

지형환경에 따른 묵논습지 분포 특성 분석

박미옥

나사렛대학교 교수

Analysis of the Distribution Characteristics of Abandoned Paddy Wetlands according to Topographical Environments

Park, Miok

Korea Nazarene University

(Received : 7 May 2022, Revised : 19 May 2022, Accepted : 19 May 2022)

요약

본 연구는 지형 및 토지피복에 따른 묵논습지의 분포 특성을 분석하기 위해 수행되었다. 충청남도 서산시, 당진시, 보령시, 태안군을 대상으로 GIS와 현장답사를 통해 묵논습지를 찾아내어 경사도와 고도 및 토지피복유형에 따른 분포현황을 분석하였다. 연구결과, 4개시군의 묵논습지는 총106개로 확인되었고, 각 묵논습지가 위치한 지점의 평균 고도는 38.85m(S.D. 32.76)이고 평균 경사도는 6.27°(S.D. 5.39), 총면적은 24,200km²로 나타났다. 경사도 5° 미만의 평지에 63개(12,121.07km²), 5~10° 27개(9,524.15km²) 등 10° 미만의 평지 또는 완경사지에 90개(84.9%)의 묵논습지가 분포하고 있었다. 면적은 21,645.22km²로서 전체 묵논습지 면적의 89.5%에 이른다. 고도 25m 미만의 저지대에 48개(12,326km²), 50m미만 29개(4,909.4km²) 등으로서, 모두 77개(72.7%)의 묵논습지가 고도 50m 이내의 저지대에 분포하고 있으며, 면적으로는 17,235.8km²로서 전체 묵논습지 면적의 71.2%에 이른다. 묵논습지 환경요인 중 경사도와 고도 사이에 통계적으로 상관관계는 없는 것으로 나타났다. 토지피복 분류에 따라서는 인공초지(38), 논(33), 밭(22) 등에 많이 분포하였다.

핵심용어 : 마을습지, 고도, 경사도, 토지피복, 지형정보

Abstract

This study was conducted to analyze the distribution characteristics of abandoned paddy wetlands according to topography and land cover. In Seosan-si, Dangjin-si, Boryeong-si, and Taean-gun, Chungcheongnam-do, abandoned rice wetlands were found through GIS and field surveys, and the distribution status according to slope, elevation and land cover type was analyzed. As a result of the study, a total of 106 abandoned paddy wetlands were identified, and the average elevation of each abandoned paddy wetlands was 38.85m (S.D.32.76), the average slope was 6.27° (S.D.5.39), and the total area was 24,200km². 90 sites (84.9%) of abandoned paddy wetlands were distributed on flat land with less than 5° slope, 63 sites (12,121.07km²), and 27 sites(9,524.15km²) at 5-10° (9,524.15km²) on flat land with less than 10°. The area is 21,645.22km²(89.5%) of the total area of abandoned paddy wetlands. 48 sites(12,326km²) in the lowlands with an altitude of less than 25 m, 29 sites(4,909.4km²) below 50m. It accounts for 71.2% of the total area of abandoned paddy wetlands. Among environmental factors of abandoned paddy wetlands, there was no statistically significant correlation between slope and altitude. According to the land cover classification, it was widely distributed in artificial grasslands (38), paddy fields (33), and fields (22).

Key words : village wetland, altitude, slope, landcover, geographic information

[†] To whom correspondence should be addressed.

Dept. of Smart Green City Industry Convergence Major, Korea Nazarene University, South Korea
E-mail: ecoflower@kornu.ac.kr

1. 서 론

논은 생산기능과 더불어 생물다양성, 수문조절 등 습지로서의 가치가 점차 주목받고 있다. 국내에서 개최된 제10차 람사르총회에서도 논습지의 가치를 주목하고 논습지 결의안을 채택한 바 있다. 그러나 이러한 생산적, 생태적 중요성에도 불구하고 휴경지가 급속도로 증가하고 토지이용 변경 등의 훼손이 심각한 수준에 이르고 있다. 휴경지는 육지화가 진행되거나 습지화되기도 하며, 이렇게 습지화된 묵논은 묵논습지로서 자연습지와 유사한 기능에 이르게 된다. 묵논습지는 양서류 등의 서식처로서 특히 가치가 높고(Han et al., 2005), 생물다양성 증진(Francisco et al., 2001), 생태계서비스 증진(Lee & Moon, 2011) 등의 기능이 주목받고 있다.

유사한 연구로서 마을습지와 산지습지의 분포 특성을 분석하기 위한 연구들이 수행되고 있는데, 경사도, 토양, 토지이용 등 입지환경에 따른 습지 분포 연구(Moon and Koo, 2014)에서는 산지습지의 입지적 환경특성을 분석하여 산지습지의 가능지역을 추출하기 위한 평가인자를 도출하였다. 습지 가능지역 분석과 관련된 연구사례들을 살펴보면 외국의 경우 고해상도 위성사진을 이용하여 습지경계를 작성(O'Hara, 2001) 등 토지피복 특성에 따른 분광분석을 통해 습지가능지역 또는 습지경계에 대해 간접적인 설정 연구가 이루어지고 있다. 최근에는 레이저 거리측정기기술이 발달함에 따라 LiDAR 기반의 DEM(수치표고모델)을 이용하여 습지 경계를 추출하기 위한 연구(Mahler, 2012) 등이 이루어지고 있다. 그 외 습지가능지역 분석 연구로는 Koo and Seo(2007), Park et al.(2007) 등의 연구가 있다.

위성영상 및 GIS 공간통합 기법을 이용한 습지 추출기법으로 Jang and Kim(2006)은 산지습지 구성인자로 경사도, 사면방향, 지질, 암상, 생태자연도 등을 선정하고 GIS기반 습지분포 예측 알고리즘을 개발하였다. Park et al.(2007)은 Topographic Position Index(TPI)를 활용하여 경남도 산지습지 가능지역 분포를 연구하였으며, Koo and Seo(2007)은 고도, 경사도, 토지이용, 식생지수(NDVI) 등을 근거로 습지가능지역을 도출하였다.

