

Research Paper

만경강 신천습지의 식물군락별 종조성적 특성

조광진* · 이정아** · 임정철* · 추연수*

국립생태원*, (사)식생앤생태연구소**

Characteristics of the Species Composition by Plant Community in the Shincheon Wetland of Mangyeong River, Jeonbuk

Kwang-Jin Cho* · Jung-A Lee** · Jeoncheol Lim* · Yeonsu Chu*

National Institute of Ecology*
Institute of Vegetation and Ecology**

요약: 하도습지는 하천 생태계의 중요한 요소로 지금까지 조사된 내륙습지 목록의 약 38%를 차지하고 있다. 만경강에 위치한 신천습지 또한 보 축조로 유속이 느려지고 퇴적물이 쌓이면서 형성된 하도습지이다. 신천 습지의 보전 가치와 생태적 특성을 규명하고자 식물사회학적 방법을 활용하여 식생 및 식물 다양성을 파악 하였으며, 총 45개의 식생자료가 수집되었다. 총 153분류군(49과 117속 146종 2아종 5변종)으로 구성된 24개 식물군락이 구분되었다. 종조성적으로 군락별 출현율이 가장 높은 식물은 환삼덩굴로 확인되었다. 그리고 소리쟁이, 참새귀리, 개망초, 쑥 등과 같이 이차초지에서 생육하는 일년생 초본 식물종이 빈번하게 관찰되었다. 귀화식물은 38분류군이 조사되었고 도시화지수는 10.3%, 귀화율은 24.8%로 분석되었다. 식물군락은 크게 침수식생, 부엽 및 부유식생, 일이년초본식생, 다년생초본식생, 목본식생으로 분류되었다. 일정 수심을 유지하며 유속이 느린 우수역과 정수역, 간헐적 수위변동을 경험하는 연안대, 건조한 고수부 지 환경 등 다양한 서식공간을 반영하는 식물군락의 분포가 확인되었다. 이와 같은 식물군락 발달은 야생생 물에게도 서식처로서 중요한 역할을 하므로 생물다양성 증진에도 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 판단된다.

주요어: 만경강, 식물군락, 종조성, 하도습지

Abstract: Riverine wetlands are an important element of the river ecosystem and account for approximately 38% of the inland wetlands surveyed so far. The Shincheon Wetland located in Mangyeong River is also a channel wetland as the flow rate is slowed by the constructed weirs, leading to sediment accumulation. To identify the conservation value and ecological characteristics of Shincheon Wetland, its vegetation and plant diversity were identified using a phytosociological method, and a total of 45 vegetation-related datasets were collected. Overall, 24 plant communities, comprising a total of 153 taxa (49 families, 117 genera, 146 species, 2 subspecies, 5 varieties) were

First Author: Kwang-Jin Cho, Tel: +82-55-530-5511, E-mail: kjcho@nie.re.kr, ORCID: 0000-0003-1796-7050

Corresponding Author: Yeonsu Chu, Tel: +82-55-530-5523, E-mail: hjloveys@hanmail.net, ORCID: 0000-0002-8323-0746

Co-Authors: Jung-A Lee, E-mail: yja3030@naver.com, ORCID: 0000-0002-1193-6248

Jeoncheol Lim, Tel: +82-55-530-5521, E-mail: limsu8002@nie.re.kr, ORCID: 0000-0002-2009-4230

Received: 15 November, 2022. Revised: 6 December, 2022. Accepted: 8 December, 2022.

identified. The plant with the highest appearance rate in the communities was *Humulus japonicus* Siebold & Zucc. In addition, annual herb species, including *Rumex crispus* L., *Bromus japonicus* Thunb., *Erigeron annuus* (L.) Pers., and *Artemisia indica* Willd. were frequently observed to be growing in the secondary grassland. Naturalized plants were surveyed in the 38 taxa; the urbanization index was 10.3% and the naturalized index was 24.8%. Plant communities were largely classified into submerged vegetation, floating and floating-leaved vegetation, annual and biennial vegetation, perennial herb vegetation, and woody vegetation. The distribution of plant communities reflecting various habitats, including the lentic and lotic zone maintaining a constant water depth, littoral zone experiencing intermittent water level fluctuations, and dry floodplain environment was also confirmed. Overall, plant community development plays an important role in the habitat for wild animals; therefore, it is expected to positively impact biodiversity enhancement.

Keywords: Mangyeong river, Plant community, Species composition, Riverine wetland

I. 서론

하도습지는 하도 내 주기적인 침수와 노출을 반복하는 지형과 이와 생태적으로 인접한 수역으로 하천생태계를 구성하는 중요 요소이다(Ann et al, 2014). 국립생태원의 내륙습지 조사사업에 따르면 2020년 까지 조사된 2,323개(734.9km²) 내륙습지 중 하도습지는 879개(37.8%), 면적은 389.7km²(53.0%)로서 소규모 퇴적지형으로 이루어진 하천형 습지의 대부분을 차지한다(NIE 2022a). 최근(2020~2022년) 환경부에서는 생태적으로 가치가 높은 철원 용양보, 충주 비내섬 등 하도습지 4곳을 습지보호지역으로 지정하였고 보전을 위해 지속적으로 관리하고 있다(NIE 2022b).

전라북도의 대표적인 하천인 만경강에는 지금까지 9개의 하도습지가 보고되고 있다(Ecobank 2017). 이중 신천습지는 만경강과 소양천의 합류부에 형성된 하천형 습지로, 보 축조로 유속이 느려지고 퇴적물이 쌓이면서 형성된 습지이다. 보 축조에 의해 형성된 다수의 소규모 하중도 발달은 신천습지의 식물 다양성을 향상시키고 동물의 다양한 서식처를 만들어 습지의 보전가치를 높인다(NIE 2020). 다만, 치수측면에서 볼 때 하도 내 과도한 식생발달은 하천의 흐름저항을 증가시킬 수 있어(Lee & Yoon 2007) 하도 내 식생의 생태적 관리에 관한 논의는 지속해서 이루어지고 있다(Lee et al, 2000). 상대적으로 홍수나 범람

등의 영향으로 미소환경의 변화가 매우 심하여 다양하고 복잡한 패턴으로 식물군락이 발달하는 하천생태계의 특성(Naiman et al, 1993)을 고려할 때 신천습지의 하도 내 사주의 빠른 육상화, 외래식물군락의 확산으로 인한 습지경관 변화 등에 대비한 체계적이고 과학적인 대책 마련을 위해 하도 내 현존식생 현황에 대한 조사는 필수적이라고 할 수 있다.

최근 하도 내 식생과 관련한 연구는 식생유형 및 분포(Ahn et al, 2016), 하천복원(Jung et al, 2018), 하천환경 평가(Chun et al, 2015; Chun & Chae 2016), 복원 전후 식생변화(Kang & Cho 2014), 하천식생의 이입·확장 원인(Woo and Park 2016; Kim and Kim 2019) 등 다양한 목적에서 이루어지고 있다. 만경강과 관련한 식생연구는 하천 본류와 지류(Kim et al, 2002; Lee et al, 2003) 그리고 하구(Lee 1988; Kim et al, 2006)에 발달하고 있는 식생분포와 토양과의 상관관계에 대한 연구가 이루어져 있고 전라북도 내륙습지 조사를 통해 신천습지에서는 29개의 식물군락이 기재된 바 있다(JIEE 2011).

