

# 지리산국립공원 방사 반달가슴곰의 형태학적 특성 분석

## Morphological analysis of Released Asiatic Black Bear in Jirisan National Park

정동혁 · 양정진 · 지형우 · 이진홍 · 추연규

국립공원관리공단 멸종위기종복원센터

### I. 서론

반달가슴곰(Asiatic black bear, *Ursus thibetanus ussuricus*)은 멸종위기에 처한 야생동식물의 국제거래에 관한 협약(Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora, CITES)-Appendix I에 등재된 국제적 멸종위기종이며, 환경부지정 멸종위기 야생동물이자 천연기념물 제 329호로 지정되어 보호받고 있다. 국립공원관리공단은 반달가슴곰 복원사업의 일환으로 2004년도부터 러시아 연해주 및 북한으로부터 반달가슴곰을 도입하여 지리산일대에 방사, 모니터링 함으로써 안정적 개체군을 유지하기 위해 노력하고 있다.

본 연구는 도입된 반달가슴곰의 체중 및 형태학적 특성을 분석하여 종간 유연관계가 깊은 아메리카흑곰 및 일본 반달가슴곰과 비교함으로써 그 형태학적 차이를 제시하고 연령 및 성별에 따른 분석을 통해 방사지에서의 생태적응도를 간접적으로 평가하고자 수행되었다.

### II. 재료 및 방법

#### 1. 조사 대상

지리산에 방사한 2004년생 러시아 연해주産 반달곰 6개체(♀3, ♂3), 북한産 8개체(♀4, ♂4), 2005년생 러시아 연해주産 6개체(♀3, ♂3), 2007년생 러시아 연해주産 6개체(♀4, ♂2), 2002년생 북한産 1개체(♀1), 2007년생 서울대공원産 1개체(♀1), 총 28개체를 대상으로 하였다.

#### 2. 포획 및 마취

방사곰을 포획하기 위해서 생포트랩(박스형, 와이어형)을 이용하거나 추적포획 방법(국립공원관리공단, 2006)을 사용하였으며 생포트랩 이용 시 개체의 폐사 및 부상의 위험을 최소화하기 위해 트랩에 발신기를 부착하여 원거리에서 24시간 모니터링 하였다. 신체측적을 위한 마취는 PI CO<sub>2</sub> 마취총(Daninject, Denmark)을 이용했으며 약물로는 zolazepam-tiletamine(2mg/kg, Zoletil50<sup>®</sup>, Virbac)과 medetomidine(0.04mg/kg, Dormitor<sup>®</sup>, Pfizer)을 혼합하여 사용하였다(Marc R. L. Cattet, 1997). 마취다트의 오발을 최소화하기 위해 확실한 시야에서만 마취를 하였으며 근육이 많은 대퇴부위를 타겟 부위로 삼았다. 마취로 인한 개체 폐사 및 부작용을 예방하기 위해 SpO<sub>2</sub>를 비롯한 vital sign을 마취기간동안 지속적으로 모니터링 하였다.

#### 3. 신체측정

마취 후 체중, 전체길이(코끝~꼬리 끝), 꼬리길이(항문 끝~꼬리 끝), 체고(견갑골~앞발바닥), 머리둘레(두정골, 하악골 포함), 목둘레(4th 경추골 포함), 가슴둘레(4, 6th 늑골사이~4, 6th 흉추골사이), 복부둘레(배꼽부위 포함), 앞발 길이(발톱포함, 발톱제외), 앞발패드 길이, 앞발패드 폭, 뒷발길이(발톱포함, 발톱제외), 뒷발패드 길이, 뒷발패드 폭, 귀 너비, 귀 폭, 견치 폭(상악, 하악) 총 20가지 항목에 대해 신체측정을 실시하였다.

