

Research Paper

## 생태계 보호지역의 생물다양성 평가지표 선정 및 적용 연구

— 지리산 및 북한산 국립공원을 중심으로 —

강혜인 · 강규석

서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부

## Evaluation Criteria of Biodiversity in Ecosystem Protected Areas

— In Mt. Jiri and Mt. Bukhan National Parks —

Hae-In Kang · Kyu-Suk Kang

Department of Forest Sciences, Seoul National University

**요약** : 생물다양성을 보전하기 위하여 생물의 서식처가 되는 주요 지역을 생태계 보호지역으로 지정하여 관리하고 있다. 보호지역의 생물다양성의 보존 및 확보 전략 수립에 타당성을 부여하기 위해서 보호지역 간 생물다양성을 상대적으로 평가할 필요가 있다. 본 연구에서는 산림생태계에 해당하는 보호지역의 생물다양성을 객관적으로 비교할 수 있는 평가지표를 선정하였고, 이를 지리산 국립공원과 북한산 국립공원의 생물다양성 비교에 적용하였다. 평가지표를 선정하기 위해서 문헌 조사를 실시하였다. 언급된 빈도가 높은 지표들과 산림 생물다양성에서 중요한 역할을 하는 산림구조를 평가지표로 선정하였다. 이를 통해 선정된 평가지표는 총 7개로 종다양도, 종풍부도, 균등도, 희귀성, 교란종, 고유생물자원 및 산림구조이다. 지리산 국립공원과 북한산 국립공원에서 종다양도는 3.492와 2.943, 종풍부도는 8.998과 9.793, 균등도는 0.849와 0.680, 희귀성지수는 11.976과 10.783, 교란종지수는 0.214와 0.357으로 나타났다. 두 국립공원 모두에서 고유생물자원은 풍부하게 나타났다. 산림구조는 다양한 임상을 보이고 안정적인 4층 구조를 이루고 있으며 수관올폐도는 지리산 국립공원에서 더 높게 나타났다. 대부분의 평가지표에서 지리산 국립공원의 생물다양성이 북한산 국립공원보다 높은 것으로 평가되었다.

**주요어** : 산림생태계, 종다양도, 종풍부도, 산림구조

**Abstract** : For conservation of biodiversity, we designate and manage the major areas that are habitats of organisms as ecosystem protected areas. It is necessary to evaluate the biodiversity of protected areas relatively in order to establish strategies to protect and secure the biodiversity of protected areas. In this study, we selected evaluation indicators by which we can compare objectively the biodiversity of protected areas corresponding to forest ecosystem, and applied them to Mt. Jiri

First Author: Hae-In Kang, Dept. of Forest Sciences, Seoul National University, Seoul, 08826, Korea, Tel: +82-2-880-4762, E-mail: emmahi@snu.ac.kr

Corresponding Author: Kyu-Suk Kang, Dept. of Forest Sciences, Seoul National University, Seoul, 08826, Korea, Tel: +82-2-880-4753, E-mail: kangks84@snu.ac.kr

Received: 24 November, 2017. Revised: 27 March, 2018. Accepted: 28 March, 2018.

and Mt. Bukhan National Parks. We reviewed literatures to select evaluation criteria. Frequently mentioned criteria and the structure of the forest which plays an important role of forest biodiversity were selected as the evaluation criteria. As the result, the selected evaluation indicators were 7 - species diversity, species richness, evenness, rarity, disturbance species, indigenous species, and forest structure. In Mt. Jiri and Mt. Bukhan National Parks, species diversity were 3.492 and 2.943, species richness were 8.998 and 9.793, evenness were 0.849 and 0.680, rarity were 11.976 and 10.783, and disturbance species index were 0.214 and 0.357 respectively. Both national parks had abundant indigenous species and showed various forest physiognomies and stable 4-layer structure. It was found that crown density was higher in Mt. Jiri. Most indicators were implied high biodiversity in Mt. Jiri and Mt. Bukhan national parks.

**Keywords :** Forest ecosystem, Species diversity, Species richness, Forest structure

## I. 서론

제 10차 생물다양성 협약(Convention on Biological Diversity, CBD) 당사국 총회에서 2020년까지 육상 생태계의 17%, 해양생태계의 10%를 보호지역(Protected Area)으로 지정하는 목표를 제시하였고 보호지역 작업반(Working Group on Protected Area)을 만들어 관리하고 있다. 이에 우리나라는 자연환경보전법, 야생생물보호법, 습지보전법, 자연공원법, 백두대간 보호에 관한 법률, 산림보호법, 독도 등 도서지역의 생태계 보전에 관한 특별법, 해양환경관리법, 해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률의 9개 법에서 각각 보호지역을 규정하여 관리하고 있다.

