

Research Paper

소록도에 위치한 휴경지를 습지로 활용하기 위한 생태환경분석

이승원*** · 김덕엽* · 조광진*

국립생태원 생태평가연구실*, 전남대학교 생물과학·생명기술학과**

Ecological and Environmental Analysis for the Utilization Fallow Lands in Sorok Island as Wetlands

Seungwon Lee*** · Dukyeop Kim* · Kwangjin Cho*

Division of Ecological Assessment, National Institute of Ecology*
Department of Biological Sciences and Biotechnology, Chonnam National University**

요약: 본 연구에서는 휴경지를 습지로써 활용하기 위해 소록도에 분포하는 3개의 휴경지를 대상으로 기상, 지형, 과거 항공사진 및 식생지수, 식생조사 연구를 수행하였다. 기상분석과 지형 분석을 통해 수분을 유지할 수 있는 환경과 구조인지 확인하였으며, 과거 항공사진 및 식생지수와 식생조사를 통해 대상지 식생천이 단계를 알아보았다. 대상지는 기온이 온난하며 상대습도가 인근 지역보다 높게 나타났다. 지형적으로 인근 지역에 비해 고도가 낮고, 경사가 완만하여 강우 시 산지에서 흐르는 물이 머무르는 집수역의 역할을 할 것으로 판단되었다. 식생조사 결과 36과 76속 81종 4변종 4아종으로 총 89분류군을 포함하는 4개의 식물군락(골풀군락, 부들군락, 락-골풀군락, 락-억새군락)을 확인하였다. 과거 항공사진 및 식생지수와 식물 생활형을 비교 분석해 본 결과, 대상지는 1990년~2008년 사이에 경작 활동이 중단된 이후 식생천이가 진행되고 있는 것으로 판단되었으며, 현재는 골풀군락이 우점하고 다년생식물종의 구성비가 다소 높은 천이 중기단계의 습지로 판단되었다.

주요어: 소록도, 휴경지, 식생지수, 식생조사, 습지

Abstract: In this study, three fallow lands distributed in Sorokdo were selected as study sites to explore their potential utilization as wetlands. Research was conducted based on climate data, topography, historical aerial photographs, vegetation indices, and vegetation surveys. Through weather and topographical analyses, we examined whether the site possesses an environment and structure capable of retaining moisture. Additionally, historical aerial photographs, vegetation indices, and vegetation surveys were utilized to determine the successional stage of vegetation at the target site. The target sites were found to have a warm climate with relatively higher humidity compared to nearby regions. Topographically, the areas were found to have lower elevation and gentler slopes compared to the surrounding regions, suggesting their potential role as catchment zones that retain

First Author: Seungwon Lee, Tel: +82-041-950-5894, E-mail: isewt456@nie.re.kr, ORCID: 0000-0001-8750-0830

Corresponding Author: Kwangjin Cho, Tel: +82-041-950-5670, E-mail: kjcho@nie.re.kr, ORCID: 0000-0003-1796-7050

Co-Author: Dukyeop Kim, Tel: +82-041-950-9064, E-mail: leaf2022@nie.re.kr, ORCID: 0000-0002-0445-0186

Received: 31 October, 2024. Revised: 28 November, 2024. Accepted: 9 December, 2024.

water flowing down from the mountains during rainfall.

The vegetation survey identified four vegetation communities-*Juncus decipiens* community, *Typha orientalis* community, *Juncus decipiens-Imperata cylindrica* community, and *Miscanthus sinensis-Imperata cylindrica* community-comprising a total of 89 taxa, including 81 species across 36 families, 76 genera, 4 varieties, and 4 subspecies. A comparative analysis of historical aerial photographs, vegetation indices, and plant life forms revealed that the study sites have undergone vegetation succession after the cessation of agricultural activities between 1990 and 2008. Currently, the sites are dominated by *Juncus decipiens* communities, with a relatively high proportion of perennial plant species, indicating that they are in the mid-successional stage as wetlands.

Keywords: Sorokdo, Fallow land, Vegetation index, Vegetation Survey, Wetland

I. 서론

목논습지란 일시적으로 휴경상태에 있거나 경작을 포기한 논에 자연적 또는 인위적 요인으로 수분이 공급되어 습윤토양, 또는 습지식생이 발달된 곳으로써 수질정화, 야생동물의 서식처 등 생태적으로 다양한 기능을 수행한다(Park et al. 2023). 이러한 논 습지의 생태적 가치와 보전, 그리고 사람들의 인식 증진을 위해 2008년 제10차 람사르협약 당사국 총회에서는 ‘습지 시스템으로서 논의 생물다양성 증진’에 관한 결의안을 채택하였으며 이에 따라 논은 단순 농작물 생산이라는 기능을 넘어 종 다양성 보호 및 증진에 있어 매우 중요한 곳이라고 인정받게 되었다(Kong 2017). 그러나 국가통계포털(Korean Statistical Information Service 2024)의 농업면적 조사에 따르면 논 면적은 지속적으로 감소하는 반면 휴경지와 유허부지 비율은 증가하고 있다. 이렇게 증가된 목논이 관리 없이 휴경상태가 장시간 지속되면 기후변화 및 수리시설 문제로 수분 공급이 어려워질 수 있다. 또한 기존 환경조건이 바뀌면서 식물 종조성의 변화로 논으로서의 기능을 잃을 수 있다(Shim et al. 2015). 이처럼 휴경지의 증가에 따라 생태적으로 가치가 높은 논 습지로서 기능을 회복하고 복원하는 것에 대한 필요성이 제기되고 있다.

소록도는 행정구역상 전라남도 고흥군 도양읍에 속하며, 육지인 고흥반도와 섬인 거문도 사이에 위치한 규모 4.4km² 작은 섬이다(Jang & Kang 2018). 섬의 최고 높이는 약 118m에 경사가 완만한 구릉성 산지로 이루어져 있으며 섬 전체적으로 곰솔군락이 우점하고 일부

곰솔-소나무군락, 곰솔-상수리나무군락, 상수리나무군락 등 침엽수림과 활엽수림이 분포하고 있다(Kim 1987, National Institute of Ecology 2020). Park & Park (2004)의 식물상 연구에 따르면 소록도에는 604종이 분포하며 그 중 한국특산식물 12종, 식물구계학적 특정식물 90종, 귀화식물 26종이 포함되어 있다. 또한 해안선을 따라 모래해안, 해안사구, 간석지 등 해안지형이 발달 되어 좁보리사초, 갯메꽃 등 사구식물이 생육하고 있다. 국립생태원에서 실시한 제5차 전국자연환경조사(National Institute of Ecology 2020)에서는 소록도에 조류 40종, 포유류 7종이 서식하고 있는 것으로 나타났다 그 중 팔색조, 새매, 수달 등 멸종위기 야생생물도 발견되었다.

