韓國環境復元技術學會誌 23(1) : 97 ~ 106(2020)
J. Korean Env. Res. Tech. 23(1) : 97 ~ 106(2020)
DOI : https://doi.org/10.13087/kosert.2020.23.1.97
ISSN 1229-3032

도시공원에 번식하는 박새의 이소 전후 어미 행동권 분석*

송 원 경

단국대학교 녹지조경학과 교수

Home Range Analysis of Great Tit (*Parus major*) before and after Fledging in an Urban Park*

Song, Won-Kyong

Dept. of Landscape Architecture, Dankook University, Professor.

ABSTRACT

Urban parks provide a variety of ecosystem services and are an important means of providing positive functions to urban ecosystems. Recently, various studies on wildlifes in urban parks have been conducted. However, there is a lack of research on habitat use in urban parks at important times such as before and after fledging in bird ecology. This study analyzed habitat use and home-range before and after fledging on Cheongsa park, a neighborhood park located in Cheonan city. An artificial nest was set up to check and capture great tit in fledging time. One female was captured and attached to the NTQB-2 (0.4g) radio transmitter, the location was tracked using SIKA Radio Tracking Receiver, hand-held three element Yagi antenna and GPS. Location information was recorded for 10 minutes for 3 hours each morning and afternoon for 12 days from May 17 to May 31, 2019. As a result, the home-range of the target species was 1.776 ha (MCP) and the core area was 499 ㎡ (KD 50%). The average daily home-range was 0.513 ha for the entire period, 0.688 ha before fledging, 0.339 ha after fledging based on MCP. The bird moved about 29.9 m on average and moved up to 131.7 m. For the most of the time, the great tit stayed inside the park, but the bird also used small green spaces such as street trees, tree flower beds, and green areas of unused lands. The results of this study could

* 이 연구는 2018학년도 단국대학교 대학연구비 지원으로 연구되었음.
First author : Song, Won-Kyong, Dept. of Landscape Architecture, Dankook University, Professor,
Tel : +82-41-550-3636, E-mail : wksong@dankook.ac.kr
Corresponding author : Song, Won-Kyong, Dept. of Landscape Architecture, Dankook University, Professor,
Tel : +82-41-550-3636, E-mail : wksong@dankook.ac.kr
Received : 20 January, 2020. **Revised** : 11 February, 2020. **Accepted** : 10 February, 2020.

be applied to the study of habitat use and the greenery management policy of the urban park considering wild birds.

Key words : MCP, Artificial nest, VHF, Urban green space, Cheonan city

I. 서 론

Costandza *et al.*(1997) 이후 생태계서비스 연구가 보편화되면서 자연이 인간에게 제공하는 혜택에 대한 관심이 높아졌으며 다양한 환경 자산 기능 연구가 세분화되었다. 도시공원은 급속한 도시화로 발생된 문제를 해결하기 위한 수단으로 도입되었으나 최근 도시생태계 구성요소로서 생태계서비스를 제공하는 거점 역할을 수행하고 있다고 평가된다(Konijnendijk *et al.,* 2006). 특히 생물서식공간이라는 핵심 기능이 주목받기 시작하면서 도시생태계를 연구하기 위한 중요한 대상지로 도시공원이 대두되었다. 도시공원은 도시 생물다양성을 보전하는 측면뿐만 아니라 시민이 가까이 다가갈 수 있는 자연을 제공하기 때문에 더욱 주목받고 있다(Song, 2018).

야생동물 서식환경 관점에서 도시공원 및 도시녹지를 조사한 연구는 다수 존재한다. 국내에서는 도시공원(Hong and Kwak, 2011; Song, 2015; 2017), 도시하천 및 생태공원(Kim and Koo, 2003; Kim *et al.*, 2004), 도시 주변 산림(Lee *et al.*, 2004) 등을 대상으로 조류 서식지로서 도시 녹지에 대한 연구가 진행되었다(Song, 2018). 도시공원의 규모와 시민의 적극적인 이용 등을 감안할 때 대부분의 연구가 조류로 한정된 특징이 있다. 국외에서는 섬생물지리학의 관점에서 공원의 면적과 종다양성을 연구하기 시작했으며(Macather and Wilson, 1963), 도시생태계에서 고립된 녹지 면적이 넓거나 거리가 가까울수록 조류 종수가 높은 것으로 분석되었다(Fernández-Juricic and Jokimäki 2001, Magura *et al.,* 2008). 이 외에도 다양한 조류 서식지로서 도시녹지에 대한 연구가 존재하고 있으며, 종합하면 식생피복과 자연식생 바이오매스가 도시 조류 종다양성에 매우 중요한 요인임을 알 수 있다(Sansei *et al.*, 2009).