생물다양성 협약에 발맞추어 국내에서 자연환경 보전지역에 대하여 활발히 연구가 진행되었다. 보전지역 완충지역의 활용(Sung et al. 2010)과 잠재 보호지역 발굴(Heo et al. 2016) 등을 통해 보전지역의 확대를 도모하는 연구, 자연환경 보전지역으로 지정된 특정 지역에 대한 모니터링이나 보호구역 관리 시스템에 대한 연구(Han et al. 2003; Park et al. 2014; Kim et al. 2016)가 있었다.

보호지역에 대한 기존의 연구들은 대부분 생태적, 사회적, 경제학적 요소를 고려하여 보호지역을 평가하였다(Park et al. 2008). 하지만 보호지역은 생물다양성 보전을 목적으로 하기 때문에 보전 전략을 수립하기 위해서 우선적으로 보호지역의 생물다양성 평가를 객관화하는 연구가 필요하다(Koo & Lee

2012). 그러나 보호지역의 생물다양성 평가에 관한 연구는 충분하지 않다. 대부분의 연구논문은 저자가 중요하다고 판단하는 지표들을 이용하여 특정 지역의 생물다양성을 평가하였다(Ki & Choi 2004; Kim et al. 1999; Lee & Kwon 2012). 따라서 문헌마다 기준이 다르기 때문에 다른 지역 간 생물다양성의 상대 비교가 어려워 그대로 활용하기에 한계가 있다. 또한 국내 실정에 맞는 보전지역 평가기준을 세우기 위해 국내의 기준을 취합한 문헌이 있으나 자연성과 대표성 등 주관적인 지표를 제안했다는 한계점이 있다(Shin & Kim 2001).

특정 지역의 생물다양성의 높고 낮음을 판단할 수 있는 객관적이고 절대적인 평가 기준을 세우려면, 먼저 여러 지역을 상대적으로 비교가 가능한 평가 항목들을 선정해야 한다. 상대적 지표들을 이용하여 보호지역에 적용하였을 때 절대적인 기준을 마련할 수 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 상대적 평가가 가능한 지표들을 선정하고, 이를 두 지역에 대입해 비교해봄으로써 지표의 적용 가능성을 검토하고자 한다.

평가지표 선정의 연구 범위는 현재 9개 법에서 관리하고 있는 10개의 보호지역 중 가장 많은 면적을 차지하고 있는 산림에 초점을 두었다. 따라서 산림청에서 지정 및 관리하고 있는 백두대간 보호지역과 산림보호구역, 그리고 자연공원에 적용할 수 있는 평가지표를 선정하고자 한다. 이 중에서 자연공원에 해당하는 지리산 및 북한산 국립공원의 생물다양성을 평가하는데 선정된 지표들을 적용하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 평가지표 선정

생물다양성 평가지표는 국내 연구를 참고하여 선정하였다. 생물다양성에 주로 이용되는 지수들을 선정하기 위하여 ‘생물다양성’, ‘건강성 평가’ 등의 검색어를 설정하여 학술검색엔진을 이용하여 게재된 학술지 및 학위논문을 중심으로 문헌을 조사하였다.

### 2. 평가지표 적용

선정한 양적, 질적, 간접 생물다양성 평가지표를 이용하여 보호지역 간의 상대 비교가 가능한지 검토하기 위하여 실제 보호지역에 적용하였다. 대상지역은 연구대상 보호지역 중에서 자연공원에 속하는 지리산 국립공원과 북한산 국립공원이다(Figure 1).

지리산은 산정, 능선, 계곡 등을 포함하고 있어 다변적인 기후가 형성되어 있다. 또한 지형적으로 고도가 높고 험준하여 지역마다 특징적인 생태계를 보인다. 이러한 조건은 다양한 식생과 야생동물이 분포하기에 적합한 환경을 이루고 있다(KNP 2010). 지리산 국립공원은 면적이 넓고 우리나라 최초로 지정된 국립공원으로서 오랜 기간 관리되어 생물다양성이 비교적 우수할 것으로 기대되는 보호지역이다.

북한산은 다양한 생물상을 보이고 있지만, 도시 근교림으로서 우리나라의 다른 산악형 국립공원에 비

하여 매년 다수의 탐방객이 방문하고 있다. 탐방객의 출입은 자연훼손, 소음 발생, 쓰레기 증가 등의 문제를 발생시켜 야생동식물의 안정적인 서식을 방해하고 있는 것으로 나타난다(KNP 2014). 이러한 교란은 북한산 국립공원 생물다양성 보전에 방해 요인이 되고 있다. 생물다양성에 차이가 있을 것으로 예상되는 두 국립공원에 선정된 평가지표를 적용해봄으로써 평가지표로서의 타당성을 검토하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 평가지표 선정

생물다양성 평가지표 선정은 보호지역 간 생물다양성을 상대적으로 비교하기 위한 것으로, 다양한 연구에서 보편적으로 사용되는 지표들을 선정하여 기존 문헌과 통일성을 유지하면서 적용이 용이하도록 하였다. 총 15개의 국내 생물다양성 관련 논문 자료를 수집하였고 논문에서 생물다양성을 평가하기 위해 사용된 지표 중 높은 빈도로 다뤄진 지표들을 보호지역 생물다양성 평가지표로 선정하였다(Table 1).

