

외래식물에 의한 대학 교정 생태계의 교란

Disturbance of University Campus Ecosystems by Alien Plants

김세은¹ · 이호혜미² · 차현철^{3*}

¹극지연구소 북극환경자원센터, ²국립생태원 위해생물연구부, ³단국대학교 생명과학부

Seun Kim¹, Hyohyemi Lee² and Hyeon-Cheol Cha^{3*}

¹Department of Arctic Research Center, Korea Polar Research Institute (KOPRI), Incheon 406-640, Korea

²Department of Eco-safety Research, National Institute of Ecology, Seocheon 325-813, Korea

³Department of Biological sciences, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

Received 4 March 2015, revised 11 March 2015, accepted 20 March 2015, published online 31 March 2015

ABSTRACT: Some of alien plants, which were introduced from foreign countries, have caused problems in Korea. Invasion of these alien plants in the ecosystem threatens the habitat of endemic species, reducing biodiversity, and causing a disturbance in the ecological system. In urbanized areas of campus universities, a diverse range of organisms were found and a comparison between the sites, near roads or housing sites were made because the campuses provided a large biotope. Although the campus had been exposed to interferences like gardening, it was also a place for most organisms to live in an active floating population due to free access. This research investigated the flora of alien plants that appeared in Beakseok University, Sangmyung University, Hoseo University and Dankook University, and relationship between the distribution of alien plants and the campus and green areas and distance from the highway. The total number of plant species and naturalized species found in the four universities was 189 and 43 species. Those of Dankook University were 136 and 35 species, Hoseo 108 and 25 species, Sangmyung 103 and 31 species, and Baekseok 97 and 26 species, respectively. The abundance of natural plants for each respective university tended to be higher as it became closer to the highway. Also, the closer the walking distance to the university, the greater the tendency for the degree of similarity to be higher. As a result, we may conclude that the distribution of alien plants and anthropogenic activities may be closely related.

KEYWORDS: Alien species, Campus, Disturbance, Naturalized plant

요 약: 귀화식물은 외국으로부터 들어와 야생에서 자라는 외래식물로서 대부분 번식력이 뛰어나 우리 생태계에서 서식지를 확대하며 토종식물들을 위협하여 문제가 되고 있다. 본 연구는 유동인구가 많고, 비교적 큰 규모의 생물서식공간을 제공하는 대학교 캠퍼스에 자연 생태계로 유입되어 귀화된 외래종이 얼마나 많이 서식하고, 어떠한 물리적 환경 요인이 귀화식물의 분포에 가장 많은 영향을 미치는지를 밝히기 위하여 연구되었다. 캠퍼스는 천안시 소재의 단국대학교, 백석대학교, 상명대학교, 호서대학교를 대상으로 각 교정에 출현하는 귀화된 외래종 (원예종 제외) 및 고유종을 조사하고, 교지와 녹지 면적, 각 학교 사이의 거리 및 고속도로와 거리를 조사하였다. 발견된 총 식물종과 외래종 수는 각각 189종과 43종이었고, 단국대 136종과 35종, 호서대 108종과 25종, 상명대 103종과 31종, 백석대 97종과 26종이 출현하였다. 각 대학 교정에서 외래종의 풍부도는 고속도로와 가까울수록 높았다. 또한 대학 간의 도보거리가 가까울수록 출현 외래종 식물상의 유사도가 높아지는 경향을 보였다. 이상의 결과로 보아 대학 교정에서 외래종에 의한 생태계 교란이 심화되고 있으며, 특히 인간 활동이 외래종의 분포와 밀접한 연관성을 가짐을 알 수 있었다.

핵심어: 외래종, 교정, 교란, 귀화식물

*Corresponding author: hccha@dankook.ac.kr

© Korean Society of Ecology and Infrastructure Engineering. All rights reserved.

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

일반적으로 외래식물 (alien plant), 특히 귀화식물 (naturalized plant)이란 비자생종으로 외국으로부터 의도적, 또는 비의도적으로 도입되어 인간의 도움 없이 야생에서 자라는 식물을 말한다 (Kim et al. 2000). 최근 해외 교류가 증가함에 따라 우리나라 생태계에 적응해 살아가는 외래식물의 분포지가 계속 증가하는 추세이다 (Yoon et al. 2012, Sung et al. 2014). 귀화식물의 생태적 특징은 대부분 다년생보다는 일년생과 같이 생활사가 짧은 식물이 많고, 빠른 속도로 성장하여 많은 종자를 생산한다 (Kim et al. 2000). 이들은 환경 적응력이 빠르고 번식력이 뛰어나 불안정한 환경이나 교란지에서 쉽게 관찰된다. 2009년까지 발표된 우리나라에 귀화된 외래식물은 총 321종으로 1년생이 158종 (49%)으로 가장 많았으며, 최근 10년 사이에 100여종이 이입된 것으로 보고되었다 (Park 2009). 원산지로는 유럽 (134종, 42%), 북미 (75종, 23%), 유라시아 (28종, 9%), 열대아메리카 (27종, 8%) 순이었으며, 현대로 올수록 점차 원산지가 다양해지는 경향을 보이고 있다 (Kim et al. 2000). 이들의 주요 분포지역은 항구, 쓰레기 매립지, 공항 인근 등의 귀화센터를 비롯하여, 이와 연결된 도로, 공사지, 개발지 등으로 빠르게 확산되어 분포영역을 넓혀가는 것으로 알려져 있다 (Kim et al. 2000).

일반적으로 귀화식물은 대부분 유해하다고 알려져 있으나, 삼, 어저귀, 큰감의털과 같이 의약품 이용이나 빠른 토양 안정화에 기여하기도 한다 (Lee 2003b). 그러나, 국제자연보전연맹 (IUCN)이 지적한 바와 같이 외래종의 도입이 토착생물을 위협하여 해당지역의 생물다양성 감소에 심각한 영향을 주기 때문에 외래식물의 도입은 매우 신중히 결정해야 한다 (Chapin III et al. 2000, Didham et al. 2005, Pimentel et al. 2005). 실제로 귀화식물은 우리 생태계에서 점차 서식지를 확대하여 토종식물을 위협하며 산림생태계를 교란시키고 있으며 (Luken and Thiert 1996, Lowe et al. 2000), 돼지풀 같은 몇몇 종은 꽃가루에 알레르기 유발물질을 함유하여 그 피해가 더욱 심각한 상황이다 (Kim and Oh 2009). 그러므로 생태계 내에서 외래종의 존재는 이미 무시할 수 없는 상태이므로 외래종에 대한 철저한 관리 및 연구가 매우 절실하다.

