

〈Original article〉

제주도에 서식하는 비단털쥐 (*Tscherskia triton*)의 외부형태 및 두개골 특징

박 준 호 · 오 홍 식*

제주대학교 과학교육학부

External and Cranial Characters of the *Tscherskia triton* in Jeju Island, Korea

Jun-Ho Park and Hong-Shik Oh*

Faculty of Science Education, Jeju National University, Jeju 63243, Republic of Korea

Abstract - The purpose of this study was to investigate the characteristics of species by comparing the external shape traits and skull size of *Tscherskia triton* in Jeju Island from May 2014 to November 2016. Body weight, head-body length, ear length, and hind-foot length were not statistically significant ($p > 0.05$), but tail length was statistically significant in females compared to males ($p = 0.003$). To examine the secondary sexual dimorphism characteristics of the collected *T. triton*, B_HR, T_HR, E_HR, and H_HR were calculated based on the head-body length, and only T_HR was statistically significant ($p = 0.003$). Because of comparing male and female averages, among the 21 traits, the greatest length of skull (GLS; $p = 0.020$) and occipitonasal length (ONL; $p = 0.014$) were statistically significant and length of incisive foramen (LIF) was statistically significant, when the significance level was 90%. However, the other 18 traits did not show statistically significant differences between males and females ($p > 0.05$). Other than GLS, ONL, interorbital breadth (IB), and breadth of occipital foramen (BOF), there was female-biased SSD. The results of this study are the analysis of external morphology and skull characteristics of *T. triton* in Jeju Island and will be used as basic data to understand the morphological characteristics of *T. triton*. In addition, the data can be used as a basic information to compare characteristics of *T. triton*, which is known as a single species, inhabited in China and Russia. The data will play an important role in biogeography and ecology research of *T. triton*, based on geographical conditions, climate effects, and habitat environment.

Key words : small mammal, morphological trait, sexual dimorphism, skull

서 론

생태계의 구성원으로 살아가는 다양한 종들에 있어서 몸의 크기는 생식과 생존 및 개체군역학에 중요한 요인으로

작용하며, 신체는 각각의 종들이 서식하고 있는 환경조건에 가장 적합한 형태를 갖추어 적응하며 생존한다(Blanchenhorn 2000; Gaillard *et al.* 2000; Martin *et al.* 2013). 이로 인해 동일한 개체군에서도 서식하는 지역에 따라 외부 형태나 형질이 다른 양상을 보이기도 한다(Smith *et al.* 2007). 일반적으로 소형 포유류에 있어서 섬에 서식하는 집단은 대륙

* Corresponding author: Hong-Shik Oh, Tel. 064-754-3280,
Fax. 064-725-4902, E-mail. sciedu@jejunu.ac.kr

집단에 비해 대형화(gigantism)되는 현상을 보이며 (Foster 1964; Lomolino 1985), 잡식성 종들은 대형화되는 경향을 보이는 반면, 종자를 선호하는 종들은 소형화되는 등 식성에 따라서도 몸 크기에 차이가 있음이 보고되었다 (Lawlor 1982). 또한 동일 개체군에서도 추운 지역에 서식하는 개체는 온난한 기후에 사는 개체보다 더 큰 경향이 있으며 (Ochocinska and Taylor 2003), 기후 변화에 의해서도 섬에 서식하는 설치류의 성장 속도에 영향을 줄 수 있다 (Millien and Damuth 2004). 스코틀랜드 섬에 서식하는 유라시아뒤쥐 (*Sorex araneus*)는 본토에 서식하는 개체보다 몸집이 더 커지는 경향을 보인다는 연구결과 (White and Searke 2007)도 있다. 포유류의 경우에는 섬 개체군의 형태학적 진화 속도가 본토 개체군에 비해 약 3.1배 높다는 것이 화석 기록과 실측 자료 등을 근거로 증명되기도 하였다 (Millien 2006). 국내의 연구로는 제주도에서 서식하는 노루 (*Carporeolus pygargus*)의 경우 제주도 집단이 한반도 집단보다 더 작은 경향을 보이며 (Park *et al.* 2011), 뉴트리아 (*Myocastor coypus*)는 제주도 서식 암컷 개체군이 한반도 내륙 암컷 개체군보다 더 큰 것이 확인된 바 있다 (Kim and Oh 2017).

생물다양성을 유지하는 데 매우 중요한 역할을 하는 소형 설치류의 생물학적 특성을 파악하기 위해 각각의 종들의 생활사, 번식과 성장, 서식지의 형태 등 개체군 특성을 밝히는 것이 무엇보다 중요하다.

설치목 (Rodentia) 비단털쥐과 (Cricetidae) 비단털쥐속 (*Tscherskia*)에 속하는 비단털쥐 (*Tscherskia triton*)는 전 세계적으로 중국의 북동부 지역과 한국 및 극동러시아 지역에 만 분포하는 소형 포유류이다. 지금까지 비단털쥐에 대해서는 중국에서 계통분류학적 연구 (Song *et al.* 2005; Li *et al.* 2010; Xue *et al.* 2014)와 서식지 선호 환경, 식이물 분석에 관한 연구가 이루어졌다 (Zhang *et al.* 1999). 국내에서는 경기도와 강원도의 일부 지역과 북한 전 지역에 분포한다는 기본적인 분포 정보 (Won and Lee 1975; Kim *et al.* 2011)가 보고된 바 있으나 그 이후 학술적으로 한국에서 직접 종을 관찰하였거나 분포한다는 정보는 없었다. 최근 들어 제주도에 서식한다는 보고 (Jo *et al.* 2012)와 계통분류학적 연구 (Koh *et al.* 2013)를 통해 중국의 비단털쥐와 제주도의 비단털쥐가 동일한 종이라고 밝혀졌고, Park and Oh (2017)에 의해 국내 최초로 비단털쥐의 성장과 번식에 관한 정보가 밝혀졌을 뿐, 외부 형질과 두개골의 특징, 성적이형 등에 관해서는 보고된 바 없는 실정이다. 이에 본 연구는 제주도에 서식하는 비단털쥐의 외부형태와 두개골의 특성을 밝혀 종적 특징을 규명하는 데 필요한 자료를 제공하기 위하여 이루어졌다.

