

## 가축액상분뇨 연용이 벼 생육과 수량에 미치는 영향

류 종 원

상지대학교

## Effects of Continuous Application of Animal Liquid Slurry on Growth Characteristics and Yield of Rice

Ryoo, J. W.

College of Life Science and Natural Resources, Sangji University

### Summary

This study was carried out to determine the effect of continuous application of animal liquid slurry on the growth and yield of rice in 2005. Field experiment was conducted under variable continuous application years of animal liquid slurry; 1, 3, 5 application years of slurry and chemical fertilizer as control plot. The effects of different application years of slurry on the growth characteristics and yield of rice were determined. The plant height and tiller's number of 1 year application of liquid slurry were lower than those of the chemical fertilizer plot. But in the plot of 5 years continuous application of animal slurry, the height and tillers of rice were higher than those of 1 year application. And the color of leaf 5 years application years plot was darker than that of the chemical fertilizer. Yield of the 5 years continuous application of slurry was 4% higher than that chemical fertilizer, but that of 1 year application was decreased 6% compared with chemical fertilizer. The long time application of animal slurry was increased content of organic matter, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and exchangeable cauion(K) in soil.

(Key words : Liquid animal slurry, Rice, Rice quality)

### 서 론

돈분뇨 자원화는 주로 퇴비화하여 사용하는 것이 일반적이었으나 처리비용이 저렴한 관계로 액비자원화에 의한 농작물재배가 일 반화 되고 있다. 가축분뇨는 속효성으로 화학비료와 비슷한 비료효율을 나타 낼 수 있으며 유기태와 무기태를 동시에 함유하고 있어 양분공급력에 있어서 화학비료 보다 우수 하여 액비를 사용하고자 하는 농가가 증가하는 추세에 있다(2002, 농촌진흥청). 액비자원

화에 의한 농작물 재배는 지역 내 자원순환형 농업과 유축농업의 발전에 이미지 함으로 확대 발전해야 할 것이다. 가축 액상분뇨는 퇴비와 달리 고형분 함량이 낮은 발효비료이며 식물생육을 위한 유효양분의 이용효율이 높은 속효성과 지효성의 특성을 동시에 가진 유기물 자원이다. 벼에 대한 돈분뇨 시용량과 시용시기에 대한 연구와 돈분뇨 액비시용이 벼 생육 및 침투수질에 미치는 영향에 대한 연구보고가 있었다(박 등, 2001). 가축분뇨의 비료로서의 자원화는 지력증진이나 농

본 연구결과는 상지대학교에서 지원한 2006년도 교내연구비에 의해서 수행되었음

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

업생산성 향상에 기여를 하지만 가축액상분뇨의 장기적인 사용은 토양에 인산, 칼리 등 의 축적에 의한 토양환경에 미치는 영향이 있기 때문에 장기시용에 대한 연구 검토가 필요하다. 벼 재배 시 가축 액상분뇨의 사용에 대한 쌀 생산과 토양의 질산염 함량에 미치는 연구결과는 보고되었지만 액비가 연속으로 사용된 시험포장에서 가축액상분뇨 장기연용이 벼 생육과, 수량, 토양에 미치는 검토는 없는 실정이다<sup>1),2),3),4)</sup>. 본 연구는 가축분뇨 액비를 연속 이용하여 벼 재배 시 벼 생육과 수량, 쌀의 미질, 토양에 미치는 영향을 검토하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 시험 포장

본 연구는 2005년에 액비를 3년, 5년간 연속으로 사용한 벼 시험포장에서 실시하였다. 본 연구는 강원도 횡성군 농가포장에서 실시되었으며 논 포장을 1,000m<sup>2</sup>씩 구획을 정하여 시험을 실시하였다. 본 연구의 공시 품종은 추청벼를 사용하였다. 주요조사항목으로 작물생육, 수량구성요소, 수량을 조사하고 작물재배 후 토양의 이화학적 특성을 조사하였다.

#### 가) 공시액상분뇨의 성상

Table 1은 공시액비의 이·화학적 특성을 나타내었다. 공시 액비의 특성을 보면 pH는 평균 8.1로 약 알칼리성을 나타내었다. 액비

의 성분 함량에서 TN는 3,300 mg/l, TP는 1,150 mg/l, K는 4,640 mg/l의 평균 농도를 보이고 있었다. 공시 액비는 전질소와 칼륨의 함량은 높으나 총인의 함량은 다소 낮았다.

#### 나) 조사방법

초장, 분얼수는 각 처리구에서 15주씩 임의로 표본을 추출하여 조사하였다. 수량과 수량구성요소는 수확하여 경조수량과 수량구성요소를 조사하였다. 쌀 미질 분석은 비파괴검사기기인 AN700(kett)을 이용하여 분석하였다.