본 연구의 조사 대상지인 대학 캠퍼스는 유동인구가 높으며, 도심에 위치하여 공원과 같은 녹지공간이 부족한 도시지역에서 다양한 생물이 살 수 있는 서식 공간을 제공하지만, 해당 기관의 잡초 제거와 같은 지속적인 관리의 대상이 되기도 하며, 항상 개발에 노출이 되어 있는 공간이기도 하다 (Lee 2008). 따라서 본 연구의 목적은, 1) 대학교 캠퍼스에 생육하는 외래종의 식물상을 알아보고, 2) 출현한 외래종의 식물 특성에 따라 분류하며, 3) 물리적 환경요인이 외래식물의 분포에 미치는 영향을 밝히고, 4) 대학교 교정 생태계에서 생물다양성 보전을 위한 외래식물 관리 방안을 모색하는데 있다.

2. 연구방법

2.1 조사지 개황

연구 대상지는 우리나라 중부권에 속하는 충남 천안시 동남구에 위치한 4개의 대학 캠퍼스인 단국대학교, 백석대학교, 상명대학교 및 호서대학교이다 (Fig. 1). 각 대학의 교정은 경부고속도로를 중심으로 서쪽에 단국대학교, 동쪽에 백석대, 상명대, 호서대가 위치하였다. 또한 4개 대학 모든 캠퍼스가 산지와 인접하여 있기 때문에 캠퍼스의 식물 조사 영역은 교정에서 산지와외의 경계까지로 제한하였다. 이들 대학의 설립연도는 단국대와 호서대가 1978년에 가장 먼저 지어졌고, 이어서 1985년에 상명대, 1994년에 백석대 순으로 교정이 조성되었다 (Table 1). 대학교의 전체 면적은 단국대 > 백석대 > 상명대 > 호서대의 순이었고, 녹지면적은 백석대 > 단국대 > 호서대 > 상명대로 나타났다 (Table 1). 대학 교지 총면적에 대한 녹지면적의 비율은 호서대가 32%로 가장 높았으며, 백석대가 20%, 단국대와 상명대가 각각 16%와 15%이었다.

2.2 캠퍼스 특성 및 환경요인 분석

어떤 환경요인이 외래식물의 도입에 가장 큰 영향을 미치는가를 알아보기 위하여, 첫째, 각 대학 총면적과 녹지면적을 위성자료를 이용하여 측정하였고, 둘째, 각 대학 별 홈페이지의 정보를 이용하여 설립

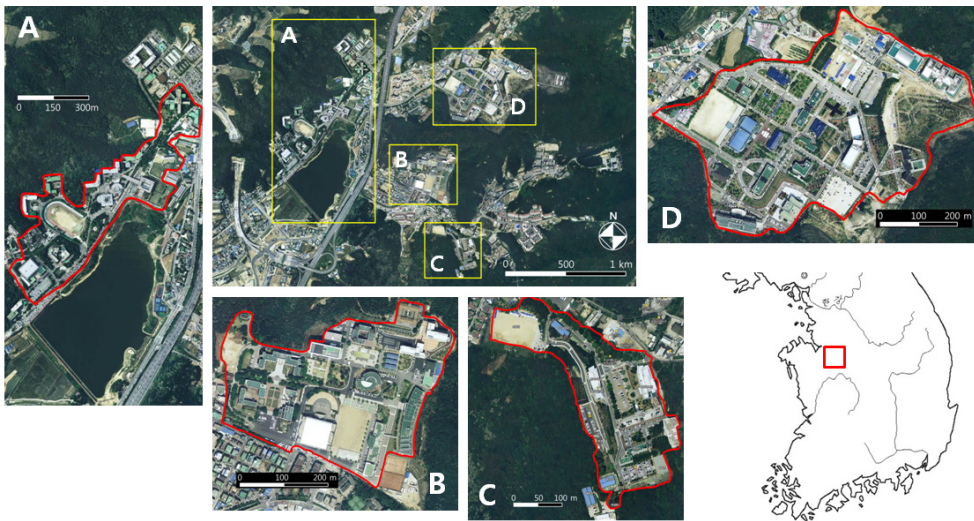


Fig. 1. Aerial photographs showing the study sites. The red line outlines the investigated sites (A: Dankook University, B: Sangmyung University, C: Hoseo University, D: Baekseok University).

Table 1. Characteristics of the campuses at the investigated universities in Cheonan, Korea.

University	Year of establishment	Total area (m ²)	Green area (m ²) (percentage)
Dankook	1978	654,605	104,195 (16%)
Sangmyung	1986	253,309	38,922 (15%)
Hoseo	1978	208,809	66,315 (32%)
Beakseok	1994	570,801	112,051 (20%)

연도를 알아보았으며, 셋째, 위성자료를 토대로 고속도로와 캠퍼스 간의 거리를 측정하였고 마지막으로 대학 간 거리를 위성영상에서 측정하였다.

대학 간 거리에 따른 외래식물 종조성의 유사도를 분석하기 위하여 위성자료를 기반으로 각 대학 간의 최단거리, 평균거리 및 도로거리를 산출하였다. 최단거리는 두 대학에서 가장 가까운 건물 사이의 거리를 측정하였으며, 평균거리는 각 대학의 학생회관 사이의 거리를 측정하였다. 호서대와 백석대에서는 학생회관이 없었기 때문에 캠퍼스의 중심부에 위치한 건물을 선택하였는데, 호서대는 종합정보관이, 백석대는 본부동이 이에 해당되어 이곳까지의 거리를 측정하였다. 마지막으로 도로거리는 각 대학의 최단거리를 켜 건물을 도로로 갈 수 있는 길을 따라 위성자료에서 거리를 측정하였다.

