

## 대구 불로고분 자연마당 조류군집 및 서식지 이용 특성

김정수<sup>1)</sup> · 남궁형<sup>2)</sup> · 남상준<sup>3)</sup> · 남은희<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 한국생태연구소 연구원 · <sup>2)</sup> 한국생태연구소 대표 · <sup>3)</sup> (주) 현우그린 대표 · <sup>4)</sup> 한울림조경설계사무소 대표

## Characteristics of Bird Community and Habitat Use in Daegu Bulnogoboorn Jayeon Madang

Kim, Jung-Soo<sup>1)</sup> · Namgung, Hyung<sup>2)</sup> · Nam, Sang-Joon<sup>3)</sup> and Nam, Eun-Heui<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Korea Eco-Research Center, Researcher,

<sup>2)</sup> Korea Eco-Research Center, CEO,

<sup>3)</sup> Hyunwoogreen Co., CEO,

<sup>4)</sup> Hanwoolim Landscape Architects. CEO.

### ABSTRACT

This study was carried out four times on 2005 and 2006, respectively May and October to understand the bird community and habitat using condition in the Daegu Bulnogoboorn Jayeon Madang (DBJM). In this study, 34 species and 332 individuals were observed. The dominant species were *Passer montanus* 22.0%, *Pica pica* 18.1%, *Hypsipetes amaurotis* 6.02% and *Sinosuthora webbiana* 5.72%, and the species diversity was 2.797. With migration, the highest number and percentage to the lowest was residents 61.7%, summer visitors 26.5% and winter visitors 11.8%. Among 24 species which bred(check or possibility) in the DBJM, canopy was 50.0%, hole was 37.5% and bush was 12.5% in their nesting guilds. In foraging guilds in breeding season was canopy was 58.1%, water was 19.3% and bush was 16.1%, and in non-breeding season, canopy was 54.8%, water 22.6% and bush 19.3%. For the habitats of the birds in the DBJM, wetlands including reservoir area were used by herons, ducks and *Hirundo rustica*, grassland area was used by *Sinosuthora webbiana*, buntings and *Passer montanus*, and forest area was used by *Streptopelia orientalis*, woodpeckers, *Hypsipetes amaurotis* and tits. The number of species and individuals of birds observed in the DBJM was higher than other urban parks. We suggest that this was attributed to various man-made habitats such as wetland with reservoir, grassland and forest area constructed in the DBJM.

Key Words : *guild, man-made habitat, species diversity, urban park*

**First author** : Jungsoo, Kim, Korea Eco-Research Center, Researcher,

Tel : +82-31-201-2158, Email : herons@khu.ac.kr

**Corresponding author** : Eunheui, Nam, Hanwoolim LandscapeArchitects, P.E, CEO,

Tel : +82-2-578-8766, Email : hwla@chol.com

**Received** : 18 July, 2020. **Revised** : 12 October, 2020. **Accepted** : 14 September, 2020.

## I. 서 론

급속한 산업화와 공업화로 인한 도시화는 자연환경의 훼손과 파괴를 동반하였다. 현대사회에서 쾌적한 도시환경을 만들기 위하여 지방자치 단체 및 시민들의 노력이 필요하고, 도시민의 삶의 질적 향상과 여가시간 증가에 따른 다양한 욕구를 수용할 수 있는 공간을 확보하는 것이 중요하다. 지금까지 도시공원의 가치는 시민의 접근성, 편의시설 그리고 운영 프로그램 등 인간 중심의 서비스 위주로 평가하였지만, 최근에는 도시지역에서 생물에게 서식지를 제공하고 생물다양성을 증가시키는 역할을 중요하게 평가한다(Shimazki et al., 2016).

도시공원은 생물다양성을 보전·증진시키기 위하여 자연환경과 생물서식지의 역할을 할 수 있는 공간조성의 필요성이 제기되었다. 도시 내 생물서식지 조성방법으로 생태계보전협력금을 활용한 도시 소생물서식처 조성사업과 자연마당조성사업이 전국적으로 진행되었고 지속적으로 추진하고 있다. 생태보전협력금 제도는 환경오염 유발자가 피해복구비용을 부담하는 ‘오염자부담원칙(Polluter Pays Principle)’을 바탕으로 1972년 OECD에 의해 환경오염을 방지할 수 있는 원칙으로 채택되었다(Kwak & Yoo, 2000).

생물서식지로서 도시공원과 생태계 복원지역에 대한 관심이 증가하고, 이들 지역에 서식하는 생물에 대한 연구가 증가하고 있다. 도시공원 또는 생태계복원지역에서의 조류분포 연구로는 경상남도의 도시공원(Lee et al., 2002), 서울시 길동자연생태공원(Kim et al., 2004), 서울 남산도시자연공원(Lee et al., 2004; Lim 2008), 서울시 시가화지역(Hong & Kwak, 2011), 충남 천안시 도시공원(Song, 2015; 2017), 전북 익산시 소라산 자연마당(Choi et al., 2019) 그리고 서울시 하천 생태계 복원지역(Kim & Koo, 2003) 등이 있다.

