

## 계절별 강수 패턴에 따른 하천 식생 변화 양상 연구\*

정희정<sup>1</sup> · 유승연<sup>1</sup> · 조은지<sup>1</sup> · 지용주<sup>2</sup> · 김용석<sup>3</sup>  
오현경<sup>4</sup> · 이종성<sup>4</sup> · 장현도<sup>5</sup> · 조동길<sup>6\*</sup>

### A Study on the Variation of River Vegetation by Seasonal Precipitation Patterns\*

Hee-Jeong JEONG<sup>1</sup> · Seung-Yeon YU<sup>1</sup> · Eun-Ji CHO<sup>1</sup> · Yong-Joo JI<sup>2</sup>  
Yong-Suk KIM<sup>3</sup> · Hyun-Kyung OH<sup>4</sup> · Jong-Sung LEE<sup>4</sup>  
Hyun-Do JANG<sup>5</sup> · Dong-Gil CHO<sup>6\*</sup>

#### 요 약

국내에서는 모래와 자갈로 구성된 하천에서 식생이 과도하게 번성하는 현상이 전국적인 문제로 대두되고 있으며, 그 요인을 봄철 강수량 감소와 연강수량 증가로 지적하고 있다. 본 연구는 경주시 소재 남천을 대상으로 강수 패턴 변화가 하천 식생에 미치는 영향을 파악하고 출현 식생의 면적변화, 그리고 생태적 특성 분석을 목적으로 수행되었다. 연구 결과, 남천의 여름철 월강수량은 2007년 이후로 감소하는 양상을 보였으며 사주면적 대비 식생면적은 지속적으로 증가하였다. 범람이 발생하지 않는 수준의 강수가 지속될 때 귀화식물 비율은 꾸준히 증가했으나, 귀화식물이 차지하는 면적은 적었다. 또한 일정 수위가 유지될 때, 단일종의 우점으로 인해 종다양성이 낮았으며 우점하는 종은 주로 자생식물이었다. 자생식물의 우점은 귀화식물의 생육을 억제하였으나, 식생면적은 더 크게 증가하였다. 따라서 하천식생의 활착과 번성을 해소하기 위해서는 자생식물과 귀화식물의 구분보다 식생화산 자체에 대한 관리가 필요하다. 여름철 집중 호우로 인한 고수위와 범람 지속은 식물군락을 교란시켰고 이후 형성된 식생은 주로 자생식물이었다. 하천생태계에서 이와 같은 범람은 자생식물의 출현과 과도하게 형성된 식생군락에 긍정적인 요소로 작용하므로 식생 관리 계획 수립 시 고려해야 할 것이다.

**주요어 :** 강수 패턴, 하천식생, 식생면적, 자생식물, 귀화식물

2023년 02월 09일 접수 Received on February 09, 2023 / 2023년 03월 02일 수정 Revised on March 02, 2023  
/ 2023년 04월 03일 심사완료 Accepted on April 03, 2023

\* 본 연구는 기후변화 대응 생물다양성 평가 및 변화 예측 연구의 지원으로 수행되었음(과제번호: NIBR202205101)

1 동아대학교 도시계획·조경학과 석사과정 / Dept. of Urban Planning and Landscape, Dong-a University

2 동아대학교 도시계획·조경학과 박사과정 / Dept. of Urban Planning and Landscape, Dong-a University

3 동아대학교 디자인환경대학 조경학과 부교수 / Dept. of Urban Planning and Landscape, Dong-a University

4 국립생물자원관 기후환경생물연구과 / Climate Change and Environmental Biology Research Division, National Institute of Biological Resources

5 국립수목원 전시교육연구과 / Gardens and Education Research Division, Korea National Arboretum

6 동아대학교 디자인환경대학 조경학과 조교수 / Dept. of Urban Planning and Landscape, Dong-a University

※ Corresponding Author E-mail: cdgileco@dau.ac.kr

## ABSTRACT

In Korea, excessive vegetation in rivers made up of sand and gravel is emerging as a nationwide problem, which is attributed to increased spring precipitation and decreased annual precipitation. Therefore, this study was conducted for the purpose of identifying the effect of changes in precipitation patterns on river vegetation in Namcheon, Gyeongju, and analyzing the area of vegetation and ecological characteristics. As a result of the study, the amount of monthly precipitation in the summer of Namcheon decreased after 2007, and the area of vegetation increased continuously compared to the area of the sandbank. The proportion of naturalized plants increased steadily when precipitation continued to a level that did not cause flooding, but the area occupied by naturalized plants was small. Also, when the water level is maintained, the species diversity is low due to the dominance of a single species, and the dominant species was mainly native plants. Dominance of native plants inhibited the growth of naturalized plants, but the vegetation area increased even more. Therefore, it is necessary to manage the spread of vegetation itself rather than the division of native plants and naturalized plants in order to eliminate the active growth and prosperity of river vegetation. High water levels and continuous flooding caused by torrential rains in summer disturbed the plant communities, and vegetation formed afterwards was mainly native plants. Such flooding in river ecosystems is a positive factor for the emergence of native plants and over-formed vegetation communities, so it should be considered when establishing a vegetation management plan.

**KEYWORDS** : *Precipitation pattern, River vegetation, Vegetation area, Native species, Naturalized species*

## 서론

최근 기후변화에 따른 국지성 가뭄과 집중호우 증가로 하천 흐름의 패턴이 변화하고 있다. 이에 Woo(2008)는 과거 모래와 자갈로 구성된 ‘화이트리버(White River)’에서 나무와 풀로 채워지는 ‘그린리버(Green River)’화 현상이 전국적으로 나타난다고 언급하였다. 하천 내 식생이 증가하면 종 다양성 측면에서 바람직해 보일 수 있지만, 홍수 시 유사이송에 따른 하상고 상승으로 홍수 위험이 증가하고 치수 관리 및 사람들의 접근성 훼손 등의 문제를 야기한다(Woo, 2008). 우리나라 주요 국가하천에서는 식생이입률이 34%를 넘어섰으며(KICT, 2015) 섬강 청미천에서는 2010년 이후 식생의 이입

속도가 매우 빠르게 증가하는 추세를 보였다(Kim and Kim, 2019).

기후변화에 따른 하천 내 식생 변화에 관한 국내 연구로는 Park *et al.*(2014)이 4대강의 위성영상을 통해 정규식생지수를 산출하였으며, 2010년을 전후로 다소 감소하는 양상을 확인하였다. Woo *et al.*(2015)은 비조절 하천에서의 식생 이입 및 활착을 연구하였으며, 봄철 강수량이 감소하고 연 총강수량이 증가하는 특징이 식생 생존에 유리한 조건을 마련했다고 판단하였다. Jin and Cho(2016)는 식생의 생태적 특징과 홍수 유량 및 빈도의 연관성을 제시하여 하천 사주의 식생 분포 변화를 구명한 바 있다. Woo and Park(2016)은 하천 식생 이입 현상의 연구 동향을 분석하여 원인별로 유형화하였으며 그에 따른 적응관리 등 앞으로의 연구 방

향을 제시하였다. Lee *et al.*(2019)은 최근 변화된 강수 패턴이 식생이 확산하기 좋은 조건이 형성된다고 밝혔다. 또한 장기간의 모니터링을 통해 간헐적 가뭄과 수질의 변화가 광범위한 식생의 활착에 영향을 주었으며, 댐 건설의 물리적 변화가 하도 및 식생 활착에 영향을 주었다고 보고하였다(Lee *et al.*, 2019). Kim and Kim(2019)은 항공영상을 통해 식생면적, 사주면적, 개방수면 면적을 연도별로 도출하였고 이를 통해 사주와 수면적의 감소는 하천 육역화로 이어지고 하천의 물리적 구조뿐만 아니라 생태계에도 영향을 미칠 것이라고 시사한 바 있다. Kim and Kim(2020)은 우리나라 중소하천 19개 지점의 34년간 월강수량 변화를 분석하였다. 하천 3곳의 식생 발생 단면의 수위를 분석하여 월강수량 및 하천 내 단면의 침수 시간 감소를 확인하였고, 이러한 영향과 함께 하천식생의 확대와 정착이 2010년 이후로 증가하였다고 보았다.

또한 하천의 중요성이 증대되면서 이수, 치수, 환경생태학적 하천개발 및 관리에 필요한 기초자료 취득 및 분석에 GIS 및 영상정보를 활용하는 연구가 활발히 진행되고 있다(Lee *et al.*, 2012). Lee *et al.*(2012)은 하천식생처 분류에 영상정보를 활용하기 위한 기법을 개발하고 이에 대한 적용 가능성을 평가하였으며, Jo *et al.*(2012)은 항공레이저측량(LiDAR)과 고해상도 영상자료를 기반으로 한 하상자료 관리 및 하상변동 분석 등의 하천유지관리기술을 개발하였다. Park *et al.*(2013)은 고해상도 항공사진과 지적도를 이용하여 4대강 사업 전·후에 발생한 하천구역 내 토지이용변화 등을 분석한 사례가 있다.

이를 종합해보면 기후변화에 따른 하천의 식생면적 확산 요인과 우점종 중심의 연구가 진행되었으나 강수량 및 수위에 따른 식생 군락의 변화와 출현종의 특성에 대해서는 아직 미흡한 실정이다. 하천에 번성하는 식생과 그 특성이 파악되어야 해당 현상에 대한 적절한 관리·방제·복원 등이 가능하다. 하천의 가치와 기능을 회복하기 위해서는 생태계의 기초가 되는 식생분석이 중요한 연구과제이며, 최근 보편화되고 있는 항공사진을 활용하여 연구의 정확도를 높일 수 있다.