2.3 식물상 특성 조사

식물상 조사는 2013년 4월부터 8월까지 4개 대학

의 교정에서 시행하였다. 식물조사는 교정에서 생육하는 식물 중 식재된 원예종을 제외하였고, 비의도적으로 도입된 현화 식물 중 초본류를 조사대상으로 한정하였다. 채집한 식물은 Lee (1996)와 Lee (2003a)의 도감을 이용하여 동정하였으며, 학명과 국명은 국가표준식물목록 (KNA 2015) 에 의거하였고, 귀화식물의 동정은 Park (2009)과 Lee et al. (2011)을 참고하였다. 조사된 외래식물 식물상에서 4개 대학 모두에서 출현하는 공통종과 하나의 대학에서 출현하는 희귀종으로 구분하였다. 출현한 외래식물은 다양한 특성에 의하여 구분하였는데, 이들의 원산지, 도입시기 (1기: 개항 이후~1921년, 2기: 1922~1963 및 3기: 1964~현재), 생활사 (1년생, 2년생 및 다년생), 종자의 분류체계 (Kim et al. 2011)와 크기 (An 2009)에 따라서 외래식물을 분류하였다.

2.4 자료 분석

출현 귀화식물 중에 따른 캠퍼스간의 유사성을 비

교하기 위하여 Sorenson 유사도 지수를 계산하였다 (Hopfensperger 2007). Sorenson 유사도 지수는 간단하게 두 지역 간의 출현종의 유사성을 계산할 수 있기 때문에 가장 많이 이용되고 있는 분석방법 중 하나이다 (Grandin and Rydin 1998, Stromberg et al. 2009, Stroh et al. 2012).

$$\text{유사도} = \frac{(A+B)}{2C} \times 100 \quad (1)$$

A = A대학의 외래종수

B = B대학의 외래종수

C = A와 B 대학의 공통 출현 외래종수

3. 결과

3.1 외래식물 분포 현황

천안시에서 서로 가까이 위치한 4개 대학의 교정에서 발견된 초본식물의 총 종수는 189종이었으며 이중 외래식물은 총 43종이 확인되었다 (Appendix 1). 출현 초본식물종수는 단국대가 136종으로 가장 많았고, 가장 최근에 지어진 백석대가 97종으로 가장 적었다 (Appendix 1, Table 2). 학교별 출현 외래식물 종 수는 단국대 35종, 상명대 31종, 호서대 26종, 백석대가 25종으로 나타나, 총 초본식물종수의 24-30%를 차지하였다 (Table 2). 4개 조사 대학에서 모든 교정에서 출현한 외래식물인 공통 외래종은 개망

초, 달맞이꽃, 망초, 미국자리공, 붉은씨서양민들레, 서양민들레, 소리쟁이, 애기땅빈대, 애기수영, 왕포아풀, 유럽접나도나물, 좀명아주, 주걱개망초, 주홍서나물, 큰김의털, 털별꽃아재비, 토끼풀로서 총 17종이었다. 반면에 한 대학의 교정에서만 출현한 희귀한 외래종은 단국대 4종, 상명대 2종, 호서대 2종, 백석대 3종이 있었다 (Table 2).

3.2 식물특성에 따른 외래식물 특성

천안시 소재 4개 대학 교정에서 출현한 외래식물종을 생활사에 따라서 분류하면, 총출현종수에 대한 1년생 종수가 상명대 52%, 백석대 50%, 단국대 43% 및 호서대 36%이었다 (Fig. 2). 또한 외래종을 종자

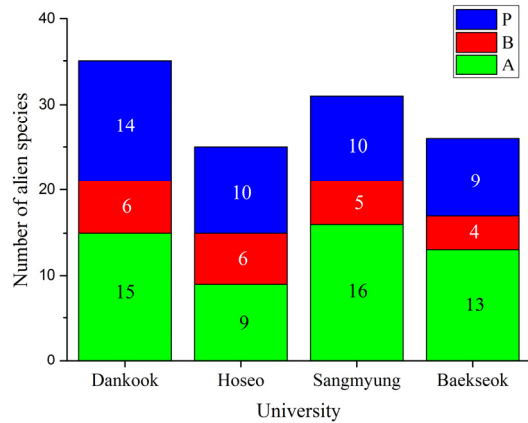


Fig. 2. The number of alien plant species according to their life histories on the university campuses in Cheonan, Korea (A: annual, B: biennial, P: perennial).

Table 2. Floral characteristics on the campuses of investigated universities in Cheonan, Korea.

Property	Dankook Univ.	Sangmyung Univ.	Hoseo Univ.	Beakseok Univ.
Number of total species	136	108	103	97
Number of alien species	35 (25.7%)	31 (29.7%)	25 (24.3%)	26 (26.8%)
Common alien species (17 species)	<i>Cerastium glomeratum</i> , <i>Chenopodium ficifolium</i> , <i>Conyza canadensis</i> , <i>Crassocephalum crepidioides</i> , <i>Erigeron annuus</i> , <i>Erigeron strigosus</i> , <i>Euphorbia supina</i> , <i>Festuca arundinacea</i> , <i>Galinsoga ciliata</i> , <i>Oenothera biennis</i> , <i>Phytolacca americana</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Taraxacum laevigatum</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Trifolium repens</i>			
Unique alien species	<i>Ailanthus altissima</i> for. <i>altissima</i> , <i>Amorpha fruticosa</i> , <i>Cuscuta pentagona</i> , <i>Lolium multiflorum</i> var. <i>multiflorum</i> , (4 speces)	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>hederacea</i> , <i>Mollugo verticillata</i> (2 speces)	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriuscula</i> , <i>Medicago lupulina</i> (2 speces)	<i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i> , <i>Panicum dichotomiflorum.</i> , <i>Silene armeria</i> (3 speces)

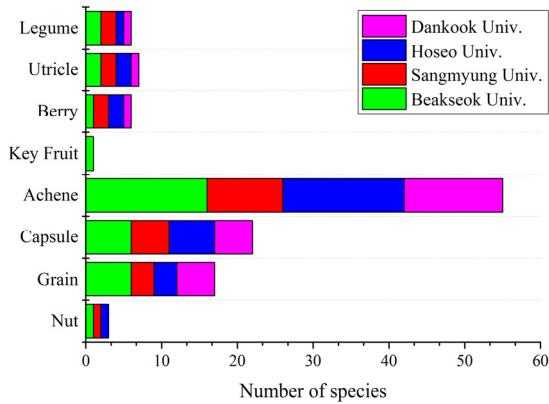


Fig. 3. The number of alien plant species according to their seed types on the university campuses in Cheonan, Korea.

