

# 볏짚퇴비 50년 연용에 따른 벼수량과 논토양 유기물함량 변화

연병열\* · 곽한강<sup>1</sup> · 송요성<sup>1</sup> · 전희중<sup>1</sup> · 조현준<sup>1</sup> · 김창호<sup>2</sup>

작물과학원 인삼약초연구원, <sup>1</sup>농업과학기술원, <sup>2</sup>공주대학교

## Changes in Rice Yield and Soil Organic Matter Content under Continued Application of Rice Straw Compost for 50 Years in Paddy Soil

Byeong-Yeol Yeon,<sup>\*</sup> Han-Kang Kwak<sup>1</sup>, Yo-Seong Song<sup>1</sup>, Hee-Joong Jun<sup>1</sup>, Hyun-Jun Cho<sup>1</sup>, and Chong-Ho Kim<sup>2</sup>

*Ginseng & Medicinal Plants Research Institute, Eumseong 369-873, Korea.*  
<sup>1</sup>*National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, 441-707, Korea*  
<sup>2</sup>*Kongju National University, Kongju, 340-800, Korea*

This experiment was conducted to investigate the effect of long-term continuous application of fertilizers for rice cultivation from 1954 to 2003. Changes of physical and chemical properties of paddy soil and the rice yield by continuous application of fertilizers, particularly rice straw compost, over fifty years were discussed in this paper. The rice yields of compost applied plots were 5~12% higher while those of no fertilizer plots were 21~38% lower compared to those of NPK fertilizers applied plots. Uptakes of T-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO, and SiO<sub>2</sub> by rice plants were significantly increased by the application of straw compost. Bulk density, hardness, and liquid phase of soil in compost applied plots were significantly decreased while gaseous phase and cation exchange capacity (CEC) of soil were increased compare to those in NPK plots. When the bulk density of soil was increased the rice yield was decreased. The soil organic matter (SOM) content tended to increase in compost applied plots whereas no significant differences were found in other treatments. The soil organic matter content increased by 0.45 g kg<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> when 7.5 Mg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> of rice straw compost applied in paddy land. The compost application rate recommendation for rice cultivation in Korea could be revised by the results of this study.

**Key words :** Paddy soil, Rice straw compost, Soil organic matter

### 서 언

우리나라 토양은 여름철 고온과 집중되는 강우 등 기후적인 특성으로 토양 중 유기물함량을 증가시키기가 어렵고, 양분의 보유력이 낮은 화강암과 화강편마암이 주요 모재로 구성되어 있기 때문에 토양비옥도의 저하가 되기 쉽다.

이러함에도 불구하고 좁은 국토에서 많은 인구를 부양해야 했기 때문에 고투입에 의한 생산성 향상만을 추구하여 각종 유기자재를 비롯한 영농자재의 과도한 투입으로 일부 토양양분의 과부하나 토양의 관리 부재로 비옥도 저하 등 토양양분의 불균형 문제가 유발되기도 한다(Jung et al. 2003). 이러한 문제를 해결하

기 위해서는 토양특성에 맞게 양분 보유력을 높일 수 있는 퇴비를 시용하는 것이 절대적으로 필요하다.

근래, 소비자들은 시대의 변화에 따라 건강한 삶을 지향하는데 관심이 높기 때문에 고품질 쌀과 더불어 안전한 농산물을 선호하는 경향이다. 이러한 욕구를 충족시키기 위해서는 논농사도 환경친화적으로 고품질의 쌀을 생산 할 수 있는 관리기술, 다시 말하면 토양의 물리화학적성과 생물상의 적절한 균형 유지와 더불어 생산을 위한 영농자재가 적절히 투입되어야 한다.

특히, 퇴비의 경우 과거에는 비옥도 유지 및 증진과 벼의 생산성 증대라는 측면을 부각시켜 다다익선이라는 개념 하에서 토양유기물 함량을 높이기 위한 투입에만 열중하였다.

물론, 논토양에서 퇴비 등 유기물의 시용은 토양유기물 함량의 증가나 벼의 양분공급, 토양 이화학성의

접 수 : 2007. 10. 1 수 리 : 2007. 10. 25  
\*연락처 : Phone: +82438715553,  
E-mail: byeyeon@rda.go.kr

개선 등 다양한 이점이 있지만, 과도한 유기물 사용은 오히려 유해물질의 생성, 환원조장 및 양분흡수 저해 등 해로운 면도 있다. 또한, 최근에는 쌀의 품질 등과 관련하여 퇴비의 역할과 기능에 대해 재평가를 하고 있다(Kim et al, 2002).

