

설악산과 지리산 국립공원에 서식하는 다람쥐의 연중 관찰 양상과 행동 패턴^{1a}

엄태경² · 이재강² · 이동호² · 고현규³ · 배호경⁴ · 김규종² ·
황현수⁵ · 박고은⁶ · 최원일⁷ · 임종환⁸ · 박찬열⁹ · 임신재^{10*}

Annual Variation on Observation and Activity Pattern of Korean Chipmunk (*Tamias sibiricus*) in the Seoraksan and Jirisan National Parks, South Korea^{1a}

Tae-Kyung Eom², Jae-Kang Lee², Dong-Ho Lee², Hyeongyu Ko³, Ho-Kyoung Bae⁴, Kyu-Jung Kim²,
Hyun-Su Hwang⁵, Go Eun Park⁶, Won-Il Choi⁷, Jong-Hwan Lim⁸, Chan-Ryul Park⁹, Shin-Jae Rhim^{10*}

요약

본 연구는 2019년 5월부터 2021년 5월까지 무인센서카메라를 이용하여 설악산과 지리산 국립공원에 서식하는 다람쥐(*Tamias sibiricus*)의 연중 관찰 양상과 행동 패턴을 파악하기 위해 실시하였다. 주차별 관찰빈도를 지표로 하여 관찰빈도의 연중 변화를 파악하였고 봄과 여름, 가을의 시간별 관찰빈도를 이용하여 계절별 일일 행동 패턴을 분석하였다. 다람쥐의 일일 행동 패턴은 지역 및 계절에 따른 차이 없이 주행성인 것으로 나타났다. 두 지역에 서식하는 다람쥐는 연중 관찰 기간에 차이가 있었다. 설악산에서 18~45주차에, 지리산에서는 7~48주차에 다람쥐가 관찰되었으며, 이는 동면시기에 영향을 받은 것으로 판단된다. 두 지역에서 다람쥐는 가을에 가장 많이 관찰되었다. 계절에 따른 다람쥐의 개체군 동태 및 활동량 변화가 무인센서카메라 관찰빈도에 반영되는 것으로 판단된다. 무인센서카메라의 관찰빈도는 간접적인 지표로서 대상종의 서식 밀도와 활동량을 구분해낼 수 없다는 한계점이 존재하지만, 방법이 쉽고 조사자에 따른 편차가 적어 효율적인 모니터링 방법으로 제시될 수 있을 것으로 판단된다.

주요어: 개체군, 동면, 무인센서카메라, 주행성, 포유류

1 접수 2022년 7월 12일, 수정 (1차: 2022년 8월 1일), 게재확정 2022년 8월 1일

Received 12 July 2022; Revised (1st: 1 August 2022); Accepted 1 August 2022

2 중앙대학교 대학원 생명자원공학부 박사과정 School of Bioresource and Bioscience, Chung-Ang University, 4726 Seodong-daero, Ansong 17546, Korea (xorud147@naver.com)

3 중앙대학교 대학원 생명자원공학부 석사과정 School of Bioresource and Bioscience, Chung-Ang University, 4726 Seodong-daero, Ansong 17546, Korea

4 대한환경평가그룹 환경평가부 연구원 Department of Environment Assessment, Korea Environment Assessment Group, 40 Imi-ro, Uiwang 16006, Korea

5 국립생태원 보호지역연구팀 연구원 Team of Specific Protected Area Research, National Institute of Ecology, 1210 Geumgang-ro, Seocheon 33657, Korea

6 국립산림과학원 산림생태연구과 연구사 Division of Forest Ecology, National Institute of Forest Science, 57 Hoegi-ro, Seoul 02455, Korea

7 국립산림과학원 산림생태연구과 연구관 Division of Forest Ecology, National Institute of Forest Science, 57 Hoegi-ro, Seoul 02455, Korea

8 국립산림과학원 산림생태연구과 과장 Division of Forest Ecology, National Institute of Forest Science, 57 Hoegi-ro, Seoul 02455, Korea

9 국립산림과학원 도시숲연구과 연구관 Division of Urban Forests, National Institute of Forest Science, 57 Hoegi-ro, Seoul 02455, Korea

10 중앙대학교 생명자원공학부 교수 School of Bioresource and Bioscience, Chung-Ang University, 4726 Seodong-daero, Ansong 17546, Korea (sjrhim@cau.ac.kr)

a 이 논문은 국립산림과학원이 지원하는 연구비에 의하여 연구되었음.