본 연구에서는 신천습지에 분포하는 식물군락의 다양성을 기재하고 종조성적 특성을 규명하여 습지의 가치와 위협요인 등을 파악하고자 하였다. 이러한 생태적 정보는 습지생태계를 관리하고 습지보호지역 지정 타당성을 검토하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 조사지역

신천습지는 전라북도 완주군 고산천교에서 하리고까지의 만경강 일대로서 만경강과 합류하는 소양천 일부 구간이 포함된 면적은 약 1.3km²이다(Figure 1). 수리적 위치는 동경 127° 05' 57"~127° 08' 02", 북위 35° 53' 39"~35° 54' 32"이며 행정구역상으로는 전주시 덕진구 전미동 및 호성동과 완주군 삼례읍의 경계부에 위치한다. 신천습지의 습지유형은 환경부 기준에 따라 “내륙습지-하천형-유수역-하도습지”에 해당한다(ME 2010). 신천습지의 양안을 따라서는 과거 경작지로 이용되었던 곳을 복원하면서 인위적인 웅덩이 형태의 저습지가 만들어져 있으며 웅덩이와 웅덩이 간, 웅덩이와 본류 간의 하도가 개설되어 있었다. 신천습지의 수환경에 직접적인 영향을 미치는 범위 내에 5곳의 보가 위치하고 있으며, 이들 보는 퇴적물의 이동을 방해하여 다수의 사력퇴적지를 형성하는 1차적인 원인으로 판단된다(NIE 2020). 신천습지 일대의 지질은 충적층이며 암상은 자갈을 많이 포함하고 있다(KIGAM 2020). 만경강 하도 전체를 가로지르는 고정보 설치로 인하여 퇴적물 퇴적이 증가함에

따라 식생의 면적 또한 증가하였다(Choi et al. 2019). 습지 경계 내의 평균 해발고도는 10m 미만이었으며, 주변지역은 10~15m 사이의 평야지대와 30m 내외의 구릉지가 분포한다. 신천습지가 위치한 전주시의 최근(2012~2021년) 연평균기온은 14.0℃이며 최고기온은 평균 32.0℃, 최저기온은 평균 -4.0℃로 연교차는 약 36.0℃이다. 연평균강수량은 1,228.5mm이고 이 중 50% 이상이 주로 하계에 집중되어 있다(KMA 2022).

2. 현장조사 및 자료분석

식생조사는 2020년 4월, 8월, 10월과 2021년 5월 4차례에 걸쳐 식물사회학적 방법에 따라 수행하였다. 상관을 우선 구분한 후 각 상관별 균질한 환경조건과 종조성을 갖는 조사구에서 식생조사를 실시하였다. 조사구 범위는 필요한 요소의 식물종이 누락되는 것을 방지하고 이질적인 요소의 식물종이 포함되는 것을 방지하기 위하여 각 식물군락의 최고 식생 높이를 제공하여 선정하였다(Kim & Lee 2006). 종의 질적·양적 정보 수집을 위해 조사구 내 층위를 구분하고, 각 층위별 출현종 목록과 피도를 기재하였다. 피도 판정은 1~9계급의 변환통합우점도를 이용하였다

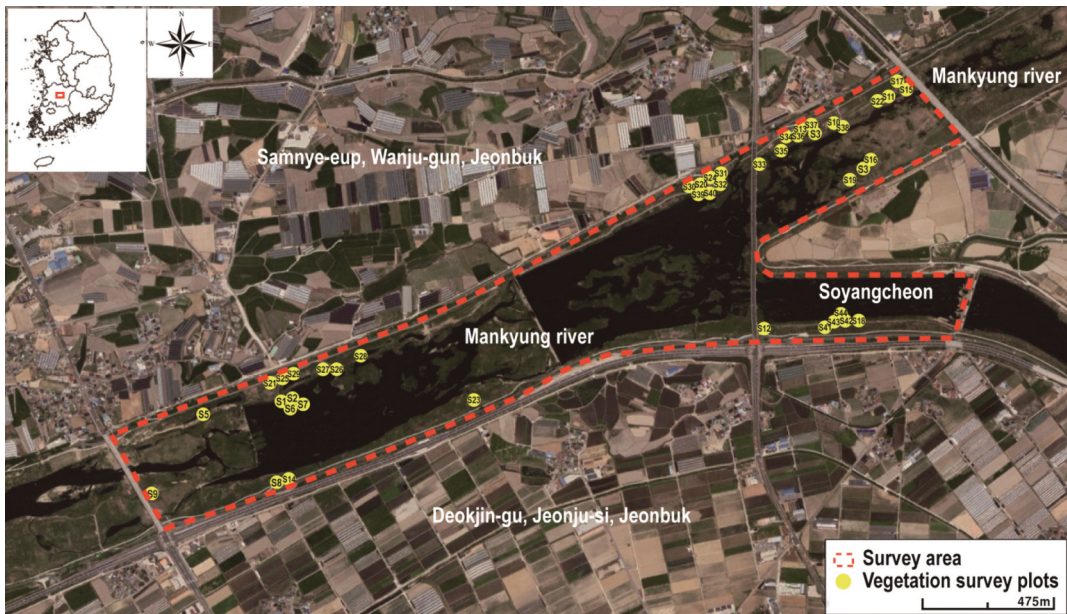


Figure 1. Map showing the study area and survey plots

(Westhoff & van der Maarel 1973). 기타 현장조사 및 식생 유형 도출을 위한 실내 분석 등의 자세한 연구방법은 Kim and Lee(2006)를 따랐다.

수집된 식생조사표를 이용하여 군락분류가 수행되었고 식물종 및 피도 등의 자료 작성 및 종 출현 양상에 따른 모뎀화는 [MS-Excel]을 이용하였다. 분류된 식물군락의 구성종에 대한 양적 비교는 상대기여도($r\text{-NCD}$; relative net contribution degree)를 활용하였으며(Kim & Manyko 1994), 증명 및 학명은 국가생물종목록(NIBR 2020)을 따랐다.

식생조사 자료로부터 확보한 식물상을 기초로 종조성적 특성을 분석하였다. 출현종수, 과별 출현양상, 휴면형(Lee 1996)의 구성, 출현한 귀화식물(Lee et al. 2011; Ryu et al. 2017)과 귀화식물을 활용한 귀화율(Numata 1975), 도시화지수(Yim & Jeon 1980)를 산출하였다. 또한 출현식물종의 특질(plant character set)을 이용한 식물군락의 특성 비교가 이루어졌다. 식물종의 특질분석을 위한 정량적인 값으로 년출형식물종의 구성비, 일년생초본식물의 구성비, 귀화율, 도시화지수가 활용되었다. 년출형식물은 덩굴성식물로서 줄기가 다른 물체를 감거나 기어올라가는 식물을 의미한다(Lee 1996). 년출형식물종의 구성비는 호광성 식물이면서 스크램블기능을 하는 덩굴성식물의 군락 내 혼생 수준을 나타내며, 일년생초본식물의 출현율과 귀화율은 입지의 안정성에 대한 상대적 평가를 가능하게 한다(Cho & Kim 2005). 식물종의 특질이 반영된 식물군락의 생태적 특성을 파악하기 위하여 방형구마다 조사된 출현종의 피도를 활용하여 상대기여도 자료를 구축하였으며, 이 중 단일종만 출현한 방형구는 분석에서 제외하였다. R 환경(R Core Team 2022)의 Vegan package(Oksanen et al. 2022)에서 'decorana' 함수를 이용하여 탈경향대응분석(detrended correspondence analysis, DCA)을 실시하였다. 또한 식물종 특성 및 환경 요인과 2차원으로 도식화된 DCA 결과의 상관관계를 분석하기 위하여 vegan 패키지의 'envfit' 함수를 사용하여 분석하였다(Oksanen et al. 2022).

III. 결과 및 고찰

1. 식물군락 분포현황

신천습지에는 만경강 본류에 해당하는 우수역과 물줄기 일부가 둔치와 연결되어 물의 이동이 거의 없는 정수역 그리고 일부 인위적인 물웅덩이가 형성되어 있었다. 이러한 수환경에서 45개의 식생자료(Figure 1)를 토대로 24개의 식물군락이 구분되었다. 이들 식물군락은 크게 침수식생, 부엽 및 부유식생, 일년생초본식생, 다년생초본식생, 목본식생으로 분류되었고 서식처 조건에 대응하며 진단종군을 포함한 특정의 종조성으로 구성되어 있었다(Table 1).

우수역 가장자리의 수심이 1m 이하로 얇고 유속이 느린 곳에서 나사말군락, 붕어마름군락, 말즘군락, 구와말군락 등 침수식생이 확인되었다. 부엽식생인 노랑어리연군락, 가래군락은 본류와 지류, 물웅덩이 등에서 확인되었다. 물 흐름이 정체된 곳에서 부유식생인 좁개구리밥군락이 단순우점하고 있었다(Table 1). 이전조사에서 부엽·부유식생으로 연군락, 가시연군락, 노랑어리연군락, 마름군락, 수염마름군락이 조사된 바 있다(JIEE 2011). 그러나 본 조사에서는 가시연군락은 확인되지 않았고 마름과 왜개연이 좁은 면적으로 관찰되었다. 현지조사 시 수위가 높아 접근성이 어려웠기 때문에 일부 부엽식생에 대한 결여 가능성이 있을 것으로 판단되었다(NIE 2020).

