

ORIGINAL ARTICLE

# 우리나라 보호지역에 분포하는 멸종위기종(관속식물)의 서식지 분포 특성

한상학 · 신만석 · 강성룡\*

국립생태원 기후탄소연구팀

## Habitat Distribution Characteristics of Threatened Vascular Plant Species within Protected Area in South Korea

Sang-Hak Han, Man-Seok Shin, Sung-Ryong Kang\*

Climate Change and Carbon Research Team, National Institute of Ecology, Seocheon-gun 33657, Korea

### Abstract

The aim of this study was to investigate the relationship between the habitats of endangered species and protected areas, and to provide strategic implications for their conservation. Using distribution data of vascular plants provided by the National Institute of Ecology, the habitats of 85 endangered species were analyzed. Area of occupancy (AOO), overlapping area within protected areas (OA), and percentage of overlap (OP) were calculated for each species. In addition, habitat characteristics such as elevation, island regions, and land cover types were analyzed. The results showed that the average percentage of endangered species' habitat included in protected areas was 35.29%, with species having higher overlap ratios mainly distributed in high-altitude areas above 1,000 meters. Correlation analysis between elevation and overlap ratio showed a statistically significant positive relationship ( $R^2 = 0.639$ ,  $p < 0.001$ ). In contrast, species distributed in low elevation areas had lower overlap ratios, indicating that these habitats have been relatively neglected in the establishment and management of protected areas. These results underscore the importance of protected areas for the conservation of threatened species and highlight the urgent need for additional measures to protect low-altitude habitats. This study provides fundamental data for the development of conservation strategies for endangered species and emphasizes the need for future research to consider habitat change and the impact of human activities for more effective conservation planning.

**Key words :** Area of occupancy (AOO), Endangered species, Species habitat, Protected area

### 1. 서론

생물다양성 위기는 광범위하게 인식되고 있다 (Lewis and Maslin, 2015; Maxwell et al., 2016; IPBES, 2019). IUCN 적색목록에 따르면 42,100종(평

가된 종의 28%)이 멸종위기에 처해 있으며(IUCN, 2022), 총 100만 종까지 위협에 처할 것으로 예측되고 있다(IPBES, 2019). 국내에서는 환경부가 지정한 멸종 위기종 수가 1989년 92종에서 2019년 267종으로, 30년 동안 약 3배 증가하였다(NIE, 2023).

Received 3 December, 2024; Revised 17 January, 2025;

Accepted 22 January, 2025

\*Corresponding author : Sung-Ryong Kang, Climate Change and Carbon Research Team, National Institute of Ecology, Seocheon-gun 33657, Korea

Phone : +82-41-950-5491

E-mail : srkang@nie.re.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.

보호지역은 생물다양성을 보전하고 특히 멸종위기종의 개체군을 보호하기 위한 전 세계적인 노력에서 중요한 역할을 한다(Brooks et al., 2004; Possingham et al., 2006; Gaston et al., 2008). 또한 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크(Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework)는 생물다양성 손실을 방지하고 역전시키기 위하여 육지와 바다의 보호구역을 30%로 확대하기로 합의하였다(CDB, 2022). 하지만 지난 오랜기간 동안 보호지역이 확장되었음에도 불구하고 생물다양성은 계속 감소하고 있다(Spiliopoulou et al., 2023). 또한 보호지역이나 기타 효과적인 지역 기반 보전수단(OECM, Other effective conservation measures; IUCN, 2019)은 생물다양성을 보전하고 멸종을 예방할 수 있는 능력을 극대화하는 곳에 설정하는 것이 매우 중요하다. 그러나 보호지역 시스템의 주요 목표 중 하나인 보호지역이 멸종위기종 보전을 얼마나 충족하는지에 대한 연구는 부족하다. 전 세계 수준에서 보호지역과 멸종위기종의 지리적 분포간의 공간적 중첩이 평가된 바 있으나(Brooks et al., 2004; Rodrigues et al., 2004), 글로벌 평가 결과는 국가 정책을 수립하는데는 너무 추상적이다(Smith et al., 2009). 국가적 수준에서 보호지역 네트워크가 멸종위기종을 얼마나 잘 보호하는지를 평가한 연구는 거의 없으며, 특히 국외의 연구들은 주로 작은 섬이나 특정 분류군에 집중되어 있다(Gaston et al., 2008; Tognelli et al., 2008; Wiersma and Nudds, 2009). 국내에서는 멸종위기종의 잠재 서식지를 예측하고 이를 기반으로 생태적 대표성을 고려한 보호지역의 질적 향상 방안(Hong et al., 2018; Park et al., 2020)과 보호지역 내 서식지 적합 지역 면적 산출(Choe et al., 2020) 등의 연구가 주로 이루어졌다. 그러나 이러한 연구들은 보호지역의 질적 개선과 면적 확대에 초점을 맞추고 있어, 멸종위기종의 서식지 현황과 보호지역 간의 연관성을 체계적으로 분석한 기초자료는 여전히 부족한 실정이다.

멸종위기종의 서식지 특성과 보호지역의 관계를 정량적으로 분석하는 연구는 효과적인 보전 전략 수립에 필수적인 근거를 제공할 수 있으나, 국내에서는 이에 대한 체계적 접근이 미흡한 상황이다. 따라서 본 연구는 멸종위기종 서식지의 기초 현황과 보호지역 간의 관계를 분석하고, 서식지 특성과 보호지역 간의 연관성을 구명함으로써 멸종위기종 보전 전략의 실효성을 높이는 데 기여하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 멸종위기종 데이터

국립생태원 멸종위기 야생생물 데이터베이스 중 관속식물 분포 자료를 활용하여 위치 정보가 정확한 관속식물 발생 위치를 추출하여 85종 총 5,715개의 멸종위기 관속식물의 발생 위치를 기초자료로 활용하였다.

