

경춘선 숲길의 조류 서식환경 평가 연구*

김미후¹⁾ · 오충현²⁾

¹⁾ 동국대 대학원 바이오환경과학과 학생 · ²⁾ 동국대 바이오환경과학과 교수

A Study on the Evaluation of Bird Habitat Environment in Gyeongchun Line Forest Road*

Kim, Mi-Hu¹⁾ and Oh, Choong-Hyeon²⁾

¹⁾ Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk University graduate school, Student,

²⁾ Dept. of Biological and Environmental Science Dongguk University, Professor.

ABSTRACT

The purpose of this study is to prepare a plan for improving the bird habitat environment of Linear Park. To this end, after grasping the status of bird habitats on the Gyeongchun Line Forest Road, a representative linear park in Seoul, the habitat environment was evaluated and the correlation with the bird habitat was analyzed to derive a plan to improve the habitat environment. The results for correlation between diversity of birds and habitat environment were as follows. For the habitat environment inside the park, the order of positive correlation was in the order of park area (0.92), number of insect species (0.87), green area ratio (0.77), average width of linear park (0.74), Biotope area ratio (0.73), Immigration planted species (0.57). Also, for habitat environment outside the park, the bird diversity was influenced in the order of area outside the park (0.88), green area ratio of the park (0.76). Thus, in order to enhance the diversity of birds found in the park, the bird habitat environment inside the park needs to expand the park area, secure insect diversity, enhance green area ratio and ecological area ratio, expand the width of linear park, and lower the impermeable layer. For the bird habitat environment outside the park, wider area, green area ratio, and forest area of the park influenced on better bird habitation while lower ratio of road space and building-to-land ratio

* 이 논문은 서울시의 2019년도 경의선·경춘선숲길의 사업효과 분석용역(51-6110000-002201-01)에 의하여 연구되었습니다.

First author : Kim, Mi-Hu, Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk University Graduate School, Student, Tel: +82-2-449-0903, E-mail: glha0903@hanmail.net

Corresponding author : Oh, Choong-Hyeon, Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk University, Professor, Tel: +82-31-961-5123, E-mail: ecology@dgu.ac.kr

Received : 24 November, 2020. **Revised** : 14 December, 2020. **Accepted** : 14 December, 2020.

influenced on higher bird diversity. It is necessary to create an environment inhabitable for various species of birds and to make a healthy and pleasant city urban system for co-existence of human and living creatures.

Keywords: *Bird survey, Bird appearance diversity, legal protected species, Bird habitat environmental evaluation index, Gyeongchun Line Forest Road*

I. 서 론

우리나라는 도시지역의 인구 비율이 1960년대에 39.1%였으나 2019년도에 91.8%로 52.7%가 증가했다¹⁾. 도시로의 인구 이동으로 인해 도시개발이 가속화되어 자연 상태의 녹지가 점점 줄어들고 있다. 경제성과 편리함, 산업 활동으로 인한 도시화는 끊임없이 지속되고 있으며 도시가 확대되어 생물 서식 공간은 파괴되고 야생동물의 종수와 개체수가 줄어들고 있다(Choi, 2004). 그러나 도시에서도 한 평의 녹지를 지키고자 하는 노력은 있다. 법적으로 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에서 이용·개발과 보전을 위해 공원·녹지, 도시자연공원구역을 지정하도록 하고 있으며, 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률에 따라 다양한 공원이 조성되고 있다. 또 최근 들어 자연자원총량제로 도시 확장과 난개발에 의한 생태계 훼손을 막기 위해 녹지의 총량을 보존하고자 하는 움직임이 있다.

도시 안에 있는 녹지는 자연 상태 또는 인공적으로 조성된 녹지와 관계없이 그 안에 생물 서식 기능이 살아있는 녹지를 조성하는 것은 도시 생태계 보전을 위해 중요한 일이다(Kim et al., 2020). 도시 내 공원 및 녹지는 인간의 이용뿐만 아니라 생물 서식 공간으로서도 중요한 역할을 한다(Song, 2015). 생물 서식 기능이 향상된 녹지는 일반적인 녹지보다 인간의 정서 순화와 도시 온도 상승 저감, 환경 오염을 개선하는 효과가 크다(Park, 2009). 또한 시민들의 건강에도 좋은

영향을 주므로 도시 녹지의 생물 서식 기능 향상이 필요하다.

도시의 생태계 건강성 평가를 위해서는 생태계의 고차 소비자인 조류를 목표종으로 하는 생물 다양성 개선 연구가 필요하다(Cha and Park, 1999). 도시공원 내에는 일반인들의 생각 이상으로 다양한 조류종이 서식하며(Song, 2017) 야생조류가 서식한다는 것은 곤충과 식물 등 먹이자원이 풍부하다는 것을 의미한다(Park et al., 2020). 생태계의 고차 소비자로서 중요한 지위에 있는 조류가 폐사할 경우 생태계의 균형이 파괴될 수 있다.

조류 서식처에 대한 연구에서 Choi(2004)는 자연 식생과 층위 구조가 형성되고 생물 다양성이 높아 은신처와 먹이가 확보된 자연림이 야생조류가 선호하는 서식처라고 하였다. 또한 Lee(1997)는 조류 서식처는 도시림과 주변 패치를 고려해야 하고 조류 종수와 산림면적은 매우 밀접한 관계가 있다고 하였다. Song(2017)은 조류 서식에 영향을 주는 요인은 공원 면적, 공원 내부적 특성과 징검다리로서의 연결성이라고 하였다.

조류 서식과 관련된 부정적 요소에 대한 연구로는 Lee and Rhim(1998)이 건물, 도로, 토지의 과도한 이용, 관목층과 대경목 부재가 악영향을 주고, 葉山(1994)은 1ha 미만의 녹지는 녹지면적 규모가 작아 조류 출현 종수에 불리하게 작용한다고 하였다. Kwak et al.(2010)은 과도한 건폐율이 야생조류의 시각적 차폐에 영향을 주어 출현 개체수의 감소를 가져온다고 하였다. Kim 등은 조류 서식처 조성 시 도로 비율, 건폐율 등을 조류

1) 국가통계포털 <http://kosis.kr> (2020. 10. 20 검색)

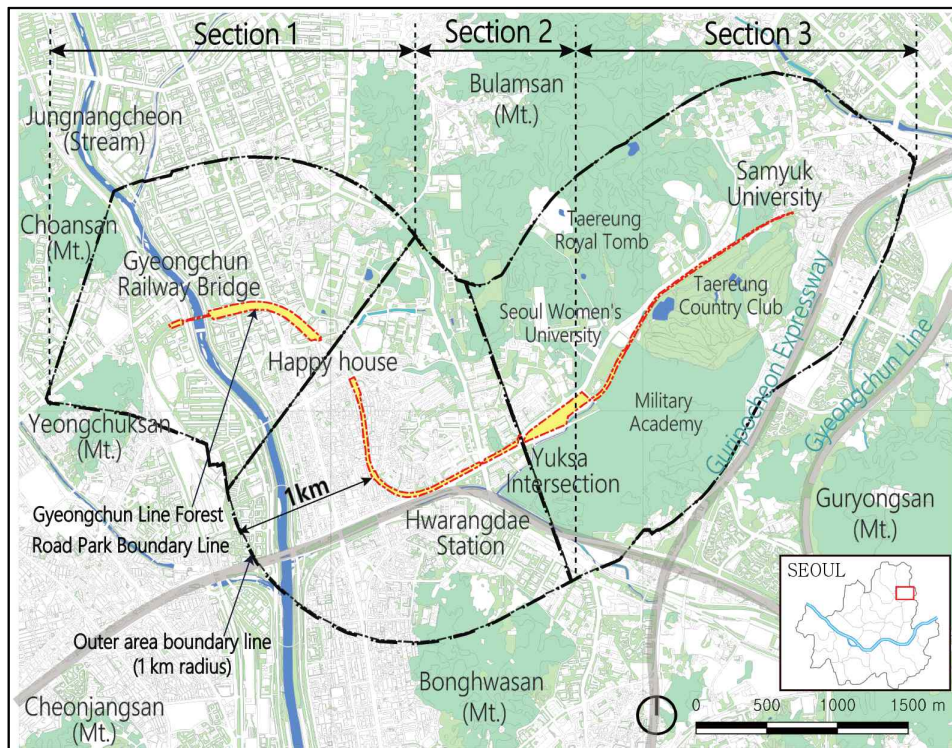


Figure 1. The location map of Gyeongchun Line Forest Road.
 Researcher recreated detailed design drawings(Seoul city, 2019)

서식처에 맞추어 최소화하는 것이 필요하다고 하였다(Kim, 2006; Park et al., 2020).

조류 종다양성에 영향을 주는 평가 지표에 대한 연구에서 Chae and Koo(2005)는 조류 다양성에 영향을 주는 인자의 순서가 곤충 종수, 비오 톱 면적 지수, 인접 도로와 거리 순이라고 하였다. Lee et al.(2010)은 조류 종다양성에 영향을 주는 요소로 식생 지수, 계곡으로부터 거리, 혼효림으로부터의 거리, 발 면적 등이 중요하다고 하였다. Nancy(1987)는 산림면적, 주변 건물, 관목의 밀도, 인간 간섭도가 영향을 준다고 하였고, 주변 하천이 있는 산림은 조류 종수 증가에 도움을 주는 것으로 보았다. So(2012)는 식생의 자연성, 층위 구조, 녹지율 등이 조류 출현 종수에 영향을 주는 것으로 보았다.

