

유기 논농업 토양관리 기술 개발

이 용 환* · 이 상 민** · 성 좌 경** · 최 두 회** · 김 한 명** · 류 갑 희**

Development of Soil Management Technique in Organic Rice Cultivation

Lee, Yong-Hwan · Lee, Sang-Min · Sung, Jwa-Kyung · Choi, Du-Hoi ·
Kim, Han-Myeng · Ryu, Gab-Hee

This research was carried out to investigate the effects of some organic materials such as rice straw, compost, hairy vetch, phosphate rock, magnesium lime powder and ash in the organic paddy fields, and also to develop the new technique for better soil management using described materials. The results are as follows; Height and tiller of rice plants were higher in chemical fertilizer than rice straw or compost, however, those of rice plants in hairy vetch-rice cropping system reached to chemical fertilizer. The Eh value of soil has decreased consecutively since on 30th, May because of the rising of soil temperature by an increase in the activity of microbes. As a result of measuring yield and yield components, there is not significant difference between treatment. The application of organic materials enriched the contents of available phosphorus, exchangeable potassium and calcium in soil, and, also improved the physical properties such as pore space rates and bulk density. From the viewpoint of soil management technology in organic paddy fields, the application of rice straw or organic compost might cause the decrease of yield compared with conventional cultivation system, chemical fertilizer, however, the application of hairy vetch residues of soil compensated for growth and yield as well as improved the physicochemical property. Therefore, it is assumed that the cultivation of hairy vetch for winter season can be one of the useful methods for organic farming system.

Key words : organic farming, hairy vetch, compost, rice straw, organic paddy

* 대표저자, 농업과학기술원 농산물안전성부 친환경농업과
** 농업과학기술원 농산물안전성부 친환경농업과

I. 서 언

환경친화적으로 논토양을 관리하기 위해서는 토양의 물리화학적 특성과 생물상의 적절한 균형 유지와 더불어 생산을 위해 투입되는 물질의 양이 벼의 생육이나 토양이 감내해 낼 수 있어야만 하는데, 과거에는 비옥도유지 및 증진과 벼의 생산성 증대라는 측면에서 부각되어 다다익선이라는 개념 하에서 토양의 유기물 함량의 증진을 유도 하였다. 그러나 오늘날 국민들의 욕구는 시대변화에 따라 안전한 농산물을 요구하고 있고, 건강한 삶을 지향하는 사회적인 풍토는 환경문제가 주요 관심사가 되었고, 농업분야에서도 환경에 대한 부담을 적게 주게 주면서 생산성 향상과 고품질 농산물의 안정생산을 동시에 추구하는 농업형태로 전환되고 있으며, 농경지 관리는 작물생산성뿐만 아니라 생태계보전을 위한 친환경농업(Sustainable agriculture)을 추구하고 있다.

국제적으로도 토양의질(Soil quality)에 대하여 많은 노력을 하고 있으며(OECD, 1988 : OECD, 1999) 지속가능한 환경농업에 대해서는 OECD를 비롯한 여러 국가에서 다각적인 연구가 진행되고 있다(농림부, 2001 : OECD, 2001). 특히 벼 재배에서는 수자원 함량, 홍수 조절 및 지하수보전 등과 같은 공익적인 가치까지도 함께 평가되고 있다(김 등, 1994).

토양 생산력을 높이는데 있어서 유기물의 시용은 불가결의 조건이라고 거의 모두가 주창해 왔으며, 토양생산력의 주체가 되는 것은 토양부식이라고 오랫동안 믿어왔고 토양에 유기물을 주는 것은 토양을 개량하기위한 중요한 일이라고 강조되어 왔다(박, 1978).

따라서 유기물의 증가가 작물을 증산하는데 불가결한 기술이라고 생각되어 왔고, 특히 벼에 대한 유기물의 시용효과에 관해서는 많은 관심을 갖게 되었는데 이는 유기물의 시용이 토양의 생산력을 증가시키는 효과로서 영양분의 공급효과, 토양개량 등을 들 수가 있다(박, 1978).

토양의 생산력은 작물생육에 필요한 각종영양분을 적기에 공급한다는 면과 작물생육에 불필요한 성분의 생성을 억제하는 능력에 의하여 평가할 수 있을 것이며 토양의 이와 같은 성질은 토양자체뿐만 아니라 유기물 시용에 의하여 크게 영양을 받게 된다(이, 1978).

1990년대 이후부터는 환경보전을 위한 저투입 농법, 정밀농업 유기농업 등의 고소득 농업의 비중이 점차 커짐에 따라 친환경 농업을 위한 벼 재배기술의 홍보와 지도 교육을 하였고 하였고(호남농업연구소, 2005), 그 결과 지금은 많은 농가들이 논토양 관리에 신경을 많이 쓰고 있다. 이에 따라 벼의 목표수량이나 품종에 따른 시비기준이 설정되면서 쌀의 안정적 생산을 유지하게 되었다(농촌진흥청, 1989). 이와 같이 논토양의 관리에 대해서도 많은 것이 알려져 있음에도 불구하고 유기 논토양의 유기물 효과에 대해서는 논란의 여지가 아직도 남아 있다.