연구 방법

1. 시료 채집

연구를 위해 제주특별자치도 한라산국립공원 인근 지역에 Sherman live trap (Sherman trap, USA)과 재래식 철망 트랩을 설치하여 포획한 후 이용되었다. 밧은 하천 또는 건천이 있는 초목지와 관목림, 습지 등에 설치하였고, 유인용 먹이를 사용하였다. 채집은 2014년 2016년까지 3년간 (매년 5월부터 11월까지) 21개월 동안 진행하였다. 수집된 개체들 중 사망한 개체는 야외에서 기초적인 데이터를 얻은 후 부검 과정을 거쳐 80% 에탄올을 이용하여 고정하였으며, 생포된 개체들은 신속하게 온도 25~27°C, 습도 50~60%의 사육실로 운반하였다 (Jackson and Van Aarde 2003; Yoon and Han 2004).

2. 외부형태 측정

외부형태는 제주대학교 동물학연구실에 보관되어 있는 표본과 현지조사를 통하여 확보된 표본 등 총 14개체를 이용하였다. 외부형태는 체중 (BW, body weight), 머리와 몸통의 길이 (HBL, head and body length), 꼬리의 길이 (TL, tail length), 귀의 길이 (EL, ear length), 뒷발의 길이 (HFL, hind foot length)를 측정하였다. 2차 성적이형 (secondary sexual dimorphism)의 외부형태 특성을 살펴보기 위해 머리-몸통 길이를 기준으로 BW, TL, EL, HFL 비율을 계산하여 체중/머리-몸통 길이 (B_HR), 꼬리 길이/머리-몸통 길이 (T_HR), 귀 길이/머리-몸통 길이 (E_HR), 뒷발 길이/머리-몸통 길이 (H_HR)를 산출하였다 (Table 1). 체중은 전자저울 (MW11300, Cas, Korea)을 이용하여 0.1 g 단위로 측정하였고, 길이는 전자캘리퍼스 (500-181-20, Mitutoyo, Japan)를 이용하여 0.01 mm 단위까지 측정하였다.

두개골의 측정 형질은 Conroy and Gupta (2011), Markov *et al.* (2012), Li and Liu (2014)의 방법들에서 이용된 형질들 중에서 21개 부위를 선정하여 측정하였다. 선정한 부위는 다음과 같다 (Table 1): 머리뼈 최대 길이 (Greatest length of skull, GLS); 코-후두부 길이 (Occipitonasal length, ONL); 코뼈의 길이 (Nasal length, NAL); 앞머리뼈의 길이 (Frontal length, FL); 뒷머리뼈의 길이 (Parietal length, PrL); 험골공의 폭 (Zygomatic breadth, ZB); 눈썹 사이의 폭 (Interorbital breadth, IB); 입술의 폭 (Breadth of rostrum, BR); 머리뼈 바닥 길이 (Basilar length, BL); 절치공의 길이 (Length of incisive foramen, LIF); 고포뼈의 길이 (Auditory bulla length, ABL); 대후두공횡경 (Breadth of occipital foramen, BOF); 윗턱어금니열의 길이 (Length of upper molar series, LUM);

Table 1. List of the external characteristics and skull measurements with abbreviation and unit

	Measurements	Abbreviation	Unit
External characteristics	Body weight	BW	g
	Head and body length	HBL	mm
	Tail length	TL	mm
	Ear length	EL	mm
	Hind foot length	HFL	mm
Secondary sexual dimorphism external characteristics	Body weight/Head and body length	B_HR	
	Tail length/Head and body length	T_HR	
	Ear length/Head and body length	E_HR	
	Hind foot length/Head and body length	H_HR	
Skull	Greatest length of skull	GLS	mm
	Occipitonasal length	ONL	mm
	Nasal length	NAL	mm
	Frontal length	FL	mm
	Parietal length	PrL	mm
	Zygomatic breadth	ZB	mm
	Interorbital breadth	IB	mm
	Breadth of rostrum	BR	mm
	Basilar length	BL	mm
	Length of incisive foramen	LIF	mm
	Auditory bulla length	ABL	mm
	Breadth of occipital foramen	BOF	mm
	Length of upper molar series	LUM	mm
	Condylbasal length	CL	mm
	Length of upper diastema	LUD	mm
	Length of upper incisors	LUI	mm
	Length of mandible	LM	mm
	Height of mandible	HM	mm
	Length of lower molar series	LLM	mm
	Articular height	AH	mm
Maximum width of brain case	MWB	mm	

뒤통수뼈관절융기 - 치조점 사이 길이 (Condylbasal length, CL); 위턱이빨 사이 모서리길이 (Length of upper diastema, LUD); 앞니 길이 (Length of upper incisors, LUI); 아래턱뼈의 길이 (Length of mandible, LM); 아래턱뼈의 높이 (Height of mandible, HM); 아래턱뼈어금니열의 길이 (Length of lower molar series, LLM); 관절 높이 (Articular height, AH); 뇌함 최대 너비 (Maximum width of brain case, MWB). 두개골 형질의 측정에는 해부현미경을 이용하여 전자캘리퍼스로 0.01 mm 단위까지 측정하였다. 모든 외부형태 형질과 두개골 측정 형질의 측정값은 측정 오차를 줄이기 위하여 3회 반복하였고, 산출한 측정치의 평균값을 비교에 이용하였다.