과거 소록도는 일제강점기 시기에 조선총독부에 의해 한센병 환자 집단수용소로 지정되었다. 이후 오랫동안 외부와 격리되어 지내 왔지만, 한센병에 대한 치료법이 공개된 이후부터는 아름다운 경관과 한센인들의 아픈 역사를 배워 갈 수 있는 도서로 존재하고 있다(Park and Park 2004). 하지만 소록도는 현재 한센인들의 고령화로 인해 인구가 감소하고 있다. 그 결과 기존에 사용하던 논, 밭은 관리되지 않은 채 방치되어 습지화되고 있으나, 무단 쓰레기 투기, 수리시설 노후화 등으로 인해 습지로서 기능을 상실하고 있다.

소록도는 한센병 환자들을 치유, 관리하는 장소인 만큼 의약, 보건 관련된 연구가 주로 이루어져 왔다. 그리고 2004년 소록도의 식물상 연구(Park & Park 2004)를 시작으로 건축의 특성(Kim & Cheon 2010), 문화재적 가치 보존을 위한 활용 방안(Lee et al. 2015), 소록도

동쪽 해역의 조석, 조류 연구(Choo 2019) 등 점차 연구 목적이 다양해지고 있다. 최근 휴경지에 관련된 연구는 묵논습지 분포 현황(Park et al. 2006), 묵논습지의 토양과 식생(Yun 2007), 생물다양성 증진을 위한 습지 복원 적지선정(Lim & Kim 2009), 토지피복 변화분석(Park et al. 2022) 등이 진행되고 있다. 소록도는 인위적인 간섭이 적어 다른 도서들에 비해 자연보전 상태가 양호한 지역이지만 이와 관련된 생태적 조사나 연구는 부족한 실정이다. 또한 국내 휴경지에 관한 연구는 주로 산지나 농촌 지역을 대상으로 이루어졌으며, 섬 지역에 위치한 휴경지에 대한 연구는 거의 전무한 상황

이다.

본 연구에서는 소록도에 존재하는 3개의 휴경지를 대상으로 야생동물의 서식처와 생물다양성 증진을 위한 습지로 활용하기 위해 기상분석, 지형분석, 과거 항공사진 및 식생지수 분석, 식생조사를 수행하였다. 기상과 지형분석을 통해 수분을 유지할 수 있는 환경과 구조인지 확인하였다. 현장 식생조사를 통해 대상지 주요 식물군락, 종조성 등을 알아보았다. 과거 항공사진 및 식생지수와 생활형 분석을 통해 조사지역의 천이단계를 파악하고, 천이 진행 정도와 변화를 예측하여 습지로써 활용하기 위해 개선할 사항이 무엇인지 알

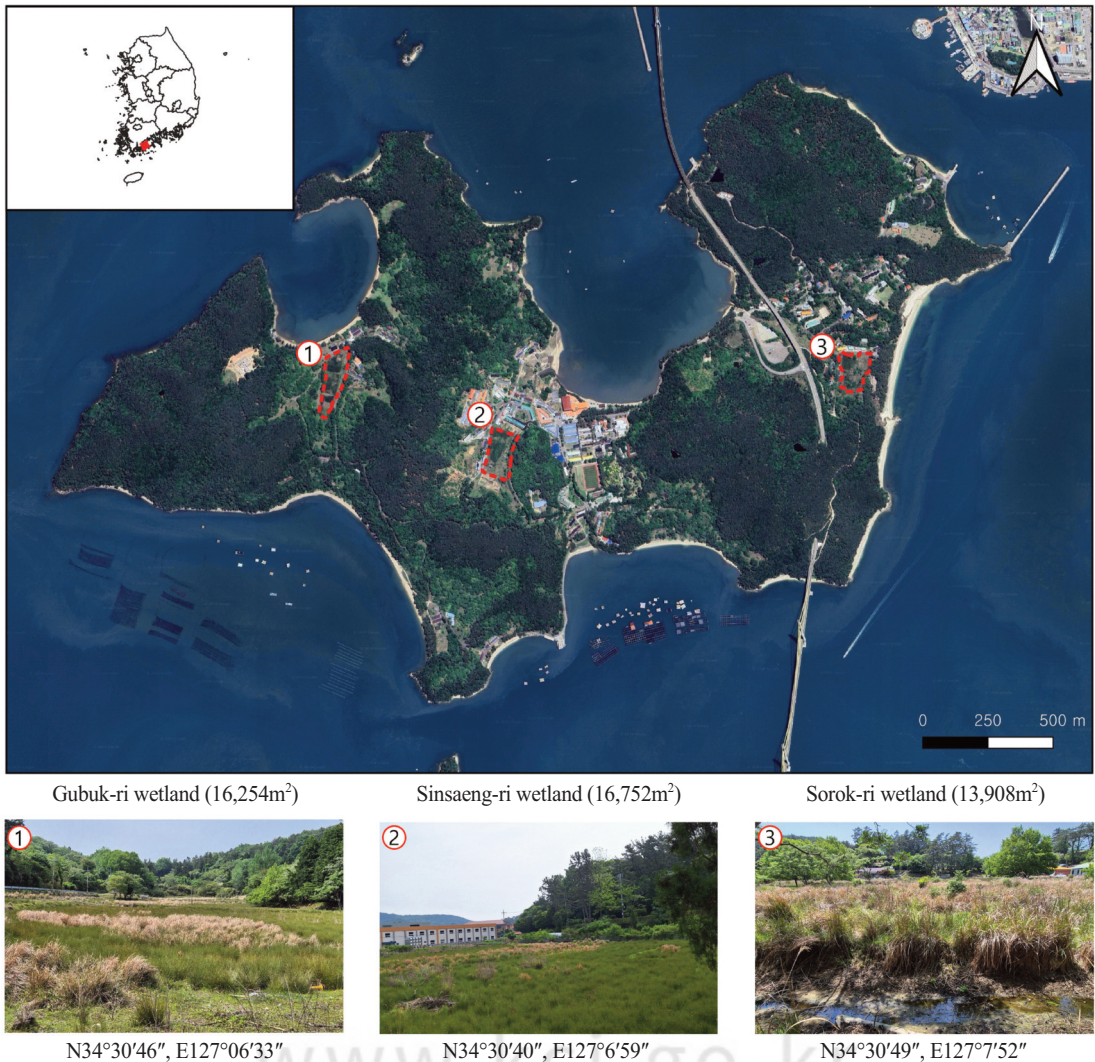


Figure 1. The map of study area

Table 1. Current status of the sites

Wetland name	Gubuk-ri wetland	Sinsaeng-ri wetland	Sorok-ri wetland
Geographical location	Near the coastline	Center of the island	The boundary of land and sea
Surrounding environment	Forest	Residential facilities	Forest, coastline
Special features	Remains of past living facilities	Presence of a hospital and museum nearby	Coexistence of marine and terrestrial life forms

