

생태적 지위(Ecological Niche) 이론에 대한 검토 및 제언^{1a}

구경아^{2*} · 박선욱³

A Review of Ecological Niche Theory from the Early 1900s to the Present^{1a}

Kyung Ah Koo^{2*}, Seon-Uk Park³

요약

본 연구에서는 생태적 지위 이론(개념과 정의)의 시대별 변화를 검토하여 이를 바탕으로 동식물의 서식지 관련 연구에 이론적 토대를 제공하고자 하였다. 이를 위하여 1900년대부터 현재까지 진행되고 있는 국내·외 생태적 지위에 대한 시대별 주요 논의 동향을 검토하고 분석·정리하였다. 생태학이 발달한 미국, 유럽 등에서는 생태적 지위 이론에 대한 이론적, 실증적 연구가 1900년대 초부터 현재까지 지속해서 이루어지고 있다. 특히, 1900년대 초를 생태적 지위 개념이 태동한 시기라고 한다면 1900년대 중반은 개념이 성장한 시기고, 1900년대 중반에서 후반까지는 개념이 고도화된 시기다. 이렇게 고도화된 개념은 2000년대 접어들어 다양한 기술과 연구 방법 및 분야의 발달에 따라 적용 분야에 따라 다양화가 진행되었다. 이러한 논의를 종합하면, 한 종의 생태적 지위를 정의하는데 고려되어야 할 요소는 1) 대상종의 개체군 동태, 2) 개체군을 유지할 수 있는 모든 생물적 환경 조건(먹이망 상의 먹이 관계와 물질 흐름), 3) 개체군을 유지할 수 있는 모든 비생물적 환경 조건(물리적 환경 조건), 4) 대상종과 생물, 비생물 환경 인자와 이들 환경 인자 간의 모든 직·간접적 상호작용, 5) 대상종의 이동 능력이나 유전적 다양성과 변화에 의한 적응력 등을 포함하는 대응 및 적응 메커니즘 등이었다. 국외의 상황과 달리 국내에서는 생태적 지위에 대한 충분한 이론적, 철학적, 실증적 고찰이 이루어지지 않았다. 그린벨, 엘튼, 허친슨에 의해 제시된 개념과 정의가 선택적으로 일부만 소개되거나, 용어에 관한 설명 없이 단순히 차용되고 있었다. 생태적 지위 이론이 서식지 기반의 생물종 보전과 복원을 위한 토대가 된다는 점에서 생태적 지위에 대한 이론적, 실증적 연구와 연구 방법의 다양화와 고도화 그리고 기술적 발전이 추진되어야 할 것이다. 이는 우리나라 생태학 분야의 학문적 발전뿐만 아니라 생태계와 생물다양성의 효과적이고 성공적인 보전 및 복원을 위한 정책 수립과 시행의 중요한 토대를 제공할 것이다.

주요어: 개념과 정의, 시대별 변화, 서식지, 생물다양성 보전·복원

ABSTRACT

This study reviewed the change of theory of ecological niche(concepts and definitions) over time to provide a theoretical basis for habitat-related studies of animals and plants. Accordingly, it analyzed and summarized the major discussion trends of ecological niche worldwide in each period from the 1900s to the present.

1 접수 2021년 4월 5일, 수정 (1차: 2021년 7월 15일), 게재확정 2021년 7월 20일
Received 5 April 2021; Revised (1st: 15 July 2021); Accepted 20 July 2021

2 한국환경연구원 물국토연구본부 자연환경연구실 부연구위원 Korean Environment Institute, Water and Land Research Group, Division for Natural Environment, Bldg B, 370 Sicheong-daero, Sejong 30147, Korea (kakoo@kei.re.kr)

3 국립생태원 복원전략실 전임연구원 Div. of Restoration Strategy, National Institute of Ecology, Yeongyang 36531, Korea

a 이 논문은 한국환경연구원(KEI)의 「국가생물다양성 전략·관리지표-이행평가-실효성평가 통합시스템 구축 방안 연구(과제번호: RE2021-13)」과제에 의하여 연구되었음.

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-44-415-7202, Fax: +82-44-415-7644, E-mail: kakoo@kei.re.kr

Countries advanced in ecological studies, such as the EU and the USA, have conducted theoretical and empirical studies on the ecological niche since the early 1990s. The concept of the ecological niche was introduced in the early 1900s, developed in the mid-1900s, and advanced from the mid-1900s to the late 1900s. Since the 2000s, the advanced concept has diversified with new developments in technologies and research methods. The factors suggested by theoretical and empirical studies in defining the ecological niche of a species include 1) population dynamics of the target species, 2) all biotic conditions to sustain a population (food relationship and material flow in the food chain), 3) all non-biotic conditions to sustain a population (physical environmental conditions), 4) all direct and indirect interactions between these environmental factors, and 5) response and adaptation mechanisms that include the migratory ability of the target species or genetic diversity and adaptability to change. Unlike such international advancement, there have not been sufficient theoretical, philosophical, and empirical studies of ecological niche in Korea. The concepts and definitions by Greenell, Elton, and Hutchinson were selectively and partially borrowed for empirical studies without full description. Considering that the theory of ecological niche becomes the foundation for habitat-based species conservation and restoration, it is necessary to seek diversification and advancement of theoretical and empirical research and research methods and technological development. It will provide an important foundation for the academic advancement of ecology and for establishing and implementing policies to preserve and restore ecology and biodiversity effectively and successfully in Korea.

KEY WORDS: CONCEPT AND DEFINITION, HISTORICAL TREND, HABITAT, BIODIVERSITY CONSERVATION

서론

기후변화와 토지이용변화 등 환경의 변화로 인한 서식지 감소와 서식지 질의 저하는 전 지구적으로 생물다양성의 급격한 감소를 초래하고 있다. 이에 따라 생물다양성협약(CBD: Convention on Biodiversity) 등 국제기구에서는 생물다양성 보전을 위하여 서식지를 기반으로 하는 복원과 보전 대책 마련을 강조하고 있다. 특히, CBD의 2020년 이후 생물다양성 전략계획인 Post-2020 글로벌 생물다양성 프레임워크(GBF: Global Biodiversity Framework)에서는 멸종위기종 등의 보전을 위하여 이들의 서식지 복원과 보전을 강조하고 있다. 이를 위하여 보호지역 확대 및 공간계획을 기반으로 하는 복원 대책 수립을 국제적인 실천목표로 설정하고, 각 국가에 국가 단위의 생물다양성 보전 정책(국가생물다양성 전략 등)에 반영하도록 권고하고 있다(<https://www.cbd.int/article/zero-draft-update-august-2020>). 이에 따라 국내에서도 멸종위기종 등 환경변화에 민감한 종에 대하여 서식지 기반 보전·복원 정책을 수립·추진하고 있다.

서식지 기반 보전·복원 정책의 수립과 추진에 따라 각 생물종이 서식하는 생물적·비생물적 조건을 의미하는 생태적 지위(Niche; Suitable habitat)에 대한 이해와 과학적 평가가 중요하게 되었다. 생태적 지위에 관한 연구는 생태학 분야의 중심 주제로 오랜 세월 많은 연구자에 의해 진행되

었다(Pocheville, 2015). 이러한 연구 결과는 순수하게 생태학의 발전에 이바지하였을 뿐만 아니라 자연환경 관련 정책에 직·간접적인 토대를 제공하였다. 예를 들어, 멸종위기종, 희귀종, 고유종 서식지의 공간적 범위를 예측하여 보호지역의 경계를 결정하는 등 동·식물의 서식지는 생물다양성 보전과 복원을 위한 기본 단위가 되고 있다. 미국, 유럽 등 생태학이 발달한 국가에서는 서식지 평가를 위한 생태적 지위의 정의와 평가 방법의 개발 등을 포함하는 관련 연구가 1900년대 초부터 지금까지 지속해서 이루어지고 있다. 또한, 이러한 연구의 결과는 생물다양성 보전·복원 관련 환경정책 수립과 시행의 토대를 제공하고 있다.

서식지에 대한 정의는 1900년대 초 미국의 생태학자인 그린넬(Joseph Grinnell, 1904; 1917; 1924)과 엘튼(Charles S. Elton, 1927)이 생태적 지위를 의미하는 니치(Niche)라는 개념을 생태학 연구에 소개하면서 체계적으로 논의되기 시작하였다. 이후 생태학의 이론적 진보, 장기간 축적된 자료, 조사·분석 및 평가 관련 방법과 기술의 지속적인 발전과 함께 생태적 지위에 관한 정의와 평가 방법 또한 변화·발전하고 있다. 그린넬(Grinnell, 1904; 1917; 1924)과 엘튼(Elton, 1927)은 생물의 생태적 지위는 이들의 서식에 영향을 미치는 모든 생물적(biotic), 비생물(abiotic)적 환경 인자들을 포함한다고 하였다. 그 후 1950년대 허치슨(Evelyn G. Hutchinson)은 생태적 지위를 모든 비생물 환경 인자가 고려된 개념인

기본 지위(Fundamental niche)와 다른 생물과 경쟁을 통해 실제로 한 생물이 차지하고 있는 서식지를 의미하는 실현 지위(Realized niche)로 나누어 정의하였다(Hutchinson, 1957). 이후 생태적 지위(Niche or Ecological niche)와 서식지(habitat)라는 용어가 혼용되면서 이를 명확하게 정의하기 위하여 지속적인 논의가 진행되었다. 1980년대 시스템 생태학에서는 생물과 비생물 인자의 복잡한 상호작용과 생물 인자들 간 물질 흐름에서 발생하는 생태적 특성이 고려된 생태적 지위 정의가 도출되었다(Patten and Auble, 1981). 컴퓨터의 발달, 원격탐사(RS: Remote Sensing), 지리정보시스템(GIS: Geographic Information System) 등 과학 기술의 발달에 따른 메타개체군 생태학(Metapopulation Ecology)의 발달은 동·식물의 이동 능력이 생태적 지위를 정의하고 그 범위를 결정하는데 중요한 인자임을 제시하였다(Pulliam, 1988; 2000).

근래 유럽연합(<https://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/an-introduction-to-habitats>)과 기존의 연구에서 사용되는 정의 등을 고려할 때, 서식지는 대체로 동·식물이 서식하는 물리적 장소와 자원으로 물리적 환경과 이 장소를 구성하는 동·식물의 집합을 의미한다. 이에 반해 생태적 지위는 특정 생물의 물리적, 생물적 환경 인자와 이들의 상호작용의 총합으로 적합한 물리적 환경 조건, 환경변화에 대한 적응 능력과 더불어 먹이망의 피식자와 포식자 등 생물간 상호작용 등에 의해 특징지어진다. 그러므로 생태적 지위에 기반한 서식지 정의는 특정 생물의 서식에 적합한 물리적인 환경, 생물간 상호작용으로 형성되는 생물적 환경, 변화하는 환경에 적응하는 능력까지 모두 고려하여 생물의 서식 조건을 이해하는 중요한 토대를 제공하고 있다. 이러한 생태적 지위의 개념과 정의는 오랜 세월 지속적인 논의 속에서 수정·보완되고 있으며 멸종위기종 등 특정 종의 서식지 기반 보전 및 복원 기술과 관련 환경정책에 지대한 영향을 미치고 있다. 이러한 상황에도 불구하고 국내에서는 생태적 지위의 개념과 정의에 관한 심도 있는 논의가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 생태적 지위 개념과 정의의 시대별 변화를 검토하고, 이를 바탕으로 서식지 적합성 평가, 환경변화에 따른 서식지 적합성과 분포 변화 예측 등 동·식물의 서식지 관련 연구와 정책에 토대가 되는 생태적 지위 이론에 대한 기초 지식을 제공하고 자 하였다.

연구방법

본 연구에서는 1900년대부터 현재까지 진행되고 있는 국내외 생태적 지위와 서식지에 대한 시대별 주요 논의 동향

을 검토하고 분석·정리하였다. 국외 논의 동향의 검토와 분석을 위하여 구글 스칼라([google scholar, https://scholar.google.com](https://scholar.google.com))에서 Niche, Ecological Niche, Niche theory와 Habitat, Suitable habitat, Habitat modeling 등 생태적 지위 관련 용어들을 사용하여 논문과 서적을 검색·수집하고, 수집된 자료의 참고문헌을 토대로 관련 문헌을 추가로 수집하였다. 국내 논의 동향을 파악하기 위하여 생태적 지위 용어를 사용하여 RISS(<https://www.riss.kr>)에서 관련 논문과 서적을 검색·수집하였다. 수집된 논문과 서적 중 이론적 검토와 고찰을 수행한 문헌을 중심으로 논의 동향을 분석하였다.

결 과

1. 국외 논의 동향

1) 1900년대 초반: 개념의 도입

생태적 지위(Niche)라는 용어는 1910년 존슨(Johnson, 1910; Pocheville, 2015의 인용을 제 인용함)이 처음으로 사용하였으나, 생태적 지위(Niche) 개념을 생태 연구에 적용한 첫 연구자는 그린넬이다(Griesemer, 1992; Pocheville, 2015의 인용을 제 인용함). 그린넬의 생태적 지위(Niche)는 한 생물의 서식지의 기온, 습도, 강우와 경쟁자, 먹이, 포식자 등 모든 물리적, 생물적 조건을 포함하는 개념이다(Pocheville 2015). 특히, 그린넬은 먹이 등 가용 자원에 대한 경쟁 배타의 원리(Competitive exclusion)가 동물 서식지의 범위와 분포에 영향을 미친다고 생각하였고 이는 가우스(Gause, 1934)와 허친슨(Hutchinson, 1957)의 연구에 영향을 미쳤다(Pocheville, 2015). 그린넬의 생태적 지위는 동물의 시·공간적 분포를 설명하는 모든 환경 인자로 이는 생태학 뿐만 아니라 생물지리학 및 진화생물학 연구에도 이바지하였다.

