

## 자연기반해법 구현 원칙 및 수단 탐색

이지우\* · 박찬\*\*† · 정승규\*\*\* · 김유진\*\*\*\*

\*서울시립대학교 일반대학원 조경학과 석사과정, \*\*서울시립대학교 조경학과 부교수,  
\*\*\*국립생물자원관 기후환경생물연구과 연구사, \*\*\*\*국립생물자원관 기후환경생물연구과 전문위원

### Implementation principles and means of nature-based solutions (NbS)

Lee, Ji woo\* · Park, Chan\*\*† · Jung, Seung Kyu\*\*\* and Kim, Yu jin\*\*\*\*

\*Master Student, Department of Landscape Architecture, University of Seoul, Seoul, Korea  
\*\*Associate Professor, Department of Landscape Architecture, University of Seoul, Seoul, Korea  
\*\*\*Researcher, National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea  
\*\*\*\*Research Assistant, National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea

#### ABSTRACT

This study explored the implementation principles and means of nature-based solutions (NbS) in response to the climate crisis in Korea. NbS is the concept of responding to societal challenges or social transformation by protecting, restoring, managing, and utilizing nature from an efficient, effective, and sustainable perspective. The idea of NbS emerged from ecosystem-based approaches and has mainly been discussed with the aim of minimizing biodiversity loss and addressing the climate crisis. In Korea, various policies have been implemented in relation to NbS, but have mainly been discussed in terms of carbon sinks. For NbS policies to be effective, it is necessary to explore key factors to consider introducing NbS and in what direction and by what means they can be reflected in domestic policies. This study employed quantitative meta-synthesis, focusing on existing literature about NbS to suggest principles and provide examples of the means for implementing NbS. As a result, this study suggested four principles: 1) Evidence-based approach, 2) Linkage of legal systems and Policy, 3) Promotion of biodiversity and ecosystem services, and 4) Participation of stakeholders. Additionally, examples and directions were provided for how each principle can be realized within the current legal system and policies. While this study focused on the implementation principles of NbS in urban areas, it has limitations based on case studies and perspectives. Future research should validate the results of this study through empirical case studies.

*Key words: Nature-based Solutions, Biodiversity, Climate Mitigation, Climate Adaptation, Decision Making*

### 1. 서론

우리나라와 전 세계 도시지역은 COVID-19와 극한 재해 등 기후 위기 대응의 시의성을 실감해 기후변화 완화와 적응 정책을 수립·이행하고자 노력 중으로, 탄소중립도시가 기후 회복탄력적 개발과 기후 행동 이행 주체로 주목받고 있다. 탄소중립도시는 도시활동으로 인한 온실가

스 배출의 감축과 탄소흡수원을 활용해 대기로 배출된 탄소를 격리해 도시 온실가스 배출의 80% 이상 감축을 목표로 하는 도시로(Seto et al., 2021), 우리나라는 탄소중립기본법 제29조에서 “탄소중립 관련 계획 및 기술 등을 적극 활용하여 탄소중립을 공간적으로 구현하는 도시”로 정의하고 있다. 탄소중립도시가 중요한 이유는 온실가스 배출의 주공간으로 기후변화의 영향과 취약성 등에 의한 리

†Corresponding author : [chaneparkmom07@uos.ac.kr](mailto:chaneparkmom07@uos.ac.kr) (Baebong Hall #6223,163 Seoulsiripdaero, Dongdaemun-gu, Seoul 02504, Korea. Tel. +82-2-6490-2849)

ORCID 이지우 0009-0000-7156-2543  
박찬 0000-0002-4994-6855

정승규 0009-0009-5955-276X  
김유진 0000-0003-0480-7955

스크가 커 온실가스 감축 필요성과 효과성이 높고, 인구·사회·경제적 자본이 집중되어 기후 위기 대응 이행 능력이 있기 때문이다(Frantzeskaki et al., 2019; IPCC, 2023; Neset et al., 2020; Seto et al., 2021). 현재 우리나라 탄소중립을 위해 지역 중심의 이행이 매우 중요한 시기로, 국토·도시 분야에서 지역 탄소중립 이행을 위해 기존 도시를 탄소중립도시로 전환하는 것이 주목받고 있다(Yoon et al., 2023).

탄소중립도시 흡수원 증진과 기후 적응·기후 회복탄력적 개발 논의에서 핵심 수단으로 등장하는 것은 자연기반해법(NbS, Nature-based Solutions)이다. 자연기반해법은 자연을 효율·효과·지속 가능한 관점에서 보호·복원·관리·활용을 통해 기후 위기와 사회적 과제에 대응하고 사회적 전환을 유도하는 개념으로, 장기적으로 탄소중립의 달성에 있어 지속 가능하고 비용 효과적인 이행 수단이다(Griscom et al., 2017). 자연기반해법 계획사업을 통해 도시생태계(e.g., 도시숲, 도시하천, 도시공원)를 보호, 복원, 관리하면 탄소흡수원 증진, 생물다양성과 생태계서비스, 녹색 산업을 증진하는 다양한 이점이 있다(Eggermont et al., 2015; Langergraber et al., 2020; IPCC, 2023). 또한, 자연기반해법 계획사업을 통한 온실가스 감축량이 MRV Measurement, Reporting, and Verification)를 충족할 경우 국가 온실가스 감축목표(NDC, Nationally Determined Contribution) 보고로 인정받을 수 있어(Marr et al., 2018), 국가와 도시의 기후 위기 대응에서 자연기반해법은 매우 중요한 방향성이자 수단이다.

이러한 담론에 발맞춰 국내 법제와 정책에 자연기반해법이 반영되고 있다. 2050 탄소중립 시나리오(Presidential Commission on Carbon Neutrality and Green Growth, 2021)는 생물다양성 보전 원칙을 담아, 도시공원 및 도시숲의 탄소흡수원 기능을 강화하는 방향을 언급하였고, 탄소중립기본법('22.03 시행) 제29조는 탄소중립도시의 지정과 관련해 도시 내 생태축 보전 및 생태계 복원, 자연탄소흡수원 확충 등의 자연기반해법을 담았다. 제3차 국가 기후변화 적응대책('20.12)은 저영향개발(LID) 기법 적용을 통한 도시 물순환 구조 개선 및 도시 소생태계 조성 등 생물다양성·재해 측면 기후탄력성 증진을 위해 자연기반 해결책 도입을 언급하였다.

우리나라도 자연기반해법의 도입에 대한 개념적, 원칙적 고민이 필요하다. 기존 도시 그린인프라 조성 방향은 양적 확충에서 질적, 편익성 증진을 반영한 자연기반해법 관점으로 변화하고 있으나(Park et al., 2021; Song et al.,

2022), 자연기반해법의 핵심 요소인 생물다양성과 생태계 서비스를 고려한 기후변화 완화 및 기후 적응의 통합적인 논의는 부족한 실정이다. 생물다양성과 연결성, 접근성을 무시한 양적 확충 계획사업은 자연기반해법의 상승효과(Synergy)를 충분하게 고려할 수 없고 불필요한 비용과 생물다양성 손실 등 상쇄 효과(Trade-offs)를 초래한다(IPCC, 2023; Seddon, 2022). 기후 대응 정책으로 재조립 등 생물다양성을 고려하지 않은 자연 흡수원 조성 사업이 자연기반해법이란 명칭 하에서 이행되는 것처럼 단순 자연흡수원 확충만 강조되면 생물다양성 등 자연기반해법에서 중요한 핵심 개념을 반영하지 못할 수 있다. 현재 자연기반해법 개념 도입과 기후 대응 정책의 한계를 해결하기 위해 자연기반해법의 도입에 있어 중요하게 고려되어야 하는 요소들과, 어떤 방향과 수단으로 국내 정책에 반영될 수 있는지 탐색이 필요하다.

이 연구는 국내외 연구 및 사례를 종합하여 자연기반해법을 도입할 때 준수가 필요한 구현 원칙과, 구현 원칙을 이행하는 수단과 방향성을 제안하였다. 자연기반해법이란 무엇이며, 국내 기후 위기 정책을 위해 도입할 때 어떤 원칙과 지향점이 반영되어야 하는지를 제안하여 향후 자연기반해법 정책 방향에 기여하는 것을 목적으로 한다.

