

## 제주도에서 박쥐류의 분포에 관한 연구

박수곤<sup>†</sup> · 김유경<sup>†</sup> · 김태욱 · 박준호 · Pradeep Adhikari · 김가람  
박선미 · 이준원 · 한상현<sup>1,\*</sup> · 오홍식<sup>\*</sup>

제주대학교 과학교육학부, <sup>1</sup>제주대학교 교육과학연구소

## A Study on the Distribution of Bats (Chiroptera) in Jeju Island, Korea

Su-Gon Park<sup>†</sup>, Yoo-Kyung Kim<sup>†</sup>, Tae-Wook Kim, Jun-Ho Park, Pradeep Adhikari, Ga-Ram Kim, Seon-Mi Park, Jun-Won Lee, Sang-Hyun Han<sup>1,\*</sup> and Hong-Shik Oh<sup>\*</sup>

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

<sup>1</sup>Educational Science Research Institute, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

**Abstract** - This study was carried out to investigate the bat (Chiroptera) fauna in Jeju Island. Bat distribution was monitored in lava tubes, sea caves, cave encampments and eco-corridors from July, 2006 to June, 2015. Bat specimens were also confirmed at the museums in Jeju Island. From the present study, we found 8 species of 6 genera belong to 3 families, which was different from the records had previously described in Jeju Island since 1928. Five species (*Rhinolophus ferrumequium*, *Myotis bombinus*, *M. formosus*, *M. macrodactylus* and *Miniopterus schreibersi*) were commonly found to live in lava tubes and cave enforcements. But only *R. ferrumequium* was found in a sea cave and five species including *Murina leucogaster* and *Pipistrellus abramus* were found in eco-corridors. We have also found seven species including *Tadarida insignis* in the specimens stored in local museums. From the results of this study, we actually could not found the remaining seven species (*Hypsugo savii*, *Miniopterus fuscus*, *Myotis mystacinus*, *Myotis ikonnikovi*, *Myotis branditii*, *Myotis petax* and *Pipistrellus endoi*). Interestingly, *Myotis formosus* which is known as one of endangered species and *Myotis bombinus* which is very rare in Korean Peninsula were currently found in Jeju Island. In addition, Tube-nosed bat (*Murina leucogaster*) that was discovered for the first time through this study. A variety of habitats for Chiroptera were identified, but the information is still not sufficient to understand. These results will be useful to provide a fundamental data in preserving the diversity of bats and in ecological study in Jeju Island.

**Key words:** bat, Chiroptera, fauna, Jeju Island

<sup>†</sup> Su-Gon Park and Yoo-Kyung Kim equally contributed to this study.

\* Corresponding author: Hong-Shik Oh, Tel. 064-754-3280, Fax. 064-725-4902, E-mail. sciedu@jejunu.ac.kr  
Han, Sang-Hyun, Tel. 064-754-3280, Fax. 064-725-4902, E-mail. hansh04@naver.com

## 서론

박쥐는 포유강(Mammalia), 익수목(Chiroptera)에 속하며, 포유류의 약 1/4에 해당하는 1,300여 종이 분포하는 것으로 알려지고 있다(Fenton and Simmons 2014). 포유류 중에서는 설치목 다음으로 종 수가 많고, 나무가 자라지 못하는 추운 지역과 대양의 섬을 제외하고 전 세계에서 발견된다. 한국에서 서식하는 박쥐류는 관박쥐과(Rhinolophidae), 애기박쥐과(Vespertilionidae), 큰귀박쥐과(Molossidae) 등 소익수아목(Microchiroptera)에 속하는 박쥐들이 분포하는데 3과 10속 21종으로 분류하고 있다(Yoon et al. 2004; Yoon 2010).

한반도에서 멀리 떨어져 있는 제주도는 화산활동에 의해 형성된 섬으로, 150여 개의 천연 용암동굴(lava tube)과 과거 일제강점기에 건설된 군사용 진지동굴(cave encampment)이 곳곳에 산재해 있으며, 중심부에 위치한 한라산과 꽃자왈 등이 있어, 동굴성 박쥐와 산림성 박쥐가 서식하기에 좋은 환경을 갖추고 있다. 제주도 박쥐류에 대한 연구보고는 Mori (1928)가 처음으로 큰수염박쥐(*Myotis mystacinus*) 1종을 채집하여 기록하였으며, 이후 1933년에 채색과 비박이 더 어두운 점을 들어 제주관박쥐(*Rhinolophus ferrumequium quelpartis*)를 보고하였다(Mori 1933). 국내 학자로는 Won (1967, 1968)이 제주관박쥐와 큰수염박쥐의 서식을 다시 기술하였다. 1970년대 후반 이후 제주도 박쥐류에 대한 연구보고는 시작되었으나, 천연동굴이나 한라산국립공원에 대한 동물상 조사의 일환으로 진행된 단편적인 연구보고에 국한된 경우가 대부분이었다. Namkung (1981)은 제주관박쥐, 긴가락박쥐(*Miniopterus schreibersi*), 우수리박쥐(*Myotis daubentonii ussuriensis*), 아무르박쥐(*Myotis nattereri amurensis*) 등 4종을 기록하였고, Son (1981)은 제주도의 익수류상에 관박쥐, 작은윗수염박쥐(*Myotis ikonnikovi*), 속리산애기박쥐(*Myotis nattereri bombinus*), 붉은박쥐(*Myotis formosus*), 큰발윗수염박쥐(*Myotis macrodactylus*), 집박쥐(*Pipistrellus abramus*), 긴가락박쥐 등 7종을 보고하였다. Shim (1986)과 Yoon and Son (1989)은 제주관박쥐(*R. f. quelpartis*)와 한반도의 관박쥐(*R. f. korai*)는 형태적으로나 유전적으로 동일한 종으로 결론지었다. Oh (2006)과 Oh et al. (2007)는 한라산 일대 포유류 조사 기록을 추가하여 관박쥐, 큰발윗수염박쥐, 붉은박쥐, 흰배윗수염박쥐, 물윗수염박쥐, 집박쥐, 큰집박쥐(*Hypsugo savii*), 작은긴날개박쥐(*Miniopterus fuscus*), 긴가락박쥐 등 9종을 기록하였다. 국내 포유동물을 정리한 Yoon et al. (2004)은 박쥐류 9종이 제주도에서 서식하는 것으로 기재한 바 있다. 이 외에도 Koyanagi et al. (2009)은 큰귀박쥐(*Tadarida teniotis*)와 *Murina* sp.를 확인하여 보

고하였고, Han et al. (2011)은 *Murina* sp.를 관코박쥐(*Murina leucogaster*)로 확인하여 기재하였다.

