

## 경주시 주요 사적지 및 도시공원의 귀화식물 분포

송임근<sup>1,2</sup>, 박선주<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>영남대학교 생명과학과, <sup>2</sup>생물다양성기초연구소

## Distribution of naturalized plants in historic sites and urban park of Gyeongju-si, South Korea

Imgeun Song<sup>1,2</sup> and Seonjoo Park<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Life Sciences, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Republic of Korea

<sup>2</sup>Basic Institute of Biodiversity, Gyeongsan 38607, Republic of Korea

### \*Corresponding author

Seonjoo Park

Tel. 053-810-2377

E-mail. sjpark01@ynu.ac.kr

Received: 30 March 2019

Revised: 8 May 2019

Revision accepted: 13 May 2019

**Abstract:** The flora of naturalized plants in historic sites, urban parks and stream of Gyeongju-si, South Korea were summarized as 84 taxa including 21 families, 59 genera, 78 species, 1 subspecies, and 5 varieties. Direct investigation was conducted in a historic site with 68 taxa, a neighborhood park with 43 taxa, a stream with 59 taxa and a small park with 42 taxa at 86 sites. Among them, 31.0% (Naturalized Degree (ND) 3) was common but not abundant, 29.8% (ND 5) was common and an abundant plant, 20.2% (ND 2) was local and not an abundant plant. 7 taxa such as *Lactuca scariola*, *Symphytotrichum pilosum*, *Rumex acetosella* were invasive alien species. *Lactuca scariola* was the most abundant with 41.9%, *Symphytotrichum pilosum* was more abundant around stream with 34.9%, and *Rumex acetosella* was abundant on historic sites or small park with 25.6% in all the surveyed sites. To prevent spread of invasive alien species, monitoring may be required, especially, in early settlement stage. A proper management plan needs to be incorporated through physical removal of those plants, substitution of soil and so on.

**Keywords:** Gyeongju, naturalized plant, alien plant, historic site

## 서 론

새로운 서식지로 생물의 이동은 생물지리적 패턴의 기 초과정이며, 인간에 의한 생물학적 장벽을 통한 종의 이 동은 산포경로와 생물종의 서식범위 차이와 직접 연관 된 생태적, 진화적 결과이다(Wilson *et al.* 2008). 생태계 내 의 종 분포는 환경조건에 의해 결정되며, 종풍부도는 진 화와 생물지리, 그리고 생태적 요인의 결과이므로 종 분포

를 확인하는 것은 생태학과 생물지리학의 중요한 일이다 (Chiarucci 2012; Higgins *et al.* 2012).

인간의 활동 등에 의해 전 세계적으로 현존식물의 3.9% 에 해당하는 약 13,168 분류군이 귀화되고 있는 실정으로 (van Kleunen *et al.* 2015), 세계의 생물상은 인간에 의해 다 른 지역으로부터 무역이나 기후변화 등 의도적 또는 비의 도적 종의 도입으로 인해 급속하게 균질화되고 있는 상태 이다(Lodge 1993; Seebens *et al.* 2015).

외래식물의 침입은 기후변화에 따라 반응하는 산포와 환경적 내성, 현지 환경에 적응능력 등을 가지고 있으며 (Leishman and Gallagher 2015), 식물의 서식지 선택은 성장과 생식에 필요한 충분한 자원과 다양한 매개 (pollinator) 또는 산포자 (disperser), 그리고 천적 등과 관계가 있다 (Bazzaz 1991). 이러한 생물학적 침입은 자연적인 과정이지만 교통, 무역거래 등 세계의 글로벌화에 따라 물자의 이동과 사람들의 왕래가 빈번함과 더불어 관광, 경제적 목적 등으로 외래 동·식물의 지속적인 확산은 주로 인간에 의해 야기된 현상이며 (Bang *et al.* 2004; Kil and Kim 2014), 생물다양성과 지역경제 및 농업생산성 등에 주요 영향을 미치고 있다 (Rejmánek 1996; Oh *et al.* 2002; Andersen *et al.* 2004; Pyšek *et al.* 2012; Lurgi *et al.* 2016).

외래생물이 생태계, 사회 및 경제 환경에 미치는 영향은 긍정적 측면과 부정적 측면이 다양하게 나타나고 있다. 동물이 생태계에 미치는 영향은 토착종과의 경쟁, 포식, 질병 등으로 인한 생물다양성의 감소 및 멸종위협 등 부정적인 영향이 다양하게 예상될 수 있는 반면, 외래식물의 긍정적인 영향으로는 토양 안정화와 식용, 관상용, 사방공사 등의

특정용도에 유용하게 이용되고 있으며, 부정적인 영향은 생물다양성의 위협, 돼지풀 (*Ambrosia artemisiifolia* L.)과 같이 알레르기를 유발하는 등 사람들의 건강을 위협하는 영향으로 나타날 수 있다 (Koh *et al.* 1995; EEA 2012).

한반도 외래식물은 사전귀화식물을 포함하여 남한과 북한에 총 504 분류군이 분포하고 있는 것으로 보고되었다 (Kim and Kil 2016). 우리나라의 귀화식물 Lee and Kim (1961)이 미국에서 귀화한 식물 약 10 분류군이 보고된 후 최근까지 321 분류군이 분포하고 있는 것으로 보고되었으며 (Yim and Jeon 1980; Oh *et al.* 2002; Lee *et al.* 2011), 기후변화와 인간의 활동 등으로 인해 지속적으로 귀화 또는 외래식물이 증가하고 있는 실정이다 (Kim *et al.* 2014; Choi *et al.* 2016; Jeong *et al.* 2016).