### 2. 처리 및 관리

처리는 액비 액상분뇨 1, 3, 5년 사용구와 대조구로 화학비료 사용구를 두었다. 액비 사용구는 가축분뇨의 질소 성분을 기준으로 사용하였으며 질소성분에 해당되는 액상분뇨를 이양 전에 기비로 살포하였다.

액비 사용구는 질소기준으로 화학비료 질소시용량의 100%에 해당되는 액비 사용구를 두었다. 화학비료 사용구는 5.5kg N/10a를 이양 전에 기비로 사용하였으며, 추비로 화학비료 5.5kg N/10a를 2회 분사하여 사용하였다. 화학비료 사용구의 시비량은 성분량으로 N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 11 : 7 : 9으로 하였다. 화학비료의 사용방법은 인산, 칼리 비료는 전량 기비로 사용하였다. 질소는 기비로 이양 전에 50% 사용하였으며 이양 후 2주에 30%, 출수 3주 전에 20%를 사용하였다.

Table 2. The treatments of application years of animal slurry

Components(unit)	Mean
pH	8.1
T-N (mg/l)	3,300
T-P (mg/l)	1,150
K (mg/l)	4,640
BOD (mg/l)	17,200
CODcr (mg/l)	14,500
SS (mg/l)	12,120

Treatments	Animal slurry (kg N/10a)	Chemical fertilizer (kg N/10a)
1 year application of AS	11	0
3 years application of AS	11	0
5 years application of AS	11	0
Chemical fertilizer (control)	0	11

\*AS : Animal slurry

## 시 험 결 과

### 1. 초 장

처리별 벼 생육 상황은 Table 3과 같이 분기의 초장은 액비시용구와 화학비료 처리구간에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 액비 1, 3년 시용구는 화학비료 시용구와 비슷한 초장을 나타내었다. 유수형성기의 벼의 초장은 액비 5년 연용 시용구는 96.5 cm로서 화학비료 시용구 보다 더 컸다. 액비 5년 연용 시용구는 초기 생육이 빨랐으며 벼의 도장을 초래할 수 있음을 확인하였다. 그러나 생육 후기로 갈수록 처리구 간의 초장의 차이가 감소되었다.

### 2. 분열수

가축액상분뇨 시용이 벼의 분열수에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 보통 가축 액상분뇨 시용구는 벼 재배 시 초기 생육이 늦어 분열수 확보가 화학비료 시용구 보다 늦다고 보고되었다 (Douglas와 Magdoff, 1991). 그러

나 액비는 대부분 비료성분이 속효성이고 priming effect에 의하여 생육중기 부터 분열수의 확보에 긍정적인 결과를 나타내었다 (Jokela, 1992). 생육 중기의 분열수는 액비 5년 연용구에서 26.2개, 화학비료 시용구 25.6개 보다 많았다. 그러나 액비 3년 연용구의 분열수는 화학비료 처리구와 유의한 차이를 나타내지 않았다. 액비 5년 연용 시용구에서 벼의 분열수가 많은 것은 생육중기 유기태 질소의 무기화가 원인이 된 것으로 생각된다 (Klausner 등, 1994).

### 3. 벼의 엽색

벼의 엽색은 생육 중의 영양상태를 평가하는 간접지표로 이용되고 있다. SPAD 502기기에 의하여 측정된 벼의 엽색은 액비 1년 시용구에서 생육초기에는 화학비료 시용구 보다 낮았다. 생육중기 이후 액비 1년 3년 연용시용구의 엽색은 화학비료 시용구 보다 낮았다. 그러나 액비 5년 연용시용구의 엽색은 액비 1년, 3년 연용 시용구 보다 높았다.

Table 3. Effect of application years of animal slurry on plant height and tillers

Treatments	Tillers (No./plant)			Plant height (cm)		
	Date 20 Jun.	10 Jul.	10 Aug.	20 Jun.	10 Jul.	10 Aug.
1 year application of AS	23.5b**	23.3b	22.5b	47.5b	65.6b	89.6b
3 years application of AS	24.0ab	23.9b	23.0ab	50.5a	65.9b	90.3b
5 years application of AS	26.5a	26.2a	25.3a	54.0a	72.0a	95.6a
Chemical fertilizer (control)	26.2a	25.6a	24.8a	51.6a	66.0a	92.1b

\* AS : Animal slurry, \*\* Dancan's multiple range test (5%).

Table 4. Effects of application years of animal slurry on SPAD reading

Treatments	Leaf color(SPAD 502)		
	Date 20 Jun.	10 Jul.	10 Aug.
1 year application of AS	36.4b	32.1b	27.2b
3 years application of AS	37.8ab	32.6b	28.5ab
5 years application of AS	38.2ab	35.0a	32.8a
Chemical fertilizer (control)	40.2a	33.6ab	31.0a

\*\* Dancan's multiple range test (5%).

