

도시 녹지축 주변 시가화지역 내 야생조류 출현 영향요인 분석 연구^{1a}

곽정인^{2*} · 이경재³ · 한봉호³

Study on Analysis of Influence Factor for Wildbirds' Appearance in Urban Area around Urban Green Axis^{1a}

- A Case Study of Gangdong-gu in Seoul -

Jeong-In Kwak^{2*}, Kyoung-Jae Lee³, Bong-Ho Han³

요 약

본 연구는 서울시 강동구 녹지축인 산림과 인접한 시가화지역 내 야생조류 출현에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 하였다. 연구대상지 도시생태계 현황 분석결과 시가화 비오톱은 녹지율이 높은 공동주택지 비오톱과 녹지율이 낮은 주상혼합지 및 상업업무지 비오톱이 주요 유형이었고 녹지 및 오픈스페이스 비오톱은 배후녹지 비오톱이 대부분이었다. 분석공간단위는 비오톱 유형별 블록을 기준으로 하였다. 봄철에 출현한 야생조류는 총 51종 3,419개체, 겨울철에 출현한 야생조류는 총 35종 4,213개체이었고 분석대상종은 연구 목적을 고려하여 시가화지역에 출현한 31종 중 도심지에 적합한 종과 맹금류, 수변에 서식하는 종들을 제외한 총 24종을 선정하였다. 선정된 종들을 대상으로 각 공간단위별 봄철, 겨울철 야생조류 출현종 및 개체수를 분석하였다. 시가화지역 야생조류 출현과의 상관분석을 위해 분석 공간단위별 블록면적, 녹지율, 건폐율, 용적율 등 토지이용구조와 교목·아교목층 녹지용적, 관목층 녹지용적, 블록내 평균 녹지패치면적, 교목층 평균 수고 및 흉고직경 등 녹지구조를 산출하였으며 주요 녹지와 각 블록간의 최단거리를 구하였다. 토지이용구조와 야생조류 출현특성과의 상관분석에서 블록면적, 녹지율, 건폐율은 야생조류 출현종수, 출현개체수에 영향을 주는 요인으로 분석되었다. 녹지구조와 야생조류 출현특성과의 상관분석에서 층위별 녹지용적, 블록내 평균 녹지패치면적, 교목층 수고는 야생조류 출현종수, 출현개체수에 영향을 주는 요인으로 분석되었다.

주요어: 녹지율, 녹지용적, 건폐율, 상관분석, 비오톱

ABSTRACT

This study is to identify potential factors to impact on appearance of wildbirds which live in the core forest around urban area in Gangdong-gu, Seoul. As a result of analysis of, studies on biotope showed most of urbanization biotope was biotope of residential areas with high green coverage and biotope of residential and business areas with low green coverage while most of biotope of green and openspace was core green biotope.

1 접수 2009년 9월 18일, 수정(1차: 2010년 4월 8일, 2차: 2010년 4월 23일), 게재확정 2010년 4월 24일

Received 18 September 2009; Revised(1st: 8 April 2010, 2nd: 23 April 2010); Accepted 24 April 2010

2 서울시립대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Univ. of Seoul(130-743), Korea (kkwark@uos.ac.kr)

3 서울시립대학교 도시과학대학 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, College of Urban Sciences, Univ. of Seoul (130-743), Korea(ecology@uos.ac.kr; hanho87@uos.ac.kr)

a 이 논문은 저자의 석사학위논문(Kwak, 2007) 일부 결과를 발전시킨 것임.

* 교신저자 Corresponding author(kkwark@uos.ac.kr)

The research area was divided into several blocks based on biotope types in the urbanization areas excluding green and openspace. As a result of research on wildbirds, total 51 species 3,419 individuals appeared in spring and total 35 species 4,213 individuals appeared in winter. 24 wild bird species were selected as subjects of this study among 31 species seen in urbanization areas, since urban birds, rapacious birds, waterside birds were excluded from the study for the proper consideration. Then this study looked at how many species and individuals of the subjects were observed at each research block in urbanization areas during spring and winter separately. Landuse structure and green structure in each block were examined to see whether these structures affect the number of wild birds observed in urbanization areas of Gangdong-gu. Furthermore, the distance between these blocks and green was assessed. While studying the potential links between the landuse structure and the number of wild birds observed in urbanization areas of Gangdong-gu, block area, green coverage, and building-to-land ratio were believed to affect the number of types and species of wild birds in the research area. In terms of correlation analysis of whether green structure affected the number of wild birds observed in urbanization areas of Gangdong-gu, crown volume of layers, the average green patch area, the average height of canopy layer were found to have an impact not only on the number of types but also species of wild birds in the research area.

KEY WORDS: GREEN RATIO, CROWN VOLUME, BUILDING-TO-LAND RATIO, CORRELATION ANALYSIS, BIOTOPE

서론

도시 내 녹지는 야생동물 서식처 제공 및 보호기능, 토사 유출 등 재해방지 기능, 기후완화와 대기정화, 자연경관 보전 등 문화적 기능 등을 가지고 있다(Korea environment institute, 1993). 그러나 급속한 도시화는 도시녹지를 고립시키고 축소시켜왔다. 이렇게 생태계 단편화(fragmentation)가 이루어지면 자연생태계 전체면적이 줄면서 주변화(edge effect) 영향이 커지고 물리적 환경이 변화되어 동식물 종류가 줄어들게 되며(Cho, 1991) 이러한 서식지에 의존하여 살아가는 야생동물에게는 커다란 위협이 된다.

야생동물은 미적·휴양적·생태적 가치, 과학적·상업적 가치 등 다양한 가치를 가지고 있으며 도시녹지에 서식하는 대표적 야생동물인 야생조류 서식은 도시녹지 질을 평가하는데 큰 척도가 될 수 있다(半田, 1989). 고차소비자에 속하는 야생조류 서식은 생태계 구조가 비교적 안정되어있다는 것을 의미한다. 최근 소득증대와 시민의식 향상과 함께 도시환경 악화로 인한 여러 가지 질병 등 문제가 발생하면서 시민들의 삶의 질 향상과 환경에 대한 관심이 증대되었다. 그리하여 서울시에서는 도심내 녹지공간 조성을 통한 녹지 양적 확보 및 생태적 단절지역 복원, 소규모 생물 서식공간 조성을 통한 야생동물 서식공간 마련을 위한 노력을 하고 있으며 이와 관련하여 도심 내 야생조류 이동 및 서식에 관한 연구도 지속적으로 수행되고 있다.

