

## 건설폐토석의 식생용토로서의 이화학적 특성\*

김원태<sup>1)</sup> · 윤용한<sup>1)</sup> · 박봉주<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 건국대학교 산림과학과 · <sup>2)</sup> 건국대학교 자연과학연구소

## Physico-Chemical Properties of the Recycled Waste Soils from Construction Site as Planting Soil\*

**Kim, Won-Tae<sup>1)</sup> · Yoon, Yong-Han<sup>1)</sup> and Park, Bong-Ju<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Department of Forest Science, Konkuk University,

<sup>2)</sup> Research Institute of Natural Science, Konkuk University.

### ABSTRACT

This study was carried out to evaluation the recycled waste soils from construction site for planting soil. For this purpose, the concentrations of polluted materials and the physico-chemical properties were measured at recycled soil samples of an industrial waste treating company in the Metropolitan landfill area.

The concentrations of polluted materials did not exceed to the standard critical levels of soil pollution in all analyzed items. The measures of the samples soil texture (loamy sand), bulk density ( $1.09 \sim 1.32\text{g/cm}^3$ ), saturated hydraulic conductivity ( $1.6 \times 10^{-3} \sim 1.8 \times 10^{-3}\text{cm/sec}$ ), solid phase distribution ( $0.4 \sim 0.5\text{m}^3/\text{m}^3$ ), porosity ( $0.5 \sim 0.6\text{m}^3/\text{m}^3$ ), Ex.  $\text{K}^+$  ( $1.0 \sim 1.2\text{cmol/kg}$ ), Ex.  $\text{Mg}^{2+}$  ( $0.2 \sim 0.6\text{cmol/kg}$ ) were identified as not worse than those of conventional planting soil. But the sample soils have serious problems for planting soil such as high levels of pH ( $9.6 \sim 11.5$ ), EC ( $0.78 \sim 1.84\text{ds/m}$ ) and Ex.  $\text{Ca}^{2+}$  ( $25.6 \sim 34.5\text{cmol/kg}$ ), low level of organic matter ( $0.2 \sim 0.3\%$ ). It is required to improve pH, EC and Ex.  $\text{Ca}^{2+}$  of sample soils.

Consequently, the results suggested a high potential of recycling of the wastes soils for planting soil.

Key Words : *Construction waste, Recycle, Soil pollution, Physico-chemical properties.*

\* 본 연구는 2005년도 수도권매립지관리공사의 연구지원을 받아 수행되었음.

**Corresponding author** : Kim, Won-Tae, Dept. of Forest Science, Konkuk University, Chungju, 380-701, Korea,  
Tel. : +82-43-840-3536, E-mail : midori66@hanmail.net

**Received** : 30 June, 2007. **Accepted** : 1 October, 2007.

## I. 서론

우리나라 폐기물 관리의 우선순위를 살펴보면 폐기물의 발생 억제 및 감량, 재사용, 재활용, 에너지 회수, 소각, 매립의 순으로 이는 원칙적으로 폐기물을 감소시켜 매립장 확보의 난관을 극복하는데 목적이 있다(환경부, 2006c).

환경부 통계자료(환경부, 2006a)에 따르면 2005년도 건설폐기물 발생량은 129,572톤/일이며, 이는 전년도 148,489톤/일에 비해 12.7% 감소한 결과로 1996년부터 2004년까지 지속적인 증가추세를 보인다. 2005년도 건설폐기물 발생량이 감소한 이유는 건축허가현황과 주택건설실적이 2004년도에 비해 각각 5.1%, 6.1% 감소하였기 때문으로 추정된다. 그러나 급격한 경제발전의 과정에서 건설된 건축물의 수명과 '60~70년대의 도시집중화 현상에 따른 건설수요 등을 고려해 볼 때 건축물 해체와 신축 등으로 인해 앞으로도 증가할 것으로 예상된다.

한편, 2005년 발생한 건설폐기물은 재활용(125,327톤/일, 96.7%), 매립(3,290톤/일, 2.6%), 소각(862톤/일, 0.7%) 순으로 처리되었으며, 주로 성토용, 파쇄골재, 도로기층용 등으로 재활용된 것으로 파악되었다.