현재까지 제주도 박쥐류에 대한 연구들은 천연동굴 탐사, 한라산천연보호구역 동물상 조사의 일환으로 진행되었고, 국내외 학자들의 단기간 방문조사에 의한 보고들이 대부분이었다. 또한, 문헌기록중 중 일부는 표본이나 서식에 대한 재확인 없이 과거의 기록을 계속해서 재인용되고 있어, 제주도 서식 박쥐류에 대한 전반적인 분포 확인을 위한 연구가 필요한 실정이다.

이에 본 연구는 제주도 박쥐류의 주요 서식처로 기존에 연구되어 온 천연 용암동굴, 해안 해식동굴, 오름과 제주도 해안에 조성된 진지동굴, 한라산 계곡과 교각, 숲 등 생태통로를 선정하여 관찰, 채집 조사를 수행하고, 제주도 내에 소장되어 있는 표본에 대한 조사를 통하여 그동안 보고되었던 문헌상의 기록들을 재검토하고, 제주도 박쥐류상을 재정립하여 생물상보전을 위한 자료를 제공하기 위하여 이루어졌다.

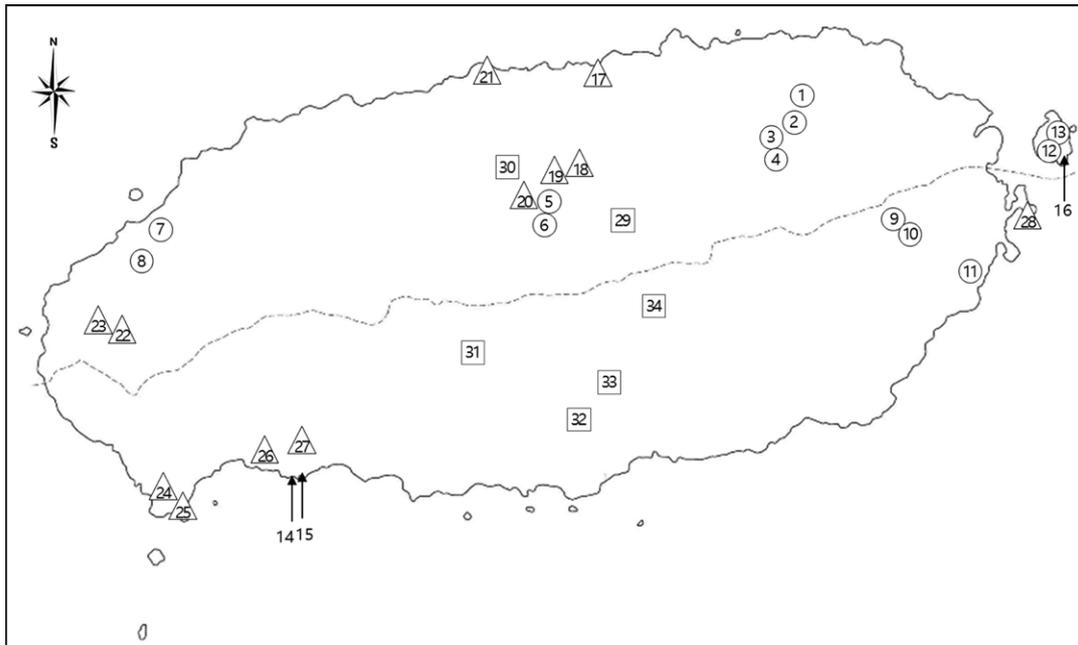
## 재료 및 방법

### 1. 조사기간 및 장소

본 연구는 2006년 7월부터 2015년 6월까지 제주도 만장굴, 구린굴, 서귀포시 벌라리굴과 혼인지굴 등 용암동굴(lava tube, LT) 13개 지역, 서귀포시 주상절리대 인근의 갯동굴 등 해식동굴(sea cave, SC) 3개 지역, 제주도 사라봉과 서귀포시 송악산, 성산일출봉 등에 위치한 인공 진지동굴(cave enforcement, CE) 12개 지역, 산림성 박쥐의 이동경로로 추정되는 한라산 주변의 교각과 계곡 등 생태통로(ecocorridor, EC) 6개 지역을 구분하여 조사지역을 선정하였다(Fig. 1).

### 2. 직접 관찰 및 포획 조사

박쥐류 서식확인을 위한 직접조사는 현지 관찰조사와 포획조사를 통해 수행되었다. 관찰조사는 직접 육안으로 관찰하거나 사진촬영을 통해 이루어졌으며, 포획조사는 천연 용암동굴과 해식동굴, 진지동굴, 생태통로 등에서 포집망, mist-net 등을 이용하여 수행되었다. 산림성 박쥐의 현장조사는 한라산 동쪽과 남쪽(1131번 국도)과 서쪽(1139번 국도), 북쪽의 도로(1117번 국도)에 설치된 교각(물장울교, 동수교, 수악교, 오라교) 하부나 숲 속 통로(영실), 계곡(돈네교) 등 선정된 지역에서 mist-net을 이용하여 최소 2회 이상 이루어졌다.



