

도시 내 묵논습지 생물서식 특성 및 관리방안*

- 북한산국립공원 울대습지를 대상으로 -

유소연¹⁾ · 허명진²⁾ · 한봉호³⁾ · 최진우⁴⁾

¹⁾ 국립산림과학원 · ²⁾ 서울시립대학교 대학원 조경학과 · ³⁾ 서울시립대학교 조경학과 · ⁴⁾ (재)환경생태연구재단

Habitat Characteristics and Management of Abandoned Rice Paddy Field Wetlands in Mountain*

- In Case of the Uldae Wetland in Bukhansan National Park -

Yoo, So-Yeon¹⁾ · Hur, Myung-Jin²⁾ · Han, Bong-Ho³⁾ · Choi, Jin-Woo⁴⁾

¹⁾ National Institute of Forest Science,

²⁾ Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, University of Seoul,

³⁾ Dept. of Landscape Architecture, University of Seoul,

⁴⁾ Environment Ecosystem Research Foundation.

ABSTRACT

The purpose of this study is to identify the ecological characteristics and biological interactions between species of the abandoned rice paddy field in mountainous areas and to suggest a management strategy for stable food chain formation and biodiversity enhancement. The study site is located in Uldae wetland of Songchu district Bukhansan National Park, site characteristics and biological habitat characteristics were identified through site survey and literature survey. With regard to physical environment, among geographical features, the Uldae Wetland and the neighborhood inside the basin was a gently sloping area(5~15°). And 64.0% of basin faced the north. With regard to water environment, the Uldae Wetland was wetland of rainfed paddy field depending on precipitation and the system of stream flowing into the wetland from valley. According to the results of examining flora in plant ecology, in general, they were herbaceous wetland species. 88.6% of existing plants inside the Uldae

* 본 논문은 유소연의 석사학위논문(2015) 일부를 수정·보완하여 발전시킨 것임.

First author : Yoo, So-yeon, National Institute of Forest Science, 57 Hoegiro, Dongdaemun Gu, Seoul, Korea 02455,
Tel : +82-2-961-2615, E-mail : soyun0122@korea.kr

Corresponding author : Hur, Myung-Jin, Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, University of Seoul, Seoul 02504, Korea,

Tel : +82-2-6490-5521, E-mail : jinjin0911@hanmail.net

Received : 11 May, 2018. **Revised** : 31 July, 2018. **Accepted** : 9 July, 2018.

Wetland basin was a forest in the mountain. And *Quercus* spp. community and *Pinus densiflora* community accounted for 64.6% of that, and was dominant. Except for that, *Salix koreensis* community was distributed. The existing vegetation of Uldae Wetland inhabited wetland species and terrestrialization indicator species, and it was thought that partial terrestrialization inside the Uldae Wetland was in progress after the discontinuation of paddy cultivation, such as the expansion of *Salix koreensis* distribution area. In the status of appearing faunae in the Uldae Wetland with regard to wildbirds of appearing principal species,

The Uldae wetland was based on a abandoned rice paddy field various wildlife, and was a wildlife feeding, spawning, and resting place. The water environment was an important factor in maintaining the wetland living creatures function, habitat of waterbirds and benthic macroinvertebrates, amphibians and odonate are spawning ground and habitat, it was affecting the vegetation ecosystem based on wetlands. In order to maintain the diversity of wildlife, it was important to maintain smooth water supply and water level. A stable food chain will be formed and the Uldae wetland biodiversity will be abundant by establishing the relationship between the species of Uldae wetland, which is abandoned rice paddy field, and the habitat environment favored by species belonging to the ecosystem stepwise linkage. The ecological characteristics of the Uldae wetlands and the relation between the species were analyzed and the environmental conditions were reflected in the planning and management plan of Uldae wetland ecology.

Key Words : *Habitat, Restoration, Target Species, Food Chain, Wetland Management*

I. 서 론

생물다양성이 풍부한 습지인 논은 제 10차 랍사르 총회에서 습지 생태계로 주목받게 되었고 특히 생물 서식처로서 중요성이 강조되어왔다. 그럼에도 불구하고 쌀 증산 정책 변화와 농촌인구 노령화, 낮은 경쟁력 등으로 인해 휴경지가 많이 늘어나고 있는 실정이며, 앞으로도 이러한 경향은 심화될 것으로 보여진다(Kang *et al.*, 2003). 논에서 경작이라는 인위적 행위가 중단됨에 따라 습지가 발생되어 새로운 생태계가 형성된 묵논습지는 생물다양성이 풍부한 야생 생물 서식처로서 가치가 높아 보존 및 복원해야 한다(Lee, 2006; Lee and Moon, 2011). 복원된 묵논은 습지생태계로서 생물다양성이 높아졌으며, 특히 양서류 서식처로서 높은 가치가 있고

(Han *et al.*, 2005) 향후 교육, 경관 등 측면에서 가치 있는 대상지이다. 또한 야생동물 휴식과 잠자리 제공 및 생물다양성 증진에 효과가 있고 (Francisco *et al.*, 2001) 홍수저장 및 조절, 교육 및 레크레이션 공간 등 생태계서비스 효과를 얻을 수 있다(Lee and Moon, 2011). 묵논습지는 사회적 변화로 인해 발생이 증가하고 있으며 기존 환경적인 조건만 유지된다면 야생동물의 훌륭한 서식처가 될 것이다. 산지 내 묵논 습지는 물새의 서식처이자 주변 산림에 서식하는 산새류 먹이와 물 공급처로서 중요한 기능을 한다. 습지에 출현하는 생물들은 서로 유기적인 관계를 지니고 있으며 습지가 서식처로서 역할을 유지하기 위해서는 각 생물이 필요로 하는 환경조건이 유지되어야 하고, 출현 종들 서식특성을 고려하여 관리방안을 수립하여야 한다.

