

기본연구
2010-23

충청남도 박쥐 서식현황 및
복원 · 관리방안에 관한 연구
-금산군을 중심으로-

정옥식 · 김선숙

기본연구
2010-23

충청남도 박쥐 서식현황 및
복원 · 관리방안에 관한 연구
-금산군을 중심으로-

2010.12

충남발전연구원
Chungnam Development Institute

ISBN: 978-89-6124-157-1 03350

기본연구 2010-23

충청남도 박쥐 서식현황 및
복원·관리방안에 관한 연구
- 금산군을 중심으로 -

정옥식 · 김선숙

발 간 사

2010년은 유엔이 정한 생물다양성의 해이다. 환경오염과 생태계 파괴, 기후 변화 등으로 위협 받고 있는 생물다양성의 손실 속도를 줄이고 우리 삶에서 차지하는 생물다양성의 중요성에 대한 인식을 높이고자 2010년을 생물다양성의 해(International Year of Biodiversity)로 정하였다.

생물다양성은 이제 더 이상 심미적 대상이 아니라 직접적인 가치로 그 중요성이 크게 부각되고 있습니다. 생물다양성의 직접적 가치 즉, 경제적 가치가 지구상 전 국가의 경제활동을 통한 총생산액을 넘어선지 이미 오래입니다. 우리가 먹는 먹거리를 비롯하여 의식주 모두가 생물다양성에서 비롯됨에 따라 생물다양성의 중요성은 이제 더 이상 경제적 가치에만 국한 된 것이 아니라 인류의 생존과 직결되는 21세기의 주요 화두로 자리 잡고 있습니다. 하지만 생물다양성의 중요성과 달리 과도한 이용과 환경오염, 서식지 면적 감소 등 의 이유로 생물다양성은 급격히 감소하고 있는 추세입니다. 보고서에 의하면 연간 140000여종이 사라지고 있으며 식물종의 경우 1/8이 멸종위기에 처해져 있습니다.

전 세계 많은 국가들은 생물다양성 증진을 위한 생물다양성협약을 비롯한 국가간 협약을 확대하고 있으며 일부 국가에서는 다양성 증진을 위한 법률 제정과 더불어 인근 국가와의 공동체 협약을 통한 적극적인 대응을 하고 있습니다. 또한 선진국가에서는 자국내 생물다양성 관리에 노력함과 동시에 자연환경이 유지되어있는 후진국과의 교류를 통해 생물자원을 확보하는 공조 체제도 구축하고 있습니다. 생물다양성 증진을 위해 노력하는 세계적 추세와는 달리 국내의 생물다양성 환경은 날로 악화되고 있으며 따라서 다양성 관리와 증진을 위한 대응책 마련이 시급한 상황입니다. 하지만 생물다양성에 대한 인식조차 매우 낮은 수준에 머물고 있으므로 생물다양성에 대한 이해와 인식의 전환이 우선 필요한 실정입니다. 따라서 본 연구는 매우 시의적절하다고 여겨지며 지방정부 차원에서의 생물다양성에 대한 이해와 관심을 증

대시키는데 도움이 되길 바랍니다.

끝으로 본 연구를 수행하는 과정에서 많은 자문과 협조를 아끼지 않은 관계 전문가에게 깊은 감사의 뜻을 표한다. 무엇보다도 여러 가지 어려운 여건에서도 충남 박쥐 서식에 관한 연구를 수행한 연구진의 노고에 고마움을 전한다. 본 연구의 결과가 박쥐의 생태계 내 역할과 가치에 대한 많은 이해와 관련시책 및 후속연구에 유익한 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

2010년 12월 31일

충남발전연구원장 박진도

연구요약

본 연구는 해충의 생태 제어 시스템 복원의 일환으로 해충의 중요 포식자 역할을 하는 박쥐의 개체수 증식을 위한 복원사업 추진을 위해 충남도내 박쥐의 서식 실태를 파악하여 1)박쥐 서식의 문제점 파악하고 2) 복원의 방법 및 관리 방안을 모색하기 위해 실시하였다. 그리고 박쥐 복원을 통해 생물다양성에 커다란 영향을 미치는 농약 사용량을 감소 시키는 데 최종의 목적이 있다.

충청남도 12개 시군의 이장을 대상으로 청문조사를 실시하여 박쥐의 서식 실태를 우선 파악한 뒤 박쥐 서식에 대한 정밀조사지점을 선정하였으며, 선정된 정밀대상지역을 중심으로 폐광에 대한 조사를 실시하였다. 또한 마을 주변의 하천, 전통가옥주변에 대해 초음파 조사도 함께 실시하였다.

2,000여명에 대한 청문조사 결과 210곳에서 박쥐의 서식이 확인되었으며 보령의 44곳으로 가장 많은 곳에서 박쥐가 서식하는 것으로 나타났다. 금산이 38곳, 연기가 23곳으로 나타났다. 박쥐의 대부분은 빈집과 한옥, 제각 등에서 서식하고 있었으며 인근의 동굴(폐광)이 있는 곳일수록 출현 빈도가 높게 나타났다.

청문조사 결과 나타난 박쥐출현 빈도와 폐광의 소재 유무를 고려하여 금산군을 정밀조사지로 선정하였으며 33개의 폐광과 3곳의 자연동굴 그리고 마을 주변을 대상으로 조사를 실시하였다.

조사결과 총 8종의 박쥐의 서식을 확인하였으며 총 24개소에서 96개체가 관찰되었다. 윗수염박쥐는 11장소에서 55개체, 큰발윗수염박쥐는 4개 장소에서 15개체가 관찰되었으며 집박쥐는 4개장소에서 8개체, 붉은박쥐과 토끼박쥐, 큰집박쥐는 각각 1장소에서 1개체씩 관찰되었다.

멸종위기 I 급종인 붉은박쥐와 멸종위기 II급 종인 토끼박쥐의 분포가 확인되었다.

초음파 탐지 조사 결과 7개 장소에서 서 물위수염박쥐와 집박쥐의 취식지가 확인하였고, 3개 장소에서 잠자리가 확인되었다. 하천 구역에서 조사된 종은 물위수염박쥐와 집박쥐였으며 S1(간디하교 앞), S2(보석사)는 집박쥐의 취식지와 잠자리로 이용되고 있었으며, S3(유등천 일대)는 물위수염 박쥐의 취식지로 이용되고 있었다. 초음파 탐지 빈도는 21:00에서 23:00사이에 가장 높았고, 그 이후 시간에도 지속적으로 탐지되었다. 취식지 조사를 실시한 하천 1km 전 구간에서 서식이 확인되었으며 금산군 일대의 특히 유등천과 성곡천은 물위수염박쥐와 집박쥐의 취식지로 이용되는 것을 확인되었다. 물위수염 박쥐의 초음파가 기록된 장소는 하폭이 넓고, 유속의 흐름이 완만한 하천이었으며 수변부 초지와 습지가 혼재된 하천의 경우 물위수염박쥐와 집박쥐 2종의 초음파가 기록되었다. 반면 고가, 재각, 사찰, 계곡형 하천과 농지에서 집박쥐의 초음파는 탐지 빈도는 증가되었다.

박쥐의 위협요인으로서는 ①남획의 위험이 가장 우선시 되며 금산 지역의 경우 박쥐 및 서식지 보호를 위한 보호 시설물이 설치된 곳은 단 한 곳도 없었다. 다음으로는 ② 입구와 갭도의 유실로 인한 서식지 상실이며 자연적인 현상으로 입구의 함몰 및 갭도가 붕괴되거나 입구를 콘크리트 벽으로 폐쇄시켜 박쥐의 동면처, 서식처가 상실되는 경우도 많았다. ③ 살충제 사용으로 인해 서식처 주변 곤충의 가용성 감소되고 박쥐의 취식효율성이 낮아졌다.

박쥐의 관리를 위해서는 우선 활동기 서식지 관리의 경우 안정적인 서식지 구조와 산림관리, 하천관리, 수서곤충의 서식 밀도를 높일 수 있는 담수 서식지 유지 및 관리 등이 필요하다. 동면처 관리를 위해서는 입구 안전시설물 설치로 인위적인 위협요인을 제거하고 종특이적 서식지 선호도가 고려된 동면처의 관리가 우선되어야 한다.

박쥐의 복원을 위해서는 폐광 관리가 우선시 된다. 폐광 내 생물보호와 폐석더미, 침출수 등 내부 폐기물의 정수, 정화 처리 등 유출 방식을 고려한 입구 설치 등 폐광산의 관리가 요구된다. 폐광의 생물평가 항목을 바탕으로 7개 항목 가운데 4개 항목 이상 긍정적인 판정을 받으면 박쥐의 서식지로서

중요한 기능을 한다고 판단할 수 있고, 폐광 관리 대상지로 선정한다. 다음으로는 집박쥐류 서식지 복원을 위한 인공박쥐집 설치를 들 수 있다. 이 경우 동굴에 주로 서식하는 동굴박쥐도 취식을 하는 기간에는 인가 주변에서도 휴식을 취하므로 인공박쥐집이 설치될 경우 이들 또한 마을 주변에 머물 수 있는 기회가 많아지고 따라서 해충의 취식도 함께 이뤄질 수 있다. 마지막으로 농약 사용량 저감을 들 수 있다. 농약의 경우 박쥐류의 먹이를 일시에 감소시킬 뿐 만 아니라 먹이 내 중금속 함유량을 높여 박쥐의 생존에 많은 영향을 미친다. 농약은 목표 종(해충) 뿐 만 아니라 생태적으로 이로운 생물도 함께 사라지게 함과 동시에 생태전반적으로 다양성을 떨어뜨리게 된다. 따라서 박쥐의 서식을 안정화시키고 생태계 내 종다양성을 확보하기 위해서 농약 사용량을 줄이는 노력이 필요하다.

박쥐복원을 위한 정책으로는 충청남도 전역에 대한 박쥐 모니터링 사업 실시, 주요 관공서 및 학교 내에 인공박쥐집 설치, 박쥐 서식처인 주요 동굴 입구의 출입구 봉쇄 및 차단문 설치 등에 따른 동굴 및 폐광 관리 그리고 유기농을 장려하고 최근들어 더욱 활성화되고 있는 대체농약(예: 바이오 농약) 개발, 생태적 천적 이용 등에 대해 정책지원이 필요하다.

차 례

제1장 서론	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 필요성	3
3. 연구의 목적	5
4. 연구 내용 및 방법	6
제2장 박쥐의 생태적 특성 및 역할	8
1. 박쥐의 특성 및 분포 현황	8
2. 박쥐의 생태적 역할	10
3. 박쥐의 복원과 관리에 관한 사례 검토	11
4. 선행연구와의 차별성	18
제3장 충남도 박쥐 서식 현황	20
1. 박쥐 서식 가능 지역 선정	20
2. 정밀 서식 조사	22
3. 조사결과	25
제4장 충남도 박쥐 관리 방안	32
1. 금산군 박쥐의 위협요인	32
2. 서식지 보전 관리방안	33
3. 박쥐 복원을 위한 주요 사업	37
제5장 결론 및 정책 제언	41
1. 결론	41
2. 정책 제언	42

제1장 서론

1. 연구의 배경

1) 농약 사용량의 증가

(1) 위생 곤충 및 병해충의 증가

- 환경의 변화와 생태계 불균형으로 인해 인간사회에 전염성 질병을 야기하는 위생곤충 뿐 만 아니라 농작물의 병충해를 유발하는 해충이 증가하고 있다.
 - 국내에 서식하지 않던 새로운 해충이 등장하고 있으며 일부는 대량 발생(예: 주홍날개꽃매미(중국매미))으로 이어져 이에 따른 피해 면적이 증가하고 있다.
 - 병충해가 많은 과수 면적이 증가하는 것도 병충해 발생량 증가의 원인이 되기도 한다.
 - 모기에 의해 감염되는 말라리아 환자가 2009년 현재 전년 대비 16.5% 증가하였다.

(2) 농약 사용량 세계 상위권 수준

- 농작물 재배 면적이 194만ha(2004년)에서 183만ha(2008년)으로 감소한 반면 농약 출하량은 25,323톤(2004년)에서 25368톤(2008년)으로 오히려 증가하였다.
- 단위 면적당 농약 사용량은 전 세계 4위로, OECD 가입국 중 1위를 차지하고 있다.
 - 1990년부터 2003년까지 우리나라 농약 사용량은 ha당 연평균 12.8

kg로 전 세계 146개국 가운데 대만, 코스타리카, 콜롬비아에 이어 4위를 차지, 미국(2.3kg)에 비해서는 5.6배 많으며 태국(1.10kg)보다는 11.6배 많은량을 보인다.

