

Study of the Status of Naturalized Plants in Busan City, South Korea

Chang-Woo Lee¹, Hye-Jeong Cho², Min-Jung Kang², Man-Kyu Huh², In-Chun Hwang¹ and Byoung-Ki Choi^{2*}

¹Ecosafety Research, Bureau of Ecological Conservation Research, National Institute of Ecology, Seocheon 325-813, Korea

²Department of Molecular Biology, College of Natural Sciences and Human Ecology, Donggeui University, Busan 614-714, Korea

Received July 10, 2015 / Revised October 13, 2015 / Accepted October 14, 2015

Naturalized plants were identified and recorded in Busan city based on field surveys and related literature. These plants consisted of 156 taxa in total, belonging to 31 families, 95 genera, 147 species, and 9 varieties. The Compositae had the highest diversity among 31 families, with 44 taxa, followed by Gramineae, with 24 taxa, and Leguminosae, with 10 taxa. Among the plants, 68.6% (107 taxa) were annuals and biennials, and 30.1% (47 taxa) were perennials. There was one shrub (*Amorpha fruticosa*) and one tree (*Robinia pseudoacacia*). Naturalized degree 5 plants, as common and abundant plant, founded 26 taxa (96.3%) were most highly ratio from Korean naturalized plants. According to the results of the analysis based on place of origin, 50 (32.1%) taxa were from Europe, and 48 (30.8%) taxa were from North America. Epiphyten was the most common of the naturalized plants, with 123 taxa. Sixty-six (42.3%) taxa were introduced during period 1, and 15 (9.6%) were introduced during period 4. Ergasiophygophyten (50.6%) and Kenophyten (32.1%) were the dominant plants in these introduction periods. In conclusion, Busan city acts as a conduit for the introduction of naturalized plants. A sustainable management and monitoring strategy may be needed to prevent the introduction and naturalization of plants.

Key words : Exotic plant, invasive alien species, phytogeography, species pool

서 론

최근 반세기 동안 한국은 급격한 경제성장과 더불어 많은 자연환경의 서식처가 교란 또는 파괴되어 다양한 생태계의 변화를 겪었다. 이러한 변화와 함께 국제적 무역교류가 활발해지면서 공항, 항구, 목장, 도로변, 공원, 관광지 등을 중심으로 외래종의 유입이 확산되고 있다[31, 45]. 귀화식물을 포함한 이들 외래식물종은 지역 생태계와 인간생활에 긍정적 영향과 부정적 영향을 동시에 가지는 것으로 여겨진다[41, 43]. 외래식물종이 가지는 긍정적인 영향은 식용, 약용, 원예, 토양 침식방지 등의 다양한 경제적 가치로 대표될 수 있으며, 국내에서도 전체 귀화식물 가운데 24%가 이러한 가치를 고려한 의도적 도입종인 것으로 알려져 있다[32, 44]. 그러나 최근 주목 받고 있는 것과 같이 일부 귀화식물은 생태계와 인간 활동에 직접 또는 간접적으로 다양한 문제를 야기하는 것으로 알려져 있다. 귀화식물은 일반적으로 교란된 환경에서 선구성 식물로 흔히 출현하는 것으로 알려져 있지만 경우에 따라서는 안정적

인 서식처에서도 자생종의 생태적 지위(ecological niche)를 위협하는 것으로 알려져 있다[40, 47, 48, 50]. 일부 종들은 지역 생태계를 위협하는 종으로 인식되며, 1992년 IUCN의 생물다양성협약에서는 생태계, 서식지 또는 생물종을 위협하는 경우를 침입 외래종(invasive species)으로 구분하고 있다[29]. 국내에서도 2008년부터 환경부에서 국내 생태계에 위협을 가하는 일부 종들에 대해 '생태계교란외래동식물'로 지정하여 관리하고 있다. 최초 법제화가 이루어진 1998년 3종으로 시작하여, 1999년 5종, 2001년 1종, 2002년 4종, 2009년 6종, 2012년 2종이 추가로 지정되어 현재 18종이 법적 관리대상에 포함되어 있다[31]. 이 가운데 식물은 분류군 가운데 가장 다양한 종수인 12종이 지정되어 있다.

국내의 귀화식물과 관련된 연구는 Lee and Kim [22]이 65종의 아메리카 원산 식물종을 소개한 이후 지속적으로 이어져 오고 있다. 한국 전역의 귀화식물 종 다양성에 관한 최초의 연구는 Yim and Jeon [52]에 의해 이루어졌으며, 전국 200여개 지점으로부터 총 110분류군이 기록된 바 있다. 이후 지속적인 연구들을 통해 30여 년간 한국 귀화식물의 총 종수는 321분류군에 이르고 있는 것으로 고려되며, 앞으로도 지속적으로 증가할 것으로 예측되고 있다[26, 32].

부산시는 한국 제 2의 도시이며, 대표적인 항구도시로 빈번한 물류 교역이 이루어지는 지역이다. 행정구역 내에 부산항, 부산신항, 대변항과 함께 김해공항, 대규모의 다양한 물류센터 및 야적지, 경부고속도로, 남해안고속도로, 대구-부산간고

*Corresponding author

Tel : +82-51-890-1531, Fax : +82-51-890-1521

E-mail : eco@deu.ac.kr

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.

속도로, 부산-울산간고속도로 등 다수의 고속도로가 위치하고 있어 어느 도시보다도 활발한 교역이 이루어지는 지역이며, 귀화식물 유입 및 정착기회가 높다고 할 수 있다. 따라서 부산 지역 귀화식물에 대한 연구는 국내 귀화식물의 현황에 관한 대표성을 지닌다고 할 수 있으며, 한국 귀화식물의 현황과 특성을 추적하기에 의미있는 기록이 될 것으로 판단된다. 부산 지역의 귀화식물 관련연구는 Hong and Kim [7]에 의해 부산에 분포하는 외래식물 다양성에 대한 연구가 최초이며, 이듬해 Hong and Huh [5]에 의해 이들 중 가운데 귀화식물에 대한 별도의 기술이 이루어졌다. 그러나 이들 연구에서는 귀화종 판정에 대한 엄밀한 기준이 제시되지 않았으며, 현재 귀화종에서 배제되고 있는 다수의 재배종, 원예종 및 조경수종 등이 포함되어 있다. 이후 부산지역 산지대[1, 2, 10, 12, 16, 23, 24, 37], 등산로[8], 무인도서[30], 미기록종의 최초보고[4, 9] 등 지역 생물상 파악을 연구목적으로 하는 다양한 연구가 이루어진 바 있다. 그러나 부산시 전역을 대상으로 귀화식물의 분포현황을 파악한 연구가 약 20여 년의 연구사 동안 이루어지지 않고 있다. 또한 부산시의 다양한 서식처를 반영하며, 귀화식물의 분포현황과 더불어 생태적 특성에 대한 총괄적 고찰을 시도한 연구는 보고되지 않고 있다.