3. 통계 분석

1) 성별 사이의 평균 차이 검증

비단털쥐 암컷과 수컷, 두 집단 간의 체중 및 외부형태 형질인 머리 - 몸통 길이, 꼬리의 길이, 귀의 길이, 뒷발의 길이 등의 측정값의 평균 및 2차 성적이형 특성을 비교하기 위하여 Mann-Whitney U test를 사용하였다 (SPSS 21.0 version,

Chicago, IL, USA). *p*-value가 0.05 미만일 경우, 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

2) 성적 크기이형 지수

성별에 따른 두개골 크기 차이의 정도를 정량화하기 위하여 각각의 형질에 대한 성적 크기이형 지수 (sexual size dimorphism index, SSDI; [(암컷 측정치/수컷 측정치) - 1.0] × 100)를 산출하였다 (Levenson 1990; Zidarova 2015). 암컷이 수컷에 비하여 클 경우 양의 값으로, 수컷이 더 클 경우에는 음의 값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 외부 형질

2014년부터 2016년까지 3년 동안 채집된 비단털쥐 9개체와 2010년도에 채집된 5개체의 외부형태학적 특징은 Table 2에 제시하였다. 포획된 개체들은 암컷 9마리, 수컷 5마리

Table 2. The measure results of *Tscherskia triton* which were captured in Jeju Island

No.	Sex	Data	BW (g)	HBL (mm)	TL (mm)	EL (mm)	HFL ^a (mm)
1	F	2010.05.24	112.7	162.75	87.39	19.27	24.5
2	M	2010.05.24	95.5	167.66	80.74	19.58	26.63
3	F	2010.05.24	122.4	167.16	103.34	20.30	24.52
4	F	2010.05.24	101.4	159.29	85.89	16.89	25.05
5	M	2010.10.23	96.1	170.96	83.98	20.15	25.20
6	M	2014.05.22	148.7	176.87	81.76	19.63	27.46
7	F	2014.11.10	139.0	181.19	110.25	21.13	26.37
8	F	2015.07.29	124.5	183.70	114.70	19.12	27.64
9	F	2015.07.31	142.4	183.17	111.71	20.41	27.66
10	F	2015.10.19	106.2	167.40	102.84	19.53	25.94
11	M	2015.11.04	117.8	184.28	83.75	20.10	24.93
12	M	2016.05.28	87.0	184.82	78.69	19.03	25.62
13	F	2016.05.28	87.4	171.38	101.55	20.22	24.12
14	F	2016.05.29	123.6	188.93	110.82	20.98	26.22
Mean ± SD			114.6 ± 20.1	174.97 ± 9.45	95.53 ± 13.46	19.74 ± 1.04	25.85 ± 1.20

^aBW, body weight; HBL, head and body length; TL, tail length; EL, ear length; HFL, hind foot length.

로 모두 성체였는데, 외부형태는 체중 114.6 ± 20.1 g ($87.0 \sim 148.7$ g), 머리 - 몸통의 길이 174.97 ± 9.45 mm ($159.29 \sim 188.93$ mm), 귀의 길이 19.74 ± 1.04 mm ($16.89 \sim 21.13$ mm), 뒷발의 길이 25.85 ± 1.20 mm ($24.12 \sim 27.66$ mm), 꼬리의 길이 95.53 ± 13.46 mm ($78.69 \sim 114.70$ mm)이었다. 중국 집단 (Smith and Xie 2013)은 체중 $92 \sim 241$ g, 머리 - 몸통 길이 $142 \sim 220$ mm, 귀 길이 $17 \sim 24$ mm, 뒷발 길이 $20 \sim 25$ mm, 꼬리 길이 $69 \sim 106$ mm 범위로 알려져 있고, 측정 개체에 대한 정보가 불분명하여 직접적으로 한국과 중국 비단털쥐의 체중 및 외부형태 형질이 비교할 수는 없었다. 다만 한국과 중국 비단털쥐 체중의 최대값의 차이가 약 100 g으로 매우 크고, 뒷발의 길이는 한국 집단 $24.12 \sim 27.66$ mm이고, 중국 집단 $20 \sim 25$ mm로 다소 차이가 있음을 확인할 수 있었고, 수치화된 정보는 없지만 중국 비단털쥐보다 국내 비단털쥐의 뒷발의 길이가 길다고 한 보고 (Won and Lee 1975)와는 유사하였다. 지역에 따라 개체군 밀도, 먹이, 서식지 구조 등과 같은 서식환경의 구조에 따라 뒷발의 길이에 차이가 발생할 수 있다는 선행연구 결과 (Blanckenhorn 2000; Gaillard *et al.* 2000; Zannèse *et al.* 2006; Martin *et al.* 2013)와 유사한지에 대해서는 제주도, 한반도, 더 나아가 중국에 서식하는 비단털쥐 집단의 형태학적 특성을 비교하는 연구가 필요하다고 판단된다.

