

## 울산광역시 침입외래식물의 분포 현황과 특성에 관한 연구

이윤근 · 문경희<sup>1</sup> · 임하우 · 최기룡\*

울산대학교 생명과학부, <sup>1</sup>울산교육연구정보원

**A Study on the Distribution Characteristics of Invasive Alien Plants in Ulsan City, South Korea.** Yun-keun Lee (0000-0002-2593-0293), Kyoung-hi Moon<sup>1</sup> (0000-0002-5579-507X), Ha-woo Lim (0000-0002-6848-2865) and Kee-ryong Choi\* (0000-0002-5882-207X) (Department of Biological Sciences, University of Ulsan, Ulsan 44610, Republic of Korea; <sup>1</sup>Ulsan Education Research & Information Institute, Ulsan 44642, Republic of Korea)

**Abstract** Invasive alien plants were identified and recorded in Ulsan city based on field surveys and related literatures. These plants consisted of 147 taxa in total, belonging to 30 families, 93 genera, 144 species, 2 sub-species and 1 variant. The family of Asteraceae was predominant with 42 taxa, followed by Gramineae with 27 taxa and Leguminosae with 15 taxa. According to the result of life-form based distribution analysis revealed that 62 taxa (42.2%) were annual plants, 48 taxa (33.6%) were perennial plants, 34 taxa (23.1%) were biennial plants, and 3 taxa (2%) were woody perennials. Compare to other administrative districts in Korea, prevalence of invasive alien plants in a certain city of Ulsan showed the seventh highest species number followed after Jeju, Gyeonggi, Jeonnam, Incheon, Seoul and Gangwon. On the basis of the results from the country origin analysis, two dominating taxa were introduced from Europe and America, 55 taxa and 51 taxa respectively. The spreading grade of alien plants was elucidated in order of 1 grade (PS) 67 grade (21.1%) > 2 grade (MS) 31 taxa (21.1%) > 5 grade (WS) 18 taxa (11.6%) > 3 grade (CS) 17 taxa (11.6%) > 4 grade (SS) 14 taxa (9.5%). Ulsan city is one of a pivotal conduit for the introduction of invasive alien plants. Thereby, reliable management plans are required to monitor these species.

**Key words:** flora, invasive alien plants, Ulsan city

## 서론

생물자원 확보를 위해서는 생물다양성 유지가 필수이며, 전 세계적으로도 이에 대한 관심이 급격히 높아지고 있다. 특히 2010년 나고야의정서(Nagoya Protocol)가 채택된 이후 생물자원을 둘러싼 국가간 경쟁이 더욱 본격화 되었다(Kim *et al.*, 2012; Koo and Lee, 2012). 생물다양성 유지에 있어서 가장 위협적인 요인 중 하나는 침입외래식물(inva-

sive alien plant)로 인한 자생(고유) 식물종의 감소이다. 외래식물은 인간활동에 의하여 의식적 또는 무의식적으로 이입되어 그들의 유리한 생활사 전략을 이용하여 초기 정착지를 넘어 그들의 영역을 확장시킨다(Osada, 1976; Meffe *et al.*, 1997). 경우에 따라서는 안정적인 서식처에서도 자생종의 생태적 지위를 위협하여 생물다양성의 질적 쇠퇴에 영향을 미친다(Pimentel, 2002; Lee *et al.*, 2015). 침입외래식물은 최근의 연구에 의하면 기후 변화, 서식지 파괴, 환경오염 및 생태계 교란 등으로 인해 증가 일로에 있다(Shine *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2011; Kil *et al.*, 2012). 이에 국외에서는 1992년 생물다양성협약(CBD)이 채택된 이후 구미각국을 중심으로 침입외래식물에 대한 연구가 더욱 활

Manuscript received 26 April 2019, revised 17 May 2019, revision accepted 21 May 2019  
\* Corresponding author: Tel: +82-52-259-2397, Fax: +82-52-259-1694, E-mail: pollen@ulsan.ac.kr

발하게 진행되어 현재는 세계자연보전연맹(IUCN), SAPIA (Southern African Plant Invaders Atlas), 유럽·지중해 식물 보호기구(EPP0: European and Mediterranean Plant Protection Organization) 등에서는 단일지역뿐만이 아니라 광역적으로 연구가 확대되고 있다(Shine *et al.*, 2010). 한편 한국에서는 ‘생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률’(법률 제 11257호 2012년 2월 1일 제정)을 근거로 침입외래식물에 대한 국가 차원의 관리 방안을 마련한 바 있으나, 기관 및 연구자마다 쓰이는 용어와 기준이 모호하여 일관된 기준에 따라 구축된 목록작성과 정보를 찾기 어려웠다. 최근에서야 그 동안 여과 없이 사용된 용어와 기준을 재검토하여 침입외래식물을 총 46과 183속 322분류군으로 목록을 정리·제시하였다(Korea Forest Service, 2018).

울산광역시에는 각종 공단이 밀집해 있는 산업도시로서 다른 도시에 비하여 생물의 생육 환경이 매우 혹독한 지역이다(Choi, 2008). 또한 인접한 부산시와 더불어 각종 항구와 공항을 이용한 국내외 물류교역, 도심 내 순환도로, 전국을 잇는 고속도로 등 광역적으로 교류가 활발한 외부와의 연결 수단 확충으로 침입외래식물의 이동, 유입, 정착 및 확산의 기회가 매우 용이한 곳이다. 본 연구에서는 울산광역시에 분포하는 침입외래식물의 분포 현황과 특성을 밝히고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구 지역

울산광역시 지목별 토지 이용과 식생 피복 현황은 자연 지역이 약 63.3%로 가장 넓으며 대부분이 삼림에 해당한다. 그 중에서 상록침엽수림과 낙엽활엽이차림 그리고 침활혼효림이 약 54% 이상 차지한다(Fig. 1). 이는 울산광역시 삼림의 대부분이 인간의 간섭에 의해 교란되었거나, 교란된 후 자연성 회복단계에 들어선 이차림 상태에 있음을 의미한다(Choi, 2008). 울산지역의 기후는 연평균기온 14.3°C, 연평균강수량 1,290.9mm로 6월에서 8월까지 여름에 집중되고 한국의 하계다우 강수패턴과 유사하다(Fig. 1).

