

철원지역에서 월동하는 두루미류의 지형과 식생에 의한 미소 취식지 선호성¹

유승화² · 김인규³ · 이한수³ · 이기섭^{3*}

Micro Feeding Site Preference of Wintering Cranes by Topography and Vegetation in Cheorwon Basin, Korea¹

Seung-Hwa Yoo², In-Kyu Kim³, Han-Soo Lee³, Ki-Sup Lee^{3*}

요 약

두루미류 취식무리의 미소 취식지 선호에 대한 특성을 밝히기 위하여 철원지역에서 월동기인 2005년 12월에서 2006년 2월, 2007년 1월에서 2월까지 총 12회 실시하였다. 두루미와 재두루미가 먹이로 하는 쌀 낱곡의 밀도는 논외의 중양보다 가장자리에 많았다. 하지만, 두루미류는 논외의 중양 보다는 논외 인근 지역을 취식장소로 이용하는 경우가 많았다. 상대적으로 재두루미는 두루미에 비하여 논외의 중양 지역을 취식장소로 이용하는 비율이 높았다. 두루미의 경우 논외의 높고 논외 식생의 높이가 높은 경우와 논외 높이고 식생의 높이를 합한 높이가 높은 경우를 취식위치로 선호하였다. 재두루미는 논외, 식생, 논외와 식생의 높이 합이 키에 비하여 높은 경우를 선호하지 않았다. 또한, 두루미와 재두루미에서 모두 논외지역에서 취식하는 비율이 날씨요인과 관계가 없었다. 이러한 결과는 두루미류가 개방된 취식지(수평가시권이 넓은 지역)를 선호한다는 기존 가설과는 달리 논외된 취식지를 선호하는 것으로 나타났다. 또한 중간의 비교에서는 두루미가 재두루미에 비하여 논외된 지역을 선호하는 것으로 나타났다. 무리크기별 논외지역과 비논외지역 취식비율은 두루미와 재두루미 모두 무리크기를 고려하지 않은 취식비율과 차이가 없었다. 결과적으로 두루미가 논외지역을 선호하고 재두루미가 논외지역에 상관없이 취식지를 선택하는 경향은 취식무리의 크기에 좌우되지 않는 종 특이적인 성향을 보였다.

주요어 : 수평가시도, 취식위치, 취식지 논외, 방해요인, 회피거리

ABSTRACT

The main purpose of this study is to investigate the relationship between the topography of land and vegetation and the preferred habitat of wintering cranes. Investigations were conducted twelve times in Cheorwon basin, South Korea, during two wintering seasons (12/ 2005 - 2/ 2006; 1/2007 - 2/2007). The density of rice grain in the middle of rice paddies was higher than that of the areas along the edge of rice paddies. However, it was observed that red-naped cranes preferred to feed along the edges of rice paddies rather than to feed in the middle of the paddies. White-naped cranes, on the other hand, preferred to feed in the middle of paddies. To be more specific, red-crowned cranes preferred feeding sites such as levees of the paddies or the areas where the level

1 접수 2008년 10월 28일, 수정(1차 : 2009년 10월 19일), 게재확정 2009년 10월 20일

Received 28 October 2009; Revised(1st 19 October 2009); Accepted 20 October 2009

2 서울대학교 환경대학원 Graduate School of Environmental Studies, Seoul(151-742), Korea

3 한국환경생태연구소 Korea Institute of Environmental Ecology, Daejeon(305-509), Korea

* 교신저자, Corresponding Author : larus@hanmail.net

of the rice beds was comparatively more elevated. But the preference of the white-naped cranes turned out to be just the opposite. Another finding was that both red-naped cranes and white-naped cranes preferred concealed areas for their feeding site, and the frequency rate of their feeding in concealed areas has little to do with weather factors. This finding contradicts a widely accepted view that cranes prefer open spaces for their feeding site. Besides, red-crowned cranes, compared with white-naped cranes, preferred to feed in more concealed areas. The frequency rate of feeding in both concealed areas and non-concealed areas had little to do with the size of feeding flocks. There was no difference between a flock of fewer than five cranes and a flock of more than five cranes in terms of frequency rate of their feeding. In conclusion, the result of these investigations indicate that red-naped cranes comparatively prefer concealed areas for their feeding site, and white-naped cranes are less prone to them, and there is no direct connection between their preference of feeding site or frequency and the size of their flock. This is presumed to be the characteristics unique to their individual species

KEY WORDS : HORIZONTAL VISIBILITY, FEEDING POSITION, CONCEALMENT OF FEEDING SITE, DISTURBANCE FACTOR, LOCOMOTION DISTANCE

I. 서론

두루미류는 월동기에 주로 논에서 낙곡을 취식하는 것으로 알려져 있다(Pae, 1994; 철원군, 2002). 두루미(*Grus japonensis*)는 번식 장소로 습지에 의존하며(Johnsgard, 1993; Mein and Archibald, 1996), 월동지에서는 논, 낙곡과 강의 어패류를 주로 취식한다(Koo, 1980; Pae, 2000). 재두루미(*Grus vipio*) 또한 우리나라에서 월동기 동안 낙곡, 식물의 구근, 저서성대형무척추동물(benthic macro invertebrate) 등을 먹이로 하며, 두루미에 비하여 식물성 먹이를 선호한다(Koo, 1980).

두루미류는 개방된 넓은 서식지를 취식지로서 선호하고(Shenk and Armbruster, 1994; Pae, 1994; Mukherjee, 1999; Pae, 2000), 방해요인에 민감하여 방해요인이 드문 지역을 취식지로 이용한다는 연구결과가 있었다(Pae, 1994; Pae, 2000). 최근의 연구에 의하면 방해요인에도 불구하고, 먹이 감소와 경쟁에 의해 도로인근지역 또한 취식지로 이용한다 하였다(Cheorwon County, 2002; Yoo, 2004; Yoo et al., 2007).

철원지역 두루미의 취식지에 대한 연구는 몇 가지가 진행되었다(Pae, 1994; Lee et al., 2001; Cheorwon County 2002). Pae(1994)에 의하면 두루미류는 넓은 농경지 면적을 가진 지역을 선호하며, 먹이의 양이 많은 논둑을 따라서 이동하며 논, 모서리부분에서 취식하는 것을 선호한다고 제안하였다. 이러한 이유로 콤바인을 이용하여 수확한 후 논, 모서리 부분에 벧단을 집결하여 탈곡함에 따라 모서리 부분에 먹이밀도가 높기 때문이라 하였다(Pae, 1994).

하지만, 추수방법의 변화에도 불구하고 기존 연구(Pae, 1994)와 유사한 취식지점을 지속적으로 이용하고 있었다(Cheorwon County, 2002; Yoo, 2004). 따라서, 두루미류가 논, 모서리부분을 편중하여 이용하는 것은 먹이량의 영향도 있겠지만, 지형과 식생 등 다른 요인이 작용할 가능성이 있을 것이다.

여러 연구에서 두루미류는 수평가시권이 뛰어난, 즉 주변을 잘 경계할 수 있는 시야가 트인 지역을 선호하는 것으로 알려져 있다(Shenk and Armbruster, 1994, 2000; Mukherjee, 1999). 또한 Pae(2000)도 수평가시권이 우수한 지역이 취식지로서 선호되며 잠자리지역의 특징 중 하나인 것으로 제시하였다. 그 이유로 두루미류는 대형 종으로서 이들에 대한 뚜렷한 포식자가 제한적이기 때문에 은폐색의 효용성이 떨어진다고 하였다(Johnsgard, 1993; Shenk and Armbruster, 1994). Pae(2000)과 Lee et al.(2001)의 연구에서는 수평가시권이 우수한 지역에 주변지역보다 높은 도로가 건설됨으로써 서식지 이용률이 감소하였음을 보여주었다. 이와 같이 기존의 연구는 수평가시권이 주요한 두루미류의 서식요인으로 제시되어 왔다. 하지만, 방해요인에 민감한 두루미류가 수평가시권이 제한된 지역에도 높은 비율로 서식한다는 결과 또한 존재하였으며(Pae, 2000), 개방된 지역보다는 은폐된 지역을 선호한다고 하였다(Cheorwon County, 2002; Yoo, 2004).