비단털쥐 암수 간 체중과 외부형태를 비교해보면, 체중은 암컷 129.9 ± 24.6 g, 수컷 121.3 ± 24.6 g으로 암컷이 약 8.6 g 정도 더 무거웠지만 통계적으로 유의하지는 않는 것으로 나타났다 ($p=0.739$)이며, 귀의 길이도 암컷 (19.83 ± 1.26 mm)이 수컷 (19.70 ± 0.46 mm)보다 0.13 mm 길게 나타났으나 유의하지는 않는 것으로 나타났다 ($p=0.317$). 그러나 꼬리의

길이에 있어서는 암컷이 101.83 ± 9.46 mm로 수컷 (81.68 ± 2.21 mm)보다 약 23.14 mm 정도 길었고, 통계적으로도 유의 ($p=0.003$)하여 암컷 우성의 종적 특징이 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 생후 120일 경과한 개체들을 대상으로 한 암수 외부형태 형질의 특성을 비교한 결과 (Park and Oh 2017)와 유사하였다. 또한 머리 - 몸통 길이, 뒷발의 길이는 수컷이 암컷보다 각각 4.48 mm, 0.56 mm 정도 더 컸음에도 불구하고 유의하지는 않는 것으로 나타났다 (HBL, M, 176.92 ± 7.71 mm vs. F, 172.44 ± 9.92 mm, $p=0.257$; HFL, M, 25.97 ± 1.06 mm vs. F, 25.41 ± 1.20 mm, $p=0.317$) (Table 3).

비단털쥐의 2차 성적이형 (secondary sexual dimorphism) 현상을 밝히기 위해 머리 - 몸통 길이 (HR)를 기준으로 체중/머리 - 몸통 길이 (B_HR), 꼬리 길이/머리 - 몸통 길이 (T_HR), 귀 길이/머리 - 몸통 길이 (E_HR), 뒷발 길이/머리 - 몸통 길이 (H_HR)를 산출하여 분석한 결과, 오직 꼬리 길이에 대한 머리 - 몸통 길이 (T_HR)만이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다 (M, 46.25 ± 2.56 vs. F, 74.89 ± 9.96 , $p=0.003$). 나머지 B_HR, E_HR, H_HR은 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다 (B_HR, M, 68.32 ± 11.99 vs. F, 74.89 ± 9.96 , $p=0.317$; E_HR, M, 11.15 ± 0.61 vs. F, 11.51 ± 0.47 , $p=0.257$; H_HR, M, 14.71 ± 1.02 vs. F, 14.76 ± 0.64 , $p=0.947$) (Table 3). 쥐과의 *Rattus norvegicus*의 경우는 체중 및 외부형태 형질과 B_HR, T_HR, E_HR, H_HR이 모두 통계적으로 유의하지 않다는 연구결과와 달리 *R. tanezumi*는 B-HR만이 통계적으로 유의하였다 (Kim *et al.* 2013). 비단털쥐의 경우는 수컷의 머리 - 몸통 길이가 다소 길지만, 암컷의 꼬리 길이와 T-HR이 통계적으로 유의하다는 것은 비단털쥐 고유의 종적

Table 3. External characteristics of *Tscherskia triton* captured in this study

Trait ¹	Male (n=5)		Female (n=9)		Significance ^a
	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range	
BW (g)	121.3 ± 24.6	95.5~148.7	129.9 ± 24.6	101.4~169.7	n.s.
HBL (mm)	176.92 ± 7.71	167.66~184.82	172.44 ± 9.92	159.29~188.93	n.s.
B_HR	68.32 ± 11.99		74.89 ± 9.96		n.s.
TL (mm)	81.68 ± 2.21	78.69~83.98	101.83 ± 9.46	85.89~110.82	*
T_HR	46.25 ± 2.56		58.98 ± 3.10		*
EL (mm)	19.70 ± 0.46	19.03~20.15	19.83 ± 1.26	16.89~21.13	n.s.
E-HR	11.15 ± 0.61		11.51 ± 0.47		n.s.
HFL (mm)	25.97 ± 1.06	24.93~27.46	25.41 ± 1.20	24.12~27.66	n.s.
H_HR	14.71 ± 1.02		14.76 ± 0.64		n.s.

¹BW, body weight; HBL, head and body length; TL, tail length; EL, Ear length; HFL, hind foot length.

^an.s.: indicates not significant; * $p < 0.05$.

Table 4. Comparison of the skull traits of *Tscherskia triton* captured in this study

Trait ¹	Male (n=5)		Female (n=9)		SSDI ^a (%)	Significance ^b
	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range		
GLS	41.12 ± 1.52	38.77~42.88	38.50 ± 1.34	36.40~41.04	-6.36	*
ONL	39.82 ± 1.67	37.32~41.93	36.98 ± 1.40	34.74~39.41	-7.13	*
CL	37.62 ± 2.03	35.98~41.08	38.79 ± 1.74	35.74~41.19	2.90	n.s.
BL	35.99 ± 1.82	34.55~39.07	37.35 ± 1.75	34.33~39.83	3.55	n.s.
NAL	14.59 ± 1.19	14.04~16.54	15.09 ± 1.00	13.36~16.83	3.60	n.s.
FL	12.12 ± 0.76	10.99~12.23	12.62 ± 0.90	11.66~14.19	3.75	n.s.
PrL	12.09 ± 0.60	11.22~12.68	12.40 ± 0.69	11.39~13.45	2.01	n.s.
LIF	6.86 ± 0.39	6.39~7.32	7.41 ± 0.38	6.89~7.92	7.42	n.s.
ABL	8.90 ± 0.36	8.30~9.26	9.11 ± 0.33	8.63~9.52	2.17	n.s.
ZB	20.41 ± 1.08	19.16~21.48	20.75 ± 1.06	19.26~21.59	1.32	n.s.
IB	5.98 ± 0.44	5.41~6.68	5.90 ± 0.31	5.45~6.50	-1.23	n.s.
BR	6.92 ± 0.52	6.36~7.72	7.19 ± 0.56	6.54~8.32	3.21	n.s.
BOF	5.22 ± 0.26	4.93~5.47	5.17 ± 0.15	4.88~5.37	-0.90	n.s.
LUM	5.58 ± 0.17	5.40~5.76	5.62 ± 0.17	5.28~5.85	0.36	n.s.
LUD	11.91 ± 0.91	10.79~13.31	12.31 ± 0.70	11.26~12.57	3.45	n.s.
LM	21.64 ± 1.18	20.61~23.61	21.97 ± 1.31	20.21~24.08	1.17	n.s.
HM	9.13 ± 0.56	8.56~9.76	9.24 ± 0.54	8.24~9.99	1.12	n.s.
LLM	5.72 ± 0.20	5.49~6.03	5.83 ± 0.24	5.44~6.12	1.82	n.s.
LUI	6.26 ± 0.80	5.28~7.16	6.55 ± 1.44	5.38~9.78	6.66	n.s.
AH	11.48 ± 0.68	10.85~12.46	11.82 ± 0.72	10.38~12.51	2.98	n.s.
MWB	15.68 ± 0.41	15.03~16.06	15.78 ± 0.40	15.54~16.36	0.31	n.s.

