한국환경과학회지 제19권(제7호), 871～877, 2010
Journal of the Environmental Sciences

저관리 옥상녹화 모듈에서 토심, 배합비의 차이가 토양의 특성 및 흰줄무늬사사의 생육에 미치는 영향

박지혜 · 주진희 · 윤용한*
건국대학교 산림과학과
(2010년 3월 27일 접수; 2010년 4월 30일 수정; 2010년 5월 28일 채택)

Effect on the Growth of *Pllioblastus pygmaed* and Soil Characteristics as Affected by Difference of Soil Thickness and Soil Mixture Ratio in the Shallow-Extensive Green Roof Module System

Je-Hea Park, Jin-Hee Ju, Yong-Han Yoon*
Department of Forest Science, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea
(Manuscript received 27 March, 2010; revised 30 April, 2010; accepted 28 May, 2010)

Abstract

The objectives of this study were to compare growth of *Pllioblastus pygmaed* and soil characteristics as affected by difference of soil thickness and mixture ratio in shallow-extensive green roof module system, and to identify the level of soil thickness and mixture as suitable growing condition to achieve the desired plants in green roof. Different soil thickness levels were achieved under 15cm and 25cm of shallow-extensive green roof module system that was made by woody materials for 500×500×300mm. Soil mixture ratio were three types for perlit: peatmoss: leafmold=6:2:2(v/v/v, $P_6P_2L_2$), perlit: peatmoss: leafmold=5:3:2(v/v/v, $P_5P_3L_2$) and perlit: peatmoss: leafmold=4:4:2(v/v/v, $P_4P_4L_2$). On June 2006, *Pllioblastus pygmaed* were planted directly in a green roof module system in rows. All treatment were arranged in a randomized complete block design with three replication. The results are summarized below. In term of soil characteristics, Soil acidity and electric conductivity was measured in pH 6.0～6.6 and 0.12dS/m～0.19dS/m, respectively. Organic matter and exchangeable cations desorption fell in the order: $P_4P_4L_2$> $P_5P_3L_2$> $P_6P_2L_2$. $P_6P_2L_2$ had higher levels of the total solid phase and liquid phase, and $P_4P_4L_2$ had gas phase for three phases of soil in the 15cm and 25cm soil thickness. Although *Pllioblastus pygmaed* was possibled soil thickness 15cm, there was a trend towards increased soil thickness with increased leaf length, number of leaves and chlorophyll contents in 25cm. The growth response of *Pllioblastus pygmaed* had fine and sustain condition in order to $P_6P_2L_2$ = $P_5P_3L_2$ > $P_4P_4L_2$. However, The results of this study suggested that plants grown under $P_4P_4L_2$ appear a higher density ground covering than plants grown under $P_6P_2L_2$. Collectively, our data emphasize that soil thickness for growth of *Pllioblastus pygmaed* were greater than soil mixture ratio in shallow-extensive green roof module system.

Key Words : Shallow-extensive green roof, Module, Soil thickness, Soil mixture ratio, *Pllioblastus pygmaed*

*Corresponding Author : Yong-Han Yoon, Department of Forest Science, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea
Phone: +82-43-840-3538
E-mail: yonghan7204@kku.ac.kr

1. 서 론

1980년 건설부가 건축법에 옥상조경면적을 대지 내 조경면적으로 산입하여 주는 것으로 시작하여 1984년부터 옥상조경에 대한 연구를 기점으로, 본격적인 연구는 90년대 후반부에 들어오면서 활발히 진행되었다(이, 2004).