유기물의 농업적 이용에 대한 고전적인 인식과 농업과 유기물의 관계에 관한 근대적인 인식 중에 유기물의 순기능적인 측면과, 유기물의 역기능에 대한 인식 등을 포함한 수도작

에 대한 유기농업의 효과를 보면 논토양에 대한 유기물의 시용효과는 수많은 연구자들의 (박, 1978 : 오, 1966 : 이, 1978 : 이등, 1973 : 허, 1982 : 황, 1976) 보고가 있는데 이들은 유기물의 시용으로 논토양의 물리성, 화학성 및 생물상이 좋게 되며 증수효과가 뚜렷이 인정된다고 보고한 바가 있고(김, 1976) 은 생고시용으로 정조수량을 증가하고 퇴비나 생고를 병용하는 경우에 금비 질소의 소요량은 감소하지 않은 다고 보고하였다.

최근 토양유기물에 관한 연구는 질소시비 추천과 관련하여 검토 되어 토양의 적절한 유기물의 함량은 $24g\ kg^{-1}$ 정도이며 그 이상에서는 오히려 수량이 낮아진다고 보고 하였고 (박, 1978), (이, 1986)는 논 토양간 질소시비량 차이가 주로 토양유기물, 규산함량 및 치환성염기비에 의하여 토양유기물 함량의 증대는 질소 기여율 및 응수율을 낮게 하고 질소 시비량을 감소시킨다고 보고 하였다.

논토양 관리 방법에 따른 작물생산성과 토양비옥도의 장기적 변동과 관련된 국내의 연구결과를 보면(1954년에) 경기도 수원시 소재 작물과학원 구내포장에 설치된 토양개량제의 장기연용 효과를 구명하기 위한 포장(어, 1954)과 1967년도에 경상남도 밀양시 작물과학원 영남농업연구소 구내에 조성된 유기물의 장기연용에 따른 토양특성과 벼수량에 미치는 영향을 구명하기 위한 포장(박, 1967), 그리고 1979년 전라북도 익산시 작물과학원 호남농업 연구소에 조성된 유기물 장기연용, 논토양에서 화학비료와 규산질비료, 퇴비 등 토양개량제의 장기연용에 따른 작물의 수량성과 품질, 토양특성에 미치는 영향을 구명 하기위해 조성된 포장(김, 1979) 및 1975년 대구시 북구 동호동 경상북도 농업기술원 구내포장에서 조성된 장기연용 시험 포장 등과 일부 발작물에 대한 장기연용 포장이 조성 되었다(박과 김, 1975).

우리나라의 유기농업은 주로 유기물 시용에 의존하여 지력 향상을 도모하고 있으나 외국중 유럽국가(독일, 스위스 등)와 미국과 캐나다에서는 유기농업을 수행하기 위하여 기본적으로 녹비작물, 두과작물 및 심근성 작물 재배 등으로 지력을 유지하고 윤작, 적절한 퇴비시용, 특히 가축사양에서 발생하는 배설물을 한정된 면적에 제한적으로 사용해야 되는 등 유기물 사용이 제한적이거나(Willer, 1998) 우리나라 경우 유기농업을 실천하는 많은 농가들은 토양의 지력증진 관리 방안으로 유기물(유기질비료) 시용에 의존하고 윤작이나 두과작물재배 등 지력유지 방법을 등한시 하는 경향이며, 또한 퇴비, 농산부산물 등 유기물은 화학비료가 아니므로 그 양에 관계없이 유기물 시용량을 증가 할수록 토양비옥도 향상되는 것으로 생각하는 등 유기물 시용의 긍정적인 면이 부각되고 있다(농업과학기술원, 2004).

즉 논토양의 관리에 있어서 유기물의 시용은 영양분의 공급과 흡수 저장력을 증대하는 것이지만 한편 벼 생육에 불필요한 성분의 생성 또는 불리한 조건의 발달을 촉진하는 예도 있으며, 이와 같이 불리한 조건의 발달은 일반적으로 토양의 무기성분이 많이 용탈 될 경우에 크며 유기물의 시용은 토양용탈에도 큰 영향을 미친다.

최근에 농업기술이 크게 발달하여 포장간 또는 연간 수량차이가 상당히 감소되었으나

아직도 공업의 생산품과 같이 품질이 고른 농산물을 계획한대로 생산하기에는 그 발달이 아직도 미흡한데 이는 토양에 관여하는 인자가 너무 다양하고 복잡하기 때문이다. 특히 논은 담수하에서 경작되기 때문에 그 성질이나 문제점이 비교적 단조로 것 같이 생각하기 쉽다.

그러나 지하수의 영향이 수반되고 토성의 구조 그 밖의 물리화학적 성질이 서로 같지 않은데다가 복잡하여서 그 적정관리는 밭 토양보다 어려울 때가 많다. 이들 사실로 미루어 볼 때 유기 논토양의 관리를 하기 위해서는 토양과 작물 그리고 농업환경의 균형을 이루기 위하여 한 가지 시각이 아니라 다각적이고 종합적인 방법으로 장기적인 검토 되어야 할 것이다.