### 2. 연구 방법

침입외래식물의 분포현황을 밝히기 위하여 울산광역시 내의 식물상 및 다양한 서식처를 대상으로 한 식생조사를 실시하였다. 획득된 식생조사표를 통하여 침입외래식물 목록화 및 서식처 유형을 분석하였다. 침입외래식물의 분포 특성을 밝히기 위해서는 생활형, 원산지, 이입시기 및 도입

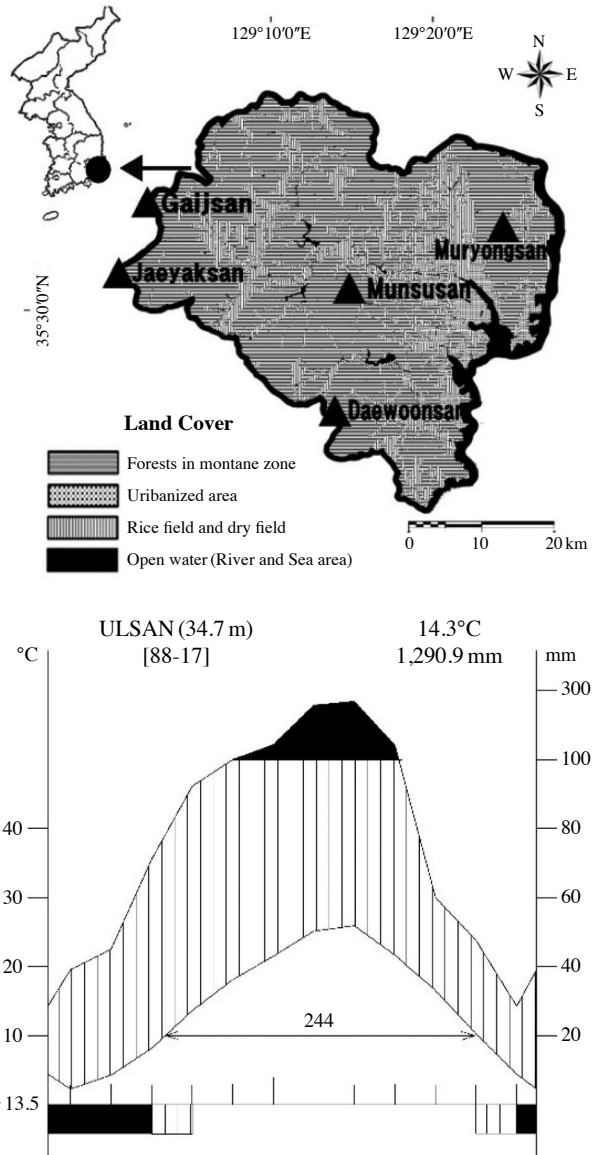


Fig. 1. Land cover and climate diagram of study area.

구분, 행정구역별 비교, 확산등급, 서식처별 분포 특성을 분석하였다. 또한 울산광역시 환경오염조사 및 환경중기종합 계획수립 보고서(Choi, 1997) 등 25개의 기존 연구 자료 분석을 병행하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 울산광역시의 침입외래식물 현황

울산광역시에 분포하는 관속식물 총 종수는 143과 641속 1,364종 182변종 31품종 1아종 등 총 1,578분류군으로

확인되었다. 한국 전체의 식물상(National List of Species of Korea, 2017)의 34.9%를 차지하였다. 관속식물 중 침입 외래식물은 30과 93속 144종 2아종 1변종의 총 147분류군(Table 2)으로 한국의 침입외래식물(Korea Forest Service, 2018)의 45.6%에 해당하였다. 과별 출현 및 분포 종수는 국화과 42분류군(28.6%)>벼과 27분류군(18.4%)>콩과 15분류군(10.2%)>십자화과 9분류군(6.1%)>마디풀과 7분류군(4.8%)>명아주과 6분류군(4.1%)>석죽과, 아욱과 및 명아주과 등이 각각 4분류군(2.7%)씩>현삼과 및 가지과가 각각 3분류군(2.0%)씩>대극과, 바늘꽃과 및 질경이과 등이 각각 2분류군(1.4%)씩>그 외 기타 과 1종(0.7%)씩 순으로 확인되었다. 이는 정(Jung *et al.*, 2016) 등이 제시한 한국의 침입외래식물의 과별 분포 현황과 매우 유사한 양상을 보였다. 침입외래식물은 광역적인 분포를 보이는 종들로 구성되어 있다. 환경부지정 생태계교란야생식물(Ministry of Environment·National Institute of Ecology, 2018)은 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 서양등골나물, 물참새피, 도깨비가지, 서양금혼초, 애기수영, 가시박, 미국쑥부쟁이, 양미역취, 가시상추 등 총 11분류군의 생육 분포를 확인하였다. 이들 대부분은 공단 및 항구를 중심으로 연결된 도로변과 하천을 따라 분포하였다. 한국의 생태계교란야생식물 총 14분

류군 중 78.5%가 분포하고 있다. 최근 생태계교란야생식물로 지정된 갯줄풀, 영국갯끈풀과 털물참새피를 제외하고 대부분 울산광역시에 분포하고 있는 것으로 확인되었다. 인접한 부산광역시의 생태계교란야생식물(Ryu *et al.*, 2017)은 10분류군으로 서양등골나물을 제외하고는 울산시와 거의 일치하는 것으로 나타났다. 그러므로 항구를 통한 물류 교류 그리고 주변지역과 다양한 확산 경로를 동시에 갖추고 있는 지역으로 생태계교란야생식물을 포함한 침입외래식물의 유입, 이동 및 확산과정에 기여하고 있을 가능성이 매우 높다는 것을 알 수 있다.

