

저관리 옥상녹화의 식재기반 시스템 차이에 따른 순비기나무의 활용성 평가

박준석¹⁾ · 주진희²⁾ · 김원태³⁾ · 윤용한²⁾

¹⁾ 아세아환경조경 대표 · ²⁾ 건국대학교 산림과학과 · ³⁾ 천안연암대학 환경조경과

Application Analysis of *Vitex rotundifolia* by Difference of the Shallow-Extensive Green Roof System

Park, Jun-Suk¹⁾ · Ju, Jin-Hee²⁾ · Kim, Won-Tae³⁾ and Yoon, Young Han²⁾

¹⁾ Chief Executive Officer, Asia Environment Landscape Co.,

²⁾ Dept. of Forest Science, Konkuk University,

³⁾ Dept. of Environment and Landscape Architecture, Cheonanyonam College.

ABSTRACT

The objectives of this study were to compare the growth of *Vitex rotundifolia* as affected by the difference of soil depth and mixture ratio in a shallow-extensive green roof module system, and to identify the level of soil thickness and mixture ratio as suitable growing condition to achieve the desired plant growth in green roof. Different soil thickness levels were achieved under 7cm, 15cm and 25cm of shallow-extensive green roof module systems made by woody frame of 500 × 500 × 300mm. Soil mixture ratio were eight types for perlite : peatmoss : leafmold = 7 : 1 : 2 (v/v/v, P₇P₁L₂), perlite : peatmoss : leafmold = 6 : 2 : 2 (v/v/v, P₆P₂L₂), perlite : peatmoss : leafmold = 5 : 3 : 2 (v/v/v, P₅P₃L₂), perlite : peatmoss : leafmold = 4 : 4 : 2 (v/v/v, P₄P₄L₂), only sand (S₁₀), sand : leafmold = 7 : 3 (v/v, S₇L₃), sand : leafmold = 5 : 5 (v/v, S₅L₅) and only leafmold (L₁₀). The growth response of *Vitex rotundifolia* had fine and sustain condition in P₆P₂L₂, P₅P₃L₂ and P₄P₄L₂. Especially, in case of P₆P₂L₂, growth response appeared to be good even in soil thickness 7cm, which showed low survival rates

Corresponding author : Yoon, Yong-Han, Department of Forest Science, Konkuk University, Chung-ju 380-701, Korea,

Tel : +82-43-840-3538, E-mail : yonghan7204@kku.ac.kr

Received : 12 February, 2010. **Revised** : 16 June, 2010. **Accepted** : 29 June, 2010.

of *Vitex rotundifolia* in other soil mixtures. Tree height, root diameter, photosynthesis and chlorophyll contents tended to increase with increased soil thickness.

Key Words : *Shallow-extensive green roof, Module, soil thickness, Soil mixture ratio, Vitex rotundifolia.*

I. 서 론

저토심·저관리형 옥상녹화 시스템(shallow-extensive green roof system)은 관리유지가 용이하고 적은 비용으로 넓은 면적에 걸친 조성이 가능하며, 건축물에 미치는 하중의 부담이 낮은 유형의 옥상녹화 시스템으로 도시 내 옥상녹화의 도입을 촉진시키게 될 것으로 예측되고 있다(Emilsson and Rolf, 2005). 그러나 식물생육에 상대적으로 불리한 조건이 될 가능성이 있고 도입 식물의 범위도 제한적인 이 시스템은(Beatley, 2000) 조성 후 최소한의 유지·관리만으로도 건전하게 생육할 수 있는 식물재료의 선정 등에 관한 심층적인 연구가 요구되고 있다. 특히, 식재기반은 식물의 생육에 가장 직접적으로 관여하고, 실질적으로 가장 중요한 영향을 주는 요인으로 작용하기 때문에 이에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

이은엽과 문석기(1999)는 인공지반의 토양 배합 및 비료종류에 따른 초본식물의 생육효과를 규명하기 위해 발효, 버미큘라이트, 부숙톱밥, 훈탄을 구성요소로 식재기반을 조성한 후 식재기반에 따른 증발산량과 식물생육에 미치는 영향을 규명하였다. 그 결과 켄터키블루그래스의 초기발아율은 버미큘라이트가 사용된 실험구에서 높게 나타났으며, 발효의 경우가 가장 낮게 나타났다고 보고하였다. 허근영과 심경구(2000)는 인공지반의 녹화 시 단용 또는 노지토양과 혼합하여 이용되는 인공토양의 특성을 파악하고, 노지토양과 혼용 시 이화학적 특성과 식물의 생육적 특성을 규명하였다. 그 결과 소립질 펄라이트와 노지토양과는 혼합사용이 부적절하나 대립질 펄라이트와 노지토양과 혼합하여 사용하는 것이 적합하

다는 결과를 도출하였다.