경주시 식물에 대한 선행연구로는 국립공원 (Yoo *et al.* 2011b; Yoon *et al.* 2013; You 2014; You and Kwon 2015), 금곡산 (You 2013)의 식물상 연구가 있다. 또한, 문화재지역에 대한 식물상 또는 귀화식물에 관한 연구로는 경주 국립공원 문화재지정구역의 귀화식물 (Yoon *et al.* 2012), 월성과 계림 (You *et al.* 2011a), 동궁과 월지 (Choi and Yoo

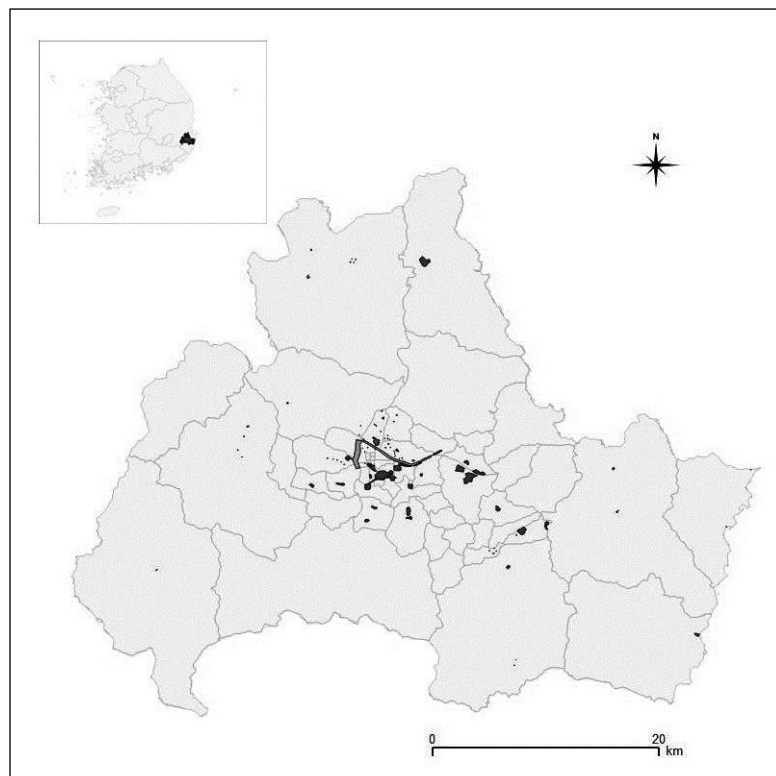


Fig. 1. The study sites of Gyeongju-si.

2015), 양동마을(Kim *et al.* 2012), 하천(You 2010) 등이 있으나, 경주시 관내 주요 사적지 및 도시공원 일원 자료는 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구는 외부 사람들이 방문과 시설관리가 빈번하게 이루어지는 경주시 주요 사적지 및 도시공원 일원의 귀화식물의 분포현황을 파악하여 관리방안을 위한 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

경주지역의 86개소(사적지 24개소, 근린공원 6개소, 하천 3개소, 어린이 및 소공원 53개소)내 분포하는 귀화식물의 조사는 2016년 4월부터 11월까지 각 지역별 2회 조사하였다(Fig. 1; Appendix 1). 또한, 주요 선행된 문헌자료를 참고하였고, 식물의 조사는 현지에서 확인된 분류군을 중심으로 기록하였으며, 일부 확인이 필요한 것은 사진 촬영 또는 채집하여 Lee (2003), Park (2009) 등의 도감을 참고하였다. 식물의 목록, 원산지(origin) 및 귀화도(ND; Naturalized degree)는 Kariyama and Kobatake (1988), Lee *et al.* (2011), 국가생물종목록(NIBR 2017)을 기준으로 기록하였다(Table 1).

## 결과 및 고찰

### 1. 귀화식물의 현황

경주시 주요 사적지와 도시공원에 분포하는 귀화식물의 현지조사결과 21과 59속 78종 1아종 5변종으로 총 84 분류군이 확인되었다(Table 2; Appendix 2). 조사된 귀화식물 84 분류군(사적지 68 분류군, 근린공원 43 분류군, 하천 59 분류군, 어린이 및 소공원 42 분류군)은 한반도 전체 귀화식물 321 분류군(Lee *et al.* 2011)의 26.2%를 차지하고 있으며, 과거 경주시의 조사결과(Yim and Jeon 1980)인 31 분류군에 비하면 다소 차이를 나타내고 있다.

**Table 2.** The number of naturalized plants

	Family	Genus	Species	Sub species	Variety	Total
Dicotyledons	19	53	69	1	5	75
Monocotyledons	2	6	9	-	-	9
Total	21	59	78	1	5	84

또한, 한국의 귀화식물(Lee *et al.* 2011)을 기준으로 주요 문화재지역 또는 민속마을의 귀화식물을 재집계한 결과 서울 현인릉 24 분류군(Kim *et al.* 2010), 경주국립공원 문화재지정구역의 귀화식물 46 분류군(Yoon *et al.* 2012), 제주 성읍민속마을 55 분류군(Rho *et al.* 2014)으로 이는 경주시가 많은 사적지 등이 위치하고 문화관광의 중심도시로 개발 및 관광 등의 수요 증가에 따른 귀화식물의 증가 추세와 유사한 경향을 나타내고 있다(Kim *et al.* 2017; Table 3). 또한, 각 조사지역별 귀화식물의 출현은 사적지에서 비교적 높게 나타났고, 하천, 근린공원과 소공원 등의 순으로 나타났는데 이는 비교적 사람들의 출입이 빈번하고, 사적지 및 공원 등의 유지관리가 지속적으로 이루어지고 있으며, 이를 통해 귀화식물의 유입과 정착 등이 비교적 원활하게 이루어진 것으로 사료된다.

출현 귀화식물 중 과별 종조성은 국화과(Asteraceae)가 39.3%로 가장 많이 출현하고 있고, 화본과(Poaceae) 9.5%, 메꽃과(Convulvaceae), 마디풀과(Polygonaceae), 콩과(Fabaceae) 등이 각각 7.1% 등으로 나타났으며, 경주시의 주요 사적지 및 도시공원에 분포하는 귀화식물 중 국화과 식물의 분포가 높은 비율을 나타내고 있다(Table 4).

