

## 자연상태에서 황새의 섭식 행동과 서식지 선택에 대한 사례연구

성하철\* · 정석환 · 김정희 · 김수경 · 박시룡

한국교원대학교 생물교육과

### A Case Study of Foraging Time Budget and Habitat Selection of Oriental White Storks (*Ciconia boyciana*) in Natural State

Hacheol Sung\*, Seokwan Cheong, Junghee Kim, Sukyung Kim and Shi-Ryong Park

Department of Biology Education, Korean National University of Education,  
Cheongwon, Chungbuk 363-791, Korea

**Abstract** – As a step toward developing conservation and restoration plans for an endangered species of the Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*), we studied daily foraging behavior and ecology. We released two individuals, male and female, after enclosing study site with a fence and cutting out a part of two or three feathers of primaries. Research was conducted from 16 June to 11 July, 2007 for 25 days at Whawonri, Mewonmyung, Chungbuk province. We investigated diurnal and daily variation of foraging time budget, diet composition, and habitat selection of the feeding individuals. The storks quadratically invested for foraging time and resting time according to time of day, but no significant variation in the foraging time and resting time appeared daily over 25 days. As a result, the storks mainly used wetland as a foraging site in the center of the study area to that in the edge as well as to other types of habitat. The high usage for wetland in the center did not change over the 25 days while Rice field decreased and Wetland in the edge and Pathway increased. Female invested more time for foraging than male, but the foraging efficiency did not differ between them. We discussed the significance of foraging behavior and habitat selection for management plan.

**Key words** : Oriental White Stork, *Ciconia boyciana*, foraging behavior, habitat selection

## 서 론

황새 (*Ciconia boyciana*)는 큰 새에 속하며, 아무르강 유역을 따라 번식하며 한국, 중국, 일본에서 겨울을 보낸다. 황새는 형태적으로 암수가 유사하지만 수컷이 부리와 관련된 측정치에서 암컷보다 큰 것으로 나타났다 (Cheong *et al.* 2007). 또한 일부일처제를 이루면서 다른

백로류와 달리 단독생활하면서 강한 세력권을 형성한다 (Collar *et al.* 2001).

한때 황새는 한국과 일본에서 번식하였으나 이 지역에서 현재는 멸종되었고, 세계적으로 계속해서 황새 개체군은 줄어들고 있으며 현재까지 대략 2,500마리가 있는 것으로 추정하고 있다. 이렇게 줄고 있는 주요한 원인으로 인간에 의한 서식지 파괴, 지나친 포획, 번식지 교란, 오염, 그리고 먹이부족이다 (Sonobe and Izawa 1987; Chan 1991; Collar *et al.* 2001). 결과적으로 이 종은 한국에서 멸종위기야생동물2급에 등록되었고, 세계자연보전

\*Corresponding author: Hacheol Sung, Tel. 043-230-3712,  
Fax. 043-233-6263, E-mail. sheol2002@hotmail.com

연맹 (IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)에 멸종위기종으로 기록되어 있어 현재는 국제적으로 보호와 보존 관리를 위해 노력하고 있으며 한국과 일본에서는 멸종된 황새를 자연에 복귀시키고자 노력하고 있다(Cheong 2005).

황새 보호와 관리를 위해서는 이 종에 대한 기본적인 번식행동과 생태에 대한 정보가 필요하다. 최근 10여년 사이에 번식과 보존(Coulter *et al.* 1991), 겨울철 이동 경로(Shimazaki *et al.* 2004), 압수 간 소리 차이(Eda-Fujiiwara *et al.* 2004), 부리를 이용한 성 구별(Cheong *et al.* 2007) 등 여러 분야에서 걸쳐 간헐적으로 황새에 대한 연구가 이루어져 왔다. 특히, 번식하고 있는 개체의 섭식 행동(섭취하는 먹이 종류와 양, 그리고 어린 개체에 제공하는 먹이 제공 행동)에 관한 연구는 사육장에서 그리고 자연상태에서, 그리고 겨울철 비번식기 동안 이동 경로와 관련해서 섭취하는 먹이 종류 및 양에 대하여 조금씩 이루어져 왔다(Winter 1991; Wenfa *et al.* 1991; Cheong *et al.* 2006). 그러나 번식 쌍 이외의 개체에 관한 보다 자세한 섭식행동과 생태에 관한 연구는 현재까지 거의 없는 실정이다.

