

서울시청 옥상정원 ‘초록뜰’ 모니터링을 통한 식재식물과 이입식물의 관리방안에 관한 연구

최희선* · 홍수영** · 김귀곤*** · 양병이**** · 오휘영*****

*서울대학교 대학원 박사과정 · **서울시청 조경과 · ***서울대학교 조경학과 ·
****서울대학교 환경대학원 · *****한양대학교 도시대학원

A Study of Management Method of Planted Plants and Invasive Plants through Monitoring on Rooftop Garden "Choroktteul" in Seoul City Hall

Choi, Hee-Sun* · Hong, Soo-Young** · Kim, Kwi-Gon*** ·
Yang, Byoung-E**** · Oh, Whee-Young*****

*Graduate School, Seoul National Univ.

**Landscape Division, Seoul Metropolitan Government

***Dept. of Landscape Architecture, Seoul National Univ.

****Graduate School of Environmental Studies, Seoul National Univ.

*****Graduate School of Urban, Hanyang Univ.

ABSTRACT

The management methods of rooftop greening must be get ready without delay, Because rooftop greening has been generalized owing to the supporting project of The Seoul Metropolitan Government. Because most of the rooftop greening system is a recently-constructed low-management type, management methods should be made to suit it. This study is intended to set up a program for low-management rooftop greening based on "Choroktteul", the low management type of rooftop greening on the roof of one of the buildings in Seoul City Hall.

Through monitoring, we found that most of the planted plants grew well but a few species needed physical management. We also found that invasive species(62 sp.) were 1.5 times as many as the planted plants. Most of the invasive plants were exotic species that need to be managed. The physical management methods were "pulling up" and "cutting". These methods should be carried out according to the growth

[†]Corresponding Author : Hee-Sun Choi, Dept. of Ecological Landscape Architecture, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea, Tel. : +82-2-875-4828, E-mail: heesun27@snu.ac.kr

stage. It was judged that a biological-ecological management program should be prepared through the long-period of monitoring and experiment. System methods such as guidelines of management program through monitoring was also required due to the emphasis on public ownership among the managers of the invasive species.

Key Words: Rooftop Greening, Invasive Species, Exotic Species, Monitoring, Management.

I. 서론

최근 도시생태계 복원의 한 방안으로 고려되고 있는 옥상녹화는 2002년 옥상녹화 사업에 대한 서울시의 지원을 기점으로 확대 보편화가 예상되고 있다. 현재까지의 옥상녹화가 녹지도입을 통한 도시경관 개선 및 휴식 공간제공 등의 역할을 해왔다면(이관희, 1995), 앞으로의 옥상녹화는 옥상의 인공지반 위에 녹지를 도입하는 수준의 개념에서 벗어나, 생물 서식공간으로서의 조성이라는 개념으로의 접근이 요구되며(김귀곤과 조동길, 2000) 이를 위해서는 식재에서 관리에 이르기까지 양호하고 건강한 생물 서식 공간으로서의 관리 및 유지가 요구된다.

그러나, 옥상은 일반 기상환경에 비해 온도를 비롯해 습도 등의 지상환경과 토양환경 등이 생물 서식에는 불리하고 열악한 것이 사실이며(長谷川秀 : 등, 1990; Crawl, 1999), 이를 극복하기 위한 다양한 대처방안이 요구된다. 그 해결방안의 하나로, 열악한 생물환경에서도 적응력이 뛰어난 식재종의 도입이 고려되고 있으며, 이들 종의 도입 후 양호한 생육을 위한 지속적인 관리방안이 모색되고 있다(서울시, 2003). 옥상녹화용 식물은 옥상이라는 열악한 환경조건으로 인해 기본적으로 내건성, 내한성, 내습성을 지녀야 하며 강한 일사와 바람에 적응할 수 있어야 한다(서울특별시, 2000).

따라서, 최근의 주요한 과제는 식재종의 생육이 장기적으로 양호하게 유지가능한지에 대한 재검증과, 식재종 이외의 유입식물이 기존 식재종에게 끼치게 될 영향에 대한 문제일 것이다(건설기술연구원, 1999; 서울특별시, 2003). 이는, 옥상녹화에 적합한 식물의 도입에도 불구하고, 척박한 환경에서 더 강한 생육을 보이는 귀화식물 등이 이입됨으로써, 식재식물이 잠식될 우려의 소지가 높기 때문이다.

귀화식물과 같은 이입식물에 대한 연구로는 우리나라

라 전역의 귀화식물 분포(고강석 등, 1997) 및 위해 외래종에 관한 연구(서민환, 1999)가 있으며, 산림생태계나 생태공원과 같은 대규모 공원을 대상으로 하는 식생 모니터링(최병언과 이경재, 2001) 및 귀화식물의 영향에 관한 연구(이유미, 1999)를 비롯해 서울시를 대상으로 한 귀화식물의 현황과 관리방안(서울시, 2001)에 대한 연구가 수행된 바 있다.

그러나 옥상정원과 같은 소규모의 특수한 공간에 대한 모니터링 및 이입식물에 대한 연구를 비롯해 관리방안에 대한 연구는 이규석(1999), 최희선(2001) 등의 옥상정원의 전반적 관리방안 연구를 비롯해 1999년 건설기술연구원의 이주식생 실험구 조성을 통한 27종 이주식생 관찰(건설기술연구원, 1999) 및 경동보일러 사옥에 조성된 하늘동산 21의 모니터링(서울대학교, 2001) 이외에는 거의 전무한 상태이다. 최근 2003년을 기점으로 새로 조성된 옥상정원의 모니터링은 이러한 연구의 시작단계라고 할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 서울시 옥상정원 '초록뜰'에 도입되는 식재식물과 이입식물의 생육 등을 조사하고, 식재식물과 이입식물간의 관계를 관찰함으로써, 최근 조성된 옥상정원 및 이후 조성될 옥상정원의 관리방안을 제시하는데 주된 목적이 있다.

