한국환경생태학회지 24(3) : 334~342. 2010
Kor. J. Env. Eco. 24(3) : 334~342. 2010

관리조방형 옥상녹화지의 동·식물상 변화[1a]

고아라[2] · 이은희[3*]

The Change of Flora and Fauna on Extensive Rooftop Green Areas[1a]

Ah-La Ko[2], Eun-Heuii Lee[3*]

요 약

본 연구는 기 조성된 옥상녹화지의 동·식물상 모니터링을 통해 옥상녹화지의 생태적 변화를 관찰하기 위한 목적으로 수행되었다. 대상지는 서울여대 행정관 옥상녹화지역으로 조성 당시인 2005년과 2009년 현재 식재 식물의 생존여부와 이입식물, 출현 동물군 중 곤충을 중심으로 비교·분석하였다. 식재당시인 2005년의 경우, 식물은 식재종 26과 100종이었으나, 2009년 조사 결과 23과 62종으로 나타났다. 이 중 식재식물은 14과 40종으로 줄었으며, 이입식물은 11과 22종이 출현하였다. 곤충은 2009년 총 9목 7과 21종이 출현하였으며, 육안조사법으로 8목 15과 19종, 먹이 유인포획법으로 5목 5과 5종이 발견되었다. 곤충은 주로 비행하여 대상지에 출현한 것으로 보이며, 문헌조사로 밝혀진 곤충의 특성과 연관하여 분석한 결과 대상지의 식물을 식수로 이용하거나, 서식처로 사용하는 등 식물과 밀접한 연관성을 보였다.

주요어: 소생태계, 모니터링, 곤충

ABSTRACT

The purpose of this study is conducted to examine the change of flora and fauna in the extensive rooftop green area from 2005 to 2009. The experimental site is on the rooftop green area of Seoul Women's University which was constructed in 2005. This research was consisted of four parts: soil, potted plants, invading plants and small animals especially insects. The plants were surveyed by enumeration, while animals were surveyed by two methods which are 'Netting and Searching' and 'Pit fall trap'. The initial group of plants planted in 2005 was 100 species of 26 families whereas in 2009 there were 62 species of 23 families including 22 invading species of 11 families. In case of insects in 2009, 21 species of 7 families (9 orders) were detected; 19 species of 15 families (8 orders) were discovered by 'Netting and Searching' and 5 species of 5 families (5 orders) by 'Pit fall trap'.

KEY WORDS: BIOTOPE, MONITORING, INSECT

---

1 접수 2010년 4월 19일, 수정(1차: 2010년 6월 30일), 게재확정 2010년 6월 30일
Received 19 April 2010; Revised(1st: 30 June 2010); Accepted 30 June 2010

2 서울여자대학교 대학원 Seoul Women's University, Graduate School, 126 Gongreung-dong, Nowon-gu, Seoul(139-774), Korea(2lala@swu.ac.kr)
3 서울여자대학교 환경생명과학부 Division of Environment and Life Science, Seoul Women's University, 126 Gongreung-dong, Nowon-gu, Seoul(139-774), Korea(ehlee@swu.ac.kr)

a 본 연구는 서울여자대학교 2008년도 자연과학연구소 연구비에 의해 지원되었음.

* 교신저자 Corresponding author(ehlee@swu.ac.kr)

서 론

도시 내의 녹지 확대 방안 중의 하나로 옥상녹화가 각광을 받고 널리 보급되고 있는 현시점에서 옥상녹화는 장점으로는 에너지절약, 빗물저류효과, 도시생태계 개선이나 미기후조절 등을 들 수 있다. 특히 옥상 녹화유형 중 관리조방형 옥상녹화는 옥상녹화 시스템의 유지관리 요구도를 최소화한 유형으로 사람의 이용보다는 지상의 잃어버린 녹지를 옥상위로 보상한다는 개념으로 관수, 시비 등 관리를 최소화하고 자연에 맡기는 형태로 도시생태계 개선에 기여할 수 있는 유형이다(Lee, 2001). 낮은 토심과 열악한 옥상의 환경인 강한 햇빛과 바람, 건조 등의 조건에서도 적응할 수 있는 초화류, 지피류 식물 위주로 식재하고 그 후에는 자연적인 식생의 생장을 통해 관리 조방형 옥상녹화는 자연 상태에 따라 적응하는 형으로 시스템 내 자체순환체계를 가질 수 있도록 유도하는 것이다(FLL, 2002).

옥상녹화에 대한 연구는 토양과, 토심, 적합한 식물, 식재기반 등 다양한 방면에서 이루어져 오고 있다(Lee, 2005; Kang and Lee, 2005). 그러나 조성된 옥상녹화지의 변화 및 도심지 소생태계로서의 역할에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 환경 생태적으로 중요한 역할을 담당하고 있는 관리조방형 옥상녹화지의 생태변화를 관찰하고, 소생태계로서의 면모에 대해 관찰·분석하여 추후 생물 다양성 증진에 기여할 수 있는 옥상녹화를 보급하기 위한 기초 자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

1. 실험 장소

서울시 노원구 공릉동에 위치한 서울여자대학교 행정관 4층 옥상에 조성된 실험구는 북쪽으로는 약 300m 떨어진 지점에 태릉까지 연결되는 산림지가 위치하고 남쪽 서쪽은 아파트 단지가 그리고 동쪽으로는 초동학교, 중학교가 인접해있다. 실험구는 이미 2005년 6월에 조성된 곳이다. 실험구는 E사에서 제작한 50cm×50cm×10cm 모듈이 사용되었으며 한 모듈 당 한가지식물을 식재하여 실험에 사용된 식물은 총 100종으로 각 실험구당 총 100개의 식재모듈을 사용하였다. 실험은 4반복으로 총 4개의 실험구를 조성하였고 식물은 각 모듈 당 한 종류의 식물을 9주씩 식재하였다. 토심은 10cm이며 토양은 E사의 Ecosoil로 코코피트, 펄라이트 등을 혼합한 인공토를 사용하였다. 총 식재 면적은 165m^{2}이며, 조사를 위해 통로에는 잔디가 식재되었다(Figure 1). 실험초기인 2005년과 2006년은 저관리 관수 상태였으나, 3년째 이후부터는 무관수·관리 상태로 유지한 곳이다.

