Journal of Environmental Science International
31(10); 845~859; October 2022

pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
https://doi.org/10.5322/JESI.2022.31.10.845

ORIGINAL ARTICLE

자연환경의 종합적 평가시스템 적용범위에 대한 연구

윤호정 · 염성진[1)*]

국립한경대학교 응용자원환경학과 응용자원환경학전공, [1)]국립한경대학교 식물자원조경학부 조경학과

A Study on the Application of a Comprehensive Evaluation System of the Natural Environment

Ho-Jung Yoon, Sung-Jin Yeom[1)*]

Dept of Applied Resource and Environment, Faculty of Applied Resource and Environment, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

1)Dept of Landscape Architecture, Faculty of Plant Resources Landscape, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

Abstract

The natural environment of the modern society does not simply reflect damage, but is a complex and grave reality that threatens the Earth. To solve this problem, various aspects related to the natural environment have been explored around the world, and a number of studies are ongoing to balance the development and preservation of the natural environment in Korea. However, no clear category exists for the natural environment and the related terms are ambiguous, rendering the overall evaluation system is in efficient. Therefore, the present study attempted to set the scope of application of a comprehensive evaluation system based on terms similar to the natural environment, concepts of the natural environment viewed from a value-based perspective and a capacitive perspective. In addition, by examining the concept of ecosystem services, a conceptual model for efficient application of the evaluation system of the natural environment through the association between categories of the natural environment is presented to derive implications for practical operation in the future.

Key words : Natural environment, Environmental value, Environmental capacity, Ecosystem service, Conceptual model

1. 서 론

전 지구적으로 지속적인 난개발과 지나친 에너지 사용으로 발생한 자연환경의 심각한 오염은 단순한 생태계 훼손뿐만 아니라 지구를 위협하고 있는 재난의 요소로 다가오고 있다. 과거에는 자연환경을 인간의 편리함을 위한 도구로서 이용되어왔으며, 이로 인해 발생하는 자연환경의 한계성을 해소하기 위해 선행된 연구는 2000년대부터 지금까지 진행되어왔다. 특히 오늘날 지속가능한 개발을 목표로 자연환경의 가치와 용량을 평가하고자 다종의 방법론을 통해 유형화하여 다양한 시스템과 모델을 제시하고 있다. 그럼에도 자연환경의 가치와 용량은 시·공간적 규모에 따라 달라지는 상대적 개념으로 절대적인 정의 혹은 평가를 할 수 없으나, 대

Received 18 August, 2022; **Revised** 26 September, 2022; **Accepted** 4 October, 2022
***Corresponding author** : Sung-Jin Yeom, Dept of Landscape Architecture, Faculty of Plant Resources Landscape, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea
Phone: +82-31-670-5217
E-mail: ysj@hknu.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

부분 자연환경에 대한 연구는 자연환경 시스템이 공적·사적인 부분에서 의사결정을 할 수 있는 경제적 기준과 더불어 호환할 수 있는 형태의 인간 복지를 제공하는데 목적을 가지고 연구되어져 왔다(Schroeder, 2011). 특히 현대사회에서는 자연환경과 더불어 경제와 사회적 문화와 같은 비시장 환경자산 가치에 대한 연구수요가 증가하고 있으며, 자연환경은 인간 생활수준을 유지하는 데 필요한 각종 재화나 용역의 생산에 사용할 자원을 지속적으로 공급할 뿐만 아니라, 사회·경제활동을 통해 배출되는 각종 오염물질을 정화 혹은 배상함으로써 하나의 순환체계를 이룬다(Lee, 2017, 2020). 이러한 자연환경의 가치와 용량의 정량적 방법론을 통해 환경영향평가, 환경성과지수, 지속가능한 개발 지수 등 국내·외적으로 다양한 정책적 활용방안까지 제시되어지고 있으나, 국내의 체계적인 자연환경 평가 시스템을 적용하기 위해 보다 다양한 관점을 고찰하여 명확한 범위와 일관된 기준을 설정하여 효율적인 평가체계가 마련되어야 할 것으로 보인다.

이와 같이 자연환경에 대한 연구는 주로 인간복지의 상호관계성을 고려하여 시·공간에 따라 광범위한 범주 내에서 평가체계에 대한 연구(Lim and Kwon, 2010; Park and Lee, 2018; Stebbings et al., 2021; Rossi et al., 2022)와 자연환경이 인간복지에 가져다주는 가치와 서비스를 분석하는 생태계서비스(Kim et al., 2017; Arias-Arévalo et al., 2018; Harrison et al., 2018; Kim et al., 2018)에 대한 연구가 주로 다루어지고 있다. 다만, 자연환경의 가치와 용량을 기반한 개념 및 범위가 아직까지 모호하며, 이러한 불명확한 개념의 범위가 다수의 평가도구와 모델에 적용 및 활용되어지고 있는 실정이다. 더 나아가 생태계서비스와의 관계성을 파악하는데 있어 아직까지 시·공간에 대한 체계적인 구축의 한계성이 있음을 볼 수 있다. 이는 일시적이고 단편적인 효과만을 불러일으키며, 시간과 공간의 흐름을 고려한 중·장기적 관점에서의 시나리오를 예측할 수 있는 평가체계의 구축은 아직까지 미흡한 것으로 판단할 수 있다. 또한 최근에는 이러한 연구들을 기반으로 정책적 의사결정에 적용하는 연구(Cho et al., 2004; Winograd and Farrow, 2007; Kim, 2016; Dong et al., 2018)도 다수 배출되고 있으나 실질적인 운영체계에 있어서는 부족한 실정임을 확인할 수 있으며, 더 나아가 국내의 경우, 자연환경을 평가하는 도구에 있어서는 악용되는 사례와 중복되는 사례들도 다수 확인할 수 있다. 이러한 한계점을 해소하기 위해 오늘날의 기조와 적합한 자연환경의 적용범위를 파악한 후, 시·공간에 따른 단계별 범위에 적격한 기준을 유형화하여 각 단계별로 개념적 모델을 설정하여 체계적인 평가시스템을 구축할 필요가 있다.

이렇듯 본 연구에서는 효율적인 자연환경의 평가 시스템 구축에 있어 기초적 기반을 마련하고자 자연환경의 유사용어들과 가치론적, 용량론적 개념으로 구분하여 검토하였으며, 이를 통해 두 범위가 미치고 있는 영향과 복잡한 상호관계성을 분석하여 보다 실질적인 평가체계 구조의 적용범주를 설정하고자 하였다. 이러한 고찰과 더불어 생태계서비스의 선행연구를 면밀히 검토한 후, 우리나라에 적용가능한 총체적인 시·공간적 스케일을 유동성 있게 다루고자 단계별 개념적 모델과 이에 해당하는 시사점을 도출하였다. 본 연구에서는 앞서 살펴본 고찰을 바탕으로 비시장 자연환경 자산인 사회·경제적 측면에서의 고려해야 할 사안들을 자세히 검토하고, 향후 효율적인 자연환경 평가 시스템 체계의 제고와 실효적인 통합적 정책개발에 필요한 기초 정보를 제공하고자 진행하였다.

2. 연구방법 및 재료

연구방법(Fig.1)으로는 자연환경 평가 시스템의 적용범위를 설정하고자 자연환경 관련 유사 용어들을 검토하고, 자연환경과 관련하여 주 관점인 가치론적 관점과 용량론적 관점에서 바라본 개념 고찰을 진행하였다. 또한 생태계서비스의 학문적 검토를 통해 자연환경의 범주를 구체화하고 사회·경제적 영향범위와 고려해야 할 사안들을 파악하였다. 이러한 문헌적 고찰을 통해 총체적이며 균형 잡힌 자연환경의 보전을 위해 자연환경 평가 시스템에 대한 개념적 모델과 이를 활용한 정책적 의사결정 수립 적용방안에 대한 방향성에 있어서 시사점을 도출하였다.

