

한강하구에서 월동하는 재두루미 개체군의 취식지 이용

이 화 수 · 김 정 수 · 구 태 회*

경희대학교 환경학 및 환경공학 전공

Use of Feeding Site by Wintering Population of White-naped Crane in Han-river Estuary, Korea

Hwasu Lee, Jungsoo Kim and Tae-Hoe Koo*

Department of Environmental Science and Engineering, Kyung Hee University,
Yongin 446-701, Korea

Abstract – The aims of this study were wintering individuals, usage of foraging sites, potential food availability, daily activity and disturbance factors of White-naped Cranes *Grus vipio* on the wintering site, Han-river estuary, Goyang and Gimpo city, Korea. We want to provide basic data to conserve the cranes. Maxium population was identified 162 individuals at the middle of February in the river side and mud flat of this study area. Spring migration for breeding was started at the first week of March and finished for two weeks later. White-naped Cranes were used four feeding sites in winter; agricultural area in Hongdopyong, Yihwa-dong, Pyong-dong and Songpo-dong. Expected carrying capacity (ECC) was 334 days (121 ~ 909 days). White-naped Cranes departed from roosting site to feeding site at every morning for foraging. If they were disturbed by some factors at feeding sites, they moved to mud flat in the Han river to forage and take a rest. Daily activity was consisted of six category; feeding, alert, locomotion, preening, comfort, social and other behaviors. Feeding was the highest portion among behaviors in the wintering area. Feeding, alert, locomotion and preening in daily activities significantly differed among feeding sites. We watched total 348 times of disturbances in the wintering sites. Artificial disturbances were vehicles, humans, bicycles and motorcycles. Natural disturbances were noises, animals and others. Disturbances in all wintering sites were highest in Yihwa-dong (134 times) and followed by Hongdopyong (109 times), Songpo-dong (64 times) and then Pyong-dong (44 times). And artificial disturbances (228 times) were more than natural disturbances (120 times). Especially, vehicle was one of the most checked factor in the wintering area.

Key words : Han-river estuary, White-naped Crane, wintering ecology, daily activity, disturbance factor

서 론

한강하구지역은 우리나라 4대강 유역 중 유일하게 하

구둑을 건설하지 않아 하구순환이 원만히 일어나며, 자연적인 하구지형과 기수역의 생태계를 잘 간직하고 있다 (이 등 2003; 신과 윤 2005). 또한 남북한 사이의 정치, 군사적 갈등과 대립으로 연안개발, 관광, 주택 그리고 산업 등 인간의 직접적인 간섭행위와 사회경제활동이 극도로 제한되어 있어, 다른 하구에 비해 생태적으로 보호가치가

* Corresponding author: Tae-Hoe Koo, Tel. 031-201-2158, Fax. 031-203-4589, E-mail. thkoo@khu.ac.kr

높은 하구 습지가 많다(노 2007). 이러한 한강하구지역의 지형적인 특성으로 많은 철새들이 월동지 및 중간기착지로 이용하고 있으며(이 등 2000a, b; 유와 권 2004), 또한 멸종위기종인 저어새, 재두루미, 개리 등 보호가치가 높은 조류가 이 지역에서 서식 또는 월동한다(원 1984; Pae *et al.* 1995; 이 2000; 문화재청 2001).

두루미와 같은 철새는 거의 같은 경로를 이용하여 이주하기 때문에 중간기착지의 파괴는 이들의 이동에 영향을 미치게 되며, 잠재적으로 개체수 감소의 원인이 된다(Kanai *et al.* 2002). 또한 조류에 있어서 월동지역의 환경은 성공적인 번식을 위한 중요한 단계이며(Guy and Eric 1994), 이 시기의 급격한 기후변화와 이용 가능한 먹이의 감소로 인하여 일부 종에서의 사망률은 비월동시기에 비해 2~10배 높다(Gilles *et al.* 1988).

한강하구는 재두루미가 월동지 또는 중간기착지로 이용하는 매우 중요한 서식지이다(Higuchi *et al.* 1996). 하지만, 1972년 완공된 팔당댐의 영향으로 재두루미의 주요 먹이물이었던 매자기, 칠면초 그리고 수송나물 등이 사라지고, 이들을 대신하여 갈대, 띪 그리고 갯개미취 등이 새로이 나타났다(Koo and Won 1986). 재두루미의 주요 먹이물을 포함한 서식환경의 급격한 변화는 1976년에 관찰된 1,740개체의 재두루미를 정점으로 이후 도래 개체수가 지속적으로 감소하였다(구 1984). 그리고 최근에 실시된 한강하구와 임진강하구의 겨울철 조류 동시 센서스에서는 최대 188개체의 재두루미가 관찰되어(환경부 2004, 2005, 2006, 2007), 과거에 비하여 약 10% 정도의 재두루미가 한강하구와 임진강하구에서 월동하는 것으로 나타났다.