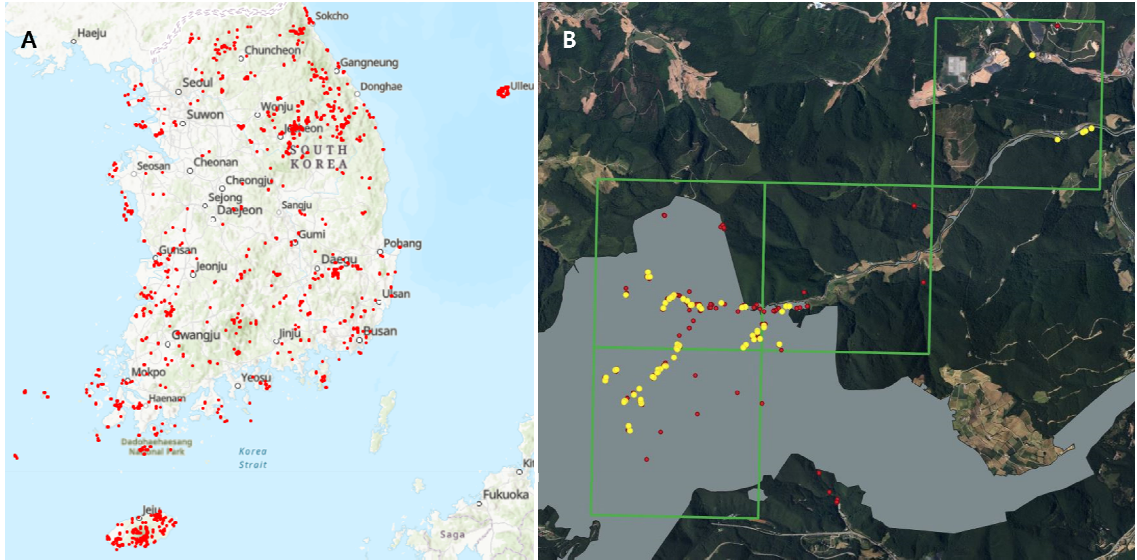
### 2.2. 서식지 유형

멸종위기종의 효과적인 보전 및 관리 전략을 수립하기 위하여 멸종위기종의 서식지 유형의 구분이 필요하다(Yoon et al., 2022). 멸종위기종의 서식지 유형을 파악하기 위하여 멸종위기종의 발생 위치 정보를 기반으로 해발고, 도서지역, 토지피복도 유형을 추출하였다. 해발고는 해상도 30 m DEM (Digital elevation model), 도서지역은 국토지리정보원 국토정보플랫폼에서 제공하는 행정지도를 바탕으로 내륙지역과 도서지역을 구분하였고, 토지피복도는 환경부에서 제공하는 토지피복도 2023년 세분류 자료를 활용하였다.

### 2.3. 멸종위기종-보호지역

관속식물 멸종위기종의 종별 발생 위치를 바탕으로 종별 서식지 영역을 추출하기 위하여 IUCN Red list of threatened species에서 표준화된 방법으로 종의 적합한 서식지 영역을 산출하는 점유면적(Area of occupancy, AOO)을 사용하여 멸종위기종 서식지 면적을 산출하였다(IUCN, 2012). AOO는 종의 발생 위치를 바탕으로 생육범위 내 2 km 격자를 사용하여 종이 점유하고 있는 적합한 서식지 면적을 계산한다. AOO는 각 멸종위기종별 서식지 영역을 산출하며, 멸종위기종 전체의 서식지 영역을 산출하기 위하여 각 종별 중첩되는 서식지 면적은 하나의 영역으로 만들어 멸종위기종의 서식지 영역을 산출하였다.

보호지역 내 멸종위기종의 서식지 분포를 산출하기 위하여 각 멸종위기종 및 모든 멸종위기종의 서식지 분포와 보호지역 분포를 중첩하여 멸종위기종의 보호지역 격차(Gap) 분석을 하였다. AOO 산출은 'redlistr' (Lee et al., 2019) 패키지를 R version 4.3.0을 이용하여 분석하였고, 보호지역 지도는 KDPA (www.kdpa.kr)에서 제공하는 2023년 보호지역 분포 지도를 사용하였다. 보호지역 내 멸종위기종 분포 영역 산출은 ArcGIS Pro 3.2.0을 이용하여 분석하였다.



**Fig. 1.** Distribution map of endangered species. A: Map showing occurrence locations of endangered species (red dots). B: Occurrence locations of endangered species (Ex, *Eleutherococcus senticosus*, yellow dots) with area of occupancy (green line grid) and protected areas (gray areas).

### 3. 결과 및 고찰

도서지역에는 507개 발생지점에서 멸종위기 1급 종이 11종, 1,294개 발생 지점에서 2급 종이 42종이 관측되었다. 내륙지역에서는 199개 발생 지점에서 1급 종이 4종, 3,719개 발생 지점에서 2급 종이 52종이 확인되었다. 특히 내륙지역에서는 2급 멸종위기종의 종수와 발생 지점 수가 도서지역 보다 월등히 많아 상대적으로 넓은 지역에 분포하는 것으로 보인다. 반면, 도서지역에서는 1급과 2급 멸종위기종 모두 다양한 종이 다수의 발생 지점에서 서식하고 있는 것으로 나타났다 (Table 1).

멸종위기종은 주로 0~300 m 저지대에 집중 분포하고 있으며, 이 구간에서 1급과 2급 종의 발생 수가 가장 높게 나타났다. 300 m 이상의 고도에서는 멸종위기종의 발생 수가 급격히 감소하는 경향을 보인다. 저지대 물가, 산지, 해안가에 주로 서식하는 가시연, 갯봄맞이꽃, 끈끈이귀개, 매화마름 등이 발생 빈도가 높게 나타났다 (Fig. 2).

