

2026 한국습지학회 정기학술발표대회

시민과 함께
다시 뛰는 **고양**

지속가능 미래도시포럼

지속가능한 도시를 위한 NbS 활용전략

2026
8.25. (화) 13:40

한양대학교 ERICA캠퍼스
융합교육관 503호



지속가능 미래도시포럼

지속가능한 도시를 위한 NbS 활용전략

사회 : 손봉희 이클레이 한국사무소 부소장

개회식

- 13:40 ~ 13:45 개회 및 내빈 소개
13:45 ~ 13:50 기념촬영

주제발표

- 13:50 ~ 14:05 **기후위기 대응을 위한 기후적응
정책과 NbS 적용 사례**
임지열 고양시 탄소중립지원센터장
- 14:05 ~ 14:20 **생태서비스 지불제 도입 방안 및
지자체 활용 사례**
윤영란 이클레이 한국사무소 사무국장
- 14:20 ~ 14:35 **을숙도 생태복원 프로젝트**
서진원 낙동강하구에코센터 센터장

패널토론

- 14:35 ~ 14:55
 - 좌장 : 손봉희 이클레이 한국사무소 부소장
 - 손덕주 단국대학교 교수
 - 전민수 광주연구원 연구위원
 - 강호근 제이에이치솔루션 박사
- 14:55 ~ 15:00 질의응답 및 폐회

2026 한국습지학회
정기학술발표대회

기후위기 대응을 위한 기후적응 정책과 NbS 적용 사례

임지열 고양시 탄소중립지원센터장



지속가능
미래도시포럼



기후위기 대응을 위한 자연기반해법 적용 사례

고양연구원 도시환경연구실
임지열 연구위원

2026. 8. 25.

CONTENTS

- 01 기후위기 개요
- 02 자연기반해법
- 03 자연기반해법 적용 사례
- 04 자연기반해법 도입 전략





01 기후위기 개요

1 기후위기 개요

■ 기후변화 현황 및 전망

- 2021년 IPCC 6차 평가보고서 작성을 위해 세계 각국의 기후변화 예측 모델을 바탕으로 ‘국제 기후변화 시나리오 비교·검증 프로젝트 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6, CMIP6)¹⁾’를 추진
 - ¹⁾ CMIP6: IPCC와 세계기상기구(WMO) 공동 주관의 시나리오 산출 및 비교·검증을 위한 국제표준 기후실험 사업
- CMIP6를 통해 온실가스 감축 수준 및 기후변화 적응 대책 수행 여부에 따라 미래 사회경제 구조가 어떻게 달라질 것인가를 고려한 새로운 **온실가스 경로인 SSP(Shared Socioeconomic Pathways, 공통사회 경제경로)**를 개발하여 IPCC 6차 평가보고서 반영
- SSP는 기후변화 적응과 온실가스 감축 여부에 따라 인구, 경제, 토지이용, 에너지 사용 등 미래 사회경제 지표의 정량적인 변화 내용을 포함하여 5개 그룹 (SSP 1 ~ 5)으로 구성



표준 시나리오 (4가지)	
SSP1 ²⁾ ,-2.6 ³⁾	사회 불균형의 감소 및 친환경 기술의 빠른 발달로 기후변화 완화 적응 능력이 높은 지속성장가능 사회경제 구조의 저탄소 시나리오
SSP2-4.5	중도성장의 사회경제 시나리오로 기후변화 완화 및 사회경제 발전 정도가 중간 단계를 가칭 하는 경우 (SSP1과 SSP3의 중간사례)
SSP3-7.0	사회경제 발전의 불균형과 제도적 제한으로 인해 기후변화에 취약한 상태에 놓이는 사회경제 구조의 시나리오 (Baseline)
SSP5-8.5	기후정책 부재, 화석연료 기반 성장과 높은 인적 투자로 기후변화 적응능력은 좋지않, 완화능력이 낮은 사회경제 구조의 고탄소 시나리오

²⁾ 사회 경제 구조에 따른 구별
³⁾ 2100년 기준 복사강제력⁴⁾ 수치 (2.6 W/m², 4.5 W/m², 7.0 W/m², 8.5 W/m²)
⁴⁾ 기후강제력(Climature forcing, 기후변화를 일으키는 힘)
 대류권계면을 통과하는 복사에너지 / 단위면적

IPCC 6차 평가보고서에서 SSP 기반으로 미래 기후 예측



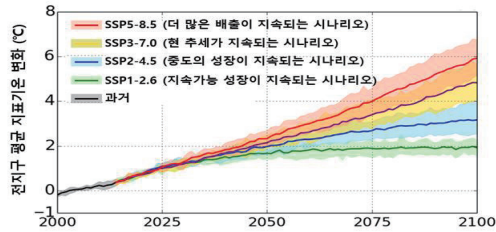
기후위기 대응을 위한 기후적응 정책과 NbS 적용 사례

임지열 고양시 탄소중립지원센터장

1 기후위기 개요

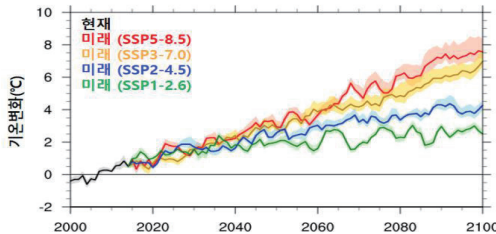
■ 기후변화 현황 및 전망

전 지구 기후 변화 예측 (평균기온 기준)



시나리오	기준 (1995 ~ 2014) * 산업화 이전 대비 1.09°C 상승	미래 후반기 (2081 ~ 2100)
SSP1-2.6	14.4°C	16.3°C (+1.9°C)
SSP2-4.5		17.4°C (+3.0°C)
SSP3-7.0		18.7°C (+4.3°C)
SSP5-8.5		19.6°C (+5.2°C)

우리나라 기후 변화 예측 (평균기온 기준)



시나리오	기준 (1995 ~ 2014) * 산업화 이전 대비 1.09°C 상승	미래 후반기 (2081 ~ 2100)
SSP1-2.6	11.2°C	13.8°C (+2.6°C)
SSP2-4.5		15.1°C (+3.9°C)
SSP3-7.0		17.1°C (+5.9°C)
SSP5-8.5		18.2°C (+7.0°C)

전 지구의 기온 상승 → 미래는 기후위기 감축 및 적응과 밀접한 관계

1 기후위기 개요

■ 기후변화 현황 및 전망



* World Meteorological Organization (세계기상기구)
: 1950년 기상 관측을 위한 세계 협력을 목적으로
설립된 유엔의 기상학 전문 기구

Figure. Annual global mean temperature

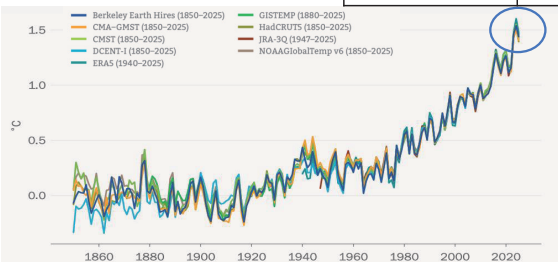


Figure 2. Annual global mean temperature anomalies relative to a pre-industrial (1850–1900) baseline shown from 1850 to 2025

Based on a synthesis of nine global temperature datasets (see [Datasets and methods](#)), the annually averaged global mean near-surface temperature in 2025 was 1.43 °C ± 0.13 °C (90% uncertainty range) above the 1850–1900 average. Depending on the dataset used, 2025 was the second (two datasets) or third (seven datasets) warmest in the 176-year observational record (Figure 2). The warmest year was 2024 with an anomaly of 1.55 °C ± 0.13 °C. The past eleven years, 2015–2025, were the eleven warmest years on record and the past three years 2023–2025, the three warmest in all nine datasets.

2025년 산업화 이전 대비 약 1.43°C (2024년 1.55°C) 상승 → 기후위기 직면!!