2. 실험식물

실험 식물은 기존 연구 자료를 통해 옥상녹화에 많이 적용되고 있는 식물 100종을 선정하여 조성한 곳의 식물을 대상으로 하였다. 100종 중 70종은 자생초화류로서 우리나라 기후에 적응할 수 있는 종류이며, 외래종은 30종으로 관상가치가 높거나, 허브로 분류되는 식물로 고온, 건조에 강하며 생육이 양호한 식물들로 이루어졌다.

3. 조사 시기 및 방법

토양의 이화학적 특성 분석은 2009년 11월 서울대학교 농업생명과학대학 농생명과학공동기기원 토양오염분석센터에서 수행하였으며, SSSA(Soil Science Society of America)의 Methods of Soil Analysis를 준용하여 검사하

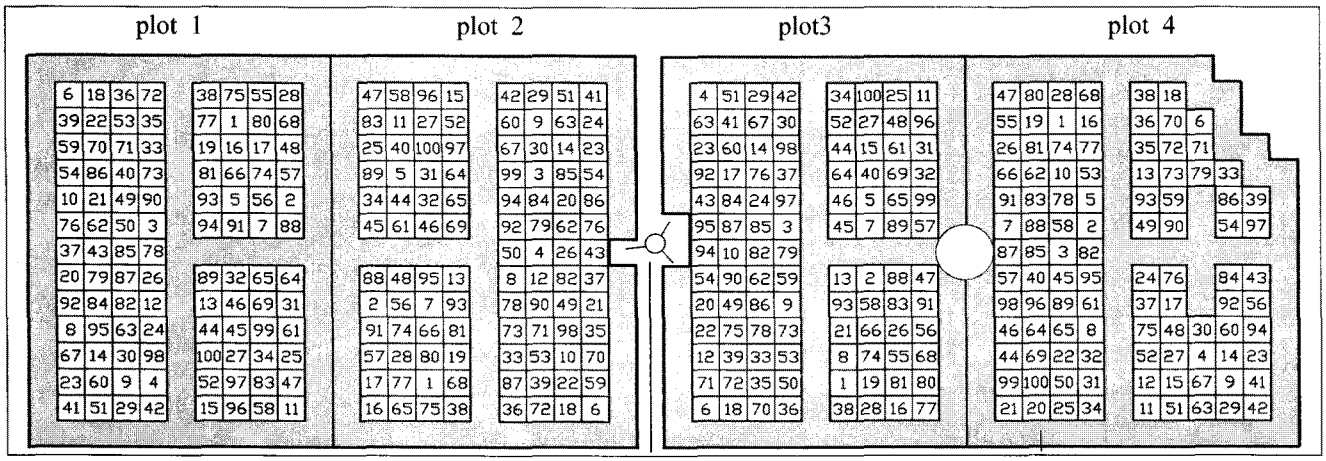

Figure 1. Experimental site plan

였다.

식물상 조사는 2009년 7월과 8월에 걸쳐 2개월간 전수조사가 진행되었으며, 식재식물의 경우는 생육유무를 조사하였다. 식물조사는 내측길이 50㎝×50㎝의 사각 틀을 제작하여 사용하였다. 모듈 내부에서 발견 되는 모든 식물을 기록하였다. 식물의 동정은 대한식물도감(Lee, 2003), 잡초도감(Ryang, 2004)과 국가생물종지식정보시스템(http://www.nature.go.kr)을 참고하였다. 식물생육상과 생활형은 한국식물명고(Lee, 1999)를 참고하였다.

곤충 조사를 위한 채집은 육안조사법(Searching and Netting)과 먹이유인포획법(Pit fall trap)을 이용하여 이루어졌다. 육안조사법은 2009년 7월과 8월 2개월에 걸쳐 진행되었고, 먹이유인포획법은 9월 21일에 트랩을 설치하고 22일 설치한 트랩을 수거하였다. 육안조사법에는 디지털 카메라를 사용하여 촬영하였고, 먹이유인포획법에는 종이컵에 날고기와 포도주를 약 1/3 높이로 넣어 곤충을 유인하는 트랩으로 사용하였다. 트랩은 총 4개의 구획에 2개씩 임의로 묻어 총 8개를 설치하였으며, 다음날 아침 일찍 수거하여 건조시킨 후 CBC Buttle에 100% 에탄올과 라벨, 곤충을 함께 넣어 보관하였다. 채집한 곤충은 해부현미경으로 관찰하였으며, 쉽게 찾는 우리곤충(Kim, 1999)과 한국곤충 생태도감(Kwon and Huh, 1998)을 참고하여 동정하였다.

결 과

1. 토양의 이화학적 특성

토양은 pH, 유기물, 양이온교환능, 염기포화도, Total N, 그밖에 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨의 전체 10개 항목을 조사하였다. 2005년 식재 당시와 2009년을 비교한 결과 염기포화도, 인, 칼륨, 칼슘과 마그네슘이 증가했고, 감소한 항목은 pH, 유기물, 전체 질소, 양이온교환능과 나트륨으로 나타났다(Table 1).