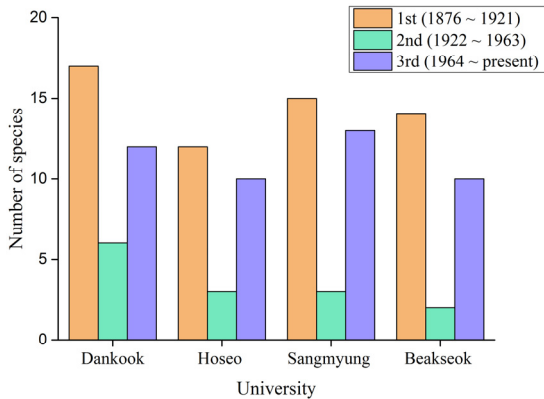


Fig. 4. Classification of alien plant species according to their introduction time on the university campuses in Cheonan, Korea.

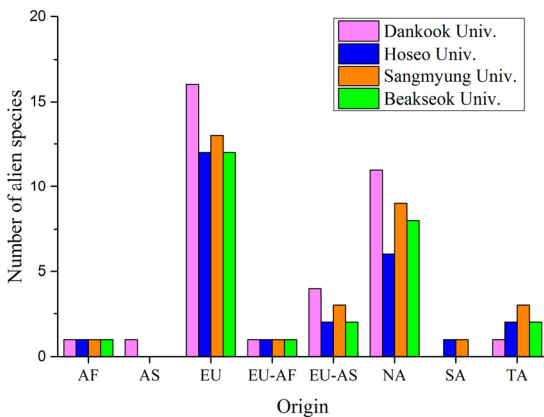


Fig. 5. Classification of alien plant species according to their origins on the university campuses, in Cheonan, Korea (AF: Africa, AS: Asia, EU: Europe, NA: North America, SA: South America, TA: Tropical America).

의 분류학적 종류에 따라서 분류하면, 출현 외래식물의 종자는 수과 > 삭과 > 곡립 등의 순으로서, 대표적인 수과 식물인 서양민들레, 개망초 등이 어느 교정에서나 가장 많이 발견되었으며, 반면에 시과 식물이 가장 드물게 발견되었다 (Fig. 3).

천안 소재 4대 대학에서 발견된 외래식물의 도입 시기 분류에서 1기 (개항 이후~1921년)에 들어온 외래종수가 제일 많았으며 그 다음이 3기 (1964년~현재)이었고 2기 (1922년~1963년) 순이었다 (Fig. 4). 또한 이들 외래식물을 원산지에 따라서 분류하면, 유럽에서 가장 많이 유래하였으며, 그 다음으로 북미, 유라시아의 순이었다 (Fig. 5).

3.3 환경 조건에 외래식물의 분포 특성

대학 설립된 후 경과한 시간과 총식물종수 또는 외래식물 종수 사이에는 통계적으로 유의하지는 않지만 양의 상관관계의 경향을 보여주었다 (Fig. 6). 또한 조사대상 대학의 교지면적 또는 녹지면적과 총식물종수 또는 외래종수 사이에는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 그러나 고속도로로부터 학교까지 거리는 분포 외래식물 종수와 유의한 음의 상관관계를 나타내었다 ($r^2 = 0.86, p=0.0485$) (Fig. 6).

대학간의 공간적 거리와 외래식물 식물상의 관계를 살펴보면, 도보거리가 서로 가장 가까운 단국대-상명대의 공통 외래종수가 28종으로 제일 많았고, 거리가 먼 백석대-호서대의 공통 외래종수는 17종밖에 되지 않았다 (Table 3). 두 대학 간 도보거리에 따른 외래종 식물상의 유사도는 단국대-상명대가 85%로 가장 높았으며 백석대-호서대가 67%로서 낮았다 (Table 3). 대학간 최단, 평균 및 도보거리와 출현 외래식물상의 유사도 사이의 상관관계를 살펴보면 특히 도보거리가 서로 가까울수록 유사도가 높아지는 경향이었다 ($r^2=0.67, p=0.028$) (Fig. 7).

4. 고찰 및 결론

대학 교정에 분포하는 식물 종수는 교지 면적에 비례할 것으로 생각되었으나, 본 연구에서는 조사대상 4개 대학 중에서 녹지면적이 가장 넓은 백석대가 넓은 면적에 비하여 출현종이 다양하지 않았다. 이러한

