韓國環境復元技術學會誌 15(5) : 155～163(2012)
J. Korean Env. Res. Tech. 15(5) : 155～163(2012)

도시녹지에서 박새의 번식특성에 관한 연구*

정혜진 · 조은아 · 고현서 · 장갑수

영남대학교 생명과학과

A Research on the Reproductive Properties of Great Tits in the Urban Forests*

Jeong, Hyu-Jin · Cho, Eun-A · Ko, Hyeon-Seo and Jang, Gab-Sue

Department of Life Science, Yeungnam University.

ABSTRACT

This study was carried out to monitor reproductive responses of great tits in 17 urban forests in Daegu metropolitan city. The reproductive perspectives of great tits were surveyed by using 106 artificial bird nests, of which five or seven nests were set up in every urban forest.

A ratio of artificial nests used by great tits for their reproduction was 27.4%. It was showing that forests, where the reproductive response was higher, was located at the edge of the city, or was known as having a good vegetation structure in the urban area.

The laying date of a great tit was a little earlier in forests in the middle of the city. It might be dependent on the density of artificial land uses including a residential area and an industrial complex, which are able to increase an urban micro-temperature. Otherwise, natural forests or forest patches nearby natural forests located at the edge of the city were showing that the laying date of great tits was relatively later than the oneee in the forest in the middle of the city.

There was a big difference of reproduction perspectives of great tit between the 1st and 2nd reproduction. In the 1st reproduction, a clutch size was larger, while an egg volume was so low. Otherwise, the clutch size was shown so smaller in the 2nd reproduction than in the 1st reproduction,

* 본 연구는 2011년도 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NO. 2011-0014598).

First author : Jeong, Hyu-Jin, Department of Life Science, Yeungnam University,
Tel : +82-53-810-3824, E-mail : junghyejin1230@gmail.com

Corresponding author : Jang, Gab-Sue, Department of Life Science, Yeungnam University,
Tel : +82-53-810-2371, E-mail : sunside@ynu.ac.kr

Received : 27 August, 2012. **Revised** : 24 October, 2012. **Accepted** : 24 October, 2012.

while the egg volume was larger in the 2nd reproduction. It might be due to the survival strategy of a great tit to prepare the winter season for a juvenile.

Many variables, regarding to the problem of climate changes, have been linked to the environment of urban area and the bird habitats. Finally, Monitoring a bird reproduction is a valuable work for managing an urban forest as well as for conserving a natural forest.

Key Words : *Urban forest, Reproductive response, Great tit, Artificial bird nest.*

I. 서 론

숲은 조류의 서식지로서 매우 중요한 장소이며, 숲의 식생구조와 조류의 상관관계에 대한 연구는 MacArthur와 Wilson(1963; 1967)의 연구 이후 많은 연구자들에 의해 이루어졌다. 최근 들어 산림뿐만 아니라 도시 내의 공원과 녹지공간에서의 생물다양성에 대한 관심도 높아졌으며, 도시녹지를 야생동식물의 서식지로 보전하여 녹지 네트워크를 구축하고자 하는 관심도 크게 증가하였다.

그러나 우리나라 대도시의 급격한 도시화와 더불어 시가화구역의 팽창은 도시녹지를 감소시켰으며 결과적으로 도시 내 녹지의 네트워크를 구현하려는 여러 시도는 양적 혹은 질적 측면에서 상당히 어려울 것이라는 것이 오정학 등(2010)의 대도시 내 녹지네트워크 경향 분석을 통하여 미루어 짐작할 수 있다.

도시에서 녹지네트워크를 이루기 위해서는 각 녹지마다 서식지로서의 기능을 회복하여 종을 유인하고 이런 건강한 녹지들이 유기적으로 연결될 때에 비로소 네트워크가 구현될 수 있는데, 지금의 도시녹지는 도시민의 건강과 어메니티(amenity) 그리고 이용상의 안전을 우선적으로 고려한 나머지 도시녹지 내에 여러 갈래의 산책로를 조성하고, 시야 확보를 위해 하층목을 제거함으로써 도시녹지의 식생구조를 더욱 단조롭게 하였으며, 따라서 다양한 종의 유입이 어려운 환경으로 만들어 버렸다. 이러한 인간의 간섭은 도시녹지 내 야생동물의 서식뿐만 아니라 번식에도 영향을 주는 것으로 알려져 있다(임신재, 2006).

