

원격무선추적을 이용한 집박쥐의 비번식기 행동권 분석^{1a}

정철운² · 한상훈³ · 이정일^{2*}

Home-range Analysis of Pipistrelle Bat (*Pipistrellus abramus*) in Non-Reproductive Season by Using Radio-tracking^{1a}

Chul-Un Chung², Sang-Hoon Han³, Chong-Il Lee^{2*}

요 약

본 연구는 집박쥐의 비번식기 행동권을 분석하기 위하여 경상북도 경주시의 집박쥐 주간 휴식장소를 대상으로 수행하였다. 박쥐의 포획은 새끼의 출산이 이루어지기 이전인 2009년 5월 4, 10, 18일에 하였으며, 암, 수 각각 3개체씩 총 6개체를 이용하였다. 행동권 분석을 위한 원격무선추적은 발신기(LTM Single Stage Radio Transmitter, 0.38g), 수신기(R2000 ATS receiver, Advanced Telemetry Systems, Inc., Isanti, MN), Yagi 안테나(Three element Yagi antenna) 및 차량용 안테나(Roof mounted antenna)를 이용하였으며, 분석에는 ArcGIS 3.3 (ESRI Inc.) Animal Movement Extension 2.0을 이용하였다. 집박쥐의 행동권 분석결과 평균 행동권은 14.46±3.44ha로 조사되었으며, 암컷은 16.83±1.96ha 그리고 수컷은 12.08±2.96ha의 행동권을 가지는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 암컷과 수컷의 행동권에서 평균적으로 암컷이 더 큰 행동권을 보이는 결과를 나타내었으나, 통계적으로 유의적인 차이는 확인되지 않았다($t=2.32$, $p>0.05$). 또한 각각의 위치정보를 기준으로 주간 휴식지에서의 최대 이동 거리는 평균 468.73±94.38m로 나타났으며, 암컷(422.73±10.38m)과 수컷(514.74±125.74m)간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($t=-1.26$, $p>0.05$).

주요어: 발신기, 수신기, 원격무선추적, 휴식장소

ABSTRACT

This study was conducted to analyze the home range size of *Pipistrellus abramus* in non-reproductive season. The survey was conducted in the day-roosting site of *Pipistrellus abramus* located in Gyeongju City(North Gyeongsang Province). We radio-tracked six *Pipistrellus abramus*(male 3, female 3) and LTM single stage radio transmitter(0.38g), R2000 ATS receiver, three element yagi antenna, roof mounted antenna and ArcGIS 3.3(ESRI, Animal Movement Extension 2.0) were used to locate bats and home range analyze. The home range sizes of the 6 radio-tracked *Pipistrellus abramus* ranged from 8.97 to 19.07ha(Maen 14.46±3.44ha). Mean home range size of female(16.83±1.96ha) was larger than that of male(12.08±2.96ha) but there were no significant differences in home range sizes between male and female($t=2.32$, $p>0.05$). Also, mean maximum distances from the roost was 468.73±94.38m but there were no significant differences between sexes(female,

1 접수 2010년 1월 7일, 수정(1차: 2010년 8월 30일), 게재확정 2010년 8월 31일

Received 7 January 2010; Revised(1st: 30 August 2010); Accepted 31 August 2010

2 동국대학교 생명과학과 Department of Life Science, Dongguk Univ, Gyeongju(780-714), Korea

3 국립생물자원관 National Institute of Biological Resources, Incheon(404-170), Korea

a 본 연구는 환경부 국립생물자원관이 지원하는 자생생물 조사 발굴 연구 사업(2단계)에 의해 수행되었음.

* 교신저자 Corresponding author(lci@dongguk.ac.kr)

422.73±10.38m; male, 514.74±125.74m; $t=-1.26$, $p>0.05$).