따라서 본 연구는 부산시 전역에 분포하는 귀화식물 종의 분포현황과 생태적 특성을 밝히는데 목적을 두고 있다. 부산시는 한국 귀화식물의 유입과 초기정착 및 확산에 있어서 중요한 역할을 감당하는 지역으로 판단되는 만큼 현 시점에서의 지역 귀화식물 종의 파악과 그 특성에 대한 고찰은 국가적 차원의 귀화종 관리에 대한 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

재료 및 방법

조사지역 및 일정

조사지역은 부산시 행정구역 내의 주요 도로변, 공터, 도심 지역, 해안, 하천, 경작지, 임연(林緣), 산지대 등을 포함한 다양한 서식처를 대상으로 조사를 진행하였다. 서식처별 귀화식물 분포특성을 파악하기 위하여 부산시에 분포하는 모든 식생기반 서식처 유형[13]을 기준으로 중 분포 특성을 확인하였다. 종의 서식처 내 분포 풍부도를 파악하기 위해 3단위(1: rare species, 2: common and not abundant species, 3: abundant species)의 순차척도(ordinal scale)를 활용하여 기재하였다 [26]. 조사 시기는 2013년 2월부터 2015년 4월까지 각 계절이 포함되도록 조사를 진행하였다.

환경 특성

조사지역의 토지피복도와 기후는 수자원관리종합정보시스템과 부산기상청의 자료에 근거하였다[19, 49](Fig. 1). 부산지역은 남부지역의 해안에 위치하고 있어 해양성 기후의 특징이

직간접적으로 나타나지만 여전히 하계집중형 강우패턴을 보이는 대륙성 기후특성을 보이며, 일평균기온이 영하로 떨어지는 시기가 두 달 가량 존재하는 것으로 확인되었다[19, 46]. 식물구계학적으로 남해안아구로 분류되며, 온난한 기후특성과 지리적 특성으로 인해 일부 난온대 및 아열대지역 분포 중심의 북한계 분포지역으로 고려되기도 한다[27]. 토지피복 지도는 크게 7개의 범례로 분류되고 있으며, 전체 면적은 약 749.3 km²에 달한다. 이 가운데 산림지역이 약 391.8 km² (52.2%)으로 가장 넓은 면적을 차지하고 있다. 그 이외의 지역은 논, 밭 경작지, 도심지, 이차초지, 수역, 공터 등으로 구성되어 있으며, 면적은 약 357.5 km² (47.3%)로 대부분 저지대에 위치하고 있다. 이 지역들은 산림지역에 비하여 인간간섭이 집약적으로 이루어지는 장소이며, 귀화종의 종조성 및 분포에 직간접적인 영향을 미칠 것으로 추정된다.

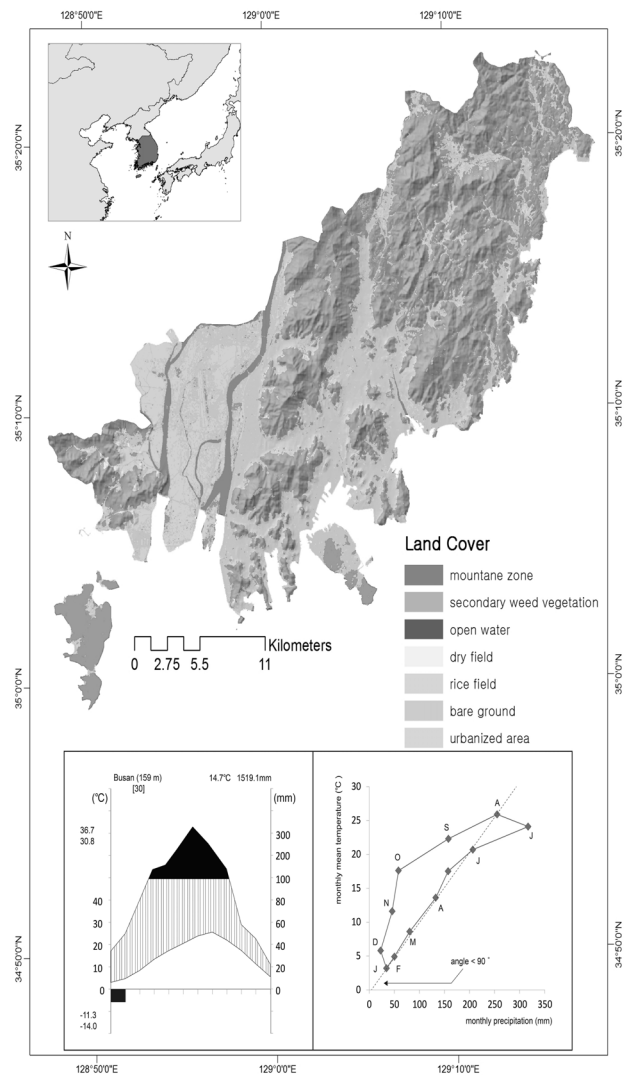


Fig. 1. Geography, land cover and climate of study area (Walter's climate diagram (under left) and Suzuki & Suzuki's continental ratio (under right)).