현재 재두루미가 월동지로 이용하고 있는 한강하구 및 김포시와 고양시 일대의 농경지역은 신도시 개발 등의 개발압력과 농업을 포함한 여러 인간의 활동 등으로 서식지 방해요인이 지속적으로 나타나고 있다. 이에 본 연구는 한강하구의 장항습지와 인근 농경지역에서 월동하는 재두루미의 월동, 취식지 이용 현황, 일주행동 그리고 방해요인 등을 연구하여, 한강하구 및 인근의 농경지역에서 월동하는 재두루미의 보호 및 관리방안을 수립하는데 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구지역

본 연구는 한강하구의 경기도 김포시와 고양시 일대에서 재두루미가 취식지역으로 이용하는 김포시 흥도평, 인천광역시 이화동과 평동 그리고 본 연구에서 처음 확인

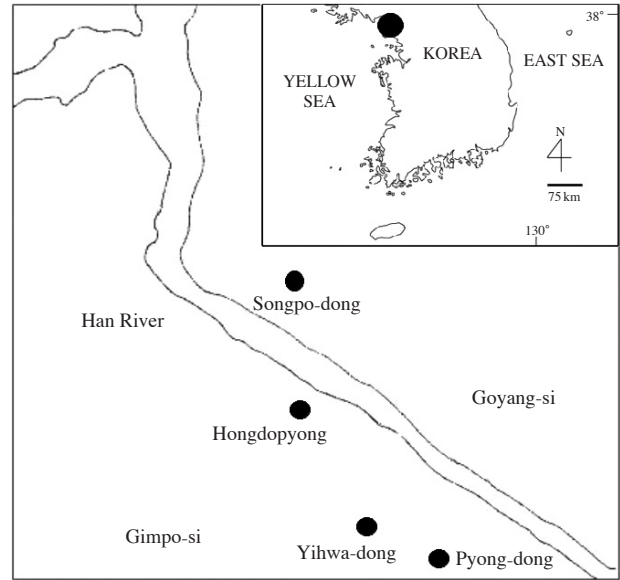


Fig. 1. Location of study area, Han river estuary, Gyeonggi province, Korea.

된 취식지역인 고양시 송포동 지역의 농경지에서 수행되었다(Fig. 1).

2. 연구방법

1) 재두루미의 월동 및 취식지역의 현황

재두루미가 취식지역으로 이용하는 농경지의 항공사진(1:20,000)을 국토지리정보원에서 구입하여, 취식지역 별로 매 조사 시 이들이 이동할 때 마다 쌍안경(8×36, NIKON)과 망원경(×20~60, Carl Zeiss) 그리고 휴대용 거리측정기(Leica Rangemaster 1200)를 이용하여 정확한 지점을 기입하였으며, Autocad 2008을 이용하여 취식지역의 전체 면적과 재두루미가 실제로 이용한 면적을 산출하였다. 취식지역의 이용시간과 이용 개체수는 월동이 시작된 2007년 12월부터 2008년 2월까지 각 취식지역 별로 매주 1회씩 조사하였으며, 취식지 이용 개체수는 최대 개체수를 기준으로 하였다.

2) 잠재 식이물

두루미류는 일반적으로 하루에 자기 몸무게의 4%에 해당하는 먹이를 먹는 것으로 알려져 있으며(Halibey 1979 Unpublished), 우리나라에서 월동하는 재두루미는 주로 벼의 낱곡을 취식한다. 따라서 본 연구에서는 0.5m×0.5m 크기의 방형구를 이용하여 각 취식지역 당 10개씩(n=40) 수집하였으며, 무게는 1,000개당 23.1g로 정했다(철원군 1997). 각 취식지역별 전체 낱곡량(total grain)과 이용 가능한 낱곡량(estimated using grain)의 계산은, 수

집한 낙곡량의 평균을 각 취식지역의 전체 면적과 재두루미가 실제로 이용한 면적을 곱하여 계산하였다. 각 취식지별 이용가능 일수(ECC: expected carrying capacity)는 재두루미가 하루에 취식하는 양과 평균개체수를 곱하여 이용 가능한 낙곡량을 나눈값을 계산하였으며(Alonso *et al.* 1994), ECC의 단위는 '조류일수(bird-days)'로 표현하였다(Goss-Custard 1985). 일반적으로 재두루미의 몸무게는 4,750~6,500 g으로 알려져 있으며(배 2000), 본 연구에서는 재두루미의 몸무게를 범위의 중간 값인 5,625 g으로 정하여 계산하였다. 또한 하루 먹이 취식량은 체중의 4%인 225 g으로 계산하였다. 낙곡의 수집은 대부분의 재두루미 월동 개체가 이동해 오기 직전인 2007년 11월 첫째 주와 둘째 주 사이에 하였다.

3) 일주행동

취식지역별로 재두루미의 행동을 가장 잘 관찰할 수 있는 장소를 선택하여 조사하였으며, 조사는 일출 후 재두루미 개체군이 취식지에 도착하여 안정된 상태에서부터 취식지역을 떠날 때까지 비가죽군의 행동을 3분 간격으로 Activity budget 방법을 이용하여 행동을 기록하였다. 또한 늦게 취식지역으로 이입하는 개체나 비가죽군의 무리로 들어오는 가족군은 조사에 포함하였으나, 가족군이나 비가죽군 중에서 일부개체가 비상(Flying) 또는 걸음(Walking)으로 무리에서 떨어져 나가 단독으로 행동할 때는 조사에서 제외하였다. 일주행동은 Masatomi (2004)의 행동 분류를 참고하여, 취식(Feeding), 경계(Alert), 이동(Locomotion), 깃다듬기(Preening), 안락(Comfort) 그리고 사회적 행동을 포함한 기타(Other)의 총 6가지로 분류하였다.

4) 방해요인

각 취식지역에서 재두루미 무리에 경계 행동 또는 비상을 유발시켰을 때, 방해요인으로 규정하였으며, 방해요인은 크게 인위적인 방해요인과 자연적인 방해요인으로 나누어 조사하였다. 인위적인 방해요인은 사람, 자동차, 자전거와 오토바이로 나누었으며, 자연적인 방해요인은 소음, 동물 그리고 기타로 나누어 조사하였다.

