

퇴비, 볏짚, 헤어리베치 시용이 수도의 생육 및 토양에 미치는 영향

이용환* · 이상민*** · 성좌경**** · 한희석** · 안종웅** · 곽창길** · 김완석**

Soil Properties and Growth and Yield of Rice Affected by Compost, Rice Straw and Hairy Vetch

Lee, Yong-Hwan · Lee, Sang-Min · Sung, Jwa-Kyung · Han, Hee-Suk ·
Ahn, Jong-Woong · Kwak, Chang-Gkil · Kim, Wan-Seok

This experiment was performed to study growth and yield of rice (cv. Dongjin-byeo) and soil properties affected by the application of rice straw, compost, and hairy vetch. An application of rice straw and compost led to the decrease in plant heights and tillers compared with chemical fertilizer whereas hairy vetch application resulted in slight increase. Panicle no per plant was the highest in chemical fertilizer and there was no difference among organic matters. Grain per panicle was no difference among chemical fertilizer, rice straw, and compost whereas was the lowest in hairy vetch application. The 1,000 grain weights did not show any statistic difference and the ripened rate was enhanced in all treatments of organic sources compared with chemical fertilizer. Therefore, an index of rice yield of compost, rice straw, and hairy vetch to chemical fertilizer (100%) was 77, 72, and 103%, respectively. In addition, an application of organic sources led to the increase of soil pore space and this contributed to the improvement of soil physical property.

Key words : *organic, compost, hairy vetch, rice straw, chemical fertilizer*

* 교신저자, 국립식량과학원 기술지원과(yonghlee@korea.kr)

** 국립식량과학원 기술지원과

*** 농촌진흥청 식량축산과

**** 국립농업과학원 토양비료관리과

I. 서 언

현재 우리나라 농가 대부분이 경작지 비배관리를 위한 시비를 주로 화학비료에 의존하고 있어 토양 중 유기물 함량은 극히 낮아져 있으며, 그로 인한 토양의 이화학적 성질도 바람직하지 못한 추세에 있어 지력증진을 위한 합리적인 유기물 시용방법이 탐색되어야 할 시점에 직면하고 있다고 볼 수 있다(농촌진흥청, 2003).

과거의 유기물 시용효과에 관한 연구동향을 살펴보면 대부분의 연구자들이 유기물의 물리적 특성과 유기물의 분해에 관한 생화학적 특성을 분석하여 토양 중에서의 유기물 분해와 집적에 대한 효과를 규명해 오고 있었다(이 등, 1975; 이, 1976; 오, 1978; 박, 1978; 송 등, 1981; 井子昭夫, 1981).

유기물의 효과는 유기물의 함량 및 재배조건 등에 따라 다소 차이는 있으나 퇴비의 시용 효과는 대개 6.5~23.1% 정도 증수 효과가 있으며(박, 1978) 논토양에 대한 유기물의 시용 효과를 보면 벼의 생육 초기에 유기물을 시용한 경우 미숙 유기물 분해에 의한 토양 미생물간의 질소흡수 경쟁으로 오히려 질소의 기아현상을 초래하므로 벼의 초기생육이 부진하거나 벼의 생육 후기에는 토양 중에서 완숙된 유기물 질소가 가용되어 질소가 작물체로 공급되어 생육은 양호해진다는 보고가 있다(이, 1976).

따라서 본 연구는 이러한 점을 고려하여 볏짚과 볏짚퇴비 및 녹비작물인 헤어리베치 등 신선유기물을 논토양에 시용함으로써 토양의 이화학적 특성과 수도의 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명하고자 수행한 바 그 결과를 보고하고자 한다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 국립농업과학원 시험포장에서 수행하였으며, 토양은 사질계인 석천통으로 배수상태는 약간 불량하며, 유효 토심은 보통인 논토양으로 시험 전 토양의 화학적 성질은 Table 1과 같이 토양 산도는 5.1, 총 탄소 0.93%, 유효인산 106mg kg^{-1} , 유효규산 30mg kg^{-1} 우리나라 논토양의 평균 함량보다 낮은 논토양이었으며, 공시한 유기물원의 화학성분은 Table 2와 같았다.