선형공원은 도시 녹지 네트워크를 연결하는 기능이 큰 장소이다. 최근 폐철도나 도로 등의

폐기반 시설이 도시 지역에 생겨나면서 이런 토지를 선형공원으로 조성하는 사례가 늘고 있다(Kullmann, 2012). 선형공원은 일반적인 공원보다 상대적으로 길이가 길기 때문에 공원 녹지의 생태적 연결성을 높여주어 생태계에 유리하게 작용할 수 있다(Kellett, 1998; Park et al., 2013; Cho, 2017). 선형공원 안에 있는 녹지의 연결은 조류 서식 및 이동을 위한 징검다리 역할을 한다. 선형공원은 선형이라는 입지적 특징으로 인해 도시 외곽에 있는 산림과 도시 내부 거점 녹지를 연결을 할 수 있는 생태적인 기능을 가지고 있다. 그러나 선형공원이 가지고 있는 생태네트워크 연결을 통한 생태적 건전성 확보 및 그 핵심이 되는 조류 서식 환경 등에 대한 연구가 미비하다. 따라서 본 연구는 선형공원의 생태적 건전성 확보의 핵심이 되는 조류 서식 현황을 파악한 후 서식환경 평가를 연구하여, 선형공원이 생태

적 건전성을 유지할 수 있도록 조류 서식 환경 개선 방안 마련을 연구의 목적으로 하였다.

II. 연구 대상지 및 연구 방법

1. 연구 대상지

본 연구의 대상지는 서울의 대표적 선형공원인 경춘선 숲길을 대상으로 하였다. 경춘선 숲길은 불암산, 봉화산, 수락산의 산림과 중랑천 및 주변 지천 수계와 연결되는 특징을 가지고 있다. 경춘선 숲길은 녹지와 수계가 조류 서식에 유리한 여건을 갖추고 있으나 이와 상충되게 주변의 높은 건폐율, 높은 도로 면적률, 녹지 부족 등 조류 서식에 불리한 여건도 함께 가지고 있다. 경춘선 숲길의 길이는 5.6km로서 경춘선 숲길 주변의 토지이용 특성을 고려하여 경춘철교에서 행복주택까지의 1구간(주택지), 행복주택에서 육사삼거리까지의 2구간(상업업무지), 육사삼거리에서 삼육대 정문까지의 3구간(녹지가 많은 지역)으로 구분된다(Figure 1). 서식환경은 공원 내부와 공원 경계선에서 주변 좌우 1km로 구분하여 조사하였다. 경춘선 숲길의 1구간은 중랑천을 끼고 있으며 도심 주택지로 둘러싸여 있다. 2구간은 도심 밀집도가 1구간보다 더 높은 편이며 선형공원의 폭이 평균 11m로 가장 좁은 편이다. 3구간은 태릉 골프장, 태·강릉, 구룡산, 불암산이 접해 있고 태릉 골프장 내 웅덩이, 주변 지천 등의 수계가 분포하고 있다.

2. 연구방법

1) 출현 생물 조사

출현 생물 조사는 서울시 도시생태현황도 조사에서 활용하는 방법을 준용하여 조사하였다. 출현 생물 조사는 선형공원에서 관찰되는 조류의 서식에 영향을 줄 수 있는 요소를 선정하여 조사하고 이들 간의 상관관계를 분석하였다.

(1) 식물 현황 조사 및 귀화율 분석

식물은 구간별로 식재종, 이입종, 침입외래식물종을 조사하였다. 식재종은 실시설계 도서를 통해 정리하였다. 귀화율은 (귀화식물 종수/전체 식물 종수)×100(%), 도시화지수는 (귀화식물 종수/전국 귀화식물 종수)×100(%)으로 산정하였다. 식물에 대한 동정은 Cho et al.(2016), Lee(2003), Kim et al.(2018)을 참고하여 작성하였다. 식물의 배열 순서와 학명은 The Korean Society of plant Taxonomists(2007)의 국가 표준 식물 목록과 Engler분류체계(Melchior, 1964)에 따라 정리하였다. 침입외래식물은 Jung(2014), Korea National Arboretum(2016)을 바탕으로 정리하였다.

(2) 곤충 현황 조사

곤충은 구간별로 목격법과 관찰 채집법을 병행하여 조사하였다. 조사 시기는 여름(2019년 7월 4일), 가을(2019년 10월 12일), 봄(2020년 4월 9일)으로 3회 조사하였다.

(3) 조류 현황 조사

조류 조사는 하천과 산림이 섞여 있는 특성상 선조사법(line transect census method)과 정점조사법(Point census)을 시행하였다. 중랑천과 목동천을 따라서는 선조사법을, 경춘철교 하단의 중랑천과 불암산 자락에 있는 태·강릉, 육군 사관학교 인근 호소가 인접한 부분은 정점조사를 진행하였다. 중랑천과 목동천은 물새류를 중심으로 조사하였고, 태릉 구간은 산림과 초지의 식생 점이지대로 산새류를 중심으로 조사하였다. 조류의 조사 시기는 여름(2019년 7월 4일), 가을(2019년 10월 12일), 겨울(2020년 1월 31일), 봄(2020년 4월 9일)으로 4회 조사하였다. 선조사는 대상 구간별로 산책로를 따라 양안에서 관찰되는 조류를 조사하였다. 정점조사는 주요 지점별로 조사하였으나 경춘선 숲길 공원의 구간별 특성상 조사 면적이 동일하지는 못했다. 조사 결과는 주요 분류군별로 출현 종수, 개체수, 보호종(천연기념물, 멸종 위기종, 서울시 보호종) 현황을 분석하였다.

Table 1. Bird habitat environmental evaluation index

Division		Habitat environment	Content of investigation	Unit
Habitat environment inside the park	Habitat type	Green space ratio	Green area compared to park area	%
		Biotope area ratio	Water Hydrologic Cycle area ratio to park area	%
		Impermeable ratio	Ratio of impermeable pavement area to park area	%
		Area of wetlands and waterways	Area of wetland and waterway area in the park	m ²
		Average width of linear park	Width of park	m
		The area of park	Area of park	m ²
	Food resources	Number of plant species	Planted species, Foreign species, Invasive foreign species, Total plant species	Number
		Number of insect species	Insect species in July and October	Number
Habitat environment outside the park	Around Environment	Green space ratio	Ratio of the area occupied by green areas within a radius of 1km	%
		Area ratio of roadway	Ratio of the area occupied by roadway within a radius of 1km	%
		Building-to-land ratio	Ratio of the area occupied by Buildings within a radius of 1km	%
		Biotope area of rivers and wetlands	Ratio of the area occupied by rivers and wetlands within a radius of 1km	m ²
		Area outside the park	Ratio of the area within 1km radius	m ²

2) 조류 서식환경 평가 지표 분석

조류 출현 종과 서식환경의 상관성 파악을 위한 평가 지표(Table 1) 설정은 도시생태현황지도 작성 지침 중 조류서식지 평가를 위한 서식환경 구축 기준을 따랐다(Ministry of Environment, 2007). 이에 따라 조류 서식환경을 내부 환경(공원 내부 서식환경)과 주변 환경(공원 외부 서식환경)으로 구분하고 평가 지표는 녹지율(식생 피복), 불투수층 비율, 건물 밀도(건폐율), 공원 면적, 도로 피복(도로 면적률), 녹지율, 곤충 종수, 식물 종수 등으로 평가 지표를 설정하였다. 공원 내부 서식환경은 서식처 형태와 먹이자원으로 구분하였다. 조류의 먹이자원은 식물 종수와 곤충 종수를 설정하였다. 주변 하천이 있는 산림에서 조류 종다양성이 높아진다고 하는 연구결과에 따라 공원 내부에서 습지 및 수로 면적, 공원 외부에서 하천 및 습지 비오톱 면적을 별도 설정하였다(Nancy, 1987).

