

가축 액상분뇨의 시용방법이 벼의 생육과 수량에 미치는 영향

류종원 · 홍미자

상지대학교

Effect of Application Methods for Liquid Pig Slurry on Growth and Yield of Rice(*Oryza sativa* L.)

Ryoo, J. W. and Hong, M. Z.

Sangji University, Wonju, Kangwon-Do, 220-702 Korea

Summary

Field experiments were conducted in 2002 on sandy loam soil under variable fertilizer management; swine slurry and chemical fertilizer. The effect of different fertilizer management and application method on the growth characteristics and yield of rice were determined. The rice was planted to examine the effect of swine slurry on the crop growth. As slurry manure was fertilized, yield of each group of rice was decreased from 3 to 5%. In conclusion, basal application of slurry was maintained productivity of rice, but to improve of productivity of rice, the rice should be fertilized with the basal application of animal slurry and supplementary application of chemical fertilizer. The results indicates that application of animal slurry improves quality of rice rather quantity, which means grain yield. Rice quality of the slurry+chemical and the slurry were significantly better than that of the chemical fertilizer. That indicates application of animal slurry could improve rice quality. Application of animal slurry seemingly has potentials for reducing pollution of animal slurry and improving environment of rural area as well as producing high-quality rice.

(Key words : Pig slurry, Growth, Yield, Rice)

서 론

가축 배설물은 축산의 부산물이고 이것을 잘 이용하면 농업생산에 큰 역할을 할 수 있다. 가축 배설물은 과거부터 구비로서 지력증진에 공헌해 왔다. 그러나 1970년부터 축산이 발전됨에 따라 전업화, 다두사육이 더욱 진전되었고 일반 경종농업과 분리하여 발전하게 되면서 축산농가에서 가축분뇨는 구비로서의 지위를

잃어버리고 처리 곤란한 폐기물로 변하여 국민 기초 생활환경에 장애가 되는 악취, 토양 및 수질오염의 중요한 요인이 되었다.

최근 가축사육 생력화의 방안으로 슬러리 축사가 증가함에 따라 분과 뇨가 혼합된 액상 형태로 분뇨를 처리하는 축산농가가 늘어나고 있다. 가축 액상 분뇨를 농경지에 환원시키면 시비효과가 매우 크며 가축분의 질소 무기화율은 토양의 차이, 기후, 가축분조성과 관리요인에

Corresponding author : Ryoo, Jong Won. College of Life Science and Natural Resources, Sangji University, Wonju, Korea. 220-702. Tel: 82-33-730-0516, E-mail: jwryoo@sangji.ac.kr

의하여 영향을 받는다^{4),5),6)}. 가축 액상분뇨는 유기물 함량이 낮아 지력증진 효과는 크지 않고 퇴비보다 속효성이고 화학비료 대비 약 75 ~ 100%의 비효를 나타내어 적정량 사용하면 병충해 저항성 증대, 지력증진, 품질향상, 수량 증대를 가져온다. 그러나 액상분뇨를 과다하게 살포하면 병충해 발생과 도복의 원인이 되고 토양에 염류가 집적된다^{1),2)}. 본 연구에서는 액상 분뇨의 사용방법이 벼의 생육특성, 수량, 수량구성요소, 쌀 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 공시작물과 액상분뇨의 성상

본 연구의 실험은 강원도 횡성군의 농가포장에서 2002년에 실시하였다. 시험포장의 토양은 사양토이었으며 시험포장의 크기는 약 1000m² 이었으며 시험구는 단구제로 배치하되 3반복으로 조사하였다. 실험에 사용한 공시품종은 대안벼로 하였다. 실험에 사용된 재료는 호기성 발효를 통하여 양돈분뇨를 부숙 처리한 액상분뇨를 사용하였다. 공시 돈분 액상분뇨 원액의 이·화학적 성상을 Table 1에 제시하였다. 시료의 pH는 약알칼리성을 나타내고 있으며 평균 8.46 이었다. 공시 액상분뇨의 성분 함량은 전 질소 함량이 5,200, T-P 함량이 1,420, K 함량이 2,625mg/l 으로서 3요소의 비율이 비교적 균형을 이루었다. 공시분뇨의 건물 함량은 4.4% 이었다.