처리는 화학비료인 삼요소구, 퇴비구, 볏짚구, 헤어리베치구를 두었다. 유기물원인 퇴비는 20 ton/ha , 볏짚은 5 ton/ha , 헤어리베치는 20 ton/ha 전량 기비로 사용하였으며, 볏짚은 전년 가을에 시용한 후 경운하였으며, 퇴비와 헤어리베치는 이앙 2주전에 시용하였다. 삼요소구는 성분량으로 N-P-K : $90\text{-}30\text{-}30\text{kg/ha}$ 요소, 용성인비, 염화가리로 시용하고 질소는 기비, 분얼비, 수비 및 실비를 각각 50%, 20%, 20%, 10%씩 나누어 사용하였으며 인산은 전량 기비로, 가리는 기비 70%, 수비 30%로 분시하였다.

공시품종은 동진벼이었으며, 시험구의 구당면적은 11m×5.8m, 재식거리는 30cm×15cm로 5월 23일 이앙하고 수확은 10월 11일하였다. 벼 재배기간의 물관리 등 재배방법은 농촌진흥청 벼 표준재배법에 준하였으며, 공시한 유기물원의 탄소와 질소성분은 CN auto-analyzer (Vario MAX, Elementar, Germany)를 사용하여 분석하였으며, 그 외 모든 성분분석은 농촌진흥청(토양화학분석법 중 식물체분석방법, 1978)에 준하여 분석하였다.

Table 1. Chemical Properties of soils used in this experiment

| Soil depth | pH 1:5 | P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹ | T-C (%) | K | Ca | Mg | SiO ₂ mg kg ⁻¹ |
|------------|-----------|--|------------|--|------|------|---|
| | | | | EX. cmol ⁺ kg ⁻¹ | | | |
| 0~18cm | 5.1 | 106 | 0.93 | 0.27 | 1.39 | 0.54 | 30 |

Table 2. Chemical Properties of organic sources used in this experiment

| Organic source | water (%) | T-C | T-N | C/N ratio | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
|----------------|--------------|-------------|------|--------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| | | ---- % ---- | | | ----- % ----- | | | |
| Compost | 56.9 | 15.8 | 0.92 | 17.2 | 0.8 | 1.8 | 2.3 | 0.7 |
| Rice straw | 15.3 | 41.1 | 0.63 | 65.2 | 0.3 | 1.5 | 1.1 | 0.4 |
| Hairy vetch | 87.9 | 40.0 | 3.23 | 12.4 | 1.0 | 2.3 | 1.5 | 0.3 |

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 시기별 생육

유기물 시용에 따른 시간경과에 따른 벼의 생육상태를 알아보기 위하여 벼의 생육시기별 초장 및 경수를 조사한 성적은 Table 3과 같다. 이앙 후 30일에서 출수기까지 삼요소구보다 볏짚 시용구가 초장과 경수가 감소하는 경향을 보였고, 헤어리베치 시용구에서는 초장은 비슷한 경향을 보였으며, 경수는 이앙 후 30일까지는 같다가 최고 분얼기부터는 감소하는 경향을 보였는데 이같이 유기물 시용구가 적어지는 현상은 유기물 분해에 의한 질소기아 현상 때문으로 생각되어지며, 이러한 결과는 수도에 대한 퇴비와 볏짚의 시용효과 시험에서 볏짚의 시용량 증가는 분얼을 억제하고, 분얼수의 감소현상은 유기물 분해 시 생성되는 유기산 중 탄산염에 의한 것이라고 보고된 연구결과(허, 1982; 오, 1978)와 비슷한 것으로 나타났다.

Table 3. The growth pattern of rice plants in paddy applied different organic sources

| Treatment | 30 DAT | | M. T. S. | | P. F. S | | H. S | |
|-------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
| | plant height (cm) | No. of tiller | plant height (cm) | No. of tiller | plant height (cm) | No. of tiller | plant height (cm) | No. of tiller |
| NPK | 35 | 13 | 44 | 20 | 69 | 16 | 88 | 15 |
| Compost | 30 | 10 | 39 | 15 | 61 | 12 | 87 | 11 |
| Rice straw | 26 | 10 | 35 | 15 | 59 | 11 | 85 | 10 |
| Hairy vetch | 39 | 13 | 45 | 16 | 69 | 13 | 88 | 11 |