3) 상관관계 분석

조류의 종수 및 개체수를 조사한 구간은 3개

구간이며 이를 감안하여 평가 지표와 분석을 위하여 상관관계 분석을 실시하였고 피어슨 상관계수를 사용하였다. 분석 프로그램은 SPSS Statistics 26을 사용하여 상관계수(Correlation coefficient)와 유의 확률(p-value)을 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 출현 생물 조사

1) 식물 출현 현황

경춘선 숲길 식물상 조사 결과, 83과 219속 276종 31변종 4품종 1아종으로 총 312분류군이 출현하였다(Table 2). 이 중 경춘선 숲길 내 식재종은 47과 86속 98종 13변종 4품종 115분류군, 공원조성 과정에서 매토·수목 식재 등으로 발생한 이입종은 56과 150속 188종 18변종 1아종 207분류군이 조사되었다. 양치식물은 2과 2속 2분류군(0.6%), 나자식물은 5과 7속 10분류군(3.2%), 단자엽식물은 7과 34속 47분류군(15.1%), 쌍자엽식물은 69과 176속 253분류군(81.1%)으로 나타났다. 목본식물은 94분류군으로 전체 출현 식물의 30.1%, 초본식물은 218

Table 2. The number of vascular plants in Gyeongchun Line Forest Road

Taxon	Family	Genus	Species	Subspecies	Variety	Form	Subtotal
Pteridophyta	2	2	2	-	-	-	2
Gymnospermae	5	7	10	-	-	-	10
Monocotyledoneae	7	34	40	6	1	-	47
Dicotyledoneae	69	176	224	25	3	1	253
Total	83	219	276	31	4	1	312

Table 3. The Present Status of Plants by Section in Gyeongchun Line Forest Road

Division	Section 1			Section 2			Section 3		
	Planted species	Foreign species	Invasive foreign species	Planted species	Foreign species	Invasive foreign species	Planted species	Foreign species	Invasive foreign species
Number of species	30	82	26	77	112	36	53	166	36

분류군으로 69.9%를 차지하였다. 상위로 많은 5개 과별 현황으로 국화과가 49분류군(15.7%)으로 가장 높으며, 벼과 28분류군(9%), 장미과 26분류군(8.3%), 콩과 13분류군(4.2%), 꿀풀과 11분류군(3.5%) 순으로 나타났다. 경춘선 숲길에서 출현한 총 312분류군의 식물종 중 침입외래식물은 초본식물인 흰명아주, 미국자리공, 개소시랑개비, 애기땅빈대, 달맞이꽃, 둥근잎유홍초, 개망초, 붉은서나물, 큰방가지똥, 털별꽃아재비, 구주개밀 등 50분류군, 목본식물인 아까시나무, 족제비싸리 등 2분류군이 나타나 총 52분류군이 조사되었다. 전체 귀화율은 16.7%, 도시화지수는 20.8%이다. 침입외래식물 중 과별 현황으로는 국화과가 22분류군(42.3%)으로 다른 분류군에 비해 높게 나타났으며, 메꽃과 4분류군(7.7%), 명아주과·콩과·가지과·벼과 각 3분류군(5.8%) 순으로 나타났다. 생태계교란 야생생물로 애기수영, 가시상추, 단풍잎돼지풀, 돼지풀, 미국쭈부쟁이, 서양등골나물 등 6분류군이 확인되었다.

구간별 식물 현황은 1구간 식물상 조사 결과, 식재종은 15과 24속 25종 4변종 1품종 30분류군이 조사되었다. 이입종은 28과 70속 78종 3변종 1아종 82분류군이 조사되었다. 침입외래식물은 26분류군이 확인되었다. 2구간 식물상 조사 결과, 식재종은 34과 62속 66종 9변종 2품종 77분류군이 조사되었다. 이입종은 38과 90속 105종 7변종

112분류군이 조사되었다. 침입외래식물은 36분류군이 확인되었다. 3구간 식물상 조사 결과, 식재종은 28과 43속 44종 7변종 2품종 53분류군이 조사되었다. 이입종은 51과 132속 152종 13변종 1아종 166분류군이 조사되었다. 침입외래식물은 36분류군이 확인되었다(Table 3).

2) 곤충 출현 현황

경춘선 숲길 육상 곤충 조사 결과, 여름철에는 8목 33과 53종 592개체가 출현하였다. 가을철에는 7목 19과 28종 270개체가 출현하였다. 봄철에는 3목 4과 5종 11개체가 출현하였다. 특별로 살펴보면, 여름철에는 딱정벌레목과 나비목이 13분류군(24.5%)으로 다른 분류군에 비해 많이 출현하였으며, 다음으로 노린재목 9분류군(17%), 파리목 7분류군(13.2%), 벌목 5분류군(9.4%), 잠자리목 3분류군(5.7%), 메뚜기목 2분류군(3.8%), 사마귀목 1분류군(1.9%) 순으로 조사되었다. 가을철에는 파리목이 8분류군(28.6%)으로 다른 분류군에 비해 많이 출현하였으며, 다음으로 나비목 6분류군(21.4%), 메뚜기목 4분류군(14.3%), 잠자리목·노린재목·벌목 3분류군(10.7%), 딱정벌레목 1분류군(3.6%) 순으로 조사되었다. 봄철에는 파리목 3분류군(60%), 벌목과 나비목 1분류군(20%) 순으로 조사되었다(Table 4).

우점종으로 여름철에는 인도불록진딧물 200

Table 4. The status of land insects in the Gyeongchun Line Forest Road

Division	Summer (July)		Autumn (October)		Spring (April)	
	Number of species	Ratio(%)	Number of species	Ratio(%)	Number of species	Ratio(%)
Odonata	3	5.7	3	10.7	-	-
Mantis	1	1.9	-	-	-	-
Orthoptera	2	3.8	4	14.3	-	-
Hemiptera	9	17	3	10.7	-	-
Coleoptera	13	24.5	1	3.6	-	-
Hymenoptera	5	9.4	3	10.7	1	20
Diptera	7	13.2	8	28.6	3	60
Lepidoptera	13	24.5	6	21.4	1	20
Total	53	100	28	100	5	100

Table 5. The status of seasonal insect species in the Gyeongchun Line Forest Road (top 5 or below)

Division	Summer (July)		Autumn (October)		Spring (April)		Behavior
	Number of species	Ratio (%)	Number of species	Ratio (%)	Number of species	Ratio (%)	
<i>Conocephalus exemptus</i> 긴꼬리썩새기	-	-	30	11.1	-	-	Eat <i>Pennisetum alopecuroides</i>
<i>Indomegoura indica</i> 인도불록진딧물	200	33.8	-	-	-	-	Eat <i>emerocallis fulva</i>
<i>Uroleucon sonchi</i> 방가지똥수염진딧물	-	-	70	25.9	-	-	Eat <i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Formica japonica</i> 곰개미	131	22.1	-	-	2	18.2	Individuals move by section
<i>Apis mellifera</i> 양봉꿀벌	85	14.4	-	-	-	-	Move, inhale the <i>Erigeron annuus</i>
<i>Dolichopus nitidus</i> 장다리파리	20	3.4	-	-	-	-	Rest and move
<i>Eristalis cerealis</i> 배짚은꽃등에	-	-	20	7.4	-	-	Inhale the <i>Chrysanthemum sibiricum</i> , <i>Aster yomena</i>
<i>Helophilus virgatus</i> 수중다리꽃등에	-	-	-	-	1	9.1	Move
<i>Calliphora lata</i> 큰검정파리	-	-	-	-	1	9.1	Rest
<i>Lucilia caesar</i> 금파리	-	-	-	-	2	18.2	Move
<i>Stomorhina obsoleta</i> 점박이꽃검정파리	-	-	35	13	-	-	Inhale the <i>Chrysanthemum sibiricum</i> , <i>Aster yomena</i>
<i>Pieris rapae</i> 배추흰나비	13	2.2	-	-	5	45.5	Inhale the <i>Erigeron annuus</i> , Move
<i>Pseudozizeeria maha</i> 남방부전나비	-	-	29	10.7	-	-	Inhale the <i>Chrysanthemum sibiricum</i> , <i>Aster yomena</i>

개체(33.8%)로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 곰개미 131개체(22.1%), 배추흰나비 85개체(14.4%), 양봉꿀벌 20개체(3.4%), 장다리파리 13개체(2.2%) 순으로 조사되었다. 곰개미는 벌목 개미과에 속하며 각 구간별로 개체 단위 이동이 확인되었고, 양봉꿀벌은 꿀벌과로 노루오줌, 털부처꽃, 개망초 등 개화식물을 중심으로 흡밀 및 이동 중이었다. 가을철에는 방가지똥수염진딧물이 70개체(25.9%)로 가장 많이 출현되었으며, 다음으로 점박이꽃검정파리 35개체(13%), 긴꼬리썩새기 30개체(11.1%), 남방부전나비 29개체

(10.7%), 배짚은꽃등에 20개체(7.4%) 순으로 조사되었다. 봄철에는 배추흰나비 5개체(45.5%)로 가장 많이 출현 되었으며 다음으로 곰개미·금파리 각 2개체(18.2%), 수중다리꽃등에, 큰검정파리 각 1개체(9.1%) 순으로 조사되었다(Table 5).

