

## 내륙습지 습지보호지역의 귀화식물 특성

## Characteristics of Naturalized Plants in the Wetland Protection Areas of Inland Wetlands

조광진<sup>1</sup> · 임정철<sup>2</sup> · 이창수<sup>3</sup> · 윤정도<sup>3</sup> · 김미정<sup>4</sup> · 추연수<sup>3\*</sup><sup>1</sup>국립생태원 습지연구팀 팀장, <sup>2</sup>국립생태원 습지연구팀 선임연구원, <sup>3</sup>국립생태원 습지연구팀 전임연구원, <sup>4</sup>국립생태원 습지연구팀 연구원Kwang-Jin Cho<sup>1</sup>, Jeoncheol Lim<sup>2</sup>, Changsu Lee<sup>3</sup>, Jungdo Yoon<sup>3</sup>, Mijeong Kim<sup>4</sup> and Yeonsu Chu<sup>3\*</sup><sup>1</sup>Team Manager, Wetlands Research Team, National Institute of Ecology, Changnyeong 50303, Korea<sup>2</sup>Senior Researcher, Wetlands Research Team, National Institute of Ecology, Changnyeong 50303, Korea<sup>3</sup>Junior Researcher, Wetlands Research Team, National Institute of Ecology, Changnyeong 50303, Korea<sup>4</sup>Researcher, Wetlands Research Team, National Institute of Ecology, Changnyeong 50303, Korea

Received 26 September 2020, revised 12 November 2020, accepted 12 November 2020, published online 31 December 2020

**ABSTRACT:** This study was conducted to provide basic data for monitoring the trend of ecosystem change and establishing management plans for wetland protection areas by understanding the status of naturalized plants. In 21 wetland protection areas, 129 taxa, including 10 invasive alien species, were recorded. The naturalized plants appeared mostly as 71 taxa in the Chimsil wetland and were not observed in the Moojehineup and Sumeunmulbaengdui wetlands. Among the naturalized plants, 42 taxa (32.6%) originated from North America. Annual and biennial plants accounted for 68.2% (88 taxa). The frequencies of occurrence of naturalized plants growing in dry secondary grasses such as *Erigeron annuus* and *Trifolium repens* were high, and clonal plants that propagated by making stolons and struck roots accounted for 19.4% (25 taxa). The naturalized and urbanization indices showed positive correlations with location factors such as wetland, agricultural land, and used area. However, a negative correlation was found between altitude and forest. Therefore, a management plan that synthetically considers the occurrence frequency and growth characteristics of naturalized plants as well as the locational characteristics of wetland protection areas is required.

**KEYWORDS:** Invasion strategy, Life cycle, Naturalized index, Naturalized plant, Urbanization index, Wetland protection area

**요약:** 본 연구는 습지보호지역에 분포하는 귀화식물의 현황을 파악하여 습지보호지역의 관리방안과 생태계 변화 경향성을 모니터링하기 위한 기초자료를 제공하고자 수행하였다. 조사결과, 내륙습지 습지보호지역 21개소에서 생태계교란생물 10분류군을 포함하여 총 129분류군의 귀화식물이 출현하였다. 섬진강 침실습지에서 가장 많은 7분류군의 귀화식물이 출현하였고 무제치늪과 숨은물뱅들킬름에서는 귀화식물이 관찰되지 않았다. 귀화식물의 원산지는 북아메리카가 42분류군 (32.6%)으로 가장 많았고 1·2년생 초본식물이 68.2% (88분류군)를 차지하였다. 개망초, 토끼풀 등 건생이차초원에서 생육하는 귀화식물의 출현빈도가 높았으며 연결체를 만들어 번식하는 분식식물이 19.4% (25분류군)를 차지하였다. 귀화율과 도시화지수는 습지, 농업지역, 시가지지역 등의 입지적 요인과 양의 상관관계를 보였고 고도와 산림지역과는 음의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 귀화식물의 출현빈도와 생육특성, 습지보호지역의 입지적 특성을 종합적으로 고려한 관리방안이 요구된다.

**핵심어:** 번식전략, 생활사, 귀화율, 귀화식물, 도시화지수, 습지보호지역

\*Corresponding author: hhloveys@nie.re.kr, ORCID 0000-0002-8323-0746

© 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

세계적으로 생물다양성, 자연자원, 문화자원 등의 보전을 위해 다양한 보호지역을 지정하고 있으며(Cho and Lee 2010), 기후변화에 따른 생태계의 변화속에서 생물다양성의 보전과 지속가능한 자연자원 확보를 위해 보호지역의 역할은 더욱 중요하게 인식되고 있다(Kim and Kang 2011).

국내 보호지역은 자연공원(국립공원, 도립공원, 군립공원), 습지보호지역, 도시자연공원구역, 천연보호구역, 백두대간보호지역 등으로 환경부, 해양수산부 등 5개 부처에서 33개 유형으로 구분하여 관리하고 있다. 면적은 3,437개소의 3,9565.7 km<sup>2</sup> (육상 27,138.3 km<sup>2</sup>, 해양 12,427.4 km<sup>2</sup>)에 이르며, 1960년대 보호지역(1,763.4 km<sup>2</sup>)에 비해 지속적으로 증가하고 있다(KDPA 2020).

