

ORIGINAL ARTICLE

봄철 건조기 용기형 벽면녹화에서 식재지반 조성에 따른 황금줄사철의 적응성

주진희 · 김혜란 · 박헌 · 윤용한*

건국대학교 녹색기술융합학과

Growth Response on the *Euonymus fortunei* 'Emelad' n 'Gold' as affected by Artificial Plantings Soil Properties during Dry Spring Season

Jin-Hee Ju, Hea-Ran Kim, Heon Park, Yong-Han Yoon*

Department of Green Technology Convergence, Konkuk University

Abstract

For evaluating the effect of various artificial planting soil properties on the *Euonymus fortunei* 'Emelad' n 'Gold' growth, a container green wall system experiment was conducted in a wall of greenhouse at Konkuk University, Glocal campus. The experimental artificial planting grounds were prepared with different organic soil conditioner ratios (Control, A₄O₁, A₂O₁ and A₁O₁) and with drought tolerance and an ornamental value *Euonymus fortunei* 'Emelad' n 'Gold' was planted. The soil and plant characteristics were investigated from April to Jun 2010. The volumetric soil moisture contents were significantly increasing order as the amount of organic soil conditioner level increased in order to A₁O₁ > A₂O₁ > A₄O₁ > Control. At 4 treatment, soil chemical properties were inversely related to organic soil container ratios increase. The differences of root collar caliper, number of branch, and survival rate between the organic soil conditioner ratio were not significantly affected by organic soil conditioner. But, plant height, internode length, leaf length and leaf width were significantly shorter on plants planted A₁O₁ than plants planted other treatments. Therefore, *Euonymus fortunei* 'Emelad' n 'Gold' had good growth response regardless of organic soil conditioner ratio and the plant is expected to be a highly valuable shrub for the green wall system if it should be considered in integration with stormwater retention or as a soil conditioner for increasing soil water contents in artificial planting soil.

Key words : Green building, Green technology convergence, Organic soil conditioner, Woody plants

1. 서론

세계는 급속도로 도시화되고 있으며, 2025년에는 세계 인구의 65%가 도시에 밀집되게 될 것으로 예상된다 (Schell과 Ulijazek, 1999). 도시화로 인해 사람들과 녹

지공간 사이의 거리는 점점 멀어지며(Feng 등, 2005), 각종 산업 및 건축물, 자동차로 인한 인위적 열에 의한 도시열섬현상이 악화되고 있다(Katia 등, 2011). 이로 인한 에어컨의 수요, 도시오염이 증가됨으로써 쾌적하지 않은 환경이 조성될 뿐 아니라, 강수량의 패턴이 변경되기도

Received 14 January, 2014; Revised 10 March, 2014;

Accepted 23 June, 2014

*Corresponding author : Yong-Han Yoon, Department of Green Technology Convergence, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea

Phone : +82-43-840-3538

E-mail : yonghan7204@kku.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.

한다(Chen 등, 2007). 사실상, 도시의 환경적 문제를 해결하는 지름길은 도시 내 녹지면적의 확대이나, 공간 확보라는 측면에서 현실적 한계에 부딪히는 것이 사실이다. 이에 벽면녹화는 생태건축의 일환으로 소규모 식재공간 만으로도 토지의 종적이용을 통하여 절대적인 식물의 총량을 증가시킬 수 있어 녹지 공간 확보와 유사한 효과를 볼 수 있다(Lee와 Kim, 2000). 또한 도시 미기상 조절 등의 녹지기능 외에도 도시경관 개선과 에너지 절약 차원에서도 매우 바람직한 녹화수단이라고 할 수 있다(Kang 등, 2005).

한편, 국내의 벽면녹화에서 실제로 이용되는 식물소재는 대부분 담쟁이덩굴, 미국담쟁이 등(Lee와 Shim, 1994)으로 매우 한정된 실정이다. 이에 식생블록을 이용한 벽면녹화에 적합한 수종 선발(Kim 등, 2003), 무관수 용기형 벽면녹화에 적합한 노랑조팝나무(Ju 등, 2011)와 홍자단(Ju 등, 2013) 등이 있으나 식재지반과 관련된 다양한 수종에 대한 탐색은 지속되어야 한다고 본다. 특히, 일반인들의 벽면녹화 수종에 대한 선호도에서는 담쟁이를 제외하고, 꽃과 함께 감상할 수 있는 관상 가치가 높은 수종을 선호한다고 볼 때(Lee와 Kim, 2000), 국내에서 겨울철 경관성을 높일 수 있는 상록성 목본류의 적용 여부에 대한 연구는 지속되어야 한다.