일년생초본식생은 연안대에서 개기장-미국개기장군락, 흰여뀌군락의 분포가 확인되었고 고수부지에서 기생초-쑥군락, 쥐보리-참새귀리군락이 조사되었다. 다년생초본식생은 줄군락, 달뿌리풀군락, 갈대군락, 부들군락, 애기부들군락, 털물참새피군락, 물냉이군락, 물억새군락, 잔디-매듭풀군락, 뚝탄지군락으로 확인되었다(Table 1). 줄군락, 부들군락, 애기부들군락, 털물참새피군락, 물냉이군락은 유속이 느린 우수역 가장자리와 비주기적인 범람이 자주 발생하는 물웅덩이 주변에서 관찰되었다. 달뿌리풀군락은 개방수역과 인접한 연안대 지역에서 넓은 면적으로 발달하고 있었고 물억새군락은 달뿌리풀군락과 인접한 고수부지와 둔덕의 비탈면에서 주로 확인되었다. 갈대군락은 만경강 본류와 소양천 합류로 인

Table 1. Vegetation diversity of study area

Vegetation type		Plant community
Water zone	Submerged aquatic vegetation	<i>Vallisneria natans</i> community, <i>Ceratophyllum demersum</i> community, <i>Potamogeton crispus</i> community, <i>Limnophila sessiliflora</i> community
	Floating and floating-leaved vegetation	<i>Nymphoides peltata</i> community, <i>Potamogeton distinctus</i> community, <i>Lemna perpusilla</i> community
Littoral zone and Floodplain	Annual or biennial vegetation	<i>Panicum dichotomiflorum</i> - <i>Panicum bisulcatum</i> community, <i>Persicaria lapathifolia</i> community, <i>Artemisia indica</i> - <i>Coreopsis tinctoria</i> community, <i>Bromus japonicus</i> - <i>Lolium multiflorum</i> community
	Perennial herb vegetation	<i>Zizania latifolia</i> community, <i>Phragmites japonica</i> community, <i>Phragmites australis</i> community, <i>Typha orientalis</i> community, <i>Typha angustifolia</i> community, <i>Paspalum distichum</i> var. <i>indutum</i> community, <i>Nasturtium officinale</i> community, <i>Miscanthus sacchariflorus</i> community, <i>Kummerowia striata</i> - <i>Zoysia japonica</i> community, <i>Helianthus tuberosus</i> community
	Woody vegetation	<i>Salix pierotii</i> - <i>Salix triandra</i> subsp. <i>nipponica</i> community, <i>Robinia pseudoacacia</i> community

해 퇴적이 활발히 진행되는 범람원을 중심으로 분포하고 있었다. 잔디-매듭풀군락과 뚝탄지군락은 만경강 우안의 고수부지와 일부 둔덕에 발달하고 있었다.

목본식생은 선버들-버드나무군락과 아까시나무군락으로 나타났다(Table 1). 선버들-버드나무군락은 소양천 좌안의 유수역과 인접한 연안대 상부, 만경강 본류와 소양천이 합류하는 퇴적지 하중도에서 관찰되었다. 아까시나무군락은 인위적인 간섭 빈도가 높은 고수부지의 자전거도로 인접 지역에서 파편상으로 발

달하고 있었다.

신천습지 현존식생도에서는 연안대 및 범람원 초본식생이 43.9%로 가장 넓은 면적(0.58km²)을 차지하고 있었으며 부엽 및 부유식생과 침수식생을 포함하는 개방수역이 41.6% (0.55km²)를 차지하고 있었다. 연안대 및 범람원 목본식생(0.01km²; 0.7%)은 가장 좁은 면적을 차지하고 있었고 습지 가장자리를 따라 이차초지(0.17km²; 13.1%)가 발달하고 있었다. 신천습지의 남동쪽과 서쪽에서 비식생 영역의 인공시설물

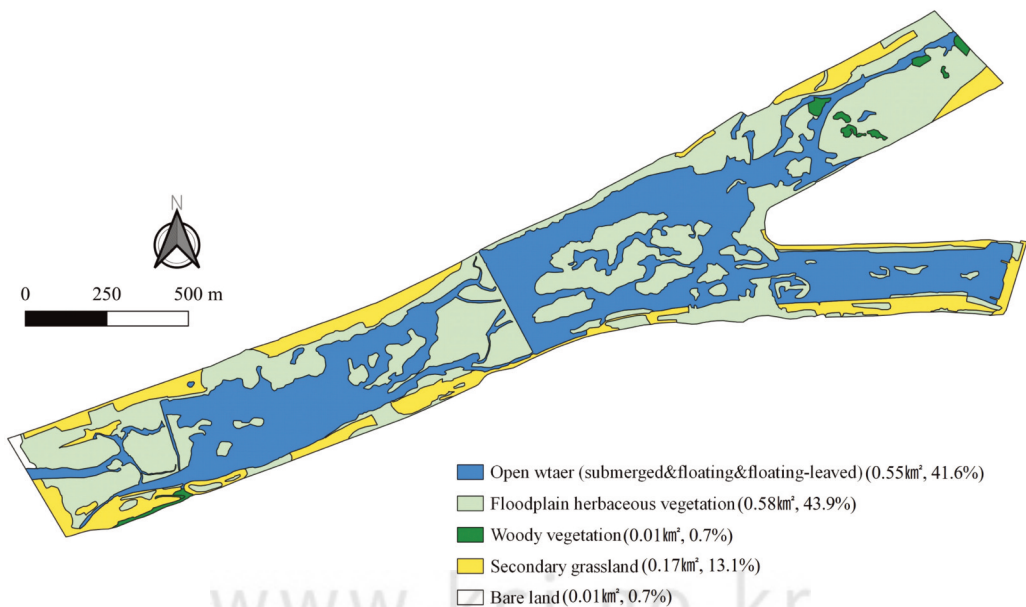


Figure 2. Actual vegetation map of study area

과 하천 나지가 0.01km²(0.7%)의 면적을 차지하고 있다(NIE 2020; Figure 2).

2. 종조성적 특성

신천습지에 발달하고 있는 24개 식물군락에 출현한 식물종은 49과 117속 146종 2아종 5변종으로 총 153분류군이었다(Table 2). 군락별 출현율이 가장 높은 식물은 생태계교란 생물인 환삼덩굴(45.8%)로 확인되었으며 다음으로 소리쟁이, 참새귀리, 미국가막사리, 개마초, 선개불알풀, 쑥, 쇠별꽃 등과 같이 이차초지에서 빈번하게 관찰되는 초본식물들로 나타났다(Appendix 1).

과 수준에서 빈번하게 출현한 분류군은 벼과(28분류군, 18.3%), 국화과(22분류군, 14.4%), 콩과(11분류군, 7.2%), 마디풀과(10분류군, 6.5%) 등의 순으로 나타났다(Table 3). 일반적으로 습지에는 국화과, 벼과, 콩과, 사초과 등의 출현율이 높으며(Song and

Park 2013; Cho et al, 2021; You and Kim 2021; Park 2022), 신천습지 역시 비슷한 양상을 나타내었다. 일사량이 많고 강우 빈도와 강도에 따른 주기적 환경변화가 빈번한 하천습지의 환경 특성이 벼과, 국화과 식물의 서식에 유리하게 작용한 것으로 판단된다(Hwang and Hong 2020).