Table 5. Effects of application years of animal slurry on yield component

Treatment	No. of panicle	No. of spikelet	% of ripening	1000 grain weight
1 year application of AS	21.1b	68.5b	93.2a	24.2a
3 years application of AS	21.4b	68.8b	93.4a	24.1a
5 years application of AS	23.2a	73.6a	90.5b	24.4a
Chemical fertilizer(control)	22.0ab	69.7b	93.1a	24.5a

\*\* Dancan's multiple range test (5%).

#### 4. 수량 구성 요소

액비 연용 시용이 벼의 수량구성요소에 미치는 영향은 Table 5와 같다. 주당 수수는 액비 1년 시용구의 21.1개에 비하여 액비 5년 연용 시용구는 23.2개로서 많았다. 또한 화학비료 시용구의 주당수수는 액비 1년, 3년 연용시용구와 유의한 차이를 나타내지 않았다. 수당영화수는 처리 구간에 큰 차이를 나타내지 않았으나 액비 5년 연용 시용구에서 가장 높았다.

등숙률은 액비 5년 연용 시용구에서 낮았다. 이러한 결과는 액비 5년 연용시용구에서 영양생장이 과다하여 과번무로 인하여 등숙률이 다소 낮아진 것으로 사료된다. 벼의 천

립증은 액비 시용구와 화학비료 유의한 차이에 차이가 없었다. 이상의 연구결과 액비 5년 연용은 주당수수에 있어서 화학비료 시용구 보다 우세하였으나 등숙률은 낮아지고 이삭 당 영화수 천립증은 유의한 차이를 나타내지 않았다.

#### 5. 수량

액비 시용에 따른 벼의 현미 수량은 Table 6과 같다. 액비 5년 연용 시용구의 벼 수량은 화학비료 시용구보다 4% 증수되었다. 그러나 액비 1년 시용구에서는 화학비료 대비 6% 감수되었다. 따라서 벼 재배시에 액비 적량시용이 3년 이루어지면 화학비료와 대등한 쌀 생산량이 가능한 것으로 결론 내려진다. 액상분뇨 시용은 벼의 생육초기 분蘖기에 분蘖수 확보가 늦은 것이 단점이지만 액비의 장기연용 할 경우 화학비료와 대등한 수량을 나타낼 것으로 사료된다.

#### 6. 쌀 품질

액비 시용에 따른 쌀 품질지수는 Table 7과 같다. 액비 1년, 3년 연용 시용구의 쌀 식

Table 6. Effects of application years of animal slurry on yield

Treatments	Yield(kg/10a)	Index
1 year application of AS	561b	94
3 years application of AS	594ab	99
5 years application of AS	622a	104
Chemical fertilizer (control)	599ab	100

\*\* Dancan's multiple range test (5%).

Table 7. Effects of application years of animal slurry on rice quality

Treatment	Quality index	Protein (%)	Water (%)	Amylose (%)	Fat acid (mg)
1 year application of AS	72.6a	7.0a	14.1a	19.6a	21.9b
3 years application of AS	71.3a	6.9a	14.2a	19.5a	22.1b
5 years application of AS	72.4a	6.7a	14.5a	19.5a	21.0b
Chemical fertilizer	70.8a	7.1a	14.3a	19.7a	18.5a

\*\* Dancan's multiple range test (5%).

Table. 8. Effects of application years of animal slurry on soil chemical properties after experiment

Soil depth	Treatment	pH	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. cation( $\text{cmol}^+/\text{kg}$ )		
					K	Ca	Mg
10cm	1 year application of AS	6.1a	27b	116b	0.48b	3.6a	1.4a
	3 years application of AS	6.2a	30b	142a	0.51b	3.9a	1.4a
	5 years application of AS	6.2a	34a	148a	0.61a	4.4a	1.7a
	Chemical fertilizer	5.8a	27b	130ab	0.49b	3.7a	1.5a
30cm	1 year application of AS	6.3a	1.9a	34b	0.19b	0.5a	0.9a
	3 years application of AS	6.4a	2.3a	38a	0.22b	0.9a	1.1a
	5 years application of AS	6.5a	2.4a	44a	0.28a	0.7a	1.2a
	Chemical fertilizer	6.1a	1.9a	36b	0.22b	0.6a	1.0a

\*\* Dancan's multiple range test (5%).

미치는 72.6, 71.3점으로서 화학비료 사용구와 대등하였다. 그러나 액비 5년 연용시 사용구의 쌀 식미치는 72.4로서 화학비료 사용구보다 다소 높으나 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

액비 1년, 3년, 5년 연용 시 사용구 현미의 단백질 함량은 각각 7.0%, 6.9%, 6.7%로서 화학비료 사용구의 7.1% 보다 다소 낮은 것으로 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다. 아밀로스 함량은 처리구간 큰 차이를 나타내지 않았으나 지방산 함량은 액비 시 사용구가 화학비료 시 사용구보다 다소 높았다.