이에 최희선 등(2003)은 옥상정원 조성 후 관리형태 및 토심에 따른 식물의 생육 조사를 위해서 토심 15cm와 25cm에 무관리구와 관리구로 구분하여 비비추의 생육을 조사한바 있다. 허근영 등(2003)은 기존 건축에 적용 가능한 저토심 옥상녹화시스템에서 돌나물의 생육에 대한 인공배지 종류, 토심 그리고 배수형태의 효과를 규명하였으며, 그 결과 생육량과 생육의 질은 단용의 인공배지보다는 혼용의 인공배지에서 높게 나타났다고 보고하였다. 이러한 결과를 토대로 저토심 옥상녹화시스템은 10cm 혼용처리구가 적합하다는 결론을 제시하였다.

강규이와 이은희(2005)는 조방적 옥상녹화를 통한 생태적 효과와 식물의 생존을 알아보기 위해 식재 후 일정기간 관리한 후 무관리 상태로 최종 9년간 존치해 둔 상태에서 자생 가능한 식물종을 선발하였다. 연구 결과에 따르면 생존 식물은 섬기린초, 돌나물, 큰평의비름, 애기기린초, 층꽃나무, 구절초 등이 생존 가능한 것으로 나타났으며, 토심의 경우 6-7cm 정도의 최소 토심만 있으면 식물이 생육할 수 있을 것으로 보고하였다.

한편, 이은희 등(2007)은 저토심·저관리형에 자생초화류 100종을 대상으로 옥상녹화에 식재 가능한 식물종을 제시하고, 관수와 무관수에 따른 식물생육을 파악하였다. 이를 위해 실험구를 관수구와 무관수구로 나누고, 저토심·저관리형에 적합한 식물을 선정하였다. 연구 결과에 따르면 최종적으로 생육이 양호한 식물로 자생초화류인 난쟁이조릿대, 꼬리풀 등을 포함한 총 60종을 제안하였으며 선정된 식물종들은 옥상에 식재할 경우 관수구와 무관수구에 따른 생육상의 차이가

전반적으로 없는 것으로 보고하였다. 또한 토심은 하중과 비용 절감 등을 고려 할 때 10cm가 가장 적절한 것으로 제시하였다.

하지만, 이러한 식물재료 중 자생종에 대한 실험적 연구에 있어서도 대부분 초본류를 중심으로 이루어지고 있어 목본류 적용에 있어 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 낙엽활엽관목에 속하는 순비기나무를 중심으로 옥상녹화 식재 기반시스템에 따른 생육관계를 구명하여 옥상녹화용 수종 확보에 기초적인 자료를 제공하고 자 한다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 충청북도 충주시에 위치한 건국대학교 내 복합실습동 2층 옥상에서 실시하였다. 공시식물은 경북 청송의 순비기나무 재배농장에서 규격이 동일한 삼목 후 2년생 묘목을 사용하였다. 2006년 4월 30일에 식재한 후 활착과 생육이 가장 왕성한 7월 31일부터 2006년 9월 10일까지 생육측정을 하였다.

1. 식재기반 조성

실험구는 두께 10mm의 목재를 이용하여 500×

500×300mm으로 제작하였으며, 실험구의 설치에는 3cm의 배수판을 설치하여 배수가 용이하도록 하였으며, 공시토양이 빠져나가지 않도록 부직포를 깔아 배지를 조성하였다.