본 연구는 멸종위기 종인 황새를 야생 방사 시 서식 환경을 이해하고 섭식 조건을 알아보고 추후 서식지 조성에 필요한 기초 자료로 쓰기 위하여 진행하였다. 따라서 자연 상태에서 황새 쌍의 일일 시간과 날짜에 따른 행동 변화 특성을 파악하고, 서로 다른 서식지 유형에 따른 이용 정도와 먹이 종류, 그리고 섭식 효율성을 알아보는 데 있다. 이를 위하여 1) 황새 쌍의 일일 행동 변화, 2) 황새 쌍의 먹이 종류 및 섭취량, 3) 먹이 서식지 선택, 4) 섭식 효율성의 변화에 대한 요인이 조사되었다.

## 재료 및 방법

연구지역은 충북 청원군 미원면 화원리(36°41'47"N, 127°39'26"E)에 위치해 있으며 주변은 혼합림으로 구성된 야산과 농경지로 이루어져 있다. 황새 방사장은 약 4,200m<sup>2</sup> 면적으로 울타리를 2m 높이로 치고, 황새의 한쪽 날개의 첫째 날개깃 일부를 잘라 울타리 밖으로 넘지 못하도록 하였다. 황새 방사장 내부는 논으로 사용되어 오던 곳으로 주변 도랑에서 내려온 물과 방사장 내부에서 나오는 물로 인하여 산지습지 형태를 띠고 있다. 서로 다른 서식지 유형을 만들기 위하여 물을 대지 않고 묵혀 둔 곳(초지: A지역), 벼를 심은 곳(논: B지역), 물을 대어 놓은 묵혀둔 곳(습지 1: C지역), 둠벙(깊이 약 1.5m의 연못: D지역), 물이 있는 묵혀둔 곳(습지 2: E지

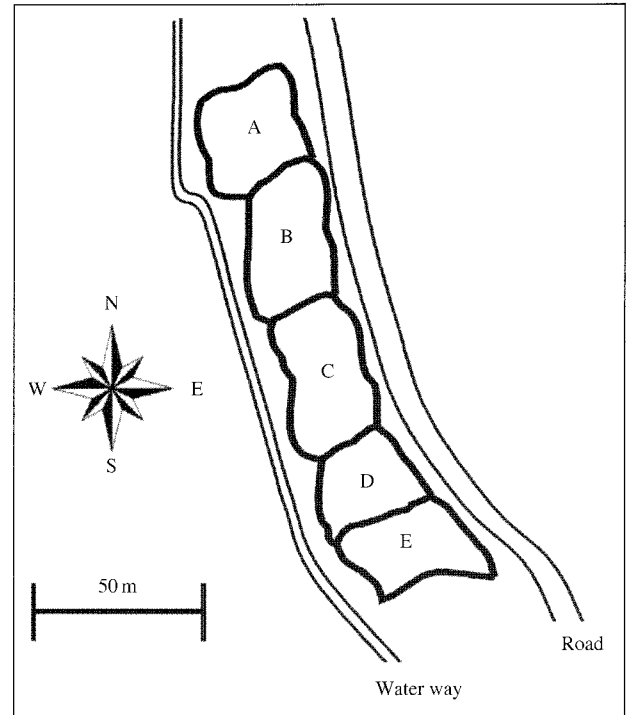


Fig. 1. Map of the study area showing different types of habitat: A) Grass land (830 m<sup>2</sup>), B) Rice field (1022 m<sup>2</sup>), C) Wetland 1 (940 m<sup>2</sup>), D) Pond (570 m<sup>2</sup>), E) Wetland 2 (840 m<sup>2</sup>).

역)으로 조성하였다(Fig. 1). 그러나 초지 주변과 초지 내에 비로 인하여 자연적으로 조그만 물 웅덩이가 여러개 형성되어 있고, 서쪽으로 각 서식지 간에는 통로가 30 cm~1.5 m 폭으로 연결되어 있으며 통로 주변에 30 cm 폭으로 물이 흐를 수 있도록 하였다.

황새를 방사하기 전 서식지 유형별 동식물상을 조사하였다. 식물상은 6월 11일 조사한 결과 A 지역이 146종으로 가장 많았으며, B 지역 138종, C 지역 127종, D 지역 108종, E 지역 106종 순으로 조사되었다. 이는 A 지역이 밭과 접하고 있는 넓은 언덕을 포함하고 있기 때문이며 D 지역과 E 지역은 상대적으로 좁고 주로 습지로 구성되어 있기 때문이다. 방사장 전체가 매우 좁아 지역 간 차이에는 큰 의미가 없었다. 동물상 조사는 황새의 먹이자원으로 쓸 수 있는 무척추동물, 육상곤충, 수서곤충, 양서류, 파충류, 포유류로 하여 시험방사 전 1회(6월 2일)과 방사 후 1회(7월 17일)로 총 2회를 실시하였다. 포유류 1종, 양서류 5종, 파충류 1종, 어류 3종, 곤충류 39종, 거미류 3종, 기타 곤충을 제외한 무척추동물 4종이 조사되었다. 또한 황새의 서식지 선택 실험을 위하여 각 서식지에 살아있는 미꾸라지 25 kg(대략 3,500 마리)를 추가로 넣어주었다. 이는 먹이 부족으로 인해 발생할 수 있는 황새의 비정상적인 행동 유발을 방지하

**Table 1.** Summary of information on the study animals

Gender	Birth date	Bill length (cm)	Tarsus length (cm)	Wing length (cm)	Weight (g)
Male	02. 04.	26.5	29.5	68	4.6
Female	03. 04.	22.5	30	62.5	3.7

고 황새를 보호하기 위하여 실시하였다.