연구지역인 대구광역시 “불로고분 자연마당

사업”은 삼국시대 문화유산인 사적 제 262호 불로고분군 내 폐경작지와 불법 건축 철거지를 생태적으로 복원하는 사업으로서 도시개발과 무분별한 이용으로 문화재의 가치를 저해하는 공간을 복원함으로써 생물서식지로서의 생태적 기능 회복과 지역주민이 이용할 수 있는 도심속 여가문화 및 생태공간의 확보 등 다양한 기능을 수행할 수 있도록 조성하였다. 본 연구의 목적은 1) 자연마당사업 이후의 조류 서식현황을 파악하고, 2) 복원되거나 새로이 조성된 생태계가 조류의 서식에 미치는 영향을 파악하고, 3) 조류 서식지로서의 불로고분 자연마당의 관리방안을 제시하고자 한다.

### 1. 조사지역

대상지역은 대구광역시 동구 불로동과 도동 일원의 사적 제 262호 불로고분공원 내 폐경작지 지역, 불법 주거 건축물 철거지역 그리고 불법경작지 및 주거철거지의 총 3개 지역으로서 약 94,678m<sup>2</sup>이다(Figure 1). 계획의 편의상 3개 지역으로 구분된 공간을 제 1마당(약 19,090m<sup>2</sup>), 제 2마당(약 7,066m<sup>2</sup>), 제 3마당(약 58,522m<sup>2</sup>)으로 구분하여 계획하였다(Figure 1).

### 2. 자연마당사업 추진내용

제 1마당은 대구 불로고분 자연마당 북서쪽에 위치하는 지역으로 인접하여 주거지역이 분포하고 있다(Figure 1). 마을과 인접하여 진입부에 소나무를, 주변에는 관목류 및 지피식물을 식재하였다. 제 1마당 동쪽의 산림과 인접한 지역에는 대규모 초지를 조성하였고, 식물다양성 증진을 위하여 다양한 지피식물을 식재하였다. 제 1마당에는 계류를 복원하여 다양한 서식환경을 조성하였고, 계류는 기존 지반 위에 성토하여 생물서식지를 보존하였다. 그리고 자갈, SB 혼합토, 식생물, 식생매트, 모래톱 그리고 양토 등 다양한 하상재료를 사용하여 기존 생물서식지와 조화를 이루어 다양한 서식환경을 조성하



Figure 1. Daegu Bulnogoobun Jayeon Madang in Daegu Metropolitan City.

였다.

제 2마당은 대구 불로고분 자연마당 남서쪽에 있으며 공원의 기존 주차장 부지와 함께 습지지역이 분포하고 있다(Figure 1). 맹꽁이 서식지 복원계획을 수립하여 둌병을 조성하였다. 모래와 자갈둔덕 그리고 자연석 놓기 등 다양한 재료를 활용하여 생물서식지를 조성하였고, 소나무와 갯버들 등의 목본류와 다양한 지피식물의 식재를 통하여 다양한 생물의 먹이원과 서식지를 제공할 수 있도록 하였다. 기존의 수목을 최대한 활용하여 환경의 파괴를 최소화하였다.

제 3마당은 사업지구의 동쪽에 위치하고 인접하여 경부고속도로와 일부 주거지역이 존재한다(Figure 1). 기존의 습지를 최대한 활용하여 생물서식지를 복원하였고, 대상종은 물총새와 오리류(Ducks) 등 이었다. 주변에는 다양한 지피식물을 식재하여 경관향상 및 먹이원을 확보하였으며 수변부로 다양한 수생식물의 식재를 통하여 생물다양성 증진 및 다양한 서식환경을 조성하였다. 기존 산림에 대한 훼손을 최소화하고 최대한 기존 자연환경을 이용할 수 있도록 하였다.

## II. 조류조사방법

조사는 2015년과 2016년 5월과 10월에 모두 4회 조사하였다. 조사시간은 오전 8시부터 10시

까지이며, 자료는 자연마당별로 정리하였다. 조사방법은 선센서스(line census)와 정점센서스(point census)를 병행하였다. 우점종과 종다양도지수는 최대 개체수를 기준으로 하였다.

자연마당별로 조류군집과 종 구성의 유사도를 비교하기 위하여 종다양도지수(H')(Shannon and Weaver, 1949)와 유사도 지수(S)(Sørensen, 1948)를 구하였다.

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

H' : 다양도, S: 전체 종수, P<sub>i</sub>: i 번째에 속하는 개체수의 비율(n<sub>i</sub>/N)로 계산 (N: 군집내의 전체 개체수, n<sub>i</sub>: 각 종의 개체수)

S: 2C/(A+B) (A: A 지역의 출현 종 수, B: B 지역의 출현 종 수, C: A와 B 지역의 공통출현 종 수)

그리고 서식지 조건에 의한 조류군집의 변화를 알아보기 위하여 관찰 조류의 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 도구이며, 조류군집의 구조적 특성을 이해하고 서식지 구성요소의 실질적인 관리를 위한 방법을 제공할 수 있다.

