

## Chemical and Biological Properties of Soils Converted from Paddies and Uplands to Organic Ginseng Farming System in Sangju Region

Jin-Soo Lim, Kee-Choon Park, and Jinu Eo<sup>1\*</sup>

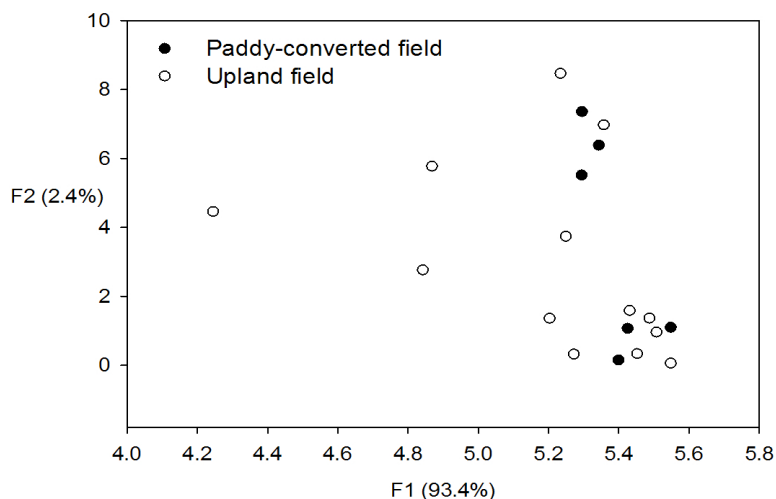
Ginseng Division, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea

<sup>1</sup>Climate Change and Agro-ecology Division, NAAS, RDA, Jeonju 560-500, Korea

(Received: November 11 2014, Revised: December 24 2014, Accepted: December 24 2014)

In recent years, organic ginseng cultivation has increased because customers prefer organic ginseng products due to the morphological quality as well as the safety such as the residuals of chemically-synthesized pesticides. Therefore, some of paddy and upland fields were converted into organic ginseng fields. Soil chemical properties, soil microflora, and soil-inhabiting animals were investigated in paddy-converted and upland organic ginseng fields in Sangju city, Korea. There was few difference in the soil chemical properties, and the soil nutrient concentrations, such as nitrate-N, Av. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> between the two field types, and exchangeable cations such as K and Ca were within the ranges which are recommended by the standard ginseng-farming manual. Changes in microflora were also assessed by analyzing phospholipid fatty acid composition. Overall, indicators of microbial groups were greater in the upland field than in the paddy-converted soil, but they were not significantly different. In addition, there was no significant change in the abundance of nematodes, collembolans, and mites between the two field types probably because of the high variation within the field types. In this study, it was suggested that soil chemical and biological properties for organic ginseng cultivation were greatly influenced by the variation of topography and soil management practices rather than field types. Further study may be needed to investigate the influence of these factors on soil chemical and biological properties in organic ginseng soils.

**Key words:** Organic ginseng, Environment-friendly agriculture, Paddy-converted filed, PLFA



Principal component analysis of microbial PLFA extracted from the soils of ginseng fields converted from paddies and uplands.

\*Corresponding author : Phone: +82438715556, E-mail: eojiny@korea.kr

§Acknowledgement: This study was conducted with the financial support of Research Program by Rural Development Administration.

## Introduction

인삼 재배 시에는 점무늬병, 탄저병, 잿빛곰팡이병, 균핵병, 뿌리썩음병 등의 병해와 가루각지벌레, 거세미나방 등의 병해충 피해가 발생한다 (Bae et al., 2005). 다년생 반음지성 식물인 인삼은 이러한 병해충 피해로 인하여 매년 크게 수확량이 감소하기 때문에 (Whetzel et al., 1906; Nakada and Takimoto, 1922; Mok, 2000; Kim et al., 2008; Lee et al., 2012) 농가에서는 매년 화학합성농약이나 친환경자재를 살포한다 (Bae et al., 2005). 그러나 인삼 소비자들은 인삼을 선택할 때 외관 품질 못지않게 안전성을 중요하게 고려한다 (Jang et al., 2011). 최근에는 인삼의 잔류 농약에 대한 우려가 증가하고 있고, 유기농업에 대해 소비자뿐만 아니라 생산자도 관심을 보이고 있기 때문에 관행 농업을 보완할 수 있는 유기농 재배에 대한 다각적인 연구가 필요하다.

