

Research Paper

안성 도시 소생태계 조성사업 지역의 조류 군집 특성과 서식지 조성 효과

김정수 · 강미현 · 남궁형

한국생태연구소

Characteristics of Bird Community and Effects of Habitat Creation in Manmade Small Ecosystem, Anseong

Jungsoo Kim · Mi-Hyun Kang · Hyung Namgung

Korea Eco-Research Center

요약: 안성 도시 소생태계 조성사업이 조류 군집 특성과 서식지 조성에 미치는 효과를 확인하기 위하여 2016년과 2017년 5월과 10월 4회에 걸쳐 조류 군집 특성 조사를 실시하였다. 이번 조사를 통하여 연구지역에서 모두 24종 94개체의 조류가 관찰되었다. 우점종은 참새 *Passer montanus* 19.1%, 까치 *Pica pica* 12.8%, 물까치 *Cyanopica cyana* 8.51% 그리고 붉은머리오목눈이 *Sinosuthora webbiana*와 방울새 *Carduelis sinica ussuriensis* 각 7.45%였고, 종다양도는 2.787이었다. 관찰된 조류 25종을 이동성에 따라 나누어 보면 텃새 72.0%, 여름철새 20.0% 그리고 겨울철새 8.00%이었다. 번식조류(확인 또는 가능성) 22종의 영소길드는 수관층(C)을 이용하는 종 54.5%, 수동(H)을 이용하는 종 31.8%, 덩불(B)을 이용하는 종 9.09% 그리고 지표면(G)을 이용하는 종 4.55%이었다. 채이길드는 번식기와 비번식기로 나누었으며, 번식기에 관찰된 조류 23종은 수관층(C)을 이용하는 종 69.6%, 덩불(b)을 이용하는 종 21.7% 그리고 물(W)과 지표면(G)을 이용하는 종 각 4.35%였고, 비번식기에 관찰된 조류 25종은 수관층을 이용하는 종 64.0%, 덩불을 이용하는 종 24.0%, 지표면을 이용하는 종 8.00% 그리고 물을 이용하는 종 4.00%였다. 연구지역에서 조성된 대표적인 조류 서식지는 인공동지와 습지(빗물정원)이다. 동지는 연구지역에 모두 7개를 설치하였다. 박새 *Parus major*가 2016년과 2017년 각 한 동지에서 번식하였고, 참새 *Passer montanus*가 2017년 한 동지에서 번식하였다. 빗물 정원에서 지속 가능한 우수(rainwater)의 공급은 조류가 습지를 서식지로 이용하는데 중요한 요인으로 간주되었으나, 이번 조사에서는 습지로 조성된 빗물정원은 수량의 부족으로 이를 서식지로 이용하는 조류는 확인되지 않았다.

주요어: 도시 소생태계 조성사업, 길드, 종다양도, 인공동지, 빗물정원

Abstract: The survey of bird community characteristics was carried out four times on 2016 and 2017, respectively May and October to figure out effects of the manmade small ecosystem,

First Author: Jungsoo Kim, Tel : +82-70-5102-0501, E-mail : herons@daum.net, ORCID : 0000-0001-9225-8778

Corresponding Author: Hyung Namgung, Tel : +82-70-5102-0507, E-mail : nghyeong@empas.com, ORCID : 0000-0002-0373-4152

Co-Author: Mi-Hyun Kang, Tel : +82-70-5102-0510, E-mail : fly1004v@nate.com, ORCID : 0000-0002-4354-6631

Received: 20 October, 2021. Revised: 18 April, 2022. Accepted: 20 April, 2022.

Anseong. Twenty five species and 94 individuals were observed in the study area. The dominant species were *Passer montanus* 19.1%, *Pica pica* 12.8%, *Cyanopica cyana* 8.51%, *Sinosuthora webbiana* and *Carduelis sinica ussuriensis* respectively 7.45%, the diversity of the species was 2.787. With migration, the highest number and percentage to the lowest was residents 72.0%, summer visitors 20.0% and winter visitors 8.00%. Among 22 species which bred (check or possibility) in the manmade small ecology, Anseong, canopy (C) was 54.5%, hole (H) was 31.8%, bush (B) was 9.09% and ground (G) was 4.55% in their nesting guilds. In foraging guilds in breeding season was canopy (C) was 69.6%, bush (C) was 21.7%, water (W) and ground (G) was respectively 4.35%, and in non-breeding season, canopy was 64.0%, bush 24.0%, ground was 8.00% and water 4.00%. In the study site, the manmade habitats for birds were nest box and wetland (rain garden). In 7 nest box, *Parus major* was used 1 nest box as their breeding on 2016 and 2017, and *Passer montanus* was used 1 nest box on 2017. We assumed that sustainable rainwater supply may be important to attract many birds in rain garden, the manmade habitat for birds. Unfortunately, however, no birds used rain garden (wetland) as their habitats due to water shortage.

Keywords : manmade small ecology, guild, species diversity, nest box, rain garden

I. 서론

우리나라는 개발사업으로 발생하는 자연생태계 훼손과 파괴를 최소화하고 자연환경보전사업의 재원 마련을 위하여 생태계보전부담금 제도를 운영하고 있다. 생태계보전부담금 제도를 이용하여 도시지역에서 생물서식지 조성 사례는 자연마당 조성사업, 생태놀이터 조성사업, 도시 소생태계 조성사업 그리고 도시 훼손지 복원사업 등이다. OECD에 의해 환경오염을 방지할 수 있는 원칙으로 채택된 생태계보전부담금 제도는 환경오염을 유발하는 사업자가 그 피해 복구비용을 부담하는 ‘오염자부담원칙(Polluter Pays Principle)’의 제도이다(Kwak & Yoo 2000).