길드 개념을 이용한 조류 군집의 분석에서는

영소길드(nesting guild)와 취식(채이)길드(foraging guild)로 나누었다. 영소길드는 조류가 영소하기 위해 이용하는 인자에 따라 수동(hole), 수관층(canopy), 덩불(bush) 그리고 물(water) 등으로 구분하였으며, 취식길드는 조류가 먹이를 취식하는 장소에 따라 수관층, 덩불, 물 및 지면(ground) 등으로 구분하여 조사·분석하였다. 그러나 각 종에 대한 길드의 개념은 다소 넓은 의미로 사용되었고 고정적인 것이 아니며 조사지역에 나타난 종의 습성을 최우선으로 적용하였다. 그리고 번식길드는 조사지역에서 번식을 확인한 종을 대상으로 하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 조류분포

대구 불로고분 자연마당에서 관찰된 조류는 모두 34종 332개체였고, 최우점종은 참새로서 22.0%(73개체)였고 우점종은 까치 18.1%(60개체), 직박구리 6.02%(20개체) 그리고 붉은머리오목눈이 5.72%(19개체)의 순이었다(Table 1). 자연마당에서 관찰된 법정보호종은 원앙(천연기념물)과 새매(천연기념물 및 환경부 멸종위기 2급) 2종이었다.

대구 불로고분 자연마당에서 관찰된 조류의 종수는 18~31종이었고 이는 경상남도 진주시(Lee et al., 2002), 광주광역시(Lee & Lee, 2002)와 천안시 도시공원(Song, 2015, 2017)의 조류 종수보다 많았다. 이는 대구 불로고분 자연마당 내에 습지(저수지 포함), 초지 그리고 산림지역 등의 서식환경이 조성되어 다양한 조류에게 서식지를 제공해 주고 있기 때문일 것이다.

대구 불로고분 자연마당의 각 지역별 종다양도는 2.223~2.731이었고(Table 1), 이는 광주광역시 도시공원의 1.66~2.18(Lee & Lee, 2002) 그리고 충청남도 천안시 도시공원의 0.41~2.13(Song, 2015)과 0.47~1.75(Song, 2017)보다 높았고, 서울특별시 길동생태공원의 2.511(Kim et

al., 2004)과는 비슷하였다.

도시공원에서 조류 종다양성은 공원의 면적과 형태, 식물의 피복률, 다양성 그리고 산림(녹지)의 연결성과 밀접한 관련이 있다(Helle & Monkkonen, 1990; Lee & Lee, 2002; Song, 2017). 특히, 도시공원은 개발과 시가화 등으로 소규모화, 파편화 및 고립화되었기 때문에 조류 종다양도를 증진시키기 위해서는 파편화 및 고립화되어 있는 도시공원을 연결하여야 한다(Saura & Pascual-Hortal, 2007; Song, 2017). 그리고 광주광역시와 천안시 도시공원보다 대구 불로고분 자연마당에서 조류의 많은 종수와 높은 종다양도는 습지(저수지 포함), 산림 그리고 초지지역 등의 다양한 서식환경의 조성이 주요한 요인으로 생각된다. 이에 도시지역에서 공원을 조성할 때에는 위에서 제시한 다양한 종류의 생물서식지를 조성하면 조류를 포함한 생물 다양성을 증진시킬 수 있을 것이다.

자연마당별 유사도 지수는 1마당과 2마당에서 0.737로 가장 높았고, 1마당과 3마당에서 0.706, 2마당과 3마당에서 0.612였다(Table 2).

#### 2. 조사지역별 조류분포

제 1마당에서 관찰된 조류의 종과 개체수는 20종 80개체였다. 최우점종은 까치 21.2%(17개체)였고 우점종은 참새와 찌르레기 각 16.2%(13개체) 그리고 멧비둘기와 붉은머리오목눈이 각 6.25%(5개체)의 순이었다. 종다양도는 2.518이었다(Table 3). 제 2마당에서 관찰된 종과 개체수는 18종 94개체였고, 우점종은 참새 37.2%(35개체), 방울새 13.8%(13개체) 그리고 제비와 까치 각 8.51%(8개체)의 순이었다. 종다양도지수는 2.223이었다(Table 4). 그리고 제 3마당에서 관찰된 조류는 34종 332개체였고, 가장 많이 관찰된 종은 참새로서 22.0%(73개체)였고 우점종은 까치 18.1%(60개체), 직박구리 6.02%(20개체) 그리고 찌르레기 4.52%(15개체)의 순이었다. 조류 종다양도는 2.731이었다(Table 5).

