

국제
세미나

자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제

2025년 10월 30일

16:00~18:30

코리아나호텔 7층 로얄룸

한국어/영어 동시통역



프로그램

사회 강해나 주한영국대사관 선임기후에너지담당관

시간	내용
~16:00	접수
16:00~16:20 (20분)	인사말 게러스 위어 주한영국대사관 부대사 장재연 (재)숲과나눔 이사장 안소은 한국환경연구원 부원장
16:20~16:25 (5분)	기념촬영
16:25~16:45 (20분)	발제1 Early outcomes of England's new biodiversity offset market Sophus zu Ermgassen / Oxford University Nature-positive Hub
16:45~17:15 (30분)	발제2 What is a unit of nature? Hannah Wauchope / University of Edinburgh
17:15~17:35 (20분)	발제3 한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 이후승 한국환경연구원 자연환경연구실 실장
17:35~18:00 (25분)	지정토론 좌장 오충현 동국대학교 바이오환경과학과 교수 홍현정 한국환경연구원 자연환경연구실 부연구위원 박찬호 전남대학교 연구교수 신재은 (재)숲과나눔 풀씨행동연구소 소장
18:00~18:30 (30분)	종합토론 Q&A
18:30~	정리 및 마무리

목차

발제1	Early outcomes of England's new biodiversity offset market	04
	Sophus zu Ermgassen / Oxford University Nature-positive Hub	

발제2	What is a unit of nature?	10
	Hannah Wauchope / University of Edinburgh	

발제3	한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성	40
	이후승 / 한국환경연구원 자연환경연구실 실장	

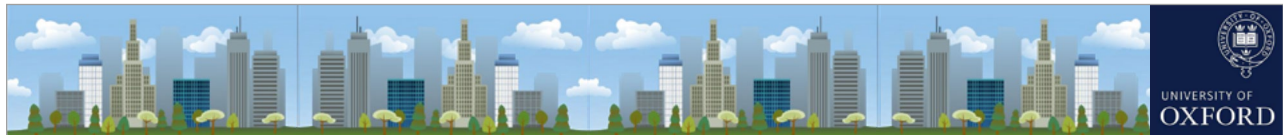
지정토론	좌장 오충현 / 동국대학교 바이오환경과학과 교수	52
	홍현정 / 한국환경연구원 자연환경연구실 부연구위원	
	박찬호 / 전남대학교 연구교수	
	신재은 / (재)숲과나눔 풀씨행동연구소 소장	

발제 1

Early outcomes of England's new biodiversity offset market

Sophus zu Ermgassen
Oxford University Nature-positive Hub





Crash course on the science of Biodiversity Net Gain

Dr Sophus zu Ermgassen
Nature finance lead
Department of Biology, Oxford University



Statutory Biodiversity Metric

BNG is calculated and evidenced using the statutory biodiversity metric: an **area** and **condition** proxy for biodiversity.



Baseline Biodiversity Units

$$= \text{Size} * \text{Distinctiveness} * \text{Condition}$$



Post-intervention Biodiversity Units

$$= \text{Size} * \text{Distinctiveness} * \text{Condition}$$

* Difficulty * Time * Spatial * Strategic Multipliers

Area and condition metric flexibility

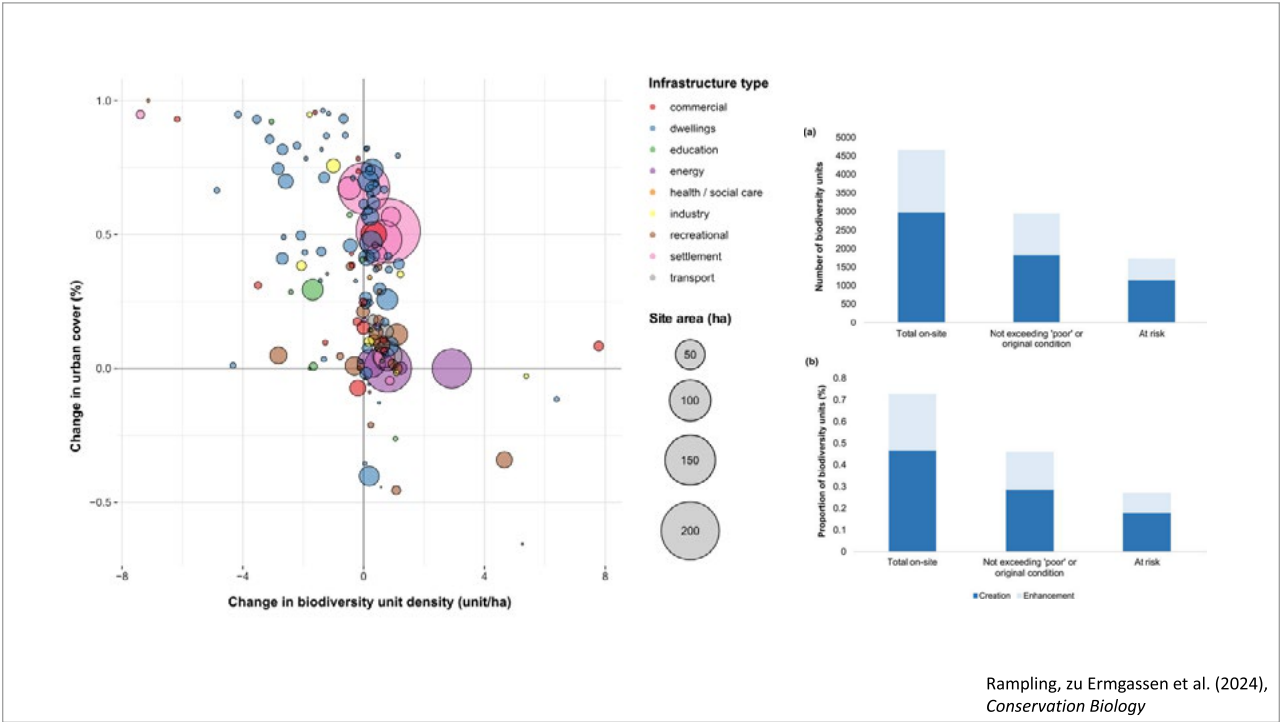
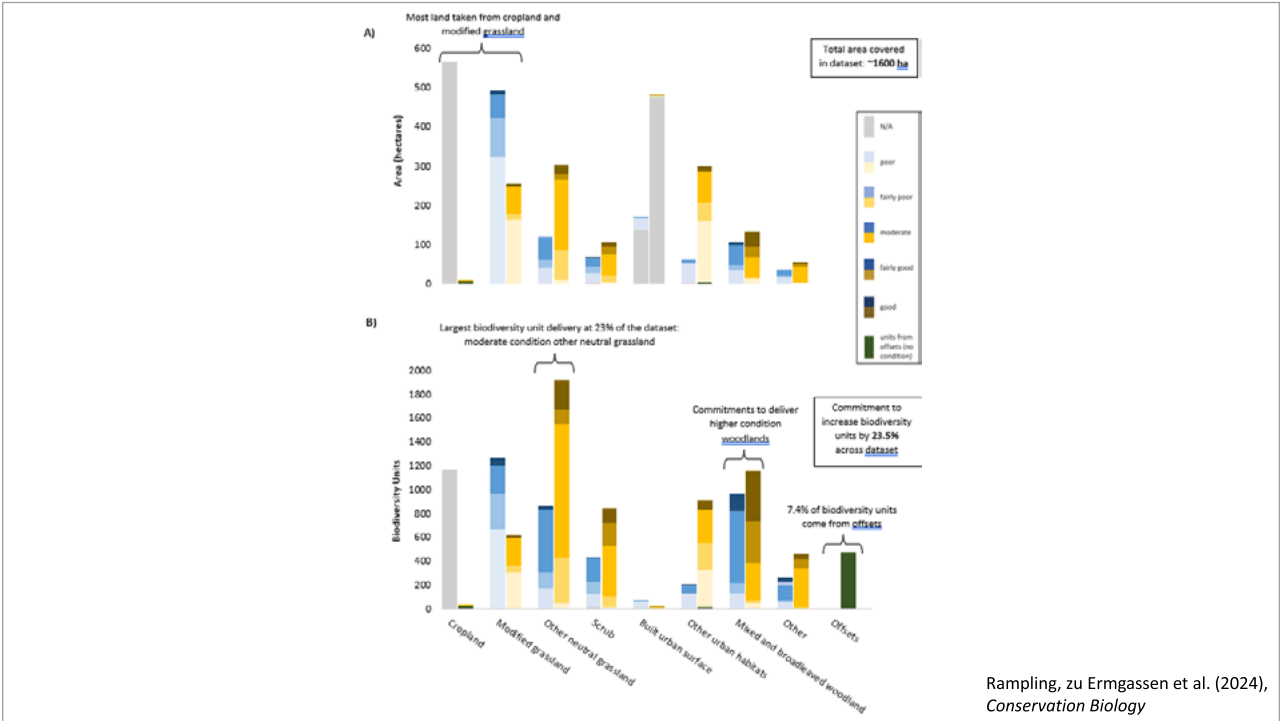


Large area of low
distinctiveness/condition



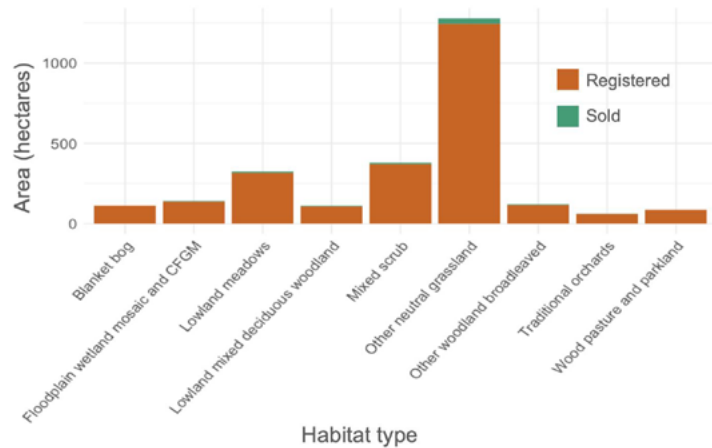
Smaller area of higher
distinctiveness/condition

Flexible metric trading: **23.5% increase in metric score** but with a **38% reduction in greenspace area** (Rampling et al. 2024)



The off-site market

- ~2% of planned habitat area sold
- Most transactions are very small: 1.22 biodiversity units or 0.19ha of habitat
- Mean development size was 0.96ha, with 38% of unit demand coming from sites less than 1ha
- 38% of transactions within LPA/NCA, 35% disconnected LPA/NCA, 27% adjacent LPA/NCA

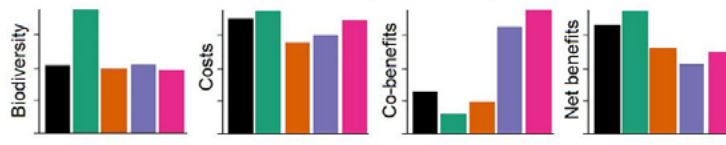


Duffus et al. (2025), *BioRxiv*

Optimise current and alternative Biodiversity Net Gain (BNG) rules



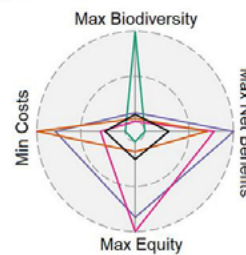
Assess each approach against multiple objectives



Results and policy implications

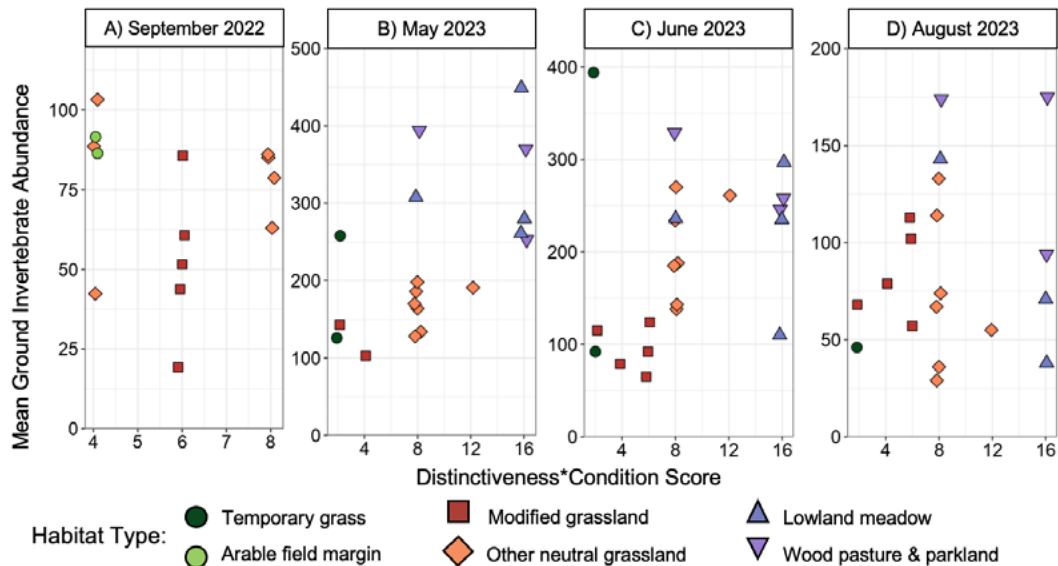
Analysis shows:

- Current practice performs poorly across all objectives, including biodiversity net gains
- Major trade-offs exist between biodiversity gains and benefits for people
- Separate policies would deliver improved overall outcomes

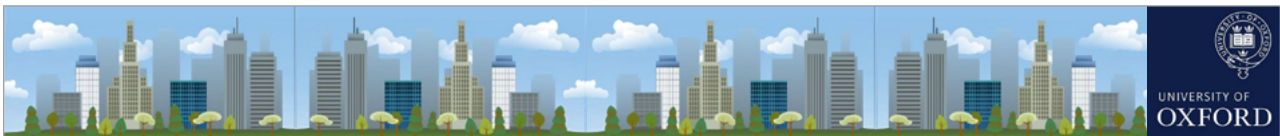


Mancini, Collins et al. (2024), *One Earth*

Ground Invertebrate Abundance



Duffus et al. (2025), *J Applied Ecology*



Conclusions

- Early days; evolving quickly
- Has generated less investment in nature than expected, because of competing pathways for achieving compliance
- Outcomes will rely on the long-term monitoring and enforcement of BNG within developments being sound
- Metric can be iteratively improved

발제2

What is a unit of nature?

