

## MaxEnt와 GIS를 활용한 반달가슴곰 동면장소 분석: 비동면 기간 동안의 서식지 비교 연구\*

정대호<sup>1</sup> · 강병선<sup>2\*</sup> · 조재운<sup>1</sup> · 김석범<sup>1</sup> · 김정진<sup>1</sup>

### Analysis of Hibernating Habitat of Asiatic Black Bear(*Ursus thibetanus ussuricus*) based on the Presence-Only Model using MaxEnt and Geographic Information System: A Comparative Study of Habitat for Non-Hibernating Period\*

Dae-Ho JUNG<sup>1</sup> · Byung-Seon KAHNG<sup>2\*</sup> · Chae-Un CHO<sup>1</sup>  
Seok-Beom KIM<sup>1</sup> · Jeong-Jin KIM<sup>1</sup>

#### 요 약

본 연구는 지리산국립공원에 서식하는 반달가슴곰의 겨울철 서식지 환경을 체계적으로 관리하기 위해 GIS 및 기계학습 모형으로 서식환경을 분석하여 지리산국립공원의 겨울철 동면기 서식지인 동면 장소 출현과 비동면기 동안의 서식지 환경과의 관계를 파악하였다. 그 결과 환경요인 중 동면 장소 선택에 가장 큰 영향을 준 요인은 경사로 41.4%, 그 다음으로 고도가 20.4%, 탐방로로부터 거리 10.9%, 영급 7.7% 순으로 나타났다. 한편, 반달가슴곰 서식지와 동면지역 서식지 평가 결과를 비교해 본 결과, 평균 고도는 동면지역이 63m가 높았으며 최적 고도는 400m 이상 높게 나타났다. 평균 경사는 7° 가 높고 최적 경사는 12~43° 더 급한 지역을 선호하는 것으로 나타났다. 도로와의 거리는 동면지역이 평균 300m 이상 더 떨어져 있었으며, 최적 이격 거리의 범위는 1,300~2,400m 더 떨어져 있는 것으로 나타났다. 이는 겨울철 동면의 메커니즘을 위한 동면 지역 선택 시 조금 더 외부의 침입으로부터 안전하고, 인간과의 접촉에서 멀어지려는 습성에 의한 것으로 판단된다. 본 연구는 반달가슴곰이 동면기간 동안 혹독한 추위와 많은 위협요인을 피할 수 있는 동면 장소를 선택하는 서식환경요소를 분석함으로써, 반달가슴곰의 동면 생태 기작과 서식지 관리를 위한 기초적 자료를 제공하고자 한다.

**주요어 :** 반달가슴곰, 동면, 서식지 평가, 지리산국립공원

2016년 8월 19일 접수 Received on August 19, 2016 / 2016년 9월 2일 수정 Revised on September 2, 2016 / 2016년 9월 7일 심사완료 Accepted on September 7, 2016

\* 본 연구는 환경부 멸종위기종증식복원사업 연구비로 수행되었음.

1 국립공원관리공단 종복원기술원 Species Restoration Technology Institute, Korea National Park Service

2 국립공원관리공단 다도해해상국립공원사무소 Dadohaehaesang National Park, Korea National Park Service

\* Corresponding Author E-mail : pulcher@knps.or.kr

## ABSTRACT

This study analyzes the geographic information system (GIS) and machine learning models to understand the relationship between the appearance of hibernation sites and habitats in order to systematically manage the habitat of Asiatic Black Bear (*Ursus thibetanus ussuricus*) inhabiting Jirisan National Park, South Korea. The most important environmental factors influencing the hibernation sites was found to be the inclination(41.4%), followed by altitude(20.4%), distance from the trail(10.9%), and age group(7.7%) in the order of their contribution. A comparison between the hibernation habitat and the normal habitat of Asiatic Black Bear indicated that the average altitude of the hibernation sites was 63m, whereas the average altitude of the normal habitat was approximately 400m. The average inclination was found to be 7°, and a preference for the steeper inclination of 12-43° was also observed. The average distance of the hibernation site from the road was approximately 300m; the range of separation distance was found to be 1,300-2,400m. This was thought to be the result of a safer selection of winter hibernation site by preventing human contact and outside invasion. This study analyzes the habitat environmental factors for the selection of hibernation sites that prevent severe cold and other threats during the hibernation period in order to provide fundamental data for hibernation ecology and habitat management of Asiatic Black Bear.

**KEYWORDS** : Asiatic Black Bear, Hibernation, Habitat Analysis, Jirisan National Park

## 서론

곰은 겨울철 혹독한 기후조건, 먹이부족 및 적을 피하기 위해 동면이라는 생리·생태적 매커니즘을 가지고 있으며(Nelson, 1980), 동면 장소는 곰의 겨울철 중요한 서식지이자 은신처이다. 곰이 동면하는 주요 이유는 적설량 및 기후요인으로 인해 먹이를 구하기 어렵기 때문인 것으로 파악된다. 동면 기간 동안 음식, 물, 배설 없이 약간의 움직임만 있을 뿐 동면 장소에 있는 것으로 알려져 있다. 많은 먹이양을 필요로 하는 곰은 동면으로 활동에너지를 최소화하고 체내에 비축한 에너지를 최소한으로 소모하며 겨울을 나는데, 이를 위해 동면 시 체온을 31℃정도에서 항상 유지하는데 활동 시 37.7~38.3℃와 비교해 체온변화 폭이 작다. 곰은 동면기를 마치고 활동기에 접어들면 심박수 상승과 근육이완 간격이 짧아지는데, 이는 전형적인