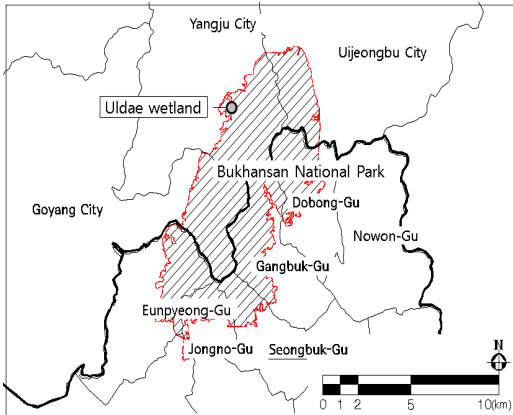


Figure 1. Location map of Uldae wetland in Bukhansan National Park

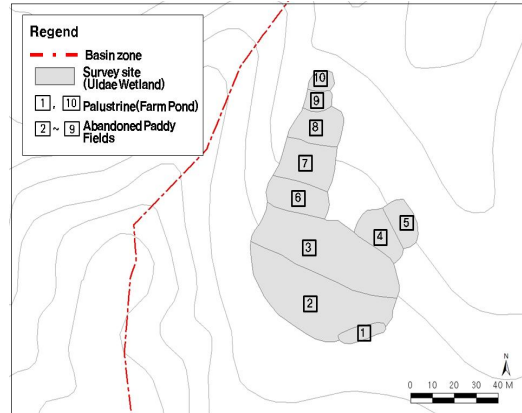


Figure 2. Floor plan of survey site (Uldae wetland)

북한산국립공원은 도심지와 인접한 국립공원이며, 산림과 계곡으로 이루어진 생태계이다. 계곡부 인접지역 저수지 및 소하천 인공시설 정비, 경계부 도시개발 등 인위적인 교란으로 공원 내 수생태계가 고립되어 국립공원 주변 수계와의 연결이 단절 또는 약화된 상태이었다. 공원 내 생물다양성증진을 위해서는 생태계 연결을 통한 수생태계 복원이 필요하였다. 이에 국립공원 관리공단에서 북한산국립공원 내 묵논에 습지 조성 및 복원사업을 실시하여 생물다양성증진을 도모하였다(Korea National Park Service, 2013a).

본 연구의 목적은 북한산국립공원 울대습지 내 생물서식특성을 종합하고 울대습지 조성 및 관리내용을 검토하여 생물다양성 증진을 위한 관리방안을 제안하기 위함이다. 습지 내 다양한 분류군 생물종 출현을 위해서는 출현종들의 생육특성을 파악하고 해당 서식종들이 선호하는 서식환경을 관리할 필요가 있다. 이에 최소 유역권 내 생물서식환경 특성과 종간 관계를 파악한 후 생태적 조성 및 관리방안을 제시함으로써 안정된 먹이사슬 형성과 생물다양성 증진 및 생태교육 장으로 활용 될 수 있도록 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상지

연구대상지인 울대습지는 북한산국립공원 내 자연환경지구이며 송추지구에 위치하고, 도시공원 성격을 가지고 있는 자연공원이다. 울대습지는 습지가 형성되기 어려운 환경조건을 가진 북한산국립공원 내에 위치하고 있어 특히 생태적 가치가 높다. 이에 북한산국립공원에서는 핵심 지역보전사업 일환으로 울대습지 보전관리와 공원자원 지속성 확보 및 생물서식지 안정화를 위해 2011년까지 벼농사를 지었던 사유지를 매입하여 울대습지 보전을 위한 기본계획을 수립하였다(Korea National Park Service, 2013ab). 연구대상지인 울대리 묵논 습지는 산림으로 위요된 공간이 형성되어 있고, 일대 야생동물 서식공간으로써 중요한 역할을 하는 곳이다. 울대습지는 과거 산지 내 방치된 묵논으로 둠병 2개소와 계단식 논 8개소로 구성되어 있고, 습지면적은 4,520m²이다. 둠병은 농업용수 확보 목적으로 조성된 것으로 습지 상·하부에 위치하였다. 논이었던 울대습지는 현재 기존 계단식 논을 그대로 활용하여 자연형 습지로 조성하여 관리중에 있다. 습지 양측으로 여성봉과 오봉으로 향

하는 탐방로가 조성되어 탐방객들의 접근이 용이하고 습지 북측으로 오봉탐방지원센터가 위치하여 탐방객 이용이 잦은 곳이다.

2. 조사분석방법

1) 물리적 환경

생물종 출현에 영향을 미치는 물리적 환경 중 지형과 수환경을 분석하였다. 지형은 표고, 경사, 향을 분석하였고, 수치지형도 1/5,000을 토대로 Arc Gis10.1 프로그램을 이용하였으며, 유역권 대상지를 포함하였다. 수계 및 유역권분석은 Arc GIS 10.1 프로그램을 활용하여 유역경계 및 수계분석을 실시하였다. 대상지 유역권은 지형분석 시 최종 생성되는 DEM(Digital Elevation Model)으로부터 유역경계를 추출하는 과정에서 지표수의 흐름방향과 누적흐름을 계산하여 유출구에 영향을 미치는 지역을 결정하고 각 유출구에 영향을 미치는 지역을 역추적하여 최종 추출하였다. 수계는 추출된 수계를 기반으로 현장 조사를 통해 대상지 내로 유입되는 주변 산림과 계곡 수계 등을 조사하여 파악 및 보완하였다. 수질은 휴대용 수질측정기(AS-218 Ph Meter)로 측정하였고, 수심 및 수질은 봄철, 여름철 총 2회 현장조사를 실시하였다.

2) 생태적 특성

식물생태는 2013년 6월, 8월 총 2회 식물상과 현존식생을 조사하였다. 식물동정은 ‘대한식물도감’(Lee, 1980), ‘한국의 나무’(Kim and Kim, 2011)를 활용하였으며 귀화식물은 ‘한국귀화식물원색도감’(Park, 1995)을 참고로 하였다. 현존식생 이용과 식생상관(Vegetational physiognomy)을 바탕으로 식생이 분포하지 않는 지역은 토지이용유형을, 식생이 분포하는 지역은 교목층, 관목층, 초본층 우점종의 식생상관에 의하여 유형을 구분하고 도면화 하였다. 현존식생 유형 분류기준은 ‘산림 비오톱 위계별 분류지표 및 분류 Key체계’(Cheoi, 2009)를 참고하였다.

동물생태 중 야생조류는 2013년 봄(3월), 여름(6월), 가을(11월), 겨울(1월) 계절별 조사를 실시하였고, ‘야외원색도감 한국의 새’(Lee *et al.*, 2000)를 참고로 하여 종 확인 및 서식특성을 고찰하였다. 양서류는 산란기인 봄철(3월)과 활동하는 여름(6월, 8월) 총 3차례 현장조사를 실시하였고, 잠자리목은 2013년 6월과 8월 조사하였다. 조사방법은 유역권 및 세부연구대상지 내 논둑, 습지를 따라 이동하면서 발견하는 종들에 대해 기록하였다. 지표곤충 중 잠자리목은 수환경 고차 소비자로서 가치가 높기 때문에 지표곤충으로 선정하였다. 잠자리는 수역 내 넓은 영역에서 활동하여 쉽게 관찰되고, 서식환경의 비오톱 특징을 잘 나타낸다. 이러한 이유로 잠자리는 환경모니터링 대상으로 적합하다(Whittaker *et al.*, 1973). 현장에서 동정이 불가능한 종들은 사진촬영 후 실내에서 ‘한국의 잠자리 생태도감’(Jeong, 2007) 및 ‘한국의 잠자리’(Jeong, 2012)를 참고로 동정하였다. 저서성대형무척추 동물은 여름철 조사를 실시하였고 정량채집과 정성채집을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 울대습지 야생생물 서식특성