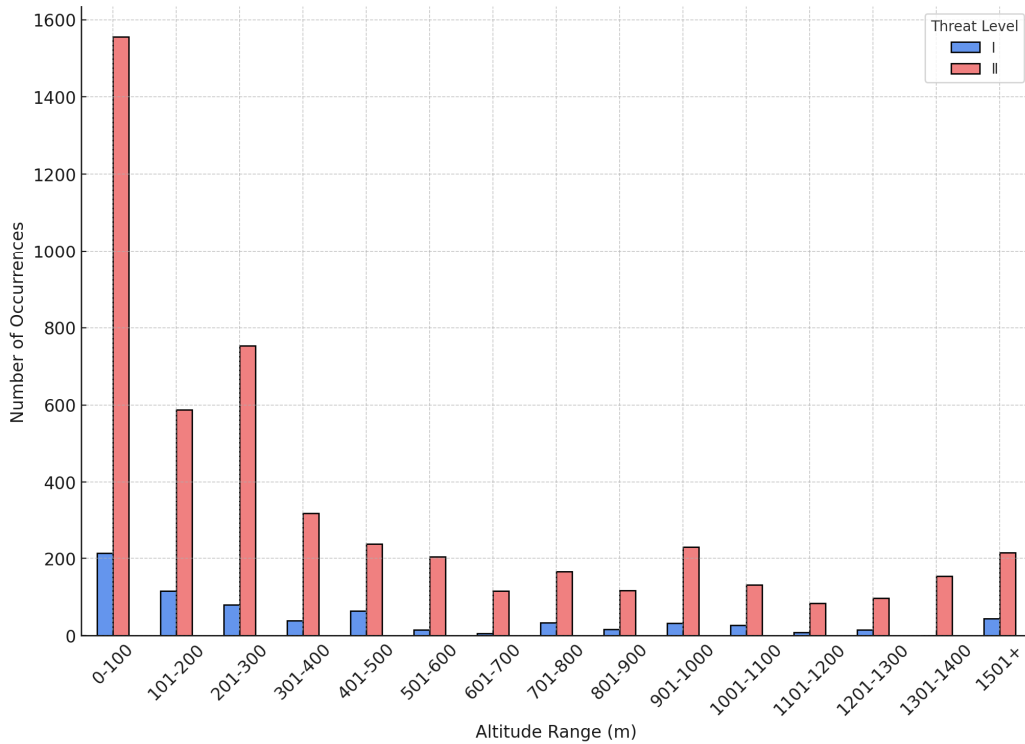
멸종위기종의 서식지에 대한 토지피복 유형을 분석한 결과, 총 5개의 주요 유형이 확인되었다. 활엽수림 1,986개(34.7%), 침엽수림 946개(16.5%), 기타초지

607개(10.6%), 혼효림 444개(7.8%), 도로 338개(5.9%) 순으로 발생 빈도가 나타났다. 이와 같이 활엽수림이 멸종위기종의 주요 서식지로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 이어 침엽수림, 기타초지, 혼효림, 도로의 순으로 나타났다. 활엽수림이 가장 높은 비율을 차지하는 것은 멸종위기종이 다양한 식생 구조와 높은 생물 다양성을 제공하는 환경을 선호하기 때문일 것으로 사료된다 (Table 2).

멸종위기종의 보호지역 IUCN 카테고리별 발생 빈도를 분석한 결과, 보호지역으로 지정되지 않은 곳에서 가장 많은 종과 빈도가 관측되었으며, 보호지역 중에서는 IUCN 카테고리 IV(서식지/종 관리지역)와 VI(자원 관리 보호지역)에서 가장 많은 종과 빈도가 관측되었다. 이러한 이유는 보호지역 관리 목표 차이에 있을 것으로 판단된다. IUCN 카테고리 IV(서식지/종 관리지역)는 특정 종이나 서식지를 보호하기 위해 관리되는 지역이다. 이러한 지역은 종의 서식지 요구를 충족하기 위해 특정 관리 활동이 수행되며, 주로 멸종위기종의 서식지를 유지하거나 보호하기 위해 설계 되었기 때문에 멸종위기종의 분포가 높을 가능성이 클 것으로 사료된다. 또한 IUCN 카테고리 VI(자원 관리 보호지역)는 천연자원의 지속가능한 이용과 생물다양성의 보전을 목표로

**Table 1.** Distribution of threatened species (TS) counts by conservation status in island and mainland regions

| Location Type | Number of occurrence (Species) |            |
|---------------|--------------------------------|------------|
|               | TS Class 1                     | TS Class 2 |
| Island        | 507(11)                        | 1,294(42)  |
| Mainland      | 199(4)                         | 3,719(52)  |

**Fig. 2.** Species distribution by custom altitude range and threat level.

하는 보호지역이다(Kim et al., 2017). 이러한 보호지역은 생물다양성을 유지하면서 인간 활동과 공존을 가능하게 하여, 다양한 서식지와 이를 필요로 하는 여러 종이 분포하는 것으로 판단된다(Table 3).

멸종위기종의 보호지역 유형별 분포를 분석한 결과, 주요 분포하는 보호지역 유형은 자연환경보전지역 64종(1,452개), 산림유전자원보호구역 12종(164개), 국립공원 13종(135개), 수원함양보호구역 14종(113개)으로 멸종위기종의 발생 빈도가 높게 나타났다. 이러한 이유는 서식지의 높은 생태적 가치, 엄격한 보호 및 관리, 다양한 서식지 제공, 인간의 간섭이 적은 환경 등을 제공하기 때문으로 사료된다. 이러한 지역들은 멸종위

기종의 생존에 중요한 역할을 하며, 안정적이고 다양한 서식 환경을 유지함으로써 멸종위종의 발생 빈도를 높이는 데 기여한다고 판단된다(Table 4).

멸종위기종의 서식지 면적이 보호지역에 얼마나 분포하는지를 파악하기 위하여 각 종의 서식지 면적(AOO), 해당 서식지 면적 중 보호지역과 중첩되는 면적(OA), 그리고 전체 서식지 면적 대비 보호지역 중첩 비율(OP)을 산출하였다. 멸종위기종의 서식지 면적 대비 보호지역에 포함된 평균 비율은 35.29%로 나타났다. 이 결과는 전체적으로 멸종위기종의 서식지 중 약 3분의 1이 보호지역 내에 포함되어 있음을 의미한다. 보호지역 내 멸종위기종의 분포는 해당 보호지역이 멸종