박새과는 참새목의 소형조류이며 비교적 개체수가 풍부하여 조류 군집 연구 대상으로 널리 활용되고 있다(Alatalo, 1982). 박새과(Paridae)는 2차 수동성 조류로서 인공새집이나 동공을 둥지자원으로 이용하여 번식한다. 박새과는 인간의 간섭이 심한 도시녹지에서 관찰이 용이하며(Jung *et al.*, 2012), 도시생태계에서 적응한 생태계서비스 제공 종으로서 해충 구제 등의 중요한 역할을 하고 있다(Lee *et al.*, 2000). 우리나라 박새과 대표 조류는 5종으로, 이 중 박새(*Parus major*), 쇠박새(*P. palustris*), 진박새(*P. ater*), 곤줄박이(*P. varius*) 등 4종이 전국적으로 흔하게 관찰된다(Hang and Kwak, 2011). 우리나라에서 박새류의 서식환경에 관한 연구 중 박새는 동아시아에서 유럽 전역에 걸쳐 분포해있고, 인공새집을 잘 이용하기 때문에 특히 많은 연구가 이루어졌다(Riddington and Gosler 1995). 그러나 아직까지 이소 전·후 행동권 특성 등 구체적인 생활사 연구는 부족한 실정이다.

최근 조류 조사 기법에 원격무선추적 기법이 적극 활용되고 있다. 야생동물 몸에 발신기를 부착하고 이를 수신기 또는 통신망 등을 활용하여 위치를 확인하여 이동하는 야생동물의 행동권을 파악할 수 있다. 일반적으로 체중의 3% 미만의 발신기 무게가 야생동물 행동에 큰 문제가 없다는 기준에 따라 장비의 상대적인 무게를 고려하여 중대형 조류나 포유류에는 GPS(Global Positioning System) 기반 발신기를 활용하고(Kang *et al.*, 2014; Shin *et al.*, 2016), 소형 조류

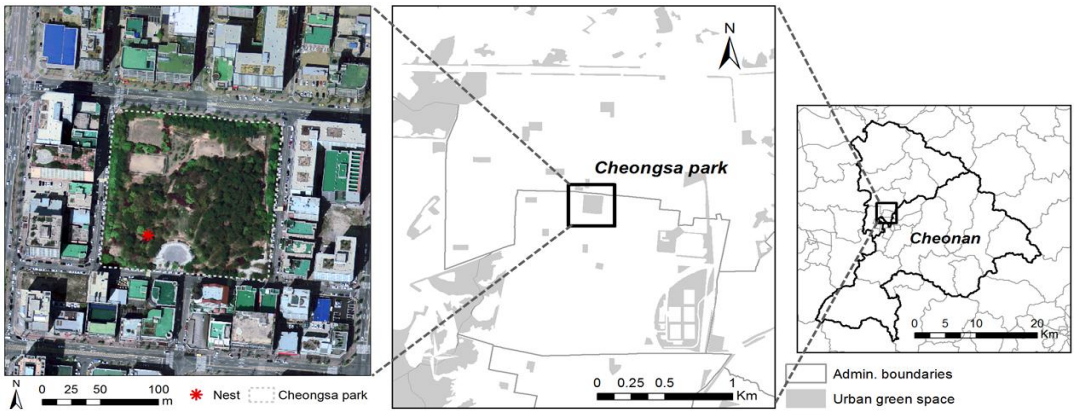

Figure 1. Study area

(Paxton, 2008; Reichard and Ketterson, 2012), 박쥐 등 소형 야생동물을 대상으로는 초소형 GPS(Jeon *et al.*, 2018) 또는 VHF(Very High Frequency) 기반 발신기(Chung *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2018)를 활용하고 있다. 최근 발신기 경량화로 인해 소형 야생동물 추적 연구가 점차 증가하고 있는 추세이다. 그러나 국내에서는 아직까지 소형 조류에 대한 원격무선추적 조사가 제한적으로 활용되고 있으며(Kim *et al.*, 2018), 도시공원에서 소형 조류 대상 무선추적 및 행동권 분석 연구는 거의 없는 상황이다. 이소 등과 같이 야생 조류 생활사에서 중요한 시기에 대한 행동권 연구는 국·내외 모두 부족한 상황이므로 박새 등 소형 조류의 도시생태계 서식지 이용에 대한 데이터 기반 연구가 더 필요한 시점이다.