그러나 대부분 도심 내 조성녹지는 인간 이용중심으로 조성되어 외래종 식재, 단층구조 식재, 식재기반 미조성으로 인한 수목생육 불량 등 문제점이 발생되고 있으며 실제 야생조류를 비롯한 야생동물 서식 및 이동공간으로 부적절하게 조성되었다. 도시림에 서식하는 야생조류 종수는 도시림 자체 패치뿐만 아니라 주변 패치에 의해서도 영향을 받을 수 있어(Lee, 1998) 산림자체 서식환경뿐만 아니라 산림을 둘러싼 시가화 지역의 영향이 크다는 것을 알 수 있다. 야생조류 서식에 관한 연구는 국립공원을 중심으로 이용객이 야생조류의 서식에 미치는 영향(Kim *et al.*, 1987; Kim *et al.*, 1988; Lee *et al.*, 1989; Lee *et al.*, 1990)에 대한 연구 및 하천을 대상으로 한 조류군집과 서식환경에 대한 연구(Lee *et al.*, 2000; Hur *et al.*, 2003) 등 자연지역을 중심으로 진행되었다. 도심 내 야생조류 이동 및 서식에 대한 연구는 주로 도시 외곽 산림과 도시 내부에 잔존하고 있는 산림지역 등 녹지 및 오픈스페이스 지역을 대상으로 실시되어 야생조류의 종풍부도와 외부환경과의 관계(Tilghman, 1987), 서울시 녹지면적과 야생조류 서식과의 관계(Park, 1994) 등이 연구되었으나 녹지 및 오픈스페이스를 제외한 시가화지역을 중심으로 진행된 연구는 미진하였다.

야생조류 서식이 가능한 도시 생태계 조성은 단순히 야생조류 서식의 의미를 떠나 인간 거주공간을 포함한 도시생태계 안정을 의미하며 다양한 생물과 인간이 공생해서 살아가는 생태도시의 출발점으로 인식할 수 있다. 따라서 본 연구

는 도시생태 질을 평가하는 중요한 척도인 야생조류를 대상으로 야생조류 서식이 가능한 산림지역 주변 시가화지역을 대상으로 하여 배후산림을 서식기반으로 하는 도심 내 야생조류의 출현에 영향을 미치는 요인을 분석하여 향후 안정적인 도시녹지 기반을 조성하기 위한 기초자료 제공을 목적으로 수행하였다.

연구방법

1. 연구대상지

연구대상지는 도심 내에 일자산도시자연공원에서 고덕근린공원으로 연결되는 산림이 남아있고 산림 주변으로 다양한 토지이용이 일어나는 서울시 강동구를 선정하였다. 세부 연구대상지는 야생조류의 먹이자원인 곤충류의 재공급이 가능한 1km를 기준으로(Jedicke, 1994) 산림으로부터 1km내의 시가화지역으로 설정하였다.

2. 조사분석방법

1) 도시생태계 현황 및 분석공간단위 설정

비오톱은 지형적, 기후적으로 어느 일정 공간을 갖는 생

물의 서식공간(Ministry of environment, 1996)으로 정의할 수 있으며 확대된 의미에서 비오톱은 수면 또는 식생지 뿐만 아니라 건물이 서 있는 주거지도 포함될 수 있다(Lee, 1996). 따라서 본 연구대상지의 도시생태계 현황을 분석하고 도심 내 야생조류 서식 특성 분석을 위한 분석공간단위 설정을 위해 토지이용현황, 녹지율 및 녹지의 분포형태를 바탕으로 비오톱 유형화를 실시하였다.

2) 야생조류 출현현황 및 분석대상종 선정

야생조류 출현현황은 야생조류가 월동하는 기간인 2006년 1월(겨울철)과 번식기인 2006년 5월(봄철) 총 2회에 걸쳐 조사하였다. 현장조사는 크게 산림지역과 시가화지역으로 구분하여 실시하였는데 산림지역은 line transect 방법(Colin *et al.*, 1997)에 의해 등산로와 정해진 경로를 따라 걸어가며 출현 야생조류를 육안 및 쌍안경, 야외 망원경을 이용하여 관찰하고 울음소리, 나는 모양 등으로 식별하여 종명, 개체수, 주요 행동 등을 파악하였다. 시가화지역은 DeGraaf *et al.*(1991)의 조사방법에 의하여 시가지 내부 길을 따라 여러방향으로 걸어가며 조사하였다. 조사자료를 바탕으로 계절별 야생조류상 목록을 작성하였으며 각 출현종별 우점도(Hooper *et al.*, 1973)를 산출하였다.

본 연구 목적은 시가화지역의 야생조류 서식에 영향을 미치는 요인 연구로서 연구 범위를 시가화지역으로 한정하여 대상지내 전체 출현종 중 산림지역 및 녹지 및 오픈스페이스에서만 출현한 종은 분석대상종에서 제외하였다. 또한, 통계분석의 신뢰도를 높이기 위하여 시가화지역에서 출현한 야생조류 중 넓은 서식지 면적을 요구하고 녹지내부에서 이동하지 않고 상공에서 주로 관찰되는 맹금류와 연구대상지 시가화지역의 공간구조 성격상 연관성이 떨어지는 수변종은 분석대상에서 제외하였다. 또한 시가화지역에 적합한 것으로 판단되는 종들도 제외하였다. 분석 제외종 선정 기준인 종별 서식특성은 한국동식물도감(Won, 1981) 제25권 동물편 중 조류생태부분, 채이길드(Lee and Park, 1995; Han, 2000), 관찰시 행동특성을 바탕으로 분석하였다.

3) 시가화지역 내 야생조류 서식 영향요인 분석

(1) 분석공간단위별 영향요인 도출

시가화지역 내 야생조류 서식 영향요인은 선행연구를 바탕으로 일반적인 야생조류 서식에 영향을 미치는 요인을 바탕으로 선정하였다. 본 연구에 적용 가능한 영향요인으로 는 녹지면적(Kim, 1999), 인간 간접과 주변 건물의 수(Tilghman, 1987), 층위구조 다양성(MacArthur and MacArthur, 1961; Cho, 1995; Lee and Rhim 1998, Kim, 1999; Kim, 2002), 공간단위별 평균 녹지의 면적(Diamond, 1975), 수목의 규격(Lee and Park, 1995), 주요 녹지간의