이 중 습지보호지역은 자연상태의 원시성, 높은 생물다양성, 희귀동식물의 서식, 특이한 경관적, 지형적 가치를 지닌 지역으로 보전가치가 특별히 높은 습지생태계에 해당한다(MOE 2016). 습지보전법 제8조에 따라 1999년 낙동강하구, 대암산용늪, 우포늪, 무제치늪을 시작으로 환경부 25개소(129.0 km<sup>2</sup>), 해양수산부 12개소(1,415.5 km<sup>2</sup>), 시·도지사 7개소(8.2 km<sup>2</sup>)를 지정하고 있으며(MOE 2020b), 같은 법 제11조에 의거 보전계획을 수립하고 수립된 계획에 따라 보호지역을 보전·관리하고 있다.

하지만 습지보호지역은 지정 이후에도 형질변경, 경작활동, 비점오염원 증대 등의 다양한 인위적인 영향으로 인해 습지생태계의 기능이 저하되고 생물다양성이 감소하고 있다(Shim et al. 2019). 특히, 귀화식물은 열악한 환경에서 자생종보다 뛰어난 번식력(Kim and Oh 2010)과 인위적인 영향과 교란이 지속적으로 나타나는 지역에서 적응하며 종다양성을 늘려나가는 생육특성(Zerbe et al. 2004., You et al. 2010)으로 지역생물상의 단편화와 생물다양성의 질적 쇠퇴에 영향을 미친다(NIER 1995, 2000).

국내 귀화식물에 대한 분포특성 연구는 조사대상지의 규모에 따라 국가적(Yim and Jeon 1980, Kang and Shim 2002, Lee et al. 2011, Ryu et al. 2017), 지역적(Kil et al. 2006, Kim et al. 2006, Han et al. 2007, Park et al. 2007, Lim et al. 2009b, Oh et al. 2009, Oh et al.

2010, Oh et al. 2011, Lee et al. 2015, Kim et al. 2017), 국지적(Lim et al. 2004, Oh and Shin 2007, Lim et al. 2009a, You et al. 2010, Son et al. 2011, Rho et al. 2014, Sung et al. 2014, Song and Park 2019)으로 수행되고 있으며, 앞으로도 생물의 인위적인 이동과 국가간 교류증대로 인해 귀화식물에 대한 연구가 지속적으로 이루어질 것으로 보인다.

내륙습지 습지보호지역에 대한 귀화식물 관련 연구는 습지보호지역에 분포하는 식물상 조사 결과를 토대로 귀화식물의 생육현황을 일부 언급하고 있으나(Oh et al. 2004, Park et al. 2011, Song and Park 2013, Ko et al. 2014), 습지보호지역 전체에 대한 귀화식물 현황 및 특성을 분석한 연구는 이루어진 바 없다.

본 연구에서는 습지보호지역에 분포하는 귀화식물의 현황을 토대로 종조성 및 분포특성을 파악하여 습지보호지역의 관리방안과 생태계 변화 경향성을 모니터링하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

습지보호지역에 생육하는 귀화식물의 분포현황을 파악하기 위하여 2015년부터 2019년까지 전국내륙습지 조사지침(MOE 2011)에 따라 수행된 습지보호지역 21개 습지의 정밀조사 자료(MOE 2015, NIER 2016, 2017, 2018, NIE 2019)를 활용하였다(Table 1). 귀화식물명은 국가생물종목록을 따랐으며(NIBR 2020), Lee et al. (2011)과 Ryu et al. (2017)를 참고하여 재정리하였다. 귀화식물의 특성(원산지, 생활형(life cycle) 등)은 한국외래생물정보시스템(NIE 2020)을 참고하였고 식물의 번식전략은 Lee (1996)의 지하기관형(radicoid form)을 고려하여 R1 - R4의 유형(연결체를 만드는 식물)에 해당하는 식물을 분지식물(clonal plant)로, R5의 유형(연결체를 만들지 않는 식물)에 해당하는 식물을 비분지식물(non-clonal plant)로 구분하였다. 또한 습지보호지역별 귀화율(naturalized index, Numata 1975)과 도시화지수(urbanization index, Yim and Jeon 1980)를 산출하고 고도, 면적, 토지피복현황 등 입지적 특성과의 관계를 파악하여 귀화식물이 습지생태계 변화를 대표할 수 있는 지표로서의 활용가능성을 모색하였다. 토지피복현황은 교란강도를 파악하기 위한 것으로 환경부에서 제공하는 토지피복지도