각 문헌 당 평균적으로 약 3개 씩 평가기준을 제시하고 있었다. 가장 많이 언급된 평가지표는 종다양도와 종풍부도로 각각 아홉 번 언급되었다. 그 다음 순서로 균등도, 희귀종, 고유생물자원, 생태계 교란종 등이 있다. 최근 몇 년 사이에 생태계 교란종 또는 유



Figure 1. Location of Mt. Jiri and Mt. Bukhan national parks (Source: Google maps).

Table 1. Evaluation criteria of biodiversity based of the surveyed references.

Evaluation criteria	BI	R	EI	RI	IS	DS	DI	HI	ES	AH	ED	II	HC	RD	SI
Kim and Jung (1995)	○							○							
Shim and Chung (1997)	○	○	○				○							○	○
Kim et al. (1999)		○	○				○	○							
Shin (2000)				○									○		
Ki and Choi (2004)		○	○												
You et al. (2005)	○	○													
Park et al. (2008)	○			○	○				○	○	○				
Lee (2008)		○													
Kown (2011)		○		○	○										
Jung et al. (2011)	○			○	○										
Lee and Kwon (2012)	○	○													
Sim et al. (2014)	○	○	○												
Oh et al. (2015)	○					○			○						
Myeong et al. (2016)	○					○						○			
Sung (2017)		○			○	○									
Frequency	9	9	4	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1

BI: Biodiversity index; R: Richness index; EI: Evenness index; RI: Rarity index; IS: Indigenous species; DS: Disturbance species DI: Dominance index; HI: Heterogeneity index; ES: Endangered species; AH: Animal habitats; ED: Ecosystem diversity; II: Indicator insect; HC: Hemeroby class; RD: Relative density; SI: Similarity index

입종에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 언급된 횡수가 많은 여섯 가지 지표(종 다양도, 종 풍부도, 균등도, 희귀종, 고유생물자원, 생태계 교란종)를 생물다양성 평가지표로 사용하기에 적절하다는 결론을 얻었다.

다양한 연구에서 산림구조의 복잡성, 안정성, 성숙도 등은 산림의 종 다양성과 비례하는 경향이 있다고 밝혔다(Odum 1969; Bazzaz 1979). 특히 산림구조가 이질적이고 복잡한 다층구조일 때 종 다양성이 증가한다. 이는 산림의 구조에 따라 대기와 토양 환경이 변화하고 이에 따라서 서식하는 동물, 식물, 미생물들이 달라지기 때문이다(Kimes et al. 2006). 국내에서도 산림구조와 생물다양성을 연결 지어 이해하려는 연구가 진행되고 있다. 산림 구조에 해당하는 울폐도와 나비군집의 다양성의 상관관계에 대해 연구한 논문이 있으며(Kim et al. 2017), 도시림의 식생분포와 야생조류 출현의 관계를 밝힌 연구가 있다(Hong & Kim 2013). Yoo et al.(2012)은 산림성조류의 생물다양성을 향상시키기 위하여 토지피복 구성과 교목식재를 통한 숲 조성을 제안한 바 있다.

따라서 산림에 위치한 보호지역에 한해서 산림구조를 이용하여 간접적으로 지역의 생물다양성을 평가하는 것이 가능하다.

문헌조사를 통해 산림생태계에 해당하는 보호지역에 적용할 수 있는 7개의 생물다양성 평가지표를 선정하였다. 양적으로 지수화하여 평가할 수 있는 것은 종다양도, 종풍부도, 균등도, 희귀성, 교란종이다. 또한 질적 평가지표는 고유생물자원, 간접 평가지표로서 산림구조를 각각 선정하였다.

1) 종다양도

종다양도 지수는 군집 내 종 다양성을 평가하기 위한 지수로서 풍부성과 균등도의 복합개념이다. 보편적으로 종다양도를 측정하기 위해 Shannon index,  $H'$  (Pielou 1966)를 이용한다.

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i$$

여기서  $R$ 은 전체 종 수 그리고  $p_i$ 는  $i$ 번째에 속하는 개체수의 비율( $n_i/N$ )을 나타낸다.