2005년부터 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」(법제처, 2007)에 따라 건설폐기물 성상 분류기준이 변경되었는데 2005년도의 건설폐기물 성상별 발생량은 건설폐재류(90,328톤/일, 69.7%), 가연성 건설폐기물(4,701톤/일, 3.6%), 비가연성 건설폐기물(495톤/일, 0.4%), 건설폐토석(6,657톤/일, 5.1%), 혼합건설폐기물(27,391톤/일, 21.1%) 등이었으며, 동법에 의하면 본 연구의 공시재료인 건설폐토석은 건설공사로 인하여 발생되거나 건설폐기물을 중간 처리하는 과정에서 발생한 흙·모래·자갈 등으로서 자연 상태의 것을 제외한 것을 말한다.

현재 수도권매립지 주변에 위치한 건설폐기물 중간처리업체에서는 서울시, 경기도 및 인천시에

서 발생한 건설폐기물을 분리·선별·파쇄처리하고 있는데 이들 처리과정에서 건설폐토석이 발생되고 있다. 이와 같이 분리·선별된 건설폐토석 중 골재는 수요가 지속적으로 발생하는 관계로 적치되는 일 없이 재활용되고 있는 상황이다. 그러나 흙이나 모래의 경우 유해성 평가 후 인조석판재 원료(손정수 등, 1995), 도자기 원료(이상훈 등, 1997), 벽돌 원료(안병택, 2000), 구조물 뒤채움재(마상준, 2004)로서의 활용 가능성 연구 등이 수행된 바 있으나 현재 수요처가 없어 상당량이 중간처리업체내 적치되어 있는 관계로 미관상의 문제뿐만 아니라 비산분진 발생 등의 환경문제도 초래하고 있는 실정이다.

한편, 식생토양은 희소 자원이며, 재생산이 어려운 자원이다. 특히 식물 생육에 적합한 토양을 확보하기는 쉬운 일이 아니다. 식생토양의 확보는 이를 채취한 지역의 환경파괴를 전제로 한 것이기 때문이다.

이러한 점을 감안하여 본 연구는 건설폐토석의 유해성, 토양오염도 및 이화학적 특성을 분석하여 식재지 객·복토용 재료로서의 재활용 가능성을 파악하기 위한 기초자료를 제공하는데 연구의 목적이 있다. 이를 통해 수도권매립지내 조성되고 있는 식생대층 및 야생화단지 조성에 소요되는 식생토양의 안정적 확보뿐만 아니라 중간처리업체내 적치되어 제반 환경문제를 초래하고 있는 건설폐토석의 활용방안을 마련하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시재료

본 연구에서는 건설공사로 인하여 발생한 건설폐기물을 중간처리업체가 중간처리하는 과정에서 분리·선별한 건설폐토석을 수도권매립지 주변에 위치한 중간처리업체로부터 제공받아 분석에 사용하였다.

한편 채취한 건설폐토석이 중간처리업체내 건설폐토석을 대표할 수 있도록 시료 채취에 주의

를 기울였다. 따라서 분석시료를 채취할 때에는 항상 건설폐토석의 적치지역 중심에서 1점과 주변 4방위에서 각 1점씩 총 5점의 시료를 채취한 후 이를 잘 섞어 분석에 사용하였다. 또한 공시재료는 채취시기를 달리하여 총 3회에 걸쳐 12개체의 시료를 채취하였다.

## 2. 실험방법

### 1) 건설폐토석의 유해물질 함량

건설폐기물인 건설폐토석을 토양으로 활용할 수 있는지 아니면 지정폐기물로 처분해야 하는지 여부를 확인하기 위해 폐기물공정시험법(환경부, 2000)에 의해 유해성을 분석하였다.

### 2) 건설폐토석의 토양오염도 평가 및 이화학적 특성 분석

건설폐토석의 오염도를 측정하여 식재지 객·복토용 재료로서의 재활용 가능성을 파악하기 위해 토양오염공정시험법(환경부, 1999)에 의해 토양오염도를 분석하였다.

또한 건설폐토석의 물리·화학적 특성을 파악하기 위한 토양시료의 조제 및 토양물리성·화학성 분석방법은 다음과 같다.

