

## 접경지역의 지속가능한 보전과 이용을 위한 생태계 건강성 지수 적용 및 평가\*

김정인<sup>1)</sup> · 고하정<sup>2)</sup> · 권혁수<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>국립생태원 연구원 · <sup>2)</sup>경희대학교 예술디자인대학 환경조경디자인학과 강사 · <sup>3)</sup>국립생태원 선임연구원

### Application and assessment of ecosystem health index for sustainable conservation and use of border areas\*

Kim, Jung-In<sup>1)</sup> · Ko, Ha-Jung<sup>2)</sup> and Kwon, Hyuk-Soo<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Researcher, Team of Ecosystem Services, National Institute of Ecology,

<sup>2)</sup>Lecturer, Graduate School of Landscape Architecture, Kyung Hee University,

<sup>3)</sup>Senior Researcher, Team of Ecosystem Services, National Institute of Ecology.

#### ABSTRACT

This study assessed the ecological health of border areas using the ecological health index and suggested Indicators for maintaining and promoting ecological values. We analyzed the change trends, pressures, and resilience of ecosystems and services in border areas, and identified their current status and sustainability. The main findings were: (1) ecological assets and ecosystem services in border areas could be compared through ecosystem health assessment; (2) it can be used to set priorities for management and conservation by identifying the relative importance and vulnerability of ecosystems and ecosystem services in each border area; and (3) the index presented in this study can be judged to have explanatory power for the characteristics of border areas and ecosystem health when compared to previous studies. Limitations of this study include the lack of literature and statistical data at the local government level and the resulting limited application of evaluation methods, which limited direct regional comparisons. To overcome the research limitations, further studies are needed, such as establishing ecological information in border areas, mapping and assessment of ecosystem services, and developing and applying assessments that reflect the opinions and participation of various stakeholders.

\*본 논문은 국립생태원 ‘생태계서비스 평가 기반 정책 결정 지원체계 수립(NIE-고유연구-2023-03)’의 지원을 받았습니다.

This work was supported by National Institute of Ecology (NIE-고유연구-2023-03).

**First author** : Kim, Jung-In, Researcher, Team of Ecosystem Services, National Institute of Ecology,

**Tel** : +82 41-950-5457, **E-mail** : kji9105@nie.re.kr

**Corresponding author** : Kwon, Hyuk-Soo, Senior Researcher, Team of Ecosystem Services, National Institute of Ecology,

**Tel** : +82-41-950-5452, **E-mail** : ulmus@nie.re.kr

**Received** : 6 November, 2023. **Revised** : 20 December, 2023. **Accepted** : 15 December, 2023

This study was the first attempt to assess the health of ecosystems and ecosystem services in border areas and provided an important baseline for future changes in border areas. In the future, it will be helpful in national and local government policies and ecological assetecosystem management by supplementing insufficient information and presenting clear goals.

**Key Words:** DMZ, Ecosystem services, Entropy weight, Pressure, Resilience

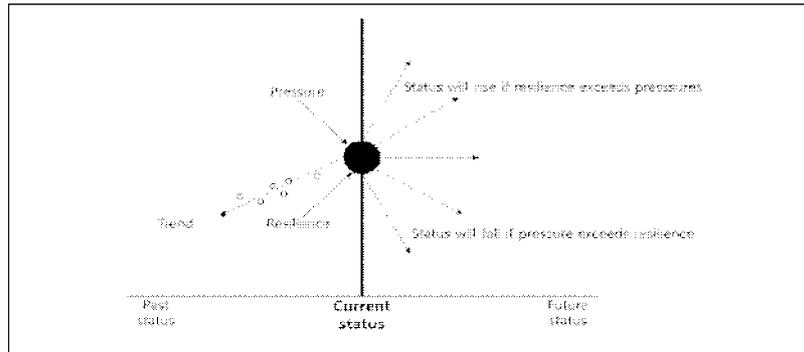
## I. 서 론

한반도 비무장지대(Demilitarized Zone, DMZ)는 장기간 인간의 간섭이 제한되어 특이한 생태계가 유지되는 세계적 관심 대상 지역이다. 또한 국가 동서를 가로지르는 핵심 생태축으로서, 지속 가능한 이용과 보전이 필요한 지역이다. 그러나 해당 지역에 대한 보전과 개발에 대한 상반된 전략계획과 개발 사업들이 다양하게 발표되면서 생태계 훼손 우려와 함께 접경지역 간 지역갈등이 유발되기도 한다(Ministry of Environmental, 2019). 접경지역에 속하는 지방 정부들은 남북 대치 상황의 영향을 받는 불확실한 미래에 대비하여 장기적인 전략계획들을 마련하고 있다. 그러나 이를 이행하기 위한 제도적, 군사적 장애물로 인해 중장기적인 통합관리가 어려운 실정이다(Han, 2019; Ministry of Environmental, 2019; Hwang et al., 2021).

그간 국내 접경지역 관리는 독일의 그뤼네스반트나 엘베강 유역을 벤치마킹해 오고 있었다(Ministry of Environmental, 2019). 특히 그뤼네스반트 프로젝트는 1980년대부터 시작되었으며 독일 접경지역의 고유한 자연과 문화, 분단의 역사를 결합하여 생태 보전 벨트로서의 지속가능한 생태관광지역으로 발전시킨 사례이다(Ko, 2018; Han, 2019; Hwang et al., 2021). 또한 국내 DMZ를 대상으로 개발, 훼손, 관광 상품화, 복원 등 다양한 연구가 진행되었다(Kim, 2010; Kim, 2015; Na et al., 2015; Sung et al., 2016; Lee et al., 2020a). 그러나 환경부를 비롯한 많은

곳에서 진행했던 연구는 현재 환경 현황과 인구, 사회경제 여건, 토지이용 변화 등에 대한 평가에 중점을 두고 있었으며, 각 요인에 대한 추세 및 변화, 영향, 회복력에 대한 복합적인 분석은 미흡하여 중장기적인 정책과 계획 수립에는 한계가 있다(Hwang et al., 2021).

이러한 한계점을 보완하고자 환경과 생태계 상태를 평가하고 비교하기 위한 다양한 지수 방법론이 개발되고 적용되고 있다. 지수 방법론은 환경과 생태계의 복잡한 현상을 간단하고 명확한 수치로 표현하여, 의사결정자나 일반인들에게 이해와 관심을 촉진하는 역할을 한다(Saisana & Tarantola, 2002; Aall, 2005; Nardo et al., 2005; Lee, 2007; Baeck et al., 2011). 환경, 생태계 및 생물다양성 관련 국제적으로 널리 사용되는 대표적인 지수로는 환경성과지수(Environmental Performance Index, EPI), 생태발자국(Ecological footprint), 해양건강성지수(Ocean Health Index, OHI) 등이 있다. 그러나 환경 및 생태계 평가를 위한 다양한 지수들은 각각 중요한 역할을 하면서도 지표마다 한계가 있었다(Lee et al., 2016). 대표적인 환경 지수인 환경성과지수(EPI)는 국가별 환경정책의 성과를 평가하는 데 유용하지만, 환경문제의 심각성이나 우선순위 설정에는 미흡하다. 생태발자국은 인간 활동이 환경에 미치는 영향을 측정하는 데 유용하지만, 인간과 자연의 상호작용이나 지속 가능한 개발에 대한 정확한 평가는 어렵다. 이 밖에도 다양한 생태계 관련 지수들도 자연자본의 압력과 상태, 경향, 대응을 체계적으로 측정하는 지수체계가 부재하였으며, 결과를 환경정책에



**Figure 1.** DMZ Ecosystem Health Index(DEHI) Basic Conceptual Framework  
 \*reference: Ocean Health Index Methology overview; <https://oceanhealthindex.org/>)

적용하는데도 한계점을 보이고 있었다(Lee et al., 2016). 이에 따라 기존 지수체계의 한계를 파악하고 접경지역에 적합한 체계를 수립하는 것이 필요하며, 이를 통해 효과적인 환경 관리 전략과 정책을 수립하는 데 활용할 수 있다.(Kim et al., 2017).

