

저관리 경량형 옥상녹화에 적합한 식물 선발

Selecting Suitable Flora for Extensive Green Roof System

장진¹ · 김용훈¹ · 오충현²

¹동국대학교 대학원 바이오환경과학과, ²동국대학교 바이오환경과학과

서 론

최근 도시개발의 확산으로 인해 도시열섬현상, 도시홍수, 지하수 고갈 등 도시 환경문제가 심각해지고 있다. 따라서 이와 같은 지구온난화, 도심열섬화 완화를 위하여 학교 공원화, 아파트 숲 조성, 옥상녹화 등 도심내 기후변화 영향 완충지대를 확대하고자 녹색화가 가능한 잠재 자투리 공간을 파악하고 그에 따른 녹화방안의 강구가 중요하게 부각되고 있다. 그 일환으로 옥상녹화는 방치된 자투리 공간 녹화 사업으로 2000년 건교부가 ‘옥상녹화 및 인공지반조경’에서 옥상녹화의 기준을 제시하였으며, 2004년도부터 서울시의 옥상공원화 사업 추진 등 옥상녹화에 대한 연구도 다양하게 진행되고 있으며, 특히 초화류를 중심으로한 관리조방적 옥상녹화용 식물 소재 선정(이은희, 2007, 조은진, 2008) 연구 등 옥상녹화에 적합한 식물종 선정에 대한 중요성이 더욱 부각되고 있다. 따라서 본 연구에서는 경량형 옥상녹화에 활용되고 있는 식물들이 생육에 필요한 유기질 토양에서 식재된 후 5년간의 모니터링 후 식물 피도를 통한 생육 정도를 분석한 후 차후 외래종 세덤류들을 대체하여 보다 적합한 자생 식물종 선정을 하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 연구내용

저관리 경량형에 적합한 식물을 선발하기 위한 실험을 진행하기 위해 2004년 식재 당시 국내에서 유통되는 지피 식물 또는 옥상녹화식물 중 구입이 가능한 17과 50종을 선정하였다.

토양은 국내에서 대량 유통되는 유기질 토양 3가지를 실험토양으로 선정하였다. 이들 3가지 토양을 기본으로 표1과

같이 실험용 토양을 제조하였다.

실험구는 경기도 고양시에 위치한 한국건설기술연구원 본관 옥상(6층 높이)에 2004년 4월에 설치하였다. 실험구는 인위적인 관수 및 병충해 방제 등을 시행하지 않고 빗물에 의해서만 유지되는 무관리 형태로 유지하였다.

실험구의 토양은 Table 1에서 제시한 5가지 토양을 기준으로 10cm와 20cm 깊이의 토양으로 구분하여 총 3반복하여 설치하였다.

표1. 토양유형별 조성비

| 토양유형 | 토양번호 | 조성비 |
|--------|-------|---|
| A type | 1, 6 | C-soil : bark : granite soil = 60 : 20 : 20 |
| B type | 2, 7 | E-soil : Zeolite = 50 : 50 |
| C type | 3, 8 | E-soil : Zeolite : granitic soil = 20 : 25 : 55 |
| D type | 4, 9 | P-soil : J-soil = 50 : 50 |
| E type | 5, 10 | P-soil = 100 |

* C-soil와 P-soil : artificial soil, E-soil : peat soil, J-soil : soil made by earthworm

* 토심 : 토양번호 1~5 (10cm), 토양번호 6~10 (20cm)

2. 연구방법

식물생육 모니터링은 각 실험구안에 식재된 50개체의 식물은 월 1회 사진을 촬영하여 피도를 구하는 방법으로 생육 상태를 분석하였다. 피도분석은 식물의 활력이 있는 부분만을 고려하였으며 고사한 부분은 측정하지 않았다. 또한 실험기간은 2004년부터 2009년까지 5년간의 변화 분석 결과를 대상으로 한다.

결과 및 고찰

1. 과별 성장특성 분석

식재식물들의 과별 적합성 분석 결과는 표 2와 같다. 종별로 저관리 경량형 옥상녹화에 적합한 식물은 시공 후 5년 동안 고사하지 않고 원활하게 생육하는 종을 선정하였다. 선정된 종은 아래 표 2과 같다.

2004년 초기 식재했던 식물종은 총 16과 50종이 었으나 5년 뒤 모티터링 분석 결과 2009년 식물 생육 종수는 8과 22종으로 식재종 28종이 감소한 것으로 나타났다.

생존한 식재식물은 돌나물과(Crassulaceae)가 7종으로 가장 많았으며, 석죽과(Caryophyllaceae) 4종, 백합과(Liliaceae), 국화과(Compositae)가 각 3종, 화본과(Gramineae) 2종, 꿀풀과(Labiatae), 범의귀과(Saxifragaceae), 미나리아재비과(Ranunculaceae)가 각 1종씩 생존하였다.