KEY WORDS: RADIO TRACKING, RECEIVER, ROOSING SITE, TRANSMITTER

서론

박쥐는 척추동물군 가운데 가장 잘 알려지지 않은 분야중 하나로(Mitchell-Jones and McLeish, 2004), 극지 일부 지방을 제외하고는 전세계적으로 광범위하게 서식하고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 이러한 박쥐에 대한 생태학적 연구는 거의 이루어지지 않았으며, 서식지 감소로 인하여 그 개체수는 점차 감소하고 있는 추세이다. 따라서 이러한 박쥐류에 대한 효율적인 보호정책은 환경에 따른 종의 변화를 예측하고 중요한 연구로부터의 생태적인 자료를 구축하는데 달려있다고 할 수 있다(Racey and Entwistle, 2003; Davidson-Watts *et al.*, 2006). 이를 위해서는 박쥐의 서식지 이용과 분포 및 행동권에 관한 생태학적 정보의 구축이 가장 우선적으로 이루어져야 한다. 특히 박쥐의 분포와 서식지 이용에 관한 정보는 박쥐가 서식하는 지역의 토지이용 유형과 그에 대한 가치정보를 제공하는 역할을 하기 때문에 매우 중요하다고 할 수 있다(Mitchell-Jones and McLeish, 2004). 그러나 지금까지 박쥐의 공간적 이용과 먹이활동시간의 이동에 대해서 주로 mist-net를 이용해서 포획 후 재포획 하는 방법 등의 개략적인 부분만이 이루어졌을 뿐, 박쥐류의 행동권 분석에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다(Winkelman *et al.*, 2000).

근래에 들어서는 박쥐의 행동권 조사를 위한 방법 가운데 원격 무선추적을 이용한 방법이 이용되고 있으며(Aebischer and Robertson, 1993) 특히, 1980년 이후로 원격 무선추적 방법이 박쥐 생태를 연구하는 주요 방법중의 하나로 발전되어 왔다(Wilkinson and Bradbury, 1988; Davidson-Watts and Jones, 2006). 원격무선추적을 이용한 방법은 야생동물의 서식지 이용, 다른 동물 또는 암수간의 차이, 먹이자원의 풍부도, 서식지간 이동 등을 비교하기 위하여 이용되는 방법으로, 야생동물의 서식지 이용과 시간적 공간적 이동에 관한 기초자료를 확보할 수 있기 때문에 야생동물 연구자들에게 있어서는 큰 비중을 차지하는 방법 중 하나이다(Aebischer and Robertson, 1993). 그러나 지금까지 원격무선추적을 이용한 박쥐의 행동권 분석에 관한 연구는 극히 일부만이 시행되었을 뿐(Clark *et al.*, 1993; Jong, 1994; Robinson and Stebbings, 1997; Wilkinson and Bradbury, 1988; Winkelman *et al.*, 2000), 여러 가지 제약요인에 의해서 충분한 연구는 이루어지지 않고 있는 실정이다.

우리나라에 서식하는 박쥐는 모두 소익수아목에 속하는 종으로 20여종 이상의 박쥐가 서식하고 있는 것으로 알려져 있지만 지금까지 박쥐의 서식지 이용은 물론 행동권 분석에 관한 기초적인 연구조차 이루어지지 않았다. 그 중 집박쥐의 경우 우리나라 도심과 교외를 포함하여 전국적으로 가장 광범위하게 서식하고 있는 종으로, 곤충을 포식하고 다양한 환경에서 서식하고 있는 집박쥐의 특성으로 볼 때 환경의 건강성에 대한 지표종이라 할 수 있다. 특히, 인간의 거주와 이용밀도가 높은 경관지역, 서식지가 분절화 되어 있는 지역, 도심화 되어 있는 지역에서의 박쥐의 행동권 분석은 안정적인 서식지 조성을 위해서 더욱 중요하다고 할 수 있다(Lumsden *et al.*, 2002). 따라서 본 연구에서는 집박쥐를 대상으로 이들 종의 행동권을 분석함으로써 향후 박쥐류의 서식지 보호와 개체군 증대를 위한 기본적인 생태학적 자료 구축을 목적으로 실시하였다.

