

# 자연기반해법의 지리교육적 활용 방안 탐색

함경림\*

## Exploring Educational Applications of Nature-Based Solutions in Geography

kyungrim Harm\*

**요약 :** 자연기반해법은 '자연'과 협력하여 사회적 문제를 통합적으로 해결하려는 변혁적 개념으로, 인간과 자연 간의 이분법적이고 종속적인 관계를 극복하려는 의도를 담고 있다. 본 연구의 목적은 자연기반해법의 맥락, 가치, 그리고 한계를 검토함으로써 기후변화 및 지속가능발전 교육을 위한 지리 교육적 활용 방안을 모색하는 것이다. 주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 자연기반해법은 동일한 생태계라 하더라도 지역 간의 차이와 스케일을 고려하여 해당 경관의 독특한 지리적 프로세스에 적합한 해결책을 적용하는 것이 중요하다. 학생들은 이러한 차이와 스케일에 따른 해결책의 변화를 구체적인 사례를 통해 학습할 수 있다. 둘째, 학생들은 자연기반해법이 적용된 일상적 경관을 분석함으로써 해당 경관에 내재한 사회적·역사적 맥락과 지리적 프로세스를 파악할 수 있다. 이를 통해 지역사회가 기후변화에 대응하기 위해 수행하는 노력과 해결 방안에 대한 깊이 있는 이해가 가능하다. 셋째, 자연기반해법 프로젝트를 평가하기 위한 공간적 시각화 활동이나, 자연기반해법을 둘러싼 다양한 이해 당사자의 내러티브를 활용한 수업은 학생들이 공간 정의 관점에서 이를 비판적으로 생각하는 능력을 길러줄 수 있다.

**주요어 :** 자연기반해법, 지리교육, 기후변화, 지속가능발전교육, 비판적 사고

**Abstract :** Nature-Based Solutions(NbS) are transformative concepts that aim to address social problems in an integrated manner by working with nature, challenging the dichotomous and hierarchical relationship between humans and nature. The purpose of this study is to explore geographical educational applications for climate change and sustainable development education by examining the context, values, and limitations of nature-based solutions. The key conclusions of this study are as follows: First, it is essential to apply solutions that are tailored to the unique geographic processes of a landscape, considering regional differences and scale, even within the same ecosystem. Students can learn how climate change and environmental solutions vary by examining specific examples that reflect these differences. Second, students can analyze everyday landscapes where NbS have been implemented to understand the social and historical contexts and geographic processes associated with these solutions. This enables a deeper understanding of community efforts and strategies to address climate change. Third, spatial visualization activities for evaluating nature-based solution projects or narrative-based lessons involving diverse stakeholders surrounding nature-based solutions can help students develop the ability to think critically from the perspective of spatial justice.

**Key Words :** Nature-based solutions, Geography education, Climate change, Education for sustainable development, Critical thinking

\*대구가톨릭대학교 지리교육과 조교수(Assistant Professor, Department of Geography Education, Daegu Catholic University, kyungrim@cu.ac.kr)

## I. 서론

세계적으로 더욱 강력하고 빈번한 이상기후가 예상되며 이는 생물다양성과 생태계 시스템의 교란을 초래할 것으로 보인다. 이제 기후변화에 적응하기 위해서는 자연 자원에 대한 적응적 관리와 결합한 방어적 행위가 필수적으로 고려되고 있다(Cohen-Shacham *et al.*, 2016). 기후변화에 대응하기 위해서는 자연 자원의 적응력을 높이는 인위적 개입이 필요하며, 이는 단순히 생태계 보존과 같은 수동적 접근을 넘어, 생태계의 기능을 적극적으로 활성화(enabling)하는 방안을 의미한다고 할 수 있다.

이러한 맥락에서 기후 위기에 대응해 인간과 자연의 공존과 지속가능한 생태계를 위해 생각과 행동의 총체적 변화를 추구하는 교육이 생태전환 교육이다. 생태 전환은 2022 개정 교육과정의 주요한 개정 배경이며(교육부, 2021), 사회과 교육과정 역시 생태전환 교육과 연계하여 사회과의 핵심 아이디어와 내용 요소에 기후 위기 대응, 지속가능한 발전, 생태 감수성 등의 생태전환 교육 관련 내용을 반영하여 구성하였다(교육부, 2022a:3). 나아가 지리 영역의 핵심 아이디어 역시 지리 현상을 인식하고 자연환경과 인문환경이 인간 생활에 미치는 영향과 상호 작용을 파악하며 지속가능한 세계를 위해 협력하고 실천하는 시민의 자질을 함양하도록 구성되었다(교육부, 2022a:4).

구체적으로 지리교육은 다양한 장소와 공간, 환경 간의 상호 작용에 대한 이해를 바탕으로 지역의 문제를 해결함으로써 지속가능한 발전을 이룰 수 있음을 강조한다(임은진, 2023). 「세계시민과 지리」 선택 과목의 경우 환경문제는 여러 지역에 걸쳐 복잡다단한 문제를 발생시키며, 세계시민으로서 학생들은 환경문제의 복잡성을 이해하고, 생태전환적 삶을 위해 어떤 입장과 태도를 견지해야 할지를 성찰하는 것을 중요한 목표로 제시하고 있다(김민성·이윤구, 2023). 「도시의 미래 탐구」의 경우 “지속 가능하며 공공성이 높은 도시의 미래를 위해서는 사회적·경제적·환경적 요소를 조화롭게 고려한 도시 계획과 시민이 적극적으로 참여하여 만들어 가는 도시 혁신이 필요하다”를 핵심 아이디어로 제시하고 있다(교육부, 2022b). 「도시의 미래 탐구」는 도시가 인간만을 위한 공간이 아니며 비인간이 공존하고 상호작용하는 공간이라는 생태 환경적 인식과 더불어 사회·경제적 측면에서도 도시의 지속가능성을 폭넓게 고려해야 함을 강조하고 있으며 이를 위해 도시 속 동물, 생태 지향적 건축, 에너지 전환, 쓰레기 처리, 재난과 위험 관리, 사회적 약자 보호, 생태도시 등과

관련한 다양한 사례를 탐구하는 방향으로 교수·학습 과정을 구성하도록 요구하고 있다(이진희·임미영, 2023).

한편, 2022 개정 교육과정은 ‘역량 함양 교과 교육과정’으로 학교나 교과 맥락에서 습득한 지식, 기능, 태도의 역량을 교실 밖 실생활 맥락에서 발휘할 수 있는 깊이 있는 학습을 강조한다(교육부, 2021; 임은진, 2023). 따라서 지리에서 깊이 있는 학습은 현상 수준에서 환경문제나 생태 전환 노력을 살펴보는 데 그치지 않는다. 이러한 현상이 어떤 개념과 지식으로 설명될 수 있는지, 어떠한 논쟁적 관점을 내포하고 있는지를 탐구해야 한다. 즉, 재난과 위험 관리, 생태 지향적 건축 등의 생태전환적 노력을 이해하기 위해서는 이러한 전략들이 특정 지역마다 왜, 어떻게 적용되는지, 성공적인지를 파악하기 위해서는 그 지역의 경관, 자연과 생태계의 작동 원리, 그리고 관련된 이해 당사자에 대한 다층적인 접근이 필요하다(Welden *et al.*, 2021).

본 연구에서는 2022 개정 교육과정 사회과(지리)에서 강조하고 있는 생태전환적 삶과 지속가능한 세계를 실현하기 위한 개념으로 자연기반해법을 제시한다. 자연기반해법은 ‘자연과 함께’ 작업하면서 ‘사회적 문제해결’에 통합적으로 접근하는 개념으로 가장 포괄적인 정의에 의하면 자연기반해법은 생물다양성과 사회적 이익을 동시에 추구하기 위해 자연과 협력하는 것이다. 자연기반해법은 생물다양성 손실과 기후변화를 공동으로 해결하기 위한 변혁적(transformative) 행위로 지지를 받으면서 연구, 정책 및 실무 분야에서 주목받고 있는 개념이다(Seddon *et al.*, 2020; Welden *et al.*, 2021). 이러한 배경에는 자연기반해법이 ‘경계 개념(boundary concept)’(Hanson *et al.*, 2020)으로서 다양한 학문 분야가 대화의 장으로 들어갈 수 있다는 장점을 가지며(Cohen-Shacham *et al.*, 2019; Seddon *et al.*, 2020), 자연이라는 용어를 사용함으로써 자연과 인간의 상호의존성을 부각하여 과거 서구사회와 만들어진 자연과 인간의 이분법적이고 종속적인 관계를 탈피하려는 개념으로 인식되고 있기 때문이다(Hanson *et al.*, 2020; Welden *et al.*, 2021). 더욱이 유사한 ‘녹색(green)’ 개념보다 실제적인 해결안에 초점을 맞추고 있어 여러 의사 결정자에게 유리한 전략으로 고려되고 있다(Melanidis and Hagerman, 2022; World Bank, 2024).

본 연구는 탐색적 연구로 오늘날 사회적으로 학문적으로 영향을 넓히고 있는 자연기반해법의 등장 맥락과 지리적 가치, 그리고 한계를 명확히 함으로써 생태전환 및 지속가능한 세계 교육을 위한 지리교육적 활용 방안을 탐색하는 데 목적을 둔다.

본 연구의 내용은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 선행연구 분석을 토대로 자연기반해법의 의미와 유형을 제시하고, 3장에서는 사례 연구를 바탕으로 자연기반해법의 가치와 한계를 검토함으로써 자연기반해법의 지리적 의미를 도출하고자 한다(3장). 4장에서는 앞서 고찰한 이론적 논의와 2022 개정 교육과정 성취기준 분석을 바탕으로 지리 교육을 위한 자연기반해법의 활용 방안을 제안한다. 마지막으로 5장에서는 본 연구의 결론을 제시한다.