Hannah Wauchope

Oxford University Nature-positive Hub



What is a Unit of Nature?

Hannah Wauchope

In collaboration with Sophus zu Ermgassen, Julia P. G. Jones,
Harrison Carter, Henrike Schulte to Bühne and E.J. Milner Gulland



THE UNIVERSITY
of EDINBURGH



UNIVERSITY OF
OXFORD



Zoological
Society
of London

Biodiversity Credits

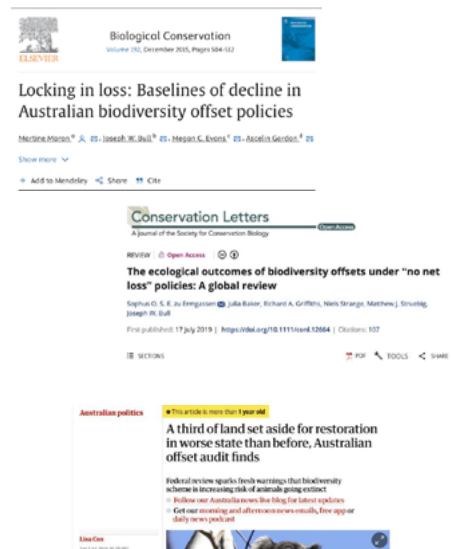
Biodiversity Credits

- Similar to Carbon Credits → Emerged as a global phenomenon after 1997 (Kyoto Protocol)
- Can a similar thing be done for biodiversity?
- Could this help plug the ~\$700 billion annual shortfall in conservation funding? The UN thinks so (GBF Target 19)

A Brief History...

- Fierce debate over whether nature markets 'work'
- Multiple studies have shown that biodiversity offsetting schemes did not achieve No Net Loss

Mostly because of measurement challenges



Biodiversity Credits

“A certificate that is evidence of... a unit of positive biodiversity outcome”

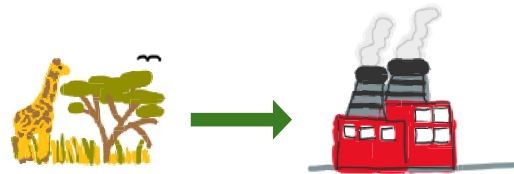
Biodiversity Credit Alliance

Biodiversity Offsets

- **Biodiversity credits have existed within offset markets for decades, esp in USA and America**
- **Being implemented in the UK under “Biodiversity Net Gain” as Sophus has discussed**

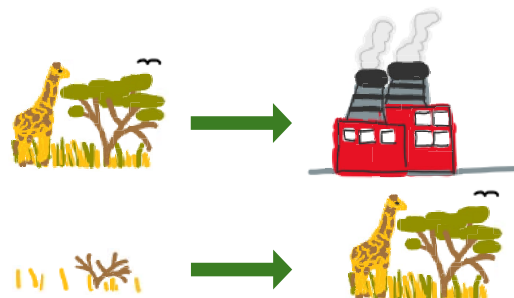
Biodiversity Offsets

- Biodiversity credits have existed within offset markets for decades, esp in USA and America
- Being implemented in the UK under “Biodiversity Net Gain” as Sophus has discussed



Biodiversity Offsets

- Biodiversity credits have existed within offset markets for decades, esp in USA and America
- Being implemented in the UK under “Biodiversity Net Gain” as Sophus has discussed

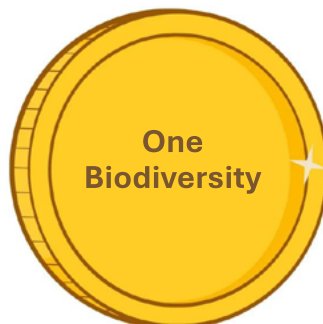


Biodiversity Credits

- Recently, governments in UK and EU have been exploring *voluntary* credit markets
- E.g Scotland: 'Ecosystem Restoration Code'
- E.g. EU Nature Credits Roadmap

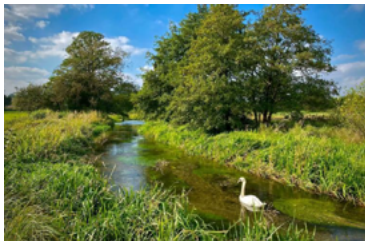
Biodiversity Credits

- Idea? Sell credits to buyers. Credits just represent biodiversity gains, aren't in balance to harms in similar habitats.



Biodiversity Credits

- Key difference to offsets? Trying to create standardized measures of nature, not like-for-like comparisons between habitats
- E.g. BNG Metric defines value of habitats *relative to other habitats*

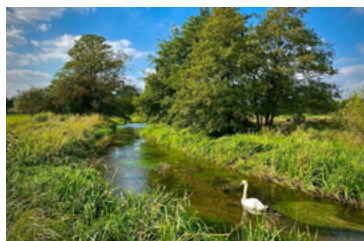


Vs.



Biodiversity Credits

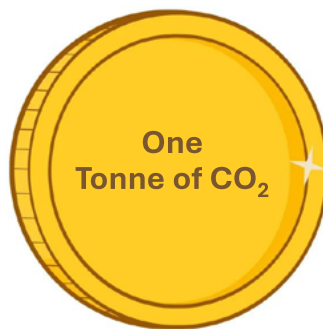
- Key difference to offsets? Trying to create standardized measures of nature, not like-for-like comparisons between habitats
- But for voluntary credits, a credit should just represent the worth of a habitat on its own



???

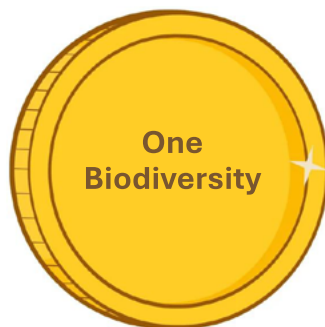
Biodiversity Credits

- In the carbon market, credits are sold to represent one tonne of carbon dioxide



Biodiversity Credits

- What is one unit of biodiversity??



???

The challenge

How do you define the value of nature?

The challenge

How do you define the value of nature?

Financial Value? E.g. Tourism

The challenge

Services? E.g. Pollination

How do you define the value of nature?

Financial Value? E.g. Tourism

The challenge

*Cultural value?
E.g. your favourite forest*

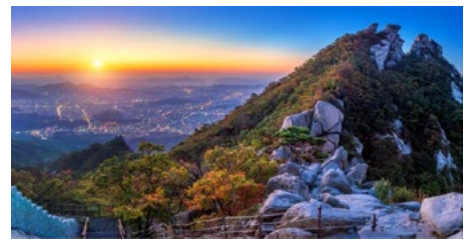
Services? E.g. Pollination

How do you define the value of nature?

Financial Value? E.g. Tourism

The challenge

How do you define the value of nature?



We reviewed early movers in this space



Challenges

Fundamental Value Conflicts

Deep Uncertainties

What does one credit represent?	

What does one credit represent?	How is biodiversity measured?

What does one credit represent?	How is biodiversity measured?
How are credits issued?	

What does one credit represent?	How is biodiversity measured?
How are credits issued?	How many are sold?

What does one credit represent?	

What does one credit represent?

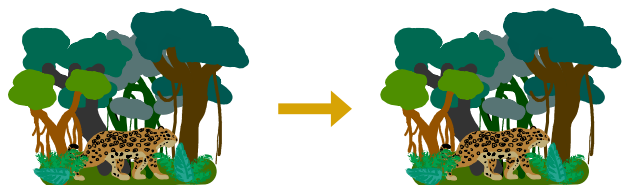
Either Conservation or Restoration

What does one credit represent?

1ha of Terrestrial Biodiversity

That has been **conserved**

Over 1 Year.

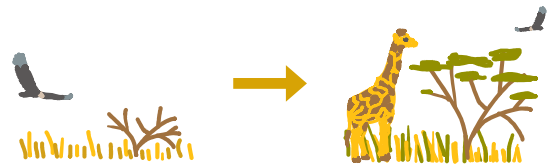


What does one credit represent?

1ha of Terrestrial Biodiversity

That has been **restored**

Over 1 Year.



What does one credit represent?	How is biodiversity measured?
How are credits issued?	How many are sold?

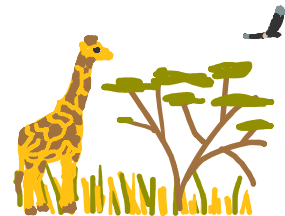
	How is biodiversity measured?

How is Biodiversity Measured?

**What is valuable about biodiversity?
(That we can measure)**

How is Biodiversity Measured?

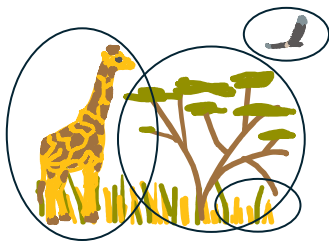
For example



Continuous Metric

How is Biodiversity Measured?

For example



Species Richness

Continuous Metric

How is Biodiversity Measured?

For example



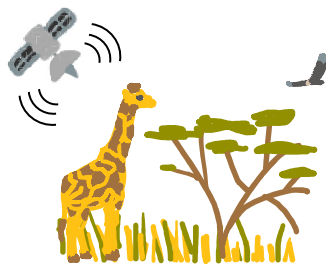
Species Richness

Giraffe Abundance

Continuous Metric

How is Biodiversity Measured?

For example



Species Richness

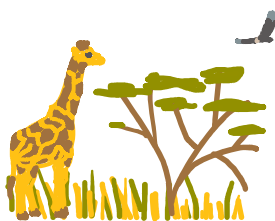
Giraffe Abundance

Net Primary Productivity

Continuous Metric

How is Biodiversity Measured?

For example



Species Richness

Giraffe Abundance

Net Primary Productivity

42

Challenges – Biodiversity's Value

Why is biodiversity valuable?

Are those values quantifiable?

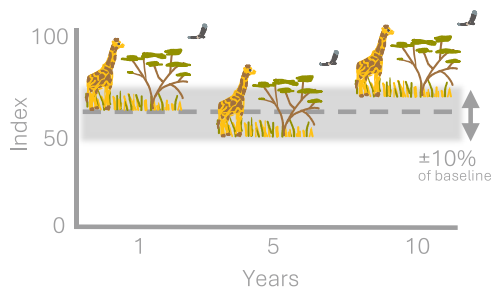
What does one credit represent?	How is biodiversity measured?
How are credits issued?	How many are sold?

How are credits issued?	

How are credits issued?

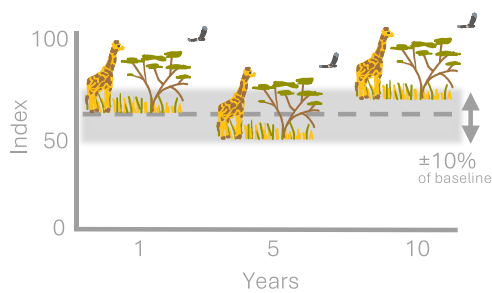
How do we measure conservation or restoration?

How are credits issued?

