

연구논문

한강하구에 도래하는 재두루미(*Grus vipio*) 서식지이용과 토지피복도 상관관계 연구

김성옥 · 이상돈

이화여자대학교 환경공학과

(2008년 5월 27일 접수, 2008년 8월 17일 승인)

Comparison of White-naped Crane Habitat Use Pattern with Land-coverage Map in the Han-River Estuary and DMZ

Sung-Ok Kim · Sang-Don Lee

Department of Environmental Science and Engineering, College of Engineering, Ewha Womans University,
Seoul 120-750, KOREA

(Manuscript received 27 May 2008; accepted 17 August 2008)

Abstract

For the Han-river estuary and DMZ where white-naped crane (*Grus vipio*; endangered migratory bird) stopover or spend winter, the habitat composition and the habitat use pattern of white-naped crane were analyzed with the position data obtained by the satellite tracking method. By the use of geographic information system (GIS), the percent composition of seven habitat categories of white naped-crane data points (n=228) was analyzed. The chi-square test showed that the white-naped crane habitat use pattern was significantly different ($p<0.05$) from that of random points (n=228). It means that white-naped crane select and use particular habitat area in the Han-river estuary and DMZ.

Keywords : Han-river estuary, white-naped crane, GIS, foraging habitat, DMZ

1. 서론

재두루미는 현재 세계자연보전연맹의 적색목록에 취약종으로 분류(IUCN: VU A2ce) 되어 있으며, 전세계 생존 개체수는 4,900-5,300 마리로 추정된다(Lee *et al.* 2007a). 재두루미는 겨울이 되면 한반도를 거쳐 일본으로 이동하는데 비무장지대

부근의 철원평야, 판문점이나 한강하구와 임진강하구의 개펄 등지를 거쳐 가거나 일부는 월동한다. 수백마리의 재두루미가 비무장지대에서 월동하고 나머지 무리는 남으로 계속 이동해서 일본의 규슈의 이즈미에서 월동한다(Higuchi *et al.* 1992). 그러나 재두루미의 채식지로서 이용되고 있는 한강하구

습지 주변의 논들은 택지개발로 인하여 그 면적이 줄어들고 있으며, 1980년대에 이미 한강하구 삼각주 중심부는 갈대와 띠의 집단이 침입하여 재두루미의 식이 식물들이 밀려나고 재두루미 집단은 한강하구와 임진강하류로 옮기게 되었다(구태회, 1984). 또한 하상준설 및 인간의 인위적 접근으로 인하여 한강하구생태계는 악영향을 받고 있는 상태이다(이창희, 2003; 한강유역환경청, 2007).

철새들의 이동경로와 서식지에 대한 연구는 인공위성에 의해 추적되는 송신장치(transmitters)의 발달에 힘입어 최근에 더 진전되었다(Jouventin and Weimerskirch, 1990; Higuchi *et al.* 1996). 아울러 최근에 와서 인공위성을 통한 두루미류의 원격추적(remote tracking)이 장거리이동을 하는 철새들의 이동경로를 파악하는데 아주 효율적인 방법으로 증명되었다(Fujita *et al.* 2004; Higuchi *et al.* 1996; Higuchi and Pierre, 2005; Shimazaki *et al.* 2004). 그러나, 현재 위성추적(satellite-tracking)을 이용한 대부분의 연구는 이동 경로에만 초점을 맞추고 있어 지상에서의 서식지 이용현황은 많이 알려지지 않은 실정이다.