휴면형의 구성을 보면 일년생 초본이 84분류군(54.9%)으로 가장 높은 비율을 차지하였고 다음으로 다년생 초본 63분류군(41.1%), 목본식물 6분류군(4.0%) 순이었다(Table 4). 목본식물은 다년생식물(perennial herb) 중 휴면형이 미소지상식물(N; nanophanerophyte), 소형지상식물(M; microphanerophyte), 대형지상식물(NM; megaphanerophyte)을 말한다(Lee 1996). 신천습지에 일년생 초본의 출현율이 높은 것은 목본성 식물의 비중이 낮아 그늘이 적고 일사량이 풍부한 개방지와 인공나지의 면적이 늘어나면서(NIE 2020) 호광성의

Table 2. The abridged list of the plants in study area

	Family	Genus	Species	Subspecies	Variety	Total
Pteridophyta	1	1	1	-	-	1
(Equisetopsida)	(1)	(1)	(1)	-	-	(1)
Magnoliophyta	48	116	145	2	5	152
(Magnoliopsida)	(36)	(78)	(94)	(2)	(4)	(100)
(Liliopsida)	(12)	(38)	(51)	-	(1)	(52)
Total	49	117	146	2	5	153

Table 3. The family composition of vascular plants in study area

Family	No. of taxa	Ratio (%)
Poaceae	28	18.3
Asteraceae	22	14.4
Fabaceae	11	7.2
Polygonaceae	10	6.5
Cyperaceae	8	5.2
Brassicaceae	6	3.9
Lamiaceae	5	3.3
Scrophulariaceae	4	2.6
Apiaceae	3	2.0
Salicaceae	3	2.0
Caryophyllaceae	3	2.0
Hydrocharitaceae	3	2.0
Others (37 families)	47	30.6
Total	153	100.0

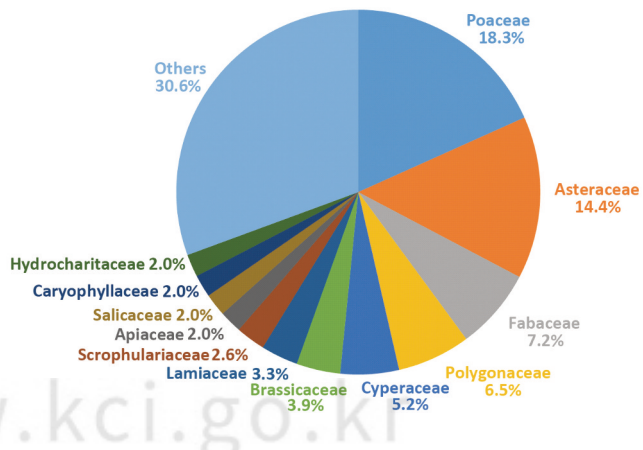


Table 4. Dormancy form of plants in study area

Dormancy form*	Perennial									Annual				
	Ch	G	H	H,G	HH	HH (rd)	M	MM	N	Th	Th, Th (w)	Th (w)	HH (Th)	HH (Thw)
No. of taxa	4	8	23	1	25	2	1	4	1	40	2	31	9	2
Ratio(%)	2.6	5.2	15.0	0.7	16.3	1.3	0.7	2.6	0.7	26.1	1.3	20.3	5.9	1.3

* Dormancy form: Ch: Chamaephyte, G: Geophyte, H: Hemicryptophyte, HH: Hydatophyte, M: Microphanerophyte, MM: Megaphanerophyte, N: Nanophanerophyte, Th: Therophyte

Table 5. Naturalized index and urbanization index by vegetation type

Vegetation type*	I	II	III	IV	V	Total
No. of taxa	5	14	88	88	61	153
No. of naturalized plant	0	2	25	20	24	38
Naturalized index(%)**	0.0	14.3	28.4	22.7	39.3	24.8
Urbanization index(%)†	0.0	0.5	6.8	5.4	6.5	10.3

* Vegetation type : I: Submerged aquatic vegetation, II: Floating and floating-leaved vegetation, III: Annual or biennial vegetation, IV: Perennial herb vegetation, V: Woody vegetation

** 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 survey site, S_i : Number of occurrence plant at i survey site, E_t : Number of naturalized plant in the Korea (368 taxa, Lee et al. 2011; Ryu et al. 2017)

일년생초본식물이 생육할 수 있는 조건이 만들어 졌기 때문에 판단된다.

귀화식물은 38분류군이 조사되었고 24개 군락에서 출현율이 높은 귀화식물은 소리쟁이(41.7%), 미국가막사리(29.2%), 선개불알풀(29.2%), 개망초(29.2%), 기생초(25.0%), 상치야재비(20.8%), 털물참새피(20.8%) 순으로 확인되었다(Appendix 1). 도시화지수는 10.3%, 귀화율은 24.8%로 하천형 습지보호지역의 도시화지수(12.5%~19.3%)보다는 낮았으나 귀화율(11.2%~23.2%)은 높게 분석되었다(Table 5; Cho et al. 2020). 식생유형별로 목본식생과 일년생초본식생의 귀화율과 도시화지수가 높게 나타났으며 이는 비정기적인 범람과 자전거 도로, 제방 관리 등 고수부지부의 인위적인 활용으로 입지가 불안정하기 때문인 것으로 판단된다. 생태계교란 생물은 돼지풀, 가시상추, 털물참새피, 미국쑥부쟁이 등 귀화식물 4분류군과 환삼덩굴을 포함하여 총 5분류군이 확인되었다.

3. 군락별 종조성적 특성

방형구에서 조사한 식생의 상대기여도 자료를 이용하여 탈경향대응분석(DCA)으로 식물군락의 생태

적 특성을 비교하였다(Figure 3). 탈경향대응분석의 제1축과 제2축이 전체 변이의 각각 35%와 29%를 설명하였다. 1축의 우측으로는 식생 유형 I 과 II 에 해당하는 침수식생과 부유·부엽식생이 우점하는 방형구가 길게 배열되었다(Figure 3a). 식물종은 검정말(Hy.v), 붕어마름(Ce.d), 노랑어리연(Ny.p), 가래(Po.d), 좁개구리밥(Le.p), 구와말(Li.s) 등의 식물이 배열되었다(Figure 3b). 한편 1축의 우측과 2축을 따라서 III, IV, V 유형에 해당하는 일년생, 다년생, 목본식생이 우점하는 방형구가 혼합되어 배열되었다. 식물종은 2축의 위쪽으로 애기부들(Ty.a), 물냉이(Na.o), 갈풀(Ph.a)이, 아래쪽으로는 잔디(Zo.j), 뽕판지(He.t), 물억새(Mi.s)가 배열되었다. 탈경향대응분석 결과와 유의한 식물종 특성은 귀화율(NI) ($r^2 = 0.48$, $P = 0.0026$), 일년생식물 출현비율(PA) ($r^2 = 0.35$, $P = 0.029$), 도시화지수(UI) ($r^2 = 0.32$, $P = 0.042$)이었으며, 모두 제3사분면 쪽으로 영향을 미치는 것으로 나타났다.

분석 결과를 종합하면 1축의 우측으로는 수심이 일정 수준 유지되는 지점으로 이에 적응하는 침수, 부유, 부엽 등의 생활형에 해당하는 수생식물이 주로 분포하고 있으며, 중앙부는 수위변동역에 해당하여