먼저 토양시료의 조제는 토양화학분석법(농촌진흥청, 1988)과 토양 및 식물체 분석법(농업과학기술원, 2000)에 준하여 실시하였으며, 물리적 특성 중 입도분석은 비중계 및 체분석을 이용하고, 미국농무부의 입도조성에 의한 삼각분류법에 따라 토성을 분류하였다. 또한 용적밀도, 변수위법으로 구한 포화투수계수 그리고 삼상분포는 토양 및 식물체 분석법에 준하여 측정·분석하였다. 한편, 화학적 특성은 토양화학분석법에 따라 토양산도는 토양과 H<sub>2</sub>O를 1 : 5로 하여 Horiba compact pH meter B-212로, 전기전도도는 토양과 H<sub>2</sub>O를 1 : 5로 하여 Horiba conductivity meter ES-14로 측정하였으며, 유기물 함량은 Tyurin법, 치환성양이온은 1N-NH<sub>4</sub>OAc(pH7.0)용액으로 추출 후 칼륨을 Atomic Absorption Spectrometer 측

정법으로, 칼슘과 마그네슘을 ICP 측정법으로 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 건설폐토석의 유해물질 함량

건설폐토석을 토양으로 활용할 수 있는지 아니면 지정폐기물로 처분 또는 매립지복토재 등으로 활용할 것인지 여부를 확인하기 위해 폐기물공정시험법(환경부, 2000)에 따라 Cd, As, Hg, Pb, Cr<sup>6+</sup>, Cu, CN, Org-P, PCE, TCE 함량 등 유해물질 용출시험을 실시하였으며, 얻어진 결과는 다음과 같다.

건설폐토석의 용출시험 결과 As, Hg, CN, Org-P, PCE, TCE는 검출되지 않았다. 한편, 그림 1에 나타낸 바와 같이 Cd의 경우 0.07 ~ 0.09mg/L 범위로 지정폐기물에 함유된 유해물질 기준치(환경부, 2007) 0.30mg/L 보다 매우 낮은 수준이었다. Pb의 경우 0.1 ~ 0.2mg/L 범위로 기준치의 약 1/15 이상 낮았다. Cr<sup>6+</sup> 역시 0.1 ~ 0.2mg/L 범위로 기준치 1.5mg/L 보다 매우 낮은 수준이었다. Cu의 경우 0.1mg/L로 기준치의 약 1/30 이상 낮았다.

분석결과를 종합해 볼 때 건설폐토석의 유해물질 함량은 분석항목 모두 지정폐기물에 함유된 유해물질 기준치 이내였다. 따라서 본 연구의 공시재료인 건설폐토석의 경우 지정폐기물로 취급되기 보다는 다른 용도의 자원으로 재활용할 수 있는 것으로 나타났다.

### 2. 건설폐토석의 토양오염도 평가 및 물리·화학적 특성 분석

#### 1) 토양오염도

토양환경보전법(환경부, 2006b)에서는 토양오염도를 토양오염공정시험법(환경부, 1999)으로 측정하도록 하고 있으며, 토양환경기준을 우려기준과 대책기준 두 가지로 설정하고 있다. 우려기준이란 사람의 건강 및 재산과 동·식물의 생육

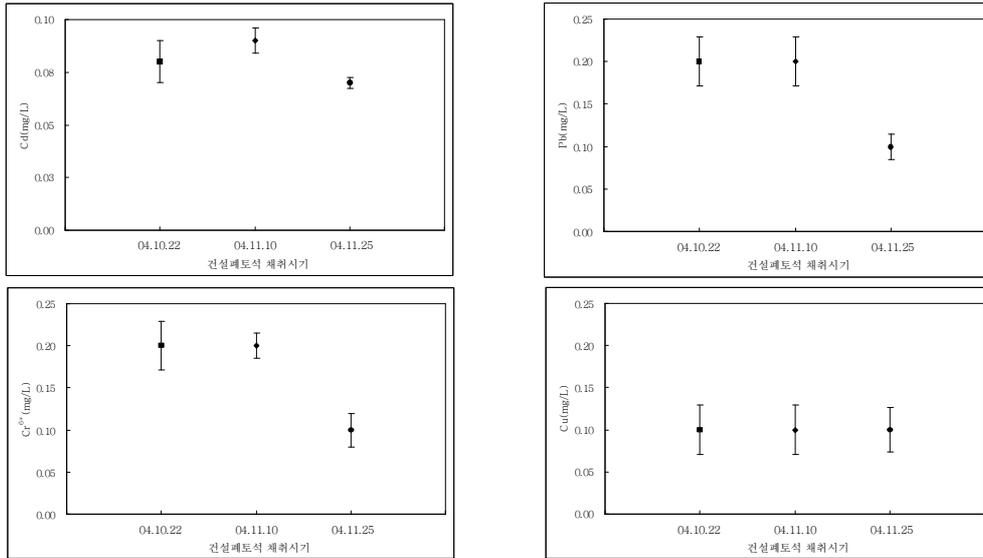


그림 1. 폐기물공정시험법에 의한 채취시기별 건설폐토석의 Cd, Pb, Cr<sup>6+</sup>, Cu 용출량.