본 연구는 GPS를 통해 시간대 별로 얻어진 재두루미의 위치추적 자료를 통하여 재두루미가 이동하는 주요 지점을 파악하고, 그 지점의 서식지 별 특성을 분석하여, 이를 바탕으로 GIS기법을 통하여 재두루미 서식지에 대한 공간 분석을 함으로써 향후 철새보호를 위한 한강하구와 DMZ에서의 서식지 보전 및 관리체제를 개발하는데 도움을 주고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구지역

한강하구와 비무장지대(DMZ: Demilitarized Zone)는 남북분단이라는 특수한 상황으로 인하여 지금까지는 상대적으로 자연적인 하구습지를 잘 보전하고 있는 자연하구이다. 한강하구와 DMZ는 재두루미의 월동지와 중간기착지로서 매우 중요한 지역(Higuchi *et al.* 1996; Kim and Wilson, 2002)

으로서 경기도 파주시와 김포시의 한강하류 동서하안과 충적지, 그리고 임진강과 한강이 교차되는 삼각주일원의 광활한 초지는 1973년 재두루미의 규칙적인 도래지임이 알려졌고, 1975년 2월 21일 천연기념물(도래지) 250호로 지정되었다(윤순영과 노백호, 2006). 그러나 동시에 한강하구는 수도권 집중으로 인한 과밀개발로 환경오염부하가 큰 유역권에 속해 있으면서, 군사적 특성으로 인한 합리적 관리에 많은 유동성과 제약이 따르는 상황에 직면하고 있는 지역(전성우 외, 2003)이다.

2. 연구종

재두루미는 두루미속에 속하며, 두루미속의 15종의 두루미 중 7종은 IUCN Red Data Book(제46호)에 멸종위기 종으로 등록되어 있다(Archibald and Lewis, 1996; Harris, 1994). 이들 두루미 중 한국에서 월동하는 종으로는 두루미(*Grus japonensis* Red-crowned crane, 천연기념물 제 202호), 재두루미(*G. vipio* White-naped Crane, 천연기념물 203호), 흑두루미(*G. monacha*, Hooded Crane, 천연기념물 제 228호) 그리고 검은 목 두루미(*G. grus*, Common Crane)의 4종이 있다(배성환, 2000).

재두루미는 물가를 좋아하며, 초습지, 큰 강 유역 내의 갈대밭, 호수, 고원의 소택지가 많이 분포하는 지역에 서식한다(구태회 1984; Lee *et al.* 2007a) 등지는 농경지 주변의 수령 가장자리에 위치하며, 일반적으로 숲 가장자리로부터 150-300 m 떨어진 20-40 cm 수심의 물가에 등지를 튼다. 사초가 자라는 수령과 귀리 및 콩이 자라는 밭에서 주로 채식하며, 사초과-벼과 식물이 자라는 습지와 초지 그리고 농경지를 채식지로 선호한다(Archibald and Lewis, 1996). 겨울철 채식지는 보금자리로부터 5 km 이내에 위치하며 재두루미는 주로 150-500개 체씩 무리를 지어 보금자리 영역에서 쉬고 있다.

3. 인공위성 추적 GPS자료

일본 큐우슈우 이즈미지방에서 각각 다른 집단에

서 추출한 4마리(1993년)(Higuchi *et al.*, 1996)의 발목 또는 목에 표식을 한 재두루미의 등에 장착한 송신장치(PTT: Platform Transmitter Terminal, 모델명 T-2050)로부터 위치 정보자료를 인공위성으로 포착하여 추적하였다(Higuchi *et al.*, 1994; Nagendran *et al.*, 1994). 이 GPS자료는 각각 1993년 3월 초에서 4월말, 10월 말부터 11월 말까지 하루에 1-4번 전송하여 수집되었다. 이번 연구에 사용된 재두루미 위치포인트는 총 228개이다.