농약과 비료가 사용되기 시작한 이후 인삼이 다시 유기농으로 재배된 역사는 오래되지 않는다. 정부의 첫 유기농 인삼 인증은 2007년에 강원도 원주에서 실시되었다. 2014년 7월 현재 유기농 또는 무농약 인삼을 생산하는 농가 또는 법인 수가 90개로 총 인삼 생산농가 호수 24,376호의 0.4%이며, 면적으로는 총 인삼 재배면적 15,824 ha의 0.8%인 129ha이다 (National Agricultural Products Quality Management Service, 2014; Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2013). 유기농 또는 무농약 인삼은 주로 4년근을 생산하고 있으며, 판매가격은 관행과 비슷한 수준에서부터 2배 수준 이상까지 다양하게 분포하고 있다 (Park et al., 2013). 단위 수량도  $3.3 \text{ t ha}^{-1}$  (Park et al., 2013)로서 관행 평균  $5.7 \text{ t ha}^{-1}$  (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2013)의 절반에 가까운 수준이다. 인삼산업법 (인삼산업법 제8조 3항)에 의거하여 인삼 재배 시 화학합성비료 사용을 금지하고 있고, 관행 인삼 재배에서도 가장 중요하게 생각하는 것이 예정지 선정과 토양관리이다. 따라서 관행 인삼 재배도 토양 관리 면에서 유기농과 유사하다고 볼 수 있다. 그러나 유기농 인삼재배에서는 축분 등의 양분공급 제한을 통한 생육강화, 초작지 선정, 직파 위주의 재배 등의 방법을 적극적으로 활용하고 있다. 한편, 농업기술길잡이 인삼편 (2013)에서는 축분 사용을 억제할 것을 권장하고 있지만 농가에서는 관행 인삼재배 시 양분공급을 주로 축분에 의지하고 있다. 인삼은 주로 밭에서 6년근을 재배해왔으나 인삼 재배 역사가 오래된 금산, 영주, 음성 등의 지역에서는 4년근 생산을 목적으로 지목이 논인 곳에서도 답전윤환재배를 많이 하고 있다. 답전윤환재배에서는 한 번 재배 후 4~5년 정도 벼를 재배하다가 다시 심을 수 있고 초작지인 논을 찾기 쉽기 때문에 이러한 영농법이 증가하고 있다 (Rural Development Administration, 2014). 유기농 인삼도 주로 밭에서 재배하고 있으나 지하 배수가 양호한 양토의 토성을 가진 논도 초

작지이면 유기농 재배에 유리한 조건을 지니고 있어서 유기농 인삼 재배에도 활용되고 있다. 토양 화학성이나 생물상이 답전윤환지와 밭에서 매우 다른 특성을 지니고 있으므로 (Eo and Park, 2011), 두 토양의 비교 연구가 필요하다.

논 15,170 ha, 밭 10,988 ha를 가지고 있는 경북 상주시는 대표적인 농업도시로서 전국 5위, 경북 1위의 농경지 면적을 가지고 있다 (Sangju city, 2014). 또한 유기농산물과 무농약농산물 재배면적은 851 ha로서 전체의 3.3%를 차지하는 대표적인 친환경 농산물 생산지역이기도 하다 (Sangju city, 2014). 상주시의 인삼 재배면적은 100ha로서 국내 전체 재배면적 15,824 ha의 0.6%를 차지하고 있으며, 이 중 유기농 또는 무농약으로 재배하는 면적은 23.6 ha로서 상주시 전체 인삼 재배면적의 23.6%이다 (National Agricultural Products Quality Management Service, 2014). 상주지역은 고랭지로 분류할 수 있을 만큼 비교적 서늘하고, 토양이 양토~사양토이며 경사도가 30% 이하인 지역이 절반 이상으로서 인삼 재배에 적합한 지역이다 (재배기술길잡이, 2014; Heuktoram, 2014). 또한 금산이나 영주 지역에 비하여 아직은 초작지도 많은 편이어서 유기농 인삼 재배에 적합하고, 유기농인삼작목반이 결성되어 있어 지역 환경적으로나 농가의 유기농에 대한 의지 측면에서 유기농 인삼이 정착하기 유리한 조건을 지니고 있다.