따라서 이연구의 동기는 국내 유기 논 농업의 토양관리의 제고를 위한 대안으로 제안되고 있는 유기물을 논에 사용할 때 벼의 생산성과 토양의 질에 미치는 영향을 다각적으로 검토하여 유기물의 과학적인 사용방법을 정립하는데 필요한 자료를 제공하는데 있었다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 경기도 이천시 부발읍에 위치하고 있는 농업과학기술원 시험포장인 사양질 석천통(하성층적층을 모재로 생성된 토양으로 하성평탄지에 분포, 유효 토심은 보통으로 배수상태는 약간 불량) 2004년~2005년(2년간)에서 수행 하였으며, 시험 전 토양의 화학적 성질은 <Table 1>에서와 같이 토양산도는 5.1, 유기물함량은 16g kg^{-1} , 유효인산 106mg kg^{-1} , 치환성 칼륨이 $0.27\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$, 유효규산함량 30mg kg^{-1} 인 우리나라 논토양의 평균 함량보다 낮은 논토양 이었다.

공시한 유기물원의 화학성분은 <Table 2>와 같으며, 공시 비료원의 화학성분은 다음과 같다.

- (1) 인광석 : 구용성인산 5.10%, 가용성규산 0.40%
- (2) 석회고토 : 알카리분 59.6%, 가용성 고토 29.1%
- (3) Ash : 가리 38.7% , 수용성 가리가 28.9% 이었다.

처리는 무비구, 삼요소구, 삼요소 + 퇴비구, 퇴비구, 벧짚구, 헤어리벧치구를 두었으며, 재료의 처리는 다음과 같이 하였다. 공시비료원 으로서는 인광석과 석회고토분말 그리고 Ash를 사용하였고 시용량은 인광석 $3\text{kg}/10\text{a}$, 석회고토분말 $168\text{kg}/10\text{a}$, Ash $3\text{kg}/10\text{a}$ 을 기비로 사용하고 공시유기물원인 퇴비 $2,000\text{kg}/10\text{a}$, 벧짚은 $500\text{kg}/10\text{a}$, 헤어리벧치는 $2,000\text{kg}/10\text{a}$ 을 전량 기비로 사용하였고, 벧짚은 전년 가을에 30cm씩 절단한 후 시용 경운하였으며, 이앙 2주전에 퇴비와 헤어리벧치, 인광석, 고토 석회분말, Ash를 사용하였으며, 삼요소의

시비량은 성분량으로 N-P₂O₅-K₂O : 10-3-3kg/10a을 요소, 용성인비, 염화가리로 사용하고 질소는 기비로, 분얼비, 수비 및 실비를 각각 50%, 20%, 20, 10%씩 나누어 사용하였으며 인산은 전량 기비로 가리는 기비 70%, 수비 30%로 분시하였다, 잡초방제에 있어서는 삼요소구만 제초제를 이양후 7일째 마세트 입제를 3kg/10a를 사용하였으며 기타 처리는 2회 손 제초를 실시하였다. 병충해 방제에 있어서는 전혀 방제를 방지 않았다, 시험구의 구당면적은 63.8m²(11m×5.8m) 재식거리는 30×15cm로 5월 23일 이양하였고 수확은 10월 11일에 하였다. 기타 벼 재배 기간의 물관리 등 기타 재배방법은 농촌진흥청 벼 표준 재배법에 준하였으며, 공시 유기물원 중 탄소와 질소 성분은 Vario MAX CN(Elementar, 독일)를 사용하여 분석 하였으며 그 외 성분은 농촌진흥청(토양화학분석법 중 식물체 분석 방법, 1978)에 준하였고, 공시된 비료원의 분석은 농촌진흥청, 비료의 품질 검사 방법에 따라 분석하였다.

<Table 1> Chemical properties of soils used in this experiment.

Soil depth	pH (1:5)	P ₂ O ₅ mg/kg	OM g/kg	K	Ca	Mg	SiO ₂ mg/kg
				---- Ex. cmol + /kg -----			
0~20cm	5.1	106	16	0.27	1.39	0.54	30

<Table 2> Chemical properties of organic materials used in this experiment.

Organic materials	water (%)	T-C	T-N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		-----%-----		Ratio	-----%-----			
Compost	56.9	15.8	0.92	17.2	0.8	1.8	2.3	0.7
Ricestraw	15.3	41.1	0.63	65.2	0.3	1.5	1.1	0.4
H. V.	87.9	40.0	3.23	12.4	1.0	2.3	1.5	0.3

H.V = Hariy vetch

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 벼의 생육

벼 생육시기별로 조사한 초장과 경수는 <Table 3>에서 보는 바와 같이 이양 후 30일에서 출수기까지 삼요소구보다 유기물 자원 중 볏짚과 퇴비 처리구가 초장과 경수가 적어지는 경향을 보였고 헤어리베치 사용으로 초장은 거의 같거나 비슷한 경향을 보였고 경수는 이

양 후 30일까지는 같다가 최고 분얼기부터는 적어지는 경향을 보였는데 이같이 유기물 시용구에서 적은 현상은 아마도 유기물의 분해에 의한 질소기아 현상 때문인 것으로 생각되어진다. 이러한 결과는 (허, 1982)의 벧짚시용량 증가는 초기의 분얼을 억제하며 최고 분얼기와 출수기를 지연 시켰다는 연구결과와 일치 하였는데 그것은 분얼은 벧짚시용량이 증가함에 따라 월등히 떨어지는데 특히 벼의 생육초기에 분얼과 초장의 증가를 억제시켰다고 하였으며, 유효경 비율에 있어서는 벧짚시용으로 62%를 나타냈다고 하였는데, 본 연구에서도 벧짚의 시용이 유효경 비율이 66.7%로 거의 비슷하게 나타내어 같은 결과를 보였다.

