

만경강 신천습지의 지형과 시공간적 토지 피복 변화

김장수¹, 오정식^{2,*}

¹공주대학교 지역개발연구소

²경북대학교 지리학과

Geomorphology and Spatio-Temporal Land Cover Changes in Sincheon Wetland, Mangyeong River

Jangsoo Kim¹, Jeong-Sik Oh^{2,*}

¹*Institute of Regional Development Research, Kongju National University*

²*Department of Geography, Kyungpook National University*

요약 : 신천습지는 하중도, 분류하도, 망류하도, 사력퇴적지 등 하천지형 다양성이 크며, 초본과 목본의 다양한 식생이 생육하여 습지 경관도 우수하다. 2008년과 2020년 사이 습지 내 토지 피복에 큰 변화가 있었으며, 두 시기 농경지의 면적은 18%에서 0.04%로 현저히 감소하고 식생의 면적은 45%에서 54%로 증가했다. 수역 면적 또한 34%에서 41%로 비교적 큰 증가량을 보인다. 표층 퇴적물은 전반적으로 사질양토의 입경 특성을 보이며, 산성토의 성질을 띤다. 퇴적물의 산성도는 습지 하류 및 하도 중앙부로 갈수록 높게 나타나며, 인접한 지점에서도 지류의 유입 여부와 하천 유속에 따라 산성도의 차이가 나타난다. 하중도와 사력퇴적지를 중심으로 식생이 밀생하는 곳은 퇴적물의 토양화가 상당히 진행되었으며, 보(weir)와 인접한 하류에서 그러한 경향이 더 뚜렷하다. 신천습지에 조성된 보는 상·하류 간 유속 변화와 침식 및 퇴적양상에 큰 영향을 주는 것으로 판단된다. 다만, 현재의 습지 지형은 이미 조성된 보와 상당 시간 조응하여 발달한 것이므로 보의 해체나 하도 정비와 같이 급격한 환경 변화를 유발할 수 있는 요인을 억제하는 행정과 관리가 필요하다.

주요어 : 신천습지, 만경강, 지형다양성, 토지피복, 내륙습지조사

Abstract : The Sincheon wetland shows a remarkable diversity of fluvial landforms, such as river islands, anastomosing channels, braided channels, and sand-gravel bars, which contribute to its rich ecological habitat. The wetland area is characterized by a ecological diversity of herbaceous and woody plants. Significant changes in land cover within the wetlands were observed from 2008 to 2020. Notably, there was a rapid decrease in agricultural area from 18% to 0.04%, while the vegetation area expanded from 45% to 54%. Concurrently, the water area also experienced a notable increase from 34% to 41%. The surface sediment composition in the studied area displays sandy loam characteristics and exhibits acidic soil properties. Sediment acidity tends to increase

* Corresponding Author: Jeong-Sik Oh, Department of Geography, Kyungpook National University, 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu, 41566, Korea, ohjeongsik83@knu.ac.kr

downstream and in the central part of channels. Variations in acidity are also observed at nearby collection sites due to the tributaries and local discharge. The presence of dense vegetation in river islands and bars has led to a significant transformation of sediments into soil, with this change being more pronounced downstream, particularly near the weirs. The installation of a weir in Sincheon wetland is believed to have a significant impact on altering flow velocities between upstream and downstream sections, as well as influencing erosion and sediment deposition patterns. However, given the formation of landforms in response to weirs, effective administration and management are essential to address potential risks of catastrophic environmental disruptions, such as the removal of weirs and/or the maintenance of river channels.

Key words : Sincheon wetland, Mangyeong river, Geodiversity, Land cover, National wetland survey

1. 서론

습지는 사전적으로 ‘토양에 다량의 수분을 포함하는 땅’이라 정의되지만, 습지에 대한 인식이 다양한 만큼 습지의 정의와 분류 또한 학문 영역이나 정책 등 그 필요와 목적에 따라 다양하게 나뉜다(Kwon, 2020). 국제적으로는 람사르협약 제1조 1항에서 습지를 ‘자연 또는 인공이든, 영구적 또는 일시적이든, 정수 또는 유수든, 담수·기수 혹은 염수이든, 간조 시 수심 6m를 넘지 않는 해수 지역을 포함하는 늪, 습원, 이탄지, 물이 있는 지역’으로 정의한다(Koo *et al.*, 2013). 그리고 제2조 1항에서는 ‘습지에 인접한 수변과 섬, 그리고 습지 내의 저수위 시 6m를 초과하는 해양’을 포함하고 있다(Kwon, 2020). 우리나라의 경우 습지보전법 제2조(정의)에서 ‘담수(淡水: 민물)·기수(汽水: 바닷물과 민물이 섞여 염분이 적은 물) 또는 염수(鹽水: 바닷물)가 영구적 또는 일시적으로 그 표면을 덮고 있는 지역으로서 내륙습지 및 연안습지를 말한다’로 정의하고 있다(Korean Law Information Center, 2022).

습지는 오랫동안 쓸모없는 땅 혹은 버려진 땅으로 인식되어 방치되어왔다. 그러나 최근에는 습지가 지니는 생태적·사회적·경제적 가치

가 새롭게 조명받고 있으며, 우리나라도 1997년 람사르협약(RAMSAR)에 가입함으로써 습지에 관한 관심과 연구가 활발히 이루어지고 있다. 람사르협약은 ‘물새 서식지로서 국제적으로 중요한 습지보호에 관한 협약(The Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat)’으로 1971년 이란의 람사르에서 채택되었으며 1975년 발효되었다(Lee, 2018).