¹GLS, greatest length of skull; ONL, occipitonasal length; CL, condylobasal length; BL, basilar length; NAL, nasal length; FL, frontal length; PrL, parietal length; LIF, length of incisive foramen; ABL, auditory bulla length; ZB, zygomatic breadth; IB, interorbital breadth; BR, breadth of rostrum; BOF, breadth of occipital foramen; LUM, length of upper molar series; LUD, length of upper diastema; LM, length of mandible; HM, height of mandible; LLM, length of lower molar series; LUI, length of upper incisors, AH, Articular height; MWB, maximum width of brain case.

^aSSDI are size difference indexes between males and females captured in this study.

^bn.s.: indicates not significant; * $p < 0.05$.

특징이라는 사실을 말해주는 결과로 해석할 수 있다.

결론적으로, 채집된 성체 암수의 체중 및 외부형태 형질 비교에서 꼬리 길이는 암컷이 수컷에 비해 길어 통계적으로 유의한 반면, 체중, 머리-몸통 길이, 귀의 길이, 뒷발의 길이는 통계적으로 유의미하지 않았는데, 이 결과는 채집된 성체 암수의 개체수가 적은 데에서 기인한 것이 아니라 비단털쥐의 성장과 발달(Park and Oh 2017)의 연구결과에 밝혀진 바와 같이 비단털쥐의 외부형태학적 특성을 보여주는 결과로

해석할 수 있겠다.

2. 두개골 형태

두개골 형태를 성별로 비교하였으며, 암수 평균값에 따른 편향성을 살펴보기 위해 성적 크기이형 지수(SSDI)를 산출하는데(Table 4, Fig. 1), 전체 21가지 형질 중 머리뼈 최대 길이(GLS)와 코-후두부 길이(ONL)을 제외한 나머지 19개의

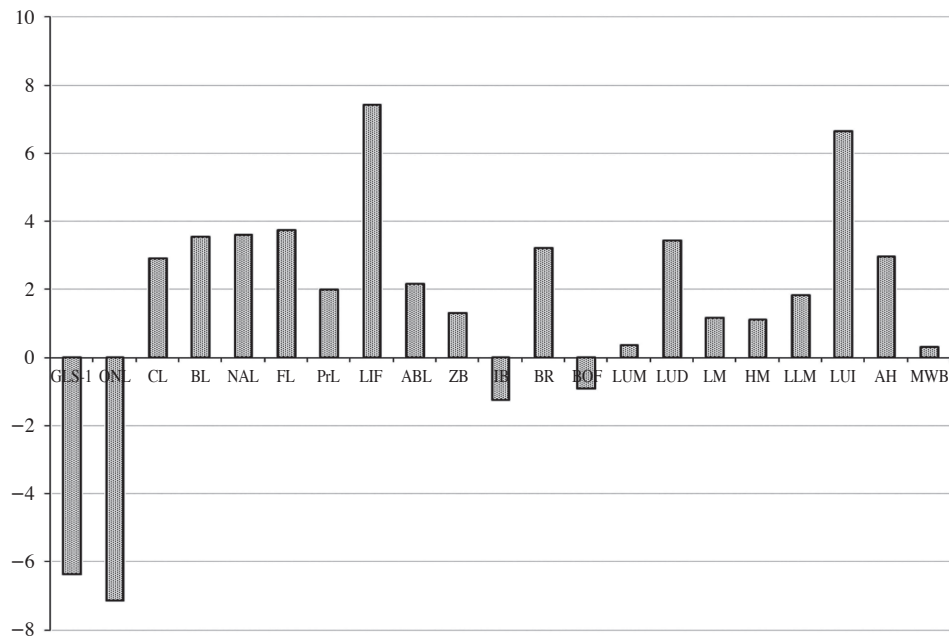


Fig. 1. Diagrams of the SSD index of *Tscherskia triton*. SSDI are calculated from skull measurements. All abbreviations are given in the Materials and Methods section.