그린넬은 동물의 서식지와 분포를 관찰하고 이 분포와 서식지 환경 조건과의 관계 및 이 관계의 시·공간적 변화를 연구하였다(Grinnell, 1904; 1917; 1924). 이 연구를 통해 그린넬은 동물의 분포는 종에 따라 매우 다양한 양상으로 나타나며, 다양한 물리적, 생물적 환경 인자에 영향을 받고 있음을 설명하였다(Grinnell 1917). 또한, 동물 분포에 영향을 미치는 환경인자는 연구 지역의 공간적 규모(Scale)에 따라 다르며 이를 설명하기 위하여 영역(realms), 지역(regions), 생물 분포대(life zone) 등을 포함하는 생태적 계층구조(Ecological hierarchy)를 제시하였다(Grinnell 1924). 이러한 계층구조 개념은 생태학 연구에서 중요하게 다뤄지는 규모(Scale) 개념과 생태적 계층 이론(Hierarchy theory)(Schneider 2001)으로

이어지고 있다. 그린넬은 동물의 분포가 환경과 동물의 상호작용으로 결정된다고 생각하였으며, 따라서 분포의 범위와 양상은 해당 종이 선호하는 환경 조건뿐만 아니라 이 종이 지속적으로 재생산과 성장이 가능하여 개체군을 유지할 수 있는 환경 조건에 의해 결정되는 것으로 보았다(Grinnell, 1917; 1924). 또한, 한 종의 지속성(Persistence)은 시간과 공간에 따라 변화하며 이를 한 종의 지역 환경에 대한 적응(Local adaptation)으로 설명하였다(Grinnell, 1924).

엘튼은 동물생태를 군집생태학적 관점에서 연구한 학자로서 동물의 생태적 지위(Niche)를 군집의 생물학적 환경인 먹이와 포식자들과의 관계에서 정의하였다(Elton, 1927). 그린넬이 다양한 공간적, 시간적 규모의 계층구조에서 나타나는 생물 분포와 환경과의 상호작용을 토대로 생태적 지위를 정의한 것과 달리 엘튼은 동물의 군집 내에서 발생하는 동물들의 상호작용을 토대로 생태적 지위를 정의하였다. 따라서 엘튼도 그린넬과 같이 모든 물리적인 환경 인자들이 동물에게 영향을 미치고 있음을 인정하였으나, 한 종의 생태적 지위를 정의하는 데는 군집 내의 먹이그물(Food web)에서 대상종을 중심으로 한 먹이 관계가 중요하게 고려되었다. 엘튼은 그의 생태적 지위 연구에서 공간적으로 분리되어 존재하는 군집들이 유사한 먹이그물 구조를 갖는 것을 발견하였으며(Elton, 1927), 이러한 발견은 군집 내의 일반적인 생태계 구조를 이해하는 데 기초가 되었다. 또한, 엘튼은 이러한 군집 내에서 생태적 지위의 공간적인 범위인 서식지의 크기는 동물의 신체 크기와 식성(food habits)에 의해 결정되며, 군집의 구조가 먹이그물의 아래 단계(초식동물)에서 상위 단계(육식동물)로 가면서 개체군의 크기가 작아지는 피라미드 형태를 보이는 것을 제시하여 군집생태계의 구조와 기능을 연구하는 기초를 제공하였다(Elton, 1927).

그린넬과 엘튼의 생태적 지위(Niche)에 대한 정의는 이후 생태학자들에 의하여 그 강조점에 따라 각각 서식지 지위(Habitat niche)와 기능적 지위(Functional niche)로 구분되었다(Whittaker *et al.*, 1973; Pocheville, 2015). 그린넬의 경우 생태적 지위를 결정하는 데 있어서 생물 간의 상호작용보다는 물리적 환경의 영향을 강조하였고, 특히 공간적 규모(Scale)의 차이에 따라 생물의 분포를 결정하는 환경 인자가 변화하는 것을 강조하였다는 점에서 서식지 지위로 명명되었다(Vandermeer, 1972). 이는 이후 환경인자들의 총합으로 한 종의 생태적 지위를 정의하는 허친슨의 기본 지위(Fundamental niche)의 토대가 된다(Vandermeer, 1972). 엘튼의 경우 공간적인 범위를 하나의 군집생태계로 한정하고 이 군집 내에서 각 동물의 크기와 먹이그물 상의 상호작용을 바탕으로 생태적 지위를 결정한다는 점에서 기능적 지위로 명명하였다(Vandermeer, 1972). 엘튼의 생태적 지위 개념은 이후 생물간의 상호작용을 고려한 허친슨의 실현

지위(Realized niche)의 토대가 된다(Vandermeer, 1972). 그러나 그린넬과 엘튼 모두 동물의 생태적 지위(Niche)를 결정하기 위해서는 모든 물리적, 생물적 환경인자를 고려해야 한다는 것과 생태적 지위를 특정 장소와 관련 지었다는 점에서 공통적이다(Cole and Rangel, 2009).

2) 1900년대 중반: 개념의 체계화

1900년대 초반 그린넬과 엘튼이 야외조사와 관찰을 토대로 생태적 지위(Niche)에 대한 이론을 정리하고 발전시켰다면, 1900년대 중반에는 야외조사와 관찰에 더하여 수학 모형 등을 활용한 이론적 진보에 따라 개념의 고도화가 이루어진 시기였다. 이 시대에 대표적인 이론가로는 가우스(Gause, 1934)와 허친슨(Hutchinson, 1957)을 들 수 있으며, 이들이 생태적 지위를 결정하는데 중요한 인자로 새롭게 고려한 것은 자원에 대한 경쟁이었다. 로카(Alfred Lotka)와 볼테라(Vito Volterra)는 동일한 자원을 이용하는 두 종이 이 자원이 제한적으로 공급되는 시스템에서 공존할 수 없음을 기초적인 분석 방법들을 적용하여 이론적으로 증명하였다(Hutchinson, 1957). 가우스는 1930년대에 로카(Alfred Lotka)와 볼테라(Vito Volterra)의 이론을 실험과 관찰을 통해 테스트하는 연구를 수행하면서 생태적 지위를 결정하는데 경쟁 배타의 원리(Competitive exclusion)가 실제로 존재한다는 결론에 도달했다(Gause, 1932; 1934). 가우스는 이 경험적 연구(Empirical studies)에서 같은 물리적, 생물적 자원이 필요한 두 생물종은, 즉 같은 생태적 지위를 갖는 두 생물종은, 같은 물리적, 생물적 환경하에 공존할 수 없음을 실험적으로 증명하였으며, 이후 이 이론은 가우스 원리(Gause's Principle) 또는 경쟁 배타의 원리(Competitive exclusion principle)로 명명되었다(Vandermeer, 1972; Pocheville, 2015). 이 경쟁에 의한 배제 원리는 지금까지 생물의 분포와 생태적 지위 관련 모든 연구에 중요한 토대를 제공하고 있다.

볼테라(Volterra, 1926)와 로카(Lotka, 1932)의 이론적 연구와 가우스의 실험과 관찰을 통한 경험적인 연구로 입증된 경쟁에 의한 배제 원리는 허친슨의 생태적 지위(Niche) 이론에 직접적인 영향을 미쳤다. 또한, 볼테라 이후 본격적으로 발전하기 시작한 수학적 분석 방법의 도입을 통한 이론 생태학 연구는 허친슨의 생태적 지위 연구에도 연결되었다. 허친슨은 수학의 집합론(Set theory)을 적용하여 생태적 지위를 정의하면서, 환경인자를 하나의 집합(Set)의 원소로 보고 한 종의 생태적 지위를 환경인자 원소들로 구성된 하나의 집합으로 설명하였다(Hutchinson 1957). 또한, 허친슨은 각 집합의 원소를 하나의 차원(dimension)으로, 집합을 구성하고 있는 다양한 환경 인자를 다차원(multi-dimension)으로 설명하고, 한 종의 생태적 지위인 집합(a set)을 차원들의 총합(n-dimensional hypervolume)으로 설명하였다(Hutchinson,

1957).

허친슨은 전통적으로 이어지고 있는 그린벨의 생태적 지위 이론을 토대로 기본지위(Fundamental niche)를 정의하고(Colwell and Rangel, 2009), 엘튼을 거쳐 볼테라, 로카, 가우스로 이어지면서 성립된 경쟁에 의한 배제 원리를 결합하여 실현지위(Realized niche)를 정의하였다. 기본지위는 한 종의 서식에 영향을 미치는 모든 물리적 환경 인자들의 총합(n-dimensional hypervolume)으로 정의되었으며, 실현지위는 다른 종과의 경쟁에 의한 배제에 따라 한 종이 서식할 수 있는 현실적인 생태적 지위로 정의되었다(Hutchinson, 1957). 기본지위를 한 종이 점유할 수 있는 생태적 지위 전체로 모든 환경인자의 집합이라고 할 때, 실현지위는 다른 종과의 경쟁으로 발생하는 교집합 부분이 종간에 나누어 점유되기 때문에 언제나 전체 집합(set)의 부분집합(subset)이 된다(Hutchinson, 1957).

생태적 지위 개념의 체계화 시기 동안 얻어진 또 다른 성과는 생태적 지위의 계량적 평가 토대가 마련된 것이다. 그린벨과 엘튼이 생태적 지위의 개념적인 토대를 마련하고 이러한 개념들을 관찰 중심으로 증명하고자 했던 것과 달리 가우스와 허친슨은 실험과 모형을 적용한 분석을 통해 계량적으로 증명하고자 하였다. 가우스 원리의 기초가 된 로카와 볼테라의 생태모형은 개체군의 성장과 재생산 등 종간의 경쟁에 의해 나타나는 개체군 동태의 변화를 기반으로 한 종의 생태적 지위를 결정한다. 이러한 개체군 동태에 기반을 둔 생태적 지위 평가는 허친슨이 기본지위와 실현지위를 측정하는데도 적용되었다. 이후 생태학자들은 이를 생태적 지위의 폭(NB: Niche breadth)으로 정의하고(Colwell 1971과 Levins 1968, Vandermeer 1972의 인용을 제 인용함), 생태적 지위 폭의 계량적 평가를 위하여 자원 기반(Resource-based) 평가(Levins, 1968; Hurlbert, 1978), 관계 기반(Association-based) 평가(Ter Braak, 1986; 1987; Doledec *et al.*, 2000; Blonder *et al.*, 2014), 상호작용 기반(Interaction-based) 평가(Feinsinger *et al.*, 1981; Fridley *et al.*, 2007; Botta-Dukat, 2012; Ducatez *et al.*, 2014), 반응 기반(Response-based) 평가(Brett, 1971; Huey and Stevenson, 1979; Etterson, 2004; Luna and Moreno, 2010; Sheth and Angert, 2014) 등 다양한 방법들을 발전시켰다(Sexton *et al.*, 2017).

3) 1900년대 후반: 개념의 성장

허친슨의 생태적 지위 이론(Hutchinson's niche theory)은 1960년대와 70년대 맥아더와 레빈(MacArthur and Levins, 1964), 코웰과 푸투이마(Colwell and Futuyma, 1971), 밴더미어(Vandermeer, 1972)와 같은 생태학자들의 이론적, 실증적 연구와 함께 고도화되었다. 허친슨의 생태적 지위를 결정하는 환경 인자들의 범위 개념은 맥아더와 레빈의 연구

에서는 자원의 이용(Resource utilization)으로 재해석되었으며, 자원 이용 개념의 도입으로 실내의 실험 및 관찰을 바탕으로 하는 실증적이고 계량적인 생태적 지위 평가가 용이하게 되었다(Pocheville, 2015). 맥아더와 레빈(MacArthur and Levins, 1964)은 로카-볼테라의 모형을 기반으로 경쟁하는 두 종의 개체군 기반의 생태적 지위 평가방법을 제시하였다. 맥아더와 레빈은 한 공간(grain)에 있는 두 자원을 얻기 위하여 경쟁하는 두 종의 상호작용을 자원의 이용 정도에 따른 두 개체군의 변화로 계산하고 자원 이용의 균형점을 찾아 한 공간에서 점유하고 있는 두 종의 생태적 지위를 제시하였다(MacArthur and Levins, 1964).

두 종을 대상으로 수행된 맥아더와 레빈의 연구는 코웰과 푸투이마(Colwell and Futuyma, 1971)의 연구에서 군집으로 확장된다. 코웰과 푸투이마(Colwell and Futuyma, 1971)는 하나의 군집을 구성하고 있는 모든 종과 자원을 매트릭스(resource matrix)로 정리하고 매트릭스 기반 분석을 통하여 경쟁 등 종간 상호작용과 자원의 이용으로 설명되는 생태적 지위의 폭을 측정하였다. 이 분석을 통해 코웰과 푸투이마(Colwell and Futuyma, 1971)는 환경 구배에 따른 종별 생태적 지위의 폭과 생태적 지위 간의 중첩(Niche overlap)을 계산하였으며, 기존의 해석과는 달리 생태적 지위 간의 중첩이 종간 경쟁만으로 설명하기 어렵다는 결론을 도출하였다(Vandermeer, 1972).