**Fig. 1.** Study site map. Circles, arrows, triangles and squares indicate the sites of lava tubes, sea caves, cave encampments and eco-corridors, respectively. 1-13 are the lava tubes (LT): 1, Manjang-gul LT; 2, Daerim-gul LT; 3, Bukoruem-gul LT; 4, Utsanjen-gul LT; 5, Pyoung-gul LT; 6, Gurin-gul LT; 7, Hyeopjae-gul LT; 8, Handeul-gul LT; 9, Utbeolnari-gul LT; 10, Albeolnari-gul LT; 11, Honinji-gul LT; 12, Udobong-gul LT; 13, Udo-gul LT. 14-16 are sea caves (SC): 14, Gaetgat-donggul SC; 15, Daramjui-gul SC; 16, Geommeole-gul SC; 17-27 are the military cave enforcements (CE): 17, Sarabong CE; 18, Sameuiak CE; 19, Seosambong CE; 20, Pyoung-gul CE; 21, Dodubong CE; 22, Gamaoreum CE; 23, Igyeoreum CE; 24, Seotaloreum CE; 25, Songaksan CE; 26, Wolla-bong CE; 27, Gunsan CE; 28, Ilchulbong CE. 29-34 indicate the eco-corridors (EC): 29, Muljangol bridge EC; 30, Ora bridge EC; 31, Yeongsil EC; 32, Donneko valley EC; 33, Suak bridge EC; 34, Dongsu bridge EC.

### 3. 표본 조사

제주도 내에서 채집된 박쥐류 표본을 소장하고 있는 제주대학교 동물표본실 (Jeju National University Specimen Room, JNUSR)과 제주민속자연사박물관 (Jeju Folklore & Natural Museum, JFNM)을 방문하여 박제, 가박제, 액침표본이나 냉동표본 등의 채집기록과 보관기록을 대조하고 비교 분석하였다. 채집일자와 채집장소 기록이 없거나 불분한 경우는 조사대상에서 제외하였다.

### 4. 종 동정

박쥐류 종 동정은 Yoon의 보고 (2010)를 따랐으며, 학명의 기재는 Simmons (2005)와 Han (2012)의 보고에 준하여 기재하였다. 포획된 개체들은 현장에서 암수를 확인하였고, 정확한 종 동정을 위해 포획한 개체 중 일부를 실험실로 옮겨 형태학적 특성을 분석하였다. 외부형질 분석을 위해 체중 (body weight)과 모색, 특이사항을 기록한 후 두동장 (head body length), 전완장 (forearm length), 꼬리 길이 (tail length), 귀 길이 (ear length), 이주 길이 (tragus length) 등을 디지털

캘리퍼스 측정하여 동정에 활용하였다. 형태 측정을 마친 시료들은 80% ethanol을 이용하여 액침표본을 제작하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사기간 동안 발견된 박쥐류

2006년 7월부터 2015년 6월까지 제주도 34개 지역과 박물관 등을 대상으로 박쥐류의 서식실태를 조사한 결과, 관박쥐와 관박쥐, 애기박쥐와 붉은박쥐, 흰배윗수염박쥐, 큰발윗수염박쥐, 관코박쥐, 긴가락박쥐, 집박쥐, 큰귀박쥐과의 큰귀박쥐 등 3과 6속 8종이 확인되었다 (Table 1). 이 중 큰귀박쥐는 박물관 소장 표본으로만 확인되었고, 용암동굴과 해식동굴, 진지동굴, 생태통로 등 현장조사를 통해 2과 5속 7종을 확인하였다.

제주도 박쥐류 중에서 가장 대형인 관박쥐는 조사된 용암동굴 13개 지역 모두에서 관찰되었고, 해식동굴 1개 지역, 진지동굴 10개 지역, 생태통로 5개 지역 등 제주도 내 전역에서 발견되어, 다양한 환경에 서식한다는 것이 확인되었다.

**Table 1.** The species and number of bats observed in Jeju Island from July, 2006 to June, 2015

No.*	Survey site		No. of animals observed					
	Site name	<i>Rfe</i>	<i>Mfo</i>	<i>Mbo</i>	<i>Mma</i>	<i>Msc</i>	<i>Mle</i>	<i>Pab</i>
1	Manjang-gul LT	3,000	2			1000		
2	Daerim-gul LT	30		10				
3	Bukoruem-gul LT	300		50	25			
4	Utsounjoung-gul LT	2,300		60	8			
5	Pyoung-gul LT	2						
6	Gurin-gul LT	80	3			500		
7	Hyoupjae-gul LT	8						
8	Handeul-gul LT	50		10	2			
9	Utbeolnari-gul LT	200			40			
10	Albeolnari-gul LT	150		40	24	450		
11	Honinji-gul LT	3						
12	Udoboong-gul LT	5						
13	Udo-gul LT	12						
14	Gaetgat-donggul SC**							
15	Daramjui-gul SC	3						
16	Geommeolle-gul SC**							
17	Sarabong CE	140						
18	Sameuiak CE	500						
19	Seosanbong CE	2,000	1		2			
20	Pyoung-gul CE	2						
21	Dodubong CE*							
22	Gamaoruem CE	103		72	20	20		
23	Igyeoruem CE	3		1				
24	Seotaloruem CE	80			60	542		
25	Songaksan CE	4						
26	Wollabong CE	25			25			
27	Gunsan CE	63						
28	Ilchulbong CE**							
29	Muljangol bridge EC	60			3	3	8	
30	Ora bridge EC	20			2			
31	Yeongsil entrance EC	28			6			
32	Donneko valley EC	208			4	15	3	7
33	Suak bridge EC	12						
34	Dongsu bridge EC**							
	Sum	9,391	6	243	221	2,530	11	7

The abbreviations of bat species are follows: *Rfe*, *Rhinolophus ferrumequinum*; *Mfo*, *Myotis formosus*; *Mbo*, *Myotis bombinus*; *Mma*, *Myotis macrodactylus*; *Msc*, *Miniopterus schreibersi*; *Mle*, *Murina leucogaster*; *Pab*, *Pipistellus abramus*.