## II. 자연기반해법의 의미와 유형

1990년대 이후 산림 경관 복원, 지속가능한 토지 관리, 통합 수자원 관리, 통합 경관 관리, 통합 연안 구역 관리, 생태계 복원 등 다양한 보전 방법이 등장하였으며, 지속가능한개발의 목적에 맞게 생태계를 관리하는 데 기반이 되었다. 이러한 실질적 접근법에 따라 일자리, 토지 생산성 개선, 침식 관리 및 탄소 격리 등 가시적인 이익과 성과를 보였다(IUCN, 2020:2). 인류의 필요에 따라 자연을 지속가능하게 사용하기 위한 보전 해법의 잠재력이 주목받으면서 사람은 자연에 대한 수동적 수혜자가 아니라, 여러 주요 사회적 과제를 해결하기 위해 생태계를 능동적으로 보호하고 관리하거나 복원하는 주체로 간주하였다(Cohen-Shacham *et al.*, 2019).

또한, UN의 지속가능한개발 목표(SDGs)에 대한 회의적인 논의 역시 자연기반해법이 각광받게 된 배경이다. 지금까지 지속가능환경을 위해 인간이 도달해야 지점, 현재까지 중요한 발전 방향으로 활용하고 있으나 이러한 목표들 사이에는 상충하는 지점이 많고 실제로 일어나고 있다는 실천적 증거 역시 없다는 것이다(Moyer and Bohl, 2019). 가령, 제시된 15개의 목표 가운데 대부분이 토지와 물 관리 차원과 강하게 연결되는 점이며(keesstra *et al.*, 2016), 기후변화에 대한 안정화 및 적응(SDG 13)과 생물 다양성을 보호하기 위한 요소(SDG 14, 15)의 경우 동일한 동인을 공유함에도 별도의 목표로 처리되고 있어 목표 달성에 어려움이 있다(Seddon *et al.*, 2020). 자원의 지속가능한 사용, 생태계 복원, 생물다양성, 탄소 격리, 지속가능한 유역 분지(catchment) 관리와 같은 SDGs의 요청은 대부분 생태계의 복원이라는 공통점을 가진다(keesstra *et al.*, 2018).

반면에 자연기반해법은 사회적 문제를 해결하는 데 있

어 자연과 함께 작업하고 강화하는 포괄적인 개념이다(Cohen-Shacham *et al.*, 2016). 자연기반해법은 자연적인 혹은 인간에 의해 관리된 생태계의 탄소 저장, 홍수 통제, 해안선과 경사면 안정화 전략부터 깨끗한 공기와 물, 음식, 연료, 의약품 또는 식품 공급, 유전자 자원(generic resource)에 이르기까지 인간의 웰빙과 관련된 다양한 서비스를 생산한다는 지식에 기초하고 있다(Seddon *et al.*, 2020). 이처럼 자연기반해법은 인간과 생태계의 시너지 촉진과 통합적인 접근을 강조하고 있다는 점에서 지속가능한개발 목표와 차이가 있으며, 빈곤 완화와 사회경제적 발전을 포함한 인간 복지와 같은 광범위한 사회적 목표를 포함함으로써 전통적인 생물다양성 보존 및 관리 접근 방식과도 차이가 있다(Reid *et al.*, 2018). 다음은 관련 기관과 단체에서 자연기반해법을 정의한 내용이다.

“비용 효율적이고 동시에 환경적, 사회적, 경제적 이익을 제공하며 회복력을 구축하는 데 도움이 되는 사회적 과제를 해결하도록 설계된 자연에서 영감을 받고 지원되는 솔루션” - 유럽연합 집행위원회(EC, 2015).

“자연기반해법은 사회적 과제를 효율적이고 순응적으로 해결하고 자연 생태계나 변모된(modified) 생태계를 보호하며, 지속 가능하도록 관리하고 하기 위한 조치로서 인간의 안녕과 생물 다양성 이익을 제공한다.” - 국제자연보존연맹(IUCN, 2016).

“자연 또는 변형된 육상, 담수, 해안 및 해양 생태계를 보호, 보존, 복원, 지속가능한 사용 및 관리하려는 조치로 사회적, 경제적, 환경적 과제를 효과적이고 적응적으로 해결하는 동시에 인간의 안녕, 생태계 서비스, 회복력 및 생물 다양성 혜택을 제공한다.” - 2021년 유엔환경총회(UNEA)의 세션 5

자연기반해법은 일반적으로 보호(protection), 지속가능한 향상(enhancement), 복원 및 녹색 인프라 생성(creation)으로 구분된다(그림 1). 이러한 유형은 자연기반해법에 대한 관점에 따라 강조점이 달라진다. 예를 들어, 생태계를 새로이 생성하거나 복원하고 적극적으로 관리하는 데 중점을 두는 연구자가 있는 반면에, 인간의 개입을 최소화하거나 완전히 배제한 생태계 보호를 자연기반해법으로 간주하는 연구자도 있다. 따라서 다양한 행위들이 자연기반해법으로 인정될 수 있으며, 실제로 생태계마다 사용되는 빈도 역시 다르다. 예를 들어, 조림

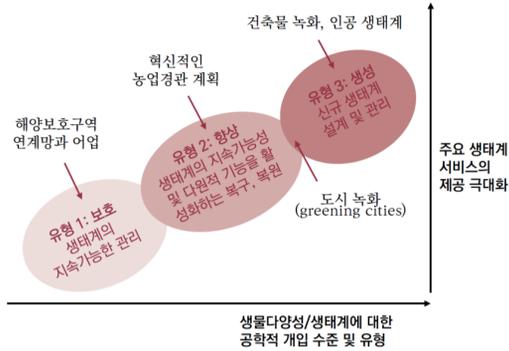


그림 1. 자연기반해법의 유형 분류 체계

출처 : Eggermont *et al.*, 2015; Cohen-Shacham *et al.*, 2019  
참조하여 재구성.

(afforestation)이나 도시 녹지 공간은 생물 다양성에 대한 혜택이 미미함에도 불구하고 자연기반해법으로 자주 사용된다(Seddon *et al.*, 2020).

그림 1과 같이 자연기반해법의 세 가지 유형은 스펙트럼이자 체계를 이룬다(Eggermont *et al.*, 2015). 그림 1에서 가장 아래에 있는 “보호” 차원의 개입은 생태계에 대한 개입이 없거나 최소한으로 구성하는 것이다. 예를 들어, 극한 기상 조건과 관련된 위험을 완화하기 위해 해안지역의 맹그로브를 보호하는 사례가 있다. 지역 주민들에게 혜택과 기회를 제공하고, 바이오매스를 어장으로 수출하는 동시에 해당 지역 내 생물 다양성을 보존하기 위해 해양 보호 구역을 설정하는 것이 가능하다(Grorud-Colvert *et al.*, 2014). 다음으로 그림 1의 가운데에 놓여 있는 “향상” 차원의 개입은 지속 가능하고 다기능적인 생태계와 경관을 개발하는 관리 접근 방식이 해당한다. 극한 기후 상황에서 산림 회복력을 높이기 위해 나무 종과 유전적 다양성을 강화하는 접근이다. 조경이나 나무 다시 심기를 통해 기존 도시 녹지 공간과 녹색 회랑(green corridor)의 기능을 강화할 수 있다. 마지막 유형인 그림 1의 가장 윗 부분에 자리 잡은 “생성” 차원의 개입은 새로운 생태계를 만들거나 관리하는 것이다. 예를 들어, 도시 온난화를 완화하고 오염된 공기를 정화하기 위해 녹색 지붕과 벽을 위한 새로운 유기체 집합을 갖춘 인공 생태계 도시, 숲 조성, 옥상 정원 조성, 공원 조성, 인공습지, 도시 농장 등 종류가 다양하며 조성될 수 있는 식생 구조도 다양하다. 심각하게 오염된 지역의 복원, 동물 이동을 위한 보조 설계와 같은 목표와 접근 방식도 가능하다.

### III. 자연기반해법의 지리적 의미 고찰

#### 1. 지리적 프로세스의 이해를 통한 자연 자본(natural capital)의 강화

자연기반해법에서 가장 널리 활용되는 방식인 생태계 복원은 자연의 원리를 모방하여 생태계의 기능을 강화하는 접근법이다. 일반적으로 생태계 복원은 자연 그대로의 상태로 되돌려 놓는 것을 의미하며, 그림 2의 왼쪽 화살표와 같이 청/녹색 인프라는 기존 토착 생물군 기반의 자연 자본을 강화함으로써 자연의 다양한 기능들을 서비스한다. 예로 범람과 배후습지라는 지리적 프로세스를 모방(행위)해 도시하천 주변에 인공습지(청/녹색 인프라)를 만들어 홍수 방지(이익) 서비스를 제공하는 것이다.

그러나 자연 복제 과정에서 지리적 프로세스에 대한 이해가 부족하면 오히려 자연 자본을 악화시키고, 장기적으로 환경 변화에 대한 취약성을 높일 수 있다. 예를 들어, 전 세계적으로 오래되고 생물다양성이 풍부한 초원, 사바나, 개방형 캐노피 삼림 지대는 인간이 초래한 환경 변화로 인해 심각한 압력에 직면해 있다. 이러한 초본류 생물군계를 복원하려는 계획은 종종 잘못된 국가 및 국제 환경 정책(예, 농업 전환, 화재 배제, 잘못된 나무 심기 등)으로 인해 의도치 않은 결과를 초래하기도 한다(Joseph *et al.*, 2015). 구체적으로 브라질 세라도 지역의 경우 조림과 불 사용 금지로 인해 초지 위로 뾰뾰한 나무 덩개가 형성되었으며, 이는 빛이 있어야 하는 초본 식물의 풍부함과 생산성을 심각하게 제한하는 동시에 개방된 환경에 적응한 동물의 서식지를 감소시켰다. 더욱이 이러한 지리적 프로세스에 대한 이해 부족은 생태계 서비스 간의 상충관계를 일으킬 수도 있다. 초본류 생물군계가 보호되는 곳의 경우, 숲이 저장하는 탄소의 양만큼 많은 탄소를 저장하는 지하 탄소 저장고가 존재한다. 그러나 나무는 초본류 생물군계보다 훨씬 더 많은 물과 영양분이 필요하므로, 조림 사업의 경우 오히려 토양의 탄소 저장 능력을 감소시키고 지하수 재충전과 수문학적 흐름에 악영향을 줄 수 있을을 지적한다.

