

산림성 조류(Forest-Dwelling Birds)의 인공소상 이용에 관한 연구

임춘우 · 김성철 · 권용호

동국대학교 생명과학과

A Study on Utilization of Artificial Nest Boxes of Forest-Dwelling Birds

LIM, Chun-Woo · Sung-Chul KIM · Yong-Ho KWON

Department of Life Science, Dongguk University, Gyeongju 780-714, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate use of artificial nest boxes of the forest-dwelling birds. The Jusan-reservoir located in Juwangsang-National Park is the main installation area of the 30 artificial nest boxes. In our study, varied tit *Parus varius*, great tit *P. major*, and marsh tit *P. palustris* used the artificial nest boxes at the study area. The used rate of the artificial nest boxes was 46.6% (n=14). There are differences in use among heights of the artificial nest boxes used by three species respectively (One-way ANOVA, $F=14.536$, $p<0.05$). According to the direction of the entrance of used artificial nest boxes, the used rate of them showed nonsignificant difference (Chi-square test, $\chi^2=5.606$, $p=0.132$), but appeared to be preferred of the south. Our results suggest that use of the artificial nest box can be correlated with heights of artificial nest boxes (Binominal logistic regression, Wald=7.626, $df=1$, $p<0.05$). Correlation analysis between minimum temperature and date of egg-laying showed significant differences (t -test, $t=-2.259$, $p<0.05$).

Key words : forest-dwelling birds, artificial nest boxes, Jusan-reservoir

서론

먹이의 공급, 둥지의 위치, 기후, 천적의 위협 등은 조류의 번식기에 중요한 요인으로(Frank, 2007), 특히 둥지(nest)는 야생조류의 번식에 필수적인 요소이다(Shaw, 1985). 야생조류가 둥지 자원을 이용하는 종류에 따라 크게 수동(hole), 수관층(canopy) 그리고 관목층(bush)으로 나누어진다고(이와 박, 1995). 이 중 수동은 박새류와 흰눈썹황금새, 올빼미류, 원앙, 동고비 등과 같이 직접 나무에 구멍을 만들지는 못하지만 나무 구멍을 둥지로 이용하는 산림성 조류(forest-dwelling birds)의 중요한 둥지자원으로 이용되며(이 등, 2010), 휴식지 또는 번식지로 자연 수동을 이용하기도 하지만 인간이 만들어

놓은 울타리, 벽, 전봇대 그리고 우편함 등과 같은 구조물을 이용하기도 한다. 인공소상은 특정 개체군의 기능적이고 진화적 양상에 따른 생활사의 특징을 이해하는데 유용하게 사용되며(Marcel *et al.*, 2012), 국내에서는 산림성 조류의 번식생태에 대한 많은 연구에 이용되었다(Choi *et al.*, 2007). 인공소상의 가설에 의한 야생조류의 서식생태에 대한 연구는 1922년에 内田가 처음으로 제작하여 일본의 농림성에서 주관하여 각 지역에 보급 장려한 바 있으며, 우리나라에서는 1955년부터 1967년까지 임업시험장에서 먼저 인공새집을 가설하게 되었고, 나아가서는 전국에 이를 보급한 바 있었다(김상욱, 1978).

최근 들어 인간의 경제 발전에 관한 활동들은 물질적, 화학적으로 우리의 환경을 변화시켜 왔으며, 전 지구적인 기후 변화가 발생하고 있다(Stephen *et al.*, 2002). 특히 대기온도의 변화는 조류에게 영향을 미치는데, 직접적으로는 조류의 산란시기에 영향을 주고, 간접적으로는 먹이 이용과 에너지 요구량에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Lack, 1966). 인공소상은 수동에 번식하는 조류의 번식생태에 대해 쉽게 관찰할 수 있는 이점이 있다(채 등, 2000). 따라서 인공소상이 설치를 통해 산림성 조류의 정확한 번식 시기를 파악하고, 기후변화와 관련하여 어떠한 변화가 있는지 확인할 수 있다.