1) 물리적 환경

울대습지는 산림경사지에 둘러싸인 남고북저형이고, 대상지의 39.6%가 완경사지로 물이 고였다가 천천히 빠져나가는 형태이었다. 이러한 특성에 과거 계단식 논으로 활용되었을 것이나 유역권 64%가 북향으로 일조량이 부족하여 농사유지가 어려운 것으로 보였다. 습지는 계단식 논과 둠병(농업용 저수지)으로 구성되고, 빗물과 인근 계곡 유입수가 습지 수원이 되고 있었다. 계곡 유입수가 흘러들어 상부에 둠병을 만들고, 계단식 논 습지를 거쳐 흘러간 계곡수가 모여 습지 하부에 또 다른 둠병을 형성하고 있었다. 묵논습지는 물이 항상 고여 있는 상태라

Table 1. Physical environment of Uldae Wetland

Categories	Contents
Elevation	·Site altitude of 155 ~ 175m ·South high north low type
Slope	·Uldae Wetland is slow slope ·Forest land slopes around wetlands
facing	·Northward 64%, South 7.3% in basin zone
Water environment	·Farm pond serves as a water supply source ·pH 6.10~7.13, water depth varies

기보다 물을 머금고 있어 대체로 습윤한 상태이었으며, 일부지역에서 건조화 현상이 관찰되었다. 수심, pH를 측정 및 분석한 결과 다양한 수심을 유지하고 있었고, pH 6.10~7.13으로 측정되어 양서류 및 잠자리목 등 다양한 습지생물들이 서식 및 산란 가능한 환경으로 판단되었다.

2) 식물생태

(1) 식물상

울대습지와 유역권 내 식생분포 특성을 파악하기 위하여 유역권 내 식물상 및 현존식생을 조사하였다. 식물상 조사결과 대체로 습윤지성 토양이나 적윤지성 토양에서 생육하는 종이 관찰되었으며 대표종으로 부들, 긴혹삼릉, 가래, 버드나무 등이 관찰되었고 습지 일부지역에서 창포가 관찰되었다. 논 관리대상종인 물피, 돌피, 나도겨풀 등이 출현하였고 목논습지 초기식생으로 고마리, 사마귀풀, 골풀 등이 확인되었다. 또한 귀화종인 개망초, 망초, 미국가막사리, 미국쭈부쟁이 등이 이입하여 지속적인 관리가 요구되었다. 목논 식생천이 단계는 딱새풀→사마귀풀→골풀→갯버들→오리나무/버드나무(Lee et al., 1998; Shin, 2007)이었는데, 습지 내 딱새풀과 골풀, 사마귀풀 관찰로 울대습지는 현재 천이에 의한 육상화가 진행 중인 것으로 판단되었다. 또한 습지 내 수위가 낮아지거나 일정 수위를 유지하지 못하는 경우에는 버드나무가 활발한 생육을 통해 확산되고 육상화가 진행될 것(City of Seoul, 2006)이므로 지속적인 수위조절 관리가 필요하였다.

(2) 현존식생

울대습지 유역권 내 현존식생 유형은 산림, 세부 대상지인 울대습지, 초지 및 수역, 시가화 지역으로 구분되었고 산림유형이 가장 넓게 분포하였다. 목논습지는 산림으로 둘러싸인 공간이었고, 울대습지 서측산림에는 훼손된 일본잎갈나무림이 있고 동측에는 탐방로가 인접하고 있었다. 산림에는 참나무 혼효림이 우점하고 있었는데 참나무류는 야생조류에 등지와 열매 제공에 유리하였다. 울대습지는 습지를 둘러싸고 있는 산림으로 인해 야생동물 서식처 및 휴식처로 적합하였다.

목논습지인 울대습지 현존식생 조사결과 초지 및 수역으로 습윤지역, 건조지역, 수역으로 구분되었다. 습윤지역이 가장 넓은 면적을 차지하였고, 돌피-나도겨풀군락이 우점하였으며, 습윤지역에 생육하는 종들과 습지 육상화 진행 지표종인 딱새풀, 사마귀풀, 골풀, 버드나무 등이 출현하였다. 건조지역에서는 쭈-딱새풀 군락, 망초 등을 확인하였고 습지 내부에 버드나무 치수 분포면적이 확대되고 있음을 관찰하였다. 습지 동측 탐방로 주변에도 버드나무가 생육하고 있었고 그 하부는 건조초지로 여름철에 외래종인 망초가 출현하였다. 해당 지역은 산림 주변부에 위치한 과거 울대습지 논 경작지 일부로 경작 중단 이후 건조 및 육상화 된 것으로 판단되었다.

3) 동물생태

(1) 야생조류

계절별 출현조사 결과 봄철에는 총 9과 10종으로 오리과 흰뺨검둥오리가 우점하였다. 물가와 수면에서 체이하는 종들이 출현하였는데, 물가에는 천연기념물 원앙과 노랑할미새, 수면에는 흰뺨검둥오리가 관찰되었으며, 딱다구리류도 2종 출현하였다. 계곡부에 위치한 울대습지는 산림훼손지 및 참나무류가 우점한 교목층으로 둘러싸여 있어 원앙이 등지를 틀고 체이하기에 적합한 곳이었다.