따라서 본 연구에서는 경주시 남천을 대상으로 약 25년간 계절별 강수 패턴을 분석하고 항공사진을 활용한 월별 식생분포도를 제작을 통해 계절별 강수 패턴에 따른 식생 군락의 변화와 출현종 특성을 파악하고자 한다. 이러한 연구는 하천 내 기후변화에 따른 식생 변화 양상을 이해하며 하천식생이 증가하는 현상의 관리 방향을 제시하는 근거자료로 활용이 가능할 것이다.

## 연구 방법

### 1. 연구범위 및 대상

연구대상지는 경상북도 경주시에 위치한 남천(경주시 인왕동 921-1 일원)이며 경위도상 위치는 129° 13' 16" 동~129° 13' 36" 동 35° 49' 46" 북~35° 49' 54" 북이다. 남천은 경상북도 경주시를 흐르는 유로연장 21.8km, 유역면적 85.9km<sup>2</sup>의 지방하천으로, 경주시 구정동 토함산 서남쪽에서 발원하고 조양동의 원동천을 합류하며 경주 남산 동쪽에서 북서류하여 경주시 사정동에서 형산강으로 합류한다. 유역에 경주국립공원, 탑동의 오름과 나정, 알영정 등 옛 서라벌의 유적이 있다(Kim *et al.*, 2011). 본 대상지는 기존 항공영상 자료들을 통해 식생 분포 및 하천 지형 변화를 확인할 수 있다는 점과 직선거리 약 2km 거리에 수위관측지점이 있어 과거부터 현재까지의 강수량·수위·유량 데이터를 20년 이상 충분히 확보할 수 있다는 점에서 적절하다고 판단하였다. 식생조사의 범위는 고수부지를 제외한 하천 내 사주와 저수로 수변까지를 대상으로 하였으며(그림 1. A) 해당 범위 내에 출현하는 침수식물은 제외하였다. 침수식물은 대부분 물에 잠겨 생활하므로 하천의 식생 피복 면적에 영향을 주지 않기 때문이다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 강수 패턴 조사

월강수량 변화를 분석하기 위해 한국수문조사연보, 낙동강홍수통제소에서 대상지와 가장 가까운 서천교 지점의 강수 및 수위 자료를 수집

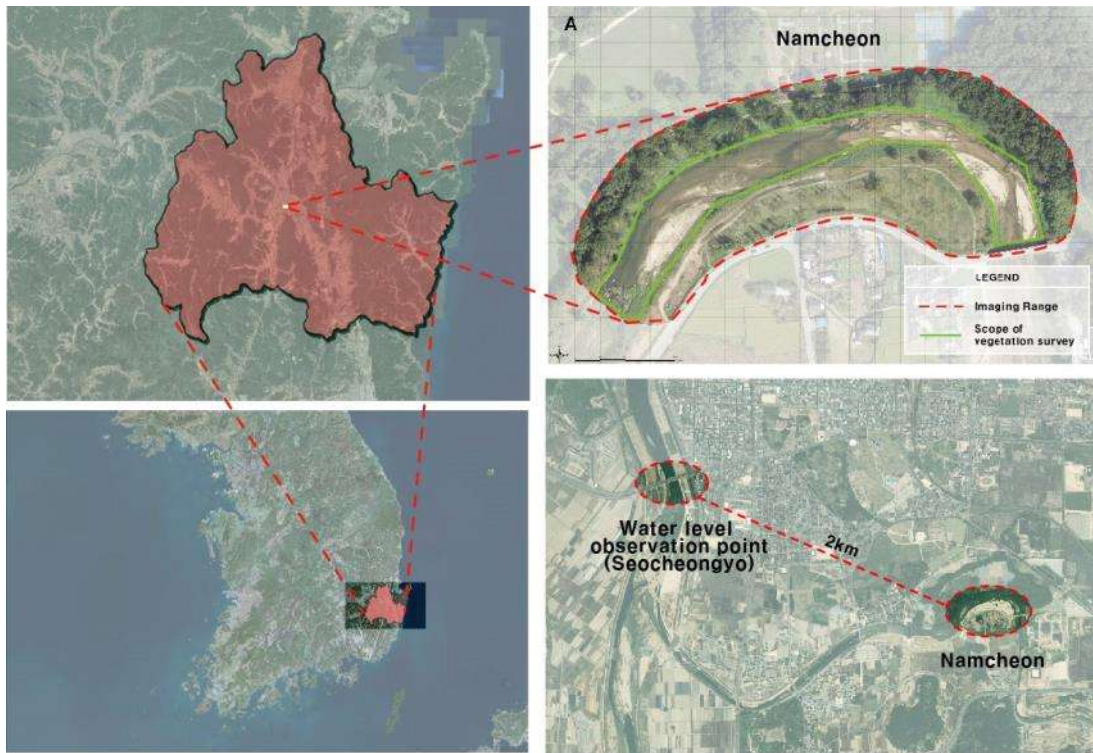


FIGURE 1. Location of study target area and water level observation point

하였다. 1996년부터 2022년까지 25년간의 자료를 확보하였고 2001년과 2005년은 자료 부족으로 분석 대상에서 제외하였으며 2022년은 현장조사를 시행한 10월까지를 분석 대상으로 설정하였다. 대상지의 강수 패턴 변화를 파악하

기 위해 월강수량을 1996–2010(13년)과 2011–2022(12년) 두 그룹으로 비교하였다. 이는 2010년을 기점으로 식생의 이입과 확산이 증가한 것으로 보고 있기 때문이다(Kim and Kim, 2019; 2020).

TABLE 1. Aerial image collection list

Year	Site	Color	Scale/spatial resolution	Data source
1996-05-24	Namcheon	G	N/A	NGII (map.ngii.go.kr)
2004-12-11	Namcheon	G	1200dpi	"
2009-03-15	Namcheon	G	1200dpi	"
2010-10-12	Namcheon	RGB	0.25m/px	"
2011-03-24	Namcheon	RGB	0.25m/px	"
2011-04-17	Namcheon	RGB	0.25m/px	"
2013-10-29	Namcheon	RGB	0.20m/px	"
2015-05-26	Namcheon	RGB	0.25m/px	"
2017-07-27	Namcheon	RGB	0.25m/px	"
2019-05-23	Namcheon	RGB	0.25m/px	"
2019-08-31	Namcheon	RGB	0.25m/px	"
2019-09-25	Namcheon	RGB	0.25m/px	"

## 2) 과거 항공영상 및 식생면적 조사

과거부터 현재까지 하천 사주 내 식생 피복 변화를 파악하기 위해 국토지리정보원에서 총 13건의 항공 영상을 수집했다. 경년별 식생 피복 분석은 촬영 시기에 따라 분석이 상이할 수 있으므로 식물 생존 시기인 3-10월 동안 촬영된 영상을 대상으로 하였다. 1996년, 2004년, 2009년의 항공영상은 흑백 영상으로 해상도는 1,200dpi였으며, 그 외 9건의 항공영상은 해상도 0.25m/px의 RGB 영상이었다(표 1). ArcGIS의 스크린 디지털라이징 방식을 이용하여 식생 피복 면적을 도출하였고 이를 항공영상 촬영기점 1개월 전의 강수량 자료와 비교하였다.

## 3) 식생 조사

식생 조사는 제2차 전국내륙습지 모니터링(20)\_3권(동해1) 자료에서 대상지 반경 10km 이내에 위치한 미역골습지, 이조습지, 이조천하상습지 등의 습지조사표를 참고하여 형산강 상류의 우점 출현종을 파악하였다. 조사 내용을 바탕으로 식생조사표를 제작하여 4월부터 10월까지 월별 약 1회씩 총 6회의 현장조사를 실시하였고 식생 분포 및 군락 우점종을 위주로 육안 조사를 진행하였다. 동정은 현장에서 이루어졌으나 현장에서 동정이 어려운 경우 채집 후 Lee(2003)의 도감 등을 활용하여 실내 동정을 진행하였다. 학명은 국립생물자원관의 기준을 따랐으며 현장조사 결과를 토대로 식생분포도를 제작하고 AutoCAD 2023을 이용하여 식생별 면적변화를 산출하였다. 식생 분포의 변화 양상