**Table 2.** Number of threatened species occurrences by habitat type

| Level 1           | Level 3                | Number of occurrence | Percentage of occurrences |
|-------------------|------------------------|----------------------|---------------------------|
| Used area         | Road                   | 338                  | 5.91                      |
|                   | Leveled rice field     | 77                   | 1.35                      |
|                   | Leveled crop field     | 20                   | 0.35                      |
| Agricultural land | Non-leveled rice field | 86                   | 1.50                      |
|                   | Non-leveled crop field | 160                  | 2.80                      |
|                   | Orchard                | 34                   | 0.59                      |
|                   | Coniferous forest      | 946                  | 16.54                     |
| Forest            | Mixed forest           | 444                  | 7.76                      |
|                   | Broadleaf forest       | 1,986                | 34.73                     |
|                   | Other grassland        | 607                  | 10.61                     |
| Grass             | Cemetery               | 32                   | 0.56                      |
|                   | Natural grassland      | 107                  | 1.87                      |
| Wetland           | Mudflat                | 5                    | 0.09                      |
|                   | Inland wetland         | 221                  | 3.86                      |
|                   | Riverbank              | 26                   | 0.45                      |
| Barren            | Other barren land      | 168                  | 2.94                      |
|                   | Rocky cliffs           | 248                  | 4.34                      |
| Water             | River                  | 74                   | 1.29                      |
|                   | Lake                   | 140                  | 2.45                      |

**Table 3.** Species distribution by IUCN protected area categories

| IUCN Category | Number of species | Number of occurrence | Percentage of occurrences |
|---------------|-------------------|----------------------|---------------------------|
| I a           | 17                | 85                   | 1.5                       |
| II            | 7                 | 70                   | 1.2                       |
| IV            | 40                | 632                  | 11.1                      |
| V             | 17                | 164                  | 2.9                       |
| VI            | 68                | 1,526                | 26.7                      |
| None          | 73                | 3,242                | 56.7                      |

위기종의 서식지를 제공하고 있음을 의미하며, 이는 보호지역이 생물다양성 보전에 중요한 역할을 한다는 것을 시사하며, 보호지역 관리의 효과성을 평가하는 중요한 지표로 작용한다(Chape et al., 2005; Naughton-Treves et al., 2005). 보호지역 포함 비율이 80% 이상인 종은 노랑만병초, 두잎약난초, 손바닥난초, 암매, 한라솜다리, 홍월굴, 한라송이풀, 진노랑상사화, 기생꽃, 날개하늘나리, 한라옥잠난초, 구름병아리난초, 제비동자꽃, 정향풀로 총 14종이 서식지의 대부분이 보호지역에 포함되어 있어 보전 수준이 높은 것으로 판단되었다. 이 종들의 서식지는 주로 1,000 m 이상의 고지대에 위

치하며, 이러한 고지대는 인간의 접근이 상대적으로 제한적이고 보호지역으로 지정될 가능성이 높아 서식지가 잘 보전된 것으로 나타났다(Table 5와 Fig. 3).

해발고도와 보호지역 중첩 비율의 상관관계를 분석한 결과,  $R^2 = 0.639$ ,  $p < 0.001$ 로 나타나 두 변수 간에는 통계적으로 유의미한 양의 상관관계가 확인되었다. 이는 평균 해발고도가 높은 종일수록 서식지가 보호지역에 포함될 가능성이 크다는 것을 시사한다. 실제로 해발고도 1,000 m 이상의 고지대에 서식하는 종들의 보호지역 포함 비율이 상대적으로 높은 것은 이러한 경향을 뒷받침한다(Fig. 3).

**Table 4.** Distribution of threatened species by protected area types

| PA type in Korea                               | Number of species | Number of occurrence | Percentage of occurrences |
|--|-------------------|----------------------|---------------------------|
| Landscape reserve                              | 1                 | 2                    | 0.03                      |
| National parks                                 | 13                | 135                  | 2.36                      |
| County park                                    | 1                 | 33                   | 0.58                      |
| Provincial park                                | 4                 | 21                   | 0.37                      |
| Urban natural park areas                       | 1                 | 3                    | 0.05                      |
| Scenic site                                    | 9                 | 45                   | 0.79                      |
| Baekdudaegan mountatins reserve                | 8                 | 98                   | 1.71                      |
| Forest genetic resources reserve               | 12                | 164                  | 2.87                      |
| Water source protection area                   | 2                 | 9                    | 0.16                      |
| Ecosystem and landscape conservation areas     | 4                 | 27                   | 0.47                      |
| Riparian buffer zone                           | 5                 | 40                   | 0.70                      |
| Fishery resource conservation area             | 1                 | 2                    | 0.03                      |
| Catchment reserve protection area              | 14                | 113                  | 1.98                      |
| Wetland protected area                         | 7                 | 67                   | 1.17                      |
| Wetland protected area - Tidal flat            | 2                 | 3                    | 0.05                      |
| City ecosystem and landscape conservation area | 1                 | 1                    | 0.02                      |
| City wetland protected area                    | 1                 | 1                    | 0.02                      |
| Wildlife protection district                   | 10                | 88                   | 1.54                      |
| Natural environment conservation areas         | 64                | 1,452                | 25.39                     |
| Disaster prevention reserve                    | 2                 | 7                    | 0.12                      |
| Natural monument                               | 12                | 58                   | 1.01                      |
| Nature reserve                                 | 12                | 56                   | 0.98                      |
| Special measure areas                          | 3                 | 23                   | 0.40                      |
| Environment conservation marine area           | 6                 | 29                   | 0.51                      |
| None   | 73                | 3,242                | 56.69                     |

반면 보호지역 포함 비율이 20% 미만인 종은 섬시호, 풍란, 신안새우난초, 제주고사리삼, 산분꽃나무, 섬개야광나무, 큰바늘꽃, 끈끈이귀개, 무주나무, 개가시나무, 나도풍란, 가는동자꽃 등 총 34종은 서식지의 대부분이 보호지역에 포함되지 않아 낮은 보전 수준을 보이고 있다. 이러한 종들의 서식지는 주로 해발 약 300 m 이하의 저지대에 위치하고 있어 낮은 보전 수준을 보였다. Shim et al.(2020)은 나도풍란의 평균 해발고는 143.6 m에 분포하며, 무분별한 채취와 서식지 파괴로 인하여 자연 상태에서 절멸된 것으로 간주하였다(Lee and Choi, 2006). 국외의 사례에서도 비슷한 경향이 관찰되었다. 보르네오 열대우림의 저지대 보호림은 1985년부터 2001년 사이 56% 이상이 감소했으며, 이는 농경지 확대 및 불법 벌목 등 인간 활동의 영향을 크

게 받은 결과로 보고되었다(Curran et al., 2004).