**Table 1.** Bird community in Daegu Bulnogoobon Jayeon Madang, 2015-2016

Species	Madang			Total	Dom. (%)
	1st	2nd	3rd		
1. 원앙 <i>Aix galericulata</i>			1	1	0.30
2. 흰뺨검둥오리 <i>Anas poecilorhyncha</i>		1	2	3	0.90
3. 쇠오리 <i>Anas crecca</i>			14	14	4.22
4. 왜가리 <i>Ardea cinerea</i>			1	1	0.30
5. 중대백로 <i>Ardea alba</i>		1		1	0.30
6. 검은땡기해오라기 <i>Butorides striata</i>			1	1	0.30
7. 꿩 <i>Phasianus colchicus</i>	1	1	1	3	0.90
8. 멧비둘기 <i>Streptopelia orientalis</i>	5	3	2	10	3.01
9. 빠꾸기 <i>Cuculus canorus</i>			1	1	0.30
10. 쇠딱다구리 <i>Dendrocopos kizuki</i>	1		2	3	0.90
11. 오색딱다구리 <i>Dendrocopos major</i>		1	1	2	0.60
12. 청딱다구리 <i>Picus canos</i>			1	1	0.30
13. 새매 <i>Accipiter nisus</i>			1	1	0.30
14. 제비 <i>Hirundo rustica</i>		8	5	13	3.92
15. 때까치 <i>Lanius bucephalus</i>	2		1	3	0.90
16. 직박구리 <i>Hypsipetes amaurotis</i>	3	4	13	20	6.02
17. 오목눈이 <i>Aegithalos caudatus</i>	2	2	5	9	2.71
18. 딱새 <i>Phoenicurus aureus</i>	2	3	2	7	2.11
19. 흰배지빠귀 <i>Turdus pallidus</i>			1	1	0.30
20. 붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i>	5		14	19	5.72
21. 곤줄박이 <i>Sittiparus varius</i>	1	2	5	8	2.41
22. 쇠박새 <i>Poecile palustris</i>	2	1	6	9	2.71
23. 진박새 <i>Periparus ater</i>			2	2	0.60
24. 박새 <i>Parus major</i>	3	3	3	9	2.71
25. 쑥새 <i>Emberiza rustica</i>	3		2	5	1.51
26. 노랑턱멧새 <i>Emberiza elegans</i>	2	4	4	10	3.01
27. 방울새 <i>Chloris sinica</i>	1	13		14	4.22
28. 참새 <i>Passer montanus</i>	13	35	25	73	22.0
29. 찌르레기 <i>Sturnus cineraceus</i>	13		2	15	4.52
30. 꾀꼬리 <i>Oriolus chinensis</i>	2	1	2	5	1.51
31. 어치 <i>Garrulus glandarius</i>	1		1	2	0.60
32. 물까치 <i>Cyanopica cyana</i>	1	3		4	1.20
33. 까치 <i>Pica pica</i>	17	8	35	60	18.1
34. 큰부리까마귀 <i>Corvus macrorhynchos</i>			2	2	0.60
Number of species	20	18	31	34	
Number of individuals	80	94	158	332	
Species diversity(H')	2.518	2.223	2.731	2.797	

**Table 2.** Comparison of similarity index

Madang	1st	2nd	3rd
1st		0.737	0.706
2nd			0.612

**Table 3.** Bird community in the 1st madang of Daegu Bulnogoboon Jayeon Madang, 2015-2016

Species	2015		2016		Max.	Dom. (%)
	May	Oct.	May	Oct.		
1. 꿩 <i>Phasianus colchicus</i>	1	1	1		1	1.25
2. 멧비둘기 <i>Streptopelia orientalis</i>	2	3	5	5	5	6.25
3. 쇠딱다구리 <i>Dendrocopos kizuki</i>	1	1	1	1	1	1.25
4. 때까치 <i>Lanius bucephalus</i>				2	2	2.50
5. 직박구리 <i>Hypsipetes amaurotis</i>	3		3	3	3	3.75
6. 오목눈이 <i>Aegithalos caudatus</i>		2			2	2.50
7. 딱새 <i>Phoenicurus aureoreus</i>		1	1	2	2	2.50
8. 붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i>	5	5			5	6.25
9. 곤줄박이 <i>Sittiparus varius</i>			1		1	1.25
10. 쇠박새 <i>Poecile palustris</i>			2	1	2	2.50
11. 박새 <i>Parus major</i>	2	3	2	2	3	3.75
12. 쑥새 <i>Emberiza rustica</i>		3			3	3.75
13. 노랑턱멧새 <i>Emberiza elegans</i>	2		2		2	2.50
14. 방울새 <i>Chloris sinica</i>	1				1	1.25
15. 참새 <i>Passer montanus</i>	10	10	13		13	16.2
16. 찌르레기 <i>Sturnus cineraceus</i>			13		13	16.2
17. 찌꼬리 <i>Oriolus chinensis</i>			2		2	2.50
18. 어치 <i>Garrulus glandarius</i>			1		1	1.25
19. 물까치 <i>Cyanopica cyana</i>			1		1	1.25
20. 까치 <i>Pica pica</i>	7	17	7	15	17	21.2
Number of species	10	10	15	8	20	
Number of individuals	34	46	55	31	80	
Species diversity(H')	1.993	1.861	2.240	1.624	2.518	

제 1마당은 초지와 산림지역을, 제 2마당은 들판을 그리고 제 3마당은 기존의 저수지와 물길을 중점적으로 복원하였다. 마당별 복원효과를 살펴보면 제 1마당의 우점종은 초지와 산림에서 주로 서식하는 조류였고, 제 2마당은 들판의 얇은 지역을 서식지로 이용하는 제비가 우점종이었고, 제 3마당은 습지를 서식지로 이용하는 다양한 물새류(원앙, 흰뺨검둥오리, 쇠오리, 왜가리 그리고 검은댕기해오라기 등)를 관찰하였다. 대구 불로고분 자연마당에서는 서식지 복원 유형에 따라 우점종과 서식하는 조류가 다르게 나타났다. 따라서 조류 서식지 복원은 1) 복원할 서식지의 유형, 2) 복원지역의 우점종 그리고 3) 서식을 유도하는 종의 종류 등을 결정하고 거기에 알맞게 서식지를 복원하여야 한다.