데이터 분석

신귀화식물(Neophyten)과 고귀화식물(Archaeophyten)을 19세기 후반 개화기를 기점으로 구분하였으며[26, 37, 44], 본 연구는 신귀화식물을 대상으로 연구가 진행되었다. 전체 귀화식물상 파악을 위해 현장조사와 더불어 16개의 선행연구 자료의 목록을 비교하였다. 귀화식물의 생태특성 분석은 귀화도[26], 원산지[26, 37, 44], 정착양식[15, 44], 유입시기[36, 44], 유입방법[15, 44], 생활형[25, 42], 서식처[13] 등에 의해 이루어졌다. 도시화지수(urbanization index)는 Yim and Jeon [52]의 분석방법(UI=현지 귀화식물상/한국 귀화식물종수X100)을 따랐으며, 귀화도(naturalized degree)는 Kariyama and Kobatake [11]을 기준으로 Lee 등[26]에서 제시된 값을 기초로 분석하였다.

결과 및 고찰

부산시의 귀화식물 다양성

본 연구의 현장조사를 통해 확인된 부산지역 귀화식물은 총 105분류군이었으며, 선행연구에서 확인된 종을 포함한 부산지역 전체 귀화식물 종 다양성은 31과 95속 147종 9변종의 156분류군으로 확인되었다(Table 1). 한국 전체 귀화식물종의 약 48.9%에 해당하는 결과이다. 연구사를 통한 귀화식물 종 출현 양상은 1987년 이후 지속적으로 종 다양성이 증가되어 왔으나 2006년 이후 연구에서는 부산시 내의 새로운 귀화종 분포에 대한 발견과 보고가 감소하는 경향을 보였다. 이후 2010년 이후 미기록종 분포와 관련한 연구가 이루어지면서 5종이 추가되었으며, 본 연구를 통해 45종의 분포가 부산시에서 새롭게 확인되었다(Table 1). 그러나 연구사에 따른 종 출현 양상이 귀화식물종의 부산시 도입 시기를 대변하기는 어려우며, 선행연구와 함께 확인된 귀화종 전체 종급원(species pool)의 현존 분포에 대해서도 다양한 논의를 필요로 하여 고찰에서 후술하였다.

부산시에서 확인된 귀화식물 중 가운데 생태계교란외래식물은 가시박, 돼지풀, 애기수영 등 10종으로 확인되었으며, 본 연구를 통해 가시박과 단풍잎돼지풀, 2종의 분포가 추가로 확인되었다(Table 1). 부산지역 귀화식물의 과별 다양성은 국화과(44종) > 벼과(24종) > 콩과(10종) > 십자화과(7종), 명아주과(7종), 메꽃과(7종) > 여뀌과(6종) > 가지과(5종), 대극과(5종), 현삼과(5종) 등의 순으로 확인되었으며, 관련 선행연구들과 유사한 경향을 나타내었다[5, 14, 33]. 귀화식물의 분포 및 출현양상에 따른 귀화도(ND)는 귀화도 2 (42종) > 3 (37종) > 1 (34종) > 5 (26종) > 4 (17종)의 순으로 나타났다(Table 2). 이는 한국 전체 귀화식물 분포양상인 1 > 2 > 3 > 4, 5 와는 다소 차이를 보인다[26]. 부산시의 귀화도 2, 3인 종은 각각 26.9%와 23.7%로 국내 귀화식물 목록과 유사한 수치를 보였으나, 종의 분포 범위가 제한적인 귀화도 1의 종은 단일지역 분포로는 현재까

지의 분포연구 가운데 제주도에 이어 부산시가 가장 높은 수치를 보이는 것으로 나타났다. 결국 이들 중 가운데 다수 종은 한국으로의 유입과정이 부산시를 통해 이루어지고 있음을 반증하고 있다. 도시화지수(UI)의 경우에도 부산시는 48.9%로 제주도(61.8%)[18]에 이어 가장 높은 수치를 나타낸다. 특히 울산광역시시의 18.2%[20], 인천시의 14.8%[39], 춘천 동북부지역의 21.4%[3], 춘천 남서부의 14.5%[28], 울릉도의 22%[38] 등과 비교할 때 월등히 높은 도시화지수를 나타내고 있다. 물론 도시화지수는 연구지역의 범위와 도시규모, 조사 시기 및 연구방법의 차이, 지역 종급원의 크기, 서식처 다양성 정도 등의 차이로부터 그 의미가 다르게 해석될 수 있으며, 연구지역과 유사한 속성을 가진 지역들에 대한 비교가 이루어져야 하지만, 관련지역에 대한 선행연구가 존재하지 않아 직접적인 비교는 불가능하다. 그러나 그럼에도 불구하고 부산시가 한국 귀화식물 유입에 있어 다양한 경로를 제공하고 있으며, 이미 다양한 종들이 부산시에 밀접하게 자리 잡고 있다는 사실은 부인하기 어려운 현실이다. 후속 연구를 바탕으로 국내 지역 간 귀화식물의 해상도 높은 유입경로 및 확장양상, 정착양식과 관리방안 등에 대한 다양한 비교 연구가 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

귀화식물 원산지

부산시 귀화식물의 원산지(origin)는 유럽(50종) > 북아메리카(48종) > 열대아메리카(17종) > 유라시아(16종) > 남아메리카(12종) > 아시아(4종) > 열대아시아(3종) > 열대아프리카(2종), 지중해(2종) > 아프리카(1종), 오스트레일리아(1종) 순으로 나타났다(Table 2). 이는 한국 전체 귀화종의 원산지가 유럽(126종) > 북아메리카(81종) > 유라시아(31종) > 열대아메리카(28종) > 남아메리카(24종) 등의 순으로 나타나는 것과 유사한 결과이다[34]. 부산시를 포함한 한국 귀화식물의 원산지는 유럽, 북아메리카, 유라시아 등의 북반구 원산의 종이 보다 일반적이는데, 이는 유사한 기후유형에 대해 보다 효과적으로 정착, 적응하기 때문으로 판단된다. 또한 이들 지역은 한국과 인적/물적 교류가 활발하게 이루어지는 국가들로, 귀화식물의 도입에 다양한 경로와 기회를 제공하고 있는 것으로 판단된다[21, 44]. 그 외 기후대와 관계없이 국내에 정착하고 있는 다수의 종은 관상 및 재배를 목적으로 적극적으로 인위적인 관리 하에 도입되었다가 국내 환경에 적응되어 분산된 종과 기후대와 관계없이 뛰어난 정착능력에 의해 넓은 분포범위를 나타내는 범지구분포종(cosmopolitan species)들이며, 대부분 기회주의적 정착전략(opportunistic settlement strategies)을 보이는 종들로 고려된다[51].