II. 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

1) 공간적 범위

본 연구는 옥상정원 조성 후 모니터링을 통한 관리방안 도출을 위해 서울시 중구 서소문동 시청별관 3동 3층 옥상에 조성된 옥상정원 '초록뜰'을 대상으로 조사하였다. 저관리 보급형 옥상녹화의 보편 확대를 위해

시범적으로 조성된 초록뜰은 서북쪽으로는 덕수궁과 정동극장이 입지해 있으며, 동쪽과 남쪽으로는 서소문 제1별관을 비롯한 고층 건물에 둘러싸여 있다. 대상지는 3층에 입지해 있어 주변 고층 건물에서 내려다 볼 수 있는 입지조건을 가지고 있다.

초록뜰은 주변의 큰 녹지축으로 남산과 비원, 종묘를 비롯한 덕수궁, 경복궁, 경희궁 공원 및 탑골공원들이 입지해 있어, 이들을 연계할 수 있는 Stepping Stone으로의 역할수행이 가능한 지역이다.

2) 내용적 범위

본 연구의 내용적 범위를 살펴보면 1단계에서는 연구의 배경 및 목적을 설정하고, 2단계 연구의 범위 및 방법에서는 공간적·내용적 범위를 비롯해 도입된 시스템, 식재식물 구성 및 모니터링 방법에 대해 알아보았다.

3단계인 연구의 결과 및 고찰에서는 식재식물 및 이 입식물 모니터링을 통한 생육양상을 비롯해 모니터링 결과와 문헌조사 결과를 토대로 관리방안을 도출하였다.

2. 연구의 방법

1) 옥상녹화 시스템(System)의 조성

'초록뜰'은 2000년 4월~12월에 약 300m²(90평) 면적의 시청별관 3동 옥상에 조성되었으며, 도입 시스템은 보급형 저관리·경량형 옥상녹화시스템 중(서울특별시, 2000), 기존건축물에 100kg/m²내외의 하중으로 조성되는 E-100-S를 기본 모델로 하였다. 초록뜰에 조

성된 E-100-S는 저배수관위에 토양세립필터를 깔고, 육성토양층을 조성한 후 멀칭층이 복토되는 특징이 있다.

육성층은 용적밀도 0.9g/cm²인 육성토양을 사용하여 토심을 10cm로 결정하였고, 육성토양은 펠라이트에 유기물을 중량비의 10% 비율(펠라이트 9 : 유기물 1)로 배합하여 조성하였다. 유기물 소재는 지렁토와 피트모스를 혼합하여 사용하였다. 육성층 상부에는 토양 비산을 방지하고 이주 식생의 번식을 제어하며 식물체를 고정시키는 역할로 화산석 멀칭층을 두었다.

'초록뜰'에 적용한 하부시스템의 단면은 다음 그림 1과 같다.

초록뜰에 조성된 식재토양은 표 1의 분석결과와 같이, 토양습도는 고온 건조한 옥상환경으로 인해 표토층이 육성층에 비해 건조하며, pH는 식물의 생육 적정범위인 5~7사이로 나타나, 생육에 문제가 되지 않을(Gardner et al., 1985; 나우현, 1997)것으로 판단되었다.

유기물층의 경우는 잎 등의 부식화로 인해 표토층이 다소 높았다(나용규, 2002). 초록뜰에 적용한 시스템은 저관리·보급형형임에 따라 관수는 별도로 하지 않았다.

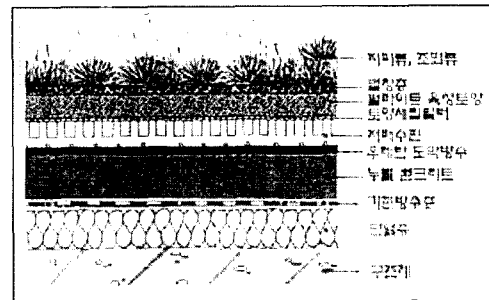


그림 1. 옥상녹화 적용 시스템의 주요 하부시스템 단면

표 1. 초록뜰 옥상정원 육성토양 및 표토층 토양분석 결과

	Soil moisture	pH	Organic matter	Total N(%)	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	기 타	
									Ave. Soil hardness (kg/cm ²)	Ave. Soil temp(°C)
Cover layer	6.95	6.93	0.76	0.03	9.12	2.02	1.28	1.76	5.5	26.5
Rooting layer	39.76	6.99	0.19	0.02	9.13	1.93	0.88	1.68		

자료: 나용규, 2000: 21-46. 필자 제작성

2) 식재식물의 구성

'초록뜰'에 조성된 식재식물은 초화매트류를 포함해 총 43종으로, 건설기술연구원의 연구결과를 토대로 옥상녹화에 적합한 종으로 선별된 들나물, 분홍세덤 등의 초본류를 식재하였다(표 2 참조).

대상지는 크게 진입공간과 자생초본류 녹화공간, 자생 및 외래세덤류 녹화공간, 자생 및 외래초본류 녹화

공간 및 음지성 초본류 녹화공간 등 5개의 공간으로 구분되어 각 식재공간의 특색에 맞게 조성하였다.

또한, 대상지 북측의 자생초본류 식재공간과, 서측의 자생 및 외래초본류 식재공간에는 각각 한 개씩의 연못을 조성하여, 우수의 집수 및 다양한 생물서식공간으로의 조성방안을 모색하였다.