코웰과 푸투이마(Colwell and Futuyma, 1971)의 연구 결과와 같이 실증적인 연구에서 가우스의 경쟁에 의한 배제 원리를 검증하는 것은 어려웠다. 쇼너(Schoener, 1983)와 고넬(Connell, 1983)은 1980년까지 수행된 150개 이상의 연구를 검토한 결과, 이 중 50% 이상 연구에서 생태적 지위를 결정하는 데 종간 경쟁이 있는 것을 입증하였다. 그러나 이들이 검토한 연구들에 대부분은 두 종의 경쟁 관계를 연구한 것으로 군집에서 발생할 수 있는 다양한 관계를 설명하지 못하였다(Tilman, 1987). 티먼(Tilman, 1987)은 다양한 종과 영양단계로 구성된 군집에서 한 종이 다른 종에 미치는 총 영향은 종간 경쟁에 의한 직접적인 효과보다 간접적 효과에 의해 야기된다고 보았다. 울새 4종의 군집을 대상으로 수행된 로어(Lawlor, 1979)의 연구 결과는 경쟁 외에 상리공생과 같은 다양한 상호작용이 존재함을 보여주었다. 티먼(Tilman, 1987) 외에도 레빈(Levine, 1976), 로어(Lawlor, 1979), 밴더미어(Vandermeer, 1980) 등은 군집에서 한 종은 다른 종의 생태적 지위에 직·간접적으로 영향을 미친다는 것을 제시하고 이를 증명하기 위한 이론적 연구를 수행하였다. 이러한 연구의 결과는 군집 단위에서 다양한 종간 상호작용과 영양 관계를 고려한 생태적 지위 이론 발달을 촉진하였으며, 시스템 생태학적 관점에서 생태적 지위를 정의하는 데 이론적 토대를 제공하였다(Patten and Auble

1981).

코웰과 푸투이마(Colwell and Futuyma, 1971)가 자원의 이용과 중간 상호작용을 기반으로 생태적 지위의 폭과 중첩을 계산하였다면, 밴더미어(Vandermeer, 1972)는 자원의 이용, 중간 직·간접적 상호작용과 서식지(자원의 합으로 측정된 생태적 지위인 허친슨의 기본지위) 간의 이동을 고려하여 생태적 지위의 폭과 중첩을 계산하였다. 밴더미어(Vandermeer, 1972)는 한 군집에서 가용한 자원을 운영 서식지(Operational habitat)로, 운영 서식지의 모든 자원의 집합을 환경(Environment)로 명명하였다. 또한, 기본지위는 군집을 구성하는 모든 종이 점유하고 있는 자원들의 집합이며, 실현지위는 군집을 구성하는 분류학적 단위(종 등)가 군집의 다른 구성 인자들(종들)과 평형을 이룬 상태에서 점유하는 자원의 집합으로 정의하였다. 군집을 구성하는 분류학적 단위를 종이라고 한다면, 한 종의 생태적 지위의 폭은 운영 서식지의 공간적 분포와 종의 이동 능력에 의하여 결정되는 개체군의 공간적 균질성(evenness)을 측정하여 계

산되었다. 생태적 지위의 중첩은 종별 생태적 지위 폭이 군집 내의 다른 종의 생태적 지위와 겹치는 부분으로 계산되었다.

밴더미어(Vandermeer, 1972)의 연구는 서식지 간 종의 이동을 주요 인자로 고려한 생태적 지위 이론인 소스-싱크 이론(Source-sink theory)으로 연결되었으며(Pulliam, 1988; 2000), 2000년대 들어 지리정보체계(GIS: Geographic information system)와 원격탐사(RS: Remote sensing) 등의 과학 기술 발달과 함께 성장한 경관생태학 연구의 이론적 근거를 제공하였다. 그린넬, 엘튼, 허친슨, 밴더미어 등은 한 종이 점유하고 있는 생태적 지위는 이 종의 서식에 적합한 환경 조건을 반영한다고 가정하고 개체군의 분포를 기반으로 생태적 지위의 폭을 계산하였다. 그러나 풀리엄(Pulliam, 1988)은 환경 조건뿐만 아니라 종의 이동 능력이 종의 생태적 지위와 개체군의 분포 그리고 군집 구조를 결정하는 중요한 요소임을 강조하였다(Figure 1). 즉, 한 종이 점유하는 생태적 지위의 폭은 서식에 적합한 환경 조건과 더불어 종의 이동 능력이

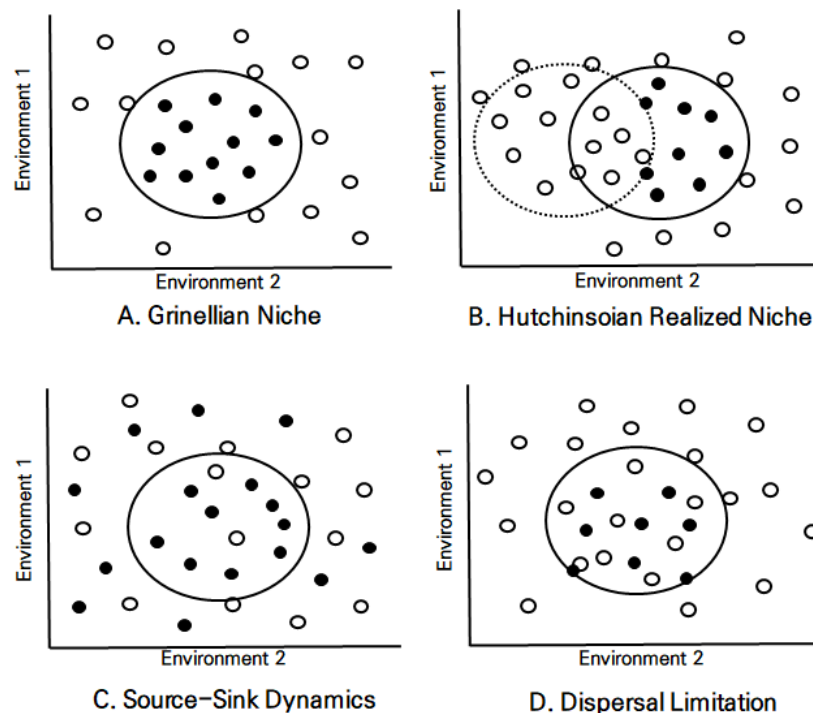


Figure 1. The distribution patterns of two species(○, ●), which are a function of two environmental conditions (Environment 1, Environment2), constructed based on the ecological niche theory of Grinnell(A), Hutchinson(B), Source-Sink dynamics(C), and Dispersal limitation(D) (Pulliam, 2000): Two species' ranges were clearly separated by physical environmental conditions in the Grinnellian niche(A), but one species lost the habitat due to competitive exclusion in the Hutchinsonian realized niche(B). Two species' ranges were mixed by dispersal mechanism in the source-sink dynamics (C) and the dispersal limitation(D), but the range of species (+) was extended into the outside of the circle, unsuitable habitat, in the source-sink dynamics and restricted to the inside of the circle, suitable habitat, in the dispersal limitation. The figure was drawn by authors based on information from Pulliam (2000).

고려되어야 한다는 것이다. 풀리엄(Pulliam, 1988)은 주위에 개체를 지속해서 제공할 수 있는 서식지(Source habitat)가 있다면 환경 조건이 적합하지 않은 서식지(Sink habitat)에도 개체군이 유지될 수 있다고 보았다. 또한, 이러한 소스-싱크 다이내믹(Source-sink dynamics)은 군집의 구조에도 영향을 줌을 이론적 연구를 통하여 증명하였다(Pulliam, 2000).

1950년대 이후 생태계 생태학과 시스템 생태학이 발전함에 따라 생태적 지위에 대한 시스템 생태학적 해석과 정의가 시도되었다. 패튼과 오블(Patten and Auble, 1981)은 그린벨과 엘튼의 서식지 지위 이론이 허친슨에 의해서 통합되어 기본지위와 실현지위로 정리되었다고 보았다. 특히, 이들의 서식지 지위 이론 모두 한 종의 군집에서 기능적 역할과 환경 조건을 기반으로 생태적 지위를 정의한다는 점에서 서로 공통점이 있다고 분석하였다. 패튼과 오블(Patten and Auble, 1981)은 군집을 하나의 시스템으로, 이 시스템을 구성하는 생물들의 먹이망을 시스템 구조로, 외부 환경 인자들을 이 시스템의 입력 환경과 출력 환경으로 정의하고 생태 네트워크 분석(Ecological network analysis)을 적용하여 시스템 전체의 동태 속에서 각 개체군의 동태를 파악하여 생태적 지위를 평가하였다. 패튼과 오블(Patten and Auble, 1981)은 시스템 이론을 기반으로 그린벨(Grinnell 1917)의 캘리포니아 지빠귀붙이의 생태적 지위(California thrasher's niche) 연구를 재해석하고 이를 통해 생태적 지위를 분석하고 평가하는데 시스템 이론의 유용성을 보여주었다(Figure 2).

패튼과 오블(Patten and Auble, 1981)은 생태 네트워크

분석에서 환경과의 개체군 간의 관계, 환경 인자 사이의 관계, 개체군과 환경과의 관계를 개체군과 환경 인자들 간의 에너지 및 물질의 흐름 분석을 통해 분석하였다. 이를 통해 시스템 속성(System property)과 동태(System dynamics) 및 대상종의 개체군 동태를 분석하여 생태적 지위를 평가하였다. 시스템 이론과 생태 네트워크 모형을 적용하여 생태적 지위를 평가한 패튼과 오블(Patten and Auble 1981)은 그린벨, 엘튼, 허친슨, 벤티미어, 풀이엄 등 이전의 이론 생태학자들이 고려하지 않았던 시스템 내의 에너지와 물질의 순환, 인자들 간의 복잡한 직·간접적인 상호작용을 통한 환경 인자의 영향의 증폭 등을 분석함으로써 새로운 생태적 지위의 정의와 평가 방법을 제시하였다. 이후 생태 네트워크 분석은 Ecopath, Econet, SEM(Structure Equation Modeling) 등의 모형 개발 및 지속적인 생태계 기초자료의 축적에 따라, 더불어 군집의 먹이망 구조를 파악하고 물질과 에너지 흐름을 분석하여 종의 생태적 지위와 종과 군집에 대한 환경변화의 영향을 평가하는 다양한 연구에 활용되었다(Polovina, 1984; Christensen, 1992; Pauly *et al.*, 2000; Kazanci, 2007; Schramski, 2011; Heymans *et al.*, 2016; Buzhdygan *et al.*, 2020).

4) 2000년대: 개념과 정의의 다양화와 모호화

2000년대에는 이전에 이루어진 많은 연구에서 드러난 생태적 지위 이론의 유용성과 한계에 대한 논의와 이를 통한 현대적 재정의가 시도되었다. 이러한 재정의는 그린벨, 엘튼, 허친슨의 생태적 지위 정의를 유지하면서 명확화하려는

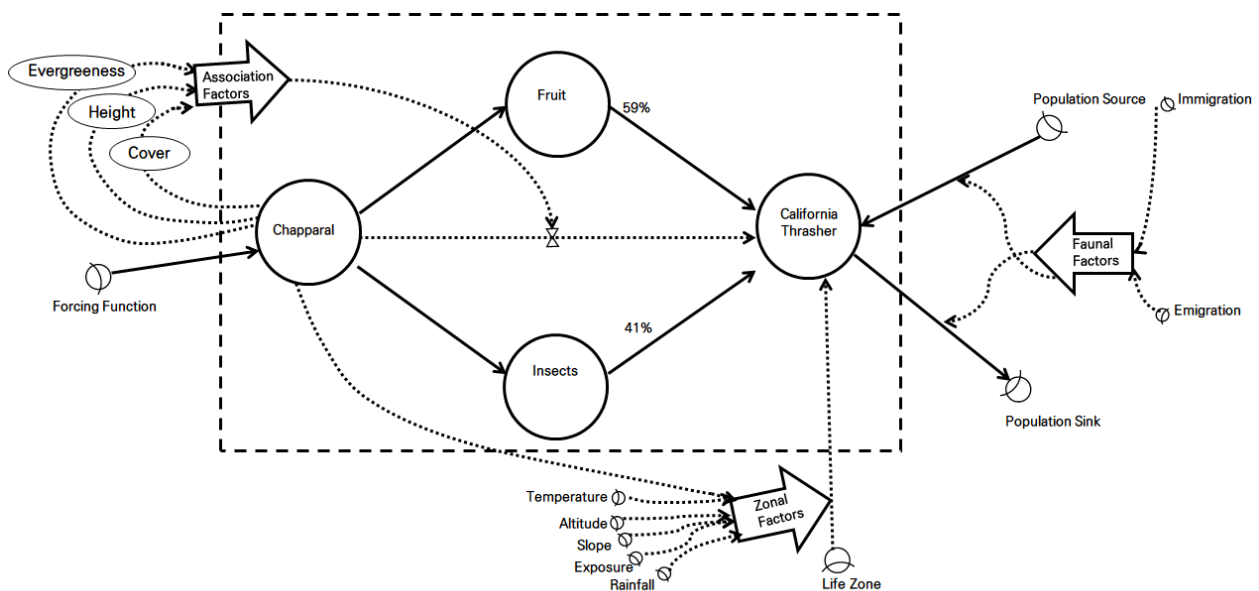


Figure 2. A diagram of California thrasher's niche constructed based on systems ecological theory (Patten and Auble, 1981). The figure was drawn by authors based on information from Patten and Auble(1981).

