

Research Paper

쿤밍-몬트리올 GBF 목표 달성을 위한 백두대간보호지역 연결성 증진 및 확대 방안

이선미* · 문윤정** · 차재규***

국립생태원 자연환경조사팀*, 환경영향평가팀**, 기후탄소연구팀***

Enhancing Connectivity and Expanding the Area of the Baekdudaegan Protected Area to Achieve Kunming-Montreal GBF Goals

Seonmi Lee* · Yoonjung Moon** · Jaegyung Cha***

National Ecosystem Survey Team*

Environmental Impact Assessment Team**

Climate Change and Carbon Research Team, National Institute of Ecology***

요약: 2022년 생물다양성 당사국 총회에서 쿤밍-몬트리올 GBF를 채택했으며, 23가지 실천목표 중에서 실천목표 3은 보호지역과 OECM의 면적을 국토 면적의 30% 이상으로 증가시키는 것이다. 이 연구의 목표는 백두대간 보호지역의 연결성 현황을 파악한 후, 실천목표 3을 달성하기 위하여 연결성 증진과 보호지역 면적 확대 방안을 제시하는 것이다. 백두대간보호지역은 2023년에 면적을 확대하여 현재 2,776.5km²이다. 백두대간보호지역의 패치 수를 분석한 결과, 핵심구역은 552개, 완충구역은 617개로 나타났다. 유효망 크기 산정법으로 연결성을 분석한 결과, 핵심구역은 17.82%, 완충구역은 15.95%로, 핵심구역의 연결성이 더 높게 나타났다. 백두대간보호지역의 폭이 1km 미만인 지역과 500m 미만인 지역을 분석한 결과, 정령치부터 수정봉으로 이어지는 구간은 단절되어 있어 이를 연결하기 위한 노력이 시급하고, 대표적으로 태백시 삼수령, 영동군 쾌방령 및 우두령, 무주군 덕지리, 장수군 유정리 일대는 폭이 500m 이하로 매우 좁으므로 확대를 위한 노력이 필요하다. 또한 보호지역은 아니지만, 백두대간보호지역의 주변 지역에서 생물다양성이 높거나 멸종위기 야생생물이 서식하면서 백두대간보호지역과의 연결성이 높은 지역이나, 생태·자연도 1등급인 지역 중에서 국공유지에 해당하는 지역은 추후 OECM 후보 지역으로 검토가 필요하다.

주요어: 산림 연결, 연결성 분석, 파편화, 자연공존지역

Abstract: At the 2022 Conference of the Parties to the CBD, the Kunming-Montreal GBF was adopted. Among its 23 action targets, Target 3 aims to expand protected areas and OECMs to cover over 30% of national land. This study aims to identify the status of connectivity in Beakdudaegan protected areas and proposes strategies to enhance connectivity and expand protected area coverage to meet Target 3. The Baekdudaegan Protected Area expanded in 2023 to a current size of 2,776.5 km². Analysis

First Author: Seonmi Lee, Tel: +82-41-950-5442, E-mail: planteco@nie.re.kr, ORCID: 0000-0003-3818-3714

Corresponding Author: Jaegyung Cha, Tel: +82-41-950-5490, E-mail: flow@nie.re.kr, ORCID: 0000-0002-1661-2561

Co-Author: Yoonjung Moon, +82-41-950-5104, E-mail: yjmoon@nie.re.kr, ORCID: 0000-0002-5602-3936

Received: 31 October, 2024. Revised: 25 November, 2024. Accepted: 26 November, 2024.

of the patch distribution within this area reveals 552 core areas and 617 buffer zones. Connectivity analysis using the effective mesh size method showed higher connectivity in core areas (17.82%) than in buffer zones (15.95%). Further analysis of areas narrower than 1 km and 500 m in width within the Baekdudaegan Protected Area highlights a discontinuity in the section from Jeongryeongchi to Sujeongbong, necessitating urgent connectivity measures. In particular, areas around Samsuryeong in Taebaek, Gwaebangnyeong and Wuduryeong in Yeongdong County, Deokjiri in Muju County, and Yujeongri in Jangsu County are under 500 m wide, making expansion efforts essential. Areas that are not protected areas but are adjacent to the Baekdudaegan Protected Area, where biodiversity is high or endangered wildlife resides, with strong connectivity to the Baekdudaegan Protected Area, or areas classified as Grade 1 in ecological and natural value that fall under public or state ownership, should be reviewed as potential OECM (Other Effective Area-Based Conservation Measures) candidate sites in the future.

Keywords: Forest connectivity, Connectivity analysis, Fragmentation, OECM

I. 서론

보호지역이란 생태계 서비스 및 문화적 가치가 있는 자연을 장기적으로 보전하기 위해 법적 또는 기타 효과적인 수단을 통해 지정하고, 규제하고, 관리하는 명확한 지리적 공간을 말한다(Dudley 2008). 이러한 보호지역은 생물다양성을 보전하고(Clerici et al. 2020, Heo 2020, Gray et al. 2016, Watson et al. 2014), 심각한 멸종 위기에 처한 종들을 보호하며(Maxwell et al. 2020), 산림 벌채를 감소시킨다(Armenteras et al. 2009, Rodriguez 2013).

생물다양성의 손실과 이것이 자연과 인간에 미치는 위협에 대비하기 위하여, 전 세계적으로 보호지역 확대를 위한 노력을 하고 있다(CBD 2022). 아이치 생물다양성 목표 11에서는 2020년까지 육상지역 면적의 17%, 해상지역 면적의 10%를 보호지역으로 지정할 것을 제시하였다(CBD 2010). 이를 위해 우리나라는 국가 환경계획을 수립하였고, 보호지역 확대를 위한 연구를 일부 진행하였으나(Lee et al. 2015, Heo et al. 2017, Hong et al. 2017), 최종적으로 육상은 16.63%, 해양은 2.12%로 목표를 달성하지 못했다(Heo 2020).

이후 2022년 생물다양성(CBD) 당사국 총회에서 쿤밍-몬트리올 지구적 생물다양성 프레임워크(이하 쿤밍-몬트리올 GBF)를 채택했다. 쿤밍-몬트리올 GBF에는 23가지 실천목표가 있는데, 이중 실천목표 2에서는

생태적 온전성과 연결성 등을 위해 훼손된 생태계의 최소 30%를 복원하고, 실천목표 3에서는 보호지역이 잘 연결되어 관리될 수 있도록 면적을 30% 이상으로 증가시킬 것을 촉구하고 있다(CBD 2022). 효과적인 목표 달성을 위하여 보호지역뿐만 아니라 OECM(Other Effective area-based Conservation Measures)도 포함한다. OECM은 “생물다양성에 효과적이며 장기적인 현지 내 보전(in-situ)을 제공하는 보호지역 외의 지역”으로, 쿤밍-몬트리올 GBF의 실천목표 3을 달성하기 위한 필수 요건이다(Jonas et al. 2023). OECM 지정에 필요한 국내 기준과 절차는 논의 중이다. GBF 목표를 달성하기 위하여 정부는 ‘제5차 국가생물다양성전략(2024~2028년, Related Ministries Consolidation 2023a)’과 ‘2030 국가보호지역 확대 로드맵’을 수립하여(Related Ministries Consolidation 2023b), 국제사회의 권고에 대한 이행 방안을 마련하였다.

국내 보호지역은 5개 부처에서 소관하며, 17개 법률에 따라 총 34개 유형과 총 1,731개소가 지정되어 있다(KDPA 2023). 핵심 생태축 중의 하나인 백두대간보호지역은 「백두대간 보호에 관한 법률」(이하 백두대간법; 법률 제19587호; 2024.5.17. 시행)에 따라 산림청과 환경부에서 관리하고 있다. 「자연환경보전법」(법률 제19962호; 2024.7.10. 시행) 제2조에서는 생태축을 “전국 또는 지역 단위에서 생물다양성을 증진시키고, 생태계 기능의 연속성을 위하여 생태적으로 중요한 지역

또는 생태적 기능의 유지가 필요한 지역을 연결하는 생태적 서식공간"으로 정의하고 있다. 또한 같은 법 제 6조에서는 생태축의 보전과 훼손된 생태축의 복원을 자연환경보전 기본 방침으로 정하고 있다(National Law Information Center 2024a). 한편 「백두대간법」 제 3조의 2에서는 백두대간이 다른 산줄기와 연결성을 유지·증진하고, 훼손이 발생하면 최대한 복구·복원하는 것을 원칙으로 하고 있다(National Law Information Center 2024b).