아보았다. 본 연구는 늘어나는 휴경지를 생태습지로 복원하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상지

논, 밭으로 이용 후 방치되어 습지화가 이루어지고 있는 소록도의 휴경지(이하 휴경습지)를 도출하기 위해 국토정보플랫폼에서 2023년에 제작한 축척 1:5,000 수치지형도를 활용하여 분류값이 밭인 코드 278개와 농림축산식품부에서 제공하는 2023년도 Farm map service 활용하여 분류값이 밭인 코드 163개를 추출하였다. 그중 대표 지목이 담긴 코드 35개를 선별하여 육안 판독을 진행하였으며 항공 사진상 현재 주민들이 활용하고 있거나, 육화가 끝난 대상지를 제외하여 총 31개의 대상 후보지를 선정하였다. 선정된 후보지를 대상으로 습지 경계 파악을 위해 현장조사를 실시하였으며 최종적으로 소록도 구북리, 신생리, 소록리 인근에 위치한 습지 3곳을 대상지로 선정하였다(Figure 1).

구북리에 위치한 습지(이하 구북리습지)는 묵논습지로서 해안가가 인접해 있고 습지 주변을 산림이 둘러싸고 있다. 습지 내부에는 우물 및 빨래터 등 과거 물을 활용했던 생활시설들이 방치되어 있다. 섬 중앙부의 신생리에 위치한 습지(이하 신생리습지)는 밭 경작 이후 방치되어 습지화가 진행되고 있으며 주변 인근에 주거 시설과 병원, 박물관 같은 공공시설이 발달하고 있다. 소록리에 위치한 습지(이하 소록리습지)는 묵논습지로 육지와 해안 경계에 위치하여 기수 생물과 육상 생물을 동시에 관찰할 수 있었다(Table 1).

2. 기상 분석

기상 특성은 기상청 자료를 활용해 소록도가 포함된

고흥군의 평균기온, 강수량, 상대습도 등을 파악하였다(Korea meteorological administration 2024).

3. 항공사진 및 식생지수 분석

휴경지의 천이 단계를 파악하기 위해 국토정보플랫폼에서 제공하는 과거 항공사진과 식생지수(NDVI; Normalized Difference Vegetation Index)를 활용하였다. NDVI는 위성영상 지표면의 반사율을 통해 식생지수를 산정하는 방법으로 -1.0~1.0 사이의 값을 가지며 산림지역처럼 광합성이 활발한 지역일수록 높은 양의 값을 나타내며, 광합성이 없는 수계 및 눈 덮인 지역 등은 음수 값을 가진다(Jung et al. 2012). 대상지 식생지수 변화를 관찰하기 위해 미국 항공 우주국(NASA)과 미국지질 조사국(USGS)에서 제공하는 cell size 30×30의 Landsat 5(1990년, 2008년), Landsat 8(2019년) 영상을 활용하였다. 위성영상 자료는 계절변화, 대기상태, 구름의양에 따라 값이 달라지게 된다. 9~11월은 수생식물 활동이 위축되는 시기이며 7~8월은 장마로 인해 대기가 불안정하다. 이에 따라 대기가 상대적으로 안정적이며 Cloud Cover가 0~5% 사이의 5월 영상을 사용하였다(Hwang & Um 2015). NDVI는 근적외선(Near Infra Red, NIR)파장의 값을 적색(RED)파장의 값으로 빼주고 이를 NIR값과 RED값의 합으로 나누어 산정한다(식 1). Landsat 5은 Band 4(NIR)과 Band 3(RED)를 적용하였고, Landsat 8은 Band 5(NIR)과 Band 4(RED)를 적용하였다. Harrison & Jupp(1993)에서는 MicroBrian을 사용해 NDVI 값에 따른 토지피복 유형을 분류하였다. MicroBrian은 과거 위성 및 항공 이미지 처리 분석 소프트웨어로 8비트 데이터 형식을 사용하며, 픽셀 값이 0~255 범위로 제한된다. NDVI는 -1.0~1.0 사이의 값을 가지기 때문에 8비트 데이터 형식을 표현하기에는 한계가 있다. 본 연구에서는 MicroBrian과 동일한

Table 2. NDVI Grading(Hwang & Um 2015)

Ground Object	NDVI Value	Grade
Water	0 - 150	4
Grassland	150 - 165	3
Dryland / Cropland / Pasture	165 - 181	2
Evergreen broad leaf forest Evergreen needle leaf forest Deciduous broad forest Shrubland / Mixed forest	181 - 255	1

데이터 스케일을 사용하기 위해 -1.0~1.0에 값을 1~255 값으로 Rescale하였다. 또한 선행연구를 참고해 한반도의 피복 유형에 따른 NDVI등급을 나누고 분류하였다 (Hwang & Um 2015, Table 2).

$$NDVI = \frac{Band(NIR) - Band(RED)}{Band(NIR) + Band(RED)} \quad (1)$$

4. 지형 분석

지형적 특성은 1:5,000 수치지형도를 수집하여 ESRI에서 개발한 공간분석 프로그램 Arc Gis Pro을 활용해 수치표고모형(DEM, Digital elevation model)을 생성하였다. 생성된 모형으로 대상지 고도(Elevation), 경사도(Slope), 경사방향(Aspect) 등 기본적인 지형 특성을 확인하였다.

5. 식생조사

식생조사는 2024년 5월, 7월, 9월 3차례에 걸쳐 식물사회학적 방법(Kim & Lee 2006)에 따라 수행하였다. 식생조사를 수행하기 전에 대상지 내에 상관을 구분하

였으며, 상관별로 환경조건이 균질한 조사구에서 조사를 실시하였다. 조사구 범위는 최고 식생 높이를 제공하여 필요 식물종이 누락되는 것을 방지하였으며(Kim et al. 2006), 기타 현장조사 방법이나 실내 분석 등은 Kim & Lee(2006)를 따랐다. 수집된 식생조사표를 이용하여 식물군락을 분류하였고 현존식생도를 작성하였다. 식물종 출현 양상 및 기타 자료 작성을 위해 마이크로소프트에서 제작한 Microsoft Excel 2016을 이용하였으며 분류된 식물군락의 구성종에 대한 양적 비교는 상대기여도(r-NCD; Relative net contribution degree)를 활용하였다(Kim & Manyko 1994). 식생조사 자료로부터 확보한 식물상을 기초로 출현종수, 과별 출현 현황, 생활형(Raunkiaer 1934, Lee 1996) 등의 종조성적 특성을 분석하였고 증명 및 학명은 국가생물종목록(NIBR 2024)을 따랐다. 수원지 조사에는 묵논습지의 복원, 물길 개선을 위해 각 습지의 유입구, 유출구를 조사하여 대상지에 대표 수원 및 전반적인 물의 흐름을 파악하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 기상특성

