개발지역의 서식지 훼손에 따른 백로류 종별 개체군 변화

이상기¹⁾ · 김남춘²⁾ · 신지훈²⁾

¹⁾ 단국대학교 대학원 · ²⁾ 단국대학교 녹지조경학과

Population Change of Each Ardeidae Species in Damaged Habitats of Development Area

Lee, Sang-Gi¹⁾ · Kim, Nam-Choon²⁾ and Shin, Ji-Hoon²⁾

¹⁾ Graduate School, Dankook University,

²⁾ Dept. of Landscape Architecture, Dankook University.

ABSTRACT

This study aims to provide the biological and geographical materials to identify the changes in population of Family **Ardeidae** included *Egretta alba modesta*, *Egretta garzetta*, *Bubulcus ibis*, and *Nycticorax nycticorax* and establish their conservation measurement in terms of the fragmented and deteriorated habitat by human development such as housing and park projects.

Wonjucheon Stream was measured the highest species diversity since the survey site was relatively less interfered by the surrounding human beings showing lower disturbance elements. However, the closer the stream comes downstream, the more the artificial disturbance elements generate, confirming that the species better adapted to contamination grow in more density so that the species composition becomes simplified. It implies that feeding place as well as breeding-growing places is also more closely related to the changes in population structure and species composition of Family Ardeidae.

The results of Family Ardeidae immigration in Taejang-dong, Wonju, among the other survey sites, revealed that a total of 231 came to the site in 2006; and 210 in 2011, showing more or less reduction in the population. In the mean while, Namyang-dong in Hwaseong City showed the continuous decrease in population number of Family Ardeidae with 135 before development and 60

First author : Lee, Sang-Gi, Dept. of Landscape Architecture, Dankook University,
Tel : +82-32-294-3670, E-mail : sangkikiki@hanmail.net

Corresponding author : Shin, Ji-Hoon, Dept. of Landscape Architecture, Dankook University,
Tel : +82-10-2356-4409, E-mail : sjihoon@dankook.ac.kr

Received : 20 January, 2014. **Revised** : 19 February, 2014. **Accepted** : 17 February, 2014.

during development, resulting in the number never growing but continuously narrowing over and over after development.

As a result of surveying the number of Family Ardeidae that bred following the findings above, Taejang-dong in Wonju City had 4 species of Family Ardeidae being bred, however, showing the decrease in number of population from 998 in 2006 to 589 in 2011. Namyang-dong in Hwaseong was confirmed to have as many as 352 of the population in 2006 and 230 in 2008; after the deforestation on their habitat, they had not lived in the site any longer, suggesting that the development would significantly affect Family Ardeidae.

Key Words : Wonju City, Hwaseong City, Breeding place, Habitat, Inhabited environment.

I. 서 론

전세계의 백로과(Family Ardeidae) 조류는 모두 17속 62종으로 알려져 있고(Kushlan and Hancock, 2005), 한국에 도래하는 종은 모두 9속 18종이다(TOSK, 2009). 이들은 몸집이 크고 흔하며, 호주와 타이거, 툰드라지역을 제외한 전 세계적으로 분포하고(Won, 1981), 거의 모든 열대와 아열대지역의 습지에서 광범위하게 분포한다(Kushlan and Hafner, 2000).

백로류는 인간에 의해 만들어진 환경을 포함하여 다양한 서식지를 이용하고 있으며, 대부분의 종들이 습지에 의존해서 생활하고 있으며 이들은 습지의 생태적인 환경을 반영하고 있고, 그 지역에서 백로과 조류의 개체군과 생물학적인 특성들은 서식환경의 건강성과 인위적 간섭의 정도를 판단할 수 있다. 또한, 백로류는 생태계 먹이사슬에서 높은 지위의 동물이기 때문에, 생태계에서 그들의 반응은 낮은 영양단계에서 나타나는 환경변화를 반영하는(Ankley et al., 1993) 환경 지표종으로 인식되고 있다.

하지만 현재 백로류의 주요 서식지인 습지는 전 세계적으로 광범위하게 파괴되고 있으며(Kushlan and Hafner, 2000), 이러한 습지의 파괴와 퇴화 그리고 기능 상실은 백로류 개체군의 급격한