묵논습지 연구는 Yoon(2007), Cho et al.(2014), Park et al.(2015), Hong et al.(2019) 등 대부분 토양, 수문, 농작물 등 특성을 분석하는 연구들이 수행되고 있으며 환경요인에 따른 묵논습지 분포 연구는 거의 없는 실정으로서, 묵논습지의 종합적이고 체계적인 관리를 위해서는 지역 간 입지 특성에 따른 분포 밀도 비교, 이용패턴 비교 등의 연구가 필요하며 이를 토대로 묵논습지의 보전, 복원 및 생태적 기능 향상을 위한 관리 등 기초 자료로 활용하는 것이 중요하다. 이에 본 연구에서는 산지와 해안, 시가지 등이 복합된 충청남도 내포문화권 4개시군(서산, 당진, 보령, 태안)에 분포하는 묵논습지 분포특성을 분석하고자 하며, 특히 고도, 경사도 등 지형특성과 습지 주변 토지이용이 습지 분포에 영향을 끼친다는 선행연구에 따라 지형특성과 토지피복에 따른 묵논습지 분포 특성을 분석하였다.

2. 연구 방법

2.1 연구범위

본 연구는 서해안에 인접한 충청남도 내포문화권 6개시군(서산시, 당진시, 보령시, 예산군, 홍성군, 태안군) 중 4개 시군(서산시, 당진시, 보령시, 태안읍)을 대상으로 하였다(Fig. 1). 내포문화권 중 예산군과 홍성군은 내포신도시를 공유하고 있어 환경적, 사회적 변화가 급변하므로 별도의 연구를 통해 밝히고 본 연구에서는 4개시군만을 대상으로 수행하였다. 내포란 바다나 호수가 육지 안으로 휘어 들어간 지역으로서 조선왕조실록이나 택리지 등에 충남 북서지역의 가야산을 중심으로 삼교천에서 서해에 이르는 평야지대를 지칭하는 용어로 정착되었다. 고려말 이후 성립되기 시작하여 경국대전에서는 아산, 청양, 서천, 부여, 평택까지도 아우르는 광범위한 지역으로 인식되었으나 조선 후기 이후 6개시군을 중심으로 형성되었다.

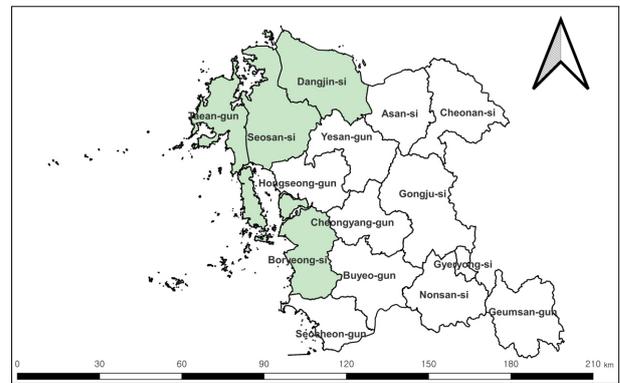


Fig. 1. Location of the study sites.

내포문화권은 삼교천과 서해안을 사이의 평지와 얇은 구릉지로서 내포평야를 이루고 있으며 논습지를 비롯한 다양한 형태의 농경활동 중심지였고, 도시화의 영향으로 휴경지와 묵논이 점차 증가하고 있음에도 관리의 사각지대에 있어 현황 파악과 관리가 시급한 실정이다.

이들 4개시군은 서해 임해도시로서 연안지역과 농경지, 도시화지역, 산지 등 다양한 지형변화 특징을 보이고 있다. 남쪽으로부터 올라 온 금북정맥이 보령시와 당진시, 서산시를 거쳐 태안군까지 이어진다. 이렇게 산악 구릉과 넓은 평야, 도시화지역, 긴 해안선 등 지형적 특성에 의해 다양한 유형의 습지가 발달하고 있어 입지환경에 따른 습지 분포특성을 분석하기 적합하다고 판단되었다.

문헌연구는 2021년까지의 해당 지자체 정책보고서와 선행연구 등 문헌을 분석하였고, 습지답사는 2018-2020년에 수행하였으며, 지형환경 분석에 필요한 추가조사와 지형DB 구축 및 통계처리 등은 2020-2021년에 진행하였다.

서산시는 연안산지형 도시로서, 면적은 740.8km²이고, 행정구역은 1개읍 9개면 5개의 동으로 이루어져 있으며, 남북으로 가로림만과 천수만, 간월호와 부남호 등이 분포하고 있다. 북쪽으로는 산업단지와 시가지, 남쪽으로는 넓은 평야가 형성되며, 동쪽과 중앙부를 동서로 가로질러 금북정맥이 지나고 있

다. 당진시는 연안평지형 도시로서, 면적은 664.1km²이고, 논 면적이 21,200ha에 이른다. 행정구역은 2개읍 9개면 3개의 동으로 이루어져 있으며, 리아스식 해안이 간척사업으로 인해 단조로워졌으며 대규모 간척호(석문호, 대호호 등)가 형성되었다. 대부분 10m 이내의 평야지대로서 남쪽으로 금북정맥이 지나지만 고도 200m가 안되는 낮은 구릉지로 형성되어 있다. 보령시는 연안산지형 도시로서, 면적은 569.0km²이고, 행정구역은 1개읍 10개면 5개의 동으로 이루어져 있으며, 대천해수욕장과 무창포해수욕장, 소항사구 등 해안사빈과 사구, 습지가 발달해있다. 태안군은 연안평지형 도시로서, 자연 해안선이 길게 발달하고 신두리사구 등 해안사구와 습지, 가로림만과 천수만, 부남호 등 다양한 환경조건을 갖추고 있고 습지 유형 또한 다양하게 분포하고 있다.

2.2 연구방법

목논의 분포에 영향을 끼치는 환경요인으로는 경사도, 고도, 토지피복 등을 환경변수로 설정하였다. 습지를 결정하는 환경요인으로는 수문과 토양, 식물 등도 중요한 요인이지만, 본 연구 대상지인 목논습지는 기본적으로 물로 침수되었던 논 휴경지이므로 논 특성상 토양과 수문환경은 제한요인이 되지 않는다고 판단되어, 지형과 주변 토지피복만 고려하였다.

