

한반도의 비무장지대를 통과하는 겨울철새의 이동경로에 대한 연구

A study of wintering migratory birds passing through Demilitarized Zone in Korea

이상돈⁺·정지향·히로요시 히구찌^{**}

Sang Don Lee⁺·Ji Hyang Chung·Hiroyoshi Higuchi^{**}

:: Abstract ::

Understanding of routes of migratory birds are important subject for conservation of avifauna. Korea Demilitarized zone (DMZ) is considered as one of the most important stopover for migratory birds that pass in the Korean peninsula. This region has been known internationally as an excellent nature preservation areas since 1953. Rare and endangered animal species such as leopards (*Panthera pardus*) and Siberian tigers (*Panthera tigris*) have increased in population. Furthermore this areas provide home for endangered migratory birds including white-naped (*Grus vipio*) and red-crowned cranes (*G. japonensis*). Recent satellite-tracked crane species has shown the importance and linkages between a small number of habitat sites in DMZ. White-naped cranes were satellite tracked 9 individuals spent 27-78% of their time in Panmunjum and 10-75% in Cheolwon. This signifies the rich feeding sites with relatively little disturbance thus making the DMZ extremely valuable as a stopover.

1. 서론

비무장지대(Demilitarized Zone)는 1953년 6·25 사변이후 휴전협정을 맺은 이후로 남북한을 막고 있는 분단의 상징으로 조성되었다. 우리나라 역사 가운데 가장 불행한 사건중의 하나로 조성된 지역이지만, 최근에는 두루미(*Grus*

spp), 기러기(*Anser*, *Brenta* spp), 도요새(*Tringa*, *Calidris* spp) 등의 철새를 시작으로 수많은 야생동물의 중요한 서식지가 되고 있다. 비무장지대는 인간활동이 매우 제한되어 있기 때문에, 한반도의 자연환경이 개발에 의해 훼손되어 지는 철새 등에 있어서는 최후의 낙원이다. 비무장지대의 자연환경의 중요성, 보전의 필

+ To whom corresponds should be addressed. lsd@ewha.ac.kr

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

** Laboratory of Biodiversity Science, School of Agriculture and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan

요성이 멸종위기에 처한 국제적으로 이동하는 조류에 의해 가장 활발히 이용되어 지고 있다. 남북한을 막고 있는 비무장지대의 자연환경보전에 대한 움직임은 남북정상회담이 실현된 1999년 이후 매우 활발하게 이루어지고 있다. 한반도의 비무장지대는 1953년 7월 한국군사정전에 관한 협약에 따라 남과 북을 각각 2km의 폭으로 설정되어 있다. 동쪽은 강원도 고성군 포외진리의 351 고지남측에서 서쪽은 개성시, 판문점을 지나 한강수역까지 연결되어 있다. 이 지역에는 국제적인 이동조류 뿐만 아니라 표범 (*Panthera pardus*), 호랑이 (*P. tigris*) 등의 야생동물도 서식하는 것으로 알려져 있다. 이미 서울과 뉴욕 등 몇 개의 지역에서 비무장지대의 자연환경보전을 둘러싼 국제회의가 열린바 있으며, 거기서는 철새 등에 기인하여 비무장지대의 이용 상황, 한반도 등 동아시아지역에 걸쳐 비무장지대의 자연환경의 중요성, 장래를 향한 본전방안 등이 논의되었다. 남북의 융화, 통일은 역설적으로 이 지역의 생태적보전에 대한 우려로 작용하고 있다. 최근 몇 년사이 철원에는 매 겨울마다 약 250-400마리의 두루미가 왔다. 이 수는 전 세계적인 두루미 개체수의 17-25%가 되고 재두루미에 대해서는 비무장지대에서 월동하는 것과 잠시 머무는 두 부류를 합하게 되면 1,200-1,500마리로 전 세계 재두루미의 30-40%를 차지하게 된다. 두루미와 재두루미는 국제자연보호연합(IUCN)에 따라 멸종위기종과 위급종(threatened species)으로 지정되어 있다. 이런 세계적인 희귀종의 개체수의 2할에서 4할 정도가 비무장지대에 지나고 있는 것이다 (Archibald and Meine, 1996).

본 원고에서는 비무장지대의 자연환경에 중요성, 보전의 필요성을 철새, 특히 두루미와 재두루미의 이용에 초점을 두어 서술해나갈 것이며 최근에 정보산업의 발달로 이용이 가능하게 된 인공위성을 이용해 철새의 추적연구(satellite-tracking, 위성추적)의 결과를 바탕으로 이 지역

의 자연환경의 중요성을 부각시켜 나가고자 한다.