대상지의 토양은 외부에 노출되어 있으며, 처음부터 저관리 상태였다가 3년차부터는 관리를 하지 않았기 때문에 날씨와 온도, 수분 등의 영향을 모두 받았을 것으로 보인다.

일반적으로 염기포화도가 증가하는 것은 토양의 비옥도가 높아져 식물이 자랄 수 있는 환경에 적합하게 되는 것을 의미하며, 이는 토양의 염기가 감소할 때 Ca가 가장 먼저 빠져 나가기 때문에 일반적으로 Ca의 양이 많게 되면 다른 염기도 있다고 판단하여 염기포화도는 높고, 토양은 비옥하다고 본다(Oh, 1998). 그러므로 본 연구 결과는 염기포화도의 증가와 Ca의 증가로 판단해 볼 때 토양이 비옥한 상태라고 추측할 수 있다. 또한 토양유기물의 함량이 적을 경우 양분공급이 원활하지 못하여 식물생육이 좋지 않을 수 있다고 하는 선행연구(Kim, 2007)를 바탕으로 본 연구에서는 유기물의 양이 줄어들은 것은 초기 유기물이 분해되어 식물의 생육하는데 사용되어진 것으로 사료된다(Table 1).

2. 식물상변화

1) 식재식물

식물은 2005년 식재 당시 26과 100종이었으나, 2009년 조사 시 식재식물은 14과 40종이었으며, 이입식물은 11과 22종으로 총 23과 62종으로 조사되었다. 식재식물은 각시원추리, 감국, 구절초 등을 비롯하여 총 40종이 발견되었다. 조사된 식물 중 가장 많은 종은 국화과로서 산국, 감국 등의 15종이었으며, 다음으로 둥굴레, 산옥잠화 등의 백합과가 9종, 꿩의비름, 기린초 등의 돌나물과가 8종으로 조사되었다.

2009년 식재식물 중 국화과와 백합과, 돌나물과 식물들은 타 식물에 비해 많은 종수가 발견되었다. 그밖에도 국화과와 백합과를 제외하고 자생초화류는 꿀풀과, 마타리과, 마편초과를 비롯하여 11과가 생존하고 있었다.

Table 1. The change in physico-chemical soil

Article (unit)	2005	2009	2009-2005
pH	6.6	6.4	-0.2
Organic matter (%)	12.4	6.6	-5.8
Total N (%)	0.58	0.27	-0.31
Cation exchange capacity ($cmol \cdot kg^{-1}$)	31.9	22.97	-8.93
base-saturation degree (%)	58.5	75.05	16.55
P ($mg \cdot kg^{-1}$)	6.31	1,583.94	1577.63
K ($mg \cdot kg^{-1}$)	2,267.8	6,253.93	3986.13
Ca ($mg \cdot kg^{-1}$)	2,646.9	7,543.7	4689.8
Mg ($mg \cdot kg^{-1}$)	995.9	7,062.53	6,066.63
Na ($mg \cdot kg^{-1}$)	493.7	210.31	-283.39

2005년 식재 초기와 비교했을 때 발견된 식재 식물의 모듈 수의 변화는 Table 2와 같다. 초기 식재 모듈 수는 한 실험구에 하나의 모듈로 설정하여 실험구 4개를 설치하였기 때문에, 모든 식재식물은 총 4개의 모듈에 식재되었다. 그러나 식물별 생존력과 번식력이 다른 관계로 전수조사에 조사된 모듈 수는 식물별로 각기 다르게 나타났다.