에 지장을 초래할 우려가 있는 토양오염의 기준이며, 대책기준이란 우려기준을 초과하여 사람의 건강 및 재산과 동·식물의 생육에 지장을 주어서 토양오염에 대한 대책을 필요로 하는 토양오염의 기준을 말한다.

한편 우려기준을 상회하는 토양에 대해서는

지자체장이나 환경부장관이 토양오염물질의 제거, 오염시설의 이전, 오염방지시설의 설치, 오염시설 사용제한 및 금지 등의 조치를 취하도록 하고 있으며, 또한 대책기준을 상회하는 경우에는 농경지의 경우 농토개량사업, 오염토양 매립 등을 실시하는 동시에 오염에 강한 식물을 재배토

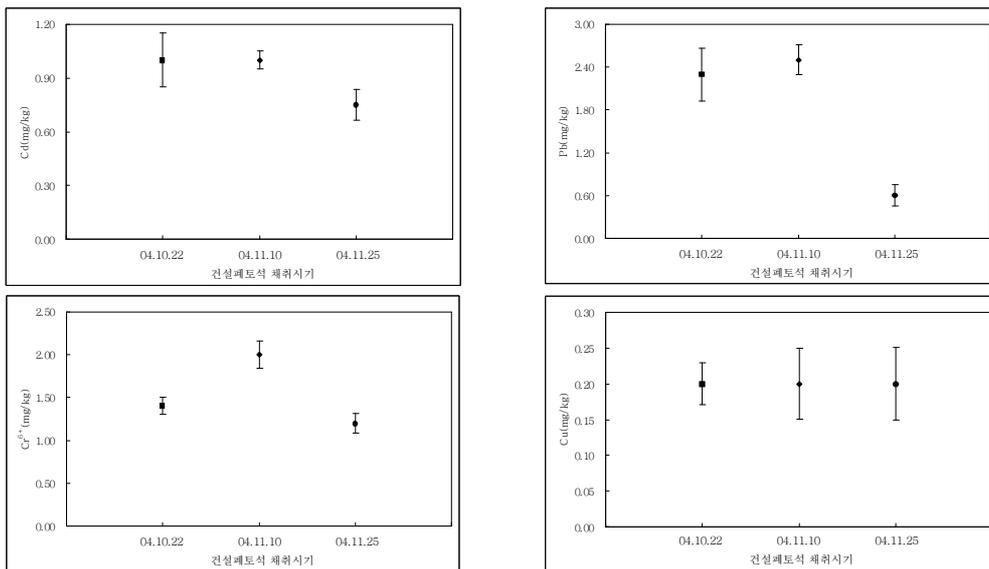


그림 2. 토양오염공정시험법에 의한 채취시기별 건설폐토석의 Cd, Pb, Cr<sup>6+</sup>, Cu 함량.

표 1. 공시재료의 토양 물리적 특성.

구 분 (채취시기)	입도조성(%)			토성	용적밀도	투수계수	고상물	공극률
	모래	미사	점토		g/cm <sup>3</sup>	cm/sec	(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	
1 (04.10.22)	78	18	4	양질사토	1.09	1.8×10 <sup>-3</sup>	0.4	0.6
2 (04.11.10)	81	15	4	양질사토	1.32	1.6×10 <sup>-3</sup>	0.5	0.5
3 (04.11.25)	79	16	5	양질사토	1.31	1.8×10 <sup>-3</sup>	0.5	0.5

록 권장하고 있다. 따라서 건설폐토석의 오염도를 측정하여 식재지 객·복토용 재료로서의 재활용 가능성을 파악하기 위해 토양오염공정시험법에 따라 Cd, As, Hg, Pb, Cr<sup>6+</sup>, Cu, CN, Org-P, PCB, phenol 등을 측정하였으며, 얻어진 결과는 다음과 같다.