재료 및 방법

1. 원격무선추적

집박쥐의 비번식기 행동권 분석을 위해서 경상북도 경주시 천북면에 위치한 집박쥐의 주간 휴식장소를 대상으로 새끼의 출산이 이루어지기 이전인 2009년 5월 4, 10, 18일에 포획작업을 실시하였다(Figure 1). 포획은 주간 휴식장소를 대상으로 일몰 후 박쥐의 출현시간에 맞추어 실시하였으며, double-stacked mist net와 harp-trap(BCM G5 Forest Strainer, USA)을 이용하여 총 6개체(♂3, ♀3)를 포획하였다.

발신기의 부착은 견갑골 중앙의 털을 일부 제거하고 접착제를 이용하여 부착하였으며(Winkelman *et al.*, 2000; Encarnacao *et al.*, 2004; Menzel *et al.*, 2005; Hirakawa, 2007; Safi *et al.*, 2007; Owen *et al.*, 2009), 발신기의 고정과 정확도는 Hirakawa(2007)의 보정법을 참고하였다(Figure 2).

박쥐와 같은 소형동물에 있어서 원격무선추적 방법(Radio telemetry technique)은 매우 조심스럽게 이루어져야 한다(Davidson-Watts and Jones, 2006). 특히 본 조사대상인 집박쥐의 경우 평균 체중이 10g 이하로 발신기에 의한 비행행동의 제약을 최소화 하는 것이 필요하다. 박쥐의 체중에 대한 발신기의 무게에 대하여 Aldridge and Brigham(1988)은 발신기의 무게는 체중의 5% 이하로 하는 것이

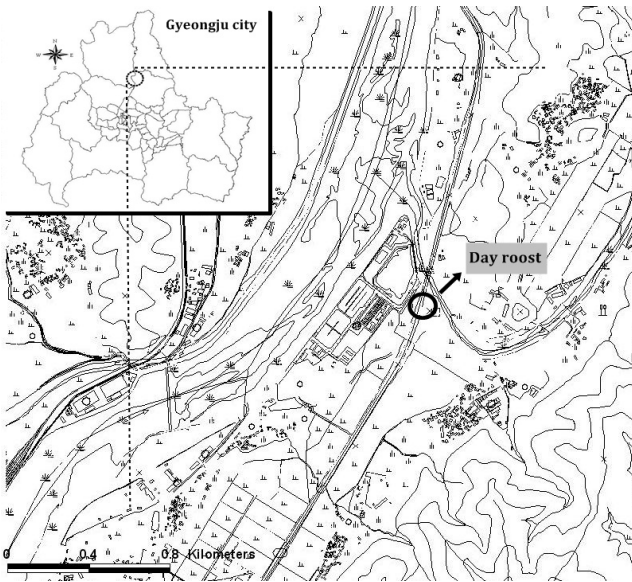


Figure 1. Map of study area in Gyeongju city, Gyeongsang buk-do. Main survey area is designated by dotted line and capture site by open circle

비행행동에 있어서 제약을 최소화 할 수 있다고 제안한바 있다. 따라서 본 연구에서는 0.38g의 발신기(LTM Single Stage Radio Transmitter)를 이용하여 체중에 대한 발신기의 비율이 평균 4.95%로(4.42%-5.60%) 평균 5% 이하가 되도록 하였다. 발신기가 부착된 개체의 위치신호를 수신하기 위하여 R2000 수신기(R2000 ATS receiver, Advanced Telemetry Systems, Inc., Isanti, MN)와 휴대용 3소자 Yagi 안테나(Hand-held three element Yagi antenna) 및 차량에 부착 후 위치신호 수신에 가능한 차량용 수신안테나(Roof mounted antennas, Omni-directional whip antenna)를 함께 이용하였다. 박쥐는 야행성으로 일몰과 일출시 즉 야간에 곤충들이 출현하는 시간대에 활동한다(Briggs and King, 1998). 따라서 모든 개체에 대한 행동권 조사는 일몰시 주간 휴식지에서 출현하는 순간부터 일출시 귀소까지를 대상으로 기록하였다(Davidson-Watts and Jones, 2006). 또한 박쥐는 대부분의 시간을 비교적 작은 서식지(채식장소)에서 보내고 그 서식지간을 빠르게 움직인다(Davidson-Watts *et al.*, 2006). 따라서 박쥐의 이동에 대한 위치정보는 서식지간 이동시에는 삼각측량(triangulation)(Bontadina *et al.*, 2002; Davidson-Watts *et al.*, 2006)을 이용하여 위치를 확인하였으며, 기타 근거리 이동과 채식장소에서의 지속적인 비행시에는 연속적인 위치추적 방법(Jones and Morton, 1992; Davidson-Watts *et al.*, 2006)으로 실시하였다.

