

서식처 유형에 따른 생태계교란 식물 단풍잎돼지풀(*Ambrosia trifida*)군락의 분포와 구조 변화

유혜린^{1,2} · 최동희¹ · 이수인^{1*}

¹국립생태원 외래생물팀

²국립공주대학교 생명과학과

Distribution and Structural Dynamics of *Ambrosia trifida* Communities across Habitat Types

Hyerin Yu^{1,2} · Donghui Choi¹ · Soo-In Lee^{1,*}

¹Invasive Alien Species Team, National Institute of Ecology, 1210 Geumgang-ro, Maseo-myeon, Seocheon-gun, 33657 Chungcheongnam-do, South of Korea

²Department of Biological sciences, Kongju National University, Gongju 32588, Republic of Korea

(Received : 01 October 2025, Revised : 10 November 2025, Accepted : 16 November 2025)

요약

단풍잎돼지풀(*Ambrosia trifida*)은 인위적 교란이 빈번한 지역에서 주로 서식하며, 자생식물의 성장을 억제하고 생태계에 부정적인 영향을 미치는 대표적인 침입외래식물이다. 이러한 종의 정착과 확산을 방지하기 위해서는 군락의 분포 양상과 종 구성 및 구조적 특성을 종합적으로 이해할 필요가 있다. 본 연구는 서식처 유형에 따라 단풍잎돼지풀군락의 분포 특성과 구조적 변화를 비교·분석하고, 연도별 식물 군락의 변동 경향을 규명하여 효과적인 관리 방안을 마련하고자 수행되었다. 이를 위해 2022년부터 2024년까지 3개의 서식처 유형(길가, 하천변, 이차초지)을 대표하는 총 4개 지점에서 현존식생도를 작성하고, 식생 조사를 실시하였다. 그 결과, 단풍잎돼지풀군락의 면적은 서식처 유형별로 변동 양상이 상이했지만, 2024년에는 전 지점에서 감소하였다. 이는 주변 식물 군락과 경쟁에 따른 공간적 범위 축소로 판단된다. 연도별로 서식처 유형에 따라 초본층에서 중요치는 단풍잎돼지풀이 우점종 간 경쟁 양상에 따라 차이는 있으나 2024년 모든 지점에서 최우점하는 것으로 나타났다. 또한, PCoA 결과에서 군락 구조의 변화 양상이 서식처별 국지적 환경 차이에 따라 다르게 나타나는 것을 확인하였다. 따라서 단풍잎돼지풀의 관리에 정찰 단계와 서식처 특성을 반영해야 하며, 장기적인 모니터링을 통해 식생 변화를 추적하고 자연적 대체 군락 형성 가능성을 평가하는 후속 연구도 필수적일 것으로 판단된다.

핵심용어 : 침입외래식물, 식생, 중요치

Abstract

Ambrosia trifida is a representative invasive alien plant that primarily colonizes frequently disturbed habitats, suppresses native plant growth, and negatively affects ecosystem structure and function. To effectively prevent its establishment and spread, it is necessary to understand the spatial distribution patterns, species composition, and structural characteristics of its communities. This study aimed to compare and analyze the distribution and structural changes of *A. trifida*-dominated communities among habitat types, and to clarify interannual vegetation dynamics as a basis for management. From 2022 to 2024, vegetation surveys and present vegetation mapping were conducted at four fixed sites representing three habitat types (roadside, streamside, and secondary grassland). The area occupied by *A. trifida* communities showed different temporal trajectories among habitat types but decreased at all sites by 2024, suggesting spatial contraction driven by competition with surrounding vegetation. Herb-layer importance

*To whom correspondence should be addressed.

Invasive Alien Species Team, National Institute of Ecology

E-mail : ecolove093@nie.re.kr

• Hyerin Yu National institute of ecology, Seochoen, Korea/Researcher(yuhrin17@nie.re.kr)

• Donghui Choi National institute of ecology, Seochoen, Korea/Researcher(dhchoi82@nie.re.kr)

• Soo-In Lee National institute of ecology, Seochoen, Korea/Associate Researcher(ecolove093@nie.re.kr)



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

values indicated that *A. trifida* remained the most dominant species at all sites in 2024, despite interannual variation in co-dominant species and competitive interactions. Principal coordinates analysis (PCoA) based on species importance values further revealed that temporal changes in community structure differed among habitats, reflecting the influence of local environmental conditions. These results suggest that *A. trifida* exerts strong and persistent dominance across heterogeneous habitats, while its community-level impacts are modulated by habitat context. Therefore, management of *A. trifida* should be differentiated according to stage of establishment and habitat type, supported by long-term, coordinated efforts including life stage-specific management protocols, designation of regional management units, and strengthened inter-municipal cooperation.

Key words : nvasive alien plant, Vegetation, Important value

1. 서론

침입외래종(Invasive Alien Species, IAS)은 자연적으로 서식하지 않던 지역에 자연적 또는 인위적으로 유입된 생물을 뜻한다. 이들은 정착 후 빠르게 확산하며 생물 다양성을 위협하고 생태계에 심각한 악영향을 초래하는 생물군으로 (Richardson et al., 2000), 국제적으로는 생물다양성의 감소를 초래하는 원인 중의 하나로 보고 있다(IPBES, 2023).

국내에서도 생물다양성의 보전과 지속가능성을 위한 노력으로 환경부에서 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」에 따라 생태계를 교란하거나 그 우려가 있는 생물에 대하여 '생태계교란 생물'로 지정하여 관리하고 있으며, 2024년 10월 기준 붉은귀거북속(*Trachemys*) 1속을 포함하여 동물 21종, 식물 18종으로 총 1속 39종이 지정 고시되어 있다(Ministry of Environment, 2024).

이 가운데 1999년 생태계교란 식물로 지정된 단풍잎돼지풀(*Ambrosia trifida* L.)은 국화과(Compositae)의 일년생 식물로, 넓은 잎 면적과 다수의 종자 생산, 높은 종자 발아율, 타감물질(allelopathy) 등의 특성을 가지고 있다. 이를 바탕으로 자생식물의 성장을 억제하며 생태계에 부정적인 영향을 주는 것으로 보고되었다(Choi et al., 2007; Choi et al., 2010; Kong et al., 2007; Kim et al., 1999). 또한, 단풍잎돼지풀은 주로 중부 지방에 분포하며 황무지, 길가, 밭 가장자리 등 인위적 교란이 빈번한 지역에서 주로 서식하는 것으로 알려져 있으며(National Institute of Ecology, 2021), 국내 주요 하천을 중심으로 대규모 군락을 형성하여 빠르게 확산하고 있다(Lee et al., 2010; Sin, 2004; Park et al., 2017; Ryu et al., 2017).