접경지역의 생태계와 생태계서비스의 지속가능성을 평가하기 위해 본 연구에서는 생태계 건강성 지수를 활용하였다. 이 지수는 접경지역의 생태계 현황, 추세, 압력, 회복력을 종합적으로 반영하여 이해관계자들에게 접경지역의 생태계 상태 및 변화를 쉽게 파악하고 비교할 수 있는 장점이 있다. 본 연구는 생태계 건강성 지수를 통해 접경지역의 생태계 특성과 문제점을 파악하고, 생태적 가치를 유지·증진하기 위한 정책 의사결정에 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구절차 및 대상 지역

#### 1) 평가체계 및 연구절차

생태계 건강성 지수는 해양과 육상 생태계의 건강성을 평가하는 지수로, 현재와 미래의 세대가 지속가능하게 혜택과 생태계서비스를 활용할 수 있는지를 측정한다(Halpern et al., 2012; Natori et al., 2014). 이 지수들은 현재 상태, 변화 경향, 미래 상태, 영향 요인을 종합적으로 반영한다. 즉, 현재 상태는 과거 변화 경향에 영향을

받으며 자연적, 인위적 요인에 따라 미래 상태가 악화되거나 개선된다. 본 연구는 이러한 생태계 건강성 평가 체계 및 구성을 참고하여 연구를 진행하였다(Figure 1).

DMZ 생태계 건강성 지수(DMZ Ecosystem Health Index, DEHI)의 평가 체계를 반영한 연구 절차는 다음과 같다(Figure 2). ① 접경지역의 생태계 건강성 및 생태계서비스와 관련된 지표를 설정한다. ② 생태계서비스 현재 수준을 평가하고 해당 지표의 목표(참조점)를 설정한다. ③ 각 지표에 영향을 주는 경향, 압력 요인 및 회복력 요인을 평가한다. ④ 각 지표의 생태계서비스 미래 수준을 예측하고 점수를 산정한다. ⑤ 현재 상태 점수와 미래 상태점수를 종합하여 지표별 지수를 산정한다. ⑥ 마지막으로, 지표별 지수에 가중치를 적용하여 최종지수를 도출한다.

#### 2) 대상지역

「접경지역 지원 특별법」 제2조제1호에 따르면 ‘접경지역’은 DMZ 또는 해상의 북방한계선과 잇닿아 있는 시군과 민간인통제선 이남의 지역 중 민간인통제선과의 거리 및 지리적 여건 등을 기준으로 하여 대통령령으로 정하는 시군으로 인천광역시, 경기도 7개 시군, 강원특별자치도 6개 시군이 포함된다.

본 연구는 DMZ 경계와 연결한 파주시, 연천군, 철원군, 화천군, 양구군, 인제군, 고성군 등

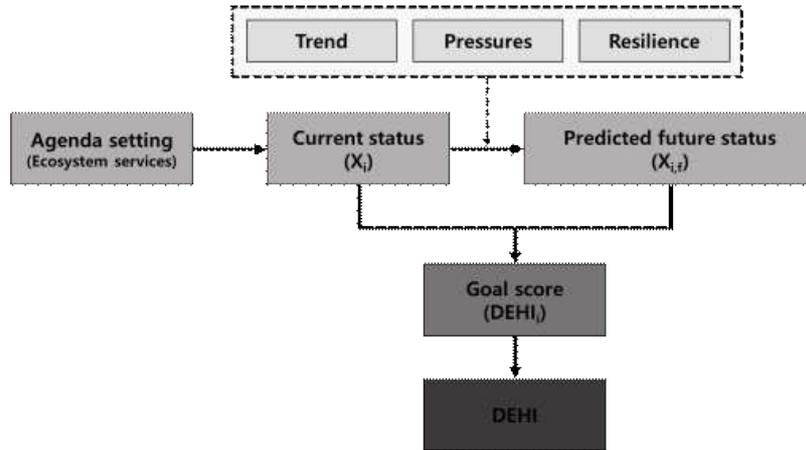


Figure 2. The Procedure for assessing border area ecosystem health index

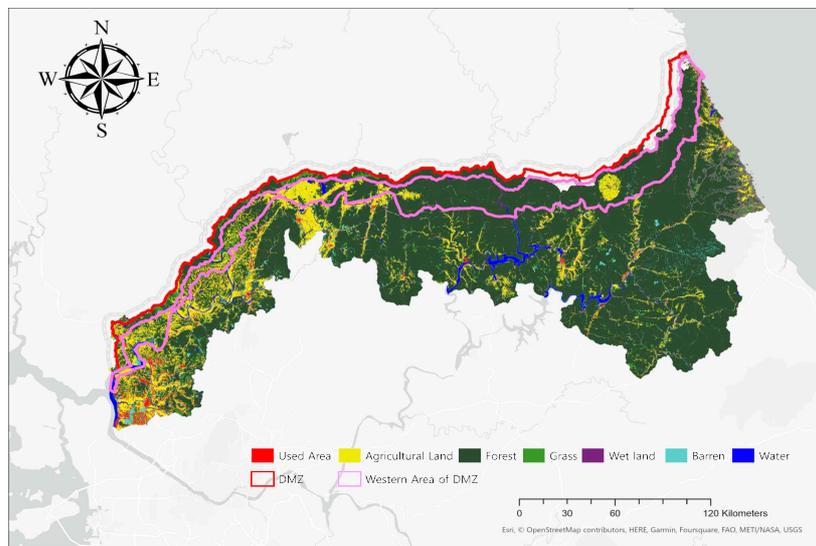


Figure 3. Land cover map of the border area in the late 2010s

7개 시군을 대상으로, 지역별 생태계서비스 평가 및 건강성 지수를 적용하여 지역별 결과를 비교했다(Figure 3).

## 2. DEHI 지수체계 구성 및 평가방법

### 1) 목표설정 및 평가

DEHI의 목적은 ‘DMZ의 생태계와 생태계서비스의 지속적인 활용’으로 설정하였다. 이를 측정하기 위한 지표는 환경부가 추진한 ‘DMZ 지속가능성 평가 목표’를 고려하였으며, 8가지 지

표와 목표를 설정하여 평가하였다(Ministry of Environment, 2016; 부록 1).