동면을 취하는 다른 종들과 마찬가지로 일정한 심박수와 근육이완간격을 보였으며 결국 곰이 동면을 하는 증거이다(Folk Jr et al., 1977). 미국흑곰(*Ursus americanus*)이 동면 장소를 선택하는 중요한 요인은 성별과 나이라고 하였으며(Lindzey and Meslow, 1976; Jonson and Pelton, 1979), 또한 동면 장소를 선택하는 우선 순위는 과거와 현재의 연구에서 비추어보면 지형의 급경사와 강설량(greater snow depth)이 관련이 있다고 하였다(Baldwin and Bender, 2008). 해외 곰 동면 장소 유형을 살펴보면 중국 Xiaoxinganling 남부 산악지대에 서식하고 있는 반달가슴곰과 불곰(*Ursus arctos*)은 나무굴(41.8%), 토굴(54.5%), 탕이(3.6%)로 보고하였고(Xu et al., 1994), 러시아 극동지역에 서식하는 반달가슴곰 역시 나무굴(63%), 탕이(22%), 바위 굴 또는 바위 틈(11%), 기타(1%)로 나무 굴의 이용 빈도가 높은 것으로 보고하였으며(Seryodkin et al., 2003), 나이가 든 미국 남서부 버지니아 흑

곰은 나무굴 보다 토굴을 선호하는 것으로 보고하였다(Ryan and Vaughan, 2004). 한편, 지리산국립공원에서 복원중인 반달가슴곰을 대상으로 동면 특성에 대한 선행연구를 살펴보면 동면 장소 유형은 바위굴 또는 바위 틈, 나무굴, 토굴, 탕이(ground nest)로 4가지의 형태로 나타났으며(KNPS, 2009a), 어린 반달가슴곰은 방사한 지점이 동면 장소의 해발고도, 동면굴 유형 등 환경요인을 결정하는 주요 변수라고 밝혔고(Kim *et al.*, 2007), 동면 장소 유형, 주변 환경요인, 서식지 교란 등에 대한 전반적인 동면에 대하여 지리산국립공원 생태여건을 분석하였다(Yang, 2008). 지리산국립공원에서 활동하는 반달가슴곰 동면 장소는 고도 1,000m정도, 경사도가 급하며, 향은 남향 또는 동향을 선호하고, 시야가 확보된 공간과, 외부적의 침입을 최소화하는 장소를 선택하는 것으로 나타난다고 보고하였다(KNPS, 2009b).

우리나라는 천연기념물, 멸종위기야생생물 등의 법적보호동물에 대한 분포, 서식밀도, 서식환경에 대한 기초생태정보가 부족하지만 다양한 접근방법으로 RS(Remote Sensing)와 GIS(Geographical Information System) 등을 활용하여 서식지 분포 및 적합성 예측에 대한 연구가 진행되고 있다. 야생동물의 행동 및 서식지에 대한 적합성 분석은

주로 GIS와 서식지 모형 개발을 이용하여 야생동물 행동권, 종(species)분포, 서식지 환경특성 및 적합 예측을 하고 있다(Steven *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2008; Seo *et al.*, 2008; Park and Kim, 2011; Song and Kim, 2012; Kim *et al.*, 2013; Cho *et al.*, 2015; Jeong *et al.*, 2015). 반달가슴곰 등 야생생물 보존을 위해서는 생물종의 생태특성 뿐만 아니라 서식 환경에 대한 분석 또한 반드시 필요한 과제이다. 이를 위해서는 야생생물의 공간적 분포와 이에 따른 서식 환경의 분석, 평가를 통해서 구체적인 정보가 축적되어야 한다. 따라서 본 연구는 반달가슴곰의 서식환경을 체계적으로 관리하기 위해 동면 장소를 중심으로 동면 장소의 환경 및 주변 서식환경 등을 분석하여 서식지 연구 및 관리의 기초적 자료를 제공하고자 한다.

## 연구대상지 및 방법

### 1. 연구 대상지

지리산국립공원은 백두대간의 중추를 이루는 곳으로 위도 N35° 12′ 51″ (전라남도 하동군 약양면)~N35° 26′ 49″ (전라북도 남원시 운봉읍), 경도 127° 27′ 12″ (전라북도 남원시 주천면)~127° 49′ 33″ (경상남도 산청군 금서

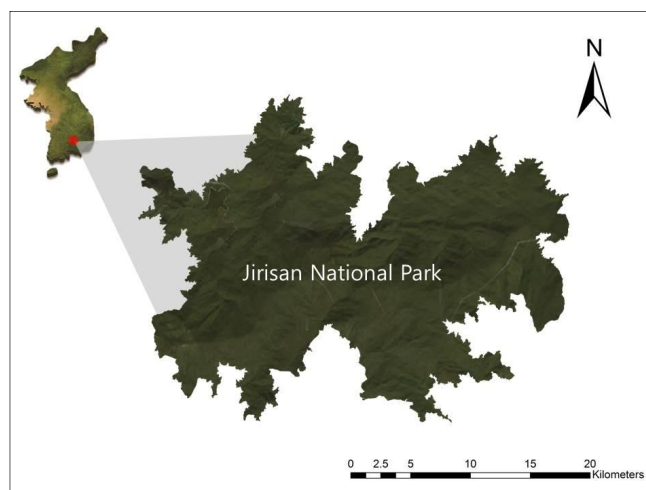


FIGURE 1. A map of study area

면) 사이에 위치하며 예로부터 금강산, 한라산과 함께 삼신산의 하나로 온 민족 신앙의 영지로서 해발 1,500m가 넘는 20여개의 봉우리가 천왕봉(1,915m), 반야봉, 노고단 등 3대 주봉을 중심으로 병풍처럼 펼쳐져 있고 주능선에서 다시 남북방향으로 뻗은 크고 작은 능선과 대성계곡, 대원사계곡, 장당계곡, 한신계곡, 칠선계곡 등 큰 계곡들이 형성되어 있어 다양한 야생생물이 살아갈 수 있는 터전을 갖추고 있다(그림 1).