녹지 혹은 산림에서 생태계의 건강성을 모니터링하기 위해 실시한 연구들을 살펴보면, 번식지의 주변 환경 요인이 조류의 한배산란수(clutch size) 및 새끼의 성장에 미치는 영향을 연구한 바 있으며(Pettifor *et al*., 1988), 특히 번식시기 동안의 기온이 박새의 한배산란수 및 알 형성, 알 크기, 새끼의 무게에 영향을 주는 것으로 조사한 사례도 있다(Perrins와 McCleery, 1989). 또한 인공새집을 활용하여 조류의 번식생태를 모니터링 함으로써 서식지의 건강성을 판단하려는 시도 또한 산림생태계를 대상으로 접근한 바 있는데(Matthew *et al*., 2002), 도시녹지 생태계 내에 대경목이 부족하여 나무구멍(tree hole)을 둥지자원으로 이용하기 어려우므로 연구의 편의성 등을 이유로 인공새집을 활용하여 다양한 연구들을 수행하는 경우들을 종종 보게 된다.

본 연구에서도 도시녹지에서 조류들이 둥지자원으로 나무구멍을 찾기 어려울 것이라는데 아이디어를 얻어 인공둥지를 활용하여 도시녹지에 서식하는 박새(great tit, *Parus major* L.)의 번식반응을 비교하여 도시녹지의 건강성을 판단하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 대상지 소개

본 연구의 대상지는 대구광역시의 도시녹지이며, 대구시의 도심에 산재해 있는 도시녹지 17개소를 대상으로 조사가 이루어졌다. 대구 지역은

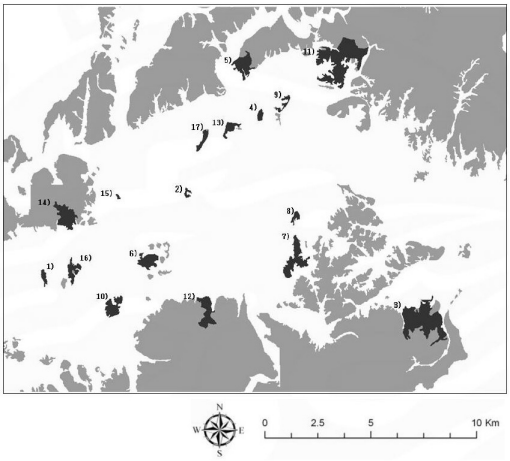

그림 1. 대상으로 정한 대구시 도시녹지.
1) 갈산공원, 2) 달성공원, 3) 대덕산, 4) 대불공원, 5) 동서변, 6) 두류공원, 7) 범어공원, 8) 범어시민공원, 9) 복현공원, 10) 본리공원, 11) 봉무공원, 12) 앞산공원, 13) 연암공원, 14) 와룡산, 15) 이현공원, 16) 장기공원, 17) 침산공원.

한반도의 동남부에 위치하는 영남분지의 일부로서, 북위 35°36′~36°01′, 동경 128°46′에 위치하며, 전체 면적 884.07km^{2}로 달성군을 포함한 7개의 구로 이루어져있다. 본 연구의 대상녹지는 달성군을 제외한 기존의 도심에 산재해 있는 조성 혹은 미조성된 녹지로서 규모나 거리가 제각각이며(그림 1), 앞산이나 팔공산과 같이 대규모 자연녹지뿐만 아니라 갈산공원이나 대불공원과 같이 파편화(fragmentation)되어 작고 인위적인 간섭이 심한 녹지도 포함하였다.

본 연구에서는 높이 22cm, 폭 14cm, 입구 직경은 35mm의 목재 인공새집을 활용하였고, 2010년 12월에 각 녹지마다 5~7개씩 총 106개의 새집을 설치한 후 이듬해인 2011년 봄에 번식반응을 모니터링하였다.