도시지역의 생물서식지 조성방법 중에서 도시 소생태계 조성사업은 장기간 방치된 공원부지 또는 기존에 조성된 공원을 복원하여 생물이 서식할 수 있는 소생태계(비오톱)를 조성하고 나아가 도시 광역생태축, 산림, 녹지 그리고 하천 등을 연결하여 도시 생태네트워크를 구축하는 사업이다. 도시 소생태계 조성사업은 면적 10만m² 정도 지역으로 첫째, 도시 내 미조성 근린공원으로 장기간 방치된 곳, 둘째, 인공적으로 조성되어 생물서식지로 조성이 필요한 공원 그리고 셋째, 주거지역 등으로 둘러싸여 시민의 접근성이

우수한 지역 등이다. 도시 소생태계 조성사업은 도시 공원, 녹지 그리고 산림지역 등에서 개발로 인하여 훼손된 생물서식지 기능을 회복하고 지역주민이 이용할 수 있는 도심 속 자연생태공간의 확보 등이 목적이다. 조성된 도시 소생태계는 첫째, 지역주민이 생태체험 및 학습장으로 지속적으로 이용하고, 둘째, 개발로 인한 생태계 변화에 대응하고, 마지막으로 주변 생태계를 연결하는 등의 다양한 기능을 수행할 수 있다.

도시공원의 조성은 급속한 도시화로 인하여 나타난 생물서식지의 훼손 및 파괴 등의 문제를 해결할 수 있다. 그리고 도시생태계 구성요소로서 생태계서비스를 제공하는 역할에 대한 평가가 진행되고 있다 (Konijnendijk et al. 2006). 도시공원이 가지고 있는 생태계서비스 기능 중에서 생물서식지 기능이 주목받기 시작하면서 도시 생물다양성을 보전하고 시민이 여가활동을 즐길 수 있는 공간을 제공하기 때문에 도시공원은 도시생태계 연구의 핵심지역으로 중요하다(Song 2018).

생물서식지로서 도시공원과 생태계 복원지역에 대한 관심이 증가하고, 이들 지역에 서식하는 생물에 대한 연구가 증가하고 있다. 도시공원 또는 생태계복원 지역에서의 조류분포 연구로는 경상남도의 도시공원 (Lee et al. 2002), 서울시 길동자연생태공원(Kim et

al. 2004), 서울 남산도시자연공원(Lee et al. 2004), 서울시 시가화지역(Hong & Kwack 2011), 충남 천안의 도시공원(Song 2015; 2017; 2018), 서울 양재천 하천 생태계 복원지역(Kim & Koo 2003) 그리고 생태계보전부담금 제도로 조성된 대구 불노고분 자연마당(Kim et al. 2020) 등이 있다.

연구지역인 “안성 도시 소생태계 조성사업”은 경기도 안성시 공도읍 진사리 진사공공도서관 인근지역으로 과거 불법경작지를 생태적으로 복원하여 도시 소생태계를 조성하였다. 본 연구의 목적은 첫째, 도시 소생태계 조성 이후 조류분포를 파악하고, 둘째, 새로이 조성 또는 복원된 생태계가 조류의 서식에 미치는 영향을 분석하고, 셋째, 조류 서식지로서 안성 도시 소생태계 조성지역의 관리방안 등을 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 조사지역 및 서식환경 조성

본 연구는 경기도 안성시 공도읍 진사도서관 인근 지역을 대상으로 수행되었다(Figure 1). 총 면적은

7,102m²이며 생물다양성의 증진과 생태체험학습을 위하여 완충숲, 유실원 초화원 생태숲, 잔디마당, 생태놀이터 그리고 야외생태학습장 등을 조성하였다(Figure 2). 단풍나무 *Acer palmatum*, 매화나무 *Prunus mume*, 산수유 *Cornus officinalis* 그리고 진달래 *Rhododendron mucronulatum* 등의 다양한 수종과 초본류를 유실원과 야생초화원 등의 지역에 식재하였다(Figure 2). 생태숲 내에 조류를 포함한 야생동물에게 생태담방 역할을 할 수 있는 습지인 빗물정원(약 70m²)을 조성하였고 빗물정원은 저영향 개발(Low Impact Development, LID)기법을 이용



Figure 1. Study site



Figure 2. Manmade small habitats in the study site.



Figure 3. Ecological wetland (rain garden) for wildlife including birds.

한 생태수공간으로 조성하였다(Figure 3). 그리고 조류의 번식을 위한 인공둥지(7개)를 완충숲과 생태숲 등의 교목에 설치하였다.

2. 조사방법

조류군집 특성 조사는 2016년과 2017년 5월과 10월에 모두 4회에 걸쳐 오전 8시부터 10시까지 실시하였다. 조사방법은 전국자연환경조사 지침(환경부 2012)을 준수하였으며 선센서스(Line census)와 점센서스(Point census)를 병행하여 조사시기별로 종수 및 개체수 변화를 비교·분석하였다.