2. 행동권 분석



Figure 2. Photograph of radio-tracked *Pipistrellus abramus* and attached transmitter

집박쥐의 행동권 분석을 위하여 GIS용 전국수치지도(1/25,000) SHP File과 ArcGIS 3.3 (ESRI Inc.) Animal Movement Extension 2.0을 이용하였다. Seaman *et al.* (1999)은 야생동물의 행동권 분석을 위해서는 최소 30개 이상의 위치자료를 이용해야 하며, 행동권의 오차를 최소화 하기 위해서는 50개 이상의 위치정보를 분석에 이용하는 것을 제안한바 있다. 또한 Menzel *et al.*(2005)은 Indiana bat의 행동권 분석을 위해서 평균 66개의(33-149) 위치좌표를 이용하였으며, Owen *et al.*(2009)은 *Myotis septentrionalis*를 대상으로 30개 이상의 위치 포인트가 확인된 개체에 대하여 행동권 분석을 실시하였다. 본 연구에서는 6개체 대하여 총 387개의 위치좌표를 기록하였으며, 개체별 평균 64.50±6.83개의 위치정보를 이용하여 분석하였다. 또한 본 연구에서는 집박쥐의 비번식기에 대한 행동권 크기 분석을 목적으로 함에 따라서 Davidson-Watts *et al.*(2006)을 참고하여 Moving Harmonic Mean을 이용한 Minimum Convex Polygon(MCP) 100% 방법을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

본 조사는 집박쥐의 출산이 이루어지기전 비번식기 행동권을 분석하기 위하여 암, 수 3개체씩 총 6개체를 이용하여 행동권을 분석하였다. 개체별 행동권을 분석한 결과 집박쥐의 평균 행동권은 14.46±3.44ha로 조사되었으며, 암컷은 16.83±1.96ha 수컷은 12.08±2.96ha의 행동권을 가지는 것으로 나타났다(Table 1, Figure 3 - 8).

Winkelmann *et al.*(2000)은 *Syconycteris australis*를 대

Table 1. Home-range sizes and radio-tracking data of *Pipistrellus abramus* during non-reproductive season for each sex. Home range sizes were calculated using the 100% convex polygon method

Bat number	Body mass(g)	Transmitter mass, g (% body mass)	Date affixed	Days in contact	No. locations	100% MCP (ha)	Maximum distance to day roost (m)
♀1	7.8	0.38 (4.87)	5. 04	6	63	15.44	434.05
♀2	8.3	0.38 (4.58)	5. 10	5	59	19.07	420.46
♀3	8.6	0.38 (4.42)	5. 18	4	72	15.99	413.67
Mean (S.D.)	8.23	0.38 (4.62)	-	5	64.67 (6.66)	16.83 (1.96)	422.73 (10.38)
♂1	6.8	0.38 (5.60)	5. 04	5	56	8.97	659.02
♂2	7.2	0.38 (5.28)	5. 10	7	64	12.41	456.71
♂3	7.5	0.38 (5.07)	5. 18	6	73	14.87	428.49
Mean (S.D.)	7.17	0.38 (5.32)	-	6	64.33 (8.50)	12.08 (2.96)	514.74 (125.74)
Mean (S.D.)	7.70	0.38 (4.95)	-	5.5	64.50 (6.83)	14.46 (3.44)	468.73 (94.38)