3. 통계분석

각 취식지별 이용시간 및 잠재식이물인 낙곡의 분석에서는 일원배치분산분석(ANOVA)을 이용하였다. 또한 일주행동조사 자료는 상호 비교를 위해 조사 시간대 마다 행동별 비율(백분율)로 환산하였으며, 환산된 비율 자료는 정규분포를 따르기 위해 다시 자료변환(arcsine transform)을 실시한 이후 일원배치분산분석을 이용하였다. 또

한 사후검정으로는 Tukey-Test의 방법을 이용하여 분석하였다. 마지막으로 방해요인에 대한 분석은 카이제곱검정(χ^2 test)을 이용하였다. 모든 조사 자료의 통계학적 분석은 SPSS 12.0를 이용하였으며, 유의수준은 5%와 1%를 기준으로 하였다.

결 과

1. 재두루미의 월동 및 취식지역의 현황

1) 재두루미 개체군의 월동현황

한강하구에 도래하는 재두루미 월동개체군은 평균 125개체(범위 71~162)였으며, 2007년 12월 첫째 주 조사에서 가장 적은 71개체가 관찰되었고, 2008년 2월 셋째 주와 넷째 주에는 162개체로 가장 많은 개체수가 조사되었다. 월동개체군 중에서 네 지역의 취식지를 이용한 개체는 월동 개체군의 약 65% 정도인 80.7개체(범위 18~130)였다. 각 취식지별 이용개체는 홍도평에서 35.1개체로 가장 많았고 다음은 송포동 25.2개체, 평동 18.3개체 그리고 이화동 12.3개체의 순이었다(Table 1). 본 연구에서 새로이 발견한 송포동지역은 재두루미가 가장 늦게 취식지로 이용하였으나, 김포지역의 홍도평을 제외한 다른 지역에 비해 많은 개체수가 이 지역을 취식지로 이용하였다. 또한 1월 둘째 주 조사에서는 조사 시 강한 서풍으로 인해 재두루미가 송포동 지역으로 비행하지 못하고 김포지역의 취식지만을 이용하였다.

2) 각 취식지역의 면적

월동지 내의 취식지역 중 가장 면적이 넓은 지역은 홍도평(0.715 km²)이었고 다음은 평동(0.670 km²), 송포동(0.628 km²) 그리고 이화동(0.358 km²)의 순이었다. 그러나 두루미가 실제로 이용한 면적은 평동(0.295 km²)과 홍도평(0.287 km²)이 비슷하였고 다음은 송포동(0.212 km²)과 이화동(0.175 km²)의 순이었다. 취식지역 별로 실제 이용률은 이화동(48.8%)에서 가장 높았고 다음은 평동(44.0%), 홍도평(40.2%) 그리고 송포동(33.7%)의 순이었다(Table 2).

3) 취식지역별 재두루미의 이용시간

월동지역 내의 취식지역별 이용시간은 이화동에서 평균 452분으로 가장 길었고 다음은 홍도평 384분, 평동 332분 그리고 송포동 287분의 순이었다. 그러나 재두루미의 취식지역별 이용시간은 유의적인 차이는 나타나지 않았다(ANOVA, $p=0.76$) (Table 3).

Table 1. Total wintering population and used population of each feeding sites by White-naped Crane in Han-river estuary, Korea

Week	HDP	YHD	PD	SPD	PFA	PSA
December, 2007						
1st	27	8	9		44	71
2nd	37	12	11		60	79
3rd	44	10	18	16	88	107
4th	39	12	19		70	104
5th	21	27	29		101	138
January, 2008						
1st	32	12	18	34	96	126
2nd	66	7	53		126	133
3rd	51	20	18	41	130	144
4th	37	18	4	46	105	144
February, 2008						
1st	30	6	7	31	74	135
2nd	30	11	29	7	77	119
3rd	10			8	18	162
4th	32	4	4	20	60	162
Mean \pm SD	35.1 \pm 13.8	12.3 \pm 13.8	18.3 \pm 13.9	25.2 \pm 13.8	80.7 \pm 31.7	125 \pm 28.3

*HDP: Hongdopyong, YHD: Yihwa-dong, PD: Pyong-dong, SPD: Songpo-dong

*PFA: Population of total feeding area

*PSA: Population of total study area

Table 2. Size (km²) and used size (km²) by White-naped Crane in each feeding sites in wintering area

Site	Total area (km ²)	Used area (km ²)	Ratio (%)
HDP	0.715	0.287	40.2
YHD	0.358	0.175	48.8
PD	0.670	0.295	44.0
SPD	0.628	0.212	33.7
Total	2.371	0.969	40.9

Table 3. Average feeding time (minutes) in each feeding sites

Site	Mean \pm SD	Range
HDP (n=11)	384 \pm 135	141 ~ 604
YHD (n=10)	452 \pm 147	275 ~ 629
PD (n=10)	332 \pm 124	145 ~ 547
SPD (n=8)	287 \pm 140	66.0 ~ 537
p-value	0.76	

2. 잠재식이물

각 취식지역의 낙곡 분석 결과 0.25 m²당 알곡은 평균 99.3개였다. 취식지역에 따른 낙곡량은 이화동에서 116개로 가장 많았고 다음은 송포동(107개), 평동(88.0개) 그리고 홍도평(85.7개)의 순이었다. 하지만 취식지역 사이에 유의적인 차이는 없었다(ANOVA, $p=0.644$). 월동지역 전체 넓이(2.371 km²)에 대한 전체 낙곡량은 21,754 kg (7,887 ~ 59,152 kg)이었고, 지역별로는 송포동에서 6,189 kg (2,148 ~ 15,675 kg)으로 가장 많았고 다음은 홍도평 5,659 kg (3,038 ~ 9,641 kg), 평동 5,451 kg (2,230 ~ 9,600 kg) 그리고

이화동 3,825 kg (1,257 ~ 7,180 kg)의 순이었다. 그러나 취식지역별로 재두루미가 이용한 면적(0.969 km²)에 대한 전체 낙곡량은 8,891 kg (3,223 ~ 24,175 kg)였고, 지역별로는 평동에서 2,401 kg (982 ~ 4,229 kg)으로 가장 많았고 다음은 홍도평에서 2,273 kg (1,220 ~ 3,872 kg), 송포동에서 2,083 kg (723 ~ 5,277 kg) 그리고 이화동에서 1,867 kg (614 ~ 3,506 kg)의 순이었다.