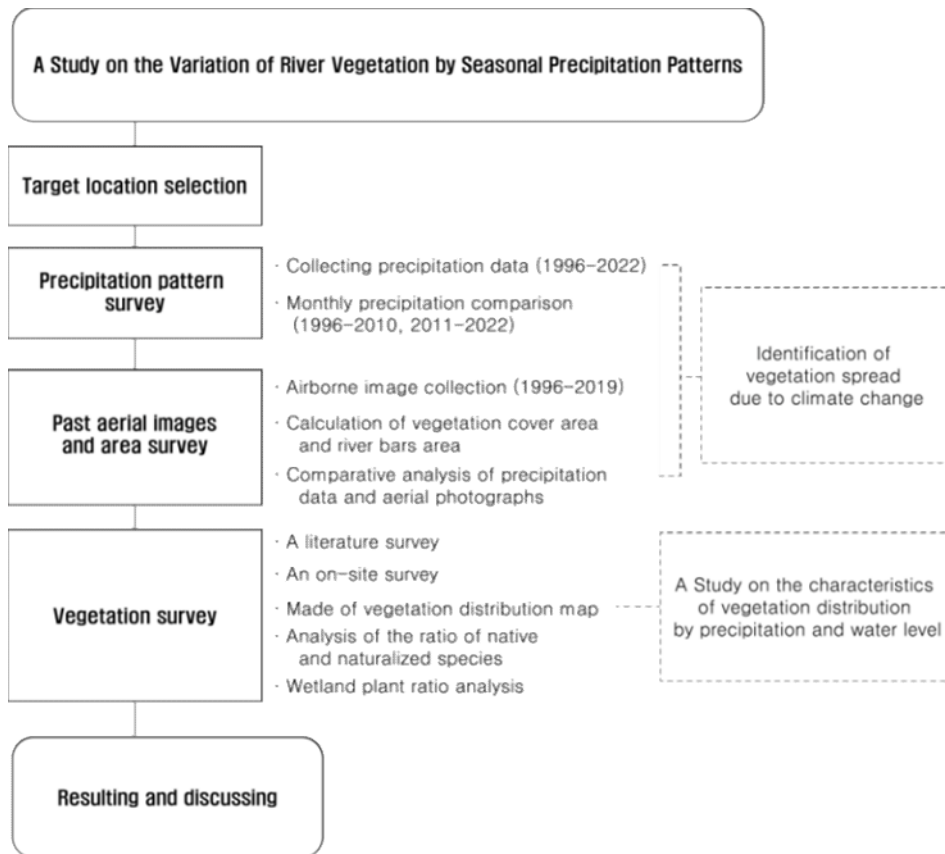


FIGURE 2. Flow chart

을 파악하기 위해 자생식물 비율과 습지식물 여부를 분석하였다. 자생식물·귀화식물의 구분은 산림청(2020, 2021)의 국가표준식물목록(자생식물), 국가표준식물목록(외래식물)과 Kang *et al.*(2020) 등을 참고하였으며 자생식물종수/전체식물종수 $\times 100\%$  식을 사용하여 자생식물 비율을 도출하였다. 습지식물 구분은 국립생물자원관(2020)을 따라 분류하였다. 식물종목록의 순서는 Engler의 분류체계에 따라 배열하고 과 이하의 분류군은 라틴명의 옴름순으로 정렬하였다<sup>1)</sup>. 전체적인 연구의 흐름은 그림 2에 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 강수 패턴 변화 분석

1996년부터 2022년 10월까지의 약 25년간 서천교에서 측정된 연강수량 및 연강수일수는 소폭 증가하는 추세를 보인다(그림 3). 1996년부터 2006년까지는 7-8월의 여름철 강수량이 비교적 높았으나, 2007년부터 여름철 강수량이

점차 낮아지는 추세를 보이며 2014년 8월 511mm를 제외하고는 여름철 강수량이 104mm에서 359.9mm 사이로 낮게 기록되었다(그림 4). 그림 5에서도 1996년-2022년까지 연강수량과 연강수일수는 증가하나, 연간 최고 강수량은 감소하는 흐름을 확인할 수 있다. 1996-2010년의 경우 13년간 7월 강수량이 평균 209mm로 가장 높았고, 2011-2022년은 12년간 8월 강수량이 평균 187.7mm로 가장 높았다(그림 6). 5월 강수량은 1996-2010년 91.2mm에 비해 2011-2022년 53.8mm로 41% 감소하였으며, 10월 강수량은 1996-2010년 29.9mm 대비 2011-2022년 92.3mm로 208.7% 증가하였다. 이는 여름철 장마의 시기가 늦춰지면서 여름철 강수량이 감소하나, 가을철 강수량이 증가하면서 전체적인 연강수량이 증가하는 것으로 해석되었다. 또한 연간 최고 강수량은 감소하지만 연강수일수가 증가하는 현상은 여름철에 집중되어 내리던 비가 점차 오랜 기간에 걸쳐 내리는 양상으로 변화 중인 것으로 분석되었다.

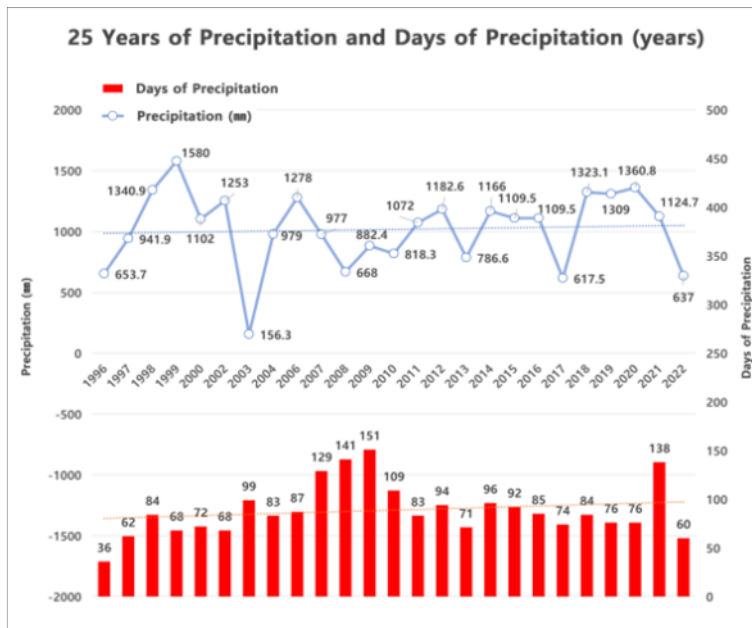


FIGURE 3. Measured precipitation and days of precipitation over 25 years in Seocheon Bridge, Gyeongju(years)

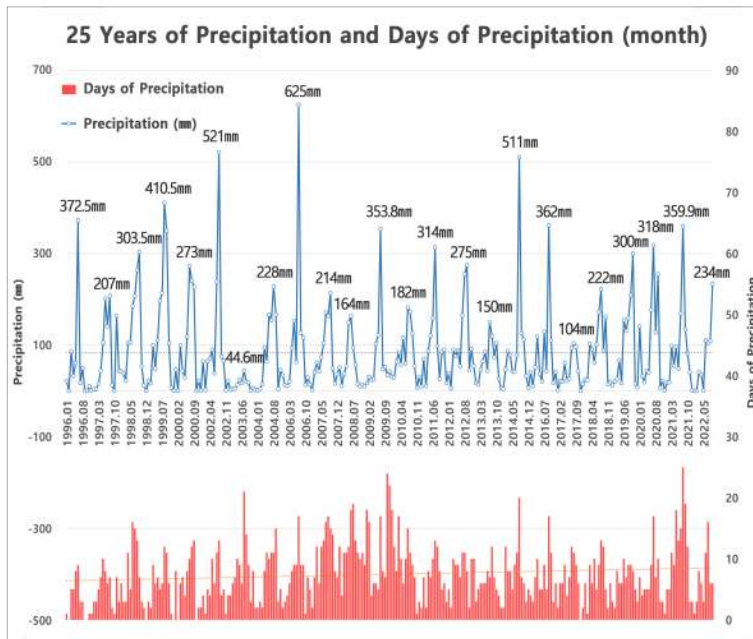


FIGURE 4. Measured precipitation and days of precipitation over 25 years in Seocheon Bridge, Gyeongju(month)

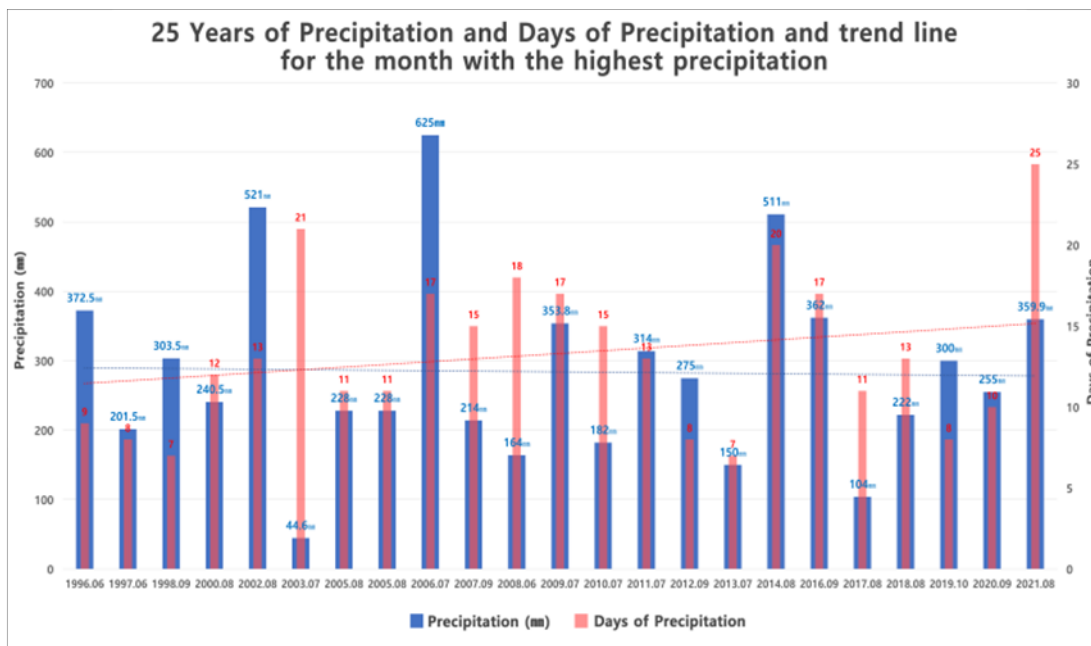


FIGURE 5. Days of precipitation and precipitation and trend line for the month with the highest precipitation for 25 years