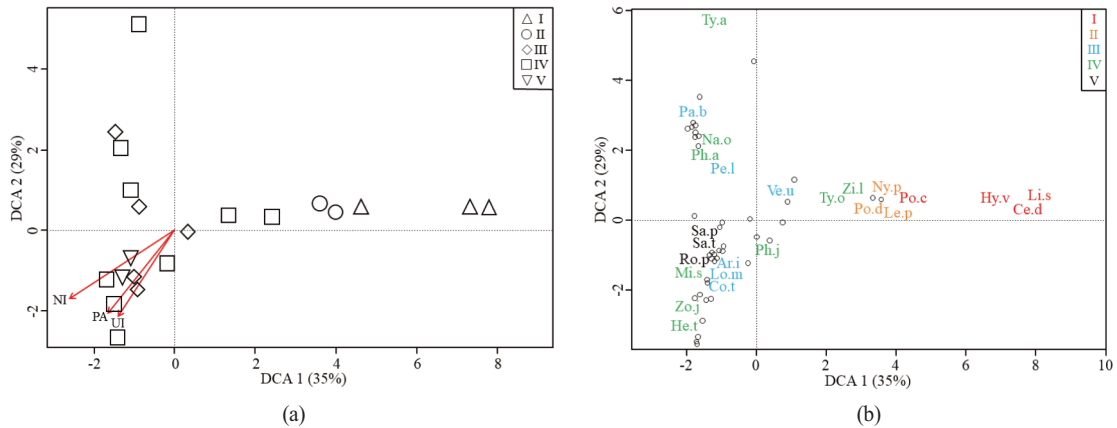


Figure 3. Biplots of detrended correspondence analysis (DCA) using vegetation data in the wetlands. (a) arrangement of all quadrats. The length and angle of arrows show the contribution of a particular environmental variable to the DCA axes (NI, Naturalized index; UI, Urbanization index; PA, Percent of annual plant) (b) Distribution of all species (Ar.i, *Artemisia indica*; Ce.d, *Ceratophyllum demersum*; Co.t, *Coreopsis tinctoria*; He.t, *Helianthus tuberosus*; Hy.v, *Hydrilla verticillata*; Le.p, *Lemna perpusilla*; Li.s, *Limnophila sessiliflora*; Lo.m, *Lolium multiflorum*; Mi.s, *Miscanthus sacchariflorus*; Na.o, *Nasturtium officinale*; Ny.p, *Nymphoides peltata*; Pa.b, *Panicum bisulcatum*; Pe.l, *Persicaria lapathifolia*; Ph.a, *Phragmites australis*; Ph.j, *Phragmites japonica*; Po.c, *Potamogeton crispus*; Po.d, *Potamogeton distinctus*; Sa.p, *Salix pierotii*; Sa.t, *Salix triandra* subsp. *nipponica*; Ro.p, *Robinia pseudoacacia*; Ty.a, *Typha angustifolia*; Ty.o, *Typha orientalis*; Ve.u, *Veronica undulata*; Zl.l, *Zizania latifolia*; Zo.j, *Zoysia japonica*)

갈대(Ph.j), 줄(Zl.l), 부들(Ty.o) 등 대형정수식물과 버드나무(Sa.p), 선버들(Sa.t) 등의 연목림이 선호하는 환경으로 구분된다. 즉 유속, 수위 등 수리·수문 체계에 영향을 받아 다양한 서식공간이 형성되고 이에 부합하는 습지식물이 발달하고 있는 것으로 판단된다(Bornette & Puijalon 2009; 2011). 또한 제3사분면 쪽으로 갈수록 고도가 높고 수면과 떨어진 고수부지 및 제방사면에 해당하여 중건생식물의 다양성과 피도가 증가하는 것은 물론 타 방형구보다 귀화율, 일년생식물 출현비율, 도시화지수가 높은 것으로 나타났다. 간헐적인 범람과 함께 인위적인 간섭빈도가 지속적으로 발생하여 경쟁력이 강한 일년생식물이나 귀화식물의 침입에 긍정적으로 작용하기 때문이다(Catford & Jansson 2014).

IV. 결론

신천습지에는 침수식생, 부엽 및 부유식생, 일이년 초본식생, 다년생초본식생, 목본식생으로 구분되는 총 24개의 식물군락이 발달하고 있으며, 해당 식물군락은 선호하는 서식처 특성에 대응하여 분포하는 것

으로 나타났다. 일정 수심이 유지되며 유속이 느린 유수역과 정수역을 중심으로 침수식생과 부유·부엽식생의 유형으로 구분되는 7개 식물군락이, 유속이 느린 유수역 등 수위변동을 경험하는 연안대에서 대형정수식물, 연목림, 천이초기식생 등 11개 식물군락이 확인되었다. 그리고 고도가 높고 수변과 떨어진 고수부지 환경에서 중건생식물로 구분되는 6개 식물군락이 발달하고 있었다. 이들 식물군락 내에서 출현한 식물종은 총 49과 117속 153분류군이었다. 이차초지에서 빈번하게 관찰되는 초본식물의 출현빈도가 높았으며, 강우에 의해 수위가 지속적으로 변동하는 환경에 경쟁력이 강한 버과 및 국화과 식물이 우점하는 것으로 나타났다. 다만 고수부지에서 발생하는 인위적인 활동으로 해당 식물군락에서 귀화율과 도시화지수가 상대적으로 높았다. 서열화 분석에서도 이와 같은 종조성적 특성이 반영되어 일정 수심이 유지되는 환경, 유속 및 수위변동을 경험하는 환경, 간헐적 범람과 건조한 환경 등을 선호하는 식물군락으로 뚜렷하게 구분되었다.

신천습지는 다수의 보에 의해 유속이 느려져 사력 퇴적체가 쌓여 형성된 하도습지로 도심지 인근에 위

치하지만 외부의 인위적 교란요소가 통제되어 비교적 안정적인 생물 서식환경이 유지되고 있다. 다양한 규모의 하중도와 사력퇴적지, 하도 등에 자연적인 천이로 발달한 식생이 정착하여 양호한 하천 경관이 유지되는 것으로 확인되어, 이처럼 보전 가치가 높은 습지의 식물군락 특성 파악은 체계적인 보전 및 관리를 위한 중요한 기초자료로 활용될 것이다(NIE, 2020). 결론적으로 신천습지에는 다양한 서식공간에 대응하는 다양한 식물군락이 발달하고 있는 것으로 확인되었다. 이는 습지를 서식처로 하는 야생생물에게도 서식처로서 중요한 역할을 수행하므로 생물다양성 발달에도 긍정적인 영향을 끼치게 될 것이다. 다만 보에 의한 사력퇴적지의 지속적인 확장은 습지의 육역화를 야기하므로 하천의 물리적 구조 개선과 더불어 불법 낚시, 생활쓰레기, 농업폐기물 등 비점오염원에 의한 수질 관리가 지속적으로 필요한 것으로 나타났다.

사사

본 연구는 국립생태원 “하구 생태계 조사(’22) NIE-법정연구-2022-20”의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Ahn K, Lim J, Lee Y, Choi T, Lee K, Im M, Go Y, Suh J, Shin Y, Kim M. 2016. Vegetation classification and distributional pattern in Damyang Riverine Wetland, J. Environ. Impact Assess. 25(2): 89-102. [Korean Literature]
- Ann BY, Kim TM, Hong SJ, Kim GH, Kim SJ. 2014. Study on river management plan considering ecological preservation and flood control of riverine wetland. Journal of Wetlands Research 16(4): 463-476. [Korean Literature]
- Bornette G, Pujalon S. 2009. Macrophytes: ecology of aquatic plants. eLS. Ecobank; Ecospatial information [Internet]. c2017. Korea: National Institute of Ecology; [cited
- Bornette G, Pujalon S. 2011. Response of aquatic plants to abiotic factors: a review. Aquatic Sciences 73(1): 1-14.
- Catford JA, Jansson R. 2014. Drowned, buried and carried away: effects of plant traits on the distribution of native and alien species in riparian ecosystems. New Phytologist 204(1): 19-36.
- Cho KJ, Kim JW. 2005. Syntaxonomy and synecology of the Robinia pseudoacacia Forests, The Ecological Society of Korea 28(1); 15-23. [Korean Literature]
- Cho KJ, Lim J, Lee C, Yoon J, Kim M, Chu Y. 2020. Characteristics of naturalized plants in the wetland protection areas of inland wetlands. Ecology and Resilient Infrastructure 7(4): 374-387. [Korean Literature]
- Cho KJ, Paik WK, Lee J, Lim J, Lee C, Chu Y. 2021. Characteristics of vascular plants in Yongyangbo wetlands. Proceedings of National Institute of Ecology 2(3): 153-165. [Korean Literature]
- Choi M, Kim JS, Ock G, Jung K. 2019. A study on historical changes of landforms and habitat structures in the mid-stream of the Mangyeong River by weirs. J. Korea Water Resour. Assoc. 52(S-2): 791-799. [Korean Literature]
- Chun S, Kim W, Kim C, Chae S. 2015. A study on vegetational indicator and criteria for assessment of stream condition. Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation 15(2): 313-325. [Korean Literature]
- Chun SH, Chae SK. 2016. Development of vegetation indicator for assessment of naturalness in stream environment, J. Environ. Impact Assess. 25(6): 384-401. [Korean Literature]