서식처 및 정착양식

부산시 귀화식물의 정착양식(naturalization)은 이차식생귀화종(123종)이 일시정착귀화종(33종)에 비해 월등히 높은 종

수를 나타내며, 일차식생귀화종은 분포하지 않았다(Table 2). 한국 전체 귀화식물의 정착양식과 유사한 경향으로[44], 이러한 결과는 부산시를 포함한 한국 전체 귀화식물이 안정적인 생태계에서는 여전히 온전한 생태학적 지위를 확보하지 못하고 있으며, 섭사리 훼손에 노출되는 이차식생 서식처 또는 특정 서식처를 규정짓기 어려운 불안정한 입지를 중심으로 출현하고 있음을 의미한다. 반면 한국 전체 귀화식물의 이차식생귀화종이 54%(173종)에 그치는데 비해, 부산지역의 이차식생귀화종이 전체의 78.8%로 25%가량 높은 수치를 나타내며, 일시정착귀화종은 한국 전체 귀화식물이 46%(145종)에 이르는데 반해 다소 낮은 21.2%에 머물러, 상대적으로 낮은 종수를 보였다. 이는 부산시 귀화식물 가운데 비교적 최근에 유입되었으며 특정한 서식처 지위를 가지지 못하는 귀화식물종이 적으며, 상대적으로 안정적인 서식처에 분포하는 귀화식물종의 다양성이 높다는 것을 의미한다.

서식처(habitat) 분석결과 부산지역에서 가장 높은 종의 출현이 확인되는 서식처 유형은 도심지역 진개서식처(90종)이며, 노상노변(73종), 경작지(62종), 이차초원(57종), 습지습원(50종) 등의 순으로 나타났다(Table 1). 귀화식물이 전혀 출현하지 않는 서식처형은 고산, 아고산지였으나, 고산, 아고산지는 연구지역에 분포하지 않는 서식처형으로, 결국 부산시의 모든 서식처 유형에서 귀화식물의 분포가 확인되고 있음을 의미한다. 서식처 유형 가운데 난온대 삼림과 냉온대 삼림의 경우 아카시나무(*Robinia pseudoacacia*) 한 종만이 출현했으며, 해안 염습지(8종), 인공조립지(8종) 등이 상대적으로 낮은 귀화식물 출현 서식처로 확인되었다. 부산시 귀화식물 중 다양한 서식처 유형에서 분포가 확인되는 종은 돼지풀(7), 가시상추(7), 소리쟁이(6), 달맞이꽃(6), 개망초, 잔개자리, 개자리, 아카시나무, 미국가막사리, 망초, 개쑥갓, 큰방가지똥, 큰참새귀리, 큰이삭풀, 쥐보리 등이 5개 서식처형에서 출현하여 다양한 서식처 유형에 적응되어 분포하고 있는 것으로 나타났다.

연구지역 내에서 우점종으로 군락을 형성하는 귀화식물 종은 애기수영, 소리쟁이, 양명아주, 가시박, 개망초, 망초, 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 개쑥갓, 서양민들레, 양미역취, 가시상추, 큰이삭풀, 오리새, 물참새피, 털물참새피 등 16종이었다(Table 1). 이들 중 가운데 환경부 주관아래 생태계 교란종으로 지정되어 관리되고 있는 종은 애기수영, 가시박, 돼지풀 등의 8종이며, 우점종의 50%를 차지한다. 특히 물참새피, 털물참새피, 가시박, 양명아주 등은 하나의 서식처형에서만 우점군락을 형성하고 있어, 특정 서식처 선호 우점 귀화식물인 것으로 확인되었다. 얇은명아주, 봄나도냉이, 아메리카대극 등 20종의 경우는 선행연구에서 연구지역 내 분포가 보고된 바 있으나, 본 연구에서는 부산지역 내 분포를 확인할 수 없었으며, 서식처 유형에 대한 정보가 명확하지 않아 정보부족종으로 분류하고 분석을 보류하였다(Table 1).

유입시기 및 유입방법

부산시 귀화식물의 유입시기(introduction time)는 1기(66종) > 3기(39종) > 2기(36종) > 4기(15종) 순으로 나타났다(Table 2). 이는 한국 전체 귀화식물의 유입시기 경향인 4기 > 3기 > 1기 > 2기 와는 대치되는 결과이다. 즉, 부산의 귀화식물은 개항 초기인 유입 1기(개항이후~일제강점기)에 국내에 도입된 종들이 가장 많은 수를 차지하며, 이후 연속적인 2기(해방이후~삼림녹화사업 전)와 3기(새마을운동~우루과이라운드 전) 동안에 도입된 종이 귀화식물의 대부분을 차지하고 있음을 의미한다. 가장 늦은 시기에 정착한 것으로 판단되는 4기 도입종은 15종으로 유럽개미자리, 개양귀비, 나도독미나리, 민둥뱀새귀리, 봄나도냉이, 아메리카대극, 애기분홍낫달맞이꽃 등이며, 한국 전체 4기 도입종의 약 12.0%가 부산을 통해 유입되고 있음을 의미한다.

종의 유입방법(introduction mode)에 대한 분석결과 탈출외래종(79종) > 수반외래종(50종) > 기회외래종(27종) 순으로 나타났다(Table 2). 이는 한국 전체 귀화식물 유입방법인 수반외래종(172종) > 탈출외래종(96종) > 기회외래종(51종)과는 다소 차이를 보이는 결과이다. 부산시는 한국 전체 귀화식물의 경향과는 달리 비의도적으로 들여온 탈출외래종이 인위적 도도에 의해 들여온 수반외래종에 비해 월등히 높은 수치를 보이고 있다. 이것은 부산시가 활발한 항구무역도시로서 오랜 무역교류의 역사와 더불어 다수 종들이 비의도적으로 유입되었음을 반증하고 있다. 따라서 이들 종과 같은 비의도적 유입종의 무차별적 증가와 그로인한 반복적인 피해를 방지하기 위해서라도 무역교류 및 이동과정에서의 통관절차를 보다 강화하고 체계적이고 면밀한 관리방안의 수립이 요구되고 있다.