기후위기 대응을 위한 기후적응 정책과 NbS 적용 사례

임지열 고양시 탄소중립지원센터장

1 기후위기 개요

■ 기후변화 현황 및 전망

이산화탄소 (CO ₂)	메테인 (CH ₄)	아산화질소 (N ₂ O)	수소불화탄소 (HFCs)	과불화탄소 (PFCs)	6불화황 (SF ₆)
· 화석연료 연소 · 보일러/차량 등	· 화석연료 연소 · 유기물 분해 등	· 화석연료 연소 · 질소질 비료 사용 등	· 냉장고, 에어컨 냉매 등	· 전자제품, 도금산업, 반도체 제조시 세척 등	· 전기제품, 변압기 등의 절연가스

기후 변화를 유발하는 온실가스는 주로 인위적 발생원에 의한 것으로 약 **70% 이상**이 인구 집중화가 이루어진 **도시에서 발생**

전 세계적으로 **도시에서 적극적인 온실가스 감축 정책을 추진**하여, 탄소중립도시 달성을 위한 적극적 노력



미래 도시 방향성 → 기후 변화 적응력이 높은 도시(적응 및 감축) = 탄소중립 도시

1 기후위기 개요

■ 탄소중립 도시 추진 방향 (도시적 측면)





02 자연기반해법

2 자연기반해법

도시기반시설



도시기반시설

도시가 원활하게 기능하고 시민들이 편리하고 안전한 삶을 영위하기 위한 도시 구성의 필수적인 공공서비스 제공을 위한 기초적인 시설

[교통시설] 도시 내 이동 및 물류

도로, 철도, 항만, 공항, 주차장, 정류장 등

[공간시설] 시민 휴식, 여가 및 도시 경관

공원, 녹지, 유원지, 공공용지 등

에너지, 물, 통신 등 공급 및 물자 유통

수도, 전기, 가스, 열, 방송, 통신 등

[공공·문화체육시설] 행정, 교육, 문화 및 건강 지원

학교, 공공청사, 문화시설, 체육시설 등

[방재시설] 재해예방 및 도시 안전

유수지, 저수지, 방화 설비, 방풍, 방수 등

[보건위생시설] 시민 건강, 위생 등

장사시설(화장시설, 봉안당 등), 도축장, 종합의료시설 등

[환경기초시설] 환경 오염 보호 시설

하수도, 수질복원센터(하수처리장), 폐기물 소각시설 등

물

녹지

전기

가스

에너지

통신

폐기물

교통 등

도시가 시민들에게 제공하는 필수적인 서비스를 위한 물리적 시설



기후위기 대응을 위한 기후적응 정책과 NbS 적용 사례

임지열 고양시 탄소중립지원센터장

2 자연기반해법

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS)



NbS Framework by IUCN

[세계자연보전연맹,
International Union for Conservation of Nature]

자연적 또는 변형된 생태계를 보호하고 지속가능하게 관리 및 복원을 하기 위한 활동으로, 이는 사회문제를 효과적이고 적응적으로 해결하는 동시에 인간의 복지와 생물다양성의 혜택을 제공하는 활동

→ 생태계의 기능과 서비스 적극 활용

→ 자연을 활용한 해결책

환경문제 해소를 위해 자연의 원칙이나 자연적인 방법을 적용하는 접근법

○ 자연기반해법은 생태공학*적 원리 적용

* 생태공학 (ecological engineering) 개념: 환경 시스템 관리 지배인자로 자연적 에너지 활용

○ 자연기반해법 사회인프라 구축 적용

자연적 기작(mechanisms)과 공정(process)을 이용하여 도시 내 순환(물 및 물질 등)과 에너지 흐름이 균형을 이루도록하는 기법을 의미함

주체	정의
유럽연합 집행위원회	비용효율적인 동시에 환경적, 사회적, 경제적 이점을 제공하고 복원력을 구축하는 데 도움이 되는, 자연에서 영감을 얻거나 지원을 받는 해법
유럽의회	사회가 다양한 환경, 사회 및 경제적 과제를 지속가능한 방식으로 해결하도록 돕는 것을 목표로 자연에서 영감을 얻거나 지원을 받거나 모방하는 활동
한국환경연구원	다양한 환경, 사회 및 경제 문제에 대해 자연에서 영감을 받거나 지원하고자 모방하는 활동을 통해 생태계서비스를 강화하고 생태계를 보호, 관리, 복원하고 인간 복지, 생물다양성 증진 및 혜택 제공에 기여하는 접근법 (한국환경연구원, 2021, 환경위기 대응을 위한 자연기반해법 연구)

자연 기능의 극대화를 통한 도시 기반 시설 구축

2 자연기반해법

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS)

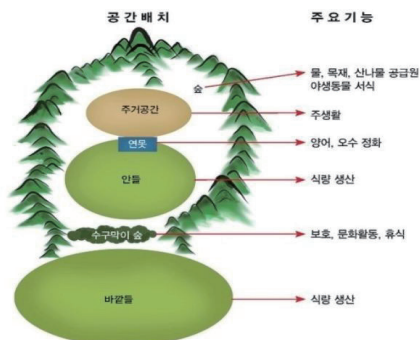
○ NbS 개념이 과학적 문헌에 등장하기 시작 2000년대 초반, 2002년 용어 최초 사용

→ 하지만, NbS는 새로운 개념이 아닌 과거부터 인류가 추구해온 개념

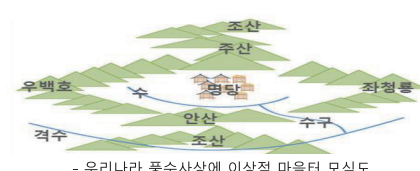
○ 자연에 순응하여 에너지 소비량을 감소시키는 풍수사상적 이상적인 구조

: 겨울철 추위 방지 (북서풍), 여름철 원할한 바람길 조성, 생태계 내부 영양물질 순환 등

→ 생태계 서비스의 극대화를 위한 환경 평가 및 컨설팅



- 풍수에 따른 전통마을 공간 배치 -



- 우리나라 풍수사상에 이상적 마을터 모식도



- 해안가 방풍림 사례 -

자연기반해법은 전통적인 개념(순응 → 활용 및 강화)



기후위기 대응을 위한 기후적응 정책과 NbS 적용 사례 임지열 고양시 탄소중립지원센터장

2 자연기반해법

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS)



- 도시에 적용가능한 NbS 기술 예시 -



- 식생체류지 도입 예시 및 구조적 기능 모식도 -

도시 기반 시설을 자연적 기능을 갖는 자연기반해법으로 전환

2 자연기반해법

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS) 기대효과

- 도시 내 탄소 저감 증진
 - NbS 시설 (인공습지, 식생체류지 및 투수블럭 등) 조성을 통한 토양 및 식물 등 자연적 기능에 의한 탄소저감능력 향상
- 생태계서비스 증진
 - 도시의 자연(생태) 공간 조성을 통한 도시 생태적 기능 회복
 - 전략적 조경 기반의 집중적·분산적 도시 생물 서식공간 조성을 통한 생물다양성 확보 및 증진
- 기후변화로 인한 자연재해 저감
 - 지표 강우유출량 저감 및 유출 지연효과, 도심 홍수 예방, 지하수 충전, 도시 내 수자원 공급, 비점오염물질 관리를 통한 수계 보호
- 지역 산업 육성 기회 제공
 - 자연 경관성 개선, 도심 생태계 회복 및 휴식 공간 제공을 통한 지역 관광, 상업 및 주거 환경 개선
- 기후변화로 인한 도시 문제 해결
 - 열섬효과, 미세먼지, 생태 면적 감소 및 물순환 왜곡 등 도시 개발로 인해 발생할 수 있는 인위적 원인에 의한 문제 해결
- 지역 공동체의 연결성 강화
 - 열린 공간 조성을 통한 연결성 향상 및 편의시설물 가치 향상

도시 전반에 걸친 긍정적 기대효과 제공



기후위기 대응을 위한 기후적응 정책과 NbS 적용 사례

임지열 고양시 탄소중립지원센터장

2 자연기반해법

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS) 기대효과

Nature based solution	Carbon storage	Unit	Reference
Rain garden	Storage: 6.65 - 14.69	kg/m ²	Chan et al., 2018
Green roof	Storage: 6.47	kg C/m ² /yr	Luo et al., 2015
Vegetated filter strips / vegetated swales	Storage: 3.05 - 5.04	kg/m ²	Bouchard et al., 2013
Wet retention pond	Storage: 75.8 - 135	g C/m ² /yr	Merriman et al., 2017
Green roof	Storage: 5.87 - 67.7	kg/m ²	Whittinghill et al., 2014
Landscape	Storage: 12.30 - 78.75	kg/m ²	Whittinghill et al., 2014
Bio-infiltration rain garden	Storage: 490	kg C/year	Flynn and Traver, 2013
Urban forest	Storage: 6.70 - 28.86	kg C/m ²	Aevermann and Schmude, 2016
Green roof	Storage: 3.1 - 8.7	Kg CO ₂ /m ² /year	Kim et al., 2012
Green roof	Storage: 73 - 276	g C/m ²	Getter et al., 2009
Biochar from buffer zones	Storage: 50 - 390	kg CO ₂ eq	Uusitalo and Leino, 2019
Riparian Buffer zones	Storage: 125 to 292	Mg / ha	Garrastazú et al., 2015

기후위기 관련하여 도시 내 효율적인 온실가스 흡수원 제공

2 자연기반해법

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS) 기대효과



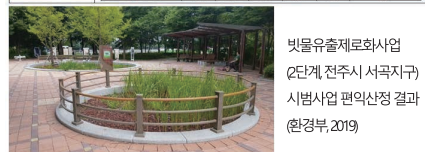
사업구역(배수구역) 면적	배수면적(m ²)	침수면적(m ²)	침수면적률(%)
배수구역	384,578	52,942	13.77