옥상정원 '초록뜰'에 식재된 세부적 식생 목록은 표 2

표 2. 서울시청 옥상정원 '초록뜰' 식재식물

과 명	학 명	과 명	학 명
(Asteraceae) 국화과	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latiobum</i> (한라구절초)	(Liliaceae) 백합과	<i>Allium senescens</i> (두메부추)
	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> spp. <i>naktongense</i> (낙동구절초)		<i>Allium tuberosum</i> Rottler(부추)
	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>alpinum</i> (바위구절초)		<i>Hosta minor</i> (좁비비추)
	<i>Aster hayatae</i> (눈개쑥부쟁이)		<i>Liriope platyphylla</i> (맥문동)
	<i>Asta koraiensis</i> (벌개미취)		<i>Hosta undulata</i> Medio Variegata'(무늬비비추)
	<i>Inula britannica</i> var. <i>chinensis</i> (금불초)		<i>Allium tuberosum</i> (산부추)
	<i>Chrysanthemum</i> spp.(왜성국화)		<i>Hemerocallis minor</i> (애기원추리)
(Crassulaceae) 들나물과	<i>Sedum oryzifilium</i> (땅채송화)	(Lamiaceae) 꿀풀과	<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> for. <i>variegatum</i> (무늬등굴레)
	<i>Lampranthus spectabilis</i> (사철채송화)		<i>Allium tuberosum</i> (부추)
	<i>Sedum sarmentosum</i> (들나물)		<i>Thymus quinquecostatus</i> var. <i>japonica</i> (섬백리향)
	<i>Sedum sieboldii</i> (분홍세덤)	(Iridaceae) 붓꽃과	<i>Ajuga reptans</i> 'Rainbow'(레인보우아주가)
	<i>Sedum aizum</i> (노랑세덤)		<i>Thymus citriodorus</i> (레몬타임)
	<i>Sedum spurium</i> (흰세덤)	(Buxaceae) 회양목과	<i>Iris × germanica</i> (독일붓꽃)
	<i>Sedum polystichoides</i> (바위채송화)	(Violet Family) 제비꽃과	<i>Belamcanda chinensis</i> (범부채)
	<i>Sedum kamschaticum</i> (기린초)		<i>Pachysandra terminalis</i> (수호초)
	<i>Sedum takesimense</i> (섬기린초)	(Polemoniaceae) 꽃고비과	<i>Viola papilionacea</i> (종지나물)
	<i>Sedum middendorffianum</i> (애기기린초)	(Ranunculaceae) 미나리아재비과	<i>Viola mandshurica</i> (제비꽃)
(Vitaceae) 포도나무과	<i>Hedera helix</i> (잉글리쉬 아이비)	(Caryophyllaceae) 석죽과	<i>Phlox subulata</i> (꽃잔디)
(Risaceae) 장미과	<i>Potentilla stolonifera</i> var. <i>quelpaertensis</i> (제주양지꽃)	(Gramineae) 화분과	<i>Aquilegia buergeriana</i> var. <i>oxysepala</i> (매밭튕꽃)
-	세리스티움	(Celastraceae) 노박덩굴과	<i>Dianthus</i> spp.(상록패랭이)
기 타	초화매트류		<i>Plioblastus pygmaed</i> Mitford A.(사사)
		총	43종

자료: 서울특별시, 2003: 23-24. 필자 재작성

와 같다.

3) 모니터링 방법

옥상정원 '초록뜰' 모니터링은 2001년부터 2002년까지 2년에 걸쳐 실시하였으며, 일주일에 3회씩 식재식물과 이입식물 관찰일지를 작성하였다. 식재환경의 주기적인 모니터링을 위해 온도(지상/토층), 습도 및 풍속 등을 측정하였다.

온도 및 습도환경 조사는 일주일에 3회씩 하루에 09시와 13시 및 17시 3회로 나누어 측정하였다. 온도환경 측정에는 디지털 온도계(SK-1250Ⅲ)를 이용하였으며, 측정요소는 옥상녹화를 하지 않은 지역과 인공토양만 조성한 지역, 녹지로 피복된 지역간의 비교를 위해 대기 온도, 녹화지 온도, 비녹화지 온도 및 토양온도로 나누어 측정하였다. 또한 최고·최저 온도계를 활용해 대상지 하루 동안의 최고온도 및 최저온도를 측정하였다. 습도환경은 온도가 가장 높게 올라가는 오후 13시 1회 측정하였으며, 녹화지와 비녹화지로 나누어 습도계(Higesti Hygometer)를 이용해 측정하였다.

옥상정원에 식재된 식물의 생육 상태를 모니터링 하기 위해 일주일에 3회씩 관찰 조사와 사진촬영을 하였다. 식물의 생육이 가장 왕성한 6월-7월에 전체적인 식물의 생육상태를 조사하였으며, 전 구간을 50cm×50cm

로 나누어 각 위치별 식재 및 이입종의 피복정도 및 개체수를 전수 조사하여 모눈종이와 관찰일지에 기록하였다. 생육상태 평가 기준은 표 3과 같으며, 이를 기준으로 기록하였다.

이입식물은 관찰과 사진 등으로 이창복(1993)의 '대한식물도감' 및 고경식(1993)의 '야생식물생태도감'을 참고로 동정하였다. 모든 식물은 저관리형의 특성상, 제거하지 않는다는 전제하에 실시하였으며, 이입식물 조사를 비롯해 식재식물의 생육에 미치는 영향을 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식재지 환경조사 결과

초록뜰의 온도, 습도 및 바람환경의 측정결과를 살펴보면, 온도환경의 경우 식물의 생육에 큰 영향을 끼치는 여름철에는 서울지역의 대기온도가 다소 높았으며, 최고 47.5℃까지 올라가, 식물의 생육에 저해요인이 될 것으로 판단되었다(표 4 참조).

토양표면온도에 비해 식물 근권부의 토양내면온도는 낮게 나타나, 토양 및 식물이 여름철 고온을 저감시켜주는 효과가 나타날 것으로 추측된다.

대기온도의 경우, 여름철 옥상의 최고, 최저온도의 차이가 약 13.5℃로 크게 나타났다. 이는 옥상이 지상환경보다 온도변화가 크며, 식물생육에 있어 열악한 환경조건을 나타내주는 지표가 될 수 있을 것으로 판단된다.

풍속은 서울지역의 평균풍속에 비해 높게 측정되었다.