한편, 특정 생태계 서비스에 대한 사회적 압력이 강할 경우 자연에 대한 조작이 일어날 수 있다(Krauze and Wagner, 2019). 예를 들어, 미국 동부 해안 및 걸프만 일대의 살아있는 해안선(living Shoreline)을 위한 “굴 암초 복원 프로젝트”는 자연 조작에 가까운 사례이다. 그림 2에서 오른쪽 화살표와 같이 구체적인 생태계 서비스(예, 해

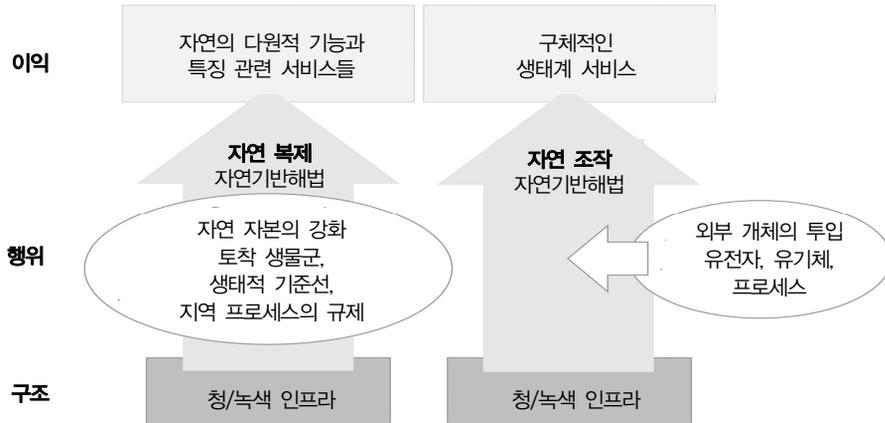


그림 2 자연기반해법의 두 가지 행위: 자연 복제(mimicking)와 자연 조작(manipulating)

출처 : Krauze and Wagner, 2019:699.

안선 안정화)라는 목표를 달성하기 위해 자연에 존재하는 것과 유사한 외부 요인(예, 굴 껍데기)이 추가된다. 과거에는 해안선 보호를 위해 주로 격벽과 방파제와 같은 회색 인프라를 주로 건설했지만, 이러한 구조물로 인한 해안 침식의 증가나 생물다양성 손실이 나타남에 따라 자연기반해법에 관한 관심이 높아졌다(Dugan *et al.*, 2018). 굴 암초 복원 프로젝트는 멸종된 굴 생태계 복원을 위해 시작되었으며 굴 껍데기를 활용하여 어패류 군집 및 근해 생물다양성과 같이 자연 자원을 강화하면서 지역사회 규제의 내에서 복원을 보여주었다. 그러나 투입 대비 효율성이 미비함에 따라 굴 암초는 방파제로 기능하여 해안선 보호와 파도와 침식의 영향으로부터 해안선을 안정화하는 방향으로 전환되고 있다(Scyphers *et al.*, 2011; Morris *et al.*, 2019).

## 2. 자연기반해법의 관계적 가치

자연기반해법에 참여하는 핵심 동기에는 관계적 가치가 포함된다(Seddon *et al.*, 2020). 이러한 관계적 가치에는 자연과의 무형적 연결이 포함되며 자연에 대한 관리와 보살핌을 촉진하고 인간과 자연 간 긍정적인 상호작용을 촉진할 수 있다는 점이 부각된다(Chan *et al.*, 2017). 가령, 지역사회에서 나무를 심기 위해 함께 모이는 행위 자체가 사회적 인프라를 강화하고 장소감을 촉진하며 시민 참여의 선순환을 촉진하는 방법이 되기도 한다(Tidball *et al.*, 2018). Hagger *et al.* (2022)은 맹그로브의 손실과 이익에 영향을 미치는 다양한 요인을 그림 3과 같이 제시하고 있

다. 그림 3에서 알 수 있듯이 맹그로브의 보호 및 복원 사업을 위해서는 행위 주체(국가 거버넌스, 로컬 경제 등)나 스케일 간 관계적 사고가 필요함을 알 수 있다. 예를 들어, 로컬의 경제발전이 일어나거나 가까운 도시로의 이동 거리가 짧아지는 경우 맹그로브 외의 경제활동이 가능해져 역으로 맹그로브의 손실은 줄어들 수 있으며, 로컬의 생물물리학적 조건 중 기상이변이 발생하게 되면 맹그로브의 손실은 늘어날 것이다. 그럼에도 가장 상위의 국가 스케일에서의 정책적 지원은 가장 큰 영향력을 미치고 있음을 알 수 있다.

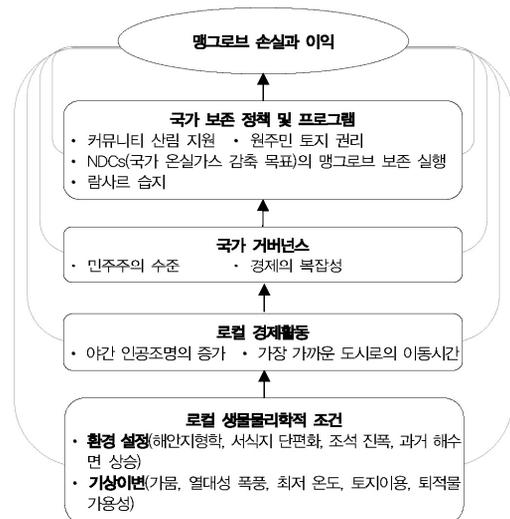


그림 3. 맹그로브 손실과 이익에 영향을 미치는 요인

출처 : Hagger *et al.*, 2022:2.

이러한 관계적 가치의 관점에서 특정 프로젝트가 사회적 공동 이익을 고려하지 않을 때 자연기반해법의 근본적인 목표를 훼손할 수 있다(Hanson *et al.*, 2020). 삼림 벌채 및 황폐화로 인한 온실가스 배출 감소를 위한 바르사바 프레임워크는 생물 다양성 보존과 간쿤 보호 조치를 통해 원주민 및 지역 공동체의 권리 존중을 명시하고 있지만,<sup>1)</sup> 자연기반해법과 관련된 지침의 경우, 여전히 모호하게 기술되어 있다. 예를 들어, IUCN 자연기반해법에 대한 글로벌 기준(2020)<sup>2)</sup>에는 “다른 이해관계자들의 책임과 함께 토지 및 자원에 대한 권리, 사용, 접근이 인정되고 존중된다.”는 내용이 포함되어 있기는 하지만 이는 순전히 자발적인 것으로 준수 여부는 기준에 따라 자체 평가될 수 있다.

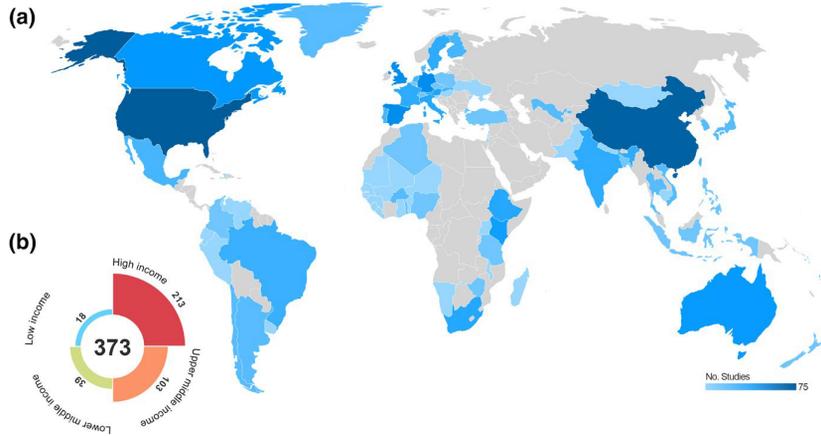
특히, 국가 수준에서는 지역주민의 토지 강탈과 관련된 대기업 친화적인 보전 프로젝트를 규제할 필요가 있다(Chandrasekaran *et al.*, 2021). 가령, 국가 수준에서 훼손되거나 황폐화된 산림 지역을 단일재배를 통한 상업용 농장으로 복원하는 것을 합법화하는 경우가 있다. 이러한 프로젝트는 ‘농업의 지속가능 강화’라는 지속가능한발전 목표와도 연결할 수 있으므로 탄소배출을 줄여야 하는 국가나 기업에 매우 매력적인 탄소중립 전략이 될 수 있다. 즉, 산림 복원을 통해 탄소 격리하는 것과 동시에 농업의 지속가능 강화를 통해 지역사회의 소득 강화와 빈곤 완화라는 두 마리 토끼를 잡을 수 있다. 그러나 이러한 농업의 지속가능한 강화는 그 지역사회의 문제에 지속가능한 해답을 제공하지 않으며 공간 정의나 형평성의 문제에도 매우 취약함을 드러낸다(Loos *et al.*, 2014). 예를 들어, Mariwah *et al.* (2019)는 가나 브롱 아하포(Brong-Ahaho) 지역의 소농들이 식량작물에서 수출용 현금 작물인 캐슈너트 재배로 전환하면서 나타나는 취약성을 보여준다. 이 지역의 캐슈너트 재배는 지역 소농들의 가계 소득을 증가시켜 생활수준 향상 및 자녀 교육에 대한 투자로 이어졌음을 밝혔다. 그러나 한편으로 지역 주민들은 캐슈너트 재배가 장기적으로 식량안보에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 우려했으며, 이는 주로 캐슈너트 재배로 인해 다른 식량작물을 재배할 땅이 줄어들기 때문에 오히려 식량 가격이 상승하고, 소득이 있더라도 충분한 음식을 구매하는 데 어려움이 있을 것을 걱정하였다. 더욱이 젊은 세대는 농업에 관심이 적고, 토지 부족으로 인해 농업을 포기하려는 경향이 증가하고 있어 세대 간 갈등이 조장되고 있었다. 이러한 갈등은 성별에서 나타났는데 남성이 주로 캐슈너트 재배를 통한 소득을 관리하는 반면에 여성들은 여전히 주로 식량작물 재배에 의존하면서 결과적으로 경제적 불평등이 심화하였음을 발견했다.

