

철원군 이길리 습지의 지형 특성*

신원정** · 김종연***

Geomorphic Characteristics of Igil-ri Wetlands in the Northern Area of the Civilian Control Line, Korea*

Won Jeong Shin** · Jong Yeon Kim***

요약 : 강원도 철원군 동송읍 이길리에는 민간인의 출입 통제 구역 내에 이길리 습지가 발달해 있다. 이길리 습지는 한탄강에 발달된 하천 습지로 그동안 접근성 등의 문제로 인해 지형학적, 지질학적 조사가 이루어지지 못하였다. 이에 본 연구에서는 이길리 습지 지역을 대상으로 이길리 일대에 나타나는 지형 및 지질 특성을 파악하고자 하였다. 이길리 습지 일대에는 현무암과 화강암 지형이 복합적으로 나타나며, 하천 주변에는 현무암을 기반으로 하는 하안 단구와 범람원 등이 발달해 있다. 이길리 지역은 전반적으로 현무암층이 기저를 이루고 그 위로는 하천 퇴적층이 나타나고 있으며, 하천 하류를 중심으로 용암이 곡지를 충전해 온 것으로 추정된다. 또한 한탄강의 하상에는 모래와 자갈 중심의 퇴적물들이 반복적으로 분포하고 하도 내에는 단축 하도 및 망류 하도 구간들이 발달해 있다. 다량의 퇴적물들은 김화남대천을 중심으로 여러 지류 및 상류에서 운반되는 것으로 추정되었다. 현재 이길리는 군사적 요인 등으로 인해 인위적 훼손이 거의 이뤄지지 않은 지역으로, 많은 동식물의 서식지 기능을 하는 곳이며, 지형 및 지질 학습의 장으로서도 높은 가치를 지닌다. 따라서 생태습지 보호구역 지정과 관련한 논의가 필요해 보이며, 본 연구 결과는 이길리 습지를 생태습지 보호구역으로 지정하는 데 기초 자료로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

주요어 : 하천습지, 이길리습지, 민간인통제구역, 철원군, 생물서식지

Abstract : Igil-ri Wetland, a riverine wetland, has been developed in Dongsong-eup, Cheorwon-gun, Gangwon-do, Korea. The wetland area is the upstream part of the Hantangang river, and is located within the Northern Area of the Civilian Control Line. Because of accessibility problems, geomorphological and geological investigations of the Igil-ri Wetland have been limitedly conducted. The purpose of this study is to understand the geomorphological and geological characteristics, focusing on the fluvial landforms in the Igil-ri Wetland area. In the Igil-ri wetland area, basalt and granite landforms are distributed, and around the Hantangang river, basalt-based river terraces, floodplains, and stepoe are developed. The Igil-ri area is generally based on basalt layers, above it, fluvial sediment layers appear. It is estimated that basalt lava has filled valleys from the downstream. In addition, sand bars and gravel bars are repeatedly distributed on river bed, and chute channel and braided channel are formed in the Hantangang river. A large amount of sediments were likely transported from various tributaries and upstream, centered on the Gimhwa Namdaechon Stream. Currently, Igil-ri wetland area has little anthropogenic influence due to military factors, so it not only functions as a habitat for many animals and plants, but also has high value as a place for geomorphology learning. Therefore, it seems necessary to discuss the designation of ecological wetland protection area. This study will help as basic data for designating the Igil-ri wetland as an ecological wetland protected area.

Key Words : Riverine wetland, Igil-ri wetland, Civilian Control Zone, Cheorwon-gun, Habitat

*본 연구는 국립생태원 습지센터에서 수행한 '2021 내륙습지 정밀조사'의 일환으로 진행되었음.

**충북대학교 교육개발연구소 박사후연구원(Post-Doctoral Research Fellow, Education Research Institute, Chungbuk National University, shjles2995@naver.com)

***충북대학교 지리교육과 교수(Professor, Department of Geography Education, Chungbuk National University, terraic@cbnu.ac.kr)

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

이길리 습지는 강원도 철원군 동송읍 이길리 1186번지에 소재하는 한탄강 상류의 하천 습지로, 군사기지 및 군사시설보호법 제2조 7항에 규정된 국방부장관이 지정한 ‘민간인통제선’ 이북의 지역에 해당한다. 이는 이길리 지역이 같은 법 제 2조 6호 및 제 4조, 5조에 따라 지정된 ‘통제보호구역’내에 있다는 것을 의미하며, 이에 따라 이길리 습지를 ‘민북 습지’라 지칭하기도 한다. 이처럼 이길리 습지는 민북 지역에 위치하는 습지로 DMZ 일원의 일부이다.

그동안 DMZ 일원 지역은 군사안보상의 이유로 접근이 용이하지 않아 해당 지역에 대한 연구들이 제한적으로 이루어져 왔다(김창환, 2009). 일부 DMZ 접경 지역의 경우 관광 자원으로도 활용되고 있으나, 자유로운 출입이 불가하여 지역 개발이 상당히 제한적으로 이루어져 왔다. 이러한 접근성의 제한은 지역 경제의 측면에서 본다면 DMZ 접경 지역을 낙후지역으로 남게 하는 원인으로 작용하였으나, 자연환경의 측면에서는 지형 원형이 잘 보존된 유용한 관광 자원이 되는 요인이 되었다. 또한 낮은 인구밀도와 개발 지체는 여러 생물들의 서식지가 잘 보호되도록 하였고, 이로 인해 지오파크(Geopark)의 지정과 활용 등에 대한 논의들이 활발히 이루어지게 되었다(김창환, 2011).

DMZ의 지오파크 가운데 철원 지역의 경우 한탄강을 중심으로 한 하천지형 및 화산활동과 관련된 현무암 지형들이 강조되어왔다. 구체적으로는 고석정, 순담계곡, 대교천 현무암 협곡, 직탕폭포를 중심으로 하는 한탄강 권역과, 철원평야, 백마고지, 아이스크림고지(삼솔봉), 샘통 등의 철원평야 권역으로 구분되었으며(김창환, 2010; 2011), 생태관광 차원에서 대규모의 권역을 설정하여 지질공원의 중심지들을 구축하는 연구들이 이루어졌다(김창환 · 정해웅, 2013). 또한 철원군의 지오사이트를 중심으로 한 야외답사 코스 개발과 관련한 연구(이의한, 2016), 과거의 지역 중심지와 거주지 분석 등을 중심으로 한 민속지적인 접근 역시 이뤄진 바 있다(우승하 등, 2014).

철원군에 위치한 이길리 습지의 경우 그동안 지오파크보다는 두루미 도래지로서 주목을 받아왔다. 면적 약 1.37km²의 이길리 습지는 철원평야의 일부분으로 현재

농경지로 활용되고 있으며, 하천 및 그 주변에 인위적인 교란 요인들이 적어 많은 생물들의 서식지가 되고 있다. 이에 이길리 마을의 경우 ‘두루미가 자는 버들골 마을’이라고도 불리고 있으며, 두루미 탐조 프로그램과 같은 생태 관광 프로그램을 진행하고 있다. 이와 같이 이길리 습지는 생물들의 서식지 역할을 할 뿐만 아니라 생태적 보전 가치가 큰 관계로, 생태습지 조성에 대한 요구 등이 있어왔다. 또한 이길리 지역은 1996년, 1999년 대규모 수해를 입고 하천 정비 사업 등을 진행하였으나, 2020년 다시 수해가 발생하여 주민들의 집단 이주 요구 및 보호 구역 지정에 대한 요구들이 있었다.

하지만 그럼에도 불구하고 이길리 습지의 지형 및 지질 특성 등과 관련한 연구들은 이뤄지지 못하였다. 그동안 한탄강 유역을 중심으로 많은 지형학적, 지질학적 연구가 이루어졌음에도 이길리 지역의 암석 분포나 하천 특성 등에 대해서는 거의 알려진 바가 없다. 이에 본 연구에서는 이길리 습지를 대상으로 하여 습지 지역 내의 지형적 특성을 파악하고자 하였다. 이길리는 현무암과 화강암이 접하는 지역으로, 두 기반암이 혼재하고 있는 한탄강 상류 지역에서의 하천 특성이나 개석 과정에 대해 파악할 수 있을 것으로 예상된다. 특히 이길리는 용암이 분출한 곳으로 알려진 오리산(암산, 454m)에서 남동쪽으로 약 13km 떨어진 지역으로(그림 3), 용암 분출의 범위 등을 파악하는 데에도 기여할 수 있을 것으로 보인다. 더욱이 이길리 지역은 철새들의 도래지로 활용되는 만큼 하천 퇴적지형의 분포나 퇴적물 특성 파악하는 것은 생물들의 서식지 파악에도 도움이 될 것으로 생각된다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 이길리 습지 지역의 전반적인 지형 및 지질 특성을 파악하기 위해, 구글어스(earth.google.com)에서 제공되는 위성사진을 통하여 먼저 전체적인 지형 환경을 파악하고 시계열적인 변화를 확인하고자 하였다. 또한 한국지질자원연구원에서 제공하는 지질정보오픈데이터(data.kigam.re.kr)를 이용하여 전반적인 지질 분포와 지체 구조의 성격을 분석한 후 현장조사를 통해 암석의 특성과 주변의 지형을 관찰하고, 하천 퇴적 지형의 분포 특성을 파악하였다.

또한 습지 퇴적물의 입도 특성을 파악하기 위해, 현장

조사 시 발견된 하천 퇴적물 노두와 접근 가능한 하상 퇴적물의 시료를 채취하여 입도 분석을 실시하였다. 이길리 습지 지역 내의 총 12군데 지점에서 시료를 채취하였으며 채취 지점은 그림 8과 같다. 입도 분석은 Sympatec GmbH의 HELOS Particle Size Analysis를 이용하여 분석하였으며, 오차를 최소화하기 위해 각 시료별로 최소 4회 이상 분석 후 평균값을 구하였다. 측정된 결과는 GRADISTAT v 8.0(Blott and Pye, 2001)을 이용하여 통계처리 하였다.

하지만 현장 조사 및 시료 채취 과정에서 습지 구역 내에 유실 및 미확인 지뢰 지대가 존재하고 불발탄의 위험이 상존하였다. 따라서 분류 하도인 한탄강의 하상과 자연제방으로의 직접적인 접근은 제한되었다. 또한 군사시설 보호 등으로 인해 지류 하천으로의 접근 역시 제한되는 관계로 시료 채취 지점 선정 등에 한계가 크게 존재하였다. 이에 최대한 접근 가능한 지역을 중심으로 습지 지역의 퇴적물 시료를 채취하여 입도 특성을 파악하고, 습지 일대의 지형 및 지질 특성을 파악하고자 하였다.