인삼 재배지에서는 일반적으로 양분공급을 위해 예정지 관리 시에 유기물을 사용하므로 이러한 유기물이 분해되어 양분이 안정적으로 인삼에 공급되는 과정이 중요하다. 토양에 서식하는 미소동물과 미생물은 물리화학적 작용으로 유기물을 분해하며, 이들의 밀도와 군집에 따라 유기물 분해 과정과 속도가 영향을 받을 수 있다 (Gonzalez and Seastedt 2001). 또한, 토양생물은 환경지표로도 이용될 수 있으므로, 토양에서 일어나는 생물적 및 화학적 작용을 이해하는데 도움이 된다. 일반 인삼 재배지의 토양 화학성에 대한 다수의 연구가 있었고 (Hyun et al., 2009; Song and Min 2009; Lee et al., 2013), 토양 생물상에 대해 일부가 보고되었다 (Sohn et al. 2008; Hong et al., 2009; Eo et al., 2010; Eo and Park 2013). 그러나 유기농 인삼 재배지에 대한 토양 화학성이나 생물상에 대한 연구결과나 보고는 전무한 실정이다.

유기농 인삼재배지의 토양관리요소 중에서 재배이력에 따른 토양특성의 차이가 미치는 영향이 가장 클 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 유기농 인삼을 재배하는 경북 상주 지역의 농가 포장에 대상으로 인삼을 유기농으로 재배하는 답전윤환지와 밭 토양의 화학적·생물적 특성을 조사·비교하는 것을 목표로 하였다.

## Materials and Methods

**유기농인삼 재배지 포장관리** 조사 대상 포장은 경북

상주 지역의 3개 농가가 유기농 인삼 재배를 하고 있거나 유기농 인삼 재배를 하기 위하여 호밀이나 수단그라스를 심고 예정지 관리를 하고 있던 포장이었다. 총 58개 포장 중에서 13개 포장은 담전윤환지이었고 45개 포장은 밭이었다. 조사 포장의 예정지 관리방법이나 인삼 년근 등은 유기농의 기준만 준수하였을 뿐 통일된 방법을 사용하지는 않았다. 즉, 이들 포장은 각 포장의 조건과 농가의 여건에 따라 각기 다른 방법으로 관리를 하고 있었지만 유기농 인증 기준을 준수하면서 인삼을 재배하고 있었다. 공통적으로 1~2년간 호밀이나 수단그라스를 재배하면서 예정지 관리를 하였고, 예정지 관리 중에는 매년 10회 전후의 경운을 실시하였다. 인삼을 심은 후에는 석회보르도액이나 황 등을 이용하여 병해충을 방제하였다. 본 연구는 관행과 유기농을 비교하기보다는 유기농 인삼 재배지의 논과 밭을 비교하기 위한 실험이었기 때문에 관행재배 포장을 조사 대상에 포함하지 않았다.

**토양시료 채취** 토양 화학성 및 생물상을 조사하기 위하여 2013년 6월 25일에 토양 시료를 채취하였다. 각 조사구별로 오거를 이용하여 0~10 cm 깊이로 토양 세 곳에서 시료를 채취하여 골고루 혼합하였다.

**토양화학성 분석** 상온 건조 후 보관된 토양 시료를 이용하여 pH, EC, 유기물, C/N율, 유효태인산, 질산태질소, 치환성양이온을 분석하였다. pH와 EC는 초자전극법을 이용하였고, 유효인산함량은 Lancaster법으로 측정하였다. 총탄소 및 총질소함량은 CN 분석기 (Vario Max CN, Elementar Analysensysteme, Germany)를 이용하여 측정하였으며 토양유기물 함량은 측정된 총탄소함량을 이용하여 환산계수에 의해 계산하였다. 치환성 양이온함량은 1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 7.0)으로 침출한 후 그 여과액을 ICP (Integra XL DUAL, GBC Scientific Equipment, USA)를 이용하여 측정하였다.