• LID 설치: 식생재투지, 투수분출 등 총 11종 LID 기술요소 적용
 • 분투수면적률: 배수구역의 분투수면적률은 88.7%에서 77.6%로 9.1%포인트 감소
 • LID 시설별 오염물질 및 유출저감

LID 시설	TSS(%)	BOD(%)	TOC(%)	T-N(%)	T-P(%)	유출저감률(%)
식생재투지	90.9	88.1	86.0	84.3	83.3	83.9
1차침투장치	92.8	90.3	89.7	89.0	86.4	92.4
식생재투지	96.9	92.5	89.3	83.1	97.5	76.6
침투형 빗물받이	75.7	62.7	57.0	57.2	61.9	54.1
투수분출	97.5	91.6	88.7	89.7	96.1	69.4
투수분출	94.7	88.1	76.8	90.6	63.0	46.8

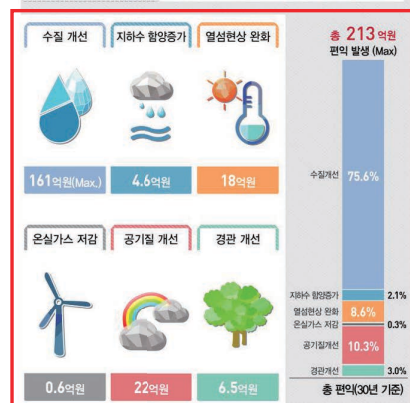
• 배수구역 기준 효과

구분	TSS	BOD	TOC	T-N	T-P	유출저감률(%)
배수구역	13.1	10.7	8.7	8.7	9.7	5.6



빗물유출제거화사업
(2단계, 전주시 서곡지구)
시범사업 편익산정 결과
(환경부, 2019)

SS 저감량	11.5~159.5 kg/d (평균 56.5 kg/d)
지하수 함양증가	30,113m ³ /년
기온감소	1.5℃ (최초년도 기준)
온실가스 저감	890 tCO ₂ -eq
공기질 개선	SOx 689kg/yr, NOx 549kg/yr
녹지면적 증가	3,035m ² (LID 시설로 인한 녹지면적 증가)



30년간 수질개선, 열섬현상 완화, 지하수 함양, 온실가스 저감 등 약 213억원 편익 추정 (연 7.1억원)



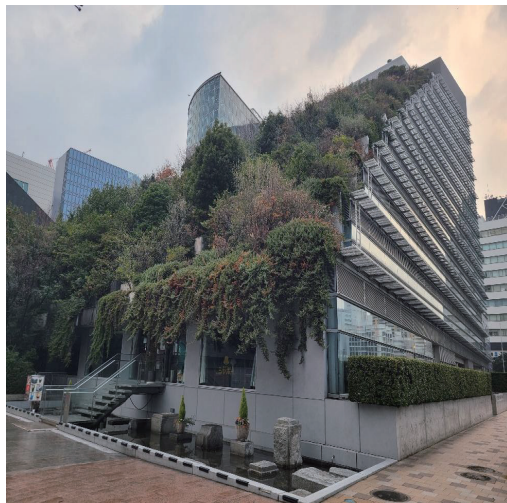
03 자연기반해법 적용 사례

3 자연기반해법 적용 사례

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS) 적용 사례 - 1

○ 일본 후쿠오카 아크로스 빌딩 [건물 NbS 기술 적용 사례]

- 건물 물순환시스템 기능 강화를 통해 자연적 물순환 구조 유지
- 도심 열섬 현상 완화, 빗물 유출 지연, 생물다양성 확보, 여과공간 제공, 생태관광 거점 활용 및 수계 수질 보호





기후위기 대응을 위한 기후적응 정책과 NbS 적용 사례

임지열 고양시 탄소중립지원센터장

3 자연기반해법 적용 사례

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS) 적용 사례 -2

○ City of Houston, US [Green road project]

- Houston 내 도로 조성 시 도로 주변 적용가능한 NbS 기술 도입
- 도시 전반에 걸쳐 보급되어 있는 도로를 도시문제 해결 거점으로 활용 및 탄소 중립 기반 인프라 구축

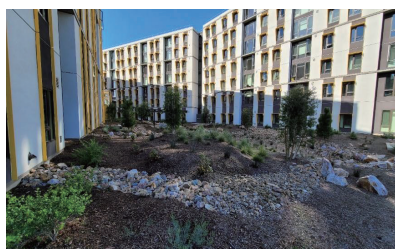


3 자연기반해법 적용 사례

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS) 적용 사례 -3

○ Irvine California, US

- Irvine 내 도로 및 유휴 공간 등을 활용한 NbS 기술 도입
- 도시 내 존재하는 유휴공간의 활용 극대화 추진을 통한 도시 회복력 증진





기후위기 대응을 위한 기후적응 정책과 NbS 적용 사례

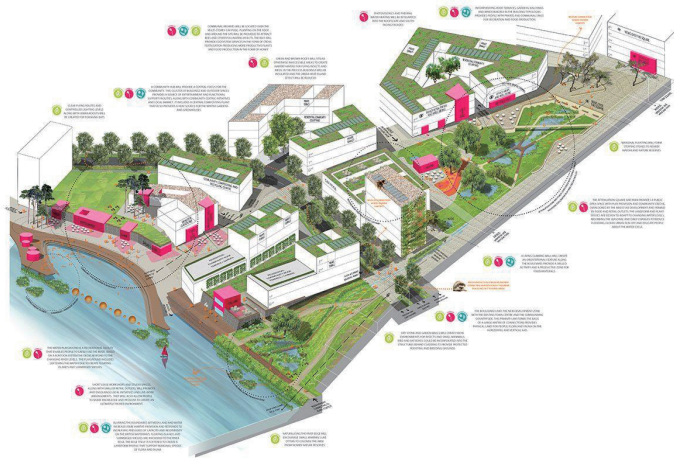
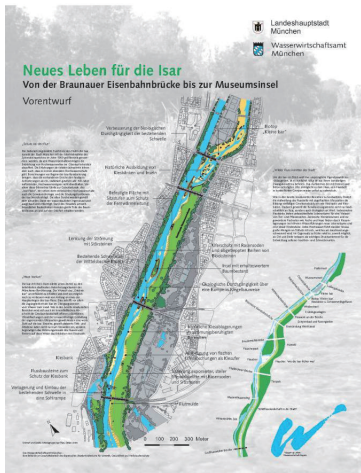
임지열 고양시 탄소중립지원센터장

3 자연기반해법 적용 사례

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS) 적용 사례 - 4

○ Munchen, Germany

- Neues Leben für die Isar (이자르의 새로운 삶)
- Munchen의 이사르 강을 중심으로 도시 NbS 도입 및 도심과 연결성 확보를 통한 도시 회복력 강화



3 자연기반해법 적용 사례

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS) 적용 사례 - 5

○ 대한민국

- 적극적 친환경 도시 인프라 조성을 위한 NbS 도입 계획 및 사업 추진



대전광역시 (투수포장)



충청남도 아산시청 (식생수로)



충청남도 아산시청 (옥상녹화)



전라북도 전주 (식생체류지)



04 자연기반해법 도입 전략

4 자연기반해법 도입 전략

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS) 도입 전략

- 친환경 인프라 전환 가속
 - 기존 인프라를 대체할 수 있는 자연기반해법 기반 시설을 보다 적극적으로 도입 (생태적 기능 및 기후 회복력)
- 공간의 입체화
 - 도시 공간의 특성 상 면적 확보가 어려운 만큼 평면적인 녹지 조성에서 옥상녹화, 벽면녹화 등 입체적 녹지 확대 방안이 병행 필요
- 분산형 보급체계 구축
 - 도시 전역에 걸쳐 소규모 시설들이 균형 있게 분산되도록 보급정책 수립
- 지속가능한 유지관리 체계 마련
 - 자연기반해법 시설의 지속적인 기능 유지와 효율성 확보를 위한 관리계획 수립
 - 유지관리를 위한 예산과 제도적 기반 마련 필요 (주민참여형 유지관리 체계 구축)
- 자연기반해법 기반 시설 별 연결성 확보
 - 개별 시설의 독립적 운영보다 연계를 통해 효율성 상승 효과 기대 (통합 관리 측면에서 중요한 접근 개념)
- 신뢰기반 인증제도 및 정책 지원
 - 시장 신뢰를 확보하기 위해 성능 인증체계가 확립 (제도적 안정성과 수용성 제고 필요)
 - 정책적으로는 시민, 사업자, 공공부문 모두에게 매력적인 인센티브 제공 필요 (미이행 시의 페널티 제도 도입 고려 필요)



기후위기 대응을 위한 기후적응 정책과 NbS 적용 사례

임지열 고양시 탄소중립지원센터장

4 자연기반해법 도입 전략

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS) 도입 전략

국가 온실가스 감축목표 (2025.11)

