

FOOD&CHEMISTRY

Monitoring physical and chemical properties of soil in Chungcheongbuk-do

Yun-Gu Kang, Jae-Han Lee, Taek-Keun Oh*

Department of Bio-Environmental Chemistry, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

*Corresponding author: ok5382@cnu.ac.kr

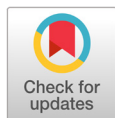
Abstract

The soil physical and chemical properties are the main factors that influence plant productivity and soil fertility. Since 1999, South Korea has been conducting a survey on changes in the agricultural environment survey every four years. The purpose of the present study is to monitor the physical and chemical properties of soil in Chungcheongbuk-do. Soil samples were collected from the exact sites of the aforementioned environment survey, and land use and cultivated crops were also investigated. From a Pearson correlation analysis, it was found that the total carbon contents were most negatively affected by the soil depth. The bulk density of soil increased up to a depth of 40 cm but decreased to a depth of 60 cm. The porosity and moisture of soil generally decreased, but the porosity increased at a depth of 50 - 60 cm. Chemical properties of soil gradually decreased with an increase of the soil depth from 0 to 70 cm, but little change was observed in soil pH with soil depth. In addition, the organic matter contents of the soil at a depth of 30 cm or more were below the optimal range. The soil of Chungcheongbuk-do thus requires organic matter application as a whole, and correction of items that are partially out of the optimal range is necessary.

Key words: chemical property, orchard, paddy, physical property, upland

Introduction

작물의 생산량은 재배면적 및 기상조건, 품종, 토양의 이화학적 성 등에 따라 좌우되며, 생산량에 영향을 미치는 요인 중 토양의 이화학적 성은 식량안보와 밀접한 연관성을 갖기 때문에 변동성에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다(Kang et al., 2012; Park et al., 2017). 이에 따라 국내에서는 농촌진흥청 국립농업과학원 및 각 도별 농업기술원이 공동으로 1999년부터 4년을 주기로 전국 농경지 토양의 변동성을 조사하는 농업환경실태조사를 수행하고 있다(Kang et al., 2022). 국외 사례로 프랑스의 INRAE (Institut National de la Recherche Agronomique)에서는 10년을 주기로 2,200지점에서 토양을 채취하여 변동성을 모니터링하며, 일본은 NSSP (National Soil Survey Programs)를 통해 토양의 변동성 조사 및 정보 제공을 하고 있다(Kim et al., 2019). 미국의 경우 국가 전역을 조사지점으로 설정하고, 토양 내 중금속 및 양분 함량, 농약 사용량 등을 주기적으로 모니터링하여 자료를 축적하고 있다(Kim et al., 2019).



 OPEN ACCESS

Citation: Kang YG, Lee JH, Oh TK. Monitoring physical and chemical properties of soil in Chungcheongbuk-do. Korean Journal of Agricultural Science 49:667-676. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20220061>

Received: June 17, 2022

Revised: August 20, 2022

Accepted: August 31, 2022

Copyright: © 2022 Korean Journal of Agricultural Science



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

토양의 이화학성 중 물리성은 토지이용형태, 작물의 종류, 토성, 기후조건 등에 따라 달라지며, 작물의 뿌리 생장, 토양 내 수분의 이동을 결정하는 중요한 요인이다(Cho et al., 2012; Kang et al., 2022). 토양의 물리성이 양호한 토양은 토양의 구조가 발달하고, 침식에 의한 영향이 적으며, 양분 및 수분의 이동이 원활하게 이루어져 작물이 성장하기 유리한 환경을 조성한다(Topp et al., 1997). 하지만 우리나라는 잦은 경운 및 농기계 작업으로 인해 대부분의 농경지 토양에서 물리성이 악화된 경우가 많다(Cho et al., 2012). 국내 농경지 토양의 물리성을 조사한 선행연구 중 Cho 등(2012)은 2009년부터 2011년까지 전국 농경지를 대상으로 조사한 결과를 제시하였으며, Kang 등(2022)은 2022년도에 충청남도에 위치한 농경지 151지점을 대상으로 조사한 결과를 보고하였다. 토양의 화학성은 비옥도와 깊은 연관이 있으며, 비옥도의 감소는 작물 생산성 하락으로 이어질 수 있기 때문에 작물 재배 시 매우 중요한 요소이다(Park et al., 2017). 국내 농경지의 화학성 변동은 물리성에 비해 많은 선행연구에서 보고된 바 있으며, 대부분 농경지 유형에 따라 분류되어 조사되었다(Kang et al., 2012; 2013; Park et al., 2017; Kim et al., 2019; Kang et al., 2022).

본 연구는 충청북도에 위치한 농경지 토양의 이화학성 조사 결과를 농경지 유형(밭, 논, 과수원)에 따라 분류한 후 선행연구와 비교하여 충청북도 농경지 토양의 이화학성 현황과 변동성을 파악하기 위해 수행되었다.