소록도가 포함된 고흥군의 최근(2013년~2022년) 평균기온은 13.9°C로 기온이 온난한 편에 속하며 주변 인근 지역인 여수, 보성보다 상대습도가 약4~8% 높게 나타났다. 연 평균강수량은 1,409.62mm로 우리나라 평균 강수량(1,306.3mm)보다 높게 나타났지만 최근 4

Table 3. List of average temperature, relative humidity (Rhm), precipitation in Goheung, Yeosu, Boseong

Year	Temperature average (°C)			Average Rhm (%)			Average precipitation (mm)		
	Goheung	Yeosu	Boseong	Goheung	Yeosu	Boseong	Goheung	Yeosu	Boseong
2013	14.0	14.7	14.2	71.4	68.0	68.4	1,182.8	1,200.8	1313.8
2014	14.0	14.7	14.2	72.8	59.5	66.0	1,851.4	1,575.3	1619.2
2015	14.1	14.9	14.6	76.5	60.3	65.9	1,379.7	1,250.5	1211.6
2016	14.2	15.3	14.7	77.5	62.4	69.8	1,641.9	1,616.6	1599.8
2017	13.7	15.0	14.1	70.4	63.5	67.7	1,115.4	1,019.6	918.1
2018	13.6	14.9	14.1	73.7	68.3	70.8	1,458.8	1,578.7	1430.1
2019	13.9	15.4	14.3	72.3	67.5	70.1	1,676.5	1,529.9	1527.2
2020	13.6	15.1	14.6	73.4	67.8	73.3	1,520.2	1,751.9	1716.2
2021	14.3	15.7	15.0	73.1	67.3	73.9	1,339.8	1,571.2	1708.3
2022	13.9	15.1	14.6	69.3	63.3	70.1	929.7	1,067.4	1056.4

년간 강수량은 점차 감소하고 있으며 최근 2022년에는 929.7mm로 평균보다 낮은 수치를 기록하고 있다 (Table 3).

2. 항공사진 및 식생지수

대상지인 휴경지의 식생천이 단계를 알아보기 위해, 국토정보플랫폼에서 제공하는 과거 항공사진과

NDVI 값을 확인하였다(Figure 2). 1990년대 항공 사진 상 대상지 전부 경작지로 관찰되었다. NDVI는 3~4등급에 초지의 값으로 확인되었다. 2008년대 항공사진을 관찰한 결과, 3개 대상지 전부 경작의 형태는 사라지고 초본류가 대상지를 덮고 있었다. NDVI값은 각각 구북리습지 10, 신생리습지 7, 소록리습지 7이 증가하였다. 구북리습지, 신생리습지는 3등급으로 변하지 않았지










Change by site year			
	1990	2008	2019
Gubuk-ri wetland			
NDVI/Grade	150/3	160/3	178/2
Sinsaeng-ri wetland			
NDVI/Grade	154/3	161/3	178/2
Sorok-ri wetland			
NDVI/Grade	146/4	153/3	170/2

Figure 2. Historical aerial photographs and vegetation indices

Table 4. Topographical characteristics of the study area

Topographical characteristics	Gubuk-ri wetland	Sinsaeng-ri wetland	Sorok-ri wetland
Elevation (m)	2~9	3~15	0~5
Aspect	NW	NW	N
Average slope (°)	3.1	5	2.5
Water source	Groundwater	Groundwater	Groundwater

만 소록리습지는 4등급에서 3등급으로 값이 변하였다. 2019년대 항공사진을 보면 초본류 사이에 목본류가 조금씩 관찰되었다. NDVI값은 구북리습지 18, 신생리습지 17, 소록리습지 17이 증가하였으며 등급은 2등급으로 바뀌었다.

항공사진 및 식생지수 분석결과, 대상지는 1990년대 경작지로 활용되었으며 1990년~2008년 사이에 경작 활동이 중단된 것으로 판단된다. 2008년~2019년 사이에 NDVI 값과 등급이 증가한 것으로 보아 해당 휴경지는 방치되어 식생천이가 지속적으로 진행된 것으로 판단된다.

3. 지형 특성

대상지별 지형환경을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 구북리습지의 해발고도 범위는 2~9m(평균 4.17m)로 북서쪽으로 갈수록 고도가 낮아지는 형태를 보였다. 사면향은 26%로 북서향이 가장 높게 나타났으며 평균 경사는 약 3.1°로 비교적 완만하였다. 이러한 특징은 수원을 습지 내로 집적시켜 토양을 습윤한 상태로 유지되도록 한다(You et al, 2010). 구북리습지는 4개의 유입구와 1개의 유출구를 가지고 있으며 그중 남쪽에 위치한 유입구를 통해 지속적으로 지하수를 공급받고 있었다. 신생리습지의 해발고도 범위는 3~15m(평균 5.95m), 평균 경사는 약 5°, 대표 사면향은 북서향(36%)으로 확인되었다. 신생리습지는 5개의 유입구와 1개의 유출구를 가지고 있었으며 그중 북서쪽에 있는 유입구로부터 지속적으로 지하수를 공급받고 있었다. 소록리습지의 고도범위는 0~5m(평균 0.9m), 평균 경사는 약 2.5°, 대표사면은 북향(29%)으로 확인되었다. 소록리습지는 5개의 유입구와 1개의 유출구가 확인되었다. 그중 북서쪽에 위치한 2개의 유입구로부터 지하수를 공급받고 있었으나 그 양이 많지 않았으며 해안

과 인접해 있고 수로가 직선으로 깊고 넓게 정비되어 있어 물이 해안으로 빠져나가는 시간이 짧아 대상지 중 가장 건조한 상태였다.

지형분석 결과, 소록도 휴경습지는 전반적으로 경계 부분에서 내부로 갈수록 경사와 고도값이 낮아졌으며 주변 지역보다 고도가 낮고 경사가 완만하였다. 강우시 사방에서 물이 유입되지만 평상시에는 지하수 유입이 지배적이며 유입된 물은 습지 전체를 지나 유출구를 통해 해안으로 유출되고 있었다.