### 2) 현재 상태점수 산정

현재 상태점수( $X_t$ )는 지표별 과거부터 현재까지의 결괏값을 이용하여 점수를 산정한다. 현재 상태점수는 지표별 목표값( $X_R$ , 참조점)과 최근 결괏값( $X$ )을 상대 비교를 통해 점수화한다(식 1). 목표값은 과거부터 현재까지의 측정값 중 최댓값(지표에 따라서는 최솟값)이나 목표 수치 등을 나타낸다(Halpern et al., 2012; Natori et al., 2014).

$$X_i = \frac{X}{X_R} * 100 \quad \text{Equation 1}$$

본 연구에서는 식량, 원재료, 수량 지표 중 수 자원 이용량과 기후변화 지표 중 산림면적의 목표값은 최근 10년(2010년~2019년) 자료의 결괏값 중 최고치로 설정하였다. 이 밖에 측정 지표는 과거부터 현재까지 지표별 최댓값 수치를 목표값으로 설정하였다.

### 3) 경향, 압력 요인 및 회복력 요인

지표별 경향(Ti)은 -1~1(또는 -100%~100%)의 사이의 값으로 설정되며, 최근 5년(2015년~2019년)의 평균변화율을 반영하였다(Halpern et al., 2012; Natori et al., 2014). 지표별 자료수집의 한계로 최근 5년 평균변화율을 적용할 수 없는 지표는 과거 연도(Opening)와 현재 연도(Closing)의 평균변화율을 반영하였다.

압력 요인은 LHI, OHI의 압력 요인과 생태계 건강성 평가, 환경부 등에서 제시한 압력 요인과 지표 등을 고려하여 인구 및 개발, 오염, 훼손, 기후변화 등 4가지 압력 요인을 설정하였다(Halpern et al., 2012; Natori et al., 2014; Ministry of Environment, 2016; Hong, 2020; Ministry of Environment, 2020). 압력 요인별 지표는 지역별 자료 가용성 및 적용 가능성을 고려하여 선정하였다(부록 2). 선정한 압력 요인은 0~1 사이의 값으로 설정하기 때문에(Halpern et al., 2012; Natori et al., 2014), 압력지표별 결괏값을 정규화하였다. 정규화 방법으로는 Log 변환, Min-Max, Z-score 방법 등이 있으며, 본 연구에서는 0과 1 사이의 값을 갖도록 Min-Max 방법을 적용하였다(Nardo et al., 2005; Yoo and Kim, 2008; Sinsomboonthong, 2022). 압력 지표별 결괏값을 정규화한 후, 엔트로피 방법을 이용하여 압력 요인별 영향 정도에 대한 가중치를 계산하였다. 이 방법은 Shannon(1948)이 제안한 것으로, AHP 분석과 같이 설문조사나 전문가의 주관적 판단을 반영하는 것이 아니라, 평가항목의 데

이터 특성을 바탕으로 객관적인 가중치를 산출하는 방법이다(Lee et al., 2015; Seong & Byun, 2016; Kim et al., 2019; Lee et al., 2020b; Mun et al., 2021; Ma et al., 2021; Lee et al., 2022). 최종적으로 압력 요인별 정규화한 값에 산정한 가중치를 곱하여 압력 요인 점수를 도출하였다.

회복력 요인은 DMZ 지속가능성 지수 선행연구를 참고하여 자연 복원 및 보전 활동, 보상 메커니즘, 참여 및 파트너십, 국제 및 남북 협력 등 4가지 항목으로 선정하였다(Ministry of Environment, 2016). 회복력 요인 평가는 2019년 강원도 접경지역 발전 종합계획, 2021년 경기도 DMZ 일원 발전 종합계획의 추진 과제별 예산내용 자료를 활용하여 각 회복력 요인별 전체 예산 대비 편성 비율과 예산편성 여부 등의 기준으로 평가하였다(부록 3). 회복력 요인 또한 압력 요인과 마찬가지로 0~1 사이의 점수로 설정되며, 회복력 요인별 결괏값에 등가중치(0.25)를 곱하여 도출하였다. 경기도 DMZ 일원 발전 종합계획의 경우 시군 단위의 추진 과제별 세부 예산내용을 공개하지 않기 때문에 파주시와 연천군은 경기도 수준의 점수를 반영하였다.

### 4) 미래 상태점수 산정

미래 상태점수( $X_{i,F}$ )는 과거의 경향(Ti)을 66.7% 반영하고 생태계 및 생태계서비스 상태를 호전시키는 긍정적 요인(회복력, r)과 악화시키는 부정적 요인(압력요인, p)의 차이를 33.3% 반영하여 미래 상태점수를 계산한다(Halpern et al., 2012; Natori et al., 2014; Ministry of Environment, 2016, 식 2).

$$X_{i,F} = (1 + 0.67T_i + 0.33(r_i - p_i)) * X_i \quad \text{Equation 2}$$

### 5) 접경지역 생태계 건강성 지수 계산

DEHI는 지표(i)별 산정한 지수(DEHI<sub>i</sub>)를 가중치(k<sub>i</sub>)를 적용하여 합산하고 산정된 결과의 평균값으로 도출하였다(식 3). 본 연구에서의 지표별 가중치는 등가중치를 적용하였다.