**Table 1.** The status of the Wetland Protection Areas in Korea

Wetland Name (abbreviation)	Coordinate	No. of plant	Area (km <sup>2</sup> )	Altitude (m)	Type	Survey year
Wetland of Mt. Sinbul (SB)	35° 25' 30.90" N 129° 00' 02.26" E	138	0.308	748	Mountainous palustrine	2015
Sajapyeong Wetland (SJ)	35° 32' 07.13" N 128° 59' 30.95" E	271	0.587	761	Mountainous palustrine	2015
Han River Estuary (HR)	37° 46' 37.78" N 126° 38' 05.29" E	242	60.668	0	Riverine	2016
Upo Wetland (UP)	35°33' 16.58" N 128°24' 58.65" E	413	8.651	5	Lacustrine	2016
Muljangori-oreum Wetland (MJ)	33° 24' 32.64" N 126° 36' 28.77" E	175	0.610	876	Mountainous palustrine	2016
Wolyeoung Wetland (WY)	35° 31' 14.25" N 126° 52' 39.71" E	309	0.375	300	Mountainous palustrine	2016
Nakdong River Estuary (NR)	35° 04' 00.83" N 128° 55' 33.20" E	233	37.718	0	Riverine	2017
Yongneup of Mt. Daeam (YN)	38° 13' 09.66" N 128° 07' 29.55" E	302	1.360	1196	Mountainous palustrine	2017
Moojehineup (MC)	35° 27' 46.1" N 129° 08' 35.6" E	182	0.184	533	Mountainous palustrine	2017
Dongbaekdongsan Wetland (DB)	33° 31' 00.80" N 126° 43' 03.19" E	348	0.590	113	Mountainous palustrine	2017
Sumeunmulbaengdui Wetland (SE)	33° 21' 51.76" N 126° 26' 59.20" E	291	1.175	981	Mountainous palustrine	2017
Hwaeomneup (HE)	35° 24' 23.46" N 129° 06' 01.30" E	133	0.124	768	Mountainous palustrine	2018
Ungok Wetland (UG)	35° 27' 59.73" N 126° 38' 40.47" E	315	1.930	37	Lacustrine	2018
Jangdo Island Wetland (JD)	34° 40' 10.92" N 125° 22' 12.46" E	217	0.090	105	Mountainous palustrine	2018
Mulyeongari-oreum Wetland (MY)	33° 22' 08.19" N 126° 41' 30.55" E	309	0.309	488	Mountainous palustrine	2018
1100 Altitude Wetland (OA)	33° 21' 27.14" N 126° 27' 55.73" E	288	0.126	1097	Mountainous palustrine	2018
Du-ung Wetland (DU)	36° 50' 10.83" N 126° 11' 46.46" E	326	0.067	21	Lacustrine	2019
Damyang Riverine Wetland (DR)	35° 15' 34.84" N 126° 54' 40.71" E	307	0.981	24	Riverine	2019
Hanbando Wetland (HB)	37° 12' 59.36" N 128° 20' 12.50" E	493	2.772	214	Riverine	2019
Gonggeomji Wetland (GG)	36° 30' 55.56" N 128° 09' 35.62" E	195	0.264	66	Lacustrine	2019
Chimsil Wetland (CS)	35° 16' 10.52" N 127° 19' 51.32" E	445	2.037	49	Riverine	2019

를 활용였고 (Neins 2020), 습지보호지역 경계로부터 500 m 내의 대분류 항목과 상관관계를 분석하였다. 분석은 R 환경 (R version 3.5.2, R Core Team 2020)에서 Hmsic 패키지 (Harrell 2020)의 'rccor' 함수를 이용하여 Pearson 상관 분석을 실시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 분포현황

습지보호지역의 귀화식물은 총 30과 87속 129분류군으로 확인되었다 (Appendix 1). 국화과가 36분류군

(27.9%)으로 가장 많았고 벼과 22분류군 (17.1%), 콩과 11분류군 (8.4%), 십자화과 8분류군 (6.2%) 등의 순이었다 (Table 2). 이러한 과별 양상은 국내 귀화식물 과별 분포비율 중 상위를 차지하는 국화과 20.2%, 벼과

19.0%, 십자화과 9.2%, 콩과 6.4% 등 유사한 경향을 보였다 (Ryu et al. 2017).

습지보호지역의 귀화식물 평균출현종수는 22.3분류군이었으며, 섬진강침실습지 (71분류군)에서 가장

**Table 2.** The main families of naturalized plants in the Wetland Protection Areas in Korea

Ranking	Family	No. of taxa	Ratio (%)
1	Asteraceae	36	27.9
2	Poaceae	22	17.1
3	Fabaceae	11	8.4
4	Brassicaceae	8	6.2
5	Polygonaceae	6	4.7
5	Convolvulaceae	6	4.7
7	Chenopodiaceae	5	3.9
8	Amaranthaceae	3	2.3
8	Malvaceae	3	2.3
8	Scrophulariaceae	3	2.3

**Table 3.** Number of naturalized plants according to the types of wetlands

Wetland		Naturalized plant		Naturalized plant among invasive alien species	
Type	Name	No. of taxa	Mean no. of taxa $\pm$ SD	No. of taxa	Mean no. of taxa $\pm$ SD
Mountainous palustrine	SB	1	5.4 $\pm$ 5.4	1	0.8 $\pm$ 0.8
	SJ	10		2	
	MJ	2		0	
	WY	10		1	
	YN	11		2	
	MC	0		0	
	DB	17		2	
	SE	0		0	
	HE	2		0	
	JD	4		0	
	MY	5		1	
OA	3	1			
Riverine	HR	46	58.0 $\pm$ 9.7	5	5.4 $\pm$ 1.1
	NR	54		7	
	DR	64		5	
	HB	55		4	
	CS	71		6	
Lacustrine	UP	58	28.5 $\pm$ 19.9	6	2.3 $\pm$ 2.6
	UG	14		1	
	DU	21		0	
	GG	21		2	

The abbreviation for wetlands is shown in Table 1. SD: Standard deviation.

많은 귀화식물이 생육하고 있었고 다음으로 담양하천 습지 (64분류군), 우포늪 (58분류군), 영월한반도습지 (55분류군), 낙동강하구 (54분류군) 등의 순이었다. 무제치늪과 습은물뱅디에서는 귀화식물이 조사되지 않았다. 선행연구에 따르면 무제치늪에는 3분류군 (오리새, 큰김의털, 애기수영), 습은물뱅디에는 2분류군 (붉은서나물, 서양민들레)의 귀화식물이 서식하는 것으로 보고되어 있으나 (Park et al. 2011, Ko et al. 2014) 2017년 정밀조사 (NIER 2017)에서는 조사되지 않았다. 습지유형별 출현종수는 산지형 38분류군 (평균 5.4분류군), 하천형 120분류군 (평균 58.0분류군), 호수형 71분류군 (평균 28.5분류군)으로 해발고도가 낮으면서 경작활동 등의 인위적인 간섭과 침수, 범람 등의 자연적인 교란이 지속적으로 일어나는 하천형 및 호수형의 습지에서 귀화식물의 출현빈도가 높았다 (Table 3).