생활형 비교

부산시 귀화식물의 생활형 분석결과 1~2년생 초본류(107종) > 다년생 초본(47종) > 관목류(1종), 교목류(1종) 순으로 나타났다(Table 2). 휴면형 분석에서 다년생 초본 가운데 반지중식물이 30종, 지중식물 11종, 지표식물 6종이 확인되었으며, 부산시의 수생식물(hydrophytes)에서는 귀화식물의 분포가 확인되지 않았다. 이러한 결과는 한국 전체 귀화식물 휴면형 분석결과인 1~2년생(231종) > 반지중식물(54종) > 지중식물(21종) > 지표식물(9종) > 관목(1종), 교목(1종), 수생식물(1종)과 유사한 경향을 보이는 것으로 확인되었다(Table 2).

산포기관형(disseminule form)은 D4 (99종) > D1 (18종) > D2 (14종) > D3 (12종)으로 나타났으며, 복합산포형을 나타내는 종은 13종(D1, D4 (7종), D2, D4 (5종), D1, D2 (1종))으로 확인되었다(Table 2). 이러한 결과 역시 한국 전체 귀화식물 산포기관형의 경향인 D4 (198종) > D1 (36종) > D2 (33종) > D3 (22종) > D1, D4 (17종) > D2, D4 (10종) > D1, D2 (1종), D2, D3 (1종), D3, D4 (1종)과 거의 일치하는 결과이다.

Table 1. Characters of naturalized plant species in Busan city

		Af	As	Aus	Eu-As	Eu	nA	Me	sA	tAs	tAf	tA
Orig.	Busan	1 (100%)	4 (57.1%)	1 (100%)	16 (51.6%)	50 (39.7%)	48 (59.3%)	2 (16.7%)	12 (50.0%)	3 (60.0%)	2 (66.7%)	17 (60.7%)
	Korea	1	7	1	31	126	81	12	24	5	3	28
Orgin(Orig.): Af: Africa, As: Asia, Aus: Australia, Eu-As: Eurasia, Eu: Europe, nA: North america, Me: Mediterranean, sA: South america, tAs: Tropical asia, tAf: Tropical africa, tA: Tropical america												
		Agr			Epe			Eph				
Natu.	Busan	0 (0%)			123 (71.1%)			33 (22.8%)				
	Korea	1			173			145				
Naturalization(Natu.): Agr: Agriphyten, Epe: Epecophyten, Eph: Ephemerophyten,												
		1	2	3	4							
I.T.	Busan	66 (93.0%)	36 (80.0%)	39 (50.0%)	15 (12.0%)							
	Korea	71	45	78	125							
Intorduction time(I.T): 1: First period, 2: Second period, 3: Third period, 4: Forth period.												
		1	2	3	4	5						
N.D.	Busan	34 (23.1%)	42 (55.3%)	37 (88.1%)	17 (63.0%)	26 (96.3%)						
	Korea	147	76	42	27	27						
Naturalized degree(N.D): 1: rare plant, 2: local and not abundant plant, 3: common but not abundant plant, 4: local but abundant plant, 5: common and abundant plant.												
		Ako	Ken	Erg								
I.M.	Busan	27 (52.9%)	50 (29.1%)	79 (82.3%)								
	Korea	51	172	96								
Introduction mode(I.M): Ako: Akolutophyten, Ken: Kenophyten, Erg: Ergasiophytophyten												
		Th	G	H	Ch	N	MM	HH				
L.F	Busan	107 (46.3%)	11 (52.4%)	30 (55.6%)	6 (66.7%)	1 (50.0%)	1 (100%)	0 (0%)				
	Korea	231	21	54	9	2	1	1				
Life-Form(L.F): Th: Therophyes, G: Geophyte, H: Hemicyptophyes, Ch: Chamaephytes, MM: Megaph- anerophytes, HH: Hydatophytes												
		D1	D2	D3	D4	D1, D2	D1, D4	D2, D3	D2, D4	D3, D4		
D.F	Busan	18 (50.0%)	14 (42.4%)	12 (54.5%)	99 (50.0%)	1 (100%)	7 (41.2%)	0 (0%)	5 (50.0%)	0 (0.0%)		
	Korea	36	33	22	198	1	17	1	10	1		
Disseminule form(D.F): D1: wind or water dispersal, D2: animal dispersal, D3: mechanical dispersion, D4: gravity dispersal												

부산시 귀화식물의 다양성 고찰과 생태계교란종의 서식현황

부산지역 귀화식물에 대한 최초의 학술적 보고는 Hong and Bae [6]에 의한 29분류군이였다. 이후 지속적으로 다양한 연구자들에 의해 부산에 유입된 귀화식물에 대한 보고가 있어 왔으며, 본 연구를 통해 귀화식물의 국제적 기준인 이질적 생물구계로부터의 유입, 국내에서 생활환(life cycle)의 온전성,

개항이후 유입 등의 조건에 부합된 부산시의 귀화식물 현황을 기재하였다. 그러나 선행연구에서 보고된 종 가운데 일부는 현장조사에서 분포를 확인할 수 없었으며, 부산시에서의 분포 실체에 대한 고찰을 필요로 하고 있다.

본 연구를 제외한 부산시 귀화식물의 현황을 시사하는 16회의 연구 가운데 단 1~2회만 출현하는 종은 99분류군이다. 이

가운데 삼, 당아욱, 큰달맞이꽃, 수박풀, 회향, 흰독말풀, 서양 톱풀, 개꽃아재비, 우선국, 애기해바라기, 염주 등은 재배를 목적으로 경작지 및 조경지에 선택적으로 심겨지는 종들이며, 인위적 선택에 따라 연구지역 내에서 출현가능 종으로 고려된다. 또한 청비름, 흰도깨비바늘, 가시도꼬마리 등은 일부 출판물에서 부산시 분포가 언급되었거나 인접한 시도(울산, 거제)에서 그 분포가 확인되고 있는 종들이며 기후환경과 서식처 조건을 고려할 때 출현가능 종으로 판단된다. 종의 동정보류 및 오동정 가능성이 있는 분류군은 나도닭의덩굴, 흰명아주, 흰지느러미영경귀 등으로, 이들 종은 형태적 분류가 쉽지 않을 뿐 아니라 종의 분류학적 논의를 필요로 하는 종내 변이가 다수 포함되어 있어 종분류학적 관련 연구의 정립 후 추후 결정이 요구된다. 그 외 창명아주, 길뚝아욱, 얇은명아주, 봄망초, 서양메꽃, 애기나팔꽃, 큰뚝새풀, 향기풀, 구주김의털, 큰목새 등은 정보부족종들로 현장조사에서 그 분포가 확인되지 않았으며, 분포 가능성에 대해서도 명확한 결론에 도달하지 못해 추후 지속적인 논의를 필요로 하는 종으로 보류하였다.