2. 대상종 소개

본 연구의 대상종인 박새는 인공새집에도 번식을 쉽게 하기 때문에 우리나라에서 번식생태에 관한 연구의 대상종으로 많이 활용되고 있다. 박새류는 참새목(Passeriformes) 박새과(Paridae)에 속하는 조류로 구북구 일원에서 남쪽으로 자바섬까지 분포하고, 아무르강 유역, 우수리 지역, 중국 북부와 서북부, 사할린, 쿠릴열도 남부 및 일본 등지에서 번식을 한다(원병오, 1981; 임신재, 2011). 한반도에 서식하는 박새류로는 곤줄박이(*Parus varius*), 쇠박새(*P. palustris*), 북방쇠박새(*P. montanus*), 진박새(*P. ater*), 박새(*P. major*) 등 5종이 기록되어 있으며, 이중 북방쇠박새를 제외한 4종은 우리나라 전역에서 번식하는 텃새이다(이우신 등, 2000; 2010). 특히 박새는 그 중에서도 도심 내 녹지 등 인간의 간섭이 심한 환경에서도 관찰이 용이하며, 환경부가 지정한 기후변화 지표종으로도 선정된 바 있어 도시미기후 등 민감한 기반환경을 보유하고 있는 도시 내 녹지에서 번식생태를 연구하는데 가장 적합한 종이

표 1. 공원별 설치한 인공새집 수.

공원명*	면적(m^2)	도심으로부터 거리**	인공새집수
갈산공원	125,096	8,362	7
대덕산	2,047,995	9,979	7
대불공원	101,733	4,531	7
동서변	591,626	6,169	5
두류공원	456,808	2,643	5
범어공원	791,489	6,273	7
범어시민공원	117,248	3,380	7
복현공원	144,778	5,772	7
본리공원	454,465	5,857	7
봉무공원	2,309,908	8,227	3
앞산공원	620,467	4,174	10
연안공원	223,128	3,400	7
와룡산	718,211	6,665	7
이현공원	28,932	4,585	7
장기공원	331,864	6,725	7
침산공원	191,365	6,897	6
합계	9,255,113	93,639	106

* 달성공원은 설치 후 구제역으로 인해 공원을 폐쇄하였으므로 대상에서 제외함.
** 도심으로부터의 거리는 대구시 반월당네거리부터의 거리로 측정하였음.

라 판단된다.

III. 결과 및 고찰

1. 도시녹지 내 인공새집의 이용특성

1) 도시녹지 내 조류의 인공새집 이용

대구시 도시녹지에서 인공새집을 이용한 종은 곤줄박이와 진박새, 박새 등 3종이었다. 이는 임신재 등(2008; 2011)이 숲에 설치한 입구직경이 35~40mm인 인공새집을 이용하는 조류종과 유사하였다. 곤줄박이가 인공새집을 활용한 곳은 앞산 한 곳이었으며, 이곳은 도심 내 녹지보다 산림의 규모가 컸고, 인위적인 간섭도도 낮은 곳이었다. 비록 곤줄박이가 개활지와 잡목림에서도 서식하는 것으로 알려져 있으나[1], 본 연구대상지에서의 번식생태 결과에서는 고립된 도시녹지에서는 그 번식반응을 볼 수 없었다. 진박새는 아고산대의 잡목림 또는 낙엽활엽수림에서 나뭇구멍이나 딱따구리류가 뚫어 놓은 묵은 둥지 구멍 혹은 나뭇가지의 갈라진 틈 등을 둥지자원으로 활용한다고 알려져 있는데[2], 진박새가 번식한 것으로 조사된 연암공원의 경우 흉고직경이 50cm이상인 신갈나무와 상수리나무, 현사시나무 등이 타 도시녹지보다 월등히 많은 것으로 조사되었다. 박새의 경우 모든 도시녹지에서 골고루 번식반응을 보였으며, 이에 따라 박새를 대상으로 도시녹지의 서식특성을 비교할 수 있을 것으로 판단되어 본 연구의 대상종으로 선정하였다. 아울러 앞산공원에서 발견된 곤줄박이의 번식과 연암공원에서 발견된 진박새의 번식결과는 비교대상에서 제외하였다.

2011년 대구시 주요 도시녹지에 설치한 총 106개의 인공새집 중 29개소에서 박새가 번식한 것으로 나타나 전체대비 27.4%의 인공새집 이용률을 보였다. 그 중 복현공원이 7개의 새집 모두에 박새가 이용하여 100%의 새집 이용률을 보였고, 대덕산과 봉무공원 또한 각각 85.7%와 66.7%로 상당히 높은 이용률을 보였다. 장기공원(57.1%)과 범어공원, 범어시민공원, 연암공원(이상 28.6%)의 새집 이용률이 상대적으로 높은 것으로 나타났으며, 그 밖에 대불공원과 와룡산 그리고 이현공원(이상 14.3%)에서도 인공새집을 이용하였다. 하지만 갈산공원, 동서변, 두류공원, 본리공원, 침산공원에서는 인공새집을 전혀 이용하지 않았다(그림 2).