(단위: 백만톤 CO₂eq, 괄호안 값은 2018년 대비 감축률)

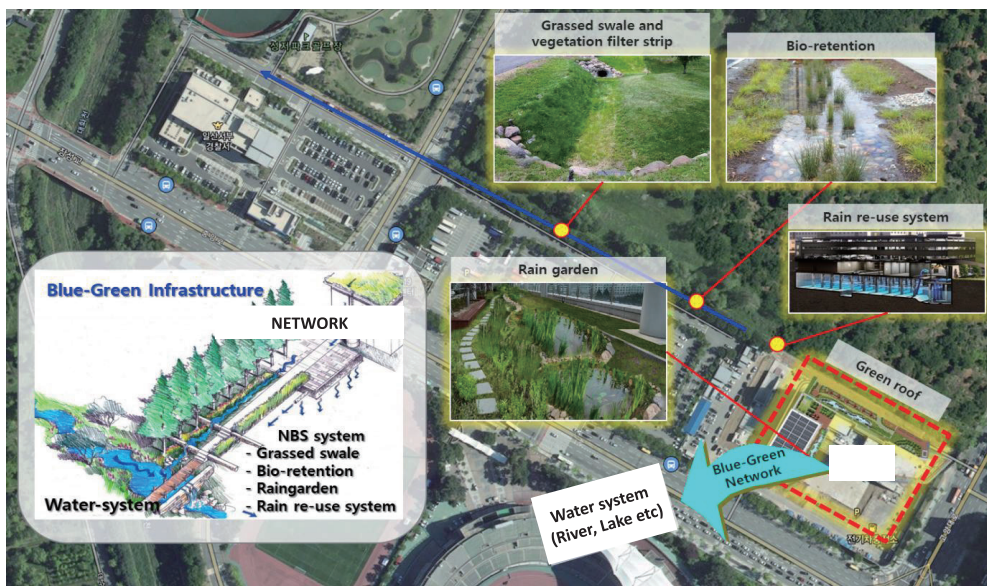
구분	부문	18년	24년	2035 NDC			
				53%		61%	
				배출량 ¹⁾	감축량 ²⁾	배출량	감축량
순배출량		742.3	651.4	348.9	△302.5	289.5	△361.9
배출	전력	283.0	218.3	88.3 (△68.8%)	△130.0	70.0 (△75.3%)	△148.3
	산업	276.3	250.9	209.1 (△24.3%)	△41.8	190.6 (△31.0%)	△60.3
	건물	52.1	43.6	24.2 (△53.6%)	△19.4	22.8 (△56.2%)	△20.8
	수송	98.8	97.5	39.3 (△60.2%)	△58.2	36.8 (△62.8%)	△60.7
	냉매	23.1	35.0	27.4 (△18.6%)	△7.6	25.5 (△10.4%)	△9.5
	농축수산	27.6	25.6	20.0 (△27.5%)	△5.6	19.5 (△29.3%)	△6.1
	폐기물	19.4	17.5	9.2 (△52.6%)	△8.3	9.0 (△53.6%)	△8.5
	탈루	3.7	3.2	2.6 (△29.7%)	△0.6	2.4 (△35.1%)	△0.8
	수소	0.0	0.0	8.1	8.1	6.5	6.5
흡수 및 제거	흡수원	-41.6	-40.2	-38.3	1.9	-39.3	0.9
	CCUS	0.0	0.0	-11.2	△11.2	-20.3	△20.3
	국제감축	0.0	0.0	-29.8	△29.8	-34.0	△34.0

¹⁾ 배출량은 2018년도 대비 감축량 ²⁾ 감축량은 2024년도 대비 감축량

2035년 온실가스 순배출량 목표: 2018년 순배출량 대비 53 ~ 61% (348.9 ~ 289.5 백만톤 CO₂eq)

4 자연기반해법 도입 전략

■ 자연기반해법 (Nature based Solutions, NbS) 도입 전략



탄소중립도시 인프라 개념 (NbS + Network + Governance) → Blue-Green network



FOR CARBON-NEUTRAL

Past
Development
or
Environment



Present and Future
Development
with
Environment



탄소중립을 위해 도시 개발을 제한하는 것은 궁극적인 해답이 될 수 없음
급변하는 시대에 **맹목적인 보존 가치만이 강조되면 그 도시는 정체될** 가능성이 높음
→ 미래 도시 모습은 **자연적 기능이 극대화**된 도시 시스템과 자연생태계가 **긴밀하게 연계**

2026 한국습지학회
정기학술발표대회

생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례

윤영란 이클레이 한국사무소 사무국장



지속가능
미래도시포럼



생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례 운영란 이클레이 한국사무소 사무국장

주제 발표 - 2

생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례

운영란

이클레이 한국사무소
사무국장



지속가능성을 위한
세계지방정부연합의
이클레이 한국사무소



목차

01 '생태계서비스지불제'란?

02 지방정부 우수사례

03 확대·개선방안



지속가능성을 위한
세계지방정부연합의
이클레이 한국사무소



생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례 윤영란 이클레이 한국사무소 사무국장



고양시 탄소중립지원센터
Goyang Carbon Neutrality Support Center



지속가능성을 위한
세계지방정부연합의
이클레이 한국사무소

01 '생태계서비스지불제'란?

정의

추진현황

도전과제

사진출처: www.mygoyang.com/news/articleView.html?idxno=62421



고양연구원
GOYANG CITY INSTITUTE

고양시 탄소중립지원센터
Goyang Carbon Neutrality Support Center



지속가능성을 위한
세계지방정부연합의
이클레이 한국사무소

'생태계서비스' 란?

생태계가 인간에게 제공하는 물질적, 비물질적 혜택

공급서비스

식량, 연료, 물 등

조절서비스

기후/홍수조절,
수질정화 등

문화서비스

정서적안정,
여가공간 등

지지서비스

토양형성,
영양물질 순환 등





생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례

윤영란 이클레이 한국사무소 사무국장



'생태계서비스지불제' 란?

생태계서비스를 증진하는 행위+자원을 공급하는 사람에게
경제적 인센티브를 지불하는 계약 제도

'생태계' from 생태학

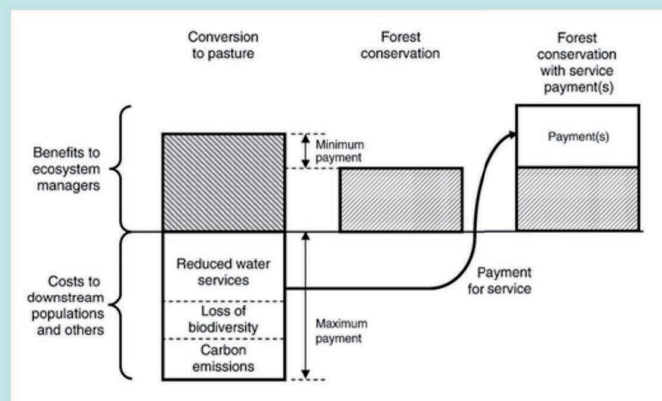
'서비스' from 경제학



시장기반 접근 통해
규제중심 X, 자발성, 효율성 ↑



'생태계서비스지불제' 란?





생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례

운영란 이클레이 한국사무소 사무국장



생태계서비스지불제 추진현황

국제

- 70개국 이상에서
- 임업, 농업, 수자원 관리 등 다양한 형태로 운영

국내

- 2019년 법률 개정: 생물다양성관리계약제도
→ 생태계서비스지불제
- 2021년부터 본격 시행



생태계서비스지불제 활동유형

분류	활동유형	적용 대상지
지지서비스	버 미수확 존치, 벚짚 존치, 휴경, 야생동물 먹이주기	철새도래 농경지, 습지 인근 경작지
	멸종위기 야생생물 서식지 조성, 서식지 복원, 생태계교란종 제거	보호지역, 하천·호소 완충구역
조절서비스	친환경 경작방식 전환, 하천·습지 환경정화, 비점오염원 저감	상수원 유역, 도심습지 완충구역
공급서비스	지속가능한 산림경영, 식생 복구, 산지전용 억제 관련 활동	산지·구릉지
문화서비스	생태관광·탐방로 정비, 환경교육 연계 프로그램	생태관·방문자센터 인근

*출처: 기후에너지환경부, 「생태계서비스지불제계약사업시행 가이드라인」(2024.4.)에 제시된 활동 유형을 재구성



생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례

윤영란 이클레이 한국사무소 사무국장



지속가능성을 위한
세계지방정부협의회
이클레이 한국사무소

생태계서비스지불제 활동유형

분류	활동유형	적용 대상지
지지서비스	벼 미수확 존치, 벼짚 존치, 휴경, 야생동물 먹이주기	철새도래 농경지, 습지 인근 경작지
	멸종위기 야생생물 서식지 조성, 서식지 복원, 생태계교란종 제거	보호지역, 하천·호소 완충구역
조절서비스	친환경 경작방식 전환, 하천·습지 환경정화, 비점오염원 저감	상수원 유역, 도심습지 완충구역
공급서비스	지속가능한 산림경영, 식생 복구, 산지전용 억제 관련 활동	산지·구릉지
문화서비스	생태관광·탐방로 정비, 환경교육 연계 프로그램	생태관·방문자센터 인근