**인지질 지방산 (PLFA) 분석** 인지질 지방산 분석을 통하여 토양미생물 군락을 분석하였다. 채취한 토양시료를 냉동건조하여 인지질 지방산 추출에 이용하였다. 토양 5g에 chloroform : methanol : buffer solution (1:2:0.8, v/v/v)의 혼합액을 넣고 지질을 추출한 후 silicic acid column으로 neutral-, glyco- 및 phospho-lipid로 분리하였다. 내부

표준물질로는 fatty acid methyl ester 19:0를 사용하여 인지질을 메틸화한 지방산에 첨가하였다. 지방산의 정성 및 정량은 MIDI Sherlock Microbial Identification System (MIDI Inc., Newark, DE)을 이용하여 분석하였다. 전체 PLFA 중에서 주요 지표 지방산은 미생물 지방산 지표들을 이용하여 분류하였다 (Li et al., 2006; Frostegard et al., 1993). 단불포화 지방산은 16:1 ω5c, 17:1 ω8c, 18:1 ω7c, 포화지방산은 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, 20:0을 지표지방산으로 이용하였다. 호기성균은 16:1 ω 7t, 혐기성균은 cy19:0을 사용하였다. 그램 음성균의 지표 지방산은 18:1 ω7c, 19:0cy ω8c, 17:1 ω8c, 그램 양성균은 i14:0, i15:0, a15:0, i16:0, i17:0, a17:0, 세균은 그램 음성균과 양성균을 모두 이용하였다. 곰팡이는 18:2 ω6,9c, 방선균은 10Me16:0, 10Me17:0, TBSA10Me 18:0을 지표로 이용하였다.

**토양동물 밀도조사** 선충은 베르만칼대기법을 이용하여 20 g의 토양을 48시간 동안 추출 후 TAF 용액에 보관하여 개체수를 조사하였다. 미소절지동물은 툴그렌장치를 이용하여 300 mL의 토양을 96시간동안 추출 후 현미경을 이용해 동정하였다.

**통계** 담전윤환지 및 밭 재배지 토양 화학성과 생물상에 대한 비교는 t-검정법으로 분석하였다. 미생물 PLFA 결과에 대하여 주요인분석 (PCA)을 실시하였다. 모든 분석은 XLSTAT (Addinsoft, NY)을 이용하였다.

## Results and Discussion

**토양 이화학성** 유기농 인삼을 재배하고 있는 담전윤환지와 밭의 토양 화학성을 조사하였다 (Table 1). 인삼 재배지의 적정 토양 화학성은 pH 5~6, 전기전도도 0.5 dS/m<sup>-1</sup> 이하, 유기물 함량 10~20 g/kg<sup>-1</sup>, 질산태질소 50 mg/kg<sup>-1</sup> 이하, 가용성 인산 50~150 mg/kg<sup>-1</sup> (담전윤환지), 100~250 mg/kg<sup>-1</sup> (밭), 칼륨 0.2~0.6 cmol<sup>+</sup>/kg<sup>-1</sup> (담전윤환지), 0.3~0.7 cmol<sup>+</sup>/kg<sup>-1</sup> (밭), 칼슘 3.0~5.0 cmol<sup>+</sup>/kg<sup>-1</sup>, 나트륨 0.05~0.15 cmol<sup>+</sup>/kg<sup>-1</sup>이다 (Rural Development Administration, 2014).

평균값으로 적정 범위를 벗어나는 경우는 전기전도도와 나트륨이지만 이들 지표도 허용범위 내에 분포하고 있어서

**Table 1. Soil chemical characteristics of the soils of ginseng fields converted from paddies and uplands.**

Soils converted from	pH	EC	Moisture	O.M.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
		(ds m <sup>-1</sup> )	(%)	(g kg <sup>-1</sup> )	(g kg <sup>-1</sup> )	(g kg <sup>-1</sup> )	(Ex.cation cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	
Paddies	5.6±0.2	0.8±0.1	16.2±1.8	14.2±1.3	6.9±2.0	160.3±57.4	0.4±0.1	4.3±0.8
Uplands	5.7±0.2	0.7±0.1	15.8±1.2	10.1±1.5	12.9±8.0	135.0±43.3	0.4±0.1	4.4±0.5
t - test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Data represent mean ± s.e.