건설폐토석의 토양오염공정시험 결과 As, Hg, CN, Org-P, PCB, phenol은 검출되지 않았다. 한편, 그림 2에 나타낸 바와 같이 Cd의 경우 0.75 ~ 1.00mg/kg 범위로 수목 및 잔디 식생지의 우려기준(환경부, 2006b)인 1.5mg/kg을 초과하지는 않았지만 매우 근접된 경우도 확인되었으므로 향후 Cd을 최대한 줄일 수 있는 조치가 이루어져야 한다고 판단되었다. Pb의 경우 0.6 ~ 2.5mg/kg 범위로 우려기준의 약 1/40 이상 낮은 수준이었다. Cr<sup>6+</sup>의 경우 1.2 ~ 2.0mg/kg 범위로 우려기준 4.0mg/kg 보다 낮은 수준이었으나 이것 역시 Cd과 마찬가지로 향후 최대한 줄일 수 있는 방안이 강구되어야 한다고 판단되었다. Cu의 경우 0.2mg/kg로 우려기준의 약 1/25 이상 낮은 수준이었다.

분석결과를 종합해 볼 때 건설폐토석의 오염도는 분석항목 모두 토양오염 우려기준을 초과하지 않았다. 다만 Cd과 Cr<sup>6+</sup>은 우려기준에 근접하는 경우도 발생할 수 있으므로 건설폐토석을 식재용토로 사용하기 위해서는 이들 함량이 높아진 원인을 분석하여 분석된 원인을 제거할 수 있어야 할 것이다.

2) 물리적 특성

채취시기별 건설폐토석의 물리적 특성 평균값

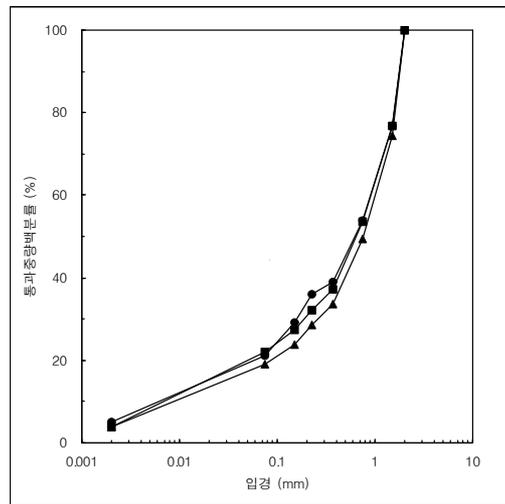


그림 3. 공시토양의 입경가적곡선.

범례 : ■(04.10.22), ▲(04.11.10), ●(04.11.25)

은 표 1에 나타낸 바와 같다.

측정결과 건설폐토석의 입도조성은 표 1과 그림 3에 나타낸 바와 같이 모래함량 78 ~ 81%, 미사함량 15 ~ 18%, 점토함량 4 ~ 5% 범위로, 토성은 양질사토에 해당되었다.

일반적으로 용적밀도는 유기물 함량, 토성 및 구조에 따라 변한다. 측정결과 건설폐토석의 용적밀도는 1.09 ~ 1.32g/cm<sup>3</sup> 범위로 우리나라 경기도 지역 산림토양의 B층 평균(정진현 등, 2002) 1.05g/cm<sup>3</sup> 보다 높게 나타났으나, 수도권 지역 10개 매립지를 대상으로 토양특성을 분석한 김기대(2001)의 연구결과에 의하면 용적밀도 0.84 ~ 1.48g/cm<sup>3</sup>의 경우 목본의 뿌리 생장이 억제되지 않으며, 1.80g/cm<sup>3</sup> 이상일 경우 나무의 생장이 방해를 받는다고 보고되어 있다. 따라서 본 공시재

표 2. 공시재료의 토양 화학적 특성.

구 분 (채취시기)	pH (H <sub>2</sub> O)	전기전도도 (dS/m)	유기물함량 (%)	치환성양이온함량(cmol/kg)		
				K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
1 (04.10.22)	9.9	0.83	0.2	1.2	28.7	0.3
2 (04.11.10)	11.5	1.84	0.3	1.1	34.5	0.2
3 (04.11.25)	9.6	0.78	0.2	1.0	25.6	0.6

료의 경우 용적밀도에 의해 수목 생장이 제한되는 않을 것으로 판단된다.