## 2) 종풍부도

종풍부도지수는 특정 지역의 서식 개체 수에 대비하여 종수가 얼마나 다양한지를 나타내는 지수이다. 종풍부도는 Margalef의 Richness Index,  $eH'$  (Margalef 1958)를 사용할 수 있다.

$$eH' = (S - 1) / \ln(N)$$

여기서  $S$ 는 전체 종 수 그리고  $N$ 은 총 개체 수를 나타낸다.

## 3) 균등도

균등도는 종다양도 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로 표현된다. Pielou(1975)의 evenness index,  $J'$ 를 사용하여 나타낼 수 있다.

$$J' = H' / H'_{max}$$

여기서  $H'_{max}$ 는 다양도의 최대치 그리고  $H'$ 은 실제 다양도를 나타낸다.

## 4) 희귀성

희귀성은 질적인 평가지표로 사용되기도 하지만 종이 서식하는 지역 수를 이용하여 지표화하기도 한다. 주로 Rarity-Weighted Richness Index,  $RWR$  (Usher 1996)를 사용하여 희귀성을 정량화하고 평가한다.

$$RWR = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{C_i}\right)$$

여기서  $C_i$ 는  $i$  종이 서식하는 지역 수이고  $n$ 은 이 지역에 서식하는 종의 수이다.

## 5) 교란종

교란종 지수는 우리나라 외래생물 총 종수에 대한 보호지역의 외래생물 종수를 지수화하여 표현할 수 있다(Oh et al. 2015).

$$\text{생태계 교란종 지수} = \frac{\text{외래생물 종수}}{\text{우리나라 외래생물 총 종수}}$$

## 6) 고유 생물자원

고유 생물자원은 고유종인 생물자원으로, 활용가치가 높거나 앞으로 활용가치가 있을 것으로 예상되는 것을 말한다. 앞선 지표들을 지수화하여 양적으로

평가할 수 있었던 반면, 고유 생물자원은 정량적 평가가 쉽지 않으며 해당 보호지역이 주요 생물자원을 갖고 있는지 또는 얼마나 중요한 가치를 지니는지를 평가할 수 있다(Park et al. 2008).

## 7) 산림구조

산림생태계의 생물다양성을 간접적으로 평가하기 위해서 산림구조를 조사할 수 있다. 산림구조는 임상, 수직적 구조, 수평적 구조로 나누어 객관화 및 지수화할 수 있다. 임상은 수관 점유 면적으로 침엽수림, 활엽수림, 침활혼효림으로 구분할 수 있는데, 상대적으로 혼효림에서 조류의 종다양성이 가장 높게 나타난다. 또한 활엽수림이 침엽수림보다 동물 및 곤충이 선호하는 구조이다. 따라서 임상에 따라 차등을 두어 생물다양성을 평가할 수 있다.

산림의 수직적 분포는 제일 수고가 큰 수목부터 교목, 아교목, 관목, 초본으로 구분이 되는데, 이러한 수직적 층이 다양할수록 다층구조라고 할 수 있고 이러한 산림에서 생물다양성이 높게 나타난다. 그리고 수평적 분포는 수관올폐도를 의미하는데, 올폐 면적에 따라 생물다양성이 달라지기 때문에 이를 통해 생물다양성을 간접적으로 평가할 수 있다(Ryu 2010; Jung et al. 2010).

## 2. 평가지표 적용

생물다양성 평가를 위해 「국립공원 자연자원 모니터링」 자료, 환경부 「전국 자연환경조사」 자료 등을 이용하여 국립공원 내의 동식물 서식 현황 및 산림구조를 조사하였다(KNP 2010; KNP 2014; NIE 2016a; NIE 2015). 개체수 조사가 가능한 조류의 서식현황 자료를 이용해 종다양도, 종풍부도, 균등도, 희귀성을 평가하였다(KNP 2010; KNP 2014). 지리산 조류 개체수 자료는 지리산의 5개 계곡 일대(화엄사 계곡, 피아골, 대성골, 칠선계곡, 뱀사골)에서 동계, 춘계, 하계, 추계에 관찰한 자료 중에서 최대관찰수를 개체수로 산정하여 자료로 이용하였다. 지리산의 조류는 총 61종 787개체로 파악되었다. 북한산 조류 개체수 자료는 북한산 8개 조사구에서 동계, 춘계, 하계, 추계에 관찰한 자료 중에서 최대관찰수를 개체수로 산

Table 2. Evaluation of biodiversity in Mt. Jiri and Mt. Bukhan national parks.