또한 (오, 1966 : 이, 1978) 등은 수도에 대한 퇴비와 벧짚의 시용효과 시험에서 유기물시용으로 벼 생육초기에 초장과 분얼이의 억제 현상을 나타난다고 보고한 바 있고, 이밖에도 많은 연구자들도(김, 1976 : 出井嘉光, 1975 : 瀧嶋康夫, 1961: 坂上行雄 등, 1970) 이미 이 같은 결과를 보고한 바 있다.

<Table 3> The growth pattern of rice plants in paddy field applied different organic materials

Treatment	30 DAT		M.T.S		P.F.S		H.S		Percentage of productive culm(%)
	Plant height (cm)	No. of tiller	Plant height (cm)	No. of tiller	Plant height (cm)	No. of tiller	Plant height (cm)	No. of tiller	
No-fertilizer	25	5	32	12	46	10	67	9	86.0
NPK.	35	13	44	20	69	16	88	15	73.0
NPK+Compost	36	12	45	19	66	14	87	12	64.8
Compost	30	10	39	15	61	12	87	11	73.3
Rice straw	26	10	35	15	59	11	85	10	66.7
Hairy vetch	39	13	45	16	69	13	88	11	68.8

2. 이양후 처리별 경시적 토양 Eh 변화

토양산화환원 전위의 변화는 <Fig. 1>에서 같이 각 처리 공히 5월 30일부터 감소하기 시작하여 6월 9일에는 급속하게 낮아져 전처리 공히 -160mv에서 -190mv로 이르렀다. 이렇게 갑자기 토양의 Eh가 낮아지는 것은 온도상승으로 인한 미생물의 활성이 증가하였기 때문인 것으로 생각되어지며 6월 23부터 출수기까지 지속적으로 큰 변화가 없던 것은 이는 환원성 물질의 소비와 물관리에 의한 산소공급과 미생물의 활동이 둔화됨과 함께 확산되는 양이 많아졌기 때문인 것으로 생각된다.

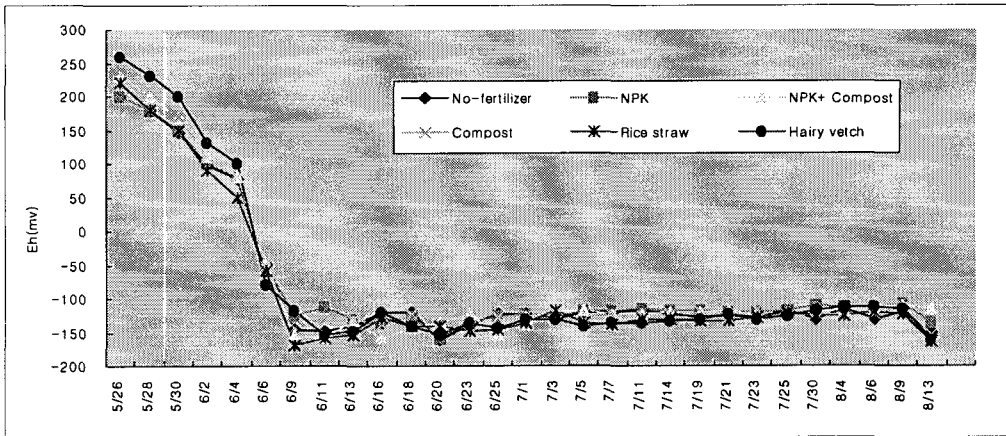


Fig. 1. Long-term changes in soil Eh in paddy field applied different organic materials.

3. 수량 구성 요소 및 수량

수량 및 수량구성 요소에 미치는 영향은 Fig. 2 및 Table 4와 같으며, 수수는 유기물원 연 용에 따른 차이는 전혀 없으며 삼요소 시용구와는 약간의 차이가 있었다 한편 볏짚을 사용 한 처리가 퇴비와 헤어리베치 처리보다 수수가 적었으며, 또한 삼요소구에 비하여 유기물 원 처리구가 등숙율이 높은 경향을 보였다. 친립중은 본래 환경의 영향을 크게 받지 않은 형질이기는 하나 유기물원의 사용 여부에 따른 차이는 전혀 없었고, 10a 당 수량은 삼요소 구(511.0 kg)에 비하여 퇴비는 98%, 볏짚은 97%, 헤어리베치는 103%, 삼요소+퇴비는 101% 로, 퇴비+삼요소 처리 및 헤어리베치 처리가 증가 되는 경향을 보였는데 이는 일반적으로 질소 함량이 높을 때 수량이 증가 한다는 보고와(이, 1997 : 연, 2005) 같은 결론을 얻었다.