## 2. 이론적 고찰 및 연구방법론

### 2.1. 자연기반해법 등장 및 정의

자연기반해법(Nature-based Solutions; NbS)은 인류가 직면하고 있는 사회적 과제를 자연생태 기반으로 해결하고자 하는 접근방식인 동시에, 생물다양성과 자연생태 기반으로 사회 전환을 시도하는 담론이다. 자연기반해법은 생물다양성협약(Convention on Biological Diversity; CBD)을 구현하기 위해 개발된 기본 프레임워크인 생태계접근방식(Ecosystem approach)에서 출발하였다. 생태계접근방식이란 생물다양성 보전과 인간복지(Wellbeing)가 자연생태계에 달려있다고 간주하는 것으로, 이는 새천년 생태계 서비스 평가(2005)를 통해 정량적·과학적으로 접근되기 시작하였다(Cohen-Shacham et al., 2019). 생물다양성 보전에 대한 은행 투자의 기후변화 완화 및 적응 이점을 논의한 World Bank (2008) 보고서는 기후변화 완화와 적응을 위한 생물다양성 보전의 중요성을 강조하였으며 세계자연보전연맹(IUCN; International Union for Conservation of Nature)이 자연기반해법의 개념을 구체화하였다(Seddon

et al., 2021). 초기 자연기반해법 논의는 생물종다양성을 위한 보전 행위에서 출발하였으나, 파리협정을 시작으로 기후 대응을 위한 해결책으로 주목받게 되었다 (Cohen-Shacham et al., 2019; IUCN, 2016). 현재 자연기반해법은 생물종, 생태계 보전을 넘어 인류가 직면한 여러 사회적 도전과제를 자연생태계 바탕으로 해결하거나, 자연생태계의 지속 가능한 관리, 조성하는 차원까지 개념이 확장되었다(Kabisch et al., 2017).

자연기반해법의 정의는 주로 IUCN과 유럽연합집행위원회(EC; European commission)를 바탕으로 하고 있다. IUCN은 자연기반해법을 기후변화·물 안보, 환경오염·자연재해·수자원·질병 등 사회가 당면한 과제를 생물다양성을 고려한 자연생태계의 보호·복원·관리를 통해 효과적이고 지속 가능한 방식으로 해결하려는 행동으로 정의<sup>1)</sup>한다(IUCN, 2016). 유럽연합집행위원회<sup>2)</sup>는 자연기반해법을 자원 효율적이고 적응할 수 있는 방식으로 다양한 사회적 과제를 해결하고 동시에 사회적·경제적·환경적 혜택을 동시에 제공하도록 설계 및 계획된 것으로, 자연에서 영감을 받거나 자연을 지속적으로 지원·사용하는 해결책으로 정의한다(Maes and Jacobs, 2017). 두 기관의 NbS 정의는 대상으로 하는 사회적 문제(Societal Challenges)와 접근 규모에 따라 일부 차이가 존재한다. IUCN은 생물다양성 보전 측면에서 결성된 단체로 전 지구적 규모의 자연생태계 보호·관리를 위해 생물다양성과 자연생태계를 자연기반해법의 정의에 명시하였다. 반면 EC는 도시 규모에서 EU 그린딜 달성을 위해 NbS를 도입하였기에 사회경제적인 혜택과 다양한 사회적 과제의 해결에 초점을 두고 있다. 자연기반해법의 활용 목적 차이로 인해 IUCN에서 강조된 자연생태계와 생물다양성이란 용어가 EC의 정의에서는 명시적으로 표현되지 않고 있으며 유럽연합집행위원회는 일자리 창출, 녹색성장, 지속 가능한 사회를 강조하고 있다. 특히 EC는 자연에서 영감을 받은 “생체모방(Biomimetics)”도 자연기반해법의 대상으로 포함하고 있다. IUCN이 정의하는 7가지 사회적 도전과제는 ‘기후변화 완화 및 적응, 재해 리스크 감소, 경제 및 사회적 개발, 인간 건강, 식량안보, 물안보, 환경적 저하(Degradation)과 생물다양성 손실’이며(IUCN, 2020), EC는 ‘기후탄력성, 물관리, 자연 및 기후위험, 그린스페이스관리, 생물다양성



Fig. 1. Nature-based solutions umbrella framework (Cohen-Shacham et al., 2019)

강화, 대기품질, 도시재생, 지속 가능한 도시변혁을 위한 지식과 사회적 능력의 구축, 참여기반계획 및 거버넌스, 사회정의 및 결속력, 건강과 웰빙, 새로운 경제기회 및 그린직업(Jobs)’ 12개로 규정하고 있다. 자연기반해법은 정책목표를 동시에 다루며 다양한 개념을 포괄하는 확장성이 있다(Kabisch et al., 2017). NbS는 생태계의 보전, 관리 복원, 신규조성을 통해 사회적 과제 해결을 목적하는 포괄적 개념이기 때문에 IUCN과 EC는 우산 프레임워크(Umbrella Framework)로 자연기반해법의 범주, 개념을 정의하고 있다(Fig. 1).

## 2.2. 자연기반해법 특징 및 사례

여러 개념을 포괄적으로 다루는 자연기반해법 특징으로 인해 NbS 세부 유형의 분류체계와 구체적인 적용 사례를 이해하는 것이 중요하다. 가장 많이 활용되고 있는 자연기반해법의 유형 분류는 생물다양성 및 생태공학 수준과 생태계서비스 제공에 따라 분류하는 것이다. Eggermont et al. (2015)는 자연기반해법을 생물다양성 및 생태공학 수준과 생태계서비스 제공에 따라 크게 기존 자연과 보호된 생태계 그대로 활용, 자연 생태계 적극적 관리 및 복원 활용, 새로운 생태계 개발 및 조성 등 3가지 유형으로 분류하고 개별 유형에 포함되는 사례를 설명하였다. 첫 번째 유형인 자연과 보호 생태계에 개입하지 않거나, 그 자체로 이용하는 방법은 인간에 의한 개입(intervention)을 최소화하는 관리 방안으로 이해할 수 있다. 두 번째 유형

1) “Actions to protect, sustainably manage and restore natural or modified ecosystems that address societal challenges effectively and adaptively, simultaneously providing human well-being and biodiversity benefits.”  
 2) “Living solutions inspired by, continuously supported by and using Nature designed to address various societal challenges in a resource efficient and adaptable manner and to provide simultaneously economic, social and environmental benefits.”

Table 1. Types and cases of NbS (DG RTD, 2021; Eggermont et al., 2015)

	Definition	Case
Type 1 (Protection)	Better use of natural / protected ecosystems with no intervention or minimal intervention	Protection and conservation strategy Urban ecological axis enhancement strategy Monitoring existing ecosystems
Type 2 (Management)	Managed ecosystems for sustainability and versatility	Integrated weed and pesticide management Creating a habitat and protection
	Procedures for managed or restored ecosystems, development of sustainable management protocols, or managed or restored ecosystems	
Type 3 (New ecosystems)	Planning, management, and creation of new ecosystems	Green space, Urban forest, Soil conservation water quality management strategy, green roof Structures for enhancing urban circulation, such as filter strips and rain gardens

인 자연생태계를 적극적으로 관리·복원하는 것은 인간에 의한 개입 정도는 중간으로 지속 가능한 관리 프로토콜을 구축하는 것이며, 마지막 세 번째 유형은 인간이 적극 개입하여 새로운 자연생태계를 창출하는 것이다. 유형 3으로 갈수록 자연기반해법이 제공하는 공급, 조절, 문화 생태계서비스 수준이 높아지며, 필요한 생태공학 기술과 관리 수준이 높아지는 것으로 분류된다(Table 1). 이 분류 방법은 3개의 큰 틀에서 자연기반해법 구현 시 필요한 기술 수준과 제공할 수 있는 생태계서비스로 분류할 수 있으나, 유형별 세부적 사례의 분류 기준이 명확하지 않다는 한계점이 있다.

Park et al. (2022)과 Myung and Oh (2021)은 국내 도시지역과 거버넌스 측면에서 NbS 적용 사례를 탐색하였다(Table 2). Park et al. (2022)는 생태계 기반 적응(EbA; Ecosystem-based Adaptation) 사례를 생태계 종류와 토지 이용을 기준으로 국내 기후변화 적응 대책 도입 가능성과 생태계 종류별 세부 사례를 제안하였다. 이 연구는 자연기반해법이란 용어를 사용하지 않으나, IUCN 우산프레임워크에서 생태계 기반 적응은 자연기반해법의 하위 범주로 포함된다. Park et al. (2022)의 연구는 Eggermont et al. (2015)의 NbS 유형 분류와 명확하게 부합하지는 않으나, 도시생태계 측면에서 혼합식재, 도시숲 조성, 도시공간 내 소생태계 도입 등의 적용 가능한 자연기반해법 사례를 이야기하고 있다. Myung and Oh (2021)는 자연기반해법이 우리나라가 직면하고 있는 여러 환경위기의 해결 방안이 될 수 있다고 주장하며, 자연기반해법의 적용 사례를 법제도와 추진 주체를 중심으로 정리하였다. 이 연구는 NbS

가 우리나라 부처 및 정책 주체 특징상 부처 간 협의와 협력 거버넌스가 진행·구축되지 않으면 실제 적용이 어렵다는 점을 강조하고 있으며, 시민과 산업계의 이해가 동반되어야 함을 강조하고 있다.