도시에서 생물서식지는 개발로 인하여 소규모화, 고립화 또는 단절화되어 생물들의 서식환경이 악화되고 서식이 어려워져 생물 다양성과 안정성이 급격히 낮아진다(Sukopp, 1990). 다양한 도시공원의 조류군집에서 우점종은 참새, 까치, 박새 그리고 멧비둘기 등이었고, 도시화의 영향으로 인하여 참새, 멧비둘기, 까치 그리고 박새 등의 개체수가 증가하였다(Lee et al., 2002; Kim et al., 2004). 대구 불로고분 자연마당의 조류 우점종도 과거 도시공원의 조사와 비슷하였다. 도시생태계는 구조적, 기능적인 측면에서 고유의 생태학적인 특징을 가지고 있다. 그러나 도시생태계는 소규모화, 파편화, 고립화 또는 단절화된 경우가 많고, 개발지역에 소규모로 넓게 흩어져 분포하는 패치화도 빠르게 진행

**Table 4.** Bird community in the 2nd madang of Daegu Bulnogoboon Jayeon Madang, 2015-2016

Species	2015		2016		Max.	Dom. (%)
	May	Oct.	May	Oct.		
1. 중대백로 <i>Ardea alba</i>	1				1	1.06
2. 흰뺨검둥오리 <i>Anas poecilorhyncha</i>	1		1		1	1.06
3. 꿩 <i>Phasianus colchicus</i>			1		1	1.06
4. 멧비둘기 <i>Streptopelia orientalis</i>		1	3		3	3.19
5. 오색딱다구리 <i>Dendrocopos major</i>		1			1	1.06
6. 제비 <i>Hirundo rustica</i>	8		3		8	8.51
7. 직박구리 <i>Hypsipetes amaurotis</i>		1	3	4	4	4.26
8. 오목눈이 <i>Aegithalos caudatus</i>		2			2	2.13
9. 딱새 <i>Phoenicurus aureoreus</i>	1	2		3	3	3.19
10. 곤줄박이 <i>Sittiparus varius</i>		2			2	2.13
11. 쇠박새 <i>Poecile palustris</i>		1	1		1	1.06
12. 박새 <i>Parus major</i>	1	3	2	3	3	3.19
13. 노랑턱멧새 <i>Emberiza elegans</i>		4		2	4	4.26
14. 방울새 <i>Chloris sinica</i>	2	13	2	4	13	13.8
15. 참새 <i>Passer montanus</i>	5	35	15	5	35	37.2
16. 피꼬리 <i>Oriolus chinensis</i>	1				1	1.06
17. 물까치 <i>Cyanopica cyana</i>				3	3	3.19
18. 까치 <i>Pica pica</i>	3	2	8	5	8	8.51
Number of species	9	12	10	8	18	
Number of individuals	23	67	39	29	94	
Species diversity(H')	1.859	1.635	1.871	2.041	2.223	

되고 있다(Hong & Kwak, 2011). 도시공원을 포함한 도시지역 산림은 인위적으로 조성된 식재림의 비율이 높고, 인간간섭으로 인한 2차 천이가 진행되어 다양한 식생유형이 파편화되어 분포한다(Hong & Kwak, 2011). 이에 도시환경에서 조류 서식지의 소규모화, 파편화 그리고 폐치화 등으로 인한 조류 서식지의 감소, 훼손 및 파괴 등으로 도시공원에서 관찰된 조류의 우점종이 비슷하였고, 이는 도시공원의 조류분포가 빠르게 단순화되고 있다는 것을 보여주는 것으로 생각된다. 광주광역시 도시공원에서는 홍여새와 찌르레기 등이 우점종이었는데, 이는 특정 시기에 두 종이 대규모 무리로 관찰되었기 때문이다(Lee & Lee, 2002).

### 3. 조류 군집의 길드

대구 불로그분 자연마당에서 관찰된 조류 34종을 이동성에 따라 나누어 보면 텃새 61.7%(21종), 여름철새 26.5%(9종) 그리고 겨울철새 11.8%(4종)이었다. 이동성에 따라 각 종들의 영소 및 취식길드를 나누어 보면, 번식조류(확인 또는 가능성) 24종의 영소길드는 수관층(Canopy)을 이용하는 종 50.0%(12종), 수동(Hole)을 이용하는 종 37.5%(9종) 그리고 덩불(Bush)을 이용하는 종 12.5%(3종)이었다(Table 5). 도시공원에 서식하는 조류의 영소길드는 수관과 수동을 이용하는 종이 80% 이상이었다(Lee & Lee, 2002; Kim et al., 2004). 특히, 교목이 잘 발달한 지역에서 수관과 수동 이용율이 비교적 높았다(Lee & Lee, 2002). 이 외에 공원의 외부를 이용하거나 인공둥지를 이용하는 종이 가장 많았