II. 연구 지역 개관

이길리는 동송읍의 북동쪽에 위치하는 지역으로 서쪽으로는 양지리, 하갈리와 접하며 남쪽으로는 갈말읍 동막리, 동쪽으로는 갈말읍 정연리, 토성리와 접한다. 이길리 마을의 동북쪽에는 북한 의 오성산(1,062m)이, 서남부 쪽에는 금학산(947m)이 위치한다. 또한 이길리의 서쪽에는 사슴봉(아이스크림고지, 219m)과 소이산(362m)이 위치한다. 이 중 사슴봉은 대보 화강암으로 이루어진 스텝토(step toe) 지형으로 조사 지역 인근의 산지 지역을 형성하고 있으며, 독립된 구릉 형태로 노출되어 있다. 산지 주변은 현무암의 용암대지로 이루어져 평평한 평야를 이루며 대체로 농경지로 활용되고 있다.

한편 북한의 강원도 평강군에서 발원한 한탄강이 정연리와 울목리 사이의 경계를 따라 흐르다 이길리 일대로 이어진다. 이길리에서는 한탄강이 남측의 산지를 따라 남서 방향으로 흐르며, 이길리 마을의 북쪽과 남쪽에서 무명의 소하천이 각각 한탄강에 유입된다. 이길리 마을의 북서측에는 농업용수 공급을 위한 토교 저수지가 축조되어 있다.

이길리 습지는 민간인 출입 통제구역 내에 발달한 습지로, 김화남대천(화강)이 한탄강에 합류하는 지점에서

부터, 이길리 마을 동남쪽의 두루미 탐조대까지의 구간이 해당된다(그림 1). 이길리 습지 구역 내에는 부분적으로 자갈 바(gravel bar)가 발달해 있으며, 이 자갈들의 상당수는 현무암으로 이루어져 있다. 그리고 자갈 바 인근에는 여울-소 복합체(riffle-pool sequences)의 하상 지형들이 관찰된다. 현 하도 인근으로는 상대적으로 에너지가 적은 상태에서 퇴적된 모래 바(sand bar)나 점토 또는 부유물의 잔류성 퇴적층(slack deposits)이 나타나며, 이 모래 바의 표면에는 연흔(ripple)이 잘 발달해 있다. 하천의 수심이 깊어짐에 따라서 하천의 운반력이 증가하여 하도와 주변지역에는 비교적 조립질의 자갈이 퇴적되는 양상이 나타나는 반면, 범람이 이뤄지는 배후 습지 지역이나 하도 내에서도 에너지가 약해지는 부분에는 모래와 점토 중심의 퇴적 혹은 침전이 나타나고 있다. 또한 갈수기에는 작은 호수의 형태로 변하는 단축하도(chute channel) 역시 발달하는 양상을 보인다.

III. 이길리 습지 일대의 지질 특성

이길리 습지는 한탄강 상류에 형성된 하천습지로 추가령 구조곡 내의 용암대지에 위치한다. 추가령 구조곡 부분에 형성된 용암대지는 규모 약 825.84km²로, 철원-평강, 연천-파주, 고산-안변, 회양-창도 구간으로 구분된다(이민부·이광률, 2016). 이 중 이길리 습지가 있는 철원-평강 지역의 경우 면적은 546.18km², 평균 해발고도는 약 329m, 평균 경사는 약 3.1°이다. 화산 분출이 일어난 오리산 인근 지역은 용암 대지에 형성된 협곡의 깊이가 50~100m에 달하는 것으로 알려져 있으며, 남쪽으로 가면서 용암층의 두께가 얇아져 한탄강의 계곡에는 30~40m에 달하는 현무암층이 나타난다. 이에 이길리 습지 지역 역시 현무암이 기반을 이루고 있다고 볼 수 있다.

또한 이길리 인근에는 주로 백악기의 명성산 화강암(Kmsgr)과 쥐라기의 흑운모 화강암(Jbgr), 각섬석 화강암(Jhgr)이 분포하며, 평야 지역에는 신생대 제4기 현무암(Qb)과 하성층(Qa)층이 분포한다(그림 2). 화강암 계열의 암석들은 선캄브리아기의 변성암을 관입하였는데, 담회색의 흑운모 화강암은 북북서-남남동 방향으로 관입하였으며, 각섬석 화강암이 이를 다시 관입하고 있다. 이 화강암들은 중생대 쥐라기와 백악기에 형성된 후 장기간에 걸쳐 화학적 풍화 작용과 풍화산물 탈거(奪去)

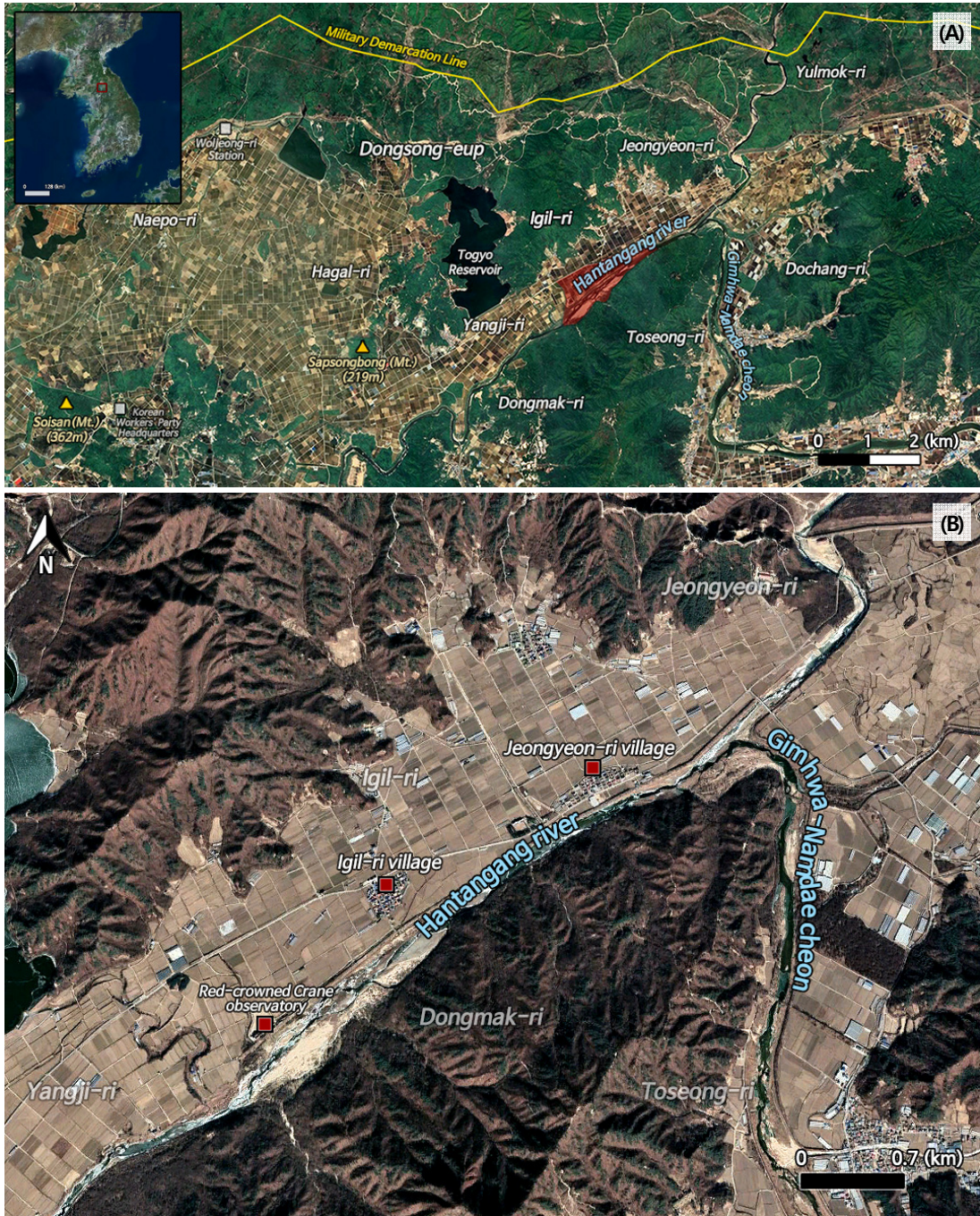


그림 1. 연구지역 지도

자료 : Google Earth.

* (A): 이길리 습지의 위치 (붉은 색으로 표시한 부분이 습지 구역임), (B): 이길리 일대의 위성이미지.

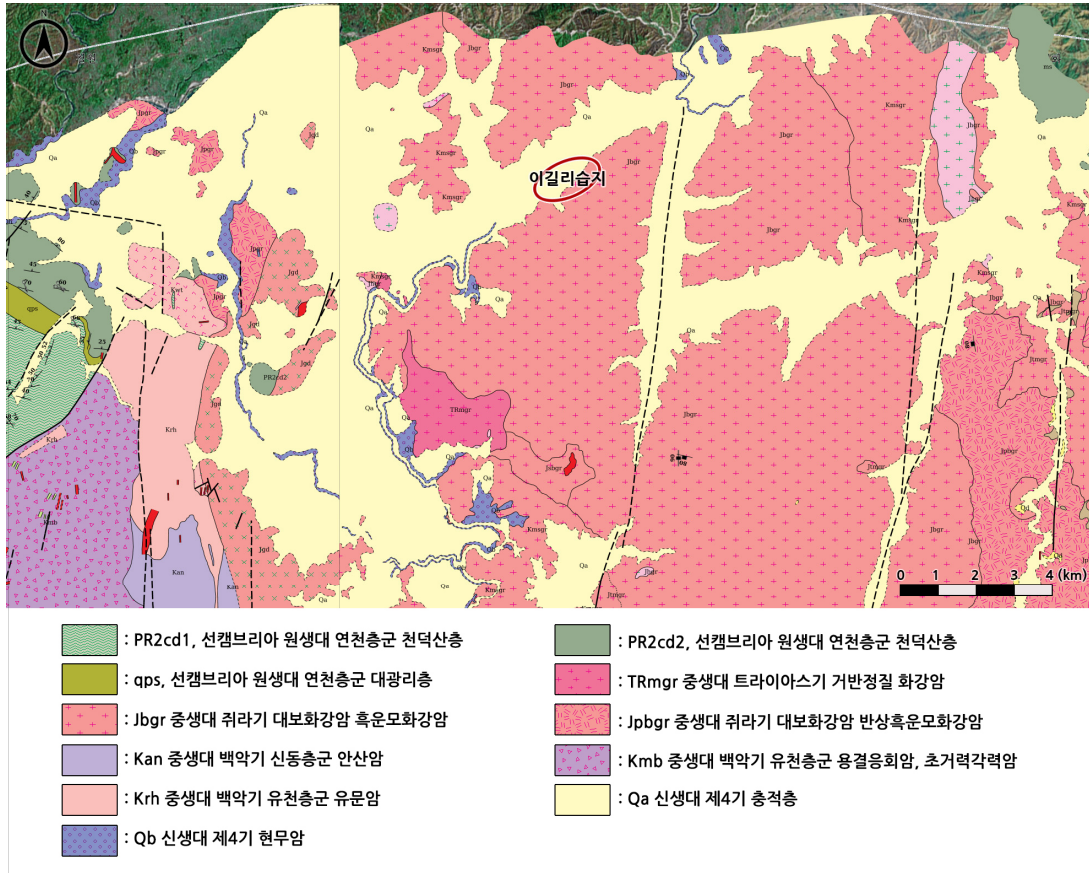


그림 2. 연구지역의 지질도

자료 : 한국지질자원연구원 지오빅데이터 오픈플랫폼.