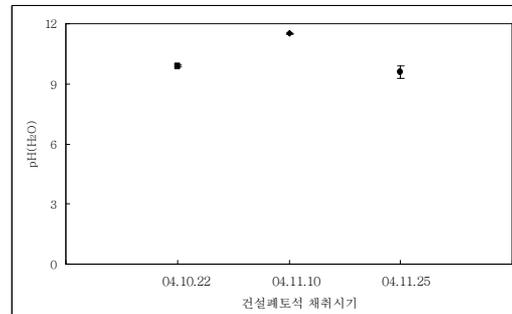
투수계수는 토양공극의 크기와 형태에 좌우되며, 특히 토양의 토성과 구조가 가장 직접적으로 관련되는 특성이라 할 수 있다. 측정결과 건설폐토석의 포화투수계수는  $1.6 \times 10^{-3} \sim 1.8 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$  범위를 나타냈다. 조경설계기준(조경학회, 2002)에 의하면 식물의 생육환경이 열악한 매립지나 인공지반위에 조성되는 식재기반이나 답압의 피해가 우려되는 곳의 토양은 중급 이상의 토양평가 등급을 적용한다고 되어 있으며, 이 경우의 투수계수가  $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{cm/sec}$  범위이므로 본 공시재료는 이 조건을 충족하는 것으로 확인되었다. 한편 이와 같이 투수성이 중급 이상을 나타낸 이유는 양질사토인 토성 때문으로 판단된다.

공시재료의 고상률은  $0.4 \sim 0.5 \text{m}^3/\text{m}^3$ , 공극률은  $0.5 \sim 0.6 \text{m}^3/\text{m}^3$  범위를 나타냈다. 조경설계기준(조경학회, 2002)의 공극률 중급은  $0.5 \sim 0.6 \text{m}^3/\text{m}^3$  범위이므로 본 공시재료는 투수성과 마찬가지로 공극률 조건도 충족하는 것으로 확인되었다.

### 3) 화학적 특성

채취시기별 건설폐토석의 화학적 특성 평균값은 표 2에 나타낸 바와 같다.

일반적으로 조경식재를 위한 토양산도(pH)는 pH5.0 ~ 7.0(中島, 1992), 산림용 묘목 및 관상수의 토양개량목표는 pH5.5 ~ 6.0(藤原 등, 1996)이라 보고되어 있으며, 조경설계기준(조경학회, 2002)의 중급은 각각 pH5.5 ~ 6.0, pH6.5 ~ 7.0로

그림 4. 채취시기별 건설폐토석의 pH(H<sub>2</sub>O).

되어 있으나 측정결과 건설폐토석의 토양산도는 그림 4에 나타낸 바와 같이 pH9.6 ~ 11.5 범위로 식물생육이 열악한 매립지나 인공지반 위에 조성되는 식재기반이나 답압의 피해가 우려되는 곳의 토양은 중급 이상의 토양평가 등급을 적용한다는 조경설계기준(조경학회, 2002) 토양산도 중급 한계치인 pH7.0에 비해 매우 높았다. 따라서 토양산도를 개량하지 않고선 식생토사로서 재활용한다는 것은 매우 곤란하다고 판단되었다.

전기전도도(Electrical Conductivity, EC)는 토양 용액에 함유된 이온과 염의 농도를 종합적으로 표시하는 지표로, 간척지 및 매립지 토양의 경우 많은 염류로 인하여 전기전도도가 높아 식물생육에 지장을 초래한다고 보고되어 있다(오왕근 · 신건철, 1984; 조성진 등, 1990). 또한 토양에 염류가 집적되면 삼투압이 증가하여 물의 흡수를 저해하고, 식물의 양분흡수를 방해하므로 식물생육의 제한인자로 취급되고 있으므로(Etherington, 1982), 조경설계기준(조경학회, 2002)에서도 전기전도도 1.0 ~ 1.5dS/m를 수목생육에 유해한 하

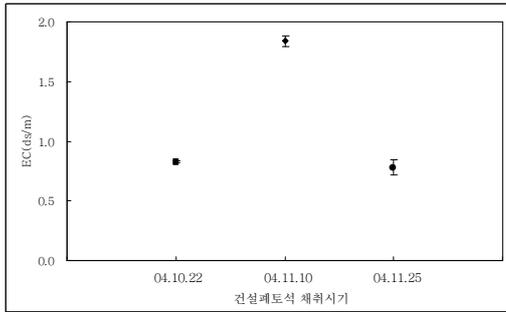


그림 5. 채취시기별 건설폐토석의 EC.

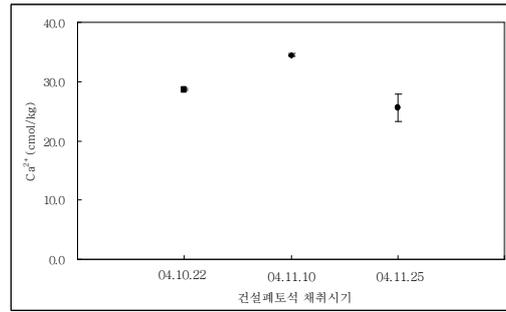


그림 6. 채취시기별 건설폐토석의 치환성 Ca<sup>2+</sup> 함량.