백두대간보호지역의 총면적은 2005년 지정 시 2,634 km²였으나(Korea Forest Service 2015), 현재는 2,776.5 km²로, 20년 동안 약 142.5km² 증가하였다. 현재 핵심구역의 면적은 1,810.6km²이고, 완충구역의 면적은 965.9km²이다(Ministry of Environment 2023). 「백두대간법」 제6조제2항에 의하면 산림청은 특별한 보호가 필요하다고 인정되는 지역을 보호지역으로 지정할 수 있는데, 이때 핵심구역은 “백두대간의 능선을 중심으로 특별히 보호하려는 지역”이고, 완충구역은 “핵심구역과 맞닿은 지역으로서 핵심구역의 보호를 위하여 필요한 지역”으로 정하고 있다(National Law Information Center 2024b).

Lee et al.(2022)에 따르면 20년 동안(2001~2020) 국

내에서 백두대간보호지역 관련 논문은 총 551건이 출판되었다. 이 논문과 2021년도부터 2024년 현재까지 출판된 백두대간보호지역의 생태계 및 생물종 관련 27건의 논문을 파악하였다. 이 중에서 생물상 연구는 식물(127건), 곤충(18건), 조류(2건), 포유류(1건), 어류(2건) 등이 진행되었다. 이외에도 식생(Cho et al. 2021, Kim et al. 2018, Song et al. 2022, Park et al. 2024), 훼손(Choi & Kim 2018, Lee et al. 2020, Lee et al. 2021), 정책(Heo et al. 2022, Koo 2020, Sung et al. 2019) 연구 등이 진행되었으나, 연결성 증진 및 보호지역 확대 방안 연구는 미흡한 실정이다.

이 연구에서는 국내 보호지역 현황을 살펴보고, 이중 백두대간보호지역의 훼손과 단절 현황을 파악하여, GBF 목표를 달성하기 위한 연결성 증진과 보호지역 면적 확대 방안을 논의하고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상지 개황

「백두대간법」 제2조제1항에 따르면, 백두대간이란 “백두산에서 시작하여 금강산, 설악산, 태백산, 소백산을 거쳐 지리산으로 이어지는 큰 산줄기”이다(Figure 1;

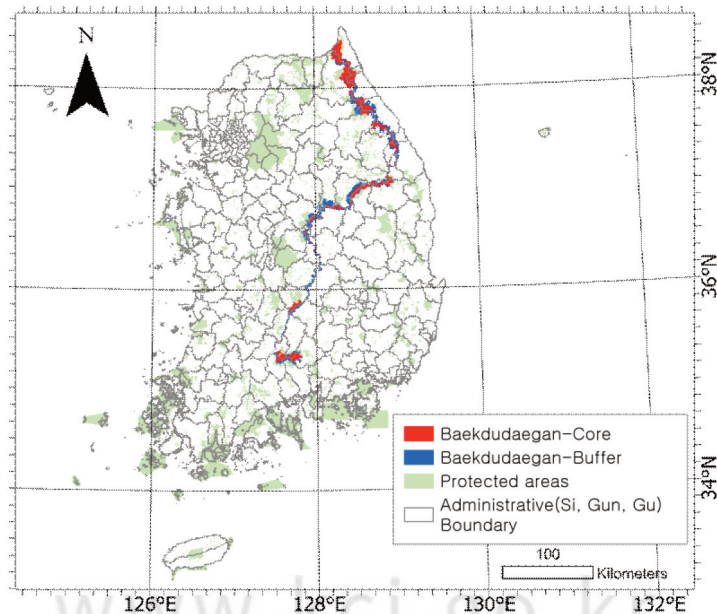


Figure 1. Current status map of Baekdudaegan protected areas with domestic protected areas (KDPA 2023).

National Law Information Center, 2024b). 행정구역상 4개의 도와 2개의 특별자치도에 걸쳐있으며, 실제 거리는 약 1,240km이다. 해발고도는 800~1,100m 구간의 면적이 전체 면적의 37.8%로 가장 넓으며, 최저 85m에서 최고 1,915m까지 분포한다. 경사도는 20°~40° 구간이 68.7%를 차지하여 지형적으로 가파른 특징을 보인다(Cho et al. 2021).

백두대간보호지역의 면적은 2023년 이전까지 2,646 km²였으나(KDPA 2023), 2023년 면적 확대로 현재는 2,776.5km²이다(Ministry of Environment, 2023). 우리나라 전체 면적의 약 2.75%의 면적에 우리나라 전체 생물종(10개 분야)의 22.3%인 총 5,857종의 생물이 서식하고 있어 생물다양성이 높게 나타나고 있다(Hwang et al. 2024, Ministry of Environment·National Institute of Ecology 2021).

2. 국내 보호지역 현황

국내 보호지역 현황은 국립공원공단에서 관리하는 한국보호지역 통합DB관리 시스템(KDPA)의 자료를 기반으로 작성하였다. 이 자료는 2023년 12월 WDPA (World Database on Protected Areas)에 등재된 국가 보호지역을 토대로 산출된 정보이다(KDPA 2023). 2023년 기준 우리나라 보호지역의 내륙 면적은 28,348.47km²이고(전체 내륙 면적의 약 28.3%), 해양 면적은 12,648.86 km²(전체 해양 면적의 약 2.9%)이다(Table 1; KDPA 2023). 내륙 보호지역은 중복으로 지정된 것을 고려하면 전체 내륙 면적의 약 17.3%이다(Related Ministries Consolidation 2023b).

Table 1. Area by type of protected area in South Korea.

Type of protected area	Total area (km ²)	Inland area (km ²)	Marine area (km ²)	No.
Natural Environment Conservation Area	9,794.39	6,700.77	3,093.61	1
National Park	6,870.22	4,091.45	2,778.77	23
Fisheries Resource Protection Zone	3,227.83	714.17	2,513.66	28
Water Resources Protection Area	2,913.12	2,913.12	0.00	1
Baekdudaegan Protected Area	2,646.00	2,646.00	0.00	1
Special Measures Area	2,419.74	2,419.74	0.00	2
Environmental Conservation Sea Area	1,882.06	982.58	899.47	4
Forest Genetic Resources Reserve	1,764.05	1,764.05	0.00	1
Wetland Protection Area (Tidal Flat)	1,572.44	0.00	1,572.44	15
Natural Monument	1,192.20	231.76	960.44	395
Riparian Zone	1,189.23	1,189.23	0.00	4
Drinking Water Source Protection Area	1,151.78	1,151.78	0.00	294
Provincial Park	1,007.97	593.95	414.02	29
Wildlife Protection Area	999.64	999.64	0.00	397
Natural Reserve Area	456.32	431.68	24.64	11
Urban Nature Park	274.80	274.80	0.00	12
Marine Protected Area	266.76	0.00	266.76	16
Landscape Protection Areas	243.90	243.90	0.00	9
County Parks	237.56	234.67	2.89	27
Scenic Site	226.71	209.60	17.11	131
Landscape Protection Zone	186.91	186.91	0.00	1
Wetland Protection Area	135.72	135.72	0.00	32
River Zone (Special Conservation Area)	115.78	115.78	0.00	1
Marine Protected Area (Marine Life)	93.67	0.00	93.67	2

Table 1. Continued.

Type of protected area	Total area (km ²)	Inland area (km ²)	Marine area (km ²)	No.
City·Province Ecological and Landscape Conservation Area	37.55	37.55	0.00	23
Disaster Prevention Protection Zone	34.77	34.77	0.00	1
Wildlife Special Protection Zone	26.57	26.57	0.00	1
Specified Island	13.81	13.81	0.00	257
Wetland Protection Area (City·Province)	6.15	0.00	6.15	1
Marine Protected Area (Landscape)	5.23	0.00	5.23	1
City·Province Wetland Protection Area	2.14	2.14	0.00	6
Conservation Property	1.30	1.30	0.00	2
Experimental Forest (Research Forest)	0.90	0.90	0.00	1
Living Environment Protection Zone	0.14	0.14	0.00	1
Total	40,997.32	28,348.47	12,648.86	1,731

3. 백두대간보호지역 연결성 분석

환경부에서 제작하여 환경공간정보서비스 홈페이지에서 제공하는 토지피복도는 해상도에 따라 대분류(해상도 30m급, 7개 항목), 중분류(해상도 5m급, 22개 항목), 세분류(해상도 1m급, 41개 항목)로 나뉜다. 대분류 토지피복도는 1998년, 중분류 토지피복도는 2000년, 세분류 토지피복도는 2010년에 처음 만들어졌다(Ministry of Environment, 2024).

백두대간보호지역의 연결성은 환경부 세분류 토지피복도(2021년 기준) 중에서 산림에 해당하는 영역(세분류 코드 311, 321, 331)을 대상으로 분석하였다. 연결성 분석 과정에서 입력 데이터 처리 및 연결성 산정은 ArcGIS Pro 3.1.3을 활용하였다.