### 2.3. 연구범위 및 방법

이 연구에서의 기후 위기 대응의 내용적 범위는 온실가스를 저감하는 기후 완화와 기후리스크를 최소화하는 기후 적응을 지칭하며, 연구 내 자연기반해법의 적용 대상은 육상생태계 측면의 도시지역을 주 대상으로 생태계 자체를 직접 활용하는 것을 내용적 범위로 다룬다. 또한, 자연기반해법의 구현과 관련해 이 논문은 정책과 법 제도적 측면의 구현으로 한정 지었다.

국내 자연기반해법 구현 원칙을 도출하기 위해 메타종합(Qualitative meta-synthesis) 질적연구 방법론을 활용하였다. 메타 종합 방법론(Qualitative meta-synthesis)은 하나의 주제에 관한 정성 연구 종합을 목적으로, 대상 핵심 이론이나 현상의 강력한 설명을 위해 주제와 연관된 질적연구를 종합하는 것이다(Siddaway et al., 2019). 자연기반해법 외 분야에 대한 문헌을 검토하기 위해 메타 종합 방법론을 선택하였다. 2022년 9월 20일 기준으로 구글 학술연구 검색엔진에서 ‘principle\* OR guideline\* OR guide\* OR standard\* OR framework\* OR planning\* OR strategy\* AND “Nature-based solution\*” AND “Urban\*” 키워드로 검색하여 1차 문헌을 수집했고, 자연기반해법 연구에서 주로 인용되는 세계자연환경보전연맹(IUCN)과 유럽연합집행위원회(European commission)

Table 2. Cases of nature-based solutions applicable to urban areas in Korea (Myung and Oh, 2021; Park et al., 2022)

Theme	Types	Cases in Urban areas	
Ecosystem (Park et al., 2022)	Urban Ecosystem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creating urban green spaces such as creating urban forests, planting 30 million trees, and creating street trees</li> <li>- Introduction of ecological elements in urban spaces such as greening of rooftops and water-permeable packaging, building gardens, and creating ecological ponds</li> <li>- Application of mixed planting in multi-layered structure</li> <li>- Establishment of regional-wide green area network</li> <li>- Designation of flood risk management areas</li> <li>- Development of spill reduction facilities and rainwater harvesting technology</li> </ul>	
Land Use (Myung and Oh, 2021)	Urban areas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planting trees in small urban spaces, along roads</li> <li>- Greening the green space of living spaces by greening the rooftop and wall</li> <li>- Creating Water Spaces in the City, such as River Restoration and Pond Construction</li> <li>- Water-permeable packaging, rainwater harvesting, wetland construction</li> <li>- Creating agricultural spaces in urban areas, beekeeping in urban areas</li> </ul>	
		Cases	promotion department
Environment Crisis (Myung and Oh, 2021)	Air pollution/ Fine dust	- Creation of urban green areas, School forests, buffer forests and public institution forests	Ministry of Environment, Ministry of Education, Korea Forest Service, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Local government
	Climate mitigation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nature carbon pool</li> <li>- Afforestation, forest management</li> <li>- Wetlands, Peatlands Improvement</li> <li>- Blue carbon enhancement</li> </ul>	Ministry of Environment, Korea Forest Service, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Local government
	Climate adaptation (natural disaster)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creation of disaster buffer spaces such as wetlands and green areas along rivers</li> <li>- Mitigating the urban heat island phenomenon through rooftop greening</li> </ul>	Ministry of Environment, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Local government
	Heat island	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creation of Green-waterfront in the City</li> <li>- Greening of a building</li> </ul>	Ministry of Environment, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Local government
	Food	- Urban agriculture	Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Local government
	Disease	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creation and protection of natural habitats</li> <li>- Creation of Natural Space in the City</li> <li>- one health</li> </ul>	Ministry of Environment, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ministry of Health and Welfare, Local government
	Biodiversity destruction	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Management of Urban ecosystem</li> <li>- Creation of habitats for endangered species</li> <li>- Ecological restoration</li> </ul>	Ministry of Environment, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Local government

의 연구(Cohen-Shacham et al., 2016; Eggermont et al., 2015)와 가이드라인(DG RTD, 2021; IUCN, 2020)을 포함하였다. 자연기후해법(Natural Climate Solutions)은 자연기반해법과 유사하나, 온실가스 저감을 주목적으로 한정하여 다루는 이론으로 검색에서 제외하였으며, 생태계

기반적응(Ecosystem-based Adaptation)은 자연기반해법의 하위 범주에 포함되나, 온실가스 저감을 내용적으로 포함하지 않아 제외하였다. Page et al. (2021)를 참조하여 PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) 다이어그램을 통해 문헌검

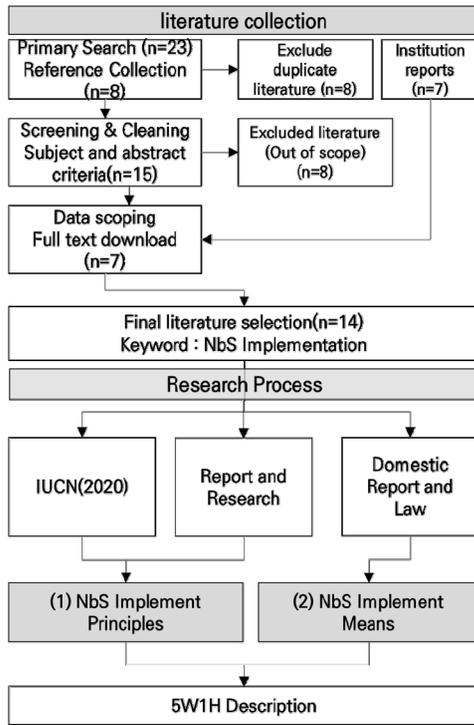


Fig. 2. Methodology flow chart

토를 수행하였다.

키워드 검색과 서지 참조를 통해 수집된 31건의 학술연구 중 중복문헌을 제외한 1차 문헌은 15개이며, 이 중 도시를 대상으로 하지 않은 학술연구와 IUCN (2020)의 자연기반해법 정의를 다루지 않은 8건의 연구를 제외하였다. 7개의 학술연구와 IUCN과 유럽연합집행위원회의 자연기반해법 보고서 7건을 추가하여 최종적으로 선정된 문헌은 총 14개이다.

수집된 최종 문헌을 바탕으로 자연기반해법 구현 수단 결과 도출 시, IUCN (2020)의 자연기반해법 정의·원칙을 기준으로 범주화하였다(Fig. 2, Table 3). IUCN (2020)이 사용하는 키워드를 기준으로 참고문헌 간 공통요소를 연계하고, 공통요소를 세부결과로 작성하였다. 연구 목적과 기존 연구와의 차별성으로 자연기반해법의 구현 수단으로 ‘법제도 연계’를 포함하였다. 자연기반해법 구현 원칙별 수단을 도출하기 위해, 「기후 위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(이하 탄소중립기본법)」, 「자연환경보전법」, 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」과 계획 차원 연계성을 위해 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 내 도시계획, 환경계획 제도 등 국내법 제도와 자연기반해법 구

Table 3. Relationship between nature-based solutions implementation principles and existing literatures

	ICUN (2020)	DG RTD (2021)	Albert et al. (2021)	Kabisch et al. (2022)
Evidence based approach	1) NbS effectively address societal challenges 2) Design of NbS is informed by scale 6) NbS equitably balance trade-offs between achievement of their primary goal(s) and the continued provision of multiple benefits 7) NbS are managed adaptively, based on evidence	1) Be scientifically sound 3) Use reference conditions and baseline assessment	1) Implementing the Place-specificity principle 2) Implementing the Evidence base principle 3) Implementing the Integration principle	3) Inclusive solutions for the long-term 4) Context consideration
Legal system connection	X	4) Align with policy principles and reporting obligations	X	X
Considering biodiversity and promoting ecosystem services	3) NbS result in a net gain to biodiversity and ecosystem integrity	X	X	2) Benefiting people & biodiversity
Stakeholders Participation and diffusion	5) NbS are based on inclusive, transparent and empowering governance processes 8) NbS are sustainable and mainstreamed with in an appropriate jurisdictional context	5) Be based on a transdisciplinary approach	4) Implementing the Equity principle 5) Implementing the Transdisciplinarity principle	5) Communication & learning

현 수단에 해당되는 키워드로 검색된 문헌을 수집하였다.