구간별 곤충 출현 조사 결과, 1구간의 곤충 현황은 여름(7월)에는 4목 7과 7종 57개체 출현하였고 가을(10월)에는 3목 3과 3종 73개체 출현하였다. 봄(4월)에는 1목 1과 1종 1개체 출현하였다. 2구간의 곤충 현황은 여름(7월)에는 5목 10과 12종 99개체 출현하였다. 가을(10월)에는 3목 7과 8종

Table 6. The Present Status of Insects in the Gyeongchun Line Forest Road

Division	Summer (July)			Autumn (October)			Spring (April)		
	Section 1	Section 2	Section 3	Section 1	Section 2	Section 3	Section 1	Section 2	Section 3
Number of species	7	12	42	3	8	24	1	3	1
Number of populations	57	99	415	73	44	150	1	7	2

Table 7. The number of species and populations of birds appearing in each section in Gyeongchun Line Forest Road

Name of family	Name of species	Summer (July)			Autumn (October)			Winter (January)			Spring (April)		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Ph	<i>Phasianus colchicus karoowi</i> 꿩	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1
	<i>Aix galericulata</i> 원앙	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
	<i>Anas strepera</i> 알락오리	-	-	-	-	-	-	4	-	-	2	-	-
An	<i>Anas platyrhynchos platyrhynchos</i> 청둥오리	3	-	-	7	-	-	9	-	4	2	-	2
	<i>Anas poecilorhyncha zonorhyncha</i> 흰뺨검둥오리	5	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	5
	<i>Mergus menganser merganser</i> 비오리	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Po	<i>Tachybaptus ruifollis poggei</i> 논병아리	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1
	<i>Ardea cinerea jowei</i> 왜가리	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Ardea alba modesta</i> 중대백로	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Ar	<i>Ardea alba alba</i> 대백로	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	<i>Egretta garzetta garzetta</i> 쇠백로	1	-	-	20	-	-	1	-	1	1	-	-
Fa	<i>Falco subbuteo subbuteo</i> 새호리기	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Co	<i>Phalacrocorax carbo sinensis</i> 민물가마우지	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3
Ch	<i>Charadrius placidus</i> 흰목물떼새	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Sc	<i>Actitis hypoleucos</i> 갑작도요	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Col	<i>Streptopelia orientalis orientalis</i> 멧비둘기	-	-	2	-	2	1	2	-	7	2	-	3
	<i>Columba livia</i> 집비둘기	4	-	-	-	3	-	2	-	-	16	-	-
Cu	<i>Cuculus canorus canorus</i> 삿갓새	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cor	<i>Eurystomus orientalis calonyx</i> 파랑새	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	<i>Alcedo atthis bengalensis</i> 물총새	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Pi	<i>Dendrocopos kizuki seebohmii</i> 쇠딱디구리	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Dendrocopos major japonicus</i> 오색딱디구리	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Ol	<i>Oriolus chinensis diffusus</i> 피꼬리	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Cyanopica cyana koreensis</i> 물까치	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Corv	<i>Pica pica sericea</i> 까치	-	-	1	3	1	5	2	2	20	-	2	6
	<i>Corvus macrorhynchos macrorhynchos</i> 큰부리까마귀	-	-	1	-	2	-	-	-	4	-	1	5
	<i>Parus major minor</i> 박새	-	-	3	-	8	14	2	1	9	-	-	3
Pa	<i>Parus ater pekinensis</i> 진박새	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Parus varius varius</i> 곤출박이	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
	<i>Parus palustris hellmayri</i> 쇠박새	-	-	-	-	-	3	-	3	7	-	-	2
Ae	<i>Aegithalos caudatus magnus</i> 오목눈이	-	-	-	-	-	10	5	-	5	-	-	1
Py	<i>Microscelis amurotis amurotis</i> 직박구리	2	-	2	1	1	4	6	8	10	1	4	5
Ce	<i>Phylloscopus inornatus</i> 노랑눈썹새	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Ti	<i>Paradoxornis webbianus fulvicauda</i> 붉은머리오목눈이	-	-	10	-	-	10	-	-	-	-	-	15
Tu	<i>Turdus pallidus</i> 흰배지빠귀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Turdus naumanni</i> 노랑지빠귀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Mu	<i>Phoenicurus aureus aureus</i> 딱새	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	2
Pl	<i>Passer montanus saturatus</i> 참새	17	16	6	2	-	31	30	36	72	10	4	17
Mo	<i>Motacilla alba lugens</i> 백할미새	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	<i>Fringilla montifringilla</i> 되새	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	1
Fr	<i>Coccothraustes coccothraustes japonicus</i> 콩새	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1
	<i>Eophona migratoria migratoria</i> 말화부리	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	1
	<i>Emberiza tristrani</i> 흰배멧새	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Em	<i>Emberiza elegans elegans</i> 노랑턱멧새	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-
	<i>Emberiza spodocephala personata</i> 족새	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Number of species		9	1	13	9	6	15	16	9	15	9	5	26
Number of individual		35	16	34	37	17	94	72	52	159	45	12	88

* A : Section 1, B : Section 2, C: Section 3,

Ph : Phasianidae 꿩과, An : Anatinae 오리과, Po : Podicipedidae 논병아리과, Ar : Ardeidae 백로과, Fa : Falconidae 매과, Co : Cormorant 가마우지과, Ch : Charadriidae 물떼새과, Sc : Scolopacidae 도요과, Col : Columbidae 비둘기과, Cu : Cuculidae 두견이과, Cor : Coraciidae 파랑새과, Al : Alcedinidae 물총새과, Pi : Picidae 딱따구리과, Ol : Old World Oriole 피꼬리과, Corv : Corvidae 까마귀과, Pa : Paridae 박새과, Ae : Aegithalidae 오목눈이과, Py : Pycnonotidae 직박구리과, Ce : Cettiidae 휘파람새과, Ti : Timalidae 붉은머리오목눈이과, Tu : Turdidae 지빠귀과, Mu : Muscicapidae 솔딱새과, Pl : Ploceidae 참새과, Mo : Motacillidae 할미새과, Fr : Fringillidae 되새과, Em : Emberizidae 멧새과

44개체 출현하였고 봄(4월)에는 2목 3과 3종 7개체 출현하였다.

3구간의 곤충 현황은 여름(7월)에는 7목 32과 42종 415개체 출현하였고 가을(10월)에는 7목 17과 24종 150개체 출현하였고 봄(4월)에는 1목 1과 1종 2개체 출현하였다(Table 6).

3) 조류 출현 현황

(1) 경춘선 숲길 구간별 조류 출현 현황

경춘선 숲길 조류 조사 결과, 여름철에는 14과 23종 85개체, 가을철에는 14과 30종 148개체, 겨울철에는 16과 40종 283개체, 봄철에는 19과 40종 145개체로 총 26과 45종 661개체(최대치)가 확인되었다(Table 7).

경춘선 숲길 조류 출현은 꿩, 원앙, 흰뺨검둥오리, 논병아리, 왜가리, 쇠백로, 갯작도요, 멧비둘기, 집비둘기, 오색딱따구리, 까치, 박새, 오목눈이, 직박구리, 붉은머리오목눈이, 딱새, 참새 등 텃새 30종(66.7%), 새호리기, 삻꾸기, 파랑새, 피꼬리, 밀화부리 등 여름철새 6종(13.3%), 알락오리, 대백로, 백할미새, 콩새 등 겨울철새 6종(13.3%), 노랑눈썹솔새, 흰배멧새 등 나그네새 3종(6.7%) 등 총 45종이 출현했고 텃새가 다른 출현 유형에 비해 다양하게 관찰되었다(Table 8).

토지이용 유형별로 산림에서는 꿩, 삻꾸기, 파랑새, 피꼬리, 쇠딱따구리, 오색딱따구리, 노랑눈썹솔새, 밀화부리, 흰배멧새 등 27종이 출현하였다. 대상지 내 포함되는 중랑천 수계와 육군사관학교

Table 8. The species and names of birds on the Gyeongchun Line Forest Road

Type of appearance	The number of species	Rate of appearance (%)	Name of a species
Resident bird	30	66.7	<i>Phasianus colchicus karoowi</i> 꿩, <i>Aix galericulata</i> 원앙, <i>Anas platyrhynchos platyrhynchos</i> 청둥오리, <i>Anas poecilorhyncha zonorhyncha</i> 흰뺨검둥오리, <i>Mergus menganser merganser</i> 비오리, <i>Tachybaptus ruficollis poggei</i> 논병아리, <i>Ardea cinerea jouyi</i> 왜가리, <i>Ardea alba modesta</i> 중대백로, <i>Egretta garzetta garzetta</i> 쇠백로, <i>Phalacrocorax carbo sinensis</i> 민물가마우지, <i>Charadrius placidus</i> 흰목물떼새, <i>Actitis hypoleucos</i> 갯작도요, <i>Streptopelia orientalis orientalis</i> 멧비둘기, <i>Columba livia</i> 집비둘기, <i>Alcedo atthis bengalensis</i> 물총새, <i>Dendrocopos kizuki seebohmii</i> 쇠딱따구리, <i>Dendrocopos major japonicus</i> 오색딱따구리, <i>Cyanopica cyana koreensis</i> 물까치, <i>Pica pica sericea</i> 까치, <i>Corvus macrorhynchos macrorhynchos</i> 큰부리까마귀, <i>Parus majo rminor</i> 박새, <i>Parus ater pekinensis</i> 진박새, <i>Parus varius varius</i> 곤줄박이, <i>Parus palustris hellmayri</i> 쇠박새, <i>Aegithalos caudatus magnus</i> 오목눈이, <i>Microscelis amaurotis amaurotis</i> 직박구리, <i>Paradoxornis webbianus fulvicauda</i> 붉은머리오목눈이, <i>Phoenicurus aureoreus aureoreus</i> 딱새, <i>Passer montanus saturatus</i> 참새, <i>Emberiza elegans elegans</i> 노랑턱멧새
Summer Migratory Birds	6	13.3	<i>Falco subbuteo subbuteo</i> 새호리기, <i>Cuculus canorus canorus</i> 삻꾸기, <i>Eurystomus orientalis calonyx</i> 파랑새, <i>Oriolus chinensis diffusus</i> 피꼬리, <i>Turdus pallidus</i> 흰배지빠귀, <i>Eophona migratoria migratoria</i> 밀화부리
winter migratory birds	6	13.3	<i>Anas strepera</i> 알락오리, <i>Ardea alba alba</i> 대백로, <i>Turdus naumanni</i> 노랑지빠귀, <i>Motacilla alba lugens</i> 백할미새, <i>Fringilla montifringilla</i> 되새, <i>Coccothraustes coccothraustes japonicus</i> 콩새
Traveler's bird	3	6.7	<i>Phylloscopus inornatus</i> 노랑눈썹솔새, <i>Emberiza tristrami</i> 흰배멧새, <i>Emberiza spodocephala personata</i> 축새
Total	45	100	