부산시에서 분포가 확인된 이들 종의 최초출현 및 귀화식물의 증가 양상에 대한 명확한 종 추이를 확인하는 것은 연구의 불연속성 및 연구범위의 차별성 등으로 인해 현실적으로 불가능하다. 또한 이를 비교하고 변화과정을 모니터링 하고자 접근한 연구는 국내에서 여전히 미흡한 실정이다. 따라서 한국 귀화식물의 중요한 유입지 가운데 하나로 고려되며, 다양한 귀화식물의 존재가 확인되고 있는 부산시에 대해 현시점에라도 귀화식물종 정보를 체계적으로 정리 및 기재가 필요하다. 이것은 추후 발생할 수 있는 부산지역 및 국내에서의 외래식물종 유입과 피해 및 다양한 서식처 변화에 대한 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 고려된다.

현재 환경부에서 지정하고 있는 생태계교란식물종 가운데 부산시 내에서 확인된 종은 총 10종이며 서식현황은 다음과 같다. 애기수영(*Rumex acetocella*)은 도심지역의 조경지 및 제방 사면부 이차조지대를 중심으로 분포가 확인되고 있다. 식생고가 20cm 이하로 제한적으로 성장하며, 연구지역 내에서는 대규모 군락을 형성하거나 지역 식생에 위협을 가하는 형태는 관찰되지 않았다. 돼지풀(*Ambrosia artemisiaefolia* var. *elatiior*)은 도심지역에서 산발적으로 분포하고 있으며, 하천 고수부지부에서는 비교적 대규모 군락을 형성하기도 한다. 낙동강 하구인 일대인 대저생태공원 일대에서 우점군락의 분포가 확인되었다. 단풍잎돼지풀(*Ambrosia trifida*)은 돼지풀에 비해 국내 분포가 제한적인 것으로 알려져 있으나, 부산지역의 하천변 고수부지와 제방하부를 중심으로 대규모 군락을 형성하고 있다. 돼지풀에 비해 식생고가 크며, 빠른 성장속도로 인해 천변 고경(高莖)초본식물군락과도 중간 경쟁관계를 형성하고 있는 것으로 판단된다. 낙동강변의 대저생태공원, 을숙도생태공원, 삼락생태공원, 물금취수장 주변 등에서 우점군락의 분포가 확인되었다. 털물참새피(*Paspalum distichum* var. *in-*

distichum)과 물참새피(*Paspalum distichum*)는 농수로 및 하천변 정수입지를 따라 분포가 확인되었으며, 높은 성장속도와 더불어 두터운 식생매트를 수변부에 형성하여 수변부 고유 단경(短莖)식생의 형성을 방해하고 있는 것으로 판단된다. 부산시 전역의 농수저수지 및 김해평야 일대와 서낙동강 천변에서 높은 빈도로 관찰된다. 도깨비가지(*Solanum carolinense*)는 부산시에서 매우 드물게 관찰되는 종으로 도심지 내의 조경지에서 한 개체가 확인되었으며, 현재 부산시 생태계에 있어서 큰 위협을 가하고 있지는 않는 것으로 판단된다. 그러나 제주도 지역에서의 빠른 분산 경향을 고려할 때 부산에서도 분포 확장에 대한 지속적인 모니터링이 요구되고 있다. 가시박(*Sicyos angulatus*)은 낙동강변 둔치부에서부터 제방권에 이르기까지 하천 서식처 내에서 폭넓은 분포범위를 나타낸다. 덩굴성 식물의 특성으로 인해 하천변 초본식물군락 뿐 아니라 연목림, 일부 경목림에 이르기까지 식생을 피복하여 식생성장을 억제시키거나 고사시켜 지역식생 발달에 부정적인 영향을 초래하고 있다. 양미역취(*Solidago altissima*)는 대저생태공원과 을숙도 일대 및 남해안고속도로 도로변에서 분포가 확인되지만 소규모의 분반상 우점군락을 형성하며 분포확장이 빠르게 일어나지는 않는 것으로 판단된다. 미국쑥부쟁이(*Aster pilosus*)는 도심지 및 천변의 건조한 제방부와 금정산 등산로 일대에서 분포가 확인되고 있다. 출현지역에서는 우점군락을 형성하는 경향을 보이지만 부산시에서는 분포가 제한적이며, 주기적인 인위교란이 발생하는 지역에 치우쳐서 분포한다. 가시상추(*Lactuca scariola*)는 도심 전역과 고속도로변, 하천지역과 초지 지역, 해안지역에 이르기까지 다양한 분포범위를 보이며, 우점군락을 형성하기도 한다. 부산시에서 가장 성공적인 정착을 나타내는 귀화식물 가운데 하나로 판단되지만 그 분포는 여전히 인위적 교란이 주기적으로 발생하는 지역에 한정되며, 안정적 서식처 환경이 형성될 때 피도와 빈도가 감소하는 경향을 보였다. 제주도에서 성공적인 정착을 나타내는 서양금혼초(*Hypochoeris radicata*)의 경우 부산지역 내 분포가 알려진 바 있으나, 비학술적 기재에 의한 기록만이 존재하며 종의 분포 정보와 표본정보가 확보되지 않아 추후 연구를 통해 종 분포에 대한 실체를 지속적으로 모니터링 하고자 한다.

