

ORIGINAL ARTICLE

## 산지개발지역과 비개발지역 표토의 이화학적 특성 비교

김원태<sup>1)</sup> · 윤용한<sup>1)</sup> · 조용현<sup>2)\*</sup> · 강희경<sup>3)</sup> · 박봉주<sup>4)</sup> ·  
신경준<sup>5)</sup> · 어양준<sup>5)</sup> · 윤택승<sup>6)</sup> · 장광은<sup>6)</sup> · 곽무영<sup>7)</sup>

천안연암대학 환경조경과, <sup>1)</sup>건국대학교 산림과학과, <sup>2)</sup>공주대학교 조경학과,  
<sup>3)</sup>공주대학교 원예학과, <sup>4)</sup>충북대학교 원예과학과, <sup>5)</sup>(주)장원조경부설조경기술연구소,  
<sup>6)</sup>(주)수프로 식물환경연구소, <sup>7)</sup>(주)드림바이오스

## Comparison of Physicochemical Properties of Topsoil from Forest Development and Non-Development Area

Won-Tae Kim, Yong-Han Yoon<sup>1)</sup>, Yong-Hyeon Cho<sup>2)\*</sup>, Hee-Kyoung Kang<sup>3)</sup>,  
Bong-Ju Park<sup>4)</sup>, Kyung-Jun Shin<sup>5)</sup>, Yang-Joon Eo<sup>5)</sup>, Taek-Seong Yoon<sup>6)</sup>,  
Kwang-Eun Jang<sup>6)</sup>, Moo-Young Kwak<sup>7)</sup>

*Department of Landscape Architecture, Cheonan Yonam College, Cheonan 331-709, Korea*

*<sup>1)</sup>Department of Forest Science, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea*

*<sup>2)</sup>Department of Landscape Architecture, Kongju National University, Yesan 340-702, Korea*

*<sup>3)</sup>Department of Horticulture, Kongju National University, Yesan 340-702, Korea*

*<sup>4)</sup>Department of Horticultural Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea*

*<sup>5)</sup>JangWon Landscape Technology Institute, Seoul 137-899, Korea*

*<sup>6)</sup>Suppro Plant Environment Research Center, Seoul 137-878, Korea*

*<sup>7)</sup>Dreambios Co. LTD., Seoul 153-770, Korea*

### Abstract

This study was carried out to evaluate the physicochemical properties of topsoil from forest development area. The results of physicochemical properties of topsoil from forest development area shown on the average loamy sand~sandy clay loam in soil texture, 5.3~7.1 in pH, 0.02~0.18 dS/m in EC, 0.7~1.8% in OM, 0.03~0.11% in T-N, 11~15 cmol<sup>+</sup>/kg in CEC, 0.02~0.04 cmol<sup>+</sup>/kg in K<sup>+</sup>, 4.51~8.18 cmol<sup>+</sup>/kg in Ca<sup>2+</sup>, 0.93~2.77 cmol<sup>+</sup>/kg in Mg<sup>2+</sup>, 6~49 mg/kg in available phosphate. And the results of physicochemical properties of topsoil from forest non-development area shown on the average sandy loam~sandy clay loam in soil texture, 4.4~5.3 in pH, 0.03~0.05 dS/m in EC, 3.1~4.6% in OM, 0.13~0.23% in T-N, 14~18 cmol<sup>+</sup>/kg in CEC, 0.02~0.04 cmol<sup>+</sup>/kg in K<sup>+</sup>, 0.78~3.82 cmol<sup>+</sup>/kg in Ca<sup>2+</sup>, 0.29~1.31 cmol<sup>+</sup>/kg in Mg<sup>2+</sup>, 3~31 mg/kg in Av. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. On the other hand, forest development area of topsoil sand content higher than 8~18% sand content than the forest non-development area. This trend is thought to be the absence of topsoil management development projects. Consequently, the results suggested a high potential of recycling of the topsoil from forest non-development area for planting soil. Therefore, in construction of the conservation and management of topsoil from forest non-development area is very important.