\*, the numbers of survey sites are same with those given in Fig. 1.

\*\* , bats were not detected in Gaetgat-donggul SC, Geommeole-gul SC, Ilchulbong CE, Dodubong CE and Dongsu bridge EC.

관찰된 관박쥐는 9,391개체로 조사된 종들 중에서 최우점종 (75.68%)으로 나타났는데, 제주도 본섬뿐만 아니라 우도의 용암동굴에서도 발견되었다. 특히 만장굴, 윗선정굴, 서삼봉 진지동굴의 경우 2,000개체 이상의 대규모 집단이 동면하는 것이 관찰되기도 하였다. 관박쥐는 6월말 이후 8월초까지 암컷 무리에서 출산한 새끼들이 함께 관찰되었다.

다음으로 많이 관찰된 종은 긴가락박쥐 (20.73%)로 2,515개체가 관찰되었는데, 용암동굴 중 만장굴, 구린굴, 알בל라릿굴, 진지동굴로는 가마오름, 첫알오름 진지동굴에서, 생태통로 중에서는 물장울교와 돈네코계곡에서도 관찰되었는데 400개체 이상 큰 무리를 이루고 있는 것이 관찰되기도 하였다. 긴가락박쥐의 새끼들은 8월에 관찰되었고, 흰배윗수염박

쥐의 암컷무리와 같은 장소에서 출산하고 포유하는 경우도 관찰되었다.

본 연구를 통해서 생태통로인 돈네코계곡에서만 집박쥐 7개체가 채집되었다. 이는 돈네코계곡이 서귀포시 시내에서 멀지 않은 곳에 위치하며, 계곡 1 km 이내에 다수의 인가가 위치하는 데에서 기인한 것이라 판단된다. 또한 집박쥐 표본이 민속자연사박물관에서 확인되어, 이후 제주시와 서귀포시 지역의 주택지에 대한 방문 조사를 수행한 결과, 서귀포시의 중산간지역 농가에서 집박쥐의 배설물이 확인되었고, 3개체를 포획하여 종을 직접 확인하였다. 집박쥐는 보통 주택의 처마 밑의 구멍, 기와장 아래 등에서 발견되는 종으로 (Yoon 2010), 가옥들이 현대화되면서 초가집이나 기와집이

사라져 집박쥐류의 휴식처(roosting site)가 줄어들면서 동굴을 이용하는 박쥐들보다 더 낮은 빈도로 관찰된 것이라 생각한다.

흰배윗수염박쥐는 용암동굴 5개 지역(대림굴, 북오름굴, 윗선정굴, 한들굴, 알벌라리굴), 진지동굴 2개 지역(가마오름, 이계오름)에서 243개체가 관찰되었다. 개체 수는 가마오름 진지동굴에서 발견된 집단이 72개체로 가장 많았으며, 이계오름에서 발견된 1개체는 여름철 활동기 중 휴식처로 이용하는 형태였으며, 전반적으로 집단을 형성하여 생활하는 것으로 나타났다. 흰배윗수염박쥐 새끼들은 6월초에서 7월 초 사이에 출생하는 것으로 나타났다. 큰발윗수염박쥐는 용암동굴 5개 지역(북오름굴, 윗선정굴, 한들굴, 윗벌라리굴, 알벌라릿굴)과 진지동굴 4개 지역(서삼봉, 가마오름, 첫알오름, 월라봉), 물장울교, 오라교, 영실입구 등 생태통로 3개 지역에서도 관찰되었다. 관박쥐와 함께 제주도에 가장 넓은 지역에 걸쳐, 여러 서식지 형태에서 발견되었는데, 큰발윗수염박쥐 새끼들은 6월말에서 7월말까지 관찰되었고, 포유중인 암컷들은 관박쥐나 흰배윗수염박쥐 무리와 함께 혼군을 이루는 것도 확인되었다. 관코박쥐는 2000년대 초까지만 해도 제주도에 관찰되거나 채집된 기록이 없었던 종이다. 산림성 박쥐로 알려진 관코박쥐는 용암동굴, 해식동굴, 진지동굴 등에서는 동면, 휴식 등 어떤 형태로도 관찰되지 않았고, 생태통로인 물장울교와 돈네코계곡에서 하절기, 야간에 채집되었다. 이 종은 산림의 나무 구멍이나 동굴에 서식하는 것으로 알려져 있으나(Yoon 2010), 조사 과정에서 동굴에서는 겨울철 동면 개체나 활동기 휴식 중인 개체들이 전혀 확인되지 않아 관코박쥐의 동굴 이용에 대해서는 향후 지속적인 조사를 통해 확인되어야 할 것이다.

붉은박쥐는 아프가니스탄 동부에서부터 중국 남부, 대만, 일본 대마도, 한국에서 분포하며(Yoon *et al.* 2004), 환경부 지정 멸종위기 I급, 천연기념물 452호로 지정되어 있고, 한국의 멸종위기종 Red List 상에 등재되어 있는 법정보호종이다(Ministry of Environment and National Institute of

Biological Resources 2014). 한반도에서 붉은박쥐는 Won (1967)의 보고 이후 지속적으로 기재되고 있으며, 과거에는 많은 수가 한반도 전역에서 발견되었던 것으로 기술되어 있다. 제주도에서 붉은박쥐의 서식은 Son (1981)에 의해 한라산 어승생악 근처에서 1개체의 관찰이 최초기록이다. 본 조사과정에서 붉은박쥐는 용암동굴인 만장굴(2007년 이후)에서 2개체, 구린굴(2009, 2010년)에서 3개체가 관찰되었고, 서삼봉 진지동굴에서도 2015년 1월 동면 중인 개체가 관찰되었다. 또한 제주대학교 동물표본실에 소장된 표본(1개체)도 확인되었다. 이 결과는 붉은박쥐가 서식처뿐만 아니라 동면장소로서 용암동굴과 진지동굴을 이용하고 있음을 암시하며, 제주도 전역에 분포하는 다수의 용암동굴과 진지동굴에 대한 포괄적인 조사를 통해 서식지나 동면지를 확인한 후, 체계적인 보존이나 관리방안이 마련되어야 할 것이라 판단된다.