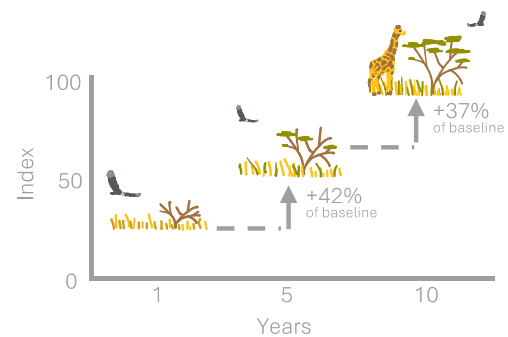


Conservation

How are credits issued?



Conservation



Restoration

Challenges - Additionality

**How do we know that conservation/restoration wouldn't
have happened anyway?**

Are there other financial or legal incentives?

Challenges – Additionality

Stacking vs Bundling

Challenges – Additionality

Stacking vs Bundling

Can one piece of land make money off of multiple credits (e.g. both biodiversity and carbon credits?) – ‘Stacking’



Risk of ‘double counting’ (one piece of land offsetting two types of harms)

But could bring more revenue?

Challenges – Additionality

Stacking vs Bundling

Can one piece of land make money off of multiple credits (e.g. both biodiversity and carbon credits?) – ‘Stacking’



Risk of ‘double counting’ (one piece of land offsetting two types of harms)

But could bring more revenue?

Or should they only be able to sell one credit representing all outcomes – ‘Bundling’

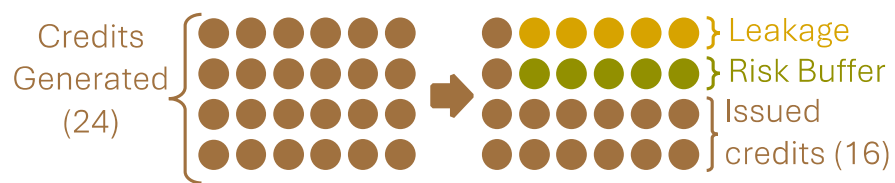


In almost all cases, bundling is preferred (stacking requires strict regulation to avoid ‘double-dipping’)

What does one credit represent?	How is biodiversity measured?
How are credits issued?	How many are sold?

	How many are sold?

How many are sold?



Challenges –

How do we estimate leakage?

How do we ensure permanence?

What now?

Significant challenges through the credit measurement process:

- **Equivalence of Biodiversity**
- **Capturing Biodiversity's Value**
- **Showing Additionality**
- **Accounting for Leakage**
- **Ensuring Permanence**

What now?

Significant challenges through the credit measurement process:

- **Equivalence of Biodiversity**
 - **Capturing Biodiversity's Value**
 - **Showing Additionality**
 - **Accounting for Leakage**
 - **Ensuring Permanence**
- Fundamental Values**
- Deep Uncertainties**

What Now?

- NOT a substitute for policy, regulation, protected areas, and public investment in nature
- Credits are very general, cannot capture many of the ways we value and love nature
- Must be at the very end of the mitigation hierarchy (credits calculated with these general metrics must not be used to offset)

Finally: Insights into Scotland's 'Ecosystem Restoration Code'

Still in development, working with CreditNature

Only restoration, not conservation

Only for 200ha land holdings

Measures four things:

- Less barriers (e.g. fences)
- Herbivore disturbance
- Habitat diversity
- Bird diversity



Finally: Insights into Scotland's 'Ecosystem Restoration Code'

See the 'Ecosystem Restoration Code (ERC): engagement phase results and analysis' document for latest details

Key factors for achieving High Integrity:

- Transparent
- Appropriate metric
- Adaptive Management
- Durability
- Compliance
- Community Benefits

There have been strong concerns about using one metric to quantify biodiversity.



Thank you

With thanks to:

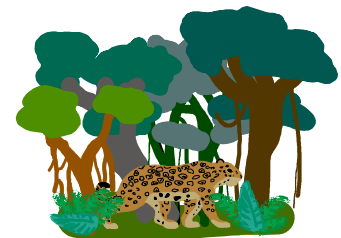
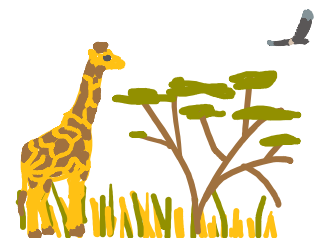
Sophus zu Ermgassen

Julia P. G. Jones

Harrison Carter

Henrike Schulte Bühne

E.J. Milner Gulland



발제3

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성

이후승

한국환경연구원 자연환경연구실 실장



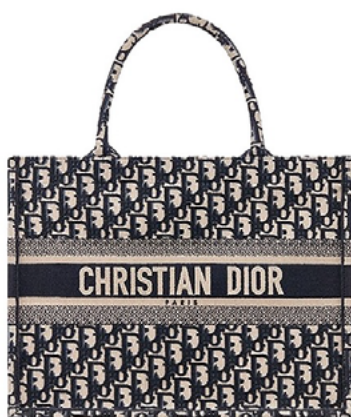
한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성

자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나

2025. 10. 30. 16:00~18:30, 코리아나호텔 7층 로알룸

이 후 승 연구위원

wslee@kei.re.kr



판매가격: 약 392만원
원가: 약 8만원

누리호 로켓 3단 엔진 조기 종료 원인



문제 원인

- 비행 중 열충격에 가해지는 액체산소의 부적합성
- 산화제 탱크 내부에 장착된 열충격기가 하부 고정부에서 이탈
- 이탈한 열충격기가 계속 움직이면서 탱크 벽면 변형시켜 열충 누설
- 산화제 탱크에서도 균열이 생겨 산화제 누설
- 이로 인해 3단 엔진으로 유입되는 산화제 양 감소해 로켓 비행이 조기 종료

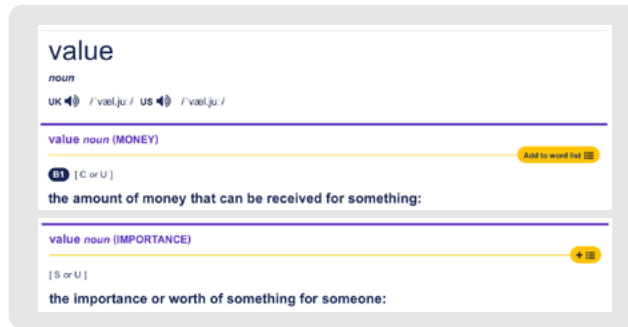
자료: 과학기술정보통신부

The JoongAng

누리호 개발비: 약 2조원
지지구조물: 수천만원대(추정)

실제 가격 vs 기능적 가격

가치



Economical Value
(경제적 가치)

Ecological Value
(생태적 가치)

자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 4

자연과 생물다양성은 서로 다른 개념이다!

KEI 한국환경연구원
Korea Environment Institute

○ 자연은 **생물(인간 포함)의 다양성**과, **생물 간 및 생물과 환경 사이의 상호작용**에 중점을 둔 자연계를 의미함

– 육상, 해양, 담수, 대기 등 네 가지 영역으로 구성

- 네 가지 영역은 구조와 기능면에서 근본적으로 다르며,
- 조직과 인간이 자연에 의존하고 영향을 미치는 방식을 이해하는 시작점을 제공

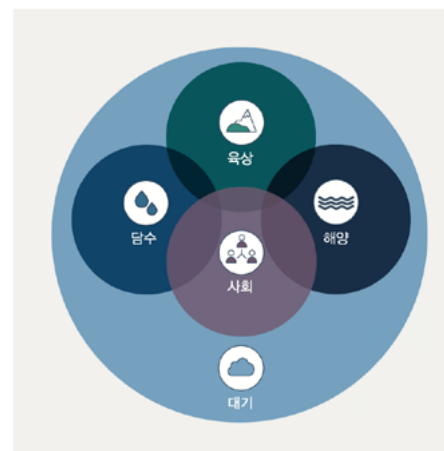
– ‘자연’과 ‘생물다양성’은 서로 다른 개념

- 생물다양성 – 영역 전반에 걸친 생물체들 간의 다양성
※ 생물다양성은 생태계가 생산적이고 회복탄력성이 있으며, 변화에 적응할 수 있게 하는, 자연의 본질적이고 필수적인 특성

– 사회는 네 가지 영역 모두와 상호작용

- 인간, 기업, 금융기관이 포함되며, 모두 자연에 의존, 영향 미침
- **사회의 구성원들은 자연의 손실에 기여하고 동시에 영향을 받음**
※ 인간이 자연과 분리된 존재가 아니라 자연의 일부임을 반영
- 토착원주민 지역공동체와 자연과의 상호작용은 특히 중요함

그림 8: 자연의 네 가지 영역 – 육상, 해양, 담수, 대기



국내 생물자원에 대한 모니터링은 충분하다!

KEI 한국연구재단
www.fundingwin.kr/kei

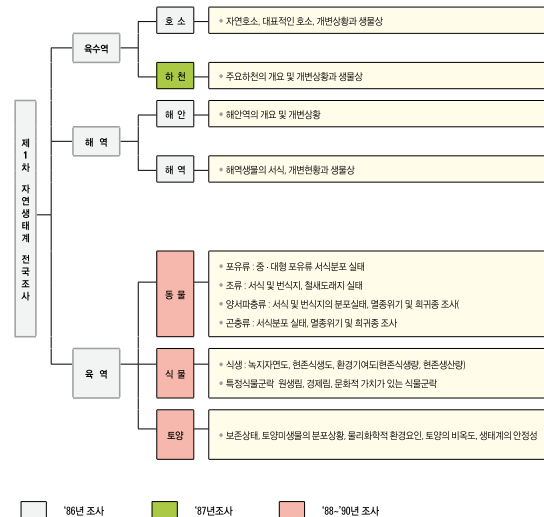
환경부 주요 조사사업 일람표

[illegible]

범례

■ 환경부 ■ 국립환경과학원 ■ 국립생물자원관
 ■ 대우환경지방청 ■ 한국생태학회 ■ 국립생태원

- 생물다양성 평가를 위한 기초조사로서 환경부
 - 생물자원 조사는 30년 이상 수행중임
 - 시간적('86-현재) 및 공간적(육수, 해역, 육역)으로 조사 수행
 - 동·식물 및 토양 등 포괄적인 현황조사 실시



국내 생물자원 모니터링 항목은 충분한 자연요소를 포함하고 있다!

KEI 한국정책연구원
Korea Policy Institute Korea, Inc.

환경부 주요 조사사업 일람표

[illegible]

H2H

환경부
 국립환경과학원
 국립생물자원관

대기환경정책처
 한국생태학회
 국립생태원

그림 10: 자연을 이해하기 위한 기본 개념 : 영역, 생물군계, 환경자산 및 생태계서비스



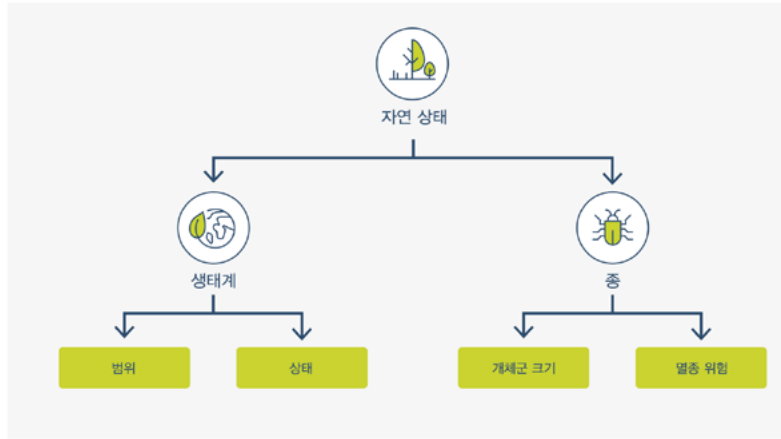
자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 7

자연변화는 새로운 것이 아니며, 자연상태 변화에 영향을 줄 수 있다

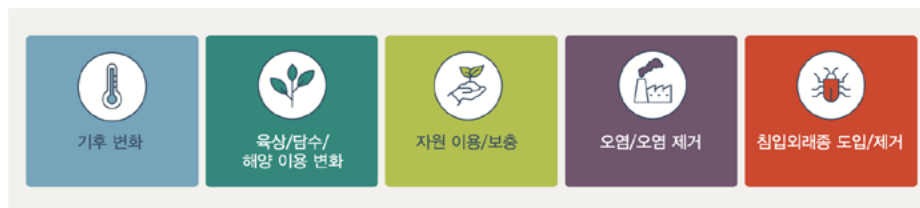
KEI 한국환경연구원
Korea Research Institute of Environment & Policy

그림 13: 자연상태를 측정하는 구성요소



기후변화는 자연변화 중 하나로 자연상태 측정에 특이사항은 아니다!

그림 12: 자연 변화의 다섯 가지 요인



자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 8

생태계 변화에 대한 공간자료 구축·활용은 높다!