2. 연구방법 및 재료

본 연구의 자료는 일본에서 부착한 전파발신기를 바탕으로 만들어진 것이다. 각각 다른 집단에서 추출한 총 7마리(1993년 5마리, 1994년 2마리)의 재두루미에 PTT(Platform Transmitter Terminals)로 부착을 하고, NTT(Nippon Telegraph and Telephone cooperation)에서 개발된 Transmitter로 부터 인공위성 정보자료가 수신된다. 수신된 위치정보 자료는 인공위성 "NOAA" 로 보내지게 되고, "NOAA" 가 송신하는 추적된 데이터는 지구를 한번 도는 사이에 보통 1회, 미국과 프랑스 등에 있는 지상수신국에 전송되어진다. 그곳에서 세계정보처리센터에 전송, 위도와 경도의 위치정보 등으로 변환된다. 이와 같은 정보는 인터넷을 통하여 연구자에게 전송된다.

본 연구에서 사용될 GPS 자료는 1993년과 1994년 각각 11월 중순부터 12월 말까지 하루 1~7번 전송된 것으로, 전송된 위치자료는 TM(중부원점), Geodetic Datum Toyko의 좌표계로 분석에 사용하였다.

위성추적장치는, 대상동물에게 송신기를 부착시켜 거기서 나오는 전파를 인공위성으로 포착하여 추적한다(그림 1). 위성추적에 관여되는 시스템은 ARGOS 정보수집-위치시스템이라고 불리며, 아르코스시스템은 기상위성 "노아(NOAA)" 에 장착되어 있다. 노아는 지사에서 약 850km의 극궤도를 101분에 1회의 속도로 돌고 있다. 노아가 송신하는 추적된 데이터는 지구를 한번 도는 사이에 보통 1회, 미국과 프랑스 등에 있는 지상수신국에 전송되어진다. 그곳에서 세계정보처리센터(Global Processing Center)에 전송, 위도와 경도의 위치정보 등으로 변환된다. 이와 같은 정보는 인터넷을 통하여 연구자에게 전송된다. 위성이 전파를 수신하고부터 위치정보 등

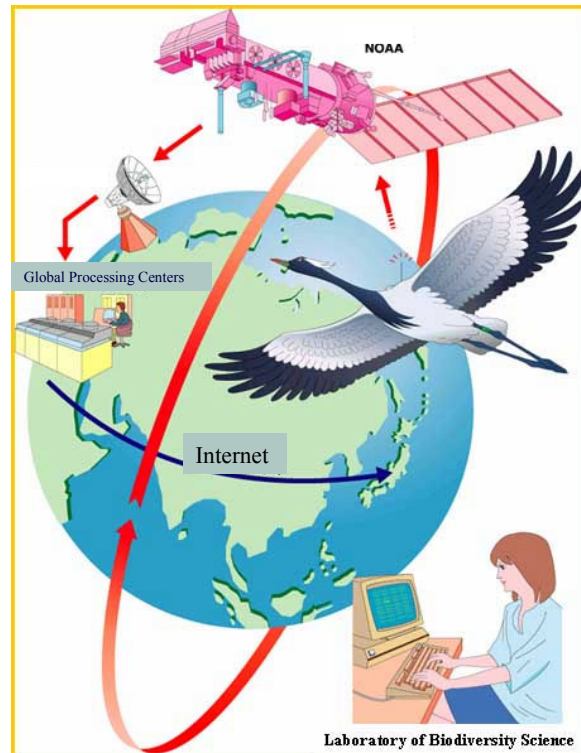


Fig 1. Satellite-tracked white-naped crane(*Grus vipio*). The signals can be released from transmitter to Global Processing Center using NOAA, and researchers can receive the signal within 2–3 hours. The satellite tracking transmitter can be useful tool to identify the migration routes and stopover of migratory birds.

이 얻어지기까지 빠르면 1,2시간이면 가능하다.

ARGOS 시스템에 의한 위치측정 정보는 송신기의 송신주파수의 안정성, 위성의 양각(仰角), 위성이 1회에 통과하는 사이에 송신기에서 전파를 수신하는 횟수 등에 따라 매회 달라져, class 1,2,3,0 등으로 분류하여 표시한다. 정지하고 있는 것의 경우, class 1,2,3의 여러 정보는 350–1000m, 150–350m, 150m미만으로 분리된다. 여기서 정보는 측정위치와 실제 위치와의 오차분포는 정규분포를 실시할 경우 1 표준편차의 범위 안이다. class 0의 정보는 1km이상이고 상한이 특정된 것은 아니다 (Higuchi *et al*, 2003).