본 연구는 도시공원 및 주변지역을 대상으로 박새의 이소전후 행동권을 분석하고 행동 특성을 파악하고자 한다. 도시에 서식하는 소형 조류의 행동권 및 행동 특성에 대한 기초연구를 통해 도시녹지 계획 및 설계, 관리에 기여하는 것이 본 연구의 궁극적인 목적이다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상지

본 연구 대상지는 충청남도 천안시 서북구 성정동 1285번지에 위치한 청사공원이다(Figure 1). 청사공원은 2002년에 조성된 근린공원으로 두정동과 성정동 상가 및 주거지에 둘러싸인 도심 속 산림형 공원이다. 2017년 2월 근린공원 리모델링 사업을 완료하여 주민의 이용이 확대되고 있으며 비교적 대경목이 잘 보전되어 자연생태계가 인간의 이용과 공존하는 특징을 가지고 있다. 공원 면적은 21,193㎡로 천안시 서북구 내에서 가장 넓고 공원 한 변의 길이가 약 140m로 정방형의 구조를 가지고 있다. 산림형 공원이므로 지형의 기복이 존재하고 4영급 이상의 상수리나무, 리기다소나무, 아까시나무가 주요 수종을 형성하고 있다.

2. 인공새집 설치 및 포획

수동성 조류에게 인공새집을 제공할 경우 번식성공률, 부화율, 이소성공률을 높일 수 있다고 알려져 있다(Purcell *et al.*, 1997). 우리나라에 서식하는 종 중에서는 곤줄박이, 쇠박새, 진박새, 박새, 동고비, 흰눈썹황금새, 참새, 찌르레기 등이 인공새집을 이용하는 것으로 알려져 있으며, 특히 박새과의 경우 인공새집 이용률이 높은 종으로 연구되었다(Lee and Kim, 1996).

본 연구에서는 박새 포획을 위해 청사공원에 총 12개의 인공새집을 설치하였다. 대상종의 인공새집 이용률을 높이기 위해 인공새집 설치 수

종, 향, 설치 높이 등은 Kim *et al.*(2002), Lim *et al.*(2008)을 참고하였다. 인공새집은 LG상록재단 '새집 달아주기'사업에서 활용된 인공새집을 모델로 자체 제작하여 사용하였다(W: 130mm, V: 170mm, H: 330mm). 인공새집 입구 직경은 35mm를 사용하였으며, 시민의 공원 이용률이 높아 보행로와 2m 이상 이격하여 인공새집을 설치하였다.

2019년 4월 18일 청사공원 내 인공새집에서 첫 산란을 확인하였으며, 포란(抱卵)과 이소시기를 고려하여 5월 17일 어미 박새 1개체를 포획하였다. 어미 박새가 인공새집으로 들어가는 순간 입구에 포획망을 설치하여 박새가 인공새집을 나오는 순간 포획되도록 유도하였다.

3. 무선위치추적 및 행동권 분석

포획한 어미 박새의 행동권을 파악하기 위해 무선발신기를 부착하였다. 박새는 평균 체중이 18g 미만이므로 발신기에 의한 비행 행동제약을 최소화하기 위해 무게 0.4g의 발신기(NTQB-2, two stage radio transmitter)를 이용하여 평균 체중의 3%이하로 발신기 무게를 설정하였다. 발신기 부착은 Body-Harness(몸통-하네스)방법을 이용하였다(Chris *et al.*, 2015). 탄성이 있는 우레탄 줄을 사용하여 두 줄을 평행하게 몸통을 통과시키고, 가슴 중앙의 줄을 발신기의의 뒤쪽과 앞쪽에 있는 고리에 매듭을 지어 몸통에 고정하였다.

발신기가 부착된 위치신호를 수신하기 위한 라디오 주파 수신기(SIKA Radio Tracking Receiver, Inc., Biotrack)와 휴대용 3소자 Yagi 안테나(Hand-held three element Yagi antenna)를 사용하였다. 발신기가 부착된 대상종을 추적하여 근거리까지 접근하면 쌍안경 또는 육안으로 확인 한 뒤 야외용 GPS(GPS MAP 64s, Inc., Garmin)를 이용하여 기록하였다.