단풍잎돼지풀은 국외에서도 침입외래종으로서 심각한 환경적 영향을 미치는 것으로 알려져 있어 종간 경쟁, 분포

예측, 종자 특성 변화 등과 관련된 다양한 연구가 진행되었다(Zhao et al., 2021; Chen 2024; Xu et al., 2024). 우리나라에서도 단풍잎돼지풀과 관련하여 생리·생태적 특성 및 관리 방법에 관한 연구(Lee et al., 2021), 돼지풀잎벌레(*Ophraella communa*)를 활용한 단풍잎돼지풀의 생물학적 방제에 관한 연구(Lee et al., 2007; Lee and You, 2018) 등이 진행되었으나 대부분 개체 수준의 성장 특성이나 특정 방제 방법에 국한되어 있다. 단풍잎돼지풀이 군락을 형성할 때 토착 식물 군락의 구조와 종 다양성에 미치는 장기적 영향이 달라질 수 있음에도 이에 대한 연구는 상대적으로 부족한 실정이다. 특히, 서식처별 교란 강도, 확산 경로 등이 달라 정착과 확산 양상이 다르게 나타날 수 있다. 또한, Gusev(2019)에 따르면 외래 식물에 의한 군락 구조 고착화 및 천이 과정의 지연은 생태계 복원력을 저해하고, 장기적으로 서식지 다양성과 종 다양성을 감소시키는 등 심각한 생태적 변화를 초래할 수 있다고 보고하였다. 이에 따라 단풍잎돼지풀군락의 형성과 확산에 따른 영향을 종합적으로 분석하는 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 도로변, 하천변, 이차초지 등 세 서식처 유형에서 단풍잎돼지풀군락의 시공간적 변화 양상을 분석하여, 정착 및 확산에 따른 식물 군락의 변화 특성을 규명하고 효과적인 관리 방안 수립을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 조사 대상지

조사대상지는 도로변, 하천 수변부, 이차 초지 등 3개의 서로 다른 서식처 유형을 가진 총 4개 지점으로 선정하였다. 현장 조사는 2022년부터 2024년까지 「생태계교란 생물 모니터링(Monitoring of Invasive Alien Species)」 사업의 일환으로 수행하였다. 각 지점의 교란 상태, 일조 조건, 토양 및 수분

Table 1. Monitoring sites of *Ambrosia trifida*

Site no.	Address	Habitat	Disturbance intensity
A1	Jeollu-ri, Haseong-myeon, Gimpo-si, Gyeonggi-do	Roadside	Strong
A2	Sangbongam-dong, Dongducheon-si, Gyeonggi-do	Streamside (lotic)	Strong
A3	Eundae-ri, Jeongok-eup, Yeoncheon-gun, Gyeonggi-do	Secondary grassland	Medium
A4	Buyong-ri, Sejong-si	Streamside (lotic)	Light

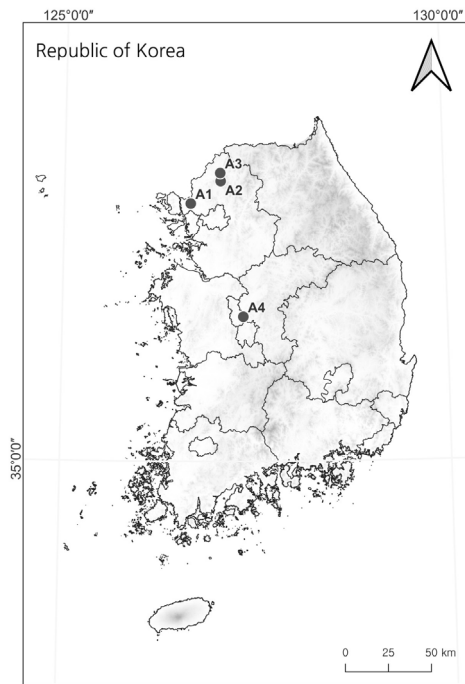


Fig 1. Monitoring sites of *Ambrosia trifida* communities surveyed from 2022 to 2024 in the Republic of Korea.

조건 등 제반 특성은 현장 관찰을 바탕으로 상대 비교 범주로 정리하였다.

A1(김포 전류리) 지점은 농촌 지역의 평지 도로변에 위치하며, 차폐가 거의 없어 일조가 양호하다. 도로변 관리를 위한 예초 작업이 정기적으로 이루어져 교란 강도는 강으로 평가된다. A2(동두천 상봉암동) 지점은 하천 주변의 개방지로 일사량이 풍부하며, 제방 관리를 위한 예초와 하천 수문 변동의 영향을 함께 받는 지역으로 교란 강도는 강에 해당한다. A3(연천 은대리) 지점은 차폐 요인이 적은 이차 초지로, 광 환경이 전반적으로 양호하다. 차량 이동에 따른 경계부 답압 등 국지적 교란이 발생하며, 교란 강도는 중간 수준으로 분류된다. A4(세종 부용리) 지점은 하천변에 위치한 양지성 구간으로, 자전거 도로 이용 등으로 간헐적인 인위 교란이 발생한다. 전반적인 교란 강도는 약한 수준으로 평가된다.

2.2 현존식생도 작성 및 현장 조사

현장조사는 단풍잎돼지풀군락의 변화를 모니터링하기 위해 2022년부터 2024년까지 3년간 수행하였다. 단풍잎돼지풀의 계절적 성장 특성을 고려하여 생물량이 최대에 도달하는 7월부터 개화 및 결실기인 9월 사이에 조사를 실시하였다(Lee *et al.*, 2023).

군락별 면적 변화를 확인하기 위해, 현장에서 상관 우점종을 기준으로 군락명을 명명하고, QGIS(ver 3.22.9)를 활용하여 현존식생도를 작성하였으며, 이를 바탕으로 군락별 면적을 산출하였다.