**Table 1.** Results of DMZ border area ecosystem service DEHI by goal

Adenda	Indicators(unit)	Paju		Yeoncheon		Cheorwon		Hwacheon		Yanggu		Inje		Goseong	
		Open	Close	Open	Close	Open	Close	Open	Close	Open	Close	Open	Close	Open	Close
Food	Crop production(10 <sup>3</sup> ton)	76.4	73.2	45.5	29.2	84.9	89.2	32.1	24.1	26.9	44.0	33.0	35.8	33.4	33.1
	Crop production area(10 <sup>3</sup> ha)	8.8	8.8	6.7	5.1	11.3	10.4	2.2	1.9	2.9	3.0	3.0	2.9	4.2	3.7
	Eco-friendly agriculture products(10 <sup>3</sup> ton)	1.3	3.2	0.9	1.4	2.3	1.2	4.7	1.4	1.9	1.5	2.0	2.0	0.8	0.9
	Eco-friendly Agriculture area(ha)	379.0	439.0	228.0	301.0	376.0	203.0	531.0	242.0	410.0	272.0	242.0	167.0	68.0	83.0
	Number of livestock(10 <sup>3</sup> Head)	2,207.0	1,953.1	4,496.3	4,959.1	2,218.6	2,203.0	873.4	951.6	337.6	79.0	240.6	120.6	109.7	73.7
	Fish catches of fishery products(ton)	-	-	-	-	17.0	7.0	60.0	27.0	120.0	110.0	-	-	4,804	6,215
	Production of Forestry Products(ton)	315.7	447.4	102.2	121.2	13.6	17.5	387.0	488.3	258.1	134.5	550.4	1,084.1	483.1	100.3
Raw materials	Timber(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	7.1	5.7	17.0	10.3	3.9	3.8	4.8	9.1	1.3	3.4	9.3	32.0	5.0	13.0
Water quantity (Inland water)	Water storage(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	192.5	162.0	227.6	218.0	301.9	302.0	93.3	91.6	164.7	161.2	80.0	78.4	168.4	163.8
	Fresh water use(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	46.4	53.5	8.5	8.9	6.2	6.1	1,662	2,664	3.1	3.5	4,540.4	5,189.2	3,521.6	4,396.8
Water quality (Inland water)	Water quality regulation(ton)	71.6	64.9	70.2	68.8	93.6	89.2	18.2	17.5	40.0	38.2	17.1	15.3	35.0	33.2
	Forest area(km <sup>2</sup> )	306.8	303.5	411.6	409.4	599.0	598.0	768.6	767.1	530.4	422.5	1,472.2	1,471.0	549.4	547.2
Climate change	Carbon storage(10 <sup>3</sup> tC)	1,182.5	1,555.5	2,277.7	3,233.8	4,488.3	6,008.1	1,591.3	2,043.9	1,875.7	2,826.5	1,854.5	1,977.5	2,206.0	2,577.6
	Number of ecotourism visitors(10 <sup>3</sup> people)	14,484.5	3,306	1,367	578	2,761	276	-	-	100.2	0.2	462.8	269.7	57.1	38.1
Ecotourism	Number of ecological education participants (10 <sup>3</sup> people)	2.2	0.4	1.8	2.4	3.0	4.1	-	-	15.8	56.4	-	-	2.9	5.6
Ecological education	Number of species (species)	1,807.0	1,839.0	1,807.0	2,424.0	1,513.0	2,090.0	1,513.0	2,090.0	1,745.0	1,421.0	1,745.0	1,421.0	1,745.0	1,415.0
Biodiversity															

$$DEHI = \frac{\sum_{i=1}^n (k_i * DEHI_i)}{n} \quad \text{Equation 3}$$

이 때 DEHI<sub>i</sub>는 지표별 현재 상태점수(X<sub>i</sub>)와 미래 상태점수(X<sub>i,t</sub>)의 평균으로 산정한다. 지속 가능한 이용을 위한 이상적 상태를 100점, 완전히 붕괴된 생태계에 대해서는 0점을 설정하여 0 과 100 사이의 지표별 상태를 평가하는 것으로 구성되어 있다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 접경지역 생태계 건강성 지표별 평가

DEHI 지수를 구성하는 지표별 평가 결과는

Table 1과 같다. 식량 지표를 구성하는 7개의 세부지표 중 시작 연도(Open) 대비 최종연도(Close)의 결핍값이 감소한 지표의 수가 5개 이상인 지역은 철원군, 화천군, 양구군인 것으로 나타났으며, 파주시와 연천군은 감소한 지표의 수가 2개로 가장 적은 지역으로 분석되었다. 원재료는 파주시와 연천군을 제외한 모든 지역이 시작 연도와 비교했을 때 증가하였다. 수량은 철원을 제외한 모든 지역의 물 공급량이 감소한 것으로 나타났으며, 반대로 물 이용량은 철원을 제외한 모든 지역이 증가한 것으로 나타났다. 수질 조절량은 모든 접경지역에서 감소한 것으로 나타났다. 기후변화 지표 중 하나인 산림면적은 모든 지역에서 감소하였으며, 반대로 탄소 저장량은 모두 증가하였다. 생태관광은 모든 지역에서

**Table 2.** Results of weighting for each pressure factor

Category	Weight	Indicators	Weight	Total Weight
Population, Development	0.459	Population change rate	0.226	0.104
		Population density	0.189	0.087
		Urban area ratio	0.219	0.100
		Gross Regional Domestic Product	0.199	0.091
		Energy consumption	0.167	0.076
Pollution	0.208	Waste generation	0.596	0.124
		Registered motor vehicles	0.404	0.084
Damage	0.180	Forest damage area	0.565	0.102
		Forest fires area	0.435	0.078
Climate change	0.153	Amount of Damage caused by wind and floods	0.700	0.107
		Greenhouse gas emissions	0.300	0.046

감소하였다. 생태교육은 파주시를 제외한 모든 지역에서 감소하였다. 마지막으로 생물다양성은 DMZ 일원 조사 권역 중 동부 해안권역인 양구군, 인제군, 고성군의 생물종 수가 감소하고 나머지 파주, 연철, 철원, 화천은 증가하였다.

## 2. 접경 지역별 DEHI 산정 결과

### 1) 현재 상태점수

접경 지역별 현재 상태점수( $X_i$ ) 산정 결과는 Table 5와 같다. 수량, 수질, 기후변화, 생물다양성 지표의 현재 상태점수는 모든 지역이 80점 이상으로 나타났다. 그러나 식량, 원재료, 생태관광 및 생태교육 지표의 현재 상태점수는 상대적으로 낮은 수준을 보였다. 식량과 원재료는 파주시와 철원군이 높은 점수를 보였으며, 생태관광은 고성군, 생태교육은 철원군과 양구군이 가장 높은 점수를 보였다. 반면에 양구군이 식량, 생태관광의 점수가 가장 낮았으며, 생태교육은 파주시가 가장 낮은 점수로 나타났다. 철원군은 8개 지표 중 6개 지표가 90점 이상이었으며, 인제군은 2개로 가장 적었다.

### 2) 압력 요인

압력 요인별 가중치 산정 결과, 인구 증가 및 개발 요인이 가장 높은 가중치로 나타났으며, 기후변화 요인이 상대적으로 낮은 영향인 것으로 나타났다(Table 2). 세부 압력지표별로 비교했을 때, 오염 요인의 폐기물 발생량 가중치가 가장 높았다. 뒤를 이어 풍수해 피해액, 인구수 변화, 산림훼손 면적순으로 나타났다.

세부 압력지표별 가중치(Total Weight)를 적용하여 지역별 압력 요인 총점을 산정하였다(Table 3). 압력 요인 총점이 가장 높은 지역은 2000년대부터 신도시 개발이 진행된 파주시인 것으로 나타났으며, 가장 낮은 지역은 인제군인 것으로 나타났다(Table 3).