### 3. 자연기반해법 관련 프로젝트의 공간적 편재성

Seddon *et al.* (2020)은 자연기반해법의 효과성에 대한 과학적인 분석이 부족하며 비용 효율성을 측정하는 방식에 대한 지식의 격차에 한계가 있음을 말한다. Chausson *et al.* (2020)의 연구는 자연기반해법을 적용한 전 세계 관련 연구 사례를 수집하고 개입 유형, 생태계 유형, 기후변화에 미친 영향, 사회적 경제적 효과 등 기준에 따라 분류하였으며, 지리적 지역 및 공간 단위별로 지도화하여 체계적인 증거 기반 플랫폼을 구축하였다. 우선, 이들이 수집한 자연기반해법 관련 연구들이 지리적으로 편재되어 나타난다는 점에 주목할 필요가 있다. 일반적으로 북반구에 대한 증거 편향이 나타났으며, 그림 4의 (a)와 같이 연구 지역의 분포가 북반구에서 주로 나타나는 것을 확인할 수 있으며, (b)와 같이 세계은행이 구분한 고소득(High income) 그룹에 속하는 국가에서 연구 및 프로젝트가 진행되고 있음을 알 수 있다. 특히, 미국과 중국에서 진행된 복원 사례가 매우 많은 것을 확인할 수 있으며, 개입의 효과를 보여주는 증거들은 대부분 ‘생성된 생태계(예: 조림)’와 관련되었음을 알 수 있다(그림 5).

또한, 연구에 따르면, 자연 또는 준자연(semi-natural) 생태계에 대한 인간 개입의 대부분은 부정적인 영향을 개선한 것으로 나타났다. 즉, 자연에 기반을 둔 개입은 기후 영향을 해결하기 위한 대안적 개입과 같거나 더 효과적인 것으로 나타났음을 의미한다. 그러나 이러한 결과는 연구마다 상당한 차이가 있었으며, 개입에 대한 비용 측면에서의 효과성 역시 거의 없는 것으로 나타났다. 게다가 사회적, 생태학적 결과를 고려한 통합적 평가도 거의 없었음을 지적한다. 특히 새로운 생태계를 생성하거나 조작하는 해법의 경우 토양 침식을 감소시키거나 식생 피복이 증가하기는 했지만, 동시에 물 가용성(water availability)도 낮아졌음을 알 수 있어 상충(trade-off)하는 경향을 알 수 있다(그림 5).

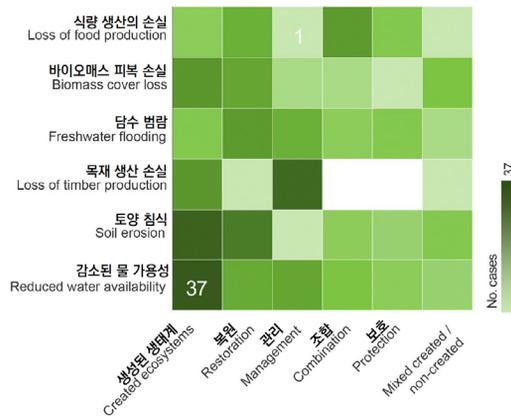
앞서 자연기반해법을 적용한 연구나 프로젝트 주체들의 공간적 편재성을 살펴보았다면, 실제로 이러한 프로젝트가 진행되는 지역의 공간적 편재성도 살펴볼 필요가 있다. IPCC 보고서(2019)에 따르면, 육상 생태계의 완화가 가능성은 산림의 복원 및 관리, 특히 열대 및 아열대 지역에서의 산림 개간을 억제하는 것으로부터 발생한다. 적도 부근의 바이옴은 빠르게 사라지고 알베도(북부 지역과 달리) 감소로 인한 반작용이 거의 없는 곳이기 때문에 복원



**그림 4.** 기후 영향을 해결하기 위한 자연기반 개입의 효과를 조사한 연구의 세계적 분포(a)와 세계은행이 정의한 소득 그룹별 연구 사례 수(b)

출처 : Chausson *et al.*, 2020:5.

\* (b)에서는 세계은행(World Bank)이 매년 1인당 국민총소득(GNI) 기준으로 분류한 저소득 국가(Low income), 중하위 소득 국가(Lower middle income), 중상위 소득 국가(Upper middle income), 고소득 국가(High income) 구분을 활용하였다.



**그림 5.** 인간의 개입 유형(x축)에 따른 기후변화 영향(y축)별 사례 수와 빈도

출처 : Chausson *et al.*, 2020:6.

사업의 주요 대상이 되고 있다(Lewis *et al.*, 2019). 그러나 이러한 개입이 성공적인 경우도 있지만, 지역사회와 원활하게 연결되거나 지리적 프로세스에 대한 세심하고 고려가 없는 경우 실패하기도 한다. 그러나 이처럼 온실가스 감축을 위해 열대림 복원에 지나치게 의존하는 것은 현실적이고 윤리적인 문제를 발생시킬 수 있다. Lewis *et al.* (2019)에 의하면, 국제적으로 산림 복원 프로젝트에 도전한 국가들이 총 3억 5천만 헥타르를 재조림할 것을 약속했으며, 이 중 45%는 단일 종 재배와 관련된 상업용 농장이

될 것이라는 점을 주목했다. 문제는 이와 같은 방식으로 빠르게 성장하는 단일 종 재배는 탄소를 빠르게 격리하지만, 비토종종(non-native species)이 포함되는 경우가 많아 질병이나 해충 및 극한 기후에 취약하여서 장기적으로 탄소 저장을 극대화하지 못할 수 있다는 점이다. 또한, 맹그로브는 대기에서 이산화탄소를 흡수하여 토양과 바이오매스에 저장하는 독특한 능력으로 “블루 카본 생태계”로 인식되고 있다(Chatting *et al.*, 2022). 맹그로브 역시 주로 적도 주변의 열대 및 아열대 지역의 조건대에 분포하여 해양, 강어귀 및 육상 생물 군계의 경계면에 위치하는 특징을 가진다. 따라서 해수면 상승, 폭풍 그리고 지역사회의 생계 활동과 직접적으로 연결되며, 이에 따라 가장 위협받는 자연 서식지 중 하나이다. 1996년에서 2020년 사이에 전 세계 맹그로브의 3.6%(5245.24km<sup>2</sup>)가 사라질 정도로 위험에 직면한 상태로 국제사회는 맹그로브의 복원과 보호를 위해 다양한 프로젝트를 구현하고 있다(Leal and Spalding, 2024). 그러나 프로젝트의 성공 정도는 국가마다 다르며 특히, 개발도상국의 경우 지방 당국의 통제와 모니터링 부족은 복원 프로그램의 희석 또는 실패 원인으로 지목되고 있다(Dale *et al.*, 2014). 맹그로브의 건강 상태를 평가하고, 관리 효율성을 평가하고, 장기적인 성공을 보장하기 위해서는 강력하면서도 사용자 친화적인 모니터링 시스템을 개발하는 것이 필요하다(Worthington and Spalding, 2018).

#### IV. 자연기반해법의 지리교육적 활용 방안

##### 1. 2022 개정 사회과(지리) 교육과정의 분석

이 장에서는 앞서 고찰한 내용을 바탕으로 자연기반해법을 지리교육에서 어떻게 활용할 수 있는지에 대해 논의하고자 한다. 이를 위해 기후변화, 기후위기, 지속가능한

발전, 환경문제, 재해(재난) 관련 키워드를 중심으로 2022 개정 교육과정 사회과 성취 기준을 추출<sup>3)</sup>하였으며, 어떤 방식으로 해당 주제를 재현하고 있는지를 파악하기 위해 교육과정에서 다뤄진 개념, 기능, 스케일로 범주화하여 그 특징을 살펴보았다. 분류한 결과는 표 1과 같다.

추출한 성취 기준의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 우선, 대부분의 성취 기준에는 회복력이 높은 도시 계획 및

표 1. 2022 개정 사회과(지리영역) 교육과정에서 추출한 성취기준의 분류 결과

	성취기준	기준		
		개념	기능	스케일
중학교 사회	[9사(지리)03-02] 다양한 유형의 유럽 도시를 탐색하고, 기후위기에 대응하여 지속가능한 도시를 만들기 위한 노력을 조사한다.	기후위기 대응	사례 조사	유럽의 도시 수준
	[9사(지리)04-03] 지속가능한 발전을 위한 아프리카 각 지역의 노력과 세계 다양한 주체들의 협력 사례를 조사하고, 세계시민으로서 우리가 참여할 수 있는 방안을 모색한다.	지속가능한 발전	사례 조사, 참여 방안 모색	아프리카의 지역 수준, 글로벌 수준
	[9사(지리)06-02] 태평양 지역이 겪고 있는 환경 문제를 조사하고 그 해결에 참여할 수 있는 방안을 제안한다.	환경 문제 해결	사례 조사, 참여 방안 제안	태평양 지역 수준
	[9사(지리)08-02] 우리나라의 계절별, 지역별 기후 특성 및 변화 양상을 파악하고, 기후변화에 대한 지역별 대응 노력을 조사한다.	기후변화 대응	사례 조사	우리나라의 지역 수준
통합 사회	[10통사1-03-03] 환경 문제 해결을 위한 정부, 시민사회, 기업 등의 다양한 노력을 조사하고, 생태시민으로서 실천 방안을 모색한다.	환경 문제 해결	사례 조사	사회·구조적 수준
한국 지리 탐구	[12한탐04-03] 우리나라 및 우리 지역에서 주로 발생하는 자연재해의 유형과 특징을 분석하고, 이를 토대로 자연재해의 경감 대책을 조사하고 평가한다.	자연재해 경감	사례 조사, 대책 평가	우리나라의 지역 수준
	[12한탐04-02] 도시화, 농업, 관광지 개발로 인한 산지, 하천, 해안 지역의 변화를 조사하고, 환경과 개발에 대한 관점이 자연환경의 복원 및 지속가능한 활용에 미치는 영향을 파악한다.	자연환경의 복원과 지속가능한 활용	영향 파악	우리나라의 지역 수준
도시의 미래 탐구	[12도탐03-01] 도시의 환경 문제와 재난은 자연적 요인과 사회적 요인이 복합적으로 작용하여 발생하고 있음을 사례를 통해 파악하고, 이를 공간 정의의 관점에서 분석하여 해결 방안을 탐색한다.	환경문제와 재난의 자연적·사회적 요인	요인 파악, 분석, 탐색	도시
	[12도탐04-01] 지속가능성과 회복력이 높은 도시가 되기 위한 요인에 대해 토의하고 이와 관련한 도시 계획 및 도시 혁신 사례를 탐구한다.	지속가능성과 회복력이 높은 도시 계획/혁신	사례 탐구	도시
기후 변화와 지속 가능한 세계	[12기지03-01] 기후변화 대응을 위한 국제 사회의 협력과 시민사회의 노력 사례를 조사하고 기후변화를 둘러싼 이해 당사자들의 서로 다른 입장과 가치를 비교한다.	기후변화 대응	사례 조사, 가치 탐구	사회·구조적 수준
	[12기지03-02] 기후변화 문제와 관련하여 국가 차원의 대응으로서 정치, 사회, 경제 영역에서의 생태전환을 위한 실천 사례를 조사하고, 이를 분석 평가한다.	기후변화 대응, 생태전환	사례 조사, 분석, 평가	국가 수준
	[12기지03-03] 지역 공동체의 생태전환을 위한 다양한 노력 사례를 조사하고 지역의 지속가능한 사회·생태 체계를 탐색한다.	생태전환, 지속가능한 사회·생태 체계	사례 조사	지역 공동체 수준
	[12기지04-01] 지속가능발전목표(SDGs)의 의미를 이해하고, 이의 실천과 관련한 지역 사례들을 조사하여 환경적, 경제적, 사회적 측면에서 통합적으로 분석한다.	지속가능발전목표(SDGs) 실천	사례 조사, 분석 (환경/경제/사회)	지역 수준