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-31-670-4842, Fax: +82-31-675-3108, E-mail: sjrhim@cau.ac.kr

ABSTRACT

This study was conducted to identify annual variation of observation and activity pattern of Korean chipmunk (*Tamias sibiricus*) using camera traps in the Seoraksan and Jirisan National Parks, South Korea from May 2019 to May 2021. The annual variation was identified based on the observed frequency through weekly observations. Daily activity patterns of the species were also analyzed by season. The daily activity pattern of chipmunk appeared to be constantly diurnal across the years regardless of habitat or season. The Korean chipmunks living in the two different regions were observed in different time periods throughout the year. While the chipmunks inhabiting the Seoraksan were observed from 18th to 45th week, the chipmunks inhabiting the Jirisan National Park were observed from 7th to 48th week. This may be influenced by the hibernation period of chipmunks in the two different regions. In both regions, chipmunks were most frequently observed in autumn. It is considered that seasonal variation on population dynamic and activity patterns of chipmunks were reflected in the observation frequency. Although the observation frequency of camera trap is an indirect indicator and thus having a limitation that it cannot distinguish the population density and amount of activity for the target species, camera trapping is still an effective survey technique for monitoring mammals due to its high accessibility and easy use.

KEY WORDS: CAMERA TRAP, DIURNAL, HIBERNATION, MAMMAL, POPULATION

서론

종의 생태를 이해하기 위해 번식과 성장, 생존을 위한 생태적 전략을 파악하는 것은 필수적이다. 또한 종의 행동 패턴은 생존 전략을 반영하고 있으며(Decoursey *et al.*, 2000), 일정한 시간을 주기로 반복되는 여러 생태학적 과정을 포함하고 있다. 연중 생활 주기(annual activity cycle)는 대략 1년 주기로 일어나는 동면, 번식, 성장, 이주 등 종의 생물학적 과정을 의미한다. 이러한 종의 계절적 주기는 단순히 생물학적인 생체리듬(biological rhythm)에만 영향을 받는 것이 아니라 계절에 따른 환경의 변화에 의해 크게 좌우된다(Waltee *et al.*, 2009; LaZerte and Kramer, 2016). 특히, 다람쥐속(*Tamias* spp.)에 속한 동물의 번식기와 동면 시기는 기온과 일조시간의 변화, 자원가용성과 개체군 밀도 등에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Kenagy, 1981; Kawamichi, 1996).

일일 행동 패턴은 하루를 주기로 낮과 밤의 변화에 반응하여 활동과 수면/휴식을 반복하는 패턴을 의미한다. 이와 같은 시간적 지위(temporal niche)는 먹이나 경쟁자, 포식자와 같은 중간 관계(inter-specific interaction)의 영향을 받는다(Botts *et al.*, 2020). 북미에 서식하는 동부다람쥐(*Tamias striatus*)의 경우 주행성 행동 패턴이 억제되면 포식 위험이 증가하여 생존률이 낮아진다(Decoursey, 2000). 또한, 청솔

모과(Sciuridae)의 일일 행동 패턴은 계절에 따른 기온의 변화에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Schweiger and Frey, 2021).

한반도 전체에 분포하는 다람쥐(*Tamias sibiricus*)는 잡식성의 설치류로 주로 종자류나 곤충, 새알 등을 섭식하며 땅 위에서 주로 활동한다(Jo *et al.*, 2018). 다람쥐는 땅굴을 파 먹이를 저장해두거나 동면하는데, 동부다람쥐와 달리 먹이굴과 동면굴이 분리되어 있다(Roots, 2006). 다람쥐의 연중 생활 주기는 초봄에 짝짓기하고, 봄과 여름에 연중 2회 번식기를 가지며, 가을에 먹이 비축 활동(hoarding)을 한 뒤 동면한다(Forsyth and Smith, 1973; Suzuki *et al.*, 2002).

다람쥐는 계절별로 구분되는 행동 패턴과 더불어 높은 개체군 밀도로 인해 충분한 양의 자료 확보가 가능하다. 또한, 무인센서카메라는 연속적으로 여러 지역의 개체군을 모니터링할 수 있어 행동 패턴을 연구하기에 용이하다(Burton *et al.*, 2015). 그러나 아직 무인센서카메라를 이용한 포유류의 행동 연구는 충분하지 못한 실정이다(Banjade *et al.*, 2021). 이에 본 연구는 무인센서카메라를 활용하여 설악산과 지리산 국립공원에 서식하는 다람쥐의 행동 패턴을 파악하기 위해 실시되었다.