출현빈도가 가장 높은 귀화식물은 개망초 (61.9%)와

토끼풀 (61.9%)이었고 다음으로 망초 (57.1%), 미국자리공 (52.4%), 서양민들레 (52.4%), 소리쟁이 (52.4%) 등의 순으로 나타났다 (Table 4). 이러한 종들은 건생이 차초원식생의 대표적인 구성요소로서 습한 수변부보다는 습지인근 건조한 밭, 길 가장자리, 고수부지, 제방 등을 주요 서식처로 하고 있다는 것을 나타내며 분포확산을 방지하기 위해서는 이들 지역에 대한 관리가 우선적으로 이루어져야 할 것으로 보인다.

### 3.2 종 특성

귀화식물의 원산지는 북아메리카가 42분류군으로 전체의 32.6%를 차지하였고 다음으로 유럽 41분류군 (31.8%), 열대아메리카 13분류군 (10.1%), 유라시아 11분류군 (8.5%) 등의 순이었다. 국내 귀화식물 원산지 구성 (Lee et al. 2011)과 유사한 양상을 나타내었다.

**Table 4.** Occurrence frequency of the main naturalized plants in the Wetland Protection Areas in Korea

Ranking	Family	Scientific name (Korean name)	Frequency	
			No. of occurrence wetland	Ratio (%)
1	Asteraceae	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. (개망초)	13	61.9
1	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L. (토끼풀)	13	61.9
3	Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist (망초)	12	57.1
4	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i> L. (미국자리공)	11	52.4
4	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg. (서양민들레)	11	52.4
4	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L. (소리쟁이)	11	52.4
7	Onagraceae	<i>Oenothera biennis</i> L. (달맞이꽃)	10	47.6
7	Asteraceae	<i>Bidens frondosa</i> L. (미국가막사리)	10	47.6
7	Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. (아까시나무)	10	47.6

**Table 5.** Characteristics of naturalized plants in the Wetland Protection Areas in Korea

Characteristic		nA	Eu	tA	Eu-As	As	sA	Me	Af	Aus
Origin*	No. of taxa	42	41	13	11	10	6	3	2	1
	Ratio (%)	32.6	31.8	10.1	8.5	7.8	4.6	2.3	1.5	0.8
Characteristic		An	An&Bi	Bi	Pe	Tr				
Life cycle**	No. of taxa	61	12	15	38	3				
	Ratio (%)	47.3	9.3	11.6	29.5	2.3				
Characteristic		Clonal plant		Non-clonal plant						
Invasion strategy	No. of taxa	25		104						
	Ratio (%)	19.4		80.6						

\*(Origin) Eu: Europe, nA: north America, tA: tropical America, Eu-As: Europe-Asia, As: Asia, sA: south America, Me: Mediterranean, Af: Africa, Aus: Australia; \*\*(Life cycle) An: Annual, An&Bi: Annual and Biennial, Bi: Biennial, Pe: Perennial, Tr: Tree.

한편, 귀화식물 관리를 위해서는 생육특성에 대한 자료확보가 필수적으로 이루어져야 한다 (Kim et al. 2006). 생활환의 구성을 보면 1년생 초본이 61분류군 (47.3%)으로 가장 높은 비율을 차지하였고 다음으로 다년생 초본 38분류군 (29.5%), 2년생 초본 15분류군 (11.6%), 1-2년생 초본 12분류군 (9.3%), 목본식물 3분류군 (2.3%) 순이었다. 번식전략 (invasion strategy)은 비분지식물 (non-clonal plant)이 104분류군 (80.6%), 분지식물 (clonal plant)이 25분류군 (19.4%)로 확인되었다 (Table 5). 분지식물은 라메트 (ramet)의 공간적 배열에 따라 인헤전술형 (phalanx type)과 게릴라형 (guerrilla type)으로 구분된다 (Lovett-Doust 1981, White 1984, Wilson and Lee 1989). 인헤전술형 식물은 단절간 (short internode)를 만들어 천천히 조밀한 패치를 형성하여 다른 종의 침입을 억제함으로써 공간의 점유를 극대화하고, 게릴라형의 식물은 장절간 (long internode)을 만들어 자원의 수준이 낮거나 경쟁적 스트레스가 높은 곳으로부터 벗어나 넓은 범위의 공간을 점유하는 생태적 특성을 갖는다 (Chen et al. 2011, Li et al. 2015). 따라서 귀화식물 가운데 다년생 분지식물은 오랜기간 방치하여 단일군락으로 생육범위가 확대될 경우 제거 등의 어려움이 생길 수 있으므로 생육특성을 종합적으로 고려하여 관리방안을 마련해야 할 것이다.

