

지리산국립공원에 방사한 반달가슴곰 동면장소 특성 연구¹

김보현^{2*} · 양두하² · 정우진² · 이배근² · K.V. Skripova³ · A.K. Kotlyar³

Study on the Characteristics of the Hibernating Site for the Released Asiatic Black Bear in Jirisan National Park¹

Bo-Hyun Kim^{2*}, Doo-Ha Yang², Woo-Jin Jeong², Bae-Geun Lee², K.V. Skripova³,
A.K. Kotlyar³

요 약

러시아 연해주와 북한으로부터 도입하여 지리산국립공원에 방사한 1~2년생 반달가슴곰(*Ursus thibetanus ussuricus*)의 동면장소 특성을 파악하기 위해 2004년 10월부터 2006년 4월까지 조사한 결과는 다음과 같다. 방사한 곰들은 나무굴, 바위굴, 곰탱이 등 3가지 유형의 동면장소에서 동면을 취하였다. 방사한 곰들의 동면장소는 참나무류가 우점하고 있는 지역으로 해발고도 평균 923±221m, 사면경사 평균 25.9±7.9°이었으며, 동면기간은 평균 98±9일 이었다. 동면장소는 방사지점으로부터 평균 2.8±2.8km, 인근마을로부터 평균 2.0±0.9km, 인접 탐방로로부터 평균 1.9±1.7km, 자동차도로로부터 평균 1.9±1.0km 거리에 위치하고 있는 것으로 분석되었다. 동면장소의 환경특성은 방사지점의 환경요인과 밀접한 상관관계를 가지고 있었다.

주요어 : 동면굴 유형, 동면기간, 방사지점

ABSTRACT

Asiatic black Bear (*Ursus thibetanus ussuricus*) cubs aged one or two were introduced from Russia (Primorsky krai) and North Korea for reinforcement of the bear population and they were released to grow wild in Jirisan National Park. We did research on the characteristics of the denning sites of the Asiatic black cubs, which were released before, from Oct. 2004 to Apr. 2006, and the results were as follows: The released bears hibernated in three types of dens; tree hollows, rock hollows or ground nests. The hibernating sites were dominated by a community of oak trees and its location was at an average of 923±221m height above the sea level; the average slope incline was 25.9±7.9°, and the average denning duration was 98±9 days. It was analyzed that the cubs' denning site was 2.8±2.8km, on an average, far from the release point; 2.0±0.9km far from villages;

¹ 접수 6월 30일 Received on Jun. 30, 2007

² 국립공원관리공단 멸종위기종복원센터 Species Restoration Center, Korea National Park Service(nasan929@knps.or.kr)

³ 러시아 극동과학아카데미 우수리스크보호구 Ussuri Nature Reserve of Far East Branch Russian Academy of Sciences, named after Vladimir Komarov in Russia (kaiman@ml.ussuriisk.ru)

* 교신저자, Corresponding author

1.9±1.7km far from park inspection trails, and 1.9±1.0km on the average far from a driveway. It is assumed that environmental attributes of the denning sites were closely correlated to those of the release points.

WORDS : TYPE OF DEN, DENNING DURATION, RELEASE POINT

서론

지리산국립공원 일원에 서식하고 있는 야생 반달가슴곰 개체군의 크기는 5마리 정도로 추정되고 있다(국립환경연구원, 2002). 이를 근거로 Vortex 시뮬레이션 모델링을 통한 개체군존속가능성분석(Population Viability Analysis) 결과 지리산 반달가슴곰 개체군은 인위적 방사 조치 없이 밀렵단속 등의 보호활동만 한다는 전제하에서 100년 후의 존속가능성은 2%이며, 멸종시점은 23년 후로 예측되었다(국립공원관리공단, 2004). 정부에서는 반달가슴곰이 우리나라에서 멸종되는 것을 방지하기 위해 기존의 개체군을 재강화/보충(Re-inforcement/ Supplementation: IUCN/SSC, 2006)하여 유전적 다양성을 향상시키고 안정적인 개체군으로 증식을 도모하기 위한 복원사업을 추진하고 있다. 이를 위해 지리산에 2004년 10월 연해주産 6개체(♂3, ♀3), 2005년 7월 북한産 8개체(♂4, ♀4), 2005년 10월 연해주産 6개체(♂2, ♀4) 등 지금까지 총 20개체를 도입하여 방사하였다(Kim, 2006).

곰은 겨울철 혹독한 기후조건 및 먹이부족에 대한 방위 수단으로 진화된 생리적 메커니즘인 동면을 하는 포유류이다(Nelson, 1980). 곰은 보존조건이 좋고 사람이나 다른 동물로부터 자신과 새끼들의 안전을 가장 잘 지킬 수 있을 것으로 생각되는 장소에서 동면을 한다(Klenzendorf *et al.*, 2002). 그러나 동면중 외부요인으로부터 방해받을 경우 잠에서 깨거나 굴에서 나와 다른 장소를 찾아 배회하기도 한다. 이럴 경우 상당히 많은 에너지를 소비하기 때문에 생명을 잃는 수도 있다(Stirling, 1993). 곰은 동면시 체온 하강도가 작고(활동 기간의 체온은 37~39°C, 동면체온은 약 31~35°C) 먹이섭취, 물 마시기, 배설을 거의 하지 않는다(坪田敏南, 2000). 또한 대사 전반을 저하시켜 여름 수면 때 심박수가 30~40회/분에 반해 동면시에는 3~4회/분으로 감소한다(米田一彦, 1999). 동면기간 동안 임신한 암컷은 새끼를 낳아 기르며 먹이가 풍부해지는 시기가 되면 동면장소를 떠난다(Hamilton and Marchinton, 1980; Oli *et al.*, 1997). 따라서, 겨울동안 곰의 에너지 손실을 최소화할 수 있는 안전한 동면장소의 존재는 어미곰의 생존과 어린곰의 개체수

증가에 중요한 요인이 된다(Johnson and Pelton, 1981; Alt, 1984; Hellgren and Vaughan, 1989; Oil *et al.*, 1997; Hellgren, 1998).