따라서, 토양-작물생산성-품질-농업환경의 균형을 이루기 위해서는 퇴비 등 적절한 토양개량 자재의 투입이 필수적이다. 이러한 종합적인 개량을 통한 논토양 비옥도 향상을 위해서는 퇴비의 종류, 양, 질이 토양에 미치는 영향에 대한 구명이 요구되며, 이에 대한 연구결과의 해석은 보다 장기적인 관점에서 볼 필요가 있다.

본 연구는 질소, 인산, 가리의 화학비료와 볏짚퇴비를 처리하여 장기간 연용 할 때, 벼의 생산력이나 토양의 이화학적 특성 변화에 미치는 영향을 고찰하여 퇴비의 효율적 이용을 위한 논토양 비옥도관리기술 등을 제시코자 1954년부터 2003년까지 50년간 얻어진 연구결과를 종합 검토하였다.

### 재료 및 방법

본 시험은 1954년도에 경기도 수원시 권선구 서둔동에 위치하고 있는 작물과학원 포장시험 연구단지내에 조성된 연구용 시험포장을 이용하였다.

**공시토양** 하성층적층을 모재로 한 하성평탄지에 분포하고 있으며 유효토심은 보통으로 투수성이 빠르고 배수가 약간 양호한 사양질인 강서통으로 시험전 토양의 화학성(1954년도) 중 pH는 5.2, 유기물은 16 g kg<sup>-1</sup>, 유효인산은 120 mg kg<sup>-1</sup>, 치환성 칼륨 함량이 0.08 cmolc kg<sup>-1</sup>으로 보통 논토양보다는 비옥도가 다소 낮은 토양이었다(Table 1).

**공시품종** 1954년부터 1968년까지는 자포니카 품종인 팔달벼, 1969년부터 1978년까지는 자포니카 품종인

진흥벼, 1979년부터 1985년까지는 통일계 품종인 밀양 23호, 1986년부터 2003년까지는 자포니카 품종인 대청벼를 재배하였다.

**경증개요** 실험설계는 1954년도에 조성된 무비구, 3요소구 및 3요소+퇴비구의 3처리로 포장시험을 수행하였다(Table 2).

**Table 2. Treatments on the experiment of long-term continuous application of chemical fertilizers and compost.**

Symbol of treatments	Description
NoPoKo	No fertilizes
NPK	NPK fertilization
NPK+C	Compost was added to NPK fertilization

3요소+퇴비구는 1954년부터 2003년까지 3요소비료와 함께 평균 분석치가 전질소 1.48%, 인산 0.70%,加里 3.20%인 완숙 볏짚퇴비를 매년 7.5 Mg ha<sup>-1</sup> 사용하였다(Table 3).

비중으로 질소질 비료는 유안, 인산질 비료는 국내 비료의 생산 비중이 달라짐에 따라 1954년부터 1988년까지 중과린산석회, 1989년부터 1993년까지 과린산석회, 1994년부터 2003년까지 용과린을 사용하였으며, 가리질비료는 계속하여 염화가리를 사용하였다. 시비량은 품종 또는 정부가 권장하는 표준시비량이 달라

**Table 4. Chronological application rates of chemical fertilizers.**

Year	Nitrogen	Phosphate	Potassium
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----		
1954~1970	75	75	75
1971~1978	100	75	75
1979~1985	150	86	86
1986~2003	110	70	80

**Table 1. Chemical properties of soil used in the experiment in 1954.**

pH	OM	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exch. cation			Av. SiO <sub>2</sub>
			K	Ca	Mg	
1:5, H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	----- cmolc kg <sup>-1</sup> -----			mg kg <sup>-1</sup>
5.2	16	120	0.08	3.4	-	-

**Table 3. Chemical properties of compost used in the experiment.**

T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>
----- dry base, % -----					
1.48	0.70	3.20	4.05	0.67	4.5

짐에 따라서 질소는 75~150 kg ha<sup>-1</sup>, 인산은 70~86 kg ha<sup>-1</sup>, 가리는 75~86 kg ha<sup>-1</sup> 사용하였다(Table 4). 기비-분얼비-수비-실비의 분시비율은 질소는 50-20-20-10%로 4회, 가리는 70-0-30-0%로 2회, 인산은 전량 기비로 사용하였다.