KEI 한국환경연구원
Korea Research Institute of Environment & Policy

- 생태계 평가로서 생태·자연도 등급 평가는 생태계 변화로서의 자연의 측정 자료로 활용도가 높은 편임
- 환경영향평가 등에서의 등급별 행위제한 규제
 - 지역별 생태계 현황의 기초 자료

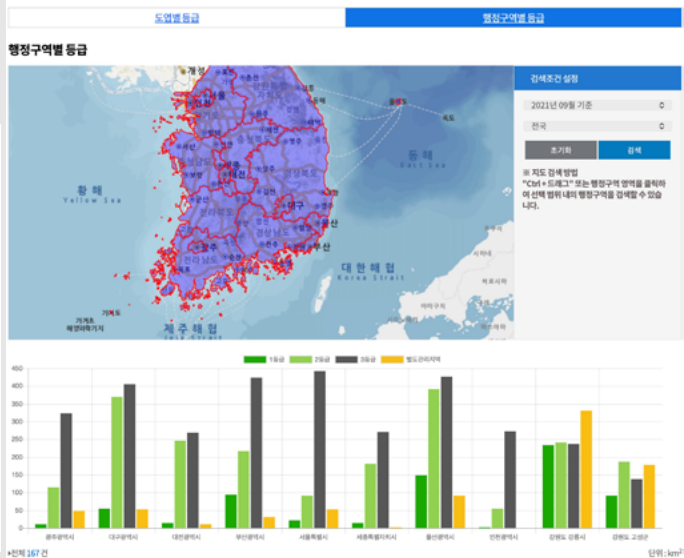


(2023~2024년도 생태·자연도 등급의 지역별 변화)

(단위: km²)

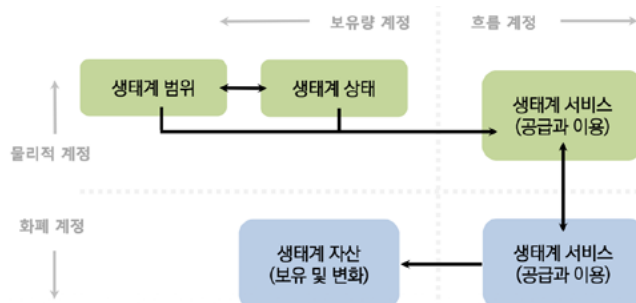
지역	1등급			2등급			3등급		
	2023	2024	차이	2023	2024	차이	2023	2024	차이
강원	3445.8	3404.1	-41.7	5794.5	5749.8	-44.7	3400.9	3418.9	18.0
경기	529.0	500.4	-28.6	3668.3	3714.6	46.3	5257.9	5238.8	-19.1
강남	620.9	576.2	-44.7	4936.6	4957.6	21.0	3915.8	3930.7	14.9
강북	1834.7	1836.6	1.9	9379.5	9328.2	-51.3	6092.7	6131.0	38.3
광주	10.0	9.5	-0.5	111.1	117.5	6.4	325.2	319.4	-5.8
대구	57.8	58.9	1.1	362.7	366.2	3.5	410.0	405.4	-4.6
대전	14.4	13.5	-0.9	234.1	250.2	16.1	281.2	265.1	-16.1
부산	52.3	52.1	-0.2	259.2	258.2	-1.0	422.9	424.1	1.2
서울	22.4	22.4	0	87.1	95.8	8.7	444.9	436.2	-8.7
세종	21.9	21.4	-0.5	169.6	169.7	0.1	272.8	273.3	0.5
울산	147.3	125.6	-21.7	378.9	395.9	17.0	438.6	440.9	2.3
인천	9.7	17.1	7.4	283.4	280.0	-3.4	601.0	597.0	-4.0
전남	378.6	412.4	33.8	4974.7	4930.0	-44.7	5801.1	5802.2	1.1
전북	373.0	369.2	-3.8	2306.1	2282.4	-23.7	4201.4	4223.2	21.8
제주	135.6	108.5	-27.1	270.3	265.6	-4.7	1275.5	1275.1	-0.4
충남	232.0	218.5	-13.5	2550.6	2578.2	27.6	4995.4	4981.3	-14.1
충북	364.1	367.6	3.5	3033.6	3018.3	-15.3	3003.8	3013.4	9.6

생태·자연도



생태계 유형에 따른 생태계 계정 구축 연구 수행

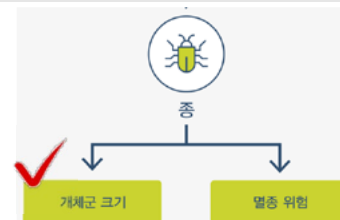
- **생태계 계정(Ecosystem Accounting)**은 공간 기반의 통합 통계 체계로, 생태계의 생·물리적 정보를 체계적으로 구성하고, 생태계서비스의 측정, 생태계 규모와 상태 변화 추적, 생태계서비스 및 자산가치 평가를 수행하며, 이를 경제 및 인간 활동 지표와 연결
 - 생태계 계정의 핵심 구성요소: **생태계 규모(extent)**, **상태(condition)**, **서비스(service)**
 - 생태계 규모: 생태계 자산의 크기
 - 생태계 상태: 무생물 및 생물적 특성에 의해 측정되는 생태계의 질적 수준
 - 생태계 서비스: 생태계가 경제나 기타 인간 활동에 사용되는 혜택에 기여하는 요소
 - **생태계 자산 평가: 생태계 자산의 화폐 가치 평가**



중 관련 자료구축은 충실하나, 자연자본 측정을 위한 노력 필요하다!

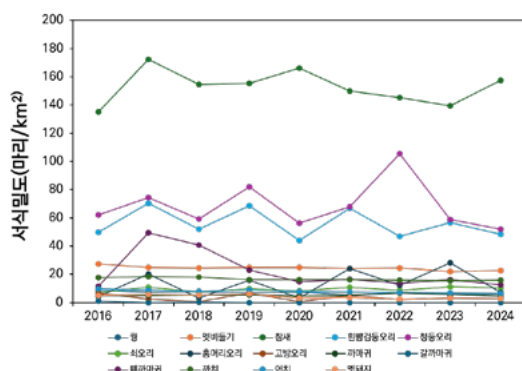
KEI 한국형경기연구원
Korea Economic Research Institute

- 국내 대부분의 자연모니터링을 **종 중심의 모니터링 기반으로 장기간 지속적**으로 수행되고 있으나, 국내 조사체계를 고려한 종 기반 자연자본 측정체계는 미흡
 - 다양한 조사체계를 고려한 **한국형 측정체계 개발 필요**



개체군 현화자원은 전구단위로 장기간 축적되어 왔으나, 자연변화에 따른 개체군 크기변화 등에 대한 평가체계는 미흡!

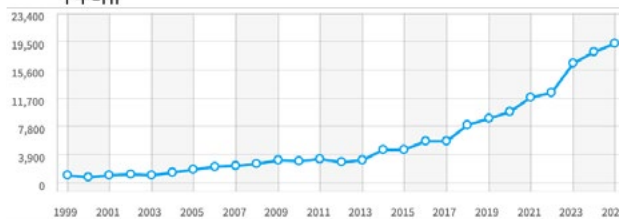
2016~2024년도 주요 동물의 전국 서식밀도



고니류



두루미류



자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 11

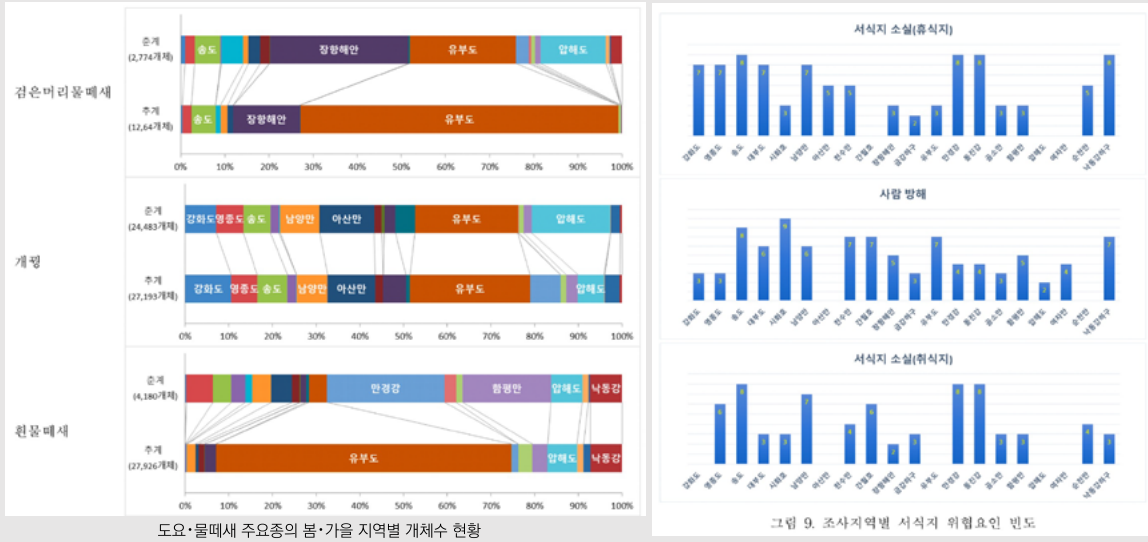
그러나, 개체군 크기와 연계되는 현황은 충분히 조사되지 못했다!

KEI 한국환경연구원
Korea Research Institute of Environment & Policy

- 기후변화 등 자연의 변화에 따른 개체군 크기로서 자연자본 측정을 이행하기 위해서는 **중 현황과 연계되는 주변현황이 함께 조사되는 것이 필요**

(예외 사례) 도요물떼새 도래현황 연구(국립생물자원관)

계절에 따른 개체군 크기의 차이가 서식지 위생요인 변화에 따른을 이해함으로써 서식지로서의 생태계 상태에 따른 개체군 변화의 자연자본 측정 가능!



자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 12

환경·경제 통합분석을 위한 한국의 환경가치 정보체계

KEI 한국환경연구원
Korea Research Institute of Environment & Policy

- 자연자본의 **경제적 가치(economic value)**에 대한 환경가치종합정보시스템(EVIS)
 - 가치추정: 정량화된 환경영향의 측정척도를 고려하여 적절한 방법론을 선택하고 **화폐화**하는 작업
 - 환경서비스의 '화폐화 가치'에 대한 기초정보제공
 - 경로분석과 가치추정의 연계
 - 의사결정 지원 도구(통합분석 툴킷) 구축

환경가치종합정보시스템(EVIS)
구조 및 제공 서비스



〈표 2-1〉 환경가치 DB: 생태계 유형별 수목 연구 및 가치추정치 현황

대분류	중분류	연구 수(개)		가치추정치 수(개)	
		2022	2023	2022	2023
생태계 (ecosystem)	산림(forest)	97	99	520	526
	초지(grasslands)	4	4	22	22
	습지(wetlands)	50	51	219	225
	도시생태계(urban)	54	56	214	238
	경작지(cultivated areas)	30	30	157	168
	담수(육수)(inland water)	92	95	382	443
	해양(marine)	25	27	122	126
	해안-연안(coastal)	67	67	271	272
	기타	10	10	20	20
	합계	429	439	1,927	2,040

주: 연구에 따라 동일한 생태계유형으로부터 2개 이상의 가치추정치를 보고하기도 하고, 2개 이상의 생태계유형을 대상으로 복수의 가치추정치를 보고하기도 함. 따라서 유형별 연구 수와 가치추정치 수의 합은 전체 연구 수 및 가치추정치 수와 일치하지 않음(중복 산정).
자료: 환경가치종합정보시스템(EVIS), '환경가치 DB', 검색일: 2023.11.14 을 바탕으로 저자 작성.