### 3) 회복력 요인 점수

회복력 요인의 평가 결과는 Table 4와 같다. 자연 복원·복원 활동이 높은 지역은 파주시, 연천군, 화천군, 양구군, 인제군인 것으로 나타났으며, 보상 메커니즘은 파주시와 연천군, 고성군을 제외한 모든 지역이 높은 것으로 나타났다. 참

**Table 3.** Result of pressure factor scoring by DMZ border area

Indicators	Paju	Yeoncheon	Cheorwon	Hwacheon	Yanggu	Inje	Goseong
Population change rate	0.039	0.006	0.001	0.011	0.010	0.008	0.000
Population density	0.034	0.002	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001
Urban area ratio	0.050	0.010	0.006	0.002	0.003	0.000	0.008
Gross Regional Domestic Product	0.061	0.003	0.005	0.002	0.000	0.003	0.001
Energy consumption	0.076	0.006	0.004	0.001	0.000	0.004	0.002
Waste generation	0.064	0.023	0.065	0.124	0.092	0.054	0.063
Registered motor vehicles	0.082	0.007	0.005	0.000	0.000	0.003	0.001
Forest damage area	0.090	0.102	0.000	0.033	0.015	0.013	0.050
Forest fires area	0.003	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.078
Amount of Damage caused by wind and floods	0.002	0.053	0.107	0.000	0.015	0.035	0.020
Greenhouse gas emissions	0.046	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
Total	0.547	0.215	0.203	0.173	0.136	0.120	0.224

**Table 4.** Resilience Factor Score

Category	Paju, Yeoncheon	Cheorwon	Hwacheon	Yanggu	Inje	Goseong
Nature restoration and conservation activities	0.250	0.125	0.250	0.250	0.250	0.125
Reward mechanism	0.125	0.250	0.250	0.250	0.250	0.125
Engagement and Partnership	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
International and North-South cooperation	0.250	0.250	0.250	0.000	0.000	0.000
Total	0.875	0.875	1.000	0.750	0.750	0.500

여·파트너십은 모든 지역이 점수가 높으며, 국제 및 남북협력 관련 예산편성이 없는 지역은 양구군, 인제군, 고성군이다.

#### 4) DEHI 점수 산정

현재 상태점수( $X_i$ )와 지표별 변화 경향, 압력, 회복력 요인 점수를 반영한 미래 상태점수( $X_{i,t}$ )의 결과는 Table 5와 같다. 생태관광과 생태교육을 제외한 모든 지표에서 현재 상태점수 대비 미래 상태점수가 상승하였다. 이는 미래 상태점수

에 반영한 평균변화율(경향성,  $T_i$ )은 지표 대부분에서 감소하는 경향을 보였지만, 회복력 점수가 압력점수보다 높아 미래 상태점수가 전반적으로 증가하였다. 파주시, 철원군, 양구군은 생태관광과 생태교육 지표의 미래 상태점수가 소폭 감소하였다. 이것은 경향성( $T_i$ ) 감소 폭 변화가 영향을 미친 것으로 보이며, 특히 양구군의 생태관광 지표의 연평균 변화율이 약 -79%로 가장 많이 감소하였다. 코로나 이후 방문객 수 및 교육참여자 수의 급격한 감소에 따른 결과로 보인다.

**Table 5.** Score results for each goal by DMZ border area.

Agenda		Paju	Yeoncheon	Cheorwon	Hwacheon	Yanggu	Inje	Goseong
Food*	Xi	71.1	66.3	55.0	51.8	45.8	61.0	63.7
	Xi,f	77.3	77.4	59.9	62.0	54.6	73.2	67.2
	DEHI	74.2	71.9	57.5	56.9	50.2	67.1	65.5
Raw materials	Xi	80.2	60.8	96.9	69.0	59.4	82.8	62.6
	Xi,f	83.3	67.9	100.0	95.7	80.2	100.0	84.0
	DEHI	81.8	64.4	98.5	82.4	67.9	91.4	73.3
Water quantity*	Xi	88.9	90.2	96.0	99.1	97.5	99.0	98.6
	Xi,f	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	DEHI	92.7	95.1	98.0	99.6	98.8	99.5	99.3
Water quality	Xi	90.7	98.0	95.3	96.5	95.7	89.3	95.5
	Xi,f	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	DEHI	95.4	99.0	97.7	98.2	97.9	94.6	97.7
Climate change*	Xi	97.3	99.3	99.7	99.8	89.8	99.9	99.6
	Xi,f	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0
	DEHI	98.7	99.6	99.9	99.9	93.3	100.0	99.8
Ecotourism	Xi	22.8	42.3	10.0	-	0.2	51.5	66.7
	Xi,f	20.6	46.0	9.3	-	0.1	58.5	68.4
	DEHI	21.7	44.2	9.7	-	0.2	55.0	67.5
Ecological education	Xi	20.2	-	100.0	-	100.0	-	87.5
	Xi,f	14.9	-	100.0	-	100.0	-	100.0
	DEHI	17.5	-	100.0	-	100.0	-	93.8
Biodiversity	Xi	100.0	100.0	100.0	100.0	81.4	81.4	81.1
	Xi,f	100.0	100.0	100.0	100.0	95.2	95.6	84.8
	DEHI	100.0	100.0	100.0	100.0	88.3	88.5	82.9

\* The score for Food, water quantity, climate change goals is calculated as the average for each measurement indicator.

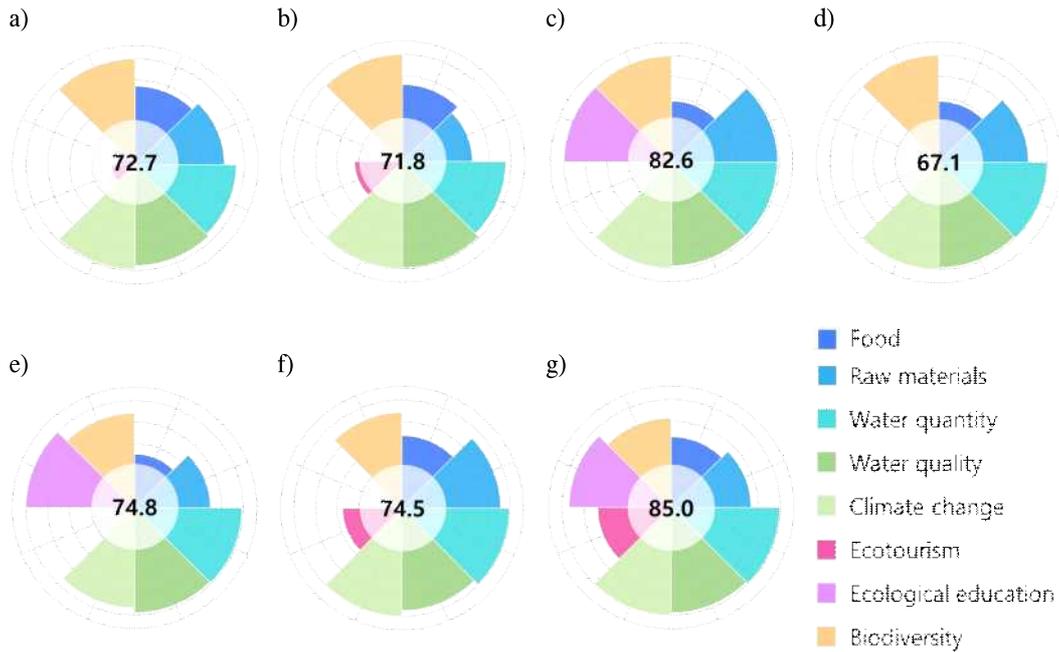
지표별 점수(DEHI)는 0.2점에서 100점까지 다양한 범위의 값을 갖는다(Table 5). 수량, 수질 및 기후변화의 경우 모든 지역에서 90점 이상으로 높은 점수를 받았고, 식량, 생태관광, 생태교육은 상대적으로 낮은 점수를 받았다.