*출처: 기후에너지환경부, 「생태계서비스지불제지역 사업시행 가이드라인」(2024.4)에 제시된 활동 유형을 재구성



지속가능성을 위한
세계지방정부협의회
이클레이 한국사무소

생태계서비스지불제 확대를 위한 도전 과제

도전과제 1. 여전히 철새 보전 활동 유형이 대다수

→ 도심 지역에서의 문화서비스, 환경조절서비스 등 확장 필요

도전과제 2. 재원의 한계(국고+지방비로만 구성)

→ 민간투자자로 조달 체계 확대해 안정적 자원 필요



02 지방정부 우수사례

파리시 공영수도기업 농가지원제도
빅토리아주 경쟁입찰형 생태계서비스지불제

사진출처: www.worldbank.org/en/results/2015/12/16/costa-rica-improves-the-efficiency-of-its-payment-for-environmental-services-program

"파리시민이 마시는 물은 어디서 올까?"

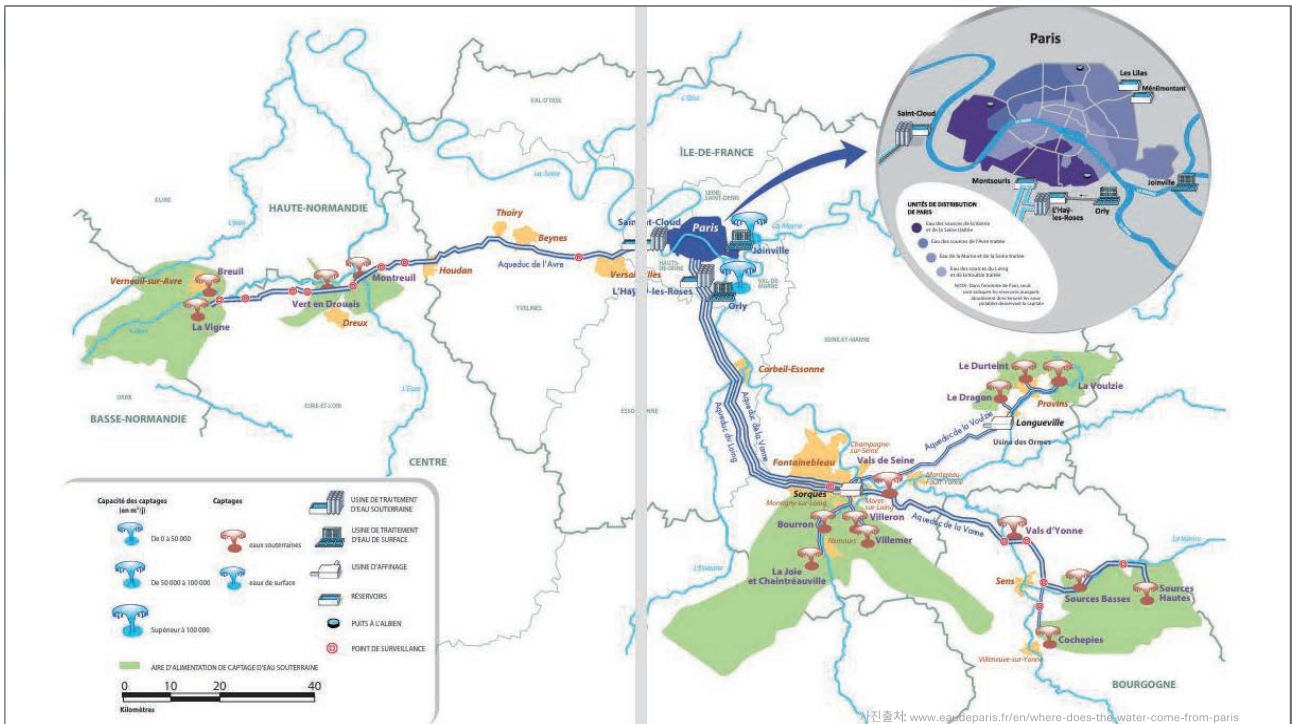


생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례

윤영란 이클레이 한국사무소 사무국장



사진출처: www.eaudeparis.fr/en/where-does-the-water-come-from-paris





생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례

윤영란 이클레이 한국사무소 사무국장



① 파리시 공영수도기업 농가 지원제도 (Eau de Paris PSE)

배경

2015년, 프랑스 농업부의 지역 맞춤형 지원 축소
수원지 유기농업 보조금(450유로/ha → 300유로/ha)

내용

2019년, 파리시 공영수도기업은 자체 농가지원제도 설계 시작
2020년, 정식출범

성과

*2024년 11월 중간평가 결과
참여 농가 수: 49곳 → 115곳
유기농 면적: 2,800ha → 11,800ha
농약사용량: 77% ↓

"예방이 사후처리보다
3배 저렴하다"
(단 레르, 파리시 부시장)



① 파리시 공영수도기업 농가 지원제도 (Eau de Paris PSE)

특징 1

브랜드 도입 + 공익협동조합 설립 → 농가소득원 + 자립성 ↑

특징 2

파리시-공영수도기업-센-노르망디물관리기관 간 '물과 기후 지역협약' 체결
→ 기후변화 대응이라는 넓은 정책과 연결

특징 3

성과를 다각도에서 계량화: 농약 사용량, 유기농 면적, 참여 농가 수 등
→ 사업 확대 근거



생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례

윤영란 이클레이 한국사무소 사무국장



지속가능성을 위한
세계지방정부연합의
이클레이 한국사무소

"예산을 사용하는 효율적인 방법은?"





생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례

운영란 이클레이 한국사무소 사무국장



② 호주 빅토리아주 경쟁입찰제 (Bush Tender)

배경

2000년 초반, 민간토지의 300만ha 자생식생 중 60%가 위기

내용

- 토지 소유자: 보전 관리 활동+희망액 제출(경매 기반 구조)
- 주정부: 가격 대비 가장 우수한 환경적 가치를 제공하는 것 선정(BBI 기준)
- 5년 단위 계약 → 토지 소유자, 이행 후 성과 기반 지불금 수령



② 호주 빅토리아주 경쟁입찰제 (Bush Tender)

성과

경쟁입찰방식이 비용효율성 이득(가상의 고정단가 방식과 비교)

구분	경쟁입찰제	가상 고정단가제
ha당 평균비용(호주달러)	\$114	\$114(동일하게 설정)
총예산	\$400,000	\$400,000
입찰 수	97건	35건
확보한 생물다양성 단위	1,115,000	650,000
예산 소진액(호주달러)	\$400,000	\$261,000

*출처: BushTender: rethinking investment for native vegetation outcomes, Victoria Dept of Sustainability and Environment(2008)에 언급된 내용 재구성.



생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례

운영란 이클레이 한국사무소 사무국장



② 호주 빅토리아주 경쟁입찰제 (Bush Tender)

성과

- 빅토리아주 및 호주 전역으로 확대(유사 보전 입찰 사업 100건 이상 시행)
→ 현재는 EcoTender이라는 명칭의 확장된 프로그램 운영
- OECD 생물다양성 생태계서비스지불제 비용효율성 제고 방안으로 소개

03 개선·확대 방안

사진출처: www.goyang.go.kr/gojanghang/index.do



생태서비스 지불제 도입 방안 및 지자체 활용 사례

윤영란 이클레이 한국사무소 사무국장

개선·확대방안

- 국가 지원 축소에 대한 대응전략 마련
 - 다중 지표를 통한 성과 검증
 - 브랜드화를 통한 지역 경제 연계
 - 기관 간, 기관 내 협력을 통한 성과 극대화
-
- 경쟁입찰+생태적 가치 비교 후 선정



“지역의 실천이 세상을 바꿉니다.”