큰귀박쥐는 해안 바다절벽 틈이나 철근 콘크리트 틈에서 서식하고, 꼬리가 퇴간막에서 3분의 1정도 밖으로 길게 나와 있는 것이 특징이다(Yoon 2010). 제주도 민속자연사박물관 수장고에 가박제 표본을 확인하였으며, 제주지역이 화산활동에 의한 용암절벽이 많이 분포하는 지형적 특성을 고려할 때, 제주도의 해안을 중심으로 큰귀박쥐의 서식에 적합한 환경을 갖추고 있다고 추정되며, 앞으로 해당지역에 대한 서식지 조사가 수반되어야 할 것이다.

2. 조사지 유형별 박쥐류의 유형과 빈도

조사지역의 유형(용암동굴, 해식동굴, 진지동굴, 생태통로)에 따라 관찰된 박쥐류 종과 관찰된 개체 수는 Table 2에 제시한 바와 같다. 용암동굴은 13개 지역 모두, 해식동굴 3개 지역 중 1개 지역, 인공 진지동굴 12개 지역 중 10개 지역, 생태통로 6개 지역 중 5개 지역에서 박쥐류가 관찰되었다. 제주도 용암동굴의 경우 화산활동에 의해 생성된 것으로 길이가 짧게는 수십 m에서 긴 것은 4 km 이상 다양하게 나타나고 있다. 특히 해당 용암동굴의 경우 내부에 낙반과 절

Table 2. The species and number of bats observed according to the type of survey sites

Survey site		No. of animals observed							Total	Mean
Site type	No. of site*	<i>Rfe</i>	<i>Mfo</i>	<i>Mbo</i>	<i>Mma</i>	<i>Msc</i>	<i>Mle</i>	<i>Pab</i>		
Lava tube	13 (11)	6,140	5	170	99	1,950	0	0	8364	643.0
Sea cave	3 (1)	3	0	0	0	0	0	0	3	1.0
Cave enforcement	12 (10)	2,920	1	73	107	562	0	0	3663	305.3
Eco-corridor	6 (5)	78	0	0	11	3	11	7	379	63.2
Sub-total		9,141	6	243	217	2,515	11	7	12,133	241.6

The abbreviations of bat species are follows: *Rfe*, *Rhinolophus ferrumequinum*; *Mfo*, *Myotis formosus*; *Mbo*, *Myotis bombinus*; *Mma*, *Myotis macrodactylus*; *Msc*, *Miniopterus schreibersi*; *Mle*, *Murina leucogaster*; *Pab*, *Pipistellus abramus*.

\*, numbers in the parentheses indicate the number of sites detected the bats.

개지가 많고, 입구가 폐쇄되거나 숲 속에 위치하여 사람의 접근이 용이하지 않아, 관광용으로 개발된 동굴을 제외하고는 사람의 출입 자체가 쉽지 않다. 이는 박쥐의 생활공간으로써 좋은 환경조건으로 작용할 수 있어 조사된 모든 용암동굴에서 박쥐류의 서식이 확인되었다고 판단된다. 용암동굴에서 발견된 박쥐는 최소 2개체(평균)부터 4,000개체 이상(만장굴) 확인되었다. 13개의 용암동굴에서 발견된 박쥐는 총 8,364개체로 지역당 평균 643개체 정도가 관찰되었으나, 지역별로 관찰된 개체 수는 매우 차이가 많았다. 이는 각각의 용암동굴들이 보유하고 있는 개별적인 환경특성에 기인한 결과로 추정되며, 향후 동굴의 미기후 조건이나 지형적인 조건 등에 대한 분석결과와 박쥐류 서식의 상관관계 분석이 이루어진다면 박쥐류의 생태를 이해하는 데 좋은 자료가 될 것이라 여겨진다.

용암동굴 조사에서 확인된 만장굴, 구린굴 등은 출현 종 수, 개체 수가 많아 박쥐류의 서식과 관련한 동굴의 보호나 관리가 필요하다고 하겠다. 특히 멸종위기 I급인 붉은박쥐(Ministry of Environment and National Institute of Biological Resources 2014)가 서식하는 것으로 알려진 만장굴과 구린굴은 체계적인 관리가 필요하다고 판단된다. 또한 만장굴이나 협재-쌍용굴과 같이 현재 관광지로 개발되어 있는 용암동굴의 경우는 박쥐류 서식지의 보호가 필요한 만큼 관광산업 육성에 대한 계획단계에서부터 복합적으로 고려되어야 할 것이다.

해안에 위치한 해식동굴 3개 지역에 대한 조사에서 우도의 검멀레굴과 서귀포시 갯갯동굴에서는 박쥐류가 발견되지 않았고, 서귀포시 다담쥐굴에서만 관박쥐 3개체가 관찰되었다. 검멀레동굴과 갯갯동굴은 해수가 직접 닿을 수 있는 구조로, 해수가 직접 닿는 곳에서는 박쥐류의 활동이 매우 제한되는 것으로 판단된다. 반면, 만조 시 해안선에서 30m 정도 떨어져 있는 다담쥐굴에서 관박쥐가 관찰되었으나 진지동굴 조사에서 도두봉, 일출봉의 해안 진지동굴에서는 관찰되지 않았다. 이상의 결과는 박쥐류의 서식이나 동면에 있어 해수에 대한 노출이 서식지, 휴식처, 동면처 선택의 기준이 될 수도 있음을 말해주는 간접적인 결과라 할 수 있다.