연구방법

1. 연구대상지

본 연구는 2019년 5월부터 2021년 5월까지의 기간 동안 설악산과 지리산 국립공원에서 실시되었다. 설악산은 북위 38°00′~15′, 동경 128°15′~34′의 범위에 위치하며, 해발고도는 200m에서 1,700m까지 분포한다. 연구 기간 내 설악산의 연평균기온은 13.5°C(-16.1°C~36.1°C)이었고 연간 강수량은 1,743mm였다(Korea Meteorological Administration, 2022). 지리산은 북위 35°17′~21′, 동경 127°35′~41′의 범위에 위치하며, 해발고도는 200m에서 1,900m까지 분포한다. 연구 기간 동안 지리산의 연평균기온은 13.5°C(-19.7°C~35.4°C)였으며, 연간 강수량은 1,682mm였다(Korea Meteorological Administration, 2022). 계절은 일평균기온을 고려하여 3월 15일부터 5월 31일까지를 봄, 6월 1일부터 9월 14일까지를 여름, 9월 15일부터 11월 30일까지를 가을, 12월 1일부터 3월 14일까지를 겨울로 구분하였다.

2. 조사분석

다람쥐의 행동 패턴을 관찰하기 위해 설악산과 지리산 국립공원에 무인센서카메라(Trel 20J; GISupply, Inc.)를 설치하여 연중 운영하였다. 무인센서카메라는 해발고도 400m와 1,200m 지점에 1대씩, 800m 지점에 2대씩을 설치하여 국립공원별로 각각 4대씩 설치하였다(Figure 1). 무인센서카메라는 지면으로부터 약 50cm 지점에 설치되었으며, 동작이 감지되었을 경우 10초 길이의 동영상은 녹화되도록 설정하였다. 각 국립공원별 포착일수(trap-day)는 설악산은 2,155일, 지리산은 2,389일이었다. 독립적인 표본만을 분석에 이용하기 위하여 이전 영상과의 촬영 간격이 30분 이상인 영상만을 선별하여 이용하였다.

두 지역에 서식하는 다람쥐의 연중 관찰 양상을 파악하기 위하여 포착된 영상 수를 주차별(1~53주)로 나누어 주차별 관찰빈도를 계산하였다. 나아가 두 지역의 연중 관찰 양상을 비교하기 위하여 커널 밀도 추정하였다. 다람쥐의 일일 행동 패턴 역시 계절별로 나누어 커널 밀도 추정치를 분석하였다(Schweiger and Frey, 2021). 연중 관찰 양상에 대한