4. GIS 분석 순서

- 1) ArcView 9.2 프로그램에서 재두루미 위치데이터(GPS)자료를 열고 TM좌표체계로 변환하여 한반도 내의 재두루미 위치를 파악한 후 대분류토지피복도와 중첩시킨다.
- 2) 시간에 따른 재두루미 서식지 분석은 재두루미의 data set에 포함된 GPS의 측정시간을 기준으로 주간 06:00-18:00, 야간 18:00-06:00으로 두 개로 기준점을 두어 재두루미의 위치자료를 구분한다.
- 3) 한반도내의 재두루미의 위치를 확인하고 버퍼 방법을 이용하여 TM변환된 재두루미 위치를 중심으로 각 200m반경의 버퍼로 연구지역을 설정한다.
- 4) 셰이프 파일로 변형된 토지피복도를 중첩시켜 "selection" 항목에 있는 "select by attributes" 내의 대화상자에서 SQL을 사용하여 원하는 토지피복항목을 선택한다.
- 5) 각 토지피복별 중첩된 재두루미의 수를 센다.
- 6) 연구지역 내의 토지피복도를 구한다.
- 7) 랜덤포인트를 생성하기위해 연구영역인 한강하구 셰이프파일에 실제 재두루미 위치포인트 수와 동일한 228개로 설정한다.

5. 서식지 이용경향 분석

수집된 재두루미의 위치정보를 대분류 토지피복도(환경부 1999년 제작)와 중첩시켜 7항목의 서식지(시가화/건조지역, 농업지역, 산림지역, 초지, 습

지, 나지, 수역)에 대하여 분석하였다. MINITAB 15 및 SPSS 15.0 프로그램을 사용하여, 재두루미 위치데이터와 랜덤포인트를 가지고 Chi-Square Test로 재두루미의 서식지 이용경향을 검증하고, 주간과 야간의 서식지이용 차이를 보기 위하여 Wilcoxon Signed Rank Test로 검증하였다(김우갑과 김관선, 1997; Zar, 1999).

III. 결과 및 고찰

1. 인공위성추적 데이터와 토지피복도

인공위성추적으로 얻은 재두루미의 위치포인트는 총 228개로서 지도상에 표시하면 Figure 1과 같다. 재두루미는 광역의 한강하구역 중에서도 김포, 고양, 파주 일대의 한강하구와 판문점을 포함한 DMZ 일대를 주 서식지로 이용하고 있는 것을 알 수 있다(Figure 1).

북한지역을 제외한 한강하구역의 총 면적은 약 3,400 km²이며, 토지피복도에 의한 7개 항목 각각의 면적 및 그 구성비를 나타내었다(Table 1). 재두루미는 대분류 토지피복도의 7항목(시가화/건조지역, 농업지역, 산림지역, 초지, 습지, 나지, 수역)의 서식지를 모두 이용하고 있는 것을 알 수 있다. 또 한강하구역은 크기순으로 산림지역(33.23%), 농업지역(23.11%), 수역(16.12%), 시가화/건조지역(14.40%), 초지(7.43%), 나지(3.24%), 습지(2.46%)로 구성된 것을 알 수 있다.

그러나 총 228개의 재두루미 위치포인트를 중심으로 한 반경 200 m 버퍼의 총면적은 약 24 km²이며 서식지 구성비율은 크기순으로 산림지역(28.51%), 농업지역(25.96%), 초지(19.95%), 습지(9.75%), 수역(8.20%), 시가화/건조지역(3.98%), 나지(3.64%)로 나타났다.

2 서식지 이용경향 분석

토지피복도 7개 항목에 대한 재두루미의 위치포인트 빈도 및 200 m 버퍼 내에서의 각 항목의 총면적과 비율을 나타내었다(Table 1, 2). 여기서 보