결론적으로 부산시에는 환경부 지정 생태계교란식물 12종 가운데 특정지역에 대한 제한적 분포경향을 뚜렷이 보여주는 서양등골나물과 서양금혼초를 제외한 10종(전체의 83.3%)이 유입되어 정착하고 있는 것으로 확인되었다. 특히 이들 가운데 현재 부산시 생태계에 직간접적으로 질적 쇠퇴를 가져오는 것으로 판단되는 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 털물참새피, 물참새피, 가시박 등의 분포와 확장이 확인되었다.

부산시는 한국의 대표적인 귀화식물 유입지 가운데 하나이며, 다양한 확장경로를 보유하고 있는 만큼 이들 종에 대한 효과적인 생태적 관리방안 마련 및 종 변화에 대한 지속적인 모니터링 연구가 요구된다. 또한 최근 부산신항 개설 및 국제

공항 노선 확장, 고속도로 증개축 등으로 인해 지속적으로 물류거래량이 증가하고 있으며, 도시공원 및 자연공원, 인위공간 내에서의 경관창출 등에 대한 관심도 높아지고 있어 외래식물종 유입이 지속적으로 증가할 것으로 예측된다. 따라서 국가생물자원과 고유생태계의 보호와 현재 및 추가적인 생태계교란 외래식물종의 효율적인 관리를 위해 지방행정당국과 중앙정부기관과의 긴밀한 협조가 필요한 시점으로 사료된다.

References

1. Cho, J. H. 2006. The flora of Mt. Bongrae in Busan. Ph. M. dissertation, University of Kyungsoong, Busan, Korea.
2. Cho, J. H., Lee, J. H., Moon, S. G. and Sung, J. S. 2007. The Flora of Mt. Bongrae. *J. Environ. Sci.* **16**, 1027-1037.
3. Han, J. S., Lee, H. J., Lee, W. T. and Yoo, K. O. 2008. Flora and vegetation of northeast Chuncheon area. *Kor. J. Nat. Con.* **2**, 104-131.
4. Hong, J. K., Park, S. H., Lee, Y. M., Oh, S. H., Jung, S. Y. and Lee, B. S. 2012. Two new naturalized species from South Korea, *Chaerophyllum tainturieri* Hook. (Umbelliferae) and *Barbarea verna* (Mill.) Asch. (Cruciferae). *Kor. J. Pl. Taxon.* **42**, 171-177.
5. Hong, S. H. and Huh, M. K. 1994. Reports on the naturalized plants of Pusan area in Korea. *J. Env. Stu.* **12**, 55-62.
6. Hong, S. H. and Bae, S. H. 1987. Study on the herbaceous plants of Pusan area. *J. Env. Stu.* **5**, 31-74.
7. Hong, S. H. and Kim, Y. H. 1993. Studies on exotic plant of Pusan area. *J. Env. Stu.* **11**, 109-140.
8. Jeong, Y. J. 2014. The flora of Galmaes road in Busan. Ph. M. Dissertation, University of Kyungsoong, Busan, Korea.
9. Ji, S. J., Park, S. H., Lee, Y. M., Lee, C. H. and Kim, S. Y. 2011. Two Newly Naturalized Plants in Korea: *Euphorbia heterophylla* L. and *E. hirta* L. *Kor. J. Pl. Taxon.* **41**, 164-170.
10. Ju, K. J. 2010. Vegetation restorative model and plant community structure of the urban forest. Ph. D. Dissertation, University of Dong-A, Busan, Korea.
11. Kariyama, S. and Kobatake, H. 1988. Naturalized plants of Gagyu-zan, Takahashi-City, Okayama Prefecture, Japan. *Bull. Kurashiki Mus. Nat. Hist.* **3**, 31-40.
12. Kim, B. S. 2008. Studies on the flora and vegetation of Molundae. Ph. M. Dissertation, University of Dong-A, Busan, Korea.
13. Kim, J. W. and Lee, Y. K. 2006. *Classification and Assessment of Plant Communities*. Worldscience Press, Seoul, Korea.
14. Kim, H. S. and Oh, J. G. 2010. Distribution of naturalized plants in Dadohae National Marine Park. *Plant Res.* **23**, 187-196.
15. Kim, J. W., Ahn, K. H., Lee, C. W. and Choi, B. K. 2011. *Ecologically-illustrated Vegetation of Korea; Plant Communities of Upo Wetland*. Keimyung Uni. Press, Daegu, Korea.
16. Kim, M. K., Lee, H. Y. and Kim, J. W. 1993. Ecological studies of eastern valley vegetation in Mt. KumJung (Pusan). *J. Env. Sci. Intern.* **2**, 1-8.
17. Kim, S. Y., Yun, S. M. and Hong, S. P. 2012. First record of *Bidens subalternans* DC. var. *subalternans* (Asteraceae-Heliantheae) from Korea. *Kor. J. Pl. Taxon.* **42**, 178-183.
18. Kim, C. S., Koh, J. G., Song, G. P., Moon, M. O., Kim, J. E., Lee, E. J., Hwang, S. I. and Jeong, J. H. 2006. Distribution of naturalized plants in Jeju Island, Korea. *Kor. J. Plant Res.* **19**, 640-648.
19. KMA. 2014. Climate information of Korea. website: <http://kma.go.kr>.
20. Koh, J. K. 1998. A study on the flora of Ulsan city. *J. Basic Sci. Res. Kyungsoon Univ.* **2**, 35-89.
21. Koh, K. S., Kang, I. K., Seo, M. H., Kim, C. H., Kim, G. D. and Kil, J. H. 1996. The influences research of ecosystem from naturalized plants (II). *J. Nat. Ins. Env. Res.* **18**, 25-35.
22. Lee, D. B. and Kim, Y. C. 1961. A historical review of some plants of American origin in Korea. *J. Plant Biol.* **4**, 25-30.
23. Lee, J. H. and Moon, S. G. 2007. The Flora of Jangsanbong. *J. Environ. Sci.* **16**, 881-889.
24. Lee, K. R. 2010. The flora of Mt. Jang in Busan. Ph. M. Dissertation, University of Kyungsoong, Busan, Korea.
25. Lee, W. T. 1996. *Coloured Standard Illustrations of Korean Plants*. Academy Press, Seoul, Korea.
26. 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. *Kor. J. Pl. Taxon.* **41**, 87-101.
27. Lee, W. T. and Yim, Y. J. 2002. *Korean Phytogeography*. Kwangwon Univ. Press, Chuncheon, Korea.
28. Lee, H. J., Han, J. S., Lee, W. T. and Yoo, K. O. 2008. Flora and vegetation of southwest Chuncheon area. *Kor. J. Env. Eco.* **22**, 356-395.
29. McNeely, J. A. 2001. *The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Speceis*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
30. Ministry of Environment·NIER. 2002. *Natural Environment Research-Busan metropolitan-*. Ministry of Environment·NIER. Incheon, Korea.
31. Ministry of Environment·NIER. 2012. *Invasive Alien Species. Ministry of Environment and NIER*. Incheon, Korea.
32. NIER. 1995. *Survey for Ecological Impact by Naturalized Organism*. NIER. Seoul, Korea.
33. Oh, H. K., Lim, D. O. and Kim, Y. S. 2009. Distribution characteristic and management counterplan of naturalized plants in the Byeonsanbando National Park. *Kor. J. Env. Eco.* **23**, 105-115.
34. Park, J. H., Shin, J. H., Lee, Y. M., Lim, J. H. and Moon, J. S. 2002. *Distribution of Naturalized Alien Plants on Korea. Korea Forest Research Institute-Korea National Arboretum*. Kwangreung, Korea.
35. Park, K. H. 2009. The flora of Mt. Yun in Busan. Ph. M. Dissertation, University of Kyungsoong, Busan, Korea.
36. Park, S. H. 1994. Study of naturalized plant in Korea. *Nat. Conser.* **85**, 39-50.
37. Park, S. H. 2009. *New Illustrations and Photographs of Naturalized Plants of Korea*. Iljogak Press. Seoul, Korea.
38. Park, S. J., Hwang, G. J., Park, S. J. and Son, S. W. 2007. The study of naturalized plants in Ulleungdo. *Kor. J. Eco.* **21**, 1-12.