작용을 받았으며, 이러한 작용을 통하여 곡지가 만들어졌다. 이후 오리산에서 분출한 현무암이 곡지를 따라 흘러내리면서 곡지가 채워진 것으로 추정되고 있다.

현무암들은 여러 차례에 걸쳐 분출한 것으로 알려져 있으며, 쥐라기 화강암과 명성산 화강암을 부정합으로 피복하고 있다. 현무암 용암은 철원 화지리에서 최대 11매, 상월리에서 6매, 전곡 고문리에서 4매, 파주 동파리에서는 1매가 관찰된다(김태호, 2000). 북한 지역의 경우 평강·안변 일대에서는 20~140m의 두께로 4~10회 분출되었으며, 회양·창도 일대에서는 102~200m 두께로 최대 10매의 분출이 있었던 것으로 연구되었다(이민부·이광률, 2016). 현무암의 형성 시기는 0.10~0.27Ma로 추정되었으며(원종관, 1990), 한탄강변의 사면에서 약 3~4매가 관찰되고, 현무암의 최대 두께는 약 70m이다. 이 현무암은 치밀한 다공질의 암회색 알카리-감람석

현무암(Alkali olivine Basalt)으로 감람석, 단사휘석, Fe-Ti 산화광물로 된 반정교, 사장석 등의 석기(石基)로 구성되며, 하부에서 상부로 가면서 기공(氣孔)이 커지는 현상이 나타난다(송교영·조동룡, 2007). 또한 김화 방면의 안암산(507.1m)이 현무암 산지로 알려져 있으며, 그 상류의 대득봉(630.4m), 광덕산(1046.3m), 복주산(1152.0m), 대성산(1174.7m) 등은 중생대 석영 반암으로 이루어져 있다. 이들은 풍화와 침식에 강한 암석으로 고산지를 이루고 있는 것으로 알려져 있다(강원도, 1991).

이와 같은 현무암 분포 지역에서는 하천이 개석(dissection)하는 과정에서 폭이 좁고 깊이가 깊은 유로가 형성되어 있으며(그림 3), 이러한 하도 특성으로 인해 홍수 시 하천의 수위가 빠르게 상승하는 것으로 보인다. 그리고 현무암 피복 지역의 하천 인근에서는 하천 범람에 의한 제4기 퇴적층이 분포하고 있다.

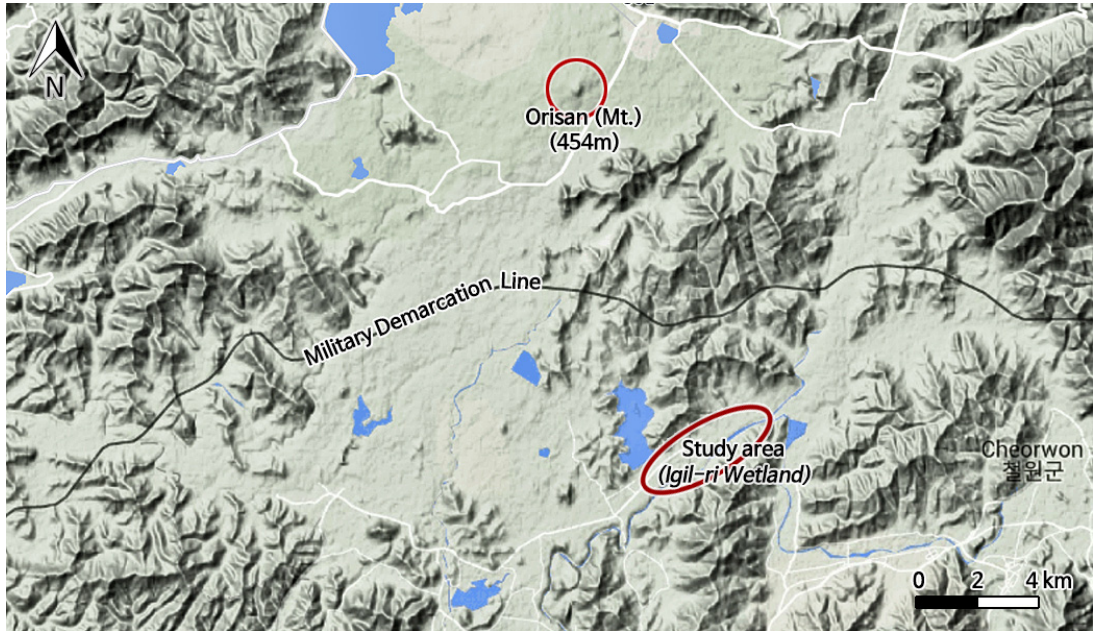


그림 3. 이길리 습지 일대의 지형 기록

자료 : 구글 지도.



그림 4. 이길리 두루미 탐조대 인근의 현무암 노두 상세

이길리 습지의 경우 습지 구역 내에서 기반암이 노출된 노두는 발견되지 않았으며, 현재 이길리 습지 지역의 구성 물질은 주로 현생 자갈 및 모래 퇴적층으로 이루어져 있었다. 따라서 인근 지역에 나타나는 기반암 노출부를 확인하여 암석의 종류를 판별하였다. 습지 인근의 기반암 노두가 나타나는 대표적인 곳은 두루미 탐조대 주변의 소하천 우안으로, 해당 소하천은 한탄강으로 유입하고 있다. 소하천의 하류부에서는 최소 6매 이상의 현

무암층이 관찰되었는데(그림 4), 최하부에는 파쇄된 형태의 현무암이 나타나고, 선행의 암석을 다시 피복하는 현무암층의 모습도 확인되었다. 또한 1m에 가까운 단일한(massive) 현무암층이 2회 이상 나타났다. 이들은 용암대지 상에 돌출되어 있는 구릉의 기저 부분을 이루고 있으며, 이 층 위로는 하천 퇴적물층이 피복되어 있다.

이 현무암층의 해발고도(약 194m)를 감안한다면, 현재 이길리 마을을 포함하는 범람원 지역(190m) 및 습지

지역의 기저를 이루는 물질 역시 현무암층일 가능성이 높다. 특히 조사 지역 외곽의 토교저수지 인근에서도 화강암 풍화대가 나타나는 구릉(210m) 하단에서 현무암이 발견되었다. 그러므로 이길리 역시 철원 평야의 다른 지역과 마찬가지로 현무암이 곡지를 중심으로 충전되어 올라온 것으로 보인다. 즉, 현재의 하천에서 상류 방향으로 용암이 역류하여 유입된 것으로 추정된다.

또한 현장 조사 결과 이길리 일대의 현무암 상부에는 현생의 하천 퇴적층이나 고기의 하안단구 퇴적층이 분포하고 있었다. 고기의 하안단구 퇴적층은 주로 하천의 폭이 좁고 계곡이 긴 하천 천변에 나타나며, 한탄강이나 김화남대천과 같은 대하천 인근에는 잘 나타나지 않았다. 하안단구 퇴적층은 층리가 미약하고 역질, 사질, 이질로 구성된 미고결층으로, 근남면 잠곡리, 김화읍 대곡리 인근에서 주로 확인되었다.

한편 현재 용암이 남아있는 부분은 주변의 퇴적물로 된 부분에 비하여 3~4m 이상의 고도 차가 나타나며, 현무암 분포 지역과 하천 퇴적층 분포 지역의 경계부를 따라 소하천이 통과하고 있다. 두 부분 간의 고도 차 즉, 하안단구의 단구에 높이는 현 한탄강과 소하천의 합류부에서 3~4m 이상으로 나타나지만, 지류 하천의 상류로 가면서 점차 감소하는 양상을 보이고 있다(그림 7의 C). 즉 지류 하천의 상류 방향으로 가면서 현무암의 두께가 점차 얇아지는 것으로 판단된다. 또한 하천에 면한 하안단구의 단구에 부분은 경사가 상당히 급한 것으로 나타나며, 이는 한탄강의 현무암 협곡에서 흔하게 관찰되는 형상으로 볼 수 있다. 이러한 협곡의 형성에는 주상절리도 영향을 준 것으로 보이며, 절리를 이루고 있는 암체의 풍화 및 해체에 의해 만들어진 암괴들이 하안단구의 단에 하부에 집적되어 하상과 제방을 보호하는 기능도 수행하는 것으로 보인다. 다만 이길리 지역은 대교천 하안이나 재인폭포 등과 같은 현무암의 협곡 형성부에 비해 현무암층의 두께가 얇아, 깊은 협곡을 만들지는 못하는 것으로 보이며, 일부 지역에서는 현무암층이 상당 부분 제거되었을 가능성도 있다.

이러한 현무암층의 상부로는 황갈색의 토양이 나타나며 일부 자갈들도 포함되어 있다. 자갈들은 전반적으로 생경한 특성을 보이고 다양한 원마도를 지니고 있다. 일부 지역에서는 점토질 퇴적층이 관찰되기도 한다. 현재 하안단구의 단구면 부분은 논으로 개간되어 사용되고 있는데, 이러한 토지 활용에는 범람성 퇴적층에 포함된

수분이 기여하는 것으로 보인다.

IV. 이길리 습지 일대의 전반적인 지형 특성

이길리 습지는 한탄강 상류에 위치하는 하천 습지로, 여러 하천 지형들이 발달해 있다. 상류부에서는 김화남대천이 한탄강에 유입되고, 이길리 마을 인근에서는 2개 이상의 소규모 지류가 유입되면서 퇴적 물질이 운반된다. 습지 지역 내에는 범람원을 비롯한 포인트 바, 하중바 등의 퇴적 지형들이 발달해 있다. 이에 하천을 중심으로 이길리 일대의 전반적인 지형 특성을 살펴보았다.