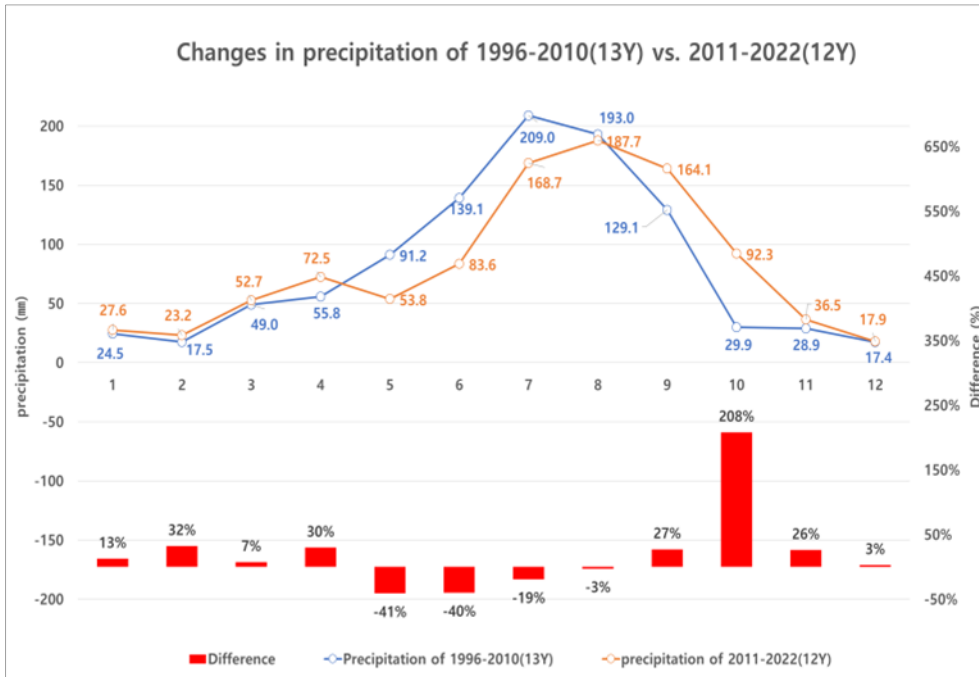


FIGURE 6. Changes in precipitation of 1996–2010 (13Y) vs. 2011–2022 (12Y)

이러한 강수 패턴의 변화는 식생 발아기인 4월에 충분한 수분을 공급한 후 5월 강수량이 감소하면서 종자가 유실될 기회가 줄어들게 되어 식생이 정착하고 확산하는 데 유리한 영향을 줄 수 있다. 또한 여름철의 집중호우가 감소하면서 가을철 강수량이 증가하는 양상은 홍수의 규모는 약해지면서 홍수의 빈도는 증가하는 결과를 가져올 수 있으며 이는 새로운 교란으로 작용할 수 있다.

2. 과거 항공영상 및 식생면적 변화 분석

취득한 항공영상은 스크린 디지털링 방식을 이용하여 연도별 사주 및 식생면적 변화를 산출하였고(그림 7) 이에 대한 사주면적 대비 식생면적 비율을 도출하였다(표 2).

비교적 연강수량이 적었던 1996년, 2013년, 2017년의 경우 식생점유비율이 70% 이상 높게 나타났으며, 연강수량이 많았던 2009년, 2010년, 2011년의 경우 식생점유비율이 50% 정도로 나타나 강수량이 적어질 때 식생면적이 증가

하는 것을 확인할 수 있다. 예외적으로 2015년과 2019년은 연강수량이 높았음에도 식생점유비율이 높게 나타났는데 이는 강수량 이외에 다른 영향을 받았을 수도 있을 것이나 해당 연구에서는 분석하지 못했다.

1996–2021년까지의 항공영상 분석 결과, 남천에서는 2010년대에 들어 식생점유비율 변화가 뚜렷한 것으로 나타났다(그림 8). 1996년의 경우, 기록적인 가뭄으로 인해 식생점유비율이 70.26%로 단기적으로 높게 나타났음을 알 수 있다. 이는 Kim and Kim(2020)이 지적한 바와 같이 하천에 주로 발생하는 식생이 발아 초기 흐름이나 유사 이동에 끌려가거나 매몰될 수 있는 기회가 줄어들기 때문에 식생 확장에 강수 감소가 직접적인 영향을 미쳤던 것으로 판단된다. 2010년대 이후 남천 중앙 부분의 사주가 이동한 형태는 2000년대까지 단구에 존재하던 사유지를 친수공간으로 조성하면서 생긴 것으로 보인다. 2009년에서 2013년 사이 사주면적이 14,100.3㎡에서 5,972.4㎡로 줄어들어



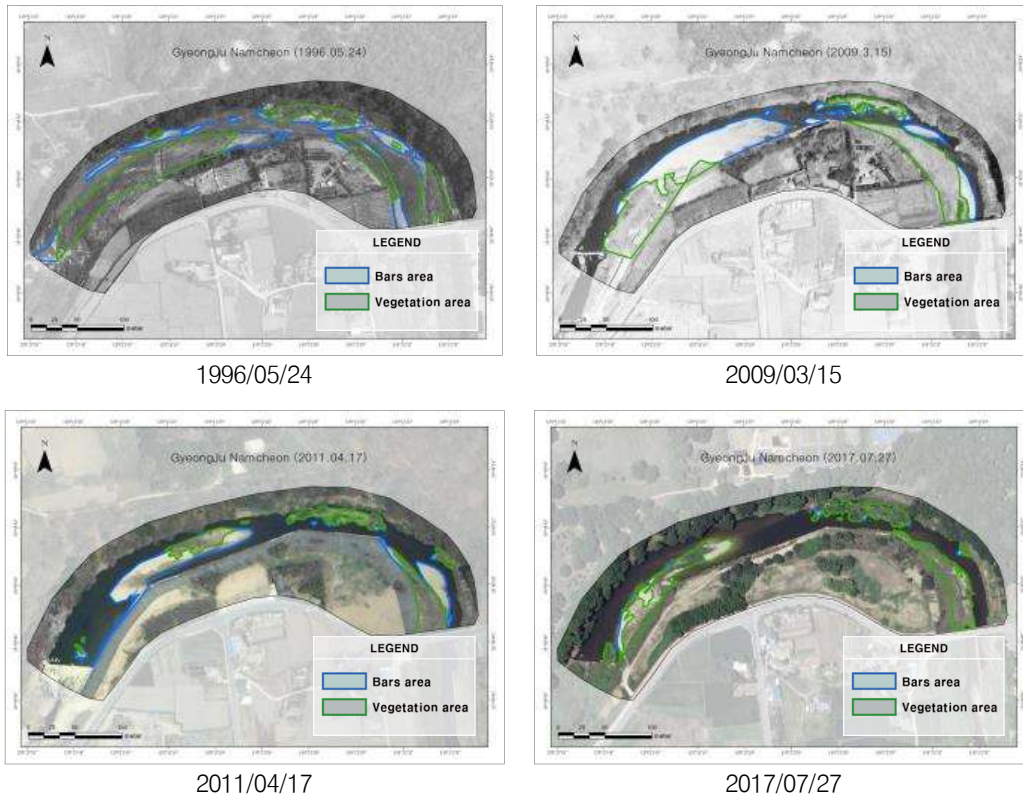


FIGURE 7. Changes in vegetation and bars area by year aerial photo

TABLE 2. Changes in the proportion of vegetation area in Namcheon (1996–2021)

Date	Bars area(m <sup>2</sup> )	Vegetation area(m <sup>2</sup> )	Vegetation area ratio(%)	Annual precipitation(mm)
1996-05-24	13,075.0	9,187.1	70.3	653.7
2009-03-15	14,100.3	7,892.2	56.0	882.4
2010-10-12	7,161.0	3,758.9	52.5	818.3
2011-04-17	7,908.7	3,949.4	49.9	1072.0
2013-10-29	5,972.4	4,465.0	74.8	786.6
2015-05-26	6,630.3	5,310.2	80.1	1109.5
2017-07-27	7,272.5	6,551.5	90.1	617.5
2019-05-23	8,488.6	6,623.6	78.0	1309.0
Average	8826	5967	69.0	-

58% 가량이 감소하는 양상은 남천 대상지 인근 월정교 복원 공사로 인한 인위적인 교란을 받은 결과로 생각된다. 2013년 이후부터 사주면적과 식생면적이 함께 증가하는데 이는 강수량이 줄어 수위가 낮아지므로 사주면적이 넓어진 것이며, 사주면적의 증가는 식생이 정착할 수 있는

영역의 확장을 가져온다. 또한 강수량이 감소함에 따라 식생의 정착과 확산도 영향을 받은 것으로 보인다.