방사된 황새 수컷은 7년 생으로 방사 전 몸무게와 부리, 그리고 날개길이가 6년 생 암컷보다 더 컸다(Table 1). 황새 행동 관찰은 6월 16일부터 7월 11일까지 오전 5시부터 오후 7시까지 이루어 졌다. 시간당 1마리를 대상으로 관찰하였고, 이 후 암수 교대로 관찰하였다. 황새의 서식지 위치, 섭식과 휴식 시간, 섭식 내용을 기록하였다. 섭식 내용은 미꾸라지, 올챙이, 개구리, 파충류, 포유류, 곤충과 동정 불가능한 것으로 나누어 기록하였다. 방사장 내에 설치된 2개의 고정식, 그리고 1개의 이동식 CCTV (Closed-circuit television; RS 485, 성진 C & C)를 통하여 직접적으로 관찰하였고, 동시에 동영상으로 전 과정을 녹화하여 추후 자세한 분석에 사용하였다.

데이터 분석은 시간당 하루 동안의 섭식 행동, 휴식, 생물량, 섭식효율성의 변화를 보기위하여 회귀분석을 실시하였다. 먼저 선형관계를 파악한 후 선형관계가 나타나지 않을 때 이차함수(quadratic) 관계로 데이터를 설명하는 추정 모형을 만들었다. 또한 각 변수를 하루단위로 측정하여 연구기간 25일 동안의 변화를 알아보기 위하여 회귀분석을 실시하였으며, 서식지 간 이용 정도, 그리고 섭식 생물의 종류와 양을 알아보았다. 섭식한 생물량은 방사장 내 동물상 조사 시 측정된 무게를 기준으로

잡힌 개체수에 미꾸라지는 7배, 개구리 2배, 올챙이 1배, 뱀 100배, 곤충 0.2배하여 g 단위로 변환하였다. 생물량 산정의 기준은 공급한 미꾸라지를 샘플링 ( $7.08 \pm 0.21$ ,  $n=50$ ) 하였으며, 조성된 서식지에서 채집한 올챙이 ( $1.16 \pm 0.21$ ,  $n=100$ ), 곤충 ( $0.23 \pm 1.42$ ,  $n=74$ ), 개구리 ( $2.1 \pm 0.2$ ,  $n=5$ ), 그리고 뱀 ( $107$ ,  $n=1$ )의 무게를 측정하였다. 또한 섭식효율성은 단위시간당 섭식한 생물량을 섭식에 참여한 시간으로 나누어 계산하였다.

모든 분석에서 암수 차이를 비교하였고 차이가 없을 경우 두 데이터 결과를 합해서 분석하였다. 만일 데이터의 정규성(One-sample Kolmogorov-Smirnov test,  $P > 0.05$ )이 충족되면 Two-way ANOVA와 사후분석으로 Tukey test를 이용하였고, 충족되지 않을 때 비모수통계 방법을 이용하였다. 특히 사후분석을 위해 Bonferroni 수정 절차를 따랐다.