인공소상과 관련된 기존의 연구는 주로 이용률에 대한 단편적인 연구 및 특정종 또는 특정지역의 번식생태를 조사하기 위한 목적으로만 진행되어 왔으며, 국립공원 혹은 생태공원 등에 조류 군집의 서식을 위한 보호 및 관리방안으로 인공소상이 설치되어 왔으나, 전시품으로서의 역할 밖에 하지 못한 것으로 지적된 바 있다(이 등, 1989).

이에 본 연구는 산림성 조류의 인공소상 이용에 관한 연구를 위해 수고별로 각기 다른 위치에 인공소상을 설치하여 높이에 따른 이용률의 차이와 종별 이용 수고의 차이 및 등지 방향에 따른 이용률의 차이를 파악하고, 기온과 같이 기후변화에 따른 조류의 번식에 영향을 주는 요인 등에 대해 알아보고자 한다. 또한 연구결과를 바탕으로 산림성 조류의 보호 및 관리에 기여할 수 있는 인공소상에 대한 기초자료 마련을 목적으로 실시되었다.

재료 및 방법

1. 조사지역

본 연구는 경상북도 청송군 부동면에 위치한 주왕산국립공원 내 주산지에서 실시하였다(Fig. 1). 현재 주산지는 생태경관보전지역으로 지정되어 있으며, 주왕산국립공원 중에서도 조류의 가장 높은 종다양도를 나타내는 지역이다. 이는 저수지라는 수환경이 위치해 있을 뿐 아니라, 주왕산은 많은 지역이 소나무림으로 분포되어 있는 것과 달리 주산지는 조류가 선호하는 낙엽활엽수림이 분포하고 있기 때문인 것으로 판단된다(국립공원관리공단, 2010).

2. 인공소상의 설치

주산지 내에서도 일반인의 출입이 제한된 남쪽 계곡을 따라 계곡 가장자리 지역과 주변 산림 내에 30개의 인공소상을 설치하였다(Table 1). 계곡 가장자리 부분을 중심으로 100m×150m의 조사구를 선정하고, 조류의 이용 여부를 확인하기 위해 한쪽 면이 개방이 가능한 원목으로 제작된 박새와 곤줄박이 번식용 인공소상(W: 130mm, V: 170mm, H: 330mm)을 15~20m 간격으로 설치하였으며, 인공소상

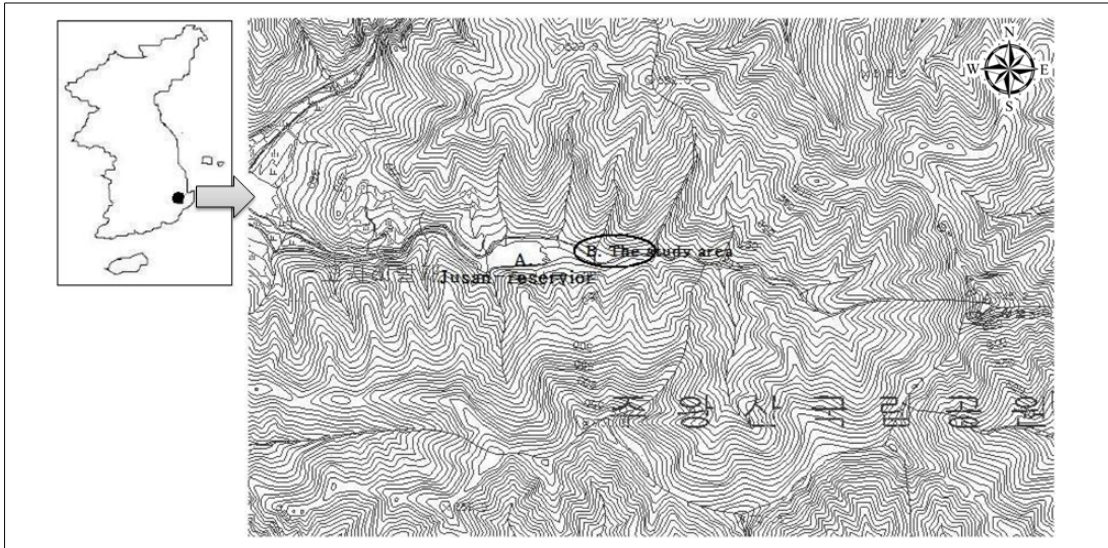


Fig. 1. The map showing study area. (A, Jusan-reservoir; B, The study area)