1990년대에 들어 도시환경개선에 대한 관심이 높아지면서 옥상녹화시책과 시범사업, 그리고 기술연구개발이 활성화되기 시작하였고, 옥상녹화에 대한 관심과 더불어 생태적인 측면에 대한 관심이 높아졌다(조 등, 1994). 환경부에서는 1995년 '그린네트워크화'를 위한 인공지반녹화기술개발을 시작하여, 1997년부터 1998년에 걸쳐 생태도시 조성기반기술개발사업의 일환으로 옥상녹화의 효능에 대한 평가를 수행하였고, 인공지반 녹화사례를 유형별로 분류하여 문제점과 활용방안에 대한 연구가 활발하게 이루어졌다(이, 2000). 이에 따라 국내 옥상녹화의 기술현황을 분석하여 옥상녹화 보급을 위해 효율적 기법들을 지적한 연구 또한 진행되었다(양, 2004). 최근, 관리 · 유지가 용이하고 적은 비용으로 넓은 면적에 걸친 조성이 가능하며, 건축물에 미치는 하중의 부담이 적은 유형의 옥상녹화시스템인 저토심 · 저관리형 옥상녹화시스템(shallow-extensive green roof system)이 도시 내 옥상녹화의 도입을 촉진시키게 될 것으로 예측되고 있다(Emilsson과 Rolf, 2005).

이러한 저토심 · 저관리형 옥상녹화에서는 지역적 특성과 옥상환경에 적용력이 강한 식물선정이 무엇보다 중요하다(이, 2004). 이에, 자생초본류에 대한 연구(방 등, 1998), 세덤류인 돌나물과 기린초에 적합한 환경의 연구(허 등, 2003), 야생초본류 선정에 대한 연구(문 등, 2002), 서울시청의 '초록뜰'을 사례지로 식재식물과 이입식물에 대해 조사와 관리방안에 대한 연구(최 등, 2003), 옥상녹화 식재기법에 따른 식생의 변화에 대한 연구(최 등, 2003) 등이 수행되었다. 또한, 초화류를 중심으로 한 관리조방적 옥상녹화용 식물 소재 선정에서 초본류는 총 51종, 허브류 6종, 외래 원예종 3종 등 총 60종이 제시되었다(이 등, 2007).

그러나 저관리 옥상녹화에 적용 가능한 식물종 선정은 아직까지 초화류에 대해 집중되어 있으며, 식재기반에 대한 이해가 부족한 상태이다. 따라서, 옥상이라는 환경조건과 경량소재를 최소한의 유지 · 관리만으로도 건전하게 생육할 수 있는 다양한 식물재료의 선정과 특히, 저토심에서의 목본류에 대한 현장적용 검증실험이 요구된다. 또한, 혼용토양일 경우 토양 자체에 대한 특성과 적합한 각 수종에 적합한 배합비율과의 관계도 매우 중요한 사항이다.

흰줄무늬사사(*Plllioblastus pygmaed* Mitford)는 화본과 식물로, 일반적으로 초장은 20-50 cm정도로 자라고, 양지나 반음지에서 잘 자라나 배수가 잘 되는 반그늘, 적당히 비옥한 토양에 식재하면 지하경의 발달이 좋으며, 지상부의 생육 또한 양호한 것으로 알려져 있다. 더위와 추위, 건조에 강한 특성을 가지고 있어, 군식의 효과가 뛰어나 조경용으로 많이 이용된다. 소규모의 소나무군락지 하층에 군식하면 뛰어난 경관을 연출할 수 있다는 장점을 가지고 있다(두산백과사전, 2010).

이에 본 연구는 저관리 옥상녹화 현장적용 시 토심과 배합비에 따른 토양특성과 흰줄무늬사사의 생육에 적합한 토심과 토양배합비를 알아봄으로써, 옥상녹화 관리를 용이하게 하고, 좀 더 나아가 다양한 수종개발을 통해 옥상을 도시내 생태네트워크 공간으로 조성함에 있어 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험구조성

실험은 2007년 6월부터 10월까지 건국대학교 복합실습동 2층 옥상에서 실시하였다. 실험구는 두께 10 mm의 목재를 사용하여 장방형 모듈(500×500×300 mm)을 제작하였으며, 식재대 안의 지반조성은 배수판, 토양여과층, 토양순으로 설치하였다. 배수판은 물이 고이지 않고 배수가 용이하게 하였으며, 토양여과층으로는 부직포를 사용하여 토양의 유실을 방지하였다. 무관수 상태에서 실험하기 위해 자연강우로 수행하였으나, 실험기간 내 계속되는 가뭄으로 인하여 8월 14일에 실험구별로 20 ℓ씩 관수를 실시하였다.