Table 9. Land use type of Birds in Gyeongchunseon Forest Road

Type of land use	Section	Spot	Number of species	Rate of appearance (%)	Name of a species
Forest	Section 3	The trees of the forest, forest edge, ground surface	27	60	<i>Phasianus colchicus karoowi</i> 꿩, <i>Streptopelia orientalis orientalis</i> 멧비둘기, <i>Cuculus canorus canorus</i> 빠꾸기, <i>Eurystomus orientalis calonyx</i> 과랑새, <i>Dendrocopos kizuki seebohmi</i> 쇠딱따구리, <i>Dendrocopos major japonicus</i> 오색딱따구리, <i>Oriolus chinensis diffusus</i> 피꼬리, <i>Cyanopica cyana koreensis</i> 물까치, <i>Pica pica sericea</i> 까치, <i>Parus major minor</i> 박새, <i>Parus ater pekinensis</i> 진박새, <i>Parus varius varius</i> 곤줄박이, <i>Parus palustris hellmayri</i> 쇠박새, <i>Aegithalus caudatus magnus</i> 오목눈이, <i>Microscelis amaurotis amaurotis</i> 직박구리, <i>Phylloscopus inornatus</i> 노랑눈썹새, <i>Paradoxornis webbiana fulvicauda</i> 붉은머리오목눈이, <i>Turdus pallidus</i> 흰배지빠귀, <i>Turdus naumanni</i> 노랑지빠귀, <i>Phoenicurus aureus aureus</i> 딱새, <i>Passer montanus saturatus</i> 참새, <i>Fringilla montifringilla</i> 되새, <i>Coccothraustes coccothraustes japonicus</i> 콩새, <i>Eophona migratoria migratoria</i> 밀화부리, <i>Emberiza tristrami</i> 흰배멧새, <i>Emberiza elegans elegans</i> 노랑턱멧새, <i>Emberiza spodocephala personata</i> 족새
Wetlands	Section 3, Section 1	Wetland of Taereung Golf Course, The river of Mukdongcheon, Wetlands of the Military Academy, Jungnangcheon Stream	15	33.3	<i>Aix galericulata</i> 원앙, <i>Anas strepera</i> 알락오리, <i>Anas platyrhynchos platyrhynchos</i> 청둥오리, <i>Anas poecilorhyncha zonorhyncha</i> 흰뺨검둥오리, <i>Mergus menganser merganser</i> 비오리, <i>Tachybaptus ruficollis poggei</i> 논병아리, <i>Ardea cinerea juyi</i> 왜가리, <i>Ardea alba modesta</i> 중대백로, <i>Ardea alba alba</i> 대백로, <i>Egretta garzetta garzetta</i> 쇠백로, <i>Phalacrocorax carbo sinensis</i> 민물가마우지, <i>Charadrius placidus</i> 흰목물떼새, <i>Actitis hypoleucos</i> 갯도요, <i>Alcedo atthis bengalensis</i> 물총새, <i>Motacilla alba lugens</i> 백할미새
A city district	Section 1, Section 2	Residential Area, Street trees and planting sites	6	13.3	<i>Columba livia</i> 집비둘기, <i>Pica pica sericea</i> 까치, <i>Corvus macrorhynchos macrorhynchos</i> 큰부리까마귀, <i>Parus major minor</i> 박새, <i>Microscelis amaurotis amaurotis</i> 직박구리, <i>Passer montanus saturatus</i> 참새
Sky	Section 3	The air of the sky	1	2.2	<i>Falco subbuteo subbuteo</i> 새호리기

인근 습지에서는 원앙, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 논병아리, 왜가리, 중대백로, 쇠백로, 민물가마우지, 흰목물떼새, 갯도요, 물총새 등 물새류 15종(33.3%)이 확인되었다. 시가지에서는 집비둘기, 까치, 큰부리까마귀, 박새, 직박구리, 참새 등 도시 친화성 조류 6종이 출현하였다(Table 9).

계절별 출현 종수를 살펴보면 여름철의 경우, 대상지 내 조류 전체 86개체 중 제1우점종으로 참새 39개체(45.4%), 제2우점종으로 붉은머리오목눈이 10개체(11.6%)로 조사되었다. 가을철의 경우, 대상지 내 조류 전체 149개체 중 제1우점종으로 참새 33개체(22.2%), 제2우점종으로 박새 22

개체(14.8%), 겨울철의 경우, 대상지 내 조류 전체 312개체 중 제1우점종으로 참새 158개체(50.6%), 제2우점종으로 까치 26개체(8.3%)로 조사되었다. 봄철의 경우, 대상지 내 전체 조류 135개체 중 제1우점종으로 참새 28개체(20%), 제2우점종으로 집비둘기 19개체(13.6%)가 조사되었다. 대상지 내 주요 우점종으로 도시 친화성 조류인 참새가 우점하고 있다(Table 10).

(2) 법적 보호종 출현 현황

대상지 내 법적 보호종은 천연기념물 327호 원앙, 멸종 위기종 II급인 새호리기, 흰목물떼새

Table 10. The population of major seasonal bird species.

Season (month)	Dominant species	Number of populations	Ratio of populations(%)
Summer (July)	First dominant species : <i>Passer montanus saturatus</i> 참새	39	45.4
	Secondary dominant species : <i>Paradoxornis webbianus fulvicauda</i> 붉은머리오목눈이	10	11.6
Autumn (October)	First dominant species : <i>Passer montanus saturatus</i> 참새	33	22.2
	Secondary dominant species : <i>Parus major rminor</i> 박새	22	14.8
Winter (January)	First dominant species : <i>Passer montanus saturatus</i> 참새	158	50.6
	Secondary dominant species : <i>Pica pica sericea</i> 까치	26	8.3
Spring (April)	First dominant species : <i>Passer montanus saturatus</i> 참새	28	20.0
	Secondary dominant species : <i>Columba livia</i> 집비둘기	19	13.6

Table 11. The status and habitat of legal protected species

Division	Name of a species	Appeared section	Habitat
Natural monument 327	<i>Aix galericulata</i> 원앙	3	Discovering a resting person in a puddle in Taereung Golf Course, Bulam Mountain and Tae-Gangneung Mokdongcheon Stream, Wetlands around the Military Academy
Endangered species Class II	<i>Falco subbuteo subbuteo</i> 새호리기	3	In the sky near the Military Academy within a 500m radius of the target area Rest in flight and artificial structures
	<i>Charadrius placidus</i> 흰목물떼새	1	Low depth and gravel sandbar, Upstream of Jungnangcheon
Protected Species of Seoul City	<i>Alcedo atthis bengalensis</i> 물총새,	3	Mukdongcheon, Jungnangcheon
	<i>Dendrocopos kizuki seebohmi</i> 쇠딱따구리, <i>Dendrocopos major japonicus</i> 오색딱따구리, <i>Oriolus chinensis diffusus</i> 피꼬리, <i>Parus major rminor</i> 박새		Bulam Mountain and Tae-Gangneung

와 서울시 보호종으로 지정된 물총새, 쇠딱따구리, 오색딱따구리, 피꼬리, 박새가 나타났다 (Table 11).

2. 조류 서식환경 조사

1) 공원 내부 서식환경

공원 내부 녹지율은 1구간 49%, 2구간 50%, 3구간 61%이다. 생태면적률은 1구간 50%, 2구간 52%, 3구간 63%다. 불투수층 비율은 1구간 47%, 2구간 45%, 3구간 31%이다. 습지 및 수로 면적은 1구간 13m²이다. 공원 면적은 1구간 54,919m², 2구간 48,170m², 3구간 67,538m²이다. 먹이자원에서

식물 종수는 식재된 종이 1구간 30종, 2구간 77종, 3구간 53종이다. 이입종은 1구간 82종, 2구간 112종, 3구간 166종이다. 침입외래종은 1구간 26종, 2구간 36종, 3구간 36종이다. 곤충의 종수는 7월의 곤충 종수는 1구간 7종, 2구간 12종, 3구간 42종이다. 10월의 곤충 종수는 1구간 3종, 2구간 8종, 3구간 24종이다(Table 12). 이를 종합하면 서식지 조건은 3구간이 가장 우수하고 다음으로 2구간, 1구간 순으로 양호한 것으로 분석되었다. 먹이자원 조건은 식재된 종과 침입외래종은 2구간이 가장 우수하고 다음으로 3구간, 1구간 순으로 양호한 것으로 분석되었다. 이입종은 3구간, 2

Table 12. Inner habitat environment of Gyeongchun Line Forest Road

Section	Habitat type						Food resources				
	Green space ratio (%)	Biotope area ratio (%)	Impermeable ratio (%)	Area of wetlands and waterways (m ²)	Average width of linear park (m)	The area of a park (m ²)	Number of plant species			Number of insect species	
							Planted species	Foreign species	Invasive foreign species	July	October
1	49	50	47	13	60	54,919	30	82	26	7	3
2	50	52	45	-	11	48,170	77	112	36	12	8
3	61	63	31	-	52	67,538	53	166	36	42	24

Table 13. External habitat environment of Gyeongchun Line Forest Road

Section	Green space ratio (%)	Area ratio of roadway (%)	Building-to-land ratio (%)	Biotope of rivers and wetlands (m ²)	Area outside the park (m ²)
1	26	14	37	179,063	4,055,885
2	29	13	31	226,666	3,506,346
3	57	8	21	92,716	6,254,534

구간, 1구간 순으로 양호하게 분석되었다. 7월의 곤충 종수는 3구간, 2구간, 1구간 순으로 양호한 것으로 분석되었다. 10월의 곤충 종수는 3구간, 2구간, 1구간 순으로 양호하게 분석되었다.