4. 식물상 및 식생분포

소록도 휴경습지 3곳에 대한 식생조사를 수행한 결과, 16개 조사 지점에서 36과 76속 81종 4변종 4아종으로 총 89분류군을 포함하는 4개의 식물군락을 확인하였다. 종조성을 살펴보면 과별로는 벼과식물(Poaceae, 15.7%)이 가장 많이 조사되었으며 다음으로 마디풀과(Polygonaceae, 10.1%), 콩과(Fabaceae, 7.9%) 식물 등이 확인되었다(Table 5). 식물상은 구북리습지 44분류군, 신생리습지 48분류군, 소록리습지 53분류군이 확인되었으며, 조사 지점별로 출현 빈도가 가장 높은 식물은 골풀(100.0%), 그 다음으로 미나리(62.5%), 고마리(62.5%), 띠(50.0%), 선피막이(50.0%), 토끼풀(50.0%) 등 순으로 확인되었다(Table 6).

89분류군을 대상으로 생활형(Life form)을 분석한 결과, 돌콩, 머느리배꼽, 주홍서나물, 환삼덩굴, 들깨

Table 5. List of the major families in survey sites

Family (Korean name)	No. of taxa	Ratio (%)
Poaceae (벼과)	14	15.7
Polygonaceae (마디풀과)	9	10.1
Fabaceae (콩과)	7	7.9
Others (기타)	59	66.3

Table 6. Synoptic table of plant communities in study area (value: r-NCD)

Jd: <i>Juncus decipiens</i> community		JdIc: <i>Juncus decipiens</i> - <i>Imperata cylindrica</i> community				
MsIc: <i>Miscanthus sinensis</i> - <i>Imperata cylindrica</i> community		To: <i>Typha orientalis</i> community				
Community	Jd	JdIc	MsIc	To	FA(%)*	Life form
Mean no. of species	12.3	18.0	22.0	9.0		
No. of species	50	56	22	9		
No. of relevés	8	6	1	1		
Differential species of abandoned paddy wetlands vegetation						
<i>Juncus decipiens</i> (Buchenau) Nakai 골풀	<u>100.00</u>	94.12	28.57	28.57	100.0	HH
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeusch. 락	0.87	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>	.	50.0	G
<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson 역새	0.35	19.12	<u>100.00</u>	.	31.3	H
<i>Typha orientalis</i> C. Presl. 부들	.	.	.	<u>100.00</u>	6.3	HH
Companions species group						
<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC. 미나리	38.89	4.90	.	71.43	62.5	HH
<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H. Gross 고마리	32.81	5.88	.	57.14	62.5	HH(Th)
<i>Juncus prismatocarpus</i> subsp. <i>leschenaultii</i> (Gay ex Laharpe) Kirschner 참비녀골풀	0.52	.	.	57.14	12.5	HH
<i>Rosa multiflora</i> Thunb. 찔레나무	.	14.71	28.57	.	25.0	N
<i>Rubus parvifolius</i> L. 명석말기	.	6.86	42.86	.	18.8	N
<i>Equisetum arvense</i> L. 쇠뜨기	.	0.98	28.57	.	12.5	G
<i>Hydrocotyle maritima</i> Honda 선피막이	6.77	17.65	28.57	.	50.0	Ch
<i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc. 돌콩	5.21	7.35	28.57	.	56.3	Th
<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britton 들깨	1.39	13.73	28.57	.	43.8	Th
<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore 주홍서나물	0.69	11.76	28.57	.	37.5	Th
<i>Duchesnea indica</i> (Andr.) Focke 뱀말기	0.69	5.88	28.57	.	37.5	Ch
<i>Persicaria perfoliata</i> (L.) H. Gross 머느리배꼽	0.17	26.96	28.57	.	43.8	Th
<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc. 환삼덩굴	0.17	8.82	28.57	.	31.3	Th
<i>Paederia foetida</i> L. 계요등	.	.	42.86	.	6.3	Ch
<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i> (L.) Ehrh. 가는살갈퀴	.	.	28.57	.	6.3	Th(w)
<i>Artemisia indica</i> Willd. 쑥	0.17	0.49	14.29	.	18.8	Ch
<i>Trifolium repens</i> L. 토끼풀	11.46	1.96	.	.	50.0	Ch
<i>Glechoma grandis</i> (A. Gray) Kuprian. 긴병꽃풀	5.21	1.47	.	.	25.0	H
<i>Cleistogenes hackelii</i> (Honda) Honda 대새풀	1.74	8.82	.	.	31.3	H
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre 여뀌	1.39	7.35	.	.	31.3	HH(Th)
<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i> Lam. 피막이	1.22	1.96	.	.	18.8	Ch
<i>Lysimachia japonica</i> Thunb. 좁가지풀	0.69	1.96	.	.	25.0	H
<i>Trisetum bifidum</i> (Thunb.) Ohwi 잠자리피	0.69	1.96	.	.	25.0	H
<i>Bidens frondosa</i> L. 미국가막사리	0.69	0.98	.	.	18.8	Th
<i>Potentilla fragarioides</i> L. 양지꽃	0.69	0.49	.	.	18.8	Ch
<i>Rumex crispus</i> L. 소리쟁이	0.69	0.49	.	.	18.8	H
<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq. 참느릅나무	0.35	5.88	.	.	18.8	MM
<i>Persicaria maculosa</i> Gray 뽕여뀌	0.17	.	.	28.57	12.5	Th
<i>Mazus pumilus</i> (Burm. f.) Steenis 주름잎	0.17	1.96	.	.	18.8	Th(w)
<i>Kummerowia striata</i> (Thunb.) Schindl. 매듭풀	0.17	0.49	.	.	12.5	Th
<i>Lolium perenne</i> L. 호밀풀	0.17	0.49	.	.	12.5	Th(w)
<i>Geranium thunbergii</i> Siebold ex Lindl. & Paxton 이질풀	0.17	.	14.29	.	12.5	H

Table 6. Continued

Jd: <i>Juncus decipiens</i> community Mslc: <i>Miscanthus sinensis-Imperata cylindrica</i> community	Jdlc: <i>Juncus decipiens-Imperata cylindrica</i> community To: <i>Typha orientalis</i> community				FA(%)*	Life form
Community	Jd	Jdlc	Mslc	To		
Mean no. of species	12.3	18.0	22.0	9.0		
No. of species	50	56	22	9		
No. of relevés	8	6	1	1		
<i>Poa pratensis</i> L. 왕포아풀	.	0.49	14.29	.	12.5	H
<i>Houttuynia cordata</i> Thunb. 약모밀	.	.	.	28.57	6.3	G
<i>Polypogon fugax</i> Nees ex Steud. 쇠돌피	.	.	.	14.29	6.3	Th(w)
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre 흰여뀌	.	.	.	14.29	6.3	Th
<i>Citrus trifoliata</i> L. 탕자나무	.	8.82	.	.	12.5	N
<i>Allium macrostemon</i> Bunge 산달래	.	.	14.29	.	6.3	G
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg. 서양민들레	.	.	14.29	.	6.3	H
<i>Carex maximowiczii</i> Miq. 왕비늘사초	.	.	14.29	.	6.3	H
<i>Bromus japonicus</i> Thunb. 참새귀리	.	.	14.29	.	6.3	Th