특히 해발고도가 낮은 종들의 보호지역 포함 비율이 낮은 점은, 저지대 서식지가 보호지역 설정에서 상대적으로 소외되고 있음을 보여준다. 따라서 저지대에 서식하는 멸종위기종을 보호하기 위해, 이들의 서식지를 보호지역에 포함하는 추가적인 조치와 함께, 인간 활동의 영향을 줄이는 보전 전략이 병행되어야 한다.

이 결과는 멸종위기종의 보전을 위해 보호지역 설정의 중요성을 강조하며, 특히 보호지역 내 중첩 비율이 낮은 종에 대해 보다 적극적인 보전 전략이 필요하다는 점을 시사한다. 보호지역 설정 및 관리의 개선을 통해 멸종위기종의 서식지를 효과적으로 보호하는 방안을 모색해야 할 필요성이 있을 것으로 판단된다.

**Table 5.** Protected area coverage within habitat area for threatened species. This table shows the extent to which protected areas overlap with the habitat area of threatened species. The abbreviations are as follows: AE is the average elevation (m) of the habitat area, AOO represents the area of occupancy count within the habitat. HA indicates the total habitat area (km<sup>2</sup>), and OA represents the overlap area between habitat and protected area (km<sup>2</sup>). While OP is the overlap percentage, showing the proportion of area covered by protected areas as a percentage

| Species  | AE    | AOO | HA  | OA    |
|--|-------|-----|-----|-------|
| <i>Rhododendron aureum</i> (노랑만병초)                             | 1,615 | 1   | 4   | 4     |
| <i>Cremastra unguiculata</i> (두잎약난초)                           | 757   | 1   | 4   | 4     |
| <i>Gymnadenia conopsea</i> (손바닥난초)                             | 1,611 | 2   | 8   | 8     |
| <i>Diapensia lapponica</i> var. <i>obovata</i> (암매)            | 1,813 | 1   | 4   | 4     |
| <i>Leontopodium coreanum</i> var. <i>hallaisanense</i> (한라솜다리) | 1,873 | 1   | 4   | 4     |
| <i>Arctous rubra</i> (홍월귤)                                     | 1,442 | 2   | 8   | 8     |
| <i>Pedicularis hallaisanensis</i> (한라송이풀)                      | 1,447 | 5   | 20  | 19.76 |
| <i>Lycoris chinensis</i> var. <i>sinuolata</i> (진노랑상사화)        | 145   | 5   | 20  | 18.13 |
| <i>Trientalis europaea</i> subsp. <i>arctica</i> (기생꽃)         | 1,360 | 16  | 64  | 57.59 |
| <i>Lilium dauricum</i> (날개하늘나리)                                | 1,372 | 8   | 32  | 28.36 |
| <i>Liparis auriculata</i> (한라옥잠난초)                             | 1,085 | 1   | 4   | 3.52  |
| <i>Neottianthe cucullata</i> (구름병아리난초)                         | 1,099 | 7   | 28  | 22.82 |
| <i>Lychnis wilfordii</i> (제비동자꽃)                               | 858   | 1   | 4   | 3.25  |
| <i>Amsonia elliptica</i> (정향풀)                                 | 85    | 1   | 4   | 3.24  |
| <i>Cypripedium guttatum</i> (털복주머니란)                           | 1,210 | 2   | 8   | 6.17  |
| <i>Halenia coreana</i> (참땃꽃)                                   | 1,344 | 5   | 20  | 14.32 |
| <i>Kuhlhasseltia nakaiana</i> (백운란)                            | 748   | 13  | 52  | 35.04 |
| <i>Iris koreana</i> (노랑붓꽃)                                     | 148   | 18  | 72  | 48.31 |
| <i>Kirengeshoma koreana</i> (나도송마)                             | 608   | 8   | 32  | 18.76 |
| <i>Eleutherococcus senticosus</i> (가시오갈피나무)                    | 970   | 31  | 124 | 72.48 |
| <i>Cyrtosia septentrionalis</i> (으름난초)                         | 512   | 18  | 72  | 41.9  |
| <i>Aconitum austrokoreense</i> (세뿔투구꽃)                         | 445   | 29  | 116 | 67.33 |
| <i>Cypripedium macranthos</i> (복주머니란)                          | 1,036 | 37  | 148 | 77.36 |
| <i>Viola websteri</i> (왕제비꽃)                                   | 547   | 19  | 76  | 38    |
| <i>Asplenium antiquum</i> (파초일엽)                               | 109   | 2   | 8   | 3.91  |
| <i>Thalictrum coreanum</i> (연잎평의다리)                            | 733   | 9   | 36  | 16.79 |
| <i>Bulbophyllum drymoglossum</i> (콩짜개란)                        | 369   | 5   | 20  | 9.24  |
| <i>Michelia compressa</i> (조령목)                                | 201   | 4   | 16  | 7.36  |
| <i>Dendrobium moniliforme</i> (석곡)                             | 165   | 20  | 80  | 34.65 |
| <i>Metanartheceum luteo-viride</i> (칠보치마)                      | 127   | 5   | 20  | 7.83  |
| <i>Cypripedium japonicum</i> (광릉요강꽃)                           | 800   | 19  | 76  | 27.99 |
| <i>Bulbophyllum inconspicuum</i> (흑난초)                         | 230   | 7   | 28  | 9.59  |
| <i>Isoetes coreana</i> (참물부추)                                  | 118   | 13  | 52  | 16.07 |