경사도와 고도는 Park et al.(2007), Koo and Seo(2007), Moon and Koo(2014) 등의 연구에서 집수구역(NIER, 2004) 내 Topographic Position Index(TPI)를 활용하여 습지 분포를 분석한 연구와 같은 방법이다.

경사도는 지형면의 발달과 토양 침식, 식생분포, 토지피복 및 토지이용 등에 미치는 영향이 큰 요소이다. 경사도별 습지 분포는 목논습지 GIS데이터와 지형의 경사도를 나타내는 경사 분포도를 중첩하여 목논습지의 경사도값을 추출하였다. 즉 목논습지가 분포하는 위치자료를 GIS데이터로 구축하고 수치표고모델(Digital Elevation Model, DEM)과 공간분석을 통해 습지의 경사도 값을 추출하였다. 경사도는 0°~30°까지 5° 단위로 등급을 구분하여 각 등급별 목논습지 분포를 분석하였다(ME, 2011 & Park et al., 2007).

고도별 습지분포는 목논습지 GIS데이터와 지형의 고도를 나타내는 표고분석도를 중첩하여 목논습지의 고도값을 추출하였다. 즉 목논습지가 분포하는 위치자료를 GIS데이터로 구축하고 수치표고모델(Digital Elevation Model, DEM)과 공간분석을 통해 습지의 해발고도 값을 추출하였다. 고도는 4개 시군의 지형 특성이 평야지대로부터 산악에 이르는 다양한 변화를 고려하여 25m 단위로 등급화하여 최고 125m 이상까지 구분 적용하였다.

토지피복도는 환경공간서비스에 제공하는 토지피복지도(중분류, 22유형)를 기준으로 목논습지가 위치한 주변 100m 범위의 토지피복현황을 분석하였다. 100m는 소형동물의 이동범위를 기준으로 설정하였다. 기초 자료로는 환경공간정보서비스에서 제공하는 공간해상도 5m급의 중분류 토지피복지도와 국토지리정보원에서 제공하는 정사영상과 1:5,000 수치지형도 등의 GIS자료 및 항공사진 등을 사용하였다.

목논 DB는 각 지자체에서 구축한 마을습지 인벤토리(Boryeongsi,

2019; Dangiinsi, 2019; Seosansi, 2019; Taeangun, 2019)를 분석하여 현장답사에서 목논습지로 확인된 습지를 추출하고, 각 목논습지를 대상으로 GIS를 이용하여 위치정보(좌표), 지형정보(고도, 경사도) 및 토지피복분류 정보를 기반으로 목논별 공간환경정보 DB를 구축하였다. 이 과정에서 일부 데이터가 누락되거나 정보가 불확실하다고 판단되는 습지 DB는 제외하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 목논습지 일반현황

연구대상지 내 목논습지는 106개로 확인되었다. 지형분석은 국토지리정보원에서 제공하고 있는 연속수치지형도(1:5,000)를 바탕으로 GIS에서 DEM(Digital Elevation Model)을 구축한 후 고도분석(elevation)과 경사도분석(slope)을 수행하여 공간데이터베이스를 구축하였다.

본 연구에서 106개 목논습지가 분포하는 각 지점의 평균 고도는 38.85m(S.D. 32.76)이고 평균 경사도는 6.27° (S.D. 5.39), 총면적은 24,200km²로 나타났다. 이는 고도와 경사도는 지형면의 발달과 습지의 형성을 결정하는 환경요소로서, 산지 경사지에 발달하는 습지는 주로 고위평탄면, 경사변곡점 등과 능선 주위에 잘 발달하며(Koo and Seo, 2007), 대체로 경사도 10° 이하의 범위에서 분포한다는 선행연구(Park, 2007)와 일치한다. 또한 이와 관련하여 Moon and Koo(2014)의 연구에서 산지습지 91개소의 분포를 조사한 바 산지습지가 위치한 지점의 평균 경사도는 9.14°로 나타나 본 연구에서 조사된 목논습지보다 상대적으로 경사가 심한 구간에 나타나고 있는데, 이는 본 연구대상지인 목논습지는 논농사를 짓던 농경지가 휴경되어 발달된 습지로서 대부분 경사지보다는 평지에 위치하며 때로 산지에 위치하더라도 경사지보다는 계곡부 등 평균 경사도 6° 내외의 완만한 지형에 형성됨을 알 수 있다.

3.2 지형요인에 따른 목논습지 분포 특성

지형요인(고도, 경사도)에 따른 목논습지 분포 특성은 다음 Table 1 및 Fig. 2와 같이 나타낼 수 있다.

경사도 등급에 따라 살펴보면(Table 1-a), 전체 106개 목논습지 중 5° 미만의 평지에 63개(12,121.07km²), 5~10° 27개(9,524.15km²) 등 10° 미만의 평지 또는 완경사지에 90개(84.9%)의 목논습지가 분포하고 있으며 면적은 21,645.22km²로서 전체 목논습지 면적의 89.5%에 이른다. 이는 산지습지들이 대부분 10° 이내의 완경사지에 분포한다는 선행연구(Park, 2007; Moon and Koo, 2014) 결과와도 유사하였는데, 목논습지는 논습지가 생산기능을 상실하여 습지화되었기 때문에 산지습지와 목논습지는 습지발달과정이 전혀 다름에도 대부분의 습지들이 경사도 10° 이하의 평지 및 완경사지에서 형성된다는 것을 확인할 수 있다.

