

옥상녹화 이입식물 특성 연구 - 동국대학교 옥상녹화지역을 대상으로 -

The research of Immigration plants characteristics in the rooftop garden

- In the Case of the Dongguk University rooftop garden -

임명순¹ · 김 영² · 오충현³

¹동국대학교 대학원 조경학과, ²동국대학교 대학원 바이오환경과학과,
³동국대학교 바이오환경과학과

서론

우리나라는 급속한 도시화와 산업화 과정에서 도시의 인구집중과 그에 따른 고층, 고밀의 건축행위는 더 이상 도심지 내에서 동식물이 서식할 수 없는 환경으로 바뀌었다. 그로인해 오염된 환경 속에서 도시민은 지하수 고갈, 도시 홍수, 온난화 현상, 상대습도 감소, 토양 미생물에 의한 대기 오염물질 정화 능력 감소, 동식물의 서식 공간 부족 등의 문제를 겪고 있다. 이에 따라 인공대지 활용이라는 측면과 함께 지상녹지면적을 더 확보하기가 어려운 도심에서 녹지량을 확대할 수 있는 옥상녹화가 활발히 진행되고 있으며 서울시에서도 2002년부터 꾸준히 옥상공원화 지원사업을 추진하고 있다.

하지만 옥상녹화의 사례가 증가하면서 옥상에 식재한 식물과 자연적으로 이입된 식물과의 관계 및 귀화식물의 생육에 대한 문제점이 부각되고 있다. 식재식물이 아닌 자연적으로 유입된 이입식물만을 대상으로 입지별 귀화율을 산정한 결과 자생식물들이 인공지반에 잘 적응하지 못하고 귀화식물의 비율이 높아져 입지별 귀화율이 대폭 상승하는 반면 이입식물의 경우 시간이 흐를수록 생육조건이 적합하지 않은 다수의 이입식물이 도태되어 식물종의 안정화가 이루어져 상대적으로 귀화식물의 비율이 높아지게 되는 것이다(송인주, 2005). 또한 귀화식물의 경우 번식 및 확산속도가 매우 빠르기 때문에 관리에 어려움이 생기게 된다.

최근까지의 연구들을 살펴보면 옥상녹화지역 이입종 특성 및 관리방안 연구(강현경 등, 2009), 서울 옥상녹화지역

입지별 귀화율의 3년(2003~2005) 변화 분석(오충현 등, 2006)에서는 식재종과 이입종에 관한 변화 분석을 통해 입지별 귀화율을 분석하였다. 또한 특수한 환경조건에서 천이 선구종으로 1년생 식물의 정착과 관계성, 번식방법 등 식생의 생육환경에 관한 작용에 대해 중력산포형과 풍수산포형이 작용한 결과에 관한 연구, 주암호 복내천 인공습지 조성 후 식물의 생활형에 대한 4년간의 변화 연구(김창환 등, 2009)를 통하여 생육환경에 순응하며 적응되어지는 식물의 생활형의 표준특성 변화에 대한 연구와 식물의 생활형에 대한 변화 연구로 서울 중랑천의 식생구성과 식물상(이유미 등, 2002)이 선행 연구된 바 있다.

본 연구는 옥상이라는 특수한 환경에서 종자산포형의 특성에 따른 이입식물 연구가 진행된 바 없기 때문에 서울시의 옥상공원화 사업지원 대상지인 동국대학교의 옥상녹화지를 대상으로 조성 후 유입된 이입식물의 특성을 파악하고, 식물상 조사를 통해 이들 식물의 생활형 중 종자 산포형에 따른 귀화식물의 출현 관계를 분석하고 식물종 피도를 분석하고자 하였다. 따라서 본 연구는 옥상녹화 대상지를 중심으로 식물의 종자산포기관형에 관한 특성에 따라 옥상이라는 인공지반녹화지에서의 종자산포유형과의 연계성과 귀화식물의 산포형 특성에 따른 귀화식물의 분포현황을 조사하고 이입식물의 특성을 분석하여 차후 지속적인 옥상정원의 관리방안 마련을 위한 기초자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

연구범위 및 방법

1. 조사지역 개황

동국대학교는 현재 서울의 대표적인 도시숲인 남산자락 아래의 중구 필동 3가에 소재하고 있으며 교지면적은 647,028m²이다. ‘친환경 캠퍼스’를 주도하고자 하는 목적에서 동국대학교는 옥상공간의 80% 이상을 공원으로 가꿔 남산~청계천의 녹지축 흐름을 유지하려는 취지로 지난 2005년부터 서울시의 옥상공원화 사업지원을 받아 대학 내 건물 옥상정원을 조성하였다.