Table 2. The change of module number among survival planting plants

Family	Species Korean Name (Scientific Name)	Location No.	Existed module number 2005	 2009	L	R	D
국화과 Compositae	가는금불초 *(Inula britannica* var. *linarifolia)*	7	4	9	G	R5	D1
	감국 *(Chrysanthemum indicum)*	2	4	41	H	R2-3	D4
	구절초 *(Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum)*	5	4	4	H	R5	D4
	산국 *(Chrysanthemum boreale)*	57	4	23	H	R2-3	D4
	쑥부쟁이 *(Aster yomena)*	66	4	8	Ch	R3	D4
	톱풀 *(Achillea sibirica)*	88	4	1	H	R2-3	D4
	해국 *(Aster spathulifolius)*	93	4	2	Ch	R2-3	D1
꿀풀과 Labiatae	꿀풀 *(Prunella vulgaris* var. *lilacina)*	13	4	2	H	R4	D4
	섬백리향 *(Thymus quinquecostatus* var. *japonica)*	61	4	1	Ch	R4	D4
	용머리 *(Dracocephalum argunense)*	72	4	9	H	R3	D4
돌나물과 Crassulaceae	기린초 *(Sedum kamtschaticum)*	9	4	24	H	R3	D4
	꿩의비름 *(Sedum erythrostichum)*	14	4	68	H	R3	D4
	돌나물 *(Sedum sarmentosum)*	23	4	70	H	R4	D4
	둥근잎꿩의비름 *(Sedum rotundifolium)*	29	4	11	H	R(s)	D4
	땅채송화 *(Sedum oryzifolium)*	30	4	8	H	R4	D4
	분홍세덤 *(Sedum spurium)*	51	4	3	-	-	-
	섬기린초 *(Sedum takesimense)*	60	4	8	H	R3	D4
	애기기린초 *(Sedum middendorffianum)*	67	4	4	H	R3	D4
마타리과 Valerianaceae	마타리 *(Patrinia scabiosaefolia)*	34	4	11	H	R3	D4
마편초과 Verbenaceae	층꽃나무 *(Caryopteris incana)*	85	4	16	Ch	R5	D4
백합과 Liliaceae	각시원추리 *(Hemerocallis dumortieri)*	1	4	4	G	R3	D5
	두메부추 *(Allium senescens)*	27	4	51	G	R3	D4
	둥굴레 *(Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* Ohwi*)*	28	4	7	G	R3	D2,4
	무늬둥굴레 *(Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* for. *variegatum* Y.N.Lee*)*	19	4	4	G	R3	D2,4
	비비추계열종 *(Hosta undulata 'Mediovariegata')*	17	4	3	H	R5	D4
	산옥잠화 *(Hosta lancifolia)*	16	4	7	H	R5	D4
	애기원추리 *(Hemerocallis minor)*	68	4	4	G	R3	D5
	원추리 *(Hemerocallis fulva)*	75	4	4	G	R3	D5
	좀비비추 *(Hosta minor)*	80	4	5	H	R3	D4
	좀씀바귀 *(Ixeris stolonifera)*	81	4	46	Ch	R1-2	D1
범의귀과 Saxifragaceae	노루오줌 *(Astilbe chinensis* var. *davidii)*	21	4	14	H	R3	D4
	돌단풍 *(Aceriphyllum rossii)*	24	4	4	Ch	R5	D4
부처꽃과 Lythraceae	부처꽃 *(Lythrum anceps)*	50	4	18	G	R2-3	D41
	털부처꽃 *(Lythrum salicaria* L.*)*	87	4	59	G	R2-3	D4,1
붓꽃과 Iridaceae	범부채 *(Belamcanda chinensis)*	49	4	26	G	R3	D4
석죽과 Caryophyllaceae	패랭이꽃 *(Dianthus chinensis)*	90	4	1	H	R5	D4
장미과 Rosaceae	뱀딸기 *(Duchesnea chrysantha)*	47	4	21	Ch	R4	D2
제비꽃과 Violet	제비꽃 *(Viola mandshurica)*	79	4	126	H	R3	D2
초롱꽃과 Campanulaceae	도라지 *(Platycodon grandiflorum)*	11	4	4	G	R3	D4
현삼과 Scrophulariaceae	꼬리풀 *(Veronica linariaefolia)*	10	4	7	H	R5	D4
	Total species : 40						

* L: Life form, R: Radicoid form, D: Disseminule form
* Ch: Chamaephyte, H: Hemicryptophyte, G: Geophyte
* R3, R2-3: rhizome type, R4: runner type, R5: short grain type
* D1: scattered by wind and water, D2: scattered by animals, D4: doing a free fall, D5: propagated from a vegetative organ, D2,4: scattered by animals + doing a free fall

Source: Lee, W.T.(1996)

발견된 40종의 식물 종 중 가장 많은 모듈 증가수를 보인 식물은 제비꽃으로서 전체 400개의 모듈 중 126개의 모듈에서 나타났으며 그 다음으로 모듈 증가수가 많은 식물은 돌나물과의 돌나물과 꿩의비름으로 66개와 64개의 모듈 증가를 보였다. 부처꽃과의 털부처꽃도 55개의 모듈 증가수를 보여 다른 식물보다 월등한 증가율을 보였다. 이밖에도 백합과의 두메부추와 국화과의 좀씀바귀가 각각 47개와 42개의 모듈 증가수를 보였다.

한편 4년이 지난 현재(2009년 8월)까지 초기의 모듈 수를 변함없이 유지하고 있는 종은 각시원추리, 구절초, 꽃도라지, 돌단풍, 무늬둥굴레, 애기기린초, 애기원추리, 원추리로서 백합과 4종, 국화과, 범의귀과, 용담과, 돌나물과가 각 1종이었다(Table 2).

모듈 증가수별로 초기 식재위치를 중심으로 번식하는 종과 초기 식재위치에 영향을 받지 않고 대상지에 규칙 없이 번식하는 종으로 분류해 보았을 때, 모듈 증가수가 10이상이며 초기 식재위치를 중심으로 번식하는 식물에는 기린초, 돌나물, 두메부추, 범부채가 있었으며, 이들은 시간이 지날수록 대상지의 면적을 크게 차지하며 우점하게 될 것으로 예상된다. 또한 모듈 증가수가 0이상 9이하인 식물들 중 초기 식재위치를 중심으로 번식하는 식물에는 각시원추리, 무늬둥굴레, 산옥잠화 등의 백합류 식물이 11종 중 7종이라는 큰 비중을 차지했다. 백합류 식물은 생육·번식 특성상 초기 식재 위치에서 벗어나 성장하는 식물이 아닌 것으로 나타났다.

그러나 모듈 증가수가 10이상이며 초기 식재위치와 관계없이 대상지의 곳곳에 번식하는 식물종들은 총 10종으로 이러한 식물종은 옥상의 환경에는 적응할 수 있으나, 너무 많이 퍼져 우점할 수 있는 경향을 보여주고 있다. 모듈수가 감소한 식물은 곧 도태하게 될 종이라 판단하여 대상지의 생태계에 큰 영향을 주지 않을 것으로 예상한다(Table 3).

2) 이입식물

이입식물은 총 13과 30종이 발견되었고, 2006년에는 7과 11종, 2007년 7과10종, 2009년 11과 22종으로 조사되었다(Table 4). 이입식물의 과와 종은 계속 변화하였으며, 국화과와 벼과의 수가 많았다. 조사된 3년동안 계속 나타난 이입식물은 괭이밥과의 괭이밥, 국화과의 망초와 대극과의 애기땅빈대, 벼과의 강아지풀, 사초과의 방동사니 등 5종이었으며, 두 번 발견된 식물은 국화과의 개망초, 꿀풀과의 꽃향유, 대극과의 깨풀, 벼과의 조개풀로 조사되었다.