연결성은 생물다양성을 위협하는 자연지역의 파편화를 정량적으로 평가한 결과물이다. 연결성은 평균 패치 크기, 패치 사이의 거리, 유효망 크기 등으로 산정할 수 있다. 이 연구에서는 패치 사이의 단절과 패치 면적 감소를 동시에 반영하여 정량화가 가능한 유효망 크기(Effective mesh size, EMS) 산정법을 활용하였다. 이는 도시생물다양성지수(CBI)의 생태공간 연결성 측정 지표의 산정 방식으로도 활용되고 있다. 평가지역의 자연지역 면적과 동일하면 100% 연결된 것이며, 면적이 줄어들수록 연결성이 감소함을 나타낸다(Chan et al. 2014). 산림을 대상으로 한 연결성(비율화) 산정식은 다음과 같다. 여기서 A_{total} 은 각 패치 면적의 총합,

A_n 은 각 패치의 면적이다. 각 패치의 면적이 클수록, 패치들이 더 잘 연결되어 있을수록 높은 연결성을 나타낸다.

$$Effective\ mesh\ size\ (EMS) = \frac{1}{A_{total}} \quad (1)$$

$$(A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + \dots + A_n^2)$$

$$Forest\ connectivity = \frac{EMS}{A_{total}} \times 100 \quad (2)$$

백두대간보호지역 내 산림의 연결성 산정을 위한 공간자료 생성과 분석은 ArcGIS Pro 3.1.3에서 다음과 같이 진행하였다. 산림 영역은 산림에 해당하는 세분류 토지피복도의 활엽수림(311), 침엽수림(321), 혼효림(331)을 하나로 병합(dissolve tool 사용)하였다. Figure 2와 같이 산림과 산림 사이의 단절된 거리가 100m 이하일 경우 단일 패치로 처리하고, 단절된 거리가 100m 초과하거나, 도로 등 물리적 교란이 발생하면 별도의 패치로 처리하고 단절로 반영한다. 따라서 각 패치의 단절과 연결 구분할 수 있도록 A2처럼 100m 이내로 이격된 패치들은 동일한 고유 코드를 부여하였으며, 그 외 나머지 패치들도 단절 상태가 구분될 수 있도록 고유 코드를 부여하였다. A1과 A2처럼 단절된 거리가 100m 이하이나 산림 패치 사이에 도로가 있는 경우에는 추가로 코드를 부여하여 단절로 반영하였다. 도로에 대한 정보는 전국표준노드링크(Ministry of Land, Infrastructure and Transport 2023) 자료를 활용하였다. 단절에 대한

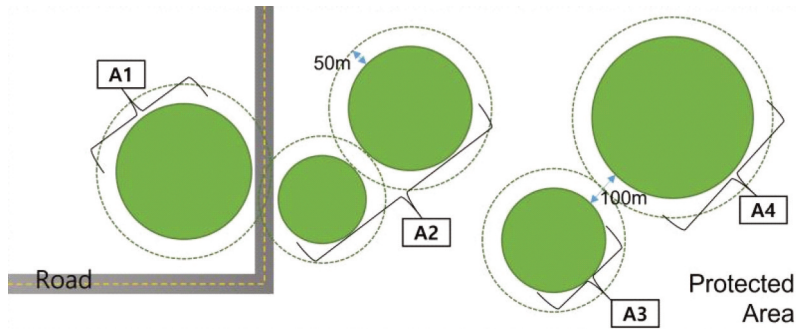


Figure 2. Conceptual illustration of Effective Mesh Size as applied to connectivity analysis of the Baekdudaegan protected area(Reconstructing the original picture).

고유 코드를 부여한 패치들의 제공한 면적의 총합을 산림면적으로 나누어 유효망 크기를 추출한 후 산림 면적으로 나누어 비율화 된 연결성(Forest connectivity)을 도출하였다.

백두대간보호지역 내부 산림을 대상으로 평가한 연결성은 보호지역 전체와 핵심지역, 완충지역으로 구분하여 지역에 대한 산림 패치 수와 연결성을 정량적으로 도출하였다. 또한 보호지역 내에서 연결성이 떨어지는 지점을 확인하고자 1km²의 정사각형 격자로 나누어 격자마다 동일한 방식으로 연결성을 산정하였다.

4. 백두대간보호지역 연결성 증진 및 확대 방안 분석

백두대간보호지역의 폭이 1km 미만인 지역과 500m 미만인 지역을 분석하여 단절된 지역과 폭이 좁은 지역을 대상으로 보호지역의 확대를 제안하였다. 확대 가능성을 파악하기 위하여 해당 지역 주변의 토지소유정보(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2022)를 활용하여 국·공유지 분포를 비율로 나타내었다.

백두대간보호지역의 주변 지역 수계와 생태·자연도 1등급 지역의 자연공존지역(이하 OECM) 후보 지역으로서의 가능성을 검토하였다. 백두대간보호지역의 생태계 조사는 2007년 시작하였으며, 「백두대간법」 제4조와 「자연환경보전법」 제31조에 따라 실시하고 있다. 제1차 조사는 2007년부터 2010년까지(National Institute of Environmental Research 2011), 제2차 조사는 2015년부터 2019년까지(Ministry of Environment·National Institute of Ecology 2021), 제3차 조사는 2021년부터 시작하여 진행 중이다. 총 5개 권역, 44개 소구간으로 구

분하여 조사하고 있다(Seo et al. 2024). 최근의 데이터인 제3차 조사의 수계 지점 126개 지점과 멸종위기 야생생물 서식 결과를 바탕으로(National Institute of Ecology 2021a,b, 2022a,b, 2023a,b) OECM 후보지역으로 검토할 것을 제안하였다. 또한 Heo et al.(2024)은 OECM 발굴 시 생태·자연도 1등급 지역 중에서 현재 보호되고 있지 않은 국·공유지를 우선 검토해야 한다고 제안하였다. 따라서 이 논문에서는 백두대간보호지역 주변의 5km 이내의 범위에서 생태·자연도 1등급으로 지정된 지역을 검토하였다.

III. 결과 및 논의

1. 백두대간보호지역 연결성 현황

생태적 연결성은 생물종의 지속성과 생태계 기능에 필수적이고(Fletcher et al. 2016), 생물종 사이의 유전적 교환으로 생태계 건강을 알 수 있는 지표이다(Montoya et al. 2006). 자연지역의 단절은 생물종마다 다른 영향을 미친다. 예를 들어, 조류에게 도로는 장벽이 아니지만, 포유류 개체군과 작은 포유류에 의존하는 식물은 확산에 부정적 영향을 받을 수 있다(Chan et al. 2014, Park et al. 2016). 이러한 점에서 백두대간을 구성하는 산지의 연결성을 보전하는 것이 필요하며(Park et al. 2024), 연결성을 보전하거나 복원하기 위해서는 현황을 정확하게 파악해야 한다(Justeau-Allaire et al. 2024).

현재 백두대간보호지역의 핵심구역 면적은 1,810.6 km²이고, 완충구역 면적은 965.9km²이다. 패치 수 분석 결과, 핵심구역은 552개, 완충구역은 617개로 나타났다.

Table 2. Number of patches and connectivity by area in the Baekdudaegan protected area.

Zone	Total area (km ²)	No. of patches	No. of patches per 1km ²	Connectivity (%)
Buffer	965.9	617	0.64	15.95
Core	1,810.6	552	0.30	17.82
Total	2,776.5	1,011	0.36	16.06

1km²당 패치 수는 핵심구역은 0.3개, 완충구역은 0.64개로, 단위 면적당 완충구역의 패치 수가 2배 이상인 것으로 나타났다. 유효망 크기 산정법으로 연결성을 분석한 결과, 핵심구역은 17.82%, 완충구역은 15.95%로, 핵심구역의 연결성이 더 높게 나타났다(Table 2).

연결성은 환경 변화의 영향을 해석하는 데 중요한 역할을 한다. Fletcher et al.(2016)은 141건의 논문에서, 연결성이 높을수록 종 분포(개체 수, 밀도 등), 종 다양성(종풍부도, 회전율 등), 유전적 다양성(이질성, 유전자

거리, 유전자 분화 등)에 긍정적 영향이 미치는 것을 확인하였다. 따라서 백두대간보호지역의 핵심구역은 완충구역보다 연결성이 높게 나타나 생물다양성에 미치는 긍정적 영향이 더 클 것으로 예상된다.