**분석 및 조사** 토양의 경도는 Yamanaka 경도계, 토양유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 치환성 양이온은 유도결합플라즈마 발광광도계(ICP)로 측정하였다.

식물체의 무기성분 함량은 건조 후 40 mesh로 분쇄한 식물체 시료 0.5 g에 conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 ml와 50%의 HClO<sub>4</sub> 10 ml를 가하여 분해한 후 여과하여 T-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO, SiO<sub>2</sub> 등을 정량하였다. 전 질소함량은 Indophenol-blue법, 인산은 Vanadate법, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO는 ICP로 측정하였고, SiO<sub>2</sub>는 중량법으로 조규산함량을 정량하였다(RDA, 2000).

### 결과 및 고찰

**벼 수량의 변화** 1954년부터 2003년까지 50년간 생산된 정조수량을 년차간 평균한 성적은 다음과 같다(Table 5).

이들 시험구의 년차간 정조수량의 변화를 품종별로 평균해서 비교해 보면, 1954년~1968년까지 15년간은 팔달벼를 공시하여 3.63 Mg ha<sup>-1</sup>, 1969년~1978년까지 10년간은 진흥벼를 공시하여 5.03 Mg ha<sup>-1</sup>, 1979년~

1985년까지 6년간은 밀양 23호로 6.56 Mg ha<sup>-1</sup>, 1986년~2003년까지 18년간은 대청벼로 공시하여 5.39 Mg ha<sup>-1</sup>을 나타냈다. 통일계 품종인 밀양 23호를 재배한 1979년~1985년도에서 수량이 가장 많았다. Kim et al. (2002)은 호남통에서 27년간 3요소비료와 함께 벧짚퇴비를 10 Mg ha<sup>-1</sup>사용할 경우 3요소구에 비하여 평균 수량이 10% 증수효과가 있었다고 보고하였는데, 강서통인 본 시험에서 퇴비구의 생산력을 3요소구와 대비해 보면 3요소구 수량지수 100에 대하여 1954년~1968년(팔달벼)에는 105, 1969년~1978년(진흥벼)에는 112, 1979년~1985년(밀양23호)에는 108, 1986년~2003년(대청벼)에는 111로 3요소비료와 함께 매년 7.5 Mg ha<sup>-1</sup>의 벧짚퇴비를 혼용할 경우 벧 수량 증수효과는 5~12%이었다.

Song at al. (2001)은 논토양에서 3요소구에 비해 무비구의 토성별 벧 생산력을 보면 62~76%이라고 보고한 바 있는데, 본 시험에서는 3요소구에 비해 무비구의 수량은 62~79%이었다.

**양분흡수량** 처음으로 식물체 분석을 시작한 1984년부터 2003년까지 20년간 조사된 벧 수확기 경엽과 종실의 주요 무기성분 흡수량을 평균한 성적은 Table 6과 같다. 3요소구에 비해 3요소+벧짚퇴비구에서 T-N은 15%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 19%, K<sub>2</sub>O는 35%, SiO<sub>2</sub>은 48% 정도의 무기성분 흡수량을 유의성 있게 증가시키는 결과를 보였다. 이와 같이 퇴비사용에 의해 대부분의 성분 흡수량이 증가되는 결과는 퇴비 자체내에 포함된

**Table 5. Changes of rice yield with long-term continuous application of chemical fertilizers and compost.**

Treatments	1954~1968		1969~1978		1979~1985		1986~2003	
	Yield	Index	Yield	Index	Yield	Index	Yield	Index
	Mg ha <sup>-1</sup>		Mg ha <sup>-1</sup>		Mg ha <sup>-1</sup>			
NoPoK <sub>0</sub>	2.80b <sup>†</sup>	71	3.74c	70	5.43c	79	3.67c	62
NPK	3.95a	100	5.36b	100	6.85b	100	5.92b	100
NPK+C	4.15a	105	5.99a	112	7.41a	108	6.58a	111
Mean	3.63	-	5.03	-	6.56	-	5.39	-

<sup>†</sup> Means with the same letter within a column are not significantly different at 5% level of LSD.