습지의 대표적 기능으로는 육상과 수중의 접이치대에 위치하여 생산성이 높은 전이생태계의 역할을 하며, 홍수나 태풍과 같은 자연재해의 영향을 줄이는 역할이 있다. 또한, 육상에서 유입되는 영양염의 형태를 변화시키고, 야생 동식물의 서식 또는 생육공간으로 활용될 뿐만 아니라 인간에게는 살아있는 교육의 장이자 각종 연구 및 휴양의 공간을 제공하기도 한다(Mitsch and Gosselink, 2015). 이처럼 습지가 지니는 다양한 가치와 더불어 미래 세대에게 물려줘야 할 자연자원으로서 습지를 현명하게 이용하고 보전하기 위해 우리나라도 정부와 지자체 그리고 민간 영역 등 각계각층에서 다양한 노력을 기울이고 있다.

환경부는 습지보전법에 따라 우리나라에 분포하는 습지의 보전·관리를 위한 다양한 역할을

하고 있으며, 그 일환으로 '내륙습지 조사'를 수행하고 있다¹⁾. 내륙습지 조사는 우리나라 내륙습지 생태계의 현황과 장단기 변화 특성을 파악하고, 내륙습지를 서식처로 하는 생물의 종다양성 유지 및 보전·관리, 습지보호지역의 보전·관리, 생태자연도 작성 등 국가의 종합적이고 체계적인 내륙습지 생태계 보전·관리 정책을 지원하는 목적이 있으며, 크게 습지 발굴 및 평가, 이력 관리의 내륙습지 기초조사와 생태우수습지의 습지보호지역(람사르습지) 지정 및 등록, 습지보호지역 관리를 위한 내륙습지 정밀조사로 구분된다(National Institute of Ecology, 2020).

본 연구는 2020년 내륙습지 정밀조사의 일환으로 진행되었다. 이에 따라 조사지역인 만경강 신천습지가 보이는 물리적 환경(지형, 지질, 퇴적물)을 종합적으로 분석·평가하여 습지보호지역 지정과 국가습지목록 및 습지생태자연도 작성에 필요한 기초자료를 제공하는 데 연구 목적이 있다. 신천습지에 대한 연구 성과는 부족한 실정이며, 특히 지형학적 접근은 매우 제한적이다. 그간 지자체와 환경단체의 생태계 모니터링 활동으로 천연기념물을 포함한 멸종위기종, 희귀식물 등 다양한 생물이 서식하는 것으로 알려지면서 보호지역 지정에 대한 지역사회와 환경단체의 기대와 바람과는 다소 상반된 결과이다.

신천습지에 대한 지형학적 연구로는 최근 Kim *et al.*(2022)이 신천습지 퇴적물 코어의 ²¹⁰Pb 연대측정과 토지피복도 분석을 토대로 지난 60여 년 동안 신천습지의 퇴적을 변화가 하도 내에서 진행된 인위적 활동(골재채취, 보 건설 등)에 크게 영향을 받았으며, 유역 내 시가지 면적 변화도 퇴적물 양상에 다소간의 영향을 준 것으로 평가하였다. Park(2005)는 신천습지를 포함한 만경강 중·하류 지역의 하천습지 발달이 제방과 보의 건설에 따른 하폭과 유속의 변화와 밀접한 관련이 있음을 시사하였다. 아울러, Oh and Oh(1994)는 만경강 하상의 역들은

먼 거리를 이동하기보다 인접한 사면에서 측방 공급된 것들이 많으며, 하상의 모래는 범람원에서 충적 상태로 오래 있으면서 토양수와 지하수의 화학 작용을 상대적으로 많이 받은 것으로 해석하였다. 그 외 연구로는 만경강의 하도 변화와 그에 따른 생물서식처 구조 변화, 하천의 토양 오염과 유역 내 비점오염물질, 만경강의 지리적 의미와 역할 등에 관한 연구 등이 소개된 바 있다(Kim and Ryang, 1986; Cho, 2007; Hong *et al.*, 2012; Kim *et al.*, 2013; Kim *et al.*, 2017; Choi *et al.*, 2019).

선행연구는 신천습지를 포함한 만경강 유역의 자연환경을 정량적·시공간적으로 분석하고 평가했다는 점에서 신천습지의 내외부 환경을 이해하는 데 많은 시사점을 제공한다. 그러나 신천습지가 지닌 생태적 가치, 나아가 보호지역 지정으로서 당위성을 면밀하게 평가하기 위해서는 더 많은 연구성과가 축적되어야 하는 시점이다. 이러한 측면에서 본 연구는 신천습지 내 발달한 지형의 유형과 분포, 퇴적물 특성, 토지피복의 변화 및 자연적·인위적 위협요소 등의 현황을 종합적으로 파악하여 신천습지의 생태적 가치를 이해하는 데 유의미한 정보를 제공한다 는 점에서 의의가 있다.