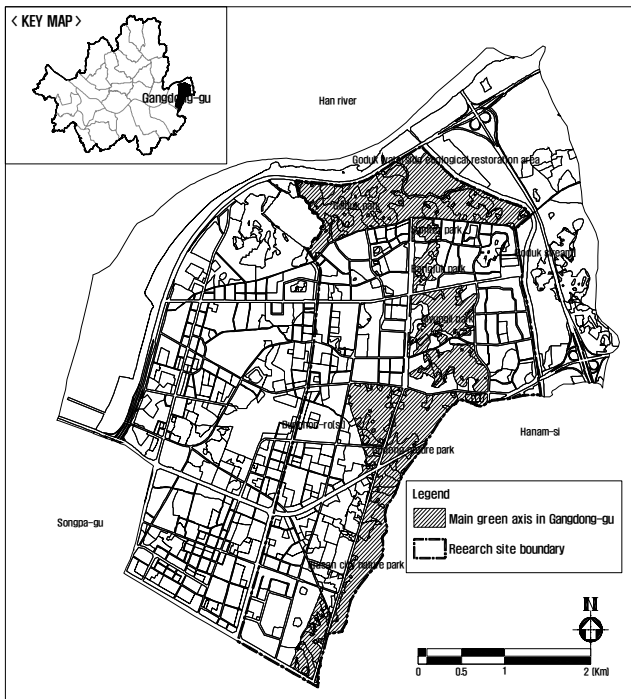


Figure 1. The location map of research site in Gangdong-gu, Seoul

Table 1. Influence factor of wildbirds' appearance in urban area

Division		Influence factor of preceding study
Landuse structure	Area of analysis block	•Habitat area
	Green ratio of analysis block	
	Building to land ratio and building volume ratio of analysis block	•Influence degree of human and numbers of buildings
Green volume of layer	•Diversity of layer and shrub green space	
Green structure	Mean area of green patch	•Diamond theory and isolation of habitat
	Mean height and mean DBH of canopy layer	•Vintage of green(size of trees)
	Distance from main green	•Isolation of habitat

거리(Kim, 2002) 등이었다.

각각의 영향요인은 토지이용구조와 녹지구조로 구분하여 정리하였다(Table 1). 토지이용 구조에서 면적은 생물서식공간의 유형별 경계를 바탕으로한 공간단위별 면적을 산출하였고 각각의 공간단위별 녹지면적, 건폐율, 용적율을 Min *et al.*(2004)의 방법에 따라 1/1,000 수치지형도의 지형지물코드를 바탕으로 분석하였다. 녹지구조에서 층위별 녹지용적은 비오톱 유형별 대표지역의 식재현황을 분석하여 교목층 녹지용적과 관목층 녹지용적을 산출하였다(Kim *et al.*, 1995). 교목층 평균 수고 및 평균 흉고직경은 비오톱 조사시 현장에서 파악된 수치를 활용하였으며 주요 녹지간 거리는 비오톱 유형분류에 의해 구분된 배후녹지 및 거점녹지로 하였고 녹지간 거리는 Arc-view GIS 3.3 프로그램을 이용하여 추출하였다.

(2) 야생조류 출현 영향요인 상관관계 분석

연구대상지 공간단위별 시가화지역 야생조류 서식 및 이동에 영향을 미치는 요인을 도출하고자 야생조류 출현과의 상관성을 분석하였다. 이를 바탕으로 블록별 야생조류 출현종수 및 개체수를 종속변수로 하고 토지이용구조, 녹지구조를 독립변수로 한 회귀분석을 실시하였다. 토지이용구조의 경우 도출된 블록면적, 녹지율, 건폐율, 용적율은 복합적으로 적용되어야 하기 때문에 다중회귀분석을 하였으며 회귀식의 예측정밀도를 높이기 위해 단계선택법(step-wise regression)에 의한 독립변수를 선택하였다. 그리고 독립변수간 다중공선성(多重共線性, multicollinearity)에 의한 문제가 생길 경우 예측결과에 오류가 발생하므로 공차한계를 이용하여 다중공선성을 검사하였다(No, 2003). 녹지구조는 각각의 독립변수가 독립적으로 적용되는 것이 효과가 크므로 단순회귀분석을 실시하였으며 회귀분석결과 결정계수가 30%미만으로 설명력이 낮은 모형은 분석에서 제외하였다. 분석 프로그램은 SPSS for Windows 12.0을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 도시생태계 현황 및 분석공간단위 설정

1) 도시생태계 현황

토지이용 현황과 녹지율 현황을 바탕으로 비오톱 유형화를 실시하였다. 주요 비오톱 유형별 현황을 살펴보면 시가화 비오톱은 녹지율이 낮은 단독주택지 비오톱이 전체면적의 4.8%로 고덕동과 명일동 단독주택지가 해당되었고 녹지율이 높은 공동주택지 비오톱은 명일주공아파트와 둔촌주공아파트 등 1980년대에 조성된 아파트 단지가 포함되었다. 녹지율이 낮은 주상혼합지 및 상업업무지 비오톱이 전체면적의 10.5%이었고 녹지율이 높은 주상혼합지 및 상업

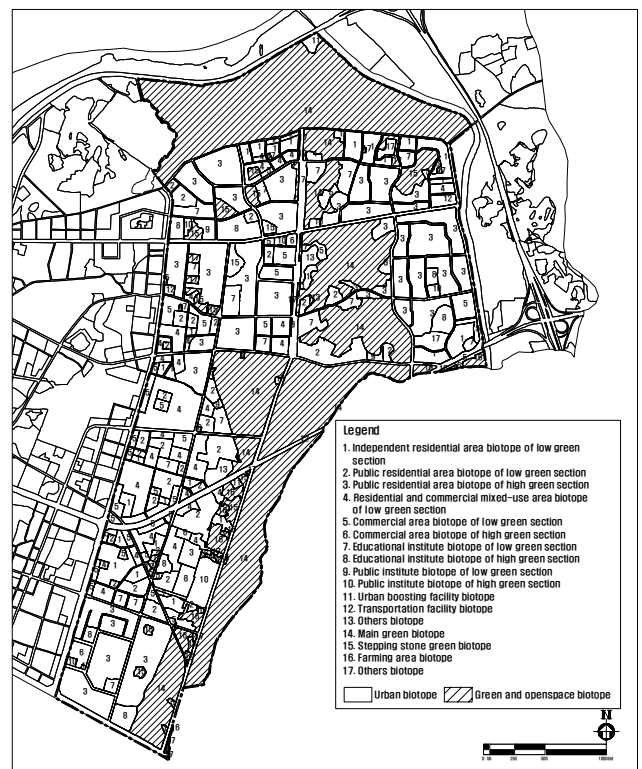


Figure 2. Biotope map of Research site

Table 2. Status of biotope in research site

		Biotope type	Area(m ²)	Ratio(%)
Urban biotope	Independent residential area biotope	Independent residential area biotope of low green section	479,714	4.8
	Public residential area biotope	Public residential area biotope of low green section	588,642	5.9
		Public residential area biotope of high green section	2,026,589	20.5
	Residential and commercial mixed-use area biotope	Residential and commercial mixed-use area biotope of low green section	644,993	6.5
	Commercial area biotope	Commercial area biotope of low green section	406,243	4.1
		Commercial area biotope of high green section	51,709	0.5
	Educational institute biotope	Educational institute biotope of low green section	312,335	3.2
		Educational institute biotope of high green section	217,967	2.2
	Public institute biotope	Public institute biotope of low green section	49,346	0.5
		Public institute biotope of high green section	10,436	1.0
	Urban boosting facility biotope	Urban boosting facility biotope	23,211	0.2
	Transportation facility biotope	Transportation facility biotope	1,001,495	10.1
	Others biotope	Others biotope	61,212	0.6
		Subtotal	5,965,892	60.2
Green and openspace biotope	Main green biotope	Main green biotope	3,474,783	35.1
	Stepping stone green biotope	Stepping stone green biotope	209,205	2.1
	Farming area biotope	Farming area biotope	129,252	1.3
	Others biotope	Others biotope	123,099	1.2
			Subtotal	3,936,340
		Total	9,902,232	100.0