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

Treatment	No. of panicle (No./plant)	No. of grain (No./panicle)	1,000 grain weight (g)	Percent ripened rate(%)
No-fertilizer	9.3	56.4	25.0	92.6
NPK	24.6	65.4	24.8	92.2
NPK+Compost	22.3	64.1	24.5	93.0
Compost	21.0	65.4	24.4	93.3
Rice straw	20.0	65.3	24.5	93.0
Hairy vetch	21.0	69.5	24.8	93.2

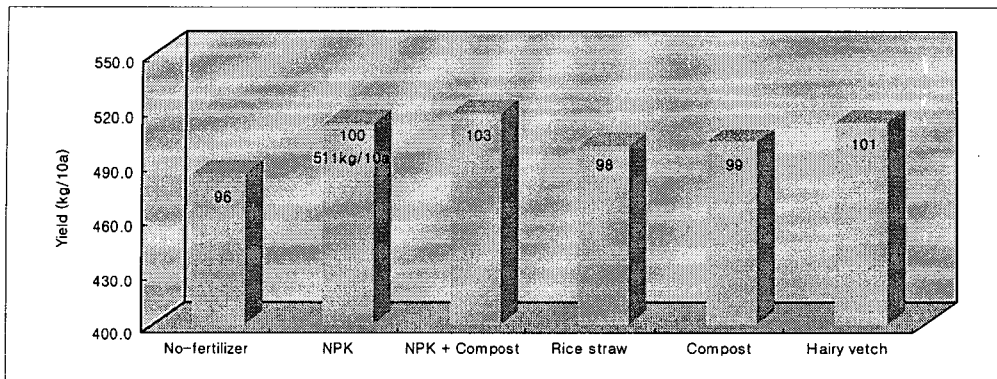


Fig 2. Comparison of yield of rice plants grown under different organic sources.

4. 시험후 토양의 이화학성 변화

벼 재배시 안전한 쌀 수량을 얻기 위해서는 생육에 유리한 토양 조건을 조장하고, 불리한 특성을 가능한 한 억제 또는 개선하는 것이 중요하며, 이를 위해 토양의 화학성 및 물리성 개선과 생물성 개량 등이 종합적으로 이루어져야 볼 수 있다.

벼의 생육에 알맞은 논토양의 화학성중 지력의 기본이 되는 것은 토양유기물을 들 수가 있는데 이는 조대 유기물(벼짚, 보리짚 등)을 사용하면 양분을 공급하고, 토양의 구조를 낱알구조에서 떼알 구조로 개선하여 물리적 성질을 좋게 할뿐 아니라 양분 보존능을 증가시키고, 지온이 높아져 토양미생물의 활동이 증가되기 때문에 각종 양분을 유용하게 할 뿐만 아니라 유해성분의 작용을 경감 시킨다는 보고가 있고(2005, 호남농업연구소) 논토양에서 유기물 사용시 가장 큰 효과는 미생물에 의해 부식이 되면 토양의 양분 보존력이 증가되어 양분을 흡수하였다가 벼의 생육에 필요한 시기에 양분을 서서히 공급하여 주기 때문에 유기물은 땅심 돋우기에 없어서는 안 될 중요한 자재이므로 논에서 생산된 벼짚은 반듯이 돌려주어야 하므로 본 연구에서도 이와 같은 결과를 토대로 유기물원인 퇴비와 벼짚 그리고 헤어리베치, 비료원으로서는 인광석, 석회고토분말, Ash를 사용하여 유기 논 농업의 토양 관리에서 시험 후 토양의 이화학성에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다.

1) 토양의 화학성

(1) pH

시험 후 토양을 3년간 분석한 결과 시험 전 토양에 비하여 퇴비구, 삼요소+퇴비, 시용구 간에 전혀 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 (박, 1978)의 유기물 처리시 초기에는 급격한 환원에 의해 pH가 상승 하였다가 일주일후에는 유기물 무시용 같은 상태를 계속 유

지하였다는 연구결과와 일치하는 것으로 나타났다. 또한 유기물원중 벧짚 시용구가 다른 처리에 비해 pH가 높은 것은 아마도 벧짚에 있는 규산 성분 때문으로 사료되며, 논 토양의 적정 pH 값인 6.0~6.5까지 유지시킬 수 있는 유기물원으로서의 유기 농업의 토양관리에서 개량제로는 규산물질이 있는(농업과학기술원, 1999) 벧짚을 사용하는 것이 좋을 것 같다.

(2) 유효인산 함량

토양 중 유효인산 함량은 시험 전에 비해 삼요소 시용구간에는 차이가 나타나지 않았으며 삼요소 시용구에 비하여 유기물원 처리구 모두가 유효인산의 함량이 증가되는 경향을 보였는데 이 같은 경향은 아마도 시용한 유기물의 재료 중에서 인산의 함량이 늦게까지 지속적으로 인산의 성분과 토양의 환원에 따른 유효도의 증대에서 비롯되는 결과로 생각된다.