새집이용률이 가장 높았던 복현공원은 식생군집 조사결과 종 다양성지수(H=0.5458)가 높지는 않았지만 우점한 굴참나무군락의 수령이 높고 하층목도 잘 형성되어 있어 박새의 먹이원이 풍부할 것으로 예상되며, 뿐만 아니라 바로 인접하여 대구시를 관통하는 금호강과 신천이 있어 박새가 수변지역으로부터 충분한 먹이원을 공급받을 수 있을 것으로 예상된다. 새집이용률이 높은 또 하나의 도시녹지인 대덕산은 식생조사 결과 종 다양성지수(H)가 0.9848로 높았는데 이는 대덕산 내 식생이 매우 다양하고 이들을 먹이원으로 하는 다양한 곤충의 유충이 서식할 것으로 예측된다. 실제 봄철 번식시기에 맞춰 채집한 도시녹지별 곤충의 개체수와 건중량에 있어서도 각각 43개체, 0.2185g으로 전체 평균인 18.8개체, 0.1204g을 크게 상회하는 것으로 조사되었다. 봉무공원의 경우 굴참나무가 우점하고, 종다양성지수가 0.56으로 낮은 것은 다른 도시녹지에서도 찾아볼

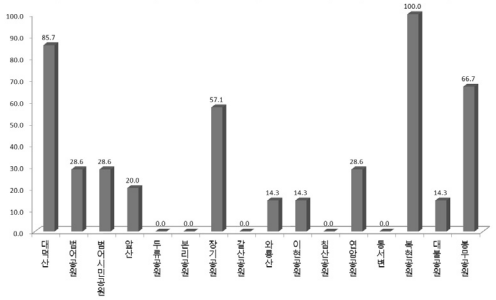

그림 2. 대구시 도시녹지의 새집이용률(%)

1) http：//en.wikipedia.org/wiki/Varied_Tit

2) http：//terms.naver.com/entry.nhn?docId=1144820&categoryId=200000652

수 있으나 봉무공원의 규모가 크고 우점하는 교목층의 피도(60%) 대비 하층식생의 피도(70%)가 높으며 공원 내 위치하는 나비생태원의 관리특성상 살충제를 사용하지 않음으로 인해 박새의 먹이원이 상대적으로 풍부할 것으로 판단된다. 이는 봉무공원이 대덕산과 함께 공원면적이 2km^2 이상이면서 간벌과 방충 등 집약적 관리가 이루어지지 않는 자연공원의 특성을 지니고 있다는 점에서 두 공원의 새집이용률이 도심 내 독립적으로 분포하는 다른 공원과 차별화된 특성이라고 할 수 있다.

대구시 서쪽의 성서공단 초입에 위치한 공원으로 장기공원과 갈산공원이 인접하여 있는데 두 공원의 면적은 장기공원이 331,864m^{2}로서 125,096m^{2}인 갈산공원보다 세 배 정도 크며(표 1), 식생군집 조사결과 종다양성지수에서도 장기공원이 0.97로 갈산공원(0.85)보다 높아 장기공원이 더 다양한 식물상을 보유하였다고 볼 수 있다(표 2). 뿐만 아니라 현장조사 결과, 장기공원 주변에는 텃밭과 경작지가 인접하여 있는 반면 갈산공원의 경계는 직선이면서 그 주변에는 모두 공단과 주거지가 형성되므로 장기공원이 갈산공원보다 훨씬 더 많은 가장자리 효과를 얻을 수 있을 것으로 추정된다. 두 공원의 새집이용률에서도 장기공원이 57.1%인 반면 갈산공원은 0%로 나타난 것을 볼 때, 장기공원의 서식조건이 주변 갈산공원보다 월등히 좋다고 말할 수 있다.

대구시 북부 도심에 나란히 형성되어 있는 연암·침산·대불공원은 종다양성지수가 각각 0.89, 0.80, 0.72로 크게 차이를 보이지 않지만 녹지 내 박새의 번식생태에서 좋은 비교대상이 될 수 있다. 먼저 공원면적은 연암·침산·대불공원이 각

표 2. 대상지역 식생조사 결과표.