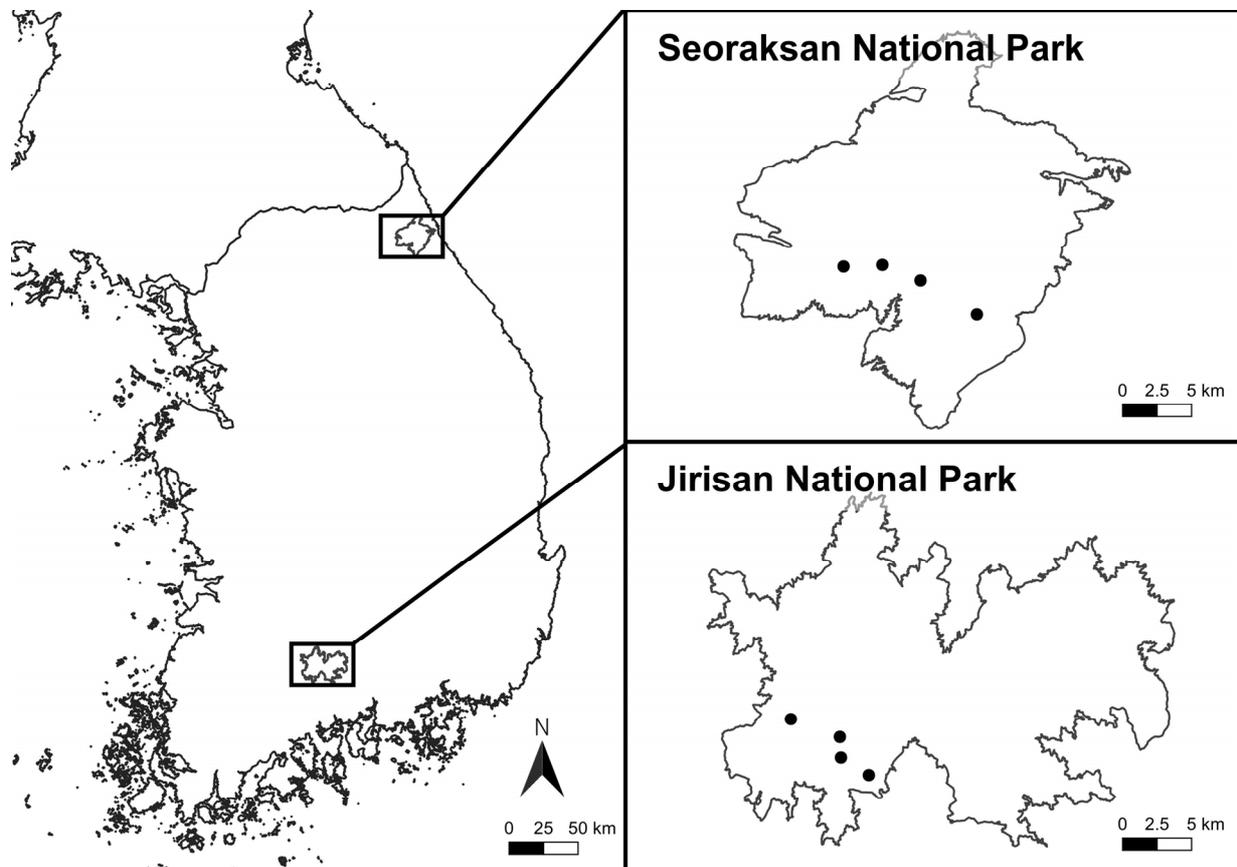


Figure 1. Location of study sites (black circle) in Seoraksan and Jirisan National Parks, South Korea.

커널 밀도 추정을 위하여 Wand and Jones(1994)의 단일변수 플러그인 선별자(univariate plug-in selector)를 이용하여 평활인자(smoothing factor)를 설정하였다. 일일 행동 패턴 분석에서는 순환자료(circular data)를 위한 Tayler(2008)의 방법을 이용하여 평활인자를 설정하였다.

두 지역에 서식하는 다람쥐의 연중 관찰 양상과 일일 행동 패턴이 중첩되는 정도는 중첩계수(overlap coefficient)를 이용하여 분석하였다. 중첩계수는 두 표본의 커널 밀도 추정 곡선 아래 중첩되는 면적을 나타내며 0부터 1까지의 범위를 가진다(Ridout and Linkie, 2009). 중첩 정도는 중첩계수가 0.5 이하이면 ‘낮음’, 0.5 초과 0.75 이하이면 ‘다소 높음’, 0.75 초과이면 ‘매우 높음’으로 분류하였다(Monterroso et al., 2014). 다람쥐의 연중 관찰 양상에 대한 중첩계수는 표본 수(설악산: n=162, 지리산: n=222)를 고려하여 중첩계수 $\Delta 4$ 를 이용하였다. 일일 행동 패턴에 대한 중첩계수는 작은 표본 수(표본 수 75 미만)를 고려하여 봄(설악산: n=14, 지리산: n=36)과 여름(설악산: n=91, 지리산: n=58), 가을(설악산: n=57, 지리산: n=120)에 대하여 중첩계수 $\Delta 1$ 를 이용하였다. 중첩계수는 1,000개의 부트스트랩(bootstrap) 표본을 이용하여 평균과 95% 신뢰구간(CI, confidence interval)을 추정하였다. 모든 통계분석은 오픈소스 프로그램 R(Ver. 4.13)과 ‘ks’와 ‘overlap’ R 패키지를 이용하여

실시하였다(Duong, 2007; Meredith and Ridout, 2021; R Core Team, 2021).

결과 및 고찰

1. 다람쥐의 연중 관찰 양상

설악산과 지리산 국립공원에 서식하는 다람쥐의 주차별 관찰빈도를 그래프로 나타내었다(Figure 2). 설악산 국립공원에서는 18주차부터 45주차까지의 다람쥐가 관찰되었으며 조사기간 동안 총 162회 관찰되었다. 지리산 국립공원에 서식하는 다람쥐는 7주차부터 48주차까지 관찰되었으며 총 222회 관찰되었다. 주차별 관찰빈도를 살펴보면 설악산 국립공원에서는 39주차에 총 21회로 다람쥐가 가장 많이 관찰되었고, 지리산 국립공원에서는 44주차에 총 50회로 관찰되어 가장 높은 관찰빈도를 보였다. 두 지역의 주차별 관찰빈도에 대하여 커널 밀도 추정치를 구하여 연중 관찰 양상을 그래프로 나타내었다(Figure 3). 두 지역의 연중 관찰 양상 사이 중첩계수($\Delta 4$)는 0.55(CI95%: 0.47~0.62)로 나타났다.