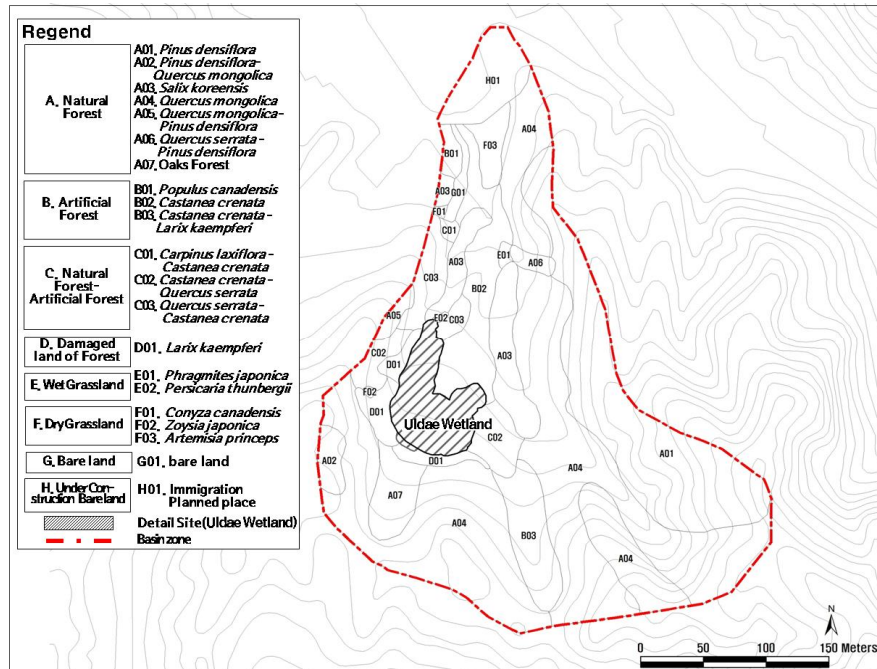


Figure 3. Existing plants of basin zone in Uldae wetland

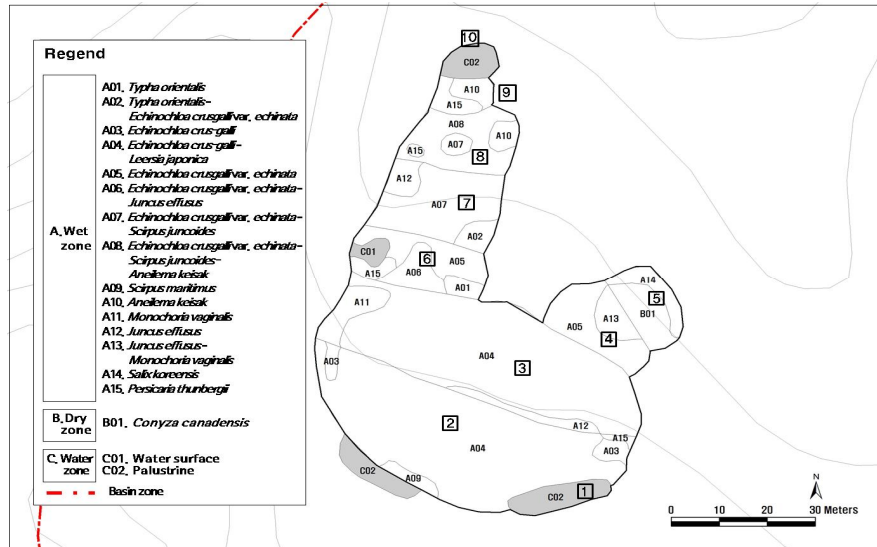


Figure 4. Existing plants in Uldae wetland

여름철에는 총 18과 23종으로 흰뺨검둥오리, 피꼬리가 우점종이었고 까치, 새홀리기, 중대백로, 뺨꾸기 등이 다수 출현하였다. 주요 종으로는 맹금류 3종, 딱다구리류 3종, 백로류 3종 등

이 파악되었다. 특히 백로과 조류들은 산림 주변부 훼손지인 일본잎갈나무 상부에서 휴식하거나 습지내부에서 채이 및 휴식을 취하였다. 맹금류는 대상지 내 출현하는 양서류나 소형 조

류를 사냥하거나 휴식하는 모습이 관찰되었다.

가을철에는 비교적 종다양성이 떨어졌고 총 6과 8종이 관찰되었다. 우점종은 쇠박새이었으며, 그 외에 직박구리 및 오목눈이가 다수 관찰되었다. 가을철은 산림성 조류가 다수 관찰되는 시기이며, 여름철새가 떠나는 시기라 다른 계절에 비해 상대적으로 종수나 개체수가 낮게 관찰되었다. 주요종으로는 청딱다구리가 출현하였으며, 대체로 산림 주변부에서 출현하는 소형조류들이 출현하였다. 또한 물새 및 맹금류가 관찰되지 않았는데 이는 먹이원인 양서류, 잠자리목, 수서곤충의 출현과 관련이 있는 것으로 보였다.

겨울철에는 총 7과 9종으로 쇠박새가 우점하였으며 말뚝가리, 쇠딱다구리 등이 함께 관찰되었다. 가을철과 마찬가지로 물새류는 관찰되지 않았고, 말뚝가리는 습지 공중에서 낮게 나는 등 인근에서 사냥과 휴식을 하고 있었다. 대체로 습지 주변부 관목림에서 박새류나 노랑지빠귀, 노랑턱멧새 등이 출현하였다.

계절적 변화를 살펴보면 봄·여름은 수량이 풍부하여 야생조류가 다수 출현하였다. 가을·겨울에는 울대습지가 갈수기로 인해 건조하여 생물다양성이 떨어진 것으로 보인다. 본 대상지는 야생조류의 은신처, 휴식처 기능을 하고 있으며, 먹이가 풍부해 생물다양성이 높은 습지로 판단되었다. 또 시야가 트인 공간으로 맹금류가 선호하는 사냥터이었다. 그러나 습지가 사계절 내 유량 확보가 어려워 상대적으로 가을철과 겨울철에 야생조류 종다양성이 낮았다.

(2) 양서류

봄철 양서류 출현현황은 2종으로 북방산개구리 알 18덩어리와 한국산개구리 성체 3마리, 알 380덩어리가 발견되었는데 대체로 수심이 평균 10cm 정도인 소규모 습지 2번, 3번, 7번, 8번에서 집중되어 출현하였다. 북방산개구리, 한국산개구리 등은 산란 시 10cm 이하 수심을 선호하는 특성이 있어(Shim, 2001) 논 내부에서 알덩

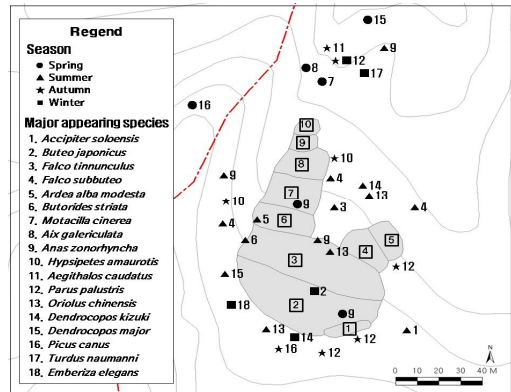


Figure 5. Seasonal wildbirds appearing status in Uldae wetland

이가 발견된 것으로 확인되었고, 한국산개구리는 주변부 평평한 논경작지나 얇은 산지 습지에 서식하며 동면은 물 속, 논둑, 수변에서 하는 특성이 있다(Lee et al., 2011). 여름철 양서류는 울대습지 내 소규모 습지 1번, 2번, 3번, 6번에서 출현하였으며 관찰된 종은 2종으로 참개구리 성체 42마리, 청개구리 3마리를 발견하였다. 낮은 산 농경지나 하천 산지계곡에서 나타나는 청개구리는 울대습지 소규모 습지 1번 수변에서 관찰되었다.