- 2022 Oct. 25]. Available from: <https://www.nie-ecobank.kr/spcinfo/main.do>
- Hwang Y, Hong JK. 2020. Aquatic and riparian flora of the Nakdonggang River Tributary (Sangju: Byeongseong-cheon, Buk-cheon, Oeseo-cheon). *Korean Journal of Plant Resources* 33(5): 516-535. [Korean Literature]
- Jeonbuk Institute of Environmental Ecology (JIEE). 2011. A Study on Wetlands of Inland on Jeonbuk. Jeonju: Jeonbuk Green Environment Center. [Korean Literature]
- Jung SH, Kim A, Seol J, Soon LB, Lee CS. 2018. Characteristics and reference information of riparian vegetation for realizing ecological restoration classified by reach of the river in Korea. *Journal of Korean Society on Water Environment* 34(5): 447-461. [Korean Literature]
- Kang HS, Cho HJ. 2014. Change of vegetation based on nature-friendly river of urban streams in Ulsan. *J. Korea Water Resources Association* 47(7): 657-670. [Korean Literature]
- KIGAM; Multiplatform Geoscience Information [Internet]. c2020. Daejeon: Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources. [cited 2020 Oct 23]. Available from: <https://mgeo.kigam.re.kr>.
- Kim CH, Lee KB, Cho DS, Myoung H. 2006. The Study on the Flora and Vegetation of Salt Marshes of Marshes of Mankyong River Estuary in Jeonbuk. *Kor. J. Env. Eco.* 20(3): 289-298. [Korean Literature]
- Kim JW, Manyko YI. 1994. Syntaxonomical and synchorological characteristics of the cool-temperate mixed forest in the southern Sikhote, Alin. *Russian Far East. Kor. J. Ecol* 17(4): 391-413.
- Kim W, Kim S. 2019. Analysis of the riparian vegetation expansion in middle size rivers in Korea. *J. Korea Water Resour. Assoc.* 52(S-2): 875-885. [Korean Literature]
- Kim YS, Kim CH, Lee KB. 2002. Canonical correspondence analysis of riparian vegetation in Mankyong River, Jeollabuk-do. *J. of the Environmental Sciences* 11(10): 1,031-1,037. [Korean Literature]
- KMA; Observation-climate [Internet]. c2022. Korea: Korea Meteorological Administration; [cited 2022 Dec. 02]. Available from: <https://www.weather.go.kr/w/index.do>
- Lee JH, Yoon SE. 2007. An experimental study on the variation of hydraulic characteristics due to vegetation in open channel. *Journal of Korea Water Resources Association* 40(3): 265-276. [Korean Literature]
- Lee JS. 1988. Studies on the distribution of vegetation in the salt marsh of the Mankyong River Estuary. *Korean J. Environ. Biol.* 6(1): 1-10. [Korean Literature]
- Lee JS, Ahn SS, Choi YY. 2000. Study on the hydraulic characteristics caused by tree-planting conditions in a natural channel. *Journal of society of Industrial Application* 3(4): 319-327. [Korean Literature]
- Lee KB, Kim CH, Kim JG, Lee DB, Lee SB and Na SY. 2003. How soil characteristics and vegetation influence the inflow of sewage in a tributary of the Mankyong River. *EnvSciences* 12: 9-21. [Korean Literature]
- Lee WT. 1996. *Lineamenta florae Koreae*. Seoul: Academy Press. [Korean Literature]
- Lee YM, Park SH, Jung SY, Oh SH, Yang, JC. 2011. Study on the current status of naturalized plants in South Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 41(1): 87-101. [Korean Literature]
- Ministry of Environment (ME). 2010. A study on the classification of national wetlands by

- type and grade, and the preparation of wetland restoration manuals for each type. Sejong: Ministry of Environment. [Korean Literature]
- Naiman R, Decamps H, Pollock M. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Application* 3(2): 209-212.
- National Institute of Ecology (NIE). 2020. The 4th Intensive Survey on National Inland Wetlands(2020). Changnyeong: National Institute of Ecology. [Korean Literature]
- National Institute of Ecology (NIE). 2022a. Status of inland wetlands in Korea. National Institute of Ecology; p. 58. [Korean Literature]
- NIBR; National list of indigenous species of Korean peninsula [Internet]. c2020. Incheon: National Institute of Biological Resources. [cited 2020 May 01] Available from: <https://species.nibr.go.kr/index.do>.
- NIE; status of wetland protected areas [Internet]. c2022b. Korea: National Institute of Ecology; [cited 2022 Oct. 17]. Available from: <https://www.nie.re.kr/nie/main/contents.do?menuNo=200292>
- Numata M. 1975. Naturalized Plants. Dai Nippon printing Co., Tokyo, Japan. [Japanese literature]
- Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Wagner H. 2022. Package 'vegan', Community Ecology Package. <http://vegan.rforge.r-project.org>.
- Park KH. 2022. Characteristics of flora in Jangrok wetland protection area. Master's degree. Mokpo National University, Muan. [Korean Literature]
- R Core Team. 2022. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.Rproject.org>.
- Ryu TB, Kim JW, Lee SE. 2017. The exotic flora of Korea: actual list of neophytes and their ecological characteristics. *Korean Journal of Environment and Ecology* 31(4): 365-380. [Korean Literature]
- Song IG, Park SJ. 2013. Flora of Gonggeom-ji wetlands protection area (Sangju-si, Gyeongsangbuk-do). *Korean Wetlands Society* 15(2): 203-214. [Korean Literature]
- Westhoff V, van der Maarel E. 1973. The Braun-Blanquet approach. Classification of plant communities. Whittaker RH (eds), Dr. W Junk by Publisher. Hague·Boston·London. pp. 167-726.
- Woo H, Park M. 2016. Cause-based categorization of the riparian vegetative recruitment and corresponding research direction. *Ecology and Resilient Infrastructure* 3(3): 207-211. [Korean Literature]
- Yim YJ, Jeon ES. 1980. Distribution of naturalized plants in the Korean Peninsula. *Journal of Plant Biology* 23(3-4): 69-83. [Korean Literature]
- You JH, Kim YH. 2021. Vascular plants of Cheongryeongcheon wetland (Angang, Gyeongju). *Journal of the Korean Institute of Garden Design* 7(3): 160-17--

Appendix 1. Vegetation table of Shincheon wetland

Running No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	A**	B**	
Plant community*	Vn	Cd	Ls	Pc	Pd	Np	Lp	Vu	PdPh	BjLm	Pl	AlCv	Zl	To	Ta	Pdi	No	Pj	Ms	Pa	Ht	KszJ	SpSt	Rp			
Differential species of community	100.0	100.0																									
<i>Valisneria natans</i> (Lour.) H. Hara 나사말																										HH	4.2
<i>Ceratophyllum demersum</i> L. 봉어머리		100.0																								HH	4.2
<i>Linnophila sessiliflora</i> (Vahl) Blume 구와말			100.0				9.4																			HH	8.3
<i>Potamogeton crispus</i> L. 말즘					100.0																					HH	4.2
<i>Potamogeton disticus</i> A. Benn. 가래																										HH(cd)	8.3
<i>Nymphoides peltata</i> (S. G. Gmel.) Kuntze 노랑어리연						100.0	9.4																			HH(Th)	8.3
<i>Lemna perpusilla</i> Torr. 줄개구리말						13.2	100.0											1.2								HH(Th)	8.3
<i>Veronica undulata</i> Wall. 물장개나물								100.0																		Th	4.2
<i>Panicum bisulcatum</i> Thunb. 개기장									100.0			1.6														Th	8.3
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx. 미국개기장*									75.0																	Th(w)	16.7
<i>Lolium multiflorum</i> Lam. 쥐보리**									100.0				2.6													Th	41.7
<i>Bromus japonicus</i> Thunb. 참새귀리									100.0			25.4	1.3					9.9	2.8	8.3						Th	16.7
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre 흰여뀌								25.0	50.0			100.0		2.8												Th(Thw)	25.0
<i>Carex tinctoria</i> Nutt. 기생초*								25.0	12.5			90.5						2.5								Ch	29.2
<i>Arenaria indica</i> Wild. 쑥								37.5										7.4	5.6							HH	16.7
<i>Typha orientalis</i> C. Presl. 부들							6.3	37.5				100.0		100.0												HH	16.7
<i>Typha angustifolia</i> L. 예기부들													7.7	100.0												HH	16.7
<i>Paspalum distichum</i> var. <i>indianum</i> Shummers 털말참새피**									37.5					5.6	33.3	100.0										HH	12.5
<i>Nasturtium officinale</i> W.T. Aiton 물냉이**								12.5									100.0	100.0								HH	20.8
<i>Phragmites japonica</i> Steud. 담뽕리풀																										HH	8.3
<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim.) Hack. 물억새																										HH	8.3
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. 갈대									37.5																	HH	25.0
<i>Helianthus tuberosus</i> L. 풍만지**										12.5																H	8.3
<i>Zoysia japonica</i> Steud. 잔디																										G	8.3
<i>Kummerowia striata</i> (Thunb.) Schindl. 매듭풀																										H,G	4.2
<i>Salix triandra</i> subsp. <i>nipponica</i> (French & Sav.) A.K. Skvornov 한바들																										Th	8.3
<i>Salix pyrowitt</i> Miq. 버드나무																										M	4.2
<i>Robinia pseudacacia</i> L. 아까시나무**																										MM	4.2
Companion species																										MM	4.2
<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc. 환삼덩굴									37.5	37.5	5.6	1.6	2.6					3.7	2.8	5.6	33.3					Th	45.8
<i>Rumex crispus</i> L. 소리쟁이*								37.5		50.0		28.6	1.3	1.4				2.5	2.8		22.2					H	41.7
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. 개민초**								12.5				28.6						1.2	2.8							Th(w)	29.2
<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop. 쇠별꽃										25.0			2.6					9.9	5.6	5.6						Th(w)	29.2
<i>Carex dimorpholepis</i> Steud. 이삭사초																		1.2	2.8	5.6						H	29.2
<i>Veronica arvensis</i> L. 선개불알풀*								12.5				3.2	1.4													Th(w)	29.2
<i>Bidens frondosa</i> L. 미국가막사리**								25.0				19.0	1.3	1.4				1.2			11.1					Th	29.2
<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fernald 개피								50.0						62.5				3.7								HH(Thw)	25.0
<i>Gallium spurium</i> L. 갈퀴덩굴																		1.2								Th(w)	25.0
<i>Pilea sativa</i> L. 상감취																		7.4		2.8						Th(w)	25.0
<i>Elymus tsukushiensis</i> Honda 개밀																		1.2								Th(w)	25.0
<i>Youngia japonica</i> subsp. <i>okomi</i> (Hochr.) Babk. & Stebbins 풀디애이																		7.4			33.3					Th(w)	25.0
<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>japonica</i> Miq. 쇠무릎																		1.2								Th(w)	20.8
																		7.4	2.8	5.6						H	20.8