2.1. 자연환경의 개념

오늘날 개발과 자연환경의 균형을 위해 다양한 관점에서 연구가 진행되어 왔으나, 자연환경의 정의는 자연자원, 자연자본, 자연자산 등 다양한 용어로 혼재되어 사용하고 있는 것을 확인할 수 있다. 이와 같이 모호한 용어는 모두가 원하는 것을 볼 수 있는 포괄적인 범주로 보기 때문에 다수의 연구에서 용이한 표현으로 사용할

Table 1. Concepts related to natural environment

Concept	Definition
Environment	• Article 3 of the framework act on environmental policy - Natural environment (including underground, surface (including the ocean) and all living things on the ground and non-biological things surrounding them + living environment related to human daily life, such as atmosphere, water, soil waste, noise, vibration, etc. • Encyclopedia britannica - A complex of physical, chemical, and biological factors that determine the shape and survival of the environment as a result of an organism or an ecosystem system. • Ban(2007) - An environment in which all members of the present and future generations of society are not unfairly treated in terms of enjoying and sharing environmental benefits and damage, and where the culture and history of the community and life around them coexist sustainably. • Myeong(2017) - Environment that provides equal benefits in human life not only in terms of the environment but also in terms of social and economic aspects by analyzing the relationship between the population and income of each region for green areas related to the environment.
Natural environment	• Article 2 subparagraph 1 of the natural environment conservation act - The state of nature (including ecosystems and natural landscapes) including all living things underground, surface and ground except the ocean, and non-living things surrounding them.
Natural resource	• Dictionary of forest and forestry terms - Any natural substance or natural force available for human life or production activities. • Schellens and Gisladottir(2018) - Depending on the degree of regeneration, it is divided into non-renewable and renewable resources. In the case of non-renewable resources, renewable natural resources are defined in human time scale and non-renewable resources are defined as resources that are not regenerated through human time flow.
Natural environmental assets	• Article 2 subparagraph 3 of the national trust act on cultural heritage and natural environmental assets - It refers to endangered wildlife under subparagraph 2 of Article 2 of the Wildlife Protection and Management Act living in the land or wetlands of the relevant area.
Natural assets	• Article 2 subparagraph 15 of the natural environment conservation act - The total of living things and non-living things in a natural state with tangible and intangible values that can be used for human life or economic activities.
Natural capital	• OECD - Natural assets that provide environmental services for energy, soil, living things, etc. and for economic production. • EU - Define it by dividing it into three categories: underground resources, flow of non-biological elements, and ecosystem capital. • International Institute for Sustainable Development - It is defined as a terrestrial biosphere of all forms, including land, air, water, and life, that provides ecological goods and services essential for human survival and prosperity. • Natural capital forum - Defined as the point of view of the world's natural assets, including geology, soil, water and all living things.

수 있으나, 구체적인 근거마련을 위한 통찰력에 있어서 한계점이 있다(Chan et al., 2016). 이에 따라서 본 연구에서는 효율적인 자연환경 평가 시스템 마련을 위해 자연환경의 범위를 보다 세부적으로 검토하고자 자연환경과 유사한 용어들에 대한 국내의 법제적 범위, 국내·외의 학술적 범위에서의 큰 범주에서 정의를 파악하고(Table 1), 가치론적 관점, 용량론적 관점 등 다양한 관점에서 바라본 자연환경의 개념을 고찰하였다.

Table 2. A qualitative perspective on the value of the natural environment

Reference	Distinction	Scale
TEEB	recognizing value demonstrating value capturing value	global
IPBES	nature nature's benefit to people anthropogenic assets institution and governance systems and other indirect drivers of change direct drivers of change good quality of life	global
UK	natural capital asset ecosystem services and the macroeconomy coastal and marine shared, plural and cultural values operationalising scenarios	national, region
New Zealand	mana whakahaere kaitiakitanga manaakitanga governance stewardship care and respect	national, region
Tadaki et al. (2017)	values as a magnitude of preference values as a contribution to a goal values as individual priorities values as relations	individual
Stålhammar&Thorén (2019)	values in environmental ethics values in ecosystem services valuation environmental psychology	individual

먼저, 가장 큰 개념인 환경은 모든 생태계의 시스템을 작동·운영할 수 있도록 하는 근간으로 국내의 「환경정책기본법」제3조에 의거하여 지하·지표(해양을 포함한다) 및 지상의 모든 생물과 이들을 둘러싸고 있는 비생물적인 것을 포함한 자연의 상태(생태계 및 자연경관을 포함한다)인 자연환경과 대기, 물, 토양, 폐기물, 소음·진동, 악취, 일조(日照), 인공조명, 화학물질 등 사람의 일상생활과 관계되는 생활환경을 의미한다. 국외 브리태니커 사전(encyclopedia britannica)에 의한 환경 정의는 유기체 또는 생태계 시스템의 영향으로 나타나는 형태와 생존을 결정짓는 물리적, 화학적, 생물학적 요인들의 복합체로 인식하고 있다. 최근에는 이러한 환경을 사회·경제적 측면까지 확장하여 다양한 측면에서 분석되고 있는 연구가 선행하고 있다. 대표적인 사례로는 지속가능한 개발 목표(Sustainable Development Goals, SDGs)에서는 환경을 보호하면서 인간의 생활에 있어서 안정과 번영을 누릴 수 있도록 보편적인 행동 촉구로 사회적, 경제적, 환경적으로 지속가능성의 균형을 잡고자 시행하고 있다. Ban(2007)은 현세대와 미래세대의 모든 사회 구성원이 어떠한 조건에서도 환경적인 혜택과 피해를 누리고 나누는 데에서 불공평하게 대우받지 않고, 공동체의 문화와 역사, 그리고 주변의 생명체가 지속가능하게 공존할 수 있도록 환경정의의 지표에 대한 연구를 하였으며, Myeong(2017)은 환경과 관련한 녹지를 주 대상으로 지역별 인구 및 소득과의 관계성을 분석하여 환경뿐만 아니라 사회·경제적 측면에 있어서도 인간생활에서의 평등한 혜택을 받을 수 있도록 분석하였다.

환경범주 내 위치하고 있는 자연환경을 살펴보면, 「자연환경보전법」 제1장 제2조에 의거하여 해양을 제외한 지하·지표 및 지상의 모든 생물과 이들을 둘러싸고 있는 비생물적인 것을 포함한 자연의 상태(생태계 및 자연경관을 포함한다)로 명시하고 있다. 이와 유사한

Table 3. A Quantitative perspective on the value of the natural environment (modified from Shin and Min, 2005; Plottu and Plottu, 2006; Emerton, 2016)

Output	Hierarchical classification	Subclass	Contents	Examples
Total economic value	Use value	Direct use value	• Benefits from direct physical use.	• Benefits arising from human recreational activities.
		Indirect use value (ecological value, functional)	• Benefits arising from indirect use are closely related to public interest values.	• Activities to sustain the ecosystem(ex. prevention of flooding, carbon. absorption, oxygen generation, etc.)
		Option value	• Dangerous surcharge to ensure future uncertainty.	• Value that guarantees opportunities to leverage the ecosystem at a specific point in the future.
	Non-use value	Existence value	• Benefits arising from various reasons other than direct and indirect values.	• Value arising from ecosystem conservation itself.
		Bequest value	• To pass on a conserved state to the next generation.	• Value to pass on a healthy ecosystem to future generations.

용어인 자연자원은 산림임업용어사전에 의거하여 인간의 생활이나 생산 활동에 이용가능한 모든 자연물·자연력의 총칭을 의미하며, 유사한 법률용어로는 「자연환경보전법」제2조 제15호에 의거하여 '자연자산'과 「문화유산과 자연환경자산에 관한 국민신탁법」 제2조 제3호에 의거한 '자연환경자산'이 있다. '자연자산'은 인간의 생활이나 경제활동에 이용될 수 있는 유형·무형의 가치를 가진 자연 상태의 생물과 비생물적인 것의 총체를 일컫으며, '자연환경자산'은 해당하는 지역의 토지·습지 또는 그 지역에 서식하는 「야생동물 보호 및 관리에 관한 법률」 제2조 제2호에 따른 멸종위기 야생동물을 가리키는 것으로 확인할 수 있다. 학술적 측면에서는 일반적으로 자연환경과 관련하여 자연자본, 자연자산, 자연자원의 용어를 사용하고 있으며, 공통적 측면에서 보면 자연환경은 인간의 인위적 개입이 없고, 생물과 무생물을 포함하고 있는 자연자원의 상호작용의 개념으로 볼 수 있다. 우리나라에서는 자연자본과 자연자산을 동일한 용어로 사용하고 있음을 확인할 수 있었으며, 특히 경제학적 관점에서의 가치를 보다 중시하고 있는 것으로 파악할 수 있다. 국제기관인 경제협력개발기구(OECD)에서는 자연자본을 에너지, 토양, 생물 등의 요소와 경제생산을 위한 환경서비스를 제공하는 역할을 하는 자연자산을 의미하고 있으며, 유럽연합(EU)에서는 지하자원, 비생물적 요소의 흐름, 생태계 자본으로 세 개의 범주로 구분하여 정의하고 있다(Hjerp et al., 2013; Yoon and Yeom, 2021). 또한 국제지속가능개발연구원(International Institute for Sustainable Development)에서는 자연자본을 인간의 생존과 번영에 필수적인 생태 재화와 서비스를 제공하는 대지, 공기, 물, 생명체 등 모든 형태의 지구생물권으로 정의하였으며, 자연자본포럼(Natural capital forum)에서는 지질, 토양, 물과 모든 생명체를 포함하는 세계 자연자산의 저량으로 정의하고 있다(Lee et al., 2016). 또 다른 유사용어인 자연자원은 재생 정도에 따라서 재생이 불가능한 자원과 재생이 가능한 자원으로 구분하고 있으며, 재생 가능한 자연자원은 인간의 시간적 규모에서 정의되고, 재생이 불가능한 자원의 경우에는 인간의 시간적 흐름을 통해 재생되지 않는 자원으로 정의하고 있다(Schellens and Gisladottir, 2018). 재생이 불가능한 자원의 경우 오일, 유전적 생물다양성 등을 의미하며, 재생이 가능한 자원은 조건적 재생과 무조건적 재생으로 다시 구분되는데, 조건적 재생은 토양, 지하수, 목재 등을 의미하고 무조건적 재생은 태양, 조수, 바람 등으로 볼 수 있다.