본 실험에서 조제된 토양은 총 8종류로, 인공토와 부엽토를 배합한 4종류(P₇P₁L₂, P₆P₂L₂, P₅P₃L₂, P₄P₄L₂), 모래와 부엽토를 배합한 4종류(S₁₀, L₁₀, S₇L₃, S₅L₅)로 배합하였다. 토심은 배수층을 제외한 식재층으로 각각 7cm, 15cm, 25cm로 총 3종류로 구분하였다. 혼합재료로는 무게가 가볍고 작물의 조기 활착을 촉진하고 통기성과 보수성이 양호한 펄라이트(perlite), 부피의 89% 정도를 차지하는 수분세포를 가지고 있어 보비력이 매우 우수한 피트모스(peatmoss), 다른 용토나 배합토와 혼용하여 사용할 경우 배수와 통기가 잘 되고 토양을 팽연화시켜 물리적 성질을 오랫동안 지속시켜 주는 부엽토(leafmold) 등을 2.0mm 이하의 입도조성을 가진 모래와 일정 부피비율로 혼합하여 사용하였으며 세부적인 사항은 표 1과 같다.

2. 순비기나무 생육측정

생육활성도가 가장 높은 기간인 7월 31일부터 8월 10일 동안 순비기나무의 생육특성을 알아보

표 1. 실험토양의 배합비율과 구성성분.

기 호	배 합 비 율
S ₁₀	모래 100%
L ₁₀	부엽토 100%
S ₇ L ₃	모래 70% + 부엽토 30%
S ₅ L ₅	모래 50% + 부엽토 50%
P ₇ P ₁ L ₂	펄라이트 70% + 피트모스 10% + 부엽토 20%
P ₆ P ₂ L ₂	펄라이트 60% + 피트모스 20% + 부엽토 20%
P ₅ P ₃ L ₂	펄라이트 50% + 피트모스 30% + 부엽토 20%
P ₄ P ₄ L ₂	펄라이트 40% + 피트모스 40% + 부엽토 20%

기 위해 실험기간 동안 총 7회에 걸쳐 수고와 근원직경을 지속적으로 측정하였다. 식물의 생리적 활성 정도를 보기 위해 광합성과 가장 관련이 깊은 엽록소함량을 2일에 1회, 총 10회에 걸쳐 Minolta사의 Chlorophyll Meter(SPAD-502)로 측정하였다. 이 모든 데이터는 산술평균으로 변화를 나타내었으며, 최종값은 SPSS Ver 12.0 for Window용 통계프로그램을 이용하여, 통계적 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생육유형 I(토심 7cm)

생육유형 I은 토심 7cm 실험구로 수고변화는 그림 1과 같다. 전체적으로 S₁₀ 실험구에서는 가장 낮은 성장률을 나타내었으며(8월 5일 고사), L₁₀ 실험구에서도 성장률이 미약하게 나타났지만 열악하였다(8월 17일). S_{7L3} 실험구의 경우, S₁₀ 실험구에 비해 10일 정도 늦게 고사하였으나 이는 배합토의 30%로 함유된 부엽토에 의한 보수성에 기인한 것으로 추측된다. S_{5L5}의 경우 S_{7L3}에 비해 부엽토가 20% 더 함유 되었지만 성장량의 차이는 크지 않았다. P_{7P1L2} 혼합토의 경우 2/3가 고사하였다(8월 19일), 다시 잎이 나고 성장하였는데(9월 2일), 이는 8월 말 내린 강수에 의한 영향으로 판단된다. P_{6P2L2}, P_{5P3L2}에서도 순비기나무의 고사현상이 나타났으나(8월 15일 전후), 일부 재성장(9월 2일)하였다. P_{4P4L2} 배합토에서는 고사현상을 나타내었다(8월 15일).

근원직경 변화는 그림 2와 같이 토심 7cm 실험구에서는 수고 변화와 같이 고사와 재성장이 반복되었으나 전반적으로 고사 직전에 근원직경이 감소하는 경향을 보였다.

엽록소함량 측정 결과 S₁₀, L₁₀, P_{5P3L2} 실험구에서 60 SPAD-Value 이상으로 수치로 나타났는데 비해, P_{7P1L2}, P_{6P2L2} 실험구는 35 SPAD-Value 전후로 나타났다. 특히 고사율이 높았던 배합토에

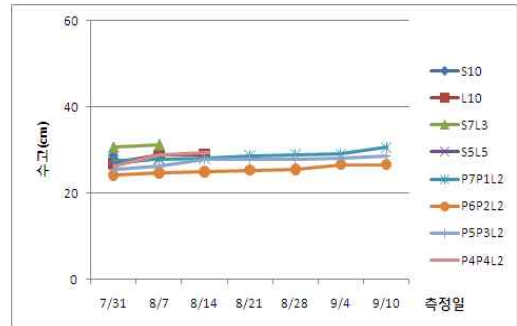


그림 1. 생육유형 I (토심 7cm)의 수고 변화.