업무지 비오톱은 전체면적의 0.6%로 소규모이었다. 녹지율이 낮은 교육시설지 비오톱과 녹지율이 높은 교육시설지 비오톱은 각각 3.2%, 2.2%이었으며 그 외에 도로 및 관련시설 비오톱이 10.1%로 분포하였다. 녹지 및 오픈스페이스 비오톱은 주요 녹지축상의 산림과 인접 녹지를 포함한 배후 녹지 비오톱이 35.1%로 가장 넓은 면적이었고 도심에 고립된 거점녹지 비오톱(2.1%)과 경작지 비오톱(1.3%)이 일부

분포하였다.

2) 분석공간단위 설정

시가화지역내 야생조류 서식 및 이동에 영향을 미치는 요인을 분석하고 야생조류 출현과의 상관성을 분석하기 위한 분석공간단위를 설정하였다. 분석공간단위설정은 토지이용과 건폐율, 녹지율, 불투수포장을 등의 토지이용구조,

Table 3. Synthesis of final analysis blocks by standard

Division	Land use	No. of blocks	Block area(m ²)	Mean area(m ²)
Landuse structure	Independent residential area	30	627~67,405	15,919
	Public residential area	72	3,101~165,974	35,264
	Residential and commercial mixed-use area	30	3,623~149,572	21,500
	Commercial area	43	627~35,495	10,587
	Educational institute	24	8,564~58,541	22,096
	Public institute	11	1,121~66,231	13,661
	Others	10	1,652~30,532	9,625
	Total		220	-
Green structure	Public residential area	59	5,000~165,974	42,294
	Commercial area	6	1,450~26,689	8,618
	Educational institute	19	8,564~58,541	21,734
	Public institute	9	1,121~66,231	14,161
	Total		93	-



Figure 3. Status map of blocks for analysis

이용현황을 고려하여 구분된 비오톱 블록으로 설정하였다. 또한 시가화지역내 야생조류 출현특성 분석을 위해 야생조류의 서식 기반인 배후녹지 및 거점녹지 비오톱을 제외한 시가화지역 중 공원 및 어린이공원 등의 조경수식재지와 현재 경작중인 밭경작지, 시설경작지 등은 cover자원 및 먹이자원이 비교적 양호한 녹지 및 오픈스페이스로 구분하여 제외하였다. 토지이용구조는 선정된 블록을 모두 분석하였으나 녹지구조는 정확한 분석을 위해 비오톱 유형화의 최소 녹지율을 기준으로(10% 미만) 녹지가 적게 구성되어 있거

나 없는 블록은 분석대상에서 제외하였다.

2. 야생조류 출현현황 및 분석대상종 선정

1) 계절별 야생조류 출현현황

연구대상지 봄철 야생조류 출현현황 분석결과 51종 3,419개체가 관찰되었다. 주요 야생조류 출현현황을 살펴보면 새매, 황조롱이 등 맹금류가 4개체 출현하였고 딱다구리류는 청딱다구리 16개체, 오색딱다구리 33개체, 큰오색딱다구리 2개체, 쇠딱다구리 20개체가 산림지역을 중심으로 관찰되었다. 산림뿐만 아니라 도심내 조경수식재지에서 쉽게 관찰되는 직박구리(230개체), 박새(229개체) 등과 시가화지역에 적응성이 강한 참새(1,200개체), 까치(410개체), 집비둘기(91개체)가 주요 출현종이었다.

우점도를 살펴보면 참새, 까치, 집비둘기 등 시가화중의 우점도가 높게 나타났으며 직박구리, 멧비둘기, 붉은머리오목눈이, 박새, 쇠박새 등 텃새의 우점도가 높게 분석되었다. 때까치, 굴뚝새, 되지빠귀, 되솔새, 큰유리새 등 산림 내부 양호한 환경에서 주로 서식하는 종들의 우점도는 낮았다. 봄철에 출현한 51종의 야생조류 중 시가화지역에서 관찰된 종은 총 26종으로 흰뺨검둥오리, 새매, 멧비둘기, 청딱다구리, 박새, 쇠박새 등이었다.

겨울철 야생조류 출현현황 분석결과 총 35종 4,213개체가 관찰되었다. 주요 출현종 현황을 살펴보면 맹금류인 말뚝가리와 황조롱이가 각각 1개체와 3개체 관찰되었고 산림지역을 중심으로 청딱다구리(9개체), 오색딱다구리(30개체), 쇠딱다구리(20개체) 등과 겨울철새인 상모솔새(11개체), 나무발발이(2개체) 등이 일부 출현하였다. 직박구리

Table 4. Status of wildbirds' appearance in spring and winter

Korean name	Scientific name	Spring		Winter		Appearance in urban
		Individual	Dominance	Individual	Dominance	
쇠백로	<i>Egretta garzetta</i>	1	0.03	-	-	
해오라기	<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	0.03	-	-	
흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>	7	0.20	-	-	○
새매	<i>Accipiter nisus</i>	1	0.03	-	-	○
말뚝가리	<i>Buteo buteo</i>	-	-	1	0.02	
황조롱이	<i>Falco tinnunculus</i>	3	0.09	3	0.07	○
꿩	<i>Phasianus colchicus</i>	30	0.88	12	0.28	
멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	75	2.19	107	2.54	○
소쩍새	<i>Otus scops</i>	2	0.06	-	-	
속독새	<i>Caprimulgus indicus</i>	1	0.03	-	-	
쇠딱다구리	<i>Dendrocopos kizuki</i>	20	0.58	20	0.47	○
큰오색딱다구리	<i>Dendrocopos leucotos leucotos</i>	2	0.06	-	-	
오색딱다구리	<i>Dendrocopos major</i>	33	0.97	30	0.71	○
청딱다구리	<i>Picus canus</i>	16	0.47	9	0.21	○