Table 2는 백두대간보호지역 전체와 핵심구역 및 완충구역에 대한 연결성을 분석한 결과로, 백두대간보호지역 내에서 연결성이 떨어지는 지점은 확인할 수 없다. 따라서 보호지역 내에서 연결성이 떨어지는 지점을 확인하고자 1km²의 정사각형 격자를 기반으로 연결성을 분석한 결과를 Figure 3에 나타내었다. 주로 폭이 좁거나 도로가 지나가는 지점에 연결성이 떨어지는 것으로 확인되었다. 연결성 개선을 위해 보호지역의 확대 또는 복원이 필요한 지점은 Figure 4에 나타내었다.

2. 백두대간보호지역 연결성 증진 및 확대 방안

2030년까지 쿤밍-몬트리올 GBF의 실천목표 3을 달성하기 위해 내륙(육상, 육수)의 면적은 12.7%, 연안·해양의 면적은 28.2%를 추가로 확대해야 하는 실정이다. 이를 위하여 관계 부처 합동으로 국가 보전 목표를 설정하였다. 2025년까지 내륙은 19.0%, 해양은 10%가 목표이고, 2028년까지 내륙은 24%, 해양은 20%가 목표이며, 2030년까지 내륙은 30%, 해양은 30%로 단계별 목표를 설정하였다(Table 3, Related Ministries Consolidation 2023b). 실천목표 3을 달성하기 위해 OECMs도 포함하며, 2025년까지 1.5%, 2028년까지 5.0%, 2030년까지 10.0%

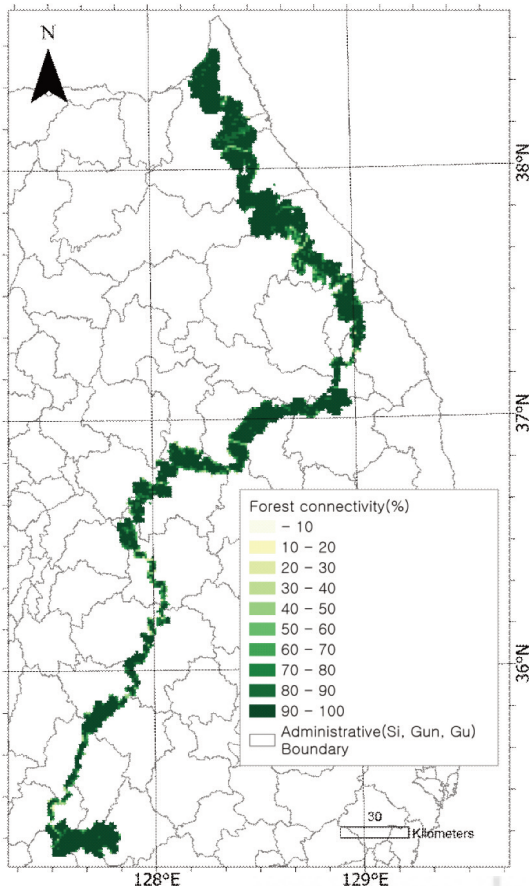


Figure 3. Forest connectivity map of the Baekdudaegan protected area.

Table 3. National conservation goals to expand protected areas in the 2030 roadmap for expending national protected areas.

Year	Inland(%)		Coast·Marine (%)
	Protected areas	OECMs	
2022	17.3	-	1.8
2025	17.5	1.5	10.0
2028	19.0	5.0	20.0
2030	20.0	10.0	30.0

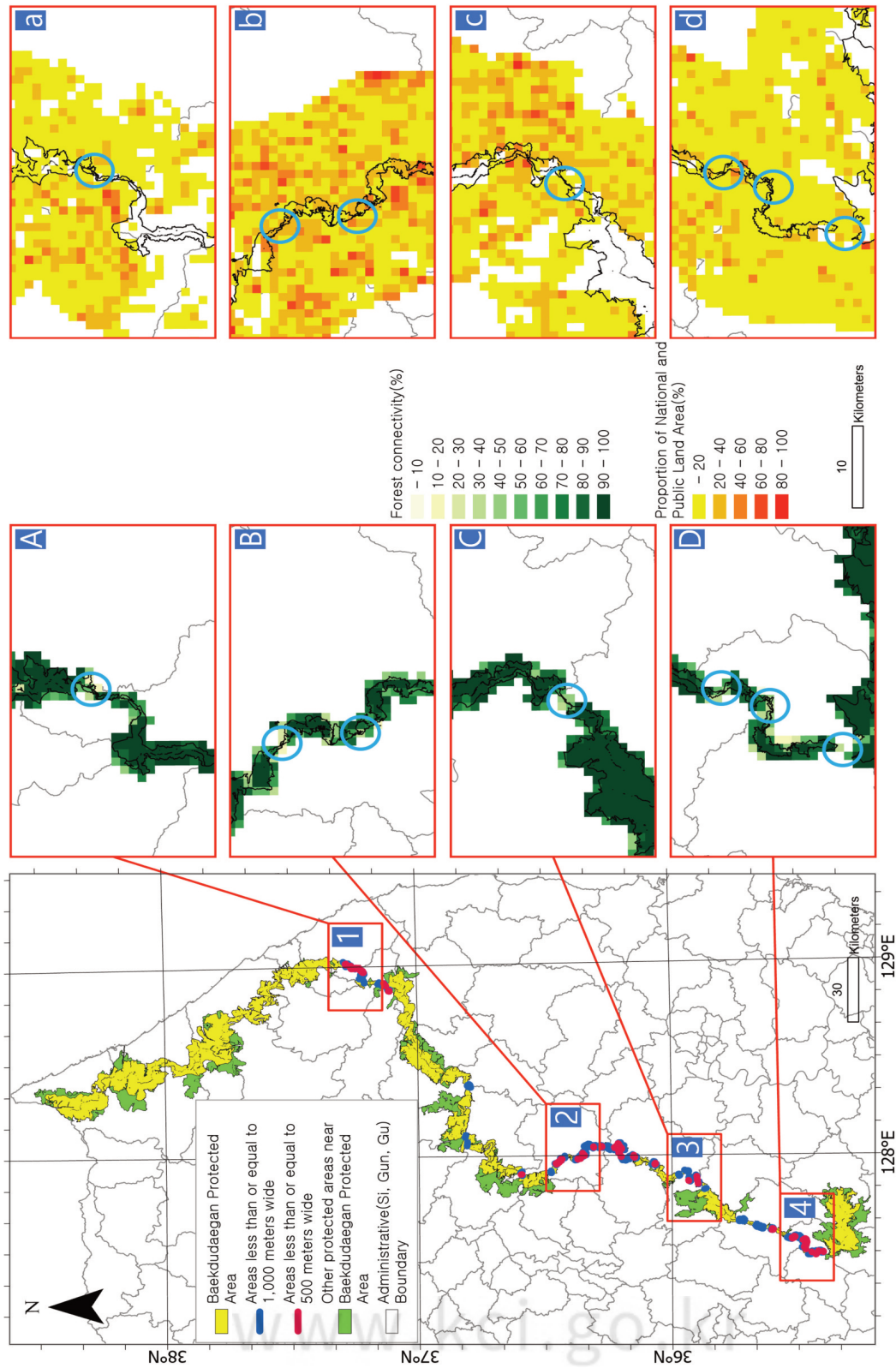


Figure 4. In the map on the left, areas less than 1km wide (blue) and 500m (red) in the Baekdudaegan Protected Area (yellow) and other protected areas near Baekdudaegan Protected Area (light green). Maps A to D are enlarged maps of certain narrow areas, while maps a to d show the distribution of public and state-owned land.

Table 4. Criteria for OECMs by IUCN.

Criteria	Answer (tick one from each criteria)		
	Yes	Uncertain or Partial	No
Screening assessment			
1. The site is not a protected area (PA)		N/A	
2. There is a reasonable likelihood that the site supports important biodiversity values		N/A	
Full assessment			
3. The site is a geographically defined area			
4. The site is confirmed to support important biodiversity values			
5. Institutions or mechanisms exist to govern and manage the site			
6. Governance and management of the site achieve or are expected to achieve the in situ conservation of important biodiversity values			
7. In situ conservation of important biodiversity values is expected to be for the long term			
8. Governance and management arrangements address equity considerations			

를 지정하는 것으로 계획하였다. 보호지역을 추가 지정하는 것은 한계가 있으므로, OECM의 발굴을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다(Heo & Park 2023, Heo et al. 2024, Jun & Shin 2022, Shim et al. 2024, Oh et al. 2023).