Local Action Moves the World



2026 한국습지학회
정기학술발표대회

을숙도 생태복원 프로젝트

서진원 낙동강하구에코센터 센터장



지속가능
미래도시포럼



을숙도 생태복원 프로젝트

서진원 낙동강하구에코센터 센터장

주제 발표 - 3

을숙도 생태복원 프로젝트

서진원

낙동강하구에코센터장



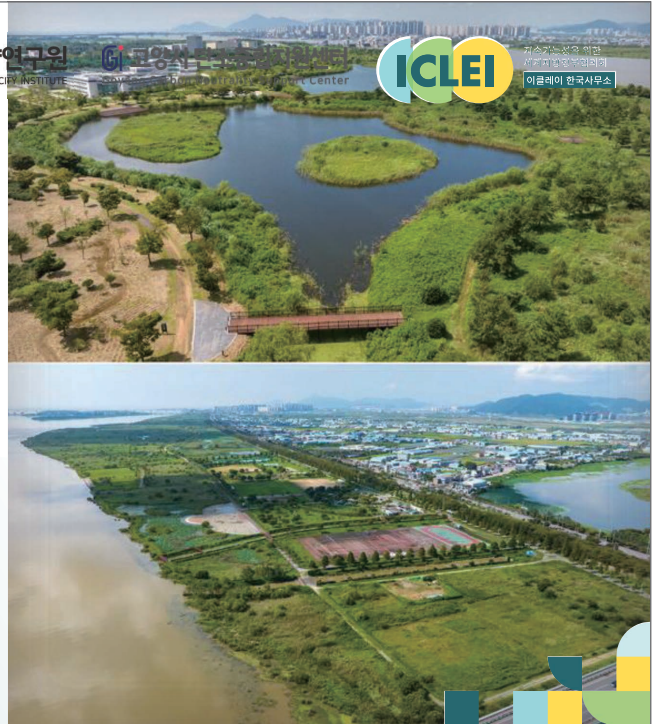
고양연구원
GOYANG CITY INSTITUTE



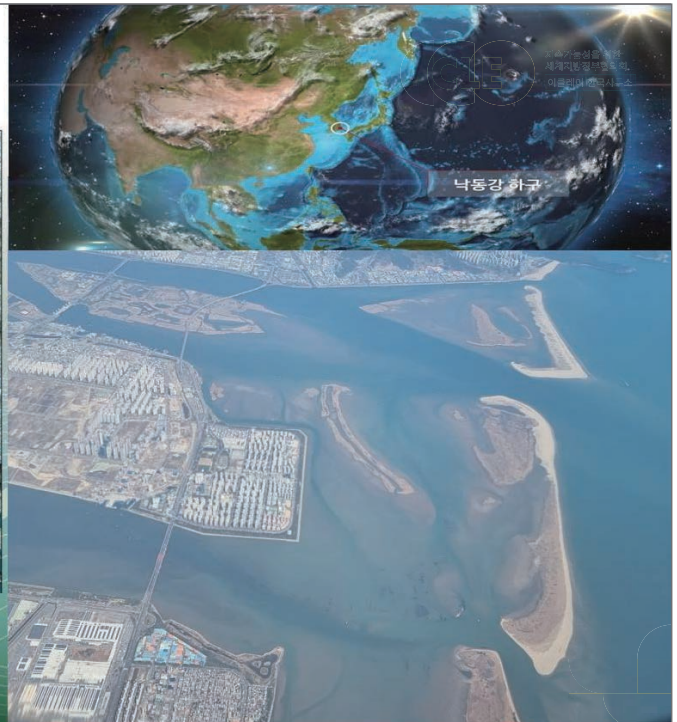
고양시환경자연과학센터
Goyang City Environmental Center



지속가능성 추구 위한
세계적 환경운동
이클레이 한국사무소



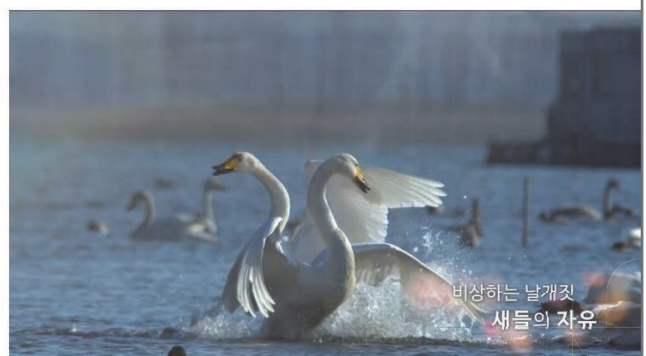
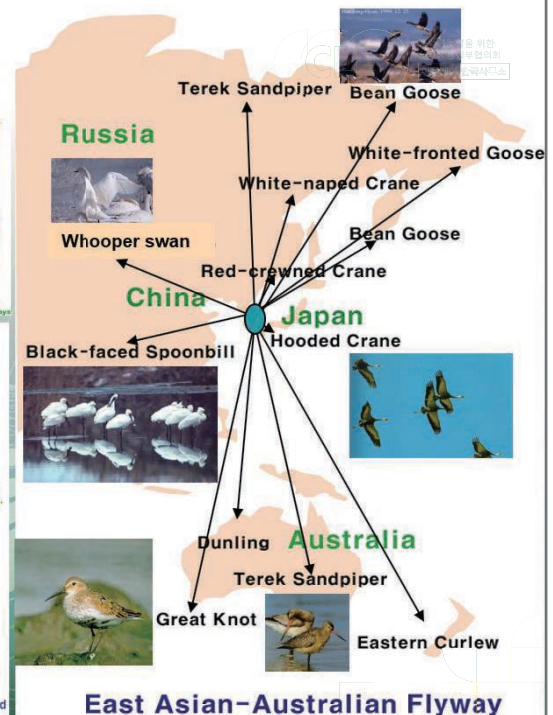
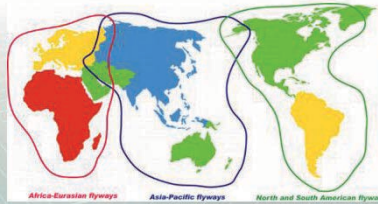
Nakdong River Estuary





East Asian-Australasian Flyway

- Key Habitat for
 - Wintering place
ex) ducks, geese, & swans
 - Summer breeding place
ex) little tern, great reed warbler
 - Stopover place
ex) sandpiper, plover
- Observation of diverse migratory birds
 - about 180 species yearly
 - most diverse among 200 sites during winter
- Over 20 % swan population among 10,000





을숙도 생태복원 프로젝트

서진원 낙동강하구에코센터 센터장

Eulsukdo (을숙도, 乙淑島)

- Appeared firstly in a cadastral map of 1916
- Name originated from clean water with many birds
- Belong in the East Asia's largest habitat for migratory birds
- Designated as Natural Monument No. 179 in 1966

낙동강 하류 철새 도래지

총 면적 87,279,741m²

대한뉴스 제969호
(1974년 2월 9일)

1966년 천연기념물 제179호 지정 (문화재보호법)

Wetland Conservation Act

Wetland protection area
[37.72 km²]
Designation:
Aug. 1999

National Heritage Act

Natural Heritage Protection area
[87.28 km²]
Designation:
Jul. 1966

Marine Environment Management Act

Special management sea area
[741.50 km²]
Designation:
Oct. 1982

National Land Planning & Utilization Act

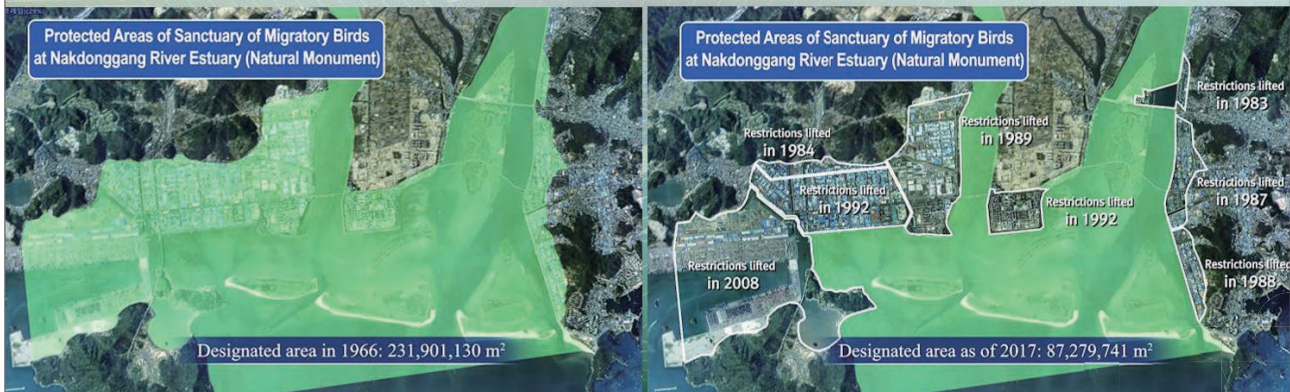
Nature conservation area
[52.74 km²]
Designation:
Dec. 1988



Changes in the Nakdong River Estuary



- Natural Monument Area
: 231.9km² in 1966 → 87.3km² in 2017 **(62.3% reduction)**



Changes in the Eulsukdo

- Agricultural growth (1960 - 90s)





Changes in the Eulsukdo

• Oxidation pond for night soil (1975. 10 – 1993. 4)

- Area: 131,917 m² (13.2 ha), firstly used in Goejeong-dong (1945-1973)
- Treatment method: Natural drying & oxidation (1,200 kℓ/day)
- Total storage capacity: 145,000 kℓ