서식환경에 따라 관찰되는 종에 차이가 있었는데, 산간 계곡부에서 서식하는 북방산 개구리와 산림 주변부 경작지에서 관찰되는 한국산개구리, 논에서 주로 생활하는 참개구리, 청개구리가 있었다. 출현 종들은 산지와 경작지 일대에서 서식하고 동면하는 특성이 있어 산지에 위치하면서 경작지 환경특성을 지니고 있는 울대습지를 서식처로 활용하기에 적합하였다. 양서류 서식환경은 물이 있고 대체로 습윤해야 하므로 수원을 확보 하여야 할 것이다.

(3) 잠자리목

잠자리목 출현현황 조사결과 봄철 3과 11종으로 우점종은 아시아실잠자리이었고 주요종으로 밀잠자리, 참실잠자리 등이 출현하였다. 여름철 잠자리목은 6과 19종으로 밀잠자리가 우점하고

Table 2. wildlife appearing status in Uldae wetland

Categories	Major appearing species
Wildbirds	·Spring: Aix galericulata, Anas poecilorhyncha etc. ·Summer: Accipiter soloensis, Falco tinnunculus, Falco subbuteo, Butorides striata etc. ·Autumn: Picus canus, Poecile palustris etc. ·Winter: Buteo japonicus, Dendrocopos kizuki etc.
Amphibian	·Spring: Rana dybowskii Gunther, Rana coreana Okada (Average water depth of about 10cm) ·Summer: Pelophylax nigromaculatus, Hyla japonica(Average water depth of 40~100cm)
Odonata	·Spring: dominant species - Ischnura asiatica Anax nigrofasciatus, Ceriagrion melanurum, Paracercion sieboldii appeared ·Summer: dominant species - Orthetrum albistylum speciosum Anisogomphus maacki, Anax parthenope, Paracercion sieboldii appeared
Benthic macroinvertebrate	·Total of 35 species belonging to 24 families appeared

있었으며, 노란실잠자리, 고추잠자리 등이 다수 관찰되었다. 산지 내 습지에 출현하는 먹줄왕잠자리, 마이키늪범잠자리, 왕등줄실잠자리, 휴경논에 출현하는 황등색실잠자리, 참실잠자리, 노란실잠자리 등이 출현하였다.

출현한 종에서 실잠자리류는 묵논 습지에서 서식하는 종들로 대체로 유충시기에 저지대의 수생식물이 풍부한 소규모 습지에서 생활한다. 잠자리의 출현은 산란형태와 산란소재가 영향을 끼치는데(Kim *et al.*, 2009), 산란에 선호하는 갈대, 창포, 부들 등에 좌우할 것으로 판단되었다. 이러한 출현특성을 보아 대상지는 산지습지, 묵논습지, 웅덩이 등 수생식물이 풍부한 환경으로 다양한 잠자리 서식이 가능할 것이다.

(4) 저서성대형무척추동물

저서성대형무척추동물은 잠자리목 출현현황 파악과 야생조류 및 잠자리목 유충의 먹이로서 안정적인 생태계를 구성하고 있는지 살펴보기 위해 조사하였다. 저서성대형무척추동물 조사결과 총 2문 4강 11목 24강 35종이 조사되었다. 상부 덩비는 7종 38개체, 습지 중부는 25종 701개체, 하부 덩비는 14종 39개체가 출현하였으며, 특히 습지 중부가 생물종 다양성이 높은 것으로 조사되었다. 잠자리목 유충은 5과 9종으로 모두 습지 중부에서 발견되었다. 습지중부는 퇴

적물이 많고 수심이 얕아 잠자리유충의 선호환경으로 보였다. 출현종으로는 노란실잠자리, 좀청실잠자리, 가시늪범잠자리, 먹줄왕잠자리, 왕잠자리 등이 관찰되었다. 밀잠자리 유충이 우점한 현황은 밀잠자리 성충 우점현황과 일치하는 등 잠자리목 조사결과와 일치하였다.

2. 울대습지 생태계 특성 및 관리방안

1) 울대습지 생태계 관계 특성

울대습지는 묵논을 기반으로 다양한 생물들이 서식하고 있었고, 식물생태계, 동물생태계, 물리적 환경이 어우러져 있었으며, 야생동물들의 먹이, 산란처, 휴식처가 되고 있었다. 습지 유지 및 생물다양성 증진을 위해 외부영양요소와 종간 관계를 파악 하였다. 식물생태계는 울대습지 생태계에서 1차 소비자인 저서성 대형무척추동물의 먹이자원이 되며, 저서성 대형무척추동물은 잠자리류, 양서류, 오리류의 먹이가 되었다. 잠자리류는 산림성 소형조류와 딱다구리, 양서류의 먹이이며, 양서류는 먹이원으로서 백로류와 멧금류가 선호하였다. 또한 양서류가 알이나 유생 상태에서는 저서성대형무척추동물의 먹이가 되었으며 성체의 경우에는 반대로 저서성대형무척추동물을 먹이원으로 하였다. 야생조류는 체이길드 별 먹이에 차이가 있었는데, 오리류에서 흰뺨검둥오리는 습지를 기반으로 서

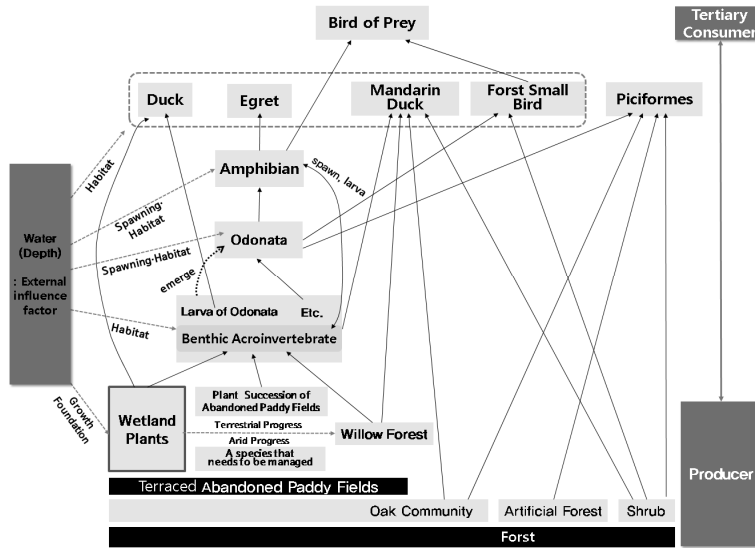


Figure 6. Ecosystem relationships of abandoned rice paddy field wetlands in mountain