### 3.3 생태계교란생물

생태계교란생물 (MOE 2020a)은 돼지풀, 애개수영, 미국쭈부쟁이, 가시박, 단풍잎돼지풀, 털물참새피 등 총 10분류군으로 확인되었고 귀화식물인 생태계교란생물 15종 중 66.7%를 차지하는 것으로 확인되었다. 습지보호지역은 전국단위에서 산지, 하천, 호소 등 다양한 유형의 습지생태계를 지정하고 있어 입지적 특성상 다수의 생태계교란생물이 조사되었으나 습지보호지역별 생태계교란생물 평균 분류군수는 2.2분류군에 불과한 것으로 나타났다. 다만, 습지유형별 편차 (산지 습지 평균 0.9분류군, 호수습지 평균 2.3분류군, 하천습지 평균 5.4분류군)는 심한 것으로 확인되었다 (Table 6). 종별 분포특성을 보면 돼지풀, 애개수영, 미국쭈부쟁이는 습지유형과 관련없이 관찰되었고 가시박, 단풍잎돼지풀, 털물참새피, 가시상추는 하천습지와 호수습지에서, 도깨비가지, 양미역취는 하천습지에서, 서양금혼초는 제주지역의 산지습지에서 출현하는 특성을

나타내었다 (Table 6). 생태계교란생물은 습지생태계의 불균형을 야기할 가능성이 높다는 측면을 고려할 때 증감에 대한 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

### 3.4 귀화식물과 입지의 안정성과의 상관성

귀화율이 가장 높은 습지보호지역은 낙동강하구 (23.2%)로 나타났으며, 다음으로 담양하천습지 (20.8%), 한강하구 (19.0%), 침실습지 (16.0%) 등의 순이었다. 도시화지수는 침실습지 (19.3%), 담양하천습지 (17.4%), 우포늪 (15.8%), 영월한반도습지 (14.9%), 낙동강하구 (14.7%) 등의 순으로 분석되었다 (Table 7). 습지유형별로는 산림형습지 귀화율 0.0 - 4.9%, 도시화지수 0.0 - 4.6%, 호수형습지 귀화율 4.4 - 14.0%, 도시화지수 3.8 - 15.8%, 하천형습지 귀화율 11.2 - 23.2%, 도시화지수 12.5 - 19.3% 범위로 하천형습지에서 귀화율과 도시화지수가 높게 나타났다.

습지보호지역 주변 토지피복현황은 Table 8과 같았다. 이를 토대로 귀화식물의 출현과 입지특성과의 상관관계를 분석한 결과, 귀화식물 출현종수는 습지보호지역 주변으로 습지 (wetland), 농업지역 (agricultural land), 시가지지역 (used area)의 면적 비율과 양의 상관관계를, 고도 (altitude)와 산림지역 (forest) 면적 비율과는 음의 상관관계를 나타내었다 (Table 9). 인위적 간섭 정도를 나타내는 귀화율과 도시화지수에서도 유사한 결과가 나타났다. 고도가 높고 주변에 산림지역이 많을수록 귀화식물의 침입과 정착이 어려운 반면, 고도가 낮으면서 잠재적인 인간간섭 빈도가 높은 농업지역, 시가지지역과 인접한 습지는 귀화식물의 침입이 용이한 것으로 나타났다. 또한 보호지역 주변으로 습지가 많을수록 귀화식물의 출현빈도가 높은 것으로 나타났다. 하천형 습지의 경우, 홍수 파동에 의한 물, 영양염 등의 유입으로 생물다양성은 증진되나 (Junk et al. 1989), 이면에는 홍수터를 교란시킴으로써 귀화식물의 침입을 용이하게 하는 특성이 반영된 것으로 판단된다 (Foxcroft et al. 2008). 따라서 특정지역에서 귀화식물의 출현빈도가 높다는 것은 인위적 또는 자연적인 교란강도가 높다는 것을 방증하는 것으로 (Kim and Lee 2006) 습지생태계의 변화를 지속적으로 모니터링하는데 주요한 지표가 될 수 있을 것이다.

**Table 6.** Occurrence frequency of naturalized plants among invasive alien species

Family name	Scientific name (Korean name)	No. of occurrence wetland			Total	
		Mountainous palustrine	Riverine	Lacustrine	No. of taxa	Ratio (%)
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. (돼지풀)	2	5	1	8	38.1
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L. (애기수영)	4	3	1	8	38.1
Asteraceae	<i>Aster pilosus</i> Willd. (미국쑥부쟁이)	1	5	2	8	38.1
Cucurbitaceae	<i>Sicyos angulatus</i> L. (가시박)	0	4	2	6	28.6
Asteraceae	<i>Ambrosia trifida</i> L. (단풍잎돼지풀)	0	3	1	4	19.0
Poaceae	<i>Paspalum distichum</i> var. <i>indutum</i> Shinners (털물참새피)	0	2	1	3	14.3
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i> L. (서양금혼초)	3	0	0	3	14.3
Solanaceae	<i>Solanum carolense</i> L. (도깨비가지)	0	2	0	2	9.5
Asteraceae	<i>Solidago altissima</i> L. (양미역취)	0	2	0	2	9.5
Asteraceae	<i>Lactuca scariola</i> L. (가시상추)	0	1	1	2	9.5

**Table 7.** Naturalized index and urbanization index in the Wetland Protection Areas in Korea

Wetland		Naturalized index (%)		Urbanization index (%)	
		Index	Mean no. of index±SD	Index	Mean no. of index±SD
Mountainous palustrine	SB	0.7	1.9±1.6	0.3	1.5±1.5
	SJ	3.7		2.7	
	MJ	1.1		0.5	
	WY	3.2		2.7	
	YN	3.6		3.0	
	MC	0		0	
	DB	4.9		4.6	
	SE	0		0	
	HE	1.5		0.5	
	JD	1.8		1.1	
	MY	1.6		1.4	
	OA	1.0		0.8	
Riverine	HR	19.0	18.0±4.6	12.5	15.8±2.6
	NR	23.2		14.7	
	DR	20.8		17.4	
	HB	11.2		14.9	
	CS	16.0		19.3	
Lacustrine	UP	14.0	8.9±4.3	15.8	7.7±5.4
	UG	4.4		3.8	
	DU	6.4		5.7	
	GG	10.8		5.7	

Naturalized index ( $E_i/S_i \times 100$ ), Urbanization index ( $E_i/E_t \times 100$ ),  $E_i$ : Number of occurrence naturalized plant at  $i$  study site,  $S_i$ : Number of occurrence plant at  $i$  study site,  $E_t$ : Number of naturalized plant in the Korea (368 taxa, Lee et al. 2011; Ryu et al. 2017), The abbreviation for wetlands is shown in Table 1. SD: Standard deviation.