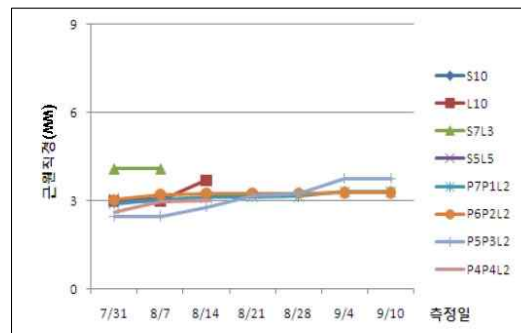


그림 2. 생육유형 I (토심 7cm)의 근원직경 변화.

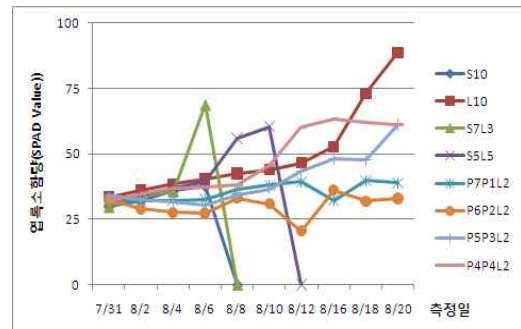


그림 3. 생육유형 I (토심 7cm)의 엽록소함량 변화.

서 엽록소 함량의 수치가 높았다. 이는 토양수분이 부족하게 되면 광합성이 저해되어 엽색이 짙어지고, 엽면적이 적어져 엽록소함량이 증가한 것(김기돈, 2003)으로 판단된다.

전체적으로 토심이 낮은 유형 I에서 순비기나무는 매우 열악한 생육현황을 나타내었고, 식재 후 30일 이내에 90% 이상의 고사율을 나

타내었기에 부적합한 유형으로 구분되었다. 그러나 열악한 생육조건 속에서 지속적인 성장추이를 나타낸 P₆P₂L₂, P₅P₃L은 식재기반으로서 가장 양호한 환경임을 파악할 수 있었다.

2. 생육유형 II (토심 15cm)

토심 15cm 실험구의 수고변화는 그림 4과 같다. 토심 15cm 모든 실험구에서 고사가 나타나지 않았으며, 7cm 실험구에 비해 모든 실험구에서 높은 성장률을 보였다. S₁₀ 실험구에서는 평균 1.3cm로 낮은 성장률을 보였으며, L₁₀ 실험구에서는 평균 2.4cm 성장하였다. S₇L₃ 실험구의 경우 S₁₀, L₁₀ 실험구보다 높은 8.8cm의 성장률을, S₅L₅ 실험구는 평균 10.8cm 성장하였다. P₇P₁L₂, P₆P₂L₂, P₅P₃L₂, P₄P₄L₂ 실험구의 경우 각각 평균 5.32cm, 12.1cm, 11.9cm, 21.1cm의 성장률을 보였으며, P₄P₄L₂에서 가장 높은 성장률을 나타내었다.

토심 15cm 실험구의 근원직경 변화는 그림 5와 같다. S₁₀, L₁₀ 실험구의 근원직경 성장은 각각 평균 0.24mm, 0.26mm로 매우 낮은 성장률을 보였으며, S₇L₃, S₅L₅ 실험구는 각각 평균 1.58mm, 1.75mm 성장하였다. P₇P₁L₂, P₆P₂L₂, P₅P₃L₂, P₄P₄L₂ 실험구의 근원직경 변화는 각각 평균 2.1mm, 3.17mm, 3.49mm, 3.59mm로 피트모스 배합비가 높아짐에 따라 근원직경도 굵어지는 경향을 나타내었다.