지리산의 생태특성은 국제적으로 생태계 균형보전을 위하여 권고하고 있는 400km<sup>2</sup> 이상의 면적을 가진 유일한 국립공원으로 우리나라의 식생 기후대상 온대 남부에 있으며 수직적 식물분포로는 온대림에서 한대림에 이르기까지 다양한 식물상을 보유하고 있어, 각종 야생동물이 서식하기 위한 먹이식물을 풍부하게 갖추고 있는 등 서식 기반이 마련되어 있다. 다양한 식물자원으로 구성된 서식처와 이를 주요 먹이원으로 이용하는 포유류의 풍부도는 서식환경의 질이 높음을 보여주고 있으며 지리산국립공원은 반달가슴곰의 복원을 위한 대상지로서 중요한 척도가 되어, 2016년 8월 현재 45마리의 반달가슴곰이 서식하고 있다.

## 2. 연구 방법

동면 장소의 반달가슴곰 출현과 서식환경의 관계를 설명하기 위한 모형 알고리즘은 기계학습기법 중 하나인 최대 엔트로피 방법(maximum entropy method)을 적용하여 정확도를 평가한 후 모형을 적용하였다. 최대 엔트로피 방법은 비선형 모형으로서 출현자료와 환경요인으로 생물의 분포

를 예측하는 통계적 분포 모형이다. 출현자료와 비출현자료가 모두 있다면 출현 자료만 있는 모형에 비해 더욱 정확한 예측이 가능하므로 출현-비출현모형(present-absence model)을 만드는 것이 좋은 방법이다. 그러나 생물 위치 자료의 대부분은 출현 자료만 있으므로 이변량 반응변수 모형의 구형이 어렵다. 또한 임의 비출현자료를 생성하여 출현, 비출현 모형을 구현할 수 있지만 임의 비출현자료가 실제 비출현 자료를 정확하게 대표할 수 없기 때문에 한계가 있다(Seo *et al.*, 2008; Kim and Kwon, 2000). 따라서 본 연구에서는 종속변수로 출현 정보만을 이용하여 모형의 우수성이 선행연구에서 입증된 MaxEnt 모형을 사용하였다.

반달가슴곰의 서식환경을 선택하는데 영향을 받을 수 있는 환경요인을 선정한 후 생물종 분포 모형을 적용하기 위해 GIS 공간주제도를 환경요인별로 제작하였다. 환경요인은 국내 및 해외의 곰 서식에 미치는 요인을 문헌조사를 통해 서식 특성을 파악하고 서식지 평가 사례를 조사하여 필요한 환경요인을 도출하였다. 해외 사례에서 사용된 변수는 표 1과 같다.

물리적 제약요인이 될 수 있는 고도, 경사, 향을 포함하고 먹이자원이 되는 식생에 관한 변수(임상 및 영급), 야생동물의 생존에 필수적이라고 할 수 있는 수계까지의 거리를 포함하였다. 인간이 미치는 영향을 반영할 수 있는 변수로서 도로, 탐방로, 암자로부터의 거리를 선정하였다(표 2, 그림 2).

서식지 평가를 위해서 선정된 반달가슴곰은 2004년 이후 도입되었으며 양호한 행동 패턴

TABLE 1. Used Variable in abroad case

Reference	Species	Environment factor
Clark <i>et al.</i> (1993)	American black bear	Forest stand, condition level(forest age, whether natural forests), altitude, slope, aspect, road, water system, cover diversity
Csuti(1996)	Animal	Existing data and if possible use ecological factors and physical factors
Rudis & Tansey(1995)	American black bear	Ownership, forest physiognomy, diameter class, the length of the road and development of area(~ 0.8km)
Van Manen & Pelton(1997)	American black bear	Forest stand, forest age, altitude, slope, aspect, proximity of water system and road, land utilization,

TABLE 2. Selection of environmental factors

Environmental factors	Thematic map	Data type	Data source
Topography	Elevation	Numerical topographical map	National geographic information institute
	Slope		
	Aspect		
Water system	Distance from the stream		
Road	Distance from the road		
Vegetation	Forest type	Forest map	Korea forest service
	Age of forest		
Trail	Distance from the trail	Site survey	Korea national park service
Temple	Distance from the temple		