일반적으로 벽면녹화의 성패의 핵심은 수종 선정, 식재지반, 물 공급 등 세 가지 요인에 의해 좌우된다고 볼 때(Feng 등, 2005), 봄철 건조기 동안 물 공급이 자연강우로만 이루어질 경우 식재지반이 가지는 보수력 및 보비력은 식물의 생존과 생육에 중요한 조건이 된다. 이러한 관점에서 유기질 토양개량제는 토양의 투수성, 보수력 등 물리적인 개량효과가 있으며(Byoun, 2007), 벽면녹화 식재지반 내 수분함량을 높일 수 토양개량제로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 유기질 토양개량제 적용에 따른 유기물 량의 증가는 토양 물리성을 개선하고 토양구조를 개선하여 토양을 부드럽고 안정적으로 조성함으로써(Kleiber 등, 2012), 벽면녹화용 식물의 생장에 지대한 영향을 줄 수 있다고 본다. 특히, 용적밀도가 낮아지고 액상과 기상이 높아짐에 따라 토양 내 보수성을 향상시켜 주므로(Yun 등, 1996), 건조한 벽면환경에서 적용할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 벽면녹화 식재지반에서 유기질 토양개량제 비율에 따른 상록성 황금줄사철의 적응성을

평가함으로써 저관리 벽면녹화에 적용가능한 목본수종의 탐색과 이에 적합한 식재지반을 제시하고자 한다.

2. 연구범위 및 방법

2.1. 연구범위

저관리 벽면녹화 실험은 식물의 생육이 왕성한 시기이자 건조기로 수분부족 피해가 일어나기 쉬운 2010년 4월부터 7월까지 건국대학교 글로벌캠퍼스 전공온실 남동쪽 벽면에서 수행하였다. 실험기간 중 충주시의 최고 기온은 25.6℃, 최저 기온은 4.1℃이며, 최고 상대습도는 88.8%, 최저 상대습도는 31.5%였다. 월별 강수량을 살펴보면, 4월은 81.5 mm, 5월은 97 mm, 6월은 50.6 mm로, 6월은 5월에 비해 강수량이 약 1/2정도 낮아 매우 건조한 상태를 보였다(Table 1).

Table 1. Average of air-temperature, relative humidity, precipitation, and sunshine duration during experiment period, 2010

Month	Air-temperature(℃)	Relative humidity (%)	Precipitation (mm)	Sunshine duration (hr)
April	9.35	54.49	81.50	176.5
May	17.20	60.02	97.00	206.80
June	22.82	64.60	50.60	209.20

2.2. 재료 및 방법

2.2.1. 저관리 벽면녹화 실험구 조성

소형의 용기형 벽면녹화 실험구는 가로 30 cm, 세로 17 cm, 너비 17 cm 1/4구형 행잉와이어(hanging wire)를 이용하였으며, 바깥쪽으로 녹화마대, 토양유실방지 필터층 순으로 감싼 후 후면에 방수시트를 부착하였다. 식재지반은 용기높이의 1/3을 하이드로볼(hydroball)로 배수층을 형성하고, 각각의 배합토를 용기의 턱 2~3 cm를 남기고 각각 포설하였다. 황금줄사철을 와이어 틈새에 5주씩 식재한 후 토양의 유실방지와 식물의 보호를 위해 전면 에 부착했던 녹화마대와 필터층의 여유분으로 와이어의 상부를 덮어주었다. 정식이 완성된 실험구는 3반복으로 전공 온실 외부벽면에 설치한 가로 약 13 m, 세로 약 1.5 m의 격자형 구조물에 임의배치로 부착하였다(Ju 등, 2013). 생육실험 초기 2주 동안 원활한 활착을 위해 주 2회 두상관수를 하였으며, 이후로는 자연강우로 수분을

공급하였다.