2.2. 토심과 배합비 조성

토심에 따른 흰줄무늬사사의 생육정도를 비교하기 위해 15 cm, 25 cm, 2가지로 조성하였는데, 이는 배수층과 토양여과층을 제외한 토양의 깊이이다. 토양배합은 저관리 옥상녹화에 주로 이용되는 펄라이트, 버미큘라이트를 주재료로 한 혼합 경량 인공토로, 부피비율에 따라 펄라이트:피트모스:부엽토=6:2:2(v/v/v, 이하 $P_6P_2L_2$), 펄라이트:피트모스:부엽토=5:3:2(v/v/v, 이하$P_5P_3L_2$), 펄라이트:피트모스:부엽토=4:4:2(v/v/v, 이하 $P_4P_4L_2$)등 총 3종류($P_6P_2L_2$, $P_5P_3L_2$, $P_4P_4L_2$)로 구분하였다. 이에 3가지 토양 배합비에 따라 2가지 토심별로 실험구를 조성하였다.

2.3. 토양의 이화학적 특성 분석

토양의 물리성을 위한 시료채취는 설치된 실험구에서 5개월이 경과한 후 경도를 측정하였으며, 100 cc 토양코어를 이용하여 3반복으로 토양시료를 채취하고 토양삼상을 조사하였다. 토양의 화학성은 일정량 채취하여 실험실로 운반, 토양산도, 전기전도도, 유기물함량, 치환성양이온함량을 측정하였다. 분석방법은 토양 및 식물체 분석법(2000)에 준해 실시하되, 토양의 화학성 중 인공토양 및 부엽토가 30%이상 함유된 실험구는 상토의 표준분석법으로 측정하였으며, 분석시료는 풍건토양을 사용하였다.

2.4. 식물생육 측정

공시식물은 벼목 화본과로서 내서성, 내한성 등에 강하고, 상록성이며 군식의 효과가 뛰어나 옥상식재용 목본으로 도입 가능성이 높은 흰줄무늬사사로 선정하였다. 실험구 내 식물체는 3반복으로 식재하였으며 실험구는 완전임의배치법으로 배치하였다. 식물생육 측정은 수고, 근원직경, 엽장, 엽수 등을 조사하였고, 실험기간 동안 7일에 한 번씩 실측하였다. 엽록소 함량은 7월 31일부터 8월 20일까지 2일에 1회, 총 10회에 걸쳐 Chlorophyll Meter(SPAD- 502, Minolta)를 사용해 엽록소 함량을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 공시토양의 이화학적 특성

3.1.1. 공시토양 원재료의 토양화학성

본 연구에 사용된 원재료의 토양화학성은 Table 1과 같다. 토양산도는 부엽토가 7.31로 중성에 가까웠으며, 피트모스는 3.74로 강산성을 나타냈다. 유기물 함량은 피트모스와 부엽토는 각각 96.0%, 72.4%로 높은 함량을 나타냈으나, 펄라이트는 1.6%로 낮게 측정되었다. 치환성양이온 부엽토> 피트모스> 펄라이트 순으로 부엽토가 가장 높게 나타났다.

3.1.2. 공시토양의 화학성

실험구별 공시토양의 화학적 특성은 Table 2와 같다. 인공토양에서의 토양산도는 피트모스가 증가함에 따라 낮아졌으나, pH 5.0～7.0에서는 대부분의 식물이 큰 무리없이 생육할 수 있다고 볼 때(나, 1997), 공시토양은 적정 pH 범위안에 있는 것으로 알 수 있다.

전기전도도는 모든 배합토에서 조경설계기준의 상급에 해당하는 0.12 dS/m～0.20 dS/m의 범위내에 있는 것으로 나타났다. 유기물 함량의 경우 피트모스와 부엽토의 영향을 받아 $P_4P_4L_2$> $P_5P_3L_2$> $P_6P_2L_2$순으로 나타났다. 또한, 치환성양이온의 경우에도 $P_4P_4L_2$> $P_5P_3L_2$> $P_6P_2L_2$순으로 유기물과 치환성양이온 함량은 연관성이 높은 것으로 나타났다.