식생 조사는 방형구법(Quadrat method)을 활용하여 단풍잎돼지풀이 우점하는 곳을 중심으로 지점별로 1×1m (1㎡)

크기의 방형구를 각 10개씩 설치하였다. 각 층위별 출현종의 피도는 교목층, 관목층, 초본층으로 구분하여 기록하였으며, 피도 등급은 변환통합우점도(Westhoff and van der maarel, 1978)에 따라 9등급으로 구분하였다.

종 동정은 Lee(2003a, 2003b)를 참조하였으며, 현지에서 판별이 어려울 경우 생육 및 번식기관, 개체를 채집하거나 사진 자료를 확보하여 실내에서 동정하였다. 학명 및 국명은 국가생물종목록(National Institute of Biological Resources, 2024)에 준하였다.

2.3. 자료 처리

상대 피도 및 상대 빈도를 정량화하여 군집 전체에 대한 종의 상대적인 기여도인 중요치(Importance value, IV)를 산출하였다(Curtis and McIntosh, 1951). 본 연구의 대상종인 단풍잎돼지풀은 초본층에서 우점하는 일년생 종으로 교목층과 관목층에서 출현이 제한적이므로 중요치 분석은 초본층을 중심으로 수행하였다. 또한, 중요치(IV) 값을 기반으로 Shannon-Wiener의 종다양성지수(Shannon, 1948)를 산정하였다. 해당 자료의 정리 및 가공은 엑셀 프로그램(Microsoft Office 2016)을 이용하여 처리하였다.

수집된 식생 조사 자료를 바탕으로 서식처 유형별로 연도별 군락 구조의 관계를 시각적으로 비교하기 위해 주좌표 분석(Principal Coordinates analysis, PCoA)을 실시하였다. 분석은 통계 프로그램인 R(R core Team 2024)에서 Vegan 패키지를 이용하여 'vegdist' 함수를 통해 Bray-Curtis 거리 지수(Bray and Curtis, 1957)를 산출한 후, 'cmdscale' 함수를 이용하여 주좌표 분석을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 연도별 서식처 유형에 따른 단풍잎돼지풀군락의 면적 변화

서식처 유형별 단풍잎돼지풀군락의 공간적 확산 양상을 파악하기 위해, 2022년부터 2024년까지 3년간의 지점별 현존식생도를 기반으로 식생 면적 변화를 분석하였다(Fig. 2., Table 2.).

A1 지점에서 2022년부터 2024년까지 단풍잎돼지풀군락의 면적은 각각 4,683㎡, 3,420㎡, 973㎡로 나타났으며 전체 식생 면적에서 차지하는 비율도 71%, 52%, 17%로 지속적으로 감소하였다. 침군락의 면적이 지속적으로 증가하는 것으로 볼 때, 경쟁에 의해 단풍잎돼지풀의 공간적 분포 범위가 점차 축소되고 있는 것으로 보인다.

A2 지점의 단풍잎돼지풀군락은 2022년 4,637㎡, 2023년 12,643㎡, 2024년 5,708㎡로 변화하였다. 2023년 단풍잎돼지풀군락 면적이 크게 증가하였지만, 2024년에는 전년 대비 면적이 감소하였다. 같은 해 달뿌리풀군락과 쑥군락 면적이 증가한 것으로 볼 때, 단풍잎돼지풀과의 경쟁에 의해 분포의 변화가 나타난 것으로 판단된다.

A3 지점의 단풍잎돼지풀군락 면적은 2022년 1,803㎡로 전체

식생 면적의 66%를 차지하였으며, 2023년에는 2,425m² (88%)로 증가하였다. 그러나 2024년에는 984m²(32%)로 면적이 급감하였는데, 이는 기존의 단풍잎돼지풀 순군락 일부가 단풍잎돼지풀-달뿌리풀이 혼생 군락 또는 달뿌리풀이 우점하는 군락으로 변화했기 때문으로 판단된다.

A4 지점에서는 2022년 6,861m²(57%), 2023년 6,349m² (53%), 2024년 1,225m²(9%)로 확인되었다. 단풍잎돼지풀군락은 3년간 감소 추세를 보였으며, 2024년 급격히 축소되었는데 이는 기존 군락의 상당 부분이 다른 식물 군락으로 대체되면서 분포 면적이 감소한 것으로 보인다.