#### 4. 통계처리

신체측정 항목에 따른 성별 비교를 위해 t-test를 사용하였으며 신체측정 항목간의 상관관계를 분석하기위해

Spearman rank correlation coefficient를 이용했다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

반달가슴곰 수컷 성체의 몸길이는  $138 \pm 13.05\text{cm}(n=7)$  이고, 암컷 성체의 몸길이는  $137 \pm 11.53\text{cm}(n=3)$ 로 암수간에 유의적인 차이는 없었으며( $t=-0.138, p>0.05$ ), 체중 역시 성체 수컷이  $73.2 \pm 19.6\text{kg}(n=8)$ 이었고, 암컷이  $69.8 \pm 18.7\text{kg}(n=4)$ 로 수컷이 암컷보다 다소 무거운 양상을 보였으나, 통계적으로 유의미한 차이는 없었다( $t=-0.301, p>0.05$ ).

2년생(yearling) 수컷 반달가슴곰의 몸길이는  $118.79 \pm 9.55\text{cm}(n=7)$ , 암컷은  $112.43 \pm 9.09\text{cm}(n=7)$ 로 같은 연령대의 아메리카흑곰과 비슷한 크기를 보이고 있었다. 반면

새끼(Cubs) 수컷 반달가슴곰의 몸길이는  $89.56 \pm 6.37\text{cm}(n=8)$ 이었고, 암컷 반달가슴곰은  $86.33 \pm 10.77\text{cm}(n=12)$ 로 비슷한 시기의 아메리카흑곰 (Powell *et al.*, 1997)보다 다소 큰 경향을 보였다.

아메리카흑곰의 경우, 골격 성장은 암컷 4-5 years, 수컷은 6-7 years 까지 성장하며(IUCN, 1999), 몸길이는 평균 150-200cm(Powell *et al.*, 1997), 일본 반달가슴곰(*Ursus thibetanus japonicus*)의 경우, 성체 몸길이는 평균 110-140cm로 보고하고 있다(IUCN, 1999). 또한 불곰(1 yearling)의 경우는 성장이 매우 빨라 18개월 동안 3배 (Body mass) 정도 증가하는 경우가 보통이며, 암컷보다는 수컷의 성장이 더 빠르다는 연구보고도 있다(Kaczensky *et al.*, 2002). 본 연구 결과에서도 반달가슴곰의 골격(전체 길이) 성장 정도가 지속적으로 증가하는 경향을 보였다.

Table 1. Correlation between body dimensions of Asiatic black bear in Jirisan national park

	BW	BL	HG	NG	FFL	FFPL	FFPW	HFL	HFPL	HFPW	EL
<b>Female</b>											
BW	-	0.543	0.829*	0.719*	0.667	0.709	0.955**	0.943**	0.670	0.927**	0.112
BL		-	0.886*	0.928**	0.696	0.261	0.771	0.771	0.273	0.794	0.224
HG			-	0.899*	0.696	0.522	0.943**	0.943**	0.638	0.971**	0.112
NG				-	0.868*	0.459	0.700	0.812*	0.060	0.761*	-0.112
FFL					-	0.794	0.754	0.754	0.462	0.716	-0.229
FFPL						-	0.651	0.696	0.572	0.556	-0.287
FFPW							-	1.000	0.646	0.963**	0.112
HFL								-	0.820*	0.971**	0.112
HFPL									-	0.512	0.125
HFPW										-	-0.057
EL											-
<b>Male</b>											
BW	-	0.765**	0.734**	0.924**	0.664**	0.442	0.728**	0.831**	0.827**	0.545*	0.702**
BL		-	0.729**	0.688**	0.622*	0.515	0.682**	0.812**	0.797**	0.518	0.504
HC			-	0.786**	0.462	0.501	0.694**	0.609*	0.607*	0.704**	0.499
NC				-	0.553*	0.484	0.656**	0.702**	0.711**	0.549*	0.751**
FFL					-	0.846**	0.617*	0.826**	0.839**	0.482	0.743**
FFPL						-	0.464	0.655**	0.671**	0.387	0.555*
FFPW							-	0.839**	0.803**	0.838**	0.678**
HF								-	0.991**	0.640*	0.648**
HFPL									-	0.652**	0.645**
HFPW										-	0.566*
EL											-

- BW: Body Weight; BL: Body Length; HG: Head Girth; NG: Neck Girth; FFL: Fore Foot Length; FFPL: Fore Foot Pad Length; FFPW: Fore Foot Pad Width; HFL: Hind foot Length; HFPL: Hind Foot Pad Length; HFPW: Hind Foot Pad Width; EL: Ear Length.