곰의 생존과 번식을 위한 보전계획 수립에 기본적인 요인이 되는 동면특성(Seryodkin *et al.*, 2003)은 성별이나 나이, 사냥시즌, 먹이 등에 의해 차이가 나기도 한다(Lindzey and Meslow 1976; Johnson and Felton, 1979). 우리나라 반달가슴곰과 같은 혈통인 우수리아종은 한반도와 중국동북부, 러시아 연해주에 분포하는데 이들의 동면특성에 대한 연구는 미미한 수준이다. 최근 연구결과를 살펴보면 러시아 연해주 시호테알린 보호구일원에서 1993년부터 2002년까지 반달가슴곰 27개체의 동면장소를 조사한 결과 나무굴(63%), 땅위의 동지(22%), 동굴이나 바위아래(11%), 불곰이 파놓은 굴(4%) 등을 동면장소로 이용하였다. 동면기간은 평균 140일, 해발고도는 평균 585m, 경사는 평균 31%의 지역에서 동면을 취한다고 보고하였다(Seryodkin *et al.*, 2003).

아메리카흑곰과 불곰에 관한 연구는 비교적 많이 수행되었는데 1995년부터 2001년까지 미국 버지니아에서 아메리카흑곰의 동면장소의 특성을 분석한 결과 나무굴(59.8%), 바위틈(27%), 땅위 동지(13.2%) 등을 동면장소로 이용하며, 성별과 나이가 동면굴을 결정하는 중요한 요인이라고 보고하였다(Klenzendorf *et al.*, 2002). Martorello and Pelton(2003)은 1994년부터 1996년까지 미국 캐롤리나지역에서 31개체의 동면굴 특성을 조사하여 20개 곰탕이 (Ground nest : 땅위의 나뭇잎, 나뭇가지, 조릿대 등을 엮어서 만든 동지/잠자리)의 크기와 주변 수관울폐도, 흉고단면적, 관목층높이, 관목층 밀도 등 주변환경을 조사 비교하였다. 그 결과 곰탕이 주변의 관목층 높이와 밀도가 다른 유형의 동면굴보다 높으며 야고목층 피도가 곰탕이 형성의 주요한 요인이라고 보고하였다. Hightower *et al.*(2002)은 1992년부터 2000년까지 미국 루이지아나에서 아메리카흑곰 동면장소를 해안과 육지지역으로 구분하여 조사하였으며, Haroldson *et al.*(2002)은 미국 옐로우스톤에서 1981년부터 1999년까지 불곰의 동면기간, 동면장소의 해발고도 등을 성별에 따라 분석하였다. 캐나다 콜롬비아주에서 1998년부터

2003년까지 불곰의 동면굴 특성을 조사한 결과 동면기간은 산지에서 152~200일, 평지에서 153~164일 동안 동면을 취하며, 동면장소는 땅을 파거나, 자연동굴, 나무, 땅위둥지 등을 이용한다고 보고하였다(Ciarniello *et al.*, 2005). 스웨덴에서 1986년부터 1998년까지 암컷 불곰의 동면장소를 분석한 결과 평균 10월28일부터 4월20일까지(181일) 동면을 취한다고 보고하였다(Friebe *et al.*, 2001). 곰의 동면장소 특성에 관한 연구는 주로 동면굴 유형과 동면기간, 주변환경(경사, 방위, 식생 등) 등을 중심으로 수행되었으며 성별과 연령에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다.

지리산국립공원 반달가슴곰 개체군 복원사업에 있어서 반달가슴곰 생태 및 서식지특성 파악을 통한 서식지관리는 필수적인 사항이다. 그러나 현재 우리나라에서 반달가슴곰의 서식지 및 생태적 특성에 관한 연구는 시작단계에 있다. 본 연구는 방사곰의 최적서식지라고 할 수 있는 동면장소의 환경특성 및 교란요인과의 관계를 분석하여 반달가슴곰 개체군 복원사업을 위한 서식지 관리의 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 연구대상지 개황

본 연구 대상지는 반달가슴곰 개체군 복원사업이 추진되고 있는 지리산국립공원일원이다. 지리산에는 과거부터 야생 반달가슴곰이 서식해 왔으며, 최근 들어 진주MBC와 멸종위기종복원센터에 의해 그 실체가 촬영되는 등 현재 우리나라에서 가장 큰 반달가슴곰 개체군(5마리 내외)이 서식하고 있는 곳이다(국립환경연구원, 2002). 지리산은 경상남도 하동군, 산청군, 함양군, 전라남도 구례군, 전라북도 남원시 등 3개도 5개 시군에 걸쳐져 있다. 국립공원으로 지정된 면적만 472 km^2 으로 반달가슴곰이 안정적으로 서식하기에 충분한 면적을 갖추고 있다(국립공원관리공단, 2004). 반달가슴곰의 주요 먹이인 견과류, 장과류, 조릿대, 취나물류 등이 풍부하며, 특히 신갈나무와 졸참나무 등 참나무류가 지리산 전체 면적의 60%이상을 차지해 반달가슴곰에게 안정적인 먹이자원을 제공하고 있다. 따라서, 사람에게 의한 밀렵, 서식지 파괴 등 인위적 영향을 배제시킨다면 반달가슴곰이 살아갈 수 있는 충분한 서식지 조건을 갖추고 있어 반달가슴곰 개체군 복원의 성공 가능성이 다른 지역보다 높아(국립공원관리공단, 2004) 복원사업 대상지로 선정되었다.