혁신 사례, 기후위기에 대응하는 노력 사례, 지속가능한 도시나 발전을 위한 노력 사례, 자연재해의 경감 대책 등 실제적인 대응이나 해결(방안) 사례를 조사하는 것을 목표로 하고 있다. 기능적 측면 역시 개념이나 이론적인 접근과 함께 구체적인 사례를 통해 해결 방안을 귀납적으로 발견할 수 있도록 유도하고 있다. 이러한 점에서 해결 방안에 초점을 맞춘 자연기반해법 사례를 적용하기에 적합하다고 할 수 있다. 특히, 기능적 측면에서 중학교 수준에서는 참여 방안을 제안하는 수준의 목표와 고등학교 수준에서는 대응이나 해결 방안은 분석하고 평가하는 고차적 수준의 목표를 요구하고 있는 것에 주목할 필요가 있다. 학생의 인지 수준에 따라 계열화한 점을 좋지만, 전술한 바와 같이 자연기반해법을 포함하여 대부분의 기후변화나 환경문제로 인한 문제해결 방안은 복잡한 구조를 띠어 사회적, 생태학적 결과를 고려한 통합적 평가를 요구하기 때문에(Seddon *et al.*, 2020; Hagger *et al.*, 2022), 고차적 수준의 학생 활동 개발 시 주의가 필요한 부분이다.

두 번째로 성취 기준에 나타난 스케일 범위는 대륙, 국가, 토지이용에 따라 공간적으로 구분되었고, 학년별 과목별로 차이가 나타났다. 중학교 「사회」의 경우 아프리카, 유럽, 태평양 지역 등 대륙이나 지역 스케일에서 차별화된다. 유럽의 도시나 태평양 지역은 해당 스케일에서의 대응이나 해결 방안에 주목하고 있으며, 아프리카의 경우 세계 지역 주체들과 협력한 글로벌 사례로 접근하고 있어 다층적인 스케일을 고려하고 있음을 알 수 있다. 다른 국가나 지역 스케일 간의 관계적 가치가 잘 드러날 수 있도록 수업 활동을 전개할 필요가 있다. 「통합사회」의 경우 공간적 스케일을 포괄하는 정부, 시민사회, 기업, 다양한 이해당사자들의 관점에서 통합적으로 생각해 보도록

유도하고 있다. 「기후변화와 지속가능한 세계」의 경우 기후변화 대응을 위한 지역 공동체의 토착 생태학적 지식을 활용한 사례를 활용하도록 성취 기준을 제시한 점은 주목할 만하나 성취 기준별로 국가 차원과 지역 차원을 구분해서 제시하고 있어 기후변화 대응을 위한 간 스케일 간 관계적 사고가 일어나기 힘들다는 한계 역시 지니고 있다. 「한국지리 탐구」의 경우 학생들이 산지, 하천, 해안 지역과 같이 지형 경관 차이에 따라 보존, 개발, 복원 등 인간에 의한 변화와 영향을 파악하도록 요구하고 있어 토지이용이나 경관에 따른 차별화된 자연기반해법 사례를 적용하는데 적합하다.

## 2. 지리교육에서의 활용 방안

### 1) 지역 및 스케일에 따른 지리적 프로세스를 고려한 자연기반해법 적용 사례

첫 번째로 지역 간 차이나 스케일을 고려하여 자연기반해법 사례를 활용할 수 있다. 예를 들어, 전 세계적으로 생태학적 가치가 뛰어난 맹그로브의 경우 국제적 수준에서 다양한 보호와 복원 프로젝트를 실행하고 있으며, 지역사회와 함께 시너지를 높이고 있다. 학생들에게 그림 6에 제시된 지역별 맹그로브 상태를 관찰하게 하고, 현재 상태가 어떤지 질문(예, 이 지역의 공통점은 무엇일까? 어디에 있을까? 왜 동일한 맹그로브가 다른 모습을 띠고 있을까? 어떤 차이가 있을까?) 할 수 있다. 그리고 이러한 상태에 영향을 미치는 요인을 추론(예, 어떤 요인이 작용했을까?)하게 할 수 있다. 그리고 세 지역의 맹그로브 상태에 미치는 요인을 설명한다. 그림 6의 (a)는 아프리카 나이저델타의 맹그로브 지역이다. 이 지역은 세계에서 가장 심



(a) 손실된 나이저 델타 맹그로브 (b) 인도네시아 칼리만탄 동부의 지속가능한 양식장 (c) 브라질 파라iba주의 맹그로브 보호구역

**그림 6.** 세계 맹그로브의 손실(a), 지속가능한 복원(b), 그리고 보호(c) 사례

출처 : Leal and Spalding, 2024를 바탕으로 재구성.

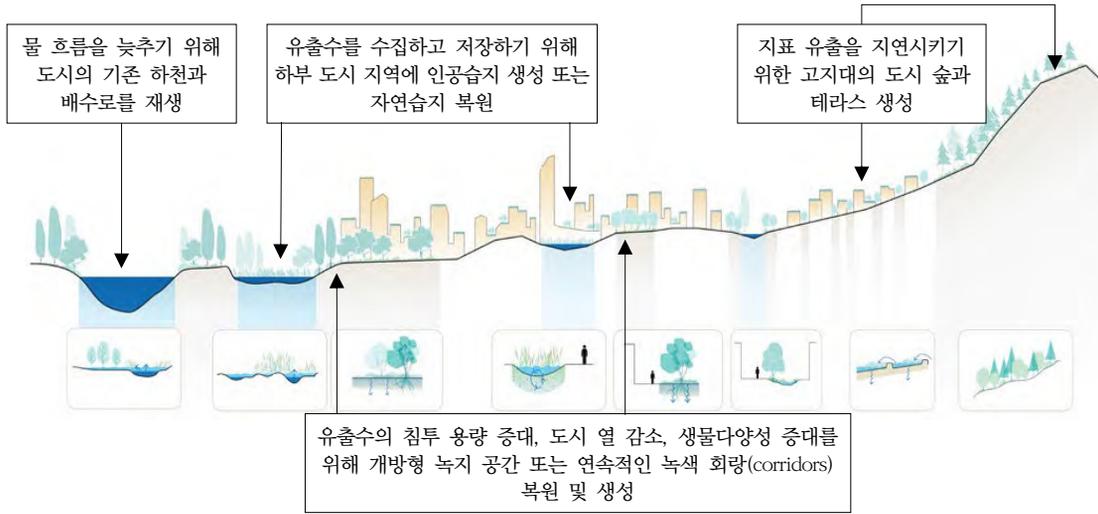


그림 7. 도시 공간 단위에서의 자연기반해법 적용 사례

출처 : World Bank, 2021:23를 바탕으로 재구성.

각한 피해를 본 곳 중 하나로 노후화된 파이프라인이 기름 누출의 주요 요인으로 지목되고 있다(Leal and Spalding, 2024). 그림 6의 (b)는 GMA(Global Mangrove Association)가 폐쇄된 양식장 연못을 지역사회와 함께 복원하여 자연적 맹그로브 재생에 성공한 사례이며, 일부 지역 사회는 일부 생태계 서비스에 영향이 적은 양식 시스템을 구축하기 위해 기능이 저하된 연못에 맹그로브 식재를 통합하여 부분적 복원 방법을 모색하고 있다. 그림 6의 (c)는 성공적인 맹그로브 관리를 위한 맹그로브 어업, 소금 생산, 목재 수확, 그리고 건강한 맹그로브 생태계에서의 생태 관광을 중심으로 지역사회의 생계 기회를 강화하고 있다. 이처럼 GMA는 전 세계 80% 이상의 맹그로브 지역을 보호지역으로 설정하고자 노력하고 있으며, 예로 브라질 정부가 파라주의 맹그로브 숲 보호 구역을 지정한 사례이다.

또 다른 수업으로 도시 공간에 적용된 자연기반해법 사례를 활용할 수 있다. 도심부와 같이 생태학적 완전성이 훼손되거나 고도로 변형된 시스템의 경우 생태학적 완전성을 복원하고 생태계 서비스를 제공하기 위해 집중적인 개입이 필요하다(Krauze and Wagner, 2019). 그림 7과 같이 도시 공간 단위에서 활용되는 자연기반해법 사례를 살펴볼 수 있으며, 도시 내 유역 분지를 활용하여 침수, 지표 유출, 배수로 이어지는 연결성을 지닌 지리적 프로세스가 고려되고 있음을 알 수 있다. 학생들은 도시 공간의 개별적인 해결책이 아닌 전체적인 지리적 프로세스 차원에서 깊이있는 이해가 가능하다.