옥상녹화를 함으로써 쓸모없이 방치되던 옥상을 학생과 교원들의 휴식 공간으로 활용하고 자연과 더불어 학습할 공간으로 조성되었으며, 2008년 11월 동국대의 학림관·만해관·동국관·학생회관·혜화관·학술문화관 등 6개 건물 옥상 10,764m²이 약 5개월의 공사를 거쳐 옥상정원으로 추가 되었다.

본 연구에서는 동국대학교 옥상녹화 대상지 중 면적이 넓은 상록원, 만해관, 동국관, 혜화관 등 4곳의 옥상 식물상에 대한 모니터링을 실시하였다. 그 중 상록원의 경우 2005년도에 옥상정원이 조성되어 조성 후 5년차의 식물상에 관한 분석이 가능하며 다른 대상지의 경우 2008년에 조성되어 현재 1년이 지난 신생 옥상녹화 대상지이기 때문에 옥상정원의 천이가 진행될수록 다년생식물의 구성비율과 선구종들인 1년생 식물이 우점하는 식생형이 점차적으로 안정된 다년생 식생 유형으로의 천이 진행되는 여부에 관하여 이입식물상을 비교 분석하는 것이 가능하다.

2. 조사시기 및 범위

2009년 각 대상지를 옥상녹화 식물의 생육변화가 왕성한 4월부터 10월까지 7개월간 월별 모니터링 하였고, 식물피도 판정기준을 사용하여 월별 이입식물과 식물피도율의 특성을 집중 분석하였다.

3. 연구방법

식물상은 현지 조사를 통하여 동국대 내 기 조성된 상록원, 만해관, 동국관, 혜화관 등 4곳의 옥상정원을 대상으로 조사하고 식물목록을 작성하였다. 조사결과는 대한식물도감(이창복, 1990)과 한국식물도감(이영노, 2006)을 기준으

로 동정 및 분류하고, 한국원색귀화식물도감 및 한국원색귀화식물도감 보유편(박수현, 1995, 2001)을 기준으로 귀화식물 분류를 시행하였다. 식물에 대한 배열순서와 학명의 기재는 이창복(1990)의 분류체계인 Tippe & Fuller System으로 정리하였고, 귀화식물은 박수현 등(2002)에서 제시한 목록으로 정리하였다. 귀화식물의 이입특성을 분석하기 위해 기존 연구논문(이우철, 1996; 이유미 등, 2002; 김창환 등, 2009)과 沼田眞(1972)의 식물 산포형을 통하여 분석하였다.

식물피도 판정기준은 변환통합우점도(Westhoff and van Maarel 1973)를 사용하였으며(김종환·이울경, 2006), 변환통합우점도의 구분으로는 수도(abundance)가 한 개 또는 수 개의 개체로 피도범위(cover range)를 고려하지 않을 경우 1, 다수의 개체이며 조사구 면적의 5% 미만의 피도일 경우 2, 어떤 경우든 조사구 면적의 5% 미만이거나 많은 개체이면서 매우 낮은 피도 또는 보다 적은 개체수이면서 보다 높은 피도인 경우는 3, 매우 풍부하며, 피도 5% 미만 또는 조사구내에서 피도 5-25%이거나 수도가 매우 풍부할 경우는 4, 수도를 고려하지 않으며 피도범위가 5-12.5%일 경우 5, 12.6-25%는 6, 26-50%는 7, 51-75%는 8, 76-100%는 9의 피도 판정기준을 사용하였다.

이입특성을 분석하기 위해 기존 연구논문(이우철, 1996; 이유미 등, 2002; 김창환과 명 현, 2009)과 沼田眞(1972)의 번식형(Propagation form)의 산포기관형(Disseminule form)의 종자나 과실의 산포를 유형화 한 것으로 D₁은 풍수산포형, D₂는 동물산포형, D₃는 자동산포형, D₄는 중력산포형, D₅는 영양번식에 의한 산포형, 그리고 D₁과 D₄ 또는 D₂와 D₄의 양쪽 산포형을 가지는 것은 D_{1,4} 또는 D_{2,4}의 총합으로 표시한다.