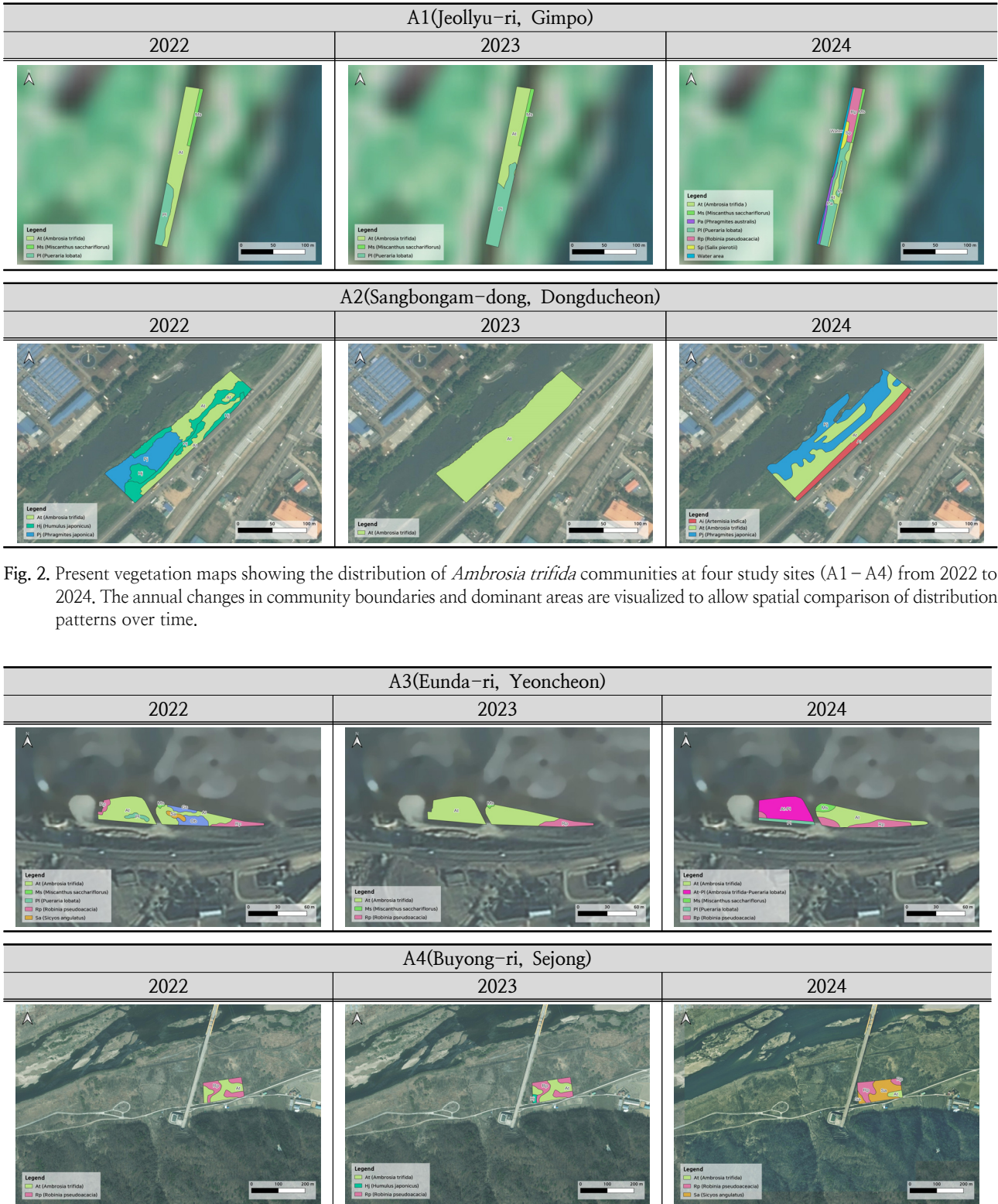


Fig. 2. Present vegetation maps showing the distribution of *Ambrosia trifida* communities at four study sites (A1 – A4) from 2022 to 2024. The annual changes in community boundaries and dominant areas are visualized to allow spatial comparison of distribution patterns over time.

Fig. 2. Continue

단풍잎돼지풀은 초기에 높은 밀도로 군락을 형성하여 공간을 빠르게 점유했지만, 시간이 지나면서 다른 종과 혼생하거나 분포 면적이 점차 축소되는 양상을 보였다. 이러한 변화는 Savić et al.(2021)이 보고한 바와 같이, 단풍잎돼지풀은 고밀도 상태에서는 자가 간 경쟁으로 개체 생장이 저해되고, 이종 간 경쟁으로 인해 혼생 군락에서 개체 생체량이 감소하는 경향과 일치한다. 이는 단풍잎돼지풀군락이 경쟁 상호작용에 따라 분포가 달라질 수 있음을 보여준다.

3.2 서식처 유형별 종 조성 및 종 다양성 지수 변화

단풍잎돼지풀군락의 구조적 특성을 파악하기 위해, 초본층을 대상으로 산출한 중요치(Importance Value, IV)와 종 다양성 지수(Shannon's diversity index)를 지점별·연도별로 분석하였다.

A1은 2022년 초본층의 중요치가 단풍잎돼지풀(30.85), 환삼덩굴(17.18), 칩(14.39) 순으로 나타났다. 2023년에는 단풍잎돼지풀(34.79)의 중요치가 증가하였다. 주요 아우점종으로는 환삼덩굴(12.49), 돌콩(10.88) 등이 확인되었다(Table

Table 2. Changes in the area of each plant community at four sites from 2022 to 2024

Site	Scientific name	Korean name	Area(m ²)		
			2022	2023	2024
A1	<i>Ambrosia trifida</i>	단풍잎돼지풀	4,683	3,420	973
	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	물억새	536	536	329
	<i>Phragmites australis</i>	갈대	-	-	391
	<i>Pueraria lobata</i>	칩	1,383	2,646	1,974
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	아까시나무	-	-	1,143
	<i>Salix pierotii</i>	버드나무	-	-	261
A2	<i>Ambrosia trifida</i>	단풍잎돼지풀	4,637	12,643	5,708
	<i>Artemisia indica</i>	쑥	-	-	2,054
	<i>Humulus japonicus</i>	환삼덩굴	4,794	-	-
	<i>Phragmites japonica</i>	달뿌리풀	3,212	-	6,117
A3	<i>Ambrosia trifida</i>	단풍잎돼지풀	6,861	6,349	1,225
	<i>Humulus japonicus</i>	환삼덩굴	-	512	-
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	아까시나무	5121	5,121	4,701
	<i>Sicyos angulatus</i>	가시박	-	-	7,467
A4	<i>Ambrosia trifida</i>	단풍잎돼지풀	1,803	2,425	984
	<i>Ambrosia trifida</i> - <i>Pueraria lobata</i>	단풍잎돼지풀-칩	-	-	1,148
	<i>Glycine soja</i>	돌콩	109	-	-
	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	물억새	24	24	143
	<i>Oenothera biennis</i>	달맞이꽃	279	-	-
	<i>Pueraria lobata</i>	칩	101	-	185
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	아까시나무	335	301	578
	<i>Sicyos angulatus</i>	가시박	100	-	-

Table 3. Changes in herb layer structure of *Ambrosia trifida* community in fixed plot 1(Jeollyu-ri, Gimpo) from 2022 to 2024

Scientific name	Korean name	Importance Value		
		2022	2023	2024
<i>Ambrosia trifida</i>	단풍잎돼지풀	30.85	34.79	38.94
<i>Humulus japonicus</i>	환삼덩굴	17.18	12.49	13.69
<i>Pueraria lobata</i>	칩	14.39	7.51	34.47
<i>Aster pilosus</i>	미국쑥부쟁이	7.91	4.15	-
<i>Oenothera biennis</i>	달맞이꽃	6.55	6.87	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	아까시나무	5.93	7.05	-
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	물억새	5.59	5.12	3.68
<i>Glycine soja</i>	돌콩	5.39	10.88	-
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	돼지풀	2.25	3.50	-
<i>Bidens pilosa</i>	울산도깨비바늘	2.25	-	-
<i>Helianthus tuberosus</i>	풍판지	1.71	2.07	-
<i>Artemisia indica</i>	쑥	-	-	3.16
<i>Elymus tsukushiensis</i>	개밀	-	-	3.16
<i>Erigeron annuus</i>	개망초	-	-	2.90
Shannon's species diversity index(H')		2.05	2.14	1.45