1. 지류의 유입과 하천 지형 특성

먼저 이길리 습지의 상류 부분인 정연리 인근에서는 김화남대천(화강)이 한탄강에 합류한다(그림 5). 김화남대천은 한탄강에 유입하는 비교적 큰 규모의 하천으로, 유역은 편마암과 화강암으로 이루어져 있다. 한탄강과의 합류부에서는 유로의 측방 이동에 의한 미앤더 스크롤(meander scroll)의 흔적들이 관찰되며, 편마암 및 화강암 자갈들을 포함하는 다량의 퇴적물들이 유입된다. 김화남대천의 하상구배는 하천의 상류부에서 1/50로 상당히 급하며 하상은 왕자갈 및 거력으로 되어있으나, 중·하류부는 1/400~1/800으로 비교적 완만하고 자갈의 입자 크기도 감소한다(강월도, 1991). 한탄강과의 합류부는 하도경사가 1/828로 완만하게 나타나며, 화강암 풍화 등에서 기인한 모래가 상당량 공급되고 있다. 김화남대천은 김화를 통과하면서 북류하다가 정연리 부근에서 한탄강으로 합류하는데, 합류부까지는 상대적으로 넓은 곡지를 통과하다가 합류부에서 한탄강의 유향과 역방향으로 합류한다. 이는 구조선을 따라 흐르는 하천 특성에 기인하는 것으로 볼 수 있으며, 합류부에서는 범람 가능성이 클 것으로 추정된다.

한편 한탄강 본류에서는 규모가 큰 지류가 유입함에 따라, 퇴적물질의 양과 운반 능력에서 상당한 변화가 나타난다. 정연리에서 김화남대천이 합류하기 전의 한탄강 유역 면적은 365km²이고 기본 홍수량은 1,607m³/s인데 비해, 김화남대천 합류 이후 유역 면적은 809.8km², 홍수량은 3,730m³/s으로 나타나고 있다(강월도, 1991).



그림 5. 한탄강과 김화남대천의 합류부

자료 : Google Earth(2021년 5월 11일 접속).

즉 지류의 합류 이후 한탄강은 유역면적과 유량이 2배 이상 증가하고 있다. 하지만 지질 구조선의 영향으로 형성된 한탄강의 기본적인 곡폭은 하천의 합류에도 크게 증가하지 않는다. 대신 합류점에서 정연리 구간까지 대규모의 합류성 하중 바(bar)가 나타난다. 하중 바의 구성 물질은 주로 자갈과 모래로 되어 있으며, 자갈이 특히 우세하게 나타난다.

한탄강의 곡폭은 정연리-이길리-두루미 탐조대 구간에서 좌안의 산지를 경계로 하여 상대적으로 넓어진 모습을 보이지만, 토고저수지 하류부와 삼슬봉 일대보다는 곡지의 폭이 좁게 나타난다. 정연리와 이길리의 하천 우안에는 평야가 발달해 있으며 좌안은 산지에 접하고 있다. 이 일대에서는 산지에 의해 곡지의 폭이 일정하게 제한되며, 상류로부터 운반된 퇴적물질이 집적되는 양상을 보인다.

또한 한탄강의 우안에서는 소규모의 지류가 2개 이상 유입되고 있으며, 그에 따라 좌안의 산지 쪽으로 퇴적물이 공급되고 있다. 즉, 하천의 우안에서 퇴적물질이 공급되면서 한탄강의 유로가 전반적으로 좌안 쪽으로 물리는 양상이 나타나고 있다. 우안으로부터의 퇴적물 공급으로 인해 지반 고도가 전반적으로 상승함에 따라, 하천을 좌안 쪽으로 밀어내는 것으로 볼 수 있다. 이에 우

안 즉, 한탄강의 북쪽에는 선상지성 퇴적으로 보이는 퇴적 지형이 형성되는 과정에서 하천의 유로가 형성되는 기반이 만들어지는 것으로 보인다. 이러한 하천 편향의 또 다른 원인으로는 지질구조선의 통과 가능성 역시 고려해볼 수 있다. 현재 이길리 습지 동남쪽에는 남북 방향의 구조선이 발달해 있으며(그림 2), 이 구조선을 따라 김화남대천이 발달해 있다. 따라서 이길리 지역에도 방향을 달리하는 구조선이 통과함에 따라 하천의 유로가 편향되었을 가능성이 존재한다. 하지만 구조선에 대한 증거를 직접 확인할 수 없어 이를 명확히 단정짓기는 어렵다.

한편 용암은 하류부로부터 유입되었던 것으로 보이며, 상류부에서도 한탄강과 김화남대천의 합류부와 그 북쪽 지역에서 현무암의 존재가 확인된다. 이길리 습지 내의 자갈에도 현무암이 포함되어 있으며, 자갈의 원마도 등으로 보아 상류로부터 이동된 것은 분명해 보인다. 기존의 연구에 의하면 이 현무암들은 오리산 방향에서 동쪽으로 분출한 현무암이 일부 한탄강 상류의 유역 분지로 유입된 것으로 추정되며, 그 과정에서 하계망의 혼란이 발생한 것으로 보인다(이민부 등, 2004). 즉, 용암이 유역분지 상류로 유입하면서 곡지가 매몰되어 용암 대지가 형성되고, 이후 하천에 의한 침식이 이루어진 것으로

볼 수 있다. 한편 하류에서 유입한 용암은 곡지를 채워 올라가면서 하천의 흐름을 차단하여 호소를 형성했을 것으로 추정되며, 현재의 이길리와 정연리 부분이 용암 역류의 한계점이었을 것으로 보인다. 이는 그동안 알려졌던 용암의 역류 범위보다 넓은 것으로(이민부 등, 2004), 보다 확장된 범위까지 용암이 북상했을 가능성이 존재한다. 한편 용암이 유입된 구간의 보다 상류에는 하천 유로가 차단되면서 소택지나 호소 환경이 되었을 것으로 추정된다. 이에 따라 상류로부터 운반된 퇴적물질이 원형 미상의 곡지 부분을 충전하면서 기저부가 퇴적되고, 그 결과 경사가 매우 완만한 평지가 만들어졌던 것으로 판단된다.

2. 하천 퇴적 지형의 특성

이길리 습지 지역에 분포하는 범람원의 경우 한탄강이 좌안의 산지를 따라 남류하면서 하천과 주변 범람원과의 고도 차이가 점점 증가하는 양상을 보인다. 정연리와 이길리에서는 하천과 주변 범람원의 고도 차이가 크지 않으나(그림 6), 점차 하류로 가면서 30m 이상 고도를 지나는 전형적인 현무암 협곡으로 변화한다. 이는 이길리 지역의 현무암의 층후가 하류부에 비해 얇은 것이 한 가지 원인일 수 있다. 또한 전술한 것처럼 하천 범람원 또는 소택지의 형성 및 퇴적 물질의 집적 과정과도 관련 있는 것으로 볼 수 있다. 이러한 하상과 주변 지역 간의 미미한 고도 차이는 하천의 잦은 범람과 농경지의 침수 피해를 유발할 수 있으며, 이에 이길리와 정연리에는 1990년대 이후 인공 제방이 축조되었다. 그리고 이는 이길리 일대와 하류의 철원 평야 일대 간에 경관적 차이를 나타내는 결과를 낳았다.

다음으로 하안단구의 경우 용암 분출 이후의 지형 발달과정을 이해하는 중요 부분으로, 한탄강 일대에 발달

한 하안단구에 대해서는 많은 연구가 이루어져 왔다(이민부·이광률, 2002; 2003; 2016; 이선복 등, 2003; 이민부 등, 2005). 이길리 역시 고(古) 한탄강을 따라 유입된 용암이 곡지를 채우면서 기존의 하계가 교란된 것으로 판단되며, 용암이 상류 방향으로 유입된 결과, 현재의 두루미 탐조대 인근까지 현무암으로 피복된 부분이 확인된다. 이 때 한탄강은 새로운 하도를 형성하였을 것으로 추정되며, 하천이 현무암으로 피복된 대지를 흐르면서 범람과 유로 이동 과정을 통해 넓은 범람원을 형성한 것으로 생각된다. 이 과정에서 하천의 상류 유역과 인근 산지, 지류로부터 퇴적물질이 공급되어 범람원 및 하상의 퇴적 지형을 형성하였고, 현무암 대지를 따라 하천의 수평적인 유로 이동이 이루어진 것으로 보인다. 또한 깊은 곡지를 형성하기 이전에는 현무암이 비교적 늦게 개석되면서, 하천이 기반암 대지 위를 자유롭게 측방 이동하고, 그 과정에서 하상 및 자연제방성 퇴적물질들이 집적된 것으로 보인다. 여기서 하상성 또는 자연제방성 퇴적 물질이란, 현재 하상에서 주로 발견되는 밀집(하상 하중)의 형태로 운반되는 자갈과 모래 중심의 물질이 퇴적된 것을 의미한다.

반면 현재의 하천에서는 주로 점토와 모래와 같은 범람성 퇴적 흔적 역시 나타나고 있다. 하상에 근접한 부분에서는 퇴적층이 주로 모래와 자갈로 구성되어 있으나, 범람시에만 물이 닿는 단축 하도 구간에서는 세립모래-점토의 세립 물질이 상당 부분을 차지하고 있다. 또한 현 하상에는 포인트 바(point bar), 하중 바(in channel bar) 등의 하상 지형들이 발달해 있었으며 퇴적물들은 주로 만수위 수준의 홍수 시에 상류나 지류, 혹은 인근 산지로부터 공급, 운반되는 것으로 추정된다.

