

## 유기농경지 밭 토양의 물리화학적 특성\*

이초롱\*\*\* · 홍승길\*\*\* · 이상범\*\*\* · 박충배\*\*\* · 김민기\*\*\* · 김진호\*\*\*\* · 박광래\*\*

Physico-Chemical Properties of Organically  
Cultivated Upland SoilsLee, Cho-Rong · Hong, Seung-Gil · Lee, Sang-Beom · Park, Choong-Bae ·  
Kim, Min-Gi · Kim, Jin-Ho · Park, Kwang-Lai

The upland soils (56 samples) from organic farms in Gyeonggi-do (12 sites), Gangwon-do (8 sites), Chungcheong-do (14 sites), Gyeongsang-do (4 sites), Jeollado (18 sites) in Korea were collected and their physical and chemical properties were analyzed by RDA's methods. In the results of physical property, the bulk density of soils averaged  $1.14 \text{ Mg m}^{-3}$  (surface soil),  $1.38 \text{ Mg m}^{-3}$  (subsoil), respectively. The porosity of them was 57%, 48%. Organically managed soil's (OS) bulk density was lower than conventional soil's but OS's porosity was a little higher than conventionally managed soil in surface soil. The depth of plough layer in organically managed soils was 21.2 cm indicating that the organic farming had good effect on soil physical property. In the results of chemical property, the surface soil pH was 6.9 and the contents of organic matter (OM) was  $26 \text{ g kg}^{-1}$ , available phosphate (Avail.  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) was  $554 \text{ mg kg}^{-1}$ , exchangeable calcium (Exch. Ca) was  $8.9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , exchangeable potassium (Exch. K) was  $0.89 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , exchangeable magnesium (Exch. Mg) was  $2.0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . The subsoil pH was 6.8 and the contents of OM was  $21 \text{ g kg}^{-1}$ , avail.  $\text{P}_2\text{O}_5$  was  $491 \text{ mg kg}^{-1}$ , exch. Ca was  $7.9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , exch. K was  $0.68 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , exch. Mg was  $1.8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . The nutrient accumulation emerged in organic farming. Compared to the optimum nutrient range for the conventional upland soils, the exceed rate of pH, OM, available phosphate, and exchangeable Ca, K, and Mg was 79, 52, 64, 84, 66% and 55%, respectively, which mainly resulted from the over-application of lime materials or livestock manure compost. With these results it is suggested that

\* 본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ01010902)의 연구비지원으로 수행되었음.

\*\* Corresponding author, 국립농업과학원 유기농업과(frompark@korea.kr)

\*\*\* 국립농업과학원 유기농업과

\*\*\*\* 전라북도 농업기술원 기후변화 대응과

organic farm need to reduce the use of inputs, which make soil alkalification or nutrient accumulation. More study on effects of inputs on lowering soil pH from alkalification could help organically managed soil to be improved.

Key words : *chemical property, organic farming, organic matter, soil, physical property*

## I. 서 론

스위스, 독일 등의 EU국가와 미국, 캐나다 등의 농업 선진국을 중심으로 유기농산물에 대한 수요가 증가 하고 있으며 유기농경지의 면적도 증가하고 있다. 우리나라의 경우 친환경농업 육성 5개년 계획에 따라 농약과 화학비료를 투입하는 농업에서 벗어나 지속가능한 농업, 환경보전에 기여하는 농업으로의 전환에 대한 중요성이 제기되어왔다. 이에 따라서 제1차 친환경농업 육성 5개년 시작해인 2001년도 기준 450 ha, 10,672 ton이던 유기농경지 재배면적과 유기농산물생산량이 제3차 친환경농업 육성 5개년이 진행 중이던 2014년 18,306 ha, 95,694 ton 으로 증가하고 있는 실정이다.

유기농업은 기존 생산성 극대화에 중심을 맞추던 관행농업과 달리 환경보전과 농산물안전성 등에 긍정적인 영향을 끼친다고 알려져 있으나, 우리나라는 유기농경지에 대한 토양 관리 기준이나 양분 최적관리 매뉴얼 등의 기초자료가 부족하다. 이러한 상황에서 국내 유기농재배지의 토양 특성에 관한 연구들이 이루어지고 있지만, 전국 단위의 유기농경지를 조사한 연구들이 많지 않아 국내 유기농경지를 전국단위로 대표할만한 자료들은 부족한 실정이다. 또한 농약이나 화학비료를 투입하지 않고 재배를 하는 유기농업의 특성상 이를 실천하는 농민들의 화학비료 미 투입으로 인한 농작물의 수량감소 및 품질저하 등에 대한 우려와 불안감에 유기농업자재나 가축분퇴비를 다량 시비하는 경우가 종종 있어 이에 대한 대책이 필요할 것으로 사료된다.