Place	Evaluation criteria	H'	eH'	J'	RWR	DI	IS	Forest structure		
								FP	VS	CD
Mt. Jiri national park		3.492	8.998	0.849	11.976	0.214	very abundant	deciduous forest	4 layers	85-100%
Mt. Bukhan national park		2.943	9.793	0.680	10.783	0.357	abundant	mixed forest	4 layers	70-90%

H': Shannon index; eH': Richness index; J': Evenness index; RWR: Rarity-weighted richness index; DI: Disturbance species index; IS: Indigenous species; FP: forest physiognomy; VS: vertical structure; CD: crown density

정하여 자료로 이용하였다. 북한산 조류는 총 76종 2119개체로 파악되었다. 환경부의 외래생물 연구에서 지정한 생태계교란 생물 중에는 조류에 해당하는 생물이 지정되어있지 않다(NIE 2016b). 따라서 자료를 통해 외래식물로 지정된 14종에 해당하는 식물종이 대상 지역에 분포하는지 확인하여 교란종 지수를 산출하였다. 고유생물자원은 고유종, 멸종위기종 및 희귀종의 서식 여부를 종합적으로 판단하여 평가하였다.

평가지표를 대상지역에 각각 적용하여 산출한 결과, 지리산 국립공원과 북한산 국립공원에서 종다양도는 3.492와 2.943, 종풍부도는 8.998과 9.793, 균등도는 0.849와 0.680, 희귀성지수는 11.976과 10.783, 교란종지수는 0.214와 0.357으로 나타났다(Table 2). 지리산 국립공원에서 북한산 국립공원보다 종다양도와 균등도, 희귀성이 높았다. 이는 북한산 국립공원이 서울과 경기 지역에 위치해 있어 도시형 조류에 해당하는 멧비둘기와 참새가 높은 개체수 비율을 나타내기 때문인 것으로 분석된다.

교란종 지수에서도 지리산에서는 환경부 지정 외래식물인 돼지풀(*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* (L.) Desc.), 애기수영(*Rumex acetocella* L.), 도깨비가자(*Solanum carolinense* L.) 등 3종이 발견되어 상대적으로 낮은 수치를 보인 반면, 북한산에서는 애기수영, 돼지풀, 단풍잎돼지풀(*Ambrosia trifida* L.), 서양등골나물(*Eupatorium rugosum* Houtt.), 미국쑥부쟁이(*Aster pilosus* Willd.)의 다섯 종이 조사되어 북한산 국립공원에서 높은 교란종 수치를 보였다(KNP 2010; KNP 2014). 북한산은 등산객의 출입이 많고 올폐도가 낮기 때문

에 임도 주변으로 외래수종이 도입되었을 것으로 추정된다. 또한 북한산의 조림수종 중 리기다소나무, 아까시나무 등은 환경부 지정 생태계 교란종에 포함되지 않는 수종으로 본 연구에서 고려되지 않았으나 외래수종 또는 귀화수종으로 분류되어 대체가 요구되고 있는 실정이다(Oh et al. 2008).

고유생물 자원은 양적으로 그 가치를 판단할 수는 없지만 「국립공원 자연자원 모니터링」에서 조사된 고유종과 멸종위기종을 참고하여 종합적으로 판단하였다. 지리산에서 고유종인 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*), 자가사리(*Liobagrus mediadiposalis*), 꺾지(*Coreoperca herzi*), 미유기(*Silurus microdorsalis*), 왕종개(*Iksookimia longiacorpa*)가 발견되었다(KNP 2010). 북한산에서는 참갈겨니(*Zacco koreanus*), 미유기, 꺾지, 얼룩동사리(*Odontobutis interrupta*), 한국산개구리(*Rana coreana*)와 저서형 무척추동물 6종 등 11종의 고유종이 발견되었다(KNP 2014). 또한 조류상 연구결과를 참고하면 지리산 국립공원에서 멸종위기 II급 조류인 말뚝가리, 까막딱다구리 2종이 관찰되었고 붉은배새매, 황조롱이, 소쩍새 및 까막딱다구리 4종의 천연기념물이 관찰되어 조류 서식지로서 높은 가치를 가지고 있음을 알 수 있다. 또한 멸종위기 I급 동물인 반달가슴곰과 수달이 서식한다고 알려져 있으며, 노고단에서 천왕봉에 이르는 구역에 희귀종인 구상나무가 분포하기 때문에 고유생물자원이 매우 풍부하다고 평가하였다(KNP 2011).

북한산 국립공원에는 멸종위기 I급 동물과 식물이 발견되지 않았으나, 원앙, 붉은배새매, 새매, 황조롱이, 소쩍새, 솔부엉이, 까막딱다구리 7종의 천연기념물과 붉은배새매, 새매, 새호리기, 까막딱다구리

4종의 멸종위기 II급 조류가 지속적으로 관찰되어 고유생물 자원이 풍부하다고 평가하였다(KNP 2014). 종다양도, 균등도, 희귀성, 생태계교란종, 고유생물 자원의 지표에서는 지리산 국립공원이 북한산 국립공원에 비해 생물다양성을 확보하고 있는 것으로 보이나, 종풍부도는 북한산 국립공원에서 더 높게 나타났다.