그러나, 연간 300만명 이상의 탐방객이 지리산을

찾고 있고 천왕봉(해발 1,915m)에서 노고단(해발 1,507m)에 이르는 25.5km 길이의 종주탐방로를 비롯해 산 정상부를 중심으로 27개소의 탐방로가 개설되어 있다. 성삼재관통도로(861번 지방도)와 산속 깊숙이 자리 잡은 마을까지 연결되는 도로가 곳곳에 설치되어 있어 지리산국립공원은 서식지가 도로와 탐방로로 인해 29개로 조각화(이정민 등, 2007)되어 있는 실정이다.

국립공원관리공단에서는 경남 산청, 전북 남원, 전남 구례 등에 사무소를 두고 자연보전과 탐방객관리를 위한 국립공원 관리를 밀도있게 수행하고 있다. 그리고 자연공원법에 의거 반달가슴곰 서식예상지역 158.57 km^2 을 출입통제지역으로 지정하여 서식지를 보전하고 있으며, 산불방지 및 동식물보호를 위해 매년 봄, 가을 2차례 걸쳐 총 4개월 정도 일부구간을 제외하고 출입을 통제하고 있다. 그러나 탐방객들의 무분별한 샅길 및 출입통제구역 출입은 지속되고 있는 실정이며, 인근 지역민들의 입산물 채취를 위한 통제구역 출입도 계속되고 있는 실정이다.

2. 조사 및 분석방법

본 연구의 조사기간은 지리산에 반달가슴곰을 방사한 2004년 10월부터 2006년 4월까지 수행되었다. 동면장소 조사는 무선위치추적을 통한 방법과 현장조사를 병행하였다. 방사한 반달가슴곰의 자연적응과정을 모니터링 하기 위해 무선위치추적장비인 발신기(ATS, M3620)를 방사곰의 귀에 부착하였다. 곰의 위치확인을 위해 발신음의 수신이 가능한 지점까지 접근하여 수신장비(IC-R10, 야기안테너 등)를 이용하여 발신음을 수신하는 방법으로 매일 곰의 이동경로와 동면위치를 파악하였다. 곰의 동면 시작과 종료 여부는 귀발신기의 옵션기능인 비활동센서(Mortality Sensor: 곰이 동일한 지점에서 4시간 이상 움직이지 않을 때 신호음 작동)의 작동여부에 따른 현장조사를 통해 확인하였다.

무선위치추적을 통해 확인된 동면지점을 현장 조사하여 동면굴에서 동면을 취하고 있는 방사곰을 확인하였으며, GPS(E-Trek), 줄자, 경사계 등의 장비를 이용해 동면굴의 경위도와 해발고도, 경사, 방위 등 환경요인을 조사하였다. 현장에서 수집한 위치좌표를 멸종위기종복원센터에서 개발한 종복원관리시스템(위치정보관리프로그램)에 입력하여 Arcview 3.2 프로그램으로 지도화하였다. 동면장소 위치와 서식지 교란요인과의 관계를 알아보기 위해 동면장소로부터 인접마을로부터 거리, 탐방로로부터 거리, 자동차도로로부터 거리, 방사지점으로부터 거리 등을 도상에서 측정하였

Table 1. Individual history of the released bears

Group	Origin	Name	Sex	Birth	Imported to Jirisan	Quarantine in Korea	Released to nature
1st release	Russia Primosky	Jeseok	♂	2004.01	2004.10.01	2004.10.01~10.05	2004.10.15
		Manbok	♂	2004.01	2004.10.01	2004.10.01~10.05	2004.10.23
		Cheonwang	♂	2004.01	2004.10.01	2004.10.01~10.05	2004.10.23
		Chilseon	♀	2004.01	2004.10.01	2004.10.01~10.05	2004.10.15
		Hwaecom	♀	2004.01	2004.10.01	2004.10.01~10.05	2004.10.15
		Dalgung	♀	2004.01	2004.10.01	2004.10.01~10.05	2004.10.23
2nd release	North Korea	Ranglim33	♀	2003.12	2005.04.14	2004.04.14~10.18	2005.07.01
		Janggang24	♀	2003.12	2005.04.14	2004.04.14~10.18	2005.07.01
		Songwon43	♀	2004.01	2005.04.14	2004.04.14~10.18	2005.07.01
		Songwon9	♂	2004.01	2005.04.14	2004.04.14~10.18	2005.07.01
3rd release	Russia Primosky	Lord	♂	2005.01	2005.09.04	2005.09.04~09.08	2005.10.14
		Rana	♀	2005.01	2005.09.04	2005.09.04~09.08	2005.10.14
		Rima	♀	2005.01	2005.09.04	2005.09.04~09.08	2005.10.14
		Kai	♂	2005.01	2005.09.04	2005.09.04~09.08	2005.10.14
		Wolca	♀	2005.01	2005.09.04	2005.09.04~09.08	2005.10.14

으며, SPSS 12.0 통계분석 프로그램을 이용하여 기술 통계분석, 상관관계 분석 등을 실시하였다.