국화과식물은 종자 생산량이 비교적 많고 관모(pappus)를 이용하여 바람에 의한 산포기작을 지니고 있어 다른 분류군에 비해 비교적 확산이 유리한 조건의 특성을 지니고 있다(Park *et al.* 2007).

### 2. 생활환과 귀화도

귀화식물의 생활환은 1~2년생이 전체의 약 67.8% (57

**Table 1.** The naturalized degree

Degree	Distribution type
5	Common and abundant plant
4	Local but abundant plant
3	Common but not abundant plant
2	Local and not abundant plant
1	Rare plant

**Table 3.** Comparative taxa of naturalized plants

Locality	This study					Reference			
	Total	Historic site	Neighborhood Park	Stream	Small Park	1	2	3	Korea
Taxa	84	68	43	59	42	24	55	46	321

Reference : 1. Heoninllueng (Kim *et al.* 2010), 2. Seongeup Folk Village (Rho *et al.* 2014), 3. The Cultural Treasury Area in Gyeongju National Park (Yoon *et al.* 2012), Korea (Lee *et al.* 2011)

**Table 4.** Main composition ratio (%) of naturalized plants

Family/Locality	Historic site	Neighborhood Park	Stream	Small park	Total
Asteraceae	35.7	22.6	26.2	20.2	39.3
Poaceae	7.1	7.1	3.6	3.6	9.5
Convolvulaceae	2.4	0.0	7.1	1.2	7.1
Polygonaceae	4.8	4.8	6.0	4.8	7.1
Fabaceae	4.8	3.6	6.0	4.8	7.1
Brassicaceae	3.6	3.6	6.0	3.6	6.0

**Table 5.** Comparison of naturalized plants in study sites of Gyeongju-si

Sites	Naturalized degree				
	1	2	3	4	5
Historic Site	4.8	15.5	23.8	9.5	27.4
Neighborhood Park	2.4	2.4	17.9	6.0	22.6
Stream	-	13.1	21.4	8.3	27.4
Small Park	1.2	2.4	20.2	6.0	20.2
Total	6.0	20.2	31.0	13.1	29.8
Heoninllueng	4.2	4.2	33.3	4.2	54.2
Seongeup Folk Village	18.2	21.8	16.4	16.4	27.3
The Cultural Treasury Area (Gyeongju National Park)	2.2	13.0	39.1	6.5	39.1
Korea	43.3	25.2	13.7	8.7	9.0

분류군)를 차지하고, 다년생 또는 목본이 32.2% (27 분류군)를 차지하고 있는 것으로 나타났는데, 최근에 정비가 이루어진 것으로 판단되는 북천, 남천 등의 하천변에 조성된 생태공원과 조경수 식재지 일원에는 1~2년생의 생태계 교란식물인 미국쑥부쟁이 (*Symphytichum pilosum* (Willd.) G.L.Nesom)와 가시상추 (*Lactuca scariola* L.)가 비교적 넓은 범위로 분포하고 있어 확산이 이루어질 것으로 사료된다. 귀화도는 귀화식물의 지리적 분포와 개체의 확산정도를 나타낸 것으로 Park *et al.* (2002)과 Lee *et al.* (2011)에 의해 제시된 귀화도 특성에서 본 연구결과 경주시의 주요 사적지 및 도시공원에서는 귀화가 초기에 이루어지는 귀화도 1에 해당하는 종류는 개양귀비 (*Papaver rhoeas* L.), 뽕새명아주 (*Chenopodium pumilio* R.Br.) 등을 포함하여 6.0%

(5 분류군)이고, 국지적으로 분포하고 개체수도 많지 않은 귀화도 2는 끈끈이대나물 (*Silene armeria* L.), 큰금계국 (*Coreopsis lanceolata* L.), 기생초 (*Coreopsis tinctoria* Nutt.) 등 20.2% (17 분류군), 널리 분포하나 개체수는 많지 않은 귀화도 3은 미국나팔꽃 (*Ipomoea hederacea* Jacq.), 둥근 잎유홍초 (*Quamoclit coccinea* Moench), 창질경이 (*Plantago lanceolata* L.) 등을 포함한 31.0% (26 분류군), 국지적으로 분포하나 개체수가 많은 귀화도 4는 큰땅빈대 (*Euphorbia maculata* L.), 물냉이 (*Nasturtium officinale* R.Br.), 미국자리공 (*Phytolacca americana* L.) 등 13.1% (11 분류군), 널리 분포하고 개체수도 많은 귀화도 5는 큰비짜루국화 (*Aster subulatus* var. *sandwicensis* A.G.Jones), 미국실새삼 (*Cuscuta pentagona* Engelm.), 큰방가지똥 (*Sonchus asper* (L.) Hill) 등 29.8% (25 분류군)가 출현한 것으로 나타났다. 한반도 전체의 경우 귀화도는 1등급의 비율이 가장 높게 나타나고 있는 반면, 서울의 현인릉과 제주 성읍민속마을의 경우 귀화도 5등급이 가장 높은 구성비를 나타내고 있고, 본 연구결과에서는 귀화도 3등급과 5등급이 각각 31.0%, 29.8%로 높게 나타났으며, 경주국립공원 문화재지정구역 (Yoon *et al.* 2012)의 결과와 비슷한 경향을 나타내고 있다 (Table 5). 경주시의 사적지와 도시공원 일원에 분포하고 있는 귀화식물은 대체로 조사지역 일원에 국지적으로 분포하고 있는 분류군보다는 국내에 일반적으로 분포하고 있는 분류군들이 주로 나타나고 있다. 한반도 전체의 귀화도 등급별 분포와는 다소 차이가 있으나, 도시공원보다는 사적지에 비교적 귀화식물이 많이 분포하고 있는 특성을 나타내고 있으

**Table 6.** Distribution of invasive alien species in Gyeongju-si

No	Scientific name	Korean name	This study	
			Site	%
1	<i>Symphotrichum pilosum</i> (Willd.) G.L.Nesom	미국쑥부쟁이	30	34.9
2	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀	13	15.1
3	<i>Rumex acetosella</i> L.	애기수영	22	25.6
4	<i>Lactuca scariola</i> L.	가시상추	36	41.9
5	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	서양금혼초	3	3.5
6	<i>Sicyos angulatus</i> L.	가시박	1	1.2
7	<i>Ambrosia trifida</i> L.	단풍잎돼지풀	1	1.2
Total			86	100

므로 이는 대상지의 특성상 지속적인 유지관리가 이루어 지는 등 인위적인 간섭으로 인한 결과로 사료된다.

