

## 계단식 묵논습지의 지형학적 특성 및 식물종 분포

홍 문 기 · 김 재 근

서울대학교 사범대학 생물교육과

### Geomorphological Characteristics and Plant Species Distribution at Abandoned Paddy Terraces

HONG, Mun-Gi · Jae Geun KIM

Department of Biology Education, Seoul National University

#### ABSTRACT

Abandoned paddy terraces (APTs) are increasing due to low accessibility and economic value of them. Although the APTs might be a kind of very valuable wetlands ecosystem in South Korea, there has been only few studies on that ecosystem so far. To understand the geomorphological characteristics and plant species distribution of APTs, three well-preserved APTs in Gyeong-gi Province were selected to investigate the wetland structure including their area, altitude, water depth of each layer, and plant species distribution in summer 2012. APTs were developed along the valley in mountainous area with multi-layer structure and water depth between layers and among wetlands varied. A number of 112 taxa including near-threatened species, *Penthorum chinense* and data-deficient species, *Sparganium japonicum* were recorded and they seemed to form very complex mosaic vegetations indicating high evenness and diversity although each layer's morphology was relatively homogeneous. Ecological values of APTs with diverse flora should be addressed to the public and the experts and more and continuous studies to monitor and investigate the APTs in detail are suggested.

**Key words** : abandoned paddy fields, Gyeong-gi province, multi-layer structure, vegetation, water depth

#### 서 론

오래 전부터 벼농사를 행해오던 우리나라는 산지가 국토의 70% 이상을 차지하는 지형학적 특성으로 인해 여름철 홍수로 침수가 이뤄지는 범람원(floodplain)은 물론 산지의 집수역(watershed)을 거친 물이 모이는 계곡 주변부에까지도 논이 발달되어 있다(홍과 김 2013, Park *et al.* 2013). 농업에서 공업 중심으로의 경제구조 변화와 더불어 쌀 수입 등, 쌀의 경제적 가치 하락이 계속되어 왔으며, 이는 전반적인 인구 노령화와 함께 우리나라의 경작 규모 감소의 중요한 원인이 되고 있다(Fukamachi *et al.* 2005). 게다가 주로 산지에 발달해 있는 계단식 논은 물의 대기는 수월하나, 지형이 험준하고 협소하며, 경운 및 모내기 등에 활용되는 현대식 농기구를 활용하기에 다소 불편하여 그 중 많은 수

가 방치되어 묵논 형태로 발달되어 왔다(박 등 2006, Byun *et al.* 2008).

논을 다양한 습지 중 하나의 종류로 인식하고 그 생태적 가치를 강조해온 일본의 경우 계단식 묵논의 생태에 관한 연구를 오래전부터 수행해 왔다(Yamada *et al.* 2007, Uematsu *et al.* 2010). 우리나라도 일본과 마찬가지로 지속적인 경제 구조 변화와 노령화를 겪고 있어, 앞으로도 산지성 계단식 묵논을 비롯하여 많은 면적의 농경지가 방치될 확률이 높다. 그럼에도 불구하고 계단식 묵논 등의 생태적 특성과 그 가치에 관한 연구는 굉장히 미비한 실정이다. 산지성 계단식 논은 본래 습지가 발달돼 있을 환경을 논으로 개발한 것으로서, 방치될 경우 초기 개발 시, 인위적 조성에 의한 영향과 더불어 습지 본래의 자연적 특성 등이 조화롭게 공존된 계단식 묵논습지만의 독특한 생태계가 조성된다(홍과 김 2013, Park *et al.* 2013). 최근 다양한 동식물이 서식하는 등 그 생태적 가치가 인정되어 람사르습지로 지정된 전라북도 고창군의 운곡습지 또한 묵논 형태의 습지로 알려져 있다.

본 연구에서는 논둑 등이 상대적으로 잘 보존되어 수문이 유지돼 계단식 묵논습지로서의 가치가 뛰어나다고 판단되는 장소를 선정하고, 그 지형학적 특성과 더불어 식물종 분포 및 다양성 등을 분석하고자 하였다. 이를 통해 계단식 묵논습지의 생태적 가치를 규명하고 나아가 다양한 생물의 보고인 계단식 묵논습지의 보존 및 관리 필요성을 제안하고자 한다.

## 재료 및 방법

연구지 선정을 위해 문헌 연구와 더불어 최신의 위성사진 분석(Google Earth)을 병행하였는데, 이는 묵논이었던 지역을 재개간하는 경우도 있어 문헌만 참고할 경우 충분한 연구지 확보가 어렵기 때문이다. 문헌 및 위성사진 분석을 통해 전국을 대상으로 약 20여곳의 연구 후보지를 선별하였으며, 2012년 7월부터 8월에 걸쳐 최종연구지 선정을 위해 후보지역들을 현장방문 하였다. 실제로 재개간을 하는 지역도 있었으며 무엇보다 논둑이 유지되질 않아 습지 유량이 충분하게 확보되지 못해, 습지로서의 기능 수행을 제대로 하고 있지 못한 지역들도 많았다. 반면, 전라남도 곡성에 위치한 한 계단식 묵논의 경우 환경부 지정 멸종위기 야생 동·식물 2급으로 지정돼 있는 꼬마잠자리(*Nannophya pigmaea* Rambler)의 서식처로서의 가치가 확인돼 지자체 차원에서의 재시공 중에 있었다.