**Table 8.** Land cover types in 500m radius of the Wetland Protection Areas in Korea

Wetland		Land cover type (km <sup>2</sup> )						
		Forest	Grass	Wetland	Barren	Water	Agricultural land	Used area
Mountainous palustrine	SB	1.762	0.400	0.001	0.064	0.003	0.000	0.025
	SJ	2.464	0.409	0.037	0.039	0.000	0.012	0.007
	MJ	2.917	0.023	0.003	0.000	0.009	0.000	0.000
	WY	3.046	0.031	0.035	0.004	0.001	0.005	0.004
	MC	1.926	0.003	0.000	0.031	0.000	0.000	0.013
	DB	2.685	0.054	0.015	0.032	0.000	0.216	0.039
	SE	2.795	0.012	0.041	0.001	0.001	0.000	0.000
	HE	1.435	0.283	0.000	0.001	0.000	0.000	0.003
	JD	1.002	0.158	0.009	0.122	0.676	0.000	0.000
	MY	1.690	0.473	0.011	0.009	0.016	0.002	0.026
	OA	1.084	0.026	0.019	0.003	0.000	0.000	0.017
	Mean no. of index	2.073	0.170	0.016	0.028	0.064	0.021	0.012
Riverine	NR	0.509	4.799	17.133	1.986	23.711	0.209	5.712
	DR	0.019	1.044	0.502	0.067	0.322	3.194	0.356
	HB	3.690	0.864	0.533	0.477	0.737	1.262	0.296
	CS	1.021	1.200	1.257	0.211	1.140	3.518	0.561
		Mean no. of index	1.310	1.977	4.856	0.685	6.478	2.046
Lacustrine	UP	7.663	2.189	1.574	0.254	3.138	5.567	0.818
	UG	6.757	0.422	0.091	0.131	0.888	0.000	0.000
	DU	0.649	0.324	0.023	0.094	0.012	0.189	0.085
	GG	0.316	0.233	0.174	0.100	0.013	1.109	0.277
		Mean no. of index	3.846	0.792	0.466	0.145	1.013	1.716

The abbreviation for wetlands is shown in Table 1.

**Table 9.** Pearson correlation coefficients between characteristics of naturalized plants and locational characteristics in the Wetland Protection Areas in Korea

Floristic characteristics	Locational characteristics								
	Area	Altitude	Forest	Grass	Wetland	Barren	Water	Agricultural land	Used area
No. of naturalized plant	0.43	<b>-0.64***</b>	<b>-0.83***</b>	0.19	<b>0.71**</b>	0.23	0.40	<b>0.68**</b>	<b>0.61**</b>
Naturalized index	<b>0.64**</b>	<b>-0.66***</b>	<b>-0.94***</b>	0.18	<b>0.87***</b>	0.23	<b>0.52*</b>	<b>0.66**</b>	<b>0.78***</b>
Urbanization index	0.43	<b>-0.64***</b>	<b>-0.83***</b>	0.19	<b>0.17**</b>	0.23	0.41	<b>0.68**</b>	<b>0.61**</b>

\*p < 0.05, \*\*p < 0.01, \*\*\*p < 0.001.

#### 4. 결론

본 연구 결과에 따르면, 21개 습지보호지역에서 30과 87속 129분류군의 귀화식물이 확인되었다. 평균

22.3분류군의 귀화식물이 출현하였고 국화과의 출현 빈도가 높게 나타났다. 섬진강 침실습지에서 가장 많은 귀화식물이 출현하였고 무제치늪과 숨은물뱅디오름에서는 귀화식물이 관찰되지 않았다. 출현빈도가 가장



높은 귀화식물은 개망초와 토끼풀이었으며, 대부분 건생이차초원에서 생육하는 귀화식물로 이루어져 있어 길 가장자리, 제방 등에 대한 우선적 관리가 요구되었다.

조사된 귀화식물의 원산지는 북아메리카가 가장 많았고 다음으로 유럽 등의 순이었다. 귀화식물의 68.2%가 1·2년생 초본식물이었고 연결체를 만들어 번식하는 분지식물이 19.4%를 차지하였다. 분지식물의 경우 번식특성상 장기간 방치할 경우 관리에 어려움이 발생할 수 있으므로 생육초기에 확산되지 않도록 적절한 대책이 필요해 보였다. 귀화율과 도시화지수는 습지, 농업지역, 시가지지역 등의 입지적 요인과 양의 상관관계를 보였고 고도와 산림지역과는 음의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 따라서 귀화식물의 출현빈도와 생육특성, 입지적 특성 등을 종합적으로 고려한 관리방안을 마련할 필요가 있다. 습지보호지역에 분포하는 귀화식물의 종조성 및 분포특성을 파악한 것은 습지보호지역 보전계획 수립 및 습지생태계 변화양상을 모니터링하기 위한 기초자료로 제공될 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 국립생태원 “제2차 전국내륙습지 모니터링(’20)(NIE-기반연구-2020-14)”의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