설악산과 지리산 국립공원에서 나타난 다람쥐의 연중 관찰 시기는 다람쥐의 동면기간에 영향을 받았을 것으로 판단

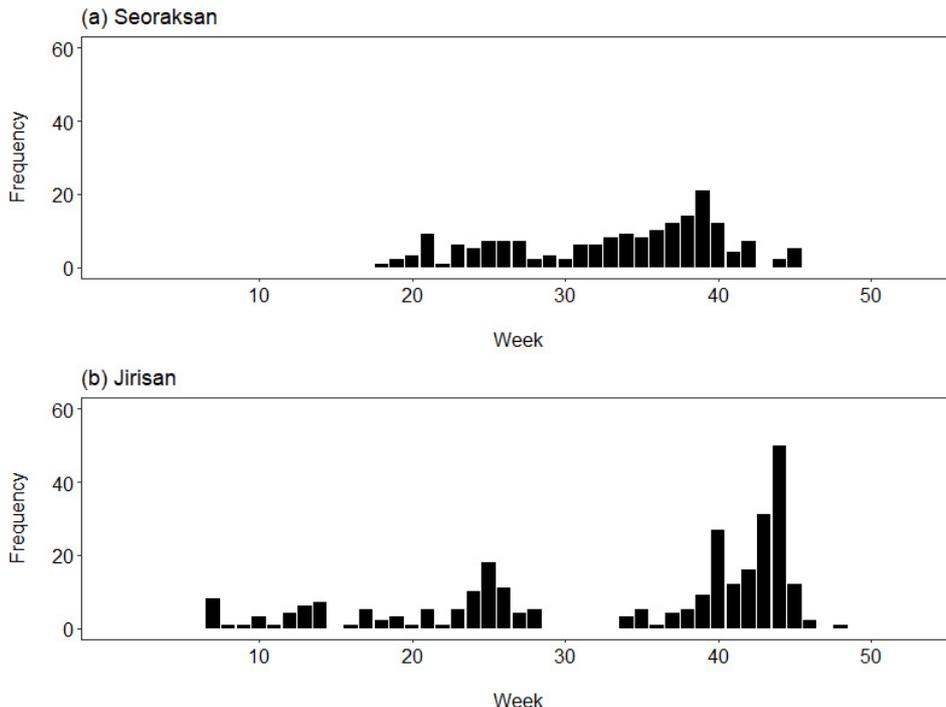


Figure 2. Differences in weekly observed frequency of Korean chipmunk (*Tamias sibiricus*) between (a) Seoraksan and (b) Jirisan National Parks, South Korea.

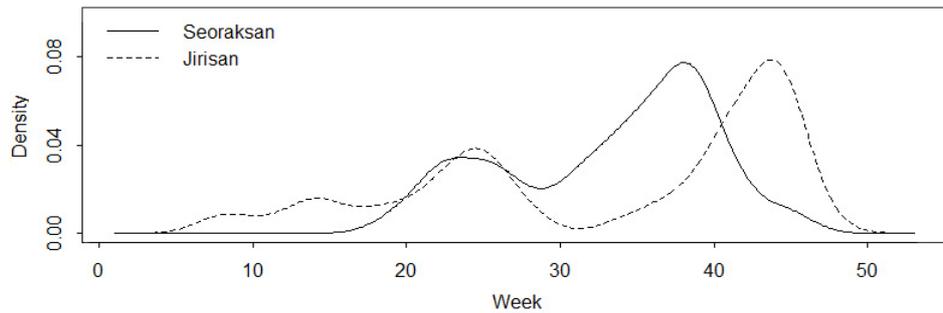


Figure 3. Difference in Kernel density estimates for weekly observed frequency of Korean chipmunk (*Tamias sibiricus*) between Seoraksan and Jirisan National Parks, South Korea.

된다. 다람쥐는 동면기간 동안 주기적으로 깨어나 저장된 먹이를 먹는 것을 제외하고 대부분을 휴면상태로 지내며, 동면 시기는 지역에 따라 달라진다(Roots, 2006). 다람쥐의 동면시기와 기간은 기온과 더불어 먹이나 굴 등 월동 준비에 필요한 자원의 가용성에 영향을 받아 결정되는 것으로 알려져 있다(Kenagy, 1981; Kawamichi, 1996; French, 2000). 설악산과 지리산 국립공원의 경우, 위도에 따른 기온의 차이로 인하여 서식지의 생물계절성 차이가 발생하게 된다(Xu *et al.*, 2019). 특히, 다람쥐 개체군은 참나무류 종자 등의 먹이자원의 발생에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있어(LaZerte and Kramer, 2016) 설악산과 지리산 국립공원의 생물계절성 차이에 따라 발생하는 먹이자원 가용성이 두 지역에 서식하는 다람쥐의 동면시기에 영향을 주었을 것으로 판단된다.