**Table 5.** Bird community in the 3rd madang of Daegu Bulnogoboon Jayeon Madang, 2015-2016

Species	2015		2016		Max.	Dom. (%)
	May	Oct.	May	Oct.		
1. 왜가리 <i>Ardea cinerea</i>			1		1	0.63
2. 검은댕기해오라기 <i>Butorides striata</i>			1		1	0.63
3. 원앙 <i>Aix galericulata</i>	1				1	0.63
4. 흰뺨검둥오리 <i>Anas poecilorhyncha</i>	2	1			2	1.27
5. 쇠오리 <i>Anas crecca</i>				14	14	8.86
6. 꿩 <i>Phasianus colchicus</i>	1			1	1	0.63
7. 멧비둘기 <i>Streptopelia orientalis</i>	2	2		2	2	1.27
8. 빼꾸기 <i>Cuculus canorus</i>	1				1	0.63
9. 쇠딱다구리 <i>Dendrocopos kizuki</i>	2	1	2	2	2	1.27
10. 오색딱다구리 <i>Dendrocopos major</i>	1		1	1	1	0.63
11. 청딱다구리 <i>Picus canos</i>	1				1	0.63
12. 새매 <i>Accipiter nisus</i>				1	1	0.63
13. 제비 <i>Hirundo rustica</i>	5		2		5	3.16
14. 때까치 <i>Lanius bucephalus</i>		1		1	1	0.63
15. 직박구리 <i>Hypsipetes amaurotis</i>	3	13	2	7	13	8.23
16. 오목눈이 <i>Aegithalos caudatus</i>		3	5	3	5	3.16
17. 딱새 <i>Phoenicurus auroreus</i>	2	1	1	1	2	1.27
18. 흰배지빠귀 <i>Turdus pallidus</i>			1		1	0.63
19. 붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i>	3	14	13	7	14	8.86
20. 곤줄박이 <i>Sittiparus varius</i>	1	5		2	5	3.16
21. 쇠박새 <i>Poecile palustris</i>	2	4			6	3.80
22. 진박새 <i>Periparus ater</i>	1	2	2		2	1.27
23. 박새 <i>Parus major</i>	2	2	2	3	3	1.90
24. 축새 <i>Emberiza rustica</i>				2	2	1.27
25. 노랑턱멧새 <i>Emberiza elegans</i>			1	4	4	2.53
26. 참새 <i>Passer montanus</i>	9	25		10	25	15.8
27. 찌르레기 <i>Sturnus cineraceus</i>			2		2	1.27
28. 찌꼬리 <i>Oriolus chinensis</i>	1		2		2	1.27
29. 어치 <i>Garrulus glandarius</i>	1	1	1	1	1	0.63
30. 까치 <i>Pica pica</i>	3	35	16	19	35	22.1
31. 큰부리까마귀 <i>Corvus macrorhynchos</i>		2		2	2	1.27
Number of species	20	3	17	19	31	
Number of individuals	44	17	56	83	158	
Species diversity(H')	2.738	2.128	2.296	2.464	2.731	



**Table 6.** Species number of nesting and foraging guilds observed birds in Daegu Bulnogoboong Jayeon Madang

Nesting guild	% (No. of species)	Foraging guild	breeding	non-breeding
			% (No. of species)	
Hole	37.5% ( 9 species)			
Canopy	50.0% (12 species)	Canopy	58.1% (18 species)	54.8% (17 species)
Bush	12.5% ( 3 species)	Bush	16.1% ( 5 species)	19.3% ( 6 species)
Water		Water	19.3% ( 6 species)	22.6% (7 species)

고, 수동을 이용하는 종은 현저히 낮았다(Lee et al., 2002).

취식길드는 번식기와 비번식기로 나누었으며, 번식기에 관찰된 조류 31종은 수관층을 이용하는 종 58.1%(18종), 물(Water)을 이용하는 종 19.3%(6종) 그리고 덩불을 이용하는 종 16.1%(5종)였고, 비번식기에는 수관층을 이용하는 종 54.8%(17종), 물을 이용하는 종 22.6%(7종) 그리고 덩불을 이용하는 종 19.3%(6종)의 순이었다(Table 5). 도시공원에서의 취식길드는 수관에서 취식하는 종의 비율이 가장 높았다(Lee & Lee, 2002; Kim et al., 2004). 그리고 경상남도에서는 덩불을 이용하는 종이 가장 높게 나타났다(Lee et al., 2002).

도시공원에서 조류의 영소길드 및 취식길드는 지역에 따라 달랐고, 이는 각 지역에서 이용할 수 있는 동지자원 및 먹이자원이 차이에서 기인한 것으로 생각된다(Lee et al., 2002; Lee & Lee, 2002; Kim et al., 2004). 그리고 경상남도 진주시의 도시공원에서 조류의 영소 및 취식길드는 다른 지역과 상당한 차이를 보였다. 이는 공원을 조성할 때 조류의 서식환경(동지자원, 잠자리 그리고 피난처 등)과 먹이자원을 고려하지 않은 산림조성과 공원시설물을 인간이 이용

하기 편리하도록 조성하여 조류 서식지가 부족하고 생태적으로 불안정한 서식환경의 조성이 원인이었다(Lee et al., 2002). 그리고 인공동지의 설치가 많을수록 인공새집 이용률이 증가하여 수동 영소길드를 이용하는 종이 적게 나타났다(Lee et al., 2002).

**4. 조류 서식지 이용 및 조성**

대구 불로고분 자연마당에서 각 마당별로 조성된 주요 서식지와 그 서식지를 이용한 조류를 Table 6에 기술하였다. 관찰된 조류의 서식지 이용현황은 저수지를 포함한 습지지역은 백로류(Herons), 오리류(Ducks) 그리고 제비 등이 주로 이용하였고, 초지지역은 붉은머리오목눈이, 멧새류(Buntings), 참새 그리고 찌르레기 등이 이용하였고, 산림지역은 멧비둘기, 딱따구리류(Woodpeckers), 직박구리 그리고 박새류(Tits) 등이 서식지로 이용하였다. 대구 불로고분 자연마당에서 새로이 조성된 얇은 습지는 인근에서 번식하는 제비가 동지자원 및 취식지역으로 이용하였다.