Table 1. List of height, direction of the entrance, type and locality of artificial nest box

Height	Direction of the entrance	Type	Locality
A(0~1.5m) (n=10)	E(2), W(2), S(3), N(3)	EV(8), Forest(2)	Jusan-reservoir (Juwangsan National Park)
B(1.5~3m) (n=10)	E(3), W(3), S(2), N(2)	EV(8), Forest(2)	
C(3~4.5m) (n=10)	E(2), W(2), S(3), N(3)	EV(6), Forest(4)	

E: East, W: West, S: South, N: North, EV: Edge of valley.



Fig. 2. Installation of artificial nest.

을 이용하는 조류의 대부분은 몸집이 작은 조류일 뿐만 아니라, 천적의 침입을 방지하기 위해 자기체 격과 비슷한 출입구멍을 선호한다(김, 1978)는 기존의 연구에 따라 입구 직경은 35mm로 동일하게 사 용하였다. 또한 인공소상의 설치 높이는 지상에서 1.5~3m를 기준으로(박, 2003) 크게 A(0~1.5m), B(1.5~3m), C(3~4.5m)로 구분하여 각각 10개씩 총 30개를 설치하며, 인공소상을 설치할 때 영소목

에 대한 인위적인 영향을 최소화하기 위하여 스텐으로 제작된 스프링을 사용하여 고정하였다(Fig. 2). 또한 인공소상의 입구방향에 따라 이용률의 차이를 확인하기 위해 동, 서, 남, 북 등 서로 다른 4방향으로 나누어 설치하였다.

3. 조사방법

조사지 내에 설치된 인공소상을 대상으로 반복 조사를 통해 이용 여부, 이용하는 인공소상의 높이, 산란시기 등을 확인하였으며, 이용이 확인될 경우 인간의 인위적인 접근이 인공소상의 이용 및 번식에 부정적인 영향을 야기시킬 수 있으므로 인공소상 주변에 머무르는 시간을 최소화하고, 원거리의 관찰이 용이한 지점에서 필드스코프(Swarovski ATM 80-HD)와 쌍안경(Nikon 8×40)을 사용하여 인공소상을 이용하는 종을 확인하였다.

4. 통계분석

조사결과에 나타난 각각의 연구 결과들은 SPSS 18.0 프로그램을 통해 분석되었다. 구체적인 분석 방법은 첫째, 인공소상에 대한 전체적인 이용은 빈도분석(Frequency analysis)을 실시하였다. 둘째, 인공소상을 이용하는 종에 따라 인공소상의 높이 차이를 확인하기 위해 일원분산분석(One-way ANOVA, analysis of variance)을 실시하였으며, 셋째, 인공소상의 입구 방향에 따라 인공소상의 이용률은 어떻게 달라지는지 알아보기 위해 교차분석(Cross-tabulation analysis)을 실시하였다. 넷째, 조사지 내에서 연구결과 나타난 요인들(인공소상의 높이, 인공소상의 출입구 방향, 설치장소)을 대상으로 인공소상의 이용 여부에 영향 정도를 파악하기 위해 이분형 로지스틱 회귀분석(Binominal logistic regression analysis)을 실시하였고, 마지막으로 기온과 산란과의 관계는 대응표본 *t*검정(paired *t*-test)을 통해 분석하였다.

결과 및 고찰

연구 결과, 총 30개의 인공소상 중에 14개의 인공소상에서 이용이 확인되어 46.6%의 이용률을 나타내고 있었으며, 인공소상을 이용한 종으로는 곤줄박이(*Parus varius*), 박새(*Parus major*), 쇠박새(*Parus palustris*) 등 3종이 확인되었다(Table 2, Fig. 3).