조류군집을 비교하기 위하여 Shannon-Weaver 식(Shannon & Weaver 1949)을 이용하여 종다양도 지수(H')를 구하였으며 수식은 다음과 같다.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

H' : 다양도, S : 전체 종수, P_i : i 번째에 속하는 개체수의 비율(n_i/N)로 계산(N : 군집 내의 전체 개체수, n_i : 각 종의 개체수)

그리고 서식지 조건에 의한 조류군집의 변화를 알아보기 위하여 관찰조류의 길드(Guild) 구성을 비교·분석하였다. 길드는 '유사한 방식으로 동일한 자원을 이용하는 종들의 모임'이다(Root 1967). 이는 조류의 서식환경에 영향을 미치는 인자에 대하여 접근과 관리를 위한 효과적인 도구가 되어왔으며, 조류군집의 구조적 특성을 이해하고 서식지 구성요소의 실질적인 관리를 위한 방법을 제공하는 것을 가능하게 한다.

길드 개념을 이용한 조류 군집의 분석에서는 영소길드(Nesting guild)와 채이(취식)길드(Foraging guild)로 나누었다. 영소길드는 조류가 영소하기 위해 이용하는 인자에 따라 수동(Hole), 수관층(Canopy), 덩불(Bush) 그리고 물(Water) 등으로 구분하였으며, 채이길드는 조류가 먹이를 취식하는 장소에 따라 수관층, 덩불, 물 및 지면(Ground) 등으로 구분하여 조사·분석하였다(Table 1). 그러나 각 종에 대한 길드의 개념은 다소 넓은 의미로 사용되었고 고정적인 것이 아니며 본 조사지역에 나타난 종의 습성을 최우선적으로 적용하였다. 그리고 번식길드는 조사지역에서 번식을 확인한 종을 대상으로 하였다.

Table 1. Category of nesting and foraging guild

Nesting guild	Abbreviation	Foraging guild (breeding and non)	Abbreviation
Hole	H		
Canopy	C	Canopy	c
Bush	B	Bush	b
Water	W	Water	w
Ground	G	Ground	g
		Air	a

III. 결과 및 고찰

1. 조류분포

안성 도시 소생태계 조성지역에서 관찰된 조류는 모두 25종 94개체였다. 우점종은 참새 *Passer montanus* 19.1%(18개체), 까치 *Pica pica* 12.8%(12개체), 물까치 *Cyanopica cyana* 8.51%(8개체) 그리고 붉은머리오목눈이 *Sinosuthora webbiana*와 방울새 *Carduelis sinica ussuriensis* 각 7.45%(7개체)의 순이었다(Table 2). 자연마당에서 관찰된 법정보호종은 천연기념물인 황조롱이 *Falco tinnunculus* (천연기념물) 1종이었다.

조사시기별 우점종은 1차 조사에서 참새 *Passer montanus*, 까치 *Pica pica*, 멧비둘기 *Streptopelia orientalis*, 붉은머리오목눈이 *Sinosuthora webbiana* 그리고 물까치 *Cyanopica cyana*였고, 2차 조사에서 참새 *Passer montanus*, 물까치 *Cyanopica cyana*, 방울새 *Carduelis sinica ussuriensis* 그리고 까치 *Pica pica*였고, 3차 조사에서 참새 *Passer montanus*, 까치 *Pica pica*, 직박구리 *Hypsipetes amaurotis* 그리고 박새 *Parus major*였고, 4차 조사에서 참새 *Passer montanus*, 까치 *Pica pica*, 붉은머리오목눈이 *Sinosuthora webbiana* 그리고 노랑턱멧새 *Emberiza rustica*였다.

안성 도시 소생태계 조성지역을 포함한 다양한 도시공원의 조류군집에서 우점종은 참새 *Passer montanus*, 까치 *Pica pica*, 박새 *Parus major*, 직박구리 *Hypsipetes amaurotis* 그리고 붉은머리오목눈이 *Sinosuthora webbiana* 등이었다(Table 3). 도