2. 생활형 구분

침입외래식물의 생활형은 1년생 62분류군(42.2%)>다년생 48분류군(32.7%)>2년생 34분류군(23.1%)>목본 3분류군(2.0%) 등의 순으로 분석되었다(Table 1, Fig. 2). 이는 한국 전체 침입외래식물의 생활형(Jung *et al.*, 2016)인 1년생 139분류군>다년생 116분류군>2년생 52분류군>목본 8분류군>1년 혹은 다년생 5분류군 등의 순서와 일치하는 결과이다. 초본식물이 목본식물에 비해 분포율이 높은 이유는 대부분 1년내 성장이 이루어지고 생활환이 짧기

Table 1. Characters of invasive alien plants in Ulsan city.

		An	Bi	H.P	W.P	An or H.P										
L.F	Ulsan	62 (42.2%)	34 (23.1%)	48 (32.7%)	3 (2.0%)	-										
	Korea	140 (43.8%)	52 (16.3%)	116 (36.3%)	8 (2.5%)	4 (1.3%)										
Life-Form (L.F): An: Annuals, Bi: Biennials, H.P: Herbaceous Perennials, W.P: Woody Perennials. An or H.P: Annuals or Herbaceous Perennials																
Reg.	Jj	Jn	Gg	Ic	So	Gw	Us	Gb	Jb	Gn	Cn	Dg	Bs	Cb	Dj	Gj
	187	164	164	163	158	151	147	147	138	135	123	110	99	91	64	56
Region (Reg.): Jj: Jeju, Jn: Jeonnam, Gg: Gyeonggi, Ic: Incheon, So: Seoul, Gw: Gangwon, Us: Ulsan, Gb: Gyeongbuk, Jb: Jeonbuk, Gn: Gyeongnam, Cn: Chungnam, Dg: Daegu, Bs: Busan, Cb: Chungbuk, Dj: Daejeon, Gj: Gwangju.																
Orig.	Am		Eu-As	Eu-As, Af	Eu	As	Med	Eu-Af	Af	Tr	etc					
	Ulsan	51 (35.7%)	17 (11.6%)	1 (0.7%)	55 (37.4%)	6 (4.1%)	1 (0.7%)	1 (0.7%)	2 (1.4%)	12 (8.2%)	1 (0.7%)					
Origin (Orig.): Am: America, Eu-As: Eurasia, Eu: Europe, As: Asia, Med: Mediterranean, Af: Africa, Tr: Tropics, etc: other region.																
I.T.	1			2			3									
	Period			per~1921			1922~1963			1964~actuality						
	Ulsan			15 (10.2%)			48 (32.7%)			84 (57.1%)						
	Korea			21 (6.6%)			62 (19.4%)			237 (74.1%)						
Introduction time (I.T.): 1. First period, 2: Second period, 3: Third period.																
D.G.	1		2		3		4		5							
	Ulsan		67 (45.6%)		31 (21.1%)		17 (11.6%)		14 (9.5%)		18 (12.2%)					
	Korea		234 (73.1%)		35 (10.9%)		18 (5.6%)		15 (4.7%)		18 (5.6%)					
Diffusion grade (D.G.): 1: Potential Spread, 2: Minor Spread, 3: Concerned Spread, 4: Serious Spread, 5: Wide Spread.																

때문에 높은 결실률로 빠른 산포와 확산을 보이기 때문이다(Lee, 2011). 또한 1년생 또는 다년생의 초본식물이 정착하기 위해서는 초기 천이단계의 입지가 많이 분포하고 있음을 의미한다.

따라서 울산광역시 생태계는 지속적으로 간섭을 받고 있으며 침입외래식물이 초기유입에 용이한 지역임을 알 수 있다.

### 3. 행정구역별 비교

울산광역시에 분포하는 침입외래식물 종수는 기존 연구(Jung, 2014)보다 76분류군이 더 증가한 147분류군으로 나타났다. 이는 제주도 187분류군 > 경기도, 전라남도 > 각각 164분류군씩 > 인천광역시 163분류군 > 서울특별시 158분류군 > 강원도 151분류군에 이어 7번째로 높은 종수를 나타내었다(Fig. 3). 토지 이용 현황 중 자연지역인 삼림이 약 63.3%로 가장 높은 비중을 차지 하고 있다. 생육지의 입지적 환경 제한에 의해서 자생식물 보다 낮은 종수를 나타내

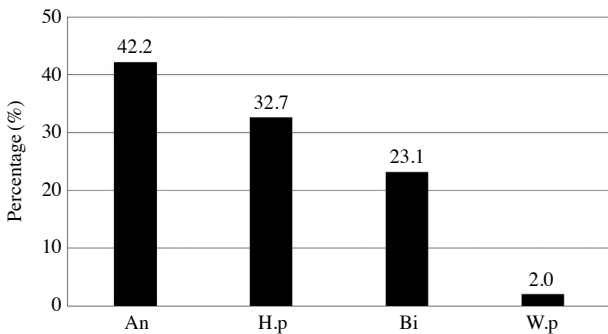


Fig. 2. Classification of invasive alien plants by life form (An; Annuals, H.p; Herbaceous perennials, Bi; Biennials, W.p; Woody perennials).

는 것으로 사료된다. 하지만 다양한 확장 경로를 이용하여 타 지역으로 침입외래식물의 이동, 유입, 정착 및 확산이 점점 더 용이해질 것으로 예상됨에 따라 이들 종에 대한 지속적인 모니터링이 요구된다.