수집된 문헌을 분석하고 연구결과의 구조적 서술을 위해 5W1H (Who, What, Where, When, Why, How) 틀을 사용하였다. 본 연구는 자연기반해법 계획-평가 절차와 거버넌스 등 실증사례와 관련된 요소를 다루지 않으므로 Where, Who를 제외한 3W (What, Why, How)에 중점을 두어 서술하였다. 3W 측면 질문은 다음과 같다: (i) What : 이 원칙은 무엇인가?, (ii) Why : 이 원칙은 왜 필요한가?, (iii) How : 이 원칙은 어떤 수단으로 구현될 수 있는가?

### 3. 결과 및 고찰

연구 결과로 자연기반해법 구현 원칙과 수단을 제안하였다. 자연기반해법의 구현을 위해 4가지 원칙 ‘1) 근거기반 접근, 2) 법제도 연계, 3) 생물다양성과 생태계서비스 증진, 4) 이해관계자 참여·확산’이 고려되어야 한다. 이 연구에서 제안하는 4가지 자연기반해법 구현 주요 원칙 중 첫 번째인 근거기반 접근에는 (i) 자연기반해법 계획-평가 절차의 과학적·정량적 근거기반 의사결정, (ii) 자연기반해법 계획사업의 MRV가 포함되며, 두 번째 원칙인 법제도 연계에는 (i) 법제도를 활용한 자연기반해법 계획사업의 이행 근거-범위지정-이행 수단 설정을 담았다. 세 번째 원칙인 생물다양성 고려 및 생태계서비스 증진에는 (i) 자연기반해법 계획-평가 내 다차원적 생물다양성 고려 및 생태계서비스 증진, (ii) 자연기반해법 계획사업 상쇄 효과 최소화 및 MRV (Measurement, Reporting, and Verification) 측면 보고가 있다. 마지막 원칙인 이해관계자 참여·확산에는 (i) 자연기반해법 계획-평가 내 이해관계자 참여 및 역할 제고, (ii) 이해관계자 간 거버넌스, 수혜적 상쇄 효과 인지 및 해결책 강구를 포함하였다.

#### 3.1. 근거기반 접근

**[What]** 근거기반 접근이란, 가용정보와 전문 지식 등 과학적 건전성이 확보된 근거를 바탕으로 하는 것으로 (Albert et al., 2021; Calliari et al., 2019; DG RTD, 2021), 근거기반 접근은 자연기반해법의 상쇄 효과 검토와 거버넌스 구현, 이해관계자 참여를 위한 의사결정의 기초이다 (DG RTD, 2021; IUCN, 2020). 자연기반해법 구현에 있어 근거기반 접근은 신뢰할 수 있는 근거를 바탕으로 대상 문제 및 목표치를 설정하며, 계획의 이행에서 계획안 및 개선점의 유효성을 확인하고, 실행 이후 효과 MRV를

통해 자연기반해법 확산을 위한 사례 근거로 연결되는 것이다. 근거기반접근에는 (i) 자연기반해법 계획-평가절차의 과학적·정량적 근거기반 의사결정과 (ii) 자연기반해법 계획사업의 MRV가 포함된다. 자연기반해법의 MRV란 자연기반해법 계획사업의 실행 전 현황 측정과 실행 후 효과 모니터링-평가를 통해 자연기반해법의 기여도가 평가되며, 보고-검증되는 것이다.

**[Why]** 자연기반해법 구현을 위해 근거기반 접근이 필요한 이유는, 자연기반해법의 불확실성과 지역 특수성, 의사결정의 복잡성 때문이다. 자연기반해법을 통해 해결하고 싶은 사회적 과제는 지역 맥락에 따라 다르며, 그 지역에 적용할 수 있는 자연기반해법 유형 조차와 효과 정도에 차이가 있다. 특히 생태계의 복잡성으로 인해 자연기반해법을 통한 개입은 목표효과에 미달하거나, 생태계에 잠재적 위험을 초래할 수 있는 불확실성이 존재한다 (Albert et al., 2021; IUCN, 2020; Kabisch et al., 2022). 따라서 자연기반해법은 계획-평가 전 과정에서 단계적으로 유효성이 검토될 필요가 있다.

**[Why]** 자연기반해법의 의사결정은 매우 복잡할 수 있어, 근거기반접근은 이해관계자에게 정보를 제공하며, 다학제 의사소통과 의사결정과정을 위한 기초가 된다 (Frantzeskaki et al., 2019). MRV를 통한 탄소저장 및 흡수량, 생태계서비스 증진량 등 NbS 기여에 대한 실증적 근거는 사회구성원에게 자연기반해법을 이해할 기회를 제공하고 자연기반해법의 확산을 위해 매우 중요한 방향성이 될 수 있다. 우리나라 도시는 개발압력이 높고 다양한 이해관계가 존재하는 곳이기에 근거기반 의사결정이 매우 중요하다.

**[How]** 근거기반 접근은 기초 데이터 확보, 계획평가를 위한 NbS 분류체계, 방법론의 고도화를 통해 가능하다. 첫 번째로(수단 1) 현황진단을 위한 기초 데이터 확보가 필요하다. NbS와 탄소중립도시에 대한 국내연구는 탄소공간지도, 탄소흡배출계수 등 정량적 기초데이터 확보 부족을 지적하고 있다(Park et al., 2021; Yoon et al., 2023). 자연기반해법을 통한 계획사업의 설계를 위해서는 정확한 현황진단평가가 우선되어야 하며, 현황정보의 DB 구축과 공간 지도화가 병행되어야 한다. (수단 2) 두 번째로, 계획 및 평가 활용성을 위한 자연기반해법 공통 유형과 분류체계가 필요하다. Eggermont et al. (2015)의 연구처럼 자연기반해법 유형은 보전-관리-신규조성 3가지로 분류되고 있으나, 실제 도시 정책 및 계획적 적용을 위해서는 자연기반해법의 적용 목적에 따른 세부 유형과 조치의

분류체계가 필요하다. 현재 자연기반해법의 분류체계는 생태계서비스와 토지이용을 중심으로 분류되거나(Almenar et al., 2021), 그린인프라유형(Green Infrastructure Typology, GIT) 분류(Bartesaghi-Koc et al., 2019)와 수직·수평요소 등 구조적 측면(Castellar et al., 2021)에서 제안되고 있다. 이러한 자연기반해법 분류체계는 물리·구조적 현황을 잘 보여줄 수 있으나, 보전이나 관리 행위 NbS의 반영 유무를 나타내기는 어렵다. 질적 관리·보존행위 유무를 반영할 수 있는 자연기반해법의 세부 유형과 분류체계가 존재한다면 실제 공간계획 측면에서 NbS 계획평가가 용이할 것으로 보인다. (수단 3) 마지막으로 근거기반 접근을 위해, 정량적 모델링의 활용과 정성적 가치평가 반영 등 방법론의 고도화가 필요하다. 우선 자연기반해법 평가는 주로 지표기반 평가나 생태계서비스 모델을 활용한다(Sowińska-Świerkosz and Garcia, 2021). 그러나, MRV 이행을 위해 프로세스 모델링 등 정량적 방법론의 고도화가 필요하다. 지표 기반 평가나 면적 기반 정량 모델링은 한 시점에 대한 평가만 가능하며, 전체적인 변화 측면에서 효과를 파악하기 어려울 수 있다. 정량 모델링의 고도화와 더불어 시나리오 계획-모델링의 적극적인 활용이 필요하다. 시나리오 계획-모델링은 초기 계획안의 방향성과 목표치 수준의 제안에 도움이 될 수 있으며, 목표 달성을 위한 다양한 경로를 탐색하고 구체화에 효과적이다(Amer et al., 2013). 시나리오 모델링을 통한 계획안의 잠재적 효과평가는 계획안의 피드백과 목표치 구체화, 상쇄 효과 검토 측면 활용이 가능해(Albert et al., 2019, 2021), 자연기반해법의 의사결정과 계획-평가절차의 주요 방법론이 될 수 있다. Orozco-Messana et al. (2022)의 연구는 자연기반해법 MRV 측면에서 참고할 수 있는 사례이다. 이 연구는 바르셀로나 지구단위 스케일에서 그린인프라 조성계획의 실증적 효과를 도출하였다. 계획안의 도시 참여에 대한 CFD (Computational Fluid Dynamics) 모델링을 진행하고 실제 사업 완료 후 현장 미기후 데이터를 측정하여 계획안과 비교 검증을 시도하였다. 일관성, 정확성 제고를 위해 사례대상지의 GIS 디지털트윈 모델을 구축하여 모니터링 지점의 관리를 용이하게 하였으며, 확보된 결과 데이터를 EU 데이터 표준화 프로토콜 DB 형태로 보고하고 있다. 고정 모니터링 지점의 발굴과, 과거 사업의 유지년 수 측면 효과 등 자연기반해법의 효과 사례연구가 누적된다면, Filazzola et al. (2019)의 연구처럼 정량적 메타분석 연구로 응용이 가능하며 자연기반해법의 효과성 검토와 기초데이터 확보에 유용할 것으로 보인다.