2011년부터 2017년까지는 식생점유비율이 49.9%에서 90.09%로 급격히 늘어난 것을 확인할 수 있다. 이는 앞서 제시한 바와 같이 과

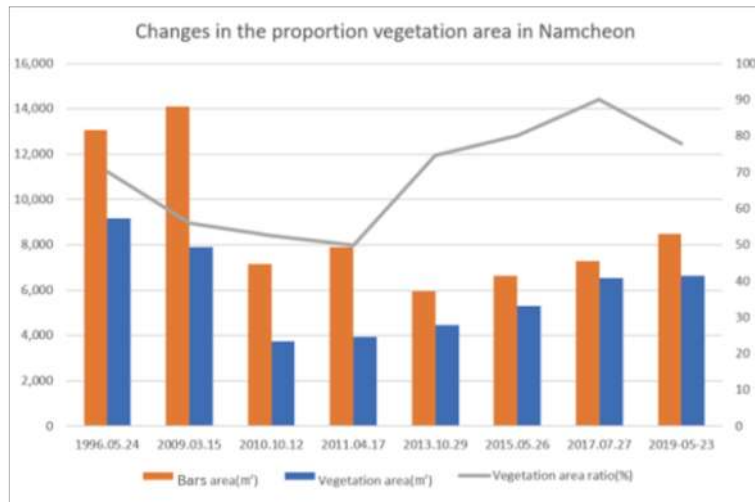


FIGURE 8. Changes in vegetation, bars area and vegetation area occupy of Namcheon

거 6월에서 7월에 집중되던 장마의 특징이 점점 열어지면서 식생이 발생하고 성장하기 좋은 조건이 형성된 것으로 볼 수 있다. 이는 Woo and Park (2016)이 강수 양상 변화와 하도의 인위적 교란이 하천 내 식생 이입 및 확산의 원인이 됨을 밝힌 것과 비슷한 흐름이다. 그림 8에서 2019년 식생점유비율이 잠시 정체되는 것처럼 보인다. 그러나 이는 2015년 3, 4, 5월 강수량이 39mm, 89mm, 33mm, 수위 0.67m였던 것에 비해 2019년 강수량이 26mm, 67mm, 17mm로 감소하고 수위가 0.66m로 줄어들면서 사주 면적이 넓어진 영향을 받은 결과이다. 2015년 5월 대비 2019년 5월의 식생면적이 1,313m<sup>2</sup> 가량 증가한 점에서 하천 식생이 꾸준히 늘어나는 현상을 확인할 수 있다.

### 3. 식생 조사 결과 및 분석

2022년 4월은 1996-2022년 4월달의 평균 강수량 64.2mm에 못미치는 45.6mm로 봄철 가뭄이 진행되었다. 총 11과 20종이 출현하였고 다년생 초본인 달뿌리풀과 일년생 초본인 환삼덩굴이 가장 많은 개체로 발견되었다. 전체 출현 종수 대비 자생식물 비율은 50%에 달하였다.

비가 거의 오지 않아 사주 내에서 건조한 지역이 눈에 띄었으며 습지식물 비율은 25%를 차지하였다.

5월도 극심한 가뭄이 이어지면서 월강수량이 4.2mm를 기록하였고 총 16과 25종이 출현하였다. 달뿌리풀, 갯, 등갈퀴나물, 털빚새귀리, 망초, 소리쟁이, 봄여뀌, 흰명아주 등이 발견되었으며 달뿌리풀 군락과 갯-등갈퀴나물 군락이 형성되었다. 자생식물 비율은 68%로 증가하였고 습지식물 비율은 20%로 감소하였다. 이는 건조해진 사주 내로 육상식물의 유입이 활발해진 것으로 보인다.

가시적인 군락의 변화를 관찰할 수 있는 시점은 6월부터이며, 해당 시기부터 장마가 시작되어 116.1mm의 강수량과 0.64m의 수위를 기록하였다. 총 30과 87종의 식생이 출현하면서 가장 높은 종다양도를 보였다. 미국개기장, 피, 물피, 흰여뀌, 갈풀, 망초 등이 군락을 이루었으며 가장 넓은 면적을 차지한 것은 미국개기장(*P. dichotomiflorum* Michx.)으로 전체 식생면적의 70.47%에 달하였다. 그러나 미국개기장 군락 내 흰여뀌, 피, 갈풀, 부들 등이 함께 출현하였으므로 온전한 미국개기장 군락으로 보기에는 어려운 부분이 있다. 자생식물 비율은 72.41%

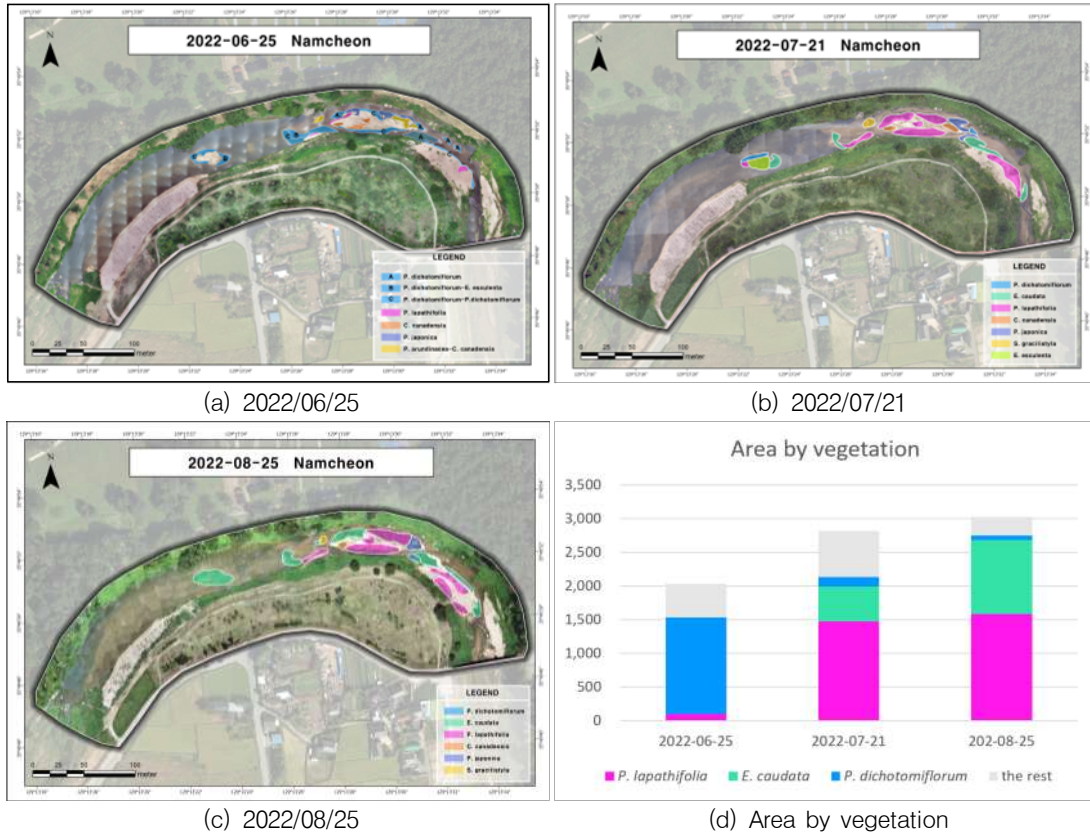


FIGURE 9. Vegetation distribution chart

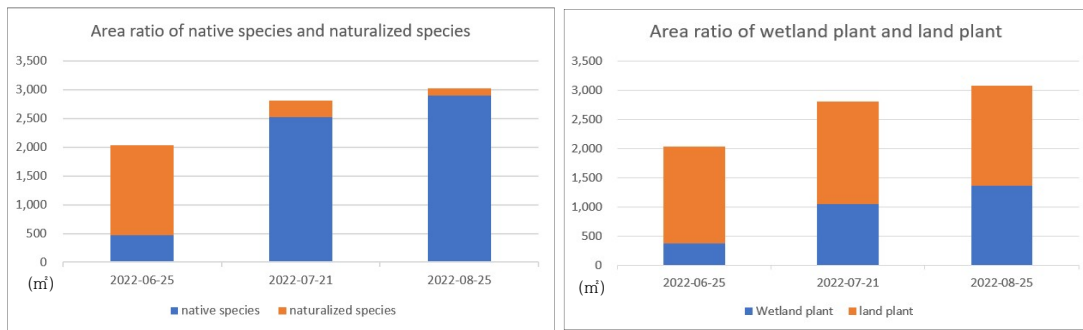
로 증가하였고 습지식물 비율은 40.23%로 증가하였다.

7월은 강수량 101.9mm, 수위 0.67m로 총 22과 47종이 출현하였고 미국개기장, 피, 물피, 흰여뀌 등의 군락이 발달하였다. 6월에 비해 흰여뀌(*P. lapathifolia* (L.))가 눈에 띄게 확장되었고(그림 9(b)) 6월달 98m<sup>2</sup>에서 7월달 1,474m<sup>2</sup>로 15배 이상 증가하여 전체 식생면적의 52.40%를 차지하였다(그림 9(d)). 6월에 가장 번성했던 미국개기장은 5.12%로 그 면적이 감소하였는데, 이는 6월 미국개기장 군락에 함께 섞여 자라던 흰여뀌가 7월달에 더 우세하게 성장하면서 우점종이 변화한 것으로 보인다. 6월에 군락이 발생하지 않았던 물피(*E. caudata* Roshev.)는 18.45%를 차지하며 두 번째로 큰

군락을 이루었는데 이는 물피의 발아 및 성장 시기가 6-7월로 다른 식물보다 조금 늦는 특성 때문인 것으로 추측된다. 흰여뀌 및 물피 군락으로 단일화됨과 함께 종다양성이 감소하는 추세를 보이며 자생식물 비율은 68.09%로 감소하고 습지식물 비율은 44.68%로 증가하였다.