환경가치 DB

배출가치

- 환경가치 DB, 유형, 추정가치, 의사결정 지원 도구
- 국내 환경가치 산정연구 결과를 EVIS 분석체계로 요약 요약하고 데이터 제공
- 환경가치 DB를 활용한 환경서비스 가치추정 지원 도구

환경가치 통합분석 툴킷

배출가치

- 통합분석의 개념과 수학적/통계적/경제적, 환경/생태적 도구
- 생태계서비스의 가치산정을 위한 통합분석 툴킷 제공
- 환경가치통합분석을 위한 도구 개발을 위한 통합분석 툴킷 제공

가치이전 툴킷

배출가치

- 가치이전(Value transfer) 개념, 절차, 추정 방법
- 가치이전 연구결과 데이터
- 국내외 주요 산정연구 결과데이터 가치이전을 위한 툴킷 제공

아카이브

배출가치

- EVIS 관련 보고서와 학술논문 목록 및 링크 제공
- EVIS를 활용한 정책·사업평가 사례분석 링크 제공

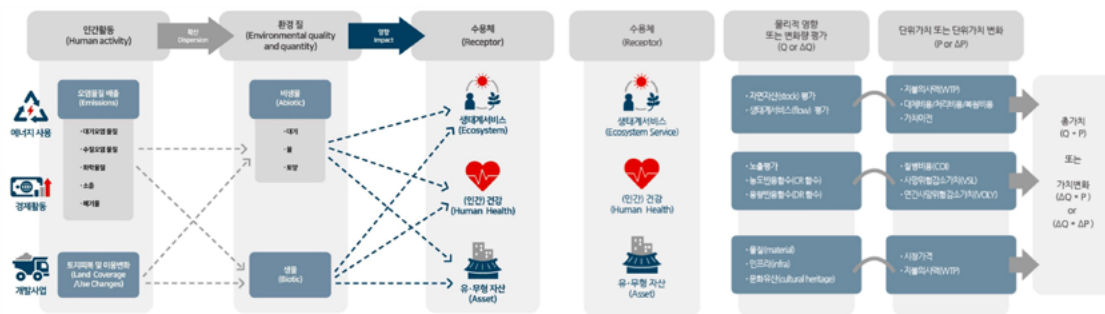
자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 13

자연자본 측정을 위한 경제적 가치 평가로서의 통합분석

KEI 한국환경연구원
Korea Research Institute of Environment & Meteorology

- 환경·경제 통합분석은 **인간 활동-환경질 변화-수용체 영향**으로 이어지는 경로를 추적하여 각각의 영향을 생·물리적 측면에서 평가하고 인간 활동이 수용체에 미치는 영향을 **화폐가치화하는 과정을 통해 완성함**
 - 자연환경 부문은 생태계 저장(stock) 또는 생태계서비스의 유량(flow) 측정 여부를 결정하고, **적절한 단위가치(지불의사액, 대체복원비용, 가치이전 등)를 선택**하여 물리적 측정 량 또는 변화량에 해당 단위가치를 곱하여 총 가치 또는 총 가치 변화를 산정



자료: 환경가치종합정보시스템(EVIS), "통합분석 툴킷", 검색일: 2023.11.14.

〈그림 5-1〉 인간활동으로 인한 환경영향 경로

자료: 환경가치종합정보시스템(EVIS), "통합분석 툴킷", 검색일: 2023.11.14.

〈그림 5-2〉 영향경로 기반 수용체별 통합분석 틀

자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 14

생태계서비스 평가 결과의 자연자본 측정 활용 사례

KEI 한국환경연구원
Korea Research Institute of Environment & Meteorology

- 산업단지 조상사업에 있어 **생태계서비스 평가를 통한 변화량 측정**
 - 수량공급, 질소 저류, 인 저류, 탄소저장, 대기정화 측면에서 모두 크게 감소하는 것으로 평가
 - 공간적 계층에 따른 영향평가
 - 사업대상지
 - 1km 버퍼공간
 - 5km 버퍼공간
 - 기초지자체(면)
 - 기초지자체(시)

생태계서비스 측면의 양적 변화는 측정 가능하나
질적 및 기능적 의미에 대한 측정은 한계가 있음

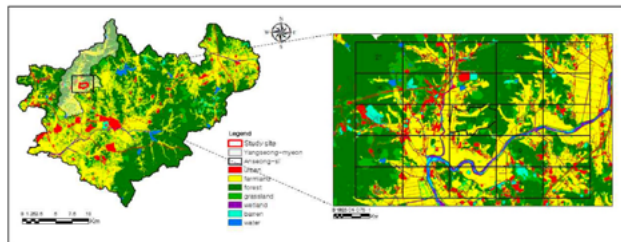


Figure 1. Study site where was a proposed project of industrial complex in Anseong

Table 3. Estimation of changes in ecosystem services by the implementation of industrial complex development project

Service item (unit)		ecosystem services supply					Ratio of supplying services			
		Total amount					Project site/Yangseong-myeon			
		Project site	Project site (buffer1km)	Project site (buffer1.5km)	Yangseong- myeon	Anseong	Project site (buffer1km)	Project site (buffer1.5km)	Yangseong- myeon	
Water supply (Mm³)	before	0.56	4.77	9.05	35.96	334.00	0	1.01	1.09	1.12
	after	0	4.21	7.75	32.62	316.69	0	0.93	0.99	1.07
Nitrogen retention (ton)	before	86.46	97.85	166.33	545.88	6152.85	9.61	1.12	1.09	0.92
	after	3.98	91.38	161.32	539.35	6145.29	0.44	1.05	1.06	0.91
Phosphorus retention (ton)	before	1.42	1.96	3.35	12.65	131.86	7.36	1.05	1.03	1.00
	after	0.42	2.21	3.62	12.93	132.06	2.20	1.18	1.11	1.02
Climate control carbon storage (10³ton)	before	8.32	68.23	118.58	580.41	5297.63	1.07	0.91	0.90	1.08
	after	0	59.95	110.30	542.95	5289.35	0	0.80	0.84	1.07
Atmospheric control (ton)	before	9.06	57.45	104.06	542.82	5122.20	1.21	0.79	0.82	1.10
	after	0	51.51	97.23	535.12	4983.32	0	0.73	0.79	1.12

자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 15

하지만, 환경가치 평가로서 경제적 가치 측정 사례

KEI 한국환경연구원
Korea Research Institute of Environment & Policy

○ 다목적 농촌용수 개발사업으로 인한 환경비용 산정의 사례분석

– 사업으로 인한 주요 환경영향에 따른 생태계서비스 변화량과 가치변화 산정

- 임산물 생산 – 면적을 기반으로 변화량 추정
- 탄소흡수·저장 서비스는 생태계 유형별 면적 도출 후, 해당 계수를 적용하여 변화량 산정
- 수량조절, 토양보전 서비스는 국립산림과학원 자료 활용

– 생태계서비스 변화량의 환경가치는 2020년 기준으로 연간 8,975만원(유량)으로 추정

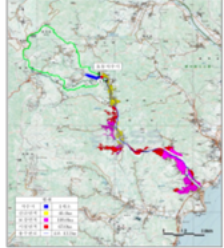
- 시장가격 존재 또는 추산가능시 해당 정보 적용
- 가격이 존재하지 않는 경우, 대체비용법 활용

〈표 8-5〉 다목적 농촌용수 개발사업으로 인한 환경비용 산정결과 종합표

구분	구분(소)	생태계서비스 변화	측정 유형	생태계서비스 변화수준 측정지표(1)	단위(2)	환경가치변화(2) 2020년 기준	(1) ~ (2) 변환 시 활용된 단위(3) 자료 출처(단위(3)의 설명)
공급 서비스	식량 및 사료 생산	임산물 생산	유량	사업지 임야면적(m²)	196,806	9.2원/m² (2019년)	181.9 만 원/년
	원료 제공						
	기후조절	탄소흡수-저장	유량	탄소저장량(tC)	1,049	31,907원/tCO₂ (2021년)	11,869 만 원/년
				연간탄소흡수 (tC/ha)	5.53		63.1 만 원/년
조절 서비스	수량조절	수원함양	유량	총 수원함양량 (톤/년)	25,722	395원/톤 (2020년)	1,016 만 원/년
	토양보전 및 정화	식생의 토양안정	유량	토사유출량 변화(m³/년)	5,696	13,427원/m³ (2018년)	7,714 만 원/년
합계(유량)							8,975 만 원/년

주: 1) 사업지가 위치한 경상북도 경주시의 임야면적(통계청 국가통계포털(2021.11.25), "소유별 임야면적", 검색일: 2022.10.12)과 임산물 생산액(산림청, 2020, p.472)을 사용하여 산정.
2) 이혁준 외(2022, p.74), 다목적용수의 건설비용은 가설의 발전으로 시간의 흐름에 따라 감소하는 경향이 있어 가장 최근에 준공된 영주댐의 건설비용을 활용함.
3) 국립산림과학원(2020.4.1), "야생동물이 주는 숲, 우리 산림의 공익적 가치 221종", 검색일: 2022.10.26.
4) Penland(2019)와 IBI(2019)의 수량조절 및 토양보전 기능의 평가 방법론을 준용함.
자료: 연소은 외(2022a), p.110의 〈표 4-15〉를 수정.

〈표 8-4〉 다목적 농촌용수 개발사업 개요 및 환경비용 산정을 위해 추출한 사업지 정보

	계획명	○○지구 다목적 농촌용수 개발사업
	위치	경상북도 경주시 양남면 ○○리
	사업시행기관	한국농어촌공사
	기본계획수립 기관	농림축산식품부
주요 시설계획		
수량공	○○지구 1개소 신설	
유역면적	657ha	
면적면적	13.55ha	
수해면적	217.2ha (기성 67.0ha, 보강 109.8ha, 신규 40.4ha)	
총지수량 (유효저수량)	1284.55(1203.85)천m³	
용수로	3조 9km	

- 사업지구소(위치정보)
- 식생보전등급 면적 및 비율
- 수몰예정지 표고별 면적 및 비율
- 경사분석(15도 미만, 15~20도, 20~30도, 30도 이상)
- 지형해수(해수면적, 절토량, 성토량)
- 지목별토지현황 (현입 면적의 지목별면적)
- 해수면적(신규, 보강, 기성 면적(ha))
- 수해면적(신규, 보강, 기성 면적(ha))
- 생태계 유형별 면적(m²): 저수지 및 평면도를 기반으로 토지피복도를 활용하여 추정

자료: 환경영향평가정보지시스템(EIASS), "사업조표", 검색일: 2022.10.17; 연소은 외(2022a), p.105, p.108.

자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 16

환경영향평가에서의 자연자본 측정 현황

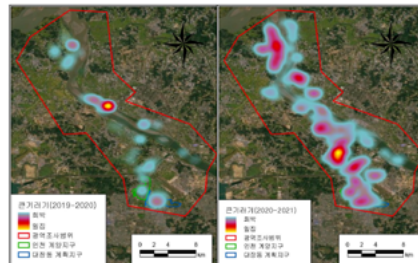
KEI 한국환경연구원
Korea Research Institute of Environment & Policy

○ 0000 공동주택지구 조성사업

– 사업규모: 3,419,544m²

– 자연자본(동식물상) 현황

- 관속식물(241종), 포유류(9종), 조류(68종, 4,525개체), 양서파충류(15종) 곤충류(182종), 어류(16종), 저서성대형무척추동물(38종)



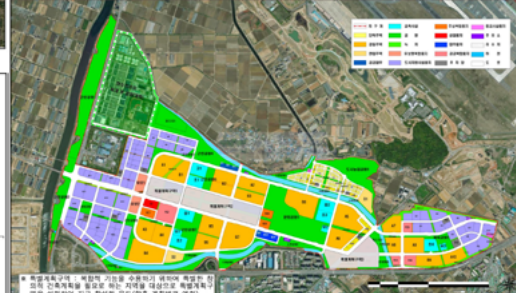
〈그림 7.1.1 - 62〉 2019년 12월 ~ 2021년 3월 본거리의 화상 및 분포



〈그림 7.1.1 - 63〉 거러거리 인근 개체수 변동(1999-2019년)



〈그림 7.1.1 - 64〉 사업지구 주변현황



〈그림 7.1.1 - 65〉 동거거주지현황(단)

자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 17

환경영향평가에서의 자연자본 측정 현황 (계속)

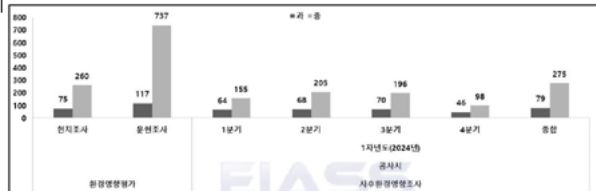
KEI 한국환경연구원
Korea Research Institute of Environment & Policy

○ 0000 공동주택지구 조성사업의 공사 전·후 변화 측정

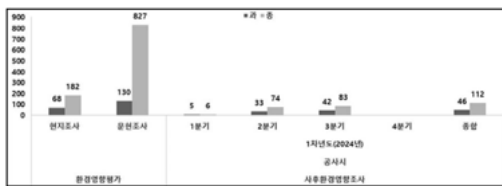
– 전반적으로 공사 후 종과 개체수 감소(1차년도 조사 기준)

- 환경변화(공사)에 따른 분류군 별 종·개체수 감소의 연계성에 대한 측정은 불가

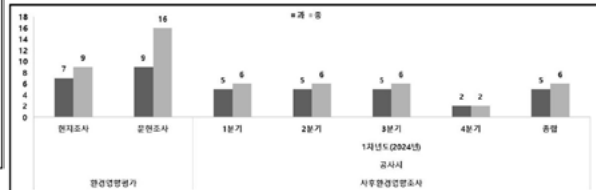
서식지로서의 공간과 생물의 서식·분포·밀도에 영향을 줄 수 있는 환경변화와의 관계를 고려하지 않고, 전체적인 양적 증감에 대한 검토가 이행중임