* DAT : days After transplanting

* M. T. S. : Maximum tillering stage

* P. F. S : Panicle formation stage

* H. S : Heading stage

2. 수량 및 수량구성요소

수량 및 수량구성요소에 미치는 영향은 Fig. 1과 Table 4에서 보는바와 같다. 주당수수는 유기물원 시용 간에 차이가 없었으며, 삼요소구와는 약간의 차이가 있었다. 한편 볏짚을 시용한 처리가 퇴비와 헤어리베치 처리보다 수수가 적었으나, 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 또한 삼요소구에 비하여 유기물 시용구가 등숙률이 높은 경향을 보였다. 천립중은 본래 환경의 영향을 크게 받지 않은 형질이기는 하나 유기물원의 시용 여부에 따른 차이는 전혀 없었고, 수량은 삼요구가 5,290kg/ha였으며, 삼요소구의 수량에 대한 유기물 시용구의 수량은 퇴비(77%), 볏짚(72%) 및 헤어리베치(103%)로 나타나, 헤어리베치 처리가 증수되는 경향을 보였는데, 이는 일반적으로 질소의 함량이 높을 때 수량이 증가 한다는 보고와(이, 1977; 연, 2005)같은 결론을 얻었다.

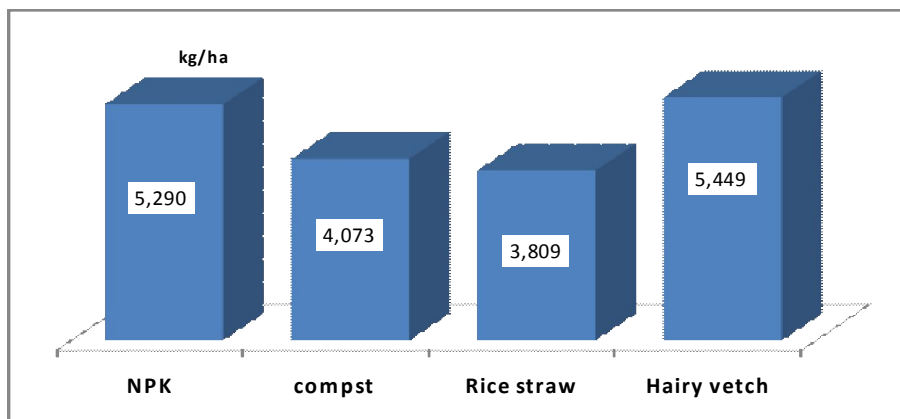


Fig. 1. Comparison of yield of rice plants grown under different organic sources.

Table 4. Yield and yield components of rice plant grown under different organic sources

| Treatment | No. of panicle (plant) | No. of grain (panicle) | 1,000 grain weight | Ripened rate (%) |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|------------------|
| NPK | 24.6 ^{a†} | 65.4 ^a | 24.8 ^{ns} | 92.2 |
| Compost | 21.0 ^b | 65.4 ^a | 24.4 | 93.3 |
| Rice straw | 20.0 ^b | 65.3 ^a | 24.5 | 93.0 |
| Hairy vetch | 21.0 ^b | 69.5 ^b | 24.8 | 93.2 |

[†] The same letter with each column means no statistic significance by DMRT test (n=3).

3. 처리별 질소함량

토양 중 가용질소 성분의 함량을 알아보기 위하여 처리별 시료를 채취하여 NH₄-N의 양을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. NH₄-N 함량은 최고 분얼기에 가장 높은 것으로 나타났으며, 생육단계별로 볼 때, 헤어리베치구 > 퇴비구 > 삼요소구 > 볏짚구의 순이었다. 최고 분얼기에 유기물 시용구의 NH₄-N 함량이 높았던 것은 유기물의 분해가 최대치에 도달하는 시기가 최고 분얼기 전후였기 때문인 것으로 판단된다.

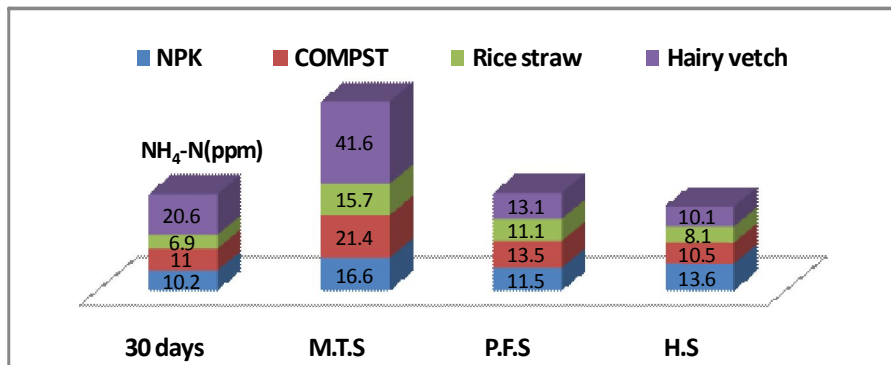


Fig. 2. Change of NH₄-N content at main growth stages after the incorporation of organic sources.