가장 흔히 볼 수 있었던 식물은 망초와 개망초 등의 국화과 식물과 괭이밥, 달맞이꽃이었으며, 한 두 개체밖에 볼 수 없었던 식물은 고들빼기, 뚝새풀, 반하, 벋음씀바귀 등이 있었다. 망초와 개망초의 경우 발견된 모듈수가 100개 이상이며, 특히 망초는 197개의 모듈을 차지하였다. 망초를 제외하고 대상지에 많은 수로 번식한 이입식물은 개망초, 괭이밥, 달맞이꽃 등을 비롯하여 조개풀이며, 꽃향유, 고들빼기와 뚝새풀은 적은 숫자가 발견된 것으로 보아 초기 관리를 해주면 관리가 어렵지 않을 것으로 보인다.

2006년 조사 때부터 발견되었으며, 가장 많은 모듈에서 나타난 망초는 전 구역에 퍼져 있었으며, 실험구 3에서는 거의 군락을 이룰 정도로 번식하였다. 개망초는 2007년부터 이입되어 실험구 3과 4에 편중된 경향을 보였으며, 망초보다

Table 3. The classification by module number and characteristics of breeding

The increasing module number	The characteristics of breeding	Species
0<number	Not meaning	*Prunella vulgaris* var. *lilacina, Hosta undulata 'Mediovariegata', Sedum spurium, Thymus quinquecostatus* var. *japonica, Achillea sibirica, Dianthus chinensis, Aster spathulifolius*
0=number	The breeding near the first location	*Hemerocallis dumortieri, Platycodon grandiflorum, Sedum sarmentosum, Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* for. *variegatum* Y.N. Lee, *Sedum middendorffianum, Hemerocallis minor, Hemerocallis fulva*
	The breeding anywhere	*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum*
1≤number≤9	The breeding near the first location	*Hosta lancifolia, Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum ohwi, Sedum takesimense, Hosta minor*
	The breeding anywhere	*Inula britannica* var. *linarifolia, Veronica linariaefolia, Sedum rotundifolium, Sedum oryzifolium, Patrinia scabiosaefolia, Aster yomena, Dracocephalum argunense*
10≤number	The breeding near the first location	*Sedum kamtschaticum, Sedum sarmentosum, Allium senescens, Belamcanda chinensis*
	The breeding anywhere	*Chrysanthemum indicum, Sedum erythrostichum, Astilbe chinensis* var. *davidii,m Duchesnea chrysantha, Lythrum anceps, Chrysanthemum boreale, Viola mandshurica, Hosta minor, Caryopteris incana, Lythrum salicaria* L.

Table 4. The change of invading plants in the plot

Family	Korea name (scientific name)	2006	2007	2009
괭이밥과 (Oxalidaceae)	괭이밥 *(Oxalis corniculata)*	○	○	○
	선괭이밥 *(Oxalis stricta)*	○		
국화과 (Compositae)	개망초 *(Erigeron annuus)*		○	○
	고들빼기 *(Youngia sonchifolia)*			○
	망초 *(Erigeron canadensis)*	○	○	○
	미국가막사리 *(Bidens frondosa)*	○		
	민들레 *(Taraxacum officinale)*			○
	벋음씀바귀 *(Ixeris japonica)*			○
	서양금혼초 *(Hypochaeris radicata)*			○
	씀바귀 *(Ixeris dentata)*			○
꿀풀과 (Labiatae)	가시엉겅퀴 *(Cirsium japonicum* var. *ussuriense)*			○
	꽃상추 *(Cichorium endiva)*			○
	꽃향유 *(Elsholtzia ciliata)*		○	○
대극과 (Euphorbiaceae)	깨풀 *(Acalypha australis)*		○	○
	애기땅빈대 *(Euphorbia supina)*	○	○	○
바늘꽃과 (Onagraceae)	달맞이꽃 *(Oenothera odorata)*			○
박주가리과 (Asclepiadaceae)	박주가리 *(Metaplexis japonica)*			○
벼과 (Gramineae)	강아지풀 *(Setaroa vorodos)*	○	○	○
	뚝새풀 *(Alopecurus aequalis* var. *amurensis)*			○
	바랭이 *(Digitaria sanguinalis)*	○		
	조개풀 *(Arthraxon hispodus)*		○	○
	참새피 *(Paspalum thunbergii Kunth)*	○		
사초과 (Cyperaceae)	방동사니 *(Cyperus amuricus)*	○	○	○
삼과 (Cannabinaceae)	환삼덩굴 *(Humulus japonicus)*	○		
천남성과 (Araceae)	반하 *(Pinellia ternata)*			○
콩과 (Leguminosae)	새콩 *(Amphicarpaea edgeworthii* var. *trisperma)*	○		
	얼치기완두 *(Vicia tetrasperma)*			○
	토끼풀 *(Trifolium repens* L.*)*		○	
포도과 (Vitaceae)	담쟁이덩굴 *(Parthenocissus tricuspidata)*			○
Total		7 families 11 species	7 families 10 species	11 families 22 species

는 적은 수를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 박주가리는 덩굴식물이기 때문에 주로 높이가 있는 식물에 감겨 자라는데, 본 대상지에서는 약 60~70㎝ 정도 높이의 산국과 감국이 출현한 모듈에 많이 나타난 것으로 조사되었다(Figure 2).