2.1.1. 가치론적 관점

가치는 절대적 개념이 아닌 상대적 개념으로 부여하는 주체 혹은 그 주체가 속한 사회적·경제적 상황, 시대적 흐름 등에 따라 상이해진다. 이와 같은 가치를 평가하고자 비록 정량화된다 하더라도 본질적으로 상황에 따라 상대

Table 4. Concept of environmental capacity(modified from Hartzog, 2010; Kerekes et al., 2018)

Output	Concepts	Target	Contents
Environmental capacity	Carrying capacity	Renewable natural resources	• The zero threshold: Stable and equilibrium conditions that do not increase or decrease. • The extinction zone: Negative area based on zero threshold and cannot support itself due to small population. • The lower threshold: Unstable as populations reach extinction zone. • The sustainable zone: Positive area based on zero threshold, sufficient resources(time, space, water, food, energy, etc.) and increasing until the upper threshold is reached. • The upper threshold: Stable and increases below the upper threshold until it is reached, and decreases until it is reached when the threshold is exceeded. • The overpopulation zone: Means that the population exceeds the capacity of the environment and falls below the zero threshold again.
	Marginal capacity	Exhaustible natural resources	• The conventional efficiency criterion that price = Marginal cost of production will, for exhaustible natural resources, become price = Marginal cost of production + Opportunity cost

적인 성질을 지닐 수밖에 없으며, 정책결정 과정에서 활용될 경우, 정량화된 가치가 절대적인 것으로 인식되지 않도록 주의해야 하고 적절한 판단을 위해서는 다양한 관점에서 도출한 가치를 비교·평가할 필요가 있다(Lee, 2017). 이렇듯 자연환경 가치 또한 관점에 따라 목적이 상이해지며, 일반적으로 생물의 권리를 중시하는 생태중심적(ecocentric), 사람을 주체로 보는 인간중심적(anthropocentric), 환경문제를 기술로 해결하고자 하는 기술중심적(technocentric)의 관점으로 구분하여 볼 수 있다. 이러한 관점을 바탕으로 오늘날 자연환경 부문에 있어서는 사람과 자연환경 간의 관계성이 점차 중요한 개념으로 확장되어지고 있다. 이에 따라 비시장 환경자산인 자연환경의 가치를 바라보는 관점도 철학적 견지를 둔 내적 가치(intrinsic value)와 연관된 정성적 접근방식과 원자재와 서비스 흐름의 견지를 둔 화폐적 가치(commodities)와 관련된 정량적 접근방식으로 구분하여 볼 수 있다.

자연환경의 정성적 접근방식(Table 2)에서는 관계적 가치(relational value)를 주요한 관점으로 본다. 관계적 가치는 사람들이 의미 있고 풍요로운 삶의 질을 형성하고자 자연과의 공급과 수요에 있어 적절한 균형을 고려하는 것을 의미하며, 대표적인 사례로는 정책을 통한 상호영향 관계로 설명할 수 있다(Chan et al., 2016; Stålhammar and Thorén, 2019). 세계적 범위에서 볼 경우, TEEB (The Economics of Ecosystem and Biodiversity) 프로젝트에서는 자연환경 가치의 의사결정 과정에서 인식(recognizing), 정의(demonstrating), 수용(capturing)의 3가지 핵심 원칙을 제시하였다(Kumar, 2012; Tadaki et al., 2017; Yoon and Yeom, 2021). 이와 비슷하게 IPBES (The International Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)에서는 사람과 자연환경을 연결하는데 있어 자연(nature), 사람에게 주는 자연의 혜택(nature's benefits to people), 인위적 자산(anthropogenic assets), 제도 및 정부 시스템과 그 외 간접적 변화의 원인(institution and governance systems and other indirect drivers of change), 직접적인 변화의 원인(direct drivers of change), 삶의 질(good quality of life)의 6가지 주요 요소를 제시하였다(Diaz et al., 2015; Tadaki et al., 2017). 국가적 차원에서는 각 국가에서 운영하고 있는 다양한 기관들이 자연환경의 가치에 대한 중요성을 인식하고 발전시키고자 정책과 보고서를 제안 및 시행하고 있음을 확인할 수 있다. 대표적인 사례로 영국의 NEA (National Ecosystem Assessment)에서 영국의 자연환경 가치와 상태를 평가하여 보고서를 제안한 것을 볼 수 있다(Aspinall et al., 2011). 그 외에도 다음 선행사례와 같이 자연환경의 가치를 내재적 관점으로 본 연구들을 다수 검토할 수 있다. Tadaki et al.(2017)은 자연환경의 의사결정을 위한 사람과 생태계를 분석하고자 선호도 크기로서의 가치(values as a magnitude of preference), 목표에 대한 기여(values as a contribution to a goal), 개인 우선순위로서의 가치(values as individual priorities), 관계성으로서의 가치(values as relations)로 4개의 개념적 접

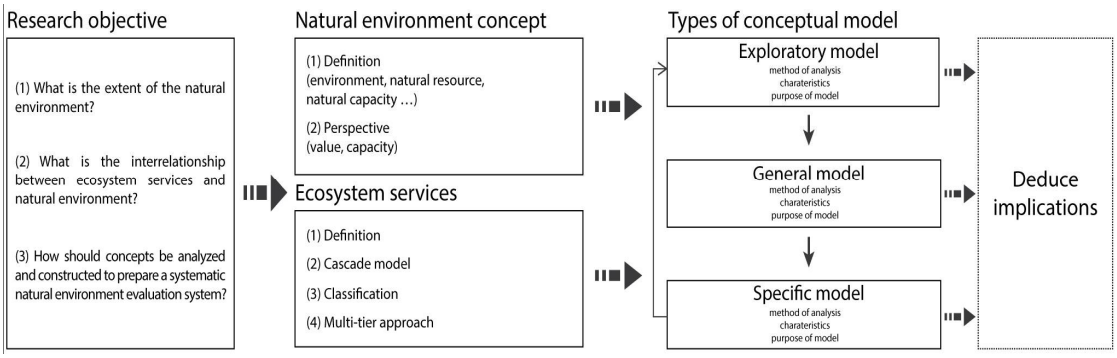

Fig. 1. Research flow.

근방안을 제시하였다. Stålhammar and Thorén(2019)은 자연환경을 환경 윤리로서의 가치(values in environmental ethics), 생태계서비스와의 가치(values in ecosystem services valuation), 환경심리학으로서의 가치(environmental psychology)로 구분하여 자연환경의 가치를 다양한 관계적 측면에서 검토하였다. 이렇듯 자연환경 가치의 정성적 접근방식은 자연환경과의 관계성을 기반으로 다양한 유형을 다루고 있음을 확인할 수 있다.