감소의 원인이 된다(Kushlan, 1991). 즉 야생동물의 서식지는 이와 같은 인위적 영향에 의해 점차 파괴되어 서식지 전체 면적의 감소, 남아있는 서식지의 소형화, 서식지 단편화를 통한 고립화를 가져오며(Harris 1984; Wilcove et al., 1986; Saunders et al., 1991) 단편화된 서식지의 질적, 양적 특성과 이질성 그리고 공간적 분포 양상은 서식하는 생물 개체군의 이동(migration)과 정착(colonization)에 영향을 미친다(McCauley, 1995). 따라서 이러한 생태계파괴에 의한 생물 다양성의 유지는 종과 자연 군집은 물론 인류의 생존에 반드시 필요하며(Wilson, 1992), 도시계획 시에도 생물다양성의 유지를 위한 대안들이 포함되어야 한다(White, 1994). 이러한 생물 다양성의 감소문제를 해결하기 위해서는 단순히 개체군 차원의 보호가 아니라 서식지관리 차원의 종합적인 접근이 필요하다(Kim et al., 2000). 특히, 조류군집의 안정적인 유지를 위해서는 종다양성이 높은 초지, 농경지, 저수지, 산림 등의 서로 다른 서식환경이 균형적으로 유지되어야 하며 불가피한 개발에 있어서는 서식환경의 다양성 및 균형이 깨어지지 않는 범위 내에서 이루어져야 할 것이다(Park et al., 2009).

본 연구는 국내에서 현재 택지개발이 예정되었다가 존치된 지역과 이미 개발행위로 인하여

훼손된 백로류 집단번식지 중 원주시 태장동, 화성시 남양동을 선정하여 환경요인과 주변의 서식특성을 통해 번식지의 주변의 서식지 훼손에 따른 백로류의 종 수 및 종별 개체군 변화 양상을 연구하는데 있으며, 향후 백로류의 집단번식지를 효율적으로 보호·보전하는데 필요한 자료를 제공하고자 하였다.

II. 연구범위 및 방법

1. 연구범위

1) 연구지역

본 연구 대상지는 백로류 집단번식지가 존재하는 곳으로 택지개발 계획이 있거나 진행 중

인 원주시 태장동(A)과 화성시 남양동(B)의 백로류 집단번식지를 선정하여 번식지 및 서식환경 실태를 조사하였다(Figure 1).

2) 연구기간

본 연구에서는 개발 전, 개발 중, 개발 후의 백로과 조류의 개체군 변화를 조사하였다. 2006년 택지개발과 도로공사 예정지였던 원주시 태장동은 개발이 진행되지 않아 2006년 3월~2011년 9월동안 매월 1회를 종별 도래 현황 및 종별 개체군 조사를 수행하였다. 화성시 남양동 백로류 집단번식지는 개발 전 조사를 2006년 3월~2008년 10월 동안 수행하였고, 개발 중 조사는 2009년 3월~2010년 3월까지 수행하였다.

Figure 1. The studying area ; breeding site of Taejang-dong, Wonju in Gangwon-do(A) and Namyang-dong, Hwasung, in Gyeonggi-do(B).

2) 연구 방법

1) 대상지역의 환경요인 조사

연구지역 환경요인 분석을 위해 번식지 훼손 면적을 연도별로 구적, 산출하였다. 번식지 훼손 면적 산정은 GPS(GARMIN GPSMAP 62s)를 이용, 좌표값을 측정하여 위성도면에 훼손 면적을 표기 하였고 위성사진은 인터넷 다음지도(<http://local.daum.net>)를 이용하였으며, 본 연구에서 2개 지역의 백로류 집단번식지의 서식지에 영향을 미칠 수 있는 환경요인을 문헌과 현지 환경을 참조하여 백로류 번식지의 주변 환경 변화를 분석하였다.

2) 백로류 잠재 먹이원 조사

백로류 집단번식지의 먹이원 조사를 위해 배후습지로 사용하는 번식지에서 4~10km이내의 하천 및 농경지를 조사 하였다. 잠재적 먹이원 중 어류, 곤충, 저서성대형무척추동물에 대해 조사, 분석 하였다. 조사는 개발이 진행 중인 시기

인 2008년 5~9월에 2회에 걸쳐 실시하였으며, 조사지점은 원주시 태장동 원주천 상류와 하류 총 5개 지점을 조사하였고, 화성시 남양천은 상류부에 하천정비 사업으로 하류의 물리적 환경이 다른 2개 지점을 조사하였다(Figure 2). 분류군별 조사방법은 환경부 조사지침(제3차 전국자연환경조사 및 수생태계건강성조사)을 따랐다.

3. 번식 개체군 조사

집단번식지내 백로류의 종 및 개체수 조사는 2006년-2011년 3월-9월동안 매월 2회 조사를 실시하였으며, 매회 조사시 종별 성조 및 번식에 성공한 유조의 최대개체수(peak count)를 기재하였다. 종 및 개체수의 분석은 개발 전, 중, 후로 각각 구분하여 분석하였으며, 조사를 위해 망원경(Filed scope, FS-80ED)과 쌍안경(Nicon, 10×32)이 사용되었고, 조사시간은 집단번식지내 종 및 개체수가 최성기를 이루는 이른 아침(05:00-08:00)에 실시하였다.

Figure 2. Ecological environment research points (fish, insects, benthic macro- invertebrate).