Changes in the Eulsukdo

• Marine disposal facility for night soil (1992. 6 – 2005. 6)

- Built in April - June 1992
- Processing volume: 3,000 m³/day
- Storage facility: 3,000 m³ × 3 units
- Dumping vessel

Three 900-ton vessel (Eulsukdo ⇒ Gamcheon harbor)

Two 2,000-ton vessel (Gamcheon harbor ⇒ '정' area of the East Sea)

- Dumping site: '정' area of the East Sea, 237 km & 4 hours of roundtrip

- Process: household collection ⇒ sanitation disposal plant in Gamjeon-dong

⇒ pipeline transfer to Eulsukdo (6.7 km) ⇒ Gamcheon harbor (12km)

⇒ '정' area of the East Sea





Changes in the Eulsukdo

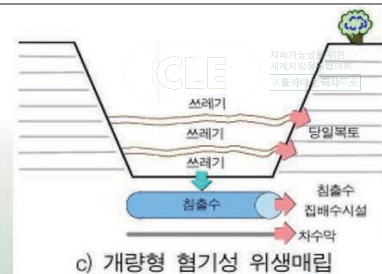
- Nakdong River Estuary Barrage (1983. 4 – 1987. 11)



Changes in the Eulsukdo

- Sanitary landfill (1975. 10 – 1993. 4)

- Method: Open anaerobic sanitary landfill (nation's first compaction)
- Capacity: 4.72 million m³
- Area: 489,394 m² (primary 297,654 m², secondary 191,740 m²)





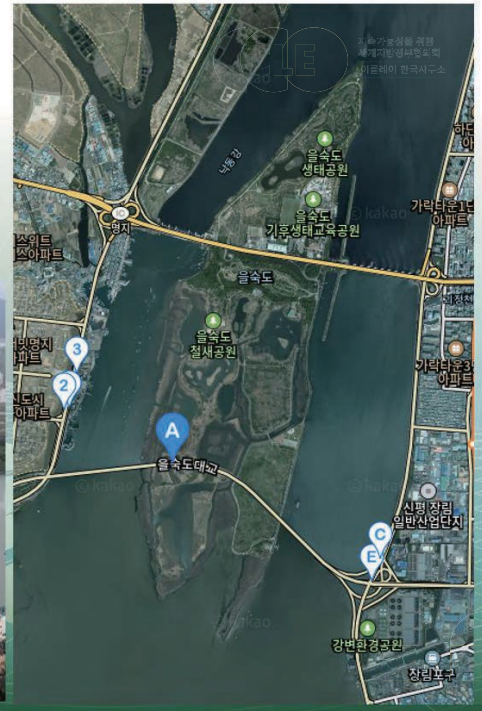
을숙도 생태복원 프로젝트

서진원 낙동강하구에코센터 센터장

Changes in the Eulsukdo

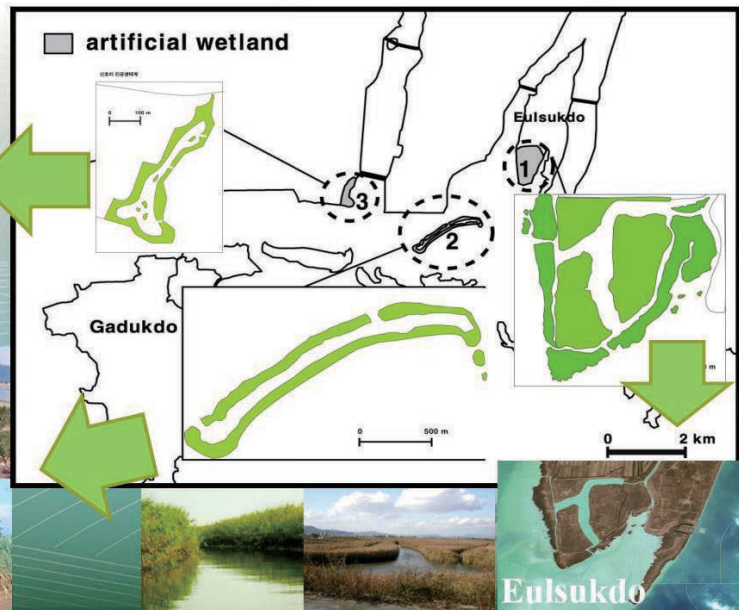
• Eulsukdo Bridge (2005. 1 – 2009. 10)

- Total cost: 420 billion won (about 296 million dollars)
- To activate an economy & to resolve traffic congestion in west Busan
- Built with going around the critical habitat for migratory birds



Wetland Restoration in the Nakdong River Estuary

• Wetland restoration (1997)





Wetland Restoration in the Eulsukdo

Before Restoration(2002)



After Restoration(2022)



Conservation & Restoration

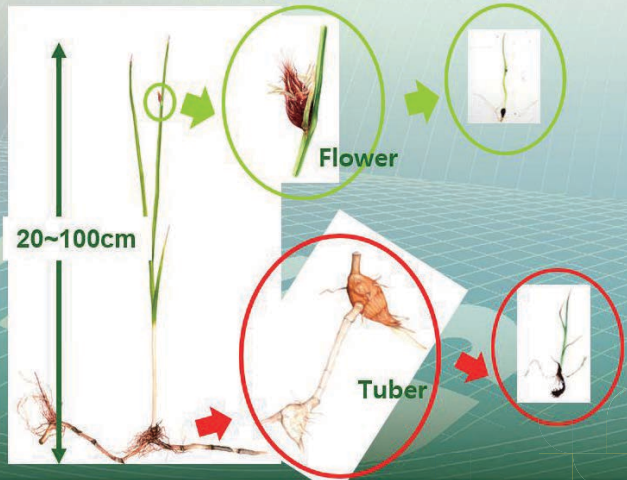
• Whooper swan (*Cygnus cygnus*)

- Natural monument, Endangered species (class II)
- 2,500-3,000 among ~ 11,000 come to the N.R. Estuary



• Flat-stem clubrush (*Bolboschoenus planiculmis*)

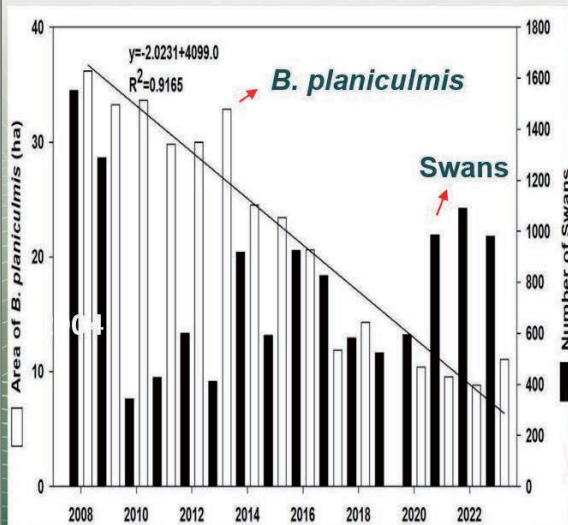
- widely distributed with reeds in the N.R. Estuary
- Tubers serve as an important food source for swans





Changes of *B. planiculmis* area and number of swans

Park, H. S. 2025



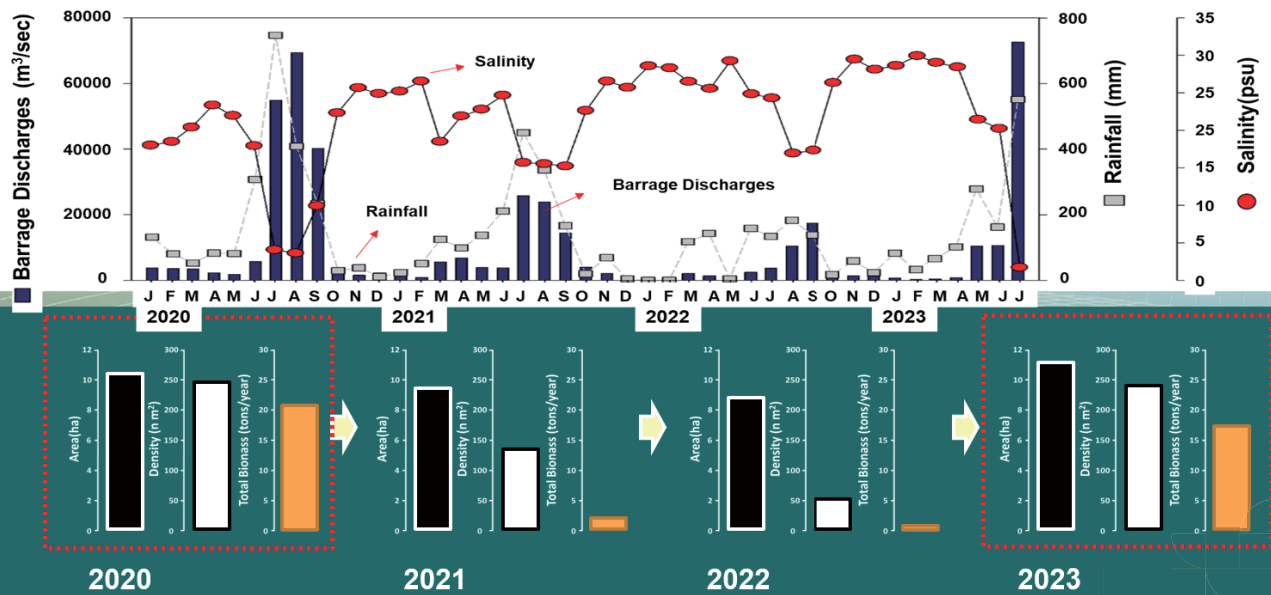
Recent Changes of *B. planiculmis* area in the Eulsukdo