2) 농약 피해 증가

(1) 종다양성 감소

- 대부분의 종에서 개체수 감소가 일어나고 있으며 하루 평균 40~140여 종의 종이 멸종해가는 요인 중 농약 살포가 중요 인자로 작용하고 있다.
- 농약에 의해 생물이 직접 죽기도 하지만 먹이 고갈시키거나, 먹이에 의한 2차 중독사까지 일으킨다.
- 제초제의 경우 곤충의 먹이와 서식지를 사라지게 하고 이에 따른 파급효과로 곤충을 먹는 연관된 생물의 서식을 방해한다.
- 영국의 경우 최근 30년간 조사 대상종 28종 중 24종의 개체수가 크게 줄었으며 몇몇 종의 경우 80%이상까지 개체수가 급감하였다.
- 국내의 경우 제비, 참새의 개체수가 10여 년 전보다 40%이상 감소하였다(농약 및 서식지 감소에 의함).
- 분해되지 않은 채 생태계 내에 잔류하는 농약물질에 의한 지속적이며 광범위하게 일어나는 간접적 영향(알 깨짐, 불임, 유산, 돌연변이 증가 등) 또한 큰 피해를 일으키고 있다.

(2) 천적 감소

- 농약의 경우 해충 뿐 만 아니라 해충의 생태적 제어 역할을 하는 천적마저 사라지게 함으로써 해충 증가를 초래하며 농약 사용의 악순환 지속되고 있다.

- 벼해충에 대한 천적으로 기생봉 33종, 포식성곤충 10종, 거미류 85종 등 다양한 천적이 알려져 있지만 농약으로 인해 개체수 및 종수가 크게 감소하였다.
- 농약에 대한 저항성이 생긴 해충이 증가할 뿐 만 아니라 천적이 사라짐으로써 멸구와 매미충과 같은 잠재 해충이 대량 발생하고 있다.

(3) 인명 피해 증가

- 2005년부터 작물별 농약중독 경험을 조사한 결과, 엽채류 재배농가의 19%가 농약중독 경험이 있는 것으로 나타났다.
- 2002-2006년까지 농약중독 사망자수는 17,084명이며 1일 평균 사망자 9.36명으로 보고되었다.

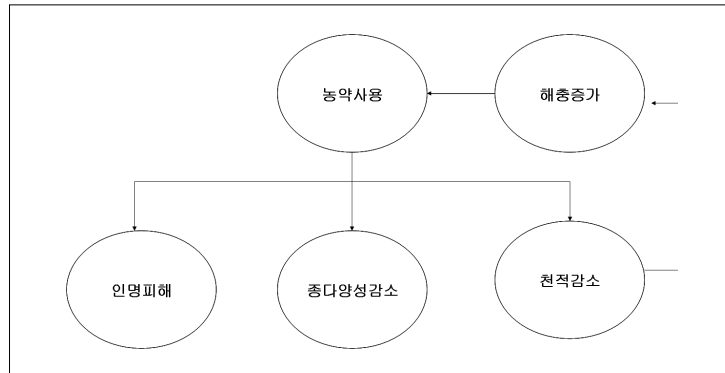


그림 1. 농약에 의한 피해 순환

2. 연구의 필요성

1) 농약 사용량 저감 필요

- 농약 사용량을 줄여 인명 피해 저감과 국민의 식품 안정성 확보할 필요가 있다.
- 농약 사용량 절감을 통해 생산비를 절감시켜 농업의 경쟁력을 확보할 필요가 있다.

2) 생물다양성 회복 필요

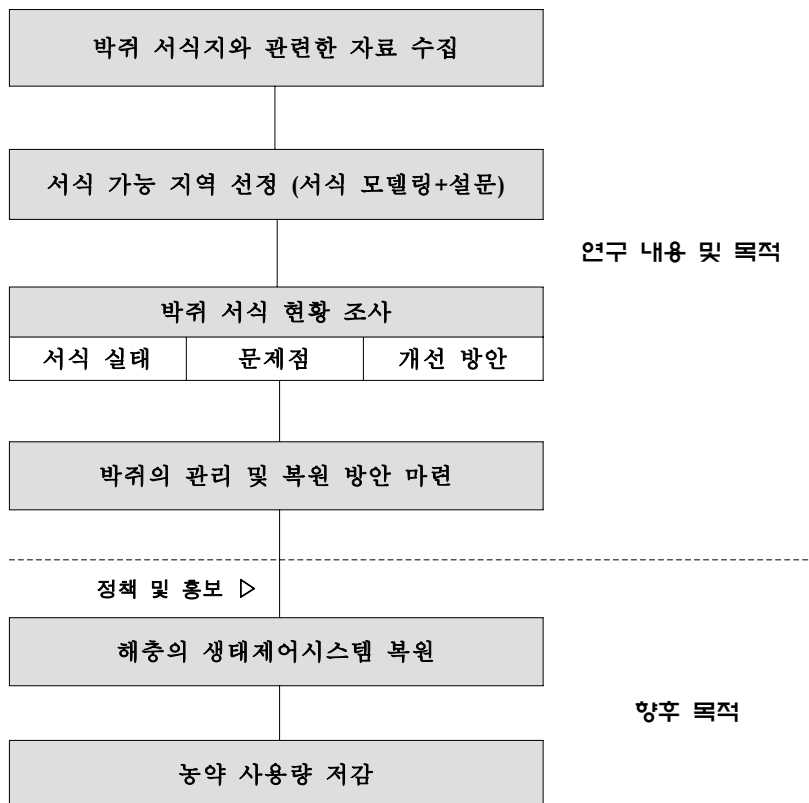
- 생물다양성 및 생태계의 경제적 가치 증가
 - 경제적 가치로 연평균 33조\$로 지구상 전 국가의 총생산액 18조\$보다 앞서는 것으로 나타났다(Costanza *et al.* 1997).
 - 신물질, 의약품 등 생물자원을 활용한 산업의 시장 규모 급성장하고 있다(5,000억\$~8,000억\$)(Kate and Sarah, 1999).
- 생물자원의 국가 경쟁력 확보

3) 생태계의 해충 제어시스템 회복 필요

- 최근들어 국내외적으로 생태적 해충제어 시스템에 대한 관심이 증대되고 있으며 생태농약 뿐 만 아니라 천적을 활용한 해충 구제 대한 많은 연구가 진행되고 있다.
- 해충과 위생곤충의 최대 천적인 박쥐 복원 필요
 - 박쥐의 경우 최고 효율을 지닌 해충 구제 천적으로 알려져 있으며 박쥐 복원에 따른 많은 경제적, 환경적인 효과가 입증되고 있다.
 - 위생 곤충 및 농작물의 질병을 일으키는 해충의 경우 대부분 야행성이며 박쥐의 경우 야생곤충의 개체수 조절 역할을 한다.
 - 박쥐 1마리의 경우 하루에 1,000~3,000여 마리의 모기를 먹으므로 모기 매개성 질병 발생 억제에 큰 효과가 있다.
- 충남을 비롯하여 국내 박쥐 개체수는 크게 감소하고 있다.
 - 국내 박쥐 개체군은 전반적으로 크게 줄었으며 특히 집박쥐류는 가옥구조 변경으로 인해 서식여건이 크게 악화되어 있다.

3. 연구의 목적

- 해충의 생태 제어 시스템 복원의 일환으로 해충의 중요 포식자 역할을 하는 박쥐의 개체수 증식을 위한 복원사업 추진을 위해 충남도내 박쥐의 서식 실태를 파악하여 1)박쥐 서식의 문제점 파악하고 2) 복원의 방법 및 관리 방안을 모색하는데 목적이 있다.



4. 연구 내용 및 방법

1) 연구 범위

- 공간범위
 - 충청남도 전역
- 내용적 범위
 - 충남도 박쥐 서식 현황(설문조사)
 - 정밀조사 지역인 금산군의 박쥐 서식 현황
 - 보호관리학적 측면에서 박쥐 서식의 문제점과 관리 방안 모색
 - 정책 제언

2) 연구 내용

(1) 청문조사

- 충남도 12개 시군의 이장을 대상으로 전화설문 실시 (2000여명 대상)
 - 최근 1-2년간 박쥐를 본적이 있는가?
 - 어디서 보았는가?
 - 마을에 재각이나 폐가, 폐광 등이 있는가?

(2) 정밀 조사 지역 선정

- 충남도 전역에 대한 전수 조사가 어려우므로 충남도 12개 시·군 이장을 대상으로 설문조사를 실시하고
- 설문조사 결과와 함께 폐광 위치(조선총독부 광업 허가권 참조)를 파악하여 정밀 조사 지역 선정을 선정한다.

(3) 정밀 지역에 대한 직접 조사

- 연구기간이 월동시기가 아니므로 서식 가능 지역에 대하여 야간 먹이활동 개체 조사를 실시하여, 종 및 개체군 크기 등을 밝힌다.
- 조사지 내의 서식과 관련한 문제점도 함께 조사한다.

(4) 박쥐 서식의 문제점 파악

- 서식지 이용현황과 문제점을 파악하여 관리방안 자료로 활용한다.

3) 연구 방법

(1) 청문조사 및 정밀 조사 지역 선정

- 16개 시·군의 모든 이장을 대상으로 전화 설문 실시하였다.
- 최근 1-2년 내 목격을 토대로 서식 가능 지역을 확보하였다.
- 설문조사 결과와 폐광의 위치를 고려하여 정밀조사 지역을 선정하였다.

(2) 정밀조사

- 도출된 후보지역을 대상으로 indicator를 활용하여 야간에 하천주변, 농경지 주변 등 서식 유무 조사하였다.
- 폐광 및 자연동굴 등 박쥐의 주요 잠자리 장소에 대한 직접조사하였다.
- 박쥐의 종, 개체수, 서식 형태 등을 조사하였다.

(4) 관리 방안 제시

- 박쥐 서식지의 문제점 도출과 함께 박쥐 관리 방안 제시하였다.

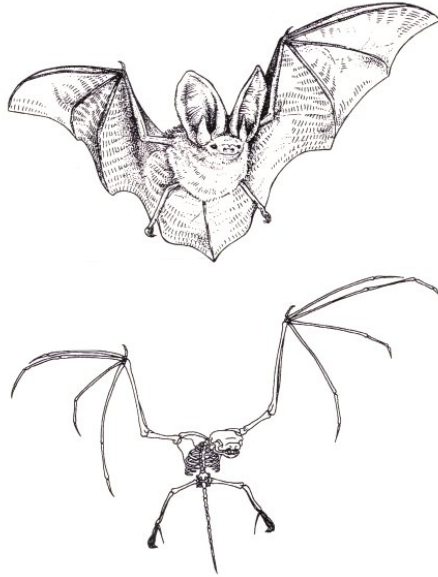
제2장 박쥐의 생태적 특성 및 역할

1. 박쥐의 특성 및 분포 현황

1) 박쥐의 특성

- 박쥐란 박쥐목에 속하는 포유류의 총칭으로 포유류 가운데 유일하게 날 수 있다.
- 비행능력보다 더 큰 특징은 야간에 활동하며 초음파(echolocation) 감각을 이용하다는 것이며 박쥐가 어둠 속에서 적응할 수 있는 능력을 획득할 수 있었던 것은 박쥐의 초음파 이용과 비행능력과 연관되어 있다.
- 박쥐가 생존을 위해 획득한 초음파와 비행능력은 다른 포유류에 비해 어둠으로부터 자유로우며 따라서 박쥐는 밤중에 활동하지만 야행성 맹금류의 포식위험으로부터 안전할 수 있다.
- 박쥐의 초음파 이용과 자유로운 비행 능력은 외부 포식자로부터 빠르게 피할 수 있게 도와주며 동굴 깊은 곳까지 은신할 수 있게 하였음, 또한 이것은 박쥐가 이용하는 다양한 잠자리 가운데 가장 안정적인 동굴을 사용하도록 하였다. 특히 온대지역에서 대부분의 박쥐는 동면처로 동굴을 선택하고 있으며 전세계적으로 1000종의 박쥐 가운데 200여종 이상 동면 처나 출산처로 동굴을 이용한다(Romero 2009). .
- 해부학적인 특징은 앞다리의 제2-3발가락이 매우 길며, 그 사이와 좌우 뒷다리 사이에는 피부로부터 변화된 탄력성 있는 막이 발달되어 있음, 뒷다리의 발가락은 5개로 갈고리발톱을 가지고 있다.
- 대부분 곤충을 주식으로 하며(70%) 열매를 먹는 종도 있음(30%), 일부 종의 경우 물고기나 기타 작은 척추동물을 먹는다(1%).
- 자연적인 동굴이나 폐광, 나무구멍이나 껍질, 인가의 천정 아래, 기와 아래, 바위틈에 서식하며 주로 밤에 활동하는 야행성이다.
- 짝짓기 시기의 경우 종에 따라 차이가 있지만 봄·가을 또는 겨울이며 보

통 1년에 한 마리를 낳는 것으로 알려져 있다.