### 5) DEHI 점수 산정

DEHI는 목포값 설정과 접경 지역별 경향, 압력, 회복력 요인 등의 차이에 따라 점수의 범위가 크게 차이가 났지만, 전체 점수(DEHI)는 16점 범위로 큰 차이를 보이지는 않았다. DMZ 접

경지역은 100점 만점에 평균 75.5점을 기록하였으며, 고성군과 철원군을 제외한 지역들은 75.5점보다 낮은 점수를 보였다. 지역별로 비교했을 때 고성군이 85점으로 가장 높은 점수를 기록했다. 뒤를 이어 철원군, 양구군, 인제군, 파주시, 연천군, 화천군 순으로 나타났다(Figure 4).

파주시의 DEHI 점수인 72.7점과 지표별 점수를 비교했을 때 생태관광과 생태교육의 점수가 각각 21.7점, 17.5점으로 낮은 수준으로 관리가 필요한 지표이다. 연천군의 경우 생태교육 참여자 수에 대한 자료는 수집할 수 없었으며, 전체



**Figure 4.** DMZ Ecosystem Health Index(DEHI) results; a) Paju, b) Yeoncheon, c) Cheorwon, d) Hwacheon, e) Yanggu, f) Inje, g) Goseong

점수(71.8점)와 비교했을 때 원재료, 생태관광 지표가 각각 64.4점, 44.2점으로 낮은 점수인 것으로 나타났다. 철원군의 DEHI는 82.6점으로 식량과 생태관광 지표를 제외한 모든 점수가 97점 이상으로 생태계 건강성이 전반적으로 우수한 것으로 나타났다. 철원군의 식량 지표의 경우 세부 지표인 관행농업 생산량과 생산 면적 점수는 높았지만, 친환경 생산과 면적, 어업생산량, 목재 외 임산물 등의 점수가 상대적으로 낮아 식량 지표의 점수가 감소한 것으로 보인다. 화천군의 경우 생태관광과 생태교육 지표 자료의 미구축으로 DEHI의 점수가 67.1점으로 가장 낮았다. 양구군은 전체점수(74.6점)와 비교했을 때 식량, 원재료, 생태관광 지표의 점수가 상대적으로 낮은 점수로 나타났다. 특히 생태관광의 점수가 0.2점으로 이에 대한 관리 방안 마련이 필요하다. 양구군은 식량의 경우 친환경 생산과 면적, 가축, 목재 외 임산물의 현재 상태점수와 미래 상태점

수 모두 상대적으로 낮았다. 이는 식량과 원재료에 대한 생산량 감소에 따른 결과로 식량과 원재료 생산량 감소의 원인 파악과 관리가 필요하다. 인제군은 연천군과 마찬가지로 생태교육 참여자수에 대한 자료는 반영하지 못했다. 관행농업과 친환경농업 생산 면적, 가축사육 마릿수의 감소 경향과 목재 외 임산물 생산량의 낮은 현재 상태 점수로 인해 식량 점수가 낮았다. 고성군은 양구군과 같은 이유로 식량, 원재료 및 생태관광의 점수가 낮았다.

#### IV. 결론

접경지역에 관한 그간 연구와 사업들은 환경 생태적, 사회경제적 현황만을 조사하여 정책을 수립하다 보니, 일관된 정책 방향과 비전을 제시하거나 중장기적 공간계획을 마련하는데 한계가 있었다. 본 연구는 생태계 건강성 지수를 통해

접경지역의 생태계와 생태계서비스 추세, 압력, 회복력을 종합적으로 평가하여, 접경지역 생태계 및 생태계서비스의 특성과 지속가능성을 파악하고 생태적 가치를 유지·증진하기 위한 개선점을 제시하였다.

이를 통해 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다. 첫째, 본 연구는 접경지역의 생태계 건강성을 평가하기 위하여 생태계와 생태계서비스에 대한 정량적인 평가를 진행하였다. 이 연구의 결과는 접경지역의 보호와 관리에 도움이 될 수 있다. 특히 2019년 강원도와 경기도의 일부 접경지역이 생물권보전지역으로 지정된 것을 감안하면, 생태계와 생태계서비스의 수치화된 평가는 이러한 지역의 정기적인 모니터링과 국제적인 협력을 위한 기초 자료로 활용될 수 있다. 둘째, 생태계 건강성 평가를 통해 접경지역 간의 생태계와 생태계서비스에 대한 비교가 가능한 평가체계를 마련하고, 접경지역 생태계와 생태계서비스의 압력, 상태, 회복력 등을 종합적으로 고려한 생태계 건강성 지수를 도출하였다. 이를 통해 지역별로 생태계 및 생태계서비스의 상대적 중요도와 취약성을 파악하여 생태계서비스의 관리와 보전에 필요한 우선순위를 설정하는 데 활용될 수 있다. 셋째, 생태계 건강성 지수에 대한 선행연구(Halpen et al., 2012; 2014; Elfes et al., 2014; Kim et al., 2017)의 결과와 비교했을 때, 기후변화(산림면적, 탄소저장), 수질, 생물다양성 등은 점수가 높은 유사한 패턴을 보이고 있고, 식량과 생태관광은 유사한 낮은 패턴을 보인다(Halpen et al., 2012; 2014; Elfes et al., 2014). 또한 강원도 지역이 특별·광역시도와 비교했을 때 상대적으로 우수한 것으로 나타났다(Kim et al., 2017). 이는 본 연구에서 제시한 지수가 접경지역의 특성 및 생태계 건강성에 대해 설명력을 가지는 것으로 판단할 수 있다.

본 연구의 한계점으로 생태계 건강성 지수를 구성하기 위한 지표 선정 및 평가하는 과정에서 지자체 수준의 기초 자료들이 부족했다. 특히,

미래 상대점수의 큰 비중을 차지하는 평균변화율(경향성)을 산출하는 과정에서 원재료, 수질, 탄소저장, 생태관광, 생태교육, 생물다양성 등의 지표는 최근 5년 자료가 미구축되어 지역별·지표별 구축된 자료의 시작연도와 최종연도의 변화율을 적용하여 지역별 결과를 비교 및 해석하는 데 한계가 있다. 이를 개선하기 위해서 평가 자료의 지속적인 구축과 축적, DMZ 접경지역의 생태계서비스에 대한 체계적이고 광범위한 조사와 평가, 공간자료를 활용한 생태계서비스 결과 도출 및 맵핑, 다양한 이해관계자들의 의견과 참여를 반영한 평가 방법론의 개발과 적용 등의 추가적인 연구가 필요하다. 추가 연구를 통해 이러한 한계 및 불확실성이 개선된다면, DMZ 접경지역의 개발계획 및 보전계획 수립 등에 따른 정책 효과성 분석 및 개선 방안 도출 등의 정책에 유용하게 활용될 수 있다.