## 2) 일상 경관에서 자연과 인간의 상호연결성 찾기

두 번째 활용 방안은 학습자의 일상적 경관을 활용해 자연과 인간의 상호연결성을 찾아보게 하는 것이다. 앞서 도시 공간에서 나타나는 개입 사례와 연결시켜 활용할 수 있다. 그림 8은 주변에서 관찰할 수 있는 퇴적토 제거 사업을 홍보하고 있는 현수막을 촬영한 사진이다. 학생들에게 일상 경관을 활용해 질문을 던질 수 있다. 왜 퇴적토 제거 사업을 하는 것일까? 우리 지역사회에 중요한 것일까? 효과적일까? 서로 어떤 영향을 줄까? 등 자연과 인간이 마주치는 지점에 대해 질문할 수 있다.

생태하천으로 복원된 도시형 하천의 경우 대부분 자연 하천이 아니라 직강화 및 제방 사업으로 인해 변형된 하천이다. 1960년대부터 농지 확보와 도시화를 위한 이·치수 중심의 하천 개발 사업이, 1990년대 이후 하천의 환경기능 회복을 위한 생태하천 복원 사업을 통한 인간의 개입으로 인한 영향을 끊임없이 받은 생태계이다(임영신, 2024). 하천 직강화로 인해 곡류로 인한 퇴적물의 침식과 운반량이 줄어들었고, 높아진 제방으로 인해 자연적인 범람이



그림 8. 탄천 퇴적토 제거를 알리는 현수막

출처 : 연구자 직접 촬영, 2024.8.27.

불가능해졌다. 따라서 이러한 도시형 하천에서 재해로 인한 인명피해를 줄이기 위해서는 퇴적물을 인위적으로 제거할 필요가 있다. 퇴적토를 제거하는 행위는 자연 범람이라는 프로세스를 모방하는 것이다. 전술한 바와 같이 도시와 같이 심하게 변형된 생태계의 경우 인간 개입의 강도가 높아짐에 따라 사회적 비용 역시 증가한다.

재해 역시 애초에 자연적인 현상이 아니며 폭풍, 홍수, 가뭄 등의 위험 요소가 취약성과 경제적 불평등을 만났을 때 발생하는 현상이다. 즉, 인간이 배출한 탄소는 자연재해의 위험을 증가시켰을지도 모르지만, 자연에 대한 인간의 오랜 개입의 역사는 자연재해에 맞닥뜨리게 되는 맥락을 형성했다(Parsons, 2023, 추선영 역, 2024). 예를 들어, 캄보디아의 산사태 방지를 위한 산림 복원 프로젝트 역시 캄보디아 산악지대 생태계에 대한 이해와 산사태가 많이 발생하게 된 지리적 맥락을 이해할 수 있다. 프랑스의 식민지와 플랜테이션, 그리고 티백 산업의 세계화는 캄보디아의 산사태 발생의 90% 이상의 원인으로 지목되었다(Parsons, 2023, 추선영 역, 2024:232).

따라서 학생들은 자연기반해법 사례를 통해 지역사회의 지닌 생태계의 독특한 특징을 파악하고, 현상이 일어나게 된 지리적 맥락을 파악하는 일련의 탐구 과정을 통해 인간과 자연이 상호 연결되는 지점을 찾을 수 있을 것이다. 구체적으로 학생들은 퇴적토 제거가 자연재해를 막기 위해 지형 형성 프로세스를 모방하는 해결 방안이며, 왜 퇴적토를 제거해야 하는지에 대한 이유와 근거를 살펴봄으로써 자연스럽게 하천 지형의 프로세스와 인간 개입의 지리적 맥락을 이해할 수 있다. 이를 통해 학생들은 자연을 추출하거나 보호해야 하는 인간과 구분된 대상이 아니라 지역사회를 구성하는 하나의 주체로서 사회적으로 같이 살아가는(sociable) 관점에서 고민할 수 있을 것이다(Atkinson *et al.*, 2005; 이영민 공역, 2013:357).

### 3) 공간적 시각화를 통한 자연기반해법 프로젝트의 모니터링

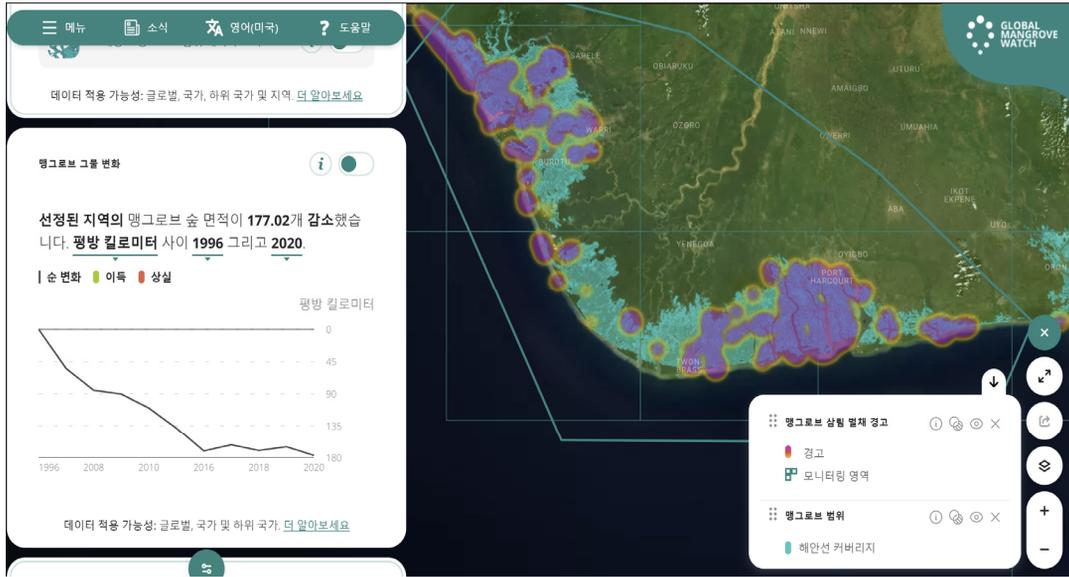
앞서 살펴보았듯이 2022 개정 사회과 교육과정 성취 기준에서 기후변화나 환경문제 관련 문제해결 방안이나 노력 사례들을 분석하거나 평가하도록 요구하고 있으며, 학습자들이 공간 정의의 관점이나 다양한 가치와 관점에서 생각할 수 있게 유도하고 있음을 알 수 있다. 그러나 전술한 바와 같이 이러한 문제는 통합적이고 다층적인 성격으로 인해 사회-생태적 효과에 대한 적절한 지표와 측정 기

준을 정하는 데 큰 어려움이 있다(Seddon *et al.*, 2020; Hagger *et al.*, 2022). 따라서 지리 수업에서 이러한 성취 기준을 달성하기 위해서는 자연기반해법 설계를 위한 국제 표준에 근거하여 지역의 자연과 문화적 맥락 반영, 단기적 이익과 미래 혜택 사이의 상충에 대한 인식, 주기적 모니터링 등을 고려할 필요가 있다(IUCN, 2020).

학생들은 공간적 시각화를 통해 세계적으로 생태계 위협이 높은 지역을 모니터링 해볼 수 있다. 전술한 바와 같이 글로벌 차원에서 국제사회는 열대림 복원과 보호를 위해 다양한 프로젝트를 구현하고 있으나, 이러한 결과가 지속 가능하기 위해서는 국가 수준의 통제와 모니터링이 반드시 전제되어야 한다(Worthington and Spalding, 2018; World Bank, 2024). 그러나 대부분의 열대림이 훼손된 지역은 저개발 국가나 개발도상국에 해당하기 때문에 복원 상태를 관리하고 모니터링할 자본과 기술이 부족하다(Dale *et al.*, 2014). 그림 9(a)는 전 세계 맹그로브의 상대적 이득과 손실을 감시하는 플랫폼으로 전 세계적으로 맹그로브의 손실과 증가뿐만 아니라 어떤 맹그로브가 보호되고 있는지, 지상 바이오매스와 맹그로브 토양에 얼마나 많은 탄소를 저장할 수 있는지를 정확하게 매핑하고 정책적 의사결정을 위한 플랫폼이다. 그림 9(b)는 Google Earth Engine(GEE)을 활용하여 전 세계 열대 지방의 삼림 정보를 보여주는 실시간 고해상도 공간분석 플랫폼이다. 이러한 플랫폼을 활용하여 국제 사회나 국가 수준의 해결 노력이 얼마나 지속 가능한지 점검해 보는 활동을 진행할 수 있다.

### 4) 글로벌 환경 정책에 관한 비판적 시각 기르기

다음으로 학생들은 국제기구나 글로벌 기업의 환경 정책들을 비판적으로 바라보는 활동을 할 수 있다. 표 2는 Melanidis and Hagerman(2022)가 제시한 글로벌 기후 거버넌스 환경에서 사용되고 있는 자연기반해법에 대한 두 가지 상반되는 내러티브를 보여준다. 지배적인 내러티브로서 '자연의 힘 활용'은 (1) 자연기반해법은 기후변화에 대응하는 데 중요하고, (2) 탄소 시장은 자연기반해법을 구현하는 데 중요한 역할을 하며, (3) 여러 부문(특히 기후 및 생물 다양성)에 걸쳐 행위자 그룹을 연결할 수 있고, (4) 민간 부문과 원주민 및 지역 공동체는 가장 중요한 자연기반해법의 관리자 중 하나이며, (5) 자연을 브랜딩 도구로서 암묵적 혹은 명시적으로 활용하기도 한다. 이에 맞서는 비판적 내러티브는 '위험한 산만함'으로 (1) 자연



(a) Global Mangrove Watch의 맹그로브 모니터링 지도



(b) Global Forest Watch에서 삼림 벌채가 일어나는 지역을 표시한 지도

**그림 9.** 전 세계 맹그로브와 삼림 지역을 모니터링하는 공간정보웹서비스 사례

출처 : (a) Global Mangrove Watch, <https://www.globalmangrovetech.org/>, (b) Global Forest Watch, <https://www.globalforestsatellite.com/>

\* 나이저 델타 지역을 분석하였으며, 1996년~2020년 사이에 총 177.02km<sup>2</sup> 면적이 감소하였으며, 벌채 경고가 지속해서 발생하고 있음을 알 수 있다(a). 핑크색은 벌채가 발생할 것으로 예상되는 지점을 나타내며 2023년도 3월 13일부터 2024년 9월 12일까지 브라질에서 삼림 벌채가 감지된 지역을 보여주고 있다. 오른쪽 위로 보이는 선형 형태의 핑크색은 해당 지역에 인위적인 벌채가 진행되고 있음을 알 수 있다(b).