**Key Words** : Topsoil, Forest development, Physicochemical properties, Planting grade

received 10 September, 2012; revised 20 September, 2012;

accepted 8 November, 2012

\*Corresponding author : Yong-Hyeon Cho, Department of Landscape Architecture, Kongju National University, Yesan 340-702, Korea  
Phone: +82-41-330-1446  
E-mail: yhcho@kongju.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서론

토양은 암석의 풍화물로서 동식물의 분해산물인 유기물을 함유하고, 육지식물생육의 자연적인 배지이며, 지각의 최상부에 위치한 부드러운 물질이라고 할 수 있다(Yoo, 2000). 이중 표토(surface soil 또는 topsoil)는 토양의 표면에 위치하는 A층으로서, 토심은 일반적으로 7~25 cm 범위이고, 유기물함량이 높아 암색을 띠며, 식물이 흡수·이용하는 대부분의 양분과 수분을 저장·공급하는 부위이다. 따라서 표토의 특성과 토심은 토양의 생산성과 밀접한 관계가 있다(Yoo, 2000). 또, 건강한 토양은 유기물을 많이 함유하고 안정된 토양입단을 형성하여 강우 시에도 안정된 구조를 유지함으로써 잘 유실되지 않고, 강우의 침투를 용이하게 할 뿐만 아니라 안정된 구조 속에 탄소를 오랫동안 저장 보호함으로써 대기 중 이산화탄소량을 저감시키는 데에도 크게 기여한다(Park 등, 2008).

그러나 우리나라는 각종 건설공사 중 발생하는 유용 자연자원인 표토를 제대로 재활용하지 못하고, 시설물·구조물의 기반재로 사용하거나 또는 폐기처분하고 있는 실정이다. 일례로 산지개발지역에서는 표토를 너무도 소홀히 다루는 실태를 많이 목격할 수 있다. 유용 자연자원인 표토를 수거·보전하지 않고, 부지정지를 수행한 후 그 위에 건축물 혹은 시설물을 짓고, 표토의 문제는 최종적으로 식재 단계에서나 고려되나 양호한 표토가 이미 소실된 상태이므로 식재기반의 조성을 위해 최소한 별도의 객토를 행하는 형편이다. 이러한 이행이 지속되는 이유는 표토관리에 관한 제도가 아직까지 갖추어져 있지 않으며, 표토의 중요성에 대한 심각한 인식이 부족하고, 인식이 있더라도 공정 전체에서 표토관리를 행할 책임의 소재가 불명료하며, 따라서 공간간 조정이 이루어지지 못하기 때문인 것으로 판단된다(Cho, 2000). 이처럼 표토가 무분별한 조치로 소실되거나 기타 이유로 그 상태가 훼손된 후 이를 재생하기 위해서는 장기간에 걸친 노력과 많은 경비가 소요된다.

따라서 본 연구에서는 산지개발사업으로 인해 발생하여 현장에 방치되거나 폐기되고 있는 표토를 해당 훼손지역의 생태복원 재료로 재활용하는 기술을 확립하고자 발생 현장별 표토에 대한 이화학적 특성과 식재기반 조성 재료로서의 활용여부를 평가하였다.

## 2. 자료 및 방법

### 2.1. 연구범위

본 연구는 2011년 8~9월 현장 조사로부터 시작되었으며, 조사대상지는 한반도 도서지역을 제외한 중남부 일원으로 한정하였다. 또, 연구의 내용적 범위는 산지개발사업을 유형별로 산업단지, 유원지, 채석장, 도로, 택지로 구분하고, 다시 유형 내에서 개발지역과 개발지역 주변에 위치한 비개발지역으로 세분하여 표토의 이화학적 특성을 조사하였고, 식재기반 조성 재료로서의 활용여부를 평가하였다(Table 1 참조).