### 3. 생태계교란야생식물

경주시에 출현한 생태계교란야생식물은 8 분류군으로 현지조사를 통해 미국쑥부쟁이, 돼지풀 등 7 분류군과 문헌(You 2010)을 통하여 확인된 털물참새피(*Paspalum distichum* var. *indutum* Shinnery) 1 분류군이다(Table 6).

생태계교란식물로 지정된 분류군은 14 분류군으로 Ryu et al. (2017)에 의하면 전남 11 분류군, 경기도 10 분류군, 제주도 9 분류군, 서울특별시 7 분류군이 분포하고, 부산에는 10 분류군이 확인된 바 있다. 우리나라 농경지 일원에서는 양미역취(*Solidago altissima* L.), 물참새피(*Paspalum distichum* L.) 및 털물참새피를 제외한 9 분류군이 분포하고 있으며, 이중 단풍잎돼지풀(*Ambrosia trifida* L.)과 돼지풀이 전국적으로 가장 많이 출현하고 있는 것으로 나타났다(Kim et al. 2017). 단풍잎돼지풀의 경우 오릉에서 5개체 이하 출현한 바 있으며, 애기수영(*Rumex acetosella* L.), 가시상추, 미국쑥부쟁이, 돼지풀은 주로 하천변이나 고수부지, 나지 등지에서 출현빈도가 높게 나타났고, 서양금혼초(*Hypochaeris radicata* L.)는 비교적 최근에 조성된 것으로 판단되는 공원에서 다수 분포하고 있는 것으로 나타났다. 경주는 문화관광도시로서 많은 사적지와 도시내 공원, 하천 등이 위치하고 있으며, 양동마을, 오릉, 동궁원, 대릉원 등 시내 주요 관광지점의 경우 2010년~2016년 사이 누적 방문객은 약 3,925만명으로 나타났다(<https://know.tour.go.kr/>). 수많은 사람들과 차량의 이동과 더불어 경주는 지속적인 시설지의 유지보수와 하천정비 등의 과정에서 잔디 및 조경수의 식재가 과거에 이루어졌고, 이 과정에서

토양이나 잔디종자 속에 포함되어 외래식물의 종자가 유입되었거나, 조경수의 식재과정에서 뿌리를 둘러싸고 있는 토양속에 매토종자로서 유입되었을 가능성이 있을 것으로 사료된다.

애기수영, 돼지풀, 서양금혼초 등의 경우 잔디와 조경수가 식재된 지역일원에서 빈번하게 출현하고 있으며, 미국쑥부쟁이와 가시상추는 하천 및 어린이공원, 소공원 일원의 개방된 공간에서 주로 확인되었는데 이는 빈번한 정비과정에서 여러 장비와 시설재 등을 통해서 유입되고 확산되었을 가능성이 있을 것으로 사료된다.

또한, 주요사적지 내에 분포하고 있는 애기수영의 경우 예초기로 잔디관리가 주기적으로 이루어지고 있으나 예초기를 이용하여 식물을 제거하는 것은 지표면 상부의 식물체만 제거하고 뿌리는 그대로 존치되게 되므로(NIE 2016) 다년생인 애기수영은 제거되지 않고 주변 생육조건이 양호할 때 뿌리를 통해 다시 왕성한 생육특성을 나타내고 있어 관리 시 주의가 필요할 것으로 사료된다. 외래생물의 관리를 위해서는 물리적, 생물적, 화학적 등의 방법이 있으나, 생물학적, 화학적 방법은 시행시 주변 생태계에 미치는 영향을 충분히 고려하여 신중히 접근하는 것이 필요하고, 식물의 정착초기에는 물리적 제거가 유효한 방안이 될 수 있다. 특히, 식재된 잔디가 다수 분포하는 사적지나 도시공원 등에 분포하는 애기수영의 경우 다른 식물보다 우세한 지위를 유지하기 위한 기작으로 타감작용(allelopathy) 물질이 뿌리에서 분비되고, 산성토양에서 우점하므로(Lee 2008) 토양의 산성화를 최소화하고 발견 초기에 물리적 제거나 부분적인 토양을 대체하거나 식물을 이식하는 등의 방안을 통하여 서식지 내 초기 확산을 방지하는 것이 필요할 것으로 사료된다.



## 적 요

경주시 사적지, 도시공원지역, 그리고 하천 86개소의 현지조사를 통하여 귀화식물을 조사한 결과 21과 59속 78종 1아종 5변종으로 총 84분류군으로 조사되었다. 이중 사적지는 68분류군, 근린공원 43분류군, 하천 59분류군, 소공원 42분류군 등으로 나타났다. 출현식물 중 널리 분포하나 개체수는 많지 않은 귀화도 3등급 분류군이 31.0%, 널리 분포하고 개체수도 많은 5등급이 29.8%, 국지적으로 분포하고 개체수도 많지 않은 분류군인 2등급이 20.2% 등으로 나타났다. 생태계교란식물은 미국쑥부쟁이, 가시상추, 애기수영 등 7분류군으로 가시상추는 41.9%로 가장 빈번하게 출현하였고, 미국쑥부쟁이는 34.9%로 하천변에서, 애기수영은 25.6%로 사적지나 소공원 일원에서 빈번하게 출현하였다. 생태계교란식물의 확산을 방지하기 위해서는 지속적인 모니터링이 필요하며, 특히, 정착초기에 물리적 제거나 토양의 대체 등 관리 계획이 필요하다.