위 조건들을 만족하는 최종 연구지로서 총 세 곳을 선정하였으며 세 곳 모두 경기도권에 위치하고 있었다[경기 안산시 상록구, 경기 동두천시 안흥동 그리고 경기 양주시 은현면, 습지 생태계 보존 차원에서 훼손의 여지를 줄이고자 상세한 위도 및 경도 정보는 기재하지 않았다]. 세 습지 모두 습지 내 유량이 충분히 유지돼 있었으며 산지에 위치하여 인간에 의한 인위적 교란요소도 적어 보였고 발자국 및 분변 등 야생동물의 흔적도 다수 발견되었다.

각 계단식 묵논의 지형학적 특성 분석으로서 계단식 묵논의 전체 규모, 층별 고도 및 면적 그리고 층별 지형으로서의 수심을 반복 측정하였다. 더불어 습지 내 식물종 분포 특성 분석을 위해 상대적으로 위도와 고도가 높은 경기도 북부 지역에 위치한 동두천 습지와 양주 습지의 경우 다소 이른 시기인 2012년 8월에, 그리고 경기도 남부 지역에 위치한 안산 습지는 2012년 9월 초, 식물상 파악과 주요 식물종의 피도를 포함하는 식생도 작성을 수행하였다. 식물상 조사 및 식생도 작성의 경우 오로지 논이었던 장소로서 토양이 수화된 지역으로만 그 조사 지역을 제한하였으며 논둑 등에 서식하고 있는 육상식물들은 제외시켰다. 식물 동정의 경우 이창복(2003)과 오용자(2006)를 참고하였으며

고유종 등은 국가표준식물목록위원회(2007)를 참고하여 이름과 학명 등을 기재하였다. 계단식 묵논 습지의 식물상 및 식물종 다양성 등의 생태적 가치 평가를 위해 국내 다양한 유형의 습지 내 식물종 분포 결과 등을 문헌 참고 형태로 활용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 계단식 묵논습지의 지형학적 특성

계단식 묵논의 가장 두드러진 특징 중 하나는 명칭이 의미하듯 다층구조로서, 계곡을 따라 물이 흐르는 방향으로 여러 개의 층이 배치되어 있다는 점이다. 조사된 계단식 묵논습지들의 발달 고도의 경우 낮게는 해발고도 약 80 m(안산 습지)부터 약 150 m 높이(양주 습지)까지 분포하였다. 세 습지 모두 습지 내 각 논끼리 수로 등을 통해 수원을 공유하고 있었으며, 가장 높은 논부터 낮은 논에 이르기까지 점차 낮은 고도에 위치하였다(Fig. 1).

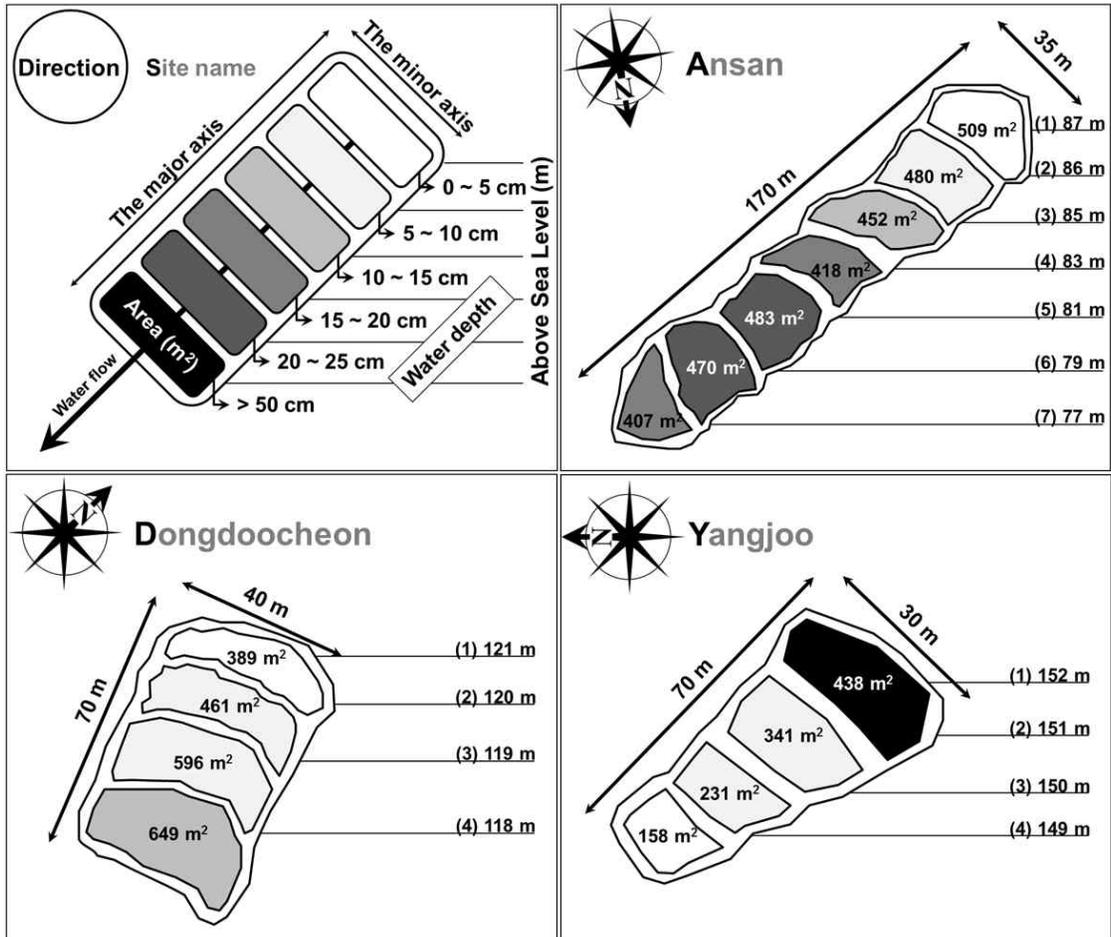


Fig. 1. Geomorphological characteristics of three different abandoned paddy terraces. Divided areas indicate each layers within a terrace and different darkness of each area means different water depth.