월동지 전체의 이용가능 일수(ECC)는 334일 (121 ~ 909일)이었으며, 취식지역별로는 이화동이 568.5일 (187 ~ 1,067일)로 가장 길었고 다음은 평동 523일 (214 ~ 921일), 홍도평 303일 (163 ~ 517일) 그리고 송포동 267일 (92.6 ~ 676일)의 순이었다(Table 4)

3. 일주행동

월동기간 동안의 취식지역별 일주행동에서는 취식, 경계, 이동 그리고 깃다듬기 행동에서 유의한 차이가 있었다. 취식행동은 송포동에서 홍도평과 이화동보다 높았고 ($p=0.026$), 경계행동은 이화동지역에서 송포동지역보다 높았으며 (ANOVA, $p=0.015$), 이동행동은 홍도평에서 이화동과 송포동보다 높았고 (ANOVA, $p=0.016$), 깃다듬기는 이화동과 평동에서 홍도평보다 높았다(ANOVA, $p < 0.01$). 그러나 안락과 사회 및 기타행동은 지역사이에 차이가 없었다(Table 5).

4. 방해요인

각 취식지역에서 관찰된 방해요인은 총 348회였다. 이

Table 4. Difference of collected, total, estimate used grain and ECC (Expected Carrying Capacity) in each feeding sites

Site	Collected grain (g)	Total grain (kg)	Estimate used grain (kg)	ECC (day)
	Mean \pm S.D Range	Mean Range	Mean Range	Mean Range
HDP (n=9)	85.7 \pm 39.0 46 ~ 146	5,659 3,036 ~ 9,641	2,273 1,220 ~ 3,872	303 163 ~ 517
YHD (n=10)	115.6 \pm 66.8 38 ~ 217	3,825 1,257 ~ 7,180	1,867 614 ~ 3,506	569 187 ~ 1,067
PD (n=10)	88.0 \pm 38.3 36 ~ 155	5,451 2,230 ~ 9,600	2,401 982 ~ 4,229	523 214 ~ 921
SPD (n=10)	106.6 \pm 83.0 37 ~ 270	6,189 2,148.0 ~ 15,674.8	2,083 723 ~ 5,277	267 92.7 ~ 676
Total	99.3 \pm 59.3 36 ~ 270	21,755 7,887 ~ 59,152	8,891 3,223 ~ 24,175	334 121 ~ 909
F value	0.865			
p-value	0.834			

Table 5. Changes of daytime behaviors in each feeding sites and result of ANOVA test

	Feeding	Alert	Locomotion	Preening	Comfort	Social
HDP (n=32)	85.12 ^b	8.53 ^{ab}	5.69 ^a	0.24 ^b	0.19	0.23
YHD (n=27)	82.84 ^b	10.67 ^a	3.59 ^b	2.53 ^a	0.31	0.06
PD (n=25)	89.11 ^{ab}	6.69 ^{ab}	3.77 ^{ab}	0.19 ^b	0.17	0.08
SPD (n=21)	90.36 ^a	5.28 ^b	3.52 ^b	0.54 ^{ab}	0.18	0.12
F value	3.225	3.675	3.586	4.132	1.237	2.202
p-value	0.026	0.015	0.016	0.008	NS	NS

NS: Not Significant

중 인위적인 방해요인이 228회였고, 자연적인 방해요인이 120회로서 본 연구에서 재두루미는 인위적인 방해요인에 더 많은 영향을 받았다. 취식지역별 방해요인은 이화동에서 134회(38.5%)로서 가장 많았고 다음은 홍도평에서 109회(31.3%), 송포동에서 64회(18.4%) 그리고 평동에서 44회(12.6%)의 순으로 관찰되었다. 인위적인 방해요인은 홍도평(83회, 36.4%)에서 가장 많이 관찰되었고 다음은 이화동(70회, 30.7%), 송포동(45회, 19.7%) 그리고 평동(30회, 13.2%)의 순이었다.

자연적인 방해요인은 전체 관찰 횟수의 절반 이상이 관찰된 이화동에서 64회(53.3%)로 가장 많았고 다음은 홍도평에서 26회(21.7%), 송포동에서 19회(15.8%) 그리고 평동에서 11회(9.17%)가 관찰되었다. 또한 각 취식지역별 인위적인 방해와 자연적인 방해요인 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(χ^2 test, $\chi^2=17.624$, $df=6$, $p=0.001$).

각 취식지역에서 조사된 총 228회의 인위적인 방해요인 중 가장 많은 것은 차량에 의한 방해로 총 112회(49.1%)였고 다음은 사람이 84회(36.8%) 그리고 자전거와 오토바이가 32회(14.0%)의 순이었다. 이화동에서는 사람에게 의한 방해가 가장 많았으나, 이 지역을 제외한 모든 취식

지에서는 차량에 의한 방해가 가장 많았다. 통계분석을 통한 각 취식지역과 인위적인 방해요인 사이의 관계에서는 유의한 차이가 있었다(χ^2 test, $\chi^2=40.111$, $df=6$, $p<0.001$).