철원지역의 두루미류는 추수방법의 변화에도 불구하고 기존 연구(Pae, 1994)와 유사한 취식지점을 지속적으로 이용하고 있었으며, 주변이 개방된 곳 보다는 개방되지 않고 논, 식생에 의하여 은폐된 곳을 오히려 선호한다 하였다(Cheorwon County, 2002; Yoo, 2004). 따라서, 본 연구에

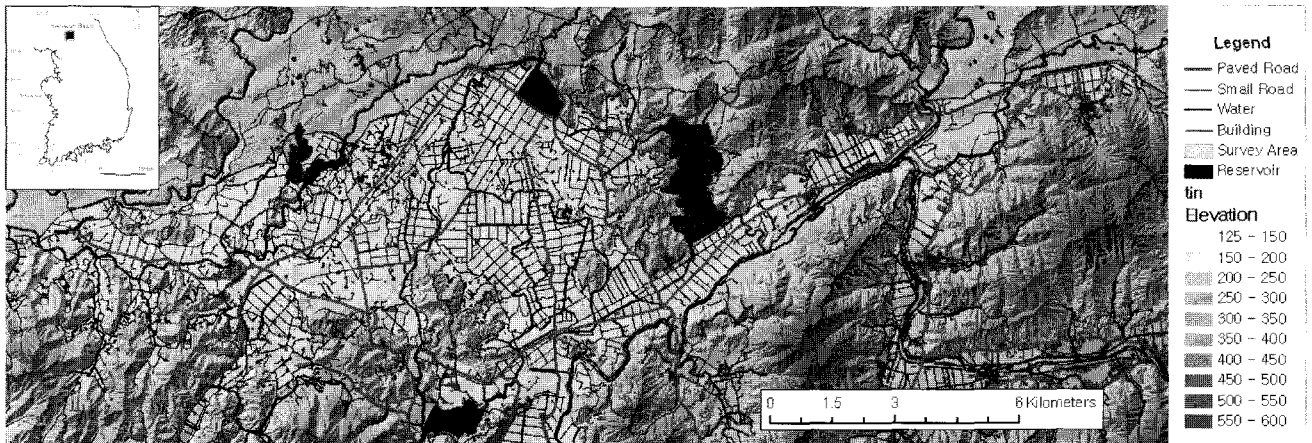


Figure 1. Topography and survey boundary map of the study area.

서는 두루미와 재두루미의 미소취식지의 은폐도에 의한 선호성을 밝히기 위하여 은폐와 개방의 정도는 취식지 주변의 지형과 식생을 조사하였고, 기후요인과 낙곡의 공간적 분포에 의한 요인에 대한 영향요인을 조사하여 검증하였다.

II. 연구 및 분석방법

1. 연구 시기 및 범위

두루미류의 취식지 선택에 대한 조사는 핵심월동기인 2005년 12월 2회(12월 24~25일, 31일~1월 1일), 2006년 1월 3회(1월 8일, 15일, 21일), 2월 3회(2월 5일, 11일, 18일), 2007년 1월 2회(1월 1일, 15일), 2월 2회(2월 4일, 16일) 2개 월동기에 걸쳐 총 12회 실시하였다. 요인에 대한 영향을 파악하기 위한 낙곡량 분포조사는 2007년 9월 추수 시기에 실시하였으며, 이용가능한 서식지의 특성조사는 추수를 완료한 2007년 10월 말에 실시하였다. 조사 범위는 Cheorwon County(2002)의 범위와 같았다(Figure 1). 일차별 조사지역은 중첩되지 않도록 하였으며, 조사가 완료될 시점에서 전체 두루미류 서식지가 조사되도록 하였다.

연구방법

2. 낙곡의 공간분포에 의한 영향

낙곡의 분포는 2006년 9월에 조사대상 논을 추수를 마친 직후 1회 실시되었으며, 도로에서 가까운 곳(100m 이내)과 도로에서 먼 곳(300m 이상) 각각 2개 농경지 4개 지역을 선정하였다. 4개 농경지 각각 논 가장자리와 논 중앙지역의 조사선을 직선상으로 선정하였다. 콤바인에 의하여 1

회 추수 잉여물이 쌓인 곳에 한하여 조사자의 걸음으로 매 10보마다 20×20cm 방형구를 설치하여(HCC, 2007; Yoo *et al.*, 2008b), 짚 검불의 쌓인 두께, 낙곡(날알 및 이삭형태 구분)의 수를 기록하였다(HCC, 2007; Yoo *et al.*, 2007).

3. 이용가능한 농경지의 논둑, 식생, 은폐정도

두루미류의 취식위치가 분포하는 경향이 불규칙적인지, 종 특이적인지를 확인하기 위하여, 전체 서식지 중 취식지로 이용이 가능한 농경지의 논둑, 식생, 논둑 및 식생의 높이를 두루미가 서있는 높이(1.5m)를 기준으로 평가하였다. 조사는 2006년 10월 22~23일에 총 104개 관찰지점, 1,806개 논을 대상으로 실시하였다.

4. 취식 위치 조사

두루미류의 취식무리 크기를 기록하고 취식위치를 기록하였다. 취식무리는 전체 개체수와 유조의 수를 함께 기록하였다. 논에서의 취식위치는 계단식 논(terraced rice paddy)의 경우, 논둑 인근지역(10m 이내)을 논 벽 인근(near wall of rice paddy; NWR), 논 끝 인근(near end of rice paddy; NER)으로 구분하였다(Figure 2, Table 1). 평탄한 논에서는 논 사이 둑 인근(near border of rice paddy; NBR)으로 구분하였으며, 계단식 논과 평탄한 논 모두 나머지 지역을 논 중앙부(middle of rice paddy; MR)로 구분하였다(Figure 2, Table 1). 논을 이용하지 않고 논둑을 이용하거나 수로 둑, 도로, 기타 농경지를 이용하는 경우는 기타(Others)로 구분하였다.

5. 취식 위치와 주변 지형 및 식생과의 관계

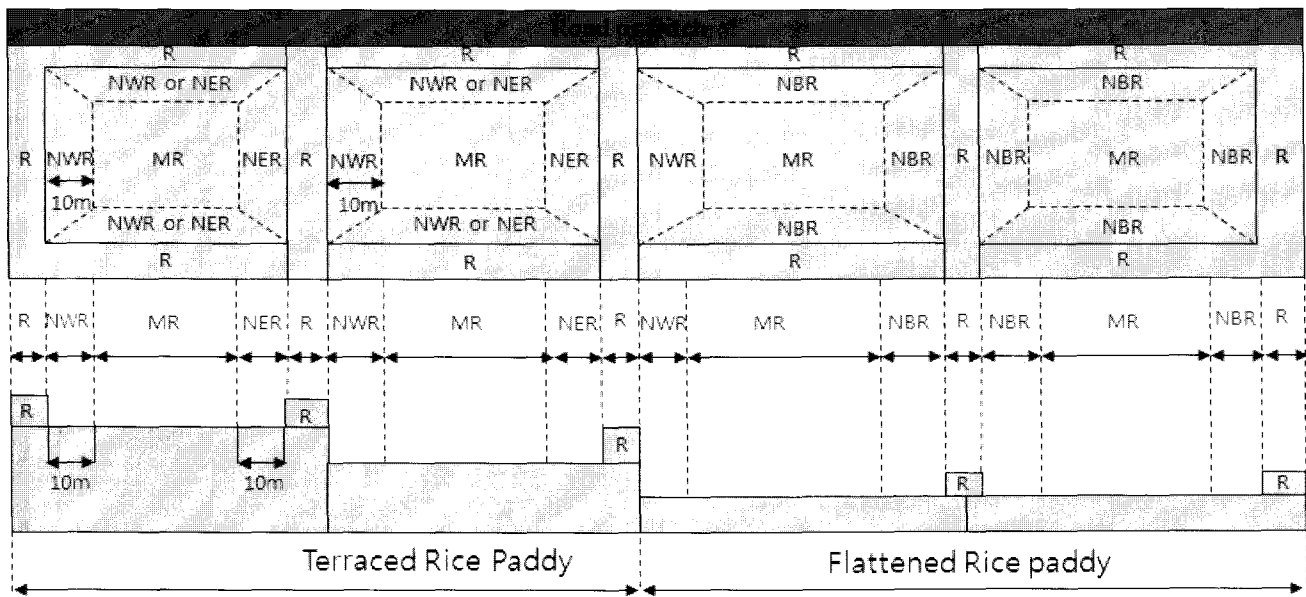


Figure 2. Modified figure of plane (above) and sectional view (below) in rice paddy field as feeding site (NWR: near wall of rice paddy, NER: near end of rice paddy, MR : middle of rice paddy, R: ridge of rice paddy, TR: terraced rice paddy, FR: flatted rice paddy).