상으로 한 연구에서 암컷은 수컷보다 더 큰 행동권을 가지는 것으로 보고하였으며, Safi *et al.*(2007)은 parti-colored bat을 대상으로 암컷이 수컷보다 더 작은 행동권을 가지는 결과를 보고하기도 하였다. 또한 Menzel *et al.*(2005)은 Indiana bat을 대상으로 행동권을 분석한 결과 암컷과 수컷 사이에서의 행동권의 유의적인 차이는 나타나지 않음을 보고한바 있다. 본 연구에서는 암컷과 수컷의 행동권에서 평균적으로 암컷이 더 큰 행동권을 보이는 결과를 나타내었으나, 통계적으로 유의적인 차이는 확인되지 않았다($t=2.32$, $p>0.05$). 또한 각각의 위치정보를 기준으로 주간 휴식지(day roost)에서의 최대 이동 거리를 분석한 결과 평균 468.73 ± 94.38 m로 나타났으며, 암컷(422.73 ± 10.38 m)과 수

컷(514.74 ± 125.74 m)간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($t=-1.26$, $p>0.05$).

일반적으로 집박쥐속(*Pipistrellus*) 개체는 반경 약 2km의 먹이활동 영역을 가지는데(Briggs and King, 1998), 본 연구에서는 평균 500m 내외의 반경을 가지고 있는 것으로 나타나 상대적으로 작은 행동권을 보였다. 이는 번식시기에 따른 차이 및 주간 휴식지 주변으로 조성된 주요 서식지의 질에 따른 것으로 판단된다. 즉, 박쥐가 채식행동을 할 때 박쥐의 무게는 증가하게 되고 그 후의 비행시에는 에너지 소모율이 증가하게 되는데(Waters and Warren, 2003), 본 조사에 이용된 암컷의 경우 임신과 그에 따른 무게의 증가로 인하여 근거리의 주요 채식지를 이용할 결과에 따른 것

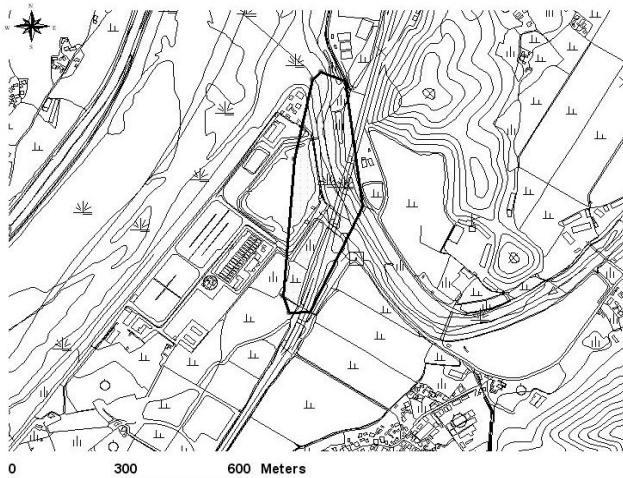


Figure 3. 100% minimum convex polygon home range of radio-tracked ♂1 *P. abramus*

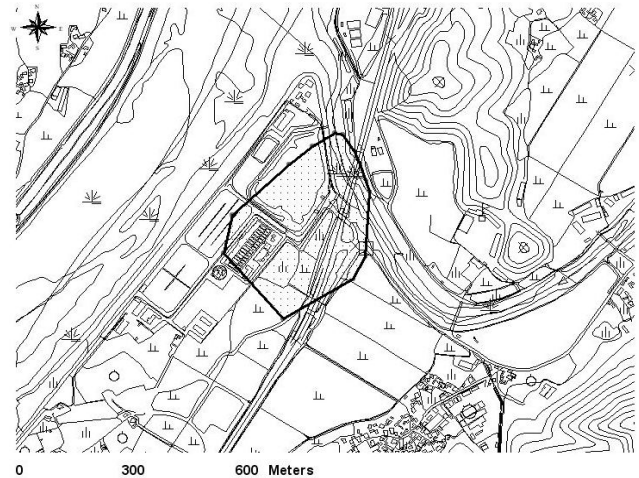


Figure 4. 100% minimum convex polygon home range of radio-tracked ♂2 *P. abramus*