습지 내 식물 도입과 정착 등 식물 분포에 중요한 영향을 미치는 물리적 조건으로 알려져 있는 수심의 경우(Byun *et al.* 2008), 각 논 안에선 상대적으로 이질적이지 않은 반면 논 간에선 차이를 보였다. 얕게는 0~5 cm, 깊게는 약 1 m 수준의 수심이 측정되었으며, 이러한 여러 가지 수심 조건은 다소 육상 적응 형태(UPL, upland plant or FACW, facultative wetland)인 강아지풀, 망초, 돼지풀, 썩 등부터 충분한 수심 조건을 필요로 하는 습지 식물(OBL, obligate wetland)인 가래, 나자스말, 통발, 물달개비 등의 부엽식물 및 침수식물에 이르기까지 다양한 종류의 식물들의 서식을 가능케 하는 것으로 보여진다.

안산 습지와 동두천 습지의 경우, 아랫논으로 갈수록 상대적으로 수심이 깊어지는 양상을 보인 반면, 양주 습지의 경우, 가장 수심이 깊은 논이 최상부에 위치하였으며, 아랫논으로 내려갈수록 수심이 낮아지는 특성을 나타내었다. 전남 곡성에 위치한 계단식 목논의 경우도 양주 습지와 동일한 수심 패턴을 나타내었는데, 이를 통해 계단식 목논을 크게 두 가지 지형학적 특성으로 구분해 볼 수 있다. 첫 번째는 안산 습지와 동두천 습지와 같이 아랫논으로 내려갈수록 수심이 깊어지는 유형이며, 두 번째는 양주 습지나 곡성 습지에서처럼 주변 집수역으로부터 모인 많은 물을 활용하여 계단식 목논을 발달시키는 경우인데, 이는 첫 번째 유형과는 반대로 가장 깊은 수심의 논부터 점차 낮은 수심의 논들이 차례로 발달돼 있다(Fig. 1).

동두천 습지의 경우, 습지 교란종으로 알려져 있는 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 환삼덩굴 등이 다수 분포해 있었기 때문에, 멧돼지 등의 교란 요소로 인해 수문 관리가 충분히 이뤄지지 않을 경우 식물종 다양성이 훼손될 우려가 있는 것으로 판단된다.

## 2. 계단식 목논습지의 식물종 분포 특성

안산 습지의 경우 약 3,200 m<sup>2</sup>에 총 69종, 동두천 습지의 경우 약 2,100 m<sup>2</sup>에 총 49종, 양주 습지는 약 1,200 m<sup>2</sup>에 총 54종이 분포하였으며, 세 습지를 통틀어 약 6,500 m<sup>2</sup>에 112종의 식물이 분포하였다. 총 4개의 논으로 이뤄진 동두천 습지와 양주 습지에 비해 다소 길어 총 면적이 큰 안산 습지가 상대적으로 다양한 식물이 분포하고 있었으나, 조사된 세 습지 내에서의 습지 총 면적과 종 풍부도는 비례하지 않았다.

계단식 목논습지 내 식물종 분포에 중요한 요소는 계단식 목논의 지리적 분포와 더불어 지형학적 특성에서 기인한 습지 내 물의 유동 및 수심 등 물리적 요소인 것으로 보여진다. 다양한 수심으로 구성된 각 계단식 습지의 경우 서로 유사한 수심조건이 겹치는데도 불구하고, 특정 습지에서만 관찰되는 식물종들이 다소 있었는데, 이는 지리적 분포 특성으로 조사 습지 주변에 위치한 습지들로부터의 식물종 유입 가능성 등이 영향을 미쳤을 것으로 보여진다(Park *et al.* 2013). 또한, 습지 내 물의 유동과 수심인데, 계단식 목논의 경우, 각 논이 수로 등을 통해 물리적으로 연결돼 있어 식물의 종자나 지하경 등의 무성생식체가 윗논으로부터 아랫논으로 쉽게 확장하거나 전달될 수 있어 동일한 종이 여러 논에 걸쳐 분포하는 특성을 쉽게 관찰할 수 있다(Fig. 2).

상대적으로 다양한 수심조건에서 생존 가능한 습지식물들의 경우, 거의 대부분의 습지와 습지 내 논들에서 관찰되었다(Park *et al.* 2013). 골풀, 미국가막사리, 개썩싸리, 닭의장풀, 사마귀풀, 고마리, 강아지풀, 나도겨풀, 돌피, 올챙이고랭이, 환삼덩굴, 쇠뜨기 등 총 12종의 식물들이 세 습지 모두에서