## References

- Chen, X.S., Xie, Y.H., Deng, Z.M., Li, F., and Hou, Z.Y. 2011. A change from phalanx to guerrilla growth form is an effective strategy to acclimate to sedimentation in a wetland sedge species *Carex brevicuspis* (Cyperaceae). *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 206(4): 347-350.
- Cho, Y.H. and Lee, Y.K. 2010. Study on surveying and improving management of protected areas in Korea. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 38(1): 64-73. (in Korean)
- Foxcroft, L.C., Parsons, M., McLoughlin, C.A., and Richardson, D.M. 2008. Patterns of alien plant distribution in a river landscape following an extreme flood. *South African Journal of Botany* 74(3): 463-475.
- Han, J.E., Kim, S.Y., Kim, W.H., Lee, J.Y., Kim, J.H., Ro, T.H., and Choi, B.H. 2007. Distribution of naturalized plants at stream in middle part of Korea. *Korean Journal of Environmental Biology* 25(2): 115-123. (in Korean)
- Harrell, F.E. 2020. Package ‘Hmisc’. <http://cran.r-project.org/pachage=Hmisc>. Assessed 02 July 2020.
- Junk, W.J., Bayley, P.B., and Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems, Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 106(1): 110-127.
- Kang, B.H. and Shim, S.I. 2002. Overall status of naturalized plants in Korea. *The Korean Journal of Weed Science* 22(3): 207-226. (in Korean)
- KDPA. 2020. Korea database on protected areas. [www.kdpa.kr](http://www.kdpa.kr). Accessed 01 July 2020. (in Korean)
- Kil, J.H., Park, S.H., and Koh, K.S. 2006. The distribution of non-native plants in Ulleung Island. *Korean Journal of Plant Resources* 19(2): 237-242. (in Korean)
- Kim, C.S., Koh, J.G., Song, G.P., Moon, M.O., Kim, J.E., Lee, E.J., Hwang, S.I., and Jeong, J.E. 2006. Distribution of naturalized plants in Jeju Island, Korea. *Korean Journal of Plant Resources* 19(5): 640-648. (in Korean)
- Kim, D.K., Ryu, T.B., Lee, C.W., Choi, D.H., and Kim, N.Y. 2017. Study on the current status of naturalized plant in Jeolla-do. *Korean Journal of Plant Resources* 30(4): 399-409. (in Korean)
- Kim, H.S. and Oh, J.G. 2010. Distribution of naturalized plants in Ddaohae National Marine Park. *Korean Journal of Plant Resources* 23(2): 187-196. (in Korean)
- Kim, J.W. and Lee, Y.K. 2006. Classification and assessment of plant communities. *Worldscience Press.*, Seoul. (in Korean)
- Kim, S. and Kang, M. 2011. Study on application of IUCN management category system on Baekdudaegan protected area. *Journal of Korean Forest Society* 100(3): 494-503. (in Korean)
- Ko, S.C., Son, D.C., and Park, B.K. 2014. Flora of Sumeunmulbaengdui wetland in Jeju-do, Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 44(3): 222-232. (in Korean)
- Lee, C.W., Cho, H.J., Kang, M.J., Huh, M.K., Hwang, I.C., and Choi, B.K. 2015. Study of the status of naturalized plants in Busan City, South Korea. *Journal of Life Science* 25(11): 1,244-1,254. (in Korean)
- Lee, W.T. 1996. *Lineamenta florum Koreae*. Academy Press., Seoul, Korea. (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(1): 87-101. (in Korean)
- Li, F., Xie, Y., Zhu, L., Jiang, L., Chen, X., Pan, B., and Deng, Z. 2015. Changed clonal growth form induced by sand burial facilitates the acclimation of *Carex brevicuspis* to competition. *PLoS ONE* 10(3): 1-13.
- Lim, D.O., Hwang, I.C., Hwang, J.H., and Park, S.J. 2009a. The naturalized plants and regulating measures in Dokdo. *Korean Journal of Plant Resources* 22(1): 96-101. (in Korean)