도시공원에서 인공동지는 조류에게 좋은 동지자원을 제공해 준다(Lee et al., 2002; Kim et

**Table 7.** Manmade habitats and their major birds in Daegu Bulnogoboong Jayeon Madang

	Manmade habitats for birds	Attracted or used birds for the habitats
First Madang	Wet and dry grasslands, small stream, common rues and bee plants	Grey starlings, Black-naped Orioles
Second Madang	Small stream, shallow wetland, shrubs	Spot-billed ducks, Tree swallows, Oriental greenfinchs
Third Madang	Existed small pond, small stream and wetland	Mandarin ducks, Spot-billed ducks, Green-winged teals, Striated herons

**Table 8.** Comparison of bird distribution in Daegu Bulnogoobon Jayeon Madang

Species	Before	After
1. 중대백로 <i>Egretta alba modesta</i>		●
2. 원앙 <i>Aix galericulata</i>		●
3. 흰뺨검둥오리 <i>Anas poecilorhyncha</i>		●
4. 쇠오리 <i>Anas crecca</i>		●
5. 꿩 <i>Phasianus colchicus</i>	●	●
6. 멧비둘기 <i>Streptopelia orientalis</i>	●	●
7. 뺨꾸기 <i>Cuculus canorus</i>	●	●
8. 파랑새 <i>Eurystomus orientalis</i>	●	
9. 쇠딱다구리 <i>Dendrocopos kizuki</i>	●	●
10. 오색딱다구리 <i>Dendrocopos major</i>		●
11. 청딱다구리 <i>Picus canos</i>	●	●
12. 새매 <i>Accipiter nisus</i>		●
13. 제비 <i>Hirundo rustica</i>	●	●
14. 떼까치 <i>Lanius bucephalus</i>		●
15. 직박구리 <i>Hypsipetes amaurotis</i>	●	●
16. 오목눈이 <i>Aegithalos caudatus</i>		●
17. 딱새 <i>Phoenicurus aureus</i>	●	●
18. 붉은머리오목눈이 <i>Sinosuthora webbiana</i>	●	●
19. 곤줄박이 <i>Sittiparus varius</i>	●	●
20. 쇠박새 <i>Poecile palustris</i>		●
21. 진박새 <i>Periparus ater</i>		●
22. 박새 <i>Parus major</i>	●	●
23. 방울새 <i>Carduelis sinica ussuriensis</i>	●	●
24. 참새 <i>Passer montanus</i>	●	●
25. 찌르레기 <i>Sturnus cineraceus</i>	●	
26. 피꼬리 <i>Oriolus chinensis</i>		●
27. 어치 <i>Garrulus glandarius</i>		●
28. 물까치 <i>Cyanopica cyana</i>		
29. 까치 <i>Pica pica</i>	●	●
30. 큰부리까마귀 <i>Corvus macrorhynchos</i>		●
31. 썩새 <i>Emberiza rustica</i>		●
32. 노랑턱멧새 <i>Emberiza elegans</i>		●
Number of species	16	23

al., 2004). 대구 불로그분 자연마당에서 조류의 인공둥지 이용을 확인하기 위하여 모두 10개의 인공둥지를 설치하였고, 2015년에 한 개, 2016년에 두 개의 둥지를 이용한 것을 확인하였다.

도시공원에서 조류의 인공둥지 이용은 다양한 지역에서 보고되었다(Kim et al., 2002; Lee et al., 2002; Kim et al., 2004). 도시공원에서 인공둥지를 설치하고, 습지(저수지, 연못 또는 얇은

습지 등)를 조성하는 것은 도시공원에서 조류의 종수와 종다양도를 증가시킬 수 있는 아주 효과적인 방법으로 생각된다.

대구 불로고분 자연마당 조성 전 1회의 조사에서 관찰된 조류의 종수는 16종이었고 조성 후에 관찰된 종은 모두 23종이었다. 조성 후에 새로이 관찰된 종은 중대백로, 원앙, 흰뺨검둥오리, 쇠오리, 새매 그리고 제비 등 14종이었고, 관찰되지 않은 종은 파랑새 1종이었다(Table 7). 대구 불로고분 자연마당 조성 전(1회 조사)과 조성 후(4회 조사)에 조사 횟수의 차이는 있지만 조성 후에 비교적 많은 종이 관찰되었다. 새로이 관찰된 종은 습지를 휴식 및 취식 지역으로 이용하는 종이 많았고, 이는 자연마당 사업에서 조성된 습지가 다양한 조류를 유치하는 데 중요한 역할을 한 것으로 생각된다. 복원지역에서 조성된 습지와 초지는 조류를 포함한 다양한 생물의 서식지를 제공하고 복원지역의 생물서식기능을 향상시킨다(Choi et al., 2019). 자연마당과 같은 서식지 조성 또는 복원이 조류분포와 종다양도에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 사업 시행 전에 조성지역에 대한 자세한 조류조사가 필요할 것으로 생각된다.