Materials and Methods

토양의 이화학적 특성 조사를 위한 토양 시료는 충청북도 내 농경지 108지점에서 채취하였으며, 선행 연구의 결과와 비교하기 위해 농업환경변동조사를 수행한 지점과 같은 지점에서 수행하였다. 토양 시료 채취 기간은 2021년 6월 2일부터 2021년 9월 25일까지 수행하였으며, 농경지 유형과 재배 작물에 따라 시료 채취 시기를 조정하였다. 시료 채취 시 토양 외에도 해당 지점의 재배 작물을 함께 조사하였으며, 토양 목의 경우 흙토람(www.soil.rda.go.kr)을 이용하여 조사하였다. 시료는 표토를 제거한 다음 지표면으로부터 60 cm 깊이에 위치한 토양까지 채취하였으며, 채취한 시료는 10 cm를 기준으로 깊이에 따라 구분하였다. 시료 채취에 사용한 장비는 이화학적 특성에 따라 각각 물리성은 core sampler (Eijkelkamp, Giesbeek, Netherlands)를 이용하였고, 화학성은 one-piece gouge auger (Eijkelkamp, Giesbeek, Netherlands)를 이용하였다. 시료 채취 지점의 환경 변수를 조사한 결과는 Table 1에 나타내었다.

Table 1. The environmental variables of sampling sites in Chungcheongbuk-do.

Region	Soil-order				Land use			Cultivated crop
	Inceptisols	Entisols	Alfisols	Mollisols	Upland	Paddy	Orchard	
Ok-cheon	4	4	1	-	6	3	-	Aronia, bean, Chinese cabbage, maize, pepper, rice
Chung-ju	8	2	1	-	8	1	2	Apple, Chinese cabbage, maize, peach, pepper, pumpkin, rice, sesame
Goe-san	13	2	-	-	12	2	1	Apple, bean, Chinese cabbage, ginseng, maize, pepper, radish, rice, sesame
Cheon-ju	12	3	-	-	9	5	1	Peach, rice, sesame
Yeong-dong	11	1	1	-	9	2	2	Chestnut, pepper, persimmon, rice, sesame, sweet potato
Eum-seong	8	1	-	-	5	2	2	Peach, rice, sesame
Jeung-pyeong	1	-	1	-	-	2	-	Rice
Bo-eun	6	1	-	-	3	3	1	Chinese cabbage, jujube, rice
Je-cheon	6	-	-	-	3	3	-	Maize, rice, sesame
Dan-yang	9	1	-	2	11	1	-	Bean, Chinese cabbage, maize, pepper, rice, sesame, sweet potato
Jin-cheon	6	-	2	-	3	5	-	Pepper, rice, sesame

토양의 물리성은 용적 밀도(bulk density), 공극률(porosity), 수분함량(moisture)을 분석하였으며, 시료를 Forced convection oven (OF-12, Jeio Tech, Seoul, Korea)에서 105°C, 48시간 동안 건조시킨 후 시료의 건조 전·후 무게를 이용하여 계산하였다. 화학성 분석을 위한 토양 시료는 실내에서 1차로 건조시킨 후 완전한 수분 제거를 위해 80°C로 설정한 Forced convection oven에서 24시간 동안 건조시켰다. 수분을 완전히 제거한 토양은 2 mm 체를 통과시킨 후 산도(pH), 전기전도도(EC, electrical conductivity), 탄소 함량(T-C, total carbon contents), 질소 함량(T-N, total nitrogen content), 유기물 함량(OM, organic matter contents)을 분석하였다. pH와 EC는 토양과 증류수를 1 : 5 (w·v⁻¹)의 비율로 혼합한 후 전극법(electrode method)으로 측정하였으며, Benchtop Meter with pH and EC (ORION™ Versa Star Pro™, Thermo Scientific Inc., Waltham, Massachusetts, USA)를 사용하였다. T-C와 T-N은 CHN analyzer (TruSpec Micro, Leco, Michigan, USA)를 이용하여 분석하였으며, 분석한 T-C 결과값을 이용하여 OM을 계산하였다.

Results and Discussion

토양의 깊이와 토양의 이화학적 특성 사이의 Pearson 상관계수를 분석한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 토양의 물리적 특성 중 용적 밀도와 수분함량은 각각 -0.009와 -0.103으로 토양의 깊이와 음의 상관관계를 나타내었으며, 공극률은 0.008로 양의 상관관계를 나타내었다. 이를 통해 토양의 물리적 특성 중 용적 밀도와 공극률은 토양 깊이와 약한 상관관계를 가지며, 수분함량은 토양의 깊이가 증가할수록 감소함을 확인하였다. 토양의 화학적 특성(T-C, T-N, OM, pH, EC)은 토양의 깊이와 음의 상관관계를 나타내었으며, 화학성 분석 항목 중 T-C와 OM은 토양 깊이와 -0.231로 가장 강한 음의 상관관계를 나타내는 것을 확인하였다. Kang 등(2022)은 충청남도 농경지 토양을 깊이 따라 조사하였으며, 토양 깊이가 깊어짐에 따라 T-C가 16.71 g·kg⁻¹에서 5.83 g·kg⁻¹으로 감소한다고 보고하였다. 또한, 다른 토양 특성 분석 결과도 본 연구에서 조사한 Pearson 상관계수 분석 결과와 유사한 경향이 나타나는 것을 확인하였다.