3. 연구대상 반달가슴곰

연구대상 반달가슴곰은 러시아 연해주와 북한 평양 중앙동물원에서 출생하였으며, 성별, 출생일, 도입일, 자연방사일 등 개체별 이력은 Table 1과 같다. 연구대상곰은 총 15개체로 수컷 6개체, 암컷 9개체이고 1년생 11개체(1차, 3차 방사), 2년생 4개체(2차방사)이다.

러시아 연해주에서 도입된 1년생 곰들은 어미가 사냥을 당하였거나 어미를 잃어버린 고아곰들이다. 이들은 사냥꾼이나 지역주민, 관련 연구자들에 의해 우수리스크보호구 곰재활센터에서 보내졌으며, 곰재활센터에서 스스로 먹이를 찾을 수 있는 시기까지(생후 6개월) 인공적으로 양육된 후 자연적응훈련을 받았다. 멸종위기종복원센터에서는 이들 고아곰 중 우리나라 곰과 동일아종 여부 판명을 위한 유전자검사(국립공원관리공단, 2005), 건강상태, 사람에 대한 반응 정도 등을 파악하여 도입개체를 선발하였다. 연해주産 반달가슴

곰은 총 12개체를 방사하였으며 11개체가 연구대상에 포함되었다.

평양중앙동물원에서 태어난 북한 반달가슴곰의 도입은 남북한 동물교류사업의 일환으로 추진되어 2년생 반달가슴곰 8개체가 2005년 4월 14일 판문점을 통해 지리산까지 육로로 운송되었다. 이들도 유전자검사, 국내 검역, 자연적응훈련 등의 과정을 마치고 자연방사되었으며, 이중 지리산에 순조롭게 적응한 4개체가 연구대상에 포함되었다.

결과 및 고찰

1. 방사지점 특성

방사지점인 자연적응훈련장과 무제치기폭포 부근 능선의 환경특성은 Table 2와 같다. 자연적응훈련장에서는 2004년 연해주, 2005년 북한에서 도입한 반달가슴곰 등 총14개체를 방사하였다. 자연적응훈련장은 도입한 곰의 자연적응, 부상곰의 치료 및 재활, 부적응개

Table 2. Environmental conditions of the release points(2004-2006)

Aspect	Slope(°)	Altitude (m)	Plant Community	Distance from disturbance factors(km)			Remark	
				Village	Trail	Road		
1	S25W	19	658	Deciduous broad-leaved	1.0	2.2	1.1	1st, 2nd Release (14 indi.)
2	Ridge	-	1,200	<i>Quercus mongolica</i>	2.6	0.4	2.5	3th Release (6 indi.)

Table 3. Characteristics of the bear den sites(2004-2006)

Group	Name	Sex	Type of den	Plant Community	Aspect	Slope(°)
1st release	Jeseok	♂	Rock cavity	<i>Quercus mongolica</i>	N83E	22
	Manbok	♂	Tree cavity	<i>Quercus mongolica</i>	S78E	31
	Cheonwang	♂	Rock cavity	<i>Quercus mongolica</i>	S64E	26
	Chilseon	♀	Tree cavity	<i>Quercus serrata</i>	S50E	20
	Hwaeom	♀	Tree cavity	<i>Quercus mongolica</i>	S57W	15
	Dalgung	♀	Rock cavity	<i>Quercus mongolica</i>	N74W	45
2nd release	Ranglim33	♀	Rock cavity	<i>Quercus mongolica</i>	S67W	25
	Janggang24	♀	Tree cavity	<i>Quercus mongolica</i>	N53W	32
	Songwon43	♀	Rock cavity	<i>Quercus mongolica</i>	N48W	25
	Songwon9	♂	Tree cavity	<i>Quercus mongolica</i> <i>-Abies koreana</i>	S64E	26
3rd release	Lord	♂	Ground nest	<i>Quercus mongolica</i>	N76E	20
	Rana	♀	Ground nest	<i>Quercus mongolica</i>	S57E	14
	Rima	♀	Tree cavity	<i>Quercus mongolica</i>	S85E	35
	Kai	♂	Rock cavity	<i>Quercus mongolica</i>	S79E	28
	Wolca	♀	Ground nest	<i>Quercus mongolica</i>	S72E	25

체 재활과 이들 개체의 자연방사를 위해 2004년 조성하였다. 자연적응훈련장은 해발 658m 지점의 남서사면으로 19°의 경사를 이루고 있으며 신갈나무, 굴참나무, 산뽕나무, 산벚나무, 굴피나무, 물오리나무 등 낙엽활엽수가 우점하고 있고, 곰들이 이용할 수 있는 물자리와 바위, 다양한 지형지물이 형성되어 있다. 주변 마을로부터는 1km, 탐방로로부터는 2.2km, 자동차도로로부터는 1.1km 떨어진 지점에 위치하고 있다.

경남 산청군 삼장면 무제치기폭포 인근 능선 방사장소는 1~2차 방사한 곰들이 활동하고 있지 않으며, 인위적인 영향을 최소화 할 수 있는 곳으로 판단되어 방사장소로 선정되었다. 방사지점은 해발 1,200m에 위치한 능선부(헬기장)로 방사지점 주변에는 신갈나무가 우점하고 있으며, 관목층에는 조릿대가 높은 밀도로 생육하고 있다. 인근 마을로부터는 2.6km, 탐방로로부터 0.4km, 도로로부터 2.5km 떨어진 곳에 위치하고 있다. 2005년 연해주에서 도입한 6개체(3차 방사)를 자연적응훈련장에서 방사지점까지 헬기로 이동시켜 자연방사 하였다.