토양 화학적 특성은 인삼 재배에 적합하게 관리되고 있었다. 다만 포장 간에 변이가 심해서 표준오차 값이 크고, 전반적으로 유기물함량이나 화학성분이 낮은 특성을 지니고 있었다. 특징적인 것은 답전윤환지에서 인산 함량의 평균값이  $160.3 \text{ cmol}^+/\text{kg}^{-1}$ 로 인산 과다의 염려가 있는 포장이 다수 있었다. 대체로 밭과 비교하여 답전윤환지에서 산도가 낮은 반면, 전기전도도와 유기물함량이 높은 것은 관행 인삼 재배지에서와 같은 특성이다 (Jo et al., 1996; Rural Development Administration, 2014). 그러나 일반적인 논에서 칼슘 함량이 높은 것에 비하여 상주의 답전윤환 재배지에서는 이 성분 함량이 낮은 것은 관행인삼 재배지와는 대조적인 특징이었다.

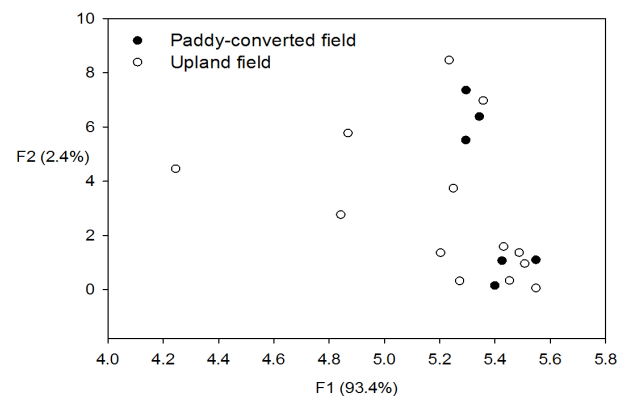
관행의 인삼 재배지에서는 인삼의 수량을 증가시키기 위해 토양 영양 성분이 적정 범위를 벗어나는 경우가 많다 (Kim, 2011). 하지만 상주 지역의 유기농 재배지에서는 유기물을 포함한 토양 영양성분이 적정범위 내에 또는 그 이하였던 것은 토양 양분 과다로 인한 병해충의 만연을 우려한 재배자가 토양 양분 공급을 스스로 제한한 것으로 보인다. 또한 일부 토양은 개간지로서 토양 양분이나 유기물 함량이 극히 적었다.

인삼재배에서 예정지 선정은 중요한 요소이며 (Rural Development Administration, 2014), 재배지 위치나 포장의 과거 재배경력은 토양 화학성에 영향을 미칠 수 있다. 답전윤환지와 밭은 토양 화학성에 큰 차이가 있지만 (Rural Development Administration, 2014; Jo et al., 1996) 상주 지역 유기농 재배지에서 답전윤환지와 밭 간에 토양 화학성 차이가 크지 않은 것은 답전윤환지와 밭 지목 내에서 변이가 심했기 때문이었다. 각 포장 간에 나타난 큰 변이는 인삼이 재배되기 전의 포장관리 이력, 농가의 재배방법 및 포장의 위치 등에 기인한 것으로 추측된다.

조사 대상인 상주 유기농 인삼 재배 포장은 토양 화학성 기준으로 볼 때 대부분의 기준이 예정지 관리 지침의 기준에 부합하여서 적변이나 오피 등의 생리적 장애를 피하면서 재배를 할 수 있는 상태로 판단된다. 다만 관행에 비하여 유기물 함량이나 질산태 질소, 인, 칼슘, 칼륨 등의 염기 함량이 대체로 낮기 때문에 관행재배만큼의 수량성은 기대되지 않는다. 따라서 상주 지역의 유기농 인삼 재배 정착을 위해서는 짚이나 부숙된 수피 등의 유기물 시용으로 토양 유기물 함량을 높이고 토양 양분을 적합범위 (Rural Development Administration, 2014)까지 높일 필요가 있다.

**토양 미생물상** 토양 미생물의 인지질 지방산을 분석하여 다중변량분석법의 하나인 주요인분석으로 분석한 결과 (Fig. 1), 총 변이의 93.4%를 설명하는 주요인 1에 대하여 답전윤환지와 밭이 뚜렷이 구분되지 못했다. 다만 답전윤환지는 변이가 적은 반면 밭은 포장 간에 변이가 매우 컸다. 따라서 답전윤환지의 토양미생물상이 밭보다 균일함을 알 수 있었다. 이는 담수에 의해서 토양의 여러 가지 특성이 균일화되기 때문으로 보인다. 곰팡이를 제외하고 대부분의 미생물 PLFA 값은 답전윤환지보다 밭에서보다 높았으며 (Table 3), 이 결과는 Eo 등 (2011)의 보고와 일치한다. 또한, Eo et al. (2011)은 답전윤환지와 개간지 밭 간에는 미생물 구성과 밀도에 차이가 있고 답전윤환지가 미생물군집의 구성뿐만 아니라 활성도 개간밭보다 클 수 있다는 보고하였다.