산림구조는 「전국 자연환경조사」를 참고하여 임상, 수직적 구조, 수평적 구조를 조사하였다. 임상은 군락의 종류를 판단하여 구분하였다. 지리산 국립공원과 북한산 국립공원 두 지역 모두 다양한 임상을 나타내었다. 지리산에서는 활엽수림 군락 9종류, 침엽수림 군락 1종류, 혼효림 군락 3종류<sup>1)</sup>가 주요하게 나타났다. 북한산은 활엽수림 군락이 1종류, 침엽수림 군락이 1종류, 혼효림 군락이 2종류<sup>2)</sup>로 나타났다. 또한 수직적 분포는 지리산의 낙엽활엽수림과 혼효림에서 대부분 교목층과 아교목층, 관목층, 초본층으로 구성되는 안정적인 4층 구조를 가지는 것으로 조사되었다. 침엽수림인 소나무 군락은 대부분 아교목층이 존재하나, 불안정한 구조이었다. 북한산의 주요 군락은 대부분 4층 구조를 나타내었다(NIE 2016a; NIE 2015).

수관율폐도의 경우 「전국 자연환경조사」의 식생보전등급판정표를 이용하여 교목층의 식피율을 조사하였다. 지리산에서는 천왕봉의 식생보전등급판정표를, 북한산에서는 서울·고양 식생보전등급판정표 중 북한산에 해당하는 지역을 참고하였다. 각각 지리산은 85~100%, 북한산은 70~90%의 수관율폐도를 보였다. 유효도가 50~80%를 유지 관리하는 것이 생물다양성 보호에 도움이 되기 때문에 북한산에서 동식물들에게 다양한 서식환경을 제공할 수 있는 것으로 나타났다(Ryu 2010). 이는 지리산보다 북한산에서 종 풍부도가 높은 것과 연관 지을 수 있다.

#### IV. 결론

우리나라는 경관이 우수하고 생물다양성이 풍부한 지역 등을 보전하기 위하여 보호지역을 지정하여 관리하고 있다. 보호지역의 지정은 각 부처별로 주관적

인 기준을 따르고 있어 객관적이고 정량적인 평가가 필요한 실정이다. 특히 보호지역의 목적이라고 할 수 있는 생물다양성 보전을 직접적으로 평가하기 위해서는 보호지역의 생물다양성을 객관적으로 평가하는 것이 의미가 있다. 연구범위를 산림생태계 보호지역으로 제한하여 이에 특성화된 지표를 선정하고 적용하고자 하였다.

본 연구에서는 산림생태계 보호지역의 생물다양성을 평가할 수 있는 지표를 제시하였다. 문헌 분석을 통하여 종다양도, 종풍부도, 균등도, 희귀성, 생태계교란종, 고유 생물자원, 산림구조의 7가지 지표를 선정하였다. 종다양도, 종풍부도, 균등도, 희귀성, 생태계 교란종은 각각 지수를 사용하여 정량적으로 평가가 가능하며, 질적 지표로 고유 생물자원이 있다. 또한 산림의 임상, 수직적 구조, 수관율폐도로 구성되는 산림구조를 간접지표로 사용하였다. 선정한 7개의 지표가 산림 보호지역을 대표하는 지리산 국립공원과 북한산 국립공원의 생물다양성 비교에 적용이 가능한 것으로 판단되었다.

본 연구에서 선정한 지표는 정량적인 숫자로 표현되기는 하나, 산림 생태계의 생물다양성의 높고 낮음을 판단하기보다 지역 간의 생물다양성을 상대적으로 비교하는 데 의미가 있다. 금후 지표의 적용 대상 지역을 전국적으로 확대하여 다수의 지역 간의 생물다양성을 비교하면 보다 의미 있는 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다. 향후 선정된 지표들을 국내 및 해외 보호지역들을 지표화하면 우리나라 산림 생태계의 평균적인 생물다양성 수준의 파악이 가능해지고 나아가 이를 기준으로 하여 각 평가항목의 높고 낮은 정량적 평가 기준을 마련할 수 있을 것이다. 또

1) 지리산 국립공원이 포함된 전남-01 소권역 일대에서 조사된 자연식생 식물군락은 신갈나무군락, 굴참나무군락, 굴참나무-졸참나무군락, 상수리나무군락, 졸참나무군락, 졸참나무-굴참나무군락, 졸참나무-상수리나무군락, 졸참나무-서어나무군락, 히어리군락 및 소나무군락, 소나무-굴참나무군락, 소나무-졸참나무군락, 굴참나무-소나무군락 등으로 분류되었다.