이것은 유기물 시용으로 인한 토양환경의 변화를 시사하는 것으로, 생육초기 토양 중 NH₄-N의 부족 현상을 초래한 것은 미숙퇴비 일수록 미생물의 유기물 분해에 필요한 질소의 요구도가 높기 때문인 것으로 보인다. 이러한 경향은 논토양에서 유기물의 시용은 토양 내에서 미생물의 영양원인 질소가 부족하여 초기에 질소기아현상을 일으킨다는 보고(이, 1982)와 같아 본 시험의 결과를 잘 뒷받침 하고 있다.

4. 처리별 토양의 물리성

논토양 관리에서 유기물원인 볏짚, 퇴비, 헤어리베치를 사용하여 시험 후 토양의 물리성을 조사한 결과를 살펴보면(Fig. 3), 용적밀도는 삼요소구 (1.17Mg m^{-3}), 퇴비(1.08Mg m^{-3}) 볏짚(0.93Mg m^{-3}) 및 헤어리베치(0.98Mg m^{-3})로 유기물 시용구의 용적밀도가 삼요소구보다 유의하게 감소하는 결과를 보였다.

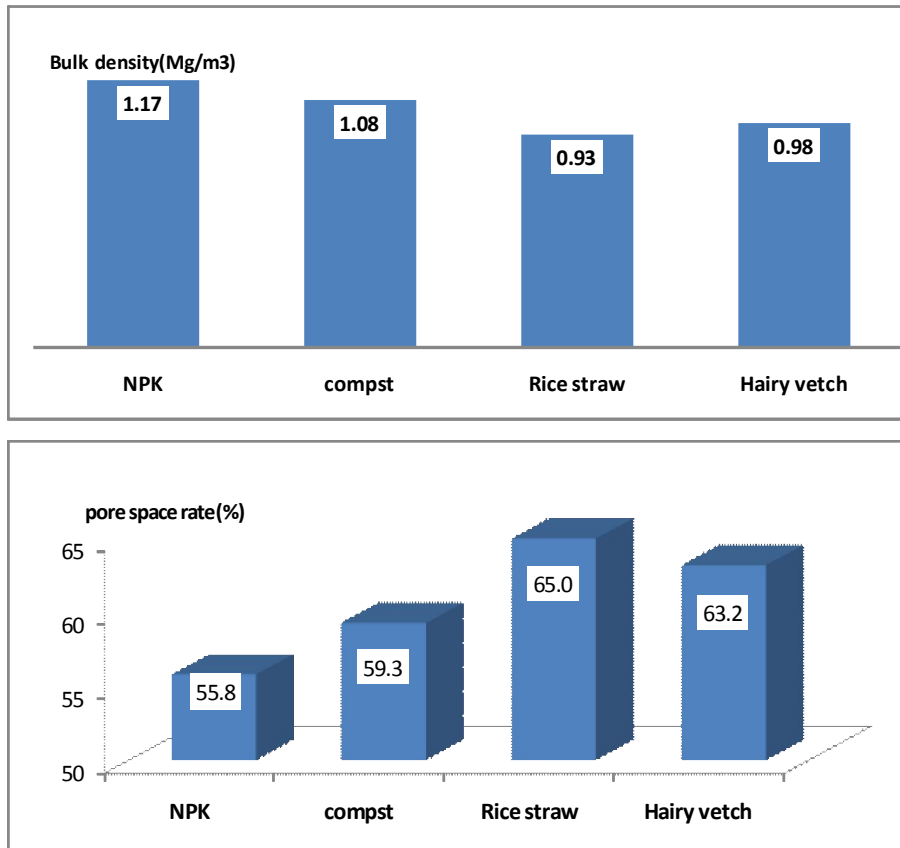


Fig. 3. Bulk density and pore space rate of soil by organic sources after experiment.