Table 1. Characteristics of animal slurry

| Items | Content |
|---------------|---------|
| pH | 8.46 |
| T-N (mg/l) | 5,200 |
| T-P (mg/l) | 1,420 |
| K(mg/l) | 2,625 |
| Dry matter(%) | 4.4 |

2. 조사항목 및 조사방법

주요 조사항목으로 작물생육, 수량구성 요소, 수량을 조사하고 작물재배 후 토양의 이화학적 특성을 조사하였다. 초장은 각 처리구에서 15 주씩 임의로 표본을 추출하여 측정하였다. 벼 수량과 수량구성 요소는 수확하여 정조수량과 수량구성 요소를 조사하였다.

3. 처리 및 시비방법

처리는 액상분뇨를 기비로만 처리한 시험구, 액상분뇨를 기비로 사용하고 화학비료를 추비로 사용한 시험구, 대조구로 화학비료 사용구를 두었다. 액상분뇨의 실제 사용량은 100% 기비사용구의 경우 10a당 2.2ton 이었으며 50% 기비사용구의 경우 10a당 1.1ton 이었다.

화학비료 시비구의 시비량은 질소 - 인산 - 가리를 11 - 10 - 10 kg/10a로 기준으로 삼았다.

Table 2. Treatments in this experiment

| Experiment No. | Treatment | Amount of animal slurry (ton/10a) |
|----------------|---|-----------------------------------|
| 1 | Basal application of animal slurry | 2.2 |
| 2 | Basal application of animal slurry + supplementary application of chemical fertilizer | 1.1 |
| 3 | Chemical fertilizer | 0 |

4. 쌀 품질 분석

쌀 미질 분석은 비파괴검사기기인 AN700(kett)을 이용하여 분석하였다.

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

| Treatments | Plant height(cm) | | | | No. of tiller(No./plant) | | | |
|------------|------------------|----------|---------|-------|--------------------------|----------|---------|-------|
| | 21 June. | 20 July. | 21 Aug. | Final | 21 June. | 20 July. | 21 Aug. | Final |
| As* | 49.8 | 74.5 | 89.5 | 101.7 | 34.0 | 33.2 | 32.1 | 17.3 |
| As + CF | 51.5 | 80.5 | 93.2 | 105.1 | 36.3 | 35.2 | 34.3 | 19.6 |
| CF | 56.3 | 81.2 | 95.7 | 107.5 | 40.6 | 36.2 | 35.6 | 24.6 |
| LSD 5% | 2.52 | 2.58 | 2.61 | .90 | 4.8 | 3.5 | 3.5 | 4.6 |

*AS : Animal slurry, CF : chemical Fertilizer.

결과 및 고찰

1. 생육

화학비료 시용구를 대조구로 하고 액상분뇨 기비 시용구, 액상분뇨 기비+화학비료 추비 처리구를 처리구로 두어 벼의 생육을 조사한 결과는 Table 3와 같다.

영양생장기의 생육초기에 벼의 초장은 화학비료 처리구가 가장 높았으며 액상분뇨 기비 시용구의 벼의 초장이 가장 적었다. 생육 후반기의 벼의 초장은 화학비료 시용구에서 95.7cm로 가장 컸으나 처리구간에 큰 차이를 나타내지 않았다.

분얼 수의 경우 생육 초기인 6월 21일에 액비시용구 34개, 액비 기비+화학비료 추비 시용구 36.3개로서 화학비료 시용구의 40.6개보다 다소 적었다. 생육후기로 갈수록 그 차이는 감소하였으며 수확기에 이삭 당 수수는 유의한 차이를 나타내어 화학비료구가 24.6개로 가장 많았고 액비+화학비료구 19.6개, 액비구 17.3개 순으로 나타났다. 이러한 결과는 화학비료는 속효성이어서 시용효과가 생육 초기에 나타나 초장과 분얼 수의 증대효과를 가져 왔으나 액상분뇨 기비 시용구는 생육 중기 이후 액비 양분이 유효화가 되어 생육 중기 이후에 생육이 활성화되는 것으로 사료된다.