2.2.2. 토양재료 및 측정항목

인공배합토는 식물생육용 상토로 흔히 이용되는 혼합배양옥토(신신화훼자재상사, Korea)로 피트모스 20%, 코코피트 20%, 질석 20%, 수피 10%, 토탄 0.5%, 강사 0.5%를 함유하고 있다. 유기질 토양개량제는 발효수피를 함유하고 있어 친환경적이며 식물생장에 양호한 유기질 토양개량제(금정원, Korea)를 사용하였다. 배합비는 인공배합토 100%(이하 Control), 인공배합토 80%+유기질 토양개량제 20%(이하 A₄O₁), 인공배합토 67%+유기질 토양개량제 33%(A₂O₁), 인공배합토 50%+유기질 토양개량제 50%(이하 A₁O₁)로 총 4가지 조성하였다.

각 실험구의 배합비율에 따른 특성을 파악하기 위해 토양 이화학적성을 측정하였다. 토양 물리성으로는 토양중량수분함량으로서, 갈수기가 지속되었던 2010년 6월 20일에서 6월 29일까지 경과일에 따른 각 처리구별 용기무게를 3반복으로 디지털저울로 잰 후 평균값을 산출하였다. 토양 화학성 측정항목으로는 토양 산도(pH), 전기전도도(EC), 유기물함량(OM), 치환성 양이온함량(Exch-cation)을 중심으로 측정하였다. 토양산도는 2 mm체를 통과한 풍건토양 5 g을 50 mL 비이커에 취하여 증류수 25 mL를 가하고, 유리봉으로 저어주면서 1시간 방치 후 pH meter를 buffer용액으로 보정한 다음 60초 이내에 pH meter(AZ-86505, Bench, China)로 측정하였다. 전기전도도는 0.5 mm체를 통과한 풍건토양 10 g을 100 mL 삼각플라스크에 넣고 50 mL의 증류수를 가하여 30분간 진탕한 후 No.2 여과지로 여과한 다음 전기전도도 측정기(CON-510, EuTech, Singapore)를 이용하였다. 유기물함량은 작열감량방법(loss-on-ignition, LOI)을 이용하였다. 작열감량방법은 토양시료 10 g을 유발(A)에 담고 105℃에서 1시간 가열한 후, 건조시켜 무게를 잰다(B). 이후 450℃로 6시간 동안 디지털전기로(C-FMD, Chang Shin Sci. Co., Korea)에서 작열 후 식혀 무게를 재고(C), 아래의 식을 이용하여 계산하였다(Jung, 1996).

- (1) LOI (%) = {(B-C)/(B-A)} x 100
- (2) 유기물함량 (%) = {(0.458 x LOI)-0.4} x 1.724

치환성양이온함량은 풍건토양 5 g에 조제한 1N-NH₄OAc용액 50 ml를 가하여 상온에서 30분간 진탕하였다. 침출액을 No.2 여과지로 여과하고, 여액을 측정용 plastic cap에 취하여 ICP(Optima 3100 XL, Perkin-Elmer, USA)로 분석하였다.

2.2.3. 식물재료 및 측정항목

황금줄사철(*Euonymus fortunei* 'Emelad' n 'Gold')은 줄사철의 원예품종으로서 잎이 노란색으로 매우 화려해 관상용으로 활용되는 상록성 덩굴식물이다. 특히, 노박덩굴과로 겨울철 주황색 열매가 관상가치가 매우 높고, 붉은색의 단풍 또한 겨울철에도 오랫동안 남아있어 겨울철 벽면의 경관성을 높일 수 있는 식물소재라 하겠으나, 벽면녹화용으로 검증된 바가 전무해 공식식물로 선정하였다. 2010년 3월에 직경 12 cm의 화분에 3~4년생 황금줄사철을 병천에 위치한 농장에서 구입한 후 전공온실에서 1개월간 순화시켰다. 초기 값을 균일하게 조정하기 위해 각 식물의 수고를 5cm로 상부를 잘라냈다. 황금줄사철의 생육측정항목으로는 수고, 엽장, 엽폭, 엽수, 가지수, 절간장, 근원직경, 생존율 등으로 매달 1회씩 조사하였다. 수고는 하단에서 정단부까지를 잴으며, 엽장과 엽폭은 표준잎 5개를 선정하여 평균값을 산출하였다. 엽수, 가지수는 직접 육안으로 세었다. 엽장과 엽폭은 표준잎 5개를 선정하여 평균값을 산출하였다. 절간장은 각 식물의 추가지의 중간부위의 마디와 마디 사이를 잰다. 근원직경은 캘리퍼스(Digital Vernier Calipers, Mitutoyo, Japan)를 이용하여 측정하였고, 생존율은 실험 종료 후 생존 개체수/전체 개체수×100으로 계상하였다.