쿤밍-몬트리올 GBF의 실천목표 3과 국가 보전 목표를 달성하기 위해, 백두대간보호지역의 확대 방안을 모색하였다. 백두대간보호지역 및 인접한 보호지역의 분포를 조사하고, 백두대간보호지역의 폭이 1km 미만인 지역과 500m 미만인 지역을 분석하여 Figure 4에 나타내었다. 산림 연결성 분석에서 산림 패치 간 임계거리가 500m 이상에서 연결성이 높은 지역과 낮은 지역으로 양분화되고, 연결성이 높은 지역들 중에서도 500m 임계거리에서 연결성의 차이가 나타난다(Kang et al. 2014). 산림 파편화 분석에서 경관지수는 평균 약 500m를 기준으로 영향의 크기가 차이를 나타낸다(Ji et al. 2016). 따라서 이 연구에서는 보호지역의 폭이 500m 미만으로 좁게 나타난 대표적인 4개 지역을 확대하여 제시하였다. 또한 연결성이 떨어지는 지점의 보호지역 확대 및 연결성 증진 가능성을 파악하기 위하여 해당 지점 인근의 국공유지 분포를 지도화하였다(Figure 4-a~d).

보호지역의 폭이 1km 이하인 지역은 인접한 보호지역도 거의 분포하지 않았다. 지리산국립공원의 경계인 정령치부터 수정봉으로 이어지는 구간은 백두대간보

호지역이 단절되어 있으므로 이를 연결하기 위한 노력이 시급하고(Figure 4-4D), 태백시 삼수령 일대(Figure 4-1A), 영동군 괘방령 및 우두령 일대(Figure 4-2B), 무주군 덕지리 일대(Figure 4-3C), 장수군 유정리 일대(Figure 4-4D)는 폭이 500m 이하로 매우 좁으므로 확대를 위한 노력이 필요하다(National Institute of Ecology 2021c). 영동군 괘방령 및 우두령 일대(Figure 4-2b)를 제외한 지역은 국·공유지의 비율이 20% 이하로 낮게 나타나므로, 연결 및 확대를 위한 사유지 매수 방안이 필요하다. 또한 2030년까지 내륙(육상, 육수)의 보호지역 면적을 국토 면적의 30%까지 달성하기 위하여 백두대간보호지역의 확대를 고려할 때, 중복으로 지정된 면적은 제외되므로 기존 보호지역과 겹치지 않도록 조정하는 것이 필요하다.

국제적으로 OECM을 효과적으로 발굴하기 위하여, 「OECM 관련 과학기술적 자문」(CBD 2018), 「OECM 발굴·보고를 위한 IUCN 지침」(IUCN-WCPA TF 2019), 「OECM 개별지역 발굴도구」(IUCN-WCPA 2022), 「자연공존지역(OECM) 확인을 위한 현장(site-level) 도구」(Jonas et al. 2023)가 제시되었다. 특히 「자연공존지역(OECM) 확인을 위한 현장(site-level) 도구」에서는 개별 대상지역이 OECM으로 적합한지를 판단하기 위한 기준을 제시하였다(Jonas et al. 2023; Table 4). 모든 질문에 '예'라고 대답한 대상 지역만 OECM으로 확정할

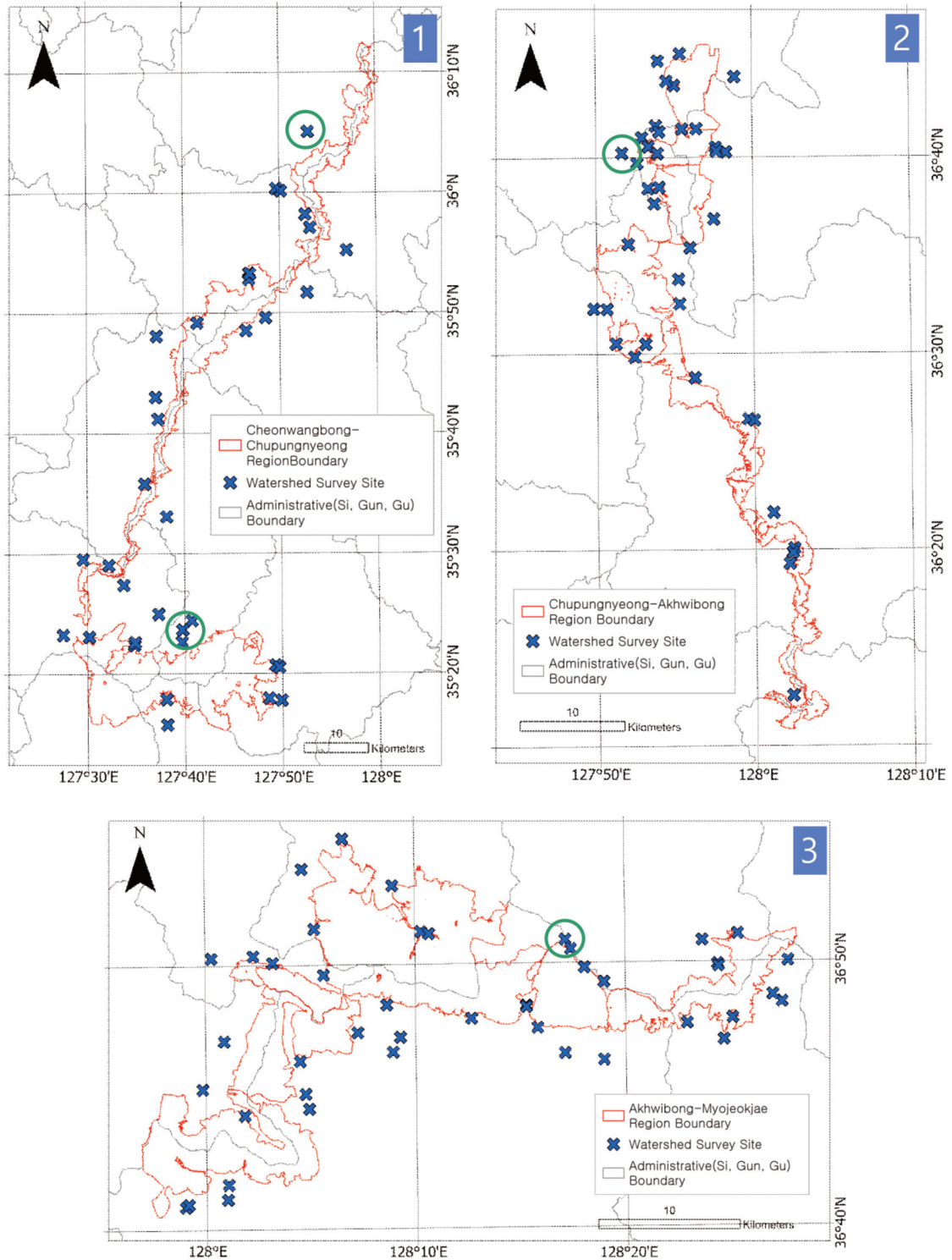


Figure 5. Watershed survey points by region in the 3rd Baekdudaegan Protected Area investigation. Green circles indicate habitats of endangered wild fish species. 1. Cheonwangbong-Chupungnyeong region (2021, 36 points), 2. Chupungnyeong-Akhwibong region (2022, 39 points), 3. Akhwibong-Myojeokjae region (2023, 51 points).