한탄강에 유입된 퇴적물질 가운데 일부는 하류로 유출되지만 일부는 수문 조건에 따라 다양한 하상 지형의 형태로 일시적으로 저장된다. 퇴적물들이 하상 지형으



그림 6. 이길리와 정연리 사이의 범람원

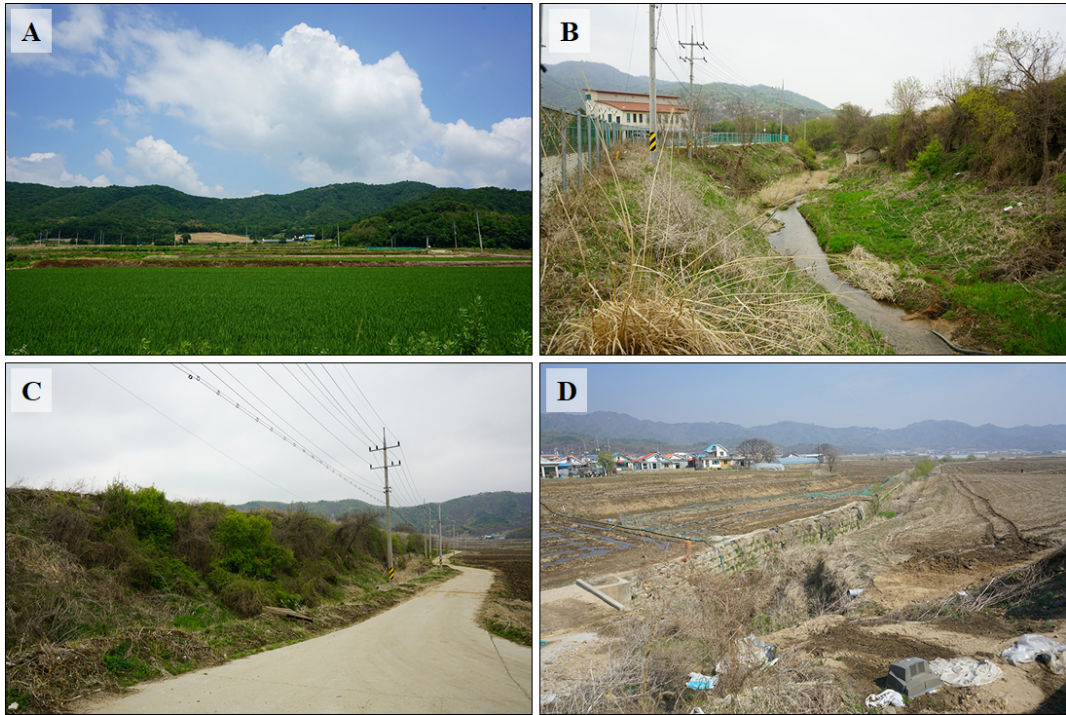


그림 7. 두루미 탐조대 인근의 소하천과 범람원 경관

* A: 소하천 상류의 선상지성 퇴적지, B: 소하천의 경관, C: 소하천의 하안단구에, D: 이길리 마을 방향의 범람원.

로써 저장되는 기간은 상당히 다양하며, 이는 주로 입자들의 입경이나 양, 하천 유수의 함수 관계에 의하여 결정된다. 일반적으로 상류나 지류로부터 공급되는 퇴적물질의 양이 하천의 운반 능력을 초과하는 수준으로 증가할 경우 하도 내의 하상 지형 규모는 성장하는 반면, 퇴적물질의 양이 감소하는 경우에는 하천 퇴적 지형의 규모가 대부분 축소된다. 또한 하천의 에너지가 강한 부분에서는 주로 조립 물질이, 약한 부분에는 주로 세립 물질이 퇴적된다. 이에 따라 동일한 하천 지형 내에서도 유수의 흐름이 강한 부분은 자갈로 되어있으며, 상대적으로 고도가 높은 부분은 모래로 구성되는 특성이 나타나고 있다.

한편 이길리 습지 내에서 한탄강으로 유입하는 소규모 지류 하천 주변에는 자연 제방과 같은 지형은 관찰되지 않으며, 하천의 하상 역시 자연적 특성이 명확히 확인되지 않는다(그림 7의 B). 과거의 범람원 내에 만들어진 소하천이나 관개수로의 바닥 부분에서는 기반암이 확인되지 않으며, 일부 구간은 하상과 제방이 시멘트로 포장되어 있다. 이는 하상의 구성 물질들이 주로 모래와 자

갈 중심으로 이루어져 수분의 저장·유지에 불리했기 때문으로, 농경지로 개간하는 과정에서 원활한 용수 공급을 위해 인위적인 영향을 가한 것으로 판단된다.

보다 서쪽의 두루미 탐조대 인근에 위치한 소하천의 경우, 토교저수지 동쪽 산지에서 발원하여 한탄강으로 유입하는 연장 약 1.5km의 하천으로 최대 하폭은 약 5m 이내이다. 본 소하천의 지류 합류부와 본류 구간은 하천의 형상을 지니고 있으나, 상류부는 농업용 관개수로로 변형되었다. 이 소하천의 최상류부는 상당한 경사를 지니는 충적지로 보이며, 형상으로 보아 배후의 산지에서 선상지성 퇴적이 발생하였을 가능성이 있다(그림 7의 A). 다만 유역 면적이 협소하여 퇴적물들이 하안단구성 및 범람원성 퇴적층과 혼재하여 공급되었을 것으로 추정된다.

이처럼 한탄강 지류의 소하천들에서 자연하천의 하도가 관찰되지 않는 것은 이길리 습지의 범람원 및 하안단구(현재 마을과 농경지부분)의 공통적인 현상으로, 농지로 활용하는 과정에서 자연 지형의 변화가 발생한 것으로 보인다(그림 7의 D).

V. 이길리 습지의 하상 지형 특성

1. 하상 지형 분포 특성

이길리 습지 지역을 흐르는 한탄강은 하천의 중앙부에서는 주로 자갈 하천이 나타나지만, 일부 구간에서는 자갈에서 모래로 하상 물질이 전환되는 부분이 짧게 나타난다(그림 8). 이러한 퇴적물질의 급격한 전환은 주로 하천의 에너지가 급감하는 부분에서 나타난다. 예컨대 정연리-이길리 구간에서는 자갈 퇴적 지형이 우세하게 나타나지만, 하류부인 두루미 탐조대 인근에서는 모래 퇴적 지형이 우세하게 나타난다. 이는 추가적인 퇴적물 공급이 제한되는 상황에서 상류부에서 공급된 퇴적물질들의 공간적 분급에 의한 것으로 볼 수 있다. 습지 구간 내에서의 퇴적물질들은 하상과 지류에 의해 공급되는 것으로 볼 수 있으며, 특히 지류로부터의 퇴적물 유입이 하도 지형 발달에 영향을 주게 된다.

이길리 습지를 통과하는 한탄강 하상에는 3개 이상의 대형 사력 퇴적 지형이 관찰된다. 상류부는 이길리 마을과 정연리 마을의 사이에 해당하는 부분으로, 주로 자갈로 구성된 하중바(in channel bar)와 포인트 바(point bar)

가 나타난다. 이를 구성하는 자갈들은 주로 한탄강의 상류에서 유입되는 것으로 하도의 중앙부를 중심으로 퇴적이 발생하고 있다. 반면 지류에서 유입되는 물질들은 자갈보다는 주로 모래 중심으로, 평균 입경 최소 약 288 μm 에서 최대 약 770 μm 사이의 중립사-조립사들이 한탄강으로 유입되고 있다. 하지만 세립 물질이 포함되어 있는 경우에도 저수위시 한탄강 본류의 선택적 이동 과정에서 이들이 제거되고 결국 조립물질들이 남게 되는 것으로 볼 수 있다.

이러한 자갈 퇴적 지형은 현재 도로로 이용되는 인공 제방의 하단에서도 확인된다. 이들은 분급이 불량한 조립 모래와 자갈이 혼재된 층으로 나타난다(그림 9). 이들은 동일한 이동성(equal mobility)을 지니는 퇴적층의 이동을 통해서 형성된 것으로 볼 수 있다. 즉, 모래와 원력이 동일한 이동성을 지니는 상황에서 이들이 일시적으로 운반·퇴적된 것으로 보이며, 이러한 상황은 홍수 상황에서 퇴적물질이 대규모로 이동되는 상황으로 볼 수 있다. 이처럼 인공제방 하단의 퇴적층 노두는 상류로부터 대규모의 퇴적물이 유입·퇴적되면서 형성된 것으로, 이지역의 전반적인 지형 환경과 관련 깊은 것으로 보인다.