전체 120회가 조사된 자연적인 방해요인 중에서 비행기, 포크레인, 레미콘 그리고 농기계 등에 의한 소음이 65회(54.2%)로 가장 많았고, 다음은 기러기류, 황오리 그리고 개 등의 동물에 의한 방해가 27회(22.5%) 그리고 기타 28회(23.3%)였다. 특히 다른 월동지역에 비해 이화동에서의 방해가 총 64회로 매우 높은 빈도를 보였다 (Table 6). 통계분석을 통한 각 취식지역과 자연적인 방해요인 사이의 관계에서도 인위적인 방해요인에서와 마찬가지로 유의한 차이가 있었다(χ^2 test, $\chi^2=57.581$, $df=6$, $p<0.001$).

고 찰

1. 재두루미의 월동 및 취식지역의 현황

재두루미는 한강하구 지역 중 임진각주변과 임진강하구에서 오두산전망대 그리고 장항 IC지역의 3지역에서

Table 6. Artificial, natural and entire disturbance of White-naped Crane in each feeding sites in wintering area

Site	Artificial					Natural					Total	Ratio (%)
	Human	Vehicle	Bicycle & Motorcycle	Sub-total	Ratio (%)	Noise	Animal	Others	Sub-total	Ratio (%)		
HDP	32	38	13	83	36.4	4	10	12	26	21.7	109	31.3
YHD	43	20	7	70	30.7	55	6	3	64	53.3	134	38.5
PD	2	23	5	30	13.2	2	5	4	11	9.17	44	12.6
SPD	7	31	7	45	19.7	4	6	9	19	15.8	64	18.4
Total	84	112	32	228		65	27	28	120		348	
Ratio (%)	36.8	49.2	14.0			54.2	22.5	23.3				

월동하는 것으로 알려져 있고(Pae *et al.* 1995), 장항 IC지역을 제외한 임진각 주변의 임진강과, 임진강하구와 오두산전망대까지의 한강하구 지역에서는 각 95개체와 120개체 그리고 봄철 이동기에는 약 650여 개체가 확인되었다(Pae *et al.* 1996). 한강하구의 장항 IC지역에서 월동하는 재두루미의 최대 개체수는 2004~2005년에 116개체, 2005~2006년에 133개체, 2006~2007년에 118개체였으며(강 2007), 본 연구가 수행된 2007~2008년 월동기에는 총 162개체가 확인되었다. 월동 중기인 1월 중순에 약 130개체가 각 취식지역에서 조사되었으나, 후기인 2월 중순 이후에 강가 갯벌에서 먹이활동을 하는 개체를 조사한 결과 162개체가 조사되었다. 일본 이즈미에서 월동하는 재두루미는 2월 말과 3월 초에 번식지로 출발하기 때문에(Higuchi *et al.* 1996), 2월 중순에 조사된 개체수가 2007~2008년 월동기에 장항 IC 일원에서 월동한 재두루미의 최대 개체수로 생각된다.

재두루미가 취식지로 이용하는 한강하구 인근에 위치한 농경지의 전체 면적은 2,371 km²이었으며, 이는 철원지역의 전체 면적인 60.0 km², Civilian Control Zone(CCZ) 지역의 43.1 km² 그리고 CCZ 바깥지역의 16.9 km²(유 2004)의 각 3.95%, 6.34%, 16.2%에 불과했다. 그러나 재두루미가 실제 이용한 면적은 전체 면적의 40.9% 정도인 약 0.969 km²이기 때문에 실제로 한강하구 지역에서 재두루미가 이용하는 농경지의 면적은 철원지역에 비해 매우 적다. 그리고 한강하구 농경지의 재두루미의 밀도는 52.7 개체 km⁻²로서 철원지역의 재두루미와 두루미의 전체 밀도 각 14.0개체 km⁻²와 8.0개체 km⁻²와, 밀도가 높은 CCZ 지역의 밀도 각 15.8개체 km⁻²와 11.2개체 km⁻²(유 2004)에 비해 매우 높았다. 따라서 취식지역에서 재두루미 개체별 먹이경쟁은 철원지역에 비해 심각할 것으로 생각된다.

월동초기에 재두루미는 잠자리 지역에서 가장 가깝고 취식지의 면적이 넓은 홍도평지역을 이용하는 가축군과 비가축군의 개체수가 다른 취식지역에 비해 많았다. 그

러나 홍도평의 개체수는 월동 중기인 1월 둘째 주 이후 비가축군은 감소하였지만 가축군은 증가하였다. 스페인 Laguna de Gallocanta 지역에서 월동한 검은목두루미 중 개체가 높은 개체는 공격을 하지 않고, 위협행동을 통해 다른 무리를 쫓았으며(Bautista *et al.* 1998), 먹이가 많은 질 좋은 지역을 선호하였다(Bautista *et al.* 1995; Alonso *et al.* 1997). 이러한 경향은 본 연구지역의 취식지 중 하나인 홍도평 지역에서도 관찰할 수 있었으며, 각자 영역에서 먹이활동을 하고 있는 가축군은 먹이가 부족하여 영역을 침범하는 비가축군을 위협하여 영역 밖으로 쫓아냈다. 그 이후 홍도평을 이용한 개체 중 비가축군의 개체수는 감소하였고, 송포동 지역의 개체수가 증가하였다. 이에 홍도평에서 쫓겨난 개체는 송포동 지역으로 이동한 것으로 생각되며, 홍도평 지역은 본 연구지역의 취식지 중에서 재두루미가 가장 선호하는 취식지역인 것으로 판단된다.