2. 연구지역

연구지역은 행정구역상 전라북도 전주시 덕진구 전미동 및 호성동과 완주군 삼례읍의 경계부에 해당하는 만경강 중류부에 위치한다(Fig. 1). 신천습지의 공간적 범위는 장축인 동서 간 거리가 3.15km이고, 단축인 남북 간 거리는 0.45km, 총면적은 1.49km²이다. 신천습지를 포함하는 만경강은 길이 약 98km, 유역면적은 1,571km²이며, 전라북도 완주군 동상면과 소양면의 경계인 원등산(713m)에서 발원하며, 호남평야의 북부를 관류하여 새만금호로 흘러 들어간다. 신천습지의 상류부는 만덕산(763m)에서 발원한 소양천

만경강 신천습지의 지형과 시공간적 토지 피복 변화

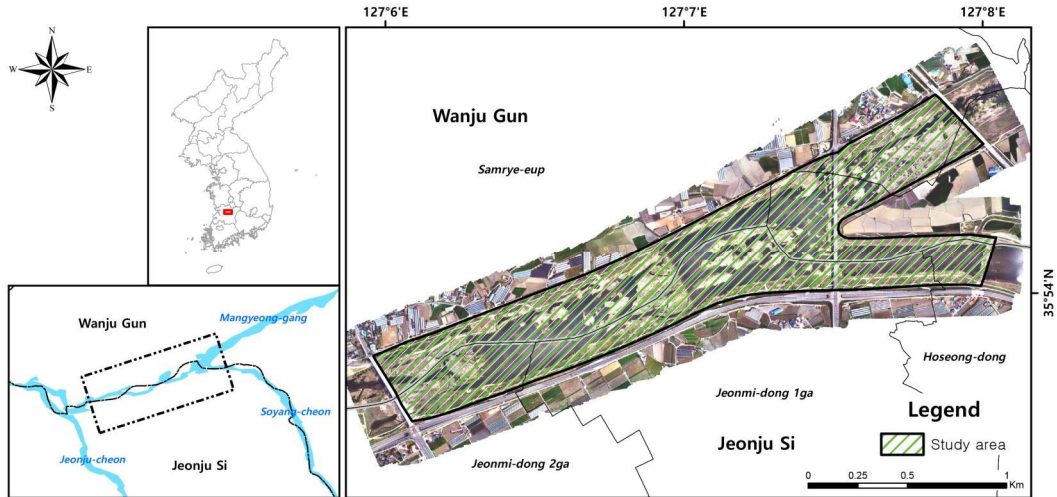


Figure 1. Location and boundary of Sincheon wetland.

이 합류한다.

지질은 중생대 쥐라기 화강암류가 구릉지를 중심으로 분포하며, 그 외 지역은 신생대 제4기 충적층이 널리 분포한다. 이러한 지질 분포는 지형에도 반영되어 연구지역 일대는 국지적으로 구릉지가 나타나며, 대부분은 넓은 범람원 평야로 이루어져 있다. 신천습지에 공급되는 퇴적물은 만경강과 소양천의 상류에 분포하는 산지로부터 공급되며, 이 지역의 지질은 주로 중생대 백악기 화산암류와 퇴적암류로 구성된다.

연구지역 일대는 일제강점기 초까지 만경강의 물줄기가 현재의 완주군 봉동읍 고천리 부근에서 두 갈래로 갈라져 흐르다 현재의 완주군 삼례읍 하리 일대에서 다시 하나의 물줄기로 합쳐지는 모습이었다. 그러나 현재는 하천 직강화로 인해 곡류의 형태는 대부분 사라졌고, 인공제방에 제어되는 직류하천의 성격이 강하다.

신천습지는 환경부 지정 멸종위기 야생생물 II 급인 가시연꽃(*Euryale ferox*)과 멸종위기 야생생물 III 급인 꼬리명주나비(*Sericinus montela*)의 서식이 확인되었고, 고유종인 긴흑삼릉(*Sparganium japonicum* Rothert), 흑삼릉(*Sparganium erectum*), 자라풀(*Hydrocharis*

dubia), 수염마름(*Trapella sinensis* var. *antenifera*), 왜개연꽃(*Nuphar subintegerrimum*), 질경이택사(*Alisma orientale* Juzepczuk)도 보고된 바 있다(Institute of Jeonbuk Environmental Ecology, 2010). 특히, 환경부 국가적색목록 취약(Vulnerable; VU)²⁾ 종으로 지정된 꼬리명주나비는 그 먹이원인 쥐방울덩굴(*Aristolochia contorta*)이 제초제의 과다 사용과 인위적인 하천 정비사업으로 인해 사라지면서 점차 자취를 감추고 있다. 이에 관련 지자체와 단체, 전문가, 시민단체, 지역주민들이 모여 보호구역 지정을 위한 토론회를 했으나(Jeollailbo, 15 Dec 2019) 아직 보호구역으로 지정되지 않았다.

3. 연구방법

전라북도 내륙습지 조사사업(Institute of Jeonbuk Environmental Ecology, 2010) 등 기존 문헌을 바탕으로 연구지역의 개황을 분석하고, 총 세 차례 현장조사를 수행하였다. 연구지역의 지형·지질 등 개황 분석 자료는 국토지리정보원의 국토정보플랫폼(map.ngii.go.kr)에