Table 2. Bird community in manmade small ecosystem, Anseong

Species	2016		2017		Max.	Dom. (%)
	May	Oct.	May	Oct.		
매과 FALCONIDAE						
1. 황조롱이 <i>Falco tinnunculus</i>	1				1	1.06
PHASIANIDAE 꿩과						
2. 꿩 <i>Phasianus colchicus</i>	1		1		1	1.06
COLUMBIDAE 비둘기과						
3. 멧비둘기 <i>Streptopelia orientalis</i>	5	2	3	3	5	5.32
CUCULIDAE 두견이과						
4. 삻꾸기 <i>Cuculus canorus</i>			1		1	1.06
CORACIIDAE 물총새과						
5. 파랑새 <i>Eurystomus orientalis</i>	1		2		2	2.13
ORIOLIDAE 꾀꼬리과						
6. 꾀꼬리 <i>Oriolus chinensis</i>			1		1	1.06
PICIDAE 딱다구리과						
7. 쇠딱다구리 <i>Dendrocopos kizuki</i>	1		1		1	1.06
8. 오색딱다구리 <i>Dendrocopos major</i>	1				1	1.06
9. 청딱다구리 <i>Picus canus</i>			1		1	1.06
LANIIDAE 때까치						
10. 때까치 <i>Lanius bucephalus</i>		1		1	1	1.06
PYCNONOTIDAE 직박구리과						
11. 직박구리 <i>Hypsipetes amaurotis</i>	3	2	4	4	4	4.26
HIRUNDINIDAE 제비과						
12. 제비 <i>Hirundo rustica</i>			1		1	1.06
AEGITHALIDAE 오목눈이과						
13. 오목눈이 <i>Aegithalos caudatus</i>		3		2	3	3.19
MUSCICAPIDAE 솔딱새과						
14. 딱새 <i>Phoenicurus aureoreus</i>	2	1	1	2	2	2.13
SYLVIIDAE 꼬리치레과						
15. 붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i>	5			7	7	7.45
PARIDAE 박새과						
16. 쇠박새 <i>Parus palustris</i>	2	2	2		2	2.13
17. 박새 <i>Parus major</i>	2	3	4	2	4	4.26
18. 곤줄박이 <i>Parus varius</i>	2		2	1	2	2.13
EMBERIZIDAE 멧새과						
19. 쓱새 <i>Emberiza rustica</i>		2		3	3	3.19
20. 노랑턱멧새 <i>Emberiza elegans</i>	1	2	1	5	5	5.32
FRINGILLIDAE 되새과						
21. 방울새 <i>Carduelis sinica ussuriensis</i>	1	7	1	3	7	7.45
PLOCEIDAE 참새과						
22. 참새 <i>Passer montanus</i>	15	18	13	15	18	19.1
CORVIDAE 까마귀과						
23. 여치 <i>Garrulus glandarius</i>				1	1	1.06
24. 물까치 <i>Cyanopica cyana</i>	5	8	3	2	8	8.51
25. 까치 <i>Pica pica</i>	7	6	5	12	12	12.8
Number of species	17	13	18	15	25	
Number of individuals	55	57	47	63	94	
Species diversity(H')	2.421	2.174	2.505	2.310	2.787	

Table 3. Dominant species in various urban park

Area	Dominant species	Reference
Anseong	참새 <i>Passer montanus</i> , 까치 <i>Pica pica</i> , 물까치 <i>Cyanopica cyana</i> , 붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i> , 방울새 <i>Carduelis sinica ussuriensis</i>	This study
Daegu	참새 <i>Passer montanus</i> , 까치 <i>Pica pica</i> , 직박구리 <i>Hypsipetes amaurotis</i> , 붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i>	Kim et al. (2020)
Cheonan	참새 <i>Passer montanus</i> , 까치 <i>Pica pica</i> , 직박구리 <i>Hypsipetes amaurotis</i> , 박새 <i>Parus major</i>	Song (2015)
Seoul	참새 <i>Passer montanus</i> , 까치 <i>Pica pica</i> , 박새 <i>Parus major</i> , 붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i>	Kwak et al. (2010)
Seoul	붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i> , 노랑턱멧새 <i>Emberiza rustica</i> , 박새 <i>Parus major</i> , 까치 <i>Pica pica</i>	Kim et al. (2004)
Gwangju	홍여새 <i>Bombycilla japonica</i> , 찌르레기 <i>Sturnus cineraceus</i> , 직박구리 <i>Hypsipetes amaurotis</i> , 붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i>	Lee and Lee (2002)
Masan and Jinju	참새 <i>Passer montanus</i> , 붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i> , 까치 <i>Pica pica</i> , 직박구리 <i>Hypsipetes amaurotis</i>	Lee et al.(2002)

시공원의 환경적 특성(생태공원과 근린공원 등)과 조사시기의 차이(겨울조사 포함 여부 등)에 따라 우점종이 조금 다르게 나타났다. 길동생태공원에서는 우점종에서 참새 *Passer montanus*가 빠졌고, 광주의 도시공원에서는 홍여새 *Bombycilla japonica*와 찌르레기 *Sturnus cineraceus*가 우점하였고, 안성에서는 물까치 *Cyanopica cyana*와 방울새 *Carduelis sinica ussuriensis*가 우점하였다(Table 3). 도시공원에서 도시화의 영향으로 참새 *Passer montanus*, 멧비둘기 *Streptopelia orientalis*, 까치 *Pica pica* 그리고 박새 *Parus major* 등이 우점하였고 이들의 개체수가 증가하였다(Lee et al. 2002; Kim et al. 2004; Kwak et al. 2020).

도시생태계는 소규모화, 파편화, 고립화, 단절화 그리고 패치화 등이 빠르게 진행되고 있고(Hong & Kwak 2011), 이로 인하여 점진적으로 생물서식지의 기능을 잃게 되었으며, 마지막으로 생물다양성과 안정성이 급격히 낮아지거나 생물의 서식이 불가능하게 되기도 한다(Sukopp 1990). 도시공원은 대부분 식재림의 비율이 높고, 인간의 간섭으로 2차 천이가 발생하는 등의 문제로 인하여 식생유형이 안정적으로 유지되거나 연결되지 않으며 소규모화, 파편화 그리고 고립화 등의 문제를 가지게 된다(Hong & Kwak 2011). 본 연구를 포함한 여러 도시공원에서 관찰된 조류의 우점종은 도시공원의 특성과 조사시기에 따라

1~2종의 차이가 있지만 대부분의 도시공원에서 같은 종이 우점하는 경향을 보였다. 이는 도시공원에서 조류분포의 단순화와 특정종의 우점화가 빠르게 진행되고 있음을 보여주는 것으로 생각된다.