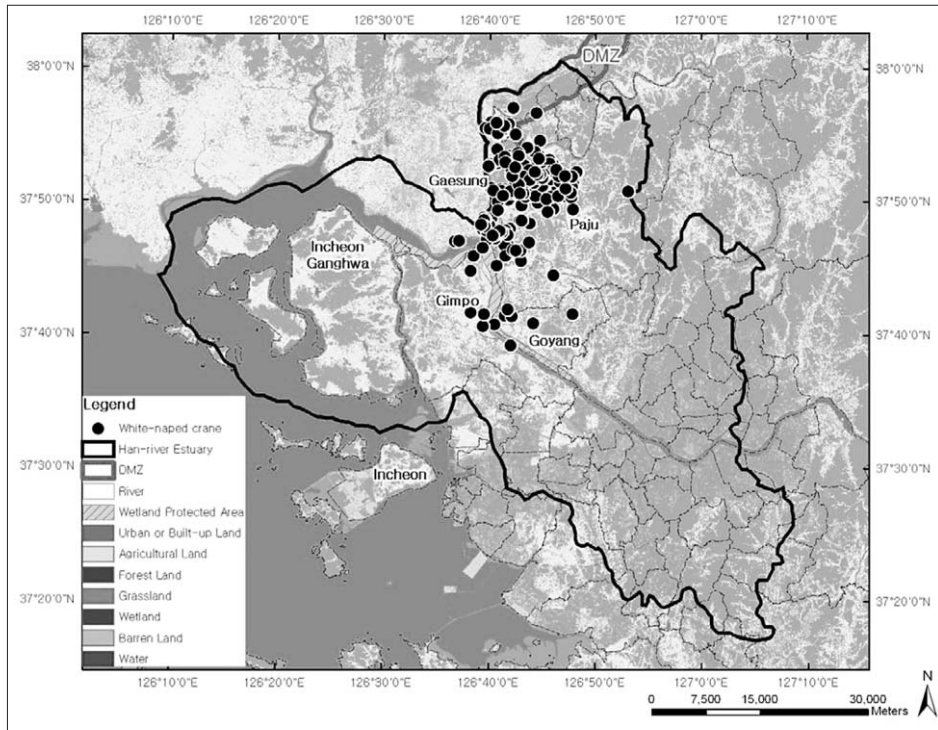


Figure 1. Map of Han-river estuary and DMZ showing white-naped crane data points

Table 1. Habitat use patterns of white-naped cranes and land-coverage in Han-river estuary around DMZ

Habitat Category	White-naped Crane Data points		Random Data points		White-naped Crane Total 200m Buffer		Random points Total 200m Buffer		Han-river Estuary	
	n	%	n	%	Area (m ²)	%	Area (m ²)	%	Area (m ²)	%
Urban or Built-up Land	7	3.07	28	12.28	960,300	3.98	3,748,500	13.14	487,147,500	14.40
Agricultural Land	61	26.75	45	19.74	6,266,700	25.96	5,778,900	20.25	782,028,000	23.11
Forest Land	58	25.44	85	37.28	6,883,200	28.51	10,117,800	35.46	1,124,258,400	33.23
Grassland	55	24.12	22	9.65	4,816,800	19.95	2,779,200	9.74	251,372,700	7.43
Wetland	21	9.21	8	3.51	2,335,500	9.75	906,300	3.18	83,347,200	2.46
Barren Land	6	2.63	7	3.07	878,400	3.64	936,900	3.28	109,602,900	3.24
Water	20	8.77	33	14.47	1,980,000	8.20	4,264,200	14.95	545,548,500	16.12
Total	228	100.0	228	100.0	24,138,900	100.0	28,531,800	100.0	3,383,305,200	100.0

면 재두루미는 농업지역을 가장 많이 이용하고 있음을 알 수 있다. 재두루미의 위치포인트가 선택적으로 이루어졌는지를 보기 위하여 광역 한강하구역 (study area)에 같은 수(n=228)의 랜덤포인트를 설정하고 Chi-Square Test를 실시한 결과 유의수준 5%에서 귀무가설을 기각할 수 있었다(n=228, df=6, c²=109.428, p=0.000). 즉 재두루미는 한강하구역 내에서 농업지역과 초지 및 습지의 비율이

상대적으로 높은 지역을 선택적으로 이용하였다 (Table 1, Figure. 1).