형질은 암수 간 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$). 머리뼈 최대 길이(GLS)는 수컷(41.12 ± 1.52 mm)이 암컷(38.50 ± 1.34 mm)보다 약 2.62 mm 길었고, 코 - 후두부 길이(ONL)도 수컷(39.82 ± 1.67 mm)이 암컷(36.98 ± 1.40 mm)보다 2.84 mm 긴 것으로 나타났다($p = 0.020$; $p = 0.014$). 그러나 협골공의 폭(ZB; F, 20.75 ± 1.06 mm vs. M, 20.41 ± 1.08 mm)와 뇌함 최대 너비(MWB; F, 15.78 ± 0.40 mm vs. M, 15.68 ± 0.41 mm)는 각각 0.34 mm와 0.1 mm로 미묘한 차이가 있었다($p > 0.05$). 그리고 절치공의 길이(LIF)의 p -value는 0.072로 신뢰구간 90% 수준에서 유의한 차이가 있다는 것을 확인할 수 있었다(F, 7.41 ± 0.38 mm vs M, 6.86 ± 0.39 mm). 성적 크기이형 지수를 보면, 거의 통계적으로 유의하지는 않았음에도 거의 모든 형질에서 암컷이 더 길거나 폭이 넓은 경향을 보였다. 전체 21가지 형질 중에서 머리뼈 최대 길이(GLS), 코 - 후두부 길이(ONL), 눈확 사이의 폭(IB)와 대후두공횡경(BOF)는 수컷 편향적인 성적 크기 차이(male-biased SSD)가 있었고, 이를 제외한 나머지 뒤통수뼈관절융기 - 치조점 사이 길이(CL), 머리뼈 바닥 길이(BL), 코뼈의 길이(NAL), 앞머리뼈의 길이(FL), 뒷머리뼈의 길이(PrL), 절치공의 길이(LIF), 고포뼈의 길이(ABL), 협골공의 폭(ZB), 입술의 폭(BR), 위턱어금니열의 길이(LUM), 위턱이틀 사이 모서리길이(LUD), 아래턱뼈의 길이(LM), 아래턱뼈의 높이(HM), 아래턱어금니열의 길이(LLM), 앞니 길이

(LUI), 관절 높이(AH), 뇌함 최대 너비(MWB)는 암컷 편향적인 성적 크기 차이(female-biased SSD)가 있는 것으로 나타났다.

세력권 방어와 번식에 있어 우위를 차지하기 위해 큰 몸집을 선택하는 성 선택(sexual selection)은 Lindefors *et al.* (2007)와 Zidarova (2015)에 의해 보고된 바 있다. 그러나 암컷 - 암컷 사이의 자원 경쟁에 따라 암컷과 수컷의 크기가 비슷해지기도 하고(Isaac 2005), 공격 성향이 강한 특성을 가진 종에서는 암컷의 세력권 방어 능력이 요구되기 때문에 암컷의 몸의 크기가 증가하여 성적 크기 이형 현상이 결여되는 결과를 보이기도 한다(Zidarova 2015). 이 연구에서 연구에 이용된 개체가 적어 단적으로 암수 간의 크기 차이를 언급하는 데에는 한계가 있어 앞으로 좀 더 상세한 연구가 이루어져야 하겠지만 대부분의 형질에서 암컷 우성의 경향성을 보였기에 암수가 독립적으로 생활하는 것으로 알려진(Jo 2015) 비단털쥐의 생태학적 특성에 비추어 볼 때 번식과 세력권 방어와 같은 요소와 관련성이 있을 것이 예상된다.

머리뼈 최대 길이(GLS), 코뼈의 길이(NAL), 코 - 후두부 길이(ONL), 눈확 사이 폭(IB) 4가지 형질에 대해서는 한국 집단과 중국 집단 간 직접 비교할 수 없었으나 암수 평균값을 비교할 수 있었는데(Table 5), 한국의 수컷 집단은 머리뼈 최대 길이(GLS), 코뼈의 길이(NAL), 코 - 후두부 길이(ONL),

Table 5. Comparison of the skull traits of *Tscherskia triton* between China and this study

Trait ¹	Korea		China (Zhang 1986)	
	Male (n = 5)	Female (n = 9)	Male (n = 46)	Female (n = 39)
GLS	41.12 ± 1.52	38.50 ± 1.34	36.84 ± 2.50	39.43 ± 1.83
NAL	14.59 ± 1.19	15.09 ± 1.00	14.58 ± 1.52	15.09 ± 0.64
ONL	39.82 ± 1.67	36.98 ± 1.40	36.44 ± 2.43	38.61 ± 1.14
IB	5.98 ± 0.44	5.90 ± 0.31	5.55 ± 0.66	5.46 ± 0.19

¹GLS, greatest length of skull; NAL, nasal length; ONL, occipitonasal length; IB, interorbital breadth.

눈확 사이 폭(IB)에서 각각 41.12 ± 1.52 mm, 14.59 ± 1.19 mm, 39.82 ± 1.67 mm, 5.98 ± 0.44 mm이었고, 중국 수컷(GLS, 36.84 ± 2.50 mm; NAL, 14.58 ± 1.52 mm; ONL, 36.44 ± 2.43 mm; IB, 5.55 ± 0.66 mm; Zhang 1986)과 집단 간 각각 4.24 mm, 0.01 mm, 3.38 mm, 0.43 mm로 한국 집단이 다소 큰 경향이 있다는 것이 확인되었다. 반면, 암컷에서는 코뼈의 길이(NAL; K, 15.09 ± 1.00 mm vs. C, 15.09 ± 0.64 mm)는 차이가 없었지만 중국 집단은 머리뼈 최대 길이(GLS, 0.93 mm)와 코-후두부 길이(ONL, 1.63 mm)는 더 길었고, 눈확 사이 폭(IB)은 한국 집단이 5.90 mm 더 길었다(Zhang 1986). 이 연구에서는 채집된 개체군의 크기가 작고 중국 집단에서의 연구결과에서 나타난 표본수가 불분명하여 직접 통계적인 차이를 확인할 수 없어 섬 개체군이 대형화되는 현상을 밝힐 수는 없었으나 향후 표본과 자료 확보를 통한 분석은 필요할 것이라 판단된다.