Appendix 1. Continued

Running No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	A**	B**	
Plant community*	Vn	Cd	Ls	Pc	Pd	Np	Lp	Vu	PdPb	BjLm	Pl	AiC	Zl	To	Ta	Pdi	No	Pj	Ms	Pa	Ht	Kszj	SpSi	Rp	A**	B**	
<i>Valerianella oltioria</i> (L.) Pollich 상치아재비**	12.5	.	3.2	.	.	.	.	.	1.2	2.8	.	.	3.1	1.5	.	Th	20.8	
<i>Equisetum arvense</i> L. 쇠뜨기	2.8	2.8	2.8	22.2	.	2.8	.	G	20.8
<i>Altophycurus aequivalis</i> Sobol. 옥새풀	62.5	.	.	.	9.5	1.3	5.6	.	.	.	2.5	.	.	.	3.1	.	.	Th(w)	16.7	
<i>Coryza canadensis</i> (L.) Cronquist 망초**	2.5	.	.	.	.	.	.	Th(w)	16.7	
<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC. 미나리	1.5	.	.	.	.	.	5.6	.	5.6	.	.	.	1.2	.	.	16.7	.	3.0	.	Th(w)	16.7	
<i>Hemistepta lyrata</i> Bunge 지칭개	25.0	.	1.6	.	.	.	.	.	1.2	.	.	2.8	.	.	2.8	Th	16.7	
<i>Commelina communis</i> L. 닭의장풀	6.3	6.3	2.6	.	.	.	1.2	.	.	2.8	2.8	.	.	2.8	Th	16.7	
<i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc. 콩	37.5	.	5.6	.	.	.	.	.	.	2.5	.	5.6	.	.	.	.	Th	16.7	
<i>Actinostemma lobatum</i> (Maxim.) Franch. & Sav. 두광덩굴	2.5	.	2.8	2.8	.	.	.	Th	16.7	
<i>Persicaria perfoliata</i> (L.) H. Gross 마느리베고	37.5	.	7.9	1.3	.	.	.	.	2.5	.	2.8	8.3	.	.	.	Th	16.7	
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb. 일지귀원두	13.2	18.8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.5	.	2.8	.	.	.	.	Th	16.7	
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid. 개구리밥	15.4	.	.	.	.	.	2.5	.	2.8	.	.	.	.	HH(Th)	12.5	
<i>Phalaris arundinacea</i> L. 갈대	5.6	16.7	
<i>Oxalis corniculata</i> L. 꿩이밥	4.8	.	.	.	.	.	2.5	.	2.8	.	.	.	.	HH	12.5	
<i>Oenothera biennis</i> L. 달맞이꽃**	12.5	.	.	.	6.3	.	.	.	.	.	.	.	2.8	.	.	.	.	Ch	12.5	
<i>Metoplexis japonica</i> (Thunb.) Makino 박주귀리	6.3	3.0	Th(w)	12.5
<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i> (H. Hara) Ohwi 애기뿔풀	25.0	.	6.3	3.0	G	12.5
<i>Poa pratensis</i> L. 양포아풀**	4.8	.	.	.	.	.	.	.	.	2.8	.	.	5.6	Th(w)	12.5	
<i>Hydrilla verticillata</i> (L. f.) Royle 김장말	66.7	37.5	5.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30.3	16.7	H	12.5
<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H. Gross 고마리	2.2	.	.	.	.	.	.	3.8	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	HH(Th)	12.5	
<i>Carex neurocarpa</i> Maxim. 꿩이사초	25.0	.	5.6	.	.	.	.	.	.	.	3.7	.	.	.	.	.	.	H	12.5	
<i>Cyperus microiria</i> Steud. 금방동사나	12.5	.	.	.	3.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18.8	.	.	Th	12.5	
<i>Iris pseudacorus</i> L. 노랑꽃창포**	37.5	12.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.5	.	G	12.5	
<i>Bidens bipinnata</i> L. 도깨비바늘	37.5	.	.	.	1.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.8	Th	12.5	
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth 문근이나말꽃**	75.0	.	2.8	.	3.2	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	2.8	Th	12.5	
<i>Echinochloa caudata</i> Koshév. 물피	4.8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	12.5	
<i>Stellaria alsiue</i> var. <i>undulata</i> (Thunb.) Ohwi 벼룩나물	2.8	.	.	.	2.5	.	.	.	.	.	.	Th(w)	12.5	
<i>Ixeridium denitatum</i> (Thunb.) Tzvelev 씀바귀	25.0	2.8	.	1.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	12.5	
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill. 유림점나도나물**	3.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.1	6.1	.	Th	12.5	
<i>Trifolium repens</i> L. 토끼풀**	4.8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15.6	4.5	.	Ch	12.5	
<i>Sclaria viridis</i> (L.) P. Beauv. 강아지풀	12.5	.	.	.	6.3	.	.	.	.	.	.	.	.	33.3	.	.	.	Th(w)	8.3	
<i>Bolbospermum tenellum</i> (Hornem.) Fisch. & C. A. Mey. 꽃말이	HH	8.3	
<i>Leersia japonica</i> (Honda) Honda 나도겨울	7.4	3.1	.	.	.	3.2	.	.	.	.	.	.	.	.	2.8	.	.	.	.	HH	8.3	
<i>Sedum bulbiferum</i> Makino 말뚝비름	9.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15.2	.	Th(w)	8.3	
<i>Lespedeza cuneata</i> (Dum. Cours.) G. Don. 비수리	1.5	.	.	.	.	.	.	.	16.7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	8.3	
<i>Alisma orientale</i> (Sam.) Juz. 질경이택사	HH	8.3	
<i>Tortilis scabra</i> (Thunb.) DC. 큰상상자	H	8.3	
<i>Coreopsis lanceolata</i> L. 금계국**	12.5	.	.	12.7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.8	.	.	2.8	Th(w)	8.3	
<i>Juncus decipiens</i> (Buchenau) Nakai. 갈대	4.8	.	1.3	1.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	8.3	
<i>Spartanium japonicum</i> Robert. 긴혹삼등	37.5	.	3.2	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	Th	8.3	
<i>Acalypha australis</i> L. 개풀	Th(w)	8.3	
<i>Trigonotis peduncularis</i> (Trevit.) Steven ex Palib. 꽃마리	H	8.3	
<i>Thlaspi arvense</i> L. 말말이**	8.3	Th(w)	8.3	
<i>Aster pilosus</i> Willd. 미국속부쟁이**	25.0	6.1	H	8.3