2) 공원 외부 서식환경

공원 외부 서식환경을 조사한 결과 녹지율은 1구간 26%, 2구간 29%, 3구간 57%이다. 도로 면적률은 1구간 14%, 2구간 13%, 3구간 8%다. 건폐율은 1구간 37%, 2구간 31%, 3구간 21%이다. 하천 및 습지 면적은 1구간 179,063m², 2구간 226,666m², 3구간 92,716m²다. 공원 외부 면적은 1구간 4,055,885m², 2구간 3,506,346m², 3구간 6,254,534m²이다(Table 13). 외부 서식환경을 종합한 결과 녹지율 기준으로는 3구간, 2구간, 1구간 순으로 양호하게 나타났다. 다만 3구간의 경우 하천 및 습지 비오톱 면적이 가장 작게 나타나 하천 및 습지를 기준으로 할 경우에는 2구간, 1구간, 3구간 순으로 양호하게 나타났다.

3. 조류 종다양성과 서식환경 평가 지표간 상관분석

1) 조류 종수와 평가 지표의 상관분석

계절별 조류 출현 종수와 평가 항목과의 상관관

계를 Table 14와 같이 분석하였다. 7월 조류 종수와 상관계수에서는 공원 내부 서식환경에 대한 양의 상관관계 순서는 공원면적(0.94), 선형공원 평균 폭(0.88), 녹지율(0.70), 생태면적률(0.66), 7월 곤충 종수(0.66) 순으로 나타났다. 공원 외부 서식환경에서 양의 상관관계 순서는 면적(0.87), 녹지율(0.7) 순으로 나타났다. 10월 조류 종수와 공원 내부 서식환경의 양의 상관관계 순서는 공원면적(1.00), 녹지율(0.92), 생태면적률(0.89), 이입종(0.77), 선형공원 평균 폭(0.65) 순이다. 1월 조류 종수와 공원 내부 서식환경의 양의 상관관계 순서는 선형공원 평균 폭(1.00), 공원면적(0.68), 습지 및 수로 면적(0.61) 순으로 나타났다. 4월 조류 종수와 공원 내부 서식환경의 양의 상관관계 순서는 공원면적(0.99), 녹지율(0.97), 생태면적률(0.95), 이입종(0.86) 순이다. 공원 외부 서식환경에서는 외부 면적(1.00), 외부 녹지율(0.96) 순이다.

4계절의 조류 종수 평균과 공원 내부 서식환경의 양의 상관관계 순서는 공원면적(0.90), 10월 곤충 종수(0.85), 선형공원 평균 폭(0.76), 녹지율(0.73), 생태면적률(0.69), 7월 곤충 종수(0.66) 순이다. 외부 서식환경에서는 면적(0.85), 녹지율(0.72) 순이다. 음의 상관관계는 공원 내부 서식

Table 14. Analysis of the correlation between the number of bird species with the evaluation index

Division	Evaluation Item	The number of bird species in July (Correlation coefficient, p-value)	The number of bird species in October (Correlation coefficient, p-value)	The number of bird species in January (Correlation coefficient, p-value)	The number of bird species in April (Correlation coefficient, p-value)	Average (Correlation coefficient, p-value)
Habitat environment inside the park	Green space ratio	0.70 (0.502)	0.92 (0.26)	0.31 (0.799)	0.97 (0.163)	0.73 (0.431)
	Biotope area ratio	0.66 (0.546)	0.89 (0.304)	0.25 (0.842)	0.95 (0.206)	0.69 (0.474)
	Impermeable ratio	-0.68 (0.528)	-0.90 (0.285)	-0.27 (0.824)	-0.96 (0.188)	-0.70 (0.456)
	Area of wetlands and waterways	0.19 (0.879)	-0.19 (0.879)	0.61 (0.582)	-0.34 (0.781)	0.07 (0.780)
	Average width of linear park	0.88 (0.310)	0.65 (0.552)	1.00* (0.01)	0.52 (0.649)	0.76 (0.380)
	The area of park	0.94 (0.231)	1.00* (0.011)	0.68 (0.528)	0.99 (0.108)	0.90 (0.219)
	Planted species	-0.66 (0.538)	-0.34 (0.78)	-0.93 (0.241)	-0.19 (0.877)	-0.53 (0.609)
	Foreign species	0.48 (0.684)	0.77 (0.442)	0.03 (0.980)	0.86 (0.344)	0.53 (0.612)
	Invasive foreign species	-0.19 (0.879)	0.19 (0.879)	-0.61 (0.582)	0.34 (0.781)	-0.07 (0.780)
	Total plant species	0.09 (0.946)	0.45 (0.704)	-0.37 (0.758)	0.58 (0.606)	0.19 (0.753)
	Number of insect species in July	0.66 (0.539)				0.66 (0.539)
	The number of insect species in October		0.85 (0.359)			0.85 (0.359)
Habitat environment outside the park	Area ratio of external green space	0.70 (0.510)	0.91 (0.268)	0.30 (0.807)	0.96 (0.171)	0.72 (0.439)
	Area ratio of external roadway	-0.65 (0.554)	-0.88 (0.312)	-0.23 (0.85)	-0.94 (0.214)	-0.68 (0.482)
	Area ratio of external building area	-0.46 (0.696)	-0.76 (0.454)	-0.01 (0.993)	-0.85 (0.357)	-0.52 (0.625)
	Area ratio of external wetlands and waterways	-0.94 (0.226)	-1.00* (0.016)	-0.68 (0.523)	-0.98 (0.113)	-0.90 (0.220)
	External area	0.87 (0.333)	0.99 (0.091)	0.55 (0.630)	1.00** (0.006)	0.85 (0.265)

*p < 0.05; **p < 0.01.

환경에서 불투수층 비율(-0.70), 외부 서식환경에서 외부 도로 면적률(-0.68)이 뚜렷한 음의 상관관계로 나타났다. 그런데 외부 하천 및 습지의 값이 -0.90인 것은 하천 및 습지 비오톱 면적이 가장 낮은 3구간에서 조류 종수가 가장 많았기 때문이다. 그 이유는 3구간 내에 불암산, 구룡산, 태·강릉이 있어 이곳에 서식하는 평, 뺨꾸기, 파

랑새, 피꼬리 등의 산새들이 다양하게 나타나 하천 및 습지 면적이 적음에도 조류 종수가 가장 많았기 때문이다. 또한 하천의 면적이 가장 큰 2구간은 주변이 대부분 주택지로서 하천 및 습지 면적이 넓음에도 불구하고 발견되는 종이 텃새류들로 비교적 단순하게 출현하여 하천 및 습지 비오톱과의 상관관계가 -0.90으로 분석되었다.

Table 15. Analysis of correlation between bird population with evaluation index

Division	Evaluation Item	The number of bird population in July (Correlation coefficient, p-value)	The number of bird population in October (Correlation coefficient, p-value)	The number of bird population in January (Correlation coefficient, p-value)	The number of bird population in April (Correlation coefficient, p-value)	Average (Correlation coefficient, p-value)
Habitat environment inside the park	Green space ratio	0.39 (0.744)	0.95 (0.209)	0.97 (0.160)	0.87 (0.333)	0.80 (0.361)
	Biotope area ratio	0.33 (0.788)	0.92 (0.252)	0.95 (0.204)	0.83 (0.376)	0.76 (0.405)
	Impermeable ratio	-0.35 (0.77)	-0.93 (0.234)	-0.96 (0.186)	-0.85 (0.358)	-0.77 (0.387)
	Area of wetlands and waterways	0.54 (0.637)	-0.27 (0.828)	-0.34 (0.779)	-0.08 (0.952)	-0.04 (0.799)
	Average width of linear park	0.99 (0.067)	0.58 (0.603)	0.52 (0.651)	0.73 (0.479)	0.71 (0.45)
	Area of a park	0.74 (0.473)	1.00 (0.062)	0.98 (0.111)	1.00 (0.062)	0.93 (0.177)
	Planted species	-0.89 (0.296)	-0.26 (0.831)	-0.19 (0.880)	-0.44 (0.707)	-0.45 (0.678)
	Foreign species	0.12 (0.926)	0.82 (0.390)	0.86 (0.342)	0.69 (0.514)	0.62 (0.543)
	Invasive foreign species	-0.54 (0.637)	0.27 (0.828)	0.34 (0.779)	0.08 (0.952)	0.04 (0.799)
	Total plant species	-0.29 (0.812)	0.52 (0.652)	0.58 (0.604)	0.34 (0.777)	0.29 (0.711)
	Number of insect species in July	0.34 (0.781)				0.34 (0.781)
	The number of insect species in October		0.89 (0.307)			0.89 (0.307)
	Habitat environment outside the park	Area ratio of external green space	0.38 (0.752)	0.94 (0.217)	0.97 (0.168)	0.86 (0.341)
Area ratio of external roadway		-0.32 (0.796)	-0.92 (0.260)	-0.95 (0.212)	-0.82 (0.384)	-0.75 (0.413)
Area ratio of external building area		-0.10 (0.939)	-0.81 (0.403)	-0.85 (0.355)	-0.68 (0.527)	-0.61 (0.556)
Area ratio of external wetlands and waterways		-0.74 (0.468)	-0.99 (0.067)	-0.98 (0.116)	-1.00 (0.057)	-0.93 (0.177)
External area		0.62 (0.575)	1.00* (0.04)	1.00** (0.009)	0.97 (0.164)	0.90 (0.197)

*p < 0.05; **p < 0.01.