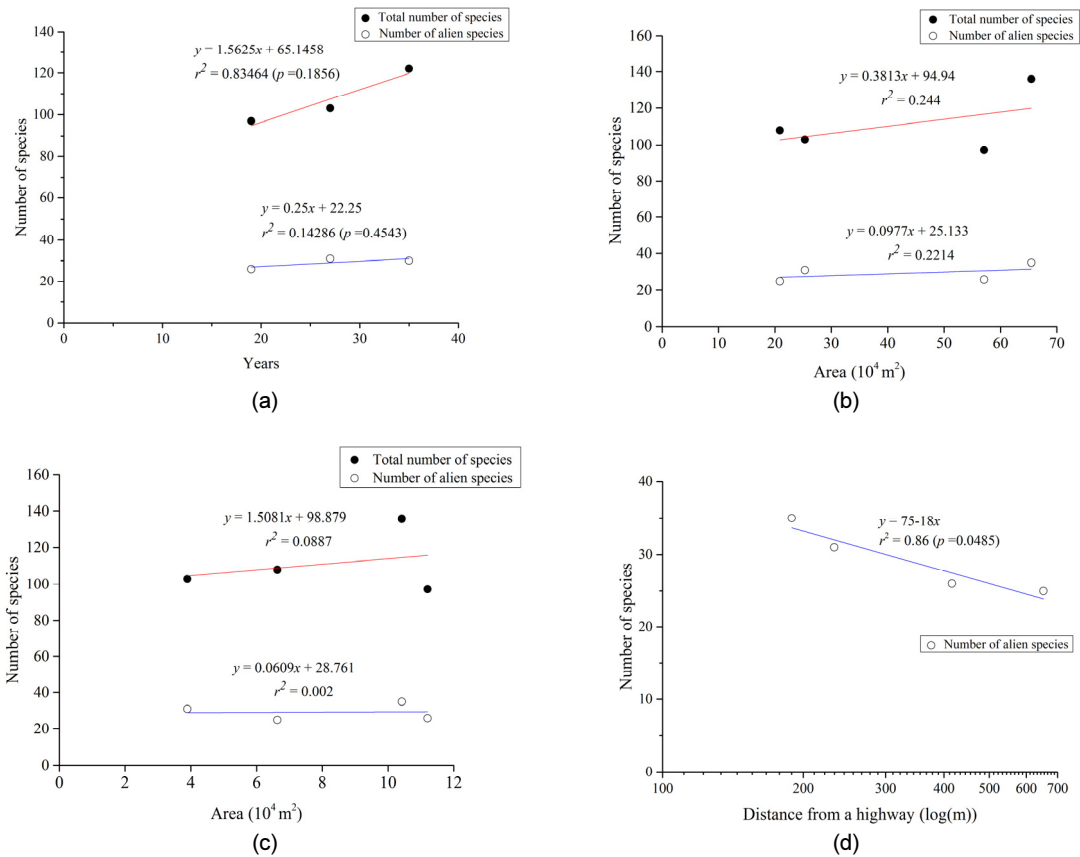


Fig. 6. Relationships between numbers of plant species and years from establishment (a) (2 points on 19 years), campus area (b), green area (c), and distance from highway (d) on the university campuses in Cheonan, Korea.

Table 3. The distances, numbers of common alien plant species, and similarity indices between the universities in Cheonan, Korea.

University	Property	University		
		Sangmyung	Baekseok	Hoseo
Dankook	The shortest distance (m)	460	540	950
	The mean distance (m)	1,000	1,400	1,600
	The walking distance (m)	765	812	1380
	No. of common alien species	28	23	22
	Index of similarity (%)	85	75	73
Sangmyung	The shortest distance (m)	-	270	35
	The mean distance (m)	-	830	690
	The walking distance (m)	-	1,430	608
	No. of common alien species	-	21	22
	Index of similarity (%)	-	74	79
Baekseok	The shortest distance (m)	-	-	730
	The mean distance (m)	-	-	1,300
	The walking distance (m)	-	-	2,070
	No. of common alien species	-	-	17
	Index of similarity (%)	-	-	67

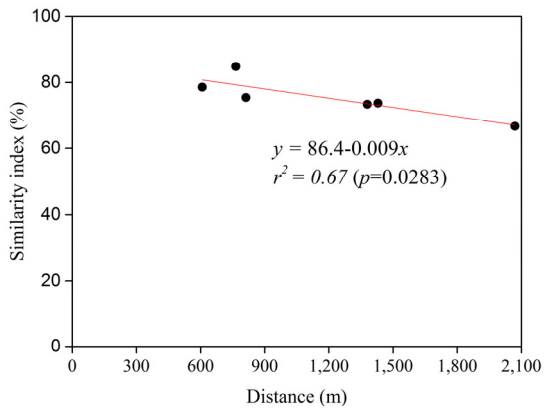


Fig. 7. Relationship between walking distances and the Sorenson index of similarity between the university campuses in Cheonan, Korea.

이유는 백석대 교정에서 녹지의 인위적 관리가 심하게 이루어지고 있고 녹지 대부분에 원예종이 식재되어 있기 때문이었다. 결과적으로 공공 오픈 스페이스인 대학 교정에서 식물 생물다양성은 원예종 식재, 녹지 관리 방법과 강도에 따라서 크게 영향을 받는 것으로 생각된다.

교정 식물의 분포는 도입이 가능한 기간과 밀접한 관계가 있기 때문에 대학 설립연도를 기준으로 식물 종수를 살펴본 결과, 가장 이른 1978년에 설립된 단국대와 호서대에 생육하는 식물 종수가 가장 많았다. 같은 해에 설립된 두 학교 중에서 단국대의 식물종수가 더 많은 이유는 단국대의 교지 및 녹지 면적이 넓기 때문이라고 생각된다. 또한 외래식물 종수도 설립 후 기간이 오랜 된 대학교 교정에서 많았다.

대학에 분포하는 외래식물종의 원산지로는 유럽 원산이 가장 많았는데, 특히 유럽에서 도입된 외래식물은 1년생보다 다년생식물이 더 많은 비중을 차지하였다. 이는 우리나라의 귀화식물이 1년생이 가장 높은 비중을 차지한다는 Park (2009)의 연구 결과와는 차이가 있었다.

식물의 종자는 종의 산포에 가장 큰 역할을 하는데, 교정에 분포한 외래식물의 종자는 1립당 무게가 0.001~1 mg 인 작은 크기의 종자가 많고 종류로는 수과의 비중이 제일 높았다. 대표적으로 수과의 종자를 가진 식물 중 하나인 서양민들레는 종자의 무게가 1 mg 내외로 가볍다. 1970년대 이후 귀화한 것으로 알려진 털별꽃아재비, 붉은씨서양민들레, 미국나팔

꽃, 둥근잎미국나팔꽃, 미국쑥부쟁이, 주홍서나물, 주걱개망초, 큰비짜루국화, 유럽접나도나물, 털까마중 등에서 주걱개망초와 유럽접나도나물의 경우, 종자 무게가 0.001 mg 정도로 가볍기 때문에 조사한 4개의 학교 교정 모두에서 발견되었고, 미국나팔꽃과 둥근잎미국나팔꽃은 종자 무게가 약 49 mg 으로 무거워서 한 학교에서만 나타나는 낮은 빈도를 보였다. 따라서 종자의 무게가 가벼울수록 여러 곳에 분포하고, 무거울수록 분포가 제한적임을 알 수 있었다.

조사 대학 간 최단, 평균 및 도보 거리와 출현 외래종 식물상의 유사도 분석에서 최단거리와 평균거리와의 유의한 상관관계가 나타나지 않았으나 도보거리와는 유의한 음의 상관이 나타났다. 그러므로 대학간의 외래식물이 전파되는 정도는 물리적인 공간거리보다는 실제로 사람과 물류가 이동하는 거리가 중요함을 알 수 있었다. 그러나 상명대-호서대 간의 거리가 가장 짧은데도 불구하고 단국대-상명대의 유사도지수가 더 큰 이유는 단국대 학생이 상명대 쪽에서 더 많이 생활하고 있으며, 이 두 대학이 고속도로와 가장 인접하게 위치하여 있고, 이들 대학의 중간에 자리 잡은 천호지가 이 두 학교 간의 외래종의 구성을 유사하게 하는데 기여하는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 도시에서 외래식물의 분포는 인구와 상관이 높다는 연구결과 (Sullivan et al. 2004)와 일치하였다.