| Species  | AE  | AOO | HA  | OA    |
|--|-----|-----|-----|-------|
| <i>Cleisostoma scolopendrifolium</i> (지네발란)                    | 91  | 28  | 112 | 34.46 |
| <i>Gastrochilus fuscopunctatus</i> (금자란)                       | 269 | 4   | 16  | 4.77  |
| <i>Oberonia japonica</i> (차겔이란)                                | 186 | 3   | 12  | 3.55  |
| <i>Cymbidium macrorhizon</i> (대홍란)                             | 158 | 22  | 88  | 23.38 |
| <i>Utricularia yakusimensis</i> (자주땅귀개)                        | 573 | 15  | 60  | 15.52 |
| <i>Pedicularis ishidoyana</i> (애기송이풀)                          | 313 | 16  | 64  | 16.54 |
| <i>Orobanche filicicola</i> (백양터부살이)                           | 46  | 8   | 32  | 7.92  |
| <i>Cymbidium kanran</i> (한란)                                   | 300 | 21  | 84  | 19.78 |
| <i>Silene capitata</i> (분홍장구채)                                 | 164 | 10  | 40  | 9.4   |
| <i>Menyanthes trifoliata</i> (조름나물)                            | 231 | 6   | 24  | 5.56  |
| <i>Woodwardia japonica</i> (새깃야제비)                             | 379 | 2   | 8   | 1.81  |
| <i>Anagallidium dichotomum</i> (대성쓴풀)                          | 640 | 9   | 36  | 7.36  |
| <i>Paeonia obovata</i> (산작약)                                   | 489 | 27  | 108 | 21.61 |
| <i>Aster altaicus</i> var. <i>uchiyamae</i> (단양쑥부쟁이)           | 92  | 13  | 52  | 10.4  |
| <i>Aconitum coreanum</i> (백부자)                                 | 382 | 31  | 124 | 22.67 |
| <i>Bupleurum latissimum</i> (섬시호)                              | 127 | 6   | 24  | 4.15  |
| <i>Neofinetia falcata</i> (풍란)                                 | 60  | 16  | 64  | 10.12 |
| <i>Calanthe aristulifera</i> (신안새우난초)                          | 229 | 2   | 8   | 1.23  |
| <i>Mankyua chejuensis</i> (제주고사리삼)                             | 100 | 7   | 28  | 3.95  |
| <i>Viburnum burejaeticum</i> (산분꽃나무)                           | 340 | 4   | 16  | 2.14  |
| <i>Cotoneaster wilsonii</i> (섬개야광나무)                           | 68  | 5   | 20  | 2.67  |
| <i>Epilobium hirsutum</i> (큰바늘꽃)                               | 466 | 8   | 32  | 4.24  |
| <i>Drosera peltata</i> var. <i>nipponica</i> (끈끈이귀개)           | 25  | 28  | 112 | 13.54 |
| <i>Lasianthus japonicus</i> (무주나무)                             | 273 | 4   | 16  | 1.78  |
| <i>Quercus gilva</i> (개가시나무)                                   | 156 | 13  | 52  | 5.35  |
| <i>Sedirea japonica</i> (나도풍란)                                 | 156 | 9   | 36  | 3.68  |
| <i>Viola mirabilis</i> (넓은잎제비꽃)                                | 264 | 22  | 88  | 8.71  |
| <i>Brasenia schreberi</i> (순채)                                 | 101 | 28  | 112 | 10.7  |
| <i>Cicuta virosa</i> (독미나리)                                    | 302 | 15  | 60  | 4.67  |
| <i>Sarcandra glabra</i> (죽절초)                                  | 243 | 3   | 12  | 0.83  |
| <i>Scrophularia takesimensis</i> (섬현삼)                         | 32  | 12  | 48  | 2.92  |
| <i>Euryale ferox</i> (가시연)                                     | 56  | 110 | 440 | 26.68 |
| <i>Thrixspermum japonicum</i> (비자란)                            | 478 | 3   | 12  | 0.71  |
| <i>Ranunculus trichophyllus</i> var. <i>kadzusensis</i> (매화마름) | 9   | 56  | 224 | 12.03 |
| <i>Stellera chamaejasme</i> (피뿌리풀)                             | 276 | 1   | 4   | 0.21  |
| <i>Psilotum nudum</i> (솔잎난)                                    | 67  | 20  | 80  | 3.72  |
| <i>Cymbidium lancifolium</i> (죽백란)                             | 342 | 4   | 16  | 0.74  |



| Species   | AE  | AOO | HA | OA   |
|---|-----|-----|----|------|
| <i>Glaux maritima</i> var. <i>obtusifolia</i> (갯봄맞이꽃) | 5   | 4   | 16 | 0.72 |
| <i>Ceratopteris thalictroides</i> (물고사리)              | 15  | 19  | 76 | 2.74 |
| <i>Dysophylla yatabeana</i> (전주물꼬리풀)                  | 120 | 5   | 20 | 0.69 |
| <i>Iris laevigata</i> (제비붓꽃)                          | 6   | 4   | 16 | 0.51 |
| <i>Euchresta japonica</i> (만년콩)                       | 282 | 2   | 8  | 0.22 |
| <i>Saururus chinensis</i> (삼백초)                       | 60  | 12  | 48 | 0.75 |
| <i>Cyclosorus interruptus</i> (검은별고사리)                | 2   | 1   | 4  | 0.01 |
| <i>Pterygopleurum neurophyllum</i> (서울개팔나물)           | 2   | 1   | 4  | 0.01 |
| <i>Viola raddeana</i> (선제비꽃)                          | 69  | 2   | 8  | 0.01 |
| <i>Habenaria radiata</i> (해오라비난초)                     | 99  | 2   | 8  | 0.00 |
| <i>Lychnis kiusiana</i> (가는동자꽃)                       | 537 | 1   | 4  | 0.00 |
| <i>Nymphaea tetragona</i> var. <i>minima</i> (각시수련)   | 12  | 3   | 12 | 0.00 |