2) 박쥐 분포 현황

- 북극과 남극을 제외한 모든 지역에 분포한다.
- 현재 전세계적으로 19개과(科)에 1100여종이 서식하는 것으로 알려져 있다.
- 온대지방이나 아한대지역에 서식하는 종의 경우 열대지역 부근으로 이동하여 월동하는 경우를 제외하곤 겨울철에는 동면을 한다.

3) 국내 박쥐 서식 현황

- 국내의 경우 2과 23종의 박쥐가 서식하고 있는 것으로 알려져 있으며 대부분 식충성(食蟲性)이다.
- 환경오염과 서식지 감소에 따라 국내에 서식하는 박쥐 개체수는 급격히 감소하였다.

- 박쥐의 경우 생활환경에 따라 집박쥐와 동굴박쥐로 나누기도 하는데 특히 집박쥐의 경우 새마을운동부터 전개된 노후주택 개량, 주거환경 불량지역 정비, 농촌 취락구조 개선 사업으로 인해 가옥 구조가 크게 바뀜에 따라 동굴박쥐보다 더욱 많은 부정적인 영향을 받고 있다.

2. 박쥐의 생태적 역할

1) 해충구제

- 식충성 박쥐의 경우 야간에 활동하는 곤충을 취식하고 야간에 활동하는 대부분의 곤충이 해충인 것을 감안한다면 해충구제에 중요한 역할을 한다.
- 박쥐의 경우 몸무게의 70%에 해당하는 곤충을 먹으므로 대개 하루밤에 3000여 마리의 모기나 나방을 먹는 것으로 알려져 있다.
- 미국 텍사스 지역의 경우 1억마리의 박쥐가 하루밤에 먹어치우는 곤충의량은 1000톤에 달한다.

2) 수분자(POLLINATORS)

- 온대지역이나 열대지역에 서식하는 박쥐의 경우 식물의 화밀(花蜜)을 먹는 종들이 많이 있으며 이들에 의해 식물은 수분을 하게 된다.
- 이는 삼림의 유지하는 핵심적인 역할임과 동시에 경제성이 있는 열대과일의 수분도 함께 하므로 높은 경제성도 지니고 있다.

3) 생태계 에너지원 제공(구아노 축적)

- 구아노라고 불리는 박쥐의 배설물은 많은 영양분을 함유하고 있어 동굴생태계의 중요 에너지원으로 이용되고 있으며 동굴 생태계의 종다양성을 유지시키는 역할을 한다.
- 유기복합비료의 원료로 이용된다.

3. 박쥐의 복원과 관리에 관한 사례 검토

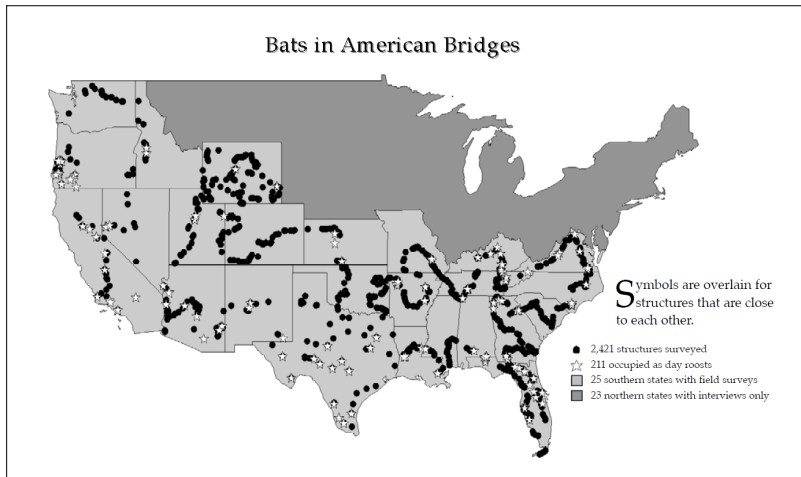
1) 박쥐복원의 기본 방향

- 박쥐류의 보전에 중심축은 잠자리와 취식지, 즉 서식지의 보전으로 요약된다. 박쥐의 경우 동면처와 근접된 곳에서 활동기 잠자리와 취식장소를 선택하기 때문에 박쥐의 분포 현황 자료는 박쥐 보전 방안 수립을 위한 중요한 자료가 됨. 특히 박쥐의 경우 먹이특이정보보다는 서식지 특이성을 나타내기 때문에 박쥐가 출현된 지역은 서식 보전을 위한 생태적 자료가 됨. 따라서 박쥐 분포지역, 출현된 지점의 생태적 정보 수집의 중요성은 매우 크다.
- 따라서 박쥐 복원의 선행 사업으로 모니터링 사업을 우선적으로 실시한다.
- 야생동물의 시 · 공간에 따른 서식지의 이용 유형은 서식지 보호 관리방안의 중요 항목이 됨. 박쥐의 보전 및 복원 전략은 종특이적인 서식지 요구조건을 충족시키는 것이 중심축을 이룸. 따라서 복원 및 보전 사업은 서식지 관리 측면에서 인공박쥐집설치, 동굴 관리 등이 우선시 되며 해외의 경우 인공박쥐집 설치가 주로 이용되고 있다.

2) 박쥐 보전을 위한 모니터링 사업

(1) 미국

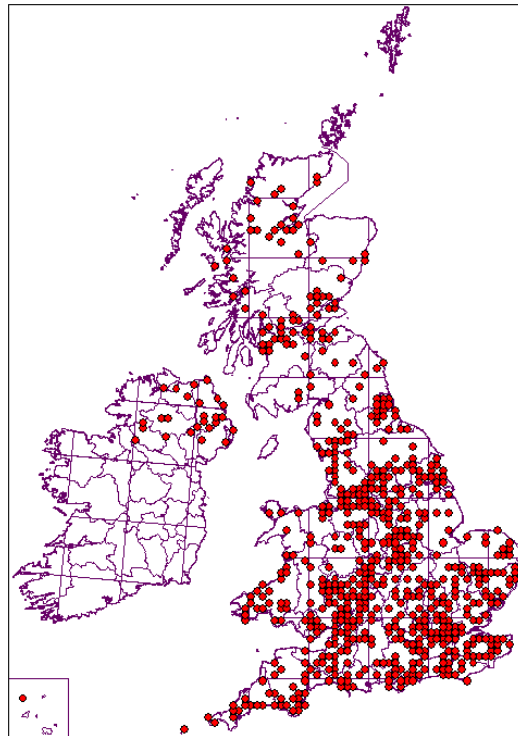
- 박쥐의 보전 및 관리를 위하여 미국 전역을 대상으로 해마다 서식 현황 조사를 실시하고 있다.
 - 위스콘신 지역의 경우 자체 Wisconsin Bat Monitoring Program 가동
- 교각 모니터링, 탄광 모니터링 등 다양한 형태로 진행하고 있다.



미국 내 박쥐에 대한 교각 모니터링이 진행되는 지점

(2) 영국

- 1997년부터 해마다 UK National Bat Monitoring Programme이 진행하고 있다.
- 자원봉사자와 전문가가 참여하는 다양한 형태의 모니터링 사업이 진행중이다.
- 2009년의 경우 943명의 자원봉사가 참여하여 199개 지점에서 조사가 실시되고 있다.



영국 내 박쥐 모니터링 지점

3) 인공박쥐집((BAT HOUSE, BAT BOX) 설치

(1) 설치의 유래

- 1902년, San Antonio에 거주하던 의사인 Charles Campbell가 당시 텍사스 지역에 만연했던 말라리아를 구제하기 위하여 설치 시작, 몇 년간의 노력으로 250,000여 마리의 박쥐가 거주하는 탑을 설치하였으며 마리당 하루에 3000여 마리의 모기를 먹여치우고 있다(Stephanie Pain 2003).
- 유럽의 경우 1960년대에 유행하기 시작했으며 미국에는 1980년대에 들어서 유행하기 시작, 1999년 WEST NILE 바이러스의 공포가 확산되자 플로리다 지역을 중심으로 인공박쥐집(BAT HOUSE) 설치가 증가하고 있다.
- 인공박쥐집 설치의 박쥐 복원의 최우선적인 사업으로 활용되고 있으며 연구를 통해 박쥐 복원의 효과 및 해충 구제 등의 효과가 입증되었다(Kunz

1982, Fenton 1997, Kiser and Kennedy 1997).

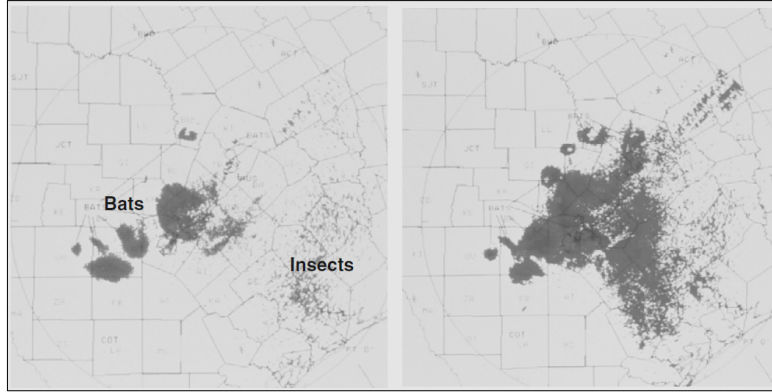


그림 4. 레이더 영상으로 본 인공박쥐집 주변의 박쥐 먹이활동 형태

- 현재 미국, 영국, 홍콩 등에서는 민간(BCI 미국, BCT 영국)에서 주도하는 인공박쥐집 달아주기 프로그램이 진행되고 있을 뿐 만 아니라 정부(미국 USDA, 호주 등)에서도 해충관리과 농산물 생산비 절감을 위해 적극 권장하고 있다.

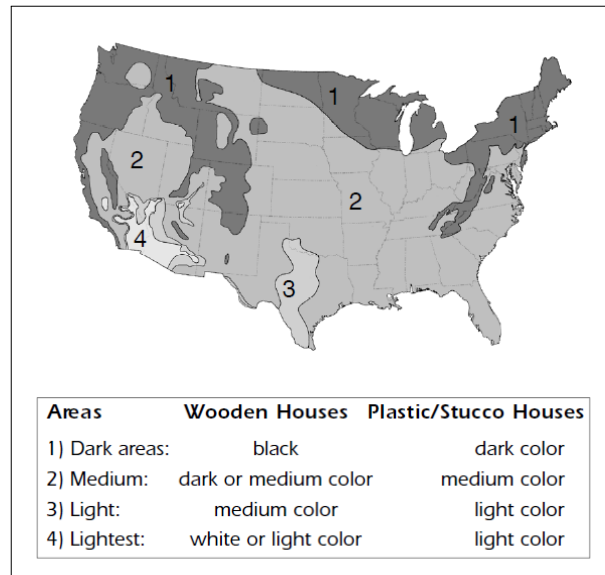


그림 3. 미국 지역별 인공박쥐집 설치 권장유형(BCI)

(2) 설치 유형

○ 타워형

- 마을 단위나 과수농가 밀집 지역 등에 주로 설치하는 형태다.
- 100,000마리 이상의 대규모 개체군이 서식이 가능하다.



○ 폴형

- 공원, 캠퍼스, 호수가 등에 주로 설치한다.
- 소규모 개체군 확보가 용이하다.



○ 벽면 부착형

- 박쥐 복원에 참여하는 주민 혹은 개인이 주로 설치하다.
- 주택의 벽면에 주로 부착한다.



○ 교각(다리)하부 부착형

- 교각은 박쥐의 휴식장소로 매우 적합하며 실제 이용하는 경우도 많지만 몇 가지 한계를 지니고 있다.
- 교각 부착시 많은 효과를 보고 있다.



(3) 인공박쥐집 설치를 통한 박쥐 복원의 효과

○ 농작물 병해충 방제

- 딱정벌레, 나방, 파리목 곤충 등 다양한 곤충과 병충해를 포식하는 것으로 알려져 있으며 박쥐복원 후 이들 곤충의 개체수가 급감하였다(Pia et al. 2002).
- 미국의 Georgia pecan orchard 에서는 농약살포에 따른 천적 감소 문제가 줄어들었다.

○ 높은 경제적 효과

- TEXAS 지역의 연구에서는 박쥐가 여름 한철에 200톤 가량의 해충을 먹어 치웠으며 해마다 17억\$ 규모의 농약 사용비용을 절감시키는 것으로 나타났다.
- Oregon의 Willamette Valley에서는 년 간 살충제 살포 횟수가 13회에서 2회로 줄었다.

○ 종다양성 회복

- 호주 지역에서 연구의 경우 인공박쥐집 설치 후 과수농가 및 조림지 내 종 다양성을 높이고 해충구제 효과가 나타났다(Churchill 1998, Smith & Agnew 2002).