Table 4. (Continued)

Korean name	Scientific name	Spring		Winter		Appearance in urban
		Individual	Dominance	Individual	Dominance	
제비	<i>Hirundo rustica</i>	6	0.18	-	-	○
hing동새	<i>Anthus hodgsoni</i>	23	0.67	-	-	
직박구리	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	230	6.73	272	6.46	○
때까치	<i>Lanius bucephalus</i>	1	0.03	7	0.17	
굴뚝새	<i>Troglodytes troglodytes</i>	1	0.03	1	0.02	
유리딱새	<i>Tarsiger cyanurus</i>	-	-	2	0.05	○
딱새	<i>Phoenicurus auroreus</i>	2	0.06	14	0.33	○
호랑지빠귀	<i>Turdus dauma</i>	8	0.23	-	-	
되지빠귀	<i>Turdus hortulorum</i>	1	0.03	-	-	
흰배지빠귀	<i>Turdus pallidus</i>	4	0.12	1	0.02	○
개똥지빠귀	<i>Turdus naumanni eunomus</i>	7	0.20	14	0.33	○
노랑지빠귀	<i>Turdus naumanni naumanni</i>	12	0.35	59	1.40	○
붉은머리오목눈이	<i>Paradoxornis webbiana</i>	290	8.48	317	7.53	○
숲새	<i>Cettia squameiceps</i>	1	0.03	-	-	○
노랑눈썹솔새	<i>Phylloscopus inornatus</i>	236	6.90	-	-	○
쇠솔새	<i>Phylloscopus borealis</i>	5	0.15	-	-	
되솔새	<i>Phylloscopus tenellipes</i>	4	0.12	-	-	
산솔새	<i>Phylloscopus occipitalis</i>	41	1.20	-	-	
상모솔새	<i>Regulus regulus</i>	-	-	11	0.26	○
쇠솔딱새	<i>Muscicapa latirostris</i>	7	0.20	-	-	
흰눈썹황금새	<i>Ficedula zanthopygia</i>	2	0.06	-	-	
노랑딱새	<i>Ficedula mugimaki</i>	2	0.06	-	-	
큰유리새	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	12	0.35	-	-	○
오목눈이	<i>Aegithalos caudatus</i>	53	1.55	84	1.99	○
쇠박새	<i>Parus palustris</i>	216	6.32	224	5.32	○
진박새	<i>Parus ater</i>	2	0.06	3	0.07	
박새	<i>Parus major</i>	228	6.67	520	12.35	○
곤줄박이	<i>Parus varius</i>	9	0.26	9	0.21	○
동고비	<i>Sitta europaea</i>	7	0.20	8	0.19	○
나무발발이	<i>Certhia familiaris</i>	-	-	2	0.05	
흰배멧새	<i>Emberiza tristrami</i>	31	0.91	-	-	○
붉은뺨멧새	<i>Emberiza fucata</i>	2	0.06	-	-	
노랑눈썹멧새	<i>Emberiza chrysophrys</i>	-	-	1	0.02	
쑥새	<i>Emberiza rustica</i>	-	-	22	0.52	
노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>	4	0.12	231	5.49	○
되새	<i>Fringilla montifringilla</i>	18	0.53	55	1.31	
검은머리방울새	<i>Carduelis spinus</i>	-	-	30	0.71	
콩새	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	14	0.41	4	0.09	○
참새	<i>Passer montanus</i>	1,200	35.10	1,338	31.77	○
피꼬리	<i>Oriolus chinensis</i>	3	0.09	-	-	
어치	<i>Garrulus glandarius</i>	43	1.26	52	1.23	○
까치	<i>Pica pica</i>	410	11.99	604	14.34	○
까마귀	<i>Corvus corone</i>	1	0.03	3	0.07	
집비둘기	<i>Columba livia</i>	91	2.66	143	3.40	○
Total		51 species 3,419 individuals		35 species 4,213 individuals		

(272개체), 박새(520개체), 쇠박새(224개체), 멧비둘기(107개체) 등은 산림지역 뿐만 아니라 시가화지역 및 조경수식재지에서도 지속적으로 출현하였으며 까치(604개체), 참새(1,338개체), 집비둘기(143개체) 등은 대상지 전지역에서 관찰되었다.

우점도를 살펴보면 시가화중인 참새, 까치 등의 우점도가 높게 나타났으며 텃새인 직박구리, 박새, 쇠박새, 노랑턱멧새, 멧비둘기 등의 우점도가 높게 분석되었다. 산림지역을 중심으로 출현한 겨울철새인 개똥지빠귀, 노랑지빠귀, 상모솔새, 되새 등은 우점도가 낮았다. 시가화지역에서 관찰된 종은 황조롱이, 멧비둘기, 지빠귀류, 박새류 등 22종이었다.

2) 분석대상종 선정

시가화지역 야생조류 출현특성과 영향요인간의 상관관계분석을 위하여 연구대상지 전지역에서 봄철과 겨울철에 출현한 총 58종의 야생조류 중 산림에서만 관찰된 종은 제외하였다. 그리고 이미 시가화지역에 적응하여 토지이용구조 및 녹지구조에 큰 영향을 받지 않는 제비, 참새, 까치,

집비둘기 등을 분석 대상종에서 제외하였다. 또한, 일반적으로 상공에서 관찰되며 녹지를 따라 이동하는 것으로 보기 어렵다고 판단되는 황조롱이, 새매 등의 맹금류와 연구대상지 시가화지역 토지이용 유형에 포함되지 않는 하천 등 주변에 서식하는 흰뺨검둥오리를 분석대상에서 제외하였다.

Table 5는 최종적으로 선정된 분석대상종의 서식특성 및 섭식특성과 현장조사시 관찰된 지역의 특성, 주요 행동 등을 정리한 것이다. 봄철과 겨울철 시가화지역에 출현한 31종의 야생조류 중 분석제외종에 포함된 7종의 야생조류를 제외한 총 24종의 야생조류를 분석대상종으로 선정하였다.