경사도 20° 이상의 급경사 지역에 발달한 목논습지는 총 3

Table 1. Distribution of abandoned paddy wetlands by slope and altitude

(a) Slope	Degree	Quan.	Area(km ²)	(b) altitude	Degree	Quan.	Area(km ²)
	5° under	63(59.4%)	12,121.07(50.1%)		25m under	48(45.3%)	12,326.40(50.9%)
	5 ~ 10°	27(25.5%)	9,524.15(39.4%)		25-50m	29(27.4%)	4,909.40(20.3%)
	10~15°	9(8.5%)	1,057.03(4.4%)		50-75m	13(12.3%)	2,957.61(12.2%)
	15~20°	4(3.8%)	1,030.42(4.3%)		75-100m	9(8.5%)	2,116.35(8.7%)
	20° over	3(2.8%)	467.41(1.9%)		100-125m	4(3.8%)	1,372.43(5.7%)
Total		106(100%)	24,200.08(100%)	Total		106(100%)	24,200.08 (100%)

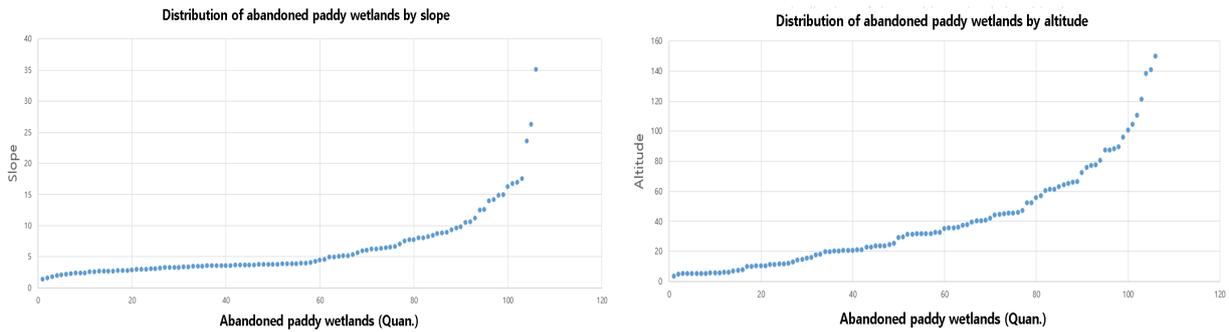


Fig. 2. Cumulative distribution of abandoned paddy wetlands by (a)slope and (b)altitude.

개로서, 서산시 고북면 55번지 묵논습지가 경사도 35°, 고도 10m 위치에 분포하며 면적은 315.23m²에 이르고 있다. 보령시 남포면 24번지 묵논습지는 경사도 26.2°, 고도 39.5m 지점에 위치하며, 서산시 팔봉면 107번지 습지는 경사도 23.6°, 고도 87.4m 지점에 위치하였다.

고도 등급에 따라 살펴보면(Table 1-b), 전체 106개 묵논습지 중 표고 25m 미만의 저지대에 48개(12,326km²), 50m미만 29개(4,909.4km²) 등으로서, 77개(72.7%)의 묵논습지가 고도 50m 이내의 저지대에 분포하고 있으며 면적으로는 17,235.8kkm²로서 전체 묵논습지 면적의 71.2%에 이른다. 이는 산지습지들이 대체로 400m 이상 지역에서 분포한다는 Koo and Seo(2007)의 연구와 비교할 때 마을습지는 유희농경지가 습지화 된다는 점에서 주로 저지대 농경지 주변 및 산간 계곡부에 분포하는 점에서 산지습지 분포와는 차이가 있는 것으로 해석된다.

가장 높은 고도인 125m 이상에 분포하는 묵논습지는 3개로서, 보령시 미산면 4번지 습지가 고도 149.6m, 경사도 6.3°에 위치하며 면적은 126.9m²에 이른다. 미산면에는 그 외에도 고도 138.3m, 경사도 8.0°에 위치한 묵논습지가 분포하며, 청라면 46번지 묵논습지는 고도 140.6m, 경사도는 2.7°에 위치한다.

한편으로, 묵논습지 환경요인 중 경사도와 고도 사이에 통계적으로 상관관계가 있는지를 분석하기 위해, 먼저 각 묵논습지의 고도와 경사도 관계를 나타내면 Fig. 2, Fig. 3 등과 같이 나타낼 수 있다. 경사도 5° 이내에 분포하는 묵논습지는 고도별로 고루 분포하고 있었고, 경사도 5~25° 사이에 분포하는 묵논습지는 약하게나마 양의 상관관계가 보였으나

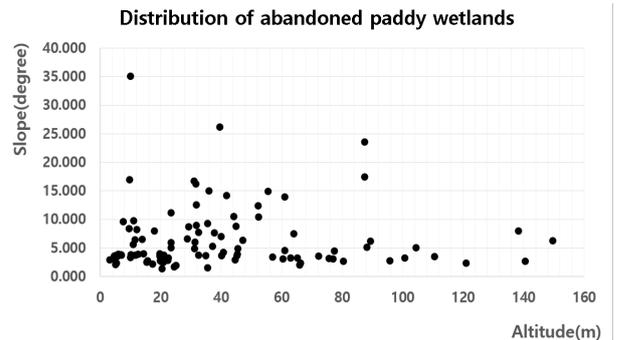


Fig. 3. Distribution of abandoned paddy wetland by altitude-slope of 106 sites.

EXCEL 데이터 기능을 이용하여 상관관계를 분석했을 때 고도와 경사도 사이에 유의한 관계가 인정되지 않아, 묵논습지 분포와 관련하여 경사도-고도는 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

이를 시군별로 분석하면, 먼저 서산시의 경사도 및 고도에 따른 묵논습지 분포는 Table 2, Fig. 4-a, Fig 5-a,b 등과 같이 나타났다. 10° 이하가 30개소로서 전체 39개소의 76.9%에 이르며, 고도 50m 이하 저지대가 33개소로서 84.6%에 이른다. 본 연구에서 조사된 전체 106개소 묵논습지 평균 분포특성과 비교할 때, 경사도는 10° 이하가 상대적으로 적었고 고도는 상대적으로 낮은 위치에 분포하고 있었다.

당진시의 경사도 및 고도에 따른 묵논습지 분포는 Table 3, Fig. 4-b, Fig 6-a,b 등과 같이 나타났다. 경사도 10° 이하가 18개소로서 전체 19개소의 94.7%에 이르며, 고도 50m 이하 저지대도 19개소로서 94.7%에 이른다.