시도(Soberón, 2007; Holt, 2009)와 이들 이론의 이론적인 가치를 인정하고 현실적인 활용을 위하여 연구 분야와 목적에 따라 실무적 정의를 도출하려는 시도(Appendix 3)로 진행되었다. 그러나 2000년대는 전반적으로 이전과 비교해 생태적 지위에 대한 이론적 접근은 정체되거나 위축된 시기로 다양한 연구에서 여러 정의와 관련 용어들(Climatic niche, Thermal niche, Niche breadth, Niche width, Trophic niche, Feeding niche 등)이 도출되면서(Appendix 2) 생태적 지위에 대한 개념과 정의는 매우 모호해졌다(Martins, 2017). 다양한 연구들에서 사용된 생태적 지위와 관련된 용어의 정의와 개념 및 간단한 설명이 추후 분야별 연구에 활용을 돕기 위하여 Appendix 2에 참고문헌과 함께 제시하였다.

이런 가운데 생태적 지위의 개념과 정의를 명확화하기 위하여 노력한 생태학자 홀트(Holt, 2009)는 생태적 지위를 하나의 환경 공간상에 발생하는 개체군 동태의 추상적 함수로 정의하고 생물적, 비생물적 환경인자들의 개체군 단위의 출생률과 사망률에 대한 영향으로 생태적 지위를 측정·평가하고자 하였다(Martins, 2017). 소버론(Soberón, 2007) 또한 그린벨의 생태적 지위에서 제시된 생물적, 물리적 환경을 조건으로, 엘튼의 생태적 지위에서 제시된 환경을 자원으로 나누어 정의함으로써 생태적 지위의 정의를 명확화하고자 하였다(Martins, 2017).

2000년대 생태학자들 간에 생태적 지위에 대한 견해는 두 가지로 크게 나누어졌다. 첫째는 생태적 지위 이론은 현실적으로 실증과 활용이 어려우나 이론적으로 가치가 있다는 것이다. 물리, 화학과 같은 다른 과학과 달리 생태계의 복잡성에 따른 실증적인 생태 연구의 한계를 고려할 때, 이론적 발전을 위한 연구는 생태계를 이해하는 데 유용하다는 것이다(Reiners and Lockwood, 2010; Gibson-Reineme, 2015; Pedruski *et al.*, 2016; Martins, 2017). 둘째는 다양한 한계에도 불구하고 생태적 지위 개념은 생태학적 연구뿐만 아니라 서식지 기반의 보전정책 수립 등에 유용하므로 이론적 접근 외에도 모형의 개발과 적용 등 다양한 연구를 지속해야 한다는 것이다(McInerly and Etienne, 2012a; 2012b; 2012c). 생태적 지위 이론의 가장 성공적인 활용 예는 서식지모형(SNM: Species Niche Model)으로 다양한 생물의 보전 및 관리에 활용되었다(Wiens and Graham, 2005; Richardson and Whittaker 2010; Guisan *et al.*, 2013; Quinero and Wiens, 2013).

2. 국내 논의 동향

국내 동향을 살펴본 결과 국내에서 생태적 지위 용어를 적용하거나 사용한 생태 연구 관련 문헌은 학술논문과 학위논

문 및 생물학, 생태학, 환경과학 관련 단행본을 합하여 1942년부터 현재까지 총 236편이었다(Appendix 1, Appendix 3). 단행본의 경우 일반교양 서적 등 학술적 또는 대학 이상의 교육을 위하여 출간된 서적이 아닌 경우 분석에서 제외했다. 분석에 포함된 문헌 중 학술논문 64편, 학위논문 37편, 단행본 135편이 출간되었으며 단행본의 경우 1940년대 초반, 학술논문은 1970년대 초반, 학위논문은 1980년대 중반에 각각 생태적 지위 개념이 나타나기 시작하였다. 1950년대를 제외한 모든 기간에 단행본의 경우 생태적 지위 용어가 사용된 것으로 분석되었다.

단행본에서는 생태적 지위 개념에 대한 소개와 적용이 1970년부터 2000년대까지 꾸준히 증가하다 2010년대부터 감소하는 경향을 보였다. 학술논문과 학위논문에서는 각각 1970년대와 1980년대 이후 지속해서 증가하였다(Figure 3). 전체적으로, Figure 3에서 총합의 경향을 살펴보면, 1990년대부터 생태적 지위 개념의 사용이 급격하게 증가한 것을 알 수 있었다.

국내에서 생태적 지위(Ecological niche)는 1990년대부터 본격적으로 사용되기 시작하여 꾸준히 증가하고 있는 것으로 분석되었다(Figure 3). 그러나 국외 선진국에서 생태학 연구의 핵심적인 개념으로 이 용어에 대한 이론적, 철학적, 실증적 연구와 검토가 100년 이상 진행된 것과 달리, 국내에서는 이러한 연구와 검토가 거의 이루어지지 않고 있다. 단행본의 경우 생태학을 소개하며 그린벨, 엘튼, 허친슨의 정의가 선택적이고 부분적으로 설명되고 있으며, 학위논문도 그린벨, 엘튼, 허친슨 등의 생태적 지위 개념과 정의 중 특정 연구에 적용된 개념과 정의만을 선택적으로 소개하는 수준이다. 학술논문의 경우에는 서론에서 생태적 지위에 대한 간단한 소개가 있거나 아니면 이론에 대한 소개는 없이 용어만을 차용하는 경우가 대부분이었다. 특히, 이론을 검증하는 논문은 없는 것으로 분석되었다. 연구단계에서 이론을 적용한 학술논문은 Maxent 등 생태모형이 본격적으로 생물의 서식지 연구에 활용되면서 이루어졌다. 그러나 국내에서 활용되고 있는 생태모형 대부분은 허친슨과 그린벨의 정의를 바탕으로 하고 있어, 엘튼의 정의, 패튼과 오블(Patten and Auble, 1981)의 시스템 생태학적 정의, 풀리엄의 개체군-산포 기반의 경관생태학적 정의(Pulliam, 1988; 2000) 등 1900년 중반 이후 논의되고 있는 개념과 정의는 아직 국내 생물의 서식지 연구에 적용되지 않는 것으로 분석되었다. 전반적으로, 국내 생태 연구에서 생태적 지위 개념은 1900년대 초 그린벨과 허친슨의 정의가 주로 적용되었으며, 엘튼 등이 주장한 먹이망에서 생물의 생태적 지위를 설명하는 개념과 정의 및 1900년 중반 이후에 논의되고 있는 개념과 정의는 아직 수생생물(2편 정도의 학위논문과 학술논문 등) 안정동위원소를 활용한 먹이망 구조분석 연구

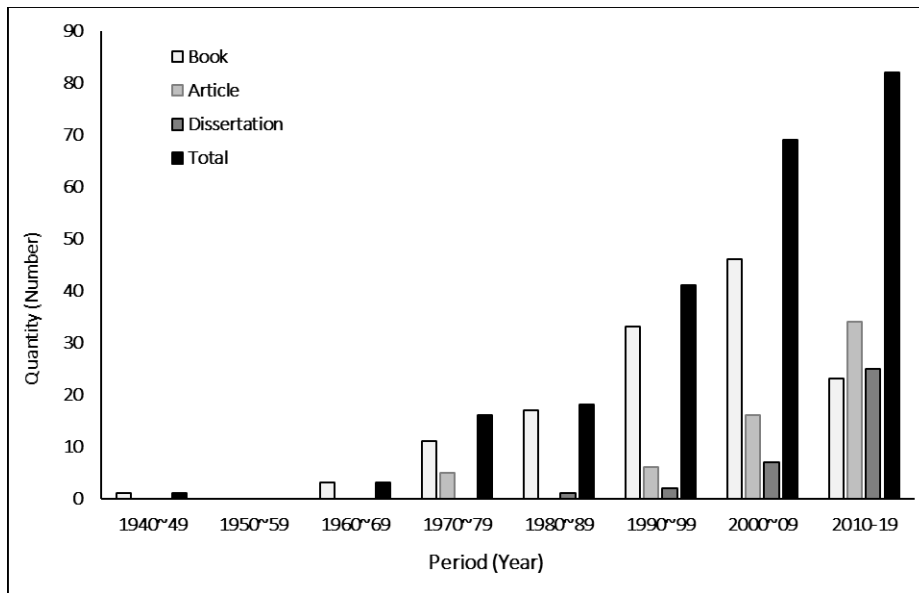


Figure 3. Temporal trend of the usage of ecological niche in books, articles, and dissertations: The usage has rapidly increased since 1970s.

를(Appendix 3) 제외한 생물 분류군에 광범위하게 적용되지 못하고 있다. 특히, 개체군 동태, 산포와 환경인자를 종합적으로 고려한 생태적 지위 개념과 정의(시스템 생태학적 정의와 산포와 개체군 동태 기반의 정의 등)는 아직 국내 서식지 연구에 적용되지 않고 있다.

고찰

본 연구에서는 서식지 관련 생태 연구에 토대가 되는 생태적 지위 이론에 대한 이론적, 철학적, 실증적 국내·외 연구와 논의 동향에 대하여 검토하였다. 생태학이 발달한 미국, 유럽 등 선진국에서는 생태적 지위 이론에 대한 이론적, 실증적 연구가 1900년대 초부터 현재까지 지속적으로 이루어지고 있다. 특히, 1900년대 초를 생태적 지위 개념이 태동한 시기라고 한다면 1900년대 중반은 개념이 성장한 시기고, 1900년대 중반에서 후반까지는 개념이 고도화된 시기다. 이렇게 고도화된 개념은 2000년대 접어들어 다양한 기술과 연구 방법 및 분야의 발달에 따라 적용 분야에 따라 다양화가 진행되었으며, 이러한 다양화는 1900년대와 달리 개념의 모호화를 초래하였다. 그러나 이러한 개념의 모호화에도 불구하고 생태 연구에 있어서 생태적 지위 개념의 중요성이 강조되면서 이론적, 실증적, 철학적 연구가 계속되고 있다. 이론적, 실증적 연구의 진행은 모형의 발달과 연구 방법의 발달 및 기술의 발달 등 생태 연구의 전 분야에 대한 종합적인 발달의 원동력인 동시에 결과가 되었다.

국외에서 1900년대 초부터 2000년대까지 진행된 생태적 지위에 대한 이론적 고찰을 종합했을 때, 한 종의 생태적 지위를 정의하는데 고려되어야 할 요소는 1) 대상종의 개체군 동태, 2) 개체군을 유지할 수 있는 모든 생물적 환경 조건(먹이망 상의 먹이 관계와 물질 흐름), 3) 개체군을 유지할 수 있는 모든 비생물적 환경 조건(물리적 환경 조건), 4) 대상종과 생물, 비생물 환경 인자와 이들 환경 인자 간의 직·간접적 상호작용, 5) 대상종의 이동 능력이나 유전적 다양성과 변화에 대한 적응력 등을 포함하는 대응 및 적응 메커니즘 등이었다. 자연 생태계에서 한 종의 생태적 지위를 규명하기 위한 이러한 요소에 관한 철학적, 이론적, 실증적 연구의 수행은 분류군별 종의 생태적 지위 평가에 토대를 제공하고, 기후변화 등 환경변화에 따른 종별 서식지의 시·공간적 변화를 이해하는 데 중요한 근거를 제공하고 있다.

국외의 상황과 달리 국내에서는 생태적 지위에 대한 충분한 이론적, 철학적, 실증적 고찰이 이루어지지 않았다. 그린넬, 엘튼, 허친슨에 의해 제시된 개념과 정의가 생태학, 생물학, 환경과학의 개론서와 학술논문, 학위논문 등에서 선택적으로 일부만 소개되거나, 용어에 관한 설명 없이 단순히 차용되고 있었다. 특히, 2000년대 이후 중분포 모형 등 모형 활용을 기반으로 한 서식지 평가 연구가 증가하면서 허친슨의 생태적 지위 개념의 적용이 증가하고 있다. 그러나 허친슨이 설명하는 한 종의 기본지위와 실현지위가 개체군 동태의 함수인 것과 적용되고 있는 모형이 대부분 상관관계 기반의 중분포 모형임을 고려할 때, 이 연구들은 허친슨의 생태적 지위 개념과 정의를 부분적으로 차용하고 있다고 볼

수 있다. 또한, 먹이망의 물질 흐름을 바탕으로 생태적 지위를 평가하는 엘튼의 개념과 정의는 동·식물의 서식지 평가와 변화 예측 관련 연구에 활용이 매우 미진한 상태이다.

동식물 서식지 평가 및 변화 예측 관련 연구의 기반이 되고, 이를 바탕으로 세워지는 서식지 기반의 다양한 정책 수립의 실효성 있는 수행을 위하여, 종합적이며 분야별로 적용할 수 있는 생태적 지위 개념과 정의에 대한 이론적, 실증적 연구가 필요하다. 이를 위하여 위에서 제시된 5개의 고려 요소에 관한 분류군별 주요종(멸종위기종 등)에 대한 이론적, 실증적 연구가 진행되어야 하며, 이와 더불어 연구 방법의 다양화와 고도화 그리고 기술적 발전이 계속해서 추진되어야 할 것이다. 이는 우리나라 생태학 분야의 학문적 발전뿐만 아니라 생태계와 생물다양성의 효과적이고 성공적인 보전 및 복원을 위한 정책 수립과 시행에 중요한 토대를 제공할 것이다.