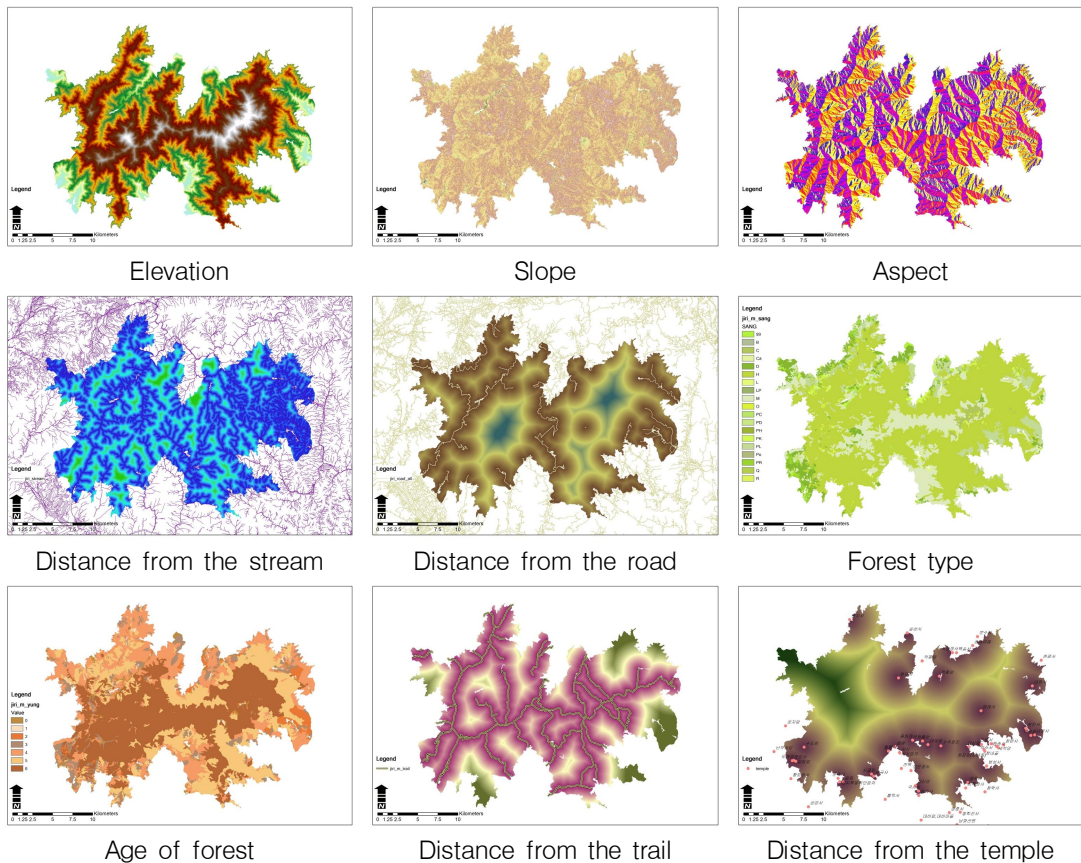


FIGURE 2. Area map for each environmental factor

을 보이는 암, 수 4개체를 대상으로 하였다. 서식지 적합성 평가를 위해 활용한 반달가슴곰은 수컷 2개체(2004년생: 1, 2005년생: 1)와 암컷 2개체(2007년생: 2)로 해당 개체는 방사 이

후 꾸준한 위치 추적이 이루어져 지속적인 위치 추적 자료를 보유하고 있으며, 생후 8~10년 된 개체로 중, 장년층에 해당되는 연령대로서 지리산국립공원의 특정지역에 국한되지 않고 안정적

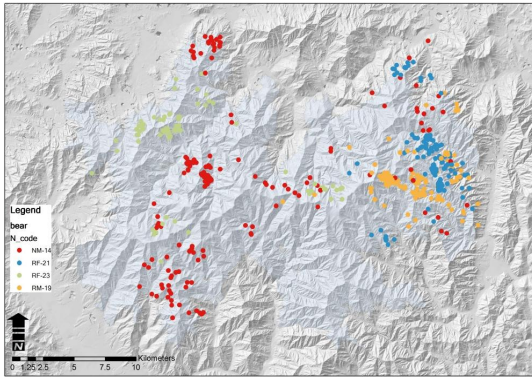


FIGURE 3. Locations of Asiatic black bear

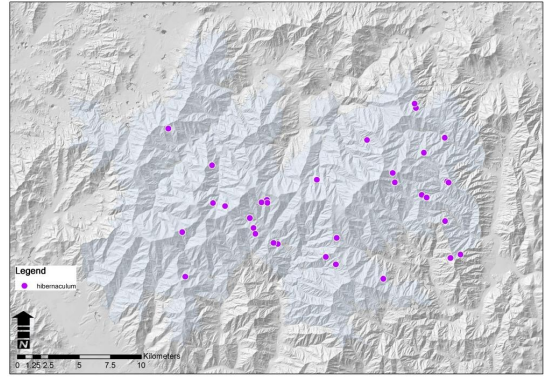


FIGURE 4. Locations of Asiatic black bear den

으로 서식지에 적응하고 있는 개체로 위치 추적 자료 684개를 바탕으로 제작하였다(그림 3).

한편 동면지역 서식지 평가를 위해서 지리산 국립공원에서 동면을 취한 반달가슴곰 개체 중 조사가 가능한 15개체 33개 동면 장소를 대상으로 현장 조사한 자료를 활용하여 동면 장소의 특성을 분석하였다(그림 4).

반달가슴곰의 동면 여부 확인은 개체 모니터링을 위해 부착한 발신기의 옵션기능인 비 활동 센서 작동 또는 일정한 기간(2~3일)동안 일정한 지점에 머물러 있을 경우에 연구자가 직접 접근하여 동면여부를 육안 확인하였다. 동면이 확인된 장소는 현장에서 GPS(62Csx, USA) 등의 장비를 이용하여 위치를 확인하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 반달가슴곰 서식지 적합성 평가

GIS를 사용하여 제작한 환경요인의 공간주제도 9개와 반달가슴곰 위치 자료에 최대 엔트로피 모델 알고리즘을 적용하여 중분포모형을 실시하였다. MaxEnt를 활용한 중분포모형 모델 적용결과 출현 가능성은 0~1사이 값의 범위를 갖는다. 0은 출현가능성이 상대적으로 낮은 지역을 나타내고 1에 가까울수록 가능성이 높다는 것을 의미한다. 본 모델 적용에 의해 표현된 지역에서 파랑색에 가까울수록 상대적으로 반달가슴곰이 서식할 가능성이 높다는 것을 의미

하고 이는 결국 반달가슴곰에 적합한 서식환경 조건을 나타낸다(그림 5).