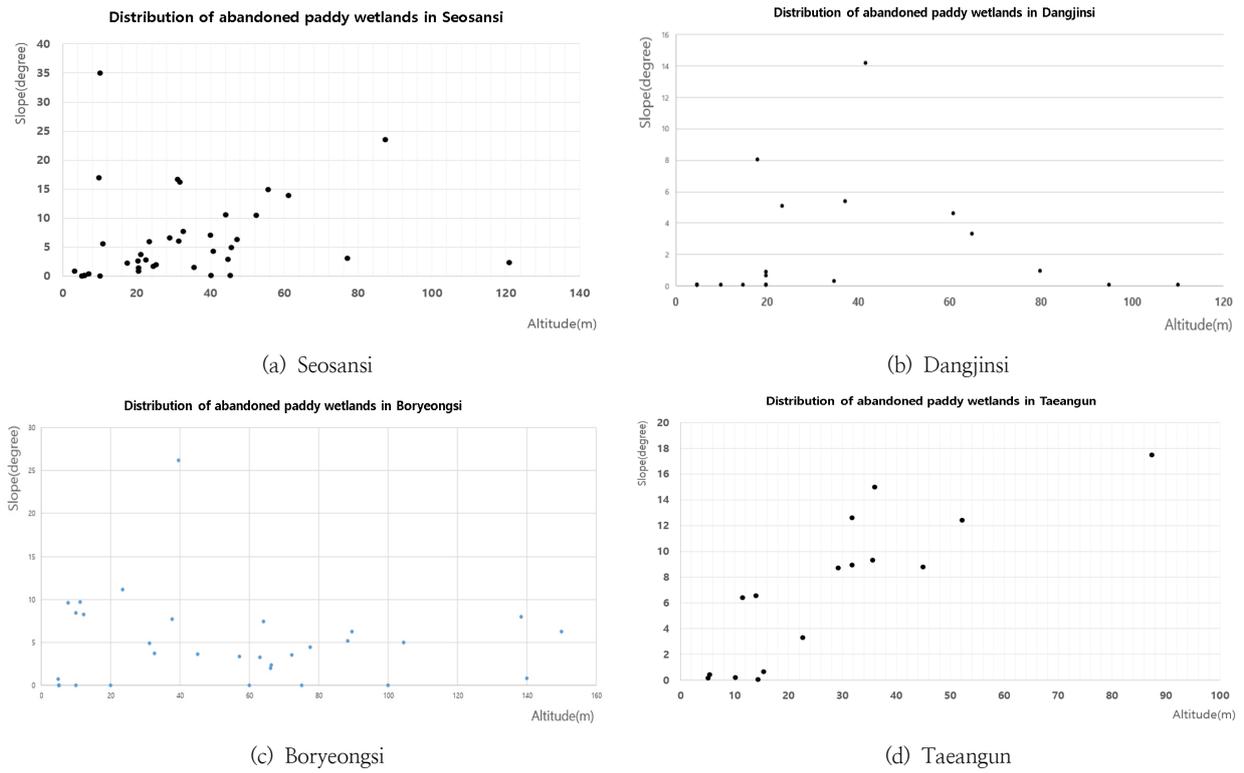


Fig. 4. Distribution of abandoned paddy wetland by altitude–slope by each cities and county.

Table 2. Distribution of abandoned paddy wetlands by slope and altitude in Seosansi

(a)	Degree	Quan.	Area(km ²)	(b)	Degree	Quan.	Area(km ²)
	Slope	5° under	23		3204.2	Altitude	25m under
	5 ~ 10°	7	1425.6		25–50m	15	2620.8
	10~15°	4	540.0		50–75m	3	523.1
	15~20°	3	694.4		75–100m	2	110.4
	20° over	2	364.8		100–125m	1	129.9
Total		39	6229.0	Total		39	6229.0

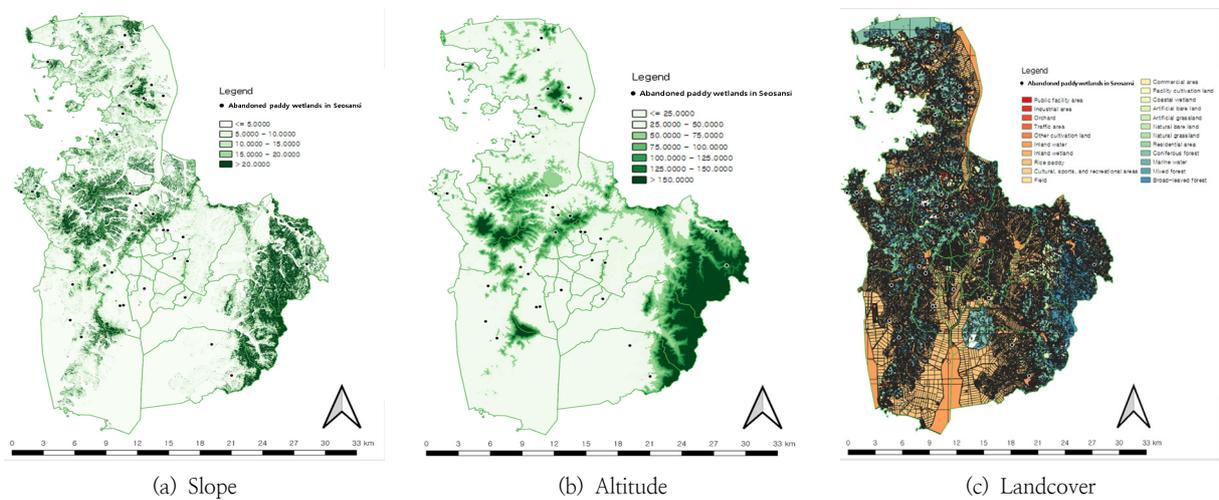


Fig. 5. Distribution of abandoned paddy wetlands in Seosansi.