**Table 1.** Survey area on the forest development directions

Development directions	Survey area	
	Development area	Non-development area
Industrial complex		Pyeongtaek Poseung Wonneong
		Gyeongju Cheonbuk Oya
		Ulsan Buk Dalcheon
Amusement park		Asan Yeomchi Sanyang
		Buyeo Eunsan Naryeong
		Yeosu Ganam Geumdang
Quarry		Dangjin Songak Wolgok
		Yeongdeok Byeonggok Sameup
		Yeoncheon Jeongok Ganpa
Road		Imsil Seongsu Doin
		Daegu Dong Yonggye
		Namyangju Hwado Changhyeon
Residential land		Seoul Guro Cheonwang
		Uiwang Poil
		Seoul Gangnam Segok

### 2.2. 연구방법

표토의 조사는 Table 1에 나타난 15개 산지개발지역의 45개 지점과 15개 비개발지역의 45개 지점에서 채취한 총 90점의 시료를 대상으로, 토양 및 식물체 분석법(Rural Development Administration, 2000)에 따라 토성, 토양산도(pH), 전기전도도(EC), 유기물함량(OM), 전질소량(T-N), 양이온치환용량(CEC), 치환성양이온함량(Ex. Cations), 유효인산함량(Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 등의 토양 이화학적 특성을 분석하였다.

한편, 표토의 식재기반 조성 재료로서의 활용여부 평가는 조경설계기준(The Korean Institute of Landscape Architecture, 2007)의 식재기반 조성 및 정비를 위한

토양평가기준에 따라 평가하였다(Table 2 참조).

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 표토의 이화학적 특성

산지개발사업 유형별 표토의 이화학적 특성은 Table 3에 나타난 바와 같으며, 개발지역의 토성은 양질사토~사질식양토, 토양산도(pH)는 5.3~7.1, 전기전도도(EC)는 0.02~0.18 dS/m, 유기물함량(OM)은 0.7~1.8%, 전질소량(T-N)은 0.03~0.11%, 양이온치환용량(CEC)은 11~15 cmol<sup>+</sup>/kg, 치환성칼륨함량(K<sup>+</sup>)은 0.02~0.04 cmol<sup>+</sup>/kg, 치환성칼슘함량(Ca<sup>2+</sup>)은 4.51~8.18 cmol<sup>+</sup>/kg, 치환성마그네슘함량(Mg<sup>2+</sup>)은 0.93~2.77 cmol<sup>+</sup>/kg, 유효인산함량(Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)은 6~49 mg/kg의 범위를 나타냈다.

한편, 비개발지역의 토성은 사양토~사질식양토, pH는 4.4~5.3, EC는 0.03~0.05 dS/m, OM은 3.1~4.6%, T-N은 0.13~0.23%, CEC는 14~18 cmol<sup>+</sup>/kg, K<sup>+</sup>는 0.02~0.04 cmol<sup>+</sup>/kg, Ca<sup>2+</sup>는 0.78~3.82 cmol<sup>+</sup>/kg, Mg<sup>2+</sup>는 0.29~1.31 cmol<sup>+</sup>/kg, Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 3~31 mg/kg

**Table 2.** Classification of planting guideline

Division	High grade	Middle grade	Low grade
Soil acidity	6.0~6.5	5.5~6.0 6.5~7.0	4.5~5.5 7.0~8.0
Electrical conductivity(dS/m)	0.2 below	0.2~1.0	1.0~1.5
Organic matter(%)	5.0 over	3.0~5.0	3.0 below
Total nitrogen(%)	0.12 over	0.06~0.12	0.06 below
Cation exchange capacity(cmol <sup>+</sup> /kg)	20 over	6~20	6 below
K <sup>+</sup> (cmol <sup>+</sup> /kg)	3.0 over	0.6~3.0	0.6 below
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sup>+</sup> /kg)	5.0 over	2.5~5.0	2.5 below
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sup>+</sup> /kg)	3.0 over	0.6~3.0	0.6 below
Available phosphate(mg/kg)	200 over	100~200	100 below