## 결 과

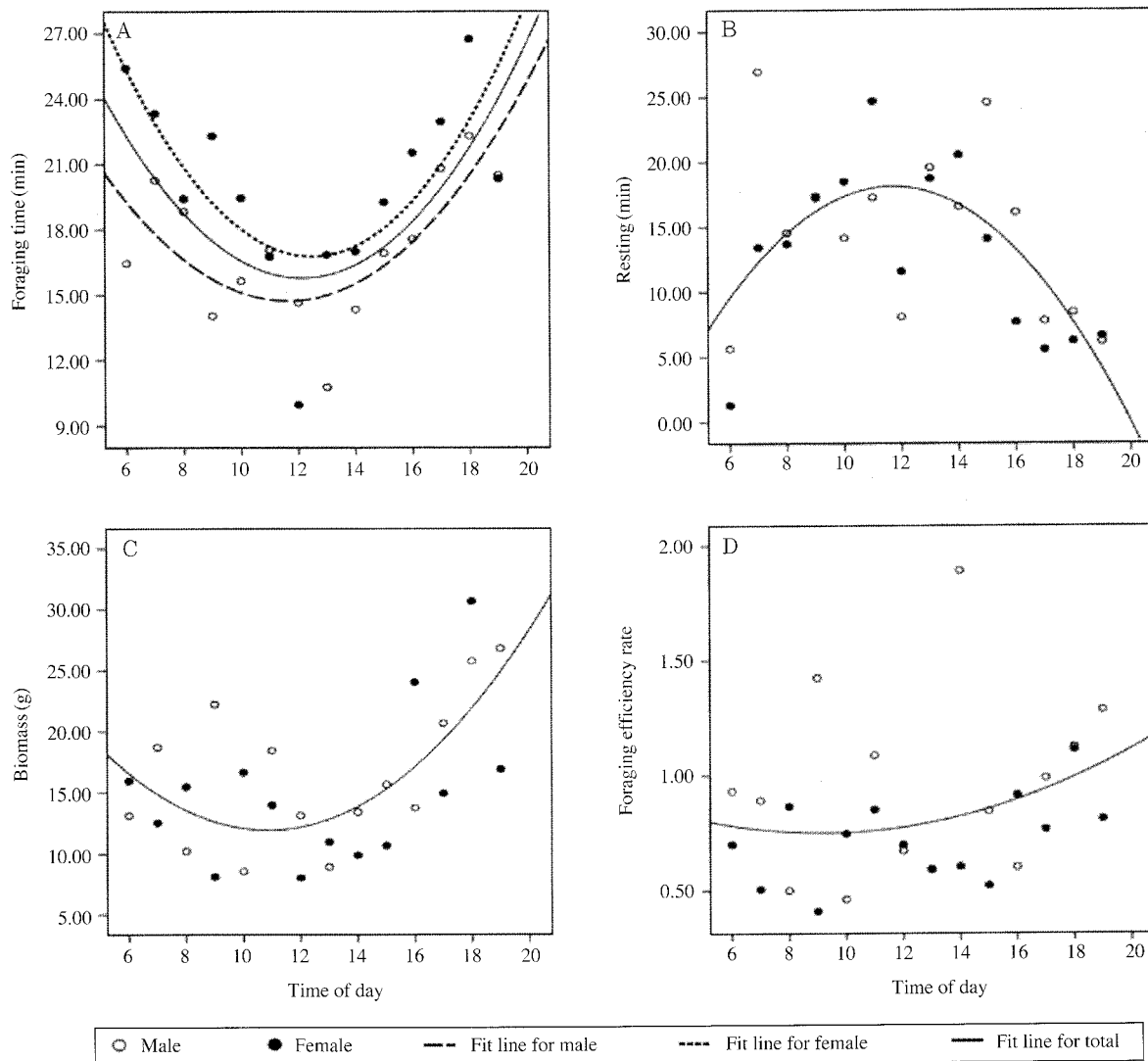
일일 시간당 측정된 섭식시간을 제외하고 다른 변수에서 암수 간 차이가 나타나지 않았다(Table 2). 이 때 암컷은 수컷보다 섭식하는데 더 많은 시간 시간을 보냈다. 일일 시간은 섭식시간 ( $F_{2, 25}=9.490$ ;  $P=0.001$ ,  $R^2=0.432$ , foraging time= $41.388-4.221$  time of day $+0.174$  time of day $^2$ ; Fig. 2a), 휴식시간 ( $F_{2, 25}=8.653$ ;  $P=0.001$ ,  $R^2=0.409$ , resting time= $-17.923+6.161$  time of day $-0.263$  time of day $^2$ ; Fig. 2b), 시간당 섭취한 먹이량 ( $F_{2, 25}=9.299$ ;  $P=0.001$ ,  $R^2=0.427$ , biomass= $35.002-4.246$  time of day $+$

**Table 2.** Comparisons of foraging-related variables between male and female over the time periods of day. Variables were measured by hour unit (N=14)

Variable	Male		Female		Two tailed t-test	
	Mean	SD	Mean	SD	t	P
Foraging time (min)	17.16	3.18	20.10	4.24	-3.101	0.008
Resting time (min)	14.51	6.66	12.83	6.72	1.054	0.311
Biomass (g)	16.39	5.88	14.92	6.19	0.774	0.453
Foraging success rate	0.95	0.106	0.722	0.186	1.805	0.094

**Table 3.** Comparisons of foraging-related variables between male and female over the 25 days of study periods. Variables were measured by day unit (N=25)

Variable	Male		Female		Two tailed t-test	
	Mean	SD	Mean	SD	t	P
Foraging time (min)	249.84	98.09	292.84	129.88	-1.518	0.142
Resting time (min)	211.28	170.75	187.28	113.04	0.991	0.331
Biomass (g)	238.67	117.01	217.22	111.23	0.826	0.417
Foraging success rate	0.966	0.534	0.825	0.376	1.431	0.165



**Fig. 2.** The plots for four variables of foraging-related behavior of oriental white stork male and female according to time of day: A, foraging time (min) per hour ( $R^2=0.432$ ); B, resting time (min) per hour ( $R^2=0.409$ ); C, the amount of prey capture biomass (g) per hour ( $R^2=0.427$ ); D, foraging efficiency rate per hour ( $R^2=0.087$ ).