Species less than r-NCD 5.00 that did not appear overlapping between plant communities: (JD) Mosla punctulata (J. F. Gmel.) Nakai 들개풀 3.13 18.8 Th, *Hypericum ascyron* L. 물레나물 2.78 12.5 H, *Ranunculus cantoniensis* DC. 털개구리미나리 2.08 18.8 H, *Murdannia keisak* (Hassk.) Hand.-Mazz. 사마귀풀 1.04 12.5 HH(Th), *Boehmeria japonica* (L. f.) Miq. 왜모시풀 0.69 12.5 Ch, *Senna tora* (L.) Roxb. 결명자 0.69 6.3 Th, *Phyllostachys nigra* var. *henonis* (Mitford) Stapf ex Rendle 솜대 0.69 6.3 MM, *Persicaria longiseta* (Brujin) Kitag. 개여뀌 0.35 6.3 Th, *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fernald 개피 0.35 6.3 HH(Thw), *Paulownia coreana* Uyeki 오동나무 0.35 6.3 MM, *Petasites japonicus* (Siebold & Zucc.) Maxim. 머위 0.17 6.3 H, *Monochoria vaginalis* (Burm. f.) C. Presl 물달개비 0.17 6.3 HH(Th), *Phytolacca americana* L. 미국자리공 0.17 6.3 G, *Pinellia ternata* (Thunb.) Ten. ex Breitenb. 반하 0.17 6.3 G, *Lycopus lucidus* Turcz. ex Benth. 썩사리 0.17 6.3 HH, *Phyllanthus ussuriensis* Rupr. & Maxim. 여우주머니 0.17 6.3 Th, *Ajuga multiflora* Bunge 조개나물 0.17 6.3 H, *Rumex japonicus* Houtt. 참소리쟁이 0.17 6.3 H, *Clinopodium chinense* var. *parviflorum* (Kudô) H. Hara 층층이꽃 0.17 6.3 H, *Colocasia esculenta* (L.) Schott 토란 0.17 6.3 G, (Jdlc) *Elaeagnus umbellata* Thunb. 보리수나무 3.92 12.5 M, *Clematis apiifolia* DC. 사위질빵 3.92 12.5 N, *Veronica arvensis* L. 선개불알풀 2.94 12.5 Th(w), *Stellaria media* (L.) Vill. 별꽃 1.96 12.5 Th(w), *Cerastium fontanum* subsp. *vulgare* (Hartm.) Greuter & Burdet 점나도나물 1.96 12.5 H, *Diospyros kaki* Thunb. 감나무 1.96 6.3 MM, *Quercus aliena* Blume 갈참나무 1.47 6.3 MM, *Carex dickinsii* Franch. & Sav. 도깨비사초 0.98 6.3 H, *Wisteria floribunda* (Willd.) DC. 등 0.98 6.3 MM, *Melia azedarach* L. 멸구슬나무 0.98 6.3 MM, *Lagerstroemia indica* L. 배롱나무 0.98 6.3 M, *Prunus armeniaca* var. *ansu* Maxim. 살구나무 0.98 6.3 MM, *Persicaria senticosa* (Meisn.) H. Gross ex Nakai 머느리밀짚개 0.49 6.3 Th, *Boehmeria platanifolia* Franch. & Sav. 개모시풀 0.49 6.3 Ch, *Sagina japonica* (Sw.) Ohwi 개미자리 0.49 6.3 Th(w), *Agrostis clavata* var. *nukabo* Ohwi 겨이삭 0.49 6.3 Th(w), *Festuca parvigluma* Steud. 김의털아재비 0.49 6.3 H, *Commelina communis* L. 닭의장풀 0.49 6.3 Th, *Dioscorea tokoro* Makino 도꼬로마 0.49 6.3 G, *Metaplexis japonica* (Thunb.) Makino 박주가리 0.49 6.3 G, *Youngia japonica* subsp. *elstonii* (Hochr.) Bab. & Stebbins 보리쟁이 0.49 6.3 Th(w), *Elymus ciliaris* (Trin.) Tzvelev 속털개밀 0.49 6.3 Th(w), *Vicia tetrasperma* (L.) Schreb. 얼치기완두 0.49 6.3 Th(w), *Poa sphondylodes* Trin. 포아풀 0.49 6.3 H

Notes: Ch: Chamaephytes, G: Geophyte, H: Hemicryptophytes, MM: Megaphanerophytes, M: Microphanerophytes, N: Nanophanerophytes, HH: Hydrophytes, HH(Th): Hydatophyte (therophyte), HH(Thw): Hydatophyte (therophyte (winter annual)), Th: Therophytes, Th(w): Therophyte (winter annual).

*FA: Frequency of appearance by survey point

풀, 미국가막사리 등의 일년생식물(Th, therophytes)이 30.3%(27분류군)를 차지하여 가장 높은 비율을 보였고, 다음으로 대새풀, 좁가지풀, 억새, 긴병꽃풀, 잠자리피 등의 반지중식물(H, hemicryptophytes)이 22.5%(20분류군)과 골풀, 미나리, 고마리 등의 수생식물(HH, hydrophytes)이 11.2%(10분류군)로 빈도 높게 관찰되었다. 육화가 진행되면서 토양이 건조해짐에 따라 일년생식물과 반지중식물이 정착한 것으로 보이며 수분

이 아직 남아있는 물길 주변과 물이 고이는 부분에는 수생식물이 생육하고 있었다(Table 7).

소록도 휴경습지에 발달하고 있는 식물군락은 골풀군락(*Juncus decipiens* community), 띠-골풀군락(*Juncus decipiens-Imperata cylindrica* community), 띠-억새군락(*Miscanthus sinensis-Imperata cylindrica* community), 부들군락(*Typha orientalis* community)으로 확인되었다(Figure 3). 골풀군락은 초본층에 골풀이 우점하는 것은

Table 7. Summary on the life forms of vascular plants in study area

	Ch	G	H	M	MM	N	HH	Th	Total
No. of taxa	9	9	20	2	8	4	10	27	89
Ratio (%)	10.1	10.1	22.5	2.3	9.0	4.5	11.2	30.3	100.0

Notes: Ch: Chamaephytes, G: Geophyte, H: Hemicyrptophytes, MM: Megaphanerophytes, M: Microphanerophytes, N: Nanophanerophytes, HH: Hydrophytes, Th: Therophytes