Table 1. Chemical properties of the soil particles tested in this study

	pH	EC (dS/m)	OM (%)	Exchangeable cation (cmol/ℓ)			
				K^+	Na^{2+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}
Perlite	6.42	0.06	1.6	2.24	2.86	0.77	8.57
Peatmoss	3.74	0.10	96.0	3.98	2.77	13.42	12.27
Leafmold	7.41	0.53	72.4	32.94	3.28	56.52	316.6

Table 2. Chemical properties of the soil mixture ratio tested in this study

Soil mixture ratio	pH	EC (dS/m)	OM (%)	Exchangeable cation (cmol/ℓ)			
				K^+	Na^{2+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}
$P_6P_2L_2$	6.57	0.18	36.8	2.943	1.754	10.32	84.09
$P_5P_3L_2$	6.25	0.19	43.9	2.802	1.795	14.34	94.59
$P_4P_4L_2$	6.09	0.12	54.0	3.12	1.555	14.02	83.86

Table 3. Physical properties of the soil as affected by difference of soil thickness and soil mixture ratio in this study

Soil thickness	Soil mixture ratio	Three phases of soil(%)		
		solid phases	liquid phases	gaseous phases
15cm	$P_6P_2L_2$	20.5	45.4	34.1
	$P_5P_3L_2$	13.4	41.1	45.6
	$P_4P_4L_2$	13.6	37.5	49.0
25cm	$P_6P_2L_2$	22.8	37.1	40.1
	$P_5P_3L_2$	19.5	34.8	45.7
	$P_4P_4L_2$	16.6	34.7	48.8

3.1.3. 공시토양 물리성

토심 15 cm 실험구에서는 토양삼상 중 $P_6P_2L_2$에서 45.4%의 가장 높은 액상율을, $P_4P_4L_2$에서 49.0%의 가장 높은 기상율을 나타내었다. 토심 25 cm 실험구에서는 토양 삼상 중 $P_6P_2L_2$에서 22.8%의 가장 높은 고상율을, $P_4P_4L_2$에서 48.8%의 가장 높은 기상율을 나타내 토심 15 cm와 유사한 경향을 보였다(Table 3). 즉, 펄라이트함량이 높아짐에 따라 고상과 액상은 높아지나 기상은 낮아지며, 피트모스함량이 높아질수록 기상은 높아지나 고상과 액상이 낮아지는 것으로 해석된다. 이상적인 토양의 삼상은 고상이 50%, 기상이 25%, 액상이 25%이라고 볼때(이 등, 2005), 토심 15와 25 cm 모두 인공배합토에서 낮은 고상율을 보이고 있어 이는 펄라이트와 피트모스 흡수율이 각각 109.9, 616.9%로 건물중 당 보수성이 뛰어나기 때문인 것(김, 1996)으로 해석된다.

3.2. 흰줄무늬사사의 생육특성

3.2.1. 수고

토심 15 cm 실험구의 경우 $P_6P_2L_2$의 9월 3일 수치를 제외한 나머지 실험구에서 낮은 수치이지만 비교적 양호한 생장을 보였다. 토심 25 cm 실험구의 경우 각 배합비별로 차이를 보였으나 유의적 차이는 나타나지 않았으며, 평균적으로 토심 15 cm 실험구와 큰 차이는 보이지 않아(Fig. 1), 흰줄무늬사사가 낮은 토심에서의 적응력이 뛰어난 것으로 사료된다.