결론적으로, 연구를 통해 비단털쥐의 개체수가 적은 한계점이 있기는 하나 제주도에 서식하는 비단털쥐는 암컷이 수컷에 비해 꼬리 길이가 길고, 두개골 또한 암컷 편향적 성적 크기 차이가 있음을 확인하여 비단털쥐 고유의 종적 특징을 규명할 수 있었다. 국내에서 비단털쥐에 대한 연구가 거의 보고된 바 없고, 국내·외 비단털쥐의 포획률이 매우 낮아지고 있다는(Yan *et al.* 2013; Kim *et al.* 2017) 보고에 따라 국한된 지역에 서식하는 비단털쥐의 개체수는 매우 적을 것이 예상된다. 이 연구를 통해 얻어진 비단털쥐의 형태학적 연구 결과는 국내에 서식하는 비단털쥐의 종 보존과 생물종 다양성 유지에 필요한 데이터 구축을 위해 의미 있는 자료로 널리 활용될 것이며, 더 나아가 국제적인 학술교류와 함께 지속적인 연구가 이루어진다면 좀 더 상세한 정보는 확보될 것이라 판단된다.

적 요

이 연구는 2014년 5월부터 2016년 11월까지 제주도에 서식하는 비단털쥐의 외부형태 형질과 두개골의 크기를 비교

하여 종의 특징을 규명하기 위하여 이루어졌다. 채집된 암컷 9개체, 수컷 5개체는 모두 성체였고, 암수의 체중 및 외부형태 형질 비교에서 체중, 머리와 몸통의 길이, 귀의 길이, 뒷발의 길이에 있어서는 통계적으로 유의한 차이는 없었지만($p > 0.05$), 꼬리 길이에 있어서는 암컷 우성의 특징을 보이는 것으로 나타났다($p = 0.003$). 채집한 비단털쥐의 2차 성적이형(secondary sexual dimorphism) 특성을 살펴보기 위해 머리-몸통 길이를 기준으로 B_HR, T_HR, E_HR, H_HR을 산출하여 분석한 결과, 오직 꼬리 길이에 대한 머리-몸통 길이(T_HR)에서만 통계적으로 유의하였다($p = 0.003$). 두개골 크기의 암수 평균값과 성적이형을 비교한 결과, 전체 21가지 형질 중 GLS($p = 0.020$)와 ONL($p = 0.014$)는 통계적으로 유의하였고, LIF는 유의수준 90% 기준으로 할 경우 통계적으로 유의하였다. 하지만 이 이외의 18가지 형질은 암수 간의 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 머리뼈 최대 길이(GLS), 코-후두부 길이(ONL), 눈확 사이의 폭(IB)과 대후두공형경(BOF)을 제외한 나머지 17가지 부위인 뒤통수뼈관절용기-치조점 사이 길이(CL), 머리뼈 바닥 길이(BL), 코뼈의 길이(NAL), 앞머리뼈의 길이(FL), 뒷머리뼈의 길이(PrL), 절치공의 길이(LIF), 고코뼈의 길이(ABL), 협골공의 폭(ZB), 입술의 폭(BR), 위턱어금니열의 길이(LUM), 위턱이틀 사이 모서리길이(LUD), 아래턱뼈의 길이(LM), 아래턱뼈의 높이(HM), 아래턱어금니열의 길이(LLM), 앞니 길이(LUI), 관절 높이(AH), 뇌함 최대 너비(MWB)는 암컷 편향적 성적 크기 차이(female-biased SSD)가 있었다. 이에 따라 비단털쥐의 암컷이 수컷에 비해 꼬리 길이가 길고, 두개골 또한 암컷 편향적 성적 크기 차이가 있다는 것이 확인되었다. 이 연구결과는 제주도에 서식하는 비단털쥐의 외부형태 형질과 두개골의 특징을 분석한 것으로 비단털쥐의 생물학적 특성을 이해하는 데 필요한 자료로 널리 활용될 것이다. 또한 중국과 러시아 등 국한된 지역에 서식하며, 단일 종으로 알려진 비단털쥐의 특징을 비교하는 자료로 이용될 수 있을 것이며, 향후 지리적 조건, 기후 영향, 서식환경에 따른 비단털쥐의 생물지리학 및 생태학적 연구에 크게 기여할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- Blanckenhorn WU. 2000. The evolution of body size: what keeps organisms small? *Q. Rev. Biol.* 75:385-407.
- Conroy CJ and AM Gupta. 2011. Cranial morphology of the California vole (*Microtus californicus*, Cricetidae) in a contact zone. *Biol. J. Linn. Soc.* 104:264-283.
- Foster JB. 1964. Evolution of mammals on islands. *Nature* 202:234-235.
- Gaillard JM, M Festa-Bianchet, NG Yoccoz, A Loison and C Toigo. 2000. Temporal variation in fitness components and population dynamics of large herbivores. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 31:367-393.
- Isaac JL. 2005. Potential causes and life-history consequences of sexual size dimorphism in mammals. *Mamm. Rev.* 35: 101-115.
- Jackson TP and RJ Van Aarde. 2003. Sex- and species-specific growth patterns in cryptic African rodents, *Mastomys natalensis* and *M. coucha*. *J. Mammal.* 84:851-860.
- Jo YS. 2015. Mammals of Korea: Conservation and management. Ph. D. thesis. Texas Tech Univ., Texas, U.S.A., 703pp.
- Jo YS, TW Kim, BJ Choi and HS Oh. 2012. Current status of terrestrial mammals on Jeju Island. *J. Spec. Res.* 1:249-256.
- Kim GR and HS Oh. 2017. Biological characteristics and current status of nutria (*Myocastor coypus*) introduced in Jeju Island. *J. Environ. Impact Assess.* 26:1-10.
- Kim HC, TA Klein, HJ Kang, SH Gu, SS Moon, LJ Baek, ST Chong, ML O'Guinn, JS Lee, MJ Turell and JW Song. 2011. Ecological surveillance of small mammals at Dagma North training area, Gyeonggi Province, Republic of Korea, 2001-2005. *J. Vector Ecol.* 36:42-54.
- Kim HC, WK Kim, TA Klein, ST Chong, PV Nunn, JA Kim, SH Lee, JS No and JW Song. 2017. Hantavirus surveillance and genetic diversity targeting small mammals at Camp Humphreys, a US military installation and new expansion site, Republic of Korea. *PLoS One* 12:e0176514.
- Kim TW, SM Joo, AR Oh, SJ Park, SH Han and HS Oh. 2013. Morphological characteristics and habitat types of *Rattus norvegicus* and *R. tanezumi* collected in Jeju Island. *Korean J. Environ. Ecol.* 27:550-560.
- Koh HS, J Eger, JG Oh, B Lim, BK Lee, KH Jang, ST In, JH Lee, KS Kim and GH Kweon. 2013. Genetic distinctiveness of the greater long-tailed hamster, *Tscherskia triton nestor* (Rodentia: Mammalia), from Jeju Island, Korea: cytochrome oxidase I and cytochrome b sequence analyses. *Anim. Cells Syst.* 17:31-35.
- Lawlor TE. 1982. The evolution of body size in mammals: evidence from insular population in Mexico. *Amer. Nat.* 119:54-72.
- Levenson H. 1990. Sexual size dimorphism in chipmunks. *J. Mammal.* 71:161-170.
- Li CH, JP Dong, ZL Xiao and ZB Zhang. 2010. Eighteen novel microsatellite markers for the greater long-tailed hamster (*Tscherskia triton*). *Conserv. Genet.* 11:1227-1230.
- Li S and SY Liu. 2014. Geographic variation of the large-eared field mouse (*Apodemus latronum* Thomas, 1911) (Rodentia: Muridae) with one new subspecies description verified via cranial morphometric variables and pelage characteristics. *Zool. Stud.* 53:23.
- Lindenfors P, JL Gittleman and KE Jones. 2007. Sexual size dimorphism in mammals. pp. 16-26. In *Sex, size and gender roles: evolutionary studies of sexual size dimorphism* (Fairbairn DJ, WU Blanckenhorn and T Szekeley eds.). Oxford University Press.
- Lomolino MK. 1985. Body size of mammals on islands: the island rule reexamined. *Amer. Nat.* 125:310-315.
- Markov G, G Csorba, M Kocheva and M Gospodinova. 2012. Skull features of the common vole (*Microtus arvalis sensu lato*) from Hungary: craniometrical evidence for its taxonomic detachment. *Turk. J. Zool.* 36:283-290.
- Martin JGA, M Festa-Bianchet, SD Côté and DT Blumstein. 2013. Detecting between-individual differences in hind-foot length in populations of wild mammals. *Can. J. Zool.* 91:118-123.
- Millien V. 2006. Morphological evolution is accelerated among island mammals. *PLoS Biology* 4:e321.
- Millien V and J Damuth. 2004. Climate change and size evolution in an island rodent species: new perspectives on the island rule. *Evolution.* 58:1353-1360.
- Ochocińska D and JRE Taylor. 2003. Bergmann's rule in shrews: geographical variation of body size in Palearctic *Sorex* species. *Biol. J. Linn. Soc.* 78:365-381.
- Park JH and HS Oh. 2017. Breeding and development of the *Tscherskia triton* in Jeju Island. *Korean J. Environ. Ecol.* 31:152-165.
- Park YS, WS Lee, JT Kim and HS Oh. 2011. Morphological examination of the Siberian roe deer *Capreolus pygargus* in South Korea. *J. Anim. Vet. Adv.* 10:2847-2878.
- Smith AT and Y Xie. 2013. *Mammals of China*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 395pp.
- Smith HF, CE Terhune and CA Lockwood. 2007. Genetic, geographic, and environmental correlates of human temporal bone variation. *Am. J. Phys. Anthropol.* 134:312-322.
- Song M, Z Zhang, K Neumann and R Gattermann. 2005. Sex-biased dispersal of greater long-tailed hamster (*Tscherskia triton*) revealed by microsatellites. *Can. J. Zool.* 83:773-779.
- White TA and JB Searle. 2007. Factors explaining increased