대구 불로고분 자연마당사업으로 인한 조류 서식지 복원효과는 첫째, 습지를 다양한 조류들이 서식지로 이용하였고, 둘째, 인공새집에서 번식하였으며, 마지막으로 조류 종다양도는 다른 도시공원에 비하여 높았다. 이후 대구 불로고분 자연마당에서 다양한 조류가 안정적으로 서식하기 위해서는 1) 식재림의 자연림으로 천이가 이루어 지고, 2) 조성 또는 복원된 습지의 수심 및 식생의 관리 그리고 3) 습지에서 발생할 수 있는 서식지 교란 저감 등의 지속적인 관리가 필요하다.

#### IV. 결 론

본 연구는 대구 불로고분 자연마당의 조류군

집 특성과 이들의 서식지 이용현황에 관한 연구로서 2005년과 2006년 5월과 10월에 각 1회씩 조사하였다. 조사지역에서 관찰된 종과 개체수는 모두 34종 332개체였고, 이 중에서 우점종은 참새22.0%, 까치 18.1%, 직박구리 6.02% 그리고 붉은머리오목눈이 5.72%였고, 종다양도지수는 2.797이었다. 이동 특성에 따른 분류는 텃새 61.7%, 여름철새 26.5% 그리고 겨울철새 11.8%의 순이었다.

번식을 확인하거나 가능성이 높은 24종의 영소길드는 수관층이 50.0%, 수동이 37.5% 그리고 덩불이 12.5%(3종)였다. 취식길드는 번식기기에 관찰된 31종 중 수관층이 58.1%, 물이 19.3% 그리고 덩불이 16.1%(5종)였고, 비번식기에는 수관층, 물 그리고 덩불을 이용하는 종이 각각 43.5%, 23.9%(7종) 그리고 21.7%의 순이었다.

대구 불로고분 자연마당에서 서식지 복원으로 조성된 습지는 백로류와 오리류가 취식 및 휴식지역으로, 얇은 습지는 제비가 취식지역 및 등지자원으로 이용하였고, 인공둥지에서 박새가 번식하였다. 이에 대구 불로고분 자연마당에 조성된 습지와 인공둥지는 다양한 조류에게 서식지를 제공하였고, 자연마당의 조류 종다양도를 증가시키는 주요한 요인으로 생각된다.

조류 서식지 복원 효과를 비교·분석하기 위해서는 복원 전과 후의 동일한 조사 횟수가 중요한 요인으로 생각된다. 하지만 대구 불로고분 자연마당에서 복원 이전과 이후의 조류조사 횟수에 차이가 있었다. 이에 생물서식지 복원 이전에 지금보다 많은 조류조사가 필요하고 이를 바탕으로 서식지 복원 전과 후의 조류분포를 비교·분석하여야 한다. 생물서식지 복원사업의 효과를 극대화하기 위해서는 사업의 실시절계 단계에서 유치를 목표로 하는 생물분류군을 설정하고 전문가의 참여가 필요하다.

## References

- Choi TY · Cha JG · Kang DI and Moon HG. 2019. Characteristics of Bird Populations and Habitat in Sorasan Mt. Nature Garden. *Korean Journal of Environment and Ecology Proceeding* 29(1): 89-90. (in Korean)
- Helle, P and M Monkkonen. 1990. Forest Successions and Community : Theoretical Aspects and Practical Implications. pp. 299-318. *In* A. Keast eds, *Biogeography and Ecology of Forest Bird Community*.
- Hong SH and 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. (in Korean with English summary)
- Lee KJ · Han BH and 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. (in Korean with English summary)
- 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. (in Korean with English summary)
- Lee SK · Kim JK and Min HK. 2002. A Study on Habitat for Multiplication of Wild-birds in Urban Woodland. *The Korean Journal of Ecology* 25(3): 143-155. (in Korean with English summary)
- Lim SJ. 2008. Differences in Breeding Bird Communities Between Coniferous Forests of Mt. Namsan and Gwangneung Areas. *Korean Journal of Environment and Ecology* 22(3): 332-337. (in Korean with English summary)
- Kim J and Koo TH. 2003. Influence of the Eco-park Development on Bird Community in Urban Stream. *The Korean Journal of Ecology* 26(3): 97-102. (in Korean with English summary)
- Kim J · Moon GD and 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. (in Korean with English summary)
- Kim JK · Lee SK, Min HK and 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. (in Korean with English summary)
- Kwak SJ and Yoo SH. 2000. Redesigning a program of ecosystem conservation fund. *Environmental and Resource Economics Review* 9(3): 563-587. (in Korean with English summary)
- Root, RB. 1967. The niche exploitation pattern of the Blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monograph* 37: 317-350.
- Saura, S and L Pascual-Hortal. 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: Comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning* 83: 91-103.
- Shannon, CE and E Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. *Univ. of Illinois Press, Urbana*. p. 64.
- Shimazaki, A · Y Yamamura · M Senzaki · Y Yabuhara · T Akasaka and F Nakamura. 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. (in Korean with English summary)
- 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. (in Korean with English summary)
- Sørensen, TA. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter* 5(4): 1-34.
- Sukopp, H. 1990. Urban Ecology and Its Application in Europe. pp. 1-22. *In* H. Sukopp, S. Hejný(Eds.). *Urban Ecology: Plants and plant communities in urban environments*. SPB Academic Publishing, Hague, Netherlands. p. 282.