○ 말라리아 등 곤충매개 질병의 발생 저감

- 20세기 초부터 미국에서는 말라리아 구제를 위해 박쥐의 서식을 유도하는 사업 전개하였으며 실효성에 대해서 많은 의견이 분분하지만 모기의 서식 밀도는 낮아지는 것으로 판명되었다.
- 현재 국내의 경우 뇌염, 말라리아 등 모기에 의한 질병이 해마다 발생하고 있으며 모기의 서식 밀도가 높아짐에 따라 전 세계적으로 말라리아 환자의 발생빈도가 급증하고 있으며 발생 위도가 북상중에 있다.

4) 국내 박쥐복원 사례

- 반달가슴곰, 산양, 여우 등 주요 국립공원의 깃대종에 대한 복원이 진행 중에 있으며 실용적 의미 보다는 복원의 상징 및 교육적 효과에 무게를 두고 있다.
- 실용적 차원으로써의 복원은 처음 시도되는 것이며 박쥐 복원에 관한 사업은 전무한 실정이다.
- 모니터링 사업 또한 전무한 상태이며 다만 환경부에서 실시한 동굴자원 조사가 일부 있으며 최근 경북지역을 대상으로 교각에 서식하는 박쥐에 대한 조사(정철운 2009)가 1회 있었다.

4. 선행연구와의 차별성

- 박쥐 복원의 경우 국내에서는 처음으로 시도하는 사업이다.
- 서식지 모델링과 GIS를 활용하여 서식 가능 지역을 도출하고 이에 대한 정밀

조사를 실시함으로써 조사의 효율성을 높이며 제한된 시간과 비용으로 진행
되는 연구의 실효성을 높인다.

제3장 충남도 박쥐 서식 현황

1. 박쥐 서식 가능 지역 선정

1) 인터뷰 조사

- 충남 12개 시군을 대상으로 각 지역 이장을 대상으로 박쥐 서식에 관한 설문조사를 실시하였다(약 2000여명).
- 이중 약 10%에 해당하는 210곳에서 박쥐 서식이 확인되었다.
- 보령의 경우 44개 리, 금산의 경우 38개 리에서 박쥐 서식하는 것으로 나타났다(표 1).
- 대체로 빈집, 한옥, 제각 등에 서식하고 있었으며 인근에 동굴이 있을 경우 출현 빈도가 높았다.

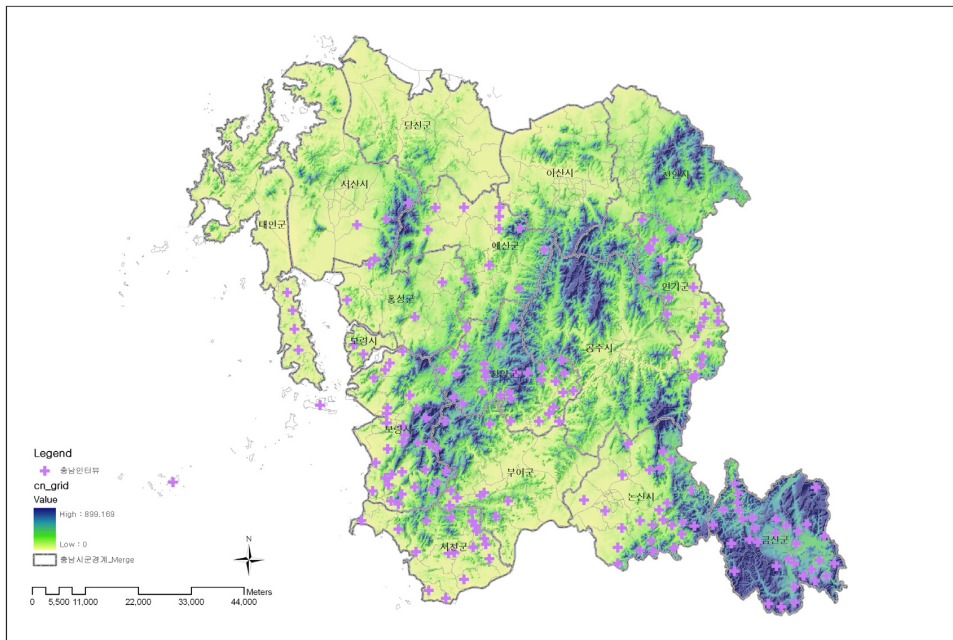


표 1. 충청남도 박쥐 출현지역 인터뷰 결과(대상 : 12개 시·군 이장)

청문 지역	논 산	서 산	예 산	홍 성	부 여	태 안	연 기	계 룡	보 령	금 산	청 양	합계
박쥐 출현지 역(리)	22	4	8	13	10	5	23	7	44	38	30	210

2) 폐광 현황 파악

- 박쥐 서식이 가능한 폐광의 위치를 확보하기 위하여 조선총독부 시설 광업권 허가 내용을 토대로 충청남도 관내 폐광의 위치를 확인한 결과 약 150여개의 폐광이 있는 것으로 확인되었다.
- 천안, 아산, 공주, 보령, 금산 등 산림 지역을 중심으로 폐광이 위치하고 있다.

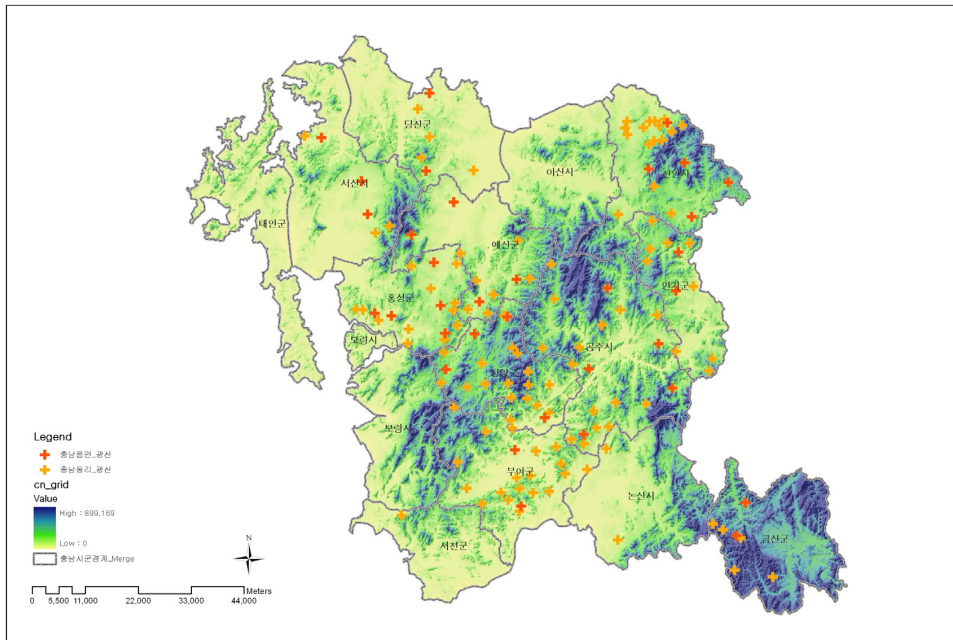


표 2. 충청남도 시군별 폐광 수

지역	공주	논산	부여	서천	연기	천안	태안	금산	당진	서산	아산	예산	청양	홍성	계룡	당진	합계
폐광 수	34	4	28	3	17	69	1	7	8	15	7	15	31	33	0*	0*	210

* : 조선총독부 광업허가권 자료 내에는 나타나지 않음

2. 정밀 서식 조사

1) 정밀 조사 지역

- 청문조사 결과 보령시 44개 리, 금산군 38개 리에서 박쥐의 서식하는 것으로 나타났다.
- 폐광의 경우 금산군의 경우 7개가 위치하지만 보령시에는 나타나지 않았다.
- 청문조사 결과 많은 곳에서 박쥐의 서식하는 것으로 나타나고 또한 폐광도 위치함에 따라 금산군을 정밀조사지역 정하였다.

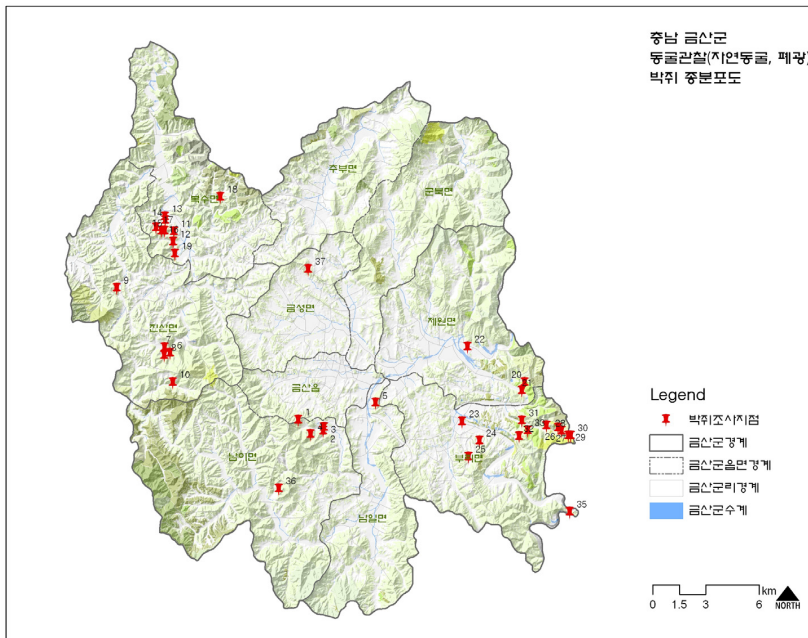
2) 정밀 조사의 목적과 방향

- 박쥐의 경우 먹이특이성보다는 서식지 특이성을 나타내기 때문에 박쥐가 출현된 지역은 서식 보전을 위한 생태적 자료서 중요하므로 정밀조사는 박쥐 분포지역, 출현된 지점의 생태적 정보 수집을 최우선으로 하였다.
- 서식지의 이용 유형은 서식지 보호 관리방안의 중요 항목이 된다. 박쥐분류군의 특성은 서식지, 먹이자원이 종특이적으로 나타나므로 박쥐의 보전 전략은 종 특이적인 서식지 요구조건을 충족시키는 것이 중심을 이룬다.
- 폐가, 동굴, 폐광등 주요 서식지 환경의 시·공간적 이형에 의한 박쥐의 분포 상황과 출현 종이 달라지기 때문에 박쥐의 서식지 이용목적과 분포를 나타내는 자료는 향후 박쥐 보전 및 관리방안 수립에 토대를 이루게 되며 따라서 정밀조사는 박쥐의 출현지점 뿐 만 아니라 서식지에 대한 자료도 함께 수집하였다.

3) 조사방법

(1) 조사지점 선정

- 충청남도 금산군 일대 박쥐 분포현황 조사를 위하여 사전 금산군 일대 청문조사를 바탕으로 과거 기록이나 현재 출현 정도에 근거하여 우선 조사지점을 선정하였다.
- 또한 한국지질자원 연구소의 금속광산 DB를 금산지역의 폐광자료에 근거하여 조사 수행하였다.



금산군 박쥐 정밀조사지점

(2) 잠자리 조사

- 최근 과거 관찰 기록과 금속광산 DB 자료를 중심으로 조사지역을 선정하여 2010년 8월 10일부터 2010년 10월 30일까지 조사하였다(표 3).
- 청문조사 결과에 의거, 과거의 출현지역에 대한 분포 실태를 재확인 후 자연동굴과 폐광산 분포지역을 우선적으로 조사하였다.
- 고가, 서원, 사찰의 경우 주간에 배설물(guano) 흔적 조사 후 야간에 동일한 장소를 재방문하여 초음파 탐지로 박쥐의 잠자리를 확인하였다.

(3) 취식지 조사

- 취식지 조사는 소하천, 사찰, 사당, 폐가, 삼림지역을 선정하여 야간에 박쥐초음파 탐지기를 이용하여 조사하였다.
- 각 종에 관한 취식지에 대한 정보가 없기 때문에 선행 조사결과(외국)에 기준하여 일반적인 취식지 특성을 임의 선정하여 출현 가능상이 높은 지역을 선정하였다.
- Bat detector(Petterson D-24x)를 이용하여 박쥐의 취식활동 여부와 탐지된 박쥐의 종을 동정하였다.
- Bat-detector를 이용한 박쥐 조사시 정확한 종 동정과 개체수 확인은 불가능하였기 때문에 초음파 빈도와 초음파 DB로 종을 동정하였다.