지금까지 유기농경지에 관한 연구들에 따르면 유기농 사과과원에서 유기질퇴비 투입으로 인해 물리성 개선효과가 높았고(Glover et al., 2000), 토양 pH, 유기탄소 및 유효인산 함량은 유기농경지에서 높다(Poudel et al., 2002)고 보고되었다. 국내에서는 유기농경지 밭에서 토양경도가 0.10 MPa, 용적밀도는 1.01 Mg m<sup>-3</sup>으로 관행농경지의 경도 0.15 MPa, 용적밀도 1.12 Mg m<sup>-3</sup>에 비해 낮아 물리성이 개선되었으며(Cho et al., 2009) pH와 유기물함량은 유기농과원에서 각각 5.98, 3.32% 으로 5.24, 2.54%인 관행과원보다 높고, 유효인산함량은 유기농과원에서 597 mg kg<sup>-1</sup>으로 740 mg kg<sup>-1</sup>인 관행과원에서 높았다(Choi et al., 2011)는 연구가 있다. 반면 pH를 포함한 모든 성분이 유기농경지에서 높다(Cho et al., 2009)는 보고도 있어 이러한 우려를 일부 뒷받침한다.

위의 선행 연구들이 유기농경지에서의 물리성 개선효과와 양분 불균형의 심화를 보여주고 있는바 본 연구는 전국 단위의 유기농경지 밭 토양의 물리화학적 특성을 조사하고 유기농경지의 양분 현황을 파악하기 위해 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시료 채취

국립농산물품질관리원에서 유기농 인증을 받은 농가를 지역별로 분류하여 유기농 밭 토양 농가 100여 곳을 선택하였고, 등록된 농가 중 선도농가 및 대상작물(콩, 고추, 옥수수, 고구마, 감자, 마늘, 양파 등) 주산단지를 중심으로 56곳을 선정하였다. 선정된 유기농가는 경기도 12, 강원도 8, 충청북도 7, 충청남도 7, 경상북도 3, 경상남도 1, 전라북도 9, 전라남도 9곳 총 56지점(Table 1)으로 3월부터 6월까지 토양시료를 채취하였다.

Table 1. The sample site and the number of samples

Province	Crop	No.	Province	Crop	No.	Province	Crop	No.
Gyeonggi -do	Onion	3	Gyeongsang -do	Hot pepper	2	Jeolla -do	Potato	1
	Garlic	2		Onion	2		Bean	2
	Squash	1		Potato	3		Onion	2
	Sweet potato	2	Hot pepper	3	Hot pepper		4	
	Potato	1	Sesame	1	Garlic		1	
	Chinese chive	2	Maize	2	Carrot		1	
	Balloon flower	1	Cucumber	1	Squash		2	
Gangwon -do	Sorghum	1	Chungcheong -do	Tomato	1		Sweet potato	3
	Maize	1		Bean	1		Green tea	2
	Potato	2		Onion	1			
	Garlic	1		Garlic	1			
	Wa-song	1						
	Eastern prickly peer	1						
Hot pepper	1							

현장에서 작토층 깊이와 디지털관입식경도계(Eijelkamp, NL-19.33, Netherlands)를 이용하여 경도를 측정하였고 작토심을 기준으로 표토와 심토를 구분하여 각각 100 cm<sup>3</sup> 코어를 이용하여 용적밀도와 공극률 및 토양 3상을 측정하였다. 화학성 분석 시료는 채취하여 그늘에서 7일 이상 풍건하여 2 mm 체를 통과시킨 후 pH, 유효인산, 총 질소 및 탄질물, 치환성 양이온 함량 등을 분석하였다. 토양 물리성 및 화학성 분석은 농촌진흥청 표준분석법(2000)에 따라 분석하였다.

## 2. 토양 화학성 분석

토양 pH는 풍건토양 5 g에 증류수 25 ml을 넣고 180 rpm에서 30분 교반 후 1시간 방치 후 pH meter (iSTEK, CP-500L, Korea)로 측정하는 1:5 H<sub>2</sub>O법을 이용하여 측정하였다.