III. 연구결과 및 고찰

1. 대상지역의 환경요인 조사

1) 원주시 태장동 백로류 서식지 훼손 현황

태장동 번식지에서 서식하는 백로류는 5km ~ 10km 이내의 농경지, 하천, 습지 등지를 취식을 위한 배후습지로 사용하는 것으로 조사되었다(Figure 3). 경기도에 위치한 화성시의 번식지보다 주변 환경이 비교적 안정화를 보이고 있으나 지속적인 개발로 서식환경 훼손이 진행되고 있었다. 2004년 이후부터 도래를 시작해 현재까지 번식지를 이용하고 있으나 번식지 주변

취식지의 감소는 백로류에 잠재적인 영향을 미칠 것으로 판단된다. 백로류 번식지 주변 서식 환경에 있어 2004년부터 2011년까지 지속적인 개발 사업으로 원주시 총면적 86,763,000m² 대비 훼손된 면적 5,348,698m²(6.1%) 및 주 취식지인 원주천과 섬강의 취식지가 훼손되고 있는 것으로 나타났다(Table 1). 또한 원주 2020년 도시기본계획(Table 2)에 있어 개발 가능지가 원주시 총면적에 30.9%에 달하는 것으로 나타났다(Figure 4). 이는 향후 취식지의 훼손 및 급격한 서식환경의 변화를 예상할 수 있을 것으로 판단된다.

Figure 3. Major Feeding Area for Family Ardeidae in Wonju City, Gangwon-do.

Table 1. Status of the deteriorated breeding areas for Family Ardeidae in Wonju City.

Year	Project Name	Development Area(m ²)
2004	Cylindrical housing development projects Musildong, Wonju City	535,823
2007	Wonju city corporate development	3,603,048
2008	Farm Daemyung Wonju urban development projects	535,344
2009	General industrial complex business Wonju buron	674,483
2009	Wonju Small Stream Maintenance Master Plan	1.92km
2010	Seom River save 13 tool maintenance business	57.8km
Total		5,348,698

* Article Source: Environmental Impact Assessment Information Support System(<http://eiass.go.kr>).

Table 2. Analysis of the available areas of development in Wonju City.

District division	Area(m ²)	Composition(%)
pre-occupied	6,819,200	7.9
exploitable	26,817,700	30.9
limited exploit	17,044,000	19.6
unexploitable & protected	36,082,100	41.6
Total	86,763,000	100.0

* Article Source: Wonju City Hall(Wonju 2020 city master plan).

* Article Source: Wonju City Hall(Wonju 2020 city master plan).

Figure 4. Analysis map of the development availability of Wonju City.

원주시 태장동의 백로류 번식지와 주변 지역의 변화는 2006년부터 2011년까지 관찰하였다. 2006년 택지개발 사업 계획이 진행되면서 번식지가 파괴될 위험에 있었으나 현재까지 개발이 이루어지지 않았으며, 개발행위 및 인간의 간섭이 적어 백로류 번식지가 보존되고 있는 지역이다. 하지만 2006년 이전부터 매년 백로류의 도래와 번식이 이루어지면서 백로류의 배설물로 인해 번식지 총면적 19,365m² 중 영소

목의 고사율이 2008년 643m²(3.32%), 2009년 1,291m²(6.6%), 2011년 2,123m²(10.9%)로 영소목의 고사가 매년 증가하고 있는 것으로 나타났다(Figure 5). 번식지내 백로류의 배설물로 인한 영소목의 고사에 따라 인근 숲 서식지로 번식영역을 확대해 나간다. 이는 개발로 인해 주변의 산림이 훼손되어 백로류의 서식공간이 점차 감소하게 되면 결국 백로류의 번식공간은 사라지게 되는 결과를 초래할 수 있다.

Figure 5. Annual withering area of the nesting trees within the breeding area for Family Ardeidae in Taejang-dong, Wonju City.

Figure 6. Major Feeding Area for Family Ardeidae in Hwsung City, Gyeonggi-do.

Table 3. Status of the deteriorated breeding areas for Family Ardeidae in Hwasung City.

Year	Project Name	Development Area(m ²)
2002	Hwaseong Bongdam District Industrial Complex	774,435
2004	Hwaseong 2 Earth land development projects Bongdam	1,435,290
2005	Comrades Hwaseong land development district	809,000
2008	Hwaseong Hyangnam district land development projects	1,435,290
2009	Town Hwaseong Byeongjeom complex urban development projects	375,375
2009	Hwaseong Nanyang residential development in Newtown	2,584,235
2010	Hwaseong Bio Valley Development Project	1,744,713
Total		9,158,338

* Article Source: Environmental Impact Assessment Information Support System(<http://eiass.go.kr>).