재두루미는 각 취식지역을 평균 287분(송포동)에서 452(이화동)까지 이용하였으며, 각 취식지역에서 관찰된 최대 취식시간은 537분(송포동)에서 629분(이화동)이었다. 이는 낮 시간이 짧은 겨울철에 재두루미는 거의 하루 종일 취식지역에서 먹이활동을 한 것으로 생각할 수 있다. 한강하구 지역의 재두루미는 오전에는 농경지를 이용하는 개체수가 많고, 반면에 오후에는 갯벌을 이용하는 개체수가 많다는 보고가 있지만(강 2007), 본 연구를 통해 재두루미는 취식지역 내에서 특별한 방해가 없다면 하루 종일 취식지역 내에서 먹이 활동을 하는 것으로 판단된다.

2. 취식지역의 잠재식이물량

취식지역의 1 m²당 낙곡량은 343±156개 m⁻²(홍도평)에서 462±267개 m⁻²(이화동)의 범위로 철원지역 추수 직후의 낙곡량 999±1,017개 m⁻²보다는 적었지만, 쇠기러기가 도래하여 취식한 지역의 낙곡량 488±531개 m⁻²

(유 2004)와는 비슷하였다. 이는 재두루미보다 앞서 10 월경에 도래하는 큰기러기, 쇠기러기가 이 지역을 이용하기 때문에 한강하구에서도 철원의 결과와 비슷한 양이 수집된 것으로 생각된다.

재두루미만 취식지역을 이용한다고 가정했을 때 이용 가능 일수(ECC)는 334일로 이들의 월동에 충분한 양으로 생각된다. 그러나 한강하구지역은 재두루미와 같은 먹이자원을 공유하는 큰기러기, 쇠기러기, 황오리의 국내 최대 도래지 중 하나이고, 약 10,000개체 이상이 이 지역에서 월동하는 것으로 알려져 있다(Pae *et al.* 1995).

특히 영국에서는 쇠기러기가 하루에 체중의 25% 이상인 생중량으로 650~800g의 낙곡을 취식한 보고가 있고(Owen 1972), 본 연구지역에서도 큰기러기와 쇠기러기가 대단위 무리로 낙곡을 취식하는 것이 여러 차례 관찰되었고, 재두루미가 실제로 이용할 수 있는 낙곡은 현저히 줄어들 것으로 생각된다. 순천만에서 월동하는 흑두루미 무리는 월동 후기가 되면 초기에 주로 취식한 벼 이외에 칼로리가 높은 동물성 먹이와 다른 식물성 먹이를 취식하였으며(조 1990), 흑두루미와 재두루미의 최대월동지인 일본 큐슈 이즈미지역에서도 번식지로 떠나기 전인 2월 중순에 칼로리가 높은 정어리를 급여한다(Ohsako 1987). 본 연구지역인 한강하구에서도 월동 후기가 되면 농경지에 비해 갯벌을 주로 이용한다는 보고가 있으며(일산대 교건설공사 2005; 강 2007), 이러한 경향은 본 연구에서도 역시 관찰할 수 있었다. 일산대교건설공사(2005)에서는 갯벌에서 재두루미가 참갯지렁이를 먹이원으로 이용하는 것으로 언급하였으며, 또한 이 시기는 참갯지렁이가 산란을 위해 이동을 하는 시기와 일치한다(길 등 2005). 또한 한강하구역의 하부지역에서는 백금갯지렁이류가 풍부하게 서식하고(Yoo and Hong 1996), 본 연구지역의 갯벌에서는 많은 개체의 북방백금갯지렁이가 관찰되어(길 등 2005), 월동후기의 재두루미는 갯벌에서 참갯지렁이와 북방백금갯지렁이를 포함한 백금갯지렁이류를 주요 먹이원으로 삼을 것으로 생각된다. 따라서 재두루미의 정확한 ECC를 구하기 위해서는 본 지역에서 월동하는 기러기류의 먹이와 분포에 대한 연구 및 재두루미가 갯벌에서 취식가능한 동물성 먹이에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

3. 일주행동 및 방해요인

일주행동의 조사 결과 본 지역에서 월동하는 재두루미는 각 취식지역에서 취식행동에 전념하였고 다음으로 경계, 이동행동 순이었으며, 깃다듬기, 안락행동 그리고 사회 및 기타행동은 매우 낮게 나타나 취식지역에서는 예

너지 축적에만 전념하는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 철원지역에서 월동하는 두루미와 재두루미의 일주행동 경향과도 비슷하였다(Pae 1994). 취식지역별로 취식, 경계, 이동 그리고 깃다듬기 행동에서 취식지역 사이에 유의적인 차이가 있었으며, 이러한 결과는 스페인에서도 보고되었다(Avilés 2004). 그러나 본 연구지역에서는 스페인의 결과에 비해 취식행동의 비율이 매우 높았으며, 반대로 깃다듬기와 안락행동 등의 휴식행동의 비율은 매우 낮았다.

지역별로는 평동과 송포동에서는 취식의 비율이 높고 경계가 낮은 반면, 홍도평과 이화동에서는 취식의 비율이 상대적으로 다른 두 지역에 비해 낮았으며, 경계의 비율은 높았다. 이러한 결과는 방해요인의 빈도와 관련이 있는 것으로 판단되며, 방해의 발생 빈도가 가장 높은 이화동에서 경계행동의 비율이 가장 높았고 다음으로는 홍도평이었다. 이와는 반대로 취식행동은 방해가 가장 적게 나타나는 송포동과 평동에서 가장 높았다. 따라서 취식행동과 경계행동은 취식지역의 방해요인의 발생빈도와 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다.