Appendix 1. Continued

Running No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	A**	B***	
Plant community*	Vn	Cd	Ls	Pc	Pd	Np	Lp	Vu	PdPh	BjLm	Pl	AiC	Zi	To	Ta	Pdi	No	Pj	Ms	Pa	Ht	Kszj	SpSt	Rp		(%)	
<i>Digitaria ciliaris</i> (Ratz) Koeler-바랭이	3.2	.	.	.	.	.	.	.	.	33.3	.	.	.	.	Th	8.3
<i>Carex heterolepis</i> Bunge 산비늘사초	37.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11.1	.	.	.	.	H	8.3
<i>Poa annua</i> L. 세포아풀	12.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.1	.	.	.	Th(w)	8.3
<i>Stachys japonica</i> Miq. 석잠풀	8.3	.	.	.	.	.	.	.	2.5	.	.	.	.	.	.	.	H	8.3
<i>Rumex acetosa</i> L. 수영	3.7	.	5.6	.	.	.	.	H	8.3
<i>Lycopodium lucidius</i> Turcz. ex Benth. 십싸리	8.3	.	.	.	.	HH	8.3
<i>Salix chaenomoloides</i> Kimura 왕버들	MM	8.3
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. 큰검의털*	9.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	8.3
<i>Xanthium orientale</i> L. 큰도꼬마리**	1.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Th	8.3

Accidental species that observed in a single community (r-NCD value, Dormancy form (A), Appearance ratio (%) by community (B)): Running No. 6: *Trapa japonica* Flowor 마름 11.8 HH(td) 4.2, No. 8: *Persicaria nodosa* (Pers.) Opiz 평가지귀귀 12.5 Th 4.2, *Renunculus sceleratus* L. 개구리자리 25.0 HH(Thw) 4.2, *Rorippa palustris* (L.) Besser 속속이풀 25.0 Th(w) 4.2, *Penthorum chinense* Pursh 낙지다리 37.5 HH 4.2, No. 9: *Eclipta prostrata* (L.) L. 한련초 1.0 Th 4.2, *Murdannia keiskei* (Hassk.) Hand.-Mazz. 사마귀풀 50.0 HH(Th) 4.2, *Persicaria hydropiper* (L.) Delarbre 여귀 50.0 HH(Th) 4.2, No. 10: *Lolium perenne* L. 호밀풀* 25.0 Th(w) 4.2, *Lactuca indica* L. 양고들빼기 25.0 Th, Th(w) 4.2, No. 11: *Sium suave* Walter 개발나물 2.8 HH 4.2, No. 12: *Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl 하늘거기 1.0 HH(Th) 4.2, *Ipomoea quamoclit* L. 우홍초 1.6 Th 4.2, *Sonchus asper* (L.) Hill 큰방가지뚱* 1.6 Th(w) 4.2, *Eragrostis japonica* (Thumb.) Trin. 각시그랭 3.2 Th 4.2, *Kummerowia stipulacea* (Maxim.) Makino 둥근매듭풀 3.2 Th 4.2, *Dioscorea polystachya* Turcz. 마 3.2 G 4.2, *Justicia procumbens* L. 쥐꼬리망초 3.2 Th 4.2, *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult. 금강아지풀 4.8 Th 4.2, *Mollugo sibirica* L. 석부름 4.8 Th 4.2, *Themeda triandra* Forssk. 송새 4.8 H 4.2, *Cosmos bipinnatus* Cav. 코스모스* 6.3 Th 4.2, *Artemisia lancea* Yano 鴨草 11.1 H 4.2, No. 13: *Persicaria japonica* (Meisn.) H. Gross ex Nakai 흰꽃여귀 1.0 HH 4.2, No. 14: *Geranium carolinianum* L. 미국귀순이* 1.4 Th 4.2, *Schoenoplectus triquetus* (L.) Palla 세모그랭이 2.8 HH 4.2, *Chamaecrista nomans* (Siebold) H. Ohashi 차풀 2.8 Th 4.2, No. 18: *Cardamine flexuosa* With. 황새냉이 1.0 Th(w) 4.2, *Viola mandshurica* W. Becker 제비꽃 1.2 H 4.2, *Chenopodium ficifolium* Sm. 송명아주* 1.2 Th 4.2, *Salvia plebeia* R. Br. 배양차즈기 2.5 Th(w) 4.2, No. 19: *Fallopia dentatoidata* (F. Schmidt) Holub 큰담의덩굴* 2.8 Th 4.2, No. 20: *Cardiospermum halicacabum* L. 풍선덩굴 1.0 Th 4.2, *Melothria japonica* (Thumb.) Maxim. ex Cogn. 세박 2.8 Th 4.2, *Oxetelia alismoides* (L.) Pers. 물질경이 5.6 HH 4.2, No. 21: *Morus alba* L. 뽕나무 11.1 MM 4.2, No. 22: *Draba nemorosa* L. 꽃다지 3.1 Th(w) 4.2, *Lepidium apetalum* Willd. 다당냉이* 3.1 Th(w) 4.2, *Ambrosia artemisiifolia* L. 돼지풀** 3.1 Th 4.2, *Geranium thunbergii* Siebold ex Lindl. & Paxton 이질풀 3.1 H 4.2, *Cyperus difformis* L. 알밤동사나 6.3 HH(Th) 4.2, *Mosla dianthera* (Buch.-Ham. ex Roxb.) Maxim. 귀개풀 6.3 Th 4.2, *Plantago asiatica* L. 질경이 6.3 H 4.2, *Fimbristylis littoralis* Gauidich. 바람하늘거기 12.5 HH(Th) 4.2, *Eragrostis ferruginea* (Thumb.) P. Beauv. 그랭 25.0 H 4.2, No. 23: *Duchesnea indica* (Andr.) Focke 뽕말기 1.5 Ch 4.2, *Eriogon strigosus* (A. Gray) Muhl. ex Willd. 주걱개망초** 1.5 Th(w) 4.2, *Aster subulatus* var. *sandwicensis* (A. Gray) A.G. Jones 큰비져루국화** 1.5 Th 4.2, *Festuca ovina* L. 검의털 3.0 H 4.2, *Persicaria senticosa* (Meisn.) H. Gross ex Nakai 머느리말짚개 3.0 Th 4.2, *Mentha canadensis* L. 박하 3.0 G 4.2, *Isonychia polia* Fr. 개불알풀 4.5 Th(w) 4.2, *Rubia argyi* (H. Lev. & Yano) H. Hara ex Lauener & D.K. Ferguson 복두식이 6.1 G 4.2, *Bromus catharticus* Vahl 큰이삭풀* 6.1 H 4.2, No. 24: *Lactuca scariola* L. 가시상추** 2.8 Th(w) 4.2, *Phytolacca americana* L. 미국자리공** 16.7 G 4.2, *Amarophya frutescens* L. 추깨비싸리** 44.4 N 4.2

*Plant community : Vn: *Vallisneria natans* community, Cd: *Ceratophyllum demersum* community, Ls: *Linnophila sessiliflora* community, Pc: *Potamogeton crispus* community, PdPh: *Panicum dichotomiflorum-Panicum bisulcatum* community, BjLm: *Bromus japonicus-Lolium multiflorum* community, Pl: *Persicaria lapathifolia* community, AiC: *Artemisia indica-Careopsis tricolora* community, Zi: *Zizania latifolia* community, To: *Typha orientalis* community, Ta: *Typha angustifolia* community, Pd: *Paspalum distichum* var. *indatum* community, No: *Nasturium officinale* community, Pj: *Phragmites japonica* community, Ms: *Miscanthus sacchariflorus* community, Pa: *Phragmites australis* community, Ht: *Hellianthus tuberosus* community, SpSt: *Salix pierotii-Salix triandra* subsp. *nipponica* community, Rp: *Robinia pseudoacacia* community

Naturalized plants, *Dormancy form, ****Ratio of appearance by plant community, *Invasive alien species