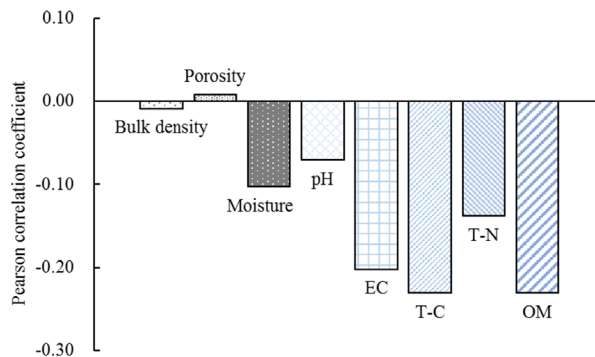


Fig. 1. Pearson correlation coefficients between soil depth and analysis parameters. EC, electrical conductivity; T-C, total carbon content; T-N, total nitrogen content; OM, organic matter content.

충청북도 농경지 토양의 깊이별 물리적 특성을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 토양의 용적 밀도는 20 - 30 cm 깊이에서 1.54 g·cm⁻³로 가장 높게 측정되었으며, 0 - 10 cm 깊이에서 1.39 g·cm⁻³로 가장 낮게 측정되었다(Fig. 2a). 토양의 공극률은 0 - 10 cm 깊이에서 47.44%로 가장 높게 관측되었으며, 20 - 30 cm 깊이에서 41.98%로 가장 낮게 관측되었다(Fig. 2b). 공극률의 경우 30 cm를 기준으로 0 - 30 cm에서는 공극률이 점차 감소하는 경향을 나타내었으나 30 cm 이후의 깊이에서는 다시 증가하여 70 cm 깊이에서는 47.36%로 0 - 10 cm 깊이 토양의 공극률(47.44%)과 유사해졌다. 가장 높은 공극률은 가장 낮은 용적 밀도를 보인 충청북도 진천군 문백면 은탄리에 위치한 논 토양이었으며, 70 cm 토양의 평균값(47.44%) 대비 1.8배 이상 높은 85.90%로 관측되었다. 가장 낮은 공극률은 보인 지역은 충

충북도 청주시 동량면 용교리였으며, 40 cm 토양의 평균값(42.50%) 대비 2.0배 이상 낮은 20.62%이었다. 토양의 용적 밀도와 공극률은 서로 음의 상관관계를 나타내었으며, 용적 밀도가 높은 토양일수록 공극률이 낮게 관측되었다. 이는 토양의 공극률은 전체 100%에서 용적 밀도와 입자 밀도를 곱한 값을 제외하여 계산하기 때문으로 판단된다. 토양의 수분함량은 0 - 70 cm 깊이 토양에서 최소 15.95%에서 최대 18.22%이었으며, 10 cm 이하의 토양에서는 수분함량의 변화가 거의 이루어지지 않았다(Fig. 2c). 가장 높은 수분함량을 나타낸 지역은 충청북도 괴산군 소수면 입암리에 위치한 밭이었으며, 51.95%로 60 cm 깊이 토양의 평균 수분함량인 16.67%에 비해 3.1배 높은 수치였다. 충청북도 청주시 상당구 문의면 남계리에 위치한 밭은 수분함량이 5.98%로 전체 표본 중 가장 낮게 관측되었으며, 20 cm 깊이 토양의 평균 수분함량인 16.84%에 비해 2.8배 가량 낮은 수치로 측정되었다.