2. 조류 종수 및 종다양도

본 연구에서 관찰된 조류의 종수는 13~18종이었다. 이는 대구광역시 불로고분 자연마당의 18~31종(Kim et al. 2020), 경상남도 마산과 진주시 도시공원의 33~49종(Lee et al. 2002)보다 적었고, 광주광역시 도시공원의 9~27종(Lee & Lee 2002)과 비슷하였으며, 천안시 도시공원의 2~13종(Song 2015, 2017)보다는 많았다. 이는 대구광역시 불노고분 자연마당과 경상남도 마산과 진주시의 도시공원은 안성시 조사지역보다 비교적 면적이 넓고, 불노고분 자연마당은 습지(저수지 포함), 초지 그리고 산림지역 등의 다양한 환경을 조성하여 조류의 서식지를 제공해 주었다. 천안 도시공원의 면적은 1,000m²~21,200m²로 다양하지만 관찰된 조류의 종수는 안성시 조사지역보다 월등히 적었다. 이는 천안 도시공원 인근 주거지역과 상업지역의 발달과 주민들의 빈번한 출입 등과 관계가 있는 것으로 사료된다 (Kim et al. 2020).

조류 종다양성은 도시공원의 면적, 교목의 피복률, 관목과 야교목의 종수, 허부식생의 관리 및 공원 연결성 등과 양의 상관관계가 있다(Helle & Monkkonen

1990; Lee & Lee 2002; Song 2015, 2017). 그리고 공원의 형태지수와 불투수 면적률은 음의 상관관계를 보였다(Song 2015). 도시공원에서 공원의 면적과 함께 모양(원형 또는 사각형 등)도 조류 종다양도에 영향을 미치는 중요 요인이다(Song 2015). 더하여 공원의 면적이 넓어도 식생이 부족한 지역은 조류의 종다양도가 낮을 수 있기 때문에 교목의 피복률이 높을수록 조류의 종다양도는 증가한다(Ikin et al. 2013). 본 조사지역의 조류 종다양도는 2.174~2.505였다. 이는 충청남도 천안시 도시공원의 0.41~2.13(Song 2015)과 0.47~1.75(Song 2017) 그리고 광주광역시 도시공원의 1.66~2.18(Lee & Lee 2002)보다 높았고, 서울특별시 길동생태공원의 2.511(Kim et al. 2004)과 대구 불로고분 자연마당의 2.223~2.731(Kim et al. 2020)과 비슷하였다. 안성 소생태계 조성지역의 조류 종다양성도가 천안과 광주의 도시공원에 비하여 높은 것은 다양한 수종과 초화류를 식재하여 다른 도시공원에 비하여 피복율이 높고 관목과 교목의 종수가 다양하기 때문으로 판단된다.

대구 불로고분 자연마당에서 습지(저수지 포함), 산림 그리고 초지지역 등 다양한 서식환경은 조류의 종수와 종다양도를 증가시키는 주요한 요인이었다(Kim et al. 2020). 이에 기존의 도시공원 또는 안성 소생태계 조성지역 같은 생태계 조성사업 등에서 조류의 종수와 종다양도를 증가시키기 위해서 공원면적 확보, 모양(원형 또는 사각형 등), 다양한 서식지의 조성, 교목의 피복률 그리고 하부식생 등에 대한 고려가 필요하다.

3. 조류 군집의 길드

안성시 도심개발 대응형 소생태계 조성지역에서 관찰된 조류 25종을 이동성에 따라 나누어 보면 텃새 72.0%(18종), 여름철새 20.0%(5종) 그리고 겨울철새 8.00%(2종)이었다(Table 2). 이동성에 따라 각 종들의 영소 및 채이길드를 나누어 보면, 번식조류(확인 또는 가능성) 22종의 영소길드는 수관층(C)을 이용하는 종 54.5%(12종), 수동(H)을 이용하는 종 31.8%(7종), 덩불(B)을 이용하는 종 9.09%(2종) 그리고 지표면(G)을 이용하는 종 4.55%(1종)이었다(Table 4).

영소길드로 수관과 수동을 이용하는 조류는 광주광역시 도시공원에서 70.0~83.3%(Lee & Lee 2002), 서울시 길동생태공원에서 88.2%(Kim et al. 2004) 그리고 대구 불로고분 자연마당에서 87.5%(Kim et al. 2020)였다. 영소길드로서 수관과 수동 이용율은 교목이 잘 발달한 지역에서 비교적 높았다(Lee & Lee 2002). 하지만 도시공원에 인공동지를 설치하면 수동을 이용하는 종은 비교적 적었다(Lee et al. 2002).

채이길드는 번식기와 비번식기로 나누었으며, 번식기에 관찰된 조류 23종은 수관층(C)을 이용하는 종 69.6%(16종), 덩불(B)을 이용하는 종 21.7%(5종) 그리고 물(W)과 지표면(G)을 이용하는 종 각 4.35%(1종)였고, 비번식기에 관찰된 조류 25종은 수관층을 이용하는 종 64.0%(16종), 덩불을 이용하는 종 24.0%(6종), 지표면을 이용하는 종 8.00%(2종) 그리고 물을 이용하는 종 4.00%(1종)의 순이었다(Table 4).