엽록소 함량 측정 결과, S₁₀ 실험구는 가장 낮은 수치인 평균 25.98 SPAD-Value의 함량을, P₅P₃L₂ 실험구는 가장 높은 수치인 평균 43.17 SPAD-Value의 함량을 각각 조사되었고, L₁₀, S₇L₃, S₅L₅, P₇P₁L₂, P₆P₂L₂, P₄P₄L₂의 실험구는 각각 평균 35.9 SPAD-Value, 40.69 SPAD-Value, 42.12 SPAD-Value, 37.02 SPAD-Value, 37.46 SPAD-Value, 38.58 SPAD-Value로 배합비에 따른 뚜렷한 변화는 나타나지 않았으나, 유기물이 부족한 S₁₀ 실험구에서 가장 낮게 나타난 점(그림 6)에 미루어 볼 때, 유기물이 엽록소 함량에

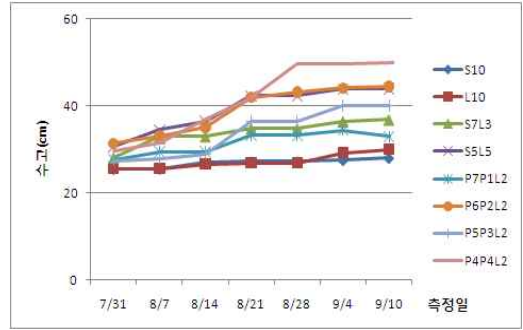


그림 4. 생육유형 II(토심 15cm)의 수고 변화.

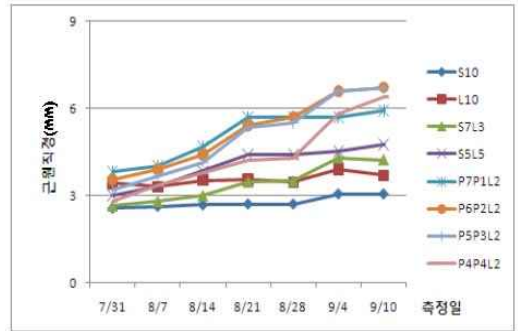


그림 5. 생육유형 II(토심 15cm)의 근원직경 변화.

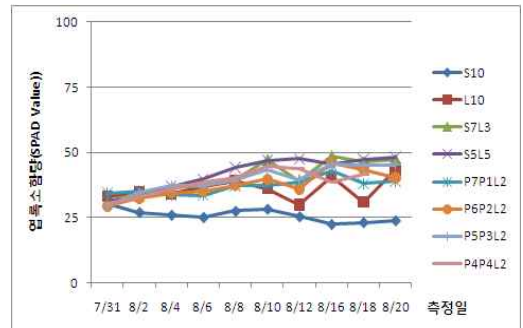


그림 6. 생육유형 II(토심 15cm)의 엽록소 함량 변화.

영향을 미침으로써 순비기나무의 생육적 생리적 활성화에 영향을 준 것으로 해석된다.

3. 생육유형 III(토심 25cm)

생육유형 III은 토심 25cm 실험구로 수고변화는 그림 7과 같다. 전반적으로 고사율은 나타나

표 2. 토심 15cm 배합비별 식물생육 특성.

배합비	수고 (cm)	근원직경 (mm)	엽록소함량 (SPAD value)
S ₁₀	26.94 a*	2.77 a*	25.98 a*
L ₁₀	27.25 a	3.55 ab	35.90 b
S ₇ L ₃	33.97 bc	3.42 ab	40.69 bc
S ₅ L ₅	39.14 cd	4.04 bc	42.12 c
P ₇ P ₁ L ₂	31.50 ab	5.08 cd	37.02 b
P ₆ P ₂ L ₂	39.05 cd	5.19 d	37.46 bc
P ₅ P ₃ L ₂	33.92 bc	5.02 cd	39.71 bc
P ₄ P ₄ L ₂	41.39 d	4.38 bcd	35.58 bc

* : the same letter in the column are not significant difference at p=0.05 level In Duncan's multiple range test.

지 않았고, 7cm, 15cm 토심에 비해 높은 성장률을 보였으나 모래 100%처리구인 S₁₀ 실험구에서는 2.9cm의 낮은 성장률을 나타내었다. 또한, 부엽토만 100%인 L₁₀ 실험구에서는 6.46cm의 성장률을, 모래와 부엽토를 배합한 실험구인 S₇L₃와 S₅L₅에서 각각 5.63cm, 5.63cm으로 측정되었다. 반면, 인공토와 부엽토를 혼합한 P₇P₁L₂, P₆P₂L₂ 실험구는 각각 12.1cm, 6.1cm의 성장률을, P₅P₃L₂, P₄P₄L₂ 처리구는 각각 24cm, 24.6cm로 같은 토심임에도 불구하고, 모래배합토보다 높은 성장률을 나타내었다.