조사기간 동안 한강하구의 재두루미 취식지역에서 관찰된 방해요인 중 인위적인 방해요인이 자연적인 방해요인보다 더 많이 관찰되었으며, 인위적인 방해요인 중 특히 자동차가 재두루미의 취식에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 두루미류의 다른 월동지역인 철원(Pae 1994)과 순천만(박 2005)에서도 같은 결과가 나타났으며, 이를 통해 자동차는 두루미류의 취식에 가장 심각한 방해요인으로 생각할 수 있다. 또한 취식지역 중 이화동과 홍도평에서는 다른 취식지역에 비해 사담에 의한 방해의 비율이 높았는데, 이는 이화동과 홍도평의 취식지역 주변 마을의 주민들이 농로를 산책로로 이용하고, 이러한 인간의 활동은 재두루미의 취식에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이화동지역에서는 월동초기에 방해요인으로 인해 취식지역 내에서 비상 이동을 하고나서 약 15~30분간 깃다듬기와 안락행동을 하는 것이 관찰되었다. 이러한 경향은 월동중기인 1월 중순까지 관찰되었으며, 특히 오전 시간대에 많이 나타났다. 그 이후에 취식지가 안정되면 다시 먹이활동을 하였으며, 이러한 결과로 이화동 지역에서는 다른 취식지에 비해 매우 높은 휴식행동의 비율을 보였다. 또한 이 지역에서는 비행기소음으로 인한 방해가 52회로 가장 높은 빈도를 보였으며, 소음은 이륙보다 착륙 시에 영향을 많이 주었다. 재두루미는 소음이 발생하면 약 3~4초간 주위를 두리번거린 후 다시 취식행동을 하였으나, 월동후기로 가면서 반응이 줄어들었다.

본 연구에서 관찰된 대부분의 방해요인은 농로에서 발

생하였으며, 취식지역별로 많은 농로가 위치하고 있다. 특히, 농로 중에서 방해요인이 많이 발생하는 농로가 지역별로 2~3곳 있었다. 따라서 재두루미의 안정적인 월동을 위해서는 월동기간 동안에는 취식지역의 일부 농로의 통행을 제한하여 방해요인 발생을 최소화하여 재두루미가 안정적으로 먹이활동을 할 수 있도록 하여야 할 것이다.

적 요

본 연구는 경기도 고양시와 김포시 인근의 한강하구지역에 도래하여 월동하는 재두루미의 도래 및 취식지역 이용현황, 잠재식이물, 주간 일주행동 그리고 방해요인에 대한 조사를 통하여 이 지역 재두루미의 월동생태에 대한 기초자료 구축과 지속적인 서식을 위한 보전방안을 마련하기 위하여 실시하였다. 재두루미는 본 지역에서 2월 중순에 최대개체수인 162개체가 확인되었고, 3월 중순에 모두 번식지역으로 이동하였다. 월동기간 동안 한강 주변 김포시와 고양시의 농경지역인 흥도평, 이화동, 평동 그리고 송포동지역을 취식지역으로 이용하였으며, 월동지 전체의 이용가능일수(ECC)는 334일(121~909일)이었다. 재두루미는 오전에 취식지역으로 이동하여 먹이 활동을 하였으며, 방해요인이 발생하면 한강의 갯벌로 이동하여 먹이 활동을 하거나 휴식을 취했다. 일주행동은 취식, 경계, 이동, 깃다듬기, 안락, 사회 및 기타행동으로 나누어 조사 하였으며, 월동지에서는 취식의 비율이 가장 높았다. 또한 일주행동 중 취식, 경계, 이동 그리고 깃다듬기는 취식지역별로 유의적인 차이가 나타났다. 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 취식지역에서 재두루미의 월동에 방해로 주는 요인은 총 348회가 관찰되었으며, 차량, 사람, 자전거 및 오토바이와 같은 인위적인 방해요인과 소음, 동물, 기타의 자연적인 요인이 있었다. 방해요인은 이화동(134회), 흥도평(109회), 송포동(64회) 그리고 평동(44회)의 순으로 관찰되었으며, 인위적인 방해요인(228회)이 자연적인 방해요인(120회)에 비해 많았다. 특히, 그 중에서 차량에 의한 방해의 빈도가 가장 높았다.