이와 더불어 화폐경제가 발달하면서 시장경제에서 거래되는 화폐량은 대상의 가치를 측정하는 하나의 기준으로 적용되어 왔으며(Lee, 2017), 대부분 자연환경의 정량적 접근방식(Table 3)에서는 이러한 화폐시장을 기반을 둔 경제적 가치평가 방법론을 통해 분석되어졌다. 이러한 경제적 가치평가를 통해 경제적 총 가치(Total Economic Value, TEV)를 도출하고자 사용가치(use value)와 비사용가치(non-use value)로 구분하고 있다. 사용가치는 직접사용가치(direct use value), 간접사용가치(indirect use value), 선택가치(option value)로 분류되어지며, 비사용가치는 존재가치(existence value), 유산가치(bequest value)로 분류된다. 이를 시행하기 위해 경제적 부담에 대한 인식 함양을 높이고, 정량적 계산을 통해 환경개선 전·후의 비교가 가능하도록 진행하며, 개발의 순이익이 0보다 클 때 환경보전의 설득력을 보유하게 된다. 일반적으로 화폐를 기반으로 한 시장경제는 수요, 공급, 대상에 대한 수요자의 선호가 반영된 지불의사(willingness to pay)에 따라 결정된다. 이러한 경제학적 가치평가는 시장 가치와 비시장 가치로 구분되며, 대상이 시장가치의 경우 대상의 시장가격이 기준이 되거나, 대상이 비시장 가치의 경우 수요자의 지불의사를 설문조사 등에 의한 간접적 유추를 통해 가치를 결정한다. 이렇듯 자연환경의 정량적 접근방안은 국내에서도 활발히 연구가 이루어졌으며, 그 방법론으로는 직접적 가치를 측정할 수 있는 조건부가치추정법, 간접적 가치를 추정할 수 있는 여행비용법과 만족가격법 등이 주로 활용되어졌다. 통상적으로 활용되고 있는 측정법은 여행비용법이며, 가상가치법(Contingent Valuation Method, CVM)을 활용하여 평가한 선행사례들 또한 다수 확인할 수 있었다.

2.1.2. 용량론적 관점

환경용량은 세계적으로 1930년대부터 생태학, 인구학, 관광학, 환경계획학 등에서 다양한 형태로 응용되고 있으며, 자연환경의 보전가치에 따라 인간생활을 건전한 방향으로 이끌며 보호할 수 있는 범위로 정의되고 있다(Ministry of Environment, 2004). 환경용량의 개념은 생물학에서 사용된 정의에서 유래된 것으로 한정된 환경 내에서 특정 종의 포화밀도를 지속적으로 유지될 수 있는 그 종의 최대 개체 수의 크기를 지칭한다. 국내의 법제적 근거에 따르면「환경정책기본법」제 3조에 의거하여 일정한 지역에서 환경오염 또는 환경훼손에 대하여 환경이 스스로 수용, 정화 및 복원하여 환경의 질을 유지할 수 있는 한계로 정의하고 있으며, 오늘날의 보편적인 학술적 정의보다 좁은 범위를 나타내고 있는 것으로 확인할 수 있다(Legal Information Center, 2022). 통상적으로 학술적 측면에서의 환경용량의 개념은 일정한 삶의 질을 지속적으로 유지할 수 있는 수준에서 지역이 지탱할 수 있는 인간 활동의 수준으로 정의될 수 있다(Bishop, 1974; Hwang et al.,

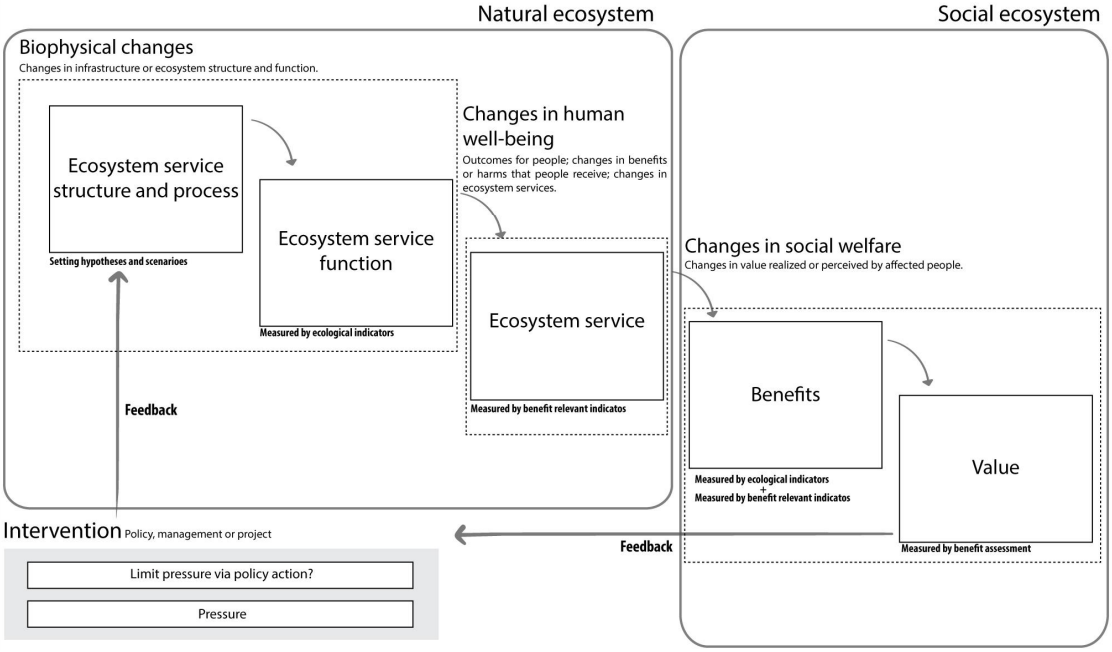

Fig. 2. Ecosystem services cascade framework and ecosystem services conceptual model. (Source: modified from Nich Institute, 2018; Zhang et al., 2022)

2006). 즉, 자연환경의 용량은 지정된 환경 내에서 일정한 삶의 질을 지속적으로 유지할 수 있도록 제공 최대 개체수를 의미하는 수용량(carrying capacity)과 한도량(marginal capacity)의 개념으로 볼 수 있으며, 특히 오늘날에는 실질적으로 단기 혹은 중·장기적 관점에 따라 지속가능성을 목표로 사회·경제적 활동을 위해 공급할 수 있는 자연환경의 공급량과 사회·경제적 활동으로 인해 배출된 오염물을 스스로 정화하는 자연환경의 총체적 능력으로 보고 있다.

앞서 언급한 바와 같이 환경용량과 관련하여 나온 주요 개념으로는 수용량과 한도량으로 파악할 수 있다. 수용량은 절대적 기준이 아닌 상대적인 개념으로 적용 부문에 따라 다양하게 정의할 수 있다. 다시 말해 환경의 질 저하나 미래의 수용능력의 감소 없이 특정 시간과 공간(서식처)에서 부양될 수 있는 특정 생물종의 활동과 양, 어떤 대상의 심각한 저하나 파손 없이 인구성장 또는 물리적 개발을 흡수할 수 있는 자연 또는 인공 시스템의 능력 등으로 이해할 수 있다(Vogt, 1948; Schneider et al., 1978; Lee et al., 2006). 또한 이를 구체적으로 파악하기 위해서는 제로 임계값(the zero threshold), 멸종 구역(the extinction zone), 하한 임계값(the lower threshold), 지속가능한 구역(the sustainable zone), 상한 임계값(the upper threshold), 과잉 밀도 구역(the overpopulation zone)의 여섯 개 요소간의 관계성을 분석하여 파악한다. 반면, 한도량은 자연환경 생태계의 안정을 유지 절대적인 자연능력의 한계(지하수 공급가능량, 자연자원의 최대이용능력, 환경기준 등)를 설정하는 것으로 정의하고 있다(Sarà and Mazzola, 2004; Lee et al., 2006). 일반적으로 한도량은 제한된 양이 있으며, 비재생 자연자원을 대상으로 자연자원의 적정 가격(가치)을 도출하거나 환경규제로 인해 발생하는 기업의 이익 등과 같은 다양한 경제적 가격(가치)을 분석할 때 나타나는 개념이다. 이렇듯 특정 자연자원의 한계비용(marginal cost)과 기회비용(opportunity cost) 간의 관계를 통해 최적화된 가격(가치)을 도출하여 시장 가격이 설정되는 과정으로 파악할 수 있다.