토양중의 양분상태를 나타내는 그램양성균/그램음성균 비율은 답전윤환지와 밭 간에 차이가 없었는데 (Table 2), 이는 답전윤환지와 밭에서 미생물들이 이용할 수 있는 기질의 양이 차이가 없었거나 2년이상 예정지 관리 (Rural Development Administration, 2014)로 미숙 유기물을 모두 분해시킨 다음 인삼을 심는 인삼 재배의 특성상 토양 유기물이 모두 안정화되었기 때문으로 추측된다. 호기성균/혐기성균 비율은 토양의 수분상태를 반영하는데 (Kaur et al., 2005), 답전윤환지와 밭에서 차이가 적었다 (Table 3). 이는 두 토양간에 토양함수량의 차이가 적었기 때문에 이러한 결과가 나타난 것으로 보인다. pH나 건조해 등의 토양 미생물의 스트레스 지표로 활용되는 포화지방산/불포화지방산은 답전윤환지와 밭에서 각각 2.4와 2.0있었는데, 이는 답전윤환지가 논에서



**Fig. 1. Principal component analysis of microbial PLFA extracted from soils of the paddy-converted and upland ginseng field.**

**Table 2. Ratio of microbial PLFA indicators of the soils of ginseng fields converted from paddies and uplands.**

Soils converted from	Gram -/Gram +	Aerobes/anaerobes	Saturated/unsaturated	Cyclo/precursors	Fungi/bacteria
Paddies	0.6±0.0	1.0±0.1	2.4±0.3	0.9±0.1	0.1±0.0
Uplands	0.6±0.1	1.2±0.1	2.0±0.2	0.8±0.1	0.1±0.0
t - test	ns	ns	ns	ns	ns

Data represent mean ± s.e.

**Table 3. Soil microbial PLFA of the soils of ginseng fields converted from paddies and uplands.**

Soils converted from	Fungi	Bacteria	Actinomycetes	VAM	Total
	----- (nmol PLFA g soil <sup>-1</sup> ) -----				
Paddies	1.1±0.2	10.7±1.7	3.4±0.6	0.8±0.1	28.8±4.5
Uplands	1.0±0.2	14.8±3.0	4.8±1.0	1.3±0.5	39.5±8.4
	ns	ns	ns	ns	ns

Data represent mean ± s.e.

**Table 4. Abundance of nematodes and microarthropods of the soils of ginseng fields converted from paddies and uplands.**

Soils converted from	Nematodes		Microarthropods	
	Bacterivores	Fungivores	Collembola	Oribatida
	----- (ind g <sup>-1</sup> ) -----		----- (ind m <sup>-2</sup> ) -----	
Paddies	1.2±0.3	0.3±0.1	1642.6±487.7	2235.1±818.6
Uplands	1.1±0.2	0.2±0.1	3384.0±933.5	1108.6±354.9
<i>t</i> - test	ns	ns	ns	ns

Data represent mean ± s.e.

밭 상태로의 전환으로 환경 스트레스가 증가한 것으로 볼 수 있다 (Kaur et al., 2005). 이는 유의성은 없었지만 답전 윤환지에서 포화지방산/불포화지방산 비율이 증가하였다고 보고한 Eo 등 (2011)의 결과와 유사하다.