**Table 3.** Physicochemical properties of survey area in this study

Division	Soil texture	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	T-N (%)	CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)	Ex. Cations (cmol <sup>+</sup> /kg)			Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	
							K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>		
Development areas	Industrial complex	sandy loam	6.1	0.18	0.9	0.03	13	0.04	7.31	2.17	25
	Amusement park	loamy sand	5.7	0.03	1.7	0.07	12	0.02	6.68	1.41	49
	Quarry	sandy loam	6.2	0.02	0.7	0.03	13	0.02	8.18	2.77	6
	Road	sandy clay loam	5.3	0.03	1.8	0.11	15	0.04	4.51	0.93	28
	Residential land	sandy loam	7.1	0.04	1.7	0.06	11	0.02	6.52	1.19	20
Non-development areas	Industrial complex	sandy clay loam	4.6	0.05	3.9	0.14	16	0.03	2.00	0.94	31
	Amusement park	sandy loam	4.8	0.04	3.1	0.13	14	0.03	2.61	1.04	6
	Quarry	sandy clay loam	5.0	0.05	4.6	0.23	18	0.04	3.82	1.31	3
	Road	sandy clay loam	4.4	0.03	4.0	0.21	16	0.02	0.86	0.37	12
	Residential land	sandy clay loam	5.3	0.04	3.2	0.14	15	0.02	0.78	0.29	9

