

# 저토심 옥상녹화 시스템에서 돌나물(*Sedum sarmentosum*)의 생육에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과

허근영\* · 김인혜\*\* · 강호철\*

\*진주산업대학교 조경학과 · \*\*경상대학교 대학원 응용생명과학부

## I. 서론

본 연구는 기존 건축물 옥상녹화에 이용 가능하며 관리가 간편한 저토심 옥상녹화 시스템을 연구하고 개발하고자 수행되었다. 연구목적은 달성하기 위해서 시스템의 개념적 모델을 선행연구로부터 유추하고 이것으로부터 실험을 위한 시스템들을 제안하고자 하였다. 옥상녹화에 적합한 지피식물로서 돌나물(*Sedum sarmentosum Bunge*)을 선정하며, 세덤류(*Sedum spp.*)을 이용한 옥상녹화 공법에 사용되고 있는 인공토양을 단용 또는 노지토양과 혼용한 인공배지를 사용하여 제안된 시스템에서 돌나물의 생육에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과를 구명하고 이 시스템이 건축물 옥상에 미치는 하중을 평가하고자 하였다(서울특별시, 2000, 박종성, 2000, 현대건설 기술연구소, 1997).

## II. 연구방법

본 연구는 저토심 옥상녹화 시스템에서 돌나물의 생육에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과를 구명하는 생육실험과 이 시스템이 기존 건축물 옥상에 미치는 하중을 평가하는 실험으로 구분하여 수행하였다.

### 1. 저토심 옥상녹화 시스템에서 돌나물의 생육에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과

#### 1) 공시재료

식물재료는 세덤류에 관한 선행 연구와 예비 생육실험을 통하여 국내에 자생하며 광범위한 지역에서 생육이 양호하게 나타난 돌나물(*Sedum sarmentosum Bunge*)을 식물재료로 선정하였다(권순태와 정정학, 1999; 류병열, 2000; 심용구 등, 1998; 서울특별시, 2000). 인공배지는 세덤류를 재배하는 종묘상들이 추천하고 'SEDUM 옥상녹화공법'을 개발한 H-회사에서 사용하고 있는 C-인공토양을 단용 또는 노지토양과 혼용하여 조성한 인공배지로 선정하였다

#### 2) 실험방법

2002년 4월 3일부터 2002년 10월 11일까지 건물옥상에서 수행되었다. 먼저, 토양층과 식물의 생육에 관한 선행 연구를 분석하고 독일의 DAKU 시스템, H회사의 옥상녹화 세덤(SEDUM) 신공법, R회사의 CERA-SOIL 공법, 서울특별시와 한국건설기술연구소에서 제안한 보급형 옥상녹화 공법 등을 토대로 하여 저토심 옥상녹화 시스템의 개념적 모델을 제안하고 이 모델에 준하여 표 1과 같이 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태를 구분하고 실험구를 조성하였다(박종성, 2000; 서울특별시, 2000; 이은엽과 문석기, 2000; 현대건설 기술연구소, 1997; Boivin *et al.*, 2001; Huang and Gao, 2000; Nash and Graves, 1993; Taylor *et al.*, 1993).

배수의 형태는 배수구가 최하단부에 위치한 배수 처리와 배수구가 최하단부에서 5cm 높이에 위치하여 저수(貯水)와 배수가 가능한 저수·배수 처리로 하였다. 인공배지의 종류는 C-인공토양 단용 처리와 C-인공토양과 양토(모래 46%, 미사 40%, 점토 14%)를 부피비 1:1로 혼합한 처리로 하였다. 토양층의 토심은 5cm, 10cm, 15cm로 하였고, 배수층은 모든 처리에서 동일하게 5cm로 하였으며, 여과층은 일반적으로 사용되고 있

표 1. 생육실험에서 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 처리

처리 구분	배수 형태	인공배지 종류	토심(cm)
처리 1	배수	단용	5
처리 2	배수	단용	10
처리 3	배수	단용	15
처리 4	배수	혼용	5
처리 5	배수	혼용	10
처리 6	배수	혼용	15
처리 7	저수·배수	단용	5
처리 8	저수·배수	단용	10
처리 9	저수·배수	단용	15
처리 10	저수·배수	혼용	5
처리 11	저수·배수	혼용	10
처리 12	저수·배수	혼용	15