**토양 동물상** 선충의 밀도는 환경요인 중 토양수분의 영향을 많이 받으나 (Holland et al., 2013), 비교적 토양수분이 높은 답전윤환지와 밭재배지에서 차이가 적었다 (Table 4). 소형절지동물의 개체밀도는 약 2000~6000 개체 m<sup>-2</sup>로 일반적으로 농업생태계에서 보고된 범위 내에 (1×10<sup>3</sup>~1×10<sup>5</sup> 개체 m<sup>-2</sup>) 포함되었으며 (Coleman et al., 2004), 비교적 낮은 수준이었다. 토양생태계에서 유기물 분해에 참여하는 미생물과 이를 섭식하는 미소동물 간에는 곰팡이와 세균을 중심으로 하는 먹이망 구조가 형성되지만, 본 연구에서는 이들 간에 유의적인 상관관계가 없었다. 토양 미소동물의 밀도는 토양 중 유기물 함량과 밀접한 상관관계를 보이기 때문에 (Eo et al., 2010), 유기물 투입을 통해 이러한 생물들의 밀도를 높이는 것이 가능하다. 하지만 유기물 종류와 사용방법에 따라 인삼의 근부병 발생이 증가할 수 있기 때문에 주의가 필요하다 (Eo and Park, 2013). 토양 생물상이 답전윤환지와 밭에서 차이가 크지 않은 것은 각 포장의 물리적·화학적 특성이나 위치가 논과 밭의 분류에 따라 일정하지 않고 다양하기 때문으로 보인다.

## Conclusion

인삼의 경우 인삼산업법상에서 이미 화학합성비료 사용을 금지하고 있기 때문에 이 법을 준수한다면 관행 인삼재배도 토양 관리는 유기농 기준에 가깝다고 볼 수 있다. 다만

축분을 사용할 때는 유기농 기준에 맞게 부숙시켜서 사용해야 유기농 기준에 완전히 부합할 것이다. 특히 유기농 인삼의 경우에는 병해충 발생을 우려하여 축분 사용을 줄이는 편이고 경우에 따라서는 축분을 사용하지 않는 경우도 많다. 따라서 상주의 유기농 인삼 재배단지를 기준으로 보면 유기농 인삼 재배는 토양 염류집적에 의한 토양오염, 축분과다 사용에 의한 오염 등을 줄이면서 인삼을 생산하는 방법으로 판단된다. 관행 재배지에 비하여 유기농 인삼 재배지에서는 질산태 질소, 인, 칼륨 등의 함량이 낮아서 적은 수량이 예상되기 때문에 이에 대한 기술적·경영적 보완이 필요할 것으로 판단된다. 한편, 낮은 유기물 함량은 토양 완충능 감소로 이어져 일시적 염류과다, 지속적인 양분 공급력 부족 등으로 이어질 수 있으므로 짚 등의 유기물 사용으로 유기물 함량을 높일 필요성이 크다. 토양미생물의 밀도와 군집특성에서도 답전윤환지는 위치가 다르더라도 서로 유사한 미생물 구성이나 활성을 가지고 있으며, 밭은 위치나 관리방법 등에 따라서 밭 간에 미생물 구성과 활력에 차이가 클 수 있다는 것을 보여준다. 따라서 밭은 토양 특성을 파악한 후 그에 적합한 관리가 필요하고 답전윤환지의 경우에도 비슷한 관리방법을 적용할 수 있다는 것을 시사한다. 또한 유기농 재배를 위한 단일한 방법과 기준이 있을 수 없으므로 각 포장의 환경과 경험에 맞는 방법으로 관리를 함이 바람직하다.

## References

- Sangju city. 2012. Annual report of statistics in Sangju city (agriculture, forestry, fisheries). <http://sja.sangju.go.kr/>.  
Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2013. Statistics