Table 1. Definition of the symbol and degree of the concealment and visibility in each subject

Subject	Variable name and Categories	Definition	[@] Relative size and Height	[§] Concealment	[#] Visibility	
Feeding position	* NR	NWR	Near the wall of ridge in terraced rice paddy	400m ² (16%)	+++	+
		NER	Near the end in terraced rice paddy	400m ² (16%)	++	+
	NBR	Near the border in flatted rice paddy	800m ² (32%)	-	+++	
	MR	Middle area of rice paddy	900m ² (36%)	-	+++	
	Others	Ridge, ridge of chanel, road, cultivated land of other crops	-	-	-	
Ridge height	High	Height the higher than height in alert posture of cranes	≥ 1.5m	+++	+	
	Middle	Higher than height in feeding, lower than height in alert posture	1m ~ 1.5m	++	++	
	Low	Lower than back height in feeding	<1m	+	+++	
Vegetation and height	SG	Short grass or naked ground	0~0.5m	-	+++	
	LV	Long vegetation	>0.5m	>+	>+	
Ridge and vegetation height	NCA	Not concealed area	<1.5m	-, +	+	
	CA	Concealed area	>1.5m	++, +++	-	

[@] Relative size and height : Relative size in case of 50m×50m size of the rice paddy

[§] Concealment: Concealment was defined by possibility of detecting from disturbance factor

[#] Visibility : Visibility was defined by possibility of visible the other disturbance factor

* NR : Near ridge of ricepaddy (near means the area within 10m)

- no effect, + : small effect, ++ : middle effect, +++ : big effect

1) 취식 위치와 주변 지형과의 관계

지형적인 측면에서 취식장소의 은폐도를 평가하기 위하여 취식위치에서 가장 가까운 논둑의 높이를 평가하였다. 논둑의 높이는 두루미가 취식시 어깨 높이(1m)와 경계시 머리 높이(1.5m)를 기준으로 3가지 유형으로 구분하였다 (Table 1): (1) 1m 미만을 낮은 논둑(low), (2) 1m 이상 1.5m 미만(middle), (3) 1.5m 이상(high).

2) 취식 위치와 주변 식생과의 관계

식생에 의한 취식장소의 은폐도를 평가하기 위하여 취식위치에서 가장 가까운 논둑의 식생유형을 평가하였다. 논둑의 식생 중 50% 이상 차지하는 식생을 유형 대표식생으로 판단하였으며, 유형은 초본, 관목, 교목으로 구분하였다 (Table 1). 식생의 높이는 50cm를 기준으로 키 낮은 초본 (short grass; SG)과, 키 큰 식생(tall vegetation; TG)으로 구분하였다.

3) 취식 위치 주변 은폐정도의 영향

조사된 취식지 주변의 지형과 식생을 함께 분석하여 논둑이 높고 식생의 키가 큰 지역이 두루미류에 의해 선호되는지 조사하였다. 논둑의 높이와 식생의 높이를 합하여 1.5m를 기준으로 높은 경우는 은폐된 지역(CA: concealed area), 낮은 경우를 은폐되지 않은 지역(NCA: not concealed area)으로 구분하였다 (Table 1).

III. 자료수집 및 분석방법

각 취식무리에 대하여 취식위치, 지형, 식생의 유형을 조사하였으며, 두루미 493무리 1,789개체, 재두루미 580무리

3,164개체의 취식 무리를 조사하였다. 먹이요인을 파악하기 위하여, 낙곡의 밀도와 짚검불의 두께 비교는 독립표본 t-test 양측검정을 실시하였다. 취식위치 주변 논둑, 식생, 논둑과 식생을 합한 높이의 빈도분석은 카이제곱 검정을 (χ^2 -test) 사용하였다. 종 내의 빈도분석에는 동일한 표본 수에서 각 항목의 빈도가 동일할 때를 가정한 빈도와 수집된 자료의 빈도를 비교하여 분석하는 Yate's collection을 이용하였으며, 종간의 비교는 각 항목의 빈도를 직접 이용한 카이제곱 검정을 실시하였다. 자료 중 분석 항목이 누락된 경우 해당 분석에서 제외하였다.

기온, 풍속 등 날씨에 의한 영향을 확인하기 위하여, 평균기온, 최저기온, 최고기온, 풍속 등의 기록을 기상청 (<http://www.kma.go.kr>)의 관측자료 중 과거자료에서 철원 지역의 조사기간(2005년 12월~2006년 3월, 2007년 1월~2월)에 해당하는 자료를 이용하였다. 날씨요인의 분석은 은폐지역 이용비율과의 상관관계(Spearman's correlation)를 이용하였다. 두루미와 재두루미의 은폐지역에 대한 선호 경향이 종 특이적인 것인지 무리규모에 의한 경향인지를 알기 위하여, 5개체 미만인 경우와 5개체 이상인 경우를 구분하여 은폐지역 및 비은폐지역에 서식하는 비율을 비교하였다.

IV. 연구결과

1. 낙곡의 분포 및 짚 검불의 두께

논둑 인근지역과 논 중앙 지역 사이의 낙곡 및 짚 검불의 두께를 비교한 결과, 두루미류가 직접적으로 이용하는 낱알 형태의 낙곡(GTR: grain type rice grain)이 논둑 인근 지역

Table 2. Differences of the number of rice grain and depth of stubble

\$ Number of Rice Grain and Depth of Stubble		# Feeding Position	Average	Standard Deviation	n	# t
Number of Rice Grain	GTR	ER	35.1	24.8	40	-3.318^{***}
		MR	62.0	44.9	40	
	ETR	ER	29.1	32.2	40	1.486 ^{n.s}
		MR	19.8	22.4	40	
	Total	ER	64.1	50.2	40	-1.648 ^{n.s}
		MR	81.8	45.6	40	
Depth of Stubble		ER	3.3	1.3	40	-2.302[*]
		MR	4.0	1.4	40	

\$ GTR: grain type rice grain, ETR: ear type rice grain
 # ER: edge of rice paddy, MR: middle of rice paddy
 # Independent sample t-test, 2-tailed, *p<0.05, ***p<0.001.