**Table 4.** Two-way ANOVA for effects of habitat type and sex on percent foraging time per day over 25 days of male and female oriental white storks. Data for habitat type are shown graphically in Fig. 3a

Source of variation	SS	df	MS	F
Habitat type	10.53	5	2.106	98.42***
Sex	0.001	1	0.000	0.999
Habitat type × Sex	0.062	5	0.012	0.578
Error	6.162	288	0.021	

\*\*\* $P < 0.001$

0.196 time of day<sup>2</sup>; Fig. 2c)과 이차함수적인 관계를 보여 주었다. 그러나 섭식효율성은 일일 시간에 따라 큰 차이

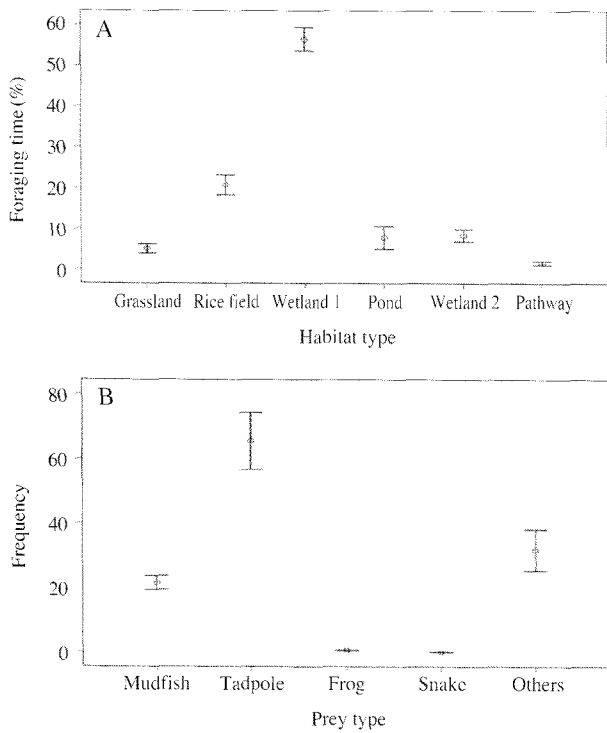
가 없는 것으로 나타났다(Fig. 2d).

일일 평균 섭식시간, 휴식시간, 먹이 섭취량, 그리고 섭식효율성에 있어서 25일의 연구기간 동안 암수 간 어떤 의미 있는 차이도 나타나지 않았고(Table 3), 날짜에 따라서 또한 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

일일 평균 섭식 시간은 서식지 유형별로 차이가 나타났으나 암수 간 차이는 없었다(Table 4). 또한 서식지 유형과 암수사이에 교호작용(Interaction)도 나타나지 않았다. 황새 암수는 습지 1 (56.4%)에서 섭식하는데 대부분의 시간을 보냈고, 다음으로 논 (20.7%), 그리고 다른 서식지에서는 총 섭식시간의 10% 미만을 보냈다(Fig. 3a). 일일 평균 섭식시간은 연구 후반부로 갈수록 눈에

**Table 5.** Comparisons of the mean number of prey captured per day between male and female oriental white storks over the 25 days (N=25).

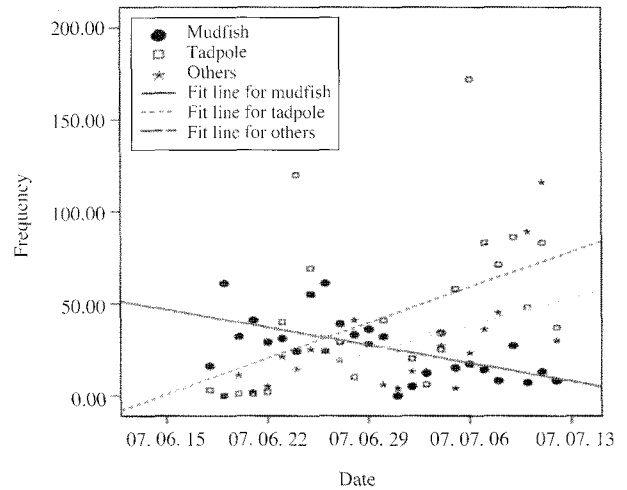
Variable	Male		Female		Wilcoxon signed ranks test	
	Mean	SD	Mean	SD	Z	P
Mudfish	26.00	17.01	17.16	12.73	-2.830	0.005
Tadpole	42.28	42.80	88.68	70.48	-3.130	0.002
Frog	0.64	1.55	0.56	1.04	-0.423	0.672
Snake	0.08	0.27	0.00	0.00	-1.414	0.157
Others	25.56	26.40	37.88	58.49	-0.715	0.475