모델의 정확도는 ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선에 의해 판단하였다. AUC는 최소 0.5를 기준으로 분류의 정확도가 완벽할 경우 1.0을 나타내게 된다(Seo *et al.*, 2008). 본 연구에서 AUC값은 0.758로 나타났는데 모형의 잠재력은 AUC 값이 0.7 이상일 때 모형의 잠재력이 의미를 갖게 되므로 본 모델 적용에 의해 표현된 지역은 지리산국립공원에 서식하는 반달가슴곰의 적합한 서식환경조건에 부합하는 잠재적 서식지역으로 판단할 수 있다.

각 환경요인이 서식지에 영향을 미치는 기여도는 고도가 18.2%로 제일 높았으며, 그 다음으로 하천으로부터 거리 17.0%, 영급 15.8%, 탐방로로부터 거리 12.6%, 암자로부터 거리 12.3%, 도로로부터 거리 11.3% 순으로 나타났다.

지리산국립공원을 중심으로 반달가슴곰 서식지 적합성을 평가한 결과, 각 환경요인별로 살펴보면 자연적 요인으로서 고도의 대부분이 600~1,400m 사이에 위치하고 있었다, 경사는 23~42° 사이에 위치하고 있으며 42°를 넘는 곳 혹은 23° 미만인 곳에는 적합한 서식지가 나타나지 않았다. 향은 50~180° 사이로 평균 163°로 남향을 선호하고 있었다. 임상은 활엽수 지역, 영급은 6영급 지역으로 산림과 울창한 곳이 서식에 적합한 것으로 나타났다. 이는 임령이 높은 활엽수 지역에 먹이자원이 풍부하기

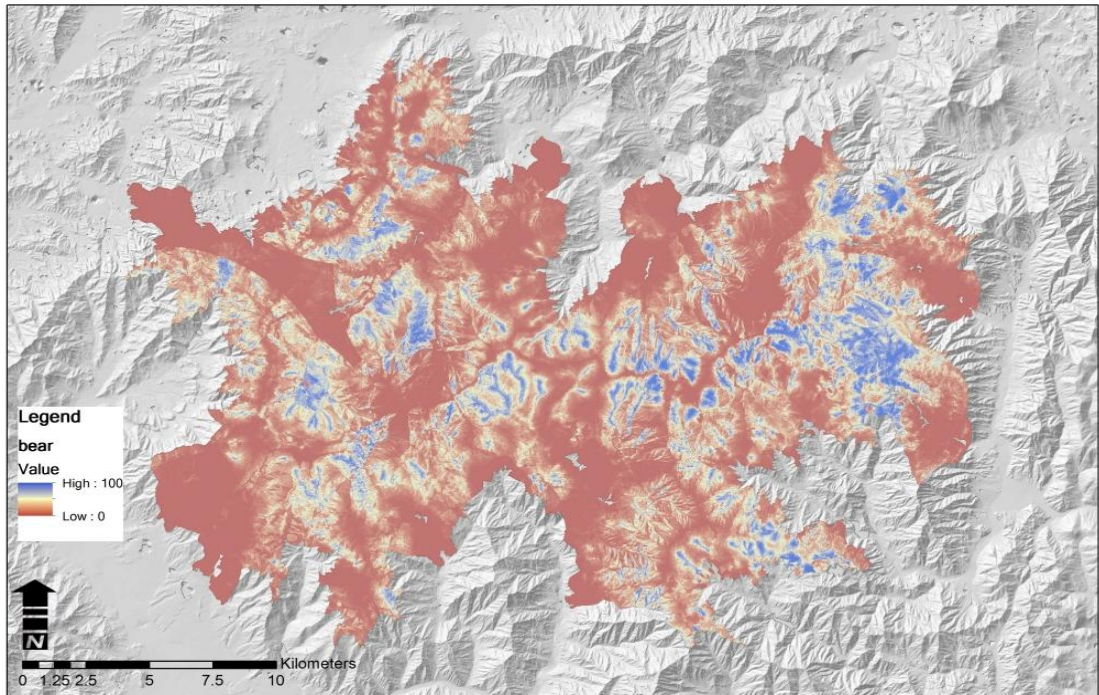


FIGURE 5. Asiatic black bear species distribution models suitable habitat application results in Jirisan

때문인 것으로 판단된다. 수계와의 거리는 평균 177m로서, 0~750m 사이에 위치하고 있으며 수계와 가까울수록 서식지 적합도가 높았지만 750m 이상 떨어져 있을 때 서식에 적합한 지역은 거의 나타나지 않았다.

인위적 요인으로서 도로와의 거리는 평균 1,132m로서 400~1,800m 사이에 있으며 적어도 도로와는 400m 이상 떨어져 있어야 적합한

서식지라고 판단된다. 탐방로와의 거리는 평균 1,145m로 500~3,100m 사이에 있으며 적어도 500m 이상 떨어져 있어야 할 것으로 판단된다. 암자와의 거리는 평균 3,145m, 1,000 ~7,000m 사이가 서식에 적합한 것으로 나타났다. 각 환경요인에 의한 서식지 적합성을 평가한 결과를 바탕으로 반달가슴곰 서식지 환경조건을 정리하면 표 3과 같다.