2) 화성시 남양동 백로류 서식지 훼손 현황
화성시 백로류 취식거리는 5km~10km이내의 농경지, 하천, 갯벌 등지에서 취식하는 것으

로 확인되었다(Figure 6). 화성시는 급격한 신도시 및 산업단지 개발이 진행되면서 많은 농경지 및 습지가 훼손되고 있고, 도심지에 위치한 백

Figure 7. Alteration of breeding site of egrets from 2006 to 2010 in Namyang-dong, Hwaseong.

로류 번식지의 취식지의 거리가 점점 멀어지고 있다. 화성시의 총 면적 68,753,000m²에 대비 2002년부터 2010년까지의 개발면적 9,158,338m² (13.3%)로 지속적인 개발이 진행되고 있는 것으로 나타났다(Table 3). 또한 이미 많은 공업단지와 택지가 들어서면서 취식지의 면적이 감소하고 있다고 판단된다.

화성시 남양동의 백로류 번식지의 환경변화 분석은 2006년부터 2010까지 조사하였다. 화성시 남양동의 백로류 번식지는 2006년 이전부터 중대백로, 쇠백로, 황로가 번식하였는데, 2007년 택지개발 계획이 시행되었고, 이후 2009년 3월 백로류 번식집단이 도래하기 전 기존 백로번식지(24,935m²)내 16,125m²(전체면적대비 64.7%)이 벌목되면서 번식지가 훼손되었고, 이후 다른 번식지로 이동한 것으로 확인되었다(Figure 7).

2. 백로류 잠재 먹이원 조사

1) 어류상 분석

원주시 태장동 백로류가 취식지로 이용하고 있는 원주천 어류 조사 결과, 조사수역에서 총 15종이 출현하였다. 과별 어종수를 보면, 잉어과 어류가 10종으로 가장 많은 종이 출현하였고, 미꾸리과 어류와 메기과 어류, 검정우럭과 어류, 동사리과 어류, 망둑어과 어류는 각각 1종씩 출현하였다(Figure 8).

화성시 남양동 조사수역에서 출현한 어류는 총 10종 136개체가 출현하였고, 한국특산어종(한반도 고유종)은 얼룩동사리 1종이 출현하여 고유화 비율이 매우 낮았다. 이는 조사수역 주변 주거밀집지역과 경작지의 존재로 하천수계의 자연성이 현저히 떨어진 것과 남양천 상류 하천정비공사로 인한 토사유출 발생으로 인위적인 교란행위가 높아진 것에 기인하는 것으로 추정된다. 출현종 중 잉어과에 속하는 종이 4종으로 전체 어종수의 40.0%를 차지하여 가장 많았고, 그 외 미꾸리과, 동자개과, 메기과, 검정우럭과, 동사리과, 망둑어과에 속하는 종이 각각 1종(10.0%)씩 조사되었다(Figure 9).

2) 곤충상 분석

원주시 지역에서 확인된 육상곤충류는 총 10목 42과 79종이 조사되었으며, 본 연구 지역의 우점종은 우리가시허리노린재(점유율 8.30%), 아우점종은 갯동잠자리(점유율 6.32%)로 나타났다. 목(Order)별 다양성을 살펴보면 노린재목(Hemiptera)과 딱정벌레목(Coleoptera)이 각각 10과 17종, 6과 13종이 확인되어 우점군 및 아우점 군으로 파악되었으며, 개체수에 대한 상대적 우점율은 노린재목이 24.51%를 차지하여 출현 분류군 중 개체밀도가 가장 높은 우점군으로 나타났다(Figure 10). 원주시 원주천 일대

Figure 8. The component ratio of species and number of individuals of fish in Wonjucheon Stream(%).

Figure 9. The component ratio of species and number of individuals of fish in Namyangcheon Stream(%).

에서 확인된 곤충류의 다양성과 출현개체수를 파악한 결과, 하천 인근 초지대를 주 서식처로 이용하는 노린재목과 딱정벌레목이 우점하는 경향을 보였으며, 조사시기가 가을철에 이루어져 잠자리목(Odonata)의 출현 빈도수가 높게 나타난 것으로 판단된다.

남양천 조사지역에서 확인된 육상곤충류는 총 11목 32과 77종이 조사되었으며, 본 조사지

역의 우점종은 칠성무당벌레(점유율 13.23%), 아우점종은 우리가시허리노린재(점유율 9.5%)로 나타났다.

목(Order)별 다양성을 살펴보면 딱정벌레목이 5과 19종이 확인되어 우점군으로 파악되었으며, 노린재목이 7과 18종이 확인되어 아우점군으로 파악되었고, 개체수에 대한 상대적 우점율은 딱정벌레목이 33.33%를 차지하여 출현

Figure 10. The ratio of order of inland insects in Wonjucheon Stream.