대구 불로고분 자연마당(Kim et al. 2020), 서울시 길동생태공원(Kim et al. 2004) 그리고 광주광역시 도시공원(Lee & Lee 2002)에서 번식기와 비번식기의 채이길드는 수관을 이용하는 종이 가장 많았다. 그러나 경상남도 마산과 진주시 도시공원의 조류는 번식기와 비번식기에 덩불을 채이길드로 가장 많이 이용하였다(Lee et al. 2002).

도시공원에서 조류가 이용할 수 있는 동지 및 먹이 자원은 조류의 영소 및 채이길드에 영향을 미친다(Lee & Lee 2002, Lee et al. 2002, Kim et al. 2004, Kim et al. 2020). 도시공원은 조류를 포함한 생물이 서식할 수 있는 동지 및 먹이자원, 잠자리, 피난처 그리고 취식지역 등을 고려하지 않고 인간의 이용을 중심으로 산림지역, 공원시설물 그리고 산책로 등이 조성되기도 한다. 이로 인하여 생물서식지로 부적합한 도시공원이 만들어졌고 도시공원마다 서로 다른 환경적 특성이 조류의 영소 및 채이길드에 영향을 준다(Lee et al. 2002, Song 2015). 그리고 경상남도 마산과 진주시의 도시공원에서 인공새집의 이용률이 다른 도시공원에 비하여 현저히 높았고 이로 인하여 영소 및 채이길드는 다른 지역과 다른 경향을 보였다(Lee et al. 2002).

Table 4. Species number of nesting and foraging guilds observed birds in the manmade small ecosystem, Anseong

Species	Guild			Migration
	Nesting	Foraging (breeding)	Foraging (non-breeding)	
FALCONIDAE 매과				
1. 황조롱이 <i>Falco tinnunculus</i>	C	g	g	Res
PHASIANIDAE 꿩과				
2. 꿩 <i>Phasianus colchicus</i>	B	b	b	Res
COLUMBIDAE 비둘기과				
3. 멧비둘기 <i>Streptopelia orientalis</i>	C	c, b	c, b	Res
CUCULIDAE 두견이과				
4. 뺨꾸기 <i>Cuculus canorus</i>	C	c	c	SV
CORACIIDAE 물총새과				
5. 파랑새 <i>Eurystomus orientalis</i>	C	c	c	SV
ORIOOLIDAE 꾀꼬리과				
6. 꾀꼬리 <i>Oriolus chinensis</i>	C	c	c	SV
PICIDAE 딱다구리과				
7. 쇠딱다구리 <i>Dendrocopos kizuki</i>	H	c	c	Res
8. 오색딱다구리 <i>Dendrocopos major</i>	H	c	c	Res
9. 청딱다구리 <i>Picus canus</i>	H	c	c	Res
LANIIDAE 때까치				
10. 때까치 <i>Lanius bucephalus</i>	C	b	b	SV
PYCNONOTIDAE 직박구리과				
11. 직박구리 <i>Hypsipetes amaurotis</i>	C	c	c	Res
HIRUNDINIDAE 제비과				
12. 제비 <i>Hirundo rustica</i>		w, a	w, a	SV
AEGITHALIDAE 오목눈이과				
13. 오목눈이 <i>Aegithalos caudatus</i>	C	c	c	Res
MUSCICAPIDAE 솔딱새과				
14. 딱새 <i>Phoenicurus aureoreus</i>	C	b	b	Res
SYLVIIDAE 꼬리치레과				
15. 붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i>	B	b	b	Res
PARIDAE 박새과				
16. 쇠박새 <i>Parus palustris</i>	H	c	c	Res
17. 박새 <i>Parus major</i>	H	c	c	Res
18. 곤줄박이 <i>Parus varius</i>	H	c	c	Res
EMBERIZIDAE 멧새과				
19. 쑥새 <i>Emberiza rustica</i>			b	WV
20. 노랑턱멧새 <i>Emberiza elegans</i>	G	b	b	Res
FRINGILLIDAE 되새과				
21. 방울새 <i>Carduelis sinica ussuriensis</i>			g	WV
PLOCEIDAE 참새과				
22. 참새 <i>Passer montanus</i>	H	c	c	Res
CORVIDAE 까마귀과				
23. 어치 <i>Garrulus glandarius</i>	C	c	c	Res
24. 물까치 <i>Cyanopica cyana</i>	C	c	c	Res
25. 까치 <i>Pica pica</i>	C	c	c	Res

Table 5. Comparison of bird species, individuals, diversity and evenness between Daegu Bulno Jayeon Madang and Anseong

	Anseong	Daegu Bulno Jayeon Madang (Kim et al. 2020)		
		1st	2nd	3rd
Width	7,102m ²	19,090m ²	7,066m ²	58,522m ²
Natural and manmade habitats	grassland, wetland	grassland, small stream	wetland, gravel and sand fields	wetland, stream
Species	25	20	18	31
Individuals	94	80	94	158
Diversity	2.787	2.518	2.223	2.731

4. 조류 서식지 조성지역 비교

안성 소생태계 조성지역과 비슷하게 생태계복원사업이 이루어진 대구 불노고분 자연마당을 비교하였다 (Kim et al., 2020). 대구 불노고분 자연마당은 2014년에 복원이 이루어져 2015년과 2016년 5월과 10월 모두 4회 조사하였다. 생태계복원지역 면적은 대구 불노고분 제 3마당, 제 1마당, 안성 소생태계 복원지역 그리고 대구 불노고분 제 2마당의 순이었고, 조류 종수는 면적과 함께 증가하였다(Table 5). 조류 개체수는 면적이 가장 넓은 대구 불노고분 제 3마당에서 가장 많이 관찰되었지만 면적이 두 번째로 넓은 대구 불노고분 제 1마당에서 가장 적은 개체수가 확인되었다.