표 2. 글로벌 기후 거버넌스에서 자연기반해법을 바라보는 두 가지 내러티브

	자연의 힘 활용 (Leveraging the Power of Nature)	위험한 산만함 (Dangerous Distraction)
주체	정부간국제기구(IGOs); 국가 정부; 비정부기구(NGO); 민간 부문	비정부기구(NGO); 기업공개(IPO); 풀뿌리 및 정의 지향적 단체
입장	지지자(열정적이고 신중한 지지자)	비평가들(잠정적으로 그리고 완고하게 반대)
접근	정책 및 입법; 탄소 상쇄 및 시장; 표준, 보호 장치 및 지침; 자연기반해법 자금 조달 증가	권리 기반 접근 방식; 참여적 접근 방식; 환경 정의; 토착적 가치와 세계관
내러티브	<p>“자연은 수천 년에 걸쳐 끝없이 입증되고, 개선되어 온 확장 가능한 탄소 제거 기술이다.”</p> <p>“자연기반해법을 통한 탄소배출권은 기업이 리더십을 발휘하고 기후 목표를 향해 단기적으로 추가적인 기여할 수 있도록 돕는 도구로 사용되어야 한다.”</p> <p>“사람들과 함께, 사람들에게 의해, 사람들을 위한 것이 바로 자연기반해법이며, 이는 단순히 위장된 보존이 아니라 빈곤, 생물 다양성 보존, 기후변화 완화 및 적응을 한데 모으는 것이다. 그리고 이것이 강력한 개념인 이유이며, 왜냐하면 그것은 그렇게 할 수 있는 잠재력을 가지고 있기 때문이다.”</p>	<p>“자연기반해법이 보상 도구로 홍보되기 때문인데, 이는 기업들이 석유와 석탄을 계속 태우더라도 스스로를 탄소 중립이라고 부르겠다는 것을 의미한다. 필요한 것은 재조림, 산림 복원 또는 새로운 보호 구역에 대한 투자뿐이다.”</p> <p>“자연기반해법에 인권과 토착민의 권리를 포함하더라도, 시장과 자연에 기반한 해결책은 우리의 땅, 영토, 생물문화적 다양성(신성한 것)에 금전적 가치를 부여하는 것을 촉진하기 때문에 도전적이다.”</p> <p>“... 탄소배출권거래제는 앞으로 나아갈 수 있는 방법이 아니다. 오히려 숲을 사유화하고, 지역 사회를 청소하고, 생물 다양성을 파괴하는 입증된 경로라는 것.”</p>

출처 : Melanidis and Hagerman, 2022:275의 재구성.

기반해법과 탄소 시장/상쇄를 연결시키는 것은 근본적으로 문제가 있으며, (2) 민간 부문 참여에 대한 우려와 (3) 인권 및 원주민 권리에 대한 위험성이 내재하며 (4) 자연기반해법은 근본적인 결함을 제시한다. 학생들은 다양한 내러티브를 역할극이나 토의 활동을 통해 간접적으로 경험할 수 있으며, 이를 통해 공간 정의의 관점에서 글로벌 환경 정책을 비판적으로 생각해 볼 수 있을 것이다.

#### IV. 결론

자연기반해법은 자연과 함께 사회적 문제를 통합적으로 해결하려는 행위 기반의 개념으로 ‘자연’이라는 용어를 사용함으로써 다양한 학문 분야가 상호 대화할 수 있는 장을 제공하는 경계 개념이자 자연과 인간의 이분법적이며 종속적인 관계를 극복하려는 변혁적인 개념이다. 본 연구에서는 자연기반해법이라는 최신 개념과 적용 사례를 이해함으로써 지리교육에서의 활용 방안을 제시하고자 하였다. 본 연구의 주요 결론은 다음과 같다.

첫째, 학생들은 지역 간 차이나 스케일을 고려한 자연기반해법 사례를 학습할 수 있다. 자연기반해법의 경우 동일한 생태계이더라도 지역 간 차이나 스케일을 고려하

여 해당 경관의 독특한 지리적 프로세스에 대한 이해를 바탕으로 솔루션을 적용하는 것이 중요하다. 학생들은 이러한 지역 간 차이와 스케일을 고려하여 기후변화나 환경 문제에 대한 해결책이 변화하고 제시되어야 함을 학습할 수 있다.

둘째, 학생들은 일상적 경관을 활용해 자연과 인간의 상호 연결되는 지점을 찾을 수 있다. 학생들은 자연기반해법이 적용된 일상적 경관(예, 퇴적토 제거 사업)을 통해 왜 이러한 해결책을 적용하는지 그 역사적 맥락과 지리적 프로세스를 파악함으로써 2022 개정 교육과정에서 강조하고 있는 지역사회의 기후변화 대응 노력 및 해결 방안에 대한 깊이 있는 이해가 가능하다.

마지막으로 2022 개정 사회과 교육과정 성취 기준의 경우, 이러한 해결 방안이나 노력 사례를 분석하거나 평가하도록 요구하고 있으며 학습자들이 공간 정의의 관점이나 다양한 가치와 관점에서 생각할 수 있게 유도하고 있다. 그러나 기후변화나 환경문제는 통합적이고 다층적인 성격으로 인해 사회-생태적 효과에 대한 적절한 지표와 측정 기준을 정하는 데 큰 어려움이 있다. 이에 학생들은 공간정보기술을 활용해 세계적으로 생태계 위협이 강한 지역을 모니터링 함으로써 해당 해결책이 해당 지역의 자연보전 규칙을 준수하고 있는지, 얼마나 지속 가능한지

등을 점검해 볼 수 있다. 또한, 자연기반해법을 둘러싼 다양한 이해관계자의 내러티브를 역할극이나 토의 활동을 통해 간접적으로 경험함으로써 공간 정의의 관점에서 글로벌 환경 정책을 비판적으로 생각해 볼 수 있을 것이다.

註

- 1) 바르샤바 프레임워크는 2010년대 초반 산림 파괴로 발생하는 온실가스를 줄이는 국가 간 온실가스 감축 사업인 REDD+를 진행하는 과정에서 협의가 이뤄진 것이다. REDD+ 사업은 산림훼손의 원인보다 결과에 초점을 두어 개발도상국의 산림훼손을 막고 이를 통해 감축한 탄소 배출량에 비례하는 경제적 보상을 받는 것이다. 그러나 이 과정에서 해당 국가의 배출량 감축을 정확하고 신뢰성 있게 측정하고 보고할 수 있는 능력이 있는지, 산림훼손 감소가 다른 지역에서의 산림훼손을 야기할 수 있는지, 그리고 원주민을 비롯한 지역주민의 경제활동과 권리를 어떻게 다룰 것인지에 대한 논의 등이 시작되면서 제안되었다(머니투데이, 2021년 11월 1일자).
- 2) IUCN(2020)은 자연기반해법 설계에 적용하는 8개 기준(criteria)과 28개 지표(indicator)를 ‘국제표준’으로 제시하였으며, 8개의 기준은 다음과 같음.
  - ① 자연기반해법으로 해결하려는 사회문제: 문제에 대한 명확한 인식과 우선순위, 혜택 평가
  - ② 자연기반해법 디자인의 규모: 경제·사회·생태계 사이의 상호작용과 복잡성 인식
  - ③ 생물다양성 순이익: 생태계 온전성, 생태계 기능과 연결성의 적극적 향상 도모
  - ④ 경제적 실행 가능성: 자연기반해법의 직간접적 편익과 비용을 분석하고 법제도나 보조금 지원
  - ⑤ 투명하고 자율적 거버넌스: 이해관계자 참여
  - ⑥ 상충 문제의 균형: 목표 달성과 다른 혜택 간의 상충 균형 여부, 균형의 한계에 대한 점검
  - ⑦ 증거 기반의 적응적 관리: 주기적 평가와 모니터링에 기초하여 관리
  - ⑧ 주류화와 지속가능성: 자연기반해법 설계·이행·교환의 공유, 주류화를 위한 정책과 규정의 발전.
- 3) 「기후변화와 지속가능한 세계」 과목의 경우, 모든 단원이 해당 키워드를 만족하기 때문에 ‘해결 방안’과 같은 키워드를 추가하여 추출하였다.

참고문헌

교육부, 2021, “2022 개정 교육과정 총론 주요사항 발표 보도자료”(2021년11월24일 배포).

교육부, 2022a, “사회과 교육과정”, 고시 제2022-33호, 별책 7.

교육부, 2022b, “초·중등학교 교육과정 총론”, 고시 제 2022-33호, 별책 1.

국립생태원, 2021, 기후위기 대응을 위한 자연기반해법 (NbS)의 국제 논의 동향과 시사점, NIE-IR 21-01(통권 9호).

김민성·이윤구, 2023, “2022 개정 세계시민과 지리 교육과정의 주요 내용”, 한국지리환경교육학회지, 31(2), 1-14.

이진희·임미영, 2023, “2022 개정 고등학교 「도시의 미래 탐구」 교육과정의 개발 방향과 특징”, 한국지리환경교육학회지, 31(2), 27-38.

임영신, 2024, “2022 개정 사회과 교육과정에 따른 자연환경과 인간생활 영역의 지리교육적 접근: 도시하천의 복개와 복원을 중심으로”, 한국지리학회지, 13(1), 73-93.