Table 6. Changes in the herb layer structure of *Ambrosia trifida* communities in Fixed plot 4(Buyong-ri, Sejong) from 2022 to 2024

Scientific name	Korean name	Importance Value		
		2022	2023	2024
<i>Ambrosia trifida</i>	단풍잎돼지풀	35.07	30.88	22.81
<i>Humulus japonicus</i>	환삼덩굴	11.28	21.14	4.68
<i>Artemisia indica</i>	쑥	8.56	1.82	8.92
<i>Erigeron annuus</i>	개망초	7.78	1.82	8.92
<i>Setaria viridis</i>	강아지풀	6.35	10.39	-
<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국	4.41	2.33	3.29
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	돼지풀	3.89	2.33	-
<i>Acalypha australis</i>	깨풀	3.37	3.65	-
<i>Metaplexis japonica</i>	박주가리	3.11	0.00	1.18
<i>Oenothera biennis</i>	달맞이꽃	2.46	0.00	-
<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>japonica</i>	쇠무릎	1.94	4.92	-
<i>Persicaria perfoliata</i>	며느리배꼽	1.68	3.09	-
<i>Melothria japonica</i>	새박	-	2.58	-
<i>Amaranthus retroflexus</i>	털비름	-	2.58	-
<i>Bromus japonicus</i>	참새귀리	-	-	10.07
<i>Equisetum arvense</i>	쇠뜨기	-	-	5.85
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	물억새	-	-	3.76
<i>Rumex crispus</i>	소리쟁이	1.42	-	3.29
<i>Carex dispalata</i>	삿갓사초	-	-	3.04
Shannon's species diversity index(H')		2.33	2.29	2.81

3). 2024년에는 단풍잎돼지풀(38.49), 칩(34.47), 환삼덩굴(13.69) 순으로 나타났으며, 단풍잎돼지풀 중요치의 지속적인 증가와 칩의 급격한 중요치 상승이 확인되었다. 종 다양성 지수는 2022년 2.05에서 2023년 2.14로 소폭 증가하였고, 2024년에는 1.45로 크게 감소하였다. 이러한 결과는 단풍잎돼지풀이 군락 내 최우점종으로 유지되고 있지만 칩과 경쟁이 심화될 것으로 예상된다. 해당 지점은 정기적으로 예초가 이루어지면서 덩굴성 식물이 서식하기 유리한 환경이 조성되어 칩이나 환삼덩굴의 생육이 활발할 것으로 판단된다. 특히, 2024년 칩의 우점도가 상대적으로 급격히 상승한 것으로 볼 때, 단풍잎돼지풀과 칩의 우점으로 다양성이 억제되며 군락 단순화가 진행될 것으로 보인다.

A2에서는 2022년 단풍잎돼지풀의 중요치가 20.67로 가장 높게 나타났으며, 환삼덩굴(13.70), 달뿌리풀(11.35) 등 순으로 나타났다(Table 4). 2023년에는 달뿌리풀(45.71)이 최우점하였으며, 이는 지점 전체 공간에서 볼 때는 단풍잎돼지풀이 가장 넓은 분포 범위를 차지하지만(Fig. 2), 방형구 단위의 국지적 군락 구조에서는 달뿌리풀의 피도와 출현 빈도가 더 높게 반영되었기 때문으로 해석된다. 2024년에는 다시 단풍잎돼지풀(26.19)의 중요치가 가장 높게 나타났다. 종 다양성 지수는 2022년 2.79에서 2023년 1.40으로 크게 감소하였고, 2024년 2.08로 다소 증가하였다. 수문 변동이 큰 수변부에서는 연도별로 우점종의 변화가 지속적으로 이루어질 것으로 보인다.

A3는 2022년 해당 지점에서 단풍잎돼지풀의 중요치가 21.55로 가장 높게 나타났으며, 쥐손이풀(13.97), 돌콩(8.00) 순으로 나타났다(Table 5). 2023년에는 단풍잎돼지풀(35.66), 칩(20.42), 물억새(8.12) 순으로 나타났고, 2024년에는 단풍잎돼지풀의 중요치가 36.10, 환삼덩굴(16.81), 쥐손이풀(10.01)

순으로 나타났다. 종 다양성 지수는 2022년부터 2024년까지 2.67, 2.01, 1.98로 지속적으로 감소하였다. 해당 지점은 앞서 언급한 바와 같이 단풍잎돼지풀군락의 분포 면적이 감소하면서 공간적 범위는 축소되었다. 그러나 중요치와 종다양성 지수 변화를 분석한 결과, 단풍잎돼지풀의 우점도는 지속적으로 증가하고 있어 고밀도로 정착한 상태이며, 주변 식물 군락과의 경쟁이 강화되고 있는 것으로 판단된다.

A4는 2022년 단풍잎돼지풀 중요치가 35.07, 환삼덩굴(11.28), 쑥(8.56) 등 순으로 나타났다(Table 6). 2023년에는 단풍잎돼지풀(30.88), 환삼덩굴(21.14), 강아지풀(10.39)로 나타났으며, 2024년 단풍잎돼지풀이 22.81, 참새귀리 10.07, 쑥과 개망초의 중요치가 8.92로 나타났다. 종 다양성 지수는 2022년 2.33, 2023년 2.29, 2024년 2.81로 비교적 높은 수준을 유지하였다. 해당 지점은 약한 인위적 교란이 간헐적으로 작용하는 양지성 수변 초지로 이종 간 경쟁에 따라 단풍잎돼지풀의 중요치가 감소하고 있는 것으로 보인다.

이상의 결과를 종합하면 대부분의 지점에서 단풍잎돼지풀이 지속적으로 최우점종으로 자리잡고 있음을 확인하였다. 그러나 서식처 유형별로 군락 구조, 종 다양성 변화, 아우점종과 경쟁 양상 등 상이하게 나타난 것으로 볼 때, 단풍잎돼지풀의 영향은 서식처 특성과 교란 정도에 따라 다르게 작용할 수 있는 것으로 판단된다.

3.3 시간 경과에 따른 서식처 유형별 단풍잎돼지풀군락의 구조 비교

시간 경과에 따른 단풍잎돼지풀군락 내 종 조성 변화를 서식처 유형별로 비교하기 위해, 각 지점에서 연도별 초본층 중요치(IV)를 이용하여 PCoA(Principal Coordinate Analysis)

분석을 수행하였다. 그 결과, 제1축은 30.99%, 제2축은 20.64%의 변이를 설명하였다.