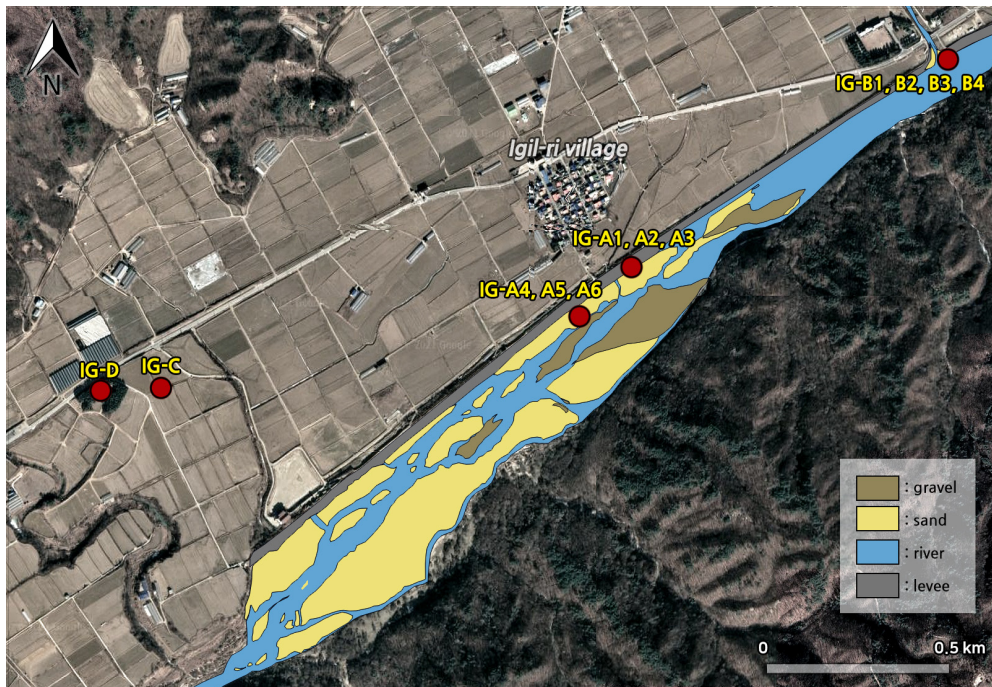


그림 8. 이길리 습지의 하도 특성 분류도 및 시료 채취 지점의 위치

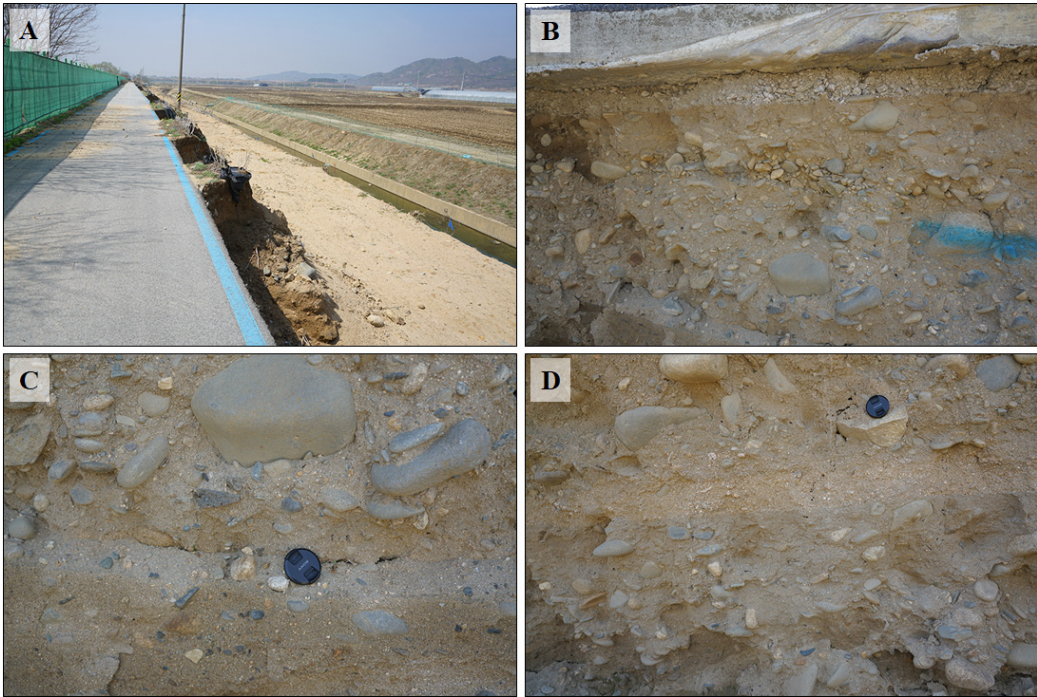


그림 9. 이길리 하천변의 하천 퇴적층

한편 한탄강 내의 자갈 포인트 바와 하천변 사이에는 단축하도(chute channel)가 형성되어있다(그림 10). 따라서 유량이 증가할 경우, 이 단축하도에 의해 대부분의 포인트 바가 하중 바 또는 하중도의 형상을 지니게 된다. 단축하도 부분에는 실트와 위주의 세립질 물질들로 구성된 하상이 출현하고 있으며 점토도 일부 포함되어 있다. 이러한 세립질 층의 존재는 하도 내에 다양한 식생 군락이 형성될 있는 기초 환경을 제공해 줌으로써 여러 철새들의 먹이 활동에 도움을 주는 것으로 보인다. 실제 조사 과정에서 다양한 포유류의 배설물과 발자국 등을 확인하였으며, 세립 물질 분포 지역에 정착된 식생들이 야생 동물의 서식지로 활용되는 것으로 추정되었다.

또한 이길리 습지의 경우 정연리와 이길리 마을 사이의 구간에서는 주로 자갈 퇴적 지형이 출현하고, 두루미 탐조대 인근의 하류 부분에서는 모래 퇴적 지형이 출현한다(그림 8). 이 모래 퇴적 지형은 포인트 바의 형상으로 하천 좌안에 형성되어 있으며, 고도가 높은 부분은 모래가 나타나고 비교적 수면에 가까운 부분은 자갈이 노출되어 있다. 이로 인해 하천의 하도가 2개로 갈라지

는 분기(分岐)의 양상을 지니고 있으며, 전반적으로 망류(網流)에 가까운 형태를 보인다. 망류하도성 하도들의 경우 단축 하도와 달리 저수위시에도 항상 유수가 통과 하면서 가운데 퇴적 지형 부분이 하중도의 형태로 유지된다. 이에 비해 단축하도의 경우 저수위시에는 유수가 흐르지 않고 기복이 낮은 부분이 호소의 형태로 나타난다는 차이가 있다. 이는 망류하도성 하도 부분의 수심이 상대적으로 깊은데다가, 자갈 바의 특성상 모래 하상과는 달리 지형 형상이 비교적 안정적으로 유지되기 때문인 것으로 보인다.

이처럼 이길리 습지의 경우 상류 방향으로서는 자갈의 집적이 나타나고 하류 방향으로서는 모래의 퇴적이 강하게 나타난다. 모래 부분에는 식생이 정착되어있으며 식생 정착으로 인해 지형의 안정성이 강화되는 것으로 볼 수 있다. 세립질 물질이 분포하는 단축 하도 구간 역시 식생 군락이 발달해 있으며 하류부에서는 망류하도성 하도의 형태가 나타난다. 또한 자갈 퇴적 지형들은 대규모의 홍수를 제외하고는 상대적으로 안정된 상태로 유지되는 양상을 보인다.



그림 10. 이길리 하천 포인트바에 발달한 단축하도

2. 하천 퇴적물의 입도 특성

이길리 습지에서는 총 12개의 퇴적물 시료를 채취하여 분석하였으며, 전반적으로 한탄강 하안에 분포하는 퇴적물을 중심으로 채취하였다(그림 8). 분석 결과 습지 퇴적물들은 조립 실트(Coarse Silt)에서부터 극조립사(Very Coarse Sand)까지 이루어져 있었으며, 분급은 보통의 분급(Moderately Sorted) 혹은 불량한 분급(Poorly Sorted), 왜도는 주로 양의 왜도(Fine Skewed), 첨도는 고첨(Leptokurtic)에서 중첨(Mesokurtic)의 특징을 보였다(표 1).

먼저 이길리 마을 주변의 IG-A1~A3 지점의 경우, 하천

제방 측면에 퇴적층 단면이 절개되어 있던 곳으로 둥근 원력들이 혼재된 층이 드러난 지점이다. 분석 결과 하부에서 지표로 갈수록, 즉 IG-A1에서 IG-A3로 갈수록 극조립사의 비율이 점차 증가하고 중립사의 비율이 감소하는 것으로 나타났다(표 2). 또한 세립 모래와 조립 실트와 중립 실트, 세립 실트, 극세립 실트, 점토의 비율은 모두 증가하는 경향을 보였다. 그러나 평균적으로는 모두 분급이 불량한 조립 모래의 특성을 보였다.

IG-A4에서 IG-A6 지점의 경우 현 하상에 분포하는 퇴적물로, IG-A4 지점은 연흔이 발달해 있는 미지형의 표면 부분이고, IG-A5는 물에 잠겨 있는 사질 부분, 그리고 IG-A6은 점토질이 혼재된 부분에 해당한다. 이들 구간

표 1. 이길리 습지 퇴적물의 입도 분석 결과

| | Folk and Ward Method (∅) | | | | Description | | | |
|-------|--------------------------|---------|----------|----------|------------------|------------------------|------------------|-----------------------|
| | Mean | Sorting | Skewness | Kurtosis | Mean | Sorting | Skewness | Kurtosis |
| IG-A1 | 0.97 | 1.06 | 0.16 | 1.15 | Coarse Sand | Poorly Sorted | Fine Skewed | Leptokurtic |
| IG-A2 | 0.93 | 1.35 | 0.20 | 1.04 | Coarse Sand | Poorly Sorted | Fine Skewed | Mesokurtic |
| IG-A3 | 0.67 | 1.46 | 0.56 | 1.41 | Coarse Sand | Poorly Sorted | Very Fine Skewed | Leptokurtic |
| IG-A4 | 2.18 | 0.65 | 0.13 | 1.09 | Fine Sand | Moderately Well Sorted | Fine Skewed | Mesokurtic |
| IG-A5 | 1.59 | 0.72 | 0.09 | 1.34 | Medium Sand | Moderately Sorted | Symmetrical | Leptokurtic |
| IG-A6 | 4.22 | 1.81 | 0.18 | 1.11 | Very Coarse Silt | Poorly Sorted | Fine Skewed | Leptokurtic |
| IG-B1 | 0.47 | 0.86 | 0.24 | 0.98 | Coarse Sand | Moderately Sorted | Fine Skewed | Mesokurtic |
| IG-B2 | 0.34 | 0.76 | 0.13 | 0.88 | Coarse Sand | Moderately Sorted | Fine Skewed | Platykurtic |
| IG-B3 | 1.19 | 0.85 | -0.02 | 1.09 | Medium Sand | Moderately Sorted | Symmetrical | Mesokurtic |
| IG-B4 | 1.73 | 0.96 | 0.05 | 1.22 | Medium Sand | Moderately Sorted | Symmetrical | Leptokurtic |
| IG-C | 0.49 | 1.28 | 0.65 | 9.08 | Very Coarse Sand | Poorly Sorted | Very Fine Skewed | Extremely Leptokurtic |
| IG-D | 5.62 | 1.79 | 0.14 | 1.23 | Coarse Silt | Poorly Sorted | Fine Skewed | Leptokurtic |

은 주로 유량이 증가했을 시에만 물이 닿는 단축 하도(chute channel) 구간에 해당한다. 분석 결과 IG-A4 지점의 경우 세립사의 비율이 약 49%, 중립사가 약 39%로 이루어져 있었고, IG-A5 지점은 조립사와 중립사, 세립사의 비율이 각각 약 16%, 58%, 19%를 차지하였다. 또한 IG-A6 지점의 경우 평균 입경 약 4.2∅의 극세립사-조립실트로 이루어져 있었다. 이들 구간은 원력이 혼재되어 있던 IG-A1~A3 구간에 비해 전반적으로 세립한 특징을 보였으며, 조립 모래의 비율이 비교적 낮은 것으로 나타났다.

다음으로 IG-B 지점은 이길리 마을 북쪽의 산지에서 발원한 소하천이 합류하는 구간으로, 합류부 주변에 지류에서 운반된 물질들이 퇴적되어 있다. IG-B 지점에서는 깊이별로 시료를 채취하였으며, 가장 하부의 하천에 접해있는 부분에서 2점의 시료(IG-B1, IG-B2)를, 그리고 그보다 상부 지점과(IG-B3), 지표(surface)에 인접한 부분

(IG-B4)에서 각각 1점씩의 시료를 채취하였다. 분석 결과 하상과 인접한 곳의 퇴적물은 조립 모래로, 현재 물이 닿지 않는 상부 부분의 퇴적물은 중립 모래로 이루어져 있었다. 하부에서 지표 쪽으로 갈수록 조립 모래의 비율은 점차 감소하고, 세립 모래의 비율이 증가하는 것으로 나타나, 지표 쪽으로 올라갈수록 세립해지는 특성을 보였다. 또한 실트와 점토의 함량이 상당히 미미하고, 대부분 모래로만 이루어져 있었다.

IG-C 지점의 경우 농경지로 활용되는 있는 부분으로 전체 시료 중 가장 조립한 것으로 나타났다. 거의 대부분 극 조립사로만 이루어져 있었으며, 실트질이 일부 포함되어 있고, 중립사와 세립사는 포함되어 있지 않아, 하도 부분과 차이를 보였다.