**Fig. 3.** Comparisons of foraging time among different habitat types (A), where each Wetland 1 and Rice field significantly differed from other types according to Tukey's post hoc tests, and number of individuals foraged by storks among different prey types (B), where Tadpole significantly differed from all other types and mudfish and others did not differ from each other but differ from Frog and Snake according to post hoc tests.

서 의미 있게 감소하였고 ( $r_s = -0.337$ ,  $n = 50$ ,  $P = 0.017$ ), 습지 2 ( $r_s = 0.557$ ,  $n = 50$ ,  $P < 0.001$ )와 이동 통로 ( $r_s = 0.453$ ,  $n = 50$ ,  $P = 0.001$ )에서 의미 있게 증가하였다.

황새 암수는 연구기간 25일 동안 주로 올챙이와 미꾸라지를 섭취하였으며 일일 평균 섭취한 양은 암수 간 차이가 나타났다 (Table 5, Fig. 3b). 수컷은 암컷보다 미꾸라지를, 암컷은 수컷보다 올챙이를 보다 많이 섭취하였다. 또한 일일 평균 섭취한 미꾸라지 ( $r_s = -0.563$ ,  $n = 50$ ,  $P < 0.001$ ; Fig. 4)는 연구 후반으로 갈수록 감소하였



**Fig. 4.** Frequency of different prey types foraged by storks over the 25 days of study periods, where oriental white the mean number of mudfish captured per day was decreased ( $r_s = -0.563$ ), and mean number of tadpole ( $r_s = 0.586$ ) and others ( $r_s = 0.630$ ) increased.

고, 올챙이 ( $r_s = 0.586$ ,  $n = 50$ ,  $P < 0.001$ )와 다른 무척추 동물과 곤충류 ( $r_s = 0.630$ ,  $n = 50$ ,  $P < 0.001$ )의 섭취는 증가하였다.

### 고 찰

본 연구를 통하여 야생 방사된 황새는 해 뜨고 지는 시점으로 섭식 행동을 증가시켰고 반대로 정오를 정점으로 휴식 시간을 증가시켰다. 하루의 시간에 따른 섭식 행동의 증가는 섭식한 생물량의 증가를 가져왔으나 섭식 효율성에 있어서는 차이가 없었다. 또한 섭식 효율성은 날짜에 따라 의미있는 변화가 나타나지 않았다. 방사된 암수는 일일 평균  $228.1 \pm 113.5$  g을 섭식하는 것으로 나타나 사육중인 황새의 경우 (6월;  $504.9 \pm 140.9$  g) 보다 적었으며, 월동중인 야생 황새의 경우 (1.5 ~ 3.0 kg) 보다 훨씬 적은 것으로 나타났다 (Shi 1991; Cheong 2005). 이는 월동중인 야생 황새의 경우 주변 포식자를 항상 경

계하며 먹이를 찾아 안전한 곳으로 날아다녀야 하는 이동성 때문에 총 에너지 요구량이 제일 많을 것이라 추정된다. 그러나 사육상태의 경우 사육사에 의한 먹이 제공으로 황새의 적은 운동량 때문에 이 실험에 적용된 황새가 더 많은 먹이를 섭취할 것이라는 기대와는 반대로 나타났다. 이는 새의 섭식 행동이 이용할 수 있는 먹이의 풍부도와 얼마나 쉽게 잡을 수 있느냐에 달려 있으므로 이 두 요인에 대해 반 야생상태의 황새에게는 사육상태의 황새보다 불리할 것이다. 또한 새의 섭식 행동은 체내에서 요구되는 에너지와 실제 섭취율과 관련이 있으므로 날 수 없는 상황 하에서 야생 상태의 황새보다 적은 에너지가 요구될 것이다.