그러나 재두루미의 위치포인트 200 m 버퍼 내에서 7개 항목의 서식지에 대하여 면적 비율에 비례하는 빈도를 설정하고 Chi-Square Test를 실시한 결과는 유의수준 5%에서 귀무가설을 기각할 수 없었다 (n=228, df=6, c²=4.06375, p=0.668). 즉 재두루미는 200 m 버퍼 내에서는 특별한 선택을 하

Table 2. The habitat use pattern (day vs night) of white-naped cranes in Han-river estuary and DMZ

Habitat Category	Total Data points		Daytime ¹ Data points		Nighttime ² Data points		Total 200m Buffer		Daytime 200m Buffer		Nighttime 200m Buffer	
	n	%	n	%	n	%	Area (m ²)	%	Area (m ²)	%	Area (m ²)	%
Urban or Built-up Land	7	3.07	4	3.15	3	2.97	960,300	3.98	685,800	4.74	297,900	2.70
Agricultural Land	61	26.75	38	29.92	23	22.77	6,266,700	25.96	4,102,200	28.34	2,327,400	21.11
Forest Land	58	25.44	29	22.83	29	28.71	6,883,200	28.51	3,760,200	25.98	3,545,100	32.16
Grassland	55	24.12	27	21.25	28	27.72	4,816,800	19.95	2,546,100	17.59	2,639,700	23.94
Wetland	21	9.21	15	11.81	6	5.94	2,353,500	9.75	1,748,700	12.08	862,200	7.82
Baren Land	6	2.63	5	3.94	1	0.99	878,400	3.64	657,000	4.54	250,200	2.27
Water	20	8.77	9	7.09	11	10.89	1,980,000	8.20	973,800	6.73	1,102,500	10.00
Total	228	100.0	127	100.0	101	100.0	24,138,900	100.0	14,473,800	100.0	11,025,000	100.0

¹ Daytime: 6:00-18:00 ² Nighttime:18:00-06:00

지 않는다고 볼 수 있다.

재두루미의 서식지 이용경향을 주간(06:00-08:00)과 야간(18:00-06:00)으로 나누어 나타내었다(Table 2, Figure 2). 그리고 주간 및 야간 각각의 경우에 대하여 200 m버퍼 내에서 7개 항목의 서

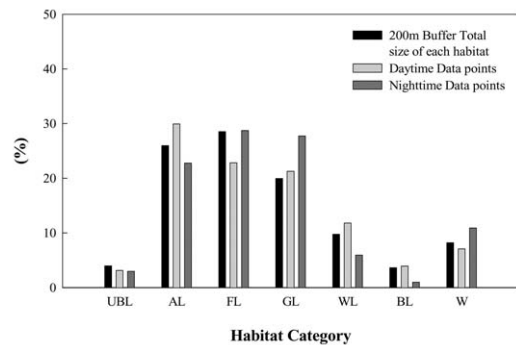


Figure 2. The habitat use patterns of 200-m buffer of white-naped crane in Han-river estuary and DMZ. Daytime and nighttime habitat use was compared

식지에 대하여 면적 비율에 비례하는 빈도를 설정하고 Chi-Square Test를 실시한 결과 Table 3과 같다(주간 n=127, df=6, c²=3.30916, p=0.769; 야간 n=101, df=6, c²=8.04990, p=0.234). 두 경우 모두 유의수준 5%에서 귀무 가설을 기각할 수 없었다. 또한 200 m 버퍼 존에 대한 주간 및 야간의 서식지 이용율을 가지고 Wilcoxon Signed Rank Test 로 검증한 결과 유의수준 5%에서 귀무가설을 기각할 수 없었다(Z=0.000, p=0.531)(Table 4). 즉, 재두루미의 서식지 이용경향은 주간과 야간에 별 차이가 없다고 볼 수 있다.

3. 고찰

본 연구는 그동안 겨울철새이며 천연기념물인 재두루미의 이동경로를 파악한 이후 한강하구지역의 서식지이용분석에 관한 최초의 연구이다. 재두루미의 이동경로에 대한 많은 논문에도 불구하고 재두

Table 3. The results of Chi-Square Tests of crane habitat use patterns (day vs night) Han-river estuary and DMZ

variables	n	df	c ²	p-value
White-naped Crane Total Habitat Use Pattern	228	6	4.06375	0.668
White-naped Crane Daytime Habitat Use Pattern	127	6	3.30916	0.769
White-naped Crane Nighttime Habitat Use Pattern	101	6	8.04990	0.234
White-naped Crane Habitat Use Pattern	228	6	109.428	0.000