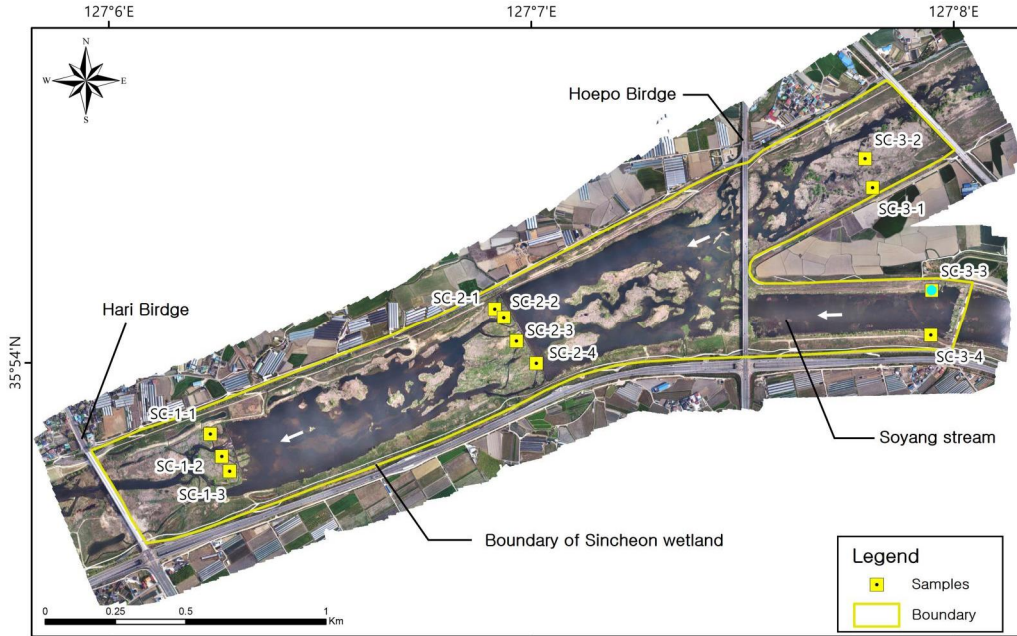


Figure 2. Location of collecting samples.

서 제공하는 수치지형도(1:5,000)와 한국지질자원연구원의 지오빅데이터 오픈플랫폼(data.kigam.re.kr)에서 제공하는 수치지질도(1:50,000), 농촌진흥청의 흄토람(soil.rda.go.kr)에서 제공하는 수치토양도(1:25,000) 등의 공간자료를 이용하였다. 수집한 자료는 공간분석을 위해 표준화·수치화하였으며, 수치지형도는 신천습지 일대의 고도, 경사 등 지형분석에 사용하고, 수치지질도와 수치토양도는 조사지역의 지질, 토양 등을 분석하는 데 사용하였다.

현장조사는 신천습지의 경관과 지형, 오염원 등을 조사하고, 상·중·하류부에 3개의 측선을 설정하여 총 11점의 표층 퇴적물 분석 시료를 획득하였다(Fig. 2). 시료는 각 지점에서 표층 이하 5cm 두께로 1kg씩 획득하였다. 채취한 시료는 상온의 그늘에서 건조 후, 건식 체질을 통하여 2cm 이하 입径의 퇴적물만 분리하였다. 퇴적물 분석 항목은 토성, 수소이온농도(이하, pH), 전기전도도(이하, EC), 유기물(이하, OM),

유효 인산(이하, P_2O_5), 치환성양이온, 양이온치환용량(이하, CEC)이며, 전라북도 농업기술실용화재단에서 분석을 수행하였다.

아울러, 지형 및 토지 피복 분석을 위한 고해상도 정사영상을 구축하기 위해 무인항공기(DJI Phantom4 pro) 촬영을 수행하였으며, 촬영 전 13개 지점에 GCP(ground control point)를 설정하고, RTK-GPS를 이용하여 정밀 측량하였다. 시기별 지형분석은 인터넷 포털(Daum)에서 제공되는 25cm급의 정사영상(2008년)과 무인항공기 영상을 기반으로 제작된 4cm급의 정사영상(2020년)을 이용하였다. 무인항공기 정사영상은 총 8회 비행으로 획득한 1,746매의 이미지를 Agisoft Metashape를 이용하여 제작하였다.

4. 결과

4.1. 지형 개황

만경강 신천습지의 지형과 시공간적 토지 피복 변화

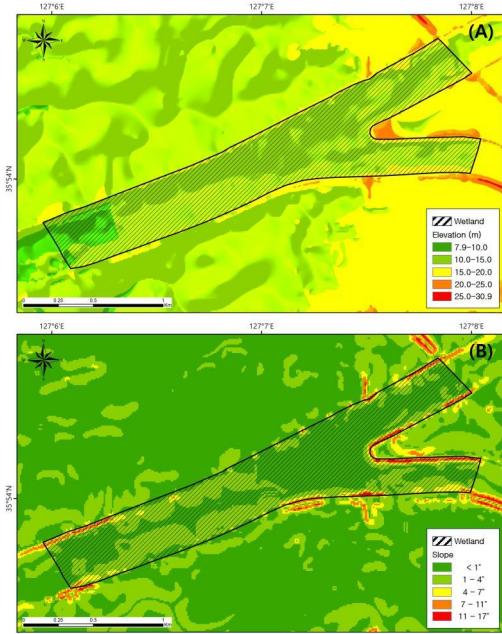


Figure 3. Altitude and slope in Sincheon wetland.

신천습지는 만경강 본류에 발달한 하천습지이며, 총면적은 9.48 km²이다. 제방을 기준으로 한 습지 내부의 평균 해발고도는 10m 미만이며, 제방 내측의 주변 지역은 10~15m의 평야와 30m 내외의 구릉지가 분포한다(Fig. 3A). 습지의 사면 경사는 대부분 1° 미만의 평탄지 혹은 1~4°의 완경사지이며, 하천의 제방과 인접한 곳

에만 경사지가 나타난다(Fig. 3B).