위치정보를 이용한 박새 행동권 및 행동패턴 분석은 ArcGIS 10.5(ESRI Inc.) Animal Movement Extension 2.0을 이용하였다. 위치정보를 포인트로 저장하여 Moving Harmonic Mean을 이용한 Minimum Convex Polygon (MCP) 방법을 통해 행동권을 분석하였다(Davidson-Watts and Jones, 2006). MCP는 위치 좌표들 중 가장 바깥에 위치한 점들을 연결하는 100% MCP를 사용하였다. 이와 함께 KD (Kernel Density) 방법을 활용하였는데, 이는 점집합의 위치데이터로부터 확률밀도를 추정한 값을 표현한 선을 통해 면적을 나타내는 방식으로 개체를 추적하는 기간 동안 주어진 지역 내에서 나타날 수 있는 확률적 이용배분을 나타낸 것이다. 출현빈도가 높은 지역을 확인하기 위해 KD 95%와 핵심 서식지를 분석할 수 있는 KD 50%를 병행하여 분석하였다. 행동권 면적 계산 외에 행동권 주변 토지피복 및 이용을 확인하여 박새의 행동 특성을 이소 전후시기로 구분하여 비교·분석하였다. 통계분석 및 데이터 처리는 R 3.3.1(R Core Team, 2016)을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 도시공원에서의 박새 행동권

2019년 5월 17일 어미 암컷 박새를 포획하여 5월 31일까지 총 12일에 걸쳐 412개 지점의 위치를 추적하였다. 이 공원에는 박새, 곤줄박이, 쇠박새가 서식하고 있음을 확인하였다. 행동권이 공원 남서부로 치우친 이유는 이 공원 내에 다른 박새와 곤줄박이와 행동권을 분할하고 있기 때문인 것으로 관찰되었다. 행동권 면적은 MCP 기준 1.776ha로 확인되었다. 일별 행동권으로는 이소 시기였던 5월 25일이 0.10ha로 가장 좁은 면적이었으며 5월 21일은 1.40ha로 넓은 행동 패턴을 보였다(Table 1). KD 기준으로는 KD 95%에서 1.042ha, KD 50% 기준 0.05ha의 행동권을 파악하였다(Table 1). 청사공원에 서식하는 박새는 핵심 행동권이 약 499㎡로 추정된다. 기존 박새 행동권 연구는 주로 산림을

Table 1. Home-range sizes and moving distance of female adult great tit in 12days

Date	Area of home-range using MCP (ha)	Area of home-range using kernel density (ha)		Moving distance from nest (m)
		95%	50%	
17 May	0.760	0.556	0.013	25.386
18 May	0.200	0.237	0.021	19.566
20 May	0.901	0.582	0.024	25.541
21 May	1.395	0.832	0.037	32.193
22 May	0.537	0.668	0.081	35.257
23 May	0.337	0.500	0.021	34.241
25 May	0.101	0.146	0.013	31.873
27 May	0.316	0.540	0.027	25.321
28 May	0.664	0.608	0.049	31.198
29 May	0.166	0.244	0.009	32.359
30 May	0.345	0.546	0.035	30.645
31 May	0.439	0.624	0.111	35.066
Mean	0.513	0.507	0.035	29.887

대상으로 진행되었으며, 박새 이소 종료 20일 이후부터 추적하여 8.3ha의 행동권을 파악하였다(Naef-Daenzer and Grüebler, 2008). 본 연구 결과는 이소 전후 도시공원을 서식지로 이용하는 박새의 특성을 반영하여 행동권 면적에 차이가 발생된 것으로 해석된다.

둥지와의 거리를 기준으로 이동거리를 추정한 이동거리는 29.9m로 분석되었다(Table 1). 박새는 이소 전후에 둥지에서 30m 이내의 거리를 주로 이용하는 것으로 추정할 수 있다. 산림생태계에서 서식하는 박새과의 경우 둥지로부터 25m 이내에서 주요 채이 활동을 하며, 50m 이내에서 90% 이상의 채이 활동을 하는 것으로 알려져 있다(Naef-Daenzer and Keller 1999; Tremblay *et al.,* 2005). 산림과 도시공원이라는 대상지 차이는 존재하지만 주요한 활동 범위는 유사한 것을 확인할 수 있다.