Table 2. Use of artificial nest boxes at Jusan-reservoir in 2011~2012

	A(0~1.5m)	B(1.5~3m)	C(3~4.5m)	Total
Number of artificial nest boxes	10	10	10	30
Number of used artificial nest boxes	8	5	1	14
Rate of used artificial nest boxes(%)	80	50	10	46.6
Used of species	<i>P. varius</i> (6), <i>P. palustris</i> (2)	<i>P. major</i> (5)	<i>P. major</i> (1)	<i>P. varius</i> (6), <i>P. major</i> (6), <i>P. palustris</i> (2)
Direction of the entrance	E(1), W(1), S(3), N(3)	E(2), S(2), N(1)	S(1)	E(3), W(1), S(6), N(4)
Place type	EV(6), Forest(2)	EV(4), Forest(1)	EV(1)	EV(11), Forest(3)

E: East, W: West, S: South, N: North.



Fig. 3. Breeding, fledgling of artificial nest box.

1. 종별 선호하는 인공소상 높이의 차이

둥지의 높이는 천적의 위협으로부터 영향을 받는 가장 중요한 요인이다(Li and Martin, 1991). 동일한 서식지에 공존하는 조류 사이에는 먹이를 획득하기 위해 서로 경쟁을 해야 하는 상황이 발생할 수 있다. 하지만 동일한 서식지를 획득하는 장소를 달리하여 경쟁을 회피하며, 각 종별로 선호하거나 회피하는 수종이 각각 다른 것으로 나타났다(이 등, 2010). 기존 연구 결과에 따르면 주산지에는 박새류 중 박새가 우점하고 있는 것으로 나타났다(국립공원관리공단, 2009). 박새류는 몸의 크기가 클수록 먹이 획득 효율이 높은 장소를 차지하여 몸의 크기가 박새류의 사회적 우점도(social dominance)를 나타내는 지표이며, 인공소상 이용의 우점종은 수동을 둥지로 하는 조류의 사회적 우점도와 관련이 있다(이와 김, 1996).

인공소상을 이용하는 산림성조류의 종에 따른 인공소상 높이의 차이를 분석한 결과, 곤줄박이($m=1.200$, $S.D.=0.2449$)와 박새($m=2.450$, $S.D.=0.5612$), 쇠박새($m=1.350$, $S.D.=0.2121$)가 각각 이용한 인공소상의 높이는 유의수준 $p<0.05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(ANOVA, $F=14.536$, $p<0.05$). Duncan 사후검정 결과, 박새(H)는 곤줄박이(L)와 쇠박새(L)에 비해 이용하는 인공소상의 평균높이(HA)가 높게 나타났고, 쇠박새와 곤줄박이는 비슷한 높이의 인공소상을 이용하는 것으로 나타났다(Table 3). 따라서 우점종인 박새가 곤줄박이에 비해 높은 위치의 인공소상을 이용하고, 곤줄박이와 쇠박새는 비교적 낮은 위치의 인공소상을 사용함으로써 종간경쟁을 회피하는 것으로 판단된다.

Table 3. The difference the height of the artificial nest box used between species

	<i>P. varius</i> (n=6)	<i>P. major</i> (n=6)	<i>P. palustris</i> (n=2)	<i>F</i>	<i>p</i>
Mean(HA)	1.200(L)*	2.450(H)*	1.350(L)*	14.536	0.01**
S.D.	0.2449	0.5612	0.2121		

HA: Height of artificial nest box, S.D.: Standard Deviation.

*H>L : Difference of means by Duncan analysis for post optimality analysis.

** $p<0.05$.

2. 인공소상의 입구 방향에 따른 이용률

미기후(Microclimate)는 인공소상의 산란과 나중에 태어날 건강한 새끼와 같은 성공적인 부화에 결정적인 요인으로, 둥지의 위치는 인공소상 안팎의 햇빛, 그림자, 바람과 같은 미기후에 많은 영향을 받는다(Frank, 2007).