사 사

본 연구는 경희대학교 대학원의 2007학년도 2차 우수 연구논문 장학의 지원을 받아 연구되었으며, 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 강태한. 2007. 한국조류학회 춘계 학술발표대회 논문초록집. pp.18.
- 길현중, 노현수, 백상규, 송성준, 최병래, 김원. 2005. 한강하구역의 저서동물상. 환경생물. 23:250-256.
- 구태회. 1984. 한국에 도래하는 재두루미의 월동생태. 경희대학교논문집. 13:509-514.
- 노백호. 2007. 유역특성에 따른 한강하구 습지의 공간분포 및 변화분석. 대한지리학회지. 42:344-354.
- 문화재청. 2001. 천연기념물 조류의 월동실태조사II. 452pp.
- 박민철. 순천만에서 월동하는 흑두루미 *Grus monacha* 무리의 월동생태. 공주대학교 석사학위논문. 55pp.
- 배성환. 2000. 비무장지대에 월동하는 두루미류의 서식지 이용에 관한 연구. 경희대학교 박사학위논문. 77pp.
- 신영규, 윤광성. 2005. 한강하구역의 수질 및 퇴적물 특성의 공간적 분포. 한국지형학회지. 12:13-23.
- 원병오. 1984. 한국의 새 천연기념물. 범양사 출판부, 서울. 149pp.
- 유승화. 2004. 두루미와 재두루미의 개체군 분포에 미치는 요인과 가족군의 행동양상. 경희대학교 석사학위논문. 113pp.
- 유정철, 권영수. 2004. 한강하류에 서식하는 조류의 분포 및 서식처 연구. 한국조류학회지. 9:35-47.
- 이기섭. 2000. 한국의 서해안에 도래하는 수조류의 실태와 개체수 변동. 경희대학교 박사학위논문. 211pp.
- 이우신, 구태회, 박진영. 2000a. 야외원색도감 한국의 새. LG상록재단. 320pp.
- 이우신, 박찬열, 임신재. 2000b. 한강지역 조류 군집의 특성. 한국생태학회지. 23:273-279.
- 이창희, 구도완, 노태호, 문현주, 전성우, 허경미. 2003. 하구역 환경보전 전략 및 통합환경관리 방안수립-한강하구역을 중심으로, 한국환경정책·평가연구원.
- 일산대교건설공사. 2005. 일산대교 건설에 따른 사후 관리대책. 일산대교주식회사. 187pp.
- 조삼래, 원병오. 1990. 한국의 흑두루미 *Grus monacha* Temminck의 월동생태에 관한 연구. 경희대학교 한국조류연구소 연구보고. 3:1-22.
- 환경부. 2004. 겨울철 조류동시센서스. 국립환경과학원.
- 환경부. 2005. 겨울철 조류동시센서스. 국립환경과학원.
- 환경부. 2006. 겨울철 조류동시센서스. 국립환경과학원.
- 환경부. 2007. 겨울철 조류동시센서스. 국립환경과학원.
- Alonso JC, JA Alonso and LM Bautista. 1994. Carrying capacity of staging areas and facultative migration extension in common cranes. J. Appl. Ecol. 31:212-222.
- Alonso JC, LM Bautista and JA Alonso. 1997. Dominance and the dynamics of phenotype-limited distribution in common crane. Behav. Ecol. Sociobiol. 40:401-418.
- Avilés JM. 2004. Common crane *Grus grus* and habitat manage-

- ment in holm oak dehesas of Spain. Biodiversity and conservation 13:2015-2025.
- Bautista LM, JC Alonso and JA Alonso. 1995. A field test of ideal free distribution in flock-feeding common crane. J. Anim. Ecol. 64:747-757.
- Bautista LM, JC Alonso and JA Alonso. 1998. Foraging site displacement in common crane flocks. Anim. Behav. 56: 1237-1243.
- Giles G, B Yves and B Jean. 1988. Habitat use and activity budgets of Greater Snow Geese in spring. J. Wildl. Manage. 52:191-201.
- Goss-Custard JD. 1985. Foraging behaviour of wadingbirds and the carrying capacity of estuaries. pp.169-188. In Behavioural ecology: ecological consequences of adaptive behaviour (Sibly RM and RH Smith eds.). Oxford. Blackwell Scientific.
- Guy AB and GB Eric. 1994. Waterfowl ecology and management. John Wiley & Sons. Ins. New York. pp.259-289.
- Halibey T. 1979. Food and feeding habitats of captive cranes. International Crane Foundation Report.
- Higuchi H, K Ozaki, G Fujita, J Minton, M Ueta, M Soma, and N Mita. 1996. Satellite tracking of White-naped Crane migration and the importance of the Korean Demilitarized Zone. Conserv. Biol. 10:806-812.
- Kanai Y, M Ueta, N Germogenov, M Nagendran, N Mita and H Higuchi. 2002. Migration routes and important resting areas of Siberian cranes (*Grus leucogeranus*) between north-easter Siberia and China as revealed by satellite tracking. Biol. Conserv. 106:339-346.
- Koo TH and PO Won. 1986. Wintering habitat and conservation of the White-naped Crane, *Grus vipio pallas*, in the Han river estuary. Bull. Kor. Inst. Orni. 1:53-56.
- Masatomi H. 2004. Individual (non-social) behavioral acts of hooded cranes *Grus monacha* wintering in Izumi, Japan. J. Ethol. 22:69-83
- Ohsako Y. 1987. Effectes of artificial feeding on cranes wintering in Izumi and Akune, Kyushu, Japan. pp.89-98. In Proceeding of the 1983 International crane workshop (Archibald GW and RF Pasquier eds). Baraboo. Wisconsin.
- Owen M. 1972. Some factors affection food intake and selection in White-fronted geese. J. Anim. Ecol. 41:79-92.
- Pae SH. 1994. Wintering ecology of red-crowned Crane *Grus japonensis* and White-naped Crane *Grus vipio* in Cholwon basin, Korea. M. Sc. Thesis, Kyung Hee University. 43pp.
- Pae SH, JY Park, JH Kim and JC Yoo. 1995. Habitat use by wintering waterbirds at Han river estuary and Imjin river, Korea. Kor. J. Orni. 2:11-21.
- Pae SH, JB Lee, PO Won and JC. Yoo. 1996. Current status of wintering cranes in Korea. Bull. Kor. Inst. Orni. 5:13-20.
- Yoo JW and JS Hong. 1996. Community structure of the benthic macrofaunal assemblages in Kyounggi Bay and Han Estuary, Korea. J. Kor. Soc. Oceanogr. 31:1-17.

Manuscript Received: November 2, 2009

Revision Accepted: November 20, 2009

Responsible Editor: Do Pyo Lee