연구대상지 공간단위 토지이용유형별 봄철, 겨울철 야생조류 출현현황을 공간단위별로 정리한 결과 봄철에는 공동주택지에서 최대 10종 31개체로 가장 많은 야생조류가 출현하였다. 다음으로 교육시설지의 최대 출현 종수 및 개체수가 많았으며 그 외의 단독주택지, 주상혼합지, 상업업무지 등은 유사하였다. 겨울철에는 공동주택지의 최대 출현종수 및 개체수가 많았으며 특히 개체수가 140개체로 다른 토지이용유형에 비해 많은 것으로 분석되었다. 그 외에 주

Table 5. Habitation type and observation contents about analysis species

Korean name	Scientific name	Migration type	Food habit	Foraging guild	Appearance area	Main action
멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	Res	Herbivorous	Shrub	Grassland, Crown	Foraging, Rest
청딱다구리	<i>Picus canus</i>	Res	Insectivorous	Trunk	Trunk	Foraging, Movement
오색딱다구리	<i>Dendrocopos major</i>	Res	Insectivorous	Trunk	Trunk	Foraging, Movement
쇠딱다구리	<i>Dendrocopos kizuki</i>	Res	Insectivorous	Trunk	Trunk	Foraging, Movement
직박구리	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	Res	Insectivorous	Crown	Crown	Foraging, Movement
유리딱새	<i>Tarsiger cyanurus</i>	PM	Insectivorous	Shrub	Shrub	Rest
딱새	<i>Phoenicurus auroreus</i>	Res	Insectivorous	Shrub	Shrub, Crown	Movement, Rest
흰배지빠귀	<i>Turdus pallidus</i>	SV	Insectivorous	Shrub	Shrub	Foraging
개똥지빠귀	<i>Turdus naumanni eunomus</i>	WV	Insectivorous	Shrub	Crown	Rest
노랑지빠귀	<i>Turdus naumanni naumanni</i>	WV	Insectivorous	Shrub	Crown	Rest
붉은머리오목눈이	<i>Paradoxornis webbiana</i>	Res	Insectivorous	Shrub	Shrub	Movement, Foraging
숲새	<i>Cettia squameiceps</i>	SV	Insectivorous	Shrub	Grassland	Movement, Foraging
노랑눈썹솔새	<i>Phylloscopus inornatus</i>	PM	Insectivorous	Crown	Crown	Foraging, Rest
상모솔새	<i>Regulus regulus</i>	WV	Insectivorous	Crown	Crown	Foraging
큰유리새	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	SV	Insectivorous	Crown	Crown	Foraging
오목눈이	<i>Aegithalos caudatus</i>	Res	Insectivorous	Crown	Crown	Foraging, Movement
쇠박새	<i>Parus palustris</i>	Res	Insectivorous	Crown	Crown	Rest
곤줄박이	<i>Parus varius</i>	Res	Insectivorous	Crown	Crown	Foraging
박새	<i>Parus major</i>	Res	Insectivorous	Crown	Crown, Shrub, Grassland	Foraging, Rest
동고비	<i>Sitta europaea</i>	Res	Insectivorous	Trunk	Trunk	Movement, Rest
흰배멧새	<i>Emberiza tristrami</i>	PM	Herbivorous	Shrub	Shrub	Foraging
노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>	Res	Herbivorous	Shrub	Shrub, Grassland	Foraging, Movement
콩새	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	WV	Herbivorous	Crown	Crown	Rest, Foraging
어치	<i>Garrulus glandarius</i>	Res	Omnivorous	Crown	Crown	Rest, Foraging

* Res: Resident, SV: Summer visitor, WV: Winter visitor, PM: Passage migrant

Table 6. Wildbirds' appearance of analysis block by landuse in research site

Biotope type	No. of blocks	Spring		Winter	
		Species	Individuals	Species	Individuals
Independent residential area	30	0~1	0~3	0~1	0~6
Public residential area	72	0~10	0~31	0~11	0~140
Residential and commercial mixed-use area	30	0~2	0~3	0~5	0~38
Commercial area	43	0~1	0~2	0~4	0~6
Educational institute	24	0~5	0~14	0~4	0~13
Public institute	11	0~2	0~5	0~2	0~3
Others	10	1	3~5	-	-
Total	220	-	-	-	-

상혼합지, 상업업무지, 교육시설은 최대 4~5종이, 단독주택지와 기타공공시설은 1~2종이 출현하였으나 기타지역은 관찰되지 않았다.

3. 시가화지역 내 야생조류 서식 영향요인 분석

1) 분석공간단위별 영향요인 도출

Table 7은 연구대상지 공간단위별 블록면적, 녹지율, 건폐율, 용적율을 토지이용유형에 따라 정리한 것이다. 토지이용유형별 녹지율을 살펴보면 단독주택지 0.0~4.8%, 공동주택지 0.0~58.2%, 주상혼합지 0.0~8.8%, 상업업무지 0.0~39.6%이었으며 교육시설지 5.5~25.1%, 기타 공공시

설 6.3~35.2%, 기타 지역 0.0~9.3%이었다.

토지이용유형별 건폐율 및 용적율 현황을 살펴보면 단독주택지는 건폐율 24.6~75.4%, 용적율 24.6~226.1%이었고 공동주택지는 건폐율 10.0~57.4%, 용적율 10.0~595.8%이었으며 주상혼합지는 건폐율 15.6~54.5%, 용적율 15.6~158.4%이었다. 상업업무지는 건폐율 3.9~54.5%, 용적율 3.9~291.7%로 분석되었으며 교육시설은 건폐율 10.1~39.5%, 용적율 34.2~138.6%, 기타공공시설은 건폐율 10.7~44.1%, 용적율 34.6~199.6%로 나타났다. 기타지역은 건폐율 0.2~74.9%, 용적율 0.2~335.1%이었다.

Table 8은 연구대상지 공간단위별 교목·아교목층 녹지용

Table 7. Status of landuse structure of analysis block by biotope type in research site

Biotope type	No. of blocks	Block area(m ²)	Green ratio(%)	Building to land ratio(%)	Building volume ratio(%)
Independent residential area	30	627~67,405	0.0~4.8	24.6~75.4	24.6~226.1
Public residential area	72	3,101~165,974	0.0~58.2	10.0~57.4	10.0~595.8
Residential and commercial mixed-use area	30	3,623~149,572	0.0~8.8	15.6~54.5	15.6~158.4
Commercial area	43	627~35,495	0.0~39.6	3.9~54.5	3.9~291.7
Educational institute	24	8,564~58,541	5.5~25.1	10.1~39.5	34.2~138.6
Public institute	11	1,121~66,231	6.3~35.2	10.7~44.1	34.6~199.6
Others	10	1,652~30,532	0.0~9.3	0.2~74.9	0.2~335.1
Total	220	-	-	-	-

Table 8. Status of green structure of analysis block by biotope type in research site

Biotope type	No. of blocks	Block area(m ²)	Green area(m ²)	Canopy layer green volume(m ³)	Shrub Green volume(m ³)	Mean area of patch in block(m ²)
Public residential area	59	5,000~165,974	1,033~77,642	972~277,020	83~15,528	181~9,588
Commercial area	6	1,450~26,689	310~10,558	530~18,053	83~2,851	103~1,430
Educational institute	19	8,564~58,541	996~11,262	175~17,921	80~5,180	115~1,107
Public institute	9	1,121~66,231	251~18,440	391~28,767	38~2,766	93~1,522
Total	93	-	-	-	-	-