식하는 종으로 저서성 대형무척추동물과 습지 식생의 뿌리 등을 먹이로 하였다. 산림에 등지를 트는 원양은 참나무류 열매를 주 먹이로 하고 그 외 열매 및 씨앗, 저서성대형무척추동물을 섭취하였다. 습지의 영향이 비교적 적은 산림성 소형 조류는 울대습지를 물 공급처로 활용하고 있었으며, 판목림 등 기타 식생들에서 먹이를 구하고 있었다. 딱따구리도 마찬가지로 먹이원으로 참나무류와 산림식생을 활용하였다. 울대습지 내 상위포식자인 맹금류는 양서류와 소형조류를 먹이로 하였다. 봄·여름철 출현한 야생조류는 양서류를 먹이로 하는 물새 및 맹금류가 출현하였는데, 갈수기인 가을·겨울철에는 양서류 출현 저조로 물새를 관찰하기 어려웠던 점이 있었다. 이를 보아 물리적 환경요소는 야생동물 출현 및 서식과 밀접한 관계를 가지고 있었다. 수환경은 물새와 저서성 대형무척추동물의 서식처, 양서류와 잠자리류의 산란 및 서식처가 되며, 습지의 기반인 식물생태계에 영향을 미친다.

2) 산지 내 묵논습지 생태적 조성 및 관리방안

(1) 관리구역 재설정

관리구역 재설정에는 기존 울대습지 보전사업 당시 설정된 관리구역(Korea National Park Service, 2013b)과 야생동물 출현특성 및 위협요인을 종합적으로 검토하여 설정하였다. 또한 유역권적인 관점의 관리구역을 설정하여 충분한 완충지역을 확보하고 야생동물의 안정적인 서식처로서 기능하는데 기반이 될 것으로 판단하였다. 소규모 습지 10개소와 상부 둥병, 훼손지, 판목림 등을 포함하였고, 상부둥병은 습지 11번으로 번호를 부여하였다. 관리구역 공간구분은 기존과 마찬가지로 생물권보전지역(UNESCO MAB) 모형에 따라 핵심, 완충, 전이지역 3개 공간으로 구분하였다. 핵심지역은 습지 기능 유지와 야생동물 서식공간 보호를 주요기능으로 하였고 재설정 기준은 둥병 및 수계보호, 주요 생물종 서식처 보존으로 하였다. 완충지역은 핵심지역과 전이지역 사이에 위치하여, 핵심지역 및 수계보호 기능과 탐방 프로그램 운영에 의해 발생하는 영향을 핵심지역에 최소화 하도록 하였다. 전이지역은 탐방객의 프로그램 운영을 위해 소규모

습지와 접근이 용이해야 할 것이며, 핵심지역과 떨어진 지역을 선택하였다.

기존 핵심지역은 습지 1, 2, 8, 9, 10, 11번과 수로가 해당되었으며, 크게 상부와 하부습지 지역으로 구분되었다. 상부 습지지역은 대체로 수원이 확보되었고 습윤한 상태를 유지하고 있었다. 소규모 습지 1은 울대습지 내 가장 상부에 위치하며 수원이 확보되는 둠병으로 보존가치가 높았다. 소규모 습지 2는 울대습지 내에서 가장 넓은 대상지이며, 유입수가 모이는 둠병과 가장 인접한 대상지이다. 또한 물새인 원앙과 흰뺨검둥오리가 자주 출현하는 지역이며 잠자리목 중 먹줄왕잠자리가 관찰되었던 지역이었다. 소규모 습지 3번은 흰뺨검둥오리, 백로류 등 물새의 휴식 및 채이 활동이 자주 관찰되고, 양서류가 산란을 하는 지역으로 보존할 필요가 있었다. 하부 핵심지역(습지 8~10)은 울대습지 초입에 위치하고 완충공간이 없어 탐방객에 의한 교란 및 훼손이 우려되었다. 이 중 습지 8, 9번은 다른 분류군보다 잠자리목의 출현이 높아 탐방객들의 관찰프로그램 운영이 적절하여 관찰을 위한 전이지역에 더 적합하였다. 습지 10번은 수심이 깊으며, 식생이 없고 나무그늘에 가리고 있어 야생동물이 관찰되지 않았다. 또한 탐방객들을 위한 텃밭이 조성되어 해당 습지의 훼손 및 교란이 우려되었으며, 핵심지역으로서 적합하지 않다고 판단되었다. 재설정된 핵심지역은 물새의 먹이터 및 휴식공간으로 활용되고, 양서류 산란공간을 중심으로 설정하였으며 습지 1, 2, 3, 11번과 수로가 해당하였다.

기존 완충지역은 습지 3, 4, 5, 7을 설정하였는데 이중 습지 4, 5번은 충분한 물 공급이 되지 않아 일부 건조한 상태이었고 식생관리가 필요하였다. 해당지역은 건조화로 외래식물 이입 및 버드나무 치수들이 생육하여 육상화가 우려되었다. 기존 계획을 유지하여 경관습지로 조성하면서, 탐방로와 인접하고 있어 관목 등의 보식을 통해 완충기능을 강화할 필요가 있었다. 또

한 4, 5번 습지와 6번 습지 사이에 위치한 관목림은 현재 조성된 조류관찰대 및 시설물을 은폐하여 야생동물 서식에 영향을 저감시키고, 야생조류 먹이처로 활용 가능하였다. 습지 7번은 야생생물의 낮은 출현으로 완충지역으로 적합하였다. 그리고 습지 3번은 물새의 휴식 및 채이활동이 자주 관찰되어 보존이 필요하다고 판단하여 핵심지역으로 재설정하였다. 재설정된 완충지역은 습지 4, 5, 6, 7번, 훼손지, 유역권 내 산림으로 맹금류 및 백로과 조류의 휴식이 관찰되는 지역과 핵심지역 주변 완충 역할을 할 수 있는 대상지를 선정하였다.

전이지역은 기존에 소규모 습지 6번을 설정하여 최소 이용을 계획하였으나, 이는 야생조류가 다수 출현하는 3번 습지와 가까워 6번 습지는 완충지역으로 추가설정이 필요하였다. 또한 습윤지성 초본이 다수 생육하고 있었으며, 양서류 및 잠자리목이 출현하여 완충지역으로 더 적합하였다. 소규모 습지 7, 8번 일부지역에서 양서류 및 잠자리목이 관찰되었고, 딱다구리류가 출현하였으며 소규모 습지 9번 또한 골풀과 고마리가 생육하고 있었지만 전반적으로 야생동물 출현이 저조하였다. 소규모 습지 10번은 울대습지 입구에 위치하였으며, 신규 텃밭 조성으로 완충이나 핵심지역에 적합하지 않다고 판단되었다. 재설정된 전이지역으로는 습지 8, 9, 10으로 주변에 충분한 완충지역을 설정하였으며, 울대습지 초입 및 하부에 위치하여 핵심지역에 미치는 영향을 최소화하도록 하였다.