- Lim, D.O., Kim, H.S., and Park, M.S. 2009b. Distribution and management of naturalized plants in the Northern Area of South Jeolla Province, Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* 23(6): 506-515. (in Korean)
- Lim, D.O., Ryu, Y.M., and Hwang, I.C. 2004. An analysis of the environmental index and the distribution of naturalized plants in large rivers of downtown Gwangju Metropolitan City. *Korean Journal of Environment and Ecology* 18(3): 288-296. (in Korean)
- Lovett-Doust, L. 1981. Population dynamics and local specialization in al clonal perennial (*Ranunculus repens*). *Journal of Ecology* 69(3): 743-755.
- MOE. 2011. National wetland survey protocol. Ministry of Environment, Sejong, Korea. (in Korean)
- MOE. 2015. Survey on the wetland protected areas (2015). National Institute of Environmental Research, Changnyeong, Korea. (in Korean)
- MOE. 2016. Wetlands conservation act. <http://www.law.go.kr>. Accessed 01 June 2020. (in Korean)
- MOE. 2020a. Ecosystem disturbing species. <http://gwanbo.mois.go.kr>. Accessed 11 August 2020. (in Korean)
- MOE. 2020b. Status of wetland protection areas and Ramsar wetlands. <http://www.me.go.kr>. Accessed 02 July 2020. (in Korean)
- Neins. 2020. National environment information network system. <http://www.neins.go.kr/>. Accessed 02 July 2020. (in Korean)
- NIBR. 2020. National list of indigenous species of Korean peninsula. National Institute of Biological Resources. <https://species.nibr.go.kr>. Accessed 01 May 2020. (in Korean)
- NIE. 2019. The 3rd intensive survey on the wetland protected areas (2019). National Institute of Ecology, Seocheon. (in Korean)
- NIE. 2020. Information of Korean alien species. <http://kias.nie.re.kr>. Accessed 03 August 2020. (in Korean)
- NIER. 1995. Survey for ecological impact by naturalized organisms (1). National Institute of Environmental Research, Seoul. 213pp. (in Korean)
- NIER. 2000. The effects of alien plants on ecosystem and their management (1). National Institute of Environmental Research, Incheon. 96pp. (in Korean)
- NIER. 2016. Survey on the wetland protected areas (2016). National Institute of Environmental Research, Incheon. (in Korean)
- NIER. 2017. Survey on the wetland protected areas (2017). National Institute of Environmental Research, Incheon. (in Korean)
- NIER. 2018. The 3rd intensive survey on the wetland protected areas (2018). National Institute of Environmental Research, Incheon. (in Korean)
- Numata, M. 1975. Naturalized Plants. Dai Nippon printing Co., Tokyo, Japan. (in Japanese)
- Oh, C.H., Choi, I.K., Lee, E.H., and Lim, D.O. 2010. Distribution pattern of the naturalized plants in the biotope types in the Jeonju Area. *Korean Journal of Environment and Ecology* 24(1): 37-45. (in Korean)
- Oh, H.K. and Shin, H.T. 2007. Distribution of resource plants and naturalized plants at the reclaimed seaside in Songdo, Incheon. *Korean Journal of Plant Resources* 20(4): 312-320. (in Korean)
- Oh, H.K., Lim, D.O., and Kim, Y.S. 2009. Distribution characteristic and management counterplan of naturalized plants in the Byeonsanbando National Park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 23(2): 105-115. (in Korean)
- Oh, H.K., Sagong, J.H., and You, J.H. 2011. Analysis on environmental indices and naturalized plants distributed in Gyeryong-si, Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* 25(4): 479-489. (in Korean)
- Oh, K.H., Kim, C.S., Lee, P.H., and Son, S.G. 2004. Flora in Woopo wetland and Topyeong stream. *Journal of Korean Wetlands Society* 6(3): 107-118. (in Korean)
- Park, S.J., An, B.R., Jang, S.Y., and Park, S.J. 2011. Diversity of Moojcheneup's flora. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 41(4): 370-382. (in Korean)
- Park, S.J., Hwang, G.J., Park, S.J., and Son, S.W. 2007. The study of naturalized plants in Ulleungdo. *Korean Journal of Environment and Ecology* 21(1): 1-12. (in Korean)
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>. Accessed 02 July 2020.
- Rho, J.H., Oh, H.K., Han, Y.H., Choi, Y.H., Byun, M.S., Kim, Y.S., and Lee, W.H. 2014. A study on the distribution status and management measures of naturalized plants growing in Seongeup Folk Village, Jeju Island. *Journal of the Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 32(1): 107-119. (in Korean)
- Ryu, T.B., Kim, J.W., and Lee, S.E. 2017. The exotic flora of Korea: actual list of neophytes and their ecological characteristics. *Korean Journal of Environment and Ecology* 31(4): 365-380. (in Korean)
- Shim, Y.J., Hong, J.P., and Lee, G.S. 2019. Prioritizing land purchase in Hwapocheon wetland protection area - Based on habitat suitability index for flagship species -. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology* 22(2): 59-71. (in Korean)
- Son, H.J., Ahn, C.H., Ahn, S.I., Kim, N.Y., Kim, Y.S., and Park, W.G. 2011. Distribution characteristics of the naturalized plants in the stream of downtown and urban forest of Chuncheon City. *Journal of Korean Forest Society* 100(2): 184-201. (in Korean)
- Song, I.G. and Park, S.J. 2013. Flora of Gonggeom-ji wetlands protection area (Sangju-si, Gyeongsangbuk-do). *Journal of Wetlands Research* 15(2): 203-214. (in Korean)

- Song, I.G. and Park, S.J. 2019. Distribution of naturalized plants in historic sites and urban park of Gyeongju-si, South Korea. *Korean Journal of Environmental Biology* 37(2): 144-154. (in Korean)
- 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 & Life Science* 48(6): 21-37. (in Korean)
- White, E.G. 1984. A multispecies simulation model of grassland producers and consumers: producers. *Ecological Modelling* 24(3-4): 241-262.
- Wilson, J.B. and Lee, G.W. 1989. Infiltration invasion. *Functional Ecology*. *British Ecological Society* 3(3): 379-380.
- Yim, Y.J. and Jeon, E.S. 1980. Distribution of naturalized plants in the Korean Peninsula. *Journal of Plant Biology* 23(3-4): 69-83. (in Korean)
- You, J.H., Park, K.H., and Yoon, Y.C. 2010. Distributional characteristics and management device of naturalized plants in Naedong Stream, Changwon-si. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 38(4): 96-105. (in Korean)
- Zerbe, S., Choi, I.K., and Kowarik, I. 2004. Characteristics and habitats of non-native plant species in the city of Chonju, southern Korea. *Ecological Research* 19(1): 91-98.