안성 소생태계 복원지역과 대구 불노고분 자연마당은 조성시기는 각 2015년과 2014년이었다. 지역별로 조성된 대표적인 생물서식지는 안성 소생태계 복원지역은 초지와 생태습지, 대구 불노고분의 제 1마당은 초지와 작은 하천(계류), 제 2마당은 습지 그리고 자갈밭과 모래밭, 제 3마당은 습지와 작은 하천 등이었다(Table 5). 대구 불노고분 제 2, 3마당의 습지는 기존의 습지를 보완하였다. 그리고 지역별로 다양한 초본, 관목 그리고 교목 등을 식재하여 곤충을 비롯한 다양한 생물의 서식지를 제공하고 조류의 번식을 위한 인공둥지를 가설하는 등 생태계 복원방법이 비슷하였다. 두 지역에서 조류의 종수는 생태계 복원 지역 면적과 비례하여 증가하였고, 개체수는 면적과 비례하지는 않았지만 생태계 복원면적이 가장 넓은 대구 불노고분 제 3마당에서 가장 많이 관찰되었다(Table 5). 이는 도심 생태계 복원지역에서 복원지역의 면적이 조류의 종수와 개체수에 미치는 영향이 매우 크다는 것을 보여주는 것으로 판단된다.

5. 조류 서식지 조성, 효과 및 관리

연구지역에서 조성된 대표적인 조류 서식지는 인공 둥지와 습지인 빗물정원이다. 수동에서 번식하는 조류는 인공새집을 둥지로 이용하면 부화율, 번식성공률 그리고 이소성공률 등이 높아진다(Purcell et al., 1997). 둥지는 연구지역에 모두 7개를 설치하였다. 2016년에는 박새가 1개의 둥지에서 번식하였고 번식을 시도한 둥지는 2개였고, 2017년에는 박새 *Parus major*와 참새 *Passer montanus* 각 1둥지에서 번식하였고 번식을 시도한 둥지는 모두 5개였다. 둥지는 모두 2016년 번식시기 이전에 설치하였고 2016년부터 2017년에 번식 또는 번식을 시도한 둥지가 증가하였다. 이는 연구지역에 서식하는 조류들이 둥지에 적응한 결과로 생각된다. 도시공원에서 인공둥지는 조류에게 아주 좋은 둥지자원을 제공해 주고 인공둥지 이용현황은 여러 지역에서 보고되었다(Kim et al., 2002; Kim et al., 2004; Song 2018; Kim et al., 2020). 대구 불노고분 자연마당의 총 10개의 인공둥지에서 2015년 1개, 2016년 2개의 둥지에서 번식하였다. 본 연구지역에서는 인공둥지 7개를 설치하여 2016년 1개, 2017년에 2개였다. 인공둥지의 이용율은 면적이 넓은 도시공원보다 면적이 좁고 주변지역의 개발이 진행된 도시공원에서 비교적 높은 것으로 생각되고 이에 대한 연구가 필요하다.

습지인 빗물정원을 서식지로 이용하는 조류는 확인되지 않았다. 이는 빗물정원에 수량이 안정적으로 확보되지 않았기 때문으로 생각된다. 대구 불노고분 자연마당에서 수량이 확보된 습지에서 백로류(Herons), 오리류(Ducks) 그리고 제비 *Hirundo rustica* 등이 서식지로 이용하였다(Kim et al., 2020). 자연마당 또

는 도시 소생태계를 조성할 때는 조류서식지로서 습지는 안정적인 수량의 확보가 중요하다.

도시공원 또는 도시생태계 조성지역에 설치된 인공동지는 번식 후 동지를 청소하여 다음 번식을 준비하고, 조성된 습지는 지속적이고 안정적인 수량을 확보하여 다양한 조류가 취식 및 휴식지역으로 이용할 수 있도록 하여야 한다.