신천습지는 해발고도 10m 이하 지역이 전체 면적의 3.5%(331,500m²)를 차지하며, 10~15m 구간이 전체 면적의 64.0%(6,068,900m²)로 가장 넓은 면적을 점유한다. 그 외 15~20m 구간은 29.6%(2,801,600m²), 20~25m 구간은 2.8%(262,200m²)이며, 25~31m 구간은 0.2%(15,800m²)로 가장 낮은 비율을 보인다(Fig. 3A). 지표 경사는 평탄지(<1°)에 해당하는 지역이 67.8%(6,338,000m²)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 완경사지(1~4°)가 27.6%(2,583,300m²)로 다음으로 넓은 면적을 차지한다. 경사지(4~7°)는 2.7%(256,200m²)이다(Fig. 3B).

1910년대에 제작된 지형도에서는 직강화되기 전 만경강의 유로와 지형이 확인된다. 직강화의 정확한 시점은 확인되지 않으나 현재 남아있는 가장 오래된 1948년 항공사진에서 직강화가 확인된다. 1910년대 신천습지 일대는 만경강의 물줄기가 현재의 완주군 봉동을 고천리 부근에서 두 갈래로 갈라져 흐르다가 완주군 삼례읍 하리 일대에서 다시 하나의 물줄기로 합쳐졌다. 당시 현재의 하리 일대는 하중도의 형태를 보이며, 소양천은 남쪽 물줄기와 합류하였던 것으로 파악된다. 1948년도에 촬영된 항공사진에서 하리 일대의 하천은 규모가 큰 사력퇴적지와 하중도가 곳곳에서 관찰되는데, 현재 그 흔적은 농로나 농경지 경계에 남아있다(Fig. 4).

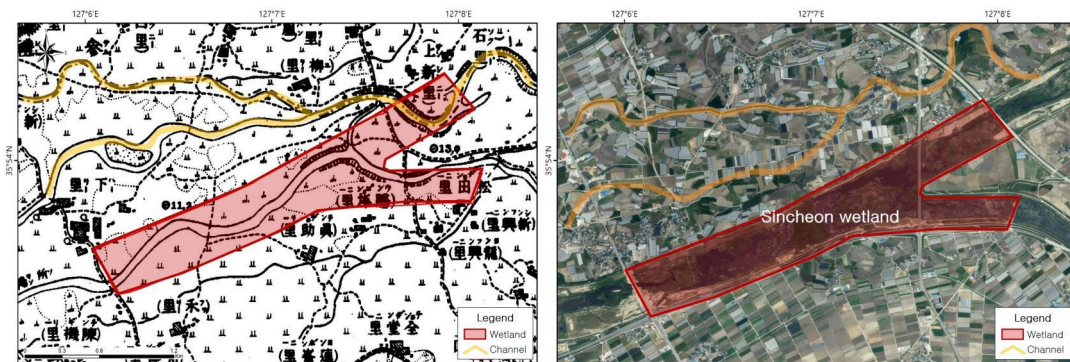


Figure 4. Channel and land use changes around Sincheon wetland between the 1910s and 2020.

Table 1. Results of sediment analysis.

Code	pH (1:5)	EC	OM	P ₂ O ₅	Ex.Ca	Ex.K	Ex.Mg	Ex.Na	CEC
		dS/m	%	mg/kg	cmolc/kg				
SC1-1	5.8	0.44	1.25	71	5.14	0.34	1.15	0.15	7.66
SC1-2	5.9	0.45	2.13	42	5.85	0.25	1.30	0.12	14.86
SC1-3	5.5	1.29	4.77	90	9.21	0.34	1.97	0.14	23.66
SC2-1	5.8	0.46	1.42	60	3.47	0.21	0.74	0.06	9.28
SC2-2	6.1	0.37	5.45	108	14.40	0.45	2.95	0.24	22.13
SC2-3	5.8	0.21	3.11	53	10.83	0.44	2.39	0.21	18.79
SC2-4	5.9	1.18	5.94	68	9.77	0.39	1.92	0.22	22.79
SC3-1	5.0	2.16	8.26	78	7.96	0.71	1.58	0.26	27.76
SC3-2	5.4	1.43	7.40	56	9.15	0.50	1.83	0.16	28.61
SC3-3	5.8	0.17	1.40	26	2.81	0.26	0.69	0.05	7.62
SC3-4	4.3	0.96	6.15	58	6.59	0.28	1.19	0.18	24.22

4.2. 표층 퇴적물 특징

과거 농경지로 이용되었던 하천 양안(둔지)은 왕자갈(cobble)에서 거력(boulder)에 해당하는 크기의 퇴적물이 널리 관찰되며, 그 외 지역은 왕모래(granules) 이하의 퇴적물이 주로 분포한다. 초본류가 밀생하는 하도 주변과 하도 내 사력퇴적지의 경우 퇴적물의 육화(고결 및 토양화)가 진행된 것이 특징이다. 자갈이 피복된 지역은 표층 하부에 세립의 퇴적물이 일부 존재하며 초본류 피복지는 퇴적층 두께가 얇고 초본류의 뿌리에 퇴적물이 부착되어 다소 간 토양화가

진행된 것으로 확인된다.