## 사 사

본 연구는 2016년 경북녹색환경지원센터의 지원으로 수행하였다.

## REFERENCES

- Andersen MC, H Adams, B Hope and M Powell. 2004. Risk assessment for invasive species. *Risk Anal.* 24:787-793.
- Bang SW, MH Kim and TH Noh. 2004. Development of integrated management plan for abating the threats from invasive alien species in Korea. Korea Environment Institute. Seoul, Korea. p. 326.
- Bazzaz FA. 1991. Habitat selection in plants. *Am. Nat.* 137: S116-S130.
- Chiarucci A. 2012. Estimating species richness: still a long way off! *J. Veg. Sci.* 23:1003-1005.
- Choi JE, JH Kim, JK Hong and JS Kim. 2016. Two new naturalized species from South Korea, *Polygonum ramosissimum* Michx. (Polygonaceae) and *Spergularia bocconeii* (Scheele) Graebn. (Caryophyllaceae). *Korean J. Pl. Taxon.* 46:326-330.
- Choi SH and JH You. 2015. Analysis of actual flora and landscape planting species of Donggung Palace and Woljii Pond in Gyeongju. *J. KILA* 43:1-12.
- EEA. 2012. The impacts of invasive alien species in Europe. EEA technical report No. 16. European Environment Agency. Publications office of the European Union, Luxembourg. p. 114. (<https://eea.europa.eu/enquiries>)
- Higgins SI, RB O'Hara and C Römermann. 2012. A niche for biology in species distribution models. *J. Biogeogr.* 39:2091-2095.
- Jeong KS, CS Jang, SH Park, JS Lee, SM Yoon, TH Kim, CH Shin and K Choi. 2016. Two unrecorded naturalized plants in Korea: *Stachys agraria* and *Dracocephalum moldavica* (Lamiaceae). *Korean J. Pl. Taxon.* 46:413-419.
- Kariyama S and H Kobatake. 1988. Naturalized plants of Gagyuzan, Takahashi-City, Okayama Prefecture, Japan. *Bull. Kurashiki Mus. Nat. Hist.* 3:31-40.
- Kil J and CG Kim. 2014. Current status of naturalization by exotic ornamental plants in Korea. *Weed Turf. Sci.* 3:206-214.
- Kim CG and JH Kil. 2016. Alien flora of the Korean Peninsula. *Biol. Invasions* 18:1843-1852.
- Kim GS, HT Shin, MH Yi, JW Yoon and YS Kim. 2012. Status of exotic plant species in Gyeongju Yangdong Village. *Munhwajae* 45:174-189.
- Kim JH, JS Kim, GH Nam, CY Yoon and SY Kim. 2014. Two newly naturalized species in Korea: *Lolium rigidum* Gaudin (Poaceae) and *Oenothera rosea* L'Hér. ex Aiton (Onagraceae). *Korean J. Plant Res.* 27:326-332.
- Kim JW, IY Lee and J Lee. 2017. Distribution of invasive alien species in Korean croplands. *Weed Turf. Sci.* 6:117-123.
- Kim KO, SH Hong, YH Lee, CS Na, BH Kang and YW Son. 2010. Distribution of vascular plants at the ecological landscape conservation area Heoninlleung in Seoul. *Korean J. Plant Res.* 25:60-78.
- Koh KS, IG Kang, MH Suh, JH Kim, KD Kim and JH Kil. 1995. Survey for ecological impact by naturalized organisms (I). National Institute of Environmental Research. Incheon, Korea. p. 215.
- Lee DB and YC Kim. 1961. A historical review of some plants of American origin in Korea. *Kor. J. Bot.* 4:25-30.
- Lee IY. 2008. Exotic weeds flora and control strategy (4) - red sorrel. *Agrochemical News Magazine* 29:42-43.
- Lee TB. 2003. Coloured Flora of Korea, Vol. I, II. Hyangmunsae, Seoul, Korea.
- Lee YM, SH Park, SY Jung, SH Oh and JC Yang. 2011. Study on the current status of naturalized plants in South Korea. *Korean J. Pl. Taxon.* 41:87-101.
- Leishman MR and RV Gallagher. 2015. Will there be a shift to alien-dominated vegetation assemblages under climate change? *Divers. Distrib.* 21:848-852.