8월은 강수량 118.6mm, 수위 0.63m로 총 19과 40종이 출현하였고 여전히 흰여뀌, 물피 등이 확산하면서 단일종의 우점 현상이 더욱 뚜렷해지는 경향을 보였다. 7월에 비해 물피의 면적은 2배 이상 증가하였으며(그림 9(d)), 흰여뀌의 면적도 110m<sup>2</sup> 가량 증가하였다. 자생식물 비율은 65%로 감소하였고 습지식물 비율은 40%로 감소하였다. 당년은 여름철 평균 강수량에 못미치고 수위 변화도 크게 없었으며 이러한 하

(m<sup>2</sup>)



(a) Area ratio of native species and naturalized species (b) Area ratio of wetland plant and land plant species

FIGURE 10. Vegetation distribution ratio (a), (b)

TABLE 3. Area ratio by type to FIGURE 10.

Category	2022-06-25		2022-07-21		2022-08-25		
	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	
(a)	Native species	471	23.12	2,527	89.83	2,903	95.87
	Naturalized species	1,566	76.88	286	10.17	125	4.13
	Total	2,037	100.0	2,813	100.0	3,028	100.0
(b)	Wetland plant	373	18.31	1,053	37.43	1,371	44.48
	land plant	1,664	81.69	1,760	62.57	1,711	55.52
	Total	2,037	100.0	2,813	100.0	3,028	100.0

천의 환경은 자생식물과 습지식물 비율의 감소를 가져왔다. 그러나 출현 중수 대비 자생중수의 비율이 아닌 전체 식생면적 비율 분석 결과, 약간의 망초 군락을 제외하고는 95.87%가 자생식물로 발견되었다.

9월에는 2차례의 태풍으로 인해 284.3mm의 강수량과 0.82m의 수위를 기록하면서 급격한 범람이 발생하였다. 일정 기간의 범람이 지속되면서 대부분의 식생이 소멸되었다. 10월 조사 결과 8과 11종이 발견되었다. 다년생 목본인 왕버들에서 맹아가 활발하게 출현하였고 초본류 중에서는 다년생인 달뿌리풀이 빠른 성장세를 보이며 다년생 양치식물인 쇠뜨기도 자주 발견되었다. 일년생 초본류 중에서는 고마리, 흰여뀌, 갯 등이 빈도 높게 출현하였다. 자생식물 비율은 81.82%로 6회의 현장조사 중 가장 높았으며, 습지식물 비율도 54.55%로 가장 높은 수치를 기록하였다. 이러한 수치는 자연적인 범람

이 자생식물의 생육에 유리한 영향을 제공하는 것으로 보인다. 그러나 최근 국내 하천에서의 문제점은 자생식물과 귀화식물의 구분에 관계없이 하천식생이 번성하고 확산하는 것이다. 자연적인 유량변화인 주기적 홍수와 가뭄은 하천을 삶의 터전으로 살아가는 생물들의 건전성을 유지하는 핵심적인 요소라고(Junk *et al.*, 1989) 언급한 바와 같이, 전국적으로 발현하고 있는 하천식생의 확산 현상을 해소하기 위해서는 태풍과 같은 자연적인 교란이 필수적이다.

교란이 발생하지 않는 수준의 강수와 수위는 자생식물 비율의 감소로 이어졌으나(표 4) 식생면적은 자생식물 비율이 압도적으로 높은 수치를 보였다(그림10, 표 3). 오히려 6월달에 군락을 이루던 미국개기장이 7, 8월에는 영역이 축소된 것을 볼 수 있다(그림 9). 이는 흰여뀌와 물피 같은 자생식물이 재빠르게 영역을 확장하면서 귀화식물의 침입과 번식을 억제한 효과가

TABLE 4. The number of species appearing and the ratio of native and naturalized species according to precipitation

M.	Precipitation (mm)	Water level(m)	Total species	Number of native species	Native species(%)	Naturalized species(%)	Wetland plant(%)
4	45.6	0.58	20	10	50.00	50.00	25.00
5	4.2	0.55	25	17	68.00	32.00	20.00
6	116.1	0.64	87	63	72.41	27.59	40.23
7	101.9	0.67	47	32	68.09	31.91	44.68
8	118.6	0.63	40	26	65.00	35.00	40.00
9	284.3	0.82	11	9	81.82	18.18	54.55

있는 것으로 보인다. 한편, 가장 높은 비율로 우점한 흰여뀌는 인간의 간섭이 심한 곳이나 부영양화가 심한 곳에서 군락을 이루는 특징이 있다. 이처럼 자연성이 훼손된 서식처에서는 자생 식물이라 할지라도 생물종의 단일화를 발생시키고 하천의 육역화를 촉진시키기 쉬운 경향이 나타난다. 따라서 하천의 육역화 현상을 억제하기 위해서는 인위적 교란을 최소화하고 오염을 줄여 자연적 하천 흐름이 회복될 수 있도록 관리하는 것이 중요하다.

## 결론

1996-2010년 대비 2011-2022년 5월 강수량은 41% 감소하였으며, 10월 강수량은 208.7% 증가하였다. 이러한 봄철 강수량 감소와 가을철 강수량 증가 양상은 기존 연구에서도 밝혀진 바 있다. 이와 같은 강수 패턴의 변화는 1990년대에서 2010년대에 걸쳐 초여름 홍수의 규모와 빈도가 감소하여 6월과 7월에 식생이 생장하기에 유리한 조건을 제공한다. 2022년 강수 패턴에 따른 식생 변화 양상을 조사한 결과, 계절적 요인에 의해 월별 강수량 및 수위가 증가하였고 이러한 서식환경에 적합한 식물이 번성하므로 식생면적이 증가한 것을 확인하였다. 식생이 크게 번성한 6월 기점으로 7월과 비교할 경우 범람이 발생하지 않는 수준의 강수량 증가는 단일종의 우점현상을 일으켰다. 7-8월에 우점하는 식생의 대부분이 흰여뀌와 물피로 조사되었으며 출현 종수 대비 자생식물 비율이 감소하는 것과는 반대로 전체 식생면적 대비 자생식물 비율은

95.87%까지 증가하였다. 9월달의 급격한 범람은 식생의 소멸을 야기하였고 이후 새로 출현하는 식물종의 대다수가 자생식물인 것으로 볼 때 식생이 잠길 정도의 자연적 범람은 하천의 육역화, 식생의 단일화 등의 문제점을 해소할 수 있으며 건강한 생태계를 유지하는 데 필수적인 요소로 작용하는 것으로 해석할 수 있다.

본 연구에서는 강수량 데이터와 항공사진 분석을 통해 강수 패턴의 변화가 식생면적의 증가에 영향을 주는 것을 확인하였다. 그러나 항공사진에서는 종 수준의 분별이 어렵기 때문에 과거 출현종과 현재 출현종의 차이를 분석하는 데 한계가 있다. 이러한 점에 의해 현장조사 시 출현한 종이 강수 패턴 변화의 영향을 받은 종이라고 판단하기에는 시기적인 어려움이 있으며, 본 연구에서 식생면적이 증가하는 현상은 여름이라는 계절적 특성이 하천식물의 번식을 촉진시킨 당연한 결과로 생각된다. 따라서 강수 패턴 변화에 따른 식생 변화를 파악하기 위해서는 장기간의 식생 모니터링이 진행되어야 할 것이다. **KAGIS**

## REFERENCES

- Jin, S.N. and K.H. Cho. 2016. Expansion of lower eye vegetation due to changes in flood sulfur in Cheongmicheon. *Ecology and Resilient Infrastructure* 3(4):322-326 (진승남, 조강현. 2016. 청미천에서 홍수 유황의 변화에 따른 하안식생의 확장. *응용생태공학회* 3(4):322-326).