TABLE 3. Habitat environment condition of Asiatic black bear

Factor	Environmental factors	Details factors	Average	Habitat conditions	Contribution(%)
Natural factors	Topography	Altitude	954.6m	600~1,400m	18.2
		Slope	29.8°	23~42°	6.3
		Aspect	163° (southern)	50~180° (southern-eastern)	3.5
	Vegetation	Forest stand	Hardwood-forest	Hardwood-forest	3.0
		Forest age	6	6	15.8
	Stream	Distance to stream	177.5m	750m or less	17.0
Anthropogenic factors	Road	Distance to road	1,132.0m	400m or more	11.3
	Trail	Distance to trail	1,145.4m	500m or more	12.6
	Temple	Distance to temple	3,141.5m	1,000m or more	12.3

## 2. 반달가슴곰 동면지역 적합성 평가

반달가슴곰 서식지 평가와 마찬가지로 GIS를 사용하여 제작한 환경요인의 공간주제도 9개와 동면 장소 자료에 최대 엔트로피 모델 알고리즘을 적용하여 적합성을 평가하였다. 모델의 정확도는 ROC 곡선에 의해 판단하였다. AUC값은 0.777로 나타났으며, 본 모델 적용에 의해 빨간색으로 표현된 지역이 반달가슴곰 동면지역에 적합한 서식환경조건을 갖는 잠재적 서식지역으로 판단할 수 있다(그림 6).

각 환경요인이 동면 장소에 영향을 미치는 기여도는 경사가 41.4%로 제일 높았으며, 그 다음으로 고도가 20.4%, 탐방로로부터 거리 10.9%, 영급 7.7% 순으로 나타났다.

지리산국립공원을 중심으로 동면 장소의 환경조건을 위해 적합성을 평가한 결과 자연적 요인으로서 평균 고도는 1,017m이며 고도의 대부분은 1,000m 이상에 위치하고 있다. 경사

는 평균 36°로서 35~85° 사이에 위치하고 있으며, 향은 평균 122°로 동향을 선호하고 있었다. 임상은 활엽수 지역, 영급은 6영급 지역으로 산림이 울창한 곳이 서식에 적합한 것으로 나타났다. 수계와의 거리는 평균 240m로서 40~320m 사이에 위치하고 있으며 가까울수록 적합도가 높았으며, 320m 이상 떨어졌을 때는 영향을 미치지 않았다. 인위적 요인으로 도로와의 거리는 평균 1,431m로 1,700~ 4,200m 사이에 대부분 위치하며 적어도 1,500m 이상 떨어져 있어야 한다고 판단된다. 암자와의 거리는 평균 2,637m로 나타났다. 각 환경요인에 의한 동면 장소 입지조건은 표 4와 같다. 한편, 반달가슴곰 서식지 적합성 평가 결과와 동면지역 적합성 평가 결과를 비교해 본 결과 평균 고도는 동면지역에 적합한 곳이 63m가 높았으며 고도는 400m 이상 높게 나타났다. 반달가슴곰 서식지에 적합한 곳보다 동면지역의 평균