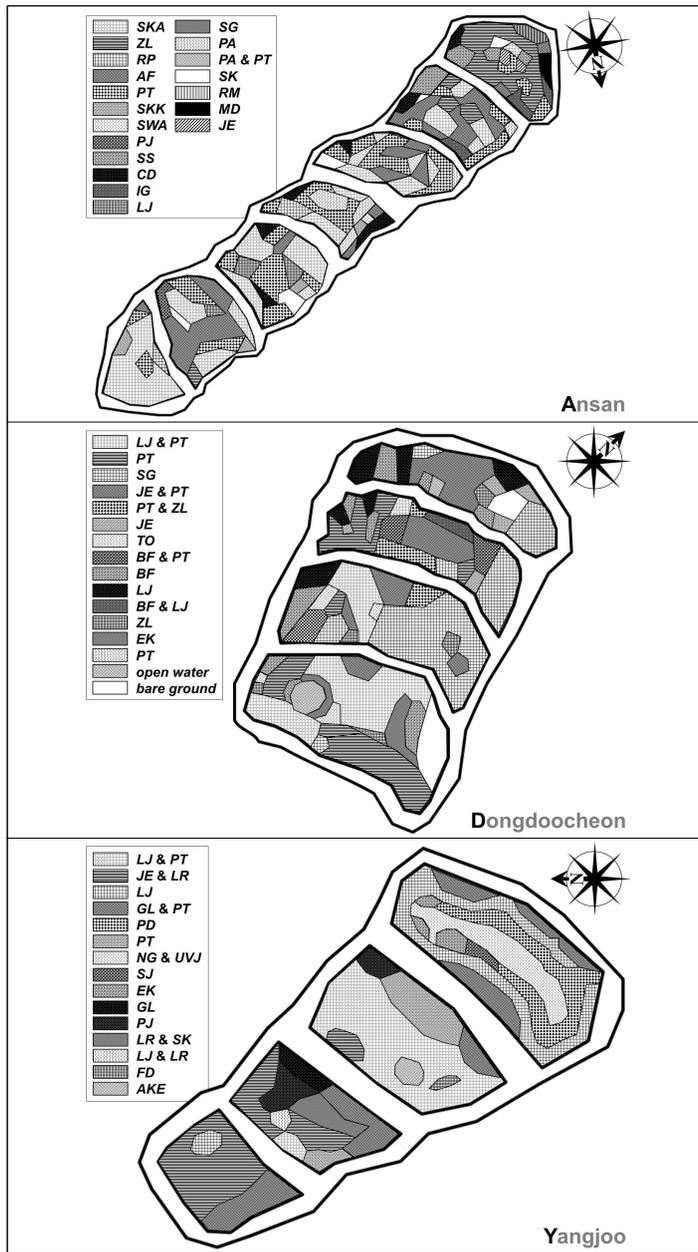


Fig. 2. Vegetation map of abandoned paddy terraces surveyed. AF = *A. fruticososa*, AKE = *A. keisak*, BF = *B. frondosa*, CD = *C. dickinsii*, EK = *E. kuroguwai*, FD = *F. dichotoma*, GL = *G. leptolepis*, JE = *J. effusus*, IG = *I. globosa*, LJ = *L. japonica*, LR = *L. ramosissimus*, MD = *M. dianthera*, NG = *N. graminea*, PAU = *P. australis*, PD = *P. distinctus*, PJ = *P. japonica*, PT = *P. thunbergii*, RM = *R. multiflora*, RP = *R. pseudoacacia*, SG = *S. gracilistyla*, SJ = *S. japonicum*, SK = *S. karuizawensis*, SKA = *S. koreensis*, SKK = *S. koriyanagi*, SS = *S. salicifolia*, SWA = *S. wichurae* var. *asiaticus*, TO = *T. orientalis*, UVJ = *U. vulgaris* var. *japonica*, ZL = *Z. latifolia*.

관찰되었다. 각 습지 별 우점 식물로, 안산 습지의 경우, 줄, 도깨비사초, 고마리, 갈대, 기장대풀, 죽 제비싸리, 아카시나무, 버드나무, 키버들, 갯버들, 꼬리조팝나무, 짚레꽃 등으로 상대적으로 목본의 비율이 높았다. 동두천 습지의 경우, 미국가막사리, 고마리, 골풀, 줄, 부들, 올방개, 나도겨풀, 사마귀 풀, 갯버들 등이 우점하였으며, 양주시의 경우 맨 윗논의 수심이 깊어, 충분한 수심이 유지될 때만이 관찰 가능한 가래나 나자스말, 통발, 물달개비 등의 부엽식물 및 침수식물 등을 확인할 수 있었으며, 더불어 왕미꾸리꽂이, 달뿌리풀, 나도겨풀, 개썩싸리, 하늘지기 등이 관찰되었다(Fig. 2).

동두천 습지에서는 약관심종(near-threatened species)으로 지정돼 있는 낙지다리(*Penthorum chinense* Pursh)가 패치(patch) 형태로 소수 발견되었으며, 양주 습지에선 자료부족종(data-deficient species)인 긴 흑삼릉(*Sparganium japonicum* Rothert) 개체군(약 3 m<sup>2</sup> 내 40여 ramets 확인)이 확인되었다. 약관심종과 자료부족종 모두 자연 환경 변화 등에 따라 얼마든지 멸종위기종으로 이행될 가능성이 종들을 의미한다.

계단식 목논 습지는 원래 논이었기 때문에 바닥이 평평하여 덜 이질적인 지형이었을 것으로 추측해 볼 수 있으나, 방치된 이후 야생 동물들에 의한 물리적 교란(Dangerfield *et al.* 1998)이나 식물종의 도입 및 정착 등에 의한 미지형 형성 등 여러 영향(Crain and Bertness 2005, Hong *et al.* 2012)들이 복합적으로 작용할 수 있으며, 이는 전체 면적 대비 다양한 식물종이 분포하는 특성을 보이도록 하였을 것이다. 모자이크 형태로 복잡하게 분포하는 식생구조는 그만큼 높은 종풍부도와 균등도 등 생물학적 다양성을 보장한다고 할 수 있다(Fig. 2). 실제로 안산 습지의 경우, 전라남도 곡성의 계단식 목논에서와 마찬가지로 환경부 지정 멸종위기 야생 동·식물 2급으로 지정된 바 있는 꼬마잠자리(*N. pygmaea*) 개체군이 다수 확인되었다. 이는 안산 습지에 꼬마잠자리의 주요 서식처로서 기능하는 골풀(*Juncus effusus* L.) 군락 등의 식생이 잘 발달되어 있기 때문인 것으로 보여 진다(Yoon *et al.* 2010).