2. 엽록소 함량

시비방법이 SPAD502를 이용하여 측정된 엽록소 함량에 미치는 영향에 대한 것은 Table 4와 같다. 생육초기의 화학비료 시용구가 액비기비 시용구에 비하여 엽색도가 약 7% 정도 높았으나 생육중기에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 생육초기 액상분뇨 처리구의 엽색도가 낮은 것은 액상분뇨 속에 포함된 유기태질소가 생육중기 이후 여름 고온기에 무기화되어 양분유효도가 증가되었기 때문인 것으로 사료된다.

Table 4. SPAD value of rice leaf in animal slurry application

| Treatment | Leaf Color(SPAD* Value) | |
|-----------|-------------------------|---------|
| | June 21 | Aug. 21 |
| As** | 33.1 | 30.4 |
| As + CF | 35.4 | 31.1 |
| CF | 35.6 | 31.9 |

*SPAD 502 (Minolta) Measurement.

**AS : Animal slurry, CF: Chemical fertilizer.

3. 수량 구성 요소

액상분뇨 시비가 벼의 수량구성 요소에 미치는 영향은 Table 5와 같다. 주당 수수는 화

Table 5. Yield components of rice under the different fertilizer application

| Treatment | No. of Panicle (hill) | No. of Spikelet | % of Ripening rate | 1000 grain weight(g) | No. of ripened particle per plant | Weight of grain per plant(g) |
|-----------|-----------------------|-----------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| As* | 17.8 | 126.4 | 91.5 | 25.0 | 1921.8 | 48.2 |
| As+CF | 19.6 | 103.5 | 92.7 | 24.6 | 1851.6 | 45.6 |
| CF | 24.6 | 97.1 | 96.2 | 25.3 | 2291.6 | 58.5 |
| LSD 5% | 0.14 | 0.11 | 0.11 | 0.65 | 0.5 | 0.4 |

*AS : Animal slurry, CF: Chemical fertilizer.

학비료 사용구가 24.6개로서 가장 많았고 액비사용구에서 17.8 개로 가장 적었다. 주당 수수는 화학비료구에서 유의성있게 높았으나 액비 기비 사용구와 액비기비 + 화학비료 추비사용구간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

수당립수는 액비구에서 126.4개로 가장 많았으며, 액비 + 화학비료구에서 103.5개, 화학비료구에서 97.1개로서 액비구가 주당수수는 적지만 수당립수가 많은 것으로 나타났다. 등숙률은 화학비료구가 가장 높았고 액비 + 화학비료구, 액비구 순으로 나타났다. 천립중은 처리구에 따라 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

4. 수량

액비 사용에 따른 벼의 정조수량은 Table 6과 같다. 액비 기비 사용구의 벼 수량은 화학

Table 6. Yield of rice under the different fertilizer

| Treatment | Yield(kg/ha) | Index |
|-----------|--------------|-------|
| As* | 586.3 | 95 |
| As+CF | 598.2 | 97 |
| CF | 615.7 | 100 |

*AS : Animal slurry, CF: Chemical fertilizer.

비료 사용구보다 5% 감소되었다. 액비 기비 + 화학비료 추비 사용구의 수량은 대조구인 화학비료 처리구보다 3% 감소되었다. 액상분뇨 처리구는 생육초기 분얼수 확보가 늦은 것이 수량 감소의 원인이 된 것으로 사료된다.

5. 쌀 품질

쌀 품질은 Table 7과 같다. 쌀 품질지수 액비 기비 사용구와 액비 + 화학비료 사용구에서 각각 64.7, 65.7로서 화학비료구의 57.0 보다 월등히 높았다. 쌀 품질지수는 액비 기비 사용구와 액상분뇨+화학비료 처리구간에는 유의한 차이가 없었다. 이 같은 결과는 액비사용이 쌀 품질 향상에 상당한 기여를 할 수 있는 것으로 사료된다. 이러한 현상은 액비 사용구가 화학비료 사용구에 비하여 수량은 다소 낮으나 쌀 품질은 높았다. 그 이유는 액비 사용구의 경우 액비 특성이 생육초기 화학비료 보다는 양분 흡수가 늦어 단백질 함량이 낮아 쌀 품질을 높이는 것으로 사료된다.