Table 3. Feeding position frequencies of flocks in RCC and WNC

@ Species	§ Feeding position	Frequency (Rate)			Inter Year x^2		
		05-06	07	Total	05-06 vs 07	05-06 vs Total	07 vs Total
RCC	NWR	198 (41.5%)	123 (49.8%)	321 (46.2%)	2.914^{n.s}	5.723^{n.s}	5.548^{n.s}
	NER	144 (30.2%)	65 (26.3%)	209 (30.1%)			
	MR	65 (13.6%)	22 (8.9%)	78 (11.2%)			
	NBR	41 (8.6%)	37 (15.0%)	87 (12.5%)			
	Total	448	247	695			
# Intra Species x^2		73.286^{***}	45.543^{***}	112.424^{***}	-		
WNC	NWR	155 (28.7%)	127 (38.5%)	282 (32.4%)	30.885^{***}	7.269^{n.s}	13.926^{**}
	ER	162 (29.9%)	60 (20.0%)	228 (26.2%)			
	MR	143 (26.4%)	57 (17.3%)	200 (23.0%)			
	NBR	81 (15.0%)	80 (24.3%)	161 (18.5%)			
	Total	541	330	871			
# Intra Species x^2		17.563^{***}	16.037^{***}	17.763^{***}	-		
Inter Species x^2		40.272^{***}	19.853^{***}	57.611^{***}	-		

@ RCC: Red-crowned Crane, WNC: White-naped Crane

§ NWR: near wall of rice paddy, ER: edge of rice paddy, MR: middle of rice paddy, NBR: between the rice paddy

x^2 : Yate's collection, **p<0.01, ***p<0.001, ^{n.s} not significantly different

보다 논 중앙지역에 더 많은 것으로 나타났다(Independent sample t-test, $t=-3.318$, $df=78$, $n=40$, $p<0.001$). 짚검볼의 두께는 논둑인근 지역과 논 중앙 지역 간에 통계적으로 유의하였으나($t=-2.302$, $df=78$, $n=40$, $p<0.05$), 두루미류의 부리길이(15cm 이상)에 비하면 취식에 영향을 주지 않을 정도의 작은 차이를 보였다(약 0.7cm).

2. 두루미류의 취식위치

1) 취식위치

논둑 벽 인근(NWR), 논둑 끝 인근(NER), 논 사이 둑 인근(NBR), 논 가운데(MR), 기타 장소(Others)로 구분하여 두루미류가 주로 취식하는 논에서 어떤 장소를 주로 이용하는지 알기 본 결과, 두루미는 논둑 벽 인근과 논둑 끝 인근에 관찰된 빈도가 높았다(x^2 -test, $x^2=112.424$, $df=3$, $p<0.001$, $n=695$, Table 3). 재두루미의 경우는 논둑벽 인근과 논둑 끝 인근, 논 중앙에서 관찰된 빈도가 높았다($x^2=17.763$, $df=3$, $p<0.001$, $n=871$). 두루미의 경우 연간 취식위치의 비율은 유사하였지만, 재두루미의 경우 연간 취식위치의 비율은 차이가 있는 경우가 있었다(Table 3).

두루미와 재두루미 두 종간을 비교하자면, 두루미가 재두루미에 비하여 논둑 벽 인근 지역에서 더 높은 빈도로,

재두루미가 두루미에 비하여 논 중앙에서 더 높은 빈도로 취식활동을 하는 것으로 나타났다($x^2=57.611$, $df=3$, $p<0.001$, $n=1,566$, Table 3).

3. 취식위치와 주변 지형 및 식생과의 관계

1) 취식위치와 주변 지형과의 관계

두루미와 재두루미가 취식하고 있는 위치에서 가장 가까운 논둑 혹은 농로의 높이를 조사하였다. 두루미는 논둑의 높이가 1m 이상(취식 시 등 높이 이상)이 되는 곳에서 주로 취식하였지만($x^2=51.086$, $df=2$, $p<0.001$, $n=765$, Table 4), 재두루미의 경우 논둑의 높이에 따른 차이가 없었다($x^2=2.075$, $df=2$, $n.s$, $n=939$, Table 4). 두 종을 비교하였을 때, 두루미가 재두루미에 비해 높은 논둑이 있는 장소에서 취식하는 비율이 높았다($x^2=39.114$, $df=2$, $p<0.001$, $n=1,694$, Table 4). 두루미와 재두루미 모두 취식위치 주변의 지형의 높이별 빈도는 차이가 없었다(Table 4).

2) 취식위치와 주변 식생과의 관계

두루미류가 취식하는 위치 인근 지역의 식생높이를 분석한 결과, 두루미에 있어서 취식하는 위치에 인접한 논둑의 식생 높이가 50cm 이상인 경우와 50cm 미만인 경우가

Table 4. Differences of ridge height in crane's feeding site between intra and inter species

@Species	§Ridge height	Frequency			Inter Year χ^2		
		05-06	07	Total	05-06 vs 07	05-06 vs Total	07 vs Total
RCC	Low	84 (17.2%)	58 (20.9%)	142 (18.6%)	2.622 ^{n.s}	0.856 ^{n.s}	1.216 ^{n.s}
	Middle	162 (33.3%)	98 (35.3%)	260 (34.0%)			
	High	241 (49.5%)	122 (43.9%)	363 (47.5%)			
	Total	487	278	765			
#Intra Species χ^2		40.217^{***}	12.153^{**}	51.086^{***}	-		
WNC	Low	177 (30.7%)	116 (32.0%)	293 (31.2%)	0.234 ^{n.s}	0.056 ^{n.s}	0.104 ^{n.s}
	Middle	187 (32.4%)	117 (32.3%)	304 (32.4%)			
	High	213 (33.9%)	129 (35.6%)	342 (36.4%)			
	Total	577	362	939			
#Intra Species χ^2		1.764^{n.s}	1.764^{n.s}	2.075^{n.s}	-		
Inter Species χ^2		29.252^{***}	10.361^{**}	39.114^{***}	-		

@ RCC: Red-crowned Crane, WNC: White-naped Crane

§ Low : lower than cranes feeding height (1m), Middle : taller than cranes feeding height (1m), lower than tall of Cranes (1.5m), High : vegetation taller than tall of Cranes (1.5m)

χ^2 : Yate's collection, *** p<0.001, ^{n.s} not significantly different

Table 5. Differences of vegetation height in crane's feeding site between intra and inter species

Species	§Vegetation	Frequency (Rate)			Inter Year χ^2		
		05-06	07	Total	05-06 vs 07	05-06 vs Total	07 vs Total
RCC	SV	198 (41.7%)	147 (53.3%)	345 (45.9%)	9.420 ^{***}	2.135 ^{n.s}	4.336 [*]
	LV	277 (58.3%)	129 (46.7%)	406 (54.1%)			
	Total	475	276	751			
#Intra Species χ^2		6.622^{***}	0.588^{n.s}	1.483^{n.s}	-		
WNC	SV	254 (57.3%)	238 (66.5%)	492 (61.4%)	6.987 ^{**}	1.985 ^{n.s}	2.714 ^{n.s}
	LV	189 (42.7%)	120 (33.5%)	309 (38.6%)			
	Total	443	358	801			
#Intra Species χ^2		4.800[*]	19.990^{***}	21.194^{***}	-		
Inter Species χ^2		22.468^{***}	11.420^{***}	37.405^{***}	-		

§ SV : vegetation shorter than 0.5m, LV : vegetation taller than 0.5m

χ^2 : Yate's collection, * p<0.005, ** p<0.001, ^{n.s} not significantly different

차이가 없었다($\chi^2=1.483$, $df=1$, $p<0.001$, $n=751$). 반면, 재두루미의 경우 취식하는 위치에 인접한 논둑의 식생 높이가 50cm 미만으로 짧은 경우가 더 많았다($\chi^2=21.194$, $df=1$, $p<0.01$, $n=801$). 결과적으로 재두루미는 두루미에 비하여 식생의 높이가 낮은 장소를 더 많이 이용하였다($\chi^2=37.405$, $df=1$, $p<0.001$, $n=1,552$). 하지만, 주변식생의 높이 빈도는 연도별 차이를 보이기도 하였으며, 취식위치와 주변 식생과의 관계는 지형의 관계 보다는 낮은 비율로 차이가 있었

다(Table4, 5).