### 3. 계단식 목논습지의 식물학적 다양성 고찰

약 40여 곳의 정수 습지를 대상으로 한 문헌 조사 내용 및 본 연구 내용을 분석한 결과, 전반적으로 면적이 증가함에 따라 습지식물 종풍부도 또한 대수곡선의 형태로 증가하였다(Fig. 3). 이처럼 일반적으로 습지 면적이 증가하면 종풍부도가 높아지는 것으로 알려져 있으나(Matthews *et al.* 2005), 계단식 목논습지의 경우 집약적 농경 형태에 기인한 습지이다 보니 상대적으로 좁은 면적의 논들이 다층구조로 구성돼 있어 전체 면적이 그다지 넓지 않음에도 불구하고, 단위면적당 종풍부도가 높은 습지로 평가되었다(Park *et al.* 2013).

집약적 농경구조를 통해 형성된 계단식 목논습지는 다양한 수심 조건의 다층 구조로서 낙지다리 및 긴흑삼릉 등 약관심종 및 자료부족종의 서식이 이뤄지고 있을 뿐만 아니라, 단위 면적 당 높은 종풍부도를 보이는 중요한 습지 생태계라 할 수 있다. 앞으로도 많은 계단식 목논들이 경계구조 및 규모 등의 변화로 방치될 수 있기에 그에 관한 모니터링과 더불어 정밀한 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이다. 또한, 습지 생태계의 중요성이 대두되고 있는 지금, 경우에 따라 추가적인 인공습지를 조성할 필요도 있겠으나, 대중 및 전문가들로 하여금 기존의 계단식 목논습지에 더 많은 관심을 갖고, 이를 온전하게 보존하고 관리하고자 하는 차원의 노력이 장려되어야 할 것이다.

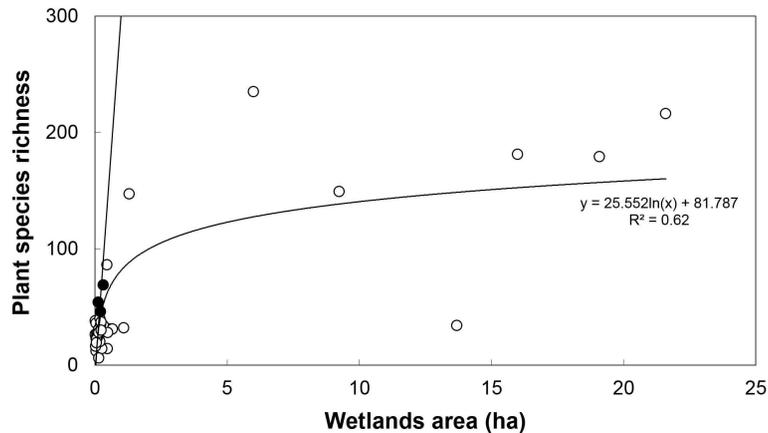


Fig. 3. Relationship between wetland area and plant species richness (n = 43). Three black dots indicate surveyed abandoned paddy terraces and the other white dots indicate reference sites as comparative lentic wetland (data from 김 등 2000, 전 등 2000, 김 등 2002, 이 등 2002a, 이 등 2002b, 신 등 2003, 전 등 2003, 최 등 2003, 변 등 2005, 이 등 2005, 윤 2007, 김 2008, 김과 명 2008, 문 등 2008, 오 등 2009, 김과 구 2010, 김 등 2010, 김 등 2011a, 김 등 2011b, 박 등 2011, 오와 주 2012, 오 등 2012, 정 등 2012).

## 감사의 글

본 연구는 2012년 한국자연환경보전협회 자연환경보전학술연구사업 및 환경부 산하 수생태복원사업단의 Eco-STAR project (EW33-08-12)의 연구비 지원을 통해 수행되었음을 밝힙니다.

## 인용문헌

- 국가표준식물목록위원회. 2007. 국가표준식물목록. <http://nature.go.kr/kpni>
- 김계환, 문영희, 박종민, 허삼남, 박준모. 2000. 만경강 상류 유역의 식물상. 농업생명과학연구지 31: 18-33.
- 김계환, 박종민, 변무섭, 박준모, 송만만. 2002. 만경강 중·하류 유역의 식물상. 농업생명과학연구지 33: 88-100.
- 김명현, 한민수, 최철만, 방혜선, 정명표, 나영은, 강기경. 2010. 꼬마잠자리 서식지의 식물상과 생활형. 한국환경농학회지 29: 206-213.
- 김창환, 명현. 2008. 주암호 복내천 인공습지 조성 후 4년간의 식물상 변화연구. 한국환경복원기술학회지 11: 25-37.
- 김창환, 강은옥, 최영은, 박병모, 백종선. 2011a. 군산시 주요 4개 인공습지의 식물상 및 생활형. 한국환경과학회지 20: 1125-1140.
- 김창환, 최영은, 김종원, 명현, 이숙이. 2011b. 순천시 신평천 인공습지 조성 후 3년간 식생 및 생활형에 관한 연구. 한국환경생태학회지 25: 57-64.
- 김형국, 구분학. 2010. 청계천 복원 후 3년간 식물상 변화. 한국환경복원기술학회지 13: 107-115.