또한, 두 지역에서 다람쥐의 관찰빈도는 초여름에 증가한 후 한여름에 감소하였다가 가을에는 다시 증가하는 것으로 나타났다. 육안관찰, 포획조사 등 다양한 조사법을 이용한 선행연구에서도 같은 양상을 보였으며, 이는 개체군 동태, 일중휴면(torpor), 먹이자원 가용성의 변화 등이 원인인 것으로 보고되었다(Dunford, 1972; Elliot, 1978; LaZerte and Kramer, 2016). 특히, 다람쥐 개체군은 봄부터 초가을까지 두 번의 번식기 동안 개체군의 크기가 증가하고 자원이 부족한 겨울 동안 개체군의 크기가 크게 줄어드는 것으로 알려져 있다(Blake and Gillett, 1988; Bergeron *et al.*, 2011). 우리나라 부산 지역의 다람쥐 역시 2월 말~3월 중순까지의 봄과 6월 초~9월 초까지의 여름 등 2회의 번식기를 가지는 것으로 보고되어, 다람쥐의 개체군 동태가 본 연구의 무인 센서카메라 관찰빈도에 반영되었을 것으로 판단된다(Suzuki *et al.*, 2002).

2. 다람쥐의 일일 행동 패턴

지역과 계절에 따른 다람쥐의 일일 행동 패턴을 커널 밀

도 추정을 이용하여 나타내었다(Figure 4). 설악산과 지리산 국립공원에 서식하는 다람쥐는 봄과 여름, 가을에 모두 주행성 행동을 하는 것으로 나타났다. 설악산 국립공원에 서식하는 다람쥐의 일일 행동 패턴에 대한 계절간 중첩계수($\Delta 1$)는 봄-여름 사이에 0.77(CI95%: 0.60~0.89), 여름-가을 사이에 0.81(CI95%: 0.69~0.91), 봄-가을 사이에 0.76(CI95%: 0.57~0.91)로 높게 나타났다. 지리산 국립공원에 서식하는 다람쥐의 일일 행동 패턴에 대한 계절간 중첩계수($\Delta 1$) 역시 봄-여름 사이에 0.84(CI95%: 0.72~0.93), 여름-가을 사이에 0.83(CI95%: 0.72~0.91), 봄-가을 사이에 0.83(CI95%: 0.72~0.92)로 높았다. 이는 선행연구와 일치하는 결과였으며, 동부다람쥐와 콜로라도다람쥐(*Neotamias quadrivittatus*)의 일일 행동 패턴 역시 연중 뚜렷한 주행성을 나타내는 것으로 알려져 있다(LaZerte and Kramer, 2016; Schweiger and Frey, 2021).

다람쥐의 일일 행동 패턴에 지역에 따른 차이 역시 관찰되지 않았다. 일일 행동 패턴에 대한 설악산과 지리산 국립공원 지역 사이의 중첩계수($\Delta 1$)는 봄과 여름, 가을에 각각 0.74(CI95%: 0.54~0.90), 0.78(CI95%: 0.66~0.89), 0.84(CI95%: 0.73~0.92)으로 상당히 높았다. 다람쥐의 일일 행동 패턴은 계절과 지역에 영향을 받지 않고 주행성 패턴을 나타내는 것으로 판단된다. 일일 행동 패턴은 경쟁, 포식 등의 중간 관계에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Botts *et al.*, 2020). 다람쥐의 포식자인 고양이과(Felidae), 족제비과(Mustelidae), 멧금류, 뱀과(Colubridae) 등은 대부분이 야행성으로 다람쥐의 야간 활동은 포식자에 노출될 위험을 높인다. Decoursey 등(2000)은 동부다람쥐의 경우, 주행성 행동이 억제되어 야간 활동이 늘어난 개체에서 족제비과에 의한 포식률이 크게 증가했다고 보고했다. 주행성 행동 패턴은 다람쥐의 생존에 필수적인 전략이기 때문에 지역과 계절에 따른 차이가 적은 것으로 판단된다.