3. 곤충상 조사

곤충상 조사는 2009년 7월~9월에 이루어졌으며, 총 9목 17과 21종이 조사되었고, 가장 많은 개체수를 보인 종은 무리지어 생활하는 개미과의 곰개미와 진딧물과의 2종이었다. 9목에는 고시류에 속하는 잠자리목과 신시류 중 내시류에 해당하는 딱정벌레목, 벌목, 파리목, 나비목으로 총 4종이 발견되었으며, 외시류는 노린재목, 매미목, 메뚜기목, 바퀴목으로 총 3목이 발견되어 전체 9목이 발견되었다. 또한 육안조사법과 먹이유인포획법을 비교하였을 때 얼룩대장노린재와 모메뚜기, 곰개미가 동시에 발견되었다. 바퀴목의 산바퀴는 육안조사법에서는 발견되지 않았으나 먹이유인포획법에서는 발견되었다(Table 5).

1) 육안조사법 결과

육안조사법에서 발견된 곤충들은 대상지에 식재된 식물을 대상으로 서식처, 혹은 휴식처나 먹이로 삼고 있음을 볼 수 있었다.

쑥이나 박주가리에서 주로 발견된다고 기록된 십자무늬긴노린재는 대상지에서 박주가리 줄기에서 발견되었으며, 무당벌레는 인도볼록진딧물이 서식하는 원추리 위에서 볼 수 있었다. 꿀벌과의 재래꿀벌과 양봉꿀벌은 박주가리의 꽃 위에서 주로 발견되었으며, 엉겅퀴수염진딧물은 대상지 내

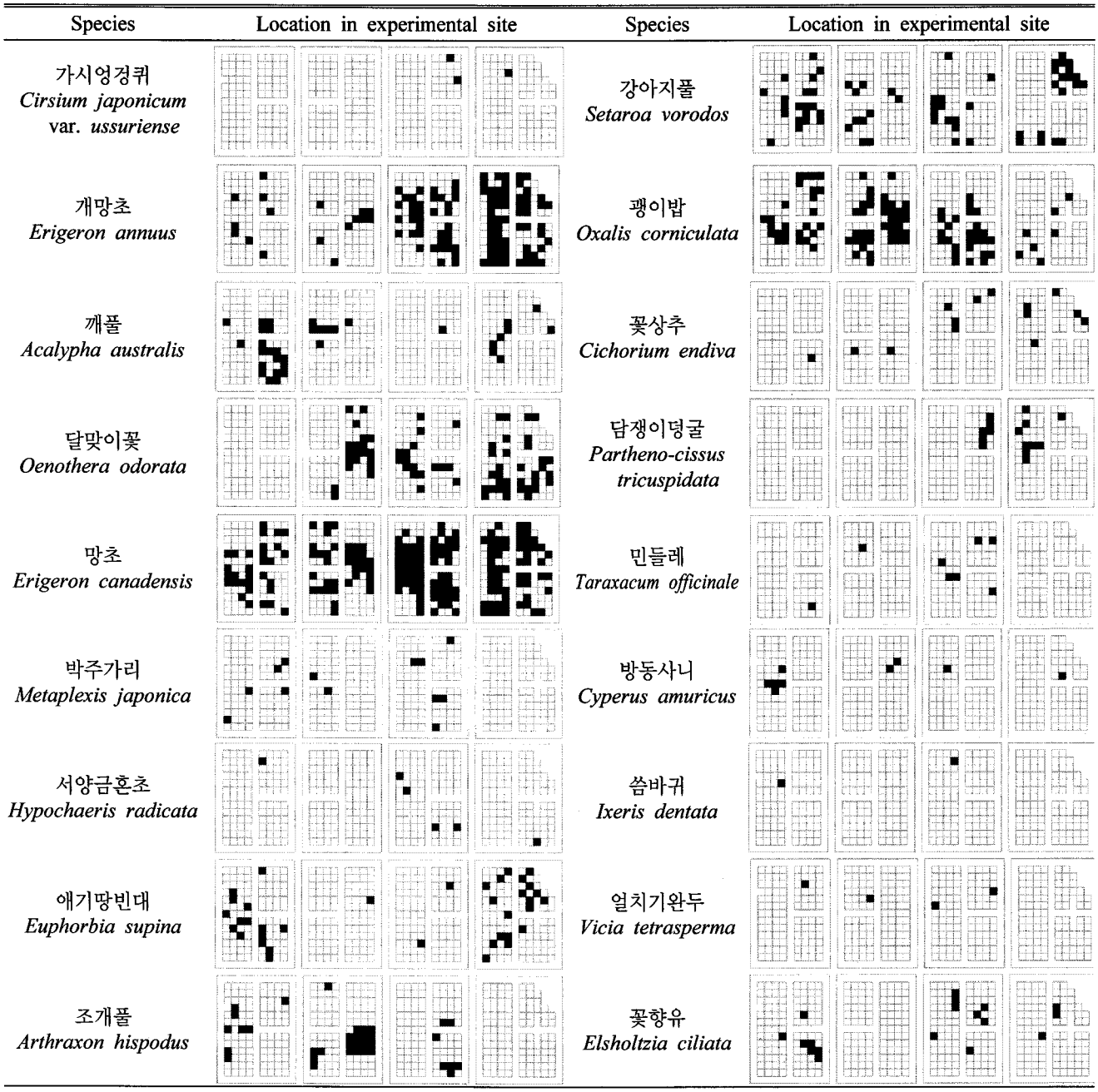

Figure 2. The location of invading plants(■)