ARGOS시스템에 의한 위성추적은 직선거리가 1km정도의 단거리이동의 추적에는 적합하지 않다. 한편, 1km정도의 오차를 문제로 하는 필요가 없다면 동물이 지구상에 어느 곳에 이동한다

하더라도 그 위치를 대부분 실시간으로 추적할 수 있게 된다.

위성추적에 의한 철새의 추적은 기존의 추적 기법에 대한 한계로 개발되기 시작하였으며, 1980년대 후반부터 재두루미 등의 대형조류를 대상으로 실시되었다. 그동안의 이동 연구는 발가락 링(ring)과 날개에 표시되는 표식물 등의 표시개체를 포획-재포획-재관찰에 바탕을 두었다. 표시개체를 이용하는 방법은 표식으로 남겨진 얻어진 정보는 매우 제한적이었으며, 위성추적연구가 실시되면서 상세한 이동경로와 중계지에서의 체재기간, 이동에 필요한 일 수 등이 명확해졌다. 이상 설명한 재두루미의 예에서 밝혀진 것처럼 위성추적연구는 이동의 기초연구가 되는 것뿐만이 아니라 철새의 서식환경의 보전 연구에 있어서 오늘날 매우 중요한 장비로 활용되게 되었다.

3. 결과

일본 남쪽의 가고시마현 이즈미부터 봄에 중국 흑룡강성의 변식지를 향해 북상하는 재두루미(*Grus vipio*)는 일본-한반도-중국(러시아)를 거치는 이동경로를 가진다. 이동기간 중 재두루미는 휴식 및 먹이보충을 위해 몇 개의 지역에서 머물게 된다. 각 지역은 판문점, 철원, 금야(북한), 칸카호수(러시아) 등을 지나게 된다. 재두루미의 이동경로에 소요되는 시간은 최저 17일부터 최대 62일로 구분되어 지며 각각의 그림은 각 개체별로 머무는 지역에 대한 백분율(%) 수치이다(그림 2).

5개로 구분되는 지역은 비무장지대 주변지역인 판문점과 철원, 북한의 동해안지역인 금야, 극동러시아의 칸카 자연보전지역(Lake Khanka Nature Reserve), 중국·러시아 국경지역의 블라디보스토크이다. 인공위성장치를 달아 추적한 재두루미가 전체체류기간의 50%이상을 판문점

과 철원의 두 비무장 지역에서 머물고 있음을 알 수 있다. 이것을 체류일로 환산하여 보면 전체체류기간 28-85일 동안 20-50일을 비무장지대에서 있었음을 확인 할 수 있다. 또한, 비무장지대주변의 지도에 두루미의 머무는 지역을 살펴보면 판문점과 철원 주변, 엄밀히 비무장지대 폭4km와 그 외부 측 폭1km의 민간인 통제구역(Civilian Control Zone, CCZ) 완충지의 가운데에서 거의 전부의 추적점이 모여 있을 것을 볼 수 있다(그림 3, 4).

재두루미는 가을에 서식지부터 남하하여 일본에 건너올 때에도, 한반도의 비무장이대에 장기간 체재한다. 예를 들어 러시아의 중남부, 아무루강의 중류지역에 서식하는 재두루미는, 중국의 흑룡강성의 삼강평원과 중국 국경의 칸카호 자연보전지역을 지나 한반도의 비무장지대, 판문점과 철원까지 남하해, 그곳에서 수 십일을 체류하여, 큐슈의 이즈미까지 건너오고 있다(Higuchi et al. 1996; Higuchi and Minton, 2000). 이