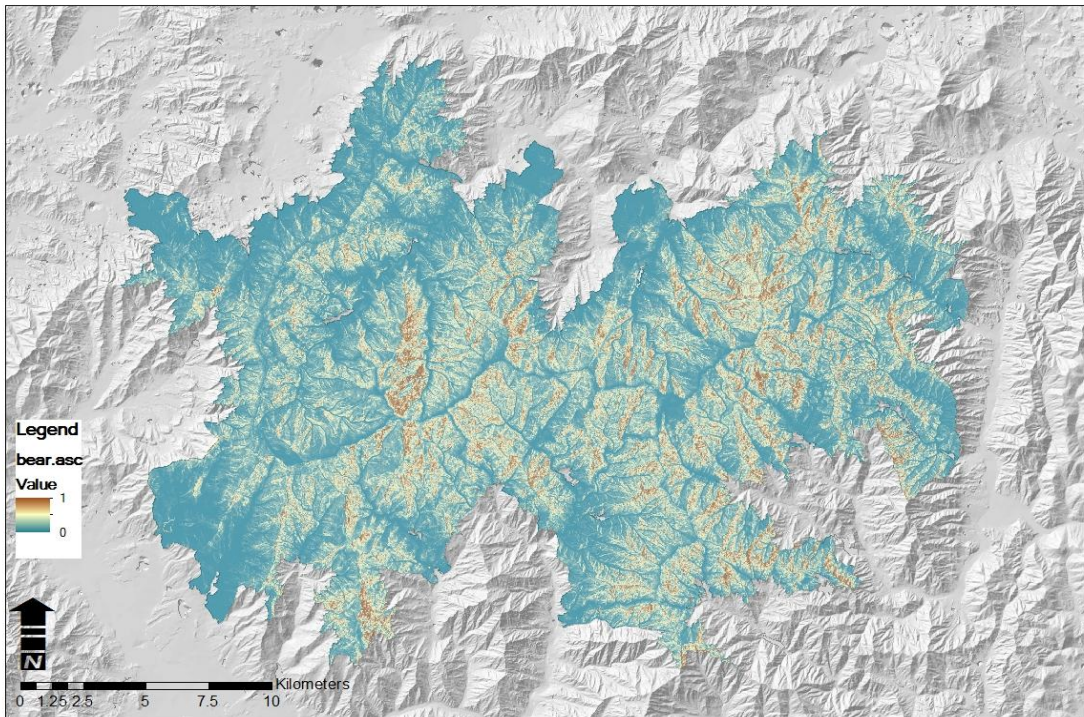


FIGURE 6. Hibernating place suitable area of Asiatic black bear in Jirisan



TABLE 4. Hibernating place location according to environmental factors

Factor	Environmental factors	Details factors	Average	Habitat conditions	Contribution(%)
Natural factors	Topography	Altitude	1,017.6m	1,000m or more	20.4
		Slope	36.4°	35~85°	41.4
		Aspect	122° (eastern)	10~100° (northern-eastern)	3.1
	Vegetation	Forest stand	Hardwood-forest	Hardwood-forest	5.3
		Forest age	6	6	7.7
	Stream	Distance to stream	240.2m	320m or less	4.2
Anthropogenic factors	Road	Distance to road	1,431.3m	1,500m or more	1.9
	Trail	Distance to trail	1,170.3m	800m or more	10.9
	Temple	Distance to temple	2,637.8m	1,000m or more	5.1

경사는 7° 가 높고 12~43° 더 급한 경사를 선호하는 것으로 나타났다. 도로와의 거리에서는 반달가슴곰의 서식지 적합성 평가시보다 동면 지역이 평균 300m 이상 더 떨어져 있었으며 이격 거리의 범위도 1,300~2,400m 더 떨어져 있는 것으로 나타났다. 이는 겨울철 동면의 메커니즘을 위한 동면지역 선택 시 좀 더 외부의 침입으로부터 안전하고 인간과의 접촉에서 멀어지려는 결과라고 판단된다.

### 결론

본 연구는 반달가슴곰이 동면기간 동안 혹독한 추위와 많은 위협요인을 피할 수 있는 동면 장소를 선택하는 서식환경요소를 분석함으로써, 반달가슴곰의 동면 생태 기작과 서식지 관리를 위한 기초적 자료를 제공하고자 수행하였으며 시도된 연구결과는 다음과 같다.

반달가슴곰 동면 지역은 비동면 기간 동안의 서식지 보다 고도가 높았으며, 급한 경사를 선호하는 것으로 나타났다. 또한 도로와의 거리에서는 반달가슴곰 동면지역이 비동면 기간 동안의 서식지 보다 더 떨어져 있는 것으로 나타났는데, 이들 결과는 혹독한 겨울철 동면지역 선택 시 인간의 접근에 멀어지려고 하는 결과라고 판단된다.

반달가슴곰의 동면 장소 선택은 연령별, 개체

별, 주변 서식지 환경 등 복합적인 요인에 의해 차이가 나타나는 것으로 생각되며, 이를 분석하기 위해서는 장기적인 동면 장소 모니터링을 실시하여 동면 장소 선호도를 파악해야 할 것으로 판단된다.

또한 본 연구에서 사용된 동면 특성 분석을 위한 요인들로서는 지리산국립공원 방사 반달가슴곰이 선호하는 동면 장소 유형과 주변 환경을 판단하기에는 부족한 면이 있고, 이를 보완하기 위해서는 반달가슴곰의 생활사(life cycle) 동안 동면 장소에 대한 과학적이고 지속적인 기초자료를 구축하여 주변 환경요인과 통계적 상관분석 등을 통해 동면 장소에 대한 특성이 분석되어야 할 것으로 사료 된다. **KAGIS**

### REFERENCES

Baldwin, R.A. and L.C. Bender. 2008. Den-site characteristics of black bears in Rocky Mountain National Park, Colorado. *The Journal of Wildlife Management* 72(8):1717-1724.

Cho, C.U., K.Y. Kim, K.C. Kim, H.M. Kim, J.Y. An, B.K. Lee, J.G. Park. 2015. A home range analysis of a pair of gorals (*Naemorhedus caudatus*) using GPS collar

- according to the elevation change, in the north Gyeongbuk province(Uljin) of Korea. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 18(1): 135-146 (조재운, 김기운, 김규철, 김현민, 안재용, 이배근, 박종길. 2015. 경북북부지역(울진) 산양 (*Naemorhedus caudatus*) 암·수 한 쌍의 행동권 및 고도변화에 따른 행동권 분석. *한국지리정보학회지* 18(1):135-146).
- Clark, J.D., J.E. Dunn and K.G. Smith. 1993. A multivariate model of female black bear habitat use for a geographic information system. *Journal of Wildlife Management* 57(3):519-526.
- Csuti, B. 1996. Mapping animal distribution areas for gap analysis. Gap analysis: a landscape approach to land management issues. *American Society of Photogrammetry and Remote Sensing*, Bethesda, Maryland. pp.135-145.
- Folk Jr, G.E., J.M. Hunt and M.A. Folk. 1977. Further evidence for hibernation of bears. *Bears: Their Biology and Management* 4:43-47.
- Jeong, S.G., C.H. Park, D.G. Woo, D.K. Lee, C.W. Seo and H.G. Kim. 2015. Selecting core areas for conserving riparian habitat using habitat suitability assessment for Eurasian otter. *Journal of the Korea Society For Environmental Restoration And Revegetation Technology* 18(2):19-32 (정승규, 박종화, 우동걸, 이동근, 서창완, 김호걸. 2015. 서식지 적합성 평가를 이용한 수변지역 핵심 보전지역 선정-수달을 대상으로-. *한국환경복원녹화기술학회지* 18(2):19-32).
- Jonson, K.G. and M.R. Pelton. 1979. Denning behavior of black bears in the Great Smoky Mountains National Park. *Proceedings of the annual Conference Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies* 33: 239-249.
- Kim, B.H., D.H. Yang, W.J. Jeong, B.G. Lee, K.V. Skripova and A.K. Kotlyar. 2007. Study on the characteristics of the hibernation site for the released Asiatic black bear in Jirisan national park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 21(4): 347-345 (김보현, 양두하, 정우진, 이배근, K.V. Skripova, A.K. Kotlyar. 2007. 지리산국립공원에 방사한 반달가슴곰 동면장소 특성연구. *한국환경생태학회지* 21(4):347-345).
- Kim, E.M., J.O. Kwon, C.W. Kang, K.M. Song, D.W. Min. 2013. Home range size and habitat environment related to the parturition of roe deer at warm-temperate forest in Jeju island using GPS-CDMA based wildlife tracking system. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 16(2): 65-74 (김은미, 권진오, 강창완, 송국만, 민동원. 2013. GPS와 CDMA를 이용한 난대림의 출산 전후 암노루 행동권 및 서식 환경조사. *한국지리정보학회지* 16(2):65-74).
- Kim, K.C. and O.S. Kwon. 2000. Estimating the biological growth function of Korean anchovy: a maximum entropy approach. *Environmental and Resource Economics Reviews* 99(2):285-309 (김기철, 권오상. 2000. 한국 연근해 멸치자원량 추정-Maximum Entropy 기법의 응용. *자원환경경제연구* 99(2): 285-309).
- Kim, S.K., N.S. Kim, S.W. Cheong, Y.H. Kim, H.C. Sung, S.R. Park. 2008. A habitat analysis of the historical breeding sites of oriental White Storks(*Ciconia boyciana*) in Gyeonnggi and Chungcheong