- 김호준. 2008. 이안천의 식생분포 특성. 환경영향평가 17: 367-372.
- 문성기, 성정숙, 이정훈. 2008. 낙동강 하구 사주섬의 식물상. 한국환경과학회지 17: 1331-1341.
- 박미영, 임유라, 김귀곤, 주영우. 2006. 유희농경지에서 발생하는 습지의 현황 및 특성에 관한 연구. 한국환경복원기술학회지 9: 1-15.
- 박성준, 안보람, 장순영, 박선주. 2011. 무제치늪 식물상의 다양성. 한국식물분류학회지 41: 370-382.
- 변무섭, 오현경, 김영하. 2005. 금강 상류유역의 우점 식물상 조성과 분포. 한국환경복원기술학회지 8: 52-67.
- 신동훈, 노태성, 오희영, 이규석. 2003. 자연형 하천공사 후 도시하천의 식물상 변화. 한국조경학회지 31: 67-73.
- 오순자, 진국립, 고석찬. 2009. 자연학습장으로서의 활용을 위한 제주도 지역습지의 식물상에 관한 연구. 한국환경과학회지 18: 411-422.
- 오용자. 2006. 한국산사초아과식물. 성신여대 출판부.
- 오현경, 유주한. 2012. 경상남도 양산시 주요 지역의 관속식물상과 관리방안. - 천태산, 낙동강습지, 법기수원지, 양산천, 천성산을 중심으로 -. 한국환경복원기술학회지 15: 85-102.
- 오현경, 한윤희, 조우. 2012. 북한산국립공원 주요 지역의 관속식물상. - 북한산 둘레길, 진관내동 습지, 북한동 철거지를 대상으로 -. 한국환경복원기술학회지 15: 35-51.
- 윤광성. 2007. 묵논 습지의 토양 및 식생 특성. 한국지역지리학회지 13: 129-142.
- 이석창, 김봉찬, 안영희. 2005. 제주도 서귀포시 하논습지에 관한 기초 연구. -자연환경, 식물상, 동물상을 중심으로. 녹지환경학회지 1: 49-57.
- 이용빈, 전유미, 최청일. 2002a. 동강유역의 식물상. 한국하천호소학회지 35: 396-414.
- 이유미, 박수현, 정승선. 2002b. 서울 중랑천의 식생구성과 식물상. 한국환경생태학회지 16: 271-286.
- 이창복. 2003. 원색 대한식물도감. 향문사.
- 전경수, 장규관, 최민규. 2003. 섬진강 상류지역의 식물상. 환경과학연구지 12: 41-49.
- 전승훈, 차윤정, 최정권. 2000. 여의도 셋강 생태공원의 조성 후 3년간의 식물상 변화. 한국조경학회지 28: 76-86.
- 정희진, 천경식, 옥길환, 유기억. 2012. 강원도 동해안 3개 하천 하구역 일대의 식물상. 한국환경복원기술학회지 15: 57-75.
- 최철만, 정은주, 이인섭. 2003. 부산 일광산 습지의 식물상. 한국환경과학회지 12: 1227-1233.
- 홍문기, 김재근. 2013. 안산시 계단식 묵논습지 내 물이끼 서식 특성: 안산시 사례를 중심으로. 한국습지학회지 15: 71-78.
- Byun, C. H., G. J. Kwon, D. Lee, J. M. Wojdak and J. G. Kim. 2008. Ecological assessment of plant succession and water quality in abandoned rice fields. J. Ecol. Field Biol. 31: 213-223.
- Crain, C. M. and M. D. Bertness. 2005. Community impacts of a tussock sedge: is ecosystem engineering important in benign habitats? Ecology 86: 2695-2704.
- Dangerfield, J. M., T. S. McCarthy and W. N. Ellery. 1998. The mound-building termite *Macrotermes michaelseni* as an ecosystem engineer. J. Tropical Ecol. 14: 507-520.

- Fukamachi, K., H. Oku and A. Miyake. 2005. The relationship between the structure of paddy levees and the plant species diversity in cultural landscapes on the west side of Lake Biwa, Shiga, Japan. *Landsc. Ecol. Eng.* 1: 191-199.
- Hong, M. G., J. M. Nam and J. G. Kim. 2012. Occupational strategy of runner reed (*Phragmites japonica* Steud.): Change of growth patterns with developmental aging. *Aquat. Bot.* 97: 30-34.
- Matthews, J. W., P. A. Tessene, S. M. Wiesbrook and B. W. Zercher. 2005. Effect of area and isolation on species richness and indices of floristic quality in Illinois, USA wetlands. *Wetlands* 25: 607-615.
- Park, J., M. G. Hong and J. G. Kim. 2013. Relationship between early development of plant community and environmental condition in abandoned paddy terraces at mountainous valleys in Korea. *J. Ecol. Environ.* 36: 131-140.
- Uematsu, Y., T. Koga, H. Mitsuhashi and A. Ushimaru. 2010. Abandonment and intensified use of agricultural land decrease habitats of rare herbs in semi-natural grasslands. *Agr. Ecosyst. Environ.* 135: 304-309.
- Yamada, S., S. Okubo, Y. Kitagawa and K. Takeuchi. 2007. Restoration and weed communities in abandoned rice paddy fields in the Tama Hills, Central Japan. *Agr. Ecosyst. Environ.* 119: 88-102.
- Yoon, J., J. M. Nam, H. Kim, Y. J. Bae and J. G. Kim. 2010. *Nannophya pygmaea* (Odonata: Libellulidae), an endangered dragonfly in Korea, prefers abandoned paddy fields in the early seral stage. *Environ. Entomol.* 39: 278-285.