표 3. 2010년 충청남도 금산군 조사 지역 및 일정

조사 시기	지역	비고
2010년 8월 12일~15일	남일면, 남이면, 진산면	폐광조사, 초음파탐지
2010년 10월 1일~3일	북수면, 진산면, 군북면	폐광조사, 초음파탐지
2010년 10월 18일~23일	금성면, 제원면, 부리면, 남이면	폐광조사, 초음파탐지

3. 조사결과

1) 자연동굴 및 폐광에서 관찰된 종수 및 개체수

- 2010년 8월 중순부터 10월 말까지 충청남도 금산군 일대의 33개의 폐광과 자연동굴 3곳의 조사결과 2과 8종의 서식이 확인되었다.
- 관박쥐과(Rhinolophidae)의 관박쥐 *Rhinolopus ferrumequinum*, 애기박쥐과(Vespertilionidae)의 붉은박쥐 *Myotis formosus*, 물윗수염박쥐 *Myotis daubentonii*, 큰발윗수염박쥐 *Myotis macrodactylus*, 토끼박쥐 *Plecotus auritus*, 집박쥐 *Pipistrellus abramus*, 큰집박쥐 *Pipistrellus coreensis*, 긴날개박쥐 *Miniopterus schreibersii* 등이 관찰되었다(표 4).
- 관박쥐는 총 24개 장소에서 96개체가 관찰되었다. 물윗수염박쥐는 11장소에서 55개체, 큰발윗수염박쥐는 4개 장소에서 15개체가 관찰되었으며 집박쥐는 4개장소에서 8개체, 붉은박쥐과 토끼박쥐, 큰집박쥐는 각각 1장소에서 1개체씩 관찰되었다.
- 멸종위기 I 급종인 붉은박쥐와 멸종위기 II급 종인 토끼박쥐의 분포가 확인되었다.
- 조사기간동안 관찰된 8종의 박쥐 가운데 붉은박쥐를 제외한 7종은 번식기 후 동면기 전의 개체로 자연동굴과 폐광을 일일 잠자리로 이용한 것으로 판단되며 붉은박쥐의 경우 관찰 일자가 10월 22일이었기 때문에 붉은박쥐 동면개체로 판단된다(김선숙 2010).
- 본 조사 시기가 출산기와 동면기를 제외한 8월에서 10월 사이에 수행되었기 때문에 금산지역의 박쥐 분포 상황을 전체를 설명할 수는 없지만, 이 시기에 관찰된 종수와 개체수는 연중 최소임을 감안하면 박쥐 서식지로서 금산군 일대의 경관적 가치는 양호한 것으로 평가되었다.
- 특히 멸종위기 1급종 붉은박쥐와 멸종위기 2급종 토끼박쥐가 출현되고, 같은 장소에서 4종이 분포된 부리면 압수리와 어제 1리의 지역은 크고 작은 폐광이 밀집되어 있고, 일부 폐광은 규모가 커 다양한 박쥐 종수와 많은 개체수의 출현하고 있으며 특히 긴날개박쥐가 출현된 압수리 폐광의 경우 박쥐배설물(guano) 다량 쌓여진 것을 볼 때 긴날개박쥐의 거대 출산집단이 이곳을 이용한 것으로 판단된다.

표 4. 금산군 일대 동굴서 관찰된 박쥐 목록

Species	Site	No. Individuals	Type
관박쥐 <i>Rhinoliophus ferrumequinum</i>	27	98	자연동굴, 폐광
붉은박쥐 <i>Myotis formosus</i>	1	1	폐광
물윗수염박쥐 <i>Myotis daubentonii</i>	12	57	폐광
큰발윗수염박쥐 <i>Myotis macrodactylus</i>	4	15	폐광
토끼박쥐 <i>Plecotus auritus</i>	1	1	폐광
집박쥐 <i>Pipistrellus abramus</i>	4	8	폐광
큰집박쥐 <i>Pipistrellus coreensis</i>	1	1	폐광
긴날개박쥐 <i>Miniopterus schreibersii</i>	1	2	폐광
전체	34	183	

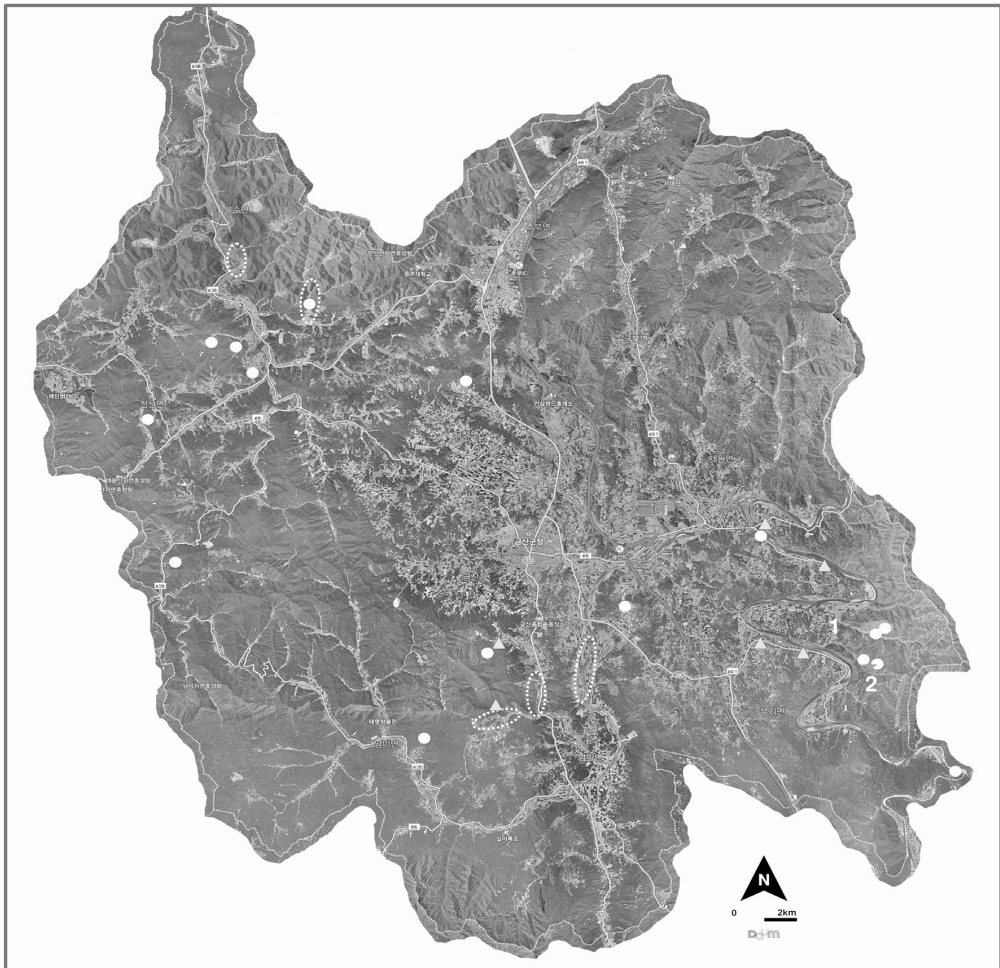


그림 3. 충청남도 금산군 박쥐 분포(잠자리 : 폐광●, 가옥▲, 취식지 ○, 열종위기종 ★)

2) 초음파 탐지 조사 결과

- 2010년 8월 10일부터 10월 25일까지 3차례의 야간조사 결과 7개 장소에서 물위수염박쥐와 집박쥐의 취식지가 확인하였고, 3개 장소에서 잠자리가 확인되었다.
- 하천 구역에서 조사된 종은 물위수염박쥐와 집박쥐였으며 S1(간디하교 앞), S2(보석사)는 집박쥐의 취식지와 잠자리로 이용되고 있었으며, S3(유등천 일대)는 물위수염 박쥐의 취식지로 이용되고 있었다.
- 초음파 탐지 빈도는 21:00에서 23:00사이에 가장 높았고, 그 이후 시간에

도 지속적으로 탐지되었다.

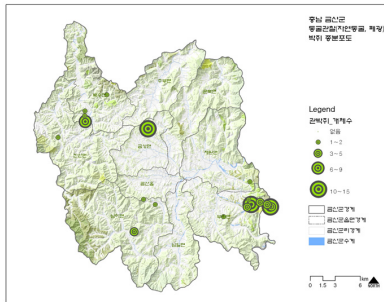
- 취식지 조사를 실시한 하천 1km 전 구간에서 서식이 확인되었으며 금산군 일대의 특히 유등천과 성곡천은 물윗수염박쥐와 집박쥐의 취식지로 이용되는 것을 확인되었다.
- 소하천을 수변과 강둑은 집박쥐의 취식지로 선호되는 장소이다. 따라서 농경지 주변의 소하천에서 집박쥐의 출현빈도는 높게 나타났다.
- 재각, 사당, 사찰, 고가 등에서 집박쥐의 초음파 탐지되어 집박쥐의 잠자리 장소로 확인 되었다.
- 물위수염 박쥐의 초음파가 기록된 장소는 하폭이 넓고, 유속의 흐름이 완만한 하천이었으며 수변부 초지와 습지가 혼재된 하천의 경우 물위수염박쥐와 집박쥐 2종의 초음파가 기록되었다.
- 반면 고가, 재각, 사찰, 계곡형 하천과 농지에서 집박쥐의 초음파는 탐지 빈도는 증가되었다.

표 5. 초음파 기록 장소 및 탐지 박쥐 종

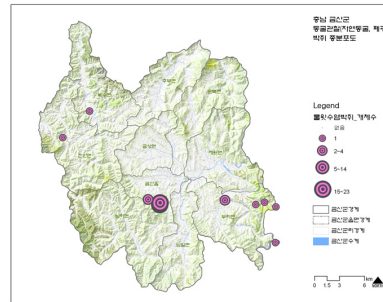
장소	조사일	시간	초음파 (Khz)	종(species)
승모사	8월 11일	22:00	44 ~ 47	Pa
남이면 재각	8월 11일	24:00	43 - 48	Pa
개삼터	8월 12일	22:00	42 - 45	Pa
성곡천	8월 12일	21:00	42, 43 - 47	Md, Pa
보석천	8월 13일	21:00-23:00	43 - 47	Pa
보석사	8월 13일	23:30	42 - 48	Pa
박쥐굴 앞 하천	10월 1일	21:30	42	Md
봉황천	10월 2일	23:30	44	Md
배암리 유등천	10월 2일	21:00-22:00	42, 44 - 46	Md, Pa
백암교	10월 3일	20:30	44 - 46	Md, Pa

(Md : 물윗수염박쥐 *Myotis daubentonii*, Pa 집박쥐 *Pipistrellus abramus*)