Figure 11. The ratio of order of inland insects in Namyangcheon Stream.

분류군중 개체밀도가 가장 높은 우점군으로 나타났다(Figure 11).

3) 저서성 대형무척추동물상 분석

원주시 원주천에서 출현한 저서성 대형무척추동물은 35종이 조사되었다. 번식지 주변 수서곤충류가 85.7%를 차지하였고, 전체 출현 분류군 중에 하루살이목이 14종으로 40.0%를 차지하여 가장 많은 종이 출현하였으며, 그 다음으로 파리목이 25.7%, 연체동물문이 8.6%, 잠자리목과 딱정벌레목, 날도래목이 각각 5.7%씩, 편형동물문과 환형동물문, 노린재목이 각각 2.9%씩의 순으로 출현하였다(Figure 12).

화성시 남양천 조사지역에서의 조사 결과, 남양천 수계에서 저서성 대형무척추동물은 27

종이 출현하였다. 본 조사지역 수계에서 출현한 저서성 대형무척추동물 중 잠자리목과 파리목이 각각 6종씩으로 가장 많은 종이 출현하였으며, 그 다음으로는 하루살이목이 5종, 연체동물문이 3종, 환형동물문과 노린재목, 날도래목이 각각 2종씩, 갑각강 1종의 순으로 출현하였다. 현지조사 결과, 전체 조사지점에서 총 27종의 저서성무척추동물이 출현하였으며, 본 조사수역의 조사지점별로 St.1이 19종, St.2가 25종으로 다소 빈약한 종 분포를 나타내고 있었다(Figure 13).

3. 연도별 백로류의 개체수 변동추이

1) 백로류 도래현황 변동추이

원주 태장동 백로류 번식지는 2006년 중대백

Figure 12. The ratio of number of species of benthic macro-invertebrate on each survey point in Wonjucheon Stream(%).

Figure 13. The ratio of number of species of benthic macro-invertebrate on each survey point in Namyangcheon Stream

로 (*Egretta alba modesta*) 87개체(37.66%), 쇠백로 (*Egretta garzetta*) 64개체(27.71%), 해오라기(*Nycticorax nycticorax*) 37개체(16.02%), 황로 (*Bubulcus ibis*) 43개체(18.61%) 등 총 231개체(최대개체수)가 번식지에 도래한 것으로 조사되었다. 2007년 중대백로 94개체(35.74%), 쇠백로 78개체(29.66%), 해오라기 40개체(15.21%), 황로 51개체(19.39%) 등 총 263개체(최대개체수)가 도래한 것으로 조사되었다. 2008년 중대백로 91개체(34.08%), 쇠백로 80개체(29.96%), 해오라기 40개체(14.98%), 황로 56개체(20.97%)

등 총 267개체(최대개체수)가 도래한 것으로 조사되었다. 2009년 중대백로 77개체(37.93%), 쇠백로 52개체(25.62%), 해오라기 33개체(16.26%), 황로 41개체(20.2%) 등 총 267개체(최대개체수)가 도래한 것으로 조사되었다. 2010년 중대백로 78개체(37.5%), 쇠백로 61개체(29.33%), 해오라기 26개체(14.22%), 황로 39개체(18.75%) 등 총 203개체(최대개체수)가 도래한 것으로 조사되었다. 2011년 중대백로 79개체(37.62%), 쇠백로 72개체(34.29%), 해오라기 26개체(12.38%), 황로 33개체(15.71%)로 총 210개체(최대개체수)

Figure 14. The fluctuation of number of individual on four egret species during study period in Taejang-dong, Wonju

Figure 15. The fluctuation of number of individual on four egret species during study period in Namyang-dong, Hwaseong City.

가 도래한 것으로 조사되었다(Figure 14).

화성 남양동 백로류 번식지는 결과는 개발 전과 현재까지 공사가 진행되어 개발중으로 나누어 조사하였다. 개발전 백로류 번식지는 2006년 중대백로 48개체(35.56%), 쇠백로 52개체(38.52%), 황로 35개체(29.93%) 등 총 135개체(최대개체수)가 도래하는 것으로 조사되었다. 2007년 중대백로 35개체(32.41%), 쇠백로 47개체(43.52%), 황로 26개체(25.93%) 등 총 108개체(최대개체수)가 도래한 것으로 조사되었다. 2008년 중대백로 26개체(32.1%), 쇠백로 32개체(39.51%), 황로 23개체(28.4%) 등 총 81개체(최대개체수)가 도래한 것으로 조사되었다. 2009년 중대백로 31개체(51.67%), 쇠백로 29개체

(48.33%) 등 총 60개체(최대개체수)가 도래하였으나 도래시기인 3월에 번식지의 60% 이상 벌목 공사로 인한 영향으로 백로류가 다른 지역으로 이동하였고, 황로의 도래는 확인할 수 없었다(Figure 15).