대학 교정은 인적 이동이 빈번한 곳으로 외래식물을 주변 지역으로 확산시키는 저장원 (sink)과 공급원 (source)이 될 수 있으므로, 주변 지역으로 외래식물이 유입되는 것을 차단 및 관리하기 위하여 각별히 주의해야 한다. 또한 본 연구에서 조사한 대학의 교정에는 자연생태계에서 정착한 외래식물 외에 사스타테이지, 디알리아, 속근아스터와 같은 원예종이 식재되어 있었다. 이들은 모두 원예종으로 알려져 있기 때문에 조사 대상 외래식물에는 포함하지 않았으나, 식재 장소 이외의 화단과 나지에서 발견되는 것으로 보아 이들 원예종에 대한 확산 연구도 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

자료 처리, 논문 작성 및 원고 교정에 도움을 주신 인하대학교 조강현 교수에게 감사드립니다.

References

- An, W.S. 2009. The Encyclopedia of Korean Crop Land-Race. Seoul, Korea. (in Korean)
- Chapin III, F.S., Zavaleta, E.S, Eviner, V.T., Naylor, R.L., Vitousek, P.M., Reynolds, H.L., Hooper, D.U., Lavorel, S., Sala, O.E., and Hobbie S.E. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Didham, R.K., Tylianakis, J.M., Hutchison, M.A., Ewers, R.M., and Gemmill. N.J. 2005. Are invasive species the drivers of ecological change? *Trends in Ecology & Evolution* 20: 470-474.
- Grandin, U. and Rydin, H. 1998. Attributes of the seed bank after a century of primary succession on islands in Lake Hjälmaren, Sweden. *Journal of Ecology* 86: 293-303.
- Hopfensperger, K.N. 2007. A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. *Oikos* 116: 1438-1448.
- Kim, J.H., Lee, J.G., and Park, S.H. 2011. Seeds Atlas of Korean Plants. Academic Books, Seoul, Korea. (in Korean)
- Kim, J.M., Lim, Y.J., and Jeon, E.S. 2000. Naturalized Plants of Korea. Science Books, Seoul, Korea. (in Korean)
- Kim, Y.H. and Oh, C.H. 2009. The dispersal and plant community characteristics of *Magnolia obovata* - focused on case of Korea UNESCO Peace Center area in Gyeonggi-do." *Korean Journal of Environment and Ecology* 23: 285-293. (in Korean)
- KNA. 2015. The Korean Plant Names Index. Korea National Arboretum. <http://www.nature.go.kr/kpni/>. Accessed 10 January 2015. (in Korean)
- Lee, W.T. 1996. Standard Illustrations of Korean Plants. Academy Press, Seoul, Korea. (in Korean)
- Lee, T.B. 2003a. Coloured Flora of Korea. Hyangmons, Seoul, Korea. (in Korean)
- Lee, M.Y. 2003b. Distribution of the Naturalized Plants in the Wetlands of Gyeongsangnamdo-Province in Korea. Master Dissertation, Gyeongsang Graduate School of Education, Jinju, Korea. (in Korean)
- Lee, H.C., Han, J.S., Lee, W.C., and Yoo, K.O. 2008. Flora and Vegetation of Southwest Chuncheon Area. *Korean Journal of Environment and Ecology* 22: 356-395. (in Korean)
- Lee, Y.M., Park, S.h., Jung, S.Y., Oh, S.H., and Yang, J.C. 2011. Study on the current status of naturalized plants in South Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 41: 87-101. (in Korean)
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., and Poorter, M.De. 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species: a Selection from the Global Invasive Species Database. Invasive Species Specialist Group, Auckland, New Zealand.
- Luken, J.O. and Thiert, J.W. 1996. Assessment and Management of Plant Invasion. Springer, New York, USA.
- Park, S.H. 2009. New Illustrations and Photographs of Naturalized Plants of Korea. Ilchokak, Seoul, Korea. (in Korean)
- Pimentel, D., Zuniga, R., and Morrison, D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52: 273-288.
- Stroh, P.A., Hughes, F.M.R., Sparks, T.H., and Mountford, J.O. 2012. The influence of time on the soil seed bank and vegetation across a landscape-scale wetland restoration project. *Restoration Ecology* 20: 103-112.
- Stromberg, J., Hazelton, A., White, M., White, J., and Fischer, R. 2009. Ephemeral wetlands along a spatially intermittent river: Temporal patterns of vegetation development. *Wetlands* 29: 330-342.
- Sullivan, J.J., Williams, P.A., Cameron, E.K., and Susan M.T. 2004. People and time explain the distribution of naturalized plants in New Zealand. *Weed Technology* 18: 1330-1333.
- Sung, J.W., Kim, Y.J., Kwon, J.W., and Kim, K.H. 2014. Analysis of characteristics of naturalized plants in reservoirs of Gyongsan-si. *Journal of Agriculture and Life Science* 48: 21-37. (in Korean)
- Yoon, J.W., Shin, H.T., Yi, M.H., Kim, G.S., Sung, J.W., Park, K.H., Lee, C.H., and Kim, Y.S. 2012. Status and management proposal of naturalized plants species within the cultural treasury area in Gyeongju National Park, Korea. *Journal of Environment and Ecology* 26: 550-558. (in Korean)

Appendix 1. List of plants species found on the university campuses in Cheonan, Korea.