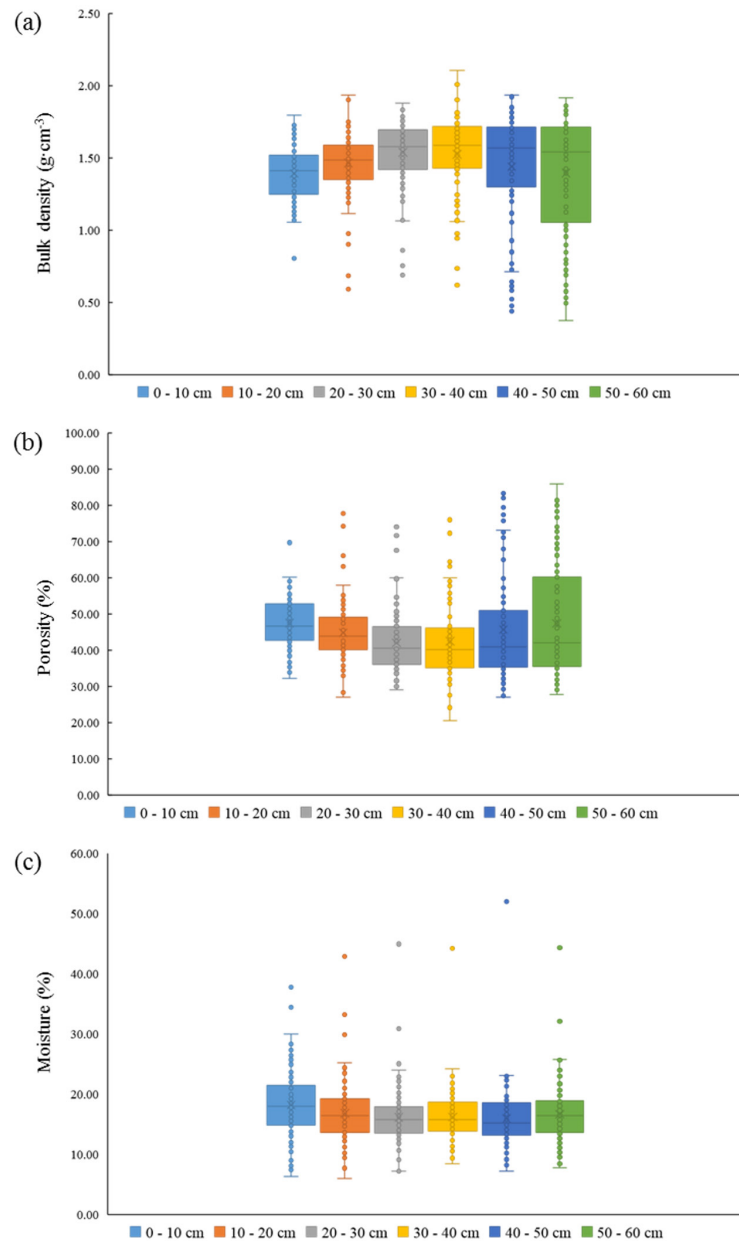


Fig. 2. Physical properties of soil in Chungcheongbuk-do. (a) Bulk density, (b) porosity, (c) moisture.

농경지 유형에 따른 토양의 물리적 특성은 Table 2에 나타내었다. 농경지 유형별 용적 밀도는 과수원 토양에서 $1.56 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 으로 가장 높았으며, 밭 토양에서 $1.44 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 으로 가장 낮았다. 밭 토양과 논 토양의 깊이에 따른 용적 밀도는 전체 토양과 유사한 경향을 나타내었으나 과수원 토양의 경우 깊이가 깊어질수록 용적 밀도가 높아지는 경향을 나타내었다(Fig. 1). 공극률은 용적 밀도와는 상반된 경향을 나타내었으며, 밭 토양에서 45.58%로 가장 높게 관측되었다. 수분 함량은 논 토양에서 18.34%로 가장 높게 측정되었으며, 밭 토양과 과수원 토양은 각각 16.22%와 14.98%로 측정되었다. Lee 등(2015)은 국내에서 유기 농업을 수행하는 밭 토양의 물리적 특성에 대해 보고하였으며, 용적 밀도는 약 $1.26 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 공극률은 약 47.5%로 보고하였다. 본 연구에서 조사한 결과와 비교하였을 때 용적 밀도는 약 12% 낮은 수치였으며, 공극률은 4% 높은 수치였다. 이는 다른 선행 연구의 보고와 유사한 경향을 나타내었으며, 선행 연구에서는 관행 농법을 사용하는 농경지에 비해 유기 농법을 사용하는 농경지에서 용적 밀도는 낮고, 공극률은 높았다고 보고하였다(Glover et al., 2000). 다른 선행 연구에서는 0 - 10 cm 깊이 토양과 10 - 20 cm 깊이 토양의 용적 밀도를 비교하였으며, 밭, 논, 과수원 토양에서 모두 10 - 20 cm 깊이의 토양에서 용적 밀도가 높게 조사되었다(Cho et al., 2012). 본 연구에서도 0 - 30 cm까지는 깊이가 깊어질수록 용적 밀도가 증가하여, 선행 연구와 경향이 일치하였다.

Table 2. Physical properties of soil based on land use in Chungcheongbuk-do.

Parameters	Depth (cm)	Upland soil		Paddy soil		Orchard soil	
		Mean \pm SD	Max - Min	Mean \pm SD	Max - Min	Mean \pm SD	Max - Min
Bulk density ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	0 - 10	1.40 ± 0.18	1.80 - 0.80	1.37 ± 0.20	1.74 - 1.05	1.43 ± 0.22	1.71 - 1.07
	10 - 20	1.44 ± 0.23	1.94 - 0.59	1.52 ± 0.14	1.90 - 1.31	1.42 ± 0.10	1.57 - 1.25
	20 - 30	1.53 ± 0.24	1.85 - 0.69	1.53 ± 0.18	1.88 - 1.07	1.62 ± 0.13	1.83 - 1.37
	30 - 40	1.52 ± 0.29	2.01 - 0.62	1.49 ± 0.24	1.79 - 0.64	1.66 ± 0.20	2.01 - 1.42
	40 - 50	1.42 ± 0.42	1.93 - 0.44	1.43 ± 0.39	1.86 - 0.44	1.60 ± 0.25	1.92 - 1.07
	50 - 60	1.34 ± 0.42	1.91 - 0.49	1.45 ± 0.39	1.86 - 0.37	1.65 ± 0.16	1.83 - 1.41
	Average		1.44		1.47		1.56
Porosity (%)	0 - 10	47.29 ± 6.77	69.67 - 32.20	48.24 ± 7.61	60.23 - 34.35	46.05 ± 8.20	59.55 - 35.29
	10 - 20	45.50 ± 8.72	77.69 - 26.97	42.51 ± 5.16	50.43 - 28.28	46.44 ± 3.87	52.99 - 40.78
	20 - 30	42.35 ± 9.19	73.97 - 30.05	42.08 ± 6.94	59.70 - 29.12	38.86 ± 5.01	48.47 - 30.82
	30 - 40	42.68 ± 11.02	76.62 - 20.62	43.66 ± 9.02	75.99 - 32.33	37.37 ± 7.37	75.99 - 24.18
	40 - 50	46.50 ± 15.77	83.35 - 27.01	45.93 ± 14.81	83.33 - 29.71	39.55 ± 9.35	83.33 - 27.45
	50 - 60	49.52 ± 15.94	81.36 - 27.75	45.31 ± 14.57	85.90 - 29.79	37.89 ± 5.94	46.80 - 30.79
	Average		45.58		44.60		41.02
Moisture (%)	0 - 10	16.84 ± 4.87	37.73 - 6.32	22.22 ± 5.53	34.45 - 9.00	16.12 ± 4.57	23.67 - 10.74
	10 - 20	16.41 ± 5.57	42.89 - 5.98	18.45 ± 3.15	24.83 - 12.61	15.01 ± 4.16	20.50 - 8.05
	20 - 30	15.98 ± 5.43	44.91 - 7.26	16.87 ± 3.18	24.00 - 10.74	14.99 ± 4.22	20.61 - 7.25
	30 - 40	16.02 ± 4.43	44.15 - 9.38	17.41 ± 3.60	24.26 - 10.54	14.10 ± 3.35	18.73 - 8.43
	40 - 50	15.76 ± 5.61	51.95 - 8.19	16.87 ± 3.74	22.92 - 8.79	14.51 ± 3.75	18.57 - 7.17
	50 - 60	16.27 ± 5.50	44.31 - 7.74	18.18 ± 4.51	32.06 - 10.71	15.13 ± 3.24	19.40 - 9.53
	Average		16.22		18.34		14.98