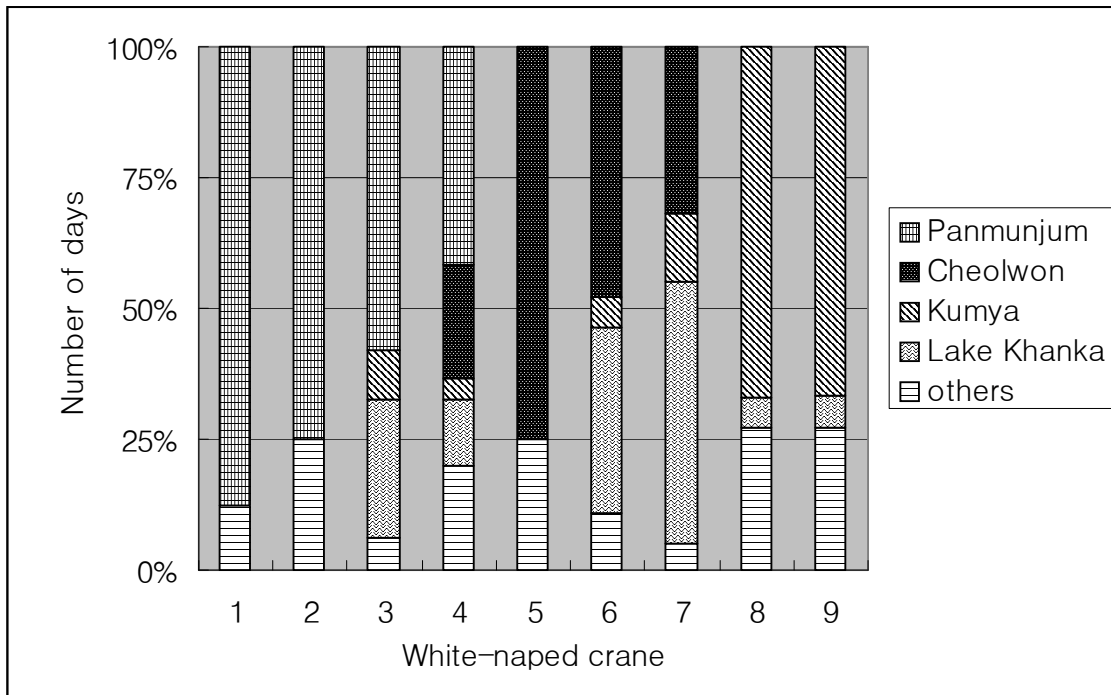


Fig 2. Percent of migration days spent at each site for 7 satellite-tracked white naped cranes in spring of 1992 and 1993. Numbers above the columns are the total days for migration of each crane species

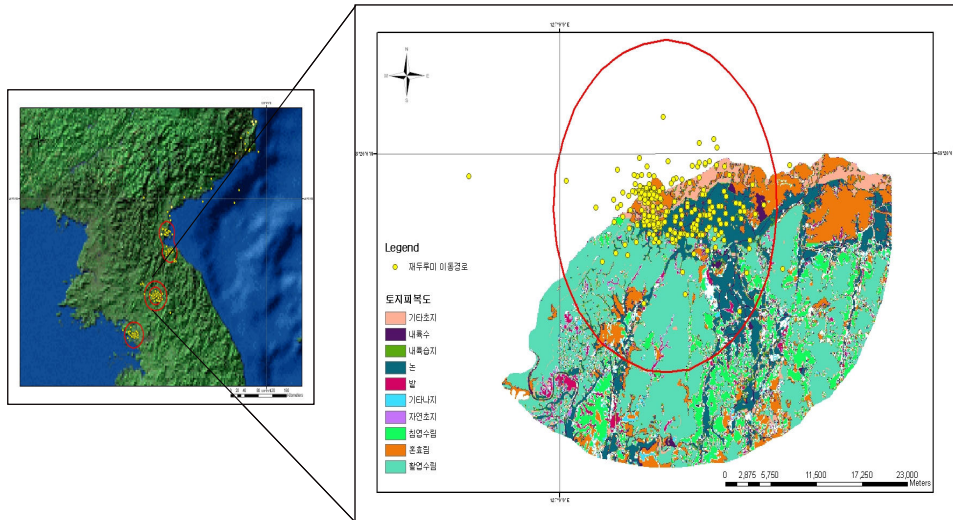


Fig 3. The distribution of white-naped crane around Cheolwon area with the percentage of 95%