2. 이소 전후 어미 박새의 행동권

이소 전 시기인 5월 17일부터 5월 23일까지 전체 7일 중 6일의 추적으로 총 223개의 위치를 수집하였다. 이소 전 6일 동안 어미 박새의 평균 행동권 크기는 MCP 기준 1.678ha(Figure 2), KD 95% 기준 0.924ha, KD 50% 기준 0.021ha로 확인되었다(Figure 2, 3). 이소일인 5월 25일부터 5월 31일까지 6일 동안에는 총 189개의 박새 위치를 추적하였다. 이소 후 6일 동안 박새의 평균 행동권 크기는 MCP 0.980ha, KD 95% 0.794ha, KD 50% 0.059ha로 확인되었다(Figure 2, 3). 박새는 이소 전 시기에 육추 과정에서 필요한 먹이자원을 수집하기 위해 더 넓은 범위를 이동하는 것으로 추정할 수 있다.

하루 행동권 면적 기준으로 이소 전 6일 동안 박새의 평균 행동권 크기는 MCP 기준 0.688ha, KD 95% 기준 0.563ha, KD 50% 기준 0.033ha로 확인되었다. 이소 후 6일 동안은 MCP 기준 0.339ha, KD 95% 기준 0.451ha, KD 50% 기준 0.041ha로 확인되었다.

둥지로부터의 거리를 기준으로 측정한 이동거리는 하루 이동 거리를 기준으로 이소 전이 28.7m, 이소 후가 31.1m로 평균 이동 거리는 이소 후에 약 2.4m 증가한 것으로 분석되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다($t=0.84$, $p=0.43$, Figure 4d). 둥지로부터 최대 131.7m를 이동한

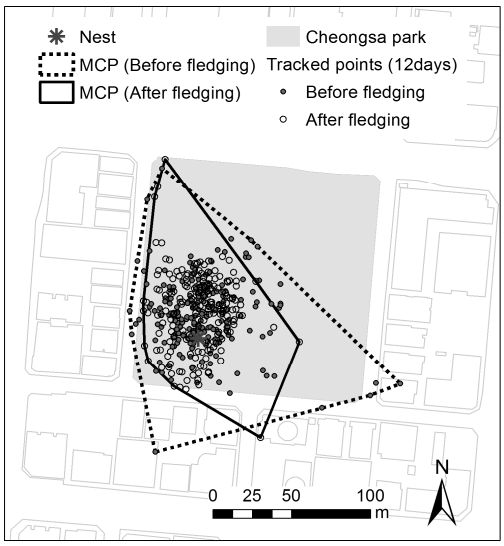

Figure 2. Home-range analysis of great tit using the MCP method

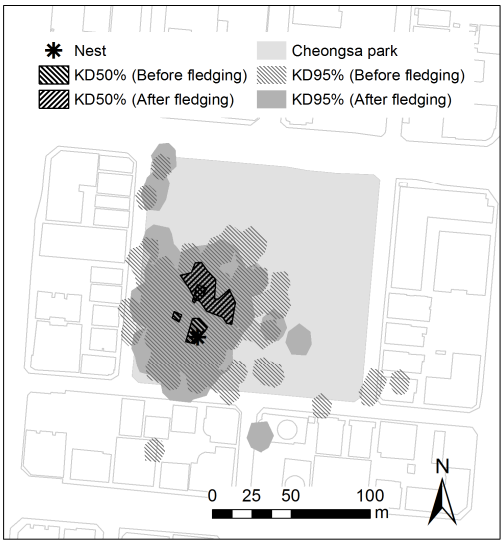

Figure 3. Home-range analysis of great tit using the KD method

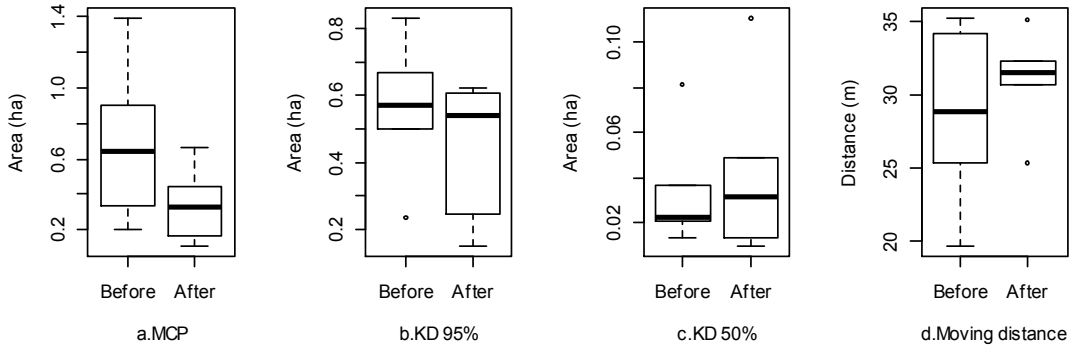

Figure 4. Comparison of home-range size (a. MCP, b. KD 95%, c. KD 50%) and moving distance from nest (d. Moving distance) before and after fledging