**Table 6. Uptake of inorganic component by top rice with continuous application of chemical fertilizers and compost 1984~2003.**

Treatments	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----					
NoPoK <sub>0</sub>	45.5(49)a <sup>†</sup>	33.3(60)a	75.5(63)a	22.3(59)a	11.7(51)a	402(90)a
NPK	92.5(100)b	55.3(100)b	120.5(100)b	37.6(100)b	23.0(100)b	449(100)a
NPK+C	106.1(115)c	66.0(119)c	162.3(135)c	41.5(110)c	28.0(122)c	663(148)b

<sup>†</sup> ( ): index of absorption amount of NPK plot.

<sup>‡</sup> Means with the same letter within a column are not significantly different at 5% level of LSD.

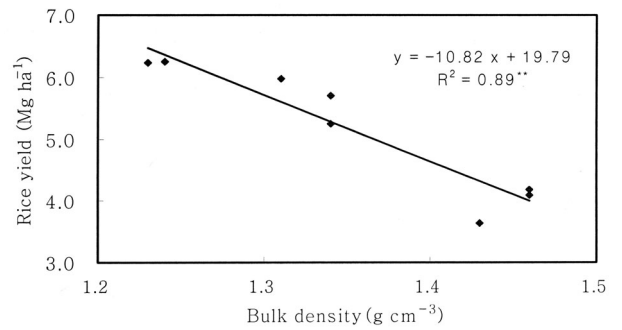
양분이 방출되어 이들 양분의 흡수율이 증가되었기 때문인 것으로 추측된 반면, 무비구의 흡수량은 3요소구에 비해 T-N 49%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60%, K<sub>2</sub>O 63%로 절반 수준이었으나 SiO<sub>2</sub>은 90%의 흡수량을 보였다.

**토양의 물리성 변화** 처리별 50년경과 후 토양 물리성의 차이를 알아보려고 2003년도에 조사한 결과는 Table 7과 같다.

Jeong et al. (2001)은 미사식양질(전북통) 논토양에서 21년간 3요소비료와 함께 볏짚퇴비를 사용하면 3요소구에 비해 경도는 16.9 mm에서 15.4 mm, 용적밀도는 1.27 g cm<sup>-3</sup>에서 1.20 g cm<sup>-3</sup>으로 낮추고 공극율은 높여 물리성 개선효과가 있다고 보고하였는데, 본 시험에서는 3요소구에 비하여 3요소+퇴비구에서 토양 경도는 14.0 mm에서 13.1 mm로, 용적밀도는 1.34 g cm<sup>-3</sup>에서 1.23 g cm<sup>-3</sup>으로 유의하게 낮아지는 결과를 보이고 있어 볏짚퇴비 시용에 따른 물리성 개선 효과가 인정되었다. 이와 같은 결과를 3상의 변화와 연계시켜 보면 볏짚퇴비를 장기간 시용하므로써 고상과 액상을 감소시킨 반면 기상을 증가시키는 경향을 보이고 있어 이로 인해 용적밀도가 낮아진 것으로 생각된다.

Kim et al. (2004)은 농촌진흥청 유관기관에서 보유하고 있는 시험포장 중 17년 이상 장기간 퇴비를 연용하고 있는 논포장 5개소에서 물리성 변화를 조사한 결과에 의하면, 퇴비연용으로 토양의 CEC 증가량은 1.5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>이었다고 밝혔다. 그러나 본 시험에서는 50년간 볏짚퇴비의 연용으로 3요소구 9.0 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>에 비하여 3요소+퇴비구에서 11.2 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>로 CEC의 증가량은 2.2 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>이었다.

토양의 용적밀도와 비 수량과의 관계를 보면(Fig. 1), 표토의 용적밀도가 증가함에 따라 정조수량이 감소하였다. 토양의 용적밀도가 줄어들면 통기성과 투수성이 증가되어 토양 중 산소의 양이 많아져서 이로 인해 근 활력이 증대될 뿐만 아니라 뿌리의 생명력이 활성화되므로써 비의 생육이 좋아 수량이 증가하는 것으로 사료된다. 이러한 수량의 차이가 용적밀도에 의해서만 영향을 받는 것은 아니지만 장기간에 걸친



**Fig. 1. Relationship between paddy rice yield and soil bulk density at surface.**

볏짚퇴비의 시용은 뿌리의 생육량을 증대시켜 퇴비를 사용하지 않은 일반 토양보다는 용적밀도가 현격히 감소되어 비의 뿌리 및 지상부 생육이 좋게 나타나는 결과와 같은 결과를 보였다(Mika et al, 1991; Tisdall et al., 1982).