Table 8. Vegetation types area and proportion

Vegetation types	Gubuk-ri wetland		Sinsaeng-ri wetland		Sorok-ri wetland	
	Area (m ²)	Ratio (%)	Area (m ²)	Ratio (%)	Area (m ²)	Ratio (%)
<i>Juncus decipiens</i> community	12,413	76.3	7,628	45.5	5,596	40.2
<i>Juncus decipiens-Imperata cylindrica</i> community	2,729	16.7	5,615	33.5	7,715	55.5
<i>Miscanthus sinensis-Imperata cylindrica</i> community	-	-	-	-	463	3.3
<i>Typha orientalis</i> community	-	-	-	-	134	1.0
Barren	1,112	7.0	3,509	21.0	-	-
Total	16,254	100.0	16,752	100.0	13,908	100.0

로부터 구분되고 토양수분조건이 약습 또는 과습하여 미나리, 고마리 등의 수생식물이 빈도 높게 관찰되었다. 토양은 모래보다 점토성분이 많이 포함되어 있었고 3 곳의 습지에서 모두 관찰되었다. 골풀은 골풀과의 다년생초본식물로 다습한 논이나 농수로변과 같이 투수성이 불량한 점토질 토양에서 관찰되며 초기목논에서 출현하여 5년 이상된 중기 목논에서 가장 높은 우점도를 나타낸다(Lee et al. 1998). 띠-골풀군락은 초본층에 띠와 골풀이 우점하는 것으로부터 구분되며 억새, 머느리배꼽, 짚레나무, 주홍서나물 등의 건생이차초원에서 생육하는 식물종이 혼생하고 있었다. 띠-억새군락은 소록리습지에서 관찰되었고 초본층에 억새와 띠가 우점하는 것으로부터 구분된다. 골풀군락과 띠-골풀군락보다는 좀 더 건조한 입지에서 관찰되었고 띠-골

풀군락에서 출현한 식물종과 유사한 종조성을 나타내고 있었다. 억새는 약건한 토양에서 주로 서식하며 농경지와 더불어 하천변 산지 등에서 관찰된다. 인위적인 영향을 받지 않는 생육지 환경이 장기간 지속되면 천이단계에 의해 억새가 우점종으로 발달한다(Oh et al. 2008). 부들군락은 소록리습지에서 점토성분이 많고 물이 유입되어 고이는 입지에서 좁은 면적으로 관찰되었다. 본 군락은 부들이 우점하는 것으로부터 구분되며 미나리, 고마리, 참비녀골풀 등의 수생식물이 혼생하고 있었다. 습지별 식생분포를 살펴보면 구북리습지에서는 골풀군락(76.3%)과 띠-골풀군락(16.7%)이 발달하고 있었고 신생리습지는 골풀군락(45.5%), 띠-골풀군락(33.5%)이 주로 분포하고 있었다. 소록리습지에서는 띠-골풀군락(55.5%), 골풀군락(40.2%), 띠-억새

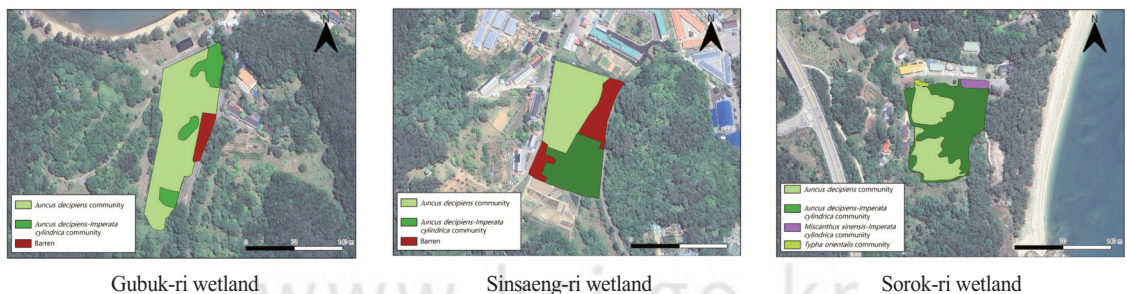


Figure 3. Actual vegetation map of study area

군락(3.3%), 부들군락이(1.0%) 확인되었다(Table 8).

IV. 결론

본 연구에서는 인구 고령화 및 사회적 이유로 방치된 휴경지를 습지로써 활용하기 위해 소록도에 위치한 3개의 휴경지를 대상으로 기상, 지형, 과거 항공사진 및 식생지수, 식생조사 연구를 진행하였다. 소록도는 기온이 온난하며 상대습도가 인근 지역보다 높게 나타났다. 평균강수량은 우리나라 강수량보다 높지만 최근 10년동안 지속적으로 감소하고 있다. 3개의 휴경지는 주변 인근 지역에 비해 고도가 낮고, 경사가 완만하며, 수원으로 지하수를 공급받고 있지만 시설이 노화되어 지속적으로 공급되기는 어려움이 있어 보인다. 항공사진 및 NDVI 분석과 식생조사를 진행한 결과 3개의 휴경지는 항공사진상 1990년~2008년 사이에 경작 활동이 중단되었으며 이후 NDVI 값이 증가하는 것으로 보아 방치되어 식생천이가 진행된 것으로 판단된다. 기존 문헌을 분석해 보면 천이 중기에 해당하는 휴경지 습지식생의 군락은 골풀군락, 쇠뜨기군락, 고마리군락 등이 확인되어 3개의 습지와 식생 발달이 유사하였다(Shim et al. 2015). 식물 생활형 또한 천이 중기에서 일년생식물 25%, 다년생식물 51%, 목본류 22%로 다년생식물의 비율이 높게 나타난 Yun(2007)의 연구 결과와 비교해 보았을 때, 3개의 습지는 골풀군락이 우점하며 다년생식물의 비율(구복리습지; 일년생식물 45%, 다년생식물 48%, 목본류 7%, 신생리습지; 일년생식물 31%, 다년생식물 52%, 목본류 14%, 소록리습지; 일년생식물 34%, 다년생식물 47%, 목본류 18%)이 높게 나타나 천이 중기단계의 습지로 판단되었다.