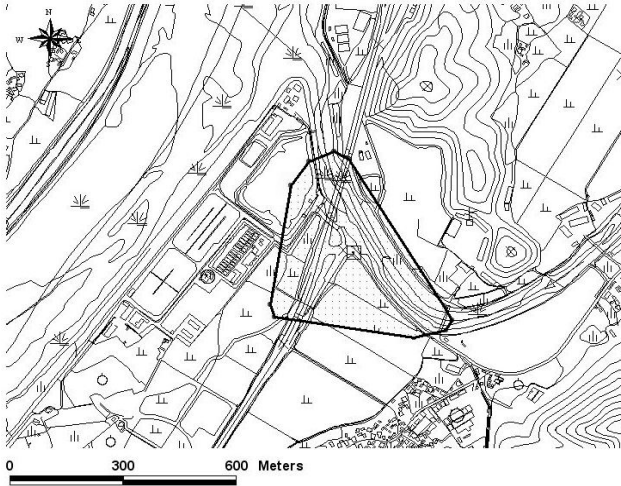


Figure 5. 100% minimum convex polygon home range of radio-tracked ♂3 *P. abramus*

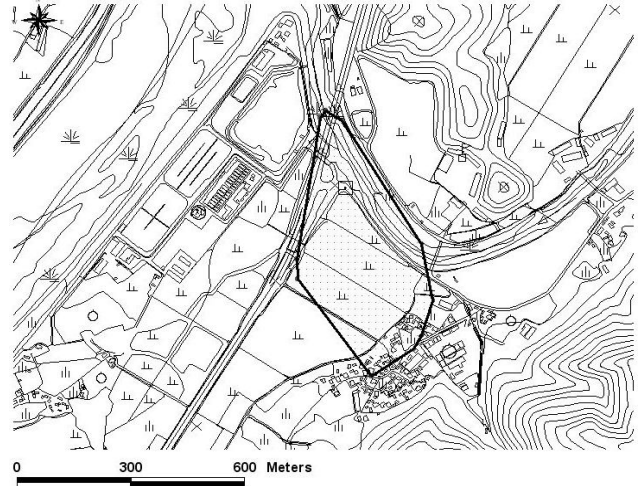


Figure 6. 100% minimum convex polygon home range of radio-tracked ♀1 *P. abramus*

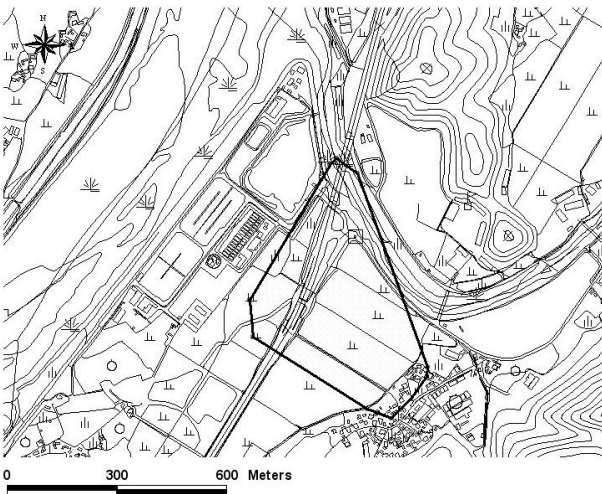


Figure 7. 100% minimum convex polygon home range of radio-tracked ♀2 *P. abramus*

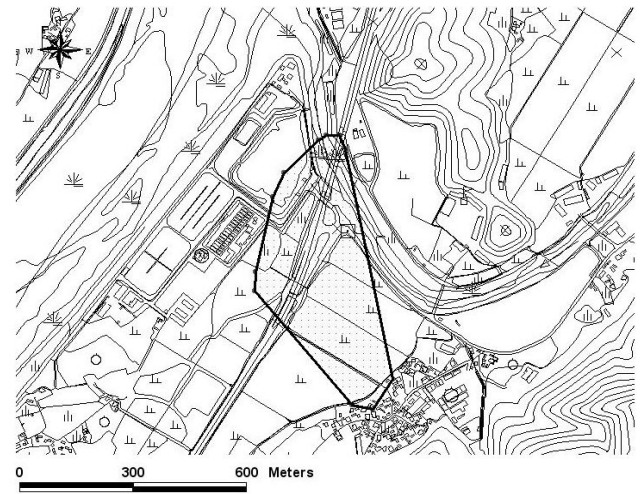


Figure 8. 100% minimum convex polygon home range of radio-tracked ♀3 *P. abramus*