- Lodge DM. 1993. Biological invasions: Lessons for ecology. *Trends Ecol. Evol.* 8:133–137.
- Lurgi M, K Wells, M Kennedy, S Campbell and DA Fordham. 2016. A landscape approach to invasive species management. *PLoS One* 11:e0160417.
- NIE. 2016. Handbook for the Management of Invasive Alien Species in Korea. National Institute of Ecology. Seocheon, Korea. p. 84.
- NIBR. 2017. National List of Species of Korea, 2016. National Institute of Biological Resources. (<https://species.nibr.go.kr/>)
- Oh SM, CS Kim, BC Moon and IY Lee. 2002. Inflow information and habitat current status of exotic weeds in Korea. *Kor. J. Weed Sci.* 22:280–295.
- Park SH. 2009. New illustration and photographs of naturalized plants of Korea. Ilchokak, Seoul, Korea. p. 575.
- Park SH, JH Shin, YM Lee, JH Lim and JS Moon. 2002. Distribution of naturalized alien plants in Korea. *KFRI Research Bulletin* No. 193. Korea Forest Research Institute/Korea National Arboretum, Ukgo Press, Seoul. p. 184.
- Park SJ, GJ Hwang, SJ Park and SW Son. 2007. The study of naturalized plants in Ulleungdo. *Kor. J. Env. Eco.* 21:1–12.
- Pyšek P, V Jarošík, PE Hulme, J Pergl, M Hejda, U Schaffner and M Vilà. 2012. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Glob. Change Biol.* 18:1725–1737.
- Rejmánek M. 1996. A theory of seed plant invasiveness: the first sketch. *Biol. Conserv.* 78:171–181.
- Rho JH, HK Oh, YH Han, YH Choi, MS Byun, YS Kim and WH Lee. 2014. A study on the distribution status and management measures of naturalized plants growing in Seongeup Folk Village, Jeju Island. *J. Korean Inst. Tradit. Landsc. Archit.* 32:107–119.
- Ryu TB, JC Lim, CH Lee, EJ Kim and BK Choi. 2017. Distribution of invasive species in metropolitan Busan, South Korea. *J. Life Sci.* 27:408–416.
- Seebens H, F Essl, W Dawson, N Fuentes, D Moser, J Pergl, P Pyšek, M Kleunen, E Weber, M Winter and B Blasius. 2015. Global trade will accelerate plant invasions in emerging economies under climate change. *Glob. Change Biol.* 21:4128–4140.
- Van Kleunen M, W Dawson, F Essl, J Pergl, M Winter, E Weber, H Kreft, P Weigelt, J Kartesz, M Nishino, LA Antonova, JF Barcelona, FJ Cabezas, D Cárdenas, J Cárdenas-Toro, N Castaño, E Chacón, C Chatelain, AL Ebel, E Figueiredo, N Fuentes, QJ Groom, L Henderson, Inderjit, A Kupriyanov, S Masciadri, J Meerman, O Morozova, D Moser, DL Nickrent, A Patzelt, PB Pelsler, MP Baptiste, M Poopath, M Schulze, H Seebens, WS Shu, J Thomas, M Velayos, JJ Wieringa and P Pyšek. 2015. Global exchange and accumulation of non-native plants. *Nature* 525:100–103.
- Wilson JRU, EE Dormontt, PJ Prentis, AJ Lowe and DM Richardson. 2008. Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion success. *Trends Ecol. Evol.* 24:136–144.
- Yim YJ and ES Jeon. 1980. Distribution of naturalized plants in the Korean Peninsula. *Korean J. Botany* 23:69–83.
- Yoon JW, HT Shin, MH Yi, GS Kim, JW Sung, KH Park, CH Lee and YS KIM. 2012. Status and management proposal of naturalized plant species within the cultural treasury area in Gyeongju National Park, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 26:550–558.
- Yoon JW, YS Kim, HT Shin, GS Kim, JW Sung, CH Lee, KH Park and MH Yi. 2013. Vascular flora of Gyeongju National Park – Focused on Mt. Nam, Mt. Toham, Mt. Danseok. *Korean J. Environ. Ecol.* 27:170–195.
- You JH. 2010. Vascular plants and characteristics on downtown section distributed in Hyeongsan River, Gyeongju. *Gyeongju Res.* 19:79–93.
- You JH. 2013. Flora distributed in Mt. Geumgok, Gyeongju-si, Gyeongsangbuk-do. *Korean J. Plant Res.* 26:248–270.
- You JH. 2014. Vascular plants of Seoak district in Gyeongju National Park. *J. Korean Env. Res. Tech.* 17:13–33.
- You JH, SJ Mun, DP Kim and TH Kang. 2011a. Vascular plants distributed in Wolseong and Gyerim, Gyeongju Historic Areas, Korea. *J. Korean Inst. Forest Recreation* 15:11–22.
- You JH, SJ Mun and WS Lee. 2011b. Management plan and vascular plants of the Hwarang district in Gyeongju National Park. *J. Korean Env. Res. Tech.* 14:17–35.
- You JH and SY Kwon. 2015. Flora distributed in Mt. Gumi district, Gyeongju National Park. *Korean J. Plant Res.* 28:511–525.

## Appendix 1. The list of study sites in Gyeongju

No.	Historic site and Folk village	No.	Neighborhood Park and Stream	No.	Children and Small Park
1	Yangdong folk Village	1	Hwangseong	1	Geoncheon7 29 Yonggang1
2	Wolseong Palace site and Gyerim Forest	2	Heongmu	2	Geumjang1 30 Yonggang2
3	Daereungwon Ancient Tomb Complex	3	Sannae Waterfront	3	Geumjang2 31 Yonghwang2
4	Hwangyongsa Temple Site	4	Yonggang	4	Yonggang 32 Yonghwang5
5	Forest of the Capital City of Silla Dynasty	5	2th Forest of the Capital City of Silla Dynasty	5	Dongcheon1 33 Chunghyo1
6	Tomb of King Heondeok	6	Naa	6	Dongcheon2 34 Chunghyo2
7	Tomb of King Kim yu-sin	7	Bukcheon stream	7	Dongcheon3 35 Chunghyo3
8	Tomb of King Muyeol	7	Bukcheon stream	8	Dongcheon4 36 Chunghyo4
9	Five Royal Tombs	8	Namchon stream	9	Dongcheon5 37 Chunghyo5
10	Tomb of Queen Seondeok	9	Hyeongsan river	10	Dongcheon6 38 Geoncheon Jugong
11	Poseokjeong Pavilion Site			11	Dongcheon7 39 Hyunjin
12	Seokguram Grotto			12	Dongcheon8 40 Hwangsung1
13	Bulguksa Temple			13	Dongcheon9 41 Hwangsung2
14	Tomb of King Wonseong			14	Dongcheon10 42 Hwarang
15	Tomb of King Beopheung			15	Bulguk 43 Duryu1
16	Tomb of King Heongang			16	Sandae1 44 Duryu2
17	Tomb of King Gyeongae			17	Sandae3 45 Duryu3
18	Tomb of King Jinpyeong			18	Sandae4 46 Duryu4
19	Oksanseowon Confucian Academy			19	Sandae5 47 Duryu5
20	Unification Exhibition			20	Sunggun1 48 Duryu6
21	Tomb of King Talhae			21	Sunggun2 49 Duryu7
22	Kirimsa Temple			22	Sunggun3 50 Park1
23	Golgulsa Temple			23	Sunggun4 51 Park2
24	Donggung Palace and Woljii Pond			24	Sunggun5 52 Park3
				25	Sirae1 53 Gampo
				26	Sirae2
				27	Sirae3
				28	Sirae4