퇴적물 분석결과 모든 지점에서 pH 7 이하의 수치가 나타나며 산성토양의 성질을 보였다 (Table 1). 상류에서 하류로 갈수록 산성도가 낮아지는 경향을 보이며, 하도 주변부보다 중앙부가 더 높은 산성도를 보였다. CEC는 SC1-3 지점과 SC2-3, SC2-4, SC3-1, SC3-2, SC3-4지점이 여타 지점보다 상대적으로 높게 나타났다. 이는 앞서 언급한 지점이 이미 초본류가 밀생하면서 유기물 공급이 많고, 퇴적물이 뿌리에 고정되면서 토양층의 발달이 진행됐기 때문으로 보인다.

토성 분석결과 대부분 지점에서 사질양토의

Table 2. Soil texture and composition of grain size.

Code	Soil texture	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
SC1-1	loamy sand	80.0	18.9	0.97
SC1-2	sandy loam	59.4	37.0	3.53
SC1-3	silt loam	43.4	54.5	2.01
SC2-1	sands	87.0	11.8	1.02
SC2-2	sandy loam	66.8	31.2	1.93
SC2-3	sandy loam	55.0	43.7	1.23
SC2-4	sandy loam	56.9	40.9	2.09
SC3-1	sandy loam	55.2	42.6	2.15
SC3-2	silt loam	41.1	54.9	3.87
SC3-3	loamy sand	80.3	18.3	1.28
SC3-4	sandy loam	48.7	49.0	2.14

만경강 신천습지의 지형과 시공간적 토지 피복 변화

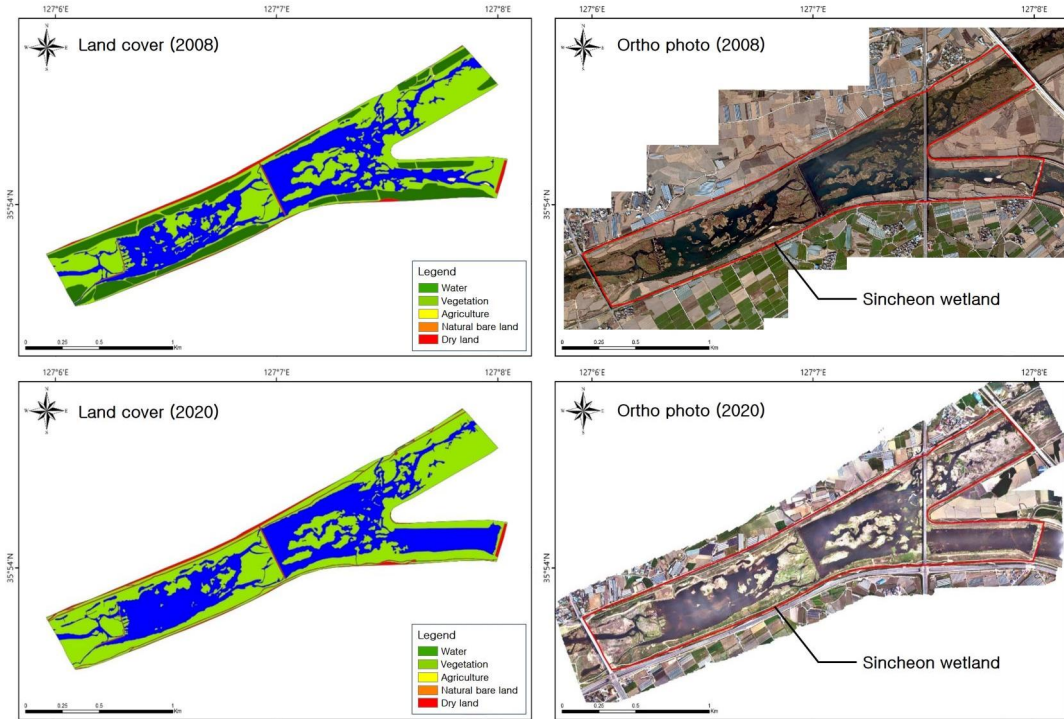


Figure 5. Changes of land cover in 2008 and 2020.

특성을 보였지만, SC1-1지점과 SC3-3지점은 양질사토, SC2-1지점은 사토의 특성을 보였다 (Table 2). 사질양토의 특성을 보이는 곳은 초본류가 밀생하며, 뿌리에 의해 퇴적물이 고정되어 얇은 토양층을 이루는 곳이었다. 양질사토를 보이는 지점인 SC1-1지점과 SC3-3은 하도 외측의 둔치에 해당하는 곳으로 이미 퇴적물이 고정되어 비교적 단단하게 굳어있는 지점이다. 사토의 특성을 보이는 SC2-1지점의 경우 보 (weir) 하류의 사력퇴적지이자 초본류가 피복된 지점으로 주기적인 범람이 발생하여 퇴적물의 재동이 상대적으로 활발한 것으로 판단된다.

4.3. 토지 피복과 지형 변화

시기별 정사영상에 기반한 토지 피복 유형 분류를 통해 농경지(agriculture), 수역(water),

식생(vegetation), 인공 나지(dry land), 자연 나지(natural bare land)의 5개의 항목으로 연구지역 토지 피복을 구분하였다(Fig. 5). 농경지는 밭과 논을 포함하는 유형이며, 수역은 하천 및 웅덩이, 식생은 초본이나 목본이 나타나는 곳, 인공 나지는 건물과 도로, 자연 나지는 식생이 없는 사력퇴적지를 의미한다.