유효인산은 토양 5 g에 침출액 20 ml를 넣고 10분간 진탕한 후 No. 2 여과지로 여과한 여과액을 UV-VIS spectrophotometer (SHIMADZU, UV-2600, Japan)을 사용하여 720 nm에서 흡광도를 측정하는 Lancaster법으로 분석하였다.

토양 내 총 질소함량 및 탄질물은 풍건토양 2 g을 원소분석기(Elementar, US/Var io Max CN, Germany)를 이용하여 측정하였다.

토양 내 치환성양이온 Ca, K, Mg은 풍건토양을 1N Ammonium Acetate (pH 7.0)로 침출하여 No. 2여과지로 여과한 여과액을 유도결합플라즈마(GBC, Integra XL Dual, Australia)분광계를 이용하여 측정하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 유기농경지 밭 토양 화학적 특성

Table 2와 Table 3은 유기농경지 밭 토양의 화학성 분석결과이다. pH의 경우 평균 6.9로 전국 밭 토양의 pH 평균값 6.2 (NAAS, 2010)보다 높은 것을 알 수 있는데 토양 pH의 경우 양분용해도에 큰 영향을 주어 작물의 양분흡수 균형에까지 영향을 주는 만큼 약산성에서 중성수준으로 유지되어야 작물이 필요한 양분의 흡수에 균형을 가져온다. 일반적으로 관행 농경지의 경우 토양이 산성화되는 문제가 있지만 이와 반대로 이번 유기농경지의 경우 토양이 알칼리화 되는 문제가 대두되었는데 조사된 지점의 79% 정도가 알칼리성으로 나타났다. 이렇게 토양이 알칼리화 되면 작물이 필요로 하는 미량 원소가 수산화물로 불용화 되어 Fe, Zn, Mn 등이 결핍되어 미량 원소 결핍현상이 나타날 수 있다. 이러한 결과는 우리나라의 유기농업 특성상 유기자재에 의존하는 경향이 크기 때문에 석회질자재와 가축분퇴비

를 과잉 투입하게 되어 pH가 대부분 높게 올라간 것으로 판단된다. 이러한 특성을 참고하여 유기농경지에서 pH 6~6.5의 토양이 알칼리화 되는 것을 막기 위해 토양 pH를 높이는 투입자재의 사용을 줄이거나 산도 교정용 유기농업자재의 투입이 필요할 것으로 사료된다. 그러나 현재까지 국내에는 토양 pH를 높이는 자재에 대한 연구에 비해 pH를 낮추는 자재들에 대한 연구는 상대적으로 적다. 또한 허용된 자재만 투입 가능한 유기농경지의 경우 적합한 자재들을 찾기가 더욱 어려운 실정이므로 이에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 2. Chemical properties of organic farming surface soil

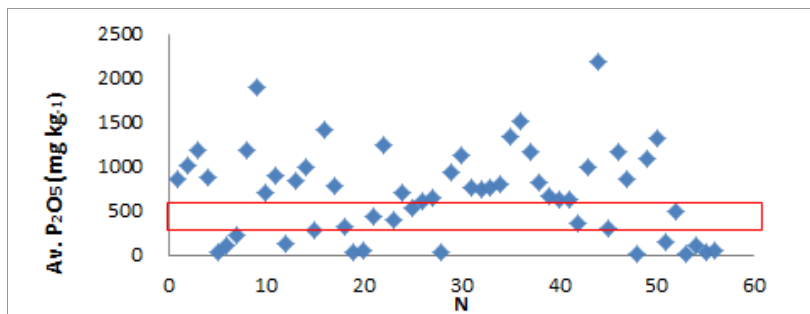
Crop	pH (1:5)	O.M. (g kg <sup>-1</sup> )	C/N (%)	T-N (%)	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exch. Cation (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )		
						Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
Hot pepper	7.2	35	10	0.2	1007	10.7	1.14	2.4
Onion	7.3	43	10	0.2	884	11.9	1.41	2.6
Potato	7.2	23	9	0.1	636	8.7	0.87	3.0
Sweet potato	6.8	17	9	0.1	275	7.4	0.91	1.7
Garlic	7.6	42	11	0.2	921	13.6	1.84	2.4
Maize	7.1	28	10	0.2	872	9.3	0.83	2.3
Beans	6.8	26	9	0.2	623	8.0	1.18	2.3
Squash	7.3	34	10	0.2	533	10.3	1.59	3.0
Chinese chive	6.9	62	9	0.4	1547	17.0	1.90	2.9
Green tea	6.0	46	12	0.2	38	5.4	0.63	1.9
Tomato	8.1	24	14	0.1	639	10.9	0.35	1.6
Carrot	5.1	3	7	0.0	11	2.0	0.30	0.8
Cucumber	8.2	21	14	0.1	529	10.8	0.54	1.7
Balloon flower	6.8	18	12	0.1	136	4.0	0.19	0.8
Wa-song	6.2	8	11	0.0	45	6.5	0.19	0.8
Eastern prickly pear	6.4	5	9	0.0	39	8.1	0.37	2.9
Sorghum	5.6	26	10	0.1	839	9.9	1.36	3.0
Sesame	7.2	15	10	0.1	397	6.4	0.39	1.3
Average	6.9	26	10	0.1	554	8.9	0.89	2.0