대부분의 엉겅퀴에 서식하고 있었다. 그 밖에도 괭이밥이 남방부전나비 유충의 먹이가 되고, 실제로 국화과의 해국 꽃 위에서 발견된 작은멋쟁이나비가 국화과 식물과 가시엉겅퀴의 꿀을 먹이로 서식함을 볼 수 있었다(Kim, 1999). 콩과인 얼치기완두와 벼과인 강아지풀, 뚝새풀, 조개풀 등의 열매는 알락수염노린재의 서식이 가능하게 하며, 그로 인해 알락수염노린재에 기생하는 표주박기생파리도 생존할 수 있음을 알 수 있었다(Kwon and Huh, 1998). 다양한 초장과 종을 포함하는 국화과 식물과 화본과 식물들은 방아깨비나 모메뚜기와 같은 날 수 없는 곤충의 서식도 가능하게 했다. 얼룩대장노린재와 같이 참나무류에 서식하는 곤충들은 대상지 주변에 우점종인 상수리나무와 연관이 있을 것으로 보인다. 또한 모기나 초파리 같은 작은 곤충을 잡아먹는 잠자리목 곤충들은 주로 서식지 용도보다 먹이를 잡아먹는 장소로 사용하는 것으로 사료된다.

Table 5. The insect detected in plots

Order	Family	Species
나비목 (Lepidoptera)	부전나비과 (Lycaenidae)	남방부전나비 *(pseudozizeeria maha)*
	네발나비과 (Nymphalidae)	작은멋쟁이나비 *(Cynthia cardui)*
노린재목 (Hemiptera)	긴노린재과 (Lygaeidae)	십자무늬긴노린재 *(Tropidothorax cruciger)*
	노린재과 (Pentatomidae)	알락수염노린재 *(Dolycoris baccarum)*
		얼룩대장노린재 *(Placosternum esakii)*
	허리노린재과 (Coreidae)	넓적배허리노린재 *(Homoeocerus dilatatus)*
	잡초노린재과 (Rhopaliadae)	삿포로잡초노린재 *(Rhopalus sapporensis)*
딱정벌레목 (Coleoptera)	무당벌레과 (Coccinellidae)	무당벌레 *(Harnonia axyridis)*
매미목 (Homoptera)	꽃매미과 (Fulgoridae)	주홍날개꽃매미 *(Lycorma delicatula)*
	진딧물과 (Aphid)	인도볼록진딧물 *(Indornegoura indica)*
		엉겅퀴수염진딧물 *(Aulacorthum cirsicola)*
메뚜기목 (Orthoptera)	메뚜기과 (Acrididae)	방아개비 *(Acrida cinerea)*
	모메뚜기과 (Tetrigidae)	모메뚜기 *(Tetrix japonica)*
바퀴목 (Blattodea)	바퀴과 (Blattellidae)	산바퀴 *(Blattella nipponica Asahina)*
벌목 (Hymenoptera)	개미과 (Formicidae)	곰개미 *(Formica japonica)*
	꿀벌과 (Apidae)	재래꿀벌 *(Apis cerana)*
		양봉꿀벌 *(Apis mellifera)*
잠자리목 (Odonata)	잠자리과 (Libellulidae)	깃동잠자리 *(Sympetrum infuscatum)*
		노란잠자리 *(Sympetrum croceolum)*
파리목 (Diptera)	기생파리과 (Tachinidae)	표주박기생파리 *(Cylindromyia brassicaria)*
	꽃등에과 (Syrphidae)	꼬마꽃등에 *(Sphaerophoria menthastri)*
Total	9 Orders 17 Families 21 Species	

2) 먹이유인포획법 결과

먹이유인포획법에 채집된 곤충은 총 4목 5과 5종으로 노린재목에서 2과 2종이었으며, 메뚜기목, 바퀴목, 벌목에서 각각 한 종씩으로 조사되었다.

육안조사법으로 채집한 메뚜기목의 모메뚜기와 벌목의 곰개미가 발견되었으며, 노린재목의 삿포로잡초노린재와 바퀴목의 산바퀴가 채집되었다. 육안조사법에서 주로 날 수 있는 곤충을 채집한 반면 먹이유인포획법은 지표면에 트랩을 사용하여 채집한 이유로 기어 다니거나 뛸 수 있는 곤충이 발견되었다.

노린재목의 삿포로잡초노린재는 대상지 내 다양한 국화과 식물의 즙을 먹이로 하고 있을 것으로 추측하며(Kim, 1999), 무관리로 두었기 때문에 일체 제거되지 않은 낙엽층은 산바퀴의 은신을 도운 것으로 보인다. 또한 개미과의 곰개미는 먹이유인포획법으로 채집한 곤충의 개체수가 가장 많은 종이었으며, 그 원인은 이들의 집단생활과 더운 여름날에는 밤에도 활동하기 때문인 것으로 판단되었다. 이들은 산지의 건조한 풀밭에서 서식하기 때문에 옥상의 건조한 환경에 적응했을 것으로 사료된다.

고 찰

식재초기당시인 2005년에는 식재종 100종이 존재했으나, 2009년 8월 전수조사에서는 식재식물은 40종만이 생존하고 있으며 이입종을 포함하여 식물이 총 62종, 곤충이 21종이 발견되었다.

식재식물 중 건조하고 강한 태양광과 바람 등의 악조건인 옥상조건에 적합하지 못한 종은 도태되고 수분 요구도가 낮고 건조한 곳에서 생육이 왕성한 식물들, 특히 세덤류들은 잘 적응하고 있는 것으로 나타났다. 특히 돌나물 등은 포복성으로 지면을 따라 뿌리를 내려 빈 공간으로 확산되는 형이고, 벌개미취 등과 같이 근경이 발달하면서 퍼지는 형 등이 많이 번식하는 것으로 나타났다(Jang, 2010). 뿐만 아니라 씨앗의 산포형태에 따라 개체를 널리 퍼트리는 식물들, 특히 제비꽃 등은 식물의 개체가 다양한 장소에서 많이 발견되어 식물의 생활형과 번식형을 잘 파악하여 식재하는 것이 필요하다(Jang, 2010). 이 대상지에서 식재식물은 돌나물과 두메부추와 같은 우점종과 함께 백합과 식물들과 같이 우점하지는 않으나 지속적으로 생육이 양호한 식물들은 지속적으로 생존할 수 있을 것으로 예측된다.