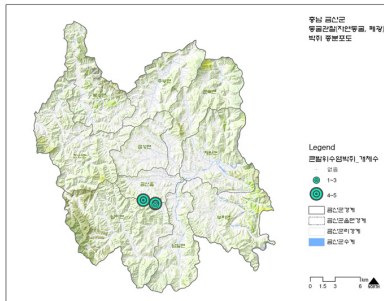
3) 중별 박쥐 분포도



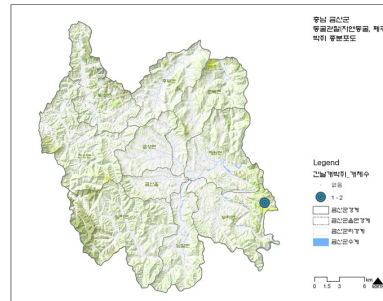
관악쥐 분포도



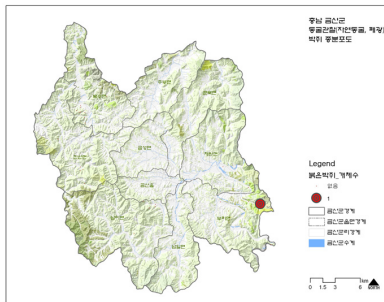
물윗수염박쥐 분포도



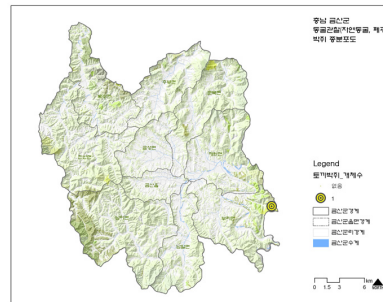
큰물윗수염박쥐 분포도



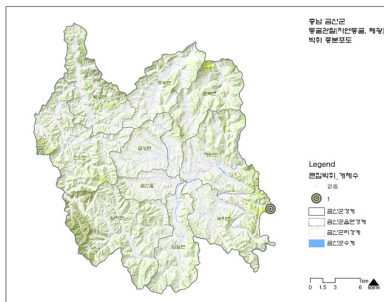
긴날개박쥐 분포도



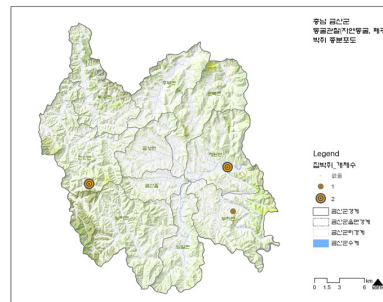
붉은박쥐 분포도



토끼박쥐 분포도



큰집박쥐 분포도



집박쥐 분포도

표 6. 충청남도 금산군 일대에서 동굴(자연동굴, 폐광)에서 관찰된 박쥐종

No.	조사일	유형	행정구역	좌표	박쥐종						주변 환경	
					관박쥐	붉은박쥐	물윗수염박 쥐	큰발위수염 박쥐	토끼박쥐	집박쥐		큰검박쥐
1	2010.08.11	폐광	충남 금산군 남이면 성곡1리 폐광	N 36° 04' 27.3" E 127°26' 41.9"	2		4	5				산지
2	2010.08.11	폐광	충남 금산군 남이면 성곡1리 계곡 폐광1		2		23	4				
3	2010.08.11	폐광	충남 금산군 남이면 성곡1리 계곡 폐광 2		1		15	5				
4	2010.08.11	폐광	충남 금산군 남이면 성곡1리 계곡 폐광3	N36° 04' 21.3" E 127° 28' 29.9"								
5	2010.08.12	폐광	충남 금산군 남일면 마장 3리 삼태리 폐광	N 36° 04' 32.9" E 127° 28' 28.0"	1							
6	2010.08.12	폐광	충남 금산군 진산면 석막리 진산광산 1	N36° 07' 06.03" E 127° 21' 43.2"	1							
7	2010.08.12	폐광	충남 금산군 진산면 석막리 진산광산 2	N 36° 07' 06.04" E 127° 21' 43.3"	1							
8	2010.08.12	폐광	충남 금산군 진산면 석막리 진산광산 3	N 36° 07' 06.03" E 127° 21' 43.5"	1							
9	2010.08.13	폐광	충남 금산군 진산면 목산리 삼발골 폐광	N 36° 08' 34.3" E 127° 21' 18.3"	2		2					
10	2010.08.13	폐광	충남 금산군 진산면 오항리	N36° 06' 0.13" E 127° 22' 48.9"						2		
11	2010.10.1	폐광	충남 금산군 복수면 수영리 채봉굴	N 36° 10' 7.14" E 127° 23' 14.07"	3		2	1				
12	2010.10.1	폐광	충남 금산군 복수면 수영 1리 작은굴		2		1					
13	2010.10.1	폐광	충남 금산군 복수면 수영 2리 큰굴		1							
14	2010.10.1	폐광	충남 금산군 복수면 법률		1							
15	2010.10.02	폐광	충남 금산군 복수면 철알 물골	N 36° 10' 6.51" E 127° 22' 34.40"	1							
16	2010.10.02	폐광	충남 금산군 복수면 철되 중간									
17	2010.10.02	폐광	충남 금산군 복수면 철되 윗굴									
18	2010.10.03	자연동굴	충남 금산군 복수면 목소리 박쥐굴	N 36° 10' 50.71" E 127° 24' 38.34"	3							
19	2010.10.03	폐광	충남 금산군 복수면 곡남 3리	N 36° 09' 35.77" E 127° 23' 28.24"	10							
20	2010.10.18	폐광	충남 금산군 제원면 길가 폐광	N 36° 06' 26.3"	2							

제4장 충남도 박쥐 관리 방안

1. 금산군 박쥐의 위협요인

1) 잠자리 위협요인

일반적인 박쥐류의 위협요인은 인간 활동 증가로 인한 서식지 변질, 삼림파괴, 남획, 대기 및 수질오염, 기후변화, 살충제, 채석, 풍력발전 등 박쥐의 개체군을 급속하게 감소시키고 있다. 게다가 최근 북미에서 발생한 박쥐 호냉성 진균(WNS)은 박쥐의 생존을 위협하고 있다. 여기에 문화적 차이로 인한 박쥐에 대한 미신, 그릇된 선입관, 무지 등이 박쥐의 위협을 가중시킨다.

① 남획의 위협

우리나라의 경우 아직까지 건강, 보신을 위한 야생동식물 선호가 높은 지역이고, 한약재를 파는 재래시장에서 건조된 박쥐가 거래가 근절되지 않고 있는 실정이다.

박쥐는 동면을 수행하기 위하여 한 장소에 모이고, 관박쥐, 물윗수염박쥐, 긴날개박쥐는 거대한 동면 집단을 형성한다. 이들 중의 경우 특정동면처의 1회 남획은 개체군 감소로 연결될 위험성이 크다. 금산 지역의 경우 박쥐 및 서식지 보호를 위한 보호 시설물이 설치된 곳은 단 한 곳도 없었다.

② 입구와 갯도의 유실

현재 조사된 대부분의 폐광은 일제강점기 이후 방치된 것들이다. 자연적인 현상으로 입구의 함몰 및 갯도가 붕괴되고 있다. 폐광도 내부의 부분이 무너져 내린 곳도 있고, 수년 사이 장마 후 토사에 밀려 입구가 폐쇄된 지역의 증가되고, 근간에 입구가 없어져 서식처가 사라지고 있다. 조업 폐기 후 사후처리 미흡으로 하천오염, 인간에게 위협 요인으로 지목되어 일부 지역의 경우 폐광도 입구를 콘크리트 벽으로 폐쇄시켜 박쥐의 동면처, 서식처가 상실되었다.

2) 취식지 위협요인

① 서식지 파편화

인간 활동의 증가로 도로, 경작지 등 서식지 파편화 진행으로 박쥐의 서식지의 단절로 서식지가 상실된다.

② 살충제 사용

취식지 주변의 농경지 경작을 위한 과도한 살충제 사용으로 인한 곤충의 가용성 감소되고 박쥐의 취식효율성이 낮아진다.

③ 중금속 체내 축적

먹이사슬로 인한 농약의 체내 축적되어 개체군이 감소되는 결과를 불러온다.

2. 서식지 보전 관리방안

서식지의 이용 정도는 박쥐의 풍부도와 분포를 결정짓는 제한 요소 가운데 하나이다. 삼림의존성이 높은 종의 보전 전략을 수립하는 데 있어 잠자리 장소에 대한 정보는 매우 중요한 토대를 이룬다. 박쥐류는 일반적으로 특정 장소에 대한 충실성(fidelity)이 높다(김선숙 2010). 이러한 박쥐의 서식지 충실도에 근거하면 자연자원 관리를 할 수 있는 토대를 제공하게 된다. 박쥐 분류군의 보전방안은 일반적이거나 단순한 보전관리방안을 적용하기 어렵다. 박쥐는 중간 서식지와 먹이선호도가 뚜렷하기 때문에 보전전략 역시 종특이성이 요구된다. 활동기 잠자리의 보호를 비롯한 동면처의보호 취식장소의 적합한 관리 등 종특이적 요인을 고려해야만 한다. 특히 박쥐의 서식지 관리의 핵심은 중간 서식지 선호도에 적합한 종특이성을 살린 서식지 관리방안의 수립이다.

하천, 숲, 초지 등의 서식지는 박쥐의 취식에 있어 중요 서식지이다. 이들 서식지 유형은 단편적인 것보다는 요소별 연계성을 갖는 것이 박쥐는 물론 주변 종의 생물 다양성을 증진시킬 수 있고 궁극적인 박쥐 개체군 보호를 위한 서식지 보전의 목적

을 달성하게 된다. 서식지간 연결은 박쥐의 취식효율성 및 서식지의 질을 높일 수 있다.

1) 박쥐 보전전략의 특성 - 종특이적 서식지 요구조건 도출

박쥐 종들은 서로 다른 환경과 생활사 전략에 따라서 개체의 적합도를 높일 수 있는 다양한 생존 전략을 선택하기 때문에(Webb et al. 1996) 종특이적 온도선호도에 근거한 박쥐의 동면 수행은 안정적인 개체군으로 성장(Krebs 2001)하도록 유도하기 된다. 따라서 현재 박쥐가 출현된 동면처를 중심으로 서식지 관리 및 개체군 보전 전략을 수립하는 것이 타당하다. 동면처의 온도는 서식지의 적합도 여부에 중요한 요인으로 작용된다. 특히 박쥐를 포함한 소형 동물의 경우 미소서식지 선택에서 온도는 중요하게 작용(Schmidt and Nielsen 1997)된다. 특정종에 의해 선호되는 생리적, 생태적 요구조건(온도와 습도) 등은 대상종의 개체군 존속에 중요한 서식지 요구조건이 되기 때문에 종특이적인 서식지 요구조건에 타당한 보전전략 수립은 궁극적으로 박쥐 개체군 보호를 위한 효율성을 높일 수 있다(Racey 2009).

박쥐의 잠자리(Roost site)의 조건은 박쥐의 풍부도와 분포를 결정짓는 제한 요소 가운데 하나가 될 것이다. 서식처, 분포 조사 등의 현황 파악은 지속적으로 유지되면서 개체 추적 장치(radio transmitter)를 이용한 정확한 자료를 바탕으로 각 종의 서식지 특성에 대한 전반적인 실태파악이 무엇보다 우선되어야 한다. 박쥐의 개체수 증가와 개체군의 안정적인 성장을 유도하기 위해서는 장기모니터링의 결과로 생태적 자료를 토대로 개체군의 경향성을 파악하고 종특이적인 생태적 요구에 적합한 보전방안의 수립이 요구된다.

2) 잠자리와 취식지 조성

① 활동기 서식지 관리

박쥐의 생태나 습성에 따라 서식처의 선호는 종간 차이를 나타내지만 다양성이 높은 산림은 멸종위기종의 서식환경에 필수적이다. 울창한 숲은 박쥐에게 생존에 필요한 안정적인 휴식장소와 풍부한 취식장소를 제공할 뿐 아니라 고목은 이들 종의 잠자리로서 중요한 역할을 한다. 종에 따라 요구되어지는 잠자리 조건 또한 다르기 때문에 울창한 숲의 조성과 보전은 또한 생물종 보전의 기본 틀을 이룬다.

안정적인 서식지 구조 : 박쥐는 종에 따라 먹이선도가 다르며 이에 따라 서식지 선호도에 차이를 나타낸다. 특정 서식지의 곤충의 종류와 풍부도, 즉 밀도는 중간 서식지 선호도로 차이를 나타낸다. 생물타리 같은 서식지 조성은 취식지로 이용될 수 있고, 박쥐의 잠자리와 취식지간의 이동통로로 사용되어진다.

산림 관리 : 숲 가장자리(edges), 생물타리의 관리, 숲 밀도 조절을 통해 박쥐의 먹이터를 조성하여 서식지 안정성을 높일 수 있다.

하천관리: 주변의 농경지 농약사용 억제, 연못 웅덩이, 하천의 유속조절, 주변의 수생식물 관리를 통해 수서곤충의 밀도를 높여 박쥐의 취식효율성을 높일 수 있다. 하천 제방에는 식재를 통해 생물타리 조성으로 취식지와 서식지의 연결통로 및 취식지로 활용하며 특히 산림과 인접한 하천의 경우 박쥐류의 주요 취식지로서 가능성이 높은 서식지로 특별한 관리가 요구된다.

수서곤충의 서식 밀도를 높일 수 있는 담수 서식지 유지 및 관리 : 하천 주변의 나무와 식생을 보호관리하여 생태울타리로 기능하게 하여 곤충의 밀도를 유지, 박쥐의 비행을 유도 및 취식지 형성해야 한다.

박쥐는 하천의존도가 높다. 삼림성 박쥐일지라고 하천과 인접한 서식지를 선호 경향성이 높다. 자연하천의 경우 수변부의 초지와 갈대 등의 식생구조는 곤충 밀도가 높아 박쥐에게 양질의 서식처를 제공하게 된다.