2. 동면굴 유형 및 주변환경

지리산에 방사한 방사곰 15개체가 동면을 취한 동면굴의 유형, 주변 우점식생, 향, 경사 등을 나타낸 것이 Table 3이다. 지리산에 방사된 곰들은 러시아 연해주에서 연구된 반달가슴곰의 동면굴의 유형(Seryodkin *et al.*, 2003)과 유사하게 바위굴(6개체), 나무굴(6개체), 조릿대를 이용해 새둥지 모양으로 만든 곰탱이를

동면굴로 사용하였다. 주변 우점식생은 신갈나무와 졸참나무림 이었는데 이는 동면기간 동안 필요한 열량을 비축하기 위해 동면 전까지 먹이가 풍부했던 지역에서 활동하다 가까운 동면장소를 찾아 동면에 들어갔기 때문으로 판단된다.

한편, 동면장소는 능선이나 계곡부에서 조금씩 벗어난 사면부에 위치하고 있었는데 남동사면 8개체, 남서사면 2개체, 북동사면 2개체, 북서사면 3개체이었으며, 북사면(315~45°)에서는 동면을 취하지 않았다. 동면장소의 경사는 14~45°로 다양하였고 평균 25.9±7.9°의 사면을 동면장소로 택한 것으로 분석되었다.

동면장소의 해발고도는 475~1,360m(평균 923±221m)로 나타났다(Table 4). 2004년 방사(1차 방사)한 곰들은 705~1,010m(평균 865±129m)사이로 모두 방사지점(658m)보다 높은 곳에서 동면을 취하였다. 2005년 방사한 2년생인 북한산 반달곰(2차 방사)은 475m~1,022m(평균 775±243m)로 개체간 편차가 컸으며, 1년생인 연해주산 반달곰(3차 방사)은 1,019m~1,360(평균 1,140±144m)로 모두 해발 1,000m 이상 고지대에서 동면을 취하였다. 해발고도

Table 4. Altitude(m) of the den sites(2004-2006)

Group	N	Range	Mean	SD	Released point
All	15	475~1,360	923	221	-
1st Released	6	705~1,010	865	129	658
2nd Released	4	475~1,022	775	243	658
3rd Released	5	1,019~1,360	1,140	144	1,200

Table 5. Average temperature and snowfall around Jirisan National Park

Year	2004			2005												2006			
	Month	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
Average for Month	12.8	7	2	-2.3	-1.1	3.8	12.8	17.7	23.4	25.8	25.2	22.6	13.1	6.4	-3.1	0.7	1.1	5.9	11.2
Temperature(°C)	13.6	6.6	0.5	-1.6	0.3	5.4	12.0	17.1	21.7	25.0	25.4	20.2	13.6	6.6	0.5	-1.6	0.3	5.4	12.0
Average for 30 years																			
Snowfall(cm)	-	-	-	10.5	2.7	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	16.5	-	14.0	2.7	-

* Source : Namwon Weather Station, : Denning duration

Table 6. Denning duration of the released bears(2004-2006)

Group	N	Denning duration(range)			Mean (days)	SD
		Den entry	Den emergence	Denning duration(days)		
All	15	20 Dec~24 Jan	31 Mar~21 Apr	86~118	98	9
1st Released	6	02 Jan~24 Jan	31 Mar~19 Apr	86~105	95	8
2nd Released	4	03 Jan~11 Jan	07 Apr~21 Apr	87~103	96	7
3rd Released	5	20 Dec~11 Jan	09 Apr~16 Apr	89~118	103	10

분석결과 방사지점의 해발고도에 따라 동면장소의 해발고도의 차이가 있는 것으로 나타났다.

3. 기후와 동면기간

지리산과 인접한 남원기상대에서 최근 30년간(1971~2000) 관측한 기후를 살펴보면 연평균기온 12.2°C, 연평균강수량 1,314mm, 평균습도 74%, 평균풍속 1.1%이었다(www.kma.go.kr). 연구기간 동안 남원기상대에서 측정된 월평균기온 및 적설량을 나타낸 것이 Table 5 이다. 기후 측정지점과 동면장소의 해발고도 차이로 인한 기온과 적설량의 차이가있지만, 방사곰은 월평균기온이 영하로 내려가고 10cm 이상의 적설량이 있었던 12월에서 1월사이에 동면에 들어갔으며, 12°C 내외까지 상승한 4월에 대부분 동면에서 깨어났다.

2004년 10월부터 2006년 4월사이에 조사한 방사곰들의 동면기간을 정리한 것이 Table 6 이다. 반달가슴곰은 12월 20일부터 1월24일 사이에 동면에 들어갔으며, 3월31일부터 4월21일 사이에 동면에서 깨어났다. 동면기간은 86~118일(평균 98±9일)로 1차 방사

곰들은 평균 95±8일 동안 동면을 취했으며, 2차 방사곰 96±7일, 3차 방사곰 103±10일로 3차 방사곰의 동면기간이 비교적 길었다. 위의 결과는 우리나라보다 북쪽에 위치한 연해주 반달가슴곰, 미국흑곰, 불곰의 연구사례보다 동면기간이 짧은 것으로 나타났는데 (Friebe *et al.*, 2001; Haroldson *et al.*, 2002; Seryodkin *et al.*, 2003; Ciarniello *et al.*, 2005) 이는 겨울의 길이와 기온차이에 의한 결과로 판단된다.