분석대상 지역의 총면적은 약 1,499,700m²이며, 2008년과 2020년 사이에 토지 피복의 큰 변화가 발생하였다. 2008년 약 18%를 차지하던 농경지의 면적이 2020년 0.04%인 633.6m²로 줄어든 반면 식생은 2008년 약 45%에서 2020년 약 54%로 증가하였다. 이와 함께 수역도 비교적 큰 증가량을 보이는데, 2008년 약 34%에서 2020년 약 41%로 변화하였다(Table 3). 농경지 면적의 증가는 신천습지 복원의 일환으로 하도 내 농경지를 자연습지 형태로 복원

Table 3. Changes in land cover.

Type	Area (m ² , %)			
	2008		2020	
Agriculture	273,052.5	18.21	633.6	0.04
Water	506,521.3	33.77	616,528.8	41.11
Vegetation	675,519.8	45.04	814,599.9	54.32
Dry area	40,911.7	2.73	67,938.8	4.53
Natural bare land	3,697.2	0.25	-	-
Total	1,499,702.5 (100%)		1,499,701.0 (100%)	

하면서 발생한 현상이며, 수역의 증가도 과거 농경지를 인공습지 또는 인공하도로 복원함에 따라 발생한 변화이다.

하천 내 노출된 사력퇴적지를 의미하는 자연 나지는 2008년에 3,697.2m²가 분포하였으나, 2020년 영상 판독결과 전혀 나타나지 않았다. 2008년 항공사진 판독결과 2020년 5월 촬영한 영상에서와 하천 수위 차이가 크지 않아 홍수 혹은 기타 인위적 요인으로 인해 사라진 것으로 판단된다. 2008년 2.73%에 불과하던 인공 나지의 경우 자전거 도로의 개설과 그 외 준설 등 인위적인 영향으로 인해 2020년에는 4.53%로 소폭 증가하였다(Table 3).

분석결과 피복 면적의 총량에서 확인되지 않으나 2008년과 2020년 사이 주목할 만한 변화가 있었으며, 이는 신천습지 중 하류부 사력퇴적지에 분포하던 식생이 많이 사라졌다는 것이다. 현재 신천습지 내 식생은 대부분 사력퇴적지 위에 초본류가 밀생하고 있으며, 이러한 지점은 대부분 퇴적물의 육화가 진전된 것이 특징이다. 이와 같은 특징의 사력퇴적지는 홍수에도 그 형태를 유지하는 것이 일반적이거나 2008년과 2020년 사이 중·하류부 사력퇴적지의 식생 피복 면적이 감소한 것은 하천 준설 등 인위적인 간섭이 있었기 때문으로 판단된다.

5. 결론

신천습지는 하중도, 분류하도, 망류하도, 사력

퇴적지 등 다양한 하천퇴적지형이 분포하며, 하도 내 식생의 천이가 활발하여 서식지의 물리적 다양성이 높은 습지로 평가된다. 토지 피복 측면에서 2008년 신천습지 전체 면적의 18%를 차지하던 농경지가 2020년 0.04%로 대폭 축소되었으며, 식생은 45%에서 54%로 증가하였다. 또한, 수역의 면적도 2008년 34%에서 2020년 41%로 큰 증가세를 보였다. 농경지 면적의 급감과 수역 면적의 증가는 신천습지 복원을 위한 노력의 결과이며, 비록 인위적 환경 변화이긴 하나 하천의 생태적 건전성을 높이는 데 중요한 역할을 한 것으로 평가된다.

신천습지의 지형은 일제강점기 이래 직강화 등 여러 차례 인위적 변형을 경험하였으며, 현재의 지형은 하도 내 설치된 보와 장시간 조영하여 발달하였다. 보 설치에 따른 유속의 증감과 하도 내 침식·퇴적 양상의 변화는 보통 서식지의 건전성을 해치는 것으로 평가되지만, 신천습지의 경우 보 설치로 인한 새로운 하천퇴적지형의 발달이 식생의 천이를 불러왔고, 서식지 다양성을 높인 것으로 해석될 수 있다. 일제강점기에 제작된 1910년대 지형도에는 신천습지를 포함한 만경강 하도가 전형적인 곡류하도로 표현되어 있다. 이후 하천 직강화가 진행된 1948년 항공사진에는 하도 내 다양한 크기의 사력퇴적지가 관찰되나 사력퇴적지 표면에 식생은 관찰되지 않는다. 이는 곧 보의 설치가 국지적으로 퇴적물의 재동을 약화하고 그 결과 식생이 사력퇴적지로 천이되어 서식지의 물리적 다

양성을 높인 것으로도 볼 수 있다.

하천의 자연성을 되찾고자 기존에 건설된 보를 해체하는 것이 최근 많은 관심을 끌고 있으며, 국내 여러 지역에서 실제 생태하천 복원을 위해 보를 해체하는 사례도 여럿이다. 신천습지의 사례를 볼 때, 이미 건설된 보에 조응하여 하천지형 발달이 이루어진 경우, 보의 해체를 포함한 생태하천 복원에 있어서 면밀한 검토와 주의가 요구될 것으로 보인다. 다만, 본 연구에서 다룬 시계열 분석 자료의 해상도가 낮고, 신천습지의 지형발달 과정을 더 면밀하게 분석하지 못한 한계가 있으므로 보가 하천습지의 생태적 건전성에 미치는 영향에 대해서는 더 많은 관심과 후속 연구가 필요하다.