- body size in common shrews (*Sorex araneus*) on Scottish islands. *J. Biogeogr.* 34:356-363.
- Won PH and JI Lee. 1975. Studies on the ecological observation of *Cricetulus triton nestor*. *Dongguk Univ. Res. Bull.* 5:271-291.
- Xue H, M Zhong, J Xu and L Xu. 2014. Geographic distance affects dispersal of the patchy distributed greater long-tailed hamster (*Tscherskia triton*). *PloS One* 9:e99540.
- Yan C, T Xu, X Cao, F Wang, S Wang, S Hao, Yang H, H Li and Z Zhang. 2014. Temporal change in body mass of two sympatric hamster species and implications for population dynamics. *Can. J. Zool.* 92:389-395.
- Yoon MH, SH Han, HS Oh and JK Kim. 2004. The Mammals of Korea. *Dongbang Media*, Seoul. pp. 102-141.
- Zannèse A, A Baisse, JM Gaillard, AJM Hewison, K Saint-Hillaire, C Toïgo, G van Laere and N Morellet. 2006. Hind foot length: an indicator for monitoring roe deer populations at a landscape scale. *Wildl. Soc. B.* 34:351-358.
- Zhang J. 1986. Study on the population age-structure of the greater long-tailed hamsters in beijing-tianjin area. *Acta Ther. Sin.* 6:131-138.
- Zhang ZB, L Hinds, G Singleton and ZW Wang. 1999. *Rodent Biology and Management*. Australian Centre for International Agricultural Research Canberra. 146pp.
- Zidarova S. 2015. Is there sexual size dimorphism in shrews? a case study of six European species of the family Soricidae. *Acta Zool. Bulg.* 67:19-34.

Received: 24 July 2017
Revised: 22 August 2017
Revision accepted: 23 August 2017