(3) 토양유기물 함량

과거 화학비료가 보급되기 이전에는 토양의 지력 유지는 오로지 퇴비에 의존했으며, 화학비료의 공급이 원활한 현재도 유기물은 작물의 생산성과 더불어 토양 환경을 좌우하는 인자로 인식되어 요즈음 추진되고 있는 친환경농업에서도 큰 비중을 차지하고 있다. 토양 유기물 함량을 보면 시험 전에 비하여 유기물원 시용구는 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였는데 이와 같은 결과는 유기물원의 시용으로 현저히 증가 되었다는 (허, 1982)의 연구결과와 일치하고 있으며, 우리나라 논토양에 대한 퇴비연용시험에서 2년차까지는 부식함량을 증가시키지 못하였으나 3년차부터 증가하기 시작하여 5년차까지는 크게 증가하였고 그 이후는 대체로 같은 유기물 함량을 유지 하였다는 (이, 1982 : 황, 1976)의 연구 결과와 일치할 것으로 본다.

(4) 치환성 가리, 칼슘, 마그네슘 함량

가리함량을 보면 삼요소구는 시험전과 같은 경향이었으며, 유기물인 퇴비, 벧짚, 헤어리베치 등은 삼요소구보다는 뚜렷이 증가되는 경향을 보였는데, 이는 (연, 2005) 결과와 같은 결과를 보였고, 무비구에서는 감소의 폭이 컸으며 이와 같이 무비구에서 감소의 폭이 큰 원인은 작물체가 흡수한 것을 보충하여 주지 않았기 때문으로 생각된다.

칼슘 및 마그네슘의 함량도 가리와 같은 경향을 보였으나 퇴비시용보다는 헤어리베치 시용구에서 시험전보다 뚜렷이 증가 되는 경향을 나타내는데, 이는 (이, 1997) 결과와 같은 결과를 보였으며, 이것은 아마도 시용한 유기물의 재료에서 얻어진 것이 아닌가 생각되어지며, 칼슘은 토양의 산성을 교정 하는 것 밖에도 염기포화도가 커지고 유기물의 분해가 촉진되며 입단 구조의 발달과 토양 미생물의 활성을 높이는데 효과가 있어서 생태계의 효과가 있을 것으로 생각되어진다. 마그네슘은 유기물 자원 처리간에 큰 증감을 나타내지 않았지만 벧짚 > 퇴비 > 삼요소+벧짚 > 헤어리 순으로 증가 하는 경향을 보였는데 이것도 역시

사용한 유기물원의 재료에서 집적된 것으로 생각되어진다.

2) 토양의 물리성

유기 농토양 관리를 위해 물리적으로 가장 중요한 것은 작토심으로 벼가 뿌리를 뺀어 양분을 흡수하고 양분을 간직할 수 있는 공간을 충분히 확보하기 위해 작토심의 적정 두께는 평균 18cm는 되어야 한다고 알려져 있고, 벼 뿌리가 잘 신장할 수 있는 작토 하부의 적정 경도는 15~20mm, 그리고 경도는 17mm 이하일 경우 수량에는 거의 영향이 없다고 하였다 (2005, 호남농업연구소) 유기 농토양 관리에서 유기물원인 볏짚, 퇴비, 헤어리베치 및 인광석, 고토석회분말과 Ash를 사용하여 시험 후 토양의 물리적 성질 변화를 조사한 결과를 살펴보면 Fig. 4와 같이 용적밀도는 삼요소구 1.13Mg m³ 비하여 볏짚 0.91Mg m³, 헤어리베치 0.95Mg m³, 퇴비 1.00Mg m³, 퇴비+삼요소구 1.02Mg m³, 삼요소 처리보다 유의하게 감소하여 유기물원에 의해 크게 낮아지는 결과를 보였다. 이는 (연, 2005 : 호남농업연구소, 2005) 결과와 같은 결과를 보였고, 무비 처리에서는 1.13Mg m³ 삼요소와 비슷한 결과를 보였다. 공극율도 이와 똑 같이 삼요소구 59.4%, 볏짚 64.6%, 헤어리베치 62.1%, 퇴비 61.3%, 퇴비+삼요소 60.1%로 유기물원을 사용할 경우 삼요소구보다 공극율이 좋아지는 것을 알 수가 있었다. 이는 (호남농업연구소 농토양 관리기술, 2005)과 같이, 공극율은 볏짚과 퇴비를 연용할 때 유기물 무시용에 비하여 높아졌던 결과를 보였으며, 장기적으로 유기물원을 사용할 경우 토양을 부드럽게 할 뿐만 아니라 양분의 보유능력을 크게 하고, 토양의 용적 밀도가 줄어들면 통기성과 투수성이 증가 되어 토양 중 산소의 양이 증가되어 수도의 근황