그리고 조성 후 5년(2004~2009) 동안 이입된 식물종 현황으로 식재 식물 중 버드나무과(Salicaceae), 콩과(Leguminosae), 팽이밥과(Oxalidaceae), 마편초과(Verbenaceae), 국화과(Compositae), 벼과(Gramineae), 사초과(Cyperaceae)로 총 7과 16종의 식물종이 이입되었다.

2. 식재식물 및 이입식물 특성 분석

실험구 대상지의 전체 녹피율은 총 81.38%였으며, 그 중 식재식물의 녹피율은 60.09%, 이입식물의 녹피율은 21.29%로 나타났다. 각 식재식물 및 이입식물의 녹피율 특성은 다음의 표 3과 같다.

(1) 식재식물 특성분석

생존한 식재식물 중 돌나물과(Crassulaceae)는 총 33.79%의 녹피율을 나타냈으며 그 중 섬기린초(*Sedum takesimense*)가 11.47%, 그 다음으로 돌나물(*Sedum sarmentosum*)이 10.64%로 가장 높게 나타났다.

국화과(Compositae)는 총 33.47%의 녹피율을 나타냈으며 그 중 구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum*)가 26.34%로 가장 높게 나타났으며, 백합과(Liliaceae)는 총 24.79%의 녹피율이 나타났으며 그 중 두메부추(*Allium senescens*)가 20.14%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 석죽과(Caryophyllaceae)는 총 4.03%, 범의귀과(Saxifragaceae)는 2.27%, 화본과(Gramineae)는 1.04%, 꿀풀과(Labiatae)는 0.52%, 미나리아재비과(Ranunculaceae)는 0.10%의 순으로 식재식물의 녹피율이 분석되었다.

표 2. 2004년 식재 식물종 현황 및 5년(2004~2009) 후 생존 식물종수 현황

| 과명 | 식물명 | 2004년 식재종수 | 2009년 생육종수 |
|------------------------|---|------------|------------|
| Crassulaceae(돌나물과) | 애기기린초, 섬기린초, 큰평의비름, 둥근잎평의비름, 바위솔, 돌나물, 땅채송화, 흰꽃세덤, 블루솔세덤, 낙지다리세덤, 단풍세덤, 무늬돌나물 | 12 | 7 |
| Liliaceae(백합과) | 두메부추, 비비추, 애기원추리 | 3 | 3 |
| Compositae(국화과) | 산국, 금불초, 벌개미취, 큰너도부추, 구절초, 해국 | 6 | 3 |
| Labiatae(꿀풀과) | 섬백리향, 꿀풀, 아주가, 용머리 | 4 | 1 |
| Caryophyllaceae(석죽과) | 개미자리, 패랭이, 술패랭이, 상록패랭이, 왕상록패랭이, 잔디패랭이, 비단동자꽃 | 7 | 4 |
| Primulaceae(앵초과) | 앵초, 개량앵초 | 2 | 0 |
| Polemoniaceae(꽃고비과) | 꽃잔디, 꽃잔디 레드킹 | 2 | 0 |
| Cruciferae(십자화과) | 큰꽃장대나물, 얇은장대나물, 아우부리에타, 산구슬갓냉이 | 4 | 0 |
| Gramineae(화본과) | 사사, 수크령 | 2 | 2 |
| Iridaceae(붓꽃과) | 타래붓꽃 | 1 | 0 |
| Buxaceae(회양목과) | 수호초 | 1 | 0 |
| Saxifragaceae(범의귀과) | 돌단풍, 계란꽃 | 2 | 1 |
| Amaryllidaceae(수선화과) | 꽃무릇 | 1 | 0 |
| Hypericaceae(물레나물과) | 목물레나물 | 1 | 0 |
| Valerianaceae(마타리과) | 돌마타리 | 1 | 0 |
| Ranunculaceae(미나리아재비과) | 매발톱꽃 | 1 | 1 |
| | 합계 | 50 | 22 |