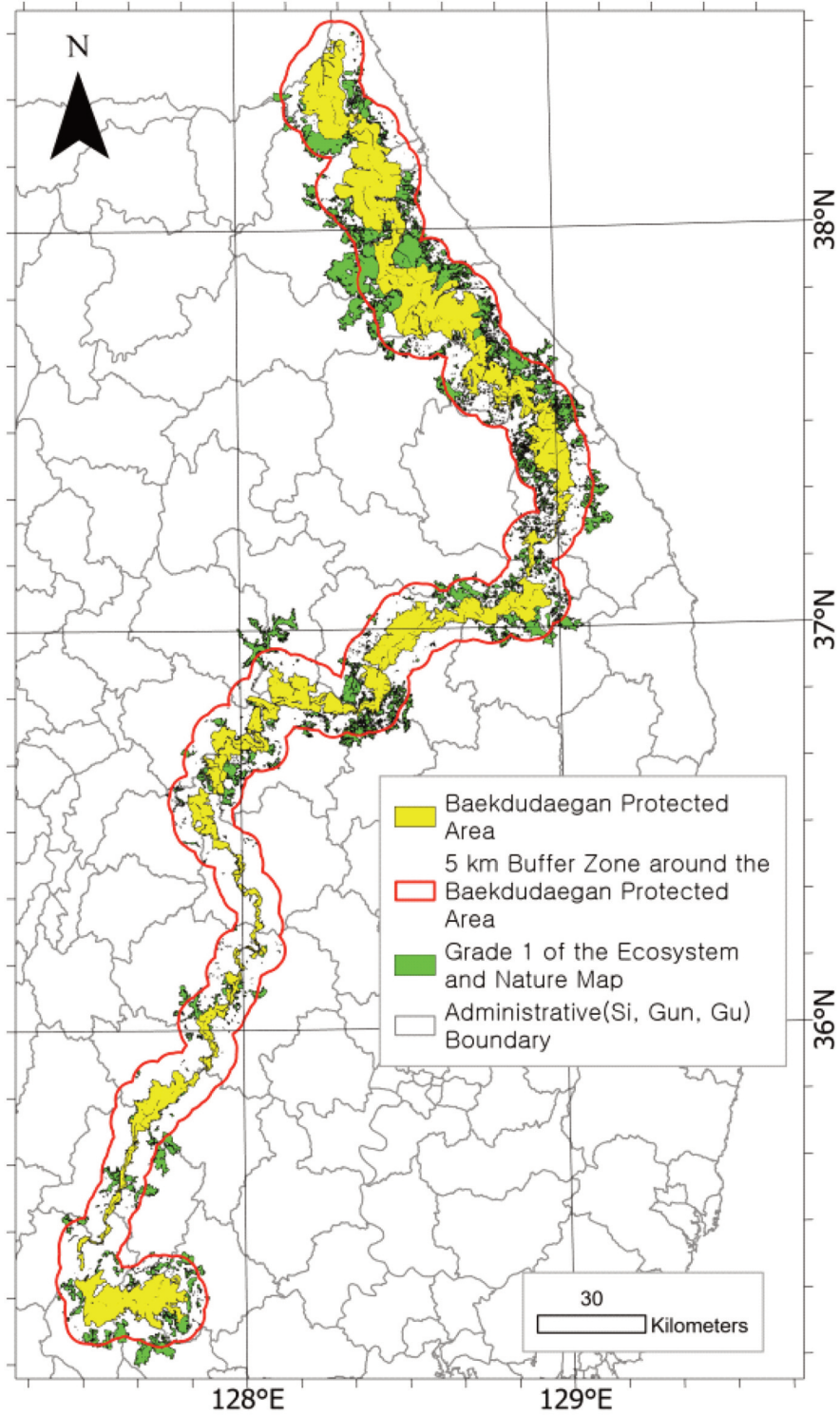


Figure 6. Grade 1 of the Ecosystem and Nature map within 5km of the Baekdudaegan protected area and surrounding regions.

수 있으며, 이해관계자의 동의와 관리주체의 승인이 필요하다.

IUCN에서 권고하고 있듯이, 현재 우리나라에 적합한 평가 도구를 마련하여 적용하기 위한 연구가 진행 중이다(Heo & Park 2023). Heo & Park(2023)은 국제적 지침을 고찰하여 OECM을 확인하고 등재하는 과정을 단계별로 제시하였다. 1단계에서 보호지역 여부, 지리적 경계, 거버넌스·관리, 생물다양성 가치를, 2단계에서 이해관계자와의 공감대 형성을 3단계에서 거버넌스와 관리의 효과성과 지속성, 생물다양성 가치의 장기적 보전 성과를 제시하였다. 이 연구에서는 1단계에서 제시한 보호지역 여부와 생물다양성 가치 중에서 멸종위기 야생생물의 서식 여부로서의 가치와 보호지역과의 생태적 연결성을 검토하였다. 이것은 IUCN에서 제시한 기준 1, 2, 4에 해당하기도 한다(Table 4). Heo & Park(2023)이 제시한 과정이나 IUCN에서 제시한 기준은 구체적인 평가 방법이 제시되지 않았으므로, 이 연구에서는 백두대간보호지역 주변에서 조사한 수생태계 데이터를 바탕으로 OECM 후보로서의 가능성만을 검토하였다.

백두대간보호지역은 강원특별자치도 고성군 삼재령에서 경남 산청군 지리산 천왕봉까지 산맥으로 연결되어 있다. 보호지역으로 지정 시 핵심구역은 능선을 중심으로 지정되었으므로, 산줄기와 산줄기 사이의 계곡은 크게 고려되지 않았다. 생물다양성을 유지하기 위해 중요한 지역이지만, 보호지역에 포함되지 않은 계곡이 많은 상태이다. Lee et al.(2004)은 백두대간의 개념이 주로 능선부를 중심으로 설정되었고, 능선부에 서식하는 식물상과 식생 관련 연구가 치우치는 등의 문제점을 제시하였다. 또한 하천의 발원지를 포함하는 상류 수계도 백두대간에 포함하여 중간 및 고차 소비자에 해당하는 생물들과 이들이 서식하는 수계를 파악하는 것이 중요하다고 언급하였다.

OECM으로 지정되려면 일단 보호지역이 아니어야 하므로, 백두대간보호지역 주변 지역의 수생태계(어류, 저서성대형무척추동물 분야) 조사 지점의 조사결과를 검토하였다. 백두대간보호지역의 주변 지역에서는 동식물 분포 현황 조사를 실시하지 않았으므로 검토할 수 없었다. 수생태계 조사 지점은 보호지역 내에 포함되

는 지점도 있고 포함되지 않는 지점도 있다(Figure 5). 향후 보호지역 확대를 고려하여 포함되지 않는 지점도 연결성과 수생태계 다양성 측면을 고려하여 조사 지점을 선정하였다(National Institute of Ecology 2021a,b, 2022a,b, 2023a,b).

백두대간보호지역 구간별 수생태계 조사 지점 126 지점 중에서 저서성대형무척추동물 분야에서는 확인되지 않았고, 어류 분야에서는 4지점이 확인되었다(Figure 5). 조사 지점은 대부분 수계의 상류부에 있다. 천왕봉-추풍령 구간에서 I급인 얼룩새코미꾸리와 감돌고기가 확인되었고(Figure 5-1), 추풍령-악취봉 구간에서 II급인 묵납자루가 확인되었으며(Figure 5-2), 악취봉-묘적재 구간에서 II급인 돌상어가 확인되었다(Figure 5-3). 이 지역들은 보호지역은 아니지만 중요종인 멸종위기 야생생물이 서식하고 있고, 조사 지점 수계의 상류부가 백두대간보호지역에 인접하고 있고 물리적으로 연결성이 단절되지 않았으므로 OECM 후보 지역으로 검토가 필요하다. Heo & Park(2023)은 28개 유형의 OECM 가능성을 검토하였는데, 백두대간보호지역 주변 지역은 포함되지 않았다. 향후 OECM 후보 지역으로 검토 시, 서식지의 명확한 지리적 경계 설정(IUCN 기준 5), 이해관계자의 동의와 관리주체의 승인(IUCN 기준 5~6) 등의 검토가 필요하다(Table 4). 수생태계의 생물다양성 가치는 기준별 구체적인 평가 방법이 제시되면 검토할 필요가 있다.

한편 Heo et al.(2024)은 OECM 발굴 시 생태·자연도 1등급 지역 중에서 현재 보호되고 있지 않은 국·공유지를 우선 검토해야 한다고 제시하였다. 따라서 이 논문에서는 백두대간보호지역 주변의 5km 이내의 범위에서 생태·자연도 1등급으로 지정된 지역을 지도화하여 현황을 검토해보았다(Figure 6). 생태·자연도 1등급 지역이 OECM으로 지정된다면 백두대간보호지역의 완충구역으로서의 역할도 할 수 있을 것으로 기대된다.

IV. 결론

2022년 생물다양성 당사국 총회에서는 생물다양성 감소에 대응하기 위해 쿤밍-몬트리올 GBF를 채택했다. 실천목표 23가지 중에서 실천목표 3은 보호지역의 면

적을 전 국토 면적의 30% 이상으로 증가시키는 것이다. 효과적인 목표 달성을 위하여 보호지역뿐만 아니라 OECM도 포함한다. 현재 우리나라의 보호지역 면적은 전체 내륙 면적의 약 17.3%이며, 2030년까지 12.7%를 추가로 지정해야 한다. 이 연구에서는 백두대간보호지역의 연결성 현황을 분석한 후, 쿤밍-몬트리올 GBF의 실천목표 3을 달성하기 위한 방안을 모색하였다.