근원직경의 경우, 모래 100%인 S₁₀ 실험구에서는 0.22mm, 부엽토 100%인 L₁₀ 실험구에서는 3.13mm로 유형 II(토심 15cm)에 비해 비교적 높았다. S₇L₃, S₅L₅ 실험구는 각각 2.95mm, 2.31mm로 조사되었다. P₇P₁L₂의 경우 1.48mm로 낮은 성장률을 보였고, P₆P₂L₂, P₅P₃L₂, P₄P₄L₂ 는 각각 3.54mm, 3.43mm, 5.31mm로, 피트모스 함량이 가장 높은 P₄P₄L₂ 실험구에서 가장 높은 성장률을 나타내었다.

엽록소 함량 측정 결과, S₁₀ 실험구에서 토심 15cm와 같이 28.89 SPAD-Value로 가장 낮은 수치를, S₇L₃ 실험구는 41.01 SPAD-Value로 가장 높은 수치를 나타내었다. L₁₀는 39.16 SPAD-Value, P₇P₁L₂는 37.02 SPAD-Value, P₆P₂L₂

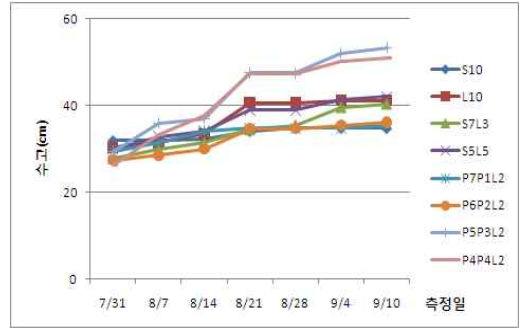


그림 7. 생육유형 III(토심 25cm)의 수고 변화.

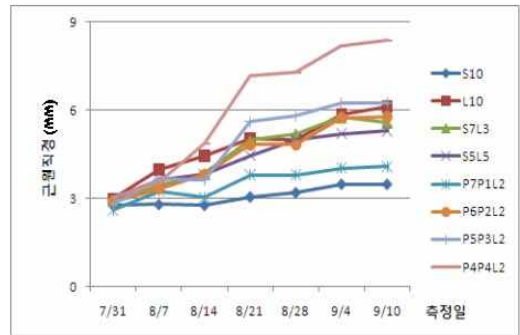


그림 8. 생육유형 III(토심 25cm)의 근원직경 변화.

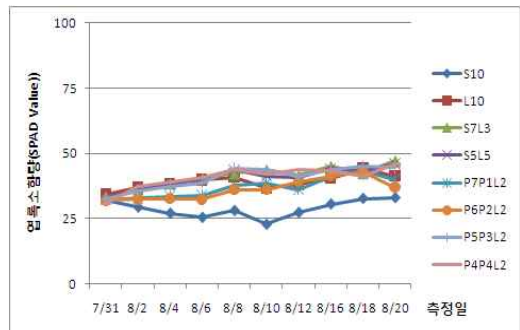


그림 9. 생육유형 III(토심 25cm)의 엽록소함량 변화.

는 36.23 SPAD-Value의 수치를 보였고, S₅L₅, P₅P₃L₂, P₄P₄L₂ 실험구는 각각 평균 40.69 SPAD-Value, 40.68 SPAD-Value, 40.77 SPAD-Value로 토양배합비에 따른 뚜렷한 성향은 나타내지 않았다.

표 3. 토심 25cm 배합비별 식물생육 특성.

배합비	수고 (cm)	근원직경 (mm)	엽록소함량 (SPAD value)
S ₁₀	33.52 a*	3.08 a*	28.89 a*
L ₁₀	37.01 ab	4.78 bc	39.16 bc
S ₇ L ₃	34.17 a	4.53 ab	41.03 d
S ₅ L ₅	36.85 ab	4.34 ab	40.69 cd
P ₇ P ₁ L ₂	33.58 a	3.51 ab	37.02 bc
P ₆ P ₂ L ₂	32.42 a	4.46 ab	36.23 b
P ₅ P ₃ L ₂	43.27 b	4.86 bc	40.68 cd
P ₄ P ₄ L ₂	41.92 b	6.06 c	40.77 cd

* : the same letter in the column are not significant difference at p=0.05 level In Duncan's multiple range test.