2.2. 생태계서비스

생태계서비스라는 용어는 1960년 후반에 처음으로

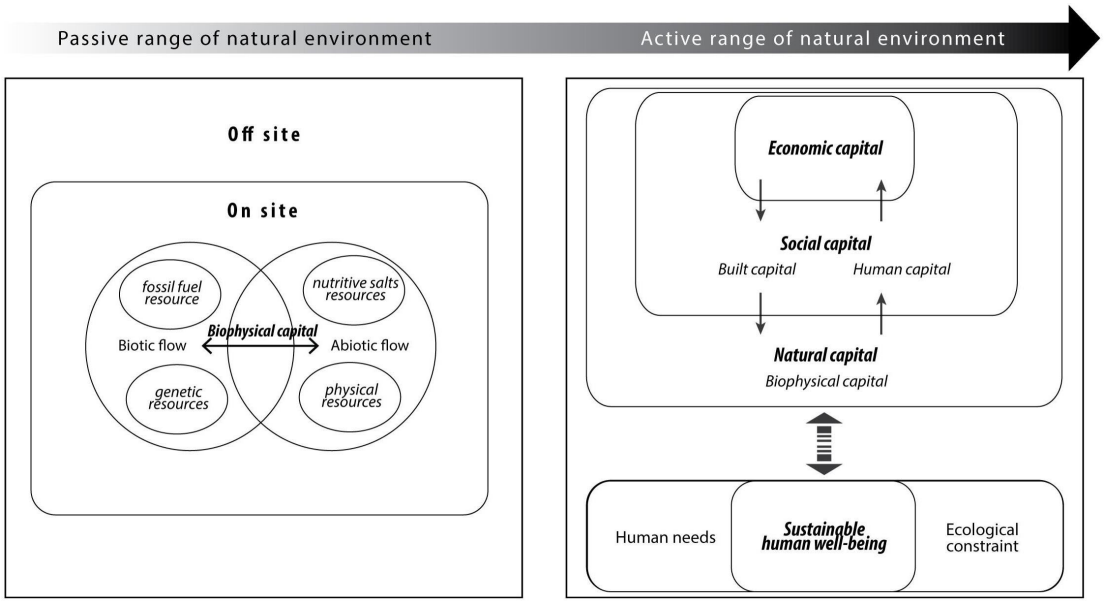

Fig. 3. Scope of natural environment (Source: modified from Lee and Hong, 2017; Stockholm Resilience Centre, 2020; Constanza, 2020)

사용되기 시작하였으며, de Groot 의 Functions of Nature(1992)를 기단으로 생태계서비스의 개념(Table 5)이 확장되었다. Daily(1997)는 자연생태계와 이를 구성하는 종들이 인간의 삶을 지속하고 충족시키는 조건과 과정으로 해석하였으며, Costanza et al.(1997)은 생태계의 재화와 서비스는 인간이 생태계 기능으로부터 얻는 직·간접적인 이익으로 바라보았다. 밀레니엄 생태계 평가(MEA)와 국제자연보전연맹(IUCN)(2005)에서는 생태계서비스를 사람들이 생태계서비스로부터 얻는 혜택으로 정의하였으며, 생태계의 재화의 공급을 지원하는 하나의 과정으로 인식하였다. Boyd and Banzhaf(2007)은 인간의 복지를 직접적으로 소비하거나 제공하는 자연의 구성요소로 보았으며, Fisher and Turner(2008) 또한 인간의 복지를 제공하기 위해 활용되는 하나의 생태계의 측면으로 정의하였다. Haines-Young and Potschin(2009)은 생물 및 비생물적 요소로 구성된 생태계와 직접적으로 인간의 복지에 기여하여 자연의 최종 생산물로 해석하고 있으며, United Nations Environment Programme (2010)에서는 생태계서비스와 생태계 재화 및 서비스와 같은 개념으로 인간의 복지에 대한 생태계의 직·간접적 기여의 형태로 보고 있다. Burkhard et al.(2012)은 인간의 복지에 대한 생태계 구조와 기능의 기여정도로 언급하고 있으며, UK National Ecosystem Assessment는 인간의 삶을 가능하게 하고 살 가치가 있게 만드는 데 기여하는 생태계가 제공하는 혜택으로 정의하고 있다. 이를 통해 생태계서비스는 사회적 자본, 경제적 자본, 인간 자본을 포함한 자연환경 자본이 지속가능한 인간의 웰빙을 제공하고자 주는 혜택으로 정의할 수 있으며, 자연환경 자본과 인간의 생활환경 간의 상호작용 체계에서 발생하는 관계성에 대한 분석의 필요성을 확인할 수 있다.

생태계서비스는 다양한 시스템 간의 상호작용을 분석하는 구조로 주로 시대에 따른 환경주류들과 깊은 관계성이 있다. 이에 따라서 밀레니엄 생태계 평가(Millennium Ecosystem Assessment, MEA)에서는 인간의 활동이 생물학적 기능과 다양성에 미치는 영향으로 생태계의 재생능력과 환경의 자정력을 감소시킨다는 주장과 더불어 생태계서비스의 유형을 공급 서비스(provisioning services), 규제 서비스(regulating services), 문화 서비스(cultural services), 지지 서비스(supporting services)의 4개의 범주로 구분한 후, 이를 기반으로 인간의 혜택 간의 상호관계성으로 해소하고자 하였다. 이와 같이 밀레니엄 생태계 평가는 생태

계서비스가 인간의 복지에 미치는 영향에 대한 인식을 강조하고 제고함으로써 환경 연구에 생태계 서비스의 개념을 주류화하여 자연환경 개선에 대한 인식을 함양하였다(MEA, 2005). 이를 뒤이어 최근에는 생태계의 보호와 지속가능성을 도모하고자 17개의 지속가능한 개발 목표를 채택하였으며, 채택한 목표를 달성하기 위해서는 생태계를 유지하고, 지속가능하게 관리할 수 있는 솔루션을 제공하고자 다학제적으로 관계성에 대한 연구의 중요성이 보다 두드러지고 있는 추세에 있다(Spangenberg et al., 2014; Van et al., 2014; Wood et al., 2018). 이러한 관계성에 대한 기초적 개념은 생태계서비스 캐스케이드 모식도(ecosystem services cascade framework)와 생태계서비스의 개념적 모델(Ecosystem Services Conceptual Model, ESCM)로 확인할 수 있다(fig. 2). 캐스케이드 모식도의 왼쪽 부분은 생태학자와 지리학자가 참여하는 자연 생태계와 오른쪽 부분은 경제학자와 사회학자가 참여하는 사회 생태계로 생태계서비스의 개념적 모델을 크게 구성하고 있다(Spangenberg et al., 2014; Zhang et al., 2022). 먼저 생물학적 변화에서는 정책 혹은 관리·운영으로 인한 개입으로 인해 생물학적 혹은 생태적 조건에 어떠한 영향을 미쳤는지에 대해 생태적 지표를 활용하여 평가할 수 있다. 이러한 평가를 기반으로 생태적 조건 변화가 생태계서비스를 이용하거나, 영향을 받는 사람들에게 생태계서비스 제공에 어떠한 변화와 혜택을 가져오는지를 파악해야 하며, 이는 사회적 지표와 앞서 평가한 생태적 지표 그리고 두 부류 지표 간의 연계성을 분석하여 가치를 평가할 수 있다. 이와 같은 과정을 통해 추론된 가치는 서비스 제공의 변화가 개인이나 사회적 집단에 대한 이익이나 비용에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고, 마지막으로 총 가치를 도출하여 한계성의 검토와 이를 기반한 정책을 제안하는 순환적 구조를 갖는다. 이러한 순환적 구조를 통해 자연환경과 인간생활 관계에서 발생하는 서비스의 직·간접적인 가치를 검토하고, 자연환경의 생태계와 사회적 생태계의 적합한 균형을 이룰 수 있도록 도모한다.

3. 결과 및 고찰

오늘날까지 자연환경에 대한 연구는 다양한 관점에서 정의되어지고, 이를 기반한 자연환경의 평가방법에 대한 연구 등 다종의 선행연구가 이루어지고 있는 것으로 파악할 수 있다. 다만, 선행된 연구에 나타난 자연환경은 아직까지 모호한 경계에 있어 각 연구마다의 적용범위가 상이하거나, 앞선 자연환경의 개념을 파악한 것과 같이 유형을 구분했음에도 불구하고 상황에 따라 유동적으로 변동할 수 있다는 점에서 난점을 보이고 있다는 것을 알 수 있다. 또한 이러한 다양한 개념과 복잡한 생태계서비스와의 관계를 통한 정책적 의사결정의 반영에 대한 접근방식에 있어서 유용성과 정당성에 상응하는 적절한 균형을 지정하기에는 어려운 실정에 있다. 이렇듯 자연환경을 바라보는 관점과 유형들의 접근방식은 매우 다양하며, 이러한 접근방식에는 모두를 포괄할 수 있는 자체적인 개념 및 가정에 한계가 있다는 것을 확인할 수 있다. 이에 본 연구에서는 오늘날의 환경 주류의 흐름을 파악하고 이에 적합한 자연환경의 범위를 도출하고자 하였으며, 이를 바탕으로 생태계서비스 간의 관계성을 검토하여 향후 평가 시스템에 적용하기 위한 개념적 모델의 제시 방안에 대한 방향성을 시사하고자 하였다.