인공 진지동굴의 경우 과거 일제강점기 말, 태평양전쟁에 대비하여 건설된 군사시설로, 제주도의 각처에 위치한 오름과 해안선 등지에 산재해 있다. 특히, 제주도 서부지역인 한경면, 대정읍, 안덕면 지역에는 오름과 해안선에 매우 많은 수의 진지동굴이 발견되고 있다. 동부지역 역시 당시 구축된 해안 진지동굴이 성산일출봉과 주변 오름에서 발견되고 있다. 조사된 진지동굴들은 제주시 지역과 제주도 서부지역, 성산일출봉 등으로 구분할 수 있는데, 해안에 위치한 일출봉과 도두봉을 제외한 9개 지역의 진지동굴에서 총 3,663개체

**Table 3.** The species and number of bats observed at JNUSR and JFNM

Site	No. of specimens observed						
	<i>Rfe</i>	<i>Mfo</i>	<i>Mbo</i>	<i>Mma</i>	<i>Msc</i>	<i>Pab</i>	<i>Tin</i>
JNUSR <sup>1</sup>	30	1	2	10	4	1	1
JFNM <sup>2</sup>	10					1	

The abbreviations of bat species are follows: *Rfe*, *Rhinolophus ferrumequinum*; *Mfo*, *Myotis formosus*; *Mbo*, *Myotis bombinus*; *Mma*, *Myotis macrodactylus*; *Msc*, *Miniopterus schreibersi*; *Mle*, *Murina leucogaster*; *Pab*, *Pipistellus abramus*; *Tin*, *Tadarida insignis*.

JNUSR<sup>1</sup>, Jeju National University Specimen Room, South Korea.

JFNM<sup>2</sup>, Jeju Folklore & Natural Museum, Jeju Special Self-Governing Province, South Korea.

가 확인되어, 많은 수의 박쥐가 진지동굴을 동면이나 활동기 휴식처로 이용하는 것으로 추정된다. 조사기간 동안, 방문한 오름 진지동굴은 크게 오름이나 지역의 명칭에 따라 구분하였을 때 12개 지역이었으나, 동일 오름 내에서도 여러 개의 진지동굴이 있는 경우는 접근이 가능한 진지동굴을 모두 조사하였다. 현재까지 제주도에 박쥐류에 대한 연구는 대부분 천연동굴인 용암동굴에 서식하는 박쥐류를 대상으로 한 경우가 대부분이었고, 인공동굴인 진지동굴에 대한 집중 조사 결과는 거의 없다. 진지동굴의 경우 용암동굴에 비해 천정의 높이가 낮고, 내부 습도가 낮은 경우가 많아 박쥐류의 서식에는 용암동굴보다 좋다고 할 수 없으나, 관코박쥐를 제외한 5종의 박쥐들이 발견되어, 향후 제주도 박쥐류 연구에서 지속적인 조사가 요구된다고 하겠다.

한라산 중산간 지역에 위치한 생태통로 6개 지역(해발 318 m~950 m)에 대한 조사결과, 5개 지역에서 관박쥐, 큰발윗수염박쥐, 긴가락박쥐, 관코박쥐, 집박쥐 등 5속 5종이 확인되었다. 물장올교에서는 총 74개체가 관찰 또는 채집되었으며, 오라교에서는 22개체, 영실입구 숲에서는 34개체가 확인되었고, 돈네코계곡에서는 237개체가 확인되었으나, 동수교 지역에서는 확인되지 않았다. 관박쥐, 긴가락박쥐, 큰발윗수염박쥐 등은 다른 유형의 조사지와 같은 종이였으나, 관코박쥐와 집박쥐는 생태통로에서만 관찰되었다. 관코박쥐의 제주도 서식은 본 조사를 통해 확인되어 이후 Koyanagi *et al.* (2009), Han *et al.* (2011)의 보고에 수록되었다. 돈네코계곡에서 거주성 집박쥐 7개체가 채집되어, 인근 지역의 주택과 시설 등에 서식하는 것으로 추정되었다.

### 3. 제주도 내 기관 소장 표본 조사

제주대학교 동물표본실과 제주특별자치도 민속자연사박물관에 소장되어 있는 박쥐류의 표본을 조사하였다. 제주대학교 동물표본실에서는 액집표본, 가박제, 냉동표본의 형태

Table 4. Bat species described in previous literatures and found in this study in Jeju-do

Species	Korean name	References*														This study		
		1928	1933	1967	1968	1981 <sup>a</sup>	1981 <sup>b</sup>	1989	2001	2004	2006	2007	2009	2010	2011		2012	
Family Rhinolophidae																		
Genus <i>Rhinolophus</i>																		
<i>R. ferrumequinum</i>	관박쥐		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Family Molossididae																		
Genus <i>Tadarida</i>																		
<i>T. teniotis</i>	큰귀박쥐											○						○
Family Vespertilionidae																		
Genus <i>Hypsugo</i>																		
<i>H. savii</i>	큰짐박쥐										○							○
Genus <i>Miniopterus</i>																		
<i>M. schreibersi</i>	긴가락박쥐					○												○
<i>M. fuscus</i>	작은긴가락박쥐								○									○
Genus <i>Myotis</i>																		
<i>M. leucogaster</i>	관코박쥐																	○
Genus <i>Myotis</i>																		
<i>M. mystacinus</i>	윗수염박쥐	○																
<i>M. ikonnikovi</i>	쇠큰수염박쥐		○	○	○													○
<i>M. brandtii</i>																		○
<i>M. bombinus</i>	흰배윗수염박쥐																	○
<i>M. formosus</i>	붉은박쥐																	○
<i>M. macrodactylus</i>	큰발윗수염박쥐																	○
<i>M. petax</i>	우수리박쥐																	○
Genus <i>Pipistrellus</i>																		
<i>P. abramus</i>	짐박쥐																	○
<i>P. endoi</i>	작은짐박쥐																	○

\*, years indicate the records of each reference cited in this study: Mori 1928, 1933; Won 1967, 1968; Namkung 1981<sup>a</sup>; Son 1981<sup>b</sup>; Yoon and Son 1989; Son 2001; Yoon et al. 2004; Oh 2006; Oh et al. 2007; Koyanagi et al. 2009; Yoon 2010; Han et al. 2011; Jo et al. 2012.