는 부직포로 조성하였다. 각 처리는 3반복으로 하였고, 각 처리 내에는 2반복으로 식물체를 식재하였으며, 실험구는 두께 5cm의 발포폴리스티렌(expanded polystyrene) 위에 완전임의배치로 하였다. 그리고 직경 9cm × 높이 8.5cm의 포트에서 재배된 들나물을 구입하여 균일한 식물체를 선발하고 4월 3일에 각각의 식재 상자(44cm×34cm×H10cm, H15cm, H20cm)에 2포트씩 정식하였다. 관수는 정식 후 1주 동안 1회/일 관수하였고 그 후에는 관수하지 않았으며, 시비는 실험기간 동안 실시하지 않았다.

### (3) 조사 및 분석

생육조사는 피복면적, 총생체중, 총건물중, 시각적 질(visual quality), 그리고 수분함량으로 구분하여 수행하였다. 피복면적은 정식 후에 2개월이 경과한 6월부터 10월까지 2개월 간격으로 조사하였고 총생체중과 총건물중은 10월 11일에 채취하여 잎, 줄기, 뿌리를 구분하지 않고 전체로 측정하였다. 시각적 질은 피복면적 조사와 같은 시기에 조사하였다. 시각적 질은 식물의 생육량을 제외한 엽색, 형태, 스트레스로 인한 피해 유무 또는 정도 등을 전체적으로 평가하였으며, 실험자들을 제외한 6명이 9점 척도(최저 1점; 최고 9점)로 조사하였다(태현숙 등, 2000; Boivin *et al.*, 2001). 수분함량은 단위 건물(g) 당 수분함량(g)으로 조사시기는 많은 비가 온 후 2일이 경과한 7월 4일, 15일이 경과한 8월 5일, 그리고 10일이 경과한 9월 10일에 각 처리에서 지상부의 식물체 일부를 채취하여 생체중과 건물중을 측정하고 생체중에서 건물중을 감하고 이것을 건물중으로 나누어서 산출하였다.

조사된 자료들은 들나물의 생육을 다면적으로 평가하기 위한 것으로 서로 상관을 가지며 집단화(grouping)될 것으로 예측되었다. 일차적으로 조사된 모든 자료들을 상관분석(correlation analysis)하였으며 변수들간의 상관이 많이 나타났고 집단화(grouping)되는 것으로 분석되어 요인분석(factor analysis)하였다. 요인분석을 통하여 분류된 변수들은 처리들간의 유의성을 분석하기 위하여 던칸의 다중검정법(Duncan's multiple range test)으로 통계처리 하였으며 유의수준은 5%로 하였다.

## 2. 저토심 옥상녹화 시스템이 건축물 옥상에 미치는 이중

저토심 옥상녹화 시스템이 건축물 옥상에 미치는 이중을 분석하기 위해서 각 처리들의 중량을 3반복으로 측정하였다(표 1 참조). 측정은 생육이 충분히 진행된 시기에 많은 비가 온 다음 날을 택하여 수행하였고 그 중에서 가장 높은 측정값을 나타낸 9월 17일 데이터를 선정하여 식재상자를 제외한 총중량을 단위면적 당 중량으로 환산하여 평균값을 산출하였다. 실험장소에서 9월 15일부터 9월 16일까지 총강수량은 114.5mm였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 피복면적, 총생체중, 총건물중, 시각적 질, 그리고 수분함량의 상관 및 요인분석

피복면적, 총생체중, 그리고 총건물중을 통하여 들나물의 생육량에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과를 구명할 수 있다고 판단하였으며 시각적 질과 수분함량을 통하여 들나물의 생육적 질(growth quality)에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과를 구명할 수 있다고 판단하였다.