항목/조사지역	두류	앞산	본리	갈산	장기	와룡	이현	침산	동서변	연암	범어시민	대불	복현	봉무	대덕	범어
해발고도	62	132	78	89	86	128	70	90	62	77	21	53	73	60	196	113
조사구면적	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
방위	W	N	SSW	SE	NE	SEE	SSW	SSE	S	W	E	W	S	SW	SWW	SSE
경사도	9	24	18	6	10	9	18	18	10	21	26	19	16	23	26	11
암석노출	0	5≤	0	0	0	0	0	0	0	0	5≤	5≤	0	0	5≤	0
토양수분조건	과건	약건	약건	약건	약건	약건	과건	과건	과건	약건	약건	약건	약건	약건	약건	약건
교목층(T)의 높이	13.0	17.0	16.0	15	15	17	14	13	17	16	13	12	13	15	14	18
교목층(T)의 피도	65	70	80	75	80	80	70	70	85	90	80	80	70	60	75	75
관목층(S)의 높이	3.5	5.0	5.0	4	4.5	5	3.5	5	2	3.5	4.5	3.5	4	5	3.5	3.5
관목층(S)의 피도	85	75	40	50	40	60	50	60	15	60	25	20	60	70	60	25
초본층(H)의 높이	0.7	0.8	0.6	0.7	0.5	0.6	0.9	0.7	0.7	0.7	0.9	0.7	0.8	0.8	0.6	0.9
초본층(H)의 피도	20	30	30	30	25	15	85	20	20	30	40	15	15	10	20	15
출현종수	6	13	7	8	10	10	5	7	8	9	5	6	4	4	11	5
종다양도지수	0.75	1.08	0.80	0.85	0.97	0.96	0.67	0.80	0.85	0.89	0.67	0.72	0.55	0.56	0.98	0.67

각 223,128m^2, 191,395m^2, 101,733m^{2}로서 연암·침산공원이 대불공원보다 두 배 정도 크지만 침산공원은 1988년 5월 공원조성 기본계획 수립 이후 대부분의 식생을 재배치함으로 인해 현재 인위적인 식생군집구조를 가지고 있다[3]. 산림청 제공 임상도에서 각 공원별 식생의 영급을 조사한 결과, 연암공원의 경우 5영급으로 우수한 식생을 보유한 반면 침산·대불공원은 1 내지 2영급으로 낮은 수령의 식생이 분포하는 것으로 나타났다. 이들을 종합한 결과 연암공원이 침산·대불공원보다 서식 가능한 식생군집과 공원면적이 다른 공원보다도 월등히 우수한 것으로 나타났다.

대구시의 남서쪽에 위치한 두류공원과 본리공원은 도심 내에 형성된 독립된 공원들 중에서도 면적이 커서 박새의 인공새집 이용률이 높을 것으로 예상되었으나 2011년 조사 결과 박새가 인공새집을 전혀 이용하지 않았다. 이들 녹지에 설치된 인공새집이 공원 내 탐방로와 이용객의 소음에 의한 것인지 검증하기 위해 2012년에 탐방로에서 거리를 두고 인공새집을 설치한 결과 각각 5개의 인공새집 중 2개소에서 번식한 것으로 나타났다. 이것으로 미루어 보았을 때 탐방로 등 인위적 간섭에 의해 박새의 번식반응이 회피될 수 있음을 알 수 있었다.

2) 도시녹지 내 박새의 인공새집 이용특성

박새는 1차 번식과 2차 번식으로 나누어 산란을 위해 인공새집을 이용하는데, 본 항에서 박새의 인공새집 이용 특성은 박새의 1차 번식시기[4]를 조사하여 이를 비교하였다.

번식반응을 보인 인공새집 전체를 대상으로 한 대구시 도시녹지의 1차 번식에서 평균 산란일은 99.9일이었고 표준편차는 5.3일로 나타났다. 가장 빠른 산란일을 보인 공원은 장기공원과 복현공원으로서 최초 산란일이 91일로 나타났으며,

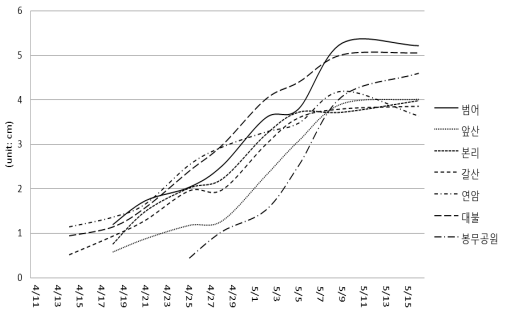

그림 3. 대구시 주요 도시녹지별 개엽시기 비교.