급, 1.5dS/m 이상을 불량 수준으로 규정하고 있다. 측정결과 그림 5에 나타난 바와 같이 10월 22일과 11월 25일 채취한 건설폐토석의 전기전도도는 0.78 ~ 0.83dS/m의 범위로 토양평가등급이 중급으로 판정되었으나, 11월 10일 채취한 건설폐토석은 1.84dS/m로 불량으로 판정되어 전기전도도의 개량이 필요한 것으로 판단되었다. 또한 건설폐토석의 경우 채취시기에 따라 전기전도도의 변동폭이 심함을 알 수 있었다.

토양유기물은 일반적으로 토양의 구조를 안정하게 하고, 자체에 양분을 보유하고 있어 양분의 저장고 역할을 하며, 수분흡수능력이 커 토양의 보수력 증진에 기여한다. 건설폐토석의 유기물 함량은 0.2 ~ 0.3% 범위로, 조경설계기준(조경학회, 2002)의 중급인 3.0 ~ 5.0%에 비해 약 1/10 이상 낮은 수준이었다. 따라서 식생토사로 재활용하기 위해서는 토양유기물 시용을 통한 양분의 공급은 물론 장기적으로는 토양구조의 개선을 도모할 필요가 있다고 판단되었다.

치환성 양이온함량의 경우 치환성 칼륨함량은 1.0 ~ 1.2cmol/kg 범위로 조경설계기준(조경학회, 2002)의 중급 이상 수준이었으며, 치환성 마그네슘함량은 0.2 ~ 0.6cmol/kg 범위로 중급인 0.6 ~ 3.0cmol/kg에 비해 약간 낮은 경향을 보였다.

그러나 그림 6에 나타난 바와 같이 치환성 칼슘함량은 25.6 ~ 34.5cmol/kg 범위로 조경설계기준(조경학회, 2002)의 중급 이상 수준을 넘어 과다할 정도로 많이 함유되어 있었다. 이와 같이 건

설폐토석에 칼슘함량이 높은 이유로는 건설폐토석에 시멘트 등이 혼합된 결과로 판단된다. 일반적으로 칼슘의 집적은 원소간 길항작용에 의하여 타 양분의 흡수를 저해하므로 수목생육에 나쁜 영향을 준다고 보고되어 있다(藤原 등, 1996). 즉, 칼슘은 토양에 적당량이 함유되어 있으면 긍정적인 작용을 하지만 과다할 경우에는 수목생육에 나쁜 영향을 미치게 된다고 판단된다. 따라서 건설폐토석을 식생토사로 재활용하기 위해서는 과잉의 칼슘함량을 최대한 줄일 수 있는 개량방법이 강구되어야 한다고 생각된다.

이상에서 살펴본 건설폐토석의 토양특성과 조경설계기준(조경학회, 2002)에서 제시한 토양특성 평가기준과 비교한 결과 식생토양으로 재활용하고자 하는 경우에 있어서는 강알칼리성인 토양 산도, 높은 전기전도도, 부족한 유기물 함량 즉, 양분부족 및 과잉 치환성 칼슘함량 등이 식생 제한인자로서 작용할 것으로 판단되었다.

#### IV. 결 론

본 연구는 수도권매립지 주변 건설폐기물 중간 처리업체내 적치되어 있는 건설폐토석의 유해성, 토양오염도 및 물리·화학적 특성을 분석하여 식재지 객·복토용 재료로서의 재활용 가능성을 파악하기 위한 기초자료를 얻고자 수행하였으며, 이를 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

- 1) 건설폐토석을 토양으로 활용할 수 있는지

아니면 지정폐기물로 처분 또는 매립지 복토재 등으로 활용할 것인지 여부를 확인하기 위해 폐기물공정시험법에 따라 유해물질 용출시험을 실시한 결과 본 연구의 공시재료인 건설폐토석의 경우 유해물질 함량은 분석항목 모두 지정폐기물에 함유된 유해물질 기준치 이내였다. 따라서 지정폐기물로 처분하기보다 다른 용도로 재활용할 수 있는 것으로 나타났다.