Table 9. Distance from analysis block by biotope type to green in research site

Biotope type	No. of blocks	Distance from main green(m)	Distance from near green(m)
Independent residential area	30	50~1,325	2~751
Public residential area	72	41~1,294	9~757
Residential and commercial mixed-use area	30	17~736	17~708
Commercial area	43	18~1,420	7~891
Educational institute	24	39~1,314	36~488
Public institute	11	25~1,241	6~518
Others	10	36~741	7~494
Total	220	-	-

적과 관목층 녹지용적, 블록내 평균 녹지패치면적을 토지이용유형별로 정리한 것이다. 토지이용유형별 현황을 살펴보면 교목·아교목층 녹지용적은 공동주택지 972~277,020m², 상업업무지 530~18,053m², 교육시설지 175~17,921m², 기타 공공시설 391~28,767m²이었다. 관목층 녹지용적은 공동주택지 83~15,528m², 상업업무지 83~2,851m², 교육시설지 80~5,180m², 기타 공공시설 38~2,766m²이었다. 평균녹지패치면적은 공동주택지 181~9,588m², 상업업무지 103~1,430m², 교육시설지 115~1,107m², 기타 공공시설 93~4,522m²로 공동주택지와 기타 공공시설의 평균 녹지패치면적이 넓은 것으로 분석되었다.

본 연구대상지는 배후산림녹지뿐만 아니라 인근 시가화지역에 남아있는 잔존산림녹지가 야생조류 이동에 큰 영향을 미치는 것으로 판단되었다. 비오톱 유형화에 따라 구분된 배후녹지와 거점녹지를 대상으로 각 공간단위별 블록과 배후녹지와 거리, 거점녹지를 포함한 주요 녹지와 최단 거리를 산출하여 주요 녹지로부터의 거리와 야생조류 출현 현황과의 관계를 알아보려고 하였다. 연구대상지 분석대상

블록과 주요 녹지간의 거리는 Table 9에서 제시하였다.

2) 야생조류 출현 영향요인 상관관계 분석

시가화지역 야생조류 출현 특성과 토지이용구조간 상관분석결과를 살펴보면 종속변수는 봄철과 겨울철 야생조류 출현 종수, 출현 개체수 항목으로 구분하였고 토지이용구조 독립변수는 블록면적, 녹지율, 건폐율, 용적율 등의 영향요인으로 설정하였다. 독립변수 중 면적, 녹지율, 건폐율은 야생조류 출현종수, 출현개체수, 채이길드 다양성 항목과 봄철과 겨울철 모두 고도의 유의성이 인정되었으나 용적율은 통계적 유의성이 인정되지 않았다. Koo(2004)는 도시비오톱에서 야생조류 다양성에 영향을 미치는 요소는 면적보다 곤충의 종수와 비오톱면적지수라고 하였으나 본 연구에서는 블록면적이 시가화지역 내 다양한 야생조류 서식에 중요한 환경요인으로 분석되었다.

시가화지역 야생조류 출현 특성과 녹지구조간 상관분석결과를 살펴보면 종속변수는 계절별 야생조류 출현종수, 출현개체수로 구분하였고 녹지구조는 교목·아교목층 녹지용

Table 10. Results synthesis of correlation analysis between wildbirds' appearance and landuse structure

Division	Spring		Winter		
	Pearson's correlation coefficient	Significance probability	Pearson's correlation coefficient	Significance probability	
Species	Block area	0.579	0.000	0.657	0.000
	Green ratio	0.648	0.000	0.533	0.000
	Building to land ratio	-0.411	0.000	-0.342	0.000
	Building volume ratio	-0.07	0.303	-0.060	0.375
Individuals	Block area	0.501	0.000	0.568	0.000
	Green ratio	0.577	0.000	0.300	0.000
	Building to land ratio	-0.343	0.000	-0.177	0.000
	Building volume ratio	-0.049	0.474	-0.001	0.990

Table 11. Results synthesis of correlation analysis between wildbirds' appearance and green structure

Division	Spring		Winter		
	Pearson's correlation coefficient	Significance probability	Pearson's correlation coefficient	Significance probability	
Species	Canopy layer green volume	0.359	0.000	0.447	0.000
	Shrub green volume	0.334	0.001	0.636	0.000
	Mean area of green patch in block	0.539	0.000	0.287	0.005
	Mean height of canopy layer	0.308	0.003	0.319	0.002
	Mean DBH of canopy layer	0.201	0.053	0.117	0.262
	Distance from main green	-0.148	0.026	-0.091	0.173
	Distance from near green	-0.197	0.003	-0.143	0.031
Individual	Canopy layer green volume	0.317	0.002	0.456	0.000
	Shrub green volume	0.311	0.002	0.758	0.000
	Mean area of green patch in block	0.485	0.000	0.051	0.625
	Mean height of canopy layer	0.238	0.021	0.096	0.060
	Mean DBH of canopy layer	0.077	0.461	0.096	0.060
	Distance from main green	-0.151	0.025	-0.057	0.398
	Distance from near green	-0.191	0.005	-0.083	0.028

적, 관목층 녹지용적, 블록내 평균 녹지패치면적, 교목층 평균 수고, 교목층 평균 흉고직경으로 구분하였으며 주요 녹지와와의 거리도 함께 분석하였다.

출현종수와의 분석에서는 봄철과 겨울철에 교목·아교목층 녹지용적, 관목층 녹지용적, 블록내 평균 녹지패치면적, 교목층 평균 수고가 고도의 유의성이 인정되었고 봄철에는 배후녹지와와의 거리, 최단거리가 겨울철에는 거점녹지 거리와 최단거리가 유의성이 인정되었다. 출현개체수와의 분석에서는 봄철에 교목·아교목층 녹지용적, 관목층 녹지용적, 블록내 평균 녹지패치면적, 교목층 평균 수고가 고도의 유의성이 인정되었고 겨울철에는 교목·아교목층 녹지용적과 관목층 녹지용적에서 고도의 유의성이 인정되었다. 거리에서는 봄철에 배후녹지 거리, 최단거리가 겨울철에 최단거리가 유의성이 인정되었다. Kim(1999)은 아파트 단지내 다양한 야생조류 유치를 위해서는 녹지용적의 증가, 관목층 식재를 통한 층위구조 형성, 주변부에 출현하는 야생조류의 특성을 고려하여 아파트단지내 주변부 식생 도입을 제안하였는데 본 연구에서도 층위별 녹지용적이 시가지지역내 야생조류 출현에 있어 중요한 환경요인으로 분석되었으며 특히 관목층 녹지용적은 시가지지역 야생조류의 이동에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 또한 기존 연구에서 고려되지 않았으나 블록내 녹지의 조각정도 역시 외부환경으로부터의 다양한 영향을 받는 시가지지역의 특성상 야생조류의 이동 및 서식에 큰영향을 주는 것으로 나타나 녹지조

성시 이를 고려하여 녹지의 분할을 최대한 지양하고 대규모의 면적 녹지를 조성해야 할 것이다.