이상과 같은 결과를 종합해 보면 볏짚퇴비를 장기간 연용하면 고상과 액상은 감소시키는 반면 기상을 증대시키고, 용적밀도와 경도를 낮추어 토양을 부드럽게 할 뿐만 아니라 CEC를 증가시킴으로써 양분의 보유능을 증가시키는 경향이였다.

**토양유기물의 변화** 토양의 지력을 가장 대표할 수 있는 토양 유기물은 작물에 대한 중요한 질소원으로 토양의 생산력을 좌우하는 인자로 잘 알려져 있다. 과거 화학비료가 보급되기 이전에는 토양의 지력 유지는 오로지 퇴비에 의존했으며 화학비료의 공급이 원활한 현재도 유기물은 작물의 생산성과 더불어 토양환경을 좌우하는 인자로 인식되어 요즈음 추진되고 있는 친환경 농업에서도 큰 비중을 차지하고 있다.

처리별 토양 중 유기물 함량의 년차별 변화를 보면(Fig. 2), 3요소+퇴비구에서는 1995년까지는 점차적으로 증가되는 추세를 보인 반면, 3요소구를 비롯한 무비구에서는 큰 변화가 없었다.

3요소+퇴비구의 유기물 함량은 22 g kg<sup>-1</sup>(1973)에서 33 g kg<sup>-1</sup>(1995)으로 퇴비의 시용 년 수가 증가됨에 따라 지속적으로 증가하여 23년 동안 11 g kg<sup>-1</sup>을 증

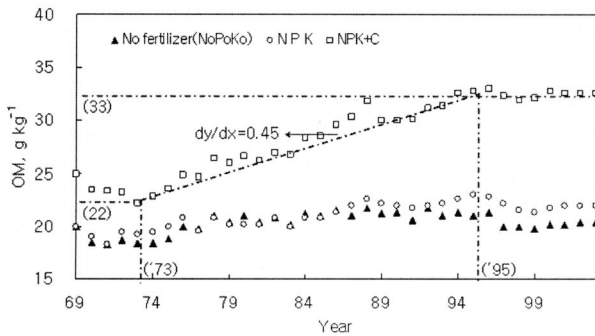
**Table 7. Changes of soil physical properties with 50 years of long-term continuous application of chemical fertilizers and compost in 2003.**

Treatments	Bulk density g cm <sup>-3</sup>	Phase distribution			CEC cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	Hardness mm
		Solid	Liquid	Gaseous		
		----- % -----				
NoPoKo	1.43a <sup>†</sup>	53.8a	36.8a	9.4a	7.8	13.8a
NPK	1.34b	50.4b	39.5b	10.1a	9.0	14.0a
NPK+C	1.23c	46.3c	36.3a	17.4b	11.2	13.1b

<sup>†</sup> Means with the same letter within a column are not significantly different at 5% level of LSD.

가시킨 후, 1995년부터 2003년까지는 33 g kg<sup>-1</sup> 부근에서 안정화되면서 평형을 이루고 있다.

Jeong et al. (2004)은 식양질 논토양의 경우 21년간 3요소비료와 함께 볏짚퇴비를 매년 10 Mg ha<sup>-1</sup>을 사용하면 토양유기물 함량의 증가량은 5.6 g kg<sup>-1</sup>이었다고 보고한 바 있는데, 사양질인 논토양에서는 이 보다 크게 증가시키는 결과를 얻었다.



**Fig. 2. Changes of soil organic matter content with long-term continuous application of chemical fertilizers and compost.**

3요소구의 유기물 함량은 42년차(1988)까지는 완만한 상승세를 보였으나, 그 이후에는 21~23 g kg<sup>-1</sup>의 범위로 일정하게 유지되었다. 무비구의 경우에도 3요소구와 같이 42년차까지는 같은 경향을 보이고 있으며, 그 이후에는 20~22 g kg<sup>-1</sup>의 범위로 3요소구 보다 다소 낮게 유지되었다.