### 2. 들나물의 생육량에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과

피복면적에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과는 6월 12일까지는 단용 처리가 혼용 처리

보다 피복면적을 증가시키고 토심이 증가함에 따라서 피복면적이 증가하며 저수·배수 처리가 배수 처리보다 피복면적을 증가시키는 경향을 보였다. 8월 5일까지는 혼용 처리가 단용 처리보다 피복면적을 증가시키고 토심 10cm 처리에서 피복면적이 최대이며 저수·배수 처리가 배수 처리보다 피복면적을 증가시키는 경향을 보였다. 10월 10일까지는 혼용 처리가 단용 처리보다 피복면적을 증가시키고 토심 10cm 처리에서 피복면적이 우수하며 저수·배수 처리가 배수 처리보다 피복면적을 증가시키는 경향을 보였다.

총생체중과 총건물중에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과는 피복면적에 대한 효과와 일관성 있게 혼용 처리가 단용 처리보다 총생체중과 총건물중을 증가시키고 토심 10cm 처리에서 가장 높은 값을 나타내며 저수·배수 처리가 배수 처리보다 총생체중과 총건물중을 증가시키는 경향을 보였다.

피복면적, 총생체중, 그리고 총건물중을 통하여 생육량에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과를 살펴보면 혼용 처리가 단용 처리보다 생육량을 증가시키고 토심 10cm 처리에서 생육량이 높으며 저수·배수 처리가 배수 처리보다 생육량을 증가시키는 것으로 판단되었다.

### 3. 들나물의 생육적 질에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과

시각적 질에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과를 살펴보면 6월 12일까지는 혼용 처리가 단용 처리보다 시각적 질을 증가시키고 토심 10cm 처리에서 시각적 질이 우수하며 배수 처리가 저수·배수 처리보다 시각적 질을 증가시키는 경향을 보였다. 8월 5일까지는 혼용 처리가 단용 처리보다 시각적 질을 증가시키고 토심의 효과는 일관성이 없었으며 배수 처리가 저수·배수 처리보다 시각적 질을 증가시키는 경향을 보였다. 10월 10일까지는 혼용 처리가 단용 처리보다 시각적 질을 증가시키고 토심 10cm 처리에서 시각적 질이 우수하며 배수 처리가 저수·배수 처리보다 시각적 질을 증가시키는 경향을 보였다.

수분함량에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과를 살펴보면 7월 4일에는 혼용 처리가 단용 처리보다 수분함량을 증가시키고 토심이 낮을수록 수분

함량이 증가하며 저수·배수 처리가 배수 처리보다 수분함량을 증가시키는 경향을 보였다. 8월 5일에는 혼용 처리가 단용 처리보다 수분함량을 증가시키고 토심 10cm 처리에서 수분함량이 가장 높으며 배수 처리가 저수·배수 처리보다 수분함량을 증가시키는 경향을 보였다. 9월 10일에는 혼용 처리와 단용 처리간에 차이가 없고 배수 처리 내에서는 토심이 낮을수록 수분함량이 증가하며 저수·배수 처리 내에서는 토심 10cm 처리가 수분함량이 높고 배수 처리가 저수·배수 처리보다 수분함량을 증가시키는 경향을 보였다. 이와 같은 경향은 상대적으로 토양수분함량이 낮은 처리들에서 자란 식물들이 환경에 순응(acclimation)하여 저수 기능이 발달한 것에 기인한다고 판단되었다(Taiz and Zeiger, 1991; Teeri *et al.*, 1986).

시각적 질과 수분함량을 통하여 생육적 질에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과를 살펴보면 혼용 처리가 단용 처리보다 생육적 질을 증가시키고 토심 10cm 처리에서 생육적 질이 높으며 배수 처리가 저수·배수 처리보다 생육적 질을 증가시키는 것으로 판단되었다.

### 4. 저토심 옥상녹화 시스템이 건축물 옥상에 미치는 하중

최종적으로 기존 건축물 옥상에 들나물과 같은 세덤류를 이용하여 녹화를 하고자 한다면 제안된 저토심 옥상녹화 시스템의 인공배지 종류는 혼용인 것이 보다 우수하고 토심은 5~10cm이면 적합하며 배수 형태는 저수·배수보다는 배수가 적합하다고 사료되었다. 그러나 국내의 기후 여건을 고려해 볼 때 관수 관리를 최소화하기 위해서 배수 형태를 최소의 저수량을 가지는 저수·배수로 채택하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

따라서 본 연구에서 얻어진 결과들을 통하여 향후 연구의 범위를 정확하게 제한 또는 축소하며 주어진 범위 내에서 다양한 지피식물들을 대상으로 하여 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태를 세분화시켜 실험을 수행하는 것이 필요할 것으로 사료되었다. 이것을 통하여 다양한 지피식물들의 생육에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과를 보다 정확하게 구명하고 최적의 저토심 옥상녹화 시스템을 개발할 수 있을 것으로 기대되었다.