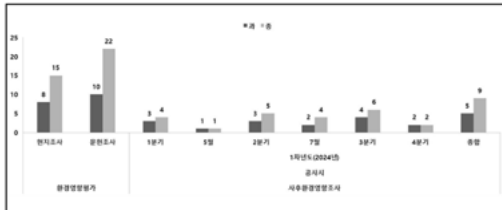
(그림 3.2.2-1) 조사지역 내 식물상 현황 비교



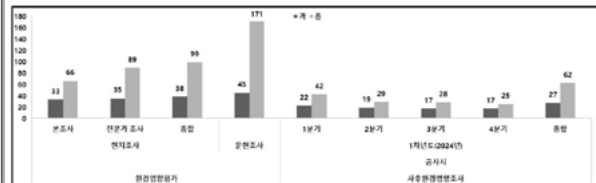
(그림 3.2.2-23) 조사 시기별 육상곤충류 출현현황 비교



(그림 3.2.2-11) 조사 시기별 포유류 출현현황 비교



(그림 3.2.2-22) 조사 시기별 양서류·파충류 출현현황 비교



(그림 3.2.2-21) 조사 시기별 조류 출현현황 비교

자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 18

자연자본으로서의 분류군별 계통적다양성 현황

KEI 한국환경연구원
Korea Research Institute of Environment & Policy

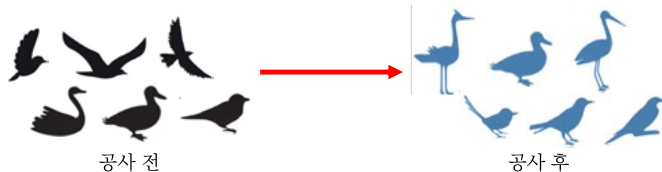
○ 00 건설(도시의 개발사업) 사후환경영향조사

– '09~'18년까지 조사된 조류의 종수는 공사 전·후 차이가 크지 않는 것으로 조사됨

- 개체 수에 대한 조사가 미 이행되어 종 수의 변화로 자연자본 회복여부 판단

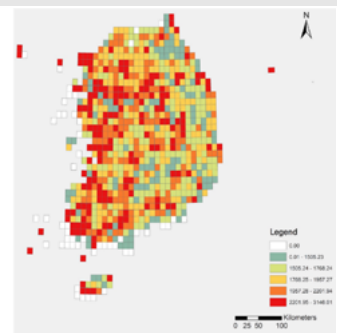
– 계통적다양도(phylogenetic diversity) 분석결과는 감소 추세임

- 공사 전·후 종 구성(species structure)이 변하고 있으며, 이는 서식환경 변화에 따른 것으로 판단됨



연도	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
종수	41	47	31	41	40	40	39	44	43	38
PD	1664.6	1920.4	1264.4	1584.3	1457.5	1441.5	1315.4	1441.6	1361.1	1235.0
PD/종수	40.6	40.9	40.8	38.6	36.4	36.0	33.7	33.7	31.9	32.5

협의 시에 비해 2018년도 기준 종수는 7.3%감소, 다양성은 24.9% 감소



자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 19

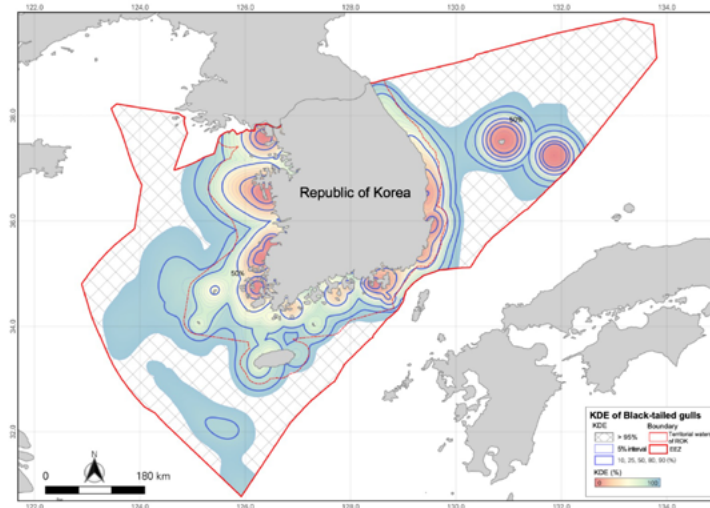
중 현황과 자연변화에 따른 상태변화에 대한 측정 사례

KEI 한국환경연구원
Korea Environment Institute

○ 개체군 밀도와 시계열적 변화를 고려한 종 기반의 가치 측정

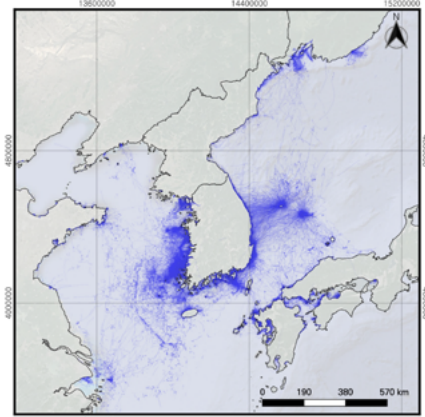
– Kernel Density Estimation(KDE) 분석활용

- 핵심서식지: KDE 1~50% (보호지역 지정 기준)
- 일반서식지: KDE 51~99%



Source: Lee et al. (2024)

Fig. 3. Results of Kernel Density Estimation (KDE) of Black-tailed gulls in ROK for 2021-2023



Source: Lee et al. (2024)

Fig. 2. GPS tracking points of Black-tailed Gulls for 2021-2023 in ROK

자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 20

환경변화에 따른 개체군 변화에 대한 측정 사례

KEI 한국환경연구원
Korea Environment Institute

○ 개체군 생존가능성 분석(PVA, Population Viability Analysis)

– 개체군이 장기적으로 생존할 확률을 통계적·수리적으로 예측하는 보전생물학의 핵심 도구

- 개체군의 현재상태(개체수, 번식률, 생존률, 개체군 구조 등)를 바탕으로 **환경변화, 자연변화 등을 모의하여 미래의 절멸 확률이나 개체군 증감을 추정**
- 주요 입력 변수: 초기 개체수, 생존률, 번식률, 환경변동성, 개체군 내 변동성, 서식지 수용력, 성비, 세대구조 등

Table 13. Key Demographic Parameters of Black-tailed Gulls in NEA for PVA

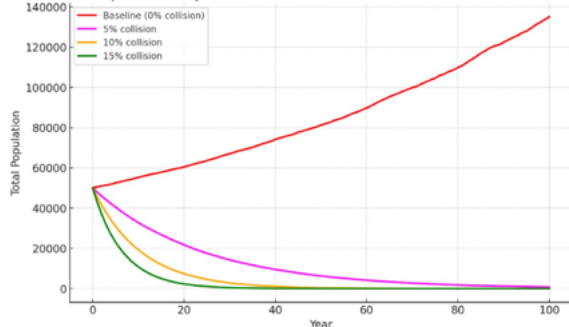
Parameter	Value/Range	Key Sources	Notes/Caveats
Maximum Lifespan	>32 years	KNPS study	>17 years
Adult Annual Survival Rate	0.90 (estimate)	(proxy)	Based on Larus ridibundus, Larus crepuscularis data lacking. Rishiri Island return rates 76.4%-94.7% not directly equivalent to survival.
Subadult Annual Survival Rate	Data lacking		Generally assumed to be intermediate between juvenile and adult.
Juvenile/Fledgling (First-Year) Annual Survival Rate	Data lacking		76% not resighted at natal colony on Rishiri (includes dispersal). Highly uncertain.
Age of First Breeding	2-5 years, avg. approx. 3-4 years		Breeding at 2 years observed on Rishiri Island.
Clutch Size	1.57-2.16 eggs/nest (avg.), typically 2-3		High habitat and annual variability.
Hatching Success	Approx. 69.6%-76.9% (Hongdo, South Korea)		Varies by year, habitat. Not significantly related to maturity exposure at Kabushima.
Fledgling Success (per hatched chick)	Approx. 1.3%-75.3% (Hongdo, based on 15-day survival post-hatch)		Varies by year, habitat.
Fledgling Success (per pair/nest)	0.01-0.25 chicks/pair (Kabushima, based on eggs laid)		Very high annual variability, 90% in 2018 vs. 40% in 2019 (Kabushima, based on nests with eggs). Benterjima 21.7% (based on eggs laid).
Sex Ratio at Hatching (MF)	Data lacking		Other Larus species suggest potential deviation from 1:1.
Adult Sex Ratio (MF)	Data lacking	(sample)	Culled sample from Rishiri was 1.42 MF, but unlikely representative of breeding population. Female bias observed in other gull species.
Generation Length	Approx. 14 years (estimate)	Calculated	Assumes age of first breeding 4 yrs, adult mortality 0.10.

Table 14. Model Scenarios

Scenario	Description
Baseline Scenario	Predicts population trends assuming current demographic rates and environmental conditions persist, and no additional major threats (e.g., construction of new large-scale wind farms) are introduced. Reflecting the conflicting current population trends discussed in Section 2.3 (stable vs. declining), multiple baseline scenarios can be established (e.g., stable baseline, baseline reflecting declining trend in Japan).
Collision Risk Scenarios	A scenario where additional mortality due to collision with offshore wind farms and other structures is set low. This could assume effective avoidance behavior or mitigation measures are implemented.
Low collision risk	A scenario applying collision rates reported for similar species or model-based estimates.
Medium collision risk	A worst-case scenario simulating low avoidance rates and concentrated construction of wind farms in high-risk areas.
High collision risk	

Note that each collision risk scenario can apply differential collision mortality rates to specific age groups (e.g., adult foraging individuals) or specific breeding colony populations, linked to distance from breeding sites and foraging habitat use patterns. For example, reflecting the high collision risk in areas near breeding sites/harbors presented in the Hokkaido study, the survival rate of populations using those areas can be adjusted.

Population Trajectories Under Different Collision Risk Scenarios



해상풍력발전이 번식지로부터 이격된 거리에 따라 위험률이 5%, 10%, 15% 증가할 경우, 곁이갈때까지 개체군이 어떻게 증감할 것인지를 추정

자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성 21

한국의 자연자본 측정 정책 가능성



○ 국가전략 및 계획 수립

– 제5차 국가생물다양성전략: 국가 자연자본 회계 프레임워크 개발 추진

- 2025년부터 관련 부처와 전문가로 TF 구성, 2030년까지 자연자본 관련 통계를 국가승인통계로 지정 예정
- 2028년부터 SEEA의 생태계회계 형식의 파일럿 시행을 시작, 2030년부터 본격 운영 단계로의 확대 계획 포함

– 한국 자연자본 공시 지원연합 출범

- 기업의 자연관련 위험·기회 및 공시 활동을 지원하고 정보 공유를 촉진하기 위한 제도적 기반 마련

○ 한계와 도전과제 및 향후 전망

- 자연자본 회계 관련하여 제도적 강제성 보다는 연구·파일럿 수준
- 생태계 상태, 질(health), 복원 가능성 등의 정량화 지표의 한계
- 경제적 가치(비용, 혜택)의 화폐 단위를 구축되었으나, 환산 과정에서 가정과 추정 개입의 한계
- 실제 정책 결정, 예산 배분, 토지 계획, 환경 규제 등과 연계·활용의 한계
- 생태계 서비스 간 상호작용, 복합영향, 외부효과 등 단순 계정화만으로는 불충분
- 부처간 협업 메커니즘 구축, 표준 지표 및 방법론 정립, 공간/생태계 공식적 DB구축, 모니터링 및 갱신체계 강화, 민간 및 기업 참여 확대
- 국가 표준과의 정합성 확보도 중요하며, 국내 현실에 맞춘 국가기준 개발이 병행

자연의 측정, 생물다양성 크레딧과 한국사회의 과제에 대한 국제세미나 (코리아나호텔, 2025.10.30.)

감사합니다

한국의 자연자본 측정 동향과 정책 가능성

지정토론 1

자연 측정과 자연 크레딧, 그리고 Nature Positive

홍헌정

한국환경연구원 자연환경연구실 부연구위원



자연 측정과 자연 크레딧, 그리고 Nature Positive

홍헌정 (한국환경연구원 자연환경연구실 부연구위원)

국제사회는 생태계 파괴, 생물다양성 손실, 기후변화, 자연자원 부족 등 자연 위기와 함께, 위기의 복합 및 확대·가속화에 따른 부정적 영향 및 위험성을 경고하고 있다. 2023년 생태계는 안전하고 공정한 경계를 넘어, 인류의 삶을 위협하는 위험구역에 이미 진입한 상태라는 연구 결과가 발표되었다. 자연은 티핑 포인트에 근접한 상태로, WWF는 자연이 티핑 포인트에 도달하게 되면 생물다양성은 물론 인류에게까지 심각한 영향을 미칠 것이라 전망하고 있다. 자연 위기의 부정적 영향은 이미 발생하고 있다. 세계 경제 생산량의 절반 이상(55%, 58조 달러)이 자연자본에 의존 중인 상황으로, World Bank는 우리가 자연자본 및 생물다양성 손실에 대응하지 못할 경우, 2030년까지 연간 손실액이 2조 7,000억 달러에 이를 것이라 경고하고 있다. 영국 캠브리지 대학은 자연자본에 대한 의존도가 높고 생물다양성 영향에 취약한 산업의 생산이 감소하게 되면, 국가신용등급이 하락하여, 경제적 파산의 위험을 유발하는 등 결국 자연 손실로 경제·금융이 타격을 받을 것이라 우려하였다.