임은진, 2023, “2022 개정 지리 교육과정 개발 방향 및 주요 내용”, 한국지리환경교육학회지, 31(1), 1-13.

Atkinson, D., Jackson, P., Sibly, D., Washbourne, N., and Bingham, N., 2005, *Cultural Geography*, I.B. Tauris & Co Ltd.(이영민·진종현·박경환·이무용·박배균 공역, 2011, 「현대 문화지리학: 주요 개념의 비판적 이해」, 서울: 논형).

Chan, K.M.A., Anderson, E., Chapman, M., Jespersen, K., and Olmsted, P., 2017, Payments for ecosystem services: rife with problems and potential for transformation towards sustainability, *Ecological Economics*, 140, 110-122.

Chandrasekaran, K., Marian, N., Rojas, I., and Shaw, S., 2021, *Nature based solutions: a wolf in sheep's clothing*, A friends of the earth international position paper.

Chatting, M., Al-Maslamani, I., Walton, M., Skov, M.W., Kennedy, H., Husrevoglu, Y.S., and Vay, L., 2022, Future mangrove carbon storage under climate change and deforestation, *Frontiers in Marine Science*, 9.

Chausson, A., Turner, B., Seddon, D., Chabaneix, N., Girardin,

- Cécile, A.J., Kapos, V., Key, I., Roe, D., Smith, A., Woroniecki, S., and Seddon, N., 2020, Mapping the effectiveness of nature-based solutions for climate change adaptation, *Global Change Biology*, 26(11), 1-22.
- Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, C., Maginnis, S., Maynard, S., Nelson, C., Renaud, F., Welling, R., and Walters, G., 2019, Core principles for successfully implementing and upscaling Nature based Solutions, *Environmental Science and Policy*, 98, 20-29.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., and Maginnis, S., 2016, *Nature-Based Solutions to Address Societal Challenges*, Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature.
- Dale, P.E.R., Knight, J.M., and Dwyer, P.G., 2014, Mangrove rehabilitation: a review focusing on ecological and institutional issues, *Wetlands Ecology and Management*, 22, 587-604.
- Dugan, J.E., Emery, K.A., and Alber, M., 2018, Generalizing ecological effects of shoreline armoring across soft sediment environments, *estuaries and coasts* 41(Suppl 1), 180-196.
- Eggermont, H., Balian, E., Manuel J., Beumer, A., Brodin, T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P., Reuter, K., Smith, M., Ham, C., Weisser, W., and Le Roux, X., 2015, Nature-based solutions: New influence for environmental management and research in Europe, *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 24(4), 243-248.
- European Commission (EC), 2015, *Towards an EU research and innovation policy agenda for nature based solutions and re-naturing cities*, Final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities'.
- Grorud-Colvert, K., Claudet, J., Tissot, B.N., Caselle, J.E., Carr, M.H., and Day, J.C., 2014, Marine protected area networks: assessing whether the whole is greater than the sum of its parts, *PLoS ONE*, 9(8), e102298.
- Haack, B. and Ryerson, R., 2016, Improving remote sensing research and education in developing countries: approaches and recommend, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformations*, 45, 77-83.
- Hagger, V., Worthington, T.A., Lovelock, C.E. Adame, M. F., Amano, T., Brown, B.M., Friess, D.A., Landis, E., Mumby, P.J., Morrison, T.H., O'Brien, K.R., Wilson, K.A., Zganjar, C., and Saunders, M.I., 2022, Drivers of global mangrove loss and gain in social-ecological systems, *Nature Communications*, 13(1), 6373.
- Hanson, H.I., Wickenberg, B., and Olsson, J.A., 2020, Working on the boundaries—How do science use and interpret the nature based solution concept?, *Land Use Policy*, 90, 104302, 1-16.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN), 2016, *Defining Nature-based Solutions*, World Conservation Congress. Hawai'i.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN), 2020, *Guidance for Using the IUCN Global Standard for Nature-based Solutions: A User-Friendly Framework for the Verification, Design and Scaling Up of NbS*. Gland, Switzerland.
- IPCC, 2019, Summary for policymakers, in Shukla, P.R., Skea, J., Calvo Buendia, E., Masson-Delmotte, V., Portner, H.-O., Roberts, D.C., Zhai, P., Slade, R., Connors, S., van Diemen, R., Ferrat, M., Haughey, E., Luz, S., Neogi, S., Pathak, M., Petzold, J., Portugal Pereira, J., Vyas, P., Huntley, E., Kissick, K., Belkacemi, M., and Malley, J., eds., *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*, IPCC, Geneva, In press.
- Joseph, W., Veldman, G.E., Negreiros, O., Mahy, G., Le Stradic, S., Fernandes, G.W., Durigan, G., Buisson, E., Putz, F.E., and Bond, W.J., 2015, Where tree planting and forest expansion are bad for biodiversity and ecosystem services, *BioScience*, 65(10), 1011-1018.
- Keesstra, S., Nunes, J., Novara, A., Finger, D., Avelar, D., Kalantari, Z., and Cerdà, A., 2018, The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services, *Science of The Total*

- Environment*, 610-611, 997-1009.
- Keesstra, S., Pereira, P., Novara, A., Brevik, E.C., Azorin-Molina, C., Parras-Alcántara, L., Jordán, A., and Cerdà, A., 2016, Effects of soil management techniques on soil water erosion in apricot orchards, *Science of The Total Environment*, 551-552, 357-366.
- Krauze, K. and Wágner, I., 2019, From classical water-ecosystem theories to nature-based solutions — Contextualizing nature-based solutions for sustainable city, *Science of The Total Environment*, 655(10), 697-706.
- Leal, M. and Spalding, M.D., 2024, *The State of the World's Mangroves 2024*, Global Mangrove Alliance.
- Lewis, S.L., Wheeler, C.E., Mitchard, E.T.A., and Koch, A., 2019, Restoring natural forests is the best way to remove atmospheric carbon, *Nature*, 568(25), 25-28.
- Loos, J., Abson, D.J., Chappell, M.J., Hanspach, J., Mikulcak, F., Tichit, M., and Fischer, J., 2014, Putting meaning back into “sustainable intensification”, *Frontiers in ecology and the environment*, 12(6), 356-361.
- Mariwah, S., Evans, R., and Antwi, K. B., 2019, Gendered and generational tensions in increased landcommercialisation: Rural livelihood diversification, changing land use, and food security in Ghana’s Brong-Ahafore region, *Geo: Geography and Environment*, e00073.
- Melanidis, M.S. and Hagerman, S., 2022, Competing narratives of nature-based solutions: Leveraging the power of nature or dangerous distraction?, *Environmental Science & Policy*, 132, 273-281.
- Morris, R., Bilkovic, D., Boswell, M., Bushek, D., Cebrian, J., Goff, J., Kibler, K., La Peyre, M., McClenachan, G., Moody, J., Sacks, P., Shinn, J., Sparks, E., Temple, N., Walters, L., Webb, B., and Swearer, S., 2019, The application of oyster reefs in shoreline protection: Are we over-engineering for an ecosystem engineer?, *Journal of Applied Ecology*, 56(7), 1703-1711.
- Moyer, J.D., and Bohl, D.K., 2019, Alternative pathways to human development: assessing trade-offs and synergies in achieving the sustainable development goals, *Futures*, 105, 199-210.
- Parsons, L., 2023, *Carbon colonialism: how rich countries export climate breakdown*, Manchester University Press(추선영 역, 2024, 『재앙의 지리학: 기후붕괴를 수출하는 부유한 국가들의 실체』, 파주: 오월의 봄).
- Reid, H., Bourne, A., Muller, H., Podvin, K., Scorgie, S., and Orindi V., 2018, A framework for assessing the effectiveness of ecosystem-based approaches to adaptation, in Zommers, Z. and Alverson, K., eds., *Resilience: The Science of Adaptation to Climate Change*, London, UK: Elsevier, 207-216.
- Scyphers, S.B., Powers, S.P., Heck, K.L., and Byron, D., 2011, Oyster reefs as natural breakwaters mitigate, shoreline loss and facilitate fisheries, *PLoS ONE*, 6, e22396.
- Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C.A.J., Smith, A., and Turner, B., 2020, Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375(1794), 1-12.
- Sowińska-Świerkosz, B., Garcia J., and Wendling, L., 2024, Linkages between the concept of nature-based solutions and the notion of landscape, *Ambio*, 53(2), 227-241.
- Tidball, K., Metcalf, S., Bain, M., and Elmqvist, T., 2018, Community-led reforestation: cultivating the potential of virtuous cycles to confer resilience in disaster disrupted social-ecological systems, *Sustainability Science*, 13.
- Welden, E.A., Chausson, A., and Melanidis, M.S., 2021, Leveraging Nature-based Solutions for transformation: Reconnecting people and nature, *People Nature*, 3, 966-977.
- World Bank, 2021, *A Catalogue of Nature-Based Solutions for Urban Resilience*, Washington, D.C. World Bank Group.
- Worthington, T. and Spalding, M., 2018, *Mangrove restoration potential: A global map highlighting a critical opportunity*, Apollo: University of Cambridge Repository.
- 머니투데이, 2021년 11월 1일자, “[기고]REDD+의 필요성에 대하여”
- Global Forest Watch, <https://www.globalforestwatch.org/map/>  
Global Mangrove Watch, <https://www.globalmangrovetwatch.org/>

World Bank, 2024, *The Nature-Based Solutions Opportunity Scan: Leveraging Earth Observation Data to Identify Investment Opportunities in NBS for Climate Resilience in Cities and Coasts across the World*, Washington, DC: World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/41725>

교신 : 함경림, 38430, 경북 경산시 하양읍 하양로 13-13, 대구가톨릭대학교 지리교육과(이메일: [kyungrim@cu.ac.kr](mailto:kyungrim@cu.ac.kr))

Correspondence: Kyungrim Harm, 38430, 13-13 Hayang-ro, Hayang-eup, Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do Department of Geography Education, Daegu Catholic University (Email: [kyungrim@cu.ac.kr](mailto:kyungrim@cu.ac.kr))

투고접수일: 2024년 11월 24일

심사완료일: 2024년 12월 23일

게재확정일: 2024년 12월 28일