다만 모든 진단평가를 비용, 면적 등 정량적 측면에서 서술한다면 문화적 생태계서비스 등 질적 가치가 충분히 고려될 수 없으므로 빅데이터 기반 설문조사 및 문헌 연구를 기반으로 정성적 측면의 효과의 정량화 방법론 개발의 시도가 필요하며, 이 과정에서 시민과학 측면 자연기반해법 효과 모니터링 방안과 연계될 필요가 있다.

### 3.2. 법제도 연계

**[What]** 자연기반해법 구현을 위해 법제도를 연계한다는 것은 NbS 계획사업이 기존 법제도를 충족하고, 법제를 근거 및 수단으로 활용하는 것이다. 기존 법제도는 자연기반해법 계획사업의 이행 근거와 범위 지정, 이행 수단이 될 수 있다. NbS 계획사업의 이행 근거란 계획사업의 법적 지위와 이행 강도(i.e., 이행 의무의 차이)를 설정하는 것이며, 계획사업의 범위를 지정하는 것은 공간규모(e.g., 국토, 지역, 도시·단지, 개별 건축물)와 목표치를 설정하는 것이다. 이행 수단은 지표, 방법론, 데이터로 활용이 가능한 요소를 말한다(Table 4).

**[Why]** 자연기반해법 구현에서 법제도 연계가 중요한 것은 정책입안자에게 자연기반해법 계획사업의 타당성을 부여하며, 국가와 정책에서 해결이 필요한 방향성과 내용을 반영하기 때문이다(DG RTD, 2021).

**[How]** 첫 번째로 (수단 1) 기존 계획제도와 연계가 필요하다. 자연기반해법은 도시계획, 환경계획으로 작동되는 경우가 많다. 기존 법제도의 NbS 측면 활용 가능 사례를 일부 발췌하여 Table 4로 정리하였다. 예로 들어, 도시근기본계획의 전략과 세부 사업으로 자연기반해법을 계획한다는 것은 도시 전체 공간 범위를 지정하는 것으로 해석할 수 있으며 도시계획의 방향성에 자연기반해법을 반영하는 것으로 이해할 수 있다. 그러나 공간계획에서 도시 내 자연기반해법이 구현되는 공간(e.g., 도시공원, 도시녹지)은 도시계획의 부문이나, 기후 적응, 생물다양성, 보전·복원의 내용은 환경계획이 관할하여 법적 지위와 이행 의무에서 차이가 있다. 도시근기본계획은 국토계획법 제19조에 수립 근거가 존재하고 국토계획평가 대상이지만, 시군구 환경보전계획의 경우 법률적 수립 근거가 없다. 즉, 자연기반해법의 근거는 여러 법에 분할되어 있고, 법 제도별 이행 의무 정도가 달라 자연기반해법 구현을 위해 법적 지위와 이행 의무를 고려할 필요가 있다. 이행 수단의 사례로 생태면적률, 습지총량제 제도는 자연기반해법의 계획 시 목표치 선정이나 지표 활용이 가능하며,

Table 4. Examples of the legal system as a means of implementing NbS

Law	Content	NbS Implementation Direction
<p><b>Framework Act On Carbon Neutrality And Green Growth For Coping With Climate Crisis</b> Article 44 (Management of Green Homeland)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In terms of green land management, it is necessary to reflect the Expansion of forests and green areas, and conservation of the ecological network and restoration of the ecosystem in multi-regional areas in Urban or Gun master plans under the National Land Planning and Utilization Act</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Implementation basis : Legal status</li> <li>② Scoping : Spatial scale, Set target</li> </ul>
<p><b>Framework Act On Environmental Policy</b> Article 21 (Environmental Consideration for Development Plans and Projects)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Where the State or the head of a local government develops a plan for the utilization or development of land, it or he or she shall take into consideration the relevant comprehensive national environmental plan, City/Do environmental plan and Si/Gun/Gu environmental plan (hereinafter referred to as “comprehensive national environmental plan, etc.”) and the environmental capacity of the relevant area.</li> <li>(2) Where the head of a relevant central administrative agency, a Mayor/Do Governor, or the head of a Si/Gun/Gu grants permission, etc. for any project involving the utilization or development of land, he or she shall take into consideration the relevant comprehensive national environmental plan, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Implementation basis : Legal status</li> <li>② Scoping : Spatial scale, Set target</li> <li>③ Implementation Means : Indicator, Methodology</li> </ul>
<p><b>Natural Environment Conservation Act</b> Article 4 (Responsibilities of the State, Local Governments, and Business Entities)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>To take necessary measures such as preventing business activities from damaging the natural environment, voluntarily restoring or recovering the natural environment to cope with damaged natural environment, or securing the <b>ecological area ratio</b> (referring to the ratio of soil area that has ecological functions or natural circulation functions in the development area) prescribed by Ordinance of the Ministry of Environment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>② Scoping : Set target</li> <li>③ Implementation Means : Indicator, Methodology</li> </ul>
<p><b>Natural Environment Conservation Act</b> Article 34-2 (Drafting and Utilization of Urban Ecological Maps)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Special Metropolitan City Mayor, a Metropolitan City Mayor, the Special Self-Governing City Mayor, the Special Self-Governing Province Governor, or the head of a Si (referring to the head of a Si under Article 2 (1) 2 of the Local Autonomy Act; hereafter the same shall apply in this Article) shall draft a detailed ecological and natural map of an urban area under his or her jurisdiction (hereinafter referred to as “urban ecological map”) on the basis of the ecological and natural map drawn up by the Minister of Environment, and redrafts it every five years reflecting the changes in urban environment. In such cases, the urban ecological map shall be drawn on a map the scale of which is at least 1 to 5,000.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>③ Implementation Means : Data</li> </ul>
<p><b>Water Environment Conservation Act</b> Article 27-2 (Formulation of Plans for Restoring Aquatic Ecosystems)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Minister of Environment, a Mayor/Do Governor, or the head of a Si/Gun/Gu may formulate and implement a plan for restoring the aquatic ecosystem (hereinafter referred to as “restoration plan”) of an area which requires improvements in water quality or an area, the aquatic ecosystems within which has been substantially damaged, thus requires restoration as a result of the measurement and survey conducted under Article 9 or 9-3.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Implementation basis : Legal status, Implementation intensity</li> <li>② Scoping : Spatial scale</li> </ul>

<p><b>Act On The Conservation And Use Of Biological Diversity</b> Article 16 (Contracts for Payments for Ecosystem Services (PES))</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Government may conclude a contract, which addresses the maintenance and management of natural scenery and natural resources, changes in the methods of land cultivation, reductions in the use of chemical materials, the creation of wetlands, other methods of land management, etc. (hereinafter referred to as “PES contract”), with a land owner, occupant or manager, or may recommend the head of a local government to conclude a PES contract, to ensure the systematic conservation and promotion of ecosystem services such as Ecological and scenery conservation areas, Natural parks and wildlife protection zone.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>② Scoping : Set target</li> <li>③ Implementation Means : Indicator, Methodology</li> </ul>
<p><b>Act On Urban Parks And Green Areas</b> Article 12-2 (Contracts for Use of Sites for Urban Parks)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>After an urban or Gun management plan for building an urban park is determined, the Special Metropolitan City Mayor, a Metropolitan City Mayor, a Special Self-Governing City Mayor, a Special Self-Governing Province Governor, or the head of a Si/Gun may enter into a contract for use of a site for the urban park (hereinafter referred to as “contract for use of a park site”) with the relevant land owner for all or any part of the site to build the urban park.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>② Scoping : Set target</li> <li>③ Implementation Means : Methodology</li> </ul>
<p><b>National Land Planning And Utilization Act</b> Article 27 (Basic Surveys to Formulate Urban or Gun Management Plans)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Minister of Land, Infrastructure and Transport, a Mayor/Do Governor, or the head of a Si/Gun shall include a land suitability assessment and a disaster vulnerability analysis in the details of a basic survey under paragraph (1). &lt;Amended on Mar. 23, 2013; Jan. 6, 2015&gt;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Implementation basis : Legal status, Implementation intensity</li> <li>③ Implementation Means : Indicator, Methodology, Data</li> </ul>

※Note (Korea Legislation Research Institute, 2024)

- ① Implementation basis(이행 근거) : Legal status, Implementation intensity / ② Scoping(범위지정) : Spatial scale, Set target /
- ③ Implementation means(이행 수단) : Indicator, Methodology, Data

생태계서비스 지불제, 녹화·녹지 계약 등은 NbS 보전관리 수단으로 작동할 수 있다.