IV. 결 론

본 연구에서는 낙엽활엽관목에 속하는 순비기 나무를 중심으로 옥상녹화 식재기반시스템에 따른 생육관계를 구명하여 옥상녹화용 수종 확보에 기초적인 자료를 제공하고자 하였다.

토양배합비에 따른 순비기나무의 생육을 살펴본 결과 P₆P₂L₂, P₅P₃L₂, P₄P₄L₂에서 비교적 상태가 좋았으며, 특히, P₆P₂L₂의 경우, 가장 낮은 생존률을 보였던 유형 I (토심 7cm) 처리구에서도 원만한 생육을 보여 순비기나무의 옥상녹화에 적합한 배합비로 판단되었다.

토심별 성장량의 차이는 유형 I 과 같이 낮은 토심(토심 7cm)일 경우 대부분 고사하는 경향을 나타내어 인위적인 물관리가 필요한 것으로 나타났다. 유형 II(토심 15cm)와 유형 III(토심 25cm) 간의 생육적 차이는 없었으나 유형 III(토심 25cm)처리구에서 안정된 생육을 보였다. 엽록소 함량의 경우 유형 I(토심 7cm)를 제외하고 토심이 높을수록 증가하는 경향이였으나, 모래 100%로 처리한 S₁₀ 실험구에서 가장 낮은 값을 보였다.

따라서, 유형 I 과 같은 낮은 토심(토심 7cm)일 경우, 토양배합에 있어 P₆P₂L₂, P₅P₃L₂와 같은 혼합비가 적합하였으며 초기관리로서 관수가 수

반되어야 할 것으로 판단되었다. 그러나 유형 II·III와 같은 경우, 특별한 관수가 이루어지지 않아도 순비기나무의 전체적인 생육이 원활한 양상을 나타내었으므로 이에 적절한 선택적 녹화가 이루어질 수 있을 것으로 사료되었다.

추후 연구에서는 순비기나무의 생육에 필요한 최소한의 토양수분함량을 판단하고 그에 따른 토양·토심별 적정 관수시점을 찾아내는 연구가 진행되어야 하며, 해안성 수종인 순비기나무의 내한성여부에 관한 장기적인 실측 또한 필요하다고 본다.

인 용 문 헌

- 강규이 · 이은희. 2005. 관리조방적 옥상녹화에 적합한 자생초화류와 식재토양에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 8(4) : 23-31.
- 김명희. 2002. 경량형 옥상조경의 토양, 토심 및 관수주기가 자생초화류의 생육에 미치는 영향. 상명대학교 대학원 석사학위논문.
- 김기돈. 2003. 토양수분조절과 저단밀식재배가 토마토의 수량 및 품질에 미치는 영향. 배재대학교 대학원 석사학위논문.
- 심준영 · 김유일. 1997. 근교농촌의 경관유형에 따른 고층건물의 관찰거리 및 규모와 경관 선호도와의 관계. 한국조경학회지 25(1) : 112-123.
- 이은엽 · 문석기. 1999. 인공지반의 토양조성과 토양심도가 중엽형 들잔디의 생육에 미치는 영향. 한국환경복원녹화기술학회지 2(3) : 1-9.
- 이은희 · 조은진 · 박민영 · 김동욱 · 장성완. 2007. 초화류를 중심으로 한 관리조방적 옥상녹화용 식물소재 선정. 한국환경복원녹화기술학회지 10(2) : 84-96.
- 허근영 · 김인혜 · 강호철. 2003. 저토심 옥상녹화 시스템에서 돌나물의 생육에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과. 한국

- 조경학회지 31(2) : 102-112.
- 허근영 · 심경구. 2000. 인공지반의 녹화를 위해서 단용 또는 노지토양과 혼합하여 이용되는 인공토양의 특성. 한국조경학회지 28(2) : 28-38.
- 최희선 · 양병이 · 홍수영 · 김귀곤 · 오휘영. 2003. 서울시청 옥상정원 '초록뜰' 모니터링을 통한 식재식물. 한국조경학회지 31(3) : 114-124.
- Beatley, T. 2000. Green urbanism. Island Press.
- Emilsson, T., and K. Rolf. 2005. Comparison of establishment methods for extensive green roofs in southern Sweden. Urban Forestry & Urban Greening, 3 : 103-111.