- Significance level: \*\*,  $p<0.01$ , \*,  $p<0.05$ .

아메리카흑곰 암컷 성체의 몸무게는 40-70kg, 수컷 성체는 60-140kg이나 드물게 250-300kg 까지 나가며, 체중은 골격 성장이 완료된 시기보다 2-3년 더 증가하는 경향을 보이며, 일본 반달가슴곰 경우, 수컷의 체중은 60-120kg, 암컷은 40-100kg인 것으로 보고되고 있다(IUCN, 1999).

불곰의 경우, 동면하기 전까지 집중적으로 먹이를 먹는 시기인 늦여름과 가을 동안 체중이 빠르게 증가하며 (Hilderbrand *et al.*, 2000), 일반적으로 동면하기 전 가을에 가장 많이 증가한다(Nelson, 1980). 또한 동면후 체중은 동면전 보다 32%(± 10% SD)정도 줄어든다(Schwartz *et al.*, 2003). 이러한 경향은 지리산에 방사된 반달가슴곰의 경우에도 비슷한 변화 양상을 보였는데 생후 10개월 된 반달가슴곰의 체중은 평균 약 22kg이었으나, 불과 10개월 후에는 약 60kg 정도 까지 체중이 늘어났으며, 3 years이 되는 시점에는 약 100kg 정도까지 급속하게 체중이 증가함을 보였다. 특히 동면전후 반달가슴곰 체중 변화정도가 가장 심한 것으로 조사되었다.

머리둘레의 경우, 수컷은  $65.3 \pm 5.3\text{cm}$ (n=7), 암컷은  $65.7 \pm 4.9\text{cm}$ (n=3)로 암수 간에 크기가 비슷한 양상을 보였고( $t=0.110$ ,  $p>0.05$ ), 목둘레는 암컷이  $63.5 \pm 8.5\text{cm}$ (n=4), 수컷이  $65.8 \pm 8.2\text{cm}$ (n=7)로 역시 암컷과 수컷 간에 비슷한

양상을 보이고 있음을 알 수 있었다( $t=-0.448$ ,  $p>0.05$ ).

반달가슴곰 신체 각 부위별 측정 항목들간의 상관관계를 살펴보기 위해 스피어만 분석을 실시하였다. 그 결과 반달가슴곰 수컷의 전체 길이는 머리둘레(Spearman's rho,  $r=0.729$ ,  $n=14$ ,  $P<0.01$ ), 목둘레( $r=0.688$ ,  $n=14$ ,  $P<0.01$ ), 앞발길이( $r=0.622$ ,  $n=14$ ,  $P<0.05$ ), 뒷발길이( $r=0.812$ ,  $n=14$ ,  $P<0.01$ )의 크기와 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 또한 수컷의 체중은 몸전체 길이( $r=0.765$ ,  $n=13$ ,  $P<0.01$ ), 목둘레( $r=0.924$ ,  $n=14$ ,  $P<0.01$ ) 그리고 머리둘레( $r=0.734$ ,  $n=14$ ,  $P<0.01$ )의 크기와 정비레의 상관관계가 있음을 알 수 있었다(Table 1).

암컷의 전체길이는 머리둘레( $r=0.886$ ,  $n=6$ ,  $p<0.01$ ), 목둘레( $r=0.928$ ,  $n=6$ ,  $P<0.01$ )의 크기와 정상관의 관계를 보였고, 암컷의 체중은 머리둘레( $r=0.829$ ,  $n=6$ ,  $P<0.05$ ), 목둘레( $r=0.719$ ,  $n=8$ ,  $p<0.05$ ), 앞발 폭 넓이( $r=0.955$ ,  $n=7$ ,  $p<0.01$ )(Fig. 12), 뒷발 폭 넓이( $r=0.927$ ,  $n=7$ ,  $p<0.01$ )와 정비레의 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

또한 반달가슴곰의 발자국과 다른 신체 부위와의 상관유무를 조사하였고(Table 1), 이에 통계적으로 유의적인 차이( $p < 0.001$ )를 보인 부분(몸길이, 목둘레, 체중)간의 인과관계를 규명하고 이에 따른 선형적 관계식을 구하였다(Table 2).