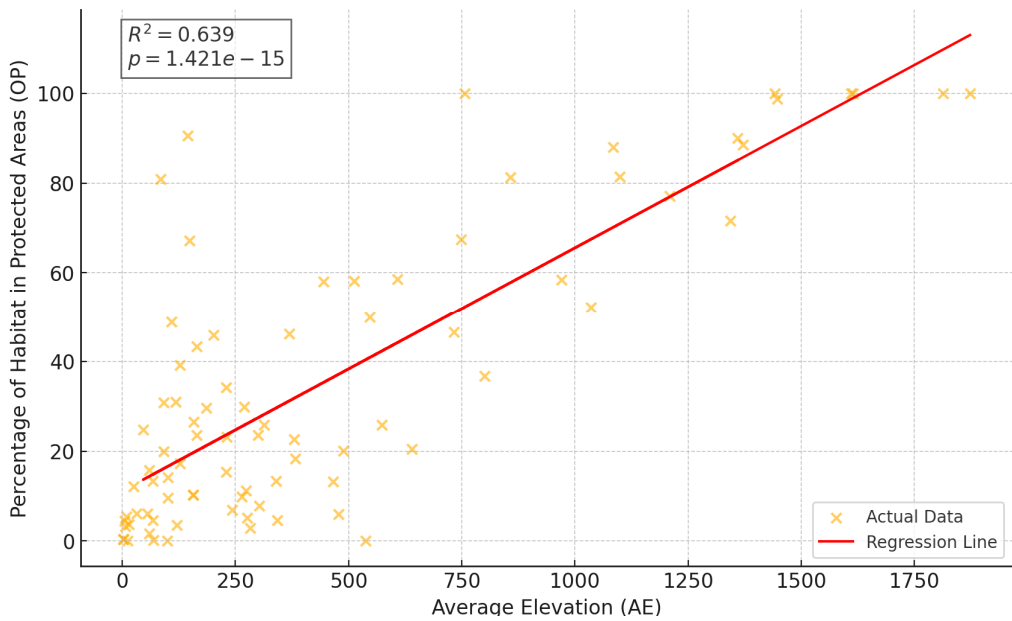


Fig. 3. Relationship between average elevation and percentage of habitat in protected areas.

#### 4. 결론

본 연구는 멸종위기종의 서식지 면적과 보호지역의 중첩 비율을 분석하고, 서식지 유형 및 해발고도와 보호지역의 관계를 구명함으로써 멸종위기종 보전 전략 수립에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다. 연구 결과, 멸종위기종의 서식지 면적 대비 보호지역 포함 비율

은 평균 35.29%로 나타났으며, 이는 멸종위기종 서식지의 약 3분의 1이 보호지역 내에 포함되어 있음을 의미한다. 그러나 보호지역 포함 비율이 높은 종들은 주로 해발고도 1,000 m 이상의 고지대에 서식하는 반면, 저지대에 서식하는 종들은 보호지역 포함 비율이 낮은 경향을 보였다.

해발고도와 보호지역 중첩 비율의 상관관계를 분석한 결과,  $R^2 = 0.639$ ,  $p < 0.001$ 로 두 변수 간에 통계적으로 유의미한 양의 상관관계가 확인되었다. 이는 평균 해발고도가 높은 종일수목 서식지가 보호지역에 포함될 가능성이 크다는 것을 시사하며, 고지대 서식지가 인간 활동으로부터 상대적으로 보호받고 있음을 뒷받침한다. 반면, 보호지역 내에 서식하는 비율이 낮은 종들은 대부분 저지대에 위치하고 있으며, 이 지역들은 개발 압력이 높고 인간 활동의 영향을 많이 받는다. 이 결과는 현재의 보호지역 설정이 고지대 서식지에 상대적으로 집중되어 있고, 저지대 서식지는 보호지역 설정에서 소외되고 있음을 보여준다. 따라서 저지대 서식지에 대한 추가적인 보호지역 설정이 시급히 필요하며, 특히 보호지역 포함 비율이 낮은 종들에 대한 보전 전략이 적극적으로 수립되어야 한다. 이를 위해 저지대 서식지를 보호지역으로 지정하고, 인간 활동의 영향을 최소화하기 위한 맞춤형 관리 방안을 병행하는 것이 중요하다. Watson et al.(2014)는 지난 20년 동안 육상 보호지역이 상당히 확대 되었음에도 불구하고, 보호지역이 고지대, 급경사, 낮은 생산성, 낮은 경제적 가치, 낮은 인구 밀도와 같은 지역으로 편향되어 있음을 지적한 바 있다. 본 연구 결과는 이러한 편향이 멸종위기종의 저지대 서식지 보호에 있어서 심각한 한계로 작용하고 있음을 보여준다.

보호지역의 IUCN 카테고리별 분석 결과는 카테고리 IV(서식지/종 관리지역)와 VI(자원 관리 보호지역)가 멸종위기종의 서식지로서 중요한 역할을 하고 있음을 보여주었다. 이는 보호지역의 관리 목표가 종과 서식지 보전에 중점을 둔 경우 멸종위기종의 서식지 보전에 효과적일 수 있음을 시사한다. 그러나 여전히 보호지역 외부에서 멸종위기종의 발생 빈도가 높게 나타나는 점을 고려할 때, 보호지역 외부 서식지에 대한 보전 조치 또한 필수적이다.

그러나 본 연구에는 몇 가지 한계점이 존재한다. 첫째, 보호지역의 해발고도를 세밀하게 분석하지 못하여, 특정 보호지역의 고도별 분포와 멸종위기종 서식지의 일치 여부를 상세히 다루지 못하였다. 이는 보호지역의 공간적 특성과 고도별 보전 기능을 심층적으로 이해하는 데 제약이 될 수 있다. 둘째, 멸종위기종의 서식지 면적(AOO)을 추출하는 과정에서 사용된 2 km × 2 km 크기의 격자는 우리나라와 같이 서식지 패치가 작고 세분화된 지역에서는 실제 서식지 면적을 과대 추정

할 가능성이 있다. 이는 국지적 서식지 특성을 정확히 반영하지 못하는 결과를 초래할 수 있으나, 해당 방법은 IUCN에서 전 세계적으로 표준화하여 사용하는 방식으로, 국제적인 비교 연구를 위해 불가피하게 적용하였다.