2) 조류 개체수와 평가 지표의 상관분석

계절별 조류 출현 개체수와 평가 항목과의 상관관계는 Table 15와 같다. 7월 조류 개체수와 공원 내부 서식환경의 양의 상관관계 순서는 선형공원 평균 폭(0.99), 공원 면적(0.74) 순이다. 공

원 외부 서식환경에서 양의 상관관계는 외부 면적(0.62)이 가장 높게 나타났다. 10월 조류 개체수와 공원 내부 서식환경의 양의 상관관계 순서는 공원면적(1.00), 녹지율(0.95), 생태면적률(0.92), 10월 곤충 종수(0.89), 이입종(0.82) 순이다. 공원

Table 16. Analysis of correlation between bird species with population

Division	Evaluation Item	Number of species (Correlation coefficient, p-value)	Number of populations (Correlation coefficient, p-value)	Average (Correlation coefficient, p-value)
Habitat environment inside the park	Green space ratio	0.73 (0.431)	0.80 (0.361)	0.77 (0.396)
	Biotope area ratio	0.69 (0.474)	0.76 (0.405)	0.73 (0.439)
	Impermeable ratio	-0.70 (0.456)	-0.77 (0.387)	-0.74 (0.421)
	Area of wetlands and waterways	0.07 (0.780)	-0.04 (0.799)	0.02 (0.789)
	Average width of linear park	0.76 (0.380)	0.71 (0.45)	0.74 (0.415)
	Area of a park	0.90 (0.219)	0.93 (0.177)	0.92 (0.198)
	Planted species	-0.53 (0.609)	-0.45 (0.678)	-0.49 (0.643)
	Foreign species	0.53 (0.612)	0.62 (0.543)	0.57 (0.577)
	Invasive foreign species	-0.07 (0.780)	0.04 (0.799)	-0.02 (0.789)
	Total plant species	0.19 (0.753)	0.29 (0.711)	0.24 (0.732)
	Number of insect species in July	0.66 (0.539)	0.34 (0.781)	0.50 (0.66)
	Number of insect species in October	0.85 (0.359)	0.89 (0.307)	0.87 (0.333)
	Habitat environment outside the park	Area ratio of external green space	0.72 (0.439)	0.79 (0.369)
Area ratio of external roadway		-0.68 (0.482)	-0.75 (0.413)	-0.72 (0.442)
Area ratio of external building area		-0.52 (0.625)	-0.61 (0.556)	-0.57 (0.590)
Area ratio of external wetlands and waterways		-0.90 (0.220)	-0.93 (0.177)	-0.92 (0.198)
External area		0.85 (0.265)	0.90 (0.197)	0.88 (0.231)

외부 서식환경에서 양의 상관관계는 면적(1.00), 녹지 면적(0.94) 순이다. 1월 조류 개체수와 공원 내부 서식환경의 양의 상관관계 순서는 공원면적(0.98), 녹지율(0.97), 생태면적률(0.95), 이입종(0.86) 순이다. 공원 외부 서식환경의 양의 상관관계는 면적(1.00), 녹지율(0.97) 순이다. 4월 조류 개체수 공원 내부 서식환경의 양의 상관관계 순서는 공원의 면적(1.00?), 녹지율(0.87), 생태면적률(0.83), 선형공원 평균 폭(0.73), 이입종(0.69) 순

이다. 공원 외부 서식환경에서는 면적(0.97), 녹지율(0.86) 순이다. 4계절의 조류 개체수 평균과 공원 내부 서식환경의 양의 상관관계 순서는 공원 면적(0.93), 10월 곤충 종수(0.89), 녹지율(0.80), 생태면적률(0.76), 선형공원 평균 폭(0.71), 이입종(0.62) 순이다. 외부 서식환경에서는 면적(0.90), 녹지율(0.79) 순이다. 음의 상관관계에서는 공원 내부 서식환경에서 불투수층 비율(-0.77), 외부 서식환경에서 도로 면적률(-0.75), 건폐율(-0.61)이

뚜렷한 음의 상관관계로 나타났다. 그런데 외부 하천 및 습지의 값이 -0.93 인 것은 조류 종수의 상관관계와 같은 요인인 것으로 판단된다.

3) 조류 종수 및 개체수와 평가 지표의 상관분석
계절별 조류 출현 종수 및 개체수와 평가 항목과의 상관관계를 Table 16에서 분석하였다.

4계절의 조류 출현 종수 및 개체수 평균과 공원 내부 서식환경의 양의 상관관계 순서는 공원 면적(0.92), 10월 곤충 종수(0.87), 녹지율(0.77), 선형공원 평균 폭(0.74), 생태면적률(0.73), 이입종(0.57) 순이다. 외부 서식환경에서는 면적(0.88), 녹지율(0.76) 순이다.

음의 상관관계에서는 공원 내부 서식환경에서 불투수층 비율(-0.74), 외부 서식환경에서 도로 면적률(-0.72), 건폐율(-0.57)이 뚜렷한 음의 상관관계로 나타났다. 그런데 외부 하천 및 습지의 값이 -0.92 인 것은 하천 및 습지 비오톱 면적이 가장 낮은 3구간에서 조류 종수 및 개체수가 가장 많이 발견이 되었는데 그 이유는 종수의 상관관계분석 결과와 동일한 것으로 판단된다. 연구 결과에서 보면 알 수 있듯이 조류 출현 다양성에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 공원 내부 서식환경에서는 첫 번째로 공원 면적(0.92)이다. 이것은 서식처로서 공원 면적이 커야 종과 개체수가 많이 나타난다는 이론(Song, 2017)의 결과와 일치한다. 두 번째는 10월에 출현한 곤충 종수(0.87)로서 이것은 조류의 먹이가 다양할수록 조류 종다양성이 높다는 연구(Kwak, 2007; Gwak, 2011; Chae and Koo, 2005)와 같다. 세 번째는 녹지율(0.77)로 녹지율이 조류 서식처에 중요하다고 한 연구(Lee, 2013; Lee, 2005; Park, 2009)와 같은 결과이다. 공원 외부 서식환경에서 조류 출현 종수 및 개체수의 가장 큰 영향을 주는 것은 면적(0.88)과 녹지율(0.76)로 기존 연구에서 도시립과 주변 패치를 고려하고 산림면적이 조류 출현 다양성에 중요한 영향이라는 연구(Lee, 1997; Nancy, 1987)와 같은 결과이다.

IV. 결 론

경춘선 숲길의 계절별 조류 조사에서 여름철에는 14과 23종 85개체, 가을철에는 14과 30종 148개체, 겨울철에는 16과 40종 283개체, 봄철에는 19과 40종 145개체로 총 26과 45종 661개체의 조류가 확인되었다. 계절별 주요 우점종으로는 여름(7월)에 참새(45.4%), 붉은오목눈이(11.6%), 가을(10월)은 참새(22.2%), 박새(14.8%), 겨울(1월)은 참새(50.6%), 까치(8.3%), 봄(4월)은 참새(20%), 집비둘기(13.6%)가 주요 우점종으로 나타났다. 대상지 전체의 주요 우점종은 도시 친화성 조류인 참새이다. 이것은 경춘선 숲길이 도시 지역에 위치하여 도시에 적응 가능한 종으로서 참새가 서식하기 적절한 환경이기 때문인 것으로 판단된다.

덧새로는 꿩, 멧비둘기, 집비둘기, 오색딱따구리, 까치, 박새, 직박구리, 오목눈이, 붉은머리오목눈이, 딱새, 참새 등 덧새가 30종(66.7%), 새호리기, 삻꾸기, 파랑새, 피꼬리, 밀화부리 등 여름철새 6종(13.3%), 알락오리, 대백로, 백할미새, 콩새 등 겨울철새 6종(13.3%), 노랑눈썹새, 흰배멧새 등 나그네새 3종(6.7%) 등 총 45종이 출현했고 덧새가 다른 출현 유형에 비해 다양하게 관찰되었다. 흰뺨검둥오리, 원앙, 쇠백로 등은 철새이지만 최근 덧새화 되어 덧새로 분류하였다.