백두대간보호지역은 「백두대간법」에 따라 “다른 산출기와의 연결성이 유지·증진되도록 보전·관리”하여야 한다. 백두대간보호지역의 연결성은 핵심구역이 17.82%, 완충구역이 15.95%로, 핵심구역이 더 높게 나타났다. 핵심구역 보호를 위해 일부 완충구역을 설정하여 관리하고 있으나 완충구역이 지정되지 않은 지역이 다수 분포하였다. 핵심구역의 단절된 구간을 연결하고, 완충구역이 분포하지 않는 지역은 완충구역으로 지정하여 핵심구역을 보전할 수 있는 방안을 검토할 필요가 있다. 백두대간보호지역에 인접하여 분포하는 생태·자연도 1등급 지역을 OECM으로 지정한다면 완충구역의 역할도 할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 백두대간보호지역 주변의 5km 이내 범위에서, 생태·자연도 1등급이면서 다른 보호지역으로 지정되어 있는 지역은 분석에서 제외하고, 생태·자연도 1등급과 국·공유지가 중첩하는 지역을 분석한 후 백두대간보호지역과의 연결성을 검토하여 보호지역의 확대를 제안하거나, OECM 후보 지역으로 검토할 필요가 있다.

백두대간보호지역의 폭이 1km 미만인 지역과 500m 미만인 지역을 분석한 결과, 정령치부터 수정봉으로 이어지는 구간은 단절되어 있어 이를 연결하기 위한 노력이 시급하다. 태백시 삼수령, 영동군 쾌방령 및 우두령, 무주군 덕지리, 장수군 유정리 일대는 폭이 500m 이하로 매우 좁게 나타나 연결성을 높이는 방안이 필요하다. 연결성이 낮은 지역은 생물다양성에 부정적 영향을 미치거나 생태계 기능이 약화될 수 있으므로, 확대를 우선 검토할 필요가 있다. 확대 시 사유지의 매수는 상대적으로 어려우므로, 국공유지를 우선 고려할 필요가 있다. 추후 보호지역 연결의 중요성을 위한 근거자료 확보를 위하여 생물다양성과 산림 연결성의 상관관계를 파악하는 연구가 필요하다.

쿤밍-몬트리올 GBF의 실천목표3을 달성하기 위해,

백두대간보호지역의 주변 지역에서 OECM으로 등재할 만한 후보 지역을 검토하였다. 우선 보호지역은 아니지만 백두대간보호지역과의 연결성이 높으면서 멸종위기 야생생물이 서식하는 수계 조사 지점 4개 지점을 후보지역으로 검토할 것을 제안하였다. 백두대간보호지역 능선의 산림생태계뿐만 아니라, 산림생태계와 연결되어 있는 주변의 수생태계를 포함하면 생물다양성을 보전하고 보호지역을 효과적으로 관리할 수 있을 것으로 기대된다. 이 연구에서는 OECM의 선정 기준 중의 하나인 지리적 경계를 명확히 하기 위한 멸종위기 야생생물별 서식 범위는 제시하지 못한 한계가 있으므로, 추후 이에 대한 연구가 필요하다.

이 연구에서는 백두대간보호지역의 연결성을 강화하고, 쿤밍-몬트리올 GBF의 실천목표 3을 달성하는데 필요한 기초자료를 제시하였다. 이를 통해 정책결정자가 보호지역 확대와 OECM 지정에 필요한 과학적 근거를 확보하는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

사사

본 연구는 환경부 「2024 특정지역(백두대간보호지역) 생태계 정밀조사」(NIE-수탁연구-2024-06)와 「기후변화영향평가 생태계 분야 검토 방법론 연구(24)」(NIE-고유연구-2024-44)의 지원을 받아 수행하였습니다. 일부 내용은 2024년 한국생태학회 춘계 학술발표대회에서 구두 발표하여 공유하였음을 밝힙니다.

References

- Armenteras D, Rodríguez N, Retana J. 2009. Are conservation strategies effective in avoiding the deforestation of the Colombian Guyana Shield? *Biological Conservation* 142(7): 1411-1419. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.002>.
- CBD (Conservation on Biological Diversity). 2010. Report of the tenth meeting of the conference of the parties to the convention on biological diversity.

- CBD (Conservation on Biological Diversity). 2018. Protected areas and other effective area-based conservation measures (CBD/COP/DEC/14/8).
- CBD (Conservation on Biological Diversity). 2022. Decision adopted by the conference of the parties to the convention on biological diversity. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF).
- Chan L, Hillel O, Elmqvist T, Werner P, Holman N, Mader A, Calcaterra E. 2014. User's manual on the Singapore index on cities' biodiversity (also known as the City Biodiversity Index). Singapore: National Parks Board, Singapore.
- Cho HJ, Kim JS, Cho JH, Oh SH. 2021. Vegetation Classification, Species Diversity, and Structural Characteristics of Coniferous Forest in Baekdudaegan Protected Area, Korea. *Journal of Korean Society of Forest Science* 110(4): 516-529. [in Korean with English Abstract]
- Choi TH, Kim JS. 2018. Analysis of Factors Affecting Hiking Trails by Logistic Regression Analysis: Focus on Golupogisan-Saenggyelyeong. *Journal of Korean Society of Forest Science* 107(4): 478-485. [in Korean with English Abstract]
- Clerici N, Armenteras D, Kareiva P, Botero R, Ramirez-Delgado JP, Forero-Medina G, Ochoa J, Pedraza C, Schneider L, Lora C, Gomez C, Linares M, Hirashiki C, Biggs D. 2020. Deforestation in Colombian protected areas increased during post-conflict periods. *Scientific Reports* 10, 4971. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61861-y>.
- Dudley N. 2008. Guidelines for Applying Protected Area Management Categories.
- Fletcher RJ, Burrell NS, Reichert BE, Vasudev D, Austin JD. 2016. Divergent perspectives on landscape connectivity reveal consistent effects from genes to communities. *Current Landscape Ecology Reports* 1(2):67-79. <https://doi.org/10.1007/s40823-016-0009-6>.
- Gray CL, Hill SLL, Newbold T, Hudson LN, Borger L, Contu S, Hoskins AJ, Ferrier S, Purvis A, Scharlemann JPW. 2016. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. *Nature Communications* 7, 12306. <https://doi.org/10.1038/ncomms12306>.
- Heo HY. 2020. A review on the international trends for establishing Post-2020 national targets relevant to protected areas -Focus on the CBD Decisions and Aichi Target-11 achievement status-. *Korean Journal of Environment and Ecology* 34(6): 601-609. [in Korean with English Abstract]
- Heo HY, Cho DG, Shim YJ, Ryu YJ, Hong JP, Shim GW. 2017. A study on the expanding protected areas through identifying potential protected areas. *Korean Journal of Environmental Ecology* 31(6): 586-594. [in Korean with English Abstract]
- Heo HY, Cho W, Jeon GC, Choi YH, Yu BH, Kim MR, Shim KW, Jang J, Park JH, Yun JU, Park HC, Nam SM, Kim BH, Jung SJ, Choi SU. 2022. A Study for Conservation and Sustainable Use. *Journal of National Park Research* 13(1): 119-127. [in Korean with English Abstract]
- Heo HY, Park SJ. 2023. A study on the identifying OECMs in Korea for achieving the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. *Korean Journal of Environment and Ecology* 37(4): 302-314. [in Korean with English Abstract]
- Heo HY, Park SJ, Lee JY, Kim BH, Won SY, Kim YJ, Hong SH, Choi JW, Hong Ks, Jeon GC. 2024. A study on the 2030 National Conservation target and the role of OECM (Other Effective area-based Conservation Measure). *Korean Society of Environment and Ecology Academic conference proceedings* 34(1): 10-11. [Korean Literature]
- Hong JP, Shim YJ, Heo HY. 2017. Identifying other