것도 확인되었다. 이소 전에는 하루 동안 이동하는 평균 행동권의 크기가 MCP 기준에서 이소 후보다 더 큰 것으로 확인되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다(t=1.20, p=0.12, Figure 4a). KD 95% 기준 행동권 크기 역시 이소 후보다 더 크게 확인되었으나 통계적 유의성은 확인할 수 없었다(t=0.96, p=0.36, Figure 4b). 둥지로부터 평균 이동거리는 이소 이후 오히려 더 짧아졌으며, 핵심 행동권이라 할 수 있는 KD 50%은 이소 후에 오히려 면적이 증가하였다(Figure 4c). 이를 통해 박새가 육추를 위해 더 많이 요구되는 먹이를 획득하기 위해 넓은 범위를 이동하지만 둥지를 중심으로 이동범위를 설정하는 경향이 있다고 추정할 수 있다. 이러한 행동권 범위 자료는 하루 30개 이상의 위치를 확인하고 이소 전후 기간 동안 박새의 행동권을 파악하지 않고서는 획득하기 어려운 정보이다. 박새는 이소 전보다 후에 핵심 행동권이 0.033ha에서 0.041ha로 넓어지고 있는데, 이는 이소 이후 둥지를 이용하는 빈도가 감소하기 때문인 것으로 해석할 수 있다

a. Tree flower bed b. Green area of unused land

Figure 5. Small green spaces used by great tit adjacent to the Cheongsa park

(Figure 3). 이소 이후에 하루에 이용하는 핵심 행동권이 넓어지는 것은 둥지 이외의 지역을 더 자주 이용하는 것으로 해석할 수 있으며, 특히 하루 이용 핵심 행동권의 분산이 커지는 것이 특이점이라 할 수 있다(Figure 4c).

3. 도시공원 주변 서식지 이용

박새는 청사공원 내부에서 주로 활동하고 있었다. 핵심 행동권은 둥지 주변 반경 30m 이내에서 형성되어 있으며 주요 행동권 역시 80% 이상 청사공원 내 녹지에 한정되어 있었다. 그러나 먹이자원을 획득하기 위해 공원을 벗어나 주변 가로수나 소규모 녹지로 이동하는 것을 확인하였다. 이소 전후 시기 동안 청사공원 외에 다른 도시공원이나 산림으로 이동하는 장거리 움직임은 없었으나 인접한 주거지역 및 상업지역에 위치한 소규모 녹지에서 먹이활동을 하는 것을 위치추적을 통해 확인하였다(Figure 5). 박새는 가로수 및 근린공원과 인접한 교목이 식재된 화단(Figure 5a), 방치된 개발부지 내 녹지(Figure 5b) 등을 서식지로 이용하고 있으며, 이러한 빈도는 장기적인 추적을 통해 더 확인될 수 있을 것으로 추정된다. 향후 도시생태계에서 장기적인 박새의 행동권 연구 및 이소 이후 서식지 선택 등에 본 연구 방법론이 활용된다면 도시생태계 구성 요소를 계획·설계, 관리하는 데 도움이 될 수 있으리라 기대된다.

V. 결 론

본 연구는 도시공원을 대상으로 박새의 이소 전후 행동권을 파악한 연구로서 의의를 갖는다. 고도로 개발된 주거지역과 상업지역으로 둘러싸인 근린공원에 서식하는 박새는 MCP 기준으로 약 1.78ha, KD 95% 기준으로 약 1.04ha, KD 50% 기준에서 약 0.05ha를 행동권으로 이용하고 있었다. 이소 전에 이소 후보다 더 넓은 면적을 행동권으로 설정하고 있었다. 대상지에서 박새는 근린공원 내부를 핵심 행동권으로 형성하고 있으면서 공원과 인접한 녹지를 함께 이용하는 것을 확인할 수 있었다.