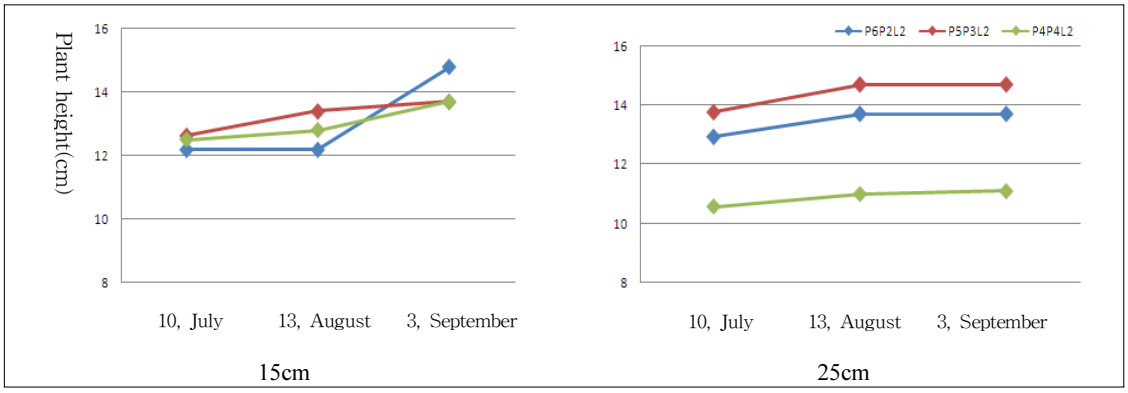

Fig. 1. Effect of soil thickness and soil mixture ratio on the plant height of *Plllioblastus pygmaed* in the shallow-extensive green roof module system.

7월에서 9월사이의 총 변화량을 살펴보면, $P_4P_4L_2$가 1 cm로 가장 낮은 생장을 보였고, $P_6P_2L_2$에서 총 3.5 cm로 가장 높은 생장량을 보였다. 사사류가 관수구가 무관수보다 높은 피복률, 수고 및 초폭을 보이고 있다는 결과(조 등, 2008)로 볼 때, 이러한 결과는 토양의 비옥도보다는 토양의 물리성에 의한 영향인 것으로 사료된다.

조경식물로 개량된 사사류는 일본에서 건너온 작은 미니 대나무 품종으로 대나무류와 비슷하게 빛이 충분해야 생장이 양호하며 추위와 더위에 모두 강한 편으로 관리가 수월하다. 그러나 옥상녹화 소재로 활용 시, 과습과 건조한 토양환경에서는 생육이 불량하므로 보수성과 배수력이 좋은 토양환경을 조성하여 주는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3.2.2. 근원직경

흰줄무늬사사의 근원직경에 있어서 토심과 토양배합비에 따른 통계적 유의성은 나타나지 않아 토심차이에 따른 차이는 뚜렷하지 않는 것으로 분석되었다(Fig. 2). 저관리형 옥상녹화 조성 시 식물재료가 적정한 수준에서 지속적인 생육이 유지되도록 하는 것이 바람직하다고 볼 때(이, 2000), 흰줄무늬사사는 15 cm와 25 cm 토심에 따른 근원직경 차이가 뚜렷하지 않아 저관리 식물재료서 적합한 수종인 것으로 판단된다.

3.2.3. 엽장

토심 15 cm 실험구의 경우 $P_4P_4L_2$ 실험구가 가장 큰 폭으로 생장하였고, $P_6P_2L_2$에 가장 적게 생장한 것으로 나타났다(Fig. 3). 토심 25 cm 실험구의 경우 15 cm 실험구보다 변화폭이 높으나 대체적으로 $P_6P_2L_2 > P_4P_4L_2 > P_5P_3L_2$ 순으로 동일한 경향을 보였다. 옥상녹

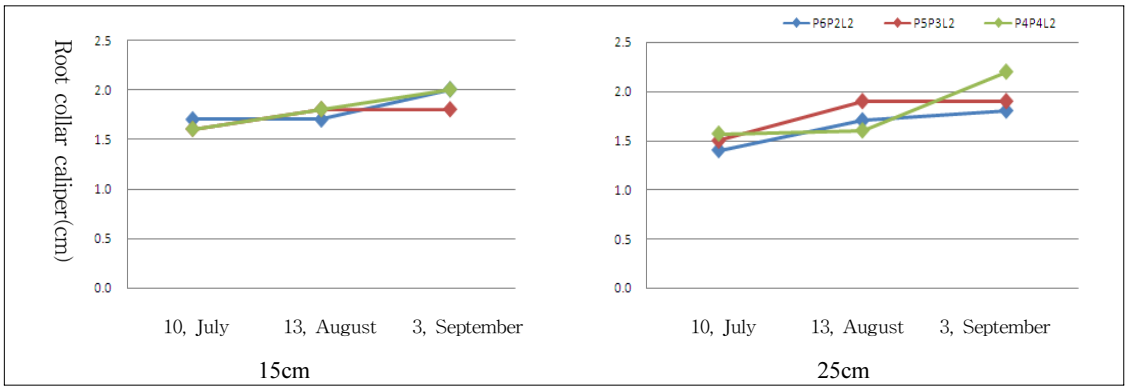

Fig. 2. Effect of soil thickness and soil mixture ratio on the root collar caliper of *Pllioblastus pygmaed* in the shallow-extensive green roof module system.