2) 북한산 국립공원이 포함된 북한산 평가단위에서 조사된 자연식생 식물군락은 신갈나무군락, 신갈나무-소나무군락, 소나무군락, 소나무-신갈나무군락 등으로 분류되었다.

한 이를 통하여 보호지역 별 생물다양성의 보전·확보 전략 수립이 가능해질 것이다.

## 사 사

본 논문은 정부(환경부)의 재원으로 국립생물자원관의 지원을 받아 수행하였습니다(NIBR201722201). 「생물다양성 및 경제학 관련 전문가 양성(4차년도)」, 강해인, “보호지역의 생물다양성 평가지표 선정 및 적용 연구”, 국립생물자원관, 2017.12

## References

- Bazzaz FA. 1979. The physiological ecology of plant succession. *Animal reservation ecological system*. 10: 351-371.
- Han BH, Kim JH, Hong SH. 2003. The Monitoring and Ecological Restoration Concept of Ecosystem Conservation Area in Dunchon. *KJEE*. 17(3): 242-257. [Korean Literature]
- Heo HY, Park SY, Jung YS, Cho DG, Shim YJ, Ryu YJ. 2016. A Study on the Expansion Plan for the Protected Areas by Discovering Protected Area Candidates. *Proc. Korean Soc. Environ. Ecol. Con.* 26(2): 52-53. [Korean Literature]
- Hong SH, Kim JS. 2013. Relationship between Bird Appearance and Urban Forest Vegetation. *Proc. Korean Soc. Environ. Ecol. Con.* 23(1): 66-67. [Korean Literature]
- Jung DJ, Kang KH, Heo J, Kim CJ, Kim SH, Lee JB. 2010. Mapping for Biodiversity Using National Forest Inventory Data and GIS. *J. Environ. Impact Assess.* 19(6): 573-581. [Korean Literature]
- Jung DJ, Kang KH, Heo J, Sohn MS, Kim HS. 2011. Valuation of Biodiversity and Ecosystem Services Using National Forest Inventory Data. *J. Environ. Impact Assess.* 20(5): 615-625. [Korean Literature]
- Ki GJ, Choi SW. 2004. Butterfly Population Dynamics at Mt. Yudal, Mokpo, Korea. *Korea J. Environ. Biol.* 22(1): 35-42. [Korean Literature]
- Kim JW, Jung YK. 1995. Ecological Division of Habitats by Analysis of Vegetation Structure and Soil Environment-A case Study on the Vegetation in the Kimpo Landfills and Its Periphery Region-. *Korean J. Ecol.* 18(3): 307-321. [Korean Literature]
- Kim CH, Myung H, Shin BC. 1999. Species Diversity of Forest Vegetation in Mt. Jangan, Chollabuk-do. *Kor. J. Env. Eco.* 13(3): 271-289. [Korean Literature]
- Kim SH, Oh CH. 2016. Management Plan of The Heonilleung Ecological Scenery conservation Area. *Proc. Korean Soc. Environ. Ecol. Con.* 26(2): 49-50. [Korean Literature]
- Kim JS, Lee SD, Kim H, Cho BG. 2017. Correlation between Environmental factors and Butterfly Communities in major mountains of Honam-jeongmaek and Keumnamhonam-jeongmaek. *Proc. Korean Soc. Environ. Ecol. Con.* 27(2): 28-29. [Korean Literature]
- Kimes DS, Ranson KJ, Sun G, Blair JB. 2006. Predicting lidar measured forest vertical structure from multi-angle spectral data. *Remote sensing of environment*. 100: 503-511.
- Koo MH, Lee DK. 2012. A Study on the National and International Research Trend of Biodiversity Assessment method and Its Application of Environmental Impact Assessment. *J. Environ. Impact Assess.* 21(1) : 119-132. [Korean Literature]