여기에 제시된 결과는 접경지역의 생태계 및 생태계서비스에 대한 지속가능성을 평가하려는 국내의 첫 번째 시도로서, 접경지역의 미래 변화를 측정하는 중요한 기준을 제시한다. 추후 부족한 정보를 보완하고 분명한 목표를 제시한다면 국가 및 지방정부의 정책 및 생태자원 관리를 하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

## References

- Aall, C. 2005. "The Concept of indicators" Paper presented at a seminar within the EUproject Capaticy building to enable the incorporation of urban sustainability parameters in spatial urban development and planning policy practices thtough the use of indicators (URBANGUARD). Nicosia. Cyprus. 8-9 August 2005.
- Baeck SH, Choi SJ, Hong SJ, and Kim DP. 2011. A study on comparison of normalization and weighting method for constructing index about flood. Journal of Wetlands Research.

- 13(3): 411-426. (in Korean)
- Elfes C. T., C. Longo, B. S. Halpern, D. Hardy, C. Scarborough, B. D. Best, T. Pinheiro, and G. F. Dutra. 2014. A regional-scale ocean health index for Brazil. *PLoS One*. 9(4): e92589.
- Han SM. 2019. The German Green Belt, from a dividing line of the cold War to a space for life and peace: The development process of the German Green Belt after the reunification of Germany and its current policy landscape. *Koreanisch-Deutsche Gesellschaft Fuer Sozialwissenschaften*. 29(4): 225-248. (in Korean)
- Halpern B. S., C. Longo, D. Hardy, K. L. McLeod, J. F. Samhour, S. K. Katona, K. Kleisner, S. E. Lester, J. O'Leary, M. Ranelletti, A. A. Rosenberg, C. Scarborough, E. R. Selig, B. D. Best, D. R. Brumbaugh, F. S. Chapin, L. B. Crowder, K. L. Daly, S. C. Doney, C. Elfes, M. J. Fogarty, S. D. Gaines, K. I. Jacobsen, L. B. Karrer, H. N. Leslie, E. Neeley, D. Pauly, S. Polasky, B. Ris, K. St Martin, G. S. Stone, U. R. Sumaila, and D. Zeller. 2012. An index to assess the health and benefits of the global ocean. *Nature*. 488(7413): 615-620.
- Halpern B. S., C. Longo, C. Scarborough, D. Hardy, B. D. Best, S. C. Doney, S. K. Katona, K. L. McLeod, A. A. Rosenberg, and J. F. Samhour. 2014. Assessing the health of the US West coast with a regional-scale application of the ocean health index. *PLoS One*. 9(6): e98995.
- Hong HJ. 2020. A study on development and applications of methods for ecosystem health assessment. Ph.D dissertation, Korea University, Seoul. (in Korean with English summary)
- Hwang SH., Jeon SW., Namkung SP., and Hwang HH. 2021. The Application of the lessons of the inner German border area in the DMZ future planning: focusing on deriving lessons from the collapse phase. *Korea Environmental Policy And Administration Society*. 27(1): 77-99. (in Korean)
- Kim CH. 2010. Study of vegetation of civilian control line-DMZ area. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*. 13(6): 63-74. (in Korean)
- Kim CK, Hong HJ, Lee HW, and Joo WY. 2017. Development of natural capital sustainability index based on ecosystem services(II). *Korea Environment Institute*. (in Korean with English summary)
- Kim DY. 2015. A Study on the Development of the DMZ Tourism Merchandising which Use Storytelling, *The Korean Society of Business Venturing*. 10(1): 83-93. (in Korean)
- Kim JE, Park JY, Lee JH, and Kim TW. 2019. Socioeconomic vulnerability assessment of drought using principal component analysis and entropy method. *Korea Water Resources Association*. 52(6): 441-449. (in Korean)
- Ko YK. 2018. "Borders separate, nature unites!" : The German Grünes Band as a Ecological Site of Memory. *The Korean History Education Review*. 145: 143-173. (in Korean)
- Lee AY., Shin HT., Bak GP., Jung JY., and Sung CY. 2020a. Classification of the damaged areas in the DMZ using high-resolution satellite images and climate and topography data. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*. 23(1): 1-14. (in Korean)
- Lee G. 2007. Study on the development of

- educational gap index: focusing on the review of methodology. *The Journal of Educational Administration*. 25(1): 1-24. (in Korean)
- Lee HW, Kim CK, and Hong HJ. 2016. Development of natural capital sustainability index based on ecosystem services( I ). Korea Environment Institute. (in Korean with English summary)
- Lee SH., Kang JE., Bae HJ., and Yoon DK. 2015. Vulnerability assessment of the air pollution using entropy weights: Focused on ozone. *Journal of The Korean Association of Regional Geographers*. 21(4): 751-763. (in Korean)
- Lee SM, Choi YJ, Lee EK, Ji JW, and Yi JE. 2022. Development for rainfall classification based on local flood vulnerability using entropy weight in Seoul metropolitan area. *Korea Water Resources Association*. 55(4): 267-278. (in Korean)
- Lee SM., Choi YJ., and Yi JE. 2020b. Urban flood vulnerability assessment using the entropy weight method. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*. 20(6): 389-397. (in Korean)
- Ma LT, Kim JS, Lee KS, and Choi YC. 2021. A study on evaluation of earthquake risk in korea based on expert survey and entropy weight method. *Journal of Next-generation Convergence Technology Association*. 5(5): 806-815. (in Korean)
- Ministry of Environment. 2016. Operation of the 2016 DMZ ecological forum: DMZ unification feasibility assessment and utilization plan. (in Korean)
- Ministry of Environmental. 2019. Research on establishing comprehensive ecosystem conservation measures in the DMZ area. (in Korean)
- Ministry of Environment. 2020. Environmental statistics yearbook. (in Korean)
- Mun YS., Nam WH., Yang MH., Shin JH., Jeon MG., Kim T., Lee SY., and Lee KY., 2021. Evaluation of agricultural drought disaster vulnerability using Analytic Hierarchy Process (AHP) and entropy weighting method. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers*. 63(3): 13-26. (in Korean)
- Na HS., Park JM., Choi JY., and Lee JS. 2015. A Study on Spatial Characteristic of Damaged Forest Areas by Image Interpretation-Focused on DMZ region in Hwacheon and Cheorwon. *Jorunal of Photo Geography*. 25(3): 63-73. (in Korean)
- Nardo, M., M. Saisana, A. Saltelli, and S. Tarantola. 2005. Tools for Composite Indicators Building. European Communities Joint Research Centre.
- Natori Y., T. Hatori, S. Okayasu, and M. Tsuda. 2014. The Land Health Index: Developing a tool for gauging positive actions for biodiversity and ecosystem services. *Natural Resources and Ecosystem Services*. Institute for Global Environmental Strategies. Japan.
- Saisana M. and S. Tarantola. 2002, State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development. European Communities Joint Research Centre.
- Seong JH. and Byun YS. 2016. A study on the weights of the condition evaluation of rock slope used in entropy and AHP method. *Journal of the Korean Society of Safety*. 31(5): 61-66. (in Korean)
- Shannon C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System echnical*