- Jo, M.H., K.J. Kim and H.J. Kim. 2012. Development of a river maintenance management technology related with national river management data. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 15(1):159-171 (조명희, 김경준, 김현정. 2012. 국가하천관리자료와 연계한 하천유지관리 기술개발. *한국지리정보학회지* 15(1):159-171)
- Junk, W., P.B. Bayley and R.E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Proceedings of the International Large River Symposium*. Canada, Ontario, Sep. 14. 1989. vol. 106, pp.110-127.
- Kang, E.S., S.R. Lee., S.H. Oh., D.K. Kim., S.Y. Jung and D.C. Son. 2020. Comprehensive review about alien plants in Korea. *The Korean Society of Plant Taxonomists*. 50(2):89-119 (강은수, 이수랑, 오승환, 김동갑, 정수영, 손동찬. 2020. 국내외래식물의 현황. *한국식물분류학회* 50(2):89-119).
- Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology. 2015. Development of floodplain management technologies for the increase of river-friendly value. p.238 (한국건설기술연구원. 2015. 친수·환경가치 제고를 위한 하천관리 기술 개발. 238쪽).
- Kim, K.B., K.H. Kim, M.R. Kim, C.Y. Kim., S.J. Oh., W.Y. Lee., H.O. Jung., H.W. Jung and Y.K. Cho. 2011. *The Korean river geographical dictionary*. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. p.351-353 (김기빈, 김기혁, 김무림, 김추윤, 오순제, 이우용, 정해옥, 정호완, 조영국. 2011. *한국하천지명사전*. 국토해양부. 351-353쪽)
- Kim, W. and S.N. Kim. 2019. An analysis of the current state of vegetation growth in medium-sized streams. *Journal of the Korean Water Resources Society* 52:875-885 (김원, 김시내. 2019. 중규모 하천에서의 식생 증가 현황에 대한 분석. *한국수자원학회논문집* 52:875-885).
- Kim, W. and S.N. Kim. 2020. Effects of changes in rainfall occurrence patterns and changes in river water level on the occurrence of river asthma. *Ecology and Resilient Infrastructure* 7(4):238-247 (김원, 김시내. 2020. 강우 발생 패턴변화와 하천 수위 변화가 하천식생 발생에 미치는 영향. *응용생태공학회* 7(4):238-247).
- Korea National Arboretum. 2020. Checklist of vascular plants in Korea (native plants). Korea National Arboretum, Pocheon. pp.1,006 (국립수목원. 2020. 국가표준식물목록(자생식물). 포천 국립수목원 1,006쪽).
- Korea National Arboretum. 2021. Checklist of vascular plants in Korea (alien plants). Korea National Arboretum, Pocheon. pp.305 (국립수목원. 2021. 국가표준식물목록(외래식물). 포천 국립수목원 305쪽).
- Lee, C.B. 2003. *Illustrated flora of Korea*. Hyangmunsa, Seoul. pp.1828 (이창복. 2003. *원색대한식물도감(상, 하)*. 향문사, 서울 1828쪽).
- Lee, C.J., D.G. Kim., W. Ji and J.S. Kim. 2019. Long-term monitoring data on hydrology, river morphology, landscape and vegetation characteristics of resistant springs (I). *Ecology and Resilient Infrastructure* 6(1):23-33 (이찬주, 김동구, 지운, 김지성. 2019. 내성천의 수문, 하도 형태, 경관 및 식생 특성에 관한 장기모니터링 자료 (I). *응용생태공학회* 6(1):23-33).
- Lee, C.J., D.G. Kim., S.Y. Hwang., Y.J.

- Kim., S.J. Jeong., S.N. Kim and H.J. Cho. 2019. Long-term monitoring data on hydrological forms, river shapes, landscapes, and vegetation characteristics of resistant springs (II.). *Ecology and Resilient Infrastructure* 6(1):34-48 (이찬주, 김동구, 황승용, 김용전, 정상준, 김시내, 조형진. 2019. 내성천의 수문, 하도 형태, 경관 및 식생 특성에 관한 장기모니터링 자료 (II). *응용생태공학회* 6(1):34-48).
- Lee, G.S. and H.S. Lee. 2012. Evaluation of possibility for the classification of river habitat using imagery information. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 15(3):91-102 (이근상, 이현석. 2012. 영상정보를 활용한 하천 서식처 분류 가능성 평가. *한국지리정보학회지* 15(3):91-102)
- National Institute of Biological Resources. 2020. Wetland preference and life form of the vascular plants in the Korean peninsula. pp.235 (국립생물자원관. 2020. 한반도 관속식물의 습지 선호도와 생활형. 235쪽)
- National Institute of Ecology. 2020. The 2nd monitoring for national inland wetlands ('20). pp.2019-2191 (국립생태원. 2020. 제2차 전국내륙습지 모니터링('20). 2019-2191쪽).
- Park, M.H., H.J. Cho., W. Kim and H.S. Woo. 2014. Analysis of the current state of vegetation migration in domestic rivers. *Proceedings of the Korean Society of Civil Engineers* 383-384 (박문형, 조형진, 김원, 우효섭. 2014. 국내하천의 식생이입 현황 분석. *대한토목학회 학술대회* 383-384).
- Park, S.K., J. Kim., K.J. Lee and M.H. Jo. 2013. Analysis of land use change within four major river areas using high-resolution air-photographs: the case of the Nakdong river basin. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 16(4):171-188 (박수국, 김진, 이길재. 2013. 고해상도 항공사진을 이용한 4대강 하천구역 내 토지이용변화 분석 - 낙동강 유역을 사례로. *한국지리정보학회지* 16(4):171-188)
- Woo, H.S. 2008. White River? Green River?. *Water and the future: Journal of the Korean Water Resources Society* 41(12):38-47 (우효섭. 2008. 화이트 리버? 그린 리버?. *물과 미래: 한국수자원학회지* 41(12):38-47).
- Woo, H.S., J.K. Kang., H.J. Cho., Y.S. Choi and M.H. Park. 2015. Preliminary validation of hydrological changes and nutrient effects on lower asthmatic migration phenomena. *Ecology and Resilient Infrastructure* 2(4):284-290 (우효섭, 강준구, 조형진, 최이송, 박문형. 2015. 하천식생 이입 현상에 대한 수문현상 변화와 영양염류 영향의 예비 검증. *응용생태공학회* 2(4):284-290).
- Woo, H.S. and M.H. Park. 2016. [Summary] Typology and research direction by cause of hypochondriac phenomenon. *Ecology and Resilient Infrastructure* 3(3):207-211 (우효섭, 박문형. 2016. [총설] 하천식생 이입현상의 원인 별 유형화 및 연구 방향. *응용생태공학회* 3(3):207-211). **KAGIS**

## APPENDIX 1. A list of plants

Family name	Scientific name	Korean name	Growth type	Native plants	Preference	Habitat	Monthly appearance status						
							4	5	6	7	8	9	
Equisetaceae 속새과	<i>Equisetum arvense</i> L.	쇠뜨기	Herb	NP	FAC	Md&Shrub	○	○	○	○	○		
Juncaceae 골풀과	<i>Juncus decipiens</i> (Buchenau) Nakai	골풀	Herb	NP	OBW	WetMd (Hygro)			○				
	<i>Juncus tenuis</i> Willd.	길골풀	Herb	NP	FAC	WetMd			○				
Commelinaceae 닭의장풀과	<i>Commelina communis</i> L.	닭의장풀	Herb	NP	FACU	Md&Shrub			○	○	○		
Pontederiaceae 물옥잠과	<i>Monochoria korsakowii</i> Regel & Maack	물옥잠	Herb	NP	OBW	Aquatic (MacroEmer)			○	○	○		
	<i>Monochoria vaginalis</i> (Burm. f.) C. Presl	물달개비	Herb	NP	OBW	Aquatic (MacroEmer)				○	○		
Poaceae 벼과	<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	뚝새풀	Herb	NP	OBW	WetMd (Hygro)			○	○			
	<i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino	조개풀	Herb	NP	FACW	WetMd (Hygro)				○			
	<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fernald	개피	Herb	NP	FACW	WetMd (Hygro)				○	○		
	<i>Bromus japonicus</i> Thunb.	참새귀리	Herb	NP	FACU	Md&Shrub					○		
	<i>Bromus tectorum</i> L.	털밭새귀리	Herb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub			○	○			
	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	바랭이	Herb	NP	FACU	Md&Shrub				○			
	<i>Echinochloa caudata</i> Roshev.	물피	Herb	NP	FACW	WetMd (Hygro)				○	○	○	○
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	돌피	Herb	NP	FACW	WetMd (Hygro)				○	○	○	
	<i>Echinochloa esculenta</i> (A. Braun) H. Scholz	피	Herb	NP	FACW	WetMd (Hygro)				○	○	○	
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	왕바랭이	Herb	NP	FACU	Md&Shrub					○		
	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	큰김의털	Herb	IAP(NP)	FAC	Md&Shrub					○		
	<i>Leersia japonica</i> (Honda) Honda	나도겨풀	Herb	NP	OBW	Aquatic (MacroEmer)					○		
	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	쥐보리	Herb	IAP(NP)	OBU	Md&Shrub					○		
	<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson	역새	Herb	NP	OBU	Md&Shrub					○		
	<i>Panicum bisulcatum</i> Thunb.	개기장	Herb	NP	FAC	WetMd					○	○	○
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	미국개기장	Herb	IAP(NP)	FAC	WetMd					○	○	○	
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	갈풀	Herb	NP	FACW	WetMd (Hygro)					○	○		
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	갈대	Herb	NP	OBW	Aquatic (MacroEmer)					○	○	○	
<i>Phragmites japonica</i> Steud.	달뿌리풀	Herb	NP	OBW	Aquatic (MacroEmer)					○	○	○	○
Typhaceae 부들과	<i>Typha angustifolia</i> L.	애기부들	Herb	NP	OBW	Aquatic (MacroEmer)					○		
	<i>Typha latifolia</i> L.	큰잎부들	Herb	NP	OBW	Aquatic (MacroEmer)					○		
	<i>Typha orientalis</i> C. Presl.	부들	Herb	NP	OBW	Aquatic (MacroEmer)					○	○	○
Caryophyllaceae 석죽과	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	벼룩이자리	Herb	NP	OBU	Md&Shrub					○		
	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	유럽점나도나물	Herb	IAP(NP)	OBU	Md&Shrub					○		
	<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i> (Thunb.) Ohwi	벼룩나물	Herb	NP	FACU	Md&Shrub					○		