이와 같은 결과를 보면, 우리나라에서 사양질로서 대표적인 강서통인 논토양의 경우 일정한 양의 유기물이 축적되면(33 g kg<sup>-1</sup> 내외), 그 이상은 증가시키기 어려운 반면, 50년간 퇴비를 사용하지 않아도 토양유기물 함량은 20~23 g kg<sup>-1</sup>의 범위로 일정하게 안정화되어 더 이상은 감소되지 않는 결과를 보이고 있다.

따라서, 퇴비구의 유기물 함량의 증가 폭이 컸던 1973년~1995년까지 23년간 퇴비사용에 따른 년차간 토양유기물 함량의 증가량을 1차 회귀식을 적용하여 추정할 결과 고도의 유의성 있는 정의 상관관계가 성립되었다(Table 8).

이 식에서 퇴비사용에 따른 토양유기물 함량의 증가량을 산출한 결과 매년 7.5 Mg ha<sup>-1</sup>의 볏짚퇴비를 사용하고 벼를 재배할 경우 1년에 증가되는 유기물함량은 0.45 g kg<sup>-1</sup>인 것으로 조사되었다.

**Table 8. Soil organic matter content with long-term continuous application of manure.**

Treatment	Regression equation	Coefficient (R)
Compost	y = 0.452X - 9.949	0.947**

<sup>†</sup> x : represents for increased amount of soil organic content (g kg<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>)

논에서 벼 1작기 동안에 약 750 kg ha<sup>-1</sup> 부식이 소모되고, 시용된 퇴비 중 10% 정도가 부식으로 되는 것으로 알려져 있다(Cho et al. 2002). 또한, Brady (1990)는 퇴비 등 유기물질이 토양에 가해지면 대부분 CO<sub>2</sub>로 소모되고, 10~30% 정도가 부식질로 남는다고 하였다. 본 시험의 경우 매년 7.5 Mg ha<sup>-1</sup>의 볏짚퇴비를 시용할 때의 토양유기물로 잔존되는 양은 6% 정도인 것으로 조사되었다.

이러한 부식화율이나 토양유기물 함량은 벼의 질소 시비추천량과 연관되어 있어 매우 중요하며, Park et al. (1978)은 질소 시비추천에 적절한 토양유기물 함량은 24 g kg<sup>-1</sup> 정도이며, 그 이상에서는 오히려 수량이 낮아진다고 보고한 반면, Yu et al. (1971)은 토양유기물 함량이 3%까지는 유기물 함량이 증가될수록 수량이 증가한다고 보고하는 등 여러 가지 학설이 있다. 그러나 Lee et al. (1986)은 질소시비량 차이는 주로 토양의 유기물함량에 의해 결정된다고 하여 토양유기물의 중요성을 강조한 바 있고 현재 이를 기초로 하여 질소시비 추천식에 활용되고 있다.

따라서 전술한 바와 같이 토양유기물 함량은 퇴비를 지속적으로 시용하여도 33 g kg<sup>-1</sup> 이상 증가시키기 어렵고, 퇴비를 투입하지 않아도 18~23 g kg<sup>-1</sup>가 유지되는 상황에서 기존 퇴비시용량 추천은 토성에 관계없이 토양의 유기물 함량을 기준으로 일정량을 추천하고 있다(RDA, 2006). 따라서 이러한 결과를 고려하여 농촌진흥청에서 토양유기물 함량에 따라 추천되고 있는 퇴비시용량인 8~16 Mg ha<sup>-1</sup>을 4.5~12.0 Mg ha<sup>-1</sup>으로 하향 조정하였다(Table 9).

**Table 9. Revision of compost recommendations by soil organic matter content in coarse loamy paddy soils.**

Soil organic matter	Compost recommendations	
	Current	Revised
g kg <sup>-1</sup>	----- Mg ha <sup>-1</sup> -----	
below 20	16	12.0
20~30	12	7.5
above 30	8	4.5

또한, 향후 볏짚퇴비 사용에 따른 유기물함량의 변화는 퇴비시용량 결정과 연계하여 검토할 필요가 있으며, 이와 관련된 퇴비에 함유된 질소함량과, 부식화율, 시비량, 토양의 유형이나 토성 등과 더불어 쌀의 안정생산이나 미질, 환경에 대한 기여도 등을 종합적으로 평가하여 새로운 방향에서 토양유기물함량 변화를 검토할 필요가 있다고 생각한다.