습도의 경우, 토양표면 습도와 식생하부 습도를 조사 관찰하였는데, 2002년 7월 토양표면 습도는 63.2%, 식생하부는 66.6%로 최고 3.4%까지 습도의 차이가 나는

표 3. 생육상태 평가 기준

구분	기준
생육불량중	· 10일 이상 시들어 있는 경우 · 황변현상이 10일 이상 지속되는 경우 · 고사한 경우 · 병해충 등의 피해로 식물조직이 손상되어 정상적인 생육이 불가능한 경우
생육양호중	· 생육불량중 판단기준 현상이 나타나지 않는 경우

표 4. 여름철(7~8월) 초록뜰과 콘크리트 옥상표면 온도변화

(단위:℃)

구분	평균온도	최저온도	최고온도	온도차	비고
서울	대기온도	24.7	20.4	30.4	10
녹화지 (초록뜰)	대기온도	25.9	18.1	31.6	13.5
	토양표면온도	28.4	19.6	47.2	27.6
	토양내면온도	25.5	21.1	30.1	9.0
비녹화지	콘크리트온도	28.0	19.2	38.4	19.2

것으로 나타났다. 이는 옥상에 식생을 도입함으로써 건조한 옥상 환경을 식물의 증산활동 등을 통해 습도를 높일 수 있음을 나타내 주며, 더 나아가 옥상녹화에 의한 미기후 조절 기능도 가능성을 시사하였다.

2. 식재식물 모니터링 결과

서울시청 옥상정원 '초록뜰'에 식재된 식물은 건설기술연구원(1999) 연구결과 옥상녹화에 적합한 종으로 선정된 식물을 식재함에 따라, 대부분의 식재식물 생육은 양호하였으며, 여름철 고온 건조한 환경속에서도 고사없이 적응하는 것으로 관찰되었다. 특히 애기기린초를 비롯해 분홍세덤과 같은 돌나물과의 식물들은 다육식물이면서 초장이 짧아 건조하고 바람이 많이 부는 옥상과 같은 열악한 환경에 적응력이 뛰어난 식물(윤평섭, 1989; 건설기술연구원, 1999; 서울특별시, 2000)인 것으로 모니터링을 통해 재검증되었다.

전반적으로 2000년 조성이후, 2001년에 비해 2002년도의 식물 생육이 식물 활착 및 지반 안정화 등으로 더 양호하였으며, 피복도도 높은 것으로 나타났다(그림 2

참조). 식물의 생육은 표 5와 같이 크게 생육이 양호한 종과 불량한 종으로 구분하였는데, 대부분의 종은 시들거나 고사됨 없이 생육이 양호한 것으로 모니터링 결과 나타났다. 시들거나 엽록체의 황변현상 발현 및 고사 등과 같은 생육이 불량한 종의 경우, 식재위치 및 몇 가지 환경요인으로 인해 불량한 것으로 나타났으며, 그 주요 요인을 크게 지상환경 및 지하환경으로 나누어 보았다. 생육이 좋지 않았던 식재식물의 모니터링 결과를 살펴보면, 옥상녹화에 적합한 종으로 분류되고 있는 별개미취(건설기술연구원, 1999; 최희선, 2001)와 금불초

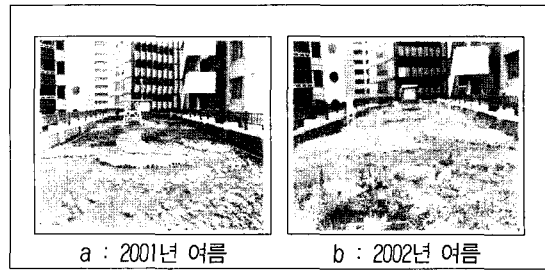


그림 2. '초록뜰' 현황사진

표 5. 식재식물의 생육저해요인

	생육저해요인	식재식물 명	비고	
생육이 양호한 식재종	-	종지나물, 돌나물, 제비꽃, 사철채송화, 상록패랭이, 낙동구절초, 눈개썩부쟁이, 좁비비추, 두메부추, 섬백리향, 레인보우아주까, 기린초, 섬기린초, 애기기린초, 독일붓꽃, 범부채, 분홍세덤, 노랑세덤, 수호초, 산부추, 꽃잔디(흰·분홍), 사사, 왜성국화, 줄사철, 잉글리쉬 아이비, 무늬등글레, 레몬타임, 부추, 세리스티움, 제주양지꽃, 구절초, 별개미취, 금불초.	-	
생육이 불량한 식재종	지상 환경	광환경	별개미취*, 금불초*, 한라구절초, 무늬비비추, 매발톱꽃, 사사	여름철 강광에 의한 피해
		온도환경	레인보우아주까*	표층도 온도
		바람환경	바위구절초	
		이입조류	흰세덤, 사철채송화, 노랑 세덤	비둘기, 까치
		이입식물	바위채송화	썩의 그늘에 의한 생육저해
		병해충	애기원추리	진딧물
		목은가지	레몬타임*, 섬백리향*	
	과다생장	기린초*, 섬기린초*	도복현상 발생	
	지하 환경	수분함량	독일붓꽃*	건조기 일시적으로 시들 및 잎의 황변현상
		토성	-	
토심		-		

(건설기술연구원, 1999)는 여름철 직사광선으로 인해 10일 이상 시들고 황변현상이 나타나는 등 고사위기에 놓이기도 하였으나, 여름철 잦은 비와 장마 등으로 생육이 회복되었다. 그러나 한라구절초의 경우 옥상녹화에 적합한 종으로 선정(건설기술연구원, 1999)되어 있으나, 초록뜰 식재에서는 여름철 고온 건조로 고사되어 재검증이 요구되는 종으로 나타났다. 사사의 경우는 초록뜰의 식재위치에 따라 생육의 확연한 차이를 보여주었는데, 그들이 지는 위치에 식재된 곳의 사사는 생육이 양호하였으나, 광도가 높은 곳에 식재된 종은 잎이 마르고 황변현상 및 고사되는 등 생육이 불량하였다. 이는 하층식재 및 반그늘 식재에 적합한 사사의 생태적 특성으로 인한 것으로 보이며, 이후 식재시 이를 주의해야 할 것으로 보인다. 레인보우아주가의 경우, 여름철 40℃ 이상 올라가는 화산석 토양 표면(표 4 참조)으로 인해 하루 옆이 타는 일조현상이 관찰되었으나, 전체적인 생육이 불량한 것은 아니었다.