(2) 향후 관리방안

울대습지 관리방안으로 첫 번째, 수환경 관련 문제 해결과 생물다양성 증진을 위해 농경작 유지를 제안하였다. 대상지는 2011년까지 농경작을 유지하고 있었지만 그 이후 묵논이 되면서 하부 습지위주로 육상화가 진행되고 있었다. 농경작을 지속하면 수위유지 뿐 아니라 생태체험 프로그램 등으로 활용 가능할 것이다. 수환경

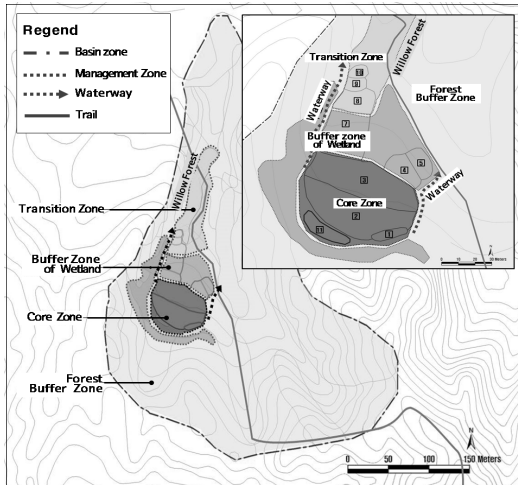


Figure 7. Management zone resetting concept plans of Uldae wetland in Bukhansan National Park

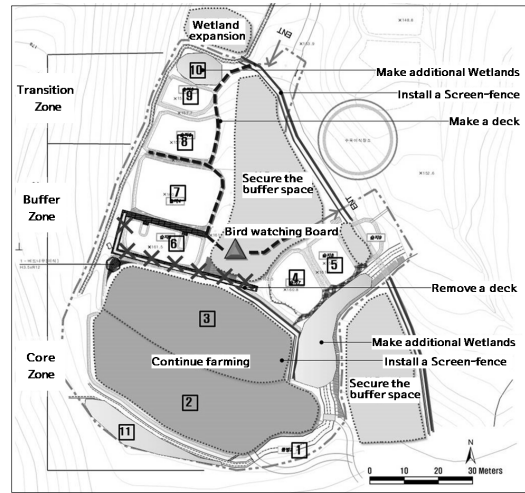


Figure 8. Management creation plans of Uldae wetland in Bukhansan National Park

을 구성하고 있는 논은 잠자리목, 양서류, 저서성대형무척추동물 등의 출현이 높은 공간이다. 이를 먹이로 하는 백로과 조류와 일부 맹금류가 출현할 것이며, 수확 후에는 벼짚이나 낱곡들이 겨울철새와 멧새과, 오목눈이과, 박새과 등의 소형조류 먹이가 될 것이다. 또한 겨울철 무논은 물새들의 휴식공간으로서도 중요한 논습지이다.

두 번째, 습지지역 확대를 제안하였다. 대상지 일부 건조화 현상은 충분하지 못한 수원과 유입수에 비해 빠른 유출수의 속도로 판단되었다. 습지 조성은 크게 세 군데로, 울대습지 상부 소규모 습지 1번 및 일대, 대상지 동측에 독립적으로 위치한 소규모 습지 4, 5번 주변과 대상지 하부에 위치한 소규모 습지 10번과 일대를 선정하였다. 소규모 습지 1번과 일대 수로는 수원확보를 위해 규모를 확대 하도록 하였다. 상부 습지의 수원이 확보됨으로써 그 수원이 하부 습지로 흘러들어가 전체적으로 습지 수원유지가 가능할 것이다. 소규모 습지 4, 5번 동측에는 송추계곡으로 흘러나가는 급경사지의 물길이 있었는데, 이 급경사지에 습지를 조성하여 물이 머무는 시간을 늘려 울대습지를 습윤하게 하고 수면면적을 증가시킬 계획이다. 습지 10번은 대상지 입구에 위치하여 있는 특성상 탐방객들의 흥미

유도 하는 역할이 필요하였고 또한 생물다양성 증진을 위해 개선할 필요가 있었다.

세 번째, 식생관리로 버드나무림 확장 제한 및 외래종 제거관리를 제안하였다. 대상지 동측과 북측은 경작 중단 후 방치되어 현재 버드나무림으로 천이된 것으로 보였다. 또한 울대습지 내 버드나무 치수가 일부 관찰되었는데 식생 제거 또는 수환경 관리를 실시하지 않으면 버드나무림으로 천이될 것으로 예측되었다.

네 번째, 완충지역 확보는 울대습지 관리의 궁극적 목표인 생물다양성 증진과 안정적인 서식처 조성을 위해 필요하였다. 울대습지 경계부 완충지역에는 탐방로와 대상지를 구분하고 보호하는 가림막 설치와 교목 및 관목을 식재하여 야생생물에 영향을 저감키도록 하였다.

다섯 번째, 시설물축소방안은 시설물들을 최대한 지양하고 울대습지에 어울리는 규모나 형태의 시설물을 설치하도록 하였다.

여섯 번째, 모니터링은 가장 기초적이면서 중요하였는데, 관리방안을 수립하기 위해서는 모니터링 자료를 바탕으로 문제점을 도출하고 개선방안을 제시 하여야 한다. 모니터링 항목으로는 지형의 변화, 수문학적 특성, 식물의 변화 (Hong *et al.*, 2005), 습지환경에 서식하는 야생

생물을 대상(Admiral *et al.*, 1997)으로 하여야 하고 본 연구대상지는 습지인 특성상 유역권 차원의 관리가 필요하였다.