- provinces, Korea. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 11(1):125-137 (김수경, 김남신, 정석환, 김영훈, 성하철, 박시룡. GIS를 이용한(Ciconia boyciana) 번식지의 환경특성 분석 -1970년대의 경기도와 충청도 지역을 대상으로-. 한국지리정보학회지 11(1):125-137).
- KNPS(Korea National Park Service). 2009a. 2008 monitoring report -Asiatic black bear-. Species Restoration Center. pp. 43-68 (국립공원관리공단. 2009. 2008 모니터링결과보고서 -반달가슴곰. 멸종위기종복원센터. 43-68쪽).
- KNPS(Korea National Park Service). 2009b. 2004-2008 monitoring and research report of Asiatic black bear in Jirisan. Species Restoration Center. pp.175-186 (국립공원관리공단. 2009b. 2004-2008 지리산 반달가슴곰 연구·모니터링 결과 보고서. 175-186쪽).
- Lindzey, F.G. and E.C. Meslow. 1976. Winter dormancy in black bears in southwestern Washington. Journal of Wildlife Management 40(3):408-415.
- Nelson, R.A. 1980. Protein and fat metabolism in hibernation bears. In Federation proceedings 39(12):2955-2958.
- Park, J.K. and M.G. Kim. 2011. Development of three dimensional animal's habitat map by GIS. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 14(4): 54-62 (박준규, 김민규. GIS에 의한 3차원 동물 서식도 제작. 한국지리정보학회지 14(4):54-62).
- Rudis, V.A. and J.B. Tansey. 1995. Regional assessment of remote forests and black bear habitat from forest resource surveys. The Journal of Wildlife Management 59(1):170-180.
- Ryan, C.W. and M.R. Vaughan. 2004. Den characteristics of black bears in Southwestern Virginia. Southeastern Naturalist 3(4):659-668.
- Seo, C.W., T.Y. Choi, Y.S. Choi and D.Y. Kim. 2008. A study on wildlife habitat suitability modeling for goral (*Nemorhaedus caudatus raddeanus*) in Seoraksan National Park. Journal of the Korea Society For Environmental Restoration And Revegetation Technology 11(3):28-38 (서창완, 최태영, 최운수, 김동영. 2008. 설악산 산양을 대상으로 한 야생동물 서식지 적합성 모형에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 11(3):28-38).
- Seryodkin, I.V., A.V. Kostyria, J.M. Goodrich, D.G. Miquelle, E.N. Smirnov, L.L. Kerley, H.B. Quigley and M.G. Hornocker. 2003. Denning ecology of brown bears and Asiatic black bears in the Russian Far East. Ursus 14(2):153-161.
- Song, W.K. and E.Y. Kim. 2012. A comparison of machine learning species distribution methods for habitat analysis of the Korea Water Deer (*Hydropotes inermis argyropus*). Korea Journal of Remote Sensing 26(1):171-180 (송원경, 김은영. 2012. 고라니 서식지 분석을 위한 기계학습식 중분포모형 비교. 대한원격탐사학회지 26(1):171-180).
- Steven, J.P., P.A. Robert and E.S. Robert. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modeling. 190(3):231-259.
- Van Manen, F.T. and M.R. Pelton. 1997. A GIS model to predict black bear habitat use. Journal of Forestry. 95(8):6-12.
- Xu, L., M. Yiqing, G. Zhongxin and L. Fuyuan. 1994. Characteristics of dens and

selection of denning habitat for bears in the South Xiaoxinganling Mountain, China. *Bears: Their Biology and Management* 9(1):357-362.

Yang, D.H. 2008. Ecological characteristics of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus ussuricus*) released in Jirisan National Park. Ph.D Thesis, Kyungnam Univ., Changwon, Korea. pp.82-95 (양두하. 2008. 지리산국립공원에 방사된 반달가슴곰의 생태적 특성에 관한 연구. 경남대학교 대학원 박사학위논문. 82-95쪽). [KAGIS](#)