SD, standard deviation; Max, maximum; Min, minimum.

충청북도 토양의 깊이별 화학적 특성을 분석한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 깊이에 따른 평균 총 탄소 함량은 깊이가 깊어질수록 감소하였으며, 40 - 50 cm에서 0.79%로 가장 낮게 관측되었다(Fig. 3a). 총 탄소 함량의 최댓값은 10 - 20 cm 깊이 토양의 7.55%이었으며, 충청북도 옥천군 청성면 도장리에 위치한 밭이었다. 가장 낮은 총 탄소 함량을 보인 지역은 충청북도 충주시 용탄동에 위치한 과수원 토양이었으며, 0.02%로 전체 시료 중 가장 낮은 총 탄소 함량을 나타내었다. 총 질소 함량의 평균값은 모든 깊이에서 유사하게 나타났지만 깊이가 깊어질수록 낮은 값이 차지하는 비율이 증가하였다(Fig. 3b). 전체 시료 중 총 질소 함량의 최댓값은 20 - 30 cm의 1.38%이었으며, 충청북도 단양군 어상천면 연곡리에 위치한 밭이었다. 총 질소 함량의 최솟값은 충청북도 괴산군 소수면 입암리에 위치한 밭이었으며, 50 - 60 cm에서 0.003%이었다. 유기물 함량은 총 탄소 함량을 이용하여 계산하였기에 총 탄소 함량과 같은 경향을 나타내었으며, 0 - 10 cm에서 2.62%로 가장 높았다(Fig. 3c). 유기물 함량의 최댓값과 최솟값을 보인 지역은 총 탄소 함량과 같은 지역이었으며, 최댓값과 최솟값은 각각 13.02%와 0.03%이었다. 토양의 pH는 모든 깊이에서 유사하게 관측되었으며, 평균 pH가 pH 6.24 - 6.40이었다(Fig. 3d). 가장 높은 pH는 pH 8.44이었으며, 충청북도 청주시 청원구 주중동에 위치한 논이었다. pH의 최솟값은 pH 4.54이며, 충청북도 괴산군 청천면 관평리에 위치한 밭에서 관측되었다. 토양 EC는 깊이가 깊어질수록 감소하였으며, 50 - 60 cm에서 0.39 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 가장 낮았다(Fig. 3e). 가장 높은 EC ($1.92 \text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)는 충청북도 옥천군 청성면 도장리에 위치한 밭에서 관측되었으며, 가장 낮은 EC ($0.09 \text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)는 충청북도 충주시 청원구 내수읍 묵방리에 위치한 과수원에서 관측되었다. 토양 EC의 최댓값과 최솟값은 모두 20 - 30 cm 깊이에 분포하고 있었으며, 그 차이는 약 21.3배 차이였다.