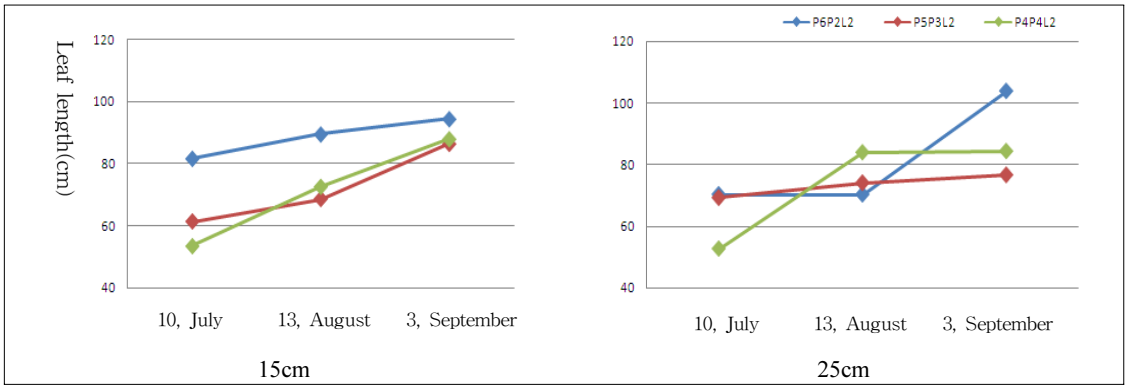

Fig. 3. Effect of soil thickness and soil mixture ratio on the leaf length of *Pllioblastus pygmaed* in the shallow-extensive green roof module system.

화를 위한 식물 선정 조건 이 가능한 한 키가 작고, 조밀한 피복 상태를 가지는 것이라 볼 때(Johnston과 Newton, 2004), $P_4P_4L_2$의 배합비율이 흰줄무늬사사에 바람직할 것으로 판단된다.

3.2.4. 착엽수량

토심 15 cm와 25 cm 실험구를 비교해보면, 토심이 높을수록 착엽수량도 많아졌다(Fig. 4). 착엽수량은 피복도와 관련성이 높다고 볼 때, 15 cm보다는 25 cm 토심이 시각적 질 측면에서 바람직한 것으로 판단한다. 15 cm나 25 cm 모두 생육은 가능하지만, 착엽수량에서 현저한 차이를 보인다고 할 때, 저관리 옥상녹화 조성 시 빠른 피복률을 유도한다면, 25 cm 토심이 더 적합한 것으로 해석된다. 하지만, 두 토심 모두 배합비에 관계없이 7월 10일에서 8월 13일까지는 미미한 변화를 나타내었고, 8월 13일 후로 착엽수량의 큰 변화를 나타내었다. 이는 7월에서 8월까지의 오래된 무강우의 기간이 흰줄무늬사사의 생육에 부정적인 영향을 미친 것으로 본다.

3.2.5. 엽록소 함량

토심 15 cm 실험구에서는 배합비에 관계없이 7월에서 8월이 되는 기간 동안의 엽록소 함량이 급격히 증가함을 나타내었고, 25 cm 실험구에서는 완만한 성장변화를 나타내었다(Fig. 5).

엽록소 함량은 식물이 광합성을 하는데 필수적인 색소이며 지구상 가장 많은 색소로 일반적으로 광합성 능력과 비례한다. 따라서, 엽록소 함량의 정도는 광합성 능력을 간접적으로 추정할 수 있으며 식물 생육과도 밀접한 연관이 있다고 할 수 있다(Kim 등, 2001). 초