- 2004: **400,925 m²** → 2020–2023 average: **99,489 m²** (72% decrease)
- Recovery years: **2020, 2023** (high rainfall and freshwater discharge)
- Lowest coverage: **2022** (drought and reduced discharge → salinity increase)





Eulsukdo Environment and *B. planiculmis* (2020-2023)



Restoration efforts(Swan & *B. planiculmis* population)

• Whooper swan (*Cygnus cygnus*)

- monitoring & tracking



- feeding shredded sweet potato



- outreach & education



• Flat-stem clubrush (*Bolboschoenus planiculmis*)

- nursery cultivation



- preparation and planting



- monitoring





을숙도 생태복원 프로젝트 서진원 낙동강하구에코센터 센터장

Special Whooper swan

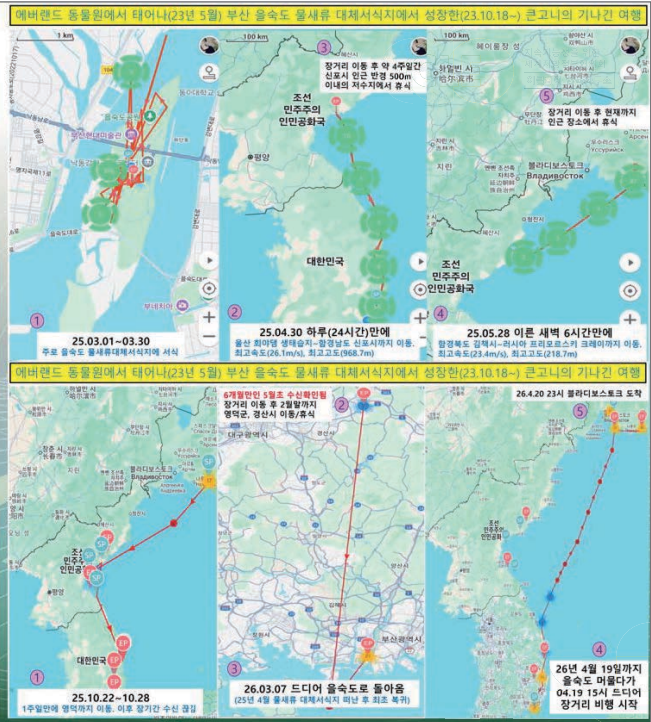
주키퍼, 그들이 하고 있는 일

크고니 가족과 함께 꿈꾸는 비행

2,300km 날아 러시아로

철새서식지 을숙도, 보전 노력은?

대담한서 크고니의 귀향... 생태계 복원 최현철 필자 / KBS 2025.06.30



Nakdong Estuary Eco Center



이용시간 09:00~18:00
09:00~18:00 (월요일 휴무)

주차안내 09:00~18:00
주요도로변에 주차장 있음

유치시설 09:00~18:00
유치시설 있음

유치시설 09:00~18:00
유치시설 있음

Places to visit

Nakdong Estuary Eco Center	Wildlife medical center	Picnic square
Electric cart	Memorial park	Storytelling trail
Experience center	Bird observatory	Amisan observatory



을숙도 생태복원 프로젝트

서진원 낙동강하구에코센터 센터장

Global Gold Winner of 2025 Green World Awards

• Auckland, New Zealand (2025. 5.12)

- Received from approximately 350 outstanding environmental best practices from 56 countries across 20 categories



Ministry of Climate, Energy, & Environment

• Creativity Development Program for Eco-sensibility (from 2025)

환경감성 창의도토리텔링(부산권)

우리나라에서 가장 길게 흐르는 낙동강을 따라 생태자연과 우리 민족의 아픈 이야기를 찾아갑니다. 도넛은 동해바다를 조망하여 지속가능한 미래를 고민하는 환경리터러시 감각을 깨웁니다.

시 간	1 일 차	2 일 차	3 일 차
09:00~10:00	도넛 만들기 체험	[M2] 도넛 만들기 체험	[M3] 도넛 만들기 체험
10:00~11:00	도넛 만들기 체험	[M2] 도넛 만들기 체험	[M3] 도넛 만들기 체험
11:00~12:00	도넛 만들기 체험	[M2] 도넛 만들기 체험	[M3] 도넛 만들기 체험
12:00~13:00	도넛 만들기 체험	[M2] 도넛 만들기 체험	[M3] 도넛 만들기 체험
13:00~14:00	도넛 만들기 체험	[M2] 도넛 만들기 체험	[M3] 도넛 만들기 체험
14:00~15:00	도넛 만들기 체험	[M2] 도넛 만들기 체험	[M3] 도넛 만들기 체험
15:00~16:00	도넛 만들기 체험	[M2] 도넛 만들기 체험	[M3] 도넛 만들기 체험
16:00~17:00	도넛 만들기 체험	[M2] 도넛 만들기 체험	[M3] 도넛 만들기 체험
17:00~18:00	도넛 만들기 체험	[M2] 도넛 만들기 체험	[M3] 도넛 만들기 체험
18:00~21:00	도넛 만들기 체험	[M2] 도넛 만들기 체험	[M3] 도넛 만들기 체험

주요 프로그램

[M2] 로컬 골목길 예술산책 (감동문화마을, 남포동)

- 6·25전쟁과 지난날의 아픔을 듣고 감동해 문화와 예술을 통해 도시재정과 주민 삶의 가치를 이끎

[M3] 자연과 교감하는 생태 체험의 장 (낙동강하구에코센터)

- 야생동물 지류센터, 카펫 숲가꾸기체험, 도넛바다로 푸아제릴 등으로 낙동강하구 생태계 체험

주요 장소

서진원 센터장

크라운 하버 호텔

KTX 부산역

주요 프로그램

[M2] 로컬 골목길 예술산책 (감동문화마을, 남포동)

- 6·25전쟁과 지난날의 아픔을 듣고 감동해 문화와 예술을 통해 도시재정과 주민 삶의 가치를 이끎

[M3] 자연과 교감하는 생태 체험의 장 (낙동강하구에코센터)

- 야생동물 지류센터, 카펫 숲가꾸기체험, 도넛바다로 푸아제릴 등으로 낙동강하구 생태계 체험

주요 장소

서진원 센터장

크라운 하버 호텔

KTX 부산역

주요 프로그램

[M2] 로컬 골목길 예술산책 (감동문화마을, 남포동)

- 6·25전쟁과 지난날의 아픔을 듣고 감동해 문화와 예술을 통해 도시재정과 주민 삶의 가치를 이끎

[M3] 자연과 교감하는 생태 체험의 장 (낙동강하구에코센터)

- 야생동물 지류센터, 카펫 숲가꾸기체험, 도넛바다로 푸아제릴 등으로 낙동강하구 생태계 체험

주요 장소

서진원 센터장

크라운 하버 호텔

KTX 부산역



을숙도 생태복원 프로젝트

서진원 낙동강하구에코센터 센터장

Korea Heritage Service

• 48th Session of the World Heritage Committee, Busan, Republic of Korea (2026. 7)



Administrator
Huh Min

Heritage Tours In Busan Half-Day Tour

Eco Tour of Migratory Bird Sanctuary at Nakdong River Estuary in Busan

Introduction to Eulsukdo Island and Guided Tours of the Exhibition Hall, Wildlife Medical Center, Exploratory Experience Center, and Amisan Observatory

July 22 (Wed), 10:00-14:00 July 24 (Fri), 10:00-14:00 July 26 (Sun), 14:00-18:00

Sponsored by Nakdong Estuary Eco Center/Busan Metropolitan City

Eulsukdo Island and Amisan Observatory at Nakdong River Estuary

Introduction to Eulsukdo Island and Guided Tours of the Exhibition Hall, Wildlife Medical Center, Exploratory Experience Center, and Amisan Observatory

Fully Booked



<https://www.youtube.com/shorts/phHNYzlao0U>

Heritage-LOG

부산 에코투어 낙동강 하구 철새 보호구역 생태 관광



제48차 유네스코 세계유산위원회를 맞아

제48차 유네스코 세계유산위원회



국가유산청



Thank you!