Korean name	Scientific name	University			
		Dankook	Hoseo	Sangmyung	Baekseok
가는잎왕고들빼기	<i>Lactuca indica</i> for. <i>indivisa</i>	v	v	v	v
가막사리	<i>Bidens tripartita</i>			v	
가시상추	<i>Lactuca scariola</i>	v		v	v
가죽나무*	<i>Ailanthus altissima</i> for. <i>altissima</i>	v			
갈대	<i>Phragmites australis</i>	v			v
갈퀴꼭두서니	<i>Rubia cordifolia</i> var. <i>pratensis</i>	v			
갈풀	<i>Phalaris arundinacea</i>				v
강아지풀	<i>Setaria viridis</i> var. <i>viridis</i>	v	v	v	v
개망초*	<i>Erigeron annuus</i>	v	v	v	v
개미자리	<i>Sagina japonica</i>	v	v	v	v
개밀	<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i>	v		v	v
개쑥갓*	<i>Senecio vulgaris</i>	v		v	
고들빼기	<i>Crepidiastrum sonchifolium</i>	v	v	v	v
곰취	<i>Ligularia fischeri</i>			v	
괘이밥	<i>Oxalis corniculata</i>	v	v	v	v
괘이사초	<i>Carex neurocarpa</i>	v			
금방동사니	<i>Cyperus microiria</i>	v			
긴병꽃풀	<i>Glechoma grandis.</i>	v	v		
길골풀	<i>Juncus tenuis</i>				v
김의털	<i>Festuca ovina</i> var. <i>ovina</i>	v		v	v
까마중	<i>Solanum nigrum</i> var. <i>nigrum</i>	v	v	v	v
까치수염	<i>Lysimachia barystachys</i>	v	v		v
깨풀	<i>Acalypha australis</i>	v	v	v	v
꼬리풀	<i>Veronica linariifolia</i> for. <i>linariifolia</i>				v
꼭두서니	<i>Rubia akane</i>	v			v
꽃마리	<i>Trigonotis peduncularis</i>	v	v		
꽃밭이	<i>Bothriospermum tenellum</i>	v	v		
꽃황새냉이	<i>Cardamine amaraeformis</i>				v
평의밥	<i>Luzula capitata</i>	v			
끈끈이대나물*	<i>Silene armeria</i>				v
나도개피	<i>Eriochloa villosa</i>			v	
나팔꽃	<i>Pharbitis nil</i>		v		
눈괴불주머니	<i>Corydalis ochotensis</i>	v			
다닥냉이	<i>Lepidium apetalum</i>				v
달맞이꽃*	<i>Oenothera biennis</i>	v	v	v	v
닭의장풀	<i>Commelina communis</i>	v	v	v	v
담쟁이덩굴	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	v	v	v	v
도깨비바늘	<i>Bidens bipinnata</i>	v	v		
도라지	<i>Platycodon grandiflorum</i>	v	v		
돌나물	<i>Sedum sarmentosum</i>	v	v	v	
돌소리쟁이*	<i>Rumex obtusifolius</i>	v	v	v	

Appendix 1. Continued.

Korean name	Scientific name	University			
		Dankook	Hoseo	Sangmyung	Baekseok
돌콩	<i>Glycine soja</i>	√	√	√	√
돌피	<i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>crusgalli</i>	√	√		√
돼지풀*	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	√		√	
둥근마	<i>Dioscorea bulbifera</i>	√	√	√	
둥근매듭풀	<i>Kummerowia stipulacea</i>			√	
둥근잎미국나팔꽃*	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriuscula</i>		√		
들깨풀	<i>Mosla punctulata</i>	√			
들목새*	<i>Festuca myuros</i>	√			√
떡쑥	<i>Gnaphalium affine</i>		√	√	
독새풀	<i>Alopecurus aequalis</i>	√	√		
마	<i>Dioscorea batatas</i>		√	√	
마디풀	<i>Polygonum aviculare</i>	√			
말뚝비름	<i>Sedum bulbiferum</i>	√		√	
망초*	<i>Conyza canadensis</i>	√	√	√	√
매듭풀	<i>Kummerowia striata</i>	√	√	√	√
머루	<i>Vitis coignetiae</i>		√		
멍석딸기	<i>Rubus parvifolius</i> for. <i>parvifolius</i>	√			
메꽃	<i>Calystegia sepium</i> var. <i>japonicum</i>	√	√	√	√
며느리밑씻개	<i>Persicaria senticosa</i> var. <i>senticosa</i>	√	√		
며느리배꼽	<i>Persicaria perfoliata</i>	√			√
명아주	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	√	√	√	
모시물통이	<i>Pilea mongolica</i>		√		√
물골풀	<i>Juncus gracillimus</i>				√
물억새	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	√		√	√
미국가막사리*	<i>Bidens frondosa</i>	√		√	√
미국개기장*	<i>Panicum dichotomiiflorum</i>				√
미국나팔꽃*	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>hederacea</i>			√	
미국담쟁이덩굴	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>		√		√
미국실새삼*	<i>Cuscuta pentagona</i>	√			
미국쑥부쟁이*	<i>Aster pilosus</i>	√		√	√
미국자리공*	<i>Phytolacca americana</i>	√	√	√	√
민들레	<i>Taraxacum platycarpum</i>	√	√	√	
바랭이	<i>Digitaria ciliaris</i>	√	√	√	√
바위취	<i>Saxifraga stolonifera</i>			√	
박주가리	<i>Metaplexis japonica</i>	√	√	√	√
방가지뚱*	<i>Sonchus oleraceus</i>	√		√	√
방동사니	<i>Cyperus amuricus</i>	√			
배풍등	<i>Solanum lyratum</i>		√		
뱀딸기	<i>Duchesnea indica</i>	√	√	√	√
벌씀바귀	<i>Ixeris polycephala</i>			√	
벼룩나물	<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i>	√	√	√	

Appendix 1. Continued.

Korean name	Scientific name	University			
		Dankook	Hoseo	Sangmyung	Baekseok
벼룩이자리	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	v	v	v	v
봄맞이	<i>Androsace umbellata</i>	v	v		
붉은씨서양민들레*	<i>Taraxacum laevigatum</i>	v	v	v	v
비노리	<i>Eragrostis multicaulis</i>				v
비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>	v			v
뿌리뱅이	<i>Youngia japonica</i>	v	v	v	
뽕모시풀	<i>Fatoua villosa</i>		v	v	
사데풀	<i>Sonchus brachyotus</i>	v	v	v	v
사위질빵	<i>Clematis apiifolia</i>		v		
산딸기	<i>Rubus crataegifolius</i>	v	v		
산물통이	<i>Pilea japonica</i>				v
산박하	<i>Isodon inflexus</i>		v		
산조풀	<i>Calamagrostis epigeios</i>	v			
새완두	<i>Vicia hirsuta</i>	v			
새팥	<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i>	v	v	v	v
서양민들레*	<i>Taraxacum officinale</i>	v	v	v	v
석류풀	<i>Mollugo pentaphylla</i>		v	v	
선개불알풀*	<i>Veronica arvensis</i>	v		v	v
선씀바귀	<i>Ixeris strigosa</i>	v	v	v	v
선포아풀	<i>Poa nemoralis</i>	v			
선피막이	<i>Hydrocotyle maritima</i>		v		
섬기린초	<i>Sedum takesimense</i>			v	v
소리쟁이*	<i>Rumex crispus</i>	v	v	v	v
속속이풀	<i>Rorippa palustris</i>		v		
속털개밀	<i>Agropyron ciliare</i>	v	v	v	v
솔나물	<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i>	v			
쇠뜨기	<i>Equisetum arvense</i>	v	v	v	v
쇠무릎	<i>Achyranthes japonica</i>	v	v	v	
쇠별꽃	<i>Stellaria aquatica</i>	v	v	v	v
쇠비름	<i>Portulaca oleracea</i>	v	v	v	
쇠치기풀	<i>Hemarthria sibirica</i>	v		v	
쑥	<i>Artemisia princeps</i>	v	v	v	v
쑥부쟁이	<i>Aster yomena</i>				v
씀바귀	<i>Ixeridium dentatum</i>	v	v	v	v
애기땅빈대*	<i>Euphorbia supina</i>	v	v	v	v
애기똥풀	<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>	v	v	v	
애기메꽃	<i>Calystegia hederacea</i>	v	v	v	v
애기부들	<i>Typha angustifolia</i>	v			v
애기수영*	<i>Rumex acetosella</i>	v	v	v	v
얇은명아주	<i>Chenopodium hybridum</i>				v
양지꽃	<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>	v			