암컷은 수컷보다 의미있게 많은 시간을 섭식시간에 투자하였으나 섭취한 생물량에 있어서 암컷이 수컷보다 대략 20g을 더 적게 섭식하였고, 섭식 효율성에 있어서도 암컷이 수컷보다 낮았으나 통계적인 차이를 보이지는 않았다. 일반적으로 필요한 에너지 요구가 증가하면 섭식시간을 증가시키거나 순 에너지 획득율을 증가시켜야 한다(Gill 1995). 즉, 순 에너지 획득율이 감소하면 섭식시간을 증가시킬 것이다. 실험에 적용된 황새 암컷의 경우 같은 기간 동안 수컷보다 적은 수의 미꾸라지를 섭취하였고 대신 훨씬 많은 수의 올챙이를 섭식하였다. 이는 일정한 공간과 시간 동안 암수가 다르게 섭식한 것으로 황새 암컷의 경우 생물량이 적은 올챙이의 섭취로 인해 일정한 에너지를 유지하기 위해 섭식시간을 증가시켰을 가능성이 있다. 이것이 먹잇감을 사냥할 능력에서 오는 암수 간 차이인지 혹은 개체 간 차이인지는 현재로서 알 수 없다. 그러나 본 연구기간 동안 수컷만이 뱀(무자치 추정) 2마리를 포식하였다. 또한 사육중인 황새 수컷이 암컷보다 일일 대략 70g 더 먹이를 섭취하는 것으로 보고하고 있다(Cheong 2005). 암수 간 차이는 보통 서로 다른 체중에서 오는 에너지 요구량의 차이에서 오는 것으로 판단하고 있다(Kendeigh 1970).

연구기간 25일 동안 섭식을 위한 서식지 별 이용 시간을 보면 습지 1에서 전체 섭식시간의 반 이상을 보냈고, 다음으로 논, 그리고 통로위에서 가장 적은 시간을 보냈다. 연구가 25일 동안 진행되면서 후반부로 갈수록 습지 1에서는 섭식 시간의 변화가 없었으나 논을 이용하는 시간이 줄어들었고, 습지 2와 통로를 이용하는 시간은 늘어났다. 날짜에 따른 이런 변화에서 세 가지 특이점 나타났다. 첫째, 황새 암수가 습지 1에서 먹이 탐색을 위해 대부분 시간을 보냈으나 비슷한 서식유형을 갖는 습지 2에서는 전체 시간의 20% 정도만 이용하였다. 이는 습지 1지역이 울타리 내 중심에 위치해 있는 반면 습지 2 지역은 연구지역을 처음 맞이하는 울타리 측면에 위

치하여 빈번한 사람이나 차량의 존재 때문에 습지 1을 더 많이 이용했을 것이다. 휴식을 위한 대부분의 시간도 역시 논과 습지의 통로를 이용하였다. 둘째, 논을 이용하는 연구 후반부로 갈수록 왜 떨어지는가이다. 아마도 모내기 한 이후 벼의 크기가 증가하면서 황새의 먹이 탐색을 위한 이동에 제약이 있었기 때문이거나 혹은 방사 초기 낮은 벼 크기와 논 내부의 단조로운 식생구조로 섭식효율성을 증가시켜 논 내부에 있는 먹잇감의 감소를 초래했을 가능성이 있다. 이에 대한 정량화된 분석이 필요한 실정이다. 셋째, 통로에서의 섭식 이용시간이 증가하였다. 통로 주변에 형성된 조그만 도랑이나 비 온 후 밖으로 나온 지렁이나 통로위에 날아다니는 곤충을 섭취하는 모습이 관찰되었으나 전체 이용시간의 1.5%만을 차지할 뿐이다. 따라서 서식지별 이용시간의 변화는 후반부로 갈수록 주요한 먹이원이었던 미꾸라지의 풍부도가 줄어들면서 먹이원의 변화에 따른 것으로 추정되지만 여전히 먹이 탐색을 위해 습지 1을 이용하는 것은 비록 미꾸라지를 서식지 별로 같은 양(25kg)을 넣어주었다 해도 습지 1에서 섭식효율성이 높았을 것이라 여겨진다.

섭취한 개체수를 비교할 때 연구기간 25일 동안 황새는 올챙이를 가장 많이 섭취하였고, 다음으로 미꾸라지, 그리고 뱀을 가장 적게 섭취하였고, 포유류의 섭취는 발견되지 않았다. 비록 제한된 시간과 공간 속에서 실험을 진행하여 방사된 황새가 다른 서식공간을 이용할 수 없기 때문에 제한된 먹이 종류의 섭취량과 섭식 효율성만을 조사하였다. 그러나 시기에 따라 이용 가능한 먹이 종류가 다를 수 있고, Winter(1991)의 연구에서처럼 섭식 장소의 물 높이에 따라 주된 먹잇감의 종류도 다를 수 있다. 따라서 각 서식지 유형에 따른 여러 가지 환경 변화 요소도 먹잇감의 종류와 양, 먹이선호도, 그리고 이에 따른 섭식효율성에 영향을 미칠 수 있으므로 이에 대한 조사와 연구는 황새를 야생으로 방사 시 보다 귀중한 정보를 제공할 것이다.