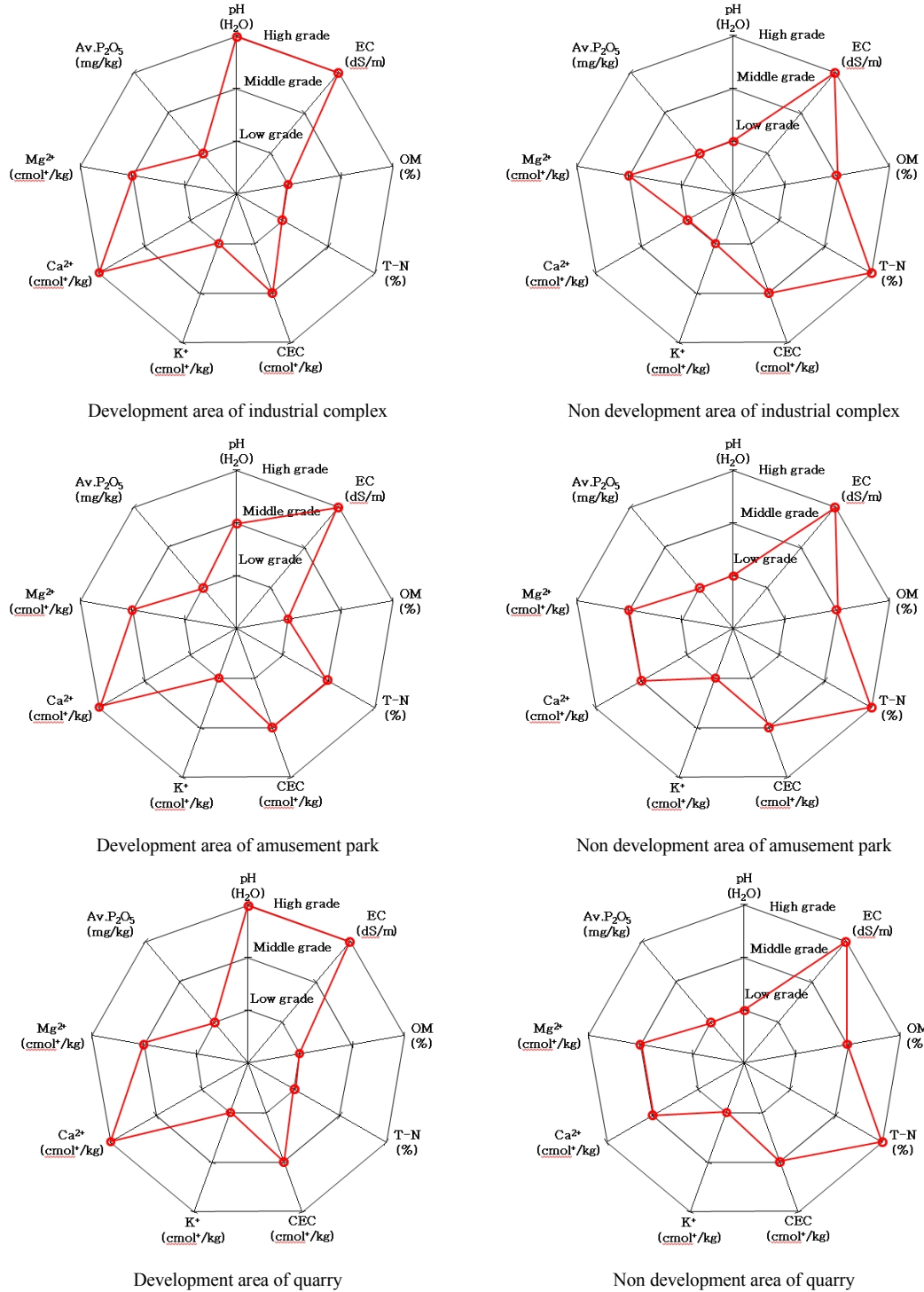


Fig. 1. Planting grade of survey area in this study.