Table 4. The results of Wilcoxon Signed Rank Test of white-naped crane habitat use pattern (day vs night) in Han-river estuary and DMZ

variable	Z	p-value
Daytime Habitat use Pattern and Nighttime Habitat Use Pattern	0.000	0.531

루미가 도래하는 도래지(혹은 중간기착지)에 대한 연구는 매우 부족하였다. 우리나라에 도래하는 재두루미는 철원 및 한강하구지역을 경유하거나 겨울 서식지로 활용하는 것으로 조사되었다. 하지만 한강하구지역이나 철원지역의 어떤 서식지가 재두루미에게 실제로 중요한가에 대한 연구는 거의 수행되지 않았다. 따라서 본 연구는 겨울철 재두루미의 도래지에 이들이 이용하는 중요서식지에 대한 도출을 목적으로 수행되었다. 연구에 사용된 재두루미의 이동경로에 대한 자료는 1993년에 수집되었으며 이들은 우리나라 한강하구지역을 중요한 이동경로로 이용하는 것으로 나타났다. 하지만, 재두루미의 인공위성원격추적 자료는 1993년에 걸쳐 수집된 반면, 환경부에 의한 토지피복도는 1999년에 구축되었다는 점에서 본 연구결과에 약간 영향을 미칠 수도 있다고 본다. 하지만 한강하구지역은 군사보호지역이자 최근에 자연환경보전법에 의한 습지보전지역으로 지정되었다는 점에서 1993년 인공위성 추적자료와 1999년 토지피복도자료간의 시간적 차이는 별로 존재하지 않는다고 볼 수 있다. 즉, 재두루미는 현재도 한강하구지역에 겨울철에 도래하고 있으며 이들의 하구지역의 습지이용은 거의 유사하다고 할 수 있다.

연구 결과 재두루미는 농업지역과 산림지역의 비율이 비교적 높은 한강하구지역임에도 불구하고 임의로 추출된 토지피복도자료와 비교할 때, 특히 농업지역과 초지의 비율이 좀 더 높은 강화, 고양, 파주 일대와 판문점을 포함한 DMZ일대를 서식지로 선택한 것으로 나타났다(Table 1). 이는 두루미를 포함한 재두루미는 DMZ를 비롯한 민통선 지역의 농경지를 겨울에 선호하였으며 이들 지역은 재두루미가 섭식하기 좋은 낙곡이 풍부한 곳으로 판단된다(Lee *et al.*, 2007b). 또한 DMZ를 포함한 민통선(CCZ: Civilian Control Zone) 지역이 하천유역을 따라 낙곡이 풍부한 농경지와 습원 생태계가 잘 발달한 민간인 통제구역으로서 교란(방해요인)이 적은 지역이기 때문이기도 하다(이상돈, 2004; 전성우 외, 2003).

본 연구는 재두루미의 서식반경을 고려하여 200 m 버퍼내의 토지피복도를 함께 분석하였다. 재두루미는 서식에 적합하다고 선택한 위치포인트 200 m 버퍼 내에서는 토지피복도의 7개 항목 중 특정한 항목의 서식지를 선택하지 않는다고 할 수 있다(Table 2). 이것은 200 m 버퍼 내에서는 서로 다른 항목의 서식지들이 인접하여 있어 재두루미가 이들 사이를 쉽게 왕래할 수 있기 때문일 것이다(Baker *et al.*, 1995; Cooper, 1996). 또한 200 m 버퍼는 재두루미의 서식반경을 고려할 때 매우 적은 서식반경으로 실제로 재두루미의 서식지분석에 활용되기에는 매우 적은 지역이라 판단된다. 이러한 경향은 재두루미의 서식지 이용경향이 주간과 야간 사이에 전반적으로는 별 차이가 없는 것으로 나타난 것과 유사하다(Table 3). 하지만 재두루미는 통계적으로 유의하지는 않으나, 주간에는 농업지역을, 야간에는 산림지역의 비율이 더 많은 것으로 알 수 있다(Figure 2). 두루미류들은 기본적으로 새들 중 몸집이 크며 천적에 의해 눈에 잘 띄는 관계로 서식지이용이 매우 까다롭다. 재두루미(*Grus vipio*)들이 채식지 가까이 있으면서 인간의 방해가 없는 자유로운 넓은 습지를 서식지로 이용하고, 천적으로부터 쉽게 피할 수 있는 숲 가장자리에 대부분의 보금자리를 만든다고 알려져 있다(Archibald and Lewis, 1996; Cooper, 1996).