이입식물들은 현재 가장 많이 번식한 망초와 개망초, 강아지풀, 괭이밥이 지속적으로 발생하고 퍼져 있는 것은 개망초의 경우는 식재식물의 생장이 약하거나 고사하였을 때 발생이 많았으며 괭이밥과 망초의 경우 지표면에서의 식재식물의 한 개체의 피복률이 낮거나 식재밀도가 낮을 경우 발생률이 높은 것으로 보인다(Han, 2009). 따라서 옥상녹화 시 적절한 식물의 선택과 식재밀도 등이 이입식물의 유입을 저지할 수 있을 것으로 보인다. 또한 이입종의 수는 점차 늘어나는 요인 중의 하나로는 대상지 주위의 환경이 숲과 야산으로 이루어져 있기 때문으로 추측된다.

현재 대상지에는 밀원식물을 주로 찾는 벌목과 나비목의 곤충, 국화과와 콩과 식물을 찾는 노린재목 곤충이 주로 발견되며, 이밖에도 식물에 기생하며 영양분을 흡수하는 매미목의 진딧물과 곤충들과 진딧물을 먹이로 하는 무당벌레과 곤충, 대상지 주변의 식물에서 서식하는 곤충류와 대상지의 제거하지 않은 낙엽과 낮은 초목사이에서 서식하는 곤충류까지 다양한 것으로 나타났다.

이후에도 식물의 종류가 다양해짐에 따라 이를 식수로 삼거나, 휴식처로 삼는 곤충의 종 또한 더욱 다양해질 것으로 사료된다. 대상지에서 출현하는 이입식물에는 국화과 식물이 많으며, 이후에도 지속적인 출현이 예견된다. 이는 국화과 식물을 목표로 하는 곤충이 더욱 많고 다양해질 수 있음을 나타내며, 이를 피식자로 삼은 곤충류 또한 종수가 증가할 것이다. 또한 이입종의 증가로 계절마다 개화하는 꽃의 종류가 차별화되는 것 또한 벌목과 나비목 등의 곤충을 증가시킬 수 있는 이유가 될 것이다.

본 연구에서는 도시의 소생태계가 될 수 있는 옥상녹화지를 대상으로 변화 모습을 관찰하였다. 그러나 연구가 이루어졌던 약 4년의 기간은 식물을 비롯한 생태계의 천이상태를 관찰하고 분석하기에는 짧은 시간일 뿐만 아니라 조성된 직후와 조성 후 4년이 지난 현재의 모습만을 비교하여 도심지 소생태계의 천이를 분석하는 것이 본 연구의 한계로 나타났다. 또한 각 식물과 이입식물관의 상관관계나 생육특성을 좀 더 면밀하게 분석하는 후속연구가 필요하다. 따라서 장기적으로 1~2년의 기간마다 같은 방법으로 모니터링하여 변화의 단계를 알아가는 것이 천이의 특징을 더 명확히 보여줄 수 있었을 것이며 명확한 도심지 소생태계의 변화 모습을 발견할 수 있을 것이라 사료된다.

인용문헌

FLL(Forschungsgesellschaft Landschafsent- wicklung Lanschaftsbaue. V).(2002) Guideline for the planting execution and upkeep of green roof sites - roof-greening guideline, Germany.

Han, Y.C.(2009) A study on occurrence aspect of invasive plants according to planted plants in extensive rooftop greening. Master degree thesis, Seoul Women's University, Seoul, Korea, 70pp.

http://www.nature.go.kr/wkbik1/wkbik1311t1.leaf

http://www.nature.go.kr/wkbik2/wkbik2311t1.leaf

Jang, H.K.(2010) A study of planting models for extensive green roof system with plant growth characteristics. Ph. D. thesis, Seoul Women's University, Seoul, Korea, 101pp.

Kang, K.Y. and E.H. Lee(2005) The study on native plants and planting soil for extensive rooftop greening. Journal of the Korea Society for Environmental Revegetation Technology 8(4): 23-31.

Kim, J.I.(1999) Looking for Korea Insect easily. Jin-sun, Korea. 391pp.

Kim, S.K.(2007) Plant-growth response to the amount of soil organic matter and the soil depth in a green rooftop with low irrigation maintenance. Master's degree thesis, Sungkyunkwan University, Korea.

Kwon, Y.J. and E.Y. Huh(1998) Hemiptera and Homoptera in Insects Life Korea, vol 2. Insect Lab. of Korea University, Seoul, Korea.

Lee, E.H.(2001) Building Greening for Green City. In: Eco Justice (ed.), Comprehension of Ecocity, Darakbang, Seoul, Korea.

Lee, E.H.(2004) An Analysis of Research Trends Regarding Rooftop Greening in Korea. Journal of the Korea Society For Environmental Revegetation Technology 7(4): 44-51.

Lee, T.B.(1993) Wonsak Dae-Han illustrated Flora of Korea. The First and the Last Volume, Hyang-Mun Sa, Korea.

Lee, W.T.(1996) Lineamenta Flora Korea, Academic Books, Korea.

Oh, J.M. and C.G. Phae(1998) Soil Pollution. Dongwha Technology Publishing Co., Seoul, Korea.

Ryang H.S.(2004) Weeds of Korea. Yijun Agricultural Source books.