제1축을 기준으로 A2지점은 음의 방향에, A1·A3·A4지점은 중심에서 양의 방향에 각각 분포하였다. 이는 A2가 범람 등 수문 변동의 직접적인 영향을 받는 서식처로 다른 지점과 구별되는 종조성을 보인 결과로 해석된다. 반면 A1, A3,

A4에서는 단풍잎돼지풀에 칩·환삼덩굴 등 덩굴성 초본이 아우점하는 유사한 군락 구조가 형성된 것으로 보인다. 특히 A4는 하천변 지점이지만 본류에서 떨어져 있어 수문 변동에 따른 교란이 상대적으로 작아, A2보다는 A1·A3와 유사한 종조성 패턴을 나타낸 것으로 판단된다.

제2축을 기준으로 보면 A2와 A3 지점에서 연도별 점 이동

Table 4. Changes in the herb layer structure of *Ambrosia trifida* communities in Fixed plot 2(Sangbongam-dong, Dongducheon) from 2022 to 2024

Scientific name	Korean name	Importance Value		
		2022	2023	2024
<i>Ambrosia trifida</i>	단풍잎돼지풀	20.67	20.00	26.19
<i>Humulus japonicus</i>	환삼덩굴	13.70	17.14	21.03
<i>Phragmites japonica</i>	달뿌리풀	11.35	45.71	14.23
<i>Persicaria lapathifolia</i>	흰여뀌	5.87	-	-
<i>Setaria faberi</i>	가을강아지풀	5.33	-	-
<i>Oenothera biennis</i>	달맞이꽃	4.70	-	-
<i>Clematis apiifolia</i>	사위질빵	3.99	-	2.20
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	물억새	3.84	-	-
<i>Ipomoea nil</i>	나팔꽃	3.60	-	-
<i>Aster pilosus</i>	미국쑥부쟁이	3.13	-	-
<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>	애기똥풀	1.33	8.57	-
<i>Pueraria lobata</i>	칩	-	8.57	-
<i>Artemisia indica</i>	쑥	1.80	-	10.77
<i>Persicaria perfoliata</i>	머느리배꼽	-	-	8.36
<i>Setaria viridis</i>	강아지풀	1.10	-	5.53
<i>Geranium sibiricum</i>	쥐손이풀	1.80	-	3.54
<i>Cuscuta campestris</i>	미국실새삼	-	-	2.41
<i>Leonurus japonicus</i>	익모초	1.33	-	1.98
Shannon's species diversity index(H')		2.79	1.40	2.08

Table 5. Changes in the herb layer structure of *Ambrosia trifida* communities in Fixed plot 3(Eunda-ri, Yeoncheon) from 2022 to 2024

Scientific name	Korean name	Importance Value		
		2022	2023	2024
<i>Ambrosia trifida</i>	단풍잎돼지풀	21.55	35.66	36.10
<i>Geranium sibiricum</i>	쥐손이풀	13.97	-	10.01
<i>Glycine soja</i>	돌콩	8.00	-	-
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	물억새	6.85	8.12	-
<i>Euphorbia hypericifolia</i>	큰땅빈대	6.32	-	-
<i>Oenothera biennis</i>	달맞이꽃	5.92	-	2.50
<i>Pueraria lobata</i>	칩	4.84	20.42	9.05
<i>Polygonum aviculare</i>	마디풀	4.24	-	-
<i>Aster pilosus</i>	미국쑥부쟁이	4.24	4.60	-
<i>Ipomoea purpurea</i>	둥근잎나팔꽃	3.76	-	-
<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i>	새팥	-	-	-
<i>Sicyos angulatus</i>	가시박	-	-	5.00
<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>	애기똥풀	-	-	-
<i>Ipomoea rubriflora</i>	둥근잎유홍초	-	-	-
<i>Metaplexis japonica</i>	박주가리	1.68	2.44	-
<i>Setaria pycnocomma</i>	수강아지풀	-	-	2.24
<i>Erigeron annuus</i>	개망초	1.88	-	16.81
<i>Plantago asiatica</i>	질경이	-	-	4.75
<i>Clematis apiifolia</i>	사위질빵	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	아까시나무	-	-	-
Shannon's species diversity index(H')		2.67	2.01	1.98

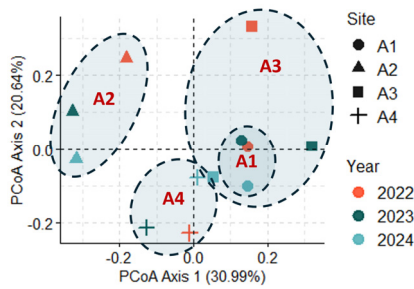


Fig. 3. Distribution of *Ambrosia trifida* communities by site and year based on PCoA (Principal Coordinate Analysis) showing the structural variation of *A. trifida*-dominated plant communities at each site and year. Shapes represent sites [A1(Jeollyu-ri, Gimpo), A2(Sangbongam-dong, Dongducheon), A3(Eundae-ri, Yeoncheon), A4(Buyong-ri, Sejong)], and colors indicate years (2022–2024).

거리가 상대적으로 크게 나타났는데, 이는 A2에서 달뿌리풀의 우점과 이후 단풍잎돼지풀의 재우점, A3에서 단풍잎돼지풀 중요치의 증가와 종다양도 감소와 같이(Table 3, 4) 연차 간 군락 구조 변화에 의한 영향으로 보인다. 반면 A1과 A4는 제2축상에서 연도별 점들이 서로 근접하여 분포하여, 단풍잎돼지풀이 최우점종으로 유지되는 가운데 상대적으로 작은 폭의 구조적 변화만이 일어난 것으로 판단된다.

이러한 결과는 단풍잎돼지풀군락의 종조성이 시간 경과에도 서식처별로 상이한 군락 구조를 유지하며, 그 변화 양상이 서식처의 국지적 환경 조건에 의해 달라질 수 있음을 보여준다(Li *et al.*, 2025). 또한 종조성 변화의 정도가 교란 강도 등 환경 구배에 따라 달라진다는 선행 연구 결과(Santoro *et al.*, 2012)와 일치한다.