- of ginseng industry.
- Heuktoram. 2014. <http://soil.rda.go.kr/>.
- National Agricultural Products Quality Management Service. 2014. Eco-Certification Management Information System. <http://www.enviagro.go.kr/>
- Rural Development Administration. 2014. Agricultural Technology Manuals (ginseng).
- Park, K.C., S.W. Lee, and S.H. Lee. 2013. Development of model for production and sales for organic ginseng. Data for Agricultural Business in RDA.
- Bae, Y.S., B.Y. Park, S.W. Kang, S.W. Cha, K.S. Hyun, B.Y. Yeun, T.J. Ahn, S.W. Lee, D.Y. Hyun, K.C. Kim, K.C. Chung, S.K. Kim, and M.J. Han. 2005. Handbook of Ginseng Diseases and Pests. National Institute of Crop Science Press. Suwon, Korea. p.1-79.
- Coleman, D.C., D.A.J. Crossley, and P.F. Hendrix. 2004. Fundamentals of soil ecology, 2nd ed. Elsevier Academic Press, New York, USA. p.98-101.
- Eo J, and K.C. Park. 2013. Effects of manure composts on soil biota and root-rot disease incidence of ginseng (*Panax ginseng*). *Appl. Soil Ecol.* 71:58-64.
- Eo J, K.C. Park, S.W. Lee, Y.S. Bae, B.R. Yeon. 2010. Effects of organic materials on soil organisms in a Korean ginseng field. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43:188-193.
- Eo J, K.C. Park, and B.R. Yeon. 2011. Changes in soil biota affected by the application of organic materials in reclaimed upland and paddy-converted soils cultivated with Korea ginseng. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44:872-877.
- Gonzalez, G. and T.R. Seastedt. 2001. Soil Fauna and plant litter decomposition in tropical and subalpine forests. *Ecology* 82:955-64.
- Hong, Y., N.J. Choi, and I.Y. Choi. 2009. Distributions of soil organisms in the ginseng cultivation fields. *Korean J. Environ. Biol.* 27:272-278.
- Hyun, D.Y., B.Y. Yeon, S.W. Lee, S.W. Kang, G.S. Hyeon, Y.C. Kim, K.W. Lee, and S.M. Kim. 2009. Analysis of occurrence type of physiological disorder to soil chemical components in ginseng cultivated field. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 17:439-444.
- Holland, T.C., A.G. Reynolds, P.A. Bowen, C.P. Bogdanoff, M. Marciniak, R.B. Brown, and M.M. Hart. 2013. The response of soil biota to water availability in vineyards. *Pedobiologia*. 56:9-14.
- Jang, I., K. Park, S. Cha, and B. Yoon. 2011. Consumer preferences for organic Korean ginseng and development strategies for organic Korean ginseng industry. *J. Agr. Sci. Chungbuk Nat'l Univ.* 27(4):245-251.
- Jo S.J., C.S. Kim, and Won Y.J. 1996. Crop rotation of the Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A.Meyer) and the rice in paddy field. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 4(3):19-26.
- Kaur, A., A. Chaudhary, A. Kaur, R. Choudhary, and R. Kaushik. 2005. Phospholipid fatty acid - A bioindicator of environment monitoring and assessment in soil ecosystem. *Curr. Sci.* 89:1103-1112.
- Kim, D. 2011. Relationship between physiological interference and cultivated area for ginseng. Korean Society of Soil Science and Fertilizer, Proceedings of fall conference. p.115.
- Kim, H.J., S.S. Jung, D.W. Kim, J.S. Park, J. Rhy, Y.K. Bae, and S.J. Yoo. 2008. Investigation into disease and pest incidence of *Panax ginseng* in Jeonbuk province. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 16:33-38.
- Lee, H.J., G.C. Park, S.H. Lee, K.H. Bang, H.W. Park, D.Y. Hyen, S.W. Kang, S.W. Cha, and I.M. Chung. 2012. Screening of antifungal *Bacillus* spp. against alternaria blight pathogen (*Alternaria panax*) and anthracnose pathogen (*Colletotrichum gloeosporioides*) of ginseng. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 20:339-344.
- Lee, S.W., K.C. Park, S.H. Lee, J.M. Park, I.B. Jang, and K.H. Kim. 2013. Soil chemical property and leaf mineral nutrient of ginseng cultivated in paddy field occurring leaf discoloration. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 21:289-295.
- Mok, S.K. 2000. Standard cultivation method for ginseng. Rural Development Administration Press. Suwon, Korea. p.166-169.
- Nakada, K.R. and S.H. Takimoto. 1922. Studies on disease of ginseng. Korea Agricultural Experiment Station Bull. 5:41-51.
- Sohn, B.K., S.Y. Jin, H.L. Kim, J.S. Cho, and D.J. Lee. 2008. Improvement of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) propagule at the preplanting field for ginseng cultivation. *Korean J. Soil Sci.* 41:170-176.
- Song, S.H. and E.S. Min. 2009. Characteristics of the inorganic element contents for the Korean ginsengs from various soils of Keumsan. *J. Ginseng Res.* 33:13-25.
- Whetzel, H.H. 1906. The alternaria blight of ginseng. *Cornell Countryman.* 4:33-41.