**[How]** 두 번째로 (수단 2) 현황데이터의 법제 연계 개선이 필요하다. 앞서 근거기반접근에서 살펴봤듯 자연기반해법 구현을 위해 우선 필요한 것은 현황진단이나, 국가정책에 손쉽게 활용할 수 있게 법제도와 연계된 현황데이터가 필요하다. 도시지역 내 현황진단을 할 수 있는 대표적인 정보로 도시생태현황도가 있다. 도시생태현황도는 토지이용현황도, 토지피복도, 지형주제도, 현존식생도, 동물상주제도 등을 기반으로 추가 현장조사를 거쳐 바이오톱을 1~5등급으로 평가한 지도이다(Kim et al., 2020). 현재 지자체별로 바이오톱지도를 구축해 도시계획과 환경계획 부문에서 활용하도록 권고되고 있어, 바이오톱지도는 NbS 계획사업 수립 측면 참고가 가능하다. 그러나, 도시생태현황도는 기후 측면 핵심 요소인 ‘탄소’가 검토되지 않아 기후 대응 정책에서 활용이 어렵고, 5년 단위 갱신으로 인해 빠르게 현황정보를 반영하지 못하고 있다. 추후 탄소 등의 정보가 반영된다면 도시생태현황도의 일관된

공간 유형 형태를 분류기준으로 하여 자연기반해법 계획·평가 활용을 기대해 볼 수 있을 것으로 보인다. 현재 법조항과 여러 제도로 자연기반해법 구현 근거와 수단이 존재하기에 자연기반해법이 우리나라에서 잘 구현되기 위해서는 분할된 법과 제도를 계획안으로 엮어서 반영하는 것이 중요할 것이다.

### 3.3. 생물다양성과 생태계서비스 증진

**[What]** 자연기반해법에서 생물다양성을 고려하는 것은 다차원적 생물다양성 정의를 반영하고 계획·평가를 반영하거나 자연기반해법 계획사업 전의 생태계서비스의 수준을 유지하며, 자연기반해법 조치를 통해 생태계서비스의 순이익(Net-gain)을 유도하는 것이다.

**[Why]** 자연기반해법 내 생물다양성이 중요한 이유는 생물다양성이 생태계서비스의 지지기반이며(Elmqvist et al., 2015; Schwarz et al., 2017), 자연기반해법 계획사업이 생물다양성과 생태계서비스 손실을 초래할 수 있기 때

문이다(Giordano et al., 2020; Sharifi, 2021).

**[How]** 첫 번째로 (수단 1) 자연기반해법 계획사업의 평가는 다차원적 생물다양성 정의 측면 수행되어야 한다. 생물다양성은 유전적(Genetic), 분류학적(Taxonomic), 구조적(Functional), 계통적(Phylogenetic), 서식처(Habitat) 등 다차원적인 정의를 가진다. 그동안 도시계획에서는 생물다양성을 반영하지 않거나 환경계획은 분류학적, 생태계 다양성 맥락에서 수립되었으나, 기후변화 정책과 연구에서 도시생태계 영향과 적응-진화 과정의 설명이 요구되고 있다(Fischer et al., 2010; Lyashevskaya and Farnsworth, 2012; Naeem et al., 2016; Uchida et al., 2021). 도시공간과 시민 기준 체감이 가능한 생물다양성 정의는 한정적일 수 있으나 관리 전략 측면에서 다차원적 생물다양성 개념이 도시조성과 관리 계획에 반영되어야 한다. 토론토시는 계통학적 생물다양성을 가로수 조성 전략에 반영 중으로 (Knapp and MacIvor, 2023), 가로수 수종을 5-10-20 비율로 조성하여 계통 거리가 먼 종을 도입하고 원예공급업체가 납품하는 목목별 유전적 다양성 제공 정도를 지자체가 관리하고 있다(Knapp and MacIvor, 2023).

(수단 2) 자연기반해법 MRV 내 ‘생물다양성. 생태계서비스’에 대한 NbS 효과 및 영향 보고가 필요하다. 이는 자연기반해법 계획사업 결과가 기존 생물다양성에 어떤 정도의 영향을 주었는지, 상쇄 효과의 발생여부를 다루는 사후모니터링이다. MRV 내 생물다양성과 생태계서비스 보고는 계획사업 이후에도 이전 수준을 유지하거나, 순이익이 발생했는지로 평가되어야 한다. 이를 위해 우선적으로 고려하고자 하는 생물다양성의 범위를 결정하고 활용 가능한 지표, 수집 필요한 데이터를 반영하여 지표 선정이 되어야 할 것이다. 상쇄 효과의 발생여부는 생태계서비스 간 상쇄 효과(e.g., 탄소 저장 vs 물 흐름)나 생물다양성과 기타 사회적 문제 간 상쇄 효과를 의미하며, 이는 공간계획 측면 검토가 필요하다. 신재생에너지 입지와 자연기반해법 계획사업 입지의 중복성과, 도시재개발 과정 내 토양 탄소 배출이 상쇄 효과 발생 사례이며 시나리오 평가나 최적화 방법론을 활용해 상쇄 효과를 최소화하는 것이 중요하다.

### 3.4. 이해관계자 참여·확산

**[What]** 자연기반해법 구현을 위한 이해관계자 참여·확산이란 자연기반해법 계획평가 내 이해관계자의 역할을 제고하고, 이해관계자 간 거버넌스, 수혜적 상쇄 효과의

해결책을 강구하는 것이다.

**[Why]** 자연기반해법 구현을 위해 이해관계자가 중요한 이유는 시민부터 정부와 지자체, 연구자, 실무자, 시민단체, 산업계 등 다양한 사회구성원이 연계되어 의사결정과정의 복잡하며, NbS 계획사업이 사회경제적 요인과 연계되어 형평성 문제를 초래하기 때문이다. 이해관계자 참여는 NbS의 사회적 공감대를 형성하고 확산 기반이 되므로 NbS 구현 시 이해관계자의 역할은 중요하다(Eggermont et al., 2015; IUCN, 2020; Seddon et al., 2020, 2021).

**[How]** (수단 1) 이해관계자 참여를 위해 우선 이해관계자의 역할 식별과 의사결정과정 내 다양한 역할을 수행해야 한다. 이해관계자는 자연기반해법 계획사업의 전반적인 기획과 참여, 현황측정, 효과 검증 등 다양한 역할을 할 수 있다(IUCN, 2020; Scott and Moloney, 2022). 이해관계자는 문제 식별 및 의견 수렴, 계획안과 대안, 합의안 도출 등 계획과정에 필수적이다. 이해관계자는 NbS 자연기반해법의 진단평과와 MRV에 시민과학(Citizen Science)으로 기여할 수 있다. 시민과학은 비전문가인 시민들이 생태학 등 과학 관련 연구에 참여해 전문가와 협력하는 다양한 방식이다(Koh et al., 2019). 데이터 수집과 검증뿐만 아니라 PMRV (Participatory MRV)와 같이 문제해결에 주민의 지식을 활용할 수 있으며(Neset et al., 2020; Tengö et al., 2021), 도시는 인구와 자본이 밀집되어 있어 시민과학의 활용성이 높을 것으로 예상된다. 이를 위해 다양한 이해관계자가 프로젝트에 어떻게 참여하고 어떤 형태의 소통방식이 사용되는지를 파악하거나, 학제-이해관계자 교육 등 여러 형태의 활발한 참여가 필요하다(Kabisch et al., 2022; Raymond et al., 2017).