2) 백로류의 번식 개체군 변동추이

태장동의 백로류의 종별 번식 개체수는 성조 및 번식에 성공한 유조를 조사하였다. 2006년 중대백로 350개체(22.35%), 쇠백로 371개체(23.69%), 황로 197개체(12.58%), 해오라기 80개체(5.11%) 등 총 998개체(최대개체수)가 번식하는 것으로 조사되었다. 2007년 중대백로 315개체(32.68%), 쇠백로 368개체(38.17%), 황로

Figure 16. Annual status of the population number within the breeding area for Ardeidae herons in Taejang-dong, Wonju City(2006-2011).

Figure 17. Annual status of the population number within the breeding area for Ardeidae herons in Namyang-dong, Hwasung City(2006-2011).

178개체(18.46%), 해오라기 108개체(10.68%) 등 총 964개체(최대개체수)가 번식하는 것으로 조사되었다. 2008년 중대백로 297개체(31.20%), 쇠백로 400개체(42.02%), 황로 178개체(19.01%), 해오라기 74개체(7.77%) 등 총 952개체(최대개체수)가 번식하는 것으로 조사되었다. 2009년 중대백로 203개체(31.33%), 쇠백로 257개체(38.66%), 황로 119개체(19.29%), 해오라기 63개체(9.72%) 등 총 648개체(최대개체수)가 번식하는 것으로 조사되었다. 2010년 중대백로 232개체(35.10%), 쇠백로 227개체(34.34%), 황로 132개체(19.97%), 해오라기 70개체(10.59%) 등 총 661개체(최대개체수)가 번식하는 것으로 조

사되었다. 2011년 중대백로 210개체(35.65%), 쇠백로 208개체(35.31%), 황로 108개체(18.34%), 해오라기 63(10.70%) 등 총 589개체(최대개체수)가 번식하는 것으로 조사되었다(Figure 16).

택지개발이 진행된 남양동의 종별 백로류 번식지 최대개체수 개발 전, 개발 중으로 나누어 조사하였다. 개발 전 조사로 2006년 중대백로는 125개체(35.51%), 쇠백로 137개체(38.92%), 황로 90개체(25.57%) 등 총 352개체(최대개체수)가 번식하는 것으로 나타났다. 2007년에는 중대백로 120개체(36.36%), 쇠백로 123개체(37.27%), 황로 87개체(26.36%) 등 총 330개체(최대개체수)가 번식하는 것으로 조사되었다.

2008년 중대백로 80개체(34.78%), 쇠백로 92개체(40.0%), 황로 58개체(25.22%) 등 총 230개체(최대개체수)가 번식하는 것으로 조사되었다. 개발이 시작된 2009년 중대백로 31개체(51.67%), 쇠백로 29개체(48.33%) 등 총 60개체의 도래개체가 조사되었으나 이는 중대백로와 쇠백로가 도래한 3월에 번식지의 벌목 공사로 백로류가 다른 인근 지역으로 이주하여 번식하지 않은 것으로 추정된다(Figure 17).

IV. 결 론

백로과 조류가 번식기동안 가장 많이 이용하고 있는 농경지, 하천, 갯벌, 저수지, 산림 등의 서식환경의 훼손 및 취식지 오염이 백로류의 개체군 변화에 많은 영향을 미치고 있지만, 서식환경을 보호하는데 있어 많은 어려움이 있으며, 백로류의 서식환경에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

백로과 조류가 가장 많이 선호하는 지역은 논과 하천으로 어류와 양서류, 곤충을 취식한다. 이중 논은 면적은 지속적인 개발로 감소하고 있는 추세이며, 도심지에 서식하는 백로류에게는 많은 영향이 있다(Lee *et al.*, 2012). 연구대상지인 원주시 태장동은 도심지 외곽에 위치해 있고, 비교적 인간의 간섭이 적고 주변이 농경지로 이루어져 있어 안정적인 번식을 하고 있다. 하지만 백로류가 수년간 번식지를 이용하면서 번식지의 영소목이 고사되면서 번식지의 면적이 줄어들고 있어 인근지역으로 이주하여 지속적인 번식을 할 수 있는 장소가 시급하지만 현재 번식지 주변으로 택지개발, 산업단지, 도로공사 등의 개발행위가 진행되고 있어 향후 그들이 서식할 수 있는 공간이 점차 감소하고 있는 추세이다. 경기도 화성시의 번식지는 도심지에 서식하고 있어 지속적인 인간의 방해를 받고 있는 지역으로, 번식지 주변은 이미 개발되었거나 진행 중이며, 이는 백로류의

취식지 훼손을 가중시키는 것으로 판단된다.