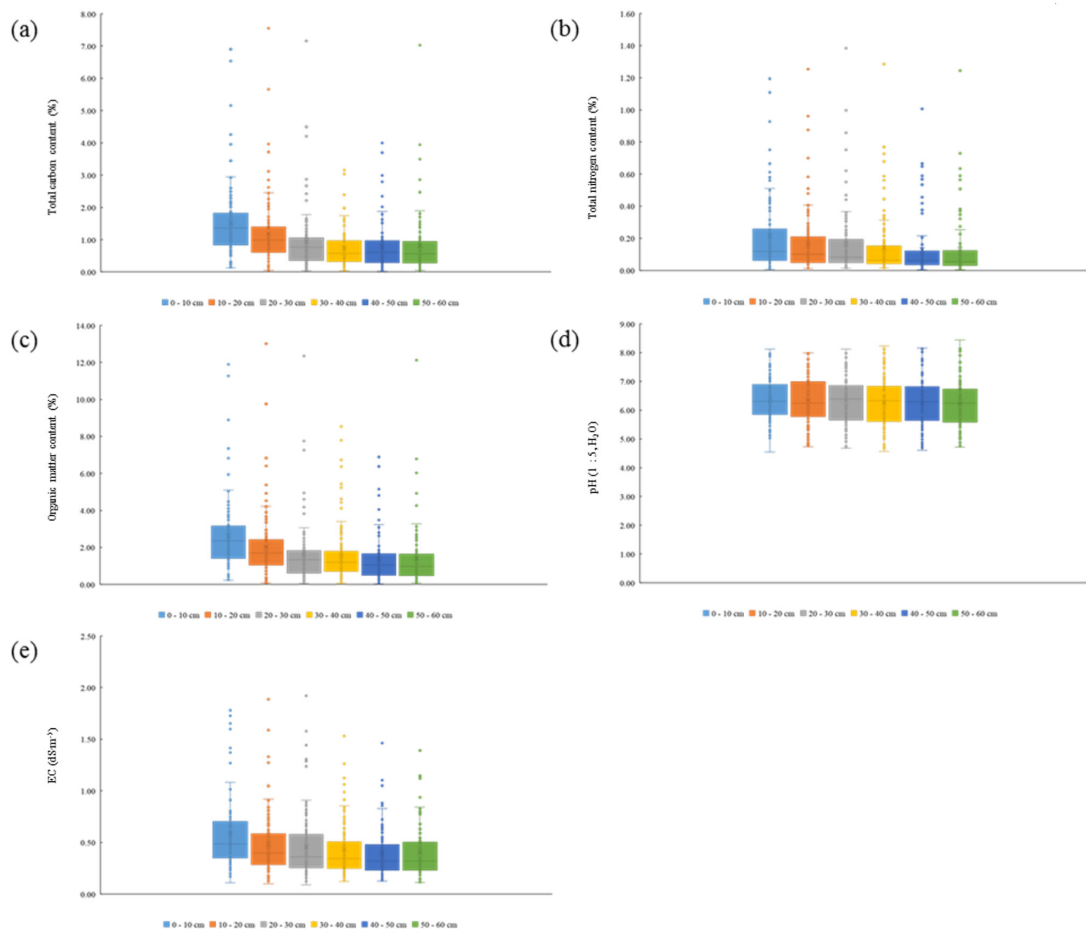


Fig. 3. Chemical properties of soil in Chungcheongbuk-do. (a) Total carbon content, (b) total nitrogen content, (c) organic matter content, (d) pH, (e) EC (electrical conductivity).

농경지 유형에 따른 충청북도 토양의 화학적 특성은 Table 3에 나타내었다. 농경지 유형별 총 탄소 함량은 밭 토양에서 1.10%로 가장 높았으며, 논 토양과 과수원 토양은 각각 1.04%와 0.59%이었다. 또한, 밭 토양의 최댓값은 논 토양과 과수원 토양에 비해 2배 이상 높게 확인되었다. 총 질소 함량은 논 토양에서 0.19%로 밭 토양(0.15%)과 과수원 토양(0.14%)에 비해 각각 27, 36% 높은 수치였다. 유기물 함량은 밭 토양과 논 토양이 각각 1.89%와 1.79%이었으며, 과수원 토양은 가장 낮은 1.02%이었다. 토양의 pH는 총 질소 함량과 유사한 경향을 나타내었으며, 과수원 토양에서 pH 5.98로 가장 낮게 확인되었다. 밭 토양과 논 토양의 pH는 각각 pH 6.30과 pH 6.40이었으며, 가장 높은 논 토양의 경우 밭 토양에 비해 7% 높은 수치였다. 토양 EC는 총 탄소 함량과 유사한 경향이었으며, 밭 토양에서 $0.49 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 가장 높게 측정되었다. 논 토양과 과수원 토양은 각각 $0.43 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 와 $0.29 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 각각 밭 토양의 87, 59% 수준이었다. 앞선 선행연구에서는 2017년 국내에 분포한 밭 토양의 화학적 특성을 조사하였으며, 토양 pH와 EC가 각각 pH 6.10과 $0.75 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 보고하였다(Kim et al., 2019). 이는 본 연구의 조사 결과에 비해 pH는 약 1.04배 높은 수준이었으며, EC는 2배 이상 낮은 수치였다. Kim 등(2019)은 국내 밭 토양의 화학적 특성을 조사하였으며, pH와 EC는 각각 pH 6.1, $0.75 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 이고 유기물 함량은 $25 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이라고 보고하였다. 선행 연구의 조사 결과와 본 연구에서 조사한 결과를 비교하였을 때 충청북도 밭 토양의 pH는 국내 평균치에 비해 1.04배 높았으며, EC와 유기물 함량은 각각 35, 24% 가량 낮았다. 국내 논 토양을 조사한 선행 연구에서는 국내 논 토양의 평균 pH와 유기물 함량이 각각 pH 5.9, $23.4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 으로 보고하였으며, 이는 본 연구에서 조사한 충청북도 논 토양의 pH와 유기물 함량에 비해 각각 108, 77% 수준이었다.