4. 단풍잎돼지풀군락 관리를 위한 제언

단풍잎돼지풀군락의 변화를 종합적으로 분석한 결과 모든 서식처 유형에서 단풍잎돼지풀의 중요치가 가장 높게 나타났고, 환삼덩굴, 칩 등 특정 종이 아우점하면서 군락 구조가 단순화되는 경향을 보였다. 특히, 환삼덩굴과 같은 덩굴성 식물의 우점은 다양한 식물 군락의 형성을 제한하고, 서식처의 단순화를 초래하는 것으로 알려져 있다(Oh *et al.*, 2008). 또한, 길가 및 가장자리, 초지, 하천변 등 서식처 교란 강도가 서로 다른 지점에서도 공통적으로 단풍잎돼지풀이 최우점종으로 정착하여 군락 구조를 단순화시키고 있는 양상은 단풍잎돼지풀이 다양한 생육 조건에 대해 높은 적응력과 경쟁력(Abul-Faith and Bazzaz, 1979, Kato-Noguchi and Kato, 2024)을 갖추고 있음을 보여준다.

단풍잎돼지풀 우점 군락의 지속은 장기적으로 생태계의 안정성과 복원력을 저해하는 주요 요인이 되므로, 정착 단계와 서식처 특성을 반영한 관리가 필요하다.

단풍잎돼지풀의 정착 초기 또는 확산 전 단계에서는 군락 형성을 억제하고 공간적 확산을 차단하는 선제적 대응이 필요하다. 단풍잎돼지풀의 밀도가 높아지면 차광으로 하층 식물의

생육을 저해할 수 있으므로(Jurik, 1992), 발생 초기에 뿌리 뽑기와 줄기를 절단하는 물리적·기계적 제거 작업의 반복 수행이 효과적일 것으로 판단된다(Lee *et al.*, 2021). 다만, 주기적인 예초 작업으로 절단편이 재생과 덩굴성 초본의 급증을 유발할 수 있으므로 저단·저빈도로 시행한다. 또한, 결실기 이후 제거 시 종자 확산의 우려가 있고, 특히 수면에서는 하천을 따라 종자가 이동할 수 있으므로 유의해야 한다. 한편, 단풍잎돼지풀이 이미 정착하여 대규모 군락을 형성한 지역에서 물리적인 제거만으로는 현실적으로 완전 제거에 어려움이 있기 때문에 단순한 제거보다 자생 식물 도입과 병행하여 생태계 교란 식물의 재확산을 방지하는 것이 중요하다. 이는 식생 회복을 촉진하고, 침입 외래 식물의 경쟁력을 약화시켜 확산을 방지하는 데 효과적이며(Petrov & Marrs, 2000; Wilson & Pärtel, 2003; Bakker & Wilson, 2004; Prober *et al.*, 2006), 천이 과정을 유도하여 장기적으로 종 다양성 회복 등 생태계의 자연적인 복원에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

또한, 지속적인 모니터링을 통해 식생 변화를 관찰하고, 자생 식물과의 경쟁을 통한 자연적 대체 군락 가능성을 평가 함으로써, 향후 단풍잎돼지풀 관리 방안 마련을 위한 지속적인 연구가 필요하다.

사 사

본 논문은 환경부의 재원으로 국립생태원의 지원을 받아 수행하였습니다(NIE-A-2025-09)

References

- Abul-Faith, H. A., and Bazzaz, F. A. (1979). "The biology of *Ambrosia trifida* L. II. Germination, emergence, growth and survival." *New Phytologist*, Vol. 83, No. 3, pp. 817–827.
- Bakker, J. D., and Wilson, S. D. (2004). "Using ecological restoration to manage invasive alien plants." *Journal of Applied Ecology*, Vol. 41, pp. 1058–1064.
- Bray, J. R., and Curtis, J. T. (1957). "An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin." *Ecological Monographs*, Vol. 27, pp. 325–349.
- Chen, S., Bai, X., Ye, J., Chen, W., and Xu, G. (2024). "Prediction of suitable habitat of alien invasive plant *Ambrosia trifida* in Northeast China under various climatic scenarios." *Diversity*, Vol. 16, No. 6, 322.
- Choi, B., Song, D. Y., Kim, C. G., Song, B. H., Woo, S. H., and Lee, C. W. (2010). "Allelopathic effects of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*) on the germination and seedling growth of crops and weeds." *Korean Journal of Weed Science*, Vol. 30, No. 1, pp. 34–42.