4. 서식지교란 요인부터 거리

동면장소와 방사지점, 서식지 교란요인으로 판단되는 인근마을, 탐방로, 자동차도로로부터의 거리를 나타낸 것이 Table 7이다. 방사곰들은 방사지점으로부터 평균 2.8±2.8km 까지 이동해 동면에 들어가 개체 간 편차가 큰 것으로 나타났다. 2년생인 북한산 반달곰은 방사지점에서 평균 6.3±2.8km를 이동해 동면에 들어간 반면, 1년생 연해주산 반달곰들은 평균 2.0±1.6km (1차 방사), 평균 0.9±0.4km(3차 방사)를 이동하여 동면에 들어가 연령에 따른 차이가 있는 것으로 나타났

Table 7. Distance(km) from the release points and disturbance factors(2004-2006)

Group	N	Release point			Village			Trail			Road		
		Range	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	Mean	SD
All	15	0.4~10.0	2.8	2.8	0.7~3.3	2.0	0.9	0.2~6.5	1.9	1.7	0.6~3.4	1.9	1.0
1st Released	6	1.0~5.1	2.0	1.6	0.7~2.8	1.5	0.8	1.1~6.5	2.9	1.9	0.6~2.6	1.5	0.8
2nd Released	4	3.8~10.0	6.3	2.8	0.8~2.5	1.7	0.8	0.6~4.7	2.2	1.8	0.6~2.3	1.4	0.8
3rd Released	5	0.4~1.3	0.9	0.4	1.8~3.3	2.8	0.7	0.2~0.8	0.6	0.3	1.9~3.4	2.8	0.7

다. 한편, 방사 후 동면시기까지의 기간, 먹이자원 등도 방사지점으로부터 이동거리 차이가 발생하는 원인인 것으로 판단된다.

동면장소와 인근마을까지의 거리는 0.7~3.3km(평균 2.0±0.9km)로 대부분 마을로부터 1km 이상 떨어진 곳에서 동면을 취한 것으로 분석되었다. 1차 방사곰들은 마을로부터 평균 1.5±0.8km 거리에 있는 동면장소를 선택하였으며 같은 장소에서 방사한 북한산 2년생 방사곰들도 평균 1.7±0.8km 거리에서 동면을 취해 연령에 따른 차이는 나타나지 않았다. 마을로부터 2.6km 떨어진 곳에서 방사한 3차 방사곰들은 마을로부터 평균 2.8±0.7km지점에서 동면을 취하여 1~2차 방사곰들보다 1km 정도 먼 곳을 동면장소로 선택한 것으로 분석되었다. 위의 결과로 볼때, 동면장소와 인근마을까지의 거리는 연령보다는 방사장소 위치특성이 마을로부터 거리 차이를 발생시키는 요인인 것으로 판단된다.

동면장소와 인접 탐방로로부터 거리는 평균 1.9±1.7km로 개체 간 편차가 큰 것으로 분석되었다. 1차 방사곰들은 평균 2.9±1.9km지점, 2차 방사곰들은 평균 2.2±1.8km 떨어진 지점에서 동면을 취했다. 3차 방사곰들은 평균 0.6±0.3km 떨어진 지점에서 동면을 취해 개체 간 편차는 작았지만 1, 2차 방사곰들에 비해 탐방로와 가까운 곳에서 동면을 취한 것으로 나타났다. 이는 마을과의 거리와 마찬가지로 방사지점 위치 특성에 따라 거리의 차이가 발생한 것으로 판단된다.

자동차도로로부터 동면굴까지의 거리는 0.6~3.4km(평균 1.9±1.0km)로 대부분 1km이상 떨어진 곳에서 동면을 취한 것으로 나타났다. 1차 방사곰은 자동차도로로부터 평균 1.5±0.8km, 2차 방사곰들은 평균 1.4±0.8km거리에서 동면을 취해 연령에 따른 집단간

차이는 작았으나 3차 방사곰들은 평균 2.8±0.7km거리에서 동면을 취해 1, 2차 방사곰들보다 자동차도로로부터 평균 2배 이상 먼 곳에서 동면을 취한 것으로 분석되었다.

동면장소와 서식지 교란요인과의 거리에 대한 분석 결과 방사지점으로부터 거리는 연령에 따라 차이가 발생하고 있는 것으로 판단되며 마을로부터 거리, 탐방로로부터 거리, 자동차도로로부터 거리는 방사장소의 환경특성에 따라 차이가 발생하고 있는 것으로 판단된다. 또한 일부 방사곰들의 동면장소는 서식지 교란요인과 1km미만의 거리를 두고 근접해 있었는데 이는 숲 속 깊숙이까지 마을이 형성되어 있고, 마을을 따라 도로와 탐방로 등 서식지 교란요인들이 설치되어 있기 때문으로 판단된다.

5. 상관관계 분석

동면지점으로부터 방사장소, 서식지 교란요인까지의 거리, 동면장소의 해발고도, 경사, 동면굴 유형, 성별, 나이, 방사지점 등 동면굴 환경요인과 곰 개체 특성 상호간의 피어슨 상관계수를 계산한 것이 Table 8이다.