39. Park, H. J., Lee, I. K., Jang, C. M., Oh, Y. J. and Paik, W. K. 2012. Flora of Icheon-si (Gyeonggi-do, Korea). *Kor. J. Nat. Conser.* **6**, 9-26.
40. Pimentel, D. 2002. *Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal, and Microbe Species*. CRC Press, Boca Raton.
41. Pysek, P. 1995. *On the Terminology Used in Plant Invasion Studies*. In: Pysek, P., Prach, K., Rejmánek, M. and Wade, M.(eds) *Plant Invasions: General Aspects and Special Problems*. SPB Academic Publish.
42. Raunkiaer, C. 1937. *Plant Life Forms*. Oxford: Clarendon Press.
43. Richardson, D., Pysek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D. and West, C. J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Divers. Distrib.* **6**, 93-107.
44. Ryu, T. B. 2012. Ecological classification of naturalized plant species in Korea. Ph. M. Dissertation, University of Keimyung, Daegu, Korea.
45. Song, J. S. and Ahn, S. H. 1999. Synecological study of the naturalized plant communities in old-Andong City. *J. Eco. Env.* **22**, 169-179.
46. Suzuki, T. and Suzuki, K. 1971. Der Index des Japanischen Meers und der Setouchi-index. *Jap. J. Ecol.* **20**, 252-255.
47. Vitousek, P. M. and Walker, L. R. 1989. Biological invasion by *Myrica fayain* Hawaii: plant demography, nitrogen fixation, ecosystem effects. *Ecol. Monogr.* **59**, 247-265.
48. Vivrette, N. J. and Muller, C. H. 1977. Mechanism of invasion and dominance of coastal grassland by *Mesembryanthemum crystallinum*. *Ecol. Monogr.* **47**, 301-318.
49. Walter, H., Harnickell, E. and Mueller-Dombois, D. 1975. *Climate-diagram Maps*. Springer, New York.
50. Weber, E. 1998. The dynamics of plant invasions: a case study of three exotic goldenrod species (*Solidago* L.) in Europe. *J. Biogeogr.* **25**, 147-154.
51. Weber, E. 2003. *Invasive Plant Species of the World. - A reference guide to environmental weeds-*. CABI publishing, Wallingford.
52. Yim, Y. J. and Jeon, E. S. 1980. Distribution of naturalized plants in the Korean peninsula. *J. Plant Biol.* **23**, 69-83.

초록 : 부산시 귀화식물의 현황과 고찰

이창우¹ · 조혜정² · 강민정² · 허만규² · 황인천¹ · 최병기^{2*}

(¹국립생태원 위해생물연구부, ²동의대학교 자연생활과학대학 분자생물학과)

부산시에 분포하고 있는 귀화식물은 총 31과 95속 147종 9변종으로 총 156분류군으로 확인되었다. 조사된 귀화식물의 과별분포는 국화과가 가장 다양한 44분류군으로 나타났으며, 벼과 24분류군, 콩과 10분류군의 순이었다. 생활형 분석결과 1~2년생 식물이 107분류군으로 전체의 68.6%를 차지했으며, 다년생 식물 47분류군(30.1%), 관목 1분류군(0.6%), 교목 1분류군(0.6%)이 확인되었다. 귀화도 분석결과 귀화도 2가 가장 많은 종수(42분류군)를 나타내었으나, 한반도 전체 귀화식물종의 분포를 고려할 때 귀화도 5의 종이 전체의 96.3%인 26분류군이 출현해 높은 종 다양성을 확인 할 수 있었다. 원산지 분석결과 유럽(50종)과 북아메리카(48종) 원산의 종이 높은 분포율을 보였으며, 정착양식은 이차식생 귀화종이 123분류군으로 가장 높은 수치를 나타냈다. 유입시기와 유입방법은 유입 1기와 탈출외래종에서 가장 높은 수치를 나타냈다. 부산지역에 분포하는 귀화식물의 분포 특성을 분석한 결과, 삼림을 제외한 대부분의 서식처 유형에서 다양한 귀화식물들이 확인되었으며, 한국 귀화식물종의 중요한 유입경로로 활용되고 있는 것으로 판단된다. 따라서 이들 종을 모니터링하기 위한 지속가능한 관리방안의 마련이 필요하며, 유입된 귀화식물의 생태적 특성을 파악하고 체계적인 관리방안 확립이 요구된다.