## IV. 적요

1. 피복면적, 총생체중, 그리고 총건물중은 상관을 가지며 생육량에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과를 구명할 수 있는 조사자료라고 판단하였다. 시각적 질과 수분함량은 상관을 가지며 생육적 질에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과를 구명할 수 있는 조사자료라고 판단하였다.
2. 생육량은 단용의 인공배지보다 혼용의 인공배지에서 더 높았고 토심 10cm에서 가장 높았으며 저수·배수 형태가 배수 형태보다 더 높았다.
3. 생육적 질은 단용의 인공배지보다 혼용의 인공배지에서 더 높았고 토심 10cm에서 가장 높았으며 배수 형태가 저수·배수 형태보다 더 높았다.
4. 기존 건축물 옥상에 미치는 하중과 돌나물의 생육을 고려해보면 제안된 시스템은 인공배지 종류에서는 혼용을 선택하고 토심에서는 5~10cm를 선택하며 배수 형태에서는 배수 형태를 선택하는 것이 적합하다고 보았다. 그러나, 저수·배수 형태가 건기를 대비하여 수분을 저장하기 위해서 도입되어야 하며 저수량은 가능한 범위 내에서 최소화되어야 하는 점이 특히 고려되어야 한다.

## 인용문헌

1. 권순태, 정정학(1999) 한국산 *Sedum*속 식물의 형태적 특성과 RAPD에 의한 유연관계 분석. 원예과학기술지 17(4): 490-494.
2. 류병열(2000) 자생 다육식물의 종류 및 특성. 한국야생화개발연구회 2000년 야생화 개발과 이용 학술발표집 pp. 123-126.
3. 박종성(2000) 옥상녹화 세덤(*SEDUM*) 신공법. EPLA 1(2): 92-95.
4. 서울특별시(2000) 건물옥상녹화 학술용역, 서울특별시.
5. 심용구, 한윤열, 정정학(1999) 자생화훼 선발 및 재배법 개발 연구: 식재장소별 유망 자생지피식물 선발시험. 농사시험연구 보고서.
6. 이은엽, 문석기(2000) 옥상녹화공법의 배수층 구조별 식물생육효과. 환경복원녹화 3(4): 1-21.
7. 태현숙, 고석구, 안길만(2000) 생장조절제 처리가 bentgrass 생육과 토양 수분이동에 미치는 영향. 한국잔디학회지 14(1): 273-280.
8. 현대건설 기술연구소(1997) 인공지반 조경 녹화기술에 관한 연구. 현대건설주식회사.
9. Boivin, M.A., M.P. Lamy, A. Gosselin, and B. Dansereau, 2001, Effect of artificial substrate depth on freezing injury of six herbaceous perennials grown in a green roof system. HortTechnology 11(3): 409-411.
10. Huang, B. and H. Gao(2000) Root physiological characteristics associated with drought resistance in tall fescue cultivars. Crop Sci. 40: 196-203.
11. Nash, L.J. and W.R. Graves(1993) Drought and flood stress effects on plant development and leaf water relations of five taxa of trees native to bottomland habitats. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(6): 845-850.
12. Taylor, D.H., S.D. Nelson, and C.F. Williams(1993) Sub-root zone layering effects on water retention in sports turf soil profiles. Agron. J. 85: 626-630.
13. Taiz, L. and E. Zeiger(1991) Plant physiology. California: The Benjamin Cumming Publishing.
14. Teeri, J.A., M. Turner, and J. Gurevitch(1986) The response of leaf water potential and crassulacean acid metabolism to prolonged drought in *Sedum rubrotinctum*. Plant Physiol. 81: 678-680.