이에 제15차 생물다양성협약 당사국총회에서는, 자연과의 조화로운 삶을 위해 사회·경제 전 분야의 변혁적 행동을 강조한, 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크를 채택하였다. 국제사회는 기후변화, 생물다양성 손실, 오염 위기 극복을 위해 자연기반해법 및 생태계기반접근을 강조하며, 생물다양성의 주류화를 통해, 모든 수준의 의사결정에 생물다양성 영향을 고려하여 프레임워크를 달성할 것을 권고하고 있다.

국제사회는 자연기반해법 및 생태계기반접근을 넘어 2030년 가시·측정 가능한 수준의 자연 회복을, 2050년 완전한 자연 회복을 목표로 하는 Nature Positive의 구현을 권고하고 있다. Nature Positive는 당위적 방향성 아닌, 자연 보전 및 복원에 대한 정량적 평가를 통해 사회·경제적 변화를 추구하는 것으로, 국제사회는 기후변화 수준의 관리를 통해 Nature Positive를 달성할 것을 권고하고 있다. 즉, 생물다양성 손실의 중단 및 역전을 통한 자연의 회복, 경제·기업 결정에 있어 자연가치의 반영, Nature Positive에 대한 명확하고 일관된 계량 분석, Nature Positive 및 Net Zero의 동반 이행을 통해 Nature Positive를 구현할 수 있어야 할 것이다.

국제사회가 권고하고 있는 Nature Positive의 구현을 위해 선행되어야 하는 작업은 자연의 정량화 및 가치화일 것이다. 2021년 UN 통계위원회에서 생태계 계정을 채택하면서, 2022년 미국은 대통령 행정명령을 통해 자연자본 계정 구축을 지시하는 등 주요 선진국 및 개도국은 자연자본을 정량화하여 이를 사회·경제 활동의 의사결정에 활용하려는 움직임이 확산되고 있다. 그러나 국내의 경우, 자연해택 및 가치에 대한 사회적 인식 부족으로 정책·사업 내 자연 및 생물다양성의 주류화가 부족하고, 이에 따라 자연의 정량화 및 가치화에 대한 준비 역시 부족하다. 과거 환경부에서 자연환경총량제도의 도입을 검토한 바 있다. 그러나 과도한 규제로의 작용, 개발 비용의 급격한 증가 등을 우려한 관계 부처들의 이견으로 자연자원총량제를 도입하는 대신, 「자연환경보전법」 개정을 통해 생태계서비스 유지 및 증진을 위한 계획 수립 근거를 마련하는 것으로 최종 조정되었다.

세계경제포럼은 생태계 파괴 및 생물다양성 손실을 여전히 고위험군으로 선정하고 있으며, 위기 간 상호·상충 작용을 통해 의도치 않은 영향까지 유발하여 자연이 더욱 저하될 것이라 우려하고 있다. 이러한 위기 해결책인 2030, 2050 Nature Positive의 달성을 위해, 이제는 1) 생태계 평가, 2) 생태계 계정 구축 및 3) 자연 크레딧 제도의 도입을 통해 자연 손실 방지를 추진해야 할 때이다. 이를 위해 첫째, 국가 생태계서비스 평가를 확대, 갱신 및 공개하고, 국가 생태계서비스 보고서 발간을 통해 자연의 중요성 및 자연이 제공하는 다양한 혜택에 대한 국민의 인식을 제고시킬 수 있어야 한다. 제5차 국가생물다양성전략에 따라 국가 정책·회계 내 생물다양성

가치가 반영되어야 하는 바, 둘째, 국내 여건을 고려한 생태계 규모, 상태, 흐름, 자연자산 및 이들의 변화를 평가할 수 있는 방법론을 정립하여, 생태계서비스를 포함한 국가 생태계 평가를 주기적으로 실시 및 공개할 수 있어야 한다. 국가 생태계 평가 결과가 국토계획, 환경계획, 토지이용계획, 환경영향평가 등 각종 정책·사업 의사결정 과정에 실제로 반영될 수 있게 하려면, 생태계 계정 도입을 통해 통계로 구축·제공될 수 있어야 한다. 그러므로 셋째, 정부 및 산업계, 학계, 연구계, NGO 등 다양한 이해관계자와의 협업을 통해, 국가 생태계 계정 구축 로드맵을 구축하고, 국가 생태계 계정 체계, 세부 계정 요소별 산정 방안, 통계화 방안 등을 마련하여, 국가 생태계 평가 결과와 연계한 국가 생태계 계정 통계가 구축될 수 있어야 한다. 자연 크레딧은 자연 보전, 사회·경제적 수익 창출 및 자연에 대한 투자를 동시에 도모할 수 있는, 자연과의 조화로운 삶을 지원할 수 있는 핵심 수단으로, 국내 역시 자연 크레딧의 도입 및 제도화가 필요한 시점이다. 그러므로 넷째, 국가 생태계 계정을 기반으로 자연가치 산정 기법을 개발하고, 자연보전 활동 성과를 수치로 계량화하며, 이를 발행·거래할 수 있는 자연 크레딧 제도 및 거래 시장을 도입·운영하여, 국토 개발 과정에서 회피-저감-대체-보상과 함께 자연 크레딧을 활용한 자연 손실에 대한 보완·관리가 이루어질 수 있도록 해야 할 것이다.

지정토론 2

생물다양성 크레딧 시장 활성화를 위한 정책 제언 : 과학적 엄밀성과 시장 유동성 확보 방안

박찬호

전남대학교 연구교수



생물다양성 크레딧 시장 활성화를 위한 정책 제언 : 과학적 엄밀성과 시장 유동성 확보 방안

박찬호 (전남대학교 연구교수)

1. 서론: ‘한국적 역설’의 기회와 도전

쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크(GBF) 이후, 생물다양성 보전을 위한 민간 자원 동원이 핵심 과제로 부상했다. 우리나라는 오랜 기간 축적된 전국자연환경조사, 생물종 조사발굴, 멸종위기종 분포 조사 등의 생물다양성 데이터를 보유하는 등, 크레딧의 신뢰도를 좌우하는 기준선(Baseline) 설정이 가능한 출발점에 서 있다.

그러나 방대한 데이터 인프라에도 불구하고, 평가는 종 목록이나 개체 수 산정 등 전통적 방식에 머물러 있거나, 일부 필수 데이터들이 누락되어 생태계의 기능적 건강성을 과학적으로 측정하지 못하는 한계를 보인다. 방대한 데이터와 이를 분석하는 방법론 간의 이러한 격차, 즉 ‘한국적 역설(Korean Paradox)’은 본 시장 설계의 핵심 과제이자 가장 큰 기회이다.

이 과제를 해결하기 위해 개체군 존속성 분석(PVA), 계통다양성(PD) 등 고도화된 기능 기반 지표의 전면 도입이 필요하지만, 이는 과도한 거래 비용을 유발하여 시장 유동성을 저해할 위험도 포함하고 이 있다. 따라서 과학적 완전성과 시장 유동성이라는 두 목표를 조화시키는 실용적이고 통합적인 프레임워크를 제시하고자 한다.

2. 제1축 | 측정 아키텍처: 계층적 접근을 통한 엄밀성과 접근성 확보

과학적 완전성과 시장의 현실

생물다양성 크레딧의 장기적 신뢰는 보전 활동이 생태계 기능에 미치는 실질적 기여, 즉 ‘추가성(Additionality)’을 과학적으로 증명하는 데 달려있다. PVA와 같은 기능 기반 지표는 이를 위한 필수 도구이다. 그러나 이러한 고도화된 분석의 전면적 의무화는 높은 거래 비용과 기술 장벽으로 인해 공급 기반을 위축시키고 시장 실패를 초래할 수 있다.

해결 방안: 계층적 측정 시스템 법제화

이 딜레마의 해결책은 프로젝트의 생태적 중요도, 규모, 위험도에 따라 측정 표준을 차등 적용하는 ‘계층적 측정 시스템(Tiered Measurement System)’을 법제화하는 것이다.

측정 계층	프로젝트 특성 및 위험 프로필	필수 지표 및 측정 요건	검증 프로토콜	대표 프로젝트 사례	주요 시장 역할
Tier 1	소규모, 저위험도 복원 사업 (예: 도시 생태계, 소규모 농경지 개선), 규제적 상쇄(In-setting)	서식지 면적/상태 기반 프록시 지표 (예: Hectare/Condition Index), 기존 EIA 수준 데이터 활용	표준화된 현장 실사 및 문서 검토	도시 하천 복원 사업, 구도심 밀집지역 재개발 등	초기 시장 유동성 확보, 중소 사업자 진입 촉진

측정 계층	프로젝트 특성 및 위험 프로필	필수 지표 및 측정 요건	검증 프로토콜	대표 프로젝트 사례	주요 시장 역할
Tier 2	중규모 프로젝트, 중간 수준의 생태적 중요도 (예: 기업의 가치사슬 내 인셋팅)	특정 기능 지표 (예: 토양 미생물 다양성 지수, 수질 개선도, 핵심 지표종 개체 수)	기능 지표에 대한 정량적 데이터 측정 및 보고	제과 기업의 밀 공급망 내 토양 건강 개선 인셋팅	기업의 자발적 투자 유인, 가치사슬 연계 프로젝트 활성화
Tier 3	고위험·대규모 개발 사업, 국가보호지역 연접, 멸종위기종 핵심 서식지 영향	PVA, PD, KDE 등 고도화된 기능적 지표 의무 적용	독립적 제3자 전문가의 모델링 검토 및 현장 검증	괭이갈매기 등 생물종 핵심 서식지를 침범하는 신재생에너지 생산시설 개발	시장의 '골드 스탠더드' 역할, 최고 수준의 환경적 완전성 보장

지원 인프라: 공공 기술 지원 센터 설립

Tier 3 지표 적용의 기술적 장벽을 해소하기 위해, 환경과학원, 환경산업기술원 등 전문기관 내에 '기능적 지표 분석 기술 지원 센터'를 설립하여 민간 및 산업계에 저비용의 기술 컨설팅과 모델링 서비스 제공이 필요하다. 이는 거래 비용을 완화하고 과학적 엄밀성이 시장 진입의 장벽이 되지 않도록 보장하는 핵심 장치가 될 수 있다.

3. 제2축 | 수요 엔진: 규제 준수를 넘어 기업 가치 창출로

규제 시장의 한계와 자발적 시장의 잠재력

환경영향평가(EIA) 연계는 안정적인 초기 공급 기반을 마련하지만, 수요 측면에서는 개발 사업자의 의무 구매에 한정된 '푸시(Push)' 시장에 머무를 위험이 있다. 시장의 폭발적 성장을 위해서는 *자연 관련 재무정보 공개(TNFD)*와 연계하여, 기업의 ESG 전략과 리스크 관리에 기반한 자발적 투자를 유인하는 강력한 '풀(Pull)' 요인이 필요하다.

TNFD는 기업 및 산업계가 자연을 규제 비용이 아닌 재무적 리스크 및 기회로 인식하게 함으로써, 고신뢰성 크레딧을 기업의 리스크 관리 및 가치 창출을 위한 핵심 금융 도구로 격상시키는 역할을 한다.

해결 방안: 이중 엔진 수요 창출 모델

- 제1 엔진 (규제 시장 현대화):** 현행 EIA 제도를 생물다양성 순증가(Net Gain) 검증 체계로 전환하고, 평가 결과를 국가 크레딧 등록소에 자동으로 연계하여 규제 절차의 효율성과 투명성을 제고한다.
- 제2 엔진 (자발적 시장 활성화):**
 - TNFD-크레딧 연계:** 기업이 TNFD 공시 시, 국가 공인 크레딧 구매 내역을 공식적인 리스크 완화 성과로 인정하는 정부 가이드라인을 마련한다.
 - '인셋팅(Insetting)' 재정 인센티브:** 기업이 자신의 가치사슬 내에서 수행하는 자연자본 개선 프로젝트(인셋팅)의 성과를 크레딧으로 전환할 경우, 법인세 감면 등 강력한 재정 인센티브를 제공하여 투자를 촉진한다.
 - 공공 부문의 초기 수요 창출:** 정부 주도 개발 사업에 대해 법적 상해 요건을 초과하는 '네이처 포지티브(Nature Positive)' 목표를 설정하고, 이를 민간 크레딧 구매로 달성하도록 의무화하여 초기 시장의 마중물 역할을 수행한다.