### 4. 원산지별 구분

울산광역시 침입외래식물의 원산지는 유럽 55분류군 (37.4%) > 아메리카 51분류군 (34.7%) > 유라시아 17분류군 (11.6%) > 열대 12분류군 (8.2%) > 아시아 6분류군 (4.1%) > 아프리카 2분류군 (1.4%) > 유라시아-아프리카, 지중해, 유럽-아프리카, 기타 등 각 1분류군 (0.7%)씩 순으로 나타났다(Table 1, Fig. 4). 이는 한국 전체 침입외래식물의 원산지가 아메리카 > 유라시아 > 유라시아-아프리카 > 유럽 > 아시아 > 지중해 > 유럽-아프리카 > 아프리카 > 열대 > 기타 등과 원산지별 순서에 다소 차이를 보였다. 한국은 오래 전부터 타국과의 교류로 인하여 식물의 이·출입이 여러 방면으로 발생하여 정확한 원산지를 정의할 수 없다(Lee, 2011). 하지만 Lee et al. (2015)의 연구결과에 따르면 침입외래식물의 원산지는 주로 아메리카, 유럽, 유라시아 등의 동위도상에 있는 북반구 원산의 종이 일반적이며, 이는 유사한 기후 유형을 따라 보다 효과적인 정착 및 적응을 하기 때문이다.

그러므로 원산지별 분석은 의도적 또는 비의도 도입의 결과와 입지별 종들의 정착 방식에 지배적인 영향을 받고 있는 것으로 사료되어 원산지별 구분에 큰 의미는 없는 것으로 보인다.

### 5. 이입시기 및 도입 구분

이입시기는 1기(개항 이후~1921년), 2기(1922년~1963

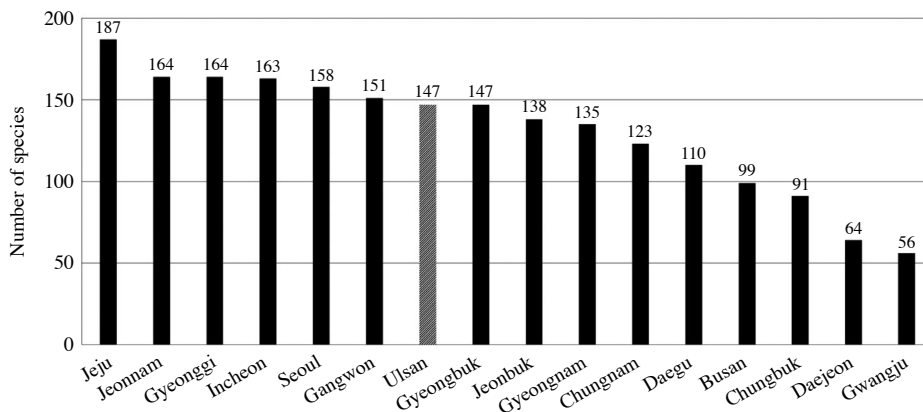


Fig. 3. A comparison of invasive alien plants by region.

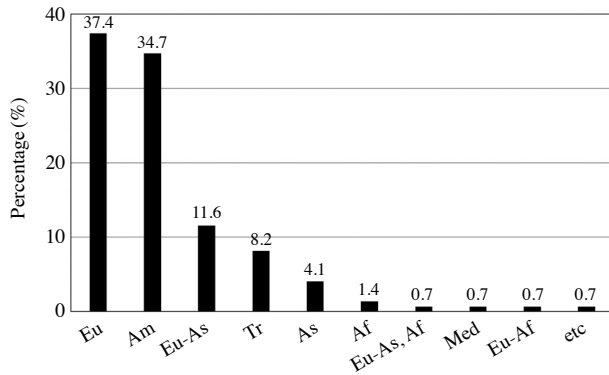


Fig. 4. Classification of invasive alien plants by origin (Eu; Europe, Am; America, Eu-As; Eurasia, Tr; Tropics, As; Asia, Med; Mediterranean, Af; Africa, etc; other region).

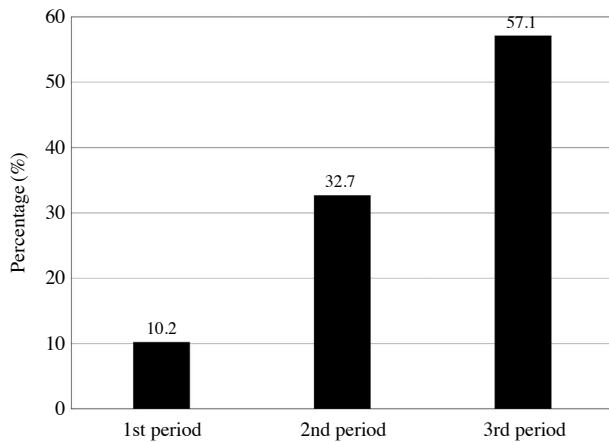


Fig. 5. Comparison of introduced periods of invasive alien plant in Ulsan.

년), 3기(1964년~현재)로 구분하였다. 울산광역시에서 확인된 침입외래식물 중 3기(84분류군)>2기(48분류군)>1기(15분류군) 순으로 한국 전체 침입외래식물의 이입시기가 3기>1기>2기와 유사한 양상으로 나타났다(Table 1, Fig. 5). 대부분 3기에 이입된 종이 많은 이유는 울산광역시를 포함한 한국이 산업화를 이루면서 외국과의 교류가 활발함에 따라 국내에 도입된 침입외래식물이 대부분을 차지하고 있음을 의미한다. 도입 구분은 비의도가 97분류군(66.0%), 의도(관상용, 식용, 양용, 목초용 등) 50분류군(34.0%)으로 비의도적인 유입이 지배적으로 높게 나타났다. 이는 한국의 침입외래식물 유입경로와 일치하는 결과이다. 울산광역시는 공단과 항구를 통한 무역도시로서 오랜 무역교류의 역사와 더불어 다수 종들이 비의도적으로 유입되었음을 입증하고 있다.