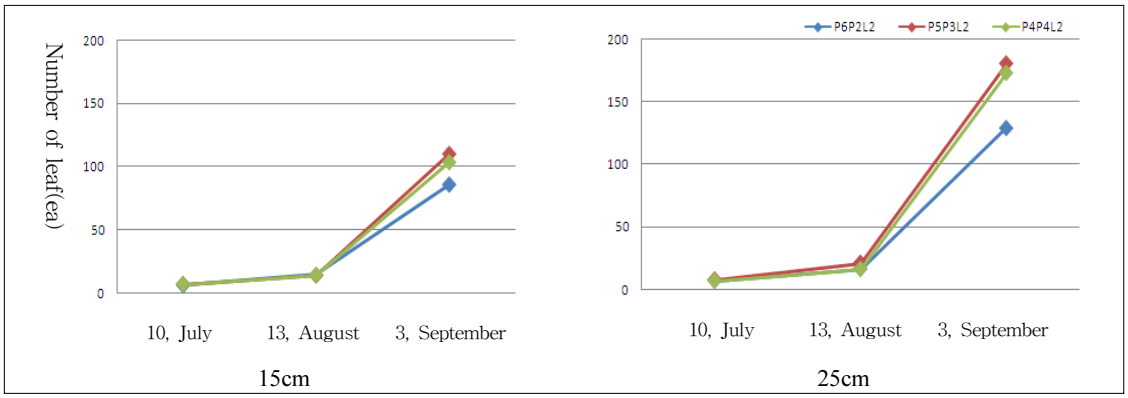

Fig. 4. Effect of soil thickness and soil mixture ratio on the number of leaf setting of *Pllioblastus pygmaed* in the shallow-extensive green roof module system.

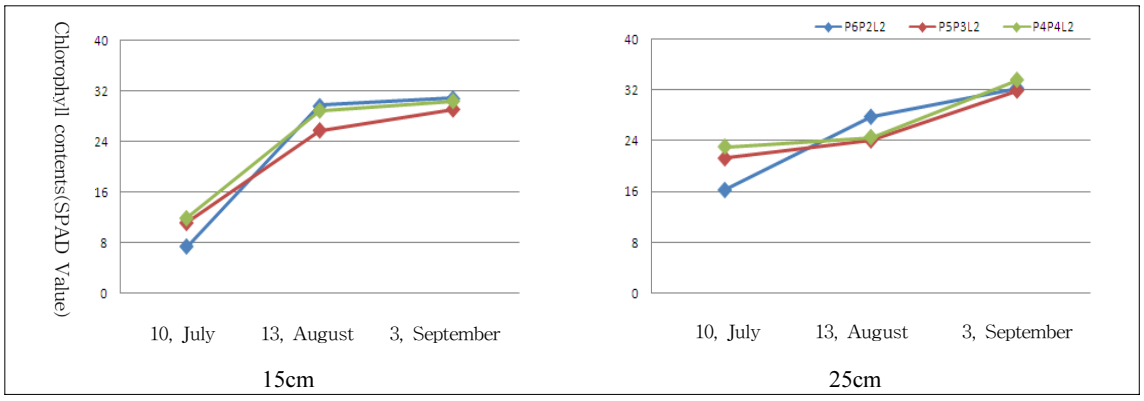

Fig. 5. Effect of soil thickness and soil mixture ratio on the chlorophyll contents of *Pllioblastus pygmaed* in the shallow-extensive green roof module system.

기 엽록소 함량에 있어서, 토심 15 cm보다 토심 25 cm에서 좀 더 높게 나타나, 착엽수량과 유사한 결과를 보여주고 있다.

4. 결 론

본 연구의 목적은 저관리 옥상녹화 모듈 조성 시 식재지반의 토심과 배합비에 따른 토양의 특성과 흰줄무늬사사의 생육정도를 살펴봄으로써, 옥상녹화 식물 소재로서 활용성을 높이는데 있다.

식재대는 500×500×300 mm의 모듈로 자체 제작하였다. 토심은 각각 15 cm, 25 cm 등 2가지로 하였으며, 인토토 배합비에 따라 3종류($P_6P_2L_2$, $P_5P_3L_2$, $P_4P_4L_2$)로 3반복의 실험구를 조성하였다.