애기원추리의 경우 생육상태는 양호하나 2001년과 2002년 모두 줄기와 잎에서 기생하는 흰색의 진딧물이 다수 관찰되어 경관적(미적) 측면에서 재검증이 요구될 뿐 아니라, 애기원추리에서만 진딧물이 서식하는 원인 규명 및 천적을 이용한 생물학적 관리방안이 요구되었다.

바위구절초의 경우, 초장이 길어 강한 바람에 줄기가 꺾이는 현상이 나타났다. 흰세덤, 사철채송화 및 노랑세덤의 경우는 작고 특이한 형태의 잎이 관상가치가 높을 뿐만 아니라, 다육식물의 특성상 옥상녹화 조성시 적응력도 뛰어나나(건설기술연구원, 1999), 비둘기와 같은 조류의 피해가 많아 유지관리가 어려운 종 중 하나였다. 그러나 다른 한편으로는 조류를 유치할 수 있는 종으로 판단되어 생물종 다양성 측면에서 재고가 필요할 것으로 판단된다.

이 외에, 섬백리향 및 레몬타임의 경우, 일반적으로 양지에서 생육하는 생태적 특성(이창복, 1993; 박권우, 1997)으로 인해, 지난해 묵은 가지로 인한 광차단으로 생육이 좋지 않았다. 따라서, 지난해의 묵은 가지를 제거해주는 물리적 관리가 요구되었다. 독일붓꽃의 경우는, 한여름 고온건조로 인해 일시적으로 잎의 황변현상이 나타나고 시드는 현상이 나타났으나, 이후 회복되었

다.

표 5는 생육이 좋지 않은 식물들의 원인을 모니터링 결과를 토대로 정리한 것으로, 이후의 장기모니터링을 비롯해, 다른 대상지의 모니터링 결과를 토대로 생육이 불량한 식재종의 원인 규명 및 이를 토대로 한 관리방안 도출이 필요한 것으로 나타났다.

3. 이입식물 모니터링 결과

초록뜰에 도입되는 이입식물을 조사한 결과 2001년에는 22종, 2002년 57종으로 조사되었으며, 2년간 유입된 이입식물은 총 62종으로 조사되었다. 2001년도에 관찰된 이입식물들은 대부분 2002년도에도 나타났으며(빗자루 국화, 왕바랭이, 가는털비름, 오동나무, 환삼덩굴 예외) 종자 등에 의해 한번 이입된 식물은 일부 제거종을 제외하고, 매년 관찰될 것으로 보인다. 이입식물의 도입경로는 시공에 이용된 인공토양 및 육성토 등의 자재에 섞여 이입(서울대학교, 2002)되었거나 바람이나 새를 통해 자연발생적으로 이입된 것으로 판단된다.

이입식물은 크게 자생식물과 귀화식물로 구분하였으며, 고강석 등(1997)의 연구결과를 바탕으로 귀화식물과 자생식물을 구분하였다. 모니터링 결과 귀화식물이 자생식물보다 더 많이 이입되는 것으로 나타났으며, 대부분이 초본류인 것으로 나타났다. 느티나무나 가솔나무와 같은 교목류의 이입도 관찰되었으나, 대상지의 토심이 10cm 내외로 인해 생육상태는 좋지 않았다. 장기적으로는 교목류가 자연스럽게 도태될 것으로 보이나, 이에 대한 결론은 지속적인 모니터링 후 도출 가능할 것으로 보인다.

이입식물 중에서 특히 국화과 식물이 많이 이입되었으며, 벼과 식물들도 다수 포함되어 있었다. 이는 이들 종자가 바람을 통해 이입되기 쉬운 형태이기 때문인 것으로 보인다. 우리나라 전역에서 관찰되는 국화과의 망초와 개망초(김태정, 1997)는 초장 측정결과 키가 1m 넘게 자라며 초록뜰 전구간 번식하는 것으로 관찰되었다. 또한 7월~8월에 벼과의 바랭이도 전구간에 걸쳐 넓게 기는 줄기(이창복, 1993)를 통해 번식하는 것으로 모니터링 결과 관찰되었다.

음지식물공간에 2001년도에 이입된 쑥의 경우는,

2002년도에 더 넓은 면적에 걸쳐 발아하여, 광을 차단함으로써 속에 비해 초기 생장이 느린 바위채송화의 생육을 저해하는 것으로 나타나 관리가 요구되었다. 물가에서 흔히 자라는 머느리밀싹개의 경우(고강석, 1993) 연못내 물이 있는 경우에만 관찰되었으며, 연못의 물이 마르는 건조기에는 고사되는 것으로 나타나, 연못의 유지관리시 습생식물의 유입가능성도 있을 것으로 나타났다.

그 외에도 많은 종들이 이입되었으며, 2001년과 2002년 이입식물을 살펴보면 표 6과 같다.