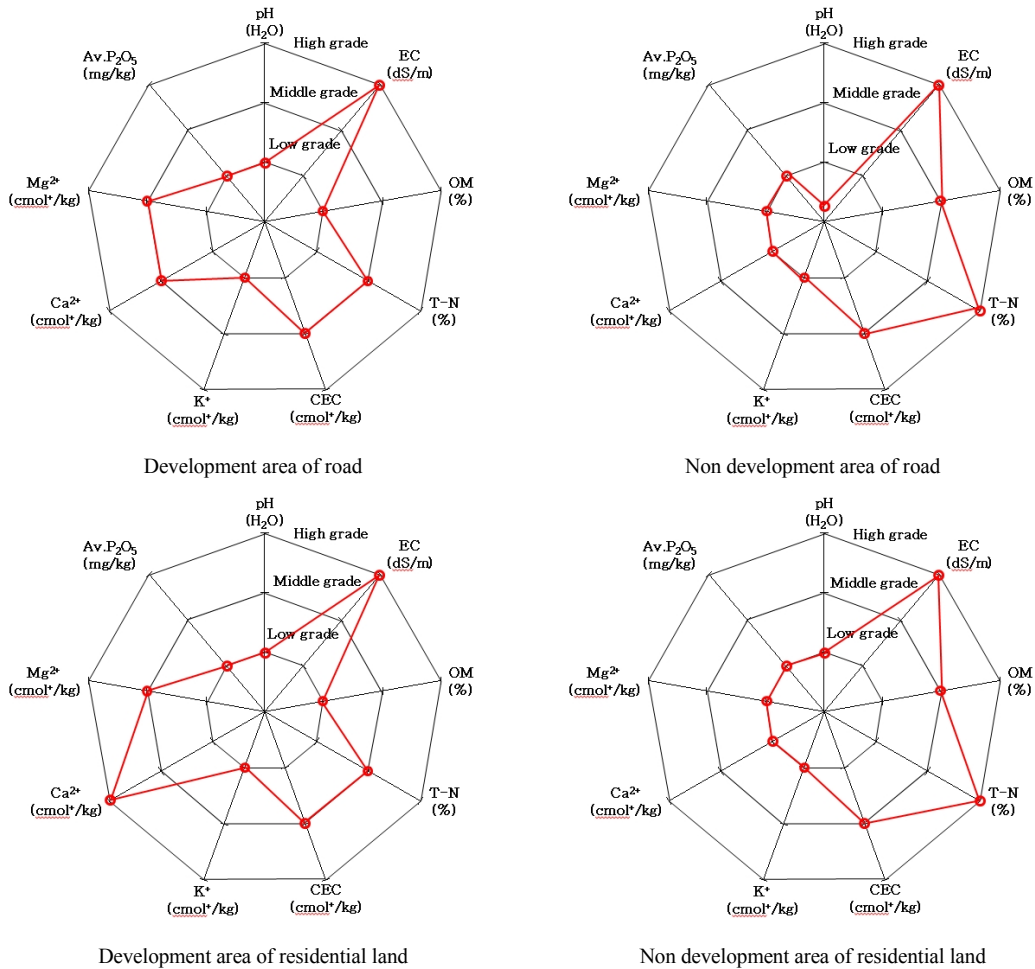


Fig. 1. Continue.

의 범위를 나타냈다.

앞서 살펴본 토성은 일반적으로 모래, 미사, 점토의 함량에 의해 결정되는데 분석 결과 산지개발지역 표토의 모래함량이 주변 산지비개발지역 표토의 모래함량에 비해 약 8~18% 증가하는 경향을 나타냈는데 이는 산지개발사업 시 표토관리 소홀로 인해 표토에 심토가 혼입되었거나 또는 기존 표토에 비해 모래함량이 많은 외부토양의 객토에 의한 결과라고 추정된다.

3.2. 표토의 식재기반 평가

조경설계기준(The Korean Institute of Landscape Architecture, 2007)에 따라 평가한 산업단지 개발지

역 표토의 토양등급은 pH, EC, Ca<sup>2+</sup>가 상급, CEC, Mg<sup>2+</sup>가 중급, OM, T-N, K<sup>+</sup>, Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 하급으로, 산업단지 비개발지역 표토의 토양등급은 EC, T-N이 상급, OM, CEC, Mg<sup>2+</sup>가 중급, pH, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 하급으로, 유원지 개발지역 표토의 토양등급은 EC, Ca<sup>2+</sup>가 상급, pH, T-N, CEC, Mg<sup>2+</sup>가 중급, OM, K<sup>+</sup>, Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 하급으로, 유원지 비개발지역 표토의 토양등급은 EC, T-N이 상급, OM, CEC, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>가 중급, pH, K<sup>+</sup>, Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 하급으로 평가되었다.

또한, 채석장 개발지역 표토의 토양등급은 pH, EC, Ca<sup>2+</sup>가 상급, CEC, Mg<sup>2+</sup>가 중급, OM, T-N, K<sup>+</sup>, Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 하급으로, 채석장 비개발지역 표토의 토양

등급은 EC, T-N이 상급, OM, CEC,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ 가 중급, pH,  $K^+$ , Av. $P_2O_5$ 가 하급으로, 도로 개발지역 표토의 토양등급은 EC가 상급, T-N, CEC,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ 가 중급, pH, OM,  $K^+$ , Av. $P_2O_5$ 가 하급으로, 도로 비개발지역 표토의 토양등급은 EC, T-N이 상급, OM, CEC가 중급,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , Av. $P_2O_5$ 가 하급, pH가 불량으로, 택지 개발지역 표토의 토양등급은 EC,  $Ca^{2+}$ 가 상급, T-N, CEC,  $Mg^{2+}$ 가 중급, pH, OM,  $K^+$ , Av. $P_2O_5$ 가 하급으로, 택지 비개발지역 표토의 토양등급은 EC, T-N이 상급, OM, CEC가 중급, pH,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , Av. $P_2O_5$ 가 하급으로 평가되었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 산지개발사업으로 인해 발생하여 현장에 방치되거나 폐기되고 있는 표토를 해당 훼손 지역의 생태복원 재료로 재활용하는 기술을 확립하고자 발생 현장별 표토에 대한 이화학적 특성과 식재기반 재료로서의 활용여부를 평가하였으며, 이를 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