Table 3. Chemical properties of organic farming subsoil

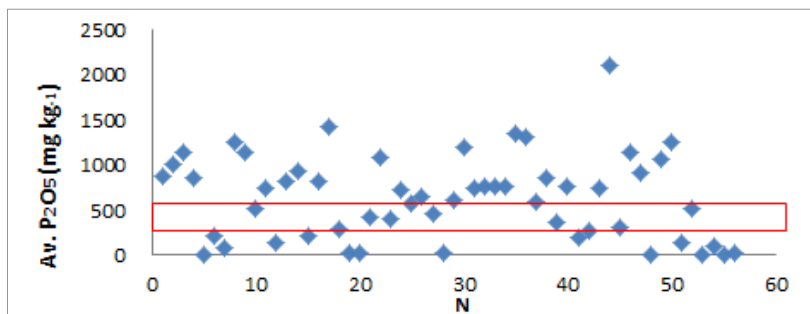
Crop	pH (1:5)	O.M. (g kg <sup>-1</sup> )	C/N (%)	T-N (%)	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exch. Cation (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )		
						Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
Hot pepper	7.3	28	10	0.2	922	8.4	0.63	1.8
Onion	7.2	40	10	0.2	885	11.2	1.38	2.7
Potato	7.2	24	9	0.1	608	9.9	0.93	3.0
Sweet potato	6.8	13	8	0.1	212	6.9	0.46	1.8
Garlic	7.4	36	10	0.2	771	13.3	1.70	2.8
Maize	7.1	22	11	0.1	760	8.7	0.57	2.4
Beans	7.0	18	9	0.1	510	7.7	0.84	2.3
Squash	7.2	22	9	0.1	532	7.8	1.49	2.8
Chinese chive	7.3	39	9	0.2	1198	14.9	1.27	2.4
Green tea	5.8	38	12	0.2	23	3.4	0.41	1.6
Tomato	7.9	15	11	0.1	460	9.6	0.21	1.5
Carrot	5.0	1	3	0.0	0	1.3	0.30	0.7
Cucumber	8.1	18	13	0.1	573	9.9	0.45	1.5
Balloon flower	6.5	15	11	0.1	131	4.4	0.15	0.8
Wa-song	6.1	7	10	0.0	26	5.8	0.10	0.6
Eastern prickly pear	6.0	4	10	0.0	32	7.3	0.07	0.8
Sorghum	5.7	24	11	0.1	812	4.3	0.97	1.0
Sesame	7.0	15	10	0.1	398	7.6	0.38	1.4
Average	6.8	21	10	0.1	491	7.9	0.68	1.8

유기물함량은 26 g kg<sup>-1</sup>로 전국 밭 토양의 유기물함량 24 g kg<sup>-1</sup> (NAAS, 2010)보다 높았고 조사된 유기농경지 밭 토양의 52%가 유기물함량이 높은 수준이었다. 작물별로는 녹차, 마늘, 양파 재배지에서 각각 46, 42, 43 g kg<sup>-1</sup>이며 부추 재배지에서는 2배 이상 높은 62 g kg<sup>-1</sup>이었다. 밭에서 유기물 투입효과는 유효인산함량, CEC 증대와 입단안정성 촉진, 용적밀도와 경도의 감소 및 공극률과 통기성 개선으로 인한 토양물리화학성 개선을 꼽을 수 있다. 이러한 유기물 투입의 장점들로 가축분퇴비를 유기농경지에 투입하는 농가가 많고 투입량 또한 추천량 이상을 투입하는 경우가 빈번하다. 이러한 유기물의 과다투입은 과잉양분의 용탈로 인한 수계오염과 염류집적에 의한 작물수량의 감소 및 품질 저하를 유발할 수 있어