가장 늦은 녹지로는 이현공원과 봉무공원, 대덕산이었고 그 최초 산란일은 각각 106일과 104일, 102일인 것으로 조사되었다. 도심에 형성된 공원 중 장기공원과 복현공원은 주거지 및 인공구조물들이 즐비하여 산란일 즈음에 도시의 가장자리에 위치한 공원들보다 상대적으로 높은 기온을 유지하였고, 이에 따라 식물의 개엽시기도 도심 외곽의 큰 녹지보다 빨랐던 것으로 조사되었다. 도시녹지마다 개엽시기는 조금씩 다른데, 상수리의 경우 도심에 위치한 갈산·대불공원과 도시 외곽에 위치한 봉무공원 간에는 11일의 차이를 보였다(그림 3). 이와 같이 도심 내 기온상승과 이로 인한 도시녹지 내 식물의 빠른 개엽시기는 조류의 먹이원인 곤충유충의 활동도 앞당겨서 종국에는 박새의 번식시기에도 영향을 미쳤을 것으로 예상된다. 다만, 봄철 불규칙한 기후가 반복되므로 인해 공원 내 인공새집마다 산란일에 다소 기복이 있었다.

본 연구에서 개엽시기와 박새 산란시기에 관한 조사결과는 이른 봄에 기온이 낮아지면 박새류의 가용 먹이자원의 양이 최대가 되는 시기가 늦어지게 되고 박새류는 이에 맞추어 번식을 조절한다는 Perrins 등(1989)의 주장과 3월과 4월에 기온이 낮아지면 최초 산란시기가 늦춰진다는 Nager와 Noordwijk(1995)의 연구결과를 지지하고 있다.

3) http：//www.daegu.go.kr/

4) 산란시기의 표기는 1월 1일을 기준으로 서수(ordinal number)로 표현하였다.

2. 박새의 번식형질 분석

1) 한배 산란수

박새의 한배 산란수는 1차 번식과 2차 번식에서 차이를 보였고, 각 녹지별로도 비교분석이 가능하였다(표 2).

1차 번식에서의 한배산란수는 평균 10.63(SD : 1.45)개였고, 2차 번식의 평균 한배산란수는 8.00(SD : 0.93)개로 조사되었다. 즉, 1차 번식이 2차 번식에 비하여 약 2.6개의 알을 더 낳는 것으로 나타났다. 1차 번식에서는 와룡산과 범어공원이 각각 13개와 12개로 가장 많았고 다음으로 대덕산과 대불공원, 이현공원이 각 11개, 복현공원이 10.5개, 장기공원이 10개, 봉무공원이 8개의 순으로 조사되었다. 한배산란수에 있어 도시외곽의 자연공원과 도심 내 독립된 공원간에 차이를 비교하기 어려웠고, 각 공원마다 한배산란수에서 큰 변이를 보이고 있었다. 한배산란수의 차이는 서식지 내 기후인자, 먹이원 등 다양한 인자들이 영향을 미칠 것으로 보이는데, 본 연구에서 조사한 녹지의 규모, 식생의 개엽시기, 일부 녹지에서 조사한 곤충의 건중량 등 특정 소수 인자만으로는 이러한 한배산란수의 차이를 설명하기에 다소 어려움이 있었다.

표 3. 녹지별 한배산란수와 알 부피.

공원	1차		2차	
	c.s.*	e.v.**	c.s.	e.v.
대덕	11	707.2	7.3	1,318.0
대불	11	748.2	-	-
범어	12	649.2	9	1,269.2
범어시민	-	-	8	-
복현	10.5	701.9	-	-
봉무	8	608.0	8	1,494.1
연암	11	619.8	9	1,480.6
와룡	13	696.9	-	-
이현	11	753.7	-	-
장기	10	622.0	8	1,428.9

* c.s. : clutch size; **e.v. : egg volume(mm^3).