Table 3. Distribution of abandoned paddy wetlands by slope and altitude in Dangjin-si

Slope	Degree	Quan.	Area(km ²)	Altitude	Degree	Quan.	Area(km ²)
	5° under	15	2587.4		25m under	11	5534.2
5 ~ 10°	3	4571.0	25-50m	3	484.4		
10~15°	1	64.7	50-75m	2	508.6		
15~20°	0	0	75-100m	2	331.3		
20° over	0	0	100-125m	1	364.5		
Total		19	7223.2	Total		19	7223.2

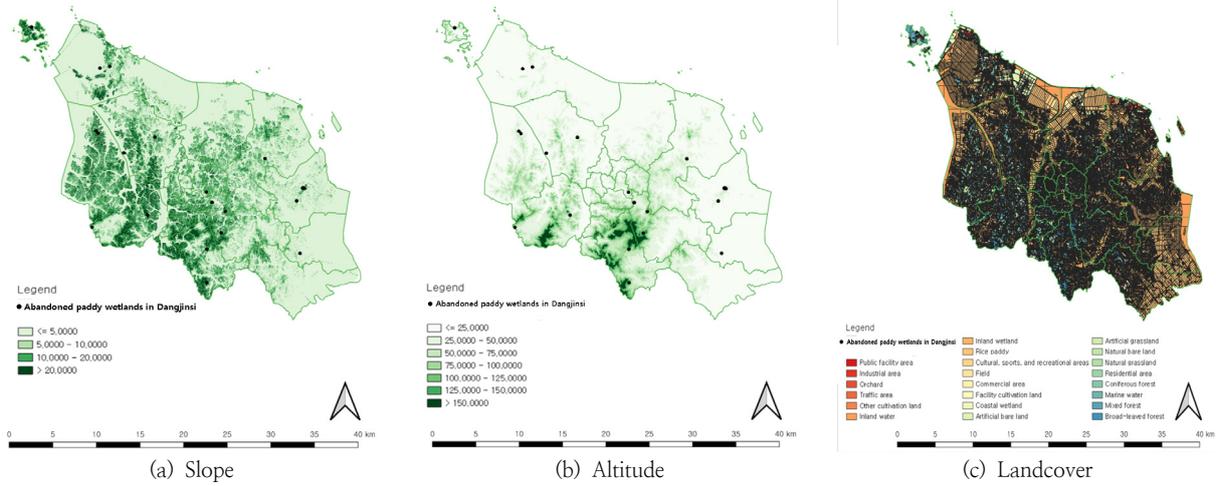


Fig. 6. Distribution of abandoned paddy wetlands in Dangjinsi.

Table 4. Distribution of abandoned paddy wetlands by slope and altitude in Boryeong-si

Slope	Degree	Quan.	Area(km ²)	Altitude	Degree	Quan.	Area(km ²)
	5° under	19	5,125		25m under	11	2,454
5 ~ 10°	11	2,665	25-50m	5	938		
10~15°	1	97	50-75m	8	1,864		
15~20°	0	-	75-100m	4	1,339		
20° over	1	103	100-125m	1	878		
			125m over	3	518		
Total		32	7,990.83	Total		32	7,990.83

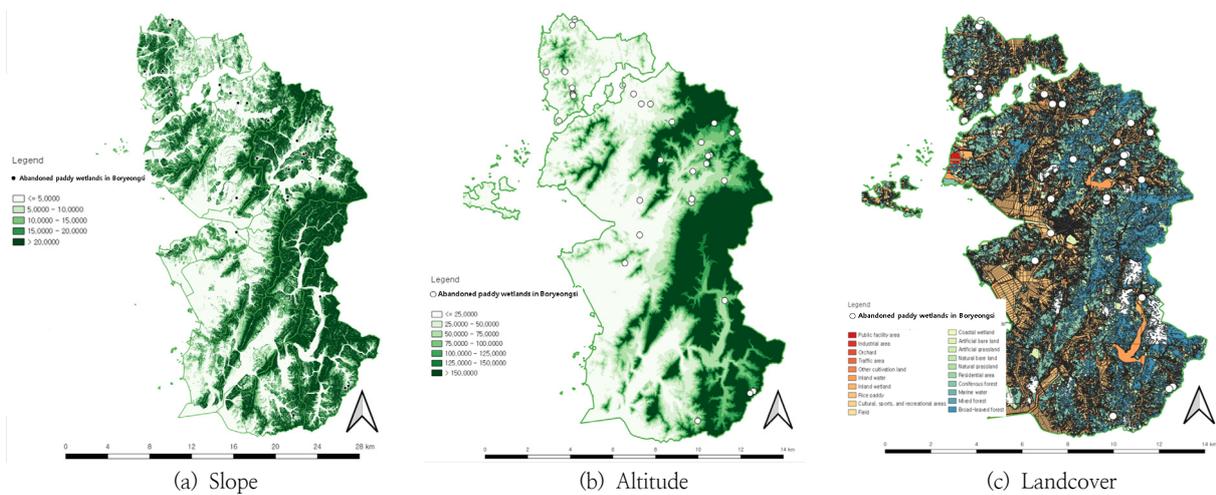


Fig. 7. Distribution of abandoned paddy wetlands in Boryeongsi.

Table 5. Distribution of abandoned paddy wetlands by slope and altitude in Taean-gun

Slope	Degree	Quan.	Area(km ²)	Altitude	Degree	Quan.	Area(km ²)
	5° under	6	1204		25m under	8	1493
5 ~ 10°	6	862	25-50m	6	866		
10~15°	3	355	50-75m	1	62		
15~20°	1	336	75-100m	1	336		
total		16	2,757	Total		16	2,757