IV. 결 론

본 연구는 묵논습지인 북한산국립공원 울대습지의 물리적 환경, 생태적 특성 및 출현 생물종 간 유기적 관계특성을 파악하고 북한산국립공원 도봉사무소에서 실시한 울대습지 보전사업 내용을 검토하여 생물다양성 증진을 위한 생태적 조성 및 관리방안을 제시하고자 하였다. 산지 내 묵논습지 출현 예상종들 출현에 영향을 미치는 환경조건에 대해 파악하였는데, 야생조류는 먹이, 번식·취식장소, 은신처 유무에 따라 출현종에 차이가 있었으며, 양서류는 대체로 수위, 경사, 습지면적, 개방수면 등 환경조건에 영향을 받았다. 특히 습지 주변 환경에 따라 출현종 차이가 있었다. 잠자리목 서식환경 조건은 물 흐름, 수생식물, 개방수면, 수심, pH, 산란소재 등이 있었다. 이러한 환경조건들은 울대습지 생태적 조성방안 및 관리방안 계획 시 반영하였다. 울대습지는 산림으로 둘러싸여있으며, 인근 산림은 참나무류림과 소나무림이 우점하였고, 과거 경작지이었던 동측과 북측에는 버드나무림이 생육하고 있었다. 습지 내 생육하는 습윤지성 초종들 중 꼴풀, 부들, 창포, 흑삼릉, 고마리, 쇠뜨기, 통발, 사마귀풀은 양서류 및 잠자리목이 선호하는 식생들이었다. 울대습지는 산지 내 묵논습지로 다양한 분류군이 출현하였는데, 대상지 특성상 산새들이 우점하였으며, 물새류 중 백로과 조류와 일부 맹금류 등은 울대습지 내 높은 양서류의 출현과 관련이 있었다.

울대습지 생태적 조성방안으로 2013년 수립된 울대습지 보전사업(Korea National Park Service, 2013b) 내용을 검토하여 관리구역을 재설정하고 관리방안을 제시하였다. 관리구역은 기존 보전사업과 마찬가지로 핵심, 완충, 전이지역 3공

간으로 구분하였다. 산지 내 묵논습지인 울대습지를 안정적인 야생동물 서식처로 조성하기 위해서는 물리적 특성과 출현생물종간 관계특성 및 분류군별 모니터링을 통한 관리가 필요할 것이다. 현재 울대습지는 건조화 및 천이가 진행되어 가을·겨울철에는 야생동물 출현이 현저히 감소되었다. 생물다양성 증진을 위해 대상지 습지기능 유지가 중요한 사항이었으며, 이를 위해 지속적인 물 공급과 일정 수위 유지가 필요하였다. 울대습지 생태계 단계별 연결고리에 해당하는 종들이 선호하는 서식환경을 조성함으로써 안정된 먹이사슬이 형성되고 울대습지 출현 야생생물 생물다양성이 풍부해질 것이다. 향후 국내 산지 내 묵논습지 비율은 점점 증가될 것으로 전망이 되는데, 묵논습지는 생물다양성이 높은 대상지로서 체계적인 습지 조성계획 및 관리가 필요할 것이다.

References

- Admiral, A. N. 1997. Illinois Wetland Restoration and Creation Guide. Illinois Natural History Survey special publication 19, 188pp.
- City of Seoul. 2006. Observation and Management Countermeasures of Ecological Change in Jingwannae-dong Ecological and Landscape Conservation Area in Seoul(Third year). City of Seoul, 114p (In Korean)
- Cheoi JW. 2009. Development of Classification and Evaluation Process of Biotope Type by Suitable Regional Characteristics in Seoul Metropolitan Area. Ph.D. Thesis of Graduate School, University of Seoul, 306p (In Korean)
- Francisco, C., R. Jose, H. Oliver and M. Margarita. 2001. Restoration of Wetlands from Abandoned Rice Fields for Nutrient Removal and

- Biological Community and Landscape Diversity. *Restoration Ecology* 9(2) : 201-208.
- Han BH · Kim JY · Bae JH and Kim DW. 2005. A Study on Ecosystem Restoration of Unused Rice Field in Sinbong-Neighborhood Park Yong-in City. *Conference Papers of Korean Society of Environment and Ecology* 2005(2) : 153-156 (In Korean)
- Hong SK · Kang HJ · Kim ES · Kim CH · Lee EJ · Lee JC · Lee JS · Lim BS · Jeong YS and Jeong HI. 2005. *Ecological Restoration Engineering*. Life Science, 174p (In Korean)
- Jeong KS. 2007. *Odonata of Korea*. Ilkongyook-sa, 512p (In Korean)
- Jeong KS. 2012. *The Dragonflies and Damselflies of Korea*. Econature, 272p (In Korean)
- Kang BH · Sim SI and Ma KH. 2003. Floristic Composition of Plant Community in Set-aside Fields with Regard to Seral Stages. *Korean Journal of Environmental Agriculture* 22(1) : 53-59. (In Korean)
- Kim GS · Han BH and Cheoi JW. 2009. A Study on the Characteristics of Odonata According to Wetland Structure in the City. *Spring Conference Papers of Korean Society of Environment and Ecology* 2009(3) : 108-110. (In Korean)
- Kim JS and Kim TY. 2011. *Woody Plants of Korea Peninsula*. Dolbegae, 688p (In Korean)
- Korea National Park Service. 2013a. *The 1st Preservation and Management Plan of in Bukhansan National Park (2013-2022)*. Korea National Park Service, 416p (In Korean)
- Korea National Park Service. 2013b. *Basic Design of Uldae Wetland Preservation Project in Bukhansan Dobong*. Korea National Park Service, 40p (In Korean)
- Lee CS · Park HS · Yoo YH and Hong SK. 1998. A Study on Vegetation Succession in Abandoned Paddy Fields. *Natural Science Journal* 10 : 29-43. (In Korean)
- Lee EY 2006. A planning for substitute habitats by the biological habitat types in urban area. Korea Land & Housing corporation, 289p (In Korean)
- Lee EY and Moon SK. 2011. Assessment of Characteristics and Functions of Abandoned Rice Paddy Wetlands as Habitats for the Amphibia within Land Development Districts. *Journal of Korea Society of Environmental Restoration Technology* 34(1) : 35-42. (In Korean)
- Lee JH · Jang HJ and Seo JH. 2011. *The Encyclopedia of Korea Amphibians and Reptiles*. National Institute of Environmental Research, 256p (In Korean)
- Lee TB. 1980 *Coloured flora of Korea*. Hyangmoon Publishing Co, 990p (In Korean)
- Lee WS · Koo TH and Park JY. 2000 *A field guide to the birds of Korea*. LG Foundation, 320p (In Korean)
- Park SH. 1995. *Naturalized Plant Primary Color Book in Korea*. Ilchokak, 372p (In Korean)
- Shin KS. 2007. *Study on the Ecological Management Practices for Derelict Paddy Field: In case of Derelict Paddy Field the Geumto Mt. Pangyo in the City of Seongnam*. Master's Thesis of Graduate School, Gachon University, 60p (In Korean)
- Shim JH. 2001. *A Frog Singing Life. The Other World*, 271p. (In Korean)
- Wittaker R. H. · S. A. Levin and R. B. Root. 1973. Niche, Habitat, and Ecotope. *The American Society of Naturalist* 107(955) : 321-338.