REFERENCES

- Botta-Dukát, Z.(2012) Co-occurrence-based measure of species' habitat specialization: Robust, unbiased estimation in saturated communities. *Journal of Vegetation Science* 23(2): 201-207.
- Brett, J.R.(1971) Energetic responses of salmon to temperature. A study of some thermal relations in the physiology and freshwater ecology of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *American Zoologist* 11(1): 99-113.
- Buzhdygan, O.Y., B. Tietjen, S.S. Rudenko, V.A. Nikorych and J.S. Petermann(2020) Direct and indirect effects of land-use intensity on plant communities across elevation in semi-natural grasslands. *PloS One* 15(11): e0231122.
- Christensen, V. and D. Pauly(1992) ECOPATH II-a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling* 61(3-4): 169-185.
- Colwell, R.K. and D.J. Futuyma(1971) On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52(4): 567-576.
- Connell, J.H.(1983) On the prevalence and relative importance of interspecific competition: Evidence from field experiments. *The American Naturalist* 122(5): 661-696.
- Ducatez, S., R. Tingley and R. Shine(2014) Using species co-occurrence patterns to quantify relative habitat breadth in terrestrial vertebrates. *Ecosphere* 5(12): 1-12.
- Elton, C.(1927) *Animal ecology* 1927. Sidgwick and Jackson, London, 10pp.
- Etterson, J.R.(2004) Evolutionary potential of *Chamaecrista fasciculata* in relation to climate change. I. Clinal patterns of selection along an environmental gradient in the Great Plains. *Evolution* 58(7): 1446-1456.
- Feinsinger, P., E.E. Spears and R.W. Poole(1981) A simple measure of niche breadth. *Ecology* 62(1): 27-32.
- Fridley, J.D., D.B. Vandermaast, D.M. Kuppinger, M. Manthey and R.K. Peet(2007) Co-occurrence based assessment of habitat generalists and specialists: A new approach for the measurement of niche width. *Journal of Ecology* 95(4): 707-722.
- Gause, G.F.(1932) Experimental studies on the struggle for existence: I. Mixed population of two species of yeast. *Journal of Experimental Biology* 9(4): 389-402.
- Gause, G.F.(1934) *The struggle for existence* Williams and Wilkins. Baltimore, Maryland.
- Gibson-Reinemer, D.K.(2015) A vacant niche: How a central ecological concept emerged in the 19th century. *The Bulletin of the Ecological Society of America* 96(2): 324-335.
- Grinnell, J.(1904) The origin and distribution of the chest-nut-backed chickadee. *The Auk* 21(3): 364-382.
- Grinnell, J.(1917) The niche-relationships of the California Thrasher. *The Auk* 34(4): 427-433.
- Grinnell, J.(1924) Geography and evolution. *Ecology* 5(3): 225-229.
- Guisan, A., R. Tingley, J.B. Baumgartner, I. Naujokaitis-Lewis, P.R. Sutcliffe, A.I.T. Tulloch, T.J. Regan, L. Brotons, E. McDonald-Madden, C. Mantyka-Pringle, T.G. Martin, J.R. Rhodes, R. Maggini, S.A. Setterfield, J. Elith, M.W. Schwartz, B.A. Wintle, O. Broennimann, M. Austin, S. Ferrier, M.R. Kearney, H.P. Possingham and Y.M. Buckley(2013) Predicting species distributions for conservation decisions. *Ecology Letters* 16(12): 1424-1435.
- Heymans, J.J., M. Coll, J.S. Link, S. Mackinson, J. Steenbeek, C. Walters and V. Christensen(2016) Best practice in Ecosim food-web models for ecosystem-based management. *Ecological Modelling* 331: 173-184.
- Holt, R.D.(2009) Bringing the Hutchinsonian niche into the 21st century: Ecological and evolutionary perspectives. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(Supplement 2): 19659-19665.
- Huey, R.B. and R.D. Stevenson(1979) Integrating thermal physiology and ecology of ectotherms: A discussion of approaches. *American Zoologist* 19(1): 357-366.
- Hurlbert, S.H.(1978) The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology* 59(1): 67-77.
- Hutchinson, G.E.(1957) Cold spring harbor symposium on quantitative biology. *Concluding Remarks* 22: 415-427.
- Kazanci, C.(2007) EcoNet: A new software for ecological modeling, simulation and network analysis. *Ecological Modelling* 208(1): 3-8.

- Lawlor, L.R.(1979) Direct and indirect effects of n-species competition. *Oecologia* 43(3): 355-364.
- Levine, S.H.(1976) Competitive interactions in ecosystems. *The American Naturalist* 110(976): 903-910.
- Levins, S.R.(1968) Evolution in changing environments: Some theoretical explorations. Princeton University Press.
- Luna, B. and J.M. Moreno(2010) Range-size, local abundance and germination niche-breadth in Mediterranean plants of two life-forms. *Plant Ecology* 210(1): 85-95.
- MacArthur, R. and R. Levins(1964) Competition, habitat selection, and character displacement in a patchy environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 51(6): 1207-1210.
- Martins, R.P.(2017) To what degree are philosophy and the ecological niche concept necessary in the ecological theory and conservation? *European Journal of Ecology* 3(1): 42-54.
- McInerny, G.J. and R.S. Etienne(2012a) Ditch the niche-Is the niche a useful concept in ecology or species distribution modelling? *Journal of Biogeography* 39(12): 2096-2102.
- McInerny, G.J. and R.S. Etienne(2012b) Stitch the niche-A practical philosophy and visual schematic for the niche concept. *Journal of Biogeography* 39(12): 2103-2111.
- McInerny, G.J. and R.S. Etienne(2012c) Pitch the niche-Taking responsibility for the concepts we use in ecology and species distribution modelling. *Journal of Biogeography* 39(12): 2112-2118.
- Patten, B.C. and G.T. Auble(1981) System theory of the ecological niche. *The American Naturalist* 117(6): 893-922.
- Pauly, D., V. Christensen and C. Walters(2000) Ecopath, Ecosim, and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 57(3): 697-706.
- Pedruski, M.T., G.F. Fussmann and A. Gonzalez(2016) A network approach reveals surprises about the history of the niche. *Ecosphere* 7(3): e01266.
- Pocheville, A.(2015) The ecological niche: History and recent controversies. In *Handbook of evolutionary thinking in the sciences*. Springer, Dordrecht, pp.547-586.
- Polechová, J. and D. Storch(2008) Ecological niche. *Encyclopedia of Ecology* 2: 1088-1097.
- Polovina, J.J.(1984) An overview of the ECOPATH model. *Fishbyte* 2(2): 5-7.
- Pulliam, H.R.(1988) Sources, sinks, and population regulation. *The American Naturalist* 132(5): 652-661.
- Pulliam, H.R.(2000) On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters* 3(4): 349-361.
- Quintero, I. and J.J. Wiens(2013) What determines the climatic niche width of species? The role of spatial and temporal climatic variation in three vertebrate clades. *Global Ecology and Biogeography* 22(4): 422-432.
- Richardson, D.M. and R.J. Whittaker(2010) Conservation biogeography-foundations, concepts and challenges. *Diversity and Distributions* 16(3): 313-320.
- Schneider, D.C.(2001) The rise of the concept of scale in ecology: The concept of scale is evolving from verbal expression to quantitative expression. *BioScience* 51(7): 545-553.
- Schoener, T.W.(1983) Field experiments on interspecific competition. *The American Naturalist* 122(2): 240-285.
- Schramski, J.R., C. Kazanci and E.W. Tollner(2011) Network environ theory, simulation, and EcoNet@ 2.0. *Environmental Modelling & Software* 26(4): 419-428.
- Sexton, J.P., J. Montiel, J.E. Shay, M.R. Stephens and R.A. Slatyer(2017) Evolution of ecological niche breadth. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 48: 183-206.
- Sheth, S.N. and A.L. Angert(2014) The evolution of environmental tolerance and range size: A comparison of geographically restricted and widespread *Mimulus*. *Evolution* 68(10): 2917-2931.
- Soberón, J.(2007) Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters* 10(12): 1115-1123.
- Ter Braak, C.J.(1986) Canonical correspondence analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67(5): 1167-1179.
- Ter Braak, C.J.(1987) The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69(1): 69-77.
- Tilman, D.(1987) The importance of the mechanisms of interspecific competition. *The American Naturalist* 129(5): 769-774.
- Vandermeer, J.H.(1972) Niche theory. *Annual Review of Ecology and Systematics*: 107-132.
- Vandermeer, J.H.(1980) Indirect mutualism: Variations on a theme by Stephen Levine. *The American Naturalist* 116(3): 441-448.
- Whittaker, R.H., S.A. Levin and R.B. Root(1973) Niche, habitat, and ecotope. *The American Naturalist* 107(955): 321-338.
- Wiens, J.J. and C.H. Graham(2005) Niche conservatism: Integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 36: 519-539.

Appendix 1. The number of books, articles and dissertations published sin 1940s

Period	Book	Article	Dissertation	Total
1940~1949	1			1
1950~1959				
1960~1969	3			3
1970~1979	11	5		16
1980~1989	17		1	18
1990~1999	33	6	2	41
2000~2009	46	16	7	69
2010~2019	23	34	25	82
2020~	1	3	2	6
Total	135	64	37	236

Appendix 2. Concepts and definitions of ecological niche identified on the ecological studies(Martins, 2017)

Term	Definition	Comments	Reference(Author/year)
생태적 지위 Ecological niche	개체의 생존과 번식 그리고 개체군의 증가에 영향을 미치는 자원과 상태의 조합.	모호함 때문에 사용은 생태로 제한되어야 함. 연구단위를 빠르고 명확하게 파악할 수 있는 보다 구체적인 용어를 선호해야 함.	Pocheville, A. (2015) The ecological niche: history and recent controversies. In Handbook of evolutionary thinking in the sciences (pp. 547-586). Springer Netherlands
지위 제약 Niche constraint	주어진 지역에서 개체들의 풍부도와 분포를 제한하는 생태적 변수(상태 또는 자원)를 나타낼 수 있음.	모호하기 때문에 제목에서 이것이 어떤 유형의 제한을 나타내는지 언급하는 것이 좋음.	Régis, C.E. Flohr, C.J., Blom, P.B.R. & Hubertus, J.E.B. (2013) Founder niche constrains evolutionary adaptive radiation. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 110(51):20663-20668.
지위 확장 Niche expansion	지위 확장은 좁거나(지역적) 넓게 (regional/지리적) 내포됨. 표현형 적응성 또는 적응 변형이 포함될 수 있음.	서식지 또는 행동권과 혼동될 가능성이 큼.	Scott, L.H, Seth D., Newsome, J. & Caselle, E. (2014) Dietary niche expansion of a kelp forest predator recovering from intense commercial exploitation. Ecology, 95(1):164-172.
식의 지위 Dietary niche	사용되는 식량 자원의 다양성을 나타냄.	영양 수준, 먹이사슬 또는 먹이 그물이라고 할 수 있음.	Scott, L.H, Seth D., Newsome, J. & Caselle, E. (2014) Dietary niche expansion of a kelp forest predator recovering from intense commercial exploitation. Ecology, 95(1):64-172.
일반화된 지위 Generalized niche	광범위한 자원과 상태에서 나타날 수 있는 종들을 나타냄. 전문화된 지위(Specialized niche)의 반대개념임.		Gruber, J. (2012) Generalized Niches: A Tentative Definition. Retrieved from: http://www.lymenet.de/symptoms/cycles/niches.htm
공간적지위 Spatial niche	종을 찾을 수 있는 위치(암석 해안지대) 또는 지역. 여기에는 전문화가 포함될 수 있음(환경 조건에 관계없이 전문화된 자원의 분포를 추적하는 전문가)	서식지 또는 행동권과 혼용될 수 있음.	Tyler, R.L. & Longrich, N.R. (2010) Spatial niche partitioning in dinosaurs from the latest cretaceous (Maastrichtian) of North America. Proceedings of Biological Sciences B., 278(1709):1158-1164.
지위 공간 Niche space	동일한 제한이 있는 이전 용어와 동의어	종이 찾을 수 있는 장소의 범위.	Tyler, R.L. & Longrich, N.R. (2010) Spatial niche partitioning in dinosaurs from the latest cretaceous (Maastrichtian) of North America. Proceedings of Biological Sciences B., 278(1709):1158-1164.
지위 폭 Niche width	개체군이 생존하고 번식할 수 있는 상태와 자원의 범위.		Craig, A. Layman, J.P.Q., Peyer, C.M, Allgeier, J.E. & Suding, K. (2007) Niche width collapse in a resilient top predator following ecosystem fragmentation. Ecological Letters, 10(10):937-944.