적정량을 투입하는 것이 중요하다. 특히 계분퇴비 및 돈분퇴비 등의 가축분퇴비의 과다 투입은 염류축적과 질소와 인산의 불균형을 유발한다. 장기간 가축분퇴비를 연용하거나 추천량 이상을 투입하는 경우 유효인산이 집적될 수 있는데 본 조사에서도 유효인산 함량이 전국 일반 농경지 평균함량의 최대 4배까지 높은 경우도 있었다. 이러한 인산의 과다 집적은 표토에서뿐만 아니라 심토에서도 나타났는데 표토에서는 최대 1,547 mg kg<sup>-1</sup>, 평균 554 mg kg<sup>-1</sup>이었고 심토에서는 최대 1,198 mg kg<sup>-1</sup>, 평균 491 mg kg<sup>-1</sup>으로 심토에서도 인산의 집적이 있음을 알 수 있었다. Fig. 1을 보면 밭 토양 내 유효인산은 적정수준의 경우보다 과량으로 유지되는 경우가 많고 1000 mg kg<sup>-1</sup>보다 높은 지점도 많은 것을 알 수 있는데 이처럼 유효인산 역시 다른 양분처럼 토양 내에서 과다 집적된 경우가 대부분이었다. 이 역시도 가축분퇴비 가운데 인산함량이 높은 계분퇴비나 돈분퇴비를 사용하여 표토에 과다 집적된 인산이 심토까지 영향을 준 것으로 보이며 이렇게 과다 집적된 인산함량을 적정수준으로 조절할 필요성이 있다. 가축분퇴비의 경우 일반적인 뉘트퇴비보다 그 추천 사용량이 계분은 17%, 돈분은 22% 적은데도 불구하고 일반농가에서는 추천량 이상을 사용하는 경우가 있어 적정량을 지켜 사용하는 것이 필요하다.



(a) Avail. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of Surface soil



(b) Avail. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of Subsoil

Fig. 1. Distribution of avail. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in organically managed soils investigated in this study.

\* The red box is optimum nutrient range (300~550 mg kg<sup>-1</sup>) for conventional farming.

치환성양이온의 경우도 역시 Ca는  $8.9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  K는  $0.89 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  Mg는  $2.0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  로 전국 밭 토양의 치환성양이온 함량  $5.9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ,  $0.79 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ,  $1.8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  (NAAS, 2010)보다 높았고 Ca의 84%, K의 66%, Mg의 55%가 높은 수준으로 나타났다. 작물에 꼭 필요한 양분들인  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ 도 과다로 집적될 경우 길항작용으로 타 양분의 흡수를 저해하거나 특정 양분의 결핍을 초래할 우려가 있으므로 이에 대한 검토도 필요할 것으로 사료된다.

## 2. 유기농경지 밭 토양 물리적 특성

유기농경지 밭 토양의 물리성은 Table 4에서 보는 것과 같이 평균 용적밀도가 표토  $1.14 \text{ Mg m}^{-3}$ , 심토  $1.38 \text{ Mg m}^{-3}$ 이고 공극률이 표토 57%, 심토 48%이었다. 용적밀도의 경우 공극률과 반대되는 경향을 보이며 보통 농경지에서는  $1.2 \text{ Mg m}^{-3}$ 보다 낮으면 물리성이 좋은 것으로 판단한다. 본 시험의 유기농경지 밭 토양의 용적밀도는 전국의 밭 토양의 물리적 특성(NAAS, 2010)과 비교했을 때 전국 밭 토양의 용적밀도 표토  $1.31 \text{ Mg m}^{-3}$ , 심토  $1.52 \text{ Mg m}^{-3}$ 에 비해 유기농경지 밭 토양의 용적밀도는 표토와 심토 모두 전국 평균값보다 낮았고, 공극률은 전국 농경지 밭 토양의 표토 50.2%, 심토 42.7% 보다 유기농경지 밭 토양에서 높게 나타나 유기농경지 밭 토양에서 물리성이 양호한 수준임을 알 수 있었다.