2.2.4. 통계분석

각 측정자료에 대한 통계적 분석은 SPSS Ver. 12.0 (SPSS Inc., USA)를 이용해 Duncan의 다중범위검정(Multiple range test)을 실시하여 유의성을 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 토양의 이화학적 특성

벽면녹화 실험구별 식재지반 내 토양중량수분함량은 비가 내리지 않았던 2010년 6월 20일부터 6월 29일까지 약 10일간 중량단위로 매일 측정하였다. 그 결과, Control < A₄O₁ < A₂O₁ < A₁O₁순으로 유기질 토양

개량제의 비율이 높을수록 토양중량수분함량이 높았다(Fig. 1). 이는 유기질 토양개량제가 토양의 수분보유력과 같은 토양의 물리적 특성 개량에 긍정적인 영향을 미친 것으로(Merwin과 Stiles, 1994) 생각된다. 이에 유기질 토양개량제를 기존 인공배합토에 첨가함으로써 식재지반 내 수분함량을 유지시켜 벽면의 수분환경을 향상시키는 것은 분명하다는 것을 알 수 있다.

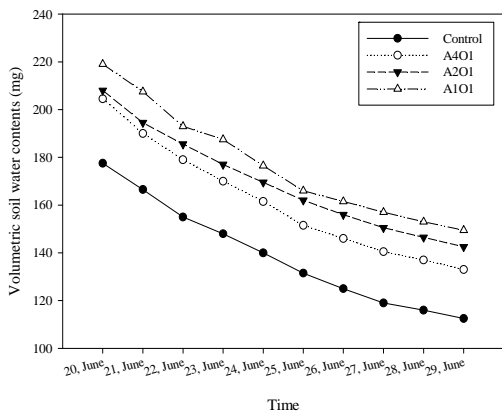


Fig. 1. Changes in soil water contents in green wall container as affected by organic soil conditioner ratios during dry date. Control = amended soil 100%, A₄O₁ = amended soil 80% + organic soil conditioner 20%, A₂O₁ = amended soil 67% + organic soil conditioner 13%, A₁O₁ = amended soil 50% + organic soil conditioner 50%.

벽면녹화 식재지반의 토양산도(pH)는 Control이 6.96으로 가장 높았고, A₁O₁이 6.46으로 가장 낮아 유기질 토양개량제의 배합율이 높을수록 낮아졌으나, 중성에 가까운 값을 보였다. KILA(2013)에 나타난 토양 평가등급에 의하면 상급의 토양산도가 6.0-6.5 범위라고 볼 때, A₁O₁처리구를 제외하고 중급에 해당되었다. 전기전도도(EC)는 Control이 0.236 dS/m으로 중급인 반면, 나머지 처리구에서는 0.2 dS/m이하로 상급에 해당되었다. 유기물함량은 모든 처리구에서 10%이상으로 나타나 5.0% 이상 시 상급토양이라고 볼 때, 전 처리구가 높은 비율을 나타냈다. 치환성칼슘(Ca²⁺), 치환성마그네슘(Mg²⁺), 치환성칼륨(K⁺), 치환성나트륨(Na⁺)은 Control > A₄O₁ > A₂O₁ > A₁O₁순으로 유기물 토양개량제의 배합비율이 높아질수록 낮아졌다(Table 3). 하지만, 상급 토양의 치환

성칼슘, 치환성마그네슘, 치환성칼륨이 각각 5.0 cmol/kg 이상, 3.0 cmol/kg 이상, 3.0 cmol/kg 이상이라고 볼 때(KILA, 2013), 금번 실험에 이용된 식재지반은 전반적으로 높은 수치를 보였다.