Term	Definition	Comments	Reference(Author/year)
지위 폭 좁은 지위 Niche Breadth, Narrow niche	주어진 지역에서 특정 개체군과 공존을 허용한 개체군의 자원과 상태의 제한.	여기 지위 폭은 표현형 적응성과 동의어로 사용됨.	Michael, C. & Whitlock, M.C. (1996) The Red Queen Beats the Jack-Of-All-Trades: The Limitations on the Evolution of Phenotypic Plasticity and Niche Breadth. <i>The American Naturalist</i> , 148:S65-S77.
지위 중복 Niche overlap	지위 중복 발생하려면 각 개체군이 좁은 지위를 가져야함 함. 즉 사용 가능한 자원의 일부를 가지고 재생산과 생존함으로써 그들은 공존함.	식량, 공간 그리고 재생산 지위 중첩되면 중간 공존이 발생함.	Nicholas, J. Gotelli, N.J., Hart, E.M., Aaron, M. & Ellison, A.M. (2015) NicheOverlap. Retrieved from: https://cran.rproject.org/web/packages/EcoSimR/vignettes/nicheOverlapVignette.html
열적지위 Thermalniche	온도를 나타냄	공동 인자는 온도에 영향을 줄 수 있으며, 이는 개체의 풍부도와 분포에 온도의 영향을 수정할 수 있음.	Righton, D.A., Andersen, K.H., Neat, F., Thorsteinsson, V. Steingrund, P. Svedäng, H., Michalsen, K., Hinrichsen, H.H., Bendall, V., Neuenfeldt, S., Wright, P., PatrikJonsson, P., Huse, G., Kooij, J. van der Henrik, Mosegaard, K. & Hüsey, J.M. (2010) <i>Marine Ecology Progress Series</i> , 420:1-13.
기후적지위 Climaticniche	매우 광범위하고 다변량의 함축은 개체군의 분포와 풍부도에 영향을 주는 지역(미기후) 또는 지리적 상태(대기후)를 나타낼 수 있음	종의 출현의 선호 또는 제한하는 기후 조건의 폭.	Blaise Petitpierre, B., Kueffer, C., Broennimann, O., Randin, C., Daehler, C. & Guisan, A. (2012) Climatic niche shifts are rare among terrestrial plant invaders. <i>Science</i> , 335(6074):1344-1348.
영양적지위 Trophicniche	먹이 피라미드의 맥락에서 사용 가능함, 영양적 단계 또는 좀 더 구체적인 맥락에서 비교하면 식의 지위와 동의어임.	식의 지위와 동의어	Ramos, J.A.A., Barletta, M. Dantas, D.V., Lima, A.R.A. & Costa, M.F. (2014) Trophic niche and habitat shifts of sympatric Gerreidae. <i>Journal of Fish Biology</i> Volume 85(5). Version of Record online: 19 AUG 2014
식의 지위 Dietary niche	일반종과 전문종 또는 개체의 선호도를 언급할 수 있음 (예를 들면 개체에 특화된 식단)	먹이 지위: 소비자의 먹이 모음	Shipley, L.A., Forbey, J.S., Moore, B.D. (2009) Revisiting the dietary niche: When is a mammalian herbivore a specialist? <i>Integrate Comparative Biology</i> , 49(3):274-290.
재생산 지위 Reproductive niche	지역 또는 지역권 맥락에서 개체 또는 개체군을 나타낼 수 있음.	개체군의 증가에 영향을 미치는 개체 또는 개체군이 사용하는 조건들과 자원들.	Gary, M. & Wessel, G.M. (2013) A special place for a special niche: The reproductive niche. <i>Molecular Reproduction and Development</i> 80 (4). Version of Record online:12 APR 2013
기본 지위 Fundamental niche	개체군이 잠재적으로 전형적으로 증가할 수 있는 자원들과 조건들.	개체군이 환경적 제약과 무관하게 성장할 수 있는 조건들과 자원들.	Materna, A. C. (2012) Shape and evolution of the fundamental niche in marine Vibrio. <i>Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology</i> , 6(12):2168-2177.
실현 지위 Realized niche	환경 제한이 적용되는 개체군에서 개체가 사용하거나 허용되는 상태들과 자원들	개체 또는 개체군이 시간과 공간적으로 사용하는 상태들과 자원들	Lau, J.A., McCall, A.C., Davies, K.F., McKay, J.K. & Wright, J.W. (2008) Herbivores and edaphic factors constrain the realized niche of a native plant. <i>Ecology</i> , 89(3):754-62.
지위 변동 Niche variation	개체군의 풍부도와 분포에 영향을 미치는 상태의 상태들 또는 자원의 양과 질의 어떤 변동	종이 사용하는 상태들과 자원들의 범위를 의미할 수 있음.	Brussow, H., Canchaya, C., & Hardt, W.D. (2004) Comparative support for the niche variation hypothesis that more generalized populations also are more heterogeneous. <i>Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.</i> , 104:10075-10079.
지위 분할 Niche partitioning	지위 중첩이 발생하고 다른 종의 개체군이 주어진 지역에서 공존할 수 있는 경우, 자원 분할이라고도 함	2개 이상의 종들이 자원들을 공유	Di Bitetti, M.S., De Angelo, C.D., Di Blanco, Y.E. & Paviolo, A. (2010) Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. <i>Acta Oecologica</i> , 36:403-412.
지위 공존 Niche coexistence	이전과 관련됨	2개의 종들이 같은 상태들에서 같은 종류의 자원을 사용할 때	Geervliet, J.B.F. (2000) Coexistence and niche segregation by field populations of the parasitoids <i>Cotesia glomerata</i> and <i>C. rubecula</i> in the Netherlands: Predicting field performance from laboratory data.
지위 구분 Niche segregation	이전들과 반대됨 동일한 유형의 자원을 이용하지		Geervliet, J.B., Verdel, M.S., Snellen, H., Schaub, J., Dicke, M. & Vet, L.E. (2000) Coexistence and niche

Term	Definition	Comments	Reference(Author/year)
	만 서로 다른 시간/기간을 사용하여 경쟁을 최소화하거나 포식을 완화하는 특정 유형 간의 개체군의 가소성 또는 진화를 통해 이동을 의미함		segregation by field populations of the parasitoids <i>Cotesia glomerata</i> and <i>C. rubecula</i> in the Netherlands: Predicting field performance from laboratory data. <i>Oecologia</i> , 124(1):55–63.
지위 차별화 Niche differentiation	이전과 동의어이며 경쟁과 연결됨		Zupping-Dingley, D., Schmid, B., Petermann, J. S., Yadav, V., De Deyn, G.B. & Flynn, D.F. (2014). Selection for niche differentiation in plant communities increases biodiversity effects. <i>Nature</i> , 515:108–111.
지위 사용 Niche occupancy	생태적 지위가 채워지고, 후속 적응 방사가 억제됨	지위 사용은 서식지도 암시하기 때문에 모호한 표현임	Brockhurst, M.A., Colegrave, N., Hodgson, D.J. & Buckling, A. (2007) Niche Occupation Limits Adaptive Radiation in Experimental Microcosms. <i>Plosone</i> . Retrieved from: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000193
지위 공백 Vacant niche	비어있는 지위와 같음	지위가 종의 질인지 환경의 질인지에 대한 논란이 일어남. 생태학에서 중요한 것은 상화작용이기 때문에 토론은 불필요함. 유기체는 환경과 함께 진화하며, 물리적 유기적 환경도 같이 수정함	Gibson-Reinemer, D.K. (2015) A Vacant niche: How a central ecological concept emerged in the 19th century. <i>The Bulletin of the Ecological Society of America</i> , 96(2), 324–335.
지위 침입 Niche invasion	이전과 밀접한 관련이 있음.		Peterson, A.T. (2003) Predicting the Geography of Species' Invasions via Ecological Niche Modeling. <i>The Quarterly Review of Biology</i> , 78(4):419–433.
지위 책임 Niche liability	밀접하게 관련된 종들은 생태학적으로 유사한 경향. (그 반대는 브라질과 아프리카 적도 열대우림에서 생태학적으로 유사한 유전적 관계가 없는 종을 의미하는 생태학적 대등종이라고 부름)	논문 제목에 나타나기는 하지만, 제목처럼 명시적이어야 하는 초록에는 지위 책임이 함축되어 있음	Losos, J.B, Leal, M., Glor, R.E, De Queiroz, K., Hertz, P.E., Rodríguez Schettino, L., Lara, A.C., Jackman, T.R. & Larson, A. (2003) Niche liability in the evolution of a Caribbean lizard community. <i>Nature</i> , 424(6948):542–545.
환경적 지위 Environmental niche	유기체의 재생산과 생존에 중요한 환경변수(예: 온도, 먹이의 크기)	명확히 중복됨	Warren, D.L., Glor, R.E, & Turelli, M. (2008) Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution. <i>Evolution</i> , 62:11:2868–2883
행동적 지위 분할 Behavioral niche partitioning	행동 분할은 하와이 알바트로스 종들 사이에서 밝혀졌음. 두 종 모두 병아리 번식을 하는 동안 매우 활동적이었고 밤낮으로 먹이를 먹었음.		Connors, M.G., Hazen, E.L., Costa, D.P. & Shaffer, S.A. (2015) Shadowed by scale: subtle behavioral niche partitioning in two sympatric, tropical breeding albatross species. <i>Movement Ecology</i> , 3(1): 28. Retrieved from: https://movementecologyjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40462-015-0060-7
야행성 지위 Nocturnal niche	시간적 지위 분할을 나타냄		Gerrish, G.A., Morin, J.G. & Rivers, T.J. (2009) Darkness as an ecological resource: the role of light in partitioning the nocturnal niche. <i>Oecologia</i> , 160: 525.
시공간적 지위 Temporal and spatial niche	지위 분할을 나타냄		Albrecht, N. & Gotelli, N.J (2001) Spatial and temporal niche partitioning in grassland ants. <i>Oecologia</i> , 126:134–141
고유적 지위 Endemic niche	딱정벌레는 이 지역에서 자리잡을 수 있음. 그리고 매우 낮은 개체군 단계에서도 지속됨	고유 개체군들과 혼동될 수 있음	Blaiker, P.K. (2011) Mountain pine beetle range expansion: Assessing the threat to Canada's boreal forest by evaluating the endemic niche. In K.P. Bleiker, A.L. Carroll and G.D. Smith. (Mountain pine beetle working paper;2010-02)

Term	Definition	Comments	Reference(Author/year)
지위 구성 Niche construction	서식지를 변형하여 특정종을 지역적 멸종으로 이끌고 다른종에 의한 군집 형성을 선호하는 공학종에 대한 우려	공간적 지위와 명확하게 겹침	Kylafis, G. & Loreau, M. (2008) Ecological and evolutionary consequences of niche construction for its agent Ecological Letters, 11(10):1072-81.
중층 지위 Midwater niche 친석원소 지위 Lithobiontic niche 대규모 지위 Macroniche 미소규모 지위 Microniche 다차원적 지위 Multidimensional niche		지위 용어는 서식지와 쉽게 혼동됨	Inman, R.M., Magou, A.J., Persson, J., & Matisson, J. (2012) The wolverine's niche: linking reproductive chronology, caching, competition, and climate. Journal of Mammalogy, 93(3):634-644.
올버린의 지위		특정한 종 또는 조합에 대한 지위 용어	Inman, R.M., Magou, A.J., Persson, J., & Matisson, J. (2012) The wolverine's niche: linking reproductive chronology, caching, competition, and climate. Journal of Mammalogy, 93(3): 634-644.
실현 지위 Realized niche	허친슨의 모형에서 유래되었으며, 개체군이 생존할 수 있는 구체적인 상태들.	지위와 서식지 중복의 측정에 어려움에 대해서 논의	Croty, S. M. & Bretness, M.D. (2015) Positive interactions expand habitat use and the realized niches of sympatric species
지위 진화 Niche evolution	지위 보수성과 관련됨		Warren, D.L., Glor, R.E., & Turelli, M. (2008) Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution. Evolution, 62(11):2868-2883.

Appendix 3. Books, articles and dissertations used the terminology of ecological niche: from 1940s to the present. It was searched on the RISS website

Period	Book	Period	Book
1940-1949	김훈수. (1942). (敎養)生物學. 대한민국: 新雅社. 최기철. (1960). 一般動物學. 서울: 弘志社.		김유근. (2000). 환경과학. 서울: 형설출판사. Jones, Allan M. (2000). 환경생물학. 서울: 아카데미서적.
1960-1969	최기철. (1961). 動物生態學. 서울: 弘志社. 최기철. (1969). 一般生物學. 서울: 鄉文社. 권병규. (1972). 現代生物學. 서울: 螢雪. 최기철. (1973). 一般生物學. 대한민국: 鄉文社. 김기원. (1974). 一般生物學. 서울: 藝日出版社. 문교부. (1974). 연구보고서. 서울: 문교부. 임문순. (1974). 生物學概論. 서울: 章源社.		안영희. (2000). 환경과 생태. 서울: 대운출판. Raven, Peter H. (2001). 환경학. 서울: 보문당. Enger, Eldon D. (2001). 현대 생물학 개론. 서울: 월드사이언스 월리스, 로버트 A. (2001). 생물학. 서울: 을유문화사. 손성원. (2001). 생물과 환경. 경상남도: 경남대학교. 김유근. (2001). (교양)환경과 공해. 서울: 형설출판사.
1970-1979	김창환. (1975). 生物學. 서울: 日新社. 김기원. (1975). 一般生物學. 서울: 교문사. 김한도. (1977). 大學生物學. 서울: 日新社. 임양재. (1978). 一般生態學. 서울: 二友出版社. 박봉규. (1979). 一般生物學. 서울: 일신사. 조소남. (1979). (最新)一般生物學. 서울: 東明社.	2000-2009	이영만. (2002). 統計 生態學. 광주: 전남대학교출판부. Jones, Allan M. (2002). 환경생물학. 서울: 東和技術. 원병오. (2002). 生物科學. 서울: 형설. 박연규. (2002). 環境生物學. 서울: 大學書林. Odum, Howard T. (2002). 시스템 생태학. 서울: 아르케. 허만규. (2003). 기초 생태학. 부산: 제일출판인쇄. Starr, Cecie. (2003). 생명과학. 서울: 探求堂.
1980-1989	Odum, Eugene P. (1981). ODUM 生態學. 서울: 三亞社. 최기철. (1981). 생물. 서울: 노벨문화사.		Johnson, George B. (2003). 생물의 세계. 서울: 녹문당. 이준우. (2003). 환경생태학. 서울: 東和技術.