- Choi, H. J., Lim, S. H., Kim, K. H., and Kim, S. M. (2007). "Distribution of giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) at northwest of Gangwon, Korea." *Weed and Turfgrass Science*, Vol. 27, No. 3, pp. 241–247.
- Curtis, J. T. and R. P. mcintosh. (1951). An upland forest continuum in the prairie–forest border region of Wisconsin. *Ecology*. Vol.32, pp476–496
- Gusev, A. P. (2019). "Invasive plant species as inhibitors of restorative successions." *Contemporary Problems of Ecology*, Vol. 12, pp. 213–219.
- IPBES. (2023). "Summary for policymakers of the thematic assessment report on invasive alien species and their control of the Intergovernmental Science–Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services." In Roy, H. E., Pauchard, A., Stoett, P., Truong, T. R., Bacher, S., Galil, B. S., Hulme, P. E., Ikeda, T., Sankaran, K. V., McGeoch, M. A., Meyerson, L. A., Nuñez, M. A., Ordonez, A., Rahla, S. J., Schwindt, E., Seebens, H., Sheppard, A. W., and Vandvik, V. (Eds.), IPBES invasive alien species assessment, pp. 1–56. IPBES Secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7430692>
- Jurik, T. W. (1991). Population distributions of plant size and light environment of giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) at three densities. *Oecologia*, Vol. 87, No. 4, pp. 539–550.
- Kato–Noguchi, H., and Kato, M. (2024). Invasive characteristics and impacts of *Ambrosia trifida*. *Agronomy*, Vol. 14, No. 12, 2868.
- Kettenring, K. M., and Adams, C. R. (2011). Lessons learned from invasive plant control experiments: A systematic review and meta–analysis. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 48, No. 4, pp. 970–979.
- Kim, J. H., and Kim, H. S. (1999). Monophenone composition and seasonal variations during the growing season of *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*. *Journal of Ecology*, Vol. 22, No. 3, pp. 155–161.
- Kong, C. H., Wang, P., and Xu, X. H. (2007). Allelopathic interference of *Ambrosia trifida* with wheat (*Triticum aestivum*). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 119, No. 3–4, pp. 416–420.
- Lee, C. S., Cho, Y. C., Shin, H. C., Kim, G. S., and Pi, J. H. (2010). Control of an invasive alien species, *Ambrosia trifida* with restoration by introducing willows as a typical riparian vegetation. *Journal of Ecology and Environment*, Vol. 33, No. 2, pp. 157–164.
- Lee, E. P., and You, Y. H. (2018). The host specificity of *Ophraella communa* and biological control of exotic plant, *Ambrosia trifida* by *Ophraella communa*. *Proceedings of the Korean Society of Ecology & Environment*, Vol. 28, No. 2, p. 11. (In Korean)
- Lee, I. Y., Kim, S. H., and Hong, S. H. (2021). Occurrence characteristics and management of invasive weeds, *Ambrosia artemisiifolia*, *Ambrosia trifida* and *Humulus japonicus*. *Weed & Turfgrass Science*, Vol. 10, No. 3, pp. 227–242.
- Lee, I. Y., Park, J. Y., Oh, S. M., Park, J. E., and Kwon, O. S. (2007). Selection of insects for potential biological control of *Ambrosia trifida*. *Korean Journal of Weed Science*, Vol. 27, No. 4, pp. 309–317.
- Lee, S. I., Kim, Y. H., Choi, D. H., Cho, A. R., & Woo, S. H. (2023). Understanding of invasive alien plants designated by Ministry of Environment. National Institute of Ecology, Seochon, Chungcheongnam–do, Korea.
- Lee, T.B. 2003a. Coloured Flora of Korea. Vol. I. Hyangmounsa, Seoul, Korea. pp. 1–901 (in Korean).
- Lee, T.B. 2003b. Coloured Flora of Korea. Vol. II. Hyangmounsa, Seoul, Korea. pp. 1–914 (in Korean).
- Li, F., Zhao, C., Zhu, H., Yang, X., & Hu, Y. (2025). Diversity Patterns of Spontaneous Plants and Their Multi–Scale Driving Mechanisms in Cold Regions: A Case of 14 Cities in Heilongjiang Province, China. *Plants*, 14(20), 3145. <https://doi.org/10.3390/plants14203145>
- Ministry of Environment (2024) Act on the Conservation and Use of Biological Diversity. Korean Law Information Center. <https://law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsId=011540&ancYnChk=0#0000> Accessed 8 Nov 2025
- National Institute of Biological Resources. (2024). National species list of Korea. <https://species.nibr.go.kr/>. Accessed 10 April 2025.
- National Institute of Ecology. 2021. Information for the field management of invasive alien species in Korea. In National Institute of Environmental Research (2010). *Management*, pp. 164–169.
- National Institute of Ecology. 2021. Ecosystem survey of Baekdudaegan Protected Area comprehensive report. National Institute of Ecology, Seochon, 5 p.
- Oh, Y. J., Yoo, J. H., Moon, B. C., Sohn, S. I., Oh, S. M., and Kim, S. C. (2008). Habitat characteristic and community structures of *Humulus japonicus* in Korea's middle region. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, Vol. 27, No. 1, pp. 72–79.
- Park, H. C., Lim, J. C., Lee, J. H., and Lee, G. G. (2017). Predicting the potential distribution of invasive species using the Landsat imagery and MaxEnt: Focused on *Ambrosia trifida* L. var. *trifida* in the Korean demilitarized zone. *Korean Society of Environmental Restoration Technology*, Vol. 20, No. 1, pp. 1–12.

- Petrov, P., and Marrs, R. H. (2000). Follow-up methods for bracken control following an initial glyphosate application: The use of weed wiping, cutting and reseeding. *Annals of Botany*, Vol. 85, pp. 31–35.
- Prober, Suzanne & Thiele, Kevin & Lunt, Ian & Koen, T. (2006). Restoring ecological function in temperate grassy woodlands – manipulating soil nutrients, annual exotics and native perennial grasses through carbon supplements and spring burns. *Journal of Applied Ecology*. 42. 1073–1085.
- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., and West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions.” *Diversity and Distributions*, Vol. 6, pp. 93–107.
- Ryu, T. B., Lim, J. C., Lee, C. H., Kim, E. J., and Choi, B. K. (2017). Distribution of invasive species in metropolitan Busan, South Korea. *Journal of Life Science*, Vol. 27, No. 4, pp. 408–416.
- Santoro, R., Jucker, T., Carboni, M., & Acosta, A. T. R. (2012). Patterns of plant community assembly in invaded and non-invaded communities along a natural environmental gradient. *Journal of Vegetation Science*, 23(3), 483–493. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01372.x>
- Savić, A., Oveisi, M., Božić, D., Pavlović, D., Saulić, M., Schärer, H. M., and Vrbničanin, S. (2021). Competition between *Ambrosia artemisiifolia* and *Ambrosia trifida*: Is there a threat of a stronger competitor? *Weed Research*, Vol. 61, No. 4, pp. 298–306.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423.
- Sin, C. M. (2004). Growth characteristics and distribution of harmful non-indigenous plant at north region in Gyeonggi-Province (Master's thesis). Daejin University, Pocheon, Korea.
- Westhoff, V., and van der Maarel, E. (1978). The BraunBlanquet approach. In *Classification of plant communities* (pp. 287–399). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Wilson, S. D., and Pärtel, M. (2003). Extirpation or coexistence? Management of a persistent introduced grass in a prairie restoration. *Restoration Ecology*, Vol. 11, pp. 410–416.
- Xu, Y., Xue, C., Wang, X., Meng, L., Gao, Y., Yu, M., Geng, L., Shao, M., and Qu, B. (2024). Morphological adaptation strategy of invasive plant *Ambrosia trifida* seed distributed along rivers is closely related to soil nutrients. *Plant Diversity*.
- Zhao, W., Liu, T., Liu, Y., Wang, H., Wang, R., Ma, Q., Dong, H., and Bi, X. (2021). The significance of biomass allocation to population growth of the invasive species *Ambrosia artemisiifolia* and *Ambrosia trifida* with different densities. *BMC Ecology and Evolution*, Vol. 21, No. 1, 175.