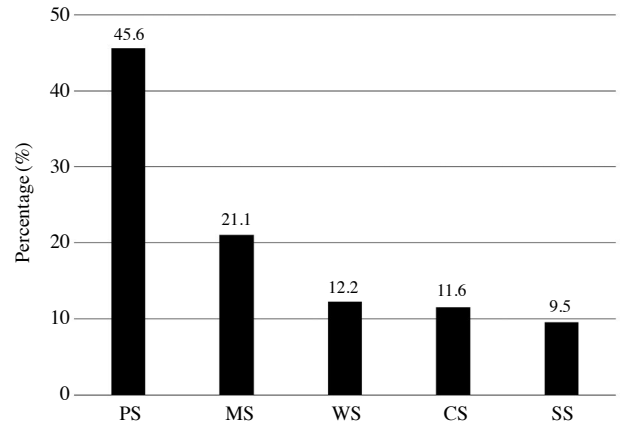


Fig. 6. Intrusion degree of invasive alien plants in Ulsan city (PS; Potential Spread, MS; Minor Spread, WS; Wide Spread, CS; Concerned Spread, SS; Serious Spread).

### 6. 확산등급

침입외래식물의 확산등급은 1등급(PS) 67분류군(45.6%) > 2등급(MS) 31분류군(21.1%) > 5등급(WS) 18분류군(12.2%) > 3등급(CS) 17분류군(11.6%) > 4등급(SS) 14분류군(9.5%)으로 나타났다(Table 1, Fig. 6). 한국 침입외래식물의 확산등급은 1등급(Potential Spread) 231분류군(73.1%) > 2등급(Minor Spread) 38분류군(10.9%) > 3등급(Concerned Spread) 및 5등급(Widespread)이 각각 18분류군(5.6%) > 4등급(Serious Spread) 15분류군(4.7%) 등과 비슷한 양상을 나타내었다.

특히 확산이 우려되는 3등급종과 심각한 확산이 예상되는 4등급종, 광분포종인 5등급종 대부분이 울산광역시에도 동일하게 분포하는 것으로 확인되어 한국 전역에 퍼져있는 침입외래식물의 이동, 유입, 정착 및 확산의 기회가 매우 용이한 지역임을 의미한다.

### 7. 침입외래식물의 서식지별 분포 특성

서식지별 분포 특성은 현장조사를 바탕으로 먼저 삼림지역과 비삼림지역으로 구분하였다. 이를 세분화하여 삼림지역은 1개의 지역 특성인 산지로 반영하였고, 비삼림지역은 6개의 지역 특성인 초지(경작지 포함), 하천(저수지, 습지포함), 도로변, 시·조성지(공단지역, 나지 포함), 해안(섬포함) 등으로 구분하였다(Jung et al., 2016). 침입외래식물의 생육지별 가장 높은 분포 빈도를 나타내는 지역은 들, 경작지를 포함한 초지(28.4%)로 나타났으며, 그 다음으로 노변(23.1%)>하천(18.0%)>공단지역을 포함한 시·조성지(14.7%)>산지(11.3%)>해안(4.6%) 등의 순으로 나타

**Table 2.** List of invasive alien plants in Ulsan city.

Family name	Scientific name	Life form	Origin	Period	Diffusion grade	Distribution characteristic
Polygonaceae	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á.Löve	1 (vine)	Eu-As	2	1	M, F
	<i>Persicaria orientalis</i> (L.) Spach	1	As (india)	2	3	M, F
	<i>Rumex acetosella</i> L.	Pe.	Eu	2	5	F, RO, RA
	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	Pe.	Eu	3	1	RI, F, RA, RO
	<i>Rumex crispus</i> L.	Pe.	Eu	3	5	RA, RO, RI
	<i>Rumex dentatus</i> L.	Pe.	Eu-As, nAf	3	1	RO, F, RI
	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Pe.	Eu-As	3	2	F, RI, RA
Chenopodiaceae	<i>Atriplex prostrata</i> Boucher ex DC.	1	Eu	3	1	C, RO, F
	<i>Chenopodium album</i> L.	1	Eu	2	3	RA, RO, F, RI
	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	1	A	2	2	RO, C, F, RI, RA
	<i>Chenopodium ficifolium</i> Sm.	1	Eu-As	2	5	F, RA, RO, RI
	<i>Chenopodium glaucum</i> L.	1	Eu-As	2	4	F, C
	<i>Bassia scoparia</i> (L.) A. J. Scott	1	Eu-As	2	1	RA, F
Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i> L.	1	tA	2	1	RA, F
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i> L.	Pe.	nA	3	5	M, RA, RO
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	1	tA	3	1	RA, RO
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	2	Eu	3	2	F, RI
	<i>Saponaria officinalis</i> L.	Pe.	Eu-As	3	1	M, RA
	<i>Silene latifolia</i> subsp. <i>alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet	2	Eu-As	3	1	M, F, C
	<i>Silene armeria</i> L.	1	Eu	2	3	RI, C, RA
	<i>Silene gallica</i> L.	2	Eu	3	1	C
Magnoliaceae	<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	Tr.	As (japan)	1	1	F, RA, M
Cruciferae	<i>Lepidium draba</i> L.	Pe.	Eu	3	1	F, C
	<i>Chorispora tenella</i> (Pall.) DC.	1	Eu-As	3	1	RO, F
	<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	1	Eu	3	1	C
	<i>Lepidium perfoliatum</i> L.	2	Eu-As	3	1	C, F
	<i>Lepidium virginicum</i> L.	2	nA	3	4	RO, RA, F, M
	<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.	Pe.	Eu	2	1	RI, W, R
	<i>Sinapis arvensis</i> L.	1	Eu	3	1	F, RA
	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	1	Eu	3	1	RO, F, RA
	<i>Sisymbrium orientale</i> L.	1	Eu	3	1	RI, F
Rosaceae	<i>Potentilla supina</i> L.	2	Eu	2	4	M, RO, RA
Leguminosae	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	Tr. (shrub)	nA	2	5	M, RI, RA
	<i>Astragalus sinicus</i> L.	2	As (china)	2	4	RO, F
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Pe.	Eu	3	1	F, RO, RI
	<i>Medicago polymorpha</i> L.	1	Eu	2	2	F, RO, C, RI
	<i>Medicago lupulina</i> L.	2	Eu	2	2	F, RO, C, RI
	<i>Medicago sativa</i> L.	Pe.	Eu (Mediterranean)	2	3	F, RI
	<i>Melilotus albus</i> Medik.	2	As (central)	2	2	F, RO
	<i>Melilotus suaveolens</i> Ledeb.	2	As (china)	2	3	F, M
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Tr.	nA	2	5	M, RO, RA, RI
	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	1	Eu	3	1	RI, F
	<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	Pe.	Eu-As	3	1	RI, F
	<i>Trifolium pratense</i> L.	Pe.	Eu	1	4	F, M, RI
	<i>Trifolium repens</i> L.	Pe.	Eu, nAf	1	5	ALL
	<i>Vicia villosa</i> subsp. <i>varia</i> (Host) Corb.	2 (vine)	Eu	3	1	C, RI
	<i>Vicia villosa</i> Roth	2 (vine)	Eu	3	2	RI, F
Geraniaceae	<i>Geranium carolinianum</i> L.	1	nA	3	1	RA, RO, F
Oxalidaceae	<i>Oxalis articulata</i> Savigny	Pe.	sA	3	1	RO
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia maculata</i> L.	1	nA	3	3	F, RO, RA