3) 취식위치 주변 은폐정도의 영향

전체지역에서 이용이 가능한 취식지역과 실제 취식지역의 은폐정도(지형과 최대식생 높이의 합)의 차이를 비교한 결과, 이용이 가능한 취식지역 중 은폐된 지역의 빈도는 두루미류가 실제 이용하는 취식지역의 빈도와 차이가 있었으며, 두루미의 경우 취식지 주변의 논둑 및 식생을 포함한

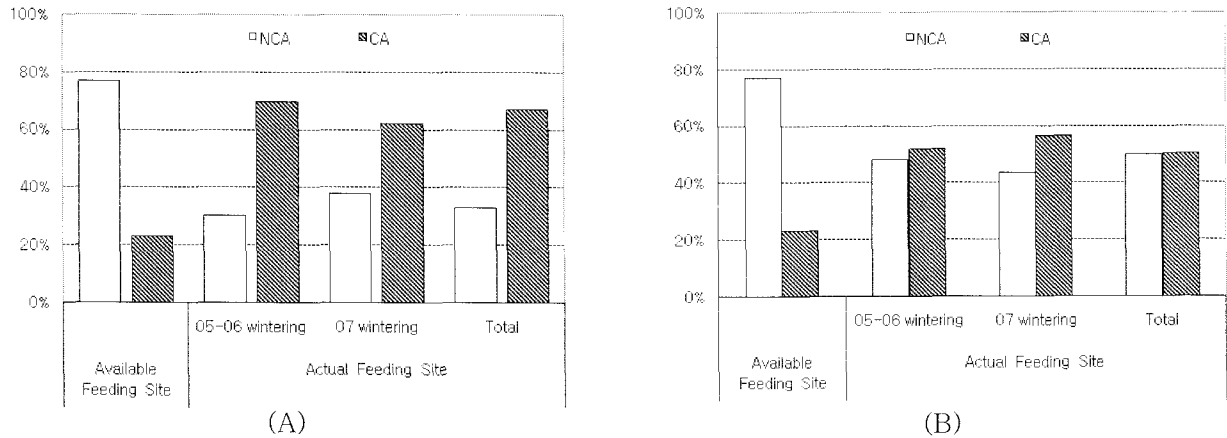


Figure 3. Difference of habitat use frequency where not concealed area (NCA) and concealed area (CA) between available feeding site and actual feeding site of the Red-crowned Crane (A) and White-naped Crane (B).

은폐물의 높이가 해당 종의 키보다 높은 경우가 더 많았다 ($\chi^2=74.9$, $df=1$, $p<0.001$, $n=487$, Figure 3-A). 하지만 재두루미의 경우 취식지 주변의 논둑 및 식생을 포함한 은폐물의 높이가 해당 종의 키보다 높은 경우와 낮은 경우가 유사하였다($\chi^2=0.69$, $df=1$, $p=0.405$, $n=576$, Figure 3-B). 결과적으로 두루미가 재두루미에 비하여 은폐물이 높은 지역을 취식지로 선택하는 경향을 보였다. 반면 재두루미는 주변 은폐물의 높이에 구애하지 않는 경향을 보였다. ($\chi^2=35.11$, $df=1$, $p<0.001$, $n=1,063$, Figure 3-A, B). 하지만, 이용가능한 취식지역의 은폐지와 비은폐지 빈도와 비교할 때 두루미와 재두루미 모두 비은폐지역보다 은폐지역에서 취식하

는 것을 선호한다고 할 수 있었다.

은폐지역과 비은폐지역에 분포하는 비율은 두루미에서 2007년 1월에 낮은 빈도로 나타났으며(전체-2007년 1월: $\chi^2=4.981$, $p<0.05$), 다른 월의 경우 차이가 없었다(Figure 4-A). 날씨요인 중 평균기온, 최저기온, 최고기온, 평균풍속의 날씨요인은 은폐지역의 빈도와 상관관계가 없었다. 재두루미의 또한, 각 월별 은폐지역과 비은폐지역에 분포하는 비율이 전체 분포비율과 차이가 없었으며, 날씨요인과의 상관관계는 없는 것으로 나타났다(Figure 4-B).

4. 무리규모에 의한 은폐지역 선호경향

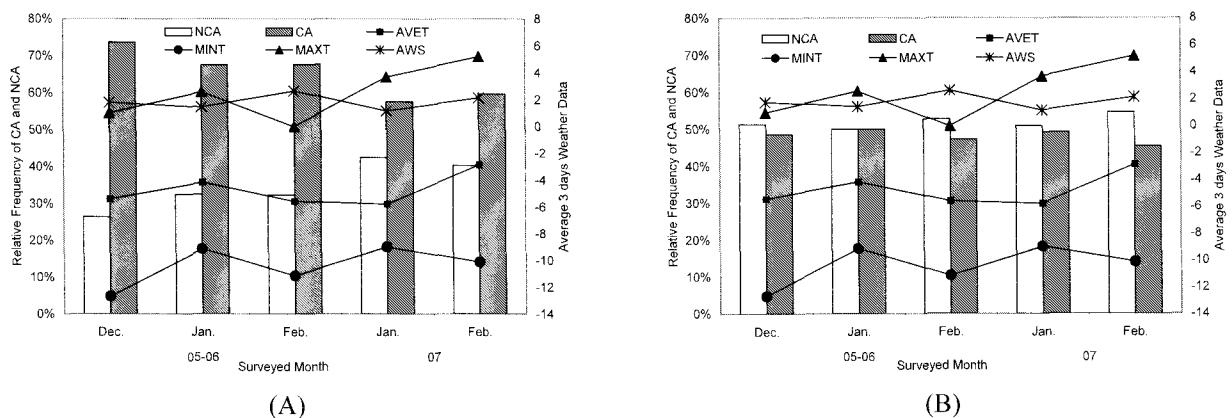


Figure 4. Difference of habitat use frequency where not concealed area (NCA) and concealed area (CA) of the RCC (A) and WNC (B) in each month and correlations with weather data.

AVET: average temperature, MINT: minimum temperature, MAXT: maximum temperature, AWS: average wind speed.

Table 6. Frequency difference of the height of ridge and vegetation in feeding position of the Cranes

Species	Flock Size	Concealment	Frequency (Rate) and χ^2								
			05-06	χ^2	07	χ^2	Total	χ^2			
RCC	<5	NCA	129 (30.2%)	0.05 ^{ns}	93 (39.1%)	4.777 [*]	222 (33.4%)	2.398 ^{ns}			
		CA	298 (69.8%)		145 (60.9%)		443 (66.6%)				
	≥5	NCA	19 (31.7%)		20 (58.8%)		39 (41.5%)				
		CA	41 (68.3%)		14 (41.2%)		55 (58.5%)				
	#Total	NCA	148 (30.4%)		74.90 ^{***}		113 (41.5%)		3.918 [*]	261 (34.4%)	37.950 ^{***}
		CA	339 (69.6%)				159 (58.5%)			498 (65.6%)	
WNC	<5	NCA	237 (48.4%)	0.01 ^{ns}	154 (51.2%)	2.020 ^{ns}	391 (49.4%)	0.572 ^{ns}			
		CA	253 (51.6%)		147 (48.8%)		400 (50.6%)				
	≥5	NCA	41 (47.7%)		31 (62.0%)		72 (52.9%)				
		CA	45 (52.3%)		19 (38.0%)		64 (47.1%)				
	#Total	NCA	278 (48.3%)		0.69 ^{ns}		185 (52.7%)		0.515 ^{ns}	463 (49.9%)	0.001 ^{ns}
		CA	298 (51.7%)				166 (47.3%)			464 (50.1%)	
Inter Species χ^2			35.105 ^{***}		7.652 ^{**}		41.230 ^{***}				

[§] NCA: not concealed area, CA: concealed area

[#] χ^2 : Yate's collection

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, ^{ns}not significantly different

두루미와 재두루미에서 은폐지역과 비은폐지역 분포 비율은 작은 무리와 큰 무리간에 차이가 없었다(RCC: $\chi^2=0.05$, $df=1$, $p=0.974$, n.s., $n=487$, WNC: $\chi^2=0.01$, $df=1$, $p=0.993$, n.s., $n=576$, Table 6). 이러한 경향은 전체 취식무리에서의 은폐지역과 비은폐지역 분포비율과 차이가 없었다(RCC: $\chi^2=0.53$, $df=2$, n.s., $n=974$, WNC: $\chi^2=0.01$, $df=2$, n.s., $n=1,152$, Table 6). 따라서, 두루미와 재두루미의 은폐지역에 대한 선호경향은 무리의 규모에 따른 성향이 아니라 종 특이적인 성향이라 볼 수 있었다.