으로 생각된다. 수컷 또한 한여름의 정자형성과 교미기의 시작 이전에 수컷의 에너지 요구량은 증가하게 되는 결과 (Dietz and Kalko, 2007)와 비교하여 볼 때 본 연구의 조사 시기에 따른 결과로 판단된다. 뿐만 아니라 암컷의 경우 임신과 수유기간 동안 새끼의 발달과 안정적인 번식을 위해서는 자신의 에너지 소비량을 균형 있게 조절해야 하는데 (Dietz and Kalko, 2007), 본 연구에서 일정한 면적과 일정한 서식지를 고정적으로 이용한 결과를 볼 때 본 조사가 이루어진 주간 휴식지 주변으로 조성된 경작지와 수계 그리고 민가단지 등이 안정적으로 먹이를 공급받을 수 있고, 에너지 효율을 최적화 할 수 있는 서식지 구조를 가지고 있기

때문으로 판단된다.

본 연구에서는 집박쥐의 출산 및 수유가 이루어지기 전 시기를 비번식기로 구분하여 행동권을 분석하였으며, 개체군 및 서식지 보호에 필요한 생태학적 자료를 구축하고자 하였다. 그러나 지금까지 박쥐의 행동권에 관한 연구에 따르면 박쥐의 행동권은 서식지내 이용 가능한 곤충의 풍부도 (Menzel *et al.*, 2005; De Jong and Ahlen, 1991; Rautenbach *et al.*, 1996; Kalcounis *et al.*, 1999; Kusch *et al.*, 2004) 및 임신과 수유 등의 번식상태(Davidson- Watts and Jones, 2006)에 영향을 받는 것으로 조사되었다. 따라서 채식지 유형 및 번식상태에 따른 추가적인 행동권 연구가 이루어져야

할 것으로 판단되며, 본 연구결과는 우리나라에 서식하는 박쥐를 대상으로 원격 무선추적을 통한 행동권 분석에 관한 첫 자료로써 향후 추가적인 행동권 연구에 있어 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