Table 2. Continued.

Family name	Scientific name	Life form	Origin	Period	Diffusion grade	Distribution characteristic
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia supina</i> Raf.	1	nA	2	4	RA, RO, F
Malvaceae	<i>Hibiscus trionum</i> L.	1	Eu	1	2	RO, F
	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	2	Eu-As	3	1	RA, F
	<i>Malva pusilla</i> Sm.	1	Eu	3	1	RO, RA
	<i>Malva sylvestris</i> L.	2	Eu	2	1	RA
Guttiferae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Pe.	Eu	3	1	F
Violaceae	<i>Viola papilionacea</i> Pursh	Pe.	nA	3	1	M, RA
Onagraceae	<i>Oenothera × erythrosepala</i> Borbás	2	nA	2	1	F, RA, RO
Onagraceae	<i>Oenothera biennis</i> L.	2	nA	2	5	ALL
Umbelliferae	<i>Anthriscus caucalis</i> M.Bieb.	1	Eu	3	1	RO, F
Convolvulaceae	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.	1 (vine)	nA	3	3	F, RI
	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	1 (vine)	tA	2	3	RA, F
	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	1 (vine)	sA	2	2	RA, RI, F
	<i>Ipomoea cholulensis</i> Kunth	1 (vine)	tA	2	3	RA, RO, M, F
Boraginaceae	<i>Symphytum officinale</i> L.	Pe.	Eu	3	2	F, RA
Labiatae	<i>Lamium purpureum</i> L.	2	Eu-As	3	1	F, RA
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	1	tAs	2	1	F, RO, RA
	<i>Solanum carolinense</i> L.	Pe.	nA	3	2	F, RI
	<i>Solanum sarachoides</i> Sendtn.	1	sA	3	1	F, M
Scrophulariaceae	<i>Verbascum thapsus</i> L.	2	Eu	3	1	F, RA, RO
	<i>Veronica arvensis</i> L.	1	Eu-As	2	5	RO, F
	<i>Veronica persica</i> Poir.	2	Eu-As	2	5	ALL
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Pe.	Eu	2	2	F, C, RO
	<i>Plantago virginica</i> L.	2	nA	3	1	RO, RI
Cucurbitaceae	<i>Sicyos angulatus</i> L.	1 (vine)	nA	3	2	RI
Compositae	<i>Achillea millefolium</i> L.	Pe.	Eu	3	2	RA
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	1	nA	2	5	M, RO, RI
	<i>Ambrosia trifida</i> L.	1	nA	3	2	M, RO, RI
	<i>Symphyotrichum pilosum</i> (Willd.) G. L. Nesom	Pe.	nA	3	4	RI, RO, M
	<i>Symphyotrichum subulatum</i> (Michx.) G. L. Nesom	1	nA	3	3	RI, RO
	<i>Symphyotrichum expansum</i> (Poepp. ex Spreng.) G.L. Nesom	1	tA	3	1	RI, RO
	<i>Bidens frondosa</i> L.	1	nA	3	5	RI, F, C
	<i>Bidens pilosa</i> L.	1	sA (tropical, warm)	3	2	RI, F, RO
	<i>Bidens polylepis</i> S. F. Blake	1	nA	3	1	M, F
	<i>Verbesina alternifolia</i> (L.) Britton ex Kearney	Pe.	nA	3	1	M, RA
	<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	Pe.	nA	2	3	M, RO, RI, RA
	<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	1	nA	2	2	RO, RI, RA
	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	1	nA (Mexico)	2	3	RO, RI, RA, F
	<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	1	nA (Mexico)	3	1	RI, RO
	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	1	Af	3	3	M, F
	<i>Erechtites hieracifolia</i> (L.) Raf.	1	nA	2	5	M, F
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	2	nA	2	5	RA, RO, F, RI, M, C
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	2	sA	2	4	RA, RO, F, RI, M, C
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	2	nA	2	5	RA, RO, F, RI, M, C
	<i>Erigeron philadelphicus</i> L.	Pe.	nA	3	1	RO, F
	<i>Erigeron strigosus</i> Muhl. ex Willd.	2	Eu	3	2	RO, F
	<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E. Walker	2	sA	2	2	RO, F
	<i>Ageratina altissima</i> (L.) R. M. King & H. Rob.	Pe.	nA	3	1	M, F
	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	1	tA	3	5	RO, F, RA, RI, M, C

Table 2. Continued.