앞선 문헌고찰을 통해 자연환경은 자연자본, 자연환경자산 등 유사한 용어들과 혼용되어 사용되고 있는 것을 확인할 수 있었으며, 각 용어들마다의 개념 또한 중복·혼재 되는 부분이 있다는 것을 볼 수 있다. 그러므로 본 연구에서의 자연환경 적용범위(Fig. 3)는 이를 총체적으로 다룰 수 있는 범위로 설정할 것이며, 보다 체계적인 범주화를 위해 소극적 범위, 적극적 범위로 구분하여 파악하고자 한다. 소극적 범위에서는 특정 대상지와 대상지의 해당 반경 범위 내에서의 발생하는 생물학적 자본의 변화로 이해할 수 있다. 생물학적 자본은 생태계 보전의 관점에서 생태계를 형성하는 구성요소로서 생물과 비생물적 무기환경의 자연자원으로 한정하여 볼 수 있다(Lee and Hong, 2017). 생물자원은 석유화학, 화석연료 등의 화석자원, 생물산업, 농업·양식 등의 유전자원으로 볼 수 있으며, 비생물 자원은 수력 원자력 등 물리지질 자원과 축산·조림 등의 토지영양염류로 파악할 수 있다. 이 두 자원은 절대적인 요소가 아니라 유동적이고 상대적인 요소로 두 요소 내에서도 복합적인 관계성이 발생한다는 것을 확인할 수 있다. 이러한 소극적 범위에서 확장된 적극적 범위에서는 스톡홀름 리질리언스 센터(Stockholm Resilience Centre, 2020)에서 제시한 지속가능성을 목표로 시간에 따라 서비스의 흐름을 생성하고 제공하는 대표적인 생태계인 자연자본, 사회자본, 경제자본으로 범주화 할 수 있다. 이렇게

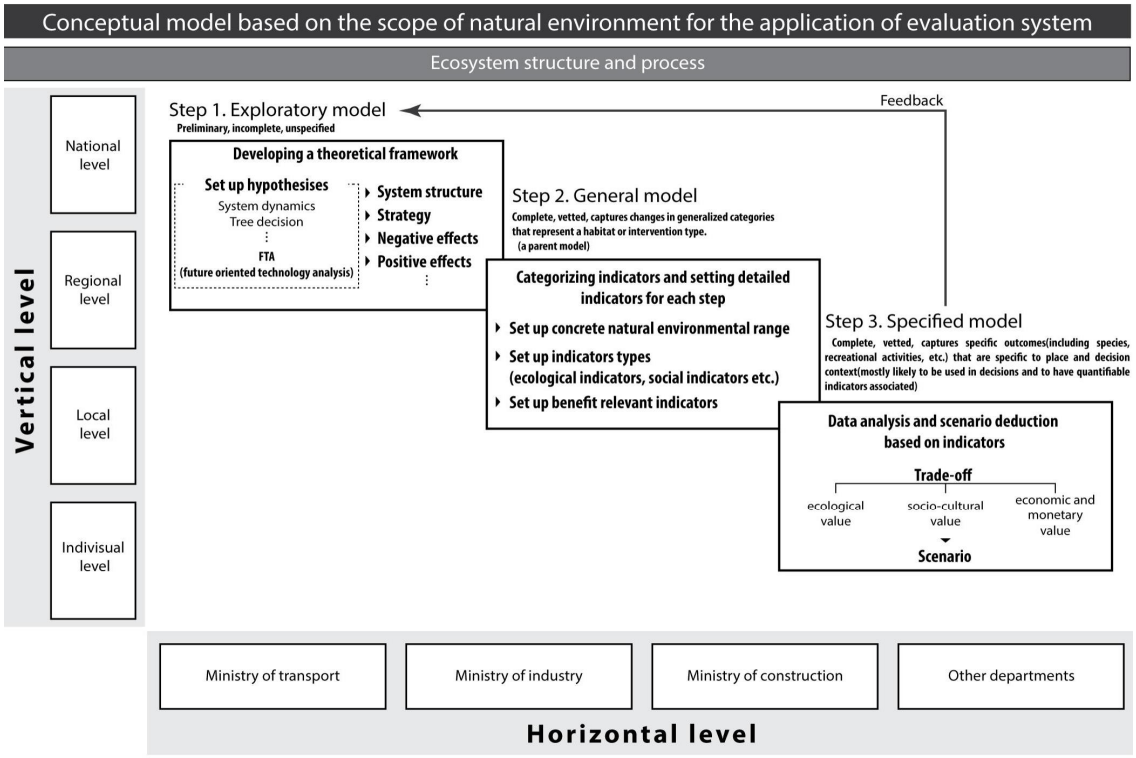

Fig. 4. Proposal of conceptual model based on the scope of natural environment for the application of evaluation system. (modified from de Groot et al., 2002; Nich Institute, 2018; Yoon and Yeom, 2021)

범주화된 생태계는 단순하게 인간의 웰빙으로 넘어가지 않으며, 각 자본들의 복합적인 상호관계성의 과정을 통해 지속가능한 인간 웰빙을 실현시킨다(Constanza, 2020). 또한 안정적인 자연환경을 유지하기 위해서는 자연환경의 수용력 및 한도량을 파악해야 하며, 인간의 욕구와의 균형을 이루는 구조적 범위로 확인 할 수 있다.

이러한 자연환경의 총체적 범위를 바탕으로 효율적인 자연환경의 평가 시스템 적용을 위한 개념적 모델을 구축하고자 단계적 모델(Fig. 4)을 제시하고자 한다. 우선 체계적인 개념모델의 구축을 위해서는 각각의 스케일과 부서별로 탐색적 모델(exploratory model), 일반모델(general model), 구체적 모델(specified model) 순의 단계적으로 수립할 필요성이 있다. 탐색적 모델은 예비모델로 프로세스를 기반으로 정성적 방법론을 통해 모색하는 과정으로 볼 수 있다. 이 모델은 명확한 값을 제시하지는 않으나 전반적인 프레임워크를 잡아주며, 다양한 가설을 설정하여 해당하는 스케일과 부서의 자연환경 범위를 설정하는 기준의 역할을 한다. 이를 바탕으로 일반모델에서는 다양한 통계적 자료들을 고려하여 간여 유형을 조사 및 검토를 통해 세부적으로 범주화하는 단계로, 고려해야 할 자연환경의 유형과 이에 따라 연관되는 지표의 틀과 방법론을 파악하는 과정으로 볼 수 있다. 구체적 모델은 일반 모델에서 범주화한 지표들을 통해 실질적으로 영향을 미치는 지표범주를 파악하고 그 세부지표를 설정하는 과정으로 초반에 설정한 가설을 기반으로 실증적 접근법을 제시하는 단계로 파악할 수 있다. 특히 구체적 모델에서는 환경, 사회, 경제의 자본이 균형을 잡을 수 있는 실질적인 목적과 시간적 요소, 공간적 요소에 따라 가중치를 설정하여 다양한 시나리오를 도출하고, 이를 통해 생태계의 기능(function), 서비스(service), 혜택(benefit)을 명확히 구분하여 자연환경을 효율적으로 운영·관리할 필요성이 있다. 이러한 복합적인 과정을 통해 궁극적 목표인 인간의 웰빙과 사회적 형평성에 어떠한 영향을 미치는지 각 환경 자본, 사회적 자본, 경제적 자본의 적합한 생태계 균형을 이룰 수 있도록 하는 역할을 할 필요성이

있으며, 이러한 세 단계를 기반으로 자연환경에 대한 정책적 의사결정 수립의 순환적인 모델을 제기하고자 한다.