박쥐 취식지 관리의 원칙
<p>① 안정적인 서식지의 유지 안정적인 서식지의 유지는 박쥐개체군 유지와 직결되기 때문에 제한된 영역일지라도 박쥐의 생존이 가능하다. 따라서 안정적인 서식지의 상실 및 훼손은 박쥐 개체군 감소의 가장 중요한 요인으로 작용된다.</p> <p>② 서식지 단절과 파편을 피함 좁은 지역에서 서식지의 분화는 생울타리 같은 서식지 연결 통로가 상실됨으로써 고립된다. 잠자리와 취식지사이의 통로 역할을 하는 생울타리의 상실은 서식지 간 단절이 가속화된다.</p> <p>③ 농약 사용의 저감 제초제와 살충제의 사용은 박쥐의 먹이자원인 곤충의 가용성과 풍부도를 떨어뜨리기 때문에 경작지 가장자리의 웅덩이, 생울타리 등을 조성하여 농약 확산을 감소시켜 잠자리와 취식지 사이의 완충지역의 기능을 유지 될 수 있도록 한다.</p> <p>④ 잠자리와 근접 지역에 안정적인 서식지의 보전 특정 박쥐종에 의해 이용되는 잠자리라면 박쥐의 생존에 이점을 제공하는 서식지를 조성할 수 있다. 반면 잠개적 잠자리로 가능성이 높은 장소라면 취식지 근처에 고목, 교각, 고가 등의 임시 잠자리의 관리로 박쥐의 서식지로서 질을 향상시킬 수 있다.</p>

② 동면처 관리

동굴과 폐광은 박쥐에게 주요 잠자리를 제공한다. 박쥐는 대부분의 포유류와 마찬가지로 항온동물이지만 잠을 잘 때는 체온을 낮추어 주변 환경과 일치시켜 에너지 대사율을 낮춘다(Geiser 1998). 특히 동면(hibernation)을 수행하는 동안 안정적인 환경이 요구되는데 이런 생리적 요구에 가장 적합한 환경조건을 갖춘 곳이 동굴이다(Boyles et al. 2007). 온대성 박쥐의 서식처 관리와 보전에 있어 동면처의 관리는 중요한 자리를 차지한다. 우리나라의 경우 80% 이상의 종이 동굴이나 폐광은 동면처로 이용하며, 한 장소에 군거하는 박쥐의 행동 특성을 감안하면 동면처 보호관리의 중요성은 더욱 커진다.

박쥐 개체군의 급격히 감소되었을 때 보호관리방안 마련을 위한 개체군에 대한 서식지 및 생태 정보, 위협요인 등에 관한 실질적인 정보가 부족하다면 그 개체군에 대한 지역적 멸종 위험은 증가된다(Racey and Entwistle 2000). 동굴이나 폐광같은

지하 공간을 동면처로 이용하는 박쥐의 경우 다른 동물로부터의 포식위험보다는 인간의 방해 요인이 크다(Kunz 1982, Speakman and Racey 1991). 또한 인간의 잦은 출입은 직접적인 방해 뿐 아니라 동굴내부 온도에 영향을 주고, 출입의 혼적으로 동굴 입구의 모양을 변화시켜 궁극적으로 박쥐의 성공적인 동면 수행의 방해요인으로 작용된다.

박쥐에게 있어 이용 가능한 안정된 휴식처(Roost sites)는 박쥐의 분포와 수를 제한시킨다. 박쥐는 휴식처 선택에 있어 특정한 온도와 습도 조건을 갖는다(McNab 1982). 박쥐에 의해 선택되어진 현재의 잠자리는 박쥐의 생존과 적응에 중요한 영향을 미치게 된다(Vonhof and Barclay 1996). 박쥐가 출현된 동면처를 보호 및 서식지 관리의 박쥐 보전의 중심 축을 이룬다.

외부적 원인에 의해 동면처의 환경이 변화되면 박쥐에게 치명적인 위협을 주게 된다. 동면 수행중 동면처의 환경이 급변했을 때 동면처의 온도와 체온이 일치되지 않으면 박쥐가 대응할 수 있는 생리적 전략은 없다. 박쥐는 군집하여 체온을 유지하는 소극적 대응방식이 있기는 하지만 환경 변화가 그 한계를 넘으면 대안을 찾아 이동하고 그로 인한 위협은 증가될 수밖에 없다. 그러나 동굴성 박쥐가 동면을 수행할 동굴 지하 공간은 새롭게 조성하는 것은 불가능하다. 현재의 분포하는 자연동굴이나 폐광 같은 서식지가 증가될 가능성 또한 희박하다. 따라서 현재 박쥐가 출현된 서식지의 보전 관리방안은 우선되어야 하며, 종 보전 관리 방안의 중심에 동면처를 포함한 잠자리의 관리와 보전에 중점을 두어야 한다.

동면처 관리는 현재 출현된 종과 수에 따라 보전 관리방안이 달라진다. 폐광을 서식지로 이용하는 야생동물의 동물상, 특정 대상종의 유무에 따라 입구보호시설의 종류가 달라지며 보호 목적에 따라 적합한 구조물을 설치할 수 있다. 박쥐 보호와 서식지 보전을 위하여 입구 안전시설물 설치로 인위적인 위협요인을 제거하고 종특이적 서식지 선호도가 고려된 동면처의 관리가 우선되어야 한다.

3. 박쥐 복원을 위한 주요 사업

1) 폐광 관리

현재 우리나라의 경우 동굴성 박쥐의 폐광의존도는 높지만, 전국적인 분포 실태 파악은 물론 잠재서식처(현재 발견되지 않았으나 물리적, 구조적 환경조건을 가진

곳)로서의 서식지에 관한 자료는 미비하며 무관심으로 인해 박쥐를 포함한 야생동물의 중요 서식지가 상실될 위험에 처해 있다.

국내 폐광은 일제 강점기를 비롯하여 1960~70년대 원료 자원화를 위한 기간산업으로 육성 개발되었으나 광량의 고갈 및 채산성의 악화로 대부분의 광업은 조업 중단되고 폐광으로 잔존되어 있다. 현재 금속광산의 경우 1500개의 폐광산은 폐광석, 광비처리가 불안정하여 토양 및 수질오염 등 지속적인 환경오염에 노출된 상태이며 시간의 경과로 이내 입구 함몰되어 서식지로서의 기능도 상실되고 위험성은 가중된다.

온대지역의 동굴성 박쥐는 동면처 선택시 온도에 의존되며 종간 온도특이성을 가진다. 자연자원 이용 후 남겨진 폐광은 야생동물의 중요 서식지로 이용되고 있으며 생태계 내 생물다양성 유지에 중요한 기능 수행한다. 종 복원 및 서식지 관리를 위해 인위적으로 지하공간을 만드는 일은 오랜 시간과 경제적 손실을 동반한다. 그러나 우리는 이미 잠재서식지를 확보한 상태이다(전국의 1500개 이상의 금속광산과 버금가는 비금속광산 등). 따라서 현재의 폐광산의 박쥐류의 서식지로서 판정 작업은 시급하여 폐자원을 야생동물의 서식지로서 제공, 관리하는 사안은 합리적이다. 또한 폐광의 관리는 광해방지, 환경보호는 물론 생물다양성 유지를 위한 일거양득의 기회 제공하기 때문에 멸종위기종의 서식지 보호관리 및 환경보전 및 경관유지라는 목적 수행이 가능하다.

폐광 복구 및 관리 절차는 ‘광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률’에 따라 실시되며 광해방지사업은 사안의 중요성을 ‘광해피해의 방지 및 복구에 관한 법률’에 24조의 규정에 따른 광해방지 의무자에 대한 부담금으로 조성된다. 2007년 8월 4일 새롭게 시행되는 폐기물 관리법령에 따라 기존에 계속 제기된 사후관리 이행 보증기금제도를 수행하게 됨으로 인해 향후 광해방지사업이 수행되었으며 향후 지속적인 자원이 투자될 계획이다.

미국의 경우 ACCA 지침과 위의 생물 판정 과정을 거친 후 기존의 물리적 구조에 적합한 형태의 gate를 설치하여 폐광내 생물보호와 폐석더미, 침출 수 등 내부 폐기물의 정수, 정화 처리 등 유출 방식을 고려한 입구 설치 등 폐광산의 관리가 요구된다.

- 자연동굴이나 폐광을 이용하는 박쥐 종과 시기 규모 등 생태적 정보 수집은 관리계획 수립에 중요한 요인으로 특정 대상종 보호를 위한 동굴입구 차단(GATE)설치는 다른 박쥐 종이나 생물종에게 부정적인 영향을 줄 수

있기 때문에 생물평가 판정 기준에 의거한 작업이 되어야 함

○ 폐광 관리의 기준 항목

- 아래 항목에 따라 폐광의 생물평가 항목을 바탕으로 7개 항목 가운데 4개 항목 이상 긍정적인 판정을 받으면 박쥐의 서식지로서 중요한 기능을 한다고 판단할 수 있고, 폐광 관리 대상지로 선정

표 7. 폐광 출입차단시설 설치를 위한 생물 평가항목

폐광 gate 설치를 위한 평가 항목
1. 멸종위기종이나 법정보호종의 잠자리로 이용되는가? 2. 박쥐 종의 출산처로 이용되는가? 3. 4계절 중 특정 시기에 박쥐의 잠자리로 이용되는가? 4. 현재 폐광을 이용하는 박쥐종의 생태와 폐광이용 목적에 관한 정보가 충분하지 않았다면 대상종이 폐광을 이용하는 생태적 요구조건을 위한 연구는 필요한가? 5. 과거 10년간 지속적으로 박쥐의 잠자리로 이용되었는가? 6. 현재 출현된 박쥐종이 잠자리로 이용가능한 장소가 주변에 있는가? 7. 폐광의 온도범위가 다양하여 시기적으로 서로 다른 박쥐종이 잠자리로 이용하는가?

◆ 7개 항목 가운데 4개 이상의 항목이 해당된다면 우선 설치 구역으로 선정

2) 인공박쥐집 설치

- 국내에 서식하는 박쥐 개체수 감소의 원인 중 하나로 크게 작용하는 것이 잠자리 공간의 부족이라 할 수 있음
- 특히 집박쥐류의 주된 잠자리로 이용되던 초가집이나 기와집이 사라짐에 따라 집박쥐류의 개체수가 감소하게 됨
- 이들 종의 서식지 장애를 보완하고 서식을 유도하기 위해서는 인공박쥐집 설치가 가장 효과적임
- 동굴에 주로 서식하는 동굴박쥐도 취식을 하는 기간에는 인가 주변에서도 휴식을 취하므로 인공박쥐집이 설치될 경우 이들 또한 마을 주변에 머물 수 있는 기회가 많아지고 따라서 해충의 취식도 함께 이뤄질 것임

인공박쥐집 설치 및 제작 요령

1. 바닥에서의 높이는 100cm 이상
2. 안의 공간의 깊이는 최소 36치, 너비는 최소 14인치
 - * 길고 넓을수록 더 좋다
3. 출입구 쪽의 착륙 지점은 최소 3-6인치 정도 돌출되어야 함
4. 보통 방은 1-4개 정도지만 많을수록 좋다
5. 방의 간격은 1인치 정도
6. 출입구나 나무의 표면은 거칠게 혹은 가로게 홈을 판다.
홈의 간격은 0.5cm-1cm 정도
7. 환기구는 1cm 너비로 10인치 높이에 위치

3) 농약 사용량 저감

- 농약의 경우 박쥐류의 먹이를 일시에 감소시킬 뿐 만 아니라 먹이 내 중 금속 함유량을 높여 박쥐의 생존에 많은 영향을 미침
- 농약은 목표 종(해충) 뿐 만 아니라 생태적으로 이로운 생물도 함께 사라지게 함과 동시에 생태전반적으로 다양성을 떨어뜨리게 됨
- 따라서 박쥐의 서식을 안정화시키고 생태계 내 종다양성을 확보하기 위해 서 농약 사용량을 줄이는 노력이 필요함
- 유기농을 장려하고 최근들어 더욱 활성화되고 있는 대체농약(예: 바이오 농약) 개발, 생태적 천적 이용 등에 대해 정책지원이 필요함

제5장 결론 및 정책 제언

1. 결론

- 2010 8월부터 10월까지 충청남도 금산군 일대 박쥐 분포조사 결과 2과 8 종이 확인되었다.
- 자연동굴과 폐광을 중심으로 한 잠자리 조사 결과 관박쥐가 우점되었으며
- 멸종위기 I 급종인 붉은박쥐와 멸종위기 II 급 종인 토끼박쥐의 분포가 확인되었다.
- 하천과 삼림지역 등 취식지 조사 결과 물윗수염 박쥐와 집박쥐는 하천과 삼림 근접 소하천, 농경지를 취식지역으로 이용하였으며
- 사찰, 고가, 사당 등 잠자리조사 결과사찰, 고사, 사당, 정자 등에서 집박쥐의 잠자리를 확인하였다.

금산지역의 자연환경은 다른 지역에 비해 농경지 면적이 적고 삼림면적이 넓어 야생동물에게 양질의 서식공간을 제공할 수 있는 경관적 특징을 나타낸다. 조사결과 관찰된 박쥐종수는 다른 지역에 비해 다양한 종이 출현되는 강원도 평창, 영월 지역의 분포 상황과 유사하다(김선숙 2010). 특히 온도선호가 낮아 경북 봉화 지역 이남에서는 관찰기록이 없었던 종인데 본 조사에서 관찰된 토끼박쥐의 분포는 금산 지역의 경관적 특성과 연관되며 박쥐의 서식지 조건이 우수한 것을 대변한다.

조사지역 가운데 박쥐종이 가장 많은 출현된 지역은 충남 금산군 부리면 어제리, 압수리 폐광지역이다. 이 지역의 폐광은 양각산에 밀집되어 있으며 갭도의 연장 길이가 길어 다양한 환경조건을 제공한다. 서식지 온도 범위가 넓다는 것은 다양한 종 출현을 예상할 수 있다. 금산지역 폐광에서 관찰된 8종의 출현 역시 서식환경과 연관성이 높다.