Conclusion

본 연구는 충청북도 지역에 위치한 농경지 토양의 이화학성 특성을 조사하였다. 시료는 충청북도 내 108지점의 농경지에서 0 - 60 cm 깊이의 토양을 채취하여 분석하였다. 채취한 토양 시료는 깊이와 농경지 유형(밭, 논, 과수원)에 따라 구분하였으며, 전체 108지점 중 밭, 논, 과수원은 각각 69, 30, 9지점이었다. 충청북도 지역 농경지의 용적 밀도는 과수원 토양에서 $1.56 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 로 가장 높았으며, 밭 토양에서 $1.44 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 로 가장 낮았다. 공극률과 수분함량은 각각 밭 토양과 논 토양에서 45.58%와 18.34%로 가장 높게 측정되었다. 토양 내 총 탄소 함량과 총 질소 함량의 평균값은 각각 0.59 - 1.10%와 0.14 - 0.19% 범위 내에 존재하였으며, 유기물 함량의 평균값은 각각 1.89% (밭), 1.79% (논), 1.02% (과수원)이었다. 유기물 함량은 밭 토양과 논 토양의 0 - 20 cm 깊이에서는 적정 범위 내에 해당되었으나 그 이하의 토양에서는 모두 적정 수준($25 - 35 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) 미달하는 것으로 확인되었다. 토양 pH와 EC는 모두 작물 재배 적정 수준 ($25 - 35 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) 내에 해당되는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구의 조사 결과를 종합하였을 때 충청북도 농경지 토양은 전체적으로 유기물 공급이 필요할 것으로 판단되며, 개별적으로는 적정 범위를 벗어나는 항목에 한해 토양의 교정이 필요할 것으로 판단된다. 또한 본 연구의 결과는 토양의 질 향상 및 농업 생산성 증대, 탄소 중립을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

Conflict of Interests

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Table 3. Chemical properties of soil based on land use in Chungcheongbuk-do.

Parameters	Depth (cm)	Upland		Paddy		Orchard	
		Mean \pm SD	Max - Min	Mean \pm SD	Max - Min	Mean \pm SD	Max - Min
T-C (%)	0 - 10	1.55 \pm 1.32	6.90 - 0.13	1.59 \pm 0.60	2.64 - 0.27	1.10 \pm 0.69	2.15 - 0.15
	10 - 20	1.28 \pm 1.23	7.55 - 0.06	1.10 \pm 0.57	2.85 - 0.13	0.76 \pm 0.65	2.04 - 0.05
	20 - 30	1.01 \pm 1.13	7.16 - 0.06	0.91 \pm 0.54	2.43 - 0.16	0.49 \pm 0.42	1.20 - 0.04
	30 - 40	1.02 \pm 1.04	4.95 - 0.07	0.83 \pm 0.51	2.57 - 0.16	0.42 \pm 0.30	0.90 - 0.04
	40 - 50	0.86 \pm 0.87	4.00 - 0.08	0.78 \pm 0.52	2.38 - 0.12	0.34 \pm 0.29	0.75 - 0.02
	50 - 60	0.81 \pm 1.05	7.03 - 0.05	0.99 \pm 0.80	2.86 - 0.13	0.44 \pm 0.32	1.10 - 0.05
	Average		1.10		1.04		0.59
T-N (%)	0 - 10	0.19 \pm 0.23	1.19 - 0.01	0.25 \pm 0.24	0.93 - 0.01	0.23 \pm 0.16	0.43 - 0.02
	10 - 20	0.17 \pm 0.21	1.25 - 0.01	0.19 \pm 0.20	0.96 - 0.01	0.12 \pm 0.09	0.26 - 0.03
	20 - 30	0.17 \pm 0.23	1.38 - 0.01	0.18 \pm 0.20	1.00 - 0.03	0.12 \pm 0.13	0.44 - 0.02
	30 - 40	0.13 \pm 0.20	1.28 - 0.02	0.17 \pm 0.17	0.68 - 0.03	0.12 \pm 0.15	0.44 - 0.02
	40 - 50	0.11 \pm 0.17	1.01 - 0.00	0.17 \pm 0.19	0.67 - 0.02	0.16 \pm 0.24	0.66 - 0.02
	50 - 60	0.12 \pm 0.20	1.25 - 0.00	0.16 \pm 0.17	0.63 - 0.01	0.08 \pm 0.10	0.35 - 0.03
	Average		0.15		0.19		0.14
OM (%)	0 - 10	2.67 \pm 2.27	11.90 - 0.22	2.74 \pm 1.04	4.56 - 0.46	1.90 \pm 1.20	3.70 - 0.26
	10 - 20	2.20 \pm 2.12	13.02 - 0.10	1.90 \pm 0.98	4.92 - 0.23	1.31 \pm 1.12	3.52 - 0.09
	20 - 30	1.74 \pm 1.96	12.34 - 0.10	1.58 \pm 0.94	4.19 - 0.28	0.85 \pm 0.72	2.07 - 0.07
	30 - 40	1.76 \pm 1.79	8.53 - 0.11	1.44 \pm 0.89	4.42 - 0.28	0.72 \pm 0.52	1.54 - 0.06
	40 - 50	1.49 \pm 1.49	6.89 - 0.13	1.34 \pm 0.90	4.10 - 0.21	0.59 \pm 0.51	1.30 - 0.03
	50 - 60	1.40 \pm 1.81	12.12 - 0.09	1.71 \pm 1.39	4.93 - 0.22	0.75 \pm 0.56	1.90 - 0.08
	Average		1.89		1.79		1.02
pH (1 : 5)	0 - 10	6.48 \pm 0.84	8.12 - 4.54	6.24 \pm 0.46	7.33 - 5.60	6.26 \pm 0.53	6.85 - 5.24
	10 - 20	6.38 \pm 0.90	7.99 - 4.73	6.39 \pm 0.51	7.43 - 5.39	6.02 \pm 0.60	6.84 - 4.86
	20 - 30	6.26 \pm 0.90	8.13 - 4.68	6.52 \pm 0.47	7.55 - 5.57	5.92 \pm 0.63	6.77 - 4.73
	30 - 40	6.26 \pm 0.93	8.23 - 4.57	6.43 \pm 0.49	7.69 - 5.22	5.84 \pm 0.56	6.50 - 5.01
	40 - 50	6.21 \pm 0.91	8.16 - 4.61	6.45 \pm 0.57	7.77 - 5.16	5.85 \pm 0.50	6.50 - 5.13
	50 - 60	6.22 \pm 0.89	8.16 - 4.71	6.39 \pm 0.69	8.44 - 5.08	5.99 \pm 0.34	6.49 - 5.50
	Average		6.30		6.40		5.98
EC (dS·m ⁻¹)	0 - 10	0.61 \pm 0.37	1.78 - 0.11	0.57 \pm 0.35	1.65 - 0.23	0.41 \pm 0.22	0.74 - 0.17
	10 - 20	0.52 \pm 0.32	1.89 - 0.13	0.45 \pm 0.24	1.33 - 0.17	0.32 \pm 0.21	0.77 - 0.10
	20 - 30	0.49 \pm 0.34	1.92 - 0.12	0.44 \pm 0.28	1.29 - 0.14	0.27 \pm 0.17	0.66 - 0.09
	30 - 40	0.47 \pm 0.29	1.53 - 0.12	0.38 \pm 0.21	1.06 - 0.15	0.27 \pm 0.10	0.51 - 0.20
	40 - 50	0.43 \pm 0.25	1.46 - 0.12	0.36 \pm 0.22	1.11 - 0.14	0.23 \pm 0.07	0.36 - 0.16
	50 - 60	0.44 \pm 0.26	1.39 - 0.11	0.35 \pm 0.20	0.95 - 0.15	0.24 \pm 0.10	0.46 - 0.13
	Average		0.49		0.43		0.29

