337.