백로과 조류의 서식환경은 취식지인 하천, 습지, 논을 생태계를 위협하는 요인들로 생활하수 등에 의한 영양분의 유입, 개발에 따른 토사의 유입, 독성물질의 유입, 서식처 손상 및 파괴, 그리고 이러한 요인에 의한 생물 간의 관계 변화 등이 있다(Richter *et al.*, 1996). 이러한 인위적인 교란요소는 하천의 일차생산자인 부착조류의 생육을 저해시켜 저서생물상 및 어류상의 점차적인 먹이원 감소를 일으키며, 결과적으로 생물 다양성을 감소시키는 요인이 된다. 특히 현재 남양천 일대에서 활발히 진행 중인 택지개발 공사의 경우, 대규모 토공사로 인하여 토사가 하천으로 유입되어 탁도가 증가하여 육수동물상에 직접적인 피해가 불가피 할 것으로 예측된다. 인간에 의한 간섭이나 인위적인 교란요소가 적어 원주천에서 어류, 곤충류, 저서성대형무척추동물의 종다양성이 비교적 높게 나타났으며, 먹이사슬에 의한 하천건강성이 경기도에 위치한 화성시 남양천보다 양호한 것으로 조사되었으나, 본 지역도 하류로 내려갈수록 인위적인 교란요소가 발생하면서 오염에 적응력이 뛰어난 종들의 밀도가 높아지고 종 구성이 단순화되는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 백로류의 먹이원이 되는 생물종의 서식 공간의 협소는 자연적인 현상보다는 공장지대 개발, 녹지 훼손, 농경지 파괴, 농약 살포, 하천 정비와 같은 인위적인 교란에 의한 결과라 판단된다. 또한 백로류는 생태계 먹이사슬에서 가장 높은 지위에 있고 생태계에서의 백로류 반응은 낮은 영양단계에서 나타나는 환경변화를 반영하고 있고(Ankley *et al.*, 1993), 인간에 의해 지배되는 환경에서의 그들의 이동과 자원이용(Kushlan 1986; Parnell *et al.*, 1988)은 결과적으로 독성효과를 일으킬 수 있는 환경오염물질에 많이 노출되어 있다고 볼 수 있다(Hill and Hoffman, 1984; Hoffman, 1990; Lower and Kendall, 1990). 이러한 오염된 먹이원에 노출

된 육수동물을 주 먹이로 하는 백로류의 연구는 아직 미미한 실정이며, 본 연구를 통해 대상 지역의 주변 취식장소의 직접적인 오염정도의 원인은 정확히 밝혀지지 않았지만 육수동물 종 구성의 단순화는 백로류 종의 먹이선택도가 같지 않기 때문에 집단번식지에서의 종의 단순화를 가져 올 수 있어 시사 하는 바가 크다.

또한, 원주시 태장동은 현재까지 백로류가 수년간 지속적으로 도래, 번식하고 있는 지역으로, 영소목의 고사 및 기타 미지의 원인 등으로 추정되는 서식지 질 저하에 따라 도래 개체수가 미미하게 감소하고 있는 것으로 확인되었다. 하지만, 이미 고사된 나무에서 둥지를 짓고 번식하고 있는 백로류를 관찰 할 수 있었던 점을 고려하면, 백로류의 배설물에 의한 영소목 고사가 유일한 도래 개체군 밀도의 감소와 직접적으로 연관되어 있다고 단정하기에는 무리가 있다. 이러한 추론은 번식에 영향을 주는 행위가 거의 없는 원주시 태장동에서의 백로류 도래 개체군 수의 감소가 영소목 고사율과 더불어 다른 요인이 작용하고 있으리란 점을 강하게 시사하고 있다.

화성시 남양동 번식지 주변 택지개발로 개발 전과 후를 비교한 결과 개발전인 2006년에서 2008년까지는 백로류가 지속적으로 도래하여 번식하였다. 개발전 개체수의 감소는 번식지 주변 택지개발이 이루어지면서 환경변화에 따른 감소로 추정된다. 2009년 백로류가 도래하는 3월에 번식지의 60%이상을 벌목하면서 백로류가 번식하지 못하고 다른 지역으로 이동하였다. 이와 같은 직접적인 인간의 방해 요인은 주변의 환경과 관계없이 번식지를 포기하고 다른 지역으로 이주하는 백로류 서식 특성의 또 다른 사례로 볼 수 있다.