Table 2. Regression analysis of pad width in different sex and combined sexes for Asiatic black bears in Jirisan national park

Dependent variable	Constant (b <sub>0</sub> )	Coefficient (b <sub>1</sub> )	r <sup>2</sup>	F*
<b>Age</b>				
Male	-3.347	0.625	0.648	44.110
Female	-2.379	0.524	0.413	14.044
Combined	-2.814	0.572	0.570	60.976
<b>Body length</b>				
Male	-15.347	14.017	0.826	109.264
Female	7.844	11.746	0.627	31.876
Combined	-1.056	12.648	0.756	136.399
<b>Weight</b>				
Male	-114.704	17.751	0.725	57.862
Female	-77.803	14.113	0.748	59.243
Combined	-92.237	15.591	0.736	122.933
<b>Head girth</b>				
Male	-8.886	6.899	0.716	60.498
Female	-1.681	6.403	0.711	46.674
Combined	-2.141	6.308	0.714	112.473

General model:  $E(Y)=b_0+[b_1*(\text{pad width})]$ , r<sup>2</sup>: Coefficient of determination

\*  $p < 0.001$ .

반달가슴곰 발자국의 폭 넓이는 연령에 따라 유의적인 차이가 있음을 알 수 있었고( $F=28.02$ ,  $d.f=3$ ,  $p<0.001$ ) 결정계수  $R^2$ (Coefficient of determination) 값의 범위는 0.413-0.826으로 나타났다.

형태적 차이를 구체적으로 표현하는 방법으로서 신체측정은 분류 동정상 불가결한 것이며(원, 1967), 야생동물의 외부측정치는 생태적응도(Ecological Adaptation)를 나타낸다(Aragon *et al.*, 1998). 따라서 반달가슴곰의 신체측정에 관한 연구는 복원사업에 있어 방사된 반달가슴곰이 지리산 국립공원에서 생태적응도를 알 수 있는 방법 중의 하나이다. 하지만 현장에서 야생동물을 포획하는 일은 쉽지 않아 시기별 연령에 따른 자료수집에 많은 어려움이 있으며 본 연구에서도 일부 개체에 대해서는 신체측정이 이루어지지 않아 측정항목에 따라 샘플의 크기에 차이가 있다. 향후 지속적인 자료수집을 통해 보다 정확한 신체 측정에 관한 연구뿐만 아니라 연령에 따른 유의적 차이가 있는항목들을 선정해 현장에서 발자국 하나만으로도 그 개체에 대한 정보를 파악할 수 있는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

#### IV. 인용문헌

- Aragon, S., F. Braza, C. SanJose and P. Fandos. 1988. Variation in skull morphology of roe deer (*Capreolus capreolus*) in western and central europ. *Journal of wildlife management* 40: 340-348.
- Gray Brown(1993) *The great bear almanac*. The Lyons Press: 56~57
- Hilderbrand, G. V., C. C. Schwartz, C. T. Robbins and T. A. Hanley. 2000. Effect of hibernation and reproductive status on body mass and conduction of coastal brown bears, *The Journal of Wildlife Management* 64: 178-183.
- IUCN/SSC Bear Specialist Group(1999) *Bears; Status Survey and Conservation Action Plan*. 208
- Kaczensky, P., F. Knauer, M. Jonozovic, C. Walzer and T. Huber. 2002. Experience with trapping, chemical immobilization and radiotagging of brown bears in slovenia.
- Marc R. L. Cattet.(1997) Reversible immobilization of free-ranging polar bears with medetomidine-zolazepam-tiletamine and atipamezole. *Journal of wildlife disease*. 611~617
- Powell. R. A., J. W. Zimmerman and D. E. Seaman(1997) *Ecology and Behaviour of North America Black Bears; Home ranges, habitat and social organization*. Chapman and Hall. 1~17
- Schwartz, C. C., S. D. Miller and M. A. Hardson. 2003. *Grizzly bear*. Johns Hobkins Univ. Baltimore. Maryland. USA.
- 국립공원관리공단, 2006, 연간실적보고서, 국립공원연구원