## Appendix 2. The list of naturalized plants

Scientific name	Korean name	1	2	3	4	5
Saururaceae	삼백초과					
<i>Houttuynia cordata</i> Thunb.	약모밀		○	Pe	As	1
Papaveraceae	양귀비과					
<i>Papaver rhoeas</i> L.	개양귀비	○		1	Eu	1
Phytolaccaceae	자리공과					
<i>Phytolacca acinosa</i> Roxb.	자리공		○	Pe	As	1
<i>Phytolacca americana</i> L.	미국자리공	○	○	Pe	nA	3
Chenopodiaceae	명아주과					
<i>Chenopodium album</i> L.	흰명아주	○	○	1	Eu-As	5
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	양명아주		○	1	sA	2
<i>Chenopodium ficifolium</i> Sm.	좁명아주	○	○	1	Eu	5
<i>Chenopodium glaucum</i> L.	취명아주		○	1	Eu	3
<i>Chenopodium pumilio</i> R.Br.	냄새명아주	○		1	Aus	1
Amaranthaceae	비름과					
<i>Amaranthus lividus</i> L.	개비름	○	○	1	Eu	3
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	털비름	○	○	1	tA	2
<i>Amaranthus viridis</i> L.	청비름		○	1	tA	2
Caryophyllaceae	석죽과					
<i>Silene armeria</i> L.	끈끈이대나물	○	○	1	Eu	2
Polygonaceae	마디풀과					
<i>Fallopia dentatoalata</i> (F.Schmidt) Holub	큰닭의정굴		○	1	Eu	3
<i>Fallopia dumetorum</i> (L.) Holub	닭의정굴	○	○	1	Eu	3
<i>Polygonum orientale</i> L.	털여뀌	○	○	1	As	3



Appendix 2. Continued

Scientific name	Korean name	1	2	3	4	5
<i>Rumex acetosella</i> L.	애기수영	○	○	Pe	Eu	3
<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이	○	○	Pe	Eu	5
<i>Rumex nipponicus</i> Franch. & Sav.	좁소리쟁이	○		Pe	As	2
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	돌소리쟁이	○		Pe	Eu-As	3
Malvaceae	아욱과					
<i>Abutilon theophrasti</i> Medik	어저귀		○	1	As	3
<i>Malva sylvestris</i> var. <i>mauritiana</i> Boiss.	당아욱		○	2	Eu	2
Violaceae	제비꽃과					
<i>Viola papilionacea</i> Pursh	종지나물		○	Pe	nA	4
Cucurbitaceae	박과					
<i>Sicyos angulatus</i> L.	가시박	○		1	nA	4
Brassicaceae	십자화과					
<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.	갯	○	○	2	As	5
<i>Descurainia pinnata</i> Britton	나도재속		○	1	nA	1
<i>Lepidium apetalum</i> Willd.	다닥냉이	○	○	2	nA	3
<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이	○	○	2	nA	5
<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	물냉이	○	○	Pe	Eu	4
<i>Thlaspi arvense</i> L.	말냉이	○	○	2	Eu	3
Rosaceae	장미과					
<i>Potentilla amurensis</i> Maxim.	좁개소리랑개비		○	2	Eu	2
<i>Potentilla supina</i> L.	개소리랑개비	○	○	2	Eu	3
Fabaceae	콩과					
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	족제비싸리	○	○	Tr	nA	5
<i>Astragalus sinicus</i> L.	자운영	○		2	As	2
<i>Lotus corniculatus</i> L.	서양별노랑이		○	Pe	Eu	1
<i>Medicago lupulina</i> L.	잔개자리		○	2	Eu	3
<i>Medicago sativa</i> L.	자주개자리	○	○	Pe	Eu	2
<i>Melilotus alba</i> Medik.	흰전동싸리		○	2	As	3
<i>Melilotus suaveolens</i> Ledeb.	전동싸리		○	2	As	4
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	아까시나무	○	○	Tr	nA	5
<i>Trifolium pratense</i> L.	붉은토끼풀	○	○	Pe	Eu	3
<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	○	○	Pe	Eu-As	5
<i>Vicia villosa</i> Roth	벧지		○	2	Eu	2
Onagraceae	바늘꽃과					
<i>Oenothera glazoviana</i> Micheli	큰달맞이꽃		○	2	nA	2
<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃	○	○	2	nA	5
Euphorbiaceae	대극과					
<i>Euphorbia maculata</i> L.	큰땅빈대	○	○	1	nA	4
<i>Euphorbia supina</i> Raf.	애기땅빈대	○	○	1	nA	5
Simaroubaceae	소태나무과					
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	가층나무	○	○	Tr	As	5
Oxalidaceae	괭이밥과					
<i>Oxalis corymbosa</i> DC.	자주괭이밥	○	○	Pe	sA	2
Apiaceae	미나리과					
<i>Anthriscus caucalis</i> M.Bieb.	유럽전호		○	1	Eu	4
Solanaceae	가지과					
<i>Datura tatula</i> L.	독말풀	○		1	tA	3
Convolvulaceae	메꽃과					
<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.	미국실새삼	○	○	1	nA	5
<i>Ipomoea hederacea</i> Jacq.	미국나팔꽃	○	○	1	tA	3
<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriuscula</i> A.Gray	둥근잎미국나팔꽃	○		1	tA	2
<i>Ipomoea lacunosa</i> L.	애기나팔꽃	○		1	nA	2
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	둥근잎나팔꽃	○	○	1	tA	3
<i>Quamoclit coccinea</i> Moench	둥근잎유홍초	○	○	1	tA	3
Boraginaceae	지치과					
<i>Symphytum officinale</i> L.	컴프리		○	Pe	Eu	3
Lamiaceae	꿀풀과					