- Journal. 27(3): 379-423.
- Sinsomboonthong, S. 2022. Performance comparison of new adjusted Min-Max with decimal scaling and statistical column normalization methods for artificial neural network classification. *International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences* 2022: 1-9.
- Sung HC., Kim SR., Kang DI., Seo JY., and Lee SM. 2016. Analysis on the type of damagedland in Demilitarized Zone(DMZ) area and restoration direction. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*. 19(1): 185-193. (in Korean)
- Yoo G and Kim IA. 2008. Development and application of a climate change vulnerability index. Korea Environment Institute. (in Korean with English summary)

**Appendix 1.** Select measurement indicators for each DEHI goal and Indicators

Agenda	Definition	Ecosystem services	Indicators(unit)	Methodology and references
Food	Sustainable production of crops, livestock, forestry products, and marine products, etc.	Provisioning services	Crop production(ton)	Statistical year book <sup>1)</sup> (2010-2019)
			Crop production area(ha)	
			Eco-friendly Agricultural products(ton)	
			Eco-friendly Agricultural area(ha)	
			Number of livestock(Head)	
			Fish catches of fishery products(ton) <sup>2)</sup>	
			Production of Forestry Products(kg)	
Raw materials	Sustainable raw material production	Provisioning services	Timber <sup>3)</sup> (m <sup>3</sup> )	
Water quantity	Securing water supply for sustainable use of water resources	Provisioning services	Fresh water use(m <sup>3</sup> )	
		Supporting services	Water storage(m <sup>3</sup> )	InVEST water yield <sup>4)</sup> (1999, 2021)
Water quality	Maintenance of purified water quality through ecosystem self-regulation	Regulating services	Water quality regulation(ton)	InVEST NDR(Nutrient Delivery Ratio) <sup>4)</sup> (1999, 2021)
Climate change	Reduction of greenhouse gases through forests and soil in DMZ border areas	Supporting services	Forest area(ha)	Statistical year book <sup>1)</sup> (2010-2019)
		Regulating services	Carbon storage (tC)	IPCC GL LULUCF <sup>5)</sup> , Lee et al., 2016 <sup>6)</sup> ; Korea Forest Service news <sup>7)</sup> (2009, 2021)
Ecotourism	Providing leisure and tourism opportunities within the scope of not damaging the ecosystem	Cultural services	Number of ecotourism visitors(people)	Tourism knowledge & information system- Statistics on visitors to major tourist spots(Natural and ecological environment) (2017-2021)
Ecological education	Education to understand the relationship between nature and humans	Cultural services	Number of ecological education participants (people)	Survey of participants by ecological education facility (2019-2021)
Biodiversity	Biodiversity conservation and management	Supporting services	Number of species (species)	Ministry of Environment & National Institute of Ecology(2016; 2021 <sup>8)</sup> )

1) Hwacheon uses data from 2013-2018.

2) Fishery production only applies to Cheorwon, Hwacheon, Yanggu, Goseong.

3) Due to changes in the survey method, only statistical data compiled in regional statistical data were used due to the absence of city, county, and district data after 2014.

4) Freshwater storage and water quality regulation analysis for areas within 2 to 10 kilometers from the DMZ border in border proximity regions.

5) Application of forest biomass storage calculation method of Intergovernmental Panel on Climate Guidelines(IPCC GL); Stock-Different method(IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventory. IPCC/IGES, Hayama, Japan).

6) Lee CH., Kwak SY., Kim CK., Bae HJ., Suh YW., Ahn SE., Kang WM., Kim JE., and Shin JW. 2016. An integrated approach to environmental valuation. Korea Environment Institute. (in Korean with English summary)

7) Resource: Korea Forest Service news. Increased reliability of greenhouse gas statistics in the domestic forestry sector(2015.10.22.)

8) Existing regional data surveyed since 2012 were arbitrarily divided into DMZ border areas.

- Ref. 1. Ministry of Environmental & National Institute of Ecology. 2016. Comprehensive report on biodiversity in the DMZ area. (in Korean with English summary)

- Ref. 2. Ministry of Environmental & National Institute of Ecology. 2021. Comprehensive report on ecosystem survey Korean Demilitarized Zone(DMZ) and its surrounding areas. (in Korean with English summary)

**Appendix 2.** Reference materials for each pressure indicators

Pressure	Indicators (unit)	Reference materials	Year
Population, Development	Population change rate(%)	· Gyeonggi, Gangwon statistical yearbook	2010-2020
	Population density(km <sup>2</sup> /person)	- Population by Si and Gun	2020
	Urban area ratio(%)	· Gyeonggi, Gangwon statistical yearbook - Area of land category	2020
	Gross Regional Domestic Product(10 <sup>3</sup> won)	· Gyeonggi, Gangwon statistical yearbook - Gross Regional Domestic Product	2020
	Energy consumption(10 <sup>3</sup> toe)	· Ministry of Trade, Industry and Energy & Korea Energy Economics Institute-Energy supply and demand statistics - Final energy consumption	2020
Pollution	Waste generation(kg/Person)	· Ministry of Environmental & Korea Environment Corporation-National waste generation and processing status - Status of household waste generation and processing	2020
	Registered motor vehicles(each)	· Statistical year book - Registered Motor Vehicles	2020*
Damage	Forest damage area(ha)	· Statistical year book - Uncontrolled Forest Damages by Cause	2020*
	Forest fires area(ha)	· Statistical year book - Status of Forest Fire Outbreaks by Cause)	2020*
Climate change	Amount of damage(10 <sup>3</sup> won)	· Statistical year book - Storm and Flood Damage	2020*
	Greenhouse gas emissions(Gg CO <sub>2</sub> eq.)	· Greenhouse Gas Inventory & Research Center of Korea - Local greenhouse gas emissions	2020

\*Hwacheon uses data from 2018

**Appendix 3.** Resilience factor scoring system

Resilience		Score
Nature restoration and conservation activities	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mountainous and protected area management project</li> <li>· Forest and river restoration projects</li> <li>· Afforestation and forestry business</li> <li>· Forestry, wild animals and plants, water system survey and monitoring project</li> <li>· Invasive species eradication project</li> <li>· Waste disposal and management business</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1: Exceeding 2% of total organization amount</li> <li>· 0.5: Exceeding 0%, but less than 2% of the total composition amount</li> <li>· 0: Absence of related budget</li> </ul>
Reward mechanism	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Compensation and activity cost support</li> <li>· Eco-friendly certification village promotion project</li> <li>· Local residents support project</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1: Exceeding 0.5% of total organization amount</li> <li>· 0.5: More than 0%, less than 0.5% of the total composition amount</li> <li>· 0: Absence of related budget</li> </ul>
Engagement and Partnership	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ecological trail installation and management project</li> <li>· Ecotourism related business</li> <li>· Environmental education and capacity building project</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1: Exceeding 20% of total budget</li> <li>· 0.5: Exceeding 0%, but less than 20% of the total composition amount</li> <li>· 0: Absence of related budget</li> </ul>
International and North-South cooperation	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Project to build an inter-Korean and international environmental cooperation network</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1: Existence of corresponding budget</li> <li>· 0: Absence of related budget</li> </ul>

\* Ministry of Environment. 2016. Operation of the 2016 DMZ ecological forum: DMZ unification feasibility assessment and utilization plan. (in Korean) p.86 reconstruction