## 적 요

멸종위기종 황새의 보존과 복원 계획을 진행하는 과정에서 황새의 섭식행동과 서식지 환경을 이해하기 위하여 연구를 시작하였다. 이를 위하여 충북 청원군 미원면 화원리에 있는 산지형 습지 일부에 울타리를 치고 황새 암수의 한 쪽 날개의 첫째날개깃 일부를 잘라 방사하여, 6월 16일부터 7월 11일까지 25일간 일일 그리고 시간에 따른 섭식 행동 변화, 먹이 종류 및 양, 먹이 서식지 선택을 관찰하였다. 황새 암수의 하루 중 시간에

따른 섭식 시간과 휴식 시간은 이차함수적인 관계를 보여주었으나 이런 경향성은 25일간에 걸쳐 암수 간 큰 차이를 보여주지 않았다. 또한 황새는 다른 유형의 서식지 및 같은 유형의 연구지역 끝 쪽에 위치한 습지(습지 2)보다 연구지역 중간에 있는 습지(습지 1)를 더 많이 이용하였다. 습지 1에 대한 이용 정도는 25일간 큰 변화를 보이지 않았으나 두 번째로 많이 이용된 논은 연구기간 후반부로 갈수록 줄어들었고 반면에 습지 2와 통로의 이용 정도는 후반부로 갈수록 증가하였다. 암컷은 수컷보다 섭식에 보다 많은 시간 소비하였으나 섭식효율성은 암수 간 차이가 나타나지 않았다. 추후 서식지 조성 및 관리적 측면에서 황새의 섭식행동과 생태에 대한 의의를 논의에서 다루었다.

## 사 사

이 연구를 위하여 야외에서 생물상 조사하는데 같이 참여해 준 오진혁, 조은호, 이명진, 박지환 선생님께 감사를 드립니다. 이 연구는 환경부의 “차세대핵심환경기술 개발사업 프로젝트 21”에 의해 지원 받았습니다.

## 참 고 문 헌

- Chan S. 1991. The history and current status of the oriental white stork. Hong Kong bird report, 1990. pp. 128-148.
- Cheong S. 2005. Development of propagation-husbandry techniques and behavioral ecology of the Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*) in captivity: for the future reintroduction and conservation in Korea (PhD dissertation). Korea National University of Education, Chungbuk.
- Cheong S, SR Park and HC Sung. 2006. A case study of the breeding biology of the Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*) in captivity. J. Ecol. and Field Biol. 29:69-74.
- Cheong S, HC Sung and Park SR. 2007. A new method for sexing Oriental White Storks. J. Field Ornithol. 78:329-333.
- Collar NJ, AV Andreev, S Chan, MJ Crosby, S Subramanya and JA Tobias. 2001. Threatened birds of Asia: the BirdLife International red data book. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Coulter MC, W Qishan and CS Luthin. 1991. Biology and Conservation of the Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*). Savannah River Ecology Laboratory, South Carolina.
- Eda-Fujiwara H, A Yamamoto, H Sugita, Y Takahashi, Y Kojima, R Sakashita, H Ogawa, T Miyamoto and T Kimura. 2004. Sexual dimorphism of acoustic signals in the oriental white stork: Non-invasive identification of sex in birds. Zool. Science 21:817-821.
- Gill FB. 1995. Ornithology, second edition. W. H. Freeman and Company, New York.
- Kendeighs C. 1970. Energy requirements for existence in relation to size of bird. Condor 72:60-65.
- Shi Z. 1991. Preliminary observation on the winter foraging ecology of oriental white storks (*Ciconia boyciana*) in Jiangsu province, China. pp. 107-113. In Biology and Conservation of the Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*) (Coulter MC, W Qishan, CS Luthin eds). Savannah River Ecology Laboratory, South Carolina.
- Shimazaki H, T Masayuki and H Higuchi. 2004. Migration routes and important stopover sites of endangered oriental white storks (*Ciconia boyciana*) as revealed by satellite tracking. Mem. Natl. Inst. Polar Res. Spec. Issue. 58:162-178.
- Sonobe K and N Izawa. 1987. Endangered bird species in the Korean peninsula. Tokyo: Wild bird society of Japan, Museum of Korea Nature.
- Wenfa L, Z Hesheng and L Xiaofeng. 1991. Reproductive ecology of the Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*) pp. 47-58. In Biology and Conservation of the Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*) (Coulter MC, W Qishan, CS Luthin eds). Savannah River Ecology Laboratory, South Carolina.
- Winter SW. 1991. Diet of the oriental white stork (*Ciconia boyciana*) in the middle Amur region, USSR. pp. 31-45. In Biology and Conservation of the Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*) (Coulter MC, W Qishan, CS Luthin eds). Savannah River Ecology Laboratory, South Carolina.

Manuscript Received: January 27, 2008

Revision Accepted: March 17, 2008

Responsible Editor: Insil Kwak