**[How]** (수단 2) 자연기반해법 계획사업의 공간 대상과, 행정 주체, 수혜-비수혜 대상 등 여러 이해관계자 간 발생하는 수혜 측면 문제의 해결책이 필요하다. 이는 다른 가치관을 가진 이해관계자 간 충돌로, 주체 간 갈등이나, 지역 주민의 인식과 과학적 결과의 차이로 인한 의견충돌 등을 포함한다. 수혜 측면 상쇄 효과는 사회적 계층이나 성별 등 형평성과 계획사업의 비수혜자의 부담 가중 등을 포함한다. 자연기반해법 계획사업은 도시, 국토를 대상으로 하는 공간계획의 영역으로 구성된 대상과 수혜대상이 직접적으로 일치하지 않을 수 있다. 이를 위해 계획 시 접근성, 연결성 등을 고려하고 상쇄 효과 해결을 위해 포용적 관점의 논의와 갈등관리, 자연기반해법 계획안 수정 및 투명한 의사결정이 함께 이루어져야 한다(Smith et al., 2021). 특히 이해관계자의 직간접적인 영향, 수혜-비수혜 여부를 식별

하여 인센티브 제도나 지불제 등 형평성·보상 제도(e.g., 인센티브, 지불제) 등의 해결책 제시가 필요하다.

#### 4. 결론 및 토의

기후 위기 대응과 탄소중립도시 구현 수단으로 자연기반해법의 개념과 실체에 대한 논의가 지속 중이다. 정부, 연구자, 민간을 포함한 자연기반해법 도입의 활발한 논의는 도시화, 기후영향으로 인해 저하된 자연생태계를 증진하고 탄소흡수원으로의 활용 등 공편익을 지향하고 지속가능성을 도모하기 위한 새로운 사회적 담론으로 해석할 수 있다.

이 연구는 국내외 선행연구를 바탕으로 자연기반해법 구현을 위한 원칙과 수단을 제안하고 기후 대응 정책 방향에 대한 시사점을 제공하고자 노력하였다. 자연기반해법의 구현 시 근거기반 접근, 법제도 연계, 생물다양성과 생태계서비스 증진, 이해관계자 참여·확산이 중요하게 반영되어야 하며, 구현 수단에 대한 연구, 정책 측면 활용이 필요하다. 자연기반해법은 포괄적인 유사 개념을 담기에 실제 공간과 정책으로 구현할 때 모호성이 발생한다. 본 연구에서 제안한 자연기반해법 구현원칙은 실제 정책사례 구현시 “자연기반해법”이란 용어를 쓰기 위한 요건과 지향점으로 활용될 수 있다. 또한 원칙별로 제안된 수단의 경우 일부사례에 한정했으나, 현재 존재하고 있는 제도가 자연기반해법으로 근거할 수 있음을 사례적으로 나타내었다.

이 연구는 도시지역에 한정해 자연기반해법의 구현 원칙을 탐색하였으나 사례중심으로 서술된 한계를 가지며, 추후 실증적 사례연구와 병행되어 원칙의 유효성을 검증할 필요가 있다. 또한 자연기반해법이 기후 위기 대응에 있어서 긍정적인 해결책임에 중점을 두어 연구를 진행했으나 비판적인 시각에서 검토도 필요하다. Seddon et al. (2021) 처럼 자연기반해법이 탈탄소정책의 제약을 초래하고 그린워싱 수단으로써 악용 등 비판적인 관점에서 자연기반해법의 유효성을 살펴보아야 한다.

그러나 기후 위기 시대를 맞이해 자연기반해법이란 개념이 등장한 것은 그동안 도시-자연생태계 간 존재했던 다양한 갈등과 기회요인을 넥서스적 측면에서 이해·해결하려는 시도로 인식할 수 있으며 향후 미래 사회의 존속과 추후 기후 대응에 있어서 자연기반해법은 매우 중요한 접근 방향이 될 것으로 기대된다.

## 사사

이 연구는 생물자원관의 2023년도 수탁과제 「자연기반해법 적용을 위한 생물다양성 정보 분석(NIBR202304109)」의 연구결과를 기초로 작성되었습니다.

## References

- Albert C, Brillinger M, Guerrero P, Gottwald S, Henze J, Schmidt S, Ott E, Schröter B. 2021. Planning nature-based solutions: Principles, steps, and insights. *Ambio* 50(8): 1446-1461. doi: 10.1007/s13280-020-01365-1
- Albert C, Schröter B, Haase D, Brillinger M, Henze J, Herrmann S, Gottwald S, Guerrero P, Nicolas C, Matzdorf B. 2019. Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute? *Landsc Urban Plan* 182: 12-21. doi: 10.1016/j.landurbplan.2018.10.003
- Almenar JB, Elliot T, Rugani B, Philippe B, Navarrete Gutierrez T, Sonnemann G, Geneletti D. 2021. Nexus between nature-based solutions, ecosystem services and urban challenges. *Land Use Policy* 100: 104898. doi: 10.1016/j.landusepol.2020.104898
- Amer M, Daim TU, Jetter A. 2013. A review of scenario planning. *Futures* 46: 23-40. doi: 10.1016/j.futures.2012.10.003
- Bartesaghi-Koc C, Osmond P, Peters A. 2019. Mapping and classifying green infrastructure typologies for climate-related studies based on remote sensing data. *Urban For Urban Green* 37: 154-167. doi: 10.1016/j.ufug.2018.11.008
- Calliari E, Staccione A, Mysiak J. 2019. An assessment framework for climate-proof nature-based solutions. *Sci Total Environ* 656: 691-700. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.341
- Castellar JAC, Popartan LA, Pueyo-Ros J, Atanasova N, Langergraber G, Säumel I, Corominas L, Comas J, Acuña V. 2021. Nature-based solutions in the urban

- context: Terminology, classification and scoring for urban challenges and ecosystem services. *Sci Total Environ* 779: 146237. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146237
- Cohen-Shacham E, Andrade A, Dalton J, Dudley N, Jones M, Kumar C, Maginnis S, Maynard S, Nelson CR, Renaud FG, Welling R, Walters G. 2019. Core principles for successfully implementing and upscaling nature-based solutions. *Environ Sci Policy* 98: 20-29. doi: 10.1016/j.envsci.2019.04.014
- DG RTD (Directorate-General for Research and Innovation). 2021. Evaluating the impact of nature-based solutions – A handbook for practitioners; [accessed 2023 Dec 28]. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/244577>
- Eggermont H, Balian E, Azevedo JMN, Beumer V, Brodin T, Claudet J, Fady B, Grube M, Keune H, Lamarque P, Reuter K, Smith M, van Ham C, Weisser WW, Le Roux X. 2015. Nature-based solutions: New influence for environmental management and research in Europe. *GAIA* 24(4): 243-248. doi: 10.14512/gaia.24.4.9
- Elmqvist T, Setälä H, Handel S, van der Ploeg S, Aronson J, Blignaut J, Gómez-Baggethun E, Nowak D, Kronenberg J, de Groot R. 2015. Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Curr Opin Environ Sustain* 14: 101-108. doi: 10.1016/j.cosust.2015.05.001
- Filazzola A, Shrestha N, MacIvor JS. 2019. The contribution of constructed green infrastructure to urban biodiversity: A synthesis and meta-analysis. *J Appl Ecol* 56(9): 2131-2143. doi: 10.1111/1365-2664.13475
- Fischer M, Bossdorf O, Gockel S, Hänsel F, Hemp A, Hessenmöller D, Korte G, Nieschulze J, Pfeiffer S, Prati D, Renner S, Schöning I, Schumacher U, Wells K, Buscot F, Kalko EKV, Linsenmair KE, Schulze ED, Weisser WW. 2010. Implementing large-scale and long-term functional biodiversity research: The biodiversity exploratories. *Basic Appl Ecol* 11(6): 473-485. doi: 10.1016/j.baae.2010.07.009
- Frantzeskaki N, McPhearson T, Collier MJ, Kendal D, Bulkeley H, Dumitru A, Walsh C, Noble K, van Wyk E, Ordóñez C, Oke C, Pintér L. 2019. Nature-based solutions for urban climate change adaptation: Linking science, policy, and practice communities for evidence-based decision-making. *BioScience* 69(6): 455-466. doi: 10.1093/BIOSCI/BIZ042
- Giordano R, Pluchinotta I, Pagano A, Scricciu A, Nanu F. 2020. Enhancing nature-based solutions acceptance through stakeholders' engagement in co-benefits identification and trade-offs analysis. *Sci Total Environ* 713: 136552. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.136552
- Griscom BW, Adams J, Ellis PW, Houghton RA, Lomax G, Miteva DA, Schlesinger WH, Shoch D, Siikamäki JV, Smith P, Woodbury P, Zganjar C, Blackman A, Campari J, Conant RT, Delgado C, Elias P, Gopalakrishna T, Hamsik MR, Herrero M, Kiesecker J, Landis E, Laestadius L, Leavitt SM, Minnemeyer S, Polasky S, Potapov P, Putz FE, Sanderman J, Silvius M, Wollenberg E, Fargione J. 2017. Natural climate solutions. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 114(44): 11645-11650. doi: 10.1073/PNAS.1710465114
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2023. Climate change 2023: Synthesis report. Geneva, Switzerland: IPCC. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2016. Nature-based solutions to address global societal challenges; [accessed 2023 Dec 28]. <https://portals.iucn.org/library/node/46191>
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2020. Guidance for using the IUCN global standard for nature-based solutions: First editions. <https://portals.iucn.org/library/node/49071>
- Kabisch N, Frantzeskaki N, Hansen R. 2022. Principles for urban nature-based solutions. *Ambio* 51(6): 1388-1401. doi: 10.1007/s13280-021-01685-w
- Kabisch N, Stadler J, Korn H, Bonn A. 2017. Nature-based solutions for societal goals under climate

- change in urban areas: Linkages between science, policy and practice. Springer Open. doi: 10.1007/978-3-319-56091-5
- Kim H, Kim Y, Kim S. 2020. Study of the method of drawing up a regional biotope map (in Korean with English abstract). Suwon, Korea: Gyeonggi Research Institute. Basic Research 2020-02.
- Knapp S, MacIvor JS. 2023. Nature-based solutions and biodiversity: Synergies, trade-offs, and ways forward. In: McPhearson T, Kabisch N, Frantzeskaki N (eds). Nature-based solutions for cities. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing. p. 83-103. doi: 10.4337/9781800376762.00014
- Koh JK, Kim YS, Ye MJ. 2019. The potential of citizen science to address environmental issues. Gyeonggi Research Institute. <https://www.gri.re.kr/web/contents/resreport.do?schM=view&schPrjType=ALL&schProjectNo=6412&schBookResultNo=14362>
- Korea Legislation Research Institute. 2024. Statute of the Republic of Korea; [accessed 2024 Mar 3]. [https://elaw.klri.re.kr/kor\\_service/main.do](https://elaw.klri.re.kr/kor_service/main.do)
- Langergraber G, Pucher B, Simperler L, Kisser J, Katsou E, Buehler D, Mateo MCG, Atanasova N. 2020. Implementing nature-based solutions for creating a resourceful circular city. *Blue-Green Syst* 2(1): 173-185. doi: 10.2166/bgs.2020.933
- Lyashevskaya O, Farnsworth KD. 2012. How many dimensions of biodiversity do we need? *Ecol Indic* 18: 485-492. doi: 10.1016/j.ecolind.2011.12.016
- Maes J, Jacobs S. 2017. Nature-based solutions for Europe's sustainable development. *Conserv Lett* 10(1): 121-124. doi: 10.1111/conl.12216
- Marr MA, Marett DA, Wohlgenuth N. 2018. "MRV in practice" - Connecting bottom-up and top-down approaches for developing national MRV systems for NDCS. New York, USA: UNDP. Knowledge Product.
- Myung SJ, Oh IC. 2021. A study on Nature-based Solutions (NbS) for response to environmental crisis (in Korean with English abstract). Sejong, Korea: Korea Environment Institute. KEI Policy Report 2021-10.
- Naeem S, Chazdon R, Duffy JE, Prager C, Worm B. 2016. Biodiversity and human well-being: An essential link for sustainable development. *Proc R Soc B* 283(1844): 20162091. doi: 10.1098/rspb.2016.2091
- Neset TS, Andersson L, Uhrqvist O, Navarra C. 2020. Serious gaming for climate adaptation—Assessing the potential and challenges of a digital serious game for urban climate adaptation. *Sustainability* 12(5): 1789. doi: 10.3390/SU12051789
- Orozco-Messana J, Iborra-Lucas M, Calabuig-Moreno R. 2022. Combined greening strategies for improved results on carbon-neutral urban policies. *Buildings* 12(7): 894. doi: 10.3390/buildings12070894
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Moher D. 2021. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Int J Surg* 88: 105906. doi: 10.1016/j.ijisu.2021.105906
- Park J-H, Hong J-W, Sung S. 2022. Strategy for climate change actions based on case study of ecosystem-based adaptation (in Korean with English abstract). *J Clim Change Res* 13(2): 213-220. doi: 10.15531/KSCCR.2022.13.2.213
- Park JS, Ahn YH, Yoon EJ, Hong NE. 2021. National land initiative for the realization of a carbon-negative city. *Plan Policy* 479: 6-11.
- Presidential Commission on Carbon Neutrality and Green Growth. 2021. 2050 carbon neutrality scenarios. <https://2050cnc.go.kr/eng/contents/view?contentsNo=42&menuLevel=2&menuNo=49>
- Raymond CM, Frantzeskaki N, Kabisch N, Berry P, Breil M, Nita MR, Geneletti D, Calfapietra C. 2017. A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environ Sci Policy* 77: 15-24. doi: 10.1016/j.envsci.2017.07.008

- Schwarz N, Moretti M, Bugalho MN, Davies ZG, Haase D, Hack J, Hof A, Melero Y, Pett TJ, Knapp S. 2017. Understanding biodiversity-ecosystem service relationships in urban areas: A comprehensive literature review. *Ecosyst Serv* 27: 161-171. doi: 10.1016/j.ecoser.2017.08.014
- Scott H, Moloney S. 2022. Completing the climate change adaptation planning cycle: Monitoring and evaluation by local government in Australia. *J Environ Plan Manag* 65(4): 650-674. doi: 10.1080/09640568.2021.1902789
- Seddon N, Chausson A, Berry P, Girardin CAJ, Smith A, Turner B. 2020. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Phil Trans R Soc B* 375(1794): 20190120. doi: 10.1098/rstb.2019.0120
- Seddon N, Smith A, Smith P, Key I, Chausson A, Girardin C, House J, Srivastava S, Turner B. 2021. Getting the message right on nature-based solutions to climate change. *Glob Chang Biol* 27(8): 1518-1546. doi: 10.1111/gcb.15513
- Seddon N. 2022. Harnessing the potential of nature-based solutions for mitigating and adapting to climate change. *Science* 376(6600): 1410-1416. doi: 10.1126/science.abn9668
- Seto KC, Churkina G, Hsu A, Keller M, Newman PW, Qin B, Ramaswami A. 2021. From low- to net-zero carbon cities: The next global agenda. *Annu Rev Environ Resour* 46: 377-415. doi: 10.1146/annurev-environ-050120-113117
- Sharifi A. 2021. Co-benefits and synergies between urban climate change mitigation and adaptation measures: A literature review. *Sci Total Environ* 750: 141642. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141642
- Siddaway AP, Wood AM, Hedges LV. 2019. How to do a systematic review: A best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annu Rev Psychol* 70: 747-770. doi: 10.1146/annurev-psych-010418-102803
- Smith AC, Tasnim T, Irfanullah HM, Turner B, Chausson A, Seddon N. 2021. Nature-based solutions in Bangladesh: Evidence of effectiveness for addressing climate change and other sustainable development goals. *Front Environ Sci* 9: 737659. doi: 10.3389/fenvs.2021.737659
- Song J, Lee G, Kim H, Jeong J, An Y, Jo M, Moon M, Jeong S. 2022. Carbon neutral urban planning direction. *Urban Inf Serv* 478: 5-22.
- Sowińska-Świerkosz B, García J. 2021. A new evaluation framework for Nature-Based Solutions (NBS) projects based on the application of performance questions and indicators approach. *Sci Total Environ* 787: 147615. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.147615
- Tengö M, Austin BJ, Danielsen F, Fernández-Llamazares Á. 2021. Creating synergies between citizen science and indigenous and local knowledge. *Bioscience* 71(5): 503-518. doi: 10.1093/biosci/biab023
- Uchida K, Blakey RV, Burger JR, Cooper DS, Niesner CA, Blumstein DT. 2021. Urban biodiversity and the importance of scale. *Trends Ecol Evol* 36(2): 123-131. doi: 10.1016/j.tree.2020.10.011
- Yoon EJ, Lee HJ, Ahn SM, Ahn YH, Lee CHJ, Park JH, Kang HW, Jo KH, Lee JH. 2023. A study on the realization of Korean carbon neutral city (1): Focusing on the conceptualization and spatial planning (in Korean with English abstract). Sejong, Korea: Korea Research Institute for Human Settlements. Basic 23-35.