표 3. 저관리 경량형 옥상녹화 5년(2004~2009) 후 식재식물 및 이입식물 식물종 현황

| 구분 | 과명 | 종명 | 녹피율 | | |
|-------------------------|---|---|--------|-----------|--------|
| | | | 과별비율 | 종별비율 | |
| 식재식물 | Crassulaceae (돌나물과) | <i>Sedum middendorffianum</i> (애기기린초) | | 4.65% | |
| | | <i>Sedum takesimense</i> (섬기린초) | | 11.47% | |
| | | <i>Sedum spectabile</i> (큰꿩의비름) | | 1.86% | |
| | | <i>Sedum sarmentosum</i> (돌나물) | 33.79% | 10.64% | |
| | | <i>Sedum</i> spp. (흰꽃세덤) | | 1.76% | |
| | | <i>Sedum</i> spp. (블루솔세덤) | | 2.07% | |
| | Liliaceae (백합과) | <i>Allium senescens</i> (두메부추) | | 20.14% | |
| | | <i>Hosta longipes</i> (비비추) | 24.79% | 4.55% | |
| | | <i>Hemerocallis minor</i> (애기원추리) | | 0.10% | |
| | Compositae (국화과) | <i>Chrysanthemum boreale</i> (산국) | | 6.51% | |
| | | <i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (구절초), <i>Aster spathulifolius</i> (해국) | 33.47% | 26.34% | |
| | | <i>Thymus quinquecostatus</i> var. <i>japonica</i> (섬백리향), <i>Dianthus chinensis</i> (패랭이) | 0.52% | 0.52% | |
| | Labiatae (꿀풀과) | <i>Dianthus superbus</i> var. <i>longicalycinus</i> (솔패랭이) <i>Dianthus</i> 'Mrs Holt' (상록패랭이) | 4.03% | 0.10% | |
| | | <i>Dianthus</i> spp. (왕상록패랭이) | | 1.14% | |
| | | <i>Sasa</i> spp. (사사) | 1.04% | 0.52% | |
| | Gramineae (화본과) | <i>Pennisetum alopecuroides</i> (수크렁) | | 0.52% | |
| Saxifragaceae (범의귀과) | <i>Aceriphyllum rossii</i> (돌단풍) | 2.27% | 2.27% | | |
| Ranunculaceae (미나리아재비과) | <i>Aquilegia buergeriana</i> var. <i>oxysepala</i> (매밭톱꽃) | 0.10% | 0.10% | | |
| 합계 | | | 8과 22종 | 100% 100% | |
| 이입식물 | Salicaceae (버드나무과) | <i>Salix gracilistyla</i> MIQ. (갯버들) | 0.29% | 0.29% | |
| | | <i>Kummerowia striata</i> (THUNB.) SCHINDL. (매듭풀) | 21.28% | 17.78% | |
| | Leguminosae (콩과) | <i>Phaseolus nipponensis</i> Ohwi (새팥) | | 3.50% | |
| | | <i>Oxalis corniculata</i> L. (괭이밥) | 0.29% | 0.29% | |
| | Oxalidaceae (괭이밥과) | <i>Caryopteris incana</i> (THUNB.) MIQ. (층꽃나무) | 2.92% | 2.92% | |
| | Verbenaceae (마편초과) | <i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>alpinum</i> KITAMURA (바위구절초) | | 0.29% | |
| | | <i>Artemisia capillaris</i> THUNB. (사철쭉), <i>Artemisia scoparia</i> WALDST. et KITAMURA (비쭉), <i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i> (PAMPAN.) HARA (쭉) | 27.99% | 1.17% | |
| | | <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i> (O. KUNTZE) HARA (왕고들빼기) | | 0.29% | |
| | | <i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i> DESCOURTILS (돼지풀) | | 0.29% | |
| | | <i>Setaria viridis</i> (L.) BEAUV. (강아지풀) | | 36.44% | |
| | | <i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) SCOP. (바랭이) | 46.93% | 8.45% | |
| | | <i>Poa acroleuca</i> STEUD. (실포아풀) | | 1.17% | |
| | Gramineae (벼과) | <i>Miscanthus sacchariflorus</i> BENTH. (물억새) | | 0.87% | |
| | | <i>Cyperus microiria</i> STEUD. (금방동사니) | 0.29% | 0.29% | |
| | | 합계 | | | 7과 16종 |

(2) 이입식물 특성분석

이입식물의 경우 벼과(Gramineae)는 총 46.93%로 가장 높은 녹피율이 나타났으며 가장 생육이 왕성한 식물종은

강아지풀(*Setaria viridis* (L.) BEAUV.)이 36.44%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로는 국화과(Compositae)가 녹피율이 27.99%로 나타났고 그 중 사철쭉(*Artemisia capillaris*

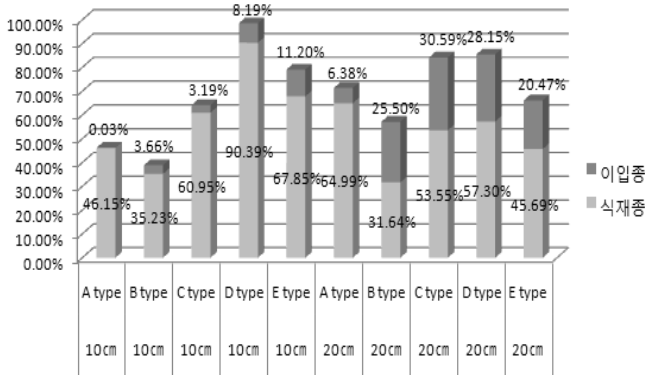


그림 1. 토양 특성에 따른 녹피율

THUNB.)이 22.16%로 가장 높게 나타났다. 콩과 (Leguminosae)는 21.28%의 녹피율을 나타냈으며, 매듭풀 (*Kummerowia striata* (THUNB.) SCHINDL.)의 세력이 17.78%로 높게 나타났다. 그 다음으로 마편초과(Verbenaceae)는 2.92%, 버드나무과(Salicaceae)는 0.29%, 팽이밥과 (Oxalidaceae)는 0.29%, 사초과(Cyperaceae)는 0.29%의 순으로 녹피율이 분석되었다.