## 적 요

하성층적층을 모재로한 사양질인(강서동) 논토양에서 볏짚퇴비를 50년간(1954년~2003년) 연용 했을 때, 토양의 이화학적 특성과 벼의 생산성에 미치는 영향을 조사 분석한 결과는 다음과 같다

정조수량은 3요소구에 비하여 3요소+퇴비구에서 5~12% 증가된 반면, 무비구에서는 21~38% 감소되어 장기간 볏짚퇴비 시용으로 유의성 있는 수량의 증가 효과가 있었다.

벼의 수확기 경엽과 종실의 무기성분 흡수량은 볏짚퇴비를 시용한 구에서 T-N 15%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 19%, K<sub>2</sub>O 35%, SiO<sub>2</sub> 48% 증가되었다.

토양물리성은 3요소구에 비하여 3요소+퇴비구에서 토양경도는 14.0 mm에서 13.1 mm로, 용적밀도는 1.34 g cm<sup>-3</sup>에서 1.23 g cm<sup>-3</sup>으로 유의하게 감소시킨 반면, CEC는 9.0 cmolc kg<sup>-1</sup>에서 11.2 cmolc kg<sup>-1</sup>로 2.2 cmolc kg<sup>-1</sup> 증가되었다.

토양유기물 함량은 무비구와 3요소구에서는 20~23 g kg<sup>-1</sup>, 퇴비구에서는 33 g kg<sup>-1</sup> 부근에서 안정화되었다. 1973년(SOM 22 g kg<sup>-1</sup>)~1995년(SOM 22 g kg<sup>-1</sup>)까지 23년간 3요소+퇴비구의 토양유기물 함량의 증가량은 11 g kg<sup>-1</sup>이었으며, 매년 볏짚퇴비 7.5 Mg ha<sup>-1</sup>을 시용하고 벼를 재배할 경우 1년에 증가되는 토양유기물 함량은 0.45 g kg<sup>-1</sup>으로 투입된 퇴비의 6%정도가 토양유기물로 남는 것으로 조사되었다. 따라서, 이를 근거로 하여 사양질 토양에 대한 토양유기물함량에 따른 퇴비시용량을 하향 조정하였다.

## 인 용 문 헌

Brady, N.C. 1990. The nature and properties of soils (10th ed.), p. 286-289. Macmillan Pub. Co., NY, USA.  
 Cho, S.J., C.S. Park. D.I. Eom. 2002. Soil science(4th ed.), p. 148-

149. Hyangmoonsa, Seoul, Korea.  
 Jeong, J.H., B.W. Sin. C.H. Yoo. 2001. Effects of the successive application of organic matters on soil properties and rice yield. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 34:129-133.  
 Jung, B.G., G.B. Jung, and J.H. Yoon. 2003. Survey on the change of chemical properties of agricultural fields in Korea. Monitoring project on agri-environment quality in Korea. Scientific symposium. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea  
 Kim, C.B., D.H. Lee, J. Choi. 2002. Effects of soil improvement on the dependence of rice nutrient contents and grain quality. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 35:296-305.  
 Kim, L.Y., H.J. Cho, K.H. Han. 2004. Changes of physical properties of soil by organic material application in farm land. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 37:304-314.  
 Lee, C.S. 1986. Studies on determination of N-fertilizer rates for increasing rice yield in paddy soils. Ph. D. Thesis, Gyeongsang National Univ., Jinju, Korea.  
 Mika, M.M, and C.W. Rice. 2004. Tillage and manure effects on soil and gregate-associated carbon and nitrogen. Soil Sci. Soc. Am. J. 68:809-816.  
 Mitchell, C.C., R.L. Westerman, J.R. Brown, and T.R. Peck. 1991. Overview of long-term long term agronomic research. Journal of Agronomy 83:24-29.  
 Park, C.S. 1978. Effects of organic material application on the growth and yield crops Korea. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 11(3):175-193.  
 RDA. 2006. Standard of fertilizer description by crops. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.  
 RDA. 2000. Methods of the soil and plant analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.  
 Song, Y.S., H.K. Kwak, B.K. Hyun, B.Y. Yeon, P.J. Kim. 2001. Effects of composted pig manure on rice cultivation in paddy soils of different texture. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 34:265-271.  
 Tisdall, J.M., and J.M. Odades. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science. 33:141-163.