인공소상의 입구 방향에 따라 인공소상의 이용이 어떤 관련성이 있는지 분석을 실시하였지만(Table 4), 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(Chi-square test, $\chi^2=5.606$, $p=0.132$). 다만 남쪽이 다른 방향에 비해 이용률이 높게 나타나, 양지에 위치하는 인공소상이 낮 시간 동안 인공소상의 내부 온도가 따뜻하게 유지되므로 인공새집의 이용률이 높은 것으로 생각된다(이 등, 2003).

3. 인공소상의 이용과 높이, 방향, 설치장소와의 관계

조사지 내에서 선행 연구에서 제시된 요인들(인공소상의 높이, 인공소상의 출입구 방향, 설치장소)을 예측변수로 하여 인공소상의 이용 여부에 영향 정도를 파악하기 위해 분석을 실시하였다(Table 5). 분석 결과, 인공소상의 이용에 있어 인공소상의 높이 만이 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며(Wald=7.626, $df=1$, $p<0.05$), 인공소상의 출입구 방향(Wald=1.371, $df=1$, $p=0.242$), 설치장소(Wald=0.017, $df=1$, $p=0.895$)에서는 유의한 관계가 나타나지 않았다. 따라서 인공소상의 설치에 있어 높이가 우선적으로 고려되어야 할 것으로 판단된다(Diane and Sonia, 2009).

Table 4. According to the direction of the entrance of artificial nest box utilization

DE	Used	Unused	Total	χ^2	p
E	3	4	7	5.606	0.132
W	1	6	7		
S	6	2	8		
N	4	4	8		
Total	14	16	30		

DE: direction of the entrance, E: East, W: West, S: South, N: North.

Table 5. Regression analysis between the artificial nest box use and nest height, direction, location

Effect	B±S.E.	Wald	df	p	Odds ratio(95% CI)
HA	1.855±0.672	7.626	1	0.006**	6.393(1.713~23.856)
DE	-.501±0.428	1.371	1	0.242	0.606(0.262~1.401)
LA	.138±1.041	0.017	1	0.895	1.147(0.149~8.825)
Intercept	-2.485±2.529	0.965	1	0.326	0.083

HA: height of artificial nest box, DE: direction of the entrance, LA: location of artificial nest box.

** $p<0.05$.

4. 기후변화에 따른 첫 산란일의 변화

지구 온난화로 인해 지구의 표면 온도는 지난 세기보다 0.6°C 증가했고, 전문가들은 21세기가 끝나기 전에 평균기온이 1.4°C 에서 5.8°C 까지 상승할 것으로 예상했다. 이러한 지구 기후의 주요 변화는 조류의 생활사에 영향을 주며, 단기적으로는 번식시기가 빨라지고, 도래시기가 변하게 된다(Frank, 2007). 기존 연구 결과에 따르면 조류의 부화일이 25년 사이에 9일 정도 빨라졌고(Crick *et al.*, 1997), 기온과 야생조류의 번식과의 상관관계를 분석한 결과, 평균기온과 최고기온보다 최저기온이 산란수에 영향을 미치는 것으로 나타났다(손승훈, 2011). 또한 평균기온에 따라 유의미한 변화를 보인 종들은 기후변화에 영향을 받을 가능성이 높은 것으로 나타났다(김 등, 2010). 처음 알을 낳은 날은 번식시기의 지표로서 많이 이용되고 있는데(채 등, 2000), 박새류는 하루에 1개의 알을 낳는 번식습성을 이용하여 첫 산란일을 추정할 수 있다(강 등, 2011). 본 조사지에서 산란일자를 확인한 결과, 2011년도에는 3월 30일에 첫 산란을 확인하였고, 2012년도에는 3월 17일에 첫 산란을 확인하여 첫 산란일에서 14일의 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있었다(Table 6). 따라서 이러한 첫 산란일의 변화에 영향을 주는 요인을 알아보기 위해 박새류의 번식이 시작되는 시기인 2011년과 2012년 3월의 기온을 평균기온, 최고기온, 최저기온으로 각각 구분하여 분석한 결과, 기온 중에서도 최저기온이 2011년($-3.777 \pm 3.041^{\circ}\text{C}$)에 비해 2012년($-1.5194 \pm 3.877^{\circ}\text{C}$)이 높은 것으로 나타났으며, 통계적으로 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났고(t -test, $t = -2.259$, $p < 0.05$), 평균기온(t -test, $t = -1.225$, $p = 0.230$)과 최고기온(t -test, $t = -0.336$, $p = 0.739$)에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다(Table 7). 이러한 결과로 보아 기온이 박새류의 번식에 영향을 주는 것으로 판단되며(Rhim, 2012), 이밖에 습도, 강수량 등 기후와 야생조류와의 관계에 대한 장기적인 연구가 지속되어야 할 것으로 생각된다.