토지 이용 유형별로 산림에서는 꿩, 삻꾸기, 파랑새, 피꼬리, 쇠딱따구리, 오색딱따구리, 노랑눈썹새, 밀화부리, 흰배멧새 등 27종(60%)이 출현하였다. 중랑천 수계와 육군사관학교 인근 습지에서는 원앙, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 논병아리, 왜가리, 중대백로, 쇠백로, 민물가마우지, 흰목물떼새, 갑작도요, 물총새 등 물새류가 15종(33.3%)이 출현하였다. 시가지를 중심으로 집비둘기, 까치, 큰부리까마귀, 박새, 직박구리, 참새 등 도시 친화성 조류가 6종(13.3%) 출현하였다. 산림, 습지, 시가지 등 다양한 서식환경이 조류

출현 다양성에 기여하는 것으로 보인다. 또 대상지 내 법적 보호종인 멸종 위기종 II급인 새호리기와 흰목 물떼새가 각각 3구간과 1구간에서, 천연기념물 327호인 원앙이 3구간에서 발견된 점은 선형공원인 대상지가 조류 서식처로서 큰 가치를 지니고 있다고 보인다.

조류 출현 다양성과 서식환경과의 상관분석을 한 결과, 공원 내부 서식환경과 양의 상관관계가 보이는 순서는 공원 면적(0.92), 10월 곤충 종수(0.87), 녹지율(0.77), 선형공원 평균 폭(0.74), 생태면적률(0.73), 이입종(0.57) 순으로 나타났다. 외부 서식환경에서는 면적(0.88), 녹지율(0.76) 순이다. 공원 내부 서식환경과 음의 상관관계는 불투수층 비율(-0.74)이 가장 높았다. 외부 서식환경은 도로 면적률(-0.72), 건폐율(-0.57)이 음의 상관관계로 나타났다.

연구 결과 도시지역의 선형공원에서 조류 출현 다양성을 높이기 위해서는 가능한 공원 면적을 크게 하여 조류 서식처 면적을 확대하고, 먹이인 곤충의 다양성을 확보하는 것이 중요한 것으로 나타났다. 녹지율과 생태면적률은 높게 하여 서식처 조건을 개선하고 선형공원의 폭을 넓게 하여 외부로부터의 영향을 덜 받게 하는 것이 중요하였다. 또한 불투수층을 낮추는 것이 필요한 것으로 분석되었다. 공원 외부 서식환경은 면적이 크고 녹지율 및 산림면적이 클수록 유리하였다. 또한 도로 면적률과 건폐율은 낮을수록 조류 출현 다양성에 유리한 것으로 분석되었다.

따라서 향후 도시지역의 생물 다양성을 높이기 위해 선형공원을 조성하고 주변 지역을 관리할 때에는 본 연구에서 도출된 결과들을 감안하여 조성 및 관리하는 것이 필요하다. 향후 본 연구의 내용들을 보다 깊이 연구하여 도시 생물 다양성 관리를 위한 지침 등이 마련되는 것이 필요하겠다.

References

- Cha SY and Park CH. 1999. Development of Green Network Plan Using Bird Habitat Evaluation Model. Korean Landscape Architecture Society. 27(4) : 29-38. (in Korean with English summary)
- Chae JH and Koo TH. 2005. Development of Biotope Evaluation Indexes for Improving Bird Diversity. Korea Environmental Policy and Evaluation Institute. pp.113-127. (in Korean with English summary)
- Cho YD. 2017. A Study on the Physical Characteristics of Linear Park: A Case Study of Gyeongui Line Forest Park. Master dissertation, Seoul National University. (in Korean)
- Cho YH · Kim JH and Park SH. 2016. Grasses and Sedges in South Korea, Seoul: Geobook, (In Korean)
- Choi JW. 2004. A Study on the Enhancement Methods for the Wild bird Migration and the Habitat Structure in Green Corridor. Master dissertation, University of Seoul. (in Korean)
- 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)
- Jung SY. 2014. A study on the distribution characteristics of Invasive Alien Plant (IAP) in South Korea. Ph. D dissertation, University of Andong National, (In Korean with English summary)
- Kwak JI. 2007. Improvement Plan of the Land use Structure and the Green Structure for Establishment of the Wild birds' Habitation Base in Urban Area. Master dissertation, Seoul National University. (in Korean)

- Kwak JI · Lee KJ and Han BH. 2010. Study on Analysis of Influence Factor for Wild birds' Appearance in Urban Area around Urban Green Axis: A Case Study of Gangdong-gu in Seoul. *Korean Journal of Environmental Ecology*. 18(4) : 437-438. (in Korean with English summary)
- Kim BW. 2019. Internet Environment Daily(2019 Biodiversity Green Reporter), (in Korean)
- Kim DW. 2006. A Study on the Restoration of Wild bird Habitat by the Landuse Type of Hangang River side. Master dissertation, University of Seoul. (in Korean with English summary)
- Kim JS · Kim JH and Kim JH. 2018. Korean Flower. Seoul: Dolbegae. pp.415. (In Korean)
- Kim JS · Namgung H · Nam SJ and Nam EH. 2020. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 23(5) : 15-27. (in Korean with English summary)
- Kellett, P. 1998. People Places: design guidelines for urban open space(2nd edn): By Clare Cooper Marcus and Carolyn Francis *Journal of environmental psychology* 18(4) : 437-438.
- Korea National Arboretum. 2016. Invasive Alien Plants in South Korea. pp. 8-20. (In Korean)
- Kullmann, Karl. 2011. Thin parks / thick edges: towards a linear park typology for (post) in frastructural sites. *Journal of landscape architecture*. 6(2) : 70-81.
- Lee CB. 2003. Coloured Flora of Korea(VolsI & B). Hyangmunsa. (In Korean)
- Lee EK. 2013. Network Characteristics of Forest Birds' Dispersal Movement in an Urban Area - Development and Application of the Random Walk Model Seoul. Ph. D dissertation, University of Seoul. (in Korean)
- Lee SD. 2005. Assessment and Connection Method of Fragmentary Urban Green Space for Considering Wild Bird Movement: A Case Study of Seoul City. Ph.D dissertation, Seoul National University. (in Korean)
- Lee SG · Jung SG and Park KH. 2010. A Prediction Model and Mapping for Forest-Dwelling Birds Habitat Using GIS. *The Korean Association of Geographic information Studies*. 13(1): 62-73. (in Korean with English summary)
- Lee WS and Rhim SJ. 1998. Changes in Bird Communities due to Urbanization *The Korean Journal of Ornithology*. 5(1) : 47-55. (in Korean)
- Lee WS. 1997. In habitation Status and Protection Discipline of Wildbirds in Urban Area: in the case of Seoul city. *Korean Journal of Environment and Ecology*. 11(2): 240-248. (in Korean)
- Melchior, H. 1964. A Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien, Band II. Gebruder Borntraeger. pp. 666.
- Ministry of Environment. 2007. Urban Ecology Status Map(Biocop Map) writing instructions. (in Korean)
- Ministry of Environment. 2016. Guidelines for Application of Ecological Area Ratio. (in Korean)
- Nancy, G. T. 1987. Characteristics of urban woodlands affecting breeding bird diversity and abundance. *Landscape and urban planning*. pp 481-495.
- Park EJ. 2009. A Study on the Composition Plan of an Ecological Urban Park to Apply Green Network: A Case Study on Dongjak-Gu, Seoul. Master dissertation, Sookmyung Women's University. (in Korean)
- Park GH · Kim JC and Lee TW. 2013. A Study on Functionality and Accessibility of Linear Parks based on the Concept of 'Park Welfare'. Anyang: Korea Research Institute for Human Settlements. pp.6. (in Korean)
- Park GS · Park SC and Han BH. 2020. A Study on the Improvement Plans for the Wild Bird Habitat in an Urban River: A Case Study on

- Seongnaecheon(Stream) in Seoul. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 23(3) : 23-43. (in Korean with English summary)
- Seoul City. 2016. Guidelines for operation of Biotope Area Ratio. (in Korean)
- Seoul City. 2019. Construction drawings of Gyeongchun Forest Line Park. (in Korean)
- So BY. 2012. The study on Network Planning of Severed Green Corridor for Wild birds' Migration in Dobong-Gu, Seoul - In Case of Ssangmun Park to Choansan Park. Master dissertation, Seoul National University. (in Korean)
- Song WK. 2015. Analysis of Bird Species Diversity Response to Structural Conditions of Urban Park. 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)
- The Korean Society of plant Taxonomists. 2007. Korean Plant Name Index (KPNI). Korea National Arboretum. (in Korean)
- 葉山嘉一. 1994. 都市緑地における鳥類の生態特性に関する研究造園雑誌. 57(5): 229-234.
- <http://kosis.kr> 국가통계포털
- <http://map.vworld.kr> 브이월드 홈페이지
- <https://map.kakao.com/> 카카오지도 홈페이지
- <https://species.nibr.go.kr> 국립생물자원관 홈페이지
- <http://www.law.go.kr/> 법제처 홈페이지
- <http://www.nature.go.kr> 국가생물종 지식정보 시스템