쌀의 단백질 함량은 액비 기비 사용구에서 7.4%, 액비 + 화학비료 사용구에서 7.5%로서 화학비료구의 8.8%에 비해 단백질 함량이 낮은 것으로 나타났다. 이는 쌀 품질과 직접적인 관계가 있다고 사료된다. 각 실험구별 수분은 유의한 차이가 없었고 지방산 함량은 액비사용구

Table 7. Comparison of rice quality components

| | Quality index | Protein (%) | Water (%) | Amylose (%) | Fat. acid (mg) |
|--------|---------------|-------------|-----------|-------------|----------------|
| As* | 64.7 | 7.5 | 13.8 | 20.7 | 25.8 |
| As+CF | 65.7 | 7.4 | 13.7 | 20.9 | 26.4 |
| CF | 57.0 | 8.8 | 13.8 | 20.9 | 26.4 |
| LSD 5% | 0.11 | 0.9 | 0.25 | 0.21 | 0.1 |

*AS : Animal slurry, CF: Chemical fertilizer.

가 다소 높았다. 아밀로스 함량은 처리구 간에 유의성있는 차이를 나타내지 않았다.

적 요

본 연구는 액상분뇨 사용방법의 벼의 생육 특성, 수량, 수량구성 요소, 쌀 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시되었다. 처리는 액상분뇨를 기비만 처리한 처리구, 액상분뇨를 기비로 사용하고 화학비료를 추비로 사용한 시험구, 대조구로 화학비료 사용구를 두었다. 시험결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 초장은 생육초기 화학비료구가 가장 큰 것으로 나타났으나 생육후기에는 초장의 차이가 처리구 간에 크지 않았다. 분얼 수의 경우도 화학비료구가 액비 사용구보다 더 많았다. 엽록소 함량은 생육초기 화학비료 사용구에서 생육 후기에는 처리간에 유의한 차이가 없었다.

2. 수량구성 요소에 있어서 주당수수는 화학비료구가 가장 많은 것으로 나타났다. 수당립수는 액상분뇨 사용구에서 가장 많았으며 천립중은 시비처리구 사이에 차이가 없는 것으로 나타났다. 등숙율에 있어서는 화학비료 사용구가 높은 것으로 나타났다.

3. 벼의 정조수량은 화학비료 사용구에서 가장 높았고 액비+화학비료구에서 3%, 액상분뇨 사용구에서 화학비료 사용구 대비 5% 감소되었다.

4. 쌀 품질은 액상분뇨 사용구와 액비기비 +

화학비료 추비구가 화학비료구에 비해 상당히 높게 나타났다. 단백질 함량은 액비 사용구가 화학비료 사용구보다 유의성있게 낮았다. 따라서 쌀 품질 향상에 적절한 양의 액비사용이 효과가 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 상지대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행되었기에 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

1. 농촌진흥청. 1998. 환경농업을 위한 가축분뇨 퇴비. 액비제조와 이용.
2. 이기상, 허일봉. 1995. 벼 재배시 질소양분 행동에 관한 연구, 농업과학기술원 시험연구 사업보고서(농업환경부편):346-349.
3. 이상민, 유인수, 이춘수, 박양호, 엄명호. 1999. 논 토양에서 돈분퇴비 사용량 결정에 관한 연구, 한국토양비료학회지 32(2): 182-191.
4. Babarika, A. L., Sikola, P. and Colacicco, D. 1985. Factors affecting the mineralization of nitrogen in sewage sludge applied to soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 49:1403-1406.
5. Bernal, M. P. and Kirchman, H. 1992. Carbon and nitrogen mineralization and ammonia volatilization from fresh, aerobically and

- anaerobically treated pig manure during incubation with soil. *Biol. Fertil. Soils* 13:135-141.
6. Douglas, B. F. and Magdoff, F. R. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization induced for organic residues. *J Environ. Anal.* 20:368-372.
 7. 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.
 8. 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.
 9. Paul, J. W. and Beauchamp, E. G. 1995. Availability of manure slurry ammonium for corn using ^{15}N -labelled $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. *Can. J. Soil Sci.* 75:35-42.