## 요 약

낮은 접근성과 경제성으로 계단식 목논이 증가 추세에 있다. 계단식 목논은 우리나라의 중요한 습지 유형 중 하나임에도 불구하고, 이제껏 충분한 연구가 이뤄져 오질 못했다. 2012년 여름, 계단식 목논의 지형학적 특성과 더불어 식물종 분포 양상을 파악하기 위해 경기 지역의 잘 보존된 세 곳의 습지를 선정하여 조사하였다. 습지의 위치, 면적, 고도 및 수심 조건 등을 파악하였으며, 식물상과 식생도를 작성하였다. 계단식 목논은 산지의 계곡부에 다층 구조로 길게 발달되어 있으며, 각 층의 수심조건이 다양하게 발달돼 있었다. 총 112종의 식물이 계단식 목논습지에서 관찰되었으며, 그 중에는 멸종위기종이 될 수 있는 약관심종인 낙지다리와 자료부족종인 긴혹삼릉 등이 포함되어 있었으며, 다양한 식물들이 복잡한 모자이크 형태의 식생을 구성하고 있었다. 상대적으로 단조로운 지형에도 불구하고 굉장히 복잡한 형태의 식생은 높은 종균등도와 다양성을 의미한다. 이렇듯 다양한 식생의 서식을 보장하는 계단식 목논의 생태학적 특성과 가치는 대중과 전문가들에게 더 강조되어야 하며, 그러한 맥락에서 계단식 목논과 관련된 모니터링과 보다 상세한 생태학적 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것이다.

**검색어** : 경기도, 다층구조, 목논, 수위, 식생

## Appendix 1. Plant species surveyed in abandoned paddy terraces

과명	Family name	종명(국명)	Scientific name	A	D	Y
가래과	Potamogetonaceae	가래	<i>Potamogeton distincutus</i> A.Benn.		○	○
개구리밥과	Lemnaceae	개구리밥	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Sch.		○	○
		좁개구리밥	<i>Lemna perpusilla</i> Torr.		○	○
곡정초과	Eriocaulaceae	검은개수염	<i>Eriocaulon parvum</i> Koern.	○		
골풀과	Juncaceae	골풀	<i>Juncus effusus</i> L.	○	○	○
		별날개골풀	<i>Juncus diastrophanthus</i> Buchenau	○		
		애기골풀	<i>Juncus bufonius</i> L.			○
		참비녀골풀	<i>Juncus leschenaultii</i> J. Gay		○	○
		청비녀골풀	<i>Juncus papillosus</i> Franch. & Sav.			○
괭이밥과	Oxalidaceae	괭이밥	<i>Oxalis corniculata</i> L.		○	
국화과	Compositae	가막사리	<i>Bidens tripartita</i> L.	○		
		개망초	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.		○	○
		골등골나물	<i>Eupatorium lindleyanum</i> DC.	○		○
		단풍잎돼지풀	<i>Ambrosia trifida</i> L.		○	
		돼지풀	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.		○	○
		등골나물	<i>Eupatorium japonicum</i> Thunb.		○	
		망초	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist		○	○
		미국가막사리	<i>Bidens frondosa</i> L.	○	○	○
		버들분취	<i>Saussurea maximowiczii</i> Herd		○	
		벌개미취	<i>Aster koraiensis</i> Nakai		○	
		별등골나물	<i>Eupatorium makinoi</i> var. <i>oppistifolium</i> (Koidz.) Kawahara & Yahara		○	
		쑥	<i>Artemisia princeps</i> Pamp.			○
		주홍서나물	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S.Moore		○	
		한련초	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.		○	
골풀과	Labiatae	개췌싸리	<i>Lycopus ramosissimus</i> (Makino) Makino	○	○	○
		들깨	<i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i> (Hassk.) Hara		○	
		췌싸리	<i>Lycopus lucidus</i> Turcz. ex Benth.		○	
		애기풀무꽃	<i>Scutellaria dependens</i> Maxim.			○
		애기췌싸리	<i>Lycopus maackianus</i> (Maxim. ex Herder) Makino		○	
		취깨풀	<i>Mosla dianthera</i> (Buch.-Ham. ex Roxb.) ex Maxim.		○	
나자스말과	Najadaceae	나자스말	<i>Najas graminea</i> Delile			○
노박덩굴과	Celastraceae	노박덩굴	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	○		
단풍나무과	Aceraceae	신나무	<i>Acer tataricum</i> subsp. <i>ginnala</i> (Maxim.) Wesm.		○	
닭의장풀과	Commelinaceae	닭의장풀	<i>Commelina communis</i> L.	○	○	○
		사미귀풀	<i>Aneilema keisak</i> Hassk.		○	○
돌나물과	Crassulaceae	낙지다리	<i>Penthorum chinense</i> Pursh		○	
마디풀과	Polygonaceae	고마리	<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H.Gross ex Nakai	○	○	○
		넓은잎미꾸리늪시	<i>Persicaria muricata</i> (Meisn.) Nemoto		○	○
		머느리밀췌개	<i>Persicaria senticosa</i> (Meisn.) H. Gross ex Nakai		○	
		머느리배꼽	<i>Persicaria perfoliata</i> (L.) H. Gross		○	○
		미꾸리늪시	<i>Persicaria sagittata</i> (L.) H. Gross ex Nakai		○	○
		여뀌	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach		○	○
메꽃과	Convolvulaceae	미국실새삼	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.		○	
물레나물과	Guttiferae	좁고추나물	<i>Hypericum laxum</i> (Blume) Koidz.	○	○	○
물옥잠과	Pontederiaceae	물달개비	<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i> (Roxb.) Solms		○	○
물이끼과	Sphagnaceae	물이끼	<i>Sphagnum palustre</i> L.	○		
비늘꽃과	Onagraceae	달맞이꽃	<i>Oenothera biennis</i> L.		○	
		여뀌바늘	<i>Ludwigia prostrata</i> Roxb.		○	○
버드나무과	Salicaceae	갯버들	<i>Salix gracilistyla</i> Miq.	○	○	
		버드나무	<i>Salix koreensis</i> Andersson		○	○
		왕버들	<i>Salix chaenomeloides</i> Kimura		○	
		키버들	<i>Salix koriyanagi</i> Kimura		○	○
벼과	Gramineae	갈대	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	○		
		갈풀	<i>Phalaris arundinacea</i> L.		○	○
		강아지풀	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.		○	○
		개밀	<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i> (Hack.) Ohwi		○	