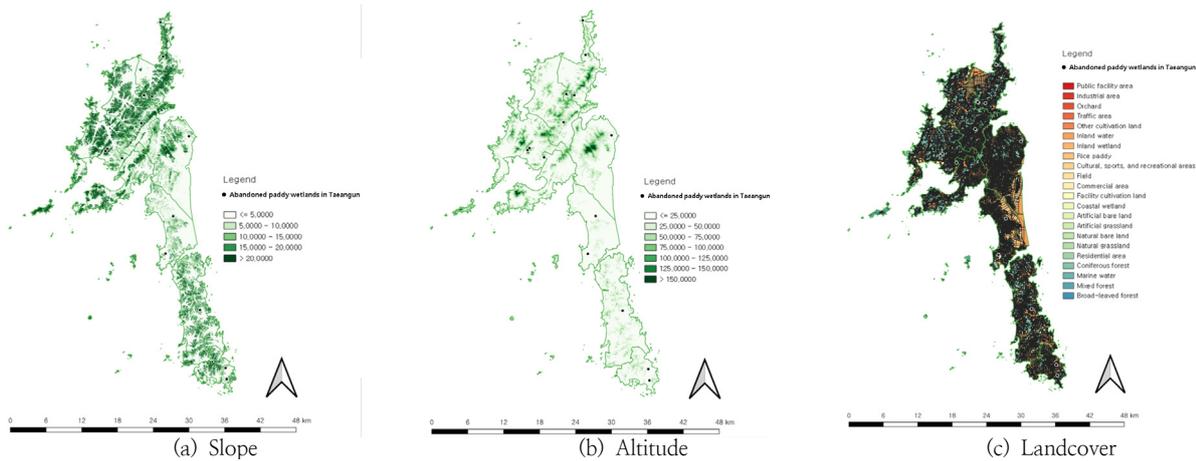


Fig. 8. Distribution of abandoned paddy wetlands in Taean-gun

본 연구에서 조사된 전체 106개소 묵논습지 평균 분포특성과 비교할 때, 경사도는 10° 이하와 고도 50m 미만의 평지 환경사지에 상대적으로 많은 94.7%의 묵논습지가 분포하고 있었다.

보령시의 경사도 및 고도에 따른 묵논습지 분포는 Table 4, Fig 4-c, Fig 6-a,b 등과 같이 나타났다. 경사도 10° 이하가 30개소로서 전체 19개소의 93.8%에 이르며, 고도 50m 이하 저지대는 16개소로서 50.0%에 이르며 이는 서산시, 당진시에 비해 비교적 높은 산지가 형성되어 일부 묵논습지가 다른 지역에 비해 상대적으로 높은 위치에 분포하고 있는 것으로 판단된다.

본 연구에서 조사된 전체 106개소 묵논습지 평균 분포특성과 비교할 때, 경사도는 10° 이하에 93.8%에 이르는 묵논습지가 집중 분포하고 있으며, 고도 50m 미만의 평지 환경사지에는 서산, 당진 등 조사구간 내 다른 지역에 비해 매우 적은 50%의 묵논습지가 분포하고 있었다.

태안군의 경사도 및 고도에 따른 묵논습지 분포는 Table 5, Fig. 4-d, Fig. 8-a,b 등과 같이 나타났다. 경사도 10° 이하가 12개소로서 전체 16개소의 75%에 이르며, 고도 50m 이하 저지대는 14개소로서 87.5%에 이른다. 이는 서산시, 당진시에 비해 비교적 높은 산지가 형성되어 일부 묵논습지가 다른 지역에 비해 상대적으로 높은 위치에 분포하고 있는 것으로 판단된다. 본 연구에서 조사된 전체 106개소 묵논습지 평균 분포특성과 비교할 때, 경사도는 10° 이하에 75%에 이르는 묵논습지가 집중 분포하고 있으며, 고도 50m 미만의 평지 환경사지에 약 90%에 가까운 묵논습지가 분포하고 있었다.

3.3. 토지피복에 따른 묵논습지 분포 특성

환경공간정보서비스에서 제공하는 공간해상도 5m급의 중분류 토지피복지도도를 이용하여 묵논습지가 분포도에 토지피복지도도를 중첩하여 추출한 결과, 인공초지(38)-논(33)-밭(22) 등의 순으로 나타났다(Table 6, Fig. 5-c, Fig. 6-c, Fig. 7-c, Fig. 8-c).

시군별로는 서산시는 내륙수(1), 논(14), 밭(9), 인공나지(1), 인공초지(9), 침엽수림(4), 활엽수림(1)로 나타났고, 당진시는 공공시설(1), 내륙습지(1), 논(8), 밭(1), 인공초지(7), 활엽수림(1) 등으로 나타났다. 보령시는 논(11), 밭(7), 인공나지(1), 인공초지(11), 활엽수림(2) 등이며, 태안군은 밭(5), 인공초지(11) 등 2개 유형으로 구성되었다(Table 6).

묵논습지 주변 토지피복분류에서 인공초지와 논, 밭의 비율이 높게 나타난 것은 묵논의 생성원인이 주로 논으로서 아직도 주변지역은 논으로서의 기능을 유지하고 있으며, 한편으로 인공초지의 비율이 높은 것은 묵논 주변을 인위적으로 개발하였거나 급속히 육화되고 있음을 알 수 있다. 이와 관련하여 산지습지 분포 연구인 Moon & Koo(2014)의 연구에서 산지습지가 위치하는 곳에 토지피복을 중첩하여 추출한 결과 혼효림-활엽수림-자연초지-침엽수림 순으로 나타났는데 실제 현장답사에서는 대부분 자연초지로 확인된 바 있음을 고려하면, 본 연구대상지에서 환경공간정보서비스 상에서는 인공초지로 분류되었지만 실제 현장은 자연초지로 변화되었거나 변화 과정에 있을 수 있으므로 현장답사를 통해 토지피복 변화 등을 확인 할 필요가 있다.

Table 6. Landcover types around abandoned paddy wetlands

Landcover	Quan.				Subtotal
	Seosansi	Dangjinsi	Boryeongsi	Taeangun	
Public Facilities Area		1			1
Water Body	1				1
Inland Wetlands		1			1
Rice Fields	14	8	11		33
Field	9	1	7	5	22
Dump Sites	1	1			2
Grassland	9	7	11	11	38
Coniferous forest	4				4
Broad-leaved forest	1	1	2		4
	Total				106

4. 결론 및 제언

본 연구는 묵논습지가 지형 및 토지피복에 따라 어떻게 분포하는지에 대한 연구로서, 충남 내포문화권 중 4개시군(서산시, 당진시, 보령시, 태안군)을 대상으로 묵논습지의 분포현황을 분석하였다. 묵논 DB는 각 지자체에서 구축한 마을습지 인벤토리를 분석하여 현장답사에서 묵논습지로 확인된 습지를 추출하고, GIS를 이용하여 위치정보(좌표), 지형정보(고도, 경사도) 및 토지피복분류 정보를 기반으로 묵논별 공간환경정보 DB를 구축하였다. 이 과정에서 일부 데이터가 누락되거나 정보가 불확실하다고 판단되는 습지 DB는 제외하였다.