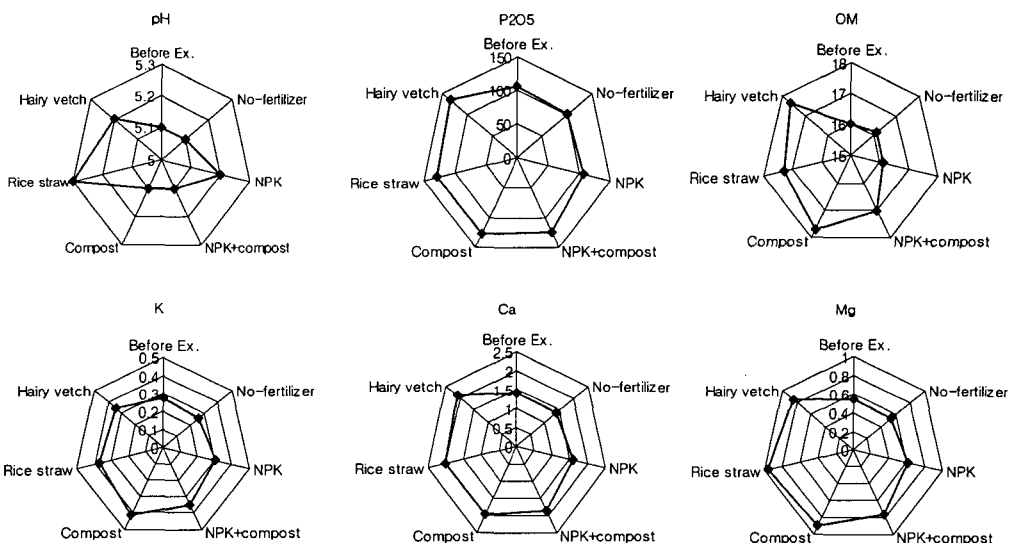


Fig. 3. Chemical properties of soil supplied different organic sources after experiment.

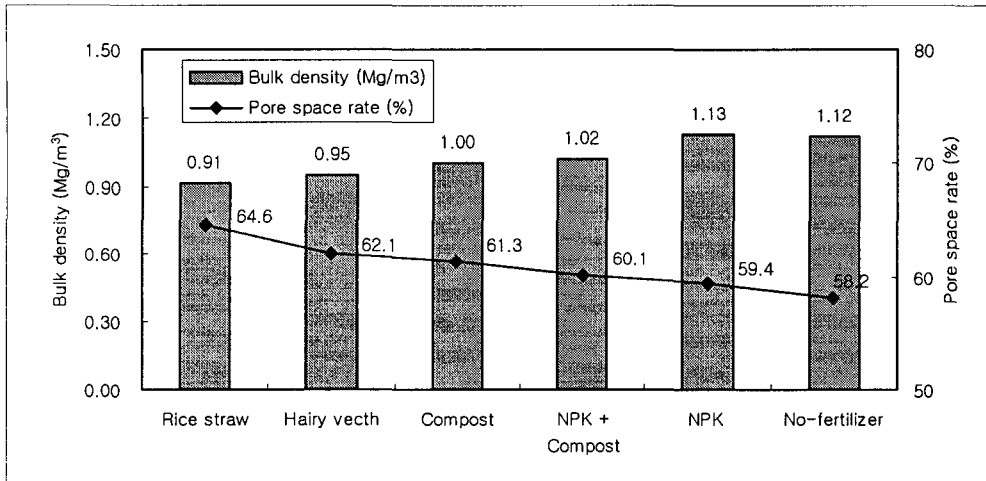


Fig. 4. Comparison of soil physical properties between applied organic sources after experiment.

력이 증대될 뿐만 아니라 작물체의 뿌리의 생명력이 활성화되므로써 벼의 생육이 좋아져 수량이 증가될 것으로 사료된다.

IV. 적 요

친환경 유기 농업 토양 관리 기술을 개발하기 위하여 화학비료대신 유기물원인 볏짚, 퇴비, 헤어리베치, 그리고 자재는 인광석, 석회고토분말, Ash를 사용하여 유기벼 재배 및 유기 농업 토양 관리 기술에 대한 효과 검정을 수행한 결과는 다음과 같다.

1. 수도의 시기별 생육상황은 삼요소구에 비하여 유기물원 볏짚과 퇴비처리에서 초장 및 경수가 적은 경향이고, 두과작물인 헤어리베치 시용구는 삼요소구와 거의 같거나 비슷한 경향을 보였다.
2. 토양산화환원(Eh)의 변화를 보면 처리에 상관없이 5월 30일부터 감소하기 시작하여 6월 9일에는 급속하여 낮아졌는데 (-150mv에서, -190mv) 이는 온도상승으로 인한 미생물의 활성이 증가한 것으로 생각되어진다.
3. 수량구성요소 및 수량에서 수수는 유기물원의 연용에는 차이가 나지 않았으며, 삼요소구와는 약간의 차이를 보였으나, 볏짚과 퇴비처리가 헤어리 처리보다 수수가 적은 경향을 보였고, 등숙율은 삼요소구에 비하여 유기물원 처리가 공히 높은 경향을 보였고 처리간에 유의성은 인정되지 않았고, 천립중에 있어서도 유기물원 시용 여부에는 차

이가 나지 않았고 삼요소구와도 차이가 없었다. 수량에 있어서 삼요소구 511kg/10a 에 비해 토비시용은 98%, 퇴비99%, 헤어리베치 103%, 삼요소+퇴비 101%로 유의성은 인정되지 않았다.