4. 결 론

전 세계적으로 자연환경의 훼손을 인식하는데 있어 단순한 문제가 아니라 복합적이고 위협적인 존재로 다가오고 있다. 이러한 인식 속에서 2005년 밀레니엄 생태계 평가에서는 생태계와 인간후생 간의 연계를 기반하여 정책적 의사결정까지 포괄적인 범위를 다루는 보고서를 제시하였으며, 이를 뒤이어 유엔환경개발회의(UNCED)에서 지구환경보전을 위한 기본원칙으로 지속가능한 개발의 개념과 목표를 발표하였다. 이러한 환경주류의 흐름 속에서 비시장 가치인 자연환경의 적용범주는 인간 생활에 필수불가결한 공공재로 인식되어지고 있으며, 이와 더불어 기후변화로 인한 폭우, 폭염, 산불 등의 재난현상으로 보다 그 중요성이 강조되어지고 있는 실정에 있다. 또한 국내에서는 다양한 개발로 인한 자연환경 훼손을 평가하는 환경영향평가, 현재 도입 추진 중인 자연자원총량제, 생태학적 자본에 중점을 둔 국토환경성평가와 생태·자연도 등 다양한 평가체계가 기존에 존재함에도 불구하고 아직까지 자연자본, 사회자본, 경제자본 간의 관계성에 대한 연구는 미흡한 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 이러한 기조 속에서 다루어야 할 자연환경의 범위와 생태계서비스의 개념을 보다 다양한 관점에서 다루었으며, 이를 기반으로 자연환경의 효율적인 평가 시스템 적용을 위한 기초적 지견을 두고자 연구를 진행하였다. 자연환경 범위에 있어서는 다수의 자연환경과 유사한 용어들을 검토하였으며, 자연환경의 대표적 관점인 가치적 관점과 용량론적 관점을 파악하여 자연환경의 적용범위를 설정하는데 있어 고려해야 할 부분을 살펴보았다. 이를 통해 자연환경 평가 시스템의 기반이 될 수 있는 자연환경의 범위로 소극적 범위와 적극적 범위의 두 유형으로 구분하였으며, 사람들의 삶에 지속적으로 영향을 미치고 있는 인간의 웰빙과 유엔개발계획에서 제시한 지속가능성을 목표로 한 자연환경의 개념에 대한 수용·한계적 요소까지 포함하여 재설정하고자 하였다. 또한 과거에서부터 오늘날까지의 생태계서비스의 정의와 생태계서비스의 구체적 모델인 캐스케이드 모델에 대한 선행연구를 고찰하였다. 이를 통해 자연환경과 생태계서비스 간의 관계성을 기반으로 향후 효율적인 자연환경 평가 시스템 적용을 위한 개념적 순환 모델을 제안하였으며, 이렇듯 본 연구는 지속가능성을 목표로 한 총체적인 자연환경의 시스템 접근방안과 정책적 의사결정 수립방안의 기초지반을 제안하고자 하는 기반적 연구로 의의가 있다. 다만, 본 논문에서 제시한 개념적 모델 체계는 정성적 방법론을 기반한 이상적 모델로 향후 실질적인 운영을 위해 각 수직·수평적 단계별로 제시된 개념 모델을 구체적으로 구축해야하며, 이에 적합한 평가지표 도출과 단기적, 중·장기적 프로세스 도출을 위해 보다 다양한 자연환경과 관련한 지표 관련 연구사례들과 정량적 연구방법론을 검토해야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 한경대학교 2021년도 학술연구조성비의 지원에 의한 것임

REFERENCES

Ahn, S. E., 2013, Definition and classification of ecosystem services for decision making, Journal of Environmental Policy, 12(2), 3-16.

Albon, S., Turner, K., Watson, R., 2014, UK National Ecosystem Assessment Follow-on: Synthesis of the Key Findings, United Nations Environment Programme, UK.

Arias-Arévalo, P., Gómez-Baggethun, E., Martín-López, B., Pérez-Rincón, M., 2018, Widening the evaluative space for ecosystem services: a taxonomy of plural values and valuation methods, Environmental Values, 27(1), 29-53.

Aspinall, R., Austen, M., Bardgett, R., Bateman, I., Berry, P., Bird, W., Bradbury, R., Brown, C., Bullock, J., Burgess, J., Church, A., Christie, S., Crute, I., Davies, L., Fitter, A., Gibson, C., Hails, R., Haines-Young, R., Heathwaite, L., Hopkins, J., Jenkins, M., Jones, L., Mace, G., Malcolm, S., Maltby, E., Maskell, L., Norris, K., Ormerod, S., Osborne, J., Pretty, J., Quine, C., Russell, S., Simpson, L., Smith, P., Tierney, M., Turner, K., Wal, R., Vira, B., Walpole, M., Watkinson, A., Weighell, T., Winn, J., Winter, M., 2011, UK National Ecosystem Assessment, Technical Report, Oxford University Press, UK.

Ban, Y. U., 2007, Development of environmental justice indicators, Journal of The Korean Urban Management Association, 20(3), 3-23.

Bishop, A. B., 1974, Carrying capacity in regional environmental management, US Government Printing Office, Washington D.C., USA.

Boyd, J., Banzhaf, S., 2007, What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units, Ecological economics, 63(2-3), 616-626.

Burkhard, B., de Groot, R., Costanza, R., Seppelt, R., Jorgensen, S. E., Potschin, M., 2012, Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services, Ecological indicators, 21, 1-6.

Chan, K. M., Balvanera, P., Benessaiah, K., Chapman, M., Díaz, S., Gómez-Baggethun, E., Gould, R., Hannahs, N., Jax, K., Klain, S., Luck, G. W., Martín-López, B., Muraca, B., Norton, B., Ott, K., Pascual, U., Satterfield, Y., Tadaki, M., Taggart, J., Turner, N., 2016, Opinion: Why protect nature? Rethinking values and the environment, Proceedings of the national academy of sciences, 113(6), 1462-1465.

Cho, D, H., Bae, M. K., Um, H. S., 2004, Evaluation of the importance of environmental indicators for determining environmental policy priorities, Korean Public Administration Review, 16, 713-734.

Costanza, R., 2020, Valuing natural capital and ecosystem services toward the goals of efficiency, fairness, and sustainability, Ecosystem Services, 43, 101096.

Costanza, R., d'Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., Belt, M., 1997, The value of the world's ecosystem services and natural capital, Nature, 387(6630), 253-260.

Dally, G. C., Power, M., 1997, Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems, Nature, 388, 529.

De Groot, R. S., 1992, Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, 1st ed., Wolters-Noordhoff B.V., Netherlands.

De Groot, R. S., Wilson, M. A., Boumans, R. M., 2002, A Typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services, Ecological economics, 41(3), 393-408.

Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2007, An introductory guide to valuing ecosystem services, London, UK.

Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Larigauderie, A., Adhikari, J. R., Arico, S., Báldi, A., Bartuska, A., Baste, I. A., Bilgin, A., Brondizio., Chan, K. MA., Figueroa, V. E., Duraiappah, A., Fischer, M., Hill, R., Koetz, T., Leadley, P., Lyver, P., Mace, G. M., Martin-Lopez, B., Okumura, M., Pacheco, D., Pascual, U., Pérez, E. S., Reyers, B., Roth, E., Saito, O., Scholes, R. J., Sharma, N., Tallis, H., Thaman, R., Watson, R., Yahara, T., Hamid, Z. A., Akosim, C., Al-Hafedh, Y., Allahverdiyev, R., Amankwah, E., Asah, S. T., Asfaw, Z., Bartus, G., Brooks, L. A., Caillaux, J., Dalle, G., Darnaedi, D., Driver, A., Erpul, G., Escobar-Eyzaguirre, P., Failler, P., Fouda, A. M. M. F., Fu, B., Gundimeda, H., Hashimoto, S., Homer, F., Lavorel, S., Lichtenstein, G., Mala, W. A., Mandivenyi, W., Matczak, P., Mbizvo, C., Mehrdadi, M., Metzger, J. P., Mikissa, J. B., Moller, H., Mooney, H. A., Mumby, P., Nagendra, H., Nesshover, C., Oteng-Yeboah, A. A., Pataki, G., Roué, M., Rubis, J., Schultz, M., Smith, P., Sumaila, R., Takeuchi, K., Thomas,, S., Verma, M., Yeo-Chang, Y., Zlatanova, D., 2015, The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people, Current Opinion in Environmental Sustainability, 14, 1-16.

Dong, Y., Miraglia, S., Manzo, S., Georgiadis, S., Sørup, H. J. D., Boriani, E., Hald, T., Thöns, S., Hauschild, M. Z., 2018, Environmental sustainable decision making: the need and obstacles for integration of LCA into decision analysis, Environmental Science & Policy, 87, 33-44.

Emerton, L., 2016, Economic valuation of wetlands: total economic value, The wetland book, Springer, Dordrecht, 1-6.