V. 고찰

1. 두루미류의 논에서의 취식 위치

논 농경지에서 야생조류의 취식위치 및 주변 식생에 대한 연구는 일부 연구자들에 의하여 이루어져 왔다(Pae, 1994; Yoo, 2004; Choi *et al.*, 2004). Pae(1994)는 두루미류가 논 중양지역에 비하여 논 가장자리에서 취식하는 비율이 높다고 하였으며, 그 원인으로 추수 이후 탈곡을 하는 과정이 논 가장자리나 논 모서리 부분에서 시행되기 때문이라 하였다. 하지만, 최근에는 콤바인 기계의 기술향상으로 수확과 동시에 탈곡이 이루어지고, 탈곡 후의 짚은 대기하고 있는 차량에 직접 실는 방법을 취하기 때문에 논

의 모서리에 더 많은 양의 낙곡이 있을 것으로 기대하기 어렵다. 일부 짚검불이 쌓여 낙곡이 보존되는 장소이지만, 이곳은 농기계의 방향전환으로 인해 다량의 낙곡이 흡수에 묻히어 이용 불가능한 상태가 되므로, 오히려 먹이량이 감소한 것과 같은 상황이 될 것이다(HCC, 2007). 뿐만 아니라 논 모서리와 논둑 근처의 벼는 기계를 이용하지 않고, 낫을 이용하여 손으로 수확하거나 낙곡울이 낮은 소형 콤바인을 사용하여 수확하기 때문에 낙곡이 적다는 연구결과 또한 있다(Yoo *et al.*, 2008b). Choi *et al.*(2004)은 기러기류가 잠재적인 먹이량이 많은 월동초기에는 논 중양부에서 취식하지만, 월동후기 먹이량이 감소하면서 논 가장 자리를 취식장으로 이용하는 비율이 높아졌음을 제시하였다. 두루미류에 있어서 농경지에서 먹이량이 동일하고, 방해요인에 드러나는 확률이 동일하다면 논 각 위치 전체에서 고른 취식 분포(취식가능 면적에 비례하여)를 보일 것이다. 하지만, 먹이량이 중양에 높게 분포함에도 불구하고, 취식지 분포가 비대칭적으로 나타나는 연구결과는 방해요인의 차단 혹은 은폐가능성의 차이에 의한 것임을 보여준다.

논둑 끝과 논둑 벽, 논 중양 지역에 위치한 두루미류는 방해요인에 대하여 다른 방해요인 회피 반응을 보일 것이다(Figure 6). Ob. 1, 2의 방해원에 대해서 NER, NWR 위치의 두루미류는 NER-1, 2 및 NWR-2의 짧은 동선으로

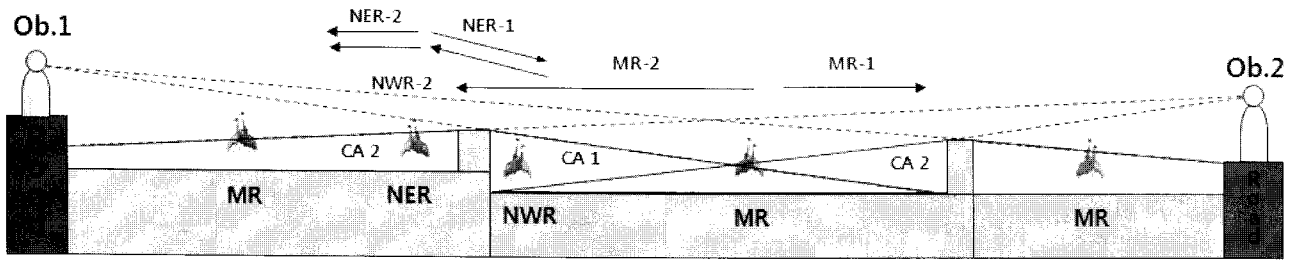


Figure 5. Modified figure of Crane's feeding position and locomotion movements against the observer or other disturbance factor in rice paddy field in Cheorwon basin.

Locomotion distance against observer 1 and 2 (Ob.1, 2, R: road) where cranes locate near end of the ridge (NER) and near wall of ridge (NWR) is shorter than feeding position in middle of rice paddy (MR). The word CA means the concealed area from position Ob. 1, 2.

회피가 가능하다(Figure 5). 두루미류가 MR의 위치인 경우 Ob. 1과 2의 방해원에 대하여 몸체가 드러나지 않거나, 반응 역치거리(Klein *et al.*, 1995; Yoo *et al.*, 2007) 이상으로 이동하기 위한 거리가 NER, NWR에 위치한 경우에 비하여 먼 것을 알 수 있다(Figure 5). 따라서 본 연구에서는 논둑 가까이 있는 경우가 논의 중앙에 있는 경우에 비하여 빈도가 높았던 것은 은폐에 유리할 뿐 아니라, 만약 방해요인에 노출되더라도 단거리 이동에 의해 회피가 가능하기 때문이라 제안한다.

2. 먹이량과 방해요인에 대한 은폐

Yoo *et al.*(2007)은 차량에 의한 방해요인이 있으나 먹이량이 높은 지역을 두루미류가 이용하는 것을 비용과 에너지 이득의 절충 차원에서 해석하였으나, 본 연구에서는 논 중앙에 먹이량이 많음에도 불구하고 논 가장자리를 취식장소로 이용하는 비율이 높았고, 종간의 비교에서 두루미가 좀 더 논 가장자리와 은폐된 취식지를 선호하는 것으로 나타났다(Figure 3, 4). 이것은 먹이량이 주요한 취식지역 선택요인이겠지만, 은폐정도 또한 주요한 서식지 선택요인임을 알려준다. 특히, 두루미가 재두루미에 비하여 방해요인에 대하여 민감하다는 것을 보여주는 결과이다(Cheorwon County, 2002; Yoo, 2004; Yoo *et al.*, 2007).

자연계에서 피식자는 은폐됨으로서 피식을 피하고(Holway, 1991), 포식자는 개방된 지역에서 사냥을 하거나 둥지를 지음으로서 먹이를 잘 잡을 수 있거나 자신의 영역임을 드러낸다(Rohbaugh and Yahner, 1997). 인간의 방해에 민감한 두루미류에게 은폐물은 방해요인으로부터 자신을 차단시켜주는 효과가 있을 것이다(Yoo, 2004; KWRC, 2005). 낮은 높이의 논둑은 두루미류를 완전히 은폐시킬 수 없지만, 완전히 개방된 것에 비하여 몸의 일부를 가리게 되므로, 은폐의 효과가 있을 것이다. 또한 식생과 함께 존

재하게 되므로, 낮은 논둑이라 할지라도 은폐의 효과는 존재하리라 판단된다.

3. 종간경쟁에 의해 두루미와 재두루미의 취식 위치가 구분되었는가?

자원이 제한된 곳에서 종들은 공존하기 위해서는 그들이 요구하는 것이 달라야 한다(Newton, 1998). 동일지역에서 서식하는 종들이 먹이 등의 자원을 두고 경쟁하는 경우 경쟁배제의 원리가 작동한다(Gause's principle: competitive exclusion principle, Hardin, 1960). 자연에 적응한 현생 종의 생태는 이미 종간의 경쟁배제의 원리가 작동하여 적응한 상태이므로, 종간의 직접적인 경쟁 양상은 제한적으로 발생할 것으로 판단된다. 하지만, 유사한 서식지 혹은 먹이 등의 자원을 이용하는 종에서는 직접적인 종간경쟁(싸움 등의 세력권행동)이 발생하는 경우가 있다(Newton, 1998). Newton(1998)에서는 종간의 직접적이고 배타적인 세력권 경쟁에 대해서 벌새목, 딱새목, 도요목, 매목 등 32가지 관계를 제시하였다. 하지만, 주로 번식기의 경우에 해당되었으며, 두루미류와 같이 월동기에 식물성 먹이에 크게 의존하는 경우는 없었다.