도시 녹지에서 박새의 행동권은 산림과 다소 다른 면적과 패턴을 보일 것으로 추정된다. 본 연구 결과는 하나의 도시공원에서 어미 박새 1마리에 대한 이소 전후 행동권 분석이라는 한계를 갖고 있다. 특히 행동권 추적이 이소 전후로 각각 6일씩 진행되어 통계적인 유의성을 밝혀내지 못한 한계가 존재한다. 최초 9개의 알을 낳았으나 육추 과정에서 2마리의 유조만이 이소에 성공하여 어미의 먹이 제공 노력이 상황에 따라 달라질 수 있는 것도 행동권 분석에서 유의해야 할 점으로 판단된다. 그러나 번식기 박새가 도

시생태계에서 어떠한 행동권을 갖고 어떠한 행동 패턴을 보이는지에 대한 기초자료로서 본 연구 결과는 의미가 있다. 특히 공원 주변에 분포한 가로수, 소규모 자투리 녹지를 실제 박새가 이용하고 있다는 것을 확인함으로써 공원을 비롯한 도시 녹지의 양과 배치에 대해 도시계획 관점에서 고려할 시점이라 판단된다. 향후 보다 장기적인 서식지 이용 데이터를 구축하여 박새 등 소규모 야생동물의 도시생태계 공간별 이용 현황을 파악한다면 도시공원을 비롯한 여러 비오톱에 대한 중요한 계획·설계 및 관리에 활용할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 단국대학교 공간생태연구실 김성열 석사과정, 김휘문 박사과정 학생의 도움으로 현장조사 및 기초자료 분석이 진행되었으며 이에 감사드립니다.

References

Alatalo RV. 1980. Seasonal dynamics of resource partitioning among foliage-gleaning passerines in northern Finland. Oecologia 45 : 190-196.

Chris BT · VH Ross-Smith · JA Clark · NA Clark · GJ Conway · M Marsh · EHK Leat and NHK Burton. 2015. A trial of three harness attachment methods and their suitability for long-term use on Lesser Blackbacked Gulls and Great Skuas. Ringing & Migration 29(2) : 65-76.

Chung, CU · SH Han and CI Lee. 2010. Home-range Analysis of Pipistrelle Bat (Pipistrellus abramus) in Non-Reproductive Season by Using Radio-tracking. Korean J. Environ. Ecol. 24(4) : 487-492. (in Korean with English summary)

Costanza, R · R d'Arge · R de Groot · S Farber · M Grasso · B Hannon · K Limburg S Naeem · RV O'Neoll · J Paruelo · RS Raskin · P Sutto and M Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387 : 253-260.

Davidson-Watts, I and GJ Johne. 2006. Differences in foraging behaviour between Pipistrellus pipistrellus and Pipistrellus pygmaeus. J. Zool. 268 : 55-62.

Fernádez-Juricic, E. and J Jokimäki. 2001. A habitat island approach to conserving birds in urban landscapes: case studies from southern and norther Europe. Biodiversity and Conservation 10 : 2023-2043.

Hong, SH and JI Kwak. 2011. Characteristics ofAppearance by Vegetation Type of Paridaein Urban Forest of Korea. J. Environ. Ecol. 25(5) : 760-766. (in Korean with English summary)

Jeon, YS · SC Kim · SH Han and CU Chung. 2018. Characteristics of the Home Range and Habitat Use of the Greater Horseshoe Bat (Rhinolophus ferrumequinum) in an Urban Landscape. Journal of Environmental Science International 27(8) : 665-675. (in Korean with English summary)

Jeong, HJ · EA Cho · HS Ko and GS Jang. 2012. A research on the reproductive properties of great tits in the urban Forest. J. Korean Env. Res. Tech. 15(5) : 155-163. (in Korean with English summary)

Jung, SM · MS Shin · HJ Cho · SW Han · HM Son · JW Kim · SI Kang · HS Lee and HS Oh. 2019. Study on the Home-range and Winter Habitat Pintail using the Wild-Tracker (WT-300) in Korea. J. Environ. Ecol. 33(1)

: 1-8. (in Korean with English summary)

Kang, TH · DH Kim · HJ Cho · YU Shin · HS Le e · JH Suh and JK Hwang. 2014. Movements and Home-range of Mallards by GPS-Mobile based Telementary(WT-200) in Korea. J. Environ. Ecol. 28(6) : 642-649. (in Korean with English summary)

Kim, J · GD Moon and TH Koo. 2004. Characteristics of Bird Community and Habitat Use in Gildong Natural Ecological Park. J. Korean Env. Res. Tech. 7(1) : 19-29. (in Korean with English summary)