Table 4. Physical properties of organic farming soil

Crop	Bulk density ( $\text{Mg m}^{-3}$ )		Solid phase (%)		Liquid phase (%)		Gas phase (%)		Porosity (%)		Plough layer (cm)
	Sur	Sub	Sur	Sub	Sur	Sub	Sur	Sub	Sur	Sub	
Hot pepper	1.06	1.40	40	53	27	28	33	20	60	47	23.2
Onion	1.14	1.35	43	51	28	31	28	19	57	49	20.0
Potato	1.06	1.33	40	50	26	28	34	22	60	50	21.0
Sweet potato	1.15	1.51	43	57	24	32	33	11	57	43	15.8
Garlic	0.95	1.18	36	44	21	31	43	25	64	56	21.4
Maize	1.29	1.41	49	53	29	28	23	19	51	47	17.8
Beans	1.30	1.60	49	60	33	32	18	8	51	40	21.5
Squash	1.19	1.24	45	47	34	34	21	19	55	53	-
Chinese chive	0.94	1.04	35	39	32	35	33	26	65	61	22.5
Green tea	0.89	1.04	34	39	29	32	37	28	66	61	28.9



Crop	Bulk density (Mg m <sup>-3</sup> )		Solid phase (%)		Liquid phase (%)		Gas phase (%)		Porosity (%)		Plough layer (cm)
	Sur	Sub	Sur	Sub	Sur	Sub	Sur	Sub	Sur	Sub	
Tomato	1.36	1.61	51	61	24	30	24	9	49	39	21.6
Carrot	1.12	1.23	42	46	33	37	25	17	58	54	-
Cucumber	1.43	1.59	54	60	41	32	5	8	46	40	18.6
Balloon flower	1.11	1.30	42	49	15	19	43	31	58	51	-
Wa-song	1.16	1.67	44	63	16	28	40	9	56	37	21.0
Eastern prickly pear	1.32	1.43	50	54	10	14	40	32	50	46	23.2
Sorghum	0.99	1.35	37	51	21	29	41	19	63	49	22.2
Sesame	1.08	1.60	41	60	7	20	52	20	59	40	18.8
Average	1.14	1.38	43	52	25	29	32	19	57	48	21.2

\* Sur is surface soil and Sub is subsoil.

작토층의 깊이는 전국의 경우 13.7 cm로 평균 21.2 cm의 값을 보인 유기농경지가 더 깊음을 알 수 있었는데 작토층이 깊을수록 작물 뿌리 발달이 더 용이 하기 때문에 유기농경지에서 작물의 뿌리 발달이 더 우수 할 것으로 사료된다. 이러한 결과는 워싱턴 사과과수원에서 유기농경지와 관행농경지의 토양 물리성을 비교했을 때 용적밀도의 경우 유기농경지가 낮았고, 공극률의 경우 유기농경지가 높았던 결과와 일치하는 경향을 보였으며(Glover et al., 2000), 국내에서 배 과수원 토양에서 유기농법과 관행농법을 비교한 결과 유기농과수원의 용적밀도가 관행과수원보다 낮고 고상의 경우 관행과수원이 더 높았던 결과와 유사한 경향을 보였는데(Choi et al., 2011), 이는 관행농업과 달리 비료나 농약대신 유기질비료나 퇴비를 주로 투입하는 유기농업에서 토양 물리성이 개선된 결과로 판단된다.

### 3. 유기농경지 발 토양의 양분 간 상관관계

Fig. 2는 유기농경지 발 토양 화학성 분석결과 중 토양 유기물 함량과 다른 양분과의 상관관계를 조사한 결과이다. 상관분석 결과 유효인산( $R^2=0.3765$ ), 치환성칼슘( $R^2=0.4322$ ), 칼륨( $R^2=0.4849$ ), 마그네슘( $R^2=0.2044$ )은 각각 유기물과 정의 상관관계를 나타내었다. 이는 유효인산과 치환성양이온들의 함량이 유기물의 증가와 관련이 있음을 보여주며 유기농경지 발 토양의 양분과다현상의 원인이 과량의 유기물투입과 관련 있음을 뒷받침한다.