## Appendix 2. Continued

Scientific name	Korean name	1	2	3	4	5
<i>Lamium purpureum</i> L.	자주광대나물		○	2	Eu-As	2
Plantaginaceae	질경이과					
<i>Plantago lanceolata</i> L.	창질경이	○	○	Pe	Eu	3
Scrophulariaceae	현삼과					
<i>Verbascum thapsus</i> L.	우단담배풀		○	2	Eu	2
<i>Veronica arvensis</i> L.	선개불알풀	○	○	1	Eu-As	3
<i>Veronica persica</i> Poir.	큰개불알풀	○	○	2	Eu-As	5
Asteraceae	국화과					
<i>Achillea millefolium</i> L.	서양톱풀		○	Pe	Eu	2
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀	○	○	1	nA	5
<i>Ambrosia trifida</i> L.	단풍잎돼지풀	○		1	nA	4
<i>Aster subulatus</i> Michx.	비짜루국화	○		1	nA	3
<i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i> A.G.Jones	큰비짜루국화	○		1	tA	5
<i>Bidens frondosa</i> L.	미국가막사리	○	○	1	nA	5
<i>Bidens pilosa</i> L.	울산도깨비바늘	○	○	1	sA	4
<i>Bidens pilosa</i> var. <i>minor</i> (Blume) Sherff	흰도깨비바늘	○		1	tA	2
<i>Carduus crispus</i> L.	지느러미영경퀴	○	○	2	Eu-As	3
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	실망초		○	2	sA	2
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초	○	○	2	nA	5
<i>Conyza sumatrensis</i> E.Walker	큰망초		○	2	sA	4
<i>Coreopsis altemifolia</i> Britton	나래가막사리		○	Pe	nA	2
<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	큰금계국	○	○	Pe	nA	2
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초	○	○	1	nA	2
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	코스모스	○	○	1	nA	3
<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	노랑코스모스	○	○	1	nA	2
<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S.Moore	주홍서나물	○	○	1	Af	2
<i>Erechtites hieracifolia</i> Raf. ex DC.	붉은서나물	○	○	1	nA	3
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	○	○	2	nA	5
<i>Erigeron philadelphicus</i> L.	봄망초		○	Pe	nA	1
<i>Erigeron strigosus</i> Muhl.	주걱개망초	○	○	2	Eu	2
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	별꽃아재비		○	1	tA	3
<i>Galinsoga quadradiata</i> Ruiz & Pav.	털별꽃아재비	○	○	1	tA	3
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	뚱판지	○	○	Pe	nA	3
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	서양금혼초	○		Pe	Eu	4
<i>Lactuca scariola</i> L.	가시상추	○	○	2	Eu	5
<i>Rudbeckia hirta</i> var. <i>pulcherrima</i> Farw.	원추천인국	○	○	Pe	nA	3
<i>Rudbeckia laciniata</i> var. <i>hortensis</i> Bailey	겹삼잎국화	○	○	Pe	nA	2
<i>Senecio vulgaris</i> L.	개쑥갓	○	○	1	Eu	5
<i>Solidago gigantea</i> subsp. <i>serotina</i> (Aiton) McNeill	미국미역취	○		Pe	nA	2
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	큰방가지뚱	○	○	1	Eu	5
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	방가지뚱	○	○	1	Eu	3
<i>Symphotrichum pilosum</i> (Willd.) G.L.Nesom	미국쑥부쟁이	○	○	Pe	nA	5
<i>Tagetes minuta</i> L.	만수국아재비	○	○	1	sA	4
<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	서양민들레	○	○	Pe	Eu	5
<i>Tragopogon dubius</i> Scop.	쇠채아재비	○		2	Eu	2
<i>Xanthium canadense</i> Mill.	큰도꼬마리	○	○	1	nA	4
<i>Xanthium italicum</i> Moretti	가시도꼬마리	○		1	nA	1
<i>Xanthium strumarium</i> L.	도꼬마리		○	1	As	2
Commelinaceae	닭의장풀과					
<i>Tradescantia ohioensis</i> Raf.	자주달개비	○	○	Pe	nA	1
Poaceae	화분과					
<i>Agropyron repens</i> (L.) P.Beauv.	구주개밀		○	Pe	Eu	3
<i>Avena fatua</i> L.	메귀리	○	○	2	Eu-As	4
<i>Bromus tectorum</i> L.	털뽕새귀리	○	○	2	Eu	3
<i>Bromus unioloides</i> Kunth	큰이삭풀	○	○	Pe	sA	4
<i>Dactylis glomerata</i> L.	오리새	○	○	Pe	Eu-As	5
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	큰김의털		○	Pe	Eu	5

Appendix 2. Continued

Scientific name	Korean name	1	2	3	4	5
<i>Festuca myuros</i> L.	들목새	○	○	1	Eu	4
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	취보리		○	2	Eu	3
<i>Lolium perenne</i> L.	호밀풀	○		Pe	Eu	3
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	미국개기장	○	○	1	nA	5
<i>Paspalum distichum</i> var. <i>indutum</i> Shinnars	털물참새피		○	Pe	nA	4
<i>Phleum pratense</i> L.	큰조아재비		○	Pe	Eu	2
<i>Poa compressa</i> L.	좁포아풀	○	○	Pe	Eu	1

1. This study, 2. References, 3. Life-form, 4. origin, 5. Naturalized degree

\* Life-form- 1: Annual, 2: Biennial, 3: Pe : perennial, 4: Tr : tree

\* origin- Af: Africa, As: Asia, Aus: Australia, Eu: Europe, nA: North America, sA: South America, tA: Tropical America