Kim, SY · WM Kim · WK Song and EJ Hyeong. 2018. Home-range Analysis of Varied Tit(Parus varius) in the Post Fledging Period by Using Radio-tracking. J. Korean Env. Res. Tech. 21(1) : 95-102. (in Korean with English summary)

Kim, JK · SK Lee · HK Min and KC Oh. 2002. A Study on Food Resource and Utilization of Artificial Nest of Wild-birds in Urban Woodland, J. Environ. Ecol. 25(5) : 275-282

Kim, J and TH Koo. 2003. Influence of theEco-park Development on Bird Community in Urban Stream. The Korean Journal of Ecology 26(3) : 97-102. (in Korean with English summary)

Konijnendijk, CC · RM Richard · A Kenney and TB Randrup. 2006. Defining urban forestry – a comparative perspective of North America and Europe. Urban Forestry & Urban Greening 4(3-4) : 93-103.

Lee, KJ · BH Han and SD Lee. 2004. Ecological Management Plan and Biotope Structure of Namsan Urban Natural Park in Seoul. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 32(5) : 102-118. (in Korean with English summary)

Lee, WS and SW Kim. 1996. Foods and Nest Boxes of Wildbirds in Natural and Degraded Ecosystems. Kor. J. Orni. 3(1) : 43-50. (in Korean with English summary)

Lee, WS · TH Koo and JY Park. 2000. A FieldGuide to the Birds of Korea, Seoul : LG Evergreen Foundation. (in Korean)

MacArthur, RH and EO Wilson. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. Evolution 17 : 373-387.

MacArthur, RH. and J. MacArthur. 1961. On bird species diversity. Ecology 42 : 594-598.

Magura, T · A Báldi and R Horváth. 2008. Breakdown of the species-area relationship in exotic but not in native forest patches. Acta Oecologica 33 : 272-279.

Naef-Daenzer, B and L Keller. 1999. The foraging performance of great and blue tits (Parus major and P. caeruleus) in relation to caterpillar development, and its consequences for nestling growth and fledging weight. Journal of Animal Ecology 68 : 708-718.

Naef-Daenzer, B and MU Grüebler. 2008. Post-fledging range use of Great tit Parus major families in relation to chick body condition. Ardea 96(2) : 181-190

Paxton, EH. 2008. Geographic variation and migratory connectivity of Willow Flycatcher subspecies: Flagstaff, Arizona, Northern Arizona University, Ph.D. dissertation.

R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/

Reichard, DG and ED Ketterson. 2012. Estimation of Female Home-range Size During the NestlingPeriod of Dark-eyed Juncos. The Wilson Journal of Ornithology 124(3) : 614-620.

Rhim, SJ · SH Son · MJ Kim and JH Kang. 2008. Use of Artificial Nest Boxes of Tits in Coniferous and Deciduous Forests. Journal of Korean Forest Society 97(1) : 83-87. (in Korean with English summary)

Riddington, R and AG Gosler. 1995. Differences in reproductive success and parental qualities between habitat in the Great tit Parus major. Ibis 137 : 371-378.

Sansei, G · E Padoa-Schioppa · L Lorusso · L Bottoni and R Lafortezza. 2009. Avian ecological diversity as an indicator of urban forest functionality. Results from two case studies in northern and southern Italy. Arboriculture and Urban Forestry 35(2) : 80-86.

Shin, YU · MS Shin · HS Lee · YM Kang · WK Moon · HS Park and HS Oh. 2016. Study for Habitat Usage of Spot-billed Duck in Korea, Using GPS-Mobile Telemetry (WT-200). J. Environ. Ecol. 30(2) : 146-154. (in Korean with English summary)

Song, WK. 2015. Analysis of Bird Species Diversity Response to Structural Conditions of Urban Park: Focused on 26 Urban Parks in Cheonan City. J. Korean Env. Res. Tech. 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. J. Korean Env. Res. Tech. 18(3) : 65-77. (in Korean with English summary)

Song, WK. 2018. Analysis of Urban Green Areas using NDVI and Development of a Model to Analyze Bird Diversity in Urban Parks. J. Korean Env. Res. Tech. 21(1) : 73-82.

Tremblay, I · D Thomas · MM Lambrechts · J Blondel and P Perret. 2003. Variation in Blue Tit breeding performance. Ecology 84 : 3033-3043.