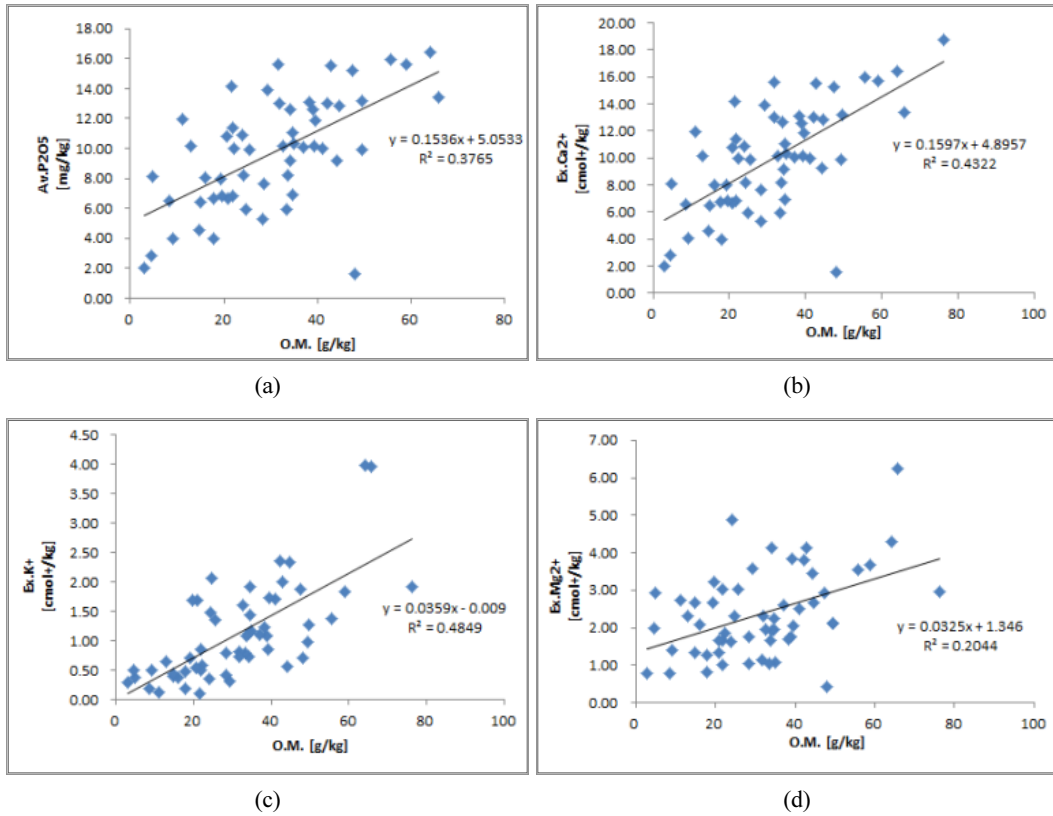


Fig. 2. Correlation between organic matter (OM) and nutrients of organically managed soils.

#### 4. 유기농경지 밭 토양 특성 종합 고찰

유기질비료 의존도가 높은 우리나라 유기농업의 특성상 유기농경지 밭 토양에서 다량의 유기물 장기연용에 의한 토양의 알칼리화와 양분의 과다 집적의 원인이 되므로 앞으로 유기농업에서 시급히 해결해야 할 부분으로 생각된다. 유기농업은 과거 생산성 증대를 위해 농약과 비료를 과다 투입하여 환경에 위해를 가져온 관행 농업의 부정적인 면을 해소할 수 있는 방안으로 생각하는데 본 연구를 통해 관행농경지에 비해 유기농경지에서 양분관리를 위한 자재의 투입이 다소 많음을 알 수 있었다. 이러한 결과를 가져온 원인 중 하나로 화학비료 투입을 하지 않는 유기농업의 특성상 이를 실천하는 농민들의 작물생산성 및 품질 저하에 대한 우려로 인한 유기질비료 및 퇴비 특히 질소와 인산함량이 높은 가축분퇴비의 과다투입을 원인으로 생각 할 수 있다.

작물별 시비처방기준(RDA, 2013)에서는 퇴비 투입량의 기준이 있는데 가축분 종류별로 그 성분함량을 고려하여 투입량이 가감되어 설정되어 있다. 가축분퇴비 중 우분퇴비는 뽕짚퇴비와 동일량을, 돈분퇴비의 경우 뽕짚퇴비 투입량의 22%, 계분퇴비는 17%를 각각 투

입하게 되어있어 양분과다 집적을 줄일 수 있다.