IV. 결론

연구지역은 경기도 안성시 공도읍 진사도서관 인근 도시 소생태계 조성사업 지역으로 생물다양성 증진과 생태체험학습을 위하여 완충숲, 유실원 초화원 생태숲, 잔디마당, 생태놀이터 그리고 야외생태학습장 등을 조성하였다. 안성 도시 소생태계 조성지역을 포함한 다양한 도시공원의 조류군집에서 우점종은 참새 *Passer montanus*, 까치 *Pica pica*, 박새 *Parus major*, 직박구리 *Hypsipetes amaurotis* 그리고 붉은머리오목눈이 *Sinosuthora webbiana* 등이었다. 여러 도시공원에서 관찰된 조류의 우점종은 도시공원의 특성과 조사시기에 따라 1~2종의 차이가 있지만 대부분의 도시공원에서 같은 종이 우점하였고 이는 도시공원에서 조류분포가 단순화되고 특정종의 우점화가 빠르게 진행되고 있음을 보여주는 것으로 사료된다. 연구지역에서 조성된 대표적인 조류 서식지는 인공동지와 습지(빗물정원)이다. 도시공원에서 인공동지는 조류에게 훌륭한 동지자원을 제공해 주었고 본 연구를 포함한 여러 도시공원에서 인공동지 이용현황이 보고되었다. 도시공원에서 안정적인 유량을 확보한 습지는 다양한 조류들이 취식 및 휴식지역으로 이용하였다. 안성 소생태계 조성지역에서 지속 가능한 우수(rainwater)의 공급을 통한 빗물정원을 조성하였지만 안정적인 수량이 확보되지 않아 이를 서식지로 이용하는 조류는 확인되지 않았다. 도시공원 또는 도시생태계 조성지역에서 조류의 안정적인 서식과 종다양도를 증진시키기 위하여 설치된 인공동지는 번식 후 동지를 청소하여 다음 번식을 준비하고, 조성된 습지는 다양한 조류가 취식 및 휴식지역으로 이용할 수 있도록 지속적이고 안정적인 수량을 확보하여야 한다.

References

- Helle P, Monkkonen M. 1990. Forest successions and community : theoretical aspects and practical implications. 299-318. In A. Keast eds, Biogeography and Ecology of Forest Bird Community.
- Hong SH, Kwak JI. 2011. Characteristics of appearance by vegetation type of Paridae in urban forest of Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 25(5): 760-766.[Korean Literature]
- Ikin K, Beaty RM, Lindenmayer DB, Knight E, Fischer J, Manning AD. 2013. Pocket parks in a compact city: how do birds respond to increasing residential density? Landscape Ecology 28(1): 45-56.
- Kim HG, Sogn YK, Kang WM. 2020. Analyzing vulnerable areas of bird habitat using environmental spatial information-Case study for Suwon-si-. Journal of The Korean Cadastre Information Association 22(2): 53-67.
- Kim J, Koo TH. 2003. Influence of the eco-park development on bird community in urban stream. The Korean Journal of Ecology 26(3): 97-102. [Korean Literature]
- Kim J, Moon GD, Koo TH. 2004. Characteristics of bird community and habitat use in Gildong Natural Ecological Park. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology 7(1): 19-29.[Korean Literature]
- Kim JK, Lee SK, Min HK, Oh KC. 2002. A study on food resource and utilization of artificial nest of wild-birds in urban woodland. The Korean Journal of Ecology 25(3): 135-142. [Korean Literature]
- Kim JS, Namgung H, Nam SJ, Nam EH. 2020. Characteristics of bird community and

- habitat use in Daegu Bulnogoboon Jayeon Madang. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 23(5): 15-27.[Korean Literature]
- Konijnendijk CC, Richard RM, Kenney A, Randrup TB. 2006. Defining urban forestry – a comparative perspective of North America and Europe. *Urban Forestry & Urban Greening* 4(3-4): 93-103.
- Kwak JI, Lee KJ, Han BH. 2010. Study on analysis of influence factor for wildbirds' appearance in urban area around urban green axis. *The Korean Journal of Ecology* 24(2): 166-177.[Korean Literature]
- Kwak SJ, Yoo SH. 2000. Redesigning a program of ecosystem conservation fund. *Environmental and Resource Economics Review* 9(3): 563-587. [Korean Literature]
- Lee KJ, Han BH, Lee SD. 2004. Ecological management plan and biotope structure of Namsan Urban Natural Park in Seoul. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 32(5): 2004-2012.[Korean Literature]
- Lee KW and Lee DP. 2002. Characteristics of vegetation structure and bird community in the urban park of Gwangju City. *Korean Journal of Environment and Ecology* 16(1): 94-103.[Korean Literature]
- Lee SK, Kim JK, Min HK. 2002. A study on habitat for multiplication of wild-birds in urban woodland. *The Korean Journal of Ecology* 25(3): 143-155.[Korean Literature]
- Purcell KL, Verner J, Oring LW. 1997. A comparison of the breeding ecology of birds nesting in boxes and tree cavities. *Auk* 114: 646-656.
- Root RB. 1967. The niche exploitation pattern of the Blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monograph* 37: 317-350.
- Shannon CE, Weaver E. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. of Illionis Press, Uban. p. 64.
- Shimazaki A, Yamamura Y, Senzaki M, Yabuhara Y, Akasaka T, Nakamura F. 2016. Urban permeability for birds: An approach combining mobbing-call experiments and circuit theory. *Urban Forestry & Urban Greening* 19: 167-175.
- Song WK. 2015. Analysis of bird species diversity response to structural conditions of urban park-Focused on 26 urban parks in Cheonan City. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 18(3): 65-77. [Korean Literature]
- Song WK. 2017. Analysis of bird diversity according to landscape connectivity and structure of urban park. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 20(1): 131-142.[Korean Literature]
- Song WK. 2018. Analysis of urban green areas using NDVI and development of a model to analyze bird diversity in urban parks. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 21(1): 73-82.
- Sukopp H. 1990. Urban Ecology and Its Application in Europe. 1-22. In H. Sukopp, S. Hejny (Eds.). *Urban Ecology: Plants and plant communities in urban environments*. SPB Academic Publishing, Hague, Netherlands. p. 282.