Family name	Scientific name	Life form	Origin	Period	Diffusion grade	Distribution characteristic
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	1	tA	3	2	F
	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Pe.	nA	1	2	F, RA, RO
	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Pe.	Eu	3	2	M, F
	<i>Lactuca serriola</i> L.	2	Eu	3	1	RO, F, RA
	<i>Lapsana communis</i> L.	1	Eu	3	1	M, F
	<i>Rudbeckia bicolor</i> Nutt.	Pe.	nA (south)	3	3	RA, F, RO
	<i>Rudbeckia laciniata</i> var. <i>hortensia</i> L. H. Bailey	Pe.	nA	2	1	RA, RO
	<i>Senecio vulgaris</i> L.	1	Eu	2	1	RA, RO, F, RI, M, C
	<i>Solidago altissima</i> L.	Pe.	nA	3	1	RO, RI
	<i>Solidago gigantea</i> Aiton	Pe.	nA	3	3	RO, RI
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	1	Eu	2	4	F, M
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1	Eu	2	4	F, M, RO
	<i>Tagetes minuta</i> L.	1	sA	3	2	RO, F
	<i>Taraxacum laevigatum</i> (Willd.) DC.	Pe.	Eu	3	1	RO, RI, F
	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.	Pe.	Eu	2	5	F, RO, RI, RA, M, C
	<i>Tragopogon dubius</i> Scop.	2	Eu	3	1	RO, F
	<i>Xanthium canadense</i> Mill.	1	nA	3	2	F, RO
	<i>Xanthium italicum</i> Moretti	1	nA	3	1	F, RO
Gramineae	<i>Aegilops cylindrica</i> Host	1	Eu	3	1	RO, F, M
	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl	Pe.	Eu	3	1	M, F
	<i>Avena fatua</i> L.	2	Eu-As	2	2	RO, F, RI, M
	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	Pe.	sA	3	2	RO, F, RI
	<i>Bromus rigidus</i> Roth	2	Eu	3	1	RO, F, RI
	<i>Bromus sterilis</i> L.	1	Eu	3	1	RO, F, RI
	<i>Bromus secalinus</i> L.	2	Eu	2	1	RO, F, RI
	<i>Bromus tectorum</i> L.	2	Eu	3	2	RO, F, RI, C
	<i>Chloris virgata</i> Sw.	1	tA	2	1	F, RO
	<i>Coix lacryma-jobi</i> L.	1	tAs	2	1	M, RA
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Pe.	Eu-As	2	5	F, M
	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	Pe.	Eu	3	1	RO, F, RI, C
	<i>Leptochloa fusca</i> (L.) Kunth	1	As	3	1	C, F
	<i>Eragrostis curvula</i> (Schrad.) Nees	Pe.	sAf	3	2	RO, RI, F
	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Pe.	Eu	3	4	RO, RI, F
	<i>Vulpia myuros</i> (L.) C. C. Gmel.	1	Eu	3	2	F
	<i>Hordeum murinum</i> L.	1	Eu-As	3	1	F, RI
	<i>Hordeum pusillum</i> Nutt.	1	nA	3	1	F, RI
	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	2	Eu	3	3	RO, F, RI
	<i>Lolium perenne</i> L.	Pe.	Eu	3	4	RO, F, RI
	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	1	nA	3	4	RI, F
	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	Pe.	sA	3	1	RO, RI
	<i>Paspalum distichum</i> L.	Pe.	tAs (tropical)	3	1	RO, RI
	<i>Phleum pratense</i> L.	Pe.	Eu	2	3	F
	<i>Poa compressa</i> L.	Pe.	Eu	3	2	RO, RI
	<i>Poa pratensis</i> L.	Pe.	Eu	2	4	RO, RI
	<i>Poa atrivialis</i> L.	Pe.	Eu, As (westsouth)	2	1	RI, F
Commelinaceae	<i>Tradescantia ohiensis</i> Raf.	Pe.	nA	2	2	RA, RO
Amaryllidaceae	<i>Zephyranthes candida</i> (Lindl.) Herb.	Pe.	sA	2	1	RA
Iridaceae	<i>Sisyrinchium rosulatum</i> E. P. Bicknell	Pe.	nA	2	1	RA, F

Life form: An: Annuals, Bi: biennials, H.P: Herbaceous Perennials, W.P: Woody Perennials.

Origin: Am: America, Eu-As: Eurasia, Eu-As, Af: Eurasia-Africa, Eu: Europe, As: Asia, Me: Mediterranean, Eu, Af: Europe-Africa, Af: Africa, Tr: Tropics, etc: Et cetera.

I: Tropics, J: Et cetera.

Distribution characteristic: M: Mountain, RA: Residential area, RO: Road, F: Field, RI: River, C: Coast.