본 연구에서는 무인센서카메라의 관찰빈도를 이용하여

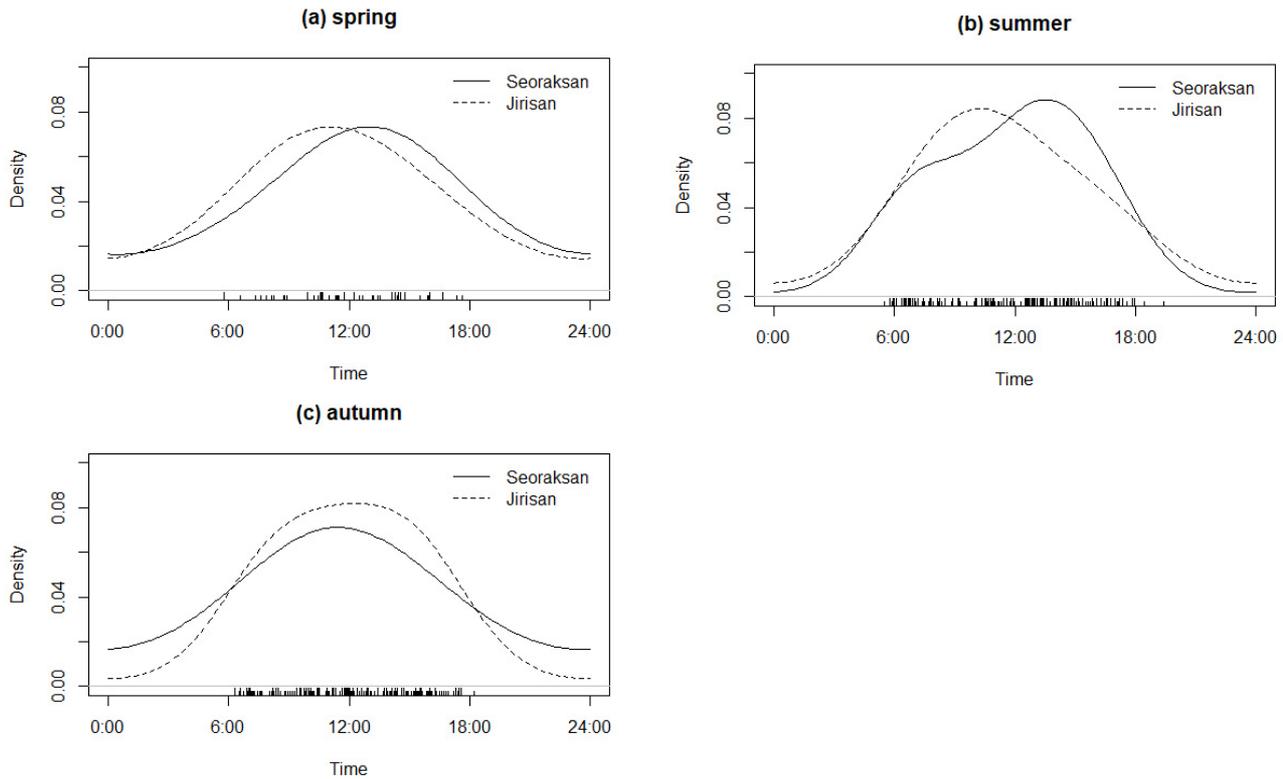


Figure 4. Differences in daily activity patterns of Korean chipmunk (*Tamias sibiricus*) in (a) Spring, (b) Summer, and (c) Autumn between Seoraksan and Jirisan National Parks, South Korea.

설악산과 지리산 국립공원의 다람쥐 행동 패턴을 구명하고자 하였다. 이를 통해 다람쥐가 연중 계절에 따른 변화 없이 주행성 행동을 하는 것을 확인할 수 있었다. 그동안 다람쥐속에 대한 연구는 동부다람쥐를 중심으로 진행되어왔으며, 한반도에 서식하는 다람쥐의 생태에 대한 정보는 부족한 실정이었다. 또한, 본 연구를 통해 무인센서카메라 조사법을 이용한 다람쥐 생태 연구의 가능성을 확인하였다.

무인센서카메라의 관찰빈도는 활동량과 개체군 특성에 모두 영향을 받는다는 한계점이 존재한다. 다람쥐의 활동성은 계절에 따라 변화하며(LaZerte and Kramer, 2016), 굴을 선택하고 먹이 비축 활동을 하기 위해 특히 가을에 가장 왕성한 활동량을 갖는다(Forsyth and Smith, 1973; Kawamichi, 1996). 이는 본 연구의 결과에서도 확인할 수 있었다. 그러나 무인센서카메라 연구는 방법이 쉽고 조사자에 따른 편차가 적어 효율적인 모니터링 방법으로 제시될 수 있다. 본 연구는 단기간 진행되어 자료의 양에 한계를 보였으나, 무인센서카메라의 관찰빈도가 다람쥐의 서식 밀도와 활동량을 반영하는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 무인센서카메라를 이용한 장기적인 연구가 진행된다면 동면 등 다람쥐 행동 특성의 연간 변화를 파악할 수 있을 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Banjade, M., S.H. Han, Y.H. Jeong and H.S. Oh(2021) Diel and seasonal activity pattern of alien sika deer with sympatric mammalian species from Muljangori-oreum wetland of Hallasan National Park, South Korea. *Journal of Ecology and Environment* 45: 10.
- Bergeron, P., D.R. Ale, M.M. Humphries and D. Garant(2011) Anticipation and tracking of pulsed resources drive population dynamics in Eastern chipmunks. *Ecology* 92(14): 2027-2034.
- Blake, B.H. and K.E. Gillett(1988) Estrous cycle and related aspects of reproduction in captive Asian chipmunks, *Tamias sibiricus*. *Journal of Mammalogy* 69(3): 598-603.
- Botts, R.T., A.A. Eppert, T.J. Wiegman, A. Rodriguez, S.R. Blankenship, E.M. Asselin, W.M. Garley, A.P. Wagner, S.E. Ullrich, G.R. Allen and M.S. Mooring(2020) Circadian activity patterns of mammalian predators and prey in Costa Rica. *Journal of Mammalogy* 101(5): 1313-1331.
- Burton, A.C., E. Neilson, D. Moreira, A. Ladle, R. Steenweg, J.T. Fisher, E. Bayne and S. Boutin(2015) Wildlife camera trapping: A review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology* 52(3): 675-685.