본 조사 기간동안 금산 지역 전체 조사가 불가능했기 때문에 금산지역의 박쥐 종과 서식지 분포는 보다 증가될 것으로 판단된다. 박쥐의 활동이 집중되는 번식기에 삼림지역에서 초음파 기록 및 포획(mist net, harp trap)등 종합적인 조사가 수행되

었다면 보다 다양한 종의 출현 가능성도 있을 것으로 판단된다. 또한 본 조사는 박쥐 분포 및 개체군 크기 조사가 가능한 동면기와 출산기를 벗어난 8월 ~10에 수행되었기 때문에 서식지 이용 패턴, 서식지 적합도를 도출하는 데는 한계를 나타낸다.

2. 정책 제언

1) 충청남도 박쥐 모니터링 사업 실시

○ 16개 시군 전역에 대한 박쥐 서식 현황 조사를 실시하여 박쥐 서식에 대한 기초자료를 수집하고 향후 박쥐 복원사업의 기본방향을 수립한다.

2) 인공박쥐집 설치

- 주요 관공서에 인공박쥐집을 설치하여 박쥐 개체수를 증가 시킨다.
- 특히 초중고교 내에 설치할 경우 환경교육 체험 기회를 준다.

3) 동굴 및 폐광 관리

- 주요 동굴의 경우(예 : 부리면 압수리와 어제 1리 폐광) 생물 평가 후 중요 동굴의 경우 출입구 봉쇄 또는 차단 문 설치한다.
- 폐쇄가 어려울 경우 출입 제한 조치한다.

4) 생태관광 자원으로써 박쥐의 가능성과 가치

① 박쥐에 제공된 생태계 공헌(이익)

- 자연과 농업에 기여 : 해충조절, 식물의 분산, 화분매개
- 전통적 기여: 생태계 내에서 생물다양성 증진 및 생태계 순환에 기여
- 문화, 심미, 교육, 창조활동에 기여
- 비전통적 생태계 기여 : 박쥐 배설물(구아노),

- 대부분의 식충성 박쥐는 다량의 나방, 딱정벌레, 각다귀, 매미, 메뚜기 등의 먹이자원 이용. 활동기 동안 평균 식충성 박쥐는 1일밤 자신의 체중의 절반 이상의 양을 취식
- 곤충 개체군이 증가하는 시기는 박쥐의 출산과 수유기간으로 취식량은 더욱 증가, 수유기 동안 최대 73%까지 취식

② 박쥐는 생태계 내 주요한 역할 외에 경제적, 심리적 가치를 지니고 있어 최근 생태관광의 자원으로 급부상되고 있다.

- 야간투어(night tour)는 관광객의 숙박이 요구되기 때문에 지역에 머무는 시간 증가로 지역주민의 경제적 이익 증대에 기여할 수 있다.

③ 생태관광 패러다임으로 녹색 지구환경의 실천적 활동 토대 마련

- 소규모 집단 단위의 체험 프로그램의 지속적인 활동은 자연과 인간의 상생을 도도모하여 지속적인 자연자원 활용의 패러다임이며 생명과 자연환경의 소중함을 교육 및 홍보 기반 사업으로 자리매김하고 있다.

표 8. 생태관광 자원으로서 박쥐의 가치와 전망

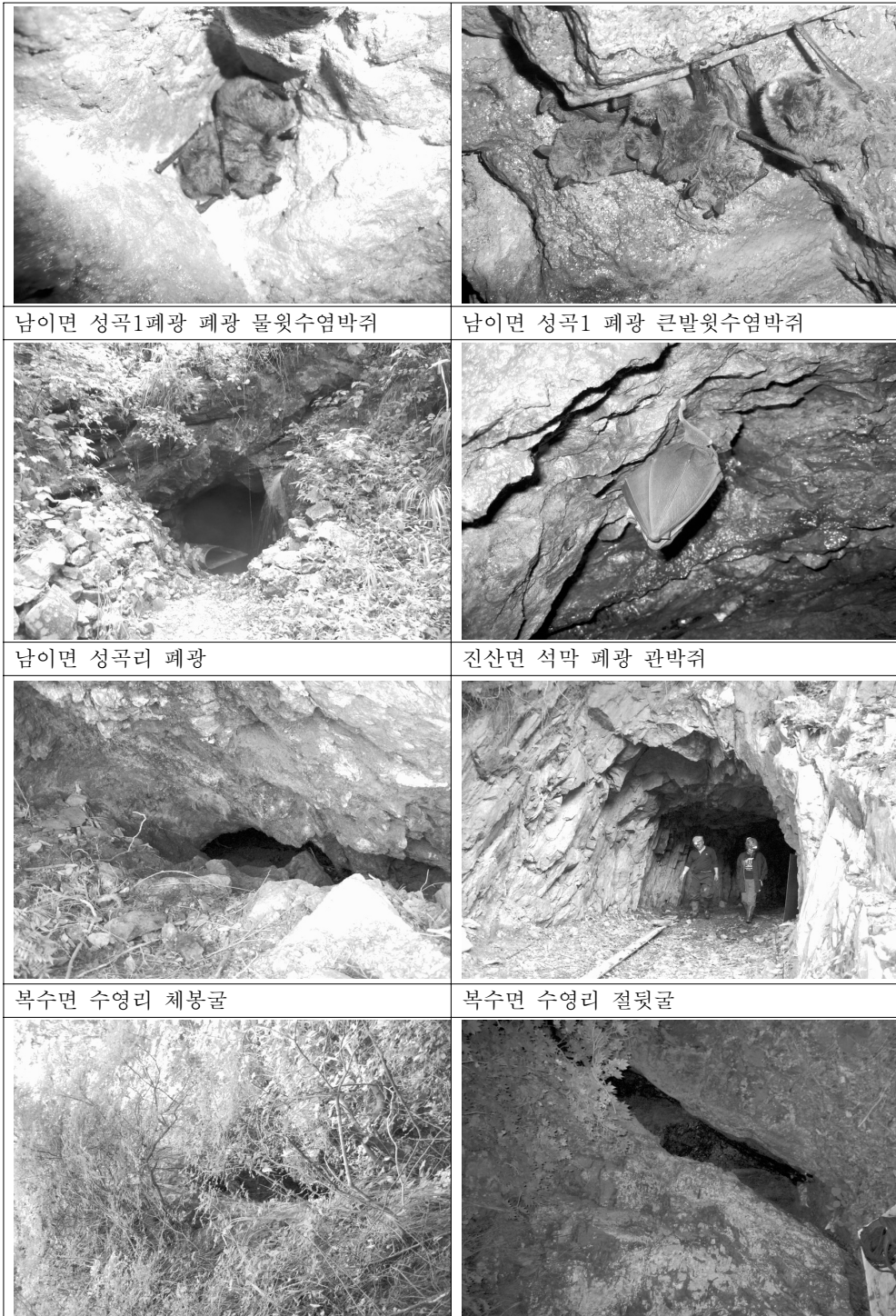
생태관광 자원으로서의 박쥐의 가치와 전망	
생명교육의 극대화	<ul style="list-style-type: none"> - 나이트 투어 관광으로 지역주민과 자연 속에서 공감 - 여행의 비용을 마을주민에게 환원하는 공정여행 - 자연과 생명에 대한 올바른 이해 도출
공정여행을 통한 지역경제 활성화	<ul style="list-style-type: none"> - 편리와 안락보다는 지역주민과의 공감 우선 - 관광을 통한 이익의 주체는 주민 : 야간 투어 (식사, 숙박 비용) - 자연환경과 지역에 대한 홍보는 지역 경제의 순환
지속가능한 자원 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 자원의 순환 이용 가능 - 소규모 관광으로 환경훼손이란 위험으로부터 자유 - 자연자원의 보전은 지역 경제를 활성화 자원 - 지역주민, 관광객 포함한 범국민차원의 자연자원보호 - 녹색지구환경을 지키는 홍보 및 실천 활동 - 자연자원 보전과 경제적 이익 창출이 가능
정부의 지속적인 지원 확보	<ul style="list-style-type: none"> - 관광 대상지는 생물 보호를 위한 핵심지역 - 세제 및 보호 자원의 지속 혜택 - 보상책을 포함한 자연환경보전법 - 자연 자원의 보전과 지역 주민의 경제적 이익 증대









참고문헌

- 김선숙. 2010. 동굴성 박쥐 7종의 동면생태와 행동연구. 경희대학교 학위논문.
- 윤명희. 한상훈, 오홍식, 김장근. 2004. 한국의 포유동물. 동방미디어.
- 평창군. 한국동굴연구소. 2005. 천연동굴 학술조사 보고서.
- 환경부 국립환경연구원. 2005년 전국 자연동굴조사 - 금산
- 윤명희, 한상훈, 오홍식, 김장근. 2004. 한국의 포유동물. 동방미디어, 서울. 274pp.
- Barclay, R.M.R., M.C. Kalcounis, L.H. Crampton, C. Stefan, M.J. Vonhoh, L. Wilkinson and R.M. Brigham. 1996. Can external radiotransmitters be used to assess body temperature and torpor in bats? *J. Mammal.* 77: 1102-1106.
- Boyles, J.G., M.B. Dunbar and J.O. Whitaker, JR. 2006. Activity following arousal in winter in North American vespertilionid bats. *Mammal Rev.* 36: 267-280.
- Busotti, S., A. Terlizzi, S. Fraschetti, G. Belmonte & F. Boero. 2006. Spatial and temporal variability of sessile benthos in shallow Mediterranean marine caves. *Marine ecology Progress Series.* 325: 109-19.
- Culver, D.C. 1970. Analysis of simple cave communities. I: caves as islands. *Evolution* 24: 463-474.
- Ferreira, R.L. and R.P. Martins. 1999. Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to Brazilian caves. *Tropical Zoology* 12: 231-252.
- Geiser, F. 1998. Evolution of daily torpor and hibernation in birds and mammals: Importance of body size. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* 25: 736-739.
- Kunz, T.H. 1982. Roosting ecology. pp. 1-46, In Kunz, T. H. (Ed.), *Ecology of Bats*. Plenum Press, New York.
- Krebs, C.J. 2001. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Benjamin Cummings, San Francisco, California, USA
- McNab, B.K. 1974. The behavior of temperate cave bats in a subtropical environment. *Ecology* 55: 943-958.

- Nagel, A. and R. Nagel. 1991. How do bats choose optimal temperatures for hibernation? *Comp. Biochem. Physiol. A* 99: 323-326.
- Romero, A. 2009. *Cave Biology*. Cambridge University Press. 291pp.
- Schmidt-Nielsen, K. 1997. *Animal Physiology*, 5th ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Tuttle, M.D. and J. Kennedy. 2002. Thermal requirements during hibernation. pp. 68-78. In: *The Indiana Bat: Biology and Management of an Endangered Species* (A. Kurta and J. Kennedy, eds.). Bat Conservation International.
- Thomas, D. W., M. Dorais and J. M. Bergeron. 1990. Winter energy budgets and cost of arousals for hibernating little brown bats, *Myotis lucifugus*. *J. Mammal.* 71: 475-479.
- Vonhof, M. J. and R.M.R. Barclay, 1996. Roost-site selection and roosting ecology of forest-dwelling bats in southern British Columbia. *Can. J. Zool.* 74 : 1797-1805.
- Webb, P.I., J.R. Speakman and P.A. Racey. 1996. How hot is a hibernaculum? A review of the temperatures at which bats hibernate. *Can. J. Zool.* 74: 761-765.

부록 . 2010년 충청남도 금산군 박쥐분포조사 관련사진



복수면 곡남6리 폐광	복수면 목소리 박쥐굴
	
보석천 초음파 탐지	제원면 정자
	
부리면 예미리 폐가	압수리 폐광의 붉은박쥐
	
압수리 폐광의 긴날개박쥐	부리면 압수리 폐광 박쥐배설물
	
압수리 2폐광의 토끼박쥐	제원면 정차 천장의 집박쥐

■ 집 필 자 ■

연구책임 · 충남발전연구원 환경생태연구부 정옥식 책임연구원
공동연구 · 경희대학교 생물학과 김 선 숙

기본연구 2010-23 · 충청남도 박쥐 서식현황 및 복원 · 관리방안에 관한 연구

글쓴이 · 정옥식, 김선숙 / 발행자 · 박진도 / 발행처 · 충남발전연구원
인쇄 · 2010년 12월 31일 / 발행 · 2010년 12월 31일
주소 · 충남 공주시 금홍동 101 (314-140)
전화 · 041-840-1273(직통) 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1249
ISBN · 978-89-6124-157-1 03350

<http://www.cdi.re.kr>

©2010. 충남발전연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.