Appendix 1. Continued.

Korean name	Scientific name	University			
		Dankook	Hoseo	Sangmyung	Baekseok
양지꽃	<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>	√			
억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	√			
엉겅퀴	<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>maackii</i>	√		√	
여뀌	<i>Persicaria hydropiper</i> var. <i>hydropiper</i>	√	√	√	√
여우주머니	<i>Phyllanthus ussuriensis</i>	√	√	√	
오리새*	<i>Dactylis glomerata</i>	√			√
왕고들빼기	<i>Lactuca indica</i>	√	√	√	√
왕바랭이	<i>Eleusine indica</i>	√	√		
왕씀배	<i>Prenanthes ochroleuca</i>	√		√	√
왕질경이	<i>Plantago major</i> var. <i>japonica</i>			√	
왕포아풀*	<i>Poa pratensis</i>	√	√	√	√
유럽점나도나물*	<i>Cerastium glomeratum</i>	√	√	√	√
이고들빼기	<i>Crepidiastrum denticulatum</i>		√		√
이삭여뀌	<i>Persicaria filiformis</i>	√	√		
인동덩굴	<i>Lonicera japonica</i>		√		
자귀풀	<i>Aeschynomene indica</i>	√		√	
잔개자리*	<i>Medicago lupulina</i>		√		
잔디	<i>Zoysia japonica</i>	√	√	√	√
잔털제비꽃	<i>Viola keiskei</i>	√			
제비꽃	<i>Viola mandshurica</i>	√	√	√	√
조개풀	<i>Arthraxon hispidus</i>	√	√		√
조록싸리	<i>Lespedeza maximowiczii</i>				√
조밥나물	<i>Hieracium umbellatum</i>				√
조뱅이	<i>Breea segeta</i> for. <i>segeta</i>	√			
족제비싸리*	<i>Amorpha fruticosa</i>	√			
좁명아주*	<i>Chenopodium ficifolium</i>	√	√	√	√
주걱개망초*	<i>Erigeron strigosus</i>	√	√	√	√
주름잎	<i>Mazus pumilus</i>	√	√	√	
주름조개풀	<i>Oplismenus undulatifolius</i> var. <i>undulatifolius</i>	√	√	√	√
주홍서나물*	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	√	√	√	√
중대가리풀	<i>Centipeda minima</i>	√	√	√	√
쥐보리*	<i>Lolium multiflorum</i> var. <i>multiflorum</i>	√			
지면패랭이꽃	<i>Phlox subulata</i>				√
지치	<i>Lithospermum erythrorhizon</i>		√		
지칭개	<i>Hemistepa lyrata</i>			√	
진퍼리카치수염	<i>Lysimachia fortunei</i>				√
질경이	<i>Plantago asiatica</i>	√	√	√	√
차풀	<i>Chamaecrista nomame</i>	√		√	√
참새귀리	<i>Bromus japonicus</i>	√			√
참새피	<i>Paspalum thunbergii</i>	√			
참쑥	<i>Artemisia dubia</i>	√	√	√	

Appendix 1. Continued.

Korean name	Scientific name	University			
		Dankook	Hoseo	Sangmyung	Baekseok
참억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>sinensis</i>				v
창질경이*	<i>Plantago lanceolata</i>	v	v		
청가시덩굴	<i>Smilax sieboldii</i> for. <i>sieboldii</i>	v		v	
청미래덩굴	<i>Smilax china</i>	v	v		
참	<i>Pueraria lobata</i>	v		v	v
콩다닥냉이*	<i>Lepidium virginicum</i>	v	v	v	
큰김의털*	<i>Festuca arundinacea</i>	v	v	v	v
큰방가지뚥*	<i>Sonchus asper</i>	v		v	
큰비짜루국화*	<i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i>				v
큰석류풀*	<i>Mollugo verticillata</i>			v	
큰잎부들	<i>Typha latifolia</i>	v			
큰피막이	<i>Hydrocotyle ramiflora</i>		v		
털까미중*	<i>Solanum sarrachoides</i>		v	v	
털도깨비바늘	<i>Bidens biternata</i>		v		
털별꽃아재비*	<i>Galinsoga ciliata</i>	v	v	v	v
토끼풀*	<i>Trifolium repens</i>	v	v	v	v
패랭이꽃	<i>Dianthus chinensis</i> var. <i>chinensis</i>				v
포아풀	<i>Poa sphondylodes</i>	v	v	v	v
피	<i>Echinochloa utilis</i>	v			
피막이	<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	v	v		
호밀풀*	<i>Lolium perenne</i>	v	v	v	
환삼덩굴	<i>Humulus japonicus</i>	v	v	v	v
황새냉이	<i>Cardamine flexuosa</i>		v	v	v
흰명아주*	<i>Chenopodium album</i>	v	v	v	
흰섬바귀	<i>Ixeridium dentatum</i> for. <i>albiflora</i>	v	v		
흰여뀌	<i>Persicaria lapathifolia</i> var. <i>lapathifolia</i>		v		
Total No. species	189	136	108	103	97

* Naturalized alien species