Table 6. Compared to the egg-laying in 2011, 2012

No. of nest-box	Species	Date	
1	<i>Parus varius</i>	30 Mar '11	17 Mar '12
2	<i>Parus varius</i>	5 Apr '11	18 Mar '12
4	<i>P. palustris</i>		23 Mar '12, 23 May '12
6	<i>P. major</i>		1 Apr '12, 6 Jun '12
8	<i>P. major</i>		10 Apr '12, 23 Jun '12
10	<i>P. major</i>		13 Apr '12
12	<i>Parus varius</i>	29 May '11	27 Apr '12
13	<i>Parus varius</i>		3 May '12
15	<i>Parus varius</i>	10 Jun '11	17 May '12
16	<i>P. major</i>		24 May '12
18	<i>P. palustris</i>		6 Jun '12
21	<i>P. major</i>		6 Jun '12
23	<i>Parus varius</i>	3 Jul '11	8 Jun '12
29	<i>P. major</i>		23 Jun '12

Table 7. Differences in the temperature(°C) between march 2011 and march 2012 in Chongsong

Temperature	Mean	S. D.	<i>t</i>	<i>p</i>
Mean temperature	-1.000	4.545	-1.225	0.230
Minimum temperature	-2.258	5.566	-2.259	0.031**
Maximum temperature	-3.225	5.340	-0.336	0.739

** $p < 0.05$.

본 연구는 산림성조류의 인공소상 이용에 관련하여, 인공소상의 높이, 입구의 방향, 설치장소 등이 이용에 유의한 관계가 있는지를 분석함으로써 인공소상의 활용에 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 생각되며, 또한 기후변화와 관련된 야생조류의 생태 연구에 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 인공소상의 설치에 있어 서식환경에 맞는 여러 요인이 고려되어야 함은 물론, 인공소상의 지속적인 관리 또한 무엇보다 중요할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 2011년도 한국자연환경보전협회 학술연구사업으로 진행되었습니다.

인용문헌

- 강택중, 이정연, 김영호, 한상현, 김태규, 양병국, 김명진, 오홍식. 2011. 한라산 지역에서 고도별 박새류의 번식 생태. 한국조류학회지 18(4): 297-304.
- 국립공원관리공단. 2009. 주왕산국립공원 자원모니터링 1차년도. 국립공원관리공단. pp. 92-93.
- 국립공원관리공단. 2010. 주왕산국립공원 주산지 왕버들 생태경관 복원사업. 국립공원관리공단. 4: 121.
- 김상욱. 1978. 인공소상가설의 필요성. 자연보존 22: 24-29.
- 김지석, 한봉호, 광정인. 2010. 6년 동안의 야생조류 변화와 기온과의 관계연구. 한국환경생태학회지 24(3): 227-234.
- 박용수. 2003. 인공새집을 이용한 박새류의 임상별 서식 생태에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 12pp.
- 손승훈. 2011. 활엽수와 침엽림에서 인공새집을 이용한 박새류의 번식생태에 기온 및 습도가 미치는 영향. 중앙대학교 대학원 석사학위논문. 32pp.
- 이우신, 김상욱. 1996. 자연생태계와 훼손된 생태계에서의 야생조류의 인공새집과 먹이. 한국조류학회지 3(1): 43-50.
- 이우신, 박용수, 정옥식, 이은재. 2003. 인공새집을 이용한 야생조류의 서식 및 번식생태에 관한 연구. LG상록재단. 64pp.
- 이우신, 박찬열, 임신재, 허위행, 정옥식, 최창용, 박용수, 이은재. 2010. 야생동물 생태 관리학. 라이프 사이언스. 24, 76, 106pp.