4. 유기물원 시용으로 시험 후 토양의 화학성을 보면 유효인산과 치환성가리, 치환성 칼슘 등의 함량이 증가하는 반면, 공극율 및 용적밀도가 벚짚 > 헤어리베치 > 퇴비 > 퇴비+삼요소 > 삼요소 > 무비 순으로 토양 물리성이 양호하였다.
5. 이상의 결과를 볼 때 유기농 농업 토양 기술개발의 관리 측면에서 일반 관행농업보다는 수량은 벚짚과 퇴비에서 감소하나 두과작물인 헤어리베치를 재배하여 시용하면 토양의 화학성과 물리성이 양호하고, 생육 및 수량도 일반관행농법과 거의 비슷하므로 유기비 재배 및 논토양관리에서는 활용 가능성이 있는 것으로 나타났다.

[논문접수일 : 2006. 4. 20. 최종논문접수일 : 2006. 6. 5.]

참 고 문 헌

1. 김동수·엄기철·윤성호·윤순강·황선용. 1994. 논 왜 지켜야 하는가. 따님 출판.
2. 金鼎濟. 1976. 養分 有效化에 미치는 影響, 江原大 研究論文集 10: 157-166.
3. 농림부. 2001. 농업환경의 계량화 평가를 위한 OECD 농업환경지표 개발 대책연구. 농림기술개발사업 최종보고서.
4. 농업과학기술원. 1999. 작물별 시비처방기준.
5. 농촌진흥청. 농업기술연구소. 1978. 土壤化學分析法.
6. 농촌진흥청. 1982. 농사기준연구 총설. 농시연보 24집 부록.
7. 農村振興廳. 1984. 韓國의 畚土壤.
8. 農村振興廳. 1989. 農土培養10個年 事業報告書.
9. 농촌진흥청. 2004. 농업과학기술원 농산물 안전성 연구.
10. 박노권·김동길. 1975. 영년동일 비료시험. 경북농촌진흥원 시험연구보고서: 365-368.
11. 박래경. 1967. 영구 시비시험. 영남작물시험장 시험연구보고서: 320-323.
12. 朴天緒. 1978. 우리나라에서의 有機物 施用效果. 韓土肥誌 11(3): 176-194.
13. 어수진. 1954. 토양의 이화학적 성질변화에 관한시험. 중앙농업기술원 시험사업 설계서.
14. 延秉烈. 2005. 肥料와 土壤改良劑 連用에 다른 벼 收量과 논 土壤 特性 變動樣相. 公州 大學校 大學院. 博士學位論文.
15. 吳旺根. 1966. 有機物 施用이 畚土壤의 理化學的 性質에 미치는 影響에 관한 研究. 농시

연보(1): 175-208

16. 오왕근·박천서·정동희·서군석. 1968. 水稻 生育에 있어서 有機物의 效果試驗. 埴環農試研報 3: 115-132.
17. 李相奎. 1978. 논토양에 있어서 有機物 施用시 施用窒素의 行方에 관한 研究, 충북대 논문집 4: 117-126
18. 李相奎. 1982. 有機物의 合理的 施用效果. 農試研總 24集 부록: 272-279.
19. 이재만·정현식. 1973. 유기물 시용에 의한 지력증진 시험. 강원농시연보: 208-210.
20. 李龍煥. 1997. 水稻에 대한 有機質 肥料 連用과 病害蟲防除 여부가 벼 作況 土壤 化學性 및 生態系에 미치는 影響. 尙志大學校 大學院. 博士學位論文.
22. 李春秀. 1986. 畚土壤에서 水稻增收을 위한 窒素施肥量 決定에 관한 研究. 慶尙大學校 大學院
23. 호남농업연구소 . 2005. 호남평야지 논토양관리 기술
24. 許範亮·이창덕. 1981. 벼짚施用이 水稻의 分蘖에 미치는 影響, 韓土肥誌, 14(3): 146-156.
25. 許範亮. 1982. 논토양의 化學성 개량연구. 농시연총: 260-271.
26. 黃光男. 1976. 논土壤에서 벼짚 連用 및 施用方法에 따른 效果解析 試驗, 農技研 農試研報: 699-734.
27. OECD. 1998. Workshop on the sustainable management of water in agriculture : Issues and policies - the athens workshop : Case studies, general distribution document [COM/AGR/CA/ENV/EPOS (98) 87]
28. OECD.1999. Environmental indicators for agriculture : Vol. 1. Concepts and framework. Head of publication service. OECD Publication service. paris. France.
29. OECD. 2001. Environmental indicators for agriculture. Methods and results, paris, France. Volume 3: 171-193.
30. Willer, H. 1988. Oekologischer Landbau in Europa. SOEL, Germany.
31. 出井嘉光 1975. 水田にける 有機物의 藁積と分解, 日本土壤肥料學會誌. 46(7): 251-254.
32. 瀧嶋康夫. 1961. 水田土壤中の 有機酸 代謝 と 水稻生育沮害性 に 關 研究(第5報) 湛水土壤 における 生育沮害性と有機酸 濃度. 農業及園藝 32(8): 386-389.
33. 坂上行雄·伊藤忠. 1970. 稻わらの連用 效果, 中國地域 共同研究成果集錄 第 5號(日本) 水田における 稻麥 わらの 施用法 に 關 する研究: 29-32.