2차 번식의 한배산란수는 1차 번식 때 보다 작은 것으로 나타났는데 대부분이 8~9개로 고르게 나타났으나 대덕산에서 예외적으로 6개로 낮게 나타났다. 즉, 2차 번식에서 한배산란수의 변이가 1차 번식 때보다 작았다. 이는 2차 번식 시기인 6월의 경우 1차 번식 시기인 4월에 비해 따뜻하고 온도의 변화도 크지 않아 먹이원이 풍부할 것으로 예상되며 그 결과 한배산란수의 변이도 크지 않았던 것으로 예상할 수 있다.

2) 알의 부피

알의 부피는 Noordwijk 등(1981)이 제시한 공식에 따라 장축길이(mm)×단축길이(mm)^2×0.51로 계산하였는데, 측정 결과 1차 번식에서는 평균 681.17mm^3(SD : 53.31mm^3)로서 2차 번식의 평균인 1,375.24mm^3(SD : 182.79mm^3)보다 대략 2배정도 알의 부피가 큰 것으로 나타났다(표 3).

1차 번식에서 평균 알의 부피를 확인한 결과, 복현공원과 이현공원, 대불공원이 각각 759.83mm^3, 753.69mm^3, 748.19mm^3로 다른 공원에 비해 상대적으로 컸던 반면, 봉무공원과 장기공원, 연암공원 등에서는 각각 607.95mm^3, 614.61mm^3, 619.84mm^3로 알의 크기가 작았다. 다만 한배산란수와 마찬가지로 1차 번식에서 알의 부피는 공원 내 인공새집 사이에서도 변이가 존재하였는데, 이는 2011년 4월 산란 당시 발생했던 불규칙한 기상상태 등 다양한 환경변이가 박새에게 서로 다르게 영향을 주어 나타난 결과로 보여진다.

2차 번식의 경우, 대덕산과 범어공원에서 평균적으로 1,200~1,300mm^3의 작은 알을 낳은 반면, 장기공원과 연암공원, 봉무공원에서는 모두 1,400mm^3이 넘는 큰 알을 낳는 것으로 나타났다. 이와 같이 공원별로 알의 크기에 변이가 있는 것은 Encabo 등(2001)의 연구로 미루어 온도와 먹이원 등에 의한 것으로 판단되며, 각 공원에서의 조류의 번식형질에 미치는 동인에 관한 연구는 추후 심도있는 연구를 통하여 진단할 필요가 있다고 본다.

도시녹지 내 박새의 한배산란수와 알의 크기를 종합해 보면, 1차 번식이 2차 번식보다 한배산란수는 더 많으나 알의 부피는 더 작은 것으로 나타난 반면, 2차 번식은 1차 번식보다 한배산란수가 더 적고, 알의 부피는 더 큰 것으로 나타났다. 즉, 1차 번식과 2차 번식 간에 한배산란수와 알의 부피간에는 역의 상관관계를 보였다. 이는 1차 번식에 따른 유조는 동절기 전에 충분한 성숙기간이 있으므로 작은 유조일지라도 장기간의 먹이활동을 통하여 성숙이 가능하지만 2차 번식의 경우에는 1차 번식보다 동절기 전 먹이활동 기간이 45일 정도 줄어들기 때문에 알의 크기를 크게 하여 큰 유조를 부화함으로 월동 전까지 상대적으로 짧은 기간 내에 유조를 성숙시키고자 하는 생존전략으로 볼 수 있으나 이 현상에 대해 Perrins와 McCleery(1989)은 '자손번식에 있어 하나의 선택(choice)'이라고 하였고, Visser 등(1998)은 '유조의 필요조건과 먹이원의 이용성 간의 절충의 결과'로 표현하고 있을 뿐 정확한 원인과 기작을 설명하는 연구가 없었다. 향후 상기 현상에 대한 심도있는 연구가 필요하겠다.

IV. 결 론

도시녹지의 존재이유는 분명 도시민의 건강증진과 쾌적한 주거환경의 제공에도 있지만 도시의 전반적인 환경의 개선과 더불어 생물종 다양성 유지의 역할도 요구되고 있다. 그러나 작금의 도시녹지에는 도시화 과정에서 많은 간섭과 인위적인 영향을 통하여 많은 종이 유입될 수 있는 서식자원이 결여되어 있음이 현실이다. 이에 본 연구에서는 도시 내에 산재되어 있는 크고 작은 녹지에서 박새의 번식생태를 조사함으로써 향후 도시녹지의 질적 제고를 위한 정책 결정에 기여하고자 하였다.