(3) 토양의 차이에 따른 특성

각 토심별 및 토양타입별 식재식물 및 이입식물의 녹피율은 아래의 표 4, 그림5와 같이 분석되었다. 토심 10cm의 식물종의 경우 D type(P-soil : J-soil = 50 : 50)의 녹피율이 98.58%(식재식물 90.39%, 이입식물 8.19%)로 가장 높게 나타났으며 식물의 생육이 다른 토양에 비하여 우수한 것으로 분석되었다. D type의 식물종의 경우 식재식물은 돌나물 (5.33%), 돌단풍(4.92%), 두메부추(14.53%), 비비추(9.15%), 산국(2.94%), 섬기린초(37.99%), 애기기린초(9.12%), 왕상록패랭이(0.30%), 해국(6.10%)로 나타났으며, 이입식물은 강아지풀(1.85%), 팽이밥(0.02%), 금방동사니(0.01%), 바랭이(1.26%), 사철쭉(0.44%), 층꽃나무(4.61%)로 나타났다.

토심 20cm의 식물의 경우는 D type 녹피율 85.45% (식재식물 57.30%, 이입식물 28.15%)과 C type(E-soil : Zeolite : granitic soil= 20 : 25 : 55)의 녹피율 84.15%(식재식물 53.55%, 이입식물 30.59%)로 나타났다.

또한 토심 20cm의 D type에서 나타난 식물종은 구절초 (7.55%), 돌나물(8.20%), 돌단풍(2.75%), 두메부추(5.54%), 비비추(11.45%), 사사(14.28%), 상록패랭이(0.45%), 섬기

린초(6.42%), 애기기린초(0.18%), 애기원추리(0.16%), 왕상록패랭이(0.21%), 큰팽의비름(0.11%)로 나타났고, 이입식물은 강아지풀(12.81%), 갯버들(6.68%), 물억새(0.35%), 바랭이(2.49%), 사철쭉(3.18%), 층꽃나무(2.64%)로 나타났다.

그리고 D type 의 토양특성의 경우 토심 10cm의 경우 두메부추와 섬기린초의 생육이 녹피율이 높은 반면, 토심 20cm의 경우는 사사와 비비추의 녹피율이 높게 나타났다.

3. 적합한 식물 선정

본 연구를 수행한 결과 저관리 경량형 옥상녹화에 적합한 식물은 주로 돌나물과(Crassulaceae)와 국화과(Compositae) 식물들이 선정되었지만, 각 과의 개별 종의 특성을 고려하여야 할 것이다. 그리고 돌나물과(Crassulaceae)중에서 섬기린초(*Sedum takesimense*)와 돌나물(*Sedum sarmentosum*) 등은 외국산 세덤류보다 녹피율이 높고 생육이 양호하여 외국산 세덤류를 대신하여 자생종 식재수종으로 적합한 것으로 나타났다.

또한 토양의 특성의 경우 토심이 10cm 이하로 너무 낮을 경우에는 식물생장이 전반적으로 좋지 않기 때문에 최소 20cm 정도의 적정 토심은 유지하는 것이 좋은 것으로 분석되었으나, 더불어 이입식물의 비율도 같이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 당초 식재하였던 식물종과 이입식물의 적절한 관리를 통해 도심의 자투리 공간인 옥상에서도 다양한 생물의 서식처를 제공하고 종다양성도 높일 수 있는 옥상녹화의 식물종 선정이 필요하다. 그리고 차후 토양 특성별 분석을 보다 정밀하게 실시하여 각 토양특성에 맞는 식물종 연구를 진행하여 보다 저관리 경량형 옥상녹화 식물종 특성 연구가 필요한 것으로 판단된다.

인용문헌

경기농림진흥재단(2008) 자투리 공간 녹지조성사업 현황조사 및 관리방안 보고서
 이은희, 조은진, 박민영, 김동욱, 장성완. 2007. 초화류를 중심으로한 관리조방적 옥상녹화용 식물 소재 선정. 한국환경복원녹화기술학회지 10(2);84-96
 조은진, 한이재, 이승수, 이은희. 2008. 장기 모니터링을 통한 관리조방적 옥상녹화용 식물 선정. 한국환경생태학회;pp.131-133