인용문헌

- Aebischer, N.J. and P.A. Robertson(1993) Compositional analysis habitat use from animal radio-tracking data. *Ecol.* 74(5): 1313-1325.
- Aldridge, H.D.J.N. and R.M. Brigham(1988) Load Carrying and Maneuverability in an insectivorous bat: A test of the 5% "rule" of radio-telemetry. *J. Mamm.* 69(2): 379-382.
- Bontadina, F., H. Schofield and B. Naef-Daenzer(2002) Radio-tracking reveals that lesser horseshoe bats(*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland. *J. Zool.(Lond.)* 258: 281-290.
- Briggs. B. and D. King(1998) The Bat Detective-A Field Guide for Bat Detection. Batbox Ltd. pp. 14-35.
- Clark, B.S., D.M. Leslie, Jr. and T.S. Carter(1993) Foraging activity of adult female big-eared bats(*Plecotus townsendii*) in summer. *J. Mamm.* 74: 422-427.
- Davidson-Watts, I. and G. Jones(2006) Differences in foraging behaviour between *Pipistrellus pipistrellus*(Schreber, 1774) and *Pipistrellus pygmaeus*(Leach, 1825). *J. Zool.* 268: 55-62.
- Davidson-Watts, I., S. Walls and G. Jones(2006) Differential habitat selection by *Pipistrellus pipistrellus* and *Pipistrellus pygmaeus* identifies distinct conservation needs for cryptic species of echolocating bats. *Biol. Con.* 133: 118-127.
- De Jong, J. and I. Ahlen(1991) Factors affecting the distribution patterns of bats in Uppland, central Sweden. *Holarct. Ecol.* 14: 92-96.
- Dietz, M. and E.K.V. Kalko(2007) Reproduction affects flight activity in female and male Daubenton's bats, *Myotis daubentonii*. *Can. J. Zool.* 85: 653-664.
- Encarnacao, J.A., M. Dietz and U. Kierdorf(2004) Reproductive condition and activity pattern of male Daubenton's bats(*Myotis daubentonii*) in the summer habitat. *Mamm. Biol.* 69(3): 163-172.
- Hirakawa, H.(2007) A technique to hold a small bat for radio transmitter attachment. *Bulletin of the Asian Bat Research Institute.* 6: 8-10.(In Japanese)
- Jones, G. and M. Morton(1992) Radio-tracking studies and habitat use by greater horseshoe bats(*Rhinolophus ferrumequinum*). In: Priede, I.G. and S.M. Swift(ed.), *Wildlife telemetry. Remote monitoring and tracking of animals.* Chichester: Ellis Horwood. pp. 521-537.
- Jong, J.D.(1994) Habitat use, home range and activity pattern of the northern bat, *Eptesicus nilssoni*, in a hemiboreal forest. *Mamm.* 58: 535-548.
- Kalcounis, M.C., K.A. Hobson, R.M. Brigham and K.R. Hecker(1999) Bat activity in the boreal forest: Importance of stand type and vertical strata. *J. Mamm.* 80: 673-682.
- Kusch, J., C. Weber, S. Idelberger and T. Koob(2004) Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. *Folia Zool.* 53(2): 113-128.
- Lumsden, L.F., A.F. Bennett and J.E. Silins(2002) Location of roosts of the lesser long-eared bat *Nyctophilus geoffroyi* and Gould's wattled bat *Chalinolobus gouldii* in fragmented landscape in south-eastern Australia. *Biol. Con.* 106: 237-249.
- Menzel, J.M., W.M. Ford, M.A. Menzel, T.C. Carter, J.E. Gardner, J.D. Garner and J.E. Hofmann(2005) Summer habitat use and home-range analysis of the endangered Indiana bat. *J. Wildl. Manage.* 69(1): 430-436.
- Mitchell-Jones A. J. and A.P. McLeish(2004) *Bat Worker's Manual.* Joint Nature Conservation Committee, pp. 22-131.
- Owen, S.F., M.A. Menzel, W.M. Ford, B.R. Chapman, K.V. Miller, J.W. Edwards and P.B. Wood(2009) Home-Range Size and Habitat Used by the Northern Myotis (*Myotis septentrionalis*). *Amer. Midl. Nat.* 150(2): 352-359.
- Racey, P.A. and A.C. Entwistle(2003) Conservation ecology of bats. In: Kunz, T.H. and M.B. Fenton(ed.), *Bat ecology.* The University of Chicago Press, pp. 685-745.
- Rautenbach, I.L., M.B. Fenton and M.J. Whiting(1996) Bats in riverine forests and woodlands a latitudinal transect in southern Africa. *Can. J. Zool.* 74: 312-322.
- Robinson, M.F. and R.E. Stebbings(1997) Home range and habitat use by the serotine bat, *Eptesicus serotinus*, in England. *J. Zool.(Lond)* 243: 117-136.
- Safi, K., B. Konig and G. Kerth(2007) Sex differences in population genetics, home range size and habitat use of the parti-colored bat(*Vespertilio murinus*, Linnaeus 1758) in switzerland and their consequences for conservation. *Biol. Con.* 137: 28-36.
- Seaman, D.E., J.J. Millspaugh, B.J. Kernohan, G.C. Brundige, K.J. Raedeke and R.A. Gitzen(1999) Effects of sample size on kernel home range estimates. *J. Wildlife. Manage.* 63: 739-747.
- Waters. D. and R. Warren(2003) *Bats.* The Mammal Society, pp. 3-32.
- Wilkinson, G.S. and J.W. Bradbury(1988) Radiotelemetry: techniques and analysis. In: Kunz, T.H(ed.), *Ecological and behavioural methods for the study of bats.* Washington, DC: Smithsonian Institution Press, pp. 105-124.
- Winkelmann, J.R., F.J. Bonaccorso and T.L. Strickler(2000) Home range of the southern blossom bat, *Syconycteris australis*, in papua new guiner. *J. Mamm.* 81(2): 408-414.