먼저, 본 연구에서는 대구시 도시녹지 17개소에 106개의 인공새집을 설치하여 박새의 번식생태를 모니터링하였다. 그 결과 29개의 새집에서 번식을 하여 27.4%의 인공새집 이용률을 보였다. 도시녹지 내 새집의 이용율은 녹지의 규모와 관계없이 식생의 군집구조, 먹이원 등 서식환경이 양호한 녹지에서 높았다.

둘째, 도시녹지의 평균 산란일은 1차 번식이 99.9일이었고 2차 번식은 143.8일이었다. 산란이 빨랐던 녹지들은 장기공원과 복현공원과 같이 도시 내부에 위치하면서 식생의 구조가 또한 양호한 녹지들이었다. 반면 산란이 늦은 녹지는 봉무공원, 대덕산과 같이 도시 외곽에 분포하면서 봄철 기온이 현저하게 떨어지는 녹지들이 이에 속하였다. 이를 통하여 도시 녹지에서 박새의 산란은 기후조건에 민감한 것으로 확인하였다.

셋째, 1차 번식과 2차 번식에서 한배산란수와 알부피의 관계를 규명한 결과, 1차 번식과 2차 번식 간에 한배산란수와 알의 부피간에는 역의 상관관계를 보였다. 이처럼 봄철 시간에 따라 한배산란수가 줄어드는 것은 박새의 자손번식을 위한 하나의 선택사항이라고 보이는데, 이를 구체화하기 위한 추가적인 연구가 필요하다고 본다.

인 용 문 헌

오정학 · 장갑수 · 김용범. 2010. 최근린사상법을 활용한 6대 광역시 녹지네트워크 경향 분석. 한국복원녹화기술학회 13(5) : 135-145.

원병오. 1981. 한국동식물도감 동물편(조류 생태). 문교부. 서울. 1126pp.

이우신 · 구태회 · 박진영. 2000. 야외원색도감 한국의 새. LG상록재단. 서울. 320pp.

이우신 · 박찬열 · 임신재 · 허위행 · 정옥식 · 최창용 · 박용수 · 이은재. 2010. 야생동물생태관리학. 라이프사이언스. 서울. 331pp.

임신재. 2006. 동물행동학. 살림출판사. 파주. 93pp.

임신재 · 손승훈 · 김민진 · 강정훈. 2008. 침엽수림과 활엽수림 지역에서 박새류의 인공새집 이용. 한국임학회지 90(1) : 83-87.

임신재 · 손승훈 · 김규중. 2011. 활엽수림에 설치

한 인공새집을 이용한 박새류의 번식 생태. 한국임학회지 100(3) : 397-401.

Encabo, S.I., Monrós, J.S. and Barba, E. 2001. Egg size variation in a mediterranean great tit Parus major population. Ardaola 48(1) : 63-70.

MacArthur, R.H. and Wilson, E.O. 1963. An equilibrium theory of insular biogeography. Evolution, 17 : 273-387.

MacArthur, R.H. and Wilson, E.O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, New Jersey.

Matthew, R. F., Lank, D.B., Boyd, W.S. and Cooke, F., 2002. A comparison of the characteristics and fate of barrow's bold-eneye and bufflehead nests in nest boxes and natural cavities. Condor 104 : 610-619.

Nager, R. G. and Noordwijk, A. J. 1995. The fole of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds : a review. Biological Conservation 70 : 265-276.

Noordwijk, A.J., Keizer, L.C.P., Balen, J.H. and Scharloo, W. 1981. Genetic variation in egg dimensions in natural populations of the great tit. Genetica. 55(3) : 221-232.

Perrins, C. M. and McCleery, R. H. 1989. Laying dates and clutch size in the great tit. Willson Bulletin 101 : 236-253.

Pettifor, R.A., Perrins, C.M., McCleery, R.H. 1988. Individual optimization of clutch size in great tits. Nature. 336 : 160-162.

Visser, M.E., Noordwijk, A.J., Tinbergen, J.M. and Lessells, C.M. 1998. Warmer springs lead to mistimed reproduction in great tits. Proc. R. Soc. B. October 1998. 265(1408) : 1867-1870.