로 관박쥐와 붉은박쥐, 관코박쥐, 흰배윗수염박쥐, 큰발윗수염박쥐를 확인하였고, 민속자연사박물관에서는 관박쥐와 집박쥐, 큰귀박쥐를 전시 중인 박제와 보관된 표본 상태로 종을 확인하였다. 표본 조사에서 확인된 박쥐 종들 중에서 관박쥐와 붉은박쥐, 긴가락박쥐, 큰발윗수염박쥐, 집박쥐는 용암동굴 조사, 진지동굴 조사, 생태통로 조사 등에서 확인된 종들이었으나, 큰귀박쥐는 현장조사에서는 확인되지 않았다. 큰귀박쥐는 민속자연사박물관 수장고에 보관 중인 가박제(표본번호 30-22)를 확인하였으나, 채집일자와 채집장소 등의 기록은 확인되지 않았다. 이 외에도 제주대학교 동물표본실과 민속자연사박물관에서 집박쥐 표본 1개체가 각각 확인되었다.

#### 4. 제주도의 박쥐류상에 대한 연구

현재까지 제주도 박쥐류상에 대해서는 Mori (1928)가 윗수염박쥐(*Myotis mystacinus*)를 최초로 보고한 것을 포함하여 문헌기록과 연구를 통해 확인된 종들을 정리하여 Table 4에 제시하였다. 기존에 보고된 문헌기록 상에는 관박쥐과, 애기박쥐과, 큰귀박쥐과 등 3과 7속 15종이 기록되어 있다(Mori 1928, 1933; Won 1967, 1968; Namkung 1981; Son 1981; Yoon *et al.* 2004; Oh 2006; Oh *et al.* 2007; Koyanagi *et al.* 2009; Yoon 2010; Han *et al.* 2011).

본 연구에서는 포획 또는 관찰 7종, 표본 1종 등 총 3과 6속 8종의 박쥐류의 서식을 확인하였다. 문헌기록종 중에서는 애기박쥐과의 큰집박쥐, 작은긴가락박쥐, 윗수염박쥐, 쇠큰수염박쥐, *M. branditii*, 물윗수염박쥐, 작은집박쥐 등 7종은 확인되지 않았다. 비록 본 연구에서 제주도의 자연환경에서 박쥐류가 서식할 수 있는 중요한 조건인 천연 용암동굴, 진지동굴, 생태통로에 대한 조사를 수행하여 다양한 박쥐류의 서식을 확인하였으나, 조사지역의 제한성이 없지 않아, 문헌기록종들 중 발견되지 않은 종들이 제주도에 서식하지 않는다고 단정할 수는 없다.

## 결 론

지리적으로 한반도와 멀리 떨어져 있는 제주도에는 150여 개의 용암동굴, 해안에 위치한 해식동굴, 과거에 건설된 진지동굴이 곳곳에 산재하며, 한라산보호구역 내의 삼림과 계곡 중에는 여전히 사람의 발길이 닿지 않는 곳이 많고, 중산간에 분포하는 꽃자왈 등은 동굴성 박쥐와 산림성 박쥐가 서식하기에 매우 좋은 환경조건이라 할 수 있다. 하지만 제주도 박쥐류에 대한 연구들이 한라산이나 천연동굴 학술조

사의 일환으로 진행되거나, 국내 또는 외국 학자들이 단기간에 걸친 방문조사로 진행된 사례들이 많아, 지속적이고 체계적인 조사결과들이 마련되지 못하고 있었다. 본 연구에서는 약 10년 동안 제주도의 34개 지역에서 현장조사와 박물관 표본 확인 등을 수행하여, 명확한 근거를 위주로 과거 제주도에서 보고된 박쥐류 15종 중 8종의 서식을 확인하였다. 제주도 박쥐류에 대한 연구들 중에는 개인적인 관찰에 대한 미보고 자료를 문헌에 기재한 경우도 간혹 발견되며, 표본의 부재로 인해 재확인이 불가능한 경우도 없지 않다. 또한 박쥐 연구에 대한 기준자료들이 외국의 자료를 바탕으로 진행되었고, 학자들의 의견이 다양하여, 임의적인 아종명 표기, 오동정, 부정확한 국명 표기 등에 따른 여러 가지 문제점들도 해결되어야 한다.

본 연구에서는 용암동굴, 해식동굴, 진지동굴, 생태통로 등 서식지 유형을 4가지로 구분하여 관찰, 채집한 결과를 정리하였으며, 그 결과 발견되는 박쥐 종은 다소 다른 결과를 보였다. 따라서 서식지의 생태적 조건과 박쥐류 서식과의 상관관계를 구명하기 위한 조사가 지속적으로 수반되어야 할 것이다. 그동안 제주도에서의 박쥐류 연구가 천연 용암동굴을 중심으로 진행된 결과들이 주를 이루고 있었으나, 본 연구를 통해 인공적으로 조성된 진지동굴이나 생태통로에서도 다양한 박쥐 종들이 확인되었다는 점에서, 제주도 각처에 산재되어 있는 진지동굴, 계곡, 산림, 꽃자왈 등 생태통로에 대한 전반적이고, 지속적인 박쥐류 조사가 요구됨을 보여주고 있다. 또한 동아시아에서 생물지리학적으로 중요한 역할을 담당하는 제주도의 지리학적 위치를 감안할 때, 한반도, 중국, 일본, 대만 집단들과의 계통 유연관계, 생태적 특성, 생물지리학적 연구 등 다양한 연구들이 계속되어야 할 것이다.