- Korea National Park. 2010. Mt. Jiri national park Resource Monitoring. Gyeongnam, Republic of Korea. [Korean Literature]
- Korea National Park. 2011. Mt. Jiri national park natural resource survey. Gyeongnam, Republic of Korea. [Korean Literature]
- Korea National Park. 2014. Mt. Bukhan national park Resource Monitoring. Seoul, Republic of Korea. [Korean Literature]
- Kown HS. 2011. Integrated Evaluation Model of Biodiversity for Conservation Planning: Focused on Mt. Jiri, Mt. Deokyu and Mt. Gaya regions. Ph.D. dissertation, Seoul National University, Seoul. [Korean Literature]
- Lee JB. 2008. A Study on Floristic Biodiversity and Ecological Data Acquisition Methods Using Remote Sensing. M.S. dissertation, Yonsei University, Seoul. [Korean Literature]
- Lee CM, Kwon TS. 2012. Characterization of the Butterfly Community of a Fragmented Urban Forest, Hongneung Forest. Korean J. Appl. Entomol. 51(4): 317-323. [Korean Literature]
- Margalef DR. 1958. Information theory in ecology. International Journal of General Systems. 3: 36-71.
- Myeong HH, Oh JG, Won HJ, Shin YS. 2016. A Study on the Advancement Planning and Ecosystem Health Assessment in National Park. Proc. Korean Soc. Environ. Ecol. Con. 26(1): 57-58. [Korean Literature]
- National Institute of Ecology. 2015. 4th National natural environment survey: Seoul and Pocheon: Vegetation. Seochon, Republic of Korea. [Korean Literature]
- National Institute of Ecology. 2016a. 4th National natural environment survey: Jeonnam 01: Vegetation. Seochon, Republic of Korea. [Korean Literature]
- National Institute of Ecology. 2016b. Alien species. Sejong, Republic of Korea. [Korean Literature]
- Odum EP. 1969. The strategy of ecosystem development. Science. 164: 262-270.
- Oh KK, Kim DG, Kim CE. 2008. Distribution of Actual Vegetation and Management of Bukhansan National Park. Kor. J. Env. Eco. 22(2): 83-97. [Korean Literature]
- Oh JG, Won HJ, Myeong HH, Kim JW. 2015. Natural Ecosystem Health Assessment of Korea National Parks resource management plan. Proc. Korean Soc. Environ. Ecol. con. 25(2): 103-104. [Korean Literature]
- Oh JG, Won HJ, Myeong HH. 2016. A Study on the Method of Ecosystem Health Assessment in National Parks. KJEE. 49(2): 147-152. [Korean Literature]
- Park YH, Lee HW, Kim KG, Lee GG, Choi JY, Heo SJ, Seo GW. 2008. Development of Designation Criteria for Ecological Protected Areas and its Application Methodology. J. Environ. Impact Assess. 17(3): 177-188. [Korean Literature]
- Park EH, Oh CH. 2014. A Study on Surveying and Improving Management of Jingwandong Ecological and Scenery Conservation Area in Seoul. Proc. Korean Soc. Environ. Ecol. Con. 24(1): 83-84. [Korean Literature]
- Pielou EC. 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. The American Naturalist. 100(914): 463-365.
- Pielou EC. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons Inc. pp. 165.
- Ryu JE. 2010. Diversity Assessment of Forest structure to improve Biodiversity. M.S. dissertation, Seoul National University, Seoul. [Korean Literature]

- Shim JH, Chung KH. 1997. Studies on the Herpetofauna for the Biodiversity Conservation of Population Community Analysis and Species Diversity in the Gyeongbansan Area Kangwondo. Kor. J. Env. Eco. 11(1): 84-99. [Korean Literature]
- Shin HT. 2000. Study on Assessment of Ecosystem Conservation Area Based on Priority. Ph.D. dissertation, Yeungnam University, Gyeongsan. [Korean Literature]
- Shin HT, Kim YS. 2001. Review for Evaluation criteria for the Establishment of Conservation Areas in Korea. Kor. J. Env. Eco. 15(3): 247-256. [Korean Literature]
- Sim WD, Park JW, Lee JS. 2014. Evaluation of Biodiversity Based on Changes of Spatial Scale -A Case Study of Baekdudaegan Area in Kangwondo-. J. For. Sci. 30(1): 91-100. [Korean Literature]
- Sung HC, Hwang SY, Chae MO, Park ES. 2010. Basic Study on Criteria for Setting Natural Conservation Area. J. Korean Env. Res. Tech. 13(6): 1-12. [Korean Literature]
- Sung JW. 2017. Assessment of Protected Areas in Korea Applied by the Key Biodiversity Areas(KBAs). Ph.D. dissertation, Yeungnam University, Gyeongsan. [Korean Literature]
- Usher MB. 1996. Wildlife conservation evaluation: Attributes criteria and values. Chapman & Hall. pp. 3-44.
- Yoo SH, Lee KS, Park CH. 2012. Landscape Ecological Evaluation for Avian Fauna Habitats at the Forest Swamp Minefields of Civilian Control Zone(CCZ) Close to the Demilitarized Zone(DMZ) of Korea. Kor. J. Env. Eco. 26(2): 247-256. [Korean Literature]
- You JH, Jung SG, Oh JH. 2005. Construction of System on Assessment Indicators for Conservation of Sustainable Natural Ecosystem. Kor. J. Env. Eco. 19(3): 287-298. [Korean Literature]