4. 식재식물 및 이입식물 관리방안 고찰

1) 관리요구종 및 비요구종의 구분

일반적으로 이입식물에 대한 용어 및 정의는 다양한데, 본 연구에서는 대상지에 식재하지 않은 유입식물을

표 6. 이입식물의 구분

구분	2001년	2002년	비고
자생식물	교관목 오동나무	느티나무	2종
	초본류 금방동사니, 영경귀, 명아주, 금강아지풀	금방동사니, 영경귀, 명아주, 고들빼기, 속속이풀, 벌췌바귀, 산국, 금강아지풀, 머느리밀싹개	9종
귀회식물	교관목 가층나무	가층나무	1종
	초본류 개망초, 팽이밥, 애기땅빈대, 털별꽃아재비, 여뀌, 돌피, 왕포아풀, 달맞이꽃, 토끼풀, 밧자루 국화, 왕바랭이, 가는털비름, 환상덩굴, 쑥, 강아지풀, 바랭이	서양민들레, 개망초, 팽이밥, 애기땅빈대, 털별꽃아재비, 여뀌, 돌피, 왕포아풀, 달맞이꽃, 토끼풀, 마초, 지청개, 뿌리뱅이, 왕고들빼기, 붙여뀌, 소리쟁이, 개피, 물달개비, 이끼, 흰명아주, 질경이, 독새, 까마중, 마디풀, 붉은서나물, 가는잎 왕고들빼기, 풀풀, 미국가막사리, 털도깨비바늘, 세관, 깨풀, 큰달맞이꽃, 큰방가지뚝, 쯤썸바귀, 서양등골나물, 꽃마리, 들콩, 매듭풀, 큰개여뀌, 익모초, 차풀, 취명아주, 쑥, 강아지풀, 바랭이	49종
기타		버섯류	1종
총종류	22종	57종	62종

자료: 서울특별시, 2003: 25-26. 필자 제작성

총칭하여 이입식물로 언급하였다. 우리 나라 비토착종으로서 인위적 또는 자연적인 방법으로 우리 나라에 들어와 야생상태에서 스스로 번식하며 생존할 수 있는 종을 귀화식물로, 외국에서 들여왔다고 하여도 인간의 관리가 없으면 야생상태에서 스스로 번식할 수 없는 경우는 귀화생물로 정의한 고강석 등(1995)에 따라, 본 연구에서는 식재식물은 자생식물과 외래식물로, 이입식물은 자생식물과 귀화식물로 구분하였다.

2001년과 2002년 도입된 이입식물 종 수는 총 62종으로 식재식물 42종보다 약 1.5배 많은 것으로 나타났다. 매년 이입식물은 일정기간까지 계속 증가할 것으로 보인다.

모니터링 결과를 바탕으로 식재식물과 이입식물 관리가 요구되는 종과 관리가 요구되지 않는 종으로 표 7과 같이 구분하였다. 관리 요구종 및 비요구종의 구분은 식재식물의 경우 생육이 양호한 정도를 기준으로 구분하였으며, 이입식물의 경우는 식재식물 및 식재환경에 영향을 끼치는 정도를 기준으로 구분하였다.

2) 관리방안의 도출

유입식물의 대부분을 차지하는 외래식물은 지난 수십년 전부터 자생식물을 저감시키고 종의 수를 줄여 들게 하는 가장 심각한 요인으로 인식되어오고 있다 (Vitousek *et al.*, 1997; Wilcove *et al.*, 1998). 외래식물을 비롯한 이입식물의 관리방안은 다양하게 제시되고 있는데 크게 ① 생물, 생태학적 관리 ② 물리적 관리 ③ 화학적 관리 ④ 제도적 관리로 나눌 수 있다. (고강석 등, 1995; 서울시, 2001; Quentin *et al.*, 1995). 옥상정원에서는 대체로, 경쟁종 및 식재환경의 변화를 통한 생물 생태학적 관리방법(Quentin *et al.*, 1995)과 뽑기 및 깎기 등의 물리적 관리방법이 주로 이루어질 수 있다.

2년간의 초록뜰 모니터링에서는 생물, 생태학적 관리방법을 도출하기에는 한계가 있었으며, 이는 지속적 모니터링 및 구체적 실험을 통해서 도출 가능할 것으로 보인다. 따라서, 본 연구에서는 물리적 관리방법을 중심으로 관리방안을 도출하였다.

식재식물의 경우는 대부분 양호한 생육을 보여 관리가 요구되지 않았으나, 왕성한 생육으로 인한 높은 밀도를 낮출 수 있는 솟기, 전정 등이 분홍세덤 및 기린초 등에서 요구되었다. 특히 묵은가지로 인해 생육이 저조

표 7. 식재식물 및 이입식물의 관리유무의 구분

구분	소구분	관리유무	식물명	비고
식재 식물	자생식물	관리가 요구되지 않는 종	돌나물, 제비꽃, 사철채송화, 상록페랭이, 낙동구절초, 눈개쭈부쟁이, 쯤비비추, 무늬비비추, 매발톱꽃, 기린초, 섬기린초, 애기기린초, 범부채, 줄사철, 무늬동굴레, 제주양지꽃, 구절초, 벌개미취, 금불초	
		관리가 요구되는 종	두메부추, 산부추, 섬백리향, 부추	
	외래식물	관리가 요구되지 않는 종	레인보우아주까, 독일붓꽃, 분홍세덤, 노랑세덤, 잉글리쉬아이비, 세리스티움, 종지나물, 사사, 수호초, 꽃잔디(흰색·분홍색)	
		관리가 요구되는 종	왜성국화, 레몬타임	
이입 식물	자생식물	관리가 요구되지 않는 종	영경취, 산국, 금강아지풀, 벌쭈바귀, 꿀풀, 고들빼기, 머느리밀씻개, 강아지풀	
		관리가 요구되는 종	오동나무*, 느티나무*, 쭈, 명아주, 금방동사나, 바랭이 속속이풀	
	귀화식물	관리가 요구되지 않는 종	서양민들레, 팽이밥, 애기땅빈대, 털벌꽃아재비, 봄여뀌, 독새풀*	
		관리가 요구되는 종	가중나무, 개망초, 망초, 여뀌, 큰개여뀌, 미국가막사리, 가는잎왕고들빼기, 왕고들빼기, 붉은서나물, 여뀌, 돌동, 새팠, 돌피, 매듭풀, 왕포아풀, 큰달맞이꽃, 달맞이꽃, 익모초, 돌피, 왕바랭이, 환삼덩굴, 빗자루국화, 지청개, 뽕리뱅이, 소리쟁이, 개피, 물달개비, 흰명아주, 질경이, 까마중, 마디풀, 미국가막사리, 털도깨비바늘, 깨풀, 큰방가지똥, 쯤쭈바귀, 서양등골나물, 꽃마리, 차풀, 취명아주.	