본 연구는 한강하구지역에 도래하는 천연기념물 재두루미에 대한 서식지분석의 최초연구이다. 재두루미를 보호하기 위해서는 기존의 농경지를 확보해야 하며, 재두루미가 야간에는 수역지역을 선호하는 것을 감안하면 습지지역의 보전이 중요하다. 또 전체적인 서식지보전을 위해서는 한강하구지역에 남아 있는 산림지역의 훼손을 최소화하여 재두루미의 겨울철 도래지가 훼손되지 않도록 하는 것이 중요하다. 농업지역과 연안습지, 산림지역의 개발을 최소한으로 줄여서 기존 보호지역보다 더 넓은 지역이 확보되어야 한다(Chong *et al.*, 1994).

IV. 결론

한강하구역에 대하여 인공위성 원격추적으로 구한 1993년 자료를 이용하여 모두 228개의 재두루미 위치포인트를 도출하였다. 위에서 도출된 자료와 한강하구역의 토지피복도를 중첩하여 한강하구역에 재두루미의 서식지이용경향을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 재두루미는 대분류 토지피복도의 7항목(시가화/건조지역, 농업지역, 산림지역, 초지, 습지, 나지, 수역)의 서식지를 모두 이용하고 있다.
2. 재두루미는 농업지역과 초지의 비율이 비교적 높은 지역(강화, 김포, 고양, 파주 일대의 한강하구와 판문점을 포함한 DMZ 일대)의 서식지를 선택적으로 이용한다.
3. 재두루미의 위치포인트 200 m 버퍼 내에서 7개 항목의 서식지에 대한 경향을 볼 때는 재두루미는 200 m 버퍼 내에서는 토지피복도의 서식지와 인공위성의 자료간의 특별한 서식지 선택은 발견할 수 없었다.
4. 하지만 전체적인 서식지이용과 토지피복도간에는 유의한 상관관계가 도출되었다.
5. 주간 및 야간 각각의 경우에 대하여 200m버퍼 내에서 7개 항목의 서식지에 대한 재두루미의 이용경향은 주간과 야간에 차이가 없다.

사 사

본 연구는 수자원의 지속적확보기술개발사업(SWRRC 1-0-3)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

구태희, 1984, 한국에 도래하는 재두루미의 월동생태, 경희대학교 논문집, 13편, 509-514.
 김우갑, 김관선, 1997, 생물통계학, 정문각.
 배성환, 2000, 두루미, 도서출판 다른세상.