3.2. 황금줄사철 생육현황

황금줄사철의 수고 변화는 Control, A₄O₁, A₂O₁, A₁O₁ 순으로 Control에서 가장 높게, A₁O₁에서 가장 낮게 나타났다. 특히, 5월을 기점으로 유기질 토양개량제의 비율이 가장 높은 A₁O₁ 처리구에서 하강세가 뚜렷했다(Fig. 2). 가지수는 Control과 A₁O₁ > A₄O₁ > A₂O₁ 순이었으나 유기질 토양개량제의 비율에 따른 경향은 뚜렷하지 않았다. 또한 5월을 기점으로, A₄O₁와 A₂O₁, 처리구에서 가지수가 감소했으나 이유는 분명하지 않다(Fig. 3). 엽수는 초장의 변화와 유사한 경향을 보여, 유기질 토양개량제의 비율이 높을수록 감소되었다(Fig. 4). 절간장은 마디사이의 길이를 나타낸 것으로, 덩굴식물의 관상 가치와 관련성이 높다고 할 수 있다. 절간장은 Control, A₄O₁, A₂O₁, A₁O₁ 처리구가 각각 1.7 cm, 1.3 cm, 1.4 cm, 1.0 cm으로 유기질 토양개량제의 비율이 높아질수록 짧아졌다. 엽장과 엽폭의 항목에서도 또한 유기질 토양개량제의 비율이 가장 높은 A₁O₁ 처리구에서 상대적으로 가장 낮은 수치를 나타냈으며, 통계적으로 유의했다. 근원직경은 전 처리간의 통계적 유의차를 발견할 수 없었다(Table 2). 이는 토양중량수분함량은 가장 높았지만 토양산도, 전기전도도, 유기물함량, 치환성양이온함량이 가장 낮았던 A₁O₁처리구와 가장 높았던 대조구(Control)간의 식재지반의 환경의 차이에서 비롯된 것으로 보며, 이와 관련된 세밀한 추적조사가 추후 이루어져야 할 것이다.

생존율을 살펴보면, 5월의 경우 모든 처리구에서 80% 이상의 높은 비율을 나타낸 반면, 건조기가 20일 이상 지속된 6월에는 50% 이하의 낮은 비율을 보였다(Fig. 5). 전반적으로, 유기질 토양개량제의 비율이 높을수록 수고와 엽수가 감소된 반면, 가지수는 처리구별 뚜렷한 경향을 볼 수 없었다. 기존 유사연구와 비교해 볼 때, 반상록 목본인 홍자단의 경우 유기질 배합비율이 높을수록 수고와 엽수가 높아 외형적인 지상부 생육에 긍정적인 영향을 끼칠 뿐 아니라, 생존율에 직접적인 연관성이 있다고 밝히고 있다(Ju 등, 2013). 또한, 낙엽성 목본인 노랑조

팝나무의 경우에도 지상부 및 지하부의 생육과 전반적인 생존율이 유기질 성분이 높을수록 양호한 것으로 나타나

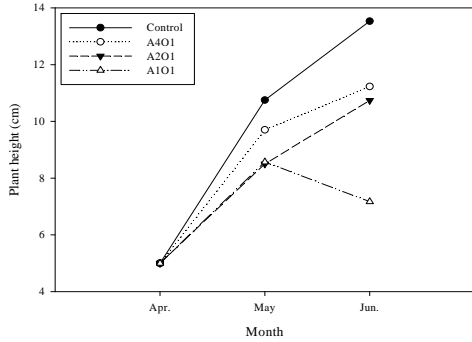


Fig. 2. Change in plant height of *Euonymus fortunei* 'Emelad' n 'Gold' as affected by organic soil conditioner ratios in this experiment.

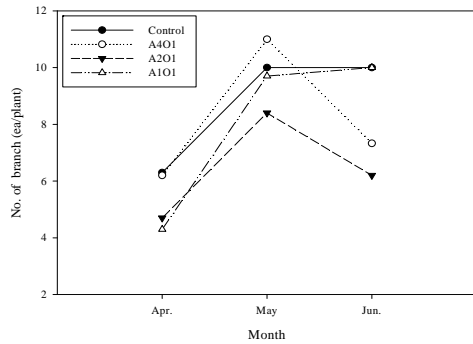


Fig. 3. Change in number of branch of *Euonymus fortunei* 'Emelad' n 'Gold' as affected by organic soil conditioner ratios in this experiment.

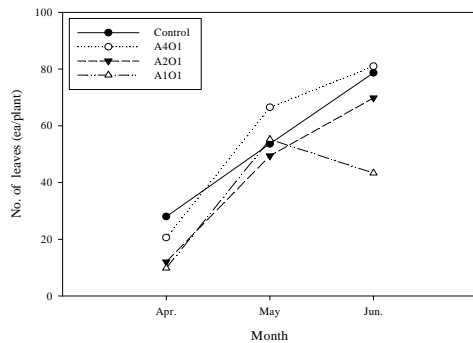


Fig. 4. Change in number of leaves of *Euonymus fortunei* 'Emelad' n 'Gold' as affected by organic soil conditioner ratios in this experiment.