4. 제3축 | 거버넌스: 신속한 이행을 위한 단계적 로드맵

관료적 교착 상태의 위험과 극복 방안

범부처가 참여하는 이상적인 중앙 기구 ‘국가 자연자본위원회(NNCC)’ 설립은 부처 간 이견 조율 등으로 지연될 가능성이 크다. 시장 형성의 골든타임을 놓치지 않기 위해, 완벽한 제도 구축을 기다리기보다 즉시 실행 가능한 조치부터 시작하는 ‘신속한 시작, 점진적 통합’ 모델을 채택해야 한다.

해결 방안: 단계적 거버넌스 모델

■ 1단계 (1~2년): 시범 사업 및 시장 출범

전략적 시범 사업을 즉시 추진하여 계층적 측정 시스템과 검증 프로세스의 실효성을 평가한다.

국가 크레딧 등록소 운영 등 집행 기능은 K-Taxonomy*에 대한 업무를 이행하는 환경산업기술원(KEITI) 같은 기존 전문 기관에 위임한다. 정책 개발 및 법제도 개선 등 방법론 개발은 한국환경연구원(KEI)이 주도한다.

K-Taxonomy: 친환경 경제활동을 명확히 정의하여 녹색 경제로의 전환을 촉진하기 위한 한국형 녹색분류체계. 녹색부문과 전환부문으로 나누어 온실가스 감축, 기후변화 적응 등 6대 환경목표 달성에 기여하는 경제활동을 분류하며, 녹색채권 발행 시 자금 사용처를 판단하는 기준이 됨

■ 2단계 (3~4년): 표준화 및 규모 확장

국가 자연자본위원회(NNCC)를 공식 설립하되, 초기 역할은 정책 조정 및 시범 사업을 통해 검증된 방법론을 인증하는 ‘총괄 감독 및 표준화’ 기능에 집중한다.

■ 3단계 (5년 이후): 완전한 통합

시장이 성숙되면 NNCC는 등록소 감독 등 핵심 집행 기능을 점진적으로 흡수하여 명실상부한 시장의 중앙 통제 기구로 자리매김한다.

이러한 단계적 접근은 시범 사업을 통해 정책 리스크를 관리하고, 실제 데이터를 기반으로 거버넌스 체계를 완성함으로써 실행력을 담보한다.

5. 요약 및 정책 권고

우리나라가 보유한 독보적인 생물다양성 관측 데이터 인프라를 기반으로, 과학적 완전성(Integrity)과 시장 유동성(Liquidity) 간의 상충 관계를 극복하고, 세계적 수준의 생물다양성 크레딧 시장을 구축하기 위한 세 가지 핵심 전략을 제안한다.

1. 계층적 측정 아키텍처 도입: 프로젝트의 생태적 중요도와 위험도에 따라 측정 요건을 차등 적용한다. 고위험 프로젝트에는 고도의 과학적 지표를 의무화하여 환경적 완전성을 확보하고, 저위험 프로젝트에는 간소화된 지표를 허용하여 거래 비용을 절감하고 초기 시장 참여를 촉진한다.

2. 이중 엔진을 통한 수요 창출: 환경영향평가(EIA) 연계 등 규제 기반 수요를 넘어, 자연 관련 재무정보 공개(TNFD)와 연계된 자발적 시장을 핵심 성장 동력으로 삼는다. 특히 기업의 가치사슬 내 자연자본 개선 활동인 ‘인셋팅(Insetting)’에

대한 재정 인센티브를 제공하여 대규모 민간 자본 유입을 유도한다.

- 3. 단계적 거버넌스 구축:** ‘신속한 시작, 점진적 통합’ 원칙에 따라, 신규 기구 설립으로 인한 지연을 방지하고 기존 전문 기관의 역량을 활용해 시범 사업을 즉시 착수한다. 이를 통해 축적된 실증 데이터를 기반으로 장기적인 중앙 통합 거버넌스 체계를 완성한다.

본 제언의 목표는 다량의 데이터가 존재함에도 불구하고 공백 채움과 질적 발전이 필요한 ‘한국적 역설’을 전략적 우위로 전환하여, 과학적 신뢰도와 시장 유동성을 겸비한 생물다양성 크레딧 시장을 구축하고 한국형 자연기반재원(Nature Finance) 분야의 표준을 정립하는데 있다.

여기서 제안한 세 가지 축—계층적 측정, 이중 엔진 수요, 단계적 거버넌스—는 상호보완적으로 작동하며 강력한 선순환 구조를 형성한다. 이 모든 과정은 ‘회피-최소화-복원-상쇄’의 완화 계층(Mitigation Hierarchy) 원칙을 엄격히 준수하고, 크레딧이 환경 파괴의 면죄부가 아닌 ‘네이처 포지티브(Nature Positive)’ 목표 달성을 위한 보완적 도구로 기능해야 한다는 대전제하에 추진되어야 할 것이다.

- **즉시 과제 (6개월 내):** 제5차 국가생물다양성전략을 바탕으로 전략적 시범 사업 설계에 착수하고, KEITI, KEI 등에 기능 위임이 필요
- **중기 과제 (1~2년 내):** 계층적 측정 시스템 법제화를 추진하고, TNFD 연계 가이드라인 및 인셋팅 재정 인센티브 패키지를 개발
- **장기 과제 (3~5년 내):** 시범 사업 성과를 바탕으로 국가 자연자본위원회(NNCC)를 공식 출범시키고 시장을 전국적으로 확대. 이에 대한 평가 및 환류는 한국형 자연기반재원(Nature Finance)에 대한 관리 및 과학적 평가를 위임받은 기관이 정기적으로 실행

이 로드맵의 성공적인 이행을 통해 과학적 신뢰도와 시장 활력을 겸비한 생물다양성 크레딧 시장을 구축이 가능할 것으로 판단된다.

지정토론 3

‘더많은자연(Nature Positive)’을 위한 크레딧 제도의 신뢰 구축 과제

신재은

(재)숲과나눔 풀씨행동연구소 소장



‘더많은자연(Nature Positive)’을 위한 크레딧 제도의 신뢰 구축 과제

신재은 (재)숲과나눔 풀씨행동연구소 소장

왜 ‘신뢰 설계’인가

2024년에 200개 이상 단체가 생물다양성 상쇄·크레딧 반대 성명을 공동으로 발표했다. 글로벌 시민사회는 불완전한 측정 방법론은 물론이고, 그린워싱·인권침해·토지수탈 위험, 탄소시장 실패의 재현을 우려하고 있다. 근본적으로는 사적 시장이 생물다양성 조치를 가격 책정하고 우선순위를 정하도록 허용함으로써 공공재로서의 생물다양성 보호에서 정부의 역할을 축소시킬 것이라고 예상한다. 이는 지난 UNCBD COP16을 앞두고 현장 시위로도 이어졌다.

한국 시민사회에서도 생물다양성 상쇄 및 크레딧 제도에 대한 우려가 존재하고 있다. 주로 기존의 부실한 환경영향평가 사례에서 학습된 불신이 크다. 개발 사업이 확정되다시피 한 마지막 절차에 환경영향평가 제도가 위치하고 있고, 이 시기에 자료 공개 및 주민공청회가 진행되다 보니 필연적으로 사회적 갈등이 커지게 된다. 사업자 측에서도 환경영향평가를 충실히 할수록 매몰 비용이 커지는 부담을 안게 되다보니 거짓·부실 현장 조사로 인한 사회, 자료 비공개 등이 이해 상충·집행 부재에서 촉발되었다. 기존 제도에 대한 불신이 크다 보니 생물다양성 상쇄 및 크레딧 제도가 도입되면 환경영향평가 단계에서 개발 사업의 면죄부로 활용될 가능성이 높다는 우려다. 물론 측정의 기술적 한계에 대한 우려도 존재한다.

국내 환경영향평가 제도는 순차적 저감(Mitigation Hierarchy) 절차 중에서 ‘보전이 필요한 지역에 대한 회피(Avoid)’-‘최소화(Minimize)’의 단계를 포함하고 있으며, 생태계보전부담금을 통해서 기초적인 수준의 금전적 보상(Compensation) 절차를 가지고 있다. 이 과정을 보완해서 개발로 인해 예상되는 손실의 총량을 평가하고, 복원 및 상쇄 단계를 의무화한다면 제도적 기반을 마련할 수 있을 것이다. 다만, 새로운 제도가 도입되고 적절히 이행되기 위해서는 사회 각 부문의 신뢰와 동의가 선행되어야 한다.

신뢰 구축 과제

제주도에서 시범사업으로 추진된 환경자원총량제도 공청회에서 연구자가 가장 답하기 힘들었던 환경단체의 질문은 “햇살에 반짝이는 제주 앞바다의 아름다움도 계산할 수 있을까?”이다. 기업은 ‘예측 불가능한 규제 리스크’를, 시민사회는 ‘숫자로 포장된 그린워싱’을 두려워한다. 생물다양성 상쇄 제도는 ‘면적×서식지 상태’에 가중치를 곱하는 구조로 실무 친화적이지만, 녹지 면적이 줄어들어도 가중치에 따라 동일 점수를 획득할 수 있다. 지표의 교환가능성이 잘못 설계되면 시민 눈높이와 어긋나게 된다. 따라서 다양한 신뢰 구축 과제가 필요하다.

■ 과제 1. 보호지역에 대한 엄격한 규제

법적 보호구역 등을 포함해서 국가·광역자치단체 차원의 ‘대체불가 서식지’ 목록을 작성하고, 해당 구역에서는 상쇄·크레딧을 원칙적으로 금지(완전 회피)한다. 대체불가 서식지의 외곽(완충지대)에서도 개발 허용 시 △생태적 연결성 유지 △누적영향 평가 △보호지역 관리계획과의 정합성 검토를 의무화한다.

■ 과제 2. 금전적 보상 절차의 수위 강화 / 크레딧 활용 최소화

현행 생태계보전부담금의 단위면적당 부과 금액은 제곱미터당 300원 수준이다. 생물다양성 상쇄 제도에서 단위면적당 금전적 보상금이 낮게 설정될 경우 개발사업자 입장에서는 최소화-복원-상쇄 단계를 충실히 이행할 의지가 줄어든다. 잔여영향에 대한

단위 면적당 금전적 보상 금액이 늘어날수록 크레딧은 자연스럽게 보전의 보완적 수단으로 활용된다.

■ 과제 4. 단위(Unit)에 대한 사회적 합의

단위면적 보상단가는 복원·관리의 실제 비용과 과학적 성과지표를 기준으로 산정하되, 사회적 합의를 통해 결정해야 한다. 시민단체·지역주민·학계·지자체·사업자가 참여하는 공동의 거버넌스 기구에서 가중치·기준선·측정주기·불확실성 표기(±구간)를 공개 토론으로 확정하고, 가중치·규칙을 업데이트해 나가야 한다. .

■ 과제 5. 시민참여형 모니터링/보고/검증 강화(MRV, Monitoring · Reporting · Verification)

의사결정 과정에의 참여는 ‘숫자를 믿게 만드는 절차’이다. 환경영향평가 제도에 대한 깊은 불신도 참여 부재에서 비롯된 바가 크다. 주민·시민단체가 직접 참여하여 모니터링하고 논의하고, 검증하는 체계는 신뢰 형성의 기본이다.

■ 과제 6. 지역 이익공유

사업으로부터 발생하는 생물다양성 크레딧 수익의 일정 비율을 지역 이익공유 기금으로 귀속시키고, 적절한 절차를 거쳐 지역사회의 경제적 이득으로 환원될 수 있도록 설계해야 한다. 지역소멸이 가시화되면서 기존 환경영향평가 제도를 무력화시키는 무리한 개발 특별법이 생기고 있지만, 오히려 발상을 전환해서 생태 보전이 지역에 이익이 될 수 있도록 해야 한다. 탄소중립 과정에서 에너지전환이 큰 반발에 부딪혔고 이후 바람/햇빛 연금 제도 등을 통해서 지역의 수용성이 높아지는 것을 참고할 만 하다.

더많은 자연을 위해서 나아가기

우려가 존재함에도 불구하고 생물다양성 상쇄 및 크레딧 제도를 적극적으로 도입하기 위한 논의가 필요하다. 보호지역에 대한 개별 개발 사업을 강력하게 대응하는 기존의 캠페인은 여전히 핵심적인 운동 방식으로서 가치있지만, 국토 전반의 생물다양성 증진과 서식지 보전을 위해서는 보다 확대된 제도의 틀을 통해서 보완할 필요가 있다.

‘더많은자연(Nature Positive)’의 출발점은 “숫자”가 아니라 신뢰이다. 공개·참여·집행을 설계의 중심에 놓는다면, 크레딧은 개발의 면허가 아니라 자연을 복원하기로 한 사회적 약속을 기록·감사하는 장치가 될 수 있다.

종합토론