- 이우신, 박찬열. 1995. 길드에 의한 산림환경과 조류군집의 변화 분석. 한국생태학회지 18(3): 397-408.
- 이준우, 김준선, 류창희. 1989. 가야산국립공원의 이용객이 야생조류의 서식에 미치는 영향. 응용생태 연구 3(1): 70-80.
- 채희영, 김창희, 백운기, 오홍식. 2000. 조류 생태학. 아카데미서적. 25, 29pp.
- Choi, C. Y., H. Y. Nam, E. J. Lee, O. S. Chung, Y. S. Park, J. K. Lee, J. Y. Hyun and W. S. Lee. 2007. Nest box preference by secondary cavity-nesting birds in forested environments. J. Ecol. Field Biol. 30(1): 49-56.
- Crick, H. Q. P., C. Dudley, D. E. Glue and D. I. Thompson. 1997. UK birds are laying egg earlier. Nature 388:526.
- Diane, C. N. and K. Sonia. 2009. Nest height, nest concealment, and predator type predict nest predation in superb fairy-wrens (*Malurus cyaneus*). Ecol. Res. 24: 921-928.
- Gill, Frank B. 2007. Ornithology. W. H. Freeman and Company. 269, 271, 445pp.
- Lack, D. 1966. Population Studies of Birds. Oxford University Press. Oxford.
- Li, P. and T. E. Martin. 1991. Nest-site selection and nesting success of cavity-nesting bird in high elevation forest drainages. Auk. 108: 405-418.
- Lambrechts, Marcel M., K. L. Wiebe, P. Sunde, T. Solonen, F. Sergio, A. Roulin, A. P. Moller, B. C. Lopes, J. A. Fargallo, K. Exo, G. D. Omo, D. Costantini, M. Charter, M. W. Butler, G. R. Bortolotti, R. Arlettaz and E. Korpimaki. 2012. Nest box design for the study of diurnal raptor and owls is still an overlooked point in ecological, evolutionary and conservation studies: a review. J. Ornithol. 153: 23-34.
- Rhim, S. J., S. H. Son, K. J. Kim and H. S. Hwang. 2012. Influences of temperature and humidity on breeding ecology of tits. Kor. J. Orni. 19: 65-71.
- Shaw, J. H. 1985. Introduction to Wildlife Management. McGraw-hill Book Company. New York. 316pp.
- Stephen, H. S. and L. R. Terry, 2002. Wildlife Responses to Climate Change. Island Press. Washington.

요 약

본 연구는 산림성조류의 인공소상 관한 연구를 통해 인공소상에 이용 대한 기초자료 마련을 목적으로 실시하였다. 경상북도 청송군에 위치한 주왕산국립공원 내 주산지에 총 30개의 인공소상을 설치한 결과, 인공소상을 이용한 종은 곤줄박이(*Parus varius*), 박새(*Parus major*), 쇠박새(*Parus palustris*) 등 3종이 확인되었으며, 이용률은 46.6%(n=14)로 나타났다. 곤줄박이와 박새, 쇠박새가 각각 이용한 인공소상의 높이 사이에서 유의적인 차이가 나타났으며(One-way ANOVA, $F=14.536$, $p<0.05$), 입구 방향에 따른 이용은 남쪽이 다른 방향에 비해 이용률이 높게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(Chi-square test, $\chi^2=5.606$, $p=0.132$). 인공소상의 이용에 있어 인공소상의 높이가 통계적으로 유의한 관계가 있는 것으로 나타났으며(Binomial logistic regression, Wald=7.626, $df=1$, $p<0.05$), 기온과 산란일과의 관계는 최저기온에서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(t -test, $t=-2.259$, $p<0.05$).

검색어: 산림성조류, 인공소상, 주산지