해외 유사연구에서는 성별과 나이가 동면장소 특성을 결정하는 중요한 요인(Lindzey and Meslow 1976; Johnson and Felton, 1979; Klenzendorf *et al.*, 2002)은 이라고 하였으나 본 연구에서는 성별 유의한 상관관계를 갖은 환경 요인이 없는 것으로 나타났으며, 나이는 방사지점으로부터 거리와만 유의한 상관관계가 있었다.

동면장소 해발고도와 마을로부터 거리, 방사지점과

Table 8. Correlation between the environmental factors and disturbance factors

Variables	DR	DV	DT	DRO	DD	ADS	TD	Slope	Sex	Age
DV	-.050									
DT	.297	-.316								
DRO	-.092	.964**	-.275							
DD	-.119	.121	-.301	.148						
ADS	-.274	.619*	-.669**	.663**	.384					
TD	-.217	.291	-.302	.422	.214	.175				
Slope	-.151	-.260	.075	-.253	-.304	.059	-.339			
Sex	-.160	-.388	.002	-.462	-.280	-.225	-.218	.236		
Age	.794**	-.190	.087	-.322	-.121	-.446	-.242	-.141	.185	
RP	-.495	.632*	-.556*	.680**	.437	.686**	.567*	-.233	.000	-.426

* p ≤ 0.05, ** p ≤ 0.01

DR: Distance from release point, DV: Distance from village, DT: Distance from trail, DRO: Distance from road, DD: Denning duration, ADS: Altitude of den sites, TD: Type of den, RP: Released point

마을로부터 거리, 방사지점과 탐방로로부터 거리, 방사지점과 동면굴 유형은 5%수준에서 상호간 유의한 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 마을로부터 거리와 자동차도로로부터 거리, 해발고도와 탐방로로부터 거리, 해발고도와 도로로부터 거리, 연령과 방사지점으로부터 거리, 방사지점과 도로로부터 거리, 방사지점과 동면장소 유형 등 1%수준에서 유의한 상관관계가 있는 것으로 분석되었다.

위의 결과로 볼 때, 방사지점이 마을로부터 거리, 탐방로로부터 거리, 자동차도로로부터 거리, 동면장소 해발고도, 동면굴의 유형 등의 환경요인을 결정하는 주요 변수로 나타났다. 따라서 방사지점 환경요인이 새끼곰의 동면굴 선택의 영향을 미치고 있는 것으로 판단됨에 따라 서식지 교란요인을 최소화 할 수 있는 방사지점을 선정하여 곰을 방사하는 것이 새끼곰의 자연적응에 중요한 요인이 될 수 있는 것으로 사료된다. 한편, 탐방로로부터 거리와 해발고도는 음의 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타났는데 이는 지리산의 산정상부를 연결하는 중주탐방로가 개설되어 있고 이곳으로 연결되는 탐방로가 곳곳에 설치되어 있기 때문으로 판단된다.

결론 및 제언

러시아 연해주와 북한으로부터 도입하여 지리산에 방사한 반달가슴곰 15개체의 동면장소를 2004년 10월부터 2006년 4월까지 조사한 결과 방사곰들은 나무굴이나 바위굴, 곰땀이(조릿대 동지) 등 3가지 유형의 동면장소에서 동면을 취하였다. 동면장소는 가을철 먹이가 풍부하고 보온조건이 좋으며 외부의 적으로부터 안전(Klenzendorf *et al.*, 2002)한 장소로 반달가슴곰의 최적의 서식지라고 할 수 있다. 방사곰들의 동면장소는 대부분 참나무류가 우점하고 있는 지역이었다. 이는 동면기간 동안 필요한 열량을 비축하기 위해 동면 전까지 먹이가 풍부했던 지역에서 활동하다 그 근처에서 외부의 적으로부터 안전한 장소를 찾아 동면을 취한 것으로 동면장소의 선택이 먹이와 밀접한 관계를 가지고 있음을 알 수 있다. 동면장소의 해발고도는 평균 $923 \pm 221\text{m}$, 사면경사는 평균 $25.9 \pm 7.9^\circ$ 로 나타났다. 방사곰들은 지리산의 기온이 낮아지고 눈이 쌓여 활동하기 힘든 12월 말부터 1월 초 사이에 동면에 들어갔으며, 눈이 녹아 활동이 가능해진 3월 말에서 4월 중순 사이에 동면굴에서 나왔다. 동면기간은 평균 98 ± 9 일로 한반도 반달가슴곰과 동일한 혈통인 연해주 반달가슴곰의 동면기간 140일(Seryodkin *et al.*, 2003)보다 40일 가량 짧았다.

동면장소는 방사지점으로부터 평균 $2.8 \pm 2.8\text{km}$, 인근마을로부터 평균 $2.0 \pm 0.9\text{km}$, 인접 탐방로로부터 평균 $1.9 \pm 1.7\text{km}$, 자동차도로로부터 평균 $1.9 \pm 1.0\text{km}$ 거리에 위치하고 있는 것으로 나타났다. 방사곰들은 인근마을과 자동차도로로부터는 1km 이상 떨어진 곳에서 동면을 취한 것으로 나타났으며, 탐방로로부터는 거리는 편차가 컸다. 방사지점으로부터 거리는 연령에 따라 차이가 있는 것으로 판단되며 마을, 탐방로, 자동차도로 등 서식지 교란요인으로부터 거리는 방사장소의 특성에 따라 차이가 발생하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 방사곰들이 인위적인 영향으로부터 벗어나 자연에 적응할 수 있는 조건을 만들어주기 위해서는 인위적인 영향을 적게 받는 곳을 방사장소로 선정해야 할 것이다.