Appendix 1. Continued

과명	Family name	종명(국명)	Scientific name	A	D	Y
벼과	Gramineae	기장대풀	<i>Isachne globosa</i> (Thunb.) Kuntze	○		○
		나도개피	<i>Eriochloa villosa</i> (Thunb.) Kunth	○		
		나도겨풀	<i>Leersia japonica</i> Makino	○	○	○
		달뿌리풀	<i>Phragmites japonica</i> Steud.			○
		돌피	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) P. Beauv.	○	○	○
		물억새	<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim.) Benth.	○	○	
		물피	<i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>oryzicola</i> (Vasinger) Ohwi			○
		억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i> (Andersson) Rendle	○		
		왕미꾸리괭이	<i>Glyceria leptolepis</i> Ohwi			○
		좁물뜯새	<i>Sacciolepis indica</i> (L.) Chase	○		
		주름조개풀	<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) P. Beauv.	○		
		줄	<i>Zizania latifolia</i> (Griseb.) Turcz. ex Stapf	○	○	
		부들과	Typhaceae	부들	<i>Typha orientalis</i> C. Presl	
사초과	Cyperaceae	네모풀	<i>Eleocharis tetraquetra</i> Nees ex Wight	○		○
		도깨비사초	<i>Carex dickinsii</i> Franch. & Sav.	○		
		방동사니	<i>Cyperus amuricus</i> Maxim.			○
		방동사니대가리	<i>Cyperus sanguinolentus</i> Vahl			○
		방울고랭이	<i>Scirpus wichurae</i> var. <i>asiaticus</i> (Beetle) T. Koyama	○		○
		솔방울고랭이	<i>Scirpus karuzawensis</i> Makino	○		○
		솔잎사초	<i>Carex biwensis</i> Franch.	○		
		쇠털풀	<i>Eleocharis acicularis</i> f. <i>longiseta</i> (Svenson) T. Koyama	○		
		올방개	<i>Eleocharis kuroguwai</i> Ohwi			○
		올챙이고랭이	<i>Scirpus juncoides</i> var. <i>hotarui</i> (Ohwi) Ohwi	○	○	○
		왕골	<i>Cyperus exaltatus</i> var. <i>iwasakii</i> T. Koyama		○	
		파대가리	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	○		
		하늘지기	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl			○
산형과	Umbelliferae	미나리	<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC.	○	○	
		바디나물	<i>Angelica decursiva</i> (Miq.) Franch. & Sav.	○		
		흰바디나물	<i>Angelica cartilagino-marginata</i> var. <i>distans</i> (Nakai) Kitag.	○		
삼과	Cannabaceae	환삼덩굴	<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc.	○	○	○
속새과	Equisetaceae	쇠뜨기	<i>Equisetum arvense</i> L.	○	○	○
십자화과	Cruciferae	재속	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl		○	
췌기풀과	Urticaceae	거북고리	<i>Boehmeria tricuspis</i> (Hance) Makino		○	
자라풀과	Hydrocharitaceae	올챙이자리	<i>Blyxa aubertii</i> Rich.		○	
장미과	Rosaceae	긴잎오이풀	<i>Sanguisorba longifolia</i> Bertol.	○		
		꼬리조팝나무	<i>Spiraea salicifolia</i> L.	○		○
		산딸기	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge	○		
		오이풀	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	○		
		절레꽃	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	○		
		귀손이풀과	Geraniaceae	이질풀	<i>Geranium thunbergii</i> Siebold & Zucc.	
참나무과	Fagaceae	밤나무	<i>Castanea crenata</i> Siebold & Zucc.	○		
초롱꽃과	Campanulaceae	숫잔대	<i>Lobelia sessilifolia</i> Lamb.	○		
콩과	Leguminosae	갈퀴나물	<i>Vicia amoena</i> Fisch. ex DC.		○	
		물콩	<i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc.		○	○
		매듭풀	<i>Kummerowia striata</i> (Thunb.) Schindl.		○	○
		새팥	<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i> (Ohwi) Ohwi & H. Ohashi	○		○
		싸리	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.	○		○
		아까시나무	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	○		
		자귀풀	<i>Aeschynomene indica</i> L.			○
		죽제비싸리	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	○		
텍사과	Alismataceae	취	<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi		○	
텍사과	Alismataceae	벗풀	<i>Sagittaria sagittifolia</i> subsp. <i>leucopetala</i> (Miq.) Hartog		○	○
		보풀	<i>Sagittaria aginashi</i> Makino		○	
통발과	Lentibulariaceae	통발	<i>Utricularia vulgaris</i> var. <i>japonica</i> (Makino) Tamura			○
현삼과	Scrophulariaceae	물칭개나물	<i>Veronica undulata</i> Wall.		○	
흑삼릉과	Sparganiaceae	긴흑삼릉	<i>Sparganium japonicum</i> Rothert			○
No. of plant species		총(total) 112종		69	49	54

A = Ansan, D = Dongdocheon, Y = Yangjoo.