본 연구는 산림과 인접한 강동구 시가지지역을 대상으로 도시생태현황과 야생조류 출현현황을 분석하여 도심내 야생조류 출현에 영향을 미치는 요인을 상관관계 분석을 통해 도출하고자 하였다. 분석결과 토지이용구조에서는 녹지율, 건폐율이 높은 유의성을 나타내어 도심내 야생조류 출현에는 충분한 녹지확보가 필요하였으며 지나친 건폐지의 면적은 야생조류의 시각적 차폐를 유도하여 출현을 감소시키는 작용을 하는 것으로 나타났다. 녹지구조에서는 교목층과 관목층의 녹지용적과 블록별 평균 녹지패치 면적 등이 고도의 유의성을 나타내었다. 따라서 산림을 서식기반으로 하는 야생조류를 도심으로 끌어들이기 위해서는 녹지조성시 되도록 넓은 면적단위의 녹지를 확보하고 교목층과 아교목층에 충분한 식재를 하되 특히 많은 양의 관목식재가 필요하였다.

인용문헌

- 半田眞理子(1989) 都市の生態系の縁. 縁の讀本 10: 3-10.
- Cho, D.S.(1991) Island Biogeography Theory and Nature Conservation. Journal of Natural Science Song Sim College for Woman 12: 37-47.
- Cho, W.(1995) Analysis of Ecological Characteristics and

- Management Model for the Naturalness Enrichment of the Urban Green Space - A Case Study of Seoul City -. University of Seoul Graduate School Dissertation for the Degree of Doctor, 252pp.
- Colin, J.B., N.D. Burgess and D.A. Hill(1997) Bird Census Techniques. Academic Press Limited(4th), London, 257pp.
- DeGraaf, R.M., A.D. Geis and P.A. Healy(1991) Bird Population and Habitat Surveys in Urban Areas. *Landsc. Urban Plann.* 21: 181-188.
- Han, B.H.(2000) Ecological Assessment and Planting Models of Green Linkage for Eco-city Realization. University of Seoul Graduate School Dissertation for the Degree of Doctor, 271pp.
- Hooper R.G., H.S. Grawford and R.F. Harlow(1973) Bird Density and Diversity as Related to Vegetation in Forest Recreational Area. *J. of forestry* 71: 766-799.
- Hur, W.H., S.J. Park, S.J. Rhim, Y.S. Park, S.Y. Choi, C.B. Lee and W.S. Lee(2003) Differences in Bird Communities Due to Different Habitat Type in Han River Area. *Kor. J. Env. Eco.* 17(1): 83-91.
- Jedicke, E.(1994) Biotopverbund - Grundlagen und Maß Nahmen Einer Neuen: Ulmer.
- Kim, G.T., K.K. Oh and Y.J. Choi(1987) User's Effects on Avifauna in Bukhan Mountain National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 3(1): 24-34.
- Kim, H.S., T.K. An and H.S. Byun(1996) Green Town Development(Research Outline and Part of Architecture). Korea Institute of Construction Technology, 297pp.
- Kim, J.S.(1999) The Characteristics of Green Space as Wildbirds' Habitats in Apartment Complex. University of Seoul Graduate School Dissertation for the Degree of Master, 116pp.
- Kim, J.S., G.T. Kim, Y.H. Kong and S.H. Ko(1988) User's Effects on Avifauna in Chiak Mounaion National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 2(1): 37-49.
- Kim, Y.S., H.U. Park, M.G. Kwon and S.I. Kim(2002) Comparison of Bird Communities in Relation to Forest Structure. *Kor. J. Orni.* 9(2): 105-114.
- Koo, T.H.(2004) A Study on the Method of Urban Biotope Preparation for Improvement of Bird Diversity - Focusing on Metropolitan Seoul Area -. M. Sc. Thesis, Kyung Hee University, 59pp.
- Korea Evironment Institute(1993) A Study on Establishment of Eco-polis Plan. Korea Evironment Institute, 326pp.
- Kwak, J.I.(2007) Improvement Plan of the Landuse Structure and the Green Structure for Establishment of the Wildbirds' Habitation Base in Urban Area - A Case Study of Gangdong-gu in Seoul -. University of Seoul Graduate School Dissertation for the Degree of Master, 165pp.
- Lee, J.W., J.S. Kim and C.H. Ryu(1989) User's Effects on Avifauna in Kaya Mountain National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 3(1): 70-80.
- Lee, M.C.(1996) A Conceptual Study of Biotope Mapping in the City. *Journal of Korea Planners Association* 31(6): 197-211.
- Lee, W.S and C.R. Park(1995) Analysis of Changes on the Forest Environment and the Bird Community in Term of Guild. *Kor. J. Env. Eco.* 18(30): 397-408.
- Lee, W.S. and S.J. Rhim(1998) Change in Bird Communities Due to Urbanization. *Kor. J. Orni.* 5(1): 47-55.
- Lee, W.S.(1998) Inhabitation Status and Protection Discipline of Wildbirds in Urban Area - In the case of Seoul City -. *Kor. J. Env. Eco.* 11(2): 240-248.
- Lee, W.S., C.R. Park and S.J. Rhim(2000) Characteristics of Bird Community in Han River Area. *Journal of Ecology and Field Biology* 23(3): 273-279.
- Lee, W.S., J.W. Lee and J.S. Kim(1990) User's Effects on Avifauna in Sokri Mountain National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 4(1): 51-62.
- MacArthur, R. and J. MacArthur(1961) On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Min, S.J., K.J. Kim and K.S. Kim(2004) A Study to Extract Landuse Information from Digital Topographic Map in Urban Area. *Journal of the Korean Society for GeoSpatial Information System* 12(3): 13-21.
- Ministry of Environment(1996) Establishment of Master-plan for Construction of Eco-polis. Ministry of Environment, 250pp.
- No, H.J.(2003) Easy Multivariate Statistics by Hangle SPSS 10.0. Hyungseul, Seoul, 563pp.
- Tilghman, N.G.(1987) Characteristics of urban woodlands affecting breeding bird diversity and abundance. *Landscape and Urban Planning* 14: 481-495.
- Won, B.O.(1981) Illustrated Flora & Fauna of Korea vol. 25 Avifauna. Ministry of Education & Human Development, 1,126pp.