연구 결과를 통해 소록도에 위치한 3개의 휴경지는 현재 식생천이 중기단계의 목본습지로 판단되며, 지형적으로 주변보다 고도가 낮고, 경사가 완만하여 강우 시 산지에서 흐르는 물이 머무는 집수역의 역할을 할 것으로 생각된다. 그러나 현재 대상지의 강수량은 지속적으로 감소하고 있으며, 지하수 시설도 낙후되어 지속적인 수분 공급이 힘들 것이라 판단된다. 이러한 상태가 지속된다면 대상지는 천이가 진행되어 목본류가 우점하는 건답상태의 후기 목본으로 변화될 가능성

이 크다(Shim et al. 2013). 습지식물과 건조한 지역에 생육하는 식물이 공존하며, 양서류 및 잠자리 등 생물 서식처로써 중요한 목본의 건조화를 막고 습지로써의 활용하기 위해서는 지속적으로 충분한 수분 공급이 필요하다(You 2019). 이를 위해 낙후된 지하수 시설을 보수 및 관리할 필요가 있으며, 특히 육화 진행이 빠른 신생리습지와 소록리습지는 수질을 개선하고 직선 형태의 인위적인 물길을 재조성하여 수심을 다양화함으로써 건생지역이 습생지역이 될 수 있도록 유도해야 할 것이다. 향후 후속 연구에서는 습지의 수질, 수량, 오염 정도 등 수문학적 내용을 보완할 필요가 있으며, 지속적인 모니터링과 조사를 통해 습지의 식생천이 변화과정 내용을 보충해야 할 것으로 생각되었다.

사사

본 연구는 국립생태원(National Institute of Ecology, NIE) 연구비(NIE-B-2024-05)의 지원을 받아 수행하였습니다.

References

- Choo HS. 2019. Tide and tidal flows around the east of Sorok Island. *Science of Fisheries & Oceanography*, 28(1): 11-19. [Korean Literature]
- Harrison BA, Jupp DLB. 1993. *MicroBriar resource manual*, CSIRO Water Resources, Canberra.
- Hwang YS, Um JS. 2015. Monitoring the desiccation of inland wetland by combining MNDWI and NDVI: a case study of Upo wetland in South Korea. *Spatial Information Research*, 23(6): 31-41. [Korean Literature]
- Jang SK, Kang DJ. 2018. Characteristics and transition of Sorokdo during the 100 years. *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban*, 19(4): 105-123. [Korean Literature]
- Jung MH, Lee SH, Chang EM, Hong SW. 2012. Method of monitoring forest vegetation change based on change of MODIS NDVI time series

- pattern. *Spatial Information Research*, 20(4): 47-55. [Korean Literature]
- Kim CH, Lee KB, Cho DS, Myoung H. 2006. The study on the flora and vegetation of salt marshes of Mankyeong River estuary in Jeonbuk. *Korean Journal of Environment and Ecology*, 20(3): 289-298. [Korean Literature]
- Kim JA, Cheon DY. 2010. A study on the modern architecture in Sorokdo-focused on the Japanese ruling era. *Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*, 12(3): 19-20. [Korean Literature]
- Kim JH. 1987. Studies on the flora and vegetation of Sorokdo Islet. *Konkuk University Graduate School Journal of Theses*, 24(16): 439-454 [Korean Literature]
- Kim JW, Lee YK. 2006. Classification and assessment of plant communities. World Science Publishing Co, Seoul. [Korean Literature]
- Kim JW, Manyko YI. 1994. Syntaxonomical and synchorological characteristics of the cooltemperate mixed forest in the southern Sikhote, Alin. Russian far east. *The Korean Journal of Ecology*, 17(4): 391-413
- Kong RK. 2017. A study on improving the regulations for conservation and wise use in rice fields. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*. The Korean Society for Fisheries and Marine Sciences Education, February 28: 51-63. [Korean Literature]
- Korea Meteorological Administration [Internet]. Climate data in South Korea: [cited 2024 Aug 24]. Available from: <https://data.kma.go.kr>
- Korea Statistical Information Service [Internet]. Agricultural area statistics in South Korea: [cited 2024 Oct 8]. Available from: <https://kosis.kr/>
- Lee CS, Park HS, You YH, Hong SK. 1998. A study on vegetation succession in abandoned paddy fields. *The Journal of the Natural Science*, Seoul Women's University, 10: 29-43. [Korean Literature]
- Lee JS, Lee JY, Hwangbo YH. 2015. A study on the utilization for conserving the worth of cultural properties in leprosy cultural properties at Sorok Island. *Korean Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*, 17(3): 1-8. [Korean Literature]
- Lee WT. 2006. *Lineamenta florum Koreae*. Academy Publishing Co, Seoul. [Korean Literature]
- Lim YR, Kim KG. 2009. Wetland restoration site selection for promoting biodiversity in abandoned rice paddy fields-focusing on Gounpo Ban-Wol stream watershed. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*, 12(1): 52-66. [Korean Literature]
- NIBR; National list of indigenous species of Koreanpeninsula [Internet]. 2020c. Incheon: National Institute of Biological Resources. [cited 2024 May 01] Available from: <https://species.nibr.go.kr/index.do>
- National Institute of Ecology. 2020. The 5th national natural environment survey report. National Institute of Ecology.
- Oh YJ, Sohn SI, Kim CS, Kim BW, Kang BH. 2008. Phytosociological classification of vegetation in paddy levee. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 27(4): 413-420. [Korean Literature]
- Park MO, Hong SW, Koo BH. 2023. Analysis on the changes in abandoned paddy wetlands as a carbon absorption sources and topographic hydrological environment. *LHI Journal of Land, Housing, and Urban Affairs*, 14(1): 83-97. [Korean Literature]
- Park MY, Yim YR, Kim KG, Joo YW. 2006. The status and characteristics of wetlands created from within abandoned rice paddy fields in South Korea. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*, 9(2): [Korean Literature] 1-15.
- Park MO, Kwon SH, Back SJ, Seo JY, Koo BH. 2022.

- An analysis of environmental factors of abandoned paddy wetlands as references and changes in land cover types in the influence area. *Journal of Wetlands Research*, 24(4): 331-344. [Korean Literature]
- Park SJ, Park SJ. 2004. The flora of Sorok Island. *Korean Journal of Ecology and Environment*, 18, 392-414. [Korean Literature]
- Raunkiaer, C. 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Clarendon Press, Oxford.
- Shim IS, Kim HB, Cho KJ. 2013. Syntaxonomical characteristics of abandoned paddy fields by seral stages in South Korea. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 32(3): 185-192. [Korean Literature]
- Shim IS, Kim JB, Jung YK, Park IH, Kim MH, Shin HS, Cho KJ. 2015. Eco-floristic characters of vegetation in successional stages of abandoned paddy fields. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*, 18(4): 29-41. [Korean Literature]
- You JH, Ra JH, Jung SG, Jung SG, Cho HJ. 2010. Restoration and construction based on ecological environment of forest wetland, Gyeongsangbuk-Do. *Journal of KIFR*, 33-43. [Korean Literature]
- You JH. 2019. Vascular plants of small abandoned paddy field wetland in agricultural field-focused on Yeongdeok-Gun, Gyeongsangbuk-Do. *Journal of Korean Garden Design Society*, 5(1): 8-17. [Korean Literature]
- Yun KS. 2007. Soil and vegetation characteristics of abandoned paddy field. *Journal of the Korean Association of Regional Geographers*, 13(2): 129-142. [Korean Literature]