Period	Book	Period	Book
	임문순. (1982). 農業生物學概論. 서울: 學友社.		윤성규. (2003). 해양생물학. 서울: 아카데미서적.
	박상윤. (1982). (大學) 生物學. 서울: 삼아사.		Lewis, Ricki. (2004). 생명과학. 서울: 정문각.
	김한화. (1983). 現代生物學. 서울: 法文社.		김기은. (2004). 21세기 환경과학. 서울: 아카데미서적.
	조규승. (1983). (ODUM) 生態學. 서울: 三亞社.		Townsend, Colin R. (2004). 이것이 생태학이다. 서울: 월드 사이언스.
	박상윤. (1984). (大學) 生物學. 서울: 三亞社.		구산장. (2004). 생태공학. 서울: 普文堂.
	백의인. (1985). 一般生物學. 서울: 學文社.		여천생태연구회. (2005). 현대생태학실험. 서울: 敎文社.
	경북대학교. (1985). (大學教養教材) 生物學. 대구: 慶北大學校出版部.		주일영. (2005). (신고) 일반동물학. 서울: 鄉文社.
	강만식. (1986). 現代生物學. 서울: 교학연구사.		이사와 요. (2005). 수리생물학 입문. 부산: 부산대학교출판부.
	Radosevich, Steven R. (1986). 雜草生態學. 서울: 大光文化社.		김준호. (2005). 일반생물학. 서울: 鄉文社.
	임양재. (1986). 生命科學原論. 서울: 喜重堂.		암스, 카렌. (2005). (지구를 살리는) 환경과학. 서울: 淸文閣.
	권영명. (1987). 生物學概論. 서울: 韓國放送通信大學出版部.		Enger, Eldon D. (2005). 생명과학개론. 서울: 한국맥크로힐.
	현재선. (1988). 一般生態學. 서울: 集文社.		박순직. (2006). (3정) 생물과학. 서울: 한국방송대학교 출판부.
	권영명. (1988). 一般生物學. 서울: 敎文社.		박연규. (2006). 환경생물학. 서울: 대학서림.
	임경빈. (1989). (新稿) 造林學原論. 서울: 鄉文社.		송호경. (2006). 환경생태학. 대전: 에코시티사업단.
	잉거. (1989). 생물학개론. 서울: 探求堂.		Miller, Tyler G.. (2006). 생태와 환경. 서울: 라이프사이언스.
	김산. (1990). 生物學 概論. 서울: 法政.		김준호. (2007). 현대생태학. 경기도: 교문사.
	박승조. (1991). (요점정리 問題精選) 환경생태학. 서울: 地球文化社.		Smith, Thomas M. (2007). 생태학. 서울: 라이프사이언스.
	최기철. (1991). (新制) 一般動物學. 서울: 鄉文社.		김동욱. (2007). (알기쉬운) 환경과학. 서울: 신광출판사.
	강만식. (1992). 現代生物學. 서울: 교학연구사.		Raven, Peter H. (2008). 생명과학의 세계. 서울: 녹문당.
	이호준. (1992). 現代生態學. 서울: 曉日文化社.		Molles, Manuel C. (2008). 생태학. 서울: 라이프사이언스.
	강호감. (1992). (핵심) 生物學概論. 서울: 銀河出版社.		Raven, Peter H. (2008). 생명과학. 서울: 녹문당.
	박명권. (1992). 일반해양학. 서울: 정문.		Lewis, Ricki. (2009). 생명과학 길잡이. 서울: 라이프사이언스.
	김준호. (1993). 현대생태학. 서울: 敎文社.		Callenbach, Ernest. (2009). 생태학 개념이 사진. 서울: 에코리브르.
	현재선. (1994). 一般 生態學. 서울: 集賢社.		오드식, 테라사. (2009). 생명과학. 서울: 탐구당.
	박승조. (1994). (요점정리 問題精選) 환경생태학. 서울: 地球文化社.		공인철. (2010). 환경오염생태학. 경상북도: 영남대학교출판부.
	김준호. (1995). 고급 생태학. 서울: 敎文社.		안영희. (2011). 조경생태학. 서울: 태림문화사.
1990-1999	Villee, Claude A. (1995). 최신생물학. 서울: 法文社.		전하준. (2011). 환경생태학. 경상북도: 대구대학교 출판부.
	권영명. (1995). 一般生物學. 서울: 敎文社.		Krebs, Charles J.. (2011). 생태학. 서울: 바이오사이언스.
	정재춘. (1995). 환경학의 이해. 경상북도: 울산대학교출판부.		Phelan, Jay. (2011). 생명과학. 서울: 범문에듀케이션.
	Odum, Eugene P. (1995). 生態學. 서울: 螢雪出版社.		김윤진. (2011). 수리생물학 입문. 부산: 부산대학교출판부.
	자연과학교재편찬회. (1996). 自然科學概論. 서울: 螢雪出版社.	2010-2019	Johnson, George B. (2011). 생명의 이해. 경기도: 교보문고.
	Wallace, Robert A. (1996). 생명과학의 이해. 서울: 을유문화사.		Raven, Peter H. (2012). 생명과학. 서울: 녹문당.
	Enger, Eldon D. (1997). 생물학개론. 서울: 탐구당.		Begon, Michael. (2012). 생태학. 경기도: 교보문고.
	김준호. (1997). 환경과학. 서울: 형설.		Andel, J. van. (2013). 복원생태학. 서울: 라이프사이언스.
	이준우. (1997). 환경생태학. 서울: 東和技術.		Ricklefs, Robert E. (2013). 생태학. 서울: 라이프사이언스.
	류천인. (1997). 生物學. 서울: 大光文化社.		Huggett, Richard J. (2013). 핵심 개념 자연지리학. 경기도: 한울아카데미.
	中筋房夫. (1997). 害蟲防除. 서울: 朝倉書店.		김영민. (2013). Johnson 생명과학. 경기도: 드림플러스.
	권영명. (1997). (최신) 일반생물학. 서울: 敎文社.		Odum, Eugene Pleasants. (2014). Odum 생태학. 서울: 형설출판사.
	고철환. (1997). 해양생물학. 서울: 서울대학교 출판부.		Cunningham, William P. (2015). 인간과 환경. 경기도: 동화기술.

Period	Book	Period	Book
	김준호. (1997). (현대)생태학실험서. 서울: 敎文社.		구본학. (2015). 환경생태학. 서울: 문운당.
	최기철. (1998). 일반생물학. 서울: 향문사.		김길하. (2016). 곤충생태학. 서울: 향문사.
	권순국. (1998). 지역환경공학. 서울: 향문사.		Lewis, Ricki. (2016). 생명과학 길라잡이. 서울: 라이프사이언스.
	홍한기. (1998). 환경생물학. 서울: 정문각.		Smith, T. M. (2016). 생태학. 서울: 라이프사이언스.
	이준상. (1999). 생명의 과학. 서울: 한길사.		김동욱. (2016). 삶과 환경. 서울: 신광출판사.
	박연규. (1999). 環境生物學. 서울: 大學書林.	2020-	김동욱. (2020). (최신) 환경과학. 경기도: 교문사.
	구자욱. (1999). (新制)雜草生態學. 서울: 鄉文社.		

Period	Dissertation
1980-1989	이희선. (1985). 環境勾配에 따른 몇植物의 生態的地位에 관한 研究(박사학위논문). 서울대학교, 서울.
1990-1999	고석중. (1993). 落葉闊葉樹林에서 鳥類의 採餌에 따른 生態的地位에 관한 分析의 研究(석사학위논문). 濟州大學校, 제주.
	김종민. (1997). <i>Bidens</i> 屬 數種植物의 生態的地位에 관한 研究(석사학위논문). 中央大學校, 서울.
2000-2009	박병현. (2003). 환경구배에 따른 초본4종의 생태적지위에 관한연구(석사학위논문). 西原大學校, 청주.
	이재만. (2006). 만경강의 식생다양성과 대형수생식물의 생태적지위(석사학위논문). 忠南大學校, 대전.
	빙기창. (2007). 도시생태계에서 수변부와 육상부 조류군집의 다양성 비교연구(석사학위논문). 湖南大學校, 광주.?
	최상규. (2008). 한반도의 <i>Bidens</i> 속 자생종과 귀화종의 생태학적 연구(박사학위논문). 中央大學校, 서울.
	김원태. (2008). 영흥도의 저서성 대형무척추동물과 육상 곤충의 군집분석에 의한 환경평가(석사학위논문). 인천대학교, 인천.
	김우열. (2009). 광주시도시립에서 조류의 다양성과 산림면적 및 인접거리와의 상관관계(석사학위논문). 호남대학교, 광주.
	김해란. (2010). 지구온난화에 따른 희귀식물 섬자리공과 귀화식물 미국자리공의 생태학적반응(석사학위논문). 공주대학교, 공주.
	이광문. (2012). 조름나물(<i>Menyanthes trifoliata</i> L.)의 생장에 대한 서식기질과 동반종의 영향(석사학위논문). 서울대학교, 서울.
	정중규. (2012). 환경처리조건에 따른 멸종위기식물 섬시호(산형과)의 생태적 반응에 관한 연구(석사학위논문). 公州大學校, 공주.
	김혜진. (2013). 울릉도 산림식생의 개체군 및 군집복원에 관한 연구 (박사학위논문). 공주대학교, 공주.
	허남주. (2013). 보령호 유역내 염생식물의 생태적지위 분석(석사학위논문). 성균관대학교, 서울.
	천정화. (2013). 생태적지위 모형에 기반한 주요 산림수종의 지리적 분포과역 및 기후변화에 따른 영향평가(박사학위논문). 國民大學校, 서울.
	한은아. (2014). 안정동위원소를 이용한 히베이스피리트 유류오염사고 이후 새롭게 조성된 대형저서동물 먹이망 구조분석(석사학위논문). 포항공과대학교, 포항.
	김석현. (2014). 꺾지속 두종의 공서하천에서 생태적지위 분리와 서식지모델링(석사학위논문). 인하대학교, 인천.
	최승호. (2014). 남극지류류 <i>Himantornia lugubris</i> 의 공간분포에 미치는 미환경의 영향(석사학위논문). 강릉원주대학교, 강릉.
	조규태. (2014). 상승된 CO2 농도와 온도가 한반도 주요참나무 3종의 생육 및생 태적지위에 미치는 영향(박사학위논문). 공주대학교, 충청남도.
2010-2019	오상혁. (2015). 하천변 생태계 주요 우점식물의 생태적지위 분석(석사학위논문). 강릉원주대학교, 강릉.
	장주은. (2015). 한국산 산부추와 참산부추의 Cytotype분포와 생태(석사학위논문). 창원대학교, 창원.
	이용필. (2016). 멸종위기식물 큰바늘꽃(<i>Epilobium hirsutum</i> L.)의 환경에 대한 생태적 반응과 보전·복원방안(석사학위논문). 공주대학교, 공주.
	김병기. (2016). 한국산미끈망둑, <i>Luciogobius guttatus</i> (어류: 망둑어과)의 형태변이와 조수웅덩이 개체군의 생태(박사학위논문). 인하대학교, 인천.
	김석철. (2016). 남극 킹조지섬 바톤반도의 식생 분포패턴(박사학위논문). 강릉원주대학교, 강릉.
	고순미. (2017). 환경변동에 따른 수생태계 먹이망 구조변화 해석을 위한 안정동위원소비 활용(석사학위논문). 경희대학교, 용인.
	원종서. (2017). 내성천의 모래하상에 서식하는 어류의 미소서식지 분리(석사학위논문). 인하대학교, 인천.
	김영철. (2017). 멸종위기야생식물 닳꽃(<i>Halenia corniculata</i> (L.) Cornaz), 갯봄맞이꽃(<i>Glaux maritima</i> var. <i>obtusifolia</i> Fernald) 및 산작약(<i>Paeonia obovata</i> Maxim.)의 보전생태학적연구(박사학위논문). 강릉원주대학교, 강릉.
	이태훈. (2017). 청계천의 양서류 소생태계 향상적지(適地) 선정연구(석사학위논문). 한양대학교, 서울.
	이상철. (2018). 도시숲의 식생구조와 식물사회네트워크 분석을 활용한 생태적 식재모델 연구(박사학위논문). 부산대학교, 부산.
	예민희. (2018). 자운영의 종분포모형을 활용한 재배가능지역 변동예측(석사학위논문). 단국대학교, 용인.

- 김광배. (2018). 아산만 중부해역의 해양환경요인에 따른 대형저서동물군집의 시·공간적변화(박사학위논문). 순천향대학교, 아산.
- 최우진. (2019). 산림내 파충류의분포, 먹이원 및 벌채영향(박사학위논문). 강원대학교, 춘천.
- 정영호. (2019). 기후변화조건에서 환경조건에 따른 떡갈나무(*Quercus dentata*) 유식물의 생육반응 및 생태적지위폭 연구(석사학위논문). 공주대학교, 공주.
- 박병주. (2019). 면봉산 일대 산림식생의 군집 생태특성 및 임분동태(박사학위논문). 경북대학교, 대구.
- 2020- 정영훈. (2020). 한라산 노로오름 인근습지와 물찾오름습지 환경요인과 조류군집과의 관계(석사학위논문). 제주대학교, 제주.
- 황신희. (2021). 생태적지위모형을 활용한 도시녹지내 조류의 공간적 분포분석(석사학위논문). 영남대학교, 경산.