지금까지 알려진 철원지역 두루미와 재두루미의 주 먹이는 공통적으로 낙곡이므로(Pae, 1994; Cheorwon County, 2002), 경쟁의 원인이 배제되었다고 할 수 없을 것이다. 하지만, 같은 낙곡을 먹이자원으로 하는 쇠기러기(*Anser albifrons*)와 큰기러기(*Anser fabalis*)에서 직접적인 경쟁없이 혼종집단이 유지되는 것과 같은 차원에서 이해될 수 있을 것으로 판단된다(Yoo *et al.*, 2008a). 낙곡은 사냥에 의해 수집되는 것이 아니라 먹이의 밀도에 의한 개체 혹은 개체군의 선택양상으로 경쟁이 이루어 질 것이다(Newton, 1998). 두루미와 재두루미의 경우 배타적인 행동없이 10m 이내의 위치에서 혼종무리를 이루어 취식하는 경우가 많다

Table 7. Case analysis of winner and loser in conflict flocks among 553 Crane flocks in Cheorwon basin from Jan. 2007 to Dec. 2008

Case	# Case of Conflict (n=6, 1%)		Winner	Conflict type	Loser behavior	
1	WNC 2(0)	vs	RCC 2(0)	WNC 2(0)	Alarm call	Flee by walking
2	WNC 4(2)	vs	RCC 2 among 14(0)	WNC 4(2)	Chase, Arch	Flee by walking
3	WNC 4(2)	vs	WNC 2(0)	WNC 4(2)	Chase, Arch, Alarm call etc.	Flee by flying
4	RCC 4(2)	vs	RCC 2	RCC 4(2)	Flying attack	Flee by flying
5	RCC 4(2)	vs	RCC 3(0)	RCC 4(2)	Pecking attack	Flee by run
6	WNC 4(2)	vs	WNC 2	WNC 4(2)	Arch, Chasing	Flee by walking

Conflict data was collected natural situation except the site of artificial feeding site

Species and number of total flock (number of juveniles in parenthesis)

(553무리 중 90 무리로 16.3% : Yoo *et al.*, 2009). 90 무리 중 가족군이 아닌 비가족군의 경우에는 혼종군의 비율이 높았다. 만약 경쟁이 존재 한다면, 혼종 무리 내에서 경쟁 행동이 나타나거나 혼종무리가 극히 제한적으로 나타나야 할 것이다.

경쟁행동을 구체적으로 기록하였던 2007년 1월~2월, 2008년 11~12월 관찰에서는 인공먹이 급이장소를 제외하였을 때, 종간의 대립이 나타나는 경우가 극히 드물었다 (Table 7). 전체 관찰한 두루미와 재두루미의 취식무리 중 6번의 대립행동을 관찰하였다(12일간 두루미와 재두루미 1,765 무리 중). 이는 종간-종내 대립을 조사하기 위한 경우가 아니며, 각 무리별 관찰 시간이 짧았기 때문에 정량적 평가를 할 수는 없지만, 종간의 대립은 매우 드문 사례라 할 수 있을 것이다. Lee *et al.*(2007)의 연구결과 두루미가 재두루미에 비하여 우세종이라 하였지만, 본 고찰의 Table 7의 결과에서 재두루미가 두루미와의 대립 중 2회 모두 우세하였던 것을 보더라도, 단순히 두루미와 재두루미간 우열이 있다고 할 수 없을 것이다.

Pae(1994)의 연구에서 관찰 무리수는 확인 할 수 없으나, 종 내의 대립이 가장 높은 빈도로 존재하였으며(81.3%), 종간의 대립은 낮은 빈도(19.7%)로 나타났고, 우열은 확인할 수 없었다. Pae(1994)의 연구에서 두루미와 재두루미의 종간 대립을 빈번히 확인할 수 있었던 것은 인공먹이 급이장소의 밀집된 개체군을 조사대상으로 포함하였기 때문으로 판단된다. 인공먹이 급이장소의 경우 개체의 간격이 매우 좁은 상태에서 먹이경쟁이나 자리다툼, 가족무리의 다른 취식무리에 대한 방어 등 상호간 대립이 일어나는 빈도가 매우 높다(Cheorwon County 2002). 따라서 종내 혹은 종간의 우열에 대한 정확한 분석을 위해서는 보다 많은 관찰 결과가 수집되어야 하며, 취식지의 선점, 무리의 크기, 어

린세의 수, 성조의 연령 및 사회적 지위(경험), 타 취식무리와의 대립 빈도 등 다양한 요인이 영향을 줄 것으로 판단된다(Aviles, 2003).

4. 수평가시권은 두루미류에 있어 유용한 평가 사항인가?

“두루미류는 수평가시권이 넓은 곳을 선호한다”는 가설은 두루미류가 주변을 잘 경계할 수 있는 개방된 지역을 선호한다는 의미이다(Shenk and Armbruster, 1994; Mukherjee, 1999; Shenk and Armbruster, 2000). Pae(2000) 또한 수평가시권이 우수한 지역이 취식지로서 선호되는 것으로 제시하였다. Mukherjee(1999)에 의하면 Sarus Crane(*Grus antigone*)은 수평가시권이 높은 개방된 지역에서 많이 번식하였으며, 전체 면적이 넓을수록 많은 수의 번식쌍이 존재하는 것으로 보고하였다. 하지만, Austin and Richert(2001)의 연구결과 미국흰두루미(*Grus americana*)의 관찰지역은 수평가시권 차원에서 뚜렷하게 선호성이 나타나지 않았다. 이에 고찰을 통하여 수평가시권을 두루미의 서식 요인으로 평가되는 것을 재고해야 한다고 제시하였다. 수평가시권이 넓은 것과 넓은 면적의 습지 중 독립요인으로서 평가할 수 있는 것은 넓은 습지일 것이다. 본 연구자들 수평가시권을 두루미류 서식의 주요 요인으로 조사하는 것은 재고되어야 할 것으로 제안한다.

기존 연구와 결과가 다른 것은 번식지에서 요구되는 서식지의 요건과 월동 혹은 중간 기착지에서의 서식지 요건이 상이하기 때문일 것이다. 두루미의 경우 러시아와 중국의 접경지대인 아무르강 유역 습지에서 번식한다(Mein and Archibald 1996). 일본 홋카이도에서 번식하는 두루미

는 홋카이도 동부지역 습지대에서 번식한다(Masatomi *et al.*, 1994). 상가지역은 평탄한 지역으로 수평가시권이 매우 넓은 지역이다. 두루미류는 동지를 짓고, 안전하게 기르기 위한 번식지에서의 요구도와는 달리 월동지의 경우, 풍부한 먹이와 은폐물, 방해요인에 대한 회피 등 다른 요인이 더 크게 작용할 것으로 판단된다. 특히, 이동 및 월동시기의 경우 집단의 크기가 커지고, 장시간 이동하여 새로운 환경에 노출되고, 서로 다른 집단 혹은 가족군과의 거리가 좁아지기 때문에 (Lovvorn and Kirkpatrick, 1982; Johnsgard, 1983) 번식기와는 다른 상황이라 판단된다. 두루미류의 번식지(아무르강 유역)는 인간에 의한 방해요인이 매우 드문 지역이므로(Mein and Archibald, 1994), 번식지점에서 쉽게 방해요인을 발견하여 그에 대처하는 것이 요구되었지만, 월동지의 경우 방해요인이 많거나 집단이 커져 쉽게 포식자 및 방해요인에 드러나게 되므로(Krebs and Davies, 1993), 방해요인으로부터 차단되거나 드러나지 않는 것이 유리할 것으로 보인다. 따라서 번식지와 월동지에서의 수평가시권에 대한 요구도는 다를 것이라 할 수 있다.