SD, standard deviation; Max, maximum; Min, minimum; T-C, total carbon content; T-N, total nitrogen content; OM, organic matter content; EC, electrical conductivity.

Acknowledgements

본 연구는 농촌진흥청(Rural Development Administration of Korea)의 공동연구사업(Project No. PJ015102)의 지원에 의해 수행되었습니다.

Authors Information

Jae-Han Lee, <https://orcid.org/0000-0001-5761-2006>

Yun-Gu Kang, <https://orcid.org/0000-0001-5368-5910>

Taek-Keun Oh, <https://orcid.org/0000-0003-0215-0427>

References

- Cho HR, Zhang YS, Han KH, Cho HJ, Ryu JH, Jung KY, Cho KR, Ro AS, Lim SJ, Choi SC, et al. 2012. Soil physical properties of arable land by land use across the country. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer* 45:344-352. [in Korean]
- Glover JD, Reganol JP, Andrews PK. 2000. Systemic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 80:29-45.
- Kang SS, Roh AS, Choi SC, Kim YS, Kim HJ, Choi MT, Ahn BK, Kim HK, Park SJ, Lee YH, et al. 2013. Status and change in chemical properties of polytunnel soil in Korea from 2000 to 2012. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer* 46:641-646. [in Korean]
- Kang SS, Roh AS, Choi SC, Kim YS, Kim HJ, Choi MT, Ahn BK, Kim HW, Kim HK, Park JH, et al. 2012. Status and changes in chemical properties of paddy soil in Korea. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer* 45:968-972. [in Korean]
- Kang YG, Park SJ, Lee JH, Chun JH, Lee JY, Oh TK. 2022. Status and changes in physico-chemical properties of soil in Chungcheongnam-do. *Korean Journal of Agricultural Science* 49:239-247. [in Korean]
- Kim YH, Kong MS, Lee EJ, Lee TG, Jung GB. 2019. Status and changes in chemical properties of upland soil from 2001 to 2017 in Korea. *Korean Journal of Environmental Agriculture* 38:213-218. [in Korean]
- Lee CR, Hong SG, Lee SB, Park CB, Kim MG, Kim JH, Park KL. 2015. Physico-chemical properties of organically cultivated upland soil. *Korean Journal of Organic Agriculture* 23:875-886. [in Korean]
- Park SJ, Park JH, Won JG, Seo DH, Lee SH. 2017. Assessing changes in selected soil chemical properties of rice paddy fields in Gyeongbuk province. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer* 50:150-161. [in Korean]
- Topp GC, Reynolds WD, Cook FJ, Kirby JM, Carter MR. 1997. Physical attributes of soil quality. In *Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health* (Eds.). pp. 21-58. Elsevier, New York, USA.