이러한 한계점에도 불구하고, 본 연구는 멸종위기종 보전을 위한 보호지역 설정의 중요성을 강조하며, 특히 저지대 서식지와 보호지역 외부 서식지에 대한 보전 전략 수립의 필요성을 제시하였다. 향후 연구에서는 보호지역의 공간적 특성과 멸종위기종 서식지의 세부적인 분포를 보다 정밀하게 반영할 수 있는 분석 기법을 도입하여, 보전 전략의 효과성을 높이는 노력이 필요하다. 또한, 멸종위기종의 시계열적 서식지 변화와 인간 활동의 영향을 정량적으로 평가함으로써, 보다 구체적이고 실효성 있는 보전 전략을 수립해야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 국립생태원 (NIE-B2024-43, NIE-B-2025-43)의 지원으로 이루어진 것입니다.

## REFERENCES

- Brooks, T. M., Da Fonseca, G. A., Rodrigues, A. S., 2004, Protected areas and species, *Conserv. Biol.*, 18, 616-618.
- Chape, S., Harrison, J., Spalding, M., Lysenko, I., 2005, Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets, *Philos. Trans. R. Soc. B*, 360, 443-455.
- Choe, H. Y., James H. T., Joo, W. Y., Kwon, H. S., 2020, The biodiversity representation assessment in South Korea's protected area network, *J. Korean Soc. Environ. Res. Technol.*, 23, 77-87.
- Curran, L. M., Trigg, S. N., McDonald, A. K., Astiani, D., Hardiono, Y. M., Siregar, P., Kasischke, E., 2004, Lowland forest loss in protected areas of Indonesian Borneo, *Sci.*, 303, 1000-1003.
- Gaston, K. J., Jackson, S. F., Cantú-Salazar, L., Cruz-Piñón, G., 2008, The ecological performance of protected areas, *Nat.*, 39, 93-113.
- Hong, J. P., 2018, Evaluating quantitative expansion goals of the national protected areas integrated system, *J. Korean Soc. Environ. Res. Technol.*, 21, 57-65.

- IPBES, B., 2019, Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES secretariat, 1148.
- IUCN, 2012, IUCN red list categories and criteria: Version 3.1, second edition, IUCN Species Survival Commission.
- IUCN, 2022, The IUCN red list of threatened species, Version 2022-2, Int. Union Conserv. Nat.
- IUCN, 2024, Guidelines for using the IUCN red list categories and criteria version 16, Prepared by the Standards and Petitions Committee.
- KDPA (Korea Database on Protected Areas), 2023, www.kdpa.kr.
- Kim, G., Kong, S. J., Kim, O. S., Lee, E. J., 2017, A Strategy on extracting terrestrial protected areas of the Republic of Korea under the convention on biological diversity, J. Assoc. Korean Geographers, 6, 407-423.
- Lee, C. K., Keith, D. A., Nicholson, E., Murray, N. J., 2019, Redlistr: Tools for the IUCN red lists of ecosystems and threatened species in R, Ecography, 42, 1050-1055.
- Lee, J. S., Choi, B. H., 2006, Distributions and red data of wild orchids in the Korean peninsula, Korean J. Pl. Taxon., 36, 335-360.
- Lewis, S. L., Maslin, M. A., 2015, Defining the anthropocene, Nat., 519, 171-180.
- Maxwell, S. L., Fuller, R. A., Brooks, T. M., Watson, J. E., 2016, Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers, Nat., 536, 143-145.
- Naughton-Treves, L., Holland, M. B., Brandon, K., 2005, The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods, Annu. Rev. Environ. Resour., 30, 219-252.
- NIE, National Institute of Ecology, 2023, Conservation research on the population trends and factor analyses in endangered species, NIE-B-2023-46, Seocheon, Korea.
- Park, J. H., Choe, H., Mo, Y., 2020, Complimentary assessment for conserving vegetation on protected areas in South Korea, Korean J. Environ. Ecol., 34, 436-445.
- Possingham, H. P., Wilson, K. A., Andelman, S. J., Vynne, C. H., 2006, Principles of conservation biology, Protected areas: Goals, limitations, and design, Groom, M. J., Meffe, G. K., Carroll, R., editors, Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA, 509-552.
- Rodrigues, A. S., Andelman, S. J., Bakarr, M. I., Boitani, L., Brooks, T. M., Cowling, R. M., ... Yan, X., 2004, Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity, Nat., 428, 640-643.
- Shim, Y. J., Park, Y. S., Jang, R. H., Yoon, Y. J., Kim, S. R., Han, S. H., 2020, The development of habitat suitability index model of class I endangered wildlife, *Sedirea japonica*, J. Korean Isl, 32, 153-172.
- Spiliopoulou, K., Brooks, T. M., Dimitrakopoulos, P. G., Oikonomou, A., Karavatsou, F., Stoumboudi, M. T., Triantis, K. A., 2023, Protected areas and the ranges of threatened species: Towards the EU biodiversity strategy 2030, Biol. Conserv., 284, 110166.
- Tognelli, M. F., De Arellano, P. I. R., Marquet, P. A., 2008, How well do the existing and proposed reserve networks represent vertebrate species in Chile?, Diver. Distrib., 14, 148-158.
- Watson, J. E., Dudley, N., Segan, D. B., Hockings, M., 2014, The performance and potential of protected areas, Nat., 515, 67-73.
- Watson, J. E., Evans, M. C., Carwardine, J., Fuller, R. A., Joseph, L. N., Segan, D. B., ... Possingham, H. P., 2011, The capacity of Australia's protected-area system to represent threatened species, Conserv. Biol., 25, 324-332.
- Watson, J. E., Fuller, R. A., Barr, L., 2008, Why are we still using a? one size fits all? philosophy for systematic reserve planning in Australia?, Pac. Conserv. Biol., 14, 233-241.
- Yoon, S. B., Kim, S., Cheong, S., Lee J., Tho, J. H., Han, S. H., 2022, Developing system of forest habitat quality assessment for endangered species, Korean J. Environ. Biol., 40, 307-315.
- 
- Researcher. Sang-Hak Han  
Climate Change and Carbon Research Team, National Institute of Ecology  
hsh2334@nie.re.kr
  - Associate Researcher. Man-Seok Shin  
Climate Change and Carbon Research Team, National Institute of Ecology  
manhae@nie.re.kr
  - Team Leader. Sung-Ryong Kang  
Climate Change and Carbon Research Team, National Institute of Ecology  
srkang@nie.re.kr