했던 섬백리향, 레몬타임을 비롯해, 묵은 꽃대 등으로 인해 피해가 우려되는 부추류의 줄기나 가지를 잘라주는 물리적 관리방안이 요구되었다. 벌개미취, 금불초, 독일붓꽃(표 4 참조)과 같이 한여름 피해를 입을 수 있는 수중에 있어서는 1회 이상의 관수가 요구되었다.

이입식물의 물리적 관리방법으로는 크게 뽑기와 깎기로 나누는데(Quentin *et al.*, 1995), 뽑기의 경우 토양 표면의 물리적 붕괴와 토양의 노출, 높은 온도는 질소의 무기화를 증가시켜, 이입식물의 침투와 우점을 촉진시킬 가능성이 높아(Huenneke *et al.*, 1990; Maron *et al.*, 1996; Baskin *et al.*, 1998) 식재종의 생육을 저해시킬 수 있으므로, 가능한 뿌리의 발달이 덜되는 초기에 수행되어야 한다.

또한, 이입종이 존재하는 시간이 길수록, 종자은행(Seed Bank)의 크기에 기여함으로써, 식재종의 종자은행에 영향을 끼치고 토양에 영향을 끼쳐 도시생태계의 복원이 쉽지 않을 수 있기 때문에(D'Antonia *et al.*, 2002) 이를 유의해야 한다. 또한 비록 귀화종과 같은 이입식물이 식재종에 비해 강력한 침투력을 가졌을지라도(Kendle *et al.*, 2000) 유묘기때 제거하면 상대적으로 쉽게 조절할 수 있으므로, 이를 고려한 관리방안이 도출되어야 한다.

깎기의 경우, 토층의 피해를 최소화할 수 있어 하나의 관리방안으로 제시될 수 있으나, 종자결실 후 에 수

행될 경우, 종자가 이미 땅속에 저장될 가능성이 높으므로, 가능한 초기에 수행하는 것이 좋다. 또한 뽑기가 초기에 이루어지지 못할 경우, 하나의 대안으로 깎기와 같은 물리적 관리방법도 가능하다.

이상 모니터링 및 문헌조사 등을 통해 도출된 내용들을 바탕으로 관리방법을 다음 표 8과 같이 생육초기, 중기 및 후기로 생육단계별 관리방안을 도출하였다.

IV. 결론 및 제언

보급형 옥상정원인 서울시청 옥상정원 '초록뜰'의 식재식물과 이입식물 모니터링과 문헌조사 등을 통해 옥상정원 관리방안을 도출하였다. 약 2년간의 모니터링이 있다는 한계가있으나, 초기 옥상정원 조성지의 이입식물 관리방안을 제시해 줄 수 있을 것으로 판단되며, 지속가능한 옥상정원의 유지관리를 위해서는 지속적인 모니터링을 통한 이입식물의 도입양상 및 생육을 살펴보고, 이에 따른 관리방안을 도출해 내어야 할 것으로 판단된다.

서울시청 옥상정원 '초록뜰'을 대상으로 이입식물을 모니터링 한 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 식재지 환경조사 결과

표 8. 이입식물 관리방법의 도출

구분	생육단계	관리방법	적합한 종
이입 식물	· 생육초기 관리	· 발아초기 뿌리의 활착이 되지 않은 경우는 물리적 관리방법중 뿌리까지 뽑는 방법을 선택하여 수행함으로써, 이입식물 개체 모두를 제거하는 방식 선택	쑥, 망초, 개망초, 바랭이, 큰개여뀌, 붉은서나물, 미국가막사리 등
	· 생육중기 관리 (개화기전까지)	· 뿌리의 활착이 많이 되지 않은 종은 물리적 방법 중 뽑는 방법을 선택하나, 그 이외의 종은 손과 기계(도구) 등을 활용하여 뿌리 바로 윗 부분의 줄기를 자르는 깎기(자르기) 방법 수행	여뀌, 들콩, 새판, 매듭풀, 왕포아풀, 뚝새풀 등
	· 생육후기 관리 (개화후-종장결실기)	· 생육후기는 이미 뿌리의 활착이 마무리된 상태이므로, 토양의 물리성을 변형시키는 뽑기는 수행하지 않도록 해야 하며, 가능한 깎기 방법(자르기) 수행. 또한 종자가 토양 위로 떨어지지 않도록 봉투 등으로 감싼 후 깎기 수행	달맞이꽃, 익모초 등

· 토양표면의 온도가 높게 측정되었으며, 옥상의 대기 온도 변화폭이 커 식물의 생육에는 좋지 않은 환경인 것으로 나타났으며, 바람의 경우도 지상환경에 비해 풍속이 높게 측정되었다.

2. 식재식물 모니터링 결과

- 대체로 생육이 양호하였으며, 특히 들나물과 식물이 열악한 옥상환경에서도 생육이 양호하였다.
- 지속적인 모니터링을 통해 식재식물의 생육 저해 요인 구분 및 이를 통한 관리방안 도출이 가능할 것으로 판단되었다.

3. 이입식물 모니터링 결과

· 서울시청 옥상정원 초록뜰에 2001년에는 22종, 2003년에는 57종으로 총 62종이 이입된 것으로 조사되었다.

4. 식재식물 관리방안

· 묵은 가지를 제거해 주거나, 한여름 관수를 해주는 물리적 관리방법으로 옥상녹지의 유지가 가능할 것으로 판단되었으며, 그 외 생육저해 요인 구명을 통한 해결방안 도출이 요구되었다.

5. 이입식물 관리방안

· 생육초기/중기/후기에 따른 물리적 관리방법을 달리 해주어야 할 것으로 판단되었으며, 대체로 생육초기에는 손으로 뽑아주는 등의 물리적 방법이, 생육 중·

후기에는 손과 기계(도구) 등을 활용한 깎기 방법이 요구되었다.