묵논습지는 106개로 확인되었고, 각 묵논습지가 위치한 지점의 평균 고도는 38.85m(S.D. 32.76)이고 평균 경사도는 6.27° (S.D. 5.39), 총면적은 24,200km²로 나타났다. 묵논습지는 논농사 농경지가 휴경되어 발달된 습지로서 경사지보다는 평지 또는 계곡부 등 완만한 경사지에 형성되기 때문에 평균 경사도 6° 내외 완만한 지형에 형성됨을 알 수 있다. 경사도 등급에 따라 살펴보면, 전체 106개 묵논습지 중 5° 미만의 평지에 63개(12,121.07km²), 5~10° 27개(9,524.15km²) 등 10° 미만의 평지 또는 완경사지에 90개(84.9%)의 묵논습지가 분포하고 있으며 면적은 21,645.22km²로서 전체 묵논습지 면적의 89.5%에 이른다. 고도 등급에 따라 살펴보면, 전체 106개 묵논습지 중 표고 25m 미만의 저지대에 48개(12,326km²), 50m미만 29개(4,909.4km²) 등으로서, 77개(72.7%)의 묵논습지가 고도 50m 이내의 저지대에 분포하고 있으며 면적으로는 17,235.8km²로서 전체 묵논습지 면적의 71.2%에 이른다. 묵논습지 환경요인 중 경사도와 고도 사이에는 통계적으로 상관관계는 없는 것으로 나타났다.

환경공간정보시스템에서 제공하는 공간해상도 5m급의 중분류 토지피복지도도를 이용하여 묵논습지가 분포하는 지점에 토지피복지도도를 중첩하여 추출한 결과 인공초지(38), 논(33), 밭(22) 등이 높게 나타났다. 실제 현장에서는 자연초지로의 변화가 심했다는 선행연구 결과를 고려할 때, 현장답사를 통해 토지의 변화를 확인할 필요가 있다.

또한 본 연구는 GIS 분석을 통해 습지 코드, 하천, 호저수지 코드를 입력하여 습지 가능지를 도출한 후 실내 및 현지 답사를 통해 최종 묵논습지를 판별하였기 때문에 수치지형도에 나타나지 않는 습지는 포함되지 못하여 실제 현장에서의 묵논습지와 차이가 있을 수 있다. 따라서 후속 연구로는 원격탐사, 답사 등의 직접 조사를 병행하는 연구가 필요하다.

사 사

이 연구는 나사렛대학교 2022년 학술연구지원비로 수행되었음

References

- Cho, KT, Kim, HW, Kim, HR, Jeong, HM, Lee, KM, Kang, TG and You, YH (2012). Ecological characteristics of habitat of *Nannophya pygmaea* Rambur (Libellulidae, Odonata), an Endangered Species for Conservation. *Journal of Wetlands Research* 14(4): 667-674. [Korean Literature]
- Hong, MK., Park, HK., Nam, BE, Kim, JK (2019). Vegetational characteristics of abandoned paddy terraces in comparison with natural and constructed wetlands. *Journal of Wetlands Research* 21(3) : 199-206. [Korean Literature] [DOI <https://doi.org/10.17663/JWR.2019.21.3.199>]
- Koo, JY and Seo, JC (2007). The Study on the Extraction of the Potential Mountainous Wetlands Using Geographic Information and Satellite Image 14(1): 53-65. [Korean Literature]
- Moon, SK (2008). A Study on Extraction of Potential Mountainous Wetland Using GIS. [Korean Literature]
- Moon, SG and Koo, BH (2014) An Assessment of the Potential Area of Mountainous Wetland Using AHP. *J. Korean Env. Res. Tech.* 17(1) : 27-43(2014). [Korean Literature]

- Literature] [DOI : <http://dx.doi.org/10.13087/kosert.2014.17.1.027>]
- Moon, SG and Koo, BH (2014) A Study on Korea Inland Wetland Boundary Delineation. *J. Korean Env. Res. Tech.* 17(2) : 15–30(2014). DOI : <http://dx.doi.org/10.13087/kosert.2014.17.2.15>. [Korean Literature]
- O'Hara, 2002, Remote Sensing and Geospatial Applications for Wetland Mapping, Assessment, and Mitigation. National Consortium on Remote Sensing in Transportation-Environmental Assessment.
- Park, MO (2020). A Study on the Distribution of Village Wetlands on Living Area in Boryeong-si, Chungnam. *J. of the Korean Institute of Garden Design* 6(3) : 259~268. [Korean Literature] [DOI : [10.22849/jkigd.2020.6.3.006](http://dx.doi.org/10.22849/jkigd.2020.6.3.006)]
- Park, KH, Kim, KT, Gwak, HG and Lee, WS (2007). A Prediction of Forest Wetlands Distribution using Topographic Position Index. *The Korean Association of Geographic Information Studies* 10(1): 194–204. [Korean Literature]
- Park, MO and Koo, B.H (2021). A Comparative Study on the Distribution Characteristics of Small Wetlands in the Village according to the Environment Conditions – Case on Seosansi, Chungnam –. *J. of the Korean Institute of Garden Design* 7(1) : 70–77. [Korean Literature] [DOI : [10.22849/jkigd.2021.7.1.007](http://dx.doi.org/10.22849/jkigd.2021.7.1.007)]
- Shim, IS, Kim, JB, Jung, YK, Park, IW, Kim, MH, Shin, HS and Cho, KJ (2015). Eco-floristic Characters of Vegetation in Successional Stages of Abandoned Paddy Fields. *J. Korean Env. Res. Tech.* 18(4) : 29–41. [Korean Literature] [DOI : <http://dx.doi.org/10.13087/kosert.2015.18.4.29>]
- Spruce, J, Wu, R. and Berry, R (1996). GIS Techniques for Evaluating Wetland Maps Derived from Remotely Sensed Data.
- Yoon, KS (2007). Soil and Vegetation Characteristics of Abandoned Paddy Field. *Journal of the Korean Association of Regional Geographers* 13(2) : 129–142. [Korean Literature]