주

- 1) 내륙습지 조사는 습지보전법 제4조에 근거한다. 습지보전법 제4조(습지조사)는 ‘환경부장관, 해양수산부장관 또는 시·도지사는 5년마다 습지의 생태계 현황 및 오염 현황과 습지에 영향을 미치는 주변지역의 토지 이용 실태 등 습지의 사회적 현황에 관한 기초조사를 하여야 한다’고 명시하고 있으며, 정밀조사에 대해서는 제2항 ‘환경부장관, 해양수산부장관 또는 시·도지사는 습지의 보전·개선이나 「물새서식처로서 국제적으로 중요한 습지에 관한 협약」의 이행이 필요하다고 인정하는 경우 해당 습지에 대하여 제1항에 따라 기초조사 외에 정밀조사를 별도로 할 수 있다’고 명시하고 있다(Korean Law Information Center).
- 2) 취약 범주는 위급(Critically Endangered, CR), 위기(Endangered, EN)와 더불어 “멸종 우려 범주(Threatened categories)”에 해당한다(The IUCN Red List of Threatened Species). 즉, 특별한 대책이 없다면 야생에서 사라지는 종이라는 의미이다.

사사

본 연구는 국립생태원 내륙습지 정밀조사의 일환으로 수행되었으며, 내륙습지 정밀조사 보고서 내용의 일부를 수정·각색하여 작성되었음.

참고문헌

- Cho, S. W., 2007. Changes in the role and meaning of Man-Kyeong River. J Korean Assoc Reg Geogr 13(2):187-200 (in Korean with English abstract).
- Choi, M. K., Kim, J. S., Ock, G. Y., Jung, K. S., 2019. A study on historical changes of landforms and habitat structures in the mid-stream of the Mangyeong River by weirs. J. Korea Water Resour Assoc 52(S-2):791-799 (in Korean with English abstract).
- Geo Big Data Open Platform, <https://data.kigam.re.kr>
- Hong, I., Kang, J. G., Yeo, H. K., 2012. A study on the channel planform change using aerial photographs and topographic map in the Mangyoung River. J Civ Environ Eng Res 45(2):217-136 (in Korean with English abstract).
- Institute of Jeonbuk Environmental Ecology, 2010. A study on Wetlands of Inland on Jeonbuk. 219.
- Jeollailbo, <http://jeollailbo.com/news/articleView.html?idxno=586554>
- Kim, J. K., Lim, Y. S., Ki, S., Kim, Y., 2022. Formation age and sedimentary environmental change of Sincheon Wetland in Mankyung

- River, Korea. J Korean Assoc Reg Geogr 28(1):24-35 (in Korean with English abstract).
- Kim, S. J., Jeon, G. S., Jeon, Y. T., Won, C. H., 2013. A study of GIS utilization for nonpoint source pollution management around Man-Gyung watershed. J Korean Soc Environ Technol 14(4):285-292 (in Korean with English abstract).
- Kim, S. J. Ryang, H. S., 1986. Heavy Metals in Paddy Rice and Soils in Mangyeong River Area. Korean J Environ Agric 5(1):11-23 (in Korean with English abstract).
- Kim, S. M., Yu, Y. R., Park, Y. K., 2017. Estimation of non-point source load by agricultural drainage system in Mankyung river basin. J Korean Soc Environ Technol 18(4):391-100 (in Korean with English abstract).
- Koo, B. H., Yu, Y. H., Kim, H. D., Kim, J. G., Yang, H. S., Rho, B. H., Jo, D. G., Je, J. G., Ju, G. J., Do, Y. N., 2013. Understanding of Wetland. National Institute of Environmental Research Wetland Center. 285.
- Korean Law Information Center, <https://law.go.kr>
- Korean Soil Information System, <https://soil.rda.go.kr>
- Kwon, D. H., 2020. Korean Landforms (2nd Ed.). Hanulmplus. 462.
- Lee, H. S., 2018. A study on the sustainability of the Ramsar wetland eco-tourism sites in Korea: Making a list of evaluation indicators and measurement variables. Int J Tourism Hospitality Res 32(2):99-117 (in Korean with English abstract).
- Mitsch, W. J. and Gosselink, J. G., 2015. Wetlands (5th Ed.). John Wiley & Sons. 752.
- National Geographic Information Platform, <http://map.ngii.go.kr>
- National Institute of Ecology, 2020. National Wetland Survey Guide Book.
- Oh, H. S., Shin, W. S., Kim, J. H., Hwang, I. S., Hur, J., Shin, H. S., Oh, J. E., Huh, I. H., Kim, Y. H., 2010. Comparison of Particle Size Analysis and Distribution of Heavy Metals in River and Lake Sediments. J Korean Geo-Environ Soc 11(5):15-23.
- Oh, K. S. and Oh, S., H., 1994. Geomorphological investigation on gravels and sands of two rivers: the Keum and the Mangyung. J Geomorphol Assoc Korea 1(2):103-124 (in Korean with English abstract).
- Park, H. D., 2005. Analysis of wetland in the watershed of the Mangyoung and the Dongjin River. J Geomorphol Assoc Korea 12(1):1-12 (in Korean with English abstract).
- The IUCN Red List of Threatened Species, <https://www.iucnredlist.org>
- 2024년 6월 26일 접수
2024년 7월 14일 수정
2024년 7월 14일 승인