방사곰의 동면장소가 인간의 생활권 및 인공시설들과 가까운 곳에 위치하는 것으로 나타났는데, 이는 이미 지리산 깊은 산속 곳곳까지 마을이 형성되어 있고, 마을을 따라 도로가 건설되어 있는데 근본적인 원인이 있다. 반달가슴곰이 서식하기 좋은 지역과 인간의 생활권이 중복되는 것은 인간과의 충돌의 가능성이 높아지는 결과를 초래할 것이다. 따라서, 성공적인 반달가슴곰 개체군 복원사업을 위해 필수적인 안전한 서식공간을 확보해주기 위해서는 숲 속 깊은 곳 까지 위치해 있는 인공적인 서식지 교란요인을 저감시킬 수 있는 방안 수립과 적극적인 관리가 요구된다.

한편, 연구대상 방사곰들이 1~2년생 새끼곰들로 이동거리에 한계가 있으며, 어미로부터 교육과 훈련을 받지 못한 상태이기 때문에 인간의 생활권과 근접한 곳에서 동면을 취했을 가능성도 배제할 수 없다. 따라서 향후, 동면장소에 대한 지속적인 조사연구를 수행하여 통계적으로 유의성이 있는 자료의 구축이 필요하다고 판단된다. 밀렵방지 등 안전한 서식지관리를 위해 본 논문에서는 동면장소의 위치를 도면화하거나 위치좌표를 밝히지 않았다.

인용문헌

- 국립공원관리공단(2004) 반달가슴곰 시험방사 결과보고서. 167쪽.
- 국립공원관리공단(2005) 한국산 반달가슴곰 유전정보 분석. 39쪽.
- 국립환경연구원(2002) 멸종위기에 처한 야생동물 복원기술 개발. 319쪽.
- 기상청 www.kma.go.kr
- 이정민, 김보현, 오구균(2007) 도로에 의한 국립공원 서식지

- 조각화에 관한 연구 -16개 국립공원을 중심으로-. 2007 한국환경생태학회 학술논문발표회 초록집, 90-93쪽.
- Alt, G.L.(1984) Black bear cub mortality due to flooding of natal dens. *Journal of Wildlife Management* 48: 1432-1434.
- Ciarniello, L.M., M.S. Boyce, D.C. Heard and D.R. Seip(2005) Denning behavior and den site selection of grizzly bears along the Parsnip River, British Columbia, Canada. *Ursus* 16(1): 47-58.
- Friebe, A., J.E. Swenson and F. Sandegren(2001) Denning chronology of female brown bears in central Sweden. *Ursus* 12: 37-46.
- Hamilton, R.J. and R.L. Marchinton(1980) Denning and related activities of black bear in the coastal plain of North Carolina. *International Conference on Bear Research and Management*, 4: 121-126.
- Haroldson, M.A., M.A. Ternent, K.A. Gunther and C.C. Schwartz(2002) Grizzly bear denning chronology and movement in the greater yellowstone ecosystem. *Ursus* 13: 29-37.
- Hellgren, E.C. and M.R. Vaughan(1989) Denning ecology of black bears in a southeastern wetland. *Journal of Wildlife Management* 53: 347-353.
- Hellgren, E.C.(1998) Physiology of hibernation in bears. *Ursus* 10: 467-477.
- Hightower, D.A., R.O. Wagner and R.M. Pace(2002) Denning ecology of female american black bears in South Central Louisiana. *Ursus* 13: 11-17.
- IUCN/SSC(2006) *IUCN Guideline for Re-introductions*. Re-introduction specialist group, 64pp.
- Johnson, K.G. and M.R. Pelton(1979) Denning behavior of black bears in the Great Smoky Mountains National Park. *Proceedings annual conference Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies*, 33: 239-249.
- Johnson, K.G. and M.R. Pelton(1981) Selection and availability of dens for black bears in Tennessee. *Journal of Wildlife Management* 41: 111-119.
- Kim, B.H.(2006) Experiences and Lessons of Species Restoration Project in Jirisan National Park. *Proceedings of International Workshop for Better Management of Protected Areas*. 2006 CBD PoWPA Workshop Organizing Committee, pp. 427-449.
- Klenzendorf, S.A., M.R. Vaughan and D.D Martin(2002) Den-type use and fidelity of American Black Bear in Western Virginia. *Ursus* 13: 39-44.
- Lindzey, F.G. and E.C. Meslow(1976) Winter dormancy in black bears in southwestern Washington. *Journal of Wildlife Management* 40: 408-415.
- Martorello, D.A. and M.R. Pelton(2003) Microhabitat characteristics of American black bear nest dens. *Ursus* 14(1): 21-26.
- Nelson, R.A.(1980) Protein and fat metabolism in hibernating bears. *Fed. Proc.* 39: 2955-2958.
- Oli, M.K., H.A. Jacobson and B.D. Leopold(1997) Denning ecology of black bears in the White River National Wildlife Refuge, Arkansas. *Journal of Wildlife Management* 61: 700-706.
- 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 bear in the Russian Far East. *Ursus* 14(2): 153-161.
- Stirling, I.(1993) *Bears*, Harper Collins Publishers, pp. 68-69.
- 米田一彦(1999) シキノワグマのいる森へ、アドスリー. pp. 46-47.
- 坪田敏南(2000) クマ -生理的側面から-. pp. 214-215.