본 연구는 국내에서 현재 택지개발이 예정되었다가 존치된 지역과 이미 개발행위로 인하여 훼손된 백로류 집단번식지를 대상으로 번식지 주변의 환경변화에 의한 서식지 훼손에 따른

백로류의 종 수 및 개체군의 종별 개체군 변화를 파악하고 있으며, 향후 백로류의 집단번식지를 효율적으로 보호·보전하는데 필요한 기초 자료를 제공하고 있다는 점에서 의의가 있다. 하지만 본 연구는 조류와 관련된 연구의 특성상 백로류의 종 수 및 종별 개체군의 변화요인으로서 서식지 주변 환경변화와의 관계를 서식지 주변의 잠재 먹이원의 변화를 근거로 추론할 수밖에 없다는 점에서 한계를 지니고 있으며, 향후 백로류 서식지 변화에 미치는 영향을 과학적으로 판단할 수 있는 근거를 제시할 수 있도록 주변 환경 변화 및 서식처에 대한 지속적인 모니터링이 필요한 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

- Ankley, G. T. · G. J. · Niemi, K. B. · Lodge, H. J. · Harris, D. L. · Beaver, D. E. · Tillit, T. R. · Schwarz, J. P. · Giesy, P. D. · Jones and C. Hagley. 1993. Uptake of planar polychlorinated biphenyls and 2, 3, 7, 8-substituted polychlorinated dibenzofurans and dibenzo-p-dioxins by birds nesting in the Lower River and Green Bay, Wisconsin, USA. Arch. Environ. Contam. and Toxi., 24: 324-344.
- Harris, L. D. 1984. The Fragmented forest: Island biogeography theory and the preservation of biotic diversity. University of Chicago press, Chicago.
- Hill, E. F. and D. J. Hoffman. 1984. Avian models for toxicity testing. J. American College of Toxicology, 115: 38-89.
- Hoffman, D. J. 1990. Embrotoxicity and teratogenicity of environmental contaminants to bird eggs. Review of Environmental Contamination of Toxicology, 115: 39-89.
- Kim, J. S. · Son, Y. H. Sin, J. H. · Lee, D. W. · Cho, J. C. and Richard B. Primack. 2000.

- A Primer of Conservation Biology. Science Books, Seoul. pp. 348.
- Kushlan, J. A. 1986. Responses of wading birds to seasonally fluctuating water level: strategies and their limits. *Colon. Waterbirds*, 9: 155-162.
- Kushlan, J. A. 1991 The Everglades. pp. 121-142, in(R. J. Livingston, ed.) *The rivers of Florida*. Springer-Verlag, New York.
- Kushlan, J. A. and Hafner. 2000. Heron conservation. Academic Press. pp. 480.
- Kushlan, J. A. and J. A. Hancock. 2005. The herons. Oxford University Press, New York. pp. 433.
- Lee, Y. K. · Kim, D. W. · Jang, B. S. · Yoo, S. H. · Kim, C. H. · Kang, J. H. · Kwon, I. K. · Ryu, J. E. · Suh, J. H. · Seo, M. H. and Park, J. Y. 2012. The Use of Feeding Habitats of Five Species of Herons during the Breeding Season in South Korea. *Kor. J. Orni*. Vol. 19(2): 141-149.
- Lower, W. R. and R. J. Kendall. 1990. Sentinel species and sentinel bioassay. pp. 309-331. In: *Biomarkers of Environmental Contamination*(J. F. McCarthy and I. R. Shugart, Eds) Boca Roton. FL, USA: Lewis Publ.
- McCauley, D. E. 1995. Effects of population dynamics on genetics in mosaic landscapes. "Mosaic landscapes and ecological processes" (eds. Hansson, L, L. Fahrig and G. Merriam). pp. 178-198. Chapman & Hall, London.
- Parnell, J. F. · D. G. Ainley · H. Biokpoel · B. Cain · T. W. Custer · J. L. Dusi · S. Kress · J. A. Kushlan · W. E. Southern · L. E. Stenzel and B. C. Thompson. 1988. Colonial Waterbird Management in North America. *Colon. Waterbird*, 11: 129-169.
- Park, C. Y. · Kim, W. Y. and Lee, D. P. 2009. Habit at types in the area of Muan, Chonnam National Rural Comparison of bird communities. *Kor. J. Orni*. 16(2): 81-92.
- Richter, B. D. · D. P. Braun, M. A. Mendelson and L. L. Master. 1996. Threats to imperiled freshwater fauna. *Conservation Biology*, 11: 1081-1093.
- Saunders, D. A. · R. J. · Hobbs and C. R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conserv. Biol.*, 5: 18-32.
- The Ornithological Society of Korea. 2009. List of birds in Korea. Hanrimwon Corporation. pp. 132.
- White, R. R. 1994. Urban environmental management: environmental change and urban design. John Wiley, Chichester. pp. 254.
- Wilcove, D. S. · C. H. · McLellan and A. P. Dobson. 1986. Habitat fragmentation in temperate zone. pp. 237-256.
- Wilson E. O. 1992. The diversity of life. Harvard University Press, Cambridge. pp. 424.
- Won, B. O. 1981. Illustrated flora and fauna Article 25 Animal Korea(bird life), Ministry of Education, SAMHWA Books Ltd.