Period	Articles
1970-1979	<p>오규칠. (1974). 자연생유령 소나무림내 초본층의 종다양도와 생태적지위량에 대하여. <i>Journal of Plant Biology</i>, 17(4), 18-22.</p> <p>吳桂七. (1975). 自然生幼齡 소나무林內 草本層의 種多樣도와 生態的地位量에 對하여. <i>Journal of Plant Biology</i>, 18(1), 18-22.</p> <p>Park Bong-Seop, Cho Nam-Kee & Kim Hyo-Seong. (1975). A Study on Ecological Distribution, Habitat and Ecological Niche of <i>Sinonovaculata Constricta</i> along the River Yeongsan. 論文集, 2(-), 9-36.</p> <p>오계칠. (1975). 自然生幼齡 소나무林內 草木層의 種多樣도와 生態的地位量에 對하여. 연구논문집, 5(-), 244-248.</p> <p>金永坤. (1978). 無等山 溪流의 淡水産 <i>Planaria</i>의 生態에 관한 研究. 自然科學研究, 1(1), 81-100.</p>
1990-1999	<p>南相豪. (1993). 珉周之山一帶 昆蟲의 分布 分析. 自然科學, 4(-), 43-71.</p> <p>고석중, 오홍식, & 박행신. (1994). 落葉闊葉樹林에서 鳥類의 採餌에 따른 生態的 地位에 관한 分析的 研究. 한국조류학회지, 1(1), 35-55.</p> <p>이원호, & 심재형. (1995). 한국연안 산 구조 <i>Skeletonema Costatum</i> 의 조도에 대한 생태적지위 성분의 종내 변이. 韓國海洋學會誌, 30(5), 436-441.</p> <p>고석중 & 박행신. (1995). <i>Parus</i>속의 중간 생태적 지위의 비교 분석. 科學教育, 12(1), 35-48.</p> <p>김용술 & 문태석. (1998). 수온과 개체크기에 따른 양식산 미더덕, 흰명게, 진주담치의 여수율. 한국수산과학회지, 31(2), 272-277.</p> <p>최영복 & 정숙희. (1998). 무등산 사계 조류상의 생태적 지위 및 분포와 환경요인과의 관계. 自然科學研究, 21(1), 1-21.</p> <p>이운원. (1999). 생활형에 의한 수락계곡 계곡림의 군락구조. 自然科學研究論文集, 8(1), 111-125.</p> <p>이운원, 이민순, 윤상욱 & 김진수. (1999). 월성봉 활엽수림 군락구조 분석. 自然科學研究論文集, 8(1), 127-141.</p>
2000-2009	<p>이철호, 최영철, 김세현 & 권기원. (2000). 강원도 음나무 자생 임분의 입지환경, 식생구조 및 동태. 한국자원식물학회지, 13(3), 227-242.</p> <p>안현철 & 조현서. (2000). 연화산 도립공원의 산림군집구조와 동태에 관한 연구. 農業技術研究所報, 13(-), 87-95.</p> <p>이인순, 이팔홍, 손상근, 김철수 & 오경환. (2001). 남강유역에서 환경 구배에 따른 버드나무속의 분포와 생태적 지위. <i>Journal of Ecology and Environment</i>, 24(5), 289-296.</p> <p>이준우, 이도한, 백운기, & 백인환. (2001). 계룡산국립공원의 조류상. 한국환경생태학회지, 14(4), 268-279.</p> <p>康祥俊 & 李圭泰. (2002). 用夏溪谷 버드나무屬 植物의 分布 特性과 生態地位 重複度. 과학교육연구논총, 18(2), 63-75.</p> <p>심재한 & 최정일. (2002). 동강유역의 양서·파충류 다양성과 생태. 생태와 환경, 35(5), 344-349.</p> <p>이규완, & 이두표. (2003). 광주시 도시공원의 식생구조 및 야생조류군집 특성에 관한 연구. 한국환경생태학회지, 16(1), 94-103.</p> <p>최상규 & 양금철. (2004). 환경구배에 따른 <i>Bidens L.</i>속 식물의 성장에 관한 연구. 환경생물 : 환경생물학회지, 22(1), 101-110.</p> <p>이희선 & 박병현. (2005). 토양함수량구배에 따른 초본 3종의 생태적 지위에 관한 연구. 基礎科學研究論叢, 19(-), 33-53.</p> <p>신창섭. (2006). 다용도 수종의 생태환경 분석에 의한 조림적지 도출. 한국자원식물학회지, 19(4), 555-561.</p> <p>최문보 & 문태영. (2006). 중부산 지역의 도시화와 왕바다리 <i>Polistes rothneyi koreanus</i> (Vecht) (말벌과: 쌍살벌아과)의 우점분포의 관계. 고신대학교 자연과학연구소 논문집, 13(-), 37-41.</p> <p>김해란, 정현모, 김혜주 & 유영한. (2008). 상수리나무와 굴참나무의 생태적 지위에 관한 연구. 환경생물 : 환경생물학회지, 26(4), 385-391.</p> <p>김재성, 이창원, 이희만 & 정해진. (2009). 피스테리아와 피스테리아 유사종의 전복 유생 섭식 특성과 생존을 연구. 바다, 14(3), 189-194.</p> <p>이수동, 이경재 & 최진우. (2009). 서울시소나무림의 생태적 특성에따른 관리방안 연구. 한국환경생태학회지, 23(3), 258-271.</p> <p>최진우,곽정인, 이경재, & 최운규. (2009). 변산반도국립공원 소나무림 식물군집구조 및 관리방안 연구. 한국환경생태학회지, 23(5), 447-459.</p> <p>이호중, & 유영한. (2009). 보문 : 세 가지 환경구배에 따른 신갈나무의 생태적 지위폭과 상수리나무, 굴참나무와의 생태적 중복역. 환경생물 : 환경생물학회지, 27(2), 191-197.</p>

Period	Articles
	이광문 & 김재근. (2011). 조름나물의 성장에 미치는 서식 기질의 영향. 한국습지학회지, 13(2), 355-362.
	임수민, 송하영 & 정재훈. (2011). 과학 교사와 예비교사가 인식하는 광합성 개념의 생태적 지위 분석. 중등교육연구, 59(3), 763-787.
	천정화 & 이창배. (2013). 소나무의 지리적 분포 및 생태적 지위 모형을 이용한 기후변화 영향 예측. 한국농림기상학회지, 15(4), 219-233.
	김태근 & 정종철. (2013). 생물종 분포모델에 미치는 기후·지형인자의 영향 분석. 국립공원연구지, 4(4), 164-168.
	임형탁 & 홍형화. (2013). 고갈제비꽃, 왜제비꽃, 남산제비꽃 집단의 광조건에 따른 영양생장적 특징. 환경생물 : 환경생물학회지, 31(4), 333-339.
	서동진, 오창영, 우관수, & 이재천. (2013). 논문 : 환경인자에 따른 소나무림의 생태적 지위에 관한 연구. 한국농림기상학회지, 15(3), 153-160.
	박진영 & 허민. (2014). 수생 양막류(Amniota)의 유선형 체재 진화. 고생물학회지, 29-30(1-2), 81-92.
	조규태, 정현모, 한영섭, & 이승혁. (2014). CO2 농도 및 온도 상승에 의한 졸참나무의 생태적 지위 변화. 환경생물 : 환경생물학회지, 32(2), 95-101.
	김남석. (2014). 특집 논문 : 문학의 경계넘기와 통섭; 니치(niche) 개념으로 본 한국 영화의 생태학적 구도 연구. 現代文學理論研究, 0(56), 31-52.
	천정화, 이창배 & 윤순진. (2015). 붉가시나무의 지리적 분포에 대한 기후변화 영향. 농업생명과학연구, 49(6), 47-56.
	김남희, 이선미 & 명현호. (2015). 해안사구에서 생장 및 생리적 특성을 적용한 귀화식물 관리방안. 생태와 환경, 48(1), 32-37.
	천정화 이창배 윤순진. (2015). 붉가시나무의 지리적 분포에 대한 기후변화 영향. 농업생명과학연구, 49(6), 47-57.
	김남희 이선미 명현호. (2015). 해안사구에서 생장 및 생리적 특성을 적용한 귀화식물 관리방안. 생태와 환경, 48(1), 32-37.
	천정화, 이창배, & 유소민. (2015). GARP 모형과 기후변화 시나리오에 따른 잣나무의 지리적 분포 변화. 한국농림기상학회지, 17(4), 348-357.
	도민석, 이진원, 장환진, 김대인, & 유정철. (2016). 한국산 살모사과 3종의 경쟁과 공간적 생태-생태적 지위를 기반으로 한 모델과 지리정보시스템 적용-. 한국환경생태학회지, 30(2), 173-184.
	김영철, 채현희, 홍보람, 오현경, 이경화, & 이규승. (2016). 우리나라 중동부지역에 분포하는 멸종위기야생식물 현황과 위협요인 평가. 한국환경생태학회지, 30(3), 291-307.
2010-2019	이석우, 노재현, & 오현경. (2016). 연구논문 : 정월내 가시연꽃(<i>Euryale ferox Salisbury</i>) 도입을 위한 기초연구 -식물상과 식생을 중심으로-. 한국전통조경학회지, 34(1), 83-96.
	김영철, 채현희 & 이규승. (2016). 멸종위기야생식물인 산작약(<i>Paeonia obovata Maxim.</i>)의 분포특성과 개체군 동태. 한국환경생태학회지, 30(4), 658-675.
	안정철, 임정철, 이윤경, 최태봉, 이광석, 임명순, 고영호, 서재화, 신영규, & 김명진. (2016). 담양하천습지의 식생유형과 분포양상. 환경영향평가, 25(2), 89-102.
	강수진, 최보형, 한용진 & 신경훈. (2016). 영흥도 조간대 갯벌 저서미세조류의 생태적 중요성; 안정동위원소 분석 활용. 생태와 환경, 49(2), 80-88.
	이수인, 이응필, 김의주, 박재훈, 조규태, 이승연, & 유영한. (2017). CO2 농도 상승과 온도 상승조건에서 광, 수분, 유기물구배에 따른 멸종위기식물인 황근(<i>Hibiscus hamabo</i>)의 생육과 생태적 지위폭의 변화. 한국환경생태학회지, 31(3), 279-286.
	조신일, 나수미, 안치경, 김현정, 정유정, 임양목, 김선두, 송재영 & 이훈복. (2017). 한국산 남생이와 외래종 붉은귀거북의 서식지 이용 패턴 비교 분석. 한국환경생태학회지, 31(4), 397-408.
	김진원, 이인용 & 이정란. (2017). 농경지 내 생태계교란식물의 분포. <i>Weed & Turfgrass Science</i> , 6(2), 117-123.
	하현우 & 임효인. (2017). 한국남부지역 털팽나무 자생지의 식생구조 및 토양특성. 농업생명과학연구, 51(1), 57-67.
	서민호, 최서열, 박은옥 정달상 & 서호영. (2018). 한국 연안에 출현하는 부유성 요각류의 종다양성과 주요 종의 분포특성. 환경생물 : 환경생물학회지, 36(4), 525-537.
	도민석, 장환진, 김대인, 구교성, 이상철 & 남형규. (2018). 종 분포 모델을 이용한 한국산 산개구리 3종(<i>Rana dybowskii</i> , <i>R. coreana</i> and <i>R. huanrensis</i>)의 서식지 분석 및 생태적 지위에 관한 연구. 한국양서·파충류학회지, 9(1), 1-11.
	김경용, 이원훈, & 홍기정. (2018). 유채 꽃에서 자생종 유채좁쌀바구미(<i>Ceutorhynchus albosuturalis</i>)의 외래침입종 유럽좁쌀바구미(<i>C. obstructus</i>)로의 생태적 대체. 한국응용곤충학회지, 57(4), 323-328.
	서동환, 오혜지, Jin Mei Yan, Oda Yusuke, 김현우, 장민호, 최보형, 신경훈, 이경락, 이수웅, & 장광현. (2018). 안정동위원소비를 활용한 생태지위 면적 분석의 수생태계 평가 가능성 분석: 영산강 승촌보의 저서성 대형무척추동물에 대상으로. 환경영향평가, 27(6), 685-694.
	이수인, 이응필, 정영호, 김의주, 이재근, 이승연, 박재훈, 이상훈 & 유영한. (2018). 증식 및 복원을 위한 기후변화조건에서 수분과

Period	Articles
	<p>유기물에 따른 멸종위기식물죽절초(<i>Sarcandra glabra</i> (Thunb.) Nakai)의 생태적 반응 연구. 한국환경생태학회지, 32(1), 30-38.</p> <p>허만규. (2018). Spatial Distribution Patterns of <i>Oplismenus undulatifolius</i> var. <i>undulatifolius</i> on Mt. Hanwoo in Korea. 생명과학회지, 28(11), 1262-1267.</p> <p>이후승, 사공희, 주용준, & 정슬기. (2019). 생태정보학적 생물다양성 평가 기술 개발. 기본연구보고서, 2019(-), 1-129.</p> <p>강완모, 송영근, 이동근 & 채희명. (2019). GIS와 위성영상을 이용한 도시숲 침입교란종 분포 연구. 한국지적정보학회지, 21(1), 140-152.</p> <p>박병주, 변준기, & 천광일. (2019). 면봉산 일대 산림식생의 지형과 고도에 따른 생태적 지위 및 지표종에 관한 연구. 한국자원식물학회지, 32(4), 325-337.</p> <p>조현빈, 김동균, 박기연, 이완옥 & 광인실. (2019). 우리나라 연안 - 하구에 서식하는 어류의 식성 관련 연구 현황. 생태와 환경, 52(2), 126-135.</p>
2020-	<p>장정은, 이상철, & 최송현. (2020). 사스레피나무 군락의 생태적 특성 및 식생구조 분석 -부산광역시를 중심으로-. 한국환경생태학회지, 34(2), 157-169.</p> <p>조남현, 김은숙, 이보라, 임종환, & 강신규. (2020). MaxEnt 모형을 이용한 소나무 잠재분포 예측 및 환경변수와 관계 분석. 한국농림기상학회지, 22(2), 47-56.</p> <p>김의주, 정영호, 박재훈, 이응필, 이승연, 이수인, 홍용식, 장래하, 정상훈, 이영근, 유영한, & 조규태. (2020). 광, 수분, 토성 그리고 유기물 처리에 따른 떡갈나무 유식물의 생육 반응과 생태적 지위. 생태와 환경, 53(1), 102-108.</p>