결과 및 고찰

대상지별 이입식물 현황은 표 1, 표 2와 같으며, 총 30과 109종 16변종으로 125분류군이 나타났다. 이 중 귀화식물은 11과 24종 3변종으로 27분류군이 나타나 이입식물 중 귀화식물이 차지한 비율은 21.6%로 분석되었다. 또한 환경부에서 생태계교란야생식물로 지정된 미국쑥부쟁이, 돼지풀, 서양등골나물이 관찰되었다. 이입식물의 산포형은 풍수산포형(D₁), 풍수산포형과 동물산포형(D_{1,2}), 동물산포형

(D₂), 동물산포형과 자동산포형(D_{2,3}), 자동산포형(D₃), 중력산포형(D₄), 중력산포형과 풍수산포형(D_{4,1}), 영양변식과 중력산포형(D_{5,4})으로 분석되었다.

1. 상록원 이입식물 현황 분석

상록원은 타대상지와 다르게 옥상녹화 조성시기가 2005년임에 따라 4년 이상이 된 지역이다. 조사결과 14과 41종 2변종으로 총 43분류군으로 나타났다. 이입식물의 산포특성은 중력산포형(D₄)이 44.2%로 가장 많이 나타났으며, 풍수산포형(D₁)이 27.9%, 중력산포형과 풍수산포형(D_{4,1})이 9.3%, 동물산포형(D₂)와 자동산포형(D₃)이 각각 7% 등의 순으로 나타났다. 또한 관찰된 식물 중 귀화식물의 산포특성은 풍수산포형(D₁)이 55.6%로 가장 높았고, 자동산포형(D₃), 중력산포형(D₄), 풍수산포형과 동물산포형(D_{1,2}), 중력산포형과 풍수산포형(D_{4,1})이 각각 11.1%로 나타났다. 출현한 식물의 피도는 매듭풀이 7로 전반적으로 높았고, 4~7월 사이에는 개망초, 달맞이꽃, 썩 등이 높았다. 8~9월에는 자귀풀, 달맞이꽃 등이 높았다. 환경부에서 생태계교란 야생식물로 지정된 미국썩부쟁이와 돼지풀이 관찰되었다.

2. 만해관 이입식물 현황 분석

만해관은 옥상녹화 조성시기가 2008년임에 따라 1년 이상이 된 지역이다. 조사결과 20과 57종 8변종으로 총 65분류군으로 나타났다. 이입식물의 산포특성은 중력산포형(D₄)이 58.5%, 풍수산포형(D₁)이 20.0%, 자동산포형(D₃)이 7.7%, 중력산포형과 풍수산포형(D_{4,1})이 6.2%, 동물산포형(D₂)이 4.6% 등의 순으로 나타났다. 또한 관찰된 식물 중 귀화식물의 산포특성은 중력산포형(D₄)이 55.6%로 가장 높았고, 풍수산포형(D₁)이 33.3%, 풍수산포형과 동물산포형(D_{1,2}), 중력산포형과 풍수산포형(D_{4,1})이 각각 5.6%로 나타났다. 출현한 식물의 피도는 팽이밥과 망초가 4~10월까지 1~2로 계속 관찰되었고, 벌꽃, 유럽점나도나물, 황새냉이, 돌콩, 사철썩 등이 4~7월에 1~2로 나타났다. 7~10월 사이에는 붉은서나물, 서양등골나물 등이 1~2로 나타났다. 환경부에서 생태계교란 야생식물로 지정된 서양등골나물이 관찰되었다.