2) 토양환경보전법에서는 토양오염도를 토양오염공정시험법으로 측정하도록 규정하고 있으므로 이에 준해 본 연구의 공시재료인 건설폐토석의 오염도를 측정한 결과 건설폐토석의 오염도는 분석항목 모두 농경지의 토양오염 우려기준을 초과하지 않았다. 따라서 식재용 토양으로 사용할 수 있을 정도로 토양오염도가 낮은 것으로 나타났다. 한편 Cd와 Cr<sup>6+</sup>은 우려기준에 근접하는 경우도 발생할 수 있으므로 건설폐토석을 식재용 토양으로 사용하기 위해서는 이들 함량이 높아진 원인을 분석하여 분석된 원인을 제거할 수 있어야 할 것이다.

3) 건설폐토석의 토양특성 중 토성은 모래함량이 대단히 높은 양질사토였으며, 용적밀도는 1.09 ~ 1.32g/cm<sup>3</sup>, 포화투수계수는 1.6×10<sup>-3</sup> ~ 1.8×10<sup>-3</sup> cm/sec, 고상률은 0.4 ~ 0.5m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, 공극률은 0.5 ~ 0.6m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, 토양산도는 pH9.6 ~ 11.5, 전기전도도는 0.78 ~ 1.84dS/m, 유기물 함량은 0.2 ~ 0.3%, 치환성 칼륨함량은 1.0 ~ 1.2cmol/kg, 치환성 마그네슘함량은 0.2 ~ 0.6cmol/kg, 치환성 칼슘함량은 25.6 ~ 34.5cmol/kg였다. 이를 조정설계기준에서 제시한 토양특성 평가기준과 비교한 결과 식생토사로서 활용하는데 있어 제한인자로는 강알칼리성인 토양산도, 높은 전기전도도, 유기물 함량 부족에 따른 양분부족 및 토양구조 미발달, 과잉 치환성 칼슘함량 등인 것으로 파악되었다.

4) 이상의 결과를 놓고 볼 때 본 연구의 공시재료인 건설폐토석의 경우 앞서 언급한 식생 제한인자의 개량 등을 통해 충분히 식생토사로서 재활용 가능하다고 판단되며, 또한 이러한 기초자

료의 축적으로 수도권매립지 식생대층 조성 및 매립지 사후관리에 필요한 식생토양의 안정적 확보 및 중간처리업체내 적치된 건설폐토석로 인해 발생하는 비산분진, 미관훼손 등의 환경문제도 해소될 것으로 판단된다.

## 인 용 문 헌

- 김기대. 2001. 서울 수도권 지역 쓰레기 매립지의 식생구조와 생태학적 복원. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 中島康博. 1992. 植栽の設計施工管理. 東京: 經濟調査會.
- 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법. 수원: 삼미기획.
- 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법. 수원: 삼미기획.
- 마상준. 2004. 석분을 이용하여 터널 배면공동 뒤 채움재 개발과 노후터널에서의 현장적용성에 관한 연구. 대한토목학회논문집 24: 71-80.
- 법제처. 2007. 건설폐기물재활용촉진에관한법률.
- 손정수 · 김병규 · 김치권. 1995. 폐석 및 석분 슬러지를 활용한 인조석판재의 제조에 관한 연구. 한국자원공학회지 141: 4-11.
- 안병택. 2000. 건설 폐토사를 이용한 벽돌류 제조 방법에 대한 연구. 울산대학교 대학원 석사학위논문.
- 오왕근 · 신건철. 1989. 과수원 토양관리와 비료. 서울: 제삼기획.
- 이상훈 · 박철원 · 최성철 · 이용상. 1997. 폐석분 슬러지로부터 규장성분의 분리 및 도자기 소지 원료로의 응용연구. 한국자원공학회지 34: 463-470.
- 조성진 · 박천서 · 엄대익. 1990. 토양학. 서울: 향문사.
- 정진현 · 구교상 · 이충화 · 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91(6): 694-700.

- 한국조경학회. 2002. 조경설계기준. 서울 : 기문당.
- 藤原俊六郎·安西徹郎·加藤哲郎. 1996. 土壤診斷の方法と活用. 東京 : 農文協.
- 환경부. 2006a. 2005 전국 폐기물 발생 및 처리현황.
- 환경부. 1999. 토양오염공정시험법.
- 환경부. 2006b. 토양환경보전법 시행규칙.
- 환경부. 2000. 폐기물공정시험법.
- 환경부. 2007. 폐기물관리법 시행규칙.
- 환경부. 2006c. 환경백서.
- Etherington, J. R. 1982. Environment and Plant Ecology(2nd ed.). New York : John Wiley & Sons.