Fisher, B., Turner, R. K., 2008, Ecosystem services: classification for valuation, Biological conservation, 141(5), 1167-1169.

Haines-Young, R., Potschin, M., 2009, Methodologies for defining and assessing ecosystem services, Centre for Environmental Management, Nottingham, UK.

Harrison, P. A., Dunford, R., Barton, D. N., Kelemen, E., Martín-López, B., Norton, L., Termansen, M., Saarikoski, H., Hendriks, K., Gómez-Baggethun, E., Czúcz, B., García-Llorente, M., Howard, D., Jacobs, S., Karlsen, M., Kopperoinen, L., Madsen, A., Rusch, G., Eupen, M., Verweij, P., Smith, R., Tuomasjukka, D., Zulian, G., 2018, Selecting methods for ecosystem service assessment: a decision tree approach, Ecosystem Services, 29, 481-498.

Hartzog, P. B., 2010, P2P Foundation, https://blog.p2pfoundation.net/understanding-carrying-capacity/2010/07/01.

Hjerp, P., Brink, P., Medarova-Bergstrom, K., Mazza, L., Kettunen, M., McGuinn, J., Banf, P., Hernández, G., 2013, The guide to multi-benefit cohesion policy

investments in nature and green infrastructure, European Union, Louxembourg, Europe.
Hwang, K. Y., Hwang, I. S., Lee, S. K., Jo, S. W., Oh, K. J., 2006, Environmental Capacity Assessment of Busan City, Journal of Environmental Impact Assessment, 15(1), 79-92.
Kerekes, S., Marjainé Szerényi, Z., Kocsis, T., 2018, Sustainability, environmental economics, welfare, Corvinus University of Budapest, Hungary, Europe.
Kim, E. Y., Kim, J. Y., Jung, H. J., Song, W. K., 2017, Development and feasibility of indicators for ecosystem service evaluation of urban park, Journal of Environmental Impact Assessment, 26(4), 227-241.
Kim, I. K., Kim, S. H., Kwon, H. S., 2018, A Study on spatial distribution and correlations of regional ecosystem services: a case study of Gunsan, Journal of the Korean Geographical Society, 53, 691-705.
Kim, J. H., 2016, Development of indicators for green economic evaluation, Business report 2016, Korea Environment Institute, Sejong-si, Korea.
Kumar, P., 2012, The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations, 1st ed., Routledge, UK, 1-456.
Lee, H. W., Hong, H. J., 2017, Understanding and policy direction of total natural resources management, KEI Focus 28, Korea Environment Institute, Sejong-si, Korea.
Lee, H. W., Kim, C. K., Hong, H. J., 2016, Development of natural capital sustainability index based on ecosystem services (Ⅰ), Basic research report 2016, Korea Environment Institute, Sejong-si, Korea.
Lee, S. J., 2017, Challenges for the introduction of various approaches to environmental value assessment. Environmental Forum 213, Korea Environment Institute, Sejong-si, Korea.
Lee, S. J., 2020, Assessment and application of carrying capacity for the sustainability policy, Policy report 2020-01, Korea Environment Institute, Sejong-si, Korea.
Lee, W. G., Lee, J, S., Jeon, S. W., 2006, A Development of environmental capacity estimation model using the national environmental assessment indicators, Journal of Environmental Impact Assessment, 15(6), 385-394.
Lim, M. T., Kwon, C. Y., 2010, A Study on the development of sustainable environmental evaluation index, Journal of the Korean Housing Association, 21(6), 99-108.
Ministry of Environment, 2003, A Study on the development of the national land environmental capacity calculation model and the establishment of national land environmental indicators, Sejong-si, Korea.
Müller, F., Fohrer, N., Chicharo, L., 2015, The basic ideas of the ecosystem service concept, Ecosystem Services and River Basin Ecohydrology, Springer, Dordrecht, 7-33.
Myeong, S. J., 2017, Green space accessibility analysis in terms of environmental justice, Occasional research report 15, Korea Environment Institute, Sejong-si, Korea.
Nich Institute, 2018, Duke Nicholas Institute for environ mental policy solutions, https://nicholasinstitute.duke.edu/.
Park, S. A., Lee, Y. M., 2018, A critical review of the environmental performance index system, Journal of Environmental Policy and Administration, 25-28.
Plottu, E., Plottu, B., 2007, The concept of Total Economic Value of environment: A reconsideration within a hierarchical rationality, Ecological economics, 61(1), 52-61.
Rossi, A., Vellutini, E., Alessi, E. M., Schettino, G., Ruch, V., Perez, J. D., 2022. Environmental index for fragmentation impact and environment evolution analysis, Journal of Space Safety Engineering.
Sarà, G.,, Mazzola, A., 2004, The carrying capacity for Mediterranean bivalve suspension feeders: evidence from analysis of food availability and hydrodynamics and their integration into a local model, Ecological Modelling, 179(3), 281-296.
Schellens, M. K., Gisladottir, J., 2018, Critical natural resources: Challenging the current discourse and proposal for a holistic definition, Resources, 7(4), 79.
Schneider, D. M., Godschalk, D. R., Axler, N., 1978, The carrying capacity concept as a planning tool, No. 338, American Society of Planning Officials, Chicago, USA.
Schroeder, H. W., 2011, Environmental values and their relationship to ecological services, In: Mittleman, D.; Middleton, DA, eds. Make no little plans, Proceedings of the 42nd annual conference of Environmental Design Research Association. Chicago, 212-217.
Shin, Y. C., Min, D. K., 2005, Estimation of Economic Value of Ecological Nature Level 1, Environmental and Resource Economics Review, 14, 25-50.
Spangenberg, J. H., Görg, C., Truong, D. T., Tekken, V., Bustamante, J. V., Settele, J., 2014, Provision of ecosystem services is determined by human agency, not ecosystem functions: Four case studies, Ecosystem Services & Management, 10(1), 40-53.

Spangenberg, J. H., Haaren, C. V., Settele, J., 2014, The ecosystem service cascade: Further developing the metaphor. Integrating societal processes to accommodate social processes and planning, and the case of bioenergy, Ecological Economics, 104, 22-32.

Stålhammar, S., Thorén, H., 2019, Three perspectives on relational values of nature, Sustainability Science, 14(5), 1201-1212.

Stebbings, E., Hooper, T., Austen, M. C., Papathanasopoulou, E., Yan, X., 2021, Accounting for benefits from natural capital: Applying a novel composite indicator framework to the marine environment, Ecosystem Services, 50, 101308.

Stockholm Resilience Center Research, 2017, Stockholm Resilience Centre, https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2017-02-28-contributions-to-agenda-2030.html.

Sukhdev, P., Wittmer, H., Miller. D., 2008, The economics of ecosystems and biodiversity challenges and response, 1st ed., Oxford University Press, U.K., 1-15.

Tadaki, M., Sinner, J., Chan, K. M., 2017, Making sense of environmental values: a typology of concepts, Ecology and Society, 22(1), 7.

United Nations Environment Programme, 2010, The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations, 1st ed., Kumar, P. Routledge, New York, USA.

Van, B. T., Verburg, P. H., Espinosa, M., Gomez, S., Viaggi, D., 2014, European agricultural landscapes, common agricultural policy and ecosystem services: a review Agron, Sustainable Dev., 34(2), 309-325.

Vogt, W., 1949, Road to survival, 1st ed., Kessinger Publishing, USA, 75.

Winograd, M., Farrow, A., 2007, Sustainable development indicators for decision making: concepts, methods, definition and use, Dimensions of sustainable development, 1, 41-73.

Yoon, H. J., Yeom, S. J., 2021, A Study on environmental policy integration for the efficient use and conservation of natural environmental values, Journal of Environmental Science International, 30(8), 629-646.

Zhang, C., Li, J., Zhou, Z., 2022, Ecosystem service cascade: Concept, review, application and prospect, Ecological Indicators, 137, 108766.

2005, IUCN, https://www.iucn.org/commissions/commission-ecosystem-management/our-work/cems-thematic-groups/ecosystem-services.

2005, UNEP, https://www.unep.org/.

2022, Legal Information Center, https://www.law.go.kr/.

• Doctor's course. Ho-Jung Yoon
Department of Applied Resource and Environment, Faculty of Applied Resource and Environment, Hankyong National University
dbsghwjd12@naver.com
• Professor. Sung-Jin Yeom
Department of Landscape Architecture, Faculty of Plant Resources Landscape, Hankyong National University
ysj@hknu.ac.kr