이창희, 2003, 하구역 환경조건 전략 및 통합관리 방안 수립(한강하구역을 중심으로), KEI, 연구보고서.
 윤순영, 노백호, 2006, 김포 홍도평야에 도래하는 재두루미(*Grus vipio*)와 황오리(*Tadorna ferruginea*) 개체수 변동추이, 한국조류학회지, 13(2), 53-60.
 이상돈, 2004, 비무장지대의 습지생태계 보전방안, 한국습지학회학회지, 6(3), 95-105.
 전성우, 변병설, 이병준, 2003, DMZ일원의 환경보전 기본방안, KEI, 연구보고서.
 한강유역환경청, 2007, 한강하구 습지보전계획 수립연구.
 Archibald, G. W. and J. C. Lewis, 1996, "Chapter1. Crane Biology" in David H. Ellis, George F. Gee, Claire M. Mirande, *Cranes*. Printed in the United States of America, 1945.
 Baker, B. W., B. S. Cade, W. L. Mangus, and J. C. MacMillen, 1995, Spatial analysis of Sandhill Crane nesting habitat, *Journal of Wildlife Management*, 59(4), 752-758.
 Chong, J., H., Higuchi and U. Pak, 1994, The migration routes and the important rest-sites of cranes on the Korean peninsula, *The future of cranes and wetlands*, 41-50
 Cooper, J. M., 1996, Status of the Sandhill Crane in British Columbia, *Wildlife Society Bulletin*, B-83.
 Fujita, G., H.-L. Guan, M. Ueta, O. Goroshiko, V. Klever, K. Ozaki, N. Mita, and H. Higuchi, 2004, Comparing areas of suitable habitats along travelled and possible shortest routes in migration of White-naped Cranes *Grus Vipio* in East Asia, *British Union, Ibis*. 146, 461-474.
 Harris, J., 1994, *Cranes, people and nature*:

- preserving the balance, The Future of Cranes and Wetlands, 1-14.
- Higuchi, H., K. Ozaki, G. Fujita, M. Soma, N. Kanmuri and M. Ueta, 1992, Satellite tracking of the migration routes of cranes from southern Japan, *Strix*, 11, 1-20.
- Higuchi, H., 1994, Satellite tracking of migrating cranes and swans in eastern Asia, *Argos Newsletter*, No 48.
http://www.cls.fr/html/argos/documents/newsletter/nslan48/cranes_swans-en.html
- Higuchi, H., K. Ozaki, G. Fujita, J. Minton, M. Soma, and N. Mita, 1996, Satellite Tracking of White-naped Crane Migration and the Importance of the Korean Zone. *Conservation Biology*, 10(3), 806-812.
- Higuchi, H., J. P. Pierre, V. Krever, G. Fujita, K. Ozaki, O. Goroshko, M. T. Ueta, S. Smirensky, and N. Mita, 2004, Using a Remote Technology in Conservation: Satellite Tracking White-naped Cranes in Russia and Asia, *Conservation Biology*, 18(1), 136-147.
- Higuchi, H. and J. P. Pierre, 2005, Satellite tracking and avian conservation in Asia, *Landscape and Ecological Engineering*, 1(1), 33-42.
- Higuchi, H., M. Nagendran, J. P. Pierre, 2006, Satellite-tracking the migration of cranes and storks, *Acta Zoologica Sinica* 52 (Supplement), 206-210,
- Jouventin, Perre and H. Weimerskirch, 1990, Satellite tracking of Wandering albatrosses, *Nature* 343. 746-748.
- Kim, K. and E. O. Wilson, 2000, The land that war protected, Editorial article, *New York Times*.
- Nagendran, M., H. Higuchi, and A. G. Sorokin, 1994, A Harnessing Technique to Deploy Transmitters on Cranes, *The Future of Cranes and Wetlands*, 57-60.
- Lee, S., P.G. Jabłoński, and H. Higuchi, 2007a, Effect of heterospecifics on foraging of endangered red-crowned and white-naped cranes in the Korean Demilitarized Zone. *Ecological Research*, 22, 635-640.
- Lee, S., P. G. Jablonski, and H. Higuchi, 2007b, Winter foraging of threatened cranes in the Demilitarized Zone of Korea: Behavioral evidence for the conservation importance of unplowed rice fields. *Biological Conservation* 138, 286-289.
- Shimazaki, H., M. Tamura, Y. Darman, V. Andronov, M. P. Parilov, M. Nagendran and H. Higuch, 2004, Network analysis of potential migration routes for Oriental White Storks (*Ciconia boyciana*), *Ecological Research*, 19(6), 683-698.
- Zar, J. H., 1999, *Biostatistical Analysis*, 4th edition, Prentice-Hall International, Inc. Saddle River, NJ., U.S.A.