- Decoursey, P.J., J.K. Walker and S.A. Smith(2000). A circadian pacemaker in free-living chipmunks: Essential for survival? *Journal of Comparative Physiology A* 186(2): 169-180.
- Dunford, C.(1972) Summer activity of Eastern chipmunks. *Journal of Mammalogy* 53(1): 176-180.
- Duong, T.(2007) ks: Kernel density estimation and Kernel discriminant analysis for multivariate data in R. *Journal of Statistical Software* 21(7): 1-16.
- Elliot, L.(1978) Social behavior and foraging ecology of the Eastern chipmunk (*Tamias striatus*) in the Adirondack mountains. Smithsonian Institution Press, Washington, 96pp.
- Forsyth, D.J. and D.A. Smith(1973) Temporal variability in home ranges of Eastern chipmunks (*Tamias striatus*) in a south-eastern Ontario woodlot. *American Midland Naturalist* 90(1): 107-117.
- French, A.R.(2000) Interdependency of stored food and changes in body temperature during hibernation of the Eastern chipmunk, *Tamias Striatus*. *Journal of Mammalogy* 81(4): 979-985.
- Jo, Y.S., J.T. Baccus and J.L. Koprowski(2018) Mammals of Korea. National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea, pp.478-481.
- Kawamichi, M.(1996) Ecological factors affecting annual variation in commencement of hibernation in wild chipmunk (*Tamias sibiricus*). *Journal of Mammalogy* 77(3): 731-744.
- Kenagy, G.(1981) Effects of day length, temperature, and endogenous control on annual rhythms of reproduction and hibernation in chipmunks (*Eutamias* spp.). *Journal of Comparative Physiology* 141(3): 369-378.
- Korea Meteorological Administration(2022) Open MET data portal. <https://data.kma.go.kr>. Accessed on 5 July, 2022.
- LaZerte, S.E. and D.L. Kramer(2016) Activity of Eastern chipmunks (*Tamias striatus*) during the summer and fall. *Canadian Journal of Zoology* 94(10): 685-695.
- Meredith, M. and M.S. Ridout(2021) Overview of the overlap package. R Project. <https://cran.r-project.org/web/packages/overlap/overlap.pdf>. Accessed on 5 July, 2022.
- Monterroso, P., P.C. Alves and P. Ferreras(2014) Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in southwestern Europe: Implications for species coexistence. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 68(9): 1403-1417.
- R Core Team(2021) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>. Accessed on 11 March, 2022.
- Ridout, M.S. and M. Linkie(2009) Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural Biological and Environmental Statistics* 14(3): 322-337.
- Roots, C.(2006) Hibernation. Greenwood Press, Connecticut, pp.138-139.
- Schweiger, B.R. and J.K. Frey(2021) Weather determines daily activity pattern of an endemic chipmunk with predictions for climate change. *Climate Change Ecology* 2: 100027.
- Suzuki, K., M. Masaki, C.W. Han, M.H. Yoon, M. Kawamichi and T. Kawamichi(2002) Reproductive ecology of Korean chipmunks in Busan. Proceedings of the Korean Society of Life Science Conference, Korean Society of Life Science, Busan, 92pp.
- Waltee, D., B.N. Lonner, A.J. Kuenzi and R.J. Douglass(2009) Seasonal dispersal patterns of Sylvan deer mice (*Peromyscus maniculatus*) within Montana rangelands. *Journal of Wildlife Disease* 45(4): 998-1007.
- Wand, M.P. and M.C. Jones(1994) Multivariate plug-in bandwidth selection. *Computational Statistics* 9(2): 97-116.
- Xu, J., Y. Zhu, S.X. Meng, X. Huang, D. Piao and G.S. Cui(2019) Responses of phenology by climate warming on Korean peninsular in the past three decades. *Journal of Climate Change Research* 10(4): 437-446. (in Korean with English abstract)