마지막으로 IG-D 지점은 토교저수지-한탄강 하천과 두루미 탐조대 소하천 사이에 분포하는 구릉 표면으로, 전체 시료 중에서 가장 세립한 것으로 나타났다. IG-D 지점

표 2. 이길리 습지 퇴적물의 입도 구성 비율

(단위: %)

| | Very Coarse Sand | Coarse Sand | Medium Sand | Fine Sand | Very Fine Sand | Very Coarse Silt | Coarse Silt | Medium Silt | Fine Silt | Very Fine Silt | Clay |
|-------|------------------|-------------|-------------|-----------|----------------|------------------|-------------|-------------|-----------|----------------|------|
| IG-A1 | 16.18 | 36.23 | 32.02 | 9.48 | 2.52 | 1.23 | 0.93 | 0.69 | 0.34 | 0.17 | 0.21 |
| IG-A2 | 26.31 | 27.16 | 26.33 | 11.67 | 3.57 | 1.80 | 1.33 | 0.88 | 0.44 | 0.22 | 0.28 |
| IG-A3 | 37.89 | 31.27 | 13.63 | 6.90 | 3.36 | 2.36 | 1.89 | 1.31 | 0.65 | 0.33 | 0.41 |
| IG-A4 | 0.00 | 1.39 | 38.71 | 48.63 | 8.49 | 1.65 | 0.65 | 0.23 | 0.12 | 0.05 | 0.07 |
| IG-A5 | 1.04 | 16.04 | 58.15 | 19.33 | 1.70 | 1.00 | 0.96 | 0.86 | 0.43 | 0.22 | 0.27 |
| IG-A6 | 0.00 | 16.23 | 36.83 | 24.95 | 4.52 | 1.67 | 1.17 | 0.80 | 0.40 | 0.20 | 0.25 |
| IG-B1 | 32.79 | 41.22 | 19.25 | 4.82 | 0.87 | 0.28 | 0.19 | 0.28 | 0.14 | 0.07 | 0.08 |
| IG-B2 | 35.74 | 43.50 | 18.24 | 2.24 | 0.24 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| IG-B3 | 8.36 | 31.57 | 43.91 | 13.76 | 1.78 | 0.52 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| IG-B4 | 3.88 | 15.65 | 43.97 | 27.29 | 5.84 | 1.58 | 0.81 | 0.47 | 0.24 | 0.12 | 0.15 |
| IG-C | 88.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.74 | 3.33 | 3.68 | 1.82 | 0.91 | 1.16 |
| IG-D | 0.00 | 0.00 | 0.74 | 4.47 | 10.35 | 21.05 | 25.62 | 18.38 | 9.10 | 4.56 | 5.73 |

은 짙은 색의 토색을 띠는 토양 부분으로, 퇴적물 기원의 토양층이 발달해 있으며, 주로 조립 실트와 중립 실트로 이루어져 있다. 다른 지점들과는 달리 모래의 함량이 낮으며 실트가 대부분을 차지한다. 또한 점토도 함량도 약 6% 정도로 모든 지점들 중 가장 높은 것으로 나타났다.

VI. 토론: 이길리 습지의 가치와 활용

1. 이길리 습지의 생태적 가치

이길리 습지는 국방상의 이유로 오랜 기간 동안 민간의 대대적인 개발이나 간섭이 일어나지 않았다. 실제 최근 약 15년간의 변화를 살펴보다도 한탄강의 유량 변동에 의한 하상 지형의 변화 정도만 다소 확인될 뿐, 인위적 간섭으로 인한 훼손이나 큰 지형 변화는 없었던 것으로 보인다(그림 11). 물론 군사적인 목적으로 어느 정도의 변화가 가해지긴 하였으나 그 내용과 범위에 대해서 구체적으로 파악하기는 어렵다. 다만 이길리 지역이 다른 지역에 비해 인간 활동의 영향이 적은 지역인 것은 분명해 보인다.

이러한 이길리와 정연리 일대는 1971년부터 개간이 이뤄지고 주민들이 정착함에 따라, 현재 한탄강의 범람원에는 이길리와 정연리 마을이 위치하게 되었다. 1997년

에는 기존에 토사로 되어 있던 이길리 앞의 한탄강 제방을 돌망태로 보강하는 사업이 이루어졌다. 이길리의 소하천 주변은 지면의 높이가 홍수시의 수위보다 약 2.5m 낮은 것으로 알려져 있어(강원도, 1997), 이길리의 현 농경지들은 하안의 저습지 즉, 범람원으로서의 성격이 강한 것으로 볼 수 있다. 현재 군사상 이유로 이길리 지역의 하천에 직접 접근하는 것은 상당히 제한되며, 농경지 부분 역시 민간인의 출입을 금지하고 있다. 또한 이길리 내에서 농업 목적 이외의 활동을 강하게 통제하고 있어, 인위적인 간섭이 적은 지역으로 볼 수 있다.

이처럼 이길리 습지는 현재까지 인위적인 간섭이나 개발 위협으로부터 상당히 안정적인 생태환경을 유지하고 있다. 특히 2020년 발생한 수해 이후, 주민들의 집단 이주 요구와 함께 이루어진 자연환경 복원에 대한 논의는 상당히 중요한 의미가 있다. 그간의 하천 제방 정비와 배수지 확충 등의 노력이 있었음에도 1996년, 1999년, 2020년에 침수 피해가 발생하였고, 이재민들이 발생함에 따라 해당 지역의 주거지를 보다 안전한 곳으로 이전 하자는 요청이 강하게 쇄도하였다. 주민들의 집단 이주 요구에는 이길리 마을이 민통선 안쪽의 저지대에 위치하여 침수 피해가 빈번하다는 점과, 마을 내에서 지뢰가 발견되는 등의 안전성 문제, 마을이 군 초소 안쪽에 위치하여 실제 생활상의 불편함이 존재한다는 점 등이 작용하고 있다. 이에 주민들의 이주와 함께 해당 지역의 가

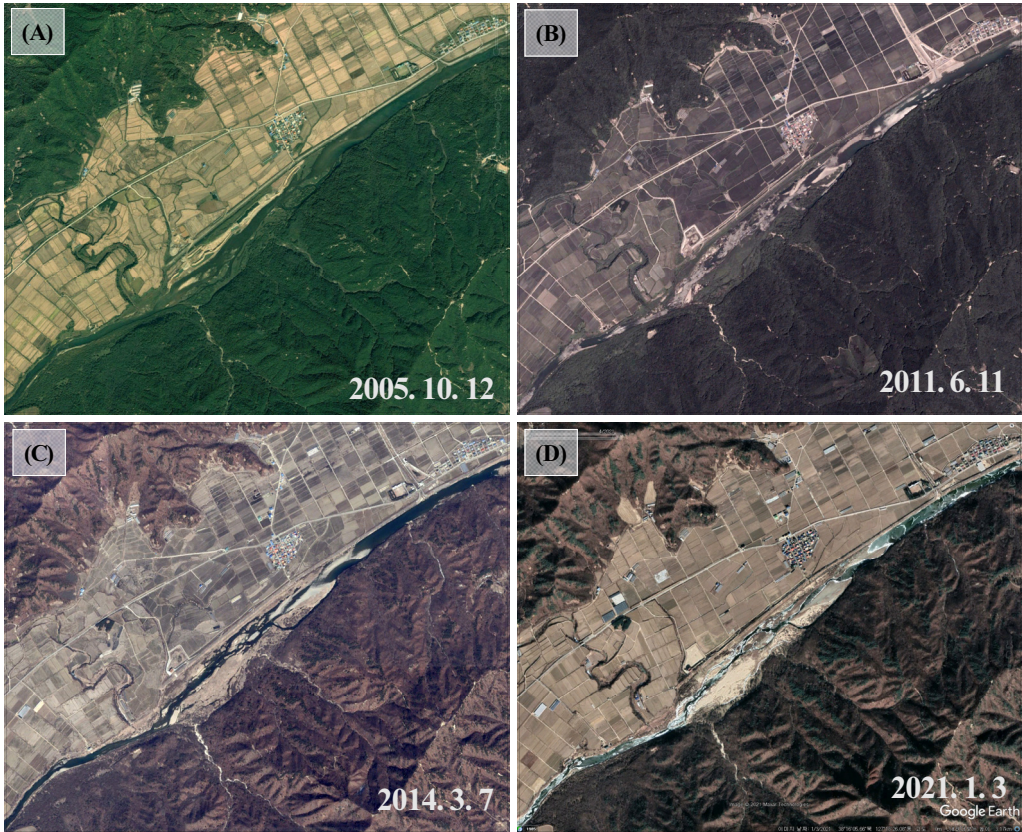


그림 11. 이길리 습지 주변 지역의 시계열별 위성사진

자료 : Google Earth.

능한 부분을 농경지 또는 하천변 저습지로 복원하고, 생태관광지로 활용하는 것이 타당할 것으로 보이며, 일부 오염 발생이 우려되는 부분에 대해서는 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

2. 이길리 습지의 지형적 가치

지형적 측면에서 본다면 이길리 습지 지역은 현무암과 화강암 지형이 혼재하는 곳으로 한탄강 일대 지형 발달사의 특성을 반영하고 있는 것으로 보인다. 이길리 습지 하류부의 두루미 탐조대 인근 소하천을 경계로 하여 남쪽으로는 현무암을 기반으로 하는 하안 단구상의 지형이 나타나고 있으며, 상류에서는 기반암 노두가 확인되지 않고 하천 자갈층이 현재의 농경지 부분의 기초를 이루고 있다. 이에 현무암이 유입되면서 지표의 기저를 형성하고, 일부 구간은 현무암에 의하여 소택지화 되거

나 하천의 자유 곡류에 의한 침식과 퇴적과정이 발생한 것으로 볼 수 있다.

특히 한탄강의 하천 좌안은 화강암 산지로 차단되어 하도 전체가 곡류하지 못하고, 하도 내에서 발생하는 제한적인 곡류로 인해 퇴적지형이 형성되는 것으로 보인다. 그 결과 자갈 및 모래로 구성된 다수의 바(bar)들이 형성되었으며, 이는 다양한 생물들의 서식지로 작용하고 있다. 이길리 습지는 두루미를 비롯한 다양한 조류 생태계의 먹이 활동 지역으로서의 역할을 하고 있으며, 우리나라에서 드물게 자연 환경이 잘 보존된 곳이라 할 수 있다.

또한 이길리 습지는 용암대지를 개척하고 있는 한탄강의 상류에 형성된 습지로, 하류 구간과 달리 하상과 주변 범람원 간의 고도 차이가 적고, 단애 등에 의해 하안이 뚜렷하게 분리되지 않는다. 이러한 현무암 단애의 부재는 범람원 등의 수변 저습지 생태계와 하천 주변의 습지 생태계 간의 유기적 연결이 가능한 환경을 제공하고 있다.