- effective area-based conservation measures for expanding national protected areas. *The Korea Society of Environmental Restoration Technology* 20(6): 79-91. [in Korean with English Abstract]
- Hwang HS, No DR, Lee YK. 2024. Ecological factors influencing the bird diversity on Baekdudaegan protected area Cheonwangbong to Akhwibong region. *Korean Journal of Environment and Ecology* 38(1): 48-54. [in Korean with English Abstract]
- IUCN-WCPA Task Force on OECMs. 2019. Recognising and reporting other effective area-based conservation measures. Gland, Switzerland: IUCN.
- IUCN-WCPA. 2022. Site-level tool for identifying other effective area-based conservation measures (OECMs). Version 2.0. Gland, Switzerland: IUCN.
- Ji SY, Choi JY, Lee SH, Lee SH. 2016. Prediction of fragmentation impact range of forest development analyzing the pattern of landscape indexes. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 19(2): 109-119. [in Korean with English Abstract]
- Jonas HD, MacKinnon K, Marnewick D, Wood P. 2023. Site-level tool for identifying other effective area-based conservation measures (OECMs). First edition. IUCN WCPA Technical Report Series No. 6. Gland, Switzerland: IUCN.
- Jun DS, Shin HS. 2022. A study on the application of other effective area-based conservation measures (OECMs) for natural heritage. *Journal of the Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 40(3): 1-9. [in Korean with English Abstract]
- Justeau-Allaire D, Ibanez T, Vieilledent G, Lorca X, Birnbaum P. 2024. Refining intra-patch connectivity measures in landscape fragmentation and connectivity indices. *Landscape Ecology* 39: 24. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01840-0>.
- Kang WM, Kim JW, Park CR, Sung JH. 2014. Comparing connectivity in forest networks of seven metropolitan cities of South Korea. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 16(2): 93-102. [in Korean with English Abstract]
- Kim MS, Cho HJ, Kim JS, Bae KH, Chun JH. 2018. The Classification of Forest Vegetation Types and Species Composition in the Sector between Danmoknyeong and Guryongnyeong of Baekdudaegan. *Korean Journal of Environment and Ecology* 32(2): 176-184. [in Korean with English Abstract]
- Koo KA. 2020. Application of an ecological engineering approach in evaluating protected area at local scales. *Journal of Environmental Impact Assessment* 29(2): 144-155. [in Korean with English Abstract]
- Korea Forest Service. 2015. Synthesis report on the second round natural resources change survey and management practice study of the Baekdudaegan mountains. Daejeon, 491pp. [in Korean]
- Lee HJ, Kim JY, Nam KB, An JH. 2020. The Survey on Actual Condition Depending on Type of Degraded area and Suggestion for Restoration Species Based on Vegetation Information in the Mt. Jirisan Section of Baekdudaegan. *Korean Journal of Environment and Ecology* 34(6): 558-572. [in Korean with English Abstract]
- Lee JK, Sim HS, Lee CB. 2022. Study on research trends (2001~2020) of the Baekdudaegan mountains with big data analyses of academic journals. *Journal of Korean Society of Forest Science* 111(1): 36-49. [in Korean with English Abstract]
- Lee SG, Lee JK, Kim MJ, Bang HS. 2021. Deterioration Status of the Seonjaryeong Forest Trails in the Baekdudaegan Ridge. *Journal of Korean Society of Forest Science* 110(1): 91-105. [in Korean with English Abstract]
- Lee SH, Kwon EH, Shin YH. 2004. The freshwater ichthyofauna of Deogyusan National Park,

- enclosing Baekdudaegan. *Korean Journal of Environment and Ecology* 18(3): 326-332. [in Korean with English Abstract]
- Lee SJ, Lee HW, Kim CK, Hong HJ, Kim SY, Kang KR, Kim BH. 2015. Strategy and measures to enlarge the protected area in Korea. Research report to Korea Environment Institute. [in Korean with English Abstract]
- Maxwell SL, Cazalis V, Dudley N, Hoffmann M, Rodrigues ASL, Stolton S, Visconti P, Woodley S, Kingston N, Lewis E, Maron M, Strassburg BBN, Wenger A, Jonas HD, Venter O, Watson JEM. 2020. Area-based conservation in the twenty-first century. *Nature* 586, 217-227. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2773-z>.
- Ministry of Environment. 2023. Environmental Statistics Yearbook 2023, p.726. [Korean Literature]
- Ministry of Environment-National Institute of Ecology. 2021. Summary of ecological survey on Baekdudaegan protected area. National Institute of Ecology. p.12. [in Korean with English Summary]
- Montoya JM, Pimm SL and Sole RV. 2006. Ecological networks and their fragility. *Nature* 442(7100): 259-264.
- National Institute of Ecology. 2021a. Ecosystem survey of Baekdudaegan Protected Area - Cheonwangbong-Yuksipryeong region. NIE, Seocheon, p.353-379. [in Korean with English Summary]
- National Institute of Ecology. 2021b. Ecosystem survey of Baekdudaegan Protected Area - Yuksipryeong-Chupungryeong region. NIE, Seocheon, pp. 333-352. [in Korean with English Summary]
- National Institute of Ecology. 2021c. Comprehensive Report on the Ecosystem Survey of the Baekdudaegan Protected Area. NIE, Seocheon, pp. 420-425. [in Korean with English Summary]
- National Institute of Ecology. 2022a. Ecosystem survey of Baekdudaegan Protected Area - Chupungryeong-Miljae region. NIE, Seocheon, pp. 389-411. [in Korean with English Summary]
- National Institute of Ecology. 2022b. Ecosystem survey of Baekdudaegan Protected Area - Miljae-Akhwibong region. NIE, Seocheon, p.363-381. [in Korean with English Summary]
- National Institute of Ecology. 2023a. Ecosystem survey of Baekdudaegan Protected Area - Akhwibong-Daemisan region. NIE, Seocheon, pp. 343-363. [in Korean with English Summary]
- National Institute of Ecology. 2023b. Ecosystem survey of Baekdudaegan Protected Area - Daemisan-Myojeokjae region. NIE, Seocheon, p.323-343. [in Korean with English Summary]
- National Institute of Environmental Research. 2011. Ecosystem survey of Baekdudaegan Protected Area (comprehensive report). NIER, Incheon, p. 14. [Korean Literature]
- Oh JH, Kim SJ, Kim TS, Jang GS, Jeon SW. 2023. Comparison between village characteristics and habitat quality to application OECM in Nakdong-Jeongmaek. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 26(6): 51-65. [in Korean with English Abstract]
- Park BJ, Kim JD, Heo TI. 2024. Vegetation structure of Mt. Yeongchwi in Baekdudaegan Protected Area. *Journal of Agriculture & Life Science* 58(4): 47-56. [in Korean with English Abstract]
- Park SC, Han BH, Park MJ, Yun HD, Kim MJ. 2016. A Study on the Possibility of Utilizing Both Biotope Maps and Land Cover Maps on the Calculation of the Ecological Network Indicator of City Biodiversity Index. *The Korean Institute of Landscape Architecture* 44(6): 73-83. [in Korean with English Abstract]
- Related Ministries Consolidation. 2023a. 5th National Biodiversity Strategy (2024-2028). [Korean Literature]
- Related Ministries Consolidation. 2023b. 2030 Roadmap

- for expanding national protected areas. [Korean Literature]
- Rodríguez N, Armenteras D, Retana J. 2013. Land use and land cover change in the Colombian Andes: dynamics and future scenarios. *Journal of Land Use Science* 8(2), 154-174, DOI: 10.1080/1747423X.2011.650228.
- Seo HS, Hwang HS, Shin HC, Kim DE, Choi DH, Park YJ. 2024. Distribution status for the plants of alien species on the baekdudaegan protected area, South Korea. *Geo Data* 6(3): 101-109. [in Korean with English Abstract]
- Shim YJ, Sung JW, Lee KC, Kweon HK, Lee DH, An JB. 2024. A study on the site-level assessment criteria of OECM in Korea for achieving Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 27(2): 17-28. [in Korean with English Abstract]
- Song JH, Kim HJ, Lee JE, Cho HJ, Park WG, Yun CW. 2022. Phytosociological Vegetation Classification and Community Characteristics in Maruguem (the Ridge Line) Area of Mt. Jirisan (Yuksipryeong to Cheonwangbong), the Baekdudaegan. *Journal of Korean Society of Forest Science* 111(1): 19-35. [in Korean with English Abstract]
- Sung HC, Lee KI, Kim YJ, Jeon SW. 2019. Study on Reorganization Plan for District Division of Baekdudaegan Protected Area for Local Revitalization. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 22(5): 13-25. [in Korean with English Abstract]
- Watson JEM, Dudley N, Segan DB, Hockings M. 2014. The performance and potential of protected areas. *Nature* 515, 67-73.
- [Website]
- KDPA (Korea Database on Protected Areas). 2023. Available at: <http://www.kdpa.kr/> (2024.3.26. Accessed).
- Ministry of Environment. 2024. Available at: <https://egis.me.go.kr/>(2024.10.15. Accessed).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2022. Available at: https://www.data.go.kr/data/15045905/fileData.do?utm_source=chatgpt.com(2024.11.22. Accessed).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2023. Available at: <https://www.its.go.kr/nodelink/nodelinkRef>(2024.11.22. Accessed).
- National Law Information Center. 2024a. Natural Environment Conservation Act. Available at: <https://www.law.go.kr/LSW//lsSc.do?section=&menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&eventGubun=060101&query=%EC%9E%90%EC%97%B0%ED%99%98%EA%B2%BD%EB%B3%B4%EC%A0%84%EB%B2%95#undefined>. (2024.3.29. accessed). [Korean Literature]
- National Law Information Center. 2024b. Baekdudaegan Protection Act. <https://www.law.go.kr/lsInfoP.do?siSeq=218155&efYd=20201127#0000>. (2024. 11.22. accessed). [Korean Literature]