3. 동국관 이입식물 현황 분석

동국관 역시 옥상녹화 조성시기가 2008년임에 따라 1년 이상이 된 지역이다. 조사결과 21과 66종 10변종으로 총 76분류군으로 나타났다. 이입식물의 산포특성은 중력산포형(D₄)이 53.9%, 풍수산포형(D₁)이 22.4%, 중력산포형과 풍수산포형(D_{4,1})이 10.5%, 자동산포형(D₃)이 9.2% 등의 순으로 나타났다. 또한 관찰된 식물 중 귀화식물의 산포특성은 풍수산포형(D₁)이 42.1%로 가장 높았고, 중력산포형(D₄)이 36.8%, 자동산포형(D₃)이 10.5%, 풍수산포형과 동물산포형(D_{1,2}), 중력산포형과 풍수산포형(D_{4,1})이 5.3%로 나타났다. 출현한 식물의 피도는 팽이밥과 달맞이꽃이 4~10월까지 1~2로 계속 관찰되었고, 개여뀌, 머느리배꼽, 털여뀌, 흰여뀌, 줄명아주, 취명아주, 유럽점나도나물, 황새냉이, 돌콩, 아까시나무, 주름잎, 개망초, 개썩갓, 미국가막사리, 사철썩 등이 4~7월에 1~2로 나타났다. 7~10월 사이에는 붉은서나물 등이 1~2로 나타났다. 환경부에서 생태계교란 야생식물로 지정된 서양등골나물과 미국썩부쟁이가 관찰되었다.

4. 혜화관 이입식물 현황 분석

혜화관은 만해관과 동국관과 같이 옥상녹화 조성시기가 2008년임에 따라 1년 이상이 된 지역이다. 조사결과 26과 68종 6변종으로 총 74분류군으로 나타났다. 이입식물의 산포특성은 중력산포형(D₄)이 50.0%로 가장 많이 나타났으며, 풍수산포형(D₁)이 28.4%, 자동산포형(D₃)이 10.8%, 중력산포형과 풍수산포형(D_{4,1})이 4.1%, 동물산포형(D₂)이 2.7% 등의 순으로 나타났다. 또한 관찰된 식물 중 귀화식물의 산포특성은 중력산포형(D₄)이 47.1%로 가장 높았고, 풍수산포형(D₁)이 35.3%, 동물산포형(D₂), 풍수산포형과 동물산포형(D_{1,2}), 중력산포형과 풍수산포형(D_{4,1})이 각각 5.9%로 나타났다. 출현한 식물의 피도는 팽이밥과 서양민들레가 4~10월까지 1~2로 계속 관찰되었고, 명아주, 돌콩, 썩 등이 4~7월에 1~2로 나타났다. 7~10월 사이에는 붉은서나물, 바랭이, 방가지똥, 벼룩이자리 등이 1~2로 나타났다. 환경부에서 생태계교란 야생식물로 지정된 서양등골나물이 관찰되었다.

표 1 대상지별 이입식물 산포형.

산 포 형	지 역				전체수(비율%)
	상록원	만해관	동국관	혜화관	
풍수산포형(D ₁)	12 (27.9%)	13 (20.0%)	17 (22.4%)	21 (28.4%)	63 (24.4%)
풍수산포형과 동물산포형(D _{1,2})	1 (2.3%)	1 (1.5%)	1 (1.3%)	1 (1.4%)	4 (1.6%)
동물산포형(D ₂)	3 (7.0%)	3 (4.6%)	1 (1.3%)	2 (2.7%)	9 (3.5%)
동물산포형과 자동산포형(D _{2,3})	1 (2.3%)	1 (1.5%)	1 (1.3%)	1 (1.4%)	4 (1.6%)
자동산포형(D ₃)	3 (7.0%)	5 (7.7%)	7 (9.2%)	8 (10.8%)	23 (8.9%)
중력산포형(D ₄)	19 (44.2%)	38 (58.5%)	41 (53.9%)	37 (50.0%)	135 (52.3%)
중력산포형과 풍수산포형(D _{4,1})	4 (9.3%)	4 (6.2%)	8 (10.5%)	3 (4.1%)	19 (7.4%)
영양번식과 중력산포형(D _{5,4})	-	-	-	1 (1.4%)	1 (0.3%)
합 계	43 (100%)	65 (100%)	76 (100%)	74 (100%)	258 (100%)

표 2 대상지별 귀화식물 산포형.