일반적으로 인공제방의 경우 치수 목적으로 건설되며 도로로 활용되는 경우가 많은데, 이는 주변 지역과 고도 차이를 증가시켜 동물의 이동을 차단하는 등 생태계를 단절시키는 역할을 하는 것이 일반적이다. 이길리 습지의 경우에도 1990년대 이후 농경지와 한탄강 사이에 인공제방이 건설되었으나, 현재 이것이 생태계를 절단한다고 보기는 어렵다. 인공제방의 고도는 높은 편이지만 동물의 이동을 차단하는 주된 요소인 자동차의 이동, 인간 활동, 가로등에 의한 빛 오염 등과 같은 인위적인 간섭이 거의 발생하지 않고 있다. 따라서 이길리 지역에는 제방의 건설로 인한 일반적인 차단 효과는 나타나지 않는다고 할 수 있다.

이와 같이 이길리 습지 지역에는 다양한 암종으로 된 자갈 바(bar), 모래 바 등의 하천 퇴적 지형이 나타나고 있으며, 인위적인 간섭이 제한된 상태에서 자연적인 지형형성 작용을 겪고 있는 것으로 판단된다. 특히 이길리 습지의 형성 과정은 한탄강 일대의 지형 발달사를 이해하는 데에 상당히 중요한 의미를 지니는 것으로 볼 수 있다. 또한 하천 주변으로는 스텝토를 비롯하여 현무암을 기반으로 하는 하안 단구와 현무암 구릉 등의 다양한 지형이 나타나, 화강암 지형과 현무암 지형을 모두 관찰할 수 있는 학습의 장으로서도 상당한 가치를 지닌다. 따라서 안전과 접근성의 문제가 해결된다면 학술적인 연구가 활발히 이루어질 수 있을 것으로 보인다.

3. 이길리 습지의 활용시 고려 사항

이길리 습지지역은 10여 년 전부터 유기 생태 농업이 시작되었으며, 그로 인해 제비의 출현이 증가하였다고 알려져 있다(우승하 등, 2014). 이러한 농업환경의 변화는 다른 지역과 차별화 되는 부분으로, 인위적인 간섭이 제한되는 환경과 결합되어 해당 지역의 생태적 가치를 크게 높이는 것으로 판단된다. 특히 환경 복원 작업 등이 진행될 경우 토양의 회복을 위한 추가적인 활동은 크게 필요하지 않을 것으로 예상된다. 하지만 농경지로 유지할 것인지 자연 상태로 복원할 것인지를 결정하는 데에는 충분한 사전 계획과 고려가 필요하다. 농경지로 유지하는 경우 자연 생태계의 특성에 간섭을 가한다는 문제가 있으나, 철새들에게 안정적인 먹이 공급이 가능하다는 이점이 있다. 그리고 주민들이 농업 활동을 통해 경제적 기반을 유지할 수 있다는 면에서 주민 동의를 얻

는 데에는 유리할 것으로 예상된다. 그럼에도 부분적으로 원래의 하천 습지 경관으로 복원하려는 노력은 필요하며, 특히 상습 침수 피해 지역을 중심으로 습지 경관을 복원하는 방안을 마련해야 할 것이다.

그리고 민북 지역이라는 이길리의 특성상, 유실 지뢰의 문제 등과 같은 안전 요인에 대한 대책 마련도 필요하다. 2020년 수해 당시 범람한 하천수를 따라 민가 주택 내로 2발의 대인 지뢰와 1발의 대전차 지뢰 상자가 유입된 바가 있으며, 하천 변에도 지뢰의 위협이 있어 접근이 거의 불가능하다. 이로 인해 하천 내의 쓰레기 처리 등에 상당히 어려움을 겪고 있으며, 이에 대한 체계적인 대안이 마련되어야 할 것으로 보인다. 그러나 이러한 수변 활동 제한은 생태계 보존의 측면과 서식지 관리의 측면에서 본다면 부정적인 요인이라고 하기는 어렵다. 하천으로 유입되는 부유 쓰레기의 차단은 상류에 위치하는 지류인 김화남대천 하류부에 대한 관리에서부터 시작되어야 할 것으로 생각된다. 김화읍을 통과하는 김화남대천은 이길리 습지에 유량을 공급하는 가장 중요한 지역이며 오염 부하의 발생에도 상당한 기여를 하므로, 상류부인 김화지역의 오염물질 관리를 강화할 필요가 있다.

이처럼 현재 이길리 습지 지역은 국가 안보상의 이유로 민간인의 출입이 제한되어 있으며, 유실 지뢰 등으로 인한 안전상의 위험이 상존하고 있는 곳이다. 하천 주변에 미확인/유실 지뢰의 출현 가능성을 경고하는 내용이 강화되어야 할 것으로 생각되며, 이와 함께 홍수시 내려온 부유 폐기물을 제거하기 위한 노력이 있어야 할 것으로 보인다.

VII. 결 론

강원도 철원군 동송읍에 위치하는 이길리 습지는 한탄강 상류에 발달한 하천 습지로, 그동안 접근성 등의 문제로 인해 습지 구역 내에 분포하는 지형 등에 대해 많이 알려지지 못하였다. 본 연구 결과 이길리 습지 지역에는 하안단구와 범람원 등을 비롯한 다수의 하상 지형들이 발달해 있는 것을 확인하였다. 이길리는 현무암과 화강암이 혼재하는 지역으로 하천 하류부에 현무암이 노출되어 있는 것이 확인되었으며, 이들은 용암이 곡저를 충전해 올라온 것으로 추정되었다. 또한 하천 좌안

은 산지에 가로막혀 곡류 하도의 발달이 제한되고, 하도 내에는 자갈 바와 모래 바가 반복되었으며, 단축 하도나 망류 하도 구간이 발달해 있었다.

특히 이길리는 하천과 범람원 간의 고도 차가 크지 않아, 홍수가 빈번하게 발생하는 지역이다. 이에 주민들의 침수 피해가 반복되어 집단 이주의 요구가 있어왔다. 이 길리는 현재 군사적인 이유로 민간인의 접근이 제한되고 있어 인간 활동의 영향이 적은 지역이다. 이에 다른 지역에 비해 자연 원형이 잘 보존되어 있어, 많은 생물들의 서식지 역할을 하고 있다. 한탄강의 하상에는 야생 동물들의 흔적들이 다수 발견되며, 두루미와 재두루미 등의 철새 도래지로서의 기능도 하고 있다. 따라서 지형, 지질학적 관점뿐만 아니라 생태계적 관점에서도 이길리 습지 지역을 보호할 필요가 있다. 물론 구체적인 절차나 방법에 대해서는 협의가 이루어져야 하겠지만, 현재 주민들의 이주 요구가 제기되고 있는 만큼 이길리 지역을 생태습지 보호 구역으로 지정하는 문제에 대한 논의가 필요한 것으로 보인다.

그동안 이길리 지역의 지형이나 지질 분포 등 자연 환경 특성에 대해서는 거의 알려진 바가 없었다. 이에 본 연구 결과는 이길리 습지의 가치를 파악하고 이길리 일대를 보호구역으로 지정하는 데 기초 자료로 활용할 수 있을 것으로 생각된다. 다만 습지 내의 유실 지뢰 폭발 위험성 등이 존재하여, 연구를 수행하는 과정에서 하천 내부로 직접적인 접근이 불가능하였다. 이에 시료 채취 및 분석 등은 상당히 제한적으로 이루어졌다는 한계가 있다. 따라서 홍수 전후의 습지 지형 변화나 등을 하상 내 퇴적물 특성을 더 구체적으로 파악하기 위해서는 추가적인 연구가 이뤄져야 할 것으로 보인다.

참고문헌

강원도, 1991, 「김화남대천 하천정비 기본계획 보고서」, 국토교통부.
 강원도, 1997, 「한탄강 하천정비 기본계획 보고서」, 국토교통부.
 김창환, 2009, “DMZ와 그 인접 지역의 지형경관 조사와 활용 방안” 한국지역지리학회지, 15(3), 317-327.
 김창환, 2010, “강원도 접경지역 지형경관과 보전방안” 한국자연보호학회지, 4(2), 81-88.

김창환, 2011, “강원도 DMZ 지리공원(Geopark)의 지오사이트 선정과 스토리텔링,” 한국사진지리학회지, 21(1), 117-134.
 김창환·정해용, 2013, “GIS를 이용한 강원 평화지역 지오파크(Geopark) 거점시설 최적지 선정에 관한 연구” 한국사진지리학회지, 23(3), 31-42.
 김태호, 2000, “화산지형,” 한국자연지리연구회 편, 「자연환경과 인간」, 서울: 한울, 441-466.
 송교영·조동룡, 2007, 「김화도폭 지질조사보고서(1:50,000)」, 한국지질자원연구원.
 우승하·정명훈·황진현, 2014, 「두루미가 자는 민복마을 이길리」, 서울: 국립민속박물관.
 원종관·김윤규·이문원, 1990, “추가령 알카리 현무암에 대한 지구화학적 연구,” 지질학회지, 26(1), 70-81.
 이민부·이광률, 2002, “추가령 구조곡의 하안 단구 노두 분석: 철원 울리리 독서당천을 중심으로,” 한국지형학회지, 9(2), 83-93.
 이민부·이광률, 2003, “추가령구조곡의 하안단구 지형 분석” 한국지형학회지, 10(2), 157-173.
 이민부·이광률, 2016, “추가령 구조곡의 지역지형 연구” 대한지리학회지, 51(4), 473-490.
 이민부·이광률·김남신, 2004, “추가령 열곡의 철원-평강 용암대지 형성에 따른 하계망 혼란과 재편성,” 대한지리학회지, 39(6), 833-844.
 이민부·이광률·김남신, 2005, “추가령 열곡 영평천 하류 단구지형의 형성과정,” 대한지리학회지, 40(6), 716-729.
 이선복·이용일·김종욱, 2003, “임진강 유역 제4기 용암대지 형성 이전의 하안단구(장산리단구),” 한국지형학회지, 10(1), 19-32.
 이의한, 2016, “철원의 야외답사 코스 개발: 지오파크를 중심으로” 한국지형학회지, 22(3), 87-98.
 Blott, S.J. and Pye, K., 2001, GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments, *Earth Surface Processes and Landforms*, 26(11), 1237-1248.
 구글어스(Google Earth), <https://earth.google.com>
 구글 지도, map.google.com
 한국지질자원연구원 지오빅데이터 오픈플랫폼, <https://data.kigam.re.kr>

교신 : 김종연, 28644, 충청북도 청주시 서원구 충대로 1,
충북대학교 사범대학 지리교육과(이메일: terraic@
cbnu.ac.kr)

Correspondence : Jong Yeon Kim, 28644, 1, Chung-
dae-ro, Seowon-gu, Cheongju-si, Chungcheong-
buk-do, Korea, Department of Geography Education,
Chungbuk National University (Email: terraic@cbnu.
ac.kr)

투고접수일: 2021년 11월 28일

심사완료일: 2021년 12월 7일

게재확정일: 2021년 12월 13일