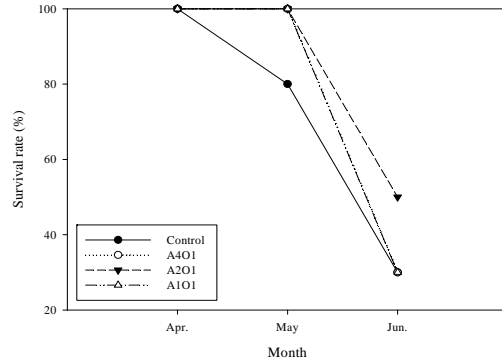


Fig. 5. Change in survival rate of *Euonymus fortunei* 'Emelad' n 'Gold' as affected by organic soil conditioner ratios in this experiment.

Table 3. Growth of the *Euonymus fortunei* 'Emelad' n 'Gold' as affected by organic soil conditioner ratios in this experiment (June, 2010)

Substrate	Internode length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Root collar caliper (cm)
Control ^y	1.7 a	1.9 a	1.2 a	0.4 a
A ₄ O ₁	1.3 ab	1.8 a	1.1 a	0.5 a
A ₂ O ₁	1.4 ab	1.7 ab	1.0 a	0.5 a
A ₁ O ₁	1.0 b	1.5 b	0.7 b	0.5 a

^yMeans followed by different letters indicate significant differences using Duncan's multiple range test at 5% level.

^yControl = amended soil 100%, A₄O₁ = amended soil 80% + organic soil conditioner 20%, A₂O₁ = amended soil 67% + organic soil conditioner 13%, A₁O₁ = amended soil 50% + organic soil conditioner 50%.

(Ju 등, 2011), 수종에 따라 다른 생육 및 생존 반응을 보임을 알 수 있다. 결과를 정리해 보면, 봄철 건조기 용기형 벽면녹화에서 황금줄사철은 낮은 유기질 토양개량제의 첨가비율에서도 잎과 생육이 양호해 식재지반 내 수분흡착력을 높여줄 수 있는 조건을 제공한다면, 저관리 벽면녹화에 적응성이 매우 높은 수종임을 알 수 있다. 실제로 암벽사면의 인공구멍 속에 담쟁이덩굴, 줄사철, 송악 등을 식재한 후 적응성을 살펴본 결과, 줄사철과 담쟁이덩굴이 송악보다 생육이 양호하고 암벽환경에 의한 생육적 피해가 거의 나타나지 않아 비탈면녹화의 개척식물로 사용할 것을 권장하고 있다(Wang 등, 2009). 다만, 본 실험이 4월부터 7월까지의 한시적인 결과이기 때문

에, 겨울철 내한성과 관련된 장기적인 모니터링이 요구되며, 친수성 중합체(hydrophilic polymer)와 같은 토양 보수제의 사용 등의 적극적인 대책이 필요할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 봄철 건조기 벽면녹화 식재지반 조성에 따른 황금줄사철의 적응성을 평가함으로써 저관리 벽면녹화에 적용가능한 목본수종의 탐색과 이에 적합한 식재지반을 제시하고자 한다. 벽면녹화의 식재지반 조성은 인공배합토에 대한 유기질 토양개량제의 비율에 따라 총 4가지(Control, A₄O₁, A₂O₁, A₁O₁)로 조성하여, 정식 후 봄철 건조기이자 생장이 왕성한 기간인 2010년 4월부터 7월까지 생육실험을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

무강우 기간동안 용기형 벽면녹화 식재지반의 토양수분함량 변화를 중량단위로 측정된 결과, 유기질 토양개량제의 비율이 높을수록 수분보유력과 지속력이 높았다. 토양산도(pH)는 중성에 가까운 값을, 전기전도도(EC)는 Control 0.236 dS/m으로 중급인 반면, 나머지 처리구에서는 0.2 dS/m 이하로 상급에 해당되었다. 유기물함량(OM), 치환성칼슘(Ca²⁺), 치환성마그네슘(Mg²⁺), 치환성칼륨(K⁺), 치환성나트륨(Na⁺)은 모든 처리구에서 상급토양 기준치보다 높았다.