났다. 먼저 첫번째로 인간간섭이 높고 비개발지인 경작지와 초지가 차지하는 면적이 가장 높았다. 이를 중심으로 목발소리쟁이, 자운영, 벳지, 달맞이꽃, 울산도깨비바늘 등이 주로 분포하고 들묵새, 큰조아재비가 특징적으로 출현하였다. 두 번째로 높게 나타난 노변은 항구, 공단과 이어진 도로는 주변도시와 연결되어 인간 및 차량의 이동에 의해 침입외래식물의 이동, 유입, 정착, 확산이 용이한 것으로 나타났다. 노변일대로 흰독말풀, 큰금계국, 개망초, 망초, 큰도꼬마리 등이 주로 분포하고 특징적으로 출현하는 침입외래식물은 없었다. 세번째로 높게 나타난 하천은 울산광역시를 서에서 동으로 가로지르는 태화강과 주변 고수부지 일대로 인접한 도로, 공터, 시조성지로부터 침입외래식물의 유입이 빈번하게 발생하고 있는 것으로 나타났다. 특히 하천생태계는 하천에서 수체로 인하여 주기적 혹은 영속적인 범람의 영향으로 식물들 사이의 경쟁 강도를 감소시키고, 식물군집을 초기 천이단계로 돌리며, 침입외래식물의 정착에 유리하게 작용하는 것으로 알려져 있다(Hood and Naiman, 2000). 하천변 및 고수부지에서 양미역취, 족제비싸리, 물참새피, 미국쑥부쟁이, 끈끈이대나물, 돼지풀 등이 주로 분포하고, 가시박이 특징적으로 출현하였다. 네번째로 높게 나타난 공단지역을 포함한 시·조성지는 인간간섭, 토양오염, 답압 등 생육지의 제한적인 요인이 강함에도 불구하고 특징적으로 분포, 생육하고 있는 침입외래식물이 없었다. 공단지역, 시·조성지 일대에는 청비름, 개쑥갓, 둥근잎유홍초, 난쟁이아욱, 흰명아주, 나도샤프란 등이 주로 분포하였다. 다섯 번째로 산지는 울산광역시에서 가장 넓은 면적을 차지하고 있으나 침입외래식물이 낮은 분포를 보였다. 대부분의 침입외래식물은 광량이 높은 교란된 지역을 선호하기 때문인 것으로 보인다. 하지만 최근 등산객의 증가, 등산로 확장, 휴양시설 확충 등 지속적인 교란에 의해 침입외래식물의 유입 및 정착에 용이한 입지가 확대되고 있는 것으로 판단된다. 삼림 내부 또는 가장자리에는 미국자리공, 아까시나무, 붉은서나물, 서양등골나물 등이 주로 분포하고 그 외 특징적으로 출현하는 침입외래식물은 없었다. 마지막으로 해안가일대는 염분, 강한 일조량, 해풍 등 생육지의 환경제한으로 인하여 침입외래식물의 유입 및 정착이 어려운 것으로 판단된다. 주로 인간 간섭이 심화된 주전, 대왕암공원, 슬도, 서생, 진하 등의 해안가 관광지를 중심으로 갯드렁새, 대부도맹이, 모래맹이, 양장구채, 창질경이 등이 주로 분포하고 양장구채, 모래맹이가 특징적으로 출현하였다.

**저자기여도** 이윤근은 연구계획부터 현지조사, 결과분석,

논문 작성 등에 기여하였으며, 문경희, 임하우는 현지조사, 자료수집에 참여하였고, 최기룡은 전 과정에 기여하였습니다.

**이해관계** 본 논문에 대한 저자들 간의 어떤 이해관계 및 갈등이 없습니다.

## REFERENCES

- Choi, K.R. 1997. Environmental Pollution Survey and Mid-term Environmental Plan in Ulsan City. Ulsan.
- Choi, K.R. 2008. Natural Environment Survey and Ecological Natural Map in Ulsan City. Ulsan Regional Environmental Technology Development Center.
- Hood, W.G. and R.j. Naiman. 2000. Vulnerability of riparian zones to invasion by exotic vascular plants. *Plant Ecology* **148**: 105-114.
- Jung, S.Y. 2014. A Study on the Distribution Characteristics of Invasive Alien Plant (IAP) in South Korea. Ph. D. Dissertation. Andong National University, Andong.
- Jung, S.Y., J.S. Lee, Y.H. Gwon, H.T. Shin, J.W. Lee, S.J. Kim, J.B. An, J.M. Chung and Y.C. Cho. 2016. Invasive Alien Plants in South Korea. Korea Forest Service.
- Kil, J.H., Y.H. Kim, H.M. Kim, D.H. Lee, C.W. Lee, S.M. Hwang, D.E. Kim, H.M. Kim, H.S. Yang and M.J. Kim. 2012. Monitoring of Invasive Alien Species Designated by the Wildlife Protection Act (VI). National Institute of Environmental Research Report.
- Kim, J.T., G.G. Lee and J.S. Kim. 2012. The economic evaluation of the forestbiodiversity in South Korea. *Journal of Agriculture & Life Science* **46**(4): 31-39.
- Koo, M.H. and D.K. Lee. 2012. A study on the national and international research trend of biodiversity assessment method and its application of environmental impact assessment. *Journal of Environmental Impact Assessment* **21**(1): 119-132.
- Korea Forest Service. 2018. Invasive Alien Species. Korea Forest Service.
- Lee, C.W., H.J. Cho, M.J. Kang, M.K. Huh, I.C. Hwang and B.K. Choi. 2015. Study of status of naturalized plants in Busan city, South Korea. *Journal of Life Science* **25**(11): 1244-1254.
- Lee, Y.M., S.H. Park, S.Y. Jung, S.H. Oh and J.C. Yang. 2011. Study on the current status of natyralized Plants in South Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy* **41**(1): 87-101.
- Meffe, G.K., C.R. Carroll and S.L. Pimm. 1997. Community-and ecosystem-level conservation: species interactions, disturbance regimes, and invading species, p. 236-267. *In: Principles of Conservation Biology* (Meffe, G.K. and C.R. Carroll, eds.). Sinauer Associates, Inc. Pub., Sunderland, Mas-

- sachusetts.
- Ministry of Environment · National Institute of Ecology. 2018. Information of Korean Alien Species. online at <http://kias.nie.re.kr>, accessed on (date of access).
- National List of Species of Korea. 2017. National institute of biological resources. online at <http://kbr.go.kr>, accessed on (date of access).
- Osada, T. 1976. Colored Illustrations of Naturalized Plants of Japan. Hoikusha, Osaka.
- Pimentel, D. 2002. Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal, and Microbe Species. CRC Press, Boca Raton.
- Ryu, T.B., J.C. Lim, C.H. Lee, E.J. Kim and B.K. Choi. 2017. Distribution of invasive species in Metropolitan Busan, South Korea. *Journal of Life Science* 27(4): 408-416.
- Shine, C., M. Kettunen, P. Genovesi, F. Essl, S. Gollasch, W. Rabitsch, R. Scalera, U. Starfinger and P. ten Brink. 2010. Assessment to Support Continued Development of the EU Strategy to Combat Invasive Alien Species. Final Report for the European Commission. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels.