



아자부다이 힐즈(麻布台ヒルズ)에 나타난 자연기반해법(NbS)적 설계기법 분석 - 그린 인프라 설계기법과 자연기반해법 국제 기준과의 연계를 중심으로 -

Analysis of Nature-Based Solutions (NbS) Design Methods at Azabudai Hills

- Focusing on the Relationship between Green Infrastructure Design Methods and NbS Global Criteria by IUCN -

김영훈* · 윤희진**

Young-Hoon Kim* · Hee-Jin Yun**

* Main/Corresponding author, Professor Emeritus, Dept. of Architectural Engineering, Daejin Univ./Chairman of Lim Architecture Group, South Korea (kymyh@daejin.ac.kr)

** Coauthor, Professor, Dept. of Architecture, Kyonggi Univ., South Korea (hjyun@kgu.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: In this study, we will examine the ecological green infrastructure among the nature-based design methods appearing in Azabudai Hills, and examine the application examples of each element and the results of resolving environmental and social issues according to the nature-based solution standards. **Method:** First, we conducted basic research on the definition and outline of the nature-based solution (NbS) design method, and examined the contents of the eight standards and 28 detailed indicators of the IUCN that implicitly summarized it. Based on this, we established the framework and scope of analysis for analyzing the nature-based solution design method applied to Azabudai Hills. Lastly, the green infrastructure design methods, especially focused on green space applied to Azabudai Hills, green network design methods, and others were analyzed, and based on this, the relationship between each design method and the solution to social crisis and the consistency with the nature-based solution standards were comprehensively organized. **Result:** Azabudai Hills has created a large-scale green space of approximately 24,000m² and through planting plans centered on approximately 320 native species, it is characterized by a biodiversity conservation design method that not only restores and preserves the natural ecosystem and secures biodiversity, but also responds to climate issues such as reducing the urban heat island phenomenon. In addition, it is expanding the scope of application of nature-based solutions by building a green network that connects green spaces not only inside but also outside the complex.

KEYWORD

자연기반해법
아자부다이 힐즈
자연기반해법 8대 기준

Nature-Based Solution
Azabudai Hills
Eight Criteria of Nature-Based Solution

ACCEPTANCE INFO

Received Jan. 30, 2026
Final revision received Feb. 9, 2026
Accepted Feb. 13, 2026

© 2026. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

자연 생태계의 보호와 관리 및 복원 등을 통하여 기후 변화나 대기 오염 등의 환경오염, 생물다양성 감소 및 생태계 파괴, 감염병 확산, 식량이나 수자원 안보 등 인류가 직면한 사회 문제를 해결하고 이를 통해 인간 복지의 향상과 지속가능한 사회 발전에 공헌 가능한 실천적 전략을 의미하는 자연기반해법(Nature-based Solutions, 이하 NbS)은 기존의 기술 중심의 물리적 및 기술적 해결책 이외에 자연이 지닌 회복력과 자연 생태계의 지속 가능성을 추구한다는 점에서 환경 분야만이 아니라 도시 및 건축 분야에도 자주 나타나는 설계 기법이기도 하다[5].

일본의 경우, 2008년 6월 생물다양성의 보전과 지속가능한 이용에 관한 시책을 종합적 및 계획적으로 추진함으로써 풍부한 생물다양성을 보전하고 그 혜택을 후세에도 향유 가능한 자연과 공생하는 사회를 실현하기 위한 『생물다양성기본법(生物多様性基本法)』을 제정한 바 있으며 국토교통성(国土交通省)도 2023년 9월 국토의

적절한 관리, 안전 및 안심 지속가능한 국토, 인구 감소나 고령화에 대응한 지속가능한 지역 사회 형성 등 현안 과제에 대한 대응책 가운데 하나로 그린 인프라¹⁾ 추진 전략 2023(グリーンインフラ推進戦略 2023)을 제시하고 이를 통해 도시나 건축에 있어서 그린 인프라의 보급 촉진 및 다양한 분야로의 점진적 적용을 위한 7개의 시점을 제시하는 등 도시개발이나 건축물 전반에 대한 자연기반해법적 접근 방법을 통하여 네이처 포지티브(nature positive) 혹은 탄소 중립 등 자연과 공생하는 사회 실현에 노력하고 있다[1]. 이에 따라 이미 2023년 약 300여종의 식물과 조류 등이 공생하는 약 3,600m²의 오테마치노 도시 숲(大手町の森) 등을 통해 도시 숲 조성과 생태계 공생 등 자연을 기반으로 하는 다양한 시도가 이루어진 바 있으며 민간 차원에서도 생물 공생 사업(いきもの共生事業)이나 관련 인증을 통한 식물의 다양성 확보 등 다양한 자연기반해법적 시도가 이루어지고 있다.

그 가운데 2023년에 완공된 아자부다이 힐즈(麻布台ヒルズ)는 대규모 복합 도심 재개발 사업임에도 불구하고, 부지 면적의 약 38%에 달하는 녹지 공간 조성이나 경사지 지형 순응형 최소 개발 및 약 35년에 걸친 지역 주민과의 협의 체계를 통한 거버넌스 개발 모델 등 현존하는 기후문제가 생물 다양성 감소 및 생태계 파괴 등과 같은 범 사회적 문제 해결과 이를 통한 지역 주민의 삶의 질 향상을 동시

에 추구하는 자연기반해결적 설계 기법이 적용된 대표적 사례로 볼 수 있다. 특히 그린 앤드 웰니스(Green & Wellness)라는 개발 목표에서도 잘 나타나고 있듯이, 아자부다이 힐즈에서는 중앙 광장과 지층부 옥상층을 활용한 수직 정원 등 약 25,000m²의 녹지를 통해 자생종 중심의 자연 생태계 보호와 관리 및 복원 등 그린 인프라(green infra) 중심의 자연기반해법적 설계 기법이 나타나고 있다는 점에서 향후 도시 계획이나 건축을 포함한 개발 사업의 방향을 설정하는데 의미 있는 참고체계를 제공하는 사례라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 아자부다이 힐즈에 나타나는 자연기반해법 가운데 그린 인프라 설계기법을 중심으로 살펴보고, 2장에서 후술할 세계자연보전연맹(IUCN)의 자연기반해법 기준에 따라 각 요소별 적용 사례와 환경적 사회적 문제 해결 성과 등을 살펴보기로 한다. 이는 우리나라 경우도 지구 환경변화 대응 및 탄소중립 목표 달성을 위해 자연생태기반 흡수원의 필요성이 중요해지고 이를 위해 국내에 적합한 자연기반해법이 필요한 시점이라는 측면에서 유의미한 참고가 될 것으로 판단된다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 내용은 다음과 같다.

우선, 2장에서는 자연기반해법(NbS) 설계 기법의 정의 및 개요 등에 대한 기초적 연구를 진행하였으며 이를 함축적으로 요약한 세계자연보전연맹(IUCN)의 8대 기준과 28개 세부 지표에 대하여 그 내용을 살펴보았다.

3장에서는 아자부다이 힐즈에 적용된 자연기반해법 설계 기법을 분석하기 위한 분석의 틀 및 범위를 설정하였다. 분석의 틀은 2장에서 논한 세계자연보전연맹의 자연기반해법 8대 기준을 중심으로 각각 사회적 도전 과제 해결이라는 목표 설정과 이를 해결하기 위한 실행 전략 그리고 이에 대한 모니터링과 향후 지속 가능성 등으로 구분하였으며 이 가운데 규모를 고려한 설계(기준 2)와 생물 다양성 손익(기준 3), 경제적 타당성(기준 4) 및 거버넌스(기준 5) 등을 자연기반해법 설계를 위한 실행 전략 혹은 자연기반해결적 설계기법으로 정의하고 각 기준 간 연관관계 등을 고려하여 분석의 틀을 설정하였다. 분석의 범위는 자연기반해법적 설계기법 가운데 아자부다이 힐즈에 나타나는 가장 큰 특징 가운데 하나인 녹지 중심의 그린 인프라 설계기법을 중심으로 진행하였으며 기타 자연기반적 설계기법 적용에 대한 내용은 필요한 최소한에 그치고 있다. 이에 대해서는 3.2에서 자세하게 논하고 있다.

4장에서는 앞의 분석의 범위에서 제시한 아자부다이 힐즈에 적용된 녹지 중심의 그린 인프라 설계기법과 그린 네트워크 설계 기법 및 기타 설계 기법 등으로 나누어 각각의 내용을 분석하였으며 이를 기반으로 각 설계 기법과 사회적 과제 해결 내용과의 연관 관계 및 자연기반해법 기준과의 정합성 등을 종합적으로 정리하였다.

연구 방법은 주로 자연기반해법(NbS)에 관한 선행 및 관련 연구와 아자부다이 힐즈 공식 홈페이지 등 문헌 연구를 중심으로 진행하였으며 부분적으로 2025년 11월 진행한 현장 답사 결과 및 인공 지능 제공 정보 등도 부분적으로 참고하였다. 자연기반해법 적용에 대한 모니터링이나 검증 및 경제성 평가 등의 기준은 일정 기간 경과 후의 수치 등 정량적 데이터가 필요한 부분이기 때문에 본 연구에서

는 계획 단계나 현재 단계에서 파악 가능한 자연기반해법적 설계 기법에 한정되고 있다.

또한 자연기반해법이라는 용어는 원어 그대로 자연기반솔루션이나 자연기반해결 등의 용어로도 사용되고 있으나 아직 학술적으로 공인된 용어가 없기 때문에 본 연구에서는 가장 일반적으로 사용하고 있는 자연기반해법이라는 용어를 사용하고 있다.

2. 이론적 고찰

2.1. 자연기반해법(NbS)의 정의 및 개요

자연기반해법의 개념에 대해서는 이미 2008년 세계은행(World Bank)이 기후변화 대응 및 적응 방법으로서의 생물 다양성 보전과 관리의 중요성을 제시한 바 있으며 이후 세계자연보전연맹은 2013년부터 자연기반해법을 연맹의 공식 정책 과제로 채택한 후 「세계자연보전연맹 2013~2016년 프로그램(The IUCN Programme 2013-2016)」(2012)에서 환경위기 대응과 지속가능한 발전을 위한 글로벌 협력 전략으로 자연기반해법, 생물다양성 보전, 기후변화 대응 등 3가지 핵심 작업을 설정하고 2020년 「자연기반해법을 위한 세계자연보전연맹 글로벌 표준 지침」을 제시하면서 자연기반해법을 기후 변화 등의 현안 환경문제 해결을 위한 도구로 제시한 바 있다 [10,11]. 이후 2019년 9월 유엔 기후행동 정상회의(UN Climate Action Summit)에서 자연기반해법이 기후 변화와 생물다양성 보전의 핵심 수단으로 선언되었으며 파리 협정 이행을 위한 국가 온실가스 감축목표(NDC)를 제출한 168개 국가들 중 131개국이 자연기반해법을 기후변화 적응을 위한 전략이나 방법으로 제시하고 있는 등 기후 변화 대응이나 온실가스 감축 및 탄소 중립 등의 지구적 현안 문제 해결을 위한 주요 실천적 개념으로 언급되고 있다[5,6].

최진우, 김혜린(2022)[6] 등이 밝히고 있는 바처럼, 자연기반해법에 대한 학술적 정의는 명확하지는 않으나 동 논의가 학술적 분야 보다는 주로 국제 기관이나 기구를 통해 진행되어왔기 때문에 일반적으로는 자연기반해법에 대한 개념과 이행 수단 및 가이드라인을 제시하고 있는 세계자연보전연맹(IUCN)이나 기타 기관 및 기구 등의 정의를 인용하고 있다[6,7]. 「세계자연보전연맹 결의안」(2016)이나 「생물다양성 민간참여 가이드라인 제 3판」 등에 따르면, 자연기반해법은 「인간에게 웰빙과 생물다양성 혜택을 모두 제공하면서 동시에 사회적 문제를 효과적이고 적응적으로 해결하기 위해 자연 생태계 또는 변형된 생태계를 보호, 복원 및 지속가능하게 관리하기 위한 조치」로 정의되고 있다.²⁾ 동 연맹의 「자연기반해법을 위한 세계자연보전연맹의 국제표준 사용 지침」(2021)[9]의 8개 기준 가운데 제 8 기준인 자연기반해법의 주류화 및 지속가능성을 위해서 인간의 웰빙, 기후변화, 인권 신장 등에 기여해야 함을 세부 지표로 설정하고 있는 것도 같은 맥락에서 이해할 수 있다[9].

또한 일본 환경성(環境省)은 네이처 포지티브(Nature Positive) 경영을 설명하는 가운데 자연기반해법을 지구온난화 대책, 에너지 문제, 자원의 지속적 이용 등 다양한 현존 문제에 대하여 자연을 활용하는 대책으로 규정하고 일반적인 재해에 자연을 활용하는 생태계 기반 재난 위험 저감(Eco-DRR)이나 생물의 다양성과 생태계 서

비스를 활용하여 기후 변화의 부정적 영향에 대한 대처 혹은 적응을 목표로 하는 생태계 기반 적응(Ecosystem-based Adaptation, EbA) 등을 포괄하는 개념으로 설명하고 있다[2,4].³⁾ 사회문제 해결을 위한 사회자본정비나 마을만들기 사업 등에 자연을 자연자본재(自然資本財)로 인식하고 사회적 과제 해결을 위한 기반으로서 그 다양한 기능을 지속적으로 활용하는 국토교통성의 그린 인프라(Green infra)의 개념도 자연기반해법과 거의 동일한 개념으로 볼 수 있다[1]. 이 밖에도 유럽연합 집행위원회(EC, 2021)나 유럽 회의(Europe Parliament, 2017), 유엔기후변화협약 산하의 기후기술센터 네트워크(CTCN, 2021) 등의 정의도 거의 유사하게 나타나고 있다[7,8].

이 같은 면에서 보면, 자연기반해법은 해안 습지 복원, 도시 녹지 확충, 산림 관리 등과 같이 자연 기반의 지속가능한 관리와 복원을 통해 사회적 및 환경적 문제를 해결함으로써 사람과 자연 모두에게 이익을 주는 실천 방안 가운데 하나이며 나아가 기후변화 대응과 생물 다양성 보전, 탄소 저감 등 다양한 효과를 동시에 추구하는 포괄적 개념으로 정의할 수 있다.⁴⁾ 이처럼 자연기반 해법은 인프라로서 생태계 기능의 힘을 이용하여 사회와 환경에 이익이 되는 자연 서비스를 제공하고 있으며 사회적 문제 해결은 물론 생태계 복원 및 지속 가능 관리를 통한 지역 사회 기여 및 복지까지 아우르고 있기 때문에 기존의 사회 문제 해결을 위한 생태계 기반 접근법 등에 대한 상위체계로 볼 수 있다[9].⁵⁾ 또한 자연기반해법은 기존의 자연 해법이나 자연을 도구로 활용해 기후변화 방지는 물론 환경적, 사회적, 경제적 이익을 동시에 추구하고 지속가능성을 확보하는 생태계 기반 적응(EbA)이나 생태계 기반 재해위험 저감(Eco-DRR), 그린 및 블루 인프라⁶⁾ 등의 개념을 포괄적으로 포함하고 있는 통합적인 접근 방법으로 볼 수 있으며 자연에서 파생된 에너지나 자원 혹은 이미지를 활용하는 자연유도해법이나 자연 영감 해법 등 생태계 기능에 대한 직접적인 활용성이 부족하거나 생태계 보호나 복원이라는 공동의 이점을 창출하지 않는 개념보다는 상위 개념으로 볼 수 있다[9].

자연기반해법은 단순히 자연 환경을 보호하는 소극적 개념이라기보다는 자연의 기능을 활용하여 인간의 웰빙을 향상시키는 다기능적 접근으로 볼 수 있으며 이는 자연 생태계를 보호하거나 지속가능한 관리 및 복원을 통하여 기후 변화, 재난 위험 및 생물 다양성 감소 등 사회적 문제를 해결하는 적극적인 행위인 개입(intervention)을 전제하고 있다[9]. 자연기반해법의 개입 유형으로는 생태계 보호 및 복원, 지속가능한 관리, 그린 인프라 및 도시 계획 등이 있으며 그 방법으로는 복원, 관리, 보호, 창출의 네 유형으로 구분할 수 있다. 또한 세계자연보전연맹(IUCN)의 범주에 따른 유형으로는 복원에 기반한 접근, 특정 이슈 특화 접근, 자연인프라 등 기반시설에 기반한 접근, 관리에 기반한 접근 및 보호에 기반한 접근 등 다섯 가지 유형으로 구분하기도 한다[10].

2.2. 자연기반해법의 주요 기준과 세부 지표

자연기반해법의 주요 원칙은 세계자연보전연맹에서 제시한 8대 기준 및 이를 실행하기 위한 28개 세부 지표로 구성되고 있다. '자연기반해법을 위한 세계자연보전연맹의 국제 표준 사용 지침'에 따르면, 8개의 기준은 자연기반해법 프로젝트의 효과성, 타당성, 지속가

능성을 평가하고 확보하기 위한 표준이자 해당 자연기반해법이 성공적으로 이행되었는지 측정하는 평가 기준을 말하며 28개 세부 지표는 그 철학을 현장에서 검증하고 실현하기 위한 구체적인 실천 로드맵 및 평가 도구를 의미한다.

우선 8가지 기준은 기후변화, 재난 위험, 경제 발달 등 주요 사회 문제를 효과적으로 해결을 위한 '사회적 과제에 대한 도전'(과제 1), 설계 시 대상지의 전통이나 지리 환경뿐만 아니라 경제, 사회, 생태계 간의 상호작용 등 설계의 규모가 생태계 시스템을 지원할 수 있을 만큼 충분히 크며 지역적 맥락을 반영해야 한다는 '규모를 고려한 설계'(과제 2), 생태계의 건강성을 회복시켜 생물다양성과 생태계 서비스의 실질적 이득을 창출하는 '생물 다양성 순 증가'(기준 3), 자연기반해법의 비용 효율성을 평가하고 장기적인 경제적 지속 가능성을 확보하는 '경제적 실행 타당성'(기준 4), 이해관계자의 투명하고 민주적인 참여를 보장하며 권리를 존중하는 등의 '포용적이고 투명한 거버넌스'(기준 5) 자연기반해법을 통한 환경, 경제, 사회 분야의 주요 목표 달성과 다른 편익 사이의 갈등을 공정하게 관리하는 '이해상충 관계(trade-off)⁷⁾에 대한 균형성'(기준 6), 자연기반해법의 적용 관리 원칙에 기반한 '순유적 관리'⁸⁾(기준 7) 및 법적·제도적 안착을 통해 지속할 수 있는 자연기반해법의 '주류화와 지속 가능성'(기준 8) 등으로 구성되고 있다(Table 1).[9,10].

세부 지표는 각 기준별 3~4개로 구성되고 있다. 제 1기준의 경우, 자연기반해법을 실행하거나 검증하기 위해 사회적 과제의 우선순위 설정, 사회적 과제에 대한 이해 및 명문화, 자연기반해법 적용으로 인한 성과물 확인 및 주기적 평가 등 3개의 세부 지표로 이루어지고 있으며 제 2기준의 경우, 경제, 사회, 생태계 간의 상호작용 인식이나 대응, 상호 시너지 효과 고려, 도입 현장의 리스크 식별 및 통합 등의 3개의 세부 지표, 제 3기준의 경우 생태계 현황에 대한 근거 기반 평가 및 생태계 파괴에 대한 원인 파악 및 대응 등 4개의 세부 지표, 제 4기준은 자연기반해법 관련 직간접적 수혜자와 비용 부담자 구분이나 비용 효율성 검토 등 4개의 세부 지표, 제 5기준은 만장일치를 통한 모든 이해관계자 간의 갈등 해결 등 5개의 세부 지표로 구성되어 있다. 이 밖에 제 6기준은 자연기반해법 도입에 따른 상충관계에 대한 보호 장치 및 시정 등 3개의 세부 지표, 제 7기준에는 자연기반해법 도입에 대한 모니터링 및 평가 계획 등 3개 세부지표 그리고 제 8기준의 경우 자연기반해법 관련 정책 및 규제 등을 통한 활성화 등 3개의 세부 지표 등 자연기반해법 8개 기준에 대하여 총 28개의 세부지표가 제시되고 있다(Table 1).

자연기반해법의 8대 기준은 자연 기반과 사회 및 인간을 모두 고려한 접근 방법이면서 환경문제뿐만 아니라 사회 및 경제적 측면에 대한 기대효과 등 인류의 복지와 생물의 다양성을 동시에 이루기 위한 기준으로 볼 수 있으며, 이 같은 면에서 주요 기준을 그 성격상 목표로서의 통합적 접근(integration), 설계 기법으로서의 생태계기반 설계(ecosystem based design), 자연기반해법의 가치 및 철학으로서의 지속가능성, 문제 해결 및 관리 평가 측면에서의 적용성 및 유용성(Adaptability and Resilience) 그리고 함의를 통한 공동체 참여 및 포용성(Community Engagement and Inclusivity) 등으로 구분할 수도 있다. 또한 8개 기준은 사회적 환경적 현안 문제 해결을 위한 목표 설정과 이를 실행하기 위한 설계 전략 및 거버넌스 체계 구축,

Table 1. NbS 8 major criteria and detailed indicators based on IUCN

Criteria (global standard for NbS by IUCN)	Detailed indicators
1. Addressing societal challenges	1) Prioritizing the most urgent social challenges
	2) Understanding and articulating social challenges
	3) Verify and periodically evaluate well-being outcomes through NbS
2. Design at scale	1) Recognizing and responding to the interactions between economy, society, and ecosystem
	2) Considering inter-sectoral synergy through complementary introduction
	3) Risk identification and integration at the introduction site
3. Net gains for biodiversity and ecosystem integrity	1) Evidence-based assessment of the state of the ecosystem and identification and response to the causes of ecosystem destruction.
	2) Clear and measurable biodiversity conservation performance assessment and periodic review
	3) Monitoring of negative consequences arising from NbS
	4) Identifying and integrating opportunities to enhance ecosystem health and connectivity
4. Economic feasibility	1) Identify and specify direct and indirect beneficiaries and cost bearers related to NBS
	2) cost effectiveness study
	3) Available alternative solutions considering all external factors
	4) Consider resource-related options, such as markets or the public sector
5. Inclusive, transparent, and empowering governance	1) Resolving conflicts among all stakeholders (unanimous agreement)
	2) Recognition of the rights of indigenous peoples to participation based on mutual respect and to free, prioritized and informed consent
	3) Identify stakeholders directly or indirectly affected by NbS and ensure their participation in all procedures.
	4) Clarifying the rights and interests of stakeholders
	5) Establishing a joint decision-making system among stakeholders
6. Balance trade-offs	1) Safeguards and corrective measures for trade-offs resulting from the introduction of NbS
	2) Recognition of stakeholders' rights to use and access land and resources
	3) Periodic review of safeguards for compliance with mutually agreed upon trade-off limits and NbS stability.
7. Adaptive management based on evidence	1) Establishing an NbS strategy as the basis for regular inspections and business performance evaluations
	2) Development and implementation of a monitoring and evaluation plan for the entire NbS introduction process
	3) Applying a repetitive learning system to the entire NbS process
8. Sustainable and mainstreamed	1) Transformational change through sharing NbS design experience and insights
	2) Activation and mainstreaming through NbS-related policies and regulations
	3) Contributing to human well-being, climate change, and human rights advancement

자연기반해법의 지속가능성을 위한 효과 검증이나 평가 등으로 그 내용을 구분[9]할 수 있기 때문에 세계자연보전연맹의 자연기반해법 8개 기준은 사회적 과제 해결, 생물 다양성 순이익, 자연기반해법으로 인한 다각적 혜택, 포용적 거버넌스 및 적응형 관리 및 지속가능성 등 5개의 기준으로 구분되기도 한다[11]. 이를 간략하게 5대 원칙으로 칭하는 경우도 있다.

3. 분석의 틀 및 범위

3.1. 분석의 틀

본 연구에서는 기후 변화 등의 환경문제 해결뿐만 아니라 인간의 건강이나 웰니스 등을 동시에 해결하기 위해 아자부다이 힐즈에 적용된 자연기반해법을 살펴보고 있다. 현재 자연기반해법의 개념 정의나 기준 및 지표는 물론 이를 활용한 평가 도구 등은 세계자연보전연맹의 자연기반해법 8개 기준이나 자체평가도구가 일반적으로 인용되고 있기 때문에 본 연구에서도 기본적으로는 동 연맹의 기준 및 세부 지침을 활용하여 아자부다이 힐즈에 적용된 자연기반해법의 전반적인 내용을 분석하고자 한다.

그러나 앞의 2.2에서도 언급한 바와 같이, 세계 자연보존연맹이 자연기반해법 주기를 개념 설정, 개발, 이행 및 모니터링, 평가 및 종료 등으로 구분[9]하고 있는 것을 참조할 경우, 세계자연보전연맹의 8대 기준은 그 내용 상 기후 위기나 인간의 웰빙 등 환경적 사회적 문제 해결을 위한 목표 설정과 이를 실행하기 위한 설계 기법 및 이에 대한 검증과 확대를 위한 적응형 관리와 지속가능성 확보 등으로 나누어 볼 수 있으며 이에 따라 각 기준의 연관 관계 및 상관성을 재정리하면 다음 Fig. 1.과 같은 다이어그램이 도출 가능하다. 본 연구에서는 아자부다이 힐즈에 나타나는 자연기반해법의 내용을 알아보기 위해 상기의 다이어그램에 따른 각 기준별 반영 여부와 그 세부 내용을 분석하기로 한다.

특히 여기서 규모를 고려한 설계(기준 2)나 생물 다양성 확보 및 순이익(기준 3), 경제적 타당성(기준 4), 포용적 거버넌스(기준 5) 및 이용 배반 관계의 균형(기준 6)은 자연기반해법을 적용하기 위한 실천적 기준이자 방법론으로 볼 수 있으며 이 가운데 기준 2와 기준 3은 도시개발사업 등에 있어서 사회적 과제 해결(기준 1)을 위해 녹지 등 자연재를 적극적으로 활용한다는 점에서 앞의 2.1에서 언급한 그린 인프라(Green infra)의 주요 방법론으로 별도 규정 가능하다(Fig. 1.). 본 연구에서는 이를 통칭하여 자연기반해법적 설계기법으로

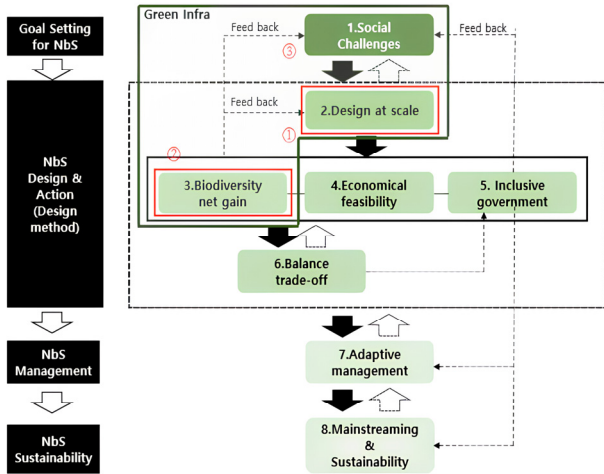


Fig. 1. Diagram for relationship between each criteria of Nbs based on Nbs global 8 standards by IUCN

로 명명하고 주로 이 부분에 대한 논의에 집중하고자 한다.

또한, 현재 세계자연보전연맹에서 자연기반해법의 8대 기준 일치를 계산 및 세계자연보전연맹 국제표준 준수 여부 등을 식별할 수 있는 자체평가 도구를 개발하여 자연기반해법 설계나 규모 및 검증 등에 사용하고 있으나[9] 평가 방법이 수치 등에 입각한 정량적 분석이라기 보다는 강력, 충분, 부분적 또는 불충분 등 4단계 구분 지표로 이루어진 정성적 지표이기 때문에 8대 기준 가운데 사회적 해결이나 생태계 보전 및 규모에 따른 설계 등에 집중하여 그 내용을 분석하는 본 연구에서는 세계자연보전연맹의 자체평가 도구에 따른 척도 분석 방법은 적용하고 있지 않다.

3.2. 분석의 범위

세계자연보전연맹의 자연기반해법 8대 기준에 기반한 상기 다이어그램(Fig. 1.)은 특정 개발 사업의 자연기반해법적 설계 기법이나 그 성과 및 상충관계의 해결, 이를 위한 거버넌스 체제 작동 여부 및 그 성과나 지속가능성 등을 종합적으로 파악하는데는 유의미하지만 이를 전체적으로 파악하기 위해서는 계획 단계부터의 자연기반해법적 설계 여부 검토는 물론 완공 후 장기간에 걸친 모니터링이나 관리 및 이에 따른 정량적 데이터 등이 필요하다.

그러나 2023년에 준공된 아자부다이 힐즈의 경우, 그곳에 나타나는 자연기반해법적 개발은 현재로서는 계획이나 준공 단계에서 나타나는 자연기반적 설계기법이나 지형 고려 규모 설계 등에 집중되기 때문에 본 연구에서는 우선적으로 동 개발 계획에서 나타나는 초기 단계의 자연기반해법 기준, 즉 기준 1부터 기준 6에 대한 분석에 논의가 주로 집중되고 있으며 이 가운데 아자부다이 힐즈가 도심 재개발 사업임을 고려하여 사회적 과제 해결(기준 1)을 위해 사회자본 정비나 마을만들기 사업 등에 자연을 자본재로 인식하고 과제를 해결을 위한 기반으로서 그 다양한 기능을 지속적으로 활용하는 그린 인프라의 개념으로서 기준 2와 기준 3에 대한 논의를 증점적으로 다루고 있다.

기타 유지 관리나 평가 및 확장성 등의 지속가능성 기준에 대해서

는 검증 가능한 데이터나 정량적 자료 등이 구축된 후 후속 연구를 통해 밝히기로 한다. 그리고 해당 사업이 1989년 마을 지주들을 중심으로 한 마을만들기 협의회(街づくり協議会)를 결성한 이래 약 35년간 지주 약 300여명과 주민 협의를 거치고 약 90% 이상의 재입주율 보이는 등 대화와 타협을 통한 개발사업 방식을 취하고 있다는 점에서 포용적 거버넌스(기준 5)의 기준과 세부 지표는 거의 만족하는 것으로 보이기 때문에 이 부분에 대한 내용은 본 연구의 분석 범위에서는 제외하거나 필요한 최소한의 범위에서 논하기로 한다. 또한 해당 사업은 일회성 프로젝트가 아니라 향후 모든 도심 재개발을 선도할 ‘환경-사회-경제 통합 모델’로 주류화되고 향후 일본의 차세대 도시 재생 모델로서 법적 지위를 인정받은 바 있기 때문에 주류화 및 지속 가능성 항목 또한 본 연구 범위에서 제외하거나 후속 연구를 통해 재논의하기로 한다.

따라서 본 연구에서는 주로 아자부다이 힐즈에 나타나는 자연기반해법 가운데 주로 설계기법으로서 의미가 있는 규모를 고려할 설계(기준 2)와 생물 다양성 확보(기준 3) 등 생태계 기반 그린 인프라 설계 기법에 대한 분석이 주로 이루어지고 있으며 이를 아자부다이 힐즈가 해결하고자 하는 사회 경제적 문제 해결(기준 1)과 연관시켜 그 분석 내용을 종합적으로 정리하고자 한다(Fig. 1.).


4. 아자부다이 힐즈의 자연기반해법(Nbs)적 설계기법 분석

4.1. 아자부다이 힐즈의 개발 배경 및 개요

아자부다이 힐즈는 도쿄도 미나토구 토라노몬 5초메, 아자부다이 1초메, 롯폰기 3초메 일대에 걸친 약 63,900m² 부지에 모리 JP 타워(약 330m, 64층)와 레지던스 A(약 240m, 54층), 레지던스 B(약 270m, 64층) 등의 고층건물군과 저층의 가든 플라자 A, B, D 등 3개 동 및 약 6,000m²의 중앙 광장 부분과 저층부 옥상녹화 등 약 24,000m²의 녹지와 국제학교, 문화시설 및 상업 시설 등이 콤팩트 시티로 계획된 총 연면적 약 861,700m²의 초대형 시가지 재개발 사업으로, 35년간에 걸친 지역 주민 협의 및 2017년 국가전략특구 제도에 따른 도시계획 승인 이후, 2019년 8월 착공하여 2023년 6월에 준공되었다(Table 2.)[3].

아자부다이 힐즈의 사업 부지는 기 개발된 아크 힐즈(アークヒルズ)와 인접해 있으며 문화 도심인 록본기 힐즈(六本木ヒルズ)와 글로벌 비즈니스 중심인 토라노몬 힐즈(虎ノ門ヒルズ) 사이에 위치함으로써 문화와 비즈니스가 어우러지는 입지에 위치하고 있다. 그러나 지형적으로 언덕과 골짜기 등으로 인해 고저차가 심하고 동서로 좁고 길게 형성된 지역에 소규모 목조 주택이나 건물들이 세분화된 작은 필지에 밀집되어 있고 건축물의 노후화가 진행되고 있는 등 도시 인프라적 면에서 정비가 필요한 상황이었다. 이에 도시재개발법(都市再開発法)에 근거한 제1종시가지재개발사업(第一種市街地再開発事業)에 의해 부족한 도로의 신설은 물론 약 6,000m²의 중앙 광장 등 부지 면적의 약 38%에 달하는 녹지와 저층부를 구성하고 나머지 부분에는 각각 동측 상업지역, 남측 업무지역 및 서측 주거지역을 고층으로 구성함으로써 녹지 중심의 도시 인프라 정비 및 방법 방재 기능

Table 2. The architectural outline in Azabudai Hills

Items	Mori JP Tower	Residence A	Residence B	Garden plaza A, B, D	Drawing image (Quoted from Heatherwick Studio)
Site area	about 24,100m ²	about 16,500m ²	about 9,600m ²	about 12,000m ²	
Building area	about 63,900m ²				
Total floor area	about 461,800m ²	about 169,000m ²	about 185,300m ²	about 43,800m ²	
Office area	about 861,700m ²				
Green zone area	about 24,000m ² (about 38%)				
Total households	about 240m 1,400 households				
Shop area	about 23,000m ²				
Floor	64	54	64	1~6	
Height	about 330m	about 240m	about 2740m	about 41m	
Construction begins	2019.08				
Completed	2023.06	2023.09	2025.10	2023.06	
Structure	S, SRC				
Total project cost	about 640 billion yen				
Number of union members	273 people				
Site address	Area around Toranomom 5-chome, Azabudai 1-chome, and Roppongi 3-chome in Minato Ward, Tokyo				

향상 등 도시 기능 개선을 위한 시도가 이루어진 바 있다[12].

‘자연에 둘러싸여 사람과 사람을 연결하는 광장 같은 길-모던 어반 빌리지(Modern Urban Village)’라는 개발 컨셉에서 알 수 있듯이, 아자부다이 힐즈에서는 마을 전체가 녹색 식물과 물로 연결되어 있으며 자연이 풍부한 도시 환경 내에 약 1,400호 규모의 주거와 총 임대면적 214,500m²의 오피스는 물론 예방 의료시설 등과 같은 의료 서비스 시설 등을 연계하여 해당 지역의 자연과 지역 주민의 최상의 안녕 상태를 결합함으로써 지역 주민의 신체와 마음의 건강뿐 아니라 환경, 사회, 경제 등 삶의 모든 영역을 아우르며 인간다운 삶을 영위할 수 있는 이른바 인간 중심의 그린 앤드 웰니스(Green & Wellness) 커뮤니티를 추구하고 있다[3].

전체적인 배치는 중심부에 녹화된 중앙 광장을 미리 설치한 후 초고층 타워 3개동과 기타 편의시설 등 다양한 시설과 서비스를 일체화하여 방문자나 주민들이 단절없이 자연스럽게 접근 및 이용 가능한 편리성을 강조함으로써 건축물 등을 우선 배치하고 나머지 부분을 녹화하는 기존의 획일적인 개발 계획 방식과는 다른 접근 방식을 보이고 있다. 특히 해당 지역이 도심의 기존 시가지임에도 불구하고 고저차가 있는 지형을 그대로 활용하여 저층부 옥상부 녹화 및 약 6,000m²의 중앙광장 등 부지면적의 약 38%에 달하는 약 24,000m² (2.4ha)를 녹지로 형성함으로써 자연이 풍부한 생활의 장 형성은 물론 도심부의 히트 아일랜드 현상 완화 등 기후 환경적 측면에서도 기여 가능하게 계획되어 있다.

또한, 계획 부지 내에 재생에너지(RE100)에 대응하는 재생가능 에너지 전력 100% 수급을 통한 탈 탄소나 자원 순환 등을 의도하고 있으며 광범위한 업무지속 계획(Business Continuity Plan, BCP) 체계를 기반으로 한 일상 및 재난 시 연속성 확보 및 9.1 규모 지진에 대한 구조적 성능 확보 등 에너지 및 재난에 대한 고려도 함께 이루어지고 있다[3].⁹⁾ 이에 더하여 다양한 외부시설이나 상업시설 및 의료 기관 등과 연계성을 통해 지역 주민의 웰니스(Wellness)와 연계되게끔 설계되고 있다.

환경 부하 측면에서도 아자부다이 힐즈에서 사용하는 전기를 모두 이산화탄소 무배출 재생 가능 에너지 전력을 이용하고 있으며 마을 전체에 에너지를 공급하는 고효율 에너지 센터를 설치하여 효율적인 에너지 공급 체계를 구축하고 있다. 나아가 미이용 재생가능한 에너지인 하수열(下水熱)을 마을 전체의 냉난방 열원의 일부로 사용함으로써 탄소 배출량 감소에 기여하고 있으며 우수나 잡 배수를 이용하거나 주민 협력을 통해 자원 순환을 촉진하는 등 환경부하 저감을 시도하고 있다[3,12].

이 같은 면에서 보면, 아자부다이 힐즈 프로젝트에서는 도시의 탈 탄소 및 저탄소화, 녹지 형성을 통한 생물 다양성의 확보 및 보전, 에너지 효율화 등의 장치는 물론 주민들의 건강이나 편의성 확보 등 현존하는 사회적 문제 해결을 위한 다양한 장치가 적용되고 있음을 알 수 있다. 이는 자연 생태계의 지속가능한 활용이나 복원 및 관리를 통해 환경적, 사회적 및 경제적 혜택을 추구하고 있는 자연기반해법의 개념과도 많은 부분이 일치하고 있다.

4.2. 아자부다이 힐즈의 자연기반해법(NbS)적 설계 기법 분석

1) 생물 다양성 보전 그린 인프라 설계 기법

아자부다이 힐즈에 나타나는 자연기반해법적 설계기법의 가장 큰 특징 가운데 하나는 용적을 이전 및 집중을 통해 고층부 건축물을 초고층화함으로써 지상부에 부지 전체 면적의 약 38%인 24,000m²를 녹지와 도시 숲으로 조성하고 약 6,000m²의 중앙광장을 포함하여 수변공간 및 약 200m²의 과수원과 약 45m²의 채소밭 등을 설치하는 등 자연 생태계 기반 그린 인프라를 도입하고 있는 점이라 할 수 있다[12].

특히 전체 녹지 면적은 기존의 오오테마치 모리(약 3,600m²)나 룩본기 힐즈의 녹지 면적(약 19,000m²)를 상회하고 있으며 부지 면적 대비 녹지 면적 또한 전체 부지의 약 3분의 1 정도로, 10분의 1 정

도에 그친 록본기 힐즈(부지 면적 약 116,000m²)를 상회하는 녹지 비율을 보이고 있다. 또한 아자부다이 힐즈 전역에는 해당 지역의 기후 풍토에 적응 가능한 320종 이상의 자생종 식재[3,12]를 도입하여 도심 내에서의 생물 다양성을 향상시키고 있으며 이같은 녹지공간을 통한 태양 복사열 흡수 및 증발산 작용 등으로 인하여 도시 열섬 현상을 완화 등 기후적 위기에도 대처하고 있다.

가장 많은 녹지가 배분되어 있는 중앙 광장의 경우, 광장 중앙부에 높이 13m의 느티나무를 식재하고 있으며 중앙광장과 주요 산책로 주변에는 코나라 참나무나 아오다모, 산딸나무, 단풍나무 등 일본 자생 수목이 식재되어 있다. 단지의 출입구 역할을 하는 벚꽃 게이트웨이에는 2월부터 개화하는 가와즈카쿠라와 4월 개화하는 소메이요시노 및 오시마자쿠라 등 각기 시차를 두고 개화하는 다양한 종류의 자생 수목을 식재하여 생물 다양성 보전은 물론 개화 시기별 식재에 따른 친자연적 지역 경관 형성 및 시민들에게 휴식과 커뮤니티 공간 제공 등 지역 주민의 웰니스에도 기여하고 있다.

특히 3차원 그리드 설계(3D Grid Design) 기법을 활용하여 저층부 각 건물의 그리드마다 식재를 배치하여 녹지가 지면으로부터 건물 상층부와 옥상 부분까지 연속적으로 연결되는 수직적·입체적 녹지 네트워크를 형성함으로써 도시의 파편화된 녹지를 하나로 연결하는 연속성을 확보하고 있으며 지표면의 관목류 식물부터 건물의 중층부 및 고층부 옥상 정원까지 지역의 기후와 풍토에 적합한 약 320여종의 자생종 중심의 식재 계획을 수립함으로써 다양한 크기의 식물을 식재하여 고도별로 각양의 조류나 곤충이 서식할 수 있는 환경을 제공하고 있다. 동경 미나토구의 롯본기 힐즈나 아자부다이 힐즈 등의 녹지의 식물을 분석한 결과, 주변 녹지와와의 사이에 약 180여종의 곤충이 서식 가능한 자연환경이 형성되고 있다¹⁰⁾는 사실을 이를 반증하고 있다. 단지 내 거리에는 상록수와 낙엽수가 혼합된 10종의 가로수를 식재하여 거리의 친환경적 경관 형성은 물론 생물의 다양성도 확보하고 있다.

여기에 수공간과 약 1200m² 규모의 잔디를 식재함으로써 광장 전체에 지표 식물부터 교목이나 관목이 층위구조를 형성하고 수변 공간 형성을 통한 생물의 다양성을 보전하는 설계 기법도 적용되고 있다. 이는 도시화된 환경 속에서도 자연과 인간이 공존하는 생태계를 조성하기 위해 자생종 중심의 식재, 곤충이나 조류 등의 이동 경로 확보, 생물의 서식 환경을 고려한 층위 구조, 수변 환경 조성 등을 규정하는 마나토구(港区)의 생물 다양성 녹화 가이드라인(生物多様性緑化ガイド)[13]¹¹⁾에도 부합하고 있다.

또한 과수원이나 식용 정원에는 유자, 레몬, 귤 등의 8 종류의 감귤류와 블루베리나 복숭아 등의 유실수 및 약 45m²의 채소밭에 계절별 채소와 허브 등을 식재한 식용 정원(edible garden)을 설치하여 생물 다양성은 물론 부분적으로 도시 농업적 기능도 도입하고 있다. 이 밖에도 단지 내 고저차 부분을 활용하여 형성된 저층부 건물에도 옥상 정원 등이 설치되어 지형 레베에 따른 다양한 층의 식재 공간을 형성하는 등 단지 전체에 걸쳐 다층적 생물 다양성 확보를 위한 시도가 보이고 있다.

이상의 사실을 보면, 아자부다이 힐즈의 생물 다양성 보전 설계 기법은 용적률 집중에 의한 초고층화 및 이에 따른 대규모 녹지 확보, 수직적·입체적 녹지 조성을 통한 생물 다양성 다층 구조 형성과

생물 다양성 복원, 지역 풍토에 적합하고 더위나 추위 및 병충해 등에 구애받지 않는 기후 탄력성이 우수한 자생종 중심의 다층 식재 전략 및 빗물 관리나 수공간 통합을 통한 자연 순환 설계 등을 통해 각각 생태 통로 확보 및 서식지 확장이나 지역 고유 생태계 복원 등으로 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 앞서 살펴본 세계자연보존연맹의 자연기반해법 8가지 기준 가운데 생물 다양성 순증가(기준 3)와 밀접한 관계가 있음을 알 수 있으며 생태계의 건강성 회복을 통한 생물다양성 확보 및 생태계 서비스의 실질적 이득 창출 등 세부 기준에도 부합하고 있다. 또한 단지 내에서 자연 생태계나 그린 인프라가 연속적으로 형성되고 있다는 점에서 생태계 시스템을 지원할 수 있을 만큼 충분히 크며 지역적 맥락을 반영해야 한다는 ‘규모를 고려한 설계’(기준 2)와도 부합하고 있으며 생태계 간의 상호작용 인식 및 대응이나 생태계의 상호보완적 도입을 통한 부문 간 시너지 고려 등 세부 기준도 만족하고 있다. 이를 통해 지역 주민의 삶의 질 향상 및 도시 열섬 효과 저감 등 기후 문제에 대응 가능하다는 점에서 사회적 과제 해결(기준 1)과도 관계가 깊은 자연기반해결적 설계 기법이라 할 수 있다.

2) 그린 네트워크 구축 설계기법

아자부다이 힐즈에서는 지형의 평탄화를 통한 개발 방식 대신 고저차 약 18m 정도의 경사지 지형을 거의 그대로 활용함으로써 토사 유출 저감이나 기존 토양 미생물 보존 등 기존 지형의 생태학적 가치를 보존하고 있다. 또한 기존 지형의 언덕 부분을 보존하면서도 보행이나 이동에 편리한 산책로를 지상에 설치하고 평지 부분은 지하 3개층으로 분할하여 도심 기능을 콤팩트화하는 지형 순응형 입체적 개발 방식을 적용함으로써 지형의 자연 생태적 가치 보존은 물론 지역민의 편의도 동시에 고려하고 있으며 언덕 경사지 부분은 기존의 완만한 경사를 살려 보행자 도로를 설치하여 건물 사이의 연결성과 자연의 조화를 극대화하고 있다. 단지 내의 주거와 사무소 공간 등을 고층화함으로써 기능적 수요 충족은 물론 대규모 녹지화에 따른 상층관계에 대한 경제적 균형을 유지하고 있으며 나머지 부분은 기존 지형의 형상을 그대로 살린 그린 커튼을 통한 저층부 건축물의 랜드스케이프화 및 3차원 그리드 설계에 의한 지면의 확장이나 지상과 지하의 분리에 의한 입체적 녹화 등을 통해 중앙광장으로부터 시작



Fig. 2. Azabudai Hills Green Network

되는 녹지의 흐름을 단지 전체로 연결시키고 있다[12].

특히 약 24,000m²에 이르는 녹지가 중앙광장으로부터 저층부나 산책로에 이르기까지 유기적으로 연결되는 그린 네트워크는 아자부다이 힐즈 단지 내의 생태계에 국한되지 않고 아카사카 아크 힐즈에서 롯폰기 힐즈로 이어지는 도심 녹지 축의 단절된 부분을 연결하는 등 단순한 건축물 조경 수준이 아니라 동경(東京) 도심 전체의 생태축(ecological corridor)과 연계 및 복원 가능한 도시 숲 규모로 설계되고 있다(Fig. 2). 이는 동경도(東京都)가 아자부다이 힐즈의 소재지인 미나토구(港区)를 전략 에어리어로 지정하고 1986년 완공된 아크 폴리스를 비롯해 롯폰기 힐즈, 아자부다이 힐즈 및 토라노몬 힐즈(虎ノ門ヒルズ) 등의 재개발에 의해 1990년대에 약 1ha이던 녹지면적을 현재 10ha로 확대하고 장래적으로는 12ha 이상의 녹지를 확보하고자하는 도시 녹지 확보 정책에 아자부다이 힐즈가 생태학적으로 중요한 역할을 하고 있음을 보여주고 있다.

이 같은 면에서 보면, 아자부다이 힐즈의 녹지는 단지 자체만이 아니라 주변의 도시 녹지와 연계되고 그 연결 범위나 면적도 기존 도시 녹지의 규모를 상회하고 있으며 설계 시 대상지의 전통이나 지리 환경뿐만 아니라 경제, 사회, 생태계 간의 상호작용 등 설계의 규모가 생태계 시스템을 지원할 수 있을 만큼 충분히 크고 상호보완적 도입을 통한 부문 간 시너지가 고려되고 있다는 점에서 자연기반해법의 ‘규모를 고려한 설계’(기준 2)에 부합하고 있음을 알 수 있다.

3) 기타 자연기반해법적 설계 기법

아자부다이 힐즈에서는 단지 내 고저차로 인해 생성된 물길 주변에 수생 식물과 이끼 같은 하층 지피류를 식재하여 기존의 수목 부분과 함께 숲의 층위 구조를 형성함으로써 작은 곤충이나 조류의 서식지를 제공하는 등 생물 다양성 복원 시도도 나타나고 있다. 특히 시간당 75mm의 기록적인 폭우에도 대응 가능한 대규모 지하 저류조를 구축하여 침수 방지는 물론 주변 하수구의 과부하 저감 등에 활용하고 있으며 단지 내에서 수집 및 저장된 빗물을 정화하여 수생 생태계 조성용 용수와 함께 육상 조경 용수로도 사용하고 있다[12]. 식물의 증산작용과 수공간의 냉각 효과를 통해 온도에 민감한 미생물이나 소생물의 생존율을 높이는 등 생물의 다양성 보전뿐만 아니라 생태계의 생산자로서의 녹지와 이에 필요한 습지나 물 순환이 결합된 자원순환적 블루-그린 네트워크(Blue-Green Network) 기법도 자연기반해법적 설계기법 가운데 하나로 볼 수 있다.

또한 전술한 녹지를 중심으로 한 그린 인프라와 그린 네트워크 조성 및 물 순환 자연 기법 등은 생태계 기반 생물 다양성 확보 등은 물론 증발 냉각 효과 등에 의해 하절기 주변 상업 지구 대비 지표 온도가 약 2~3도 낮아지는[12] 미세기후 조절 및 도시 열섬 현상에도 대응하고 있으며 녹지 확보를 위해 초고층으로 설계된 고층 건물 사이의 바람길 계획을 통해 동경만으로부터의 바람이 단지 전체로 유입 가능하게 고려하고 있는 점도 기후 문제를 해결하기 위한 자연기반해법적 설계기법으로 볼 수 있다.

이 밖에도 대규모 녹지 조성으로 인한 경제성 측면에서의 이해상충관계는 용적율 이전 및 결합 등에 의한 초고층화 및 저층부의 고급화 및 랜드마크화 등을 통해 상쇄함으로써 자연기반해법 도입에 따른 이해상충관계에 대한 균형을 확보(기준 6)하고 있으며 주거, 업

무, 문화, 상업 등을 도보권 내에 집약시킴으로써 광역적인 도시 기능 확산으로 인한 생태계 파괴와 에너지 소비 증가를 억제하는 시도도 나타나고 있다. 단지 공급 전력의 100%를 재생 가능한 친환경 에너지 처리 계획 및 AI 기반 에너지 소비 관리 최적화 등 녹지 등 생태계 중심 자연기반해법 적용으로 인한 이해상충 관계에 대한 균형이나 경제적 타당성 및 지속가능성 등에 대한 고려도 나타나고 있다.

이상의 사실을 보면, 아자부다이 힐즈에서는 녹지를 중심으로 하는 그린 인프라 기반 자연기반해법 이외에도 빗물이나 물길을 활용한 생태계 보전이나 기후 조절, 고층건물동의 초고층화 등 도시계획적 설계기법을 통한 경제성 확보와 대규모 녹지 조성에 따른 이해상충관계의 균형, 자연재(自然財)를 이용한 재생 에너지나 첨단 기술 기반 에너지 처리 계획 등을 통한 단지의 지속가능성 확보 등 경제성은 물론 인간의 삶의 질 향상과 생태계 보전 사이의 균형 유지 및 이로 인한 다양한 혜택의 지역 공유 등 자연기반해법의 원칙이 종합적으로 나타나고 있음을 알 수 있다.

4.3. 자연기반해법 기준 및 사회적 문제 해결과의 연관성

이상에서 살펴본 바와 같이, 아자부다이 힐즈에 나타나는 자연기반해법적 주요 설계 기법은 주로 대규모 녹지공간 조성, 지면으로부터 옥상정원에 이르는 다층적 식재 및 건축물의 내 외부 연계 식재, 생물 다양성 보전 및 주변 녹지와 연계된 그린 네트워크 형성, 건물 입체 녹화나 기존 지형과 토양 보전에 따른 식생 토양 조성이나 지역 풍토에 적합한 자생종 중심의 식재, 과수원 등 도시 농업 관련 설계 기법 등 주로 그린 인프라의 적극적 도입 및 생태적 활용이 주를 이루고 있다. 이 밖에도 지형을 따라 설치된 물길이나 수공간을 활용한 식생과 동물 생태계 보전 및 생물 관리 등의 물 관련 자연기반해법적 설계 기법도 부분적으로 적용되고 있다. 아자부다이 힐즈에 적용된 자연기반해법적 주요 설계기법을 정리하면 Fig. 3.과 같다.

이 가운데 부지의 38%에 해당하는 대규모 녹지를 중심으로 단지 내의 연속적 녹지공간 조성은 물론 주변 도시 숲과 연계되는 도심 녹지 축을 이루고 있다는 사실과 중앙 광장으로부터 옥상 정원에 이르기까지 병충해 등에 적응 가능한 약 320종의 자생종 중심의 식재를 활용하여 식물과 조류 및 곤충 등이 공생 가능한 자연 생태계를 구성하고 있다는 사실은 아자부다이 힐즈에 적용된 자연기반해법이 단일 건축물을 넘어 주변 경관이나 도시 시스템과 연결되기에 충분한 규모를 규정한 세계자연보존연맹의 자연기반해법 8가지 기준 가운데 규모를 고려한 설계(기준 2)와 생태계의 건강성과 다양성을 개선을 목표로 하는 생물 다양성 순증가(기준 3)과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다.

이 같은 자연기반해법적 설계 기법은 생태계 복원이나 보전을 통한 생물 다양성 확보는 물론 대기 오염이나 도시 열섬 현상 완화 등 기후 문제 및 탄소 중립 실현 나아가서는 식량 문제나 전염병 예방 등 현존하는 사회적 도전 과제 해결에 직결되고 있으며 이를 통해 지역 주민의 신체적 건강과 복지에 영향을 미치고 있다는 점에서 사회적 과제 해결(과제 1)과 밀접한 관계를 맺고 있다. 아자부다이 힐즈에 적용된 자연기반해법적 설계기법과 현존 사회적 위기 해결과의 대응관계 및 각 기준과의 연관관계를 정리하면 Fig. 3.과 같다.

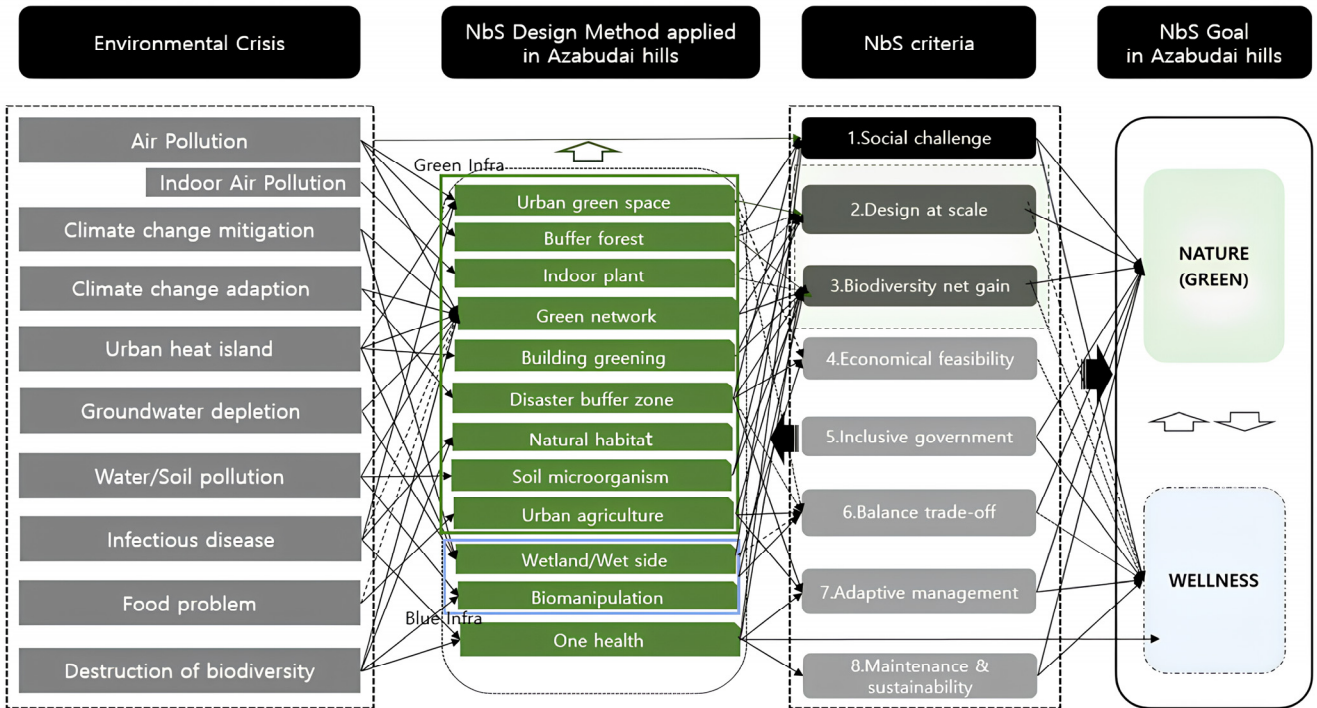


Fig. 3. The relationship between the nature-based design techniques applied to Azabudai Hills and the resolution of current social crises, as well as the relationship between each standard

본 연구에서는 자세하게 다루지 않았지만, 이 같은 자연기반해법적 아자부다이 힐즈 재개발계획이 사업자의 일방적인 개발이 아니라 앞서 말한대로 약 300여 명의 토지 소유주와 약 35년에 이르는 전원 합의에 근거하고 있다는 점에서 다양한 이해관계자의 참여와 의사결정 과정을 포함하는 포용적 거버넌스(기준 5)의 기준을 만족하고 있으며 대규모 녹지 확보를 위한 초고층화나 녹지 자산으로 인한 부동산 가치 상승 및 빗물 등의 자연재 활용 상수도 유지비 절감 등을 통한 장기적 경제적 이익과 비용 효율성이 예견되고 개발과 보전 사이의 이익과 손실에 대한 균형적 관리가 가능하다는 점에서 경제적 타당성이나 이해 상충 관계 균형 등 기준 4, 기준 6과도 연관을 맺고 있다.

적용적 관리(기준 7)과 주류화 및 지속가능성(기준 8) 등은 일정 기간에 걸친 모니터링이나 관리 및 정책 수립 등이 필요한 관제로 본 연구에서는 거의 다루고 있지 않으나, 아자부다이 힐즈에 나타난 자연기반해법이 기술적으로는 스마트 가드닝 시스템 등 시간이 흐름에 따라 변화하는 생태 환경 대응 관리 방식 등을 채택하거나[12] 혹은 제도적으로 국토교통부나 환경성의 그린 인프라 전략이나 동경도(東京都)의 도시 재생 가이드라인 및 미나토구(港区)의 생물 다양성 녹화 가이드라인 등의 기준을 따르고 있는 사실 등을 고려하면 아자부다이 힐즈의 녹지 중심 자연기반해법적 개발 방식은 세계자연보전연맹의 자연기반해법 기준 7과 기준 8에도 어느정도 부합되고 있음을 추측할 수 있다.

5. 결론

이상에서 세계자연보전연맹의 자연기반해법 8개 기준과 연계하

여 아자부다이 힐즈에 나타나는 자연기반해법(NbS)적 설계기법을 주로 중앙광장 등 그린 인프라를 중심으로 살펴보았으며 이를 생물 다양성 보전 그린 인프라 설계기법과 그린 네트워크 구축 설계기법 나누어 그 내용을 분석하였다. 연구의 결과는 다음과 같다.

우선, 아자부다이 힐즈에서는 전체 부지의 약 3분의 1에 해당하는 약 24,000m² 면적의 대규모 녹지를 조성하고 약 320종의 자생종 중심의 식재 계획 등을 통해 자연 생태계의 복원과 보전 및 생물 다양성 확보는 물론 도시 열섬 현상 저감 등 기후문제에도 대응하는 생물 다양성 보전 그린 인프라 설계기법이 가장 중요한 특징으로 나타나고 있으며 녹지 공간을 단지 내부만이 아니라 외부까지 연결하는 그린 네트워크 구축을 통해 자연기반해법의 적용 범위를 확장하고 있다. 또한 이를 통해 거주민이나 도시 시민의 건강 확보 등 지역 주민의 삶의 질 향상에 기여하고 있다는 점에서 자연 생태계의 보호나 보전을 통해 사회 문제를 해결하고 인간 복지의 향상과 지속가능한 사회 발전에 공헌하는 자연기반해법의 목적에 부응하고 있다.

다음으로, 아자부다이 힐즈에 적용된 자연기반해법은 생물 다양성 확보나 규모를 고려한 설계 등 세계자연보전연맹의 자연기반해법 8개 기준 가운데 기준 2나 기준 3 및 각각의 세부 지표를 만족하고 있으며, 이 밖에 지역주민과의 장기간에 걸친 협의에 근거한 거버넌스나 초고층화에 의한 경제성 확보 등 자연기반해법의 다른 기준에도 부합되고 있다.

본 연구는 아자부다이 힐즈에 나타나는 자연기반해법을 각 기준이나 세부 지침별로 살펴보기 보다는 주로 녹지나 그린 인프라 등에 그 내용을 한정하고 있기 때문에 정량적인 수치나 환경 지표 등이 필요한 경제성 분석이나 모니터링 및 평가 혹은 지속가능성 등 자연기반해법의 기타 기준에 대해서는 거의 논의에서 제외하고 있다. 이에

대한 연구는 추후 심층 연구를 통해 밝히기로 한다.

Acknowledgement

이 논문은 2025학년도 경기대학교 연구년 수혜로 연구되었음.

References

- [1] 国土交通省, 2023 グリーンインフラ推進戦略, 令和5年(2023)9月. // (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2023 Green Infrastructure Promotion Strategy, 2023.)
- [2] 環境省, ネイチャーポジティブ経営に向けて, 令和5年7月 // (Ministry of the Environment, Towards nature-positive management, 2023.)
- [3] 麻布台ヒルズ, 麻布台ヒルズ 公式 HP, 2026. // (Azabudai Hills, Official Home Page of Azabudai Hills, 2026.)
- [4] グリーンインフラの市場における経済価値に関する研究会, グリーンインフラの事業・投資のすゝめ-経済効果の見える化を通じた都市開発・まちづくりにおける投資促進に向けて(本編), 令和6年9月 // (Study Group on the Economic Value of Green Infrastructure in the Market, Promoting Green Infrastructure Business and Investment - Promoting Investment in Urban Development and Community Building through Visualization of Economic Effects (Main Part), 2024)
- [5] 김이형, 자연기반해법(NBS)의 원칙 및 적용사례, 물과 미래, 제53권 제3호, 2020.03, pp.8-20. // (L.H. Kim, Principles and application cases of Nature-Based Solutions (NBS), Water and the Future, 53(3), 2020.03, pp.8-20.)
- [6] 최진우, 김해린, 자연기반해법(NbS)에 대한 기후정의 관점에서의 비판적 고찰, 환경법과 정책, 강원대학교 비교법학연구소, 제29권, 2022.06, pp. 49-71. // (J.W. Choi, H.R. Kim, A critical study of Nature-Based Solutions from a climate justice perspective, Environment Law and Policy, 29, 2022.06.)
- [7] 수자원공사, 자연기반해법기반 하천정비방안 연구, 2023. // (Korea Water Resources Corporation, Research on river management plan based on Nature-Based Solution (NBS), 2023.)
- [8] 김주은, 김중기, 황상일, 자연기반해법 거버넌스 개선방향:도시 숲을 중심으로, 환경정책 제32권 제4호, 2024.12, pp.279-303. // (J.E. Kim, C.K. Kim, S.I. Hwang, Improving the governance of Nature-Based Solutions: Focusing on urban forests, Environmental Policy, 32(4), 2024.12, pp.279-303.)
- [9] 세계자연보존연맹, 자연기반해법(NbS)을 위한 세계자연보존연맹(IUCN)의 국제 표준 사용 지침, 국립생태원 옮김, 2021.11. // (IUCN, Guidelines for using the IUCN international standard for Nature-Based Solutions (NbS), translated by the National Institute of Ecology, 2021.)
- [10] 명수정, 오일찬, 환경위기대응을 위한 자연기반해법(NbS) 연구, 한국환경연구원, 2021.12. // (S.J. Myeong, I.C. Oh, A, Study on the Nature-based Solution(NbS) for response to environmental crisis, KEI, 2021.12.)
- [11] 이지우 외 3인, 자연기반해법 구현 원칙 및 수단 탐색, 한국기후변화학회지, 제15권 제4호, 2024, pp.447-461. // (J.W. Lee et al., Implementation principles and means of Nature-based Solutions (NbS), Journal of Climate Change Research, 15(4), 2024, pp.447-461.)
- [12] 麻布台ヒルズファクトブック 2023. // (Azabudai Hills Fact Book, 2023.)
- [13] 生物多様性緑化ガイド, 港区, 2016.01. // (Biodiversity Greening Guide, Minato Ward, 2016.01.)

하는 것을 의미한다. 그런 인프라는 단순히 자연을 도입하고 증가시키며 풍부하게 한다는 것만을 의미하는 것이 아니라 풍부한 자연 환경 속에서 사람들이 안전하고 건강하고 즐겁고 행복하게 거주하고 활동하는 사회의 실현을 지향한다. *グリーンインフラ推進戦略 2023*, 앞 책, pp.8-10.

- 7) 이윤배반 관계(trade-off)란 생태계 등에서 하나의 품질이나 서비스를 얻는 대가로 다른 품질 또는 서비스를 잃는 선택을 말한다. 일반적으로 생태계에 영향을 미치는 의사결정은 경우에 따라 장기적 이윤배반관계(trade-off)를 수반한다. 자연기반해법(NbS)을 위한 세계자연보존연맹(IUCN)의 국제표준 사용지침, 세계자연보존연맹, 자연기반해법(NbS)을 위한 세계자연보존연맹(IUCN)의 국제 표준 사용 지침, 국립생태원 옮김, 2021.11, p.58. 용어 정의 참조.
- 8) 순응적 관리(Adaptive management)는 기존 계획 결과에 따른 시사점을 반영하여 관리 정책과 실행을 지속적으로 개선하는 체계적인 과정을 말한다. 세계자연보존연맹, 자연기반해법(NbS)을 위한 세계자연보존연맹(IUCN)의 국제 표준 사용 지침, 국립생태원 옮김, 2021.11, p.41. 용어정의 참조.
- 9) 아자부다이 힐즈 공식 홈페이지 내용(2026.1.)에 따르면, 해당 사업은 국제환경인증(LEED) 예비인증에서 최고 등급을 취득하였으며 2024년에는 모리 JP 타워의 오피스 및 상업시설 부문이 건강성이나 쾌적성을 평가하는 국제인증 웰 코어(WELL core) 최고 등급인 플래티넘 인증을 일본 최초로 취득한 바 있다.
- 10) *森ビル, 「ヒルズ」の緑地で昆虫約180種が往来しうるネットワーク形成*, 朝日新聞SDGs ACTION, 2025.07.29.자 기사 참조.
- 11) 2013년 3월에 책정된 미나토구 생물다양성 지역전략(港区生物多様性地域戦略) 가운데 목표 3인 자연이나 생물과 공존 가능한 마을 만들기(目標3: 自然や生きものと共存できるまちづくり)를 실현하기 위하여 미나토구가 추진하는 자연과 공생 가능한 질 높은 식물의 보전 및 창출을 실현하기 위한 지침을 말한다.

- 1) *グリーンインフラ推進戦略 2023*, 国土交通省, 2023. p.1.
- 2) 국토연구원, 국토용어사전, 자연기반 해법(NbS) 항목 참조.
- 3) *ネイチャーポジティブ経営に向けて - (令和5年7月, 環境省) 내용에서 재인용*
- 4) *자연기반해법(NBS) 기반하천정비방안 연구*, 수자원공사, 2023, p.2.
- 5) *자연기반해법(NbS)을 위한 세계자연보존연맹(IUCN)의 국제 표준 사용 지침*, 세계자연보존연맹(IUCN), 국립생태원 옮김, 2021.11. p.3.
- 6) *그린 인프라는 사회 자본 정비나 마을 만들기 사업 등에 자연을 도입함으로써 생물 다양성, 토양, 물 등의 자연 자본을 손상시키지 않고 오히려 회복시키는 네이처 포지티브(nature positive)나 탄소 중립(carbon neutral) 실현에 기여*