황금줄사철의 생육에 있어서 근원직경, 가지수, 생존율은 유기질 토양개량제의 비율에 따른 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다. 수고, 절간장, 엽장, 엽폭 등은 유기질 토양개량제의 비율이 가장 높았던 A₁O₁에서 다른 처리구들 보다 낮은 수치를 보였다. 따라서, 봄철 건조기 용기형 벽면녹화에서 황금줄사철은 유기질 토양개량제의 비율과 무관한 생육을 보이고 있어, 식재지반 내 수분흡착력을 높여줄 수 있다면, 봄철 건조기 용기형 벽면녹화에 적응성이 매우 높은 수종으로 판단된다. 다만, 여름철 건기가 생존에 치명적인 영향을 미칠 수 있으므로 용기부피를 높이거나 흡습성 수지와 같은 토양보수제의 사용 등의 적극적인 대책이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- Byoun, J.G., 2007, Variety and property of organic soil conditioner using the landscape trees, Kor. Landscape Tree Soc., Landscape Trees, 101, 47-49.
- Chen, R. J., Kang, E., Ji, X., Yang, J., Wang, J., 2007, An hourly solar radiation model under actual weather and terrain conditions -a case study in Heihe river basin, Energy, 2, 1148-1157.
- Feng, L., Rusong, W., Juergen, P., Xusheng, L., 2005, Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, China, Landscape and Urban Planning, 72, 325-336.
- Jung, M.C., 1996, Heavy metal contamination of soils and plants in the vicinity of a lead-zinc mine, Korea. Applied Geochemistry, 11, 53-59.
- Ju, J.H., Lee, S.Y., Yoon, Y.H., 2013, Effect of organic soil conditioner ratio on the soil moisture content and growth of *Cotoneaster horizontalis* in the container type for wall-planting under non-irrigation, Journal of the Environmental Sciences, 22(1), 17-23.
- Ju, J.H., Kim, H.R., Yoon, Y.H., 2011, Effect of organic fertilizer ratios on the growth of *Spiraea × bumalda* 'Gold Mound' in the container green wall systems with rainwater utilization, Journal of the Environmental Sciences, 20(11), 1417-1423.
- Kang, H.C., Kim, K.H., Huh, K.Y., 2005, Development of green retaining-wall system with native evergreen plants corresponding to the southern region, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture, 33(2), 32-47.
- Katia, P., Marc, O., Fraaij, A.L.A., Hass, E.M., Rossam, R., 2011, Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope, Building and Environment, 46, 2287-2294.
- Kim, N.C., Han, S.H., Kang, J.H., 2003, A study on the growth of plants with vegetation block(green stone), J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech, 6(2), 57-70.
- Kleiber, T., Markiewicz, B., Niewiadomska, A., 2012, Organic substrate for intensive horticultural cultures: yield and nutrient status of plants, microbiological parameters of substrate, Pol. J. Environ. Stud., 21(5), 1261-1271.
- Lee, E.H., Kim, Y.A., 2000, A survey on the residents' perception and the state of facade greenery of

- residential buildings in metropolitan, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture, 28(1), 181-190.
- Lee, S.M., Sim, W.K., 1994. A study on the wall plants for the improvement of the urban environment: with special reference to seoul, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture, 22(1), 1121-1134.
- Merwin, I.A., Stiles, W.C., 1994, Orchard groundcover management impact on apple tree growth and yield and nutrient available and uptake, J. Amer. Soc. Hort. Sci., 119, 209-215.
- Schell, M.L., Ulijaszek, S.J., 1999, Urbanism, Health and human biology in industrialized countries, Cambridge university press, Cambridge.
- The Korean Institute of Landscape Architecture, 2013, Landscape Architecture Standard. Kimoondang, Seoul, 436pp.
- Yun, N.K., Jung, P.K., Se, J.H., Kim, S.K., In, S.R., 1996, Effects of compost application on soil loss and physico-chemical properties in lysimeters, Korean J. Soil Sci. Fert., 29(4), 336-341.
- Wang, Z.O., Wu, L.H., Liu, T.T., 2009, Revegetation of steep rocky slopes: planting climbing vegetation species in artificially drilled holes, Ecological Engineering, 35(7), 1079-1084.