## 적 요

본 연구는 제주도에 분포하는 박쥐류상(Chiroptera)을 밝히기 위해 2006년 7월부터 2015년 6월까지 용암동굴, 해식동굴, 진지동굴, 생태통로 등으로 지역을 구분하여 조사되었다. 또한 제주도 내 박물관에 소장된 박쥐류 표본을 조사하였다. 연구결과, 3과 6속 8종의 박쥐류의 서식이 확인되었는데, 이 결과는 1928년부터 보고된 사전 문헌기록들과는 다소 다른 양상을 나타내었다. 용암동굴과 진지동굴에서는 관박쥐, 흰배윗수염박쥐, 붉은박쥐, 큰발윗수염박쥐, 긴가락박쥐가 공통적으로 서식하는 것으로 확인되었다. 해식동굴에서는 1개 지역에서만 관박쥐가 확인되었고, 생태통로에서는 관코박쥐와 집박쥐를 비롯한 5종이 확인되었다. 지역 내 박물관에 소장된 표본조사 결과 큰귀박쥐의 표본도 확인되었

다. 연구를 통해 확인된 8종 외에 큰집박쥐, 작은긴가락박쥐, 윗수염박쥐, 쇠큰수염박쥐, *M. branditii*, 물윗수염박쥐, 작은 집박쥐 등 7종은 확인되지 않았다. 흥미로운 점은 멸종위기종으로 알려진 붉은박쥐와 한반도에서는 드물게 발견되는 흰배윗수염박쥐가 제주도에서 서식하는 것이 확인된 것과, 관코박쥐도 조사과정에서 처음으로 발견되는 등 다양한 장소에서 박쥐류가 서식하고 있음이 확인되었다는 것이다. 이 연구결과는 제주도에 박쥐류의 보전을 위한 생물다양성 연구나 생태학적 연구를 하는 데 유용한 자료로 활용될 것이라 판단된다.

## 사 사

본 연구는 제주녹색환경지원센터의 2014년도 연구개발사업 지원에 의해 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Fenton MB and NB Simmons. 2014. A World of Science and Mystery Bats. pp. 10-11. The University of Chicago Press. Chicago.
- Han SH. 2012. Vertebrates. pp. 323-326. In National List of Species of Korea. Ministry of Environment, National Institute of Biological Resources. Incheon.
- Han SH, D Fukui, CU Chong, YG Choi, SS Kim and JM Jun. 2011. Biodiversity and Phylogenetic Research of Bats in Forests (1). pp. 63. National Institute of Biological Resources. Incheon.
- Jo YS, TW Kim, BJ Choi and HS Oh. 2012. Current status of terrestrial mammals on Jeju Island. J. Species Res. 1:249-56.
- Koyanagi K, H Yoshino, H Tamura and SH Han. 2009. Faunal survey of bats in Jeju Island, Korea. Bull. Asian Bat Res. Institute 8:37-44.
- Ministry of Environment and National Institute of Biological Resources. 2014. Mammals. pp. 49. In Korean Red List of Threatened Species, 2nd Eds. Jisungsa. Seoul.
- Mori T. 1928. On the Chiroptera of Korea. Zool. Mag. Tokyo 40:282-303.
- Mori T. 1933. On two bats from Korea. J. Chosen N. H. Soc. 16:1-5.
- Namkung J. 1981. The fauna of the lava caves and its environment in Jeju Island, Korea. Hangokdonggulhakhoiji 6:17-27.
- Oh HS. 2006. Mammals of Mt. Halla, Korea. pp. 139-153. In Report of Survey of Hallasan Natural Reserve. Research Institute for Mt. Halla. Jeju Special Self-Governing Province. Jeju.
- Oh HS, MH Chang and BS Kim. 2007. Current status of mammals in Hallasan National Park. Korean J. Environ. Ecol. 21:235-242.
- Shim JH. 1986. A study on the heredity and morphological variation of the Korean Greater Horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*). Master thesis, In-Ha University.
- Simmons NB. 2005. Order Chiroptera. pp. 312-529. In Mammal Species of the World, a Taxonomic and Geographic Reference, Third ed. (Wilson DE and Reeder DM eds.). The Johns Hopkins University Press. Baltimore.
- Son SW. 1981. Notes on some bats from the Jeju Islands. Theses Collection, Kyungnam Univ. 8:161-168.
- Son SW. 2001. Bats: Jiseong Natural History series 3. pp. 92-105. Jiseongsa. Seoul.
- Won HG. 1968. Mammals of Korea. pp. 73-139. Kwahakwon Co. Ltd. Pyungyang.
- Won PH. 1967. Chiroptera. In Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea. vol 7. Mammals. pp. 294-375. Ministry of Education. Seoul.
- Yoon MH. 2010. Vertebrate Fauna of Korea, vol. 5, no. 1: Bats. pp. 123. In Flora and Fauna of Korea. National Institute of Biological Resources. Incheon.
- Yoon MH and SW Son. 1989. Studies on taxonomy and phylogeny of bats inhabiting Korea I. Taxonomical review of one Rhinolophid and six Vespertilionid bats, and the Korean microchiropteran faunal succession. Korean J. Zool. 32:374-392.
- Yoon MH, SH Han, HS Oh and JG Kim. 2004. The Mammals of Korea. pp. 36-94. Dongbang Media. Seoul.

Received: 9 September 2015

Revised: 6 November 2015

Revision accepted: 20 November 2015