## APPENDIX 1. Continued

Family name	Scientific name	Korean name	Growth type	Native plants	Preference	Habitat	Monthly appearance status				
							4	5	6	7	8
Caryophyllaceae 석죽과	<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	쇠별꽃	Herb	NP	FAC	WetMd			○		
	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	별꽃	Herb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub	○				
Portulacaceae 쇠비름과	<i>Portulaca oleracea</i> L.	쇠비름	Herb	NP	OBU	Md&Shrub				○	○
Vitaceae 포도과	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Maxim.) Trautv.	개머루	Sub shrub	NP	FACU	Md&Shrub			○		
	<i>Gaura lindheimeri</i> Engelm. & Gray	나비비늘꽃	Herb	IAP(NP)	OBU	Md&Shrub			○		
Onagraceae 바늘꽃과	<i>Ludwigia epilobioides</i> Maxim.	여뀌바늘	Herb	NP	OBW	Aquatic (MacroEmer)			○		○
	<i>Oenothera biennis</i> L.	달맞이꽃	Herb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub	○	○			
Lythraceae 부처꽃과	<i>Lythrum anceps</i> (Koehne) Makino	부처꽃	Herb	NP	OBW	WetMd (Hygro)			○		
	<i>Lythrum salicaria</i> L.	털부처꽃	Herb	NP	OBW	WetMd (Hygro)				○	
Polygonaceae 마디풀과	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	여뀌	Herb	NP	FACW	WetMd (Hygro)			○	○	
	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre	흰여뀌	Herb	NP	FAC	Md&Shrub			○	○	○
	<i>Persicaria longiseta</i> (Brujin) Kitag.	개여뀌	Herb	NP	FACU	Md&Shrub			○	○	○
	<i>Persicaria maculosa</i> Gray	봄여뀌	Herb	NP	FAC	Md&Shrub	○	○	○		
	<i>Persicaria orientalis</i> (L.) Spach	털여뀌	Herb	IAP(NP)	FAC	Md&Shrub			○	○	○
	<i>Persicaria perfoliata</i> (L.) H. Gross	머느리배꼽	Herb	NP	FACU	Md&Shrub			○		
	<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H. Gross	고마리	Herb	NP	OBW	WetMd (Hygro)			○		○
	<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이	Herb	IAP(NP)	FAC	WetMd			○	○	○
Ranunculaceae 미나리아재비과	<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	개구리자리	Herb	NP	OBW	WetMd (Hygro)		○	○	○	
Cucurbitaceae 박과	<i>Actinostemma lobatum</i> (Maxim.) Franch. & Sav.	뚜껍덩굴	Climb	NP	OBW	WetMd (Hygro)			○	○	○
Salicaceae 버드나무과	<i>Salix chaenomeloides</i> Kimura	왕버들	Tree	NP	FACW	Forest (Hygro)	○	○	○	○	○
	<i>Salix gracilistyla</i> Miq.	갯버들	Shrub	NP	FACW	WetMd (Hygro)	○	○	○	○	○
	<i>Salix pierotii</i> Miq.	버드나무	Tree	NP	FACW	Forest (Hygro)	○	○	○		
Apiaceae 미나리과	<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC.	미나리	Herb	NP	OBW	Aquatic (MacroEmer)			○	○	
	<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.	사상자	Herb	NP	FACW	WetMd (Hygro)			○	○	
Cannabaceae 삼과	<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc.	환삼덩굴	Climb	NP	FAC	Md&Shrub	○	○	○	○	○
Brassicaceae 십자화과	<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern	갯	Herb	Arc.	OBU	Md&Shrub	○	○	○		○
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	냉이	Herb	NP	FAC	Md&Shrub	○	○	○		
	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	재쌩	Herb	IAP(NP)	OBU	Md&Shrub	○				
	<i>Lepidium apetalum</i> Willd.	다닥냉이	Herb	PIP(UN)	OBU	Md&Shrub			○	○	
	<i>Rorippa cantoniensis</i> (Lour.) Ohwi	좁개갯냉이	Herb	NP	FAC	WetMd			○	○	○
	<i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser	속속이풀	Herb	NP	FACW	WetMd (Hygro)			○		
	<i>Thlaspi arvense</i> L.	말냉이	Herb	Arc.	OBU	Md&Shrub	○	○	○		

## APPENDIX 1. Continued

Family name	Scientific name	Korean name	Growth type	Native plants	Preference	Habitat	Monthly appearance status				
							4	5	6	7	8
Penthoraceae 낙지다리과	<i>Penthorum chinense</i> Pursh	낙지다리	Herb	NP	OBW	WetMd (Hygro)		○			
Crassulaceae 돌나물과	<i>Sedum sarmentosum</i> Bunge	돌나물	Herb	NP	FACU	Md&Shrub		○			
Rosaceae	<i>Potentilla supina</i> L.	개소리랑개비	Herb	IAP(NP)	FAC	WetMd	○	○	○	○	
장미과	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	찔레나무	Tree	NP	FAC	Md&Shrub	○	○	○	○	○
Fabaceae 콩과	<i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc.	들콩	Herb	NP	FAC	WetMd		○			
	<i>Kummerowia stipulacea</i> (Maxim.) Makino	등근매듭풀	Herb	NP	FACU	Md&Shrub		○			
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	아까시나무	Tree	IAP(NP)	OBU	Forest					○
	<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	Herb	IAP(NP)	OBU	Md&Shrub				○	
	<i>Vicia cracca</i> L.	등갈퀴나물	Herb	NP	FACU	Md&Shrub		○			○
	<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.	얼치기완두	Herb	NP	OBU	Md&Shrub				○	
Oxalidaceae 괘이밥과	<i>Oxalis stricta</i> L.	선괘이밥	Herb	NP	OBU	Md&Shrub		○			
Rubiaceae 꼭두서니과	<i>Galium spurium</i> L.	갈퀴덩굴	Herb	NP	OBU	Md&Shrub		○			
Asteraceae 국화과	<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.	사철쑥	Herb	NP	FACU	Md&Shrub		○			
	<i>Artemisia indica</i> Willd.	쑥	Herb	NP	OBU	Md&Shrub	○	○	○	○	○
	<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쑥부쟁이	Herb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub		○	○		
	<i>Aster subulatus</i> Michx.	비짜루국화	Herb	IAP(NP)	FACW	WetMd (Hygro)		○			
	<i>Bidens frondosa</i> L.	미국가막사리	Herb	IAP(NP)	FACW	WetMd (Hygro)		○	○	○	
	<i>Bidens pilosa</i> L.	울산도깨비바늘	Herb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub			○		
	<i>Centipeda minima</i> (L.) A. Braun & Aschers.	중대가리풀	Herb	NP	FAC	WetMd		○			
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초	Herb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub					○
	<i>Coreopsis drummondii</i> Torr. & A. Gray	금계국	Herb	PIP (CAP)	FACU	Md&Shrub					○
	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	한련초	Herb	Arc.	FACW	WetMd (Hygro)		○	○		
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	Herb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub		○			
	<i>Erigeron strigosus</i> (A. Gray) Muhl. ex Willd.	주걱개망초	Herb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub		○			
	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	털별꽃아재비	Herb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub			○		
	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	동판지	Herb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub				○	
	<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	익모초	Herb	NP	OBU	Md&Shrub					○
Lamiaceae 꿀풀과	<i>Salvia plebeia</i> R. Br	배암차즈기	Herb	NP	FAC	WetMd	○	○			
<i>Stachys japonica</i> Miq.	석잠풀	Herb	NP	FAC	Md&Shrub		○				
Convolvulaceae 메꽃과	<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	미국실새삼	Climb	IAP(NP)	FAC	Md&Shrub	○	○	○		
<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	나팔꽃	Climb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub				○		
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	등근잎나팔꽃	Climb	IAP(NP)	FACU	Md&Shrub				○		
Boraginaceae 지치과	<i>Trigonotis peduncularis</i> (Trevir.) Steven ex Palib.	꽃마리	Herb	NP	FACU	Md&Shrub		○			
Scrophulariaceae 현삼과	<i>Lindernia dubia</i> (L.) Pennell	미국외풀	Herb	IAP(NP)	OBW	WetMd (Hygro)			○	○	○
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	큰물칭개나물	Herb	IAP (CAP)	OBW	WetMd (Hygro)	○	○	○		○	○

## APPENDIX 1. Continued

Family name	Scientific name	Korean name	Growth type	Native plants	Preference	Habitat	Monthly appearance status					
							4	5	6	7	8	9
Scrophulariaceae	<i>Veronica persica</i> Poir.	큰개불알풀	Herb	IAP(NP)	OBU	Md&Shrub	○	○	○			
현삼과	<i>Veronica undulata</i> Wall.	물칭개나물	Herb	NP	OBW	WetMd (Hygro)			○			

\* 자생식물 구분 약어를 다음과 같이 정리함

NP(native plants, 자생식물)

IAP(Invasive Alien Plant, 침입외래식물) (NP(Naturalized Plant, 귀화식물), CAP(Casual Alien Plant, 임시정착식물))

Arc.(Archaeophyte, 사전귀화식물)

PIP(Potentially Invasive Plant, 잠재침입식물) (UN(Uncertain Plant, 불확실종), CAP(Casual Alien Plant, 임시정착식물))