산 포 형	지 역				전체수(비율%)
	상록원	만해관	동국관	혜화관	
풍수산포형(D ₁)	5(55.6%)	6 (33.3%)	8 (42.1%)	6 (35.3%)	25 (39.7%)
동물산포형(D ₂)	-	-	-	1 (5.9%)	1 (1.6 %)
풍수산포형과 동물산포형(D _{1,2})	1 (11.1%)	1 (5.6%)	1 (5.3%)	1 (5.9%)	4 (6.3%)
자동산포형(D ₃)	1 (11.1%)	-	2 (10.5%)	-	3 (4.8%)
중력산포형(D ₄)	1 (11.1%)	10 (55.6%)	7 (36.8%)	8 (47.1%)	26 (41.3%)
중력산포형과 풍수산포형(D _{4,1})	1 (11.1%)	1 (5.6%)	1 (5.3%)	1 (5.9%)	4 (6.3%)
합 계	9 (100%)	18(100%)	19 (100%)	17 (100%)	63 (100%)

결론

연구결과 이입식물은 총 125분류군이 나타났으며, 만해관은 65분류군, 동국관은 76분류군, 혜화관은 74분류군, 상록원은 43분류군의 순으로 나타났다. 또한 이입식물의 산포형은 중력산포형(D₄)과 풍수산포형(D₁)이 주가 되었고, 이 중 귀화식물의 산포형 역시 중력산포형(D₄)과 풍수산포형(D₁)로 분석되었다. 상록원을 제외한 나머지 대상지는 조성이 2008년에 됨에 따라 식재식물의 토양에 함께 유입된 식물로 판단됨에 따라 옥상이라는 광조건의 개선으로 많은 양의 식물이 발아하여 나타난 결과로 판단된다. 또한 상록원은 조성된 지 5년이 경과함과 다른 대상지보다 사람의 이용이 적은 특징에 따라 다른 대상지보다 이입식물의 수가 비교적 적었고 식물의 이입이 안정된 것으로 판단된다. 이입된 식물 중 본 대상지가 남산의 영향으로 인하여 서양등골나물, 아까시나무, 가죽나무 등이 자연적으로

이입된 것으로 판단되며, 또한 환경부에서 생태계교란야생식물로 지정된 미국쑥부쟁이, 돼지풀, 서양등골나물이 관찰되었다.

본 연구는 단기간의 모니터링을 통해 얻은 결과를 기초로 분석함에 따라 일반화에 대한 무리가 있으며, 옥상녹화 조성 후 초기에 발아하여 출현한 식물 및 귀화식물의 산포 특성을 분석하였다는 한계를 가지고 있다. 따라서 향후 다양한 대상지, 조성 년도 등을 고려하여 지속적인 연구를 통하여 옥상녹화지역의 귀화식물에 대한 보다 명확한 특징을 분석할 필요가 있을 것으로 생각된다.

인용문헌

김창환명 현(2009) 주암호 복내천 인공습지 조성 후 식물의 생활형에 대한 4년간의 변화 연구. 한국환경생태학회지 23(1) : 30-40 쪽

- 박수현·신준환·이유미·임종환·윤정숙(2002) 우리나라의 귀화식물의 분포. 국립수목원·임업연구원. 184쪽
- 박수현(1995) 한국귀화식물원색도감. 일조각. 서울. 1-355쪽
- 박수현(2001) 한국귀화식물원색도감 보유편. 일조각. 서울. 1-169쪽
- 송인주(2005) 서울시 외래식물의 분포특성 및 관리방안. 서울시정개발연구원. 13-88쪽
- 이영노(2006) 새로운 한국식물도감. 교학사. 서울
- 이우철(1996) 한국식물명고. 아카데미서적
- 이유미·박수현·정승선(2002) 서울 중랑천의 식생구성과 식물상. 한국환경생태학회지 16 (3) : 271-286쪽
- 이창복(1990) 대한식물도감. 향문사. 서울
- 沼田眞(1972) 圖說植物生態學, 朝倉書店, 42쪽
- 강현경·한봉호·이경재·김지석(2009) 옥상녹화지역 이입종 특성 및 관리방안 연구, 한국환경생태학회 학술대회논문집 제19권 1호.
- 김종언·이울경(2006) 식물사회학적 식생 조사와 평가 방법. 월드사이언스
- 오충현·정은영(2006) 서울 옥상녹화지역 입지별 귀화율의 3년(2003~2005) 변화 분석, 동국대학교 산업기술연구원 산업기술논문집 제16권 1호.