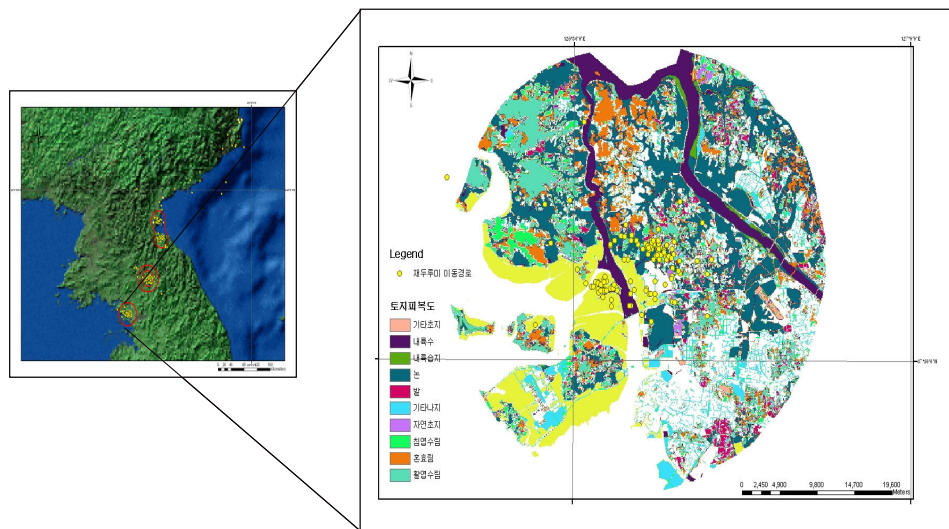


Fig 4. The distribution of white-naped crane around Paju area with the percentage of 95%

와 같은 철새의 이동추적이 가능하게 된 것은 최근에 발달한 정보기술에 기인한다.

재두루미 이외에 두루미도 장거리 이동을 하는 철새로 알려져 있다(Lee *et al.*, 1998). 일본에서 두루미는 북해도에 서식하고 월동도 북해도 내에서 이루어져 장거리 이동은 하지 않는다. 하지만 대륙에서 서식하는 두루미는 수백km, 수천km의 이동을 해 중국동남부와 한반도에서 월동을 한다. 한반도에서 월동하는 두루미는 중국국경에 있는 칸카호 자연보전지역(Lake Khanka

Nature Reserve)등에서 건너온다.

11월 상-중순에 칸카호 자연보전지역을 출발하는 두루미는 무엇보다 익숙한 경로를 찾아가 단기간 동안에 한반도에 들어가 월동을 한다. 두루미 무리는 칸카호 자연보전지역에서 300km 남서쪽에 위치한 중국-러시아-북한 국경의 두만강 하구 부근에 들어서 러시아내의 습지에 1,2일 머문다. 그 후, 북한 동해안의 나진지역 등 몇 군데 지역에 1-3일을 머문 후 남하, 11월 22일까지 북한의 금야에 도착한다.

일부의 두루미는 금야에서 그대로 월동하나 많은 수의 두루미는 다시 30km 정도 남하하여 안변에 들어간 후, 비무장지대의 철원에 도착해 거기서 겨울을 지낸다. 철원에서 동면하는 무리는 철원, 금야, 안변 세 지역을 복잡하게 왕래해 가면서 동면기를 지나게 된다. 철원지역과 안변지역은 약 70-80 km 떨어져 있으며 안변지역은 우리나라 동해안에 위치한다(Chong *et al.*, 1994).

철원부터 안변을 지나 금야까지는 125km 정도 된다. 세 지역간의 국지적인 이동이유는 확실하지는 않지만 아마 기후나 먹이 조건에 기인하는 것으로 생각되어 진다. 칸카호 자연보전지역에서 철원까지 이동시 필요한 시간은 3-9일이고 가끔씩은 짧아지기도 하며, 총연장이동거리는 776-948km이다.

두루미의 이동에도 비무장지대는 아주 중요한 역할을 한다. 철원에 머무는 두루미는 거의 전부의 생활을 비무장지대와 민통선지역 안에서 보낸다. 민통선지역은 우리나라에서만 설정된 곳으로서 비무장지대를 넘어가는 북측의 두루미는 내려오지 않는다. 철원부근에서 월동하는 두루미의 체류지점을 Landsat 위성화상을 사용해 조사한 바에 따르면, 두루미 개체 중 일부는 비무장지대의 남쪽에 넓은 완충대 습지에서 지내다 밤에는 비무장지대내부의 계곡사이에 이동하는 것이 확인되었다. 한편 일부 두루미는 하루종일 완충대내 습지에서, 나머지 두루미는 늦은 밤에도 비무장지대 내 계곡사이에 지냈다(Higuchi *et al.*, 2003).