먼저, 표토의 이화학적 특성 분석결과 개발지역의 토성은 양질사토~사질식양토, 토양산도(pH)는 5.3~7.1, 전기전도도(EC)는 0.02~0.18 dS/m, 유기물함량(OM)은 0.7~1.8%, 전질소량(T-N)은 0.03~0.11%, 양이온치환용량(CEC)은 11~15  $cmol^+/kg$ , 치환성칼륨함량( $K^+$ )은 0.02~0.04  $cmol^+/kg$ , 치환성칼슘함량( $Ca^{2+}$ )은 4.51~8.18  $cmol^+/kg$ , 치환성마그네슘함량( $Mg^{2+}$ )은 0.93~2.77  $cmol^+/kg$ , 유효인산함량(Av. $P_2O_5$ )은 6~49 mg/kg의 범위, 비개발지역의 토성은 사양토~사질식양토, pH는 4.4~5.3, EC는 0.03~0.05 dS/m, OM은 3.1~4.6%, T-N은 0.13~0.23%, CEC는 14~18  $cmol^+/kg$ ,  $K^+$ 는 0.02~0.04  $cmol^+/kg$ ,  $Ca^{2+}$ 는 0.78~3.82  $cmol^+/kg$ ,  $Mg^{2+}$ 는 0.29~1.31  $cmol^+/kg$ , Av. $P_2O_5$ 는 3~31 mg/kg의 범위를 나타냈다.

다음으로, 산지개발지역 표토의 모래함량이 주변 산지비개발지역 표토의 모래함량에 비해 약 8~18% 증가하는 경향을 나타냈는데 이는 산지개발사업 시 표토관리 소홀로 인해 표토에 심토가 혼입되었거나 또는 기존 표토에 비해 모래함량이 많은 외부토양의 객토에 의한 결과라고 추정된다. 이러한 결과로 미루

어볼 때 건설공사에서 발생하는 유용 자연자원인 표토를 보전·관리하기 위한 대책 마련이 필요할 것으로 판단된다.

또한, 표토의 식재기반 평가 결과, 조사대상지별도 평가기준 미달 항목, 즉 하급내지는 불량 항목은 치환성칼륨함량( $K^+$ ), 유효인산함량(Av. $P_2O_5$ )이 모든 조사대상지에서 평가기준에 미달하였으며, 다음으로 토양산도(pH)가 7개 지역, 유기물함량(OM)이 5개 지역에서 평가기준에 미달하였다. 따라서 표토를 식재기반으로 활용하기 위해서는 이들에 대한 개량이 필요할 것으로 판단된다.

한편, 본 연구는 조사대상지 표토의 이화학적 특성을 분석하여 토양등급을 평가한 것으로, 향후 평가기준 미달 항목에 대한 처방, 처방에 대한 검증이 이루어져야 한다고 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 2011 차세대에코이노베이션기술 개발사업의 지원으로 수행되었습니다.

#### 참고 문헌

- Cho, Y. H., Kim, G. S., 2000, A preliminary study on application of alluvial deposit in the Han river for planting soil, The Korea Society of Environmental Restoration Technology, 3(4), 60-73.
- Jeong, J. H., Kim, C. S., Goo, K. S., Lee, C. H., Won, H. G., Byun, J. G., 2003, Physico-chemical properties of Korean forest soils by parent rocks, Korean Forest Society, 92(3), 254-262.
- Park, E. J., Kang, K. Y., Yi, S. R., 2008, The status of soil exposure and management practices for soil conservation in urban watersheds, 2008-06, Gyeonggi Research Institute.
- Rural Development Administration, 2000, Soil and Plant analysis method, Rural Development Administration, 113-119.
- The Korean Institute of Landscape Architecture, 2007, Landscape Design Standard, Kimoondang Press, 356.
- Yoo, S. H., 2000, Soil dictionary, Seoul National University Press, 369.