이상 모니터링 결과를 통해 도출할 수 있는 제언사항은 다음과 같다.

1. 지속가능한 옥상녹화 유지를 위해서는 관리 주체에게 식재식물은 물론 이입식물에 대한 인식과 정보제공이 선행되어야 할 것이다.
2. 지속적인 모니터링을 통한 식재 및 이입식물 관리방안 도출은 물론, 관리 매뉴얼을 지침화하여 제도적 차원의 확대 보편화가 이루어져야 할 것이다.
3. 지속가능한 생물서식공간으로의 옥상정원을 위해서는 지속적인 연구와 구체적 실험 등을 통해 물리적 관리방안 이외에 경쟁종과 식물의 공생관계 활용 및 식재환경 변화를 이용한 생물·생태적 관리방안이 도출되어야 할 것이다.

감사의 글

논문게재를 위해 자료제공과 많은 도움을 준 서울대학교 조동길 박사에게 감사함을 전합니다.

인용문헌

1. 김귀곤, 조동길(2000) 생물다양성 증진을 위한 옥상 소생태계 조성기술에 관한 이론적 고찰 및 사례적용 연구. 한국환경복원녹화기술학회, 3(1).
2. 김태정(1997) 여름길가에 피는 꽃. 서울: 국일미디어, pp.

- 232-233.
3. 고강석, 강인구, 서민환, 김정현, 김기대, 길지현, 유홍일, 공동수, 이은복, 천의식(1995) 귀화생물에 의한 생태계 영향 조사(I), 국립환경연구원, p.215.
 4. 고강석 등(1997) 한국에서의 귀화식물 분포. 한국생물상 연구지 제 2호, pp. 139-164.
 5. 고경식(1993) 야생식물생태도감. 서울: 유성문화사.
 6. 건설기술연구원(1998) 생태도시 조성 기반기술 개발사업(II), 환경부 보고서.
 7. 건설기술연구원. 1999. 생태도시 조성 기반기술 개발사업(III), 환경부 보고서.
 8. 나용규(2002) 인공지반 녹화에서의 인공토양내 토양미생물 활동. 성균관대학교 조경학과 석사학위 논문.
 9. 나우현(1997) 한국의 양액재배 현황과 문제점. 한국양액재배 연구회, pp. 33-50.
 10. 박권우(1997) 향신채의 재배 및 이용론. 고려대학교 출판부, pp. 156-163.
 11. 서민환(1999) 우리나라의 생태계 위해 외래식물의 현황. 자연보존 106, pp.5-9.
 12. 서울대학교(2002) 효율적인 생물서식공간 조성기술개발. 환경부 보고서.
 13. 서울특별시(2000) 건물옥상녹화 학술용역, pp. 43-69.
 14. 서울특별시(2001) 외래식물 분포현황 조사 및 관리방안 연구, pp. 9-25.
 15. 서울특별시(2003) 2002 초록뜰의 사계, pp. 23-24.
 16. 윤평섭(1989) 한국원예식물도감. 서울: 지식산업사, p. 338.
 17. 이규석(1999) 건축물 옥상조경 관리방안에 관한 연구. 한양대학교 대학원 석사학위논문.
 18. 이관희(1995) 인공지반녹화의 기원과 해외에서 도시미관으로서 최근 활용사례. Journal of Science and Technology Vol. 2 No.2.
 19. 이상호(1997) 서울시 녹색네트워크 형성을 위한 녹지확충방안. 서울시정개발연구원 pp. 116-117, 125.
 20. 이유미(1999) 귀화식물 현황과 산림생태계의 영향. 월간 임업정보 101호, pp. 31-36.
 21. 이창복(1993) 한국식물도감. 서울: 향문사.
 22. 최병언, 이경재(2001) 자연생태계 모니터링을 통한 여의도 셋강생태공원의 관리방안. 한국환경생태학회지 15(1):26-38.
 23. 최희선(2001) 옥상정원에 적합한 자생초화류, 인공토양, 토심 및 관리형태 구명. 서울시립대학교 석사학위 논문.
 24. 長谷川秀三, 山本紀久, 野間豊(1990) 緑化工法と資材・管理法の研究開発. 造園雜誌 54(1):76-80.
 25. Baskin, C. C., and J. M. Baskin(1988) Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, New York.
 26. Craul, P. J. (1999) Urban soil: application and practices. John Wiley&Sons, Inc., N.Y. p.153-172.
 27. D'Antonio, C. M., and L. A. Meyerson (2002) Exotic Plant Species as Problems and solutions in Ecological Restoration: A Synthesis. Restoration Ecology Vol. 10(4): 703-713.
 28. Gardner, F. P., R. B. Pearce, and R. L. Mitchell(1985) Physiology of crop plants. p.102. Iowa state Univ. Press, Ames, Iowa.
 29. Huenneke, L. F., S. P. hamburg, R. Koide, H. A. Mooney, and P. M. Vitousek(1990) Effects of soil resources on plant invasions and community structure in Californian serpentine grassland. Ecology 71:478-491.
 30. Kendle, A. D., and J. E. Rose(2000) The aliens have landed! What are the justifications for 'native only' policies in landscape plantings?. Landscape and Urban Planning, 47:19-31.
 31. Maron, J., and P. Connors(1996) A native nitrogen fixing plant facilitates weed invasion. Oecologia 105:302-312.
 32. Quentin, C. B. C., and L. F. Janice(1995) Plant Invader. London: Chapman & Hall.
 33. Vitousek, P. M., C. M. D'Antonio, L. L. Loope, M. Rejmanek, and R. Westbrooks(1997) Introduced species: a significant component of human-caused global change. New Zealand Journal of Ecology 21:1-16.
 34. Wilcove, D. S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips, and E. Losos(1998) Quantifying threats to imperiled species in the United states. BioScience 48:607-617.

원고접수: 2003년 6월 23일
 최종수정본 접수: 2003년 8월 13일
 3인의명 심사필