감사의 글

조사 착수 시점부터 4년 가까이 걸쳐 게재되는 논문이라 감회가 새롭습니다. 상세히 논문을 보아 주시고 지적해 주신 최유성 박사님과 최창용 박사님의 노고에 감사드립니다. 한 때 게재불가 판정으로 상심하고, 심사에 의문을 품었던 저자를 잘 달래어 주시고, 내용을 추가하여 재투고 할 수 있도록 용기를 북돋아 주신 안영희 교수님께 감사드립니다.

인용문헌

- Austin, J.E. and A.L. Richert(2001) A Comprehensive review of observational and site evaluation data of migratory Whooping Cranes in the United States, 1943-1999. U.S. Geological Survey, Northern Prairie Wildlife Research Center, Jamestown, ND. 157pp. <http://www.npwrc.usgs.gov/resource/2003/wcdata/wcdata.htm>
- Aviles, J.M.(2003) Time budget and habitat use of the Common Crane wintering in dehesas of southwestern Spain. *Canadian Journal of Zoology* 81: 1233-1238.
- Bechard, M.J.(1982) Effect of vegetation cover on foraging site selection by Swainson's Hawk. *Condor* 84: 153-159.
- Bensch, S. and D. Hasselquist(1991) Territory infidelity in the polygynous Great Reed Warbler (*Acrocephalus arundinaceus*): the effect of variation in territory attractiveness. *Journal of Animal Ecology* 60: 857-871.
- Cheorwon County(2002) Conservation plan of the migratory birds and the establishment strategy of sustainable development. Cheorwon County Office. 398pp.
- Choi, Y.S., I.K. Kwon, J.C. Yoo(2004) Habitat use of waterbirds in rice field. *Korean Journal of Nature Conservation* 2(3-4): 43-59.
- Frid, A. and L. Dill(2002) Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology* 6(1): 11. [online] URL:www.ecologyandsociety.org/vol6/iss1/art11/
- Gill, J.A. and W.J. Sutherland(2004) Predicting the consequences of human disturbance from behavioural decisions. pp. 51-64. In: Gosling, L. M. and W. J Sutherland (eds.), *Behaviour and Conservation* (digital edition). Cambridge University Press, UK. 438pp.
- Gillman, J.A. and D.F. Fraser(1987) Habitat selection under predation hazard: test of a model with foraging minnow. *Ecology* 68: 1856-1862.
- Hardin, G.(1960) The competitive exclusion principle. *Science* 131: 1292-1297.
- Holway, D.A.(1991) Nest-site selection and importance of nest concealment in the Black-throated Blue Warbler. *Condor* 93: 575-581.
- Hyundai City Corporation(2007) Survey study of the bird distribution and habitat at the Planning area of Tae-an Corporation City Program of Tourism and Leisure. Hyundai City Corporation. 121pp.
- Johnsgard, P.A.(1993) *Cranes of the World*. Indiana Univ. Press. Bloomington. 258pp.
- Klein, M.L., S.R. Humphrey and H.F. Percival(1995) Effect of ecotourism on distribution of waterbirds in a wildlife refuge. *Conservation Biology* 9(6): 1454-1465.
- Koo, T.H.(1980) Crane Ecology. *Nature Conservation* 32: 32-33.
- Krebs, J.R. and N.B. Davies(1993). *An Introduction to behavioural ecology* (3rd ed.). Oxford, Blackwell Scientific Publications. 420pp.
- KWRC(2005) Ecological network planning in Sihwa district. Korea Institute of Water and Environment, Korea Water Resources Corporation. 264pp.
- Lee, S.D., P.G. Jabłoński and H. Higuchi(2007) Effect of hetero-specifics on foraging endangered species red-crowned crane and white-naped cranes in the Korean Dmilitarized Zone. *Ecological Research* 22(4): 635-640.
- Lee, W.S., S.J. Rhim and C.R. Park(2001) Habitat use of cranes in Cheolwon Basin, Korea. *Korean Journal of Ecology* 24(2): 77-80.
- Lima, S.L. and L.M. Dill(1990) Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian*

- Journal of Zoology 68: 619-640.
- Lima, S.L.(1998) Stress and decision making under the risk of predation: recent developments from behavioral, reproductive and ecological perspectives. *Advances in the Study of Behavior* 27: 215-290.
- Lovvorn, J.R. and C.M. Kirkpatrick(1982) Recruitment and socially-specific flocking tendencies of Eastern Sandhill Cranes. *Wilson Bulletin* 94(3): 313-321.
- Madsen, J.(1995) Impacts of disturbance on migratory waterfowl. *Ibis* 137: 67-74.
- Masatomi, H., K. Momose, T. Matsuo, K. Koga and N. Aoki(1994) Breeding status of the Red-crowned Crane *Grus japonensis* in eastern Hokkaido, Japan in 1994. *Strix* 13: 103-142.
- Meine, C.D. and G.W. Archibald(1996) The Cranes: status survey and conservation action plan. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. 294pp.
- Mukherjee, A.(1999) Ecological study on the Sarus Crane *Grus antigone* in the Central Gujarat. Ph. D. Thesis Univ. of Saurashtra. 176pp.
- Newton, I.(1998) Population Limitation in Birds. Academic Press, London, UK. 597pp.
- Pae, S.H.(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, S. H.(2000) A study on habitat use of wintering cranes in DMZ, Korea: with carrying capacity and spatial distribution analysis using GIS Ph. D. Thesis, Kyung Hee University. 77pp.
- Rohbaugh, R.W. and R.H. Yahner(1997) Effect of macrohabitat and microhabitat on nest-box use and nesting success of American Kestrels. *Wilson Bulletin* 109(3): 410-423.
- Shenk, T.M. and M.J. Armbruster(1986) Whooping crane habitat criteria for the Big Bend area of the Platte River. Unpublished report to Biological Ad Hoc Workshop, Platte River Management Joint Study. U.S. Fish and Wildlife Service, National Ecological Research Center, Fort Collins, Colorado. 34pp.
- Yates, M.G., J.D. Goss-Custard, S. McGrostry, K. Lakhani, Le V. Dit, S. E. A. Durell, R. T. Clatke, W. E. Rispin, I. Moy, T. Yates, R. A. Plant and A. J. Frost(1993) Sediment characteristics, invertebrate densities and shorebird densities on the inner banks of the Wash. *Journal of Applied Ecology* 30: 599-614.
- Yoo, S.H.(2004) Some factors affecting the distribution of *Grus japonensis* and *Grus vipio* behavioral aspects of family group. M. Sc. Thesis, Kyung Hee University. 113pp.
- Yoo, S.H., K.S. Lee, J.C. Yoo(2007) Reaction to the vehicle and trade-off between vehicle disturbance and food resources of Cranes: focused in the wintering Cranes in Cheorwon basin, Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* 21(6): 526-535.
- Yoo, S.H. J.B. Kim and I.K. Kim(2008a) Distribution aspect and seasonal distribution change of the wintering geese in Cheonsu bay. *Korean Journal of Environment and Ecology* 22(6): 632-639.
- Yoo, S.H., I.K. Kim, T.H. Kang, H.J. Cho, J.P. Yu, S.W. Lee and H.S. Lee(2008b) Wintering bird community in Cheonsu bay and relationship with food resources. *Korean Journal of Environment and Ecology* 22(3): 301-308.
- Yoo, S.H., K.S. Lee, I.K. Kim and T.H. Kang and H.S. Lee(2009) Research on size, formation and tendency to evade the road of the feeding flocks of crane species: centering effect on the effect of road vs traffic condition. *Korean Journal of Environment and Ecology* 23(1): 41-49.
- Zwarts, L. and R.H. Drent(1981) Prey depletion and regulation of predator density: Oystercatchers (*Haematopus ostalegus*) feeding on mussels (*Mytilus edulis*). pp. 193-216, In: Jones, N. V. and W. J. Wolf(eds.) Feeding and survival strategies of estuarine organisms, London, Plenum.