## 7. 시험 후 토양특성

액비 시용 후 토양의 이화학성분 함량에 미치는 영향은 Table 8에서 보는 바와 같다. 치환성 K 함량이 액비 5년 연용 시 사용구에서  $0.61\text{cmol}^+/\text{kg}$ 으로서 환경농업을 위한 적정 저력수준인 치환성 K 함량  $0.3\text{ mol}^+/\text{kg}$  보다 높은 경향이어서 장기간 연용시 칼륨 축적이 되었다. 액비 5년 연용 시 사용구에서 유기물 함량이 화학비료 보다 높아졌고 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 함량도 높아지는 경향이었다. 많은 연구자들은 토양중의 가축분뇨를 연용하면 인산이 증가된다고 (Hountin J. A 등 2000) 보고하였다. 가축분뇨 액비를 토양에 적당량 사용하면 토양의 탄소, 질소, 양이온교환용량, pH가 증가되나 가축분뇨를 과다 사용하면 토양의 조공극량이 감소되고 토수성 저하와 견지성이 악화

되어 토양물리성이 나빠지므로 사용년차에 따른 토양의 성분을 검정하여 가축액상분뇨를 적당량 사용하는 것이 토양의 이화학적 개량에 중요 할 것으로 사료된다.

## 적 요

1. 액비 1년 시 사용구의 생육초기 벼의 분蘖수 및 초장은 화학비료 시 사용구 보다 낮았다. 액비 5년 연용 시 사용구는 화학비료 시 사용구와 대등한 분蘖수와 초장을 나타내었다.

2. 수량구성요소에서 주당수수는 액비 5년 연용구가 화학비료 시 사용구 보다 높았으나 등속률은 낮아졌으며 수당영화수와 천립중은 처리구 사이에 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

3. 액비 5년 연용 시 사용구의 벼 수량은 화학비료 시 사용구 보다 4% 증수되었다. 그러나 액비 1년 시 사용구에서는 6% 감수되었다. 벼재배시에 액비 3년 시 사용구는 화학비료와 대등한 생산량을 나타내었다.

4. 액비 1년, 3년 시 사용구의 쌀 식미치는 72.6, 71.3점으로서 화학비료 시 사용구와 대등하였다. 그러나 액비 5년 시 사용구의 쌀 식미치는 72.4로서 다소 높았으나 화학비료 시 사용구와 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

5. 가축액비 5년 연용 시 사용구의 토양은 유효인산 함량이 높아졌고 치환성 칼륨 함량이  $0.61\text{ cmol}^+/\text{kg}$ 로서 화학비료 시 사용구의 0.49

cmol<sup>+</sup>/kg 보다 높아졌다.

## 인용 문헌

1. 농촌진흥청. 친환경농업의 실천.
2. 박백근, 이종식, 조남준, 정광용. 2001. 벼에 대한 돈분뇨 액비의 시용량 및 시용 시기 구명. 한국토양비료학회지. 34(4): 147-151.
3. 이기상, 허일봉. 1995. 벼 재배시 질소양분 행동에 관한 연구, 농업과학 기술원 시험연구사업보고서(농업환경부편): 346-349
4. 이상민, 유인수, 이춘수, 박양호, 엄명호. 1999. 논토양에서 돈분톱밥퇴비 시용량 결정에 관한 연구, 한국토양비료학회지 32(2):182-191
5. 정광용. 1998. 가축분뇨 액비이용의 활성화 방안, 환경친화형 가축분뇨 처리기술 심포지엄, 축산기술연구소 : 85-102
6. 황광남, 김원출, 박문희, 정광용, 고재영, 박준규. 1984. 토양유기물 함량별 시비질소 이용에 관한 연구, 농업기술연구소 시험연구보고서 : 297-294
7. Douglas, B. F. and Magdoff, F. R. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization induce for organic residues. J. Environ. Anal., 20:368-372.
8. Hountin, J. A. Karan and Couillard, D. 2000. Use of a fractionation procedure to assess the potential for P movement in a soil profile after 14 years of liquid pig manure fertilization. Agriculture, Ecosystems & Environment. 78(1):77-84.
9. Jokela, W. E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and soil nitrate. Soil Sci. Soc. Am. J. 56:148-154.
10. Klausner, S. D., Kamneganti, V. R. and Bouldin, D. R. 1994. An approach for estimating a decay series for organic nitrogen in animal manure. Agron. J. 86:897-903.
11. Magdoff, F. R. and Amadon, J. F. 1980. Yield trends and soil chemical changes resulting from N and manure application to continuous corn. Agron. J. 72:161-164.