4. 결론

위의 연구는 최근에 발달한 정보통신분야의 기술을 이용하여 국제적인 보호를 받고 있는 철새에 대한 이동경로를 추적함으로써 개체를 보전하기 위한 노력으로 시도되었다. 실제로 위의 연구를 바탕으로 1995년 북한의 금야(2,000

ha)와 문덕(3,000ha)지역은 두루미개체군을 위한 자연보전지역으로 지정된 바 있다 (Higuchi *et al.* 1996, 1998). 또한 러시아의 무라비오브카(Muraviovka)의 5,200ha도 두루미의 이동경로에 속하는 지역인 관계로 두루미를 위한 국립공원지역으로 지정되었다. 또한 중국의 헤이룽성의 3개의 강이 모인지역도 두루미의 이동경로로 확인되어 보전지역으로 지정되어 관리되고 있다. 우리나라의 비무장지대는 철원과 판문점 지역은 두루미의 겨울도래지로 확실함에도 불구하고 우리나라에서는 '접경지역지원 '이라는 보전도 아닌 개발금지도 아닌 어정쩡한 상태로 관리되고 있다. 이들 지역은 우리 주변의 국가들이 시행한 바와 같이 보전지역으로 선포되고 지정되어야 한다.

우리들은 자주 '철새에게는 국경이 없다' 라는 말을 쓰곤 한다. 새들은 비자와 여권을 가지고 있지 않아도 여러 나라에 걸쳐 건너간다. 인간이 정치적으로 정한 국경은 생물학적으로는 어떠한 의미도 없다. 비무장지대에는 습원으로 호소도 있고, 간석지도 있다. 철새들은 저마다 좋아하는 환경이 있는 지역을 찾기 시작해 정착한다. 두루미는 철원과 한강하구의 습원과 논을, 기러기는 철원과 한강하구의 습원과 호소, 하천을 도요새는 한강하구의 간석지를 거처지로 정한다.

비무장지대에 남하하는 두루미와 중국의 염성으로 이동하는 두루미가 어떠한 관계에 있는지는 알 수가 없다. 최근의 우리 위성추적 결과에 따르면 Khanka강 중류지역에서 서식하는 두루미 중에서도 한반도에 남하하는 것이 있다. 비무장지대로 이동하는 두루미가 동아시아의 서식지의 어느 범위에서 건너오는지는 아직까지 밝혀지지 않고 있다 (Archibald and Meine 1996).

조류가 좋아하는 정착환경, 거기에는 그것들의 생활과 관련을 갖는 여러 가지 다른 생물체도 살고 있다. 풍부한 생물 다양성이 커져가고 있다. 총연장길이 248km, 폭 4km의 비무장지

대, 거기에 근접한 폭 수km의 완충대의 자연은 인간의 불행한 역사가 남긴 것이지만 현재 그 중요성을 두드러지게 한다.

본 연구는 또한 국제간의 공동연구의 필요성을 보여준다. 우리나라의 비무장지대의 보전 뿐만 아니라 주변지역의 보전도 국제적인 보호가 필요한 이동철새의 개체군유지를 위해 필요하다. 이러한 이유로 한반도의 자연환경보전에 중국과 러시아 등 주변지역의 조류학자의 공동협력이 필요한 것이다.

참고문헌

- Archibald, G.W. and C.D. Meine, 1996. Order Gruiformes, family Gruidae (Cranes). Pages 60–89 in J. del Hoyo, A. Elliott and J. Saragatal, editors, Handbook of birds of the world. Volume 3 Hoatzin to auks, Lyns Edicion, Barcelona.
- Chong, J.R., H. Higuchi, and U. Pak. 1994. The migration routes and important rest-sites of cranes on the Korean peninsula. The future of cranes and wetlands 41–50.
- 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. Conservation Biology 10:806–812.
- Higuchi, H., Y. Shibaev, J. Minton, K. Ozaki, S. Surmach, G. Fujita, K. Momose, Y. Momose, M. Ueta, V. Andronov, N. Mita and Y. Kanai. 1998. Satellite tracking of the migration of the red-crowned crane, *Grus japonensis*. Ecological Research 13:273–282.
- Higuchi, H. and J. Minton. 2000. The importance of the Korean DMZ to threatened crane species in Northeast Asia. Global Environment Research 2: 123–132.
- Higuchi, H., J. Pierre, V. Krever, V. Andronov, G. Fujita, K. Ozaki, O. Goroshko, M. Ueta, S. Smirensky and N. Mita. 2003. Using a remote technology in conservation: satellite tracking white-naped cranes in Russia and Asia. Conservation Biology 18:136–147.
- Lee, S. D., Y.H. Park, and J.S. Suh. 1998. Protection methods for endangered flora and fauna in Korea. Korea Environment Institute Report, RE-26. 1–210pp.