이러한 결과는 연(2005)의 연구결과와 일치하였으며, 공극율도 이와 같은 결과로 삼요소구가 55.8%, 퇴비가 59.3%, 볏짚이 65.0%, 헤어리베치가 63.2%로 유기물원을 시용할 경우 화학비료보다 공극률이 좋아진다는 것을 알 수가 있었다. 토양의 공극률이 볏짚, 퇴비를 연용할 때 유기물 무시용에 비하여 증가하였으며(호남 농업연구소, 2005), 장기적으로 유기물을 시용할 경우 토양을 부드럽게 할 뿐만 아니라, 양분의 보유능력을 증가시키고, 토양의 용적밀도가 줄어들면 통기성과 투수성이 증가되어 토양 중 산소의 양이 증가되고 이는 벼

의 근 활력을 증대 시켜 벼 생육과 수량에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

IV. 적 요

볏짚과 볏짚으로 만든 퇴비, 그리고 녹비작물인 헤어리베치를 시용하여 벼의 생육과 수량, 토양의 이화학적 특성에 미치는 영향을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

벼의 시기별 생육상황은 삼요소구에 비하여 유기물원인 볏짚과 퇴비 시용구에서 초장 및 경수가 감소하였으며, 헤어리베치 시용구는 삼요소구와 비슷한 경향을 보였으며, 수량 및 수량구성요소에서 주당 수수는 삼요소구가 가장 높았고, 유기물 시용 간에는 차이가 없었으며, 수당 립수는 헤어리베치 시용구에서 가장 낮은 경향을 보였다. 친립중은 처리간에는 차이가 없었으며, 등숙률은 삼요소구에 비하여 유기물 시용구에서 약간 증가하는 경향을 보였다.

수량은 삼요소구(100%)에 비해, 퇴비 시용구(77%), 볏짚 시용구(72%) 및 헤어리베치 시용구(103%) 순으로 나타났다. 유기물 시용으로 토양의 용적밀도의 감소와 이에 따른 공극률을 증가시켰으며, 결국 유기물 시용이 토양의 물리성을 양호하게 하는 것으로 나타났다.

[논문접수일 : 2011. 1. 26. 논문수정일 : 2011. 7. 2. 최종논문접수일 : 2011. 9. 3]

참 고 문 헌

1. 농촌진흥청. 1983. 농사시험연구조사기준.
2. 농촌진흥청. 1988. 농업기술연구소. 토양화학분석법.
3. 농촌진흥청. 2003. 농업환경변동사업보고서
4. 박천서. 1978. 우리나라에서의 유기물 시용효과, 한국토양비료학회지. 11(3).
5. 송범현·허범량. 1981. 토양유기물의 분해집적의 양적 해명시험. 농업기술연구소. 시험연구보고서.
6. 연병렬. 2005. 비료와 토양개량제 연용에 따른 벼 수량과 논토양 특성 변동 양상. 공주대 대학원 박사학위논문.
7. 오왕근. 1978. 유기물 시용이 토양의 이화학적 성질에 미치는 영향. 한국토양비료학회지. 11(3).
8. 임선욱. 1978. 토양유기물 생성과 성상, 부식물의 화학구조 진전에 대하여. 한국토양비

료학회지. 9(3).

9. 임정남. 1978. 토양물리성과 유기물. 한국토양비료학회지. 11(3).
10. 이상규·황광남. 1982. 고간류 시용방법 시험. 농기연 시험연구보고서. pp. 534-553.
11. 이상규. 1978. 논토양에 있어서 유기물 시용시 시용 질소의 행방에 관한 연구. 충북대 논문집. 4: 117-126.
12. 이명구·황광남. 1982. 신개간지 토양에서 퇴비와 볏짚 시용이 대두 수량에 미치는 영향. 한토비지. 15: 199-206.
13. 이명구. 1976. 논토양에서 퇴비와 질소의 효과에 관한 시험. 농기연 시험연구보고서. pp. 672-698.
14. 井子昭夫. 1981. 土壤中における有機物の分解と集積. 일본토양비료학회지. 52(6).
15. 송범현·허범량. 1981. 토양유기물의 분해집적의 양적 해명시험. 농업기술연구소. 시험 연구보고서.
16. 호남농업연구소. 2005. 호남평야지 논토양관리기술.