1. 토양 특성에 있어서, 실험구별 공시토양의 토양산도는 6.09~6.57, 전기전도도는 0.12~0.19 dS/m의 범위내에 있는 것으로 나타났다. 유기물 함량과 치환성양이온의 경우 $P_4P_4L_2$> $P_5P_3L_2$> $P_6P_2L_2$순으로 나타났다. 15 cm와 25 cm 의 토양삼상은 $P_6P_2L_2$에서 고상과 액상이 높았고, $P_4P_4L_2$에서는 기상이 높았다.
2. 토심에 따른 생육결과, 경량형 옥상녹화의 토심이 최대 20 cm인 것을 고려하한다면, 토심 15 cm에의 활용이 가능할 것으로 판단된다. 그러나, 토심 15 cm보다는 25 cm 실험구에서 엽장, 착엽수량, 엽록소함량이 더 높게 나타나 빠른 피복률과 관상가치를 추구한다면 토심을 높이는 것이 바람직하다.
3. 토양배합비에 따른 생육결과, 흰줄무늬사사는 $P_6P_2L_2$ = $P_5P_3L_2$ > $P_4P_4L_2$ 순으로 생육이 원활하고 안정적인 것으로 나타났다. 하지만 조밀한 피복률를 유도하기 위해서는 $P_4P_4L_2$ 이 $P_6P_2L_2$보다 유리할 것으로 판단된다.

따라서, 흰줄무늬사사는 저관리・경량형 옥상녹화 모듈에서 적용하기에 적합한 수종으로 판단되고, 바람에 의한 도복 등의 피해를 거의 받지 않을 것으로 예상되나, 옥상에서의 내한성과 내서성에 관련된 추가적인 연구가 필요하다고 하겠다.

참 고 문 헌

김이열, 1996, 코코피트와 피트모스의 특성, 토양과 비료, 13, 14-21.

나혜영, 변병설, 2006, 옥상녹화에 관한 연구동향, 국토지리학회, 40(1), 95-106.

나우현, 1997, 한국의 양액재배의 현황과 문제점, 새농사, 33, 163-171.

농촌진흥청, 2000, 토양 및 식물체 분석법, 농촌진흥청, 29-130.

두산백과사전, 2010, http://www.encyber.com.

문석기, 이은엽, 곽문기, 2002, 옥상녹화를 위한 몇몇 야생초본류 선정에 관한 연구, 한국환경복원녹화기술학회지, 5(3), 31-39.

양병이, 2004, 한국옥상녹화기술의 현황과 과제, 한국환경복원녹화기술학회지, 7(4), 1-7.

이은희, 2004, 국내의 옥상녹화 연구동향 분석, 한국환경복원녹화기술학회지, 7(4), 44-51.

이은희, 조은진, 박민영, 김동욱, 장성완, 2007, 초화류를 중심으로 한 관리조방적 옥상녹화용 식물 소재 선정, 한국복원녹화기술학회지, 10(2), 84-96.

이종석, 방광자, 김순자, 2005, 신실내조경학, 도서출판 조경, 158-162.

이행렬, 2000, 인공지반 녹화의 실태분석, 산업과학연구, 10(2), 125-141.

조영환, 송태갑, 약림좌혜자, 김농오, 1994, 옥상녹화에 의한 Biotope의 창출에 관한 연구, 한국정원학회지, 12(2), 107-117.

조은진, 한이채, 이승수, 이은희, 2008, 장기 모니터링을 통한 관리조방적 옥상녹화용 식물 선정, 한국환경생태학회 학술대회지, 131-133.

최희선, 양병이, 홍수영, 김귀곤, 오휘영, 2003, 서울시청 옥상정원 '초록뜰' 모니터링을 통한 식재식물, 한국조경학회지, 31(3), 114-124.

허근영, 김인혜, 류남형, 2003, 저토심 옥상녹화시스템에서 기린초 생육에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과, 한국조경학회지, 31(4), 90-100.

Emilsson, T., Rolf, K., 2005, Comparison of establishment methods for extensive green roofs in southern Sweden, Urban Forestry & Urban Greening, 3, 103-111.

Johnston, J, Newton, J., 2004, Building Green: a Guide to Using Plants on Roofs, Walls and Pavements, London: Greater London Authority.

Kim, P. G., Koo, Y. B., Lee, J. C., Bae, S. W., Yi, Y. S., Cheong, Y. M., 2001, Chlorophyll content and genetic variation of *Ginkgo bioloba* planted on the street in Seoul, Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology, 3(2), 114-120.