또한 토양 내 인산함량에 따라 가축분퇴비의 투입량이 다르게 추천되고 있어 유효인산 함량이  $400 \text{ mg kg}^{-1}$  이상인 토양의 경우 인산함량을 고려한 가축분퇴비 투입이 필요할 것 같다. 이번에 조사된 유기농경지 밭 토양 중 몇몇 토양은 적정범위로 유효인산함량이 내려 올 때까지 가축분퇴비를 투입하지 않아도 되는 실정이며 유효인산함량이 높은 토양의 경우 유기물, pH, 치환성양이온의 함량 역시 높은 경우가 많기 때문에 타 양분의 함량도 적정 범위로 가져올 현실적인 대안으로 생각된다. 유기농경지는 유기농인증 갱신을 위해 매년 1 회씩 토양검정을 받으므로, 이 토양검정결과를 바탕으로 토양 양분집적이 우려되는 경우 가축분퇴비 투입을 제한하는 방법은 알칼리화 된 토양을 중성으로 개선하기 위한 방법이 될 것 같다.

#### IV. 적 요

유기농경지 밭 토양의 최적 관리를 위한 기초자료를 만들기 위해 조사된 전국 56지점의 물리성 중 용적밀도는 표토와 심토에서 평균  $1.14 \text{ Mg m}^{-3}$ ,  $1.38 \text{ Mg m}^{-3}$ , 공극률 57%, 48%로 전국 농경지 밭 토양의 물리성에 비해 용적밀도는 낮고 공극률은 표토에서 높은 수준이고 작토심은 21.2 cm로 유기농경지 밭 토양에서 전국 농경지 대비 물리성이 양호한 수준임을 알 수 있었다.

토양 화학성 분석 결과 pH는 표토와 심토에서 평균 6.9, 6.8, 유기물함량은  $26 \text{ g kg}^{-1}$ ,  $21 \text{ g kg}^{-1}$ , 유효인산 함량은  $554 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $491 \text{ mg kg}^{-1}$ , 치환성칼슘은  $8.9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ,  $7.9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , 치환성칼륨은  $0.89 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ,  $0.68 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , 치환성마그네슘은  $2.0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ,  $1.8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 으로 나왔다. 조사된 유기농경지는 일반적인 농경지의 양분 수준보다 높은 수준 이었다. pH의 경우 조사지점의 79%, 유기물함량은 52%, 유효인산함량은 64%, 치환성양이온은 칼슘, 칼륨, 마그네슘은 각각 84%, 66%, 55%가 높은 수준을 보였다.

결과를 종합하여 볼 때 유기농경지에서 토양 알칼리화 및 양분과잉현상이 발생하기 때문에 알칼리화 된 토양을 중성으로 개선하기 위한 유기농업자재에 관한 연구와 더불어 유기농경지의 알칼리화를 막기 위해 석회질자재와 같은 알칼리성 자재 및 가축분퇴비의 지속적인 투입 제한 등 유기농경지에 최적화된 양분관리 기준 및 토양관리 매뉴얼 개발이 필요할 것으로 사료된다.

## References

1. Cho, H. J., S. W. Hwang, K. H. Han, H. R. Cho, J. H. Shin, and L. Y. Kim. 2009. Physicochemical properties of upland soils under organic farming. *Soil Sci. Fert.* 42: 98-102
2. Choi, H. S., X. Li, W. S. Kim, Y. Lee, and H. J. Jee. 2011. Comparison of soil physicochemical and microbial characteristics in soil of 'Niitaka' pear orchards between organic and conventional cultivations. *Kor. J. of Organic Agri.* 19: 229-243
3. Glover, J. D., J. P. Reganol, and P. K. Andrews. 2000. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. *Agric. Ecosys. Environ.* 80: 29-45
4. NAAS. 2010. Annual report of the monitoring project on agro-environmental quality. RDA, Suwon.
5. NAAS. 2011. The manual on agricultural utilization for producing environment-friendly agricultural products. p. 15. RDA, Suwon.
6. NIAST. 2000. The method of soil and plant analysis. pp. 29-131. RDA, Suwon.
7. Poudel, D. D., W. R. Horwarth, W. T. Lanini, S. R. Temple, and A. H. C. van Bruggen. 2002. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional in northern California. *Agric. Ecosys. Environ.* 90: 125-137.